

(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2004-289128

(P2004-289128A)

(43) 公開日 平成16年10月14日(2004.10.14)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>H01L 21/027  
G03F 7/20

F I

H01L 21/30 515D  
G03F 7/20 521

テーマコード (参考)

5F046

審査請求 有 請求項の数 16 O L 外国語出願 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2003-417261 (P2003-417261)  
 (22) 出願日 平成15年11月11日 (2003.11.11)  
 (31) 優先権主張番号 02257822.3  
 (32) 優先日 平成14年11月12日 (2002.11.12)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)  
 (31) 優先権主張番号 03253636.9  
 (32) 優先日 平成15年6月9日 (2003.6.9)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)  
 (31) 優先権主張番号 03254059.3  
 (32) 優先日 平成15年6月26日 (2003.6.26)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 502010332  
 エイエスエムエル ネザランドズ ベスロ  
 ーテン フェンノートシャップ  
 オランダ国 5503 エルエイ フェル  
 トホーフェン, デ ルン 1110  
 (74) 代理人 100066692  
 弁理士 浅村 皓  
 (74) 代理人 100072040  
 弁理士 浅村 肇  
 (74) 代理人 100080263  
 弁理士 岩本 行夫  
 (74) 代理人 100087217  
 弁理士 吉田 裕

最終頁に続く

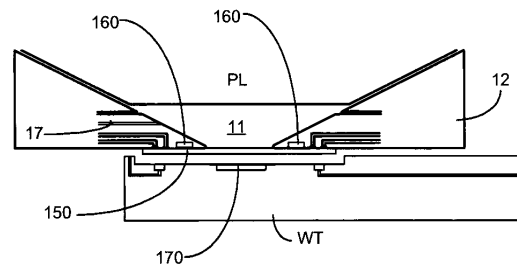
(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置及びデバイス製造方法

## (57) 【要約】

【課題】リソグラフィ装置及びデバイス製造方法を提供すること。

【解決手段】リソグラフィ投影装置において、液体供給系が、リソグラフィ投影装置の投影系の最後の要素と基板の間の空間に液体を保持する。基板交換時に、液体供給系の中の液体を基板に代わって封じ込めるシャッタ部材が提供される。

【選択図】図 6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

- 放射投影ビームを供給する放射系と、  
- 所望のパターンに従って投影ビームにパターンを付与する働きをするパターン形成手段を支持する支持構造と、  
- 基板を保持する基板テーブルと、  
- パターンが付与された投影ビームを基板の標的部分に投影する投影系と、  
- 前記投影系の最後の要素と前記基板の間の空間に浸液を供給する液体供給系とを備えたリソグラフィ投影装置であって、  
前記基板が前記投影系の下から移動して前記投影系から離れたときに、前記最後の要素を液体と接触した状態に維持する手段をさらに備えていることを特徴とする装置。

10

## 【請求項 2】

前記維持手段が、前記供給系のわきに前記投影系と向い合わせに配置して、前記投影系と前記シャッタ部材の間の前記液体供給系の中に前記浸液を閉じ込めることができるようにすることができるシャッタ部材を備える、請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 3】

前記シャッタ部材が前記基板テーブルの表面である、請求項 2 に記載の装置。

## 【請求項 4】

前記シャッタ部材が、装置の残りの部分から分離可能である、請求項 2 に記載の装置。

## 【請求項 5】

前記シャッタ部材及び / 又は前記基板テーブルが、前記シャッタ部材を前記基板テーブルにリリース可能に保持する手段を有する、請求項 4 に記載の装置。

20

## 【請求項 6】

前記シャッタ部材を前記液体供給系にリリース可能に取り付ける手段をさらに備えた、請求項 4 又は 5 に記載の装置。

## 【請求項 7】

リリース可能に保持する前記手段及び / 又はリリース可能に取り付ける前記手段が磁気手段を備えた、請求項 5 又は 6 に記載の装置。

## 【請求項 8】

リリース可能に保持する前記手段及び / 又はリリース可能に取り付ける前記手段が、前記基板テーブル及び / 又は液体供給系に前記シャッタ部材を引きつける減圧出口を備えた、請求項 5、6 又は 7 に記載の装置。

30

## 【請求項 9】

前記液体供給系が、前記空間の境界の少なくとも一部分に沿って延びて前記液体を封じ込めるシール部材を備え、前記シール部材が、前記シール部材と前記基板の間を密封するための低圧源を備え、前記低圧源が、リリース可能に取り付ける前記手段の少なくとも一部分を構成する、請求項 8 に記載の装置。

## 【請求項 10】

収容された位置で前記シャッタ部材が、前記最後の要素のほうを向いた前記基板の表面と実質的に共面の主表面を有する、請求項 2 から 9 までのいずれか一項に記載の装置。

40

## 【請求項 11】

前記シャッタ部材が、前記シャッタ部材を誘導するためのマークを備えた、請求項 2 から 10 までのいずれか一項に記載の装置。

## 【請求項 12】

前記マークを使用して前記シャッタ部材の位置を測定するセンサをさらに備えた、請求項 11 に記載の装置。

## 【請求項 13】

液体供給系が、最後の要素と基板テーブルの間の空間の境界の少なくとも一部分に沿って延びるシール部材を備え、前記液体を閉じ込めるときに前記シャッタ部材が前記シール部材の中に配置される、請求項 2 から 12 までのいずれか一項に記載の装置。

50

## 【請求項 1 4】

前記液体供給系が、前記空間から液体を除去する手段と、前記空間にフラッシング・ガスを供給するガス入口とを備えた、請求項 1 から 1 3 までのいずれか一項に記載の装置。

## 【請求項 1 5】

- 放射感受性材料層によって少なくとも部分的に覆われた基板を用意するステップと、  
- 放射系を使用して放射投影ビームを供給するステップと、  
- パターン形成手段を使用して、投影ビームに断面パターンを付与するステップと、  
- 前記投影ステップで使用する投影系の最後の要素と前記基板の間の空間を少なくとも部分的に満たす浸液を供給するステップと、  
- パターンが付与された放射ビームを放射感受性材料層の標的部分に投影するステップ 10  
と、

- 前記基板を前記投影系の下から移動させて前記投影系から離すステップと  
を含むデバイス製造方法であって、  
前記基板を前記投影系の下から移動させて前記投影系から離れた後も、前記最後の要素が液体と接触した状態に維持されることを特徴とする方法。

## 【請求項 1 6】

前記供給系のわきに前記投影系と向い合わせにシャッタ部材を配置し、それによって前記投影系と前記シャッタ部材の間の前記液体供給系の中に前記浸液が閉じ込められるようにすることによって、前記最後の要素が前記浸液と接触した状態に維持される、請求項 1 5 に記載の方法。 20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、  
- 放射投影ビームを供給する放射系と、  
- 所望のパターンに従って投影ビームにパターンを付与する働きをするパターン形成手段を支持する支持構造と、  
- 基板を保持する基板テーブルと、  
- パターンが付与された投影ビームを基板の標的部分に投影する投影系と、  
- 前記投影系の最後の要素と前記基板の間の空間に浸液を供給する液体供給系と 30  
を備えたりソグラフィ投影装置に関する。

## 【0 0 0 2】

本明細書で使用する用語「パターン形成手段」は、基板の標的部分に形成するパターンに対応した断面パターンを入射放射ビームに付与する目的に使用することができる手段を指すものと広く解釈しなければならない。この文脈では用語「光弁 (light valve)」を使用することもできる。一般に、前記パターンは、標的部分に製造中の集積回路などのデバイスの特定の機能層に対応する (下記参照)。このようなパターン形成手段の例には以下のようなものがある。

## 【0 0 0 3】

- マスク。マスクの概念はリソグラフィにおいてよく知られており、これには、バイナリ、交番位相シフト、減衰位相シフトなどのマスク・タイプ、並びにさまざまなハイブリッド・マスク・タイプが含まれる。このようなマスクを放射ビーム中に配置すると、マスク上のパターンに従って、マスクに入射した放射の選択的な透過 (透過マスクの場合) 又は反射 (反射マスクの場合) が起こる。マスクの場合には前記支持構造が一般に、マスクを入射放射ビーム中の所望の位置に保持できること、及び希望する場合に放射ビームに対してマスクを動かすことができることを保証するマスク・テーブルである。 40

## 【0 0 0 4】

- プログラム可能ミラー・アレイ。このような装置の一例は、粘弾性制御層及び反射面を有する、マトリックス式のアドレス指定が可能な表面である。このような装置の基本原 50  
理は、(例えば) 反射面のアドレス指定された領域は入射光を回折光として反射し、アド

レス指定されていない領域は入射光を非回折光として反射するというものである。適当なフィルタを使用して前記非回折光を反射ビームから除き、回折光だけを残すことができる。このようにして反射ビームには、マトリックス式アドレス指定可能面のアドレス指定パターンに従ったパターンが付与される。プログラム可能ミラー・アレイの代替例では、適当な局所電界を適用することによって、又は圧電作動手段を使用することによって軸を中心にそれぞれを個別に傾けることができる小さなミラーのマトリックス配置が使用される。この場合も、ミラーはマトリックス式のアドレス指定が可能であり、アドレス指定されたミラーは入射放射ビームを、アドレス指定されていないミラーとは異なる方向に反射する。このようにして、反射ビームに、マトリックス式アドレス指定可能ミラーのアドレス指定パターンに従ったパターンが付与される。必要なマトリックス式アドレス指定は適当な電子手段を使用して実施することができる。上で説明したどちらの例でも、パターン形成手段は、1つ又は複数のプログラム可能ミラー・アレイを備えることができる。ここで述べたミラー・アレイの詳細な情報は、例えば参照によって本明細書に組み込まれる米国特許第5296891号及び5523193号、並びにPCT特許出願WO98/38597及びWO98/33096から得ることができる。プログラム可能ミラー・アレイの場合、前記支持構造は例えばフレーム又はテーブルとして具体化することができ、これらは必要に応じて固定又は可動とすることができる。

10

#### 【0005】

- プログラム可能LCDアレイ。このような構造の例が、参照によって本明細書に組み込まれる米国特許第5229872号に出ている。プログラム可能ミラー・アレイの場合と同様に、支持構造はこの場合も、例えばフレーム又はテーブルとして具体化することができ、これらは必要に応じて固定又は可動とすることができる。

20

#### 【0006】

分かりやすくするため、本明細書の残りの部分は、特定の位置で、マスク及びマスク・テーブルを含む例を特に対象とするが、このような事例で論じられる一般原理は、先に記載したパターン形成手段のより幅広い文脈で理解しなければならない。

#### 【背景技術】

#### 【0007】

リソグラフィ投影装置は例えば集積回路(IC)製造で 사용할 ことができる。このような場合には、パターン形成手段は、ICの個々の層に対応する回路パターンを生み出し、このパターンを、放射感受性材料(レジスト)の層でコーティングされた基板(シリコン・ウェーハ)の標的部分(例えば1つ又は複数のダイを含む部分)に結像させることができる。一般に単一の基板は、投影系によって1度に1つずつ連続して照射された隣接する標的部分の全ネットワークを含む。マスク・テーブル上のマスクによるパターン形成を使用する現行の装置には、異なる2つのタイプの機械がある。一方のタイプのリソグラフィ投影装置では、1つの標的部分にマスク・パターン全体を一度に露光することによってそれぞれの標的部分に照射する。このような装置は普通、ウェーハ・ステッパと呼ばれている。走査ステップ式(step-and-scan)装置と一般に呼ばれている代替装置では、投影ビームの下マスク・パターンを与えられた基準方向(「走査」方向)に漸進走査し、同時にこの方向に平行に又は非平行に基板を同期走査することによってそれぞれの標的部分に照射する。投影系は一般に倍率M(一般に $< 1$ )を有するので、基板テーブルを走査する速度Vは、倍率Mにマスク・テーブルを走査する速度を掛けたものになる。ここで説明したリソグラフィ装置に関する詳細な情報は、例えば参照によって本明細書に組み込まれる米国特許第6046792号から得ることができる。

30

40

#### 【0008】

リソグラフィ投影装置を使用した製造プロセスでは、放射感受性材料(レジスト)の層によって少なくとも部分的に覆われた基板上にパターン(例えばマスク上のパターン)を結像させる。この結像ステップの前に、基板は、例えばプライマーの塗布、レジストの塗布、ソフト・ベークなど、さまざまな手順を経験する。露光後に、基板は、例えば露光後ベーク(PEB)、現像、ハード・ベーク、結像させたフィーチャの測定/検査など、他

50

の手順を経験する。この一連の手順は、デバイス、例えばICの個々の層にパターンを形成するベースとして使用される。パターン形成されたこのような層は次いで、例えばエッチング、イオン注入（ドーピング）、メタライゼーション、酸化、化学機械研磨など、さまざまなプロセスを経験する。これらのプロセスは全て、個々の層の完成を意図したものである。複数の層が必要な場合には、この手順全体又はその変形手順をそれぞれの新しい層に対して繰り返されなければならない。最終的に、基板（ウェーハ）上にずらりと並んだデバイスが得られる。これらのデバイスは次いで、ダイシング、ソーイング（sawing）などの技法によって互いから分離され、個々のデバイスはその後、キャリア上に取り付けたり、ピンに接続したりすることができる。このようなプロセスに関する詳細情報は、例えば参照によって本明細書に組み込まれるPeter van Zant著「Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing」、第3版、McGraw Hill Publishing Co.、1997年、ISBN 0-07-067250-4から得ることができる。

10

#### 【0009】

分かりやすくするため、今後、投影系を「レンズ」と呼ぶことがある。しかし、用語「レンズ」は、例えば屈折光学系、反射光学系及び反射屈折光学系を含む、さまざまなタイプの投影系を包含するものと広く解釈しなければならない。放射系も、上記の任意の設計タイプに従って動作して放射投影ビームを誘導し、成形し、制御する構成要素を含むことができ、以下、このような構成要素を集合的に又は単独で「レンズ」と呼ぶ場合がある。さらに、リソグラフィ装置は、2つ以上の基板テーブル（及び/又は2つ以上のマスク・テーブル）を有するタイプの装置とすることができる。このような「多ステージ」機械では、これらの追加のテーブルを並行して同時に使用することができ、あるいは、1つ又は複数のテーブルを露光に使用している間に他の1つ又は複数のテーブル上で準備ステップを実施することができる。デュアル・ステージ・リソグラフィ装置は例えば、参照によって本明細書に組み込まれる米国特許第5969441号及びWO98/40791に記載されている。

20

#### 【0010】

リソグラフィ投影装置内で基板を、比較的高い屈折率を有する液体、例えば水に浸して、投影系の最後の要素と基板の間の空間を満たすことが提案されている。この方法のポイントは、液体中では露光放射の波長が短くなるため、より小さいフィーチャを形成することができることである（液体の効果は、系の有効NAの増大及び焦点深度の増大と考えることもできる）。

30

#### 【0011】

しかし、基板又は基板と基板テーブルを液浴中に浸すことは（例えば、参照によってその全体が本明細書に組み込まれる米国特許第4509852号を参照されたい）、走査露光中に加速させなければならない大きな液体の塊があることを意味する。これによって、追加のモータ又はよりパワフルなモータが必要となり、液体中の乱流が、望ましくない予測不可能な影響をもたらす可能性もある。

#### 【0012】

提案されている1つの解決方法は、液体供給系によって、投影系の最後の要素と基板の間の基板の局限された領域（基板は一般に投影系の最後の要素よりも大きな表面積を有する）にだけ液体を供給する方法である。提案されているこのための1つの配置方法が、その全体が参照によって本明細書に組み込まれるWO99/49504に開示されている。図9及び10に示すように、少なくとも1つの入口INから基板上に、好ましくは最後の要素から見た基板の移動方向に液体を供給し、投影系の下を通過した後に、少なくとも1つの出口OUTからこの液体を取り出す。すなわち、基板が最後の要素の下で-X方向に走査されるとき、液体は要素の+X側から供給され、-X側から抜き取られる。図9にこの配置を概略的に示す。液体は入口INから供給され、要素の反対側で、低圧源に接続された出口OUTによって抜き取られる。図9では、液体が、最後の要素から見て基板が移

40

50

動する方向に沿って供給されているが、そうしなければならないというわけではない。さまざまな向き及び数の入口／出口を最後の要素の周囲に配置することができる。一例を図10に示す。この図では、4組の対向する入口／出口が、最後の要素の周囲に規則的に配置されている。

#### 【0013】

このような配置、及び基板の局限化された領域だけに液体を供給する他の配置では、基板自体が、液体供給系の液体を、投影系の最後の要素と基板の間の空間に封じ込める働きをする。基板を取り外し（例えば基板交換時など）、他の対策を講じない場合、液体は液体供給系から流出してしまう。これが避けなければならない状況であることは明らかである。この空間から液体を除去してから基板を移動させることができる。しかし、液体供給系を空にするとどうしても残ってしまう残留液体が乾くと、露光のあいだ液体に浸した投影系の要素の表面に乾燥スポットが残る可能性がある。このことは、投影系の性能を高く維持するのに明らかに有害である。また、液体を空間に再充てんすると泡の形成が避けがたいことがある。空間への液体の充てんには時間がかかり、スループット時間が短くなってしまう可能性がある。

10

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0014】

本発明の目的は、液浸リソグラフィを実施することができるリソグラフィ投影装置であって、基板交換時の液体供給系からの液体の除去を回避し、又は低減することができるリソグラフィ投影装置を提供することにある。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0015】

この目的及びこの他の目的は、本明細書の冒頭の段落に記載したリソグラフィ装置であって、前記基板が前記投影系の下から移動して前記投影系から離れたときに、前記最後の要素を液体と接触した状態に維持する手段をさらに備えていることを特徴とする、本発明に基づく装置によって達成される。

#### 【0016】

このようにすると、投影系の最後の要素の表面の乾燥跡を防止することができる。この解決法は、基板の局限化された領域にだけ浸液を供給する液体供給系に対して理想的である。1つの配置は、基板交換中に最後の要素に液体を噴射するジェットを含むことができる。他の配置は、前記液体供給系のわきに前記投影系と向い合わせに配置して、前記投影系と前記シャッタ部材の間の前記液体供給系の中に前記浸液を閉じ込めることができるようにすることができるシャッタ部材を提供するものである。

30

#### 【0017】

この配置では、基板の露光後に液体供給系の下でシャッタ部材を動かし、それによって液体を封じ込めることができる。シャッタ部材が基板の代わりをし、シャッタ部材のサイズは局限化された領域に等しいか、又は局限化された領域よりも大きく、そのため液体供給系とシャッタ部材の間の液体は流出することができないので、液体供給系から液体を失うことなく基板を基板テーブルから移動させて基板テーブルから離すことができる。

40

#### 【0018】

一実施例では、シャッタ部材が前記基板テーブルの表面である。この配置では、露光後に基板テーブルを、基板を取り外すことができ、同時に液体供給系の上にシャッタ部材が配置される位置まで移動させる。前記液体を封じ込めるために前記空間の境界の少なくとも一部分に沿って延び、かつ露光中に前記投影ビームが基板まで通過するための開口を形成するシール部材を密閉するのに使用することができるガス・シールなどのシールを活動化されたままにして、液体供給系とシャッタ部材の間を密封することができる。シャッタ部材はこの開口をふさぐ。あるいは、シャッタ部材をシール部材に対して持ち上げてシール部材に接触させることができ、こうするとシールを非活動化することができる。

#### 【0019】

50

代替実施例では、シャッタ部材が、装置の残りの部分から分離可能である。シャッタ部材はさらに、装置の残りの部分に対して可動である。すなわち、シャッタ部材は比較的小さく、おそらくはプレートのような形状を有し、装置の他の部分に永続的には取り付けられない。シャッタ部材は液体供給系の上に配置され、基板テーブルとは独立しているので、この実施例では、露光後に基板テーブルを動かして、基板テーブルを液体供給系から完全に引き離すことができる。この実施例では、露光の間、シャッタ部材が基板テーブルによって担持されることが好ましく、そのため、シャッタ部材及び／又は基板テーブルが、シャッタ部材を基板テーブルにリリース可能に保持する手段を有することが好ましい。さらに、シャッタ部材を液体供給系にリリース可能に取り付ける手段を配置することができる。リリース可能に取り付ける手段及び／又はリリース可能に保持する手段は、取付け又は保持に必要な力を生み出す磁気手段を備えることができる。これらの手段はあるいは、基板テーブル及び／又は液体供給系にシャッタ部材を引きつける減圧出口を備えることができる。リリース可能に取り付ける手段の場合、露光中に液体供給系と基板の間を密封するガス・シールを使用して、シャッタ部材を液体供給系に取り付ける力を得ることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0020】

他の実施例では、液体供給系が、空間から液体を除去する手段と、前記空間をフラッシングするガス入口とを備える。これは、液体の汚染のために折にふれて必要となり、又はおそらく装置の長期停止中に必要となる可能性がある。このようにして、空間から液体を除去し、空間をガスでフラッシングすることができる。次いでシャッタ部材を開口に取り付けてレンズを保護する。

#### 【0021】

本発明の他の態様によれば、デバイス製造方法が提供される。この方法は、

- 放射感受性材料層によって少なくとも部分的に覆われた基板を用意するステップと、
- 放射系を使用して放射投影ビームを供給するステップと、
- パターン形成手段を使用して、投影ビームに断面パターンを付与するステップと、
- 前記投影ステップで使用する投影系の最後の要素と前記基板の間の空間を少なくとも部分的に満たす浸液を供給するステップと、
- パターンが付与された放射ビームを放射感受性材料層の標的部分に投影するステップと、
- 前記基板を前記投影系の下から移動させて前記投影系から離すステップと

を含み、

前記基板を前記投影系の下から移動させて前記投影系から離れた後も、前記最後の要素が液体と接触した状態に維持されることを特徴とする。

#### 【0022】

本明細書ではＩＣ製造での本発明のリソグラフィ装置の使用を特に参照するが、該装置は他の多くの可能な応用を有することをはっきりと理解されたい。本発明の装置は例えば、集積光学系、磁区メモリの誘導及び検出パターン、液晶ディスプレイ・パネル、薄膜磁気ヘッドなどの製造で使うことができる。このような代替応用の文脈において、本明細書で使われる用語「レチクル」、「ウェーハ」又は「ダイ」はそれぞれ、より一般的な用語「マスク」、「基板」及び「標的部分」によって置き換えられると考えなければならないことを当業者は理解されたい。

#### 【0023】

本明細書で使用する用語「放射」及び「ビーム」は、紫外放射（例えば波長３６５、２４８、１９３、１５７又は１２６nmの放射）を含む全てのタイプの電磁放射を包含する。

#### 【0024】

次に、添付の略図を参照して本発明の実施例を例示する。

#### 【0025】

図中、同じ参照符号は同じ部分を指示する。

## 【実施例】

## 【0026】

図1に、本発明の特定の実施例に基づくリソグラフィ投影装置を概略的に示す。この装置は、

- ・放射（例えばUV放射）投影ビームPBを供給する放射系Ex、IL、及びこの特定のケースではさらに放射源LAと、

- ・マスクMA（例えばレチクル）を保持するマスク・ホルダを備え、アイテムPLに対してマスクを正確に配置する第1の位置決め手段に接続された第1の物体テーブル（マスク・テーブル）MTと、

- ・基板W（例えばレジストでコーティングされたシリコン・ウェーハ）を保持する基板ホルダを備え、アイテムPLに対して基板を正確に配置する第2の位置決め手段に接続された第2の物体テーブル（基板テーブル）WTと、

- ・マスクMAの照射された部分を、基板Wの（例えば1つ又は複数のダイを含む）標的部分Cの表面に結像させる投影系（「レンズ」）PL（例えば屈折レンズ系）とを備えている。

## 【0027】

図示のとおり、この装置は（例えば透過マスクを有する）透過型装置である。しかし一般に、例えば（例えば反射マスクを有する）反射型装置とすることもできる。この装置はあるいは、先に述べたタイプのプログラム可能ミラー・アレイなど、他の種類のパターン形成手段を使用することもできる。

## 【0028】

放射源LA（例えばエキシマ・レーザ）は放射ビームを生み出す。このビームは直接に、又は例えばビーム・エキスパンダExなどの調整手段を通過させた後に、照明系（照明装置）ILに供給される。照明装置ILは、放射ビームの角強度分布の半径方向外側及び/又は半径方向内側の広がり（普通はアウター及びインナーと呼ばれる）を設定する調整手段AMを備えることができる。さらに照明装置は一般に、インテグレータIN、コンデンサCOなど、他のさまざまな構成要素を備える。このようにして、マスクMAに入射するビームPBは、所望の均一性及び断面強度分布を有する。

## 【0029】

図1に関して、放射源LAは、（例えば放射源LAが水銀ランプであるときにしばしばそうであるように）リソグラフィ投影装置のハウジングの中に収容することができるが、放射源をリソグラフィ投影装置から離して配置し、放射源が生み出した放射ビームを（例えば適当な誘導ミラーの助けを借りて）装置に供給するようにすることもできることに留意されたい。この後者のシナリオは、放射源LAがエキシマ・レーザであるときにしばしば用いられる。本発明及び請求項はこれらの両方のシナリオを包含する。

## 【0030】

投影ビームPBは、マスク・テーブルMT上に保持されたマスクMAを横切る。マスクMAによって選択的に反射された後、投影ビームPBはレンズPLを通過する。レンズPLは投影ビームPBを、基板Wの標的部分Cの表面に集束させる。第2の位置決め手段（及び干渉計測定手段IF）を用いて、基板テーブルWTを、例えばビームPBの通り道に別の標的部分Cが配置されるように正確に移動させることができる。同様に、第1の位置決め手段を使用して、例えばマスクMAをマスク・ライブラリから機械的に取り出した後に、又は走査中に、マスクMAをビームPBの経路に対して正確に配置することができる。物体テーブルMT、WTの移動は一般に、図1には明示されていない長ストローク・モジュール（おおまかな位置決め）及び短ストローク・モジュール（細かい位置決め）を用いて実現される。しかし、ウェーハ・ステッパの場合には（走査ステップ式装置とは対照的に）、マスク・テーブルMTを短ストローク・アクチュエータにだけ接続し、又はマスク・テーブルMTを固定することができる。

## 【0031】

図示の装置は異なる2つのモードで使用することができる。



## 【 0 0 3 2 】

1. ステップ・モードでは、マスク・テーブル M T を本質的に静止した状態に保ち、マスクの像全体を 1 つの標的部分 C の表面に一度に（すなわち 1 回の「閃光」で）投影する。次いで、ビーム P B によって別の標的部分 C を照射できるように、基板テーブル W T を x 及び / 又は y 方向に移動させる。

## 【 0 0 3 3 】

2. 走査モードでは、本質的に同じシナリオが適用されるが、与えられた標的部分 C が 1 回の「閃光」では露光されない点異なる。その代わりに、マスク・テーブル M T が、与えられた方向（いわゆる「走査方向」、例えば y 方向）に速度 v で移動することができ、そのため投影ビーム P B はマスクの像の上を走査する。同時に、基板テーブル W T を、同じ方向又は反対方向に速度  $V = M v$  で同期移動させる。ただし、M はレンズ P L の倍率である（一般に  $M = 1 / 4$  又は  $1 / 5$ ）。このようにすると、解像度を犠牲にすることなく、比較的大きな標的部分 C を露光することができる。

10

## 【 0 0 3 4 】

図 2 に、投影系 P L と基板ステージ W T 上に配置された基板 W との間の液体リザーバ 1 0 を示す。液体リザーバ 1 0 は、入口 / 出口管路 1 3 によって供給された比較的高い屈折率を有する液体 1 1、例えば水で満たされている。この液体は、液体中では空気中又は真空中よりも投影ビームの放射波長が短くなり、より小さいフィーチャの解像ができるという効果を有する。投影系の解像限界が、特に投影ビームの波長及び系の開口数によって決まることはよく知られている。液体の存在は有効開口数の増大と考えることもできる。さらに、開口数を固定すると、液体は焦点深度の増大に有効である。

20

## 【 0 0 3 5 】

リザーバ 1 0 は、投影レンズ P L のイメージ・フィールドの周囲に、基板 W に対する好ましいコンタクトレス・シールを形成し、そのため液体は閉じ込められて、投影系 P L と向い合った基板の主表面と投影系 P L の最後の光学要素との間の空間を満たす。リザーバは、投影レンズ P L の最後の要素の下及び周囲に配置されたシール部材 1 2 によって形成される。したがって、液体供給系は基板の局限化された領域にだけ液体を供給する。シール部材 1 2 は、投影系の最後の要素と基板 W の間の空間を液体で満たすための液体供給系の一部を構成する。この液体は、投影レンズの下、シール部材 1 2 の内側の空間に供給される。シール部材 1 2 は、投影レンズの下端の要素よりもやや高く延び、液体はこの最後の要素よりも高く上昇する。そのため液体が緩衝装置となる。シール部材 1 2 の上端は、投影系又は投影系の最後の要素の形状にぴったりと一致した内周縁を有する。内周縁は例えば丸くすることができる。内周縁の下端は、イメージ・フィールドの形状、例えば長方形の形状にぴったりと一致した開口を形成する。ただしこれは必ずそうでなければならないというわけではない。投影ビームはこの開口を通過する。

30

## 【 0 0 3 6 】

液体 1 1 は、シール装置 1 6 によってリザーバ 1 0 の中に閉じ込められる。図 2 に示すとおり、このシール装置はコンタクトレス・シール、すなわちガス・シールである。このガス・シールは、シール部材 1 2 と基板 W の間のすき間に入口 1 5 から加圧供給され、第 1 の出口 1 4 から抜き取られるガス、例えば空気又は合成空気によって形成される。ガス入口 1 5 の超過圧、第 1 の出口 1 4 の減圧レベル及びすき間の幾何学的形状は、液体 1 1 を閉じ込める装置の光軸に向かって内側へ高速の気流が生じるように配置される。どのシールでもそうであるように、一部の液体が例えば第 1 の出口 1 4 から流出しそうに思われる。

40

## 【 0 0 3 7 】

図 9 及び 1 0 にも、入口 I N、出口 O U T、基板 W 及び投影レンズ P L の最後の要素によって画定された液体リザーバが示されている。図 2 の液体供給系と同様に、入口 I N 及び出口 O U T を備えた図 9 及び 1 0 に示した液体供給系は、投影系の最後の要素と基板の主表面の局限化された領域との間の空間に液体を供給する。

## 【 0 0 3 8 】

50

図 2 及び 9 から分かるとおり、露光中、基板 W は液体リザーバの底壁となり、それによって投影系 P L と基板 W の間の空間に液体を封じ込める。

【 0 0 3 9 】

図 3 に、本発明の第 1 の実施例に基づく基板テーブル W T を示す。この基板テーブル W T を使用すると、基板 W 上への像形成が終わって基板 W を基板テーブル W T から取り外す前に、液体リザーバを空にする必要を回避することができる。この目的のため、シャッタ部材 1 0 0 ( カバー・プレート、エッジ・シール部材、ギャップ・シール手段又は部材、あるいは中間プレートとも呼ぶ ) が配置されている。シャッタ部材 1 0 0 は基板表面とは別個の表面であり、この例ではシャッタ部材 1 0 0 が、基板 W の上面である主表面と実質的に共面で、かつ基板 W の縁にぴったりと隣接した基板テーブル W T の上面 / 主表面である ( 上面とは図上で上側にある面である ) 。シャッタ部材 1 0 0 の面積は十分に大きく、そのため、投影系 P L 及びシール部材 1 2 が ( 点線で示すように ) シャッタ部材 1 0 0 の上に配置されるように基板テーブル W T を動かした場合に、シャッタ部材がシール部材 1 2 の開口を完全にふさいで、液体が開口から漏出することを防ぐ。この位置では、通常の基板ハンドリング機器を使用して基板 W を基板テーブル W T から取り外すことができる。基板 W の縁がシャッタ部材 1 0 0 の縁に近い ( すなわちピンプル・テーブル又はチャック、あるいは基板 W を基板テーブル W T に保持する何らかのものの上に配置された基板 W とシャッタ部材 1 0 0 の縁との間のすき間が比較的小さい ) 場合、基板の縁がシール部材 1 2 の開口の下を移動するとき、液体が突然に失われることはない。基板テーブル W T を投影系に向かって持ち上げて開口をふさぐことができ、そのためシール手段 1 6 を非活動化

10

20

「 実施例 2 」

【 0 0 4 0 】

本発明の第 2 の実施例を図 4 に示す。この実施例は第 1 の実施例の改良であって、投影系 P L 及びシール部材 1 2 から基板テーブル W T を完全に分離して、基板テーブル W T から基板 W を取り外し、新しい基板を基板テーブル W T に置くことができるようにしたものである。したがってこの実施例は例えば、デュアル・ステージ機械と一緒に使用することができる。

【 0 0 4 1 】

この第 2 の実施例では、シャッタ部材 1 5 0 が、シール部材 1 2 の局限化された領域又は開口の面積よりも大きな主横断面積を有するプレートの形態をとる。開口を覆うものであればシャッタ部材 1 5 0 の形状は任意である。シャッタ部材 1 5 0 は基板ではなく、基板テーブル W T とシール部材 1 2 の両方に対して可動であり、任意の手段によってシール部材 1 2 に取り付けることができる。取付け手段の 2 つの例を後に説明する。

30

【 0 0 4 2 】

基板 W に像を形成した後、シール部材 1 2 の開口の下にシャッタ部材 1 5 0 が位置するように基板テーブル W T を動かす。基板 W と基板テーブル W T の上面との間のすき間、及び基板テーブル W T の上面とシャッタ部材 1 5 0 の上面との間のすき間は小さく、そのため、すき間の上を通過している間にリザーバ 1 0 から液体が壊滅的に失われることはない。基板 W の上面 ( 主表面 ) 、基板 W とシャッタ部材 1 5 0 の間の基板テーブル W T 、及びシャッタ部材 1 5 0 は、互いに実質的に共面となるように配置する ( 上面とは図上で上側にある面である ) 。投影系 P L の下に配置されると、シャッタ部材 1 5 0 はシール部材 1 2 の下面に付着してその開口を覆う。次いで、シール部材 1 2 を Z 方向 ( 光軸の方向 ) に動かして基板テーブル W T から引き離し、又は基板テーブル W T のほうを下げてシール部材 1 2 から引き離す。次いで基板テーブル W T を他の場所に移動させ、そこで基板 W を交換することができる。基板テーブル W T に新しい基板を載せ、 ( 例えばデュアル・ステージ機械において ) 必要なアライメント又は他の測定 ( 例えばレベリング ) を実施した後、シャッタ部材 1 5 0 を基板テーブル W T 上に再配置することができる位置まで基板テーブル W T を動かし、次いで、基板 W が投影系 P L の下にくるように基板テーブル W T を動かして、露光を開始できるようにする。

40

50

## 【 0 0 4 3 】

もちろん、シャッタ部材 1 5 0 を基板テーブル W T の上ではなく、リソグラフィ装置内の物体の上に提供することもできる。例えば、露光後に投影系の下にシャッタ部材を配置するように動くロボット・アームを提供することができる。

## 【 0 0 4 4 】

シャッタ部材 1 5 0 の位置は時間の経過とともに変化する。そのため、シャッタ部材を中心に配置するための手段、又は少なくともシャッタ部材の位置を追跡するための手段が有用である。この手段は、基板テーブル W T 上のシャッタ部材の着地領域に配置された機械、光又は電気センサ、あるいは他のタイプのセンサとすることができ、かつ / 又はこのようなセンサを液体供給系（例えばシール部材 1 2 ）に配置することができる。このよう 10  
な系に対しては石英シャッタ部材が好ましく、193 nm で露光する装置に対しては特に好ましい。あるいは、又は加えて、シャッタ部材 5 0 0 上のマーカからの反射信号を使用するスルー・レンズ・センサ及び検出器を配置する。反射信号はビーム・スプリッタを介して検出器に結合される。このような系は基板ステージ W T が移動している最中に使用することができ、それによってスルー・ブットが向上する。あるいは、又は加えて、基板テーブル W T 上の光センサによってシャッタ部材の位置を測定することができる。このケースでは、シャッタ部材 1 5 0 の下面又は上面にマーク（例えば放射波長を透過させるパターン）を適用し、投影系 P L がマークを露光している間に基板テーブル W T 上のセンサによ 20  
ってシャッタ部材 1 5 0 の位置を測定することができる。このマークは、投影系（又は他の放射源）からの放射に対して透過的であり、基板テーブル W T 上に配置された透過イメージ・センサ（T I S）又はスポット・センサを使用して、シャッタ部材が液体供給系に取り付けられたときにシャッタ部材の変位を測定することができる。シャッタ部材上のマークの設計に応じて、基板テーブル W T の中ですでに使用可能である透過イメージ・センサ（T I S）又はスポット・センサを使用することができる。このように装置は、シャッタ部材の位置を定期的に感知することによって、例えば 1 サイクルごとに、あるいは 1 0 サイクル又は 1 0 0 サイクルごとに、あるいは必要とみなされたときに感知することによって、シャッタ部材の位置の経時的な変化を記録することができる。次いで必要な調整を実施することができる。

## 【 0 0 4 5 】

あるいは、シャッタ部材 1 5 0 の中央にカッド・セル・センサ（quad cell 30  
sensor）を取り付けることもできる。このミラー・ブロックの中央には吸収（又は透過）スポットが配置されており、そのため、使用後にシャッタ部材 1 5 0 が基板ステージ W T 上に配置されたときに、その位置を測定することができる。カッド・セル・センサは、正方形に配置された 4 つの感光セルからなる。光ビームが中心にあるとき、4 つのセルの出力は等しい。センサが一方の側にずれた場合、その側のセルの出力が反対側のセルに比べて増大する。したがって、シャッタ部材 1 5 0 を液体供給系に次に取り付けるときに、好ましい位置からの偏位を補正することができる。

## 【 0 0 4 6 】

複雑な位置センシングを含まない、シャッタ部材 1 5 0 を中心に配置する他の方法は、液体供給系によってピックアップされたときに自ら中央に収まる形状をシャッタ部材 1 5 40  
0 に与える方法である。適当な例としては、液体供給系の開口にはまり込む円錐形の縁を有する、必要な厚さよりも厚いシャッタ部材 1 5 0 が考えられる。

## 【 0 0 4 7 】

図 5 に、シール部材 1 2 の下面にシャッタ部材 1 5 0 を取り付ける 1 つの方法を示す。この方法では、シール部材 1 2 のシール 1 6 を有効に利用する。シャッタ部材 1 5 0 を開口の下に配置したときには、出口 1 4 を作動させ、（ガス）入口 1 5 は作動させない。出口 1 4 に生じる減圧によって十分に、シャッタ部材 1 5 0 を引きつけてシール部材 1 2 の下面に固定し、それによって開口を密閉することができる。シャッタ部材 1 5 0 を基板テーブル W T 上に再配置したときに、シール 1 6 の正常な機能を再開させ、基板テーブル W T を露光位置へ移動させることができる。シャッタ部材 1 5 0 は、管路 1 5 5 を介して減 50

圧源に接続された減圧出口 157 を使用することによって基板テーブル W T 上に保持することができる。シャッタ部材 150 の下への浸液漏れを回避又は低減するため、減圧出口 157 の周囲に（環状の）溝 158 を設ける。溝 158 は、管路 159 を介して減圧源へ接続されており、そのため、減圧によって生じた溝 158 を流れるガス流によって液体は除去される。シャッタ部材 150 が定位置にあるときでも、溝 158 にガス流が生じていたほうが有利である可能性がある。そのため、基板テーブル W T のある面、例えば上面に開き、溝 158 に接続された管路 156 を、減圧源に通じる管路 159 のほぼ反対側に設けることができる。この第 2 の実施例では、シャッタ部材 150 が開口を覆うように位置している間、シール 16 を活動化させる必要はないが、活動化していたほうが好ましい。

#### 【0048】

シャッタ部材 150 を基板テーブル W T に保持する代替手段、及びシャッタ部材 150 をシール部材 12 に取り付ける代替手段を図 6 に示す。この実施例では、シャッタ部材 150 が、強磁性材料（又は組立てによる部分的強磁性材料）からできており、そのため、シール部材 12 及び基板テーブル W T に配置された磁石 160、170（取付け及び取外しが容易なように電磁石であることが好ましい）を使用して、シャッタ部材 150 を、シール部材 12 及び基板テーブル W T に対して適当な位置に保持することができる。シール 16 を活動化させたままにすることによって、液体の損失を最小限に抑えることができる。シャッタ部材 150 の下への液漏れを低減又は軽減するために、図 5 の実施例に関して説明した溝 158 及び管路 156、159 の配置を図 6 の実施例でも使用することができる。

#### 【0049】

シャッタ部材 150 は、常に制御下にあるように、基板テーブル W T か又はシール部材 12 の少なくとも一方によって常に保持されていなければならない。

#### 【0050】

図 6 に示したように、基板交換時にリザーバ 10 から液体 11 を除去することが望ましいことがある。これは、出口 14 又は出口管路 13 を通して液体を抜き取り、次いで別のガス入口 17 を通して供給されたガスで空間をフラッシングすることによって実施される。これは例えば保守のために実施され、このプロセスの後にはレンズのクリーニングが必要である場合がある。

#### 【0051】

もちろん、図 5 の特徴と図 6 の特徴を組み合わせることもできる。

#### 「実施例 3」

#### 【0052】

以下に記載する事項以外は、第 3 の実施例は第 2 の実施例と同じものである。第 3 の実施例を図 7 に示す。第 3 の実施例は、シャッタ部材 150 がシール部材 12 の内部に置かれている点が第 2 の実施例とは異なる。第 2 の実施例との類似点は、シャッタ部材が基板テーブル W T から分離されている点である。シャッタ部材 150 は、シール手段 12 の内部のチャンネル 250 の中を投影系 P L の下で移動させることによって、任意の載置位置から移動して開口をふさぐことができる。

#### 【0053】

シャッタ部材 150 をシール手段 12 から分離させ、必要なときに例えばロボット・アームによってシール手段 12 の中へ移動させること、又はシャッタ部材が、図 8 に示すような一連のリーフ 300 を有することができる。リーフ 300 はカメラのシャッタのように機能する。すなわち、リーフは、開口をふさがないように移動することができるが、開口の中央で互いに接するように複数のリーフを移動させると、リーフは開口をふさぐ。

#### 【0054】

以上、局限化された領域に液体を供給するシール部材の変形形態に関して本発明を説明した。しかし、以上に説明した発明は、他の任意のタイプの液体供給、例えば参照によってその全体が本明細書に組み込まれる欧州特許出願番号 03254078.3 又は 03256643.2 に開示されている液体供給、あるいは図 9 及び 10 に示した変形実施例に

10

20

30

40

50

対しても等しく適用可能である。例えば、基板テーブル W T と投影系 P L の両方に関して可動のシャッタ部材 1 5 0 の場合、入口 / 出口 I N、O U T の下にシャッタ部材を取り付ける手段を、入口 / 出口 I N、O U T を形成している部材に取付け、又は別個の構造に取り付けることができる。加えて、又は代わりに、出口 O U T の減圧を使用して、シャッタ部材を入口 / 出口 I N、O U T に引きつけ、それによって開口を密閉することもできる。平らでないシャッタ部材、例えばさまざまな入口 / 出口からの液体のしずくが封じ込まれるよう、突き出た縁を有するシャッタ部材を使用することが望ましい場合もある。低圧源、磁気手段、機械手段、静電手段などを含む力を生み出す任意の系を取付け手段に対して使用することができる。

#### 【 0 0 5 5 】

10

以上に本発明の特定の実施例を説明したが、本発明は、記載した以外の方法でも実施できることを理解されたい。以上の説明は本発明を限定することを意図したものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 5 6 】

【図 1】本発明の一実施例に基づくリソグラフィ投影装置を示す図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施例の液体リザーバを示す図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施例の液体リザーバ及び基板テーブルを示す図である。

【図 4】本発明の第 2 の実施例の液体リザーバ、基板テーブル及びシャッタ部材を示す図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施例の液体リザーバ、基板テーブル及びシャッタ部材を示す図である。 20

【図 6】本発明の第 2 の実施例の液体リザーバ、基板テーブル及びシャッタ部材の代替配置を示す図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施例を示す図である。

【図 8】第 3 の実施例の一変形例を示す図である。

【図 9】本発明の一実施例に基づく代替液体供給系を示す図である。

【図 10】図 9 の系の平面図である。

#### 【符号の説明】

#### 【 0 0 5 7 】

1 0 液体リザーバ

30

1 1 液体

1 2 シール部材

1 3 入口 / 出口管路

1 4 出口

1 5 ガス入口

1 7 ガス入口

1 0 0 シャッタ部材

1 5 0 シャッタ部材

1 5 5 管路

1 5 6 管路

40

1 5 7 減圧出口

1 5 8 溝

1 5 9 管路

1 6 0 磁石

1 7 0 磁石

2 5 0 チャネル

3 0 0 リーフ

A M 調整手段

C 標的部分

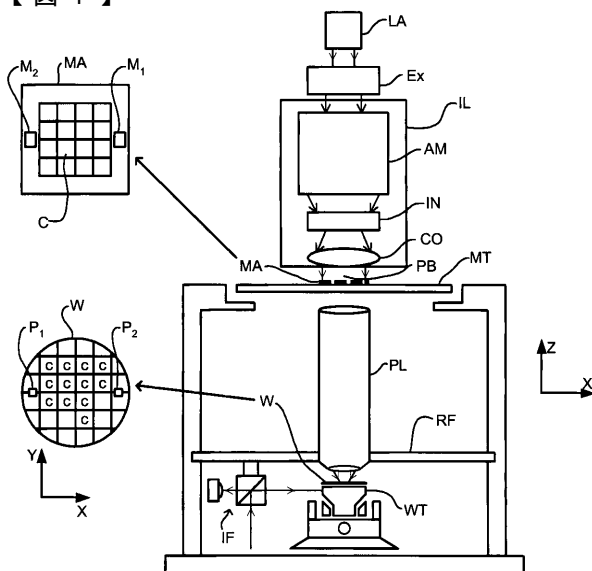
C O コンデンサ

50

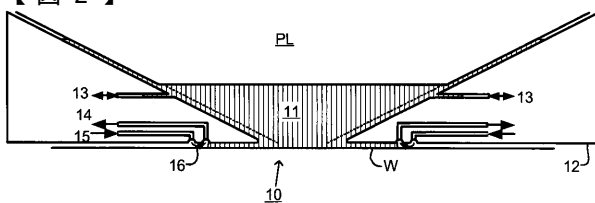
E x    ビーム・エクスパンダ  
 I F    干渉計測定手段  
 I L    照明系  
 I N    インテグレータ  
 L A    放射源  
 M A    マスク  
 M T    マスク・テーブル  
 P B    投影ビーム  
 P L    投影系（レンズ）  
 W    基板  
 W T    基板テーブル

10

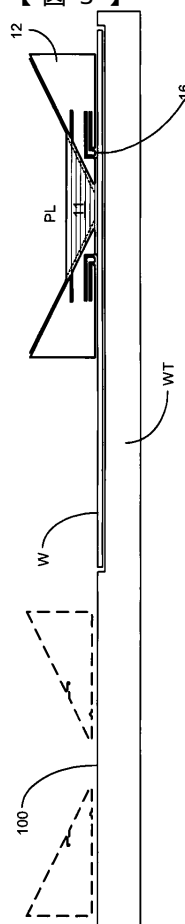
【図 1】



【図 2】



【図 3】





## フロントページの続き

- (72)発明者 アントニウス テオドルス アンナ マリア デルクセン  
オランダ国 エイントホーフェン、ピサノストラート 5 1
- (72)発明者 シュオエルド ニコラース ラムベルトゥス ドンデルス  
オランダ国 エス - ヘルトゲンボッシュ、アクテル ヘット スタデューイス 2 4
- (72)発明者 クリスティアーン アレクサンデル ホーゲンダム  
オランダ国 フェルトホーフェン、ルネット 4 3
- (72)発明者 ヨエリ ロフ  
オランダ国 エイントホーフェン、グラーフ アドルフストラート 6
- (72)発明者 エリク ローロフ ロープストラ  
オランダ国 ヘーゼ、ホディバルデュラーン 1 5
- (72)発明者 イエローン ヨハannes ソフィア マリア メルテンス  
オランダ国 デュイゼル、ケンプストラート 1 9
- (72)発明者 ヨハannes カタリヌス フベルトゥス ムルケンス  
オランダ国 マーストリヒト、トンゲルセストラート 6 8
- (72)発明者 ティモテウス フランシスカス センゲルス  
オランダ国 エス - ヘルトゲンボッシュ、ワテリンゲン 1 8 3
- (72)発明者 アレクサンデル ストラーイユエール  
オランダ国 エイントホーフェン、シクラメンストラート 2
- (72)発明者 ボブ ストレーフケルク  
オランダ国 ティルブルグ、エスドールンストラート 3 1
- F ターム(参考) 5F046 BA04 BA05 CB01 CB06 CB26



## 【 外国語明細書 】

**Lithographic Apparatus and Device Manufacturing Method**

The present invention relates to a lithographic projection apparatus comprising:

- a radiation system for supplying a projection beam of radiation;
- a support structure for supporting patterning means, the patterning means serving to pattern the projection beam according to a desired pattern;
- 5 - a substrate table for holding a substrate;
- a projection system for projecting the patterned beam onto a target portion of the substrate; and
- a liquid supply system for providing an immersion liquid to a space between the final element of said projection system and said substrate.

10

The term “patterning means” as here employed should be broadly interpreted as referring to means that can be used to endow an incoming radiation beam with a patterned cross-section, corresponding to a pattern that is to be created in a target portion of the substrate; the term “light valve” can also be used in this context. Generally, the said pattern will correspond to a particular functional layer in a device being created in the target portion, such as an integrated circuit or other device (see below). Examples of such patterning means include:

- A mask. The concept of a mask is well known in lithography, and it includes mask types such as binary, alternating phase-shift, and attenuated phase-shift, as well as various hybrid mask types. Placement of such a mask in the radiation beam causes selective transmission (in the case of a transmissive mask) or reflection (in the case of a reflective mask) of the radiation impinging on the mask, according to the pattern on the mask. In the case of a mask, the support structure will generally be a mask table, which ensures that the mask can be held at a desired position in the incoming radiation beam, and that it can be moved relative to the beam if so desired.
  - A programmable mirror array. One example of such a device is a matrix-addressable surface having a viscoelastic control layer and a reflective surface.
- 30 The basic principle behind such an apparatus is that (for example) addressed areas of the reflective surface reflect incident light as diffracted light, whereas

unaddressed areas reflect incident light as undiffracted light. Using an appropriate filter, the said undiffracted light can be filtered out of the reflected beam, leaving only the diffracted light behind; in this manner, the beam becomes patterned according to the addressing pattern of the matrix-addressable surface. An

5 alternative embodiment of a programmable mirror array employs a matrix arrangement of tiny mirrors, each of which can be individually tilted about an axis by applying a suitable localized electric field, or by employing piezoelectric actuation means. Once again, the mirrors are matrix-addressable, such that addressed mirrors will reflect an incoming radiation beam in a different direction

10 to unaddressed mirrors; in this manner, the reflected beam is patterned according to the addressing pattern of the matrix-addressable mirrors. The required matrix addressing can be performed using suitable electronic means. In both of the situations described hereabove, the patterning means can comprise one or more programmable mirror arrays. More information on mirror arrays as here referred

15 to can be gleaned, for example, from United States Patents US 5,296,891 and US 5,523,193, and PCT patent applications WO 98/38597 and WO 98/33096, which are incorporated herein by reference. In the case of a programmable mirror array, the said support structure may be embodied as a frame or table, for example, which may be fixed or movable as required.

20 - A programmable LCD array. An example of such a construction is given in United States Patent US 5,229,872, which is incorporated herein by reference. As above, the support structure in this case may be embodied as a frame or table, for example, which may be fixed or movable as required.

For purposes of simplicity, the rest of this text may, at certain locations, specifically direct

25 itself to examples involving a mask and mask table; however, the general principles discussed in such instances should be seen in the broader context of the patterning means as hereabove set forth.

Lithographic projection apparatus can be used, for example, in the manufacture of integrated circuits (ICs). In such a case, the patterning means may generate a circuit pattern

30 corresponding to an individual layer of the IC, and this pattern can be imaged onto a target portion (*e.g.* comprising one or more dies) on a substrate (silicon wafer) that has been coated with a layer of radiation-sensitive material (resist). In general, a single wafer will contain a whole network of adjacent target portions that are successively irradiated via the

-3-

projection system, one at a time. In current apparatus, employing patterning by a mask on a mask table, a distinction can be made between two different types of machine. In one type of lithographic projection apparatus, each target portion is irradiated by exposing the entire mask pattern onto the target portion in one go; such an apparatus is commonly referred to  
5 as a wafer stepper. In an alternative apparatus —commonly referred to as a step-and-scan apparatus — each target portion is irradiated by progressively scanning the mask pattern under the projection beam in a given reference direction (the "scanning" direction) while synchronously scanning the substrate table parallel or anti-parallel to this direction; since, in general, the projection system will have a magnification factor  $M$  (generally  $< 1$ ), the  
10 speed  $V$  at which the substrate table is scanned will be a factor  $M$  times that at which the mask table is scanned. More information with regard to lithographic devices as here described can be gleaned, for example, from US 6,046,792, incorporated herein by reference.

In a manufacturing process using a lithographic projection apparatus, a pattern  
15 (e.g. in a mask) is imaged onto a substrate that is at least partially covered by a layer of radiation-sensitive material (resist). Prior to this imaging step, the substrate may undergo various procedures, such as priming, resist coating and a soft bake. After exposure, the substrate may be subjected to other procedures, such as a post-exposure bake (PEB), development, a hard bake and measurement/inspection of the imaged features. This array  
20 of procedures is used as a basis to pattern an individual layer of a device, e.g. an IC. Such a patterned layer may then undergo various processes such as etching, ion-implantation (doping), metallization, oxidation, chemo-mechanical polishing, etc., all intended to finish off an individual layer. If several layers are required, then the whole procedure, or a variant thereof, will have to be repeated for each new layer. Eventually, an array of devices will be  
25 present on the substrate (wafer). These devices are then separated from one another by a technique such as dicing or sawing, whence the individual devices can be mounted on a carrier, connected to pins, etc. Further information regarding such processes can be obtained, for example, from the book "Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing", Third Edition, by Peter van Zant, McGraw Hill Publishing  
30 Co., 1997, ISBN 0-07-067250-4, incorporated herein by reference.

For the sake of simplicity, the projection system may hereinafter be referred to as the "lens"; however, this term should be broadly interpreted as encompassing various types of projection system, including refractive optics, reflective optics, and catadioptric systems,

for example. The radiation system may also include components operating according to any of these design types for directing, shaping or controlling the projection beam of radiation, and such components may also be referred to below, collectively or singularly, as a "lens". Further, the lithographic apparatus may be of a type having two or more substrate  
5 tables (and/or two or more mask tables). In such "multiple stage" devices the additional tables may be used in parallel, or preparatory steps may be carried out on one or more tables while one or more other tables are being used for exposures. Dual stage lithographic apparatus are described, for example, in US 5,969,441 and WO 98/40791, incorporated herein by reference.

10 It has been proposed to immerse the substrate in the lithographic projection apparatus in a liquid having a relatively high refractive index, e.g. water so as to fill a space between the final element of the projection system and the substrate. The point of this is to enable imaging of smaller features as the exposure radiation will have a shorter wavelength in the liquid. (The effect of the liquid may also be regarded as increasing the effective NA  
15 of the system and also increasing the depth of focus.)

However, submersing the substrate or substrate and substrate table in a bath of liquid (see for example US 4,509,852, hereby incorporated in its entirety by reference) means that there is a large body of liquid that must be accelerated during a scanning exposure. This requires additional or more powerful motors and turbulence in the liquid  
20 may lead to undesirable and unpredictable effects.

One of the solutions proposed is for a liquid supply system to provide liquid on only a localized area of the substrate and inbetween the final element of the projection system and the substrate (the substrate generally has a larger surface area than the final element of the projection system). One way which has been proposed to arrange for this is  
25 disclosed in WO 99/49504, hereby incorporated in its entirety by reference. As illustrated in Figures 9 and 10, liquid is supplied by at least one inlet IN onto the substrate, preferably along the direction of movement of the substrate relative to the final element, and is removed by at least one outlet OUT after having passed under the projection system. That is, as the substrate is scanned beneath the element in a -X direction, liquid is supplied at  
30 the +X side of the element and taken up at the -X side. Figure 9 shows the arrangement schematically in which liquid is supplied via inlet IN and is taken up on the other side of the element by outlet OUT which is connected to a low pressure source. In the illustration of Figure 9 the liquid is supplied along the direction of movement of the substrate relative

to the final element, though this does not need to be the case. Various orientations and numbers of in- and out-lets positioned around the final element are possible, one example is illustrated in Figure 10 in which four sets of an inlet with an outlet on either side are provided in a regular pattern around the final element.

5           With such and other arrangements for providing liquid on only a localized area of the substrate, the substrate itself acts to contain the liquid of the liquid supply system in a space between the final element of the projection system and the substrate. If the substrate is removed (for example during substrate exchange) and no other measures are taken, the liquid will run out of the liquid supply system. Clearly this is a situation which is to be  
10       avoided. The liquid can be removed from the space before the substrate is moved. However, as the residue of liquid which is inevitably left behind when the liquid supply system is emptied of liquid, dries, drying spots may be left behind on elements of the projection system which were immersed in the liquid during exposure. This is clearly detrimental to the continuing high performance of the projection system. Also, on refilling  
15       the space with liquid, it may be hard to avoid the formation of bubbles. Filling of the space with liquid will also take time and may reduce through-put time.

          It is an object of the present invention to provide a lithographic projection  
20       apparatus in which immersion lithography can be performed and in which removing liquid from the liquid supply system during substrate exchange can be avoided or reduced.

          This and other objects are achieved according to the invention in a lithographic apparatus as specified in the opening paragraph, characterized in that said apparatus further comprises means for keeping said final element in contact with liquid when said substrate  
25       is moved away from under said projection system.

          In this way drying marks on the final element of the projection system can be avoided. This solution is ideal for a localised area liquid supply system which provides immersion liquid to only a localised area of the substrate. One arrangement could involve jets to project liquid onto the final element during substrate swap. Another is to provide a  
30       shutter member positionable on a side of said liquid supply system opposite said projection system such that said immersion liquid can be confined in said liquid supply system and between said projection system and said shutter member.

With this arrangement the shutter member can be moved under the liquid supply system after exposure of the substrate thereby to contain the liquid. The substrate may then be moved from the substrate table without liquid from the liquid supply system being lost, because the shutter member takes the place of the substrate and is of a size equal to or  
5 greater than the localised area so that no liquid can escape between the liquid supply system and the shutter member.

In one embodiment the shutter member is a surface of said substrate table. With this arrangement, the substrate table is moved after exposure to a position at which the substrate may be removed but also to a position at which the shutter member is positioned  
10 over the liquid supply system. A seal, such as a gas seal, which can also be used to seal a seal member extending along at least a part of the boundary of said space for containing said liquid and forming an aperture for said projection beam to pass through to the substrate during exposure, can remain activated to seal between the liquid supply system and the shutter member. The shutter member blocks the aperture. Alternatively, the  
15 shutter member may be raised relative to the seal member to abut the seal member and the seal can then be de-activated.

In an alternative embodiment, the shutter member is separable from the remainder of the apparatus. It is also movable relative to the remainder of the apparatus. That is, the shutter member is relatively small, perhaps shaped like a plate, and not permanently  
20 attached to other parts of the apparatus. In this embodiment, the substrate table can be moved completely away from the liquid supply system after exposure as the shutter member is positioned over the liquid supply system and is independent of the substrate table. In this embodiment it is preferred that the shutter member is carried by the substrate table during exposure and to this end the shutter member and/or the substrate table has or  
25 have means for releasably holding the shutter member to the substrate table. Also, means may be provided for releasably attaching the shutter member to the liquid supply system. The means for releasably attaching or the means for releasably holding may comprise magnetic means for generating the force required for attaching or holding. Alternatively, those means may comprise a vacuum outlet for attracting the shutter member to the  
30 substrate table and/or the liquid supply system. In the case of the means for releasably attaching, use may be made of a gas seal for sealing between the liquid supply system and the substrate during exposure to provide the force for attaching the shutter member to the liquid supply system.

In another embodiment the liquid supply system comprises means for removing liquid from the space and a gas inlet for providing flushing in said space. This might be required every now and again due to contamination of the liquid or perhaps during a long term shut down of the apparatus. In this way, liquid may be removed from the space and  
5 the space can be flushed with gas. The shutter member is then attached to the aperture to protect the lens.

According to a further aspect of the invention there is provided a device manufacturing method comprising the steps of:

- 10 - providing a substrate that is at least partially covered by a layer of radiation-sensitive material;
  - providing a projection beam of radiation using a radiation system;
  - using patterning means to endow the projection beam with a pattern in its cross-section;
  - providing an immersion liquid at least partly filling a space between the final  
15 element of a projection system used in said step of projecting and said substrate;
  - projecting the patterned beam of radiation onto a target portion of the layer of radiation-sensitive material;
  - moving said substrate away from under said projection system;
- characterized maintaining said final element in contact with liquid after said substrate has  
20 been moved away from under said projection system.

Although specific reference may be made in this text to the use of the apparatus according to the invention in the manufacture of ICs, it should be explicitly understood that such an apparatus has many other possible applications. For example, it may be employed  
25 in the manufacture of integrated optical systems, guidance and detection patterns for magnetic domain memories, liquid-crystal display panels, thin-film magnetic heads, etc. The skilled artisan will appreciate that, in the context of such alternative applications, any use of the terms "reticle", "wafer" or "die" in this text should be considered as being replaced by the more general terms "mask", "substrate" and "target portion", respectively.

30 In the present document, the terms "radiation" and "beam" are used to encompass all types of electromagnetic radiation, including ultraviolet radiation (*e.g.* with a wavelength of 365, 248, 193, 157 or 126 nm).

Embodiments of the invention will now be described, by way of example only, with reference to the accompanying schematic drawings in which:

Figure 1 depicts a lithographic projection apparatus according to an embodiment  
5 of the invention;

Figure 2 depicts the liquid reservoir of the first embodiment of the invention;

Figure 3 depicts the liquid reservoir and substrate table of the first embodiment of the invention;

Figure 4 depicts the liquid reservoir, substrate table and shutter member of the  
10 second embodiment of the invention;

Figure 5 depicts the liquid reservoir, substrate table and shutter member of the second embodiment of the present invention;

Figure 6 illustrates an alternative arrangement of the second embodiment of liquid reservoir, substrate table and shutter member of the present invention;

15 Figure 7 illustrates a third embodiment of the present invention;

Figure 8 illustrates one variant of the third embodiment;

Figure 9 illustrates an alternative liquid supply system according to an embodiment of the invention; and

20 Figure 10 illustrates, in plan, the system of Figure 9.

In the Figures, corresponding reference symbols indicate corresponding parts.

#### Embodiment 1

25 Figure 1 schematically depicts a lithographic projection apparatus according to a particular embodiment of the invention. The apparatus comprises:

- a radiation system Ex, IL, for supplying a projection beam PB of radiation (*e.g.* UV radiation), which in this particular case also comprises a radiation source LA;
- a first object table (mask table) MT provided with a mask holder for holding a  
30 mask MA (*e.g.* a reticle), and connected to first positioning means for accurately positioning the mask with respect to item PL;



-9-

· a second object table (substrate table) WT provided with a substrate holder for holding a substrate W (*e.g.* a resist-coated silicon wafer), and connected to second positioning means for accurately positioning the substrate with respect to item PL;

· a projection system ("lens") PL (*e.g.* a refractive lens system) for imaging an irradiated portion of the mask MA onto a target portion C (*e.g.* comprising one or more dies) of the substrate W.

As here depicted, the apparatus is of a transmissive (*e.g.* has a transmissive mask).

However, in general, it may also be of a reflective type, for example (*e.g.* with a reflective mask). Alternatively, the apparatus may employ another kind of patterning means, such as a programmable mirror array of a type as referred to above.

The source LA (*e.g.* an excimer laser) produces a beam of radiation. This beam is fed into an illumination system (illuminator) IL, either directly or after having traversed conditioning means, such as a beam expander Ex, for example. The illuminator IL may comprise adjusting means AM for setting the outer and/or inner radial extent (commonly referred to as  $\sigma$ -outer and  $\sigma$ -inner, respectively) of the intensity distribution in the beam. In addition, it will generally comprise various other components, such as an integrator IN and a condenser CO. In this way, the beam PB impinging on the mask MA has a desired uniformity and intensity distribution in its cross-section.

It should be noted with regard to Figure 1 that the source LA may be within the housing of the lithographic projection apparatus (as is often the case when the source LA is a mercury lamp, for example), but that it may also be remote from the lithographic projection apparatus, the radiation beam which it produces being led into the apparatus (*e.g.* with the aid of suitable directing mirrors); this latter scenario is often the case when the source LA is an excimer laser. The current invention and Claims encompass both of these scenarios.

The beam PB subsequently intercepts the mask MA, which is held on a mask table MT. Having been selectively reflected by the mask MA, the beam PB passes through the lens PL, which focuses the beam PB onto a target portion C of the substrate W. With the aid of the second positioning means (and interferometric measuring means IF), the substrate table WT can be moved accurately, *e.g.* so as to position different target portions C in the path of the beam PB. Similarly, the first positioning means can be used to accurately position the mask MA with respect to the path of the beam PB, *e.g.* after mechanical retrieval of the mask MA from a mask library, or during a scan. In general,

movement of the object tables MT, WT will be realized with the aid of a long-stroke module (course positioning) and a short-stroke module (fine positioning), which are not explicitly depicted in Figure 1. However, in the case of a wafer stepper (as opposed to a step-and-scan apparatus) the mask table MT may just be connected to a short stroke  
5 actuator, or may be fixed.

The depicted apparatus can be used in two different modes:

1. In step mode, the mask table MT is kept essentially stationary, and an entire mask image is projected in one go (*i.e.* a single “flash”) onto a target portion C. The substrate table WT is then shifted in the x and/or y directions so that a different target portion C can  
10 be irradiated by the beam PB;
2. In scan mode, essentially the same scenario applies, except that a given target portion C is not exposed in a single “flash”. Instead, the mask table MT is movable in a given direction (the so-called “scan direction”, *e.g.* the y direction) with a speed  $v$ , so that the projection beam PB is caused to scan over a mask image; concurrently, the substrate  
15 table WT is simultaneously moved in the same or opposite direction at a speed  $V = Mv$ , in which  $M$  is the magnification of the lens PL (typically,  $M = 1/4$  or  $1/5$ ). In this manner, a relatively large target portion C can be exposed, without having to compromise on resolution.

Figure 2 shows a liquid reservoir 10 between the projection system PL and the  
20 substrate W which is positioned on the substrate stage WT. The liquid reservoir 10 is filled with a liquid 11 having a relatively high refractive index, *e.g.* water, provided via inlet/outlet ducts 13. The liquid has the effect that the radiation of the projection beam is a shorter wavelength in the liquid than in air or in a vacuum, allowing smaller features to be resolved. It is well known that the resolution limit of a projection system is determined,  
25 *inter alia*, by the wavelength of the projection beam and the numerical aperture of the system. The presence of the liquid may also be regarded as increasing the effective numerical aperture. Furthermore, at fixed numerical aperture, the liquid is effective to increase the depth of focus.

The reservoir 10 forms a preferably contactless seal to the substrate W around the  
30 image field of the projection lens PL so that the liquid is confined to fill the space between the substrate's primary surface, which faces the projection system PL, and the final optical element of the projection system PL. The reservoir is formed by a seal member 12 positioned below and surrounding the final element of the projection lens PL. Thus, the

liquid supply system provides liquid on only a localized area of the substrate. The seal member 12 forms part of the liquid supply system for filling the space between the final element of the projection system and the substrate W with a liquid. This liquid is brought into the space below the projection lens and within the seal member 12. The seal member  
5 12 extends a little above the bottom element of the projection lens and the liquid rises above the final element so that a buffer of liquid is provided. The seal member 12 has an inner periphery that at the upper end closely conforms to the shape of the projection system or the final elements thereof and may, e.g. be round. At the bottom the inner periphery forms an aperture which closely conforms to the shape of the image field, e.g. rectangular,  
10 though this is not necessarily so. The projection beam passes through this aperture.

The liquid 11 is confined in the reservoir 10 by a seal device 16. As illustrated in Figure 2, the seal device is a contactless seal, i.e. a gas seal. The gas seal is formed by gas, e.g. air or synthetic air, provided under pressure via inlet 15 to the gap between seal member 12 and substrate W and extracted by first outlet 14. The over pressure on the gas  
15 inlet 15, vacuum level on the first outlet 14 and the geometry of the gap are arranged so that there is a high-velocity air flow inwards towards the optical axis of the apparatus that confines the liquid 11. As with any seal, some liquid is likely to escape, for example up the first outlet 14.

Figures 9 and 10 also depict a liquid reservoir defined by inlet(s) IN, outlet(s)  
20 OUT, the substrate W and the final element of projection lens PL. Like the liquid supply system of Figure 2 the liquid supply system illustrated in Figures 9 and 10, comprising inlet(s) IN and outlet(s) OUT, supplies liquid to a space between the final element of the projection system and a localized area of the primary surface of the substrate.

As can be seen from Figures 2 and 9, during exposure, the substrate W provides  
25 the bottom wall of the liquid reservoir thereby containing the liquid in a space between the projection system PL and the substrate W.

Figure 3 shows the substrate table WT according to the first embodiment of the present invention which can be used to avoid the necessity of emptying liquid from the liquid reservoir once the substrate W has been imaged and before being unloaded from the  
30 substrate table WT. A shutter member 100 (also termed a cover plate, edge seal member, gap seal means or member or intermediary plate) is provided for this purpose. The shutter member 100 is a surface other than a substrate surface, in this case an upper (as illustrated) primary surface of the substrate table WT which is substantially co-planar with the upper

primary surface of the substrate W and is closely adjacent to the edge of the substrate W. The area of the shutter member 100 is large enough so that if the substrate table WT is moved such that the projection system PL and seal member 12 are positioned over the shutter member 100 (as illustrated in dotted lines) the shutter member blocks the entire aperture of the seal member 12 to prevent liquid escaping through the aperture. In this position, the substrate W can be removed from the substrate table WT using usual substrate handling equipment. If the edge of the substrate W is close to the edge of the shutter member 100 (i.e. the gap between the substrate W, when positioned on the pimple table or chuck or whatever holds the substrate W to the substrate table WT, and the edge of the shutter member 100 is relatively small), there will be no sudden loss of liquid as the edge of the substrate moves under the aperture in the seal member 12. The substrate table WT may be raised towards the projection system to block the aperture so that the seal means 16 can be deactivated.

15

#### Embodiment 2

The second embodiment of the present invention is illustrated in Figure 4 and is an improvement over the first embodiment in that it allows the substrate table WT to be moved completely away from the projection system PL and seal member 12 for the substrate W to be removed from the substrate table WT and a new substrate to be placed on the substrate table WT. Thus it can be used, for example, with dual stage machines.

In the second embodiment, a shutter member 150 is in the form of a plate with a primary cross-sectional area larger than that of the localised area or aperture in the seal member 12. The shape of the shutter member 150 may be any shape so long as it covers the aperture. The shutter member 150 is not a substrate and is movable relative to both the substrate table WT and the seal member 12 and may be attached to the seal member 12 by any means, two examples of which are described below.

After imaging of the substrate W, the substrate table WT is moved so that the shutter member 150 is positioned under the aperture of the seal member 12. The gap between the substrate W and the top surface of the substrate table WT and the gap between the top of the substrate table WT and the top surface of the shutter member 150 are small so there is no catastrophic loss of liquid from the reservoir 10 whilst passing over the gaps. The top (primary) surfaces (as illustrated) of the substrate W, substrate table WT between

the substrate W and the shutter member 150 and the shutter member 150 are arranged to be substantially co-planar. Once positioned under the projection system PL, the shutter member 150 is attached to the bottom of the seal member 12 to cover the aperture. The seal member 12 is then moved away from the substrate table WT in the Z direction (the  
5 direction of the optical axis) or the substrate table WT is lowered away from the seal member 12. The substrate table WT may then be moved out of the way to a place where the substrate W may be exchanged. Once a new substrate has been loaded onto the substrate table WT and any necessary alignment or other measurements (e.g. leveling) have been made (e.g. in a dual stage machine), the substrate table WT is moved to a position  
10 where the shutter member 150 may be re-positioned onto the substrate table WT and then the substrate table WT is moved such that the substrate W is positioned under the projection system PL so that exposure can begin.

Of course it may be possible to provide the shutter member 150 on an object in the lithographic apparatus other than the substrate table WT. For example on a robotic arm can  
15 be provided which moves to position the shutter member under the projection system after exposure.

The position of the shutter member 150 may drift over time so that means for centering or at least keeping a track of the position of the shutter member is useful. This may be a mechanical or optical or electrical or other type of sensor on the landing area of  
20 the shutter member on the substrate table WT and/or such a sensor provided on the liquid supply system (e.g. seal member 12). For such a system, a quartz shutter member is preferred, especially for an apparatus which exposes at 193 nm. Alternatively or additionally a through lens sensor and detector that uses a reflected signal from a marker on the shutter member 500 which signal is coupled via a beam splitter to the detector is  
25 provided. Such a system can be used whilst the substrate stage WT is moving, thereby improving through put. Alternatively or additionally, the position of the shutter member may be measured by an optical sensor on the substrate table WT. In this case a mark is applied to the underside or top side of the shutter member 150 (e.g. a transmissive pattern for the radiation wavelength) and the position of the shutter member 150 may then be  
30 measured by a sensor on the substrate table WT whilst the projection system PL exposes the mark. The mark is transmissive to radiation from the projection system (or another radiation source) and a transmission image sensor (TIS) or spot-sensor which is on the substrate table WT can then be used to measure displacement of the shutter member when

attached to the liquid supply system. Depending on the mark design on the shutter member, the transmission image sensor (TIS) or spot sensor that are already available in the substrate table WT can be used. In this way, the apparatus can keep a record of the drift in position of the shutter member over time by sensing the position regularly, for example  
5 every cycle or perhaps only every ten or one hundred cycles or when is deemed necessary. Any necessary adjustments can then be made.

Alternatively, a quad cell sensor can be mounted at the center of the shutter member 150. An absorbing (or transmissive) spot is positioned in the center of the mirror block so that when the shutter member 150 is positioned on the substrate stage WT after  
10 use, its position can be measured. The quad cell sensor is made up of four light sensitive cells in a square. When the light beam is on center the outputs of the four cells are equal. If the sensor drifts to one side, the outputs of the cells on that side increase compared to the cells on the other side. Thus any deviation from the preferred position can be corrected the next time the shutter member 150 is attached to the liquid supply system.

15 Another way of centering the shutter member 150, which does not involve complicated positional sensing, is to provide the shutter member 150 with a shape which is self centering when picked up by the liquid supply system. A suitable example might be a thicker shutter member 150 than is required with a conical edge that locates in the aperture of the liquid supply system.

20 Figure 5 illustrates one way of attaching the shutter member 150 to the underside of the seal member 12. This method usefully makes use of the seal 16 of the seal member 12. The outlet 14 is energized and the (gas) inlet 15 is not energized when the shutter member 150 is positioned under the aperture. The vacuum provided in the outlet 14 is enough to attract the shutter member 150 to be clamped to the bottom of the seal member  
25 12 thereby sealing the aperture. When the shutter member 150 is replaced on the substrate table WT, the seal 16 can be reactivated to operate as normal and the substrate table WT moved to the expose position. The shutter member 150 may be held on the substrate table WT by use of vacuum outlet 157 connected to a vacuum source through a duct 155. To avoid or reduce immersion liquid leakage under the shutter member 150, a (annular)  
30 channel 158 is provided around the vacuum outlet 157. The channel 158 is connected via a duct 159 to a vacuum source so that any liquid is removed by the flow of gas through the channel 158 caused by the vacuum. It might be advantageous to have a flow of gas in the channel 158, even when the shutter member 150 is in place. To this end a duct 156 open at

-15-

a surface, for example the top surface of the substrate table WT, and connected to the channel 158 can be provided on a side substantially opposite to the duct 159 leading to the vacuum source. In the second embodiment, the seal 16 need not be activated whilst the shutter member 150 is positioned to cover the aperture but preferably is activated.

5           An alternative means for holding the shutter member 150 to the substrate table WT and means for attaching the shutter member 150 to the seal member 12, is illustrated in Figure 6. In this embodiment the shutter member 150 is made of a ferromagnetic material (or partly of ferromagnetic material by making an assy) such that magnets 160, 170 (preferably electromagnets for easy attachment and detachment) positioned on the seal  
10 member 12 and substrate table WT may be used to hold the shutter member 150 in position against the seal member 12 and substrate table WT respectively. By keeping seal 16 activated, loss of liquid can be minimized. The channel 158 and duct 156, 159 arrangement described in relation to the Figure 5 embodiment may also be employed in the Figure 6 embodiment to reduce or alleviate liquid leakage under the shutter member 150.

15           The shutter member 150 should always be held by at least one of the substrate table WT and the seal member 12 so that the shutter member 150 is always under control.

As it is further illustrated in Figure 6, it may be desirable to remove liquid 11 from the reservoir 10 during substrate exchange. This is done by extracting the liquid either through the outlet 14 or the outlet duct 13 and then flushing the space with gas provided  
20 through a further gas inlet 17. This might be done for maintenance and the lens may need to be cleaned after this process.

Of course, features from both Figures 5 and 6 can be combined.

### Embodiment 3

25

The third embodiment is the same as the second embodiment except as described below. The third embodiment is illustrated in Figure 7 and differs from the second embodiment in that the shutter member 150 is placed within the seal member 12. The similarity with the second embodiment lies in the fact that the shutter member is separate  
30 from the substrate table WT. The shutter member 150 can be moved from any resting position to block the aperture by being moved under the projection system PL through channels 250 in the seal means 12.

-16-

The shutter member 150 may either be separate from the seal means 12 and moved into the seal means 12 at the required time by a robotic arm, for example, or the shutter member may have a series of leafs 300 as illustrated in Figure 8. The leafs 300 work like a shutter of a camera in that the leafs can be moved such that they do not obstruct the aperture but, when the plurality of leafs are moved to abut at the center of the aperture they thereby block the aperture.

The invention has been described above in relation to the seal member variant of the localised area solution. However, the invention as described above is equally applicable to any other type of liquid supply for example those disclosed in European Patent application Nos. 03254078.3 or 03256643.2 hereby incorporated in their entirety by reference or to the variant illustrated in Figures 9 and 10. For example, in the case of a shutter member 150 moveable relative to both the substrate table WT and the projection system PL, means for attaching the shutter member below the in-and outlets IN, OUT may be attached to the members forming the in-and-out-lets IN, OUT, or to a separate structure. Additionally or instead, the vacuum of the outlets OUT can be used to attract the shutter member to the IN-and outlets IN, OUT and thereby seal the aperture. It may be desirable to use a non-flat shutter member e.g. one with a protruding border so that any drips of liquid from the various in-and out-lets are contained. Any system for generating a force can be used for the means for attaching, including low pressure sources, magnetic means, mechanical means, electro static means etc..

Whilst specific embodiments of the invention have been described above, it will be appreciated that the invention may be practiced otherwise than as described. The description is not intended to limit the invention.



### CLAIMS

1.           A lithographic projection apparatus comprising:
  - a radiation system for providing a projection beam of radiation;
  - a support structure for supporting patterning means, the patterning means serving to pattern the projection beam according to a desired pattern;
  - a substrate table for holding a substrate;
  - a projection system for projecting the patterned beam onto a target portion of the substrate; and
  - a liquid supply system for providing an immersion liquid to a space between the final element of said projection system and said substrate;characterised in that said apparatus further comprises means for keeping said final element in contact with liquid when said substrate is moved away from under said projection system.
2.           An apparatus according to claim 1, wherein said means for keeping comprises a shutter member positionable on a side of said supply system opposite said projection system such that said immersion liquid can be confined in said liquid supply system and between said projection system and said shutter member.
3.           An apparatus according to claim 2, wherein said shutter member is a surface of said substrate table.
4.           An apparatus according to claim 2, wherein said shutter member is separable from the remainder of said apparatus.
5.           An apparatus according to claim 4, wherein said shutter member and/or said substrate table has or have means for releasably holding said shutter member to said substrate table.
6.           An apparatus according to claim 4 or 5, further comprising means for releasably attaching said shutter member to said liquid supply system.

(-18-)

7. An apparatus according to claim 5 or 6, wherein said means for releasably holding and/or said means for releasably attaching comprise magnetic means.
8. An apparatus according to claim 5, 6 or 7, wherein said means for releasably holding and/or said means for releasably attaching comprise a vacuum outlet for attracting said shutter member to said substrate table and/or liquid supply system.
9. An apparatus according to claim 8, wherein said liquid supply system comprises a seal member which extends along at least part of the boundary of said space for containing said liquid and which comprises a low pressure source for sealing between said seal member and said substrate, said low pressure source forming at least part of said means for releasably attaching.
10. An apparatus according to any one of claims 2 to 9, wherein, in a stowed position, said shutter member has a primary surface substantially co-planar with a surface of said substrate facing said final element.
11. An apparatus according to any one of claims 2 to 10, wherein said shutter member comprises a mark for guiding said shutter member.
12. An apparatus according to claim 11, further comprising a sensor for measuring the position of said shutter member using said mark.
13. An apparatus according to any one of claims 2 to 12, wherein the liquid supply system comprises a seal member extending along at least a part of the boundary of said space between the final element and the substrate table and wherein said shutter member, when confining said liquid, is positioned in said seal member.
14. An apparatus according to any one of the preceding claims, wherein said liquid supply system comprises means for removing liquid from said space and a gas inlet for providing flushing gas in said space.
15. A device manufacturing method comprising the steps of:

(-19-)

- providing a substrate that is at least partially covered by a layer of radiation-sensitive material;
  - providing a projection beam of radiation using a radiation system;
  - using patterning means to endow the projection beam with a pattern in its cross-section;
  - providing an immersion liquid at least partly filling a space between the final element of a projection system used in said step of projecting and a said substrate;
  - projecting the patterned beam of radiation onto a target portion of the layer of radiation-sensitive material;
  - moving said substrate away from under said projection system;
- characterized maintaining said final element in contact with liquid after said substrate has been moved away from under said projection system.

16. A method according to claim 15, wherein said final element is maintained in contact with said immersion liquid by positioning a shutter member on a side of said liquid supply system opposite to said projection system such that said immersion liquid is confined in said liquid supply system and between said projection system and said shutter member.

## 1 Abstract

### ABSTRACT

#### **Lithographic Apparatus and Device Manufacturing Method**

In a lithographic projection apparatus a liquid supply system maintains liquid in a space between the final element of the projection system and the substrate of the lithographic projection apparatus. A shutter member is provided to take the place of the substrate in containing the liquid in the liquid supply system during substrate exchange.

## 2 Representative Drawing

Fig. 6

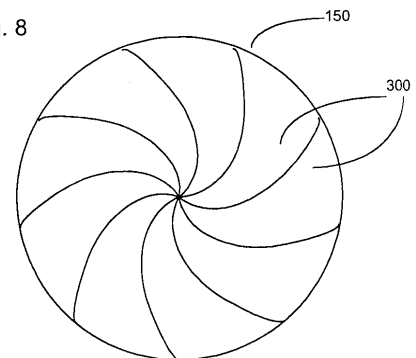
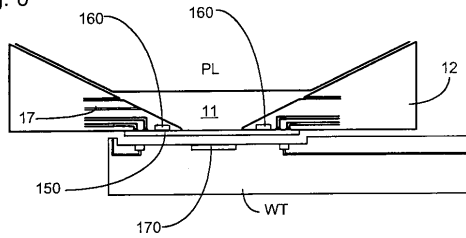
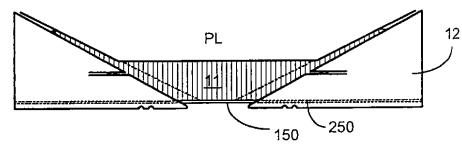
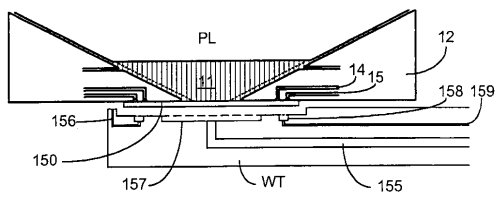
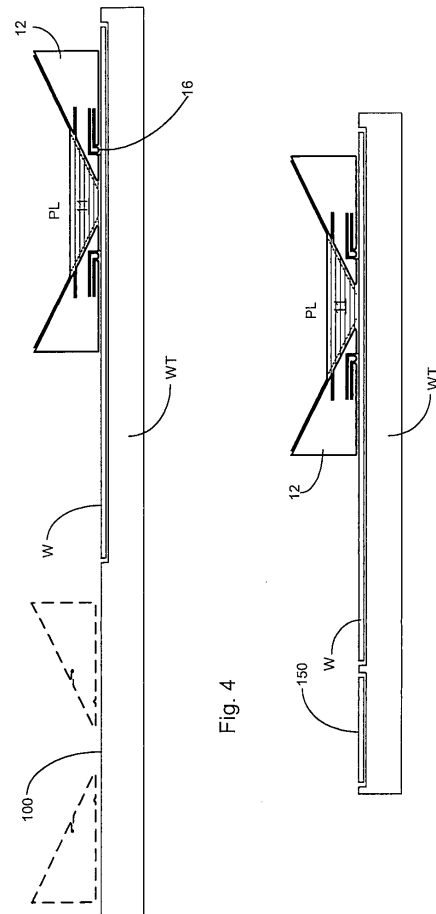
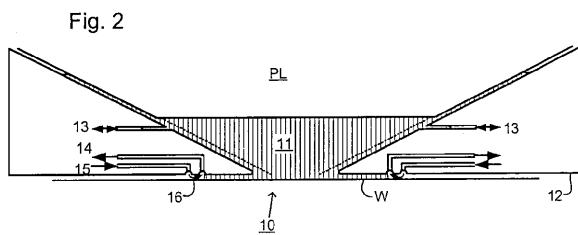
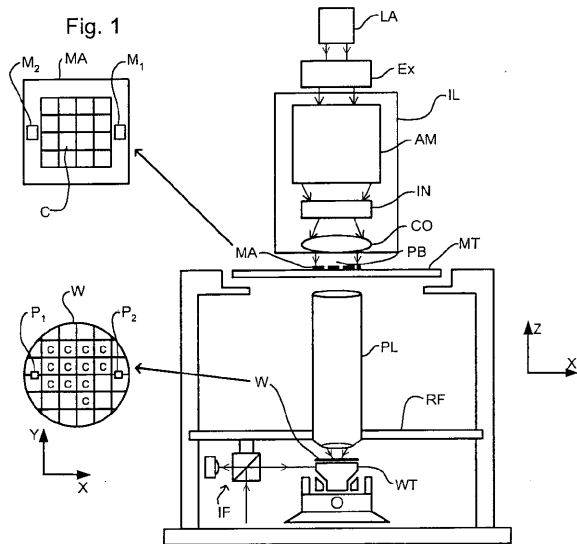


Fig. 9

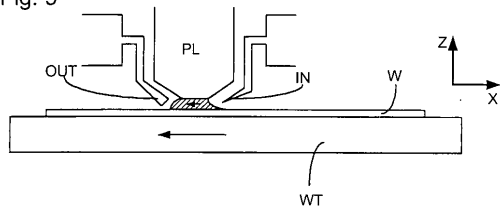


Fig. 10

