

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4750812号  
(P4750812)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日(2011.5.27)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 6 A
GO 3 F 7/20 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 5 D
	HO 1 L 21/30 5 2 5 R
	HO 1 L 21/30 5 1 6 F
	GO 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-53523 (P2008-53523)	(73) 特許権者	504151804
(22) 出願日	平成20年3月4日(2008.3.4)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー.
(62) 分割の表示	特願2004-371208 (P2004-371208)		ブイ.
原出願日	平成16年12月22日(2004.12.22)		オランダ国 ヴェルトホーフエン 550
(65) 公開番号	特開2008-219017 (P2008-219017A)	(74) 代理人	100079108
(43) 公開日	平成20年9月18日(2008.9.18)		弁理士 稲葉 良幸
審査請求日	平成20年4月3日(2008.4.3)	(74) 代理人	100093861
(31) 優先権主張番号	10/743266		弁理士 大賀 真司
(32) 優先日	平成15年12月23日(2003.12.23)	(74) 代理人	100109346
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大貫 敏史
		(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、フォート 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィック装置および位置合わせ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板テーブルと、

パターン化されたビームを投射するための投影レンズ系と、

前記投影ビームの光路で除去可能に互いに異なる位置に位置決めすることができる、前記投影ビームの焦点面を調整するための複数の交換可能光エレメントと、  
を備えたリソグラフィック装置であって、

前記投影ビームの前記光路の前記交換可能光エレメントの存在及び/又は位置を調整することができる、それにより、前記投影レンズ系の最終エレメントと前記基板の間に液体が存在する、しないに無関係に、前記投影ビームの全光路長が変化しないことを保証することができ、

前記交換可能光エレメントのうちの複数の中空であり、互いに屈折率が異なる流体が充填され、

前記投影レンズ系の前記最終エレメントと前記基板の間の液体の量に応じて、前記光エレメントのうちのいずれの光エレメントを前記投影ビームの前記光路に配置するかを制御するためのコントローラをさらに備えた、  
リソグラフィック装置。

【請求項 2】

基板テーブルと、

パターン化されたビームを投射するための投影レンズ系と、

前記投影ビームの光路で除去可能に互いに異なる位置に位置決めすることができる、前記投影ビームの焦点面を調整するための複数の交換可能光エレメントと、  
を備えたりソグラフィック装置であって、

前記投影レンズ系の最終エレメントと前記投影レンズ系の焦点との間に所定の液体が存在している場合の前記投影レンズ系の前記焦点が変化しないよう、前記投影ビームの前記光路の前記交換可能光エレメントの存在及び／又は位置が調整され、

前記交換可能光エレメントのうちの複数の中空であり、互いに屈折率が異なる流体が充填され、

前記投影レンズ系の前記最終エレメントと前記基板の間の液体の量に応じて、前記光エレメントのうちのいずれの光エレメントを前記投影ビームの前記光路に配置するかを制御するためのコントローラをさらに備えた、  
リソグラフィック装置

10

【請求項 3】

基板マークを有する基板を保持するための基板テーブルと、

位置合せビームを使用して基準マークと前記基板マークの間の位置合せを検出するための位置合せレンズ系と、

前記位置合せビームの光路で除去可能に互いに異なる位置に位置決めすることができる、位置合せを検出する際に位置合せシステムの焦点面を調整するための複数の光エレメントと、

を備えた位置合せ装置であって、

20

前記位置合せビームの前記光路の前記光エレメントの存在及び／又は位置を調整することができる、それにより、前記位置合せレンズ系の最終エレメントと前記基板テーブルの間の液体の量に無関係に、前記位置合せビームの全光路長が変化しないことを保証することができる、

前記光エレメントのうちの複数の中空であり、互いに屈折率が異なる流体が充填され、

前記位置合せレンズ系の前記最終エレメントと前記基板テーブルの間の液体の量に応じて、前記光エレメントのうちのいずれの光エレメントを前記位置合せビーム中に配置するかを制御するためのコントローラをさらに備えた、  
ことを特徴とする位置合せ装置。

【請求項 4】

30

基板マークを有する基板を保持するための基板テーブルと、

位置合せビームを使用して基準マークと前記基板マークの間の位置合せを検出するための位置合せレンズ系と、

前記位置合せビームの光路で除去可能に互いに異なる位置に位置決めすることができる、位置合せを検出する際に位置合せシステムの焦点面を調整するための複数の光エレメントと、

を備えた位置合せ装置であって、

前記位置合せレンズ系の最終エレメントと前記位置合せレンズ系の焦点との間に所定の液体が存在している場合の前記位置合せレンズ系の前記焦点が変化しないよう、前記位置合せビームの前記光路の前記光エレメントの存在及び／又は位置が調整され、

40

前記光エレメントのうちの複数の中空であり、互いに屈折率が異なる流体が充填され、

前記位置合せレンズ系の前記最終エレメントと前記基板テーブルの間の液体の量に応じて、前記光エレメントのうちのいずれの光エレメントを前記位置合せビーム中に配置するかを制御するためのコントローラをさらに備えた、  
ことを特徴とする位置合せ装置。

【請求項 5】

前記位置合せレンズ系の前記最終エレメントと前記基板テーブルの間の空間の少なくとも一部に液体を充填するための液体供給システムをさらに備えた、請求項 3 または 4 に記載の位置合わせ装置。

【請求項 6】

50

パターン化されたビームを投射するための投影システムと、請求項 3 から 5 までのいずれか一項に記載の位置合せ装置と、を備えたリソグラフィック装置。

【請求項 7】

前記位置合せビームが前記投影システムの少なくとも一部を横切る、請求項 6 に記載のリソグラフィック装置。

【請求項 8】

前記投影レンズ系の前記最終エレメントと前記基板テーブルの間の空間の少なくとも一部に液体を充填するための液体供給システムをさらに備えた、請求項 1 または 2 に記載のリソグラフィック装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リソグラフィック装置および位置合わせ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィック装置は、基板の目標部分に所望のパターンを適用するマシンである。リソグラフィック装置は、たとえば集積回路（IC）の製造に使用することができる。この場合、マスクなどのパターン化手段を使用して、ICの個々の層に対応する回路パターンが生成され、このパターンが、放射線感応材料（レジスト）の層を有する基板（たとえばシリコン・ウェハ）上の目標部分（たとえば1つ又は複数のダイ部分からなる）に画像化される。通常、1枚の基板には、順次露光される目標部分に隣接する回路網が含まれている。知られているリソグラフィック装置には、パターン全体を1回で目標部分に露光することによって目標部分の各々が照射される、いわゆるステッパと、パターンを投影ビームで所与の方向（「走査」方向）に走査し、且つ、基板をこの方向に平行に、或いは非平行に同期走査することによって目標部分の各々が照射される、いわゆるスキャナがある。

【0003】

投影システムの最終エレメントと基板の間の空間を充填するべく、比較的屈折率の大きい液体中、たとえば水中に、リソグラフィック投影装置内の基板を浸す方法が提案されている。この方法のポイントは、液体中では露光放射の波長がより短くなるため、より小さいフィーチャを画像化することができることである。（また、液体の効果は、システムの有効NAが大きくなり、且つ、焦点深度が長くなることにあると見なすことができる。）

【0004】

しかしながら、基板又は基板と基板テーブルを液体槽に浸す（たとえば、参照によりその全体が本明細書に組み込まれているUS 4,509,852号を参照されたい）ことは、走査露光の間、加速しなければならぬ大量の液体が存在していることを意味しており、そのためにはモータを追加するか、或いはより強力なモータが必要であり、また、液体の攪乱により、望ましくない予測不可能な影響をもたらされることになる。

【0005】

提案されている解決法の1つは、液体供給システムの場合、液体拘束システムを使用して、基板の局部領域上のみ、及び投影システムの最終エレメントと基板の間に液体を提供することである（基板の表面積は、通常、投影システムの最終エレメントの表面積より広くなっている）。参照によりその全体が本明細書に組み込まれているWO 99/49504号に、そのために提案されている方法の1つが開示されている。図2及び3に示すように、液体は、好ましくは基板が最終エレメントに対して移動する方向に沿って、少なくとも1つの入口INによって基板に供給され、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によって除去される。つまり、基板を最終エレメントの下を-X方向に走査する際に、最終エレメントの+X側で液体が供給され、-X側で除去される。図2は、入口INを介して液体が供給され、最終エレメントのもう一方の側で、低圧源に接続された出口OUTによって除去される構造を略図で示したものである。図2に示す図解では

10

20

30

40

50

、液体は、必ずしもそれには限定されないが、基板が最終エレメントに対して移動する方向に沿って供給されている。様々な配向及び数の入口及び出口を最終エレメントの周りに配置することが可能である。図3はその実施例の1つを示したもので、両側に出口を備えた4組の入口が、最終エレメントの周りに一定のパターンで提供されている。

【0006】

提案されているもう1つの解決法は、投影システムの最終エレメントと基板テーブルの間の空間の境界の少なくとも一部に沿って展開したシール部材を備えた液体供給システムを提供することである。シール部材は、Z方向（光軸の方向）における若干の相対移動が存在する可能性があるが、投影システムに対して実質的にXY平面内に静止している。シール部材と基板の表面の間にシールが形成される。このシールは、ガス・シールなどの非接触シールであることが好ましい。参照によりその全体が本明細書に組み込まれている欧州特許出願第03252955.4号に、このようなシステムが開示されている。

10

【0007】

液浸液と空気の屈折率が異なるため、液浸液を備えたリソグラフィック投影装置と、液浸液を備えていないリソグラフィック投影装置とでは、投影ビームの光路長が異なっている。したがって、「ドライ」リソグラフィと液浸リソグラフィの両方のための異なる投影システムを設計しなければならない。レンズの設計には経費がかかるため、たとえば集積回路の製造コストが著しく増加する。

【0008】

基板を位置合せする場合にも同様の問題が生じる。基板の位置合せは、基板上若しくは基板テーブル上の基準マークに向けて投射された位置合せビームが、該基準マークから位置合せマークに向かってその一部が反射することによって実施されるが、基板テーブルと位置合せビームを投射する位置合せ装置との間に液浸液が存在している場合、その光路長が変化するため、位置合せビームは正確に基準マークの表面に集束しない。また、液浸液が予め基板テーブル上及び後続する基板上に存在し、露光に先立って位置合せを実施する場合、位置合せマークの上若しくは基板テーブル上のセンサの上に流体が残留することがある。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的は、液浸液の有無に関係なく使用することができるリソグラフィック投影装置及び位置合せ装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様によれば、投影レンズ系の最終エレメントと投影レンズ系の焦点との間に所定の液体が存在している場合の投影レンズ系の非平行光エレメントからの焦点距離が、投影レンズ系の前記最終エレメントと投影レンズ系の焦点との間に前記所定の液体が存在していない場合の投影レンズ系の非平行光エレメントからの焦点距離と同じ距離を維持するよう、投影レンズ系の光路の補償光エレメントを他の異なる補償光エレメントに交換するステップ、若しくは投影レンズ系の光路の他の補償光エレメントを除去するステップを含む、リソグラフィック投影装置の投影レンズ系を変換する方法が提供される。

40

【0011】

本発明の他の態様によれば、投影レンズ系の最終エレメントと投影レンズ系の焦点との間に液体が存在していない場合の投影レンズ系の非平行光エレメントからの焦点距離が、投影レンズ系の前記最終エレメントと投影レンズ系の焦点との間に前記所定の液体が存在している場合の投影レンズ系の非平行光エレメントからの焦点距離と同じ距離を維持するよう、投影レンズ系の光路の補償光エレメントを他の異なる補償光エレメントに交換するステップ、若しくは投影レンズ系の光路に他の補償光エレメントを追加するステップを含む、リソグラフィック投影装置の投影レンズ系を変換する方法が提供される。

【0012】

50

本発明の他の態様によれば、位置合せレンズ系の最終エレメントと位置合せレンズ系の焦点との間に所定の量の所定の液体が存在している場合の位置合せレンズ系の非平行光エレメントからの焦点が、位置合せレンズ系の最終エレメントと位置合せレンズ系の焦点との間に前記所定の液体が存在していない場合の位置合せレンズ系の非平行光エレメントからの焦点と同じ焦点を維持するよう、位置合せレンズ系の光路の補償光エレメントを他の異なる補償光エレメントに交換するステップ、若しくは位置合せレンズ系の光路に他の補償光エレメントを追加するか或いは位置合せレンズ系の光路から他の補償光エレメントを除去するステップを含む、位置合せ装置の位置合せレンズ系を変換する方法が提供される。

【0013】

10

本発明の他の態様によれば、位置合せレンズ系の最終エレメントと位置合せレンズ系の焦点との間に液体が存在していない場合の位置合せレンズ系の非平行光エレメントからの焦点距離が、位置合せレンズ系の最終エレメントと位置合せレンズ系の焦点との間に前記所定の液体が存在している場合の位置合せレンズ系の非平行光エレメントからの焦点距離と同じ焦点距離を維持するよう、位置合せレンズ系の光路の補償光エレメントを他の異なる補償光エレメントに交換するステップ、若しくは位置合せレンズ系の光路に他の補償光エレメントを追加するステップを含む、位置合せ装置の位置合せレンズ系を変換する方法が提供される。

【0014】

本発明の他の態様によれば、パターン化手段と前記投影ビームの焦点の間の全光路長が、前記投影レンズ系の最終エレメントと基板の間に所定の液体が存在している場合の全光路長に対して変化しないよう、前記投影レンズ系の光路の前記補償光エレメントの存在及び/又は位置を調整するべく、投影レンズ系の光路の補償光エレメントを他の補償光エレメントに交換するステップ、若しくは投影レンズ系の光路の他の補償光エレメントを除去するステップを含む、リソグラフィック投影装置の投影レンズ系を変換する方法が提供される。

20

【0015】

本発明の他の態様によれば、パターン化手段と前記投影ビームの焦点の間の全光路長が、前記投影レンズ系の最終エレメントと基板の間に液体が存在していない場合の全光路長に対して変化しないよう、前記投影レンズ系の光路の前記補償光エレメントの存在及び/又は位置を調整するべく、投影レンズ系の光路の補償光エレメントを他の補償光エレメントに交換するステップ、若しくは投影レンズ系の光路に他の補償光エレメントを追加するステップを含む、リソグラフィック投影装置の投影レンズ系を変換する方法が提供される。

30

【0016】

本発明の他の態様によれば、基準マークと前記位置合せビームの焦点の間の全光路長が、前記位置合せレンズ系の最終エレメントと基板の間に所定の液体が存在している場合の全光路長に対して変化しないよう、前記位置合せレンズ系の光路の前記補償光エレメントの存在及び/又は位置を調整するべく、位置合せレンズ系の光路の補償光エレメントを他の補償光エレメントに交換するステップ、若しくは位置合せレンズ系の光路に他の補償光エレメントを追加するステップを含む、位置合せ装置の投影レンズ系を変換する方法が提供される。

40

【0017】

本発明の他の態様によれば、基準マークと前記位置合せビームの焦点の間の全光路長が、前記位置合せレンズ系の最終エレメントと基板の間に液体が存在していない場合の全光路長に対して変化しないよう、前記位置合せレンズ系の光路の前記補償光エレメントの存在及び/又は位置を調整するべく、位置合せレンズ系の光路の補償光エレメントを他の補償光エレメントに交換するステップ、若しくは位置合せレンズ系の光路に他の補償光エレメントを追加するか或いは位置合せレンズ系の光路から他の補償光エレメントを除去するステップを含む、位置合せ装置の投影レンズ系を変換する方法が提供される。

50

## 【0018】

補償光エレメントを使用して、液浸液の有無による光路長の変化が補償され、それにより装置は常に液浸液の有無に無関係に実質的に同じ空間位置に集束する。投影ビーム若しくは位置合せビーム中に配置される1つ又は複数の光エレメントは、放射源と基板若しくは基板テーブルの間の光路長が、投影ビーム若しくは位置合せビームの光路内の液体の量に無関係に一定の光路長を維持するように、つまり焦点の位置が変化しないように選択され、且つ、配置される。したがって液浸液の有無にかかわらず同じ投影ビーム若しくは位置合せシステムを装置に使用することができるため、レンズの設計及び開発コストが削減される。この装置は、液浸流体を使用した装置と液浸流体を使用しない装置の間で変換することができる。

10

## 【0019】

投影ビーム若しくは位置合せビーム中の補償光エレメントの配置を変更するステップには、投影ビーム若しくは位置合せビームの光路に異なる補償光エレメントを配置するステップが含まれている。投影ビーム若しくは位置合せビーム中の液体の量に応じて補償光エレメントを適切に選択することができる。別法としては、位置合せビームの光路に光エレメントを追加配置することも可能である。補償光エレメントは、投影システムの最終エレメント或いは投影位置合せシステムの最終エレメントとして便利に配置することができる。

## 【0020】

異なる補償光エレメントは、投影ビーム若しくは位置合せビーム中の、ビームが伝搬する方向の様々な位置に配置することが好ましい。たとえば、光エレメントの各々は、投影ビーム若しくは位置合せビームの光路に同時に配置された場合に、光エレメントが互いに衝突しないよう、投影ビーム若しくは位置合せビーム中に相互に排他的なステーションを有することができる。単一の光エレメントを他の光エレメントに交換する場合、液浸液と共に使用する光エレメントの方を他の光エレメントよりも基板の近くに配置しなければならない。光エレメントのいくつかを、たとえば基板テーブルにより近づけて配置し、他の光エレメントを放射源により近づけて配置することができる。個々の補償光エレメントの厚さは、 $30\ \mu\text{m}$ より厚いことが好ましく、詳細には $50\ \mu\text{m}$ と $500\ \mu\text{m}$ の間であることが好ましい。補償光エレメントと基板テーブルの間の間隔は $3\ \text{mm}$ 未満であることが好ましく、したがって補償光エレメントは像平面に近い場合、視野全体に渡って球面収差が一定である。

20

## 【0021】

補償光エレメントは、平面プレートであることが好ましい。投影ビーム若しくは位置合せビームの光路長を調整するために、異なる補償光エレメントには、異なる厚さ及び/又は異なる光学特性、詳細には異なる屈折率を持たせることができる。たとえば補償光エレメントを中空にし、屈折率が異なる流体を個々の補償光エレメントに充填することができる。これは、たとえば流体の塩化ナトリウム濃度を変化させることによって、或いは補償光エレメント内の流体の混合物の比率を変化させることによって達成することができる。

30

## 【0022】

上で説明した方法は、ユーザが実行することができる。ユーザは、オペレータであり、或いは装置の所有者、装置を変換するために特に採用された外部業者若しくはこのような装置を変換するために必要な他の任意の個人である。この方法は、全くの非自動方法である。

40

## 【0023】

本発明の他の態様によれば、

- 投影放射ビームを提供するための照明システムと、
- 投影ビームの断面にパターンを付与するべく機能するパターン化手段を支持するための支持構造と、
- 基板を保持する基板テーブルと、
- パターン化されたビームを基板の目標部分に投射するための投影レンズ系と

50

を備えたりソグラフィック装置であって、

- 前記投影ビームの光路に除去可能に位置決めすることができる、前記投影ビームの焦点面を調整するための複数の交換可能光エレメントと、

- 前記投影ビームの光路の前記交換可能光エレメントの存在及び/又は位置を調整することができ、それにより、前記投影レンズ系の最終エレメントと前記基板の間に液体が存在する、しないに無関係に、前記投影ビームの全光路長が変化しないことを保証することができること

を特徴とするリソグラフィック装置が提供される。

【0024】

本発明の他の態様によれば、

- 投影放射ビームを提供するための照明システムと、  
- 投影ビームの断面にパターンを付与するべく機能するパターン化手段を支持するための支持構造と、

- 基板を保持する基板テーブルと、

- パターン化されたビームを基板の目標部分に投射するための投影レンズ系と

を備えたりソグラフィック装置であって、

- 前記投影ビームの光路に除去可能に位置決めすることができる、前記投影ビームの焦点面を調整するための複数の交換可能光エレメントと、

- 前記投影レンズ系の最終エレメントと前記投影レンズ系の焦点との間に所定の液体が存在している場合の前記投影レンズ系の焦点が変化しないよう、前記投影ビームの光路の前記交換可能光エレメントの存在及び/又は位置が調整されること

を特徴とするリソグラフィック装置が提供される。

【0025】

本発明の他の態様によれば、

- 基板マークを有する基板を保持するための基板テーブルと、

- 位置合せ放射ビームを使用して基準マークと前記基板マークの間の位置合せを検出するための位置合せレンズ系と

を備えた位置合せ装置であって、

- 位置合せビームの光路に除去可能に位置決めすることができる、位置合せを検出する際に位置合せシステムの焦点面を調整するための複数の光エレメントと、

- 前記位置合せビームの光路の前記光エレメントの存在及び/又は位置を調整することができ、それにより、前記位置合せレンズ系の最終エレメントと前記基板テーブルの間の液体の量に無関係に、前記位置合せビームの全光路長が変化しないことを保証することができること

を特徴とする位置合せ装置が提供される。

【0026】

本発明の他の態様によれば、

- 基板マークを有する基板を保持するための基板テーブルと、

- 位置合せ放射ビームを使用して基準マークと前記基板マークの間の位置合せを検出するための位置合せレンズ系と

を備えた位置合せ装置であって、

- 位置合せビームの光路に除去可能に位置決めすることができる、位置合せを検出する際に位置合せシステムの焦点面を調整するための複数の光エレメントと、

- 前記位置合せレンズ系の最終エレメントと前記位置合せレンズ系の焦点との間に所定の液体が存在している場合の前記位置合せレンズ系の焦点が変化しないよう、前記位置合せビームの光路の前記光エレメントの存在及び/又は位置が調整されること

を特徴とする位置合せ装置が提供される。

【0027】

また、前記投影レンズ系或いは位置合せレンズ系の前記最終エレメントと前記基板の間の液体の量に応じて、前記光エレメントのうちのいずれの光エレメントを前記投影ビーム

10

20

30

40

50

若しくは位置合せビームの光路に配置するかを制御するためのコントローラが存在していることが好ましい。このコントローラは、コンピュータ・システム若しくはコンピュータ・システムにロードされたプログラムの形態を取ることができる。また、投影システム若しくは位置合せシステムの最終エレメントと基板テーブルの間の空間の少なくとも一部に液体を充填するための液体供給システムを設けることも可能である。

【0028】

本発明の他の態様によれば、

- 投影放射ビームを提供するための照明システムと、
  - 投影ビームの断面にパターンを付与するべく機能するパターン化手段を支持するための支持構造と、
  - 基板を保持する基板テーブルと、
  - パターン化されたビームを基板の目標部分に投射するための投影レンズ系とを備えたリソグラフィック装置であって、
  - 前記投影ビームの光路に除去可能に位置決めすることができる、前記投影ビームの焦点面を調整するための複数の交換可能光エレメントと、
  - 前記投影ビームの光路内の、前記複数の交換可能光エレメントを保持するための複数のドッキング・ステーションと
- を特徴とするリソグラフィック装置が提供される。

10

【0029】

本発明の他の態様によれば、

- 基板マークを有する基板を保持するための基板テーブルと、
  - 位置合せ放射ビームを使用して基準マークと前記基板マークの間の位置合せを検出するための位置合せレンズ系と
- を備えた位置合せ装置であって、
- 位置合せビームの光路に除去可能に位置決めすることができる、位置合せを検出する際に位置合せシステムの焦点面を調整するための複数の光エレメントと、
  - 前記投影ビームの光路内の、前記複数の交換可能光エレメントを保持するための複数のドッキング・ステーションと
- を特徴とする位置合せ装置が提供される。

20

【0030】

ドッキング・ステーションの各々は、前記投影レンズ系若しくは前記位置合せレンズ系の最終非平行プレート・エレメントからの距離を予め決定することができる。ドッキング・ステーションのうちの少なくとも1つは、投影ビーム若しくは位置合せビームの光路に液体が存在していない場合の前記投影ビーム若しくは位置合せビームの焦点が、基板若しくは基板テーブル上に位置するように配置することができる。また、ドッキング・ステーションのうちの少なくとも1つは、投影ビーム若しくは位置合せビームの光路に所定の液体が存在している場合の前記投影ビーム若しくは位置合せビームの焦点が、基板若しくは基板テーブル上に位置するように配置することができる。

30

【0031】

本発明の他の態様によれば、

- 基板マークを有する基板を保持するための基板テーブルと、
  - 位置合せ放射ビームを使用して基準マークと前記基板マークの間の位置合せを検出するための位置合せレンズ系と
- を備えた位置合せ装置であって、
- 位置合せビームの光路に除去可能に位置決めすることができる、位置合せを検出する際に位置合せシステムの焦点面を調整するための複数の光エレメントと、
  - 前記位置合せシステムの最終エレメントと前記基板テーブルの間に液体が存在していることを検出するための検出器と、
  - 前記検出器による検出の結果に基づいて、どの光エレメントを前記位置合せビームの光路に配置するかを制御するためのコントローラと

40

50



を特徴とする位置合せ装置が提供される。

【 0 0 3 2 】

本発明の他の態様によれば、

- 投影放射ビームを提供するための放射システムと、
- 所望のパターンに従って投影ビームをパターン化するべく機能するパターン化手段を支持するための支持構造と、
- パターン化されたビームを基板の目標部分に投射するための投影システムと、
- 上で説明した位置合せ装置と、

を備えたリソグラフィック投影装置が提供される。

【 0 0 3 3 】

位置合せビームは、投影システムの少なくとも一部を横切ることができる。

【 0 0 3 4 】

本発明の他の態様によれば、

- 基板を提供するステップと、
- 照明システムを使用して投影放射ビームを提供するステップと、
- 投影ビームの断面にパターンを付与するべくパターン化手段を使用するステップと、
- パターン化された放射ビームを基板の目標部分に投射するステップと

を含むデバイス製造方法であって、

前記投影ビームの焦点を前記投影ビーム中の液体の有無に関係なく同じポイントに確実に集束させるべく、複数の光エレメントのうちの1つ又は複数を前記投影ビームの光路に挿入することによって前記投影ビームの焦点面を調整するステップを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

【 0 0 3 5 】

本明細書においては、とりわけICの製造におけるリソグラフィック装置の使用が参照されているが、本明細書において説明するリソグラフィック装置は、集積光学系、磁気領域メモリのための誘導及び検出パターン、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」或いは「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」或いは「目標部分」という用語の同義語と見なすことができることは、当分野の技術者には理解されよう。本明細書において参照されている基板は、たとえばトラック(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)或いは度量衡学ツール若しくは検査ツール中で、露光前若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及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、たとえば多層ICを生成するべく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が既に含まれている基板を指している場合もある。

【 0 0 3 6 】

本明細書に使用されている「放射」及び「ビーム」という用語には、紫外(UV)放射(たとえば、波長が365nm、248nm、193nm、157nm若しくは126nmの放射)、詳細には光放射を含むあらゆるタイプの電磁放射が含まれている。

【 0 0 3 7 】

本明細書に使用されている「パターン化手段」という用語は、投影ビームの断面にパターンを付与し、それにより基板の目標部分にパターンを生成するべく使用することができる手段を意味するものとして広義に解釈されたい。投影ビームに付与されるパターンは、基板の目標部分における所望のパターンに厳密に対応している必要はないことに留意されたい。投影ビームに付与されるパターンは、通常、目標部分に生成される、たと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。

【 0 0 3 8 】

パターン化手段は、透過型であっても或いは反射型であっても良い。パターン化手段の

10

20

30

40

50

実施例には、マスク、プログラム可能ミラー・アレイ及びプログラム可能LCDパネルがある。マスクについてはリソグラフィにおいては良く知られており、バイナリ、交番移相及び減衰移相などのマスク・タイプ、及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、マトリックスに配列された微小ミラーが使用されている。微小ミラーの各々は、入射する放射ビームが異なる方向に反射するように、個々に傾斜させることができるため、この方法によって反射ビームがパターン化される。パターン化手段のいずれの実施例においても、支持構造は、たとえば、必要に応じて固定若しくは移動可能にすることができ、且つ、たとえば投影システムに対してパターン化手段を確実に所望の位置に配置することができるフレーム若しくはテーブルである。本明細書における「レチクル」或いは「マスク」という用語の使用はすべて、より一般的な「パターン化手段」という用語の同義語と見なすことができる。

10

## 【0039】

本明細書に使用されている「投影システム」という用語には、たとえば使用する露光放射に適した、或いは液浸液の使用若しくは真空の使用などの他の要因に適した、屈折光学系、反射光学系及びカタディオプトリック光学系を始めとする様々なタイプの投影システムが包含されているものとして広義に解釈されたい。本明細書における「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。

## 【0040】

また、照明システムには、投影放射ビームを導き、整形し、或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及びカタディオプトリック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が包含されており、このようなコンポーネントについても、以下、集合的若しくは個々に「レンズ」と呼ぶ。

20

## 【0041】

リソグラフィック装置は、場合によっては2つ（二重ステージ）以上の基板テーブル（及び/又は複数のマスク・テーブル）を有するタイプの装置であり、このような「多重ステージ」マシンの場合、追加テーブルを並列に使用することができ、或いは1つ又は複数の他のテーブルを露光のために使用している間、1つ又は複数のテーブルに対して予備ステップを実行することができる。

## 【0042】

以下、本発明の実施例について、単なる実施例に過ぎないが、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。

30

## 【実施例】

## 【0043】

図1は、本発明の特定の実施例によるリソグラフィック装置を略図で示したものである。この装置は、

- 投影放射ビームPB（たとえばUV放射）を提供するための照明システム（イルミネータ）ILと、

- パターン化手段（たとえばマスク）MAを支持するための、アイテムPLに対してパターン化手段を正確に位置決めするための第1の位置決め手段PMに接続された第1の支持構造（たとえばマスク・テーブル）MTと、

40

- 基板（たとえばレジスト被覆ウェハ）Wを保持するための、アイテムPLに対して基板を正確に位置決めするための第2の位置決め手段PWに接続された基板テーブル（たとえばウェハ・テーブル）WTと、

- パターン化手段MAによって投影ビームPBに付与されたパターンを基板Wの目標部分C（たとえば1つ又は複数のダイからなる）に結像させるための投影システム（たとえば屈折型投影レンズ）PLと

を備えている。

## 【0044】

図に示すように、このリソグラフィック装置は、透過型（たとえば透過型マスクを使用

50

した)タイプの装置である。別法としては、このリソグラフィック装置は、反射型(たとえば上で参照したタイプのプログラム可能ミラー・アレイを使用した)タイプの装置であっても良い。

【0045】

イルミネータILは、放射源SOから放射ビームを受け取っている。放射源がたとえばエキシマ・レーザである場合、放射源及びリソグラフィック装置は、個別の構成要素にすることができる。その場合、放射源は、リソグラフィック装置の一部を形成しているとは見なされず、放射ビームは、たとえば適切な誘導ミラー及び/又はビーム拡大器を備えたビーム引渡しシステムBDを使用して放射源SOからイルミネータILへ引き渡される。それ以外のたとえば放射源が水銀灯である場合、放射源はリソグラフィック装置の一構成要素である。放射源SO及びイルミネータILは、必要に応じてビーム引渡しシステムBDと共に放射システムと呼ぶことができる。

10

【0046】

イルミネータILは、放射ビームの角強度分布を調整するための調整手段AM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及び/又は内部ラジアル・エクステント(一般に、それぞれ - 外部及び - 内部と呼ばれている)は調整が可能である。また、イルミネータILは、通常、インテグレータIN及びコンデンサCOなど、他の様々なコンポーネントを備えている。イルミネータは、投影ビームPBと呼ばれる、所望する一様な強度分布をその断面に有する調整済み放射ビームを提供している。

20

【0047】

マスク・テーブルMT上に保持されているマスクMAに投影ビームPBが入射する。マスクMAを透過した投影ビームPBは、ビームを基板Wの目標部分Cに集束させるレンズPLを通過する。基板テーブルWTは、第2の位置決め手段PW及び位置センサIF(たとえば干渉デバイス)を使用して正確に移動させることができ、それによりたとえば異なる目標部分Cを投影ビームPBの光路に位置決めすることができる。同様に、第1の位置決め手段PM及びもう1つの位置センサ(図1には明確に示されていない)を使用して、たとえばマスク・ライブラリから機械的に検索した後、若しくは走査中に、マスクMAを投影ビームPBの光路に対して正確に位置決めすることができる。通常、対物テーブルMT及びWTの移動は、位置決め手段PM及びPW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)及び短ストローク・モジュール(精密位置決め)を使用して実現されているが、ステップ(スキャナではなく)の場合、マスク・テーブルMT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、或いは固定することも可能である。マスクMA及び基板Wは、マスク位置合せマークM<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>及び基板位置合せマークP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>を使用して位置合せすることができる。

30

【0048】

図に示す装置は、以下に示す好ましいモード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及び基板テーブルWTは、基本的に静止状態に維持され、投影ビームに付与されたパターン全体が目標部分Cに1回の照射で投影される(すなわち単一静止露光)。次に、基板テーブルWTがX及び/又はY方向にシフトされ、異なる目標部分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、単一静止露光で画像化される目標部分Cのサイズが制限される。

40

2. 走査モードでは、投影ビームに付与されたパターンが目標部分Cに投影されている間、マスク・テーブルMT及び基板テーブルWTが同期走査される(すなわち単一動的露光)。マスク・テーブルMTに対する基板テーブルWTの速度及び方向は、投影システムPLの倍率(縮小率)及び画像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目標部分の幅(非走査方向の)が制限され、また、走査運動の長さによって目標部分の高さ(走査方向の)が左右される。

3. 他のモードでは、プログラム可能パターン化手段を保持するべくマスク・テーブルMTが基本的に静止状態に維持され、投影ビームに付与されたパターンが目標部分Cに投

50

影されている間、基板テーブルWTが移動若しくは走査される。このモードでは、通常、パルス放射源が使用され、走査中、基板テーブルWTが移動する毎に、或いは連続する放射パルスと放射パルスの間に、必要に応じてプログラム可能パターン化手段が更新される。この動作モードは、上で参照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手段を利用しているマスクレス・リソグラフィに容易に適用することができる。

【0049】

上で説明した使用モードの組合せ及び/又はその変形形態若しくは全く異なる使用モードを使用することも可能である。

【0050】

図4に示すように、検出器22は、基板W上に存在する液浸液の有無を検出している。この実施例では、検出器22は、強度の小さい電磁波の反射によって基板W上の液体の存在を検出しているが、液体の存在は、たとえばソナー・パルス或いは電流を使用して検出することも可能であり、或いは液体を物理的に検出することもできる。検出器22は、図4に示すように、基板の目標部分Cに液体が存在していることを検出することが好ましい。コントローラ21は、検出器22による測定に基づいて、1つ又は複数の光エレメント9、10、11及び12の中から必要な光エレメントを決定している。コントローラ21は、光エレメント9、10、11及び12の中から、基板の上部表面への投影ビームPBの正確な集束を保証するために必要な光エレメントを決定することができる。必要な光エレメント10が決定されると、光エレメント10が投影ビームの光路の投影システムPLの最終レンズ・エレメント50の直ぐ後段へ移動する。したがって投影ビームPBは基板の上部表面に一次まで集束し、投影システムの最終非平行エレメントと投影ビームの焦点の間の距離d1が一定に維持される。図4に示すように、光エレメント10は平面平行プレートであり、投影ビームPBが伝搬する方向に対して直角に配置されている。

【0051】

図5では、同じリソグラフィック装置が液体供給システム30と共に使用されている。液体供給システム30は、屈折率が周囲のガス環境の屈折率より大きい液体を投影ビームの光路に供給しており、屈折率の差によって光路長が変化する。検出器22が投影システムと基板の間の流体を検出し、コントローラは、投影ビームPBを基板W上に集束させるためには別の光エレメント9が位置合せビームの光路に必要なことを決定する。したがって、投影ビームPBの光路に屈折率のより大きい流体が存在しているにもかかわらず、放射源と基板の表面の間の光路長及びd1は一定である。光エレメント9は、投影ビームPB中の、元の光エレメント11の位置とは異なる位置(もっと下の方)に配置されている。

【0052】

投影ビームPBの光路の長さは、光エレメントの厚さd<sub>p</sub>を調整することによって変更することができる。屈折率がn<sub>0</sub>の材料を使用して、量d<sub>0</sub>によって光路を調整するためには(流体の有無を補償するためには)、平面プレートの厚さは、d<sub>p</sub> = c · d<sub>0</sub>で与えられる厚さd<sub>p</sub>でなければならない。ここで、

【0053】

【数1】

$$c = \frac{n_1}{n_1 - n_0}$$

n<sub>1</sub>は、平面プレート光エレメントの屈折率である。

【0054】

図6では、検出器22は、投影システムと基板の間に流体が存在していないことを検出

10

20

30

40

50

し、投影システムに光エレメント 11 が追加されている。光エレメント 9 及び 11 は、投影ビームを基板の表面に集束させるだけの十分な組合せ厚さ及び屈折率を有している。光エレメント 11 は、投影ビーム中に、光エレメント 9 の上側若しくは下側のいずれかに配置することができる。この実施例では、光エレメント 9、10、11 及び 12 の各々は、投影ビーム中に割り当てられた（相互に排他的な）位置を有しているため、光エレメント 9、10、11 及び 12 の任意の組合せを、他の光エレメントと衝突することなく投影ビーム中に配置することができる。

【0055】

別法としては、光エレメント 10 及び 11 の厚さ  $d_p$  が固定され、屈折率が変更される。これは、たとえばガラス製の平面プレートをたとえばパースペックス（商標）の平面プレートに交換することによって達成することができる。また、別法として、光エレメントを中空平面プレートにし、屈折率が既知の流体を充填することも可能である。この場合、光エレメント 10 の屈折率は、流体の組成を変化させることによって変更される。図 7 に示すように、光エレメント 14 の内部の流体 15 は交換可能であり、その組成は、流体交換手段 16 によって調整されている。流体の組成は、たとえば流体の塩化ナトリウム濃度を変化させることによって調整することができ、或いは混合物中の 2 種類の流体の比率を変化させることによって調整することができる。また、光エレメント 14 の流体 15 を交換し、補給することによって光エレメント 14 が冷たい状態に維持されるため、コンポーネントの熱膨張及び収縮によるエラー及び損傷が低減される。

【0056】

図 8 は位置合せ装置を示したもので、位置合せシステム AS を介して位置合せビーム AB が基板マーク  $P_1$  に向かって投射されている。位置合せビーム AB は、基板マーク  $P_1$  で一部が反射する。この位置合せビームは、位置合せマーク  $M_1$  上に結像する。知られている方法を使用して基板マーク  $P_1$  と位置合せマーク  $M_1$  の位置合せが検出され、基板 W の位置合せが決定される。図 10 に示すように、検出器 22 が基板上の液体の量を検出し、検出された液体の量に応じてコントローラ 21 が光エレメント 10 を選択している。

【0057】

また、位置合せは、図 9 に示すいわゆるスルー・ザ・レンズ・システムを使用して実施することも可能である。このようなシステムの場合、位置合せビーム AB は、投影レンズ PL を介して基板マーク  $P_1$  に向けて投射され、マスク MA 上のマーク  $M_1$  に向かって反射する。この場合も、基板マーク  $P_1$  上への位置合せビームの正確な集束を保證するべく、検出器 22 が投影システムの最終エレメントと基板の間の液体の量を検出し、コントローラ 21 が位置合せビーム中に配置すべき適切な光エレメントを選択している。

【0058】

図 10 では、投影システムを使用して位置合せビーム AB が基板テーブル WT 上の基準マーク  $F_1$  に向けて投射されている。この基準マーク  $F_1$  は、部分反射型位相格子である。部分的に反射する位置合せビーム AB の鮮明度は、液体の厚さの非一様性によって低下するが、依然として位置合せを可能にするだけの十分な鮮明性を有している。検出器 22 が基板 W 上に微量の液体が存在していることを検出すると、コントローラ 21 によって薄い光エレメント 11 が選択され、位置合せビーム AB の光路に配置される。検出器がさらに微量の液体を検出した場合、より分厚い光エレメント 10 が選択され、また、検出器がもう少し多量の液体を検出した場合、さらに薄い光エレメント 9 が選択されることになる。

【0059】

上で説明した実施例では、球面収差が視野全体に渡って確実に一定になるよう、光エレメントは、位置合せビーム中の、投影システム PL 若しくは位置合せシステム AS の直ぐ後段に配置されているが、図 11 に示すように、システム内の異なる位置に光エレメントを配置することも可能である。光エレメント 10 は、投影システム PL を介した投射に先立って、位置合せビーム AB 中に配置されているが、依然として位置合せビーム AB が正確に基板マーク  $P_1$  上に集束することを保証している。投影ビーム若しくは位置合せビー

10

20

30

40

50

ムの光路に異なる光エレメントを挿入する場合、投影ビーム P B 若しくは位置合せビーム A B を基板の表面或いは基板マーク上に二次若しくはより高次まで集束させるべく、投影システム P L 若しくは位置合せシステム A S 内の光エレメントの位置を調整することができる。

【 0 0 6 0 】

投影ビーム P B 若しくは位置合せビーム A B の光路に光エレメントを配置する必要性の有無、及び配置すべき光エレメントを決定している検出器 2 2 及びコントローラ 2 1 に代わって、技術者が液浸形式の装置から「ドライ」装置への装置変更を決定することができる。光エレメント 1 0、1 1 及び 1 2 は、投影システム P L 若しくは位置合せシステム A S の底部に、適切な間隔を隔ててネジ止めすることができ、或いは恒久的に取り付けることができる。技術者が「ドライ」装置から液浸装置への装置変更を決定した場合、光エレメント 1 0、1 1 及び 1 2 が除去され、液体供給システム 3 0 によって投影システム P L 若しくは位置合せシステム A S と基板 W の間の空間に流体が供給される。また、技術者は、投影システムのいくつかの他の光エレメントの位置及び場合によっては形状を調整することができ、それにより、より高次の光効果を考慮することができる。

10

【 0 0 6 1 】

以上、本発明の特定の実施例について説明したが、説明した以外の方法で本発明を実践することができることは理解されよう。以上の説明は、本発明を制限することを意図したものではない。

【 図面の簡単な説明 】

20

【 0 0 6 2 】

【 図 1 】 本発明の一実施例によるリソグラフィック装置を示す図である。

【 図 2 】 液体供給システムを示す図である。

【 図 3 】 図 2 に示す液体供給システムの代替図である。

【 図 4 】 本発明の一実施例による、光エレメントが投影ビーム中に配置されたリソグラフィック投影装置を示す図である。

【 図 5 】 異なる光エレメントが投影ビーム中に配置された、図 4 に示すリソグラフィック投影装置を示す図である。

【 図 6 】 投影ビーム中に光エレメントの組合せを備えたリソグラフィック投影装置を示す図である。

30

【 図 7 】 リソグラフィック投影装置の光エレメントに流体が充填された構造を示す線図である。

【 図 8 】 本発明による位置合せ装置を示す図である。

【 図 9 】 本発明の一実施例による代替位置合せ装置を示す図である。

【 図 1 0 】 本発明の一実施例による、位置合せモードにある投影システムを示す図である。

【 図 1 1 】 本発明による位置合せ装置の光エレメントの代替構造を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

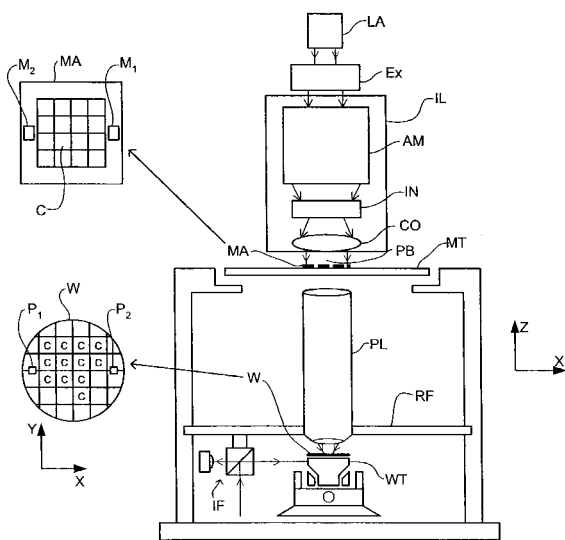
- 9、1 0、1 1、1 2、1 4 光エレメント
- 1 5 光エレメントの内部の流体
- 1 6 流体交換手段
- 2 1 コントローラ
- 2 2 検出器
- 3 0 液体供給システム
- 5 0 投影システム P L の最終レンズ・エレメント
- A B 位置合せビーム
- A M 調整手段
- A S 位置合せシステム
- B D ビーム引渡しシステム

40

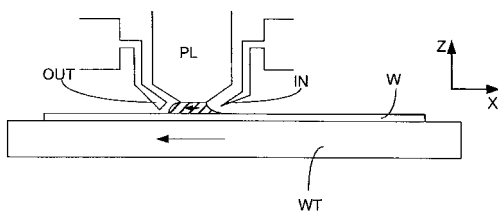
50

- C 目標部分
- CO コンデンサ
- F<sub>1</sub> 基準マーク
- IF 位置センサ
- IL 照明システム (イルミネータ)
- IN 入口
- IN インテグレータ
- M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub> マスク位置合せマーク
- MA パターン化手段 (マスク)
- MT 第1の支持構造 (マスク・テーブル)
- OUT 出口
- P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub> 基板位置合せマーク
- PB 投影放射ビーム (投影ビーム)
- PM 第1の位置決め手段
- PL 投影システム (レンズ、投影レンズ)
- PW 第2の位置決め手段
- SO 放射源
- W 基板
- WT 基板テーブル

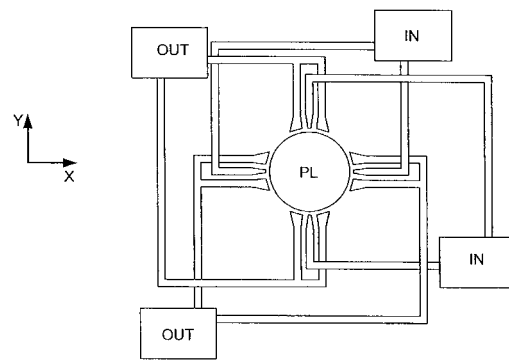
【図1】



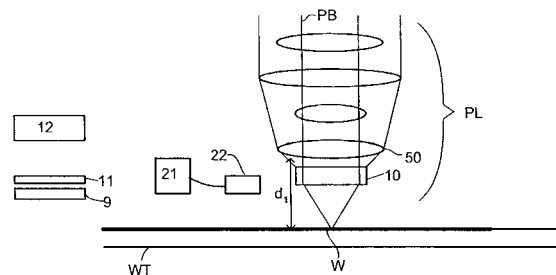
【図2】



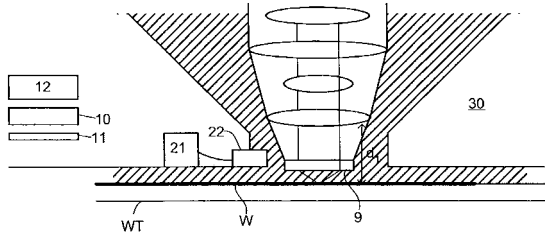
【図3】



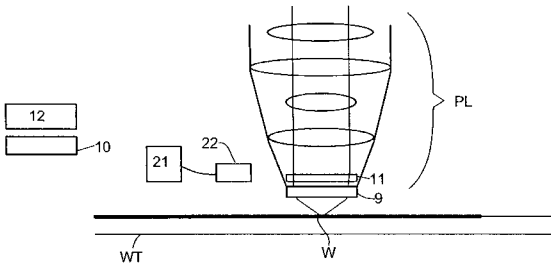
【図4】



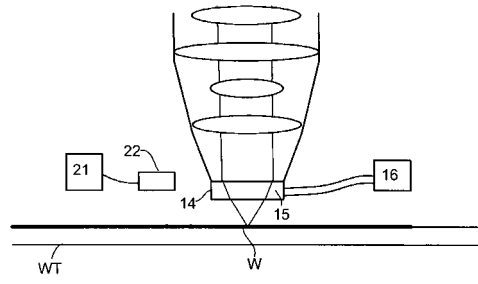
【図5】



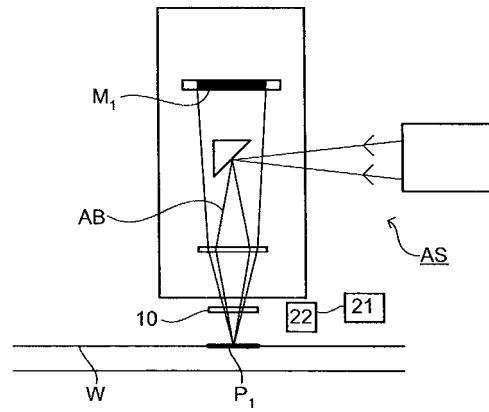
【図6】



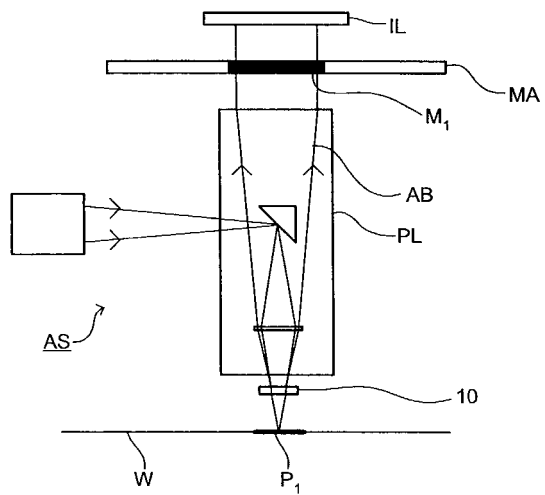
【図7】



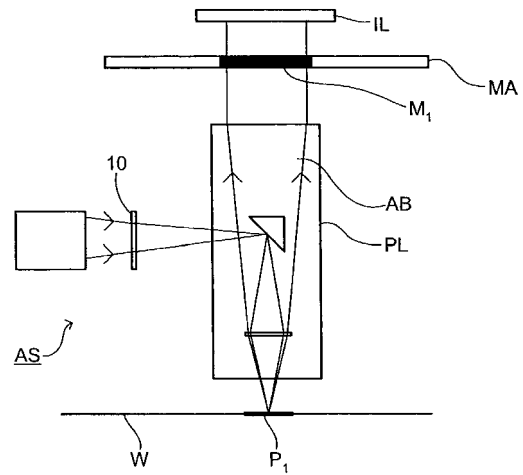
【図8】



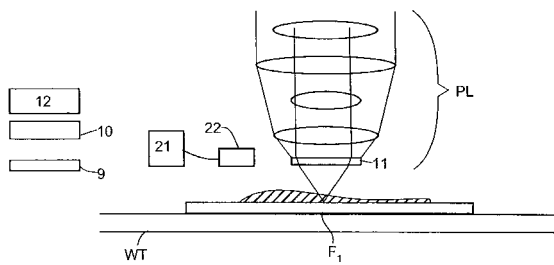
【図9】



【図11】



【図10】





## フロントページの続き

- (72)発明者 マリヌス アールト ファン デン ブリンク  
オランダ国、モエルゲシュテル、ヒルトスフェン 10
- (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、ホディバルデュスラーン 15

審査官 渡戸 正義

- (56)参考文献 特許第4248490(JP, B2)  
特開平10-303114(JP, A)  
特開昭60-223122(JP, A)  
特開2000-058436(JP, A)  
特開平05-275306(JP, A)  
特開平10-340846(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/027		
G03F	7/20	-	7/24