

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4970566号
(P4970566)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 1 5 D
 HO 1 L 21/30 5 1 6 Z

請求項の数 13 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-88441 (P2010-88441)
 (22) 出願日 平成22年4月7日(2010.4.7)
 (62) 分割の表示 特願2009-117 (P2009-117) の分割
 原出願日 平成17年7月6日(2005.7.6)
 (65) 公開番号 特開2010-183099 (P2010-183099A)
 (43) 公開日 平成22年8月19日(2010.8.19)
 審査請求日 平成22年5月7日(2010.5.7)
 (31) 優先権主張番号 10/885489
 (32) 優先日 平成16年7月7日(2004.7.7)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 504151804
 エーエスエムエル ネザーランズ ビー、
 ブイ、
 オランダ国 ヴェルトホーフエン 550
 4 ディー アール、デ ラン 6501
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大貫 敏史
 (72) 発明者 ボブ シュトレーフケルク
 オランダ国、ティルブルグ、エスドーンシ
 ュトラート 31

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ投影装置およびデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パターン付与された放射線ビームを基板に投影する投影系と、
 前記投影系と前記基板との間の空間に液体を供給する液体供給系と、
 投影完了後に、前記基板および/または前記基板を保持するテーブルに残った残留液体
 を検出する残留液体検出器と、を有し、

前記残留液体検出器は、空気ゲージ、自動焦点スポット投影装置、スキャッタロメータ
 、赤外線センサ、並びに、グレーティング角レーザビーム及び散乱光を検出するための検出
 器、を含む群から選択された1つまたは複数のデバイスと、とを含み、

パターン付与されたビームが投影された先の目標箇所での前記残留液体の検出が、パタ
 ーン付与されたビームの投影と並行して実行される、リソグラフィ投影装置。

【請求項 2】

前記残留液体検出器は、前記基板および/または前記テーブルに平行ビームを集束する
 ボイスコイルに装着されたコリメーティングレンズを有する自動焦点スポット投影装置を
 備える、請求項 1 に記載のリソグラフィ投影装置。

【請求項 3】

前記残留液体検出器は、蒸発のために低温になっている箇所を検出する赤外線センサを
 備える、請求項 1 に記載のリソグラフィ投影装置。

【請求項 4】

前記残留液体検出器は、前記テーブル上の粒子をさらに検出する請求項 1 乃至請求項 3

10

20

のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

【請求項 5】

液体が前記残留液体検出器によって検出された場合に、前記基板、前記テーブル、または、それら両者を乾燥するように構成された乾燥ステーションを更に有する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載されたリソグラフィ投影装置。

【請求項 6】

前記投影系が露光ステーションに配設され、前記残留液体検出器が測定ステーションに配設され、前記測定ステーションが前記露光ステーションから物理的に離れている請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載されたリソグラフィ投影装置。

【請求項 7】

前記残留液体検出器が、残留液体検出時に、乾燥作業の実行を指示する警報またはエラー信号を発生させる請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載されたリソグラフィ投影装置。

【請求項 8】

投影段階と、
リソグラフィ装置の投影系を用いる段階と、
パターン付与された放射線ビームを、液体を通して基板に投影する段階と、
投影完了後に、前記基板および/または前記基板を保持するテーブルの表面の残留液体を検出する段階とを含み、

前記残留液体検出器は、空気ゲージ、自動焦点スポット投影装置、スキャッタロメータ、赤外線センサ、並びに、グレーティング角レーザビーム及び散乱光を検出するための検出器、を含む群から選択された 1 つまたは複数のデバイスと、とを含み、

パターン付与されたビームが投影された先の目標箇所での前記残留液体を検出する段階が、パターン付与されたビームの投影と並行して実行される、デバイス製造方法。

【請求項 9】

前記残留液体検出器は、前記基板および/または前記テーブルに平行ビームを集束するボイスコイルに装着されたコリメーティングレンズを有する自動焦点スポット投影装置を備える、請求項 8 に記載のデバイス製造方法。

【請求項 10】

前記残留液体検出器は、蒸発のために低温になっている箇所を検出する赤外線センサを備える、請求項 8 に記載のデバイス製造方法。

【請求項 11】

前記残留液体を検出する段階において、さらに、前記テーブル上の粒子を検出する請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載のデバイス製造方法。

【請求項 12】

前記残留液体が検出された時に、前記基板、前記テーブル、または、それら両者を乾燥する段階を更に含む請求項 8 乃至請求項 11 のいずれか一項に記載されたデバイス製造方法。

【請求項 13】

前記パターン付与された放射線ビームを投影する段階が、露光ステーションで実行され、前記残留液体を検出する段階が、前記露光ステーションから物理的に離れている測定ステーションで実行される請求項 8 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載されたデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はリソグラフィ装置およびデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ装置は、所望パターンを基板（通常は、基板の目標部分）に投与する機械

10

20

30

40

50

である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路（IC）の製造で使用できる。この例で、場合によりマスクまたはレチクルと呼ばれるパターン付与デバイスは、ICの個々の層に形成すべき回路パターンの発生に使用できる。このパターンを、基板（例えば、シリコンウェハ）の目標部分（例えば、1つまたはそれ以上のダイの一部を有する）に転写することができる。パターンの転写は、通常、基板上に設けた放射線感光性材料（レジスト）層への画像投与による。一般に、単一基板は、順次パターン投与される相互隣接目標部分から成るネットワークを含む。既知のリソグラフィ装置は、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各目標部分が照射される、いわゆるステッパと、所定方向（走査方向）で投影ビームによってマスクパターンを走査し、これと同期して、前記走査方向と平行または反平行に基板テーブルを走査することによって各目標部分が照射される、いわゆるスキャナとを含む。基板に対してパターンを刻印（インプリント）することによって、パターン付与デバイスによるパターンを基板に転写することもできる。

10

【0003】

リソグラフィ投影装置における基板を、水等の比較的高い屈折率を有する液体中に浸漬して、投影系の最終部材と基板の間の空間を満たすことが、既に提案されている。その要点は、より小さな形態の画像形成を可能にすることである。これは、露光放射線が、液体中で、より短い波長を有するからである。液体の効果は、投影系の有効開口数（NA）を増大させ、また、焦点深度を増大させると見なしてもよい。固体粒子（例えば、水晶）を懸濁させた水等のその他の浸漬液も提案されている。

【0004】

しかし、基板、または、基板および基板テーブルを液体槽に浸す（例えば、米国特許第4509852号参照。その全記載内容を引用によって本明細書の記載として援用する）と、走査露光中に加速すべき液体が大量にあることになる。そのためには、追加モータ、または、より強力なモータが必要になり、液体中の乱流が、望ましくない予期できない影響を惹起することがある。

20

【0005】

提案された解決方法の一つは、液体供給系を用いて、基板上の局所領域、および、投影系の最終部材と基板との間にのみ液体を提供することである（通常、基板は、投影系の最終部材よりも大きい表面積を有する）。これを調整するために提案された一つの方法が国際PCT特許第99/49504号に開示されている（その全記載内容を引用によって本明細書の記載として援用する）。図2、図3で示すように、好ましくは最終部材に対する基板の運動方向に沿って、少なくとも1つの入口INから液体が基板上に供給され、投影系の下を通過した後、少なくとも1つの出口OUTから排出される。つまり、-X方向で最終部材の下で基板が走査される時、液体を最終部材の+X側に供給し、-X側で回収する。図2は、入口INを通じて液体を供給し、低圧源に接続された出口OUTによって最終部材の他方側で吸収する配置関係を模式的に示す。図2では、液体を、最終部材に対する基板の運動方向に沿って供給するが、そうである必要はない。種々の方向および最終部材の周囲に配置する種々の数の入口および出口が可能であり、その一例が図3に示され、ここでは各側に出口がある4組の入口が最終部材の周囲に規則的パターンで設けられている。

30

40

【0006】

提案されている別の液体供給系では、液体供給系にシール部材を設け、これは投影系の最終部材と基板テーブル間にある空間の境界の少なくとも一部に沿って延在する。このような解決法が図4に図示されている。シール部材は、XY面で投影系に対してほぼ静止しているが、Z方向（光軸方向）には多少の相対的運動がある。シールを、シール部材と基板の表面との間に形成する。液体が、2つの溝入口INによって投影系PLの各側に供給され、入口INの半径方向外側に配置構成された複数の個別出口OUTによって除去される。入口INおよびOUTは、中心に穴がある面に配置構成することができ、これを通して投影ビームを投影する。液体は、投影系PLの一方側にある1つの溝入口INによって供給され、投影系PLの他方側にある複数の個別出口OUTによって除去され、それによ

50

って投影系 P L と基板 W との間に薄膜の液体の流れが生じる。入口 I N と出口 O U T のどの組み合わせを使用するかは、基板 W の運動方向に依存する（入口 I N と出口 O U T の他の組み合わせは非活動状態である）。

【 0 0 0 7 】

シールは、ガスシールのような非接触シールであることが好ましい。ガスシールを有するこのようなシステムが、米国特許出願第 1 0 / 7 0 5 7 8 3 号で開示されている（その全記載内容を引用によって本明細書の記載として援用する）。

【 0 0 0 8 】

浸漬装置を使用して基板を露光した後、水などの浸漬液が基板および/または基板テーブル上に残る可能性がある。このような残留液体は、様々な問題を引き起こすことがある。基板上の液体は、例えば露光後の焼成温度の不均一性により、基板のその後の処理にエラーを引き起こし、基板テーブル上に、特にセンサおよび基板認識マーク上に液体があると、その後の測定にエラーを引き起こすことがあり、望ましくない。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

したがって、浸漬式リソグラフィ装置内で基板を露光した後、例えば基板および/または基板テーブル上の残留液体の発生を防止するか、減少させると有利である。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明の一観点によれば、以下の リソグラフィ投影装置が提供される。

【 0 0 1 1 】

基板を保持するように構成された基板テーブルと、
パターン付与された放射線ビームを前記基板に投影するように配設された投影系と、
投影系と基板との間の空間に液体を供給するように構成された液体供給系と、
露光完了後に、基板および/または基板テーブルに残った液体を検出するように構成された残留液体検出器とを有するリソグラフィ投影装置。

【 0 0 1 2 】

本発明の一実施形態では、リソグラフィ投影装置が、残留液体検出器によって液体が検出された場合に、基板、基板テーブル、または、それら両者を乾燥するように構成された乾燥ステーションを更に有する。

【 0 0 1 3 】

本発明の一実施形態では、残留液体検出器が、投影系の光軸に事実上平行方向での表面位置、投影系の光軸に対して事実上直角である複数の軸線の周囲での表面の傾斜、または、それら両者を測定するように構成されたレベルセンサを有する。

【 0 0 1 4 】

本発明の一実施形態では、残留液体検出器が、投影系の光軸に対して事実上直角方向で、マーカー（指標）位置を測定するように構成されたアラインメントセンサ（位置合わせセンサ）を有する。

【 0 0 1 5 】

以上の 2 つの例において、基板の表面、基板テーブルの表面、または、それら両者の表面上の液体の検出が、標準動作範囲外の測定値が得られるレベルセンサおよび/またはアラインメントセンサによって行われる。

【 0 0 1 6 】

別の実施形態では、残留液体検出器が、空気ゲージ、容量センサ、自動焦点スポット投影装置、スキャッタロメータ、カメラ、赤外線センサ、および、グレーディング角レーザビームを含む群から選択された 1 つまたは複数のデバイスと、散乱光を検出するための検出器とを含む。

【 0 0 1 7 】

本発明の更に別の実施形態では、残留液体検出器が、基板テーブルを一定の鉛直方向位

10

20

30

40

50

置に維持するためにアクチュエータによって加えられる力を監視するように構成された監視回路を含む。

【0018】

本発明の一実施形態では、残留液体検出器が計量センサ装置を含み、該各計量センサが基板持上げデバイスを具備し、計量センサ装置は、基板が基板持上げデバイスによって基板テーブルから持上げられている時に、基板が平衡を失っているか否かを決定するように配設される。

【0019】

本発明の別の観点によれば、以下のデバイス製造方法が提供される。

【0020】

投影段階と、
リソグラフィ装置の投影系を用いる段階と、
パターン付与された放射線ビームを、液体を通して、基板テーブルによって保持された基板に投影する段階と、
投影完了後に、基板および/または基板テーブルの表面の残留液体を検出する段階とを含むデバイス製造方法。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一具体例に係わるリソグラフィ装置を示す。

【図2】リソグラフィ投影装置の液体供給系を示す。

【図3】リソグラフィ投影装置の液体供給系を示す。

【図4】リソグラフィ装置の別の液体供給系を示す。

【図5】本発明の一具体例に係わる液体供給系を示す。

【図6】本発明の別例に係わる、測定ステーションにある測定デバイスおよびセンサを示す。

【図7】本発明の別例に係わる、測定ステーションにある測定デバイスおよびセンサを示す。

【図8】本発明の別例に係わる、測定ステーションにある測定デバイスおよびセンサを示す。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明の実施例を、単なる具体例として、添付図面を見ながら説明する。図中、対応する部材に対応する符号を付している。

【0023】

図1は、本発明の1つの実施形態によるリソグラフィ装置を概略的に示す。この装置は、放射線ビームPB（例えば、UVまたはDUV放射線）を調整するように構成された照明システム（照明装置）ILと、

パターン付与デバイス（例えば、マスク）MAを支持し、かつ、特定のパラメータに従って正確にパターン付与デバイスの位置決めを行うように構成された第一位置決め装置PMに連結を行った支持構造（例えば、マスクテーブル）MTと、

基板（例えば、レジスト塗布したシリコンウェハ）Wを保持し、かつ、特定のパラメータに従って正確に基板の位置決めを行う第二位置決め装置PWに連結を行った基板テーブル（例えば、ウェハテーブル）WTと、

パターン付与デバイスMAによって放射線ビームPBに与えられたパターンを基板Wの目標部分C（例えば、1つあるいはそれ以上のダイから成る）に投影するように構成された投影系（例えば、屈折性投影レンズ）PLを有する。

【0024】

照明系は、放射線の誘導、成形、あるいは制御を行う屈折、反射、磁気、電磁気、静電気またはその他のタイプの光学構成要素等の各種光学構成要素も含むことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

支持構造は、パターン付与デバイスを支持、つまりその重量を担持する。これは、パターン付与デバイスの方向、リソグラフィ装置の設計、および他の条件、例えばパターン付与デバイスが真空環境で保持されているか否かに応じた方法で、パターン付与デバイスを保持する。支持構造は、パターン付与デバイスを保持するために、機械的、真空、静電気、または他の締め付け技術を使用することができる。支持構造は、例えばフレームまたはテーブルでよく、これは必要に応じて、固定式でも、可動式でもよい。支持構造は、パターン付与デバイスが、例えば投影系などに対して所望位置にあることを保証することができる。本明細書で使用する用語「レチクル」または「マスク」は、より一般的な用語「パターン付与デバイス」と同義であると考えてよい。

10

【 0 0 2 6 】

本明細書で用いる用語「パターン付与デバイス」は、入射する放射線ビームに、基板の目標部分にパターンを作るよう、投影ビームの断面にパターンを付与するために使用できるデバイスまたは構造を指すものとして広義に解釈すべきである。投影ビームに付与されるパターンは、例えば、パターンが移相形体またはいわゆるアシスト形体を含む場合、基板の目標部分における所望のパターンに正確に対応しないことがあることに留意されたい。一般的に、投影ビームに付与されるパターンは、集積回路などの目標部分に作られるデバイスの特別な機能層に相当する。

【 0 0 2 7 】

パターン付与デバイスは透過性または反射性であってよい。パターン付与デバイスの例には、マスク、プログラム可能なミラーアレイ、およびプログラム可能なLCDパネルがある。マスクは、リソグラフィにおいて周知であり、これには、各種ハイブリッドマスクタイプのみならず、バイナリマスク、レベンソンマスク、減衰位相シフトマスクといったようなマスクタイプも含まれる。プログラム可能なミラーアレイの一例は小ミラーのマトリクス配列を用いる。そのミラーの各々は、異なる方向に入射の放射線ビームを反射するよう個々に傾斜することができる。傾斜したミラーは、ミラーマトリクスで反射する放射線ビームにパターンを与える。

20

【 0 0 2 8 】

本明細書で用いる用語「投影系」は、例えば使用する露光放射線、または浸漬流体の使用や真空の使用などの他の要因に合わせて適宜、例えば屈折光学システム、反射光学システム、反射屈折光学システム、磁気光学システム電磁光学システムおよび静電気光学システム、またはその組み合わせを含む任意のタイプの投影系を網羅するものとして広義に解釈すべきである。本明細書において用語「投影レンズ」を用いた場合、これはさらに一般的な用語「投影系」と同義であると見なされる。

30

【 0 0 2 9 】

ここで示しているように、本装置は透過タイプである（例えば、透過マスクを使用する）。代替的に、装置は反射タイプでもよい（例えば、上記で言及したようなタイプのプログラム可能なミラーアレイを使用するか、反射マスクを使用する）。

【 0 0 3 0 】

リソグラフィ装置は2つ（デュアルステージ）、または、それ以上の基板テーブル（および/または、2つまたはそれ以上のマスクテーブル）を有するタイプのものである。このような「多段」機械においては、追加のテーブルが並列して使用される。もしくは、1つ以上の他のテーブルが露光に使用されている間に予備工程が1つ以上のテーブルにて実行される。

40

【 0 0 3 1 】

欧州特許出願第03257072.3号では、ツインまたはデュアルステージ浸漬リソグラフィ装置の概念が開示されている。このような装置には、基板を支持するために2つのテーブルを設ける。浸漬液なしで第一位置にてレベリングの測定を実行し、浸漬液が存在する第二位置でテーブルの露光を実行する。代替的には、装置が単一テーブルを有する

50

【 0 0 3 2 】

図 1 を見ると、照明装置 I L は放射線源 S O から放射線のビームを受け取る。放射線源とリソグラフィ装置とは、例えば放射線源がエキシマレーザである場合に、別体でよい。このような場合、放射線源はリソグラフィ装置の一部を形成すると見なされず、放射線ビームは、例えば適切な集光ミラーおよび/またはビームエクパンダー（ビーム拡張器）等を有するビーム送出系 B D の助けにより、放射線源 S O から照明装置 I L へと渡される。その他の場合、例えば放射線源が水銀ランプの場合は、放射線源が装置の一体部品でもよい。放射線源 S O および照明装置 I L は、必要に応じてビーム送出系 B D とともに、放射線系と呼ぶことができる。

【 0 0 3 3 】

照明装置 I L は、放射線ビームの角度強度分布を調節する調節装置 A D を有してよい。一般的に、照明装置の瞳面における強度分布の少なくとも外部および/あるいは内部放射範囲（一般的にそれぞれ、外側 および内側 と呼ばれる）を調節することができる。また、照明装置 I L は、積分器 I N およびコンデンサ C O のような他の様々な構成要素を有してよい。照明装置は、投影ビーム P B と呼ばれ、その断面に亘り所望する均一性と強度分布とを有するために、放射線ビームの調整に使用してよい。

【 0 0 3 4 】

放射線ビーム P B は、基板構造（例えば、マスクテーブル M T）上に保持されているパターン付与デバイス（例えば、マスク M A）に入射し、パターン付与デバイスによってパターン形成される。放射線ビーム P B は、マスク M A を越えて、基板 W の目標部分 C 上にビームを集束する投影レンズ P L を通過する。第二位置決め装置 P W および位置センサ I F（例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダまたは容量センサ）の助けにより、基板テーブル W T は、例えばビーム P B の経路における異なる目標部分 C に位置を合わせるために正確に運動可能である。同様に、第一位置決め装置 P M および別の位置センサ（図 1 には明示的に図示せず）を使用して、例えばマスクライブラリから機械的に検索した後、あるいは走査運動の間に、ビーム P B の経路に対してマスク M A を正確に位置決めすることができる。一般的に、マスクテーブル M T の運動は、第一位置決め装置 P M の部分を形成する長行程モジュール（粗動位置決め）および短行程モジュール（微動位置決め）にて行われる。しかし、同様に、基板テーブル W T の運動は、第二位置決め装置 P W の部分を形成する長行程モジュールおよび短行程モジュールを使用して実現される。ステップの場合（スキャナとは対照的に）、マスクテーブル M T は短行程アクチュエータに連結されるだけであるか、あるいは固定される。マスク M A および基板 W は、マスクアラインメントマーク M 1、M 2 および基板アラインメントマーク P 1、P 2 を使用して位置合わせすることができる。図示のような基板アラインメントマークは専用の目標部分を占有しているが、目標部分間のスペースに配置してもよい（これはスクライプレーンアラインメントマークとして知られる）。同様に、マスク M A に複数のダイを設ける状況では、マスクアラインメントマークをダイ間に配置してもよい。

【 0 0 3 5 】

図示装置は以下のモードのうち少なくとも 1 つにて使用可能である。

【 0 0 3 6 】

1. ステップモードにおいては、マスクテーブル M T および基板テーブル W T は基本的に静止状態に保たれている。そして、放射線ビームに与えたパターン全体が 1 回の作動（すなわち 1 回の静止露光）で目標部分 C に投影される。次に基板テーブル W T が X 方向および/あるいは Y 方向にシフトされ、異なる目標部分 C が照射され得る。ステップモードでは、露光フィールドの最大サイズが、1 回の静止露光で描像される目標部分 C のサイズを制限する。

【 0 0 3 7 】

2. 走査モードにおいては、マスクテーブル M T および基板テーブル W T を同期走査する一方、放射線ビームに与えられたパターンを目標部分 C に投影する（つまり 1 回の動的露光）。マスクテーブル M T に対する基板テーブル W T の速度および方向は、投影系 P L

10

20

30

40

50

の拡大（縮小）および像反転特性によって決定される。走査モードでは、露光フィールドの最大サイズが、1回の動的露光で目標部分の幅（非走査方向における幅）を制限し、走査動作の距離長が目標部分の高さ（走査方向における）を決める。

【0038】

3. 別のモードでは、マスクテーブルMTが基本的に静止状態に維持されて、プログラム可能なパターン付与デバイスを保持し、放射線ビームに与えられたパターンを目標部分Cに投影する間に、基板テーブルWTが動作するか、走査される。このモードでは、一般的にパルス状放射線源を使用して、基板テーブルWTを動作させるごとに、または走査中に連続する放射線パルス間に、プログラム可能なパターン付与デバイスを必要に応じて更新する。この動作モードは、以上で言及したようなタイプのプログラム可能なミラーアレイなどのプログラム可能なパターン付与デバイスを使用するマスクなしリソグラフィに容易に適用することができる。

10

【0039】

前記使用モードの組合せ、および/または、変形、または全く異なる使用モードも使用できる。

【0040】

図5は、投影系と基板ステージとの間に液体貯溜部10を有する液体供給系を示す。液体貯溜部10は、入口/出口ダクト13を介して提供された水などの比較的高い屈折率を有する液体11で充填される。液体は、投影ビームの放射線が、空気または真空中よりも液体中で短い波長を有し、より小さい形体を解像できるという効果を有する。投影系の解像度限界は、特に投影ビームの波長およびシステムの開口数によって決定されることがよく知られている。液体の存在は、有効開口数を増加させるものと見なすこともできる。さらに、開口数が固定されていれば、液体は被写界深度の増大に効果的である。

20

【0041】

貯溜部10は、投影系の鏡像力場の周囲で基板に非接触シールを形成し、したがって液体は、基板表面と投影系の最終部材との間にある空間の充填に制約される。貯溜部はシール部材12によって形成され、該シール部材12は、投影系PLの最終部材を囲んでその下に配置される。液体を、投影系の下でシール部材12内の空間に入れる。シール部材12は、投影系の最終部材よりも少し上に延在しており、液体緩衝域が作られるように液体レベルが最終部材の上まで高まる。シール部材12は内周を有し、これは上端部にて投影系のステップまたはその最終部材とほぼ一致することが好ましく、例えば丸くしてよい。底部では、内周は画像領域の形状にほぼ一致し、例えば長方形であるが、そうである必要はない。

30

【0042】

液体は、シール部材12の底部と基板Wの表面との間にあるガスシール16によって、貯溜部内に制約される。ガスシールはガスによって形成され、これは例えば空気または合成空気であるが、N₂または別の不活性ガスであることが好ましく、入口15を通してシール部材12と基板との間の隙間に加圧状態で提供され、第一出口14を通して抽出される。ガス入口15への過剰圧力、第一出口14の真空レベル、およびギャップの幾何学的形状は、液体を制約する高速のガス流が内側にあるように構成される。あるいは、貯溜部内に液体を制約するように液体の流れが設定された液体シールを使用してよい。

40

【0043】

実施時には、ガスシールは2つの環状溝によって形成され、これは溝の周囲に隔置された一連の小さい導管によって、それぞれ第一入口15および第一出口14に接続される。入口15および出口14は、シール部材12の周囲を囲む複数の個別オリフィスであるか、連続的な溝またはスリットでもよい。入口および出口のそれぞれで、シール部材に大きい環状の窪みを設けて、マニホールドを形成してよい。ガスシールは、気体支承部として挙動することにより、シール部材12を支持するのにも効果的である。液体シールは、動的または静的支承部として作用してもよい。

【0044】

50

リソグラフィ装置の測定ステーションには、露光のために基板を準備したり、露光したレジストを認定したりする際に使用するために、各種センサおよび測定デバイスを設ける。その幾つかを図6に示す。基板Wは、測定ステーション（またはさらなる装填/取り出しステーション）で基板テーブルWTに装填され、必要な露光前措置を執る。例えば、レベルセンサ30は、その後、露光中に基板のレベリングに使用するために、基板全体の高さマップを作成するために使用され、アラインメントセンサ20は、基板テーブルWTに装着された透過像センサTISに組み込まれた基準マーカに対する基板W上のアラインメントマーカの位置を測定するために使用される。次に、露光を完了するために、基板テーブルWTおよび基板Wを露光ステーションへと移動させ、次に必要な露光後測定のために測定ステーションに戻す。スループット（処理能力）を改善するために、装置は、別の基板を測定中に、1つの基板で露光を実行できるように、装置は第二基板テーブルを有してよい。装置に基板テーブルが1つしかない場合は、露光ステーションに測定デバイスおよびセンサを設けて、レベリングなどの何らかの測定を露光と同時に実行することができる。

10

【0045】

本発明の一具体例では、露光後認定プロセスは、露光が完了した後に基板および/または基板テーブル上に残った残留液体の検出を含む。液体供給系は、露光に使用した液体を可能な限り全て除去するように配置構成されているが、多少の液体が残る可能性がある。基板上の液体は、例えば露光後の焼成プロセスで温度変動を引き起こし、その後の基板処理に問題を起こすことがある。残留液体から生じる蒸気は、露光後焼成に使用する焼成プレートの腐食も引き起こす。基板テーブル上の残留液体も腐食を引き起こすか、基準マーカの位置を測定しようとする場合に、アラインメントセンサなどのセンサの動作を妨害することがある。基板テーブルの側面上を、干渉計位置測定系のミラーへと移動するような残留液体は、そのシステムの出力にエラーを引き起こすことがある。残留液体は、図6では小滴として図示されているが、薄膜の形態をとることもある。

20

【0046】

基板および/または基板テーブル上の残留液体を検出する方法は、レベルセンサ30で高さマッピングプロセスを実行することである。残留液体の存在は、センサの標準動作範囲以外での高さおよび/または傾斜測定値によって、または基準高さマップから、または露光前に実行した高さマップからの大きな変動によって示される。残留液体は、アラインメントセンサ20でアラインメント測定を実行することによっても検出することができる。この場合も、センサの標準動作範囲以外の測定値、または、露光前測定値からの大きな変動が、残留液体を示す。

30

【0047】

残留液体が検出された場合は、手動是正措置をとるようにオペレータに指示するために、警報信号を発出させてもよい。代替的に、一体化された自動乾燥系を起動するか、乾燥プロセスを既に実行している場合は、再起動する。基板上に残留液体が検出された場合は、基板を通常の方法でトラックユニットへと取り出すが、露光後焼成、または、液体の存在で影響を受けやすいその他のプロセスの前に、スピン乾燥等の追加の乾燥ステップを実行するようにトラックユニットに命令するために、エラーコードフラグを付随させることができる。

40

【0048】

別の例では、専用の液体検出器を使用して、残留液体を検出する。これは、容量センサ40および/または図7で示すような空気ゲージ50の形態をとってよい。他の可能なタイプのセンサは、スキャッタセンサ、カメラ、例えばCCDカメラ、蒸発のためにさらに低温であるスポットを検出する赤外線センサ、および基板上の粒子を検出する既知のセンサを含む。自動焦点スポット投影装置も使用することができる。このようなデバイスは、CDまたは他の光学ディスクドライブのピックアップ内で往々にして見られ、平行ビームを基板上に集束するためにボイスコイルに装着されたコリメーティングレンズ（平行化レンズ）を有する。反射ビームは、カッドセル光検出器（quad cell photodetector）等の

50

検出器に指向せしめられ、これは、例えば反射ビームの楕円率を検出することにより、基板上のスポットが焦点にあるか否かを検出する。次に、サーボ回路がコリメーティングレンズの位置を調節して、基板上のスポットを焦点に合わせる。基板上に液体が存在すると、レンズと基板の間の光路長が変化し、したがってレンズが補償のために移動する。この移動は、例えばボイスコイルへの駆動信号を監視し、液体の存在を示すことによって検出することができる。このようなデバイスは、基板上に投影されたビームのスポットが非常に小さく、例えば回折限界にでき、したがって非常に小さい液体小滴を検出できると有利である。図8を見ると、別の可能なタイプのセンサは、残留液体によって散乱した光を検出するためにレーザ放出器60および光検出器61を有する。

【0049】

基板テーブルは、検出器を越えて走査されるか、検出器をロボットアーム上に設けて、基板および/または基板テーブルを検出することができる。放出器/検出器センサの場合、放出されたビームは、例えば回転する多角形ミラーを使用して、基板を走査するように配置構成することができる。残留液体の検出にかかる時間を短縮するか、基板および基板テーブル表面の異なる部分で使用するために、複数の検出器を設けてよい。

【0050】

特に装置が単一ステージ装置である場合、残留液体を検出するための1つまたは複数のセンサを露光ステーションに設けて、1回または複数回の露光と並行して(つまり、先に露光された目標位置で液体を検出する)、または、全ての露光を終えた後に、該検出センサを作動させてもよいことに留意すべきである。十分に小型であれば、1つまたは複数のセンサを液体供給系に設けてもよい。

【0051】

別例では、基板テーブル上の残留液体の追加重量を検出することによって残留液体の検出が行われる。これは、一定の鉛直方向位置に維持するためにZアクチュエータまたは重量補償装置によって基板テーブルに加える力を監視する回路またはソフトウェアルーチンによって実行することができる。

【0052】

代替例では、追加重量は、各計量センサが基板リフトピンを伴う計量センサ装置に、前記リフトピンによって基板テーブルから持ち上げられている場合に基板が平衡を失っているか判断させることによって検出することができる。

【0053】

本発明は、任意の浸漬リソグラフィに、特に前述したタイプに適用することができるが、それに限定されない。

【0054】

基板または基板テーブル上の残留液体の検出以外に、本発明は同様に、基板テーブルおよび/またはセンサ上の粒子の検出にも適切である。このような粒子を検出して、それを除去させると有利である。というのは、粒子が、基板テーブルの走査運動中に浸漬流体によって拾われ、次に基板表面に落ち着くことがあり、これは目標部分に作られるデバイスの欠陥につながるからである。

【0055】

本文ではICの製造におけるリソグラフィ装置の使用に特に言及しているが、本明細書で説明するリソグラフィ装置がその他の多くの用途においても使用可能である。例えば、これは、集積光学装置、磁気ドメインメモリ用ガイダンスおよび検出パターン、フラットパネルディスプレイ、液晶ディスプレイ(LCD)、薄膜磁気ヘッド等の製造に使用され得る。こうした代替的な用途においては、本文にて使用した用語「ウェハ」または「ダイ」は、それぞれ「基板」または「目標部分」といった、より一般的な用語に置き換えて使用され得ることが当業者には理解される。本明細書で言及する基板は、露光前または露光後に、例えばトラック(通常はレジストの層を基板に塗布し、露光したレジストを現像するツール)または計測または検査ツールで処理することができる。適宜、本明細書の開示は、以上およびその他の基板処理ツールに適用することができる。さらに、基板は、例え

10

20

30

40

50

ば多層ICを生成するために、複数回処理することができ、したがって本明細書で用いる用語「基板」は、既に複数の処理済み層を含む基板も指す。

【0056】

以上では、本発明の具体例での使用を光学リソグラフィの文脈で言及しているが、本発明は、例えばインプリントリソグラフィなどのその他の用途にも使用することができ、状況が許せば、光学リソグラフィに制限されない。インプリントリソグラフィでは、パターン付与デバイスのトポグラフィが基板上に作られるパターンを規定する。パターン付与デバイスのトポグラフィを、基板に供給されたレジストの層に押しつけ、その後電磁放射線、熱、圧力またはその組み合わせを加えて、レジストを硬化する。パターン付与デバイスをレジストから外し、レジストの硬化後にパターンをそこに残す。

10

【0057】

本明細書では、「放射線」および「ビーム」という用語は、イオンビームあるいは電子ビームといったような粒子ビームのみならず、紫外線(UV)放射線(例えば、365nm、248nm、193nm、157nm、あるいは126nmの波長を有する)および超紫外線(EUV)放射線(例えば、5nm~20nmの範囲の波長を有する)を含むあらゆる種類の電磁放射線を網羅するものとして使用される。

【0058】

「レンズ」という用語は、状況が許せば様々な光学構成要素のうち任意の1つまたはその組み合わせを指す。例えば屈折、反射、磁気、電磁気および静電光学構成要素である。

【0059】

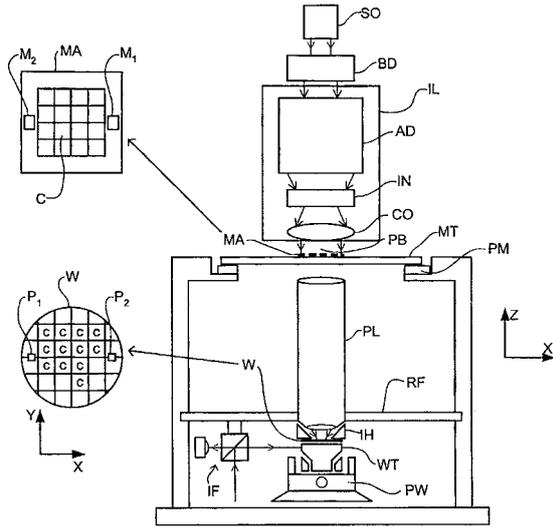
以上、本発明の実施形態を詳細に説明したが、説明とは異なる方法でも本発明を実践できることが理解される。例えば、本発明の実施形態は、上記で開示したような方法を記述する機械で読み取り可能な命令の1つまたは複数のシーケンスを有するコンピュータプログラム、またはこのようなコンピュータプログラムが記憶されたデータ記憶媒体(例えば、半導体メモリ、磁気または光ディスク)の形態をとることができる。

20

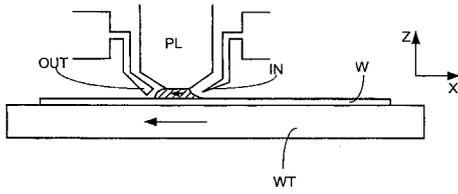
【0060】

以上の説明は例示的であり、限定的なものではない。したがって、特許請求の範囲から逸脱することなく、前記本発明を変形できることが当業者には明白である。

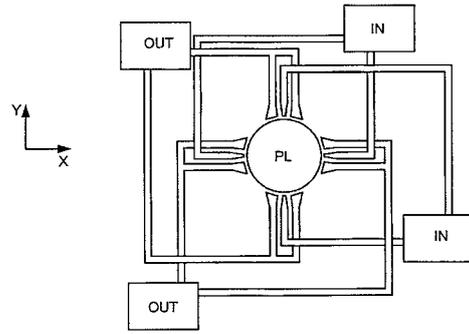
【 図 1 】



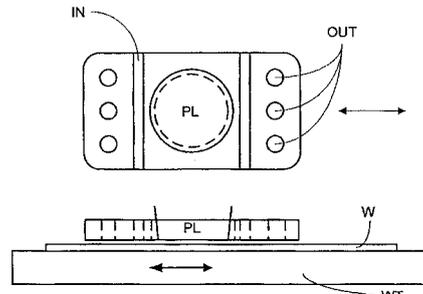
【 図 2 】



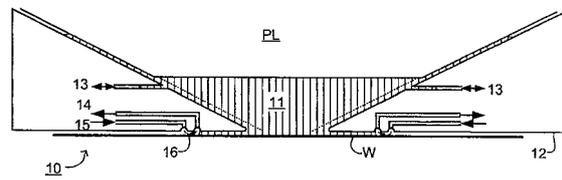
【 図 3 】



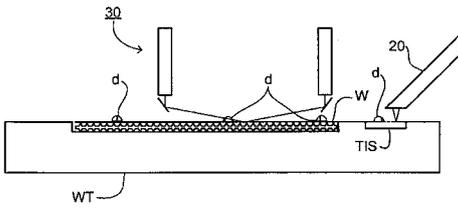
【 図 4 】



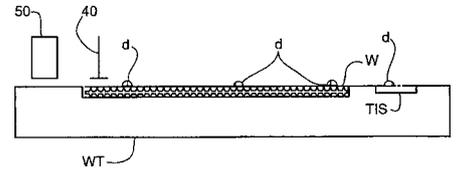
【 図 5 】



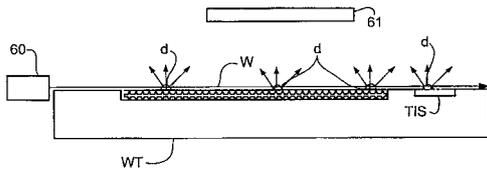
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ヨハネス ヤコブス マテウス パーゼルマンス
オランダ国、オイルショット、デ クルイク 1
- (72)発明者 シュールド ニコラース ラムベルテュス ドンダース
オランダ国、エス - ヘルトゲンボシュ、 アハター ヘト シュタドヒュイス 24
- (72)発明者 クリスティアーン アレクサンダー ホーゲンダム
オランダ国、フェルトホーフエン、ルネット 43
- (72)発明者 ジェローン ヨハネス ソフィア マリア メルテンス
オランダ国、デュイツェル、ケムプシュトラート 19
- (72)発明者 ヨハネス キャサリヌス ヒューベルテュス ムルケンス
オランダ国、ヴァールレ、フォート 5

審査官 佐野 浩樹

- (56)参考文献 国際公開第2005/076321(WO, A1)
国際公開第2005/036621(WO, A1)
特開2003-234265(JP, A)
特開2005-259789(JP, A)
特開2004-134461(JP, A)
特開平06-168866(JP, A)
特開平06-124873(JP, A)
国際公開第2005/081293(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L21/027、21/30