

(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2005-45265  
(P2005-45265A)

(43) 公開日 平成17年2月17日(2005.2.17)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027	H01L 21/30 515D	5F046
G03F 7/20	G03F 7/20 521	

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-215042 (P2004-215042)	(71) 出願人	504151804 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 フェルトホーフエン、デルン 6501
(22) 出願日	平成16年7月23日 (2004.7.23)	(74) 代理人	100066692 弁理士 浅村 皓
(31) 優先権主張番号	03255228.3	(74) 代理人	100072040 弁理士 浅村 肇
(32) 優先日	平成15年7月24日 (2003.7.24)	(74) 代理人	100072822 弁理士 森 徹
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100087217 弁理士 吉田 裕

最終頁に続く

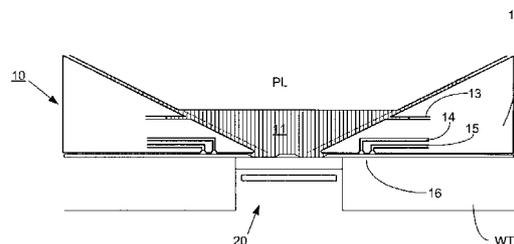
(54) 【発明の名称】 リトグラフ装置、および素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】リトグラフ投影装置において、投影システムの最終部材と基板との間隔空間を充満するように比較的高い屈折率の液体を流し、その浸漬液体中に基板を沈めることで解像度の高い処理を可能にする浸漬式リトグラフ投影装置に使用する、耐久性に優れたセンサーを提供する。

【解決手段】本発明のリトグラフ投影装置は、投影システムの最終部材と前記基板との間の浸漬液体を有する空間に浸漬液体を与えるように構成された液体供給システムと、液体供給システムからの浸漬液体中に浸漬されている間に放射光により露光されるように基板テーブル上に取付けられるセンサーであって、照射される間は浸漬液体と接触される外面を含み、外面が一つの金属形式の連続層で形成されており、またセンサーは一つまたは幾つかの金属形式で形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

パターン形成装置からパターンを基板上に投影するように構成されたリトグラフ投影装置であって、

前記投影システムの最終部材と前記基板との間の浸漬液体を有する空間に浸漬液体を与えるように構成された液体供給システムと、

前記液体供給システムからの浸漬液体中に浸漬されている間に放射光により露光されるように前記基板テーブル上に取付けられ、照射される間に前記浸漬液体と接触される外面を含み、一つまたは幾つかの金属形式で形成されたセンサーとを有するリトグラフ投影装置。

10

## 【請求項 2】

前記外面が一つの金属形式の連続層で形成されている請求項 1 に記載されたリトグラフ投影装置。

## 【請求項 3】

前記連続した層の厚さが一様でなく、これにより吸収特性の異なる面積部分を形成している請求項 2 に記載されたリトグラフ投影装置。

## 【請求項 4】

前記外面が一つの金属形式の層で形成され、前記センサーはセラミックス材料の他の層をさらに含んでいる請求項 1 に記載されたリトグラフ投影装置。

## 【請求項 5】

前記センサーが少なくとも一つの絶縁材料の層を含む請求項 1 に記載されたリトグラフ投影装置。

20

## 【請求項 6】

前記センサーが少なくとも一つの金属の層を含み、また厚さが一様でない請求項 5 に記載されたリトグラフ投影装置。

## 【請求項 7】

前記少なくとも一つの金属の層が、それぞれ異なる金属形式で形成されている二つの金属の層である請求項 6 に記載されたリトグラフ投影装置。

## 【請求項 8】

前記第一の外面が前記絶縁材料の層の面積部分と、一つの金属形式である前記少なくとも一つの金属の層の一つの面積部分とを含む請求項 6 または請求項 7 に記載されたリトグラフ投影装置。

30

## 【請求項 9】

前記金属の二つの層が接触されており、前記絶縁材料の層が電気絶縁材料であって前記第一の外面を形成している請求項 7 に記載されたリトグラフ投影装置。

## 【請求項 10】

前記絶縁材料の層が前記金属の二つの層の間に挟まれた請求項 7 または請求項 8 に記載されたリトグラフ投影装置。

## 【請求項 11】

前記センサーが吸収特性の異なる面積部分を有する吸収部材を含み、前記外面が前記吸収部材によって形成される請求項 1 から請求項 10 までのいずれか一項に記載されたリトグラフ投影装置。

40

## 【請求項 12】

投影システムの最終部材と基板との間の空間内の浸漬液体を通して基板上にパターン形成された放射ビームを投影する段階と、

前記最終部材と前記センサーとの間に浸漬液体を供給した後、前記基板テーブル上のセンサーを照射する段階とを含み、前記センサーは前記浸漬液体と接触する一つまたは幾つかの金属形式で形成された外面を含んでいる素子製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、リトグラフ装置、および素子の製造方法に関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

リトグラフ装置は、基板上に、通常は基板のターゲット箇所、に、所望のパターンを付与する機械である。リトグラフ装置は、例えば集積回路（ＩＣ）の製造に使用できる。この場合、マスクまたは焦点板と称される代替のパターン形成装置をＩＣの個々の層に形成されるべき回路パターンを作るのに使用できる。このパターンは基板（例えば、シリコン・ウェーハ）上のターゲット箇所（例えば、１個または数個のダイの部分を含む）に伝達される。パターンの伝達は典型的には基板上に備えられる放射光感応物質（レジスト）の層に結像させることで行われる。一般に、一つの基板は、連続してパターン形成される隣接したターゲット箇所のネットワークを含む。周知のリトグラフ装置は、パターン全体を一度にターゲット箇所に露光することで各々のターゲット箇所を照射するいわゆるステップと、放射光ビームで所定の方向（「走査」方向）にパターンを走査すると同時に、その方向と平行または非平行にて基板を同期して走査することで各々のターゲット箇所を照射するいわゆるスキャナとを含む。基板上にパターンを転写することでパターン形成装置から基板へパターンを伝達することもまた可能である。

10

## 【 0 0 0 3 】

リトグラフ投影装置において、投影システムの最終部材と基板との間隔空間を充満するような比較的高い屈折率の液体、例えば水、に基板を沈めることが提案された。この重要な点は、露光放射線は液体中で波長が短くなることから、一層小さい造作の像形成を可能にすることである。（液体の効果は、システムの有効NAの増大、および焦点深度の増大としても考えられる。）他の浸漬液体も提案されており、それには固体粒子（例えば、石英）の懸濁する水が含まれる。

20

## 【 0 0 0 4 】

しかしながら、その液体浴（例えば米国特許第4509852号を参照。本明細書にその記載内容全体を援用する）に基板を、または基板と基板テーブルとを沈めることは、走査露光時に加速しなければならない大容積の液体が存在することを意味する。これは、追加のモーターや、一層強力なモーターを要求することになり、また液体の乱れが望ましくない作用、および予測できない作用をもたらす。

30

## 【 0 0 0 5 】

提案された解決法の一つは、液体供給システムが、液体制限システムを使用して基板の局所のみに対し、投影システムの最終部材と基板との間に液体を供給するものである（基板は一般に投影システムの最終部材よりも大きな表面積を有している）。この構造のために提案された一つの方法はW099/49504に開示されており、本明細書にその記載内容全体を援用する。図2および図3に示されるように、液体は少なくとも一つの入口INから、好ましくは最終部材に対する基板の移動方向に沿って基板上に供給され、投影システムの下側を通過した後、少なくとも一つの出口OUTから取出される。すなわち、基板がその部材の下方でX方向に走査されるならば、液体はその部材の+X側に供給され、-X側で取出される。図2はその構造を模式的に示しており、液体は入口INから供給され、その部材の反対側の出口OUTから取出されるのであり、出口OUTは低圧の供給源に連結される。図2の図解において、液体は最終部材に対する基板の移動方向に沿って供給されるが、これではなければならないというわけではない。最終部材の周囲に配置される入口および出口の配向および個数はさまざまに可能であり、その一例が図3に示されている。図3では、入口の各側に出口が配置された四個の組をなす入口および出口が最終部材のまわりに規則的なパターンにて備えられている。

40

## 【 0 0 0 6 】

提案された他の解決法は、投影システムの最終部材と基板テーブルとの間隔空間の境界面の少なくとも一部に沿って延在するシール部材を備えた液体供給システムを提供するものである。この解決法は図4に示されている。シール部材はXY平面内で投影システムに

50

対して実質的に静止されるが、Z方向（光軸方向）には幾分かの相対移動ができる。シール部材と基板表面との間にシールが形成される。このシールはガス・シールのように非接触シールであることが好ましい。ガス・シールを備えたそのようなシステムはヨーロッパ特許出願03252955.4に開示されており、本明細書にその記載内容全体を援用する。ヨーロッパ特許出願03257072.3には、ツイン・ステージまたはデュアル・ステージの浸漬式リトグラフ装置の概念が開示されている。その装置は、基板を支持するために二つのステージを備えている。レベル測定は一方のステージで浸漬液体の無い第一の位置で遂行され、露光はもう一方のステージで浸漬液体の存在する第二の位置で遂行される。これに代えて、この装置はステージを一つだけ有することができる。

#### 【0007】

従来のリトグラフ投影装置は、基板を担持する基板テーブルが投影ビームに対して正確に位置決めできるようにするために、基板テーブルに幾つかのセンサーを必要としている。これらのセンサーは伝達像センサー（TIS）を含み、このセンサーは、焦点板（マスク）の高さ位置におけるマーク・パターンの投影空中像がウェーハの高さ位置において占める位置を測定するのに使用されるセンサーである。典型的にウェーハの高さ位置での投影像は、投影ビームの波長と同様のライン幅を有するライン・パターンである。TISは、下方の光電管により伝達パターンを使用してそれらのマスク・パターンを測定する。センサーのデータは、ウェーハ・テーブルの位置でのマスクの位置を六つの自由度で測定するのに使用される。投影されたマスクの倍率および尺度も測定される。何故なら、マスクの四つの点が沿ってに使用されるからである。センサーはパターン位置および照射設定の影響（シグマ値、レンズのNA値、全てのマスク（二値式、PSM、など））を測定できなければならないので、小さなライン幅が要求される。さらに、センサーは装置の光学的性能の測定/監視にも使用される。瞳（Pupil）形状、コマ収差、球面収差、非点収差、および視野曲率（Field curvature）に関するさまざまな測定が行われる。これらの沿ってのために、さまざまな照射設定がさまざまな投影像と組み合わせられて使用される。これらのセンサーは、リトグラフ・ツールに与えられる干渉式波面測定システムであるインテグラル・レンズ・インターフェロメータ・アト・スキャナ（ILIAS）とすることができる。ILIASは、システムのセットアップおよび認定に関して必要とされレンズ収差（ゼルニケ36まで）の（静的）測定を行う。ILIASはシステムのセットアップおよび認定に使用されるスキャナ組込み測定システムである。ILIASは機械の条件に応じた正規の基準においてスキャナの監視および再較正に使用される。さらにまたそのようなセンサーは、定域（dose）（スポット）センサーまたは基板の高さ位置で使用できる他のいずれかの形式のセンサーとされ得る。これらのセンサーの全ては基板の高さ位置で使用され、またそのために基板テーブル上に配置される。浸漬液体が投影ビームにいかにかに作用するかについての複雑な判断を行う必要性を回避するために、基板に像が形成されるのと同じ条件、すなわち投影システムの最終部材とセンサーとの間の所定位置に浸漬液体を有する条件で、センサーを照射することが望ましい。

#### 【0008】

従来のリトグラフ投影装置に使用されている上述形式のセンサーは、実際の光センサー検出器の前に位置する格子上に配置される吸収層が存在することを必要とする。この吸収層は、高精度の読取りを行えるようにするためにセンサーが高コントラスト・センサーであるということを保証するために要求される。吸収層は開かれた面積部分および閉ざされた面積部分を有し、プレートの開かれたパターンを通して伝達された光と、閉ざされて吸収された面積部分との間で高信号コントラストを得るようになされている。吸収層の下側の光センサーは通常は開かれたパターンよりも格段に大きく、大きな角度で光を測定できるようになされている。典型的なセンサーにおける開かれたパターンの面積部分に対する感光面積部分の比率は大体（1：5600）である。したがって、光センサーの上側の閉ざされた面積部分上の吸収層を使用して可能なかぎり多量の光を吸収することが重要となる。200nm程度のライン幅を有する面積パターンが必要とされる。これを実施するためには、要求される解像度が用意に得られるようにするために複層構造が使用される。典

10

20

30

40

50

型的には、そのようなセンサーの吸収部材は、異なる金属形式の複数の層で形成される。クロムが最も広く使用されている。何故なら、マスク製造において一般的であり、UVおよびDUV光(線)を遮蔽する良好な吸収特性を有するからである。アルミニウムもまた使用される。何故なら、アルミニウムはクロムよりも良好なエッチング選択性を有し、また良好な光密度を有するからである。他の金属、元素および合金の両方が適当とされる。金属がコマ。何故なら、導電率および光反射率が良好であり、基板テーブルの高さ位置の測定に有用だからである。

#### 【0009】

米国特許第5823043号に開示されている従来技術の浸漬式リトグラフ投影装置では、センサーは基板テーブルの上方に配置されて基板テーブルの表面からの放射光の反射に依存するようになされており、これにより浸漬液体に対してセンサーを耐性とする必要性を回避している。

10

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

浸漬式リトグラフ投影装置に使用する正確なセンサーを提供することが望ましい。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明によれば、パターン形成装置からのパターンを基板上に投影するように構成されたリトグラフ投影装置であって、

20

前記投影システムの最終部材と前記基板との間の浸漬液体を有する空間に浸漬液体を与えるように構成された液体供給システムと、

前記液体供給システムからの浸漬液体中に浸漬されている間に放射光により露光されるように前記基板テーブル上に取付けられ、照射される間に前記浸漬液体と接触される外面を含み、一つまたは幾つかの金属形式で形成されたセンサーとを有するリトグラフ投影装置が提供される。

#### 【0012】

本発明によれば、浸漬液体中へ浸漬したとき、特に浸漬液体が水または水を基本とした液体である場合に、二つの異なる金属形式の間でのガルバーニ電池の形成は阻止される。このことはセンサーを基板テーブル上に配置できるようにする。吸収部材上の造作(features)は小さな寸法であることを要求されるので、ガルバーニ電池が確立できるならば、吸収部材の有効性は金属形式の一方が溶解されるに連れて急激に減少する。したがって、高コントラストのセンサーが本発明により達成され、浸漬環境の長寿命が与えられる。

30

#### 【0013】

金属形式という用語は元素金属または合金を意味する。

#### 【0014】

一実施例において、外面は一つの金属形式の連続層で形成される。異なる吸収特性の面積部分を与える一つの方法は、一つの層を、その厚みが均一でないように形成することである。したがって、吸収部材の二つの金属を使用することは完全に回避され、連続層に対する僅かな損傷であってもガルバーニ電池が形成されることはない。

40

#### 【0015】

これに代えて、吸収部材は絶縁材料の少なくとも一つの層を含むことができる。絶縁材料は、異なる金属形式が互いに電氣的に絶縁できること、または液体を浸漬から絶縁できることを保証する好ましい方法を与える。

#### 【0016】

一実施例において、吸収部材は厚さの一樣でない少なくとも一つの金属の層を含む。この実施例では、外面は前記絶縁材料層の面積部分と、一方の金属形式の前記少なくとも一つの層の一つの面積部分とを含むことができる。少なくとも一つの金属層が各々異なる金属形式の二つの金属層であるならば、絶縁材料層は電氣的絶縁材料とされ、また各々異な

50

る金属形式の二つの層の間に挟まれることができる。

【0017】

吸収部材が絶縁材料の少なくとも一つの層を含む場合、吸収部材は異なる一つの金属形式の二つの層を含むことができる。互いに異なる一つの金属形式からできたこれらの二つの層は、絶縁材料の層が外面を形成するならば、接触されることができる。

【0018】

本発明の他の概念によれば、

投影システムの最終部材と前記基板との間の空間内の浸漬液体を通して基板上にパターン形成された放射ビームを投影する段階と、

前記最終部材と前記センサーとの間に浸漬液体を供給した後、前記基板テーブル上のセンサーを照射する段階とを含み、前記センサーは前記浸漬液体と接触する一つまたは幾つかの金属形式で形成された外面を含んでいる素子製造方法が提供される。

【0019】

本発明の実施例がここで添付の概略図面を参照して例としてのみ説明される。添付図面において同じ符号は同じ部分を示している。

【実施例1】

【0020】

図1は本発明の一実施例のリトグラフ投影装置を模式的に示している。この装置は、放射光B（例えば、UV放射線またはDUV放射線）を調整するように構成された照射系（照射装置）ILと、

パターン形成装置（例えばマスク）MAを支持し、或るパラメータによりパターン形成装置を正確に位置決めするように構成された第一の位置決め手段PMに連結された支持構造（例えばマスク・テーブル）MTと、

基板（例えばレジスト被覆ウェーハ）Wを保持するために構成され、或るパラメータにより基板を正確に位置決めするように構成された第二の位置決め手段PWに連結された基板テーブル（例えばウェーハ・テーブル）WTと、

基板Wのターゲット箇所C（例えば一つ以上のダイを含む）に対し、パターン形成装置MAによって放射ビームBに与えられたパターンを投影するように構成された投影系（例えば屈折投影レンズ系）PSとを含む。

【0021】

放射線を方向決めし、成形し、または制御するために、照射系は各種形式の光学部材、例えば屈折式、反射式、電磁式、静電式、または他の形式の光学部材、またはそれらあらゆる組合せ、を含むことができる。

【0022】

支持構造は、パターン形成装置の重量を支持、すなわち支える。この構造は、パターン形成装置の配向、リトグラフ投影装置の設計、および例えばパターン形成装置が真空環境中に保持されているか否かのような他の条件に応じた方法で、パターン形成装置を保持する。支持構造はパターン形成装置を保持するために、機械式、真空式、静電式または他のクランプ技術を使用できる。支持構造は、例えばフレームまたはテーブルとされ、それらは要望に応じて固定または可動とされることができる。支持構造は、パターン形成装置が所望位置、例えば投影系に対して位置されることを保証する。本明細書での「焦点板」や「マスク」の用語は、一層一般的な用語「パターン形成装置」と同義であると考えられることができる。

【0023】

「パターン形成装置」の用語は、例えば基板のターゲット箇所にパターンを形成するため、横断面にパターンを有した放射ビームを与えるために使用できるあらゆる装置を示す者と本明細書では広く解釈されねばならない。放射ビームに与えられたパターンは、例えば、パターンが位相シフトの特徴や、いわゆるアシスト特徴を含む場合には、基板のターゲット箇所に望まれるパターンと厳密には一致しないことに留意すべきである。一般に、放射ビームに与えられるパターンは、ターゲット箇所に形成される素子、例えば集積回路

の特定の機能層に一致する。

【0024】

パターン形成装置は透過性または反射性とされる。パターン形成装置の例はマスク、プログラム可能なミラー配列、およびプッシュ・ロッド可能なLCDパネルを含む。マスクはリトグラフ技術では周知であり、二値式、交番位相シフト、および減衰位相シフトのようなマスク形式、並びに各種のハイブリッド・マスク形式を含む。例えばプログラム可能なミラー配列は小さなミラーのマトリックス配列を使用するもので、各ミラーは個別に傾動でき、入射する放射ビームを異なる方向へ反射できるようになされている。この傾動するミラーは、ミラー・マトリックスで反射される放射ビームにパターンを与える。

【0025】

本明細書で使用する「投影系」という用語は、使用される露光放射線に相当であるように、または浸漬液体の使用や真空の使用のような他の要因に相当であるように、屈折式、反射式、屈折反射式、磁気式、電磁式、静電式の光学システム、またはそれらのいずれかの組合せを含むあらゆる形式の投影系を包含するものとして広く解釈されねばならない。「投影レンズ」という用語の本明細書におけるいずれの使用も、「投影系」という一般的な用語と同義であると考えることができる。

【0026】

本明細書で示すように、この装置は透過式（例えば透過式マスクを使用する）のものである。これに代えて、この装置は反射式（例えば上述で引用したような形式のプログラム可能なミラー配列を使用するか、反射式マスクを使用する）のものですることができる。

【0027】

このリトグラフ投影装置は二つ（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）二つまたはそれ以上のマスク・テーブル）を有する形式のものである。このような「複数ステージ」の機械では、追加のテーブルが平行に使用されることができ、一つまたはそれ以上のテーブルで予備段階が遂行される一方、一つ以上の他のテーブルは露光に使用される。

【0028】

図1を参照すれば、照射装置ILは放射ビームを放射源SOから受取る。この放射源およびリトグラフ投影装置は、例えば供給源が励起レーザーである場合、別個に存在する。その場合、供給源はリトグラフ投影装置の一部を形成するとは考えられず、例えば方向決めミラーおよび（または）ビーム拡張器を含むビーム導入系BDによって放射ビームは放射源SOから照射装置ILへ送られる。他の例では、例えば放射源が水銀ランプである場合、放射源はリトグラフ投影装置の一体部分とされる。放射源SOおよび照射装置ILは必要ならばビーム導入系BDと共に放射系と称される。

【0029】

照射装置ILは、放射ビームの角度方向の強度分布を調整するために調整器ADを含む。一般に、照射装置の瞳面内の強度分布の少なくとも外側および（または）内側の半径方向範囲（一般にそれぞれアウターおよびインナーと称される）を調整することができる。さらに、照射装置ILは集積光学装置INおよびコンデンサCOのような他のさまざまな部材を一般に含むことができる。照射装置は、放射ビームの横断面における所望の均一性および強度分布を得るように、放射ビームを調整するために使用できる。

【0030】

放射ビームBはパターン形成装置（例えばマスクMA）に入射する。マスクは支持構造（例えばマスク・テーブルMT）に支持され、またパターン形成装置によってパターン形成される。マスクMAを横断した放射ビームBは投影系PSを通る。この投影系PSは基板Wのターゲット箇所CにビームBの焦点を合わせる。第二の位置決め手段PWおよび位置センサーIF（例えば干渉式装置、リニア・エンコーダ、または容量センサー）によって、例えば、放射ビームBの経路内に別のターゲット箇所Cを位置決めするように基板テーブルWTを正確に移動することができる。同様に、例えば、マスク保管部からのマスクの機械的な取出しの後、または走査の間に、放射ビームBの経路に対してマスクMAを正

10

20

30

40

50

確に位置決めするために、第一の位置決め手段 P M および他の位置決めセンサーを使用することができる。一般にマスク・テーブル M T の動きは長いストロークのモジュール（粗い位置決め）と、短いストロークのモジュール（微細な位置決め）とによって実現されるのであり、それらは第一の位置決め手段 P M の一部を形成する。同様に、基板テーブル W T の動きは長いストロークのモジュールと、短いストロークのモジュールとによって実現されるのであり、それらは第二の位置決め手段 P W の一部を形成する。ステップの場合（スキャナとは半体である）、マスク・テーブル M T は短いストロークのアクチュエータのみに連結されるか、固定されることができる。マスク M A および基板 W はマスク整合マーク M 1 , M 2 および基板整合マーク P 1 , P 2 を使用して整合することができる。基板整合マークは図示したように与えられたターゲット箇所の位置を占めるが、それらはターゲット箇所の間の空間に配置される（それらは罫書きレーンの整合マークとして知られている）。同様に一つ以上のダイがマスク M A に備えられている場合には、マスク整合マークはダイの間に位置させることができる。

10

20

30

40

50

**【 0 0 3 1 】**

記載した装置は以下のモードの少なくとも一つにて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 および基板テーブル W T は基本的に静止され、放射ビームに与えられたパターン全体が一度（すなわち一回の静止露光）でターゲット箇所 C に投影される。その後基板テーブル W T は X 方向および（または） Y 方向へ移動され、別のターゲット箇所 C が露光できるようになされる。このステップ・モードでは、露光視野の最大寸法が一回の静止露光にて結像されるターゲット箇所 C の寸法を制限する。

**【 0 0 3 3 】**

2 . 走査モードでは、マスク・テーブル M T および基板テーブル W T が同期して走査され、その間に放射ビームに与えられたパターンがターゲット箇所 C に投影される（すなわち、一回の動的露光）。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 S の倍率（縮小率）および像反転特性によって決定される。走査モードでは、露光視野の最大寸法が一回の動的露光におけるターゲット箇所の幅（走査方向でない方向の）を制限し、走査の移動長さはターゲット箇所の高さ（走査方向）を決定する。

**【 0 0 3 4 】**

3 . 他のモードでは、マスク・テーブル M T は本質的に静止状態に保持されてプログラム可能な装置を保持する。基板テーブル W T は移動されて走査され、その間に放射ビームに与えられたパターンがターゲット箇所 C に投影される。このモードでは、一般にパルス化された放射源が使用され、プログラム可能なパターン形成装置は基板テーブル W T の各々の移動後に、または走査時の連続した放射パルスの中に、必要ならば最新版にアップデートされる。この作動モードはマスクを使用しないリトグラフに容易に適用することができる、そのようなリトグラフとは上述で引用した形式のプログラム可能なミラー配列のようなプログラム可能なパターン形成装置を使用するものである。

**【 0 0 3 5 】**

上述した使用モードの組合せおよび（または）変更形のモード、または全く異なる使用モードも利用することができる。

**【 0 0 3 6 】**

図 5 は、投影系 P L と、基板テーブル W T 上に配置されたセンサー 2 0 との間の液体貯留部 1 0 を示している。液体貯留部 1 0 は液体 1 1 で満たされ、液体 1 1 は比較的大きな屈折率を有し、例えば水であり、入口 / 出口 1 3 を通して供給される。この液体は、投影ビームの放射光の波長を液体中では空中または真空中よりも短くするという作用を有しており、より小さい造作を解像できるようにする。投影システムのこの解像限界は、特に投影ビームの波長と、システムの開口数（開口率）によって決定されることは周知である。液体の存在は有効開口数を高めるものとみなせる。さらに、固定の開口数では、液体は深度を増大するのに有効である。

## 【 0 0 3 7 】

液体貯留部 10 は、投影系 P L の視野のまわりの基板 W に対する好ましい非接触シールを形成し、これにより液体は投影系 P L に向けた基板の第一面と、投影系 P L の最終光学部材との間隔空間を満たすように制限される。液体貯留部は投影系 P L の下方に位置してその最終部材を取囲むシール部材 12 によって形成される。したがって、液体供給システムは液体を基板の局所的な面積部分にのみ供給する。シール部材 12 は、投影システム最終部材とセンサー 10 (または基板 W) との間隔空間に液体を充満させる液体供給システムの一部を形成する。この液体は投影レンズの下方空間へ、シール部材 12 の内部へ送られる。シール部材 12 は投影レンズの底部部材よりもわずかに上方へ延在し、液体は液体バッファが形成されるように最終部材よりも上方へ上昇する。シール部材 12 は、上端が投影システムまたはその最終部材の形状に密接に合致する内周面を有し、例えば丸くされることができる。内周面は底部に開口を形成し、この開口は像視野の形状、例えば四角形に密接に合致しているが、こうある必要性はない。投影ビームはこの開口を通過する。

10

## 【 0 0 3 8 】

液体 11 はシール装置 16 で液体貯留部 10 内に閉じ込められる。図 2 に示されるように、シール装置は非接触式シール、すなわちガス・シールである。このガス・シールはガス、例えば空気または合成空気で形成され、入口 15 からシール部材 12 と基板 W との間隙へ加圧されて供給され、第一の出口 14 から抜出される。ガス入口 15 における正圧、第一の出口 14 における真空圧レベル、および間隙の幾何形状は、高粘性空気が液体 11 を制限する装置の光軸へ向かって内方へ流れるように構成されている。いずれのシールと同様に或る量の液体は例えば第一の出口 14 へ逃げることになる。

20

## 【 0 0 3 9 】

図 2 および図 3 もまた入口 (単数または複数) I N、出口 (単数または複数) O U T、基板 W および投影系 P L の最終部材によって形成された液体貯留部を示す。図 4 の液体供給システムと同様に、図 2 および図 3 に示された液体システムは入口 (単数または複数) I N および出口 (単数または複数) O U T を含み、投影システム最終部材と基板の第一面の局所面積部分との間隙空間内へ液体を供給する。

## 【 0 0 4 0 】

図 2 ~ 図 4 および図 5 の液体供給システムの全てはセンサー 20 と使用することができ、センサー 20 は図 6 にさらに詳しく示されている。図 6 において、液体供給システムは図示されていないが、投影システム 30 の最終部材は液体貯留部 10 として示されており、浸漬液体 11 を充満されている。

30

## 【 0 0 4 1 】

センサー 20 はセンサー検出器 40、透過式センサー格子 45 および吸収部材 100 を含んで構成される。吸収部材 100 はセンサー・コントラストを向上させるため、したがって全体のセンサー機能を向上させるために使用される。吸収部材 100 によるこのセンサーのコントラストはパターンの開かれた面積部分を通して伝達される光の、閉ざされた面積部分、すなわちカバーされた面積部分を通して伝達される光の量に対する比率である。吸収部材の振る舞いは、主として透過式センサー格子 45 の開かれた面積部分と、センサー検出器 40 の上方の吸収部材 100 の面積部分との比率によって引き起こされる。この T I S に関して、開かれた格子の面積部分対閉ざされた吸収面積部分との比率は、1 : 5600 である。吸収部材 100 を通して伝達される光の 0.1% の寄与を得るために、 $10e^{-3} / 5600 \sim 2e^{-7}$  の光密度が要求される。

40

## 【 0 0 4 2 】

透過式センサー格子 45 は、焦点板の高さ位置での対応するパターン (センサーでのパターンよりも 4 ~ 5 倍大きい) の投影空間像を重畳 (convolute) することに使用される。焦点板の高さ位置での対応するパターンの投影空間像を重畳することで、基板の高さ位置での透過式センサー格子 45 の位置に応じた輝度プロファイルが与えられる。さまざまな基板テーブル位置での輝度データにより、空間像の位置および形状が計算できる。

50

## 【0043】

センサー検出器40は格子の開かれた面積部分を通して伝達された光を電気信号に変換する。しかしながら、格子45および吸収部材10を通して伝達される全光量が全電気信号に参与するのである。良好なセンサー性能を得るためには、吸収部材100を通して伝達される光量を最少限（開かれた面積部分を通して伝達される光の0.1%未満）にしなければならない。吸収層100の光密度が大きすぎると、センサー性能は悪化する。

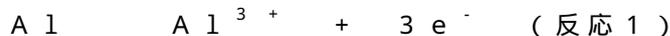
## 【0044】

したがって吸収部材100の目的は、投影ビームPBのエネルギーの一部を吸収し、さまざまな吸収特性の面積部分を形成することでセンサーが十分なコントラストを得られるようにすることである。吸収部材100は少なくとも一つの金属層、例えばアルミニウムおよびクロム（またはそれらの合金）で作られることが好ましいが、いずれの金属層とすることもできる。AlおよびCrは投影ビームの放射線を吸収するのに有効であり、また製造および加工の資源として有利である。

## 【0045】

金属層の全厚は200nm程度である。Al/Crの複数層では、Al層は典型的に100nmで、Cr層は90nmの厚さとされる。被覆されない面積部分の幅はTISおよび100~300nm、ILIASで2~5μmの程度である。それぞれ異なる金属の二つの層を吸収部材に私有することで生じる問題は、二つの金属形式が電氣的に接触され、また電解液、例えば浸漬液体に接触するとガルバーニ電池が形成されてしまうことである。そのようなガルバーニ電池では、僅かな貴金属（Al）が式1のように反応する。

(数1)



## 【0046】

反応1では三つの電子がクロム-浸漬液体の境界面へ移動し、反応2が生じる。

(数2)



## 【0047】

水以外の浸漬液体では、かなり異なる反応が生じる。

## 【0048】

これらの反応が加え合わされて以下の反応が生じることになる。

(数3)



## 【0049】

概して全体的な反応速度は、いろいろの理由のうち、使用される金属によって影響される。ガルバーニ列における位置が近づくほど、腐食速度は低下する。ガルバーニ列におけるAlに近い金属、例えば亜鉛またはカドミウムは、この応用例でクロムに代えて使用するには適当でないという欠点を有する。

## 【0050】

第一の実施例で、そのようなガルバーニ電池の形成は、典型的に20~100nmの厚さを有するSiO<sub>2</sub>またはSiNのような絶縁金属の連続層120の私有によって阻止される。連続層120は層105のみが浸漬液体と接触する面積部分上を連続的に覆う必要がない。それがなければ層105, 107が共に浸漬液体に接触してしまうであろう箇所のみ、連続であることが要求される。層105の全てを使用する連続層が、層105のピンホールや引掻き傷のために浸漬液体との共用で生じる問題を阻止することから、好ましい。この絶縁材料は、液体不浸透性（電氣的に絶縁旋回導電性）であるか、電氣的絶縁体のいずれかとされ、またセンサーを照射する放射光に対して十分な透過性を有していなければならない。電氣的絶縁体が好ましい。連続層120は吸収部材100の金属層105, 107の両方を覆い（すなわちセンサーの露光時に浸漬液体と接触する吸収部材100の他面が連続層で形成されている）、これにより二つの金属層間の、または一つの層における二つの異なる金属形式の間のガルバーニ反応は進行しない。何故なら、第二の金属

10

20

30

40

50

層 107 (クロム層) は浸漬液体 11 から絶縁され、反応 2 が進展しないからである。

【0051】

本発明によれば、特に浸漬液体が水または水を主体とした液体の場合、浸漬液体中に浸漬されたときに二つの非類似金属の間にガルバーニ電池が形成されることを本質的に防止することができる。このことは、センサーを基板テーブル上に配置可能にする。吸収部材上の造作の寸法は小さなことを要求されるので、ガルバーニ電池の形成が許されるならば、一方の金属形式が溶解して吸収部材の効果はすぐに低下してしまうことになる。したがって、浸漬環境にて長寿命を与える本発明によって高コントラストのセンサーが達成される。

【0052】

金属形式という用語は、元素金属または合金を意味する。絶縁金属は、異なる金属形式が互いに、または浸漬による浸漬液体から、電氣的に絶縁できることを保証する好ましい方法を与える。

【0053】

明白となるように、二つの金属層 105, 107 の各々は異なる形式の金属で形成され、実際にこの実施例は、一つ以上の形式の金属で形成することのできる単一の金属層のみを備えて使用することができる。

【実施例 2】

【0054】

第二の実施例は図 6 を参照して説明されるが、これは以下に記載することを除いて第一の実施例と同じである。

【0055】

第二の実施例では、吸収部材 100 は同様に二つの金属層 105, 107 で光センサーされている。しかしながら、第二の実施例では、連続絶縁層 120 が電氣的に絶縁性の材料で形成され、第一および第二の層 105, 107 の間に挟まれる。再び述べるが、この絶縁層は、それがなければ層 105, 107 のスタックが浸漬液体に接触されてしまい、連続層は層 105 の欠陥箇所を処理するのに好ましいとされる場合に、必要とされるだけである。したがって、吸収部材 100 の表面は部分的に第一の金属層 105 で、または部分的に絶縁層 120 で形成される。この実施例では、絶縁材料 120 の層の機能は、第一および第二の金属層 105, 107 を互いに電氣的に絶縁させ、ガルバーニ対が生じないようにすることである。この実施例では、第一の金属層 105 は一つの金属形式、すなわち元素金属または合金で形成されればならず、二つの元素金属または完全に合金化されていない二つの合金であってはならない。第二の金属層 107 は一つ以上の金属形式から形成することができる。

【実施例 3】

【0056】

第三の実施例は図 7 を参照して説明されるが、これは以下に記載することを別として第一の実施例と同じである。

【0057】

第三の実施例では、連続材料の層 120 は全くない。二つの層 105, 108 があり、その一方の層は金属層 105 であって Cr で形成されることが好ましく、他方はセラミックス、例えば炭化金属、または窒化金属、好ましくは TiN のような非金属層 108 である。これらの層 105, 108 は逆にすることができる。この組合せもまたガルバーニ腐食に対して良好な耐性を有しており、各層は約 100 nm の厚さであることを必要とされるだけなので、製造が容易であるという利点を有する。

【実施例 4】

【0058】

第四の実施例が図 8 を参照して説明されるが、以下に説明される以外は第一の実施例と同様である。

【0059】

10

20

30

40

50

第三の実施例では、吸収部材 100 に唯一の金属形式を使用することでガルバーニ対の形成が阻止された。一つの金属形式が層 105 に付着される。厚さが非均等となるように厚さの異なる金属層 105 を付着させることにより異なる吸収特性の面積部分が形成される。唯一の金属形式が浸漬液体に曝されるので、ガルバーニ対は形成されない。したがって、吸収部材に 2 つの金属を使用することは完全に回避され、連続層の小さな損傷があってもガルバーニ電池が形成されることはない。

【0060】

上述した実施例の全てにおいて、金属層 105, 107 はセンサーの面部分の上でさまざまな厚さとされる。

【0061】

透過式センサー格子 45 および基板テーブル WT は非導電性材料で形成されることが好ましい。これは、基板テーブル WT や透過性センサー格子 45、および浸漬液体と接触される他の材料に配置される金属層 105, 107 の間にガルバーニ結合が形成され得ないので、有利である。

【0062】

ガルバーニ電池の形成を回避する上述した方法は、浸漬液体中に浸漬されるいずれのセンサーのいずれの部分にも適用できる。

【0063】

ここで IC の製造にリトグラフ装置を使用するための特定例が引用されたが、本明細書に記載されたリトグラフ装置は、他の適用例、例えば一体光学システム、磁気定義域メモリの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)、薄膜磁気ヘッドなどがあることを理解しなければならない。当業者にはそのような代替応用例の状況において、本明細書での「ウェーハ」や「ダイ」という用語の使用は、より一般的な用語である「基板」や「ターゲット箇所」とそれぞれ同義であることが認識されるであろう。本明細書で引用した基板は露光の前または後で例えばトラック (基板に対してレジスト層を典型的に付与する、また露光したレジストを現像する工具)、冶金学的工具、および (または) 検査工具において処理を行われる。適用できる場合には、本明細書による開示はそれらの、およびその他の基板処理工具に適用できる。さらに、基板は一度以上、例えば複層 IC を製造するために処理されることができ、これにより本明細書で使用した用語の基板は、既に複数回処理された層を含む基板も示すことができる。

【0064】

光学リトグラフの磁気の本発明の実施例を使用するために、上述で特定例を引用したが、本発明は他の応用例、例えば刻印リトグラフに使用できること、また状況が許されるならば、光学リトグラフに限定されないことが認識されるであろう。刻印リトグラフでは、パターン形成装置のトポグラフィが基板に形成されるパターンを定める。バケット装置のトポグラフィが基板に付与されているレジスト層に押印され、これによりレジストは電磁放射、熱、圧力、またはその組合せを加えることで硬化される。パターン形成装置はレジストが硬化した後にパターンをそのままのコンシステンシーレジストから退去される。

【0065】

本明細書で使用する「放射光 (線)」および「ビーム」という用語は、紫外 (UV) 線 (例えば約 365, 248, 193, 157 または 126 nm の波長を有する)、および極紫外 (EUV) 放射線 (例えば 5 ~ 20 nm の波長を有する)、ならびにイオンビームや電子ビームのような粒子ビームを含む全ての形式の電磁放射線を包含する。

【0066】

「レンズ」という用語は、状況が許されるならば、屈折式、反射式、磁気式、電磁気式、静電気式の光学部材を含むさまざまな形式の光学部材のいずれか、またはそれらの組合せとすることができる。

【0067】

本発明の特定の実施例が上述で説明されたが、本発明は説明した以外の方法で実施でき

10

20

30

40

50

ることは明白となるであろう。例えば本発明は、上述で開示したような方法を記載する機械で読取り可能な命令の一つ以上のシーケンスを収納したコンピュータ・プログラムの形態で、またはそのようなコンピュータ・プログラムを収容したデータ記憶媒体（例えば半導体メモリ、磁気または光ディスク）の形態とされることができる。

【0068】

本発明はいずれの浸漬式リトグラフ装置にも、特に、しかしそれに限定することなく、上述した形式のリトグラフ装置に適用することができる。

【0069】

上述の説明は図解を意図する者で制限する意図はない。したがって、当業者には特許請求の範囲に記載の範囲から逸脱せずに本明細書に記載した本発明を変更できることが明白となるであろう。

【0070】

本出願は2003年7月24日付け出願のヨーロッパ特許出願第03255228.3号の優先権を主張する。その明細書はその記載内容全体を本明細書に援用する。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明の一実施例のリトグラフ装置を示す。

【図2】従来技術のリトグラフ投影装置に使用される液体供給システムを示す立面図である。

【図3】従来技術のリトグラフ投影装置に使用される液体供給システムを示す平面図である。

【図4】従来技術の他のリトグラフ投影装置の液体供給システムを示す。

【図5】他の液体供給システムならびに本発明によるセンサーを示す。

【図6】本発明の第一の実施例のセンサーを示す。

【図7】本発明の第二の実施例のセンサーを示す。

【図8】本発明の第三の実施例のセンサーを示す。

【図9】本発明の第四の実施例のセンサーを示す。

【符号の説明】

【0072】

A D 調整器

B 放射光

B D ビーム導入系

P B 投影ビーム

C ターゲット箇所

C O コンデンサー

I L 照射装置

I N 集積光学装置

M A マスク

M T マスク・テーブル

M 1 , M 2 , P 1 , P 2 整合マーク

P L 投影系

P M 第一の位置決め手段

S O 放射源

W 基板

W T 基板テーブル

1 0 液体貯留部

1 1 液体

1 2 シール部材

1 3 入口/出口

1 4 第一の出口

10

20

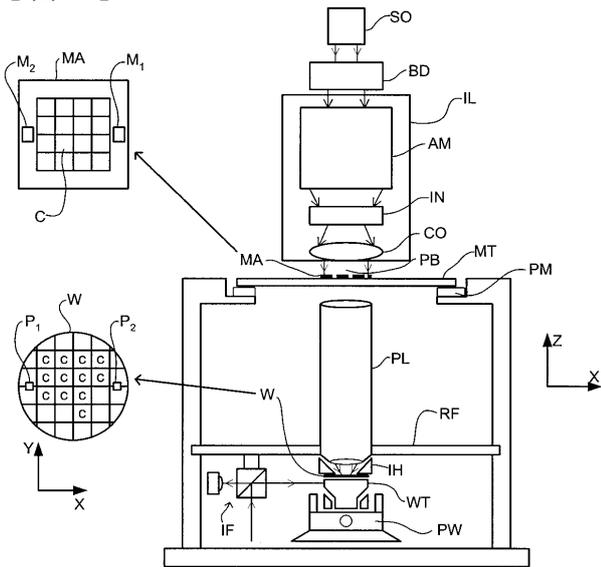
30

40

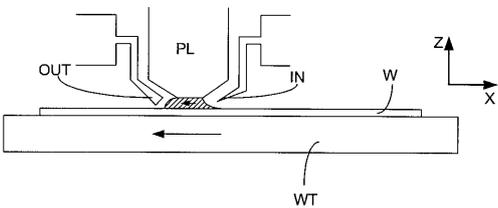
50

- 1 5 入口
- 2 0 センサー
- 3 0 投影システム
- 4 0 センサー検出器
- 4 5 センサー格子
- 1 0 0 吸収部材
- 1 0 5 第一の金属層
- 1 0 7 第二の金属層
- 1 0 8 層
- 1 2 0 絶縁材料

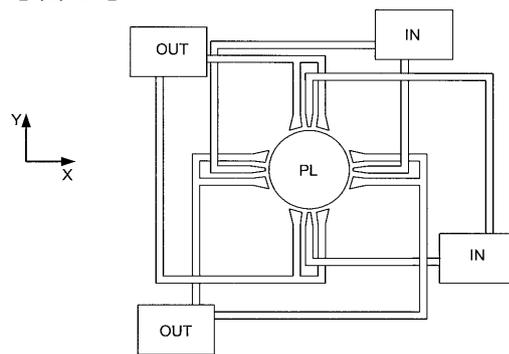
【 図 1 】



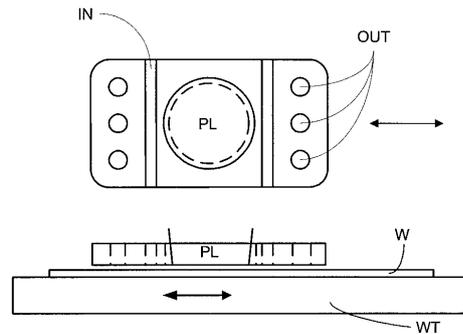
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 ティモソイス フランシスクス センゲルス  
オランダ国、エス - ヘルトゲンボシュ、 ヴァテリンゲン 1 8 3
- (72)発明者 ショエルト ニコラース ラムベルテュス ドンデルス  
オランダ国、エス - ヘルトゲンボシュ、 アチテル ヘト シュタトヒュイス 2 4
- (72)発明者 ヘンリクス ヤンセン  
オランダ国、アイントホーフエン、 ツイデヴィユン 3 3
- (72)発明者 アルジェン ボーガールト  
オランダ国、アイントホーフエン、メルポメネシュトラート 2 3
- Fターム(参考) 5F046 CB12 CB26 CC01 DB01 DB05 DB10 DC10