

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5583033号
(P5583033)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 3 1 A
GO 3 F	7/20	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 3 1 S
HO 5 H	1/24	(2006.01)	GO 3 F	7/20 5 0 3
			HO 5 H	1/24

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-549598 (P2010-549598)	(73) 特許権者	504151804
(86) (22) 出願日	平成21年3月3日(2009.3.3)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー、 ブイ、
(65) 公表番号	特表2011-513987 (P2011-513987A)		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
(43) 公表日	平成23年4月28日(2011.4.28)	(74) 代理人	100079108
(86) 国際出願番号	PCT/NL2009/050096		弁理士 稲葉 良幸
(87) 国際公開番号	W02009/110793	(74) 代理人	100109346
(87) 国際公開日	平成21年9月11日(2009.9.11)		弁理士 大貫 敏史
審査請求日	平成24年3月1日(2012.3.1)	(72) 発明者	ヴァン ハーベン、マーテン マリヌス ヨハネス ウィルヘルムス オランダ国、ヒーシュ 5384 エイチ エス、デ シッケル 32
(31) 優先権主張番号	61/064, 385		
(32) 優先日	平成20年3月3日(2008.3.3)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびプラズマ源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ形成部位を囲む容器と、前記容器へまたは前記容器から光放射を伝達する光デバイスと、前記光デバイスと前記プラズマ形成部位源との間の光路に配置され、前記光デバイスと前記プラズマ形成部位との間で前記光放射を反射するリフレクタと、溶融金属を収容する槽とを含むプラズマ源を含み、

前記リフレクタは、前記槽内の前記溶融金属に前記リフレクタを接触させることによつて形成される反射面を備える、

リソグラフィ装置。

【請求項 2】

前記プラズマ形成部位の見通し線内に配置され、前記光デバイスをデブリから保護するシールドをさらに含む、請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 3】

前記溶融金属は、スズ溶融物を含む、請求項 1 または 2 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 4】

前記プラズマ形成部位は、スズまたはリチウムを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 5】

前記光デバイスは、前記プラズマ形成部位の放電領域においてプラズマを生成するレーザーデバイスである、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

10

20

【請求項 6】

前記リフレクタは、重力方向に対して傾斜した角度において前記槽内に配置される、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 7】

前記槽の中で前記リフレクタが回転可能に構成されている、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 8】

前記リフレクタの前記反射面は、前記光放射の集束力を与えるために湾曲される、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 9】

前記リフレクタは、金またはモリブデンを含む層を有する、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 10】

水素ガスを供給するインレットと、
前記リフレクタを加熱するヒータと、
をさらに有する請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 11】

水素ラジカルガスを供給するインレットをさらに有する、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 12】

プラズマ形成部位を囲む容器と、
前記容器へまたは前記容器から放射を伝達する光デバイスと、
前記光デバイスと前記プラズマ形成部位との間の光路に配置され、前記光デバイスと前記プラズマ形成部位との間で前記放射を反射する、リフレクタと、
溶融金属を収容する槽と、
を含み、
前記リフレクタは、前記槽内の前記溶融金属に前記リフレクタを接触させることによって形成される反射面を備える、プラズマ源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 関連出願への相互参照
本願は、2008年3月3日に提出した米国仮出願第61/064385号の優先権を主張し、その全体を本願に参考として組み込む。

【0002】

[0002] 本発明は、リソグラフィ装置、プラズマ源、および、光デバイスとプラズマ源との間で放射を伝達する方法に関する。

【背景技術】

【0003】

[0003] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板上、通常、基板のターゲット部分上に付与する機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路(IC)の製造に用いることができる。その場合、ICの個々の層上に形成される回路パターンを生成するために、マスクまたはレチクルとも呼ばれるパターンニングデバイスを用いることができる。このパターンは、基板(例えばシリコンウェーハ)上のターゲット部分(例えばダイの一部または1つ以上のダイを含む)に転写することができる。通常、パターンの転写は、基板上に設けられた放射感応性材料(レジスト)層上への結像によって行われる。一般には、単一の基板が、連続的にパターンニングされる隣接したターゲット部分のネットワークを含んでいる。公知のリソグラフィ装置としては、ターゲット部分上にパターン全体を一度に露光することにより各ターゲット部分を照射するいわゆるステッパ、および放射ビームによってある特定の方向(「スキャン」方向)にパターンをスキャンすると同時に、この方

10

20

30

40

50

向に平行または逆平行に基板をスキャンすることにより各ターゲット部分を照射するいわゆるスキャナが含まれる。パターンを基板上にインプリントすることにより、パターンングデバイスから基板にパターンを転写することも可能である。

【0004】

[0004] 極端紫外線(EUV)または紫外光を生成する方法は、必ずしも次に限定されないが、ある材料をEUV範囲内の輝線を有する例えばキセノン、リチウム、またはスズである元素を有するプラズマ状態に変換することが含まれる。多くの場合、放電生成プラズマ(「DPP」)と呼ばれる1つのそのような方法では、プラズマは、1対の電極間の放電によって生成される。別の方法では、所望のプラズマは、レーザビームで、関連する線を放出する元素を有する材料の液滴、ストリーム、またはクラスタといったターゲット材料を照射することによって生成される。この後者のプロセスはレーザ生成プラズマ(「LPP」)と呼ばれる。

10

【0005】

[0005] これらのプロセスの各々について、プラズマは、通常、真空チャンバといった密封容器内で生成され、様々なタイプのメトロロジ機器を用いてモニタリングされる。これらのプラズマプロセスは、EUV放射の発生に加えて、プラズマチャンバ内に不所望の副生成物も発生しうる。この不所望の副生成物には、プラズマ形成からの熱、高エネルギーイオン、および、例えばプラズマ形成プロセスにおいて完全にイオン化されていない放射源材料の原子および/または塊といった散乱デブリが含まれうる。

【0006】

20

[0006] これらのプラズマ形成副生成物は、次に限定されないが、メトロロジディテクタの表面、プラズマ形成プロセスを撮像するために用いられる窓、および、LPPの場合であれば、レーザ入射窓といった様々なプラズマチャンバ光学要素の動作効率に潜在的に損傷を与えるかまたは動作効率を下げてしまうことがある。熱、高エネルギーイオン、および/または放射源材料デブリは、様々な方法で光学要素に損傷を与えうる。例えば、光学要素を加熱してしまうこと、光学要素を材料で被覆して光透過率を下げてしまうこと、光学要素内に進入して例えば構造的完全性および/または短波長の光を反射するミラーの能力といった光学特性に損傷を与えてしまうこと、光学要素を腐食または浸食してしまうこと、および/または光学要素内に拡散してしまうことが挙げられる。

【0007】

30

[0007] さらに、レーザ入射窓といった幾つかの光学要素は真空チャンバの一部を形成するので、これらは、プラズマチャンバ内に真空状態がある場合、応力を受けることになる。これらの要素では、堆積物と熱が相まって要素を破砕してしまい(すなわちひびを入れてしまい)、それにより真空状態が失われ、潜在的に費用のかかる修理が必要となる。

【発明の概要】

【0008】

[0008] 本発明は、EUVによって引き起こされる損傷および汚染からプラズマ源内の光学部品を保護することを一態様とする。

【0009】

[0009] 本発明の一態様では、プラズマ源を囲む容器と、容器へまたは容器から光放射を伝達する光デバイスと、光デバイスとプラズマ源との間の光路に配置され、光デバイスとプラズマ源との間で光放射を反射するリフレクタとを含み、リフレクタは、動作中、熔融金属ミラーとして形成される、リソグラフィ装置が提供される。

40

【0010】

[0010] 本発明の一態様では、プラズマ形成部位を囲むように構成された容器と、容器へまたは容器から光放射を伝達するように構成された光デバイスと、光デバイスとプラズマ形成部位源との間の光路に配置されたリフレクタとを含むプラズマ源を含むリソグラフィ装置が提供される。リフレクタは、光デバイスとプラズマ形成部位との間で光放射を反射するように構成される。リフレクタは、動作中、熔融金属ミラーとして形成される。

【0011】

50

【0011】 本発明の一態様では、プラズマ形成部位を囲むように構成された容器と、容器へまたは容器から放射を伝達するように構成された光デバイスと、光デバイスとプラズマ形成部位との間の光路に配置されたリフレクタとを含むプラズマ源が提供される。リフレクタは、光デバイスとプラズマ形成部位との間で放射を反射するように構成される。リフレクタは、動作中、熔融金属ミラーとして形成される。

【0012】

【0012】 本発明の一態様では、光デバイスとプラズマ源との間で放射を伝達する方法が提供され、この方法は、容器内に密封されたプラズマ源を与えることと、容器へまたは容器から光放射を伝達するための光デバイスを与えることと、光デバイスへまたは光デバイスから光放射を反射させるための、プラズマ源の見通し線内に配置された熔融金属ミラー

10

【0013】

【0013】 本発明の一態様では、光デバイスとプラズマ源内のプラズマ形成部位との間で放射を伝達する方法が提供される。この方法は、プラズマ形成部位を容器内に密封することと、光デバイスを用いて容器へまたは容器から光放射を与えることと、プラズマ形成部位の見通し線内に配置された熔融金属ミラーを用いて光デバイスへまたは光デバイスから光放射を反射させることとを含む。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【0014】 本発明のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の概略図を参照して以下に説明する。これらの図面において同じ参照符号は対応する部分を示す。

20

【図1】 【0015】 図1は、本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を示す。

【図2】 【0016】 図2は、図1のリソグラフィ装置のプラズマ源の一実施形態を概略的に示す。

【図3】 【0017】 図3は、プラズマ源の一実施形態を示す。

【図4】 【0018】 図4は、プラズマ源の一実施形態を示す。

【図5】 【0019】 図5は、プラズマ源の一実施形態を示す。

【図6】 【0020】 図6は、プラズマ源の一実施形態によるシールドの実例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0015】

30

【0021】 図1は、本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を概略的に示している。このリソグラフィ装置は、放射ビームB（例えばUV放射またはEUV放射）を調整するように構成された照明システム（イルミネータ）ILと、パターンングデバイス（例えばマスク）MAを支持するように構成され、かつ特定のパラメータに従ってパターンングデバイスを正確に位置決めするように構成された第1ポジションナPMに接続されたサポート構造（例えばマスクテーブル）MTと、基板（例えばレジストコートウェーハ）Wを保持するように構成され、かつ特定のパラメータに従って基板を正確に位置決めするように構成された第2ポジションナPWに接続された基板テーブル（例えばウェーハテーブル）WTと、パターンングデバイスMAによって放射ビームBに付けられたパターンを基板Wのターゲット部分C（例えば1つ以上のダイを含む）上に投影するように構成された投影システム（例えば屈折投影レンズシステム）PSとを含む。

40

【0016】

【0022】 照明システムとしては、放射を誘導し、整形し、または制御するために、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型、またはその他のタイプの光コンポーネント、あるいはそれらのあらゆる組合せなどの様々なタイプの光コンポーネントを含むことができる。

【0017】

【0023】 サポート構造は、パターンングデバイスを支持する、すなわち、パターンングデバイスの重量を支える。サポート構造は、パターンングデバイスの向き、リソグラフィ装置の設計、および、パターンングデバイスが真空環境内で保持されているか否かなどの

50

他の条件に応じた態様で、パターンングデバイスを保持する。サポート構造は、機械式、真空式、静電式またはその他のクランプ技術を使って、パターンングデバイスを保持することができる。サポート構造は、例えば、必要に応じて固定または可動式にすることができるフレームまたはテーブルであってもよい。サポート構造は、パターンングデバイスを、例えば、投影システムに対して所望の位置に確実に置くことができる。本明細書において使用される「レチクル」または「マスク」という用語はすべて、より一般的な「パターンングデバイス」という用語と同義であると考えられるとよい。

【0018】

[0024] 本明細書において使用される「パターンングデバイス」という用語は、基板のターゲット部分内にパターンを作り出すように、放射ビームの断面にパターンを与えるために使用できるあらゆるデバイスを指していると広く解釈されるべきである。なお、留意すべき点として、放射ビームに付与されたパターンは、例えば、そのパターンが位相シフトフィーチャまたはいわゆるアシストフィーチャを含む場合、基板のターゲット部分内の所望のパターンに正確に一致しない場合もある。通常、放射ビームに付けたパターンは、集積回路などのターゲット部分内に作り出されるデバイス内の特定の機能層に対応することになる。

10

【0019】

[0025] パターンングデバイスは、透過型であっても反射型であってもよい。パターンングデバイスの例としては、マスク、プログラマブルミラーアレイ、およびプログラマブルLCDパネルが含まれる。マスクは、リソグラフィでは周知であり、バイナリ、レベンソン型(alternating)位相シフト、およびハーフトーン型(attenuated)位相シフトなどのマスク型、ならびに種々のハイブリッドマスク型を含む。プログラマブルミラーアレイの一例では、小型ミラーのマトリックス配列が用いられ、入射する放射ビームを様々な方向に反射させるように各小型ミラーを個別に傾斜させることができる。傾斜されたミラーは、ミラーマトリックスによって反射される放射ビームにパターンを付ける。

20

【0020】

[0026] 本明細書において使用される「投影システム」という用語は、使われている露光放射に、あるいは液浸液の使用または真空の使用といった他の要因に適切な屈折型、反射型、反射屈折型、磁気型、電磁型、および静電型光学システム、またはそれらのあらゆる組合せを含むあらゆる型の投影システムを包含していると広く解釈されるべきである。本明細書において使用される「投影レンズ」という用語はすべて、より一般的な「投影システム」という用語と同義であると考えられるとよい。

30

【0021】

[0027] 本明細書に示されているとおり、リソグラフィ装置は、反射型のもの(例えば反射型マスクを採用しているもの)である。また、リソグラフィ装置は、透過型のもの(例えば透過型マスクを採用しているもの)であってもよい。

【0022】

[0028] リソグラフィ装置は、2つ(デュアルステージ)以上の基板テーブル(および/または2つ以上のマスクテーブル)を有する型のものであってもよい。そのような「マルチステージ」機械では、追加のテーブルを並行して使うことができ、すなわち、予備工程を1つ以上のテーブル上で実行しつつ、別の1つ以上のテーブルを露光用に使うこともできる。

40

【0023】

[0029] また、リソグラフィ装置は、投影システムと基板との間の空間を満たすように、例えば水といった比較的高い屈折率を有する液体によって基板の少なくとも一部を覆うことができるタイプのものであってもよい。また、例えばマスクと投影システムとの間といったように、リソグラフィ装置内の別の空間に液浸液を加えてもよい。液浸技術は、投影システムの開口数を増加させることで当技術分野において周知である。本明細書において使用される「液浸」という用語は、基板のような構造物を液体内に沈めなければならないという意味ではなく、単に、露光中、投影システムと基板との間に液体があるというこ

50

とを意味するものである。

【 0 0 2 4 】

[0030] 図 1 を参照すると、イルミネータ I L は、放射源 S O から放射ビームを受ける。例えば放射源がエキシマレーザである場合、放射源とリソグラフィ装置は、別個の構成要素であってもよい。その場合、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成しているとはみなされず、また放射は、放射源 S O からイルミネータ I L へ、例えば、適切な誘導ミラーおよび/またはビームエキスパンダを含むビームデリバリシステムを使って送られる。その他の場合、例えば放射源が水銀ランプである場合、放射源は、リソグラフィ装置の一体部分とすることもできる。放射源 S O およびイルミネータ I L は、必要ならばビームデリバリシステムとともに、放射システムと呼んでもよい。

10

【 0 0 2 5 】

[0031] イルミネータ I L は、放射ビームの角強度分布を調節するアジャスタを含むことができる。一般に、イルミネータの瞳面内の強度分布の少なくとも外側および/または内側半径範囲（通常、それぞれ -outer および -inner と呼ばれる）を調節することができる。さらに、イルミネータ I L は、インテグレートおよびコンデンサといった様々な他のコンポーネントを含むことができる。イルミネータを使って放射ビームを調整すれば、放射ビームの断面に所望の均一性および強度分布をもたせることができる。

【 0 0 2 6 】

[0032] 放射ビーム B は、サポート構造（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ングデバイス（例えばマスク M A）上に入射して、パターンングデバイスによってパターン形成される。マスク M A を通り抜けた後、放射ビーム B は投影システム P S を通過し、投影システム P S は、基板 W のターゲット部分 C 上にビームの焦点を合わせる。第 2 ポジショナ P W および位置センサ I F 2（例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダ、または静電容量センサ）を使い、例えば、様々なターゲット部分 C を放射ビーム B の経路内に位置決めするように、基板テーブル W T を正確に動かすことができる。同様に、第 1 ポジショナ P M および別の位置センサ I F 1 を使い、例えば、マスクライブラリから機械的に取り出した後またはスキャン中に、マスク M A を放射ビーム B の経路に対して正確に位置決めすることもできる。通常、マスクテーブル M T の移動は、第 1 ポジショナ P M の一部を形成するロングストロークモジュール（粗動位置決め）およびショートストロークモジュール（微動位置決め）を使って実現することができる。同様に、基板テーブル W T の移動も、第 2 ポジショナ P W の一部を形成するロングストロークモジュールおよびショートストロークモジュールを使って実現することができる。ステップの場合は（スキャナとは対照的に）、マスクテーブル M T は、ショートストロークアクチュエータのみに連結されてもよく、または固定されてもよい。マスク M A および基板 W は、マスクアライメントマーク M 1、M 2 と、基板アライメントマーク P 1、P 2 を使って位置合わせされてもよい。例示では基板アライメントマークが専用ターゲット部分を占めているが、基板アライメントマークをターゲット部分とターゲット部分との間の空間内に置くこともできる（これらは、スクライプラインアライメントマークとして公知である）。同様に、複数のダイがマスク M A 上に設けられている場合、マスクアライメントマークは、ダイとダイの間に置かれてもよい。

20

30

40

【 0 0 2 7 】

[0033] 例示の装置は、以下に説明するモードのうち少なくとも 1 つのモードで使用できる。

【 0 0 2 8 】

[0034] 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 を基本的に静止状態に保ちつつ、放射ビームに付けられたパターン全体を一度にターゲット部分 C 上に投影する（すなわち、単一静的露光）。その後、基板テーブル W T は、X および/または Y 方向に移動され、それによって別のターゲット部分 C を露光することができる。ステップモードでは、露光フィールドの最大サイズによって、単一静的露光時に結像されるターゲット部分 C のサイズが限定される。

50

【 0 0 2 9 】

[0035] 2. スキャンモードでは、マスクテーブルMTおよび基板テーブルWTを同期的にスキャンする一方で、放射ビームに付けられたパターンをターゲット部分C上に投影する(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の速度および方向は、投影システムPSの(縮小)拡大率および像反転特性によって決めることができる。スキャンモードでは、露光フィールドの最大サイズによって、単一動的露光時のターゲット部分の幅(非スキャン方向)が限定される一方、スキャン動作の長さによって、ターゲット部分の高さ(スキャン方向)が決まる。

【 0 0 3 0 】

[0036] 3. 別のモードでは、プログラマブルパターンニングデバイスを保持した状態で、マスクテーブルMTを基本的に静止状態に保ち、また基板テーブルWTを動かす、またはスキャンする一方で、放射ビームに付けられているパターンをターゲット部分C上に投影する。このモードでは、通常、パルス放射源が採用されており、さらにプログラマブルパターンニングデバイスは、基板テーブルWTの移動後ごとに、またはスキャン中の連続する放射パルスと放射パルスとの間に、必要に応じて更新される。この動作モードは、前述の型のプログラマブルミラーアレイといったプログラマブルパターンニングデバイスを利用す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。

【 0 0 3 1 】

[0037] 上述の使用モードの組合せおよび/またはバリエーション、あるいは完全に異なる使用モードもまた採用可能である。

【 0 0 3 2 】

[0038] 図2は、プラズマ形成部位2を囲む容器1を含むプラズマ源を概略的に示す。この容器は真空チャンバでありうる。プラズマ形成部位2は、リソグラフィ装置内にEUV放射を与えるように構成される。したがって、プラズマ形成部位2は、プラズマがプラズマ形成部位において形成されるので、プラズマ源そのものとみなされうる。図2の実施形態では、一実施形態ではレーザーデバイスまたはレーザーでありうる光デバイス3を用いてプラズマを点火させる。ドーズセンサといった他の光デバイス、または、他の光センサデバイスを用いてもよい。光デバイス3は、米国特許第7,247,870号に記載されるようにパルス放射源であってよい。光センサ、ドーズメータ等の他の光デバイスからまたはそれらの他の光デバイスへの放射は、本発明の実施形態にしたがって伝達することができる。光デバイス3は、容器1の外側に設けられてよく、それにより、放射は入射窓4を通り容器1(例えば真空チャンバ)内へと移動する。図2に示すように、シールド5がプラズマ形成部位2の見通し線内に配置され、かつ、光デバイス3をデブリから保護するように構成される。このようにすると、プラズマ形成部位2におけるプラズマの形成時に発生したデブリは、入射窓4に当たらない、あるいは、容器内に光放射を伝達するのに関連するレンズミラーまたはレーザー光学部品といった光学部品に当たらない。

【 0 0 3 3 】

[0039] 一実施形態では、液体スズ(Sn)ミラーの形態でありうるリフレクタ6が設けられて光放射8を反射する。リフレクタ6は、ここではレーザーデバイスとして示す光デバイス3と、特に放電領域であるプラズマ形成部位2との間の光路に配置される。リフレクタ6は、光デバイス3とプラズマ形成部位2(例えばスズ(Sn)液滴ターゲット)との間で光放射8を反射するように構成される。リフレクタ6は、表面7を有するミラー形成要素によって与えられる。一実施形態ではこのミラー形成要素の表面は湾曲している。

【 0 0 3 4 】

[0040] シールド5はリフレクタ6とは異なって設けられてよいが、一実施形態では、リフレクタ6自体が、場合によっては他の光要素と関連して遮蔽機能を提供しうる。

【 0 0 3 5 】

[0041] プラズマ源がスズ源である場合(代案としてはリチウム源またはキセノン源が挙げられる)、リフレクタ6のミラー形成要素は、良好な濡れ特性があるようにモリブデンまたは金の表面7を有しうる。この手法の潜在的な利点は、ミラー形成要素が、プラズ

10

20

30

40

50

マ形成部位 2 により近くに配置されうる光放射 8 用の収束レンズを与えることである。したがって、光デバイス 3 はより効率よく焦点を合わせることができ、それにより、より良好なプラズマ発生、レーザ発散（光デバイスがレーザである場合）および位置安定性の仕様の減少をもたらす。

【 0 0 3 6 】

[0042] 一実施形態では、リフレクタ 6 の表面 7 は、熔融金属面である。この実施形態の潜在的な利点は、リフレクタ 6 を、熔融金属面の冷却特性によって、かつ、熔融金属面が問題なくデブリを吸収しうることから、特に金属がデブリに対して機能的に等価であるまたは同一である場合にデブリに対して比較的鈍感であることによって、より近くに配置することができる。本実施例では、スズ源に対して、熔融金属はスズであることが好適であり、または、ガリウムおよび/またはインジウムが添加されたスズであることがより好適である。後者の添加は、融点を下げ、かつ、モリブデンまたは金により良好な濡れ特性を与えることができる。

10

【 0 0 3 7 】

[0043] 図 2 では、燃料液滴ジェネレータ、カメラ、およびセンサといったコンポーネントは図示していない。リフレクタ 6 が液体スズの表面 7 によって形成される実施形態では、リフレクタ 6 の反射性は、表面 7 を汚染する Sn デブリによる影響を受けない。リフレクタ 6 の表面 7 は平坦であっても湾曲されていてもよい。平らな表面が用いられる場合、追加の集束要素が設けられてよく、例えば、入射窓 4 は光を集束するために用いられるレンズでありうる。その場合、リフレクタ 6 は、光をプラズマ形成部位 2 に向けてのみ反射する。光放射に対して集束力（focusing power）を有する湾曲表面は、集束レンズをプラズマ形成部位 2 により近くに配置することを可能とし、それにより光放射（例えばレーザ）発散および位置安定性要件を減少するという利点を与える。集束レンズとプラズマ形成部位 2 との間の距離をさらに減少するためにはリフレクタの表面 7 は湾曲にされる。

20

【 0 0 3 8 】

[0044] 図 3 の実施形態では、プラズマ形成部位 2 は、リフレクタ 6 が水平方向に配置されるように構成され、この場合、液体 Sn は単に槽 6 0 内に保持されうる。槽 6 0 が静止している場合、表面 7（Sn を含む）は重力によって平らで水平である。あるいは、図 4 に示すように、槽 6 0 は垂直軸の周りを回転されて、レーザビームの（更なる）集束のために用いられうる放物面ミラー形状を形成しうる。

30

【 0 0 3 9 】

[0045] 図 5 に示すように、一実施形態では、基板 6 1 といったミラー形成要素上に液体 Sn 膜（表面 7 により表される）があり、この場合、このミラー形成要素は任意の向きに傾斜されうる。この実施形態では、表面 7 をより滑らかにすることによって反射性が高まる。これを達成するためには、Sn 面は Sn の融点より上の温度を有するべきであり、また、Sn はミラー基板面上に良好な濡れを有するべきである。表面 7 を濡らすためには、槽 6 0 の中でミラー要素 6 1 を回転させることにより熔融金属供給源が与えられる。当然ながら、他のタイプの供給源も可能であり、例えば、アウトレットからフローオーバー（flow over）面 7 を与えてもよい。

40

【 0 0 4 0 】

[0046] ミラー形成基板 6 1 の濡れ特性は、特にミラー形成面上の炭素汚染物質および酸化物といった汚染物質によって影響を受けうる。これらの汚染物質および酸化物は、水素雰囲気下で基板を加熱することにより除去することができる。

【 0 0 4 1 】

[0047] 図 5 に示すように、本実施形態はさらに、水素ガス 9 0 用の追加のインレット 9 と、ヒータ 1 0 を含む。ミラーを平滑化する必要がある場合（例えば、EUV（プラズマ）源を作動させる前、または、動作中に効率が下がる場合）に、水素ガス 9 0 がシステム内に供給され、ヒータ 1 0 を作動させうる。これにより、水素雰囲気下でミラー基板 6 1 が加熱され、その表面から汚染物質および酸化物が除去される。その後、水素ガス 9 0

50

およびヒータ10の作動を停止し、その後、EUV（プラズマ）源を動作させることができる。次に表面を覆う任意のSnは良好な濡れを有することになるので、（IR）反射性の高いコーティングが形成されることになる。

【0042】

[0048] 一実施形態では、ヒータは、ミラーをその所望の動作温度（Snの熔融温度より高いべきである）に加熱するために作動し続けてもよい。

【0043】

[0049] なお、正しい材料を基板61に対して選択することによっても汚染物質および酸化物を防止することが可能でありうることに留意されたい。例えば酸化率が非常に低い材料（例えばAu）を用いることを選択しうる。

【0044】

[0050] 水素下で加熱することの1つの可能な欠点は、汚染物質および酸化物の除去が比較的遅く、また、ミラーを非常に高い温度に加熱する必要があるという点である。

【0045】

[0051] より高速でかつ低温で作用する方法は、分子の代わりに水素ラジカルを使用することである。この実施形態は、水素90から水素ラジカルを発生させる手段をさらに含む。この手段は、例えば熱フィラメント11またはRF放電でありうる。この場合、ヒータ10を用いなくてもよくなるが、ヒータはEUV照射時にコレクタの動作温度を制御するために依然として用いることができる。

【0046】

[0052] 図6は、Moプレートレット上の純Snの濡れへの水素ラジカルを用いた処理の効果を示す。上部図である図6Aは、N₂環境下でSn融点に加熱されたSn液滴を有するMoプレートレットを示す。下部図である図6Bは同実験であるが、H₂/H環境下にあるものを示す。結果として、H処理は、Mo上でのSnの良好な濡れをもたらすことが示される。両実験では熱フィラメントを加熱に用いた。一部の 경우에는純Snを用いてよいが、Ga-In-Sn合金を用いることが好適である。この合金は、Snに類似した濡れ挙動を有するが、室温で液体であるという利点を有する。Ga-In-Snを用いる場合、合金中のGaの酸化防止のためにアルゴン環境を用いることが好適である。

【0047】

[0053] 本明細書において、IC製造におけるリソグラフィ装置の使用について具体的な言及がなされているが、本明細書記載のリソグラフィ装置が、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用のガイダンスパターン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といった他の用途を有し得ることが理解されるべきである。当業者には当然のことであるが、そのような別の用途においては、本明細書で使用される「ウェーハ」または「ダイ」という用語はすべて、それぞれより一般的な「基板」または「ターゲット部分」という用語と同義であるとみなしてよい。本明細書に記載した基板は、露光の前後を問わず、例えば、トラック（通常、基板にレジスト層を塗布し、かつ露光されたレジストを現像するツール）、メトロロジーツール、および/またはインスペクションツールで処理されてもよい。適用可能な場合には、本明細書中の開示内容を上記のような基板プロセッシングツールおよびその他の基板プロセッシングツールに適用してもよい。さらに基板は、例えば、多層ICを作るために複数回処理されてもよいので、本明細書で使用される基板という用語は、すでに多重処理層を包含している基板を表すものとしてもよい。

【0048】

[0054] 光リソグラフィの関連での本発明の実施形態の使用について上述のとおり具体的な言及がなされたが、当然のことながら、本発明は、他の用途、例えば、インプリントリソグラフィに使われてもよく、さらに状況が許すのであれば、光リソグラフィに限定されることはない。インプリントリソグラフィにおいては、パターンングデバイス内のトポグラフィによって、基板上に創出されるパターンが定義される。パターンングデバイスのトポグラフィは、基板に供給されたレジスト層の中にプレス加工され、基板上では、電磁

10

20

30

40

50

放射、熱、圧力、またはそれらの組合せによってレジストは硬化される。パターンングデバイスは、レジストが硬化した後、レジスト内にパターンを残してレジストの外へ移動される。

【 0 0 4 9 】

[0055] 本明細書で使用される「放射」および「ビーム」という用語は、紫外線（UV）（例えば、365nm、355nm、248nm、193nm、157nm、または126nmの波長、またはおよそこれらの値の波長を有する）、および極端紫外線（EUV）（例えば、5~20nmの範囲の波長を有する）、ならびにイオンビームや電子ビームなどの微粒子ビームを含むあらゆる種類の電磁放射を包含している。

【 0 0 5 0 】

[0056] 「レンズ」という用語は、文脈によっては、屈折、反射、磁気、電磁気、および静電型光コンポーネントを含む様々な種類の光コンポーネントのいずれか1つまたはこれらの組合せを指すことができる。

【 0 0 5 1 】

[0057] 以上、本発明の具体的な実施形態を説明してきたが、本発明は、上述以外の態様で実施できることが明らかである。例えば、本発明は、上記に開示した方法を表す1つ以上の機械読取可能命令のシーケンスを含むコンピュータプログラムの形態、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、磁気ディスクまたは光ディスク）の形態であってもよい。

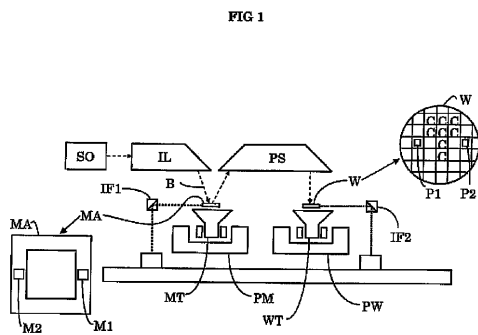
【 0 0 5 2 】

[0058] 上記の説明は、制限ではなく例示を意図したものである。したがって、当業者には明らかなように、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本記載の発明に変更を加えてもよい。

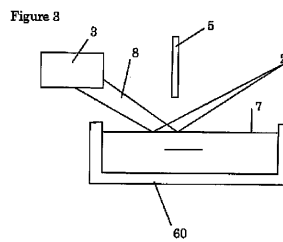
10

20

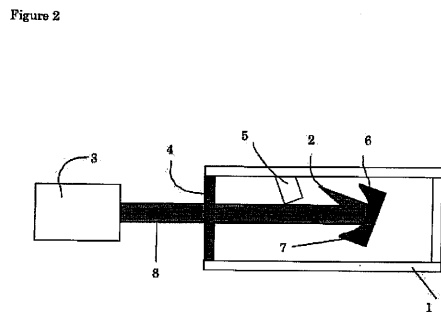
【 図 1 】



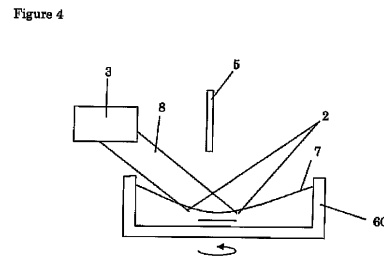
【 図 3 】



【 図 2 】

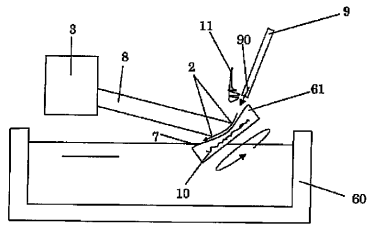


【 図 4 】



【 5 】

Figure 5



【 6 A 】



【 6 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 スール, ワウター アントン
オランダ国, 6 5 4 6 ヴイヴィ, ナイメーヘン, ヘグダムブルーク 1 7 1 7

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 国際公開第2007/005415(WO, A2)
国際公開第2007/051537(WO, A2)
特開2004-140390(JP, A)
特開2007-208239(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20
G21K 5/00