

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5191541号
(P5191541)

(45) 発行日 平成25年5月8日 (2013.5.8)

(24) 登録日 平成25年2月8日 (2013.2.8)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 3 1 S

G O 3 F 7/20 (2006.01)

G O 3 F 7/20 5 2 1

H O 5 G 2/00 (2006.01)

H O 5 G 1/00 K

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-521804 (P2010-521804)
 (86) (22) 出願日 平成20年8月25日 (2008.8.25)
 (65) 公表番号 特表2010-537424 (P2010-537424A)
 (43) 公表日 平成22年12月2日 (2010.12.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/NL2008/050567
 (87) 国際公開番号 W02009/025557
 (87) 国際公開日 平成21年2月26日 (2009.2.26)
 審査請求日 平成23年8月24日 (2011.8.24)
 (31) 優先権主張番号 60/935,643
 (32) 優先日 平成19年8月23日 (2007.8.23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 12/078,663
 (32) 優先日 平成20年4月2日 (2008.4.2)
 (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 ヴェルトホーフェン 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 ヴァン エンペル, ジャーコ, アドリアー
 ン, ルドルフ
 オランダ国, アイントホーフェン エヌエ
 ルー5643 エスシー, セント ウィル
 フレッドストラート 1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極端紫外線を生成するモジュールおよび方法、並びにリソグラフィ投影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

極端紫外線を生成する方法であって、

放射ビーム、例えばレーザービームを、所定のターゲット点火位置に配置される点火物質の小滴に向けて、前記小滴を、極端紫外線を生成するプラズマに変化させることと、

ミラー面を含むコレクタミラーを用いて前記極端紫外線を反射して前記極端紫外線を焦点に合わせることと、

前記ミラー面に対して実質的に横断方向において前記ミラー面から離れるように流れるガス流を提供して前記プラズマにより生成された粒子デブリを軽減することと、

を含み、

前記ミラー面から離れるように流れる前記ガス流は、前記コレクタミラーに対向する位置に配置された1以上のマニホルドによって提供される、
方法。

【請求項 2】

前記ガス流は、分子状および/または原子状水素を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記ターゲット点火位置および前記ミラーは、チャンバ内に配置され、前記チャンバ内のガス圧は、約10Paと400Paの間に維持される、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項 4】

前記ターゲット点火位置に近接した位置に配置されたヒートシンクにより前記ターゲッ

ト点火位置から熱エネルギーが逸らされる、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

前記粒子デブリからの前記粒子の少なくとも一部を含む前記ガス流が収集される、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

前記粒子デブリからの前記粒子の少なくとも一部を含む前記ガス流は、前記ターゲット点火位置に対して前記ミラー面とは反対の位置において収集される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

極端紫外線を生成するモジュールであって、
点火物質の 1 以上の小滴を所定のターゲット点火位置に供給する供給源と、
前記所定のターゲット点火位置に焦点が合わされるレーザビームを供給し、前記所定のターゲット点火位置に配置された小滴に衝突することによりプラズマを生成して前記小滴を極端紫外線生成プラズマに変化させる放射源と、

前記極端紫外線を反射して前記極端紫外線を焦点に合わせるミラー面を含むコレクタミラーと、

前記ミラー面に対して実質的に横断方向において前記ミラー面から離れるように流れるガス流を形成して前記プラズマによって生成された粒子デブリを軽減する流体供給源と、
を含み、

前記流体供給源は、前記コレクタミラーに対向する位置に配置され前記ガス流を供給する 1 以上のマニホールドを含む、
モジュール。

【請求項 8】

前記モジュールはチャンバを含み、前記チャンバ内に前記ターゲット点火位置および前記ミラーが配置される、請求項 7 に記載のモジュール。

【請求項 9】

前記モジュールは、前記チャンバからガスを送出する 1 以上のポンプを含む、請求項 7 又は 8 に記載のモジュール。

【請求項 10】

前記ターゲット点火位置から熱エネルギーを逸らす熱エネルギー方向転換面を有するヒートシンクをさらに含み、

前記ヒートシンクは、前記ターゲット点火位置に近接した位置に配置される、請求項 7 ~ 9 のいずれかに記載のモジュール。

【請求項 11】

前記ヒートシンクが少なくとも部分的に配置される前記位置は、前記コレクタミラーによって前記焦点に向けられる放射のない領域内にある、請求項 10 に記載のモジュール。

【請求項 12】

極端紫外線を生成するモジュールであって、
点火物質をチャンバ内の軸に近接した所望の位置に供給する燃料供給源と、
放射ビームを出力する放射源であって、前記放射ビームは前記所望の位置に向けられてそれにより前記点火物質を照射して極端紫外線を放出するプラズマを形成する、放射源と、

前記チャンバ内に位置決めされたミラー面を含むコレクタミラーであって、前記ミラー面は、前記極端紫外線を反射して前記軸に近接して位置決めされる焦点に合わせる、コレクタミラーと、

前記軸の方向に実質的に沿ってガス流を供給して、前記プラズマにより生成される粒子デブリを軽減する流体供給源と、

を含み、

前記流体供給源は、前記コレクタミラーに対向する位置に配置され前記ガス流を供給する 1 以上のマニホールドを含む、

10

20

30

40

50

モジュール。

【請求項 1 3】

パターンングデバイスからのパターンを基板上に投影するリソグラフィ投影装置であって、

放射ビームを調整する照明システムと、

前記放射ビームの断面にパターンを与えてパターン付き放射ビームを形成可能なパターンングデバイスを保持するサポートと、

基板を保持する基板テーブルと、

前記パターン付き放射ビームを前記基板のターゲット部分に投影する投影システムと、

請求項 7 から 1 2 のいずれかに記載のモジュールと、

を含む、装置。

10

【請求項 1 4】

極端紫外線を生成する方法であって、

点火物質を放射ビームで照射して、極端紫外線を放出するプラズマを形成することと、

ミラー面を含むコレクタミラーを用いて前記極端紫外線を反射して焦点に合わせることと、

前記ミラー面に対して実質的に横断方向において前記ミラー面から離れるガス流を供給して、前記プラズマによって生成された粒子デブリを軽減することと、

を含み、

前記ミラー面から離れるように流れる前記ガス流は、前記コレクタミラーに対向する位置に配置された 1 以上のマニホルドによって提供される、

20

方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本発明は、極端紫外線を生成するモジュールおよび方法に関する。このモジュールおよびこの方法は、リソグラフィ装置およびデバイス製造方法に適用することができる。

【背景技術】

【0002】

30

[0002] 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。

40

【0003】

[0003] より小さい構造を基板上に投影可能とするために、10 ~ 20 nm の範囲、好適には 13 ~ 14 nm の範囲内の波長を有する極端紫外線を使用することが提案されている。

【0004】

[0004] このような放射を生成するために、レーザの焦点を小滴に合わせ、それにより

50

小滴、好適にはスズの小滴を、極端紫外線を生成するプラズマに変化させることでプラズマが生成されてよい。多くの場合、いわゆるコレクタミラーを用いて放射を焦点に合わせ

【0005】

[0005] 極端紫外線に加えて、プラズマは、通常、熱化された原子、イオン、中性子、ナノクラスタ、および/または微粒子といった粒子の形態のデブリを生成する。デブリは、コレクタミラーおよび他の光学部品を損傷してしまうことがある。デブリが損傷をもたらすことを防ぐために、プラズマの付近にバッファガスを用いてデブリを軽減してもよい。それでもやはり、コレクタミラーは極端紫外線が生成される際に劣化および変形することが分かっている。

【発明の概要】

【0006】

[0006] コレクタミラーの変形および劣化を防止することが望ましい。

【0007】

[0007] 本発明の一態様では、点火物質の1以上の小滴を所定のターゲット点火位置に供給するように構成された供給源と、所定のターゲット点火位置に焦点が合わされ、所定のターゲット点火位置に配置される小滴に衝突することによりプラズマを生成して小滴を極端紫外線生成プラズマに変化させるレーザビームを供給する放射源と、極端紫外線を反射して極端紫外線を焦点に合わせるように構成されたミラー面を含むコレクタミラーと、ミラー面に対して実質的に横断方向においてミラー面から離れるように流れるガス流を形成してプラズマによって生成された粒子デブリを軽減するように構成された流体供給源とを含む、極端紫外線を生成するモジュールが提供される。

ガスは、分子状および/または原子状水素を含んでもよい。モジュールはチャンバからガスを送出する1以上のポンプを含んでもよく、及び/又は、モジュールにはチャンバ内のガス圧を約10 Paと400 Paとの間に維持する圧力コントローラが設けられてもよい。ガス圧は、20 Paと200 Paの間であってもよい。モジュールは、チャンバからガスを送出する1以上のポンプと、1以上のポンプを制御して、チャンバ内のガス圧を約10 Paと400 Paの間に維持する圧力コントローラとを含んでもよい。ガス圧は、約20 Paと200 Paの間であってもよい。

本発明の別の態様では、極端紫外線を生成するモジュールであって、点火物質をチャンバ内の軸に近接した所望の位置に供給する燃料供給源と、放射ビームを出力する放射源であって、放射ビームは所望の位置に向けられてそれにより点火物質を照射して極端紫外線を放出するプラズマを形成する、放射源と、チャンバ内に位置決めされたミラー面を含むコレクタミラーであって、ミラー面は、極端紫外線を反射して軸に近接して位置決めされる焦点に合わせる、コレクタミラーと、軸の方向に実質的に沿ってガス流を供給して、プラズマにより生成される粒子デブリを軽減する流体供給源と、を含む、モジュールが提供される。

ガス流は、軸に実質的に平行に流れてもよい。ガス流は、好ましくは、ミラー面から離れるように且つ焦点に向かって流れる。流体供給源は、第1および第2の副流をそれぞれ生成する第1および第2の流体供給ユニットを含んでもよく、第1および第2の副流は、軸に近接するミラー面の中心領域に向けられてガス流を形成する。流体供給源は、コレクタミラーに近接した位置に配置されガス流を供給する1以上のマニホールドを含んでもよい。実施形態では、モジュールは、粒子デブリからの粒子の少なくとも一部の少なくとも一部を含むガス流を収集するガス収集システムを含む。ガス収集システムは、ターゲット点火位置に対して燃料供給源とは反対の位置においてガス流を収集してもよい。

【0008】

[0008] 本発明の別の態様では、このようなモジュールは、パターンングデバイス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ソグラフィ投影装置内に含まれてよく、特に、このような装置内には、放射ビームを調整するように構成された照明システムと、パターンングデバイスを保持するように構成されたサポートであって、パターンングデ

10

20

30

40

50

バイスは放射ビームの断面にパターンを与えてパターン付き放射ビームを形成可能である、サポートと、基板を保持するように構成された基板テーブルと、パターン付き放射ビームを基板のターゲット部分に投影するように構成された投影システムが含まれる。

本発明の別の態様では、極端紫外線を生成する方法であって、放射ビーム、例えばレーザービームを、所定のターゲット点火位置に配置される点火物質の小滴に向けて、小滴を、極端紫外線を生成するプラズマに変化させることと、ミラー面を含むコレクタミラーを用いて極端紫外線を反射して極端紫外線を焦点に合わせることと、ミラー面に対して実質的に横断方向においてミラー面から離れるように流れるガス流を提供してプラズマにより生成された粒子デブリを軽減することと、を含む、方法が提供される。

ターゲット点火位置およびミラーは、チャンバ内に配置されてもよい。チャンバ内のガス圧は、約 10 Pa と 400 Pa の間に維持されてもよい。ガス圧は、約 20 Pa と 200 Pa の間であってもよい。選択的に、ミラーは、ガス流の少なくとも一部が通過可能な 1 以上のアパーチャを含む。代替的又は追加的に、レーザービームを出力するレーザには、ガス流の少なくとも一部が通過可能な 1 以上のアパーチャが設けられてもよい。複数のガスの副流が提供されてもよく、副流のそれぞれは中心領域に、ミラー面から離れるガス流が中心領域において生じる副流間の衝突により提供されるように向けられる。

【0009】

[0009] 本発明の別の態様では、極端紫外線を生成する方法であって、放射ビーム、例えばレーザービームの焦点が点火物質の小滴に合わされ、小滴は所定のターゲット点火位置に配置され、小滴を極端紫外線生成プラズマに変化させることと、ミラー面を含むコレクタミラーを用いて極端紫外線を反射して極端紫外線を焦点に合わせることと、ミラー面に対して横断方向においてミラー面から離れるように流れるガス流を提供してプラズマにより生成された粒子デブリを軽減することとを含む、方法が提供される。

【0010】

[0010] 本発明の一態様では、点火物質をチャンバ内の軸に近接した所望の位置に供給するように構成された燃料供給源と、放射ビームを出力するように構成された放射源であって、放射ビームは所望の位置に向けられてそれにより点火物質を照射して極端紫外線を放出するように構成されるプラズマを形成する、放射源と、チャンバ内に位置決めされたミラー面を含むコレクタミラーであって、ミラー面は、極端紫外線を反射して軸に近接して位置決めされる焦点に合わせるように構成される、コレクタミラーと、軸の方向に沿ってガス流を供給して、プラズマにより生成される粒子デブリを軽減する流体供給源を含む、極端紫外線を生成するモジュールが提供される。

本発明の別の態様では、極端紫外線を生成するモジュールであって、極端紫外線 - 放出源であって、放出源には点火物質の流体を所定のターゲット点火位置に供給する供給源と、ターゲット点火位置における点火物質からプラズマを生成するターゲット点火機構とが設けられ、プラズマは極端紫外線を放出する、極端紫外線 - 放出源と、プラズマによって放出された放射を焦点に合わせるコレクタミラーと、ターゲット点火位置から熱エネルギーを逸らす熱エネルギー方向転換面を有するヒートシンクと、を含み、ヒートシンクは、ターゲット点火位置に近接した位置に配置される、モジュールが提供される。

ヒートシンクが少なくとも部分的に配置される位置は、コレクタミラーによって焦点に向けられる放射のない領域内であってもよい。放射のない領域は、任意に、コレクタミラーにおける非反射部と、ターゲット点火位置に対するコレクタミラーの非反射部の位置とによって画定される。モジュールは、チャンバを含み、チャンバ内に極端紫外線 - 放出源、コレクタ、およびヒートシンクが配置され、チャンバは更に、水素分子および/または水素ラジカルを含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

【0011】

[0011] 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。

【図 1】 [0012] 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】[0013] 図 2 は、本発明によるモジュールの一実施形態の概略図を示す。
- 【図 3】[0014] 図 3 は、本発明によるモジュールの別の実施形態のコレクタの正面図である。
- 【図 4】[0015] 図 4 は、図 3 のコレクタの側面図である。
- 【図 5】[0016] 図 5 は、本発明によるモジュールの更に別の実施形態の側面図である。
- 【図 6】[0017] 図 6 は、本発明によるモジュールの更なる実施形態である。
- 【図 7】[0017] 図 7 は、本発明によるモジュールの更なる実施形態である。
- 【図 8】[0018] 図 8 は、図 6 のモジュールのヒートシンクである。
- 【図 9】[0019] 図 9 は、図 7 のモジュールのヒートシンクである。
- 【発明を実施するための形態】

10

【 0 0 1 2 】

[0020] 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 E U V 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）I L と、パターニングデバイス（例えばマスク）M A 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ニ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 ポジショナ P M に連結されたサポート構造またはサポート（例えばマスクテーブル）M T 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 ポジショナ P W に連結された基板テーブル（例えばウェーハテーブル）W T と、パターニングデバイス M A によって放射ビーム B に付与さ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）P S とを含む。

20

【 0 0 1 3 】

[0021] 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、もしくはその他のタイプの光コンポーネント、またはそれらのあらゆる組合せなどのさまざまなタイプの光コンポーネントを含むことができる。

【 0 0 1 4 】

[0022] サポート構造は、パターニングデバイスの向き、リソグラフィ装置の設計、および、パターニ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他の条件に応じた態様で、パターニ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、パターニ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、パターニングデバイスを、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「パターニングデバイス」という用語と同義であると考えるとよい。

30

【 0 0 1 5 】

[0023] 本明細書において使用される「パターニングデバイス」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付与す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、放射ビームに付与されたパターンは、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。

40

【 0 0 1 6 】

[0024] パターニングデバイスは、透過型であっても、反射型であってもよい。パターニ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 L C D パネルが含まれる。マスクは、リソグラフィでは公知であり、バイナリ、レベ

50

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。プログラミ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ており、各小型ミラーは、入射する放射ビームを様々な方向に反射させるように、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与する。

【 0 0 1 7 】

[0025] 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、または液浸液の使用もしく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、および静電型光学系、またはそれらのあらゆる組合せを含むあらゆるタイプ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るとよい。

10

【 0 0 1 8 】

[0026] 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。あるいは、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。

【 0 0 1 9 】

[0027] 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）を有するタイプのものであってもよい。そのような「マルチステージ」機械においては、追加のテーブルは並行して使うことができ、または予備工程を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。

20

【 0 0 2 0 】

[0028] 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、比較的高い屈折率を有する液体（例えば水）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、リソグラフィ装置内の別の空間（例えば、マスクと投影システムとの間）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よく知られている。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とを意味するものである。

30

【 0 0 2 1 】

[0029] 図1を参照すると、イルミネータILは、放射源SO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。そのような場合、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、また放射ビームは、放射源SOからイルミネータIL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BD（図1には図示せず）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SOおよびイルミネータILは、必要ならばビームデリバリシステムBDとともに、放射システムと呼んでもよい。

40

【 0 0 2 2 】

[0030] イルミネータILは、放射ビームの角強度分布を調節するアジャスタAD（図1には図示せず）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ILは、インテグレートIN（図1には図示せず）およびコンデンサCO（図1には図示せず）といったさまざま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。

50

【 0 0 2 3 】

[0031] 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ニングデバイス（例えばマスク M A）上に入射して、パターンニングデバイスによってパターン形成される。パターンニングデバイス（例えばマスク）M Aによって反射された後、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）を使って、例えば、さまざまなターゲット部分 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、パターンニングデバイス（例えばマスク）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、サポート構造（例えばマスクテーブル）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）を使って達成することができる。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達成することができる。ステップパの場合は（スキャナとは対照的に）、サポート構造（例えばマスクテーブル）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。パターンニングデバイス（例えばマスク）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 とを使って、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スペース内に置くこともできる（これらは、スクライブラインアライメントマークとして公知である）。同様に、複数のダイがパターンニングデバイス（例えばマスク）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。

【 0 0 2 4 】

[0032] 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 5 】

[0033] 1. ステップモードにおいては、サポート構造（例えばマスクテーブル）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。ステップモードにおいては、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。

【 0 0 2 6 】

[0034] 2. スキャンモードにおいては、サポート構造（例えばマスクテーブル）M T および基板テーブル W T 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）。サポート構造（例えばマスクテーブル）M T に対する基板テーブル W T の速度および方向は、投影システム P S 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。スキャンモードにおいては、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 2 7 】

[0035] 3. 別のモードにおいては、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、サポート構造（マスクテーブル）M T を基本的に静止状態に保ち、また基板テーブル W T 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たパターンをターゲット部分 C 上に投影する。このモードにおいては、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 W T 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、前述のタイプのプログラブルミラーアレイといったプログラブルパター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 2 8 】

[0036] 上述の使用モードの組合せおよび／もしくはバリエーション、または完全に異なる使用モードもまた採用可能である。

【 0 0 2 9 】

[0037] 図 2 は、本発明の一実施形態による、極端紫外線を生成するように構成されたモジュール 1 の概略図を示す。モジュール 1 は、好適には放射源 S O として機能し、イルミネータ I L に放射ビームを与えうる。モジュール 1 は、点火物質の 1 以上の小滴 4 を所定のターゲット点火位置 T I P に供給するように構成された供給源（例えば流体供給源）2 を含む。また、例えばレーザまたはレーザ源 6 である放射源がモジュール 1 内に含まれ、レーザ 6 は、所定のターゲット点火位置 T I P にある小滴 4 に衝突することにより極端紫外線を生成するプラズマ 8 を生成するように、所定のターゲット点火位置 T I P にその焦点が合わされるビームを発生するように構成される。一実施形態では、小滴は、チャンバの軸に近接して配置されてよい。モジュール 1 は更に、放射を焦点 F P に合わせるために放射を反射するように構成されたミラー面 1 4 を含むコレクタミラー 1 2 と、プラズマによって生成される粒子デブリを軽減するためにミラー面 1 4 に対して横断する方向 D において、ミラー面 1 4 から離れるように流れるガス流 G F を形成するように構成された流体供給源 1 6 とを含むチャンバ 1 0 を更に含む。

【 0 0 3 0 】

[0038] 粒子デブリは、ペクレ（Peclet）効果を用いて軽減されることが好適である。いわゆるペクレ数は、通常、熱拡散である流れの拡散速度に対する流れの移流速度を表す。ペクレ数は、熱拡散の場合は、レイノルズ（Reynold）数とプラントル（Prandtl）数の積に等しく、質量分散の場合は、レイノルズ数とシュミット（Schmidt）数の積に等しい。その移流が十分に高いように流れを作ることにより、ペクレ数は高くなり、それにより、コレクタミラーに到達する粒子デブリが十分に低くなる。ガス流の好適な速度は、約 5 m / s の速度を超えて見つけられうる。約 5 m / s 以上の速度で、 SnH_4 といった水素化合物が、コレクタミラー面 1 4 から離れるように運ばれうる。通常、ガス流の速度は 1 0 0 m / s であってよい。

【 0 0 3 1 】

[0039] 一実施形態では、焦点は、軸に近接して位置決めされてよい。この軸は光軸であってよい。ガス流 G F は、プラズマの発生中、アパーチャ 1 8 によって連続的に供給されてよい。

【 0 0 3 2 】

[0040] ターゲット点火位置の付近におけるほぼ静止しているパuffaガスの熱負荷がコレクタミラーの変形および劣化を引き起こしうるので、図 2 に示すモジュール 1 が動作する際にはガス流が形成される。このガス流 G F は、ミラー面 1 4 から離れるように流れ、それにより、ガス流 G F 内のガスとミラー面 1 4 とが熱接触する量が少なくなる。

【 0 0 3 3 】

[0041] 流体供給源 1 6 として機能して、1 以上のアパーチャ 1 8 がミラー 1 2 内に設けられてよく、各アパーチャは、ガス流 G F の少なくとも一部が通過できるように構成される。好適には、1 以上のアパーチャ 2 0 をレーザ 6 内に設けて、ガス流 G F の少なくとも一部が通過できるようにしうる。別の実施形態では、ガス流 G F は、モジュール 1 内に配置された複数の流体供給源（すなわち流体供給ユニット）2 2 によってチャンバ 1 0 に供給される。各流体供給源 2 2 はガスの副流を与えるよう構成され、各副流は中心領域に、ミラー面から離れるガス流が中心領域において生じる副流間の衝突によって与えられるように向けられる。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

[0042] モジュール 1 は、チャンバ 10 からガスを送り出すように構成されたポンプ 24 を含む。好適には、ポンプ 24 は、約 10 Pa から 400 Pa の範囲、より具体的には約 20 Pa から 200 Pa の範囲内のレベルに圧力を維持するためにポンプ 24 を制御するように構成された圧力コントローラ 21 によって制御される。非常に好適な圧力レベルは 100 Pa である。動作温度が比較的高いことによって、このようなガス圧は、システムの極端紫外線に対する透過率を損なわず、特にガスが水素である場合に損なわない。圧力は別の方法、例えば、ポンプ 24 ではなく流体供給源 16 を制御することでも制御されうることが理解されよう。

【0035】

[0043] このモジュールが、図 1 に示す装置のようなリソグラフィ投影装置内に含まれる場合、ポンプ 24 は、照明システム IL といった装置の他の部分内にガス流 GF が流れ込むことを防ぐように機能しうる。

【0036】

[0044] 上述したように、ガス流は分子状および/もしくは原子状水素、または任意の他の好適なガスを含んでよい。ガスは、ガスを供給することで流体供給源 16 によって供給されることができる。流体供給源はチャンバ 10 内に入ると気相に変化する液体を供給してもよい。

【0037】

[0045] 図 3 を参照するに、図 2 の実施形態に対する代替案が開示される。図 3 の実施形態は、図 2 の実施形態に類似する。相違点は、図 3 の実施形態では、流体供給源 2 が、コレクタミラー 12 のミラー面 14 に近接した位置に配置された 1 以上のマニホールド 26 を含むことである。マニホールド 26 は、複数のアパーチャ 18 を通してガス流を供給するように構成される。コレクタミラー 12 とは別個の構造であってよいマニホールド 26 を用いることにより、コレクタミラー 12 にアパーチャを設ける必要がなくなる。このことは、本発明によるモジュールの製造可能性を大幅に増加する。

【0038】

[0046] 図 3 の実施形態では、マニホールド 26 は、アパーチャ 18 がガスをプラズマターゲット点火位置に向けるようにチャンバ 10 内に位置決めされる。

【0039】

[0047] 図 4 は、図 3 のコレクタミラー 12 の側面図である。しかし、図 4 では、レーザ源 6 を図示したレーザ源 6 は孔 28 を通り延在する（図 3 も参照）。

【0040】

[0048] 図 5 は、モジュールの更に別の実施形態の側面図である。図 5 の実施形態は、図 2 の実施形態にかなり類似する。しかし、図 5 では、モジュール 1 は更に、粒子デブリからの粒子の少なくとも一部の少なくとも一部を含むガス流を収集するように構成されたガス収集システム 30 を含む。図 5 に示すように、ガス収集システムは、ターゲット点火位置に対して流体供給源とは反対の位置でガス流を集めるように構成される。流体供給源 16 およびガス収集システムは、ガス流が約 100 m/s の速度、または、10 m/s から 1000 m/s の範囲内の任意の他の流速に到達するように構成される。

【0041】

[0049] 以上のように、図 5 における流体供給源 16 によって供給されるガス流はかなり細かいジェットである。ガス収集システム 30 の使用は、図 2 および図 3 の実施形態のアパーチャ 16 のタイプとそれぞれ組み合わせられてもよい。このようにすると、より均質でより広いガス流をバックグラウンドガス流として得ることができる。

【0042】

[0050] 図 6 および図 7 は、極端紫外線 (EUV) を生成する更なるモジュール 101 を開示する。このモジュールは、極端紫外線 - 放出源を含み、この放出源には、所定のターゲット点火位置 TIP に点火物質の流体を供給するように構成された供給源が設けられている。明確にする目的で、図 6 および図 7 には図示していないが、供給源は、図 2 に示す供給源 2 と同じかまたは少なくとも同様であってよい。

【 0 0 4 3 】

[0051] 放出源には更に、図 6 および図 7 の各実施形態ではターゲット点火位置にある点火物質からプラズマを生成するように構成されたレーザであるターゲット点火機構 1 0 6 が設けられてよい。プラズマは E U V 放射を放出する。この場合、放出源は、レーザ生成プラズマ (L P P) 源であり、ミラー面 1 1 4 を有するコレクタミラー 1 1 2 内の孔を通り延在する。別のタイプのこのような放出源は放電生成プラズマ (D P P) 源である。

【 0 0 4 4 】

[0052] コレクタ 1 1 2 は、モジュール 1 0 1 内に含まれ、プラズマによって放出された放射を、焦点 F P と、ターゲット点火位置 T I P から熱エネルギーを逸らすように構成された熱エネルギー方向転換面 1 3 4 を有するヒートシンク 1 3 2 とに合わせる。有利には、ヒートシンク 1 3 2 は、図 6 および図 7 に示すようにターゲット点火位置に近接する位置に配置されてよい。

【 0 0 4 5 】

[0053] 図 6 および図 7 の実施形態では、モジュールは、チャンバ (図面にはその全体は図示していない) を含み、その中に放出源、コレクタミラー 1 1 2 、およびヒートシンク 1 3 2 が配置される。チャンバは、水素分子、水素ラジカル、またはそれらの混合物を含んでよい。

【 0 0 4 6 】

[0054] 図 6 におけるモジュール 1 0 1 は、図 7 のモジュール 1 0 1 とは、図 7 に示すモジュール 1 0 1 のヒートシンク 1 3 2 は円筒形 (図 8 参照) であるのに対して図 6 に示すモジュール 1 0 1 のヒートシンク 1 3 2 は円錐形 (図 9) で、焦点 F P に向かって徐々に細くなる点で異なる。通常、ヒートシンク 1 3 2 は、約 8 0 m m または約 1 6 0 m m の直径の断面を有してよい。図 9 の円錐形のヒートシンク 1 3 2 の開口角は約 1 0 ° または約 2 0 ° である。

【 0 0 4 7 】

[0055] 図 6 および図 7 の両方の実施形態では、ヒートシンク 1 3 2 は、ミラー 1 1 2 のミラー面 1 1 4 による反射からコレクタミラーの非反射部 1 3 6 によって保護されることにより、コレクタミラー 1 1 2 によって焦点 F P に向けられる放射がない領域に配置される。コレクタミラーのこの非反射部 1 3 6 には反射性がない。この位置は、ターゲット点火機構 1 0 6 、すなわち、レーザがコレクタミラー 1 1 2 内を通り延在する位置だからである。したがって、ヒートシンク 1 3 2 は、コレクタミラー 1 1 2 によって反射された任意の E U V 放射を遮断せず、したがって、焦点 F P における E U V 放射強度には不利な影響がない。

【 0 0 4 8 】

[0056] 本明細書において、I C 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 (L C D) 、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。当業者にとって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 I C 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。

【 0 0 4 9 】

[0057] 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

10

20

30

40

50

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 5 0 】

[0058] 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。

10

【 0 0 5 1 】

[0059] 「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 2 】

[0060] 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。

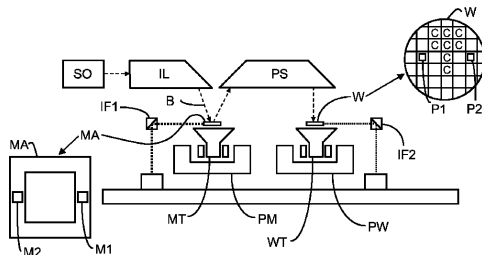
20

【 0 0 5 3 】

[0061] 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。

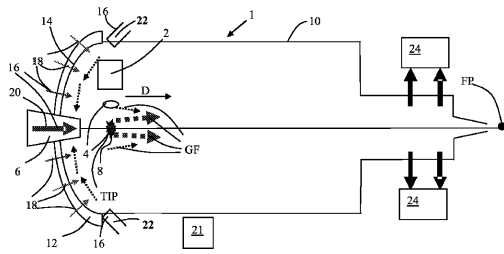
【 図 1 】

FIG 1



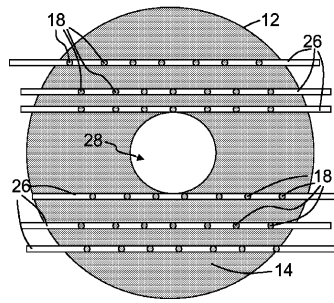
【 図 2 】

FIG 2



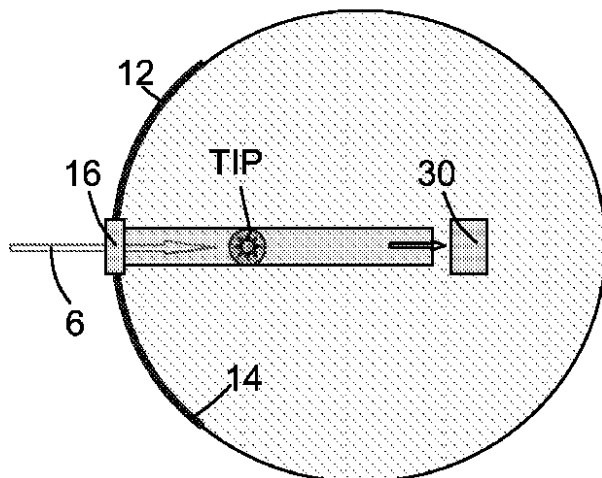
【 図 3 】

FIG 3



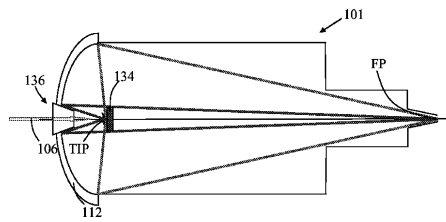
【 図 5 】

FIG 5



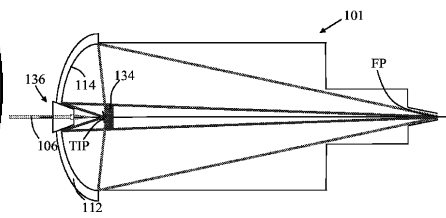
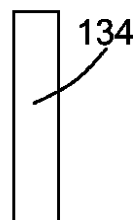
【 図 6 】

FIG 6



【 図 7 】

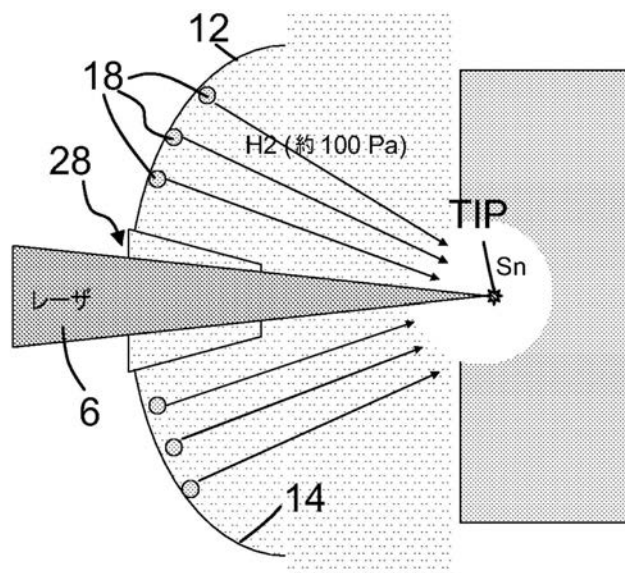
FIG 7

【 図 8 】
FIG 8

【図9】
FIG 9



【図4】



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/136,148
 (32)優先日 平成20年8月14日(2008.8.14)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 61/136,145
 (32)優先日 平成20年8月14日(2008.8.14)
 (33)優先権主張国 米国(US)
- (72)発明者 バニエ, パディム, エヴィジェンエビッチ
 オランダ国, デュルン エヌエル - 5 7 5 1 エスピー, エエンドラヒト 2 1
- (72)発明者 イヴァノヴ, ブラディミア, ヴィタレヴィッチ
 ロシア連邦, 1 1 9 4 2 1, モスクワ, ノヴァトロヴ ストリート 3 6 - 3 - 3 3 6
- (72)発明者 ループストラ, エリック, ルーロフ
 オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 1 3 イーエス, ラーケンストラート 3 2 - 3 4
- (72)発明者 ヴァン スホート, ジャン, ベルナルド, プレヘルムス
 オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 3 2 エックスエヌ, シトルシュホフ 8
- (72)発明者 ヴァン デ ヴィホヴァー, ユリ, ヨハネス, ガブリエル
 オランダ国, ベスト エヌエル - 3 6 8 5 ビーアール, ロシェウベル 7
- (72)発明者 スウィンケルズ, ゲラルドス, ヒューベルタス, ペトラス, マリア
 オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 2 3 エルティー, ジェネラル コエンデル
 スラーン 2 7
- (72)発明者 シメール, ヘンドリカス, ジスバータス
 オランダ国, ユトレヒト エヌエル - 3 5 4 4 ブイピー, トゥウィーデ ウエスターパークラ
 ン 1 8 7
- (72)発明者 ラベッツスキ, ドズミトリ
 オランダ国, ユトレヒト エヌエル - 3 5 3 2 ブイエル, アルベルディンク チムストラート
 1 9
- (72)発明者 モールス, ヨハネス, フベルトゥス, ヨセフィナ
 オランダ国, ヘルモント エヌエル - 5 7 0 9 エムティー, デイルドンクラーン 5 6

審査官 長井 真一

- (56)参考文献 特開2006-286623(JP, A)
 特開2006-080255(JP, A)
 特開2006-202671(JP, A)
 特開2007-184577(JP, A)
 特表2009-517880(JP, A)
 特開2007-134166(JP, A)
 特開2007-035660(JP, A)
 特開2006-222426(JP, A)
 特開2008-277481(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
 G03F 7/20
 H05G 2/00