

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5439469号
(P5439469)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl. F I
HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 3 1 A
 HO 1 L 21/30 5 0 3 G

請求項の数 38 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-502229 (P2011-502229)	(73) 特許権者	503263355
(86) (22) 出願日	平成20年11月19日(2008.11.19)		カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー
(65) 公表番号	特表2011-517071 (P2011-517071A)		エムペーハー
(43) 公表日	平成23年5月26日(2011.5.26)		ドイツ連邦共和国、73447 オーバー
(86) 国際出願番号	PCT/EP2008/009754		コッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ
(87) 国際公開番号	W02009/121385		ーセ 2
(87) 国際公開日	平成21年10月8日(2009.10.8)	(74) 代理人	100147485
審査請求日	平成22年10月27日(2010.10.27)		弁理士 杉村 憲司
(31) 優先権主張番号	102008000959.8	(74) 代理人	100134005
(32) 優先日	平成20年4月3日(2008.4.3)		弁理士 澤田 達也
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100149249
(31) 優先権主張番号	61/042,061		弁理士 田中 達也
(32) 優先日	平成20年4月3日(2008.4.3)	(72) 発明者	ディルク ハイブリッヒ エーム
(33) 優先権主張国	米国(US)		ドイツ国 73466 ラウヒハイム シ
			ェッフェルシュトラーセ 5
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 洗浄モジュール、及び洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

洗浄ガスの供給手段と洗浄ガスを励起させる装置とを備えた洗浄モジュールにおいて、前記洗浄ガスを励起させる装置が、低温カソード(504)を有し、前記低温カソードが、互いに近接して配置された電極対(510、514)として構成されており、

前記電極の一方(514)は、少なくとも1つの開口を有し、該開口は、他方の電極(510)から放出された電子が該開口を通じて脱出すると共に、前記洗浄ガスと接触することを可能にするものであることを特徴とする洗浄モジュール。

【請求項2】

請求項1に記載の洗浄モジュールであって、誘電性又は強誘電性の層(512)が前記電極(510、514)間に配置された洗浄モジュール。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の洗浄モジュールであって、送給管(810)の形態をなす、励起させた洗浄ガスのための出口(708)を備え、前記送給管(810)は、その内側表面上に、前記励起させた洗浄ガスとの再結合速度が小さい材料を有する洗浄モジュール。

【請求項4】

洗浄ガスの供給手段と洗浄ガスを励起させる装置とを備えた洗浄モジュールであって、前記洗浄ガスを励起させる装置がプラズマを発生させる手段(820、822)を有し、送給管(810)の形態をなす、励起させた洗浄ガスのための出口(708)を備え、

前記送給管（810）は、その内側表面上に、前記励起させた洗浄ガスとの再結合速度が小さい材料を有する洗浄モジュール。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の洗浄モジュールであって、

前記プラズマを発生させる手段が電極（604、606）として構成されており、

前記洗浄ガス供給手段（608）は、洗浄ガスが電極間に運ばれるように配置されている洗浄モジュール。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 に記載の洗浄モジュールであって、励起させた洗浄ガスのための出口（508、610）を備えた洗浄モジュール。

10

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、電氣的及び / 又は磁氣的な場を付与する手段（520、522、524、526、528、530、616、618、620、622、624、626）を備えた洗浄モジュール。

【請求項 8】

洗浄ガスの供給手段と、高温カソードを用いて洗浄ガスを励起させる装置とを備えた洗浄モジュールであって、

送給管（810）の形態をなす、励起させた洗浄ガスのための出口（708）を備え、

電氣的及び / 又は磁氣的な場を付与する手段が前記出口の外側に配置されており、

前記送給管（810）は、その内側表面上に、前記励起させた洗浄ガスとの再結合速度が小さい材料を有する洗浄モジュール。

20

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 に記載の洗浄モジュールであって、前記電場を付与する手段が、電極（714、716）又は格子（722、724）として構成された洗浄モジュール。

【請求項 10】

請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、前記磁場を付与する手段が、磁石（718、720）として構成された洗浄モジュール。

【請求項 11】

請求項 3 ~ 5 及び 8 のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、前記送給管（810）は、120度未満の角度で屈曲した少なくとも 1 つの屈曲部を有する洗浄モジュール。

30

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、窒素含有ガス及び水素含有ガスからなる群の洗浄ガスから選択した 1 種類以上のガスを備えた洗浄モジュール。

【請求項 13】

分子状水素の供給手段（206、306、406）、原子状水素を発生させる装置（210、310、410）及び原子状及び / 又は分子状水素の送給管（212、312）を備えた洗浄モジュールであって、

前記送給管（212、312）は、120度未満の角度で屈曲した少なくとも 1 つの屈曲部を有し、

40

前記送給管（212、312）は、その内側表面上に、原子状水素との再結合速度が小さい材料を有し、

前記供給手段（206、306、406）は、原子状水素を発生させる装置（210、310、410）に面した端部において、口広がり形状を成している洗浄モジュール。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の洗浄モジュールであって、前記送給管（212、312）の内側表面上の前記材料が、二酸化ケイ素、ポリ四フッ化エチレン又はリン酸である洗浄モジュール。

【請求項 15】

請求項 13 又は 14 に記載の洗浄モジュールであって、前記送給管（212、312）はガラス又は石英からなる洗浄モジュール。

50

【請求項 16】

請求項13から15のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、前記送給管（212、312）が冷却手段（224、324）を有する洗浄モジュール。

【請求項 17】

請求項13から16のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、前記原子状水素を発生させる装置が、加熱フィラメント（210、310、410）として構成されている洗浄モジュール。

【請求項 18】

請求項17に記載の洗浄モジュールであって、前記加熱フィラメント（410）が表面の全体にわたって展開している洗浄モジュール。

10

【請求項 19】

請求項13から18のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、前記供給手段（406）は、前記原子状水素を発生させる装置（410）に面した端部でシャワーヘッドの形態を成す洗浄モジュール。

【請求項 20】

請求項13から19のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、前記送給管（212、312）が移動可能に構成されている洗浄モジュール。

【請求項 21】

請求項13から20のいずれか一項に記載の洗浄モジュールであって、電氣的及び／又は磁氣的な場を付与する手段を備えた洗浄モジュール。

20

【請求項 22】

請求項 1 から21のいずれか一項に記載の少なくとも1つの洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置。

【請求項 23】

少なくとも1つの真空室と、請求項 3 ～ 5、8、11及び13から21のいずれか一項に記載の少なくとも1つの洗浄モジュールとを備えたEUVリソグラフィ装置であって、前記洗浄モジュール（23、25、27）は、前記送給管（24、26、28）のみが前記真空室（11、14、20、22）内に突出するように前記真空室（11、14、20、22）外に配置されているEUVリソグラフィ装置。

【請求項 24】

請求項23に記載のEUVリソグラフィ装置であって、前記真空室が、1つ又は複数の光学素子（15、16）をカプセルで包む真空室（22）であり、

30

前記洗浄モジュール（25）は、前記供給手段と原子状水素を発生させる手段とが前記真空室（22）外に配置され、かつ、発生させた水素が前記真空室（22）へその室内で前記送給管（26）を通じて供給されるように配置されているEUVリソグラフィ装置。

【請求項 25】

少なくとも1つの真空室と、請求項 3 ～ 6、8、11及び13から21のいずれか一項に記載の少なくとも1つの洗浄モジュールとを備えたEUVリソグラフィ装置であって、前記洗浄モジュール（30、31、33）は、前記洗浄モジュールが前記真空室に前記出口を介して接続されるように前記真空室（11、14、22、20）外に配置されているEUVリソグラフィ装置。

40

【請求項 26】

請求項25に記載のEUVリソグラフィ装置であって、前記真空室が、1つ又は複数の光学素子（15、16）をカプセルで包む真空室（22）であるEUVリソグラフィ装置。

【請求項 27】

請求項 1 から21のいずれか一項に記載の少なくとも1つの洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置のための投影システム。

【請求項 28】

少なくとも1つの真空室と、請求項 3 ～ 5、8、11及び13から21のいずれか一項に記載

50

の少なくとも1つの洗浄モジュールとを備えたEUVリソグラフィ装置のための投影システムであって、前記洗浄モジュール(27)は、前記送給管(28)のみが前記真空室(20)内に突出するように、前記真空室(20)外に配置されている投影システム。

【請求項29】

請求項28に記載の投影システムであって、

前記真空室が、1つ又は複数の光学素子(18、19)をカプセルで包む真空室(22)であり、

前記洗浄モジュール(27)は、前記供給手段(206、306、406)と原子状水素を発生させる手段(210、310、410)とが前記真空室(22)外に配置され、かつ、発生させた水素が前記真空室(22)へその室内で前記送給管(212、312)を通じて供給されるように配置されている投影システム。

10

【請求項30】

少なくとも1つの真空室と、請求項3～6、8、11及び13から21のいずれか一項に記載の少なくとも1つの洗浄モジュールとを備えたEUVリソグラフィ装置のための投影システムであって、前記洗浄モジュール(33)は、前記洗浄モジュールが前記真空室に前記出口を介して接続されるように、前記真空室(20)外に配置されている投影システム。

【請求項31】

請求項30に記載の投影システムであって、前記真空室が、1つ又は複数の光学素子(15、16)をカプセルで包む真空室(22)である投影システム。

【請求項32】

請求項1から21のいずれか一項に記載の少なくとも1つの洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置のための露光システム。

20

【請求項33】

少なくとも1つの真空室と、請求項3～5、8、11及び13から21のいずれか一項に記載の少なくとも1つの洗浄モジュールとを備えたEUVリソグラフィ装置のための露光システムであって、前記洗浄モジュール(25)は、前記送給管(212、312)のみが前記真空室(14)内に突出するように、前記真空室(14)外に配置されている露光システム。

【請求項34】

請求項33に記載の露光システムであって、

前記真空室が、1つ又は複数の光学素子(15、16)をカプセルで包む真空室(22)であり、

30

前記洗浄モジュール(25)は、前記供給手段(206、306、406)と原子状水素を発生させる手段(210、310、410)とが前記真空室(22)外に配置され、かつ、発生させた水素が前記真空室(22)へその室内で前記送給管(212、312)を通じて供給されるように配置されている露光システム。

【請求項35】

少なくとも1つの真空室と、請求項3～6、8、11及び13から21のいずれか一項に記載の少なくとも1つの洗浄モジュールとを備えたEUVリソグラフィ装置のための露光システムであって、前記洗浄モジュール(31)は、前記洗浄モジュールが前記真空室に前記出口を介して接続されるように、前記真空室(14、22)外に配置されている露光システム。

40

【請求項36】

請求項35に記載の露光システムであって、前記真空室が、1つ又は複数の光学素子(15、16)をカプセルで包む真空室(22)である露光システム。

【請求項37】

請求項1から21のいずれか一項に記載の洗浄モジュールの使用方法であって、前記洗浄モジュールをEUVリソグラフィ装置の構成部品の洗浄に使用する使用方法。

【請求項38】

請求項37に記載の使用方法であって、前記構成部品がミラー又はフォトマスクである使用方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、洗浄ガスの供給手段と洗浄ガスを励起させる装置とを備えた洗浄モジュール、特にEUVリソグラフィ装置のための洗浄モジュールに関するとともに、水素分子の供給手段と加熱フィラメントとを備えた洗浄モジュール、特にEUVリソグラフィ装置のための洗浄モジュールに関する。

【0002】

本発明は、さらに、そのような洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置、そのような洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置のための投影システム及び露光システム、並びにそのような洗浄モジュールの使用方法に関する。

10

【背景技術】**【0003】**

EUVリソグラフィ装置において、フォトマスク又は多層ミラー等の、極紫外線(EUV)又は軟X線波長域(例えば、約5nmと20nmの間の波長)のための反射性光学素子が半導体部品のリソグラフィのため使用される。EUVリソグラフィ装置は一般的に複数の反射性光学素子を有するため、後者は、全体として十分高い反射率を確実にするため、できるだけ高い反射率を有しなければならない。反射性光学素子の反射性及び耐用年数は、反射性光学素子の光学的に使用される反射性表面の汚染によって低減されるおそれがあり、この汚染は、短波照射に起因し、作動雰囲気中の残余ガスとともに生じる。複数の反射性光学素子は通常、EUVリソグラフィ装置内で直列に並べられるため、個々の反射性光学素子のそれぞれの汚染がたとえごく小さくとも、全体としての反射特性への影響は大きいものとなる。

20

【0004】

特に、EUVリソグラフィ装置の光学素子は、元々、原子状水素を利用して洗浄することができ、具体的には、この原子状水素は炭素を含む汚染物質を含有する揮発性化合物に変化する。多くの場合、水素分子を、加熱した加熱フィラメント上へ導入することで、原子状水素が得られる。特に高い融点を有する金属又は合金が、この目的の加熱フィラメントに使用される。洗浄ヘッドとして知られ、水素供給管及び加熱フィラメントからなるものが、ミラー表面から汚染物質を除去するため、ミラー表面の近傍に配置される。原子状水素が特に炭素を含む汚染物質と反応する際形成される揮発性化合物は、通常の真空システムを使用し吸引によって取除かれる。

30

【0005】

従来手法における問題は、一方では、高い洗浄効率を得るため、洗浄ヘッドをミラーに近接して配置すべきであることである。他方では、最適化された反射性光学素子、特にEUV又は軟X線波長域のためのものは、多くの場合、熱の影響を受けやすい。洗浄の際ミラーを加熱しすぎると、その光学特性の機能障害を引き起こすことになる。したがって、今までは、洗浄の際ミラーを冷却したり、洗浄を、冷却段階を有するパルス状洗浄として実施したりしていた。

【0006】

さらなる問題は、既知の洗浄ヘッドを使用した場合、洗浄すべきミラー表面に向かって加速させられるイオン化粒子が生成されるおそれがあり、この粒子がスパッタ効果を通じて表面に損傷を与えることになりかねないことにある。

40

【発明の概要】**【0007】**

本発明の目的は、既知の洗浄ヘッドを改良し、光学素子のより穏やかな洗浄が可能になるという効果を達成することである。

【0008】

第1の態様では、前記目的は、洗浄ガスの供給手段と洗浄ガスを励起させる装置とを備えた洗浄モジュールにおいて、前記洗浄ガスを励起させる装置が低温カソードを有することを特徴とする洗浄モジュールによって達成される。低温カソードは、加熱フィラメント

50

等の高温カソードと対照的に、強い加熱を用いず、むしろ高電圧の付与によって電子放出が誘導されるカソードである。

【 0 0 0 9 】

第2の態様では、前記目的は、洗浄ガスの供給手段と洗浄ガスを励起させる装置とを備えた洗浄モジュールであって、前記洗浄ガスを励起させる装置がプラズマを発生させる手段を有する洗浄モジュールによって達成される。

【 0 0 1 0 】

低温カソードの電子放出を用いて洗浄ガスを励起させること、及びプラズマを用いて励起させることの双方には、たとえ洗浄モジュールを洗浄すべきミラー表面の直ぐ近傍に配置した場合でも洗浄すべきミラーへの熱損傷が懸念されないほど、熱の発生がごくわずかであるという利点がある。これにはさらに、EUVリソグラフィ装置内の1つ又は複数の洗浄モジュールをできるだけ最大限に利用して配置することを容易にするという利点がある。さらに、これらの方式で励起させる場合には、電子の熱放出を用いて励起させる場合よりも生じるイオン化粒子が少ないため、既知の洗浄ヘッドを用いる場合よりも、スパッタ効果が生じてしまう可能性がずっと小さい。加えて、光学素子のみならず、むしろいかなる所望の表面もこれら洗浄モジュールを用いて穏やかに洗浄することができることに留意されたい。

10

【 0 0 1 1 】

好ましい実施形態は励起させた洗浄ガスのための出口を有する。電気的及び/磁気的な場を付与する手段が前記出口の外側に配置される。前記場を用いてイオン化粒子を、励起させた洗浄ガスから過により除去する。その結果、スパッタ効果による洗浄すべき表面の損傷のおそれが著しく低減する。

20

【 0 0 1 2 】

第3の態様では、前記目的は、洗浄ガスの供給手段と、高温カソードを用いて洗浄ガスを励起させる装置とを備えた洗浄モジュールであって、励起させた洗浄ガスのための出口を備え、洗浄すべき表面へのスパッタ効果の発生を避けるため、電気的及び/又は磁気的な場を付与する手段が前記出口の外側に配置されている洗浄モジュールによって達成される。

【 0 0 1 3 】

第4の態様では、前記目的は、分子状水素の供給手段、原子状水素を発生させる装置及び原子状及び/又は分子状水素の送給管を備えた洗浄モジュールであって、前記送給管は、120度未満の角度で屈曲した少なくとも1つの屈曲部を有し、前記送給管は、その内側表面上に、原子状水素との再結合速度が小さい材料を有し、好ましくは、前記供給手段は、原子状水素を発生させる装置に面した端部において、広がり形状を成している洗浄モジュールによって達成される。

30

【 0 0 1 4 】

原子状水素を発生させる装置で発生させられた原子状水素を、通常の分子状水素とともに、適切な場合には、送給管を介して、原子状水素を発生させる装置から洗浄対象へ運ぶことができる。好ましくは、原子状水素を発生させる装置は、加熱素子、特に加熱フィラメントとして構成される。特に、加熱素子又は加熱フィラメントとして構成した場合には、送給管の屈曲部によって、加熱素子又は加熱フィラメントから洗浄対象への直接的な視線の形成が防止される。その結果、加熱素子又は加熱フィラメントからの輻射及び対流による洗浄対象への熱負荷が効果的に低減させられる。EUVリソグラフィ装置用ミラー等の洗浄対象が洗浄の際に大きすぎる熱負荷のため損傷してしまう可能性が、結果的に著しく低減する。加熱素子又は加熱フィラメントから生じた揮発性物質による汚染でさえも、効果的に最小化される。加えて、原子状水素との再結合速度が小さい材料をその内側表面に設けた、送給管の特別な構成によって、原子状水素を発生させる装置が洗浄対象から空間的に分離しているにもかかわらず効率的な洗浄を実行できるように、送給管を用いて原子状水素を十分に集中させることを確実にする。

40

【 0 0 1 5 】

50

これは、分子状水素の供給手段の特有な構成によっても支持される。分子状水素の供給手段が原子状水素を発生させる装置に面した端部で口広がり形状を成していることは、分離して原子状水素になることができる分子状水素の連続した流れを、原子状水素を発生させる装置に、その表面範囲全体にわたって供給することを確実にすることを意味する。特に、原子状水素を発生させる装置を加熱素子又は加熱フィラメントとして実施した場合、結果的に、加熱素子又は加熱フィラメントの加熱出力が効率的に用いられ、原子状水素の生成速度が増大する。さらに、口広がり形状によって、洗浄すべき全表面にわたり、原子状水素を一様に分配することが可能となり、これによって、より穏やかな洗浄が可能となる。

【0016】

分子状水素と混合された原子状水素を、適切な場合に洗浄すべき場所へ運ぶための送給管の使用により、同様に大きすぎる熱負荷にさらすべきでなく、又は集中しすぎた水素に接触させるべきでない他の構成部品も、同様に危険が少なくなる。

【0017】

説明した洗浄モジュールは、好ましくはEUVリソグラフィ装置において、光学素子を洗浄するため用いられるが、他の構成部品及び表面を洗浄するためにも用いられる。多層システムに基づく特別な光学素子は、多くの場合熱の影響を受けやすく、説明した洗浄モジュールで有利に洗浄される。EUVリソグラフィ装置内の状態が試験目的でシミュレートされる試験台は、さらに好ましい使用の場面である。

【0018】

前記目的はまた、少なくとも1つの前述した洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置によって達成される。加えて、この目的は、少なくとも1つのそのような洗浄モジュールを有する、EUVリソグラフィ装置のための投影システムにより、及びEUVリソグラフィ装置のための露光システムにより達成される。

【0019】

前記目的はまた、EUVリソグラフィの構成部品、特にミラー又はフォトマスクを洗浄するための説明した洗浄モジュールの使用によって達成される。好ましくは、洗浄モジュールは、構成部品をそのままの位置で洗浄するため使用される。特に好ましくは、洗浄モジュールは、構成部品を作動中に洗浄するため使用される。

【0020】

説明した洗浄モジュールはEUVリソグラフィ装置のための洗浄マスクにも特に適していることに留意されたい。

【0021】

本発明の有利な構成は、従属請求項に記載したとおりである。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に従う洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置の一実施態様を概略的に示す図である。

【図2】洗浄モジュールの第1実施態様を概略的に示す図である。

【図3】洗浄モジュールの第2実施態様を概略的に示す図である。

【図4】洗浄モジュールの水素供給手段と加熱フィラメントとの口広げ加工の特別な形態を概略的に示す図である。

【図5】本発明に従う洗浄モジュールを備えたEUVリソグラフィ装置の他の実施態様を概略的に示す図である。

【図6a】洗浄モジュールの第3実施態様を概略的に示す図である。

【図6b】洗浄モジュールの第3実施態様の変形例を概略的に示す図である。

【図6c】洗浄モジュールの第3実施態様の他の変形例を概略的に示す図である。

【図6d】洗浄モジュールの第3実施態様の他の変形例を概略的に示す図である。

【図7a】洗浄モジュールの第4実施態様を概略的に示す図である。

【図7b】洗浄モジュールの第4実施態様の変形例を概略的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図7c】洗浄モジュールの第4実施態様の他の変形例を概略的に示す図である。
 【図7d】洗浄モジュールの第4実施態様の他の変形例を概略的に示す図である。
 【図8a】洗浄モジュールの第5実施態様を概略的に示す図である。
 【図8b】洗浄モジュールの第5実施態様の変形例を概略的に示す図である。
 【図8c】洗浄モジュールの第5実施態様の他の変形例を概略的に示す図である。
 【図8d】洗浄モジュールの第5実施態様の他の変形例を概略的に示す図である。
 【図9】洗浄モジュールの第6実施態様を概略的に示す図である。
 【図10】洗浄モジュールの第7実施態様を概略的に示す図である。
 【図11】洗浄モジュールの第8実施態様を概略的に示す図である。
 【発明を実施するための形態】

10

【0023】

以下、本発明を、好ましい代表的な実施態様を参照して、より詳細に説明する。

【0024】

図1は、EUVリソグラフィ装置10を概略的に示している。基幹的な構成部品は、ビーム形成システム11、露光システム14、フォトマスク17及び投影システム20である。EUVリソグラフィ装置10は、真空状態で作動することで、その内部のEUV放射線の吸収をできるだけ少なくしている。

【0025】

プラズマ源又はシンクロトロンも、例えば、放射線源12として使用することができる。約5 nm から20 nm の波長域で放射される放射線は、まず、コリメータ13b内で収束させられる。さらに、望ましい作動波長が、モノクロメータ13aを利用して入射角を変化させることで、フィルタリングされて得られる。前述の波長域では、コリメータ13b及びモノクロメータ13aは、通常、反射性光学素子として構成される。コリメータは、多くの場合、収束ないしコリメート効果を達成するためボウル形状に構成された反射性光学素子である。放射線は、くぼんだ表面で反射され、多層システムは多くの場合用いられない。それは、できるだけ広い波長域がくぼんだ表面で反射されるようにするためである。狭い波長帯のフィルタリングは、モノクロメータでの反射により、多くの場合格子構造または多層システムを利用して実施される。

20

【0026】

次に、ビーム形成システム11内で波長及び空間的分配に関して下処理された作業ビームは、露光システム14内へ入射される。図1に示す実施形態では、露光システム14は、本実施形態では多層ミラーとして構成された2枚のミラー15、16を有する。ミラー15、16は、ビームを、ウェーハ21上に再生されるべき構造を有するフォトマスク17上へ導く。フォトマスク17は、同様に、EUV及び軟X線波長域のための反射性光学素子であり、製造プロセスに応じて交換することができる。フォトマスク17によって反射されたビームは、投影システム20を利用しウェーハ21上に投影される。その結果、フォトマスクの構成がウェーハ21上に再生される。図示した実施形態では、投影システム20は、本実施形態では同様に多層ミラーとして構成された2枚のミラー18、19を有する。投影システム20と露光システム14との双方は、同様に、1枚だけ、又は3、4、5枚及びそれ以上のミラーをいずれの場合においても有することができることに留意されたい。

30

40

【0027】

特に多層ミラー15、16、18、19が真空中でしか機能することができないため、ビーム形成システム11も露光システム14も投影システム20も、真空室として構成される。さもなければ、過度の汚染がその反射性表面に堆積し、その反射性の深刻な機能障害を引き起こすことになる。

【0028】

既に生じている汚染は、原子状水素又は他の洗浄ガスに基づく洗浄モジュールを利用して除去することができる。図1に示した実施形態におけるとおり、3つの洗浄モジュール23、25、27が、主にこの目的のため設けられている。洗浄モジュール23の送給管24は、モノクロメータ13aでの汚染を除去するため、ビーム形成システム11の真空室内へ突出して

50

いる。洗浄モジュール27の送給管28は、ミラー19の表面を洗浄するため、投影システム20の真空室内へ突出している。送給管28の移動可能な配置により、洗浄モジュール27を、ミラー18の洗浄のため使用することも可能となっている。

【0029】

洗浄モジュールをフォトマスク17の領域内にもその洗浄のため配置することができることに留意されたい。

【0030】

露光システム14の場合では、ミラー15、16はカプセル22に包囲されており、このカプセル22は、露光システム14の真空室内に、それ自体の微小環境を用いて真空室を画定する。ミラー15、16のカプセル封入には、カプセル22の外側からの汚染物質がミラー15、16に侵入し、その表面を汚染することが防止されるという利点がある。さらに、洗浄モジュール25からカプセル22内へ送給管26を介して洗浄のため送出されるいかなる水素原子又は他の励起させた洗浄ガスも、ほとんどカプセル22の外側に達することがない。その結果、カプセル22の外側の露光システム14内で、特に原子状水素、又は他の励起させた洗浄ガスとの反応速度がより大きい材料を含む構成部品を使用することが可能である。そうしなければ、その構成部品は、原子状水素又は他の励起させた原子又は分子によって反応を引き起こされ、これら構成部品の耐用年数の短縮を引き起こすであろう。

【0031】

図1についての前述の説明は、概略図としての図5に示すEUVリソグラフィ装置10の実施形態にも適用する。図1と図5とで同一の参照符号は同一の構成部品を示す。

【0032】

露光システム14に関連しここに説明したとおりの、洗浄モジュールを有するカプセルを投影システム20内に同様に設けて、そこに配置された1枚又は複数のミラー18、19をカプセル封入することができることに留意されたい。同様に、少なくとも1つの洗浄モジュールを露光システム14にも設けることができる。この洗浄モジュールは、投影システム20におけるのと同様、露光システム14を画定する真空室の外側に、1本の送給管のみが真空室内へ突出するよう配置することができる。さらに、複数の洗浄モジュールを、真空室に設けることができる。これら洗浄モジュールは、完全に真空室内に配置され、及び/又は真空室の外側に送給管を有し、及び/又は適切な場合はカプセルの外側に送給管を有し、及び/又は適切な場合は図5にも示したとおり完全にカプセル内に配置された洗浄モジュールの所望の組合せにより配置することができる。しかしながら、図5に示した実施形態における洗浄モジュール30-33は、送給管を有するのではなく、励起させた洗浄ガスのための排気口のみを有している。洗浄モジュールを、例えば洗浄モジュール30、31、33のように真空室の外側に配置する場合には、洗浄モジュールをそれぞれの真空室に排出口として的手段によって接続するように、洗浄モジュールを配置する。

【0033】

図1に示す実施形態では3つのみの洗浄モジュール23、25、27、又は図5に示す実施形態では4つのみの洗浄モジュール30、31、32、33を設けていることに留意されたい。洗浄作用の要件に応じ、1つ以上の洗浄モジュールを個々の光学素子のそれぞれのために設けてもよい。さらに、図1に示した実施形態では、保護用モジュール23、25、27は、その送給管24、26、28を除き、洗浄すべき各光学素子と同一の真空室内に配置されていない。これは、例えば図5における洗浄モジュール32の場合になしてもよい。しかしながら、高温カソードの手段によって洗浄ガスを励起させる場合には、加熱フィラメント又は高温カソードを、それぞれ原子状水素を発生させるため、又は他の洗浄ガスを励起させるため備える洗浄モジュールの一部を、洗浄すべき光学素子が直接内部に配置される真空室の外側に配置すれば、洗浄すべき光学素子への、輻射及び対流による熱負荷をより明らかに減少させることができる。これはより一層穏やかな洗浄につながる。

【0034】

図1に示した3つの洗浄モジュール23、25、27は、最大で120°まで少なくとも1回折曲った送給管24、26、28を有する。本実施形態では、洗浄モジュール23、25、27は約90°

10

20

30

40

50

で2回折れ曲っている。その結果、加熱フィラメントと、洗浄すべき光学素子の間で直接的な視線の形成が避けられ、高温カソード又は加熱フィラメントを用いて洗浄ガスを励起させる場合には特に、輻射及び対流による熱負荷が最小化される。加熱フィラメントを含む、洗浄モジュールの一部の前記配置によるさらなる利点は、EUVリソグラフィ装置内の残りの構成部品でも、さらされる熱負荷が低減されることにある。これは、例えば、ビームの経路におけるミラーの正確な方向付けに必要である全体の機械的構造に対して利点がある。機械的要素の熱膨張によって必要となる修正が数回だけで済み、これは概して、EUVリソグラフィ装置の結像特性の向上につながる。

【0035】

洗浄モジュール23、25、27はまた、偶然にも、それらの各送給管24、26、28が突出している真空室を、洗浄が実行されていない時で、したがって、加熱フィラメント、又は洗浄ガスを励起させるための他の装置のスイッチが入っていない場合に、水素分子又は他の洗浄ガスで洗い流すために使用することができる。水素又は洗浄ガスで洗い流すことによって、例えば、炭化水素、又はさらには錫、亜鉛、硫黄若しくはこれら物質を含む化合物等の汚染物質が、コリメータ13b若しくはモノクロメータ13a又はEUVミラー18、19、15、16に達し、光学的に使用される表面上の汚染としてそこに堆積することが防止される。この場合、EUV照射によって、水素分子の一部が原子状水素に分離し、又は洗浄ガスが励起させられることになり、その一方で、原子状水素又は励起させた洗浄ガスが、既に現れている汚染と反応して揮発性化合物を生成することができる。これは、真空室毎に設けられることになる図示しないポンプシステム手段によって排出される。

【0036】

特に、水素又は他の洗浄ガスで洗い流すというコンセプトは、図示した例における露光システム14のミラー15、16等の光学素子が、それ自体の微小環境内で、別のカプセル22内に包囲される場合に利点がある。送給管26を通じて供給された水素、又は供給された洗浄ガスを用いて、洗い流しを行い、加えて、カプセルの外側領域に対し、好ましくは約0.01 mbar から0.5 mbar の過圧力を維持する。この過圧力を用いて、汚染物質がカプセル22の内部へ侵入することを防止する。過圧力を効率的に維持するため、他のガス、例えば、原子状若しくは分子状水素又は他の洗浄ガス等を供給するための供給管の断面積は小さくなければならないが、その断面積は、ここに提案した洗浄モジュールの送給管を用いて、問題なく維持することができる。過圧力を制御するため、必要に応じ、例えば、原子状水素に対する分子状水素の比率を加熱フィラメントの温度及びガス圧によって調整したり、加熱フィラメントを、従って原子状水素を2つの洗浄の合間の段階で完全にスイッチオフしたりすることができる。洗浄ガスの洗浄モジュール内への供給を同様に調整することもできる。

【0037】

図2は、EUVリソグラフィ装置、又は試験目的でEUVリソグラフィ装置内の状態のシミュレーションが行われる試験台、若しくは構成部品がEUVリソグラフィ装置内で使用される前にその構成部品に対して予備測定が行われる試験台において用いるための洗浄モジュールの第1実施形態の構造を概略的に示している。洗浄モジュールは、所望の構成部品、特に、例えば、とりわけミラー及びマスク等の光学的構成部品を洗浄するため使用することができる。

【0038】

第1実施形態を例示の方法により、高温カソードを用いて分子状水素を励起させて原子状水素を生成する場合に関して説明する。この説明は、同様に、炭素を含有する汚染のみならず、錫、亜鉛又は硫黄を含有する汚染も、特に、ポンプで排出できる揮発性化合物に変換することで除去することができる他の洗浄ガス、例えば、とりわけ窒素、一酸化窒素、一酸化炭素又はメタン等の窒素系水素含有ガスの励起にも関係する。

【0039】

加熱フィラメント210は、高温カソードとしてハウジング204内に配置される。特に、非常に高い融点を有する金属及び合金が、相応して加熱フィラメントを高温まで加熱するこ

10

20

30

40

50

とができるので、加熱フィラメント210の材料として適している。原子状水素の生成速度は高温で上昇する。加熱フィラメント210は、例えば、約2000 の温度が得られるタンゲステンからなることができる。分子状水素を供給するための口広がり部208を有する供給手段が、ハウジング204内に開口している。供給管206を、加熱フィラメント210に面する端部で口広がりとすることで、加熱フィラメントをその全長にわたって分子状水素にさらし、したがって、その加熱出力は、分子状水素を原子状水素に変換するために最も有利に使用される。

【0040】

送給管212は、原子状及び/又は分子状水素を運ぶため、ハウジング204から、洗浄すべき光学素子202が配置される真空室200内へ分け入っている。送給管212は、120°未満の折れ曲り角度で何度も折れ曲っている。その結果、輻射及び対流による熱負荷の増大につながる、加熱フィラメント210と洗浄すべき光学素子202の間の直接的な視線の形成が避けられる。加熱フィラメントから蒸発した生成物、例えばタンゲステンに起因する、洗浄すべき表面の汚染さえも効果的に最小化される。

【0041】

冷却手段224が、原子状水素を用いて洗浄する際の望まれない熱負荷に対する追加の手段として、図2に示す例ではハウジング204の直近の送給管212の領域に設けられている。送給管212を通じて運ばれたガスを、送給管212の領域で直接、加熱フィラメント210の近傍に配置されている冷却手段224によって有利に冷却することができる。

【0042】

本例における送給管212は、良好な冷却作用を達成するため金属からなる。一方で送給管の内側表面が原子状水素と反応し、水素化物に変化することなく、他方では原子状水素の分子状水素への再結合速度ができるだけ小さくなるよう、送給管212の内側表面は、原子状水素との結合速度が小さい金属で被覆されている。ポリ四フッ化エチレン又はリン酸で被覆することが特に好ましい。二酸化ケイ素で被覆した場合、特に小さい再結合速度が観測される。二酸化ケイ素層は、例えば、ペルヒドロシラザンを前駆体として用い、このペルヒドロシラザン層を空気雰囲気中において約130 以上の温度で酸化させることを可能とする金属表面に適用することができる。送給管212の内側表面の特別な被覆により、確実に、加熱フィラメント210で発生した水素原子の最大量を、伸長部を通じて送給管212を通過させ、また光学素子202の洗浄すべき表面に供給することができる。この効果は、冷却手段224によってさらに増大する。

【0043】

送給管212の形状及び寸法は、送給管212が、所望の洗浄効果を達成するため洗浄すべき表面の領域に開口するよう、それぞれの現実の幾何学的成立性からなる関数として、これが可能な範囲で付随的に選択される。折れ曲る角度も、幾何学的成立性からなる関数として選択することができる。

【0044】

図3は、例示の方法により、高温カソードを用いて水素を励起させる洗浄モジュールのさらなる形態を示している。図3に示した洗浄モジュールは、図2に示した代表的な実施形態とは、特に送給管312の形態に関して相違する。図3に示した例では、送給管312は、実質的に何回も折れ曲っており、2重壁かつ水冷のガラス毛细管であり、その寸法は、現実の幾何学的成立性に適合している。ガラスの代替品として、送給管312は、石英から製造することもできる。石英ガラスが特に好ましい。石英及びガラスの双方は、原子状水素との再結合速度が特に小さい。送給管312の2つの壁の間の領域は、冷媒、好ましくは水を送り込むことによって、冷却手段324として用いられる。運ばれるガスを、送給管312の全長の実質的な一部にわたって冷却することで、洗浄すべき光学素子302での熱負荷を、特に原子状水素を用いて洗浄を行う際には効果的に、最小化することが可能となる。加熱フィラメント310で発生させられた水素原子のできるだけ多くの量を、送給管312を通じ、洗浄すべき光学素子302へ運ぶため、送給管312は、その端部314で口広がりして、加熱フィラメント310に面するじょうご形状となっている。その結果、加熱フィラメント310で発

10

20

30

40

50

生させられた水素原子が送給管312内に到達する可能性が増大する。

【 0 0 4 5 】

図3に示した例のさらなる代表的な特徴は、送給管312がその端部に、送給管312の末端部318を移動可能に構成するため、真空室300内に突出するヒンジ316を有していることにある。末端部318が光学素子302の洗浄すべき表面に対して移動可能であるということは、そうしなければ影になっていたであろう、洗浄すべき光学素子302の領域にも達することができることを意味する。したがって、個々の表面又は表面要素の選択的な洗浄が、例えば、測定又は計算された局所的な汚染の程度からなる関数を用いて可能となる。図3に示した例のさらなる発展では、例えば洗浄のため必要となる水素原子を供給する際に用いる末端部318をビームの経路へ押し込むことを可能とするため、送給管を追加的に移動可能に構成することができる。その結果、洗浄段階において、原子状水素をより一層種々の表面要素に到達させ、直接受けさせることができる。

10

【 0 0 4 6 】

原子状水素の生成速度を高めることによって洗浄効率を増加させるための、本明細書で説明した洗浄モジュールのさらなる改良を図4に示す。加熱フィラメント410が表面全体にわたって展開している。図4に示した例では、加熱フィラメント410は、この目的のため複数の屈曲部を有する。加熱フィラメント410が及んでいる表面に対応して、分子状水素のための供給管406もやはり2次元内で口広げ加工が施されている。口広がり部408の端部は、封止板420を有するシャワーヘッドの形態を成している。封止板420は多数の孔422を備えており、分子状水素はこの孔を通過し、加熱フィラメント410上へ流れ、そこで分離し原子状水素になる。これには、封止板420の無い2次元的な口広がり部408とは対照的に、水素分子が小孔422を離れる際、水素分子が加速させられ、その結果、狙った態様で加熱フィラメント410上へ流れるという利点がある。

20

【 0 0 4 7 】

特にEUVリソグラフィ装置内の、しかしながら試験台においても使用することができる、表面の穏やかな洗浄のための洗浄モジュールのさらなる代表的な実施態様を、図6a-6dに複数のバリエーションとともに示す。洗浄モジュール500は、洗浄ガスXを励起させるための低温カソード504を有する。洗浄ガスXは、好ましくは、窒素含有ガス及び水素含有ガス、特に好ましくは、窒素、一酸化窒素、一酸化炭素又はメタン等、さらに水素からなる群の洗浄ガスから選択した1種類以上のガスである。

30

【 0 0 4 8 】

低温カソードの効果は、電子の放出が加熱によっては誘発されないが、むしろ高電圧の付与によって誘発されるという点で高温カソードと相違する。この目的のため、低温カソード504は、図6a-6dに示した例におけるサンドイッチ状の構造を有する。最上層504が底層510の反対側に配置され、最上層514は底層510の全体は被覆しておらず、むしろ1つ又は複数の開口を残しており、その開口を通じて、放出された電子 e^- が脱出することができる。低温カソード504の効率を増加させるため、誘電性の、又は好ましくは強誘電性材料からなる中間層512が、底層510と最上層514の間に配置されている。低温カソード504を作動させるため、層510、514のそれぞれは、図示しない電力供給源に接続され、これらに関する限りで言えば、交流の極性を有する電圧信号を供給する図示しない電圧源に接続されている。

40

【 0 0 4 9 】

低温カソード504から放出された電子 e^- は、供給手段506を介して供給される洗浄ガスXと相互に作用することで、励起した原子又は分子

X^*

を形成する。この過程において、損傷を与える熱は発生しない。また、陽イオン又は陰イオン X^+ 又は X^- は、ほとんど形成されないか、又は深刻なスパッタ効果の懸念がない程度の低エネルギーをもつものしか形成されない。励起させた洗浄ガス

X^*

は、洗浄モジュール500から出口508を通り脱出して、EUVリソグラフィ装置内のミラー

50

又は他の表面等の洗浄対象502の洗浄すべき表面に接触し、そしてその洗浄作用を展開することができる。

【0050】

洗浄モジュール500は、図6c、6dの例について図示したとおり、洗浄対象502が配置された真空室内に直接配置することができる。しかしながら、それは真空室516、518の外側に、出口508を用いて真空室に接続させるような態様で配置することもできる。真空室は、例えばEUVリソグラフィ装置の露光、投影又はビーム形成システム等の複数の構成部品を配置することができる、より大きな真空室518（図6b参照）であってもよい。真空室はまた、例えば多層被覆を施されたミラー等の特に影響を受け易い構成部品をカプセルで包むため使用される真空室516（図6a参照）であってもよい。

10

【0051】

洗浄対象の洗浄すべき表面が非常に影響を受け易い場合、洗浄ガスの励起の際形成されたイオン X^+ 、 X^- は、電氣的及び/又は磁氣的な場を用いることで、それらが洗浄すべき表面に衝突してこの表面に損傷を与えないように、ろ過して取り除くことができる。図6b-6dには、必要に応じ互いに展開及び組合せが可能である、電氣的又は磁氣的な場を付与する複数の手段を例示の方法により概略的に示している。図6b、6dでは、いずれの場合も陰イオン又は陽イオンを引きつける、極が相反する電極対520、522（図6b）又は一對の格子528、530（図6d）が電場を付与するため設けられている。図6cに示した例では、イオンが洗浄対象502に衝突しないようにイオンをそらす2個の磁石524、526を用いて磁場が付与されている。特に一方の極のイオンのみを除去すべき場合には、たとえ、一つの電極、一つの格子若しくは一つの磁石、又は1つの電氣的及び/若しくは磁氣的な場を付与する他の手段のみでも、それぞれ十分である。構造に応じ、或る種類の複数の手段を、互いに、又は他の手段と組み合わせることができる。

20

【0052】

図7a-7dに、洗浄モジュールのさらなる実施形態を複数のバリエーションとともに示す。前述した洗浄ガス X が好ましくは供給手段608を介して供給される洗浄モジュール600は、プラズマを発生させて洗浄ガスを励起させる手段を有している。図7a-7dに示した例では、互いに対向して配置され、間に洗浄ガスが導入される電極604、606が存在する。対応するDC又はAC電圧を電極に付与することで、洗浄ガスは、プラズマが点火される程度まで励起させられる。洗浄ガスの励起させた原子又は分子

30

X^* がプラズマから脱出し、これら原子又は分子は、出口610を通過して洗浄対象602の表面に到達し、そこでその穏やかな洗浄作用を展開する。低温カソードを用いて励起させる場合として、プラズマ励起の場合は、隣接する構成部品へ悪影響を及ぼす、損傷を与える熱の発生が観測されることはない。イオンは少量しか形成されず、適切な場合には、電極618、616、格子624、626、磁石620、622、又は要件に応じ所望の組合せが可能で電氣的及び/若しくは磁氣的な場を付与する他の手段を用い、ろ過して取除くことができる。

【0053】

洗浄モジュール600も、真空室612、614の内部（図7c、7d）又は外部（図7a、7b）に配置することができる。外部に配置した場合、洗浄モジュール600は真空室612、614に出口610を介して接続される。いずれの例においても、適宜、出口を開口として構成し、又は出口にフランジの形態等の特定の延長部をもたせることができる。

40

【0054】

図8a-8cに、洗浄モジュールのさらなる実施形態を複数のバリエーションとともに示す。特に前述した洗浄ガス X の励起が、この代表的な実施形態において、図8a-8cに示した例でのコイルフィラメント704として構成された高温カソードからの熱電子放出を用い、実行される。洗浄ガスは、供給手段706を介しコイルフィラメント704へ運ばれ、そこで、放出された電子と相互に作用する。その過程で、励起した原子及び分子、並びに陽イオン及び陰イオンも形成される。洗浄対象702の表面をできるだけ穏やかに洗浄し、かつ、悪影響のあるスパッタ効果を回避するため、イオンは、電氣的及び/又は磁氣的な場を用い

50

、ろ過によって除去される。図8a-8cに示した例では、この目的のため電極714、716、磁石718、720及び格子722、724を用いる。しかしながら、電氣的及び/又は磁氣的な場を付与するための適した他の手段を用いることもできる。洗浄モジュール700及び洗浄対象702の構造に応じ、個々の使用のため最適な場を付与するため、種々の手段を互いに組み合わせることができる。洗浄モジュール700も真空室内(図8a)又は真空室710、712外に配置し、真空室710、712に出口708を介して接続することができる。

【0055】

図9から11に、出口が送給管810として構成された洗浄モジュール800、801、802のさらなる実施形態を示す。洗浄モジュール800、801、802は、送給管810のみが真空室808内に突出するように、洗浄対象806も配置されている真空室808外に配置されている。洗浄対象806は、例えばその表面が汚染されているミラー、他の構成部品又は洗浄を要する場合には真空室808の内壁であってもよい。真空室808は、例えば、EUVリソグラフィ装置の、露光、投影若しくはビーム形成システム、例えばEUVミラー等の特に影響を受けやすい構成部品を保護するカプセル状の真空室、又は試験台の真空室等の大きな真空室であってもよい。

【0056】

図2及び3に既に示した例におけるように、送給管810は、真空室への考えられる熱負荷を抑制し、又は少なくとも低減するため複数の屈曲部を有する。加えて、冷却ユニットを送給管に設けることもできる。用いる洗浄ガス、好ましくは、窒素含有ガス及び水素含有ガス、特に好ましくは、窒素、一酸化窒素、一酸化炭素、メタン又は水素等からなる群の洗浄ガスから選択した1種類以上のガスの、励起させた原子又は分子の大きい伝達速度を確保するため、送給管810を、その都度、用いる洗浄ガスとの再結合速度が小さい材料から構成し、又は少なくともそのような材料からなる被覆を内側に施すことができる。

【0057】

図9に示した洗浄モジュール800は、洗浄ガスを励起させるための加熱フィラメント816を有する。励起効率を高めるため、洗浄ガス供給手段812は、加熱フィラメント816の方向への口広がり部814を有し、この口広がり部814は図4についても説明したようなシャワーヘッドの形態に構成されている。損傷を与えるイオンをろ過により除去するため、図9に示した例では、電極824、826が加熱フィラメント816と送給管810の間に配置されている。にもかかわらず、イオンが真空室808内まで送給管810を通じて侵入した場合、そこでイオンは、磁石828、830の利用により、洗浄すべき洗浄対象806の表面上に衝突しないようにそらされる。

【0058】

2つの低温カソード818が、供給手段812を介して導入された洗浄ガスを励起させるため、図10に示した洗浄モジュール801内に配置されている。その過程で生成されたイオンは、適切な場合には、イオンが送給管810を通じて真空室808内へ侵入しないように、低温カソード818と送給管810の間に配置された磁石828、830を用いてそらされる。

【0059】

図11に示した洗浄モジュール802では、洗浄ガスをプラズマを用いて励起させる。この目的のため、マイクロ波又は電波を、アンテナ820を用いて洗浄モジュール802のハウジング822に接続し、洗浄ガスのプラズマが点火するように出力を選択する。プラズマ励起により発生させたイオンが送給管810を通じ真空管808へ侵入する場合には、イオンをろ過により除去することで、励起させた洗浄ガスのみを洗浄すべき表面に接触させるようにするため、電極826、824を送給管810と洗浄対象806の間に設ける。

【符号の説明】

【0060】

- 10 EUVリソグラフィ装置
- 11 ビーム形成システム
- 12 EUV放射線源
- 13 モノクロメータ

10

20

30

40

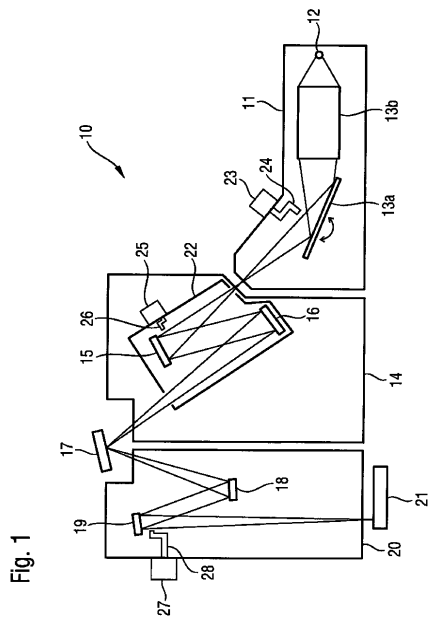
50

14	コリメータ	
15	第1ミラー	
16	第2ミラー	
17	フォトマスク	
18	第3ミラー	
19	第4ミラー	
20	投影システム	
21	ウェーハ	
22	カプセル	
23	洗浄モジュール	10
24	送給管	
25	洗浄モジュール	
26	送給管	
27	洗浄モジュール	
28	送給管	
29	洗浄モジュール	
30	洗浄モジュール	
31	洗浄モジュール	
32	洗浄モジュール	
33	洗浄モジュール	20
200	真空室	
202	光学素子	
204	ハウジング	
206	供給手段	
208	口広がり部	
210	加熱フィラメント	
212	送給管	
224	冷却手段	
300	真空室	
302	光学素子	30
304	ハウジング	
306	供給手段	
308	口広がり部	
310	加熱フィラメント	
312	送給管	
314	口広がり部	
316	ヒンジ	
318	末端部	
324	冷却手段	
406	供給手段	40
408	口広がり部	
410	加熱フィラメント	
420	封止板	
422	孔	
500	洗浄モジュール	
502	洗浄対象	
504	低温カソード	
506	供給手段	
508	出口	
510	底層	50

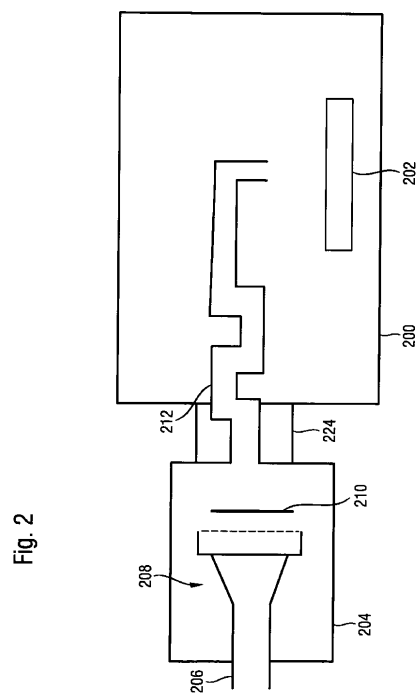
512	中間層	
514	最上層	
516	真空室	
518	真空室	
520	電極	
522	電極	
524	磁石	
526	磁石	
528	格子	
530	格子	10
600	洗浄モジュール	
602	洗浄対象	
604	電極	
606	電極	
608	供給手段	
610	出口	
612	真空室	
614	真空室	
616	電極	
618	電極	20
620	磁石	
622	磁石	
624	格子	
626	格子	
700	洗浄モジュール	
702	洗浄対象	
704	高温カソード	
706	供給手段	
708	出口	
710	真空室	30
712	真空室	
714	電極	
716	電極	
718	磁石	
720	磁石	
722	格子	
724	格子	
800	洗浄モジュール	
801	洗浄モジュール	
802	洗浄モジュール	40
806	洗浄対象	
808	真空室	
810	送給管	
812	供給手段	
814	口広がり部	
816	加熱フィラメント	
818	低温カソード	
820	アンテナ	
822	ハウジング	
824	電極	50

- 826 電極
- 828 磁石
- 830 磁石

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

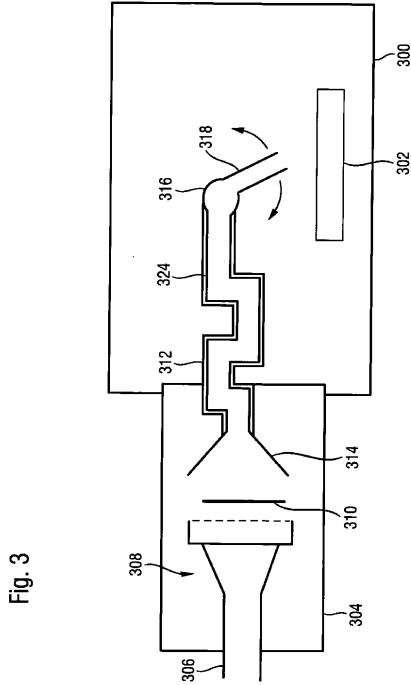


Fig. 3

【 図 4 】

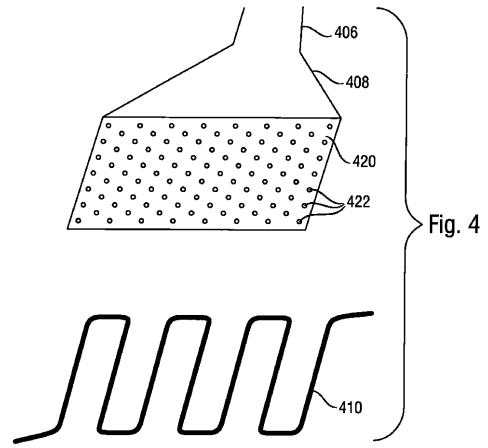


Fig. 4

【 図 5 】

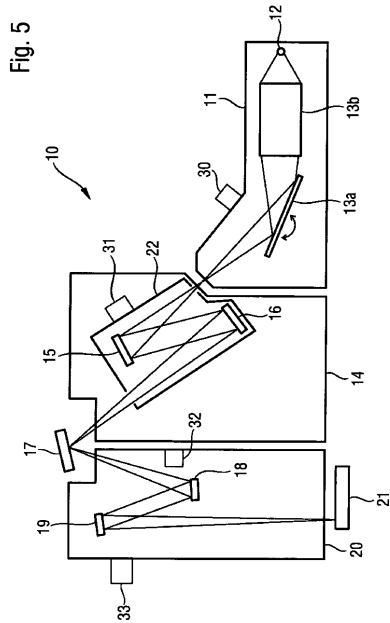


Fig. 5

【 図 6 b 】

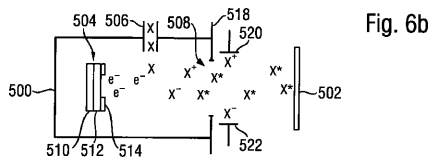


Fig. 6b

【 図 6 c 】

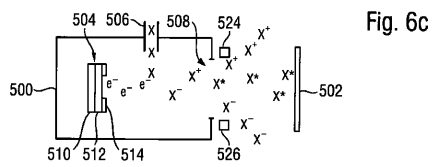


Fig. 6c

【 図 6 d 】

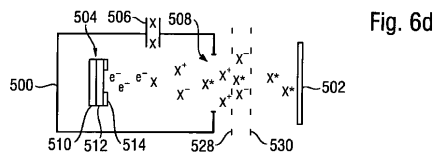


Fig. 6d

【 図 6 a 】

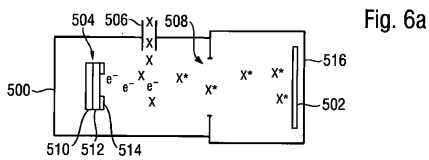


Fig. 6a

【 図 7 a 】

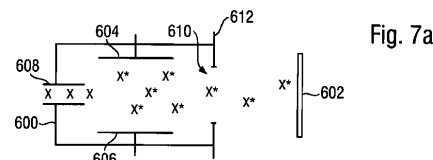


Fig. 7a

【 図 7 b 】

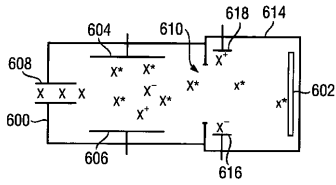


Fig. 7b

【 図 7 c 】

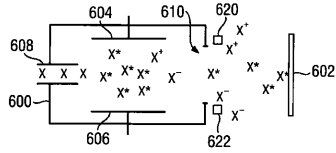


Fig. 7c

【 図 7 d 】

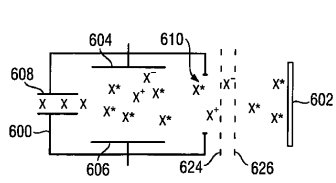


Fig. 7d

【 図 8 a 】

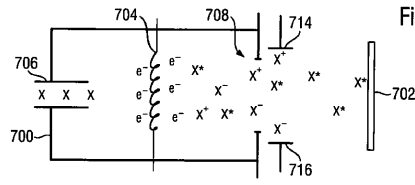


Fig. 8a

【 図 8 b 】

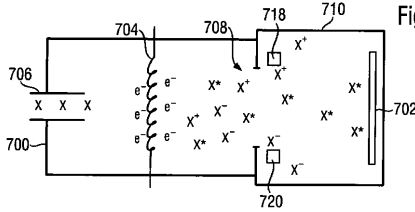


Fig. 8b

【 図 8 c 】

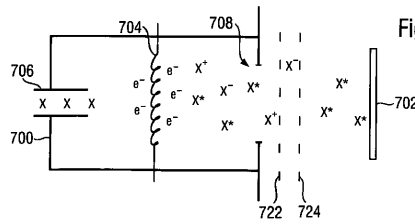


Fig. 8c

【 図 9 】

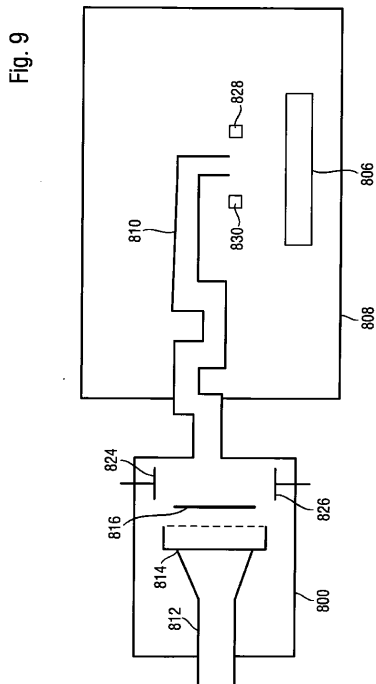


Fig. 9

【 図 10 】

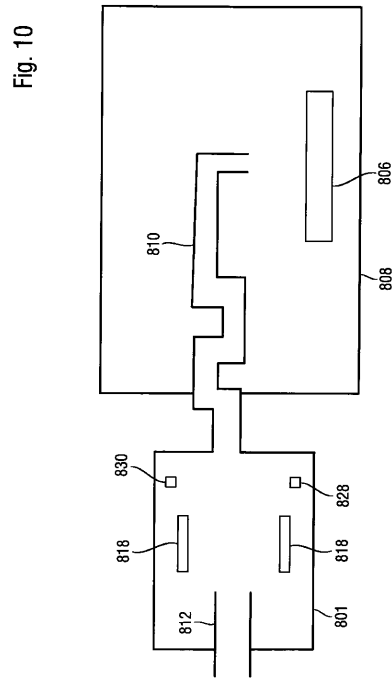
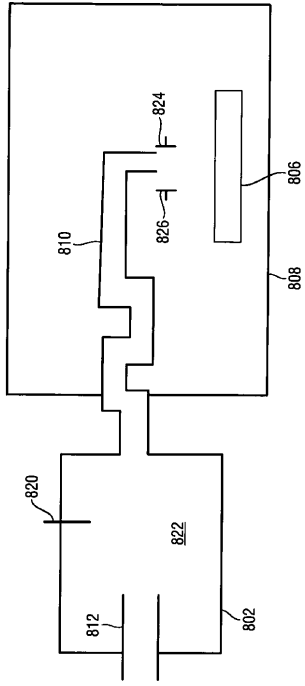


Fig. 10

【 図 1 1 】

Fig. 11



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 102008040720.8
(32)優先日 平成20年7月25日(2008.7.25)
(33)優先権主張国 ドイツ(DE)
(31)優先権主張番号 61/083,811
(32)優先日 平成20年7月25日(2008.7.25)
(33)優先権主張国 米国(US)
- (72)発明者 ジュリアン カーラー
ドイツ国 8 9 5 5 1 ケーニヒスプロン シュタインハイマー ヴェーク 1 0
(72)発明者 ステファン シュミット
ドイツ国 7 3 4 3 0 アーレン ツェッペリンシュトラッセ 7 3
(72)発明者 ディーター クラウス
ドイツ国 7 3 4 4 7 オーバーコッヘン ドライゼンタルシュトラッセ 4 2
(72)発明者 ステファン ヴィーズナー
ドイツ国 7 3 4 6 6 ラウヒハイム ヘウスレネッカー 3 4
(72)発明者 アルムット ツァブ
ドイツ国 7 3 4 3 2 アーレン ゲウアータル 4
(72)発明者 ヒン イウ アントニイ チュン
ドイツ国 8 9 2 7 5 エルヒンゲン ゴーネンヴェーク 1 2
(72)発明者 ステファン ケーラー
ドイツ国 7 3 4 9 2 ライナウ アムセルウエグ 9

審査官 新井 重雄

- (56)参考文献 特開2004-200686(JP,A)
特開2005-353636(JP,A)
特開2007-096297(JP,A)
特開2007-273544(JP,A)
特開2007-194609(JP,A)
特表2010-507915(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027