

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-500776

(P2010-500776A)

(43) 公表日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 21/027 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/30 5 1 5 D	5 F O 4 6
	H O 1 L 21/30 5 3 1 A	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2009-524601 (P2009-524601) (86) (22) 出願日 平成19年7月24日 (2007.7.24) (85) 翻訳文提出日 平成21年4月7日 (2009.4.7) (86) 国際出願番号 PCT/US2007/016648 (87) 国際公開番号 W02008/020965 (87) 国際公開日 平成20年2月21日 (2008.2.21) (31) 優先権主張番号 11/505,177 (32) 優先日 平成18年8月16日 (2006.8.16) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 504010648 サイマー インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92 127 サン ディエゴ ソーンミニ コート 17075 (74) 代理人 100082005 弁理士 熊倉 禎男 (74) 代理人 100067013 弁理士 大塚 文昭 (74) 代理人 100086771 弁理士 西島 孝喜 (74) 代理人 100109070 弁理士 須田 洋之 (74) 代理人 100109335 弁理士 上杉 浩
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 E U V 光学器械

## (57) 【要約】

プラズマからのEUV光を供給する超紫外線(EUV)光発生器を提供する。第1の態様では、複数の個別の基体を準備する段/段階と、各基体をそれぞれの多層コーティングで被覆する段/段階と、各基体が共通焦点に向けられた配置に被覆基体を固定する段/段階と、その後、多層コーティングの少なくとも1つを研磨する段/段階とを含むことができるEUV光源ミラーを製作する方法を開示する。別の態様では、基体と、Si、C、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、B<sub>4</sub>C、SiC、及びCrから成る材料の群から選択され、その層材料が高エネルギー堆積条件を用いて堆積された平滑化層と、多層誘電体コーティングとを含むことができるEUV光と共に使用するための光学器械を開示する。別の態様では、EUVミラーのための耐食多層コーティングは、Siと窒素及び第5周期遷移金属を有する複合材料との交互する層を含むことができる。

【選択図】図2

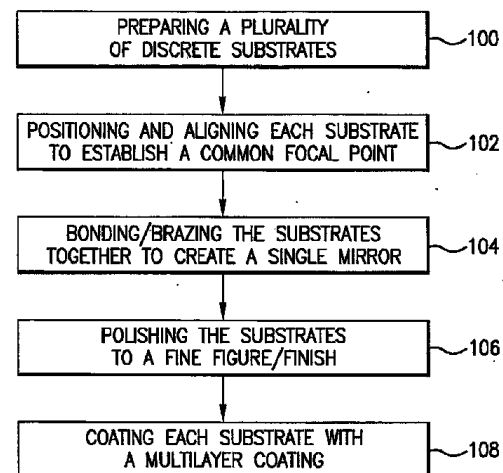


FIG.2

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

E U V 光源ミラーを製造する方法であって、  
複数の個別の基体を準備する段階と、  
前記基体を各基体が共通焦点に向けられた配置に固定する段階と、  
その後、前記基体の少なくとも 1 つを研磨する段階と、  
各前記基体をそれぞれの E U V 反射多層コーティングで被覆する段階と、  
を含むことを特徴とする方法。

## 【請求項 2】

前記ミラーは、垂直入射ミラーであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

## 【請求項 3】

前記配置は、楕円ミラーを確立することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記楕円ミラーは、500 mm よりも大きい直径を有することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

E U V 光と共に使用するための光学器械であって、  
基体と、  
S i、C、S i<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、B<sub>4</sub>C、S i C、及び C r から成る材料の群から選択され、この材料が高エネルギー堆積条件を用いて堆積された平滑化層と、  
前記平滑化層の上に重なる多層 E U V コーティングと、  
を含むことを特徴とする光学器械。

20

## 【請求項 6】

前記堆積条件は、基体加熱を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の光学器械。

## 【請求項 7】

前記堆積条件は、堆積中の粒子エネルギーの増大を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の光学器械。

## 【請求項 8】

前記基体は、S i C を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の光学器械。

## 【請求項 9】

前記平滑化層は、前記基体の上に重なってそれに接触することを特徴とする請求項 5 に記載の光学器械。

30

## 【請求項 10】

前記多層コーティングは、M o 及び S i の交互する層を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の光学器械。

## 【請求項 11】

E U V 光源のための集光ミラーであることを特徴とする請求項 5 に記載の光学器械。

## 【請求項 12】

前記平滑化層は、3 nm から 100 nm の範囲の厚みを有することを特徴とする請求項 5 に記載の光学器械。

40

## 【請求項 13】

前記平滑化層は、非晶質材料を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の光学器械。

## 【請求項 14】

E U V 光と共に使用するための光学器械を生成する方法であって、  
基体を準備する段階と、  
前記基体上に平滑化層を堆積させる段階と、  
前記平滑化層を研磨する段階と、  
多層 E U V コーティングを前記平滑化層の上に重ねる段階と、  
を含むことを特徴とする方法。

## 【請求項 15】

50

前記平滑化層は、 $\text{Si}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{B}_4\text{C}$ 、 $\text{SiC}$ 、及び $\text{Cr}$ から成る材料の群から選択されることを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記平滑化層は、 $5\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ の範囲の厚みに堆積されることを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記基体を研磨する段階を更に含むことを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項18】

前記基体は、 $\text{SiC}$ を含み、前記平滑化層は、 $5\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ の範囲の厚みに堆積された $\text{Si}$ を含むことを特徴とする請求項14に記載の方法。

10

【請求項19】

前記平滑化層は、結晶質材料を含むことを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項20】

垂直入射EUV光源ミラーを製造する方法であって、  
少なくとも1つがマスターパターンからの複製によって製作される複数の個別の基体を準備する段階と、  
各前記基体をそれぞれの垂直入射EUV反射多層コーティングで被覆する段階と、  
前記被覆した基体を互いに固定して単一ミラーを形成する段階と、  
を含むことを特徴とする方法。

20

【請求項21】

各前記基体は、ニッケルを含むことを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項22】

各前記基体は、変形可能であることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項23】

各前記基体は、 $0.5\text{mm}$ から $1.5\text{mm}$ の範囲の厚みを有することを特徴とする請求項22に記載の方法。

【請求項24】

各前記基体は、剛体であることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項25】

各前記基体は、 $3.5\text{mm}$ から $6.5\text{mm}$ の範囲の厚みを有することを特徴とする請求項24に記載の方法。

30

【請求項26】

複数の前記基体が、共通のマスターパターンからの複製により製作されることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項27】

前記基体は、電気鋳造複製処理によって製作されることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項28】

支持構造体と、  
各々がそれぞれのEUV反射多層コーティングで被覆され、少なくとも1つが前記支持構造物に対する基体の調節を可能にするために該支持構造物上に移動可能に取り付けられた複数の個別の基体と、  
を含むことを特徴とするEUV光源ミラーアセンブリ。

40

【請求項29】

前記基体を前記支持構造体に移動可能に取り付けるためのアクチュエータを更に含むことを特徴とする請求項28に記載のミラーアセンブリ。

【請求項30】

前記アクチュエータは、電気作動可能な要素を含むことを特徴とする請求項29に記載のミラーアセンブリ。

【請求項31】

50

前記基体は、変形可能であり、前記アクチュエータの作動は、該基体を変形させることを特徴とする請求項 29 に記載のミラーアセンブリ。

【請求項 32】

前記基体は、剛体であり、前記アクチュエータの作動は、該基体を前記支持構造体に対して平行移動させることを特徴とする請求項 29 に記載のミラーアセンブリ。

【請求項 33】

各前記基体は、共通の支持構造体上に取り付けられることを特徴とする請求項 28 に記載のミラーアセンブリ。

【請求項 34】

前記支持構造体は、 $Si$ -炭素繊維複合体、 $SiC$ 、不変鋼、及びステンレス鋼から成る低熱膨張率材料の群から選択された材料で製造されることを特徴とする請求項 28 に記載のミラーアセンブリ。

【請求項 35】

少なくとも 1 つの基体が少なくとも 1 つのリング上に取り付けられた複数のリングと、前記支持構造体に対して少なくとも 1 つのリングを移動可能に取り付けるためのアクチュエータと、  
を更に含むことを特徴とする請求項 28 に記載のミラーアセンブリ。

【請求項 36】

少なくとも 1 つの基体は、複数のリング上に取り付けられることを特徴とする請求項 35 に記載のミラーアセンブリ。

【請求項 37】

前記基体は、変形可能であることを特徴とする請求項 36 に記載のミラーアセンブリ。

【請求項 38】

光源集光ミラーを製作して整列させる方法であって、  
支持構造体を準備する段階と、  
複数の個別の基体を EUV 反射多層コーティングで被覆する段階と、  
アクチュエータを使用して前記基体の少なくとも 1 つを前記支持構造体に移動可能に取り付ける段階と、  
前記アクチュエータを作動させて前記支持構造体に対して前記基体の少なくとも 1 つを調節する段階と、  
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 39】

前記ミラーは、第 1 及び第 2 の焦点を確立する楕円ミラーであり、  
可視スペクトルの周波数を有する光を前記第 2 の焦点での測定のために前記第 1 の焦点から前記ミラーに向けて誘導する段階と、  
前記測定を使用して前記アクチュエータを作動させ、前記基体を整列させる段階と、  
を更に含むことを特徴とする請求項 38 に記載の方法。

【請求項 40】

前記作動させる段階は、光源に前記ミラーを設置した後で、かつ該ミラーが高温である間に実行されることを特徴とする請求項 38 に記載の方法。

【請求項 41】

EUV 光放出プラズマから直接に光を受光して、光伝播方向に垂直な平面に予め選択された形状を有する照明視野でリソグラフィマスクを照射するシステムと共に使用するための成形ビームを生成するための垂直入射 EUV 光源集光ミラーであって、  
支持構造体と、  
各々が輪郭形状を有する複数のファセットと、  
を含み、  
前記照明視野の前記予め選択された形状及び前記ファセットの前記輪郭形状は、実質的に同じである、  
ことを特徴とする集光ミラー。

## 【請求項 4 2】

前記ファセットは、円弧として成形されることを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 4 3】

50 個を超えるファセットを含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 4 4】

前記ファセットは、略楕円パターンに位置決めされることを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 4 5】

前記ファセットは、略放物線パターンに位置決めされることを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 4 6】

前記ファセットは、略近放物線パターンに位置決めされることを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 4 7】

各々がそれぞれのファセットを前記支持構造体に移動可能に取り付ける複数のアクチュエータを更に含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 4 8】

少なくとも 1 つのファセットは、球面の軸外表面セグメントを含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 4 9】

少なくとも 1 つのファセットは、非球面の表面セグメントを含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 5 0】

少なくとも 1 つのファセットは、環状面の軸上表面セグメントを含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の集光ミラー。

## 【請求項 5 1】

光伝播方向に垂直な平面に予め選択された形状を有する照明視野として E U V 光放出プラズマからの光をマスクに対して均質化して成形するための光学配置であって、

複数の反射面を含む E U V 反射ミラーと、

各々が輪郭形状を有する複数のファセットを有し、前記プラズマから直接に光を受光するための垂直入射 E U V 光源集光ミラーと、

を含み、

照明視野の予め選択された形状及び前記ファセットの前記輪郭形状は、実質的に同じである、

ことを特徴とする光学配置。

## 【請求項 5 2】

E U V 光凝縮ミラーを更に含むことを特徴とする請求項 5 1 に記載の配置。

## 【請求項 5 3】

前記 E U V 反射ミラーの前記反射面は、略平面パターンに配置されることを特徴とする請求項 5 1 に記載の配置。

## 【請求項 5 4】

前記集光ミラーの前記ファセットは、回転対称反射面を含むことを特徴とする請求項 5 1 に記載の配置。

## 【請求項 5 5】

前記ファセット輪郭は、円弧状であることを特徴とする請求項 5 1 に記載の配置。

## 【請求項 5 6】

E U V ミラーのための耐食多層コーティングであって、

複数の 2 層、

を含み、

10

20

30

40

50

各 2 層は、  
S i を含む層と、  
窒素と第 5 周期遷移金属とを有する複合材料を含む層と、  
を含む、  
ことを特徴とするコーティング。

【請求項 5 7】

前記第 5 周期遷移金属は、Y、Z r、N b、M o、R u、R h、及び P d から成る金属の群から選択されることを特徴とする請求項 5 6 に記載のコーティング。

【請求項 5 8】

前記第 5 周期遷移金属は、N b、M o、及び R u から成る金属の群から選択されることを特徴とする請求項 5 6 に記載のコーティング。

【請求項 5 9】

前記複合材料は、窒化物であることを特徴とする請求項 5 6 に記載のコーティング。

【請求項 6 0】

前記複合材料は、M o N であることを特徴とする請求項 5 6 に記載のコーティング。

【請求項 6 1】

前記複合材料は、M o N b N であることを特徴とする請求項 5 6 に記載のコーティング。

【請求項 6 2】

前記複合材料は、N b N であることを特徴とする請求項 5 6 に記載のコーティング。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本出願は、2 0 0 6 年 8 月 1 6 日出願の「E U V 光学器械」という名称の米国特許出願出願番号第 1 1 / 5 0 5、1 7 7 号に対する優先権を請求するものであり、かつ代理人整理番号第 2 0 0 5 - 0 0 4 4 - 0 1 号である 2 0 0 5 年 6 月 2 9 日出願の「L P P、E U V 光源駆動レーザシステム」という名称の現在特許出願中の米国特許出願出願番号第 1 1 / 1 7 4、2 9 9 号と、2 0 0 3 年 9 月 2 3 日に付与された「超狭帯域 2 チャンバ高繰返し数ガス放電レーザシステム」という名称の米国特許第 6、6 2 5、1 9 1 号と、2 0 0 3 年 4 月 1 5 日に付与された「正確なタイミング制御を備えた注入シード型レーザ」という名称の米国特許第 6、5 4 9、5 5 1 号と、2 0 0 3 年 4 月 2 0 日に付与された「超狭帯域 2 チャンバ高繰返し数ガス放電レーザシステム」という名称の米国特許第 6、5 6 7、4 5 0 号とに関するものであり、これらの特許の開示内容全体は、本明細書において引用により組み込まれている。

本発明の開示は、例えば約 5 0 n m 及びそれ未満の波長で例えば半導体集積回路製造フォトリソグラフィのための E U V 光源発生チャンバ外側での利用に向けて原材料から作り出され、集光されて焦点に導かれるプラズマからの E U V 光を供給する超紫外線 (E U V) 光発生器に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

E U V 光、例えば約 5 0 n m 又はそれ未満の波長を有し、約 1 3 . 5 n m の波長での光を含む電磁放射線 (軟 X 線とも呼ばれることもある) は、基体、例えばシリコンウェーハ内の極めて小さな特徴部を生成するためにフォトリソグラフィ処理において使用することができる。

E U V 光を生成する方法は、輝線が E U V 範囲にある元素、例えば、キセノン、リチウム又は錫、インジウム、アンチモン、テルル、アルミニウムなどを有する材料をプラズマ状態に変換することを含むが必ずしもこれに限定されるわけではない。レーザ生成プラズマ (L P P) ということが多い 1 つのこのような方法においては、所要のプラズマは、所要の線放出元素を有する材料の液滴、流れ、又はクラスターのようなターゲット材料をレーザビームで照射することにより生成することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

E U V 光は、発生した状態で、一般的に、集光ミラーということがある多層ミラーにより反射される。例えば、一設定においては、開口を有する垂直入射楕円反射器を使用して、レーザ光が照射部位のターゲット材料を通過及び到達することを可能にすることができる。1つの構成においては、第1の焦点が照射部位に位置し、かつE U V 光を光源から出力して、例えば、集積回路リソグラフィツールへ入力することができるいわゆる中間点（中間焦点とも呼ばれる）に第2の焦点が位置決めされるように、長楕円の形をした集光ミラーを位置決めすることができる。

## 【 0 0 0 4 】

一部のリソグラフィツールでは、ツールのフォトマスク／レチクルを効率的に照射する円弧視野の照明視野を利用する。例えば、内容が本明細書において引用により組み込まれている2001年4月3日にSweatt他に付与された「極U V リソグラフィ凝縮器」という名称の米国特許第6、210、865号を参照されたい。従って、この形式のツールに対しては、プラズマ照射部位で生成されたE U V 光は、集光され、凝縮されて、円弧視野を作り出すように成形する必要があると考えられる。一般的に、E U V 光に対しては、反射光学器械、例えば、グレーティング入射及び／又は垂直入射ミラーが使用され、毎回の反射は、結果として約20～40%の帯域内強度損失になる。従って、プラズマ照射部位とフォトマスク／レチクルの間では、光学器械の数をできるだけ低減することが望ましいと考えられる。

## 【 0 0 0 5 】

高容積E U V 光源を設計する時、考慮されることが多い別の要因は、レーザ入力窓、集光ミラー、及び／又は測定機器のようなE U V 光源光学器械を損傷する可能性があるデブリの発生及び軽減である。従って、少なくとも一部の原材料に対しては、プラズマの生成により、プラズマチャンバ内で様々なプラズマチャンバ光学器械の作動効率に潜在的に損なうか又は低減する可能性がある好ましくない副産物（例えば、デブリ）が発生する恐れもある。このデブリは、帯域外光子、高エネルギーイオン、及びプラズマ形成による散乱デブリ、例えば、原材料の原子及び／又は塊／微細液滴を含むことがある。このデブリは、2次スパッタリングによるチャンバ材料、及び放電形式のシステムの場合には電極材料を含む場合もある。このような理由から、1つ又はそれよりも多くの技術を使用して特定のE U V 出力が得られるように、形成されるデブリの種類数、相対量、及び総量を最小にすることが望ましいことが多い。デブリを最小にするように、ターゲットサイズ、例えば、液滴直径及び／又はターゲット構成、例えば、化学的性質を選択する時に、ターゲットは、いわゆる「質量限定」ターゲットということがある。

## 【 0 0 0 6 】

高エネルギーイオン及び／又は原材料デブリは、光学器械を加熱すること、光透過率を低減する材料で光学器械を被覆すること、光学器械に浸入して、例えば、構造的な一体性及び／又は光学特性、例えば、このような短波長で光を反射するミラーの機能に損害を与えること、光学器械を腐食又は浸食し、及び／又は光学器械内に拡散することを含むいくつかの点で光学器械に悪い影響を与える可能性がある。従って、デブリの影響を低減するデブリ低減技術及び／又は適切な技術は、高容積E U V 光源の設計において考慮する必要があると考えられる。

## 【 0 0 0 7 】

デブリの影響を低減する1つの方法は、集光ミラーを照射部位から遠ざけることである。これは、同じ光量を集光するためのより大きな集光ミラーの使用を意味する。集光ミラーの性能、例えば、できるだけ多くの帯域内光を例えば焦点に正確に誘導する機能は、集光器の面形状精度及び表面仕上げ、例えば、粗度に依存する。予想することができるように、集光ミラーが大型化する時には、適切な面形状精度及び表面仕上げを生成しにくくなる。一般的に、これらのE U V 集光ミラーは、多層誘電体コーティング、例えば、Mo / Si が被覆されたモノリシック基体を含む。用途によっては、これらの多層ミラーは、1つ又はそれよりも多くのインタフェースで堆積される薄い障壁層を含むことができ、恐ら

10

20

30

40

50

くキャップ層を含むことができる。集光ミラー基体要件には、真空適合性、機械的強さ（例えば高温強度）、高熱伝導率、低熱膨張率、寸法安定性、適切な面形状精度及び仕上げに研磨される機能、及びろう付け又は接合される機能のうちの１つ又はそれよりも多くを含むことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】米国特許出願出願番号第１１／５０５、１７７号

【特許文献２】米国特許出願出願番号第１１／１７４、２９９号

【特許文献３】米国特許第６、６２５、１９１号

【特許文献４】米国特許第６、５４９、５５１号

【特許文献５】米国特許第６、５６７、４５０号

【特許文献６】米国特許第６、２１０、８６５号

【非特許文献】

【０００９】

【非特許文献１】Takino他著「超紫外線リソグラフ照射システムのための複合形状ミラーの製作」、Opt. Eng. 42(9)、2003年9月

【非特許文献２】Komatsuda著「新規なEUVLのための照射システム」、講演論文集SPIE 3997、765～776頁（2000年）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

上記を念頭に置いて、本出願人は、集光ミラー、対応する製作方法、及び使用方法を含むEUV光学器械を開示する。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

第１の態様では、複数の個別の基体を準備する段／段階と、各基体が共通焦点に向けられた配置に基体を固定する段／段階と、その後、基体の少なくとも１つを研磨する段／段階と、それぞれのEUV反射多層コーティングで各基体を被覆する段／段階とを含むことができるEUV光源ミラーを製作する方法を開示する。ミラーは、垂直入射ミラー又はグレージング入射ミラーとすることができる。一実施例では、この配置には、楕円を含み、１つの特定のな実施例では、楕円は、500mmを超える直径を有する。複数の基体は、９個の基体を含むことができる。コーティング基体を固定する段／段階は、接合及び／又はろう付けにより達成することができる。

【００１２】

別の態様では、基体と、Si、C、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、B<sub>4</sub>C、SiC、及びCrから成る材料の群から選択された平滑化層とを含むことができ、平滑化層材料が高エネルギー堆積条件を用いて堆積され、多層コーティングが平滑化層の上に重なる、EUV光と共に使用する光学器械を開示する。高エネルギー条件には、基体加熱及び／又は堆積中に粒子エネルギーを増大させることを含むことができる。一実施形態では、平滑化層は、基体の上に重なってかつ接触し、１つの特定のな実施形態では、基体は、SiCを含む。一例として、平滑化層は、3nm～100nmの範囲の厚みを有することができ、かつ非晶質材料を含むことができる。一実施例では、多層コーティングは、Mo及びSiの交互する層を含み、１つの特定のな実施例では、光学器械は、EUV光源のための集光ミラーである。

【００１３】

特定のな態様では、EUV光と共に使用される光学器械を生成する方法は、基体を準備する段／段階と、基体上に平滑化層を堆積させる段／段階と、平滑化層を研磨する段／段階と、多層EUVコーティングを平滑化層の上に重ねる段／段階とを含むことができる。一部の場合には、本方法は、基体を研磨する段階を更に含むことができる。例えば、基体は、SiCを含むことができ、平滑化層は、約5μm～100μmの範囲の厚みに堆積さ

10

20

30

40

50



れた結晶 Si を含むことができる。

【 0 0 1 4 】

実施形態の一態様では、垂直入射 EUV 光源ミラーを製作する方法は、少なくとも 1 つがマスターパターンからの複製により製作される複数の個別の基体を準備する段 / 段階と、それぞれの垂直入射 EUV 反射多層コーティングで各基体を被覆する段 / 段階と、被覆した基体を互いに固定して単一のミラーを形成する段 / 段階とを含むことができる。基体は、ニッケル、例えば、ニッケル合金を含むことができる。一実施例では、基体の 1 つ又はそれよりも多く（又は恐らく全て）は、変形可能な例えば約 0.5 mm ~ 約 1.5 mm の範囲の厚みを有するニッケル合金とすることができる。別の実施例では、基体の 1 つ又はそれよりも多く（又は恐らく全て）は、剛体の例えば 3.5 mm ~ 6.5 mm の範囲の厚みを有するニッケル合金とすることができる。複数の基体は、共通のマスターパターンからの複製により製作することができ、一部の場合には、基体は、電気鋳造複製処理により製作することができる。

10

【 0 0 1 5 】

一態様に対しては、EUV 光源ミラーアセンブリは、支持構造体と、各々がそれぞれの EUV 反射多層コーティングで被覆した複数の個別の基体とを含むことができ、基体の少なくとも 1 つは、支持構造体に対して基体の調節を可能にするために支持構造体上に移動可能に取り付けることができる。例えば、ミラーアセンブリは、アクチュエータ、例えば、支持構造体に基体を移動可能に取り付けるための例えば圧電性の電気作動可能要素を有するアクチュエータを含むことができる。一構成においては、基体は、変形可能とすることができ、アクチュエータの作動は、基体を変形させることができる。別の構成においては、基体は、剛体とすることができ、アクチュエータの作動は、基体を支持構造体に対して平行移動させることができる。基体は、共通の支持構造体上に取り付けることができ、支持構造体は、Si-炭素繊維複合体、SiC、不変鋼及びステンレス鋼のような低熱膨張率材料で製造することができる。一実施形態では、ミラーアセンブリは、少なくとも 1 つの基体が少なくとも 1 つのリング上に取り付けられた複数のリングと、支持構造体に対して少なくとも 1 つのリングを移動可能に取り付けるためのアクチュエータとを含むことができる。特定の態様では、少なくとも 1 つの基体は、複数のリング上に取り付けられ、基体は、変形可能とすることができる。

20

【 0 0 1 6 】

別の態様は、支持構造体を準備する段階 / 段と、EUV 反射多層コーティングで複数の個別の基体を被覆する段階 / 段と、アクチュエータを使用して基体の少なくとも 1 つを支持構造体に移動可能に取り付ける段階 / 段と、アクチュエータを作動させて支持構造体に対して基体の少なくとも 1 つを調節する段階 / 段とを含むことができる光源集光ミラーを製作かつ整列させる方法を含む。一実施例では、ミラーは、第 1 及び第 2 の焦点を確立する楕円ミラーとすることができ、本方法は、光、例えば、第 2 の焦点での測定のために第 1 の焦点からミラーに向けて可視スペクトルの周波数を有する光を誘導する段階と、測定値を使用してアクチュエータを作動させ、基体を整列させる段階を更に含むことができる。この作動させる段階は、光源に、例えば、LPP 光源のプラズマチャンバにミラーを設置した後で、かつミラーが高温である間に実行することができる。

30

40

【 0 0 1 7 】

実施形態の別の態様では、EUV 光放出プラズマから直接に光を受光し、かつ光伝播方向に垂直な平面において予め選択された形状、例えば、円弧状を有する照明視野でリソグラフィマスクを照射するシステムと共に使用する成形ビームを生成するための垂直入射 EUV 光源集光ミラーを提供する。集光ミラーは、支持構造体と、各々が輪郭形状を有する複数のファセットとを含むことができ、照明視野の予め選択された形状及びファセットの輪郭形状は、実質的に同じである。この態様に対しては、各ファセットは、回転対称反射面を含むことができ、ファセットは、支持構造体上に取り付けて、複数の焦点に向けて光束を誘導するように整列させることができる。例えば、回転対称反射面は、球面の軸外面セグメント、非球面の表面セグメント、又は環状面の軸上表面セグメントとすることが

50

できる。一実施例では、少なくとも1つのファセットは、円弧状であり、特定的な実施例では、ミラーは、50個を超えるファセットを含むことができる。ファセットが略楕円パターンで位置決めされる構成、ファセットが略放物線パターンで位置決めされる構成、ファセットが略近放物線パターンで位置決めされる構成を含むいくつかの構成が考えられる。一設定においては、複数のアクチュエータが設けられ、各アクチュエータは、それぞれのファセットを支持構造体に移動可能に取り付ける。

#### 【0018】

実施形態の更に別の態様では、光伝播方向に垂直な平面において予め選択された形状、例えば、円弧状を有する照明視野としてEUV光放出プラズマからマスクへの光を均質化及び成形するための光学配置を開示する。この配置には、複数の反射面を含むEUV反射ミラーと、各々が輪郭形状を有する複数のファセットを有するプラズマから直接に光を受光するための垂直入射EUV光源集光ミラーとを含むことができ、照明視野の予め選択された形状及びファセットの輪郭形状は、実質的に同じである。この態様に対しては、この配置には、EUV光凝縮ミラーを更に含むことができる。一実施形態では、EUV反射ミラーの反射面は、略平面パターンに配置することができ、特定的な実施形態では、集光ミラーのファセットは、回転対称反射面を含むことができる。

10

#### 【0019】

別の態様では、EUVミラーのための耐食多層コーティングは、複数の2層を含むことができ、各2層は、Siを含む層と、窒素及び第5周期遷移金属（例えば、Y、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、又はCd）を有する複合材料を含む層とを有する。一実施形態では、第5周期遷移金属は、Nb、Mo、及びRuから成る金属の群から選択され、特定的な実施形態では、複合材料は、窒化物、例えば、MoN、MoNbN、又はNbNである。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

【図1】レーザ生成プラズマEUV光源のための全体的な広義の概念の概略図である。

【図2】EUV光源ミラーを製作するための処理段階/段を示す流れ図である。

【図3】9つの被覆した基体を互いに接合/ろう付けすることにより製作された楕円EUV集光ミラーの正面図である。

【図4】平滑化層を示すEUV光学器械の拡大断面図である。

30

【図5】多層システムの縮尺通りでない拡大断面図である。

【図5A】比較的厚い平滑化層を有するMLMミラーの代替的な実施形態の縮尺通りでない拡大断面図である。

【図6】8つの同一に成形された被覆基体を互いに固定することにより製作された楕円垂直入射EUV集光ミラーの正面図である。

【図7】集光ミラーのためのモノリシックハニカム支持構造体の例を示す図である。

【図8】集光ミラーのためのモノリシック正三角形リブ支持構造体の例を示す図である。

【図9】アクチュエータを使用する支持構造体に対する各基体の調節を可能にするために複数の被覆基体を支持構造体上に移動可能に取り付けることができる集光ミラーを示す図である。

40

【図10】円弧状照明視野としてEUV光放出プラズマからマスクへの光を均質化及び成形するための光学配置の概略図である。

【図11】図10に示す配置に使用する多面集光ミラーの正面図である。

【図12】図11に示す集光ミラーに使用するためのミラーファセットの斜視図である。

【図13】図10に示す配置に使用する多面瞳ミラーの正面図である。

【図14】EUVフォトマスク/レチクルの照射に適切な寸法決めされた円弧状照明視野の例を示す図である。

【図15】耐食多層ミラーの縮尺通りでない拡大断面図である。

【図16】MoN/Si2層、NbN/Si2層、及びMoNbN/シリコン2層を有する多層ミラーに対する計算反射率を示す図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0021】

最初に図1を参照すると、例示的なEUV光源、例えば、実施形態の一態様によるレーザ生成プラズマEUV光源20の概略図が示されている。図示のように、LPP光源20は、パルス又は連続レーザ源22、例えば、比較的高電力かつ高パルス繰返し数で作動する、例えばDC又はRF励起で例えば10.6  $\mu\text{m}$ で放射線を生成するパルスガス放電CO<sub>2</sub>レーザ光源を含むことができる。例えば、MO-PA1-PA2-PA3構成を有する適切なCO<sub>2</sub>レーザ源は、代理人整理番号第2005-0044-01号である2005年6月29日出願の「LPP、EUV光源駆動レーザシステム」という名称の現在特許出願中の米国特許出願出願番号第11/174、299号に開示されており、この特許の開示全体は、引用により既に本明細書に組み込まれている。

10

## 【0022】

用途により、他の形式のレーザも適切であることができる。例えば、固体レーザ、エキシマ、分子フッ素レーザ、例えば、米国特許第6、625、191号、第6、549、551号、及び第6、567、450号に示すようなMOPA構成エキシマレーザシステム、単一チャンバを有するエキシマレーザ、2つよりも多いチャンバ、例えば、発振器チャンバ及び2つの増幅チャンバ（増幅チャンバは並列又は直列）を有するエキシマレーザ、主発振器/電力発振器（MOP）構成、電力発振器/電力増幅器（POPA）構成、又は1つ又はそれよりも多くのCO<sub>2</sub>（エキシマ又は分子フッ素増幅器又は発振器チャンバ）にシードする固体レーザが適切であると考えられる。他の設計も可能である。

20

## 【0023】

図1に更に示すように、光源20はまた、例えば、原材料ターゲットがプラズマを生成してEUV放出を行うために1つ又はそれよりも多くの光パルス、例えば、予備パルス及び次に主パルスにより照射されることになるターゲット容積28までチャンバ26の内部の中に原材料の液滴を送達する原材料送達システム24も含むことができる。原材料は、錫、リチウム、キセノン、又はその組合せを含む材料を含むことができるが、これに限定されるものではない。EUV放出元素、例えば、錫、リチウム、キセノンなどは、液滴又は液滴内に含有された固体粒子の形態、又はターゲット容積までEUV放出元素を送達するあらゆる他の形態とすることができる。

## 【0024】

引き続き図1で、光源20は、レーザ源22により生成された光パルスがターゲット容積28を通過及び到達することを可能にする開口を有する例えば先端を切った楕円の形態の集光器30、例えば、垂直入射反射器、例えば、モリブデン及びシリコンの交互する層を有する多層ミラーを含むことができる。集光器30は、例えば、ターゲット容積28内又はその近くに第1の焦点、及びEUV光を光源20から出力して、例えば、集積回路リソグラフィツール（図示せず）に入力することができるいわゆる中間点40（中間焦点40とも呼ばれる）に第2の焦点を有する楕円ミラーとすることができる。

30

## 【0025】

光源20は、EUV光源制御システム60を含むことができ、EUV光源制御システム60は、レーザ源22内の1つ又はそれよりも多くのランプ及び/又はレーザ源を作動させることによりチャンバ26内への送達する光パルスを生成する発射制御システム65を含むことができる。更に、光源20は、液滴位置検知システムを含むことができ、液滴位置検知システムは、例えば、ターゲット容積28に対して1つ又はそれよりも多くの液滴の位置を示す出力を供給する1つ又はそれよりも多くの液滴撮像器70を含み、この出力を液滴位置検出フィードバックシステム62に供給することができ、液滴位置検出フィードバックシステム62は、例えば、液滴単位で又は平均して液滴誤差を計算することができる例えば液滴位置及び軌道を計算することができる。液滴誤差は、次に、光源コントローラ60への入力として供給することができ、光源コントローラ60は、例えば、位置、方向、及びタイミング補正信号をレーザ源22に供給してレーザ源タイミング回路を制御し、及び/又は例えばチャンバ26に送達されている光パルスの位置及び/又は焦点屈折

40

50

力を変えるようにビーム位置及び整形システムを制御することがきる。

図 1 に示すように、光源 20 は、例えば、望ましいターゲット容積 28 に到達する液滴における誤差を補正するために液滴送達機構 92 からの原材料の放出点を修正するように、システムコントローラ 60 からの信号（一部の実施例では、上述の液滴誤差又はそこから導出した何らかの量を含むことができる）に応答して作動可能な液滴送達制御システム 90 を含むことができる、

#### 【0026】

図 2 は、図 1 及び 3 に示す楕円ミラー 30 のような比較的大きな E U V 光源ミラーを製作する処理段階 / 段を示す流れ図を示している。図示の製作工程は、必ずしも垂直入射ミラー、集光ミラー、又はあらゆる特定の形態、例えば、楕円体を有するミラーに限定されず、代わりに、20 度を超える入射角で反射するように設計されたミラー、球面ミラー、非球面光学器械などを含むグレージング入射ミラーのような他の大きな E U V 光学器械を生成するためにも使用することができることは認められるものとする。

#### 【0027】

図 2 に示すように、E U V 光源ミラーを製作する方法は、複数の個別の基体を準備する（ボックス 100）ことにより始めることができる。次に、図 2 に示すように、その後、光学器械の最終の望ましい面形状精度に近似した構成に基体を位置決めする（ボックス 102）。例えば、楕円集光ミラーに対しては、各被覆基体は、第 1 の楕円焦点（例えば、図 1 の 28）、第 2 の楕円焦点（例えば、図 1 の 40）、又は両方を確立するように位置決め及び試験することができる。適切な構成になった時に基体を互いに固定する（ボックス 104）。固定する段 / 段階は、接合及び / 又はろう付けにより達成することができる。接合及び / 又はろう付けの代わりに、更に、他の締結技術、例えば、機械式留め具を使用して被覆基体を互いに固定することができる。組み付け後、基体を研磨して（アセンブリとして）光学器械としての精巧な面形状精度及び表面仕上げにすることができる（ボックス 106）。研磨したら、アセンブリ内の各基体を Mo / Si 誘電体コーティングのような多層コーティングで被覆することができる（ボックス 108）。

#### 【0028】

図 1 及び 3 を相互に参照すると、中央楕円状基体 110 及び 8 つの周辺基体 112 a ~ h を含む 9 つの基体 110、112 a ~ h は、単一の比較的大きな楕円ミラー 30 として配置することができる、一部の場合には、500 mm を超える直径 d を有する楕円が可能であるということが見出されている。9 つの基体 110、112 a ~ h を有する実施形態が示されているが、本明細書で説明する手順を使用して 9 つを超える基体及び僅か 2 つの基体を接合することができることは認められるものとする。一部の用途に対しては、上述の技術を用いると、単一の結晶シリコンの使用により、使用しない場合では技術的及び / 又は経済的に実行不可能なミラーサイズを作り出すことを可能にすることができるが、本明細書のいかなる内容も製作方法をあらゆる特定形式の基体材料又はサイズに限定しないと解釈すべきである。

#### 【0029】

図 4 及び図 5 は、図 1 に示す集光ミラー 30 のような光学要素基体のコーティングを示している。本明細書で説明するように、図 4 及び図 5 に示すコーティング及びコーティング処理は、図 1 及び 3 に示すミラー 30 のような多重基体ミラー、単一基体、例えばモノリシックミラー、集光ミラーなど垂直入射ミラー、グレージング入射ミラー、例えば、低角度（< 20 度）、一般的に金属被膜、例えば、ルテニウムを使用するグレージング入射ミラー、及び一般的に多層コーティング、例えば、誘電体多層コーティング、例えば、Mo / Si 多層コーティングを使用する高角度（20 ~ 40 度）グレージング入射ミラー上で用いることができる。更に、図 4 及び図 5 に示すコーティング及びコーティング処理は、多層コーティングで被覆されるあらゆる他の E U V 光学器械に対して用いることができる。

#### 【0030】

図 4 から始めると、13 nm 光との使用に向けて、基体 118 a は、単結晶材料及び多

10

20

30

40

50

結晶材料、グリッドコップ、フロートガラス、ULEガラス（超低膨張ガラス）、Zerodur、石英ガラス、アルミニウム、ベリリウム、モリブデン、銅、ニッケル又はニッケル合金、高密度SiC及び他の密度を含む炭化珪素、「CVD SiC」、「CVC SiC」のような様々な技術により生成されるSiC、反応接合SiC、及びSiCを含む他の複合材料、又は当業技術で公知の又は明らかである他の適切な基体材料を含むシリコンで製造することができる。コーティングは、図示のように、基体の表面を覆いかつ接触するように基体118a上に堆積されるいわゆる平滑化層とすることができる層130を含むことができる。図4は、コーティングが層130を覆う多層システム132を更に含むことができることを示している。本明細書で使用する時、用語「平滑化層」及びその派生語は、平滑化層を覆うその後に適用される層で平滑仕上げを容易にすると共に、平滑化層の上に覆われるトップコートを含むその後の層のために滑らかな表面を作り出すことによりこの機能を実行することができ、平滑化層の滑らかな表面は、堆積させたままで又はその後の作業、例えば、研磨などの後に作り出される層を含むが必ずしもこれに限定されるわけではない。

10

20

30

40

50

#### 【0031】

特に、平滑化層の使用は、研磨しにくい場合がある光学器械、例えば、非球面光学器械に対して適切とすることができるが、他の光学器械、例えば、平坦な光学器械及び球面光学器械に対しても用途があると考えられる。平滑化層は、多層コーティングを再付加する前に、使用済みEUV光学器械（浸食、デブリ堆積、汚濁などが発生している場合がある）の表面状態を滑らかにして改善するために付加することができる。

#### 【0032】

一実施例では、層130は、高エネルギー堆積条件を用いて堆積させたSi、C、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、B<sub>4</sub>C、SiC、Cr、CrSi<sub>2</sub>、MoC<sub>2</sub>、又はMoSi<sub>2</sub>のような平滑化層材料を含むことができる。高エネルギー堆積条件として、標準的な堆積技術と比較して、基体加熱及び/又は粒子エネルギー増大による材料堆積を含むことができる。本明細書で使用する時、用語「粒子」及びその派生語は、特定の化学元素又は分子のイオン及びニュートラルを含むがこれらに限定されるものではない。例えば、基体は、約100～200度Cの範囲の温度に加熱することができる。

#### 【0033】

堆積中に供給される高エネルギー（基体加熱により、又は堆積中にイオン及びニュートラルのエネルギーを増大させることにより）は、堆積中に表面での原子移動度を増大させ、これは、平滑化をもたらすことができる。一般的なイオンエネルギーは、数100eV～数1000eVの範囲とすることができる。グレーズング入射イオン角度を用いてイオン研磨を通して平滑面を得ることができる。一部の場合には、平滑化層が堆積される前に暫くの間イオン衝撃により最初に表面を処理することが有利であると考えられる。それによって平滑化層付加前に基体表面上で最も粗い特徴部を排除することができる。

#### 【0034】

図4が単一の平滑化層130を示すが、本明細書で示す開示内容は、単一の連続的堆積処理中に堆積される単一の平滑化層に限定されるものではない。代替的に、複数の平滑化層は、平滑化材料及び/又は堆積の時間を変えて付加することができ、例えば、堆積間での他の処理段階、例えば、研磨を実行することができる。例えば、平滑化層を付加し、次に、イオン衝撃研磨を与え、かつその後に別の平滑化層を付加することができる。各層は、異なる持続時間で付加することができる。また、アルゴンイオン又は他のスパッタイオンによるイオン衝撃の異なるエネルギーを堆積期間中に又はその間に使用することができる。

#### 【0035】

層30は、熱源又は電子ビーム又はイオン補助堆積による物理堆積などであるがこれらに限定されない当業技術で公知の堆積技術を使用して堆積させることができる。層130の堆積の前に、基体は、超音波水性洗浄及び/又は溶剤洗浄を含むような技術の1つ又はそれよりも多くを使用して、例えば、高純度メタノール又は一部の他の適切な溶剤を使用して洗浄することができる。一部の場合には、一部の材料、例えば、炭素及び窒化珪素に

対しては、層 130 は、結晶化が発生する臨界厚みよりも小さい厚み「 $t$ 」まで堆積させて、実質的にアモルファスコーティング 12 を取得することができる。一部の実施形態に対しては、平滑化層は、 $3\text{ nm} \sim 100\text{ nm}$  の範囲の厚みを有することができる。使用する厚みは、一般的に、使用する材料（例えば、基体及び平滑化材料）に依存することになる。例えば、Si に対しては、 $5 \sim 20\text{ nm}$  の厚みを使用することができ、クロミウムに対しては、 $20 \sim 40\text{ nm}$  の厚みを使用することができる。

#### 【0036】

一部の場合には、十分なエネルギーを有する堆積条件中に表面原子との多価化学結合を通じて開始されるアモルファス層成長により高度な基体平滑化を行うことができる。従って、炭素（C）及びシリコン（Si）に加えて、SiC、 $B_4C$ 、 $Si_3N_4$  のような化合物を含む炭素又はシリコンの薄膜層を適切とすることができる。クロミウム又は  $CrSi_2$  は、成長特性により良好な平滑化層を形成することができ、例えば、広範囲にわたる堆積パラメータに対して、クロミウムの  $20\text{ nm} \sim 40\text{ nm}$  厚のアモルファス層を成長させることができる。

#### 【0037】

図 5 は、図 4 に示す層 130 上に堆積させることができる多層システム 132 をより詳細に示すものである。図 5 に示すように、多層システム 132 は、ミラー表面にわたって漸変する場合もあれば漸変しない場合もある複数の 2 層 134a、134b、134c を含むことができる。多層システム 132 に対しては、各 2 層は、 $n_1$ 、 $n_2$  である屈折率  $n_1$  を有する第 1 の誘電体の層及び屈折率  $n_2$  を有する第 2 の誘電体の層を含むことができる。例えば、図示のシステム 132 に対しては、2 層 134a は、モリブデン（Mo）の層 136a 及びシリコン（Si）の層 136b を有することができ、2 層 134b は、Mo の層 138a 及び Si の層 138b を有することができ、2 層 134c は、Mo の層 140a 及び Si の層 140b を有することができる。一部の設計においては、多層システム 132 の各層は、ほぼ  $\lambda/4$ （かつ恐らく  $\lambda/2$ ）とすることができる層厚を有することができ、ここで、 $\lambda$  は、光学器械を照射する光の選択中心波長、例えば、 $13\text{ nm}$  である。多層システム 132 の各層は、上述の技術のうちの 1 つを用いて堆積させることができる。

#### 【0038】

図 5A は、滑らかな表面仕上げを有する MLM ミラー 142 の代替的な実施形態を示している。この実施形態に対しては、例えば、SiC とすることができる基体 144 を最初に製造し、一部の場合には研磨される。次に、約  $5\text{ }\mu\text{m} \sim 100\text{ }\mu\text{m}$  及び一部の場合には約  $10\text{ }\mu\text{m} \sim 25\text{ }\mu\text{m}$  の範囲の厚みの比較的厚い平滑化層 146、例えば、結晶質 Si を堆積させる。平滑化層は、電子線蒸着を用いて堆積させることができ、一般的に、上述のエネルギーを有する条件は必要ではないと考えられる。次に、例えば、原子研磨を用いて平滑化層を研磨し、次に、図示のように多層コーティング 148 を付加することができる。

#### 【0039】

図 6 は、8 つの同一に成形された被覆基体 150a ~ h、例えば、EUV 垂直入射多層コーティングを付加した基体を互いに固定することにより製作された楕円垂直入射 EUV 集光ミラーの正面図である。図 6 に示すミラーに対しては、各基体 150a ~ h は、マスターパターンからの複製により製作することができる。例えば、この複製は、電気鋳造複製処理を用いて実行することができ、材料、例えば、ニッケル合金を例えば電気蒸着によりマスターパターン上に堆積させ、次に、例えばニッケル合金とパターン材料の間の熱膨張率差を利用して、例えば熱分離法を用いて分離する。この処理を用いて、約  $0.5\text{ mm} \sim 1.5\text{ mm}$  の範囲の厚みを有するニッケル合金の基体を取得して変形可能な基体を生成することができ、約  $3.5\text{ mm} \sim 6.5\text{ mm}$  の範囲の厚みを有するニッケル合金の基体を取得して比較的剛体の基体を生成することができる。共通のマスターパターンからの複製により、結果として、比較的大型の EUV ミラーを製造する比較的廉価な製造技術をもたらすと考えられる。8 つの基体 150a ~ h を図 6 に示すミラーに対して使用しているが、ここに開示する複製技術は、8 つを超える基体及び僅か 1 つの基体を有するミラー

10

20

30

40

50

を製造する（例えば、多重ミラーを生成する）ためにも用いることができ、かつこの技術を用いて一部の同一基体及び一部の同一ではない基体を有するミラー（図3に示すミラーなど）を製造することができることは認められるものとする。

#### 【0040】

接合、ろう付け、及び／又は機械的締結、例えばボルト留めにより図6に示す基体のような複数の基体を互いに固定することができる。例えば、基体150a～hは、図7に示すハニカム支持構造体700、又は図8に示す正三角形リブ構造体800のような共通の例えばモノリシック支持構造体に固定することができる。ニッケル合金複製基体に対しては、基体及び支持構造体が類似か又は同一の熱膨張率を有するようろう付けを助けるニッケル合金製支持構造体を製作することが望ましいであろう。支持構造体の他の適切な材料には、Si-炭素繊維複合体、SiC、不変鋼又はステンレス鋼のような低熱膨張率材料を含むことができる。

10

#### 【0041】

図9は、多重基体900a～hを支持構造体上に移動可能に取り付けて、アクチュエータ902a～pを通じた支持構造体に対する各基体900a～hの調節を可能にすることができる集光ミラー30'の実施形態を示している。図示の実施形態に対しては、支持構造体は、各基体900a～hのコーナがアクチュエータ902a～pに装着された状態で、複数のリング904、906を含むことができ、アクチュエータは、リング904、906の一方に装着されている。別の構成においては、基体は、リングに剛体的に装着することができる。次に、1つ又はそれよりも多くのそれぞれのアクチュエータを通じて、図7又は図8に示す構造体の1つのような支持構造体にリングを移動可能に装着する。更に別の構成においては、1つ又はそれよりも多くのそれぞれのアクチュエータを通じて、図7又は図8に示す構造体の1つのような（すなわち、リングなしで）支持構造体に基体を移動可能に装着することができる。

20

#### 【0042】

集光ミラー30'に対しては、アクチュエータ902a～pは、支持構造体に基体を移動可能に取り付ける例えば圧電性の電気作動可能要素を有することができる。本明細書で使用する時、用語「電気作動可能要素」及び派生語は、電圧、電界、磁界、又はその組合せを受けた時に寸法変化が発生する材料又は構造を意味し、かつ圧電材料、電歪材料、及び磁気歪材料を含むが、これらに限定されるものではない。

30

#### 【0043】

上述のように、各基体900a～hは、変形可能とすることができ、アクチュエータ902a～pの1つの作動は、基体を変形させることができる。別の構成においては、各基体900a～hは、剛体とすることができ、アクチュエータ902a～pの1つ又はそれよりも多くの作動は、支持構造体に対して基体900a～hを平行移動させることができる。一部の場合には、アクチュエータ902a～pを通じた基体900a～hの調節は、光源内、例えば、LPP光源のプラズマチャンバ内のミラー30'設置後に、かつミラー30'が高温及び／又は高真空の間に行うことができる。この場合に対して、アクチュエータは、高温圧電材料、例えば、150度C時の使用に関して評価された圧電体を使用して製造することができる。

40

#### 【0044】

光源集光ミラーを製作及び整列させる手順は、図1及び図9を相互に参照して説明することができる。図1に示すように、楕円ミラーにより、第1の焦点28及び第2の焦点40が確立され、これらの焦点を使用して、集光ミラー30及び／又は集光ミラーを形成する個々の基体の1つ又はそれよりも多くを整列させることができる。従って、この手順は、単品基体、例えば、モノリシック基体、剛体構造を形成するために互いに固定される複数の基体、又は支持構造体／リング及び／又は互いに対して調節可能に移動可能である複数の基体に使用することができる。

#### 【0045】

この手順に対しては、光源は、プラズマチャンバの内側に位置決めし、第1の焦点、例

50

例えば点 28 から、第 2 の焦点、例えば点 40 での測定のためにミラー 30 に向けて光、例えば、可視スペクトル内の周波数を有する光を誘導するように配向することができる。次に、この測定結果を使用して、アクチュエータ 902 a ~ p の 1 つ又はそれよりも多くを選択的に作動させて、基体 900 a ~ h の 1 つ又はそれよりも多くを整列させることができる。測定段階及び作動段階は、光源内、例えば、LPP 光源のプラズマチャンバ内のミラー 30 設置後に、かつミラー 30 が高温及び / 又は高真空の間に行うことができる。

#### 【0046】

図 10 は、成形された例えば円弧状又は矩形状の照明視野、すなわち、一般的な伝播方向に垂直な平面内に予め選択された形状、例えば、円弧又は矩形を有するビームとして、EUV 光放出プラズマ 1002 から平面 1004 例えばマスク平面までの光を集光及び / 又は均質化及び / 又は成形する光学配置（全体的に 1000 で指定）を示している（図 14 も参照されたい）。図示のように、配置 1000 は、EUV 光源集光ミラー 1006、EUV 反射ミラー 1008、例えば、瞳ミラー及び集光ミラー 1010 を含むことができる。通常、図示のように、第 1 のプラズマ 1002 からの一部の光は、最初に集光ミラー 1006 に到達し、反射してミラー 1008 に導かれ、反射して集光ミラー 1010 に導かれ、反射して平面 1004 に導かれる。

10

#### 【0047】

図 10 及び図 11 を相互に参照すると、集光ミラー 1006 は、一部参照番号 1012 a ~ c でラベル付けされた複数の個々のファセットを含むことができることが分かる。数百のファセットが図 11 に示されているが、数百を超えるファセット及び僅か 2 つのファセットを集光ミラー 1006 において使用することができることは認められるものとする。より具体的には、約 50 ~ 1000 個のファセットを使用することができると考えられる。

20

#### 【0048】

図 12 は、集光ミラー 1006 内に使用されるファセット 1012 の例を示している。集光ミラー 1006 に対して、ファセット 1012 の 1 つ又はそれよりも多くは、照明視野の選択した形状、すなわち、リソグラフィマスクでの光伝播方向に垂直な平面の形状と実質的に同じ形状である輪郭形状（図 12 に示すファセットに対しては、円弧状である）を有する反射面 1014 を有することができる。従って、円弧照明視野リソグラフィツールに対しては、ファセット 1012 は、円弧状である輪郭形状を有することができ、矩形照明視野リソグラフィツールに対しては、ファセット 1012 は、矩形状である輪郭形状を有することができる。

30

#### 【0049】

円弧照明視野を生成する円弧状ファセットを有する多面ミラーを有する EUV 光源下流側ミラー対の使用は、2003 年 9 月に Opt. Eng. 42 (9) で公開された Takino 他著「超紫外線リソグラフ照射システムのための複合形状ミラーの製作」という名称の論文、及び講演論文集 SPIE 3997、765 ~ 776 頁（2000 年）で公開された Komatsu da 著「新規な EUVL のための照射システム」で既に開示されており、共に本明細書において引用により組み込まれている。

#### 【0050】

配置 1000 に対しては、各ファセット 1012 は、凹状回転対称反射面 1014、球面の軸外表面セグメント、非球面の表面セグメント、又は環状面の軸上表面セグメントを有することができる。更に、各ファセット 1012 は、例えば、垂直入射 EUV 反射コーティング、例えば、多層誘電体コーティング、例えば、Mo/Si コーティングで被覆することができる。集光ミラーファセットの 1 つよりも多く及び一部の実施例では全ては、同一とすることができる。また、集光ミラーファセットの 2 つ又はそれよりも多く及び恐らく全ては、上述のように複製処理を用いて製造することができ、又は切断、粗研磨、及び研磨部分とすることができる。一例としてかつ非制限的に、各ファセット 1012 は、図 12 に示すように矩形状及び円弧状とすることができ、かつ約 40 mm の長さ「L」、約 10 mm の幅「W」、及び約 1 mm の厚み「T」を有することができる。この形状で、

40

50



約 90% の充填率をもたらすことができる。

【0051】

図 10 は、ファセット 1012 a ~ c を支持構造体 1016 上に取り付け、例えばパターン、略楕円体パターン、略放物線状パターン、又は略近放物線状のパターンとすることができる周期的パターンで配置することができることを示している。全体的なパターンに各ファセット 1012 a ~ c を個々に整列させて、光束を特定の点に向けて誘導することができ、従って、アラインメントは、ファセット 1012 によって不均一とすることができる。

【0052】

1 つの設定においては、アクチュエータ 1018、例えば、電気作動可能要素、例えば、圧電体を有するアクチュエータを設けることができ、1 つ又はそれよりも多くのアクチュエータは、それぞれのファセットを支持構造体に移動可能に取り付け、例えば、2 つのアクチュエータを設置して、2 つの軸線、例えば、先端 - 傾き制御を行うことができる。代替的に、1 つのアクチュエータが 1 つ又はそれよりも多くのファセットを移動することができる構成をもたらすことができる（図示せず）。アクチュエータは、光源 / リソグラフィツールの作動前に及び / 又は作動中にファセット 1012 を整列させるのに利用することができ、かつ例えば、光検出器、例えば、光検出器アレイ、波面センサなどにより生成された制御信号に応答して作動させることができる。

10

【0053】

ミラー 1008、例えば、瞳ミラーは、図 10 及び 13 を相互参照した方が深く理解することができる。ミラー 1008 は、参照番号 1012 a ~ c がラベル付けされた複数の個々のファセットを含むことができる。一部分だけ、例えば、約 20 個のファセットが図 13 に示されているが、ミラー 1008 の全ての作動可能な表面は、ファセット 1020 で覆うことができることは認められるものとする。

20

【0054】

図 13 は、ファセット 1020 を六角形状とし、かつ強度損失を低減するために空間を埋める構成で準備することができることを示している。各ファセット 1012 は、例えば、垂直入射 EUV 反射コーティング、例えば、多層誘電体コーティング、例えば、Mo / Si コーティングで被覆することができる。ファセット 120 の 1 つよりも多く及び一部の実施例では全ては、同一とすることができる。また、ミラーファセットの 2 つ又はそれよりも多く及び恐らく全ては、上述のように複製処理を用いて製造することができ、又は切断、粗研磨、及び研磨部分とすることができる。一例としてかつ非制限的に、各ファセット 1020 は、図 12 に示すように六角形状とすることができ、かつ約 10 ~ 30 mm の幅を有することができる。

30

【0055】

図 10 は、ファセット 1020 a ~ c を支持構造体 1024 上に取り付け、パターン、例えば、図示のように例えば平面的とすることができる周期的パターンに配置することができることを示している。全体的なパターンに各ファセット 1020 a ~ c を個々に整列させて、集光ミラー 1010 上の特定の点に向けて光束を誘導することができ、従って、アラインメントは、ファセット 1020 によって不均一とすることができる。

40

【0056】

1 つの設定においては、アクチュエータ 1026、例えば、電気作動可能要素、例えば、圧電体を有するアクチュエータを設けることができ、1 つ又はそれよりも多くのアクチュエータは、それぞれのファセットを支持構造体に移動可能に取り付け、例えば、2 つのアクチュエータを設置して、2 つの軸線、例えば、先端 - 傾き制御を行うことができる。代替的に、1 つのアクチュエータが 1 つ又はそれよりも多くのファセットを移動することができる構成をもたらすことができる（図示せず）。アクチュエータは、光源 / リソグラフィツールの作動前に及び / 又は作動中にファセット 1020 を整列させるのに利用することができ、例えば、光検出器、例えば、光検出器アレイ、波面センサなどにより生成された制御信号に応答して作動させることができる。

50

多面ミラー 1008 から、光は、図 10 に示すように平面 1004 上へ集光ミラー 1010 により凝縮することができる。例えば、ミラー 1010 は、例えば、多層誘電体コーティング、例えば、Mo/Si コーティングを有する凹状 EUV 垂直入射ミラーとすることができる。図 14 は、平面 1004、例えば、フォトマスク/レチクル平面での寸法決めされた円弧照明視野 1028 を示している。

#### 【0057】

図 15 は、基体 118a 及び / 又は層 130 ( 図 4 を参照されたい ) 上に堆積させることができる多層システム 1132 をより詳細に示すものである。図 15 に示すように、多層システム 1132 は、ミラー表面にわたって漸変する場合もあれば漸変しない場合もある複数の 2 層 1134a、1134b、1134c を含むことができる。システム 1132 に対しては、各 2 層は、 $n_1$ 、 $n_2$  である屈折率  $n_1$  を有する第 1 の誘電体の層及び屈折率  $n_2$  を有する第 2 の誘電体の層を含むことができる。例えば、図示のシステム 1132 に対しては、2 層 1134a は、窒素及び 1 つ又はそれよりも多くの第 5 周期遷移金属 ( 例えば、Y、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、又は Cd ) を有する複合材料を含む層 1136a 及びシリコン ( Si ) の層 1136b を有することができる。特に、Y、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd ( 及びそれらの合金 ) の窒素化合物は、13nm と 14nm の間の波長の光に対して比較的良好な反射率を示している。

#### 【0058】

これらの耐食 EUV 反射多層コーティングは、下位材料を酸化する傾向がある環境において使用することができる。一般的に、酸化物層は、EUV 光、例えば、約 13.5nm の波長の光の比較的大量の吸収を引き起こす恐れもあり、かつコーティングが劣化する原因になる場合がある。従って、殆どの場合、酸化を回避することができる場合、ミラーの高反射率化を持続することができ、かつミラー長寿命化を期待することができる。1 つの酸化源は、一般的にプラズマ真空チャンバ内に存在する比較的高い水蒸気含有量のために生じる恐れもあり、及び / 又はチャンバの通気時にコーティングが酸素と接触する場合もある。デブリ軽減エッチング液、例えば、HBr ガスを使用する時、シリコン層は、他の 2 層材料 ( 例えば、標準的な Mo/Si の MLM に対しては Mo ) より迅速にエッチングにより除去することができ、酸化モリブデン層は、多層コーティングの上部上に形成することができる。また、時間と共に、いくつかの層は、プラズマからのイオン衝撃により、及び / 又は HBr 洗浄ガスからのエッチングにより除去することができることが可能である。

#### 【0059】

一般的に、遷移金属窒化物、例えば、 $T M_x N_y$  は、純粋な遷移金属よりも耐酸化性が高い。更に、層混合は、窒化物に対しては比較的低い傾向がある。従って、遷移金属窒化物を有する MLM コーティングの方が、良好な高温安定度を有することができる。一部の遷移金属、例えば、Mo は、例えば、13.5nm の時には Mo より吸収度が強いが、反射率は、それでも適切であるとする事ができる。複数の 2 層、一部の場合には、遷移金属窒化物を有する全ての 2 層を用いて、犠牲層は、耐食表面を維持しながらプラズマイオン衝撃又はハロゲン含有洗浄ガスによりエッチングすることができる。

#### 【0060】

設計によっては、多層システム 1132 の各層は、ほぼ  $\lambda/4$  ( かつ恐らく  $\lambda/2$  ) とすることができる層厚を有することができ、ここで、 $\lambda$  は、光学器械を照射する光の選択中心波長、例えば、13.5nm である。多層システム 1132 の各層は、上述の技術のうちの 1 つを用いて堆積させることができる。一部の実施例では、窒化物形成は、スパッタガスへの窒素の添加剤による堆積中に ( すなわち、反応性スパッタリングにより ) 導入することができる。この実施例に対しては、窒化物形成の程度は変えることができ、かつ層の総窒素含有量は、1 : 1 の化学量論的な窒素含有量未満に低減することができる。それによって窒素吸収剤の低減による反射率を増大させることができる。純粋な Mo 又は純粋な Ru の代わりに MoRu 合金ターゲットを使用することも可能であるとする事ができる。この場合、 $M o_x R u_y N_z$  が形成される (  $M o_x R u_y N_z$  )。関連の遷移金属のうちのル

10

20

30

40

50

テニウムは、特に酸化に強い。従って、Ru又はRu含有合金を遷移金属層に使用する時、適用する窒化物形成の程度を低減することができる。

【0061】

図16は、MoN/Si<sub>2</sub>層、NbN/Si<sub>2</sub>層、及びMoNbN/シリコン2層を有する多層ミラーに関する計算反射率を示している。RuN及びRhN層(図示せず)により、僅かに低いピーク反射率が得られる。この計算に対しては、0.4の層比率を使用し、使用層数は60であった。インタフェース粗度は考慮に入れていない。MoNの層周期は6.90nmであり、NbNに対しては6.88nmであり、MoNbNに対しては6.89nmであった。MoNbに対しては、1:1の合金混合は想定しなかった。図示のように、計算ピークの反射率は、約67~69%の範囲にあるが、達成可能な反射率値は、一般的に、有限な層粗度のためにより低く、例えば約55%になることになる。

10

【0062】

以上開示した本発明の実施形態の態様は、請求項の主題の少なくとも1つの権能付与的な実施形態を開示する要件を満たし、かつ単に1つ又はそれよりも多いこのような例示的な実施形態であることを意図とするものであり、かついかなる点においても特定の開示した実施形態だけに特許請求の範囲のいずれかの範囲を限定するものではないように想定されているものであることが当業者により理解されるであろう。均等物の原則の目的のために、特に請求項の解釈に関して、当業者によって理解及び認識されると思われる特許請求の範囲の開示する主題の実施形態の開示した態様に多くの変更及び修正を行うことができる。特許請求の範囲は、範囲及び意味において、主張する主題の実施形態の開示した態様だけでなく、当業者に明らかであると思われるこのような均等物及び他の修正及び変更を包含するように想定されている。上述の本発明の開示する主題の開示かつ請求する態様に対する変更及び修正に加えて、その他を実施することができる。

20

【0063】

「35U.S.C. § 112」を満足するために必要とされる詳細において本特許出願において説明しかつ例示した「EUV光学器械」の実施形態の特定の態様は、上述の実施形態の態様のあらゆる上述の目的、及び上述の実施形態の態様により又はその目的のあらゆる他の理由で又はその目的のために解決すべき問題を完全に達成することができるが、請求した本発明の上述の実施形態のここで説明した態様は、請求した本発明によって広く考察された内容を単に例示しかつ代表することは、当業者によって理解されるであろう。実施形態のここで説明しかつ主張する態様の範囲は、本明細書の教示内容に基づいて当業者に現在明らかであると考えられるか又は明らかになると考えられる他の実施形態を漏れなく包含するものである。本発明の「EUV光学器械」の範囲は、単独にかつ完全に特許請求の範囲によってのみ限定され、いかなるものも特許請求の範囲の詳細説明を超えるものではない。単数形でのこのような請求項における要素への言及は、解釈において、明示的に説明していない限り、このような要素が「1つ及び1つのみ」であることを意味するように意図しておらず、かつ意味しないものとし、「1つ又はそれよりも多い」を意味する意図とし、かつ意味するものとする。当業者に公知か又は後で公知になる実施形態の上述の態様の要素のいずれかに対する全ての構造的及び機能的均等物は、引用により本明細書に明示的に組み込まれると共に、特許請求の範囲によって包含されるように意図されている。本明細書及び/又は本出願の請求項に使用され、かつ本明細書及び/又は本出願の請求項に明示的に意味を与えられたあらゆる用語は、このような用語に関するあらゆる辞書上の意味又は他の一般的に使用される意味によらず、その意味を有するものとする。実施形態のいずれかの態様として本明細書で説明した装置又は方法は、それが特許請求の範囲によって包含されるように本出願において開示する実施形態の態様によって解決するように求められる各及び全て問題に対処することを意図しておらず、また必要でもない。本発明の開示内容におけるいかなる要素、構成要素、又は方法段階も、その要素、構成要素、又は方法段階が特許請求の範囲において明示的に詳細に説明されているか否かに関係なく、一般大衆に捧げられることを意図したものではない。特許請求の範囲におけるいかなる請求項の要素も、その要素が「~のための手段」という語句を使用して明示的に列挙さ

30

40

50

れるか又は方法の請求項の場合にはその要素が「作用」ではなく「段階」として列挙されていない限り、「35 U.S.C. § 112」第6項の規定に基づいて解釈されないものとする。

【0064】

また、米国の特許法の準拠において、本出願人が、本出願の明細書に添付されたあらゆるそれぞれの請求項、おそらく一部の場合には1つの請求項だけにおいて説明した各発明の少なくとも1つの権能付与的かつ作用する実施形態を開示したことは、当業者によって理解されるであろう。本出願の長さ及び起草時間を切り詰め、かつ本特許出願を本発明者及び他の個人により読みやすくするために、本出願人は、開示する本発明の実施形態の態様／特徴／要素、開示する本発明の実施形態の作用、又は開示する本発明の実施形態の機能性を定義し、及び／又は開示する本発明の実施形態の態様／特徴／要素のあらゆる他の定義を説明する際に随時又は本出願を通して定義的な動詞（例えば、「である」、「をする」、「を有する」、又は「を含む」など）、及び／又は他の定義的な動詞（例えば、「生成する」、「引き起こす」、「サンプリングする」、「読み取る」、又は「知らせる」など）、又は動名詞（例えば、「生成すること」、「使用すること」、「取ること」、「保つこと」、「製造すること」、「判断すること」、「測定すること」、又は「計算すること」など）を使用した。あらゆるこのような定義的語又は語句などが、本明細書で開示する1つ又はそれよりも多くの実施形態のいずれかの態様／特徴／要素、すなわち、特徴、要素、システム、サブシステム、構成要素、下位構成要素、プロセス、又はアルゴリズムの段階、又は特定の材料などを説明するのに使用されている場合は、常に、本出願人が発明及び主張したものの本発明の範囲を解釈するために、以下の制限的語句、すなわち、「例示的に」、「例えば」、「例として」、「例示的に限り」、「例示としてのみ」などの1つ又はそれよりも多く又は全てによって先行し、及び／又は語句「の場合がある」、「とすることができる」、「の場合があるであろう」、及び「とすることができるであろう」などの1つ又はそれよりも多く又は全てを含んでいると読むべきである。全てのこのような特徴、要素、段階、及び材料などは、例え特許法の要件の準拠において本出願人が特許請求の範囲の本発明の実施形態のあらゆるこのような態様／特徴／要素の又はあらゆる実施形態の権能付与的な例だけを開示したとしても、1つ又はそれよりも多くの開示した実施形態の可能な態様としてのみ、かつあらゆる1つ又はそれよりも多くの実施形態、又はあらゆる実施形態の態様／特徴／要素、及び／又は主張するような本発明の唯一の可能な実施形態の唯一の可能な例としてではなくそれを説明していると考えることができる。明示的かつ具体的に本出願又は本出願の遂行において説明されていない限り、本出願人は、あらゆる開示した実施形態の特定の態様／特徴／要素又は特許請求の範囲の本発明のあらゆる特定の開示した実施形態が、特許請求の範囲の発明又はあらゆるそのような請求項に説明されるあらゆる態様／特徴／要素を実行する1つ及び唯一の方法になると考えており、本出願人は、本特許出願の特許請求の範囲の発明のあらゆる開示した実施形態のあらゆる開示した態様／特徴／要素の説明が、特許請求の範囲の本発明又はそのあらゆる態様／特徴／要素を実行する1つ及び唯一の方法であり、従って、特許請求の範囲の本発明の他の可能な実施例と共にあらゆるこのような開示した実施例を包含するのに十分に広範囲にわたるものであるあらゆる請求項をそのような開示した実施形態のそのような態様／特徴／要素、又はそのような開示した実施形態に限定するように解釈することができることを意図していない。本出願人は、独立請求項又は直接か間接かを問わず独立請求項の従属請求項に説明した特許請求の範囲の本発明のあらゆる態様／特徴／要素、又は段階のような更なる詳細と共に、いずれかの請求項に従属する従属請求項を有するあらゆる請求項は、独立請求項の説明事項が他の実施例と共に従属請求項における更なる詳細を包含するのに十分に広範囲にわたるものであること、及び更なる詳細があらゆるそのような独立請求項で主張する態様／特徴／要素を実行する唯一の方法ではないことを意味するように解釈することができることを具体的に、明示的に、かつ明解に意図し、従って、従属請求項の更なる詳細を独立請求項に取り込むことを含むいかなる点においてもあらゆるこのような独立請求項のより幅広い態様／特徴／要素の範囲を制限するように読まれないことも

10

20

30

40

50

意図している。

【符号の説明】

【 0 0 6 5 】

- 1 0 0 複数の個別の基体を準備する段階  
 1 0 6 精巧な面形状精度及び表面仕上げにする段階  
 1 0 8 多層コーティングで被覆する段階

【 図 1 】

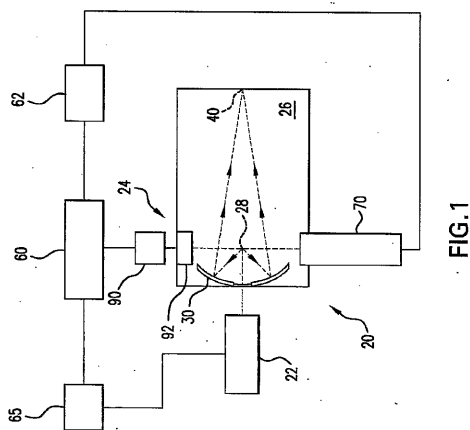


FIG.1

【 図 2 】

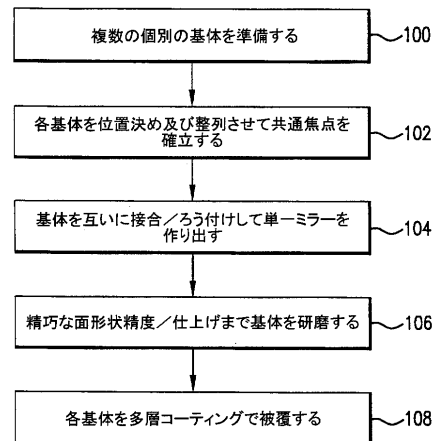


FIG.2

【 図 3 】

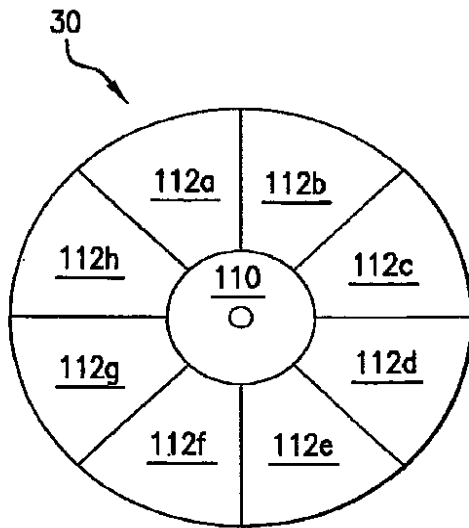


FIG.3

【 図 4 】

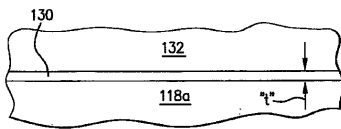


FIG.4

【 図 6 】

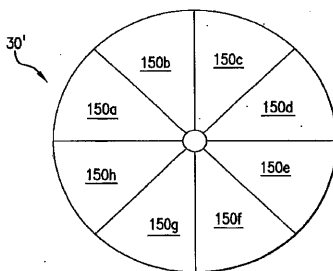


FIG.6

【 図 7 】

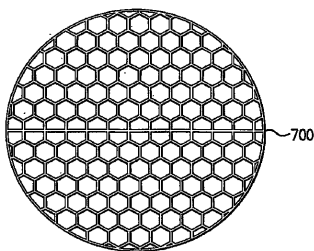


FIG.7

【 図 5 】

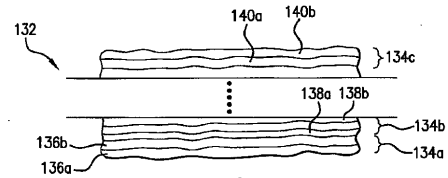


FIG.5

【 図 5 A 】

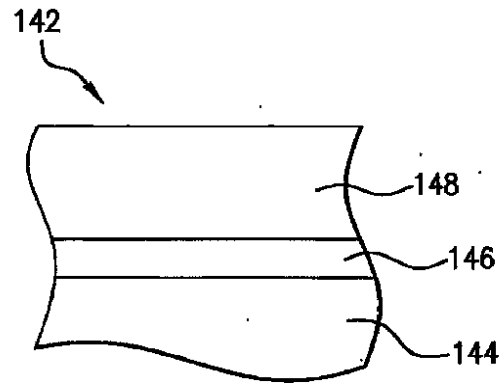


FIG.5A

【 図 8 】

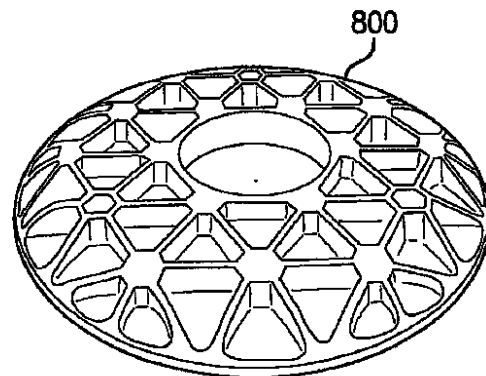


FIG.8

【 図 9 】

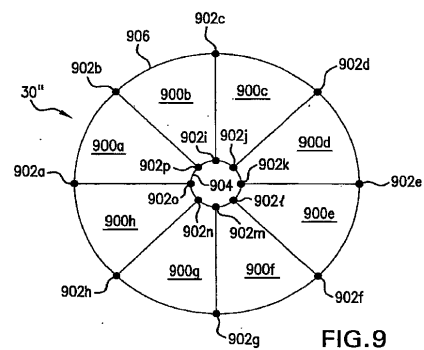


FIG.9

【図 10】

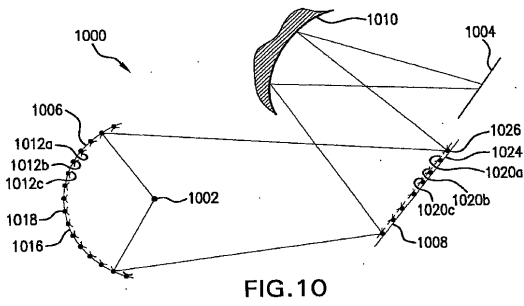


FIG.10

【図 11】

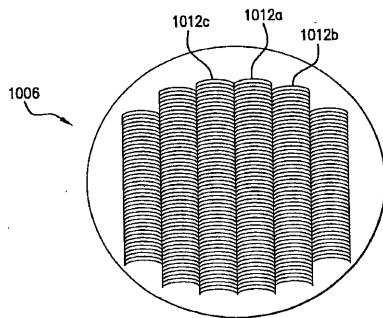


FIG.11

【図 12】

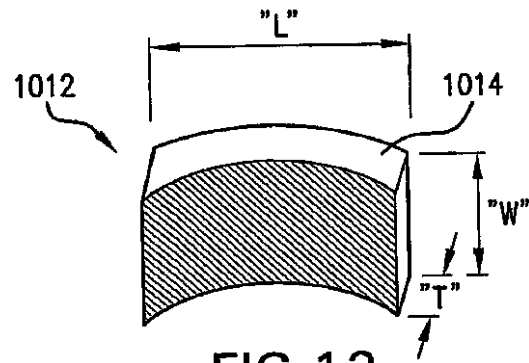


FIG.12

【図 13】

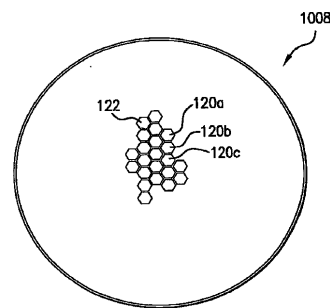


FIG.13

【図 14】

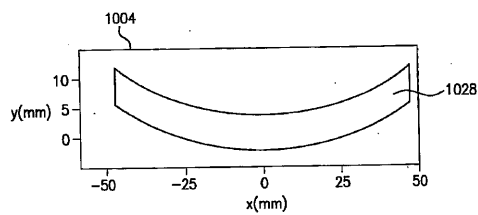


FIG.14

【図 15】

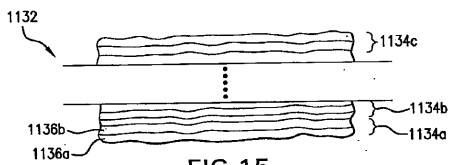


FIG.15

【図 16】

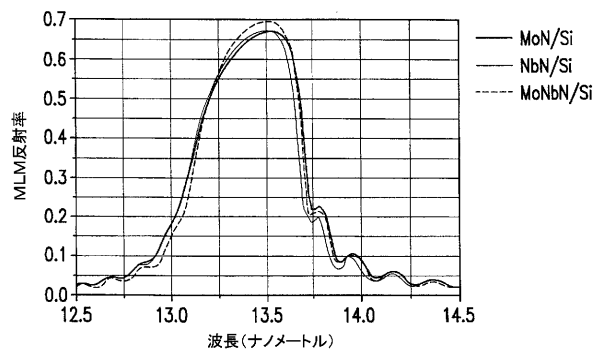


FIG.16

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US07/16648												
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC: G02B 1/00(2006.01);5/08(2006.01);7/182(2006.01);H01L 21/311(2006.01);21/31(2006.01);G03F 9/00(2006.01);B32B 9/00(2006.01);7/02(2006.01) G01J 1/00(2006.01);G21G 4/00(2006.01);H01J 35/20(2006.01) USPC: 250/504R,461.1,372,365;428/446,457,615,641,687;359/359 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S.: 250/504R,461.1,372,365; 428/446,457,615,641,687; 359/359 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category *</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim/No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X — Y</td> <td>USPGPUB 2003/004383 A1 (FOLTA et al.) 06 March 2003 (06.03.2003) sections [0029] to [0033], [0037], [0022], [0028]</td> <td>1, 2, 5, 9-11, 13, 56-58 6, 7, 60-62</td> </tr> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 6,634,760 B2 (FOLTA et al.) 21 October 2003 (21.10.2003), column 2, lines 63-66, column 3, lines 44-65, column 4, lines 12-38 + 53-65, column 6, lines 13-26</td> <td>1,2,5,9-11,13,56-58 6, 7, 60-62</td> </tr> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 6,822,251 (ARENBERG et al.) 23 November 2004 (23.11.2004) column 3, lines 49-61, column 2, lines 15-17, column 2, lines 15-20, line 6, column 3, lines 1-4,</td> <td>1, 3, 4, 5, 9-11, 56-68 6, 7, 60-62</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim/No.	X — Y	USPGPUB 2003/004383 A1 (FOLTA et al.) 06 March 2003 (06.03.2003) sections [0029] to [0033], [0037], [0022], [0028]	1, 2, 5, 9-11, 13, 56-58 6, 7, 60-62	X — Y	US 6,634,760 B2 (FOLTA et al.) 21 October 2003 (21.10.2003), column 2, lines 63-66, column 3, lines 44-65, column 4, lines 12-38 + 53-65, column 6, lines 13-26	1,2,5,9-11,13,56-58 6, 7, 60-62	X — Y	US 6,822,251 (ARENBERG et al.) 23 November 2004 (23.11.2004) column 3, lines 49-61, column 2, lines 15-17, column 2, lines 15-20, line 6, column 3, lines 1-4,	1, 3, 4, 5, 9-11, 56-68 6, 7, 60-62
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim/No.												
X — Y	USPGPUB 2003/004383 A1 (FOLTA et al.) 06 March 2003 (06.03.2003) sections [0029] to [0033], [0037], [0022], [0028]	1, 2, 5, 9-11, 13, 56-58 6, 7, 60-62												
X — Y	US 6,634,760 B2 (FOLTA et al.) 21 October 2003 (21.10.2003), column 2, lines 63-66, column 3, lines 44-65, column 4, lines 12-38 + 53-65, column 6, lines 13-26	1,2,5,9-11,13,56-58 6, 7, 60-62												
X — Y	US 6,822,251 (ARENBERG et al.) 23 November 2004 (23.11.2004) column 3, lines 49-61, column 2, lines 15-17, column 2, lines 15-20, line 6, column 3, lines 1-4,	1, 3, 4, 5, 9-11, 56-68 6, 7, 60-62												
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
Special categories of cited documents: <table border="0"> <tr> <td>* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>* "E" earlier application or patent published on or after the international filing date</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>* "L" document which may throw doubts on priority claim(s) in which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>* "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"A" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>* "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	* "E" earlier application or patent published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	* "L" document which may throw doubts on priority claim(s) in which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	* "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"A" document member of the same patent family	* "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed			
* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention													
* "E" earlier application or patent published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone													
* "L" document which may throw doubts on priority claim(s) in which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art													
* "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"A" document member of the same patent family													
* "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
Date of the actual completion of the international search 13 June 2008 (13.06.2008)		Date of mailing of the international search report 17 JUL 2008												
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer /BERNARD E. S. [Signature] Telephone No. (571) 272-2482												



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US07/16648

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X --- Y	US 5,958,605 A (MONTCALM et al.) 28 September 1999 (28.09.1999), column 2, lines 60-67, column 3, lines 3-63, column 4, lines 65-67, column 5, lines 9-16 and 37-48.	1, 2, 4, 5, 8-10, 12, 56-59 ----- 6, 7, 60-62
Y	US 6,140,255 A (NGO et al.) 31 October 2000 (31.10.2000), column 7, lines 23-33	6
Y	USPGPUB 2004/0265640 A1 (POCKER et al.) 30 December 2004 (30.12.2004), section [0023]	7
Y	USPGPUB 2005/0008834 A1 (CHANG et al.) 13 February 2005 (13.02.2005), claims 28, 36, 48	60, 61
Y	US 7,288,777 B2 (PARTLO et al.) 30 October 2007 (30.10.2007), column 19, lines 58-66	61, 62

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US07/16648

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
Please See Continuation Sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-13 and 56-62

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US07/16648

## BOX III. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

- I. Claims 1-13 and 56-62, drawn to EUV mirror multilayers.
- II. Claims 14-27, drawn to method of fabricating multilayers
- III. Claims 28-37 and 41-50, drawn to mirror assembly
- IV. Claims 38-40, drawn to mirror system alignment
- V. Claims 51-55, drawn to beam shaping.

The inventions listed as Group I do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: Group I is directed to a multilayer device, but not to a fabrication method as Group II, a mirror assembly as Group III, mirror alignment as Group IV, or beam shaping as Group V.

Group II is a method of fabricating a plurality of metal/semiconductor layers not necessarily for use as EUV optics.

Group III is directed to a mirror assembly including its support and manipulating structure, not directed to the multilayer or its fabrication, or mirror alignment of beam shaping.

Group IV is directed to mirror alignment, but not to the mirror itself, or its fabrication method, or mirror assembly or beam shaping.

Group V is directed to beam shaping, which has nothing to do with the multilayer structure, its fabrication method, mirror assembly, or mirror system alignment.

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 フォーメンコフ イゴー ヴィー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 2 1 2 9 ポーウェイ ジャーナル ウェイ 1 4 3 9 0

(72)発明者 バウアリング ノーバート アール

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 2 1 2 7 サン ディエゴ マテュリン ドライヴ 1 5  
3 9 3 # 2 4 2

F ターム(参考) 5F046 CB02 GB01