

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-332654

(P2006-332654A)

(43) 公開日 平成18年12月7日(2006.12.7)

(51) Int.CI.

H01L 21/027 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)
G21K 5/02 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 531A
H01L 21/30 503G
G03F 7/20 521
G21K 5/02 X

テーマコード(参考)

5FO46

審査請求 有 請求項の数 27 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-139772 (P2006-139772)
(22) 出願日 平成18年5月19日 (2006.5.19)
(31) 優先権主張番号 11/133,460
(32) 優先日 平成17年5月20日 (2005.5.20)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 504151804
エーエスエムエル ネザーランズ ピー.
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 100066692
弁理士 浅村 眞
(74) 代理人 100072040
弁理士 浅村 肇
(74) 代理人 100087217
弁理士 吉田 裕
(74) 代理人 100072822
弁理士 森 徹

最終頁に続く

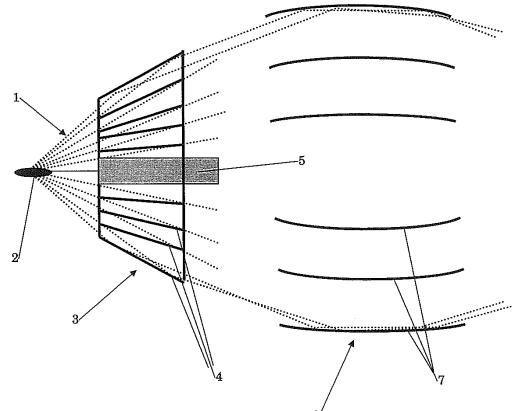
(54) 【発明の名称】放射システム及びリソグラフィ装置

(57) 【要約】

【課題】放射システム及びリソグラフィ装置を提供すること。

【解決手段】リソグラフィ装置における放射の投影ビームを提供するための放射システムが開示される。放射システムは、EUV放射を提供するためのEUV源と、EUV源から放出される汚染物質を捕捉するための複数の銀膜プレートを備えた汚染障壁とを備えている。銀膜プレートは、光学的に閉じた構造で配置されており、汚染障壁を通過するEUV放射は、複数の銀膜プレートのうちの少なくとも1つで、少なくとも一度反射する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

リソグラフィ装置における放射の投影ビームを提供するための放射システムであって、
EUV放射を提供するためのEUV源と、
前記EUV源から放出される汚染物質を捕捉するための複数の銀膜プレートを備えた汚
染障壁とを備え、
前記銀膜プレートが光学的に閉じた構造で配置され、それにより前記汚染障壁を通過す
るEUV放射が前記複数の銀膜プレートのうちの少なくとも1つで、少なくとも一度反射
する放射システム。

【請求項 2】

前記汚染障壁が、前記EUV放射を通過させるための単一反射を提供するように寸法決
めされた、請求項1に記載の放射システム。10

【請求項 3】

前記汚染障壁が収斂パワーを提供するようになされている、請求項1に記載の放射シス
テム。

【請求項 4】

前記収斂パワーが、体積が 8 mm^3 に制限された事実上拡大した放射源を提供するよう
に選択されている、請求項3に記載の放射システム。

【請求項 5】

前記汚染障壁が発散パワーを提供するようになされている、請求項1に記載の放射シス
テム。20

【請求項 6】

前記汚染障壁が、EUV放射を通過させるための二重反射を提供するように寸法決めさ
れている、請求項1に記載の放射システム。

【請求項 7】

前記EUV源がレーザ誘導プラズマ源である、請求項1に記載の放射システム。

【請求項 8】

前記プラズマ源がスズ又はXeである、請求項7に記載の放射システム。30

【請求項 9】

前記銀膜プレートが、前記汚染物質と実質的に同じ物質で層状にされている、請求項1
に記載の放射システム。

【請求項 10】

前記物質がスズである、請求項9に記載の放射システム。

【請求項 11】

前記銀膜プレートが、使用中、汚染物質を吸収し及び／又は前記銀膜プレートの表面粗
さを細かくするために液化するようになされた反射面を有している、請求項1に記載の放
射システム。

【請求項 12】

前記銀膜プレートが、前記EUV放射を反射するように設計された第1の反射層及び熱
エネルギーを吸収するように設計された第2の吸収層を備えている、請求項11に記載の
放射システム。40

【請求項 13】

前記第1及び第2の層が前記銀膜プレートの両面に配置されている、請求項12に記載
の放射システム。

【請求項 14】

前記反射面を液化させるための加熱素子が設けられている、請求項11に記載の放射シ
ステム。

【請求項 15】

前記加熱素子が前記反射面の影の側に設けられている、請求項14に記載の放射シス
テム。50

【請求項 1 6】

前記銀膜プレートが、スズ、モリブデン及びダイヤモンドからなるグループから選択される材料で層状にされている、請求項 1 に記載の放射システム。

【請求項 1 7】

前記銀膜プレートが積重ね円錐構成で配向されている、請求項 1 に記載の放射システム。

【請求項 1 8】

前記銀膜プレートが、前記 EUV 源に対して実質的に半径方向に、光学的に閉じた構成で配向された非平行積み重ねを備えた出目構造に配向され、前記積み重ねが、密に実装された平行配向プレートを有している、請求項 1 に記載の放射システム。

10

【請求項 1 9】

前記銀膜プレートが密に実装されている、請求項 1 に記載の放射システム。

【請求項 2 0】

前記銀膜プレートが実質的に 0 . 3 mm と 5 mm の間の範囲の間隔で積み重ねられている、請求項 1 9 に記載の放射システム。

【請求項 2 1】

コレクタ・エレメントをさらに備えている、請求項 1 に記載の放射システム。

【請求項 2 2】

前記コレクタ・エレメントが円筒対称であり、且つ、同心で湾曲した反射表面を備えている、請求項 2 1 に記載の放射システム。

20

【請求項 2 3】

前記反射表面が実質的に 1 cm と 7 cm の間の範囲の間隔で積み重ねられている、請求項 2 2 に記載の放射システム。

【請求項 2 4】

放射システムにして、EUV 放射を提供するための EUV 源と、該 EUV 源から放出される汚染物質を捕捉するための複数の銀膜プレートを備えた汚染障壁とを備えた放射システムと、

前記放射をパターン形成するためのパターン形成装置と、

パターン形成された放射を基板に投射するための投影システムとを備えたリソグラフィ装置であって、前記銀膜プレートが光学的に閉じた構造で配置され、それにより前記汚染障壁を通過する EUV 放射が前記複数の銀膜プレートのうちの少なくとも 1 つで、少なくとも一度反射する、リソグラフィ装置。

30

【請求項 2 5】

前記 EUV 源から放出される前記 EUV 放射を収斂させるための収斂パワーを有するコレクタ・エレメントをさらに備えている、請求項 2 3 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 2 6】

密に実装された複数の銀膜プレートを EUV 放射システム内に備えた EUV 汚染障壁を動作させる方法であって、前記銀膜プレートの面が液化するように、前記障壁を加熱する工程を含む方法。

【請求項 2 7】

EUV 放射源から放出される汚染物質を捕捉するための、密に実装された複数の銀膜プレートを備えた汚染障壁であって、前記銀膜プレートが光学的に閉じた構造で配置され、それにより前記汚染障壁を通過する EUV 放射が前記複数の銀膜プレートのうちの少なくとも 1 つを介して少なくとも一度反射する汚染障壁。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、放射システム及び放射システムを備えたリソグラフィ装置に関する。詳細には、本発明は、EUV 放射を提供するための EUV 源を備えた、放射の投影ビームを提供するための放射システム、及び放射源から放出される汚染物質をトラップするための複数

50

の銀膜プレートを備えた汚染障壁に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ装置は、基板、一般的には基板の目標部分に所望のパターンを適用するマシンである。リソグラフィ装置は、たとえば集積回路（IC）の製造に使用することができる。その場合、マスク又はレチクルとも呼ばれているパターン形成装置を使用して、ICの個々の層に形成すべき回路パターンが生成される。生成されたパターンは、基板（たとえばシリコン・ウェハ）上の目標部分（たとえば部分的に1つ又は複数のダイからなっている）に転送される。パターンの転送は、通常、基板の上に提供されている放射感応材料（レジスト）の層への画像化を介して実施されている。通常、1枚の基板には、順次パターン形成される目標部分に隣接する回路網が含まれている。知られているリソグラフィ装置には、パターン全体を1回で目標部分に露光することによって目標部分の各々が照射されるいわゆるステッパと、パターンを放射ビームで所与の方向（「走査」方向）に走査し、且つ、基板をこの方向に平行又は逆平行に同期走査することによって目標部分の各々が照射されるいわゆるスキャナがある。また、パターンを基板にインプリントすることによってパターン形成装置から基板へパターンを転送することも可能である。

【0003】

EUVリソグラフィ装置に使用されている放射源は、EUV放射だけではなく、光学系及びリソグラフィ・プロセスを実行する動作環境に有害な影響を及ぼすことがある汚染物質を生成している。この汚染物質の生成は、EUV源がレーザ誘導プラズマを介して動作している場合にとりわけ顕著である。したがってEUVリソグラフィの場合、EUV源から入射する放射のビームを条件付けるようになされた光学系の汚染が抑制されることが望ましい。光学系の汚染を抑制するために、たとえば欧州特許第1491963号に記載されているいわゆる銀膜トラップの使用が知られている。銀膜トラップには、密に実装された、EUV源によって生成される光の方向に概ね平行に配置された極めて多数の銀膜が使用されている。銀膜プレートによって提供される壁に、マイクロ粒子、ナノ粒子及びイオンなどの汚染物質デbrisが捕捉される。したがって、銀膜トラップは、EUV源から放出される汚染物質を捕捉する汚染障壁として機能している。通常、これらの銀膜トラップは、トラップを通って移動するほとんどすべての汚染物質粒子を捕捉するための十分な寸法を有するように設計されている。実際、デbrisの速度方向は、そのほとんどが銀膜プレートに対して平行ではなく、したがって最終的には銀膜プレートに汚染物質が衝突することになるため、ほとんどのデbrisが捕捉される。また、より微小な粒子は、典型的な無作為拡散様経路を移動し、最終的にはそのほとんどが捕捉される。しかしながら、わずかな部分は、銀膜トラップを通り抜けることができる方向及び速度で移動するため、光学系の望ましくない汚染の原因になることがある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

したがって、汚染物質が汚染障壁を通過し、リソグラフィ・システムの望ましくない汚染の原因になる可能性がさらに抑制されることが望ましい。また、最適には汚染がなく、且つ、最適化された放射の生成が維持される放射システムが提供されることがさらに望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一実施例では、リソグラフィ装置における放射の投影ビームを提供するための放射源が設けられている。放射システムは、EUV放射を提供するためのEUV源と、EUV源から放出される汚染物質を捕捉するための複数の銀膜プレートを備えた汚染障壁とを備えている。銀膜プレートは、光学的に閉じた構造で配置されており、汚染障壁を通過するEUV放射は、複数の銀膜プレートのうちの少なくとも1つで、少なくとも一度反射する。

10

20

30

40

50

【0006】

閉じた構造にすることにより、一直線に移動する高速デブリスを銀膜トラップによって捕捉することができる。放射は、銀膜の反射を介して汚染障壁を通過することができる。WO 2004/012207に、X線源を平行ビームに集束させるための出目様X線光学エレメントが開示されていることに留意されたい。そのために、反射によってビームを平行化する、実質的に平行板状の光学系が開示されている。この公報には、この構造が若干のデブリス抑制効果を有していることが示唆されているが、密に実装されたプレートの銀膜トラップ構成を提供していないため、この構造は汚染障壁を提供していない。また、この構成は、光学的に閉じていない。

【0007】

一実施例では、リソグラフィ装置が提供される。リソグラフィ装置は、EUV放射を提供するためのEUV源と、EUV源から放出される汚染物質を捕捉するための複数の銀膜プレートを備えた汚染障壁とを備えた放射システムを備えている。リソグラフィ装置は、さらに、放射をパターン形成するためのパターン形成装置と、パターン形成された放射を基板に投射するための投影システムとを備えている。銀膜プレートは、光学的に閉じた構造で配置されており、汚染障壁を通過するEUV放射は、複数の銀膜プレートのうちの少なくとも1つで、少なくとも一度反射する。

【0008】

一実施例では、密に実装された複数の銀膜プレートをEUV放射システム内に備えたEUV汚染障壁を動作させる方法が提供される。この方法には、銀膜プレートの面が液化するよう、汚染障壁を加熱する工程が含まれている。

【0009】

一実施例では、EUV放射源から放出される汚染物質を捕捉するための、密に実装された複数の銀膜プレートを備えた汚染障壁が提供される。銀膜プレートは、光学的に閉じた構造で配置されており、汚染障壁を通過するEUV放射は、複数の銀膜プレートのうちの少なくとも1つを介して少なくとも一度反射する。

【0010】

以下、本発明の実施例について、単なる実施例にすぎないが、添付の略図を参照して説明する。図において、対応する参照記号は対応する部品を表している。

【実施例】

【0011】

図1は、本発明の一実施例によるリソグラフィ装置を略図で示したものである。このリソグラフィ装置は、放射ビームB（たとえばUV放射又はEUV放射）を条件付けるように形成された照明システム（イルミネータ）IL、パターン形成装置（たとえばマスク）MAを支持するように構成された、特定のパラメータに従って該パターン形成装置を正確に位置決めするように形成された第1の位置決め装置PMに接続された支持構造（たとえばマスク・テーブル）MT、基板（たとえばレジスト被覆ウェハ）Wを保持するように構成された、特定のパラメータに従って該基板を正確に位置決めするように形成された第2の位置決め装置PWに接続された基板テーブル（たとえばウェハ・テーブル）WT、及びパターン形成装置MAによって放射ビームBに付与されたパターンを基板Wの目標部分C（たとえば1つ又は複数のダイが含まれている）に投影するように形成された投影システム（たとえば屈折投影レンズ系）PSを備えている。

【0012】

照明システムは、放射を導き、整形し、或いは制御するための、屈折光学コンポーネント、反射光学コンポーネント、磁気光学コンポーネント、電磁光学コンポーネント、静電光学コンポーネント若しくは他のタイプの光学コンポーネント、又はそれらの任意の組合せなどの様々なタイプの光学コンポーネントを備えることができる。

【0013】

支持構造はパターン形成装置を支持している。つまり、支持構造はパターン形成装置の重量を支えている。支持構造は、パターン形成装置の配向、リソグラフィ装置の設計及び

他の条件、たとえばパターン形成装置が真空環境中で保持されているか否か等に応じた様でパターン形成装置を保持している。支持構造には、パターン形成装置を保持するための機械式クランプ技法、真空クランプ技法、静電クランプ技法又は他のクランプ技法を使用することができる。支持構造は、たとえば必要に応じて固定又は移動させることができるフレーム又はテーブルであっても良い。支持構造は、パターン形成装置をたとえば投影システムに対して所望の位置に確実に配置することができる。本明細書における「レチクル」又は「マスク」という用語の使用はすべて、より一般的な「パターン形成装置」という用語の同義語と見なすことができる。

【0014】

本明細書に使用されている「パターン形成装置」という用語は、放射ビームの断面にパターンを付与し、それにより基板の目標部分にパターンを生成するべく使用することができる任意の装置を意味するものとして広義に解釈されたい。放射ビームに付与されるパターンは、たとえばそのパターンに移相フィーチャ又はいわゆる補助フィーチャが含まれている場合、基板の目標部分における所望のパターンに必ずしも厳密に対応している必要はないことに留意されたい。放射ビームに付与されるパターンは、通常、目標部分に生成されるデバイス、たとえば集積回路などのデバイス中の特定の機能層に対応している。

【0015】

パターン形成装置は、透過型であっても或いは反射型であっても良い。パターン形成装置の実施例には、マスク、プログラム可能ミラー・アレイ及びプログラム可能LCDパネルがある。マスクについてはリソグラフィにおいては良く知られており、バイナリ、交番移相及び減衰移相などのマスク・タイプ、並びに様々なハイブリッド・マスク・タイプが知られている。プログラム可能ミラー・アレイの実施例には、マトリックスに配列された、入射する放射ビームが異なる方向に反射するよう個々に傾斜させることができる微小ミラーが使用されている。この傾斜したミラーによって、ミラー・マトリックスで反射する放射ビームにパターンが付与される。

【0016】

本明細書に使用されている「投影システム」という用語は、たとえば使用する露光放射に適した、若しくは液浸液の使用又は真空の使用などの他の要因に適した、屈折光学系、反射光学系、カタディオプトリック光学系、磁気光学系、電磁光学系及び静電光学系、又はそれらの任意の組合せを始めとする任意のタイプの投影システムが含まれているものとして広義に解釈されたい。本明細書における「投影レンズ」という用語の使用はすべて、より一般的な「投影システム」という用語の同義語と見なすことができる。

【0017】

図に示すように、このリソグラフィ装置は、反射型（たとえば反射型マスクを使用した）タイプの装置である。別法としては、このリソグラフィ装置は、透過型（たとえば透過型マスクを使用した）タイプの装置であっても良い。

【0018】

リソグラフィ装置は、2つ（二重ステージ）以上の基板テーブル（及び／又は複数のマスク・テーブル）を有するタイプの装置であっても良い。このような「多重ステージ」マシンの場合、追加テーブルを並列に使用することができ、或いは1つ又は複数の他のテーブルを露光のために使用している間、1つ又は複数のテーブルに対して予備工程を実行することができる。

【0019】

また、リソグラフィ装置は、基板の少なくとも一部が比較的屈折率の大きい液体、たとえば水で覆われ、それにより投影システムと基板の間の空間が充填されるタイプの装置であっても良い。また、リソグラフィ装置内の他の空間、たとえばマスクと投影システムの間に液浸液を適用することも可能である。液浸技法は、当分野では投影システムの開口数を大きくすることで良く知られている。本明細書に使用されている「液浸」という用語は、基板な構造を液体中に浸すことを意味しているのではなく、単に、露光の間、投影システムと基板の間に液体が置かれることを意味しているにすぎない。

10

20

30

40

50

【0020】

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取っている。放射源がたとえばエキシマ・レーザである場合、放射源及びリソグラフィ装置は、個別の構成要素にすることができる。このような場合、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成しているとは見なされず、放射ビームは、たとえば適切な誘導ミラー及び／又はビーム・エキスパンダを備えたビーム引渡しシステムを使用して放射源SOからイルミネータILへ引き渡される。それ以外のたとえば放射源が水銀灯などの場合、放射源はリソグラフィ装置の一構成要素にすることができる。放射源SO及びイルミネータILは、必要に応じてビーム引渡しシステムと共に放射システムと呼ぶことができる。

【0021】

イルミネータILは、放射ビームの角強度分布を調整するためのアジャスタを備えることができる。通常、イルミネータのひとみ平面内における強度分布の少なくとも外部及び／又は内部ラジアル・エクステント（一般に、それぞれ - 外部及び - 内部と呼ばれている）は調整が可能である。また、イルミネータILは、インテグレータ及びコンデンサなどの他の様々なコンポーネントを備えることができる。イルミネータを使用して放射ビームを条件付け、所望する一様な強度分布をその断面に持たせることができる。

【0022】

支持構造（たとえばマスク・テーブルMT）の上に保持されているパターン形成装置（たとえばマスクMA）に放射ビームBが入射し、パターン形成装置によってパターン形成される。マスクMAを透過した放射ビームBは、放射ビームを基板Wの目標部分Cに集束させる投影システムPSを通過する。基板テーブルWTは、第2の位置決め装置PW及び位置センサIF2（たとえば干渉デバイス、直線エンコーダ又は容量センサ）を使用して正確に移動させることができ、それによりたとえば異なる目標部分Cを放射ビームBの光路内に配置することができる。同様に、第1の位置決め装置PM及びもう1つの位置センサIF1を使用して、たとえばマスク・ライブラリから機械的に検索した後、又は走査中に、マスクMAを放射ビームBの光路に対して正確に配置することができる。通常、マスク・テーブルMTの移動は、第1の位置決め装置PMの一部を形成している長ストローク・モジュール（粗位置決め）及び短ストローク・モジュール（精密位置決め）を使用して実現することができる。同様に、基板テーブルWTの移動は、第2の位置決め装置PWの一部を形成している長ストローク・モジュール及び短ストローク・モジュールを使用して実現することができる。ステッパの場合（スキヤナではなく）、マスク・テーブルMTは、短ストローク・アクチュエータのみに接続することができ、或いは固定することも可能である。マスクMA及び基板Wは、マスク・アライメント・マークM1、M2及び基板アライメント・マークP1、P2を使用して整列させることができる。図には専用目標部分を占有している基板アライメント・マークが示されているが、基板アライメント・マークは、目標部分と目標部分の間の空間に配置することも可能である（このような基板アライメント・マークは、スクライブ・レーン・アライメント・マークとして知られている）。同様に、複数のダイがマスクMA上に提供される場合、ダイとダイの間にマスク・アライメント・マークを配置することができる。

【0023】

図に示す装置は、以下に示すモードのうちの少なくとも1つのモードで使用することができる。

1. ステップ・モード：マスク・テーブルMT及び基板テーブルWTが基本的に静止状態に維持され、放射ビームに付与されたパターン全体が目標部分Cに1回で投影される（即ち单一静止露光）。次に、基板テーブルWTがX方向及び／又はY方向にシフトされ、異なる目標部分Cが露光される。ステップ・モードでは、露光視野の最大サイズによって、单一静止露光で画像化される目標部分Cのサイズが制限される。

2. 走査モード：放射ビームに付与されたパターンが目標部分Cに投影されている間、マスク・テーブルMT及び基板テーブルWTが同期走査される（即ち单一動的露光）。マスク・テーブルMTに対する基板テーブルWTの速度及び方向は、投影システムPSの倍

10

20

30

40

50

率（縮小率）及び画像反転特性によって決まる。走査モードでは、露光視野の最大サイズによって、単一動的露光における目標部分の幅（非走査方向の幅）が制限され、また、走査運動の長さによって目標部分の高さ（走査方向の高さ）が決まる。

3. その他のモード：プログラム可能パターン形成装置を保持するべくマスク・テーブルMTが基本的に静止状態に維持され、放射ビームに付与されたパターンが目標部分Cに投影されている間、基板テーブルWTが移動又は走査される。このモードでは、通常、パルス放射源が使用され、走査中、基板テーブルWTが移動する毎に、或いは連続する放射パルスと放射パルスの間に、必要に応じてプログラム可能パターン形成装置が更新される。この動作モードは、上述したタイプのプログラム可能ミラー・アレイなどのプログラム可能パターン形成装置を利用しているマスクレス・リソグラフィに容易に適用することができる。10

【0024】

上で説明した使用モードの組合せ及び／又はその変形形態、或いは全く異なる使用モードを使用することも可能である。

【0025】

図2は、本発明による放射システムの基本構成を示したものである。図のダッシュ線は、典型的にはそれ自体公知のスズ源又はXe源などのレーザ誘導プラズマ源であるEUV源2から入射するEUV放射1を表している。銀膜トラップ3は、放射源2から放出される汚染物質を捕捉するための汚染障壁として機能している。そのために、銀膜トラップ3は、密に実装された、概ね0.3～5mm（通常は約2mm）の間隔で配置された複数の銀膜プレート4を備えている。放射源2から実質的に放射方向の銀膜プレート4の概略長さは数cmである。好ましい実施例は、1.5～5cmの範囲の長さを有している。中心軸線に沿って、放射源2は熱シールド5によって遮蔽されている。20

【0026】

本発明の一実施例による銀膜4は、光学的に閉じた構造で配置されているため、光及びデブリス粒子の経路が銀膜4によって遮断される。銀膜4の壁は、放射が反射し、デブリス粒子が阻止されるように、光を反射する層を備えている。好ましい実施例では、銀膜プレート4は、図2に示すように、円錐構成で積み重ねられている。そのために、銀膜プレート4は切頭円錐の形をしており、互いに所定の配向を維持するよう、ディスタンス・リブ（図示せず）を介して互いに積み重ねられている。この円錐形実施例は、その固有剛性が大きいため、寸法的に安定している。しかしながら、平行板状の概ね平らなプレートレット、或いは密に実装された、放射源2に対して実質的に放射方向における積み重ねに配向されたプレートが光学的に閉じた構成をなしている一般的な出目構造などの他の実施例も同じく意図されている。構築を容易にするために、積み重ね内における銀膜プレートの配向を概ね平行にすることができる。この場合、積み重ねは、典型的には2～5銀膜のパケットである。また、銀膜トラップ3は、シェル形湾曲表面を有するように設計することができる又は「ストレッチド・フィンガ・タイプ」構成として知られている構成を使用することができる。30

【0027】

図2に概略的に示すように、放射の放射源2に対して下流側の方向に、EUV源2から他のEUV光学系へEUV放射を集光し、且つ、収斂させるための収斂パワーを有するコレクタ・エレメント6が存在している。このようなコレクタ・エレメント6は、通常、中心軸線の方向に沿って対称の円筒であり、同心で湾曲したシェル形反射表面7を備えている。このシェル形反射表面7は、ほぼ1cmと7cmの間の範囲の間隔で積み重ねられている。40

【0028】

図3は、図2に示す銀膜トラップ3を設計するための設計戦略を略図で示したものである。そのために、特定の長さの第1の銀膜8が、EUV源2から放出されるビームの外側反射光線のビーム経路9に対して角度Xで配置されている。通常、この角度Xは、約0.5～10°にすることができる。次の銀膜10の裏面は、外側光線のビーム経路9の上に50

配置されている。次の銀膜 10 の前面部分は、ここから開始することができる。次の銀膜 10 の長さは、銀膜の距離及び角度 X によって決定される。銀膜の位置決めは、光のすべての光線が同じ範囲の入射角で銀膜に入射するように実施することができる。これが可能であるのは、銀膜が特定の厚さ ($\sim 0.1 \text{ mm}$) を有しており、したがって十分なフレキシビリティが銀膜の角度に対して得られることによるものである。銀膜プレート 4 の角度 X に関して、EUV 反射物質 11 に対して概ね $0.5 \sim 10^\circ$ である斜入角より小さい角度で入射するビーム光線の微小部分のみが反射すると見なされている（同じく図 7 参照）。

【0029】

銀膜トラップ 3 がこのような物質の融点を超える温度、詳細には、スズの場合、約 230 の温度（スズの融点は 231.9 である）を超える温度で動作する場合、このような動作によってスズ流体の滑らかな表面が得られ、シェル部分における EUV 光の反射率が著しく大きくなる。また、流入するデbris が、凝集力の影響下で、液化した表面に吸収され、実質的に平らな表面に重力が再配置される。この効果は、ミラー表面の「自己回復」として特徴づけられる。銀膜トラップ 3 は、プラズマ源の固有エネルギー吸収によって動作中に加熱するように配置することができる。また、図 3 に示すように、銀膜プレート 4 の中又は銀膜プレート 4 の上、詳細には、射出する放射を受け取らないように設計された銀膜プレート 4 の「影」の面 13 に追加加熱素子 12 を提供することも可能である。このような加熱素子は、熱吸収コーティング又は電気加熱回路などの能動素子であっても良い。

【0030】

図 4 及び図 5 は、図 2 に示す実施例に使用されている円錐形平面配向シェルの弱収斂配向に固有の効果を示したものである。この効果は、EUV 源 2 の「仮想引き伸ばし」又は「仮想拡大」として示されている。また、EUV 光が図 4 に示す銀膜 14 で反射すると、引き伸ばしの他に、EUV 源 2 の仮想位置が位置 2' にシフトしてわずかに遠ざかる（通常、このシフトは、0 cm と 1 cm の間である）。これは、コレクタ 6 の位置を調整してこのシフトを補償することができるため、コレクタ 6 を使用した EUV 放射の集光には何ら問題ではない。銀膜 14 の前面及び裏面の反射角度が異なっているため、EUV 源の引き伸ばしが生じる。この効果は、仮想源が実源より大きく見えることである。仮想源が大きくなりすぎると、仮想源からのすべてのパワーをコレクタ 6 が有効に収集することができないため、これは問題になる場合がある。EUV 放射の「実」源はピンチと呼ばれており、その典型的な寸法は $0.3 \times 1 \text{ mm}$ である。仮想ピンチは、その面積が $2 \times 2 \text{ mm}$ 以内又は体積が 8 mm^3 以内に維持されることが好ましく、より詳細には、銀膜トラップの中心軸線と整列したスズ源の場合、 $1.3 \times 1.6 \text{ mm}$ の円筒内に維持されることが好ましい。

【0031】

また、反射銀膜トラップの EUV 透過率は、様々な要因に左右される。

1. 銀膜の前面で阻止される EUV は、プレートレットの厚さで決まる。

2. 銀膜での反射による EUV 損失は入射角で決まる。

3. 仮想ピンチのサイズが最大許容ピンチ・サイズより大きいため、EUV が損失する。

4. 構造の弱収斂パワーのために EUV が幾分か余分に集光され、より大きい空間角度の放射が EUV コレクタに転送されることがある。

【0032】

表 1 は、これらの値のいくつかをリストにしたもので、長さ 1.9 cm 、厚さ 0.1 mm の銀膜を使用して、光線追跡を使用して計算されたものである。ここでは、反射した光ビームが隣接する銀膜に当たる可能性が考慮されている。銀膜トラップは、反射したビームが隣接する銀膜に絶対に当たらないように設計されているため、点光源に対しては上記の効果は存在しない。しかしながら、ピンチのサイズが有限であるため、とりわけ反射角が小さい場合に、この効果による若干の EUV 損失が存在している。また、表 2 は、スズ

10

20

30

40

50

源を使用した、長さ3.8cmの銀膜を備えた反射スズ銀膜トラップの透過率を示したものである。表3は、ダイヤモンドを使用した長さ3.8cmの銀膜を備えた反射銀膜トラップの透過率を示したものである(スズ源)。

【0033】

【表1】

長さ1.9cmの銀膜を備えた反射スズ銀膜トラップの透過率(スズ源)

平均角度 (度)	仮想ピン チ・シフト	最大仮想 ピンチ・サ イズ内に おける量	銀膜の厚さ による阻止	EUV 反射率	収斂によ って余分 に集光さ れたEUV	総合透過 率
0.42 (最大0.5)	-0.26 cm	69.5%	57.4% (142銀膜)	97.2%	104.0%	40.3%
0.86 (最大1)	-0.38 cm	75.2%	73.0% (90銀膜)	94.3%	110.6%	57.3%
1.71 (最大2)	-0.69 cm	72.7%	84.1% (53銀膜)	89.0%	124.4%	67.7%
2.57 (最大3)	-1.08 cm	68.6%	88.6% (38銀膜)	83.9%	140.4%	71.6%

10

20

【0034】

【表2】

長さ3.8cmの銀膜を備えた反射スズ銀膜トラップの透過率(スズ源)

平均角度 (度)	仮想ピン チ・シフト	最大仮想 ピンチ・サ イズ内	厚さによる 阻止	EUV反射 率	熱遮蔽+ 余分に集 光された EUV	総合透過 率
0.78 (最大1)	-0.37 cm	83.7%	85.6% (65銀膜)	94.8%	108.4%	73.6%
1.55 (最大2)	-0.69 cm	78.3%	88.9% (37銀膜)	90.0%	121.4%	76.1%
2.32 (最大3)	-1.02 cm	69.6%	92.2% (26銀膜)	85.4%	135.9%	74.5%

30

【0035】

【表3】

ダイヤモンドを使用した、長さ3.8 cmの銀膜を備えた反射スズ銀膜トラップの透過率(スズ源)

平均角度 (度)	仮想ピン チ・シフト	最大仮想 ピンチ・サ イズ内に おける量	銀膜の厚 さによる阻 止	EUV反射 率	収斂によ って余分 に集光さ れたEUV	総合透過 率
0.76 (最大1) cm	-0.38 cm	83.7%	85.6% (65銀膜)	98.5%	108.4%	76.5%
1.55 (最大2) cm	-0.70 cm	78.3%	88.9% (37銀膜)	97.2%	121.4%	82.1%

10

20

30

40

50

【0036】

使用に際しては、本発明は、放射EUV光線に対する銀膜プレート4の反射特性を利用している。したがって、阻止される多数のイオンによって銀膜が損傷することがある。そのため、銀膜は、損傷に対して抵抗力があることが好ましく、或いは動作中に修理することができるか或いは調整することができるようになされていることが好ましい。図3を参照して説明したように、スズは汚染物質を吸収することができるため、本発明には、スズ源に対する反射物質としてスズが使用されることが好ましい。より一般的には、汚染物質と整合する材料特性を有する銀膜を使用してこれらの物質を吸収することができる。

【0037】

また、モリブデン銀膜などの標準タイプの銀膜を使用することも可能である。表面粗さは、通常、数nm、より詳細には5~50nm程度である。

【0038】

図6及び図7は、銀膜プレートに使用することができる典型的な材料の反射特性を示したものである。

【0039】

詳細には、図6は、典型的な表面粗さのスズ層に対する反射率を示したものである。表面粗さが粗くなるほど、より大きい入射角に対する反射率が急激に減少することが分かる(50nmの最も下の線15)。表面粗さが細かいほど反射率が大きくなる(それぞれ10nmの真中の線16及び5nmの最も上の線17)。斜入角が約5°の場合、約50%が反射し、斜入角が1°未満の場合、80%を超える反射率が得られる。

【0040】

また、図7は、様々な材料、詳細にはスズ(参照数字18)、モリブデン(参照数字19)及びダイヤモンド(参照数字20)の反射特性を示したものである。モリブデンは、より良好な反射特性を有しているが、スズの方が寿命が長く、且つ、表面粗さがより細かいため(融解したスズは、粗さが極めて細かい滑らかな表面を形成するため)、実際には層状のスズ銀膜が有利である。実際、既に説明したように、衝突するスズ・デブリスによってほとんど邪魔されることなく層状のスズ壁を使用することができる。もう1つのタイプの銀膜プレートには、反射特性が良好で、且つ、損傷に対する抵抗力が極めて強いダイヤモンドが表面材料として使用されている。

【0041】

図8は、反射銀膜プレート4を備えた本発明による銀膜トラップ21の代替構成を示したものである。この実施例では、図2に示す実施例と同様、銀膜トラップ21を通過するEUV放射が銀膜プレート4を介して反射するように、銀膜プレート4が光学的に閉じた構造で配置された弱発散構成が示されている。しかしながら、図8に示す銀膜プレート4は、入射するEUV放射を発散させるように配向されている。この構成には、図4を参照して説明した仮想ピンチが、図2に示す実施例の仮想ピンチと比較すると、その伸びがは

るかに小さいという効果がある。仮想ピンチのよりコンパクトな性質のため、コレクタ6は、発散が限度内であり、したがって発散ビームが実際にコレクタに入射することを条件として、原理的にはより多くの光を集光することができ、且つ、より良好なビーム・プロファイルを提供することができる。さらに、銀膜プレート4は、好ましいことには、ほとんどのEUVビームが単一反射した後にのみ通過するように寸法決めされている。また、好ましいことには、銀膜プレートの反射表面とは反対側の面である「影」の面は、偶然に入射する光線を遮断するようになされているため、EUV放射がコレクタ内で好ましい方向に最適化される。図2の場合と同様、このようなコレクタは、図8には示されていないが、通常、銀膜トラップ21の下流側に配置されている。

【0042】

仮想引き伸ばし効果が抑制されるだけでなく、仮想源の位置が銀膜トラップ21の方向に若干シフトする。これには、短い距離、典型的には0.2~2.5cmの範囲でコレクタをEUVビームのさらに下流側に配置することができる効果がある。コレクタのこのような変位は、余分の緩和長さをもたらすためには有利であろう。たとえば、長さ1.9cmの3度反射の銀膜トラップは、0.84cmの位置に仮想ピンチを有している。これは、銀膜トラップが有效地に使用している緩和長さが1.9cmではなく1.06cmにすぎないことを意味している。図2を参照して説明した実施例の場合、この効果は逆である(たとえば1.9cm/3度銀膜トラップは、0.7cmの余分の緩和長さを使用することになる)。

【0043】

表4及び表5は、二次元光線追跡を使用して計算したこの銀膜トラップの集光効率及び透過率を示したものである。

【0044】

【表4】

反転反射銀膜トラップ(銀膜長さ1.9cm)の透過率(スズ源)

平均角度 (度)	仮想ピン チ・シフト	最大仮想 ピンチ・サ イズ内	厚さによる 阻止	Sn EUV 反射率	熱遮蔽+ 角度によ る損失	総合透過 率
0.82 (最大1)	0.34cm	96.5%	70.6% (98銀膜)	94.6%	91.7%	59%
1.72 (最大2)	0.60cm	91.1%	83.5% (55銀膜)	88.8%	84.1%	55%
2.58 (最大3)	0.84cm	84.6%	88.3% (39銀膜)	84.0%	72.4%	45%
4.27 (最大5)	1.30cm	70.1%	92.8% (24銀膜)	74.5%	61.7%	30%
8.56 (最大10)	2.29cm	59.3%	96.1% (13銀膜)	54.4%	32.1%	10%

【0045】

10

20

30

40

【表5】

反転反射銀膜トラップ（銀膜長さ3.8cm）の透過率（スズ源）

平均角度 (度)	仮想ピン チ・シフト	最大仮想 ピンチ・サ イズ内	厚さによる 阻止	Sn EUV 反射率	熱遮蔽 + 角度によ る損失	総合透過 率
0.80 (最大1)	0.34cm	97.8%	78.7% (71銀膜)	94.7%	90.3%	66%
1.60 (最大2)	0.59cm	91.4%	88.6% (38銀膜)	89.7%	81.8%	59%
2.35 (最大3)	0.84cm	84.0%	92.2% (26銀膜)	85.3%	74.2%	49%
3.9 (最大5)	1.28cm	73.8%	94.9% (17銀膜)	76.5%	59.8%	32%
7.78 (最大10)	2.21cm	55.0%	97.3% (9銀膜)	57.7%	30.0%	9%

【0046】

比較として、図2で説明した反射銀膜トラップは、銀膜の長さが3.8cmの場合、最大～75%の透過率を有している。図2に示す実施例の場合、集光角がより大きく、そのためにEUV放射が余分に集光されることになるため、この実施例は、総合EUV透過率が若干小さくなっている。

【0047】

図9は、本発明のもう1つの実施例を示したものである。この実施例では、EUV放射を通過させるための二重反射を提供するように寸法決めされた銀膜トラップ22が提案されている。この実施例は、図2及び図8を参照して説明した実施例とは異なり、事実上、引き伸ばしを伴うことなく、また、光軸に沿ったシフトを伴うことなくEUV源が画像化される点で有利である。隣接する銀膜プレートのあり得る非平行性のため（図4参照）、若干シフトする可能性がある。このようなシフトは、単一反射実施例のシフトと類似しているが、はるかに小さく、たとえば、せいぜい2mm程度である。

【0048】

第1の反射スポット23の反対側の銀膜プレートでのEUVビームの2度目の反射の際に、単一反射における弾性散乱を介して通過する可能性のある高速デブリス（通常、EUV放射のビーム経路を追従する）を第2の反射で阻止することができる。二重反射を提供するために、通常、銀膜プレート4は、単一反射実施例の銀膜プレートより長く、典型的には約2倍の長さになっている。また、銀膜・プレート4の両側の壁は反射性の壁になっており、たとえば両側ともスズの層で層状にすることができる。銀膜トラップの長さが限られているため、すべての光が2度目の反射を経るわけではない。コレクタはこの光を集光することができないため、集光される放射の最大量は限られている。放出角がより小さい光線経路中のXは、これを概略的に示したものである。したがって、集光効率は、放出角がより大きい場合と比較すると、放出角が小さいほど悪くなる。この効果を使用して、より小さい放出角に対する反射角を調整し、或いは銀膜プレートの長さを変更することによって銀膜トラップの効率を改善することができる。

【0049】

或いは、放出角が大きい光線（光軸に対して）には射出経路のみを提供することができるために、必要な銀膜を少なくすることも可能である。このような環状形のビーム・プロファイルの場合、仮想ピンチを実ピンチに対して実質的にシフトしないようにすることができます。

【0050】

二次元光線追跡計算を使用して、EUV放射に対する二重反射銀膜トラップの期待透過率が第1の銀膜に対する異なる入射角の関数として決定された。表6に示す結果から、集光されるEUV放射の量には入射角はそれほど影響しないことが分かる。このタイプの銀膜トラップの場合、ピンチ画像はそれほど大きく変形しないため、これは予想通りである。しかしながら、2度目の反射を経ることが不可能な光のため、最大集光EUV放射は、約50%に制限されるようである。

【0051】

【表6】

ピンチから4cmの位置に配置された、長さ3.8cmの銀膜を備えた二重反射銀膜トラップの透過率

角度(度)	銀膜数	仮想位置	集光されるx量	厚さによる阻止	Sn EUV透過率	総合集光
0.7 (最大1)	90	0.05cm	38%	73.0%	0.95	26%
2.0 (最大3)	38	0.1cm	52%	88.6%	0.87	40%
3.1 (最大5)	24	0.12cm	54%	92.8%	0.81	41%
4.6 (最大10)	13	0.2cm	53%	97.0%	0.73	38%

10

20

30

【0052】

本明細書においては、とりわけICの製造におけるリソグラフィ装置の使用が言及されているが、本明細書において説明したリソグラフィ装置は、集積光学系、磁気ドメインメモリのための誘導及び検出パターン、フラット・パネル・ディスプレイ、液晶ディスプレイ(LCD)、薄膜磁気ヘッド等の製造などの他の用途を有していることを理解されたい。このような代替用途の文脈においては、本明細書における「ウェハ」又は「ダイ」という用語の使用はすべて、それぞれより一般的な「基板」又は「目標部分」という用語の同義語と見なすことはできるることは当業者には理解されよう。本明細書において言及されている基板は、たとえばトラック(通常、基板にレジストの層を塗布し、且つ、露光済みのレジストを現像するツール)、度量衡学ツール及び/又は検査ツール中で、露光前又は露光後に処理することができる。適用可能である場合、本明細書における開示は、このような基板処理ツール及び他の基板処理ツールに適用することができる。また、基板は、たとえば多層ICを生成するために複数回にわたって処理することができるため、本明細書において使用されている基板という用語は、処理済みの複数の層が既に含まれている基板を指している場合もある。

【0053】

また、本発明による実施例の使用について、とりわけ光リソグラフィの文脈の中で言及されているが、本発明は、他の用途、たとえば転写リソグラフィに使用することができ、文脈が許す場合、光リソグラフィに限定されないことは理解されよう。インプリント・リソグラフィの場合、基板に生成されるパターンは、パターン形成装置のトポグラフィによって画定される。パターン形成装置のトポグラフィが、基板に供給されているレジストの層にプレスされ、次に、レジストを硬化させるべく、電磁放射、熱、圧力又はそれらの組合せが印加される。レジストが硬化すると、パターン形成装置がレジストから除去され、後にパターンが残される。

40

【0054】

本明細書に使用されている「放射」及び「ビーム」という用語には、紫外(UV)放射(たとえば365nm、355nm、248nm、193nm、157nm又は126nm

50

mの波長或いはその近辺の波長の放射)及び極紫外(EUV)放射(たとえば波長の範囲が5~20nmの放射)、並びにイオン・ビーム又は電子ビームなどの粒子線を含むあらゆるタイプの電磁放射が包含されている。

【0055】

文脈が許す場合、「レンズ」という用語は、屈折光学コンポーネント、反射光学コンポーネント、磁気光学コンポーネント、電磁光学コンポーネント及び静電光学コンポーネントを始めとする様々なタイプの光学コンポーネントのうちの任意の1つ又は組合せを意味している。

【0056】

以上、本発明の特定の実施例について説明したが、説明した以外の方法で本発明を実践することができることは理解されよう。たとえば本発明は、上で開示した方法を記述した1つ又は複数の機械可読命令シーケンスを含んだコンピュータ・プログラムの形態を取ることができ、或いはこのようなコンピュータ・プログラムを記憶したデータ記憶媒体(たとえば半導体記憶装置、磁気ディスク又は光ディスク)の形態を取ることができる。

10

【0057】

以上の説明は例示を意図したものであり、本発明を制限するものではない。したがって、特許請求の範囲に示す各請求項の範囲を逸脱することなく、上で説明した本発明に改变を加えることは当業者には明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0058】

20

【図1】本発明の一実施例によるリソグラフィ装置を示す図である。

【図2】本発明の一実施例を示す図である。

【図3】図2に示す実施例のための銀膜プレート設計の詳細図である。

【図4】放射源の虚像を示す図である。

【図5】図2に示す実施例の画像化特性を概略的に示す他のグラフである。

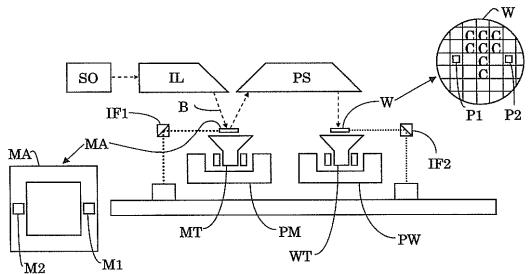
【図6】銀膜トラップの反射率に対する表面粗さの効果を示すグラフである。

【図7】異なる材料を使用した場合の反射特性を示すグラフである。

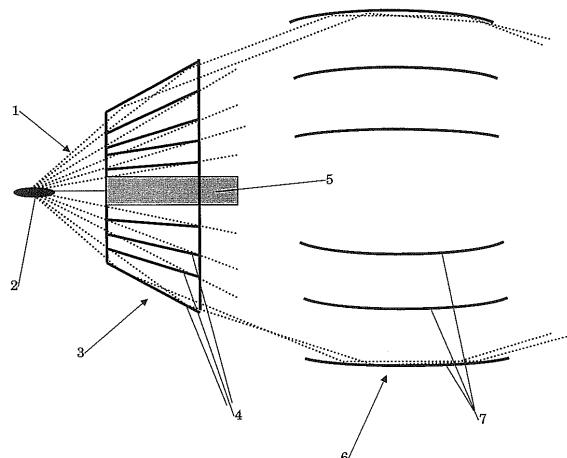
【図8】本発明の一実施例を示すグラフである。

【図9】本発明の一実施例を示すグラフである。

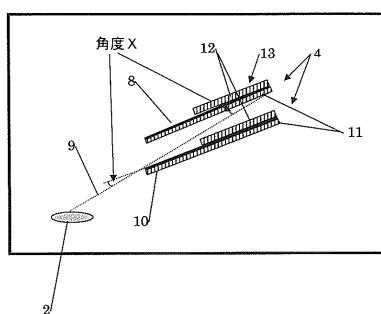
【図1】



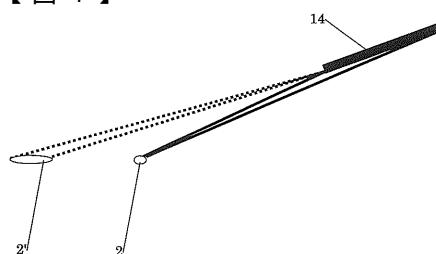
【図2】



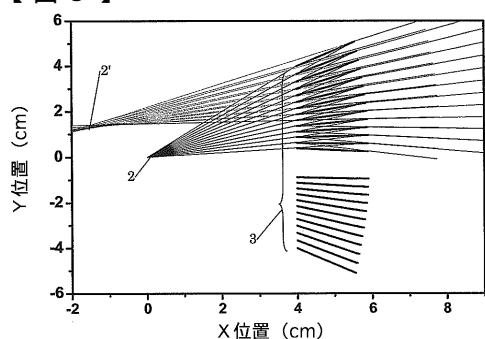
【図3】



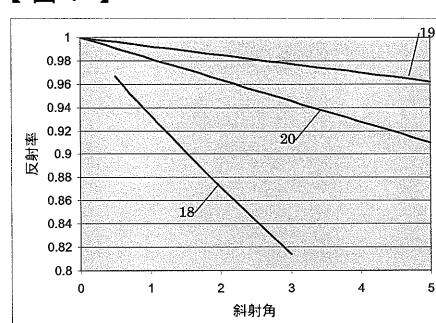
【図4】



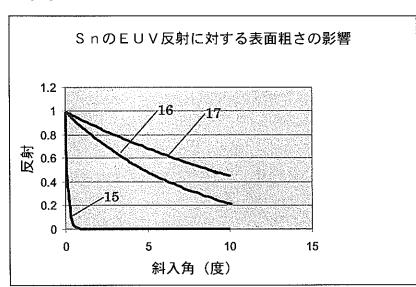
【図5】



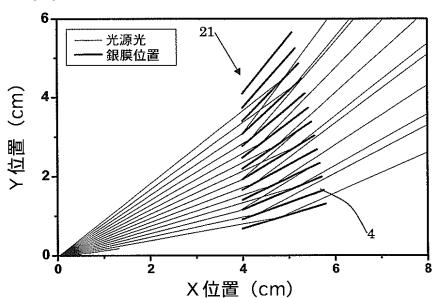
【図7】



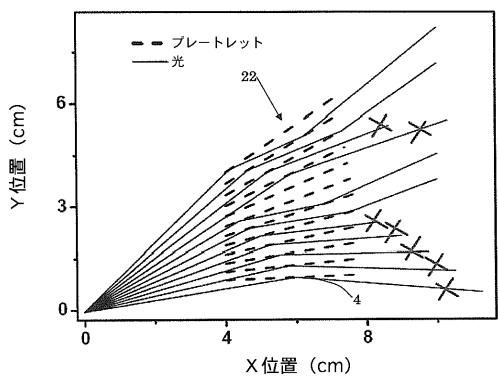
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 マールテン マリヌス ヨハネス ウィルヘルムス ファン ヘルペン
オランダ国、ヘーシュ、デ シッケル 32

(72)発明者 ファディム イエフゲンイェフィチ バニー＝
オランダ国、ヘルモント、ニールスラーン 2

(72)発明者 アーノウド コーネリス ヴァッシンク
オランダ国、フェルトホーフェン、デ プランク 12

(72)発明者 デルク ヤン ヴィルフレッド クルンデル
オランダ国、ヘルドロップ、ファン エルプシュトラート 50

F ターム(参考) 5F046 AA22 GA03 GA07 GA09 GB09 GC03

【外國語明細書】

2006332654000001.pdf