

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/098031 A1

- (51) 国際特許分類:
H05G 2/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/006223
- (22) 国際出願日: 2014 年 12 月 12 日(12.12.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-266669 2013 年 12 月 25 日(25.12.2013) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 新美 剛太(NIIMI, Gota); 〒4120038 静岡県御殿場市駒門 1 丁目 9 〇 番地 ウシオ電機株式会社内 Shizuoka (JP). 藪田 泰伸(YABUTA, Hironobu); 〒4120038 静岡県御殿場市駒門 1 丁目 9 〇 番地 ウシオ電機株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 小西 恵, 外(KONISHI, Kay et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 2-7-16 エグゼクティブタワー虎の門 4 〇 3 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: LIGHT-SOURCE DEVICE

(54) 発明の名称 : 光源装置

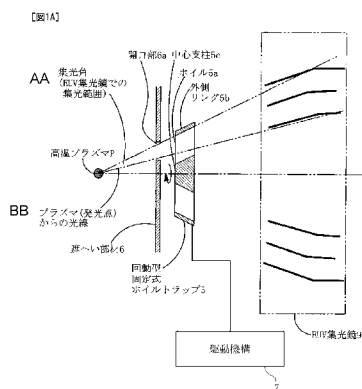


FIG. 1
5 Revolving fixed foil trap (5)
5a Foil
5b Outer ring
5c Central support column
6 Masking member
6a Opening
7 Drive mechanism
9 EUV condensing mirror
P High-temperature plasma
AA Condensing angle (extent over which light is condensed by the EUV condensing mirror)
BB Light rays from the plasma (luminous point)

(57) Abstract: This invention discloses a light-source device that minimizes decreases in the reflectance of a condensing mirror or the transmittance of a debris trap due to debris. In this device, a masking member (6) that has an opening (6a) is provided in front of a fixed foil trap (5) so as to limit the solid angle subtended by light emitted by a high-temperature plasma (P). Also, the fixed foil trap (5) is provided with a drive mechanism (7) and is rotated away from a position in which a section of the foil trap to which debris is attached faces the aforementioned opening (6a). This makes it possible to minimize (or reverse) decreases in transmittance due to attached debris, resulting in a longer usable life. The foil trap may also be a rotating foil trap (4) that traps debris from the plasma by rotating. An EUV condensing mirror (9) may also be rotated so as to minimize decreases in reflectance due to attached debris.

(57) 要約: デブリに起因するデブリトラップの光透過率の低下や集光鏡における反射率の低下を抑制する光源装置が開示される。この装置において、固定式ホイルトラップ (5) の前に開口部 (6a) を有する遮へい部材 (6) を設け、高温プラズマ (P) から放出される光の立体角を制限する。また、固定式ホイルトラップ (5) に駆動機構 (7) を設け、ホイルトラップのデブリ付着部分が開口部 (6a) から臨む位置から外れるように回転させる。これにより、デブリの付着に起因する光の透過率の低下を抑制 (または回復) させ、使用寿命を長寿化化することができる。なお、ホイルトラップとして、回転動作によりプラズマから飛来するデブリを捕捉する回転式ホイルトラップ (4) を用いてもよい。さらに、EUV 集光鏡 (9) を回転させることにより、デブリの付着による反射率の低下を抑制するようにしてもよい。

WO 2015/098031 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：光源装置

技術分野

[0001] 本発明は、光源である高温プラズマから放出されるデブリから光学素子を保護するホイルトラップを用いた光源装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体集積回路の微細化、高集積化につれて、その製造用の投影露光装置においては解像力の向上が要請されている。その要請に応えるため、露光用光源の短波長化が進められ、エキシマレーザ装置に続く次世代の半導体露光用光源として、波長13～14 nm、特に波長13.5 nmの極端紫外光（以下、EUV（Extreme Ultraviolet）光あるいは単にEUVともいう）を放出する極端紫外光光源装置（以下、EUV光源装置ともいう）が開発されている。

[0003] 波長13.5 nmのEUVに対して透明な光学材料が存在しないため、EUVを用いる露光光学系は反射投影光学系となる。この光学系に用いられるマスクは、例えば、低熱膨張ガラス基板上にモリブデン（Mo）膜とシリコン（Si）膜とを交互に積層してなるEUV反射用の多層膜が形成されたマスクブランクス上に、EUVを吸収する材料からなる吸収体パターンが形成される反射型マスクとなる。このような反射型マスクにおいて、マスクブランクスを構成する基板（低熱膨張ガラス基板）上に微粒子やピットが存在したり多層膜（例えば、Mo/Si膜）中に微粒子が介在してしまうと、位相欠陥となる。

このため、高精度なEUV露光を実現するためには露光用原版である反射型マスクの無欠陥化が重要となり、その実現のために高精度のマスク検査技術が求められる。

マスクブランクスを検査するための検査光として遠紫外光（Deep UV：DUV）を使用した場合、上記DUVによるマスクブランクス表面状態

検出は可能であるが、多層膜内部や多層膜底面の基板に存在する欠陥の検出は難しい。

[0004] 一方、検査光としてEUVを使用した場合、多層膜内部の欠陥や基板欠陥からのEUV散乱光を検出することが可能である。すなわち、EUV露光用の反射型マスクのマスクブランクスの検査は、検査光として露光光（EUV）を使用するアクティニック（Actinic）検査となる。

よって、EUV光源装置は、マスクブランクスの検査用光源としても使用される。

マスクブランクスの検査システムとしては、例えば、特許文献1（特許3728495号公報）に記載されているように、暗視野光学系を採用して、シュバルツシルド光学系によりマスクからのEUV散乱光を捕集して検出するABI（Actinic Blank Inspection）システムが提案されている。

[0005] EUV光源装置において、EUV光を発生させる方法はいくつか知られているが、そのうちの一つに極端紫外光放射種（以下、EUV放射種）を加熱して励起することにより高温プラズマを発生させ、この高温プラズマからEUV光を取り出す方法がある。

このような方法を採用するEUV光源装置は、高温プラズマの生成方式により、LPP（Laser Produced Plasma：レーザ生成プラズマ）方式EUV光源装置とDPP（Discharge Produced Plasma：放電生成プラズマ）方式EUV光源装置とに大きく分けられる。

[0006] [DPP方式のEUV光源装置]

DPP方式は、例えば内部に電極が配置された放電容器内をガス状の高温プラズマ原料雰囲気とし、当該雰囲気中の電極間において放電を発生させて初期プラズマを生成する。

ここで、放電により電極間を流れる電流の自己磁場の作用により、上記した初期プラズマは収縮される。これにより初期プラズマの密度は高くなり、プ

ラズマ温度が急激に上昇する。このような作用を、以下「ピンチ効果」と称する。ピンチ効果による加熱によって、高温となったプラズマのイオン密度は $10^{17} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 、電子温度は $20 \sim 30 \text{ eV}$ 程度に到達し、この高温プラズマからEUV光が放射される。

[0007] 図12は、特許文献2（特表2007-505460号公報）に記載されたDPP方式のEUV光源装置を簡易的に説明するための図である。

EUV光源装置は、放電容器であるチャンバ1を有する。チャンバ1内には、一对の円板状の放電電極2a、2bなどが収容される放電部1aと、ホイルトラップ5や集光光学手段であるEUV集光鏡などが収容されるEUV集光部1bとを備えている。

符号1cは、放電部1a、EUV集光部1bを排気して、チャンバ1内を真空状態にするためのガス排気ユニットである。

符号2a、2bは円盤状の電極である。電極2a、2bは所定間隔だけ互いに離間しており、それぞれ回転モータ16a、16bが回転することにより、符号16c、16dを回転軸として回転する。

[0008] 符号14は、波長13.5nmのEUV光を放射する高温プラズマ原料である。高温プラズマ原料14は、加熱された溶融金属（*melted metal*）、例えば液体状のスズ（Sn）であり、コンテナ15a、15bに収容される。

上記電極2a、2bは、その一部が高温プラズマ原料14を収容するコンテナ15a、15bの中に浸されるように配置される。電極2a、2bの表面上に乗った液体状の高温プラズマ原料14は、電極2a、2bが回転することにより、放電空間に輸送される。上記放電空間に輸送された高温プラズマ原料14に対してレーザ源17aよりレーザ光17が照射される。レーザ光17が照射された高温プラズマ原料14は気化する。

[0009] 電極2a、2bに、電力供給手段3からパルス電圧が印加された後、高温プラズマ原料14がレーザ光17の照射により気化されることにより、両電極2a、2b間にパルス放電が開始し、高温プラズマ原料14によるプラズ

マPが形成される。放電時に流れる大電流によりプラズマが加熱励起され高温化すると、この高温プラズマPからEUV光が放射される。

高温プラズマPから放射したEUV光は、EUV集光鏡9により集光鏡9の集光点（中間集光点ともいう）fに集められ、EUV光取出部8から出射し、EUV光源装置に接続された点線で示した露光機40に入射する。

[0010] 上記したEUV集光鏡9は斜入射型の集光鏡であり、一般に、複数枚の薄い凹面ミラーを入れ子状に高精度に配置した構造からなる。各凹面ミラーの反射面の形状は、例えば、回転楕円面形状、回転放物面形状、ウォルター型形状であり、各凹面ミラーは回転体形状である。ここで、ウォルター型形状とは、光入射面が、光入射側から順に回転双曲面と回転楕円面、もしくは、回転双曲面と回転放物面からなる凹面形状である。

[0011] EUV集光鏡9は、反射面形状が回転楕円面形状、ウォルター型形状等いずれかの形状であって、径が互いに異なる回転体形状の凹面ミラーを複数枚備える。EUV集光鏡を構成するこれらの凹面ミラーは、同一軸上に、焦点位置が略一致するように回転中心軸を重ねて配置される。このように凹面ミラーを入れ子状に高精度に配置することにより、EUV集光鏡は、 $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の斜入射角度のEUV光を良好に反射し、かつ、一点に集光できるように構成される。

図12に示すDPP方式のEUV光源装置は、放電が発生する電極表面に供給された固体もしくは液体のスズ（Sn）やリチウム（Li）にレーザ等のエネルギービームを照射して気化させ、その後、放電によって高温プラズマを生成するものである。よって、上記したこの方式を、以下LDP（Laser Assisted Gas Discharge Produced Plasma）方式と称することにする。

[0012] [LPP方式のEUV光源装置]

LPP方式ではプラズマ生成用ドライバレーザをターゲットに照射することでプラズマを生成する。ターゲット材料は、EUV光発生用高温プラズマ原料として、LDP方式同様にリチウム（Li）とスズ（Sn）が注目され

ている。

図13は、LPP方式のEUV光源装置を簡易的に説明するための図である。

LPP方式のEUV光源装置は、光源チャンバ1を有する。光源チャンバ1には、EUV放射種である原料（高温プラズマ原料）を供給するための原料供給ユニット10および原料供給ノズル20が設けられている。原料供給ノズル20からは、原料として、例えば液滴状のスズ（Sn）が放出される。

[0013] 光源チャンバ1の内部は、真空ポンプ等で構成されたガス排気ユニット1cにより真空状態に維持されている。

レーザビーム照射手段である励起用レーザ光発生装置21からのレーザ光（レーザビーム）22は、レーザ光集光手段24により集光されながらレーザ光入射窓部23を介してチャンバ1内部へ導入され、EUV集光鏡9の略中央部に設けられたレーザ光通過穴25を通して、原料供給ノズル20から放出される原料（例えば液滴状のスズ）に照射される。ここで用いられる励起用レーザ光発生装置21は、例えば、繰り返し周波数が数kHzであるパルスレーザ装置であり、炭酸ガス（CO₂）レーザ、YAGレーザなどが使用される。

[0014] 原料供給ノズル20から供給された原料は、レーザ光22の照射により加熱・励起されて高温プラズマとなり、この高温プラズマからEUV光が放射される。放射されたEUV光は、EUV集光鏡9によりEUV光取出部8に向けて反射されてEUV集光鏡9の集光点（中間集光点）に集光され、EUV光取出部8から出射し、EUV光源装置に接続された点線で示した露光機40に入射する。

ここで、EUV集光鏡9は、例えばモリブデンとシリコンの多層膜でコーティングされた球面形状の反射鏡であり、励起用レーザ光発生装置21およびレーザ光入射窓部23の配置によっては、レーザ光通過穴25を必要としない場合もある。

また、高温プラズマ生成用のレーザ光 2 2 は、迷光として E U V 光取出部 8 に到達することもある。よって、E U V 光取出部 8 の前方（高温プラズマ側）に E U V 光を透過して、レーザ光 2 2 を透過させない不図示のスペクトル純度フィルタを配置することもある。

[0015] [ホイルトラップ]

上述した E U V 光源装置において、高温プラズマ P からは種々のデブリが発生する。それは、例えば、高温プラズマ P と接する金属（例えば、一對の円板状の放電電極 2 a, 2 b）が上記プラズマによってスパッタされて生成する金属粉等のデブリや、高温プラズマ原料 1 4 である S n に起因するデブリである。

これらのデブリは、プラズマの収縮・膨張過程を経て、大きな運動エネルギーを得る。すなわち、高温プラズマ P から発生するデブリは高速で移動するイオンや中性原子であり、このようなデブリは E U V 集光鏡 9 にぶつかって反射面を削ったり、反射面上に堆積したりして、E U V 光の反射率を低下させる。

[0016] そのため、E U V 光源装置において、放電部 1 a と E U V 光集光部 1 b に収容された E U V 集光鏡 9 との間には、E U V 集光鏡 9 のダメージを防ぐために、ホイルトラップ 5 が設置される。ホイルトラップ 5 は、上記したようなデブリを捕捉して E U V 光のみを通過させる働きをする。

ホイルトラップは、その一例が特許文献 3（特表 2 0 0 2 - 5 0 4 7 4 6 号公報）、特許文献 4（特表 2 0 0 4 - 2 1 4 6 5 6 号公報）、特許文献 5（国際公開第 2 0 0 9 / 1 4 4 6 0 9 号）に示され、特許文献 4 では「フォイル・トラップ」として記載されている。

[0017] 図 1 4 に、特許文献 3 に示されるようなホイルトラップの概略構成を示す。

ホイルトラップ 5 は、ホイルトラップ 5 の中心軸（図 1 4 では E U V 光の光軸に一致）を中心として、半径方向に放射状に配置された、複数の薄膜（ホイル）または薄い平板（プレート）（以下薄膜と平板を合せて「ホイル 5

a」と呼ぶ)と、この複数のホイル5 aを支持する、同心円状に配置された中心支柱5 cとリング状支持体である外側リング5 bとから構成されている。

ホイル5 aは、その平面がEUV光の光軸に平行になるように配置され支持されている。そのため、ホイルトラップ5を極端紫外光源(高温プラズマ)側から見ると、中心支柱5 cと外側リング5 bの支持体の部分を除けば、ホイル5 aの厚みしか見えない。したがって、高温プラズマPからのEUV光のほとんどは、ホイルトラップ5を通過することができる。

[0018] 一方、ホイルトラップ5の複数のホイル5 aは、配置された空間を細かく分割することにより、その部分のコンダクタンスを下げて圧力を上げる働きをする。そのため、高温プラズマPからのデブリは、ホイルトラップ5により圧力が上がった領域で衝突確率が上がるために速度が低下する。速度が低下したデブリは、ホイルやホイルの支持体により捕捉されるものもある。

なお、DPP方式やLDP方式のEUV光源装置においては、光軸上の光(高温プラズマPから0°の角度(放射角が0°)で出射する光)や、EUV集光鏡の最も内側に位置する凹面ミラーが反射可能な入射角(以下、最小入射角ともいう)より小さい入射角でEUV集光鏡に入射する光は、露光には使用されず、むしろ存在しないほうが好ましい。そのため、中心支柱5 cは存在しても問題はなく、むしろ中心支柱5 cにより積極的に遮光することもある。なお中心支柱5 cは、EUV集光鏡の構成から定まる最小入射角以下の光を遮光する形状となるので、一般的にはコーン形状となる。よって、以下、中心支柱5 cのことをコーン(cone)とも呼ぶ。

なお、ホイルトラップ5は、高温プラズマの近くに配置されるので、受ける熱負荷も大きい。よって、ホイルトラップ5を構成するホイル5 aやコーン5 cは、例えば、モリブデン(Mo)などの高耐熱材料から形成される。

[0019] [回転式ホイルトラップ、固定式ホイルトラップ]

近年、特許文献6(特表2012-513653号公報)に記載されているように、ホイルトラップを2つ、直列に設けるとともに、一方のホイルト

ラップを回転させる構成が知られている。

図 15 に概略構成を示す。図 15 に示す例では、高温プラズマ P に近い方のホイルトラップ 4 が回転する機能を有する。以下、この回転機能を有するホイルトラップ 4 を回転式ホイルトラップ、回転せず固定型のホイルトラップを固定式ホイルトラップとも言う。

回転式ホイルトラップ 4 は、中心支柱 4 c が図示を省略した回転駆動機構の回転軸と同軸状に接続されている。そして、回転駆動機構の回転軸が回転すると、上記回転式ホイルトラップ 4 はコーン 4 c の回転軸を中心に回転する。

[0020] 回転式ホイルトラップ 4 は、複数のホイル 4 a が中心支柱 4 c の回転軸を中心に回転することにより、プラズマから飛来するデブリを捕捉するものである。例えば、高温プラズマ原料である S n に起因するデブリは、回転式ホイルトラップ 4 の各ホイル 4 a に捕捉されたり、進行方向が E U V ミラー側とは異なる方向となるように偏向される。すなわち、E U V 集光鏡 9 の各凹面ミラーへのデブリの堆積は、回転式ホイルトラップ 4 を使用することにより抑制される。

[0021] 固定式ホイルトラップ 5 は、回転式ホイルトラップ 4 により捕捉しきれなかった高速で進行するデブリを捕捉する。固定式ホイルトラップ 5 により圧力が上がった領域での上記デブリの衝突確率が上がるため、高速で移動するデブリの速度が低下する。速度が低下したデブリは、ホイル 5 a やホイルの支持体により捕捉されるものもある。すなわち、E U V 集光鏡 9 の各凹面ミラーの高速デブリによるスパッタリングは、固定式ホイルトラップを使用することにより抑制される。

[0022] 上記したホイルトラップは、主として D P P 方式や L D P 方式の E U V 光源装置に採用されることが多い。L P P 方式の E U V 光源装置の場合、磁界によりデブリ進行方向を制御して E U V 集光鏡への衝突を抑制したり、E U V 集光鏡に付着したデブリを、水素ガス等のクリーニングガスにより除去したりしている。しかしながら、図 13 に示すように、上記したようなホイル

トラップ5を高温プラズマPとEUV集光鏡9との間に配置することもある。すなわち、ホイルトラップはDPP方式やLDP方式のEUV光源装置のみならず、LPP方式のEUV光源装置にも採用されうる。

先行技術文献

特許文献

[0023] 特許文献1：特許3728495号公報

特許文献2：特表2007-505460号公報

特許文献3：特表2002-504746号公報

特許文献4：特表2004-214656号公報

特許文献5：国際公開第2009/144609号

特許文献6：特表2012-513653号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0024] マスクブランクス検査用光源としてEUV光源装置が使用される場合、露光用光源として上記EUV光源が使用される場合と同様、長期間に渡り、EUV光をマスクブランクス検査装置に安定供給する必要がある。ここで安定供給とは、EUV光源出力の経時的低下ならびに変動が、抑制された状態でEUV光を供給することを指す。

上記したように、マスクブランクス検査装置においては、EUV光をマスクブランクスに照射して当該マスクブランクスからの散乱光を検出する。そのため、測定誤差を小さくするためには、EUV光源から供給されるEUV光の出力はできるだけ出力低下や変動が小さい方が望ましい。

[0025] EUV光源から放出されるEUV光出力の低下の原因の1つは、デブリトラップを構成するホイルトラップやEUV集光鏡におけるEUV透過率の減少にある。

上記したように、高温プラズマから発生するSnに起因するデブリは、プラズマの収縮・膨張過程を経て大きな運動エネルギーを得る。このようなS

nに起因するデブリは高速で移動するイオンや中性原子であり、EUV集光鏡に到達する前にホイルトラップのホイルに衝突し、一部は上記ホイルトラップのホイルに付着・堆積する。そのため、ホイルトラップの各ホイル間の空隙の一部が狭くなり、結果としてホイルトラップに対するEUV透過率は減少する。

[0026] また、高温プラズマに対向して配置されたホイルトラップ（図15に示す例の場合、回転式ホイルトラップ4）は高温プラズマにより加熱される。また上記したようなデブリがホイルトラップに衝突することによっても加熱される。すなわち、ホイルトラップの受ける熱負荷は高い。このため、ホイルトラップを構成するホイルの一部は変形し、この変形に伴いホイルトラップに対するEUV透過率は減少する。

また、ホイルを構成するモリブデン等の高融点材料は、再結晶化温度以上になると再結晶化が進行して脆くなることが知られている。上記した熱負荷の度合いによっては、ホイルトラップを構成するホイルの一部の温度が再結晶温度以上になってこのホイルの再結晶化が進行して脆くなり破損する場合もある。

[0027] 一方、上記したようなデブリ（高速で移動するSnイオンや中性Sn原子）の一部は、ホイルトラップに捕捉されずEUV集光鏡に到達してしまうことがある。

EUV集光鏡に到達する高速粒子の内、Snの中性原子は、EUV集光鏡の反射面に付着・堆積することがある。このSnの中性原子が付着・堆積した部分では、照射されるEUV光が吸収されEUV光の反射はほとんど発生しない。

また、EUV集光鏡に到達する高速粒子の内、Snの高速イオンはEUV集光鏡の反射面の一部を削ることがある。このようにEUV集光鏡において反射材料が削れて消失または損傷した部分では、照射されたEUV光の反射は発生しない。

[0028] 本発明は、上記のような事情を鑑みなされたものであり、その第1の目的

は、デブリトラップにおけるデブリに起因する光の透過率の低下を抑制することが可能な光源装置を提供することにある。

本発明の第2の目的は、高温プラズマから放出される高温プラズマ原料に起因するデブリが高速に移動して集光鏡に到達することにより発生する、集光鏡における反射率の低下を抑制することが可能な光源装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0029] マスクブランクス検査用のEUV光源装置等、光源からの光がワーク上のかなり小さな照射領域に照射される光源装置においては、光源装置から放出される光のエタンデュ（高温プラズマPの大きさとプラズマからの光の取り出し立体角の積）を小さくすることができる。そこで、本発明の一態様においては、高温プラズマから放出される光の立体角を小さくするための開口部を有する遮へい部材（アパーチャ部材）をデブリトラップ（ホイルトラップ）と高温プラズマPとの間に配置した。また、このアパーチャ部材を耐熱性の高い材料で構成してよい。

これにより、上記遮へい部材の開口を通過した光は、固定式ホイルトラップの高温プラズマ側の開口の一部に照射され、デブリトラップを構成するホイルトラップのホイルに付着・堆積するデブリ（S_n）の量を減少させ、高温プラズマPからの入熱によるホイルの熱変形の発生も抑制される。

[0030] また、本発明の一態様においては、デブリトラップを構成するホイルトラップを駆動する駆動機構を設け、ホイルトラップのデブリ付着部分が遮へい部材の上記開口部から臨む位置から外れるように上記ホイルトラップを駆動するように構成した。これにより、遮へい部材の上記開口部に、デブリの付着していないかデブリの付着度の比較的小さいホイルトラップ上の領域を対向させることができ、ホイルトラップにおける光の透過率の低下を抑制することができる。

[0031] さらに、高温プラズマから放出される光を集光する集光鏡に駆動機構を設け、集光鏡のデブリ付着部分が上記遮へい部材の上記開口部から臨む位置か

ら外れるように該集光鏡を駆動するようにしてもよい。これにより、集光鏡における光の透過率の低下を小さくすることができ、光源装置全体として、デブリの付着等による光の透過率の低下を抑制し、光源装置から、長期間に渡り安定に光を出力することができる。

[0032] 以上に基づき、本発明の一態様においては、以下のようにして前記課題を解決する。

(1) 容器と、この容器内で発生し光を放出するプラズマからのデブリの少なくとも一部を捕捉するデブリトラップと、デブリトラップの光出射側に配置される集光鏡とを備える光源装置において、プラズマとデブリトラップとの間に、該プラズマから放出される光の照射領域が上記デブリトラップのプラズマ側の開口より小さくなるように、該光の立体角を制限する開口部を有する遮へい部材を配置し、上記デブリトラップは、上記デブリトラップのデブリ付着部分が上記開口部から臨む位置から外れるように該デブリトラップを駆動する駆動機構を設ける。

[0033] (2) 本発明の他の態様によれば、上記デブリトラップは、放射状に伸びる複数のホイルを備え、上記光は通過するが上記プラズマからのデブリは捕捉するホイルトラップを少なくとも1つ備え、上記ホイルトラップの駆動動作は、回動動作であってよい。

(3) 本発明の他の態様によれば、上記デブリトラップは、ある間隔で略平行に配置される複数のホイルを備え、上記光は通過するが上記プラズマからのデブリは捕捉するホイルトラップを少なくとも1つ備え、上記ホイルトラップの駆動動作は、直動動作であってよい。

[0034] (4) 本発明の他の態様によれば、上記集光鏡は、当該集光鏡のデブリ付着部分が上記開口部から臨む位置から外れるように該集光鏡を駆動する駆動機構を備えてよい。

(5) 本発明の他の態様によれば、上記集光鏡は、複数枚の回転体形状の凹面ミラーを入れ子状に配置した構造の斜入射型集光鏡であり、上記集光鏡の駆動動作は、回動動作であってよい。

(6) 本発明の他の態様によれば、集光鏡は、複数枚の回転体形状の凹面ミラーを入れ子状に配置した構造の斜入射型集光鏡からEUVが反射される領域を含む切片が複数切り出されてなる集光鏡切片集合体を複数、直列に配置した構造であって、上記EUV集光鏡の駆動動作は、直動動作であってよい。

(7) 本発明の他の態様によれば、上記遮へい部材は、モリブデンもしくはタングステンからなってよい。

発明の効果

[0035] 本発明においては、以下の効果を得ることができる。

(1) プラズマとデブリトラップとの間に、該プラズマから放出される光の立体角を制限する開口部を有する遮へい部材を配置したので、ホイルトラップのホイルに付着・堆積するデブリの量を減少させ、高温プラズマからの入熱によるホイルの熱変形の発生を抑制することができる。

また、デブリトラップのデブリ付着部分が上記開口部から臨む位置から外れるように該デブリトラップを駆動するようにしたので、デブリの付着に起因するホイルトラップにおける光の透過率の低下を抑制（または回復）させることができ、ホイルトラップの使用寿命を長寿命化し、長期間に渡って安定した光出力を得ることができる。

特に、チャンバ内の圧力を低圧状態（真空状態）に維持したまま、デブリの付着に起因するホイルトラップにおける光の透過率の低下を抑制（または回復）させることができ、実質的にホイルトラップを交換することと同等の作用を得ることができる。このため、従来のようなホイルトラップの交換に伴う光源装置のダウンタイムを大幅に減少させることが可能となる。

[0036] (2) プラズマからの光を集光する集光鏡に、当該集光鏡のデブリ付着部分が上記開口部から臨む位置から外れるように該集光鏡を駆動する駆動機構を設けたので、デブリの付着に起因する集光鏡における光の反射率の低下を抑制（または回復）させることができ、集光鏡の使用寿命を長寿命化し、長期間に渡って安定した光出力を得ることができる。

特に、チャンバ内の圧力を低圧状態（真空状態）に維持したまま、デブリの付着に起因する集光鏡における光の反射率の低下を抑制（または回復）させることができるので、実質的に集光鏡を交換することと同等の作用を得ることができ、従来のような集光鏡の交換に伴う光源装置のダウンタイムを大幅に減少させることが可能となる。

[0037] (3) プラズマとデブリトラップとの間に配置する遮へい部材を、モリブデンもしくはタングステン等の高耐熱材料から形成したので、高温プラズマの近くに配置され、受ける熱負荷も大きい遮へい部材の劣化を小さくすることができる。また、遮へい部材を導電性金属で構成することで、遮へい部材をデブリトラップやチャンバと同電位にすることができ、チャンバ内での放電の発生を防ぐことができる。

上記した本発明の目的、態様（アспект）及び効果並びに上記されなかった本発明の目的、態様（アспект）及び効果は、当業者であれば添付図面及び請求の範囲の記載を参照することにより下記の発明を実施するための形態（発明の詳細な説明）から理解できるであろう。

図面の簡単な説明

[0038] [図1A]図 1 Aは本発明の光源装置の第 1 の実施例を示す図である。

[図1B]図 1 Bは本発明の光源装置の第 1 の実施例を示す図である。

[図2A]図 2 Aは図 1 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して回転型固定式ホイールトラップを見た図である。

[図2B]図 2 Bは図 1 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して回転型固定式ホイールトラップを見た図である。

[図2C]図 2 Cは図 1 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して回転型固定式ホイールトラップを見た図である。

[図2D]図 2 Dは図 1 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して回転型固定式ホイールトラップを見た図である。

[図3A]図 3 Aは直動型固定式ホイールトラップを用いた本発明の第 2 の実施例を示す図である。

[図3B]図3 Bは直動型固定式ホイルトラップを用いた本発明の第2の実施例を示す図である。

[図4A]図4 Aは図3 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して直動型固定式ホイルトラップを見た図である。

[図4B]図4 Bは図3 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して直動型固定式ホイルトラップを見た図である。

[図4C]図4 Cは図3 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して直動型固定式ホイルトラップを見た図である。

[図4D]図4 Dは図3 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して直動型固定式ホイルトラップを見た図である。

[図5]図5は回動型固定式ホイルトラップと回転式ホイルトラップを設けた本発明の第3の実施例を示す図である。

[図6]図6はデブリトラップとして回転式ホイルトラップのみを設けた本発明の第4の実施例を示す図である。

[図7A]図7 Aは回動型E U V集光鏡を採用した第5の実施例を示す図である。

[図7B]図7 Bは回動型E U V集光鏡を採用した第5の実施例を示す図である。

[図8A]図8 Aは図7 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して回動型E U V集光鏡を見た図である。

[図8B]図8 Bは図7 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して回動型E U V集光鏡を見た図である。

[図8C]図8 Cは図7 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して回動型E U V集光鏡を見た図である。

[図8D]図8 Dは図7 Aの光源装置において、遮へい部材の開口部を介して回動型E U V集光鏡を見た図である。

[図9]図9は回動型E U V集光鏡を採用し、回動型固定式ホイルトラップと回転式ホイルトラップを設けた本発明の第6の実施例を示す図である。

[図10A]図10Aは直動型EUV集光鏡を用いた本発明の第7の実施例を示す図である。

[図10B]図10Bは直動型EUV集光鏡を用いた本発明の第7の実施例を示す図である。

[図11A]図11Aは図10Aの光源装置において、遮へい部材の開口部から直動型EUV集光鏡を見た図である。

[図11B]図11Bは図10Aの光源装置において、遮へい部材の開口部から直動型EUV集光鏡を見た図である。

[図11C]図11Cは図10Aの光源装置において、遮へい部材の開口部から直動型EUV集光鏡を見た図である。

[図11D]図11Dは図10Aの光源装置において、遮へい部材の開口部から直動型EUV集光鏡を見た図である。

[図12]図12はDPP方式のEUV光源装置を簡易的に説明するための図である。

[図13]図13はLPP方式のEUV光源装置を簡易的に説明するための図である。

[図14]図14はホイルトラップの構成例を示す図である。

[図15]図15はホイルトラップを2つ直列に設け一方のホイルトラップを回転させるように構成した光源装置の概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0039] 以下、本発明をマスクブランク検査用のEUV光源装置に適用する場合を例として説明する。

〔第1の実施例〕

図1A、図1Bに、本発明のマスクブランク検査用のEUV光源装置の第1の実施例を示す。図1Aは、本実施例の光源装置における遮へい部材6、回転型固定式ホイルトラップ5、EUV集光鏡9の配置を示す断面図（EUV光の光軸に沿って切った断面図）を示し、図1Bに上記遮へい部材6側から見た回転型固定式ホイルトラップ5を示す。図1Aに示すように、本実施

例においては、開口 6 a を有する遮へい部材 6 が高温プラズマ P と後述する図 1 B に示す回動型固定式ホイルトラップ 5 との間に配置され、回動型固定式ホイルトラップ 5 の後段に E U V 光を集光する E U V 集光鏡が設けられる。

一般に露光用光源として用いる E U V 光源装置の場合、E U V 光源装置から放出される E U V 光は、ワーク（ウエハ）上の比較的大きい照射領域に照射される。そのため、上記 E U V 光のエタンデュ（高温プラズマ P の大きさとプラズマからの E U V 光の取り出し立体角の積）もある程度大きくなる。

[0040] 一方、マスクブランクスの検査用光源として用いる E U V 光源装置の場合、露光用光源として用いるものと比較すると、E U V 光源装置から放出される E U V 光は、ワーク（マスクブランク上）のかなり小さな照射領域に照射される。すなわち、マスクブランクスの検査用光源として用いる E U V 光源装置から放出される E U V 光は、エタンデュを比較的小さくすることができる。よって、マスクブランク上に照射される E U V 照射光は、エタンデュが小さいので、輝度が高く、シャープな光となる。

[0041] 本実施例のマスクブランクスの検査用の E U V 光源装置は、この E U V 光源装置から放出される E U V 光のエタンデュを小さくできるという特性に着目したものであり、高温プラズマ P から放出される E U V 光の立体角を制限し上記高温プラズマ P から取出される E U V 光の立体角を小さくするための開口部 6 a を有するアパーチャ部材（遮へい部材 6）をデブリトラップ（固定式ホイルトラップ 5）と高温プラズマ P との間に配置するとともに、このアパーチャ部材（遮へい部材 6）を耐熱性の高い材料で構成するものである。

[0042] すなわち、高温プラズマ P とデブリトラップとの間に、所定の立体角の E U V 光を取り出すための開口部 6 a を有する遮へい部材 6 を設ける。この遮へい部材 6 の開口部 6 a は、該プラズマ P から放出される光の照射領域が上記ホイルトラップ 5 のプラズマ側の開口の大きさより小さくなるように、該光の立体角を制限する。これにより、上記遮へい部材 6 の開口 6 a を通過した E U V 光は、図 1 A に示すように固定式ホイルトラップ 5 の高温プラズマ

P側の開口の一部に照射される。

[0043] 図1A、図1Bに示す例では、固定式ホイルトラップ5を有するデブリトラップと、このデブリトラップと高温プラズマPとの間に開口部6aを有する遮へい部材6が設けられている。

遮へい部材6は、例えば、モリブデン(Mo)、タングステン(W)等の高融点材料から構成される。

なお、遮へい部材6とホイルトラップ5のあいだに電位差が生じるとそこで放電が発生する。ホイルトラップ5内部は、デブリを阻止するためにガス圧が高いため、特に放電が起こりやすい。ここで放電が発生すると、スパッタリングにより二次的にデブリが発生するため、回避しなければならない。そこで、遮へい部材6を接地電位とするのが望ましい。デブリ低減装置本体、これらが収納されるチャンバ(真空容器)等は通常接地されて接地電位であるので、遮へい部材6を上記デブリ低減装置本体、これらが収納されるチャンバと電氣的に接続し接地電位とすることで、これらを同電位とすることができ、これらの間での放電を防ぐことができる。上記理由から遮へい部材6は、導電性部材から構成するのが望ましい。

[0044] 固定式ホイルトラップ5は図1Bに示すように、前記図14に示したものと同様、半径方向に放射状に配置されたホイル5aと、この複数のホイル5aを支持する同心円状に配置された中心支柱5cとリング状支持体である外側リング5bから構成されており、本実施例の固定式ホイルトラップ5は、後述するように回動可能に構成されている。

遮へい部材6を図1A、図1Bに示すように配置することにより、高温プラズマPから放出されるスズ(Sn)に起因する高速Sn粒子(高速で移動するSnイオンや中性Sn原子)は、遮へい部材6の開口部6a以外は通過できずに遮へい部材6に衝突、付着する。すなわち、上記高速Sn粒子がデブリトラップへ入射する量を減少させることができる。

[0045] また、高温プラズマPからの熱輻射も上記開口部6a以外は通過しないので、デブリトラップへの高温プラズマPからの入熱も抑制される。

すなわち、デブリトラップを構成する固定式ホイルトラップ5のホイル5aに付着・堆積するデブリ(Sn)の量が減少するとともに、高温プラズマPからの入熱によるホイル5aの熱変形の発生も抑制されるので、上記した遮へい部材6を配置することにより、デブリトラップの変形や劣化を抑制することが可能となる。よって、デブリトラップの変形や劣化に起因するデブリトラップ(ホイルトラップ)に対するEUV透過率の減少を抑制することができる。

[0046] なお、必要に応じて図示を省略した温度制御機構により、遮へい部材6の温度は高温プラズマP原料であるスズ(Sn)の融点230度以上に温度調節される。このように温度調節を行うことにより、高温プラズマPから放出されるSnに起因するデブリが遮へい部材6に衝突して付着した場合、遮へい部材6に付着したデブリ(Sn)は液化して、遮へい部材6表面を伝って下方に落下する。すなわち、デブリとして放出されるSnを回収することが可能となる。

ここで、遮へい部材6の温度調節を行う場合、当該遮へい部材6の温度はSnの沸点以下に調節されることが好ましい。このように温度調節を行うことにより、遮へい部材6に付着したデブリ(Sn)が気化してEUV光源装置のチャンバ内壁やEUV集光鏡等のチャンバ内構成要素に再付着するという不具合を回避することができる。

[0047] また、デブリトラップを構成する固定式ホイルトラップ5は前記したように回転可能に構成される。すなわち、本実施例の固定式ホイルトラップ5には駆動機構7が設けられ、この駆動機構7によりその回転軸を中心に回転する(このような固定式ホイルトラップにおいて、回転可能に構成されたものを、ここでは回転型固定式ホイルトラップ5という)。

なお、前記図15に示した回転式ホイルトラップ4は、回転動作によりプラズマPから飛来するデブリを捕捉するものであり、プラズマから飛来するデブリを効果的に捕捉する所定の回転速度で回転する。

[0048] 一方、図1A、図1Bに示す回転型固定式ホイルトラップ5は、デブリ付

着部分が上記開口部 6 a から臨む位置から外れるように回転するものであり、例えば、ホイルトラップ 5 にデブリがある程度付着したら、ホイルトラップ 5 をステップ状に回転させる。

なお、ステップ状に回転させる代わりに、デブリ付着部分が上記開口部 6 a から臨む位置から外れるように比較的ゆっくりと回転させるようにしてもよい。この場合は、遮へい部材の開口 6 a を介して飛来するデブリはホイルトラップ 5 のホイル 5 a の全体に分散して付着することになり、光の透過率の低下を抑制することができる。

なお、この場合、ホイルトラップ 5 は常に動いていることになるが、上記回転式ホイルトラップ 4 との違いを明確にするため、ここではこのように回転するホイルトラップも回転型固定式ホイルトラップということとする。

[0049] 図 2 A～図 2 D は、ホイルトラップ 5 をステップ状に回転させる場合において、遮へい部材 6 の開口部 6 a を介して図 1 A の回転型固定式ホイルトラップ 5 を見た図である。

上記したように、マスクブランクス検査用の E U V 光源装置の場合、E U V 光のエタンドュを小さくすることが可能であるので、高温プラズマ P から放出される E U V 光の立体角を小さくすることができる。

このため、本実施例においては上記したように遮へい部材 6 を設けた。したがって、図 2 A に示す通り、E U V 光束は固定式ホイルトラップ 5 の一部の領域を通過することになる。同様に、高温プラズマ P から放出されるデブリ（高速で移動する S n イオンや中性 S n 原子）も固定式ホイルトラップ 5 の一部の領域にのみ到達することが期待されるので、固定式ホイルトラップ 5 にデブリ（S n）が付着したとしても、図 2 B に示すように S n の付着領域は固定式ホイルトラップ 5 の一部の領域となる。

[0050] よって、固定式ホイルトラップ 5 を回転可能に構成した回転型固定式ホイルトラップ 5 を採用することにより、遮へい部材 6 の開口部から臨む位置から、回転型固定式ホイルトラップ 5 のデブリが付着した領域を移動させることが可能となる。図 2 C に示す通り、遮へい部材 6 の開口部から臨む位置か

ら上記デブリ付着領域が見えなくなるまで、回動型固定式ホイルトラップ5を、図示を省略した駆動手段により回動させたあと、図示を省略した固定手段により回動型固定式ホイルトラップ5を固定する。

[0051] 同様に、図2Cに示す位置に回動型固定式ホイルトラップ5において、デブリがある程度付着したら、図2Dに示すように、上記開口部からデブリが付着した領域が見えなくなるまで上記回動手段により回動型固定式ホイルトラップ5を回動させて、上記固定手段により固定する。

このように、マスクブランクス検査装置に使用されるEUV光源装置においては、高温プラズマPから放出されるEUV光の立体角を遮へい部材6の開口部で制限することが可能であるので、上記したように固定式ホイルトラップ5を回動可能に構成した回動型固定式ホイルトラップ5を採用して、この回動型固定式ホイルトラップ5へのデブリの付着度合いに応じて、回動型固定式ホイルトラップ5を回動させることにより、デブリの付着に起因する回動型固定式ホイルトラップ5におけるEUV光の透過率の低下を回復させることができる。その結果、回動型固定式ホイルトラップ5の使用寿命を長寿命化することが可能となり、長期間に渡って、安定してマスクブランクス用検査装置の検査光学系側にEUV光を供給することが可能となる。

[0052] ここで、このような回動型固定式ホイルトラップ5の回動動作は、チャンバ内の圧力を低圧状態（真空状態）に維持したまま行うことができる。すなわち、真空破壊を行うことなく、実質的に固定式ホイルトラップ5をデブリの付着していない新しいものに交換することと同等の作用を得ることができる。そのため従来のような固定式ホイルトラップ5の交換に伴うEUV光源装置のダウンタイムを大幅に減少させることが可能となる。

[0053] [第2の実施例]

上記した本発明のマスクブランクス検査用光源として使用されるEUV光源装置の第1の実施例においては、開口部を有する遮へい部材を高温プラズマとデブリトラップ（固定式ホイルトラップ）との間に配置し、さらに主軸（中心支柱）から放射状に伸びる複数のホイルを備えた固定式ホイルトラッ

プを回転可能に構成した回転型固定式ホイルトラップを採用したものである。

しかしながら、固定式ホイルトラップの構成は上記に限るものではない。第2の実施例は、上記第1の実施例における固定式ホイルトラップの変形例を示す。

図3A、図3Bは、本発明の第2の実施例を示し、図3Aは、本実施例の光源装置における遮へい部材6、直動型固定式ホイルトラップ51、EUV集光鏡9の配置を示す断面図（EUV光の光軸に沿って切った断面図）を示し、図3Bは上記遮へい部材6側から見た本実施例の固定式ホイルトラップを示す。

[0054] 図3Aに示すように、本実施例において、開口部6aを有する遮へい部材6とEUV集光鏡9の間に設けられる固定式ホイルトラップ51は、図3Bに示すように、複数のホイル51aを所定の間隔（例えば、等間隔）で略平行に配置してなる固定式ホイルトラップ51である。具体的には、第2の実施例における固定式ホイルトラップ51は、方形の固定枠51bの内側に複数のホイル51aが所定の間隔をもって略平行に配置されるよう固定された構造が採用されている。

[0055] 図4A～図4Dは、ホイルトラップを直動させる場合において、遮へい部材6の開口部6aを介して直動型固定式ホイルトラップ51を見た図である。上記したように、マスクブランクス検査用のEUV光源装置の場合、高温プラズマPから放出されるEUV光の立体角を小さくすることができるので、図4Aに示す通り、EUV光束は固定式ホイルトラップ51の一部の領域を通過することになる。同様に、高温プラズマPから放出されるデブリ（高速で移動するSnイオンや中性Sn原子）も固定式ホイルトラップ51の一部の領域にのみ到達することが期待されるので、固定式ホイルトラップ51にデブリ（Sn）が付着したとしても、図4Bに示すようにSnの付着領域は固定式ホイルトラップ51の一部の領域となる。

[0056] また、本実施例の固定式ホイルトラップ51は直線状に移動可能に構成さ

れる。すなわち、本実施例の固定式ホイルトラップ 5 1 には駆動機構 7 1 が設けられ、この駆動機構 7 1 により直線状に移動する（このような動作をここでは直動といい、本実施例の固定式ホイルトラップを直動型固定式ホイルトラップ 5 1 という）。

そしてこのような構造の固定式ホイルトラップ 5 1 を直動可能に構成した直動型固定式ホイルトラップ 5 1 を採用することにより、遮へい部材 6 の開口部 6 a から臨む位置から、直動型固定式ホイルトラップ 5 1 のデブリが付着した領域を移動させることが可能となる。すなわち、図 4 C に示す通り、遮へい部材 6 の開口部 6 a から臨む位置から上記デブリ付着領域が見えなくなるまで、直動型固定式ホイルトラップ 5 1 を、駆動手段 7 1 により直動させたあと、図示を省略した固定手段により直動型固定式ホイルトラップ 5 1 を固定する。

[0057] 同様に、図 4 C に示す位置に直動型固定式ホイルトラップ 5 1 において、デブリがある程度付着したら、図 4 D に示すように、上記開口部 6 a からデブリが付着した領域が見えなくなるまで直動型固定式ホイルトラップ 5 1 を上記駆動手段 7 1 により直動させて、上記固定手段により固定する。

すなわち、複数のホイル 5 1 a を所定の間隔（例えば、等間隔）で略平行に配置してなる固定式ホイルトラップを直動可能に構成した直動型固定式ホイルトラップ 5 1 を採用して、直動型固定式ホイルトラップ 5 1 へのデブリの付着度合いに応じて、直動型固定式ホイルトラップ 5 1 の直動、固定を行うことにより、デブリの付着に起因する直動型固定式ホイルトラップ 5 1 における E U V 光の透過率の低下を回復させることができる。その結果、直動型固定式ホイルトラップ 5 1 の使用寿命を長寿命化することが可能となり、長期間に渡って、安定してマスクブランク用検査装置の検査光学系側に E U V 光を供給することが可能となる。

[0058] そして、第 1 の実施例と同様、このような直動型固定式ホイルトラップ 5 1 の直動・固定動作をチャンバ内の圧力を低圧状態（真空状態）に維持したまま行うことができるので、従来のような固定式ホイルトラップ 5 1 の交換

に伴うEUV光源装置のダウンタイムを大幅に減少させることが可能となる。

なお、図4A～図4Dに示す例では、直動型固定式ホイルトラップ51の各ホイル51aが伸びる方向が直動型固定式ホイルトラップ51の直動方向と一致しているが、両者は必ずしも一致している必要はない。例えば、直動型固定式ホイルトラップ51の各ホイル51aが伸びる方向が直動型固定式ホイルトラップ51の直動方向に対して略垂直であってもよい。

また、上記では、デブリがある程度付着する毎に、直動型固定式ホイルトラップ51をステップ状に移動させる場合について説明したが、前記第1の実施例の回転型固定式ホイルトラップ5と同様に、直動型固定式ホイルトラップ51を直線状にゆっくりと連続的に移動させるようにしてもよい。

[0059] 〔第3の実施例〕

図1A、図1Bに示した実施例では、遮へい部材6とEUV集光鏡9の間に、回転型固定式ホイルトラップ5を設けた場合について説明したが、回転型固定式ホイルトラップ5に加えて、回転式ホイルトラップ4を設けてもよい。

図5に、遮へい部材6とEUV集光鏡9の間に、回転型固定式ホイルトラップ5と回転式ホイルトラップ4を設けた実施例を示す。

回転型固定式ホイルトラップ5は、図1Bに示したものと同様、半径方向に放射状に配置されたホイル5aと、この複数のホイル5aを支持する同心円状に配置された中心支柱5cとリング状支持体である外側リング5bから構成されており、固定式ホイルトラップ5には駆動機構7が設けられ、この駆動機構7によりデブリ付着部分が遮へい部材6の開口部6aから臨む位置から外れるように回転する。

[0060] 高温プラズマPから遮へい部材の開口6aを介して飛来するデブリは、前記したように上記回転型固定式ホイルトラップ5により捕捉されるが、回転型固定式ホイルトラップ5で捕捉されなかったデブリは、その後段に設けられた回転式ホイルトラップ4により捕捉されたり偏向される。

回転式ホイルトラップ4は、前記したように、複数のホイル4 aが中心支柱4 cの回転軸を中心に回転することにより、プラズマPから飛来するデブリを捕捉するものであり、高温プラズマ原料であるS nに起因するデブリは、回転式ホイルトラップ4の各ホイル4 aに捕捉されたり、進行方向がE U V集光鏡9側とは異なる方向となるように偏向される。

上記のように回転型固定式ホイルトラップ5と回転式ホイルトラップ4を設けることにより、より効果的にE U V集光鏡9の各凹面ミラーへのデブリの堆積を抑制することができる。

[0061] また、回転型固定式ホイルトラップ5は、前記したようにデブリ付着部分が遮へい部材6の開口部6 aから臨む位置から外れるように回転するので、E U V光の透過率の低下を抑制（回復）することができ、その使用寿命を長寿命化することが可能となる。

また、回転式ホイルトラップ4は常に回転しているため、遮へい部材の開口6 aを介して飛来するデブリはホイルトラップ4のホイル4 aの全体に分散して付着し、回転型固定式ホイルトラップ5と同様、E U V光の透過率の低下が抑制され、その使用寿命を長寿命化することが可能となる。

[0062] なお、上記実施例では、図1 A、図1 Bに示した回転型固定式ホイルトラップ5と回転式ホイルトラップ4を用いる場合について説明したが、図3 A、図3 Bに示した直動型固定式ホイルトラップ5 1を用いた実施例に、回転式ホイルトラップ4を追加してもよい。

なお、図5に示す例では、デブリトラップを構成する回転型固定式ホイルトラップ5、回転式ホイルトラップ4のうち、回転型固定式ホイルトラップ5が遮へい部材6の開口部6 aを介して高温プラズマPと対向するように構成されているが、これに限るものではない。例えば、回転式ホイルトラップ4が遮へい部材6の開口部6 aを介して高温プラズマPと対向するように配置され、回転型固定式ホイルトラップ5が回転式ホイルトラップ4の光出射側に配置されるように構成してもよい。

[0063] また、E U V光の強度によっては、回転式ホイルトラップ4の光入射側、

光出射側双方に回動型固定式ホイルトラップ5を配置するようにしてもよい。

なお、上記第3の実施例では、図1A、図1Bに示した回動型固定式ホイルトラップ5を備えた光源装置に、回転式ホイルトラップ4を追加する場合について説明したが、図3A、図3Bに示した直動型固定式ホイルトラップ51を用いた実施例に回転式ホイルトラップ4を追加してもよい。

[0064] 〔第4の実施例〕

上記第3の実施例では、回動型固定式ホイルトラップ5に加えて回転式ホイルトラップ4を設ける場合について説明したが、高温プラズマへの入力エネルギーを小さく、高温プラズマから放出されるデブリ（ S_n ）の量が比較的小さい場合には、図6に示すように、遮へい部材6とEUV集光鏡9の間に、回転式ホイルトラップ4のみを設けるように構成してもよい。

[0065] 回転式ホイルトラップ4は常に回転しているため、前述したように遮へい部材6の開口6aを介して飛来するデブリはホイルトラップ4のホイル4aの全体に分散して付着し、回動型固定式ホイルトラップ5と同様、EUV光の透過率の低下が抑制される。

このため、デブリ（ S_n ）の量が比較的小さい場合には図6のように回転式ホイルトラップ4のみを設けるように構成しても、ホイルトラップ4の使用寿命を長寿命化させることができ、長期間に渡って、安定してマスクブランクス用検査装置の検査光学系側にEUV光を供給することが可能となる。

[0066] 〔第5の実施例〕

前記実施例においては、マスクブランクス検査用のEUV光源装置から放出されるEUV光のエタンドュを小さくできるという特性に着目し、高温プラズマPから放出されるEUV光の立体角を制限し上記高温プラズマPから取出されるEUV光の立体角を小さくするための開口部を有するアパーチャ部材をデブリトラップと高温プラズマPとの間に配置するとともに、このアパーチャ部材を耐熱性の高い材料で構成した。

[0067] そして、EUV光の立体角が小さいという特性により、EUV光束がデブ

リトラップ（固定式ホイルトラップ5や回転式ホイルトラップ4）の一部の領域を通過し、同様に、高温プラズマPから放出されるデブリ（高速で移動する S_n イオンや中性 S_n 原子）がデブリトラップの一部の領域にのみ到達し、その結果デブリ（ S_n ）の付着領域もデブリトラップの一部の領域となることを利用して、固定式ホイルトラップ5や回転式ホイルトラップ4の使用寿命の長寿命化を実現したものである。すなわち、固定式ホイルトラップ5を回転、直動させたり、回転式ホイルトラップ4を用い、遮へい部材6の開口部から臨む位置から固定式ホイルトラップ5や回転式ホイルトラップ4のデブリ付着領域を移動させるようにした。

[0068] 図7A、図7Bに示す第5の実施例は、前記実施例と同様、開口部を有する遮へい部材6を使用するとともに、回転型EUV集光鏡91を採用したものである。図7Aは、本実施例の光源装置における遮へい部材6、回転式ホイルトラップ4、EUV集光鏡91の配置を示す断面図（EUV光の光軸に沿って切った断面図）を示し、図7Bは高温プラズマ、回転式ホイルトラップ4、EUV集光鏡91などの配置を示す斜視図である。

[0069] マスクブランクス検査用のEUV光源装置から放出されるEUV光のエアンデュを小さくできるという特性に着目し、高温プラズマPから放出されるEUV光の立体角を小さくすることにより、複数枚の薄く、かつ、回転体形状の凹面ミラーを入れ子状に高精度に配置した構造となる斜入射型のEUV集光鏡91により反射されるEUV光が、当該EUV集光鏡反射面の一部の領域でのみ反射されることを利用して、EUV集光鏡91の使用寿命の長寿命化を実現したものである。

[0070] すなわち、第5の実施例においては、上記した構造のEUV集光鏡9を回転可能に構成した回転型EUV集光鏡91を採用する。すなわち、EUV集光鏡91に駆動機構79を設け、この駆動機構79により、EUV集光鏡91を、その回転軸（光軸）を中心に回転させる。また、本実施例においては、デブリトラップとして前記回転式ホイルトラップ4を用いる。

[0071] 図8A～図8Dに遮へい部材6の開口部6aから回転型EUV集光鏡91

を臨み見た図を示す。なお、図 8 A～図 8 D においては、ホイルトラップ 4 は省略されている。

図 8 A から明らかな通り、前記遮へい部材 6 の開口 6 a と回転式ホイルトラップ 4 を介して入射する E U V 光束は回転型 E U V 集光鏡 9 1 に入射し、その反射面の一部の領域により反射される。同様に、高温プラズマ P から放出され、遮へい部材 6 の開口 6 a を介して飛来し、回転式ホイルトラップ 4 に捕捉されなかったデブリ（高速で移動する S n イオンや中性 S n 原子）は、回転型 E U V 集光鏡 9 1 の反射面の一部の領域にのみ到達することが期待され、E U V 集光鏡 9 1 にデブリ（S n）が付着したとしても、図 8 B に示すように S n の付着領域は回転型 E U V 集光鏡 9 1 の反射面の一部の領域となる。

[0072] よって、上記した回転型 E U V 集光鏡 9 1 を採用することにより、遮へい部材 6 の開口部から臨む位置から、回転型 E U V 集光鏡 9 1 の反射面のデブリが付着した領域を移動させることが可能となる。すなわち、図 8 C に示す通り、遮へい部材 6 の開口部から臨む位置から上記デブリ付着領域が見えなくなるまで回転型 E U V 集光鏡 9 1 を図示を省略した回転手段（図 7 A の駆動機構 7 9 であってよい）により回転させたあと、図示を省略した固定手段により回転型 E U V 集光鏡 9 1 を固定する。

同様に、図 8 C に示す位置に回転型 E U V 集光鏡 9 1 において、デブリがある程度付着したら、図 8 D に示すように、上記開口部からデブリが付着した領域が見えなくなるまで上記回転手段により回転型 E U V 集光鏡 9 1 を回転させて、上記固定手段により固定する。

[0073] このように、マスクブランクス検査装置に使用される E U V 光源装置においては、高温プラズマ P から放出される E U V 光の立体角を遮へい部材 6 の開口部 6 a で制限することが可能であるので、上記したように E U V 集光鏡 9 1 を回転可能に構成した回転型 E U V 集光鏡 9 1 を採用して、回転型 E U V 集光鏡 9 1 の反射面へのデブリの付着度合いに応じて、回転型 E U V 集光鏡 9 1 の回転、固定を行うことにより、デブリの付着に起因する回転型 E U

V集光鏡91におけるEUV光の反射率の低下を回復させることができ、その結果、回動型EUV集光鏡91の使用寿命を長寿命化することが可能となり、長期間に渡って、安定してマスクブランク用検査装置の検査光学系側にEUV光を供給することが可能となる。

[0074] また、本実施例においては、デブリトラップとして回転式ホイルトラップ4を用いているので、前述したように遮へい部材6の開口6aを介して飛来するデブリはホイルトラップ4のホイル4aの全体に分散して付着し、EUV光の透過率の低下が抑制される。

ここで、このような回動型EUV集光鏡91の回動・固定動作は、チャンバ内の圧力を低圧状態（真空状態）に維持したまま行うことができる。すなわち、真空破壊を行うことなく、実質的にEUV集光鏡9をその反射面にデブリが付着していない新しいものに交換することと同等の作用を得ることができるので、従来のようなEUV集光鏡9の交換に伴うEUV光源装置のダウンタイムを大幅に減少させることが可能となる。

[0075] なお、上記では、デブリがある程度付着する毎に、回動型EUV集光鏡91をステップ状に移動させる場合について説明したが、回動型EUV集光鏡91をゆっくりと連続的に回動させるようにしてもよい。このように構成しても、飛来するデブリはEUV集光鏡91の反射面の全体に分散して付着し、EUV光の反射率の低下が抑制される。

また、上記実施例では、回転式ホイルトラップ4を用いる場合について説明したが、回転式ホイルトラップ4に代えて、前記実施例に示した回動型固定式ホイルトラップ5あるいは直動式固定式ホイルトラップ51を用いてもよい。

[0076] [第6の実施例]

図7A、図7Bに示した実施例では、遮へい部材6と回動型EUV集光鏡91の間に、回転式ホイルトラップ4を設けた場合について説明したが、回転式ホイルトラップ4に加えて、回動型固定式ホイルトラップ5を設けてもよい。

図9に、遮へい部材とEUV集光鏡の間に、回動型固定式ホイルトラップ5と回転式ホイルトラップ4を設けた実施例を示す。図9は、本実施例の光源装置における遮へい部材5、回動型固定式ホイルトラップ5、回転式ホイルトラップ4、EUV集光鏡91の配置を示す断面図（EUV光の光軸に沿って切った断面図）である。

[0077] 回動型固定式ホイルトラップ5は、図1Aに示したものと同様、半径方向に放射状に配置されたホイル5aと、この複数のホイル5aを支持する同心円状に配置された中心支柱5cとリング状支持体である外側リング5bから構成されており、固定式ホイルトラップ5には駆動機構7が設けられ、この駆動機構7によりデブリ付着部分が遮へい部材6の開口部6aから臨む位置から外れるように回動する。

なお、上記回動型固定式ホイルトラップ5に代えて、前記図3に示した直動型固定式ホイルトラップ51を用いてもよい。

高温プラズマPから遮へい部材の開口6aを介して飛来するデブリは、前記図5で説明したように、上記回動型固定式ホイルトラップ5により捕捉されるが、回動型固定式ホイルトラップ5で捕捉されなかったデブリは、その後段に設けられた回転式ホイルトラップ4により捕捉されたり、進行方向がEUV集光鏡91側とは異なる方向となるように偏向される。

[0078] そして、上記回転式ホイルトラップ4を通過したデブリは、その後段に設けられた回転式EUV集光鏡91に到達する。ここで、上記デブリは、遮へい部材の開口6aを介して飛来したものであるから、前記したように回動型EUV集光鏡91の反射面の一部の領域にのみ到達すると期待され、回動型EUV集光鏡91にデブリ（S_n）が付着したとしても、反射面の一部の領域となる。

このため、遮へい部材6の開口部から臨む位置から、回動型EUV集光鏡91の反射面のデブリが付着した領域を移動させることにより、EUV光の反射率の低下を抑制（回復）することができ、その使用寿命を長寿命化することが可能となる。

[0079] 本実施例においては、上記のように回動型固定式ホイルトラップ5と回転式ホイルトラップ4を設けたので、より効果的に回動型EUV集光鏡91に到達するデブリを少なくすることができる。また、回動型EUV集光鏡91を使用したので回動型EUV集光鏡91の反射面のデブリが付着した領域を移動させることにより、回動型EUV集光鏡91のEUV光の反射率の低下を抑制（回復）することができ、その使用寿命を長寿命化することが可能となる。

[0080] また、回動型固定式ホイルトラップ5は、前記したようにデブリ付着部分が遮へい部材6の開口部6aから臨む位置から外れるように回転するので、EUV光の透過率の低下を抑制（回復）することができ、その使用寿命を長寿命化することが可能となる。

また、回転式ホイルトラップ4は常に回転しているため、遮へい部材の開口部6aを介して飛来するデブリはホイルトラップ4のホイル4aの全体に分散して付着し、回動型固定式ホイルトラップ5と同様、EUV光の透過率の低下が抑制され、その使用寿命を長寿命化することが可能となる。

[0081] また、このような直動型EUV集光鏡の直動・固定動作をチャンバ内の圧力を低圧状態（真空状態）に維持したまま行うことができるので、従来のようなEUV集光鏡9の交換に伴うEUV光源装置のダウンタイムを大幅に減少させることが可能となる。

なお、図9に示す例では、回動型固定式ホイルトラップ5を遮へい部材6の開口部6aを介して高温プラズマPと対向するように配置しているが、前記したように、回転式ホイルトラップ4を遮へい部材6の開口部6aを介して高温プラズマPと対向するように配置し、回動型固定式ホイルトラップ5を回転式ホイルトラップ4の光出射側に配置してもよい。

[0082] 〔第7の実施例〕

上記した本発明のマスクブランクス検査用光源として使用されるEUV光源装置の、第5、第6の実施例においては、開口部を有する遮へい部材6を高温プラズマPとデブリトラップ（固定式ホイルトラップ5および／または

回転式ホイルトラップ)との間に配置し、さらに、複数枚の薄く、かつ、回転体形状の凹面ミラーを入れ子状に高精度に配置した構造となる斜入射型のEUV集光鏡を回転可能に構成した回転型EUV集光鏡91を採用した。

しかしながら、マスクブランクス検査用のEUV光源装置から放出されるEUV光のエタンドュを小さくできるという特性に着目し、高温プラズマPから放出されるEUV光の立体角を小さくすることにより、EUV集光鏡の構成を第3の実施例に示すものとは異なる構成にすることも可能となる。第7の実施例は、上記第5、第6の実施例におけるEUV集光鏡の変形例を示したものである。

[0083] 図10A、図10Bは、本発明の第7の実施例を示し、図10Aは、本実施例の光源装置における遮へい部材6、デブリトラップ(回転型固定式ホイルトラップ5、回転式ホイルトラップ4)、直動型EUV集光鏡92の配置を示し、図10Bは上記高温プラズマP、デブリトラップ、直動型EUV集光鏡92などの配置を示す斜視図である。なお、図10Bでは理解を容易にするため、デブリトラップを構成するホイルトラップは一つのみ示されている。

[0084] 図10A、図10Bに示すように、第7の実施例においては、第5、第6の実施例の複数枚の回転体形状の凹面ミラーを入れ子状に配置した構造の斜入射型EUV集光鏡の各凹面ミラーのうち、EUV光が反射面に到達する部分(EUVが反射される領域)を含む切片を複数切り出してEUV集光鏡切片集合体92aとし、そのEUV集光鏡集合体92aを複数、直列に配置した構造のEUV集光鏡92が採用される。また、EUV集光鏡92には、駆動機構78が設けられ、この駆動機構78によりEUV集光鏡92は、EUV集光鏡集合体92aの並び方向に、直線状に移動する(このような動作をここでは直動といい、本実施例のEUV集光鏡を直動型EUV集光鏡92という)。

[0085] なお、理解を容易にするため、図10A、図10Bおよび第7の実施例におけるEUV集光鏡92の駆動状況を説明する図11A~図11Dにおいて

は、前記実施例におけるEUV集光鏡の凹面ミラーの1枚からEUV光が反射面に到達する部分を含む切片を集光鏡切片として切り出し、それを複数枚、直列に配置させた状態で集光鏡切片集合体ホルダに固定された構造のEUV集光鏡92が示されているが、各EUV集光鏡切片92aを、入れ子状に配置した複数枚の集光鏡切片から構成し、これらの複数を集光鏡切片ホルダ92bに取り付けてEUV集光鏡92を構成してもよい。

[0086] 図11A～図11Dに遮へい部材6の開口部6aから直動型EUV集光鏡92を臨み見た図を示す。

なお、図11A～図11Dにおいては、デブリトラップは省略されている。

上記したように、マスクブランクス検査用のEUV光源装置の場合、高温プラズマPから放出されるEUV光の立体角を小さくすることができるので、図11Aに示す通り、遮へい部材6の開口部6aから入射するEUV光束は全て直動型EUV集光鏡92の切片（集光鏡集合体）92aの反射面で反射されることになる。

同様に、高温プラズマPから放出されるデブリ（高速で移動するSnイオンや中性Sn原子）もEUV集光鏡切片92aの反射面の少なくとも一部の領域に到達することが期待されるので、EUV集光鏡92の切片92aの反射面にデブリ（Sn）が付着したとしても、図11Bに示すようにSnの付着領域は第7の実施例のEUV集光鏡92を構成する複数のEUV集光鏡切片92aの反射面の内の少なくとも一部である。

[0087] そしてこのような構造のEUV集光鏡を直動可能に構成した直動型EUV集光鏡92を採用することにより、遮へい部材6の開口部6aから臨む位置から、直動型EUV集光鏡92のデブリが付着した領域を移動させることが可能となる。すなわち、図11Cに示す通り、遮へい部材6の開口部6aから臨む位置からデブリが付着したEUV集光鏡切片92aの隣のEUV集光鏡切片が臨まれるまで直動型EUV集光鏡92を駆動手段78により直動させて位置決めしたあと、図示を省略した固定手段により直動型EUV集光鏡

92を固定する。

[0088] 同様に、図11Cに示す位置に直動型EUV集光鏡92において、移動させて位置決めしたEUV集光鏡切片92aの反射面にデブリがある程度付着したら、図11Dに示すように、上記開口部からデブリが付着したEUV集光鏡切片の更に隣のデブリが付着していないEUV集光鏡切片が臨まれるまで直動型EUV集光鏡92を上記駆動手段により直動させて、上記固定手段により固定する。

[0089] すなわち、第7の実施例においては、前記した斜入射型EUV集光鏡9の各凹面ミラーのうち、EUV光が反射面に到達する部分（EUVが反射される領域）を含む切片を複数切り出してEUV集光鏡切片集合体とし、そのEUV集光鏡切片集合体を複数、直列に配置した構造のEUV集光鏡を直動可能に構成した直動型EUV集光鏡92を採用する。

そして、EUV集光鏡切片集合体へのデブリの付着度合いに応じて、直動型EUV集光鏡92の直動、固定を行うことにより、デブリの付着に起因する直動型EUV集光鏡92におけるEUV光の反射率の低下を回復させることができる。

その結果、直動型EUV集光鏡92の使用寿命を長寿命化することが可能となり、長期間に渡って、安定してマスクブランク用検査装置の検査光学系側にEUV光を供給することが可能となる。

[0090] そして、第5、第6実施例と同様、このような直動型EUV集光鏡の直動・固定動作をチャンバ内の圧力を低圧状態（真空状態）に維持したまま行うことができるので、従来のようなEUV集光鏡9の交換に伴うEUV光源装置のダウンタイムを大幅に減少させることが可能となる。

なお、上記第5～第7の実施例では、回転式ホイルトラップ4のみ、あるいは回転型固定式ホイルトラップ5と回転式ホイルトラップ4を用いる場合について説明したが、回転型固定式ホイルトラップ5あるいは直動型固定式ホイルトラップ51のみを設けてもよい。

[0091] 尚、上記において特定の実施形態が説明されているが、当該実施形態は単

なる例示であり、本発明の範囲を限定する意図は無い。本明細書に記載された装置及び方法は上記した以外の形態において具現化することができる。また、本発明の範囲から離れることなく、上記した実施形態に対して適宜、省略、置換及び変更をなすこともできる。かかる省略、置換及び変更をなした形態は、請求の範囲に記載されたもの及びこれらの均等物の範疇に含まれ、本発明の技術的範囲に属する。

本出願は日本特許出願第2013-266669号（出願日2013年12月25日）を基礎とした出願であり、上記日本出願の優先権を主張し、上記日本出願の開示内容は全て本出願に組み込まれたものとする。

符号の説明

- [0092] 1 チャンバ
- 1 a 放電部
 - 1 b E U V集光部
 - 1 c ガス排気ユニット
 - 2 a, 2 b 放電電極
 - 3 電力供給手段
 - 4 回転式ホイルトラップ
 - 4 a ホイル
 - 4 b 外側リング
 - 4 c 中心支柱
 - 5 1 直動型固定式ホイルトラップ
 - 5 1 a ホイル
 - 5 1 b 固定枠
 - 5 固定式ホイルトラップ
 - 5 a ホイル
 - 5 b 外側リング
 - 5 c 中心支柱
 - 6 遮へい部材

- 7、7 1、7 8、7 9 駆動機構
- 6 a 開口部
- 8 E U V 光取出部
- 9 E U V 集光鏡
- 9 1 回動型 E U V 集光鏡
- 9 2 直動型 E U V 集光鏡
- 9 2 a E U V 集光鏡集合体 (切片)
- 1 0 原料供給ユニット
- 1 1 ホイルトラップカバー
- 1 4 高温プラズマ原料
- 1 5 コンテナ
- 1 6 a, 1 6 b 回転モータ
- 1 6 c, 1 6 d 回転軸
- 1 7 レーザ光
- 1 7 a レーザ源
- 2 0 原料供給ノズル
- 2 1 励起用レーザ光発生装置
- 2 2 レーザ光
- 2 2 レーザ光 (レーザビーム)
- 2 3 レーザ光入射窓部
- 2 4 レーザ光集光手段
- 4 0 露光機
- P 高温プラズマ

請求の範囲

- [請求項1] 容器と、この容器内で発生し光を放出するプラズマからのデブリの少なくとも一部を捕捉するデブリトラップと、デブリトラップの光射出側に配置される集光鏡とを備える光源装置において、
- プラズマとデブリトラップとの間に、該プラズマから放出される光の照射領域が上記デブリトラップのプラズマ側の開口より小さくなるように、該光の立体角を制限する開口部を有する遮へい部材が配置され、
- 上記デブリトラップは、上記デブリトラップのデブリ付着部分が上記開口部から臨む位置から外れるように該デブリトラップを駆動する駆動機構を備えている
- ことを特徴とする光源装置。
- [請求項2] 上記デブリトラップは、放射状に伸びる複数のホイルを備え、上記光は通過するが上記プラズマからのデブリは捕捉するホイルトラップを少なくとも1つ備え、
- 上記ホイルトラップの駆動動作は、回動動作である
- ことを特徴とする請求項1記載の光源装置。
- [請求項3] 上記デブリトラップは、ある間隔で略平行に配置される複数のホイルを備え、上記光は通過するが上記プラズマからのデブリは捕捉するホイルトラップを少なくとも1つ備え、
- 上記ホイルトラップの駆動動作は、直動動作である
- ことを特徴とする請求項1記載の光源装置。
- [請求項4] 上記集光鏡は、当該集光鏡のデブリ付着部分が上記開口部から臨む位置から外れるように該集光鏡を駆動する駆動機構を備えている
- ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の光源装置。
- [請求項5] 上記集光鏡は、複数枚の回転体形状の凹面ミラーを入れ子状に配置した構造の斜入射型集光鏡であり、
- 上記集光鏡の駆動動作は、回動動作である

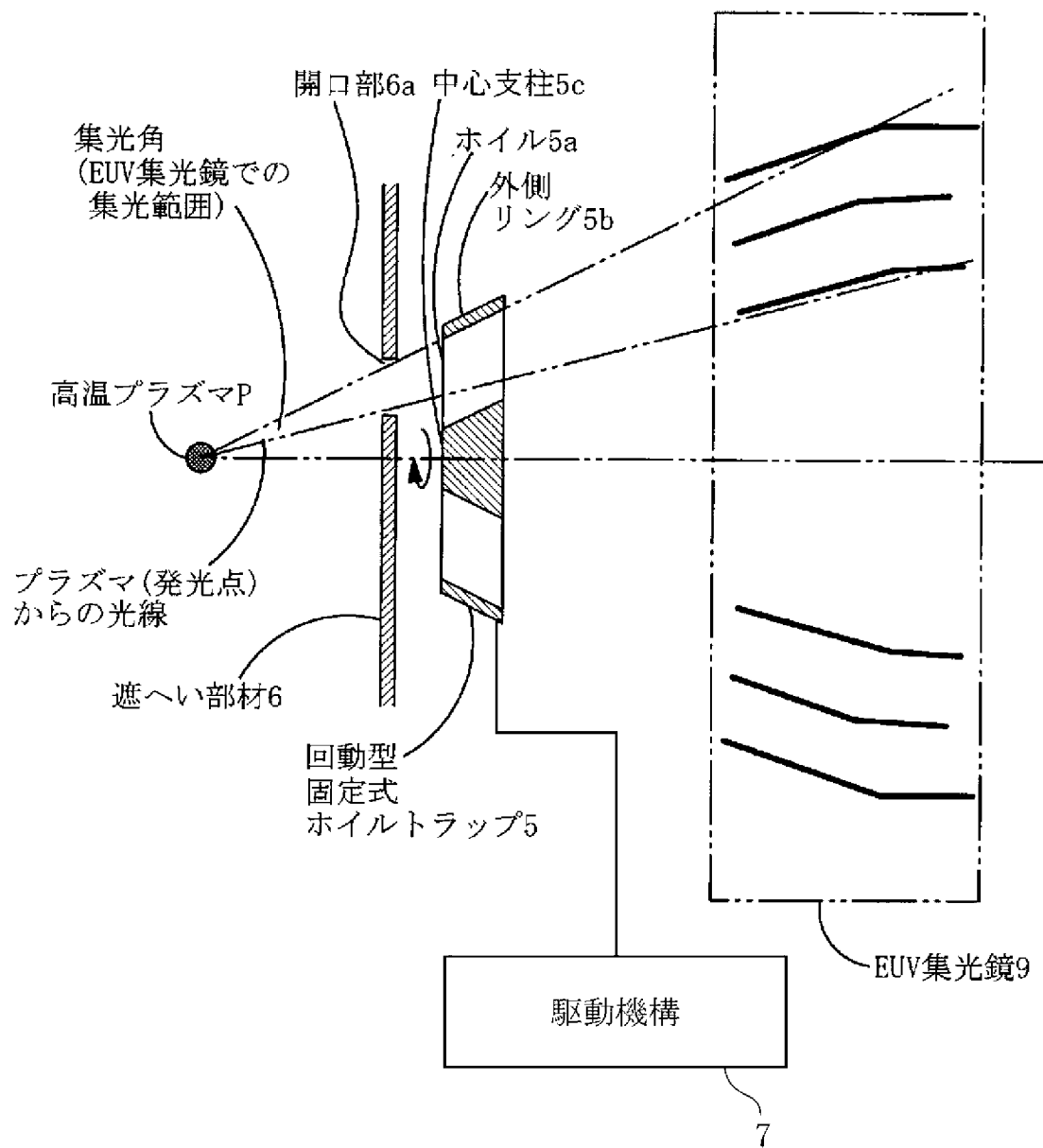
ことを特徴とする請求項 4 記載の光源装置。

[請求項 6] 上記集光鏡は、複数枚の回転体形状の凹面ミラーを入れ子状に配置した構造の斜入射型集光鏡から E U V が反射される領域を含む切片が複数切り出されてなる集光鏡切片集合体を複数、直列に配置した構造であって、

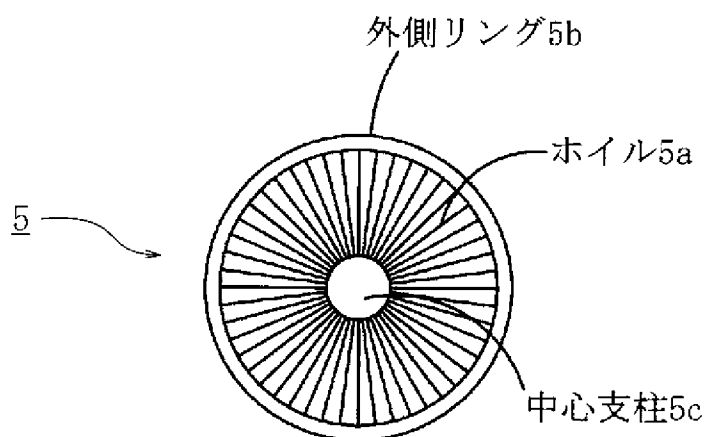
 上記 E U V 集光鏡の駆動動作は、直動動作である
ことを特徴とする請求項 4 記載の光源装置。

[請求項 7] 上記遮へい部材は、モリブデンもしくはタングステンからなる
ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

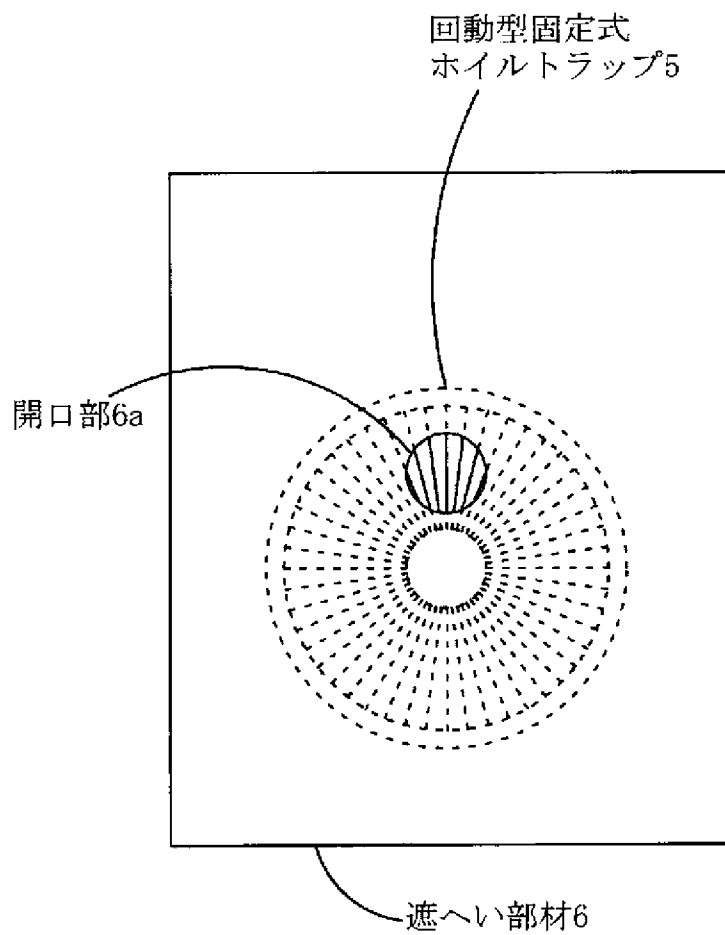
[図1A]



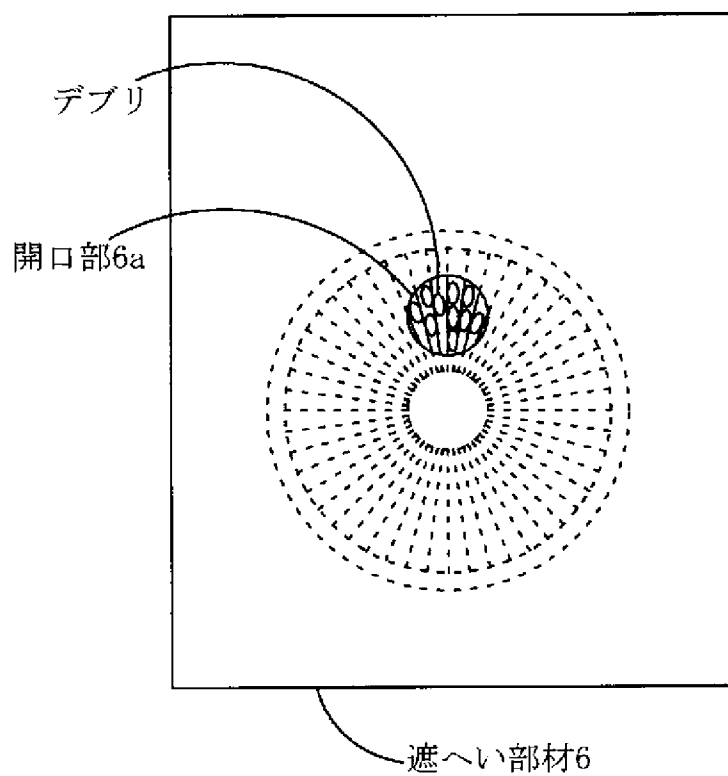
[図1B]



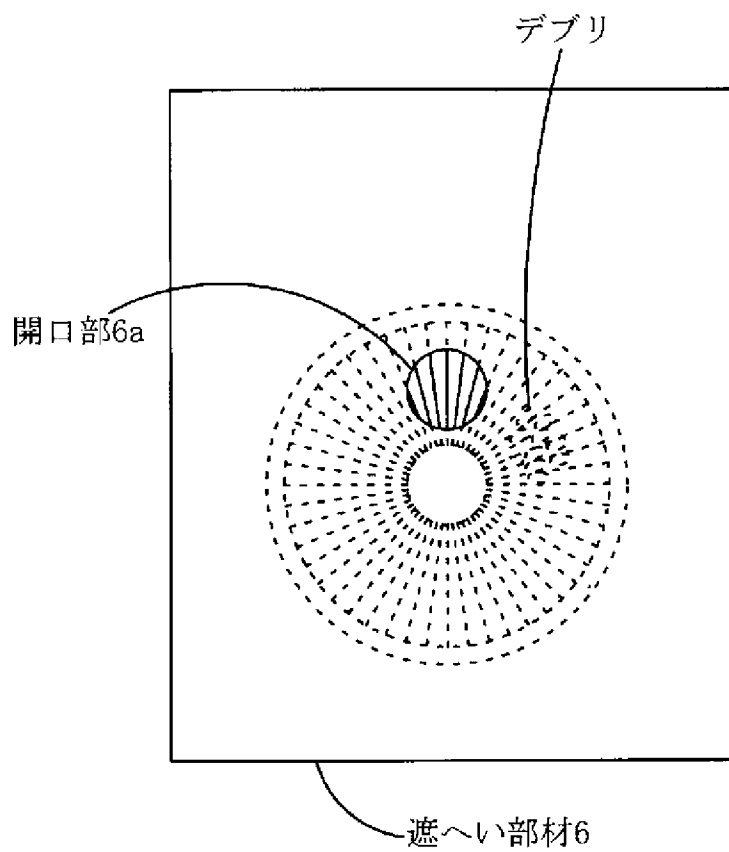
[図2A]



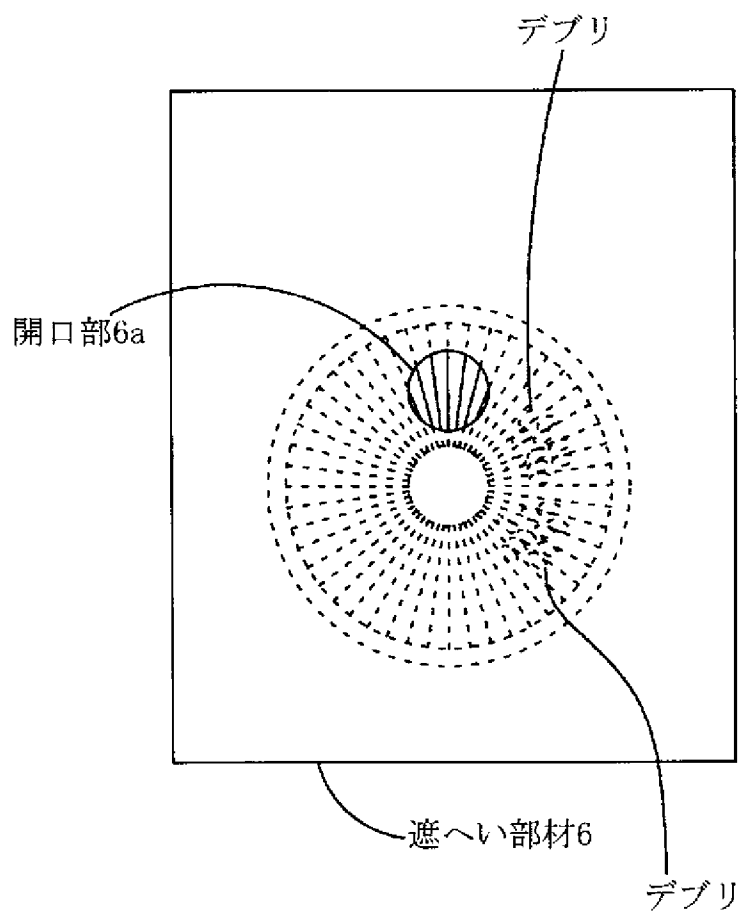
[図2B]



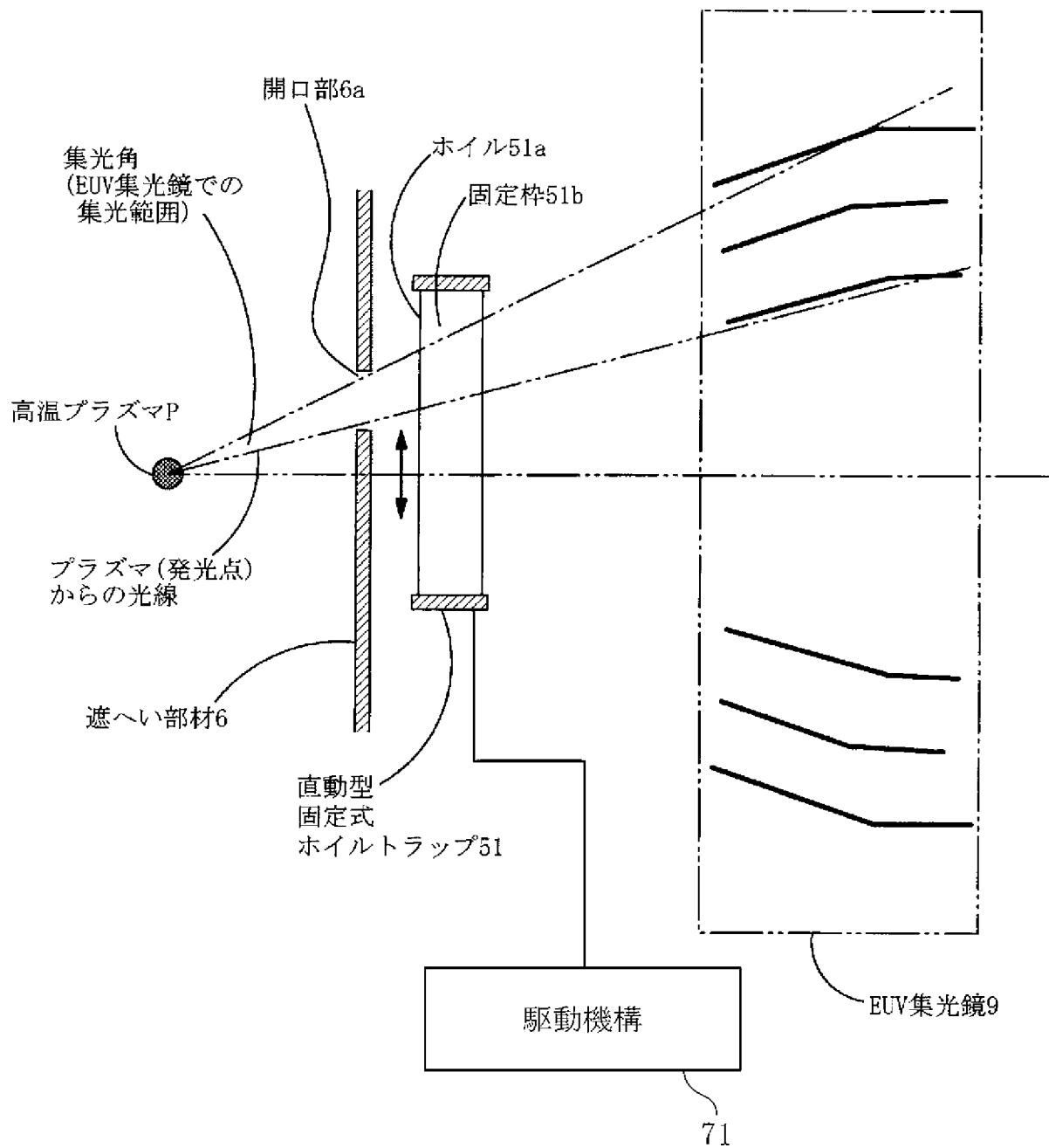
[図2C]



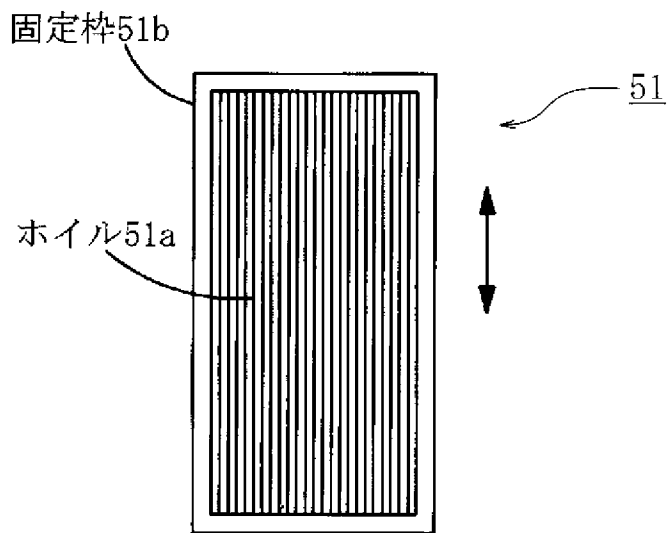
[図2D]



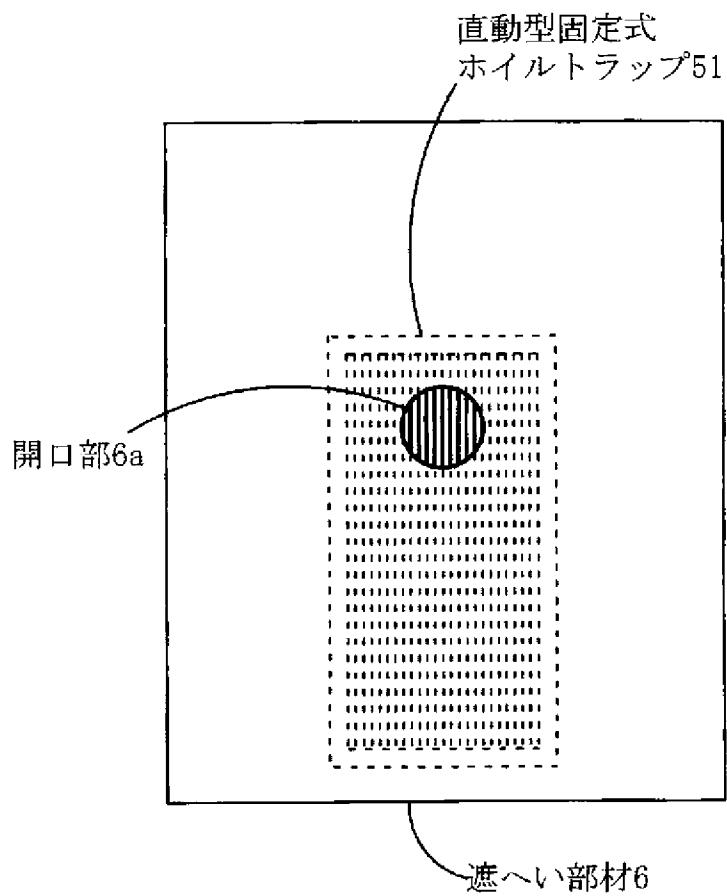
[図3A]



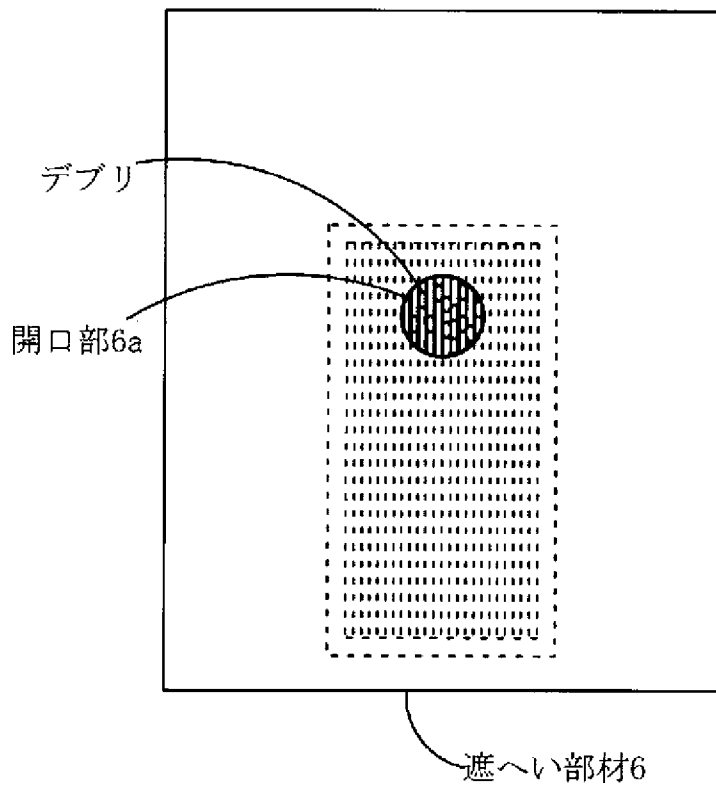
[図3B]



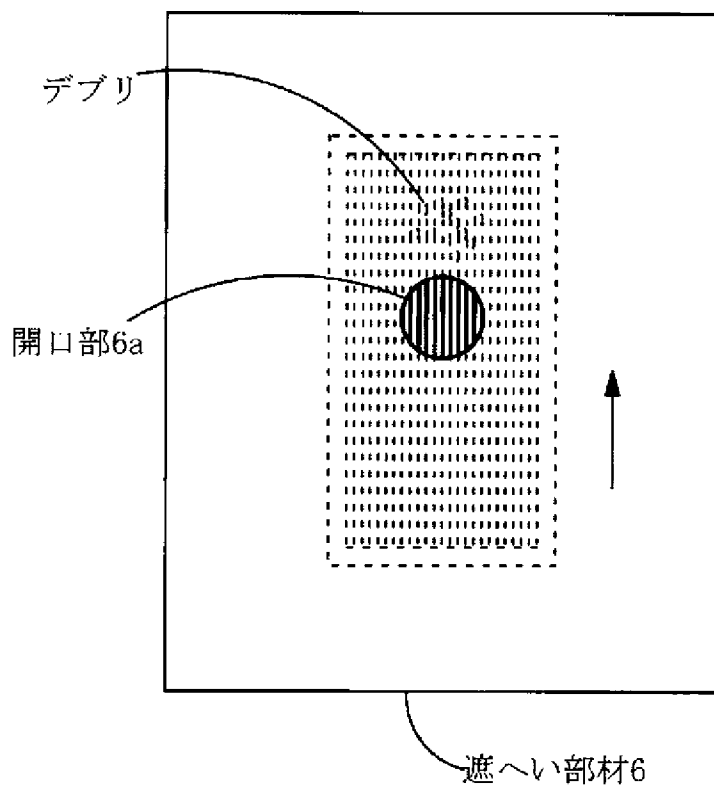
[図4A]



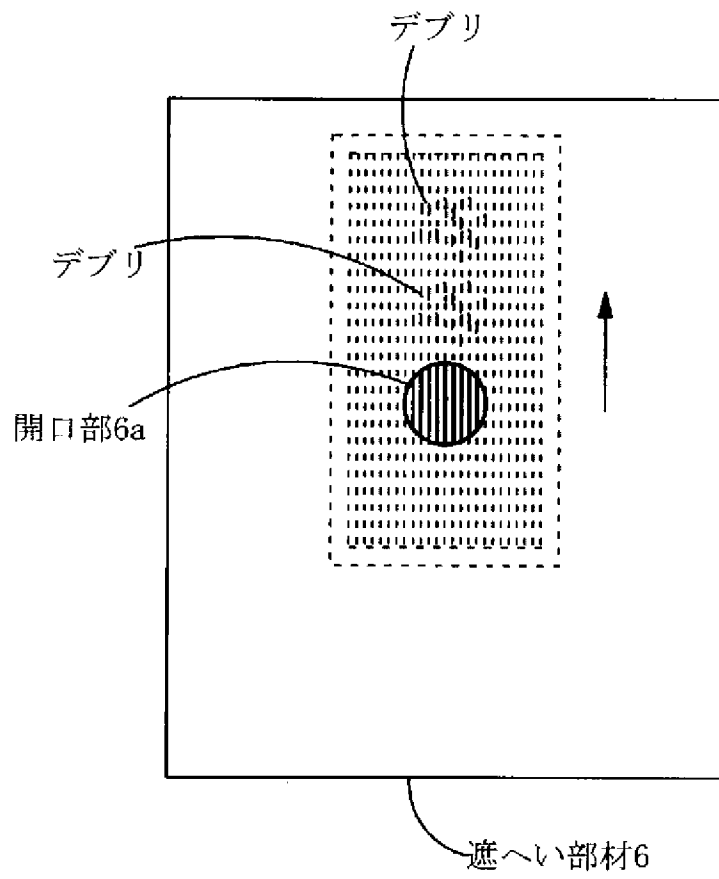
[図4B]



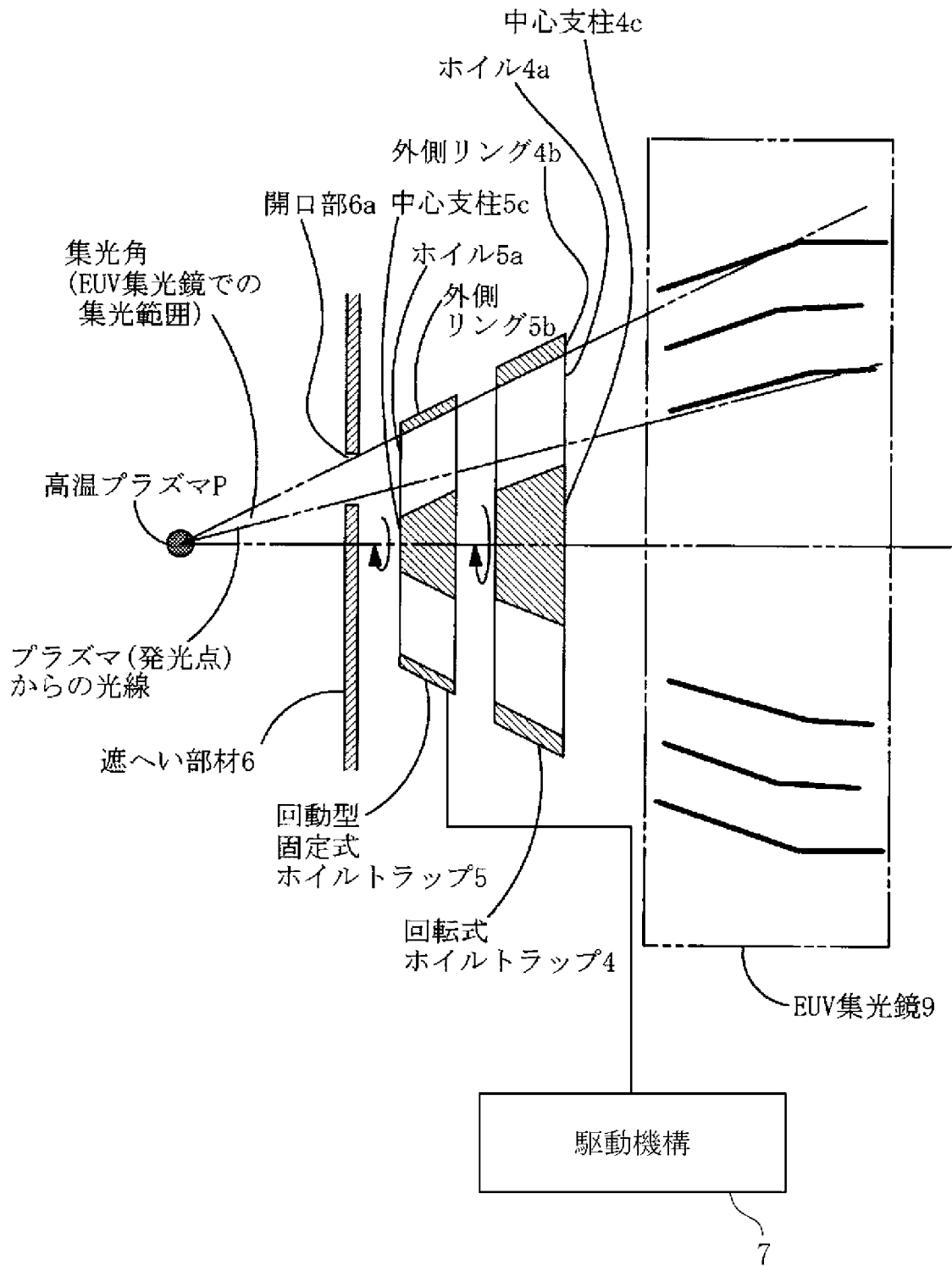
[図4C]



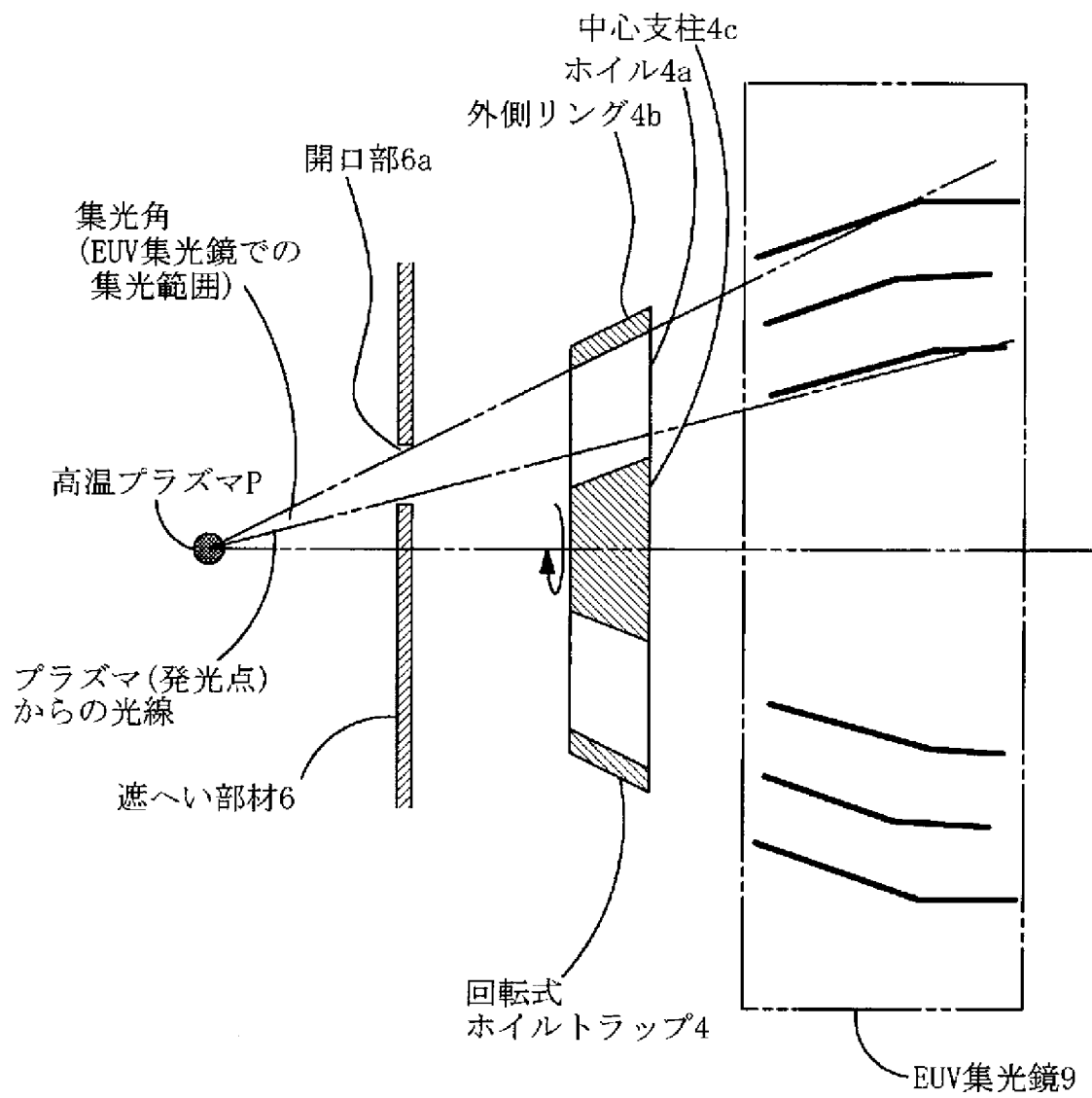
[図4D]



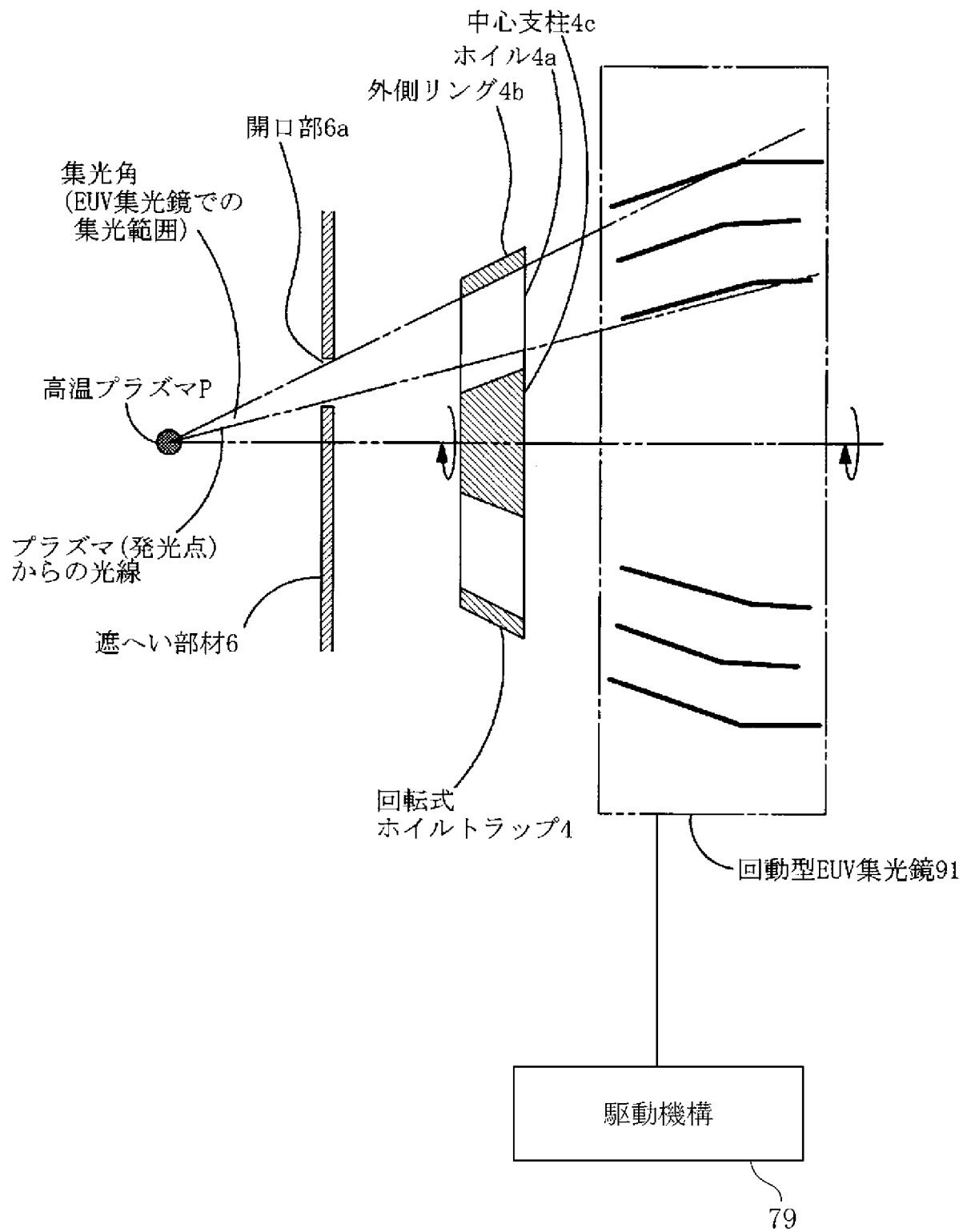
[図5]



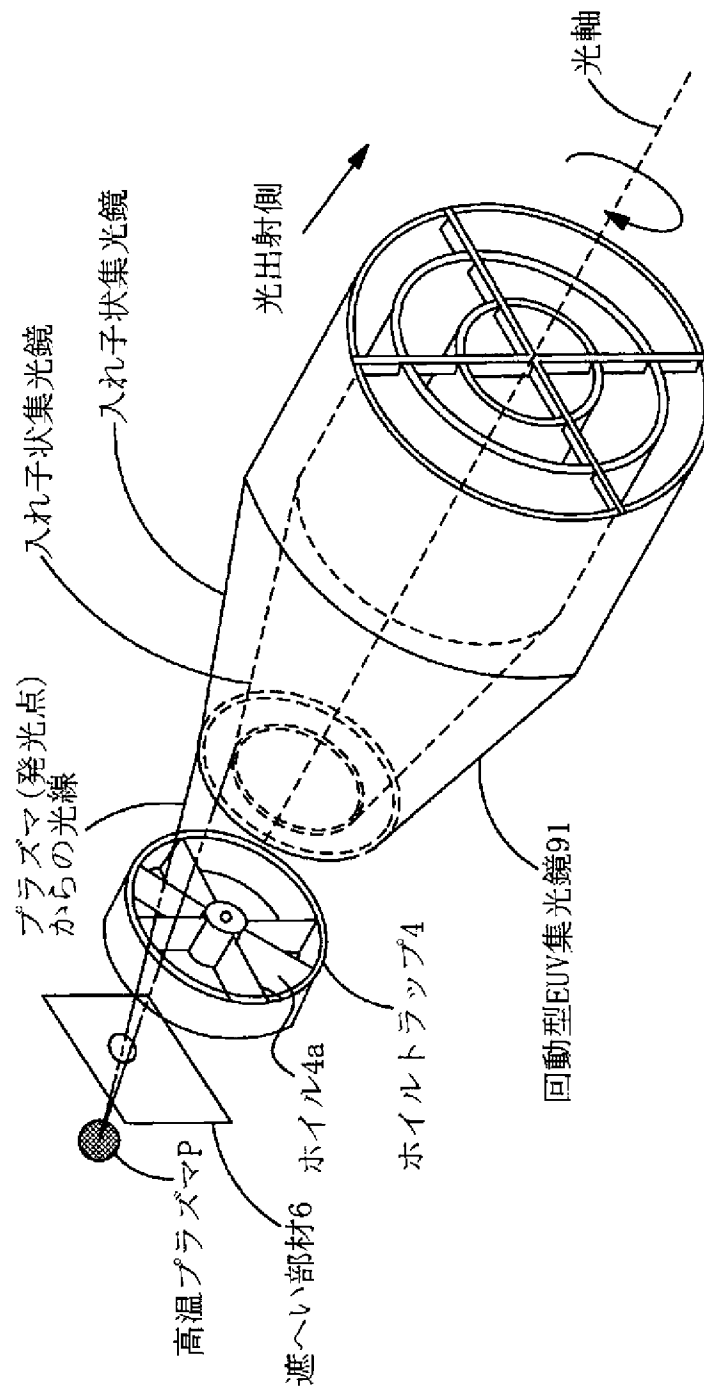
[図6]



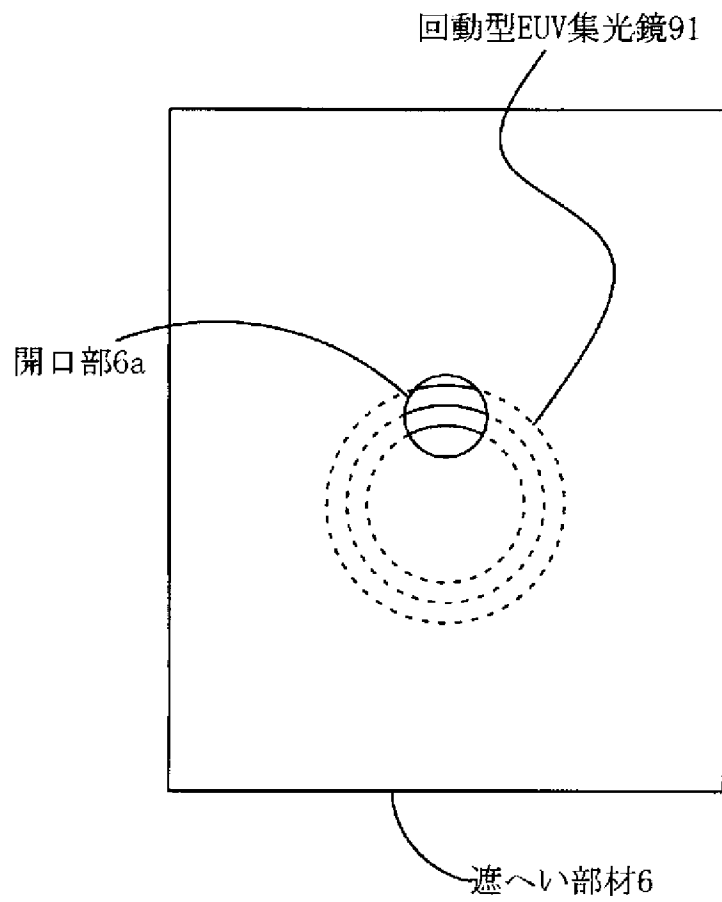
[図7A]



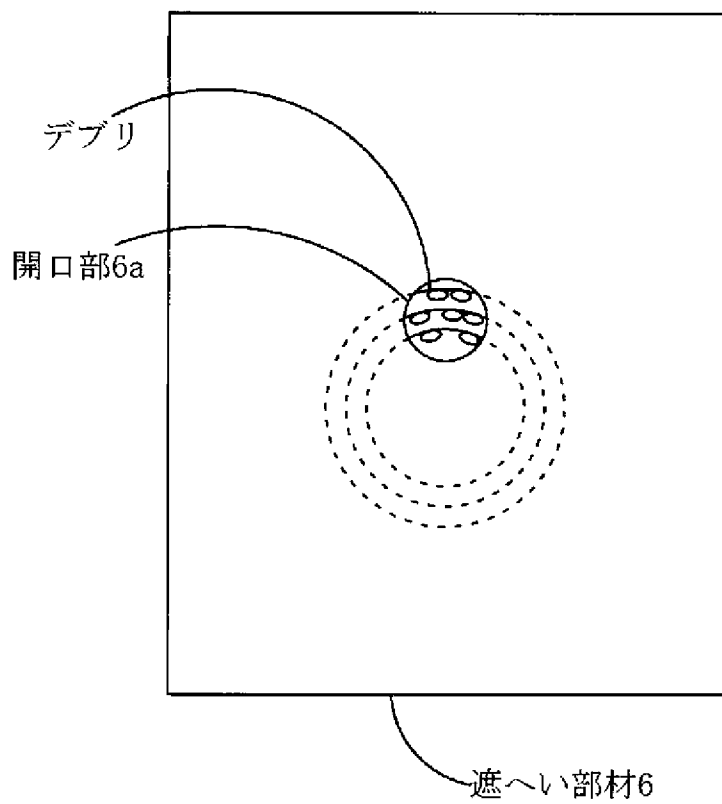
[図7B]



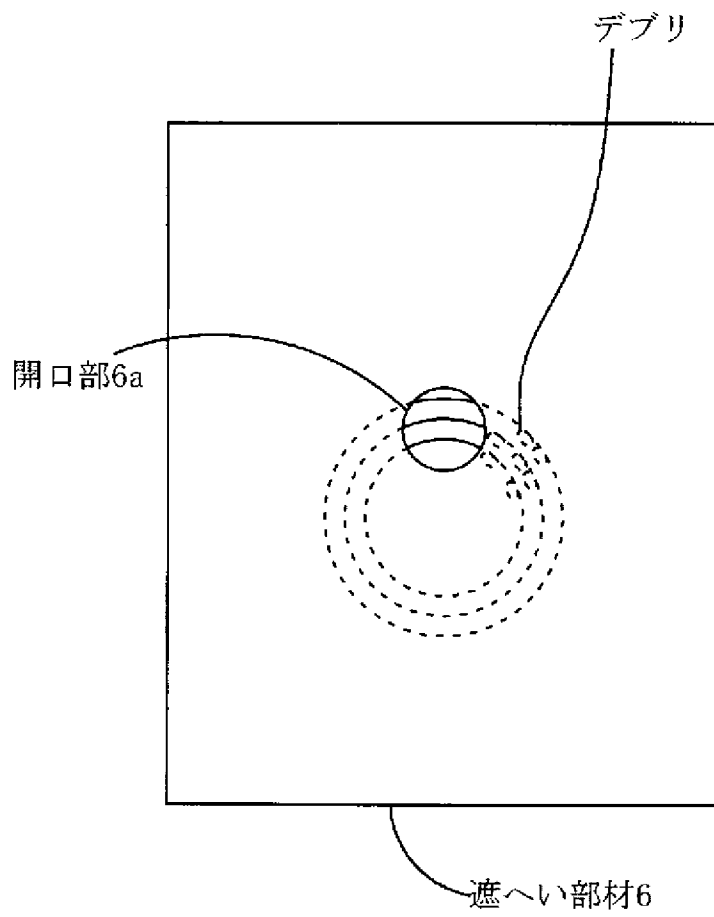
[図8A]



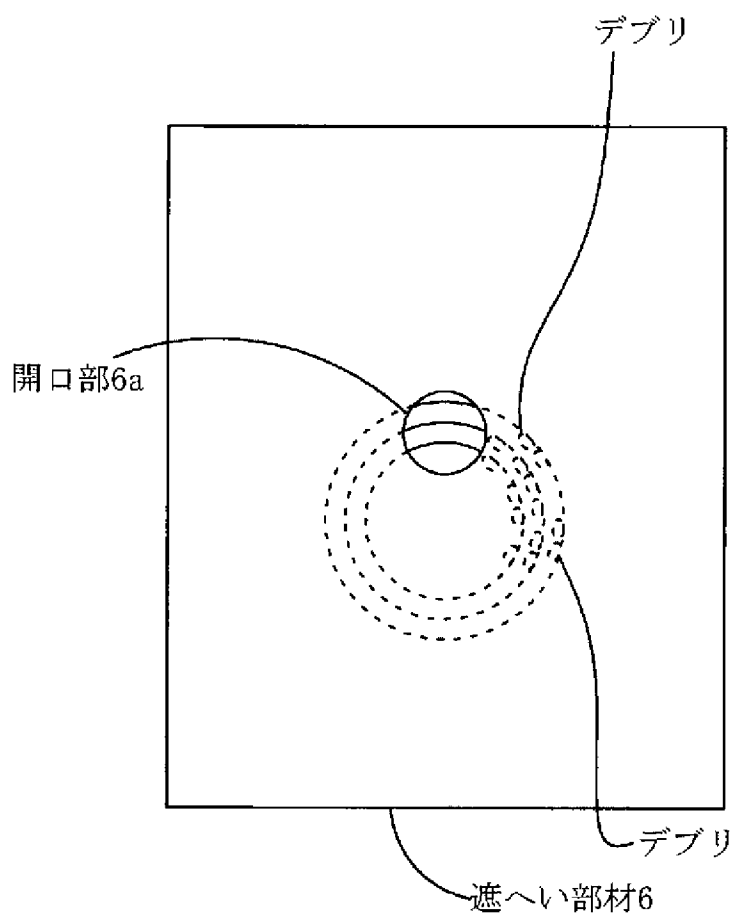
[図8B]



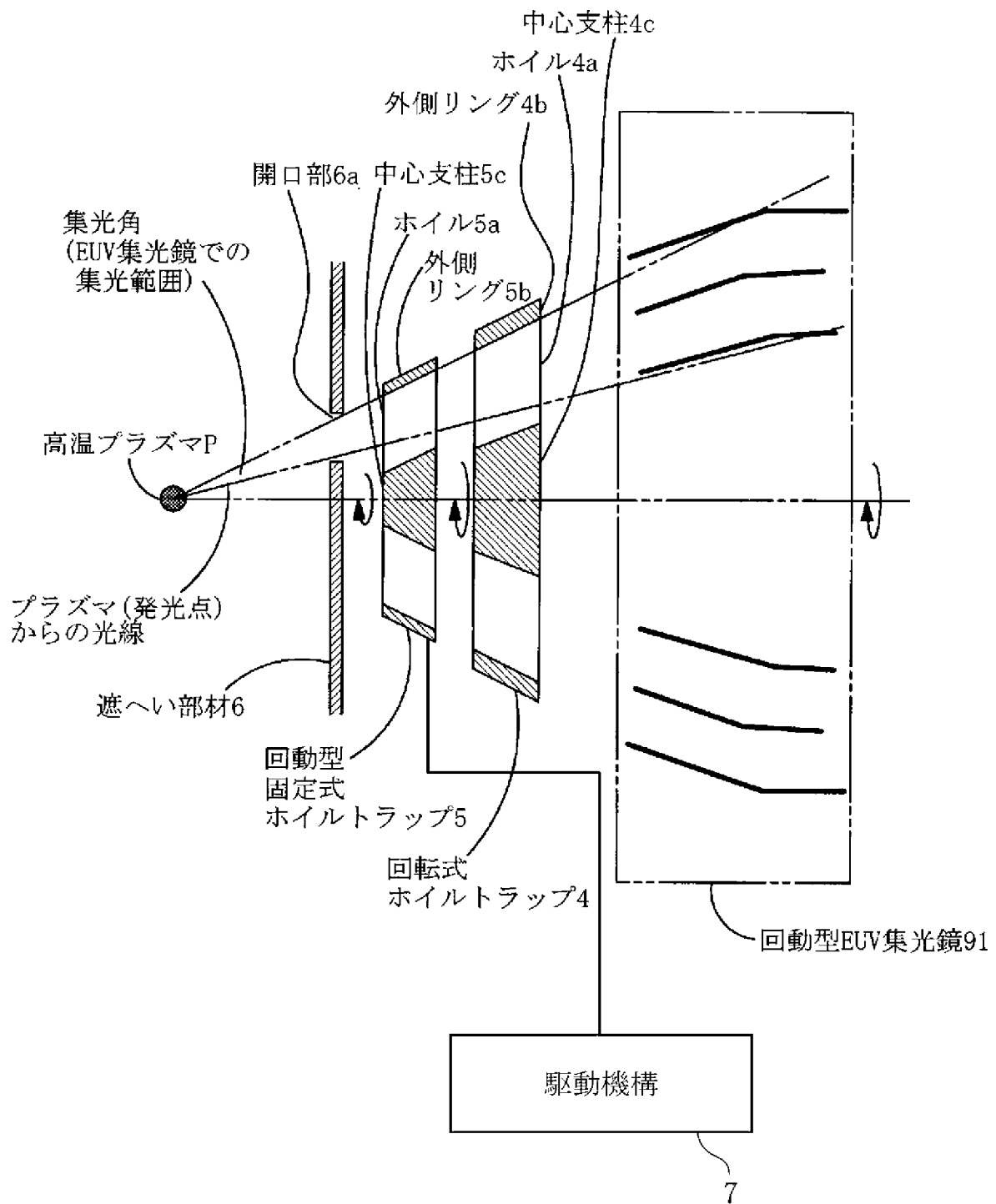
[図8C]



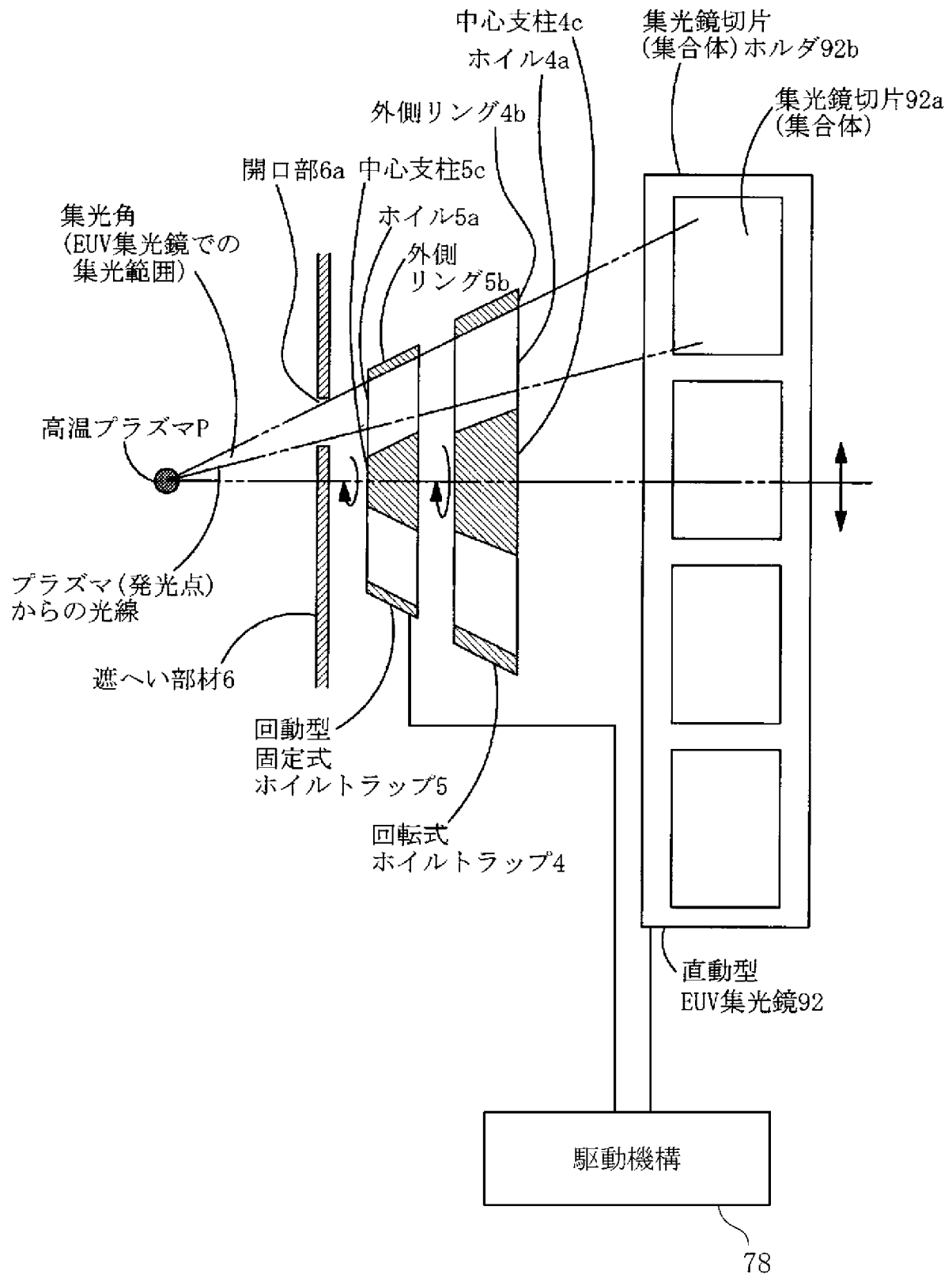
[図8D]



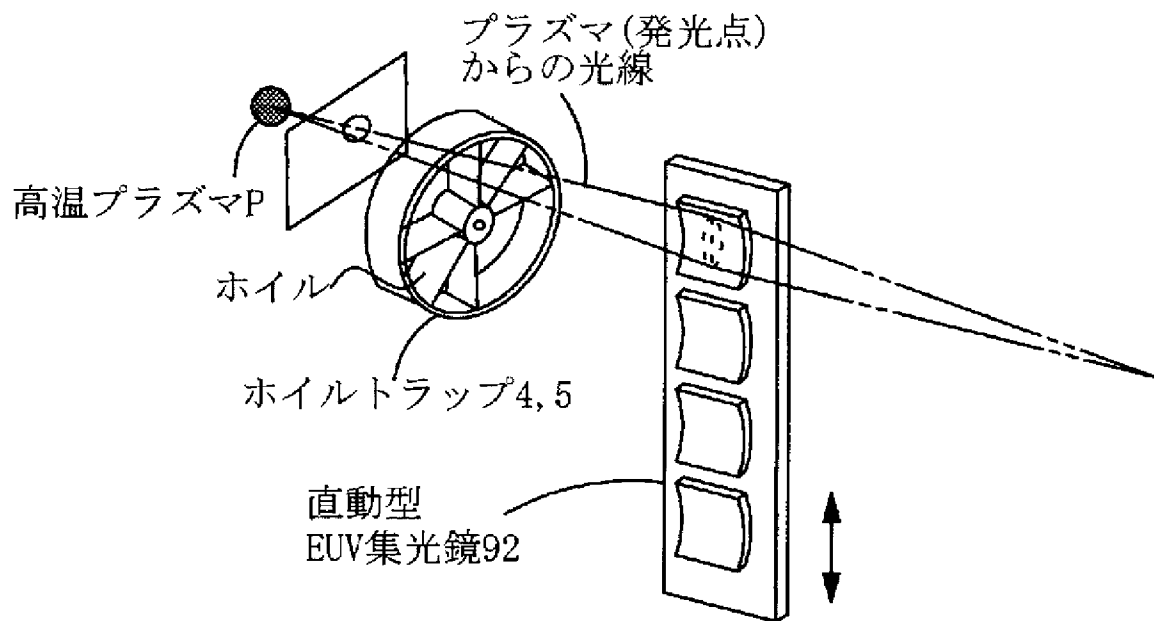
[図9]



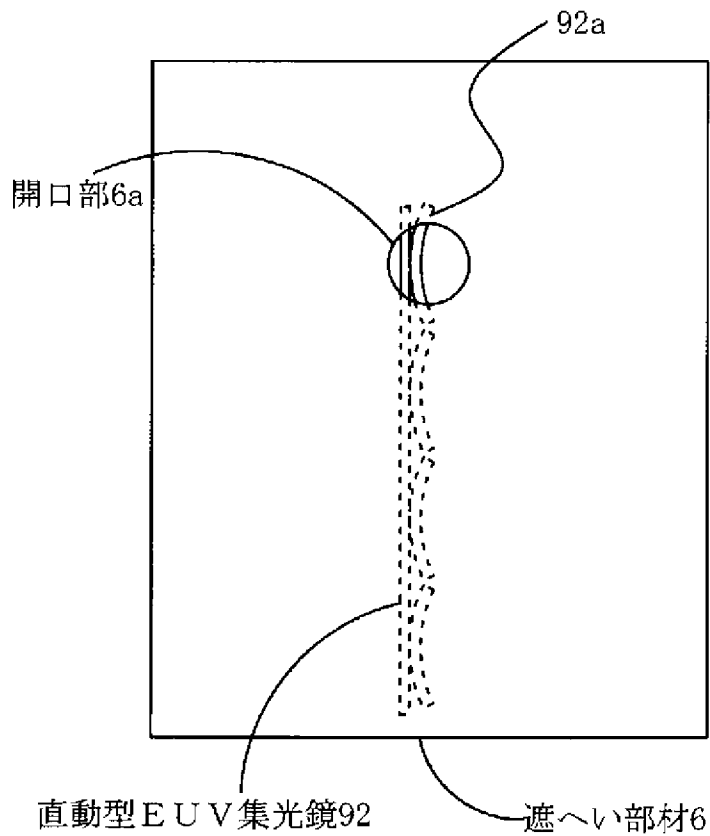
[図10A]



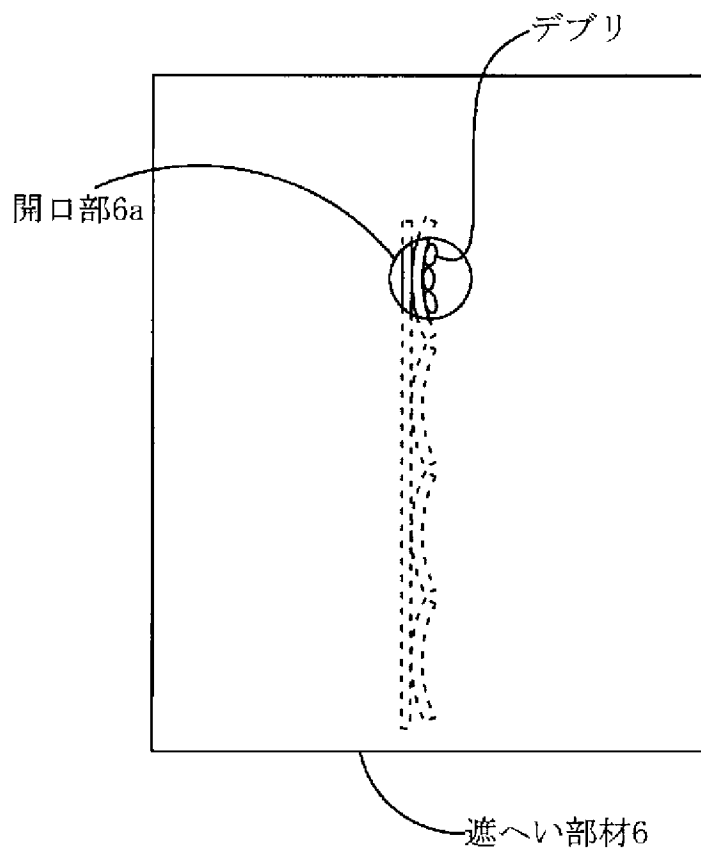
[図10B]



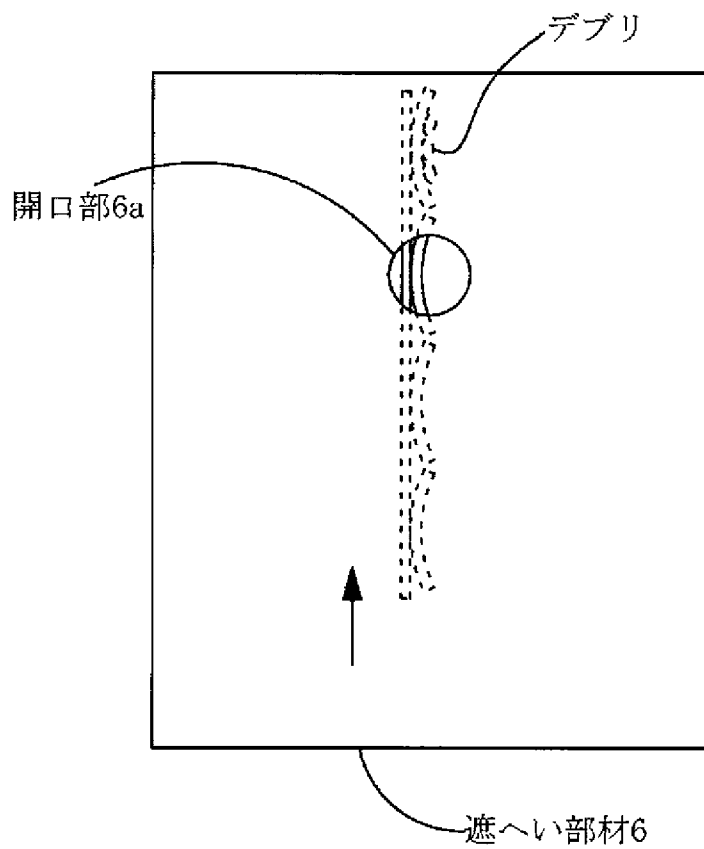
[図11A]



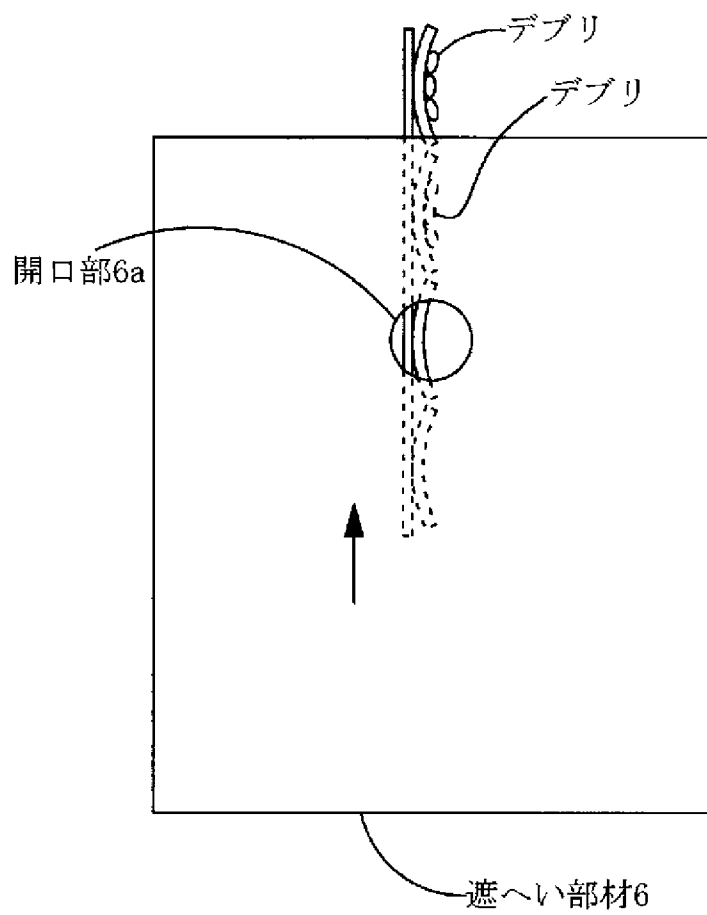
[図11B]

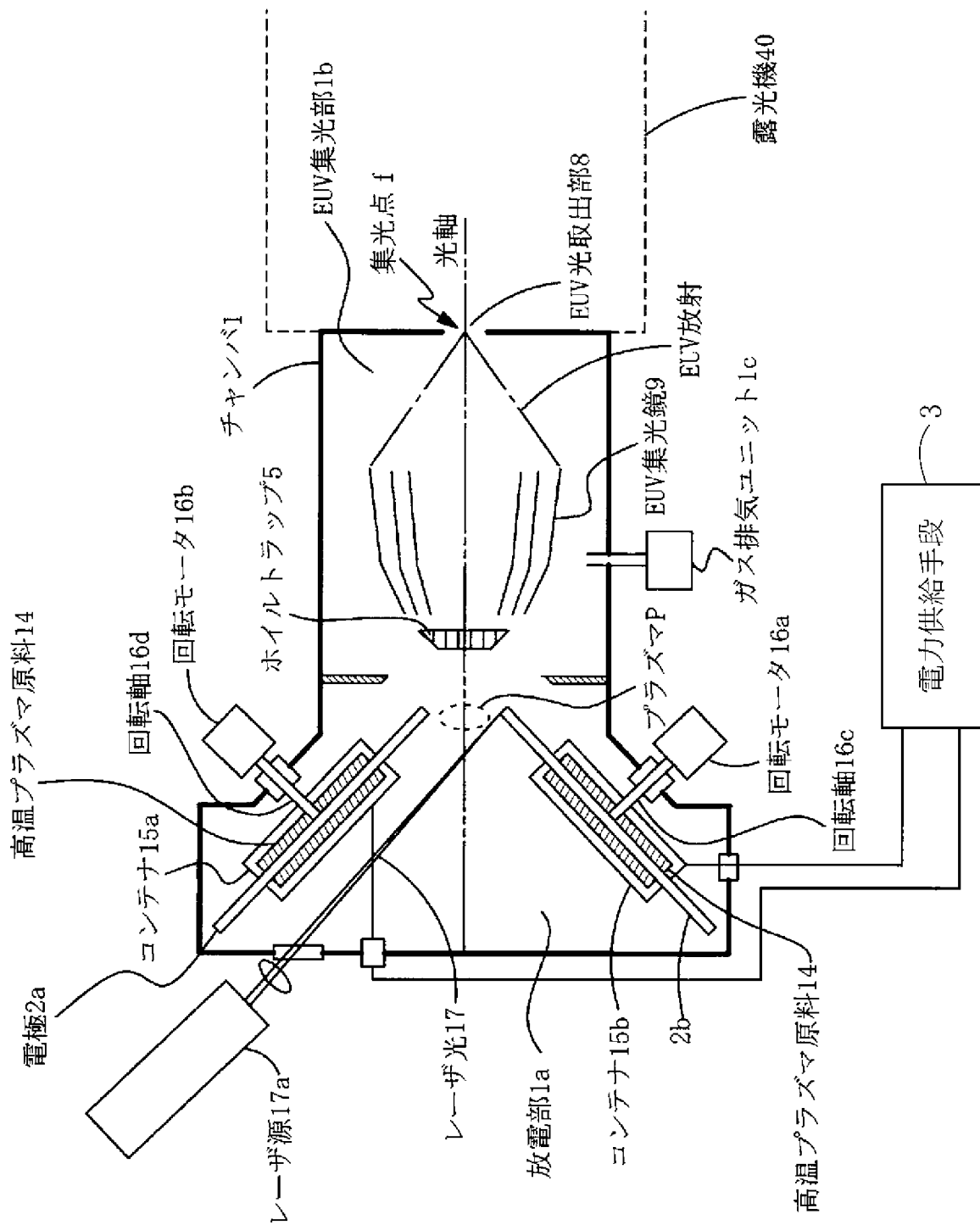


[図11C]

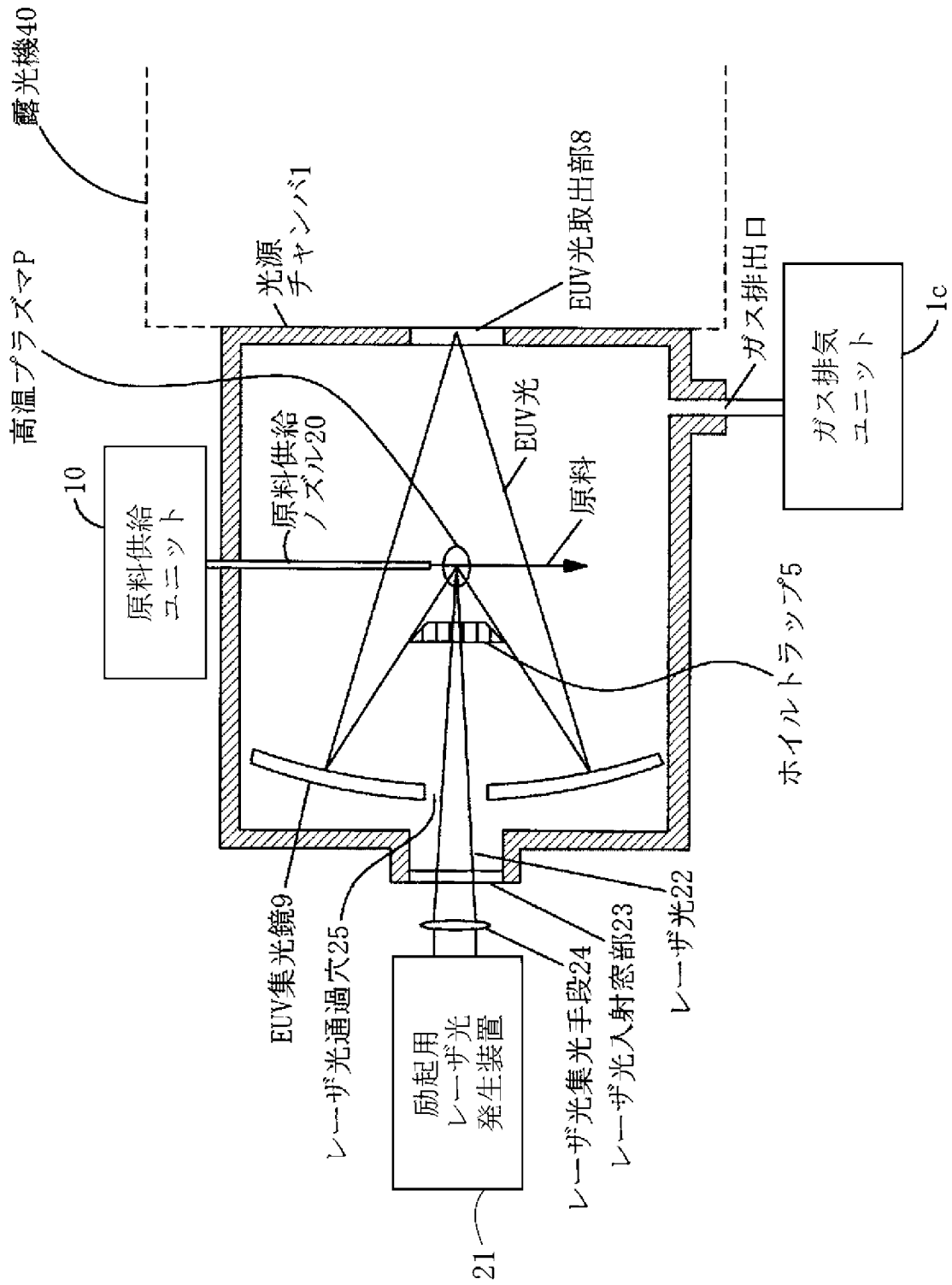


[図11D]

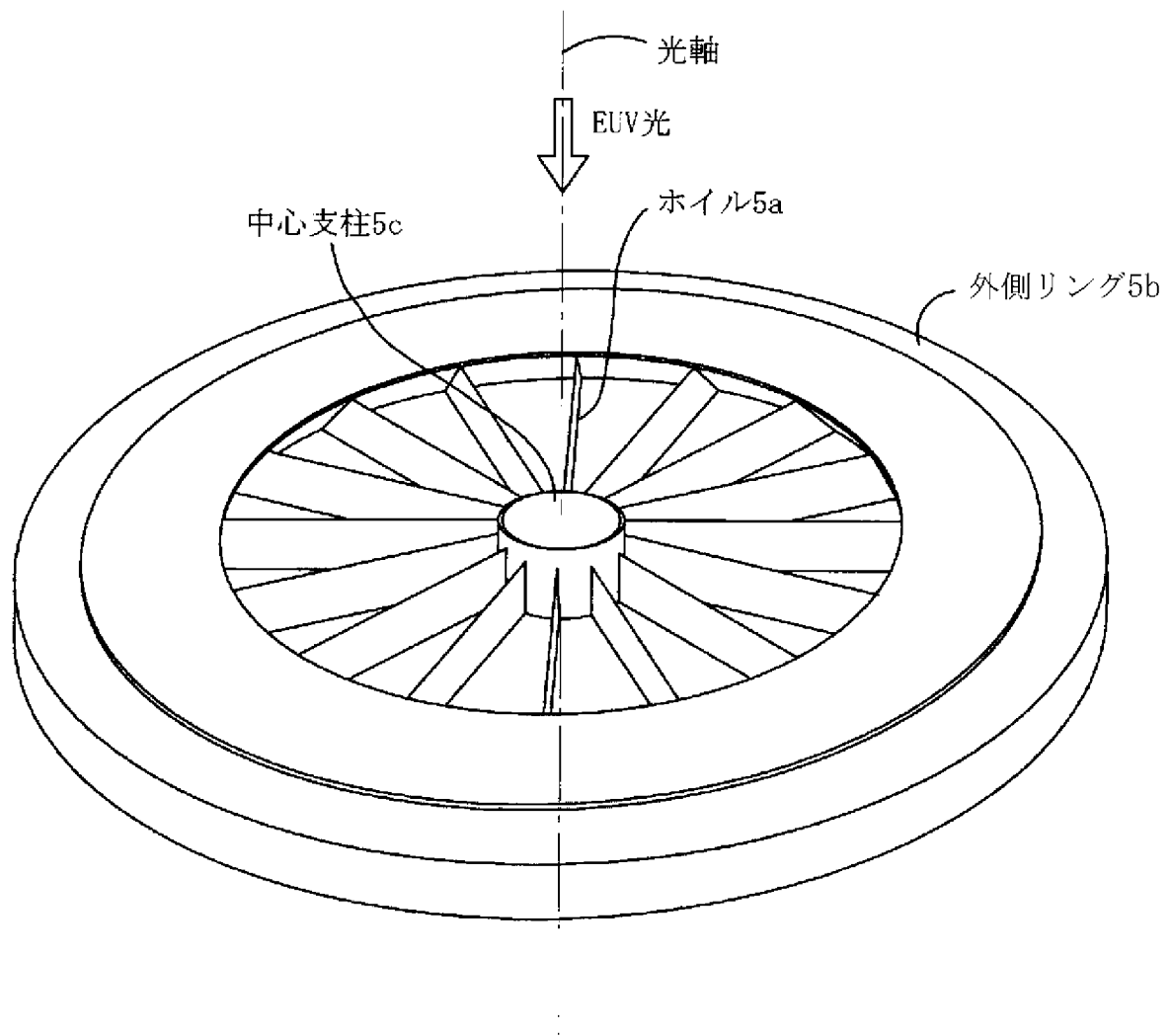




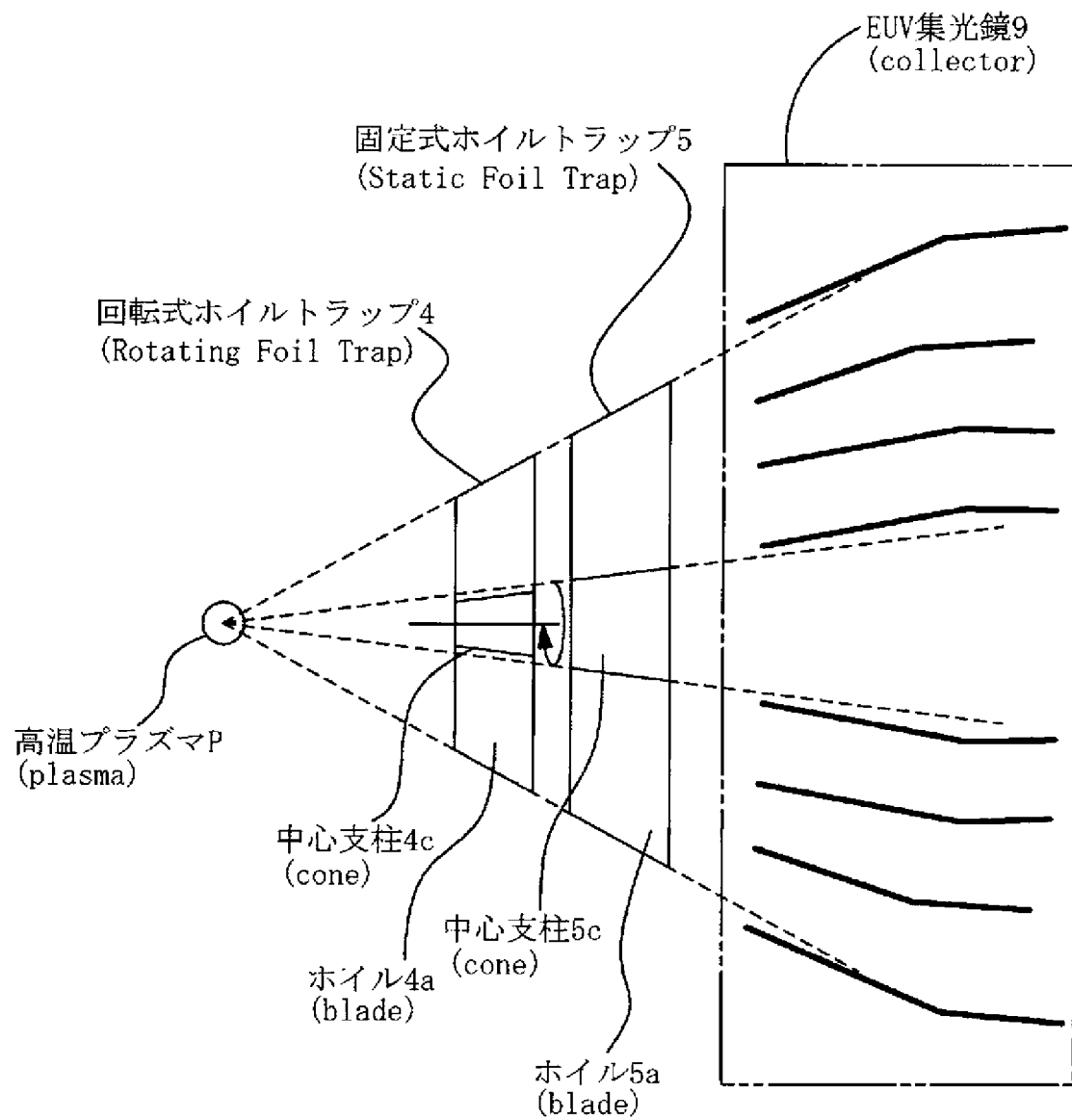
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/006223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05G2/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05G2/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-232150 A (Ushio Inc.), 14 October 2010 (14.10.2010), fig. 1, 2 (Family: none)	1-7
A	JP 2011-187875 A (Ushio Inc.), 22 September 2011 (22.09.2011), fig. 11 & US 2012/326058 A1 & EP 2546864 A1	1-7
A	JP 2011-515022 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 12 May 2011 (12.05.2011), fig. 2 to 4 & US 2011/2569 A1 & EP 2250535 A1 & CN 101960386 A	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 March 2015 (13.03.15)

Date of mailing of the international search report
24 March 2015 (24.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/006223

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-187098 A (Lasertec Corp.), 19 September 2013 (19.09.2013), fig. 1 & US 2013/234597 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05G2/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05G2/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-232150 A（ウシオ電機株式会社） 2010.10.14, 【図1】、【図2】（ファミリーなし）	1 - 7
A	JP 2011-187875 A（ウシオ電機株式会社） 2011.09.22, 【図11】 & US 2012/326058 A1 & EP 2546864 A1	1 - 7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 3 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小田倉 直人

2 Q

9 1 6 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-515022 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2011.05.12, 【図2】 - 【図4】 & US 2011/2569 A1 & EP 2250535 A1 & CN 101960386 A	1 - 7
A	JP 2013-187098 A (レーザーテック株式会社) 2013.09.19, 【図1】 & US 2013/234597 A1	1 - 7