

(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
2018年1月25日(25.01.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/016034 A1

(51) 国際特許分類:
H05G 2/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/071288

(22) 国際出願日: 2016年7月20日(20.07.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: ギガフォトン株式会社(**GIGAPHOTON INC.**) [JP/JP]; 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 Tochigi (JP).

(72) 発明者: 堀 司(**HORI Tsukasa**); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 岡崎 信次(**OKAZAKI Shinji**); 〒3238558 栃木県小山

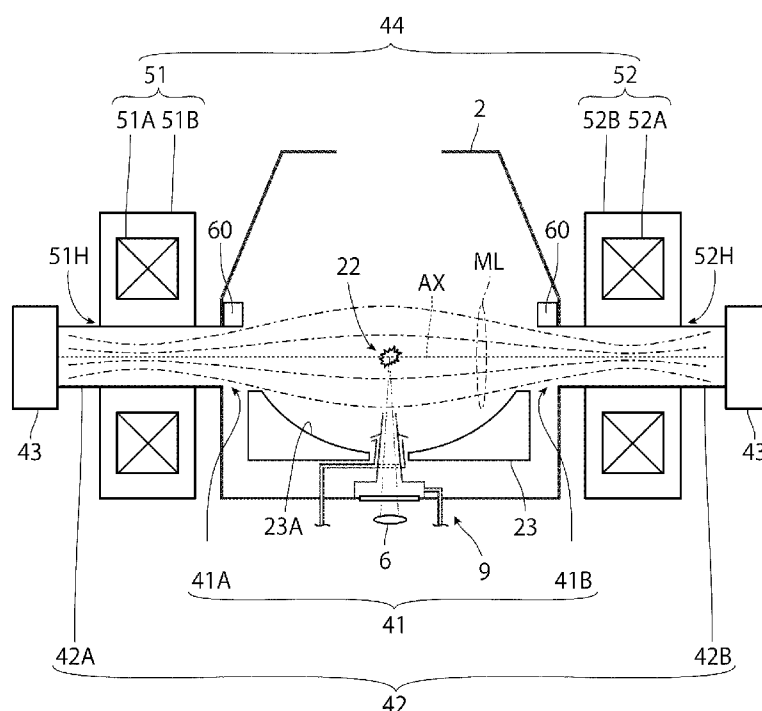
市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 森 村 靖 男 (**MORIMURA Yasuo**); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目10番9号 秋葉原花岡ビル6階 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, JP, 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,

(54) Title: EXTREME UV LIGHT GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 極端紫外光生成装置



(57) Abstract: An extreme UV light generation device may comprise: a chamber which has a plasma generation region inside and in which a target substance is supplied to the plasma generation region from outside; a discharge port provided to the chamber; a magnetic field generation unit configured so as to generate a magnetic field for collecting, at the discharge port, positive ions produced by the plasmification of the target substance in the plasma generation area; an electron discharge unit configured so as to discharge electrons for neutralizing the positive ions; and a discharge pipe which is con-

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.

(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))

nected to the discharge port and through which the neutralized substance obtained by neutralizing the positive ions passes.

(57) 要約: 極端紫外光生成装置は、プラズマ生成領域を内部に有し、プラズマ生成領域に向けて外部からターゲット物質が供給されるチャンバと、チャンバに設けられる排出口と、プラズマ生成領域でのターゲット物質のプラズマ化により生じる陽イオンが排出口に収束するための磁場を発生するよう構成された磁場発生部と、陽イオンを中性化させる電子を放出するよう構成された電子放出部と、排出口に連結され、陽イオンの中性化により得られる中性化物質が通る排出管とを備えてもよい。

明 細 書

発明の名称： 極端紫外光生成装置

技術分野

[0001] 本開示は、極端紫外光生成装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体プロセスの微細化に伴って、半導体プロセスの光リソグラフィにおける転写パターンの微細化が急速に進展している。次世代においては、20nm以下の微細加工が要求されるようになる。このため、波長13nm程度の極端紫外（EUV：extreme ultraviolet）光を生成するための装置と縮小投影反射光学系（reduced projection reflective optics）とを組み合わせた露光装置の開発が期待されている。

[0003] 極端紫外光生成装置としては、ターゲット物質にレーザ光を照射することによって生成されるプラズマが用いられるLPP（Laser Produced Plasma）式の装置と、放電によって生成されるプラズマが用いられるDPP（Discharge Produced Plasma）式の装置と、軌道放射光が用いられるSR（Synchrotron Radiation）式の装置との3種類の装置が提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2002-030446号公報
特許文献2：特開2006-176819号公報
特許文献3：特開昭63-299041号公報

概要

[0005] 本開示の一態様による極端紫外光生成装置は、プラズマ生成領域を内部に有し、プラズマ生成領域に向けて外部からターゲット物質が供給されるチャンバと、チャンバに設けられる排出口と、プラズマ生成領域でのターゲット

物質のプラズマ化により生じる陽イオンが排出口に収束するための磁場を発生するよう構成された磁場発生部と、陽イオンを中性化させる電子を放出するよう構成された電子放出部と、排出口に連結され、陽イオンの中性化により得られる中性化物質が通る排出管とを備えてもよい。

図面の簡単な説明

[0006] 本開示のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の図面を参照して以下に説明する。

[図1]図 1 は、極端紫外光生成装置の全体の概略構成例を示す模式図である。

[図2]図 2 は、比較例の極端紫外光生成装置の一部の概略構成例を示す模式図である。

[図3]図 3 は、プラズマ化により生じる陽イオンの移動の様子を示す図である。

[図4]図 4 は、実施形態 1 の極端紫外光生成装置の一部の概略構成例を示す模式図である。

[図5]図 5 は、電子放出部の配置の説明に関する図である。

[図6]図 6 は、電子放出部の構成例 1 を示す模式図である。

[図7]図 7 は、電子放出部の構成例 2 を示す模式図である。

[図8]図 8 は、電子放出部の構成例 3 を示す模式図である。

[図9]図 9 は、実施形態 2 の極端紫外光生成装置の一部の概略構成例を示す模式図である。

[図10]図 10 は、実施形態 3 の極端紫外光生成装置の一部の概略構成例を示す模式図である。

[図11]図 11 は、実施形態 4 の極端紫外光生成装置の一部の概略構成例を示す模式図である。

実施形態

[0007] 1. 概要

2. 極端紫外光生成装置の説明

2. 1 全体構成

2. 2 動作

3. 比較例

3. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

3. 2 動作

3. 3 課題

4. 実施形態 1

4. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

4. 2 動作

4. 3 作用・効果

5. 実施形態 2

5. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

5. 2 動作

5. 3 作用・効果

6. 実施形態 3

6. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

6. 2 動作

6. 3 作用・効果

7. 実施形態 4

7. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

7. 2 動作

7. 3 作用・効果

8. 変形例

[0008] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。

以下に説明される実施形態は、本開示のいくつかの例を示すものであって、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成及び動作の全てが本開示の構成及び動作として必須であるとは限らない。

なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

[0009] 1. 概要

本開示の実施形態は、極端紫外線（EUV : Extreme UltraViolet）と呼ばれる波長の光を生成する極端紫外光生成装置に関するものである。なお、以下本明細書では、極端紫外光は、EUV光と称される場合がある。

[0010] 2. 極端紫外光生成装置の説明

2. 1 全体構成

図1に示すように、本実施形態の極端紫外光生成装置1は、露光装置10と共に用いられる。この極端紫外光生成装置1は、チャンバ2、ターゲット供給部3、ターゲット回収部4、レーザ装置5、レーザ集光光学系6、ターゲットセンサ7、コントローラ8、エッチングガス供給部9を含んでいる。

[0011] チャンバ2は、密閉可能かつ減圧可能な容器である。ターゲット供給部3は、ターゲット物質をドロップレットDLとしてチャンバ2の内部に供給するものであり、例えば、チャンバ2の壁を貫通するように取り付けられる。ターゲット供給部3から供給されるターゲット物質の材料は、スズ、テルビウム、ガドリニウム、リチウム、キセノンのいずれか、又は、それらの内のいずれか2つ以上の組合せを含んでもよいが、これらに限定されない。

[0012] チャンバ2の壁には、少なくとも1つの貫通孔が設けられ、その貫通孔は、ウインドウ21によって塞がれている。ウインドウ21は、チャンバ2の外部に配置されるレーザ装置5から出射されるパルスレーザ光PLを透過するものとされる。

[0013] チャンバ2の内部では、チャンバ2の内部に供給されるドロップレットDLの軌道OTにおける所定の領域が、そのドロップレットDLをプラズマ化するプラズマ生成領域22とされる。このプラズマ生成領域22には、レーザ装置5から出射されるパルスレーザ光PLが集光される。

[0014] またチャンバ2の内部には集光ミラー23が設けられている。集光ミラー23は、プラズマ生成領域22でのドロップレットDLのプラズマ化により生じる光に含まれるEUV光を反射面23Aで反射させて焦点に集光し、露光装置10に出力する。集光ミラー23の反射面23Aは、例えば回転楕円

面形状とされる。

[0015] ターゲット回収部4は、チャンバ2の内部に供給されたドロップレットDLのうちプラズマ生成領域22でプラズマ化されなかったドロップレットDLを回収するものである。例えば、ターゲット回収部4は、チャンバ2のうちターゲット供給部3が取り付けられる壁とは反対側の壁であってドロップレットDLの軌道OT上に設けられる。

[0016] レーザ装置5は、所定のパルス幅のパルスレーザ光PLを出射するものとされる。例えば、レーザ装置5は、Nd:YAGレーザ、或いは、Nd:YVO₄レーザ等の固体レーザ装置であってもよく、その高調波光を出射してもよい。また例えば、レーザ装置5は、CO₂レーザ、或いは、エキシマレーザ等のガスレーザ装置であってもよい。また例えば、レーザ装置5は、直線偏光のパルスレーザ光PLを出射してもよい。パルス幅は、100fs以上1ns未満のピコ秒パルス幅とされてもよく、1ns以上のナノ秒パルス幅とされてもよい。なお、レーザ装置5は、バースト期間において、プリパルスレーザ光とメインパルスレーザ光とを所定パルス単位で交互に出射するようにしてもよい。

[0017] レーザ集光光学系6は、レーザ装置5から出射するパルスレーザ光PLをプラズマ生成領域22に集光する光学系である。本実施形態では、レーザ集光光学系6の全部がチャンバ2の外部に設けられているが、当該レーザ集光光学系6の一部がチャンバ2の内部に設けられていてもよい。また、レーザ集光光学系6の一部が3軸方向に移動可能なステージ上に設けられ、レーザ集光光学系6によって集光される集光位置がステージで変更可能になっていてもよい。

[0018] ターゲットセンサ7は、例えば、チャンバ2の壁を貫通するように設けられており、そのチャンバ2の内部に供給されるドロップレットDLの存在、軌跡、位置、速度等を検出し、この検出結果として得られる検出信号S1をコントローラ8に供給する。

[0019] コントローラ8は、極端紫外光生成装置1全体を制御するよう構成される

。このコントローラ 8 には、少なくとも、ターゲットセンサ 7 から検出信号 S 1 が入力されるとともに、露光装置 10 からバースト信号 S 2 が入力される。

[0020] バースト信号 S 2 は、EUV 光を生成すべきバースト期間と、EUV 光の生成を休止すべき休止期間とを指定する信号であり、当該バースト信号 S 2 ではバースト期間と休止期間とが繰り返される。バーストパターンは、EUV 光のエネルギー、繰り返し周波数、パルス数、バースト期間の長さ、休止期間の長さ、バースト数のうちいずれかまたは複数を含んだデータによって定義される。このバーストパターンは露光装置 10 で設定される。

[0021] コントローラ 8 は、検出信号 S 1、バースト信号 S 2 に基づいて、バースト期間においてプラズマ生成領域 22 にドロップレット DL が達したときにパルスレーザ光 PL が照射されるよう、レーザ装置 5 を適宜制御する。

[0022] なお、コントローラ 8 は、ドロップレット DL の出力タイミングや出力方向等が調整されるように検出信号 S 1 等に基づいてターゲット供給部 3 を制御するようにしてもよい。また、コントローラ 8 は、パルスレーザ光 PL がプラズマ生成領域 22 における所定の目標位置に照射されるように、検出信号 S 1 等に基づいてレーザ集光光学系 6 を制御するようにしてもよい。さらに、上記の制御は単なる例示に過ぎず、当該制御以外の他の制御に置換されても他の制御が追加されてもよい。

[0023] エッチングガス供給部 9 は、ドロップレット DL のプラズマ化により生じたデブリおよび陽イオンに反応するガスをチャンバ 2 の内部に供給する。ターゲット物質であるドロップレット DL の材料がスズである場合、エッチングガス供給部 9 から供給されるガスは水素ガスや水素を含有するガス等とされる。この場合、ドロップレット DL のプラズマ化により生じるスズ微粒子およびスズイオンは水素と反応し、常温で気体のスタンナンとなる。ここで、デブリとはターゲット物質の微粒子を指す。

[0024] エッチングガス供給部 9 は、例えば、円錐台状の外形を有するノズル 31 を有する構成とされる。このノズル 31 は集光ミラー 23 に設けられる貫通

孔 2 3 B に挿通され、ノズル 3 1 の先端は集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A から突出している。このようなノズル 3 1 は台座 3 2 に固定されており、図示しないガス供給源から第 1 のガス導入管 3 3 及び台座 3 2 を順次介して与えられるエッチングガスをプラズマ生成領域 2 2 に向けてチャンバ 2 の内部に供給する。

[0025] また、ノズル 3 1 の外周面には第 2 のガス導入管 3 4 が取り付けられており、この第 2 のガス導入管 3 4 の出力端は集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A に向けられている。ノズル 3 1 は、図示しないガス供給源から第 2 のガス導入管 3 4 を介して与えられるエッチングガスを集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A に向けてチャンバ 2 の内部に供給する。

[0026] 2. 2 動作

コントローラ 8 によってバースト期間にレーザ装置 5 からパルスレーザ光 P L が出射される。このレーザ装置 5 から出射したパルスレーザ光 P L は、レーザ集光光学系 6 によって、チャンバ 2 のウインドウ 2 1 を介してチャンバ 2 の内部のプラズマ生成領域 2 2 に集光される。

[0027] ここで、レーザ装置 5 は、バースト期間においてプラズマ生成領域 2 2 にドロップレット D L が達したときにパルスレーザ光 P L が照射されるようコントローラ 8 により制御されている。このため、ターゲット供給部 3 からチャンバ 2 の内部に供給されプラズマ生成領域 2 2 に達したドロップレット D L に対してパルスレーザ光 P L が照射される。

[0028] パルスレーザ光 P L が照射されたドロップレット D L はプラズマ化し、そのプラズマから E U V 光を含む光が放射する。E U V 光は集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A で選択的に反射し、チャンバ 2 の外部の露光装置 1 0 に導光される。

[0029] なお、プラズマ生成領域 2 2 に達するドロップレット D L に対してプリパルスレーザ光を照射してターゲット物質を拡散させた後、その拡散ターゲット物質に対してメインパルスレーザ光を照射して拡散ターゲット物質をプラズマ化する場合がある。このプリパルスレーザ光及びメインパルスレーザ光

は、上述したようにレーザ装置 5 から出射し得る。このようにした場合、レーザ光のエネルギーから E U V 光のエネルギーへの変換効率 (C E) が向上し得る。

[0030] ところで、ドロップレット D L がプラズマ化した場合、E U V 光を含む光が放射するとともにデブリおよび陽イオンが飛散する。デブリおよび陽イオンの一部は、エッチングガス供給部 9 からチャンバ 2 の内部に供給されるエッチングガスと反応することで気体に変化する。このため、ウインドウ 2 1 や集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A へのデブリ堆積および陽イオン衝突によるスパッタリングが抑制される。陽イオンのエネルギーは数 k e V に達することがあり、集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A をスパッタリングしてしまう。スパッタリングが進行すると反射面 2 3 A の反射率は低下し、露光装置 1 0 に出力される E U V 光の出力が低下し得る。

[0031] 3. 比較例

3. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

次に、下記の実施形態の比較例として極端紫外光生成装置の一部の構成を説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略される。

[0032] 図 2 に示すように、比較例の極端紫外光生成装置には、上述の構成に加えて、ターゲット物質のプラズマ化により生じたデブリおよび陽イオンと、それらがエッチングガスと反応した気体を排出する機構として、排出口 4 1、排出管 4 2、排気装置 4 3、磁場発生部 4 4 が備えられる。なお、図 2 では、便宜上、ターゲット供給部 3、ターゲット回収部 4、レーザ装置 5、ターゲットセンサ 7、コントローラ 8 は省略されている。

[0033] 排出口 4 1 は、チャンバ 2 の壁を貫通する開口であり、ドロップレット D L の軌道 O T を挟んで対向するチャンバ 2 の壁の一方に設けられる排出口 4 1 A と、当該壁の他方に設けられる排出口 4 1 B とを有する。

[0034] 排出管 4 2 は、排出対象のデブリおよび陽イオンと、それらがエッチングガスと反応した気体をチャンバ 2 から外部に導くための管であり、排出口 4

1 Aに連結される排出管4 2 Aと、排出口4 1 Bに連結される排出管4 2 Bとを有する。これら排出管4 2 A, 4 2 Bは、排出口4 1 A, 4 1 Bの開口面に対して直交する方向に沿って延在している。排出管4 2 A, 4 2 Bのうち、排出口4 1 A, 4 1 Bと連結される端部とは逆側の端部は排気装置4 3に接続される。

[0035] 排気装置4 3は、排出口4 1 A, 4 1 Bから対応する排出管4 2 A, 4 2 Bを介してチャンバ2内の残留ガスを排気する。排気装置4 3によって排気される残留ガスには、デブリおよび陽イオンと、それらがエッチングガスと反応した生成物と、未反応のエッチングガスとが含まれる。なお、排気装置4 3は、エッチングガス供給部9からチャンバ2の内部に供給されるエッチングガスのガス量と同量の残留ガス量を排気するようにしてもよく、チャンバ2の内圧を略一定に保つようにしてもよい。

[0036] 磁場発生部4 4は、プラズマ生成領域2 2でのドロップレットDLのプラズマ化により生じる陽イオンが排出口4 1 A, 4 1 Bに収束するための磁場MLを発生するものであり、例えば、チャンバ2を挟んで対向する一対の電磁石5 1, 5 2により構成される。

[0037] 電磁石5 1は、超電導コイル5 1 Aと、超電導コイル5 1 Aを囲うケース5 1 Bと、超電導コイル5 1 Aに接続される図示しない電流供給部とを有し、当該電流供給部から超電導コイル5 1 Aに電流を供給することで磁場MLを形成し得る。電磁石5 2は、超電導コイル5 2 Aを囲うケース5 2 Bと、超電導コイル5 2 Aに接続される図示しない電流供給部とを有し、当該電流供給部から超電導コイル5 2 Aに電流を供給することで磁場MLを形成し得る。

[0038] 超電導コイル5 1 A, 5 2 Aは、それら超電導コイル5 1 A, 5 2 Aの中間にプラズマ生成領域2 2が位置するように配置される。また、超電導コイル5 1 A, 5 2 Aは、超電導コイル5 1 Aの貫通孔5 1 Hに挿通される排出管4 2 Aの長手方向の中心軸と、超電導コイル5 2 Aの貫通孔5 2 Hに挿通される排出管4 2 Bの長手方向の中心軸とが一致するように配置され、当該

中心軸は磁場MLの磁場軸AXと一致する。

[0039] このような一对の電磁石51, 52により構成される磁場発生部44では、電磁石51で超電導コイル51Aに供給する電流の方向と、電磁石52で超電導コイル52Aに供給する電流の方向とが同方向にされる。このような電流が超電導コイル51A, 52Aに供給された場合、超電導コイル51A, 52Aの近傍で磁束密度がもっとも高く、プラズマ生成領域22に向かうほど磁束密度が低くなる磁場MLが発生する。このような磁場MLはミラー磁場と呼ばれることもある。

[0040] 排出口41A, 41Bから陽イオンを効率良く排出する観点では、ミラー比を小さくすることが好ましい。ミラー比は、超電導コイル51A, 52Aの中間に位置されるプラズマ生成領域22での磁束密度に対する、当該超電導コイル51A, 52Aの近傍での磁束密度の比である。また、排出口41Aとプラズマ生成領域22との間における磁力線が磁場軸AXと略平行になり、排出口41Bとプラズマ生成領域22との間における磁力線が磁場軸AXと略平行になるように、磁場MLの形状が制御されてもよい。例えば、超電導コイル51A, 52Aの巻き数やそれら超電導コイル51A, 52Aに印加される電流の強さ等によって磁場MLの形状が制御され得る。

[0041] なお、磁場発生部44は、一对の電磁石51, 52により構成されたが、当該一对の電磁石51, 52に代えて一对の永久磁石により構成されてもよい。

[0042] 3. 2 動作

図3に示すように、プラズマ生成領域22でドロップレットDLがプラズマ化することで生じる陽イオンは、ローレンツ力を受けることで磁力線に垂直な面内で回転する軌道を描いて運動する。

[0043] また、このように運動する陽イオンが排出口41A, 41Bの方向に速度成分を有している場合、磁力線に沿ってらせん軌道を描きながら移動し、排出口41A, 41Bに収束する。排出口41A, 41Bから排出管42A, 42Bの管内に達した陽イオンは排気流に乗って排気装置43に流入し、そ

の排気装置 4 3 で所定の排気処理が施される。このようにして、陽イオン衝突による集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A のスパッタリングが抑制される。

[0044] 3. 3 課題

ところが、比較例の極端紫外光生成装置では、磁場発生部 4 4 により形成される磁場 M L の磁束密度は、超電導コイル 5 1 A, 5 2 A の近傍でもっとも高く、プラズマ生成領域 2 2 に向かうほど低くなっている。このため、軌道の変動を受けた陽イオン等の一部の陽イオンが排出口 4 1 A, 4 1 B からプラズマ生成領域 2 2 に戻ってしまう場合がある。

[0045] この結果、チャンバ 2 の内部に生じた陽イオンが滞留し、その滞留する陽イオンが他の陽イオンやデブリ等と衝突して新たなデブリとなり、ウインドウ 2 1 や集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A 等に堆積することがある。その結果、当該光学素子の反射率や透過率が低下するという不具合が生じ得る。このようなデブリに起因する光学素子の汚染が生じると、E U V 光の出力が低下する、あるいは、E U V 光が生成されないといったことが懸念される。

[0046] そこで、以下の実施形態では、デブリに起因する光学素子の汚染を低減し得る極端紫外光生成装置が例示される。

[0047] 4. 実施形態 1

4. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

次に、実施形態 1 として極端紫外光生成装置の構成を説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0048] 図 4 に示すように、本実施形態の極端紫外光生成装置は、ターゲット物質のプラズマ化によりデブリとして生じる陽イオンを中性化させる電子を放出するよう構成される電子放出部 6 0 を備えている点で、上記比較例の極端紫外光生成装置と相違する。

[0049] この電子放出部 6 0 によって放出される電子が届く範囲内に排出口 4 1 A, 4 1 B が設けられる。本実施形態の場合、電子放出部 6 0 は、排出口 4 1 A, 4 1 B の周辺におけるチャンバ 2 の壁にそれぞれ配置されている。排出

口 4 1 A の周辺におけるチャンバ 2 の壁に配置されている電子放出部 6 0 と、排出口 4 1 B の周辺におけるチャンバ 2 の壁に配置されている電子放出部 6 0 とは本実施形態では同じ構成とされるが、異なってもよい。

[0050] 電子放出部 6 0 は、集光ミラー 2 3 との関係では、図 5 に示すように、集光ミラー 2 3 の焦点 F と、その焦点 F に集まる光束のうち最も外側の光線 R と、集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A とで囲まれる領域 A R よりも外側に配置されている。なお、この領域 A R は、集光ミラー 2 3 の反射光軸と垂直な平面に反射面が投影された領域でもよい。また、焦点 F 側から集光ミラー 2 3 の反射面 2 3 A を正面視した場合に、電子放出部 6 0 はその反射面 2 3 A と重ならないよう配置されるとよい。

[0051] また電子放出部 6 0 は、磁場発生部 4 4 との関係では、最も磁束密度が高い超電導コイル 5 1 A, 5 2 A の近傍の位置よりもチャンバ 2 側に配置されている。なお、電子放出部 6 0 は、最も磁束密度が高い超電導コイル 5 1 A, 5 2 A の近傍の位置よりもチャンバ 2 側であれば、排出口 4 1 A, 4 1 B の周辺におけるチャンバ 2 の外側である排出管 4 2 A, 4 2 B の壁にそれぞれ配置されていてもよい。

[0052] このような電子放出部 6 0 は、例えば図 6 に示すように、フィラメント 6 1、電源 6 2、制御電源 6 3 を含む構成とされてもよい。フィラメント 6 1 は、チャンバ 2 の内壁面に沿ってチャンバ 2 の内部空間に配置され、当該チャンバ 2 の壁に設けられるフィールドスルー 6 4 を通る配線 6 5 により電源 6 2 と接続される。なお、図 6 に示す例では、フィラメント 6 1 はチャンバ 2 の内部空間に配置されているが、当該フィラメント 6 1 の一部がチャンバ 2 の内部空間に接する状態でチャンバ 2 の壁に埋め込まれていてもよい。

[0053] フィラメント 6 1 の材料は、例えばタングステンやタンタル等の金属とされる。なお、仕事関数が低く電子を放出し易い酸化バリウムや六ホウ化ランタン等の酸化金属がフィラメント 6 1 の表面にコーティングされていてもよい。

[0054] 電源 6 2 は直流電源であっても交流電源であってもよく、当該電源電流は

例えば1～50A程度とされる。制御電源63は、グラウンドに対してフィラメント61をマイナスにバイアスさせるバイアス電源であり、当該バイアス電圧は例えば1～50V程度とされる。

[0055] 図6に示す電子放出部60では、フィラメント61に電源62の電源電圧が印加されフィラメント61に電流が流れた場合、フィラメント61内では自由電子である熱電子が発生する。このフィラメント61にはマイナスのバイアス電圧が印加されているため、そのフィラメント61から熱電子がはじき出される。このようにして図6に示す電子放出部60は電子を放出し得る。

[0056] また電子放出部60は、例えば図7に示すように、フィラメント61に代えてヒータ66、絶縁板67及び金属板68を適用するようにしてもよい。ヒータ66は、チャンバ2の内壁面と間隔をあけて配置され、フィールドスルー64を通る配線65により電源62と接続される。

[0057] 絶縁板67は、ヒータ66におけるチャンバ2の内壁側とは逆側の面上に設けられる。この絶縁板67の材料としては、例えばアルミナセラミックスや窒化アルミセラミックスなどが挙げられる。なお、熱伝導性の高い材料であることが望ましい。

[0058] 金属板68は、絶縁板67におけるヒータ66側とは逆側の面上に設けられ、電子引き出し用のバイアス電源である制御電源63を介してグラウンドに接続される。この金属板68の材料は仕事関数の低い金属であるとよい。なお、仕事関数の低い物質が金属板68の表面にコーティングされていてもよい。

[0059] 図7に示す電子放出部60では、電源62の電源電圧が印加されヒータ66が加熱された場合、絶縁板67を介して金属板68が加熱され、その金属板68内では自由電子である熱電子が発生する。この金属板68にはマイナスのバイアス電圧が印加されているため、その金属板68から熱電子がはじき出される。このようにして図7に示す電子放出部60は電子を放出し得る。

[0060] また電子放出部60は、例えば図8に示すように、図6に示すフィラメント61、電源62と、図7に示す金属板68、制御電源63とを組み合わせた構成とされてもよい。

[0061] 図8に示す電子放出部60では、フィラメント61からの輻射によって金属板68が加熱される。この加熱に応じて上述したように金属板68から熱電子がはじき出される。このようにして図8に示す電子放出部60は、図6又は図7に示す電子放出部60に比べてより多くの電子を放出し得る。

[0062] 4. 2 動作

電子放出部60によって放出される電子の一部は、磁力線に沿ってらせん軌道を描きながら排出口41A、41B付近にまで移動してくる陽イオンと反応する。これにより陽イオンは中性化し、その中性化により中性化物質が得られる。

[0063] この中性化物質は磁場発生部44によって発生される磁場MLの影響を受けない。このため中性化物質は、磁場MLによってプラズマ生成領域22に引き戻ることが抑制され、排気流に乗って排気装置43に流入する。なお、エッチングガスとデブリおよび陽イオンとの反応で生じたスタンナン及び反応しなかったエッチングガスについても中性化物質同様に排気流に乗って排気装置43に流入する。

[0064] 4. 3 作用・効果

本実施形態の極端紫外光生成装置では、排出口41A、41Bに向けて陽イオンが収束するよう磁場発生部44によって磁場MLが発生されており、その排出口41A、41Bとその周辺に電子が届くように電子放出部60が配置されている。

[0065] このため、電子放出部60は、排出口41A、41B付近に負の空間電荷をもつ電子を供給することで、排出口41A、41B付近に陽イオンを引き付け得る。したがって、電子放出部60は、チャンバ2の内部の陽イオンに対して、排出口41A、41Bからプラズマ生成領域22に戻ろうとする力とは逆の力を与えて、排出管42A、42Bに陽イオンを積極的に引き付け得

る。

[0066] また、電子放出部60は、排出口41A、41B側に引き付けた陽イオンを電子によって中性化し、磁場発生部44で発生される磁場MLの影響を受けなくさせ得る。したがって、電子放出部60は、排出口41A、41Bからプラズマ生成領域22に向かう陽イオン量を大幅に低減できる。

[0067] このように極端紫外光生成装置は、電子によって排出口41A、41B側に陽イオンを引き付けるのみならず、その陽イオンが磁場MLの影響を受けないように中性化することで、チャンバ2の内部に生じた陽イオンが滞留することを低減し得る。したがって、本実施形態の極端紫外光生成装置は、滞留する陽イオンとデブリ等との衝突に起因して新たなデブリが生じることを低減でき、この結果、デブリに起因する光学素子の汚染を低減し得る。

[0068] 5. 実施形態2

5. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

次に、実施形態2として極端紫外光生成装置の一部の構成を説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0069] 図9に示すように、本実施形態の極端紫外光生成装置は、排出管42に代えて排出管142を備えた点で、上記実施形態1の極端紫外光生成装置と相違する。

[0070] 排出管142は、排出口41Aに連結される排出管142Aと、排出口41Bに連結される排出管142Bとを有する。これら排出管142A、142Bは、排出口41A、41Bの開口面に対して略直交する方向に曲げられる屈曲部位を有し、その方向に沿ってケース51B、52Bとチャンバ2との間に延在している。

[0071] なお、屈曲部位は、本実施形態では排出口41A、41Bの開口面に対して略直交する方向になっているが、当該開口面と交わる方向に曲げられていれば、略直交する方向でなくてもよい。また、屈曲部位から排出側に延在する管部分は、本実施形態ではケース51B、52Bとチャンバ2との間に延

在しているが、当該ケース 5 1 B, 5 2 B とチャンバ 2 との間に延在していてもよい。

[0072] 5. 2 動作

電子放出部 6 0 によって放出される電子の一部は、磁力線に沿ってらせん軌道を描きながら排出口 4 1 A, 4 1 B 付近にまで移動してくる陽イオンと反応して中性化物質となる。この中性化物質は磁場 M L の影響を受けることなく、排気流に乗って排気される。

[0073] 5. 3 作用・効果

本実施形態の極端紫外光生成装置は、上記実施形態 1 と同様に、電子によって排出口 4 1 A, 4 1 B 側に陽イオンを引き付けるのみならず、その陽イオンが磁場 M L の影響を受けないように中性化する。このため、極端紫外光生成装置は、排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B が排出口 4 1 A, 4 1 B の直後で曲げられていても、陽イオンを中性化して排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B に流入させ得る。したがって、本実施形態の極端紫外光生成装置は、上記実施形態 1 と同様に、チャンバ 2 の内部に生じた陽イオンが滞留することを低減し得る。

[0074] 6. 実施形態 3

6. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

次に、実施形態 3 として極端紫外光生成装置の一部の構成を説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0075] 図 1 0 に示すように、本実施形態の極端紫外光生成装置は、排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B の内部に、変向部材 7 0、逆流抑制部材 8 0、トラップ部材 9 0 を備えた点で、上記実施形態 2 の極端紫外光生成装置と相違する。

[0076] 変向部材 7 0 は、排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B の屈曲部位に設けられており、排出口 4 1 A, 4 1 B から導かれる中性化物質の向きを排出側に延在する管部分の方向に変える湾曲面 7 1 を有している。排出側に延在する管部分の方向は、本実施形態では排出口 4 1 A, 4 1 B の開口面に対して略直交する

方向である。

[0077] 逆流抑制部材 80 は、排出管 142A, 142B の管内を排出流方向に沿って移動する中性化物質の逆流を抑制するものであり、排出管 142A, 142B の排出方向に向かうほど管内が狭くなるよう構成される。例えば、逆流抑制部材 80 は壁部 81 を有し、当該壁部 81 によって排出管 142A, 142B の排出方向に向かうほど管内が狭くなっている。この壁部 81 は、円錐台状の管であってもよく、フィン状の板であってもよい。なお、本実施形態では、排出管 142A, 142B の長手方向に沿って所定の間隔ごとに複数の壁部 81 が配置されているが、当該壁部 81 が 1 つでもよい。

[0078] トラップ部材 90 は、排出管 142A, 142B の管内を排出流方向に沿って移動する中性化物質をトラップするものであり、ヒータ 91 を備え、排出管 142A, 142B の一部として構成され、排出管 142A, 142B の他の部分に対して着脱可能に構成される。このヒータ 91 はヒータ電源 92 によって駆動し、中性化物質を加熱することでヒータ 91 の表面上にターゲット物質を析出させ付着させる。なお、中性化物質が常温で気体のスタンタンである場合、ターゲット物質としてスズがヒータ 91 の表面上に析出する。

[0079] 6. 2 動作

電子放出部 60 によって放出される電子によって排出口 41A, 41B 側に陽イオンが引き付けられ、その陽イオンと電子との反応により得られる中性化物質は排出口 41A, 41B に入り、排気流に乗って変向部材 70 に進んで湾曲面 71 に衝突する。

[0080] 変向部材 70 の湾曲面 71 に衝突した中性化物質は、その湾曲面 71 によって排出側に延在する管部分の方向に進行方向を変えられ、逆流抑制部材 80 を通り、トラップ部材 90 に導かれる。ここで、湾曲面 71 によって進行方向を変えられた中性化物質のうち、排出管 142A, 142B の内壁に衝突する等によってその排気方向とは逆方向に逆流する中性化物質があった場合、逆流抑制部材 80 の壁部 81 に捕捉される。

[0081] トラップ部材 90 に導かれる中性化物質はヒータ 91 に加熱されることでそのヒータ 91 の表面上に析出し付着する。また、トラップ部材 90 に導かれ、ヒータ 91 の表面上に析出しなかった中性化物質は排気流に乗って排気装置 43 に流入する。

[0082] 6. 3 作用・効果

本実施形態の極端紫外光生成装置では、排出管 142A, 142B の屈曲部位に湾曲面 71 を有する変向部材 70 が設けられている。このため、排出管 142A, 142B が屈曲していても、変向部材 70 の湾曲面 71 によって排出口 41A, 41B から導かれる中性化物質の進行方向が滑らかに変更される。したがって、本実施形態の極端紫外光生成装置は、排出口 41A, 41B から過度な速度で排出管 142A, 142B に中性化物質が流入しても、その中性化物質がチャンバ 2 内に戻ることを抑制させ得る。

[0083] また、本実施形態の極端紫外光生成装置は、逆流抑制部材 80 によって排出管 142A, 142B の管内を排出流方向に沿って移動する中性化物質の逆流を抑制するため、中性化物質がチャンバ 2 内に戻ることをより一段と抑制させ得る。

[0084] さらに本実施形態の極端紫外光生成装置は、トラップ部材 90 によって排出管 142A, 142B の管内で中性化物質を析出させて集めるため、中性化物質がチャンバ 2 内に戻ることをより一段と抑制させ得る。

[0085] トラップ部材 90 は、本実施形態では排出管 142A, 142B に対して着脱可能に設けられているため、メンテナンスの際にトラップ部材 90 を取り外して析出したターゲット物質が回収可能になる。したがって、メンテナンス時間が短縮され、またメンテナンスが容易となる。

[0086] なお、本実施形態の逆流抑制部材 80、トラップ部材 90 については、上記実施形態 1 の排出管 42A, 42B に備えるようにしてもよい。

[0087] 7. 実施形態 4

7. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

次に、実施形態 4 として極端紫外光生成装置の一部の構成を説明する。な

お、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0088] 図 1 1 に示すように、本実施形態の極端紫外光生成装置は、変向部材 7 0 で 2 次電子を放出可能にした点、逆流抑制部材 8 0 及びトラップ部材 9 0 を省略した点で、上記実施形態 3 の極端紫外光生成装置と相違する。なお、逆流抑制部材 8 0 及びトラップ部材 9 0 の一方又は双方が省略されていなくてもよい。

[0089] 本実施形態の変向部材 7 0 は、絶縁部材 1 0 1 を介して排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B と非接触の状態で排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B の内壁に設けられており、当該排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B とは電氣的に隔離される。また、変向部材 7 0 は、排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B の壁に設けられるフィールドスルー 6 4 を通る配線 6 5 によりバイアス電源である制御電源 6 3 と接続される。

[0090] この変向部材 7 0 は、陽イオンの衝突により 2 次電子を放出する材料により構成される。この変向部材 7 0 の材料は、例えばタングステンやタンタル等の金属とされる。なお、仕事関数が低く電子を放出し易い酸化バリウムや六ホウ化ランタン等の酸化金属が好ましい。または、変向部材 7 0 の材料は、酸化バリウムや六ホウ化ランタン等がコーティングされた導電性材料でもよい。

[0091] 7. 2 動作

磁場発生部 4 4 で発生される磁場 M L による軌道に応じて陽イオンが排出口 4 1 A, 4 1 B に向けて収束し、その一部の陽イオンは排出口 4 1 A, 4 1 B から排出管 1 4 2 A, 1 4 2 B に流入して変向部材 7 0 の湾曲面 7 1 に衝突する。

[0092] この衝突により変向部材 7 0 内では 2 次電子が発生する場合がある。この変向部材 7 0 にはマイナスのバイアス電圧が印加されているため、変向部材 7 0 内で発生した 2 次電子は変向部材 7 0 からはじき出される。

[0093] また、変向部材 7 0 の湾曲面 7 1 に対して連続的に陽イオンが衝突して変向部材 7 0 の温度が上昇した場合には、変向部材 7 0 内で自由電子である熱

電子が発生し、その熱電子が変向部材 70 からはじき出される。

[0094] このようにして変向部材 70 から放出する電子は、磁場発生部 44 で発生される磁場 ML による軌道に応じて排出口 41A, 41B に向けて収束する陽イオンと反応する。これにより陽イオンは中性化し、その中性化により中性化物質が得られる。

[0095] 排出口 41A, 41B から排出管 142A, 142B に流入して変向部材 70 の湾曲面 71 に衝突して中性化された中性化物質は、その湾曲面 71 によって排出側に延在する管部分の方向に進行方向を変えられ、排気装置 43 に導かれる。

[0096] 7. 3 作用・効果

本実施形態の極端紫外光生成装置では、変向部材 70 は、中性化物質の向きを変更することに加えて、陽イオンの衝突により 2 次電子を放出し得る。すなわち、変向部材 70 が電子放出部 60 を兼ねることになるため、実施形態 3 のように変向部材 70 と電子放出部 60 とを別々に設ける場合に比べて小型化し得る。また、変向部材 70 が 2 次電子を放出するのみならず熱電子も放出し得るため、陽イオンの中性化効率を向上させ得る。

[0097] なお、本実施形態の排出口 41A, 41B の周辺におけるチャンバ 2 の壁に上記実施形態 1 の電子放出部 60 を設けるようにしてもよい。このようにすれば、より一段と陽イオンの中性化効率を向上させ得る。また、変向部材 70 に対して電源 62 を接続し、その電源 62 の電源電圧を変向部材 70 に印加して加熱することで、当該変向部材 70 から熱電子を放出させるようにしてもよい。このようにすれば、陽イオンの衝突によって 2 次的に変向部材 70 の温度を上昇させる場合に比べてより多くの熱電子量を安定的に放出して、より一段と陽イオンの中性化効率を向上させ得る。

[0098] 8. 変形例

以上、上記実施形態が例として説明されたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、上記実施形態を変更するようにしてもよい。

[0099] 例えば、上記実施形態 1 では、電子放出部 60 が排出口 41A, 41B の

周辺におけるチャンバ2の壁に設けられた。しかしながら、上記実施形態4のように、排出口41A、41Bの周辺における排出管42A、42Bの壁に電子放出部60が設けられていてもよい。また、電磁石51、52の超電導コイル51A、52Aの貫通孔51H、52Hに挿通されている排出管42A、42Bの内部に電子放出部60が設けられていてもよい。このように、排出管42A、42Bの内部に電子放出部60が設けられた場合には、その排出管42A、42Bの内部に向けて収束する陽イオンを中性化させ得るので、当該中性化物質や陽イオンがチャンバ2に逆流することをより抑制させ得る。

[0100] 上記実施形態では、互いに対向するチャンバ2の壁に排出口41A、41Bが設けられ、それら排出口41A、41Bの外側に一对の電磁石51、52が設けられた。しかしながら、例えば、排出口41A、41Bの一方を省略し、その省略した側の電磁石51、52も省略するようにしてもよい。また例えば、磁場発生部44が、電磁石51側の排出口41Aからプラズマ生成領域22を介して電磁石52側の排出口41Bに陽イオンが収束するための磁場を発生するようにしてもよい。また例えば、電磁石51、52もしくは永久磁石等の磁石がチャンバ2の内部にあってもよい。要するに、磁場発生部は、プラズマ生成領域でのターゲット物質のプラズマ化により生じる陽イオンが排出口に収束するための磁場を発生するよう構成されていればよい。

[0101] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図したものである。従って、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本開示の実施形態や変形例に変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。

[0102] 本明細書及び添付の特許請求の範囲全体で使用される用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」又は「含まれる」という用語は、「含まれるものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。「有する」という用語は、「有するものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。また、本明細書、及び添

付の特許請求の範囲に記載される不定冠詞「１つの」は、「少なくとも１つ」又は「１又はそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。

符号の説明

[0103] １・・・極端紫外光生成装置、２・・・チャンバ、３・・・ターゲット供給部、４・・・ターゲット回収部、５・・・レーザ装置、６・・・レーザ集光光学系、７・・・ターゲットセンサ、８・・・コントローラ、９・・・エッチングガス供給部、４１・・・排出口、４２，１４２・・・排出管、４３・・・排気装置、４４・・・磁場発生部、６０・・・電子放出部、７０・・・変向部材、８０・・・逆流抑制部材、９０・・・トラップ部材。

請求の範囲

- [請求項1] プラズマ生成領域を内部に有し、前記プラズマ生成領域に向けて外部からターゲット物質が供給されるチャンバと、
 前記チャンバに設けられる排出口と、
 前記プラズマ生成領域での前記ターゲット物質のプラズマ化により生じる陽イオンが前記排出口に収束するための磁場を発生するよう構成された磁場発生部と、
 前記陽イオンを中性化させる電子を放出するよう構成された電子放出部と、
 前記排出口に連結され、前記陽イオンの中性化により得られる中性化物質が通る排出管と
 を備える極端紫外光生成装置。
- [請求項2] 前記排出口は、前記電子放出部によって放出される電子が届く範囲内に設けられる
 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置。
- [請求項3] 前記チャンバ内には、前記プラズマ生成領域での前記ターゲット物質のプラズマ化により生じる極端紫外光を反射させて焦点に集光する集光ミラーが設けられ、
 前記電子放出部は、前記焦点と、前記焦点に集まる光束のうち最も外側の光線と、前記集光ミラーの反射面とで囲まれる領域の外側に配置される
 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置。
- [請求項4] 前記電子放出部は、前記排出口の周辺における前記チャンバの壁又は前記排出口の周辺における前記排出管の壁に配置される
 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置。
- [請求項5] 前記磁場発生部は、前記チャンバを挟んで対向する一対の磁石により構成され、
 前記電子放出部は、最も磁束密度が高い位置よりもチャンバ側に配

置される

請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項6] 前記磁場発生部は、前記チャンバの外部に配置される磁石により構成され、

前記排出管は、前記磁石に設けられる貫通孔に挿通され、

前記電子放出部は、前記貫通孔に配置されている排出管の内部に配置される

請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項7] 前記排出管は、前記排出口の開口面と交わる方向に曲げられる屈曲部位を有し、

前記屈曲部位には、前記排出口から導かれる中性化物質の向きを前記排出口の開口面と交わる方向に変える湾曲面を有する変向部材が設けられる

請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項8] 前記変向部材は、前記陽イオンの衝突により 2 次電子を放出する材料により構成される

請求項 7 に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項9] 前記電子放出部は、前記変向部材から電子を放出するよう構成される

請求項 7 又は請求項 8 に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項10] 前記排出管の内部には、前記中性化物質の逆流を抑制する逆流抑制部材が設けられ、

前記逆流抑制部材は、前記排出管の排出方向に向かうほど管内が狭くなるよう構成される

請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項11] 前記排出管の内部には、前記中性化物質をトラップするトラップ部材が設けられ、

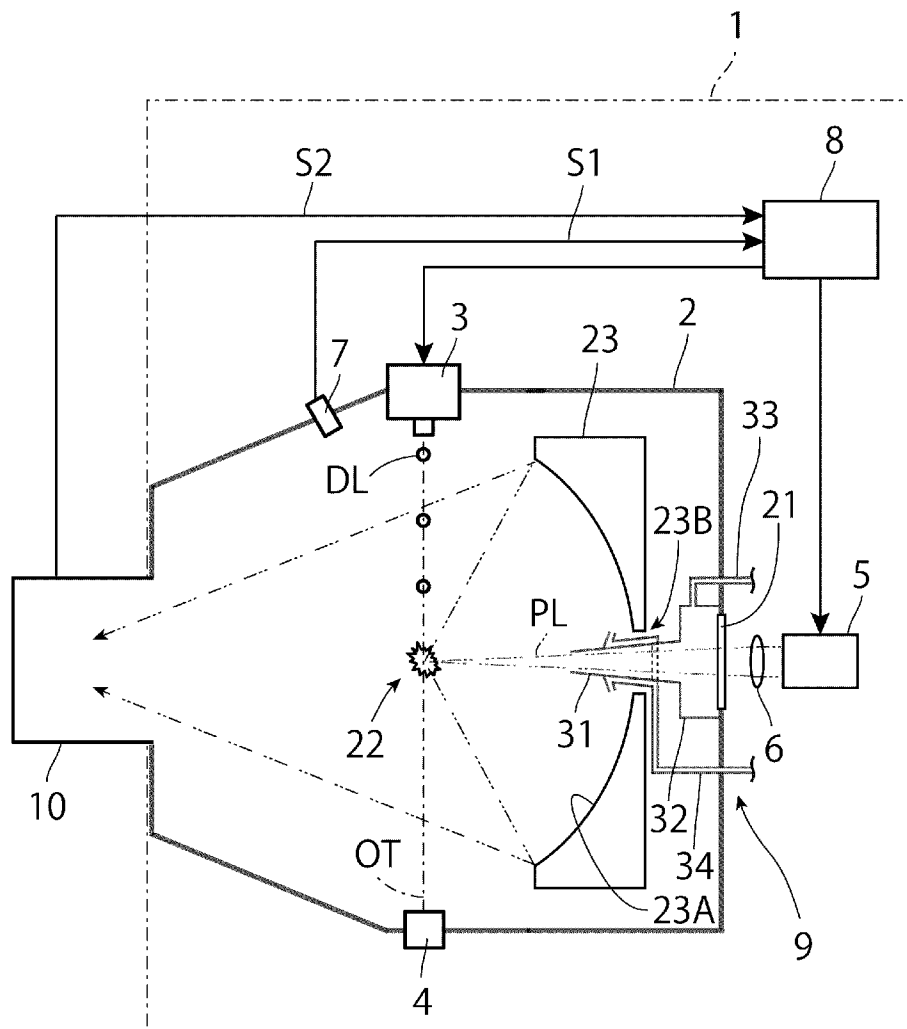
前記トラップ部材は、前記中性化物質を加熱して析出させるヒータ

を備える

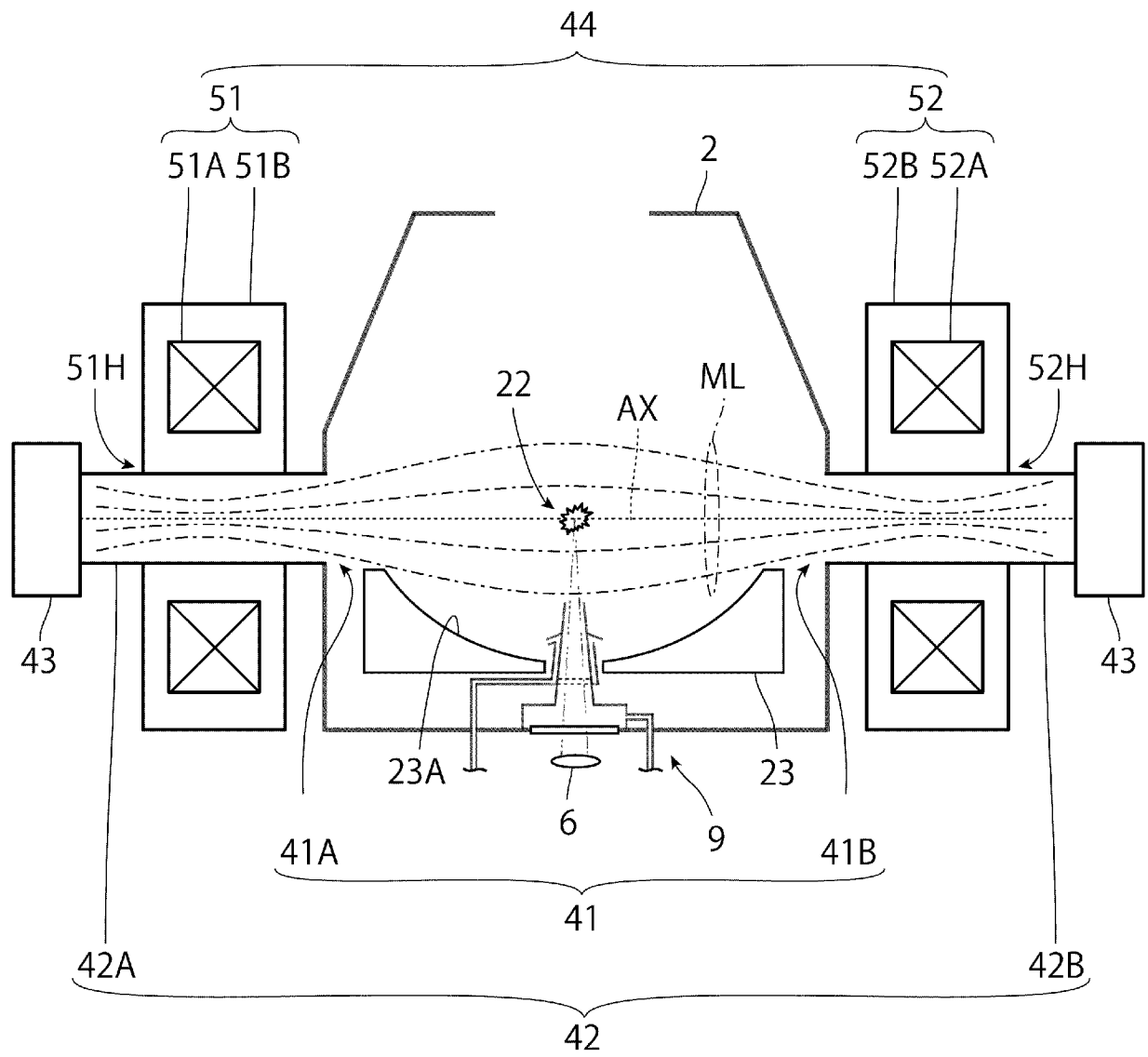
請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項12] 前記ヒータは、前記排出管の内壁に対して着脱可能に構成される
請求項 1 1 に記載の極端紫外光生成装置。

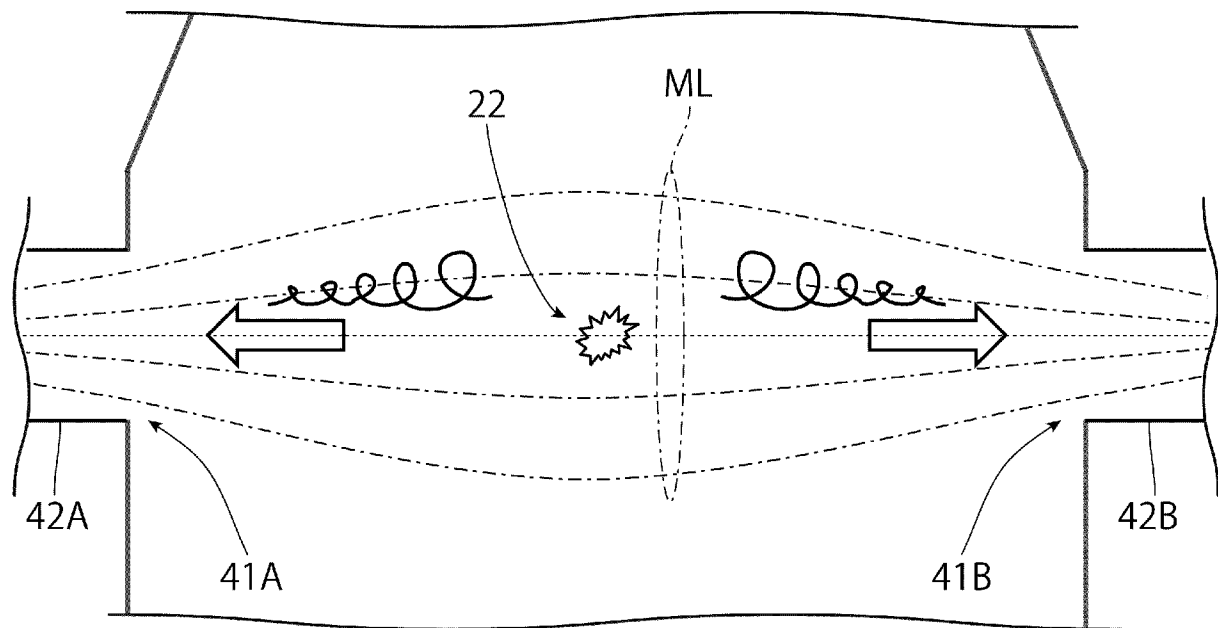
[図1]



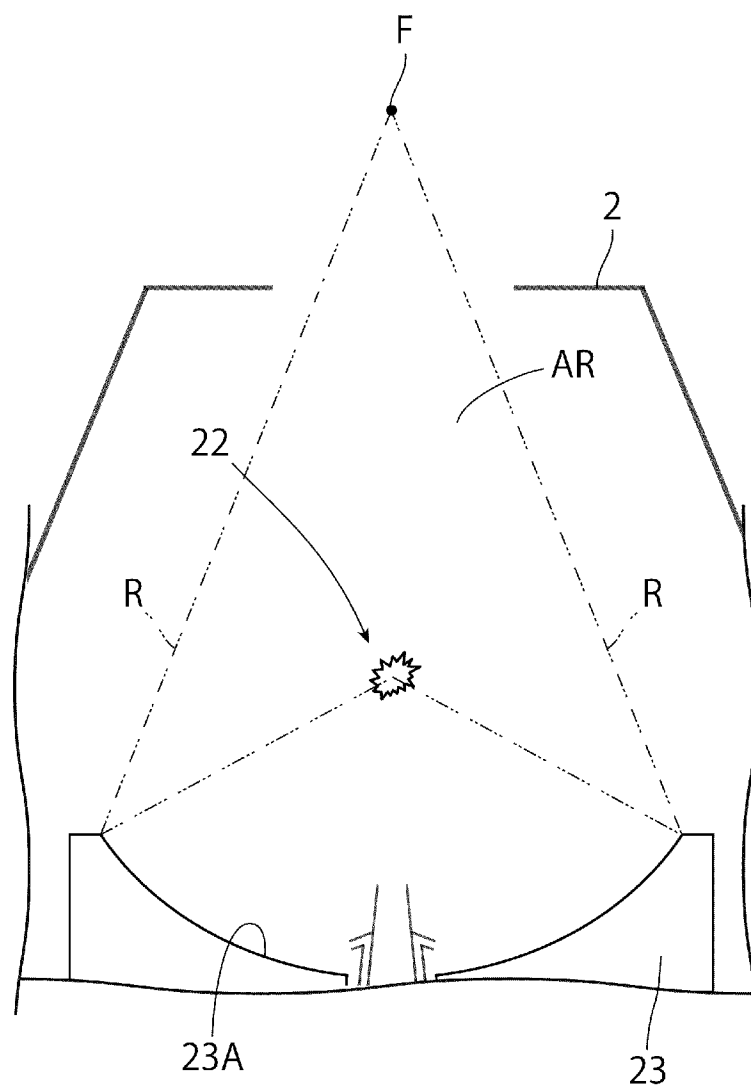
[図2]



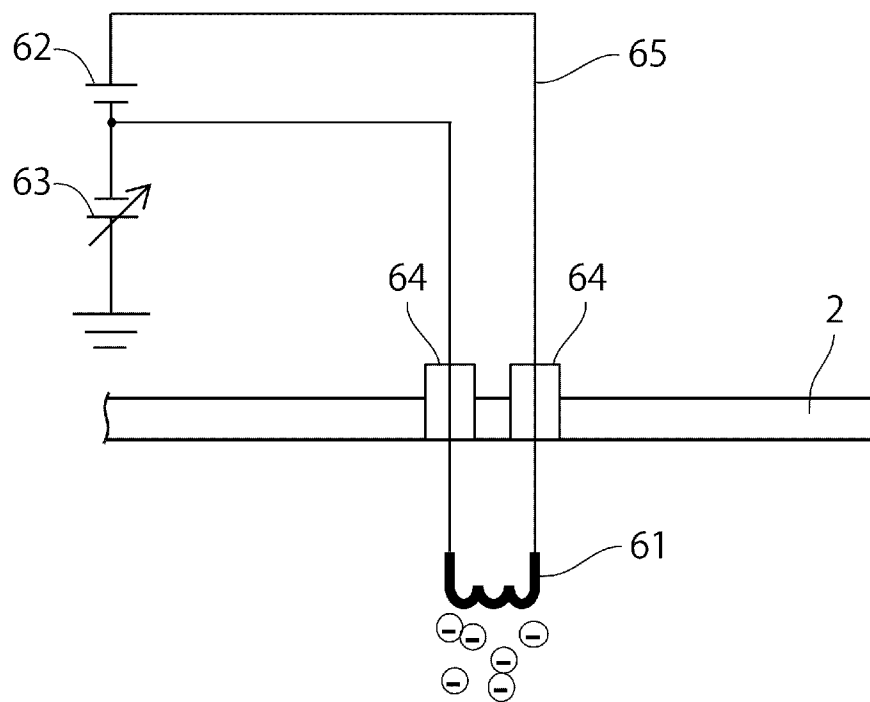
[図3]



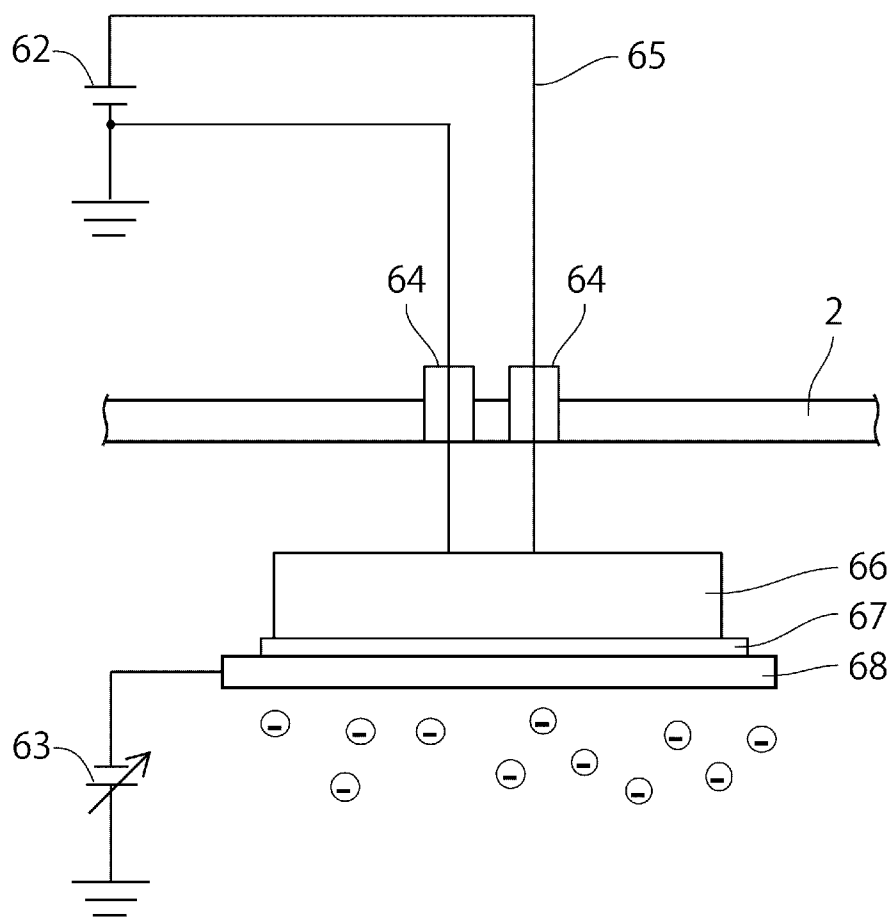
[図5]



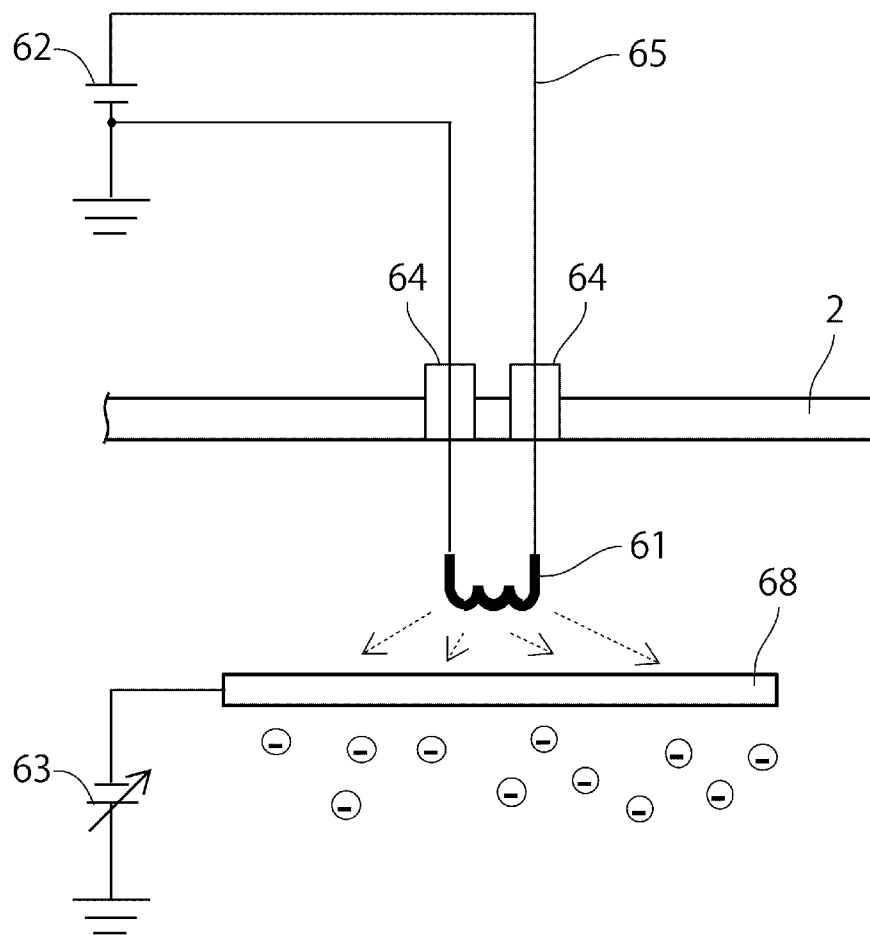
[図6]



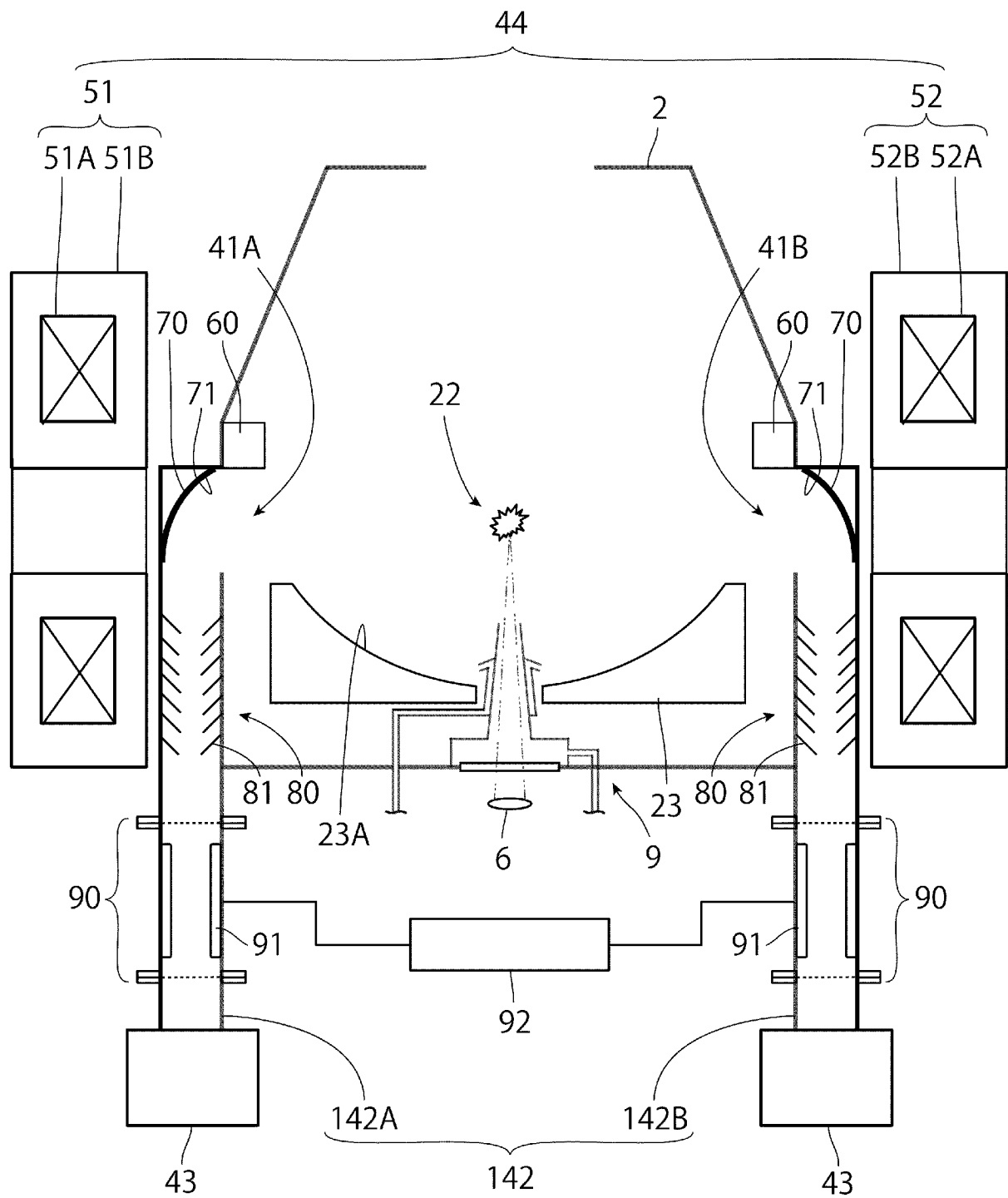
[図7]



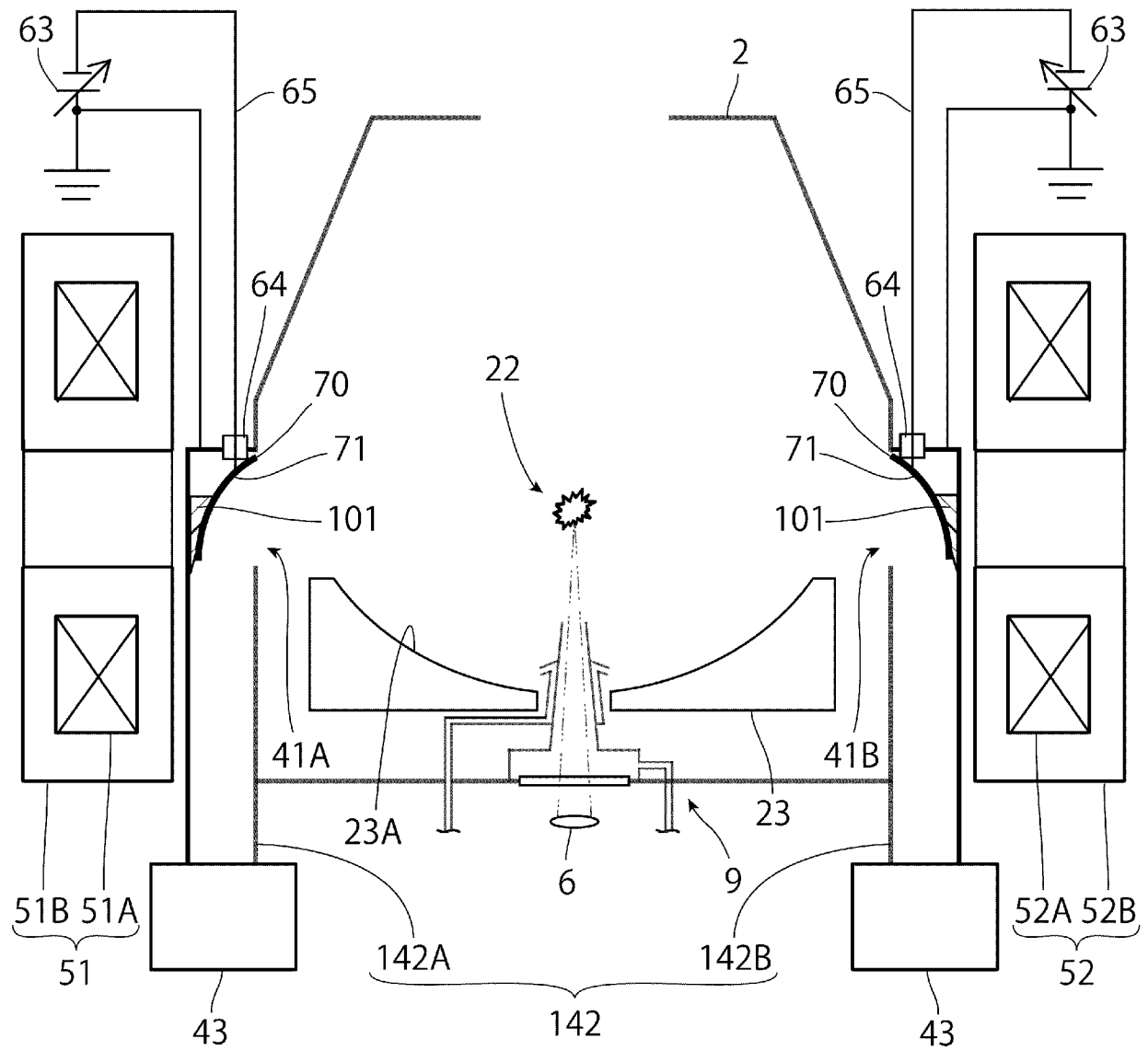
[図8]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071288

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)

H05G1/00-2/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2008-16753 A (Komatsu Ltd.), 24 January 2008 (24.01.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2013-84993 A (Gigaphoton Inc.), 09 May 2013 (09.05.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

☐ 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
04 October 2016 (04.10.16)

Date of mailing of the international search report
18 October 2016 (18.10.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

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（IPC））

Int.Cl. H05G1/00-2/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2008-16753 A（株式会社小松製作所）2008.01.24, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2013-84993 A（ギガフォトン株式会社）2013.05.09, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12

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

04.10.2016

国際調査報告の発送日

18.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

安田 明央

2U

9309

電話番号 03-3581-1101 内線 3292