

(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8月2日(02.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/138918 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01) *H05G 2/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/003211
- (22) 国際出願日: 2017年1月30日(30.01.2017)
- (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: 石原 孝信 (ISHIHARA, Takanobu); 〒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).

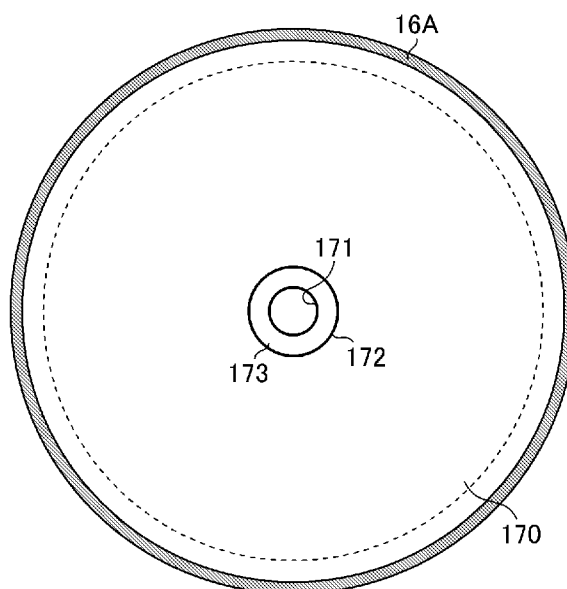
西坂 敏博(NISHISAKA, Toshihiro); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 白石 裕(SHIRAISHI, Yutaka); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 松浦 憲三 (MATSUURA, Kenzo); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル23階 私書箱第176号 新都心国際特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: EXTREME UV LIGHT GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 極端紫外光生成装置



(57) Abstract: The extreme UV light generation device according to one aspect of the present disclosure comprises a chamber; a target supply unit which supplies droplets of a target substance into a plasma generation region inside the chamber; a first pipe which encloses at least part of a range of a trajectory of the droplets, wherein a first end part, which is an upstream end part in the trajectory direction, and a second end part, which is a downstream end part, are open; a second pipe which encloses at least part of a range of the first pipe and is disposed across a gap from part of the first pipe, in which a third end part, which is a downstream end part in the trajectory direction, is open, the third end part extending further downstream in the trajectory direction than the second end part of the first pipe; and a gas supply unit which supplies gas

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

- (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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

that flows through the gap between the first pipe and the second pipe, and causes gas to flow in the trajectory direction from a gas outlet formed in the second end-side of the gap.

(57) 要約: 本開示の一観点に係る極端紫外光生成装置は、チャンバと、チャンバ内のプラズマ生成領域にターゲット物質のドロップレットを供給するターゲット供給部と、ドロップレットの軌道の少なくとも一部の周囲を覆う第1の管であって、軌道方向の上流側端部である第1の端部及び下流側端部である第2の端部の両方が開放された第1の管と、第1の管の少なくとも一部の周囲を覆い、第1の管の少なくとも一部との間に間隙を持って配置された第2の管であって、軌道方向の下流側端部である第3の端部が開放され、第3の端部が第1の管の第2の端部よりもさらに軌道方向の下流側に延出している第2の管と、第1の管と第2の管との間隙に流すガスを供給し、間隙の第2の端部側に開口したガス出口から軌道方向にガスを流出させるガス供給部と、を備える。

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 Ultra Violet）光を生成するための装置と縮小投影反射光学系とを組み合わせた露光装置の開発が期待されている。

[0003] EUV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：国際公開第2016／079838号

特許文献2：国際公開第2015／099058号

特許文献3：特開2004－6365号公報

概要

[0005] 本開示の1つの観点に係る極端紫外光生成装置は、内部でプラズマを生成するチャンバと、チャンバ内のプラズマ生成領域にターゲット物質のドロップレットを供給するターゲット供給部と、ドロップレットの軌道の少なくとも一部の周囲を覆う第1の管であって、ドロップレットの軌道方向の上流側

端部である第 1 の端部及び下流側端部である第 2 の端部の両方が開放された第 1 の管と、第 1 の管の少なくとも一部の周囲を覆い、第 1 の管の少なくとも一部との間に間隙を持って配置された第 2 の管であって、第 2 の管の両端部のうちドロップレットの軌道方向の下流側端部である第 3 の端部が開放され、第 3 の端部が第 1 の管の第 2 の端部よりもさらに軌道方向の下流側に延出している第 2 の管と、第 1 の管と第 2 の管との間隙に流すガスを供給し、間隙の第 2 の端部側に開口したガス出口から軌道方向にガスを流出させるガス供給部と、を備える。

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、例示的な L P P 式の E U V 光生成システムの構成を概略的に示す図である。

[図2]図 2 は、ドロップレット生成器を含む E U V 光生成装置の構成を概略的に示す図である。

[図3]図 3 は、第 1 実施形態に係る E U V 光生成装置の要部の構成を例示的に示す図である。

[図4]図 4 は、図 3 の矢印 A 方向から見た A 矢視図である。

[図5]図 5 は、第 1 実施形態の変形例を示す図である。

[図6]図 6 は、図 5 の矢印 B 方向から見た B 矢視図である。

[図7]図 7 は、第 2 実施形態に係る E U V 光生成装置の要部の構成を例示的に示す図である。

[図8]図 8 は、図 7 の矢印 C 方向から見た C 矢視図である。

[図9]図 9 は、第 3 実施形態に係る E U V 光生成装置の要部の構成を例示的に示す図である。

[図10]図 10 は、第 3 実施形態に関する具体的な設計例を示す断面図である。

[図11]図 11 は、第 3 実施形態の変形例 1 を示す図である。

[図12]図 1 2 は、第 3 実施形態の変形例 2 を示す図である。

[図13]図 1 3 は、第 4 実施形態に係る E U V 光生成装置の要部の構成を例示的に示す図である。

[図14]図 1 4 は、図 1 3 の矢印 D の方向から見た D 矢視図である。

実施形態

[0007] ー目次ー

1. 極端紫外光生成システムの全体説明

1. 1 構成

1. 2 動作

2. 用語の説明

3. ドロップレット生成器を含む E U V 光生成装置の説明

3. 1 構成

3. 2 動作

4. 課題

4. 1 課題 1

4. 2 課題 2

5. 第 1 実施形態

5. 1 構成

5. 2 動作

5. 3 作用・効果

6. 第 1 実施形態の変形例

6. 1 構成

6. 2 動作

6. 3 作用・効果

7. 第 2 実施形態

7. 1 構成

7. 2 動作

7. 3 作用・効果

8. 第3実施形態

8. 1 構成

8. 2 具体的設計例

8. 3 動作

8. 4 作用・効果

9. 第3実施形態の変形例1

9. 1 構成

9. 2 動作

9. 3 作用・効果

10. 第3実施形態の変形例2

10. 1 構成

10. 2 動作

10. 3 作用・効果

11. 第4実施形態

11. 1 構成

11. 2 動作

11. 3 作用・効果

12. ガス流によるデブリ抑制効果

13. レイノルズ数の説明

14. レーザ装置について

15. 実施形態の組み合わせについて

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
。

[0008] 1. 極端紫外光生成システムの全体説明

1. 1 構成

図1に、例示的なLPP式のEUV光生成システム10の構成を概略的に示す。EUV光生成装置12は、少なくとも1つのレーザ装置14と共に用いられる場合がある。本願においては、EUV光生成装置12及びレーザ装置14を含むシステムを、EUV光生成システム10と称する。図1に示し、かつ、以下に詳細に説明するように、EUV光生成装置12は、チャンバ16と、ターゲット供給部18とを含む。

[0009] チャンバ16は、密閉可能な容器である。ターゲット供給部18は、ターゲット物質をチャンバ16内部に供給するよう構成され、例えば、チャンバ16の壁を貫通するよう取り付けられる。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、又は、それらの内のいずれか2つ以上の組み合わせを含んでもよいが、これらに限定されない。

[0010] チャンバ16の壁には、少なくとも1つの貫通孔が設けられている。その貫通孔は、ウインドウ20によって塞がれ、ウインドウ20をレーザ装置14から出力されるパルスレーザ光22が透過する。チャンバ16の内部には、例えば、回転楕円面形状の反射面を有するEUV光集光ミラー24が配置される。EUV光集光ミラー24は、第1の焦点及び第2の焦点を有する。EUV光集光ミラー24の表面には、例えば、モリブデンとシリコンとが交互に積層された多層反射膜が形成される。EUV光集光ミラー24は、例えば、その第1の焦点がプラズマ生成領域26に位置し、その第2の焦点が中間集光点（IF：Intermediate Focusing point）28に位置するように配置される。EUV光集光ミラー24の中央部には貫通孔30が設けられ、貫通孔30をパルスレーザ光23が通過する。

[0011] EUV光生成装置12は、制御部40と、ターゲットセンサ42等を含む。ターゲットセンサ42は、ターゲット44の存在、軌跡、位置、及び速度のうちいずれか、又は複数を検出するよう構成される。ターゲットセンサ42は、撮像機能を備えてもよい。

[0012] また、EUV光生成装置12は、チャンバ16の内部と露光装置46の内

部とを連通させる接続部48を含む。接続部48内部には、アパーチャ50が形成された壁52が設けられる。壁52は、そのアパーチャ50がEUV光集光ミラー24の第2の焦点位置に位置するように配置される。

[0013] さらに、EUV光生成装置12は、レーザ光伝送装置54、レーザ光集光ミラー56、ターゲット44を回収するためのターゲット回収部58等を含む。レーザ光伝送装置54は、レーザ光の伝送状態を規定するための光学素子と、この光学素子の位置、姿勢等を調整するためのアクチュエータとを備える。ターゲット回収部58は、チャンバ16内に出力されたターゲット44が進行する方向の延長線上に配置される。

[0014] レーザ装置14は、MOPA (Master Oscillator Power Amplifier) システムであってよい。レーザ装置14は、図示せぬマスターオシレータと、図示せぬ光アイソレータと、複数台の図示せぬCO₂レーザ増幅器とを含んで構成され得る。マスターオシレータには固体レーザを採用することができる。マスターオシレータが出力するレーザ光の波長は、例えば10.59 μm であり、パルス発振の繰り返し周波数は、例えば100 kHzである。

[0015] 1.2 動作

図1を参照して、例示的なLPP式のEUV光生成システム10の動作を説明する。チャンバ16内は大気圧よりも低圧に保持され、好ましくは真空であってよい。あるいは、チャンバ16の内部にはEUV光の透過率が高いガスが存在してもよい。

[0016] レーザ装置14から出力されたパルスレーザ光21は、レーザ光伝送装置54を経て、パルスレーザ光22としてウィンドウ20を透過してチャンバ16内に入射する。パルスレーザ光22は、少なくとも1つのレーザ光経路に沿ってチャンバ16内を進み、レーザ光集光ミラー56で反射されて、パルスレーザ光23として少なくとも1つのターゲット44に照射される。

[0017] ターゲット供給部18は、ターゲット物質によって形成されたターゲット44をチャンバ16内部のプラズマ生成領域26に向けて出力するよう構成

される。ターゲット供給部 18 は、例えば、コンティニュアスジェット方式によりドロップレットを形成する。コンティニュアスジェット方式では、ノズルを振動させて、ノズル穴からジェット状に噴出したターゲット物質の流れに定在波を与え、ターゲット物質を周期的に分離する。分離されたターゲット物質は、自己の表面張力によって自由界面を形成してドロップレットを形成し得る。

[0018] ターゲット 44 には、パルスレーザ光 23 に含まれる少なくとも 1 つのパルスが照射される。パルスレーザ光が照射されたターゲット 44 はプラズマ化し、そのプラズマから放射光 60 が放射される。放射光 60 に含まれる E U V 光 62 は、E U V 光集光ミラー 24 によって選択的に反射される。E U V 光集光ミラー 24 によって反射された E U V 光 62 は、中間集光点 28 で集光され、露光装置 46 に出力さる。なお、1 つのターゲット 44 に、パルスレーザ光 23 に含まれる複数のパルスが照射されてもよい。

[0019] 制御部 40 は、E U V 光生成システム 10 全体の制御を統括するよう構成される。制御部 40 は、ターゲットセンサ 42 の検出結果を処理するよう構成される。ターゲットセンサ 42 の検出結果に基づいて、制御部 40 は、例えば、ターゲット 44 が出力されるタイミング、ターゲット 44 の出力方向等を制御するよう構成されてもよい。さらに、制御部 40 は、例えば、レーザ装置 14 の発振タイミング、パルスレーザ光 22 の進行方向、パルスレーザ光 23 の集光位置等を制御するよう構成されてもよい。上述の様々な制御は単なる例示に過ぎず、必要に応じて他の制御が追加されてもよい。

[0020] 本開示において、制御部 40 その他の制御装置は、1 台又は複数台のコンピュータのハードウェア及びソフトウェアの組み合わせによって実現することが可能である。ソフトウェアはプログラムと同義である。プログラマブルコントローラはコンピュータの概念に含まれる。

[0021] また、複数の制御装置の機能を 1 台の制御装置で実現することも可能である。さらに本開示において、制御部 40 その他の制御装置は、ローカルエリアネットワークやインターネットといった通信ネットワークを介して互いに

接続されてもよい。分散コンピューティング環境において、プログラムユニットは、ローカル及びリモート両方のメモリストレージデバイスに保存されてもよい。

[0022] 2. 用語の説明

「パルスレーザ光」は、複数のパルスを含むレーザ光を意味し得る。

[0023] 「レーザ光」は、パルスレーザ光に限らずレーザ光一般を意味し得る。

[0024] 「レーザ光路」は、レーザ光の光路を意味する。

[0025] 「CO₂」は、二酸化炭素を表す。

[0026] 「ターゲット」は、チャンバに導入されたレーザ光の被照射物である。レーザ光が照射されたターゲットは、プラズマ化してEUV光を放射する。ターゲットは、プラズマの発生源となる。

[0027] 「ドロップレット」は、チャンバ内へ供給されたターゲットの一形態である。ドロップレットは、ドロップレット状のターゲットと同義である。ドロップレットは、溶融したターゲット物質の表面張力によってほぼ球状となったターゲットを意味し得る。

[0028] 「ドロップレットの軌道」は、ドロップレットが進行する経路を指す。ドロップレットの軌道は、「ドロップレット軌道」、又は、単に「軌道」と表記される場合がある。

[0029] 「ドロップレットの軌道方向」は、ドロップレットの進行方向と平行な方向を指す。ドロップレットの軌道方向に関して、ドロップレットの生成源側を「上流」とし、ドロップレットの到達点側を「下流」とする。ドロップレットの軌道方向の相対的な位置関係について、「上流側」、「下流側」という表現を用いる場合がある。

[0030] 「プラズマ光」は、プラズマ化したターゲットから放射された放射光である。当該放射光にはEUV光が含まれる。

[0031] 「EUV光」という表記は、「極端紫外光」の略語表記である。

[0032] 「ピエゾ素子」は、圧電素子と同義である。

[0033] 3. ドロップレット生成器を含むEUV光生成装置の説明

3. 1 構成

図2は、ドロップレット生成器を含むEUV光生成装置の構成を概略的に示す図である。図2において、方向に関する説明の便宜上、XYZ直交座標軸を導入する。チャンバ16から露光装置46に向かってEUV光を導出する方向をZ軸の方向とする。X軸及びY軸は、Z軸に直交し、かつ、互いに直交する軸である。ターゲット物質を出力するノズル126の中心軸方向をY軸の方向とする。Y軸の方向は、ドロップレットの軌道方向である。図2の紙面に垂直な方向をX軸の方向とする。図3以降の図面でも図2で導入した座標軸と同様とする。

[0034] EUV光生成装置12は、チャンバ16と、レーザ光伝送装置54と、制御部40と、を含んで構成される。EUV光生成装置12は、レーザ装置14を含んでもよい。

[0035] チャンバ16は、ターゲット供給部18、ステージ66、タイミングセンサ80、ウインドウ20、レーザ集光光学系90、EUV光集光ミラー24、ターゲット回収部58、排気装置100及び圧力センサ102を含む。

[0036] ターゲット供給部18は、ドロップレット生成器110と、圧力調節器112と、ピエゾ電源114と、ヒータ電源116とを含む。圧力調節器112、ピエゾ電源114及びヒータ電源116の各々は、制御部40に接続されている。

[0037] ドロップレット生成器110は、ターゲット物質を貯蔵するタンク120と、ターゲット物質のドロップレット122を出力するノズル穴124を含むノズル126と、ノズル126近傍に設置されたピエゾ素子128と、を含む。また、ドロップレット生成器110は、ヒータ130及び温度センサ132を含む。ヒータ130及び温度センサ132は、タンク120の外側側面部に配置される。

[0038] 温度センサ132は、制御部40に接続されている。ピエゾ電源114は、ピエゾ素子128に接続されている。ヒータ電源116は、ヒータ130に接続されている。

- [0039] ターゲット物質は、例えば、スズである。タンク120の少なくとも内部は、ターゲット物質と反応し難い材料で構成される。ターゲット物質の一例であるスズと反応し難い材料として、例えば、Mo、W、Ta、 Al_2O_3 、SiC、或いは SiO_2 などを用いることができる。
- [0040] 圧力調節器112は、管路113を介してタンク120に接続されている。圧力調節器112は、図示せぬ不活性ガス供給部とタンク120との間の配管に配置される。不活性ガス供給部は、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスが充填されているガスポンベを含んでいてもよい。不活性ガス供給部は、圧力調節器112を介してタンク120内に不活性ガスを給気し得る。圧力調節器112は、図示せぬ排気ポンプに接続されていてもよい。圧力調節器112は、給気及び排気用の図示せぬ電磁弁や図示せぬ圧力センサ等を内部に含む。圧力調節器112は、図示せぬ圧力センサを用いてタンク120内の圧力を検出し得る。圧力調節器112は、図示せぬ排気ポンプを動作させてタンク120内のガスを排気することができる。
- [0041] 圧力調節器112は、検出した圧力の検出信号を制御部40に出力する。制御部40は、圧力調節器112から出力された検出信号に基づいて、タンク120内の圧力が目標とする圧力になるよう圧力調節器112の動作を制御するための制御信号を圧力調節器112に供給する。
- [0042] ステージ66は、制御部40からの指令に基づき、ドロップレット生成器110を、少なくともX-Z平面の指定された位置に移動させることができるように構成されている。
- [0043] チャンバ16は、第1の容器16Aと、第2の容器16Bとを含む。第2の容器16Bは、第1の容器16Aと連通する容器であり、ステージ66及び支持プレート67を介して第1の容器16Aと連結される。第2の容器16Bは、ステージ66に固定される。
- [0044] ドロップレット生成器110は、第2の容器16Bに固定される。すなわち、ドロップレット生成器110は、第2の容器16Bを介してステージ66に固定される。

- [0045] 支持プレート 67 は、第 1 の容器 16A に固定される。ステージ 66 は、支持プレート 67 上で、少なくとも X-Z 平面内で移動できるように構成される。支持プレート 67 が固定された第 1 の容器 16A は、所定の位置に固定して設置される固定容器である。ステージ 66 に固定された第 2 の容器 16B は、支持プレート 67 上で移動可能な可動容器である。ステージ 66 が支持プレート 67 上で移動することにより、ドロップレット生成器 110 を制御部 40 から指定された位置に移動することができる。
- [0046] タイミングセンサ 80 は、光源部 81 と受光部 82 を含む。光源部 81 と受光部 82 とは、ドロップレット 122 の進行経路であるドロップレット軌道 140 を挟んで互いに対向するように配置される。
- [0047] 光源部 81 は、光源 83 と照明光学系 84 を含む。光源部 81 は、ドロップレット生成器 110 のノズル穴 124 とプラズマ生成領域 26 との間のドロップレット軌道 140 上の検出領域 142 のドロップレットを照明するように配置される。光源 83 は、単色光のレーザ光源又は複数波長を出射するランプでもよい。また光源 83 は光ファイバを含んでもよく、光ファイバは照明光学系 84 に接続される。照明光学系 84 は集光レンズを含む。照明光学系 84 は、ウインドウ 85 を含んでもよい。ウインドウ 85 はチャンバ 16 の壁に配置される。
- [0048] タイミングセンサ 80 の受光部 82 は、受光光学系 86 及び光センサ 87 を含む。受光部 82 は、光源部 81 から出力された照明光の少なくとも一部であって検出領域 142 を通った照明光を受光するように配置される。受光光学系 86 は集光レンズを含む。受光光学系 86 は、ウインドウ 88 を含んでもよい。ウインドウ 88 は、チャンバ 16 の壁に配置される。
- [0049] 光センサ 87 は、1 つ若しくは複数の受光面を含む。光センサ 87 は、フォトダイオード、フォトダイオードアレイ、アバランシェフォトダイオード、光電子増倍管、マルチピクセルフォトンカウンタ、及びイメージインテンシファイアのうちのいずれかによって構成することができる。光センサ 87 は受光量に応じた電気信号を出力する。

- [0050] 光源部 8 1 のウインドウ 8 5 と受光部 8 2 のウインドウ 8 8 は、ドロップレット軌道 1 4 0 を挟んで互いに対向する位置に配置される。光源部 8 1 と受光部 8 2 の対向方向は、ドロップレット軌道 1 4 0 と直交してもよいし、ドロップレット軌道 1 4 0 と非直交であってもよい。タイミングセンサ 8 0 は、図 1 に示したターゲットセンサ 4 2 の一例である。
- [0051] レーザ光伝送装置 5 4 は、レーザ光の伝送状態を規定するための光学素子と、この光学素子の位置や姿勢等を調整するためのアクチュエータとを含む。図 2 に示したレーザ光伝送装置 5 4 は、レーザ光の進行方向を規定するための光学素子として、第 1 の高反射ミラー 1 5 1 と第 2 の高反射ミラー 1 5 2 とを含む。
- [0052] レーザ集光光学系 9 0 は、レーザ光伝送装置 5 4 から出力されるパルスレーザ光 2 2 が入力されるよう配置される。レーザ集光光学系 9 0 は、ウインドウ 2 0 を介してチャンバ 1 6 に入射したレーザ光をプラズマ生成領域 2 6 に集光するよう構成されている。レーザ集光光学系 9 0 は、レーザ光集光ミラー 5 6 と、高反射平面ミラー 9 3 と、レーザ光マニピレータ 9 4 と、を含む。
- [0053] レーザ光集光ミラー 5 6 は、例えば、高反射軸外放物面ミラーである。レーザ光集光ミラー 5 6 は、ミラーホルダ 5 6 A に保持される。ミラーホルダ 5 6 A は、プレート 9 5 に固定される。高反射平面ミラー 9 3 はミラーホルダ 9 3 A に保持される。ミラーホルダ 9 3 A はプレート 9 5 に固定される。
- [0054] レーザ光マニピレータ 9 4 は、例えば、X 軸、Y 軸及び Z 軸の互いに直交する三軸の方向にプレート 9 5 を移動可能なステージを用いて構成される。レーザ光マニピレータ 9 4 は、チャンバ 1 6 内のレーザ照射位置を、制御部 4 0 から指定された位置に X 軸、Y 軸及び Z 軸の各軸の方向において移動できるよう構成される。
- [0055] E U V 光集光ミラー 2 4 は、E U V 光集光ミラーホルダ 9 6 に保持される。E U V 光集光ミラーホルダ 9 6 は、プレート 9 7 に固定される。プレート 9 7 は、レーザ集光光学系 9 0 と E U V 光集光ミラー 2 4 とを保持する部材

である。プレート97は、チャンバ16の内壁に固定される。

[0056] EUV光集光ミラー24は、回転楕円面形状の反射面を有する。EUV光集光ミラー24は、第1の焦点及び第2の焦点を有し得る。EUV光集光ミラー24の表面には、例えば、モリブデンとシリコンとが交互に積層された多層反射膜が形成されている。EUV光集光ミラー24は、例えば、その第1の焦点がプラズマ生成領域26に位置し、その第2の焦点が中間集光点（*I F : Intermediate Focusing point*）28に位置するように配置される。EUV光集光ミラー24の中央部には貫通孔30が設けられ、貫通孔30をパルスレーザ光23が通過する。

[0057] 制御部40は、レーザ装置14、ターゲット供給部18、ステージ66、タイミングセンサ80及びレーザ光マニピレータ94の各々と接続されている。さらに制御部40は、排気装置100、圧力センサ102、及び露光装置制御部156と接続されている。露光装置制御部156は、露光装置46を制御する制御装置である。露光装置制御部156は、露光装置46に含まれていてもよい。

[0058] 3. 2 動作

図2を参照して、例示的なLPP式のEUV光生成システム10の動作を説明する。制御部40は、チャンバ16内が真空状態となるように、排気装置100を制御する。制御部40は、圧力センサ102の検出値に基づいて、チャンバ16内の圧力が所定の範囲内のように、排気装置100による排気及び図示せぬガス供給装置からのガス供給を制御し得る。

[0059] 制御部40は、排気装置100を制御し、チャンバ16内のガスを所定圧力以下になるまで排気する。所定圧力は、例えば1パスカル〔Pa〕であってもよい。また、制御部40は、ヒータ電源116を介してヒータ130を駆動し、温度センサ132によって温度を監視しながら、タンク120内のターゲット物質を融点以上の所定温度に加熱及び維持する制御を行う。ターゲット物質がスズである場合の所定温度は、例えば250℃から290℃の範囲の温度であってよい。スズの融点は232℃である。タンク120内に

貯蔵されたターゲット物質は、ヒータ 130 を用いた加熱によって融解して液体となる。

[0060] 制御部 40 は、液体のターゲット物質をノズル穴 124 から吐出するために、タンク 120 内の圧力を所定圧力となるように圧力調節器 112 を制御する。タンク 120 内の所定圧力は、例えば、3 メガパスカル [MPa] 以上であってもよい。

[0061] 圧力調節器 112 は、制御部 40 からの制御信号に基づいてタンク 120 内にガスを給気又はタンク 120 内のガスを排気してタンク 120 内の圧力を加圧又は減圧し得る。圧力調節器 112 によってタンク 120 内の圧力は、目標とする圧力に調節される。タンク 120 内に導入されるガスは、不活性ガスであることが好ましい。

[0062] 圧力調節器 112 は、制御部 40 からの指示に応じて、ドロップレット 122 が所定の目標速度でプラズマ生成領域 26 に到達するように、タンク 120 内の圧力を所定値に調節する。

[0063] ドロップレットの所定の目標速度は、例えば、60 m/s から 110 m/s の範囲の速度であってよい。タンク 120 の圧力の所定値は、例えば、数 MPa から 40 MPa の範囲の圧力であってよい。その結果、ノズル穴 124 から所定の速度で液体のターゲット物質のジェットが噴出され得る。

[0064] 制御部 40 は、 piezo 電源 114 を介して piezo 素子 128 に所定波形の駆動電圧を供給する制御を行う。例えば、制御部 40 は、搬送波としての第 1 の周期関数に対して、第 2 の周期関数を用いて変調を施した変調波の波形を有する電気信号を piezo 電源 114 に送る。変調は、振幅変調、周波数変調、若しくは位相変調のいずれかであってよい。第 1 の周期関数の周波数を第 1 の周波数 f_c とし、第 2 の周期関数の周波数を第 2 の周波数 f_m とすると、第 2 の周波数 f_m は、第 1 の周波数 f_c 以下の周波数であってよい。

[0065] 変調波の波形を有する電気信号に従って、piezo 電源 114 から piezo 素子 128 に駆動電圧が印加されると、piezo 素子 128 が振動する。piezo 素子 128 の振動によって、ノズル穴 124 から出るターゲット物質の噴流

(ジェット)に振動が与えられ、ターゲット物質の噴流は、 $1/f_c$ の周期で微小な液滴に分離され得る。これらの微小な液滴は、 $1/f_m$ の周期による波形の変化に起因して、互いに異なる速度を有する。この速度差により、複数の微小な液滴が結合して、概ね均一体積のドロップレット122が所定周期で生成される。

[0066] 複数の微小な液滴の平均速度を V とすると、微小な液滴間の距離は約 V/f_c であり、複数の微小な液滴が結合したドロップレット122間の距離は、 V/f_m となり得る。

[0067] ターゲット供給部18によって生成されたドロップレット122は、タイミングセンサ80によって検出される。タイミングセンサ80は、ドロップレット122の通過タイミングを示す検出信号を制御部40に送る。

[0068] 制御部40は、ドロップレット122の検出信号に対して、所定の遅延時間だけ遅延させた発光トリガをレーザ装置14に出力する。発光トリガがレーザ装置14に入力されると、レーザ装置14はパルスレーザ光21を出力する。レーザ装置14から出力されたパルスレーザ光21は、レーザ光伝送装置54とウインドウ20を経由して、レーザ集光光学系90に入力する。

[0069] 制御部40は、ドロップレット122がプラズマ生成領域26を通るように、ステージ66を制御してドロップレット生成器110を移動させてもよい。

[0070] 制御部40は、パルスレーザ光23がプラズマ生成領域26で集光するように、レーザ光マニピレータ94を制御する。パルスレーザ光23は、レーザ集光光学系90によって、プラズマ生成領域26でドロップレット122に集光照射される。こうして、パルスレーザ光23をドロップレット122に集光照射することにより、ターゲットをプラズマ化してEUV光を発生させる。ターゲット供給部18から所定周期でプラズマ生成領域26に供給されるドロップレット122に、パルスレーザ光23を集光照射することにより、EUV光を周期的に発生させてもよい。

[0071] プラズマ生成領域26から発生したEUV光は、EUV光集光ミラー24

によって集められ、中間集光点 28 で集光した後に露光装置 46 に入力してもよい。

[0072] 一方、パルスレーザ光 23 が照射されなかったドロップレット 122 は、プラズマ生成領域 26 を通過してターゲット回収部 58 に入る。ターゲット回収部 58 に回収されたドロップレット 122 は、液体のターゲット物質として貯蔵され得る。

[0073] 4. 課題

4. 1 課題 1

プラズマ生成領域でレーザ光が集光照射されたドロップレットは、瞬間的にプラズマ化し膨張する。この時、発生するデブリがノズル穴の周囲に付着するとドロップレットの軌道が変動する。この課題に対して、特許文献 1 及び 2 は、ガス流を利用してノズル穴周囲へのデブリの付着を抑制する技術を提案している。

[0074] しかし、ノズル穴周囲へのデブリの付着を抑制するためのガス流に、ドロップレットの軌道方向に対して垂直方向の流れがあると、そのガス流の影響でドロップレットの軌道が変動する。ドロップレットの軌道が変動すると、タイミングセンサの集光領域をドロップレットが通過せず、発光トリガが生成されなくなり得る。この結果、パルスレーザ光がドロップレットに照射されず、EUV 光の生成が停止しうる。

[0075] 4. 2 課題 2

ドロップレット生成器は、 piezo 電源から piezo 素子に変調波の電圧を印加することにより、ノズル穴から異なる速度の複数の微小な液滴を出力し、これら微小な液滴の速度差により、複数の液滴を結合させて、ドロップレットを生成する場合がある。このような変調波を利用したドロップレットの生成方法は、例えば、特開 2014-186846 号公報に開示されている。

[0076] 速度差を持つ複数の微小な液滴を飛翔中に結合させて、概ね一定の体積のドロップレットを一定の周期で生成する場合において、複数の微小な液滴同士が結合する前に、ガスの流れによって、液滴の進行方向が変わると、結合

不良が発生し得る。特に、結合前の微小な液滴は、ガスの流れの影響を受けやすく、進行方向が変わりやすい。ドロップレットの結合不良が発生すると、EUV光を安定して生成することができない。

[0077] 5. 第1実施形態

5. 1 構成

図3は、第1実施形態に係るEUV光生成装置12の要部の構成を例示的に示す。図3は、EUV光生成装置12におけるドロップレット生成器110付近の構成を示している。図4は、図3の矢印A方向から見たA矢視図である。図2との相違点について説明する。

[0078] 図3及び図4に示すように、チャンバ16内のドロップレット生成器110からプラズマ生成領域26に至るドロップレット軌道140上に、ガス導入部材170が配置される。ガス導入部材170は、チャンバ16の内壁に固定される。本実施形態のガス導入部材170は、ドロップレット軌道140に沿った筒状の第1の容器16Aの内壁に固定される。

[0079] ガス導入部材170には、ドロップレット122が通過する開口部170Aが設けられている。開口部170Aの開口面積は、ドロップレット軌道140の位置のばらつきやステージ66の移動範囲に基づいて、適宜の大きさに設計される。

[0080] ドロップレット122が通過する開口部170Aは、ドロップレット軌道140の少なくとも一部の周囲を覆う管構造によって構成されている。開口部170Aを構成する管構造の上流側部分は二重管の構造を持つ二重管部170Bを含み、下流側部分は単一管の構造を持つ単一管部170Cを含む。すなわち、ガス導入部材170は、第1の管171と、第2の管172と、を含んで構成される。第1の管171は内管に相当し、第2の管172は外管に相当する。第1の管171と第2の管172のそれぞれは、円管であってよい。

[0081] 本実施形態における二重管部170Bは、二重円管の構造を持つ二重円管部であり、単一管部170Cは、単一円管の構造を持つ単一円管部である。

なお、単一管は一重管と同義である。

[0082] 第1の管171は、ドロップレット軌道140の少なくとも一部の周囲を覆う筒状の部材である。第1の管171は、ドロップレット122の軌道方向の上流側端部171Aと下流側端部171Bの両方の端部が開放されている。

[0083] 第2の管172は、第1の管171の少なくとも一部の周囲を覆い、第1の管171の少なくとも一部との間に間隙173を持って配置された筒状の部材である。第2の管172は、ドロップレット122の軌道方向の両端部のうち、下流側端部172Bが開放されている。第2の管172の下流側端部172Bは、第1の管171の下流側端部171Bよりもさらに軌道方向の下流側に延出している。第2の管172のうち、第1の管171の下流側端部171Bよりもさらに軌道方向の下流側に延出した下流側部分が単一管部170Cとなり得る。

[0084] 管構造の二重管部170Bのレイノルズ数が、限界レイノルズ数以下であり、かつ単一管部170Cのペクレ数が5以上になるように、ガスの流量、二重管部170Bの流路断面積、及び単一管部170Cの長さ、と流路断面積を決定することが好ましい。なお、円管の場合の限界レイノルズ数は2000～4000である。

[0085] ガスの流量を Q [$\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$]、チャンバ内圧力を P [Pa]、二重円管部の流路断面積を S_1 [m^2]、二重円管部の流路の特性長さを L_1 [m]、円管構造の単一円管部の流路断面積を S_2 [m^2]、及び単一円管の長さを L_2 [m] とすると、これらの値は、以下の式(1)(2)に示す関係であることが好ましい。二重円管部の流路の特性長さとは、内管と外管との間隙の2倍を指す。

[0086] [数1]

$$\frac{QL_1}{PS_1} \leq 591 \quad (1)$$

[0087]

[数2]

$$\frac{QL_2}{S_2} \geq 40 \quad (2)$$

[0088] 例えば、ガスの流量を200 s c c m、二重円管部の流路の内径を12 mm、外径を14 mm、単一円管部の長さを50 mmとすると、二重円管部のレイノルズ数は1.8、ペクレ数は13.7となる。

[0089] 二重管部170Bは、ガスの流れの方向がドロップレット軌道と平行になるのに十分な長さであることが好ましい。二重管部170Bの長さは、例えば10 mmであってよい。なお、レイノルズ数及びペクレ数に関する好ましい条件の考察について詳細は後述する。

[0090] 本実施形態のガス導入部材170は、第1の管171の外側部に延出した第1の遮蔽部材174と、第2の管172の外側部に延出した第2の遮蔽部材175と、を含む。第1の遮蔽部材174は、第1の管171の上流側端部171Aに接続されており、第1の管171と第1の容器16Aの内壁との間を覆う。第1の管171と第1の遮蔽部材174は単一部材として一体的に構成されてもよいし、それぞれ別部材として構成したものを接続した構成であってもよい。

[0091] 第2の遮蔽部材175は、第2の管172の上流側端部172Aに接続されており、第2の管172と第1の容器16Aの内壁との間を覆う。第2の管172と第2の遮蔽部材175は単一部材として一体的に構成されてもよいし、それぞれ別部材として構成したものを接続した構成であってもよい。

[0092] 第1の遮蔽部材174と第2の遮蔽部材175との間に、ガス導入空間176となる間隙が設けられる。

[0093] ガス導入部材170は、管路180を介してガス供給源182と接続される。管路180は、第1の容器16Aの壁を貫通し、ガス導入部材170のガス導入空間176と連通する。ガス導入部材170とガス供給源182の間に、流量調節器184が設けられてもよい。ガス供給源182からガス導入部材170に供給するガスは、例えば、水素ガスであってよい。ガス供給

源 182 は、例えば、水素ガスポンベを含む水素ガス供給源であってもよい。

[0094] ガス導入部材 170 の材質は、ステンレス鋼やアルミニウムなどであってよい。開口部 170A を構成する第 1 の管 171 及び第 2 の管 172 の材質は、ターゲット物質と反応性の小さい材料であることが好ましい。ターゲット物質がスズである場合、第 1 の管 171 及び第 2 の管 172 の材質には、Mo、W、Ta、 Al_2O_3 、SiC 及び SiO_2 のいずれかを用いることが好ましい。また、ステンレス鋼やアルミニウムの表面にターゲット物質と反応しにくい上記材料をコーティングしてもよい。

[0095] 5. 2 動作

流量調節器 184 は、ガス供給源 182 から供給されるガスを所定流量に制御して、ガスをガス導入部材 170 に供給する。ガスは、チャンバ壁から管路 180 を通じてガス導入部材 170 のガス導入空間 176 に導入される。所定流量は、例えば、200 sccm 以上であってよい。「sccm」は、スタンダード：0℃、1 atm、cc/min を意味する。sccm の単位は、例えば、 $1 \text{ sccm} = 1.69 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$ の関係を用いて SI 単位系の換算値に変換することができる。

[0096] ガス導入部材 170 に導入されたガスは、ガス導入空間 176 から第 1 の管 171 と第 2 の管 172 の間の間隙 173 に供給される。ガス導入部材 170 の内部を流れたガスは、ドロップレット 122 の軌道方向と平行な流れで二重管部 170B からチャンバ 16 内に導入される。

[0097] 二重管部 170B の間隙 173 を流れたガスは、第 1 の管 171 の下流側端部 171B に開口したガス出口 177 から、軌道方向と平行な流れで第 2 の管 172 内に流出する。

[0098] ガス導入部材 170 へのガスの導入は、ドロップレット 122 の吐出後でもよい。

[0099] 第 1 の管 171 の上流側端部 171A は「第 1 の端部」の一例に相当する。第 1 の管 171 の下流側端部 171B は「第 2 の端部」の一例に相当する。

。第2の管172の下流側端部172Bは「第3の端部」の一例に相当する。ガス供給源182は、「ガス供給部」の一例に相当する。流量調節器184及び管路180の少なくとも一方は「ガス供給部」の一例に含まれてもよい。

[0100] 5. 3 作用・効果

プラズマ生成領域26でパルスレーザ光23が集光照射されたドロップレット122から発生するデブリは、ガス出口177から噴出したガスの流れによって、ノズル穴124の方向への移動が抑制される。これにより、デブリがノズル穴124周囲に付着するのを抑制することができる。

[0101] 第1の管171と第2の管172の間の間隙173を流れてガス出口177から流出するガスは、ドロップレット軌道140に対して平行な流れであるため、ガス流によるドロップレット122の軌道変動を抑制できる。

[0102] 6. 第1実施形態の変形例

6. 1 構成

図5及び図6に、第1実施形態の変形例を示す。図6は、図5の矢印B方向から見たB矢視図である。図5及び図6において、図3及び図4に示した構成と同一又は類似する要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。図3及び図4に示した第1実施形態の構成との相違点を説明する。

[0103] 図5及び図6に示したように、ドロップレットが通過する開口部170Aは、ドロップレット軌道140の一部の周囲を覆う四角管構造でもよい。この四角管構造の上流側は二重四角管部190Bを含み、下流側は単一四角管部190Cで構成される。

[0104] 四角管構造の二重四角管部190Bのレイノルズ数が、限界レイノルズ数以下であり、かつ単一四角管部190Cのペクレ数が5以上になるように、ガスの流量、二重四角管部の流路断面積、及び単一四角管部190Cの長さ、と流路断面積を決定することが好ましい。

[0105] 例えば、ガスの流量を200 s c c m、二重四角管部の流路の内寸法を12 mm、外寸法を14 mm、単一四角管部の長さを50 mmとすると、二重

四角管部のレイノルズ数は1.5、ペクレ数は10.8となる。

[0106] 二重四角管部190Bは、ガスの流れの方向がドロップレット軌道140と平行になるのに十分な長さとするのが好ましい。二重四角管部190Bの長さは、例えば10mmとすることができる。

[0107] 6.2 動作

図5及び図6に示した変形例の動作は、図3及び図4に示した第1実施形態の動作と同様である。

[0108] 6.3 作用・効果

図5及び図6に示した変形例は、図3及び図4に示した第1実施形態と同様の作用効果が得られる。さらに、図5及び図6に示した構成によれば、円管構造を用いた第1実施形態と比較して、同じ管部の外形寸法でも、ドロップレット生成器110のステージ66の移動範囲を広くすることができる。

[0109] 7. 第2実施形態

7.1 構成

図7及び図8に、第2実施形態を示す。図8は、図7の矢印C方向から見たC矢視図である。図7及び図8において、図3及び図4に示した第1実施形態の構成と同一又は類似する要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。図3及び図4に示した第1実施形態の構成との相違点を説明する。

[0110] ガス導入部材170は、円管構造の上流側である二重管部170B内にドロップレット軌道140と平行な隔壁194を有している。隔壁194は、少なくとも2箇所に配置され、二重管部170Bの流路を2つ以上の流路196に分割する。図8には、隔壁194が円周方向の8箇所に等角度分配で配置されている例が示されている。8枚の隔壁194は、二重管部170Bの中心軸から径方向に沿って放射状に配置される。8枚の隔壁194によって、二重管部170B内のガス流路は8つの流路196に区画される。

[0111] 隔壁194の厚さは、薄い方が好ましい。隔壁194の厚さが薄いほど、流路断面積の減少が小さくなる。隔壁194の厚さは、例えば、1mmであってもよい。

[0112] 7. 2 動作

第2実施形態の動作は、第1実施形態の動作と同様である。

[0113] 7. 3 作用・効果

第2実施形態は、図3及び図4に示した第1実施形態と同様の作用効果が得られる。さらに、隔壁194は、ドロップレット軌道140と平行な方向にガスの流れを整える。第2実施形態の構成によれば、二重管部170Bの長さを第1実施形態よりも短くすることができる。したがって、ガス導入部材170の管構造部分の長さを短くすることができる。

[0114] 8. 第3実施形態

8. 1 構成

図9に、第3実施形態を示す。図9において、図3及び図4に示した第1実施形態の構成と同一又は類似する要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。図3及び図4に示した第1実施形態の構成との相違点を説明する。

[0115] 第3実施形態に係るEUV光生成装置12は、ドロップレット生成器110のノズル126近傍にドロップレット軌道140の一部の周囲を覆う筒200を配置してもよい。

[0116] 筒200の内径は、ガス導入部材170の二重管部170Bの内管である第1の管171の内径と同じでもよい。筒200は、両端部のうち下流側端部201が開放されている。筒200の下流側端部201は、第1の管171と非接触である。

[0117] 筒200の長さは、ガス導入部材170に接触しない範囲で、できるだけ長い方がよい。例えば、筒200の下流側端部201とガス導入部材170の間隙は5mmでもよい。

[0118] 筒200は、下流側端部201の反対側にノズル126の周囲を覆う筒状のカバー202を含む。カバー202の上流側の端部には取り付け部204が設けられている、筒200は、取り付け部204を介して、ドロップレット生成器110に固定される。取り付け部204は、第1の管171からド

ロップレット 122 の軌道方向にノズル穴 124 よりも遠い位置に設けられる。

[0119] カバー 202 の取り付け部 204 近傍には、開口 206 が設けられる。開口 206 の位置は、ノズル穴 124 よりタンク 120 側の位置であることが好ましい。すなわち、開口 206 は、筒 200 の下流側端部 201 からドロップレット 122 の軌道方向にノズル穴 124 よりも遠い位置に設けられることが好ましい。

[0120] また、カバー 202 には、複数の開口 206 が設けられてもよい。複数の開口 206 は、ドロップレット軌道 140 上に交点のある平面であって、ドロップレット軌道 140 に垂直な平面上の直交 2 軸に対して線対称な位置に設けてもよい。

[0121] 8. 2 具体的設計例

図 10 は、第 3 実施形態に関する具体的な設計例を示す断面図である。図 10 において、図 9 に示した構成と同一又は類似する要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。第 1 の管 171 の上流側端部 171A には、第 1 のフランジ部 311 が設けられている。第 1 のフランジ部 311 は図示せぬボルトを用いて第 1 の遮蔽部材 174 に連結されている。第 1 の遮蔽部材 174 は、チャンバ 16 の内壁の付近において、図示せぬボルトを用いて第 2 の遮蔽部材 175 に連結されている。

[0122] 第 2 の管 172 の上流側端部 172A には、第 2 のフランジ部 312 が設けられている。第 2 のフランジ部 312 は図示せぬボルトを用いて第 2 の遮蔽部材 175 に連結されている。第 2 の遮蔽部材 175 は、図示せぬボルトを用いてチャンバ 16 の第 1 の容器 16A の内壁に固定される。

[0123] ノズル 126 の周囲は、カバー 202 によって覆われている。カバー 202 には図示せぬボルトを用いて筒 200 が連結されている。

[0124] 8. 3 動作

流量調節器 184 は、ガス導入部材 170 に導入するガスの流量を所定流量に制御する。所定流量は、例えば、200 sccm 以上でもよい。流量調

節器 184 によって所定流量に制御されたガスは、管路 180 を通じてチャンバ壁からガス導入部材 170 に導入される。

[0125] ガス導入部材 170 の内部を流れたガスは、ドロップレット 122 の軌道方向と平行な流れで二重管部 170B からチャンバ 16 内に導入される。

[0126] チャンバ 16 内に導入されたガスの一部は、二重管部 170B の内管の内部をドロップレット生成器 110 の方に向かって流れる。二重管部 170B からドロップレット生成器 110 に向かう方向は、ドロップレット 122 の軌道方向の上流側に向かう方向である。二重管部 170B の内管の内部をドロップレット生成器 110 の方に向かって流れたガスは、筒 200 内を流れて、開口 206 よりチャンバ 16 内に流れ出る。

[0127] ガス導入部材 170 へのガスの導入は、ドロップレット 122 の吐出後でもよい。

[0128] 筒 200、又は、カバー 202 を含む筒 200 は、「筒状部材」の一例に相当する。筒 200 の下流側端部 201 は「第 4 の端部」の一例に相当する。カバー 202 の上流側の端部が「第 5 の端部」の一例に相当する。

[0129] 8. 4 作用・効果

ノズル 126 の近傍にドロップレット軌道 140 の周囲を覆うように配置された筒 200 は、二重管部 170B の内管の内部をドロップレット生成器 110 の方に流れるガスの流れ方向を規制する。これにより、ドロップレット生成器 110 の方へと流れるガス流についても、ドロップレットの軌道方向に対して垂直方向の流れが抑制される。

[0130] したがって、第 3 実施形態は、第 1 実施形態よりも、ガス流によるドロップレットの軌道変動を一層抑制することができる。

[0131] 9. 第 3 実施形態の変形例 1

9. 1 構成

図 11 に、第 3 実施形態の変形例 1 を示す。図 11 において、図 3、図 4、図 9 及び図 10 に示した構成と同一又は類似する要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。図 9 に示した第 3 実施形態の構成との相違点を説

明する。

[0132] ガス導入部材 170 の開口部 170A を構成する第 1 の管 171 及び第 2 の管 172 の各々の側壁は、ドロップレット軌道 140 の軌道方向と非平行であってもよく、軌道方向の下流側に進むガスの流れが進行するに従い、管内の流路断面積が大きくなってもよい。

[0133] 例えば、図 11 に示す角度 θ_1 は 90° 以上 100° 以下でもよい。角度 θ_1 は、ドロップレット軌道 140 の軌道方向に直交する基準線に対して、第 1 の管 171 又は第 2 の管 172 の側壁が交差する角度である。角度 θ_1 は、第 2 の管 172 の外側に延びる基準線と、この基準線よりも軌道方向の上流側の側壁とによって画成される交差角の角度である。

[0134] また、筒 200 の側壁は、ドロップレット軌道 140 の軌道方向と非平行であってもよく、軌道方向の上流側に進むガスの流れが進行するに従い、筒内の流路断面積が大きくなってもよい。例えば、図 11 に示す角度 θ_2 は 80° 以上 90° 以下でもよい。角度 θ_2 は、ドロップレット軌道 140 の軌道方向に直交する基準線に対して、筒 200 の側壁が交差する角度である。角度 θ_2 は、筒 200 の外側に延びる基準線と、この基準線よりも軌道方向の上流側の側壁とによって画成される交差角の角度である。

[0135] 9. 2 動作

図 11 に示す変形例 1 の動作は、図 9 に示した第 3 実施形態の動作と同様である。

[0136] 9. 3 作用・効果

変形例 1 によれば、第 3 実施形態の作用・効果に加えて、設計の自由度が広がる。

[0137] 10. 第 3 実施形態の変形例 2

10. 1 構成

図 12 に、第 3 実施形態の変形例 2 を示す。図 12 において、図 3、図 4、図 9 及び図 10 に示した構成と同一又は類似する要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。図 9 に示した第 3 実施形態の構成との相違点を説

明する。

[0138] 図9に示した筒200に代えて、図12に示すように、二重管の内管である第1の管171を第1の遮蔽部材174からさらにドロップレット生成器110の方向に延出させた構成にしてもよい。

[0139] ドロップレット生成器110の方向に延出させた第1の管171とノズル126との間隙は、第1の管171からガスが流れ出るのに十分な長さであればよい。例えば、第1の管171の上流側端部171Aとドロップレット生成器110との間隙は、10mmでもよい。

[0140] 10.2 動作

流量調節器184は、ガス導入部材170に導入するガスの流量を所定流量に制御する。所定流量は、例えば、200sccm以上でもよい。流量調節器184によって所定流量に制御されたガスは、管路180を通じてチャンバ壁からガス導入部材170に導入される。

[0141] ガス導入部材170の内部を流れたガスは、ドロップレット122の軌道方向と平行な流れで二重管部170Bからチャンバ16内に導入される。

[0142] チャンバ16内に導入されたガスの一部は、二重管構造の内管である第1の管171の内部をドロップレット生成器110の方に流れる。第1の管171の内部を流れたガスは、ノズル126の近傍で第1の管171のノズル126側の開口から、チャンバ16内に流れ出る。

[0143] ガス導入部材170へのガスの導入は、ドロップレット122の吐出後でもよい。

[0144] 10.3 作用・効果

変形例2によれば、二重管部170Bの内管を構成する第1の管171は、ドロップレット生成器110の方に向かってノズル126の近傍まで延びており、ドロップレット軌道140の周囲を覆うように配置されている。この第1の管171は、管の内部をドロップレット生成器110の方に流れるガスの流れ方向を規制する。これにより、ドロップレット生成器110の方へと流れるガス流についても、ドロップレットの軌道方向に対して垂直方向

の流れが抑制される。

[0145] したがって、第3実施形態の変形例2には、第1実施形態よりも、ガス流によるドロップレットの軌道変動を一層抑制することができる。また、この変形例2は、第3実施形態よりもコンパクトな構成にできる。

[0146] 11. 第4実施形態

11.1 構成

図13及び図14に、第4実施形態を示す。図14は、図13の矢印Dの方向から見たD矢視図である。図13及び図14において、図3、図4、図9及び図10に示した構成と同一又は類似する要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。図3及び図4に示した第1実施形態の構成との相違点を説明する。

[0147] 第4実施形態のEUV光生成装置12は、ガス導入部材170の第2の管172に冷却水流路230を備える。冷却水流路230は、第2の管172の側壁を囲むように配置される。冷却水流路230は、冷却水導入管路232と、冷却水排出管路234と接続されている。

[0148] 11.2 動作

図示せぬ冷却水供給源から冷却水導入管路232を通じて冷却水流路230に冷却水が供給される。冷却水は冷却水流路230の中を流れて、冷却水排出管路234へと流れ、チャンバ壁の外に排出される。

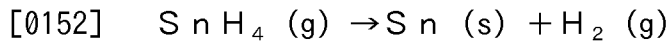
[0149] 冷却水流路230に供給する冷却水の温度は、例えば、5℃から25℃の範囲の温度であってもよい。また、冷却水の流量は、例えば、1リットル毎分でもよい。

[0150] 冷却水は、冷却用流体の一例である。冷却水流路230は、冷却用流路の一例である。

[0151] 11.3 作用・効果

ガス導入部材170の開口部170Aを構成する第1の管171及び第2の管172は、プラズマ領域からの熱で温度が上昇する。特に、外側の第2の管172はプラズマ領域に近いので、第1の管171よりも温度が上がる

。ターゲット物質としてスズを用いた場合、プラズマ生成領域 26 で生成したスタナンガス (SnH_4) が温度上昇した第 1 の管 171 に接触すると、ガス温度が上昇して、次式の分解速度が速くなる。



そして、温度上昇したスタナンガスが、EUV 光集光ミラー表面で分解すると、ミラー表面に Sn が堆積する。その結果、EUV 光集光ミラーの反射率が低下し、EUV 光エネルギーが低下する。

[0153] このような課題に対し、第 4 実施形態によれば、第 3 実施形態の作用・効果に加えて、第 2 の管 172 を冷却しているので、スタナンガスが第 2 の管 172 に接触してもガス温度は上昇し難い。このため、EUV 光集光ミラー表面に Sn が堆積するのを抑制することができる。

[0154] 12. ガス流によるデブリ抑制効果

デブリをガス流によって抑制できる割合 R は、(ガスを流した時の汚染物の抑制質量／ガスを流さない時の汚染物質量) であり、以下の式で表される。

[0155] [数3]

$$R = \text{EXP} (Pe) \quad (3)$$

[0156] 式 (3) 中の Pe は、ペクレ数である。EXP (x) は指数関数 (Exponential function) を表す。

[0157] 式 (3) から、デブリがノズルに到達するのを抑制するためには、ペクレ数を大きくするとよい。ペクレ数は以下の式で表される。

[0158] [数4]

$$Pe = vL / D_f \quad (4)$$

[0159] Pe : ペクレ数

v : 代表速度 ; ガスの流速 (m / s)

D_f : 分子拡散係数 ; ガス中におけるデブリの拡散係数 (m^2 / s)

L : 代表長さ ; 単一管部の長さ (m)

円管の場合の、ペクレ数は以下の式で表される。

[0160] [数5]

$$Pe = \left(\frac{Q}{PS} \right) L / D_f = \left(\frac{Q}{P} \frac{4}{\pi D^2} \right) L / D_f \quad (5)$$

[0161] Q : 単一円管内を流れるガスの流量 (Pa · m³ / s)

P : チャンバ内の圧力 (Pa)

S : 単一円管部の流路断面積 (m²)

D : 単一円管の内径 (m)

なお、既述した式 (1) (2) の計算では P · D_f を 8 とした。

[0162] 13. レイノルズ数の説明

レイノルズ数は、以下の式で表される。

[0163] [数6]

$$Re = \frac{\rho v L}{\mu} \quad (6)$$

[0164] ρ : 流体の密度 (kg / m³) ; 水素の密度は、2.94 × 10⁻⁵ (kg / m³)

v : 流体の平均速度 (m / s)

L : 特性長さ (m) : 二重円管の場合は間隙の 2 倍

μ : 流体の粘性係数 (Pa · s) ; 水素の粘性係数は、8.7 × 10⁻⁶ (Pa · s)

円管の場合のレイノルズ数は以下の式で表される。

[0165] [数7]

$$Re = \rho \left(\frac{Q}{PS} \right) L / \mu = \rho \left(\frac{Q}{P} \frac{4}{\pi (D_2^2 - D_1^2)} \right) L / \mu \quad (7)$$

[0166] Q : 二重円管内を流れるガスの流量 (Pa · m³ / s)

P : チャンバ内の圧力 (Pa)

S : 二重円管部の流路断面積 (m²)

D₁ : 二重円管部の流路の内径 (m)

D_2 : 二重円管部の流路の外径 (m)

14. レーザ装置について

レーザ装置14は、プリパルスレーザ光を出力するよう構成されたプリパルスレーザ装置と、メインパルスレーザ光を出力するよう構成されたメインパルスレーザ装置とを含んで構成されてもよい。本実施形態におけるLPP式のEUV光生成装置12では、ドロップレット状のターゲットにプリパルスレーザ光を照射してターゲットを拡散させ、拡散ターゲットを形成した後、この拡散ターゲットにメインパルスレーザ光を照射する。このように、拡散ターゲットにメインパルスレーザ光を照射すれば、ターゲット物質が効率良くプラズマ化され得る。これによれば、パルスレーザ光のエネルギーからEUV光のエネルギーへの変換効率 (CE : Conversion Efficiency) が向上し得る。

[0167] 拡散ターゲットを形成するためのプリパルスレーザ光は、各パルスのパルス幅が1ナノ秒 [ns] 未満、好ましくは500ピコ秒 [ps] 未満、さらに好ましくは50ピコ秒 [ps] 未満の短パルスとされる。さらに、プリパルスレーザ光は、各パルスのフルエンスが、メインパルスレーザ光の各パルスのフルエンス以下で、かつ、 6.5 J/cm^2 以上、好ましくは 30 J/cm^2 以上、さらに好ましくは 45 J/cm^2 以上とされる。

[0168] このような構成によれば、プリパルスレーザ光の各パルスのパルス幅を短くすることにより、ターゲットを細かい粒子状に破壊して拡散させ得る。これにより、拡散したターゲットにメインパルスレーザ光を照射したときに、ターゲットが効率良くプラズマ化され、CEが向上し得る。

[0169] なお、メインパルスレーザ光の照射に先行して複数のプリパルスレーザ光をターゲットに照射する構成を採用してもよい。

[0170] 15. 実施形態及び変形例の組み合わせについて

上述した各実施形態及び各変形例で説明した構成の要素は、適宜組み合わせることが可能である。

[0171] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図している。したがって、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。

- [0172] 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。

請求の範囲

[請求項1]

内部でプラズマを生成するチャンバと、
前記チャンバ内のプラズマ生成領域にターゲット物質のドロップレットを供給するターゲット供給部と、
前記ドロップレットの軌道の少なくとも一部の周囲を覆う第1の管であって、前記ドロップレットの軌道方向の上流側端部である第1の端部及び下流側端部である第2の端部の両方が開放された第1の管と、
前記第1の管の少なくとも一部の周囲を覆い、前記第1の管の前記少なくとも一部との間に間隙を持って配置された第2の管であって、前記第2の管の両端部のうち前記ドロップレットの軌道方向の下流側端部である第3の端部が開放され、前記第3の端部が前記第1の管の前記第2の端部よりもさらに前記軌道方向の下流側に延出している第2の管と、
前記第1の管と前記第2の管との前記間隙に流すガスを供給し、前記間隙の前記第2の端部側に開口したガス出口から前記軌道方向に前記ガスを流出させるガス供給部と、
を備える極端紫外光生成装置。

[請求項2]

請求項1に記載の極端紫外光生成装置であって、
前記第1の管の外側部に延出した第1の遮蔽部材と、
前記第2の管の外側部に延出した第2の遮蔽部材と、を備え、
前記第1の遮蔽部材と前記第2の遮蔽部材との間にガス導入空間が設けられ、
前記ガス導入空間は、前記第1の管と前記第2の管との間の前記間隙と連通しており、
前記ガス供給部から前記ガス導入空間に導入されたガスが、前記ガス導入空間から前記間隙に供給される極端紫外光生成装置。

[請求項3]

請求項1に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記第 1 の管の少なくとも一部の周囲が前記第 2 の管によって覆われた二重管部と、

前記第 2 の管のうち、前記第 1 の管における前記第 2 の端部よりもさらに前記軌道方向の下流側に延出した単一管部と、を含み、

前記二重管部のレイノルズ数が、限界レイノルズ数以下であり、かつ前記単一管部のペクレ数が 5 以上となる条件でガスを流す極端紫外光生成装置。

[請求項 4] 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記第 1 の管及び前記第 2 の管のそれぞれは円管、又は四角管である極端紫外光生成装置。

[請求項 5] 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記第 1 の管の少なくとも一部の周囲が前記第 2 の管によって覆われた二重管部の前記間隙内に、前記ドロップレットの軌道方向と平行な隔壁を備える極端紫外光生成装置。

[請求項 6] 請求項 5 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記隔壁は、少なくとも 2 箇所に配置され、前記二重管部の前記間隙内のガス流路が前記隔壁によって少なくとも 2 つ以上の流路に分割されている極端紫外光生成装置。

[請求項 7] 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記ターゲット供給部と前記第 1 の管との間に配置され、前記ドロップレットの軌道の一部の周囲を覆う筒状部材を備える極端紫外光生成装置。

[請求項 8] 請求項 7 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記筒状部材の両端部のうち、前記軌道方向の下流側端部である第 4 の端部が開放され、

前記第 4 の端部は、前記第 1 の管に非接触である極端紫外光生成装置。

[請求項 9] 請求項 8 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記筒状部材は、前記第４の端部と反対側の第５の端部側に、前記筒状部材を固定するための取り付け部を含み、

前記取り付け部は、前記ターゲット供給部の前記ターゲット物質を出力するノズル穴よりも、前記第１の管から遠い位置に設けられる極端紫外光生成装置。

[請求項10] 請求項７に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記筒状部材には、前記筒状部材の内部を前記軌道方向の上流側に向かって流れたガスを前記筒状部材の外に流出させる開口が設けられている極端紫外光生成装置。

[請求項11] 請求項１０に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記筒状部材の内部を前記軌道方向の上流側に向かって流れたガスを前記筒状部材の外に流出させる前記開口は、前記ターゲット供給部の前記ターゲット物質を出力するノズル穴よりも、前記第１の管から遠い位置に設けられる極端紫外光生成装置。

[請求項12] 請求項１に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記第１の管及び前記第２の管のうち少なくとも一方は、管内の流路断面積が前記軌道方向の下流側ほど大きくなる極端紫外光生成装置。

[請求項13] 請求項１に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記軌道方向に直交する基準線に対して、

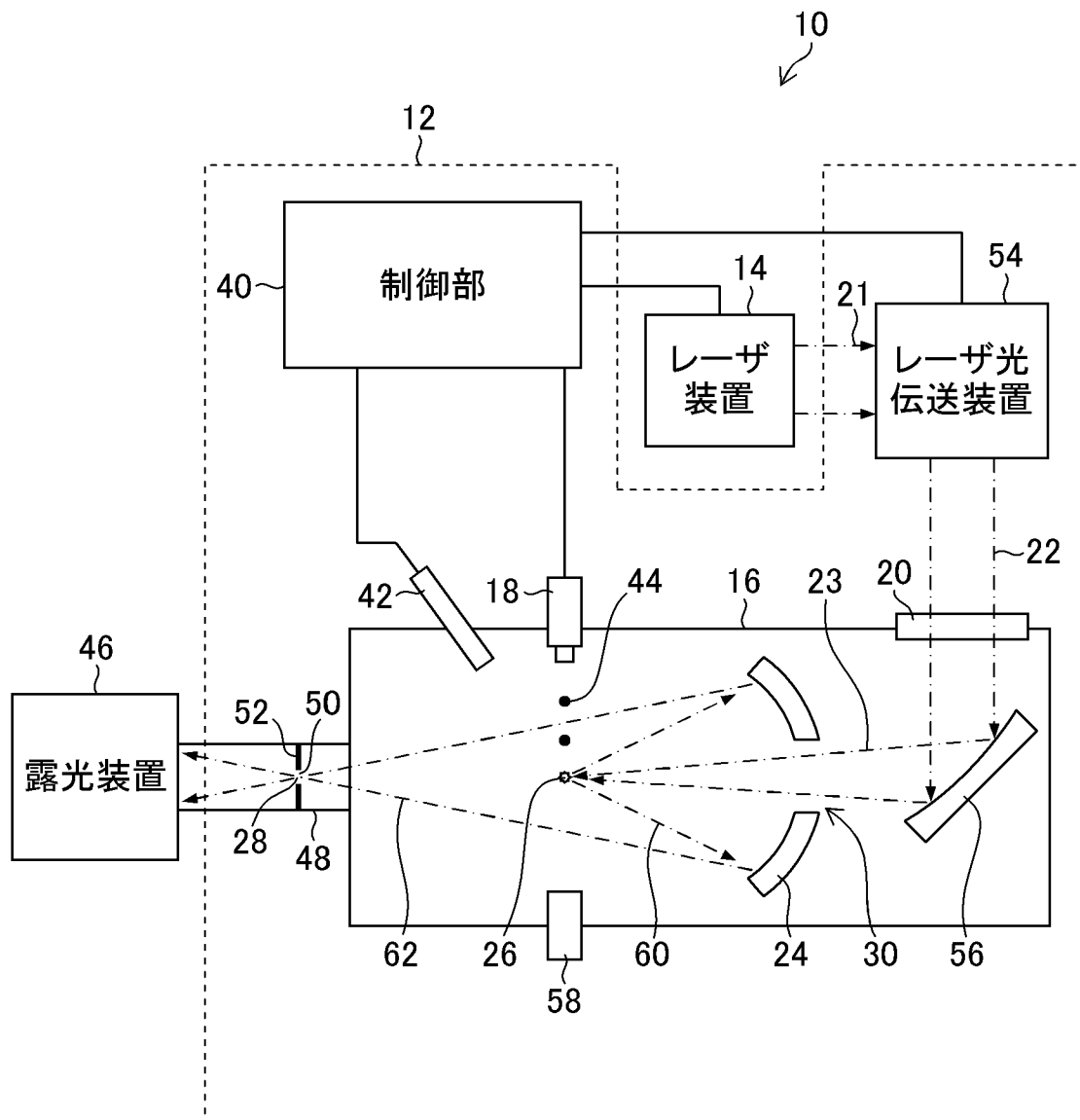
前記第１の管及び前記第２の管のそれぞれの側壁が交差する角度は、９０度以上１１０度以下であり、

前記角度は、前記第２の管の外側に延びる前記基準線と、前記基準線よりも前記軌道方向の上流側の前記側壁とによって画成される交差角の角度である極端紫外光生成装置。

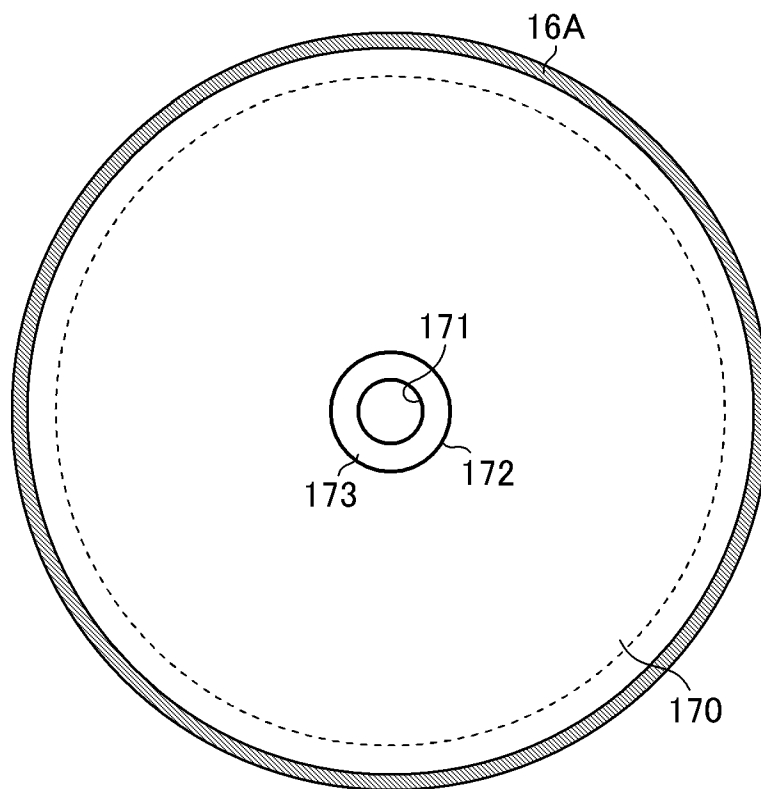
[請求項14] 請求項７に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記筒状部材の筒内の流路断面積が前記軌道方向の上流側ほど大きくなる極端紫外光生成装置。

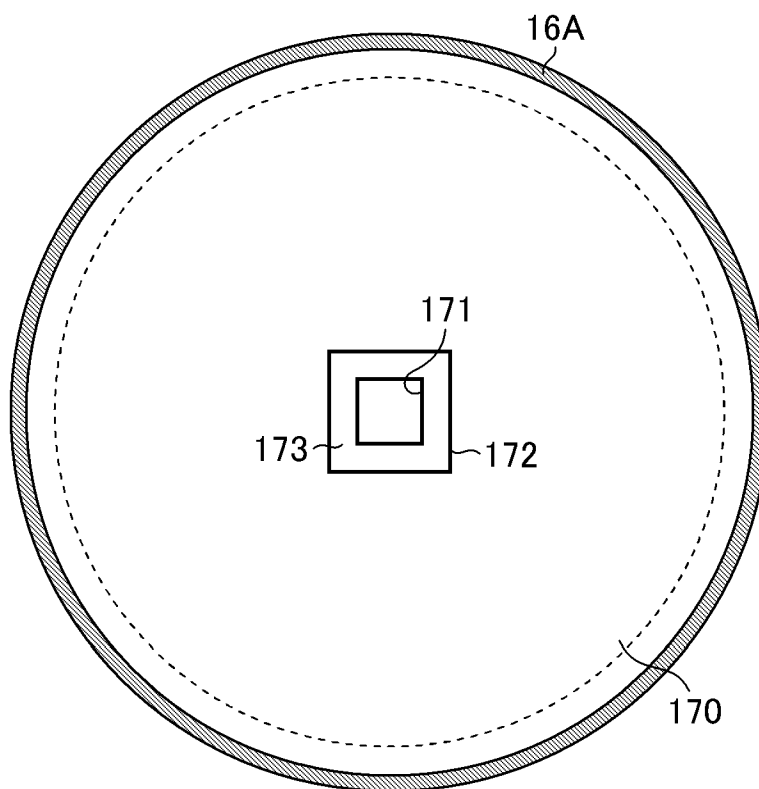
- [請求項15] 請求項 1 4 に記載の極端紫外光生成装置であって、
前記軌道方向に直交する基準線に対して、
前記筒状部材の側壁が交差する角度は、80度以上90度以下であり、
前記角度は、前記筒状部材の外側に延びる前記基準線と、前記基準線よりも前記軌道方向の上流側の前記側壁とによって画成される交差角の角度である極端紫外光生成装置。
- [請求項16] 請求項 2 に記載の極端紫外光生成装置であって、
前記第 1 の管の前記第 1 の端部は、前記第 1 の遮蔽部材よりもさらに前記軌道方向の上流側に延出しており、
前記ガス出口から流出したガスの一部が前記第 1 の管の内部を前記軌道方向の上流側に向かって流れる極端紫外光生成装置。
- [請求項17] 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、
前記チャンバは、
第 1 の容器と、
前記第 1 の容器に連通する第 2 の容器と、
前記第 2 の容器を前記第 1 の容器に対して移動可能に支持するステージと、
を含み、
前記第 1 の容器と前記第 2 の容器とが前記ステージを介して連結されており、
前記ターゲット供給部は、前記第 2 の容器に固定され、
前記第 1 の管及び前記第 2 の管を含むガス導入部材は、前記第 1 の容器に固定される極端紫外光生成装置。
- [請求項18] 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、
前記第 2 の管に、前記第 2 の管を冷却するための冷却用流体を流す冷却用流路が設けられている極端紫外光生成装置。



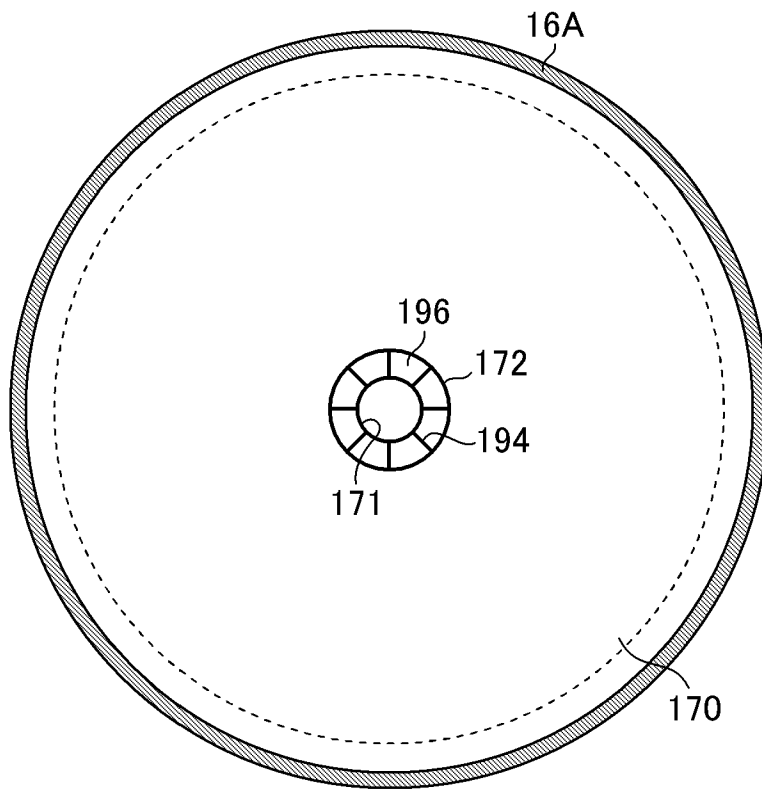
[図4]



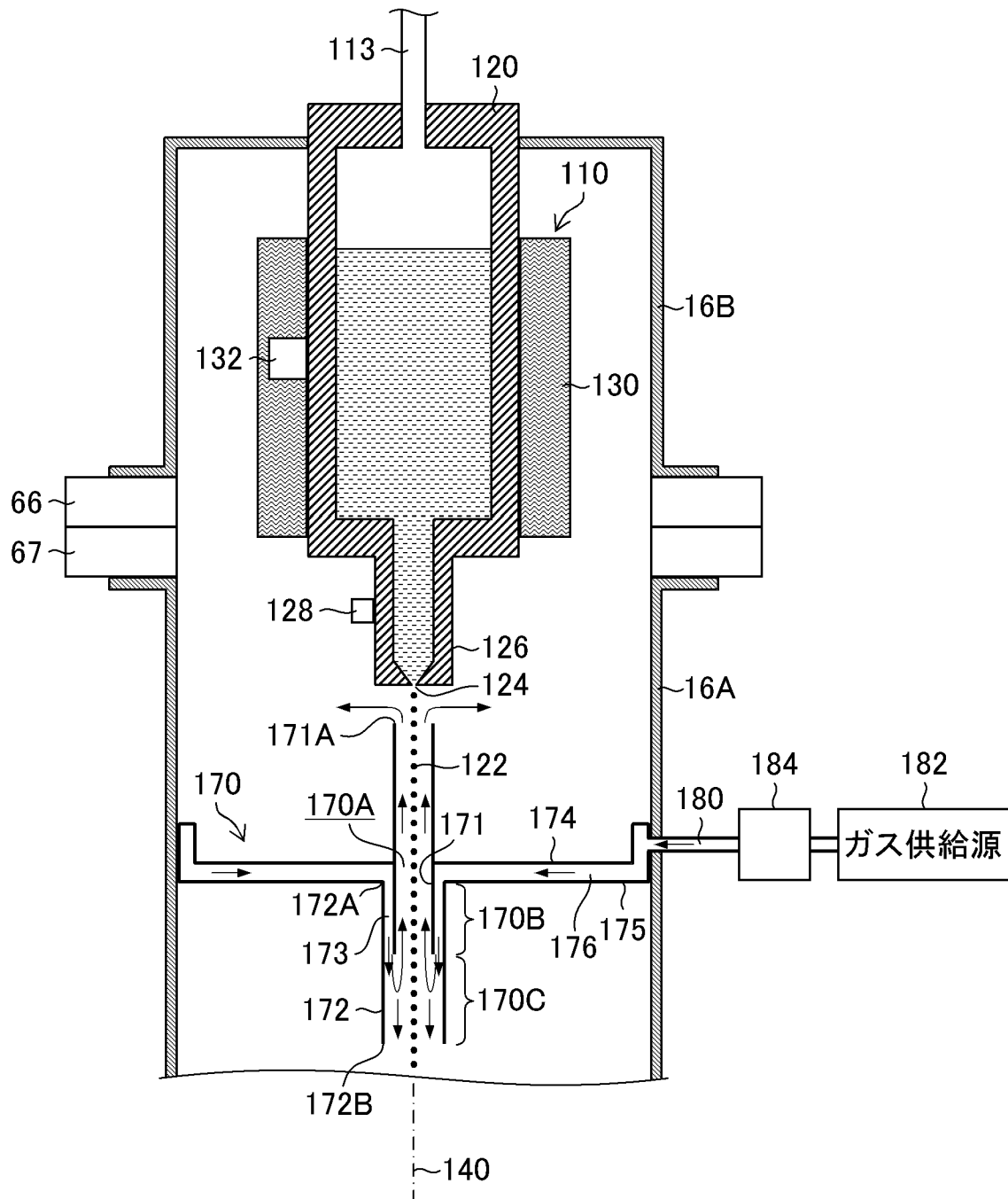
[図6]



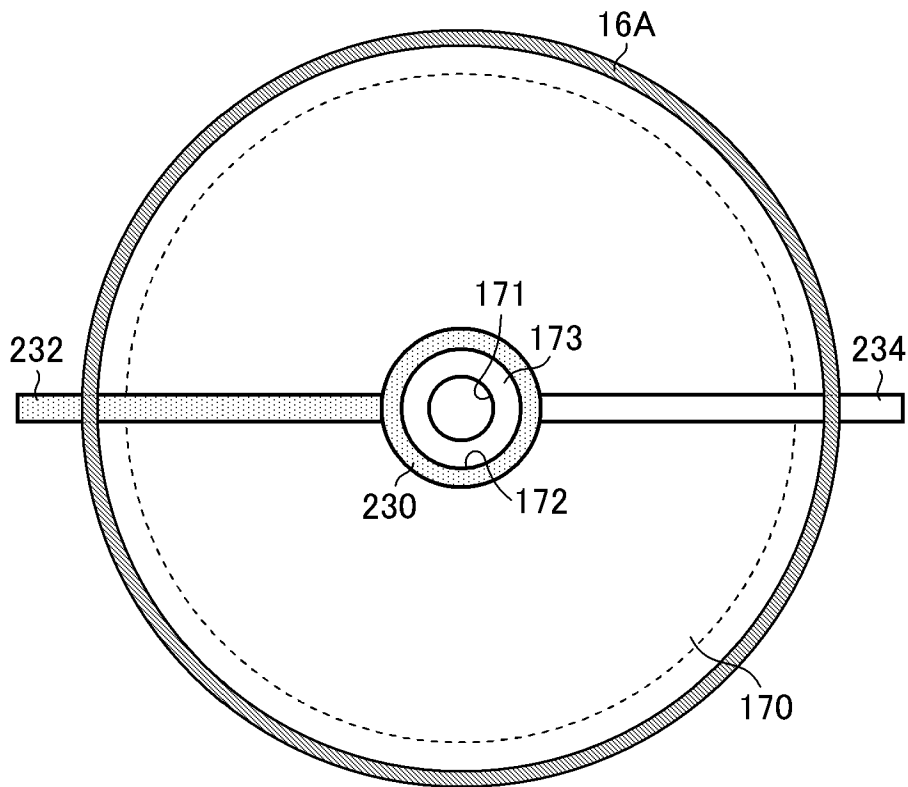
[図8]



[図12]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/003211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/20(2006.01)i, 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)

G03F7/20, 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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	WO 2015/099058 A1 (Gigaphoton Inc.), 02 July 2015 (02.07.2015), paragraphs [0049] to [0114]; fig. 4 to 11 & US 2016/0270199 A1 paragraphs [0083] to [0158]; fig. 4 to 11 & WO 2015/097820 A1	1-18
A	JP 2015-509646 A (ASML Netherlands B.V.), 30 March 2015 (30.03.2015), paragraphs [0061] to [0092]; fig. 3 to 4 & US 2015/029478 A1 paragraphs [0065] to [0096]; fig. 3 to 4 & WO 2013/124101 A2	1-18

☒ 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
30 March 2017 (30.03.17)

Date of mailing of the international search report
11 April 2017 (11.04.17)

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/JP2017/003211

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 2013-516773 A (ASML Netherlands B.V.), 13 May 2013 (13.05.2013), paragraphs [0040] to [0056]; fig. 3 & US 2012/0280149 A1 paragraphs [0040] to [0056]; fig. 3 & WO 2011/082891 A1 & TW 01131316 A & CN 102696283 A & KR 10-2012-0112521 A	1-18
A	JP 2013-526026 A (ASML Netherlands B.V.), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0042] to [0062]; fig. 4 to 5 & US 2013/0088697 A1 paragraphs [0047] to [0067]; fig. 4 to 5 & WO 2011/131431 A1 & TW 01144946 A & CN 102859442 A & KR 10-2013-0069635 A	1-18
A	JP 2006-86119 A (XTREME Technologies GmbH), 30 March 2006 (30.03.2006), paragraphs [0028] to [0049]; fig. 1, 3 to 7 & US 2006/0043319 A1 paragraphs [0038] to [0059]; fig. 1, 3 to 7 & DE 102004042501 A	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G03F7/20(2006.01)i, 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. G03F7/20, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	WO 2015/099058 A1 (ギガフォトン株式会社)2015.07.02, 段落 [0049] - [0114], 図4-図11 & US 2016/0270199 A1,段落 [0083]-[0158], 図4-図11 & WO 2015/097820 A1	1-18
A	JP 2015-509646 A(エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ.)2015.03.30, [0061] - [0092], 図3-図4 & US 2015/029478 A1,段落 [0065] - [0096], 図3-図4 & WO 2013/124101 A2	1-18

☒ 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

30.03.2017

国際調査報告の発送日

11.04.2017

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)

植木 隆和

2G

3706

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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 2013-516773 A (エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ.) 2013.05.13, [0040] - [0056], 図3 & US 2012/0280149 A1, 段落 [0040] - [0056], 図3 & WO 2011/082891 A1 & TW 01131316 A & CN 102696283 A & KR 10-2012-0112521 A	1-18
A	JP 2013-526026 A (エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ.) 2013.06.20, [0042] - [0062], 図4 - 図5 & US 2013/0088697 A1, 段落 [0047] - [0067], 図4 - 図5 & WO 2011/131431 A1 & TW 01144946 A & CN 102859442 A & KR 10-2013-0069635 A	1-18
A	JP 2006-86119 A (イクストリーメ テクノロジース ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 2006.03.30, 段落 [0028] - [0049], 図1, 図3 - 図7 & US 2006/0043319 A1, 段落 [0038] - [0059], 図1, 図3 - 図7 & DE 102004042501 A	1-18