

(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 11 月 5 日(05.11.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/166526 A1

- (51) 国際特許分類:
H05G 2/00 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/061839
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 28 日(28.04.2014)
- (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 4 0 0 番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 白石 裕(SHIRAISHI Yutaka); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 0 0 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人樹之下知の財産事務所(KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目 2 6 番 1 3 号 荻窪 T M ビル 3 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, LT, 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.

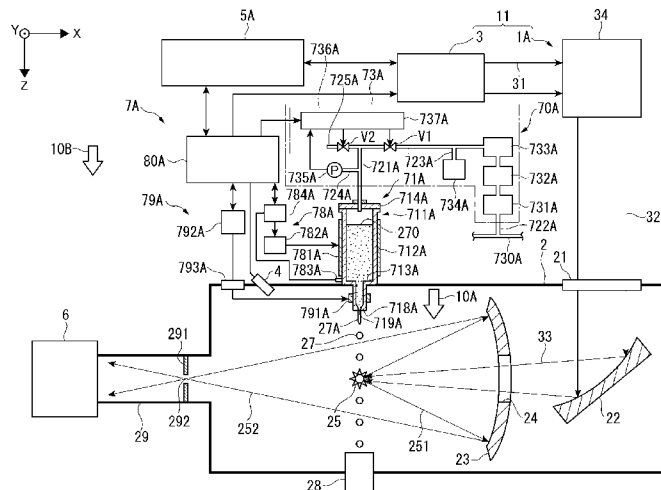
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

(54) Title: TARGET-SUPPLYING DEVICE AND EUV-LIGHT-GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: ターゲット供給装置および EUV 光生成装置



(57) Abstract: This target-supplying device (7A) is provided with a tank (711A) that stores a target substance (270), a nozzle (718A) that is connected to said tank (711A) and outputs the target substance (270), and a gas-supplying unit (73A) that supplies a gas to the tank (711A). The gas-supplying unit (73A) may be provided with the following: a pressure booster (731A) that is connected to a gas line (730A), boosts the pressure of a gas supplied from said gas line (730A), and outputs said gas to the tank (711A); a pressure sensor (735A) that measures the pressure inside the tank (711A); and a pressure controller (736A) that, on the basis of measurement results from the pressure sensor (735A), adjusts the pressure of the gas supplied to the tank (711A).

(57) 要約: ターゲット供給装置 (7A) は、ターゲット物質 (270) を貯蔵するタンク (711A) と、タンク (711A) に接続され、ターゲット物質 (270) を出力するノズル (718A) と、タンク (711A) にガスを供給するガス供給部 (73A) とを備え、ガス供給部 (73A) は、ガスライン (730A) に接続され、ガスライン (730A) から供給されるガスを昇圧してタンク (711A) に出力する昇圧器 (731A) と、タンク (711A) 内の圧力を計測する圧力センサ (735A) と、圧力センサ (735A) での計測結果に基づいて、タンク (711A) に供給されるガスの圧力を調整する圧力コントローラ (736A) とを備えてもよい。



WO 2015/166526 A1

明 細 書

発明の名称： ターゲット供給装置およびEUV光生成装置

技術分野

[0001] 本開示は、ターゲット供給装置およびEUV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、45nm～70nmの微細加工、さらには32nm以下の微細加工が要求されるようになる。このため、例えば32nm以下の微細加工の要求に応えるべく、波長13nm程度の極端紫外（EUV）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：特開2010-166041号公報

特許文献2：特開2008-193014号公報

特許文献3：米国特許出願公開第2010/0258747号明細書

概要

[0005] 本開示の一態様によるターゲット供給装置は、ターゲット物質を供給するターゲット供給装置であって、前記ターゲット物質を貯蔵するタンクと、前記タンクに接続され、前記ターゲット物質を出力するノズルと、前記タンクにガスを供給するガス供給部とを備え、前記ガス供給部は、ガスラインに接

続され、前記ガスラインから供給されるガスを昇圧して前記タンクに供給する昇圧器と、前記タンク内の圧力を計測する圧力センサと、前記圧力センサでの計測結果に基づいて、前記タンクに供給されるガスの圧力を調整する圧力コントローラとを備えてもよい。

[0006] 本開示の一態様によるEUV光生成装置は、ターゲット物質を供給するターゲット供給装置を備え、前記ターゲット物質にレーザ光を照射することによってEUV光を生成するEUV光生成装置であって、前記ターゲット供給装置は、前記ターゲット物質を貯蔵するタンクと、前記タンクに接続され、前記ターゲット物質を出力するノズルと、前記タンクにガスを供給するガス供給部とを備え、前記ガス供給部は、ガスラインに接続され、前記ガスラインから供給されるガスを昇圧して前記タンクに供給する昇圧器と、前記タンク内の圧力を計測する圧力センサと、前記圧力センサでの計測結果に基づいて、前記タンクに供給されるガスの圧力を調整する圧力コントローラとを備えてもよい。

図面の簡単な説明

[0007] 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、LPP方式のEUV光生成装置の構成を概略的に示す。

[図2]図2は、第1実施形態に係るターゲット供給装置を含むEUV光生成装置の構成を概略的に示す。

[図3]図3は、昇圧器の構成を概略的に示す。

[図4]図4は、ガスポンプを用いてタンクにガスを供給するターゲット供給装置の構成を概略的に示す。

[図5]図5は、第2実施形態に係るターゲット供給装置の構成を概略的に示す。

[図6]図6は、第3実施形態に係るターゲット供給装置の構成を概略的に示す。

[図7]図7は、第4実施形態に係るターゲット供給装置の構成を概略的に示す。

。

[図8]図8は、第5実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。

[図9]図9は、第6実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。

実施形態

[0008] 内容

1. 概要
2. EUV光生成装置の全体説明
2. 1 構成
2. 2 動作
3. ターゲット供給装置を含むEUV光生成装置
3. 1 用語の説明
3. 2 第1実施形態
3. 2. 1 概略
3. 2. 2 構成
3. 2. 3 動作
3. 3 第2実施形態
3. 3. 1 構成
3. 3. 2 動作
3. 4 第3実施形態
3. 4. 1 構成
3. 4. 2 動作
3. 5 第4実施形態
3. 5. 1 構成
3. 5. 2 動作
3. 6 第5実施形態
3. 6. 1 構成

3. 6. 2 動作

3. 7 第6実施形態

3. 7. 1 構成

3. 7. 2 動作

3. 8 変形例

[0009] 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および動作の全てが本開示の構成および動作として必須であるとは限らない。また、図1以外の図面を用いて説明する実施形態において、図1に示す構成要素のうち、本開示の説明に必須でない構成については、図示を省略する場合がある。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。

[0010] 1. 概要

本開示の実施形態においては、ターゲット供給装置は、ターゲット物質を供給するターゲット供給装置であって、前記ターゲット物質を貯蔵するタンクと、前記タンクに接続され、前記ターゲット物質を出力するノズルと、前記タンクにガスを供給するガス供給部とを備え、前記ガス供給部は、ガスラインに接続され、前記ガスラインから供給されるガスを昇圧して前記タンクに供給する昇圧器と、前記タンク内の圧力を計測する圧力センサと、前記圧力センサでの計測結果に基づいて、前記タンクに供給されるガスの圧力を調整する圧力コントローラとを備えてもよい。

[0011] 本開示の実施形態においては、EUV光生成装置は、ターゲット物質を供給するターゲット供給装置を備え、前記ターゲット物質にレーザ光を照射することによってEUV光を生成するEUV光生成装置であって、前記ターゲット供給装置は、前記ターゲット物質を貯蔵するタンクと、前記タンクに接続され、前記ターゲット物質を出力するノズルと、前記タンクにガスを供給するガス供給部とを備え、前記ガス供給部は、ガスラインに接続され、前記

ガスラインから供給されるガスを昇圧して前記タンクに供給する昇圧器と、前記タンク内の圧力を計測する圧力センサと、前記圧力センサでの計測結果に基づいて、前記タンクに供給されるガスの圧力を調整する圧力コントローラとを備えてもよい。

[0012] 2. E U V 光生成装置の全体説明

2. 1 構成

図 1 に、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。E U V 光生成装置 1 は、少なくとも 1 つのレーザ装置 3 と共に用いられてもよい。本願においては、E U V 光生成装置 1 およびレーザ装置 3 を含むシステムを、E U V 光生成システム 1 1 と称する。図 1 に示し、かつ、以下に詳細に説明するように、E U V 光生成装置 1 は、チャンバ 2、ターゲット供給装置 7 を含んでもよい。チャンバ 2 は、密閉可能であってもよい。ターゲット供給装置 7 は、例えば、チャンバ 2 の壁を貫通するように取り付けられてもよい。ターゲット供給装置 7 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、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。

[0013] 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ていてもよい。その貫通孔には、ウインドウ 2 1 が設けられてもよく、ウインドウ 2 1 をレーザ装置 3 から出力されるパルスレーザ光 3 2 が透過してもよい。チャンバ 2 の内部には、例えば、回転楕円面形状の反射面を有する E U V 集光ミラー 2 3 が配置されてもよい。E U V 集光ミラー 2 3 は、第 1 および第 2 の焦点を有し得る。E U V 集光ミラー 2 3 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てもよい。E U V 集光ミラー 2 3 は、例えば、その第 1 の焦点がプラズマ生成領域 2 5 に位置し、その第 2 の焦点が中間集光点 (I F) 2 9 2 に位置するように配置されるのが好ましい。E U V 集光ミラー 2 3 の中央部には貫通孔 2 4 が設けられていてもよく、貫通孔 2 4 をパルスレーザ光 3 3 が通過してもよい。

[0014] E U V 光生成装置 1 は、E U V 光生成制御部 5、ターゲットセンサ 4 等を

含んでもよい。ターゲットセンサ4は、撮像機能を有してもよく、ターゲットとしてのドロップレット27の存在、軌跡、位置、速度等を検出するよう構成されてもよい。

[0015] また、EUV光生成装置1は、チャンバ2の内部と露光装置6の内部とを連通させる接続部29を含んでもよい。接続部29内部には、アパーチャ293が形成された壁291が設けられてもよい。壁291は、そのアパーチャ293がEUV集光ミラー23の第2の焦点位置に位置するように配置されてもよい。

[0016] さらに、EUV光生成装置1は、レーザ光進行方向制御部34、レーザ光集光ミラー22、ドロップレット27を回収するためのターゲット回収部28等を含んでもよい。レーザ光進行方向制御部34は、レーザ光の進行方向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てもよい。

[0017] 2. 2 動作

図1を参照に、レーザ装置3から出力されたパルスレーザ光31は、レーザ光進行方向制御部34を経て、パルスレーザ光32としてウィンドウ21を透過してチャンバ2内に入射してもよい。パルスレーザ光32は、少なくとも1つのレーザ光経路に沿ってチャンバ2内を進み、レーザ光集光ミラー22で反射されて、パルスレーザ光33として少なくとも1つのドロップレット27に照射されてもよい。

[0018] ターゲット供給装置7は、ドロップレット27をチャンバ2内部のプラズマ生成領域25に向けて出力するよう構成されてもよい。ドロップレット27には、パルスレーザ光33に含まれる少なくとも1つのパルスが照射されてもよい。パルスレーザ光が照射されたドロップレット27はプラズマ化し、そのプラズマから放射光251が放射され得る。放射光251に含まれるEUV光252は、EUV集光ミラー23によって選択的に反射されてもよい。EUV集光ミラー23によって反射されたEUV光252は、中間集光点292で集光され、露光装置6に出力されてもよい。なお、1つのドロップ

プレット 27 に、パルスレーザ光 33 に含まれる複数のパルスが照射されてもよい。

[0019] E U V 光生成制御部 5 は、E U V 光生成システム 11 全体の制御を統括するよう構成されてもよい。E U V 光生成制御部 5 は、ターゲットセンサ 4 によって撮像されたドロップレット 27 のイメージデータ等処理するよう構成されてもよい。また、E U V 光生成制御部 5 は、例えば、ドロップレット 27 が出力されるタイミング、ドロップレット 27 の出力方向等を制御するよう構成されてもよい。さらに、E U V 光生成制御部 5 は、例えば、レーザ装置 3 の発振タイミング、パルスレーザ光 32 の進行方向、パルスレーザ光 33 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] 3. ターゲット供給装置を含む E U V 光生成装置

3. 1 用語の説明

以下、図 1 以外の図面を用いた説明において、方向に関する用語は各図に示した X Y Z 軸を基準として説明する場合がある。昇圧器の構成および動作の説明において、方向に関する用語を図 3 を基準として説明する場合がある。なお、これらの表現は、重力方向 10B との関係を表すものではない。

昇圧器で昇圧されたガスを、「昇圧ガス」と表現する場合があり得る。

[0021] 3. 2 第 1 実施形態

3. 2. 1 概略

本開示の第 1 実施形態のターゲット供給装置または E U V 光生成装置において、ガス供給部は、昇圧器で昇圧したガスから不純物を除去するガス精製器をさらに備えてもよい。

本開示の第 1 実施形態のターゲット供給装置または E U V 光生成装置において、ガス供給部は、昇圧器で昇圧したガスからパーティクルを除去するパーティクルフィルタをさらに備えてもよい。

本開示の第 1 実施形態のターゲット供給装置または E U V 光生成装置において、ガス供給部は、昇圧器で昇圧したガスの圧力を安定化させる圧力安定

器をさらに備えてもよい。

[0022] 3. 2. 2 構成

図2は、第1実施形態に係るターゲット供給装置を含むEUV光生成装置の構成を概略的に示す。図3は、昇圧器の構成を概略的に示す。

[0023] EUV光生成装置1Aは、図2に示すように、チャンバ2と、ターゲット供給装置7Aとを備えてもよい。ターゲット供給装置7Aは、ターゲット生成部70Aと、ターゲット制御装置80Aとを備えてもよい。ターゲット制御装置80Aには、レーザ装置3と、ターゲットセンサ4と、EUV光生成制御システム5Aとが電氣的に接続されてもよい。

[0024] ターゲット生成部70Aは、図2に示すように、ターゲット生成器71Aと、ガス供給部73Aと、温度制御部78Aと、ピエゾ部79Aとを備えてもよい。

ターゲット生成器71Aは、例えばモリブデンなどのターゲット物質270との反応性が低い材料で構成されてもよい。ターゲット生成器71Aは、内部にターゲット物質270を貯蔵するためのタンク711Aを備えてもよい。タンク711Aは、本体部712Aと、底面部713Aと、蓋部714Aとを備えてもよい。

本体部712Aは、筒状であってもよい。

底面部713Aは、本体部712Aの軸方向の一端としての+Z方向側の端部を塞ぐように構成されてもよい。底面部713Aは、本体部712Aと一体的に形成されてもよい。

蓋部714Aは、本体部712Aの軸方向の他端としての-Z方向側の端部を塞ぐように構成されてもよい。蓋部714Aは、本体部712Aと別体で構成されてもよい。蓋部714Aは、図示しないボルトによって本体部712Aに固定されてもよい。このとき、蓋部714Aの+Z方向側の面に設けられた溝に図示しないOリングを嵌め込むことで、本体部712Aと蓋部714Aとの間をシールしてもよい。

[0025] タンク711Aには、当該タンク711A内のターゲット物質270を、

ドロップレット27としてチャンバ2内に出力するためのノズル718Aが設けられていてもよい。ターゲット生成器71Aは、タンク711Aがチャンバ2外部に位置し、ノズル718Aがチャンバ2内部に位置するように設けられてもよい。

ノズル718Aには、ノズル孔719Aが設けられてもよい。ノズル孔719Aは、ノズル718Aにおける+Z方向側の端部の略中央部に開口してもよい。ノズル孔719Aの直径は、 $3\mu\text{m}$ ~ $15\mu\text{m}$ であってもよい。ノズル718Aは、ターゲット物質270との濡れ性が低い材料で構成されてもよい。具体的には、ターゲット物質270との濡れ性が低い材料とは、ターゲット物質270との接触角が 90° を超える材料であってもよい。接触角が 90° 以上の材料は、SiC、 SiO_2 、 Al_2O_3 、モリブデン、タンゲステン、タンタルのいずれかであってもよい。

[0026] チャンバ2の設置形態によっては、予め設定されるドロップレット27の出力方向は、必ずしも重力方向10Bと一致するとは限らない。予め設定されるドロップレット27の出力方向は、ノズル孔719Aの中心軸方向であってもよく、以降、設定出力方向10Aと称する。重力方向10Bに対して、斜め方向や水平方向に、ドロップレット27が出力されるよう構成されてもよい。なお、第1実施形態では、設定出力方向10Aが重力方向10Bと一致するようにチャンバ2が設置されてもよい。

[0027] 蓋部714Aには、配管721Aが設けられてもよい。配管721Aは、蓋部714Aを貫通し、第1の端がタンク711Aの内部に位置するように設けられてもよい。

ガス供給部73Aは、配管721Aを介して、タンク711Aにガスを供給してもよい。ガス供給部73Aがタンク711Aに供給するガスの純度は、99.999%以上であってもよい。

ガス供給部73Aは、昇圧器731Aと、ガス精製器732Aと、パーティクルフィルタ733Aと、圧力安定器としてのバッファタンク734Aと、圧力センサ735Aと、圧力コントローラ736Aとを備えてもよい。

[0028] 昇圧器 731A は、例えば、HASKEL 社の型式番号 AGT-7/30 (吸入ガス圧力: 1.0 MPa、吐出ガス圧力: 20.7 MPa、流量: 0.07 L/min (Normal)) などのエア駆動ガスブースターであってもよい。

昇圧器 731A は、配管 721A の第 2 の端に接続されてもよい。昇圧器 731A は、配管 722A を介して、ガスライン 730A に接続されてもよい。ガスライン 730A は、工場に安価に敷設可能な低圧のガスラインであってもよい。ガスライン 730A は、圧力が 1 MPa 程度のガスを供給してもよい。ガスライン 730A が供給するガスは、アルゴン、ヘリウム、窒素などの不活性ガスであってもよいし、水素であってもよい。

昇圧器 731A は、ガスライン 730A から供給されるガスを昇圧して、配管 721A に出力してもよい。昇圧器 731A は、図 3 に示すように、エアバレル 741A を備えてもよい。エアバレル 741A は、箱状に形成されてもよい。エアバレル 741A は、筒状部 742A と、第 1 閉塞部 743A と、第 2 閉塞部 744A とを備えてもよい。

[0029] 筒状部 742A は、円筒状であってもよい。

第 1 閉塞部 743A は、筒状部 742A の上端を閉塞してもよい。第 1 閉塞部 743A における互いに異なる位置には、配管 745A の第 1 の端と、配管 746A の第 1 の端とがそれぞれ接続されてもよい。配管 745A、746A は、当該配管 745A、746A の内部とエアバレル 741A の内部とが、連通するように接続されてもよい。配管 745A の第 2 の端には、駆動エア供給部 747A が接続されてもよい。配管 746A の第 2 の端には、スプール 748A が接続されてもよい。スプール 748A には、排気管 749A が接続されてもよい。

第 1 閉塞部 743A における配管 745A、746A が接続されていない位置には、第 1 パイロットバルブ 750A が設けられてもよい。第 1 パイロットバルブ 750A は、当該第 1 パイロットバルブ 750A の一部がエアバレル 741A の内部に位置するように設けられてもよい。

[0030] 第2閉塞部744Aは、筒状部742Aの下端を閉塞してもよい。第2閉塞部744Aの略中央には、貫通孔751Aが設けられてもよい。

第2閉塞部744Aにおける互いに異なる位置には、配管752Aの第1の端と、配管753Aの第1の端とがそれぞれ接続されてもよい。配管752A、753Aは、当該配管752A、753Aの内部とエアバレル741Aの内部とが、連通するように接続されてもよい。配管752Aの第2の端には、駆動エア供給部747Aが接続されてもよい。配管753Aの第2の端には、スプール748Aが接続されてもよい。

第2閉塞部744Aにおける配管752A、753Aが接続されていない位置には、第2パイロットバルブ754Aが設けられてもよい。第2パイロットバルブ754Aは、当該第2パイロットバルブ754Aの一部がエアバレル741Aの内部に位置するように設けられてもよい。

[0031] 駆動エア供給部747Aは、配管745Aまたは配管752Aを介して、エアバレル741Aの内部に駆動エアを供給してもよい。

スプール748Aは、配管746Aまたは配管753Aを介して、エアバレル741Aの内部のエアを排気管749Aを介して排気してもよい。

[0032] エアバレル741Aの第2閉塞部744Aには、下方に延びるように、ガスバレル755Aが設けられてもよい。ガスバレル755Aは、エアバレル741Aと一体的に形成されてもよい。

ガスバレル755Aは、下端が閉塞された円筒状に形成されてもよい。ガスバレル755Aの内径は、筒状部742Aの内径より小さくてもよい。ガスバレル755Aは、当該ガスバレル755Aの外側に配管752A、753A、第2パイロットバルブ754Aが位置するように設けられてもよい。ガスバレル755Aは、当該ガスバレル755Aの径方向中心に貫通孔751Aの中心が位置するように設けられてもよい。

[0033] ガスバレル755Aの下端側の側面における互いに異なる位置には、第1チェックバルブ756Aと、第2チェックバルブ764Aとがそれぞれ設けられてもよい。

第1チェックバルブ756Aは、円筒状の本体部757Aを備えてもよい。本体部757Aは、ガスバレル755Aの外側に延びるように設けられてもよい。本体部757Aの先端側は、配管722Aを介してガスライン730Aに接続されてもよい。本体部757Aの内部は、ガスバレル755Aの側面に設けられた貫通孔758Aを介してガスバレル755Aの内部と連通してもよい。貫通孔758Aの内径は、本体部757Aの内径より小さくてもよい。これにより、貫通孔758Aの外側に、円環状のばね当接部759Aが設けられ得る。

本体部757Aの内部における当該本体部757Aの先端側には、傾斜面部760Aが設けられてもよい。傾斜面部760Aは、ガスバレル755Aから離れるにしたがって径寸法が小さくなる形状であってもよい。これにより、本体部757Aの先端に、当該本体部757Aの内径より内径が小さい貫通孔761Aが設けられ得る。

本体部757Aの内部には、ボール762Aが配置されてもよい。ボール762Aの直径は、本体部757Aの内径より小さく、かつ、貫通孔761Aの内径より大きくてもよい。

本体部757Aの内部には、ばね763Aが配置されてもよい。ばね763Aは、コイルスプリングであってもよい。ばね763Aは、螺旋状の軸方向の一端側がばね当接部759Aに当接し、他端側がボール762Aに当接するように配置されてもよい。

[0034] 第2チェックバルブ764Aは、第1チェックバルブ756Aと同様の構成であってもよい。第2チェックバルブ764Aは、本体部765Aと、貫通孔766Aと、傾斜面部767Aと、ばね当接部768Aと、貫通孔769Aと、ボール770Aとを備えてもよい。

本体部765Aは、円筒状であってもよい。本体部765Aの先端側は、配管721Aを介してガス精製器732Aに接続されてもよい。本体部765Aの内部は、ガスバレル755Aの側面に設けられた貫通孔766Aを介してガスバレル755Aの内部と連通してもよい。本体部765Aの内部に

おけるガスバレル 755A 側には、傾斜面部 767A が設けられてもよい。傾斜面部 767A は、ガスバレル 755A に近づくにしたがって径寸法が小さくなる形状であってもよい。これにより、貫通孔 766A の内径は、本体部 765A の内径より小さくなり得る。

本体部 765A の先端には、円環状のばね当接部 768A が設けられてもよい。ばね当接部 768A の開口は、内径が本体部 765A の内径より小さい貫通孔 769A であってもよい。

本体部 765A の内部には、直径が本体部 765A の内径より小さく、かつ、貫通孔 766A の内径より大きいボール 770A が配置されてもよい。

本体部 765A の内部には、コイルスプリングであるばね 771A が配置されてもよい。ばね 771A は、螺旋状の軸方向の一端側がばね当接部 768A に当接し、他端側がボール 770A に当接するように配置されてもよい。

[0035] 昇圧器 731A は、エアピストン 772A と、ガスピストン 773A と、ロッド 774A とを備えてもよい。

エアピストン 772A は、外径が筒状部 742A の内径とほぼ同じ円板状であってもよい。エアピストン 772A は、当該エアピストン 772A の厚さ方向が筒状部 742A の軸方向と平行となるように、筒状部 742A 内に配置されてもよい。エアピストン 772A の外周面に設けられた溝に、図示しないＯリングを嵌め込むことで、エアピストン 772A より上側の第 1 空間 775A に供給された駆動エアが、当該エアピストン 772A より下側の第 2 空間 776A に漏れることを抑制してもよい。

[0036] ガスピストン 773A は、外径がガスバレル 755A の内径とほぼ同じ円板状であってもよい。ガスピストン 773A は、当該ガスピストン 773A の厚さ方向がガスバレル 755A の軸方向と平行となるように、ガスバレル 755A 内に配置されてもよい。ガスピストン 773A の外周面に設けられた溝に、図示しないＯリングを嵌め込むことで、ガスピストン 773A より下側の第 3 空間 777A のガスが、当該ガスピストン 773A より上側の第

4 空間 7 7 8 A に漏れることを抑制してもよい。

[0037] ロッド 7 7 4 A は、外径が貫通孔 7 5 1 A の内径とほぼ同じ丸棒状であってもよい。ロッド 7 7 4 A は、貫通孔 7 5 1 A に挿通されてもよい。ロッド 7 7 4 A の上端には、エアピストン 7 7 2 A が接続されてもよい。ロッド 7 7 4 A の下端には、ガスピストン 7 7 3 A が接続されてもよい。貫通孔 7 5 1 A の内周面に設けられた溝に、図示しない O リングを嵌め込むことで、第 2 空間 7 7 6 A 内の駆動エアが第 4 空間 7 7 8 A に漏れることを抑制してもよい。

[0038] 例えば、図 3 において二点鎖線で示すように、エアピストン 7 7 2 A が第 2 パイロットバルブ 7 5 4 A に接触すると、スプール 7 4 8 A は、配管 7 4 6 A および排気管 7 4 9 A を介して第 1 空間 7 7 5 A と昇圧器 7 3 1 A の外部とを連通させるとともに、第 2 空間 7 7 6 A が密閉される状態にしてもよい。駆動エア供給部 7 4 7 A は、第 2 空間 7 7 6 A のみに駆動エアを供給してもよい。これにより、第 1 空間 7 7 5 A 内のエアが排気されるとともに、エアピストン 7 7 2 A およびガスピストン 7 7 3 A が上昇し、第 3 空間 7 7 7 A の圧力が下がり得る。第 3 空間 7 7 7 A の圧力が下がると、ボール 7 7 0 A が傾斜面部 7 6 7 A に密着して第 2 チェックバルブ 7 6 4 A が閉じるとともに、ボール 7 6 2 A が傾斜面部 7 6 0 A から離れて第 1 チェックバルブ 7 5 6 A が開き、ガスライン 7 3 0 A のガスが第 3 空間 7 7 7 A 内に充填され得る。

[0039] 第 3 空間 7 7 7 A 内のガスの充填量が増えると、図 3 において実線で示すように、エアピストン 7 7 2 A が第 1 パイロットバルブ 7 5 0 A に接触し得る。エアピストン 7 7 2 A が第 1 パイロットバルブ 7 5 0 A に接触すると、スプール 7 4 8 A は、配管 7 5 3 A および排気管 7 4 9 A を介して第 2 空間 7 7 6 A と昇圧器 7 3 1 A の外部とを連通させるとともに、第 1 空間 7 7 5 A が密閉される状態にしてもよい。駆動エア供給部 7 4 7 A は、第 2 空間 7 7 6 A への駆動エアの供給を停止して、第 1 空間 7 7 5 A のみに駆動エアを供給してもよい。これにより、第 2 空間 7 7 6 A 内のエアが排気されると

もに、エアピストン 772A およびガスピストン 773A が下降し、第 3 空間 777A の圧力が上がり得る。第 3 空間 777A の圧力が上がると、ボール 762A が傾斜面部 760A に密着して第 1 チェックバルブ 756A が閉じるとともに、ボール 770A が傾斜面部 767A から離れて第 2 チェックバルブ 764A が開き、ガスバレル 755A で昇圧されたガスがガス精製器 732A に供給され得る。

[0040] ガス精製器 732A は、配管 721A における昇圧器 731A よりタンク 711A 側に設けられてもよい。ガス精製器 732A は、昇圧器 731A から供給される昇圧ガス中の不純物を除去してもよい。昇圧ガス中の不純物は、昇圧器 731A に混入する潤滑油などの有機成分や、酸素などであってもよい。これにより、タンク 711A 内のターゲット物質 270 と不純物とが反応して、反応生成物が発生することを抑制し得る。その結果、反応生成物がノズル 718A を詰まらせることを抑制し得る。ガス精製器 732A は、吸着式あるいはゲッター式のガス精製器であってもよい。

[0041] パーティクルフィルタ 733A は、配管 721A におけるガス精製器 732A よりタンク 711A 側に設けられてもよい。パーティクルフィルタ 733A は、昇圧器 731A から出力される昇圧ガス中のパーティクルを除去してもよい。昇圧ガス中のパーティクルは、昇圧器 731A の摺動部品から発生してもよい。パーティクルを発生させる摺動部品は、ガスピストン 773A に設けられた O リングや、当該 O リングと接触するガスバレル 755A であってもよい。これにより、パーティクルがタンク 711A 内に侵入して、ノズル 718A を詰まらせることを抑制し得る。パーティクルフィルタ 733A は、濾過度が 0.02 μm 程度のクリーンガスフィルタであってもよい。パーティクルフィルタ 733A の濾材は、PTFE メンブランなどであってもよい。

[0042] 配管 721A におけるパーティクルフィルタ 733A よりタンク 711A 側には、配管 723A が接続されてもよい。配管 723A は、第 1 の端が配管 721A の側面に接続されてもよい。配管 723A の第 2 の端には、バツ

ファタンク 734A が設けられてもよい。

バッファタンク 734A の容積は、昇圧器 731A からタンク 711A までの全ガス流路の容量より大きくてもよい。バッファタンク 734A は、配管 721A 内に生じる昇圧ガスの圧力変動を低減してもよい。昇圧器 731A は、ガスピストン 773A の昇降によりガスを昇圧するため、ガスピストン 773A の往復の周期に一致する昇圧ガスの圧力変動を発生させ得る。バッファタンク 734A は、昇圧器 731A が発生させる昇圧ガスの圧力変動を低減してもよい。バッファタンク 734A による低減後の圧力変動幅は、圧力コントローラ 736A での調整後の圧力の 10% 未満であってもよい。

[0043] 配管 721A におけるバッファタンク 734A よりタンク 711A 側には、配管 724A が接続されてもよい。配管 724A は、第 1 の端が配管 721A の側面に接続されてもよい。配管 724A の第 2 の端には、圧力センサ 735A が設けられてもよい。

圧力センサ 735A は、圧力コントローラ 736A の後述するバルブ制御部 737A に電氣的に接続されてもよい。圧力センサ 735A は、配管 724A 内の圧力を計測して、この計測した圧力に対応する信号をバルブ制御部 737A に送信してもよい。配管 724A 内の圧力は、配管 721A 内およびタンク 711A 内の圧力とほぼ同一の圧力となり得る。すなわち、圧力センサ 735A は、タンク 711A 内の圧力を計測し得る。

[0044] 圧力コントローラ 736A は、圧力センサ 735A での計測結果に基づいて、タンク 711A に供給される昇圧ガスの圧力を調整してもよい。圧力コントローラ 736A は、第 1 バルブ V1 と、第 2 バルブ V2 と、バルブ制御部 737A とを備えてもよい。

第 1 バルブ V1 は、配管 721A における配管 723A との接続部分と配管 724A との接続部分との間に設けられてもよい。

配管 721A における配管 724A との接続部分と第 1 バルブ V1 との間には、配管 725A が接続されてもよい。配管 725A は、第 1 の端が配管 721A の側面に接続されてもよい。配管 725A は、第 2 の端が開放され

てもよい。第2バルブV 2は、配管7 2 5 Aの途中に設けられてもよい。

配管7 2 1 A, 7 2 2 A, 7 2 3 A, 7 2 4 A, 7 2 5 Aは、例えばステンレス鋼で形成されてもよい。

[0045] 第1バルブV 1および第2バルブV 2は、ゲートバルブ、ボールバルブ、バタフライバルブなどのいずれかであってもよい。第1バルブV 1と第2バルブV 2とは、同じ種類のバルブであってもよいし、異なる種類のバルブであってもよい。

第1バルブV 1および第2バルブV 2には、バルブ制御部7 3 7 Aが電氣的に接続されてもよい。ターゲット制御装置8 0 Aは、バルブ制御部7 3 7 Aに第1バルブV 1および第2バルブV 2に関する信号を送信してもよい。第1バルブV 1および第2バルブV 2は、バルブ制御部7 3 7 Aから送信される信号に基づいて、それぞれ独立して開閉を切り替えられてもよい。

[0046] 第1バルブV 1が開くと、ガスライン7 3 0 Aから供給される昇圧ガスが、配管7 2 1 Aを介してターゲット生成器7 1 Aのタンク7 1 1 A内に供給され得る。第2バルブV 2が閉じている場合、配管7 2 1 Aおよびタンク7 1 1 A内に存在する昇圧ガスが、配管7 2 5 Aの第2の端から当該配管7 2 5 Aの外部に排出されることを防止し得る。このことにより、第1バルブV 1が開くとともに第2バルブV 2が閉じると、タンク7 1 1 A内の圧力が、昇圧器7 3 1 Aでの昇圧後の圧力まで上がり得る。その後、タンク7 1 1 A内の圧力は、昇圧器7 3 1 Aでの昇圧後の圧力で維持され得る。

第1バルブV 1が閉じると、昇圧ガスが、配管7 2 1 Aを介してタンク7 1 1 A内に供給されることを防止し得る。第2バルブV 2が開くと、配管7 2 1 Aおよびタンク7 1 1 Aの内部と、当該配管7 2 1 Aおよびタンク7 1 1 Aの外部との間の圧力差によって、配管7 2 1 Aおよびタンク7 1 1 A内に存在する昇圧ガスが、配管7 2 4 Aの第2の端から当該配管7 2 5 Aの外部に排出され得る。これにより、第1バルブV 1が閉じるとともに第2バルブV 2が開くと、タンク7 1 1 A内の圧力が下がり得る。

[0047] 温度制御部7 8 Aは、タンク7 1 1 A内のターゲット物質2 7 0の温度を

制御するよう構成されてもよい。温度制御部 78A は、ヒータ 781A と、ヒータ電源 782A と、温度センサ 783A と、温度コントローラ 784A とを備えてもよい。ヒータ 781A は、タンク 711A の外周面に設けられてもよい。ヒータ電源 782A は、温度コントローラ 784A からの信号に基づいて、ヒータ 781A に電力を供給してヒータ 781A を発熱させてもよい。それにより、タンク 711A 内のターゲット物質 270 が、タンク 711A を介して加熱され得る。

温度センサ 783A は、タンク 711A の外周面におけるノズル 718A 側に設けられてもよいし、タンク 711A 内に設けられてもよい。温度センサ 783A は、タンク 711A における主に温度センサ 783A の設置位置およびその近傍の位置の温度を検出して、当該検出した温度に対応する信号を温度コントローラ 784A に送信するよう構成されてもよい。温度センサ 783A の設置位置およびその近傍の位置の温度は、タンク 711A 内のターゲット物質 270 の温度とほぼ同一の温度となり得る。

温度コントローラ 784A は、温度センサ 783A からの信号に基づいて、ターゲット物質 270 の温度を所定温度に制御するための信号をヒータ電源 782A に出力するよう構成されてもよい。

[0048] ピエゾ部 79A は、ピエゾ素子 791A と、電源 792A とを備えてもよい。ピエゾ素子 791A は、チャンバ 2 内において、ノズル 718A の外周面に設けられてもよい。ピエゾ素子 791A の代わりに、高速でノズル 718A に振動を加えることが可能な機構が設けられてもよい。電源 792A は、フィードスルー 793A を介してピエゾ素子 791A に電氣的に接続されてもよい。電源 792A は、ターゲット制御装置 80A に電氣的に接続されてもよい。

ターゲット生成部 70A は、コンティニュアスジェット方式でジェット 27A を生成し、ノズル 718A から出力したジェット 27A を振動させることで、ドロップレット 27 を生成するよう構成されてもよい。

[0049] 3. 2. 3 動作

図4は、ガスポンベを用いてタンクにガスを供給するターゲット供給装置の構成を概略的に示す。

なお、以下において、ターゲット物質270がスズの場合を例示して、ターゲット供給装置7Aの動作を説明する。

[0050] 図4に示すターゲット供給装置は、昇圧器731A、ガス精製器732A、パーティクルフィルタ733Aおよびバッファタンク734Aの代わりに、不活性ガスポンベ721を適用したこと以外は、第1実施形態のターゲット供給装置7Aと同様の構成であってもよい。

このようなターゲット供給装置において、ターゲット制御装置80Aは、温度制御部78Aに信号を送信して、ターゲット生成器71A内のターゲット物質270を当該ターゲット物質270の融点以上の所定の温度まで加熱してもよい。

ターゲット制御装置80Aは、ピエゾ素子791Aに所定の周波数の信号を送信してもよい。これにより、ピエゾ素子791Aが、ジェット27Aからドロップレット27を周期的に生成するように振動し得る。

[0051] ターゲット制御装置80Aは、バルブ制御部737Aに信号を送信して、ターゲット生成器71Aのタンク711A内の圧力を目標圧力 P_t に設定してもよい。バルブ制御部737Aは、圧力センサ735Aで計測した圧力 P と目標圧力 P_t の差 ΔP の値が小さくなるように、第1バルブ V_1 および第2バルブ V_2 を開閉制御してもよい。これにより、不活性ガスポンベ721内の不活性ガスがタンク711A内に供給され、当該タンク711A内の圧力が目標圧力 P_t に安定し得る。タンク711A内の圧力が目標圧力 P_t に到達すると、ノズル718Aからジェット27Aが出力し、ノズル718Aの振動に応じてドロップレット27が生成され得る。

[0052] EUV光出力の安定性を向上させるために、ドロップレット27の間隔を広げることが要求され得る。ドロップレット27の間隔が狭いと、EUV光発生のためのプラズマの影響が、次にレーザ光に照射されるドロップレット27の軌道を乱す場合があり得る。ドロップレット27の軌道が乱れると、

ドロップレット 27 の適正な位置にレーザ光が照射されず、EUV 光出力が変動し得る。

このような現象を抑制するために、ドロップレット 27 の間隔を広げて、次にレーザ光に照射されるドロップレット 27 へのプラズマの影響を低減することが考えられ得る。このために、EUV 光生成の繰り返し周波数を下げることが考えられるが、出力を保とうとすると、EUV 光のエネルギーを上げる必要があり得る。EUV 光のエネルギーを上げる場合、レーザ出力を向上させなければならず、高コストになり得る。

そこで、EUV 光出力の繰り返し周波数を保持しつつ、ドロップレット 27 の間隔を広げるために、ドロップレット 27 の速度を上げる必要性が高まり得る。

[0053] 例えば、50 m/s 程度の速度をもつドロップレット 27 を出力する場合、タンク 711A に供給すべき圧力は、12 MPa 程度必要となり得る。一方、不活性ガスボンベ 721 の初期充填圧は、27 MPa 程度であり得る。

ドロップレット 27 を出力していくと、ガスが消費されるため、不活性ガスボンベ 721 中の圧力は初期充填圧から低下し得る。不活性ガスボンベ 721 の圧力がタンク 711A に供給すべき圧力を下回ると、不活性ガスボンベ 721 がドロップレット 27 の出力に必要な圧力をタンク 711A に供給することができなくなり、不活性ガスボンベ 721 の交換が必要となり得る。

[0054] ドロップレット 27 の速度を上げる場合、タンク 711A に供給すべき圧力も上げる必要があり得る。不活性ガスボンベ 721 の初期充填圧は、ボンベ容器の規格によって制限されるため容易に上げることが困難となり得る。このため、ドロップレット 27 を高速化すると、より頻繁な不活性ガスボンベ 721 の交換が必要となり得る。

一方、ターゲット生成装置で使用する高圧のガスを、半導体工場のガス設備から供給する方法も考えられ得る。しかし、数十 MPa のガスを供給する

ガス設備を敷設するためには、高耐圧の特殊な配管、バルブなどが必要となり、高コストになるとともに高圧ガス設備の安全管理に多大な工数を要し得る。

このような状況を改善するために、ターゲット供給装置 7 A を図 2 に示すように構成してもよい。

[0055] 図 2 に示すターゲット供給装置 7 A において、タンク 7 1 1 A 内の圧力を目標圧力 P_t に到達させるために、圧力コントローラ 7 3 6 A のバルブ制御部 7 3 7 A が第 1 バルブ V 1 および第 2 バルブ V 2 の開閉制御を行う際、昇圧器 7 3 1 A は、ガスライン 7 3 0 A から供給されるガスを昇圧して、圧力コントローラ 7 3 6 A に供給してもよい。

[0056] ドロップレット 2 7 の出力準備において、ガスライン 7 3 0 A のガスが第 3 空間 7 7 7 A に充填され、昇圧器 7 3 1 A のガスピストン 7 7 3 A が図 3 に実線で示す位置に上昇して、エアピストン 7 7 2 A が第 1 パイロットバルブ 7 5 0 A に接触すると、昇圧器 7 3 1 A は、エアピストン 7 7 2 A およびガスピストン 7 7 3 A を下降させてもよい。これにより、第 1 チェックバルブ 7 5 6 A が閉じるとともに第 2 チェックバルブ 7 6 4 A が開き、第 3 空間 7 7 7 A 内のガスが昇圧されて、圧力コントローラ 7 3 6 A に供給され得る。このとき、昇圧器 7 3 1 A は、第 2 チェックバルブ 7 6 4 A を介して圧力コントローラ 7 3 6 A に供給する昇圧ガスの流量が、 $2.33 \text{ L/min (Normal)}$ 程度となるように、エアピストン 7 7 2 A およびガスピストン 7 7 3 A を下降させてもよい。

これは、 1 MPa 程度のガスを 14 MPa 程度まで昇圧し、昇圧対象体積を 12 L とした場合、 12 時間で昇圧が完了する想定であり得る。昇圧対象体積は、典型的なバッファタンク 7 3 4 A の容量を 10 L とし、タンク 7 1 1 A および配管 7 2 1 A, 7 2 3 A, 7 2 4 A の容量を 2 L として想定してもよい。

また、ドロップレット 2 7 の出力を停止して、タンク 7 1 1 A 内の圧力を約 1 気圧 (0.1 MPa) にする場合があり得る。この場合、容量が 10 L

のバッファタンク 734 A 内の圧力を 12 MPa に維持しておくとして仮定すると、初期の昇圧に対する昇圧対象体積は 2 L となり得る。このとき、次のドロップレット 27 の出力までに、12 時間の昇圧時間を確保すると仮定すると、圧力コントローラ 736 A に供給する昇圧ガスの流量は、0.39 L/min (Normal) であってもよい。

つまり、ドロップレット 27 の出力準備中において、昇圧器 731 A は、12 MPa 程度の昇圧ガスを、0.35 L/min (Normal) 以上 2.4 L/min (Normal) 以下の流量で圧力コントローラ 736 A に供給してもよい。

[0057] 昇圧器 731 A から供給された昇圧ガスは、ガス精製器 732 A に供給され得る。ガス精製器 732 A に供給された昇圧ガスは、当該ガス精製器 732 A において不純物が除去され、パーティクルフィルタ 733 A に供給され得る。パーティクルフィルタ 733 A に供給された昇圧ガスは、当該パーティクルフィルタ 733 A においてパーティクルが除去され、バッファタンク 734 A および圧力コントローラ 736 A に供給され得る。圧力コントローラ 736 A に供給される昇圧ガスの圧力変動は、バッファタンク 734 A において低減され得る。圧力コントローラ 736 A は、圧力変動が低減された昇圧ガスの圧力を調整して、タンク 711 A 内に供給してもよい。タンク 711 A 内の圧力が目標圧力 P_t に到達すると、ノズル 718 A からジェット 27 A が出力し、ドロップレット 27 が生成され得る。

[0058] ドロップレット 27 をいつでも出力できるように、タンク 711 A 内の圧力を 12 MPa に維持して待機している場合、圧力コントローラ 736 A における昇圧ガスの消費量は、9.44 cc/min (Normal) となり得る。この場合の昇圧ガスの消費量は、圧力コントローラ 736 A の第 2 バルブ V2 が開くことによって、配管 725 A から排出される昇圧ガスの量であってもよい。

また、ドロップレット 27 の出力中の場合、圧力コントローラ 736 A における昇圧ガスの消費量は、12.44 cc/min (Normal) とな

り得る。これは、第2バルブV2が開くことによる昇圧ガスの消費量（9.44cc/min（Normal））と、ドロップレット27をノズル718Aから押し出す時の昇圧ガスの消費量（3cc/min（Normal））との和であってもよい。この昇圧ガスの消費量は、12MPaの加圧で、直径20μmのスズのドロップレット27を、100kHzで出力した場合を想定してもよい。

つまり、ドロップレット27の出力待機中あるいはドロップレット27の出力中において、昇圧器731Aは、12MPa程度の昇圧ガスを、9.4cc/min（Normal）以上12.5cc/min（Normal）以下の流量で圧力コントローラ736Aに供給してもよい。

[0059] このような昇圧ガスの消費に伴い、昇圧器731Aのエアピストン772Aおよびガスピストン773Aが下降し得る。これにより、ドロップレット27が出力され続けて昇圧ガスが消費されても、タンク711A内の圧力が目標圧力P_tで維持され得る。

エアピストン772Aが図3に二点鎖線で示す位置まで下降し、エアピストン772Aが第2パイロットバルブ754Aに接触すると、昇圧器731Aは、エアピストン772Aおよびガスピストン773Aを上昇させてもよい。これにより、第2チェックバルブ764Aが閉じて昇圧ガスの供給を停止するとともに、第1チェックバルブ756Aが開き、ガスライン730Aのガスが第3空間777A内に供給され得る。そして、エアピストン772Aが図3に実線で示す位置まで上昇して、第1パイロットバルブ750Aに接触すると、上述したように、昇圧器731Aは、エアピストン772Aおよびガスピストン773Aを下降させ、圧力コントローラ736Aへの昇圧ガスの供給を再開してもよい。

昇圧器731Aが昇圧ガスの供給を停止してから再開するまでの時間は、この時間中にドロップレット27が出力され、圧力ガスが消費され続けた場合であっても、タンク711A内の圧力が目標圧力P_tで維持される長さであってもよい。

[0060] これにより、ドロップレット 27 の出力に伴い昇圧ガスが消費された場合であっても、昇圧器 731A がガスライン 730A のガスを昇圧して圧力コントローラ 736A に供給することで、高圧の昇圧ガスをタンク 711A に供給し続けることが可能となり得る。その結果、不活性ガスポンペを交換することなく、ドロップレット 27 の高速化が可能となり得る。また、工場に安価に敷設可能なガスライン 730A のガスを昇圧して供給するため、高コストになることを抑制し得るとともに、高圧ガス設備の安全管理が不要となり得る。

[0061] バッファタンク 734A が昇圧ガスの圧力変動を低減するため、圧力コントローラ 736A による高精度な圧力制御が可能となり得る。その結果、ドロップレット 27 の速度、間隔、出力角度などの出力安定性が向上し得る。

[0062] 3. 3 第 2 実施形態

3. 3. 1 構成

図 5 は、第 2 実施形態に係るターゲット供給装置の構成を概略的に示す。

第 2 実施形態のターゲット供給装置 7B は、ガス供給部 73B 以外の構成は、第 1 実施形態のターゲット供給装置 7A と同様のものを適用してもよい。

ガス供給部 73B は、昇圧器 731A と同様の昇圧器 731B をさらに備えること以外の構成は、第 1 実施形態のガス供給部 73A と同様のものを適用してもよい。

昇圧器 731B は、配管 721A における昇圧器 731A とガス精製器 732A との間に設けられてもよい。

[0063] 3. 3. 2 動作

ターゲット供給装置 7B の動作について説明する。

以下において、第 1 実施形態と同様の動作については、説明を省略する。

[0064] ターゲット供給装置 7B において、タンク 711A 内の圧力を目標圧力 P_t に到達させるために、圧力コントローラ 736A が圧力を制御する際、昇圧器 731A は、ガスライン 730A から供給されるガスを昇圧して、昇圧

器 7 3 1 B に供給してもよい。昇圧器 7 3 1 B は、昇圧器 7 3 1 A からの昇圧ガスをさらに昇圧してもよい。この昇圧器 7 3 1 B で昇圧された昇圧ガスは、ガス精製器 7 3 2 A、パーティクルフィルタ 7 3 3 A およびバッファタンク 7 3 4 A を介して圧力コントローラ 7 3 6 A に供給され得る。

これにより、圧力コントローラ 7 3 6 A には、第 1 実施形態よりも高圧の昇圧ガスが供給され得る。

タンク 7 1 1 A 内の圧力が目標圧力 P_t に到達すると、ノズル 7 1 8 A からジェット 2 7 A が出力し、ドロップレット 2 7 が生成され得る。

[0065] 3. 4 第 3 実施形態

3. 4. 1 構成

図 6 は、第 3 実施形態に係るターゲット供給装置の構成を概略的に示す。

第 3 実施形態のターゲット供給装置 7 C は、ガス供給部 7 3 C 以外の構成は、第 1 実施形態のターゲット供給装置 7 A と同様のものを適用してもよい。

ガス供給部 7 3 C は、バッファタンク 7 3 4 A の代わりに圧力安定器としての圧力レギュレータ 7 3 8 C を設けたこと以外の構成は、第 1 実施形態のガス供給部 7 3 A と同様のものを適用してもよい。

圧力レギュレータ 7 3 8 C は、配管 7 2 1 A におけるパーティクルフィルタ 7 3 3 A と第 1 バルブ V 1 との間に設けられてもよい。配管 7 2 1 A には、配管 7 2 3 A が接続されなくてもよい。圧力レギュレータ 7 3 8 C のダイヤフラムの材質は、P T F E（ポリテトラフルオロエチレン）、E P M（エチレンプロピレンゴム）、E P D M（エチレンプロピレンジエンゴム）、フッ素ゴムなどであってもよい。圧力レギュレータ 7 3 8 C は、配管 7 2 1 A 内に生じる圧力変動を低減してもよい。圧力レギュレータ 7 3 8 C による低減後の圧力変動幅は、圧力コントローラ 7 3 6 A での調整後の圧力の 1 0 % 未満であってもよい。

このようにバッファタンク 7 3 4 A の代わりに圧力レギュレータ 7 3 8 C を用いることで、圧力変動の低減に用いる構成の体積が小さくなり得る。

[0066] 3. 4. 2 動作

ターゲット供給装置 7 C の動作について説明する。

以下において、第 1 実施形態と同様の動作については、説明を省略する。

[0067] ターゲット供給装置 7 C において、タンク 7 1 1 A 内の圧力を目標圧力 P_t に到達させるために、圧力コントローラ 7 3 6 A が圧力を制御する際、昇圧器 7 3 1 A は、ガスライン 7 3 0 A から供給されるガスを昇圧してもよい。昇圧器 7 3 1 A で昇圧された昇圧ガスは、ガス精製器 7 3 2 A およびパーティクルフィルタ 7 3 3 A を介して圧力レギュレータ 7 3 8 C に供給され得る。圧力レギュレータ 7 3 8 C は、昇圧ガスの圧力変動を低減してもよい。

これにより、圧力コントローラ 7 3 6 A には、第 1 実施形態と同様に圧力変動が低減された昇圧ガスが供給され得る。

タンク 7 1 1 A 内の圧力が目標圧力 P_t に到達すると、ノズル 7 1 8 A からジェット 2 7 A が出力し、ドロップレット 2 7 が生成され得る。

[0068] 3. 5 第 4 実施形態

3. 5. 1 構成

図 7 は、第 4 実施形態に係るターゲット供給装置の構成を概略的に示す。

第 4 実施形態のターゲット供給装置 7 D は、ガス供給部 7 3 D 以外の構成は、第 1 実施形態のターゲット供給装置 7 A と同様のものを適用してもよい。

ガス供給部 7 3 D は、ガス精製器 7 3 2 A およびパーティクルフィルタ 7 3 3 A の代わりにピュリファイヤ 7 3 9 D を設けたこと以外の構成は、第 1 実施形態のガス供給部 7 3 A と同様のものを適用してもよい。

ピュリファイヤ 7 3 9 D は、配管 7 2 1 A における配管 7 2 3 A の接続部分と昇圧器 7 3 1 A との間に設けられてもよい。ピュリファイヤ 7 3 9 D は、例えば、SAES Pure Gas 社の型式番号 SP70-203（耐圧：206.8 気圧（約 21.0 MPa）、パーティクルフィルタの濾過度：0.003 μm ）などであってもよい。

[0069] 3. 5. 2 動作

ターゲット供給装置 7 D の動作について説明する。

以下において、第 1 実施形態と同様の動作については、説明を省略する。

[0070] ターゲット供給装置 7 D において、タンク 7 1 1 A 内の圧力を目標圧力 P_t に到達させるために、圧力コントローラ 7 3 6 A が圧力を制御する際、昇圧器 7 3 1 A は、ガスライン 7 3 0 A から供給されるガスを昇圧してもよい。昇圧器 7 3 1 A で昇圧された昇圧ガスは、ピュリファイヤ 7 3 9 D に供給され得る。ピュリファイヤ 7 3 9 D は、昇圧ガス中の不純物とパーティクルとを除去してもよい。不純物とパーティクルとが除去された昇圧ガスは、バッファタンク 7 3 4 A および圧力コントローラ 7 3 6 A を介してタンク 7 1 1 A に供給され得る。

タンク 7 1 1 A 内の圧力が目標圧力 P_t に到達すると、ノズル 7 1 8 A からジェット 2 7 A が出力し、ドロップレット 2 7 が生成され得る。

[0071] 3. 6 第 5 実施形態

3. 6. 1 構成

図 8 は、第 5 実施形態に係る E U V 光生成システムの構成を概略的に示す。

第 5 実施形態の E U V 光生成システム 1 1 E は、複数の E U V 光生成装置 1 E と、E U V 光生成装置 1 E の数より少ないガス供給部 7 3 A とを備えてもよい。それぞれの E U V 光生成装置 1 E は、レーザ装置 3 および露光装置 6 と共に用いられてもよい。E U V 光生成装置 1 E は、ターゲット供給装置 7 E 以外の構成は、第 1 実施形態の E U V 光生成装置 1 A と同様のものを適用してもよい。ターゲット供給装置 7 E は、ガス供給部 7 3 A を個別には備えないこと以外の構成は、第 1 実施形態のターゲット供給装置 7 A と同様のものを適用してもよい。

[0072] ターゲット生成器 7 1 A の蓋部 7 1 4 A には、配管 9 0 1 E が設けられてもよい。配管 9 0 1 E は、蓋部 7 1 4 A を貫通し、第 1 の端がタンク 7 1 1 A の内部に位置してもよい。配管 9 0 1 E の途中には、バルブ V 3 が設けられてもよい。

[0073] ガス供給部 7 3 A は、例えば 1 個だけ設けられてもよい。

配管 7 2 1 A の第 1 の端には、配管 9 0 2 E が E U V 光生成装置 1 E と同じ数に分岐するように接続されてもよい。配管 9 0 2 E の分岐後の途中には、バルブ V 4 がそれぞれ設けられてもよい。配管 9 0 2 E の第 2 の端と、配管 9 0 1 E の第 2 の端とは、ジョイント 9 1 1 E を介して接続されてもよい。

これにより、配管 7 2 1 A 内の昇圧ガスが、複数の E U V 光生成装置 1 E のタンク 7 1 1 A 内に供給され得る。また、バルブ V 3 とバルブ V 4 とを閉じてからジョイント 9 1 1 E を操作し、配管 9 0 1 E と配管 9 0 2 E との接続を解除することによって、ターゲット供給装置 7 E を個別に取り外してメンテナンスすることが可能となり得る。

[0074] 3. 6. 2 動作

E U V 光生成システム 1 1 E の動作について説明する。

以下において、第 1 実施形態と同様の動作については、説明を省略する。

[0075] 作業者は、E U V 光生成システム 1 1 E を構成する複数の E U V 光生成装置 1 E のうち、E U V 光の生成を行う E U V 光生成装置 1 E に接続されているバルブ V 3 およびバルブ V 4 を開いて、タンク 7 1 1 A に昇圧ガスを供給可能な状態としてもよい。その後、E U V 光生成システム 1 1 E において、タンク 7 1 1 A 内の圧力を目標圧力 P_t に到達させるために、圧力コントローラ 7 3 6 A が圧力を制御する際、昇圧器 7 3 1 A は、ガスライン 7 3 0 A から供給されるガスを昇圧してもよい。昇圧器 7 3 1 A で昇圧された昇圧ガスは、ガス精製器 7 3 2 A、パーティクルフィルタ 7 3 3 A およびバッファタンク 7 3 4 A を介して圧力コントローラ 7 3 6 A に供給され得る。圧力コントローラ 7 3 6 A で圧力が調整された昇圧ガスは、バルブ V 3 およびバルブ V 4 が開いている E U V 光生成装置 1 E のタンク 7 1 1 A に供給され得る。

タンク 7 1 1 A 内の圧力が目標圧力 P_t に到達すると、ノズル 7 1 8 A からジェット 2 7 A が出力し、ドロップレット 2 7 が生成され得る。

[0076] これにより、ターゲット供給装置 7 E がドロップレット 2 7 を出力したときのタンク 7 1 1 A の圧力低下が所定量より小さく、ガス供給部 7 3 A が供給すべき昇圧ガスの流量が少なくてもよい場合、1つのガス供給部 7 3 A で、複数のタンク 7 1 1 A に対して、ドロップレット 2 7 を出力可能な昇圧ガスを供給し得る。ガス供給部 7 3 A の数がタンク 7 1 1 A の数より少なくなり、低コストになり得る。また、ターゲット供給装置 7 E を個別に取り外してメンテナンスする際に、他のターゲット供給装置 7 E の動作の停止が不要となり得る。

[0077] 3. 7 第6実施形態

3. 7. 1 構成

図9は、第6実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。

第6実施形態のEUV光生成システム 1 1 F は、複数のEUV光生成装置 1 F と、EUV光生成装置 1 F の数より少ないガス供給部 7 3 F とを備えてもよい。それぞれのEUV光生成装置 1 F は、レーザ装置 3 および露光装置 6 と共に用いられてもよい。EUV光生成装置 1 F は、ターゲット供給装置 7 F 以外の構成は、第1実施形態のEUV光生成装置 1 A と同様のものを適用してもよい。ターゲット供給装置 7 F は、ガス供給部 7 3 F を個別には備えないこと以外の構成は、第1実施形態のターゲット供給装置 7 A と同様のものを適用してもよい。

[0078] ターゲット生成器 7 1 A の蓋部 7 1 4 A には、第1の端がタンク 7 1 1 A の内部に位置するように、配管 9 0 1 E が設けられてもよい。配管 9 0 1 E の途中には、バルブ V 3 が設けられてもよい。

[0079] ガス供給部 7 3 F は、例えば1個だけ設けられてもよい。ガス供給部 7 3 F は、昇圧器 7 3 1 A と、ガス精製器 7 3 2 A と、パーティクルフィルタ 7 3 3 A と、バッファタンク 7 3 4 A と、圧力センサ 7 3 5 A と、圧力コントローラ 7 3 6 A とを備えてもよい。

昇圧器 7 3 1 A、ガス精製器 7 3 2 A、パーティクルフィルタ 7 3 3 A お

よびバッファタンク 734 A の数は、それぞれ 1 個ずつであってもよい。圧力センサ 735 A および圧力コントローラ 736 A の数は、それぞれ E U V 光生成装置 1 F の数と同じであってもよい。

[0080] 昇圧器 731 A は、配管 721 A の第 2 の端に接続されてもよい。昇圧器 731 A は、配管 722 A を介してガスライン 730 A に接続されてもよい。配管 721 A には、第 1 実施形態と同じように、ガス精製器 732 A と、パーティクルフィルタ 733 A と、バッファタンク 734 A とが設けられてもよい。

配管 721 A の第 1 の端には、配管 902 E が E U V 光生成装置 1 F と同じ数に分岐するように接続されてもよい。配管 902 E の分岐後の途中には、バルブ V 4 がそれぞれ設けられてもよい。配管 902 E の第 2 の端と、配管 901 E の第 2 の端とは、ジョイント 911 E を介して接続されてもよい。

配管 901 E におけるバルブ V 3 と蓋部 714 A との間には、配管 903 F の第 1 の端が接続されてもよい。配管 903 F の第 2 の端には、圧力センサ 735 A が設けられてもよい。

[0081] 配管 902 E の分岐後における配管 721 A 側とバルブ V 4 との間には、圧力コントローラ 736 A の第 1 バルブ V 1 が設けられてもよい。配管 902 E における第 1 バルブ V 1 とバルブ V 4 との間には、配管 904 F の第 1 の端が接続されてもよい。配管 904 F の途中には、圧力コントローラ 736 A の第 2 バルブ V 2 が設けられてもよい。配管 904 F の第 2 の端は、開放されてもよい。

圧力コントローラ 736 A のバルブ制御部 737 A には、第 1 バルブ V 1 および第 2 バルブ V 2 が電氣的に接続されてもよい。コネクタ 913 F を介して電氣的に接続されている電線 911 F と電線 912 F により、バルブ制御部 737 A には圧力センサ 735 A が電氣的に接続されてもよい。

[0082] これにより、配管 721 A 内の昇圧ガスが、複数の E U V 光生成装置 1 F のタンク 711 A 内に供給され得る。また、バルブ V 3 とバルブ V 4 とを閉

じてからジョイント 9 1 1 E を操作し、配管 9 0 2 E と配管 9 0 1 E との接続を解除するとともに、コネクタ 9 1 3 F を操作し、電線 9 1 1 F と電線 9 1 2 F との接続を解除することで、ターゲット供給装置 7 F を個別に取り外して、メンテナンスすることが可能となり得る。

[0083] 3. 7. 2 動作

EUV 光生成システム 1 1 F の動作について説明する。

以下において、第 1, 第 5 実施形態と同様の動作については、説明を省略する。

[0084] 作業者は、EUV 光生成システム 1 1 F を構成する複数の EUV 光生成装置 1 F のうち、EUV 光の生成を行う EUV 光生成装置 1 F に接続されているバルブ V 3 およびバルブ V 4 を開いて、タンク 7 1 1 A に昇圧ガスを供給可能な状態としてもよい。その後、EUV 光の生成を行う EUV 光生成装置 1 F のターゲット制御装置 8 0 A は、バルブ制御部 7 3 7 A に信号を送信して、タンク 7 1 1 A 内の圧力を目標圧力 P_t に設定してもよい。それぞれのタンク 7 1 1 A の目標圧力 P_t は、同じであってもよいし、異なってもよい。目標圧力 P_t が異なる場合は、ノズル孔 7 1 9 A の直径が異なる複数のターゲット生成器 7 1 A を用いて、同じ速度でドロップレット 2 7 を出力する場合であってもよいし、ノズル孔 7 1 9 A の直径が同じ複数のターゲット生成器 7 1 A を用いて、異なる速度でドロップレット 2 7 を出力する場合であってもよい。

[0085] EUV 光生成システム 1 1 F において、タンク 7 1 1 A 内の圧力を目標圧力 P_t に到達させるために、昇圧器 7 3 1 A は、ガスライン 7 3 0 A から供給されるガスを昇圧してもよい。昇圧ガスは、圧力コントローラ 7 3 6 A で圧力が調整された後、バルブ V 3 およびバルブ V 4 が開いている EUV 光生成装置 1 F のタンク 7 1 1 A に供給され得る。

タンク 7 1 1 A 内の圧力が目標圧力 P_t に到達すると、ノズル 7 1 8 A からジェット 2 7 A が出力し、ドロップレット 2 7 が生成され得る。

[0086] これにより、それぞれのタンク 7 1 1 A の目標圧力 P_t が異なる場合でも

、適切な圧力の昇圧ガスをそれぞれのタンク 7 1 1 A に供給することが可能となり得る。

[0087] 3. 8 変形例

なお、ターゲット供給装置、EUV 光生成システムとしては、以下に示すような構成としてもよい。

第 1 ～ 第 6 実施形態において、昇圧器 7 3 1 A としては、第 3 空間 7 7 7 A の圧力を圧力センサで検出し、エアピストン 7 7 2 A およびガスピストン 7 7 3 A をモータの駆動で昇降させる構成を用いてもよい。以下において、駆動エアでエアピストン 7 7 2 A およびガスピストン 7 7 3 A を昇降させる昇圧器を、「実施形態の昇圧器」と称し、モータの駆動でエアピストン 7 7 2 A およびガスピストン 7 7 3 A を昇降させる昇圧器を、「変形例の昇圧器」と称して説明する場合がある。

第 2 実施形態において、昇圧器を 3 個以上設けてもよい。第 1, 第 3 ～ 第 6 実施形態において、昇圧器を 2 個以上設けてもよい。昇圧器を複数設ける場合、実施形態の昇圧器のみを設けてもよいし、変形例の昇圧器のみを設けてもよいし、実施形態の昇圧器および変形例の昇圧器の両方を設けてもよい。

[0088] 第 1 ～ 第 6 実施形態において、昇圧器 7 3 1 A から供給される昇圧ガスの圧力変動幅が、圧力コントローラ 7 3 6 A での調整後の圧力の 1 0 % 未満の場合には、バッファタンク 7 3 4 A や圧力レギュレータ 7 3 8 C を設けなくてもよい。第 1 ～ 第 2, 第 4 ～ 第 6 実施形態において、バッファタンク 7 3 4 A の代わりに、圧力レギュレータ 7 3 8 C を設けてもよい。

第 1 ～ 第 3, 第 5 ～ 第 6 実施形態において、ガス精製器 7 3 2 A およびパーティクルフィルタ 7 3 3 A のうち少なくとも一方を設けなくてもよいし、ガス精製器 7 3 2 A とパーティクルフィルタ 7 3 3 A との配置位置を入れ替えてもよい。第 1 ～ 第 3, 第 5 ～ 第 6 実施形態において、ガス精製器 7 3 2 A およびパーティクルフィルタ 7 3 3 A の代わりに、プーリファイヤ 7 3 9 D を設けてもよい。

第4実施形態において、ピューリファイヤ739Dを設けなくてもよい。

[0089] 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。

[0090] 本明細書および添付の特許請求の範囲全体で使用する用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」または「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、本明細書および添付の特許請求の範囲に記載される修飾句「1つの」は、「少なくとも1つ」または「1またはそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。

符号の説明

[0091] 1A, 1E, 1F…EUV光生成装置、7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F…ターゲット供給装置、73A, 73B, 73C, 73D, 73F…ガス供給部、270…ターゲット物質、711A…タンク、718A…ノズル、730A…ガスライン、731A…昇圧器、732A…ガス精製器、733A…パーティクルフィルタ、734A…バッファタンク（圧力安定器）、735A…圧力センサ、736A…圧力コントローラ、738C…圧力レギュレータ（圧力安定器）

請求の範囲

- [請求項1] ターゲット物質を供給するターゲット供給装置であって、
前記ターゲット物質を貯蔵するタンクと、
前記タンクに接続され、前記ターゲット物質を出力するノズルと、
前記タンクにガスを供給するガス供給部とを備え、
前記ガス供給部は、
ガスラインに接続され、前記ガスラインから供給されるガスを昇圧して前記タンクに供給する昇圧器と、
前記タンク内の圧力を計測する圧力センサと、
前記圧力センサでの計測結果に基づいて、前記タンクに供給されるガスの圧力を調整する圧力コントローラとを備えるターゲット供給装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のターゲット供給装置において、
前記ガス供給部は、前記昇圧器で昇圧したガスから不純物を除去するガス精製器をさらに備えるターゲット供給装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のターゲット供給装置において、
前記ガス供給部は、前記昇圧器で昇圧したガスからパーティクルを除去するパーティクルフィルタをさらに備えるターゲット供給装置。
- [請求項4] 請求項1に記載のターゲット供給装置において、
前記ガス供給部は、前記昇圧器で昇圧したガスの圧力を安定化させる圧力安定器をさらに備えるターゲット供給装置。
- [請求項5] ターゲット物質を供給するターゲット供給装置を備え、前記ターゲット物質にレーザ光を照射することによってEUV光を生成するEUV光生成装置であって、
前記ターゲット供給装置は、
前記ターゲット物質を貯蔵するタンクと、
前記タンクに接続され、前記ターゲット物質を出力するノズルと、
前記タンクにガスを供給するガス供給部とを備え、

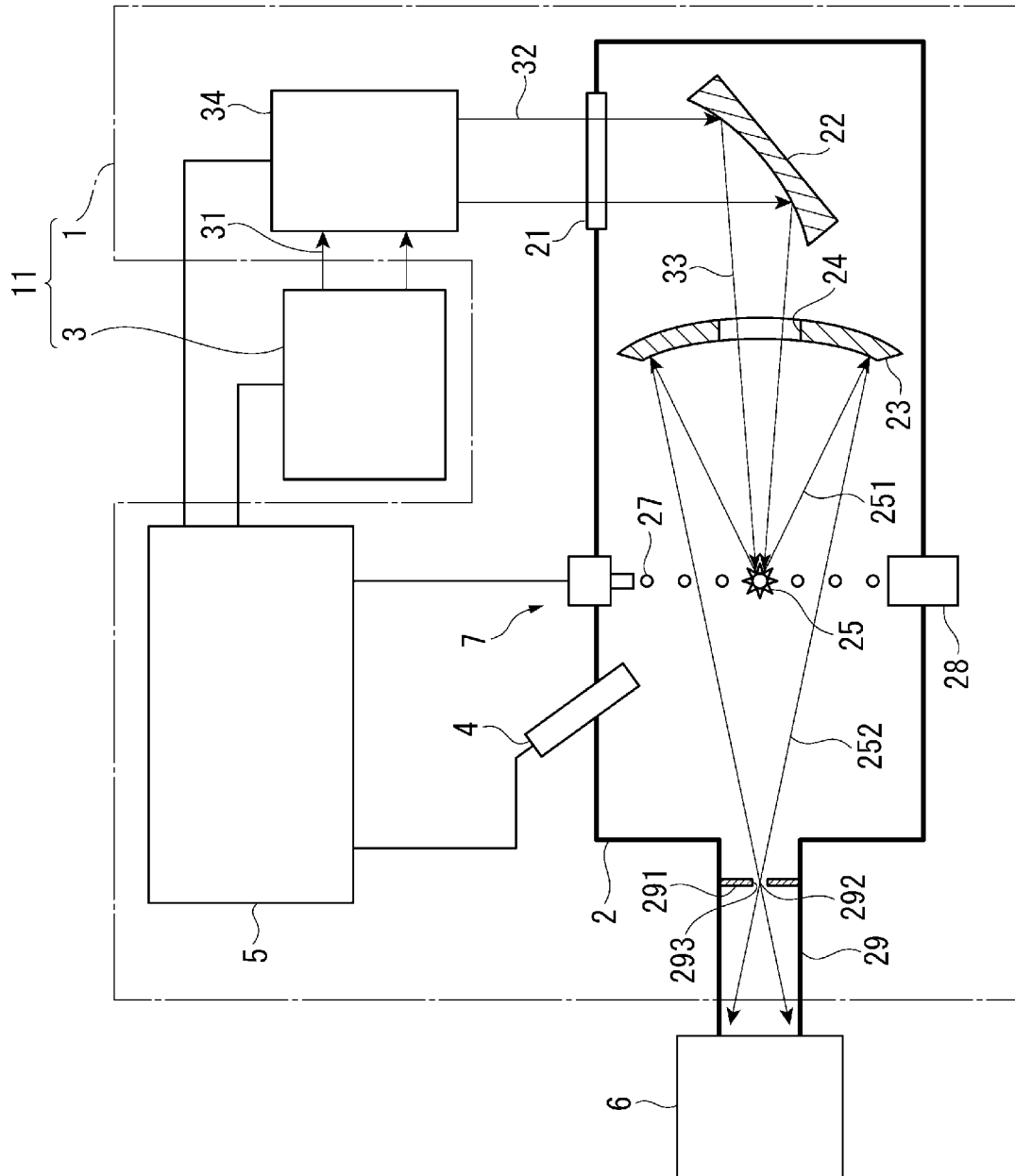
前記ガス供給部は、
ガスラインに接続され、前記ガスラインから供給されるガスを昇圧して前記タンクに供給する昇圧器と、
前記タンク内の圧力を計測する圧力センサと、
前記圧力センサでの計測結果に基づいて、前記タンクに供給されるガスの圧力を調整する圧力コントローラとを備えるEUV光生成装置。
。

[請求項6] 請求項5に記載のEUV光生成装置において、
前記ガス供給部は、前記昇圧器で昇圧したガスから不純物を除去するガス精製器をさらに備えるEUV光生成装置。

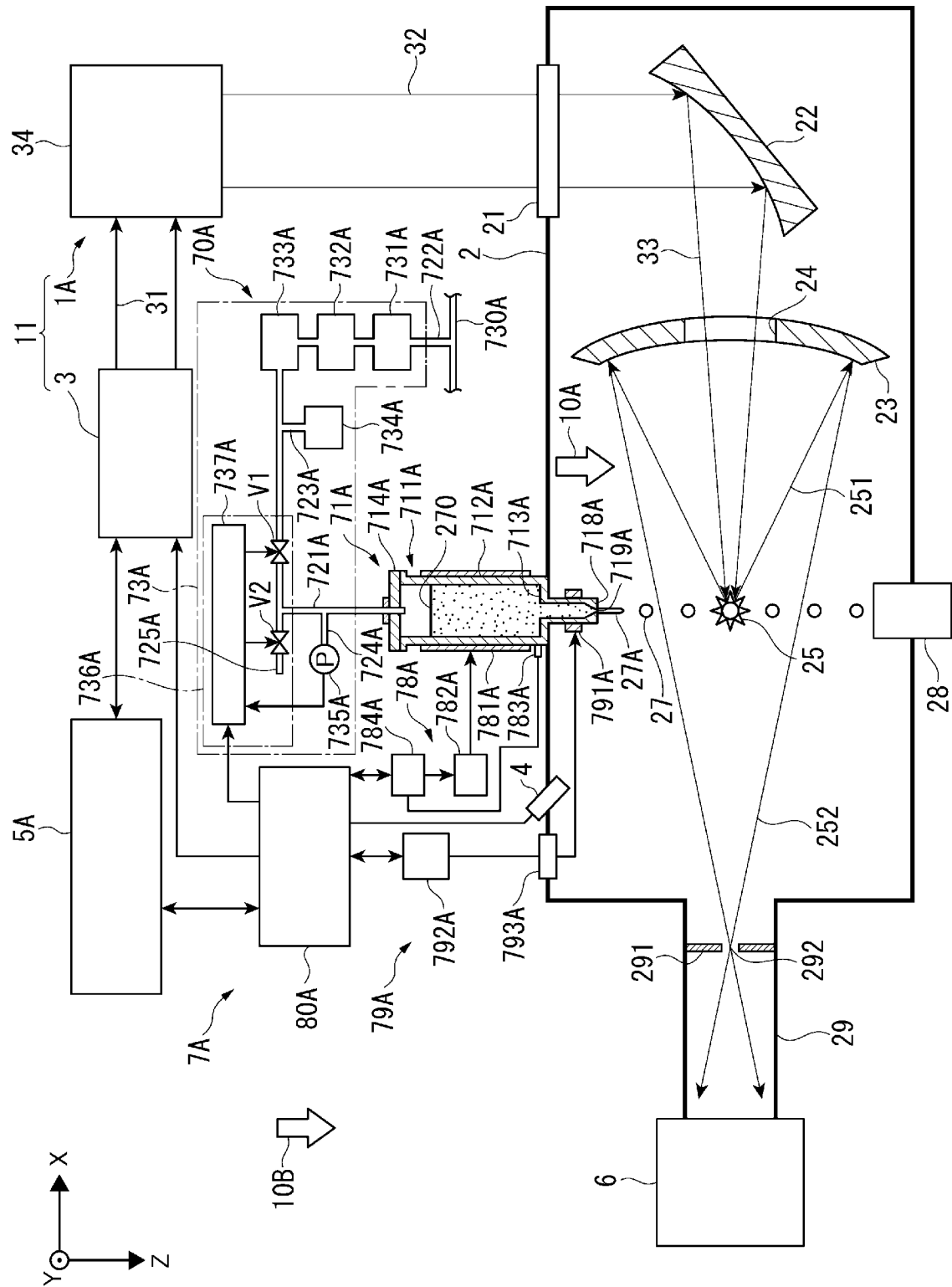
[請求項7] 請求項5に記載のEUV光生成装置において、
前記ガス供給部は、前記昇圧器で昇圧したガスからパーティクルを除去するパーティクルフィルタをさらに備えるEUV光生成装置。

[請求項8] 請求項5に記載のEUV光生成装置において、
前記ガス供給部は、前記昇圧器で昇圧したガスの圧力を安定化させる圧力安定器をさらに備えるEUV光生成装置。

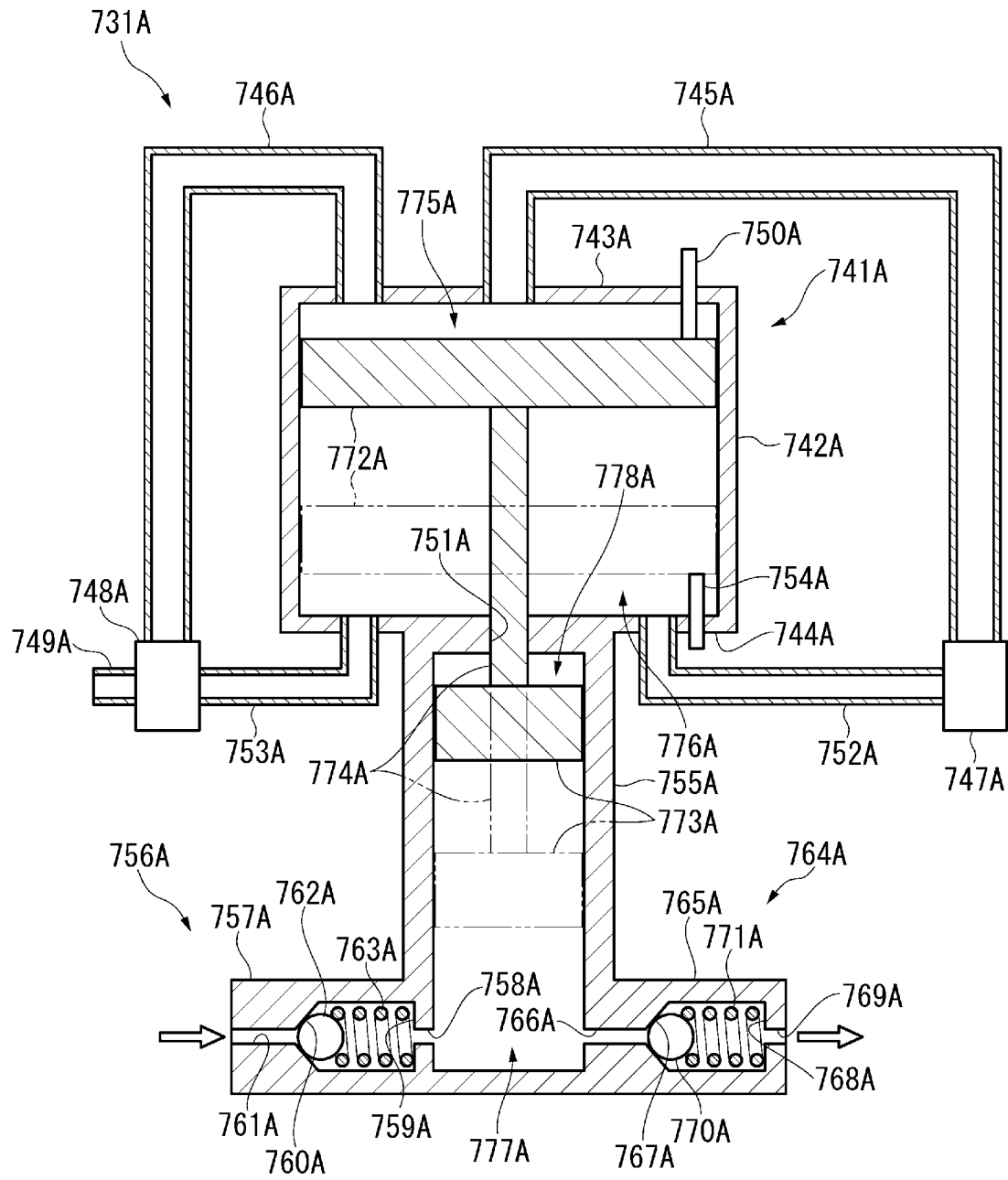
[図1]



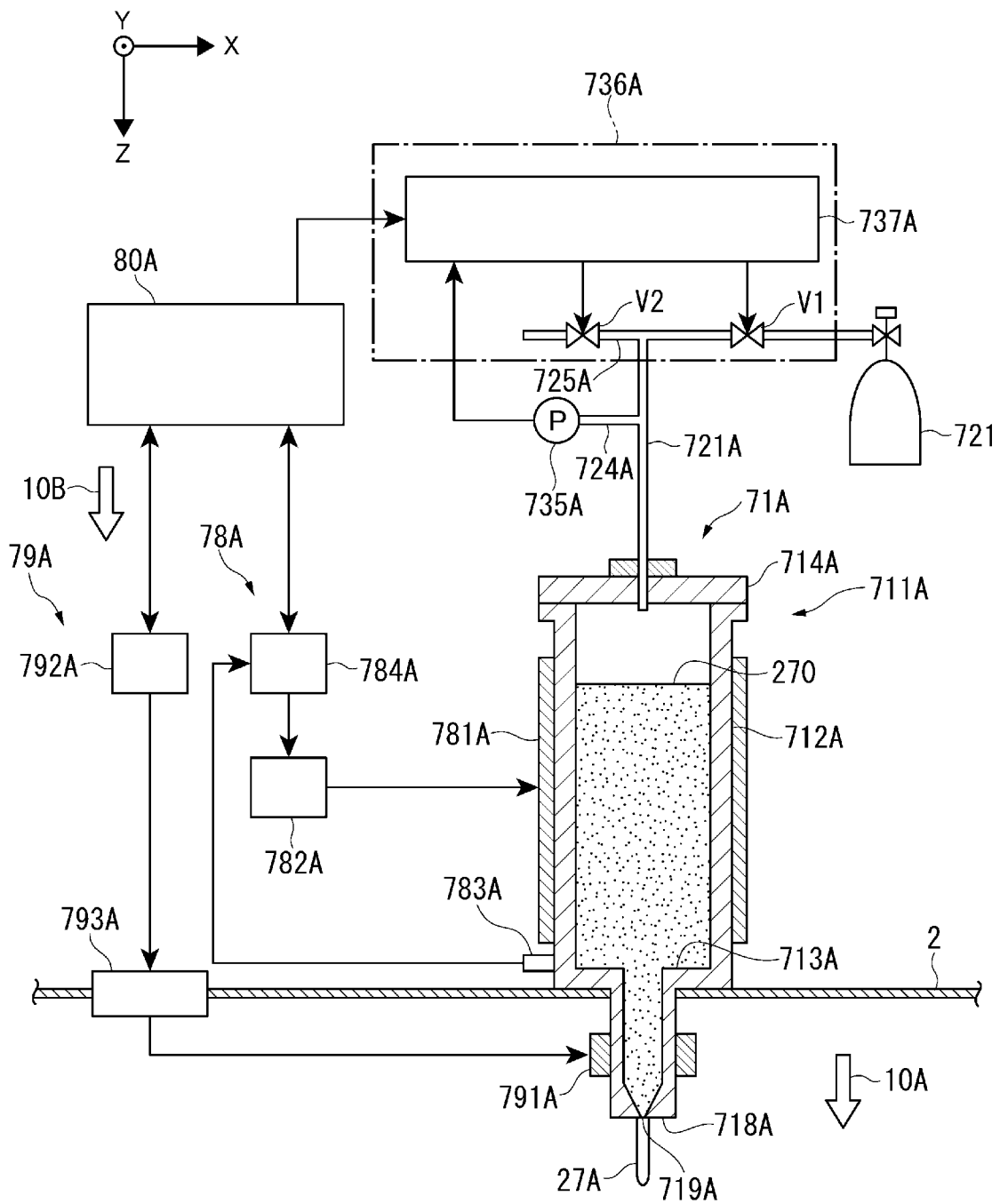
[図2]



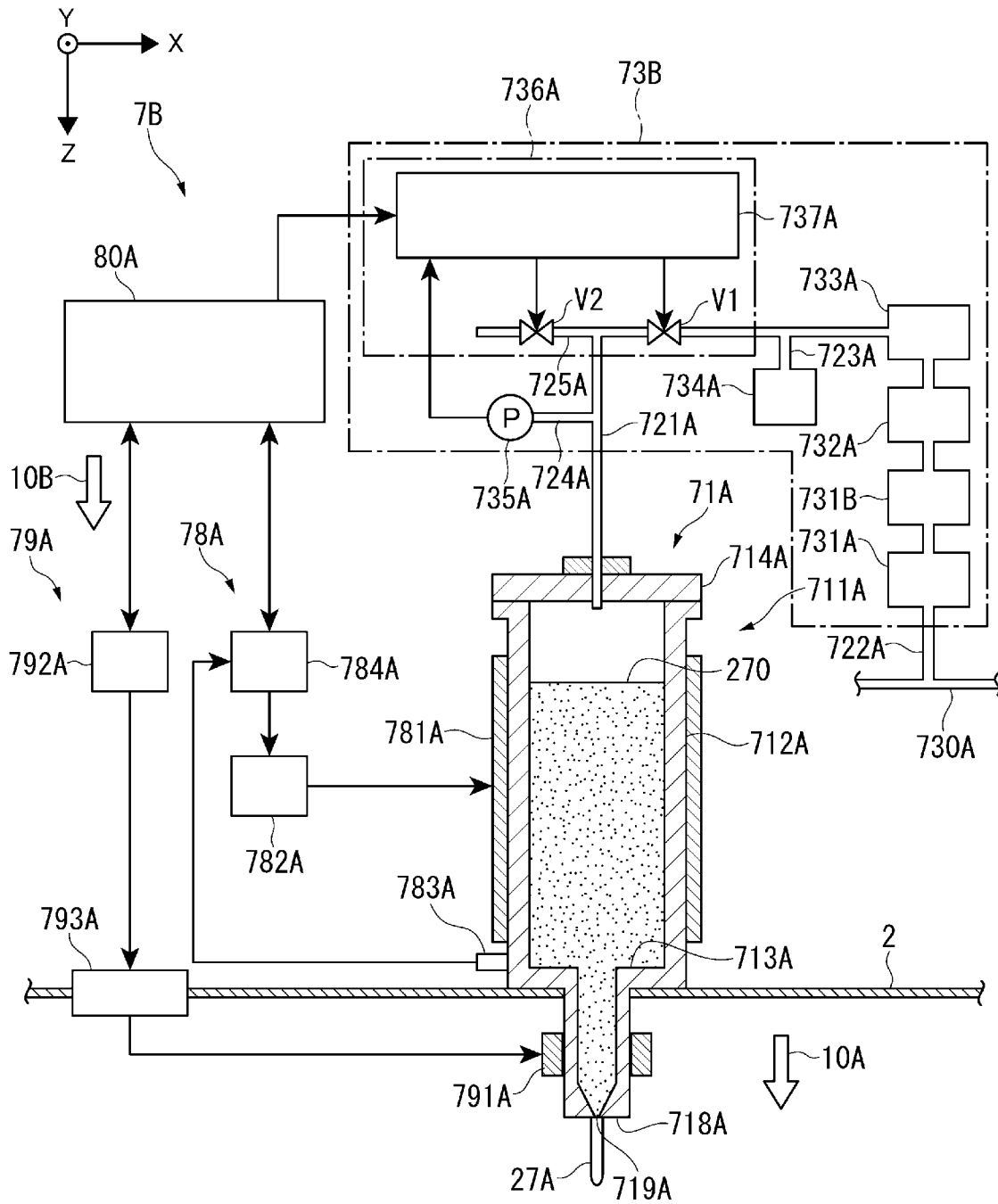
[図3]



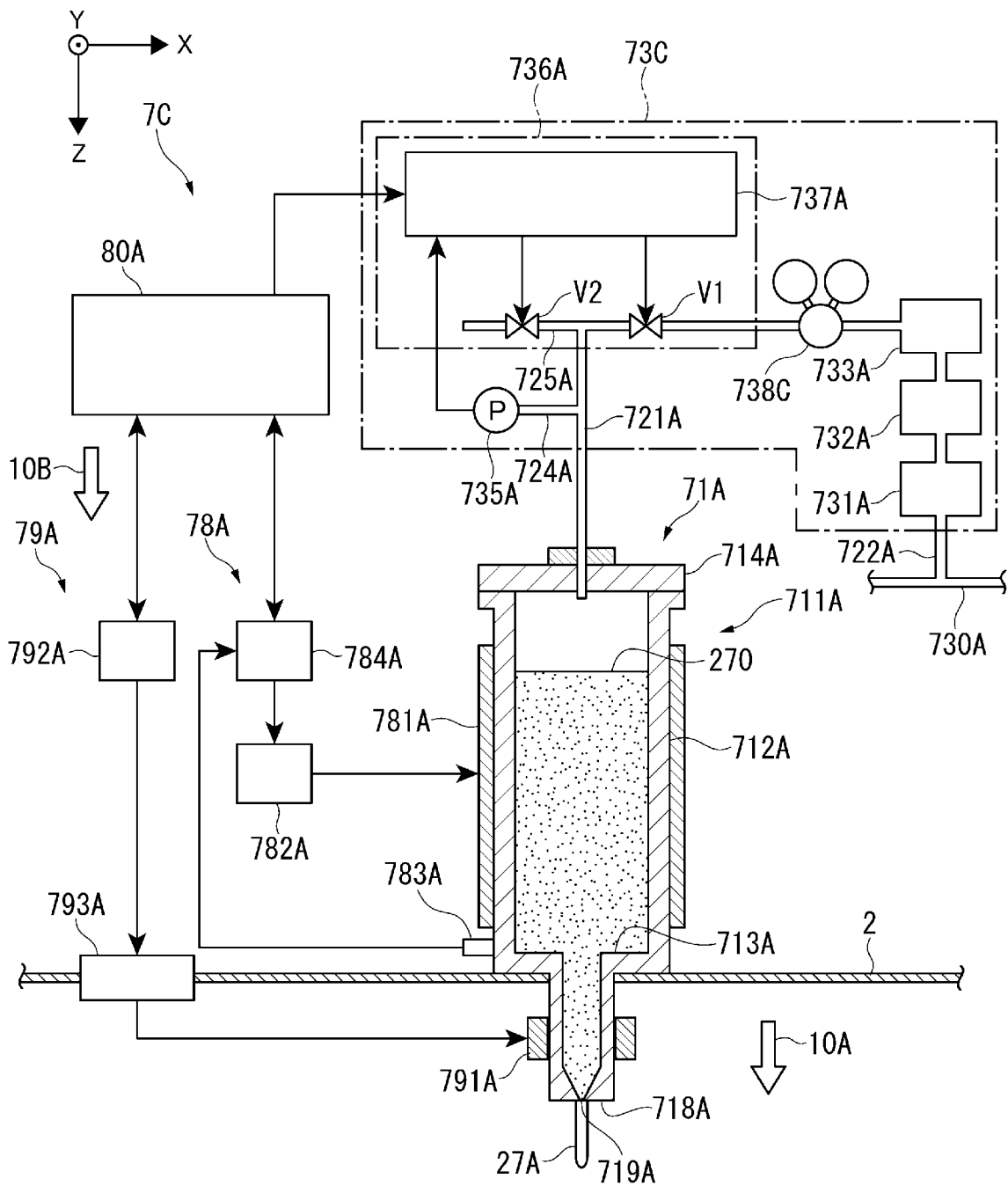
[図4]



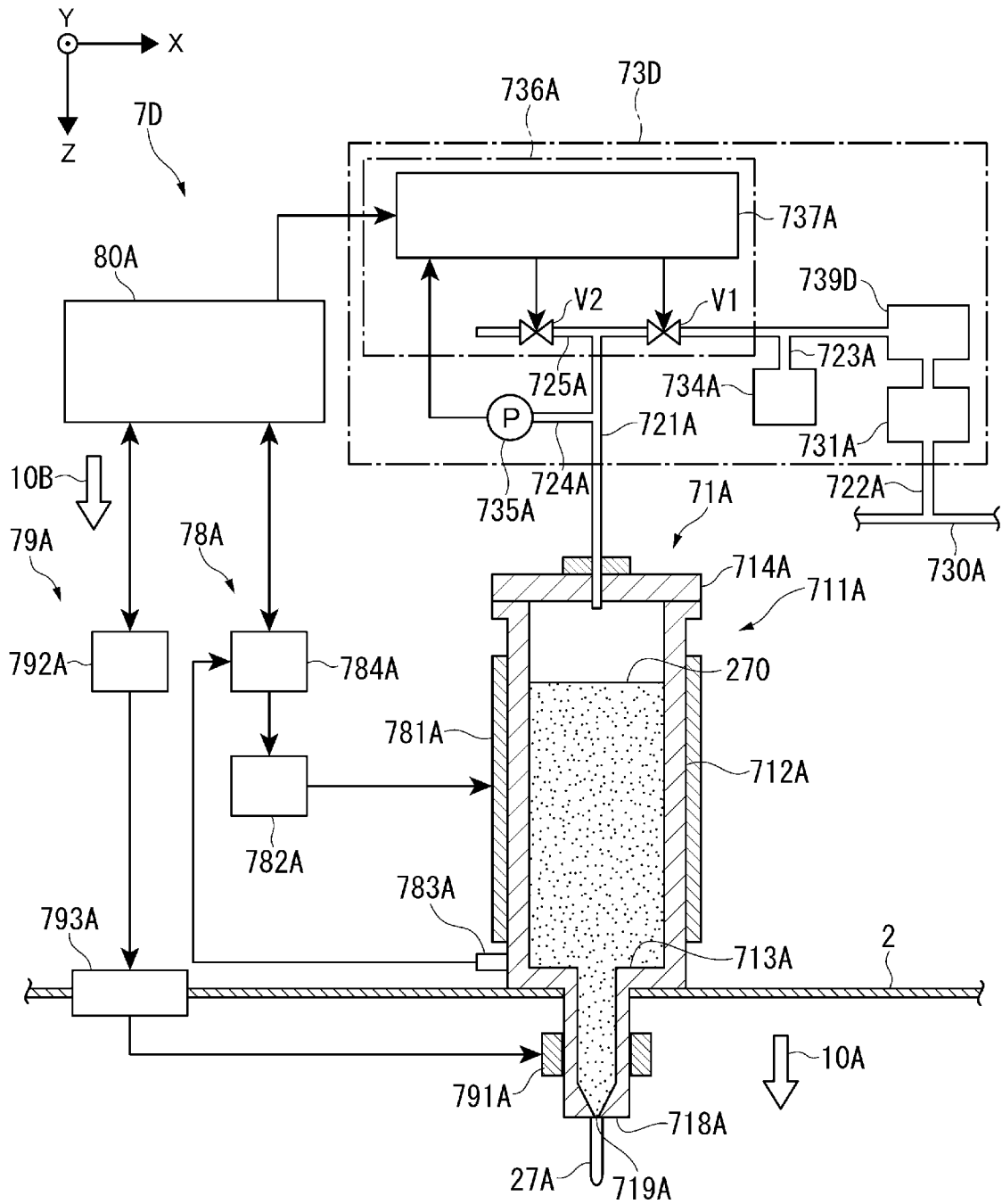
[図5]



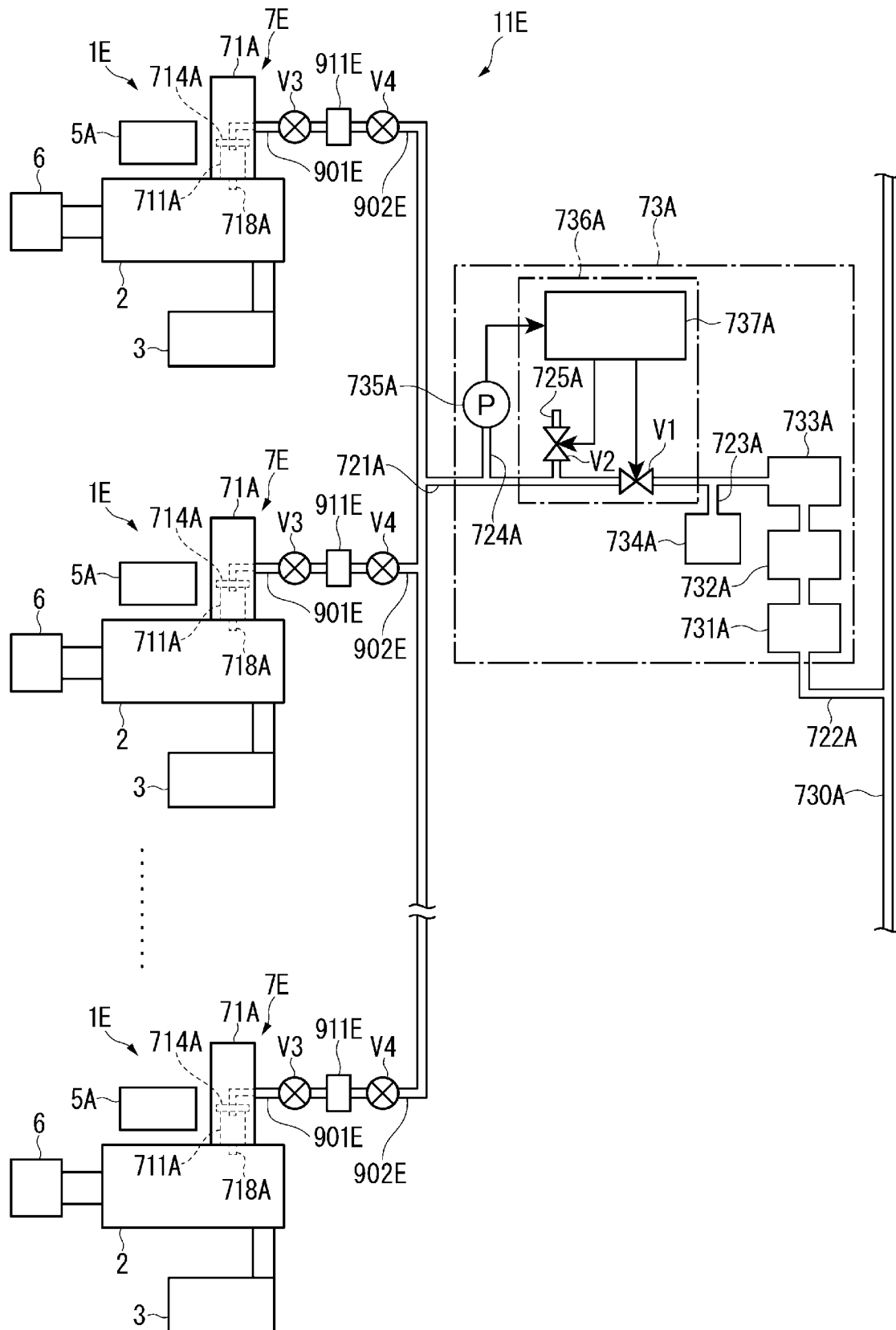
[図6]



[図7]



[図8]



[illegible]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/061839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05G2/00(2006.01)i, H01L21/027(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, H01L21/027, B01J4/00-4/04

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y	WO 2014/024865 A1 (Gigaphoton Inc.), 13 February 2014 (13.02.2014), paragraphs [0030] to [0035] (Family: none)	1, 5 2-4, 6-8
X Y	JP 2013-175434 A (Gigaphoton Inc.), 05 September 2013 (05.09.2013), paragraph [0036]; fig. 2 (Family: none)	1, 5 2-4, 6-8
Y	JP 03-064479 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 19 March 1991 (19.03.1991), entire text; all drawings (Family: none)	2, 3, 6, 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
04 June, 2014 (04.06.14)

Date of mailing of the international search report
17 June, 2014 (17.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/061839

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 09-271652 A (Nippon Sanso Corp.), 21 October 1997 (21.10.1997), entire text; all drawings (Family: none)	4, 8

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, H01L21/027(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, H01L21/027, B01J4/00-4/04

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X Y	WO 2014/024865 A1（ギガフォトン株式会社）2014.02.13, 第30－35段落（ファミリーなし）	1, 5 2-4, 6-8
X Y	JP 2013-175434 A（ギガフォトン株式会社）2013.09.05, 第36段落、第2図（ファミリーなし）	1, 5 2-4, 6-8

☒ 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

0 4 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 6 . 2 0 1 4

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）

後藤 順也

2 Q

3 1 0 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

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
Y	JP 03-064479 A (松下電器産業株式会社) 1991. 03. 19, 全文、全図 (ファミリーなし)	2, 3, 6, 7
Y	JP 09-271652 A (日本酸素株式会社) 1997. 10. 21, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	4, 8