(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)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/166868 A1

(51) 国際特許分類:
H05G 2/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/062304

(22) 国際出願日: 2015 年 4 月 22 日(22.04.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
PCT/JP2014/061839 2014 年 4 月 28 日(28.04.2014) JP

(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: 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). 紫芝 秀樹(SHISHIBA Hideki); 〒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: 特許業務法人樹之下知的財産事務所(KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目２６番１３号 荻窪ＴＭビル３階 Tokyo (JP).

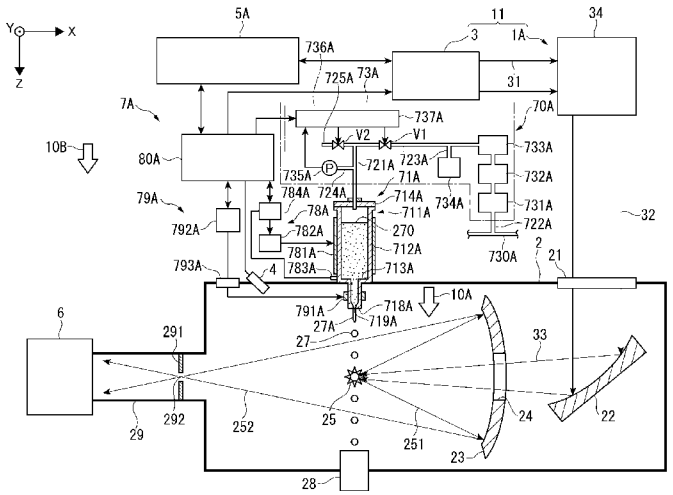
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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).

[続葉有]

(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 2015/166868 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 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

特許文献4：国際公開第２０１４／０２４８６５号公報

特許文献5：特開２０１３－１７５４３４号公報

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、ガスボ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。

[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。

[図10]図１０は、第７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11]図１１は、第７実施形態のターゲット供給装置の動作を説明するためのフローチャート。

[図12]図１２は、第８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13]図１３は、第８実施形態のターゲット供給装置の動作を説明するためのフローチャート。

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　第７実施形態
３．８．１　構成
３．８．２　動作
３．９　第８実施形態
３．９．１　構成
３．９．２　動作
３．１０　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．ＥＵＶ光生成装置の全体説明

２．１　構成

図１に、例示的なＬＰＰ式のＥＵＶ光生成システムの構成を概略的に示す。ＥＵＶ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、ＥＵＶ光生成装置１およびレーザ装置３を含むシステムを、ＥＵＶ光生成システム１１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２１が設けられてもよく、ウインドウ２１をレーザ装置３から出力されるパルスレーザ光３２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ＥＵＶ集光ミラー２３が配置されてもよい。ＥＵＶ集光ミラー２３は、第１および第２の焦点を有し得る。ＥＵＶ集光ミラー２３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。ＥＵＶ集光ミラー２３は、例えば、その第１の焦点がプラズマ生成領域２５に位置し、その第２の焦点が中間集光点（ＩＦ）２９２に位置するように配置されるのが好ましい。ＥＵＶ集光ミラー２３の中央部には貫通孔２４が設けられていてもよく、貫通孔２４をパルスレーザ光３３が通過してもよい。

[0014] ＥＵＶ光生成装置１は、ＥＵＶ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としてウインドウ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] ＥＵＶ光生成制御部５は、ＥＵＶ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。ＥＵＶ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を処理するよう構成されてもよい。また、ＥＵＶ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、ＥＵＶ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ＥＵＶ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ＸＹＺ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。

以下の構成および動作の説明において、「下流」および「上流」とは、ガスの移動方向においてガスラインまたはボンベ側を上流とし、タンク側を下流として説明する。

[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ＥＵＶ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を所定圧力に降圧する降圧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ＥＵＶ光生成装置において、ガス供給部は、昇圧器と前記降圧器との間に蓄圧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ＥＵＶ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ＥＵＶ光生成装置において、ガス精製器は、前記降圧器よりも下流に配置されてもよい。

本開示の第１実施形態のターゲット供給装置またはＥＵＶ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ＥＵＶ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。　本開示の第１実施形態のターゲット供給装置ま

たはＥＵＶ光生成装置において、圧力安定器は複数設けられ、複数の圧力安定器の１つは、降圧器でもよい。

[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とが電気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、３μｍ～１５μｍ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、タングステン、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：１．０ＭＰａ、吐出ガス圧力：２０．７ＭＰａ、流量：０．０７Ｌ／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１ＭＰａ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７７８Ａに漏れることを抑制してもよい。

[0037] ロッド７７４Ａは、外径が貫通孔７５１Ａの内径とほぼ同じ丸棒状であってもよい。ロッド７７４Ａは、貫通孔７５１Ａに挿通されてもよい。ロッド７７４Ａの上端には、エアピストン７７２Ａが接続されてもよい。ロッド７７４Ａの下端には、ガスピストン７７３Ａが接続されてもよい。貫通孔７５１Ａ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７７６Ａ内の駆動エアが第４空間７７８Ａ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７７２Ａが第２パイロットバルブ７５４Ａに接触すると、スプール７４８Ａは、配管７４６Ａおよび排気管７４９Ａを介して第１空間７７５Ａと昇圧器７３１Ａの外部とを連通させるとともに、第２空間７７６Ａが密閉される状態にしてもよい。駆動エア供給部７４７Ａは、第２空間７７６Ａのみに駆動エアを供給してもよい。これにより、第１空間７７５Ａ内のエアが排気されるとともに、エアピストン７７２Ａおよびガスピストン７７３Ａが上昇し、第３空間７７７Ａの圧力が下がり得る。第３空間７７７Ａの圧力が下がると、ボール７７０Ａが傾斜面部７６７Ａに密着して第２チェックバルブ７６４Ａが閉じるとともに、ボール７６２Ａが傾斜面部７６０Ａから離れて第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内に充填され得る。

[0039] 第３空間７７７Ａ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７７２Ａが第１パイロットバルブ７５０Ａに接触し得る。エアピストン７７２Ａが第１パイロットバルブ７５０Ａに接触すると、スプール７４８Ａは、配管７５３Ａおよび排気管７４９Ａを介して第２空間７７６Ａと昇圧器７３１Ａの外部とを連通させるとともに、第１空間７７５Ａが密閉される状態にしてもよい。駆動エア供給部７４７Ａは、第２空間７７６Ａへの駆動エアの供給を停止して、第１空間７７５Ａのみに駆動エアを

供給してもよい。これにより、第２空間７７６Ａ内のエアが排気されるとともに、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０．０２μｍ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、バッファタンク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に電気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Ｖ２は、配管７２５Ａの途中に設けられてもよい。

配管７２１Ａ，７２２Ａ，７２３Ａ，７２４Ａ，７２５Ａ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Ｖ１および第２バルブＶ２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Ｖ１と第２バルブＶ２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Ｖ１および第２バルブＶ２には、バルブ制御部７３７Ａが電気的に接続されてもよい。ターゲット制御装置８０Ａは、バルブ制御部７３７Ａに第１バルブＶ１および第２バルブＶ２に関する信号を送信してもよい。第１バルブＶ１および第２バルブＶ２は、バルブ制御部７３７Ａ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Ｖ１が開くと、ガスライン７３０Ａから供給される昇圧ガスが、配管７２１Ａを介してターゲット生成器７１Ａのタンク７１１Ａ内に供給され得る。第２バルブＶ２が閉じている場合、配管７２１Ａおよびタンク７１１Ａ内に存在する昇圧ガスが、配管７２５Ａの第２の端から当該配管７２５Ａ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Ｖ１が開くとともに第２バルブＶ２が閉じると、タンク７１１Ａ内の圧力が、昇圧器７３１Ａでの昇圧後の圧力まで上がり得る。その後、タンク７１１Ａ内の圧力は、昇圧器７３１Ａでの昇圧後の圧力で維持され得る。

第１バルブＶ１が閉じると、昇圧ガスが、配管７２１Ａを介してタンク７１１Ａ内に供給されることを防止し得る。第２バルブＶ２が開くと、配管７２１Ａおよびタンク７１１Ａの内部と、当該配管７２１Ａおよびタンク７１１Ａの外部との間の圧力差によって、配管７２１Ａおよびタンク７１１Ａ内に存在する昇圧ガスが、配管７２４Ａの第２の端から当該配管７２５Ａの外部に排出され得る。これにより、第１バルブＶ１が閉じるとともに第２バルブＶ２が開くと、タンク７１１Ａ内の圧力が下がり得る。

[0047] 温度制御部７８Ａは、タンク７１１Ａ内のターゲット物質２７０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に電気的に接続されてもよい。電源７９２Ａは、ターゲット制御装置８０Ａに電気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、ガスボ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、不活性ガスボンベ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Ｐｔ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Ｐｔの差ΔＰの値が小さくなるように、第１バルブＶ１および第２バルブＶ２を開閉制御してもよい。これにより、不活性ガスボンベ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Ｐｔに安定し得る。タンク７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐｔ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も考えられるが、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、５０ｍ／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に供給するべき圧力は、１２ＭＰａ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、２７ＭＰａ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７Ａ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７Ａにおいて、タンク７１１Ａ内の圧力を目標圧力Ｐｔに到達させるために、圧力コントローラ７３６Ａのバルブ制御部７３７Ａが第１バルブＶ１および第２バルブＶ２の開閉制御を行う際、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、圧力コントローラ７３６Ａに供給してもよい。

[0056] ドロップレット２７の出力準備において、ガスライン７３０Ａのガスが第３空間７７７Ａに充填され、昇圧器７３１Ａのガスピストン７７３Ａが図３に実線で示す位置に上昇して、エアピストン７７２Ａが第１パイロットバルブ７５０Ａ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を下降させてもよい。これにより、第１チェックバルブ７５６Ａが閉じるとともに第２チェックバルブ７６４Ａが開き、第３空間７７７Ａ内のガスが昇圧されて、圧力コントローラ７３６Ａに供給され得る。このとき、昇圧器７３１Ａは、第２チェックバルブ７６４Ａを介して圧力コントローラ７３６Ａに供給する昇圧ガスの流量が、２．３３Ｌ／ｍｉｎ（Ｎｏｒｍａｌ）程度となるように、エアピストン７７２Ａおよびガスピストン７７３Ａを下降させてもよい。

これは、１ＭＰａ程度のガスを１４ＭＰａ程度まで昇圧し、昇圧対象体積を１２Ｌ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７３４Ａの容量を１０Ｌとし、タンク７１１Ａおよび配管７２１Ａ，７２３Ａ，７２４Ａの容量を２Ｌとして想定してもよい。

また、ドロップレット２７の出力を停止して、タンク７１１Ａ内の圧力を

約１気圧（０．１ＭＰａ）にする場合があり得る。この場合、容量が１０Ｌのバッファタンク７３４Ａ内の圧力を１２ＭＰａに維持しておくと仮定すると、初期の昇圧に対する昇圧対象体積は２Ｌとなり得る。このとき、次回のドロップレット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７３６Ａに供給する昇圧ガスの流量は、０．３９Ｌ／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７３１Ａは、１２ＭＰａ程度の昇圧ガスを、０．３５Ｌ／ｍｉｎ（Ｎｏｒｍａｌ）以上２．４Ｌ／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。

[0057] 昇圧器７３１Ａから供給された昇圧ガスは、ガス精製器７３２Ａに供給され得る。ガス精製器７３２Ａに供給された昇圧ガスは、当該ガス精製器７３２Ａにおいて不純物が除去され、パーティクルフィルタ７３３Ａに供給され得る。パーティクルフィルタ７３３Ａに供給された昇圧ガスは、当該パーティクルフィルタ７３３Ａにおいてパーティクルが除去され、バッファタンク７３４Ａおよび圧力コントローラ７３６Ａに供給され得る。圧力コントローラ７３６Ａに供給される昇圧ガスの圧力変動は、バッファタンク７３４Ａにおいて低減され得る。圧力コントローラ７３６Ａ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７１１Ａ内に供給してもよい。タンク７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐｔに到達すると、ノズル７１８Ａからジェット２７Ａ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７１１Ａ内の圧力を１２ＭＰａに維持して待機している場合、圧力コントローラ７３６Ａにおける昇圧ガスの消費量は、９．４４ｃｃ／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７３６Ａの第２バルブＶ２が開くことによって、配管７２５Ａ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７３６Ａに

おける昇圧ガスの消費量は、１２．４４ｃｃ／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Ｐｔ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Ｐｔ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、不活性ガスボンベ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Ｐｔ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７３１Ｂに供給してもよい。昇圧器７３１Ｂは、昇圧器７３１Ａからの昇圧ガスをさらに昇圧してもよい。この昇圧器７３１Ｂで昇圧された昇圧ガスは、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を介して圧力コントローラ７３６Ａに供給され得る。

これにより、圧力コントローラ７３６Ａ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７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐｔに到達すると、ノズル７１８Ａからジェット２７Ａが出力し、ドロップレット２７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７Ｃは、ガス供給部７３Ｃ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７３Ｃは、バッファタンク７３４Ａの代わりに圧力安定器としての圧力レギュレータ７３８Ｃを設けたこと以外の構成は、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。

圧力レギュレータ７３８Ｃは、配管７２１Ａにおけるパーティクルフィルタ７３３Ａと第１バルブＶ１との間に設けられてもよい。配管７２１Ａには、配管７２３Ａが接続されなくてもよい。圧力レギュレータ７３８Ｃのダイアフラムの材質は、ＰＴＦＥ（ポリテトラフルオロエチレン）、ＥＰＭ（エチレンプロピレンゴム）、ＥＰＤＭ（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７３８Ｃは、配管７２１Ａ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７３８Ｃ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。

このようにバッファタンク７３４Ａの代わりに圧力レギュレータ７３８Ｃ

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７Ｃ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７Ｃにおいて、タンク７１１Ａ内の圧力を目標圧力Ｐｔ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もよい。昇圧器７３１Ａで昇圧された昇圧ガスは、ガス精製器７３２Ａおよびパーティクルフィルタ７３３Ａを介して圧力レギュレータ７３８Ｃに供給され得る。圧力レギュレータ７３８Ｃ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７３６Ａ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７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐｔに到達すると、ノズル７１８Ａからジェット２７Ａが出力し、ドロップレット２７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７Ｄは、ガス供給部７３Ｄ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７３Ｄは、ガス精製器７３２Ａおよびパーティクルフィルタ７３３Ａの代わりにピューリファイヤ７３９Ｄを設けたこと以外の構成は、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。

ピューリファイヤ７３９Ｄは、配管７２１Ａにおける配管７２３Ａの接続部分と昇圧器７３１Ａとの間に設けられてもよい。ピューリファイヤ７３９Ｄは、例えば、ＳＡＥＳ　Ｐｕｒｅ　Ｇａｓ社の型式番号ＳＰ７０－２０３（耐圧：２０６．８気圧（約２１．０ＭＰａ）、パーティクルフィルタの濾過度：０．００３μｍ）などであってもよい。

[0069] ３．５．２　動作

ターゲット供給装置７Ｄ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７Ｄにおいて、タンク７１１Ａ内の圧力を目標圧力Ｐｔ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もよい。昇圧器７３１Ａで昇圧された昇圧ガスは、ピューリファイヤ７３９Ｄに供給され得る。ピューリファイヤ７３９Ｄ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７３４Ａおよび圧力コントローラ７３６Ａを介してタンク７１１Ａに供給され得る。

タンク７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐｔに到達すると、ノズル７１８Ａからジェット２７Ａが出力し、ドロップレット２７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ＥＵＶ光生成システムの構成を概略的に示す。

第５実施形態のＥＵＶ光生成システム１１Ｅは、複数のＥＵＶ光生成装置１Ｅと、ＥＵＶ光生成装置１Ｅの数より少ないガス供給部７３Ａとを備えてもよい。それぞれのＥＵＶ光生成装置１Ｅ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１Ｅは、ターゲット供給装置７Ｅ以外の構成は、第１実施形態のＥＵＶ光生成装置１Ａと同様のものを適用してもよい。ターゲット供給装置７Ｅは、ガス供給部７３Ａ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７Ａと同様のものを適用してもよい。

[0072] ターゲット生成器７１Ａの蓋部７１４Ａには、配管９０１Ｅが設けられてもよい。配管９０１Ｅは、蓋部７１４Ａを貫通し、第１の端がタンク７１１Ａの内部に位置してもよい。配管９０１Ｅの途中には、バルブＶ３が設けら

れてもよい。

[0073] ガス供給部７３Ａは、例えば１個だけ設けられてもよい。

配管７２１Ａの第１の端には、配管９０２ＥがＥＵＶ光生成装置１Ｅと同じ数に分岐するように接続されてもよい。配管９０２Ｅの分岐後の途中には、バルブＶ４がそれぞれ設けられてもよい。配管９０２Ｅの第２の端と、配管９０１Ｅの第２の端とは、ジョイント９１１Ｅを介して接続されてもよい。

これにより、配管７２１Ａ内の昇圧ガスが、複数のＥＵＶ光生成装置１Ｅのタンク７１１Ａ内に供給され得る。また、バルブＶ３とバルブＶ４とを閉じてからジョイント９１１Ｅを操作し、配管９０１Ｅと配管９０２Ｅとの接続を解除することによって、ターゲット供給装置７Ｅ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

ＥＵＶ光生成システム１１Ｅ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、ＥＵＶ光生成システム１１Ｅを構成する複数のＥＵＶ光生成装置１Ｅのうち、ＥＵＶ光の生成を行うＥＵＶ光生成装置１Ｅに接続されているバルブＶ３およびバルブＶ４を開いて、タンク７１１Ａに昇圧ガスを供給可能な状態としてもよい。その後、ＥＵＶ光生成システム１１Ｅにおいて、タンク７１１Ａ内の圧力を目標圧力Ｐｔ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もよい。昇圧器７３１Ａで昇圧された昇圧ガスは、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を介して圧力コントローラ７３６Ａに供給され得る。圧力コントローラ７３６Ａで圧力が調整された昇圧ガスは、バルブＶ３およびバルブＶ４が開いているＥＵＶ光生成装置１Ｅのタンク７１１Ａに供給され得る。

タンク７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐｔに到達すると、ノズル７１８Ａか

らジェット２７Ａが出力し、ドロップレット２７が生成され得る。

[0076] これにより、ターゲット供給装置７Ｅがドロップレット２７を出力したときのタンク７１１Ａの圧力低下が所定量より小さく、ガス供給部７３Ａ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７３Ａで、複数のタンク７１１Ａに対して、ドロップレット２７を出力可能な昇圧ガスを供給し得る。ガス供給部７３Ａの数がタンク７１１Ａ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７Ｅ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７Ｅ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１１Ｆは、複数のＥＵＶ光生成装置１Ｆと、ＥＵＶ光生成装置１Ｆの数より少ないガス供給部７３Ｆとを備えてもよい。それぞれのＥＵＶ光生成装置１Ｆ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１Ｆは、ターゲット供給装置７Ｆ以外の構成は、第１実施形態のＥＵＶ光生成装置１Ａと同様のものを適用してもよい。ターゲット供給装置７Ｆは、ガス供給部７３Ｆ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７Ａと同様のものを適用してもよい。

[0078] ターゲット生成器７１Ａの蓋部７１４Ａには、第１の端がタンク７１１Ａの内部に位置するように、配管９０１Ｅが設けられてもよい。配管９０１Ｅの途中には、バルブＶ３が設けられてもよい。

[0079] ガス供給部７３Ｆは、例えば１個だけ設けられてもよい。ガス供給部７３Ｆ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、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。

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の数は、それぞれ１個ずつであってもよい。圧力センサ７３５Ａおよび圧力コントローラ７３６Ａの数は、それぞれＥＵＶ光生成装置１Ｆの数と同じであってもよい。

[0080] 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。配管７２１Ａには、第１実施形態と同じように、ガス精製器７３２Ａと、パーティクルフィルタ７３３Ａと、バッファタンク７３４Ａとが設けられてもよい。

配管７２１Ａの第１の端には、配管９０２ＥがＥＵＶ光生成装置１Ｆと同じ数に分岐するように接続されてもよい。配管９０２Ｅの分岐後の途中には、バルブＶ４がそれぞれ設けられてもよい。配管９０２Ｅの第２の端と、配管９０１Ｅの第２の端とは、ジョイント９１１Ｅを介して接続されてもよい。

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

[0081] 配管９０２Ｅの分岐後における配管７２１Ａ側とバルブＶ４との間には、圧力コントローラ７３６Ａの第１バルブＶ１が設けられてもよい。配管９０２Ｅにおける第１バルブＶ１とバルブＶ４との間には、配管９０４Ｆの第１の端が接続されてもよい。配管９０４Ｆの途中には、圧力コントローラ７３６Ａの第２バルブＶ２が設けられてもよい。配管９０４Ｆの第２の端は、開放されてもよい。

圧力コントローラ７３６Ａのバルブ制御部７３７Ａには、第１バルブＶ１および第２バルブＶ２が電気的に接続されてもよい。コネクタ９１３Ｆを介して電気的に接続されている電線９１１Ｆと電線９１２Ｆにより、バルブ制御部７３７Ａには圧力センサ７３５Ａが電気的に接続されてもよい。

[0082] これにより、配管７２１Ａ内の昇圧ガスが、複数のＥＵＶ光生成装置１Ｆ

のタンク７１１Ａ内に供給され得る。また、バルブＶ３とバルブＶ４とを閉じてからジョイント９１１Ｅを操作し、配管９０２Ｅと配管９０１Ｅとの接続を解除するとともに、コネクタ９１３Ｆを操作し、電線９１１Ｆと電線９１２Ｆとの接続を解除することで、ターゲット供給装置７Ｆ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１１Ｆ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１１Ｆを構成する複数のＥＵＶ光生成装置１Ｆのうち、ＥＵＶ光の生成を行うＥＵＶ光生成装置１Ｆに接続されているバルブＶ３およびバルブＶ４を開いて、タンク７１１Ａ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１Ｆの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、タンク７１１Ａ内の圧力を目標圧力Ｐｔに設定してもよい。それぞれのタンク７１１Ａの目標圧力Ｐｔは、同じであってもよいし、異なっていてもよい。目標圧力Ｐｔが異なる場合は、ノズル孔７１９Ａの直径が異なる複数のターゲット生成器７１Ａを用いて、同じ速度でドロップレット２７を出力する場合であってもよいし、ノズル孔７１９Ａの直径が同じ複数のターゲット生成器７１Ａを用いて、異なる速度でドロップレット２７を出力する場合であってもよい。

[0085] ＥＵＶ光生成システム１１Ｆにおいて、タンク７１１Ａ内の圧力を目標圧力Ｐｔに到達させるために、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もよい。昇圧ガスは、圧力コントローラ７３６Ａで圧力が調整された後、バルブＶ３およびバルブＶ４が開いているＥＵＶ光生成装置１Ｆのタンク７１１Ａに供給され得る。

タンク７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐｔに到達すると、ノズル７１８Ａからジェット２７Ａが出力し、ドロップレット２７が生成され得る。

[0086] これにより、それぞれのタンク７１１Ａの目標圧力Ｐｔ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７１１Ａに供給することが可能となり得る。

[0087] ３．８　第７実施形態

３．８．１　構成

図１０は、第７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７実施形態のターゲット供給装置７Ｇは、ガス供給部７３Ｇ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７３Ｇは、第３実施形態の圧力レギュレータ７３８Ｃの他、圧力センサ７３５Ｇ１、圧力センサ７３５Ｇ２、第１ラインバルブＶ１Ｇ、第２ラインバルブＶ２Ｇ、第３ラインバルブＶ３Ｇ、第４ラインバルブＶ４Ｇ、およびシーケンスコントローラ９０Ｇを設けたこと以外の構成は、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。

[0088] 圧力レギュレータ７３８Ｃは、本実施形態では、圧力安定器として機能する他、降圧器として機能してもよい。半導体工場のガス設備からガスライン７３０Ａに供給されるガスの圧力は０．５ＭＰａと低圧でもよく、昇圧器７３１Ａは、その圧力を５０ＭＰａに昇圧してもよい。そして、降圧器としての圧力レギュレータ７３８Ｃは、昇圧器７３１Ａで昇圧されたガスの圧力を４０ＭＰａに降圧することで、昇圧器７３１Ａの稼働によって生じる圧力変動を低減し得る。圧力レギュレータ７３８Ｃは、可動部部分から不純物を生じさせる場合がある。従って、圧力レギュレータ７３８Ｃがガス精製器７３２Ａの上流側に配置されることで、圧力レギュレータ７３８Ｃで生じた不純物がガス精製器７３２Ａで捕集され得る。

[0089] 配管７２１Ａにおける昇圧器７３１Ａと圧力レギュレータ７３８Ｃとの間には、配管７２４Ｇ１が接続されてもよい。配管７２４Ｇ１は、第１の端が配管７２１Ａの側面に接続されてもよい。配管７２４Ｇ１の第２の端には、

圧力センサ７３５Ｇ１が設けられてもよい。

配管７２１Ａにおけるパーティクルフィルタ７３３Ａと配管７２３Ａとの間には、配管７２４Ｇ２が接続されてもよい。配管７２４Ｇ２は、第１の端が配管７２１Ａの側面に接続されてもよい。配管７２４Ｇ２の第２の端には、圧力センサ７３５Ｇ２が設けられてもよい。

[0090] 圧力センサ７３５Ｇ１，７３５Ｇ２は、シーケンスコントローラ９０Ｇに電気的に接続されてもよい。圧力センサ７３５Ｇ１，７３５Ｇ２は、配管７２４Ｇ１および配管７２４Ｇ２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シーケンスコントローラ９０Ｇに送信してもよい。

[0091] 配管７２１Ａにおける圧力レギュレータ７３８Ｃとガス精製器７３２Ａとの間には、第１ラインバルブＶ１Ｇが設けられてもよい。配管７２３の途中には、第２ラインバルブＶ２Ｇが設けられてもよい。配管７２１Ａにおける配管７２４Ａの接続部部分よりタンク７１１Ａ側には、第３ラインバルブＶ３Ｇが設けられてもよい。配管７２１Ａにおける第３ラインバルブＶ３Ｇよりタンク７１１Ａ側には、配管７２５Ｇが接続されてもよい。配管７２５Ｇは、第１の端が配管７２１Ａの側面に接続されてもよい。配管７２５Ｇは、第２の端が開放されてもよい。配管７２５Ｇの途中には、第４ラインバルブＶ４Ｇが設けられてもよい。

[0092] 第１～第４ラインバルブＶ１Ｇ，Ｖ２Ｇ，Ｖ３Ｇ，Ｖ４Ｇは、電磁駆動バルブであってよく、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～第４ラインバルブＶ１Ｇ，Ｖ２Ｇ，Ｖ３Ｇ，Ｖ４Ｇ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～第４ラインバルブＶ１Ｇ，Ｖ２Ｇ，Ｖ３Ｇ，Ｖ４Ｇには、シーケンスコントローラ９０Ｇが電気的に接続されてもよい。

[0093] シーケンスコントローラ９０Ｇは、圧力センサ７３５Ｇ１，７３５Ｇ２で計測した圧力Ｐ１，Ｐ２と第１、第２目標圧力Ｐ１０，Ｐ２０とのそれぞれの圧力差の絶対値が各々第１、第２許容値ΔＰ１，ΔＰ２以下であるかを判定し、この判定に基づいて第１～第４ラインバルブＶ１Ｇ，Ｖ２Ｇ，Ｖ３Ｇ

，Ｖ４Ｇを開閉制御してもよい。これにより、ガスライン７３０Ａのガスがタンク７１１Ａ内に供給され、当該タンク７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐ２０に安定し得る。タンク７１１Ａ内の圧力が目標圧力Ｐ２０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（図１、図２）が生成され得る。

[0094] 第１バルブＶ１および第１、第２ラインバルブＶ１Ｇ，Ｖ２Ｇが開くと、ガスライン７３０Ａからの昇圧ガスが、バッファタンク７３４Ａに供給されるとともに、圧力コントローラ７３６Ａを介して配管７２１Ａ上の第３ラインバルブＶ３Ｇまで供給され得る。この後、第３ラインバルブＶ３Ｇが開くと、昇圧ガスがターゲット生成器７１Ａのタンク７１１Ａ内に供給され得る。第２バルブＶ２および第４ラインバルブＶ４Ｇが閉じている場合、配管７２１Ａ、バッファタンク７３４Ａ、およびタンク７１１Ａ内に存在する昇圧ガスが、配管７２５Ａ，７２５Ｇの第２の端から当該配管７２５Ａ，７２５Ｇ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Ｖ１および第１、第２、第３ラインバルブＶ１Ｇ，Ｖ２Ｇ，Ｖ３Ｇが開くとともに第２バルブＶ２および第４ラインバルブＶ４Ｇが閉じると、タンク７１１Ａ内の圧力が、圧力レギュレータ７３８Ｃでの降圧後の圧力まで上がり得る。その後、タンク７１１Ａ内の圧力は、圧力レギュレータ７３８Ｃでの降圧後の圧力で維持され得る。

[0095] 第１ラインバルブＶ１Ｇが閉じると、昇圧ガスが配管７２１Ａを介してタンク７１１Ａ内に供給されることを防止し得る。第２バルブＶ２、第３、第４ラインバルブＶ３Ｇ，Ｖ４Ｇが開くと、配管７２１Ａおよびタンク７１１Ａの外部との間の圧力差によって、配管７２１Ａおよびタンク７１１Ａ内に存在する昇圧ガスが、配管７２５Ａ，７２５Ｇの第２の端から当該配管７２５Ａ，７２５Ｇの外部に排出され得る。また、第１バルブＶ１および第２ラインバルブＶ２Ｇが閉じ、第２バルブＶ２および第３，第４ラインバルブＶ３Ｇ，Ｖ４Ｇが開くと、バッファタンク７３４Ａ内に所定圧力のガスを残したまま、タンク７１１Ａ内の圧力が下がり得る。

[0096] ３．８．２　動作

ターゲット供給装置７Ｇの動作について、図１１のフローチャートに基づいて説明する。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。また、第４ラインバルブＶ４Ｇは、閉状態を維持しているものとする。

[0097] 先ず、ターゲット生成器７１Ａを取り付ける前の待機状態では、シーケンスコントローラ９０Ｇは、第１～第３ラインバルブＶ１Ｇ，Ｖ２Ｇ，Ｖ３Ｇを閉じてもよい（ＳＴ１）。次いで、シーケンスコントローラ９０Ｇは、昇圧器７３１Ａを作動させ、第１ラインバルブＶ１Ｇよりも上流の圧力を、所定の第１目標圧力Ｐ１０に近づけるようにしてもよい（ＳＴ２）。ここで、第１目標圧力Ｐ１０は、昇圧器７３１Ａによって昇圧する圧力でもよく、例えば、５０ＭＰａでもよい。

シーケンスコントローラ９０Ｇは、圧力センサ７３５Ｇ１で検出された圧力Ｐ１と第１目標圧力Ｐ１０との圧力差の絶対値が第１許容値ΔＰ１以下であるかを判定してもよい（ＳＴ３）。第１許容値ΔＰ１は、例えば、０～１ＭＰａでもよい。シーケンスコントローラ９０Ｇは、圧力差の絶対値が第１許容値ΔＰ１以下であると判定した場合、この待機状態を維持してもよい。

その後、ターゲット生成器７１Ａをチャンバ２に取り付けてもよい（ＳＴ４）。ターゲット生成器７１をチャンバ２に取り付けたことを、図示しない取付センサにより検出してもよい。取付センサとしては、例えば、機械式のリミットスイッチの他、磁気センサ、光学センサなどでもよい。

[0098] ターゲット生成器７１Ａを取り付けたことが確認されたら（ＳＴ５）、ライン充填工程において、図示しないガス充填スイッチを操作し（ＳＴ６）、ガスライン７３０Ａに０．５ＭＰａ程度の圧力のガスを供給してもよい。ガス設備からガスライン７３０Ａに常時ガスが供給されている場合、ＳＴ６は省略してよい。この後、シーケンスコントローラ９０Ｇは、第１ラインバルブＶ１Ｇを開き、第１ラインバルブＶ１Ｇから下流側のラインの圧力を昇圧してもよい。この時、圧力レギュレータ７３８Ｃにより、圧力をタンク７１

１Ａに必要な圧力に減圧してもよい。この時、必要な圧力とは１０～９０ＭＰａ範囲の何れか圧力であってよく、例えば、４０ＭＰａでもよい。

次に、シーケンスコントローラ９０Ｇは、第２ラインバルブＶ２Ｇを開き、バッファタンク７３４Ａをラインに接続してもよい（ＳＴ７）。バッファタンク７３４Ａは、圧力レギュレータ７３８Ｃで取り切れなかった圧力変動を緩和し、圧力コントローラ７３６Ａによる高精度な圧力制御を可能とし得る。そして、シーケンスコントローラ９０Ｇは、圧力センサ７３５Ｇ２で検出された圧力Ｐ２と第２目標圧力Ｐ２０との圧力差の絶対値が第２許容値ΔＰ２以下であるかを判定してもよい（ＳＴ８）。ここで、第２目標圧力Ｐ２０は、パーティクルフィルタ７３３Ａと圧力コントローラ７３６Ａとの間の管内の圧力でもよく、例えば、４０ＭＰａでもよい。第２許容値ΔＰ２は、例えば、０～１ＭＰａでもよい。シーケンスコントローラ９０Ｇは、圧力差の絶対値が第２許容値ΔＰ２以下であると判定した場合には、吐出工程に進んでもよい。

[0099] 吐出工程では、圧力コントローラ７３６Ａでの圧力設定値を圧力Ｐ３に設定してもよい（ＳＴ９）。圧力Ｐ３は、ドロップレット２７が吐出しない圧力、例えば、約０．１ＭＰａでもよい。シーケンスコントローラ９０Ｇは、第１、第２ラインバルブＶ１Ｇ，Ｖ２Ｇを開いた状態のまま第３ラインバルブＶ３Ｇを開いてもよい（ＳＴ１０）。そして、温度コントローラ７８４Ａは、ヒータ電源７８２Ａを制御し、ヒータ７８１をターゲット物質２７０であるスズの融点（２３２℃）以上の所定の温度、例えば、２８０℃に加熱し、スズを溶融してもよい（ＳＴ１１）。その後、圧力コントローラ７３６Ａは、圧力設定値を圧力Ｐ４に変更してもよい（ＳＴ１２）。圧力Ｐ４は、吐出圧力で、例えば、４０ＭＰａでもよい。その結果、ドロップレット２７（図１、図２）が吐出され得る（ＳＴ１３）。

[0100] なお、ドロップレット２７の間隔をより広げるために、さらに高速で吐出させる場合には、例えば、第１目標圧力Ｐ１０＝１００ＭＰａ、第２目標圧力Ｐ２０＝９０ＭＰａ、圧力Ｐ４＝９０ＭＰａ程度に設定してもよい。反対

に、ドロップレット２７の速度が遅くてもよい場合には、例えば、第１目標圧力Ｐ１０＝１０ＭＰａ、第２目標圧力Ｐ２０＝８ＭＰａ、圧力Ｐ４＝８ＭＰａ程度に設定してもよい。

[0101] ３．９　第８実施形態

３．９．１　構成

図１２は、第８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８実施形態のターゲット供給装置７Ｈは、ガス供給部７３Ｈ以外の構成は、第７実施形態のターゲット供給装置７Ｇと同様のものを適用してもよい。

ガス供給部７３Ｈは、蓄圧器としてのバッファタンク７３４Ｈを設けたこと以外の構成は、第７実施形態のガス供給部７３Ｇと同様のものを適用してもよい。

[0102] 配管７２１Ａにおける昇圧器７３１Ａと配管７２４Ｇ１の接続部分との間には、配管７２３Ｈが接続されてもよい。配管７２３Ｈは、第１の端が配管７２１Ａの側面に接続されてもよい。配管７２３Ｈの第２の端には、バッファタンク７３４Ｈが設けられてもよい。バッファタンク７３４Ｈには、タンク７１１Ａに供給されるガスの圧力よりも高い圧力が蓄圧されてもよい。この圧力は、例えば、１５～１００ＭＰａの範囲の何れかの圧力でもよい。

[0103] ３．９．２　動作

ターゲット供給装置７Ｈの動作について、図１３のフローチャートに基づいて説明する。以下において、第７実施形態と同様の動作については、説明を省略する。

[0104] ターゲット供給装置７Ｈの動作では、待機状態において、ＳＴ２とＳＴ３との間に、昇圧器７３１Ａで昇圧された高圧のガスをバッファタンク７３４Ｈへ充填するＳＴ１４を加えてもよい。

ＳＴ１４では、バッファタンク７３４Ｈ内をタンク７１１Ａに供給するガスの圧力よりも高い圧力のガスで満たしてもよい。昇圧器７３１Ａで昇圧さ

れるガスの第１目標圧力Ｐ１０が、例えば、５０ＭＰａである場合、バッファタンク７３４Ｈへは、５０ＭＰａの圧力のガスが充填されてもよい。タンク７１１Ａに供給されるガスの圧力（４０ＭＰａ）よりも高い圧力（５０ＭＰａ）のガスで予め満たされたバッファタンク７３４Ｈを準備することで、圧力レギュレータ７３８Ｃから下流側のラインを高圧ガスで満たす時、高圧ガスを昇圧器７３１Ａの生成能力よりも大きな流量で短時間に供給することが可能となり得る。昇圧器７３１Ａの生成能力とは、単位時間あたりに昇圧器７３１Ａが昇圧することのできるガス量であってもよい。

３．１０　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７３１Ａとしては、第３空間７７７Ａの圧力を圧力センサで検出し、エアピストン７７２Ａおよびガスピストン７７３Ａ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７７２Ａおよびガスピストン７７３Ａ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７７２Ａおよびガスピストン７７３Ａ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。

[0105] 第１～第６実施形態において、昇圧器７３１Ａ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７３６Ａでの調整後の圧力の１０％未満の場合には、バッファタンク７３４Ａや圧力レギュレータ７３８Ｃ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７３４Ａの代わりに、圧力レギュレータ７３８Ｃ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７３２Ａおよびパーティクルフィルタ７３３Ａ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７３２Ａとパーティクルフィルタ７３３Ａ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７３２Ａおよびパーティクルフィルタ７３３Ａの代わりに、ピューリファイヤ７３９Ｄ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。

[0106] 第７、第８実施形態では、圧力センサ７３５Ｇ１の検出値をシーケンスコントローラ９０Ｇが直接読み込み、昇圧されたガスの圧力を検出していたが、これに限定されない。例えば、昇圧器７３１Ａが昇圧コントローラと圧力センサを備えている場合には、当該圧力センサの検出値を昇圧コントローラが読み込んで昇圧器７３１Ａを動作させ、ＳＴ３（図１１、図１３）の条件を満足した時に、シーケンスコントローラ９０Ｇに信号を出力し、待機状態が完了したことを通知してもよい。

[0107] 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。

[0108] 本明細書およ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」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

[0109] １Ａ，１Ｅ，１Ｆ…ＥＵＶ光生成装置、７Ａ，７Ｂ，７Ｃ，７Ｄ，７Ｅ，７Ｆ，７Ｇ，７Ｈ…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、７１

８Ａ…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）、７３４Ｈ…バッファタンク（蓄圧器）、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、降圧器）

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を所定圧力に降圧する降圧器をさらに備えるターゲット供給装置。

[請求項3] 請求項２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、前記昇圧器と前記降圧器との間に蓄圧器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5] 請求項４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を所定圧力に降圧する降圧器をさらに備えるターゲット供給装置。

[請求項6] 請求項５に記載のターゲット供給装置において、

前記ガス精製器は、前記降圧器よりも下流に配置されているターゲット供給装置。

[請求項7] 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8] 請求項７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を所定圧力に降圧する降圧器をさらに備えるターゲット供給装置。

[請求項9] 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10] 請求項９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を所定圧力に降圧する降圧器をさらに備えるターゲット供給装置。

[請求項11] 請求項１０に記載のターゲット供給装置において、

前記圧力安定器は複数設けられ、

前記複数の圧力安定器の１つは、前記降圧器であるターゲット供給装置。

[請求項12] 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13] 請求項１２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を所定圧力に降圧する降圧器をさらに備えるＥＵＶ光生成装置。

[請求項14] 請求項１３に記載のＥＵＶ光生成装置において、

前記ガス供給部は、前記昇圧器と前記降圧器との間に蓄圧器をさらに備えるＥＵＶ光生成装置。

[請求項15] 請求項１２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16] 請求項１５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を所定圧力に降圧する降圧器をさらに備えるＥＵＶ光生成装置。

[請求項17] 請求項１６に記載のＥＵＶ光生成装置において、

前記ガス精製器は、前記降圧器よりも下流に配置されているＥＵＶ光生成装置。

[請求項18] 請求項１２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19] 請求項１８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を所定圧力に降圧する降圧器をさらに備えるＥＵＶ光生成装置。

[請求項20] 請求項１２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。

[請求項21] 請求項２０に記載のＥＵＶ光生成装置において、

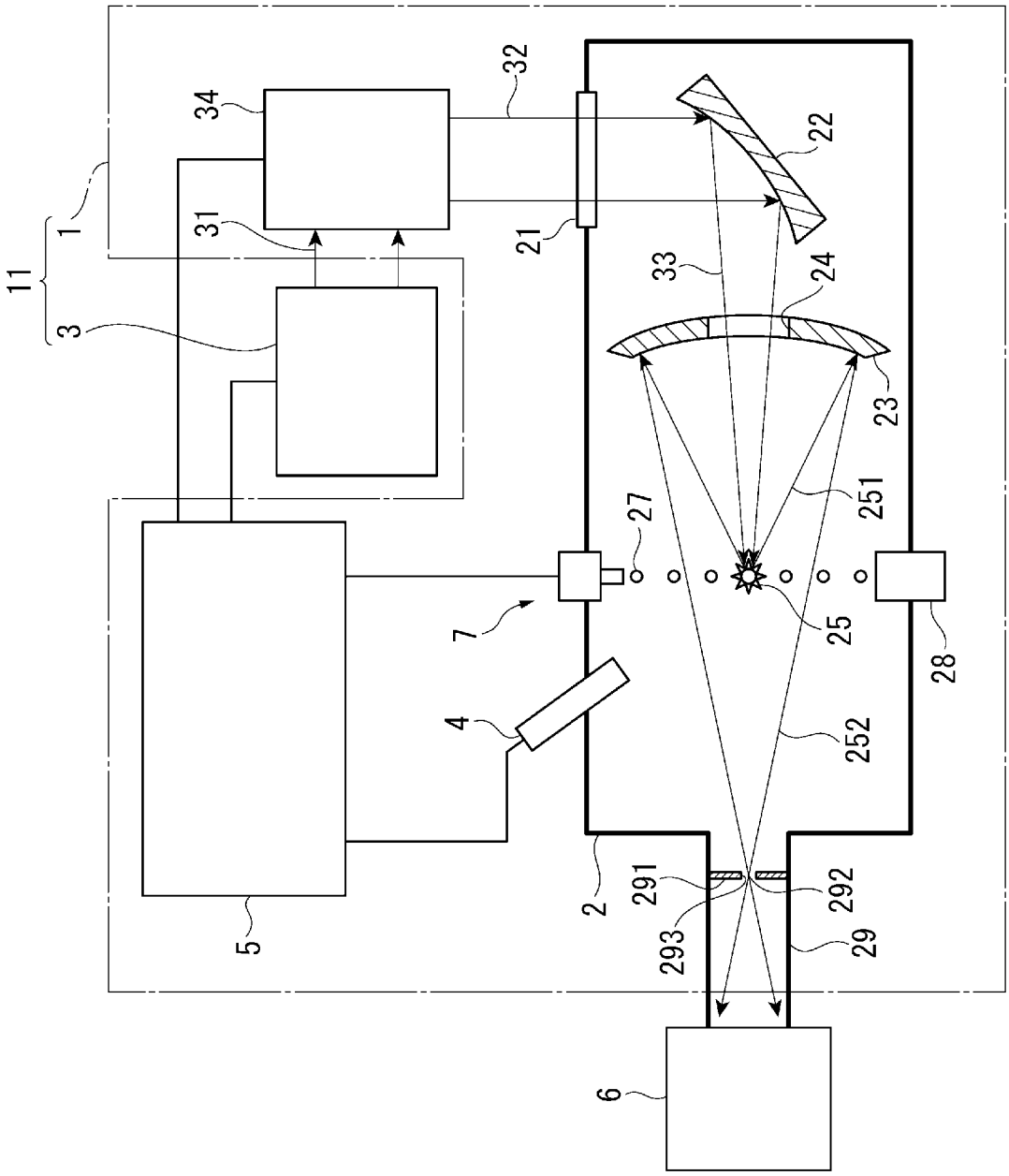
前記ガス供給部は、前記昇圧器で昇圧したガスを所定圧力に降圧する降圧器をさらに備えるＥＵＶ光生成装置。

[請求項22] 請求項２１に記載のＥＵＶ光生成装置において、

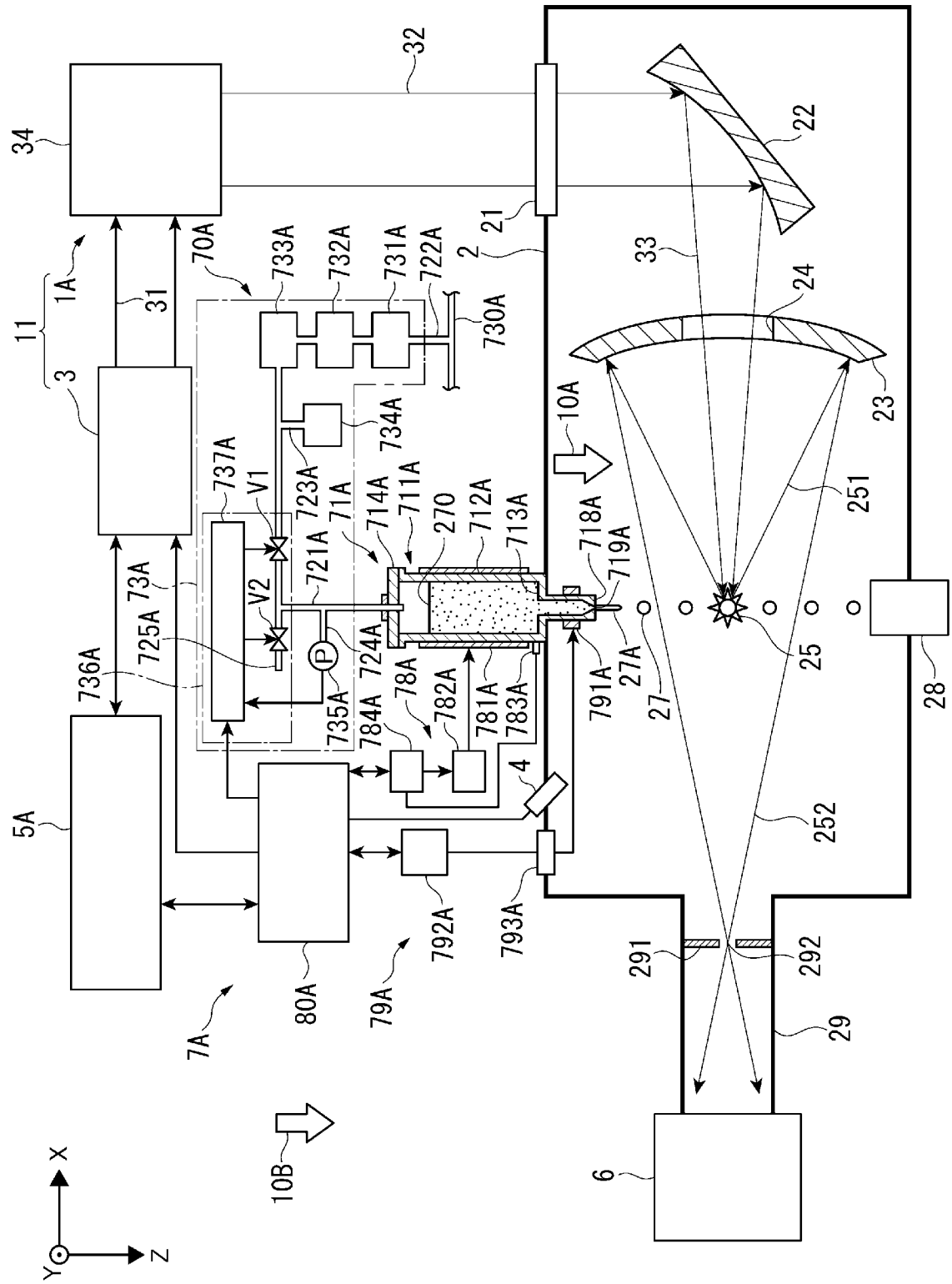
前記圧力安定器は複数設けられ、

前記複数の圧力安定器の１つは、前記降圧器であるＥＵＶ光生成装置。

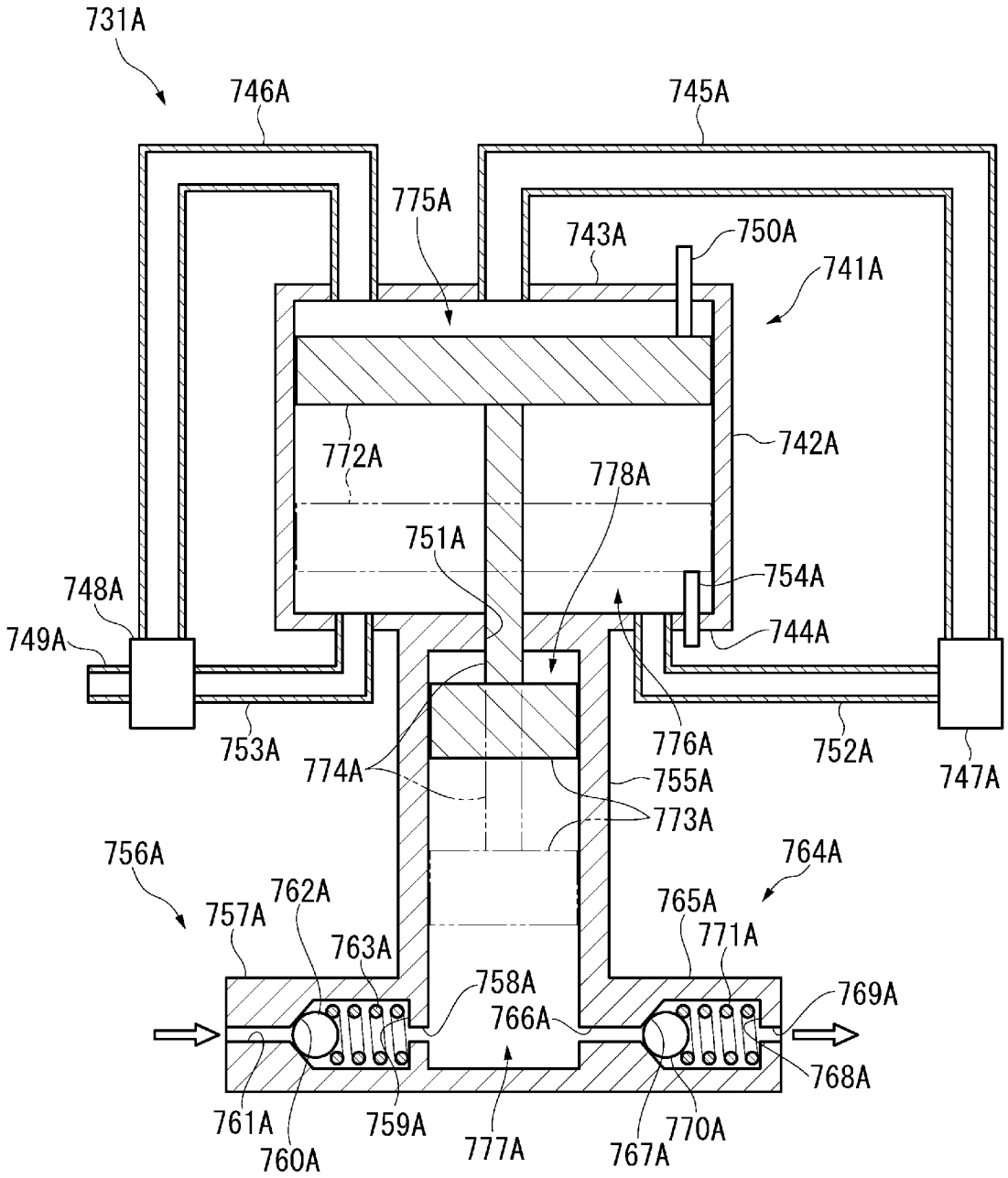
[図1]



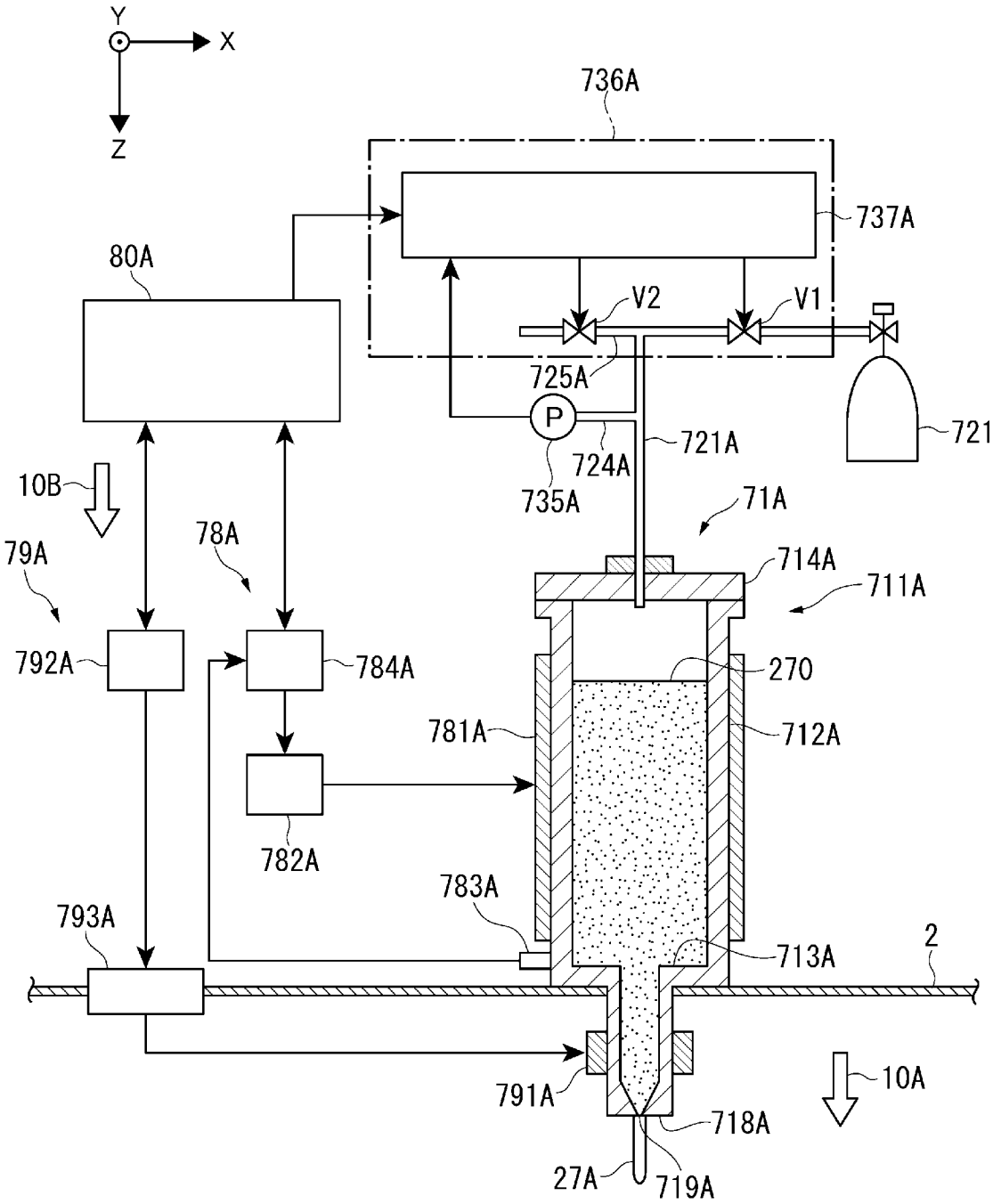
[図2]


32
34
22
21
2
33
24
1A
11
31
70A
733A
732A
731A
722A
730A
3
23
10A
734A
737A
V1
723A
71A
714A
711A
270
712A
713A
718A
719A
251
73A
V2
721A
725A
724A
736A
78A
782A
781A
783A
791A
27A
27
25
28
735A
784A
4
5A
252
792A
793A
291
292
80A
79A
7A
29
10B
6
X
Y
Z

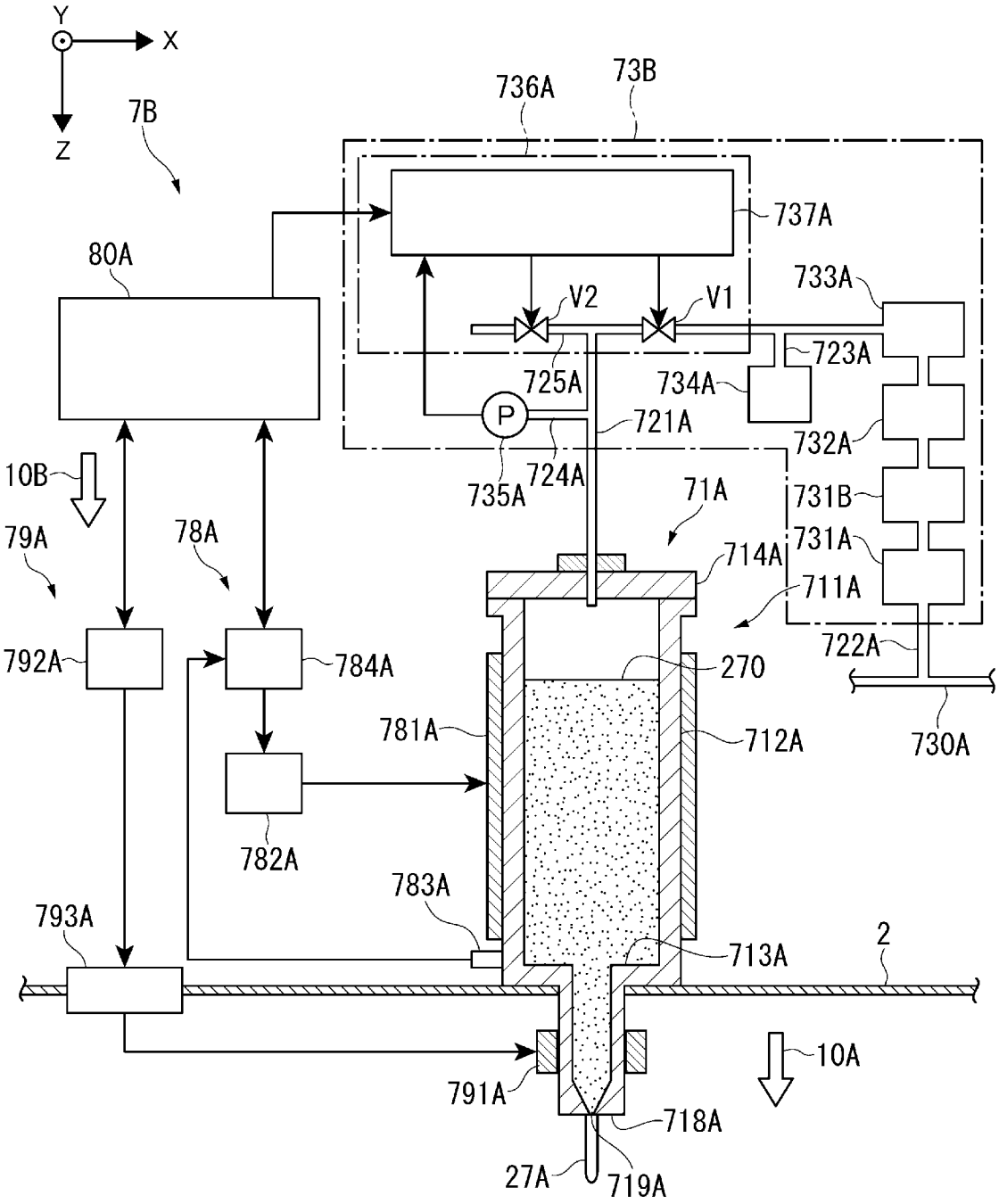
[図3]


731A
746A
745A
775A
743A
750A
741A
742A
772A
778A
751A
754A
748A
749A
744A
753A
774A
776A
752A
747A
755A
773A
756A
764A
762A
757A
765A
771A
763A
758A
769A
766A
768A
761A
759A
777A
770A
760A
767A

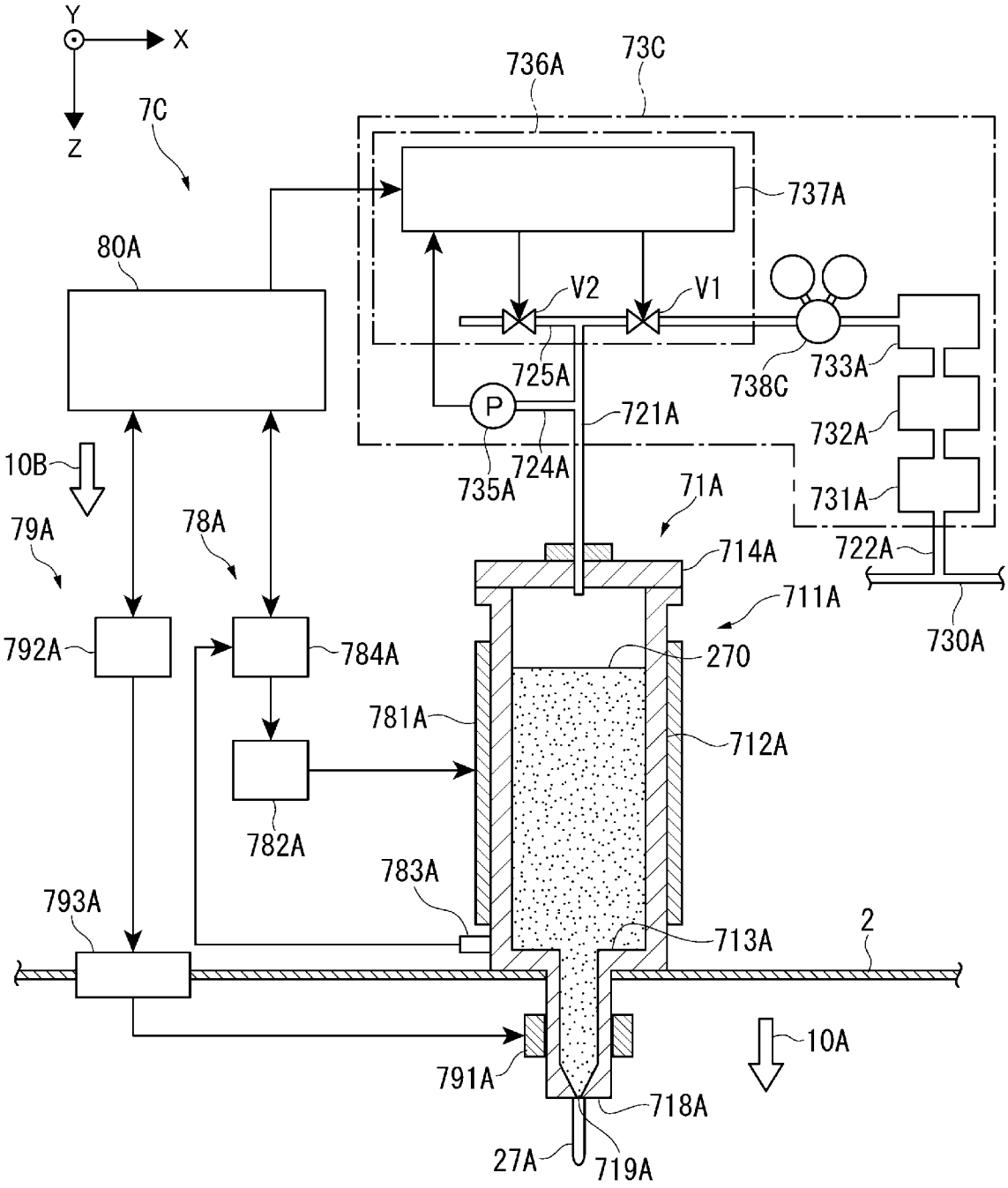
[図4]


Y
X
Z
736A
737A
80A
V2
V1
725A
P
724A
735A
721A
721
10B
71A
79A
78A
714A
711A
792A
784A
270
781A
712A
782A
783A
793A
713A
2
791A
10A
718A
27A
719A

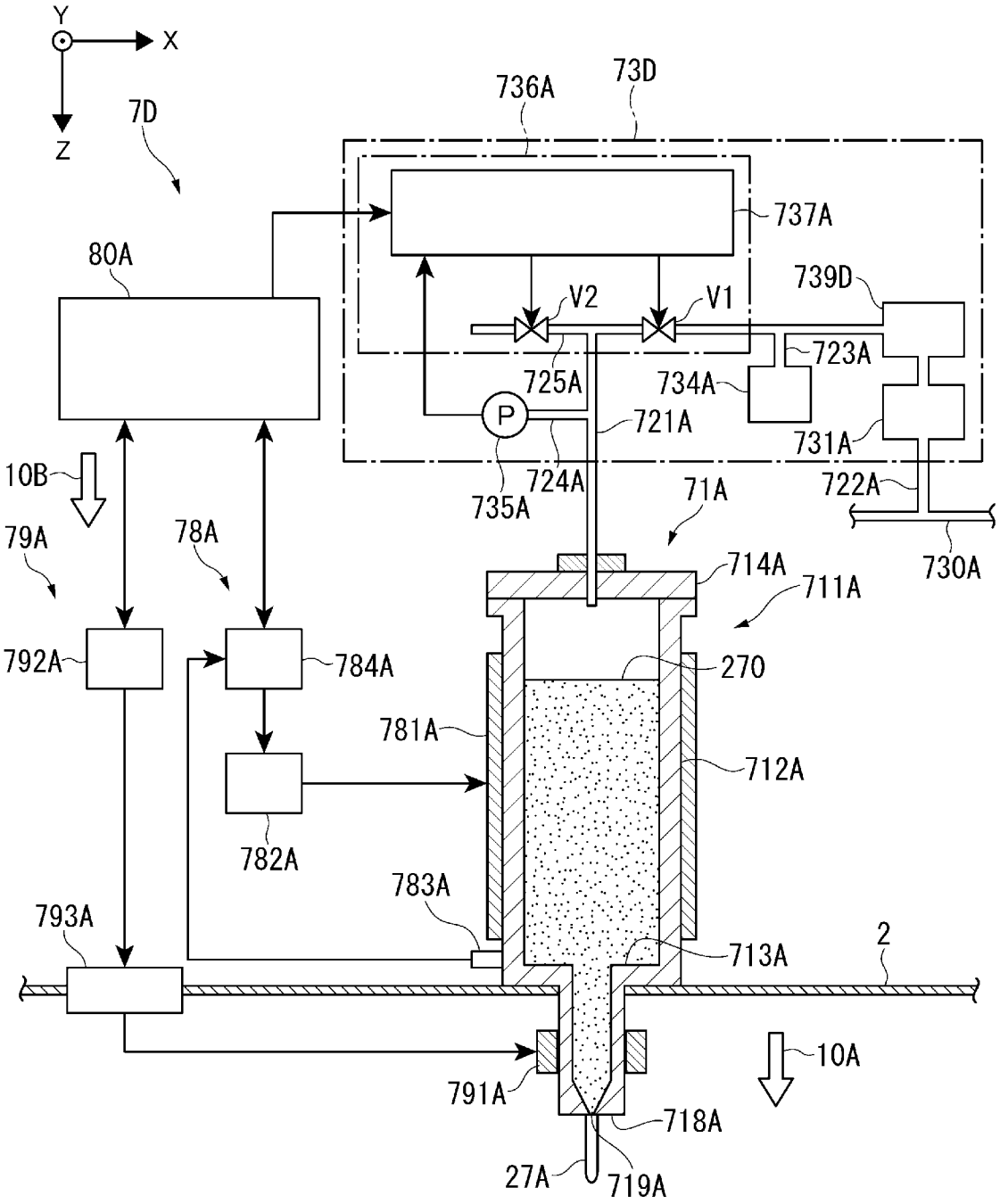
[図5]


Y
X
Z
7B
736A
73B
737A
80A
733A
V2
V1
723A
725A
734A
P
721A
732A
735A
724A
71A
731B
731A
10B
79A
78A
714A
711A
792A
784A
722A
270
781A
712A
730A
782A
783A
793A
713A
2
10A
791A
718A
27A
719A

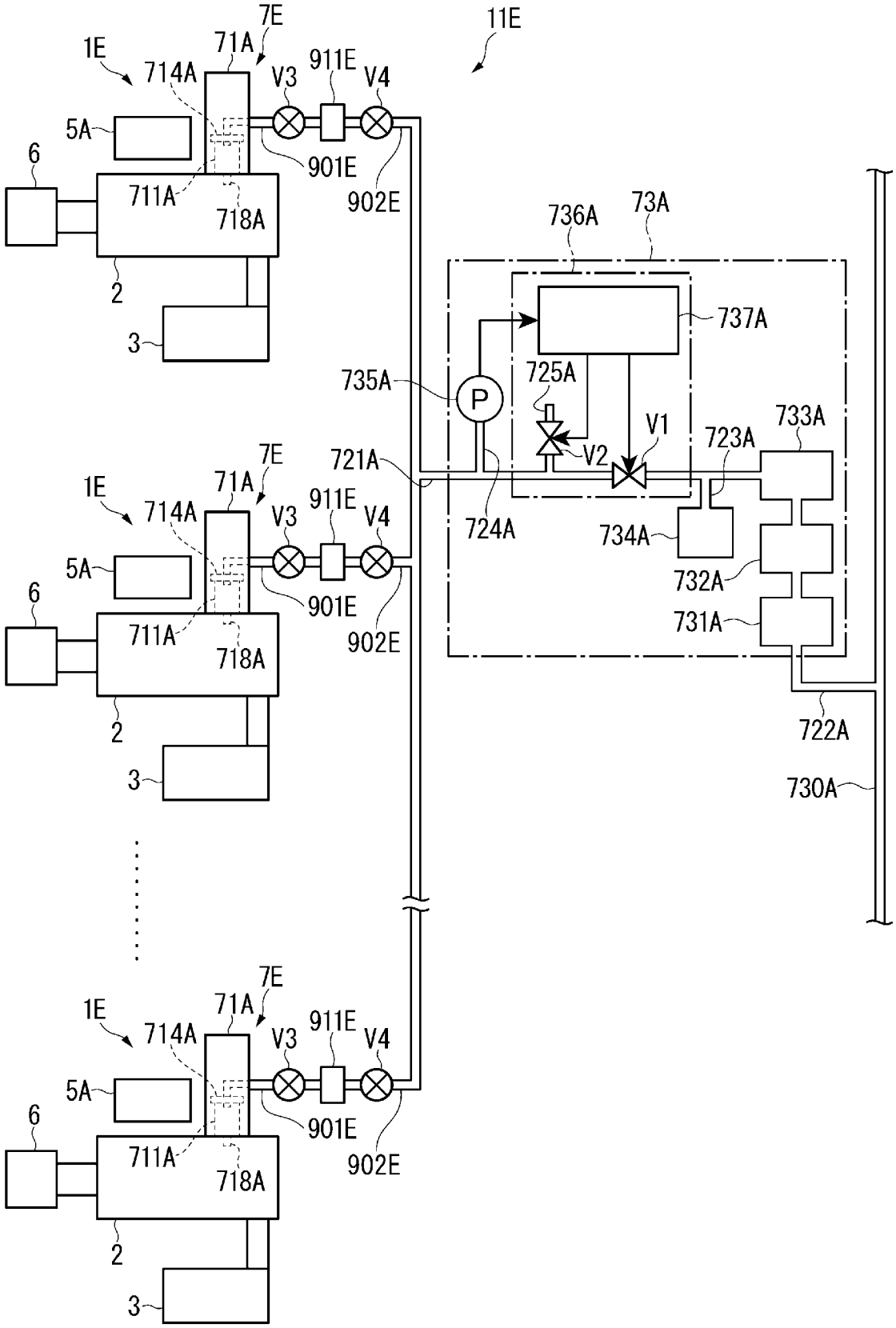
[図6]


Y
X
Z
7C
736A
73C
737A
80A
V2
V1
725A
738C
733A
P
721A
732A
735A
724A
731A
10B
71A
79A
78A
714A
722A
711A
792A
784A
270
730A
781A
712A
782A
783A
793A
713A
2
10A
791A
718A
27A
719A

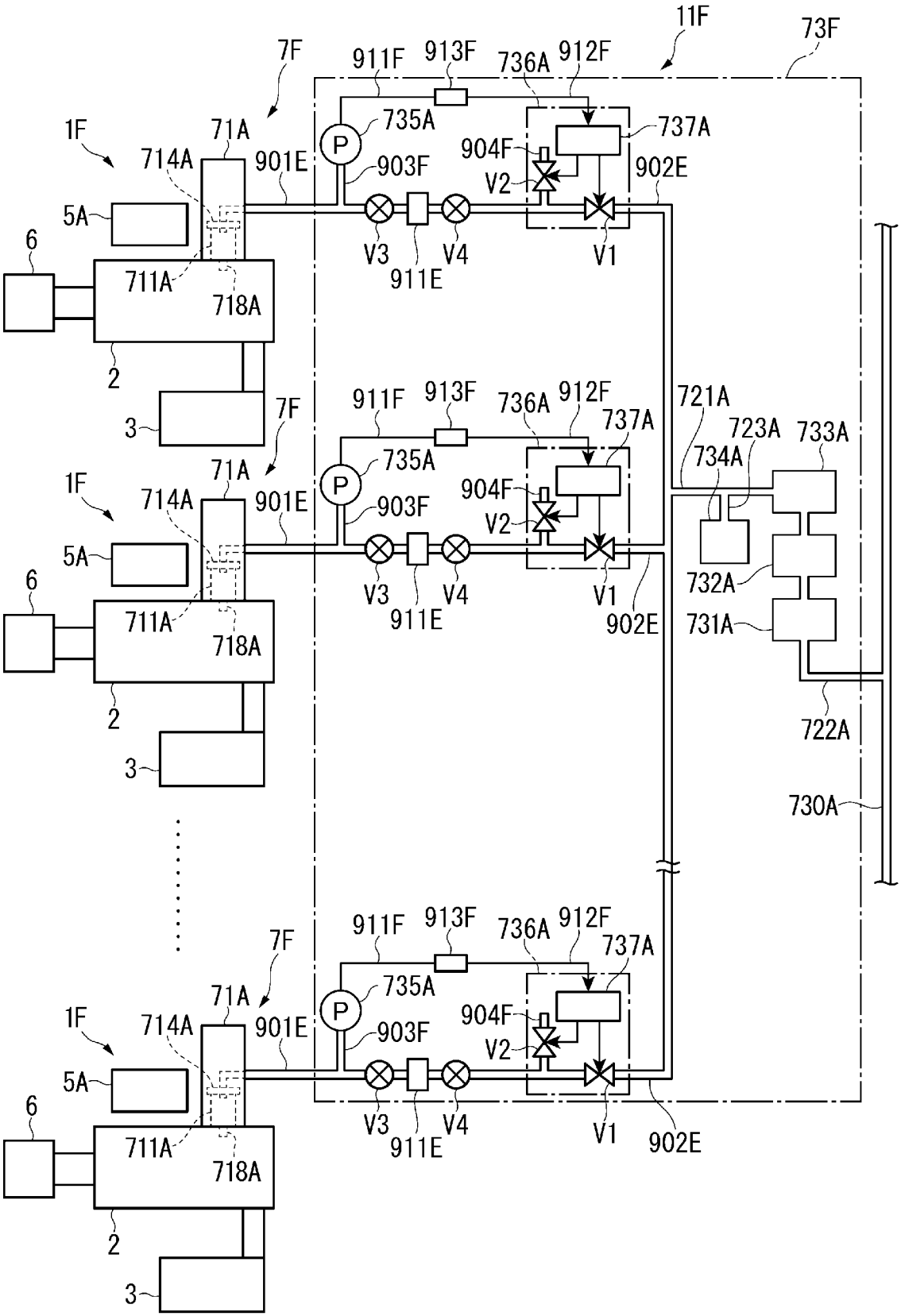
[図7]


Y
X
Z
7D
736A
73D
737A
80A
739D
V2
V1
723A
725A
734A
P
721A
731A
10B
735A
724A
722A
71A
730A
79A
78A
714A
711A
792A
784A
270
781A
712A
782A
783A
793A
713A
2
10A
791A
718A
27A
719A

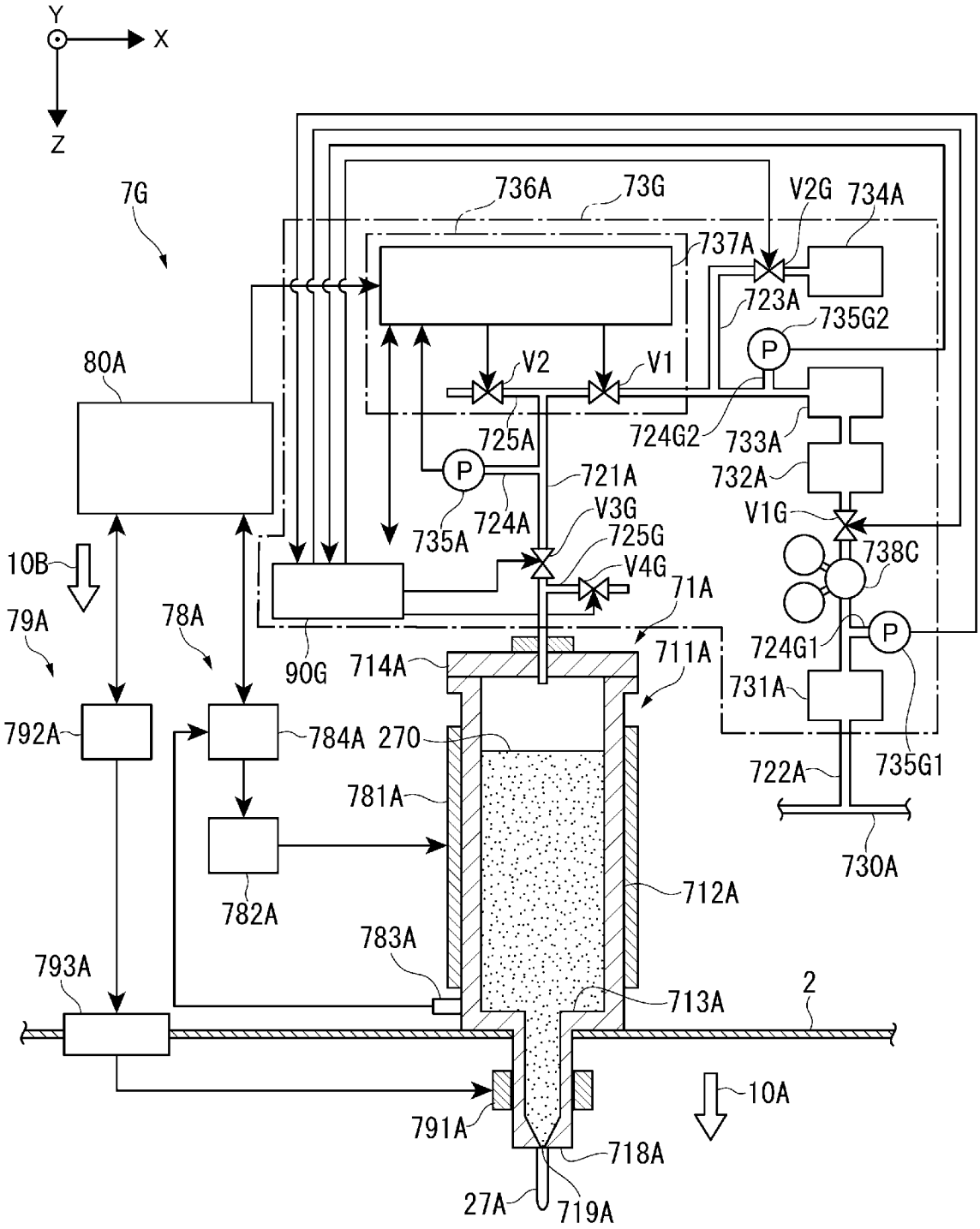
[図8]


11E
7E
71A
1E
714A
V3
911E
V4
5A
901E
902E
6
711A
718A
2
3
736A
73A
737A
735A
P
725A
V1
V2
733A
723A
721A
724A
734A
732A
731A
722A
730A

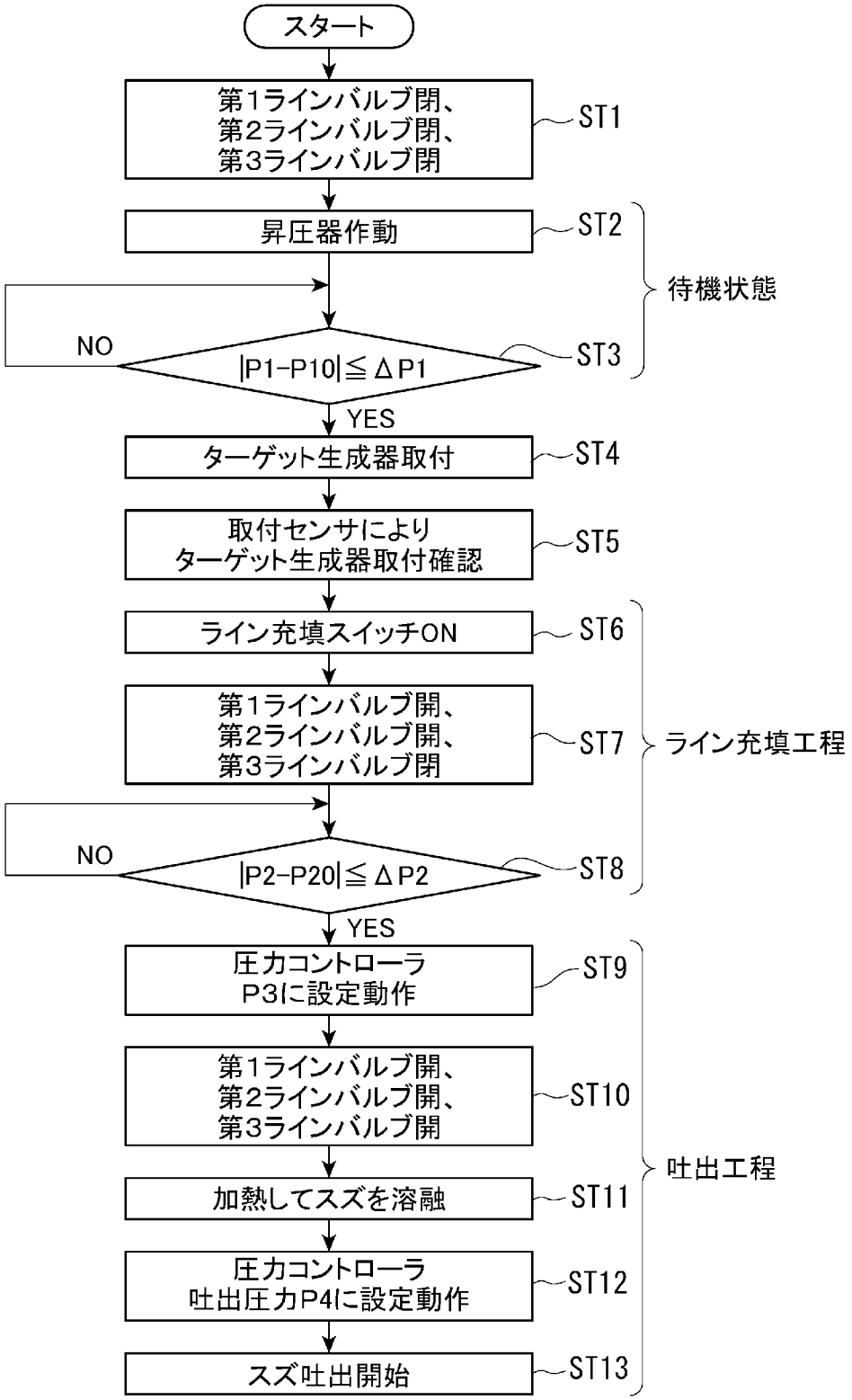
[図9]


11F
73F
7F
911F
913F
736A
912F
735A
737A
1F
71A
714A
901E
904F
903F
902E
V2
5A
V3
V4
V1
911E
6
711A
718A
2
3
721A
723A
733A
734A
732A
731A
722A
730A
P

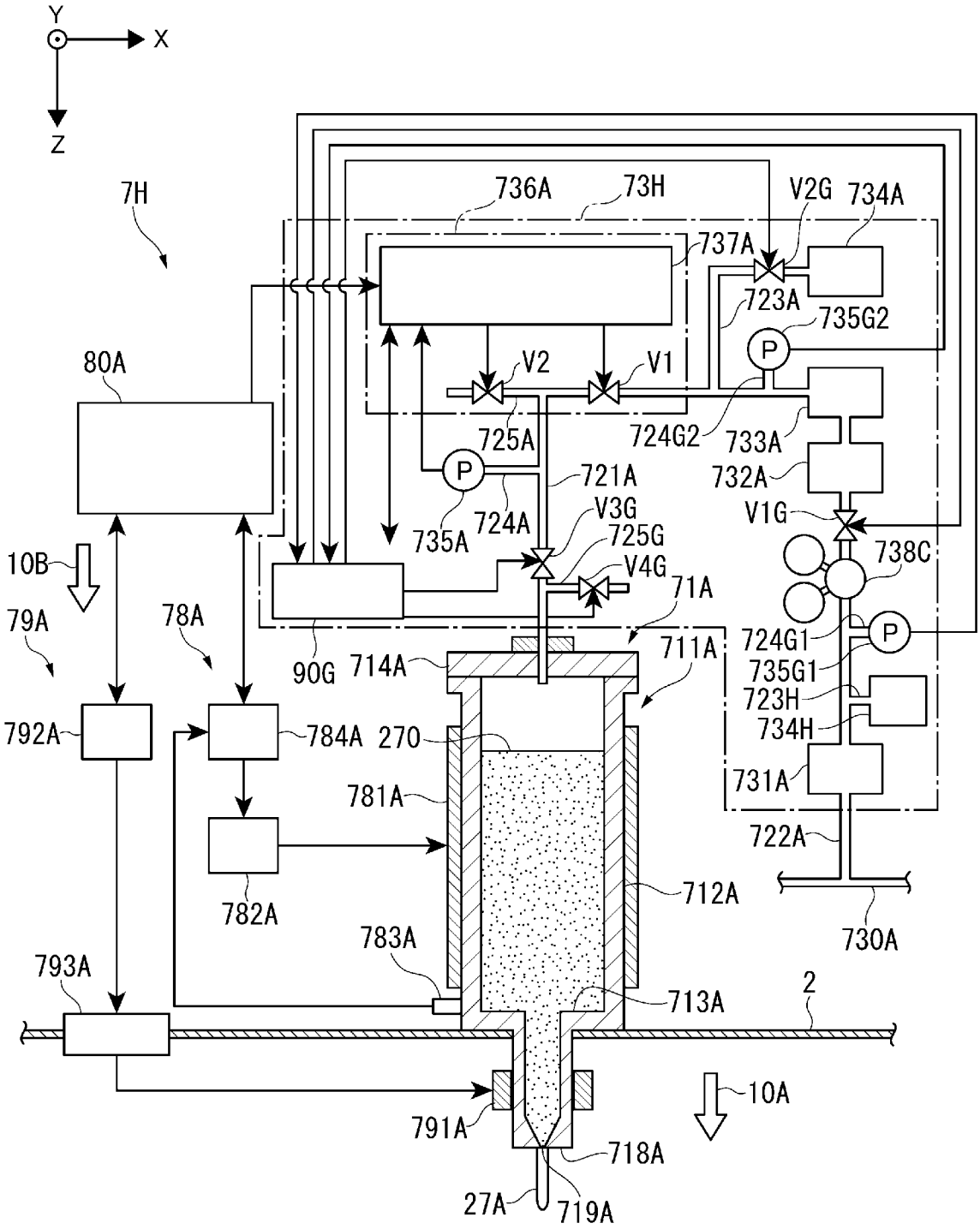
[図10]


Y
X
Z
7G
736A
73G
V2G
734A
737A
723A
735G2
80A
V2
V1
725A
724G2
733A
732A
721A
724A
735A
V3G
725G
V4G
V1G
738C
10B
79A
78A
71A
90G
714A
711A
724G1
731A
792A
784A
270
781A
722A
735G1
730A
782A
712A
783A
793A
713A
2
10A
791A
718A
27A
719A

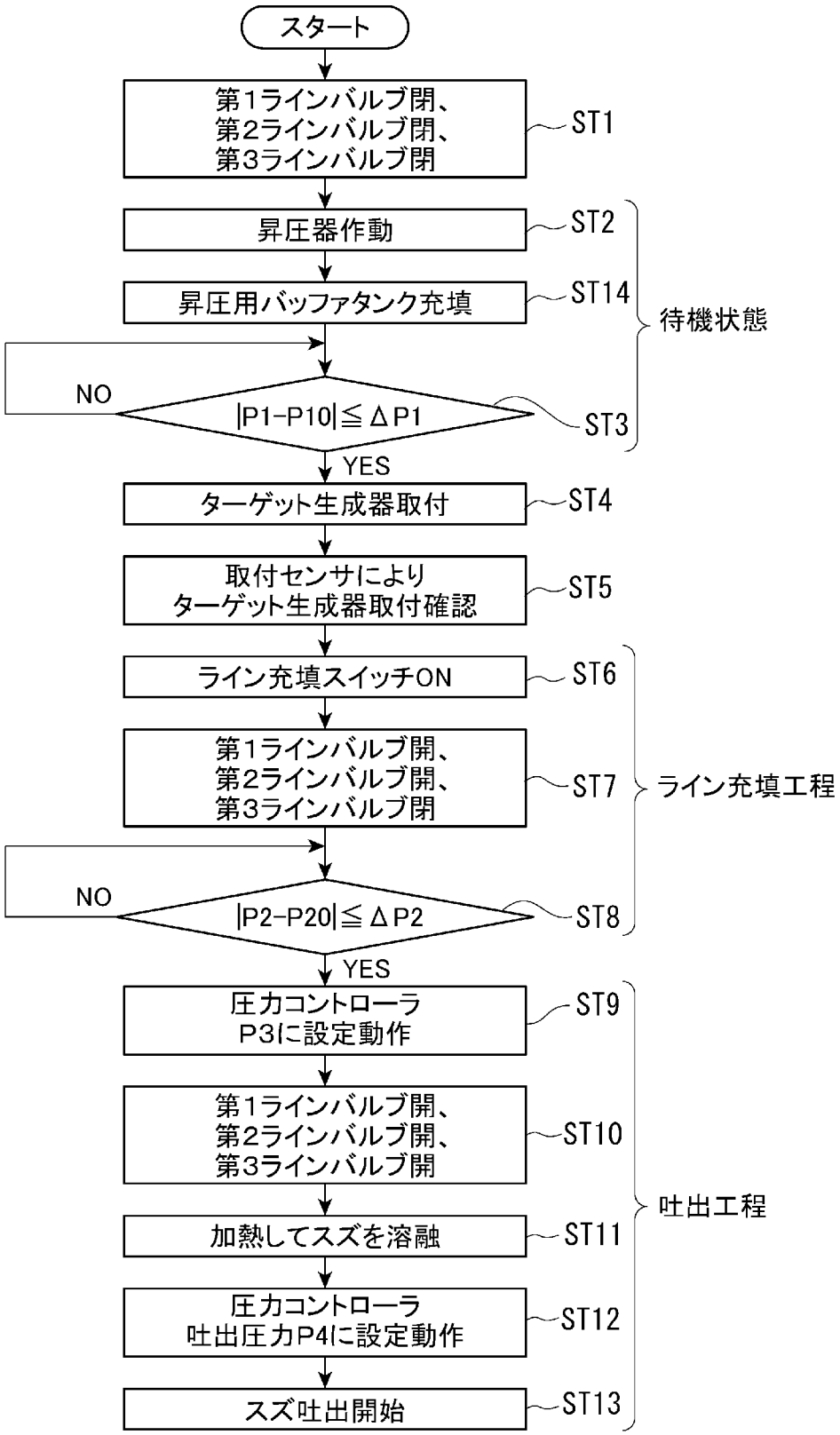
[図11]


スタート
第1ラインバルブ閉、
第2ラインバルブ閉、
第3ラインバルブ閉
ST1
昇圧器作動
ST2
待機状態
NO
|P1-P10|≦ΔP1
ST3
YES
ターゲット生成器取付
ST4
取付センサにより
ターゲット生成器取付確認
ST5
ライン充填スイッチON
ST6
第1ラインバルブ開、
第2ラインバルブ開、
第3ラインバルブ閉
ST7
ライン充填工程
NO
|P2-P20|≦ΔP2
ST8
YES
圧力コントローラ
P3に設定動作
ST9
第1ラインバルブ開、
第2ラインバルブ開、
第3ラインバルブ開
ST10
加熱してスズを溶融
ST11
圧力コントローラ
吐出圧力P4に設定動作
ST12
スズ吐出開始
ST13
吐出工程

[図12]


Y
X
Z
7H
736A
73H
V2G
734A
737A
723A
735G2
P
80A
V2
V1
725A
724G2
733A
732A
721A
724A
735A
V3G
725G
V4G
V1G
738C
10B
79A
78A
71A
90G
714A
711A
724G1
735G1
723H
734H
731A
722A
792A
784A
270
781A
782A
712A
730A
783A
793A
713A
2
10A
791A
718A
27A
719A

[図13]


スタート
第1ラインバルブ閉、
第2ラインバルブ閉、
第3ラインバルブ閉
ST1
昇圧器作動
ST2
昇圧用バッファタンク充填
ST14
待機状態
NO
|P1-P10|≦ΔP1
ST3
YES
ターゲット生成器取付
ST4
取付センサにより
ターゲット生成器取付確認
ST5
ライン充填スイッチON
ST6
第1ラインバルブ開、
第2ラインバルブ開、
第3ラインバルブ閉
ST7
ライン充填工程
NO
|P2-P20|≦ΔP2
ST8
YES
圧力コントローラ
P3に設定動作
ST9
第1ラインバルブ開、
第2ラインバルブ開、
第3ラインバルブ開
ST10
加熱してスズを溶融
ST11
圧力コントローラ
吐出圧力P4に設定動作
ST12
スズ吐出開始
ST13
吐出工程

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/062304

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H05G2/00(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05G2/00, H01L21/027, B04J4/00-4/04

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2014/024865 A1 (Gigaphoton Inc.), 13 February 2014 (13.02.2014), paragraphs [0030] to [0035] (Family: none)	1-2,12-13 4-5,7-10, 15-16,18-21 3,6,11,14, 17,22
X Y	JP 2013-175434 A (Gigaphoton Inc.), 05 September 2013 (05.09.2013), paragraph [0036]; fig. 2 (Family: none)	1,12 4,7,9,15,18, 20
Y	JP 03-064479 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 19 March 1991 (19.03.1991), entire text; all drawings (Family: none)	4-5,7-8, 15-16,18-19

☒ 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	Date of mailing of the international search report
17 June 2015 (17.06.15)	30 June 2015 (30.06.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/062304

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)	9-10,20-21

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６２３０４

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.　H05G2/00, H01L21/027, B04J4/00-4/04

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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	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）	1-2, 12-13
Y		4-5, 7-10, 15-16, 18-21
A		3, 6, 11, 14, 17, 22

☑　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	国際調査報告の発送日
１７．０６．２０１５	３０．０６．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｑ　３１０１
後藤　順也

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	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）	1,12
Y		4,7,9,15,18,20
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）	4-5,7-8,15-16,18-19
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）	9-10,20-21