

(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
2017年9月21日(21.09.2017)



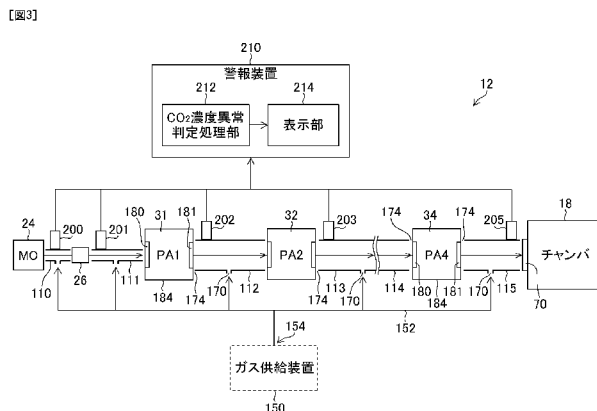
(10) 国際公開番号

WO 2017/158694 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 3/00 (2006.01) H01S 3/134 (2006.01)
H01S 3/036 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058011
- (22) 国際出願日: 2016年3月14日(14.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ギガフォトン株式会社 (GIGAPHOTON INC.) [JP/JP]; 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 黒澤 義明 (KUROSAWA, Yoshiaki); 〒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). 菅沼 崇 (SUGANUMA, Takashi); 〒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, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: LASER APPARATUS AND EXTREME ULTRAVIOLET LIGHT GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称: レーザ装置及び極端紫外光生成システム



- 18 Chamber
150 Gas supply device
210 Warning device
212 CO₂ concentration abnormality determination processing unit
214 Display unit

出力する警報装置と、を備える。

(57) Abstract: A laser apparatus according to an aspect of the present disclosure is provided with: a master oscillator that outputs a laser beam; a plurality of amplifiers that includes carbon dioxide as a laser medium and amplifies the laser beam; an optical path pipe that covers a laser beam optical path between the amplifiers; a gas supply port for supplying a gas having a lower carbon dioxide concentration than air in the optical path pipe; a carbon dioxide concentration meter that measures the carbon dioxide concentration in the optical path pipe; and a warning device that outputs a warning when the carbon dioxide concentration measured by the carbon dioxide concentration meter exceeds a prescribed value.

(57) 要約: 本開示の一観点に係るレーザ装置は、レーザ光を出力するマスターオシレータと、二酸化炭素をレーザ媒体として含みレーザ光を増幅する複数の増幅器と、複数の増幅器の間のレーザ光路を覆う光路管と、光路管内に空気よりも二酸化炭素濃度が低いガスを供給するためのガス供給口と、光路管内の二酸化炭素濃度を計測する二酸化炭素濃度計と、二酸化炭素濃度計によって計測された二酸化炭素濃度が予め設定されている規定値を超えた場合に警報を

明 細 書

発明の名称： レーザ装置及び極端紫外光生成システム

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ装置及び極端紫外光生成システムに関する。

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：特開2013-165256号公報

特許文献2：特開2008-253967号公報

概要

[0005] 本開示の1つの観点に係るレーザ装置は、レーザ光を出力するマスターオシレータと、二酸化炭素をレーザ媒体として含みレーザ光を増幅する複数の増幅器と、複数の増幅器の間のレーザ光路を覆う光路管と、光路管内に空気よりも二酸化炭素濃度が低いガスを供給するためのガス供給口と、光路管内の二酸化炭素濃度を計測する二酸化炭素濃度計と、二酸化炭素濃度計の計測

結果が入力され、二酸化炭素濃度計によって計測された二酸化炭素濃度が予め設定されている二酸化炭素濃度の規定値を超えた場合に警報を出力する警報装置と、を備える。

[0006] 本開示の他の観点に係るレーザ装置は、レーザ光を出力するマスターオシレータと、二酸化炭素をレーザ媒体として含みレーザ光を増幅する複数の増幅器と、複数の増幅器の間のレーザ光路を覆う少なくとも一つの光路管と、光路管内に空気よりも二酸化炭素濃度が低いガスを供給するためのガス供給口と、ガス供給口から供給するガスの二酸化炭素濃度を計測する二酸化炭素濃度計と、光路管内の湿度を計測する湿度計と、二酸化炭素濃度計の計測結果及び湿度計の計測結果が入力され、二酸化炭素濃度計によって計測された二酸化炭素濃度が予め設定されている二酸化炭素濃度の規定値を超えた場合及び湿度計によって計測された湿度が予め設定されている湿度の規定値を超えた場合のそれぞれの場合に警報を出力する警報装置と、を備える。

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はレーザ装置の概略構成を示した模式図である。

[図3]図3は第1実施形態に係るレーザ装置の構成を示す模式図である。

[図4]図4は第2実施形態に係るレーザ装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]図5は第3実施形態に係るレーザ装置の動作を示すフローチャートである。

[図6]図6は第4実施形態に係るレーザ装置の構成を示す模式図である。

[図7]図7は第5実施形態に係るレーザ装置の構成を示す模式図である。

[図8]図8は第6実施形態に係るレーザ装置の動作を示すフローチャートである。

[図9]図9は第7実施形態に係るレーザ装置の動作を示すフローチャートである。

実施形態

[0008] 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. レーザ装置におけるレーザ光路の概略構成
 3. 1 構成
 3. 2 動作
4. 課題
5. 第1実施形態
 5. 1 構成
 5. 2 動作
 5. 3 作用・効果
6. 第2実施形態
 6. 1 構成
 6. 2 動作
 6. 3 作用・効果
7. 第3実施形態
 7. 1 構成
 7. 2 動作
 7. 3 作用・効果
8. 第4実施形態
 8. 1 構成
 8. 2 動作
 8. 3 作用・効果

9. 第5実施形態

9. 1 構成

9. 2 動作

9. 3 作用・効果

10. 第6実施形態

10. 1 構成

10. 2 動作

10. 3 作用・効果

11. 第7実施形態

11. 1 構成

11. 2 動作

11. 3 作用・効果

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。

[0009] 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。

[0010] 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光生成システム10は、レーザ装置12と、レーザ光伝送装置14と、ビーム調節器16と、チャンバ18と、EUV光生成制御部20とを含む。

[0011] レーザ装置12は、マスターオシレータ24と、光アイソレータ26と、複数の増幅器31～34と、複数の増幅器用電源41～44と、レーザ制御部50とを含む。増幅器31～34の表記は「増幅器31、32、33、34」を意味する。増幅器用電源41～44の表記は「増幅器用電源41、4

2、43、44」を意味する。

[0012] レーザ装置12はさらに、レーザ光路上に第1の高反射ミラー28の他、不図示の光学部品を含んでもよい。レーザ光路上に配置される第1の高反射ミラー28その他の光学部品は、レーザ光を伝送及び／又は整形するように構成される。

[0013] マスターオシレータ24と増幅器31～34の組み合わせによってMOPA (Master Oscillator Power Amplifier) システムが構成される。マスターオシレータ24は、CO₂レーザ増幅器の増幅領域の波長を含むレーザ光を所定の繰り返し周波数で出力し得る。マスターオシレータ24が出力するパルスレーザ光52の波長は例えば10.59 μm であり、所定の繰り返し周波数は例えば100kHzである。マスターオシレータ24には固体レーザを採用することができる。図1においてマスターオシレータ24は「MO」と記載されている。

[0014] 光アイソレータ26は、レーザ制御部50からの指示によってレーザ光の透過と遮断を行うよう構成される。光アイソレータ26によるレーザ光の透過を「開」、遮断を「閉」という場合がある。光アイソレータ26は、マスターオシレータ24と第1段目の増幅器31との間のレーザ光路に配置される。

[0015] 第1の高反射ミラー28は、光アイソレータ26と第1段目の増幅器31の間のレーザ光路に配置される。第1の高反射ミラー28は、マスターオシレータ24から出力されたレーザ光を反射して第1段目の増幅器31にレーザ光を入射させる。

[0016] 増幅器31～34の各々は、マスターオシレータ24から光アイソレータ26及び第1の高反射ミラー28を介して出力されるレーザ光の光路上に配置される。図1において、レーザ光の光路上に順番に配置される増幅器31～34について、光路の上流側から第1段目の増幅器31は「PA1」、第2段目の増幅器32は「PA2」、第3段目の増幅器33は「PA3」、第4段目の増幅器34は「PA4」と記載されている。光路の上流側とは、レ

ーザ光の光路においてマスターオシレータ 2 4 に近い側をいう。レーザー光は光路の上流から下流に向かって進行する。

[0017] 図 1 では 4 個の増幅器 3 1 ~ 3 4 を示したが、M O P A システムを構成する増幅器の個数は本例に限らない。レーザー装置 1 2 は n 個の増幅器を含む構成とすることができる。 n は 2 以上の整数であってよい。増幅器 3 1 ~ 3 4 の各々は、C O₂ レーザガスを媒質とする C O₂ レーザ増幅器である。C O₂ レーザガスは二酸化炭素を含むレーザー媒体の一例である。

[0018] 増幅器 3 1 ~ 3 4 の各々は、対応する増幅器用電源 4 1 ~ 4 4 と接続されている。図 1 において、増幅器 3 1 と接続される増幅器用電源 4 1 は「P A 電源 1」、増幅器 3 2 と接続される増幅器用電源 4 2 は「P A 電源 2」、増幅器 3 3 と接続される増幅器用電源 4 3 は「P A 電源 3」、増幅器 3 4 と接続される増幅器用電源 4 4 は「P A 電源 4」と記載されている。

[0019] 各増幅器用電源 4 1 ~ 4 4 はレーザー制御部 5 0 に接続されている。レーザー制御部 5 0 は E U V 光生成制御部 2 0 に接続されている。

[0020] レーザ光伝送装置 1 4 は、レーザー光の進行方向を規定するための光学部品と、この光学部品の位置や姿勢等を調整するためのアクチュエータとを備えている。図 1 に示したレーザー光伝送装置 1 4 は、レーザー光の進行方向を規定するための光学部品の例示として、第 2 の高反射ミラー 5 6 と第 3 の高反射ミラー 5 8 とを含む構成を示した。

[0021] ビーム調節器 1 6 は、レーザー光伝送装置 1 4 からレーザー集光光学系 7 2 に至るレーザー光路に配置される。ビーム調節器 1 6 は、レーザー制御部 5 0 からの指示によってレーザー光の発散角を調節するよう構成されている。ビーム調節器 1 6 はレーザー装置 1 2 の構成要素に含まれてもよい。

[0022] チャンバ 1 8 は、ターゲット供給部 6 2 と、ターゲットセンサ 6 4 と、ターゲット回収器 6 6 と、ウインドウ 7 0 と、レーザー集光光学系 7 2 と、ミラー保持部材 7 4 と、E U V 光集光ミラー 7 6 と、ダンパミラー 7 8 と、ビームダンプ装置 8 0 と、を備えている。

[0023] チャンバ 1 8 は密閉可能な容器である。チャンバ 1 8 は、例えば、中空の

球形状又は筒形状に形成されてもよい。ターゲット供給部 6 2 は、ターゲット物質をチャンバ 1 8 内部に供給するよう構成され、例えば、チャンバ 1 8 の壁を貫通するように取り付けられる。

[0024] 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。ターゲット供給部 6 2 は、ターゲット物質により形成されたターゲット 8 2 をチャンバ 1 8 内部のプラズマ生成領域 8 4 に向けて出力するよう構成される。

[0025] ターゲットセンサ 6 4 は、ターゲット 8 2 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 6 4 は、撮像機能を有してもよい。

[0026] ターゲット回収器 6 6 は、ターゲット供給部 6 2 からチャンバ 1 8 内に出たターゲット 8 2 が進行する方向の延長線上に配置される。

[0027] チャンバ 1 8 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 7 0 によって塞がれる。レーザ装置 1 2 から出力されるパルスレーザ光 5 4 がウインドウ 7 0 を透過する。

[0028] チャンバ 1 8 の内部には、レーザ集光光学系 7 2 と、ミラー保持部材 7 4 と、EUV 光集光ミラー 7 6 と、ダンパミラー 7 8 とが配置される。

[0029] レーザ集光光学系 7 2 は、チャンバ 1 8 に入射したレーザ光をプラズマ生成領域に集光するよう構成されている。レーザ集光光学系 7 2 は、例えば、凸面ミラー 7 2 A とレーザ集光ミラー 7 2 B とを含んで構成される。凸面ミラー 7 2 A は、入射したレーザ光のビーム断面積を広げてレーザ集光ミラーに反射するよう構成される。凸面ミラー 7 2 A は楕円ミラーであってもよい。レーザ集光ミラー 7 2 B は軸外放物面ミラーでもよい。

[0030] ミラー保持部材 7 4 は、チャンバ 1 8 に固定され、レーザ集光光学系 7 2 と EUV 光集光ミラー 7 6 とを保持する部材である。EUV 光集光ミラー 7 6 は適当なホルダを介して保持されてもよい。

[0031] EUV 光集光ミラー 7 6 は、例えば、回転楕円面形状の反射面を有し、第

1の焦点及び第2の焦点を有する。EUV光集光ミラー76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。

[0032] EUV光集光ミラー76は、例えば、その第1の焦点がプラズマ生成領域84に位置し、その第2の焦点が中間集光点（I F ; I n t e r m e d i a t e F o c u s i n g p o i n t）86に位置するように配置される。EUV光集光ミラー76の中央部には貫通孔88が設けられ、貫通孔88をパルスレーザ光54が通過する。

[0033] また、EUV光生成システム10は、チャンバ18の内部と露光装置100の内部とを連通させる接続部90を含む。接続部90の内部には、アパーチャ92が形成された壁94が設けられる。壁94は、そのアパーチャ92がEUV光集光ミラー76の第2の焦点位置に位置するように配置される。

[0034] ダンプミラー78は、レーザ光進行方向のプラズマ生成領域84の下流におけるレーザ光路上に配置され、プラズマ生成領域84を通過したレーザ光をビームダンプ装置80に向けて反射するよう構成されている。ダンプミラー78は、入射するレーザ光を平行光化して反射してもよく、軸外放物面ミラーであってもよい。ダンプミラー78は、その反射面をターゲット物質の融点以上に加熱する不図示のヒータを備えてもよい。

[0035] ビームダンプ装置80は、ダンプミラー78で反射されたレーザ光が入射する位置に配置されている。ダンプミラー78で反射されたレーザ光は、チャンバ壁に配置されたダンプウインドウ96を介してビームダンプ装置80に入射する。ビームダンプ装置80は冷却装置98に接続されている。冷却装置98は、ビームダンプ装置80内を流れる冷却媒体の温度を下げるよう構成される。冷却媒体はビームダンプ装置80と冷却装置98との間を循環する。

[0036] 露光装置100は露光装置制御部102を含んでおり、露光装置制御部102はEUV光生成制御部20と接続される。

[0037] レーザ装置12におけるマスターオシレータ24からチャンバ18のウイ

ンドウ 70 に至るレーザ光路は、光路管 110～115 によって覆われている。光路管 110～115 の表記は「光路管 110、111、112、113、114、115」を意味する。光路管 110～115 の一部又は全部にはガス供給装置 150 に繋がる配管 152 が連結されている。ガス供給装置 150 は、例えば CDA 供給装置であってよい。CDA はクリーンドライエアの略語である。CDA は「空気よりも二酸化炭素濃度が低いガス」の一形態に相当する。ガス供給装置 150 は、空気よりも二酸化炭素濃度が低いガスを供給することができればよく、CDA 供給装置に限らず、窒素ガスを供給する装置などであってもよい。

[0038] 本開示において、EUV 光生成制御部 20、レーザ制御部 50、及び露光装置制御部 102 等の制御部は、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。また、複数の制御部の機能を一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、EUV 光生成制御部 20、レーザ制御部 50、及び露光装置制御部 102 等は、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、プログラムモジュールは、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。

[0039] 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。EUV 光生成システム 10 が EUV 光を出力する場合、露光装置 100 の露光装置制御部 102 から EUV 光生成制御部 20 に EUV 光出力指令が送られる。EUV 光生成制御部 20 は、露光装置 100 からの EUV 出力指令に基づき、ターゲット供給部 62 にターゲット 82 を出力させる。

[0040] EUV 光生成制御部 20 は、ターゲット供給部 62 にターゲット 82 の出力を指令するターゲット出力信号を送る。ターゲット供給部 62 は、ターゲット出力信号に従い、ターゲット物質によって形成されたターゲット 82 を

チャンバ 18 内に出力する。ターゲット 82 は、例えば、溶融したターゲット物質のドロップレットである。

[0041] ターゲットセンサ 64 はターゲット 82 を検出し、ターゲット検出信号を E U V 光生成制御部 20 に出力する。ターゲット検出信号は、ターゲット 82 が所定の位置を通過するタイミングを示す通過タイミング信号であってもよい。

[0042] E U V 光生成制御部 20 は、ターゲット検出信号に対して所定の遅延時間を付加して生成する発光トリガをレーザ装置 12 のレーザ制御部 50 に出力する。レーザ制御部 50 は、発光トリガが入力されるとマスターオシレータ 24 にレーザ出力信号を出力する。

[0043] また、レーザ制御部 50 は、レーザ出力信号の出力に先立って、増幅器用電源 41 ~ 44 をオンにする。これにより各増幅器用電源 41 ~ 44 は、増幅器 31 ~ 34 のそれぞれの内部電極に電圧又は電流を供給し、増幅器 31 ~ 34 のそれぞれを増幅可能な状態とする。

[0044] マスターオシレータ 24 はレーザ出力信号に同期してレーザ光を出力する。レーザ制御部 50 は、マスターオシレータ 24 のレーザ光の出力に同期して光アイソレータ 26 を開とする。光アイソレータ 26 を通過したレーザ光は第 1 の高反射ミラー 28 で反射され、第 1 段目の増幅器 31 に入射する。第 1 段目の増幅器 31 はマスターオシレータ 24 から出力されたレーザ光を増幅して出力する。増幅器 31 から出力されたレーザ光は第 2 段目の増幅器 32 に入射する。第 2 段目の増幅器 32 は第 1 段目の増幅器 31 から出力されたレーザ光を増幅する。以下同様にしてレーザ光が順次増幅され、最終段の第 4 段目の増幅器 34 によって増幅されて出力されたパルスレーザ光 54 がレーザ光伝送装置 14 に入射する。

[0045] 上述のようにマスターオシレータ 24 から出力されたレーザ光は、増幅器 31 ~ 34 によって増幅されレーザ光伝送装置 14 を経由して、ビーム調節器 16 に入射する。ビーム調節器 16 は入射したレーザ光の発散角を調節して出力する。ビーム調節器 16 から出力されたレーザ光はウィンドウ 70 を

通過した後、チャンバ１８に入力される。レーザ装置１２から出力されるレーザ光のパワーは数kW～数十kWに達する。

[0046] チャンバ１８に入射したレーザ光はレーザ集光光学系７２によって集光され、プラズマ生成領域に到達したターゲット８２に照射される。ターゲット８２には、パルスレーザ光５４に含まれる少なくとも１つのパルスが照射される。これにより、EUV光を得ることができる。すなわち、パルスレーザ光が照射されたターゲット８２はプラズマ化し、そのプラズマから放射光１６０が放射される。放射光１６０に含まれるEUV光１６２は、EUV光集光ミラー７６によって選択的に反射される。EUV光集光ミラー７６によって反射されたEUV光１６２は、中間集光点８６で集光され、露光装置１００に出力される。

[0047] ターゲット８２にレーザ光を集光照射する際のレーザ光の照射径はターゲット８２の径より大きくてもよく、レーザ光の一部はターゲット８２に照射されず、ダンパミラー７８に入射してもよい。

[0048] ダンパミラー７８によって反射されたレーザ光は、ダンパウインドウ９６を介してビームダンプ装置８０で吸収され熱に変換される。この際発生する熱は、冷却装置９８によって外部に排出される。

[0049] なお、ターゲット８２にレーザ光を照射しないことがある。例えばレーザ装置１２の出力安定化や光路調整のため、レーザ光は出力させ続ける一方、ターゲット８２を供給しない又は遅延時間を変更して意図的に照射を避けることがある。このような場合、レーザ光はターゲット８２に照射されず、そのレーザ出力を維持したままダンパミラー７８に入射する。

[0050] ターゲット回収器６６は、レーザ光が照射されずにプラズマ生成領域８４を通過したターゲット８２や、レーザ光の照射によっても拡散しなかったドロップレットの一部分を回収する。

[0051] EUV光生成制御部２０は、EUV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。EUV光生成制御部２０は、ターゲットセンサ６４の検出結果を処理するよう構成される。EUV光生成制御部２０は、ターゲッ

トセンサ 64 の検出結果に基づいて、例えば、ターゲット 82 が出力されるタイミングやターゲット 82 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 20 は、例えば、レーザ装置 12 の発振タイミング、パルスレーザ光 54 の進行方向、パルスレーザ光 54 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し、一部の制御機能を省略してもよい。

[0052] なお、図 1 においてチャンバ 18 から露光装置 100 に向かって EUV 光 162 を導出する方向を Z 軸とする。X 軸及び Y 軸は、Z 軸に直交し、かつ、互いに直交する軸とする。ターゲット 82 の滴下方向が Y 軸と平行な方向であるとする。

[0053] 2. 用語の説明

「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。液状のターゲット物質によって形成されるドロップレットは、ターゲットの一形態である。

[0054] 「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 光が含まれている。

[0055] 「EUV 光」という表記は、「極端紫外光」の略語表記である。

[0056] 「CO₂」は、二酸化炭素を意味する。

[0057] 「光学部品」という用語は、光学素子、若しくは光学部材と同義である。

[0058] 3. レーザ装置 12 におけるレーザ光路の概略構成

3. 1 構成

図 2 はレーザ装置 12 におけるレーザ光路の部分を示した模式図である。マスターオシレータ 24 からチャンバ 18 に至るレーザ光路は、複数の光路管 110～115 によってほぼ全体が覆われている。光路管 110～115 は、光アイソレータ 26 や第 1 の高反射ミラー 28、第 2 の高反射ミラー 56 及び第 3 の高反射ミラー 58 その他の光学部品を覆ってもよい。例えば、

図2において、光路管110と光路管111を一体的に連結した構成とし、この光路管によって光アイソレータ26を覆ってもよい。

- [0059] 光路管110～115の各々にはガス流入口170が設けられている。ガス流入口170にはガス供給装置150に繋がる配管152が連結される。ガス流入口170は、各光路管110～115の長さ方向の中央付近に配置される構成が好ましい。
- [0060] 配管152はガス導入部154から導入したガスをマニホールドによって分岐して各光路管110～115のガス流入口170へと導く。配管152のガス導入部154はガス供給装置150に接続されている。配管152には不図示の流量調整バルブが設けられており、流量調整バルブにより各光路管110～115へのガスの流量が調整される。
- [0061] 光路管110～115の各々は、外部と連通する排気孔174を備える。排気孔174は、光路管110～115と各増幅器31～34やチャンバ18等との接続部における隙間によって形成されてもよい。排気孔174は必ずしも全ての光路管がそれぞれ備えていなくてもよい。
- [0062] また、光路管110～115と各増幅器31～34やチャンバ18等との接続部は、ウインドウによって光路管の一端又は両端が閉鎖される。増幅器31～34のそれぞれは、レーザ光が入射する入射側ウインドウ180と、増幅したレーザ光を出射する出射側ウインドウ181とを有し、レーザカバー184で覆われている。
- [0063] 各増幅器31～34の間に配置される光路管112～114のそれぞれの両端には入射側ウインドウ180又は出射側ウインドウ181が配置される。光路管110の両端のうち一方の端部にはマスターオシレータ24の図示せぬ出射側ウインドウが配置され、他方の端部に光アイソレータ26が配置される。光アイソレータ26は光路管110の一端を閉鎖するウインドウとして機能する。光路管111の両端のうち一方の端部には光アイソレータ26が配置され、他方の端部に増幅器31の入射側ウインドウ180が配置される。光アイソレータ26は光路管110及び光路管111のそれぞれの

端を閉鎖するウインドウとして機能する。

[0064] また、増幅器 34 とチャンバ 18 の間に配置される光路管 115 の両端のうち一方の端部に増幅器 34 の出射側ウインドウ 181 が配置され、他方の端部にチャンバ 18 のウインドウ 70 が配置される。図 2 では、全ての光路管 110 ～ 115 の両端がウインドウによって閉鎖されている構成を示しているが、一部の光路管についてその一端がウインドウで閉鎖されていない形態もあり得る。

[0065] 3. 2 動作

ガス供給装置 150 は、光路管 110 ～ 115 の内部に CDA を供給する。CDA は、露点温度 -70°C 以下に管理された乾燥空気である。ガス供給装置 150 は、所定の湿度範囲に管理された CDA を生成し、配管 152 を通じて各光路管 110 ～ 115 に CDA を供給する。CDA は光路管 110 ～ 115 で覆われたレーザ光路を流れ、排気孔 174 から外部に排気される。

[0066] 湿度の管理された清浄な CDA がレーザ光路を流れることにより、レーザ光路を構成する光学部品の結露や吸湿による劣化を抑制する。このようなガス流による作用を「パージ」という。

[0067] ガス供給装置 150 から各光路管 110 ～ 115 に供給される CDA のガス圧は大気圧よりも十分に高い圧力に設定される。光路管内の圧力を大気圧よりも高い値に維持することにより、外部から光路管内への空気の流入を抑制することができる。

[0068] 4. 課題

ガス供給装置 150 からレーザ光路に供給される CDA に CO_2 が混入する場合がある。CDA 中の CO_2 はレーザ光を吸収するためレーザ光路上の気体は加熱され温度が上昇する。レーザ光路上の気体の温度上昇により、レーザ光路内に屈折率分布が生じ、熱レンズ効果を生じる。

[0069] この熱レンズ効果によってレーザ光は意図しない発散状態となり、所定のエネルギー密度でチャンバ 18 まで到達せず、EUV エネルギーが低下すること

がある。また、熱レンズ効果によってレーザ光は光路中の光学部品の表面で予期しない集光状態となり、光学部品を破壊することがある。

[0070] 5. 第1実施形態

5. 1 構成

図3は第1実施形態に係るレーザ装置12の構成を示す模式図である。図3を用いて図2との相違点を説明する。

[0071] 図3に示したように、第1実施形態に係るレーザ装置12は、レーザ光路を覆う光路管110～115にCO₂濃度計200～205を備える。CO₂濃度計200～205の表記は「CO₂濃度計200、201、202、203、205及び光路管114に設けられた不図示のCO₂濃度計」を意味する。図3では光路管114に設けられたCO₂濃度計の図示が省略されている。光路管114に設けられた不図示のCO₂濃度計に符号204を付して記載する場合がある。

[0072] 全ての光路管110～115にそれぞれ1つつCO₂濃度計が設けられてもよいし、一部の光路管にCO₂濃度計が設けられてもよい。或いは、複数の光路管110～115のうち、所定のパワー密度以上のレーザ光が伝搬する光路管にCO₂濃度計が設置されてもよい。所定のパワー密度は、例えば、1.2kW/cm²でもよい。レーザ装置12においてCO₂濃度計を複数配置する形態が好ましい。また、1つの光路管に複数のCO₂濃度計を配置してもよい。

[0073] 複数台の増幅器31～34によって段階的に増幅を行うレーザ装置12の場合、増幅の後段に行くほどパワー密度が高くなる。したがって、少なくとも最終段の増幅器34を含む増幅後段側の増幅器間のレーザ光路を覆う光路管にCO₂濃度計を配置する構成が好ましい。図3の場合、少なくとも光路管114と115にCO₂濃度計を配置することが好ましい。

[0074] 一般に、N個のCO₂レーザ増幅器を用いてN段階の増幅を行うレーザ装置において、N個の増幅器の各増幅器間のレーザ光路のうち、少なくとも最終段の増幅器を含む増幅後段側の増幅器間のレーザ光路を覆う光路管にCO₂濃

度計を配置する構成が好ましい。Nは3以上の整数とすることができる。例えば、8個の増幅器を用いる場合に、4段目以降の増幅器間のレーザ光路を覆う光路管にCO₂濃度計を配置する形態があり得る。

[0075] CO₂濃度計200～205には、例えば、非分散型赤外線吸収式のCO₂濃度計を用いることができる。CO₂濃度計200～205は、それぞれが設置された光路管110～115内のCO₂濃度を計測する。光路管内のCO₂濃度とは、光路管内の気体のCO₂濃度を指す。光路管内の気体には、光路管内に供給されたCDAの他、外部から光路管内に混入した空気の含有成分が含まれ得る。すなわち、CO₂濃度計200～205は、レーザ光路上の気体のCO₂濃度を計測するよう構成される。

[0076] さらに、レーザ装置12は、CO₂濃度計200～205に接続された警報装置210を備えている。警報装置210は図1で説明したレーザ制御部50として機能するレーザコントローラが兼ねてもよい。警報装置210はCO₂濃度異常判定処理部212と表示部214とを含んで構成される。CO₂濃度異常判定処理部212は、CO₂濃度計202から得られるCO₂濃度の計測結果を基にCO₂濃度の異常の有無を判定する処理を行う。

[0077] 警報装置210はCO₂濃度規定値が入力され、CO₂濃度規定値の情報が保持される。CO₂濃度規定値は、例えば、レーザ光路におけるCO₂濃度の許容上限を規定するCO₂濃度の値である。CO₂濃度規定値は、レーザ光路のCO₂濃度が正常であるか異常であるかを判定する際の判定基準として用いられ、CO₂濃度の閾値に相当する。CO₂濃度規定値は「二酸化炭素濃度の規定値」の一形態に相当する。CO₂濃度規定値は警報装置210に予めセットされていてもよいし、不図示のユーザインターフェースから入力してもよい。

[0078] CO₂濃度規定値は、レーザ光路に設置した全てのCO₂濃度計200～205について一律の値を設定してもよい。例えば、全てのCO₂濃度計200～205について一律に、50ppm以下という設定にしてもよい。

[0079] 或いは、CO₂濃度規定値は、光路管の位置におけるレーザ光のパワー密度

、及び、光路管のレーザ光伝搬距離の少なくとも一方に応じて設定されてもよく、 CO_2 濃度計200～205ごとに異なる値が設定されてもよい。

[0080] 例えば、パワー密度が低い光路の光路管に配置された CO_2 濃度計の CO_2 濃度規定値は50ppmより高くてもよい。また、レーザ光伝搬距離の短い光路の光路管に配置された CO_2 濃度計の CO_2 濃度規定値は50ppmより高くてもよい。

[0081] また、レーザ光路においてマスターオシレータ24側を上流、チャンバ18側を下流とした場合、上流側に配置された CO_2 濃度計の CO_2 濃度規定値を下流側に配置された CO_2 濃度計の CO_2 濃度規定値よりも高く設定してもよい。すなわち、複数の CO_2 濃度計のうち異なる位置に配置される少なくとも2つの CO_2 濃度計に対して異なる CO_2 濃度規定値を設定してもよい。

[0082] 表示部214は CO_2 濃度異常判定処理部212の判定結果に基づき、レーザ光路の CO_2 濃度の異常を知らせる情報を表示する。表示部214には液晶ディスプレイなどの表示デバイスを採用することができる。また、警報装置210は警告灯や警告音、或いは音声出力による警報を発する構成を含んでいてもよい。

[0083] 増幅器31～34の間に配置される光路管112～114のそれぞれが「第1の光路管」の一形態に相当する。光路管112内の CO_2 濃度を計測する CO_2 濃度計202及び光路管113内の CO_2 濃度を計測する CO_2 濃度計203並びに光路管114の CO_2 濃度を計測する不図示の CO_2 濃度計のそれぞれが「第1の二酸化炭素濃度計」の一形態に相当する。光路管110、111のそれぞれが「第2の光路管」の一形態に相当する。光路管110内の CO_2 濃度を計測する CO_2 濃度計200及び光路管111内の CO_2 濃度を計測する CO_2 濃度計201のそれぞれが「第2の二酸化炭素濃度計」の一形態に相当する。

[0084] 増幅器34とチャンバ18の間に配置される光路管115が「第3の光路管」の一形態に相当する。光路管115内の CO_2 濃度を計測する CO_2 濃度計205が「第3の二酸化炭素濃度計」の一形態に相当する。ガス供給装置

150と接続される配管152のガス導入部154は「ガス供給口」の一形態に相当し得る。また、各光路管のガス流入口170は「ガス供給口」の一形態に相当し得る。

[0085] 5. 2 動作

警報装置210には、各CO₂濃度計202～205の計測結果が入力される。警報装置210は、CO₂濃度計202～205からの計測信号を基に光路管内のCO₂濃度を監視し、規定のCO₂濃度を超えた場合に警報を発報する。規定のCO₂濃度とは、予め設定しておいたCO₂濃度規定値を指す。警報装置210は、規定のCO₂濃度を超えるCO₂濃度が検出された場合に、レーザ光路のCO₂濃度が異常である旨を知らせる情報を表示部214に出力する。

[0086] 警報装置210は、警報の出力機能に加え、レーザ発振の可否を判定してもよい。警報装置210がCO₂濃度異常を示す警報を出力した場合、レーザ発振が不可となる。警報装置210はCO₂濃度の異常判定の結果に応じて、レーザ発振の可否を制御する信号をレーザ制御部50に送信してもよい。

[0087] レーザ制御部50は、警報装置210から「レーザ発振可」の信号を受信した場合にレーザ出力信号を出力する。また、レーザ制御部50は、警報装置210から「レーザ発振不可」の信号を受信した場合、レーザ出力信号を不出力とする。

[0088] 5. 3 作用・効果

第1実施形態によれば、CDAにCO₂が混入したとしても、レーザ光路中の気体に異常なCO₂濃度が検出されたら警報装置210によって警報を発することができる。このため、熱レンズ効果が問題となる状態でのレーザ運転を回避することができる。

[0089] CO₂濃度計と接続された警報装置210は、CO₂レーザ増幅器を用いるレーザシステムにおけるレーザ光路のCO₂濃度モニタ装置として機能し得る。第1実施形態によれば、熱レンズ効果によるビーム変動を抑制することができる。

[0090] 6. 第2実施形態

6. 1 構成

図4は第2実施形態に係るレーザ装置12の動作を示すフローチャートである。図4はレーザ光路のCO₂濃度異常判定チェックフローである。警報装置210は、図4に示すCO₂濃度異常判定チェックフローのプログラムを記憶し、プログラムにしたがって同フローを実行する。

[0091] 6. 2 動作

警報装置210は、図4に示したCO₂濃度異常判定チェックフローを適宜のタイミングで実行することができる。例えば、警報装置210はレーザ装置12によるレーザ発振を開始する前に、図4のフローを実行してもよい。また、警報装置210はレーザ装置12によるレーザ出力中に常時、図4のフローを実行してもよい。

[0092] ステップS21において、警報装置210は、レーザ光路に設置された複数のCO₂濃度計200～205の各々から計測されるCO₂濃度値が全て規定値以下であるか否かを判定する。ステップS21の判定処理に用いる「規定値」は予め設定されたCO₂濃度規定値を意味する。CO₂濃度計200～205の配置位置によって異なる規定値が設定される場合、ステップS21の判定処理に用いる「規定値」は、各CO₂濃度計200～205に対応して設定されている規定値を指す。CO₂濃度異常判定処理部212は、CO₂濃度計200～205から得られるCO₂濃度計測値と予め設定されたCO₂濃度規定値との比較を行う。

[0093] ステップS21において、CO₂濃度異常判定処理部212は、全てのCO₂濃度計200～205から得られるCO₂濃度計測値が規定値以下である場合に、ステップS22に移行する。

[0094] ステップS22において、CO₂濃度異常判定処理部212は、レーザ光路のCO₂濃度が正常であると判定する。CO₂濃度異常判定処理部212がステップS22の正常判定をした場合、警報装置210はCO₂濃度が正常であることを示す情報を表示部214に表示してもよいし、正常であることを示

す特段の情報の表示を行わなくてもよい。

- [0095] ステップS 2 1において、CO₂濃度異常判定処理部2 1 2は、少なくとも1つのCO₂濃度計から得られるCO₂濃度計測値が規定値を超えている場合に、ステップS 2 3に移行する。
- [0096] ステップS 2 3において、CO₂濃度異常判定処理部2 1 2は、レーザ光路の各所に設置した全てのCO₂濃度計2 0 0～2 0 5から得られるCO₂濃度計測値が規定値を超えるか否かを判定する。CO₂濃度異常判定処理部2 1 2は、CO₂濃度計2 0 0～2 0 5が設置されている全ての光路管内のCO₂濃度が規定値を超える場合に、ステップS 2 4に移行する。
- [0097] ステップS 2 4において、CO₂濃度異常判定処理部2 1 2は、ガス供給元の異常であると判定する。CO₂濃度異常判定処理部2 1 2がステップS 2 4のガス供給元異常判定をした場合、警報装置2 1 0はレーザ光路のCO₂濃度が異常であることを示す警報を表示部2 1 4に表示する。また、警報装置2 1 0は、ガス供給元の異常、例えば、ガス供給装置1 5 0の故障が疑われる旨を知らせる情報を表示部2 1 4に表示してもよい。
- [0098] ステップS 2 3において、CO₂濃度異常判定処理部2 1 2は、複数のCO₂濃度計2 0 0～2 0 5のうち一部のCO₂濃度計から得られるCO₂濃度計測値が規定値を超えている場合にステップS 2 5に移行する。
- [0099] ステップS 2 5において、CO₂濃度異常判定処理部2 1 2は、光路管側のパージ異常であると判定する。CO₂濃度異常判定処理部2 1 2がステップS 2 5の光路管側パージ異常判定をした場合、ステップS 2 6に移行する。
- [0100] ステップS 2 6において、警報装置2 1 0は、レーザ光路のCO₂濃度を計測した光路箇所のうち、CO₂濃度が高い順に光路箇所を表示する。ステップS 2 6におけるCO₂濃度異常の光路箇所を示す表示は、CO₂濃度計の配置位置に基づいた警報の一例である。ステップS 2 6の表示は、「規定値を超える二酸化炭素濃度が計測されたレーザ光路の位置を特定する情報」を含む警報の一形態に相当する。
- [0101] CO₂濃度異常の光路箇所を知らせる表示画面の表示内容は様々な形態が可

能である。ステップS 2 6で説明した表示形態の他、表示部2 1 4にレーザー光路の概略図を表示して、この光路概略図の表示画面上でCO₂濃度が異常値を示す箇所を強調表示したり、差別化表示したりするなどの表示形態も可能である。警報装置2 1 0においてCO₂濃度異常が検知された場合に、レーザー光路におけるCO₂濃度異常の場所を特定できる表示形態であればよい。

[0102] 6. 3 作用・効果

第2実施形態によれば、パージ状態の故障診断が可能であり、レーザー光路におけるCO₂濃度の異常箇所を容易に特定することができる。また、第2実施形態によれば、CO₂濃度異常の原因がレーザー装置1 2側にあるのか、ガス供給装置1 5 0側にあるのかを判定することができる。このように、第2実施形態は異常箇所とその原因を把握可能であり、異常発生した際に適切な対処を行うことができる。

[0103] 7. 第3実施形態

7. 1 構成

図5は第3実施形態に係るレーザー装置1 2の動作を示すフローチャートである。図5はレーザー起動開始時に実行されるレーザー光路のCO₂濃度チェックフローである。図5に示すチェックフローを「レーザー起動時CO₂濃度チェックフロー」という。警報装置2 1 0は、図5に示すレーザー起動時CO₂濃度チェックフローのプログラムを記憶し、プログラムにしたがって同フローを実行する。

[0104] 7. 2 動作

警報装置2 1 0はレーザー装置1 2によってレーザー光の出力を開始する前に、レーザー起動時CO₂濃度チェックフローを実行する。図4のフローチャートにしたがってレーザー装置1 2の動作を説明する。

[0105] ステップS 3 1において、警報装置2 1 0は、光路管内のCO₂濃度が規定値以下か否かを判定する。ステップS 3 1の判定処理に用いる「規定値」は予め設定されたCO₂濃度規定値を意味する。CO₂濃度異常判定処理部2 1 2は、CO₂濃度計2 0 0～2 0 5から得られるCO₂濃度計測値と予め設定

されたCO₂濃度規定値との比較を行う。ステップS31において、CO₂濃度異常判定処理部212が光路管内のCO₂濃度が規定値以下であることを確認すると、ステップS32に移行する。

[0106] ステップS32において、警報装置210は、CO₂濃度規定合格表示を行う。CO₂濃度規定合格表示とは、レーザ光路のCO₂濃度が予め定めた規定値以下の適正な濃度であることを示す情報を表示部214に表示することをいう。また、ステップS32において、警報装置210は、レーザ発振可の判定を行う。警報装置210からレーザ発振を許可する信号がレーザ制御部50に送られ、レーザ装置12からのレーザ光の出力が可能になる。

[0107] ステップS31において、警報装置210は、光路管内のCO₂濃度が規定値を超えている場合にステップS33に移行する。

[0108] ステップS33において、警報装置210は、待機時間の合計が規定値を超えたか否かを判定する。待機時間は、例えば、レーザ起動指令の信号が入力されたタイミングから経過時間の計時が開始される。警報装置210は、不図示のタイマを備えており、レーザ装置12の起動からの時間を計時し、計時した計時時間に基づいた警報を出力する。具体的に、警報装置210は、タイマによって待機時間の合計を計時することができる。ステップS33でいう「規定値」とは、待機時間の上限として予め指定されている時間である。待機時間の上限を定める規定値は、適宜の時間に設定することができ、例えば、10分に設定される。

[0109] ステップS33において、警報装置210は、待機時間の合計が規定値を超えていないと判定した場合はステップS34に移行して指定時間待機し、ステップS31に戻る。ステップS34の指定時間は、光路管内のCO₂濃度を計測する時間インターバルとして指定されている時間である。指定時間は、予めプログラムされていてもよいし、ユーザインターフェースから適宜の時間を任意に設定できる構成であってもよい。

[0110] 待機中に光路管内のCO₂濃度が規定値以下になればステップS31において警報装置210はYes判定を行い、ステップS32に移行してレーザ発

振可の判定をする。

[0111] その一方、ステップS 3 3において、待機時間の合計が上限の規定値を超える場合、警報装置2 1 0はステップS 3 5に移行する。ステップS 3 5において、警報装置2 1 0は光路C O₂濃度異常表示を行う。光路C O₂濃度異常表示とは、レーザ光路のC O₂濃度が予め定めたC O₂濃度の規定値を超える異常な濃度であることを示す情報の表示を行うことをいう。光路C O₂濃度異常表示は「警報」の一形態に相当する。

[0112] また、ステップS 3 5において、警報装置2 1 0は、レーザ発振不可の判定を行う。この場合、警報装置2 1 0からレーザ発振を不許可とする信号がレーザ制御部5 0に送られる。或いは、警報装置2 1 0からレーザ発振を許可する信号がレーザ制御部5 0に出力されない。

[0113] 7. 3 作用・効果

従来、メンテナンス時など、一度レーザ光路を大気開放した場合、光路が適正にC D Aパージされたかどうかを検知する手段がなかった。第3実施形態によればレーザ光路のC O₂濃度が規定値以下の適正な値になったことを検知することができる。また、第3実施形態によれば、メンテナンス後の光路管やレーザカバーの付け忘れを監視できる。

[0114] 8. 第4実施形態

8. 1 構成

図6は第4実施形態に係るレーザ装置の構成を示す模式図である。図6を参照して図3との相違点を説明する。図6に示したように、第4実施形態に係るレーザ装置1 2は、レーザ光路を覆う光路管1 1 0～1 1 5の各々にC O₂濃度計2 0 0～2 0 5と湿度計2 2 0～2 2 5とが設置される。湿度計2 2 0～2 2 5の表記は「湿度計2 2 0、2 2 1、2 2 2、2 2 3、2 2 5及び光路管1 1 4に設けられた不図示の湿度計」を意味する。図6では光路管1 1 4に設けられた湿度計の図示が省略されている。光路管1 1 4に設けられた不図示の湿度計に符号2 2 4を付して表記する場合がある。

[0115] 湿度計2 2 0～2 2 5の配置位置は、C O₂濃度計2 0 0～2 0 5と同様で

よい。湿度計 220～225 には、例えば、静電容量センサ式の湿度計を用いることができる。

[0116] 警報装置 210 は湿度異常判定処理部 216 を含む。湿度異常判定処理部 216 は、湿度計 220～225 から得られる湿度の計測結果を基に湿度の異常の有無を判定する処理を行う。

[0117] 表示部 214 は CO₂ 濃度異常判定処理部 212 の判定結果及び湿度異常判定処理部 216 の判定結果に基づき、レーザ光路の CO₂ 濃度及び／又は湿度の異常を知らせる情報を表示する。

[0118] 8. 2 動作

警報装置 210 は、CO₂ 濃度規定値に加えて、湿度規定値が入力され、CO₂ 濃度規定値及び湿度規定値の情報が保持される。湿度規定値は、例えば、レーザ光路における湿度の許容上限を規定する湿度の値である。湿度規定値は、レーザ光路の湿度が正常であるか異常であるかを判定する際の判定基準として用いられ、湿度の閾値に相当する。湿度規定値は「湿度の規定値」の一形態に相当する。湿度規定値は警報装置 210 に予めセットされていてもよいし、不図示のユーザインターフェースから入力してもよい。

[0119] 湿度規定値は、レーザ光路に設置した全ての湿度計 220～225 について一律の値を設定してもよい。例えば、全ての湿度計 220～225 について一律に、湿度 10% という設定にしてもよい。なお、本開示で例示している「湿度 10%」とは、温度 25℃ における、相対湿度で表された数値である。

[0120] 或いは、湿度規定値は、光路管の位置におけるレーザ光のパワー密度、及び、光路管のレーザ光伝搬距離の少なくとも一方に応じて設定されてもよく、湿度計 220～225 ごとに異なる値が設定されてもよい。

[0121] 例えば、パワー密度が低い光路の光路管に配置される湿度計の湿度規定値は湿度 10% より高くてもよい。また、レーザ光伝搬距離の短い光路の光路管に配置された湿度計の湿度規定値は湿度 10% より高くてもよい。

[0122] また、レーザ光路の上流側に配置された湿度計の湿度規定値を下流側に配

置された湿度計の湿度規定値よりも高く設定してもよい。すなわち、複数の湿度計のうち異なる位置に配置される少なくとも2つの湿度計に対して異なる湿度規定値を設定してもよい。

[0123] 警報装置210は、CO₂濃度と湿度についてそれぞれの規定値と比較し、両者がレーザ動作条件を満たしているか判定する。他の動作は既述の実施形態と同様である。

[0124] 8. 3 作用・効果

第4実施形態によれば、通常大気中に存在するCO₂レーザ吸収物質である二酸化炭素と水分を共に監視することができる。このため、例えば、ガス供給装置150が故障して湿度が上昇した場合でも、その異常を検知してレーザ運転を回避できる。

[0125] 9. 第5実施形態

9. 1 構成

図7は第5実施形態に係るレーザ装置の構成の一部を示す模式図である。図7を参照して図6との相違点を説明する。図7に示したように、第5実施形態に係るレーザ装置12は、ガス供給装置150に接続される配管152にCO₂濃度計200が設置される。CO₂濃度計200は、配管152においてマニホールドで各光路管へのガス供給路を分岐する手前の配管部分に配置する構成が好ましい。例えば、CO₂濃度計200は、配管152のガス供給元に近い部分に配置される。図7においてCO₂濃度計200は、配管152のガス導入部154に配置されている。ガス導入部154は、ガス供給装置150のガスの出口付近であり、「ガス供給装置出口」又は「ガス供給元」という用語で呼ぶ場合がある。CO₂濃度計200は、配管152内のCO₂濃度を計測する。

[0126] ガス供給装置150にはCDA供給装置が用いられる。CDA供給装置はEUV光生成システム10が設置される工場に備えられた設備であってもよい。

[0127] 図7に示す第5実施形態は、図6で説明した第4実施形態と比較して、各

光路管 110～115 には CO_2 濃度計が設置されておらず、湿度計 220～225 のみが設置されている。

[0128] 全ての光路管 110～115 にそれぞれ 1 つずつ湿度計が設けられてもよいし、一部の光路管に湿度計が設けられてもよい。或いは、複数の光路管 110～115 のうち、所定のパワー密度以上のレーザ光が伝搬する光路管に湿度計が設置されてもよい。所定のパワー密度は、例えば、 1.2 kW/cm^2 でもよい。レーザ装置 12 において湿度計を複数配置する形態が好ましい。また、1 つの光路管に複数の湿度計を配置してもよい。

[0129] 複数台の増幅器 31～34 によって段階的に増幅を行うレーザ装置 12 において、少なくとも最終段の増幅器 34 を含む増幅後段側の増幅器間のレーザ光路を覆う光路管に湿度計を配置する構成が好ましい。本例の場合、少なくとも光路管 114 と 115 に湿度計を設置することが好ましい。

[0130] N 個の CO_2 レーザ増幅器を用いて N 段階の増幅を行うレーザ装置において、N 個の増幅器の各増幅器間のレーザ光路のうち、少なくとも最終段の増幅器を含む増幅後段側の増幅器間のレーザ光路を覆う光路管に湿度計を配置する構成が好ましい。例えば、8 個の増幅器を用いる場合、4 段目以降の増幅器間のレーザ光路を覆う光路管に湿度計を配置する形態があり得る。

[0131] 9. 2 動作

警報装置 210 の CO_2 濃度異常判定処理部 212 と湿度異常判定処理部 216 とが連携して湿度及び CO_2 濃度の異常の有無を判定する。

[0132] ガス供給装置 150 は、装置内で CDA を作るプロセスの水分除去の過程で二酸化炭素も除去される。水分除去の過程で異常が起こると、ガス供給装置 150 が供給する CDA の二酸化炭素濃度が上昇することがある。ガス供給装置出口で CO_2 濃度計 200 によって CO_2 濃度を計測することにより、ガス供給装置 150 が正常に動作しているか監視できる。

[0133] 各光路管 110～115 に設置された湿度計 220～225 は、それぞれの光路管 110～115 内の湿度を計測する。ガス供給装置 150 から各光路管内に CDA が供給されることにより、正常な場合の光路管内の湿度は、

ガス供給装置 150 の CDA 管理湿度程度の値になる。したがって、湿度計 220 の計測値から、光路管内の湿度が規定値以下に低下していることが確認されると、光路管内の CO₂ 濃度も規定の CO₂ 濃度以下に低下していることが推定できる。

[0134] 一方、光路管の取り付け不良など、何らかの要因でレーザ光路に異常があると、大気中の水分や二酸化炭素が光路管内に入り得る。レーザ光路における湿度と二酸化炭素濃度には相関があり、湿度が上昇すれば二酸化炭素濃度も上昇する。したがって、湿度計 220～225 の計測値から、光路管内の湿度が規定値を超えていることが確認されると、光路管内の CO₂ 濃度も規定の CO₂ 濃度を超えているものと推定できる。湿度計 220 によってレーザ光路の湿度を計測することは、間接的にレーザ光路の CO₂ 濃度の情報を得ることに相当している。

[0135] 警報装置 210 は、CO₂ 濃度計 200 の計測値からガス供給装置出口の CO₂ 濃度が規定値を超えていると判定した場合には、ガス供給装置 150 の異常であると判定することができる。この場合、警報装置 210 は、ガス供給元の異常を知らせる警報を発する。

[0136] 警報装置 210 は、CO₂ 濃度計 200 の計測値が規定の CO₂ 濃度以下であって、かつ、いずれかの湿度計 220～225 の計測値が規定の湿度を超えていると判定した場合に、レーザ光路側の異常であると判定することができる。この場合、警報装置 210 は、レーザ光路の湿度異常を知らせる警報を発する。

[0137] 増幅器 31～34 の間の光路を覆う光路管 112 内の湿度を計測する湿度計 222 及び光路管 113 内の湿度を計測する湿度計 223 並びに光路管 114 内の湿度を計測する不図示の湿度計のそれぞれが「第 1 の湿度計」の一形態に相当する。光路管 110 内の湿度を計測する湿度計 220 及び光路管 111 内の湿度を計測する湿度計 221 のそれぞれが「第 2 の湿度計」の一形態に相当する。

[0138] 増幅器 34 とチャンバ 18 の間に配置される光路管 115 内の湿度を計測

する湿度計 225 が「第 3 の湿度計」の一形態に相当する。

[0139] 9. 3 作用・効果

第 5 実施形態によれば、各光路管 110～115 について湿度計という 1 種類のセンサを設置するだけで、CO₂濃度と湿度の両者を監視することができる。

[0140] 湿度計はCO₂濃度計に比べると安価である。EUV光生成システム 10 に適用されるレーザ装置 12 は多段の増幅システムとなり、光路管やレーザカバーは設置数が多い。したがって、光路管やレーザカバーには安価な湿度計を配置し、ガス供給装置出口にCO₂濃度計 200 を設置することで、比較的高価なCO₂濃度計の個数を削減することができる。これにより、システム全体のコストダウンを図ることができる。

[0141] また、第 5 実施形態によれば、ガス供給装置 150 としてCDA供給装置を用いるため、窒素など特別なガス供給は不要である。

[0142] 湿度計と接続された警報装置 210 は、CO₂レーザ増幅器を用いるレーザシステムにおけるレーザ光路の湿度及びCO₂濃度モニタ装置として機能し得る。

[0143] 10. 第 6 実施形態

10. 1 構成

図 8 は第 6 実施形態に係るレーザ装置 12 の動作を示すフローチャートである。図 8 は湿度及びCO₂濃度異常判定チェックフローである。第 6 実施形態の装置構成は図 7 で説明した構成を採用し得る。第 6 実施形態における警報装置 210 は、図 8 に示す湿度及びCO₂濃度異常判定チェックフローのプログラムを記憶し、プログラムにしたがって同フローを実行する。

[0144] 10. 2 動作

警報装置 210 は、図 8 に示した湿度及びCO₂濃度異常判定チェックフローを適宜のタイミングで実行することができる。例えば、警報装置 210 はレーザ装置 12 によるレーザ発振を開始する前に、図 8 のフローを実行してもよい。また、警報装置 210 はレーザ装置 12 によるレーザ出力中に常時

、図8のフローを実行してもよい。

- [0145] ステップS61において、CO₂濃度異常判定処理部212は、CDA供給元のCO₂濃度が規定値以下であるか否かを判定する。CDA供給元のCO₂濃度とはCDA供給装置出口のCO₂濃度と同義である。ステップS61の判定処理に用いる「規定値」は予め設定されたCO₂濃度規定値を意味する。
- [0146] ステップS61において、CO₂濃度異常判定処理部212はCDA供給元のCO₂濃度が規定値を超える場合に、CDAのCO₂濃度異常判定を行い、ステップS62に移行する。
- [0147] ステップS62において、警報装置210は、CDAのCO₂濃度が異常であることを示す表示を行う。ステップS62によるCDAのCO₂濃度異常表示は「警報」の一形態に相当する。
- [0148] ステップS61において、CO₂濃度異常判定処理部212はCDA供給元のCO₂濃度が規定値以下である場合に、ステップS63に移行する。
- [0149] ステップS63において、湿度異常判定処理部216は、湿度計220～225が設置されているレーザ光路の各所の光路湿度が全て規定値以下であるか否かを判定する。ステップS63の判定処理に用いる「規定値」は、予め設定された湿度規定値を意味する。湿度計220～225の配置位置によって異なる規定値が設定される場合、ステップS63の判定処理に用いる「規定値」は、各湿度計220に対応して設定されている規定値を指す。湿度異常判定処理部216は、レーザ光路の各所に設置した湿度計220～225から得られる湿度計測値と予め設定された湿度規定値との比較を行い、各湿度計220の湿度計測値が全て規定値以下であるか否かを判定する。「光路湿度」とは、湿度計220が設置されている光路管のレーザ光路区間の湿度をいい、光路管ごとの光路管内の湿度を意味する。
- [0150] 湿度異常判定処理部216は、光路湿度が全て規定値以下である場合に、ステップS64に移行する。
- [0151] ステップS64において、湿度異常判定処理部216はレーザ光路の湿度及びCO₂濃度が正常であると判定する。湿度異常判定処理部216がステッ

プS 6 4 の正常判定をした場合、警報装置 2 1 0 は湿度及びCO₂濃度が正常であることを示す情報を表示部 2 1 4 に表示してもよいし、正常であることを示す特段の情報の表示を行わなくてもよい。

[0152] ステップS 6 3 において、湿度異常判定処理部 2 1 6 は、湿度計 2 2 0 ～ 2 2 5 によって計測される光路湿度のうち少なくとも1つの光路湿度が規定値を超えている場合に、ステップS 6 5 に移行する。

[0153] ステップS 6 5 において、湿度異常判定処理部 2 1 6 は、全ての光路湿度が規定値を超えるか否かを判定する。ステップS 6 5 の判定処理に用いる「規定値」はステップS 6 3 の判定処理に用いる「規定値」と同じである。湿度異常判定処理部 2 1 6 は、湿度計 2 2 0 が設置されている全ての光路管内の湿度が規定値を超える場合に、ステップS 6 6 に移行する。

[0154] ステップS 6 6 において、湿度異常判定処理部 2 1 6 は、C D A 供給元の異常であると判定する。湿度異常判定処理部 2 1 6 がステップS 6 6 のC D A 供給元異常判定をした場合、警報装置 2 1 0 はレーザ光路の湿度が異常であることを示す警報を表示部 2 1 4 に表示する。また、警報装置 2 1 0 は、C D A 供給元の異常、例えば、ガス供給装置 1 5 0 の故障が疑われる旨を知らせる情報を表示部 2 1 4 に表示してもよい。

[0155] ステップS 6 5 において、湿度異常判定処理部 2 1 6 は、複数の湿度計 2 2 0 ～ 2 2 5 のうち一部の湿度計から得られる湿度計測値が規定値を超えている場合にステップS 6 7 に移行する。

[0156] ステップS 6 7 において、湿度異常判定処理部 2 1 6 は、光路管側のページ異常であると判定する。湿度異常判定処理部 2 1 6 は、規定値を超える湿度となる光路が全ての光路でなければ、湿度が規定値よりも高い箇所にページ異常があると判定する。

[0157] 湿度異常判定処理部 2 1 6 がステップS 6 7 の光路管側ページ異常判定をした場合、ステップS 6 8 に移行する。

[0158] ステップS 6 8 において、警報装置 2 1 0 は、レーザ光路の湿度を計測した光路箇所のうち、湿度が高い順に光路箇所を表示する。ステップS 6 8 に

おける湿度異常の光路箇所を示す表示は、湿度計の配置位置に基づいた警報の一例である。ステップS 6 8の表示は、「規定値を超える湿度が計測されたレーザ光路の位置を特定する情報」を含む警報の一形態に相当する。

[0159] 湿度異常の光路箇所を知らせる表示画面の表示内容は様々な形態が可能である。ステップS 6 8で説明した表示形態の他、表示部2 1 4にレーザ光路の概略図を表示して、この光路概略図の表示画面上で湿度が異常値を示す箇所を強調表示したり、差別化表示したりするなどの表示形態も可能である。警報装置2 1 0において湿度異常が検知された場合に、レーザ光路における湿度異常の場所を特定できる表示形態であればよい。

[0160] 1 0. 3 作用及び効果

第6実施形態によれば、パージ状態の故障診断が可能であり、異常箇所を容易に特定することができる。また、第6実施形態によれば、湿度及び／又はCO₂濃度異常の原因がレーザ装置1 2側にあるのか、ガス供給装置1 5 0側にあるのかを判定することができる。このように、第2実施形態は異常箇所とその原因を把握可能であり、異常発生した際に適切な対処を行うことができる。

[0161] 1 1. 第7実施形態

1 1. 1 構成

図9は第7実施形態に係るレーザ装置1 2の動作を示すフローチャートである。図9はレーザ起動開始時に実行される湿度及びCO₂濃度チェックフローである。図9に示すチェックフローを「レーザ起動時の湿度及びCO₂濃度チェックフロー」という。第7実施形態の装置構成は図7で説明した構成を採用し得る。警報装置2 1 0は、図9に示すレーザ起動時の湿度及びCO₂濃度チェックフローのプログラムを記憶し、プログラムにしたがって同フローを実行する。

[0162] 1 1. 2 動作

警報装置2 1 0はレーザ装置1 2によってレーザ光の出力を開始する前に、レーザ起動時の湿度及びCO₂濃度チェックフローを実行する。すなわち、

警報装置 210 は、レーザ起動開始時にガス供給装置出口の CO_2 濃度と光路の湿度とをチェックするフローを実行する。図 9 のフローチャートにしたがってレーザ装置 12 の動作を説明する。

[0163] ステップ S71 において、 CO_2 濃度異常判定処理部 212 は、CDA 供給元の CO_2 濃度が規定値以下であるか否かを判定する。ステップ S71 の判定処理に用いる「規定値」は予め設定された CO_2 濃度規定値を意味する。 CO_2 濃度異常判定処理部 212 は CDA 供給元の CO_2 濃度が規定値を超える場合に、CDA の CO_2 濃度異常判定を行い、ステップ S72 に移行する。

[0164] ステップ S72 において、警報装置 210 は、CDA の CO_2 濃度が異常であることを示す表示を行う。ステップ S72 による CDA の CO_2 濃度異常表示は「警報」の一形態に相当する。また、警報装置 210 は、ステップ S72 において CDA の CO_2 濃度異常表示を行った場合、レーザ発振不可の判定を行う。この場合、警報装置 210 からレーザ発振を不許可とする信号がレーザ制御部 50 に送られる。或いは、警報装置 210 からレーザ発振を許可する信号がレーザ制御部 50 に出力されない。これにより、レーザ制御部 50 はレーザ装置 12 の起動処理を中止する。

[0165] ステップ S71 において、警報装置 210 は CDA 供給元の CO_2 濃度が規定値以下である場合に、ステップ S73 に移行する。

[0166] ステップ S73 において、湿度異常判定処理部 216 は、光路管内の湿度が規定値以下であるか否かを判定する。ステップ S73 の判定処理に用いる「規定値」は予め設定された湿度規定値である。湿度異常判定処理部 216 は、各光路管内の湿度がそれぞれ規定値以下であることを確認すると、ステップ S74 に移行する。

[0167] ステップ S74 において、警報装置 210 は、湿度規定合格表示を行う。湿度規定合格表示とは、レーザ光路の湿度が予め定めた規定値以下の適正な湿度であることを示す情報を表示部 214 に表示することをいう。また、ステップ S74 において、警報装置 210 は、レーザ発振可の判定を行う。警報装置 210 からレーザ発振を許可する信号がレーザ制御部 50 に送られ、

レーザ装置 1 2 からのレーザ光の出力が可能になる。

[0168] ステップ S 7 3 において、湿度異常判定処理部 2 1 6 は、光路管内の湿度が規定値を超えている場合にステップ S 7 5 に移行する。

[0169] ステップ S 7 5 において、湿度異常判定処理部 2 1 6 は、待機時間の合計が規定値を超えたか否かを判定する。ステップ S 3 3 の判定処理で用いる「規定値」とは、待機時間の上限として予め指定されている時間であり、例えば、1 0 分に設定される。

[0170] ステップ S 7 5 において、湿度異常判定処理部 2 1 6 は、待機時間の合計が規定値を超えていないと判定した場合はステップ S 7 6 に移行して指定時間待機し、ステップ S 7 3 に戻る。待機中に光路管内の湿度が規定値以下になれば警報装置 2 1 0 はステップ S 7 4 に移行して、レーザ発振可の判定をする。

[0171] その一方、ステップ S 7 5 において、待機時間の合計が上限の規定値を超えた場合、警報装置 2 1 0 はステップ S 7 7 に移行する。ステップ S 7 7 において、警報装置 2 1 0 は湿度異常表示を行う。湿度異常表示とは、レーザ光路の湿度が予め定めた規定値を超える異常な湿度であることを示す情報の表示を行うことをいう。湿度異常表示は「警報」の一形態に相当する。

[0172] また、ステップ S 7 7 において、警報装置 2 1 0 は、レーザ発振不可の判定を行う。この場合、警報装置 2 1 0 からレーザ発振を不許可とする信号がレーザ制御部 5 0 に送られる。或いは、警報装置 2 1 0 からレーザ発振を許可する信号がレーザ制御部 5 0 に出力されない。これにより、レーザ制御部 5 0 はレーザ装置 1 2 の起動処理を中止する。

[0173] 1 1 . 3 作用・効果

第 7 実施形態によれば、レーザ光路の湿度及び C O₂ 濃度がそれぞれ規定値以下の適正な値になったことを検知することができる。また、第 7 実施形態によれば、メンテナンス後の光路管やレーザカバーの付け忘れを監視できる。

[0174] 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。

- [0175] 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] レーザ光を出力するマスターオシレータと、
二酸化炭素をレーザ媒体として含み前記レーザ光を増幅する複数の増幅器と、
前記複数の増幅器の間のレーザ光路を覆う光路管と、
前記光路管内に空気よりも二酸化炭素濃度が低いガスを供給するためのガス供給口と、
前記光路管内の二酸化炭素濃度を計測する二酸化炭素濃度計と、
前記二酸化炭素濃度計の計測結果が入力され、前記二酸化炭素濃度計によって計測された二酸化炭素濃度が予め設定されている二酸化炭素濃度の規定値を超えた場合に警報を出力する警報装置と、
を備えるレーザ装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のレーザ装置であって、
前記二酸化炭素濃度計は複数配置され、
前記警報装置は、前記二酸化炭素濃度計の配置位置に基づいた前記警報を出力する構成を有し、前記警報は、前記規定値を超える二酸化炭素濃度が計測されたレーザ光路の位置を特定する情報を含むレーザ装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のレーザ装置であって、
前記警報装置は、前記レーザ装置の起動からの時間を計時し、前記計時した計時時間に基づいた前記警報を出力する構成を有し、
前記警報装置は、待機時間の上限が設定されており、
前記二酸化炭素濃度計によって計測された二酸化炭素濃度が規定値を超えており、かつ、前記計時時間が前記待機時間の上限を超えた場合に、前記警報を出力するレーザ装置。
- [請求項4] 請求項1に記載のレーザ装置であって、
前記光路管内の湿度を計測する湿度計を備え、
前記警報装置は、前記湿度計の計測結果が入力され、前記湿度計に

よって計測された湿度が予め設定されている湿度の規定値を超えた場合に警報を出力するレーザ装置。

[請求項5] 請求項1に記載のレーザ装置であって、
前記光路管の両端にウインドウが配置されるレーザ装置。

[請求項6] 請求項1に記載のレーザ装置であって、
Nが3以上の整数であり、N個の前記増幅器が配置され、
前記二酸化炭素濃度計は、N個の前記増幅器の各増幅器間のレーザ光路のうち、少なくとも最終段の増幅器を含む増幅後段側の増幅器間のレーザ光路を覆う前記光路管に配置されるレーザ装置。

[請求項7] 請求項1に記載のレーザ装置であって、前記光路管である第1の光路管の他に、前記マスターオシレータと前記増幅器との間のレーザ光路を覆う第2の光路管を備え、

前記第2の光路管に前記ガスが供給され、
さらに、

前記二酸化炭素濃度計である第1の二酸化炭素濃度計の他に、前記第2の光路管内の二酸化炭素濃度を計測する第2の二酸化炭素濃度計を備えており、

前記警報装置は、前記第2の二酸化炭素濃度計の計測結果が入力され、前記第2の二酸化炭素濃度計によって計測された二酸化炭素濃度が予め設定されている二酸化炭素濃度の規定値を超えた場合に警報を出力するレーザ装置。

[請求項8] 請求項1に記載のレーザ装置であって、
前記光路管である第1の光路管の他に、前記複数の増幅器のうちの最終段の増幅器から出力されたレーザ光を伝送するレーザ光路を覆う第3の光路管を備え、

前記第3の光路管に前記ガスが供給され、
さらに、

前記二酸化炭素濃度計である第1の二酸化炭素濃度計の他に、前記

第3の光路管内の二酸化炭素濃度を計測する第3の二酸化炭素濃度計を備えており、

前記警報装置は、前記第3の二酸化炭素濃度計の計測結果が入力され、前記第3の二酸化炭素濃度計によって計測された二酸化炭素濃度が予め設定されている二酸化炭素濃度の規定値を超えた場合に警報を出力するレーザ装置。

[請求項9] 請求項8に記載のレーザ装置であって、

前記二酸化炭素濃度の規定値は、前記第1の二酸化炭素濃度計及び前記第3の二酸化炭素濃度計を含む複数の二酸化炭素濃度計のうちのいずれかの二酸化炭素濃度計が配置される光路管の位置におけるレーザ光のパワー密度、及び、前記複数の二酸化炭素濃度計のうちのいずれかの二酸化炭素濃度計が配置される光路管のレーザ光伝搬距離の少なくとも一方に応じて設定され、前記複数の二酸化炭素濃度計のうち異なる位置に配置される少なくとも2つの二酸化炭素濃度計に対して異なる値が設定されるレーザ装置。

[請求項10] 請求項8に記載のレーザ装置と、

前記レーザ装置から出力されるレーザ光が内部に導入されるチャンバと、

前記チャンバ内にターゲットを供給するターゲット供給部と、
を備え、

前記チャンバに前記第3の光路管が接続されており、

前記ターゲット供給部から前記チャンバ内に供給された前記ターゲットに前記レーザ装置から出力されたレーザ光を照射することにより前記ターゲットをプラズマ化して極端紫外光を生成する極端紫外光生成システム。

[請求項11] レーザ光を出力するマスターオシレータと、

二酸化炭素をレーザ媒体として含み前記レーザ光を増幅する複数の増幅器と、

前記複数の増幅器の間のレーザ光路を覆う少なくとも一つの光路管と、

前記光路管内に空気よりも二酸化炭素濃度が低いガスを供給するためのガス供給口と、

前記ガス供給口から供給する前記ガスの二酸化炭素濃度を計測する二酸化炭素濃度計と、

前記光路管内の湿度を計測する湿度計と、

前記二酸化炭素濃度計の計測結果及び前記湿度計の計測結果が入力され、前記二酸化炭素濃度計によって計測された二酸化炭素濃度が予め設定されている二酸化炭素濃度の規定値を超えた場合及び前記湿度計によって計測された湿度が予め設定されている湿度の規定値を超えた場合のそれぞれの場合に警報を出力する警報装置と、
を備えるレーザ装置。

[請求項12]

請求項 1 1 に記載のレーザ装置であって、

前記湿度計は複数配置され、

前記警報装置は、前記湿度計の配置位置に基づいた前記警報を出力する構成を有し、前記警報は、前記湿度の規定値を超える湿度が計測されたレーザ光路の位置を特定する情報を含む請求項 1 1 に記載のレーザ装置。

[請求項13]

請求項 1 1 に記載のレーザ装置であって、

前記警報装置は、前記レーザ装置の起動からの時間を計時し、前記計時した計時時間に基づいた前記警報を出力する構成を有し、

前記警報装置は、待機時間の上限が設定されており、

前記湿度計によって計測された湿度が前記湿度の規定値を超えており、かつ、前記計時時間が前記待機時間の上限を超えた場合に、湿度異常を知らせる警報を出力するレーザ装置。

[請求項14]

請求項 1 1 に記載のレーザ装置であって、

前記光路管に前記ガスを供給する配管を備え、

前記ガス供給口は、前記配管のガス導入部であり、
前記二酸化炭素濃度計は前記配管に配置されるレーザ装置。

[請求項15] 請求項 1 1 に記載のレーザ装置であって、
前記光路管の両端にウインドウが配置されるレーザ装置。

[請求項16] 請求項 1 1 に記載のレーザ装置であって、
N が 3 以上の整数であり、N 個の前記増幅器が配置され、
前記湿度計は、N 個の前記増幅器の各増幅器間のレーザ光路のうち、
少なくとも最終段の増幅器を含む増幅後段側の増幅器間のレーザ光路を覆う前記光路管に配置されるレーザ装置。

[請求項17] 請求項 1 1 に記載のレーザ装置であって、
前記光路管である第 1 の光路管の他に、前記マスターオシレータと
前記増幅器との間のレーザ光路を覆う第 2 の光路管を備え、
前記第 2 の光路管に前記ガスが供給され、
さらに、
前記湿度計である第 1 の湿度計の他に、前記第 2 の光路管内の湿度
を計測する第 2 の湿度計を備えており、
前記警報装置は、前記第 2 の湿度計の計測結果が入力され、前記第
2 の湿度計によって計測された湿度が予め設定されている湿度の規定
値を超えた場合に警報を出力するレーザ装置。

[請求項18] 請求項 1 1 に記載のレーザ装置であって、
前記光路管である第 1 の光路管の他に、前記複数の増幅器のうちの
最終段の増幅器から出力されたレーザ光を伝送するレーザ光路を覆う
第 3 の光路管を備え、
前記第 3 の光路管に前記ガスが供給され、
さらに、
前記湿度計である第 1 の湿度計の他に、前記第 3 の光路管内の湿度
を計測する第 3 の湿度計を備えており、
前記警報装置は、前記第 3 の湿度計の計測結果が入力され、前記第

3の湿度計によって計測された湿度が予め設定されている湿度の規定値を超えた場合に警報を出力するレーザ装置。

[請求項19]

請求項18に記載のレーザ装置であって、

前記湿度の規定値は、前記第1の湿度計及び前記第3の湿度計を含む複数の湿度計のうちのいずれかの湿度計が配置される光路管の位置におけるレーザ光のパワー密度、及び、前記複数の湿度計のうちのいずれかの湿度計が配置される光路管のレーザ光伝搬距離の少なくとも一方に応じて設定され、前記複数の湿度計のうち異なる位置に配置される少なくとも2つの湿度計に対して異なる値が設定されるレーザ装置。

[請求項20]

請求項18に記載のレーザ装置と、

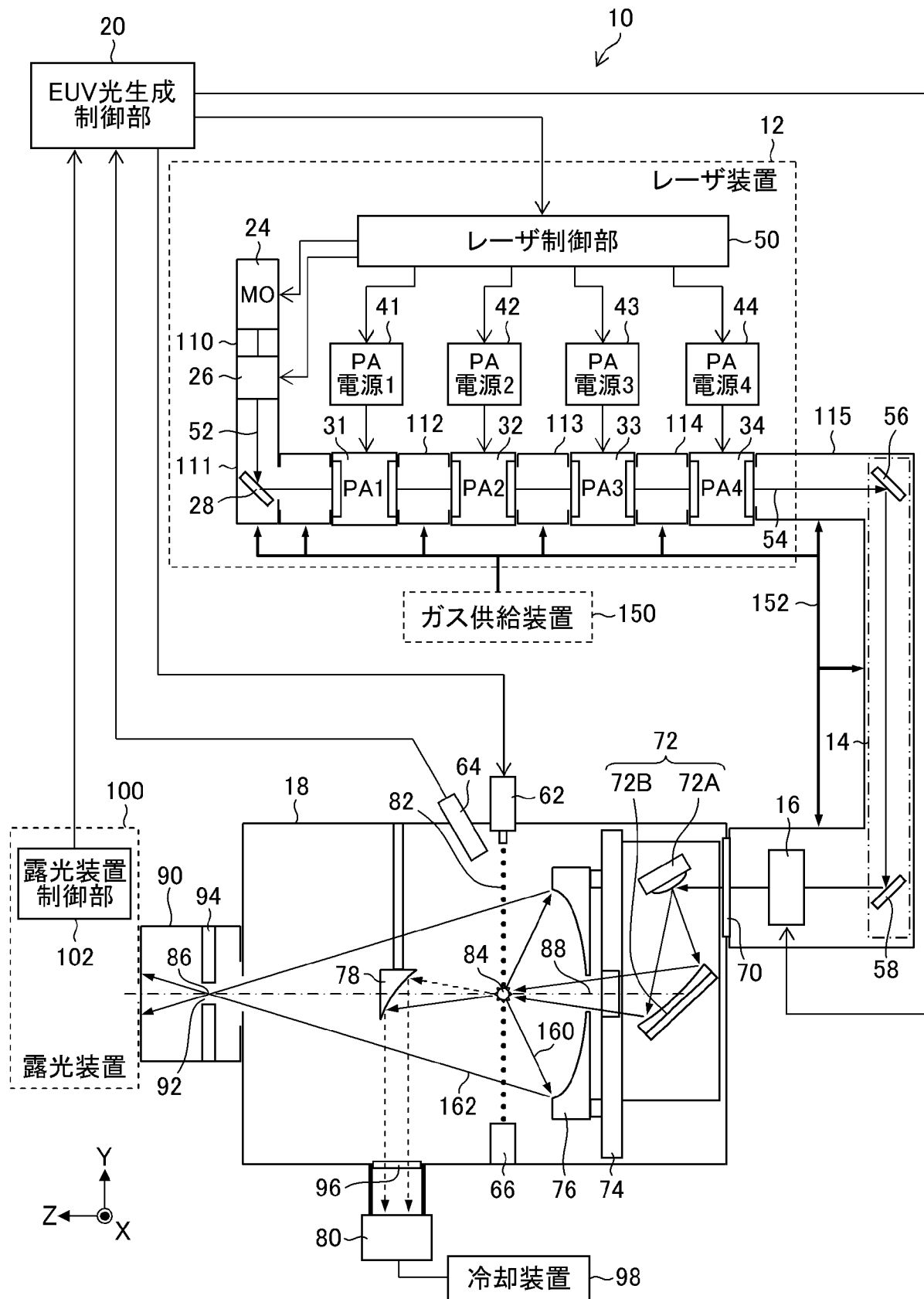
前記レーザ装置から出力されるレーザ光が内部に導入されるチャンバと、

前記チャンバ内にターゲットを供給するターゲット供給部と、
を備え、

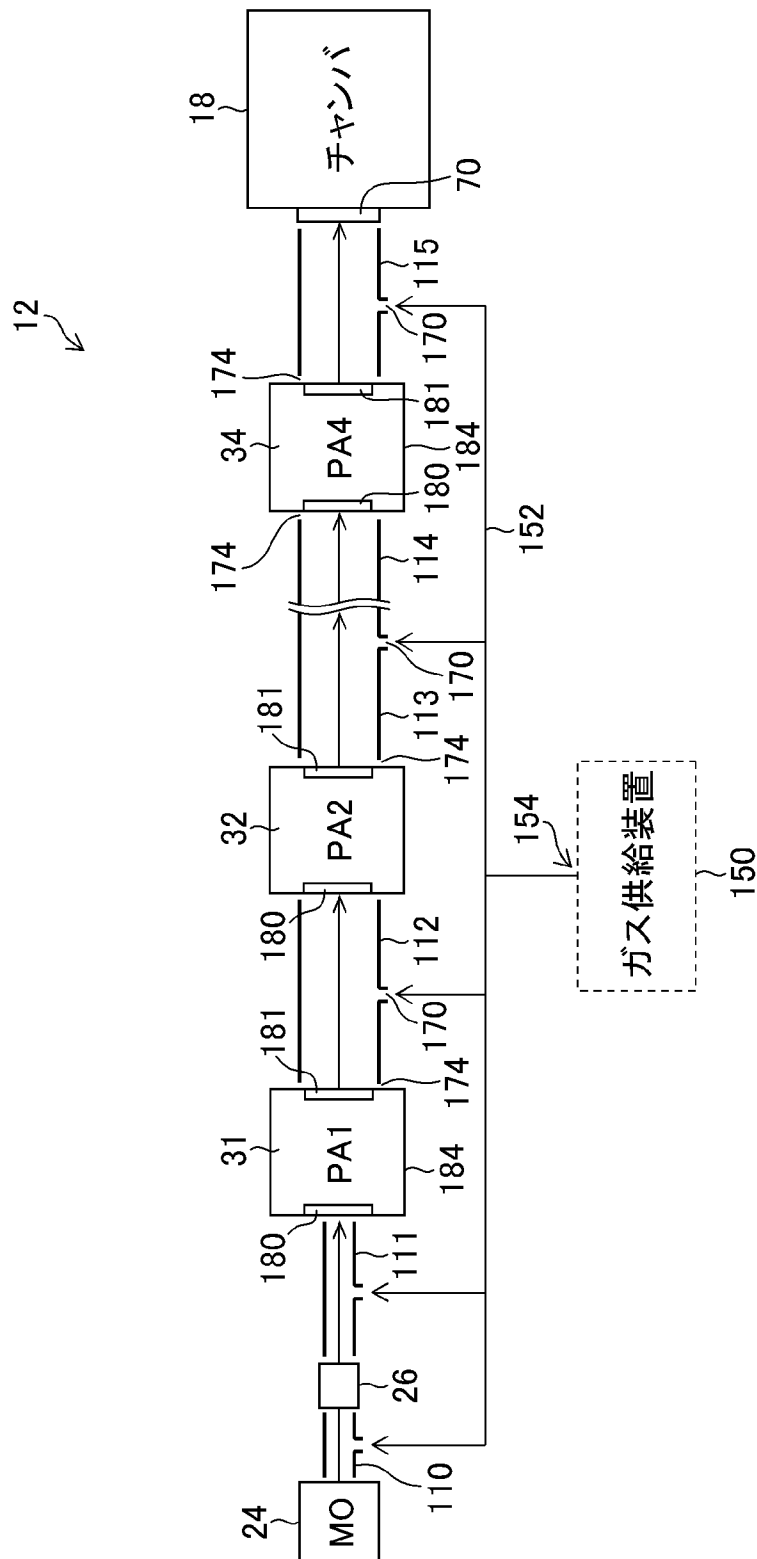
前記チャンバに前記第3の光路管が接続されており、

前記ターゲット供給部から前記チャンバ内に供給された前記ターゲットに前記レーザ装置から出力されたレーザ光を照射することにより前記ターゲットをプラズマ化して極端紫外光を生成する極端紫外光生成システム。

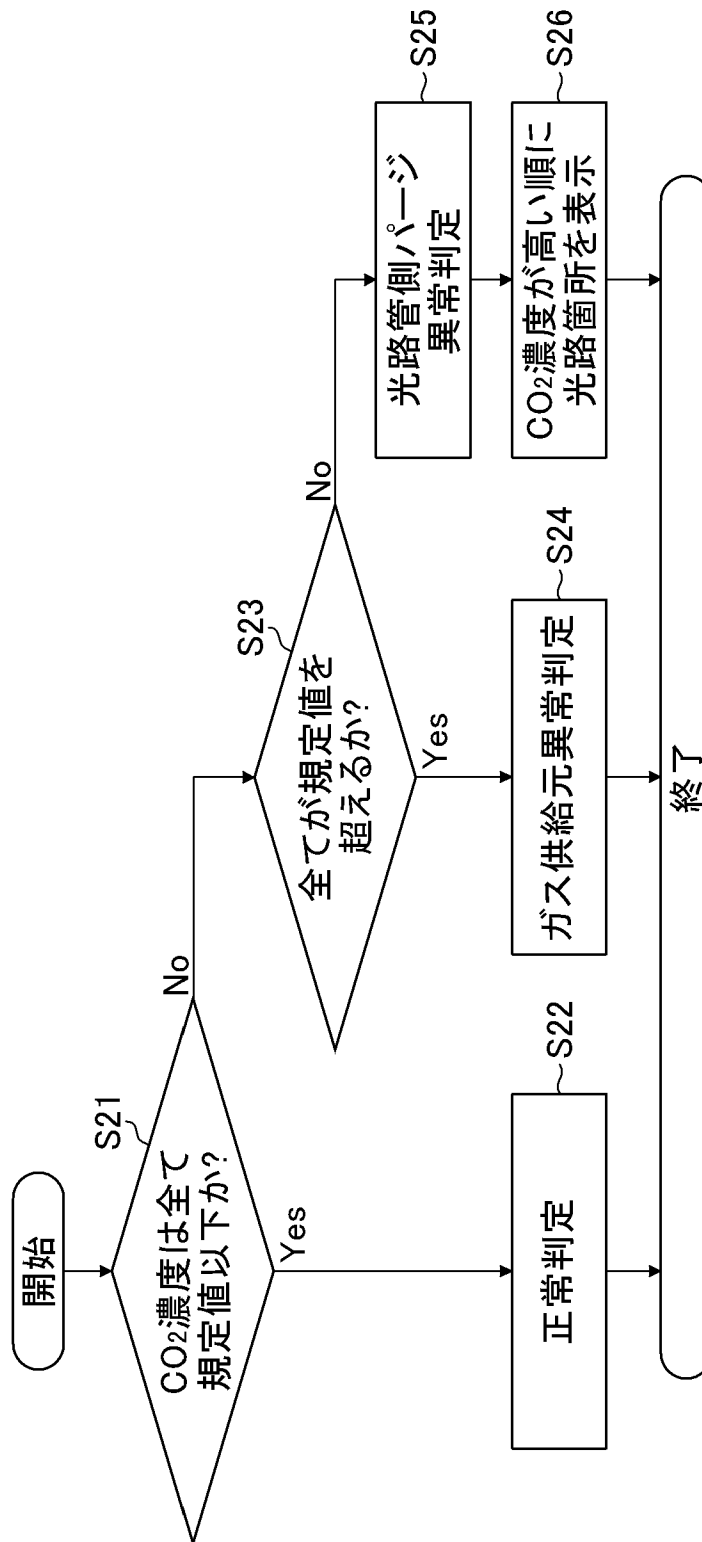
[図1]



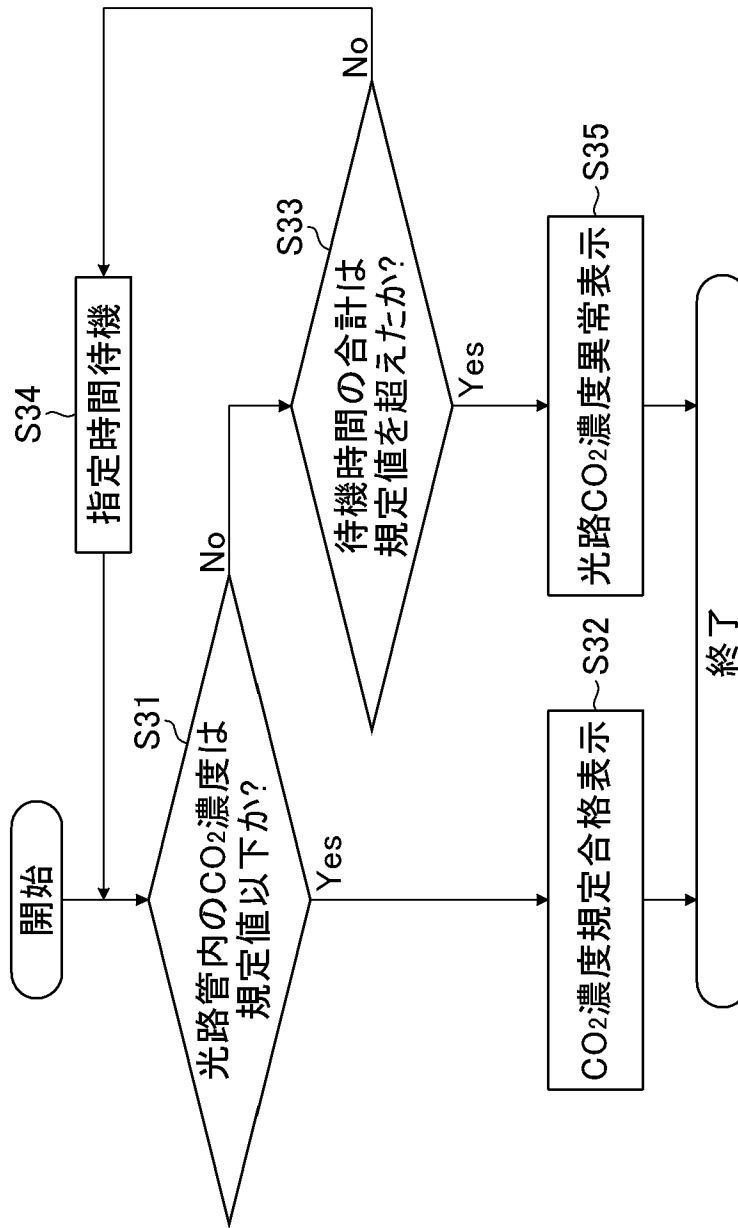
[図2]



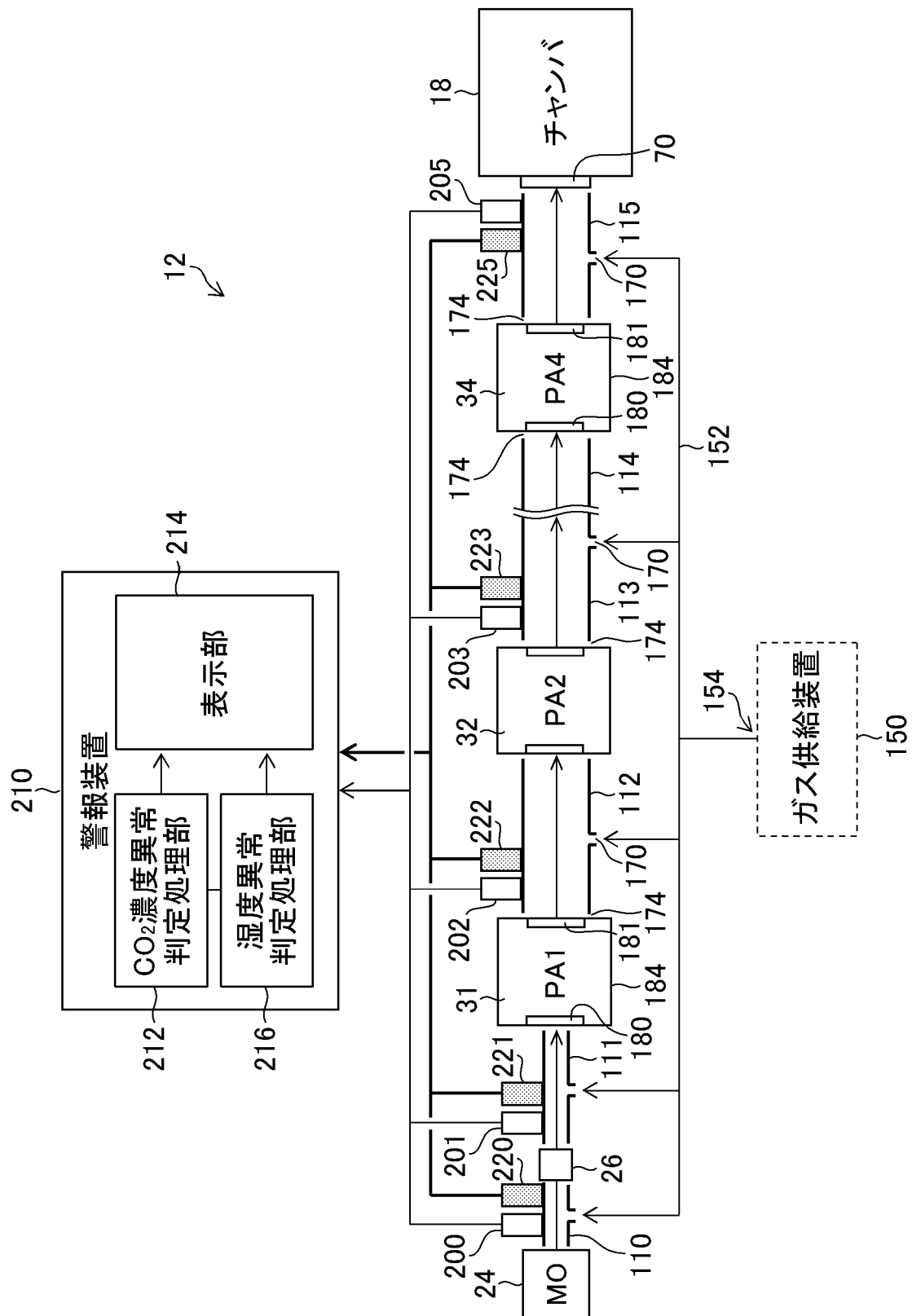
[図4]



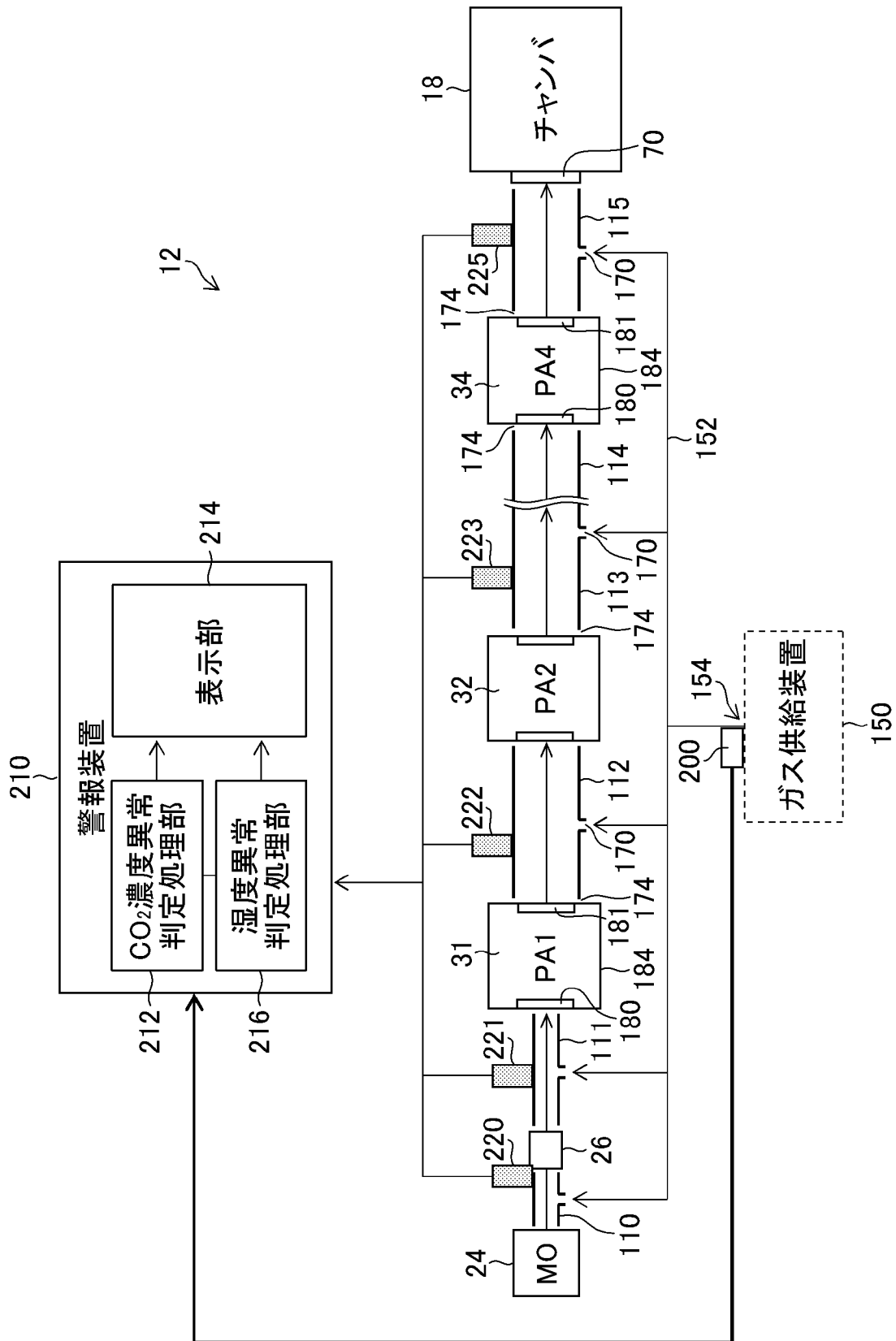
[図5]



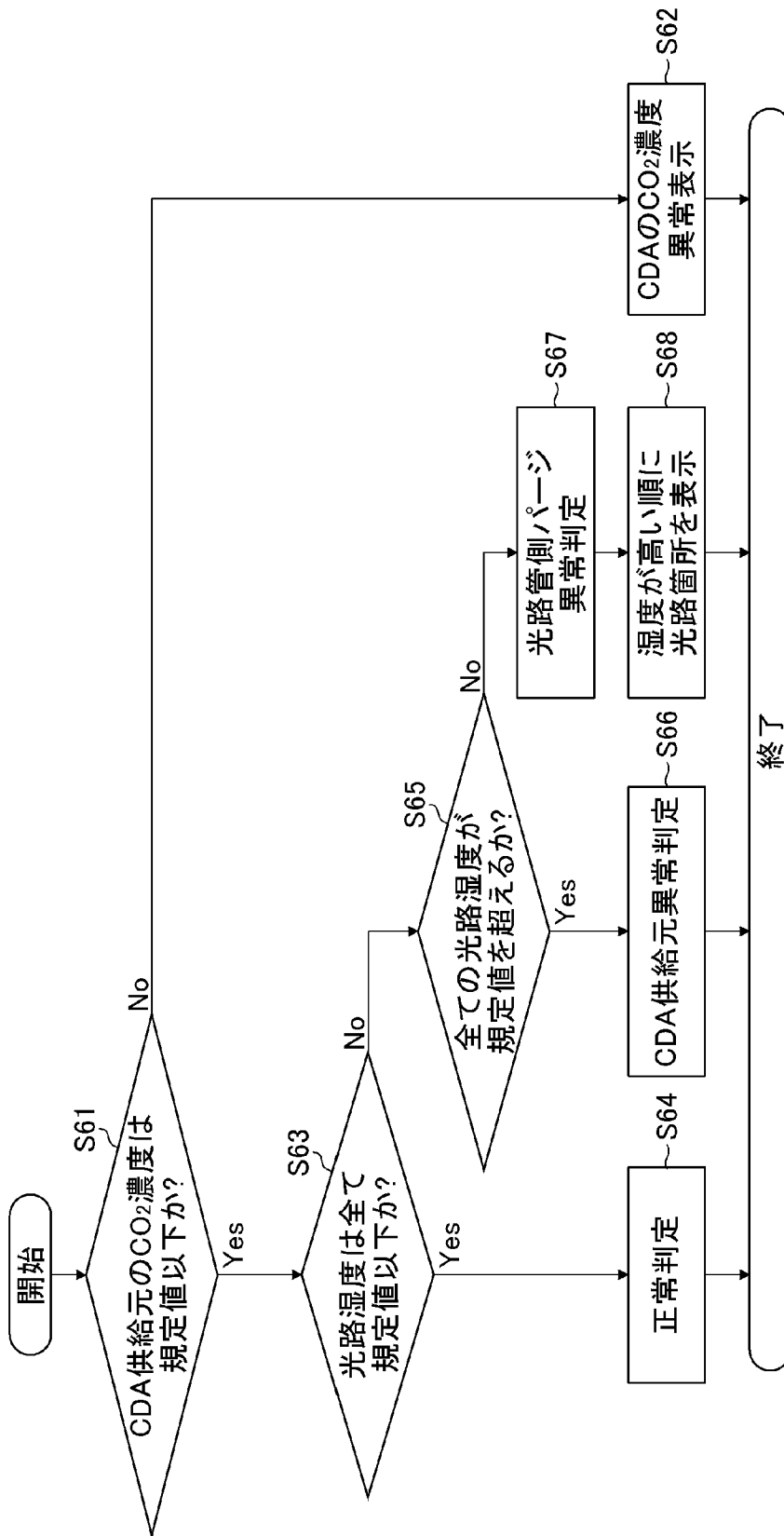
[図6]



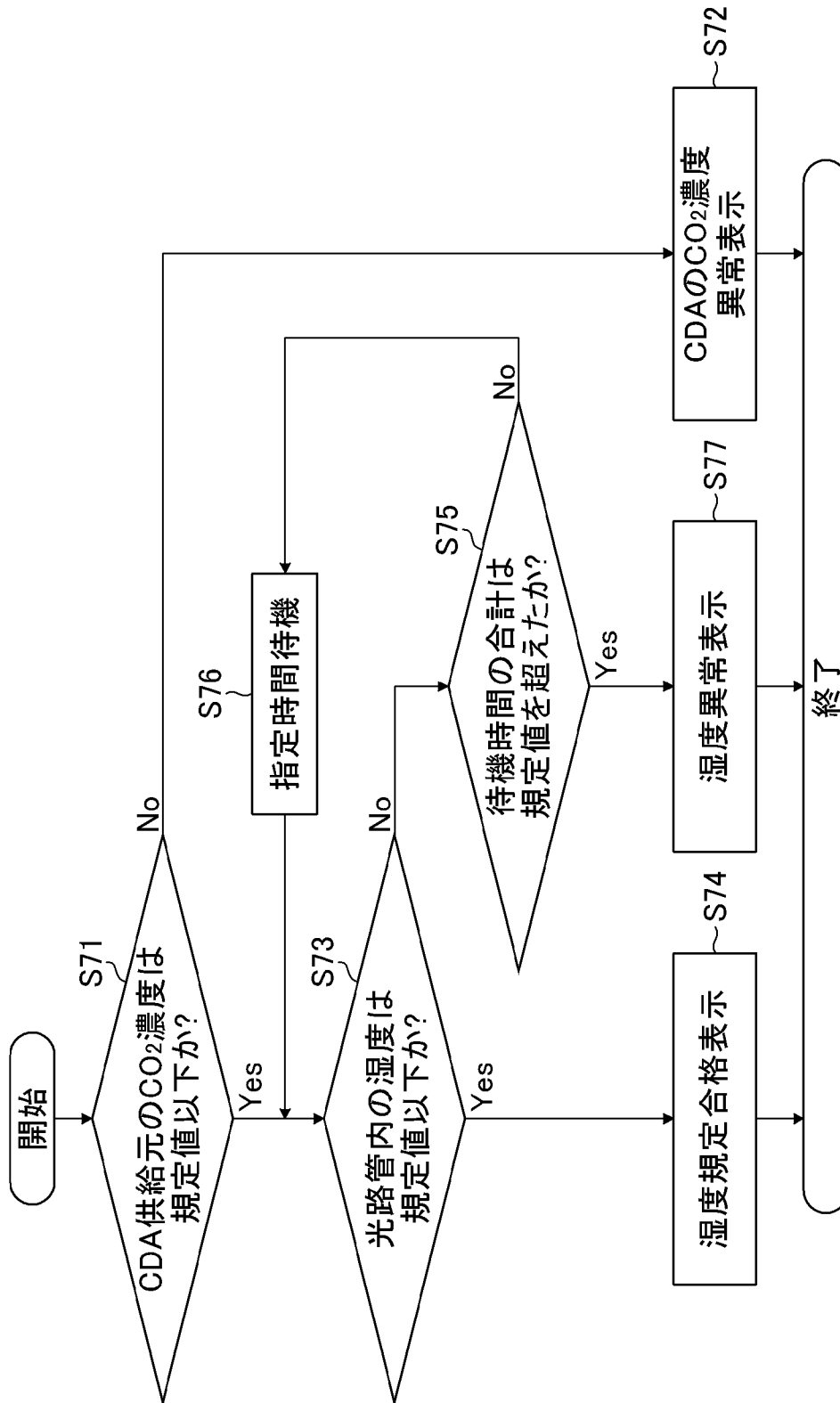
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058011

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01S3/00(2006.01)i, H01S3/036(2006.01)i, H01S3/134(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) H01S3/00-3/30		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-513929 A (Saima Inc.), 22 April 2013 (22.04.2013), entire text; all drawings & US 2011/0141865 A1 & WO 2011/075345 A1 & EP 2514279 A1 & TW 201143537 A & KR 10-2012-0104319 A	1-20
A	JP 2008-34871 A (Saima Inc.), 14 February 2008 (14.02.2008), entire text; all drawings & US 2002/0044586 A1 & US 2002/0105994 A1 & US 2003/0099269 A1 & US 2003/0118072 A1 & US 2002/0191654 A1 & US 2002/0021728 A1 & US 2002/0085606 A1 & US 2002/0150138 A1 & US 2002/0006149 A1 & US 2002/0105996 A1 & US 2001/0050939 A1	1-20
☒ 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 20 May 2016 (20.05.16)		Date of mailing of the international search report 31 May 2016 (31.05.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058011

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 11-8426 A (Amada Co., Ltd.), 12 January 1999 (12.01.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2014-170885 A (Fanuc Ltd.), 18 September 2014 (18.09.2014), entire text; all drawings & DE 102014003158 A1 & CN 104037596 A	1-20
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 51647/1989 (Laid-open No. 142558/1990) (Komatsu Ltd.), 04 December 1990 (04.12.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 81/1997 (Laid-open No. 405/1997) (Komatsu Ltd.), 15 July 1997 (15.07.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/00(2006.01)i, H01S3/036(2006.01)i, H01S3/134(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. H01S3/00-3/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-513929 A（サイマー インコーポレイテッド）2013.04.22, 全文、全図 & US 2011/0141865 A1 & WO 2011/075345 A1 & EP 2514279 A1 & TW 201143537 A & KR 10-2012-0104319 A	1-20

☒ 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

20.05.2016

国際調査報告の発送日

31.05.2016

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）

林 祥恵

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2 K

4085

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 2008-34871 A (サイマー インコーポレイテッド) 2008.02.14, 全文、全図 & US 2002/0044586 A1 & US 2002/0105994 A1 & US 2003/0099269 A1 & US 2003/0118072 A1 & US 2002/0191654 A1 & US 2002/0021728 A1 & US 2002/0085606 A1 & US 2002/0150138 A1 & US 2002/0006149 A1 & US 2002/0105996 A1 & US 2001/0050939 A1	1-20
A	JP 11-8426 A (株式会社アマダ) 1999.01.12, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2014-170885 A (ファナック株式会社) 2014.09.18, 全文、全図 & DE 102014003158 A1 & CN 104037596 A	1-20
A	日本国実用新案登録出願 1-51647 号(日本国実用新案登録出願公開 2-142558 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (株式会社小松製作所) 1990.12.04, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-20
A	日本国実用新案登録出願 9-81 号(日本国実用新案登録出願公開 9-405 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社小松製作所) 1997.07.15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-20