

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年1月11日(11.01.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/008142 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/37 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/070235

(22) 国際出願日: 2016年7月8日(08.07.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

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

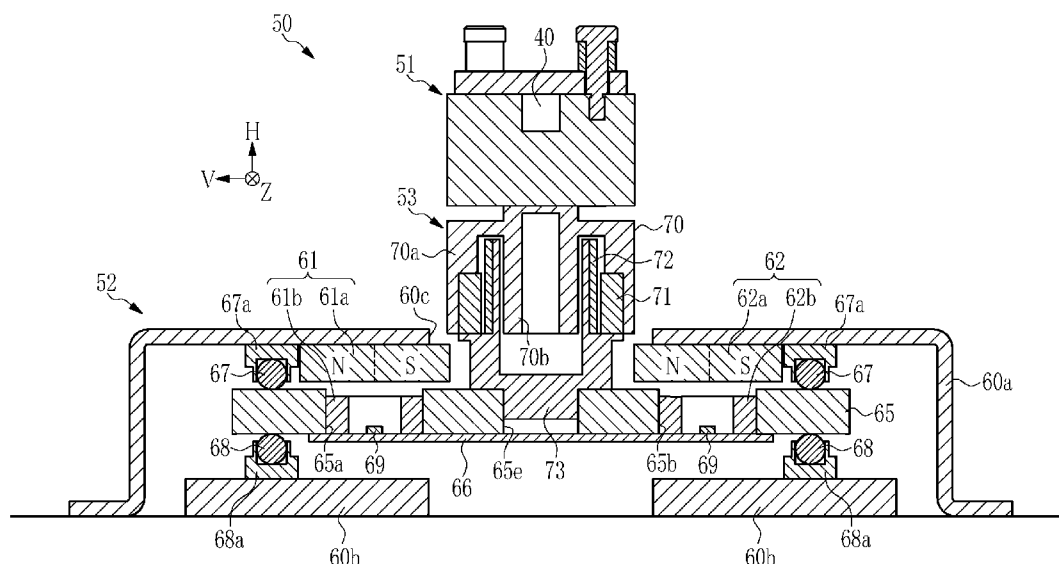
(72) 発明者: 淵 向 篤 (FUCHIMUKAI, Atsushi); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 小林国際特許事務所 (KYORITSU INSTITUTE); 〒1700004 東京都豊島区北大塚2丁目25番1号 アミックス大塚ビル2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,

(54) Title: WAVELENGTH CONVERTING APPARATUS

(54) 発明の名称: 波長変換装置



(57) Abstract: Provided is a wavelength converting device, comprising at least one moving device including the followings: A. a crystal holder that holds a non-linear crystal for converting the wavelength of incident laser beam and emitting the resultant laser beam; and B. a driving unit that includes a voice coil motor and moves the crystal holder at least in a direction perpendicular to a first direction which is an optical path axis direction of the laser beam. The driving unit rotates the crystal holder to change the angle of incidence of the laser beam on the non-linear crystal. The driving unit includes

[続葉有]



TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

the followings: a two-dimensional driving unit constituted by including a planar voice coil motor; and a one-dimensional driving unit constituted by including a cylindrical voice coil motor. The two-dimensional driving unit performs linear driving in a second direction perpendicular to the first direction, and rotation driving around a third direction perpendicular to the first and the second directions. The one-dimensional driving unit performs linear driving in the third direction.

(57) 要約: 波長変換装置であって、以下を含む少なくとも1つの移動装置を備える: A. 入射したレーザ光を波長変換して出力する非線形結晶を保持する結晶ホルダ、及び、B. ボイスコイルモータを含む駆動部であって、結晶ホルダを、少なくともレーザ光の光路軸方向である第1の方向に直交する方向に移動させる駆動部。また、駆動部は、レーザ光の非線形結晶への入射角度を変更するように結晶ホルダを回転させる。駆動部は、以下を含む: 平面型ボイスコイルモータを含んで構成された2次元駆動部、及び、円筒型ボイスコイルモータを含んで構成された1次元駆動部。2次元駆動部は、第1の方向に直交する第2の方向への直線駆動と、第1及び第2の方向に直交する第3の方向を中心とした回転駆動とを行う。1次元駆動部は、第3の方向への直線駆動を行う。

明 細 書

発明の名称： 波長変換装置

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ装置に用いられる波長変換装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体集積回路の微細化、高集積化につれて、半導体露光装置においては解像力の向上が要請されている。半導体露光装置を以下、単に「露光装置」という。このため露光用光源から出力される光の短波長化が進められている。露光用光源には、従来の水銀ランプに代わってガスレーザ装置が用いられている。現在、露光用レーザ装置としては、波長248nmの紫外線を出力するKrFエキシマレーザ装置ならびに、波長193.4nmの紫外線を出力するArFエキシマレーザ装置が用いられている。

[0003] 現在の露光技術としては、露光装置側の投影レンズとウエハ間の間隙を液体で満たして、当該間隙の屈折率を変えることによって、露光用光源の見かけ上の波長を短波長化する液浸露光が実用化されている。ArFエキシマレーザ装置を露光用光源として用いて液浸露光が行われた場合は、ウエハには水中における波長134nmの紫外光が照射される。この技術をArF液浸露光という。ArF液浸露光はArF液浸リソグラフィーとも呼ばれる。

[0004] KrF、ArFエキシマレーザ装置の自然発振におけるスペクトル線幅は約350～400pmと広いため、露光装置側の投影レンズによってウエハ上に縮小投影されるレーザ光（紫外線光）の色収差が発生して解像力が低下する。そこで色収差が無視できる程度となるまでガスレーザ装置から出力されるレーザ光のスペクトル線幅を狭帯域化する必要がある。このためガスレーザ装置のレーザ共振器内には、狭帯域化素子を有する狭帯域化モジュール（Line Narrowing Module）が設けられている。この狭帯域化モジュールによりスペクトル線幅の狭帯域化が実現されている。狭帯域化素子は、エタロンやグレーティング等であってもよい。このようにスペクトル線幅が狭帯域化

されたレーザ装置を狭帯域化レーザ装置という。

[0005] また、露光装置用レーザ装置には、省エネルギーの観点から、固体レーザ装置を用いたものがある。固体レーザ装置は、半導体レーザ、非線形結晶等を含んで構成される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4 7 2 9 0 9 3号公報

特許文献2：特許第5 2 2 5 7 1 5号公報

特許文献3：米国特許第6 8 5 9 3 3 5号明細書

特許文献4：国際公開第2 0 1 5 / 1 1 7 8 4 9号

特許文献5：特開2 0 1 5 - 1 2 9 8 5 5号公報

概要

[0007] 本開示の1つの観点に係る波長変換装置は、以下を含む少なくとも1つの移動装置を備える：

A. 入射したレーザ光を波長変換して出力する非線形結晶を保持する結晶ホルダ；及び

B. ボイスコイルモータを含む駆動部であって、結晶ホルダを、少なくともレーザ光の光路軸方向である第1の方向に直交する方向に移動させる駆動部。

図面の簡単な説明

[0008] 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、比較例に係る固体レーザシステムの構成を概略的に示す図である。

[図2]図2は、第1の移動装置を示す斜視図である。

[図3]図3は、比較例に係る固体レーザシステムの課題を説明する図である。

[図4]図4は、第1の実施形態に係る移動装置の外観を示す斜視図である。

[図5]図5は、移動装置から第1のヨークを取り外した状態を示す斜視図である。

[図6]図6は、第1及び第2のボイスコイルモータの断面を示す断面図である。

[図7]図7は、第3及び第4のボイスコイルモータの断面を示す断面図である。

[図8]図8Aは、可動プレートがV軸方向に移動する前の初期状態を示す断面図である。図8Bは、可動プレートがV軸方向に移動した状態を示す断面図である。

[図9]図9Aは、ヨーク及び結晶ホルダがH軸方向に移動する前の初期状態を示す断面図である。図9Bは、ヨーク及び結晶ホルダがH軸方向に移動した状態を示す断面図である。

[図10]図10Aは、可動プレートがH軸を中心として回転する前の初期状態を示す平面図である。図10Bは、可動プレートがH軸を中心として回転した状態を示す平面図である。

[図11]図11は、第1の実施形態の変形例に係る移動装置を示す平面図である。

[図12]図12は、第2の実施形態に係る移動装置を示す断面図である。

[図13]図13は、第2の実施形態の変形例に係る移動装置の一部を示す断面図である。

[図14]図14は、第3の実施形態に係る移動装置を示す断面図である。

[図15]図15は、第4の実施形態に係る移動装置を示す断面図である。

[図16]図16は、第1の変形例に係る移動装置を示す断面図である。

[図17]図17は、第2の変形例に係る移動装置を示す断面図である。

実施形態

[0009] <内容>

1. 比較例

1. 1 構成

- 1. 2 動作
- 1. 3 課題
- 2. 第1の実施形態
 - 2. 1 構成
 - 2. 2 動作
 - 2. 3 効果
- 3. 変形例
- 4. 第2の実施形態
 - 4. 1 構成及び動作
 - 4. 2 効果
- 5. 変形例
- 6. 第3の実施形態
 - 6. 1 構成及び動作
 - 6. 2 効果
- 7. 第4の実施形態
 - 7. 1 構成及び動作
 - 7. 2 効果
- 8. 移動装置の変形例
 - 8. 1 第1の変形例
 - 8. 2 第2の変形例

[0010] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。

以下に説明される実施形態は、本開示のいくつかの例を示すものであって、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成及び動作の全てが本開示の構成及び動作として必須であるとは限らない。なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

[0011] 1. 比較例

- 1. 1 構成

図 1 は、比較例に係る固体レーザシステム 10 の構成を概略的に示す。図 1 において、固体レーザシステム 10 は、第 1 の固体レーザ装置 11 と、第 2 の固体レーザ装置 12 と、ダイクロイックミラー 13 と、高反射ミラー 14 と、波長変換システム 15 と、同期回路 16 と、制御部 17 と、を含む。

[0012] 第 1 の固体レーザ装置 11 は、第 1 のシードレーザ 20 と、第 1 の光強度可変部 21 と、第 1 の増幅器 22 と、波長変換部 23 と、を含む。第 1 の増幅器 22 は、ファイバ増幅器 22 a と、固体増幅器 22 b と、図示しない CW 励起半導体レーザと、を含む。波長変換部 23 は、LBO (LiB_3O_5) 結晶 23 a と、CLBO ($\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$) 結晶 23 b と、を含む。LBO 結晶 23 a と CLBO 結晶 23 b とは、非線形結晶である。

[0013] 第 1 のシードレーザ 20 は、シングル縦モードであって、波長が約 1030 nm の CW 光またはパルス光を第 1 のシード光として出力する。第 1 のシードレーザ 20 は、例えば、分布帰還型の半導体レーザである。第 1 の光強度可変部 21 は、第 1 のシードレーザ 20 から第 1 のシード光が入射される半導体素子を含む。第 1 の光強度可変部 21 は、図示しない電流制御部によって、半導体素子にパルス電流を印加することによって、第 1 のシード光を所定のパルス幅のレーザ光に変換する。以下、第 1 の光強度可変部 21 によって変換された第 1 のシード光を、第 1 のシードパルス光という。

[0014] ファイバ増幅器 22 a は、Yb がドープされた複数の石英ファイバが多段に接続されたものである。固体増幅器 22 b は、Yb がドープされた YAG 結晶である。ファイバ増幅器 22 a 及び固体増幅器 22 b は、図示しない CW 励起半導体レーザから入力される CW 励起光によって光励起される。第 1 の増幅器 22 は、第 1 の光強度可変部 21 から入射する第 1 のシードパルス光を増幅する。

[0015] 波長変換部 23 は、第 1 の増幅器 22 によって増幅された第 1 のシードパルス光を、高調波に変換して、第 1 のパルスレーザ光 PL1 として出力する。具体的には、波長変換部 23 は、LBO 結晶 23 a と CLBO 結晶 23 b とを含むことにより、第 1 のシードパルス光を、波長が約 257.5 nm の

第4高調波を生成し、第4高調波を第1のパルスレーザ光PL1として出力する。

[0016] 第2の固体レーザ装置12は、第2のシードレーザ30と、第2の光強度可変部31と、第2の増幅器32と、を含む。第2の増幅器32は、ErとYbが共にドープされた複数の石英ファイバが多段に接続された図示しないErファイバ増幅器と、図示しないCW励起半導体レーザと、を含む。

[0017] 第2のシードレーザ30は、シングル縦モードであって、波長が約1554nmのCW光またはパルス光を第2のシード光として出力する。第2のシードレーザ30は、例えば、分布帰還型の半導体レーザである。第2の光強度可変部31は、第2のシードレーザ30から第2のシード光が入射される半導体素子を含む。第2の光強度可変部31は、図示しない電流制御部によって、半導体素子にパルス電流を印加することによって、第2のシード光を所定のパルス幅のレーザ光に変換する。以下、第2の光強度可変部31によって変換された第2のシード光を、第2のシードパルス光という。

[0018] 第2の増幅器32に含まれるErファイバ増幅器は、図示しないCW励起半導体レーザから入力されるCW励起光によって光励起される。第2の増幅器32は、第2の光強度可変部31から入射する第2のシードパルス光を増幅する。第2の増幅器32は、増幅した第2のシードパルス光を、第2のパルスレーザ光PL2として出力する。

[0019] ダイクロイックミラー13は、第1の固体レーザ装置11から出力される第1のパルスレーザ光PL1が入射する位置に配置されている。高反射ミラー14は、第2の固体レーザ装置12から出力される第2のパルスレーザ光PL2を高反射し、高反射された第2のパルスレーザ光PL2がダイクロイックミラー13に入射するように配置されている。

[0020] ダイクロイックミラー13には、波長が約257.5nmの第1のパルスレーザ光PL1を高透過し、波長が約1554nmの第2のパルスレーザ光PL2を高反射する膜がコートされている。ダイクロイックミラー13は、高透過した第1のパルスレーザ光PL1の光路軸と、高反射した第2のパル

スレーザ光 PL 2 の光路軸とが一致するように配置されている。

[0021] 波長変換システム 15 は、第 1 の CLBO 結晶 40 と、第 2 の CLBO 結晶 41 と、第 1 の移動装置 42 と、第 2 の移動装置 43 と、第 1 のダイクロイックミラー 44 と、第 2 のダイクロイックミラー 45 と、高反射ミラー 46 と、を含む。第 1 の CLBO 結晶 40 と第 2 の CLBO 結晶 41 とは、非線形結晶である。

[0022] 第 1 の CLBO 結晶 40 と、第 1 のダイクロイックミラー 44 と、第 2 の CLBO 結晶 41 と、第 2 のダイクロイックミラー 45 とは、この順序で、第 1 及び第 2 のパルスレーザ光 PL 1, PL 2 の光路上に配置されている。第 1 の CLBO 結晶 40 には、第 1 のパルスレーザ光 PL 1 と第 2 のパルスレーザ光 PL 2 とが入射する。

[0023] 第 1 の CLBO 結晶 40 では、第 1 のパルスレーザ光 PL 1 と第 2 のパルスレーザ光 PL 2 とが重なり、波長約 257.5 nm と波長約 1554 nm との和周波に対応する波長約 220.9 nm の第 3 のパルスレーザ光 PL 3 が生成される。第 1 及び第 2 のパルスレーザ光 PL 1, PL 2 は、第 1 の CLBO 結晶 40 を透過する。

[0024] 第 1 のダイクロイックミラー 44 は、第 1 のパルスレーザ光 PL 1 を高反射し、第 2 のパルスレーザ光 PL 2 と第 3 のパルスレーザ光 PL 3 とを高透過する膜がコートされている。第 1 のダイクロイックミラー 44 を高透過した第 2 及び第 3 のパルスレーザ光 PL 2, PL 3 が、第 2 の CLBO 結晶 41 に入射する。

[0025] 第 2 の CLBO 結晶 41 では、第 2 のパルスレーザ光 PL 2 と第 3 のパルスレーザ光 PL 3 とが重なり、波長約 1554 nm と波長約 220.9 nm との和周波に対応する波長約 193.4 nm の第 4 のパルスレーザ光 PL 4 が生成される。第 2 及び第 3 のパルスレーザ光 PL 2, PL 3 は、第 2 の CLBO 結晶 41 を透過する。

[0026] 第 2 のダイクロイックミラー 45 は、第 4 のパルスレーザ光 PL 4 を高反射し、第 2 のパルスレーザ光 PL 2 と第 3 のパルスレーザ光 PL 3 とを高透

過する膜がコートされている。高反射ミラー４６は、第２のダイクロイックミラー４５により高反射された第４のパルスレーザ光ＰＬ４が高反射されて、波長変換システム１５から出力される位置に配置されている。

[0027] 第１の移動装置４２は、第１のＣＬＢＯ結晶４０を保持して移動させる。具体的には、図２に示すように、第１の移動装置４２は、結晶ホルダ４２ａと、Ｖステージ４２ｂと、Ｈステージ４２ｃと、 θ ステージ４２ｄと、を含む。結晶ホルダ４２ａは、第１のＣＬＢＯ結晶４０を着脱自在に保持する。Ｖステージ４２ｂは、その上に積載されたＨステージ４２ｃ、 θ ステージ４２ｄ、及び結晶ホルダ４２ａをＶ軸方向に移動させる。Ｈステージ４２ｃは、その上に積載された θ ステージ４２ｄ及び結晶ホルダ４２ａをＨ軸方向に移動させる。 θ ステージ４２ｄは、その上に積載された結晶ホルダ４２ａを、Ｈ軸を中心とした θ 方向に回転させる。すなわち、第１の移動装置４２は、Ｖ軸方向及びＨ軸方向への直線駆動と、 θ 方向への回転駆動とを行う。

[0028] Ｈ軸、Ｖ軸、及びＺ軸は、互いに直交している。Ｚ軸方向は、波長変換システム１５に入射する第１及び第２のパルスレーザ光ＰＬ１、ＰＬ２の光路軸方向である。Ｈ軸方向は、例えば、鉛直方向である。Ｖステージ４２ｂ、Ｈステージ４２ｃ、及び θ ステージ４２ｄは、それぞれ図示しないステップモータにより構成された駆動部である。

[0029] 第２の移動装置４３は、第２のＣＬＢＯ結晶４１を保持して移動させる。第２の移動装置４３の構成は、図２に示す第１の移動装置４２の構成と同様である。第２の移動装置４３は、Ｖ軸方向及びＨ軸方向への直線駆動と、 θ 方向への回転駆動とを行う。

[0030] 制御部１７は、第１及び第２の移動装置４２、４３と電氣的に接続されており、第１及び第２の移動装置４２、４３の移動を制御する。また、制御部１７は、同期回路１６と電氣的に接続されている。同期回路１６は、第１及び第２の光強度可変部２１、３１と電氣的に接続されている。同期回路１６は、制御部１７から入力されるトリガ信号Ｔｒに基づき、第１及び第２の光強度可変部２１、３１を制御し、第１及び第２のシードパルス光の生成タイ

ミングを同期させる。さらに、制御部 17 は、第 1 及び第 2 のシードレーザ 20, 30 と、第 1 及び第 2 の増幅器 22, 32 に含まれる各 CW 励起半導体レーザと、図示しない信号線を介して電氣的に接続されている。

[0031] 制御部 17 は、図示しない露光装置に含まれる外部装置制御部 2 からレーザ発振準備信号、発光トリガ信号、目標波長データを受信し、第 1 及び第 2 の移動装置 42, 43、同期回路 16、第 1 及び第 2 のシードレーザ 20, 30 等を制御する。

[0032] 1. 2 動作

次に、比較例に係る固体レーザシステム 10 の動作を説明する。制御部 17 は、外部装置制御部 2 からレーザ発振準備信号を受信すると、第 1 及び第 2 のシードレーザ 20, 30 と、第 1 及び第 2 の増幅器 22, 32 に含まれる各 CW 励起半導体レーザとの発振動作を開始させる。

[0033] これにより、第 1 のシードレーザ 20 から第 1 のシード光が出力され、第 1 の光強度可変部 21 に入力される。後述する制御信号が第 1 の光強度可変部 21 に入力されるまでの間は、第 1 の光強度可変部 21 により第 1 のシード光の増幅が抑制される。同様に、第 2 のシードレーザ 30 から第 2 のシード光が出力され、第 2 の光強度可変部 31 に入力される。後述する制御信号が第 2 の光強度可変部 31 に入力されるまでの間は、第 2 の光強度可変部 31 により第 2 のシード光の増幅が抑制される。また、第 1 及び第 2 の増幅器 22, 32 は、それぞれ図示しない CW 励起半導体レーザから入力される CW 励起光によって光励起される。

[0034] 制御部 17 は、外部装置制御部 2 から発光トリガ信号を受信すると、同期回路 16 にトリガ信号 Tr を同期回路 16 に送信する。同期回路 16 は、トリガ信号 Tr を受信すると、第 1 及び第 2 の光強度可変部 21, 31 に制御信号をそれぞれ送信する。第 1 の光強度可変部 21 は、制御信号を受信すると、所定の期間のみ第 1 のシード光を増幅させることにより、所定のパルス幅を有する第 1 のシードパルス光を生成し、第 1 の増幅器 22 に入射させる。同様に、第 2 の光強度可変部 31 は、制御信号を受信すると、所定の期間

のみ第2のシード光を増幅させることにより、所定のパルス幅を有する第2のシードパルス光を生成し、第2の増幅器32に入射させる。

[0035] 第1及び第2のシードパルス光は、それぞれ第1及び第2の増幅器22, 32に入射すると、誘導放出が生じて増幅される。第1の増幅器22により増幅された第1のシードパルス光は、波長変換部23に入射する。波長変換部23に入射された第1のシードパルス光は、第4高調波に変換され、第1のパルスレーザ光PL1として第1の固体レーザ装置11から出力される。一方、第2の増幅器32により増幅された第2のシードパルス光は、第2のパルスレーザ光PL2として第2の固体レーザ装置12から出力される。

[0036] 第1の固体レーザ装置11から出力された第1のパルスレーザ光PL1は、ダイクロイックミラー13を高透過することにより波長変換システム15に入射する。第2の固体レーザ装置12から出力された第2のパルスレーザ光PL2は、高反射ミラー14により高反射され、ダイクロイックミラー13により高反射されることにより波長変換システム15に入射する。

[0037] 同期回路16は、波長変換システム15に入射した第1及び第2のパルスレーザ光PL1, PL2が、ほぼ同時に第1のCLBO結晶40に入射するように、第1及び第2の光強度可変部21, 31への前述の制御信号の入力タイミングを調節する。

[0038] 第1及び第2のパルスレーザ光PL1, PL2が第1のCLBO結晶40上で重なることにより、両者の和周波光である第3のパルスレーザ光PL3が生成される。第1のCLBO結晶40を透過した第1のパルスレーザ光PL1は、第1のダイクロイックミラー44により高反射される。第1のCLBO結晶40を透過した第2のパルスレーザ光PL2と、第3のパルスレーザ光PL3とは、第1のダイクロイックミラー44を高透過して第2のCLBO結晶41に入射する。

[0039] 第2及び第3のパルスレーザ光PL2, PL3が第2のCLBO結晶41上で重なることにより、両者の和周波光である第4のパルスレーザ光PL4が生成される。第2のCLBO結晶41を透過した第2及び第3のパルスレ

ーザ光 PL 2, PL 3 は、第 2 のダイクロイックミラー 45 を高透過する。一方、第 4 のパルスレーザ光 PL 4 は、第 2 のダイクロイックミラー 45 により高反射され、さらに高反射ミラー 46 により高反射されることにより、波長変換システム 15 から出力される。

[0040] 波長変換システム 15 から出力された第 4 のパルスレーザ光 PL 4 は、固体レーザシステム 10 から出力され、図示しない A r F エキシマ増幅器によって増幅された後、図示しない露光装置に入力され、露光光として用いられる。

[0041] 制御部 17 は、外部装置制御部 2 から発光トリガ信号を受信するたびに、同期回路 16 にトリガ信号 Tr を同期回路 16 に送信する。これにより、固体レーザシステム 10 から第 4 のパルスレーザ光 PL 4 の出力が繰り返し行われる。

[0042] 制御部 17 は、外部装置制御部 2 からの発光トリガ信号の受信回数をカウントし、カウント値（ショット数）が所定回数となるたびに第 1 及び第 2 の移動装置 42, 43 を動作させて、レーザ光の光路軸方向に直交する方向に直線駆動させる。具体的には、制御部 17 は、V 軸方向と H 軸方向との少なくとも一方に所定の距離だけ第 1 及び第 2 の CLBO 結晶 40, 41 を移動させる。これは、第 1 及び第 2 の CLBO 結晶 40, 41 の特定の部分に紫外のパルスレーザ光が入射し続けることや、紫外の波長変換光が生成され続けることによる損傷を低減するためである。これにより、第 1 及び第 2 の CLBO 結晶 40, 41 の結晶寿命を延長することができる。

[0043] また、制御部 17 は、外部装置制御部 2 から受信する目標波長データに応じて、第 1 のシードレーザ 20 または第 2 のシードレーザ 30 の発振波長を変更する。さらに、制御部 17 は、目標波長データに応じて、第 1 及び第 2 の移動装置 42, 43 を動作させて、 θ 方向に回転駆動させる。具体的には、制御部 17 は、第 1 及び第 2 の CLBO 結晶 40, 41 に入射するレーザ光の入射角度が、目標波長に対応した位相整合角となるように第 1 及び第 2 の CLBO 結晶 40, 41 をそれぞれ θ 方向に回転させる。これにより、目

標波長が変更された場合においても、レーザ光の入射角度が位相整合角に常に一致し、第１及び第２のＣＬＢＯ結晶４０，４１で、強度の強い和周波光が生成される。

[0044] １．３ 課題

図３は、比較例に係る固体レーザシステム１０の課題を説明する図である。第１及び第２の移動装置４２，４３は、前述のようにステッピングモータにより構成された駆動部を有している。ステッピングモータは、ギアなどの機械構成部品を有していることから、機械構成部品の摩擦等を低減するために、油等の有機物を含む潤滑材が塗布されている。このため、潤滑材に含まれる有機物がアウトガスとして放出されることや、紫外のパルスレーザ光によってアウトガスが光分解されることにより、第１及び第２のＣＬＢＯ結晶４０，４１を汚染する恐れがある。

[0045] 具体的には、図３に示すように、第１及び第２の移動装置４２，４３内の各駆動部から放出されたアウトガスが、紫外のパルスレーザ光によって光分解され、汚染物質として、第１及び第２のＣＬＢＯ結晶４０，４１の表面に付着する可能性がある。結晶表面に汚染物質が付着した状態でレーザ光が照射されると、レーザ光の透過率の低下や、結晶表面の損傷を引き起こし、固体レーザシステム１０の動作性能の低下を招いてしまう。

[0046] ２．第１の実施形態

次に、本開示の第１の実施形態に係る固体レーザ装置について説明する。第１の実施形態に係る固体レーザ装置は、波長変換装置としての波長変換システムに含まれる移動装置の構成が異なること以外は、図１に示した比較例に係る固体レーザ装置の構成と同一である。以下では、図１に示した比較例に係る固体レーザ装置の構成要素と略同じ部分については、同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0047] ２．１ 構成

図４は、第１の実施形態において、比較例の第１及び第２の移動装置４２，４３に代えて用いられる移動装置の外観を示す斜視図である。図４に示す

移動装置50は、第1のCLBO結晶40を保持して移動させる。第2のCLBO結晶41を保持して移動させる移動装置についても同様の構成である。

[0048] 移動装置50は、結晶ホルダ51と、駆動部としての2次元駆動部52及び1次元駆動部53と、を含む。結晶ホルダ51は、第1のCLBO結晶40を着脱自在に保持する。2次元駆動部52は、VZ平面内での直線移動及び回転を可能とする駆動ステージである。具体的には、2次元駆動部52は、その上に積載された1次元駆動部53及び結晶ホルダ51のV軸方向への直線駆動と、H軸を中心とした θ 方向への回転駆動とを行う。1次元駆動部53は、その上に積載された結晶ホルダ51のH軸方向への直線駆動を行う。

[0049] なお、レーザ光の光軸方向であるZ方向は、請求の範囲に記載の第1の方向に対応する。V軸方向は、請求の範囲に記載の第2の方向に対応する。H軸方向は、請求の範囲に記載の第3の方向に対応する。

[0050] 2次元駆動部52は、後述する平面型ボイスコイルモータを含んで構成されており、第1のヨーク60aと、第2のヨーク60bとを含む。第1及び第2のヨーク60a、60bは、固設されている。

[0051] 図5は、2次元駆動部52の構成を説明するために、移動装置50から第1のヨーク60aを取り外した状態を示す図である。図5において、移動装置50は、フラットコイル式である第1～第4のボイスコイルモータ61～64と、可動プレート65とを含む。第1のボイスコイルモータ61は、磁石61aとコイル61bとを含む。第2のボイスコイルモータ62は、磁石62aとコイル62bとを含む。第3のボイスコイルモータ63は、磁石63aとコイル63bとを含む。第4のボイスコイルモータ64は、磁石64aとコイル64bとを含む。

[0052] 磁石61a～64aは、第1のヨーク60aに固着されている。コイル61b～64bは、可動プレート65に形成された孔部65a～65dにそれぞれ固着されている。磁石61a～64aは、それぞれコイル61b～64

bに対向するように配置されている。また、第1及び第2のボイスコイルモータ61, 62に含まれる磁石61a, 62aは、N極とS極とを結ぶ線がV軸方向となるように配置されている。一方、第3及び第4のボイスコイルモータ63, 64に含まれる磁石63a, 64aは、N極とS極とを結ぶ線がZ軸方向となるように配置されている。可動プレート65は、磁性を有しないアルミニウム等の材料で形成されている。

[0053] 図6は、移動装置50を、第1及び第2のボイスコイルモータ61, 62と、1次元駆動部53とを通るように、VH面に沿って切断した断面を示す断面図である。図7は、移動装置50を、第3及び第4のボイスコイルモータ63, 64を通るように、VH面に沿って切断した断面を示す断面図である。

[0054] 第1のヨーク60aのV軸方向の中央部に、円形の貫通孔60cが形成されている。1次元駆動部53は、貫通孔60cに挿通されている。第1及び第2のボイスコイルモータ61, 62は、貫通孔60cの中心を通るZ軸に対して、V軸方向に対称となる位置に配置されている。同様に、第3及び第4のボイスコイルモータ63, 64は、貫通孔60cの中心を通るZ軸に対して、V軸方向に対称となる位置に配置されている。

[0055] 1次元駆動部53は、円筒型ボイスコイルモータであり、ヨーク70と、磁石71と、コイル72と、コイルボビン73と、を含む。コイルボビン73は、H軸を中心軸としたほぼ円筒形状に形成されている。コイルボビン73の上部の外周には、コイル72が巻かれている。コイルボビン73の下部は、可動プレート65の中央部に設けられた円形の孔部65eに挿通されて固着されている。すなわち、1次元駆動部53は、2次元駆動部52の可動プレート65に保持されている。

[0056] ヨーク70は、径の異なる2つの円筒が上部で接合された形状であって、外側円筒部70aと、内側円筒部70bとが構成されている。ヨーク70の上部には、結晶ホルダ51が固着されている。すなわち、結晶ホルダ51は、1次元駆動部53に保持されている。

[0057] 外側円筒部 70a と内側円筒部 70b との間には、コイルボビン 73 及びコイル 72 が挿通されている。外側円筒部 70a の内面には、コイル 72 と対向する位置に、円筒状の磁石 71 が固着されている。ヨーク 70 とコイルボビン 73 とは固着されていないため、ヨーク 70 及び磁石 71 は、コイル 72 及びコイルボビン 73 に対して、H 軸方向に移動可能である。

[0058] 図 6 及び図 7 において、可動プレート 65 の下部には、孔部 65a～65e を覆うように回路基板 66 が固着されている。回路基板 66 は、コイル 61b～64b 及びコイル 72 と電氣的に接続されている。回路基板 66 は、図示しないケーブルを介して、前述の制御部 17 と電氣的に接続されている。制御部 17 は、回路基板 66 を介して、コイル 61b～64b 及びコイル 72 に流す電流の値及び方向を制御する。また、回路基板 66 上には、コイル 61b～64b の中央部分に、ホールセンサ 69 が配置されている。ホールセンサ 69 は、磁界を検出し、検出信号を回路基板 66 を介して制御部 17 に出力する。

[0059] 可動プレート 65 は、第 1 のヨーク 60a 側に配置された 3 個の第 1 のボール 67 と、第 2 のヨーク 60b 側に配置された 3 個の第 2 のボール 68 とによって VZ 平面に沿って摺動可能に支持されている。第 1 のボール 67 は、それぞれ第 1 のヨーク 60a に固着された第 1 のボール受け部 67a に回転自在に嵌合している。第 2 のボール 68 は、それぞれ第 2 のヨーク 60b に固着された第 2 のボール受け部 68a に回転自在に嵌合している。第 1 及び第 2 のボール 67, 68 は、可動プレート 65 に対する摩擦係数が低い材料で形成された摺動支持部材である。

[0060] 2. 2 動作

次に、第 1 の実施形態に係る固体レーザシステムにおける移動装置 50 の動作について説明する。移動装置 50 以外の動作については、比較例において説明した動作と同様である。

[0061] 制御部 17 は、比較例と同様に、外部装置制御部 2 から受信する発光トリガ信号と目標波長データとに基づいて移動装置 50 の動作を制御する。制御

部 1 7 は、コイル 6 1 b ～ 6 4 b 及びコイル 7 2 に流す電流を与えることにより、結晶ホルダ 5 1 の V 軸方向及び H 軸方向への直線移動と、 θ 方向への回転とを制御する。

[0062] 制御部 1 7 は、結晶ホルダ 5 1 を V 軸方向に直線駆動する場合には、第 1 及び第 2 のボイスコイルモータ 6 1, 6 2 に含まれるコイル 6 1 b, 6 2 b のそれぞれに、同一方向に電流を流す。図 8 A は、コイル 6 1 b, 6 2 b に電流を流していない初期状態を示している。コイル 6 1 b, 6 2 b に電流が流れると、コイル 6 1 b, 6 2 b が発生する電界と、磁石 6 1 a, 6 2 a が発生する磁界とにより、V 軸方向にローレンツ力（駆動力）が生じ、図 8 B に示すように、可動プレート 6 5 が V 軸方向に移動する。

[0063] また、制御部 1 7 は、コイル 6 1 b, 6 2 b のそれぞれに対応して設けられたホールセンサ 6 9 から出力される検出信号に基づいて可動プレート 6 5 の V 軸方向に関する位置を検出する。制御部 1 7 は、検出した可動プレート 6 5 の位置に基づいて、可動プレート 6 5 の移動量が所定量となるようにコイル 6 1 b, 6 2 b に流す電流値を制御するフィードバック制御を行う。また、制御部 1 7 は、可動プレート 6 5 の移動方向を逆向きとする場合には、コイル 6 1 b, 6 2 b に流す電流の方向を逆向きとする。

[0064] 制御部 1 7 は、結晶ホルダ 5 1 を H 軸方向に直線駆動する場合には、1 次元駆動部 5 3 に含まれるコイル 7 2 に電流を流す。図 9 A は、コイル 7 2 に電流を流していない初期状態を示している。コイル 7 2 に電流が流れると、コイル 7 2 が発生する電界と、磁石 7 1 が発生する磁界とにより H 軸方向にローレンツ力（駆動力）が生じ、図 9 B に示すように、ヨーク 7 0 及び結晶ホルダ 5 1 が H 軸方向に移動する。

[0065] 制御部 1 7 は、結晶ホルダ 5 1 の移動量が所定量となるようにコイル 7 2 に流す電流値を制御する。なお、本実施形態では、1 次元駆動部 5 3 にはホールセンサを設けていないが、磁石 7 1 の磁界を検出するホールセンサを設け、このホールセンサが出力する検出信号に基づいて、結晶ホルダ 5 1 の H 軸方向に関する位置を検出してもよい。この場合、制御部 1 7 は、検出した

結晶ホルダ 5 1 の位置に基づいて、結晶ホルダ 5 1 の移動量が所定量となるようにコイル 7 2 に流す電流値を制御するフィードバック制御を行えばよい。

[0066] 制御部 1 7 は、結晶ホルダ 5 1 を、H 軸を中心とした θ 方向へ回転駆動する場合には、第 3 のボイスコイルモータ 6 3 に含まれるコイル 6 3 b と、第 4 のボイスコイルモータ 6 4 に含まれるコイル 6 4 b とに、互いに逆方向に電流を流す。図 1 0 A は、コイル 6 3 b、6 4 b に電流を流していない初期状態を示している。コイル 6 3 b、6 4 b に、互いに逆方向の電流が流れると、例えば、図 1 0 B に示すように、コイル 6 3 b には、Z 軸方向に駆動力 F_1 が生じる。一方、コイル 6 4 b には、駆動力 F_1 とは逆方向の駆動力 F_2 が生じる。この駆動力 F_1 、 F_2 により、可動プレート 6 5 には、H 軸を中心とした θ 方向への回転力が生じ、結晶ホルダ 5 1 が θ 方向へ回転する。

[0067] 制御部 1 7 は、コイル 6 3 b、6 4 b のそれぞれに対応して設けられたホールセンサ 6 9 から出力される検出信号に基づいて可動プレート 6 5 の Z 軸方向に関する位置を検出する。制御部 1 7 は、検出した可動プレート 6 5 の位置に基づいて、可動プレート 6 5 の回転量が所定量となるようにコイル 6 3 b、6 4 b に流す電流値を制御するフィードバック制御を行う。また、制御部 1 7 は、可動プレート 6 5 の回転方向を逆向きとする場合には、コイル 6 3 b、6 4 b に流す各電流の方向を逆向きとする。

[0068] 制御部 1 7 は、コイル 6 1 b ~ 6 4 b 及びコイル 7 2 に流す電流の値及び方向を制御することにより、結晶ホルダ 5 1 に保持される非線形結晶を、レーザ光の光路軸方向である第 1 の方向に直交する方向への移動させることができる。また、制御部 1 7 は、コイル 6 1 b ~ 6 4 b 及びコイル 7 2 に流す電流の値及び方向を制御することにより、レーザ光の非線形結晶への入射角度を変更するように、結晶ホルダ 5 1 を回転させることができる。

[0069] 2. 3 効果

第 1 の実施形態によれば、移動装置 5 0 は、ギアなどの機械構成部品が用いられていないボイスコイルモータにより駆動部が構成されているので、非

線形結晶の汚染の原因となる油成分を含む潤滑材は用いられていない。このため、移動装置50が、結晶表面に付着する汚染物質の発生が抑制され、固体レーザシステムの動作性能の低下が抑制される。

[0070] また、ボイスコイルモータにより駆動部が構成された移動装置50は、可動部が軽量であることから、応答性が高く、非線形結晶を高速に移動させることができる。さらに、移動装置50は、平面型ボイスコイルモータにより構成された2次元駆動部52により、V軸方向への移動に加えて、H軸を中心とした θ 方向への回転を可能とするため、装置のサイズを小型化することができる。

[0071] なお、第1の実施形態では、可動プレート65を摺動可能に支持する摺動支持部材として、第1及び第2のボール67、68を用いているが、第1及び第2のボール67、68に代えて、その他の摺動支持部材や摺動支持機構を用いてもよい。例えば、ボールを用いずに、可動プレート65の一部を、第1及び第2のヨーク60a、60bの各面に、摺動可能に接触させてもよい。

[0072] また、第1の実施形態では、第1～第4のボイスコイルモータ61～64を、図2に示すように配置しているが、これらの配置は、適宜変更可能である。また、第1及び第2のボイスコイルモータ61、62に生じる駆動力の方向と、第3及び第4のボイスコイルモータ63、64に生じる駆動力の方向とは直交していることが好ましい。また、移動装置50は、第1及び第2のボイスコイルモータ61、62のうちの少なくとも一方と、第3及び第4のボイスコイルモータ63、64のうちの少なくとも一方とを有していればよい。

[0073] 3. 変形例

次に、第1の実施形態に係る固体レーザシステムの変形例について説明する。第1の実施形態では、可動プレート65を摺動支持部材により摺動可能に支持している。本変形例では、可動プレート65を、摺動支持部材により摺動可能に支持することに加えて、付勢部材により所定の位置に付勢する。

[0074] 図11は、本変形例に係る移動装置80を示す平面図である。図11では、第1のヨーク60aを透明化し、破線により表している。移動装置80は、付勢部材としての3個のバネ81を備えること以外は、第1の実施形態に係る移動装置50と同一の構成である。

[0075] 各バネ81は、可動プレート65と第1のヨーク60aとの間に接続されている。バネ81は、可動プレート65が、第1のヨーク60a内のほぼ中央部に位置するように付勢する。各バネ81は、第1～第4のボイスコイルモータ61～64により可動プレート65を移動させた際に、伸長または収縮する。

[0076] このように、可動プレート65をバネ81により付勢することにより、可動プレート65には、常に第1のヨーク60a内のほぼ中央部に復帰させる力が働くので、第1～第4のボイスコイルモータ61～64による位置制御がしやすくなる。また、可動プレート65をバネ81により付勢することにより、固体レーザシステムの搬送時等に、可動プレート65が移動して第1のヨーク60a等に接触し、損傷等が生じることを抑制することができる。

[0077] なお、本変形例では、各バネ81を、第1のヨーク60aに接続しているが、第1のヨーク60aに代えて、第2のヨーク60b等の固定部に接続してもよい。また、本変形例では、3個のバネ81を用いて可動プレート65を付勢しているが、バネ81の個数や配置箇所は、適宜変更可能である。さらに、本変形例では、付勢部材としてバネ81を用いているが、バネ81に代えて、その他の付勢部材を用いてもよい。

[0078] 4. 第2の実施形態

次に、本開示の第2の実施形態に係る固体レーザシステムについて説明する。第1の実施形態によれば、移動装置50からの汚染物質の発生が抑制されるが、ボイスコイルモータからの微量なアウトガスや、可動プレート65の摺動により摩耗粉が発生する可能性がある。第2の実施形態では、移動装置50のうち、2次元駆動部52及び1次元駆動部53を密封容器内に封入することにより、結晶ホルダ51に保持される非線形結晶への汚染物質の付

着を抑制する。

[0079] 4. 1 構成及び動作

図12は、第2の実施形態に係る移動装置90を示す断面図である。移動装置90は、結晶ホルダ51と、2次元駆動部52と、1次元駆動部53と、密封容器91と、を含む。移動装置90は、密封容器91を有すること以外は、第1の実施形態に係る移動装置50と同一の構成である。

[0080] 密封容器91は、箱型の容器本体92と、ベローズ93と、を含む。容器本体92は、2次元駆動部52を収容している。容器本体92の上面には、第1のヨーク60aの貫通孔60cに対応する位置に開口部92aが形成されている。開口部92aには、ベローズ93の下端部が、溶接法等により接合されている。ベローズ93には、1次元駆動部53が収容されている。ベローズ93の上端部は、ヨーク70の上端部に、溶接法等により接合されている。このように、2次元駆動部52及び1次元駆動部53は、密封容器91内に気密に封止されている。

[0081] ベローズ93は、H軸方向に伸縮自在な構造であり、結晶ホルダ51のH軸方向への移動に伴って伸縮する。また、ベローズ93は、結晶ホルダ51のV軸方向への移動と、H軸を中心とした回転とを許容する。ベローズ93は、結晶ホルダ51が移動や回転した際に弾性変形する。

[0082] 容器本体92の底面には、気密封止構造のコネクタ94が接合されている。コネクタ94には、前述の制御部17と接続された信号ケーブル94aが接続されている。また、コネクタ94には、前述の回路基板66と接続された信号線95が接続されている。コネクタ94の気密封止構造として、例えば、ガラスハーメチックシール法が用いられる。

[0083] 4. 2 効果

第2の実施形態によれば、密封容器91内に2次元駆動部52及び1次元駆動部53を封止しているので、ボイスコイルモータは、結晶ホルダ51に保持される非線形結晶から空間的に隔離されている。これにより、ボイスコイルモータから発生した微量なアウトガスや、可動プレート65の摺動によ

る摩耗粉が、汚染物質として非線形結晶に付着することを抑制することができる。

[0084] なお、第2の実施形態では、ベローズ93の上端部を、ヨーク70の上端部に接合しているが、結晶ホルダ51の下部に接合してもよい。この場合、ベローズ93と結晶ホルダ51とは、ろう付けにより接合することが好ましい。

[0085] 5. 変形例

次に、第2の実施形態に係る固体レーザシステムの変形例について説明する。結晶ホルダ51に保持される非線形結晶としてのCLBO結晶は、潮解性を有することから、非線形結晶に含まれる水分を蒸発させるために、所定の温度に加熱した状態で使用されることが好ましい。本変形例に係る移動装置は、結晶ホルダ51内に、非線形結晶を加熱するためのヒータ96が設けられている。

[0086] 本変形例では、図13に示すように、結晶ホルダ51には、底面から非線形結晶としてのCLBO結晶40に近接する位置に達する穴部51aが形成されている。また、1次元駆動部53に含まれるヨーク70の中心部には、貫通孔70cが形成されている。穴部51aと貫通孔70cとは連通している。

[0087] ヒータ96は、穴部51a内で、CLBO結晶40に近接する位置に配置されている。ヒータ96には、一对のケーブル96aが接続されている。ケーブル96aは、穴部51a及び貫通孔70cに挿通され、回路基板66に接続されている。

[0088] また、結晶ホルダ51には、CLBO結晶40に近接する位置に温度センサ97が埋め込まれている。温度センサ97にはケーブル97aが接続されている。ケーブル97aは、穴部51a及び貫通孔70cに挿通され、回路基板66に接続されている。結晶ホルダ51は、銅等の熱導電性の高い材料で形成されている。

[0089] ケーブル96a、97aは、ヨーク70、磁石71、及びコイル72の内

側に挿通されており、信号線 95、コネクタ 94、及び信号ケーブル 94a を介して制御部 17 に接続されている。制御部 17 は、ケーブル 96a を介してヒータ 96 を通電させることにより、ヒータ 96 の温度を制御する。また、制御部 17 は、ケーブル 97a を介して温度センサ 97 から出力される検出信号を取得し、検出温度が、目標温度となるようにヒータ 96 の温度を調整する。目標温度は、例えば 150℃である。

[0090] 本変形例では、ヒータ 96 及び温度センサ 97 が結晶ホルダ 51 内に埋め込まれ、ケーブル 96a、97a は、穴部 51a 及び貫通孔 70c に挿通されているので、ヒータ 96 及び温度センサ 97 から発生する汚染物質が非線形結晶に付着することを抑制することができる。

[0091] なお、本変形例は、第 2 の実施形態に限られず、第 1 の実施形態にも適用可能である。すなわち、本変形例は、密封容器 91 を有しない移動装置 50 にも適用可能である。

[0092] 6. 第 3 の実施形態

次に、本開示の第 3 の実施形態に係る固体レーザシステムについて説明する。第 2 の実施形態では、密封容器 91 内に 2 次元駆動部 52 及び 1 次元駆動部 53 を封止している。第 3 の実施形態では、結晶ホルダ 51 をさらにチャンバで囲うことにより、汚染物質が非線形結晶に付着することをさらに抑制する。

[0093] 6. 1 構成及び動作

図 14 は、第 3 の実施形態に係る移動装置 100 を示す断面図である。移動装置 100 は、結晶ホルダ 51 と、2 次元駆動部 52 と、1 次元駆動部 53 と、密封容器 91 と、チャンバ 101 と、を含む。移動装置 100 は、チャンバ 101 を有すること以外は、第 2 の実施形態に係る移動装置 90 と同一の構成である。

[0094] チャンバ 101 は、チャンバ本体 102 と、入射ウィンドウ 103 と、出射ウィンドウ 104 と、を含む。チャンバ本体 102 は、底部が開放された箱形状であり、底部がリング 105 を介して、密封容器 91 の容器本体 9

2の上面に接合されている。

[0095] チャンバ本体102には、CLBO結晶40に入射するレーザ光の経路に対応する位置に入射側開口部102aが形成されている。また、チャンバ本体102には、レーザ光がCLBO結晶40から出射されるレーザ光の経路に対応する位置に出射側開口部102bが形成されている。入射ウィンドウ103は、入射側開口部102aを塞ぐように、リング106aを介してチャンバ本体102に接合されている。出射ウィンドウ104は、出射側開口部102bを塞ぐように、リング106bを介してチャンバ本体102に接合されている。

[0096] 入射ウィンドウ103及び出射ウィンドウ104は、CaF₂結晶または合成石英により形成された基板の両面に、図示しない反射抑制膜をコートしたものである。入射ウィンドウ103は、レーザ光を透過させてCLBO結晶40に入射させる。出射ウィンドウ104は、CLBO結晶40から出射されたレーザ光を透過させる。

[0097] また、チャンバ本体102には、チャンバ本体102内にパージガスを導入するガス導入管107と、チャンバ本体102内からパージガスを排出するガス排出管108とが接続されている。ガス導入管107は、図示しないガスタンクに接続されている。ガス排出管108は、大気中にパージガスを放出する。なお、ガス排出管108は、図示しない外気連通配管に接続されていてもよい。パージガスは、非線形結晶としてのCLBO結晶と反応しにくいガスである。パージガスとして、ArガスまたはHeガスを用いることが好ましい。パージガスは、ほぼ一定の流速でチャンバ本体102の内部に導入され、排気される。

[0098] 6. 2 効果

第3の実施形態によれば、結晶ホルダ51が、汚染物質の発生源である2次元駆動部52及び1次元駆動部53からチャンバ101により隔離されているので、汚染物質が非線形結晶に付着することを抑制することができる。また、チャンバ101内を非線形結晶と反応しにくいガスでパージしている

ので、汚染物質が非線形結晶に付着することをさらに抑制することができる。

[0099] また、チャンバ１０１は、１つの結晶ホルダ５１に対して個別に設けられているので、パージガスの使用量が少なく済むという利点がある。

[0100] なお、第３の実施形態では、密封容器９１内に２次元駆動部５２及び１次元駆動部５３を封止しているが、密封容器９１内は必ずしも密封されている必要はなく、容器本体９２の底部や側面に開口が形成されていてもよい。これは、第３の実施形態では、結晶ホルダ５１が、チャンバ本体１０２とベローズ９３と容器本体９２の上面とにより、２次元駆動部５２及び１次元駆動部５３から隔離されているためである。すなわち、次元駆動部５２及び１次元駆動部５３は、密封容器９１に限られず、チャンバ本体１０２に接続されてチャンバ１０１を構成する容器に収納されていればよい。

[0101] ７．第４の実施形態

次に、本開示の第４の実施形態に係る固体レーザシステムについて説明する。第４の実施形態では、結晶ホルダ５１をセルの中に封止することにより、汚染物質が非線形結晶に付着することを抑制する。

[0102] ７．１ 構成及び動作

図１５は、第４の実施形態に係る移動装置１１０を示す断面図である。移動装置１１０は、結晶ホルダ５１と、２次元駆動部５２と、１次元駆動部５３と、セル１１１と、を含む。移動装置１１０は、セル１１１を有すること以外は、第１の実施形態に係る移動装置５０と同一の構成である。

[0103] セル１１１は、１次元駆動部５３に含まれるヨーク７０上に設けられたプレート１１２上に固設されている。セル１１１は、セル本体１１３と、入射ウィンドウ１１４と、出射ウィンドウ１１５と、を含む。セル１１１は、箱形状であり、内部に結晶ホルダ５１を収容している。

[0104] セル本体１１３には、ＣＬＢＯ結晶４０に入射するレーザ光の経路に対応する位置に入射側開口部１１３ａが形成されている。また、セル本体１１３には、ＣＬＢＯ結晶４０から出射されるレーザ光の経路に対応する位置に出

射側開口部 113b が形成されている。入射ウィンドウ 114 は、入射側開口部 113a を塞ぐように、リング 116a を介してセル本体 113 に接合されている。出射ウィンドウ 115 は、出射側開口部 113b を塞ぐように、リング 116b を介してセル本体 113 に接合されている。

[0105] 入射ウィンドウ 114 及び出射ウィンドウ 115 は、 CaF_2 結晶または合成石英により形成された基板の両面に、図示しない反射抑制膜をコートしたものである。入射ウィンドウ 114 は、レーザ光を透過させて CLBO 結晶 40 に入射させる。出射ウィンドウ 115 は、CLBO 結晶 40 から出射されたレーザ光を透過させる。

[0106] また、セル本体 113 には、セル本体 113 内にパージガスを導入するガス導入管 117 と、セル本体 113 内からパージガスを排出するガス排出管 118 とが接続されている。ガス導入管 117 は、図示しないガスタンクに接続されている。ガス排出管 118 は、大気中にパージガスを放出する。なお、ガス排出管 118 は、図示しない外気連通配管に接続されていてもよい。パージガスは、非線形結晶としての CLBO 結晶と反応しにくいガスである。パージガスとして、Ar ガスまたは He ガスを用いることが好ましい。パージガスは、ほぼ一定の流速でセル本体 113 の内部に導入され、排気される。

[0107] セル 111 は、2次元駆動部 52 及び 1次元駆動部 53 が作動すると、結晶ホルダ 51 とともに駆動される。

[0108] 7. 2 効果

第4の実施形態によれば、結晶ホルダ 51 をセル 111 内をパージガスでパージすることにより、結晶ホルダ 51 は、汚染物質の発生源である 2次元駆動部 52 及び 1次元駆動部 53 から隔離されているので、汚染物質が非線形結晶に付着することを抑制することができる。

[0109] 特に、セル 111 は、第3の実施形態のチャンバ 101 よりもサイズを小さくすることが可能であるため、パージガスの使用量を少なくすることができる。これは、非線形結晶として CLBO 結晶を用いる場合には、パージガ

スとして、安価な窒素ガスを用いることは好ましくなく、C L B O 結晶と反応しにくい高価な A r ガスまたは H e ガスを用いることが好ましいためである。

[0110] 8. 移動装置の変形例

第1～第4の実施形態では、移動装置の駆動部を、ギアなどの機械構成部品が用いられていないボイスコイルモータにより構成している。ギアなどの機械構成部品が用いられていないアクチュエータとして、ボイスコイルモータの他に、 piezo アクチュエータや超音波モータがある。上記各実施形態において、ボイスコイルモータに代えて、 piezo アクチュエータや超音波モータにより移動装置の駆動部を構成してもよい。

[0111] 8. 1 第1の変形例

図16は、第1の変形例に係る移動装置120を示す断面図である。移動装置120は、結晶ホルダ51と、6軸ステージユニット121と、チャンバ131と、を含む。6軸ステージユニット121は、第1のプレート122と、第2のプレート123と、6個の piezo アクチュエータ124と、を含む。

[0112] 結晶ホルダ51は、第1のプレート122上に固設されている。各 piezo アクチュエータ124は、第1のプレート122と第2のプレート123との間に接続されている。

[0113] piezo アクチュエータ124は、対向配置された図示しない2個のステータと、2個のステータの間に配置された図示しないスライダとで構成されている。ステータは、図示しない圧電体素子により構成されている。圧電体素子に印加する電圧及びその極性を制御することにより、 piezo アクチュエータ124が伸長または収縮する。 piezo アクチュエータ124の構成については、特開2011-204947号公報に開示されている。

[0114] 制御部17が各 piezo アクチュエータ124の伸縮を制御することにより、第1のプレート122及び結晶ホルダ51を、移動及び回転させる。6軸ステージユニット121は、少なくとも、結晶ホルダ51のV軸方向及びH

軸方向への直線駆動と、H軸を中心軸とした θ 方向への回転駆動とを可能とする。

[0115] チャンバ131は、チャンバ本体132と、入射ウィンドウ133と、出射ウィンドウ134と、を含む。チャンバ本体132は、箱形状であり、内部に結晶ホルダ51と6軸ステージユニット121とを収容している。。

[0116] チャンバ本体132には、CLBO結晶40に入射するレーザ光の経路に対応する位置に入射側開口部132aが形成されている。また、チャンバ本体132には、レーザ光がCLBO結晶40から出射されるレーザ光の経路に対応する位置に出射側開口部132bが形成されている。入射ウィンドウ133は、入射側開口部132aを塞ぐように、リング135aを介してチャンバ本体132に接合されている。出射ウィンドウ134は、出射側開口部132bを塞ぐように、リング135bを介してチャンバ本体132に接合されている。

[0117] 入射ウィンドウ133及び出射ウィンドウ134は、CaF₂結晶または合成石英により形成された基板の両面に、図示しない反射抑制膜をコートしたものである。入射ウィンドウ133は、レーザ光を透過させてCLBO結晶40に入射させる。出射ウィンドウ134は、CLBO結晶40から出射されたレーザ光を透過させる。

[0118] また、チャンバ本体132には、チャンバ本体132内にパージガスを導入するガス導入管136と、チャンバ本体132内からパージガスを排出するガス排出管137とが接続されている。ガス導入管136は、図示しないガスタンクに接続されている。ガス排出管137は、大気中にパージガスを放出する。なお、ガス排出管137は、図示しない外気連通配管に接続されていてもよい。パージガスは、非線形結晶としてのCLBO結晶と反応しにくいガスである。パージガスとして、ArガスまたはHeガスを用いることが好ましい。パージガスは、ほぼ一定の流速でチャンバ本体132の内部に導入され、排気される。

[0119] ピエゾアクチュエータ124は、ギアなどの機械構成部品を含まず、油を

含む潤滑材は用いられないので、アウトガス等の汚染物質の発生量が少ない。このため、チャンバ131内に6軸ステージユニット121を収容した場合であっても、汚染物質が非線形結晶に付着することを抑制することができる。

[0120] 8. 2 第2の変形例

図17は、第2の変形例に係る移動装置140を示す断面図である。移動装置140は、結晶ホルダ51と、超音波ステージユニット141と、チャンバ131と、を含む。超音波ステージユニット141は、 θ ステージ142と、Vステージ143と、Hステージ144と、を含む。 θ ステージ142、Vステージ143、及びHステージ144は、下からこの順に積層されている。結晶ホルダ51は、Hステージ144に固着されている。

[0121] θ ステージ142は、図示しないロータ、ステータ、及び複数の圧電体素子を含んで構成された超音波モータである。Vステージ143、及びHステージ144は、それぞれ、図示しないスライダ、ステータ、及び複数の圧電体素子を含んで構成された超音波モータである。

[0122] 超音波モータを動作させる際には、圧電体素子に電圧を印加することで圧電体素子を変形させる。この圧電体素子の変形がステータで増幅され、伝搬されることによりステータの表面が波状に変形する。このステータの表面の変形が進行波として移動することにより、ステータと接しているロータまたはステータを駆動する。これにより、 θ ステージ142は、H軸を中心軸とした θ 方向へ回転する。Vステージ143は、V軸方向へ移動する。Hステージ144は、H軸方向へ移動する。

[0123] 制御部17は、超音波モータに含まれる圧電体素子に印加する電圧及びその極性を制御することにより、結晶ホルダ51のV軸方向及びH軸方向への直線駆動と、H軸を中心軸とした θ 方向への回転駆動とを可能とする。

[0124] チャンバ131は、チャンバ本体132と、入射ウィンドウ133と、出射ウィンドウ134と、を含む。チャンバ本体132は、箱形状であり、内部に結晶ホルダ51と超音波ステージユニット141とを収容している。チ

チャンバ１３１は、第１の変形例で説明した構成と同一であるので、説明は省略する。

[0125] θ ステージ１４２、 V ステージ１４３、及び H ステージ１４４を構成する超音波モータは、ギアなどの機械構成部品を含まず、油を含む潤滑材は用いられないので、アウトガス等の汚染物質の発生量が少ない。このため、チャンバ１３１内に超音波ステージユニット１４１を収容した場合であっても、汚染物質が非線形結晶に付着することを抑制することができる。

[0126] 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各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。

[0127] 本明細書及び添付の特許請求の範囲全体で使用する用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」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修飾句「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] 波長変換装置であって、以下を含む少なくとも1つの移動装置を備える：

A. 入射したレーザ光を波長変換して出力する非線形結晶を保持する結晶ホルダ；及び

B. ボイスコイルモータを含む駆動部であって、前記結晶ホルダを、少なくとも前記レーザ光の光路軸方向である第1の方向に直交する方向に移動させる駆動部。

[請求項2] 請求項1に記載の波長変換装置であって、
前記駆動部は、前記レーザ光の前記非線形結晶への入射角度を変更するように前記結晶ホルダを回転させる。

[請求項3] 請求項2に記載の波長変換装置であって、
前記駆動部は、以下を含む：
平面型ボイスコイルモータを含んで構成された2次元駆動部；及び

円筒型ボイスコイルモータを含んで構成された1次元駆動部；
ここで、前記2次元駆動部は、前記第1の方向に直交する第2の方向への直線駆動と、前記第1及び第2の方向に直交する第3の方向を中心とした回転駆動とを行い、

前記1次元駆動部は、前記第3の方向への直線駆動を行う。

[請求項4] 請求項3に記載の波長変換装置であって、
前記1次元駆動部は、前記2次元駆動部に保持されており、
前記結晶ホルダは、前記1次元駆動部に保持されている。

[請求項5] 請求項4に記載の波長変換装置であって、
前記2次元駆動部は、以下を含む：

前記第2の方向へ駆動力を発生する第1及び第2のボイスコイルモータ；及び

前記第1の方向へ駆動力を発生する第3及び第4のボイスコイル

モータ；

ここで、前記第 1 及び第 2 のボイスコイルモータは、それぞれ同一方向に駆動力を発生することにより、前記第 2 の方向への直線駆動を行い、

前記第 3 及び第 4 のボイスコイルモータは、互いに逆方向に駆動力を発生することにより、前記第 3 の方向を中心とした回転駆動とを行う。

[請求項 6] 請求項 5 に記載の波長変換装置であって、
前記 2 次元駆動部は、前記 1 次元駆動部を保持した可動プレートをさらに含み、
前記可動プレートは、第 1 ～第 4 のボイスコイルモータにより駆動される。

[請求項 7] 請求項 6 に記載の波長変換装置であって、
前記 2 次元駆動部は、前記可動プレートを摺動可能に支持する摺動支持部材をさらに含む。

[請求項 8] 請求項 3 に記載の波長変換装置であって、
前記移動装置は、以下をさらに含む：

C. 前記 2 次元駆動部を付勢する付勢部材。

[請求項 9] 請求項 3 に記載の波長変換装置であって、
前記駆動部は、平面型ボイスコイルモータに対応して設けられた少なくとも 1 つのホールセンサをさらに含み、
前記 2 次元駆動部は、前記ホールセンサから出力される検出信号に基づいて制御される。

[請求項 10] 請求項 1 に記載の波長変換装置であって、
前記非線形結晶は、CLBO 結晶である。

[請求項 11] 請求項 3 に記載の波長変換装置であって、
前記移動装置は、以下をさらに含む：

D. 前記結晶ホルダ内に配置されたヒータ；及び

E. 前記結晶ホルダ内に配置された温度センサ；

前記ヒータは、前記温度センサから出力される検出信号に基づいて制御される。

[請求項12] 請求項11に記載の波長変換装置であって、

前記ヒータ及び前記温度センサに接続された複数のケーブルは、前記円筒型ボイスコイルモータに含まれるヨーク、磁石、及びコイルの内側に挿通されている。

[請求項13] 請求項4に記載の波長変換装置であって、

前記移動装置は、以下をさらに含む：

F. 容器本体とベローズとにより構成された密封容器；

ここで、前記容器本体は、前記2次元駆動部を収容しており、

前記ベローズは、前記1次元駆動部を収容しており、前記第3の方向に沿って伸縮する。

[請求項14] 請求項4に記載の波長変換装置であって、

前記移動装置は、以下をさらに含む：

G. 容器本体とベローズとにより構成された容器；及び

H. チャンバ本体、入射ウィンドウ、及び出射ウィンドウを含むチャンバ；

ここで、前記容器本体は、前記2次元駆動部を収容しており、

前記ベローズは、前記1次元駆動部を収容しており、前記第3の方向に沿って伸縮し、

前記チャンバ本体は、前記結晶ホルダを囲うように前記容器本体に接合されており、

前記入射ウィンドウは、前記レーザ光を透過させて前記非線形結晶に入射させ、

前記出射ウィンドウは、前記非線形結晶から出射されたレーザ光を透過させる。

[請求項15] 請求項14に記載の波長変換装置であって、

前記チャンバは、以下をさらに含む：

前記チャンバ本体内にパージガスを導入するガス導入管；及び
前記チャンバ本体内から前記パージガスを排出するガス排出管。

[請求項16] 請求項15に記載の波長変換装置であって、
前記非線形結晶は、C L B O結晶であり、
前記パージガスは、A rガスまたはH eガスである。

[請求項17] 請求項1に記載の波長変換システムであって、
前記移動装置は、以下をさらに含む：

Ⅰ．前記結晶ホルダを収容するセル。

[請求項18] 請求項17に記載の波長変換装置であって、
前記セルは、以下を含む：

前記結晶ホルダを収容するセル本体；

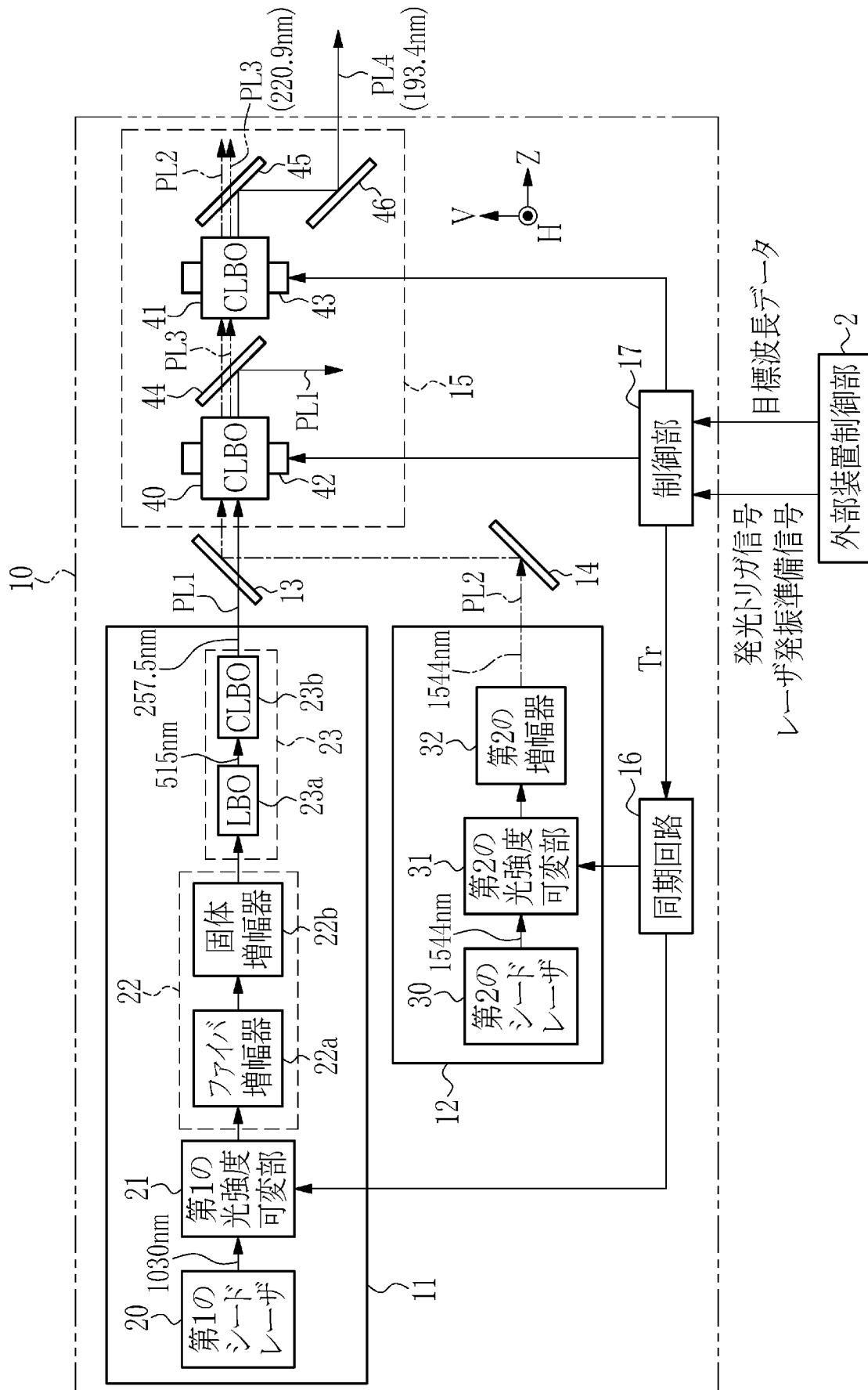
前記レーザ光を透過させて前記非線形結晶に入射させる入射ウィンドウ；

前記非線形結晶から出射されたレーザ光を透過させる出射ウィンドウ；

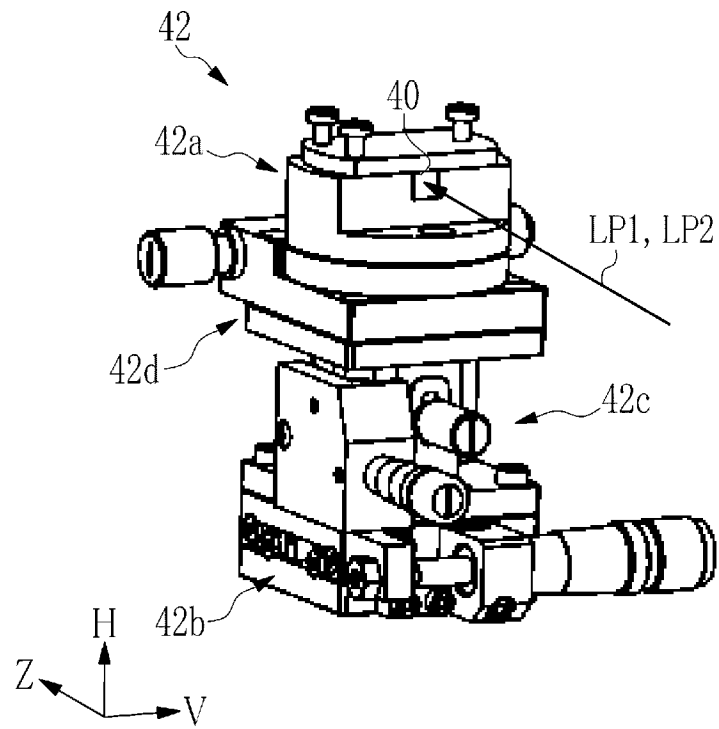
前記セル本体内にパージガスを導入するガス導入管；及び
前記セル本体内から前記パージガスを排出するガス排出管。

[請求項19] 請求項18に記載の波長変換装置であって、
前記非線形結晶は、C L B O結晶であり、
前記パージガスは、A rガスまたはH eガスである。

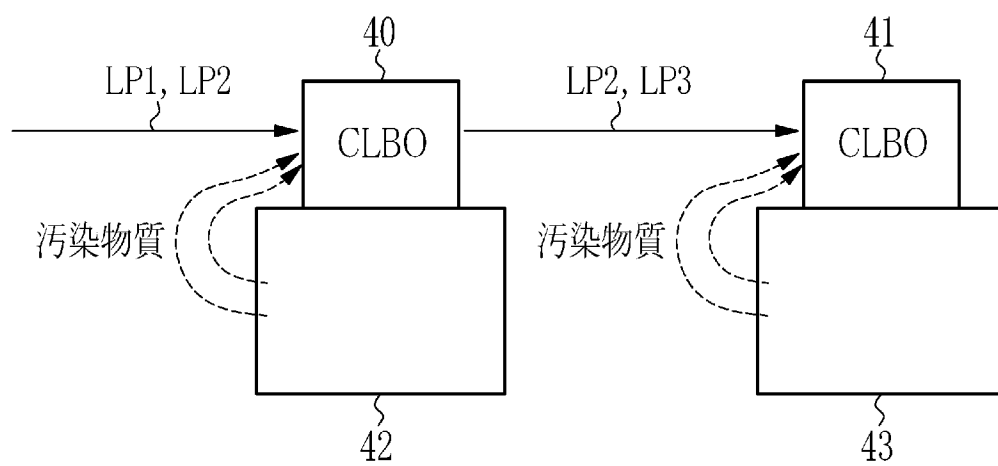
[図1]



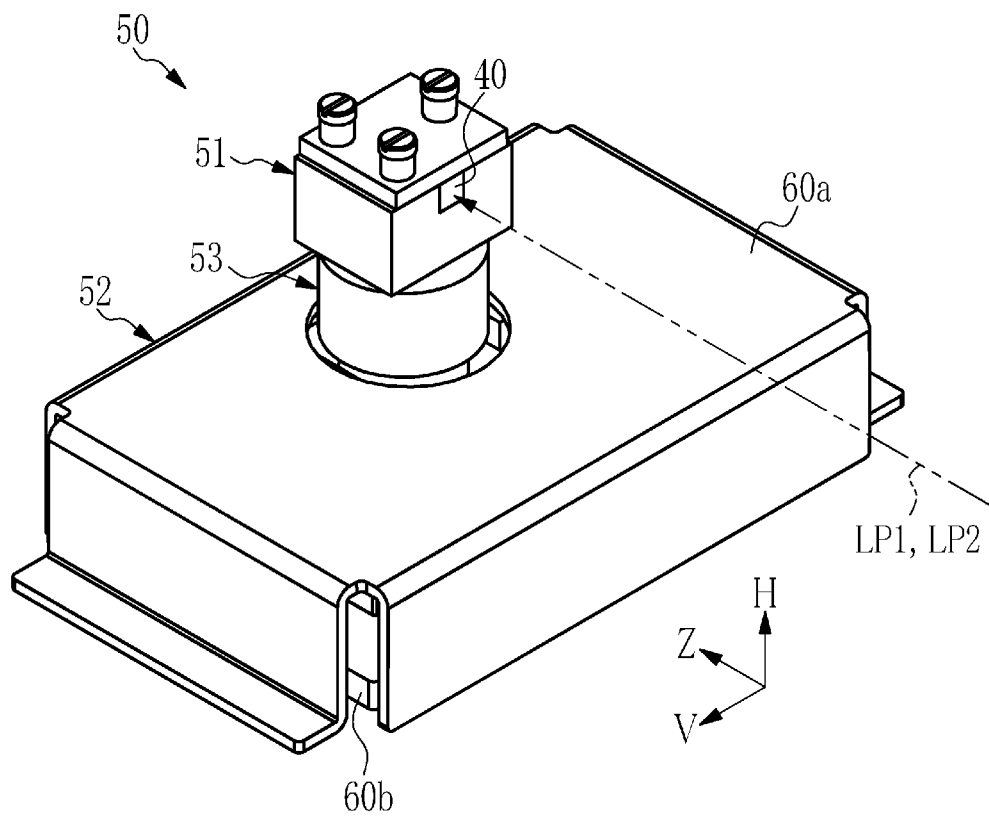
[図2]



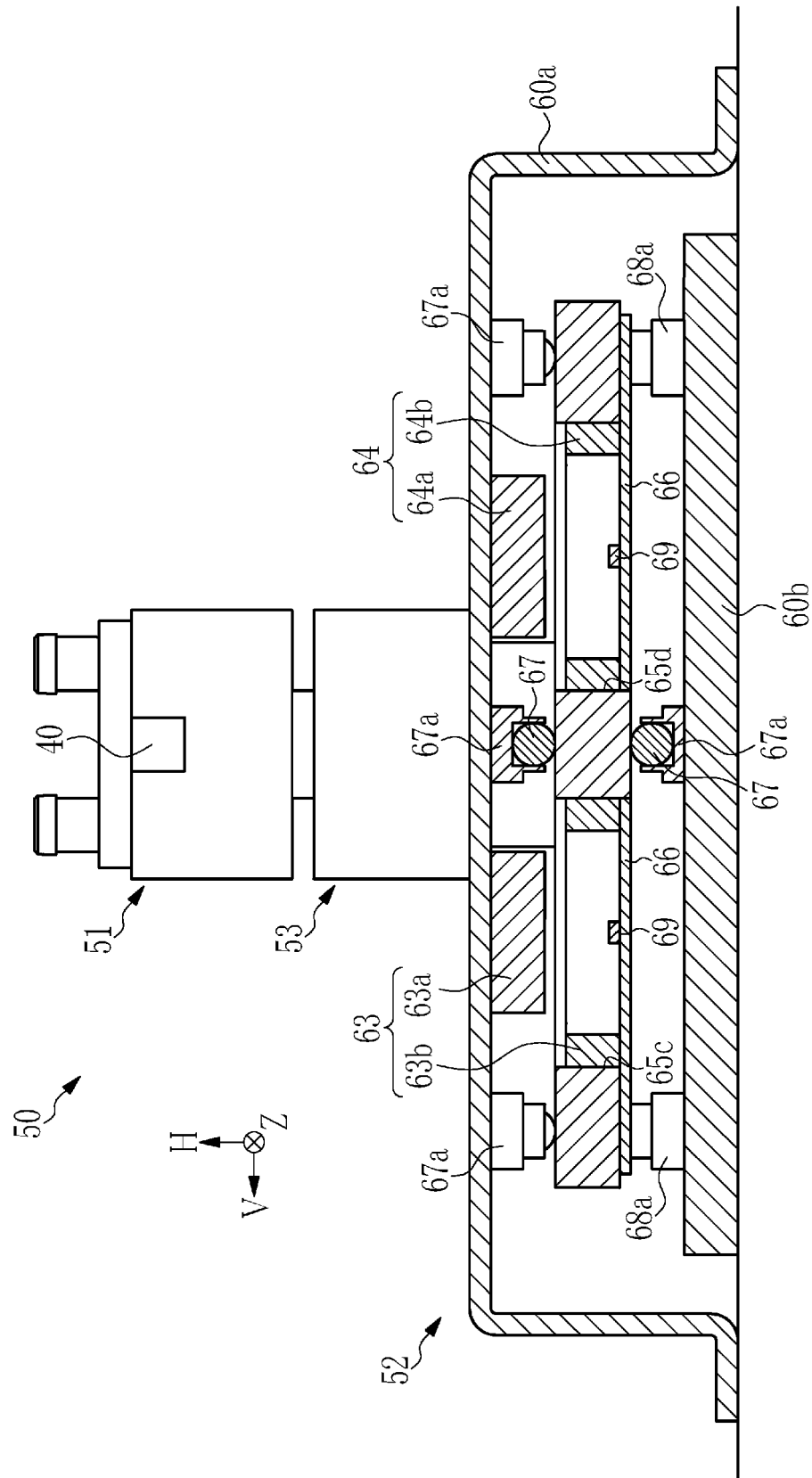
[図3]



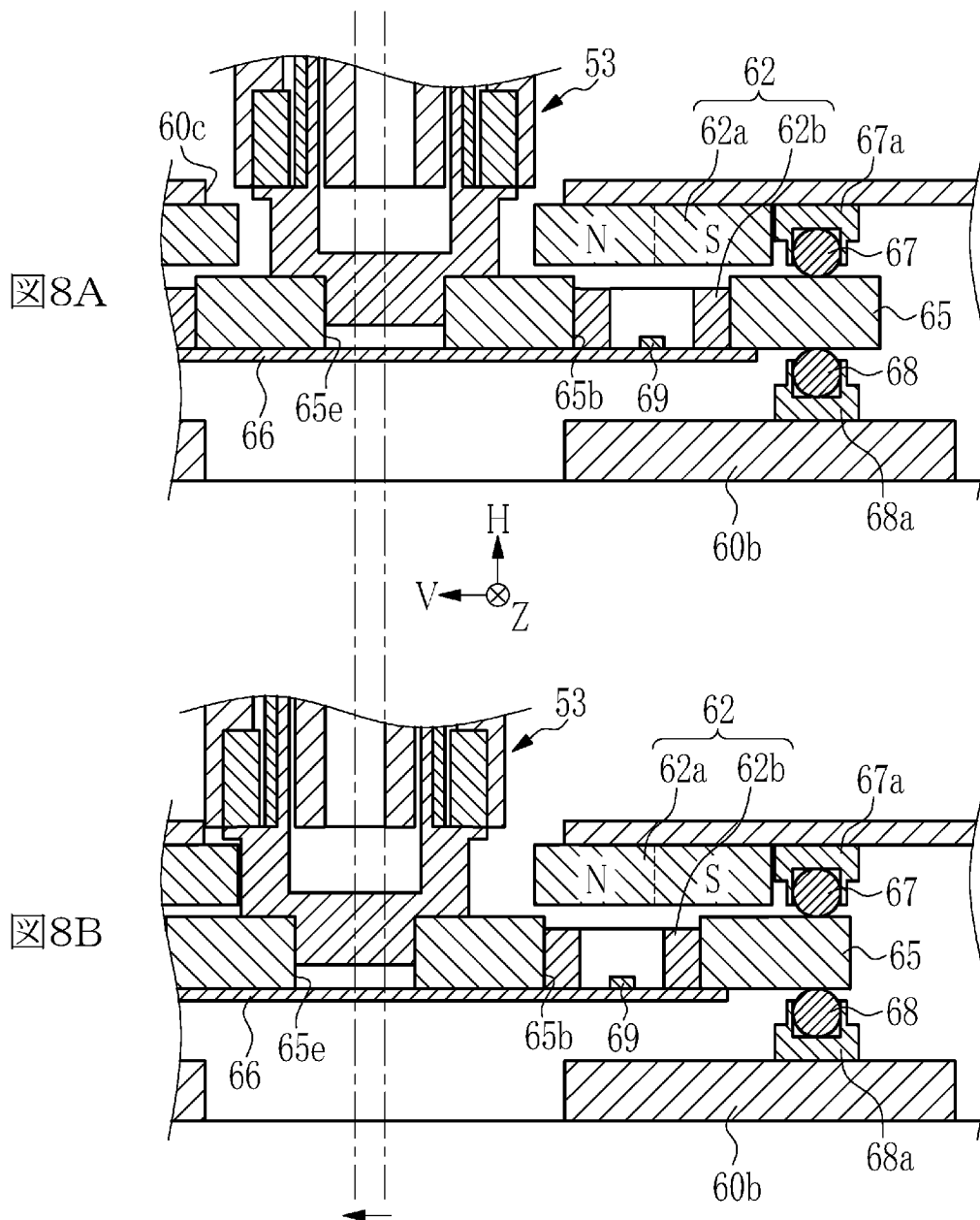
[図4]



[図7]



[図8]



[図10]

図10A

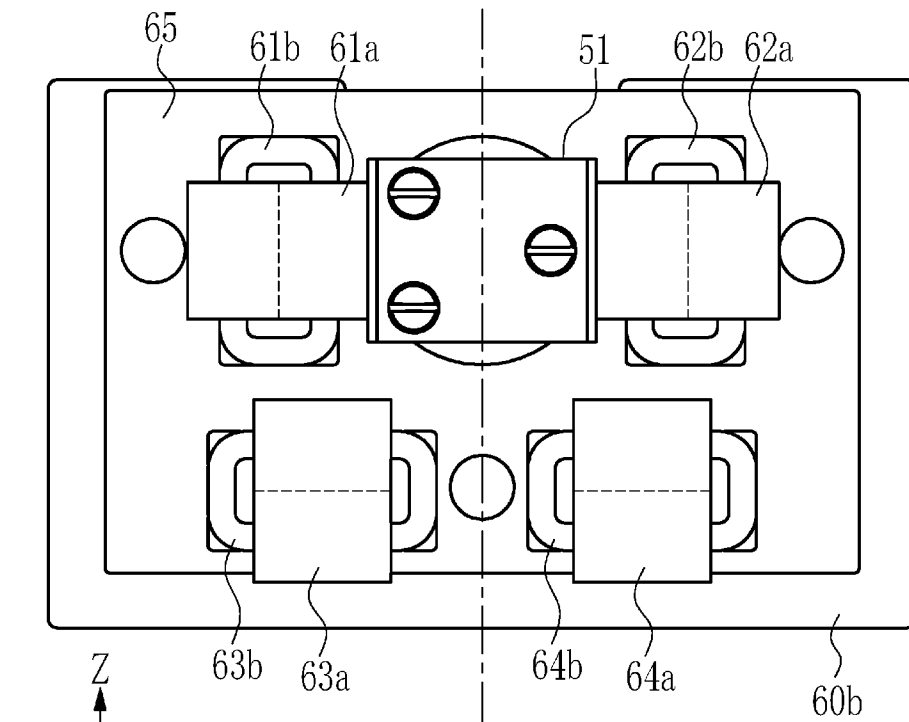
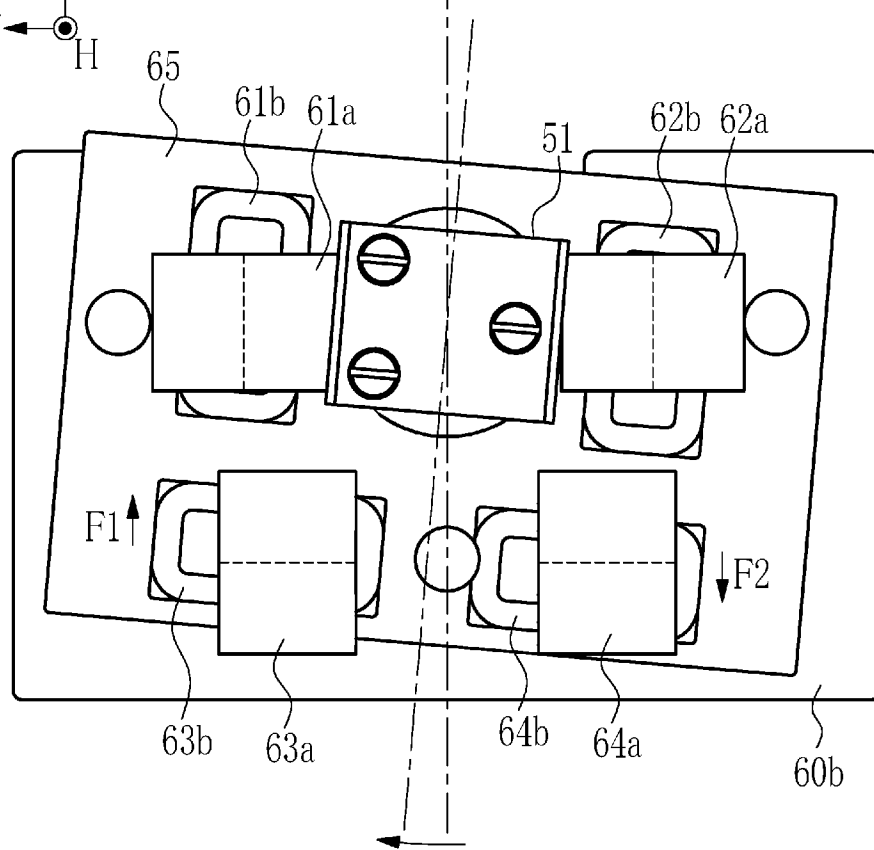
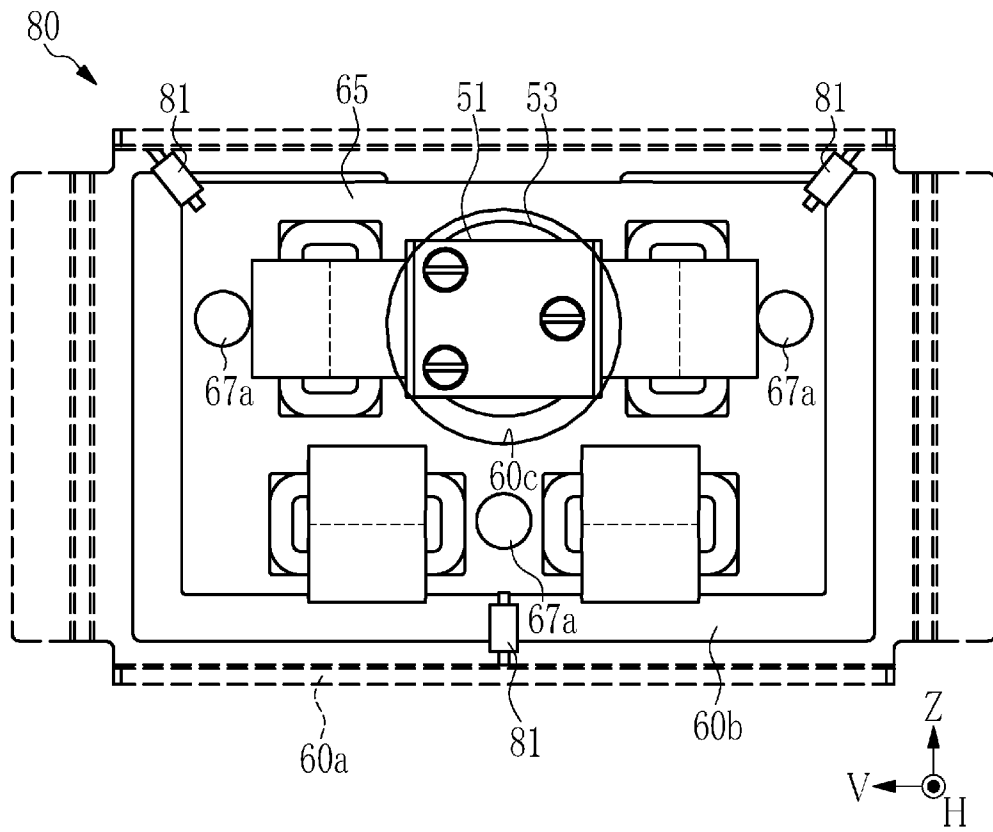


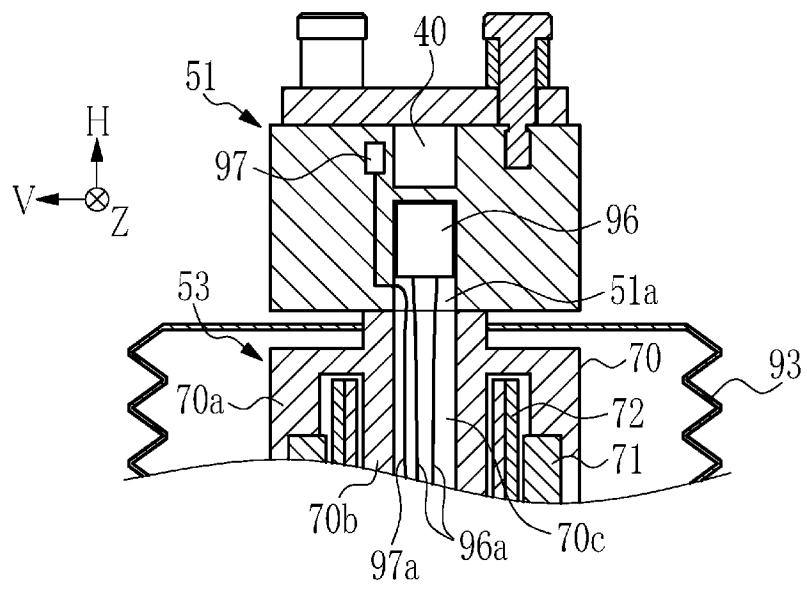
図10B



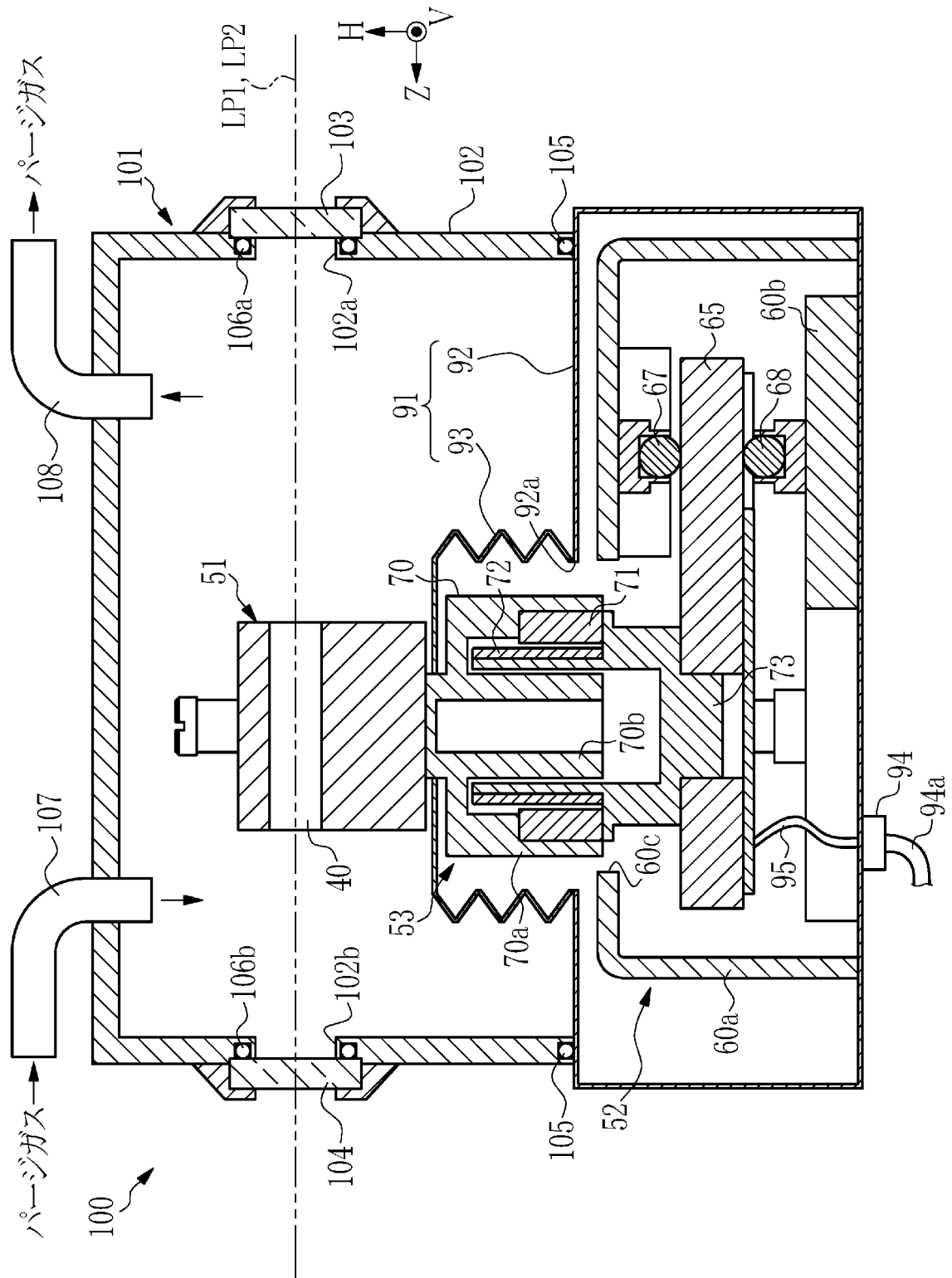
[図11]



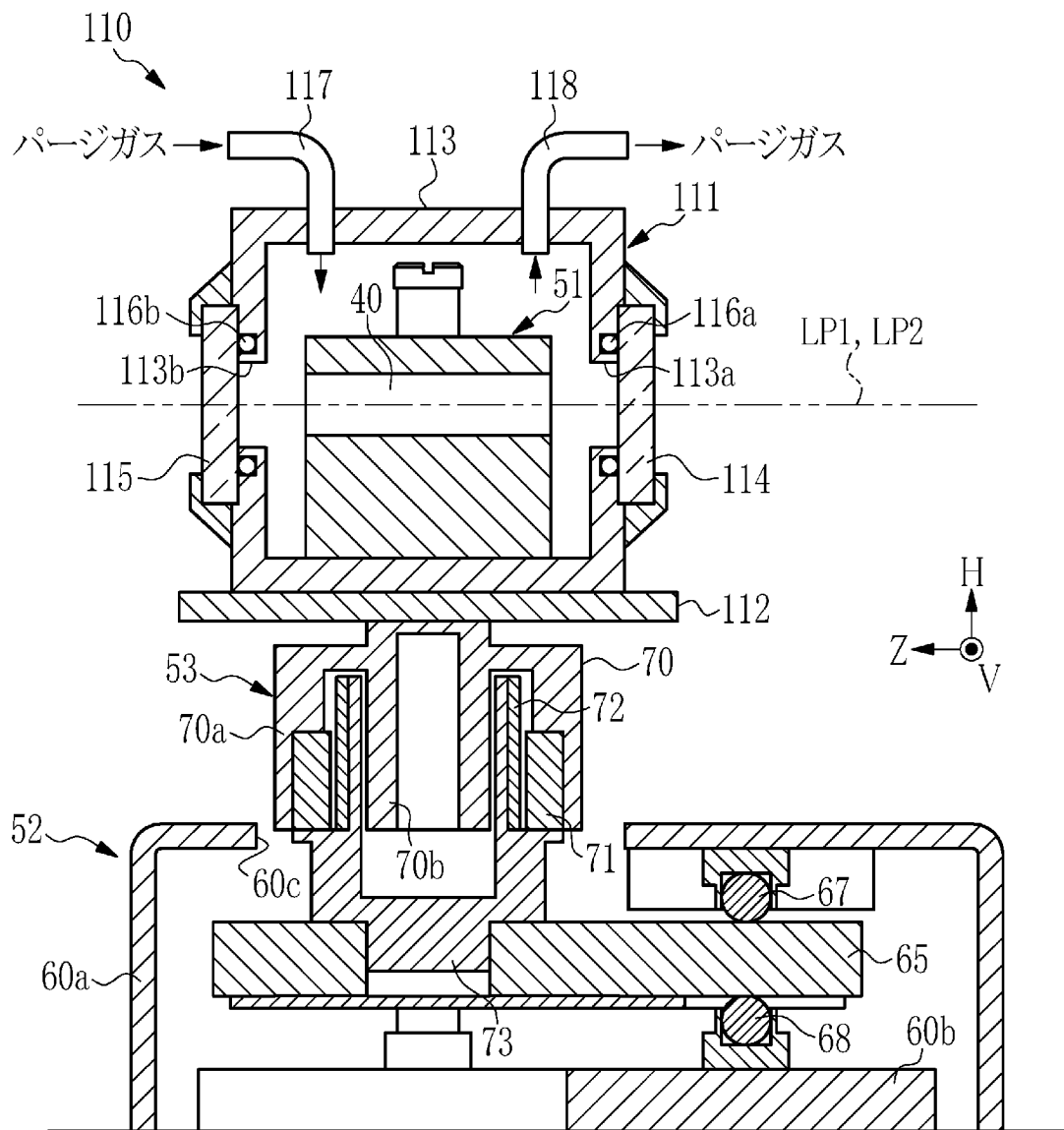
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/37(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)

G02F1/37

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.
Y A	JP 2011-507305 A (KLA-Tencor Corp.), 03 March 2011 (03.03.2011), paragraphs [0021] to [0031]; fig. 1 to 4 & US 2012/0160856 A1 paragraphs [0040] to [0051]; fig. 1 to 4 & US 8298335 B2 & JP 5752417 B2 & WO 2009/082460 A2	1-2, 10, 17-19 3-9, 11-16
Y A	US 2014/0362880 A1 (KLA-Tencor Corp.), 11 December 2014 (11.12.2014), paragraph [0064] & WO 2014/201152 A1 & EP 3008779 A1 & TW 201504739 A & CN 105379032 A & KR 10-2016-0018768 A & JP 2016-526699 A	1-2, 10, 17-19 3-9, 11-16

☒ 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
14 September 2016 (14.09.16)

Date of mailing of the international search report
04 October 2016 (04.10.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070235

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-347234 A (Sony Corp.), 15 December 2000 (15.12.2000), paragraphs [0023] to [0024], [0050] & US 6494584 B1 column 5, lines 60 to 68; column 11, lines 8 to 18 & KR 10-2001-0007292 A	1-2, 10, 17-19 3-9, 11-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02F1/37 (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. G02F1/37

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
Y A	JP 2011-507305 A（ケーエルエーテンカー・コーポレーション） 2011.03.03, [0021]-[0031], [図1]-[図4] & US 2012/0160856 A1, 段落[0040]-[0051], 図1-4 & US 8298335 B2 & JP 5752417 B2 & WO 2009/082460 A2	1-2, 10, 17-19 3-9, 11-16
Y A	US 2014/0362880 A1 (KLA-Tencor Corporation) 2014.12.11, [0064] & WO 2014/201152 A1 & EP 3008779 A1 & TW 201504739 A & CN 105379032 A & KR 10-2016-0018768 A & JP 2016-526699 A	1-2, 10, 17-19 3-9, 11-16

☒ 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

14.09.2016

国際調査報告の発送日

04.10.2016

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）

佐藤 宙子

2 L

9316

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2000-347234 A (ソニー株式会社) 2000. 12. 15, [0023]-[0024], [0050] & US 6494584 B1, 第 5 欄 60-68 行, 第 11 欄 8-18 行 & KR 10-2001-0007292 A	1-2, 10, 17-19 3-9, 11-16