

(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
2022年12月1日(01.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/249257 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 3/137 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/019662

(22) 国際出願日: 2021年5月24日(24.05.2021)

(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).

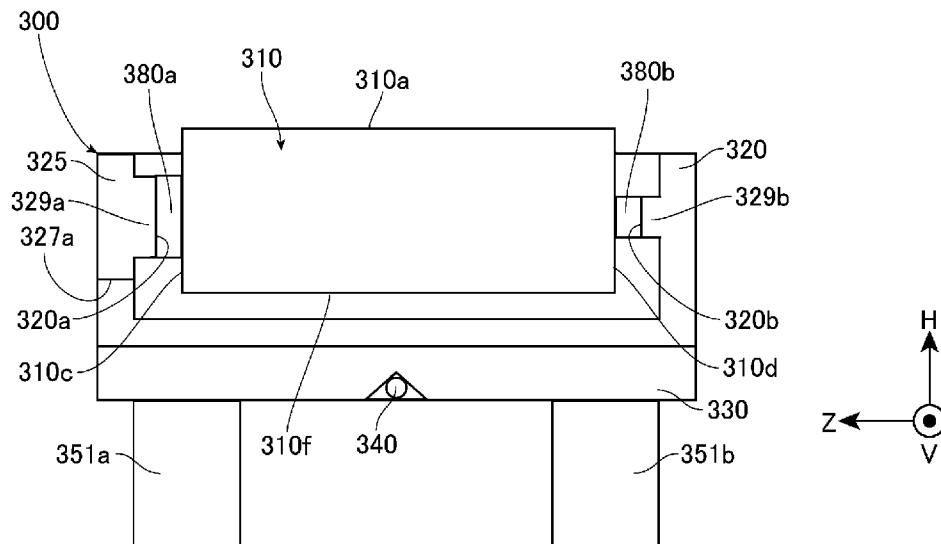
(72) 発明者: 大賀 仁(**OHGA Hitoshi**); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 森 村 靖 男 (**MORIMURA Yasuo**); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目10番9号 秋葉原花岡ビル6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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** BAND-NARROWING MODULE, GAS LASER DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 狭帯域化モジュール、ガスレーザ装置、及び電子デバイスの製造方法



(57) **Abstract:** This band-narrowing module comprises: a prism; a mirror including a reflective surface for reflecting light transmitted through the prism, first and second adjacent surfaces that are adjacent to the reflective surface, and a facing surface that faces the reflective surface; a grating that disperses the wavelength of the light reflected by the reflective surface; a holding unit that holds the mirror; a first adhesive agent provided between the holding unit and the first adjacent surface or between the holding unit and the facing surface, the first adhesive agent bonding the mirror to the holding unit; a second adhesive agent provided between the holding unit and the second adjacent surface, the second adhesive agent bonding the mirror to the holding unit; and a drive unit that causes the holding unit to rotate such that the mirror rotates about a line perpendicular to a plane in which the wavelength of the light is dispersed, said line serving as an axis, the second adhesive agent being positioned on the side opposite from the first adhesive agent with reference to a center line that



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

passes through the center of the mirror and that is parallel to the axis when the reflective surface is viewed from the front.

(57) 要約: 狭帯域化モジュールは、プリズムと、プリズムを透過する光を反射する反射面と、反射面に隣接する第1隣接面及び第2隣接面と、反射面に対向する対向面とを含むミラーと、反射面が反射する光を波長分散するグレーティングと、ミラーを保持する保持部と、保持部と第1隣接面との間または保持部と対向面との間に設けられ、ミラーを保持部に接着する第1接着剤と、保持部と第2隣接面との間に設けられ、ミラーを保持部に接着する第2接着剤と、光が波長分散する平面に垂直な線を軸に軸周りにミラーが回転するように、保持部を回転させる駆動部と、を備え、第2接着剤は、反射面を正面視する場合に軸に平行でミラーの中心を通る中心線を基準にして第1接着剤とは反対側に位置する。

明 細 書

発明の名称：

狭帯域化モジュール、ガスレーザ装置、及び電子デバイスの製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、狭帯域化モジュール、ガスレーザ装置、及び電子デバイスの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体露光装置においては、半導体集積回路の微細化及び高集積化につれて、解像力の向上が要請されている。このため、露光用光源から放出される光の短波長化が進められている。例えば、露光用のガスレーザ装置としては、波長約248.0nmのレーザ光を出力するKrFエキシマレーザ装置、ならびに波長約193.4nmのレーザ光を出力するArFエキシマレーザ装置が用いられる。

[0003] KrFエキシマレーザ装置及びArFエキシマレーザ装置の自然発振光のスペクトル線幅は、350pm～400pmと広い。そのため、KrF及びArFレーザ光のような紫外線を透過する材料で投影レンズを構成すると、色収差が発生してしまう場合がある。その結果、解像力が低下し得る。そこで、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、色収差が無視できる程度となるまで狭帯域化する必要がある。そのため、ガスレーザ装置のレーザ共振器内には、スペクトル線幅を狭帯域化するために、狭帯域化素子（エタロンやグレーティング等）を含む狭帯域化モジュール（Line Narrow Module：LNM）が備えられる場合がある。以下では、スペクトル線幅が狭帯域化されるガスレーザ装置を狭帯域化ガスレーザ装置という。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2017-9933号公報

特許文献2：米国特許第6867848号明細書

特許文献3：米国特許第7113263号明細書

特許文献4：特開2019-3046号公報

概要

- [0005] 本開示の一態様による狭帯域化モジュールは、プリズムと、プリズムを透過する光を反射する反射面と、反射面に隣接する第1隣接面及び第2隣接面と、反射面に対向する対向面とを含むミラーと、反射面が反射する光を波長分散するグレーティングと、ミラーを保持する保持部と、保持部と第1隣接面との間または保持部と対向面との間に設けられ、ミラーを保持部に接着する第1接着剤と、保持部と第2隣接面との間に設けられ、ミラーを保持部に接着する第2接着剤と、光が波長分散する平面に垂直な線を軸に軸周りにミラーが回転するように、保持部を回転させる駆動部と、を備え、第2接着剤は、反射面を正面視する場合に軸に平行でミラーの中心を通る中心線を基準にして第1接着剤とは反対側に位置してもよい。
- [0006] 本開示の一態様によるガスレーザ装置は狭帯域化モジュールを備え、狭帯域化モジュールは、プリズムと、プリズムを透過する光を反射する反射面と、反射面に隣接する第1隣接面及び第2隣接面と、反射面に対向する対向面とを含むミラーと、反射面が反射する光を波長分散するグレーティングと、ミラーを保持する保持部と、保持部と第1隣接面との間または保持部と対向面との間に設けられ、ミラーを保持部に接着する第1接着剤と、保持部と第2隣接面との間に設けられ、ミラーを保持部に接着する第2接着剤と、光が波長分散する平面に垂直な線を軸に軸周りにミラーが回転するように、保持部を回転させる駆動部と、を備え、第2接着剤は、反射面を正面視する場合に軸に平行でミラーの中心を通る中心線を基準にして第1接着剤とは反対側に位置してもよい。
- [0007] 本開示の一態様による電子デバイスの製造方法は、プリズムと、プリズムを透過する光を反射する反射面と、反射面に隣接する第1隣接面及び第2隣接面と、反射面に対向する対向面とを含むミラーと、反射面が反射する光を

波長分散するグレーティングと、ミラーを保持する保持部と、保持部と第1隣接面との間または保持部と対向面との間に設けられ、ミラーを保持部に接着する第1接着剤と、保持部と第2隣接面との間に設けられ、ミラーを保持部に接着する第2接着剤と、光が波長分散する平面に垂直な線を軸に軸周りにミラーが回転するように、保持部を回転させる駆動部と、を備え、第2接着剤は、反射面を正面視する場合に軸に平行でミラーの中心を通る中心線を基準にして第1接着剤とは反対側に位置する狭帯域化モジュールを備えるガスレーザ装置によってレーザ光を生成し、レーザ光を露光装置に出力し、電子デバイスを製造するために、露光装置内で感光基板上にレーザ光を露光してもよい。

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、電子デバイスの製造装置の全体の概略構成例を示す模式図である。

[図2]図2は、比較例のガスレーザ装置の全体の概略構成例を示す模式図である。

[図3]図3は、比較例におけるミラーユニットの第1概略構成例を示す模式図である。

[図4]図4は、図3に示すミラーユニットの正面図である。

[図5]図5は、比較例におけるミラーユニットの第2概略構成例を示す模式図である。

[図6]図6は、図5に示すミラーユニットの正面図である。

[図7]図7は、実施形態1におけるミラーユニットの概略構成例を示す模式図である。

[図8]図8は、図7に示すミラーユニットの正面図である。

[図9]図9は、板部材側から見るミラーユニットの側面図である。

[図10]図10は、実施形態1の変形例1におけるミラーユニットの正面図で

ある。

[図11]図 1 1 は、実施形態 1 の変形例 2 におけるミラーユニットの概略構成例を示す模式図である。

[図12]図 1 2 は、図 1 1 に示すミラーユニットの正面図である。

[図13]図 1 3 は、実施形態 2 におけるミラーユニットの正面図である。

[図14]図 1 4 は、実施形態 2 の変形例 1 におけるミラーユニットの正面図である。

[図15]図 1 5 は、実施形態 2 の変形例 2 におけるミラーユニットの正面図である。

[図16]図 1 6 は、実施形態 3 におけるミラーユニットの正面図である。

[図17]図 1 7 は、実施形態 3 の変形例におけるミラーユニットの正面図である。

[図18]図 1 8 は、実施形態 4 における接着剤の周辺の拡大図である。

[図19]図 1 9 は、実施形態 4 の変形例における接着剤の周辺の拡大図である。

[図20]図 2 0 は、実施形態 5 におけるミラーユニットの正面図である。

[図21]図 2 1 は、実施形態 6 における駆動部の配置を説明する図である。

[図22]図 2 2 は、実施形態 6 の変形例におけるミラーユニットの概略構成例を示す模式図である。

[図23]図 2 3 は、実施形態 6 の変形例における駆動部の配置を説明する図である。

実施形態

[0009] 1. 電子デバイスの露光工程で使用される電子デバイスの製造装置の説明

2. 比較例のガスレーザ装置の説明

2. 1 構成

2. 2 動作

2. 3 課題

3. 実施形態 1 の狭帯域化モジュールの説明

- 3. 1 構成
- 3. 2 作用・効果
- 4. 実施形態2の狭帯域化モジュールの説明
 - 4. 1 構成
 - 4. 2 作用・効果
- 5. 実施形態3の狭帯域化モジュールの説明
 - 5. 1 構成
 - 5. 2 作用・効果
- 6. 実施形態4の狭帯域化モジュールの説明
 - 6. 1 構成
 - 6. 2 作用・効果
- 7. 実施形態5の狭帯域化モジュールの説明
 - 7. 1 構成
 - 7. 2 作用・効果
- 8. 実施形態6の狭帯域化モジュールの説明
 - 8. 1 構成
 - 8. 2 作用・効果

[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. 電子デバイスの露光工程で使用する電子デバイスの製造装置の説明

図1は、電子デバイスの露光工程で使用する電子デバイスの製造装置の全体の概略構成例を示す模式図である。図1に示すように、露光工程で 사용되는製造装置は、ガスレーザ装置100及び露光装置200を含む。露光装置200は、複数のミラー211, 212, 213を含む照明光学系21

0と、投影光学系220とを含む。照明光学系210は、ガスレーザ装置100から入射するレーザ光によって、レチクルステージRTのレチクルパターンを照明する。投影光学系220は、レチクルを透過するレーザ光を、縮小投影してワークピーステーブルWT上に配置される不図示のワークピースに結像させる。ワークピースは、フォトリソが塗布される半導体ウエハ等の感光基板である。露光装置200は、レチクルステージRTとワークピーステーブルWTとを同期して平行移動させることにより、レチクルパターンを反映するレーザ光をワークピースに露光する。以上のような露光工程によって半導体ウエハにデバイスパターンを転写することで電子デバイスである半導体デバイスを製造することができる。

[0012] 2. 比較例のガスレーザ装置の説明

2. 1 構成

比較例のガスレーザ装置100について説明する。なお、本開示の比較例とは、出願人のみにによって知られていると出願人が認識している形態であって、出願人が自認している公知例ではない。

[0013] 図2は、本例のガスレーザ装置100の全体の概略構成例を示す模式図である。ガスレーザ装置100は、例えば、アルゴン(Ar)、フッ素(F₂)、及びネオン(Ne)を含む混合ガスを使用するArFエキシマレーザ装置である。この場合、ガスレーザ装置100は、中心波長が約193.4nmのパルスレーザ光を出力する。ガスレーザ装置100は、ArFエキシマレーザ装置以外のガスレーザ装置であってもよく、例えば、クリプトン(Kr)、F₂、及びNeを含む混合ガスを使用するKrFエキシマレーザ装置であってもよい。この場合、ガスレーザ装置100は、中心波長が約248.0nmのパルスレーザ光を出射する。レーザ媒質であるAr、F₂、及びNeを含む混合ガスやレーザ媒質であるKr、F₂、及びNeを含む混合ガスは、レーザガスと呼ばれる場合がある。なお、ArFエキシマレーザ装置及びKrFエキシマレーザ装置のそれぞれで使用される混合ガスでは、Neの代わりに、高純度の窒素(N₂)、またはヘリウム(He)が用いられてもよい。

- [0014] 本例のガスレーザ装置100は、筐体110と、筐体110の内部空間に配置されるレーザ発振器130、検出部151、及びプロセッサ190と、を主な構成として含む。
- [0015] レーザ発振器130は、チャンバ装置CHと、不図示の充電器と、不図示のパルスパワーモジュールと、狭帯域化モジュール60と、出力結合ミラー70と、を主な構成として含む。
- [0016] 図2においては、レーザ光の進行方向に略垂直な方向から見るチャンバ装置CHの内部構成が示されている。チャンバ装置CHは、筐体30と、一對のウィンドウ31a、31bと、一對の電極32a、32bとを主な構成として備える。以下では、チャンバ装置CHから出射するパルスレーザ光の光軸方向と平行な方向をZ方向、Z方向に直交する方向をH方向、Z方向及びH方向に直交する方向をV方向として説明する。
- [0017] 筐体30は、不図示のレーザガス供給装置から不図示の配管を介して筐体30の内部空間に上記のレーザガスを供給され、内部空間においてレーザガスを封入する。レーザガスの励起によって発生する光は、ウィンドウ31a、31bに進行する。
- [0018] ウィンドウ31a及びウィンドウ31bは、筐体30における互いに対向する位置に設けられている。ウィンドウ31aはガスレーザ装置100から露光装置200へのレーザ光の進行方向におけるフロント側に位置し、ウィンドウ31bは当該進行方向におけるリア側に位置している。ウィンドウ31a、31bは、レーザ光のP偏光の反射が抑制されるように、レーザ光の進行方向に対してブリュースター角をなすように傾けられている。ウィンドウ31aは筐体30のフロント側の壁面の孔に配置され、ウィンドウ31bは筐体30のリア側の壁面の孔に配置される。
- [0019] 電極32a、32bの長手方向はレーザ光の進行方向に沿っており、電極32a、32bは筐体30の内部空間において互いに対向して配置されている。電極32bは、V方向において電極32aの下方に位置しており、見易さのため電極32aより大きく図示されているが、電極32aと概ね同じ大

きさである。電極 3 2 a と電極 3 2 b との間の空間は、ウインドウ 3 1 a とウインドウ 3 1 b とにより挟まれている。電極 3 2 a, 3 2 b は、グロー放電によりレーザ媒質を励起するための放電電極である。本例では、電極 3 2 a がカソードであり、電極 3 2 b がアノードである。

[0020] 電極 3 2 a は、不図示の絶縁部によって支持されている。絶縁部は、筐体 3 0 に連続する不図示の開口を塞いでいる。絶縁部は、絶縁体を含む。絶縁体には、例えば、 F_2 ガスとの反応性が低いアルミナセラミックスを挙げることができる。また、絶縁部には、導電部材からなる不図示のフィードスルーが配置されている。フィードスルーは、パルスパワーモジュールから供給される電圧を電極 3 2 a に印加する。電極 3 2 b は、不図示の電極ホルダ部に支持されていると共に、電極ホルダ部に電氣的に接続されている。

[0021] 不図示の充電器は、パルスパワーモジュールの中に設けられる不図示のコンデンサを所定の電圧で充電する直流電源装置である。充電器は、筐体 3 0 の外部に配置されており、パルスパワーモジュールに接続されている。パルスパワーモジュールは、プロセッサ 1 9 0 によって制御される不図示のスイッチを含む。スイッチがプロセッサ 1 9 0 の制御によって OFF から ON になると、パルスパワーモジュールは、充電器から印加される電圧を昇圧してパルス状の高電圧を生成し、この高電圧を電極 3 2 a, 3 2 b に印加する。高電圧が印加されると、電極 3 2 a と電極 3 2 b との間の絶縁が破壊され、放電が起こる。この放電のエネルギーにより、筐体 3 0 内のレーザガスが励起されて高エネルギー準位に移行する。励起されるレーザガスが、その後低エネルギー準位に移行するとき、そのエネルギー準位差に応じた光を放出する。放出される光は、ウインドウ 3 1 a, 3 1 b を透過して筐体 3 0 の外部に出射する。

[0022] 狭帯域化モジュール 6 0 は、筐体 6 8 と、筐体 6 8 の内部空間に配置されるプリズム 6 1, 6 2, 6 3, 6 4、ミラーユニット 3 0 0、及びグレーティング 6 6 と、を主な構成として含む。筐体 6 8 は、光路管 6 8 a を介して筐体 3 0 のリア側に接続されている。具体的には、光路管 6 8 a の一端は、

ウインドウ 31 b を囲むように筐体 30 のリア側に接続されている。また、光路管 68 a の他端は、筐体 68 に連続している開口を囲むように筐体 68 に接続されている。

[0023] プリズム 61, 62, 63, 64 は、ウインドウ 31 b から出射する光のビーム幅を拡大させて、当該光をグレーティング 66 に入射させる。また、プリズム 61, 62, 63, 64 は、グレーティング 66 からの反射光のビーム幅を縮小させると共に、当該光をウインドウ 31 b を介して筐体 30 の内部空間に戻す。

[0024] それぞれのプリズム 61, 62, 63, 64 は、例えば、フッ化カルシウム、石英、或いはフッ化カルシウム及び石英の組み合わせによって構成される。プリズム 61, 62, 63, 64 は、それぞれの底面が直角三角形の形状である直角三角柱状の形状をしている。プリズム 61 の 3 つの側面のうちの底面の斜辺を含む側面には、側面に進行するレーザ光の P 偏光の反射が抑制されるように、膜が成膜される。3 つの側面のうちの残りの 2 つの側面は互いに垂直である。当該 2 つの側面には、当該 2 つの側面に進行するレーザ光の反射が抑制されるように、膜が成膜される。これら膜は、 SiO_2 、 MgF_2 、 LaF_3 、及び GdF_3 のうち少なくとも 1 つを含む膜であってもよい。特に、膜の材料には、紫外線に強いフッ化物系の材料が用いられるとよい。また、膜の材料には、プリズム 61 の材料と同系の材料が用いられるとよい。上記において、プリズム 61 の底面及び側面について説明したが、他のプリズム 62, 63, 64 についても同じである。

[0025] それぞれのプリズム 61, 62, 63, 64 は、ステージである載置部 61 D, 62 D, 63 D, 64 D に固定されている。載置部 61 D, 62 D, 64 D は筐体 68 の内部空間において筐体 68 の底面に固定されている。従って、プリズム 61, 62, 64 は、筐体 68 及びグレーティング 66 に対して動かない。一方、載置部 63 D は回転ステージ 63 a に固定され、回転ステージ 63 a は筐体 68 の内部空間において筐体 68 の底面に固定されている。回転ステージ 63 a は、プリズム 63 から出射する光が波長分散する

HZ平面に垂直なV軸を軸に軸周りに載置部63D及びプリズム63を回転させる。回転ステージ63aは、筐体68の外部に配置されている不図示のプリズム駆動部に接続されている。プリズム駆動部はモータであり、回転ステージ63aはプリズム駆動部の制御によって回転する。プリズム駆動部は、プロセッサ190に電氣的に接続されている。プロセッサ190は露光装置200及び検出部151に電氣的に接続されている。プロセッサ190には、ガスレーザ装置100が出射すべき光の波長に係る信号が露光装置200から入力される。また、プロセッサ190には、検出部151が計測するパルスレーザ光のパルスエネルギーを示す信号が検出部151から入力される。プロセッサ190は、これら信号を基にプリズム駆動部を制御する。従って、プロセッサ190は、プリズム駆動部を制御することで、回転ステージ63aの回転角を調整することができる。なお、載置部63Dは、回転ステージ63aと一体となってもよい。

[0026] ミラーユニット300は、ミラー310と、保持部320と、回転ステージ330と、軸340と、駆動部351a, 351bと、を主な構成として含む。

[0027] ミラー310は、狭帯域化モジュール60における光の光路上において、プリズム63とプリズム64との間に配置される。ミラー310は、プリズム63からの光をプリズム64に向けて反射すると共に、プリズム64からの光をプリズム63に向けて反射する。すなわち、ミラー310は筐体68の内部空間を進行する光を折り返すことによって、筐体68の内部空間において限られたスペースに合うように光の光路が調整される。ミラー310は、光の光路を調整できれば、他のプリズムの間に配置されてもよいし、プリズム64とグレーティング66との間に配置されてもよい。

[0028] ミラー310は接着剤を介して保持部320に保持され、保持部320は回転ステージ330に固定される。軸340は、回転ステージ330にV方向に沿って配置されている。回転ステージ330は、駆動部351a, 351bに接続されており、駆動部351a, 351bの制御によって軸340

を軸に軸周りに回転することで、保持部320及びミラー310を軸340を軸に軸周りに回転させる。駆動部351a, 351bは、プロセッサ190に電氣的に接続されている。プロセッサ190は、回転ステージ63aと同様に、露光装置200からの信号及び検出部151からの信号を基に、駆動部351a, 351bを制御する。従って、プロセッサ190は、駆動部351a, 351bを制御することで、回転ステージ330の回転角を調整することができる。ミラーユニット300の構成の詳細な説明は、図5及び図6を用いて後述する。

[0029] プリズム63及びミラー310が僅かに回転して向きが変化することで、プリズム63及びミラー310から出射する光の向きが変化し、グレーティング66へ入射する光の入射角が調整される。グレーティング66への光の入射角が調整されることで、グレーティング66で反射されてチャンバ装置CHに入射する光の波長が調整される。従って、筐体30のウィンドウ31bから出射する光がプリズム61, 62, 63, 64及びミラー310を介してグレーティング66で反射されることで、筐体30に入射する光の波長は、所望の波長に調整される。なお、プリズムの数は、本例では4つであるが、プリズム63のように回転するプリズムを少なくとも1つを含めば、3つ以下であってもよく、5つ以上であってもよい。

[0030] グレーティング66は、分散光学素子である。グレーティング66の表面は高反射率の材料によって構成され、表面に多数の溝が所定間隔で設けられている。各溝の断面形状は、例えば、直角三角形である。プリズム64からグレーティング66に入射する光は、これらの溝によってHZ平面に波長分散して反射されると共に、光の波長に応じた方向に回折させられる。グレーティング66は、プリズム64からグレーティング66に入射する光の入射角と、所望波長の回折光の回折角とが一致するようにリトロ配置されている。これにより、所望の波長付近の光がプリズム61, 62, 63, 64及びミラー310を介して筐体30に戻される。本例では、グレーティング66は、約193.4nmの波長に対してブレードされたエシェールグレー

ティングであってもよい。グレーティング66はステージである載置部66Dに固定されており、載置部66Dは筐体68の内部空間において筐体68に固定されている。従って、グレーティング66は、筐体68に対して動かない。

[0031] 出力結合ミラー70は、ウインドウ31aと対向している。出力結合ミラー70には、部分反射膜がコートされている。出力結合ミラー70は、ウインドウ31aからのレーザ光のうちの一部を透過させて、他の一部を反射させてウインドウ31aを介して筐体30の内部空間に戻す。出力結合ミラー70は、例えば、フッ化カルシウムの基板に誘電体多層膜が成膜された素子で構成される。出力結合ミラー70は、筐体30のフロント側に接続されると共にウインドウ31aを囲う光路管70aの内部空間に不図示のダンパを介して固定される。

[0032] 筐体30を挟んで設けられるグレーティング66と出力結合ミラー70とで、上記のレーザガスから放出される光が共振する共振器が構成される。筐体30は共振器の光路上に配置されており、筐体30から出射する光はグレーティング66と出力結合ミラー70との間を往復する。往復する光は、電極32aと電極32bとの間のレーザゲイン空間を通過する度に増幅される。増幅される光の一部は、パルスレーザ光として出力結合ミラー70を透過し、検出部151に進行する。

[0033] 検出部151は、筐体151aと、ビームスプリッタ151bと、光センサ151cと、を主な構成として含む。筐体151aには開口が連続しており、この開口を囲むように光路管70aが接続されている。このため、筐体151aは、この開口を通じて光路管70aと連通している。

[0034] ビームスプリッタ151bは、筐体151aの内部空間においてパルスレーザ光の光路上に配置される。ビームスプリッタ151bは、出力結合ミラー70側から進行するパルスレーザ光の一部を高い透過率で出射ウインドウ161に透過させる。また、ビームスプリッタ151bは、当該パルスレーザ光の他の一部を光センサ151cの受光面に向けて反射する。

- [0035] 光センサ151cは、筐体151aの内部空間に配置される。光センサ151cは、光センサ151cの受光面に入射するパルスレーザ光のパルスエネルギーを計測する。光センサ151cは、プロセッサ190に電氣的に接続されており、計測するパルスエネルギーを示す信号をプロセッサ190に出力する。プロセッサ190は、当該信号を基に電極32a, 32bに印加する電圧を制御する。
- [0036] 筐体151aにおける光路管70aが接続される側と反対側には、開口が連続しており、この開口を囲むように光路管161aが接続されている。このため、筐体151aの内部空間と光路管161aの内部空間とは、互いに連通している。また、光路管161aは、筐体110に接続されている。筐体110における光路管161aに囲まれる位置には、出射ウィンドウ161が設けられている。検出部151のビームスプリッタ151bを透過する光は、出射ウィンドウ161から筐体110の外部の露光装置200に出射する。
- [0037] 光路管68a, 70a, 161aや、筐体68, 151aの内部空間には、不図示の配管を介してパージガスが充填されている。パージガスには、酸素等の不純物の少ない高純度窒素等の不活性ガスが含まれる。パージガスは、筐体110の外に配置されている不図示のパージガス供給源から、不図示の配管を通じて光路管68a, 70a, 161aや、筐体68, 151aの内部空間に供給される。
- [0038] 本開示のプロセッサ190は、制御プログラムが記憶される記憶装置と、制御プログラムを実行するCPUとを含む処理装置である。プロセッサ190は、本開示に含まれる各種処理を実行するために特別に構成又はプログラムされている。また、プロセッサ190は、ガスレーザ装置100全体を制御する。また、プロセッサ190は、露光装置200の不図示のプロセッサに電氣的に接続されており、当該プロセッサとの間で各種信号を送受信する。
- [0039] 次に、比較例のミラーユニット300の第1概略構成例について説明する

。図3は比較例のミラーユニット300の第1概略構成例を示す模式図であり、図4は図3に示すミラーユニット300の正面図である。図3及び図4に示すミラーユニット300では、図2に示すミラーユニット300とは構成の一部が異なっており、回転ステージ330及び駆動部351a, 351bが配置されておらず、一对の板ばね360a, 360bが配置され、駆動部371が配置される。図4では、ミラー310及び保持部320のうちの板ばね360a, 360bによって覆われる部分を破線で示し、H方向において保持部320の下方に配置される軸340及び駆動部371を当該破線とは別の破線で示している。

[0040] ミラー310は、四角柱状の形状をしている。ミラー310は、プリズムを透過する光を反射する反射面310a及び反射面310aを除く面を含む。反射面310aは、ミラー310の表面でありVZ平面に沿っており、VZ平面においてZ方向に長い長方形形状である。反射面310aを除く面は、側面と、反射面310aに対向するミラー310の裏面とを含む。側面は反射面310aに隣接する隣接面であり、裏面は反射面310aに対向する対向面である。

[0041] 保持部320は底部を備える枠状の部材であり、保持部320のうちの枠である周壁の内側には開口が設けられ、周壁及び開口はVZ平面においてZ方向に長い長方形形状である。保持部320において、ミラー310はミラー310の裏面を介して底部の表面に載置される。また、保持部320の周壁は、ミラー310の側面と保持部320の周壁の内周面との間に隙間が設けられるように、ミラー310の側面を囲う。H方向において、周壁の上面は、反射面310aよりも低い位置に位置する。ミラー310が載置される上記表面とは反対側の底部の裏面には、V溝が設けられる。当該V溝には軸340が配置され、V溝及び軸340は光が波長分散するHZ平面に垂直なV方向に沿っている。また、V溝及び軸340は、Z方向において保持部320の端側に設けられる。図3及び図4に示す軸340は、棒状の部材である。

[0042] 板ばね 360a, 360b の主面は、VZ 平面のうちの V 方向に長い長方形形状である。それぞれの板ばね 360a, 360b は、Z 方向における反射面 310a の両端側に配置され、ミラー 310 を保持部 320 の底壁である底部に押し付けてミラー 310 を保持部 320 に固定する。

[0043] 駆動部 371 は保持部 320 の底部の裏面に配置され、駆動部 371 の駆動軸は H 方向に沿っており保持部 320 の底部の裏面に固定される。駆動部 371 は、Z 方向において軸 340 とは反対側における保持部 320 の端側に配置される。また、駆動部 371 は、V 方向において保持部 320 の概ね中央に配置される。駆動部 371 は、例えば、ステッピングモータである。駆動部 371 の駆動によって駆動軸が保持部 320 を H 方向に押し引きすると、保持部 320 は軸 340 を軸に軸周りに回転する。これにより、ミラー 310 は軸 340 を軸に軸周りに回転し、ミラー 310 の回転角が調整される。

[0044] 次に、比較例のミラーユニット 300 の第 2 概略構成例について説明する。図 5 は、比較例のミラーユニット 300 の第 2 概略構成例を示す模式図である。図 6 は、図 5 に示すミラーユニット 300 の正面図である。図 5 及び図 6 では、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。図 6 では、H 方向においてミラー 310 の下方に配置される接着剤 380a, 380b, 380c を破線で示している。図 5 及び図 6 に示すミラーユニット 300 は、図 2 に示すミラーユニット 300 であって、図 3 に示すミラーユニット 300 とは別のミラーユニットである。図 2 では、接着剤 380a, 380b, 380c は見易さのため省略されている。

[0045] 接着剤 380a, 380b, 380c は、ミラー 310 のうち反射面 310a を除く面と保持部 320 との間に設けられ、当該面と保持部 320 とに接着し、ミラー 310 を保持部 320 に接着する。比較例では、接着剤 380a, 380b, 380c は、ミラー 310 の裏面と保持部 320 の底部の表面との間の VZ 平面に設けられ、ミラー 310 を保持部 320 に接着する

。接着剤380a, 380b, 380cには例えばエポキシ樹脂を挙げることができ、接着剤380a, 380b, 380cは接着時に硬化収縮する。接着剤380a, 380b, 380cの高さは、H方向において概ね同じである。接着剤380aは、軸340を基準にして、具体的には軸340に平行でミラー310の中心を通る中心線341を基準にして、接着剤380b, 380cとは反対側に設けられる。接着剤は2つでもよいが、3つ以上の方が接着剤によって面が規定されると共に当該面が固定されるためミラー310の姿勢が安定する。また、4つ以上の接着剤がVZ平面に設けられる場合、それぞれの接着剤の高さの違いによって反射面310aが歪んでしまうことがある。従って、接着剤は3つであることが好ましい。

[0046] 保持部320は、上記のように、接着剤380a, 380b, 380cを介してミラー310を保持する。また、保持部320は、回転ステージ330の表面に載置され、不図示の締結部材によって回転ステージ330に固定される。ミラー310は、保持部320と共に回転ステージ330に対して交換可能となる。なお、回転ステージ330は、保持部320と一体となってもよい。

[0047] 回転ステージ330の裏面にはV溝が設けられ、V溝には軸340が配置される。V溝及び軸340は、V方向に沿っている。図5及び図6に示す軸340は、棒状の部材であるが、実体のない仮想的な軸であってもよい。また、V溝及び軸340は、Z方向においてミラー310及び回転ステージ330の概ね中央に設けられ、反射面310aを正面視する場合にミラー310の中心を通る。

[0048] また、回転ステージ330の裏面には、駆動部351a, 351bが配置される。駆動部351a, 351bは、 piezo素子である。駆動部351a, 351bは、中心線341を基準にして対称に配置される。駆動部351a, 351bは、V方向において回転ステージ330の概ね中央に配置される。

[0049] 2. 2 動作

次に、比較例のガスレーザ装置１００の動作について説明する。なお、以下では、図５及び図６に示すミラーユニット３００を用いて説明する。

[0050] ガスレーザ装置１００がパルスレーザ光を出射する前の状態で、光路管６８ａ，７０ａ，１６１ａの内部空間や、筐体６８，１５１ａの内部空間には、不図示のパージガス供給源からパージガスが充填される。また、筐体３０の内部空間には、不図示のレーザガス供給装置からレーザガスが供給される。

[0051] ガスレーザ装置１００がパルスレーザ光を出射する際には、プロセッサ１９０は、充電器に所定の充電電圧を設定すると共に、スイッチをＯＮにする。これにより、パルスパワーモジュールは、充電器に保持されている電気エネルギーからパルス状の高電圧を生成し、電極３２ａと電極３２ｂとの間に高電圧が印加される。高電圧が印加されると、電極３２ａと電極３２ｂとの間の絶縁が破壊され放電が起こる。放電が起こると、この放電のエネルギーにより、電極３２ａと電極３２ｂとの間のレーザガスに含まれるレーザ媒質は励起状態となり、基底状態に戻る際に自然放出光を放出する。この光の一部は、紫外線であり、ウインドウ３１ｂを透過する。透過した光は、プリズム６１，６２，６３，６４を透過すると光の進行方向に幅を拡大されると共に、波長分散される。また、プリズム６３からの光は、ミラー３１０によってプリズム６４に向かって反射され、プリズム６４を介してグレーティング６６に導かれる。光は所定の角度でグレーティング６６に入射して回折し、所望波長の光が入射角と同じ反射角でグレーティング６６によって反射される。グレーティング６６によって反射された光は、プリズム６１，６２，６３，６４及びミラー３１０を介して、再びウインドウ３１ｂから筐体３０の内部空間に伝搬する。筐体３０の内部空間に伝搬する光は、狭帯域化されている。この狭帯域化された光により、励起状態のレーザ媒質は誘導放出を起こし、光が増幅される。光は、ウインドウ３１ａを透過して、出力結合ミラー７０に進行する。光の一部は出力結合ミラー７０を透過して、光の残りの一部は出力結合ミラー７０によって反射されてウインドウ３１ａを透過して

筐体 30 の内部空間に伝搬する。筐体 30 の内部空間に伝搬した光は、上記したようにウインドウ 31 b、プリズム 61, 62, 63, 64、及びミラー 310 を介してグレーティング 66 に進行する。こうして、所定の波長の光がグレーティング 66 と出力結合ミラー 70 との間を往復する。光は筐体 30 の内部空間における放電空間を通過するたびに増幅され、レーザ発振が起こる。そして、レーザ光の一部は、パルスレーザ光として出力結合ミラー 70 を透過して、ビームスプリッタ 151 b に進行する。ところで、上記のようにウインドウ 31 a, 31 b は、レーザ光の P 偏光の反射が抑制されるように、レーザ光の進行方向に対してブリュースター角をなすように傾けられている。また、上記したようにプリズム 61, 62, 63, 64 のそれぞれの側面には、それぞれのプリズム 61, 62, 63, 64 の外部からこれら側面に進行するレーザ光の P 偏光の反射が抑制されるように、膜が成膜される。従って、ビームスプリッタ 151 b に進行するパルスレーザ光は狭帯域化され、H 方向の偏光成分が高くなる。

[0052] ビームスプリッタ 151 b に進行するパルスレーザ光のうちの一部は、ビームスプリッタ 151 b で反射される。反射されるパルスレーザ光は光センサ 151 c で受光され、光センサ 151 c は受光するパルスレーザ光のパルスエネルギーを計測する。光センサ 151 c は、計測するパルスエネルギーを示す信号をプロセッサ 190 に出力する。また、プロセッサ 190 には、ガスレーザ装置 100 が出射すべき光の波長を示す信号が露光装置 200 から入力されている。プロセッサ 190 は、光センサ 151 c 及び露光装置 200 からの信号に基づいてプリズム駆動部及び駆動部 351 a, 351 b を制御し、回転ステージ 63 a, 330 を回転させる。回転ステージ 330 の回転において、駆動部 351 a, 351 b は、軸 340 を軸に軸周りにミラー 310 が回転するように回転ステージ 330 を介して保持部 320 を回転させる。具体的には、駆動部 351 a, 351 b が互いに逆方向に駆動すると、回転ステージ 330 は、駆動部 351 a, 351 b によって押し引きされ、保持部 320 と共に軸 340 を軸に軸周りに回転する。回転ステージ 6

3 a, 330の回転角は、例えば、概ね±2.5度の範囲である。回転ステージ63a, 330が回転することで、プリズム63及びミラー310の向きが変化する。なお、軸340が実体のない仮想的な軸である場合であっても、駆動部351a, 351bが互いに逆方向に駆動することで、回転ステージ330は、駆動部351a, 351bによって押し引きされ、保持部320と共に当該軸を軸に軸周りに回転する。

[0053] プリズム63及びミラー310の向きが変化することで、グレーティング66で反射されてチャンバ装置CHの筐体30内に戻る光の波長が調整される。つまり、プロセッサ190は、光センサ151c及び露光装置200からの信号を基に、プリズム63及びミラー310の回転角を調整し、パルスエネルギーと目標パルスエネルギーとの差が許容範囲内となるように、充電器の充電電圧をフィードバック制御する。差が許容範囲内となると、ビームスプリッタ151b及び出射ウィンドウ161を透過して露光装置200に入射する。このパルスレーザ光は、中心波長193.4nmの紫外線であるArFレーザ光である。

[0054] 2.3 課題

本例のガスレーザ装置100は、ガスレーザ装置100から露光装置200に向けて出射するパルスレーザ光の発振波長を1～数パルス毎に2つの波長に繰り返し切り替える2波長発振を行う。2波長発振では、ミラー310の回転角の調整によってグレーティング66への入射角が変わることで2つの波長が切り替わる。この2波長発振によって、ワークピースには互いに異なる焦点深度を持つ2つのパルスレーザ光が照射される。2つのパルスレーザ光の焦点深度は、焦点深度が変わらない1波長発振の場合に比べて、ワークピースに対して浅い部分と深い部分とでずれている。これらの2つのパルスレーザ光がワークピースの同一箇所照射されることで、1波長発振の場合に比べて、例えば、ワークピースに対して細く深い均一な穴が加工される。

[0055] ガスレーザ装置100が2波長発振を行う場合、発振波長を2つの波長に

繰り返し切り替えるために、ミラー 310 が高速で回転する必要がある。ところで、図 3 及び図 4 に示すミラーユニット 300 の第 1 概略構成例において、駆動部 371 としてステッピングモータが用いられる場合、ステッピングモータによって回転するミラー 310 の回転速度が 2 波長発振で求められる速度に比べて遅いことがある。回転速度が遅いと、ガスレーザ装置 100 が 2 波長発振を行えないことがある。このため、駆動部 371 では、ステッピングモータの代わりに piezo 素子が用いられ、piezo 素子によってミラー 310 の回転速度は 2 波長発振で求められる速度となる。

[0056] ところで、ミラー 310 の回転速度が速くなると、ミラー 310 の回転によって板ばね 360a, 360b にかかる荷重が大きくなり、荷重によって板ばね 360a, 360b に位置ずれが発生し、板ばね 360a, 360b の固定力が低下してしまうことがある。固定力が低下すると、ミラーユニット 300 全体の剛性が低下してしまうことがある。剛性が低下すると、ミラー 310 の回転の応答性、つまりミラー 310 の回転の制御性が低下してしまう。このため、板ばね 360a, 360b の代わりに接着剤 380a, 380b, 380c が設けられる図 5 及び図 6 に示すミラーユニット 300 が用いられる。

[0057] 接着剤 380a, 380b, 380c は、接着の際、それぞれの硬化収縮によってミラー 310 を反射面 310a に垂直な H 方向において回転ステージ 330 側に引っ張る。これにより、接着剤 380a, 380b, 380c の引張力がミラー 310 にかかると共にミラー 310 を介して反射面 310a に伝搬することがある。引張力が反射面 310a に伝搬すると、反射面 310a が歪んでしまうことがある。特に、接着剤 380a, 380b, 380c がミラー 310 の裏面と保持部 320 の底部の表面とに接着する場合、ミラー 310 の安定性は高くなるが、歪みは大きくなってしまふ。歪みを抑制するためには、接着剤 380a, 380b, 380c の量を少なくすることが挙げられる。しかしながら、接着剤 380a, 380b, 380c の量が少なくなると、それぞれの接着力が低下してしまう。接着力が低下すると

、ミラー３１０の回転の際に接着剤３８０a、３８０b、３８０cにかかる負荷によって、ミラー３１０が接着剤３８０a、３８０b、３８０cから剥がれてしまうことがある。また、保持部３２０及び回転ステージ３３０の固定に締結部材が用いられる場合、保持部３２０が締結部材の締結力によって変形することがある。当該変形において、保持部３２０は、締結部材を中心に反り返ることがある。保持部３２０が上記のように変形すると、変形によって生じる応力が接着剤３８０a、３８０b、３８０cに伝搬することがある。また、当該応力は接着剤３８０a、３８０b、３８０cからミラー３１０を介して反射面３１０aに伝搬し、反射面３１０aが歪んでしまうことがある。上記のような、反射面３１０aの歪み及びミラー３１０の剥がれによって、ガスレーザ装置１００は露光装置２００から要求される性能を満たすパルスレーザ光を出射せず、ガスレーザ装置１００の信頼性が低下するという懸念が生じる。

[0058] そこで、以下の実施形態では、ガスレーザ装置１００の信頼性の低下が抑制され得る狭帯域化モジュール６０が例示される。

[0059] ３．実施形態１の狭帯域化モジュールの説明

次に、実施形態１の狭帯域化モジュール６０について説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0060] ３．１ 構成

図７は、本実施形態のミラーユニット３００の概略構成例を示す模式図である。図８は、図７に示すミラーユニット３００の正面図である。図９は、板部材３２５側から見るミラーユニット３００の側面図である。

[0061] 本実施形態のミラーユニット３００では、保持部３２０が保持部３２０に脱着可能な部材を含む点で、図５及び図６に示すミラーユニット３００とは異なる。以下では、当該部材の一例として、板部材３２５を用いて説明するが、壁部材等であってもよい。また、接着剤３８０aがミラー３１０の側面と保持部３２０の周壁に含まれる板部材３２５とに接着する点と、接着剤３

80b, 380cがミラー310の側面と保持部320の周壁の内周面とに接着する点とで、図5と図6に示すミラーユニット300とは異なる。

[0062] 板部材325は、保持部320の周壁に設けられる切り欠き部327aに配置される。切り欠き部327aは、周壁のうちのHV平面に沿う壁部のうちの一方に設けられ、Z方向において周壁を貫通し、V方向においてミラー310よりも長くされる。板部材325は、V方向において切り欠き部327a及びミラー310よりも短くされる。板部材325は、四角柱状の形状をしており、保持部320と同じ材質である。板部材325のうちのHV平面に沿う側面は、ミラー310のHV平面に沿う一方の側面に向かい合う。板部材325は、ミラー310が切り欠き部327aを通り抜けて周壁の内側に配置された後に、接着剤380aが板部材325における後述する台座329aに接着する状態で、保持部320に配置される。ところで、板部材325は接着剤380aが接着する壁であり、板部材325には一対の貫通孔325aが設けられる。貫通孔325aは、V方向よりもZ方向において長くされ、H方向において板部材325を貫通している。板部材325は、ねじである締結部材325bが貫通孔325aを通過して保持部320に締結することによって、接着剤380aの厚み方向における位置を調整されて、保持部320に固定される。厚み方向は、ミラー310と接着剤380aと保持部320の板部材325とを結ぶZ方向であり、反射面310aを正面視する場合に軸340に直交する方向である。また、厚み方向は、反射面310aに垂直な軸と中心線341とに直交する方向であり、板部材325と接着剤380aとの接着面及びミラー310と接着剤380aとの接着面を結ぶ方向である。なお、板部材325の固定の仕方は上記に限定されず、板部材325は接着によって保持部320に固定されてもよい。

[0063] 板部材325には、台座329aが設けられる。また、保持部320の周壁の内周面にも、台座329b, 329cが設けられる。台座329b, 329cは、中心線341を基準にして台座329aとは反対側に設けられる。

[0064] 保持部320は、ミラー310を保持するために接着剤380a, 380b, 380cが接着する保持面320a, 320b, 320cを含む。保持面320a, 320b, 320cは、互いに異なる面である。保持面320aは、台座329aのうちの第1接着剤である接着剤380aが接着する面である。保持面320bは、台座329bのうちの第2接着剤である接着剤380bが接着する面である。また、保持面320cは、台座329cのうちの第3接着剤である接着剤380cが接着する面である。本実施形態の保持面320a, 320b, 320cは、反射面310aの面内方向に沿うVZ平面に交差し、HV平面に沿っている。保持面320aは、中心線341を基準にして、保持面320b, 320cとは反対側に設けられる。保持面320a, 320b, 320cは円形状であるが、形状は特に限定されない。軸340は、棒状の部材であるが、実体のない仮想的な軸であってもよい。また、軸340は、プリズム63から出射する光が波長分散するHZ平面に垂直な線を含む。

[0065] 接着剤380aは、台座329aにおける保持面320a及び保持面320aに向かい合うミラー310の側面に接着してミラー310を板部材325に接着する。接着剤380bは、台座329bにおける保持面320b及び保持面320bに向かい合うミラー310の側面に接着してミラー310を保持部320に接着する。また、接着剤380cは台座329cにおける保持面320c及び保持面320cに向かい合うミラー310の側面に接着してミラー310を保持部320に接着する。従って、接着剤380b, 380cは、反射面310aを正面視する場合に、軸340を基準にして、具体的には中心線341を基準にして、接着剤380aとは反対側に位置する。正面視とは、反射面310aに垂直なH方向に沿って反射面310aを視することを示す。また、本実施形態のミラー310の中心とは、反射面310aを正面視する場合における反射面310aの対角線の交点である。また、接着剤380aが接着するミラー310の側面は、接着剤380b, 380cが接着するミラー310の側面とは異なる側面であり当該側面に対向する

。本実施形態のミラーユニット300では、接着剤380aが接着するミラー310の側面は反射面310aに隣接する第1隣接面310cであり、接着剤380b、380cが接着するミラー310の側面は反射面310aに隣接する第2隣接面310dである。本実施形態の第1隣接面310cは、第2隣接面310dに対向する。接着剤380b及び台座329bは、接着剤380c及び台座329cと同じHV平面に位置するがV方向においてずれて位置する。このため、接着剤380bは、第2隣接面310dにおいて接着剤380cとは異なる位置にて設けられる。従って、ミラー310は、軸340の左側にて接着剤380aによって1カ所にて保持され、軸340の右側にて接着剤380b、380cによって2カ所にて保持される。

[0066] 接着剤380a、380b、380c及び台座329a、329b、329cは、反射面310aに垂直なH方向において、保持部320の底部の表面よりも反射面310a側に位置している。これにより、ミラー310は、反射面310aに対向する対向面である裏面310fが保持部320の底部の表面から離間している状態で接着剤380a、380b、380cによって保持部320に保持される。接着剤380a、380b、380c及び台座329a、329b、329cのそれぞれの中心は、反射面310aに垂直なH方向において概ね同じ高さ位置に位置する。Z方向において、接着剤380a、380b、380c及び台座329a、329b、329cは、概ね同じ長さである。台座329aは、接着剤380aがV方向においてミラー310の概ね中央に接着するように、設けられる。台座329b、329cは、接着剤380b、380cがV方向においてミラー310の両端側に接着するように、設けられる。

[0067] V方向に沿って見る場合、接着剤380a及び台座329aは駆動部351aの上方に位置し、接着剤380b、380c及び台座329b、329cは駆動部351bの上方に位置する。上方とは、反射面310a側である。また、H方向に沿って見る場合、接着剤380a及び台座329aは駆動部351aの上方に配置され、駆動部351bは接着剤380b及び台座3

29bと接着剤380c及び台座329cとの間に配置される。接着剤380b及び台座329bは、駆動部351bを基準にして接着剤380c及び台座329cとは反対側に設けられる。また、接着剤380b及び台座329bと接着剤380c及び台座329cとは、駆動部351bを基準にして対称に設けられる。

[0068] 台座329aにおける保持面320aの面積は、台座329bにおける保持面320bの面積と台座329cにおける保持面320cの面積との和と概ね同じである。また、保持面320aの面積は、保持面320bの面積と保持面320cの面積とのそれぞれの概ね2倍である。接着剤380a, 380b, 380cのそれぞれは、保持面320a, 320b, 320cのそれぞれの全体に接着する。従って、保持面320aと接着剤380aとの接着面の面積は、保持面320aと接着剤380bとの接着面の面積と保持面320aと接着剤380cとの接着面の面積と和と概ね同じである。また、保持面320aと接着剤380aとの接着面の面積は、保持面320aと接着剤380bとの接着面の面積と保持面320aと接着剤380cとの接着面の面積とのそれぞれの概ね2倍である。上記において保持面320a, 320b, 320cと接着剤380a, 380b, 380cとの接着面の面積のそれぞれの関係について説明したが、ミラー310と接着剤380a, 380b, 380cとの接着面の面積のそれぞれの関係についても同様である。

[0069] ミラーユニット300は、回転ステージ330を保持部320に固定する締結部材401a, 401b, 401c, 401dをさらに備える。締結部材401a, 401b, 401c, 401dは保持部320の底部のうちのミラー310の下方に配置されるため、図8ではそれぞれを破線で示している。締結部材401a, 401b, 401c, 401dの長手方向は、H方向に延在している。締結部材401a, 401b, 401c, 401dは、それぞれが四角形の頂点に位置するように配置される。締結部材401aは中心線341を基準に締結部材401bの反対側に配置され、締結部材40

1 c は中心線 3 4 1 を基準にして締結部材 4 0 1 d の反対側に配置される。
また、締結部材 4 0 1 a は H Z 平面を基準にして締結部材 4 0 1 c の反対側に配置され、締結部材 4 0 1 b は H Z 平面を基準にして締結部材 4 0 1 d の反対側に配置される。締結部材の数や位置は、上記に限定されない。

[0070] 3. 2 作用・効果

本実施形態の狭帯域化モジュール 6 0 では、第 1 接着剤である接着剤 3 8 0 a は、ミラー 3 1 0 の側面である第 1 隣接面 3 1 0 c と保持部 3 2 0 との間に設けられる。第 2 接着剤である接着剤 3 8 0 b は、ミラー 3 1 0 の側面である第 2 隣接面 3 1 0 d と保持部 3 2 0 との間に設けられる。また、接着剤 3 8 0 a 及び接着剤 3 8 0 b は、ミラー 3 1 0 を保持部 3 2 0 に接着する。

[0071] 接着剤 3 8 0 b は接着の際にミラー 3 1 0 の面内方向においてミラー 3 1 0 を保持部 3 2 0 側に向かって引っ張るため、接着剤 3 8 0 b の引張力が面内方向においてミラー 3 1 0 にかかる。この場合、接着剤 3 8 0 b が裏面 3 1 0 f 及び保持部 3 2 0 の底部の表面に接着し、引張力が反射面 3 1 0 a に垂直な H 方向においてミラー 3 1 0 にかかる場合に比べて、反射面 3 1 0 a に伝搬する引張力が低減し得る。引張力が低減すると、反射面 3 1 0 a の歪みが抑制され得る。また、反射面 3 1 0 a の歪みが抑制されるため、反射面 3 1 0 a の歪みを抑制するために接着剤 3 8 0 a, 3 8 0 b の量を少なくすることが不要となり得、接着剤 3 8 0 a, 3 8 0 b の量を少なくすることによるそれぞれの接着力の低下が抑制され得る。接着力の低下が抑制されると、低下する場合に比べて、ミラー 3 1 0 の回転の際に接着剤 3 8 0 a, 3 8 0 b にかかる負荷に対するそれぞれの耐久力が向上し得、ミラー 3 1 0 の剥がれが抑制され得る。上記のように、反射面 3 1 0 a の歪み及びミラー 3 1 0 の剥がれが抑制されると、ガスレーザ装置 1 0 0 は露光装置 2 0 0 から要求される性能を満すパルスレーザ光を出射し得る。従って、ガスレーザ装置 1 0 0 の信頼性の低下が抑制され得る。

[0072] また、接着剤 3 8 0 b は、反射面 3 1 0 a を正面視する場合に、軸 3 4 0

に平行でミラー３１０の中心を通る中心線３４１を基準にして接着剤３８０ aとは反対側に位置する。この場合、ミラー３１０の回転によって接着剤３８０ a, ３８０ bに負荷がかかっても、接着剤３８０ a, ３８０ bが中心線３４１を基準にして同じ側に設けられる場合に比べて、接着剤３８０ a, ３８０ bからのミラー３１０の剥がれが抑制され得る。

[0073] ところで、締結部材４０１ a, ４０１ b, ４０１ c, ４０１ dが保持部３２０及び回転ステージ３３０の固定に用いられる場合、保持部３２０が締結部材４０１ a, ４０１ b, ４０１ c, ４０１ dの締結力によって変形することがある。当該変形において、保持部３２０は、締結部材４０１ a, ４０１ b, ４０１ c, ４０１ dを中心に反り返ることがある。比較例のように接着剤３８０ a, ３８０ b, ３８０ cが裏面３１０ f 及び保持部３２０に接着する場合に保持部３２０が上記のように変形すると、変形によって生じる応力が接着剤３８０ a, ３８０ b, ３８０ cに伝搬することがある。また、当該応力は接着剤３８０ a, ３８０ b, ３８０ cからミラー３１０を介して反射面３１０ aに伝搬し、反射面３１０ aが歪むことがある。ところで、本実施形態の接着剤３８０ bは、保持面３２０ b 及びミラー３１０の側面に接着する。この場合、締結力によって保持部３２０が変形したとしても、接着剤３８０ bが裏面３１０ f 及び保持部３２０に接着する場合に比べて、変形によって生じる応力が接着剤３８０ b 及びミラー３１０を介して反射面３１０ aに伝搬し難くなり得る。応力が伝搬し難くなると、反射面３１０ aの歪みが抑制され得る。また、締結力による反射面３１０ aの歪みを抑制するために、締結部材４０１ a, ４０１ b, ４０１ c, ４０１ dの削減が挙げられる。しかしながら、上記のように、締結力による反射面３１０ aの歪みが接着剤３８０ bによって抑制されるため、締結部材４０１ a, ４０１ b, ４０１ c, ４０１ dの削減が不要となり得る。また、締結部材４０１ a, ４０１ b, ４０１ c, ４０１ dの削減による回転ステージ３３０に対する保持部３２０のずれの発生が抑制され得る。

[0074] また、本実施形態の狭帯域化モジュール６０では、第１隣接面３１０ cは

第2隣接面310dに対向する。従って、接着剤380a, 380bがZ方向においてミラー310の両側に設けられ、ミラー310は両側から保持部320によって保持される。この場合、接着剤380a, 380bがミラー310の両側に設けられない場合に比べて、ミラー310の剥がれが抑制され得る。

[0075] また、本実施形態の狭帯域化モジュール60は、ミラー310のうちの接着剤380bが接着する側面である第2隣接面310d及び保持部320の間に設けられ、ミラー310を保持部320に接着する第3接着剤である接着剤380cをさらに備える。この場合、接着剤380cが設けられない場合に比べて、ミラー310の剥がれが抑制され得る。なお、接着剤380cは、必ずしも設けられる必要はない。接着剤380cが設けられない場合、接着剤380aは、中心線341を基準にして接着剤380bと対称に設けられることが好ましい。

[0076] また、本実施形態の狭帯域化モジュール60では、接着剤380a, 380b, 380cは、反射面310aに垂直なH方向において同じ高さ位置に位置する。この場合、接着剤380a, 380b, 380cがH方向において同じ高さ位置に位置しない場合に比べて、ミラー310の剥がれが抑制され得る。なお、接着剤380a, 380b, 380cのそれぞれは、H方向において同じ高さ位置に位置しなくてもよい。

[0077] また、本実施形態の狭帯域化モジュール60では、ミラー310及び保持部320が軸340を軸に軸周りに回転すると、Z方向において負荷が接着剤380a, 380b, 380cにかかる。また、ミラー310は、図8における軸340の左側にて接着剤380aによって1カ所にて保持され、軸340の右側にて接着剤380b, 380cによって2カ所にて保持される。ところで、台座329aと接着剤380aとの接着面の面積は、台座329bと接着剤380bとの接着面の面積と台座329cと接着剤380cとの接着面の面積との和と概ね同じである。この場合、接着剤380a側の面積が接着剤380b, 380c側の面積の和と概ね同じではない場合に比べ

て、接着剤380a及び接着剤380b、380cのそれぞれにかかる負荷のばらつきが抑制され得る。ばらつきが抑制されると、接着剤380a、380b、380cの劣化のばらつきが抑制され得る。また、台座329aと接着剤380aとの接着面の面積は、台座329bと接着剤380bとの接着面の面積と台座329cと接着剤380cとの接着面の面積とのそれぞれの概ね2倍である。この場合、接着剤380a側の面積が接着剤380b、380c側の面積のそれぞれの2倍ではない場合に比べて、接着剤380a、380b、380cにかかる負荷のばらつき及び接着剤380a、380b、380cの劣化のばらつきがより抑制され得る。なお、保持部320との接着において、接着剤380a側の面積は、接着剤380b、380c側のそれぞれの面積の和と概ね同じでなくてもよい。また、接着剤380a側の面積は、接着剤380b、380c側のそれぞれの面積の概ね2倍でなくてもよい。

[0078] また、本実施形態の狭帯域化モジュール60では、接着剤380a、380b、380cは、台座329a、329b、329cの保持面320a、320b、320cに接着する。保持面320aからの接着剤380aの広がり、保持面320aの縁と接着剤380aの表面張力とによって抑制され得る。従って、保持面320aと接着剤380aとの接着面の面積は、概ね保持面320aの面積と概ね同じになり得る。また、上記の広がりの抑制によって、第1隣接面310cにおける接着剤380aの広がりが抑制され得る。当該抑制によって、ミラー310と接着剤380aとの接着面の面積は、保持面320aと接着剤380aとの接着面の面積と概ね同じとなり得る。従って、接着剤380aのうちの台座329a側とミラー310側との接着面の面積は保持面320aによって調整され得る。上記において接着剤380aについて説明したが、接着剤380b、380cについても同様である。これにより、ミラー310と接着剤380aとの接着面の面積は、ミラー310と接着剤380bとの接着面の面積とミラー310と接着剤380cとの接着面の面積との和と概ね同じとなる。この場合、接着剤380a

側の面積が接着剤 380b, 380c 側の面積の和と概ね同じではない場合に比べて、接着剤 380a 及び接着剤 380b, 380c のそれぞれにかかる負荷のばらつきが抑制され得る。ばらつきが抑制されると、接着剤 380a, 380b, 380c の劣化のばらつきが抑制され得る。また、ミラー 310 と接着剤 380a との接着面の面積は、ミラー 310 と接着剤 380b との接着面の面積とミラー 310 と接着剤 380c との接着面の面積とのそれぞれの概ね 2 倍となる。この場合、接着剤 380a 及び接着剤 380b, 380c のそれぞれにかかる負荷のばらつきがより抑制され得、接着剤 380a, 380b, 380c の劣化のばらつきがより抑制され得る。なお、ミラー 310 と接着剤 380a, 380b, 380c との接着において、接着剤 380a 側の接着面の面積は、接着剤 380b, 380c 側のそれぞれの接着面の面積の和と概ね同じでなくてもよい。また、接着剤 380a 側の接着面の面積が接着剤 380b, 380c 側のそれぞれの接着面の面積の概ね 2 倍でなくてもよい。

[0079] また、本実施形態の狭帯域化モジュール 60 では、板部材 325 は、接着剤 380a の厚み方向である Z 方向における位置を調整されて保持部 320 に固定される。従って、板部材 325 は、Z 方向におけるミラー 310 の寸法公差及び保持部 320 の加工公差を吸収し得る。板部材 325 が寸法公差及び加工公差を吸収すると、寸法公差及び加工公差による接着剤 380a, 380b, 380c の変形が抑制され得る。これにより、ミラー 310 のずれが抑制され得る。また、板部材 325 が寸法公差及び加工公差を吸収すると、寸法公差及び加工公差による Z 方向における接着剤 380a, 380b, 380c の長さの変化が抑制され、長さの変化による接着力の変化が抑制され得る。

[0080] なお、本実施形態の板部材 325 は、接着剤 380a 側に設けられているが、接着剤 380b, 380c 側に設けられてもよい。この場合、板部材 325 は、接着剤 380b, 380c に対して 1 つ設けられてもよいし、接着剤 380b, 380c のそれぞれに設けられてもよい。従って、板部材 32

5は、接着剤380a, 380b, 380cのうちの1つの接着剤の厚み方向における位置を調整されて保持部320に固定されてもよい。また、板部材325及びミラー310に接着する接着剤380aの広がり、台座329a以外の例えば不図示の枠部材によって調整されてもよい。この場合、接着剤380aが枠部材の内側に設けられて硬化することによって、保持部320と接着剤380aとの接着面の面積が調整される。枠部材が用いられる場合、台座329aが不要となり得る。このように、接着面の面積の調整の方法は特に限定されない。接着面の面積の調整について、接着剤380aを用いて説明したが、接着剤380b, 380cについても同様である。台座329aは、板部材325と一体であるが別体であってもよい。また、台座329b, 329cは、周壁と一体であるが別体であってもよい。台座329a, 329b, 329cは、ミラー310に設けられてもよい。ミラー310、保持部320、及び板部材325に対する接着剤380a, 380b, 380cの接着面がHV平面に沿っていれば、接着剤380a, 380b, 380c及び台座329a, 329b, 329cの位置は特に限定されない。ミラー310の形状は、柱形状であればよい。

[0081] 本実施形態の接着剤380a, 380b, 380cの配置位置において、接着剤380a, 380b, 380cはHV平面に設けられているが、これに限定されない。接着剤380a, 380b, 380cの配置位置の他の例について以下の変形例1, 2を用いて説明する。

[0082] 図10は、実施形態1の変形例1におけるミラーユニット300の正面図である。本変形例のミラーユニット300では、板部材325及び切り欠き部327aが保持部320の周壁のうちのHZ平面に沿う壁部のうちの一方に設けられる点で、実施形態1のミラーユニット300とは異なる。また、本変形例のミラーユニット300では、ミラー310のうちの接着剤380cが接着する側面である第3隣接面310eは、接着剤380bが接着する側面である第2隣接面310dに対向する点で、実施形態1のミラーユニット300とは異なる。第3隣接面310eは、反射面310aに隣接する面

である。また、本変形例のミラーユニット３００では、接着剤３８０ｂが板部材３２５及びミラー３１０に接着する点で、実施形態１のミラーユニット３００とは異なる。

[0083] 板部材３２５及び切り欠き部３２７ａは、Ｚ方向において接着剤３８０ａとは反対側のミラー３１０の端側に設けられる。切り欠き部３２７ａは、Ｖ方向において周壁を貫通する。また、切り欠き部３２７ａは、板部材３２５と共にＺ方向においてミラー３１０よりも短くされる。板部材３２５には台座３２９ｂが設けられ、台座３２９ｂの保持面３２０ｂはＨＺ平面に沿う。また、台座３２９ｃは、ミラー３１０を基準にして台座３２９ｂの反対側に設けられ、台座３２９ｃの保持面３２０ｃはＨＺ平面に沿う。従って、接着剤３８０ｂは、ミラー３１０を基準にして接着剤３８０ｃとは反対側に設けられる。また、接着剤３８０ｂ、３８０ｃは、ミラー３１０を基準にして対称に設けられる。なお、板部材３２５及び切り欠き部３２７ａと、台座３２９ｃとは互いに逆に位置し、板部材３２５の台座３２９ｂには接着剤３８０ｃが接着してもよい。

[0084] 保持部３２０は、ミラー３１０が周壁の内側に配置されるためにミラー３１０が通過する切り欠き部３２７ｂをさらに含む。切り欠き部３２７ｂは、保持部３２０の周壁のうちのＨＶ平面に沿う壁部において、中心線３４１を基準にして接着剤３８０ａが接着する壁部とは反対側の壁部に設けられる。切り欠き部３２７ｂは、Ｚ方向において周壁を貫通し、Ｖ方向においてミラー３１０よりも長くされる。

[0085] 板部材３２５及び切り欠き部３２７ａが実施形態１で説明した位置に設けられていないため、当該位置には板部材３２５及び切り欠き部３２７ａの代わりに保持部３２０の周壁が設けられる。周壁には台座３２９ａが設けられ、台座３２９ａには保持面３２０ａが設けられる。接着剤３８０ａは、保持面３２０ａに接着し、中心線３４１を基準にして接着剤３８０ｂ、３８０ｃ側とは反対側に位置する。ミラー３１０と接着剤３８０ａとの接着面はＨＶ平面に沿い、ミラー３１０と接着剤３８０ｂ、３８０ｃとのそれぞれの接着

面はH Z平面に沿う。また、ミラー310と接着剤380aとの接着面における第1法線391aは、ミラー310の内部において、ミラー310と接着剤380bとの接着面における第2法線391bと交差する。また、第1法線391aは、ミラー310の内部においてミラー310と接着剤380cとの接着面における第3法線391cとさらに交差する。また第1法線391aは、第1法線391aと第2法線391bとの交点391eにおいて第3法線391cと交差する。交点391eは、中心線341を基準にして接着剤380aとは反対側に位置する。

[0086] 本変形例のミラーユニット300では、接着剤380aは実施形態1と同様にミラー310をZ方向に引っ張る。また、ミラー310のうちの接着剤380cが接着する側面は接着剤380bが接着する側面に対向し、接着剤380b, 380cは、ミラー310を挟み込むように設けられ、ミラー310をV方向に引っ張ると共にZ方向に剪断する。従って、接着剤380b, 380cの厚み方向はV方向となり、接着剤380b, 380cの剪断方向はZ方向となり、V方向及びZ方向の間の斜め方向に合成される力がミラー310にかかる。この場合、合成される力がミラー310にかからない場合に比べて、ミラーユニット300全体の剛性が向上し得る。

[0087] また、本変形例のミラーユニット300では、第1法線391aがミラー310の内部において第2法線391bと交差する。この場合、法線391a, 391bが交差しない場合に比べて、ミラーユニット300全体の剛性が向上し、ミラー310の回転の応答性が向上し得る。また、本変形例のミラーユニット300では、第1法線391aは、第1法線391aと第2法線391bとの交点391eで第3法線391cと交差する。この場合、第1法線391aが交点391eで第3法線391cと交差しない場合に比べて、ミラーユニット300全体の剛性が向上し、ミラー310の回転の応答性が向上し得る。

[0088] 次に、実施形態1の変形例2について説明する。図11は、実施形態1の変形例2のミラーユニット300の概略構成例を示す模式図である。また、

図12は、図11に示すミラーユニット300の正面図である。本変形例のミラーユニット300では、接着剤380aが比較例と同様に裏面310f及び保持部320のうちの裏面310fに向かい合う底部の表面との間に設けられ、ミラー310を保持部320に接着する点で、実施形態1のミラーユニット300とは異なる。また、本変形例のミラーユニット300では、板部材325及び切り欠き部327aが設けられていない点で、実施形態1のミラーユニット300とは異なる。図12では、ミラー310の下方に配置される接着剤380aを破線で示している。なお、接着剤380b、380cは、実施形態1と同様に設けられる。従って、ミラー310は、裏面310f及び側面である第2隣接面310dにおいて保持される。

[0089] 本変形例のミラーユニット300では、台座329aは、保持部320の底部の表面に設けられる。台座329aの保持面320aは、VZ平面に沿っている。従って、ミラー310及び保持面320aに対する接着剤380aの接着面はVZ平面に沿っている。台座329a及び接着剤380aは、V方向においてミラー310の概ね中央に設けられる。

[0090] また、本変形例のミラーユニット300では、接着剤380aは、裏面310f及び保持部320のうちの裏面310fに向かい合う底部における台座329aの保持面320aに接着する。また、接着剤380b、380cは、実施形態1と同様に設けられ、ミラー310の側面である第2隣接面310d及び保持部320のうちの当該側面に向かい合う保持面320b、320cに接着する。これにより、ミラー310及び保持面320aに対する接着剤380aの接着面はVZ平面に沿い、ミラー310及び保持面320aに対する接着剤380b、380cの接着面はHV平面に沿う。従って、接着剤380aの剪断方向が接着剤380b、380cの剪断方向に直交するため、それぞれの剪断方向が直交しない場合に比べて、ミラーユニット300全体の剛性が向上し得る。また、接着剤380b、380cによって、比較例のように全ての接着剤380a、380b、380cが裏面310fと保持部320の底部の表面とに接着する場合に比べて、反射面310aの

歪みが抑制され得る。また、接着剤 380 a によって、板部材 325 によるミラー 310 の寸法公差及び保持部 320 の加工公差の吸収が不要となるため、板部材 325 が不要となり得、保持部 320 における切り欠き部 327 a の加工が不要となり得る。なお、接着剤 380 a の硬化収縮によってミラー 310 が傾いたとしても、当該傾きは駆動部 351 a, 351 b による回転ステージ 330 の回転制御によって許容される。

[0091] 本変形例のミラーユニット 300 では、図 11 に示すように、V 方向から見る場合に、接着剤 380 a の第 1 法線 391 a が接着剤 380 b の第 2 法線 391 b にミラー 310 内において立体的に交差する。不図示ではあるが、第 1 法線 391 a は接着剤 380 c の第 3 法線 391 c とミラー 310 内において立体的に交差する。このような場合、接着剤 380 a, 380 b, 380 c のそれぞれの法線が立体的に交差しない場合に比べて、ミラーユニット 300 全体の剛性が向上し得る。また、接着剤 380 a によってミラー 310 の H 方向における振動が抑制されるため、HV 平面のみにおいてミラー 310 が固定される場合に比べて、ミラーユニット 300 全体の剛性が向上し得る。従って、ミラー 310 の固有振動数が向上し得る。

[0092] 4. 実施形態 2 の狭帯域化モジュールの説明

次に、実施形態 2 の狭帯域化モジュール 60 について説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0093] 4. 1 構成

図 13 は、本実施形態におけるミラーユニット 300 の正面図である。本実施形態におけるミラーユニット 300 では、ミラー 310 の形状が実施形態 1 のミラー 310 の形状とは異なる。

[0094] 本実施形態のミラー 310 のうちの接着剤 380 b, 380 c が接着する側面である隣接面 310 d, 310 e は、面取りされる。面取りは、例えば C 面取りである。この場合、法線 391 b, 391 c は、面取りされない場合に比べて面取りによって軸 340 側に傾き、交点 391 e は反射面 310

aの面内方向に沿うVZ平面において軸340と接着剤380b, 380cを結ぶ線391fとの間に位置する。また、面取りされない場合に比べて、交点391eは、軸340側に近づく。

[0095] 4. 2 作用・効果

本実施形態のミラーユニット300では、交点391eはVZ平面において軸340と線391fとの間に位置する。この場合、交点391eが線391f上に位置する場合に比べてミラーユニット300全体の剛性が向上し、ミラー310の回転の応答性が向上し得る。

[0096] 本実施形態の狭帯域化モジュール60では、交点391eは軸340と線391fとの間に位置するが、これに限定されない。図14は、実施形態2の変形例1におけるミラーユニット300の正面図である。図14に示すように、交点391eは、反射面310aを正面視する場合に軸340に重なってもよい。この場合、交点391eが軸340と線391fとの間に位置する場合に比べて、ミラーユニット300全体の剛性が向上し、ミラー310の回転の応答性が向上し得る。図15は、実施形態2の変形例2におけるミラーユニット300の正面図である。ミラー310は円柱形状であり、接着剤380a, 380b, 380cは、ミラー310の同じ側面において異なる位置に接着する。ミラー310が円柱形状である場合、ミラー310が円柱形状ではない場合に比べて、交点391eは、反射面310aを正面視する場合に軸340に容易に重なり得る。なお、交点391eは、反射面310aを正面視する場合に軸340と接着剤380aとの間に位置してもよい。

[0097] 5. 実施形態3の狭帯域化モジュールの説明

次に、実施形態3の狭帯域化モジュール60について説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0098] 5. 1 構成

図16は、本実施形態におけるミラーユニット300の正面図である。図

16では、見易さのため、ミラー310を点線で示し、締結部材401a, 401b, 401c, 401dを実線で示し、駆動部351a, 351bの図示を省略している。本実施形態のミラーユニット300では、保持部320がスリット403a, 403b, 403c, 403d, 403eをさらに含む点が、実施形態1の保持部320とは異なる。

[0099] スリット403a, 403b, 403c, 403dはそれぞれ同じ大きさであると共にL字形状であり、スリット403eはZ方向に長い長方形状である。それぞれのスリット403a, 403b, 403c, 403dは、保持部320を回転ステージ330に締結する締結部材401a, 401b, 401c, 401dの一部を囲う。反射面310aを正面視する場合において、スリット403aは締結部材401aと接着剤380aとの間に、スリット403bは締結部材401bと接着剤380cとの間に、それぞれ設けられる。また、スリット403cは締結部材401cと接着剤380aとの間に、スリット403dは締結部材401dと接着剤380bとの間に、それぞれ設けられる。スリット403aは中心線341を基準にスリット403bの反対側に位置し、スリット403cは中心線341を基準にしてスリット403dの反対側に位置する。また、スリット403aはHZ平面を基準にしてスリット403cの反対側に位置し、スリット403bはHZ平面を基準にしてスリット403dの反対側に位置する。また、スリット403eは、スリット403a, 403bとスリット403c, 403dとの間に位置する。

[0100] 5. 2 作用・効果

本実施形態のミラーユニット300では、スリット403a, 403b, 403c, 403d, 403eによって、締結部材401a, 401b, 401c, 401dの締結力によって保持部320にH方向に生じる応力が低減し得る。応力が低減すると、当該応力による保持部320の変形が抑制され得る。また、スリット403a, 403b, 403c, 403d, 403eによって、接着剤380a, 380b, 380cへの当該応力の伝搬が抑

制され得、接着剤 380a, 380b, 380c の変形が抑制され得る。従って、反射面 310a の歪みが抑制され得る。なお、スリット 403a, 403b, 403c, 403d の少なくとも 1 つが設けられてもよい。

[0101] なお、スリット 403a, 403b, 403c, 403d, 403e の形状は、上記に限定されない。図 17 は、本実施形態の変形例におけるミラーユニット 300 の正面図である。図 17 に示すように、スリット 403a, 403b, 403c, 403d はそれぞれ同じ大きさであると共に V 方向に長い長方形形状であり、スリット 403e は三角形形状である。スリット 403e の 3 つの頂点のうち 1 つの頂点は接着剤 380a 側に向かって設けられ、残りの 2 つの頂点は接着剤 380b, 380c 側に向かって設けられる。また、保持部 320 には、V 方向に長い長方形形状のスリット 403f がさらに設けられる。スリット 403f は、スリット 403a よりも長く、中心線 341 を基準にしてスリット 403e とは反対側に設けられる。スリット 403f の一端はスリット 403a とスリット 403b との間に位置し、スリット 403f の他端はスリット 403c とスリット 403d との間に位置する。スリット 403f は、スリット 403e と繋がっていてもよい。

[0102] 6. 実施形態 4 の狭帯域化モジュールの説明

次に、実施形態 4 の狭帯域化モジュール 60 について説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0103] 6. 1 構成

図 18 は、実施形態 4 の接着剤 380a の周辺の拡大図である。ミラー 310 は、基材 311 と、プリズム 63 を透過する光の一部をグレーティング 66 に向けて反射する反射膜 313 と、反射膜 313 を透過して接着剤 380a に進行する光を遮光する遮光膜 315 と、を主な構成として含む。反射膜 313 は、反射面 310a を含む。図 18 では、接着剤 380b, 380c の図示を省略しているが、遮光膜 315 は反射膜 313 を透過して接着剤 380b, 380c に進行する光も遮光する。

[0104] 基材 311 には例えばガラスが挙げられ、基材 311 の側面には接着剤 380a, 380b, 380c が接着する。遮光膜 315 には例えばアルミニウムが挙げられ、遮光膜 315 は蒸着によって基材 311 の表面に成膜される。遮光膜 315 には反射膜 313 が積層しているため、遮光膜 315 は基材 311 と反射膜 313 との間に設けられる。反射膜 313 は、遮光膜 315 を基準にして基材 311 とは反対側に設けられる。反射膜 313 は、シリコン層とモリブデン層とが交互に積層される積層膜である。反射膜 313 の最表面の層は、シリコン層である。なお、反射膜 313 には、シリコン層及びモリブデン層以外の膜が用いられてもよく、例えばルテニウムの単層膜が設けられてもよい。

[0105] 6. 2 作用・効果

本実施形態のミラーユニット 300 では、遮光膜 315 が反射膜 313 を透過する光を遮光するため、接着剤 380a, 380b, 380c への光の進行が抑制され得る。光の進行が抑制されると、光の照射による接着剤 380a, 380b, 380c の劣化が抑制され得る。また、例えばミラー 310 と接着剤 380a, 380b, 380c とのそれぞれの接着面の面積を接着剤 380a, 380b, 380c の劣化を前提にして広げることが不要となり得、広げることによる接着剤 380a, 380b, 380c の無駄が抑制され得る。また、遮光膜 315 は、基材 311 と反射膜 313 との間に設けられる。この場合、遮光膜 315 が接着剤 380a, 380b, 380c のそれぞれを囲う場合に比べて、遮光膜 315 の取り付けが容易になり得る。

[0106] なお、遮光膜 315 が光を吸収すると、遮光膜 315 が熱源となり、当該熱によって接着剤 380a, 380b, 380c 及び反射膜 313 が劣化し、反射膜 313 が熱によって歪んでしまうことがある。このため、遮光膜 315 は、光を反射することが好ましい。遮光膜 315 は、基材 311 の表面の少なくとも一部に積層してもよい。遮光膜 315 は、接着剤 380a, 380b, 380c の少なくとも 1 つに進行する光を遮光してもよい。

[0107] 遮光膜 315 の位置は上記に限定されない。図 19 は、本実施形態の変形例における接着剤 380 a の周辺の拡大図である。図 19 に示すように、遮光膜 315 は、基材 311 と接着剤 380 a との間に設けられてもよい。この場合、遮光膜 315 は、例えば基材 311 のうちの接着剤 380 a に向かい合う側面全体に設けられる。遮光膜 315 は、接着剤 380 a に向かい合う面の少なくとも一部に設けられてもよい。図 19 では接着剤 380 a を用いて説明したが、接着剤 380 b、380 c 側についても同様である。また、遮光膜 315 は、接着剤 380 a、接着剤 380 b、接着剤 380 c の少なくとも 1 つと基材 311 との間に配置されてもよい。

[0108] 7. 実施形態 5 の狭帯域化モジュールの説明

次に、実施形態 5 の狭帯域化モジュール 60 について説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0109] 7. 1 構成

図 20 は、実施形態 5 におけるミラーユニット 300 の正面図である。本実施形態のミラーユニット 300 では、保持部 320 は、接着剤 380 a、380 b、380 c のそれぞれに隣り合うスリット 417 a、417 b、417 c を含む。スリット 417 a は板部材 325 に設けられ、スリット 417 b、417 c は保持部 320 の周壁に設けられる。スリット 417 a、417 b、417 c の長手方向は、軸 340 に沿って、つまり V 方向沿って延在する。V 方向においてスリット 417 a は、接着剤 380 a 以上の長さである。また、反射面 310 a に垂直な H 軸及び上記長手方向に直交する Z 方向から視る場合において、スリット 417 a は、接着剤 380 a の少なくとも一部に重なる。上記においてスリット 417 a 及び接着剤 380 a の関係について説明したが、スリット 417 b 及び接着剤 380 b の関係と、スリット 417 c 及び接着剤 380 c の関係とについても同様である。スリット 417 a、417 b、417 c は、反射面 310 a に垂直な H 方向において接着剤 380 a、380 b、380 c と同じ高さ位置に位置する。

[0110] 7. 2 作用・効果

本実施形態のミラーユニット300では、接着剤380a, 380b, 380cが硬化収縮すると、接着剤380a, 380b, 380cの引張力によって板部材325及び保持部320はミラー310に向かって引っ張られる。板部材325及び保持部320がミラー310に向かって引っ張られると、スリット417a, 417b, 417cがZ方向に変形する。当該変形によって、引張力による板部材325及び保持部320の変形が抑制され得る。また、光がミラー310を照射すると、保持部320及びミラー310が光の熱によって変形することがある。保持部320及びミラー310が変形しようとする、スリット417a, 417b, 417cがZ方向に変形し、スリット417a, 417b, 417cの変形によって、板部材325及び保持部320の変形が抑制され得る。従って、スリット417a, 417b, 417cは、引張力や熱によって生じるZ方向の応力を吸収し、板部材325及び保持部320の変形を抑制する。上記のように板部材325及び保持部320の変形が抑制されると、反射面310aの歪みが抑制され得る。

[0111] なお、本実施形態のミラーユニット300では、スリット417b, 417cが設けられてなくてもよいし、或いはスリット417aが設けられていなくてもよい。従って、保持部320は、接着剤380a, 380b, 380cのうちのミラー310の側面に接着する接着剤の厚み方向において当該接着剤の少なくとも一部に重なり、保持部320のうちの当該接着剤が接着する壁に設けられるスリットを含めばよい。スリット417a, 417b, 417cは、溝や貫通孔であってもよい。

[0112] 8. 実施形態6の狭帯域化モジュールの説明

次に、実施形態6の狭帯域化モジュール60について説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0113] 8. 1 構成

図 2 1 は、実施形態 6 における駆動部の配置を説明する図である。本実施形態のミラーユニット 3 0 0 では、4 つの駆動部、具体的には一对の駆動部 3 5 1 a 及び一对の駆動部 3 5 1 b のそれぞれが配置される。一对の駆動部 3 5 1 a は中心線 3 4 1 を基準にして一对の駆動部 3 5 1 b とは反対側に配置される。一对の駆動部 3 5 1 a 及び一对の駆動部 3 5 1 b は、四角形の頂点に位置するように配置される。一对の駆動部 3 5 1 a 及び一对の駆動部 3 5 1 b は、軸方向である V 方向に間隔をあけて並列に配置される。一对の駆動部 3 5 1 a の一方は、接着剤 3 8 0 a 及び台座 3 2 9 a を基準にして一对の駆動部 3 5 1 a の他方とは反対側に配置される。一对の駆動部 3 5 1 b の一方は接着剤 3 8 0 b 及び台座 3 2 9 b の下方に配置され、駆動部 3 5 1 b の他方は接着剤 3 8 0 c 及び台座 3 2 9 c の下方に配置される。一对の駆動部 3 5 1 a が H 方向において一对の駆動部 3 5 1 b と逆方向に駆動することで、一对の駆動部 3 5 1 a 及び一对の駆動部 3 5 1 b は軸 3 4 0 を軸に軸周りにミラー 3 1 0 を回転させる。

[0114] 8. 2 作用・効果

本実施形態のミラーユニット 3 0 0 では、一对の駆動部 3 5 1 a 及び一对の駆動部 3 5 1 b のそれぞれが配置される。これにより一对の駆動部 3 5 1 a 及び一对の駆動部 3 5 1 b のうちのどちらか一方が配置される場合に比べて、V 方向に発生する縦揺れが低減し得、ミラー 3 1 0 の回転性が安定し得る。また、一对の駆動部 3 5 1 a 及び一对の駆動部 3 5 1 b のそれぞれを個別に制御することで、縦揺れがより低減し得る。一对の駆動部 3 5 1 a, 3 5 1 b が配置される場合において、ミラー 3 1 0 が Z 軸を軸に軸周りに回転してしまうことがある。しかしながら、駆動部 3 5 1 a, 3 5 1 b が二対設けられる場合、当該回転が抑制され得、ミラー 3 1 0 の安定性が向上し得る。なお、一对の駆動部 3 5 1 a は、軸方向である V 方向に間隔をあけて並列に配置される必要はなく、Z 方向にずれて配置されてもよい。一对の駆動部 3 5 1 a について説明したが、一对の駆動部 3 5 1 b についても同様である。駆動部 3 5 1 a, 3 5 1 b のそれぞれの数は、互いに同数であることが好

ましいが、互いに異なってもよい。

[0115] 駆動部の配置は、上記に限定されない。図22は、本実施形態の変形例におけるミラーユニット300の概略構成例を示す模式図である。図23は、本変形例における駆動部の配置を説明する図である。本変形例のミラーユニット300では、軸340は、V方向において保持部320の端側に設けられ、板部材325の下方に設けられる。また、本変形例のミラーユニット300では、一对の駆動部351aが配置されておらず、一对の駆動部351bのみが配置されている。一对の駆動部351bは、軸340に直交するZ方向において中心線341からずれた位置に配置されると共に、軸方向であるV方向に間隔をあけて並列に配置される。本変形例のミラーユニット300では、一对の駆動部351a及び一对の駆動部351bが設けられる場合に比べて、部品点数が少なくなり得、より微細な振幅の幅が実現し得る。なお、本変形例では、軸340及び一对の駆動部351bの配置位置は、逆になってもよい。

[0116] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図している。従って、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る。また、本開示の実施形態を組み合わせることも当業者には明らかである。

本明細書及び請求の範囲全体で用いられる用語は、明記が無い限り「限定的でない」用語と解釈されるべきである。たとえば、「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、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。また、「A、B及びCの少なくとも1つ」という用語は、「A」「B」「C」「A+B」「A+C」「B+C」又は「A+B+C」と解釈されるべきである。さらに、それらと「A」「B」「C」以外のものとの組み合わせも含むと解釈されるべきである。

請求の範囲

- [請求項1] プリズムと、
前記プリズムを透過する光を反射する反射面と、前記反射面に隣接する第1隣接面及び第2隣接面と、前記反射面に対向する対向面とを含むミラーと、
前記反射面が反射する前記光を波長分散するグレーティングと、
前記ミラーを保持する保持部と、
前記保持部と前記第1隣接面との間または前記保持部と前記対向面との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第1接着剤と、
前記保持部と前記第2隣接面との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第2接着剤と、
前記光が波長分散する平面に垂直な線を軸に軸周りに前記ミラーが回転するように、前記保持部を回転させる駆動部と、
を備え、
前記第2接着剤は、前記反射面を正面視する場合に前記軸に平行で前記ミラーの中心を通る中心線を基準にして前記第1接着剤とは反対側に位置する
狭帯域化モジュール。
- [請求項2] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、
前記第1隣接面は、前記第2隣接面に対向する。
- [請求項3] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、
前記第1隣接面に接着する前記第1接着剤と前記ミラーとの接着面における第1法線は、前記第2接着剤と前記ミラーとの接着面における第2法線と前記ミラーの内部において交差する。
- [請求項4] 請求項3に記載の狭帯域化モジュールであって、
前記反射面を正面視する場合に前記中心線を基準にして前記第1接着剤とは反対側に位置し、前記ミラーのうちの前記反射面に隣接する

第3隣接面と前記保持部との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第3接着剤をさらに備え、

前記第1法線は、前記第3接着剤と前記ミラーとの接着面における第3法線と前記ミラーの内部において交差する。

[請求項5] 請求項4に記載の狭帯域化モジュールであって、

前記第1法線は、前記第1法線と前記第2法線との交点において前記第3法線と交差する。

[請求項6] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、

前記第2隣接面と前記保持部との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第3接着剤をさらに備える。

[請求項7] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、

前記反射面を正面視する場合に前記中心線を基準にして前記第1接着剤とは反対側に位置し、前記ミラーのうちの前記反射面に隣接すると共に前記第2隣接面に対向する第3隣接面と前記保持部との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第3接着剤をさらに備える。

[請求項8] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、

前記第1隣接面に接着する前記第1接着剤及び前記第2隣接面に接着する前記第2接着剤は、前記反射面に垂直な方向において同じ高さ位置に位置する。

[請求項9] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、

前記反射面を正面視する場合に前記中心線を基準にして前記第1接着剤とは反対側に位置し、前記第2隣接面と前記保持部との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第3接着剤をさらに備え、

前記ミラーと前記第1接着剤との接着面の面積は、前記ミラーと前記第2接着剤との接着面の面積と前記ミラーと前記第3接着剤との接着面の面積との和と同じである。

[請求項10] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、

前記保持部は、前記保持部に脱着可能で前記第 1 接着剤及び前記第 2 接着剤のうちの一方の接着剤が接着する部材をさらに備え、

前記部材は、前記反射面に垂直な軸と前記中心線とに直交する前記接着剤の厚み方向における位置を調整されて前記保持部に固定される。

[請求項11] 請求項 1 に記載の狭帯域化モジュールであって、
前記保持部が載置される回転ステージと、
前記保持部を前記回転ステージに締結する締結部材と、
をさらに備え、

前記保持部には、前記反射面を正面視する場合に前記第 1 接着剤及び前記第 2 接着剤の少なくとも一方と前記締結部材との間にスリットが設けられる。

[請求項12] 請求項 1 に記載の狭帯域化モジュールであって、
前記ミラーは、前記反射面を透過して前記第 1 接着剤及び前記第 2 接着剤の少なくとも一方に進行する前記光を遮光する遮光膜をさらに備える。

[請求項13] 請求項 1 2 に記載の狭帯域化モジュールであって、
前記ミラーは、前記反射面を含む反射膜と、前記反射膜が設けられる基材とをさらに備え、
前記遮光膜は、前記基材と前記反射膜との間に設けられる。

[請求項14] 請求項 1 2 に記載の狭帯域化モジュールであって、
前記ミラーは、前記反射面を含む反射膜と、前記反射膜が設けられる基材とをさらに備え、
前記遮光膜は、前記基材と前記第 1 接着剤との間と、前記基材と前記第 2 接着剤との間との少なくとも一方に設けられる。

[請求項15] 請求項 1 に記載の狭帯域化モジュールであって、
前記保持部は、前記第 1 隣接面に接着する前記第 1 接着剤及び前記第 2 隣接面に接着する前記第 2 接着剤の少なくとも一方の接着剤が接

着する前記保持部のうちの壁に設けられるスリットを備え、

前記スリットの手方向は、前記軸に沿って延在し、

前記反射面に垂直な軸と前記スリットの手方向とに直交する方向から視る場合に、前記スリットは前記接着剤の少なくとも一部に重なる。

[請求項16] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、

前記駆動部は4つ配置され、4つ前記駆動部のうちの一对の前記駆動部は前記中心線を基準にして4つの前記駆動部のうちの別の一对の前記駆動部とは反対側に配置され、

前記一对の駆動部及び前記別の一对の駆動部のそれぞれは、軸方向に間隔をあけて並列に配置される。

[請求項17] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、

前記駆動部は2つ配置され、それぞれの前記駆動部は、前記中心線からずれた位置において、軸方向に間隔をあけて並列に配置される。

[請求項18] 狭帯域化モジュールを備えるガスレーザ装置であって、

前記狭帯域化モジュールは、

プリズムと、

前記プリズムを透過する光を反射する反射面と、前記反射面に隣接する第1隣接面及び第2隣接面と、前記反射面に対向する対向面とを含むミラーと、

前記反射面が反射する前記光を波長分散するグレーティングと、

前記ミラーを保持する保持部と、

前記保持部と前記第1隣接面との間または前記保持部と前記対向面との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第1接着剤と、

前記保持部と前記第2隣接面との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第2接着剤と、

前記光が波長分散する平面に垂直な線を軸に軸周りに前記ミラーが

回転するように、前記保持部を回転させる駆動部と、
を備え、

前記第2接着剤は、前記反射面を正面視する場合に前記軸に平行で前記ミラーの中心を通る中心線を基準にして前記第1接着剤とは反対側に位置する。

[請求項19]

電子デバイスの製造方法であって、
プリズムと、

前記プリズムを透過する光を反射する反射面と、前記反射面に隣接する第1隣接面及び第2隣接面と、前記反射面に対向する対向面とを含むミラーと、

前記反射面が反射する前記光を波長分散するグレーティングと、
前記ミラーを保持する保持部と、

前記保持部と前記第1隣接面との間または前記保持部と前記対向面との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第1接着剤と、

前記保持部と前記第2隣接面との間に設けられ、前記ミラーを前記保持部に接着する第2接着剤と、

前記光が波長分散する平面に垂直な線を軸に軸周りに前記ミラーが回転するように、前記保持部を回転させる駆動部と、
を備え、

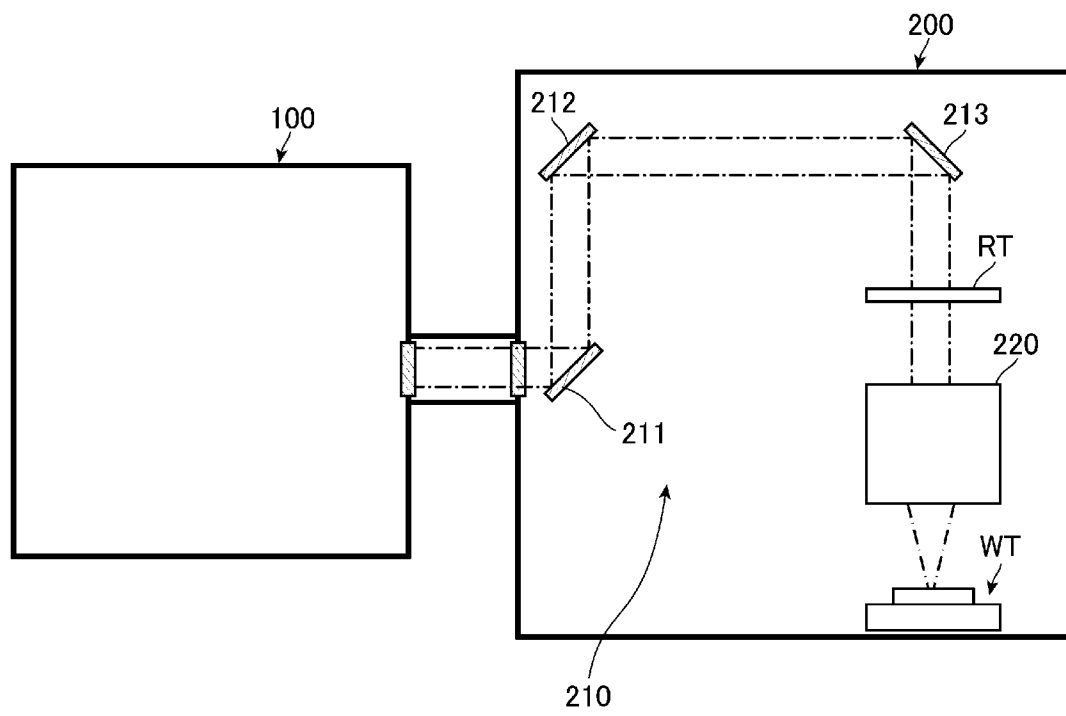
前記第2接着剤は、前記反射面を正面視する場合に前記軸に平行で前記ミラーの中心を通る中心線を基準にして前記第1接着剤とは反対側に位置する狭帯域化モジュールを備えるガスレーザ装置によってレーザ光を生成し、

前記レーザ光を露光装置に出力し、

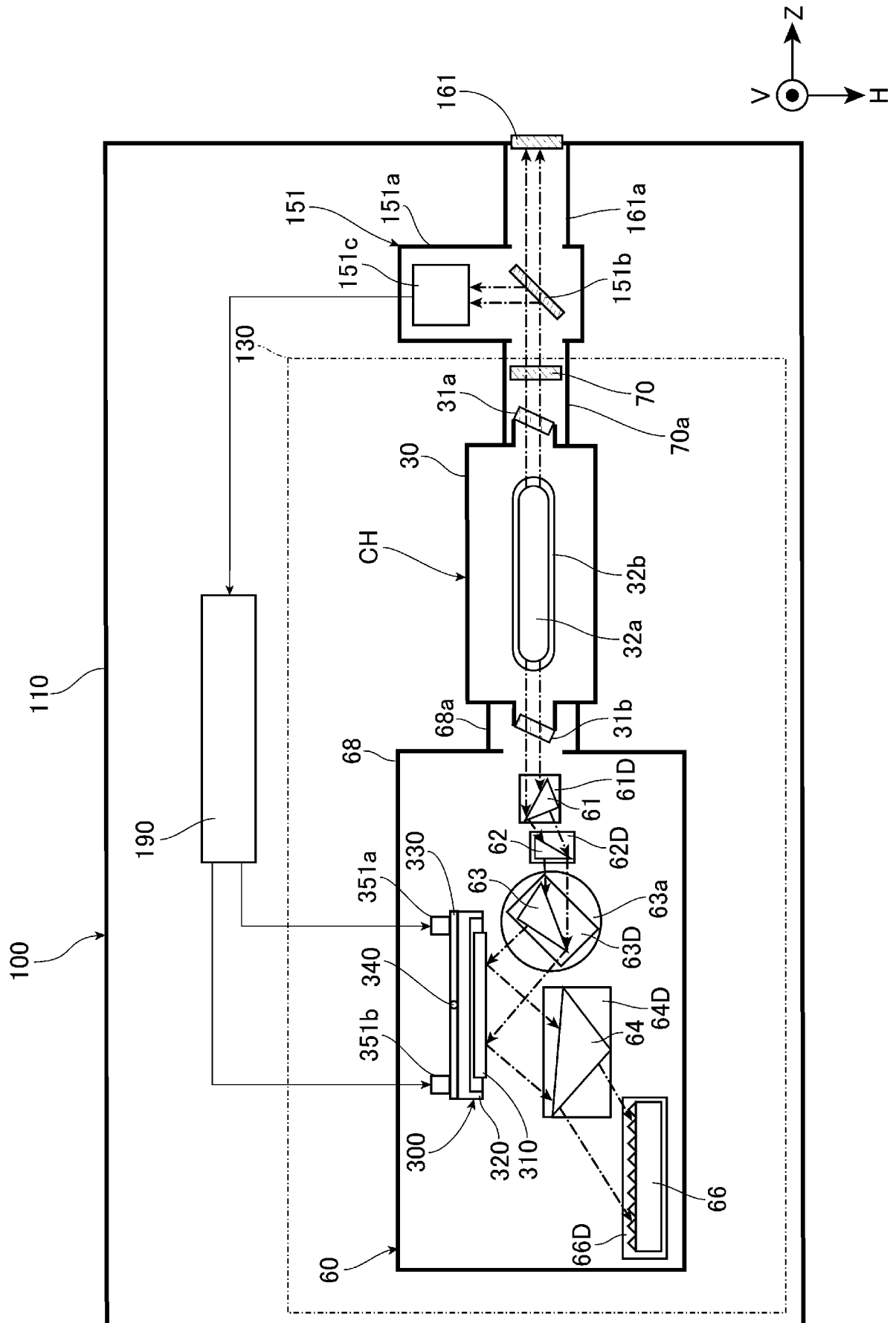
電子デバイスを製造するために、前記露光装置内で感光基板上に前記レーザ光を露光すること

を含む電子デバイスの製造方法。

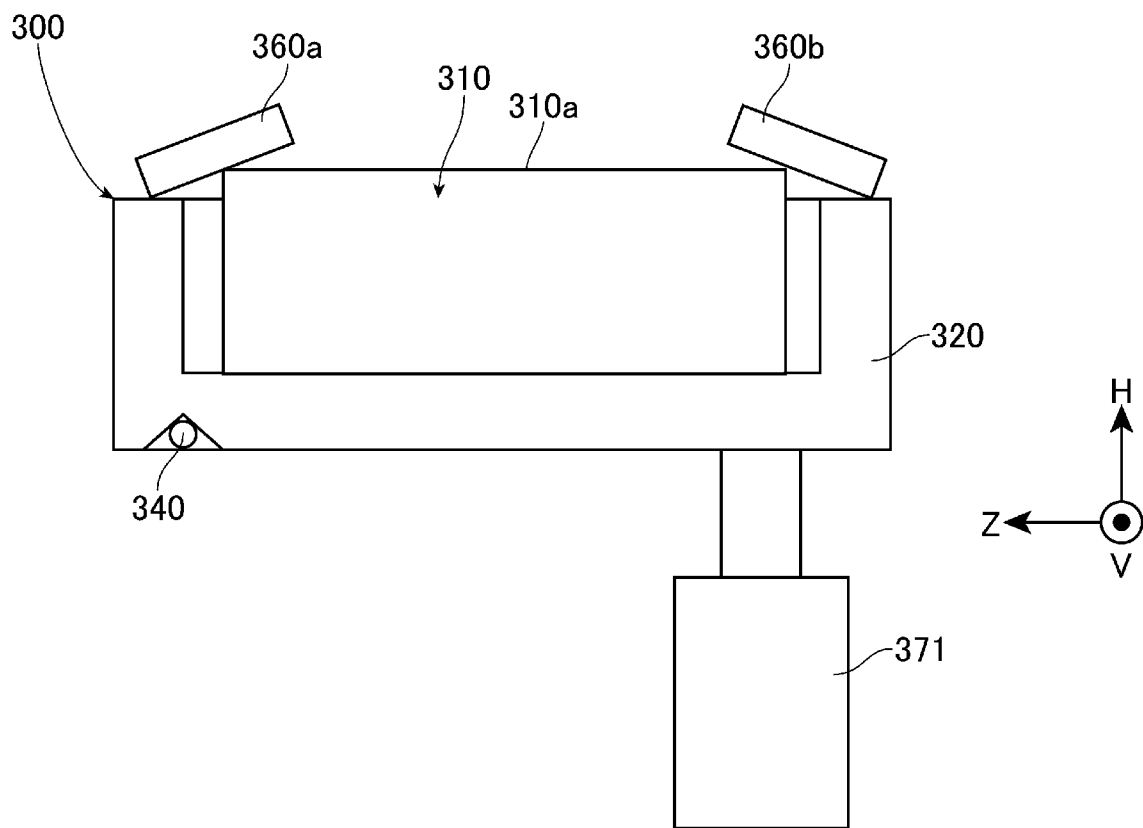
[図1]



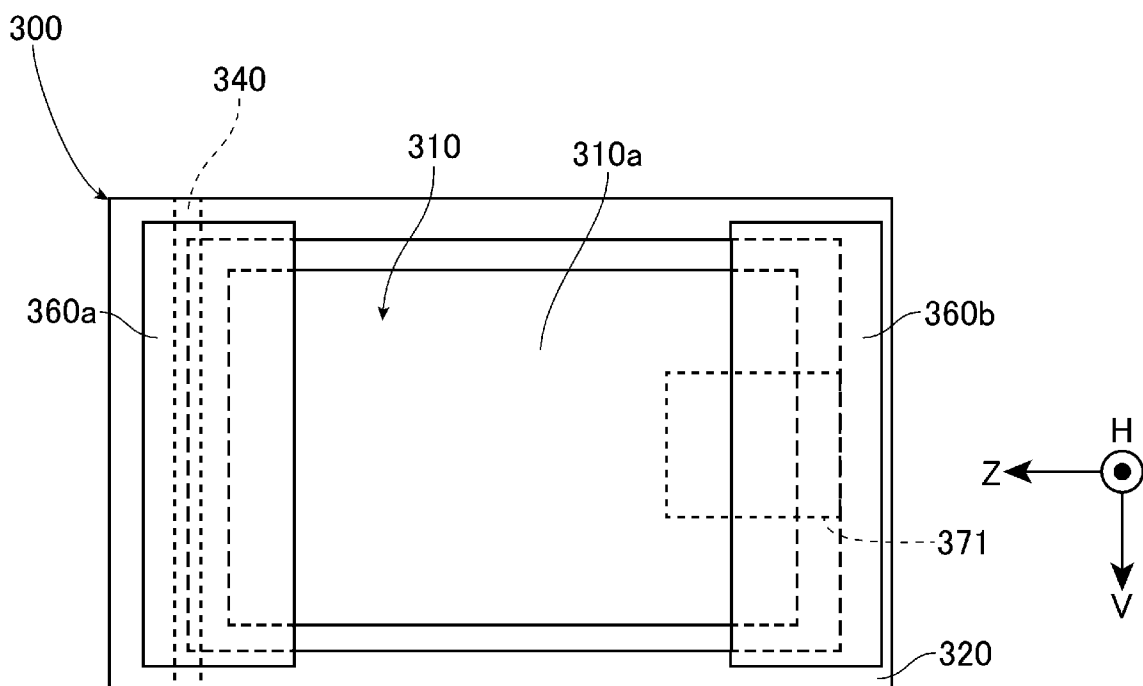
[図2]



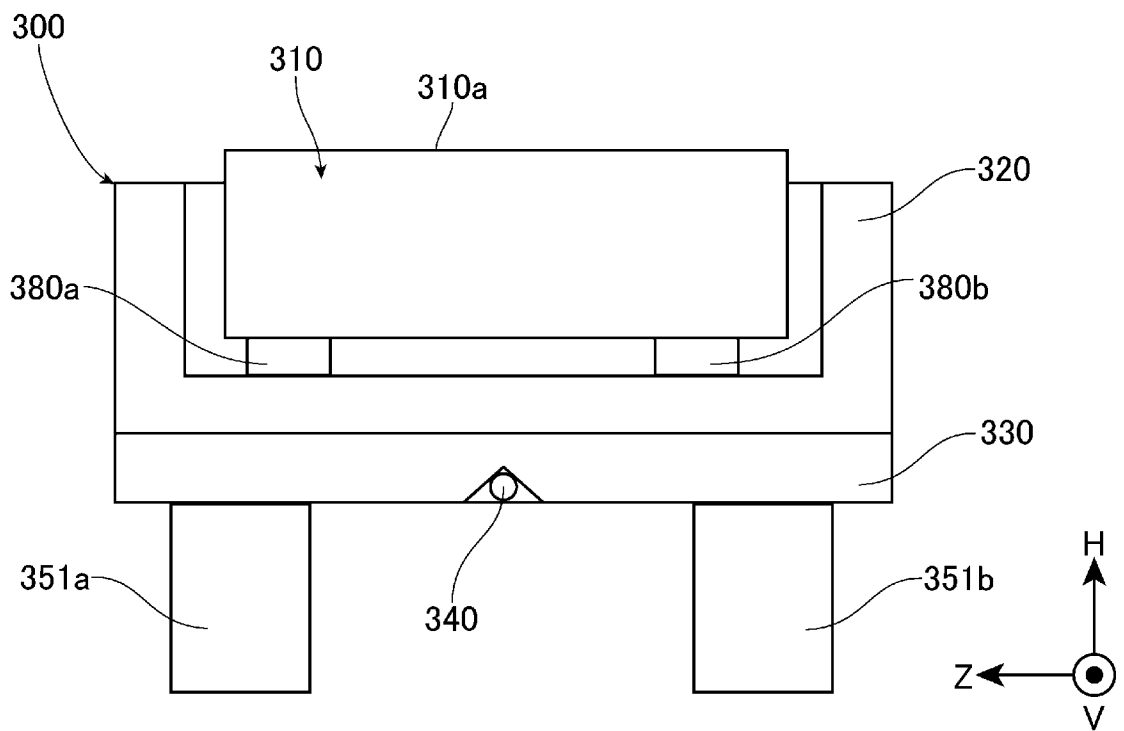
[図3]



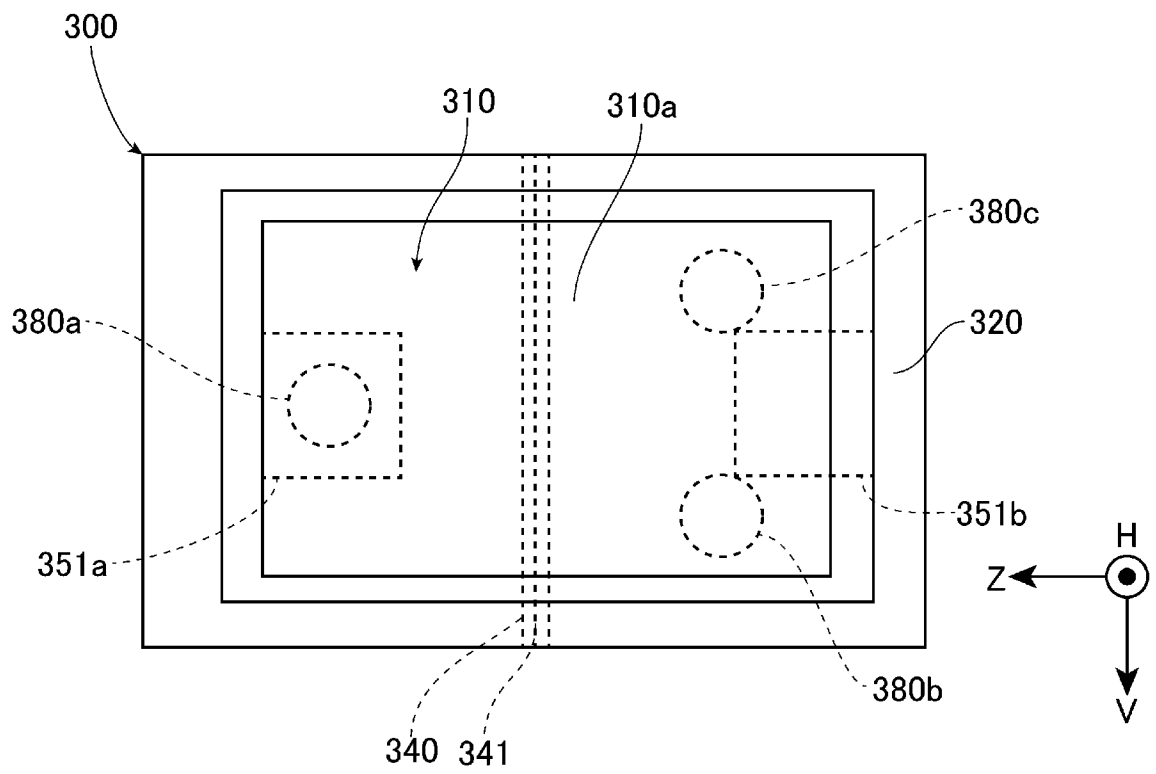
[図4]



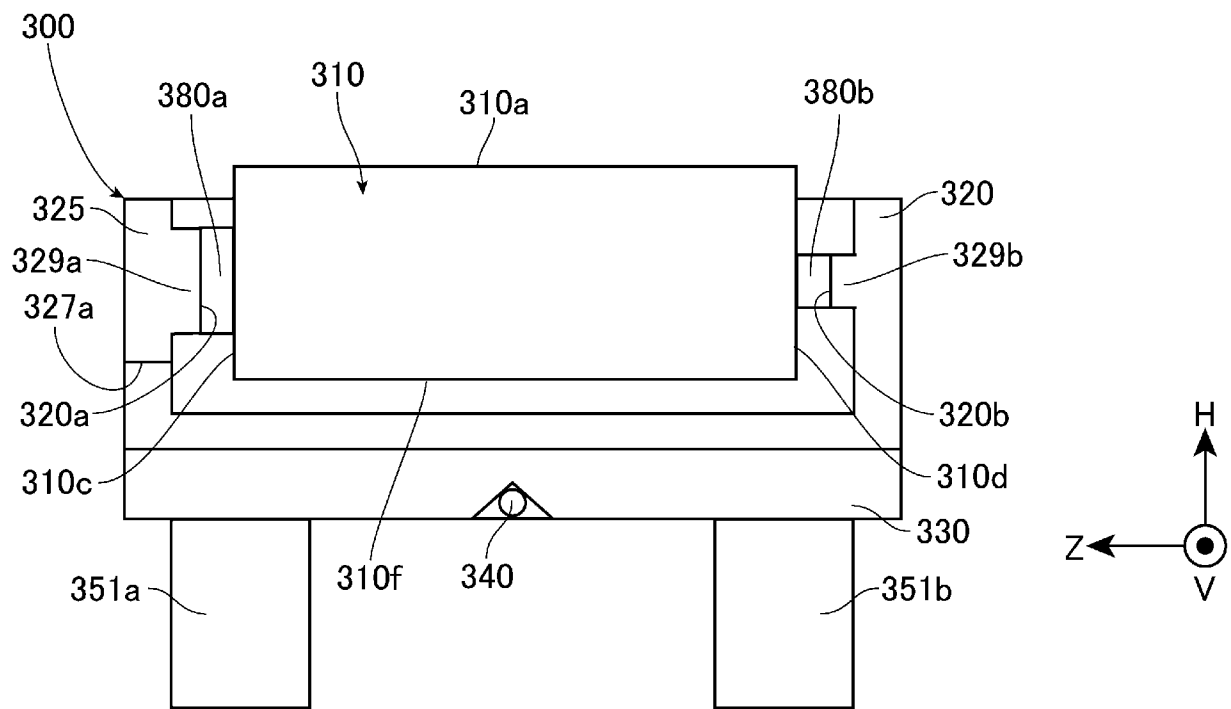
[図5]



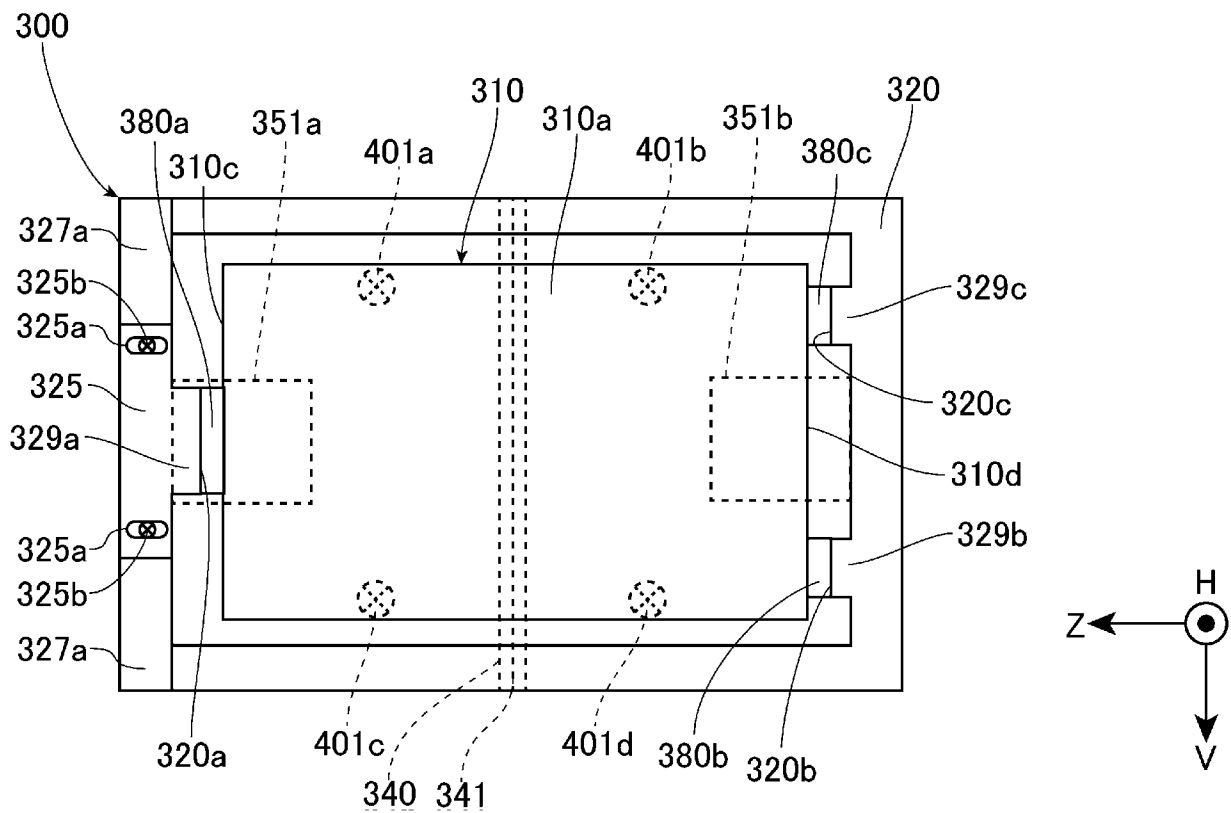
[図6]



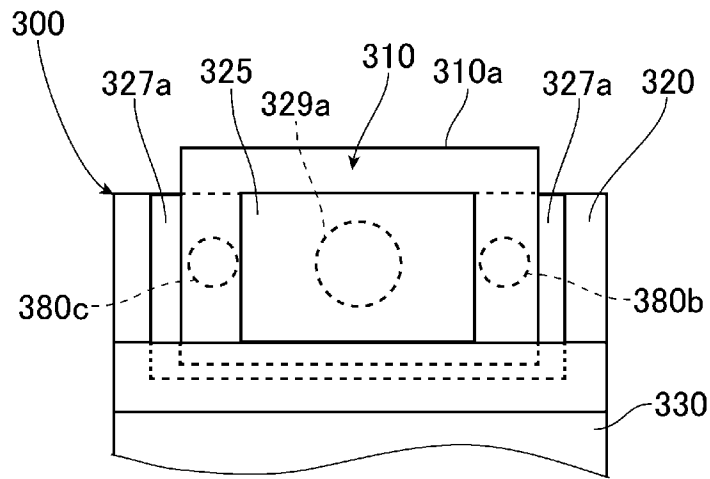
[図7]



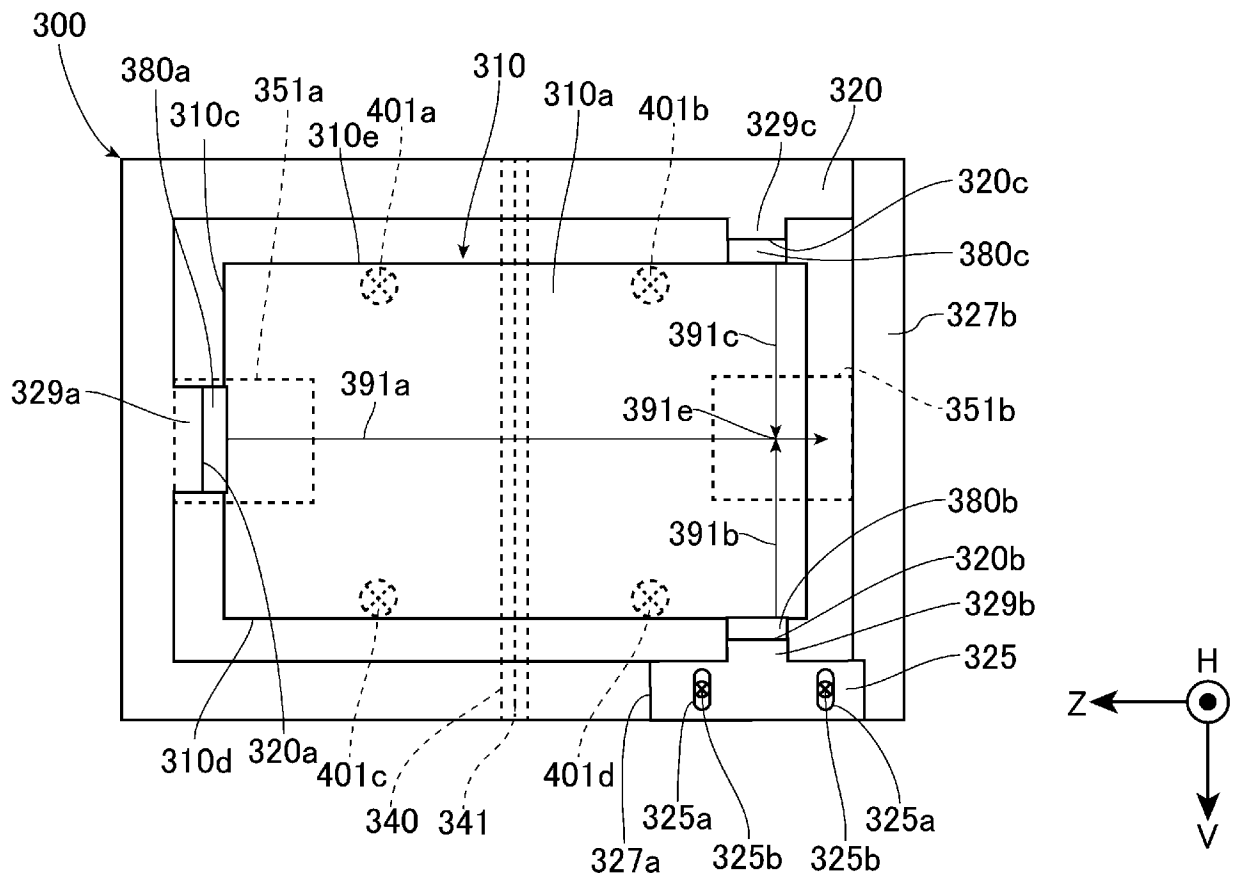
[図8]



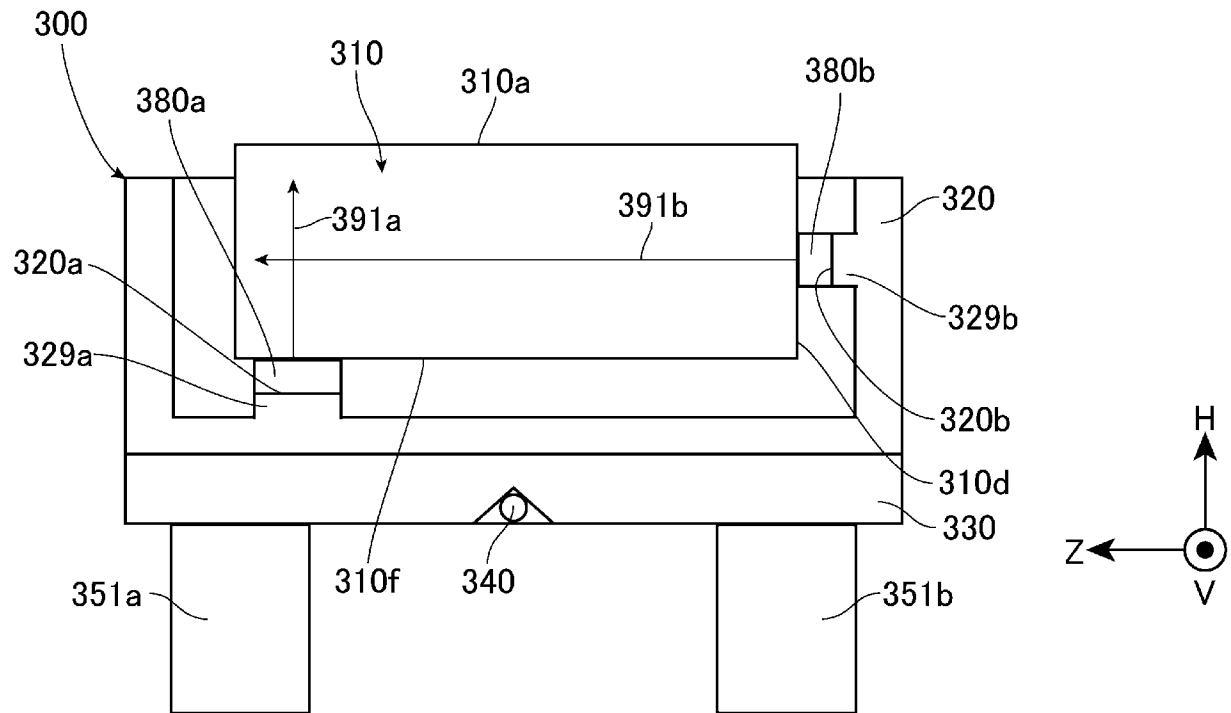
[図9]



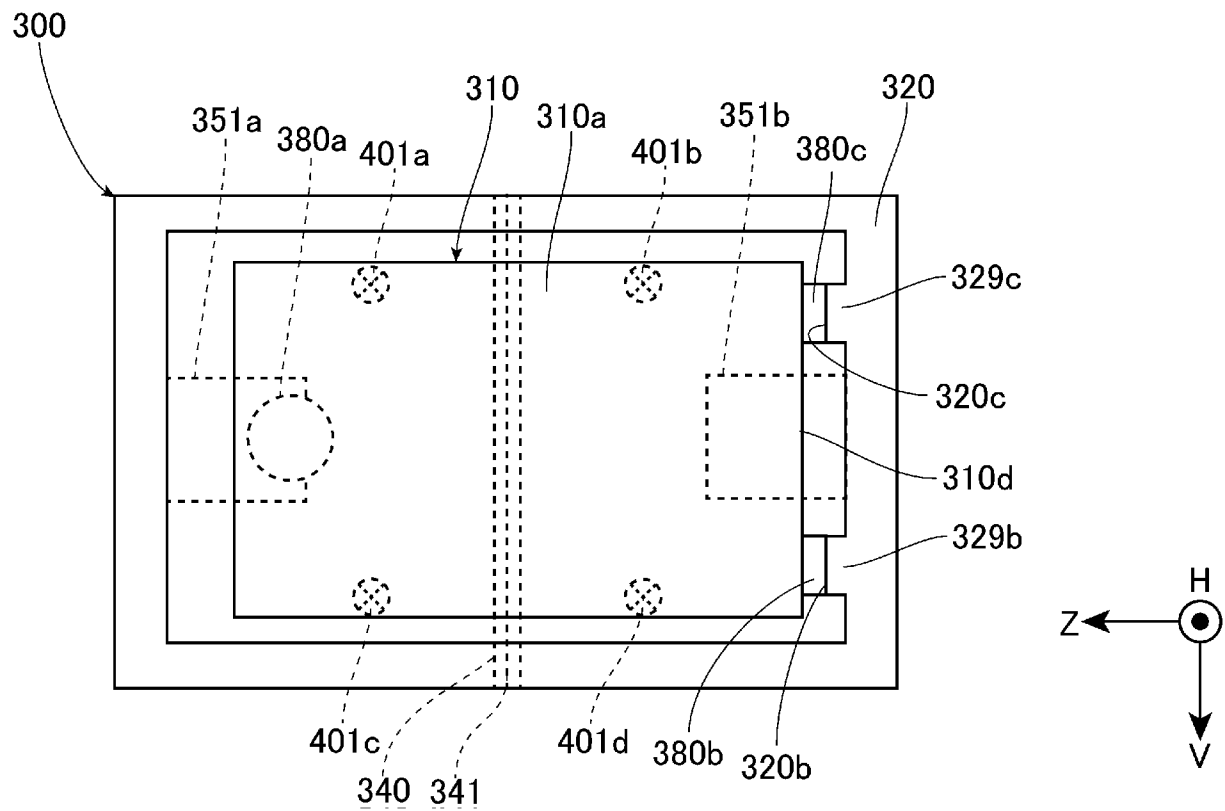
[図10]



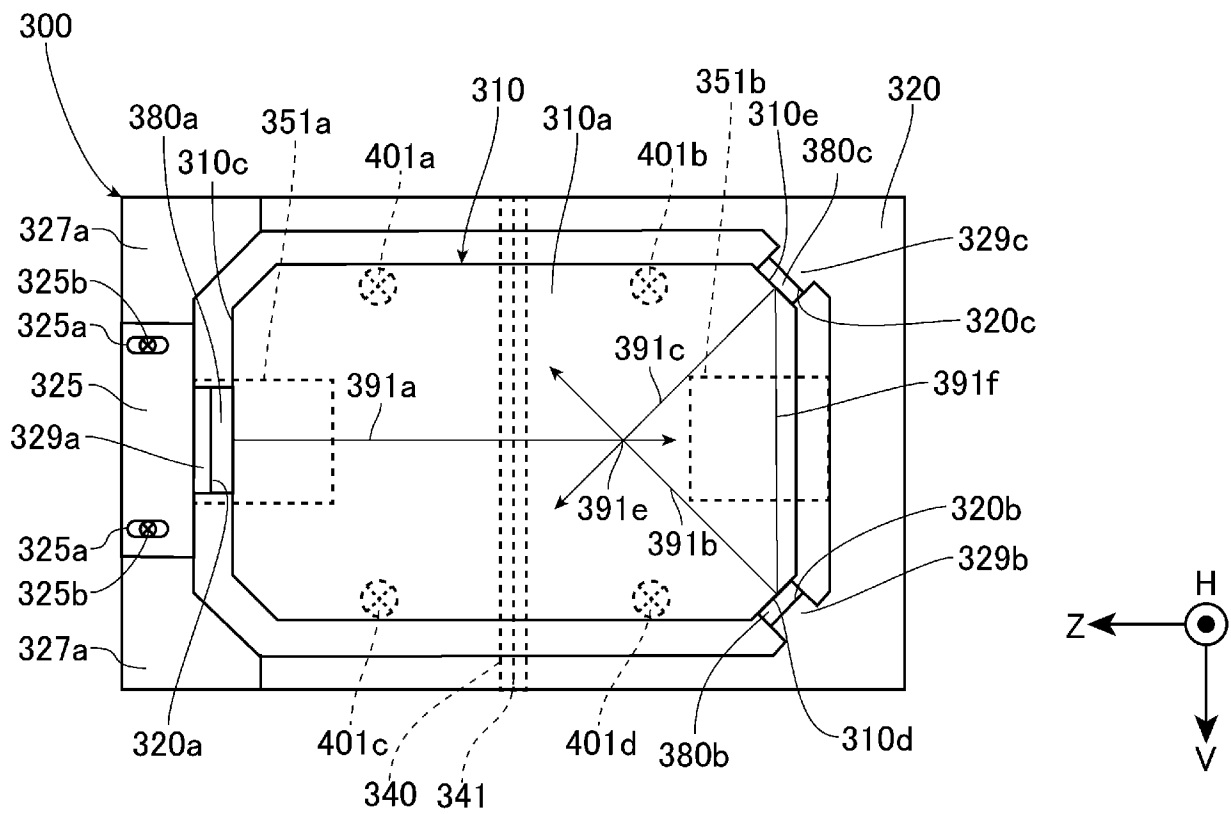
[図11]



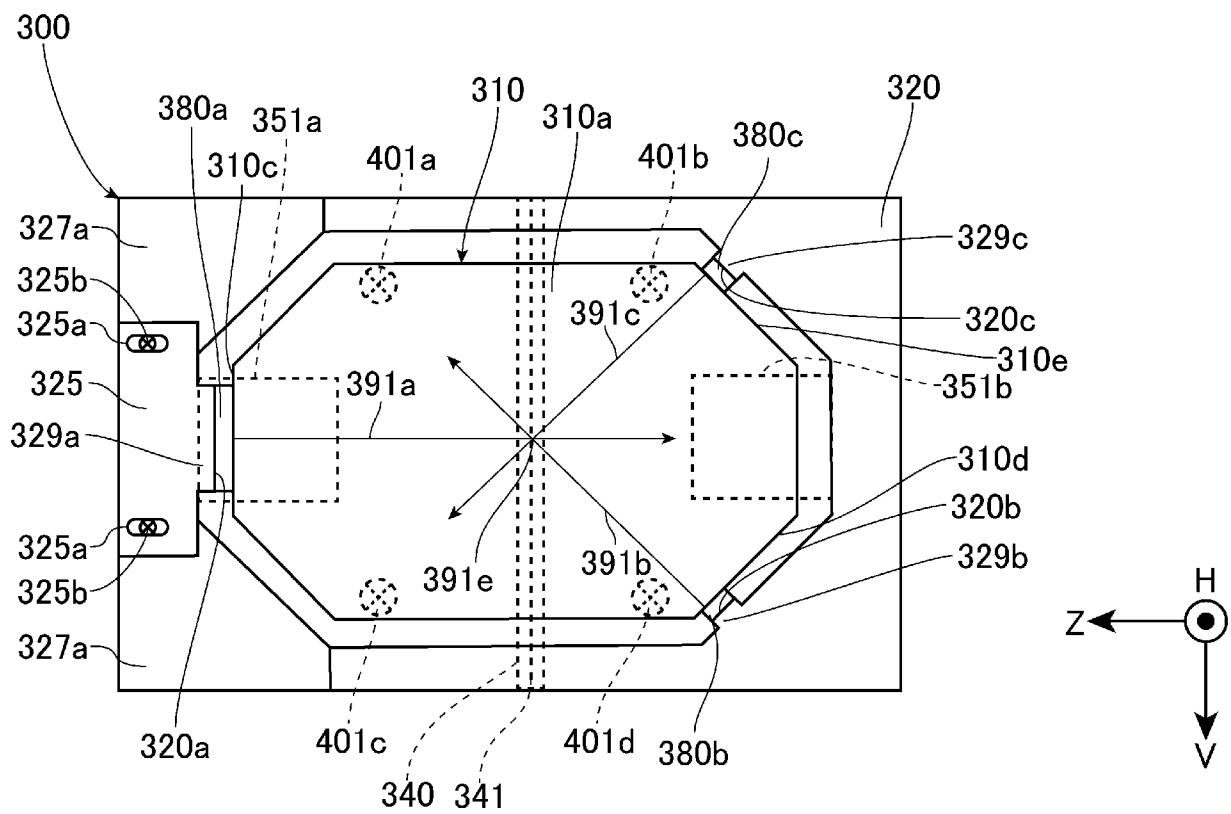
[図12]



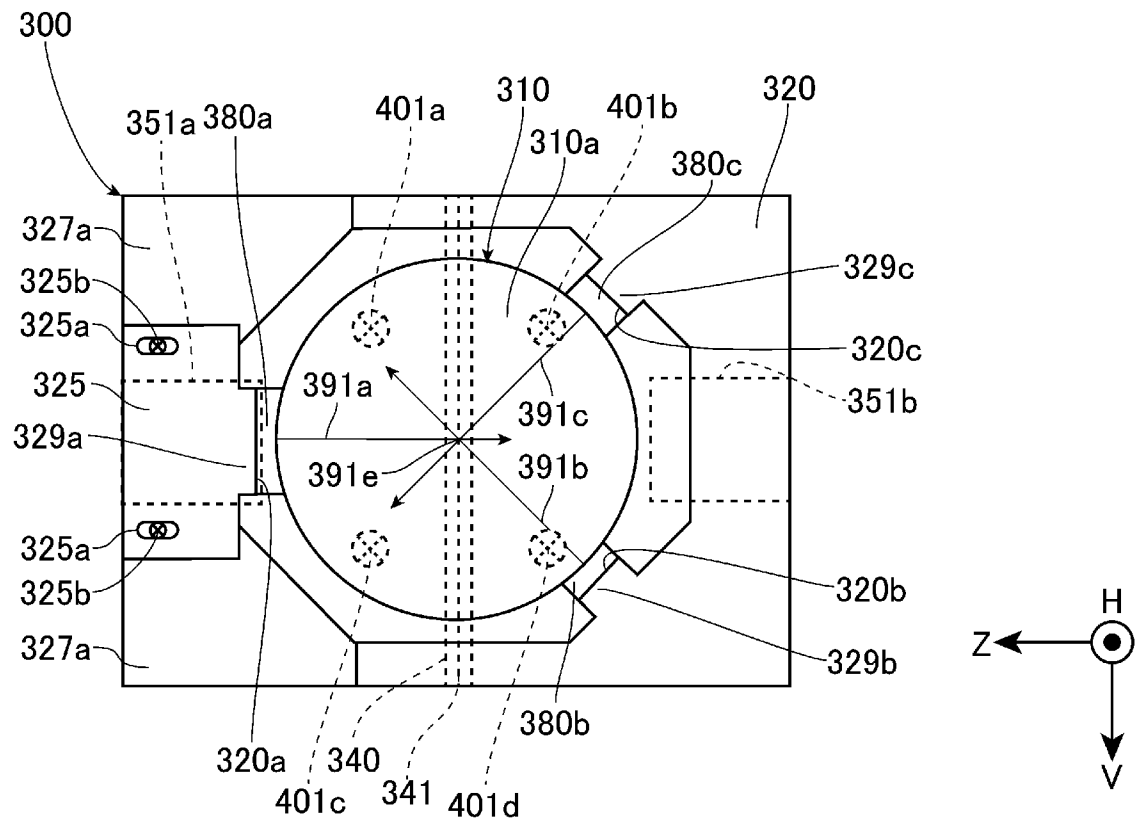
[図13]



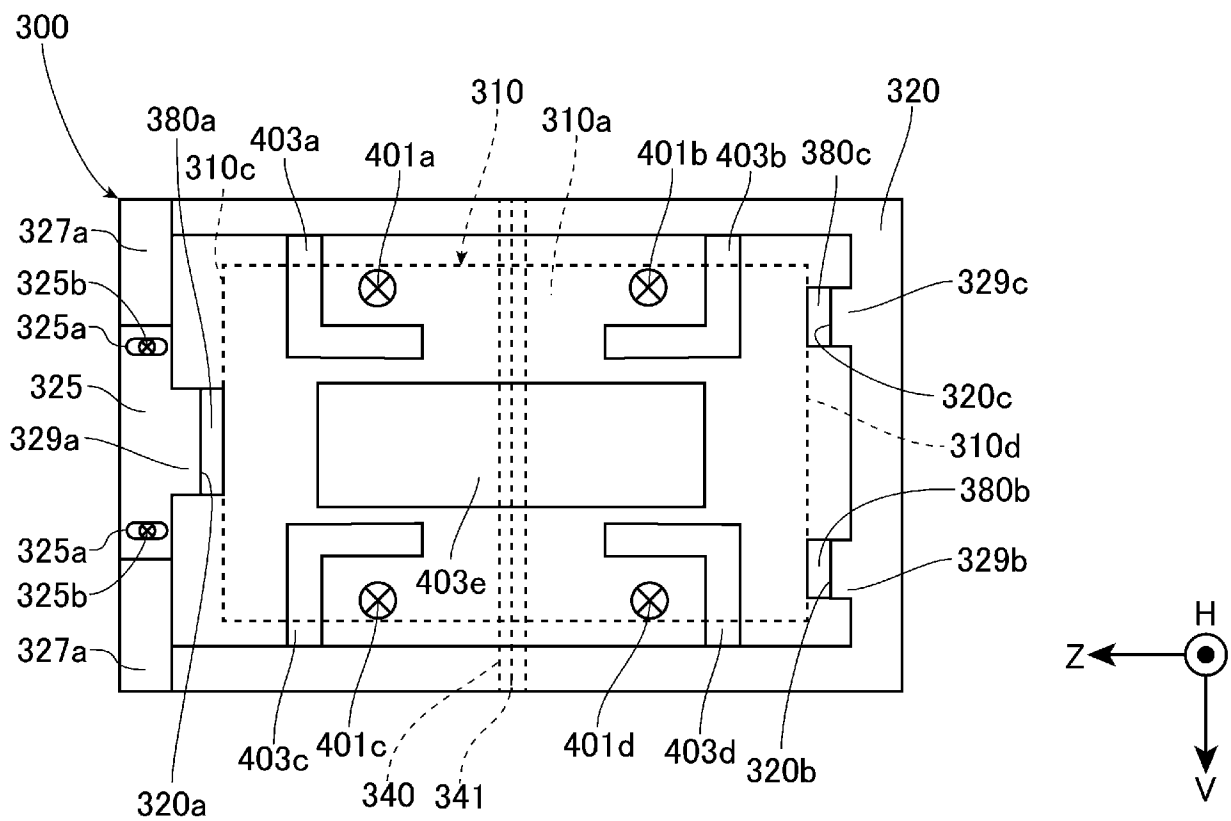
[図14]



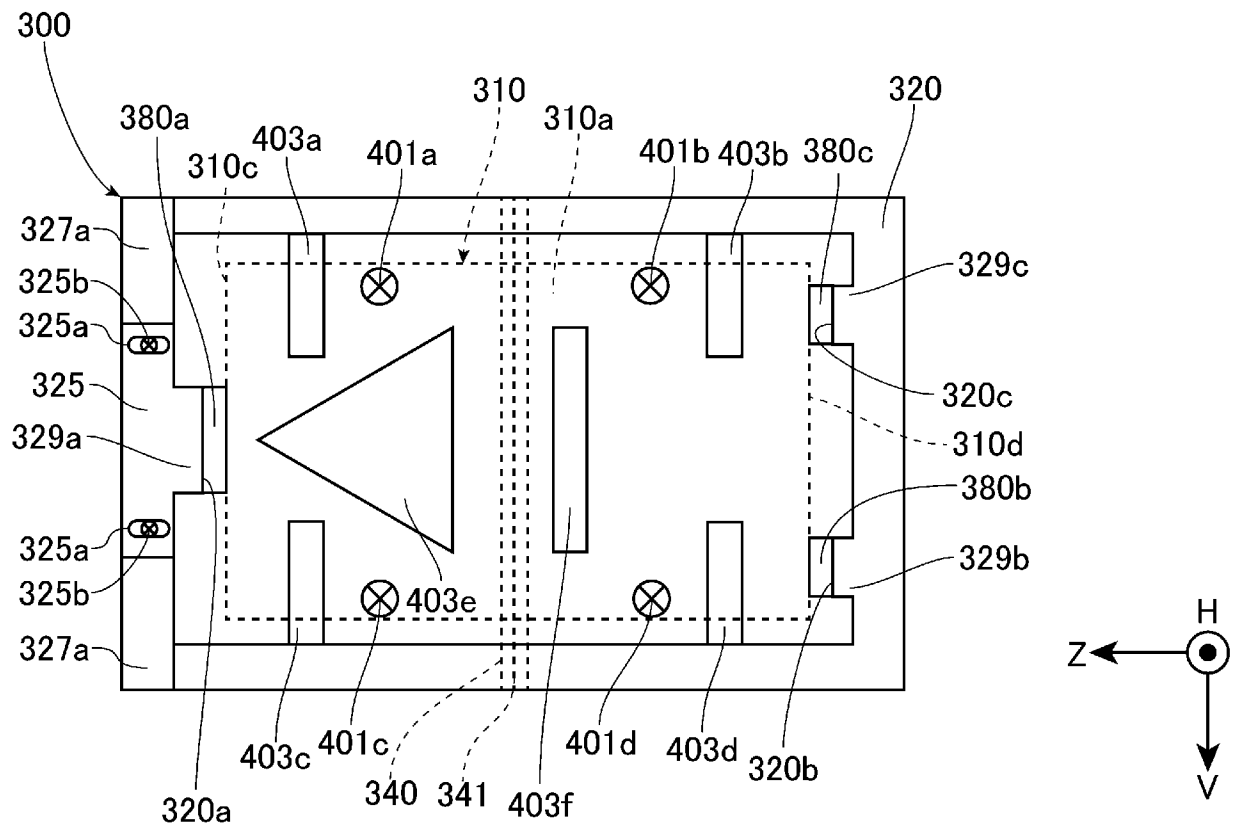
[図15]



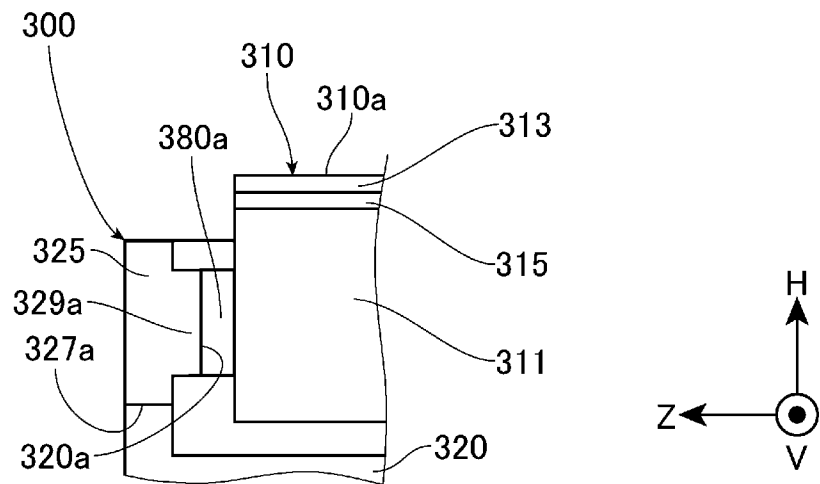
[図16]



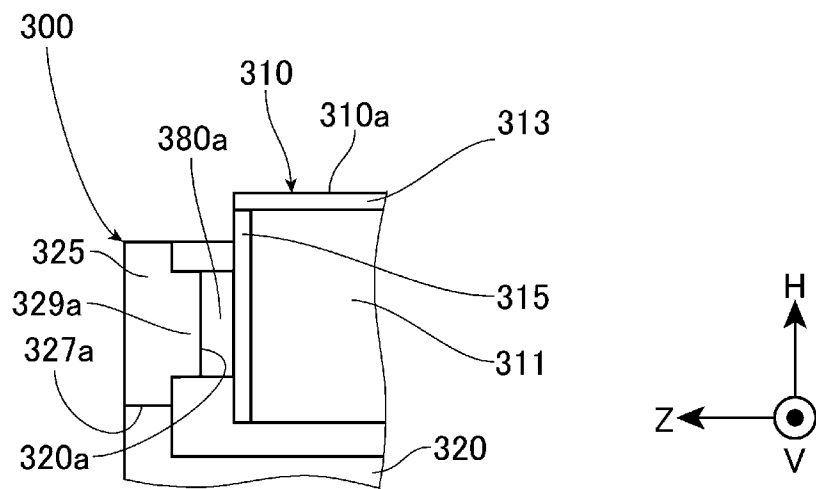
[図17]



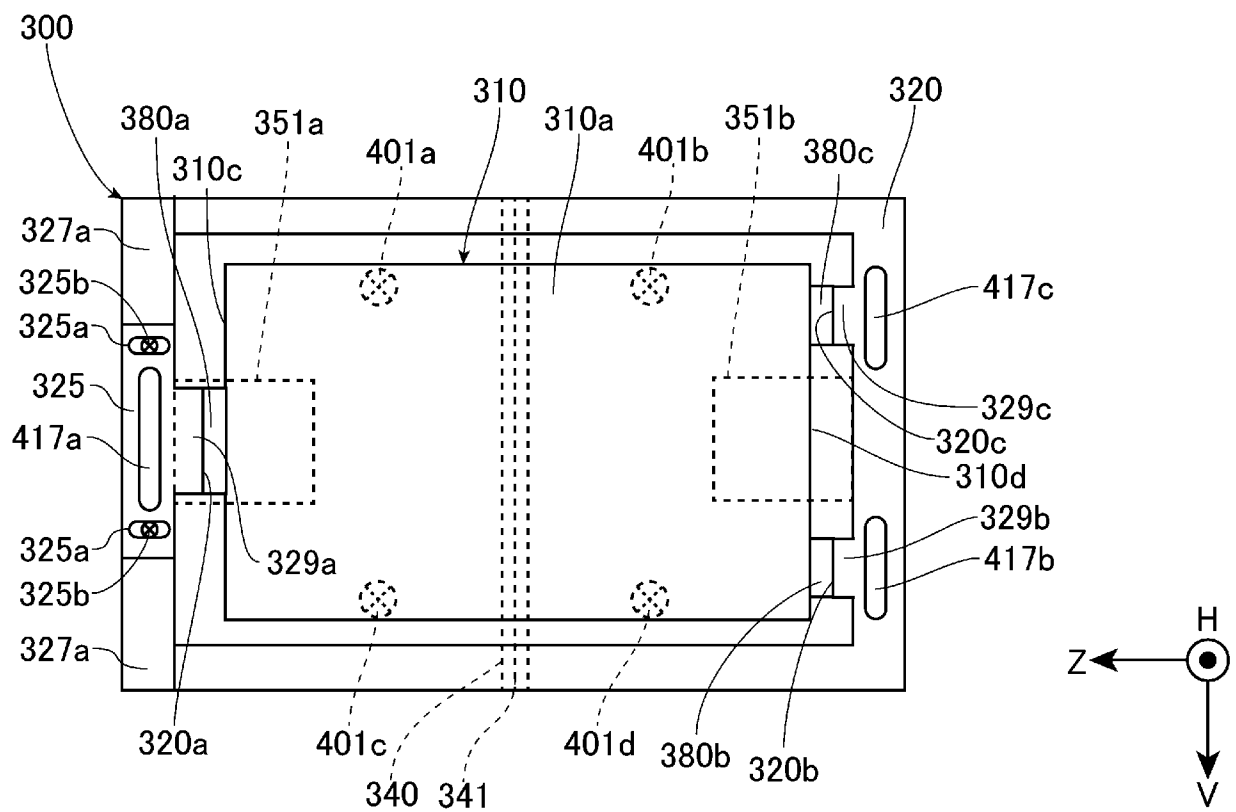
[図18]



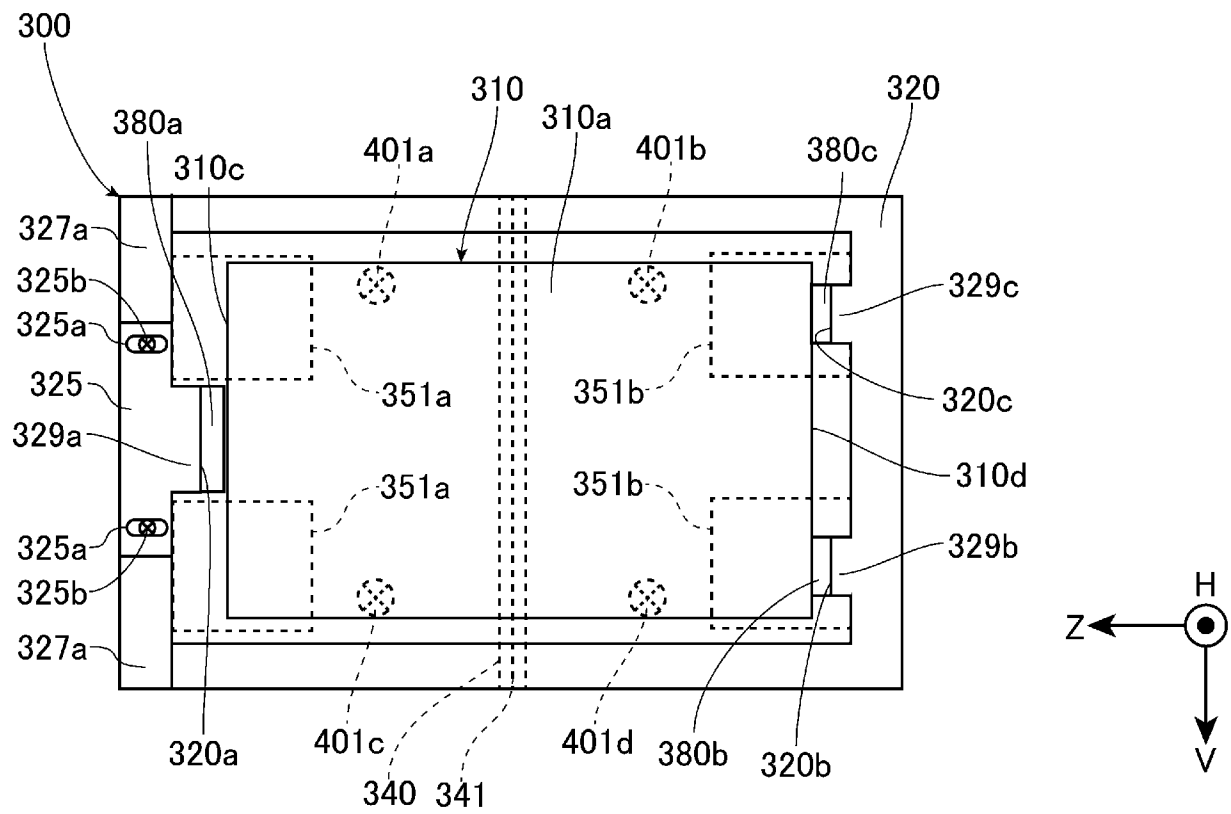
[図19]



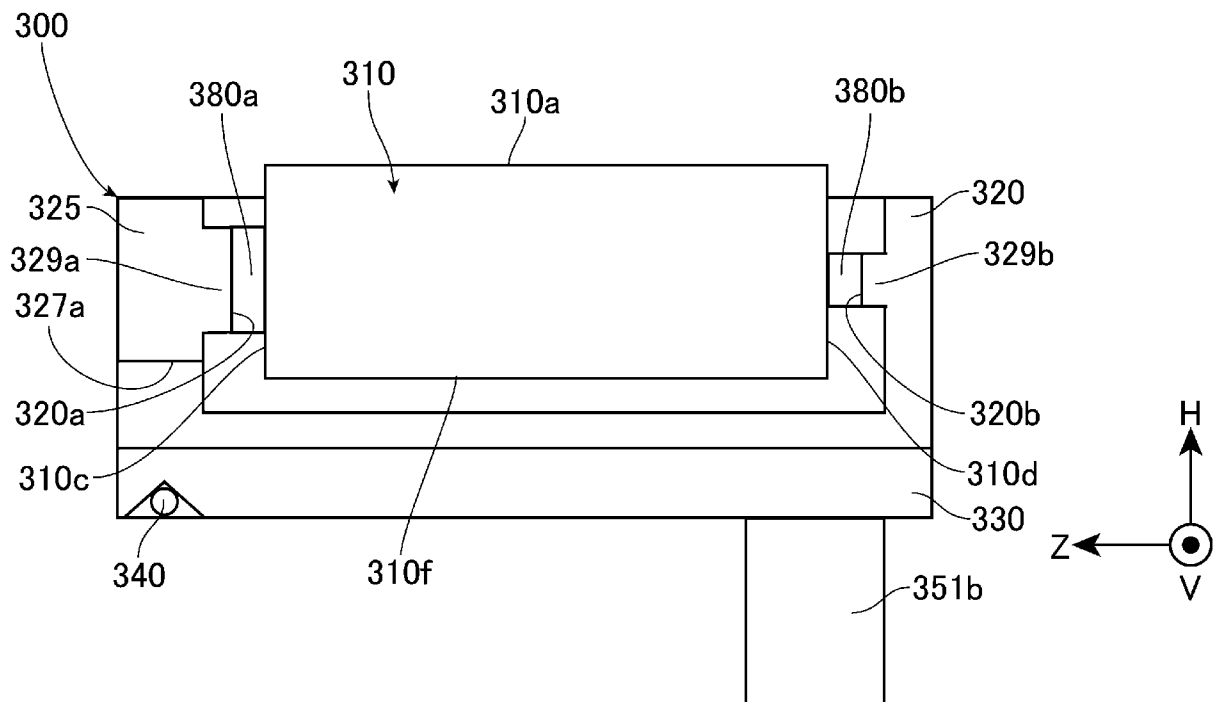
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/019662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 3/137(2006.01)i

FI: H01S3/137

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; G02B5/00-5/136; G02B5/18; G02B5/32; H01L21/30; H01L21/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	JP 2006-216984 A (KOMATSU LTD) 17 August 2006 (2006-08-17) paragraphs [0041]-[0049], fig. 3-7	1-19
Y	JP 2003-31881 A (GIGAPHOTON INC) 31 January 2003 (2003-01-31) paragraphs [0014]-[0047], fig. 1-6	1-19
Y	JP 5-283785 A (KOMATSU MFG CO LTD) 29 October 1993 (1993-10-29) paragraphs [0012]-[0016], fig. 3-5	1-19
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 36752/1992 (Laid-open No. 90402/1993) (SANKYO SEIKI SEISAKUSHO KK) 10 December 1993 (1993-12-10) paragraphs [0002]-[0003], [0008]-[0010], fig. 1-4	1-19
Y	WO 2018/100638 A1 (GIGAPHOTON INC) 07 June 2018 (2018-06-07) paragraphs [0061], [0073], fig. 5	11

☒ 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
21 July 2021 (21.07.2021)

Date of mailing of the international search report
10 August 2021 (10.08.2021)

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/JP2021/019662

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 9-243316 A (CANON INC) 19 September 1997 (1997-09-19) paragraphs [0006], [0017]-[0023], [0026]-[0027], fig. 1	11, 15
Y	WO 2020/174582 A1 (GIGAPHOTON INC) 03 September 2020 (2020-09-03) paragraphs [0012], [0054]-[0077], fig. 7-11	12-14, 19
Y	JP 2013-106017 A (NIKON CORP) 30 May 2013 (2013-05-30) paragraphs [0044]-[0045], fig. 5	16-17
A	US 2007/0036183 A1 (KIM, Jang-Sun) 15 February 2007 (2007-02-15) entire text, all drawings	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2021/019662

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2006-216984 A	17 Aug. 2006	(Family: none)	
JP 2003-31881 A	31 Jan. 2003	(Family: none)	
JP 5-283785 A	29 Oct. 1993	(Family: none)	
JP 5-90402 U1	10 Dec. 1993	(Family: none)	
WO 2018/100638 A1	07 Jun. 2018	US 2019/0283179 A1 paragraphs [0113], [0125], fig. 5 EP 3550679 A1 CN 109792132 A	
JP 9-243316 A	19 Sep. 1997	(Family: none)	
WO 2020/174582 A1	03 Sep. 2020	(Family: none)	
JP 2013-106017 A	30 May 2013	(Family: none)	
US 2007/0036183 A1	15 Feb. 2007	KR 10-0629368 B1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01S 3/137(2006.01)i FI: H01S3/137														
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）） H01S3/00-3/30; G02B5/00-5/136; G02B5/18; G02B5/32; H01L21/30; H01L21/46 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
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	JP 2006-216984 A（株式会社小松製作所） 17.08.2006（2006-08-17） [0041]-[0049], 図3-7	1-19												
Y	JP 2003-31881 A（ギガフォトン株式会社） 31.01.2003（2003-01-31） [0014]-[0047], 図1-6	1-19												
Y	JP 5-283785 A（株式会社小松製作所） 29.10.1993（1993-10-29） [0012]-[0016], 図3-5	1-19												
Y	日本国実用新案登録出願4-36752号（日本国実用新案登録出願公開5-90402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（株式会社三協精機製作所） 10.12.1993（1993-12-10） [0002]-[0003], [0008]-[0010], 図1-4	1-19												
Y	WO 2018/100638 A1（ギガフォトン株式会社） 07.06.2018（2018-06-07） [0061], [0073], 図5	11												
Y	JP 9-243316 A（キヤノン株式会社） 19.09.1997（1997-09-19） [0006], [0017]-[0023], [0026]-[0027], 図1	11, 15												
Y	WO 2020/174582 A1（ギガフォトン株式会社） 03.09.2020（2020-09-03） [0012], [0054]-[0077], 図7-11	12-14, 19												
☒ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 21.07.2021	国際調査報告の発送日 10.08.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 百瀬 正之 2K 4084 電話番号 03-3581-1101 内線 3255													

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	JP 2013-106017 A (株式会社ニコン) 30.05.2013 (2013 - 05 - 30) [0044]-[0045], 図5	16-17
A	US 2007/0036183 A1 (KIM J. S.) 15.02.2007 (2007 - 02 - 15) 全文, 全図	1-19

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/019662

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2006-216984	A	17.08.2006	(ファミリーなし)	
JP	2003-31881	A	31.01.2003	(ファミリーなし)	
JP	5-283785	A	29.10.1993	(ファミリーなし)	
JP	5-90402	U1	10.12.1993	(ファミリーなし)	
WO	2018/100638	A1	07.06.2018	US 2019/0283179 A1	
				[0113], [0125], Fig. 5	
				EP 3550679 A1	
				CN 109792132 A	
JP	9-243316	A	19.09.1997	(ファミリーなし)	
WO	2020/174582	A1	03.09.2020	(ファミリーなし)	
JP	2013-106017	A	30.05.2013	(ファミリーなし)	
US	2007/0036183	A1	15.02.2007	KR 10-0629368 B1	