



NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

to a dispersion plane of the light emitted from the prism; a drive unit for rotating the rotating stage; and a grating for reflecting the light emitted from the prism. The center of gravity of the prism, the center of gravity of the holder portion, and the center of gravity of the rotating stage may be positioned on the axis.

(57) 要約: 狭帯域化モジュールであって、光が入射する入射側面と光が出射する出射側面と入射側面と底面とを含み、入射側面から入射する光を波長分散して出射側面から出射するプリズムと、プリズムの底面を固定面で固定するホルダ部と、ホルダ部を固定し、プリズムをプリズムから出射する光の分散平面に垂直な軸を中心に回転させる回転ステージを含む回転機構部と、回転ステージを回転させる駆動部と、プリズムから出射する光を反射するグレーティングと、を備え、プリズムの重心、ホルダ部の重心、及び回転ステージの重心は、軸上に位置してもよい。

## 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（以下、「露光装置」という）においては、半導体集積回路の微細化およ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。一般的に、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る。たとえば、露光用のガスレーザ装置としては、波長248nmの紫外光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193nmの紫外光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] 次世代の露光技術としては、露光装置側の露光用レンズとウエハとの間が液体で満たされる液浸露光が実用化されている。この液浸露光では、露光用レンズとウエハとの間の屈折率が変化するため、露光用光源の見かけの波長が短波長化する。ArFエキシマレーザ装置を露光用光源として液浸露光が行われた場合、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液浸露光又はArF液浸リソグラフィーという。

[0004] KrFエキシマレーザ装置およびArFエキシマレーザ装置の自然発振幅は、約350～400pmと広い。そのため、KrF及びArFレーザ光のような紫外光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、エタロン、グレーティング等の狭帯域化素子を有する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レーザ装置を狭帯域化レーザ装置という。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第02／093699号

特許文献2：米国特許第7672067号明細書

特許文献3：特開2018－152465号公報

### 概要

[0006] 本開示の一態様は、狭帯域化モジュールであって、光が入射する入射側面と光が出射する出射側面と底面とを含み、入射側面から入射する光を波長分散して出射側面から出射するプリズムと、プリズムの底面を固定面で固定するホルダ部と、ホルダ部を固定し、プリズムをプリズムから出射する光の分散平面に垂直な軸を中心に回転させる回転ステージを含む回転機構部と、回転ステージを回転させる駆動部と、プリズムから出射する光を反射するグレーティングと、を備え、プリズムの重心、ホルダ部の重心、及び回転ステージの重心は、軸上に位置してもよい。

[0007] 本開示の他の一態様は、狭帯域化モジュールを備えるガスレーザ装置であって、狭帯域化モジュールは、光が入射する入射側面と光が出射する出射側面と底面とを含み、入射側面から入射する光を波長分散して出射側面から出射するプリズムと、プリズムの底面を固定面で固定するホルダ部と、ホルダ部を固定し、プリズムをプリズムから出射する光の分散平面に垂直な軸を中心に回転させる回転ステージを含む回転機構部と、回転ステージを回転させる駆動部と、プリズムから出射する光を反射するグレーティングと、を備え、プリズムの重心、ホルダ部の重心、及び回転ステージの重心は、軸上に位置してもよい。

[0008] また、本開示の更に他の一態様は、電子デバイスの製造方法であって、露

光工程において、狭帯域化モジュールを備えるガスレーザ装置から出射されるレーザ光を露光装置に入射させ、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、狭帯域化モジュールは、光が入射する入射側面と光が出射する出射側面と底面とを含み、入射側面から入射する光を波長分散して出射側面から出射するプリズムと、プリズムの底面を固定面で固定するホルダ部と、ホルダ部を固定し、プリズムをプリズムから出射する光の分散平面に垂直な軸を中心に回転させる回転ステージを含む回転機構部と、回転ステージを回転させる駆動部と、プリズムから出射する光を反射するグレーティングと、を備え、プリズムの重心、ホルダ部の重心、及び回転ステージの重心は、軸上に位置してもよい。

### 図面の簡単な説明

[0009] 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における露光工程で使用される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、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、図2の狭帯域化モジュールを拡大する図である。

[図4]図4は狭帯域化モジュールを図2と直交する方向から見る図である。

[図5]図5は、プリズムがホルダ部に固定される様子をプリズムの側面に沿った方向から見る図である。

[図6]図6は、プリズムがホルダ部に固定される様子をプリズムの側面に垂直な方向から見る図である。

[図7]図7は、実施形態1の狭帯域化モジュールを図3と同様の方法で示す図である。

[図8]図8は、実施形態1の狭帯域化モジュールを図4と同様の方法で示す図である。

[図9]図9は、プリズムがホルダ部に固定される様子をプリズムの側面に沿った方向から見る図である。

[図10]図 1 0 は、プリズムがホルダ部に固定される様子をプリズムの側面に垂直な方向から見る図である。

[図11]図 1 1 は、プリズムとホルダ部とが接着剤で固定される様子を示す断面図である。

[図12]図 1 2 は、回転機構部をホルダ部側から見る図である。

[図13]図 1 3 は、実施形態 1 の第 1 の変形例における狭帯域化モジュールにおけるプリズムがホルダ部に固定される様子を図 9 と同様の方法で示す図である。

[図14]図 1 4 は、実施形態 1 の第 2 の変形例における狭帯域化モジュールにおけるプリズムがホルダ部に固定される様子を図 9 と同様の方法で示す図である。

[図15]図 1 5 は、実施形態 2 の狭帯域化モジュールにおけるプリズムとホルダ部とが接着剤で固定される様子を図 1 1 と同様の方法で示す図である。

[図16]図 1 6 は、実施形態 3 の狭帯域化モジュールにおけるプリズムとホルダ部とが接着剤で固定される様子を図 1 1 と同様の方法で示す図である。

## 実施形態

[0010] 1. 電子デバイスの製造の露光工程で使用される製造装置の説明

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 動作

3. 3 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

[0011] 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。

## [0012] 1. 電子デバイスの製造の露光工程で使用される製造装置の説明

図1は、電子デバイスの製造における露光工程で使用される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、電子デバイス製造における露光工程で使用される製造装置は、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210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から入射したレーザ光によって、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、レチクルを透過したレーザ光を、縮小投影してワークピーステーブルWT上に配置された図示しない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た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した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。

## [0013] 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について説明する。図2は、本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2に示すように、本例のガス

レーザ装置１００は、筐体１０と、レーザ発振器ＬＯと、波長計測モジュール２０と、制御部ＣＯとを主な構成として含む。本例のガスレーザ装置１００は、例えば、アルゴン（Ａｒ）、フッ素（Ｆ<sub>2</sub>）、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１９３ｎｍのパルスレーザ光を出射する。なお、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）、フッ素（Ｆ<sub>2</sub>）、及びネオン（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２４８ｎｍのパルスレーザ光を出射する。レーザ媒質であるＡｒ、Ｆ<sub>2</sub>、及びＮｅを含む混合ガスやＫｒ、Ｆ<sub>2</sub>、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。

[0014] 制御部ＣＯは、例えば、マイクロコントローラ、ＩＣ（Integrated Circuit）、ＬＳＩ（Large-scale Integrated Circuit）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）などの集積回路やＮＣ（Numerical Control）装置を用いることができる。また、制御部ＣＯは、ＮＣ装置を用いた場合、機械学習器を用いたものであってもよく、機械学習器を用いないものであってもよい。以下に説明するように、ガスレーザ装置の幾つかの構成が制御部ＣＯにより制御される。

[0015] レーザ発振器ＬＯは、チャンバ装置ＣＨと、充電器ＢＣと、狭帯域化モジュール６０と、出力結合ミラーＯＣと、を主な構成として含む。

[0016] チャンバ装置ＣＨは、筐体３０と、一对のウィンドウ３１ａ、３１ｂと、一对の電極３２ａ、３２ｂと、絶縁部３３と、パルスパワーモジュール３５と、電極ホルダ部３６と、クロスフローファン３８と、モータ３８Ｍとを主な構成として備える。

[0017] 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、筐体３０におけるレーザ光の進行方向における一端に設けられ、ウィンドウ３１ｂは、筐体３０にお

けるレーザ光の進行方向における他端に設けられている。後述のようにガスレーザ装置 100 では、筐体 30 を含む光路上で光が発振してレーザ光が出射するため、筐体 30 内で発生したレーザ光は、ウィンドウ 31 a 及びウィンドウ 31 b を介して筐体 30 の外部に出射する。それぞれのウィンドウ 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。ウィンドウ 31 a, 31 b は、例えば、フッ化カルシウムで構成されている。なお、ウィンドウ 31 a 及びウィンドウ 31 b はフッ化物や酸化物等の膜でコーティングされてもよい。

[0018] 筐体 30 内には、レーザガスとして Ar F ガスが封入されている。このレーザガスは、筐体 10 に配置される不図示のレーザガス供給源から配管を介して供給される。本例では、例えば、F<sub>2</sub>、Ar、及び Ne を含む混合ガスが供給される。なお、Kr F エキシマレーザであれば、レーザガス供給源から、例えば、F<sub>2</sub>、Kr、及び Ne を含む混合ガスが供給される。

[0019] 一对の電極 32 a, 32 b の長手方向はレーザ光の進行方向に沿っており、一对の電極 32 a, 32 b は、筐体 30 内において互いに対向して配置されている。筐体 30 における電極 32 a と電極 32 b との間の空間は、ウィンドウ 31 a とウィンドウ 31 b とにより挟まれている。それぞれの電極 32 a, 32 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 32 a がカソードであり、電極 32 b がアノードである。

[0020] 筐体 30 には開口が形成され、この開口は絶縁体を含んで形成される絶縁部 33 により塞がれている。電極 32 a は絶縁部 33 に支持されている。絶縁部 33 には、導電部材からなるフィードスルー 34 が埋め込まれている。フィードスルー 34 は、パルスパワーモジュール 35 から供給される電圧を電極 32 a に印加する。電極 32 b は電極ホルダ部 36 に支持され、電極ホルダ部 36 と電氣的に接続されている。この電極ホルダ部 36 は図示しない配線を介して筐体 30 と電氣的に接続されている。

- [0021] パルスパワーモジュール35には、筐体30の外に配置される充電器BCが接続されている。充電器BCは、パルスパワーモジュール35の中に設けられる図示しない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。パルスパワーモジュール35は、制御部COによって制御されるスイッチを含んでいる。スイッチがオフからオンになると、パルスパワーモジュール35は、充電器BC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、この高電圧を一对の電極32a、32bに印加する。
- [0022] 筐体10内における電極ホルダ部36の電極32b側と反対側の空間にはクロスフローファン38が配置されている。筐体30内におけるクロスフローファン38が配置される空間と一对の電極32a、32b間の空間とは互いに連通している。このため、クロスフローファン38が回転することで、筐体30内に封入されたレーザガスは所定の方向に循環する。クロスフローファン38には、筐体30の外に配置されたモータ38Mが接続されている。このモータ38Mが回転することで、クロスフローファン38は回転する。モータ38Mは、制御部COによる制御によりオン、オフや回転数の調節がなされる。従って、制御部COは、モータ38Mを制御することで、筐体30内を循環するレーザガスの循環速度を調節することができる。
- [0023] なお、クロスフローファン38の脇には図示しない熱交換器が配置されている。クロスフローファン38により循環されるレーザガスの少なくとも一部はこの熱交換器を通過し、熱交換器によりレーザガスの温度が調節される。
- [0024] 筐体30におけるウィンドウ31aが設けられる上記一端側には、光路管51が接続されている。出力結合ミラーOCは、筐体30を基準とした上記一端側に設けられ、光路管51内に配置されている。出力結合ミラーOCは、ウィンドウ31aから出射するレーザ光が入射する光学素子であり、ウィンドウ31aから出射される光のうちの一部を透過させ、他の一部を反射させてウィンドウ31aを介して筐体30内に戻す。出力結合ミラーOC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。

[0025] 筐体 30 におけるウィンドウ 31b が設けられる上記他端側には、光路管 52 が接続されている。狭帯域化モジュール 60 は、光路管 52 に接続されている。従って、狭帯域化モジュール 60 は、筐体 30 を基準とした上記他端側に設けられている。狭帯域化モジュール 60 は、筐体 61 と、グレーティング 62 と、プリズム 63～66 とを含む。

[0026] 図 3 は、図 2 の狭帯域化モジュール 60 を拡大する図であり、図 4 は狭帯域化モジュール 60 を図 2 と直交する方向から見る図である。具体的には、電極 32a, 32b が並ぶ方向に沿って、狭帯域化モジュール 60 を見る図である。筐体 61 は、本体部 61M と蓋体部 61L を含む。筐体 61 の本体部 61M には開口 61H が形成されており、この開口 61H を通じて筐体 61 内の空間と光路管 52 内の空間とが連通している。

[0027] グレーティング 62 及びプリズム 63～66 は、筐体 61 内に配置されている。グレーティング 62 及びプリズム 63～66 は、ウィンドウ 31b から出射するレーザ光が入射する光学素子である。グレーティング 62 は、波長分散面がレーザ光の伝搬方向に垂直な平面と概ね一致し、レーザ光の入射角度と回折角度とが概ね一致するようにリトロ配置されている。本例では、グレーティング 62 は、約 193 nm 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。なお、グレーティング 62 は、グレーティング固定ホルダ部 62D に固定されており、グレーティング固定ホルダ部 62D は筐体 61 に固定されている。従って、グレーティング 62 は、筐体 61 に対して動かない。

[0028] 本例のプリズム 63～66 は、三角柱状の形状をしており、具体的には底面が直角三角形の形状をした直角三角柱状の形状をしている。プリズム 63 は、一对の底面 63B, 63T と、底面 63B に垂直な側面 63H, 63X, 63Y を含む。側面 63H は、底面 63B, 63T の斜辺を含む側面であり、側面 63X, 63Y は互いに垂直な側面である。プリズム 64 は、一对の底面 64B, 64T と、底面 64B に垂直な側面 64H, 64X, 64Y

を含む。側面 6 4 H は、底面 6 4 B, 6 4 T の斜辺を含む側面であり、側面 6 4 X, 6 4 Y は互いに垂直な側面である。プリズム 6 5 は、一对の底面 6 5 B, 6 5 T と、底面 6 5 B に垂直な側面 6 5 H, 6 5 X, 6 5 Y を含む。側面 6 5 H は、底面 6 5 B, 6 5 T の斜辺を含む側面であり、側面 6 5 X, 6 5 Y は互いに垂直な側面である。プリズム 6 6 は、一对の底面 6 6 B, 6 6 T と、底面 6 6 B に垂直な側面 6 6 H, 6 6 X, 6 6 Y を含む。側面 6 6 H は、底面 6 6 B, 6 6 T の斜辺を含む側面であり、側面 6 6 X, 6 6 Y は互いに垂直な側面である。

[0029] それぞれのプリズム 6 3 ~ 6 6 は、例えば、フッ化カルシウムで構成されている。プリズム 6 3 ~ 6 6 は、光が入射する入射側面と入射した光が出射する出射側面とを含み、入射側面から入射する光を波長分散して出射側面から出射する。本例では、チャンバ装置 C H 側から伝搬する光が、それぞれのプリズム 6 3 ~ 6 6 における側面 6 3 H ~ 6 6 H から入射する。また、プリズム 6 3 ~ 6 6 の側面 6 3 H ~ 6 6 H から入射する光は、それぞれのプリズム 6 3 ~ 6 6 における側面 6 3 X ~ 6 6 X から出射する。従って、チャンバ装置 C H 側から入射する光に対しては、プリズム 6 3 ~ 6 6 の側面 6 3 H ~ 6 6 H が入射側面となり、側面 6 3 X ~ 6 6 X が出射側面となる。逆に、グレーティング 6 2 側から伝搬する光は、それぞれのプリズム 6 3 ~ 6 6 の側面 6 3 X ~ 6 6 X から入射する。また、プリズム 6 3 ~ 6 6 の側面 6 3 X ~ 6 6 X から入射する光は、それぞれのプリズム 6 3 ~ 6 6 の側面 6 3 H ~ 6 6 H から出射する。従って、グレーティング 6 2 側から伝搬する光に対しては、プリズム 6 3 ~ 6 6 の側面 6 3 X ~ 6 6 X が入射側面となり、側面 6 3 H ~ 6 6 H が出射側面となる。

[0030] 本例では、プリズム 6 3 は、一方の底面 6 3 B がプリズムホルダ 6 3 D 側を向いた状態で、プリズムホルダ 6 3 D に固定されている。プリズム 6 4 は、一方の底面 6 4 B がプリズムホルダ 6 4 D 側を向いた状態で、プリズムホルダ 6 4 D に固定されている。プリズム 6 6 は、一方の底面 6 6 B がプリズムホルダ 6 6 D 側を向いた状態で、プリズムホルダ 6 6 D に固定されている。

。プリズムホルダ63D、64D、66Dは筐体61に固定されている。従って、プリズム63、64、66は、筐体61及びグレーティング62に対して動かない。一方、プリズム65はプリズムホルダ65Dに固定されている。プリズムホルダ65Dは、プリズム65の出射する光の分散平面に垂直な軸を中心としてプリズム65を僅かに回転させる。プリズムホルダ65Dの詳細については後述する。

[0031] プリズム65が僅かに回転して向きが変化することで、プリズム65から出射する光の向きが変化し、グレーティング62へ入射する光の入射角度が調節される。グレーティング62への光の入射角度が調節されることで、グレーティング62で反射する光の反射角が調節される。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63～66を介してグレーティング62で反射し、再びプリズム63～66を介して筐体30のウィンドウ31bに戻ることで、筐体30に入射する光の波長は、所望の波長に調節される。なお、狭帯域化モジュール60に配置されるプリズムの数は、本例では4つであるが、プリズム65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。

[0032] 筐体30を挟んで設けられる出力結合ミラーOCとグレーティング62とで光共振器が構成され、筐体30は、この光共振器の光路上に配置される。従って、筐体30から出射する光は、狭帯域化モジュール60のグレーティング62と出力結合ミラーOCとの間で往復し、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。増幅された光の一部が、出力結合ミラーOCを透過して、パルスレーザ光として出射される。

[0033] 波長計測モジュール20は、レーザ発振器LOの出力結合ミラーOCから出射するパルスレーザ光の光路上に配置されている。波長計測モジュール20は、筐体21と、ビームスプリッタ22と、波長モニタ23とを含む。筐体21は、光路管51に接続されている。ビームスプリッタ22及び波長モニタ23は、ウィンドウ31aから出射するレーザ光が入射する光学素子である。筐体21には開口が形成されており、この開口を通じて筐体21内の

空間と光路管 5 1 内の空間とが連通している。筐体 2 1 内には、ビームスプリッタ 2 2 及び波長モニタ 2 3 が配置されている。

[0034] ビームスプリッタ 2 2 は、レーザ発振器 L O から出射したパルスレーザ光を高い透過率で透過させるとともに、パルスレーザ光の一部を、波長モニタ 2 3 の受光面に向けて反射する。波長モニタ 2 3 は、受光面に入射したパルスレーザ光の波長を検出し、検出された波長に係るデータを制御部 C O に出力する。

[0035] 波長計測モジュール 2 0 の筐体 2 1 における光路管 5 1 が接続される側と反対側には、開口が形成されており、この開口を囲むように光路管 5 3 が接続されている。このため、光路管 5 1 内の空間と、筐体 2 1 内の空間と、光路管 5 3 内の空間とが連通している。光路管 5 3 は筐体 1 0 に接続されている。筐体 1 0 における光路管 5 3 に囲まれる位置には、レーザ光出射ウィンドウ O W が設けられている。従って、波長計測モジュール 2 0 のビームスプリッタ 2 2 を透過する光は、光路管 5 3 を介して、レーザ光出射ウィンドウ O W から筐体 1 0 の外部に出射される。

[0036] 光路管 5 1, 5 2, 5 3 や、筐体 2 1, 6 1 内には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 1 0 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 5 1, 5 2, 5 3 や、筐体 2 1, 6 1 内に供給される。

[0037] なお、筐体 1 0 内には、チャンバ装置 C H の筐体 3 0 から排気されるレーザガスを排気するための図示しない排気装置が配置されている。排気装置は、筐体 3 0 内から排気されるガスに対してハロゲンフィルタによって F<sub>2</sub> ガスを除去する処理をして、筐体 1 0 にガスを放出する。

[0038] 次に、プリズムホルダ 6 5 D の詳細について説明する。

[0039] 図 3、図 4 に示すように、プリズムホルダ 6 5 D は、ホルダ部 7 1 と、回転機構部 7 2 とを含む。プリズム 6 5 はホルダ部 7 1 に固定されている。図 5 は、プリズム 6 5 がホルダ部 7 1 に固定される様子をプリズム 6 5 の側面

に沿った方向から見る図である。図6は、プリズム65がホルダ部71に固定される様子をプリズム65の側面65Xに垂直な方向から見る図である。図5、図6に示すように、ホルダ部71は、板状の部材であり、主面の形状が概ね長方形である。ホルダ部71の一方の主面は、プリズム65が固定される固定面71Fである。固定面71Fには、固定壁部81が固定されており、固定壁部81の側面にはばね83が取り付けられている。ばね83の固定壁部81側と反対側には移動壁部82が取り付けられている。また、固定面71Fには、一对のリブ84a, 84bが固定されている。また、固定面71Fには、一对の柱部85a, 85bが固定されており、柱部85a, 85bの固定面71F側と反対側に端部に、柱部85aと柱部85bとに架け渡される梁部86が固定されている。梁部86は、固定面71Fと概ね平行である。梁部86の固定面71F側にはばね87が取り付けられている。なお、図3、図4では、ホルダ部71上のプリズム65を除く部材の記載が省略されている。

[0040] プリズム65は、一方の底面65Bが固定面71Fに接し、側面65Xがリブ84aに接し、側面65Hがリブ84bに接した状態で、ホルダ部71の固定面71F上における梁部86と重なる位置に配置されている。そして、移動壁部82がばね83の弾性力により側面65Yを押圧しており、ばね87が他方の底面65Tを押圧している。従って、プリズム65は、ばね87により固定面71Fに押し付けられた状態で、固定面71Fの面内方向に沿った移動が規制され、ホルダ部71に固定されている。

[0041] ホルダ部71は、回転機構部72に固定されている。本例の回転機構部72は、固定プレート72aと回転ステージ72bとを含み、ホルダ部71は、回転ステージ72bに固定されている。固定プレート72aは、筐体61の本体部61Mに固定されている。回転ステージ72bは、円形の板状の部材であり、固定プレート72aの主面の面内方向で所定の軸を中心に回転する部材である。固定プレート72aと回転ステージ72bとは、例えば、クロスローラベアリングを介して接続されている。この固定プレート72aの

主面の面内方向は、プリズム 6 5 の底面 6 5 B と平行である。このため、回転ステージ 7 2 b が回転する中心の軸 R A 5 は、プリズム 6 5 から出射する光の分散平面に垂直である。回転ステージ 7 2 b が回転すると、回転ステージ 7 2 b に固定されたホルダ部 7 1 及びホルダ部 7 1 に固定されたプリズム 6 5 は回転ステージ 7 2 b と共にプリズム 6 5 から出射する光の分散平面に垂直な軸 R A 5 を中心に回転する。なお、本例では、プリズム 6 5 が固定された状態で、プリズム 6 5 の重心 G 6 5 は、プリズム 6 5 が回転する軸 R A 5 上に位置している。

[0042] 固定プレート 7 2 a は、筐体 6 1 の内側から外側に突出している。固定プレート 7 2 a における筐体 6 1 の外側の部位には、筐体 7 7 が設けられている。筐体 7 7 内と筐体 6 1 内とは空間的に接続されており、気密性が保たれている。固定プレート 7 2 a における筐体 6 1 の外側の部位には、ステッピングモータ 7 4 が固定されている。このステッピングモータ 7 4 は所定の軸部を含み、軸部の一方の先端は筐体 7 7 内に位置している。この軸部はステッピングモータ 7 4 の動作により長手方向に沿って移動する。

[0043] 筐体 7 7 にはピエゾアクチュエータ 7 5 が移動可能に配置されている。ピエゾアクチュエータ 7 5 は、ステッピングモータ 7 4 の軸部の一方の先端に接している。従って、ステッピングモータ 7 4 の軸部が移動することで、ピエゾアクチュエータ 7 5 は移動する。

[0044] 回転ステージ 7 2 b にはレバー 7 6 が接続されている。レバー 7 6 は、筐体 6 1 の内側から外側に突出しており、レバー 7 6 の回転ステージ 7 2 b 側と反対側の端部は筐体 7 7 内に位置している。レバー 7 6 にはピエゾアクチュエータ 7 5 が接している。従って、ピエゾアクチュエータ 7 5 は、ステッピングモータ 7 4 の軸部とレバー 7 6 とに挟まれ、ピエゾアクチュエータ 7 5 が動作すると、圧電効果により、ステッピングモータ 7 4 の軸部の先端とレバー 7 6 との距離が変化する。また、レバー 7 6 のピエゾアクチュエータ 7 5 が接する側と反対側は、プランジャ 7 9 に接している。プランジャ 7 9 は、筐体 7 7 に固定されておりレバー 7 6 を押圧する。従って、レバー 7 6

は、 piezoアクチュエータ 75 とプランジャ 79 とに挟まれて、 piezoアクチュエータ 75 とプランジャ 79 とから押圧される。レバー 76 の傾きは、 ステッピングモータ 74 の動作による piezoアクチュエータ 75 の移動や、 piezoアクチュエータ 75 の動作による ステッピングモータ 74 の軸部の先端からレバー 76 までの距離の変化により変化する。このレバー 76 の傾きの変化により回転ステージ 72 b は回転する。従って、本例では、 ステッピングモータ 74 及び piezoアクチュエータ 75 は、 回転ステージ 72 b を回転させる駆動部である。 piezoアクチュエータ 75 の動作によるレバー 76 の傾きの変化は、 ステッピングモータ 74 の動作によるレバー 76 の傾きの変化よりも小さい。つまり、 ステッピングモータ 74 は粗動用の駆動部であり、 piezoアクチュエータ 75 は微動用の駆動部である。従って、 ステッピングモータ 74 の動作により光路が粗調節され、 piezoアクチュエータ 75 の動作により光路が微調節される。

[0045] ステッピングモータ 74 及び piezoアクチュエータ 75 には、ドライバ DR が電氣的に接続されている。ドライバ DR は、制御部 CO からの信号により、 ステッピングモータ 74 及び piezoアクチュエータ 75 を駆動させる。

[0046] また、制御部 CO には、露光装置 200 からガスレーザ装置 100 が出射すべき光の波長に係る信号が入力される。

[0047] 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。

[0048] ガスレーザ装置 100 がレーザ光を出射する前の状態で、光路管 51, 52, 53 内や、筐体 21, 61 内には、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 内には、不図示のレーザガス供給源からのレーザガスが供給される。レーザガスが供給されると、制御部 CO は、モータ 38M を制御してクロスフローファン 38 を回転させ、クロスフローファン 38 の回転によりレーザガスが循環される。

[0049] ガスレーザ装置 100 がレーザ光を出射する際には、制御部 CO は、充電器 BC 及びパルスパワーモジュール 35 内のスイッチを制御して、電極 32

aと電極32bとの間に高電圧を印加する。電極32a, 32b間に高電圧が印加されると、電極32a, 32b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、電極32a, 32b間のレーザガスに含まれるレーザ媒質は励起状態とされて、基底状態に戻る際に自然放出光を放出する。この光の一部がウィンドウ31bから出射して、プリズム63~66を介してグレーティング62で反射される。光はそれぞれのプリズム63~66を透過するごとに波長分散される。グレーティング62で反射された光は、それぞれのプリズム63~66を介して、再びウィンドウ31bから筐体30内に伝搬する。筐体30内に伝搬する光は、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。こうして、所定の波長の光がグレーティング62と出力結合ミラーOCとの間を共振し、レーザ発振が起こる。そして、一部のレーザ光が、出力結合ミラーOCを透過して、レーザ光出射ウィンドウOWから出射する。

[0050] なお、このとき、ビームスプリッタ22で反射されるレーザ光は、波長モニタ23で受光され、波長モニタ23は、受光するレーザ光の波長に基づく信号を制御部COに出力する。また、制御部COには、露光装置200から光の波長に係る信号が入力されている。このため、制御部COは、波長モニタ23から入力する信号と、露光装置200から入力する信号とに基づいてドライバDRを制御し、ドライバDRは、ステッピングモータ74及びピエゾアクチュエータ75を駆動させる。ステッピングモータ74及びピエゾアクチュエータ75の駆動により、レバー76の傾きが変化し、回転ステージ72bが回転する。この回転の角度は、例えば、±2.5度の範囲である。回転ステージ72bが回転することで、回転ステージ72bに固定されたホルダ部71及びホルダ部71に固定されたプリズム65は回転ステージ72bと共に回転し、プリズム65の向きが変化する。

[0051] プリズム65の向きが変化することで、グレーティング62で反射してチャンバ装置CHの筐体30内に戻る光の波長が調節される。つまり、制御部

C Oは、波長モニタ 2 3からの信号と露光装置 2 0 0からの信号とに基づいて、プリズム 6 5の回転角度を調節し、ガスレーザ装置 1 0 0から出射する光の波長が露光装置 2 0 0が求める波長となるようフィードバック制御をする。

[0052] 2. 3 課題

比較例のガスレーザ装置 1 0 0では、上記のようにプリズム 6 5の重心 G 6 5の位置は回転ステージ 7 2 bが回転する軸 R A 5上に位置しているため、プリズム 6 5には回転による振れ回りが起きづらい。しかし、ホルダ部 7 1上にプリズム 6 5を固定するための部材が複数配置されているため、ホルダ部 7 1は大型になりやすい。このため、ホルダ部 7 1の重心 G 7 1は、回転ステージ 7 2 bが回転する軸 R A 5上以外に位置している。従って、ホルダ部 7 1が回転する際に振れ回りが生じ、ホルダ部 7 1の回転の反応は遅い傾向にある。このため、ホルダ部 7 1に固定されるプリズム 6 5の回転の反応も遅くなる傾向にある。特に piezoアクチュエータ 7 5の圧電効果による動作は高速であり、ホルダ部 7 1の回転動作が piezoアクチュエータ 7 5の動作に追いつかないという懸念が生じる。このようにホルダ部 7 1の回転の反応が遅いと、プリズム 6 5の回転の反応が遅くなり、ガスレーザ装置 1 0 0から出射するレーザ光の波長が不安定になるという懸念が生じる。

[0053] そこで、以下の実施形態では、レーザ光の波長を安定し得るガスレーザ装置を実現し得る狭帯域化モジュールが例示される。

[0054] 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。

[0055] 3. 1 構成

図 7 は、本実施形態の狭帯域化モジュールを図 3 と同様の方法で示す図であり、図 8 は、本実施形態の狭帯域化モジュールを図 4 と同様の方法で示す図である。図 7、図 8 に示すように、本実施形態の狭帯域化モジュール 6 0

は、プリズム 6 4 の出射する光の分散平面に垂直な軸を中心としてプリズム 6 4 が僅かに回転する点において、比較例の狭帯域化モジュール 6 0 と異なる。従って、本実施形態のプリズムホルダ 6 4 D は、プリズム 6 4 を僅かに回転させる構成を備える。また、本実施形態におけるプリズム 6 5 が回転するための構成は、比較例におけるプリズム 6 5 が回転するための構成と異なる。

[0056] まず、本実施形態におけるプリズム 6 5 が回転するための構成について説明する。

[0057] 図 8 に示すように、本実施形態では、ステッピングモータ 7 4 の軸部がレバー 7 6 に接しており、 piezo アクチュエータ 7 5 が備えられていない。従って、本実施形態では、ステッピングモータ 7 4 が回転ステージ 7 2 b を回転させる駆動部である。上記のように、ステッピングモータ 7 4 は粗動用の駆動部であり、piezo アクチュエータ 7 5 は微動用の駆動部であるため、本実施形態のプリズム 6 5 の向きは比較例におけるプリズム 6 5 の向きよりも粗く調節される。

[0058] 次に、本実施形態におけるプリズムホルダ 6 4 D の詳細について説明する。

[0059] 本実施形態の狭帯域化モジュール 6 0 では、プリズムホルダ 6 4 D は、ホルダ部 4 1 と回転機構部 4 2 とを含む。プリズム 6 4 はホルダ部 4 1 に固定されている。図 9 は、プリズム 6 4 がホルダ部 4 1 に固定される様子をプリズム 6 4 の側面に沿った方向から見る図である。図 10 は、プリズム 6 4 がホルダ部 4 1 に固定される様子をプリズム 6 4 の側面 6 4 Y に垂直な方向から見る図である。図 9、図 10 に示すように、ホルダ部 4 1 は、板状の部材であり、主面の形状が概ね正三角形である。ホルダ部 4 1 の一方の主面は、プリズム 6 4 が固定される固定面 4 1 F であり、本実施形態の固定面 4 1 F は平面状である。プリズム 6 4 は、一方の底面 6 4 B が固定面 4 1 F 側を向き、三角形の底面 6 4 B のそれぞれの頂点が固定面 4 1 F から突出して固定面 4 1 F と重ならない状態で、ホルダ部 4 1 に接着剤 4 6 で固定されている。

。

[0060] 接着剤 4 6 は、複数のドット状の接着剤部分に分離されており、本実施形態ではプリズム 6 4 の底面 6 4 B の頂点の数に等しい 3 つの接着剤部分に分離されている。図 1 1 は、プリズム 6 4 とホルダ部 4 1 とが接着剤 4 6 で固定される様子を示す断面図である。図 1 1 に示すように、プリズム 6 4 の底面 6 4 B と固定面 4 1 F との間に接着剤 4 6 が配置されることで、プリズム 6 4 の底面 6 4 B は、接着剤 4 6 により固定面 4 1 F から離間している。従って、プリズム 6 4 の底面 6 4 B と固定面 4 1 F との間における接着剤 4 6 が非配置である領域には、空間が形成されている。

[0061] また、本実施形態におけるプリズム 6 4 は、遮光膜 6 4 S を含む。遮光膜 6 4 S は、一方の底面 6 4 B 側に設けられる。従って、プリズム 6 4 の底面 6 4 B は、遮光膜 6 4 S の表面となる。遮光膜 6 4 S は、チャンバ装置 C H から出射される光の透過が抑制される膜である。遮光膜 6 4 S は、例えば、アルミニウムの蒸着膜から成る。

[0062] ホルダ部 4 1 は、回転機構部 4 2 に固定されている。図 1 2 は、回転機構部 4 2 をホルダ部 4 1 側から見る図である。本例の回転機構部 4 2 は、固定プレート 4 2 a と回転ステージ 4 2 b とを含み、ホルダ部 4 1 は、回転ステージ 4 2 b に複数のねじ 4 1 S により固定されている。それぞれのねじ 4 1 S は、プリズム 6 4 と重ならない位置でホルダ部 4 1 と回転ステージ 4 2 b とを固定する。本実施形態では、ねじ 4 1 S の数はプリズム 6 4 の側面の数と同じ 3 つである。

[0063] 固定プレート 4 2 a は、筐体 6 1 の本体部 6 1 M に固定されている。回転ステージ 4 2 b は、例えば円形の板状の部材であり、固定プレート 4 2 a の主面の面内方向で所定の軸を中心に回転する部材である。固定プレート 4 2 a と回転ステージ 4 2 b とは、例えば、ヒンジを介して接続されたり、クロスローラベアリングを介して接続されている。なお、クロスローラベアリングよりもヒンジの方が小さい可動範囲であるものの軽量であるため回転ステージ 4 2 b が高速に動作する観点から好ましい。固定プレート 4 2 a の主面

の面内方向は、プリズム 6 4 の底面 6 4 B と平行である。このため、回転ステージ 4 2 b が回転する中心の軸 R A 4 は、プリズム 6 4 から出射する光の分散平面に垂直である。回転ステージ 4 2 b が回転すると、回転ステージ 4 2 b に固定されたホルダ部 4 1 及びホルダ部 4 1 に固定されたプリズム 6 4 は、回転ステージ 4 2 b と共にプリズム 6 4 から出射する光の分散平面に垂直な軸 R A 4 を中心に回転する。

[0064] 本実施形態では、プリズム 6 4 がホルダ部 4 1 に固定された状態で、プリズム 6 4 の重心 G 6 4、ホルダ部 4 1 の重心 G 4 1、及び回転ステージ 4 2 b の重心 G 4 2 b は、プリズム 6 4、ホルダ部 4 1、及び回転ステージ 4 2 b が回転する軸 R A 4 上に位置している。また、この軸 R A 4 は、プリズム 6 4 とホルダ部 4 1 とを固定する接着剤 4 6 の複数の接着剤部分により囲まれ、また、ホルダ部 4 1 と回転ステージ 4 2 b とを固定する複数のねじ 4 1 S によっても囲まれている。

[0065] 固定プレート 4 2 a には、 piezo actuator 4 5 が固定されている。piezo actuator 4 5 は、回転ステージ 4 2 b に接続されている。従って、piezo actuator 4 5 の動作により、piezo actuator 4 5 と回転ステージ 4 2 b との接続部位が変化することで、回転ステージ 4 2 b は僅かに回転する。従って、本実施形態では、piezo actuator 4 5 は回転ステージ 4 2 b を回転させる駆動部である。piezo actuator 4 5 の動作により、プリズム 6 4 は僅かに回転して向きが変化する。

[0066] 本実施形態では、piezo actuator 4 5 の動作によるプリズム 6 4 の回転角度の大きさは、stepping motor 7 4 の動作によるプリズム 6 5 の回転角度の大きさよりも小さい。つまり、stepping motor 7 4 は粗動用の駆動部であり、piezo actuator 4 5 は微動用の駆動部である。stepping motor 7 4 の動作により光路が粗調節され、piezo actuator 4 5 の動作により光路が微調節される。

[0067] piezo actuator 4 5 には、ドライバ D R が電氣的に接続されている。本実施形態では、ドライバ D R は、制御部 C O からの信号により、ステッ

ピングモータ 7 4 及びピエゾアクチュエータ 4 5 を駆動させる。

[0068] 3. 2 動作

次に、本実施形態のガスレーザ装置 1 0 0 の動作について説明する。

[0069] 本実施形態のガスレーザ装置 1 0 0 では、比較例のガスレーザ装置 1 0 0 と同様にして、レーザ光出射ウィンドウ OW からレーザ光が出射する。

[0070] このとき、本実施形態では、制御部 C 0 は、波長モニタ 2 3 から入力する信号と、露光装置 2 0 0 から入力する信号とに基づいてドライバ D R を制御し、ドライバ D R は、ステッピングモータ 7 4 及びピエゾアクチュエータ 4 5 を駆動させる。ステッピングモータ 7 4 の駆動により、レバー 7 6 の傾きが変化し、回転ステージ 7 2 b が回転する。この回転の角度は、例えば、比較例における回転ステージ 7 2 b の回転の角度と同様である。回転ステージ 7 2 b が回転することで、回転ステージ 7 2 b に固定されたホルダ部 7 1 及びホルダ部 7 1 に固定されたプリズム 6 5 は回転ステージ 7 2 b と共に回転し、プリズム 6 5 の向きが変化する。また、ピエゾアクチュエータ 4 5 の駆動により、回転ステージ 4 2 b が回転する。この回転の角度は、例えば、± 0. 0 1 度である。回転ステージ 4 2 b が回転することで、回転ステージ 4 2 b に固定されたホルダ部 4 1 及びホルダ部 4 1 に固定されたプリズム 6 4 は回転ステージ 4 2 b と共に回転し、プリズム 6 4 の向きが変化する。

[0071] プリズム 6 4、6 5 の向きが変化することで、グレーティング 6 2 で反射してチャンバ装置 C H の筐体 3 0 内に戻る光の波長が調節される。つまり、制御部 C 0 は、波長モニタ 2 3 からの信号と露光装置 2 0 0 からの信号とに基づいて、プリズム 6 4、6 5 の回転角度を調節し、ガスレーザ装置 1 0 0 から出射する光の波長が露光装置 2 0 0 が求める波長となるようフィードバック制御をする。

[0072] 3. 3 作用・効果

本実施形態の狭帯域化モジュール 6 0 では、回転ステージ 4 2 b がプリズム 6 4 から出射する光の分散平面に垂直な軸 R A 4 を中心に回転し、プリズム 6 4 の重心 G 6 4、ホルダ部 4 1 の重心 G 4 1、及び回転ステージ 4 2 b

の重心G 4 2 bは、軸R A 4上に位置する。従って、プリズム6 4、ホルダ部4 1、及び回転ステージ4 2 bの振れ回りを抑制し得る。このため、本実施形態のプリズム6 4、ホルダ部4 1、及び回転ステージ4 2 bの回転の反応は、比較例のプリズム6 5、ホルダ部7 1、及び回転ステージ7 2 bの回転の反応性と比べて速い。プリズム6 5の回転の反応が速いため、光路の微調節の時間を短くすることができ、ガスレーザ装置1 0 0から出射するレーザ光の波長が不安定になることを抑制し得る。従って、本実施形態の狭帯域化モジュール6 0によれば、レーザ光の波長を安定し得るガスレーザ装置1 0 0を実現し得る。

[0073] また、本実施形態のプリズム6 4の底面6 4 Bの形状は三角形であり、底面6 4 Bのそれぞれの頂点がホルダ部4 1の固定面4 1 Fと重ならない。このため、固定面4 1 Fを小さくすることができ、ホルダ部4 1を小型化し得る。従って、回転に対するホルダ部4 1の慣性力を小さくし得、回転の反応をより速くし得る。なお、ホルダ部4 1の小型化が求められない場合、プリズム6 4の底面6 4 Bの全体が固定面4 1 Fと重なってもよい。

[0074] また、プリズム6 4はホルダ部4 1に接着剤4 6で固定されている。接着剤4 6は、比較例におけるプリズム6 5をホルダ部7 1に固定する複数の部材よりも軽量である。従って、ホルダ部4 1からプリズム6 4に至る重量を抑え得る。このためホルダ部4 1の回転の反応をより速くし得る。なお、接着剤よりも重い部材を用いてもよいのであれば、プリズム6 4を接着剤以外の部材によりホルダ部4 1に固定してもよい。

[0075] また、接着剤4 6は、複数のドット状の接着剤部分に分離されている。従って、接着剤4 6の重量を抑制することができ、接着剤4 6の重量によって回転の反応が遅くなることを抑制し得る。また、軸R A 4は、接着剤4 6で囲まれているため、軸R A 4が接着剤で囲まれない場合と比べて、接着剤4 6の重量により振れ回りが生じることを抑制し得る。なお、接着剤4 6が軸R A 4を囲むようにリング状に配置されてもよい。また、接着剤4 6の使用量が増加してもよいのであれば、プリズム6 4の底面6 4 Bとホルダ部4 1

とが重なる領域の全体に接着剤 4 6 が塗布されてもよい。

[0076] また、プリズム 6 4 は、一方の底面 6 4 B に設けられる遮光膜 6 4 S を含む。このため、プリズム 6 4 に入射する光の一部が接着剤 4 6 に到達することを抑制し得、光による接着剤 4 6 の劣化を抑制し得る。なお、プリズム 6 4 の底面 6 4 B には遮光膜 6 4 S が設けられなくてもよい。

[0077] また、回転の中心の軸 R A 4 は、ホルダ部 4 1 と回転ステージ 4 2 b とを固定する複数のねじ 4 1 S によって囲まれている。従って、ホルダ部 4 1 と回転ステージ 4 2 b とを固定する複数のねじ 4 1 S が軸 R A 4 を囲まない場合と比べて、ねじ 4 1 S の重量により振れ回りが生じることを抑制し得る。ホルダ部 4 1 と回転ステージ 4 2 b とは、ねじ以外の固定部材によって固定されてもよい。また、複数のねじ 4 1 S で固定される場合であっても、軸 R A 4 が複数のねじ 4 1 S によって囲まれなくてもよい。

[0078] なお、本実施形態では、ホルダ部 4 1 の固定面 4 1 F が三角形の場合について説明した。しかし、固定面 4 1 F は三角形でなくてもよい。図 1 3 は、本実施形態の第 1 の変形例における狭帯域化モジュールにおけるプリズム 6 4 がホルダ部 4 1 に固定される様子を図 9 と同様の方法で示す図である。本変形例のホルダ部 4 1 は、固定面 4 1 F が四角形である点において、上記実施形態のホルダ部 4 1 と異なる。なお、本例の固定面 4 1 F は正方形である。図 1 4 は、本実施形態の第 2 の変形例における狭帯域化モジュールにおけるプリズム 6 4 がホルダ部 4 1 に固定される様子を図 9 と同様の方法で示す図である。本変形例のホルダ部 4 1 は、固定面 4 1 F が円形である点において、上記実施形態のホルダ部 4 1 と異なる。これらの変形例においても、プリズム 6 4 の重心 G 6 4、ホルダ部 4 1 の重心 G 4 1、及び、回転ステージ 4 2 b の重心 G 4 2 b は、プリズム 6 4、ホルダ部 4 1、及び回転ステージ 4 2 b が回転する軸 R A 4 上に位置している。

[0079] 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。

[0080] 4. 1 構成

図15は、本実施形態の狭帯域化モジュールにおけるプリズム64とホルダ部41とが接着剤46で固定される様子を図11と同様の方法で示す図である。本実施形態においても、実施形態1と同様に、複数の接着剤部分に分離された接着剤46により、プリズム64とホルダ部41とが接着されている。本実施形態のホルダ部41の固定面41Fには、プリズム64の底面64Bの一部と重なる位置に凹部41Rが設けられている。この凹部41Rは、図9に示される接着剤46が配置される位置を含む領域に設けられている。従って、凹部41Rは、3つの領域に設けられている。図15に示すように、接着剤46は、それぞれの凹部41R内に配置されて、ホルダ部41とプリズム64とを固定している。

[0081] また、プリズム64の底面64Bは、凹部41Rの周りにおいて固定面71Fに接触している。

[0082] 4. 2 作用・効果

本実施形態では、プリズム64の底面64Bが凹部41Rの周りにおいて固定面71Fに接触している。このため、プリズム64が固定面71Fに対して傾くことが抑制される。従って、プリズム64を透過する光の光路が不適切に曲がることを抑制し得る。

[0083] また、本実施形態では、接着剤46は凹部41R内に配置されている。従って、凹部41Rが設けられない場合と比べて、接着剤46が不要に広がることを抑制し得る。

[0084] 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。

[0085] 5. 1 構成

図16は、本実施形態の狭帯域化モジュールにおけるプリズム64とホル

ダ部４１とが接着剤４６で固定される様子を図１１と同様の方法で示す図である。本実施形態においても、実施形態１と同様に、複数の接着剤部分に分離された接着剤４６により、プリズム６４とホルダ部４１とが接着されている。本実施形態のホルダ部４１の固定面４１Ｆには、プリズム６４の底面６４Ｂの一部と重なる位置に凸部４１Ｃが設けられている。この凸部４１Ｃは、図９に示される接着剤４６が配置される位置を含む領域に設けられている。従って、凸部４１Ｃは、３つの領域に設けられている。図１６に示すように、接着剤４６は、それぞれの凸部４１Ｃ上に配置されて、ホルダ部４１とプリズム６４とを固定している。

[0086] 従って、プリズム６４の底面６４Ｂは固定面４１Ｆと離間しており、プリズム６４の底面６４Ｂと固定面４１Ｆとの間における凸部４１Ｃの周りの領域には、空間が形成されている。

[0087] ５．２ 作用・効果

本実施形態では、凸部４１Ｃ上に接着剤４６が配置されるため、接着剤４６が多く配置される場合であっても、不要な接着剤４６は、一段低い凸部４１Ｃの周りに溜まる。従って、接着剤４６が不要に広がることを抑制し得る。

[0088] 本開示の実施形態や変形例には種々の変更を加えることができる。

[0089] 例えば、ステッピングモータ７４の駆動により回転するプリズム６５がホルダ部７１に接着剤で固定されてもよい。また、プリズム６５がホルダ部７１に固定された状態で、プリズム６５の重心、ホルダ部７１の重心、及び回転ステージ７２ｂの重心が、プリズム６５、ホルダ部７１、及び回転ステージ７２ｂが回転する軸ＲＡ５上に位置してもよい。

[0090] 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、特許請求の範囲を逸脱することなく本開示の実施形態に変更を加えることができることは、当業者には明らかである。また、本開示の実施形態を組み合わせで使用することも当業者には明らかである。

本明細書及び特許請求の範囲全体で使用される用語は、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] 狭帯域化モジュールであって、  
光が入射する入射側面と光が出射する出射側面と底面とを含み、前記入射側面から入射する光を波長分散して前記出射側面から出射するプリズムと、  
前記プリズムの前記底面を固定面で固定するホルダ部と、  
前記ホルダ部を固定し、前記プリズムを前記プリズムから出射する光の分散平面に垂直な軸を中心に回転させる回転ステージを含む回転機構部と、  
前記回転ステージを回転させる駆動部と、  
前記プリズムから出射する光を反射するグレーティングと、  
を備え、  
前記プリズムの重心、前記ホルダ部の重心、及び前記回転ステージの重心は、前記軸上に位置する。
- [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、  
前記プリズムの前記底面の形状は多角形であり、  
前記プリズムの前記底面の少なくとも1つの頂点が前記ホルダ部の前記固定面と重ならない。
- [請求項3] 請求項2に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記プリズムの前記底面の形状は三角形であり、前記底面のそれぞれの頂点が前記ホルダ部の前記固定面と重ならない。
- [請求項4] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記プリズムは前記ホルダ部に接着剤で固定される。
- [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、  
前記軸は、前記接着剤で囲まれる。
- [請求項6] 請求項5に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記接着剤は、複数のドット状の接着剤部分に分離され、  
前記軸は、複数の前記接着剤部分により囲まれる。

- [請求項7] 請求項6に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記接着剤は、3つの前記接着剤部分に分離される。
- [請求項8] 請求項4に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記ホルダ部の前記固定面には前記プリズムの前記底面の一部と重なる領域に凹部が設けられ、  
前記接着剤は前記凹部内に配置される。
- [請求項9] 請求項8に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記底面は、前記凹部の周りにおいて前記固定面に接触する。
- [請求項10] 請求項4に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記接着剤は前記プリズムの前記底面の一部に接着され、  
前記底面は前記ホルダ部の前記固定面から離間している。
- [請求項11] 請求項10に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記ホルダ部の前記固定面には前記プリズムの前記底面の一部と重なる領域に凸部が設けられ、  
前記接着剤は前記凸部上に配置される。
- [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、  
前記プリズムは、前記底面側に設けられる遮光膜を含む。
- [請求項13] 請求項1に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記ホルダ部は、前記回転ステージに複数のねじで固定される。
- [請求項14] 請求項13に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記軸は、複数の前記ねじで囲まれる。
- [請求項15] 請求項14に記載の狭帯域化モジュールであって、  
前記ねじは、3つである。
- [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、圧電体を含む。
- [請求項17] 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、  
光が入射する入射側面と光が出射する出射側面と底面とを含み、前

記入射側面から入射する光を波長分散して前記出射側面から出射するプリズムと、

前記プリズムの前記底面を固定面で固定するホルダ部と、

前記ホルダ部を固定し、前記プリズムを前記プリズムから出射する光の分散平面に垂直な軸を中心に回転させる回転ステージを含む回転機構部と、

前記回転ステージを回転させる駆動部と、

前記プリズムから出射する光を反射するグレーティングと、  
を備え、

前記プリズムの重心、前記ホルダ部の重心、及び前記回転ステージの重心は、前記軸上に位置する。

[請求項18]

電子デバイスの製造方法であって、

露光工程において、狭帯域化モジュールを備えるガスレーザ装置から出射されるレーザ光を露光装置に入射させ、

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し、

前記狭帯域化モジュールは、

光が入射する入射側面と光が出射する出射側面と底面とを含み、前記入射側面から入射する光を波長分散して前記出射側面から出射するプリズムと、

前記プリズムの前記底面を固定面で固定するホルダ部と、

前記ホルダ部を固定し、前記プリズムを前記プリズムから出射する光の分散平面に垂直な軸を中心に回転させる回転ステージを含む回転機構部と、

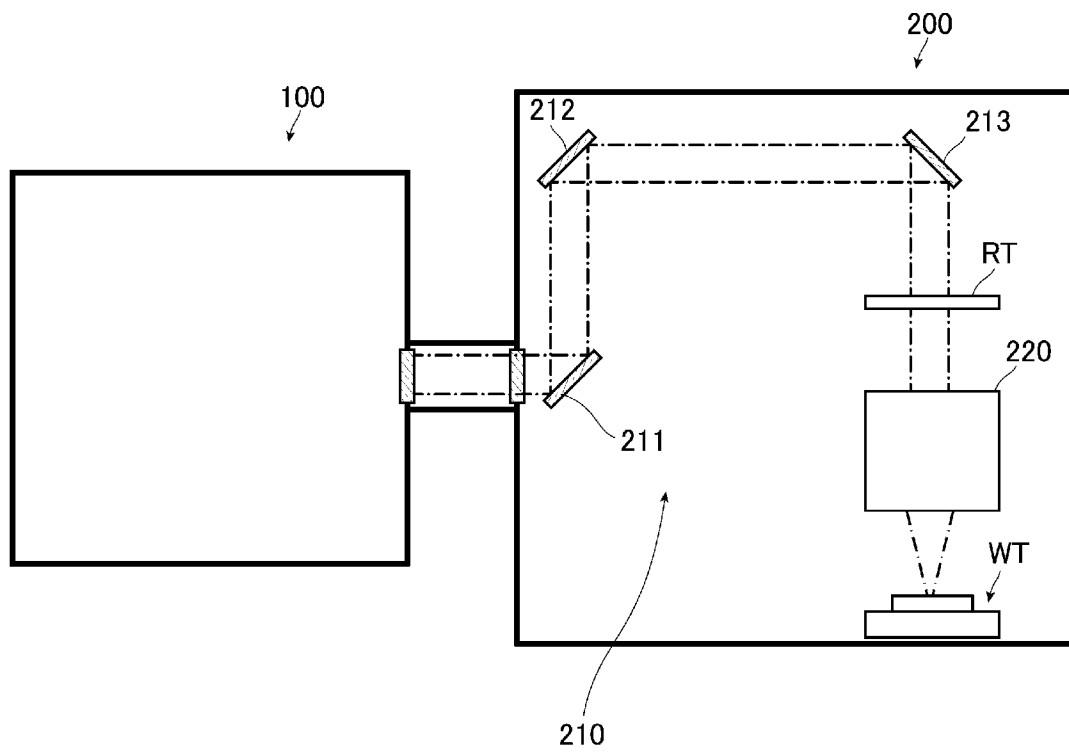
前記回転ステージを回転させる駆動部と、

前記プリズムから出射する光を反射するグレーティングと、  
を備え、

前記プリズムの重心、前記ホルダ部の重心、及び前記回転ステージ

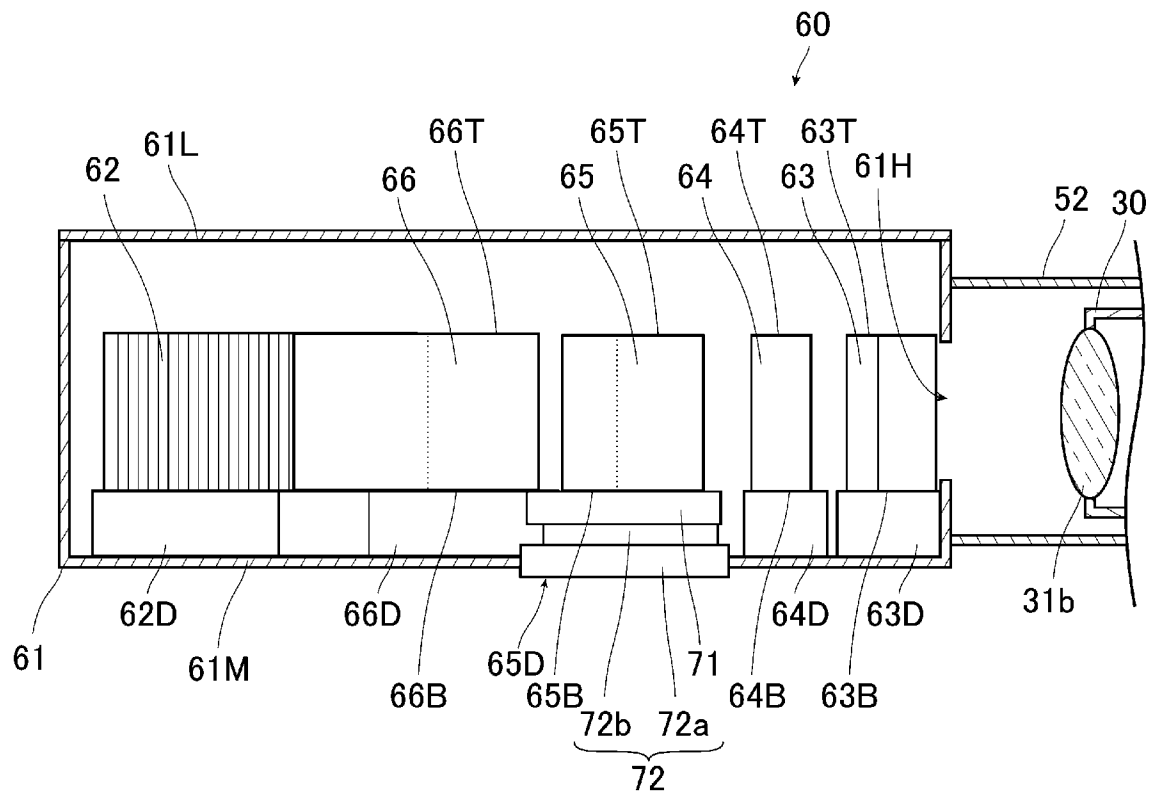
の重心は、前記軸上に位置する。

[図1]

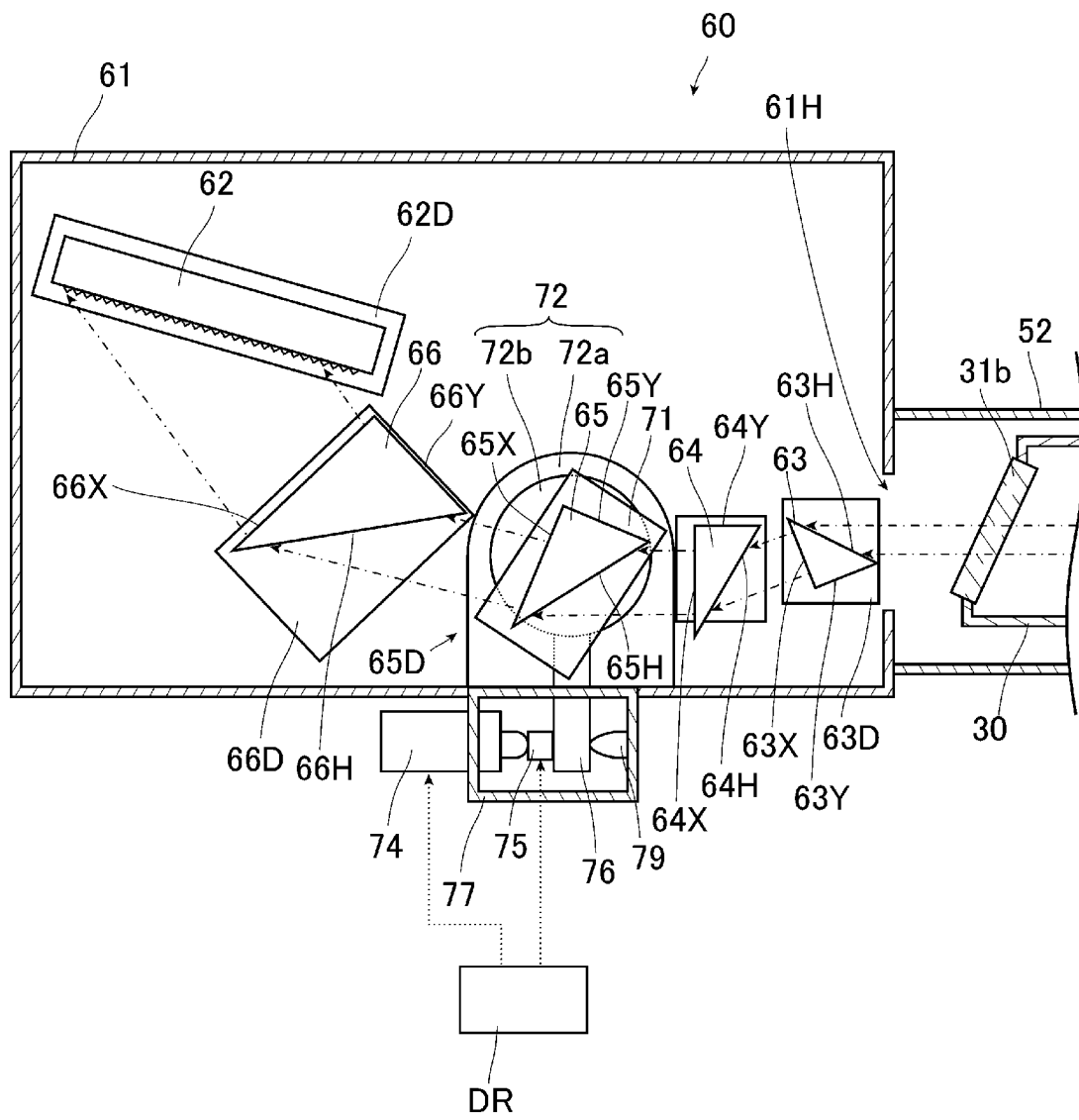




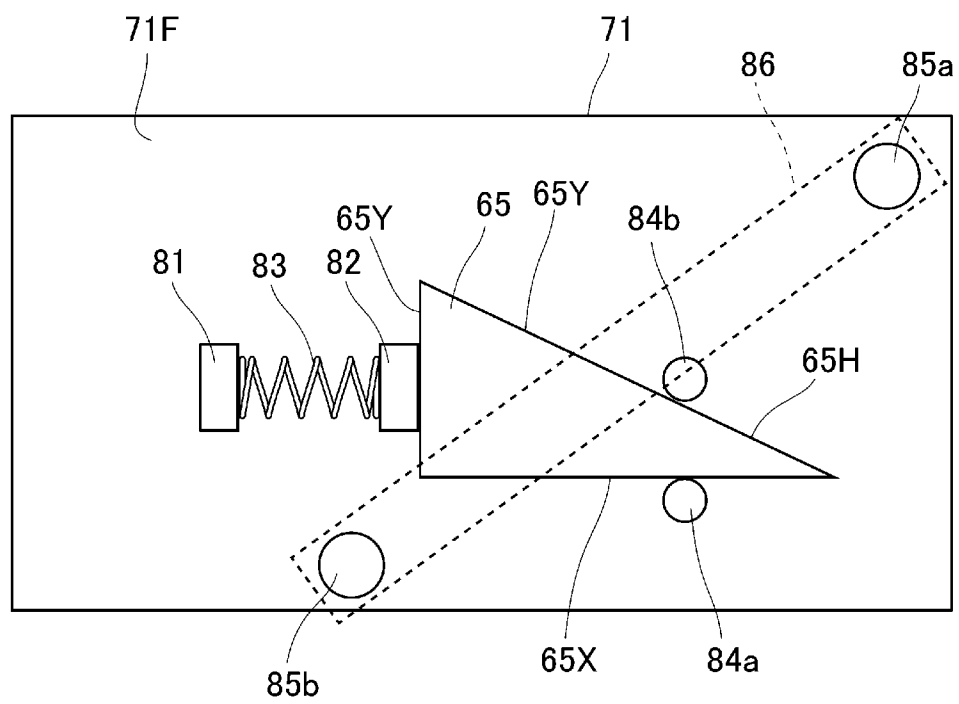
[図3]



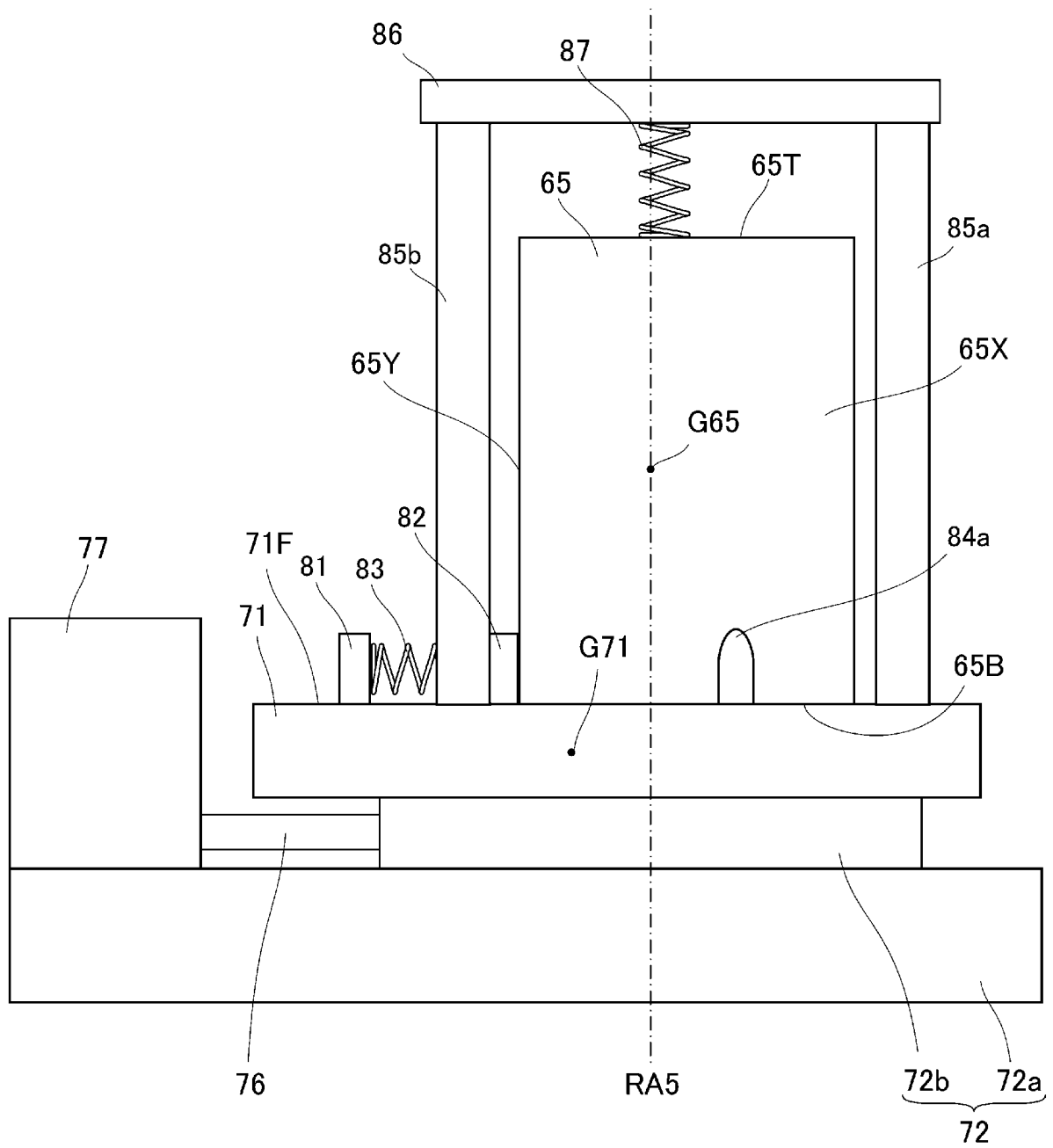
[図4]



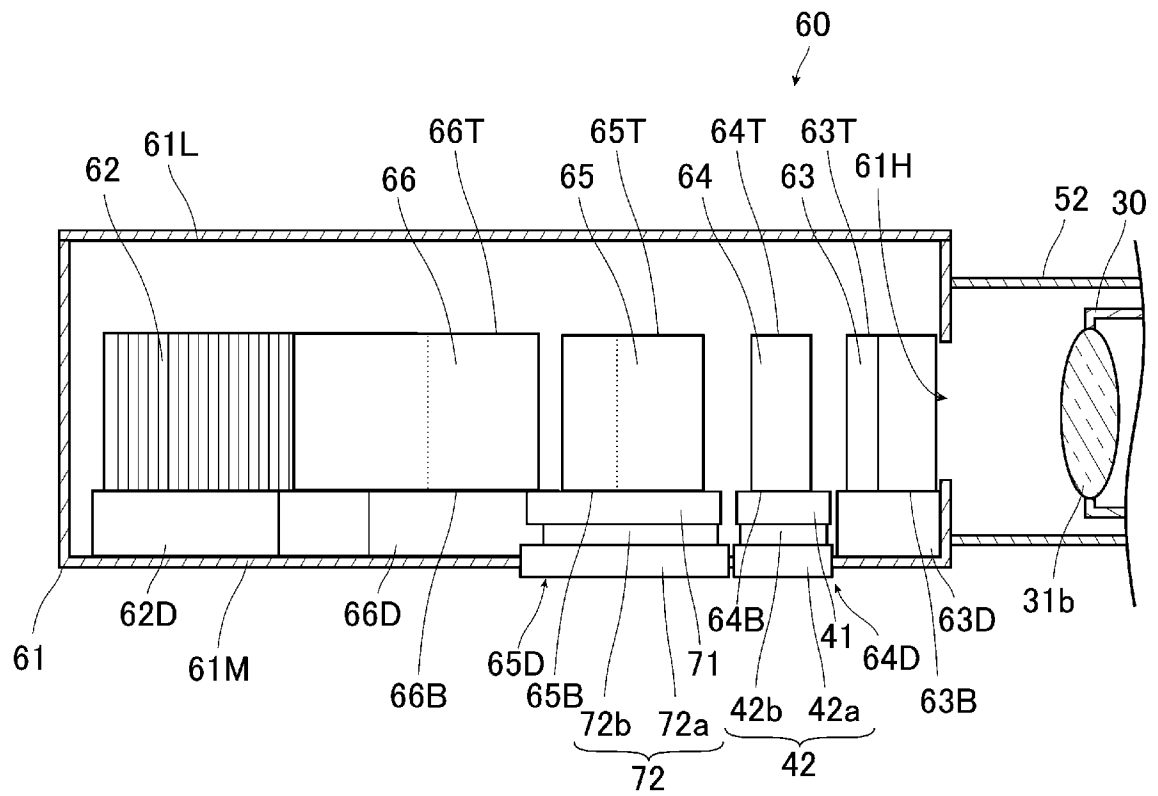
[図5]



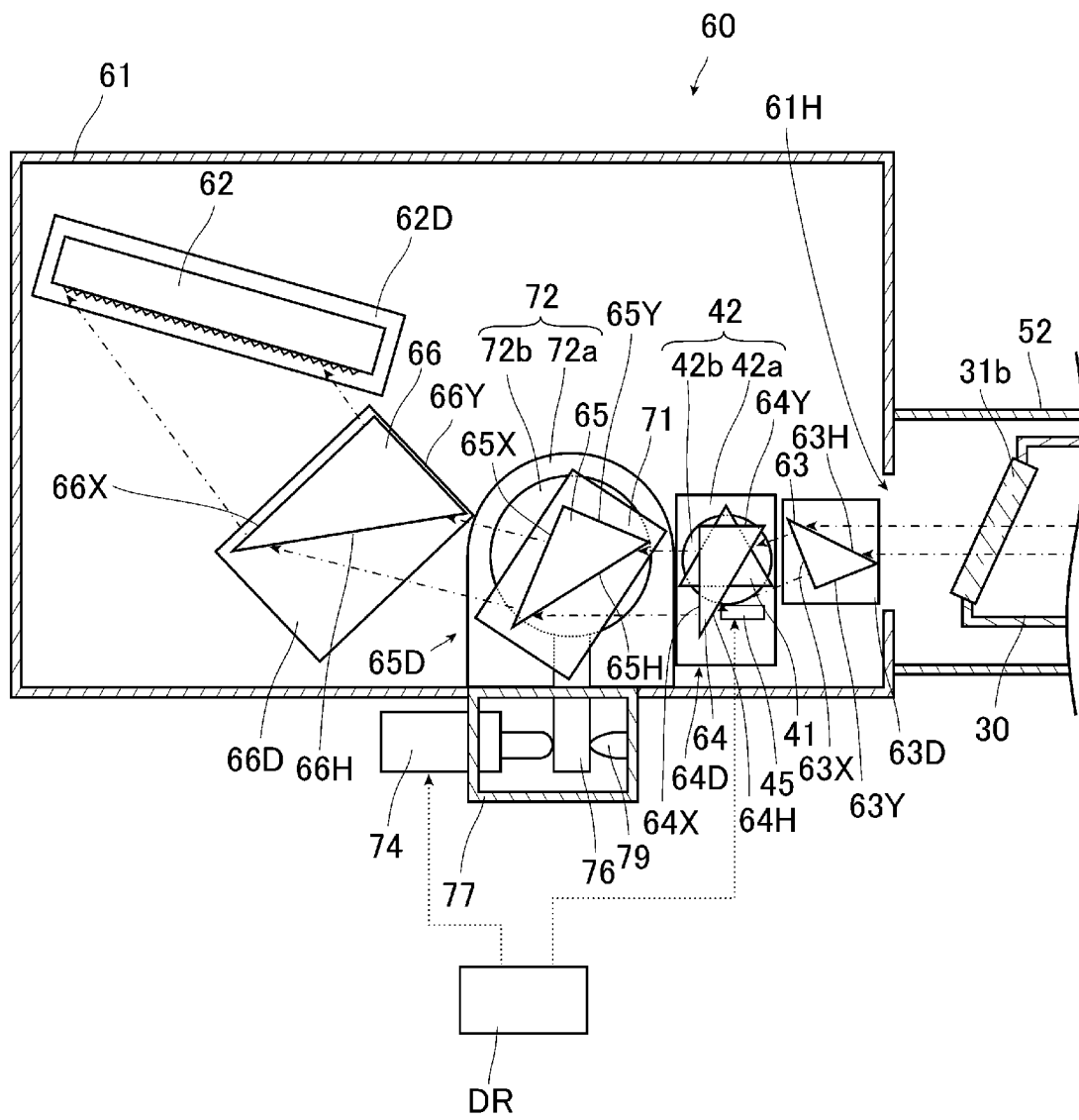
[図6]



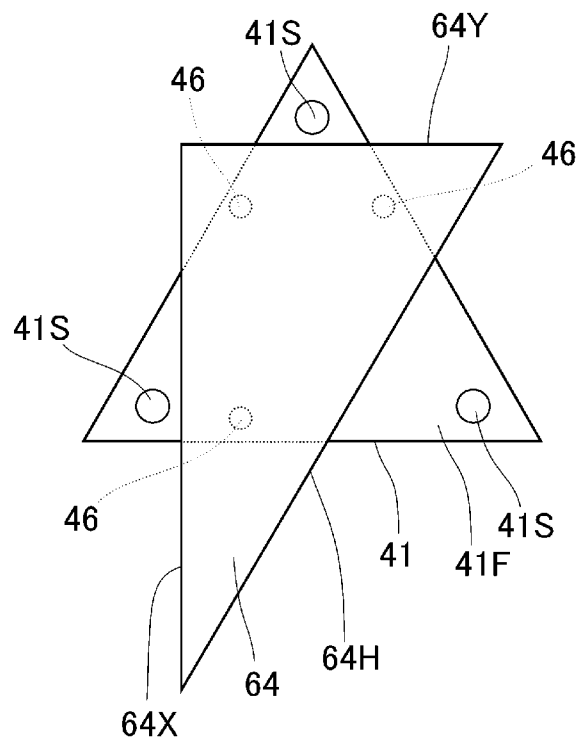
[図7]



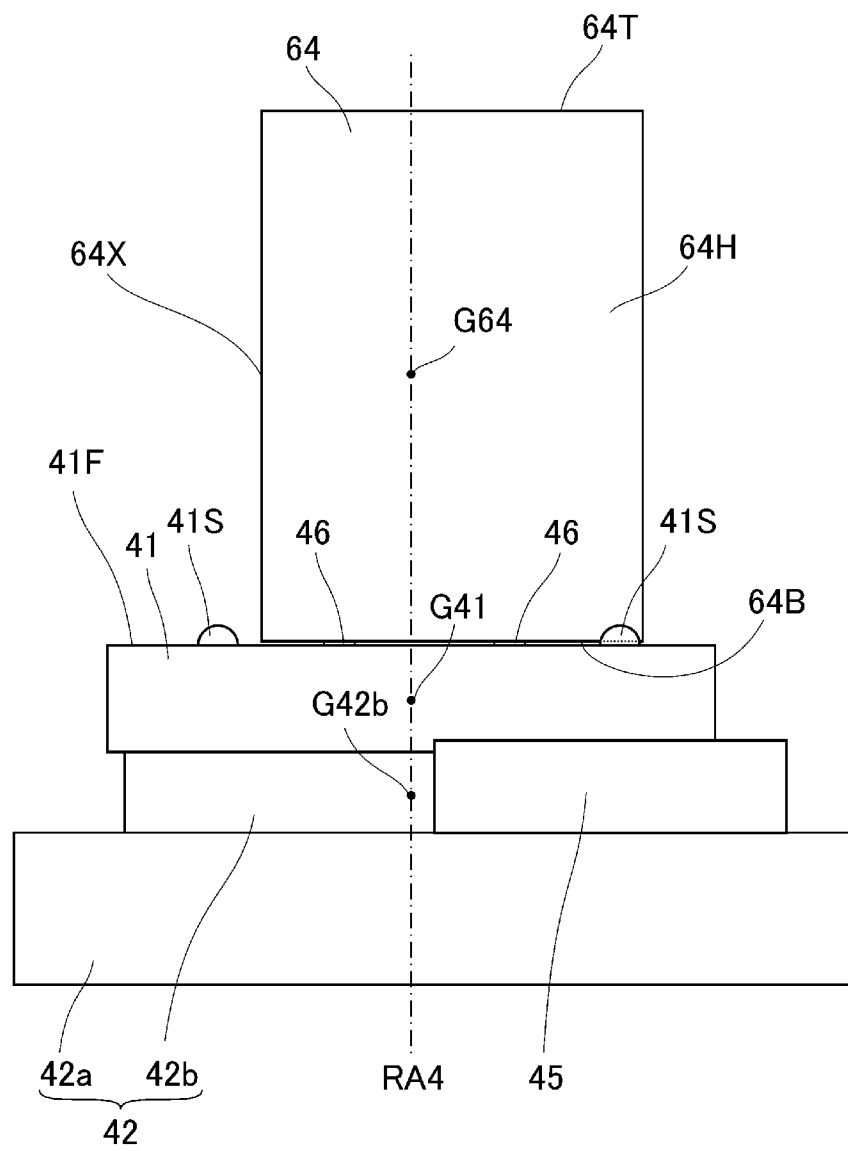
[図8]



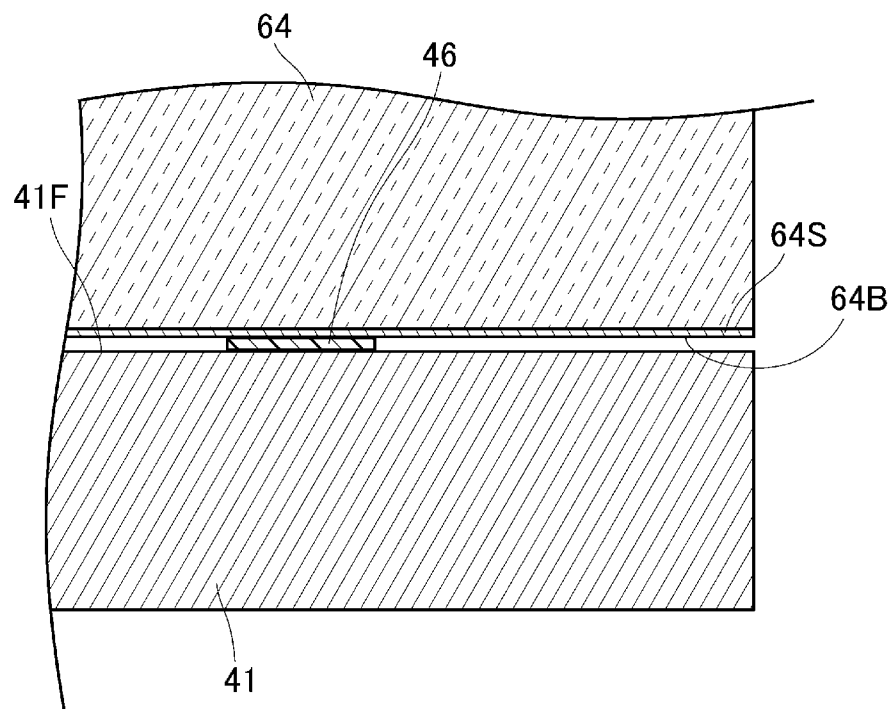
[図9]



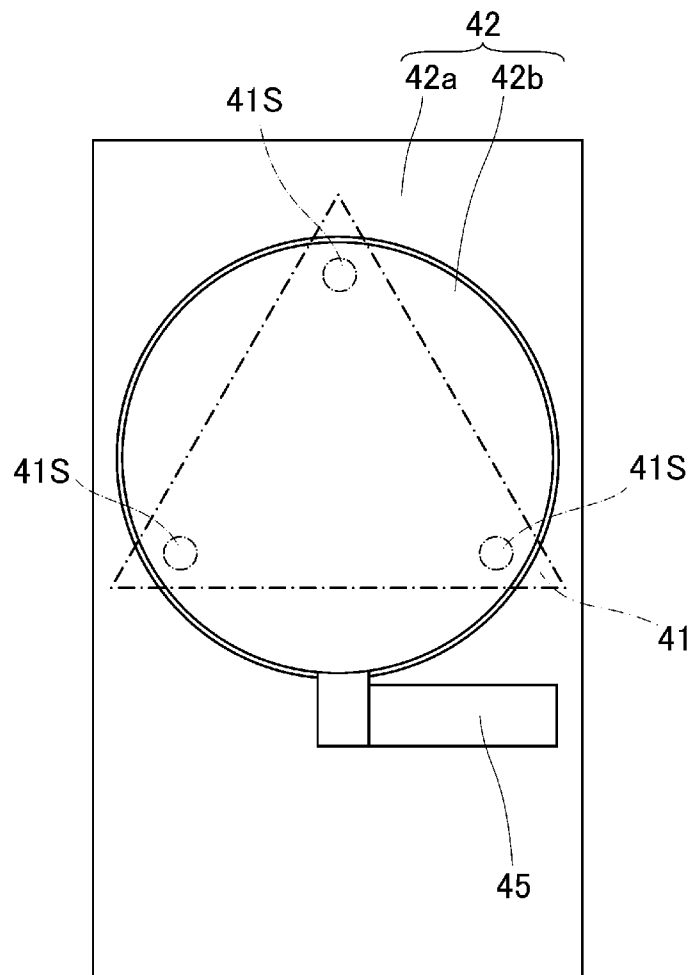
[図10]



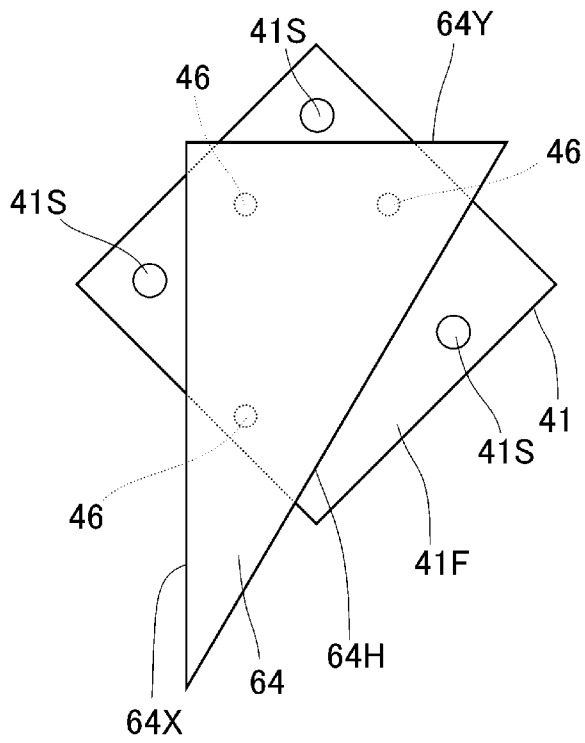
[図11]



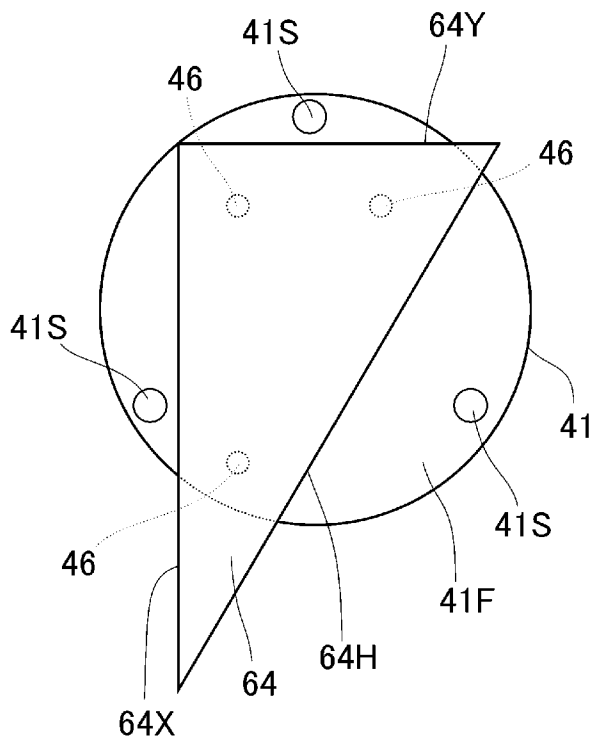
[図12]



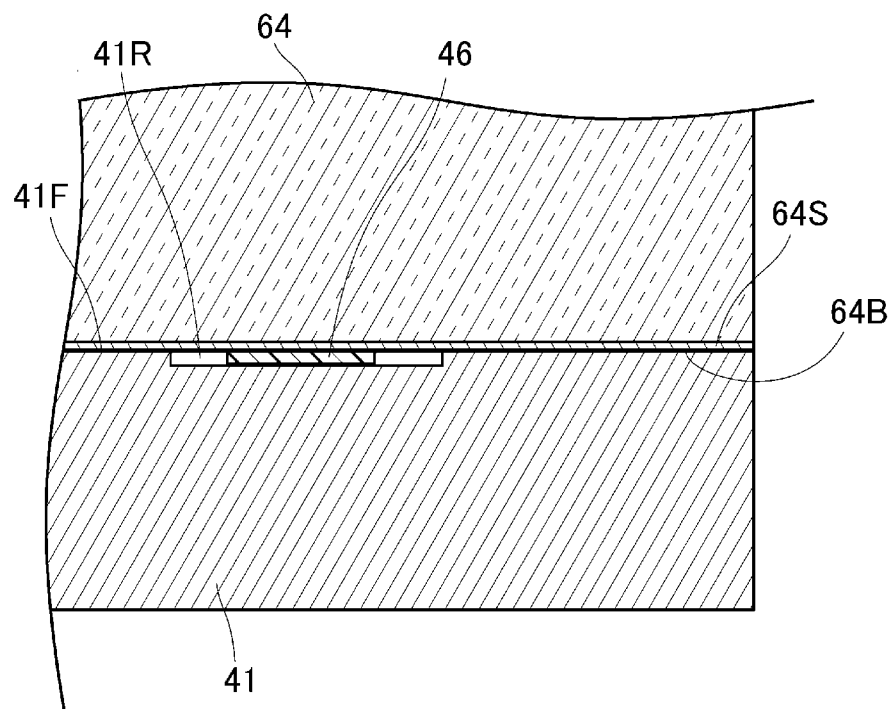
[図13]



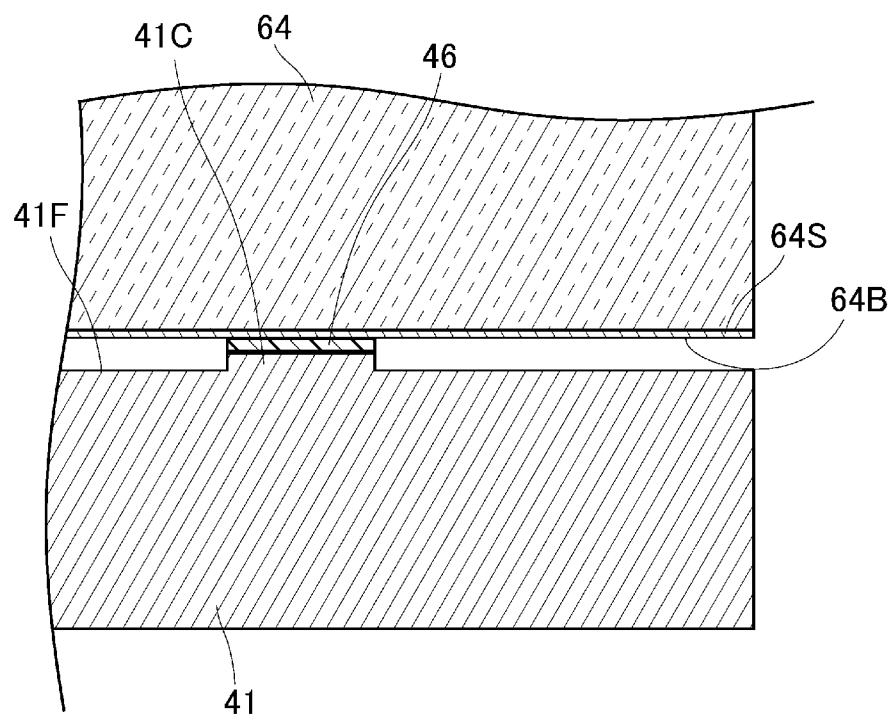
[図14]



[図15]



[図16]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int. Cl. H01S3/137(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)

Int. Cl. H01S3/00-3/30

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 1971-2019  
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019  
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | US 2018/0107017 A1 (CYMER, LLC) 19 April 2018,                                                                                              | 1, 16-18              |
| Y         | paragraphs [0059]-[0075], [0088]-[0122], fig. 1, 4A-4C, 8, 9 & WO 2018/075246 A1                                                            | 2-15                  |
| Y         | WO 2018/061098 A1 (GIGAPHOTON INC.) 05 April 2018, paragraphs [0016], [0017], fig. 2, 4 (Family: none)                                      | 2-3                   |
| Y         | WO 2018/061210 A1 (GIGAPHOTON INC.) 05 April 2018, paragraphs [0021], [0022], fig. 2 (Family: none)                                         | 2-3                   |
| Y         | JP 2015-175611 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 05 October 2015, paragraphs [0024], [0025], [0052]-[0061], fig. 1-3 (Family: none) | 4-15                  |



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  
08.05.2019

Date of mailing of the international search report  
21.05.2019

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/JP2019/007315

| C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                             | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                 | Relevant to claim No. |
| Y                                                     | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 5252/1991 (Laid-open No. 129119/1992) (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 25 November 1992, paragraphs [0006]-[0018], fig. 1-4 (Family: none) | 8-9, 11               |
| Y                                                     | JP 6-4893 A (RICOH CO., LTD.) 14 January 1994, paragraphs [0023], [0024], fig. 3 (Family: none)                                                                                                                                                    | 8-9, 11               |
| Y                                                     | CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 40246/1992 (Laid-open No. 96911/1993) (ASAHI OPTICAL CO., LTD.) 27 December 1993, paragraphs [0005]-[0008], fig. 3 (Family: none)        | 8-9, 11               |
| Y                                                     | JP 2007-201121 A (CITIZEN ELECTRONICS CO., LTD.) 09 August 2007, paragraphs [0004]-[0006], [0010], [0018] (Family: none)                                                                                                                           | 12                    |
| Y                                                     | JP 2001-350006 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 21 December 2001, paragraph [0003] (Family: none)                                                                                                                                      | 12                    |
| Y                                                     | JP 2005-352037 A (NIKON CORPORATION) 22 December 2005, paragraphs [0013], [0014], fig. 1 (Family: none)                                                                                                                                            | 13-15                 |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01S3/137(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01S3/00-3/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X               | US 2018/0107017 A1 (CYMER, LLC)                                                        | 1, 16-18       |
| Y               | 2018.04.19, 段落[0059]-[0075], [0088]-[0122], FIGS. 1, 4A-4C, 8-9<br>& WO 2018/075246 A1 | 2-15           |
| Y               | WO 2018/061098 A1 (ギガフォトン株式会社)<br>2018.04.05, 段落[0016]-[0017], 図 2, 4<br>(ファミリーなし)     | 2-3            |

☒ 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

08.05.2019

国際調査報告の発送日

21.05.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

百瀬 正之

2 K

4084

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                         |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | WO 2018/061210 A1 (ギガフォトン株式会社)<br>2018.04.05, 段落[0021]-[0022], 図 2<br>(ファミリーなし)                                                                         | 2-3            |
| Y                     | JP 2015-175611 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ)<br>2015.10.05, 段落[0024]-[0025], [0052]-[0061], 図 1-3<br>(ファミリーなし)                                                    | 4-15           |
| Y                     | 日本国実用新案登録出願 3-5252 号(日本国実用新案登録出願公開<br>4-129119 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ<br>イクロフィルム (オリンパス光学工業株式会社)<br>1992.11.25, 段落[0006]-[0018], 図 1-4<br>(ファミリーなし) | 8-9, 11        |
| Y                     | JP 6-4893 A (株式会社リコー)<br>1994.01.14, 段落[0023]-[0024], 図 3<br>(ファミリーなし)                                                                                  | 8-9, 11        |
| Y                     | 日本国実用新案登録出願 4-40246 号(日本国実用新案登録出願公開<br>5-96911 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した<br>CD-ROM (旭光学工業株式会社)<br>1993.12.27, 段落[0005]-[0008], 図 3<br>(ファミリーなし)         | 8-9, 11        |
| Y                     | JP 2007-201121 A (シチズン電子株式会社)<br>2007.08.09, 段落[0004]-[0006], [0010], [0018]<br>(ファミリーなし)                                                               | 12             |
| Y                     | JP 2001-350006 A (松下電器産業株式会社)<br>2001.12.21, 段落[0003]<br>(ファミリーなし)                                                                                      | 12             |
| Y                     | JP 2005-352037 A (株式会社ニコン)<br>2005.12.22, 段落[0013]-[0014], 図 1<br>(ファミリーなし)                                                                             | 13-15          |