

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4132690号
(P4132690)

(45) 発行日 平成20年8月13日(2008.8.13)

(24) 登録日 平成20年6月6日(2008.6.6)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 S	3/038 (2006.01)	HO 1 S	3/03	B
HO 1 S	3/041 (2006.01)	HO 1 S	3/04	G
HO 1 S	3/086 (2006.01)	HO 1 S	3/086	
HO 1 S	3/0971 (2006.01)	HO 1 S	3/097	B

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2001-33576 (P2001-33576)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成13年2月9日(2001.2.9)		松下電器産業株式会社
(65) 公開番号	特開2002-237632 (P2002-237632A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成14年8月23日(2002.8.23)	(74) 代理人	100076174
審査請求日	平成17年1月21日(2005.1.21)		弁理士 官井 暎夫
		(72) 発明者	成田 太治
			大阪府門真市大字門真1006番地
			松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	木村 実
			大阪府門真市大字門真1006番地
			松下電器産業株式会社内
		審査官	古田 敦浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スラブレーザ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各々が平面の光反射面を有し、この表面に直角な平面内にのみ光を誘導するように隔壁して配設される細長い一対の電極を保持するように内蔵し、レーザガスを封入密閉された容器を有し、

この容器の両端には、光共振器を保持するための第一のフランジと第二のフランジを有し、

前記第一のフランジと前記第二のフランジ間の間隔を保持するための支持棒を有し、

前記電極が温度変化による伸縮によって前記光共振器に対して影響を及ぼさないように、前記電極を前記第一のフランジと前記第二のフランジ間に長手方向に移動自在に支持し

10

前記電極を容器内に保持するために設けられた、前記電極の長手方向への前記電極の熱伸縮を許容する少なくとも一つ以上のスライダベースと、前記電極の長手方向に直交する方向への動きを規制するための絶縁体スライダベースを有するスラブレーザ。

【請求項2】

レーザガスは前記電極にRF電流を送る機能を有する装置により励振される請求項1記載のスラブレーザ。

【請求項3】

スライダベースの少なくとも一つは電極に電極長手方向と直交する方向に荷重を印加する請求項1記載のスラブレーザ。

20

【請求項4】

組み立てられた一対の電極の断面形状が、八角形からなる請求項1記載のスラブレーザ。

【請求項5】

容器に封入されたレーザガスを拡散または循環するための一つ以上の突起を前記容器の内壁に設けた請求項1記載のスラブレーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子部品業界等において用いられる微細加工を実施するのに適した短い高出力パルスを発生することのできるRF励起等のスラブレーザに関する。 10

【0002】

【従来の技術】

導波管レーザは、循環する光が伝搬進路の或る部分にわたって誘導され、自由空間伝搬の法則に従わない、という点において従来のレーザと異なる。スラブという語は、二つの平らな表面の間に画成された矩形の放電領域を有するレーザを意味するのに使用される。本発明に関してスラブレーザという語は、二つの狭い次元の中を誘導され、しかも、より広い次元の自由空間内に伝搬することができるレーザという意味で使用される。

【0003】

スラブ炭酸ガスレーザの初期の研究において、レーザガスが直流放電によって励振される流動ガスシステムを指向した（例えば、「CW横放電、横ガス流CO₂：N₂：Heの平行導波管レーザにおける光学利得測定」マクマレン他 応用物理ジャーナル 第45巻、No. 11 1974年11月5084ページ記載）封じ切り炭酸ガスレーザにDC励起を適用することはうまくいかなかった。封じ切り炭酸ガスレーザにおいて、ラクマン（Laakmann）によって報告された1979年9月25日付、米国特許第4,169,251号に記載された方法である。該特許において開示されるレーザは高周波RF励起によって横向きに励振される。放電領域は、一対の隔置された長い電極の間に画成される。ラクマン特許は、電極の間隔に基づく、正しいRF励振周波数の選択方法をしっている。ラクマン特許に開示されたレーザの電極は、一対の長い絶縁部材によって隔置される。正方形および矩形の放電領域の両方を画成するために、電極及び絶縁部材の組み合わせを用いることができる。該特許に図解される実施例において、絶縁部材の間隔は十分狭いので、光は両方の次元内に誘導される。 20 30

【0004】

電極の或る与えられた長さ当たりに発生させる事の出来る出力を増加させる努力において、ラクマン特許の教示は、炭酸ガススラブレーザの開発に応用され、光は狭い間隔の電極間に誘導され、より広い次元に自由に伝搬することが可能とされた。このタイプのレーザに関する最も初期の報告の一つは、Conference on Laser and Electro-optics 1984年6月において報告されたGabai, Hertzberg and Yatsivの「無線周波数励起ストリップラインCO及びCO₂レーザ」に見られる。このレーザにおいて、一対の隔置水冷Xバンド導波管電極が25～50MHzの範囲の周波数のRF放射によって励起された。電極の間隔は4.5mm程度であり、これは光を誘導するのに適していた。電極のより広い次元は2.5cmであり、これは光を自由に伝搬させた。平面鏡と安定共振器を用いてキャビティ実験が実施された。 40

【0005】

1988年1月12日付、米国特許第4,719,639号に記載されたTulipのCO₂導波管レーザである。ガバイ論文において記述された装置と同様にチューリップ特許に記載された装置の放電領域も矩形であり、光は電極の間に誘導し、より広い次元の自由空間に伝搬させるような形態をとる。

【0006】

1994年3月29日に公開されたコヒーレントから出願された「パルス波CO₂レーザー」特願平3-293554号において、医療用の高エネルギー短パルスを発生させるための炭酸ガススラブレーザとして具体的な構成を記述している。この公開特許公報においてスラブレーザ用鏡組立体、冷却システム及び電極支持組立体に関する構成が記述されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

スラブレーザは、放電領域を構成するスラブ電極の反射面を介して、励起されたレーザーを拡散冷却によって除去する事により、小さな放電体積から高出力を取り出すため、投入電力の変化によってスラブ電極の温度が変化し、レーザー装置を構成する光共振器等の他の構成物との温度変化による最適アライメント等が変化し、そのため異なる熱膨張係数によって余分な応力が発生し、レーザー発振の安定性を阻害するという問題点がある。

10

【0008】

本発明において、従来の気体スラブ導波管レーザーにおけるレーザー光に及び特性に与える不安定要因となる構成、構造上の問題を解決するための構成を示唆する。

【0009】

電極の熱収縮を許す電極支持構造を有する炭酸ガススラブレーザを与えることが本発明の一目的である。

【0010】

電極の熱収縮を許すとともに電極を保持内蔵する真空容器の熱収縮の光共振器に与える影響を緩和するとともに輸送及び振動に対する影響を緩和するチャンバ構造を与えることが本発明の一つの目的である。

20

【0011】

レーザーガスのバッファータンクを兼ねた真空容器内のガスがスラブ電極内のレーザーガスとスムーズに入れ替わるような機構を与えることが本発明の一つの目的である。

【0012】

密閉された真空容器の外からの調整を可能にする改良された調整式鏡保持機構を有するスラブレーザを与えることが本発明の一つの目的である。

【0013】

スラブ電極を冷却するための冷却パイプの形状によってスラブ電極に印加されるRF電界分布の変動因子を無くす冷却方法を与えることが本発明のもう一つの目的である。

30

【0014】

スラブ電極に投入されるRF電力値の変化に対して変化するスラブ電極の温度を能動的または受動的に制御することにより、レーザー発振条件の変化に対するレーザー特性の影響を無くすスラブ電極冷却装置を与えることが本発明の一つの目的である。

【0015】

スラブレーザ装置から出力されたレーザー光の変動を検出し、加工品質を向上させるための外部整形光学装置を与えることが本発明の一つの目的である。

【0016】

レーザー装置において、光共振器を形成するミラーにダイクロイックミラーを使用した場合において、ミラーの熱影響を除去する構成を与えることが本発明の一つの目的である。

40

【0017】

スラブ電極の長手方向に印加されるRF電界分布をスラブ電極の長手方向の長さに対して、放電が安定する最適な電界分布を明示することが本発明の一つの目的である。

【0018】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載のスラブレーザは、各々が平面の光反射面を有し、この表面に直角な平面内にのみ光を誘導するように隔置して配設される細長い一対の電極を保持するように内蔵し、レーザーガスを封入密閉された容器を有し、

この容器の両端には、光共振器を保持するための第一のフランジと第二のフランジを有

50

し、

第一のフランジと第二のフランジ間の間隔を保持するための支持棒を有し、
電極が温度変化による伸縮によって光共振器に対して影響を及ぼさないように、電極を第一のフランジと第二のフランジ間に長手方向に移動自在に支持し、

電極を容器内に保持するために設けられた、電極の長手方向への電極の熱伸縮を許容する少なくとも一つ以上のスライダベースと、電極の長手方向に直交する方向への動きを規制するための絶縁体スライダベースを有する。

【 0 0 1 9 】

請求項 1 記載のスラブレーザによれば、電極の熱収縮を許す構造を与えることにより、これら要素にかかる応力を緩和し安定したレーザ発振を実現することができる。

10

また、電極の熱収縮によって生じる電極への応力を除去するとともに長手方向以外への電極の変移を規制して、スラブ電極の真空容器断面方向内における電極位置が変化しない様に規制するとともに、熱影響による光共振器を構成する鏡と導波路間の結合が変化しないように規制する事により、安定したレーザ出力特性を得られる。また、スラブ電極が真空容器断面方向に対して規制を加える事により、振動及び輸送時のレーザ発振器に与える影響を緩和する。

【 0 0 2 0 】

請求項 2 記載のスラブレーザは、請求項 1 において、レーザガスは電極に R F 電流を送る機能を有する装置により励振されるものである。

【 0 0 2 1 】

請求項 2 記載のスラブレーザによれば、請求項 1 と同様な効果のほか、電極に R F 電流を供給する装置によりレーザガスが励振するとき、スラブレーザの熱変化に対するレーザ装置の不安定要因を緩和することができる。

20

【 0 0 2 8 】

請求項 3 記載のスラブレーザは、請求項 1 において、スライダベースの少なくとも一つは電極に電極長手方向と直交する方向に荷重を印加するものである。

【 0 0 2 9 】

請求項 3 記載のスラブレーザによれば、請求項 1 と同様な効果のほか、ばね或いはショックアブソーバ等により荷重を印加する事により、電極の真空容器断面方向への応力を制御し、より電極のふるまいを許容し、レーザ発振器の外部からの振動等の影響を防止することができる。

30

【 0 0 3 0 】

請求項 4 記載のスラブレーザは、請求項 1 において、組み立てられた一对の電極の断面形状が、八角形からなるものである。

【 0 0 3 1 】

請求項 4 記載のスラブレーザによれば、請求項 1 と同様な効果のほか、電極の位置精度を高めることができる。

【 0 0 3 2 】

請求項 5 記載のスラブレーザは、請求項 1 において、容器に封入されたレーザガスを拡散または循環するための一つ以上の突起を容器の内壁に設けたものである。

40

【 0 0 3 3 】

請求項 5 記載のスラブレーザによれば、請求項 1 と同様な効果のほか、スラブ電極間に R F 電力をパルス印加した時生じる放電ガス膨張時に生じるスラブ電極外に押し出されるレーザガスを、容器内壁に設けた突起により、電極以外の方向に反射させる事により、真空容器内部に充填されたレーザガスの循環を行い、レーザガスの温度を均一化することができ、レーザガスの劣化防止及び冷却効果を向上させ、安定したレーザ動作と安定した長時間動作をもたらすことができる。

【 0 0 7 6 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

50

【 0 0 7 7 】

(実施の形態 1)

図 1 は、スラブレーザの縦断正面図である。図において、1、2 は各々が平面の光反射面を有し該光反射面の表面に直角な平面内にのみ光を誘導する様に配設される一つの細長い、隔置された電極を構成する R F 電力を供給される高圧電極 1 と接地電極 2、3 は真空容器を形成するための出力鏡フランジ 1 1 と真空シールされベローズ 1 0 に溶接真空接続されたスラブ電極保持ベース A、4 は、真空容器を形成する全反射鏡フランジ 1 2 と真空シールされベローズ 1 0 に溶接真空接続されたスラブ電極保持ベース B、5 はセンタチャンバ、1 4 はベローズ 1 0 と真空溶接接続されたセンタフランジ、6、7 は光共振器を構成する調整式鏡保持機構であり出力鏡用の調整式鏡保持機構 A と全反射鏡用の調整式鏡保持機構 B である。8 は、スラブ電極 (2) を全反射鏡フランジ 1 2 と固定するための電極固定ブロック、9 は出力鏡フランジ 1 1 と全反射鏡フランジ 1 2 の間隔を保持するためのカーボンファイバ製の棒或いはインバー等の熱膨張係数の小さい材質で形成された共振器基準ロッドである。1 3 はレーザ発振器を固定するための基準面となるベース板で、センタチャンバ 5 及び全反射鏡フランジ 1 2 と固定されている。1 5 は、出力鏡フランジ 1 1 と直交する方向に対してのみ滑動可能なスライダ A、1 6 はスラブ電極の熱収縮を許容するスライダ B である。

10

【 0 0 7 8 】

スラブレーザの様な拡散冷却を用いたレーザ発振器においてレーザを安定に発振させるためには、レーザを構成主要構成部各々の熱影響を除去または分離する事が重要である。共振器基準ロッド 9 の熱収縮による真空容器への影響は、真空容器を形成するベローズ 1 0 によって吸収分離され、真空容器内のスラブ電極への影響を除去する働きをする。スラブ電極 (1、2) の熱収縮による影響は、スライダ 1 6、1 7 により許容され、かつベローズ 1 0 により光共振器間隔に影響を与えないように構成されている。ベース板 1 3 の収縮による影響は、スライダ 1 5 によって真空容器に影響を与えないように軸方向への動きに滑動を許すことによって除去する。本発明においては、スラブレーザを構成する光共振器間隔、真空容器、スラブ電極 (1 及び 2)、レーザ発振器のベース板 1 3 の熱影響によるレーザ発振軸方向に対する伸縮を吸収分離する構造とすることによって、レーザの発振条件、雰囲気温度等に影響されない安定なスラブレーザを提供する。また、真空容器に、一般的に使用されるベローズ 1 0 を使用することにより、安価にスラブレーザを構成する事が出来る。

20

30

【 0 0 7 9 】

(実施の形態 2)

上記構成において、図 2 は、図 1 におけるセンタチャンバ 5 部分の縦断正面図であり、1 8 は、高圧電極 1 に対して真空シールを維持しながら、R F 電力を供給するための R F 導入端子であり、2 2 は、接地電極 2 とセンタチャンバ 5 を接続するためのアースベルト、1 9 は、高圧電極 1 と接地電極 2 の間隔を保持するための絶縁体で形成された電極支持壁である。R F 導入端子 1 8 及びアースベルト 1 9 を組み立てられたスラブ電極 (1、2) の熱収縮許容方向に対して、応力を緩和する様に接続する事により、より信頼性の高いスラブレーザを提供できる。

40

【 0 0 8 0 】

(実施の形態 3)

図 3 は、図 1 のスラブレーザにおける 3 のスラブ電極保持ベース A の横断断面図である。従来の技術において、電極の放電領域の長手方向の縁に接する様に、電極の間に一對の長い絶縁ブロックを取り付けることによって、電極の隔離を行うか、或いは、絶縁体を電極の側壁に張り付ける様に取り付けることによって行っているため、電極間の放電領域 8 0 に接する或いはその近傍の R F 電界強度の鋭い部位が生じ、また、絶縁体を側壁に取り付けた場合は、電極間隔を保持精度が低下しやすく、振動等によって電極間隔が変化したり、絶縁体が破損するという問題がある。本発明は、スラブ電極 1、2 の放電領域 8 0 と電極支持壁 1 9 の間に非放電領域 8 1 を設けると共に、スラブ電極 1、2 の短方向のエッ

50

ジ部に曲面Rを設ける事により、放電領域80内において電界強度が鋭い電界強度を有せず、穏やかな縁を提示する。この形態は、レーザの秀れたモード性能に寄与すると予測される。また、放電領域80と電極支持壁19の間を隔離する事により、電極支持壁19を電極長手方向全体に設ける必要がなくなり、支持機能を満足する範囲内で離散的に支持壁19を置く事により、高温の解離したレーザガスが分散配置された電極支持壁19の間から自由に流れ出る事を可能にすると同時に、より冷たいガスが電極支持壁19の間から流入する事により、放電を補充する事を可能にする。また、本発明の形態においては、スラブ電極の高圧電極1と接地電極2の間隔は、電極支持壁19の寸法によって一義的に決定されるため製作上安定なスラブレーザを実現できる。

【0081】

(実施の形態4)

図4は、スラブ電極の高圧電極1と接地電極2の間を保持するための電極支持壁の図1の別の実施の形態を示した図である。23は、スラブ電極の高圧電極1と接地電極2の間を保持するために用いられる別の形態の電極支持壁である。電極支持壁23の放電領域80の面に凸曲面23aを設ける事により、パルス状のRF電力を供給する事によって、レーザの発振形態をパルス動作させた場合、放電領域80で発生した励起ガスは、放電の開始初期において膨張し、電極支持壁23に衝突し一部は放電領域外に、一部は放電領域80に帰還する。凸面型電極支持壁23にする事によって、放電領域80から放電の膨張によって放出された励起ガスが放電領域80に帰還する事を防止することにより、帰還ガスが放電領域内のレーザ利得分布を乱し、レーザの発振モードに乱れを与える事を防止する事により、秀れたレーザモードを実現する。また、図4(b)に示すように電極支持壁の形状を円柱型電極支持壁24にしても同様の効果が得られる事は明白である。

【0082】

(実施の形態5)

図3は、本発明のスラブレーザにおける3のスラブ電極保持ベースA部の横断断面図であり、スラブ電極保持方法を表す図である。図において、組み立てられたスラブ電極82は、スラブ電極保持ベースA3の内壁に固定されたスライダB16によって真空容器内の所定の位置に保持され、スラブ電極保持ベースA3の内壁に固定されたスライダC17によってスラブ電極82の高圧電極1の上面に対して、力を付加される。スライダB16のスラブ電極82と接する部分は、スラブ電極82の長手方向に対して、スラブ電極82の伸縮に対して許容する様に例えば円柱状の形態を有する。スライダC17は、スラブ電極82と接する部分においてスラブ電極82に対して、断面方向の力を加えると共にスラブ電極82の伸縮に対して、許容するように先端部84が例えば球状もしくは円柱状の形態を有し、スライダC17の真空容器86(スラブ電極保持ベースA3)の内壁に接する部分は、高圧電極1と接地部である真空容器86の内壁を電氣的に分離するために絶縁層85によって固定接続される。上記形態のスラブ電極保持機構を用いる事により、スラブ電極82の短断面方向への歪みを抑制すると共に、振動等の機械的衝撃に対し電極位置の変位を抑制する事ができるため安定したスラブレーザを実現することが出来る。

【0083】

また、組み立てられた一对の電極の断面形状が、略八角形となるようにすることにより、各スライダ16、19の当たり面が異なった面に対して作用するため、上記効果が有効に作用する。

【0084】

(実施の形態6)

図5は、図1におけるセンタチャンバ部分の断面図であり、1は高圧電極、2は接地電極、5はセンタチャンバ、18は、スラブ電極82へ電力を供給するためのハーメチックシール、19は電極支持壁、22はアースベルト、25は高圧電極水路、26は接地電極水路、80はスラブ電極の放電領域、81は非放電領域、27はガス循環突起である。チャンバ5の内壁に設けられたガス循環突起27は、放電領域80において高温となったガスがチャンバ5内の冷えたガス領域に対して、スラブ電極の短方向から放射されるガスを

10

20

30

40

50

チャンバ内の電極外周方向に誘導し、チャンバ5の内壁に接する事で冷却され、再び、ガス循環突起27の異なる面に衝突し、放電領域80に誘導される。87は、ガスの流れを模式的に記したものである。放電によって暖められたガスをチャンバ5内の熱拡散によって冷却、循環するだけでなく、ガス循環突起27により拡散または循環することにより、チャンバ5の管壁と接する様に誘導する事により、ガスを効率よく冷却する事ができガスの長寿命化をもたらすという有効な効果が得られる。

【0085】

実施の形態においては、ガス循環突起27の形状として一例についてのみ記したが、放電領域80から放射されるガスをチャンバ5内の同心軸上に反射させる効果を有する形状においても同様の効果が得られる事は明白である。また同様に、センタチャンバ5の内壁にガス循環突起27を設けた場合について説明したが、チャンバ5の内壁の他箇所に設けても同様の効果が得られる事は明白である。

10

【0086】

(実施の形態7)

図6(a)、(b)は、本発明による調整式鏡保持機構6、7の断面図である。図6(a)は図1の部分断面図、図6(b)はその別の実施の形態である。図において、28は光共振器を保持するための鏡保持ブロックである共振器鏡ホルダA、29は、共振器鏡の角度を変化させるために設けられた伸縮自在のベローズ、30は、共振器鏡の角度を任意に変化させるための共振器鏡調整ねじ、31は、共振器鏡ホルダA28と固定接続された鏡フランジである出力窓ホルダベース、40は、共振器ホルダA28の移動(回転中心)基準となる支持ピン、41は、共振器ホルダA28の拘束強度を調整するための支持ピン40の挿入高さを調整する支持ピン溝、42は、真空シールを保持すると共にレーザ光を取り出すための出力窓である。共振器鏡調整ねじ30の押し込み量を変化させる事によって、出力窓ホルダベース31とフランジ11または12との角度を変化させる事によって、支持ピン40を支点として共振器鏡ホルダA28の角度が変化することによってアライメント調整を可能とする。この調整式鏡保持機構6、7は、支持ピン40を設けたことにより、支点、力点、作用点が独立し、力点の変化と作用点の変化を一定とする事ができるため、共振器鏡調整ねじ30の変化に対応して鏡の角度を変化させることが出来るため、空間的な制約を加える事なく、再現性及び微調整が容易に出来るという利点が見られる。

20

【0087】

(実施の形態8)

図6(c)は、本発明による図6(a)の別の実施の形態における調整式鏡保持機構の断面図である。図において、32は、光共振器を保持するための鏡保持ブロックである共振器鏡ホルダB、33は、鏡の変位角度の基準面となる調整共振器鏡フランジA、34は、フランジA33の貫通穴3aに設けられて貫通穴3aを貫通する共振器鏡ホルダB32の角度の変位を許すと共に真空容器のシールを保持するためのダイヤフラム状の調整板ばねである。共振器鏡調整ねじ30の押し込み量を変化させる事によって、鏡フランジである出力窓ホルダベース31と共振器鏡フランジA33との角度を変化させる事によって、調整板ばね34の変位を介して、共振器鏡ホルダB32の角度が変化し、これによってアライメント調整を可能とする。この調整式鏡保持機構は、フランジ33の内部に変移を設けたことにより、空間的自由度が向上するという効果が得られる。

30

40

【0088】

(実施の形態9)

図7は、本発明によるレーザの縦断正面図である。図において、82は、放電領域を形成すると共に導波路として働く組み立てられたスラブ電極、35は、共振器鏡調整ねじ30の当たり面であり、かつ共振器鏡調整ねじ30の押し込み量に対応して変位し、共振器鏡の角度を変化させるための共振器鏡フランジB、36は、ベース板13に固定されて共振器鏡の角度の基準面となる共振器鏡固定台、37は、真空容器86の内部にスラブ電極82を固定保持するためのスラブ電極保持ベース、39は、光共振器を形成するため共振器鏡を保持するための鏡保持台である共振器鏡ホルダCである。スラブ電極82は、スラ

50

ブ電極保持ベース 37 によってのみ保持され、スラブ電極 82 の両端は自由端であり、スラブ電極 82 が伸縮変化しても光共振器等には不要な応力を与えない。スラブレーザの共振器長は、ベース板 13 に固定された一对の共振器鏡固定台 36 の間隔によって決まり、共振器鏡調整ねじ 30 の押し込み量を変化させる事により、容器の筒部の一部または全部を構成する伸縮自在の筒体例えば円筒状のベローズ 10 が収縮し、共振器鏡の角度が変化することによって、最適な共振器のアライメントを実現する。なお、図 1 と共通する部分に同一符号を付している。

【0089】

このように、真空容器の一部が調整式鏡保持機構を構成する一部品を兼ねるため、安定で安価なレーザを提供するという効果と共に、構成部品点数を減らす事が可能なため長期信頼性を高めるという有効な効果が得られる。

10

【0090】

(実施の形態 10)

図 8 は、本発明によるスラブレーザの、図 1 における冷却ブロック A の構成図である。図において、1 はスラブ電極の高圧電極、2 はスラブ電極の接地電極、12 は全反射鏡フランジ、21 は冷却水路 A、25 は高圧電極水路、26 は接地電極水路、28 は共振器鏡ホルダ A、20 は高圧電極水路 25 と冷却水路 A を接続し、高圧電極 1 と冷却水路 A の位置関係を定めるための冷却ブロック A である。38 は、高圧電極 1 と全反射鏡フランジ 12 とを電気的に分離すると共に真空シールを保持する絶縁体材料で形成された絶縁パイプである。冷却ブロック A 20 および絶縁パイプ 38 は冷却媒体保持ブロックを構成する。

20

【0091】

その他は、図 1 等の構成と共通している。

【0092】

このような構成によって、組み立てられた電極の放電領域 80 に RF 電力によって印加される電界分布は、電極に接続された或いは近傍の構成物の形状、配置によって影響を受けるため、冷却ブロックを設ける事により冷却パイプの形状及び配置を規定する事が可能となり、スラブレーザを製造する場合における製品ばらつきを緩和する、或いは、調整項目を低減するという有効な効果を実現する。

【0093】

冷却水路またはパイプは電極内に埋め込まれてもよいし、電極に張りつけられてもよい。

30

【0094】

また、冷却媒体保持ブロックを誘電体材料により形成してもよい。

【0095】

(実施の形態 11)

図 9 (a) は、スラブレーザを構成する、図 1 におけるレーザ用冷却系の概念図である。図において、4 はスラブ電極保持ベース B、12 は全反射鏡フランジ、48 はスラブ電極 82 を冷却するための冷却水を排出する冷却水排路 B、49 はスラブ電極 82 を冷却するための冷却水を供給する冷却水給路 B、50 は冷却水の温度を測定するための温度センサである温度検出素子 A、52 は冷却水の流量を制御するための制御弁 B、51 は温度検出素子 A 50 の信号を受け取り、制御弁 B 52 を通過する冷却水の温度を制御し、冷却水の給水温度と排水温度が RF の供給電力を変化しても一定となる様に制御するための第 1 の演算回路である。

40

【0096】

このような構成によって、スラブレーザへ供給する電力を変化させた場合に生じる電極 82 の熱収縮量の変化を、冷却媒体の流量を可変する事によって抑制し、電力注入量に関係なくスラブ電極温度を一定に保つ事により、長手方向の電極端点と共振器鏡の間隔を一定に保つことによって、供給電力の変化に関係なく安定したレーザ特性を実現するという有効な効果が得られる。また、レーザ始動時等において、冷却流量を変化させる事により始動から素早く安定した条件のレーザ特性が得られるという有効な効果を提供する。

【0097】

50

パラメータとして、レーザの発振条件を第 1 の演算回路に送る事により、本発明の効果は、さらに向上する事は明白である。

【 0 0 9 8 】

なお、温度検出素子は 1 またはそれ以上有してもよい。

【 0 0 9 9 】

また、温度検出素子に代えて、冷却媒体の流量を検出する流量センサを用い、R F の供給電力の変化に応じて流量を変化させ、冷却水の給水温度と排水温度が一定となるように制御することができる。

【 0 1 0 0 】

(実施の形態 1 2)

図 9 (b) は、図 8 (a) の別の実施の形態におけるスラブレーザを構成する受動流量制御弁付き冷却ブロックの構成図である。図において、4 3 は冷却ブロック B、4 4 は冷却水排路 A、4 5 は冷却水給路 A、4 6 はスラブ電極 8 2 に供給する冷却水の一部を 4 4 の冷却水排路 A に循環させるためのバイパス水路、4 7 は流入する冷却水温度と排出される冷却水温度の温度差によって開閉する制御弁 A である。4 7 の制御弁 A は、冷却水の流入温度と排出温度に差がない状態においては、バイパス水路を開く様に働き、温度差が大きい時閉じる様に働く。制御弁 A は例えばバimetall、形状記憶材料等により形成される。

【 0 1 0 1 】

このような構成によって、4 3 の冷却ブロック B 内のバイパスを自動的に開閉する事により、スラブ電極 8 2 の温度を一定範囲内に維持することにより、スラブ電極 8 2 の R F 投入電力の変化によって生じるスラブ電極 8 2 の温度変化を抑制する事によって、スラブ電極 8 2 の熱収縮が抑制され、導波路部への共振器鏡との結合状態の変化をおさえられる。これにより、レーザの発振条件の変化に対するレーザのモード、出力等の時間的に過激な変化を抑制し、微細加工等のレーザ加工の利用範囲を広げると共に加工精度の向上に貢献するという有効な効果が得られる。

【 0 1 0 2 】

(実施の形態 1 3)

図 1 1 は、レーザ装置の自動アライメント調整を行うための構成図である。図において、6 1 はレーザ光を集光するための集光レンズ L 1、6 2 はレーザ装置のアライメントを調整するための信号を伝送するための信号線 A、6 4 はナイフエッジ等によってレーザ光の高次モードを除去するための空間フィルタ 1、6 5 は例えば電動式マイクロメータ、ピエゾ素子等の直動機構などによる自動アライメント機構を有するレーザ発振器、6 6 は空間フィルタ 1 の温度を測定するための温度検出センサ、6 7 は温度測定点、6 3 は温度検出センサからの信号を受け取って、レーザ発振器 6 5 の自動アライメント機構を動作させるための第 2 の演算回路である。6 4 の空間フィルタ 1 のニカ所以上の温度を検出し、レーザ光が空間フィルタ 6 4 のセンタ (設定した光軸) を透過しているかを温度検出センサ 6 6 の出力から第 2 の演算回路 6 3 によって判断し、レーザ発振器 6 5 に内蔵されたアライメント機構の調整式鏡保持機構を動作させることによって、レーザの内部状態の変化に対してレーザ光の出射位置が変化しないように調整する。

【 0 1 0 3 】

この様な構成によって、レーザ発振器 6 5 のアライメント変化或いは、レーザ媒質の利得変化を検出し、最適なアライメント状態を維持する事によって、安定したレーザ発振を実現するという有効な効果が得られる。

【 0 1 0 4 】

(実施の形態 1 4)

図 1 0 は、矩形形状の空間分布を有するレーザ光等の光を、円形状に整形するために用いられる整形光学系の構成図である。図において、8 9 は矩形形状のレーザ光を出力するスラブレーザ発振器、5 5 は不安定側共振器側方向のみを集光するためのシリンドリカルレンズ U N 1、5 6 は不安定側共振器側の高次モードを除去するためのナイフエッジ K E、5

10

20

30

40

50

7は不安定側共振器側方向のみを集光するためのシリンダリカルレンズUN2、58は安定型共振器側方向のみを集光するためのシリンダリカルレンズWG1、59は整形されたレーザー光を加工対象物53に集光照射するための集光レンズL1である。

【0105】

この実施の形態のレーザー装置は、上記構成の外部整形光学系を組み合わせたレーザー装置において、レーザー発振器の出射方向及びビームプロファイルが変化すると整形光学系透過後のレーザー光の空間的分布が変化し、加工対象物の加工精度が低下するため、本発明においては、上記構成の外部整形光学系とアライメント調整機構を有するレーザー装置54及び実施の形態13の構成を組み合わせる事によって、レーザー発振器等の光源から放射されたビームの出射方向変化をナイフエッジ等の空間フィルタに取り付けた温度センサによって、温度或いは温度分布を検出し、光源から放射されたビームの出射方向を調整式鏡保持機構を自動調整する事により一定に保つ事によって、整形光学装置の効果を最大限に利用し、これによって安定した光加工を実現するという有効な効果が得られる。

10

【0106】

すなわち、このレーザー装置は、矩形状のレーザー光を整形するための外部光学装置を有するレーザー発振器において、出力光の高次のモードを除去するための空間フィルタを形成する光学ユニット内のナイフエッジ64およびアパチャ等の温度を測定するための一つ以上の温度センサ66、この温度センサ66からの出力信号を処理するための演算回路63、およびこの演算回路63からの出力によって動作する電動マイクロメータ或いはピエゾ素子等の直動機構による調整式鏡保持機構を有するものである。

20

【0107】

(実施の形態15)

図13は、外部整形光学装置における自動修正整形光学系の構成図である。図において、レーザー装置54から出射したレーザー光は、55のシリンダリカルレンズUN1によって絞られナイフエッジKE56によって高次モードを除去され、57のシリンダリカルレンズUN2によって平行光に変換され、58のシリンダリカルレンズWG1によって異なる方向のビームを絞り発散角を合わされ、集光レンズL1によって加工対象物53に照射される。66は、56のナイフエッジKEに取り付けられた温度検出センサからの信号線で、演算回路は、温度検出センサ66からの信号からレーザー光がナイフエッジの所定の場所に照射されているかを判断し、異なる場合は信号線B71を等して可動式レンズホルダを動かす事により、レンズ55の位置或いはレンズ55の集光角度を変化し、これによってレーザー発振器から照射された出射方向の変位を補正することによって、整形光学系透過後の加工位置におけるレーザー照射箇所の変化を押さえることにより、安定したレーザー加工を実現するという有効な効果が得られる。

30

【0108】

なお、光学フィルタとしてナイフエッジのほかアパチャ等がある。

【0109】

(実施の形態16)

図12は、レーザー出力監視方式の概念図である。図において、レーザー光の高次モード等を除去するために用いられるアパチャ等の光学フィルタにおいて、68はレーザー受光面がレーザー光を反射すると共にテーパ状の形態を有する空間フィルタ、69はHgCdTe等の光検出器Aである。レーザー装置54から出射したレーザー光は、空間フィルタによって高次のモードが除去(反射)され、反射されたレーザー光は、光検出器Aによって受光される。さらに光検出器の出力信号とレーザー装置の出力条件とを比較するための比較演算回路を有する。

40

【0110】

このような構成によって、レーザー光の変動或いは、発振不良をレーザー光の一部を検出のために切り取る事なく、変動或いは発振不良を検出することができるという有効な効果が得られる。

【0111】

50

(実施の形態17)

図14は、ダイクロイックミラー保持方式の縦断面図である。図において、90は、上記図1等の光共振器においてレーザ光の発振波長を選択するために用いられるダイクロイックミラーであり、選択した波長のみを反射し、その他の波長は透過する働きをする。73は、ダイクロイックミラーを透過したレーザ光を吸収体74に照射するための金属ミラー等の高反射率の反射板のミラーである。72は、ダイクロイックミラー90及び反射板73を保持するためのダイクロイックミラーホルダである。

【0112】

このような構成によって、ダイクロイックミラーを透過したレーザ光が、レーザ発振器構成部材に損傷或いは一部の異常加熱を誘起する事を防止するとともに、ダイクロイックミラーを透過したレーザ光がダイクロイックミラーに帰還する事を防止する事によって、安定したレーザ発振を実現するという有効な効果が得られる。

【0113】

なお、反射板73の代わりにレーザ光を吸収する吸収体を設置しても同様の効果が得られる。

【0114】

(実施の形態18)

図15は、ガスイオン化装置を構成するランプ部の断面図である。また図1等の一部の別の実施の形態である。図において、76は、ガス放電を発生し易くするためにレーザガスを予めイオン化する解離を促進するように用いる、光子を放出するランプ、77は、ランプから放出された光子を反射するために、内壁がAu等の光反射材料でコーティングされ、かつ内面が放電領域80に光子が集光される様に凹面形状をしたランプハウジング、78は、ランプから放射された光を通過させるランプ光透過路、79は、真空容器を形成するセンタチャンバ5のシールを保持しながら、ランプから放出された光子を透過する石英ガラス等の透過窓である。レーザガスをガス放電する手段は、例えば放電電極間にレーザガスを満たす図1等の構成である。なお図1と共通する部分に同一符号を付している。

【0115】

このような構成によって、ランプ76から放射される光子を有効に利用することが可能となり、レーザガスを所望のイオン化状態にするために必要な光子数を効率良くレーザガスに照射する事が出来るという有効な効果が得られる。

【0116】

このような構成をスラブレーザに用いる事によって、放電の点弧性が改善されると共に、レーザ出力発振指令から光出現までの遅れ時間のばらつきが改善され、特にパルス動作時におけるレーザ特性の改善におおきな効果が得られる。

【0117】

以上のように本発明によれば、スラブレーザの構成部品間の熱的影響を分離すると共に、スラブ電極へ投入されるRF電力の変化に対して、スラブ電極の温度変化を抑制することにより、また、RFスラブ電極内の放電領域内のレーザガスを効率よく循環させると共に放電領域に与える不要な電界強度を抑制する事により、安定したスラブレーザを提供する事ができるという有効な効果が得られる。

【0118】

また、本発明の外部整形光学装置を付加することによって、スラブレーザ装置から出力されたレーザ光の照射位置の変化を補正し安定した加工を実現するという有効な効果が得られる。

【0119】

【発明の効果】

請求項1記載のスラブレーザによれば、電極の熱収縮を許す構造を与えることにより、これら要素にかかる応力を緩和し安定したレーザ発振を実現することができる。

また、電極の熱収縮によって生じる電極への応力を除去するとともに長手方向以外への電極の変移を規制して、スラブ電極の真空容器断面方向内における電極位置が変化しない

10

20

30

40

50

様に規制するとともに、熱影響による光共振器を構成する鏡と導波路間の結合が変化しないように規制する事により、安定したレーザ出力特性を得られる。また、スラブ電極が真空容器断面方向に対して規制を加える事により、振動及び輸送時のレーザ発振器に与える影響を緩和する。

【0120】

請求項2記載のスラブレーザによれば、請求項1と同様な効果のほか、電極にRF電流を供給する装置によりレーザガスが励振するとき、スラブレーザの熱変化に対するレーザ装置の不安定要因を緩和することができる。

【0124】

請求項3記載のスラブレーザによれば、請求項1と同様な効果のほか、ばね或いはショックアブソーバ等により荷重を印加する事により、電極の真空容器断面方向への応力を制御し、より電極のふるまいを許容し、レーザ発振器の外部からの振動等の影響を防止することができる。

【0125】

請求項4記載のスラブレーザによれば、請求項1と同様な効果のほか、電極の位置精度を高めることができる。

【0126】

請求項5記載のスラブレーザによれば、請求項1と同様な効果のほか、スラブ電極間にRF電力をパルス印加した時生じる放電ガス膨張時に生じるスラブ電極外に押し出されるレーザガスを、容器内壁に設けた突起により、電極以外の方向に反射させる事により、真空容器内部に充填されたレーザガスの循環を行い、レーザガスの温度を均一化することができ、レーザガスの劣化防止及び冷却効果を向上させ、安定したレーザ動作と安定した長時間動作をもたらすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施の形態におけるスラブレーザの縦断正面図である。

【図2】 第2の実施の形態におけるセンタチャンバ部分の縦断正面図である。

【図3】 第3の実施の形態および第5の実施の形態におけるスラブ電極保持ベースA部断面図である。

【図4】 第4の実施の形態におけるスラブ電極断面図である。

【図5】 第6の実施の形態におけるセンタチャンバ部分の断面図である。

【図6】 (a)、(b)は第7の実施の形態における調整式鏡保持機構の部分縦断断面図、(c)は第8の実施の形態における調整式鏡保持機構の部分縦断断面図である。

【図7】 第9の実施の形態における真空容器兼用型調整式鏡保持機構の縦断面図である。

【図8】 第10の実施の形態における冷却ブロックAの構成図であり、(a)は横断面図、(b)はその縦断面図である。

【図9】 (a)は第11の実施の形態におけるレーザ用冷却系の概念図、(b)は第12の実施の形態における受動流量制御弁付き冷却ブロック構成図である。

【図10】 第14の実施の形態の整形光学系の構成図である。

【図11】 第13の実施の形態における自動アライメント調整機構の概念図である。

【図12】 第16の実施の形態におけるレーザ出力監視方式の概念図である。

【図13】 第15の実施の形態における自動修正整形光学系の構成図である。

【図14】 第17の実施の形態におけるダイクロミックミラー保持方式の縦断面図である。

【図15】 第18の実施の形態のガスイオン化装置のランプ部の断面図である。

【符号の説明】

- 1 高圧電極
- 2 接地電極
- 3 スラブ電極保持ベースA
- 4 スラブ電極保持ベースB

10

20

30

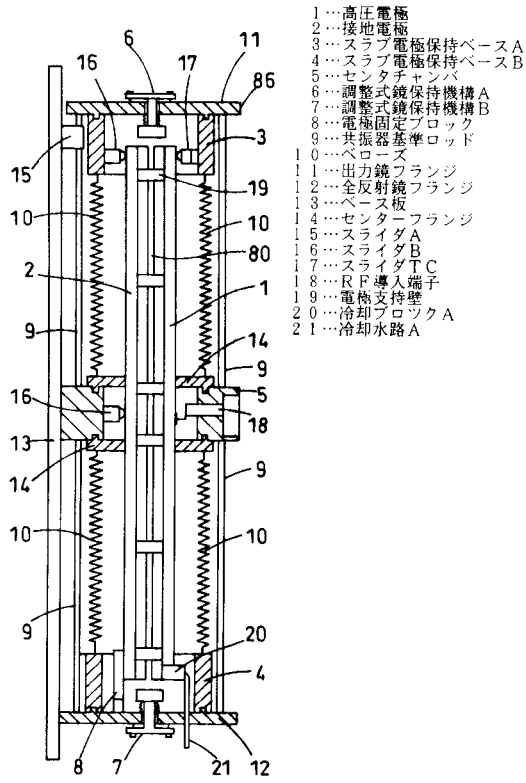
40

50

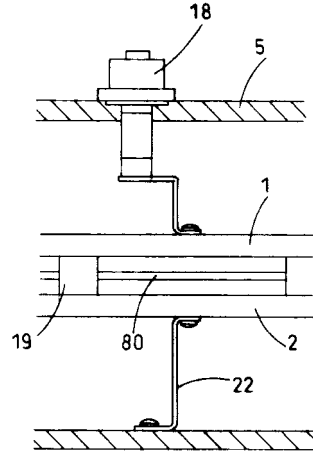
5	センタチャンバ	
6	調整式鏡保持機構 A	
7	調整式鏡保持機構 B	
8	電極固定ブロック	
9	共振器基準ロッド	
10	ベローズ	
11	出力鏡フランジ	
12	全反射鏡フランジ	
13	ベース板	
14	センタフランジ	10
15	スライダ A	
16	スライダ B	
17	スライダ T C	
18	R F 導入端子	
19	電極支持壁	
20	冷却ブロック A	
21	冷却水路 A	
22	アースベルト	
23	凸面型電極支持壁	
24	円柱型電極支持壁	20
25	高圧電極水路	
26	接地電極水路	
27	ガス循環突起	
28	共振器鏡ホルダ A	
29	ベローズ	
30	共振器鏡調整ねじ	
31	出力窓ホルダベース	
32	共振器鏡ホルダ B	
33	共振器鏡フランジ A	
34	調整板バネ	30
35	共振器鏡フランジ B	
36	共振器鏡固定台	
37	スラブ電極保持ベース	
38	冷却水路	
39	共振器鏡ホルダ C	
40	支持ピン	
41	支持ピン溝	
42	出力窓	
43	冷却ブロック B	
44	冷却水排路 A	40
45	冷却水給路 A	
46	バイパス水路	
47	制御弁 A	
48	冷却水排路 B	
49	冷却水給路 B	
50	温度検出素子 A	
51	演算回路 1	
52	制御弁 B	
53	加工対象物	
54	レーザ装置	50

5 5	シリシドリカルレンズ U N 1	
5 6	ナイフエッジ K E	
5 7	シリンドリカルレンズ U N 2	
5 8	シリンドリカルレンズ W G 1	
5 9	集光レンズ L 1	
6 0	電動アライメント調整式鏡保持機構	
6 1	集光レンズ L 2	
6 2	信号線 A	
6 3	演算回路 2	
6 4	空間フィルタ 1	10
6 5	レーザ発振器	
6 6	温度検出センサ	
6 7	温度測定点	
6 8	空間フィルタ 2	
6 9	光検出器 A	
7 0	可動式レンズホルダ	
7 1	信号線 B	
7 2	ダイクロイックミラーホルダ	
7 3	反射板	
7 4	吸収体	20
7 5	ミラーホルダフランジ	
7 6	ランプ	
7 7	ランプハウジング	
7 8	ランプ光透過路	
7 9	透過窓	
8 0	放電領域	
8 1	非放電領域	

【図1】

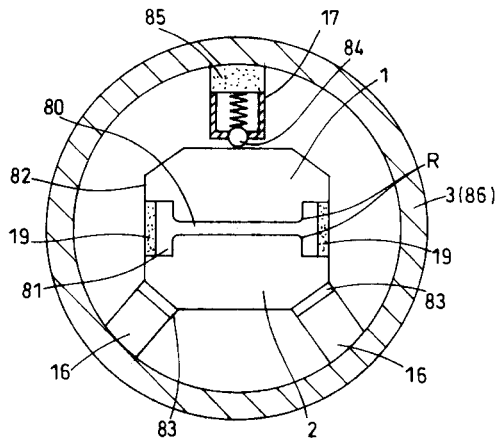


【図2】



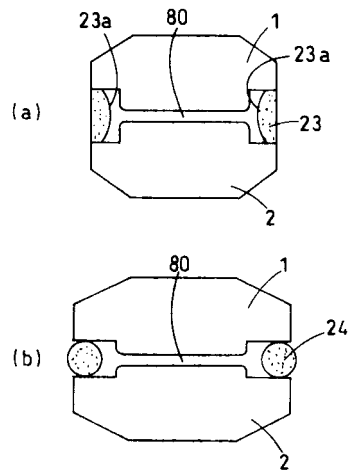
22…アースベルト

【図3】



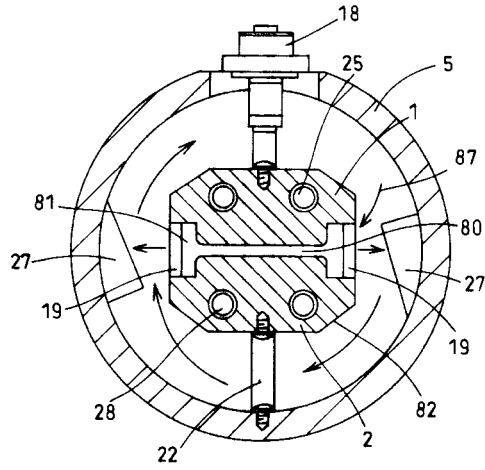
80…放電領域
81…非放電領域

【図4】



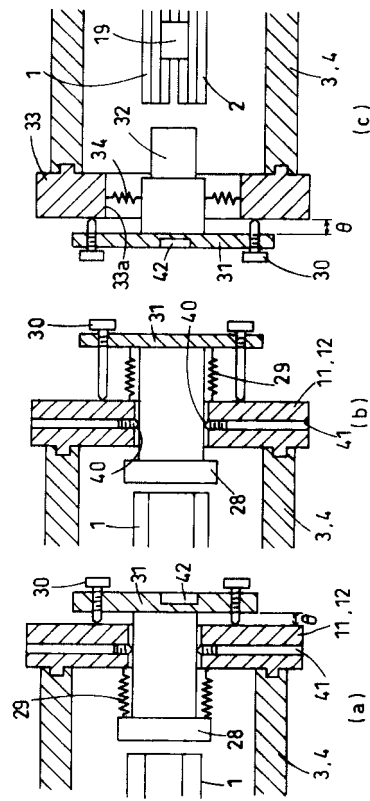
23…凸面型電極支持壁
24…円柱型電極支持壁

【図5】



25... 高压電極水路
 26... 接地電極水路
 27... ガス循環突起

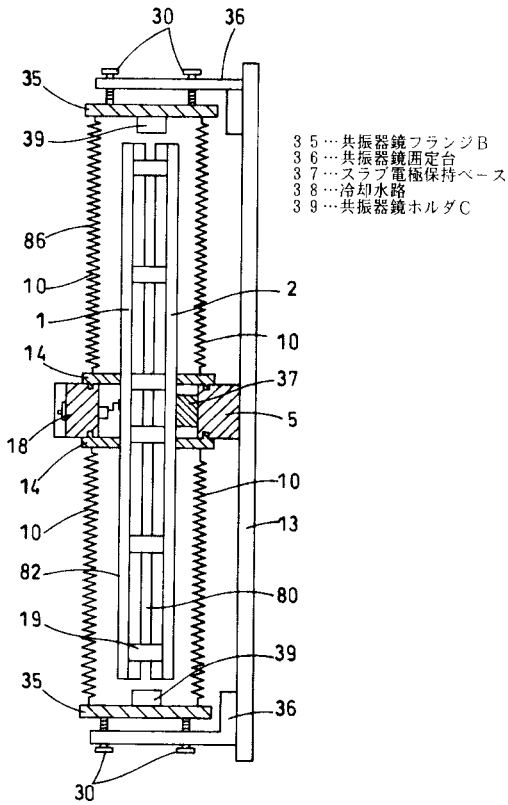
【図6】



40... 支持ピン
 41... 支持ピン溝
 42... 出力窓

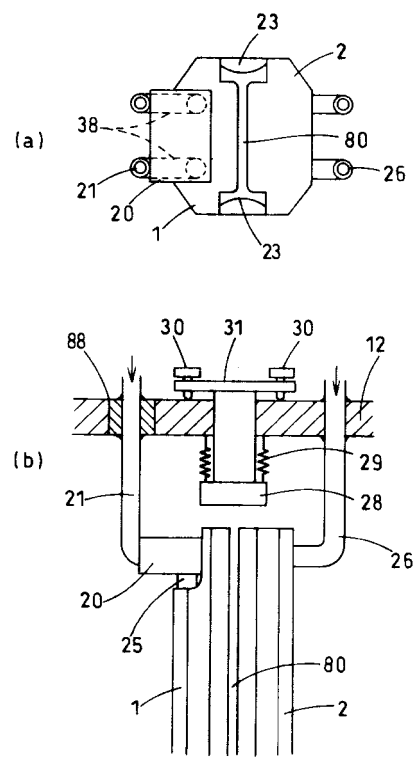
共振鏡ホルダA
 29... 共振鏡ホルダA
 30... 共振鏡調整ねじ
 31... 共振鏡ホルダB
 32... 共振鏡ホルダA
 33... 共振鏡フランジ
 34... 調整爪

【図7】

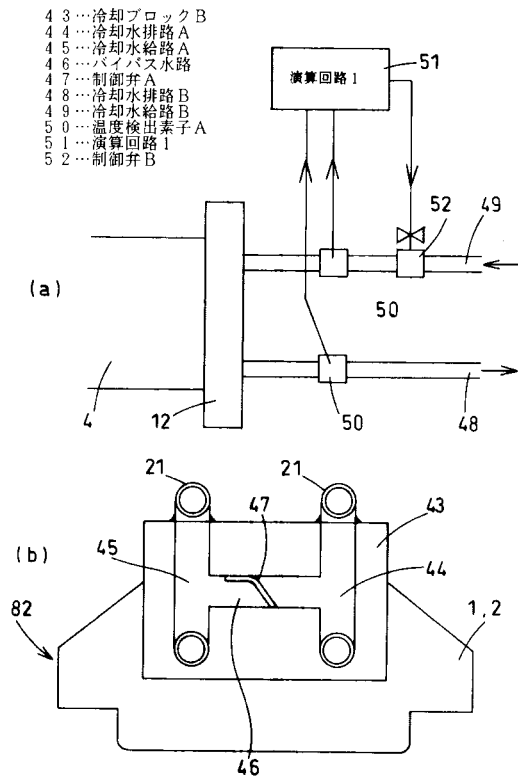


35... 共振鏡フランジB
 36... 共振鏡固定台ベース
 37... スラブ電極保持ベース
 38... 冷却水路
 39... 共振鏡ホルダC

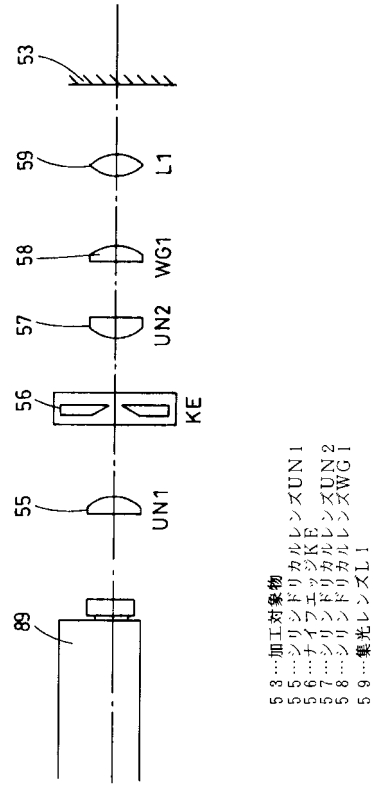
【図8】



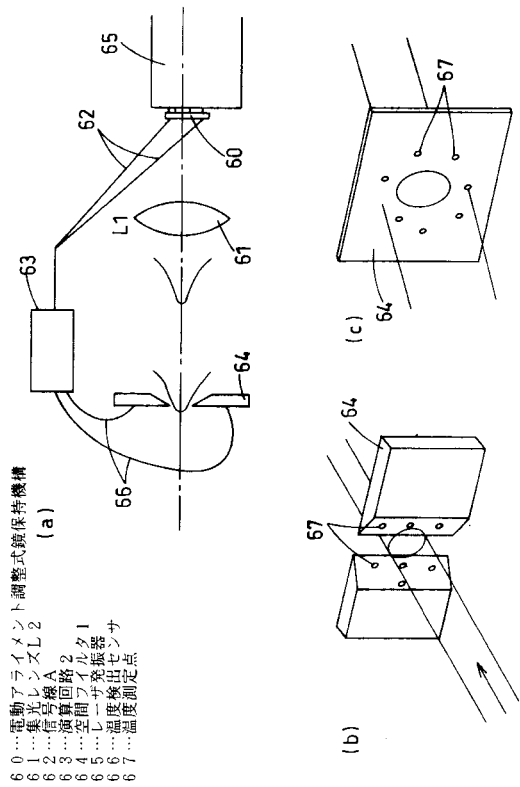
【図9】



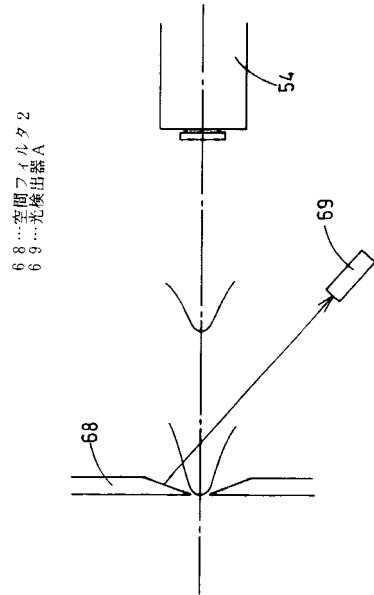
【図10】



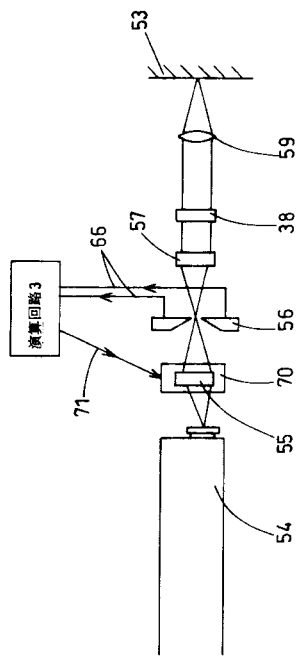
【図11】



【図12】

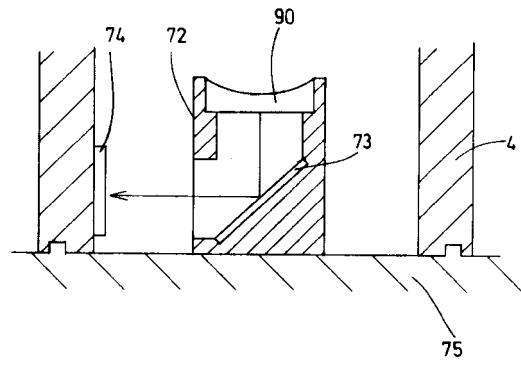


【図13】



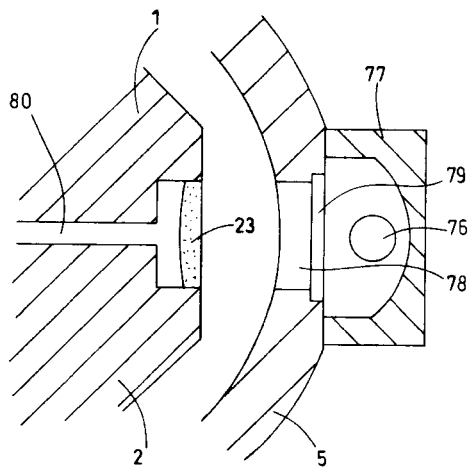
54...ローガ装置
 70...可動式レンズホルダ
 71...信号線B

【図14】



72...ダイクロイックミラーホルダ
 73...反射板
 74...吸収体
 75...ミラーホルダフランジ

【図15】



76...ランプ
 77...ランプハウジング
 78...ランプ光透過路
 79...透過窓

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-090048(JP,A)
特開平06-244481(JP,A)
実開平04-067366(JP,U)
特開平11-340547(JP,A)
特開昭56-015090(JP,A)
実開平02-045661(JP,U)
特開平05-327066(JP,A)
実開昭63-200356(JP,U)
特公昭53-11619(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 3/00 - 4/00