

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4643003号
(P4643003)

(45) 発行日 平成23年3月2日(2011.3.2)

(24) 登録日 平成22年12月10日(2010.12.10)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 S 3/042 (2006.01)

H O 1 S 3/04

L

H O 1 S 3/02 (2006.01)

H O 1 S 3/02

請求項の数 13 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2000-522654 (P2000-522654)	(73) 特許権者	500233278
(86) (22) 出願日	平成10年10月22日(1998.10.22)		フェムトレザーズ プロダクションズ
(65) 公表番号	特表2001-524761 (P2001-524761A)		ゲゼルシャフト ミット ベシュレンク
(43) 公表日	平成13年12月4日(2001.12.4)		テル ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/AT1998/000256		オーストリア国、アー—2100 コルノ
(87) 国際公開番号	W01999/027621		イブルク、クライネンゲルスドルフェルシ
(87) 国際公開日	平成11年6月3日(1999.6.3)		ュトラ—セ 24
審査請求日	平成17年10月13日(2005.10.13)	(74) 代理人	100099759
(31) 優先権主張番号	A 1992/97		弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成9年11月24日(1997.11.24)	(74) 代理人	100092624
(33) 優先権主張国	オーストリア(AT)		弁理士 鶴田 準一
前置審査		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100110489
			弁理士 篠崎 正海

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学クリスタル、または、レーザクリスタル、それぞれ、のための冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学用のレーザクリスタル装置であって、

レーザクリスタル(5)と、該レーザクリスタルのためのペルチエ要素(18)を含む冷却装置(7)とを具備する、レーザクリスタル装置において、

前記レーザクリスタルは、稼動において、10ワット以上の光学的動力の熱的に高い負荷がかけられており、前記レーザクリスタルからレーザパルス(2)が生得されており、

前記レーザクリスタル(5)が熱伝導性の良い材料から成る冷却ジョー(24、25)の間に支持されており、

前記レーザクリスタル(5)は、前記レーザクリスタルを冷却するために備えられる前記ペルチエ要素(18)及び前記冷却ジョー(24、25)と共に、密封容器(8)に收容されており、

前記密封容器(8)は、その内部が真空排気されており、更に

前記密封容器(8)が、プリュースター角に対応する光学軸に対して角度を成して配設された前記レーザパルス(2)の通過のための少なくとも1つのプリュースター窓(32、33)を有していることを特徴とするレーザクリスタル装置。

【請求項 2】

ペルチエ要素(18)が積み重ねて設けられていることを特徴とする請求項1に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項 3】

10

20

冷却ジョー（２４、２５）が前記レーザクリスタル（５）を実際的に４つの側部から抱き込み、支持することを特徴とする請求項１または２に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項４】

前記レーザクリスタル（５）に対向する側で係合している２つの冷却ジョー（２４、２５）の内の１つ（２５）が、他の冷却ジョー（２４）の上にある前記レーザクリスタル（５）を超えて延伸し、両冷却ジョーが、レーザパルス（２）が通過できるように、レーザパルスの方向に、前記レーザクリスタル（５）の前、または、後ろに、それぞれ凹部（２８、２９）を備えていることを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項５】

冷却ジョー（２４、２５）から離れる向きの熱側のペルチエ要素（１８）が冷却受け台（１３）に係合していることを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項６】

冷却受け台（１３）が液体冷却されていることを特徴とする請求項５に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項７】

冷却受け台（１３）が、端部側に、ペルチエ要素（１８）並びに冷却ジョー（２４、２５）を前記レーザクリスタル（５）に適合させる、Ｖ字形の凹部（２０）を具備する略円筒状ボディ（１９）を備えることを特徴とする請求項５または６に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項８】

Ｖ字形の凹部（２０）が９０°の頂角を有することを特徴とする請求項７に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項９】

Ｖ字形の凹部（２０）が、ペルチエ要素（１８）のための傾斜した載置面を画成し、内側に載置面（２１）の端部に隣接してペルチエ要素（１８）のための停止具（２２、２３）を備え、その受面が載置面から上方に突出していることを特徴とする請求項７または８に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項１０】

容器（８）が蓋（１２）で閉じられる管状のケーシング（９）を備えることを特徴とする請求項１から９のいずれか１項に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項１１】

ペルチエ要素（１８）から離れる向きの端側部に、管状のケーシング（９）を強く結合するフランジ（１３ａ）を備えることを特徴とする請求項５から１０のいずれか１項に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項１２】

冷却受け台（１３）が冷却液をフランジ（１３ａ）の領域を通すための穴（１５）を備えることを特徴とする請求項１１に記載のレーザクリスタル装置。

【請求項１３】

密封容器（８）が、対向位置に、突出した、強く取り付けられたパイプソケット（３０、３１）を備え、それはレーザパルス（２）の通過のための窓（３２、３３）により閉塞されていることを特徴とする請求項１から１２のいずれか１項に記載のレーザクリスタル装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

本発明は熱的に高い負荷がかかる、レーザビーム、特に、レーザパルスが得られる光学クリスタル、または、レーザクリスタル、それぞれ、のための、例えば、光学増幅器または発振器のレーザクリスタルのためのペルチエ要素を具備する冷却装置に関する。

【０００２】

レーザ装置内の光学クリスタル、または、レーザクリスタル、それぞれ、以下、単に“クリスタル”と言う、の冷却は、クリスタル、例えば、チタン - サファイアクリスタル（一般的には、Ti : S a f i r e c r y s t a lと言われる）が、運転中に高い熱負荷にさらされる場合には特に重要である。これは、例えば、受動的にモードロックされた(mode-locked) 短パルスのレーザ装置（発振器）内でクリスタルが光学的に非直線的な要素(non-linear element)として使用され、ポンプビームとレゾネータビームがクリスタル内で出来るかぎり高度に焦点合わせされる場合であって、その様にする際、クリスタルは、小さな寸法でなければならず、また、それを補償するために、材料の分散を低く保持するべく高く寄与しなければならず、そのため、未公開の先の出願WO - 98 / 10 494 - Aに述べられているように、特定の、熱的な負荷が上昇する。また、10 °C以下への冷却は、その時に起こる湿気の凝縮、その際クリスタルの上で凝縮した小さな滴がクリスタルを急激に損傷し、あるいは、破壊する、ので問題であるということも述べられている。

10

【0003】

特に重要なのは、さらに、光学増幅器の場合のクリスタルの冷却であって、すでに、1997年8月15日発行のOptics Letters の Vol. 22, No. 16の1256頁～1258頁のバックス他(Backus et al)による論文、“0.2-TW laser system at 1 kHz”に述べられている通りである。この様な、発振器の光学的な後増幅(post-amplification)においては、例えば、やはりチタン - サファイアレーザクリスタルが使用され、そこでは、発振器からの数nJのエネルギーを有するパルスは1mJのオーダーに増幅される(すなわち、10⁶の率だけ)。この目的のために、チタン - サファイア増幅クリスタルが緑のレーザ光、で“ポンプ”され、それは、例えば、10～20Wの平均出力を有し、それは発振器内でのレーザパルス発生でのポンピング出力の倍数である。

20

【0004】

光学的増幅器はパルス（パルス周波数は略1kHzである）により作動されるという事実から、ポンピングエネルギーは独立のパルスに集中され、それが発振器のパルスを増幅する。そこで発生する高い出力により、クリスタルの十分な冷却が重要である。クリスタル冷却が不十分だと、効率が低いだけでなく、発振器に関するのと同様に、“熱レンズ(thermal lense)”効果による“好ましくないビーム形状を誘起し、それも、前述のバックス他による論文に述べられている。

30

【0005】

クリスタルが熱せられると、それにより発生する材料内部の温度勾配は屈折率勾配を誘起し、それは、クリスタル材料によっては、レーザビームが通過する間に意図しない焦点合わせ、あるいは、非焦点化をおこなう。クリスタルの良好な冷却は低い温度で熱伝導率を向上し、屈折率の温度係数を小さくし、略理想的なガウス強度形状(Gaussian intensity profile)（断面において）に対応したビームの形状を得ることができる。さらに効率の度合いが向上する。

【0006】

バックス他による論文によれば液体窒素がクリスタルの冷却に使用され、それにより極めて低温を得ることを可能にしている、しかし、それにより、多くの目的のための、特に移動する使用のための、実際の光学的増幅器の具現化が阻害されている。

40

【0007】

若干異なる光学的増幅器が、1997年10月15日発行のOptics Letters の Vol. 22, No. 20のサルタニア他(Sartania et al)による論文、“0.2-TW 5-fs optical pulse at a 1-kHz”に述べられており、そこでは、ペルチエ冷却装置がクリスタルの冷却に使用されていることが概論されている。しかし、協力的な冷却によって、クリスタルの上で凝縮された水のみならず、氷が形成され、空気中に汚れがあり、それがクリスタル上に堆積するという問題は残っている。実際、このような氷の形成、汚れは、クリスタル表面の腐食によ

50

る、局所的な破壊につながる。

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、上述の欠点を克服し、一方で、簡単な構成にも係わらず特に移動する適用形態にも好適ならしめ、高い効率の良好な冷却と最適なビーム形状を得ることができ、他方で、凝縮された水（氷）、や不純物による腐食を防止することによってレーザクリスタルの長い寿命を確保できる、最初に規定したタイプの冷却装置を提供することである。

【 0 0 0 9 】

本発明は、光学用のレーザクリスタル装置を提供する。レーザクリスタル装置は、レーザクリスタル（５）と、該レーザクリスタルのためのペルチエ要素（１８）を含む冷却装置（７）とを具備する。レーザクリスタルは、稼動において、１０ワット以上の光学的動力の熱的に高い負荷がかけられており、レーザクリスタルからレーザパルス（２）が生得されており、レーザクリスタル（５）が熱伝導性の良い材料から成る冷却ジョー（２４、２５）の間に支持されており、レーザクリスタル（５）は、レーザクリスタルを冷却するために備えられるペルチエ要素（１８）及び冷却ジョー（２４、２５）と共に、密封容器（８）に収容されており、密封容器（８）は、その内部が真空排気されており、更に密封容器（８）が、ブリュースター角に対応する光学軸に対して角度を成して配設されたレーザパルス（２）の通過のための少なくとも１つのブリュースター窓（３２、３３）を有することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

密封容器を提供することにより、容器の内部を真空排気すること、または、乾燥状態に保つことが可能になり、凝縮された水が、光学クリスタル、または、レーザクリスタル、それぞれ、の上に堆積しない、さらには、クリスタルに対して画成されたクリーンな環境（真空、または、純粋な、すなわち、汚れのない、乾燥した空気）が可能になる。このようにして長い運転時間を得ることができ、それは光学クリスタル、または、レーザクリスタルの装着の間の、あるいは、精密な調整の間に必要な消費という点でも大きな利点である。

【 0 0 1 1 】

さらには、本発明の冷却装置は、熱弾性的な冷却要素、すなわち、ペルチエ要素、を密封容器と共に使用することにより、コンパクトで、簡単で、扱いやすいレーザ装置の構造が可能となつて、それによって、さらに、何ら問題なく車両内での使用、例えば、また航空機内での使用を可能にしたことを特徴とするが、それは、液体窒素による冷却に比して、運転中、重力の影響を受けないことによる。容器は、強く閉めることのできる真空排気のための連結手段、および、ペルチエ要素へ電力を供給するための強く密封できる電線の通路を備えることができる。

【 0 0 1 2 】

当該適用において発生する高い強度の点から、いわゆるレーザビームの通過のためのブリュースター窓が容器に設けられている。この様にして、すなわち、そうでなければ使用される広い幅の屈折防止コーティングをすることなく、意図しない屈折を防止することができる。というのは、この様な、誘電コーティング（dielectric coating）は前述の高い強度に耐えることができない（例えば、ビーム径が１０mm以下で、ピーク出力がMWからGWの範囲でパルス持続時間が１０fsからpsの範囲で、平均出力が１０mWから始まってWまでの範囲であり、ポンプパラメータについては、平均出力が数Wから数十W、ポンプエネルギーが数mJ、高反復周波数がkHzの範囲で、これがピーク出力をMWからGWの範囲に導く）。

【 0 0 1 3 】

半導体レーザについては密封モジュールを使用することが知られており、例えば、ドイツ特許DE3307933C、ドイツ特許DE3922800A、日本特許公開JP1-122183A、あるいは、欧州特許EP259888Aを参照、そこでは、ペルチエ要素をともなったレーザダイオード要素が示されている。しかしながら、高いレーザ出力はなく、レーザダイオード要素には低い熱負荷しかかからず、ペルチエ要素は実際は単に温度

10

20

30

40

50

を安定化させる目的でしか使用されない。公知の半導体レーザではこれは重要である、というのは、レーザダイオードの場合、レーザ波長は基本的に半導体チップの温度に依存し、多くの場合、正しい波長を得るために加熱さえ必要とされる。

さらに、これらの公知の装置においては、乾燥材によるモジュールの真空排気、または、乾燥には言及していない。

【0014】

ペルチエ要素によって、多くの場合、何ら問題なくレーザクリスタルの十分な冷却をおこなうことができる、また多くの場合ペルチエ要素における $50 \sim 70^{\circ}\text{C}$ の温度差で充分であることが示されている。特に顕著な、レーザクリスタルからの熱発散、あるいは、冷却のためには、ペルチエ要素を積み重ねて設けることが有利である。この場合には、熱側が大気温度（約 20°C ）の際に、冷側で $-50 \sim -100^{\circ}\text{C}$ を得ることは容易である。この様に、従来のペルチエ要素を使用した場合、 130°C にも達するペルチエ要素の温度差を得ることができ、 -100°C 以下での冷却をおこなうことができる。

10

【0015】

光学クリスタル、または、レーザクリスタル、それぞれは、小板形状にされ、また、良好な冷却を得るために、比較的小さな諸元を有し、増幅器と共に使用する場合は、幅、長さが約 3mm 、高さ $1 \sim 1.5\text{mm}$ に過ぎない。

【0016】

良好な熱の転移、及び、熱発散を確保しつつ、クリスタルを固定するためには、クリスタルを、ペルチエ要素が置かれる良好な熱伝導性の冷却ジョーの間に配置することが有利である。その際に、出来るだけ大きな熱の転移面、並びに、特に簡単なクリスタルの保持を得るためには、冷却ジョーが实际的にクリスタルを四つの側から抱くようにすることが好ましい。

20

【0017】

製造および装着の点で好ましい解決は、さらに、クリスタルにその対向する側で載っている2つの冷却ジョーの内の1つが、他方の冷却ジョーの上に載っているクリスタルの上まで延伸するノーズ突起を有し、冷却ジョーがクリスタルの前と後に、レーザビームの方向に、レーザビームを通すための凹部を備えるようにすることである。

【0018】

ペルチエ要素の“熱”側を大気温度（あるいはもっと低く）に保つことは、ペルチエ要素が冷却ジョーから離れる向きの熱側で冷却受け台と係合している場合にはさらに有利である。ペルチエ要素の熱側を効率よく冷却するためには冷却受け台を液体冷却することが有利であることが明らかにされている。冷却受け台は、全くどのような、例えば、立方形や円板形のような形状、でもよい。高い冷却貯蔵容量を得るため、並びに、ペルチエ要素と冷却ジョーの安定した調和のため、簡単に製造するため、に、冷却受け台を、端部にペルチエ要素並びに冷却ジョーをクリスタルに調和させる略V字形状の凹部を有する略円筒状に形成することがさらに好ましい。

30

【0019】

工程上の理由から、また、ペルチエ要素の受け面のために、V字形状の凹部が 90° の頂角を有することが有利である。ペルチエ要素を方向付けするために、また、その装着を容易にするために、さらに、V字形状の凹部が傾斜したペルチエ要素の載置面を画成し、ペルチエ要素のための載置面から上方に突出する停止具を内側の、載置面に隣接した端部に設けることが有利である。

40

【0020】

容器が蓋で閉じられる円筒状のケーシングを備える場合には、例えば、Oリングによって、良好なシールを得ることのできる特に簡単なデザインの密封タイプの容器を得ることができる。これに関して、冷却受け台がペルチエ要素から離れる向きの端部側に管状のケーシングを強く結合できるフランジを備えることがさらに有利である。冷却受け台がフランジの領域に冷却液を通す穴を備えることも有利である。

【0021】

50

レーザービームが、窓を通過する際に、（短い運転時間で窓の腐食、破壊を起こさないように）単位面積当たり比較的低い出力を有するようにするために、レーザービームは窓の位置、においてできるだけ広い断面を有する、すなわち、焦点が合っていない、ことが必要であり、これは窓はクリスタルからある距離（例えば、約8～10cm）を隔てていなければならないということを意味する。これを容器全体を大きくしないで可能とするために、密封容器が、好ましくは、その対向する側に、突出した、強く取り付けられた、その外側端部がレーザービームを通すための窓で閉じられたパイプソケットを備えることが好ましい。

本発明は、上述の冷却装置を備えたレーザー装置にも関わる。

【0022】

以下、本発明の詳細を図面に示された例示的实施の形態によって説明するが、それに限定されるものではない。

以下において、本発明による冷却装置が図1に基本的部品で概略図示されるように例を用いて光学増幅器と共により詳細に説明される。冷却装置は効率的な冷却効果により光学増幅器において特に利点を有するが、他のレーザー装置、例えば、発振器付きのものにも使用できる。さらには、光学クリスタル、または、レーザークリスタル、それぞれ、のために以下で示される材料は、それぞれ（チタン-サファイアクリスタル）、ポンプレーザー（周波数が2重にされた、Nd-YLFレーザー、ニオディウム-イットリウム-リチウム-フッ素レーザー）の構造のために示されたものと共に、単なる例に過ぎない。

【0023】

図1には、光学増幅器の基本的な構成要素の装置が概略図示されていて、そこでは、図示の例において、光学増幅器がいわゆる“マルチパス増幅器”、として示されている。前述のボックス他による論文、“0.2-TW laser system at 1 kHz”参照。本発明は、勿論、他の光学増幅器、すなわち、特に、例えば、ポッケルズセル（Pockels cells）によってレーザービームが増幅器を出る前に繰り返される、レーザービームの共直線的（colinear）な通路が発生するいわゆる再生増幅器、にも適用できる。

【0024】

詳細には、図1に、ポンプレーザー、例えば、周波数が2重にされた、Nd-YLFレーザー、が1で概略的に示されていて、それは図1において2で示されるレーザーパルスのためのエネルギーを供給するレーザービーム、いわゆるポンプビーム、を出力する。3で、これらのレーザーパルスは詳しく示されていない図示されない従来のレーザー発振器によって、全体が4で示される増幅器装置そのものに供給される。この増幅器装置4のための基本的な要素は、以下、単にクリスタルという、例えば、Ti:Sクリスタルのような、光学クリスタル、または、レーザークリスタル5であって、図1においては冷却装置もなく極めて概略的に示されており、このクリスタル内では、レーザービームは対応する矢印によって示される色々な通路によって焦点合わせがされる。特に、クリスタル5の両側に、ビームを増幅するための、焦点合わせ用のミラーM1、M2が設けられていて、少なくとも、焦点合わせ用のミラーM1は半透明にされ焦点合わせ用レンズL1から来たポンプビーム2がクリスタル5を通過できるようにしている。

【0025】

さらには、図1にはビームを増幅するための後部リフレクタ（retroreflector）がR1、R2で示されていて、それは空間内にレーザービームの色々なマルチパス位置（multipass-positions）を提供し、後部リフレクタR1は、さらに、互いに予め定めた間隔で配列され、発振器から到着したレーザーパルスはそこでしかるべく形成されたギャップを通過して増幅器装置4内に進入する。それから、4、6、あるいは8個の穴から成る開口Aが後部リフレクタR1の前に配設され増幅器4内のレーザーの活動を抑制し、ミラー6が強化されたレーザーパルスを減結合（decoupling）するために設けられている。強化されたレーザーパルスPは、それ自体公知であるので詳細が図示されていない圧縮器に供給され、この圧縮器内においてレーザーパルスはその持続時間に関して短縮される。

【0026】

光学的な増幅のために、ポンプレーザ1が使用され、それは、例えば、周波数が約1kHzで平均出力が10～20Wのパルスが発生する。増幅すべきレーザパルスは発振器から何倍か高い周波数で到着するので、通常は、増幅されていないパルスを抑制するために、例えば、ポッケルズセルを備える装置が増幅装置と組み合わせて使用される、しかし、それは、図1には示されていない。

【0027】

この点に関するさらなる情報としては、既に述べた、サルタニア他の "Generation of 0.1-TW 5-fs optical pulse at a 1-kHz repetition rate"、あるいは、バックス他の "0.2-TW laser system at 1 kHz" を参照することができる。より良く理解するためには、例えば、発振器から到着するレーザパルスは75 MHzの周波数を有し、各75000毎のパルスしか通過してポンプレーザからのエネルギーで増強されない、ということに留意すべきである。

10

【0028】

ポンプパルスが有する高出力の点、並びに、比較的小さいクリスタル体積におけるポンプパルスの焦点合わせの点から、対応してそこでは高い熱量が発生し、クリスタルの効率的な冷却が非常に重要となる。さらに、増幅器、または、一般的には、レーザ装置の産業的な適用の点から、公知の装置のような液体窒素による冷却は、好適ではなく、扱い難く、さらには、重力の影響を受けるので、移動性の使用に適していない。

20

【0029】

以下、全体が7で示される冷却装置を図2～9によって説明する、この冷却装置は、充分な冷却、コンパクト、シンプル、扱いやすい構造、重力に左右されない、等の各要求を満たし、さらには、クリスタルを長期に使用することができるということを特徴としている。

【0030】

図2、3から明らかなように、冷却装置7は封入容器タイプの、強く閉じられる容器8を具備し、それは端部側フランジ10、11を有する管状ケーシング9を有し、端部側フランジ10、11には蓋12と冷却受け台13がねじ14、と、一方はフランジ10、11、他方は蓋12、または、冷却受け台13の間に設けられた補助的なゴム、または弾性プラスチックから成るOリングシール15、によってフランジ13aを介して固定されている。

30

【0031】

図5、6から特に明らかなように、冷却受け台13は冷却液、例えば水、を通すための4つの平行な穴16、穴16の端部にねじこまれた連結部材17(図2参照)を備え、それは図2において破線で示されるダクト、または、ホースによる穴16の連続的な切替えの役を成す。冷却液は矢印Eにそって入り、矢印Aにそって出ていく。

冷却受け台13は、例えば、銅、または、アルミニウムでつくられるが、蓋12は、例えば、プラスチックから成り、管状ケーシング9は、例えば、アルミニウムから成る。

【0032】

冷却受け台13の底部から、外側が略円筒状のボディ19が上方に延伸し、それはペルチエ要素18を載置せしめ、管状ケーシング9の内壁に接している、例えば、ペルチエ要素18は商業的にはMelcor Thermoelectronics 22 SC 055 045-123-63の名称で入手可能である。この中間部分においては、ボディ19は、90°の頂角を備えて、センタラインL(図2参照)の両側にペルチエ要素の2つの載置面21を画成するV字形の凹部20を有し、載置面21の内側の隣接する端部は上方に突出するペルチエ要素のための停止具22、23を有する。

40

【0033】

図示の例示的な実施の形態においては、ペルチエ要素の2つのブロックがそれぞれ両載置面21の上に重ね合わせに積み重ねられている。ペルチエ要素の熱放射側、または、"熱"側は両載置面21に接し、熱吸収側、または、"冷"側は、ペルチエ要素を所定位置に

50

固定し、詳細が図 7 A ~ 7 C、図 8 A ~ 8 C に示される形状を有する冷却ジョー 2 4、2 5 に接している。

【 0 0 3 4 】

図 7 B、図 8 B の正面図に特に明らかなように、冷却ジョー 2 4、2 5 は横の角度が、例えば、 45° の略楔状にされ、装着状態において、ボディ 1 9 の頂角 90° の凹部を埋める。図 2 の中心線 L の右側に配設されている冷却ジョー 2 5 はノーズ突起 2 6 (図 8 B 参照) を有し、それは、図 2 の中心線 L の左側に配設された冷却ジョー 2 4 を超えて延伸し、下側でクリスタル 5 に接していて (図 2、3 に加え、図 9 も参照)、クリスタル 5 は冷却ジョー 2 4 の段差状の凹部 2 7 内にある (図 7 B 参照)。クリスタル 5 は中心線 L に平行な光主軸を有する平行管の形状を有し、例えば、主軸に対し約 60° の角度を有する端面を有する。

10

【 0 0 3 5 】

図 8 A の冷却ジョー 2 5 の上面図から明らかなのは、クリスタル 5 の上にあるノーズ突起 2 6 も 60° の角度で延伸していて、図 8 A 内のノーズ突起 2 6 の上縁に続いて、冷却ジョー 2 5 も中心線 L に対して 60° の角度でやはり延伸する境界線を有する段差状の凹部 2 8 を有していることである。

【 0 0 3 6 】

同様にして、またノーズ突起の想像延長において、冷却ジョー 2 4 は段差状の凹部 2 9 を有し、図 2、図 7 A 参照、それは同様に中心線 L に対して 60° の角度で斜めに延伸している。

20

【 0 0 3 7 】

冷却ジョー 2 5 の段差部分 2 8 の深さと冷却ジョー 2 4 の段差部分 2 9 の深さ T_1 は等しく、冷却ジョー 2 4 の段差部分 2 7 の深さ T_2 よりも大きい。ノーズ突起 2 6 の高さ H は段差部分 2 7 の深さ T_2 に対応し、クリスタル 5 の厚さだけ小さい。

【 0 0 3 8 】

このように、冷却ジョー 2 4、2 5 の段差状の凹部 2 8、2 9 により、クリアな空間が、クリスタル 5 の自由におかれた端面を介して、そこに出入りすることができるレーザビーム 2 (図 2 参照) のそれぞれに提供される。

【 0 0 3 9 】

レーザビーム 2 の通過のために、パイプソケット 3 0、3 1 が容器 8 の管状ケーシング 9 の対向する側に装着されていて、パイプソケットの外側端部は窓 3 2、3 3 により閉塞されていて、窓 3 2、3 3 はレーザビーム 2 の主軸に対するプリユースター角 (例えば、 56°) に対応する角度で反射を除去するように設けられている。

30

【 0 0 4 0 】

若干大きい冷却ジョー 2 5 は、中心線 L に平行に延伸する 2 つの溝、または、穿孔した通路 3 4、3 5 を有し、それは締めつけねじ 3 6、3 7 を収容し、ねじ 3 6、3 7 の頭は冷却ジョー 2 5 内の長穴形状にされた対向穴 3 8、3 9 にはまる。ねじ 3、3 7 の端部は冷却受け台 1 3 内のねじの切られたポケット穴 4 0 にねじこまれる (図 2 参照)。

【 0 0 4 1 】

容器 8 を真空排気するために、外部で曲げられた管結合材 4 1 が管状ケーシング 9 に付設されている。同じく管状ケーシング 9 に設けられたケーブル通過手段、または、真空密封的な結合プラグ 4 2 を介して電力がペルチエ要素 1 8 に供給される。真空排気用管結合材 4 1 は、例えば、真空排気後、きつく閉塞される。カプセルタイプの容器 8 の密封度が全継続時間にわたって保持できない場合には、光学増幅器をさらに作動させながら、管結合材 4 1 に取り付けしたポンプ (図示せず) を容器 8 を真空排気する、例えば、圧力が 1000 Pa (10 mbar) になる、まで間をおいて何回か作動させる。

40

【 0 0 4 2 】

図 9 による詳細な表示から明らかなように、クリスタル 5 は 2 つの冷却ジョー 2 4、2 5 のそれぞれ段差状の凹部 2 8、2 9 とノーズ突起 2 6 の間にインジウムの箔 4 3、4 4 を介しておかれ、クリスタル 5 と冷却ジョー 2 4、2 5 の間の良好な熱伝導を得ている。

50

【 0 0 4 3 】

容器 8 の真空排気ではなくて、後者の装備（すなわち、ペルチエ要素とレーザクリスタルの装着）をクリーンルームにすることも可能であって、それによれば、例えば、それ自体シリカゲルとして知られているような乾燥材を、例えば冷却ジョー 2 4、2 5 に近接して適用して、容器 8 をきつく閉じる。このようにしても、クリスタル 5 の上への粒子、凝縮された水滴の堆積を防止することができる。

【 0 0 4 4 】

さらに、冷却装置の変形例においては、クリスタル 5 を上側と下側のペルチエ要素の間にサンドイッチ状に取り付ける、その外側、すなわち、クリスタル 5 から離れる各上側または下側において、各、例えば、プレート状の、冷却受け台が接する。

10

【 0 0 4 5 】

また、多くの場合において、少なくとも、作業中に公知の方法でクリスタル 5 の温度を監視、好ましくは制御、することが可能であって、かつ、好適である。この目的のために、温度の監視、または、制御回路に接続された温度センサ（図示せず）を冷却ジョーの 1 つ、例えば、2 5 に挿入することができる。図 8 A には、穴 4 5 が示されているが、この中にそれ自体従来温度センサを挿入することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 光学増幅器の基本部品の概略図である。

【 図 2 】 光学増幅器に使用されるレーザクリスタル用の冷却装置の頂部構造を断面で示した上面図である。

20

【 図 3 】 図 2 の III-III 線に沿って見た冷却装置の軸方向断面図である。

【 図 4 】 冷却装置と共に使用されるマウンティングと冷却受け台を示す図である。

【 図 5 】 下部フランジ部分における冷却受け台を示す図である。

【 図 6 】 図 5 の VI-VI 線に沿って見た冷却受け台のフランジ部の断面図である。

【 図 7 A 】 図 2、3 の冷却装置と共に使用されるレーザクリスタル用の一つの冷却ジョーの上面図である。

【 図 7 B 】 図 2、3 の冷却装置と共に使用されるレーザクリスタル用の一つの冷却ジョーの正面図である。

【 図 7 C 】 図 2、3 の冷却装置と共に使用されるレーザクリスタル用の一つの冷却ジョーの端面図である。

30

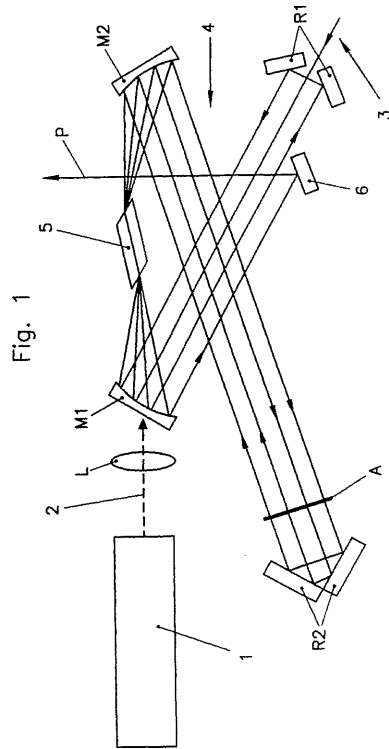
【 図 8 A 】 図 2、3 の冷却装置と共に使用されるレーザクリスタル用の別の冷却ジョーの上面図である。

【 図 8 B 】 図 2、3 の冷却装置と共に使用されるレーザクリスタル用の別の冷却ジョーの正面図である。

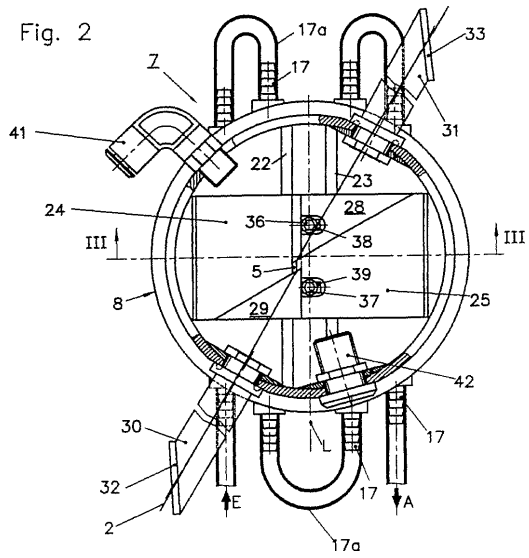
【 図 8 C 】 図 2、3 の冷却装置と共に使用されるレーザクリスタル用の別の冷却ジョーの端面図である。

【 図 9 】 インジウム箔が配設された、図 7、8 の冷却ジョーの間のレーザクリスタルの押さえ材を拡大して詳細に示す図である。

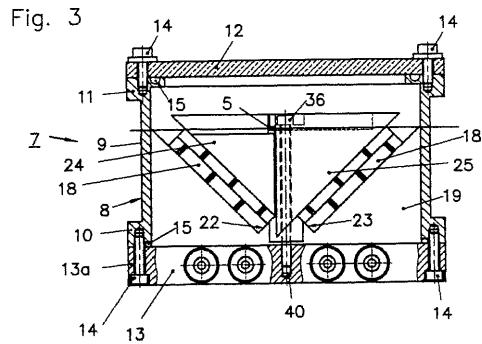
【図 1】



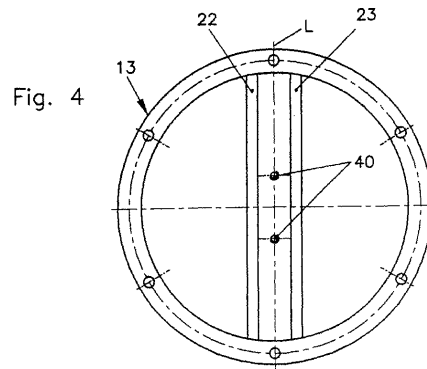
【図 2】



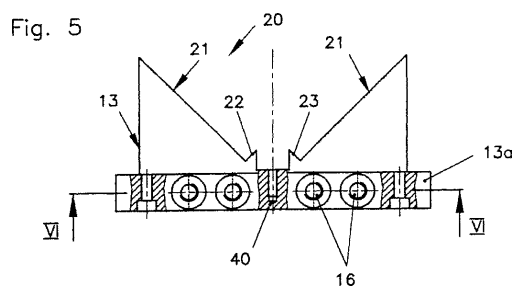
【図 3】



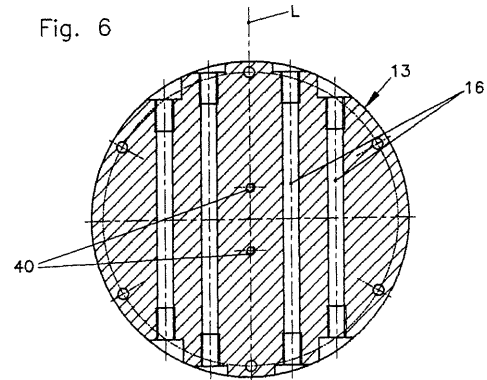
【図 4】



【図 5】

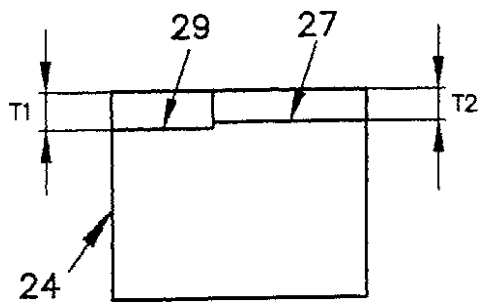


【図 6】



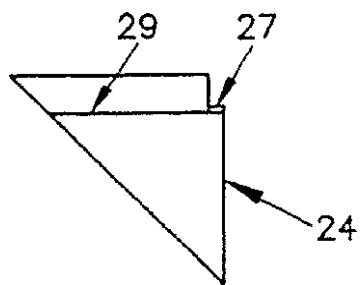
【図 7 C】

Fig. 7C



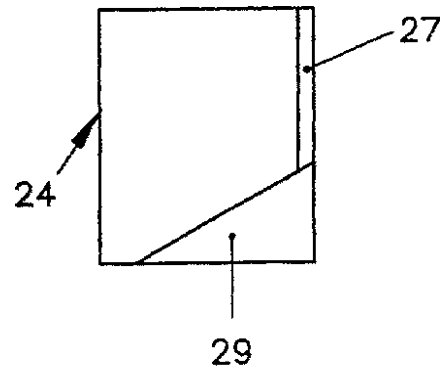
【図 7 B】

Fig. 7B



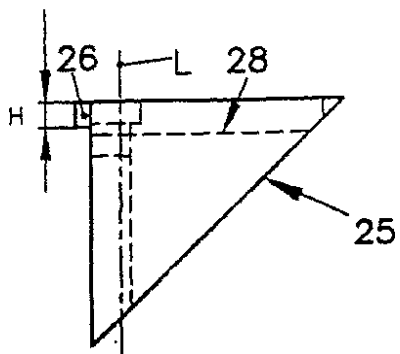
【図 7 A】

Fig. 7A



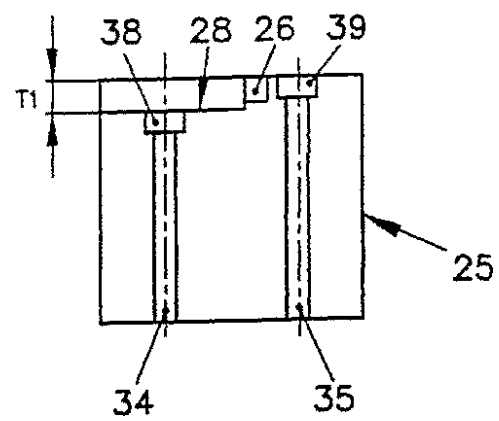
【図 8 B】

Fig. 8B

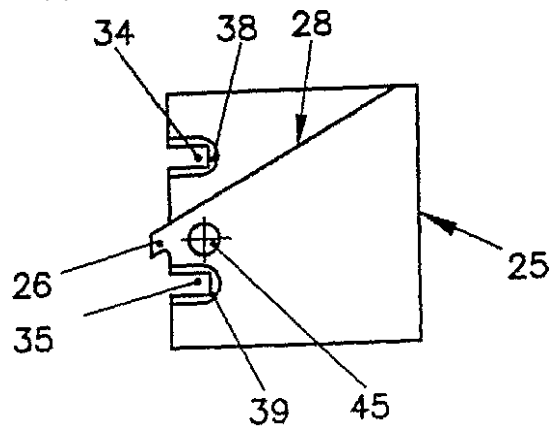


【図 8 C】

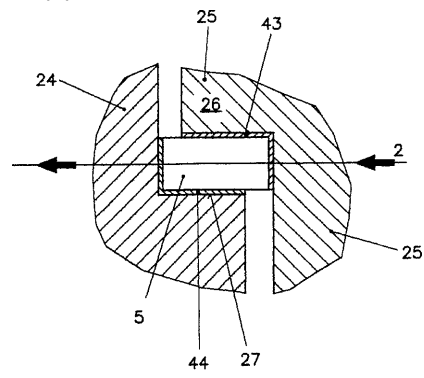
Fig. 8C



【図 8 A】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人 100141081

弁理士 三橋 庸良

(74)代理人 100153084

弁理士 大橋 康史

(72)発明者 シュティングル, アンドレアス

オーストリア国, アー - 2 1 0 0 コルノイブルク, クライネンゲルスドルフェルシュトラッセ
2 4

(72)発明者 クラウス, フェレンク

オーストリア国, アー - 2 1 0 0 コルノイブルク, クライネンゲルスドルフェルシュトラッセ
2 4

審査官 傍島 正朗

(56)参考文献 特開平 0 8 - 2 0 4 2 6 1 (J P , A)

特開昭 5 9 - 1 9 7 1 8 6 (J P , A)

特開平 0 5 - 2 3 5 4 5 5 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 1 3 6 7 8 (J P , A)

特開平 0 6 - 3 3 8 5 6 9 (J P , A)

特開平 0 2 - 1 5 6 5 8 3 (J P , A)

特開昭 6 4 - 0 7 2 5 7 6 (J P , A)

特開昭 6 0 - 0 6 2 1 7 2 (J P , A)

実開平 0 4 - 1 2 4 2 3 4 (J P , U)

特開平 0 7 - 3 0 6 4 2 9 (J P , A)

特開平 0 5 - 0 7 2 5 7 7 (J P , A)

特開平 0 5 - 1 8 8 4 1 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01S 3/00 - 3/30