

(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
2015年3月26日(26.03.2015)



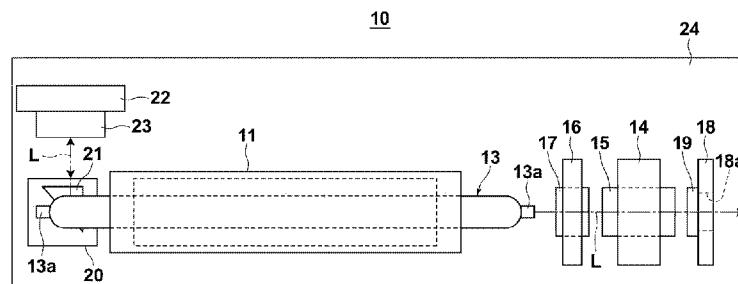
(10) 国際公開番号

WO 2015/040933 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 3/092 (2006.01) H01S 3/081 (2006.01)
H01S 3/00 (2006.01) G01N 21/00 (2006.01)
H01S 3/042 (2006.01) G01N 21/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068059
- (22) 国際出願日: 2014年7月7日(07.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-193199 2013年9月18日(18.09.2013) JP
特願 2014-131451 2014年6月26日(26.06.2014) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中林 耕基(NAKABAYASHI Koki); 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 多田拓司(TADA Takuji); 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 小田原 修一, 外(ODAHARA Shuichi et al.); 〒2500111 神奈川県南足柄市竹松1250番地 F F T P M O 棟6F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SOLID-STATE LASER DEVICE AND PHOTOACOUSTIC MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 固体レーザ装置および光音響計測装置



(57) Abstract: This invention provides: a solid-state laser device in which an excitation-light source can be pulled out of a laser chamber, wherein the structure of said solid-state laser device can be simplified and the size thereof reduced; and a photoacoustic measurement device. In this solid-state laser device (10), which accommodates a solid-state laser medium (12) and an excitation-light source (13) that has a rod-shaped section, the excitation-light source (13) is provided so as to be able to be pulled out of a laser chamber (11) longitudinally. An optical element (21) whereby light generated in the solid-state laser medium (12) is bent transversely is provided at a separation from the rod-shaped section of the excitation-light source (13) such that at least part of said optical element (21) and at least part of said rod-shaped section are the same position in the longitudinal direction of the rod-shaped section. One resonator mirror (23) is provided at a position on which the bent light is incident. Optical components from the optical element (21) to said resonator mirror (23) are provided at a separation from the path along which the excitation-light source (13) is pulled out. This solid-state laser device (10) is applied to a photoacoustic measurement device (100).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/040933 A1



レーザチャンバから励起光源を引き抜き可能な固体レーザ装置において、構成の簡素化と小型化を達成する固体レーザ装置および光音響計測装置を提供する。固体レーザ媒質 1 2 と、棒状部分を有する励起光源 1 3 とを收容する固体レーザ装置 1 0 において、長手方向に移動させてレーザチャンバ 1 1 から引き抜き可能な励起光源 1 3 を配設する。固体レーザ媒質 1 2 から発生した光を横方向に折り曲げる光学素子 2 1 を設け、この光学素子 2 1 を、上記棒状部分の長手方向に関して該棒状部分と少なくとも一部同士が同じ位置に有ってかつ該棒状部分と離間した位置に配設する。折り曲げられた光が入射する位置に一方の共振器ミラー 2 3 を配置する。そして光学素子 2 1 から共振器ミラー 2 3 までの光学要素を、励起光源 1 3 が引き抜かれる軌道に対し、離間した位置に配設する。さらに上記個体レーザ装置 1 0 を光音響計測装置 1 0 0 に適用する。

明 細 書

発明の名称： 固体レーザー装置および光音響計測装置

技術分野

[0001] 本発明は固体レーザー装置、特に詳細には、レーザーチャンバ内に励起光源および固体レーザー媒質を収容してなる固体レーザー装置に関するものである。

[0002] また本発明は、そのような固体レーザー装置を用いた光音響計測装置に関するものである。

背景技術

[0003] 従来、生体等の被検体内部の状態を非侵襲で検査できる画像検査法の一つとして、超音波検査法が知られている。超音波検査では、超音波の送信および受信が可能な超音波探触子を用いる。例えば超音波探触子から生体に超音波を送信させると、その超音波は生体内部を進んで行き、組織界面で反射する。その反射超音波を超音波探触子で受信し、反射超音波が超音波探触子に戻って来るまでの時間に基づいて距離を計算することで、生体内部の様子を画像化することができる。

[0004] また、光音響効果を利用して生体の内部を画像化する光音響イメージングが知られている。光音響イメージングでは、一般にパルスレーザー光等のパルス光を生体内に照射する。生体内部では、生体組織がパルス光のエネルギーを吸収し、そのエネルギーによる断熱膨張により超音波（光音響信号）が発生する。この光音響信号を超音波プローブなどで検出し、検出信号に基づいて光音響画像を構成することで、光音響信号に基づく生体内の可視化が可能である。

[0005] 光音響波の計測では一般に、強度が強いパルス光を照射する必要があり、そのため光源には、フラッシュランプ励起の固体レーザー装置が多く用いられている。この種の固体レーザー装置は、例えばロッド状に形成された固体レーザー媒質と、固体レーザー媒質を励起するためのフラッシュランプとを有する。これらの固体レーザー媒質およびフラッシュランプは多くの場合、内部空間を

有するレーザチャンバ内に收容される。一般にレーザチャンバの内壁面には、フラッシュランプから出射した励起光を効率良く固体レーザ媒質に照射するための反射面や拡散面が設けられ、またレーザチャンバの内部空間には、固体レーザ媒質およびフラッシュランプを冷却する冷媒が供給される。

[0006] ここで、フラッシュランプ等の励起光源は消耗品であり、定期的に交換する必要がある。また、光音響波の計測に用いる場合に限らず、固体レーザ装置に対しては小型化の要求が広く存在する。

[0007] 特許文献 1 および 2 には、励起光源の交換や、装置の小型化について考慮された固体レーザ装置の例が示されている。

[0008] すなわち特許文献 1 には、真っ直ぐな棒状とされた励起ランプとロッド状に形成された固体レーザ媒質とを、互いに平行な向きで相近接する状態にしてレーザチャンバ内に收容してなる固体レーザ装置が示されている。そしてこの特許文献 1 には、固体レーザ装置が固体レーザ媒質の長手方向に長大化することを防止するために、1 対の共振器ミラーの一方（リアミラー）と固体レーザ媒質との間の光路を、ミラーによって横方向に折り曲げることが示されている。また特許文献 1 には、棒状の励起ランプを交換する際に、励起ランプをレーザチャンバからランプ長手方向に引き抜くこと、そしてこの引き抜きのためのスペースを確保するために、上記ミラーをそのホルダごと回転させることが示されている。

[0009] 一方特許文献 2 には、励起ランプとロッド状に形成された固体レーザ媒質とをレーザチャンバ内に收容してなる固体レーザ装置が示されている。そしてこの特許文献 2 にも、固体レーザ装置が固体レーザ媒質の長手方向に長大化することを防止するために、1 対の共振器ミラーの一方（リアミラー）と固体レーザ媒質との間の光路を、ミラーによって横方向に折り曲げることが示されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平 10-125993 号公報

特許文献2：特開平 10－125991 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 特許文献 1 に示された固体レーザ装置は、前述したように光路を折り曲げるミラーが設けられたことにより、装置の長大化をある程度防止できると考えられる。
- [0012] しかし特許文献 1 に示された固体レーザ装置においては、光路折り曲げ用のミラーが、固体レーザ媒質の端面から著しく長い距離を置いて（その図 2 および図 5 から判断すれば、励起ランプの端面とも長い距離を置いて）配置されているので、必然的に固体レーザ媒質の端面とリアミラーとの間の距離も極めて長くなっている。このように固体レーザ媒質の端面から大きく離して共振器ミラーが配置され、共振器長が大きくなると、装置が大型化する上に、パルス発振させる場合はパルスレーザ光のパルス幅を十分短くすることが困難になる。以上の問題は、特許文献 2 に示された固体レーザ装置においても同様に認められるものである。
- [0013] また特許文献 1 に示された固体レーザ装置において、励起ランプをレーザチャンバから引き抜くスペースを確保するために、前記ミラーをそのホルダごと回転させる場合は、装置の構造が複雑化するという問題が認められる。
- [0014] 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、レーザチャンバ内にランプ等の励起光源および固体レーザ媒質を収容してなる固体レーザ装置において、簡単な構成で励起光源をレーザチャンバから容易に引き抜くこと、および十分な小型化を可能にすることを目的とする。
- [0015] また本発明は、上述のような固体レーザ装置を備えることにより、十分小型に形成することができる固体レーザ装置及び光音響計測装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0016] 本発明による固体レーザ装置は、
内部に空間を有するレーザチャンバと、

少なくとも一部がこのレーザチャンバ内に收容される固体レーザ媒質と、直線状に延びる棒状部分を有し、この棒状部分の一部が固体レーザ媒質を励起する励起光を発する部分としてレーザチャンバ内に配設される一方、両端部がレーザチャンバの外に配設される励起光源と、

励起された固体レーザ媒質の両端面から発せられた光を共振させる 1 対の共振器ミラーとを有する固体レーザ装置において、

励起光源の棒状部分が、棒状部分の長手方向に移動させてレーザチャンバから引き抜き可能に配設され、

固体レーザ媒質の一端面と向かい合って、この一端面から発せられた光を横方向に折り曲げる光学素子が設けられ、

上記光学素子が、上記棒状部分の長手方向に関して棒状部分と少なくとも一部同士が同じ位置に有って、かつ棒状部分と離間した位置に配設され、

1 対の共振器ミラーの一方が、光学素子により折り曲げられた光が入射する位置に配置され、

光学素子から上記一方の共振器ミラーまでの光学要素が、励起光源の棒状部分が引き抜かれる軌道に対し、離間した位置に配設されていることを特徴とするものである。

[0017] ここで、上述の「光学素子から上記一方の共振器ミラーまでの光学要素」とは、それら 2 つの間に別の光学要素が配置されている場合は、その別の光学要素も含むものとする。また、「光学素子が、上記棒状部分の長手方向に関して棒状部分と少なくとも一部同士が同じ位置に有って」とは、上記長手方向に垂直な面を考えたとき、光学素子の少なくとも一部を含む面が、棒状部分の全長範囲内に存在することを意味するものである。

[0018] なお本発明による固体レーザ装置は、パルスレーザ光を発生させる構成を有するものであることが望ましい。

[0019] また上述した光学素子は、リアミラーとしての共振器ミラーと固体レーザ媒質との間の光路に配置されてもよいし、あるいは出力ミラーとしての共振器ミラーと固体レーザ媒質との間の光路に配置されてもよい。

- [0020] また上記の光学素子としては、例えばプリズムやミラー、さらにはブリュースタ偏光子等が適用可能である。
- [0021] 他方、励起光源としてはフラッシュランプが好適に用いられ得る。
- [0022] また励起光源の棒状部分は、この棒状部分の長手方向に互いに離れているレーザチャンバの2つの壁部に形成された貫通孔に通して保持されることが望ましい。
- [0023] また本発明の固体レーザ装置において、固体レーザ媒質はロッド状に形成された上で、この固体レーザ媒質が励起光源の棒状部分と平行に配置されていることが望ましい。
- [0024] また本発明の固体レーザ装置は、レーザチャンバの内部の空間に冷媒を供給する手段を備えていることが望ましい。
- [0025] また本発明の固体レーザ装置において、レーザチャンバの内壁面には、励起光源が発した励起光を拡散反射させる拡散部材が形成されていることが望ましい。
- [0026] また本発明の固体レーザ装置において、固体レーザ媒質および光学素子の間の光路を内包する筒部材が配置されていることが好ましく、この場合、筒部材は光学素子も内包するものであってもよい。
- [0027] 或いは本発明の固体レーザ装置において、固体レーザ媒質および光学素子の間の光路と励起光源との間に、板形状の部材が配置されていることが好ましい。
- [0028] 或いは本発明の固体レーザ装置において、固体レーザ媒質および光学素子の間の光路上に導光部材が配置されていることが好ましい。
- [0029] 或いは本発明の固体レーザ装置において、光学素子がプリズムである場合には、固体レーザ媒質およびプリズムが光学的に直接接続されていることが好ましい。
- [0030] 他方、本発明による光音響計測装置は、
本発明の固体レーザ装置と、
この固体レーザ装置から出射したレーザ光が被検体に照射されることによ

り該被検体内で生じた光音響波を検出する光音響波検出手段と、

検出された光音響波に基づいて信号処理を行う信号処理手段とを備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0031] 本発明の固体レーザ装置は、上述した通り、

励起光源の棒状部分が、棒状部分の長手方向に移動させてレーザチャンバから引き抜き可能に配設され、

固体レーザ媒質の一端面と向かい合って、この一端面から発せられた光を横方向に折り曲げる光学素子が設けられ、

上記光学素子が、上記棒状部分の長手方向に関して棒状部分と少なくとも一部同士が同じ位置に有って、かつ棒状部分と離間した位置に配設され、

1 対の共振器ミラーの一方が、光学素子により折り曲げられた光が入射する位置に配置され、

光学素子から上記一方の共振器ミラーまでの光学要素が、励起光源の棒状部分が引き抜かれる軌道に対し、離間した位置に配設されてなるものであるので、

励起光源の棒状部分を長手方向に移動させてレーザチャンバから引き抜けば、その棒状部分はいずれの光学要素とも干渉することなく、簡単にフラッシュランプ 13 をレーザチャンバから取り出すことができる。

[0032] そして、このように励起光源の棒状部分をレーザチャンバから引き抜く際に、上記光学素子を動かして引き抜きのためのスペースを確保するようなことは不要であるから、本発明の固体レーザ装置は、上記光学素子を動かす構成を有する固体レーザ装置と比べれば構成がより簡単なものとなる。

[0033] また上記光学素子は、励起光源の棒状部分の長手方向に関して棒状部分と少なくとも一部同士が同じ位置に有るように配置されているので、固体レーザ媒質の端面から光学素子までの距離、ひいては固体レーザ媒質の端面から共振器ミラーまでの距離を十分短くすることができる。それにより装置の十分な小型化が可能になる上、共振器長が短くなるので、パルスレーザ光を発

生させる場合はそのパルス幅を十分短くすることができる。

[0034] 他方、本発明による光音響計測装置は、光源として上記の通りの本発明による固体レーザ装置を備えたものであるから、十分小型に形成可能なものとなる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明の第1の実施形態に係る固体レーザ装置を示す側面図

[図2]図1に示した固体レーザ装置の平面図

[図3]図1に示した固体レーザ装置の一部を示す立面図

[図4]図1に示した固体レーザ装置の一部を示す立断面図

[図5]本発明の第2の実施形態に係る固体レーザ装置を示す平面図

[図6]本発明の第3の実施形態に係る固体レーザ装置を示す平面図

[図7]本発明の第4の実施形態に係る固体レーザ装置を示す平面図

[図8]本発明の第5の実施形態に係る固体レーザ装置を示す平面図

[図9]本発明の第6の実施形態に係る固体レーザ装置を示す側面図

[図10]図9に示した固体レーザ装置を示す平面図

[図11]本発明の第7の実施形態に係る固体レーザ装置を示す側面図

[図12]図11に示した固体レーザ装置を示す平面図

[図13]本発明の第8の実施形態に係る固体レーザ装置を示す側面図

[図14]本発明の第9の実施形態に係る固体レーザ装置を示す側面図

[図15]図14に示した固体レーザ装置を示す平面図

[図16]レーザチャンバの一例を示す立断面図

[図17]レーザチャンバの他の例を示す立断面図

[図18]本発明による光音響計測装置の一実施形態を示す概略構成図

[図19]励起光源の棒状部分を説明する概略図

[図20]励起光源の棒状部分を説明する概略図

[図21]励起光源の棒状部分を説明する概略図

発明を実施するための形態

[0036] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1お

よび図2はそれぞれ、本発明の第1の実施形態に係る固体レーザ装置10の側面形状および平面形状を示すものである。なお以下の説明では、図1および図2中において、使用されるレーザ光が取り出される側である図中右側を前側あるいは前方といい、図中左側を後側あるいは後方ということにする。

[0037] この固体レーザ装置10は、概略直方体状の外形を有するレーザチャンバ11と、一部がこのレーザチャンバ11内に收容される固体レーザ媒質12と、直線状に延びる棒状部分を有してこの棒状部分の一部がレーザチャンバ11内に配設されたフラッシュランプ13と、ホルダ14に取り付けられたQスイッチ素子15と、ホルダ16に取り付けられて上記フラッシュランプ13とQスイッチ素子15との間に配された偏光子17と、ホルダ18に取り付けられた共振器ミラー19と、ホルダ20に取り付けられた反射光学素子としてのプリズム21と、ホルダ22に取り付けられた共振器ミラー23とを有している。以上述べたレーザチャンバ11並びにホルダ14、16、18、20および22は、共通のベースプレート24の上に固定されている。

[0038] レーザチャンバ11は後に詳述するように、内部に冷媒を流通させる空間を画成しており、この空間内には例えば純水等の冷媒が供給される。すなわち、図1に示すようにポンプ25により配管26を通して冷媒がレーザチャンバ11の内部空間に供給され、この内部空間を流通した後の冷媒は配管26を通過してレーザチャンバ11外に流出し、熱交換器27により冷却されてから、再度ポンプ25によってレーザチャンバ11内に供給される。

[0039] 上記固体レーザ媒質12は、例えばアレキサンドライト ($\text{Cr}:\text{BeAl}_2\text{O}_3$)、ネオジウムYAG ($\text{Nd}:\text{YAG}$)、チタンサファイ ($\text{Ti}:\text{Al}_2\text{O}_3$)等の固体レーザ結晶

がロッド状に加工されてなるものである。このロッド状の固体レーザ媒質12は、フラッシュランプ13の棒状部分と平行に配置され、その両端部がレーザチャンバ11の前壁部と後壁部に保持されて、大部分がレーザチャンバ11内に收容されている。なお、固体レーザ媒質12としては上に挙げたも

のに限らず、その他公知のものが適宜用いられてもよい。

[0040] フラッシュランプ 13 は、上記固体レーザ媒質 12 を励起するための励起光源であり、両端にそれぞれ形成された端子 13a を含む全体がほぼ棒状に形成されている。この棒状の部分の長さは、例えば 10cm 程度とされる。2つの端子 13a にはそれぞれ図示外の導線が接続され、それらの導線を介してフラッシュランプ 13 が点灯用光源に接続される。なおフラッシュランプ 13 としてより詳しくは、例えばキセノン・フラッシュランプ等が適用可能である。また、本発明の固体レーザ装置における励起光源としては、このようなフラッシュランプ 13 に限らず、例えば LED（発光ダイオード）を複数並べて透明な直管内に配置することにより、全体が棒状に形成されたもの等が適用されてもよい。

[0041] ここで図 3 に、レーザチャンバ 11 を前側から見た正面形状を示し、また図 4 には、レーザチャンバ 11 を前後方向中央付近で切断した状態を示す。図 3 に示されるように、レーザチャンバ 11 の前壁部には円形の貫通孔 11a および 11b が形成され、前者に固体レーザ媒質 12 の一端部が、そして後者にフラッシュランプ 13 の一端部がそれぞれ挿通、保持されている。なお、図示は省略するが、レーザチャンバ 11 の後壁部にも上記と同様の貫通孔が形成され、それらの貫通孔に上記と同様にして固体レーザ媒質 12、フラッシュランプ 13 の他端部がそれぞれ挿通、保持されている。

[0042] 一方図 4 に示されるように、レーザチャンバ 11 の内部に画成された空間 11c は、一例としてほぼ長円状の断面形状のものとされ、この空間内に、固体レーザ媒質 12 およびフラッシュランプ 13 の一部が前後方向に延びる向きで収容されている。すなわち、レーザチャンバ 11 に収容された、固体レーザ媒質 12 およびフラッシュランプ 13 の長手方向と、前後方向とは平行である。上記空間 11c を画成するレーザチャンバ 11 の内壁面 11d の上には、フラッシュランプ 13 が発した光を拡散反射させる拡散部材 29 が層状に形成されている。

[0043] 図 1 に戻ると、レーザチャンバ 11 から突出した固体レーザ媒質 12 の端

部には、レーザチャンバ１１の外壁面に接するようにＯリング３０が嵌め込まれ、同様にレーザチャンバ１１から突出したフラッシュランプ１３の端部には、同じくレーザチャンバ１１の外壁面に接するようにＯリング３１が嵌め込まれている。そしてレーザチャンバ１１の前壁部と後壁部には、フラッシュランプ１３を通過させる貫通孔を有する保持部材（図示せず）が宛われ、それらの保持部材が例えばネジ止め等によってレーザチャンバ１１と一体化されることにより、固体レーザ媒質１２が固定される。その際、Ｏリング３０、３１が上記保持部材によってある程度潰されながらレーザチャンバ１１の外壁面に強く押圧されることにより、レーザチャンバ１１の内外が高度の水密状態に保たれる。

[0044] 図１および図２に示されたＱスイッチ素子１５は、高出力のパルス状のレーザ光を発生させるように、いわゆるＱスイッチ動作するものである。なお本発明の固体レーザ装置は、このようにパルス状のレーザ光を発生させるものに限らず、ＣＷ（連続波）動作するものとして構成されてもよい。偏光子１７は、発振したレーザ光から所定方向に直線偏光した成分のみを取り出すために設けられている。

[0045] 共振器ミラー１９は、もう一つの共振器ミラー２３と共にレーザ共振器を構成する。すなわち、共振器ミラー２３は反射率が例えば９９．９９％以上の高反射ミラーとされ、いわゆるリアミラーとして作用する。他方共振器ミラー１９は反射率が例えば９５～９９％程度の部分透過ミラーとされ、いわゆる出力ミラーとして作用する。

[0046] 上記Ｑスイッチ素子１５を光遮断状態にしてフラッシュランプ１３を点灯させると、そこから発せられた励起光により固体レーザ媒質１２が励起され、強い反転分布状態が形成される。この状態になってからＱスイッチ素子１５が光通過状態にされると、固体レーザ媒質１２から誘導放出された光Ｌが、上記１対の共振器ミラー１９と、共振器ミラー２３との間で共振し、高出力のジャイアントパルスとなって共振器ミラー１９を透過し、ホルダ１８の貫通孔１８ａを通過して共振器外に出射される。なお、発熱するフラッシュ

ランプ 1 3 および固体レーザ媒質 1 2 は、レーザチャンバ 1 1 内を流通する冷媒によって冷却される。

[0047] プリズム 2 1 は固体レーザ媒質 1 2 の後端面と向かい合う位置に配され、この後端面から出射した光 L はプリズム 2 1 で横方向に折り曲げられて、リアミラーである共振器ミラー 2 3 に入射する。プリズム 2 1 は、フラッシュランプ 1 3 の棒状部分の長手方向つまり図 1 および図 2 中の左右方向に関して、該棒状部分と少なくとも一部同士が同じ位置に有って、かつこの棒状部分と干渉しないように配設されている。或いは、プリズム 2 1 は、固体レーザ媒質 1 2 及びフラッシュランプ 1 3 が互いに重畳する方向（例えば図 1 の上方向或いは図 2 の紙面に垂直な方向）から眺めた場合に、プリズム 2 1 の少なくとも一部が上記棒状部分と重畳する位置に配設されている、とも言える。

[0048] なお、本実施形態において上記の「横方向」は、固体レーザ媒質 1 2 の光軸に対して直角な方向である。しかしこの「横方向」とは、それに限られるものではなく、励起光源の棒状部分の長手方向と角度をなすような方向であれば、どのような方向とされても構わない。例えば図 2 の構成において、プリズム 2 1 で反射した出射した光 L が図中で右側に倒れるような方向に折り曲げられてもよい。ただし一般には、固体レーザ媒質 1 2 の光軸に対して直角な方向とするのが最も好ましい。その理由は後に詳述する。

[0049] フラッシュランプ 1 3 は、寿命が尽きた場合等において、適宜新しいものと交換することが必要である。交換のためには、レーザチャンバ 1 1 の上部を開放できるようにして、そこから上にフラッシュランプ 1 3 を引き抜くことも考えられるが、レーザチャンバ 1 1 が大きく開放されるようになると、レーザチャンバ内部に細かいゴミ等が侵入するおそれがあるので好ましくない。その点を考慮して本実施形態の固体レーザ装置 1 0 では、先に図 3 を参照して説明したようなフラッシュランプ 1 3 の保持構造を採用して、フラッシュランプ 1 3 をレーザチャンバ 1 1 から後方に引き抜けるようにしている。

[0050] しかしそのようにする場合、もしプリズム 2 1 が配置されないで、共振器ミラー 2 3 が固体レーザ媒質 1 2 の後端面と向かい合う位置（該後端面からの距離は本実施形態におけるのと同じとする）に存在したとすると、フラッシュランプ 1 3 をレーザチャンバ 1 1 から後方に引き抜こうとしても、途中で共振器ミラー 2 3 用のホルダ 2 2 と干渉するので引き抜くことができない。この干渉を回避するために、共振器ミラー 2 3 を固体レーザ媒質 1 2 の後端面から大きく離して配置すると、固体レーザ装置 1 0 が大型化してしまう。また、上記の干渉を回避するために、フラッシュランプ 1 3 と固体レーザ媒質 1 2 とを互いに大きく離して配置すると、励起効率が低下してしまう。

[0051] それに対して本実施形態では、光路を折り曲げるプリズム 2 1 を設けることにより、共振器ミラー 2 3 およびホルダ 2 2 を、引き抜かれるフラッシュランプ 1 3 の棒状部分と干渉しない位置（図 2 参照）に配設している。換言すれば、フラッシュランプ 1 3 が引き抜かれる軌道に対して、共振器ミラー 2 3 およびホルダ 2 2 が離間した位置に配置されている。従って、フラッシュランプ 1 3 を引き抜く際に、フラッシュランプ 1 3 と、共振器ミラー 2 3 およびホルダ 2 2 とが接触しないので、フラッシュランプ 1 3 をレーザチャンバ 1 1 から完全に引き抜くことが可能となっている。また、この構成によれば、上述のようにして固体レーザ装置 1 0 が大型化することを防止できる。さらに、フラッシュランプ 1 3 と固体レーザ媒質 1 2 とを互いに大きく離して配置する必要もないので、励起効率が低下することも防止できる。

[0052] 共振器ミラー 2 3 の反射面はある程度大きな面積にすることが必要であり、またホルダ 2 2 も、共振器ミラー 2 3 の光軸調整機構が設けられること等から、ある程度大きなものになってしまう。そのため、共振器ミラー 2 3 およびホルダ 2 2 を十分小型化してフラッシュランプ 1 3 とは干渉しないようにして、共振器ミラー 2 3 を固体レーザ媒質 1 2 の後端面と向かい合う位置に配設するのは困難である。

[0053] 一方、単に光路を曲げるだけのプリズム 2 1 としては比較的小さいものが適用可能である。そこでこのプリズム 2 1 を、上述したようにフラッシュラ

ンプ１３の棒状部分の長手方向に関して、少なくとも一部同士が棒状部分と同じ位置にあるように配しても、長手方向と垂直な平面上の位置をずらすことにより、棒状部分と離間した状態で配置することが可能である。より具体的には、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸によって表される３次元空間において、フラッシュランプ１３の棒状部分の長手方向をＸ軸方向とした場合に、プリズム２１と、フラッシュランプ１３とは、Ｘ座標が一部同一であり、Ｙ座標及びＺ座標の少なくともいずれか一方が異なる。このようにプリズム２１を配置することにより、引き抜かれるフラッシュランプ１３とプリズム２１とが干渉することを回避可能である。こうしてプリズム２１を、固体レーザ媒質１２の後端面に十分近い位置に配しておけば、この後端面から共振器ミラー２３までの距離も十分短くすることができる。それにより装置の十分な小型化が可能になる上、共振器長を短く保って、パルス幅が十分に短いパルスレーザ光が得られるようになる。

[0054] ここで、パルス幅が短いパルスレーザ光が望まれる理由について説明する。パルスレーザ光の照射によって生じる光音響波の大きさは、パルスレーザ光の総エネルギーに依存するだけではなく、パルスレーザ光の時間波形にも依存する。例えばパルスレーザ光の時間波形が緩やかに変化するとき、発生する光音響波はあまり大きくなく、パルスレーザ光の時間波形が急峻に変化するほど、発生する光音響波の大きさが大きくなる。すなわち、光強度の時間変化量と光音響波の大きさが相関する。したがって、発生する光音響波、およびその検出信号の信号強度を大きく確保する上では、光強度の時間変化量が大きい、パルス幅（時間幅）の短いパルスレーザ光が用いられるのが望ましい。

[0055] なお、固体レーザ媒質１２から共振器ミラー２３までの距離を短く保つ上では、先に述べたように、固体レーザ媒質１２の後端面から出射した光Ｌを、固体レーザ媒質１２の光軸に対して直角な方向に折り曲げるのが好ましい。

[0056] また、上述したようにフラッシュランプ１３および固体レーザ媒質１２を

上下に並べて配設する場合は、フラッシュランプ 13 を上側に配置しておけば、その引き抜き作業がより容易になる。

[0057] なお先に述べた通り本実施形態では、フラッシュランプ 13 の棒状部分は、その発光部分だけでなく両端の端子 13 a をも含むものであるが、本発明における励起光源の「棒状部分」とはそのような形態に限らず、全体がほぼ棒状になっている部分を全て指すものである。すなわち例えば図 19 に示すように、フラッシュランプ 13 の端子 13 a にリード線 13 b が接続されるような構成において、図中 L a で示す両端部分では、端子 13 a のみならず、曲がり切っていないリード線 13 b の端部も発光部分と共に棒状になっているならば、この両端部分 L a も含めた L t の範囲を「棒状部分」とするものである。さらに図 20 に示すように、リード線 13 b にコネクタ 13 c が装着され、このコネクタ 13 c を介して端子 13 a にリード線 13 b が接続される構成においては、接続後の状態を示す図 21 に表されている通り、両端のコネクタ 13 c をも含めた L t の範囲を「棒状部分」とするものである。

[0058] 次に図 5 を参照して、本発明の第 2 の実施形態について説明する。なおこの図 5 において、図 1 ～ 4 中の要素と同等の要素には同番号を付してあり、それらについての説明は特に必要のない限り省略する（以下、同様）。

[0059] この第 2 の実施形態に係る固体レーザ装置 50 は、フラッシュランプ 13 をレーザチャンバ 11 から前方、つまり同図中の右方に引き抜くように構成されたものである。すなわち本装置においては、レーザチャンバ 11 に保持された図示外の固体レーザ媒質 12（図 1 参照）の後端面と向き合う状態にしてリアミラーである共振器ミラー 23 が配置され、固体レーザ媒質 12 の前端面と向き合う状態にしてプリズム 21 が配置されている。プリズム 21 は、固体レーザ媒質 12 の前端面から発せられた光 L を、該固体レーザ媒質 12 の光軸と直角な方向に折り曲げる。

[0060] 上記構成を有する本実施形態の固体レーザ装置 50 においては、図中右方に引き抜かれるフラッシュランプ 13 が偏光子 17 やホルダ 16 等と干渉す

ることなく、フラッシュランプ 13 をレーザチャンバ 11 から完全に取り出すことができる。

[0061] 次に図 6 を参照して、本発明の第 3 の実施形態について説明する。この第 3 の実施形態に係る固体レーザ装置 60 は、フラッシュランプ 13 をレーザチャンバ 11 から後方、つまり同図中の左方に引き抜くように構成されたものである。すなわち本装置においてはプリズム 21 が、図 1 および図 2 に示した固体レーザ装置 10 におけるのと同様に配設されている。

[0062] 本実施形態の固体レーザ装置 60 は、図 1 および図 2 に示した固体レーザ装置 10 と比べると基本的に、Q スイッチ素子 15 および偏光子 17 が、リアミラーである共振器ミラー 23 とプリズム 21 との間に配置されている点のみで異なる。以上の構成を有する本実施形態の固体レーザ装置 60 においても、図中左方に引き抜かれるフラッシュランプ 13 が偏光子 17 やホルダ 16 等と干渉することなく、フラッシュランプ 13 をレーザチャンバ 11 から完全に取り出すことができる。

[0063] 次に図 7 を参照して、本発明の第 4 の実施形態について説明する。この第 4 の実施形態に係る固体レーザ装置 70 は、フラッシュランプ 13 をレーザチャンバ 11 から前方、つまり同図中の右方に引き抜くように構成されたものである。すなわち本装置においてはプリズム 21 が、図 5 に示した固体レーザ装置 50 におけるプリズム 21 と同様に配設されている。

[0064] 本実施形態の固体レーザ装置 70 は、図 5 に示した固体レーザ装置 50 と比べると基本的に、Q スイッチ素子 15 および偏光子 17 が、リアミラーである共振器ミラー 23 と固体レーザ媒質（図示せず）との間に配置されている点のみで異なる。以上の構成を有する本実施形態の固体レーザ装置 70 においても、図中右方に引き抜かれるフラッシュランプ 13 が、出力ミラーである共振器ミラー 19 およびホルダ 18 と干渉することなく、フラッシュランプ 13 をレーザチャンバ 11 から完全に取り出すことができる。

[0065] なお、反射光学素子としてはプリズム 21 に限らず、ミラー等を適用することもできる。また、固体レーザ媒質 12 から直線偏光した光 L が発せられ

る場合は、特に偏光子 17 を配置しなくてもよい。さらに、プリズム 21 によって折り曲げた光路を、さらに別の素子によって任意の方向に折り曲げても構わない。

[0066] 次に図 8 を参照して、本発明の第 5 の実施形態について説明する。この第 5 の実施形態に係る固体レーザ装置 80 は、フラッシュランプ 13 をレーザチャンバ 11 から後方、つまり同図中の左方に引き抜くように構成されたものである。すなわち本装置においては、光 L を横方向に折り曲げる光学素子として、ホルダ 71 に取り付けられたブリュースタ偏光子 72 が用いられている。このブリュースタ偏光子 72 は、発振したレーザ光から S 偏光成分のみを取り出して反射させる作用を果たす。そしてブリュースタ偏光子 72 およびホルダ 71 は、フラッシュランプ 13 の棒状部分の長手方向つまり図 8 中の左右方向に関して、該棒状部分と少なくとも一部同士が同じ位置に有って、かつこの棒状部分と干渉しないように配設されている。またブリュースタ偏光子 72 およびホルダ 71 は、引き抜かれるフラッシュランプ 13 と干渉しない位置に配されている。

[0067] 以上の構成を有する本実施形態の固体レーザ装置 80 においても、図中左方に引き抜かれるフラッシュランプ 13 が、Q スイッチ素子 15 やホルダ 14 等と干渉することなく、フラッシュランプ 13 をレーザチャンバ 11 から完全に取り出すことができる。

[0068] 次に図 9 及び図 10 を参照して、本発明の第 6 の実施形態について説明する。この第 6 の実施形態に係る固体レーザ装置 90 は、第 1 の実施形態に係る固体レーザ装置 10 に、固体レーザ媒質 12 とプリズム 21 との間の光路を囲う筒部材 35 a、及び固体レーザ媒質 12 と偏光子 17 との間の光路を囲う筒部材 35 b が追加されたものである。つまり、筒部材 35 a 及び 35 b は、固体レーザ媒質 12 とプリズム 21 或いは偏光子 17 との間の光路を内包する筒形状の部材である。筒部材 35 a はホルダ 20 に保持され、筒部材 35 b はホルダ 35 c に保持されている。フラッシュランプ 13 周辺で暖

められた気体（空気）がこれらの光路に流入すると、屈折率の揺らぎ（いわゆる陽炎）が発生してしまい、レーザ光強度の安定性が低下してしまう。特に本発明では、フラッシュランプ 13 と固体レーザ媒質 12 との距離が近い
ため、この陽炎の影響は小さくない。そこで本実施形態では、筒部材 35 a
及び 35 b を配置し、これらの光路への暖められた気体の流入を防止すること
で、レーザ光強度の安定性を確保している。

[0069] 筒部材 35 a 及び 35 b の形状は、特に限定されず、例えば中空の円柱形
状、四角柱形状又は他の多角柱形状の部材である。筒部材 35 a 及び 35 b
の内周の幅（中心軸或いは光軸に垂直な方向の長さ）は、特に限定されず、
固体レーザ媒質 12 の幅と同程度かそれよりも長くてもよい。ただし、筒部
材 35 a 及び 35 b の全体の大きさは、フラッシュランプ 13 を後方に引き
抜く際にフラッシュランプ 13 と干渉しない大きさである。筒部材 35 a の
中心軸或いは光軸に沿った長さは、特に限定されないが、固体レーザ媒質 1
2 とプリズム 21 との間の光路のすべてを覆うことができる長さであること
が好ましい。一方、筒部材 35 b の中心軸或いは光軸に沿った長さは、特に
限定されず、陽炎の影響度を考慮して適宜設定でき、固体レーザ媒質 12
と偏光子 17 との間の光路のすべてを覆う必要はない。これは、固体レーザ
媒質 12 及び偏光子 17 の間隔が固体レーザ媒質 12 及びプリズム 21 の間
隔よりも長いため、陽炎の影響が大きい領域のみを覆えば十分なためである
。なお、筒部材 35 a 及び 35 b はそれぞれ、固体レーザ媒質 12 の端部を
、固体レーザ媒質 12 とプリズム 21 との間の光路と一緒に、又は、固体レ
ーザ媒質 12 と偏光子 17 との間の光路と一緒に覆うことが好ましい。筒部
材 35 a 及び 35 b の材料は、特に限定されず、例えば金属材料、ガラス材
料又はプラスチック材料である。なお、上記では、筒部材 35 a 及び 35 b
の両方を設ける場合について説明したが、筒部材はどちらか一方のみでもよ
い。

[0070] 以上の構成を有する本実施形態の固体レーザ装置 90 においては、第 1 の
実施形態と同様にフラッシュランプ 13 が引き抜かれる際の他の部材との干

渉を防止でき、さらにフラッシュランプ 13 と固体レーザ媒質 12 とを近づけたことによる光強度の安定性の低下を抑制できる。

[0071] 次に図 11 及び図 12 を参照して、本発明の第 7 の実施形態について説明する。この第 7 の実施形態に係る固体レーザ装置 91 は、第 6 の実施形態に係る固体レーザ装置 90 と同様に筒部材を有するが、固体レーザ装置 91 の筒部材 36 は、固体レーザ媒質 12 とプリズム 21 との間の光路と一緒にプリズム 21 も覆う点で第 6 の実施形態の装置と異なる。このように、筒部材 36 でプリズム 21 も一緒に覆うことにより、暖められた気体が筒部材 36 及びプリズム 21 の隙間から固体レーザ媒質 12 及びプリズム 21 の間の光路に流入することをより確実に防止できる。なお、プリズム 21 によって折り曲げられたレーザ光 L の光路を確保するため、筒部材 36 の側面部分には開口、或いは透光部材が埋められた光窓が形成されている。また、図 11 及び図 12 には明示されていないが、第 6 の実施形態と同様に固体レーザ媒質 12 及び偏光子 17 の間に筒部材を設けてもよい。以上の構成を有する本実施形態の固体レーザ装置 91 においても、第 6 の実施形態と同様の効果が得られる。

[0072] 第 6 及び第 7 の実施形態では、暖められた気体の光路への流入を防止するために、筒部材を使用した。上記目的を達成するためには、フラッシュランプ 13 及び各上記光路間の気体の流入を遮断できればよく、必ずしも筒形状の部材の使用に限られない。例えば、このような部材としては、同様に金属材料、ガラス材料又はプラスチック材料からなる板形状の部材（例えば U 字形状、L 字形状若しくは半円形状の板又は単なる平板）でもよい。

[0073] 次に図 13 を参照して、本発明の第 8 の実施形態について説明する。この第 8 の実施形態に係る固体レーザ装置 92 は、第 1 の実施形態に係る固体レーザ装置 10 に、固体レーザ媒質 12 及びプリズム 21 の間を光学的に接続する導光部材 37 が追加されたものである。つまり本実施形態では、レーザ光 L は、気体空間に出ることなく導光部材を通して固体レーザ媒質 12 及びプリズム 21 の間を往復する。このように、固体レーザ媒質 12 及びプリズ

ム 2 1 の間を導光部材 3 7 で接続することにより、暖められた気体が固体レーザー媒質 1 2 及びプリズム 2 1 の間の光路に流入することを防止できる。

[0074] 導光部材 3 7 は、両端面に反射防止膜（AR コート）が形成され配置されることが好ましい。或いは、導光部材 3 7 は、接着剤を使用しないオプティカルコンタクトによって固体レーザー媒質 1 2 又はプリズム 2 1 に接合され配置されることが好ましい。導光部材 3 7 の幅又は直径は固体レーザー媒質 1 2 よりも大きければよい。ただし、導光部材 3 7 の幅又は直径は、フラッシュランプ 1 3 を後方に引き抜く際にフラッシュランプ 1 3 と干渉しない大きさである。導光部材 3 7 の材料は例えば石英ガラスやアクリル等の透光材料である。なお、図 1 3 には明示されていないが、固体レーザー媒質 1 2 及び偏光子 1 7 の間の全て又は一部に導光部材を設けてもよい。また、光路を折り曲げる光学素子がミラーやブリュースタ偏光子である場合には、導光部材の端面を可能な限りこれらの反射面に近づけることが好ましい。以上の構成を有する本実施形態の固体レーザー装置 9 2 においても、第 6 の実施形態と同様の効果が得られる。

[0075] 次に図 1 4 及び図 1 5 を参照して、本発明の第 9 の実施形態について説明する。この第 9 の実施形態に係る固体レーザー装置 9 3 は、第 1 の実施形態に係る固体レーザー装置 1 0 において、プリズム 2 1 の代わりに、固体レーザー媒質 1 2 と光学的に直接接続可能なプリズム 3 8 を使用したものである。つまり本実施形態では、レーザー光 L は、気体空間に出ることなく固体レーザー媒質 1 2 及びプリズム 3 8 の間を直接移動する。このように、固体レーザー媒質 1 2 及びプリズム 3 8 の間を直接接続することにより、固体レーザー媒質 1 2 及びプリズム 3 8 の間から、陽炎の影響を受けやすい気体空間を排除することができる。

[0076] プリズム 3 8 は、固体レーザー媒質 1 2 と対向する入出射面に反射防止膜が形成され配置されることが好ましい。或いは、プリズム 3 8 は、オプティカルコンタクトによって固体レーザー媒質 1 2 に接合され配置されることが好ましい。プリズム 3 8 の大きさ及び形状は、特に限定されないが、フラッシュ

ランプ 13 を後方に引き抜く際にフラッシュランプ 13 と干渉しない大きさ及び形状である。プリズム 38 の材料は、プリズム 21 と同様に例えば石英ガラスやアクリル等の透光材料である。以上の構成を有する本実施形態の固体レーザ装置 93 においても、第 6 の実施形態と同様の効果が得られる。

[0077] 上記第 6 から第 9 の実施形態で、レーザ光強度の安定性を確保する手法について説明したが、固体レーザ媒質 12 の各端部でこれらの実施形態のうち異なる実施形態を組み合わせてもよい。すなわち、固体レーザ媒質 12 の後方の端部については第 6 又は第 7 の実施形態（筒部材）を適用しかつ前方の端部については第 8 の実施形態（導光部材）を適用してもよい。また、固体レーザ媒質 12 の後方の端部については第 9 の実施形態（プリズムとの直接接続）を適用しかつ前方の端部については第 6 の実施形態（筒部材）又は第 8 の実施形態（導光部材）を適用してもよい。

[0078] なお、以上説明した各実施形態は、共振器の内部に Q スイッチ素子 15 と偏光子 17 あるいはブリュースタ偏光子 72 とを有する固体レーザ装置に本発明が適用されたものであるが、本発明は共振器の内部にその他の素子、例えば各種波長板や波長選択素子等を有する固体レーザ装置に対しても同様に適用可能である。

[0079] 次に、本発明の固体レーザ装置に適用することができるレーザチャンバ 11 の別の例について説明する。図 16 に示すレーザチャンバ 11 は、図 4 に示したレーザチャンバ 11 と比べると、内部空間 11c の中にチューブ 51 および 52 が配設されている点が基本的に異なるものである。チューブ 51 は内部に固体レーザ媒質 12 を収容して、該固体レーザ媒質 12 と同じ方向に延びる。またチューブ 52 は内部にフラッシュランプ 13 を収容して、該フラッシュランプ 13 と同じ方向に延びる。そしてチューブ 51 および 52 の内部には冷媒が供給され、流通するそれらの冷媒によって固体レーザ媒質 12 およびフラッシュランプ 13 が冷却される。

[0080] なおチューブ 51 および 52 は、光透過性の材料から形成されている。したがってフラッシュランプ 13 から発せられた励起光は、それらのチューブ

５１および５２を透過して固体レーザ媒質１２に照射され、この励起光によって固体レーザ媒質１２が励起される。

[0081] 次に図１７に示すレーザチャンバ１１は、図４に示したレーザチャンバ１１と比べると、内部にガラス材６１が充填されている点が基本的に異なるものである。このガラス材６１は、固体レーザ媒質１２と同じ方向に延びて内部に固体レーザ媒質１２を収容する貫通孔と、フラッシュランプ１３と同じ方向に延びて内部にフラッシュランプ１３を収容する貫通孔とを有する。上記２つの貫通孔内には冷媒が供給され、流通するそれらの冷媒によって固体レーザ媒質１２およびフラッシュランプ１３が冷却される。

[0082] フラッシュランプ１３から発せられた励起光は、ガラス材６１を透過して固体レーザ媒質１２に照射され、この励起光によって固体レーザ媒質１２が励起される。

[0083] なお本発明による固体レーザ装置においては、プリズム２１等の光路を折り曲げる素子をレーザチャンバの前方および後方に配置して、棒状部分を有する励起光源をレーザチャンバの前方側、後方側の双方に引き抜き可能としてもよい。

[0084] 次に、本発明の固体レーザ装置を含む光音響計測装置について説明する。図１８は、一例として図１および図２に示した固体レーザ装置１０を含む光音響計測装置の概略構成を示すものである。なお図１８では上記固体レーザ装置１０を、光音響計測装置を構成する一つのユニットということから「レーザユニット」として示してあり、以下でもそのように称することとする。

[0085] この光音響計測装置１００は、超音波探触子（プローブ）１０１と、超音波ユニット１０２と、レーザユニット１０とを備える。なお本実施形態では、音響波として超音波が用いられるが、超音波に限定されるものではなく、被検対象や測定条件等に応じて適切な周波数を選択してさえいれば、可聴周波数の音響波が用いられてもよい。

[0086] レーザユニット１０から出射したレーザ光は、例えば光ファイバなどの導光手段を用いてプローブ１０１まで導光され、プローブ１０１から被検体に

向けて照射される。レーザ光の照射位置は特に限定されず、プローブ 101 以外の場所からレーザ光の照射を行ってもよい。

[0087] 被検体内では、照射されたレーザ光のエネルギーを光吸収体が吸収することで超音波（光音響波）が生じる。プローブ 101 は音響波検出手段であり、例えば一次元的に配列された複数の超音波振動子を有している。プローブ 101 は、一次元配列された複数の超音波振動子により、被検体内からの音響波（光音響波）を検出する。また、プローブ 101 は、被検体に対する音響波（超音波）の送信、および送信した超音波が被検体で反射した反射音響波（反射超音波）の受信を行う。

[0088] 超音波ユニット 102 は信号処理手段であり、受信回路 121、AD 変換手段 122、受信メモリ 123、データ分離手段 124、光音響画像生成手段 125、超音波画像生成手段 126、画像合成手段 127、制御手段 128、および送信制御回路 129 を有する。

[0089] 受信回路 121 は、プローブ 101 で検出された光音響波の検出信号を受信し、また、プローブ 101 で検出された反射超音波の検出信号を受信する。AD 変換手段 122 は、受信回路 121 が受信した光音響波および反射超音波の検出信号をデジタル信号に変換する。AD 変換手段 122 は、例えば所定の周期のサンプリングクロック信号に基づいて、所定のサンプリング周期で光音響波および反射超音波の検出信号をサンプリングする。AD 変換手段 122 は、サンプリングした光音響波および反射超音波の検出信号（サンプリングデータ）を受信メモリ 123 に格納する。

[0090] データ分離手段 124 は、受信メモリ 123 に格納された光音響波の検出信号のサンプリングデータと、反射超音波の検出信号のサンプリングデータとを分離する。データ分離手段 124 は、光音響波の検出信号のサンプリングデータを光音響画像生成手段 125 に入力し、また、分離した反射超音波のサンプリングデータを超音波画像生成手段（反射音響波画像生成手段）126 に入力する。

[0091] 光音響画像生成手段 125 は、プローブ 101 で検出された光音響波の検

出信号に基づいて光音響画像を生成する。光音響画像の生成は、例えば、位相整合加算などの画像再構成や、検波、対数変換などを含む。超音波画像生成手段 126 は、プローブ 101 で検出された反射超音波の検出信号に基づいて超音波画像（反射音響波画像）を生成する。超音波画像の生成も、位相整合加算などの画像再構成や、検波、対数変換などを含む。

[0092] 画像合成手段 127 は、光音響画像と超音波画像とを合成する。画像合成手段 127 は、例えば光音響画像と超音波画像とを重畳することで画像合成を行う。合成された画像は、ディスプレイなどの画像表示手段 103 に表示される。画像合成を行わずに、画像表示手段 103 に、光音響画像と超音波画像とを並べて表示し、あるいは光音響画像と超音波画像とを切り替えてすることも可能である。

[0093] 制御手段 128 は、超音波ユニット 102 内の各部を制御する。制御手段 128 は、例えば固体レーザ装置にトリガ信号を送る。レーザユニット 10 内の図示しない制御手段は、上記トリガ信号を受け取るとフラッシュランプ 13（図 1 参照）を点灯させ、その後、Q スイッチ素子 15 を光通過状態に切り替えてパルスレーザ光を出射させる。制御手段 128 は、レーザ光の照射に合わせて、AD 変換手段 122 にサンプリングトリガ信号を送り、光音響波のサンプリング開始タイミングを制御する。

[0094] 制御手段 128 は、超音波画像の生成時は、送信制御回路 129 に超音波送信を指示する旨の超音波送信トリガ信号を送る。送信制御回路 129 は、超音波送信トリガ信号を受けると、プローブ 101 から超音波を送信させる。制御手段 128 は、超音波送信のタイミングに合わせて AD 変換手段 122 にサンプリングトリガ信号を送り、反射超音波のサンプリングを開始させる。

[0095] 本実施形態の光音響計測装置 100 は、光源として本発明による固体レーザ装置 10 を備えたものであるから、十分小型に形成可能なものとなる。

[0096] 上記では、光音響計測装置 100 においてプローブ 101 が光音響波と反射超音波の双方を検出するものとして説明したが、超音波画像の生成に用い

るプローブと光音響画像の生成に用いるプローブとは、必ずしも同一である必要はない。つまり、光音響波と反射超音波とを、それぞれ別個のプローブで検出するようにしてもよい。また、上記実施形態では、固体レーザ装置が光音響計測装置の一部を構成する例について説明したが、本発明の固体レーザ装置を、光音響計測装置とは異なる装置に用いることも勿論可能である。

[0097] 以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて説明したが、本発明の固体レーザ装置および光音響計測装置は、上記実施形態に限定されるものではなく、上記実施形態の構成から種々の変更を施したものも本発明の範囲に含まれる。

符号の説明

- [0098] 10、50、60、70、80 固体レーザ装置
- 11 レーザチャンバ
- 11a、11b レーザチャンバの貫通孔
- 11c レーザチャンバの内部空間
- 11d レーザチャンバの内壁面
- 12 固体レーザ媒質
- 13 フラッシュランプ
- 14、16、18、20、22、71 ホルダ
- 15 Qスイッチ素子
- 17 偏光子
- 19、23 共振器ミラー
- 21、38 プリズム（光学素子）
- 24 ベースプレート
- 25 ポンプ
- 26 配管
- 27 熱交換器
- 29 拡散部材
- 35a、35b、36 筒部材

3 7 導光部材

5 1、5 2 チューブ

6 1 ガラス材

7 2 ブリュースタ偏光子（光学素子）

1 0 0 光音響計測装置

請求の範囲

- [請求項1] 内部に空間を有するレーザチャンバと、
 少なくとも一部がこのレーザチャンバ内に収容される固体レーザ媒質と、
 直線状に延びる棒状部分を有し、この棒状部分の一部が前記固体レーザ媒質を励起する励起光を発する部分として前記レーザチャンバ内に配設される一方、両端部が前記レーザチャンバの外に配設される励起光源と、
 励起された前記固体レーザ媒質の両端面から発せられた光を共振させる1対の共振器ミラーとを有する固体レーザ装置において、
 前記励起光源の棒状部分が、該棒状部分の長手方向に移動させて前記レーザチャンバから引き抜き可能に配設され、
 前記固体レーザ媒質の一端面と向かい合って、該一端面から発せられた光を横方向に折り曲げる光学素子が設けられ、
 前記光学素子が、前記棒状部分の長手方向に関して該棒状部分と少なくとも一部同士が同じ位置に有って、かつ該棒状部分と離間した位置に配設され、
 前記1対の共振器ミラーの一方が、前記光学素子により折り曲げられた光が入射する位置に配置され、
 前記光学素子から前記一方の共振器ミラーまでの光学要素が、前記励起光源の棒状部分が引き抜かれる軌道に対し、離間した位置に配設されている固体レーザ装置。
- [請求項2] パルスレーザ光を発生させる構成を有する請求項1記載の固体レーザ装置。
- [請求項3] 前記光学素子が、リアミラーとしての共振器ミラーと固体レーザ媒質との間の光路に配置されている請求項1または2記載の固体レーザ装置。
- [請求項4] 前記光学素子が、出力ミラーとしての共振器ミラーと固体レーザ媒

質との間の光路に配置されている請求項 1 または 2 記載の固体レーザー装置。

[請求項5] 前記光学素子がプリズムである請求項 1 から 4 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項6] 前記光学素子がミラーである請求項 1 から 4 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項7] 前記光学素子がブリュースタ偏光子である請求項 1 から 4 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項8] 前記励起光源がフラッシュランプである請求項 1 から 7 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項9] 前記励起光源の棒状部分が、該棒状部分の長手方向に互いに離れているレーザーチャンバの 2 つの壁部に形成された貫通孔に通して保持されている請求項 1 から 8 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項10] 前記固体レーザー媒質がロッド状に形成されたものであり、この固体レーザー媒質が前記励起光源の棒状部分と平行に配置されている請求項 1 から 9 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項11] 前記レーザーチャンバの内部の空間に冷媒を供給する手段を有する請求項 1 から 10 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項12] 前記レーザーチャンバの内壁面に、前記励起光源が発した励起光を拡散反射させる拡散部材が形成されている請求項 1 から 11 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項13] 前記固体レーザー媒質および前記光学素子の間の光路を内包する筒部材が配置されている請求項 1 から 12 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項14] 前記筒部材が前記光学素子も内包するものである請求項 13 記載の固体レーザー装置。

[請求項15] 前記固体レーザー媒質および前記光学素子の間の光路と前記励起光源との間に、板形状の部材が配置されている請求項 1 から 12 いずれか

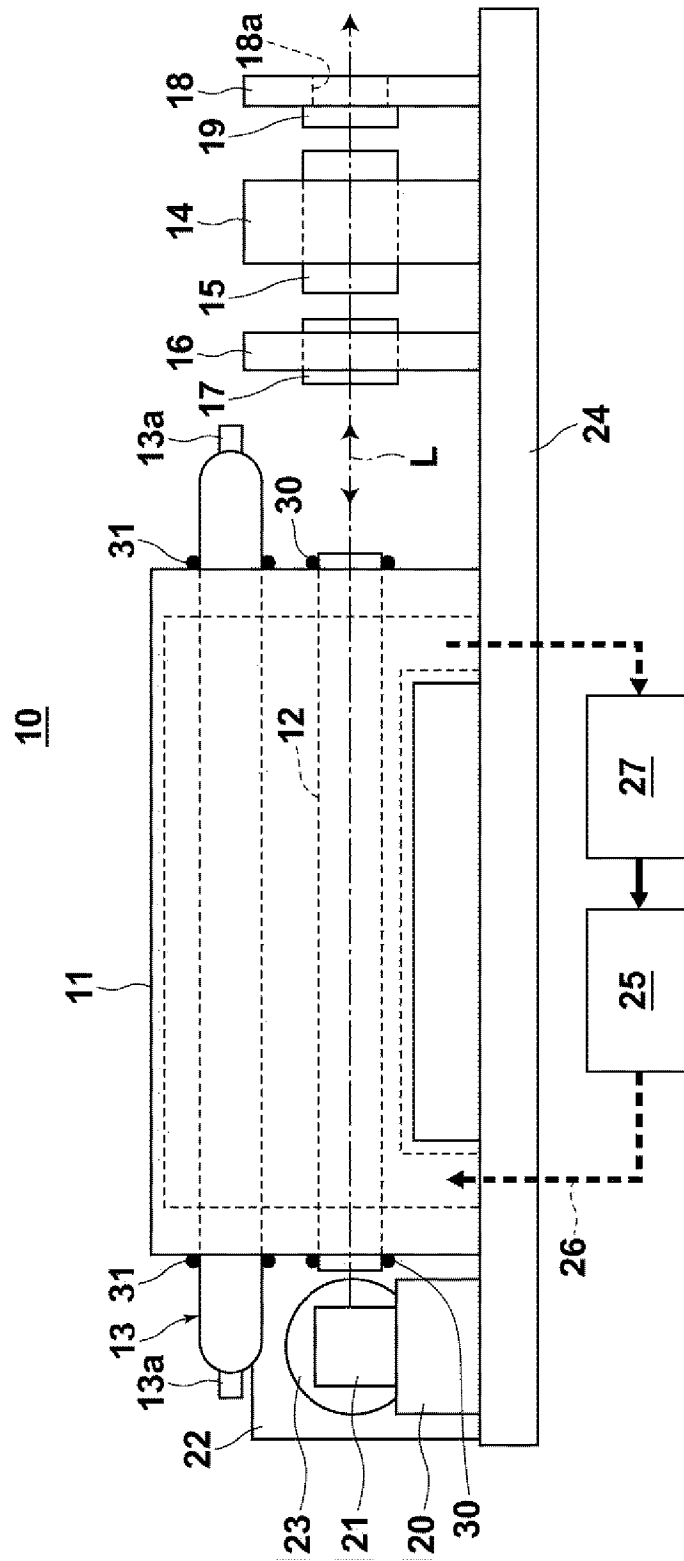
1 項記載の固体レーザー装置。

[請求項16] 前記固体レーザー媒質および前記光学素子の間の光路上に導光部材が配置されている請求項 1 から 1 2 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置。

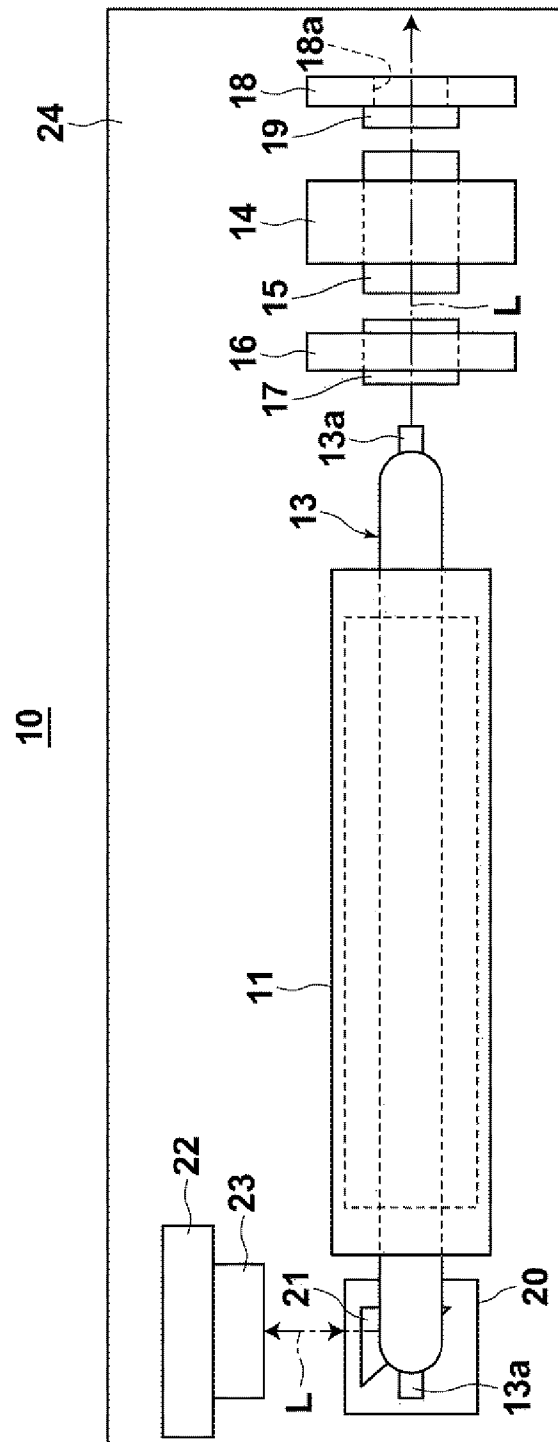
[請求項17] 前記固体レーザー媒質および前記プリズムが光学的に直接接続されている請求項 5 記載の固体レーザー装置。

[請求項18] 請求項 1 から 1 7 いずれか 1 項記載の固体レーザー装置と、
この固体レーザー装置から出射したレーザー光が被検体に照射されることにより該被検体内で生じた光音響波を検出する光音響波検出手段と、
前記検出された光音響波に基づいて信号処理を行う信号処理手段とを備えた光音響計測装置。

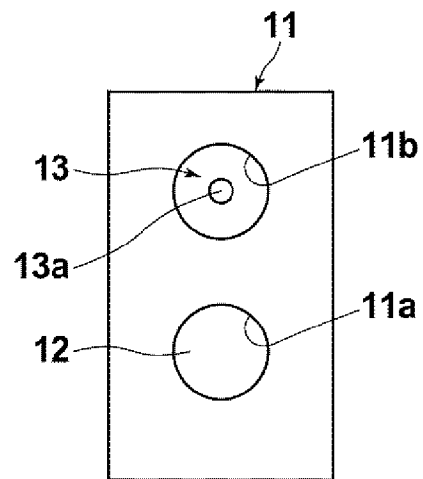
[図1]



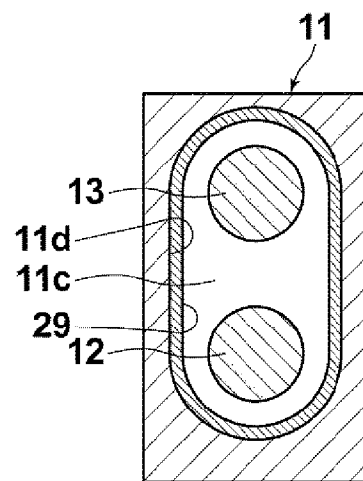
[図2]



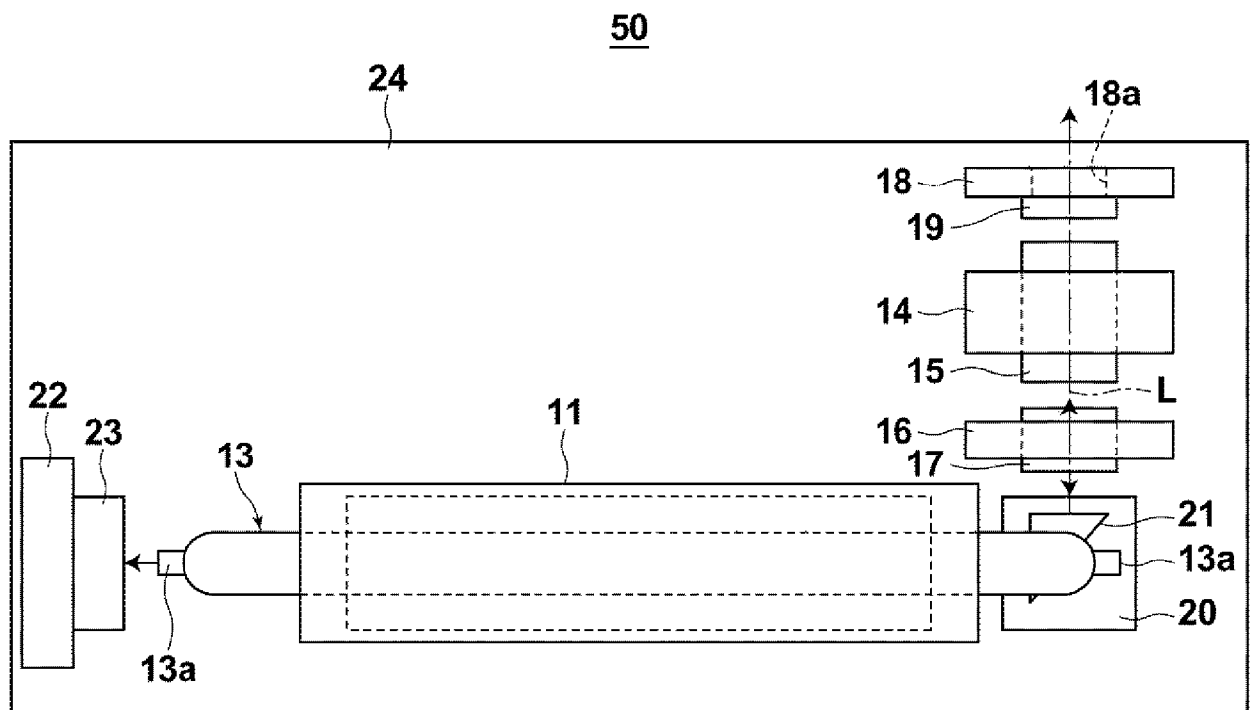
[図3]



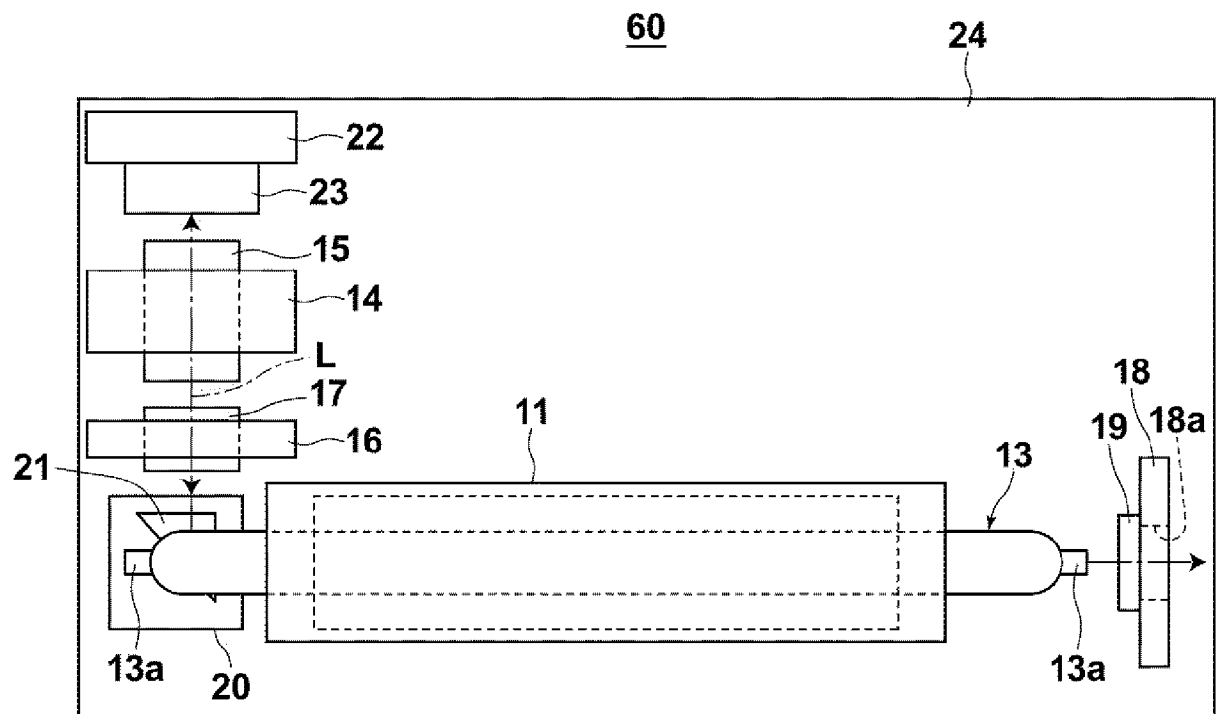
[図4]



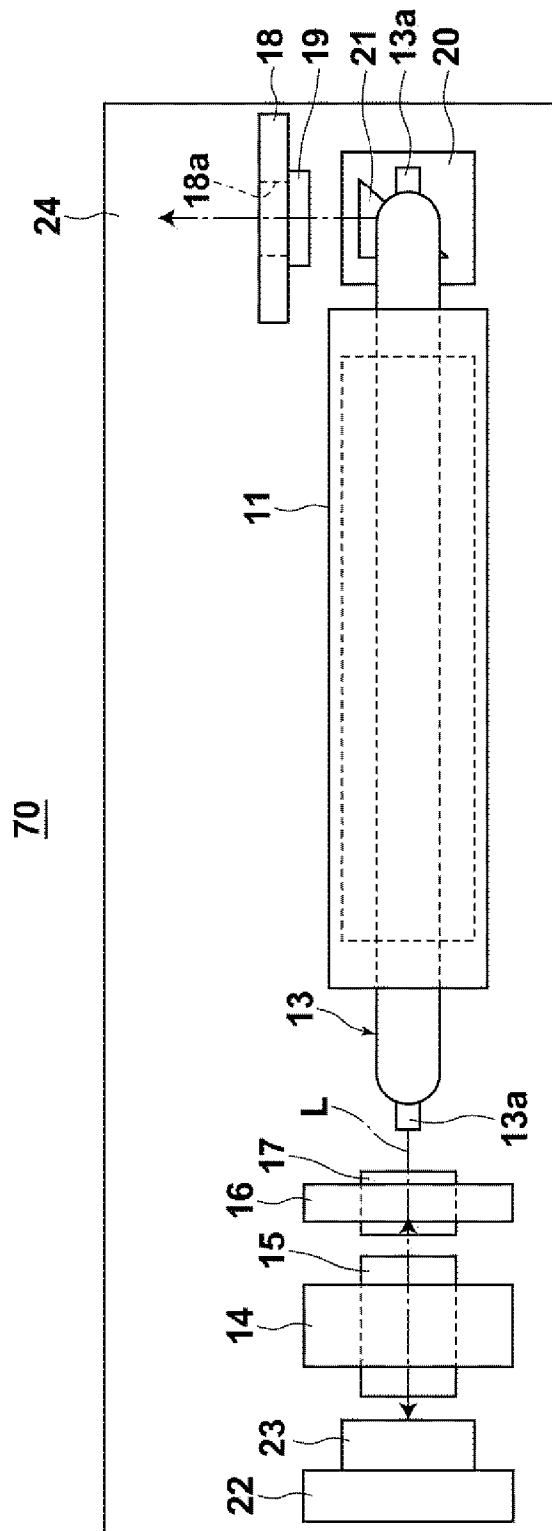
[図5]



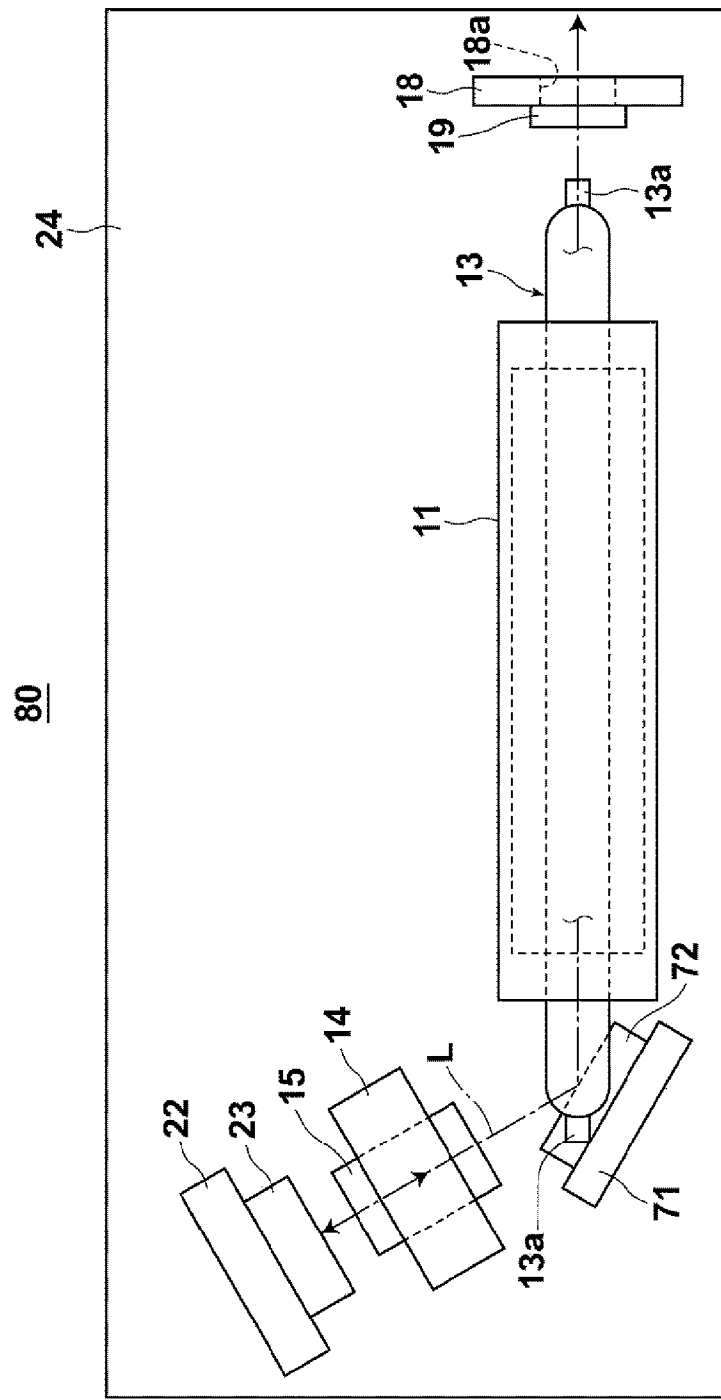
[図6]



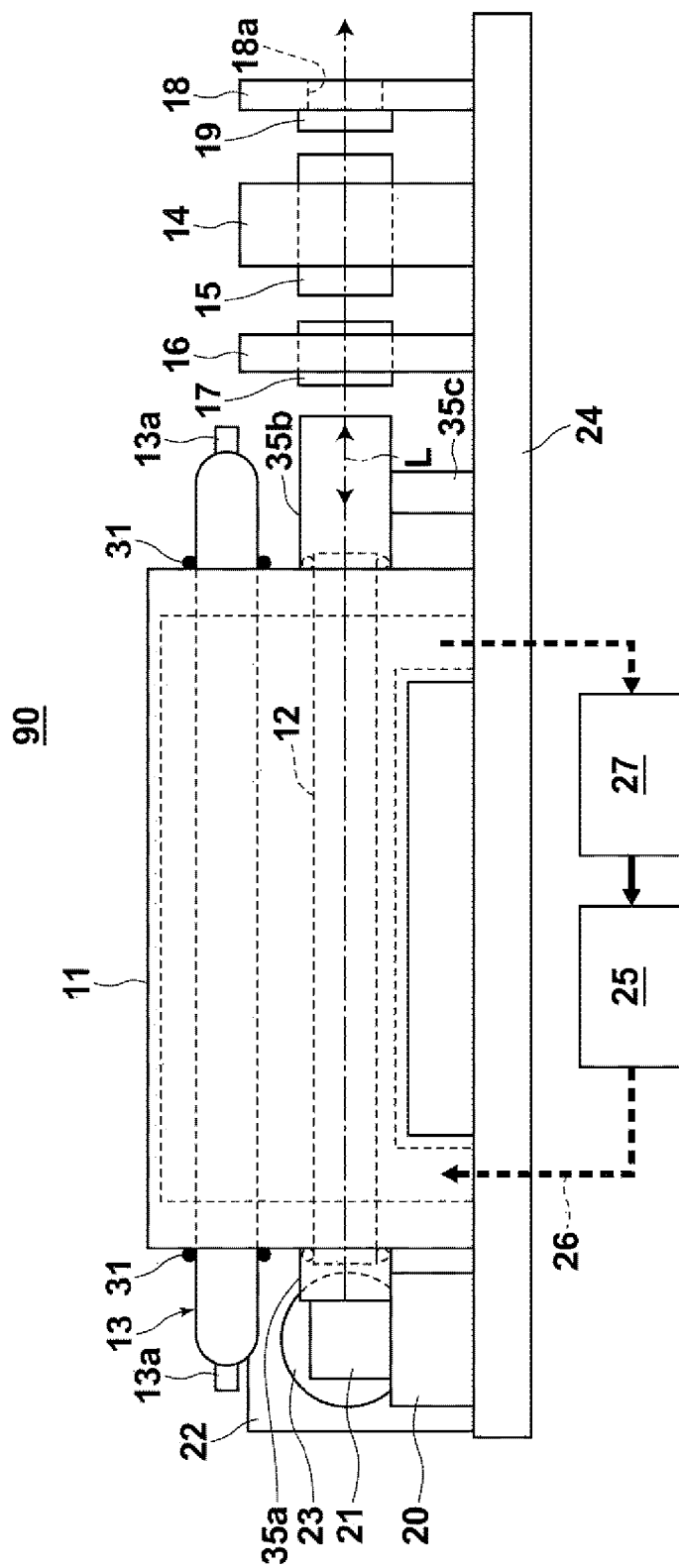
[図7]



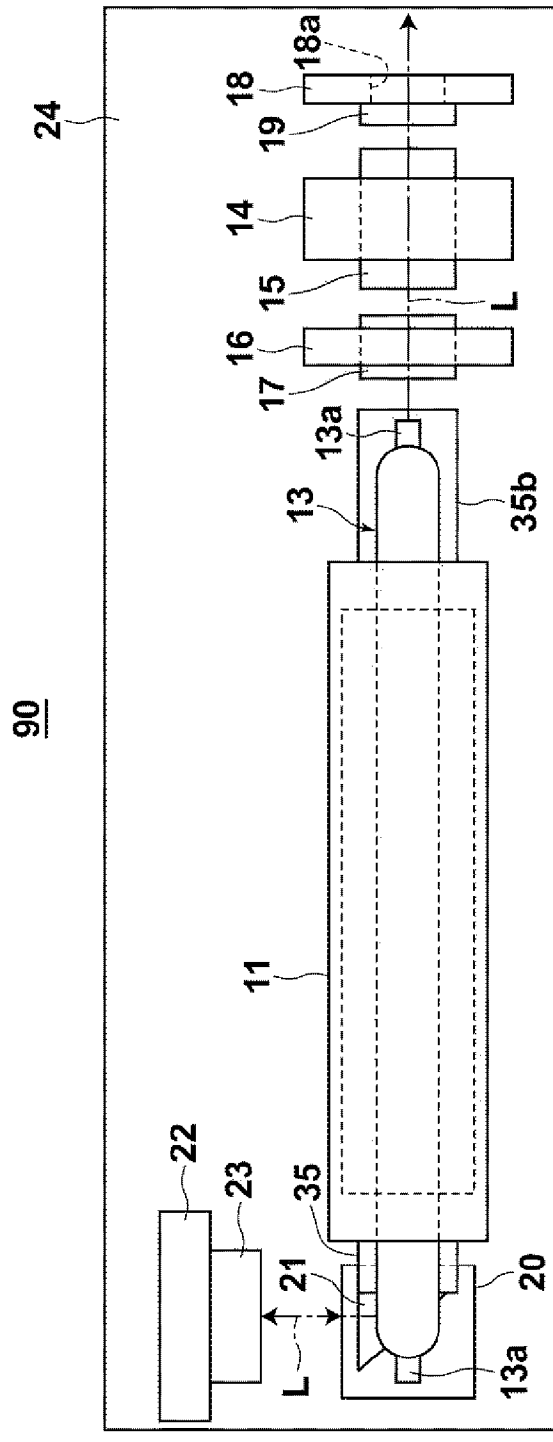
[図8]



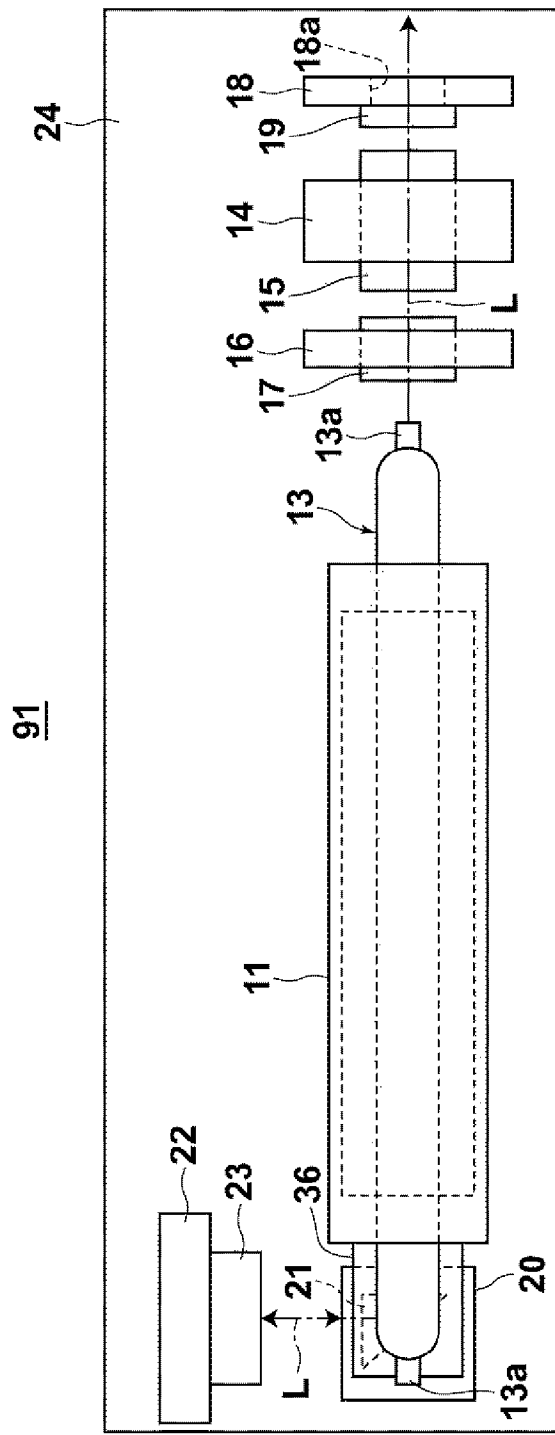
【図9】



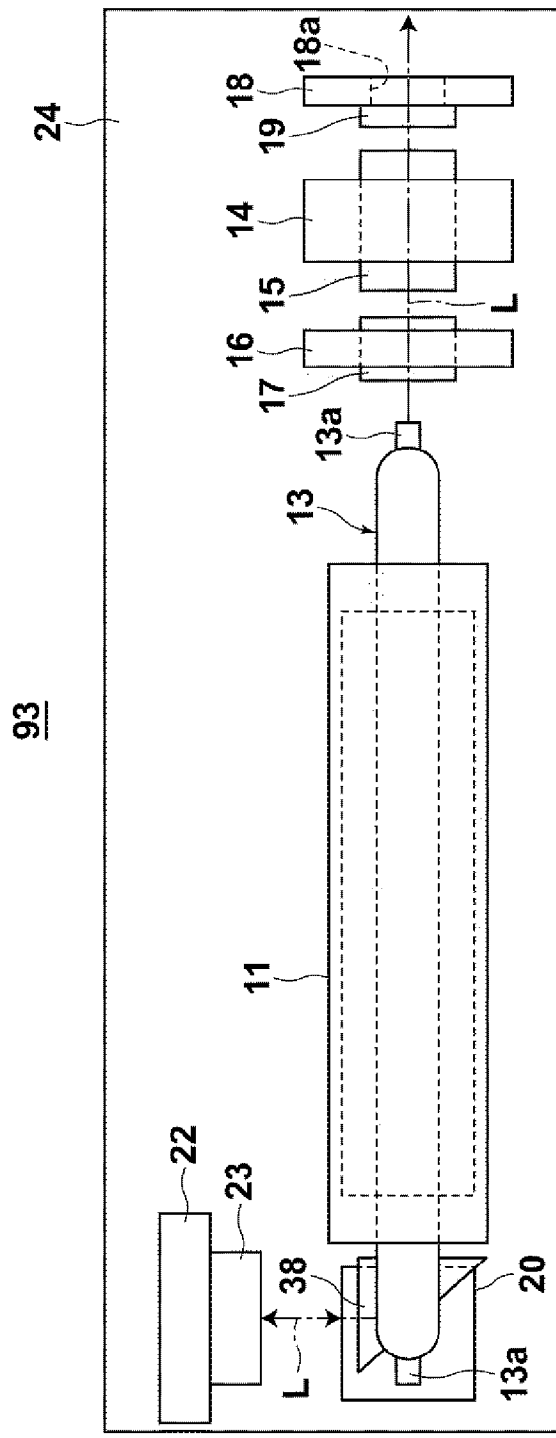
[図10]



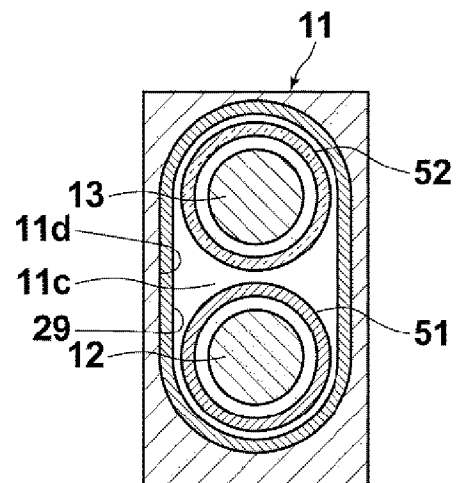
[図12]



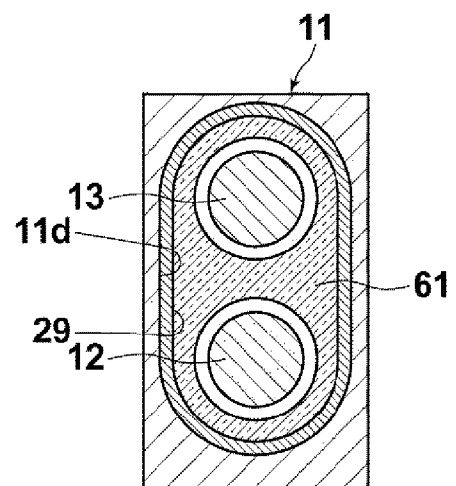
[図15]



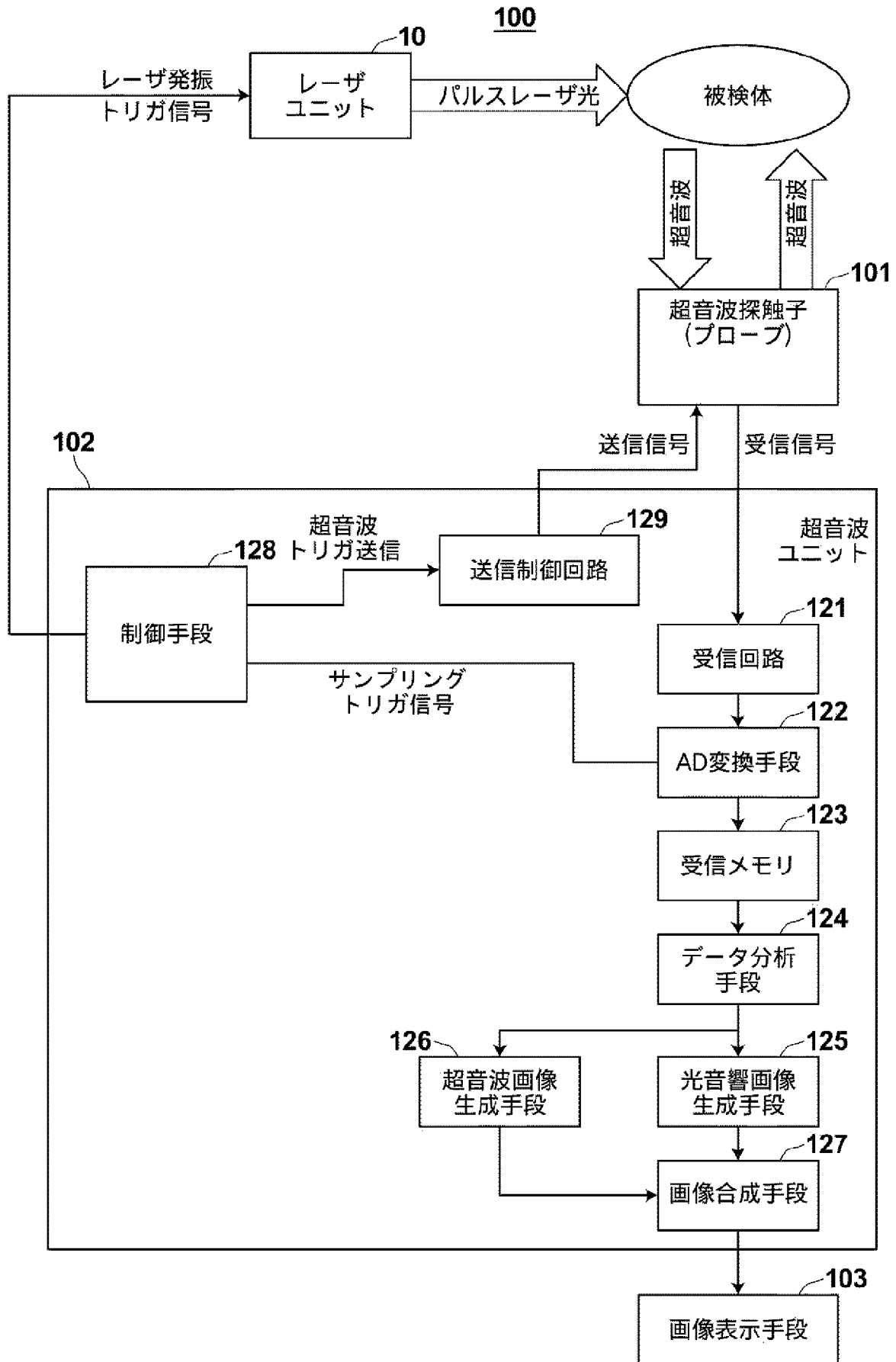
[図16]



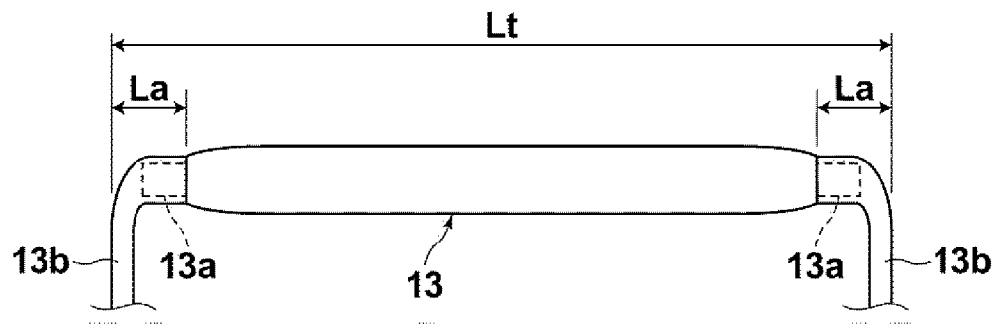
[図17]



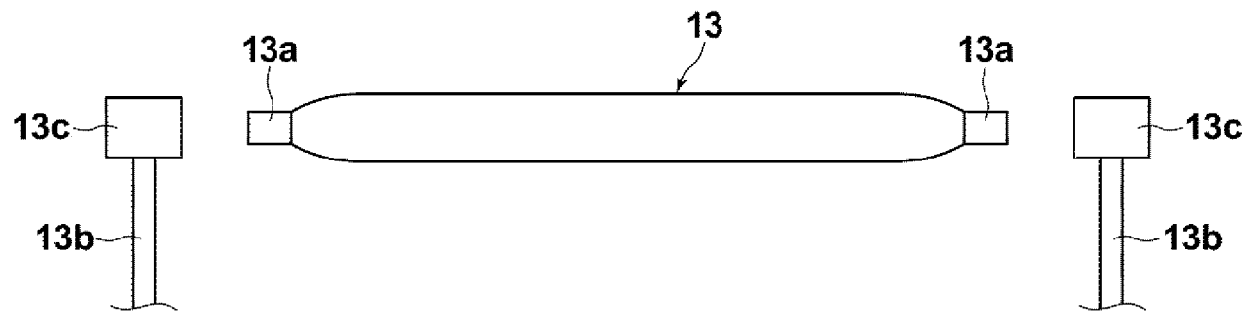
[図18]



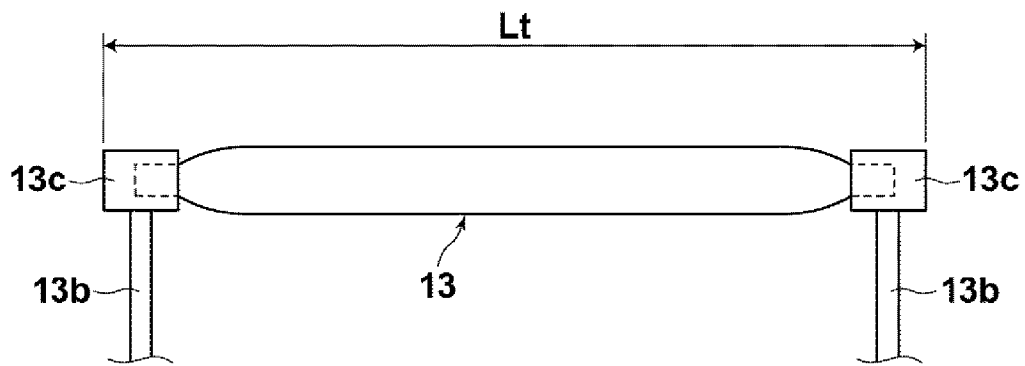
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/092(2006.01)i, H01S3/00(2006.01)i, H01S3/042(2006.01)i, H01S3/081(2006.01)I, G01N21/00(2006.01)i, G01N21/01(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)

H01S3/00-3/30, G01N21/00-21/01

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 185138/1986(Laid-open No. 89270/1988) (Fuji Electric Co., Ltd.), 10 June 1988 (10.06.1988), claims; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 6-152018 A (Mitsubishi Electric Corp.), 31 May 1994 (31.05.1994), abstract; fig. 20 to 25 & JP 6-152018 A & JP 2000-334591 A & JP 2000-340868 A & US 5359616 A & DE 4331389 A & DE 4331389 A	1-18

☒ 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
09 September, 2014 (09.09.14)

Date of mailing of the international search report
22 September, 2014 (22.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068059

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-223949 A (Amada Engineering Center Co., Ltd.), 21 August 1998 (21.08.1998), abstract; fig. 1 (Family: none)	13-16
A	JP 11-46024 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 16 February 1999 (16.02.1999), abstract; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2013-74180 A (Fujifilm Corp.), 22 April 2013 (22.04.2013), abstract; claims; all drawings (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/092(2006.01)i, H01S3/00(2006.01)i, H01S3/042(2006.01)i, H01S3/081(2006.01)I,
G01N21/00(2006.01)i, G01N21/01(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/00-3/30, G01N21/00-21/01

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	日本国実用新案登録出願61-185138号(日本国実用新案登録出願公開63-89270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イクロフィルム(富士電機株式会社)1988.06.10, 実用新案登録請求の範囲, 全図(ファミリーなし)	1-18
A	JP 6-152018 A(三菱電機株式会社)1994.05.31, 要約, 図20-25 & JP 6-152018 A & JP 2000-334591 A & JP 2000-340868 A & US 5359616 A & DE 4331389 A & DE 4331389 A	1-18

☒ 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

0 9 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

古田 敦浩

2 X

3 0 1 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-223949 A (株式会社アマダエンジニアリングセンター) 1998. 08. 21, 要約, 図 1 (ファミリーなし)	13-16
A	JP 11-46024 A (富士電機株式会社) 1999. 02. 16, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2013-74180 A (富士フイルム株式会社) 2013. 04. 22, 要約, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	1-18