

(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

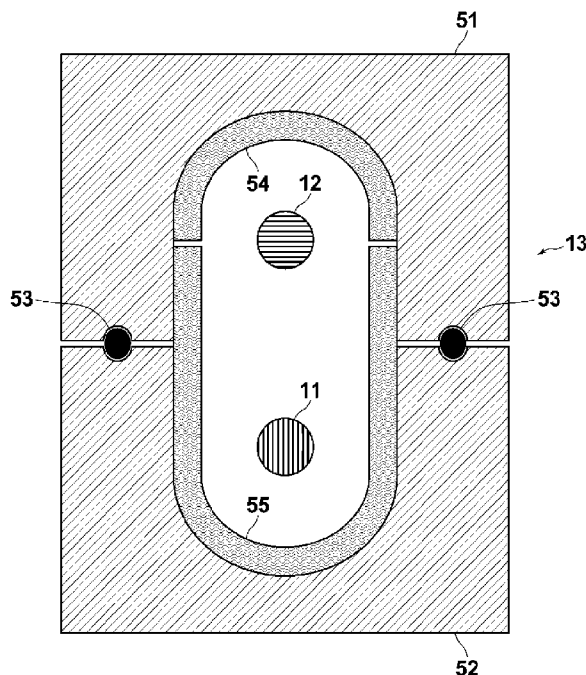
WO 2015/040965 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 3/093 (2006.01) G01N 21/00 (2006.01)
A61B 8/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/070258
- (22) 国際出願日: 2014年7月31日(31.07.2014)
- (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 2013-191775 2013年9月17日(17.09.2013) 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26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). 木村 陽一(KIMURA Youichi); 〒2500111 神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士ゼロックスアドバンステクノロジー株式会社内 Kanagawa (JP). 増田 禎(MASUDA Tadahshi); 〒2500111 神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士ゼロックスアドバンステクノロジー株式会社内 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 FFTP MO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.

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: レーザチャンバ、固体レーザ装置、及び光音響計測装置



(57) Abstract: This invention provides: a laser chamber that, with minimal reduction in excitation energy efficiency, is designed so as to be able to be separable; a solid-state laser device that contains said laser chamber; and a photoacoustic measurement device that contains said solid-state laser device. This laser chamber (13) accommodates a laser rod (11) and a flash lamp (12). An upper frame body (51) and a lower frame body (52) can be separated, in the direction in which the laser rod (11) and the flash lamp (12) are adjacent, at prescribed separation positions. A diffusing material (54, 55) constituting a reflective surface is provided inside the upper frame body (51) and the lower frame body (52). Said diffusing material (54, 55) can be separated, in the direction in which the laser rod (11) and the flash lamp (12) are adjacent, at positions where the reflective surface intersects a straight line that, in a cross-section perpendicular to the lengthwise direction of the laser rod (11), passes through the flash lamp (12) and is perpendicular to a straight line that connects the center of the laser rod (11) and the center of the flash lamp (12).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/040965 A1



(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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

分割可能に構成しつつも、励起のエネルギー効率の低下を抑制可能とするレーザチャンバ、そのレーザチャンバを含む固体レーザ装置、及びその固体レーザ装置を含む光音響計測装置を提供する。レーザチャンバ 1 3 は、レーザロッド 1 1 とフラッシュランプ 1 2 とを収容する。上部枠体 5 1 と下部枠体 5 2 とは、所定の分割位置でレーザロッド 1 1 とフラッシュランプ 1 2 とが並ぶ方向に分割可能である。上部枠体 5 1 及び下部枠体 5 2 の内側には、反射面を構成する拡散材料 5 4、5 5 が形成される。拡散材料 5 4、5 5 は、レーザロッド 1 1 の長手方向に対して垂直な断面から見たときに、フラッシュランプ 1 2 を通り、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ直線に対して垂直な直線と反射面とが交差する位置で、レーザロッド 1 1 とフラッシュランプ 1 2 とが並ぶ方向に分割可能である。

明 細 書

発明の名称：

レーザチャンバ、固体レーザ装置、及び光音響計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーザチャンバ及び固体レーザ装置に関し、更に詳しくは、レーザロッドと励起ランプとを収容するレーザチャンバ、及び、そのようなレーザチャンバを含む固体レーザ装置に関する。また、本発明は、固体レーザ装置を含む光音響計測装置に関する。

背景技術

[0002] 生体内部の状態を非侵襲で検査できる画像検査法的一种として、超音波検査法が知られている。超音波検査では、超音波の送信及び受信が可能な超音波探触子を用いる。超音波探触子から被検体（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いき、組織界面で反射する。超音波探触子でその反射超音波を受信し、反射超音波が超音波探触子に戻ってくるまでの時間に基づいて距離を計算することで、内部の様子を画像化することができる。

[0003] 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。一般に光音響イメージングでは、レーザパルスなどのパルスレーザ光を生体内に照射する。生体内部では、生体組織がパルスレーザ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。

[0004] 光音響波の計測には、強度が強いパルスレーザ光を照射する必要があることが多く、光源には、フラッシュランプ励起の固体レーザ装置が用いられることが多い。固体レーザ装置は、レーザロッド（レーザ媒質）と、レーザロッドを励起するためのフラッシュランプ（励起ランプ）とを有する。レーザ

ロッド及び励起ランプは、レーザチャンバ内に收容される。レーザチャンバの内側には、フラッシュランプから出射した光を効率よくレーザロッドに照射するための反射面が設けられている。

[0005] ここで、フラッシュランプは消耗品であり、定期的に交換する必要がある。しかしながら、フラッシュランプはレーザロッドと共にレーザチャンバ内に收容されており、簡単には交換できない。この問題に対し、特許文献１には、分割可能に構成したレーザチャンバを用いることが記載されている。図１２は、特許文献１に記載のレーザチャンバを示す。レーザチャンバ２００は、上部反射筒２１０と下部反射筒２１１とを有する。上部反射筒２１０は励起ランプ２０２を保持し、下部反射筒２１１はレーザロッド２０１を保持する。

[0006] 上部反射筒２１０の内側（励起ランプ２０２側）には反射面が形成される。下部反射筒２１１の内側（レーザロッド２０１側）にも反射面が形成される。特許文献１には、この反射面を拡散反射面とすることも記載されている。上部反射筒２１０と下部反射筒２１１とは、一体となって反射筒を構成し、励起ランプ２０２から出射した光が、効率よくレーザロッド２０１に入射するようになっている。レーザロッド２０１の光軸方向の両端には、共振器を構成する一对のミラー２０４、２０５が配置される。ミラー２０４、２０５などの光学素子は、レーザロッド２０１の光軸に対して正確に位置決めされている。

[0007] 励起ランプ２０２を交換する際には、下部反射筒２１１を動かさずに、上部反射筒２１０を下部反射筒２１１から分離する。分離後、上部反射筒２１０から励起ランプ２０２を引き抜き、新しい励起ランプ２０２を上部反射筒２１０にセットする。励起ランプ２０２の交換後、上部反射筒２１０と下部反射筒２１１とを一体化させる。励起ランプ２０２の交換に際して、下部反射筒２１１は動かさなくてよいため、レーザロッド２０１の光軸とミラー２０４、２０５などの光学素子との位置関係は一定に保たれる。また、上部反射筒２１０の分離後に励起ランプ２０２を引き抜けばよく、レーザチャンバ

２００の前後に励起ランプ２０２を引き抜くための空間を必要としない。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献１：特開平５－２５９５３９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] ところで、特許部文献１に記載されるように反射筒を分割可能に構成すると、分割位置には隙間が生じる。図１３は、特許文献１に記載のレーザチャンバの中央付近の断面を示す。上部反射筒２１０と下部反射筒２１１とを一体化させたとき、上部反射筒２１０と下部反射筒２１１とは完全には接合せずに隙間が生じる。上部反射筒２１０と下部反射筒２１１との間に隙間が生じると、内部に形成された反射面に途切れた箇所が生じる。励起ランプ２０２から出射した光のうち、上部反射筒２１０と下部反射筒２１１との接合部分に到達した光は、その部分の反射面が途切れているため、反射筒内に反射しない。

[0010] 反射筒が分割可能ではなく、反射面に途切れた箇所がない場合、励起ランプ２０２から出射した光は、反射筒内を反射して、最終的にレーザロッド２０１に入射可能である。一方、励起ランプ２０２の交換を容易にするために反射筒を分割可能に構成すると、反射筒内の反射面の一部が欠け、反射面で反射してレーザロッド２０１に向かうはずであった光の一部が失われる。特に、レーザロッド２０１と励起ランプ２０２との中間地点に分割位置があると、本来であればレーザロッド２０１側に強い散乱反射が生じる箇所で散乱反射が生じなくなる。このように、特許文献１では、励起ランプ２０２を出射した光のうち、レーザロッド２０１に入射する光の割合が低下し、励起のエネルギー効率が低下する。

[0011] 本発明は、上記に鑑み、反射面を分割可能に構成しつつも、励起のエネルギー効率の低下を抑制可能なレーザチャンバを提供する。

[0012] また、本発明は、上記のレーザチャンバを含む固体レーザ装置、及びその固体レーザ装置を含む光音響計測装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0013] 上記目的を達成するために、本発明は、レーザロッドとそのレーザロッドを励起するための光を出射する励起ランプとを収容する空間を有する枠体と、枠体の内側に形成され、励起ランプから出射した光を反射する反射面とを備え、枠体が、所定の分割位置でレーザロッドと励起ランプとが並ぶ方向に分割可能であり、かつ、反射面が、レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たときに、レーザロッドの中心と励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつ励起ランプの位置を通る直線と反射面とが交差する位置で、レーザロッドと励起ランプとが並ぶ方向に分割可能であることを特徴とするレーザチャンバを提供する。

[0014] 本発明では、反射面が、レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たときに、レーザロッドの中心と励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつ励起ランプの中心を通る直線と反射面とが交差する位置で分割可能であることが好ましい。

[0015] 本発明のレーザチャンバにおいて、枠体の分割位置と反射面の分割位置とは互いに異なってもよい。

[0016] 反射面は、入射した光を拡散反射する拡散材料を用いて形成されていてもよい。

[0017] 反射面は、レーザロッド及び励起ランプを取り囲んでおり、レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たとき、レーザロッドの中心と励起ランプの中心とを結ぶ線に対して垂直な方向からレーザロッド及び励起ランプを挟む込む二つの側面が、少なくとも、励起ランプの中心からレーザロッドの中心と励起ランプの中心とを結ぶ線に対して垂直に伸ばした線と交わる位置において、レーザロッドの中心と励起ランプの中心とを結ぶ線に対して平行であることが好ましい。

[0018] 空間が、例えば気体又は液体で満たされていてもよい。

- [0019] 本発明のレーザチャンバは、レーザロッドと励起ランプとを収容する空間内に、レーザロッドの外径よりも太い内径を有し、レーザロッドを内部に収容する第1のチューブと、励起ランプの外径よりも太い内径を有し、励起ランプを収容する第2のチューブとを更に備えていてもよい。
- [0020] 上記に代えて、空間内に、レーザロッドの外径よりも太い内径を有し、レーザロッドを内部に収容する第1の孔と、励起ランプの外径よりも太い内径を有し、励起ランプを収容する第2の孔とを有するガラス材を更に備えていてもよく、ガラス材が、所定の分割位置でレーザロッドと励起ランプとが並ぶ方向に分割可能である構成としてもよい。
- [0021] 本発明は、また、レーザロッドと、そのレーザロッドを励起するための光を出射する励起ランプと、レーザロッドと励起ランプとを収容する空間を有する枠体と、枠体の内側に形成され、励起ランプから出射した光を反射する反射面とを備えるレーザチャンバとを備え、枠体が、所定の分割位置でレーザロッドと励起ランプとが並ぶ方向に分割可能であり、かつ、反射面が、レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たときに、レーザロッドの中心と励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつ励起ランプの位置を通る直線と反射面とが交差する位置で、レーザロッドと励起ランプとが並ぶ方向に分割可能であることを特徴とする固体レーザ装置を提供する。
- [0022] 本発明の固体レーザ装置では、分割された枠体の一方がレーザロッドを保持し、分割された枠体の他方が励起ランプを保持するように構成してもよい。
- [0023] 本発明の固体レーザ装置において、レーザロッドを保持する枠体の一方が所定の位置に固定されており、励起ランプを保持する枠体の他方が枠体の一方から取り外し可能に構成されていることが好ましい。
- [0024] 本発明は、更に、本発明の固体レーザ装置と、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た後に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実施する信号処理手段とを備えたことを特徴とする光音響計測装置を提供する。

発明の効果

[0025] 本発明のレーザチャンバ及び固体レーザ装置では、レーザチャンバの反射面が、レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たときに、レーザロッドの中心と励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつ励起ランプの位置を通る直線と反射面とが交差する位置で、レーザロッドと励起ランプとが並ぶ方向に分割可能である。反射面を分割可能に構成すると、分割位置で反射面が途切れ、レーザロッドに入射する励起光の一部が失われる。本発明では、反射面の分割位置を、励起ランプから出射した光のうちで、レーザロッドの励起に寄与しにくい光が照射される位置としているため、レーザチャンバを分割可能に構成しつつも、励起のエネルギー効率の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の第1実施形態の固体レーザ装置を示すブロック図。
[図2]固体レーザ装置の外観を示す斜視図。
[図3]レーザチャンバの中央付近の断面を示す断面図。
[図4]レーザチャンバを分割した状態を示す断面図。
[図5]散乱部材に対して垂直に入射した光に対する反射光の強度の角度依存性を示すグラフ。
[図6]本発明の第2実施形態のレーザチャンバの断面を示す断面図。
[図7]第2実施形態のレーザチャンバを分割した状態を示す断面図。
[図8]本発明の第3実施形態のレーザチャンバの断面を示す断面図。
[図9]第3実施形態のレーザチャンバを分割した状態を示す断面図。
[図10]変形例のレーザチャンバの断面を示す断面図。
[図11]本発明の固体レーザ装置を含む光音響計測装置を示すブロック図。
[図12]特許文献1に記載のレーザ装置を示す斜視図。
[図13]図12のレーザ装置におけるレーザチャンバを示す断面図。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照し、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本

発明の第1実施形態の固体レーザ装置を示す。固体レーザ装置10は、レーザロッド11、フラッシュランプ12、レーザチャンバ13、ミラー14、15、及びQスイッチ16を有する。レーザロッド11はレーザ媒質である。レーザロッド11には、例えば棒状に形成されたアレキサンドライト結晶が用いられる。レーザロッド11に用いられるレーザ媒質は特には限定されず、ネオジウムYAG（Nd：YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット））などのYAG結晶であってもよい。

[0028] フラッシュランプ12は、励起ランプであり、レーザロッド11を励起するための励起光を出射する。フラッシュランプ以外のランプをレーザロッド11の励起に用いてもよい。レーザロッド11及びフラッシュランプ12は、レーザチャンバ13内に收容されている。レーザチャンバ13は、内部にレーザロッド11及びフラッシュランプ12を收容するための空間を有している。また、レーザチャンバ13の内側には反射面が形成されており、フラッシュランプ12から出射した光は、直接にレーザロッド11に照射されるか、又は反射面で反射してレーザロッド11に照射される。

[0029] レーザチャンバ13は、配管31、32を通じて冷却機器30に接続されている。冷却機器30は、レーザロッド11及びフラッシュランプ12を冷却するための機器である。冷却機器30は、例えば純水などの冷却媒体を、配管31を通じてレーザチャンバ13に送り込む。冷却機器30は、配管32を通じてレーザチャンバ13からの排水を受け取り、冷却媒体の温度を下げた上で、再びレーザチャンバ13に送り込む。このように冷却媒体を循環させることで、レーザチャンバ13内のレーザロッド11の温度を所望の温度範囲に保つことができる。

[0030] ミラー14、15は、レーザロッド11を挟んで対向しており、ミラー14、15により共振器が構成される。光共振器内の光路は必ずしも直線状である必要はなく、ミラー14、15間の光路上にプリズムなどを設け、光軸を曲げてよい。ミラー14はアウトプットカプラー（OC：output coupler）であり、ミラー15は全反射ミラーである。出力光であるレーザ光はミラ

ー 14 から出射する。

[0031] 共振器内には、Qスイッチ16が挿入される。図1では、Qスイッチ16は、レーザロッド11とミラー15との間の、レーザロッド11から誘導放出された光の光軸上に配置されている。Qスイッチ16は、例えば1/4波長板17、ポッケルスセル18、及びポラライザ19を有する。ポラライザ19は、偏光方向が所定方向の直線偏光の光を透過する。1/4波長板17は、入射光が円偏光のときは、その円偏光の光を直線偏光の光に変換し、入射光が直線偏光のときは、その直線偏光の光を円偏光の光に変換する。ポッケルスセル18は、印加電圧に応じて透過する光の偏光状態を変化させる。

[0032] Qスイッチ16は、ポッケルスセル18への印加電圧に応じて共振器のQ値を変化させる。Qスイッチ16は、ポッケルスセル18への印加電圧がQスイッチオフに対応した第1の電圧のとき共振器を低Q状態にする。低Q状態とは、共振器のQ値がレーザ発振しきい値よりも低い状態を指す。第1の電圧は、例えば0V（電圧印加なし）であり、このときポッケルスセル18を透過する光の偏光状態は変化しない。一方、Qスイッチ16は、印加電圧がQスイッチオンに対応した第2の電圧のとき、共振器を高Q状態にする。高Q状態とは、共振器のQ値がレーザ発振しきい値よりも高い状態を指す。第2の電圧は、例えばポッケルスセル18を1/4波長板として働かせる電圧である。

[0033] ポッケルスセル18には、ポラライザ19側から偏光方向が所定方向の直線偏光の光が入射する。ポッケルスセル18への印加電圧が0V（第1の電圧）のとき、ポッケルスセル18に入射した直線偏光の光は偏光状態を変化させずに1/4波長板17側へ透過し、1/4波長板17を通過する際に直線偏光から円偏光へ変換される。この円偏光の光はミラー15で反射した後に1/4波長板17を逆向きに通じ、往路の偏光方向から偏光方向が90°回転した直線偏光となってポッケルスセル18に入射する。この光は、ポッケルスセル18を偏光状態を変化させずに通過し、ポラライザ19で遮断される。この場合、共振器のQ値は低く、レーザ発振は起こらない。

[0034] ポッケルスセル 18 への印加電圧が第 2 の電圧のとき、ポッケルスセル 18 は $1/4$ 波長板として働き、ポラライザ 19 側からポッケルスセル 18 へ入射した直線偏光の光は、ポッケルスセル 18 を通過する際に円偏光となり、更に $1/4$ 波長板 17 を透過して、偏光方向が 90° 回転した直線偏光の光となる。この直線偏光の光は、ミラー 15 で反射した後に、 $1/4$ 波長板 17 及びポッケルスセル 18 を逆向きに通じ、偏光方向が更に 90° 回転した直線偏光の光となる。ポッケルスセル 18 側からポラライザ 19 に入射した光は、ポラライザ 19 を通過し、レーザロッド 11 に帰還する。この場合、共振器の Q 値は高く、レーザ発振が起こる。

[0035] 図示しない制御手段（駆動手段）は、ポッケルスセル 18 への印加電圧が第 1 の電圧（0 V）の状態でフラッシュランプ 12 を点灯させる。フラッシュランプ 12 の点灯後、レーザロッド 11 における反転分布密度が十分になるタイミングで、ポッケルスセル 18 への印加電圧を第 1 の電圧から第 2 の電圧に変化させる。共振器の Q 値を低 Q 状態から高 Q 状態に急速に変化させることで、ジャイアントパルスが得られる。

[0036] なお、レーザロッド 11 から出射する光の偏光が所定方向の直線偏光の場合、ポラライザ 19 は省略してもよい。また、 $1/4$ 波長板 17 を省いた構成とすることも可能である。その場合は、ポッケルスセル 18 への印加電圧が、ポッケルスセルが $1/4$ 波長板として働かせる電圧（第 2 の電圧）としたときが Q スイッチオフに対応し、ポッケルスセル 18 への印加電圧が 0 V（第 1 の電圧）のときが Q スイッチオンに対応する。さらに、共振器内に更に波長選択手段を挿入し、波長可変レーザとしてもよい。

[0037] 図 2 は、レーザチャンバ 13 の外観を示す斜視図である。レーザチャンバ 13 は、上部枠体 51 と下部枠体 52 とを有する。上部枠体 51 と下部枠体 52 とは、所定の分割位置で、レーザロッド 11 とフラッシュランプ 12 とが並ぶ方向に分割可能である。下部枠体 52 には、配管 31、32（図 1）を接続するための穴 33、34 が設けられている。上部枠体 51 はフラッシュランプ 12 を保持し、下部枠体 52 はレーザロッド 11 を保持する。下部

枠体 5 2 は、所定の位置に固定されており、上部枠体 5 1 は、フラッシュランプ 1 2 ごと、下部枠体 5 2 から分離可能になっている。

[0038] 図 3 は、レーザチャンバ 1 3 の中央部分の断面を示す。レーザチャンバ 1 3 の枠体を構成する上部枠体 5 1 及び下部枠体 5 2 は、例えば金属などを用いて形成される。上部枠体 5 1 と下部枠体 5 2 との間には、気密性を高めるための O リング 5 3 が設けられる。上部枠体 5 1 の内側には、入射した光を拡散反射する上部拡散材料 5 4 が形成され、下部枠体 5 2 の内側には下部拡散材料 5 5 が形成される。上部拡散材料 5 4 及び下部拡散材料 5 5 は、一体となってレーザロッド 1 1 及びフラッシュランプ 1 2 を取り囲むように形成される。

[0039] フラッシュランプ 1 2 の直径は例えば 5 mm 程度である。レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心との間の距離は例えば 6 mm ~ 7 mm 程度である。上部拡散材料 5 4 及び下部拡散材料 5 5 は、フラッシュランプ 1 2 から出射した光を反射する反射面を構成する。上部拡散材料 5 4 及び下部拡散材料 5 5 には、例えば硫酸バリウムや酸化マグネシウムなどを用いることができる。あるいは、アルミナセラミックス、スペクトラロン（米国ラブスフェア社の商品名）を用いてもよい。反射面の内側は、冷却用の気体や液体などで満たされる。

[0040] 上部拡散材料 5 4 及び下部拡散材料 5 5 によって形成される反射面のうち、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ線に対して垂直な方向からレーザロッド 1 1 及びフラッシュランプ 1 2 を挟み込む二つの側面は、少なくとも、フラッシュランプ 1 2 の中心から、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ線に対して垂直に伸ばした線と交わる位置において、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ線に対して平行である。図 3 では、側面は、少なくともレーザロッド 1 1 の中心からフラッシュランプ 1 2 の中心までの位置において、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ線に対して平行である。

[0041] 図4は、レーザチャンバを分割した状態の断面を示す。上部拡散材料54は、上部枠体51に固定されている。一方、下部拡散材料55は、下部枠体52に固定されている。上部拡散材料54と下部拡散材料55とは、レーザロッド11の長手方向に対して垂直な断面から見たときに、レーザロッド11の中心とフラッシュランプ12の中心とを結ぶ直線に対して垂直かつフラッシュランプ12の中心を通る直線と拡散材料54、55とが交差する位置で、レーザロッド11とフラッシュランプ12が並ぶ方向に分割可能である。上部枠体51と下部枠体52との分割位置と、上部拡散材料54と下部拡散材料55との分割位置は、互いに異なってもよい。

[0042] フラッシュランプ12を交換する際には、上部枠体51を、固定されている下部枠体52から分離する。分離後、上部枠体51に保持されているフラッシュランプ12を上部枠体51から引き抜き、新しいフラッシュランプと交換する。交換後、新しいフラッシュランプ12を取り付けた上部枠体51を、下部枠体52と一体化させる。交換作業の間、下部枠体52及びそれに固定されているレーザロッド11の位置は動かないため、フラッシュランプ12の交換に際して、レーザロッド11の光軸と、ミラー14、15やQスイッチ16との位置関係の調整は不要である。

[0043] ここで、レーザチャンバ13は分割可能であるため、上部拡散材料54と下部拡散材料55とは完全に接合せず、その位置に隙間が生じる。別の言い方をすれば、反射面は、フラッシュランプ12の中心から、レーザロッド11の中心とフラッシュランプ12の中心とを結ぶ線に対して垂直に伸ばした線と交わる位置において部分的に途切れている。

[0044] 図3において、フラッシュランプ12を点灯すると、フラッシュランプ12から放射状に出射した光のうちの一部は、直接にレーザロッド11に入射する。残りは、上部拡散材料54及び下部拡散材料55で形成される反射面で反射し、最終的にレーザロッド11に入射する。ここで、フラッシュランプ12から放射状に出射する光のうち、レーザロッド11とフラッシュランプ12の中心とを結ぶ直線に対して垂直に出射する光を考える。フラッシュ

ランプ12から、レーザロッド11とフラッシュランプ12の中心とを結ぶ直線に対して垂直方向に出射した光は、反射面が途切れていなければ反射面（拡散部材）に対して垂直に入射する。

[0045] 図5に、散乱部材に対して垂直に入射した光に対する反射光の強度の角度依存性を示す。同図において、縦軸は反射光の強度（相対強度）を表し、横軸は反射光の角度 θ を表す。ここでは、散乱部材に対して垂直な方向を $\theta = 0^\circ$ としている。散乱反射の光強度分布には角度依存性があり、 0° 方向が常に強くなることが知られている。例えば、ランバート反射（完全拡散）の場合、散乱光強度は $\cos \theta$ に依存するため、 $\theta = 0$ 、つまり入射光と反対側に進む光の強度が最も高い。

[0046] 上記の、フラッシュランプ12から、レーザロッド11とフラッシュランプ12の中心とを結ぶ直線に対して垂直に出射した光は、その多くが反射面で垂直方向に反射してフラッシュランプ12へ戻る。この光は、フラッシュランプ12を突き抜けて反対側の反射面に垂直に入射し、その多くが垂直方向に反射する。このように、レーザロッド11とフラッシュランプ12の中心とを結ぶ直線に対して垂直な方向に出射した光は、フラッシュランプ12を挟んで反射面の間を往復する成分が多く、レーザロッド11の励起にあまり寄与しない。

[0047] 本実施形態では、反射面（拡散部材）の分割位置を、フラッシュランプ12の中心を通り、レーザロッド11の中心とフラッシュランプ12の中心とを結ぶ直線に対して垂直な直線と反射面とが交差する位置としている。反射面が途切れる位置を、レーザロッド11の励起に寄与しない光が多く入射する位置とすることで、反射面が途切れたことに起因する励起効率の低下を最小化できる。本実施形態では、レーザチャンバを分割可能に構成してフラッシュランプ12の交換の際にレーザロッド11の光軸とミラー14、15やQスイッチ16との間の位置調整を不要にしつつも、励起効率の低下を抑制でき、励起効率の低下を抑制できる分だけ、レーザ出力の低下を抑制できる。

[0048] なお、上部拡散材料 5 4 と下部拡散材料 5 5 の分割位置は、厳密に、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ直線に対して垂直かつフラッシュランプ 1 2 の“中心”を通る直線と拡散材料 5 4、5 5 とが交差する位置であることまでは要しない。分割位置は、上記の位置から、フラッシュランプ 1 2 の直径と同じ長さ程度ずれていてもよい。別の言い方をすれば、反射面は、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ直線に対して垂直かつフラッシュランプ 1 2 の位置を通る直線と拡散材料 5 4、5 5 とが交差する位置で分割可能であってもよい。フラッシュランプ 1 2 の側方で、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ直線に対して垂直に近い角度で反射面に入射する光は、レーザロッド 1 1 の励起に寄与しにくいため、フラッシュランプ 1 2 からの光が垂直に近い角度で反射面に入射する位置に分割位置を設けることで、励起効率の低下を抑制可能である。

[0049] 次いで、本発明の第 2 実施形態を説明する。図 6 は、本発明の第 2 実施形態のレーザチャンバの断面を示す。本実施形態のレーザチャンバ 1 3 a は、拡散材料 5 4 と拡散材料 5 5 とで形成される反射面内の空間に、第 1 のチューブ 5 6 と第 2 のチューブ 5 7 とを有する。その他の点は、図 3 に示す第 1 実施形態のレーザチャンバ 1 3 と同様でよい。

[0050] 第 1 のチューブ 5 6 は、フラッシュランプ 1 2 の外径よりも太い内径を有し、フラッシュランプ 1 2 を内部に収容する。第 1 のチューブ 5 6 とフラッシュランプ 1 2 との間の空間は、冷却媒体で満たされる。第 2 のチューブ 5 7 は、レーザロッド 1 1 の外径よりも太い内径を有し、レーザロッド 1 1 を内部に収容する。第 2 のチューブ 5 7 とレーザロッド 1 1 との間の空間は、冷却媒体で満たされる。拡散材料 5 4 及び拡散材料 5 5 と、第 1 のチューブ 5 6 及び第 2 のチューブ 5 7 との間の空間は、空気で満たされる。

[0051] 図 7 は、レーザチャンバを分割した状態の断面を示す。上部拡散材料 5 4 は上部枠体 5 1 に固定されており、下部拡散材料 5 5 は下部枠体 5 2 に固定

されている。上部拡散材料 5 4 と下部拡散材料 5 5 とは、レーザロッド 1 1 の長手方向に対して垂直な断面から見たときに、レーザロッド 1 1 の中心とフラッシュランプ 1 2 の中心とを結ぶ直線に対して垂直かつフラッシュランプ 1 2 の中心を通る直線と拡散材料 5 4、5 5 とが交差する位置で、レーザロッド 1 1 とフラッシュランプ 1 2 が並ぶ方向に分割可能である。

[0052] 第 2 の枠体 5 2 の位置は固定されている。フラッシュランプ 1 2 を交換する際には、上部枠体 5 1 を、固定されている下部枠体 5 2 から分離する。分離後、上部枠体 5 1 に保持されているフラッシュランプ 1 2 を第 1 のチューブ 5 6 から引き抜き、新しいフラッシュランプと交換する。交換後、新しいフラッシュランプ 1 2 を取り付けした上部枠体 5 1 を、下部枠体 5 2 と一体化させる。交換作業の間、下部枠体 5 2 及びそれに固定されているレーザロッド 1 1 の位置は動かないため、フラッシュランプ 1 2 の交換に際して、レーザロッド 1 1 の光軸と、ミラー 1 4、1 5 や Q スイッチ 1 6 との位置関係の調整は不要である。

[0053] 本実施形態では、第 1 のチューブ 5 6 にフラッシュランプ 1 2 を収容し、第 2 のチューブにレーザロッド 1 1 を収容する。このような構成とした場合でも、第 1 実施形態と同様な効果が得られる。すなわち、レーザチャンバを分割可能に構成してフラッシュランプ 1 2 の交換の際にレーザロッド 1 1 の光軸とミラー 1 4、1 5 や Q スイッチ 1 6 との間の位置調整を不要にしつつも、励起効率の低下を抑制できる。

[0054] 続いて、本発明の第 3 実施形態を説明する。図 8 は、本発明の第 3 実施形態のレーザチャンバの断面を示す。本実施形態のレーザチャンバ 1 3 b は、拡散材料 5 4 と拡散材料 5 5 とで形成される反射面内に、ガラス材 5 8、5 9 が形成されている。ガラス材 5 8、5 9 は、所定の分割位置でレーザロッド 1 1 とフラッシュランプ 1 2 とが並ぶ方向に分割可能である。その他の点は、図 3 に示す第 1 実施形態のレーザチャンバ 1 3 と同様でよい。

[0055] ガラス材 5 8 は、フラッシュランプ 1 2 の外径よりも太い内径を有し、フラッシュランプ 1 2 を内部に収容する第 1 の孔を有する。第 1 の孔とフラッ

シュランブ１２との間の空間は、冷却媒体で満たされる。ガラス材５９は、レーザロッド１１の外径よりも太い内径を有し、レーザロッド１１を収容する第２の孔を有する。第２の孔とレーザロッド１１との間の空間は、冷却媒体で満たされる。

[0056] 図９は、レーザチャンバを分割した状態の断面を示す。上部拡散材料５４は上部枠体５１に固定されており、下部拡散材料５５は下部枠体５２に固定されている。上部拡散材料５４と下部拡散材料５５とは、レーザロッド１１の長手方向に対して垂直な断面から見たときに、レーザロッド１１の中心とフラッシュランブ１２の中心とを結ぶ直線に対して垂直かつフラッシュランブ１２の中心を通る直線と拡散材料５４、５５とが交差する位置で、レーザロッド１１とフラッシュランブ１２が並ぶ方向に分割可能である。

[0057] 上部枠体５１及びガラス材５８と下部枠体５２及びガラス材５９との分割位置と、上部拡散材料５４と下部拡散材料５５との分割位置は、互いに異なってもよい。また、ガラス材５８とガラス材５９との分割位置は、必ずしも上部枠体５１と下部枠体５２の分割位置と同じ位置である必要はない。上部枠体５１と下部枠体５２の分離後に、上部枠体５１と下部枠体５２とを一体化させる際には、ガラス材５８とガラス材５９とが接合する部分に気泡などが生じないように、ガラス材と同等な屈折率を有するジェル状の液体をガラス材の表面に塗布しておくともよい。

[0058] 本実施形態では、ガラス材５８に設けられた第１の孔にフラッシュランブ１２を収容し、ガラス材５９に設けられた第２の孔にレーザロッド１１を収容する。このような構成とした場合でも、第１実施形態と同様な効果が得られる。すなわち、レーザチャンバを分割可能に構成してフラッシュランブ１２の交換の際にレーザロッド１１の光軸とミラー１４、１５やＱスイッチ１６との間の位置調整を不要にしつつも、励起効率の低下を抑制できる。

[0059] なお、上記各実施形態では、レーザロッド１１に励起光を照射するフラッシュランブ１２の本数が１本である例を説明したが、フラッシュランブ１２の数は１本には限定されず、フラッシュランブ１２を複数本用いてもよい。

その場合、レーザチャンバの分割位置を複数設ければよい。

[0060] 図10は、変形例のレーザチャンバの断面を示す。この例では、フラッシュランプ12の本数を2本としている。レーザチャンバ13cの枠体は、第1の枠体51a、第2の枠体52、及び第3の枠体51bで構成される。第1の枠体51aは、第2の枠体52から、レーザロッド11とフラッシュランプ12とが並ぶ方向に分割可能である。第3の枠体51bは、第2の枠体52から、レーザロッド11とフラッシュランプ12とが並ぶ方向に分割可能である。第1の枠体51aはフラッシュランプ12aを保持し、第3の枠体51bはフラッシュランプ12bを保持する。第2の枠体52は、レーザロッド11を保持する。

[0061] 枠体の内部には、第1の拡散材料54a、第2の拡散材料55、及び第3の拡散材料54bが形成される。第1の拡散材料54aは第1の枠体51aに固定され、第2の拡散材料55は第2の枠体52に固定され、第3の拡散材料54bは第3の枠体51bに固定される。第1の拡散材料54aと第2の拡散材料55とは、レーザロッド11の中心とフラッシュランプ12aの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつフラッシュランプ12aの中心を通る直線と拡散材料54a、55とが交差する位置で分割可能である。第3の拡散材料54bと第2の拡散材料55とは、レーザロッド11の中心とフラッシュランプ12bの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつフラッシュランプ12bの中心を通る直線と拡散材料54b、55とが交差する位置で分割可能である。第2実施形態と同様に、レーザロッド11とフラッシュランプ12とをチューブ内に収容してもよいし、第3実施形態と同様に、反射面内にガラス材を形成してもよい。

[0062] 第2の枠体52の位置は固定されている。フラッシュランプ12aを交換する際には、第1の枠体51aを、固定されている第2の枠体52から分離する。分離後、第1の枠体51aに保持されているフラッシュランプ12aを第1の枠体51aから引き抜いて、新しいフラッシュランプと交換する。フラッシュランプ12bを交換する際には、第3の枠体51bを、固定され

ている第2の枠体52から分離する。分離後、第3の枠体51bに保持されているフラッシュランプ12bを第3の枠体51bから引き抜いて、新しいフラッシュランプと交換する。交換作業の間、第2の枠体52及びそれに固定されているレーザロッド11の位置は動かないため、フラッシュランプ12a及びフラッシュランプ12

bの交換に際して、レーザロッド11の光軸と、ミラー14、15（図1）やQスイッチ16との位置関係の調整は不要である。

[0063] 続いて、本発明の固体レーザ装置を含む光音響計測装置を説明する。図1は、固体レーザ装置10を含む光音響計測装置を示す。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、固体レーザ装置10とを備える。なお、本発明の実施形態では、音響波として超音波を用いるが、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を用いても良い。

[0064] 固体レーザ装置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。

[0065] 被検体内では、光吸収体が照射されたレーザ光のエネルギーを吸収することで超音波（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、及び送信した超音波に対する被検体からの反射音響波（反射超音波）の受信を行う。

[0066] 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1

28、及び送信制御回路129を有する。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する。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及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及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及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。

[0067] 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に入力する。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。

[0068] 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。

[0069] 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、或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。

[0070] 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。固体レーザ装置10内の図示しない制御手段は、トリガ信号を受け取ると、フラッシュランプ12を点灯し、その後、ポッケルスセル18への印加電圧を第1の電圧から第2の電圧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。

[0071] 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。

[0072] 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。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、これには限定されない。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可能である。

[0073] 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、本発明のレーザチャンバ、固体レーザ装置、及び光音響計測装置は、上記実施形態にのみ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修正及び変更を施したものの、本発明の範囲に含まれる。

符号の説明

[0074] 10：固体レーザ装置
11：レーザロッド
12：フラッシュランプ

- 13 : レーザチャンバ
- 14、15 : ミラー
- 16 : Qスイッチ
- 17 : $1/4$ 波長板
- 18 : ポッケルスセル
- 19 : ポラライザ
- 30 : 冷却機器
- 31、32 : 配管
- 33、34 : 穴
- 51、52 : 枠体
- 53 : Oリング
- 54、55 : 拡散材料
- 56、57 : チューブ
- 58、59 : ガラス材
- 100 : 光音響計測装置
- 101 : プローブ
- 102 : 超音波ユニット
- 103 : 画像表示手段
- 121 : 受信回路
- 122 : AD変換手段
- 123 : 受信メモリ
- 124 : データ分離手段
- 125 : 光音響画像生成手段
- 126 : 超音波画像生成手段
- 127 : 画像合成手段
- 128 : 制御手段
- 129 : 送信制御回路
- 200 : レーザチャンバ

201 : レーザロッド

202 : 励起ランプ

204、205 : ミラー

210 : 上部反射筒

211 : 下部反射筒

請求の範囲

- [請求項1] レーザロッドと該レーザロッドを励起するための光を出射する励起ランプとを収容する空間を有する枠体と、
前記枠体の内側に形成され、前記励起ランプから出射した光を反射する反射面とを備え、
前記枠体が、所定の分割位置で前記レーザロッドと前記励起ランプとが並ぶ方向に分割可能であり、かつ、前記反射面が、前記レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たときに、前記レーザロッドの中心と前記励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつ前記励起ランプの位置を通る直線と前記反射面とが交差する位置で、前記レーザロッドと前記励起ランプとが並ぶ方向に分割可能であることを特徴とするレーザチャンバ。
- [請求項2] 前記反射面が、前記レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たときに、前記レーザロッドの中心と前記励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつ前記励起ランプの中心を通る直線と前記反射面とが交差する位置で分割可能である請求項1に記載のレーザチャンバ。
- [請求項3] 前記枠体の分割位置と前記反射面の分割位置とが互いに異なる請求項1又は2に記載のレーザチャンバ。
- [請求項4] 前記反射面が、入射した光を拡散反射する拡散材料を用いて形成されている請求項1から3何れか1項に記載のレーザチャンバ。
- [請求項5] 前記反射面が、前記レーザロッド及び前記励起ランプを取り囲んでおり、前記レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たとき、前記レーザロッドの中心と前記励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して垂直な方向から前記レーザロッド及び前記励起ランプを挟む込む二つの側面が、少なくとも、前記レーザロッドの中心と前記励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して前記励起ランプの中心から垂直に伸ばした直線と交わる位置において、前記レーザロッドの中心と前記励起

ランプの中心とを結ぶ直線に対して平行である請求項 1 から 4 何れか 1 項に記載のレーザチャンバ。

[請求項6] 前記空間が、気体又は液体で満たされる請求項 1 から 4 何れか 1 項に記載のレーザチャンバ。

[請求項7] 前記空間内に、前記レーザロッドの外径よりも太い内径を有し、前記レーザロッドを内部に収容する第 1 のチューブと、前記励起ランプの外径よりも太い内径を有し、前記励起ランプを収容する第 2 のチューブとを更に備える請求項 1 から 5 何れか 1 項に記載のレーザチャンバ。

[請求項8] 前記空間内に、前記レーザロッドの外径よりも太い内径を有し、前記レーザロッドを内部に収容する第 1 の孔と、前記励起ランプの外径よりも太い内径を有し、前記励起ランプを収容する第 2 の孔とを有するガラス材を更に備え、該ガラス材が、所定の分割位置で前記レーザロッドと前記励起ランプとが並ぶ方向に分割可能である請求項 1 から 5 何れか 1 項に記載のレーザチャンバ。

[請求項9] レーザロッドと、
前記レーザロッドを励起するための光を出射する励起ランプと、
前記レーザロッドと前記励起ランプとを収容する空間を有する枠体と、該枠体の内側に形成され、前記励起ランプから出射した光を反射する反射面とを備えるレーザチャンバとを備え、
前記枠体が、所定の分割位置で前記レーザロッドと前記励起ランプとが並ぶ方向に分割可能であり、かつ、前記反射面が、前記レーザロッドの長手方向に対して垂直な断面から見たときに、前記レーザロッドの中心と前記励起ランプの中心とを結ぶ直線に対して垂直かつ前記励起ランプの位置を通る直線と前記反射面とが交差する位置で、前記レーザロッドと前記励起ランプとが並ぶ方向に分割可能であることを特徴とする固体レーザ装置。

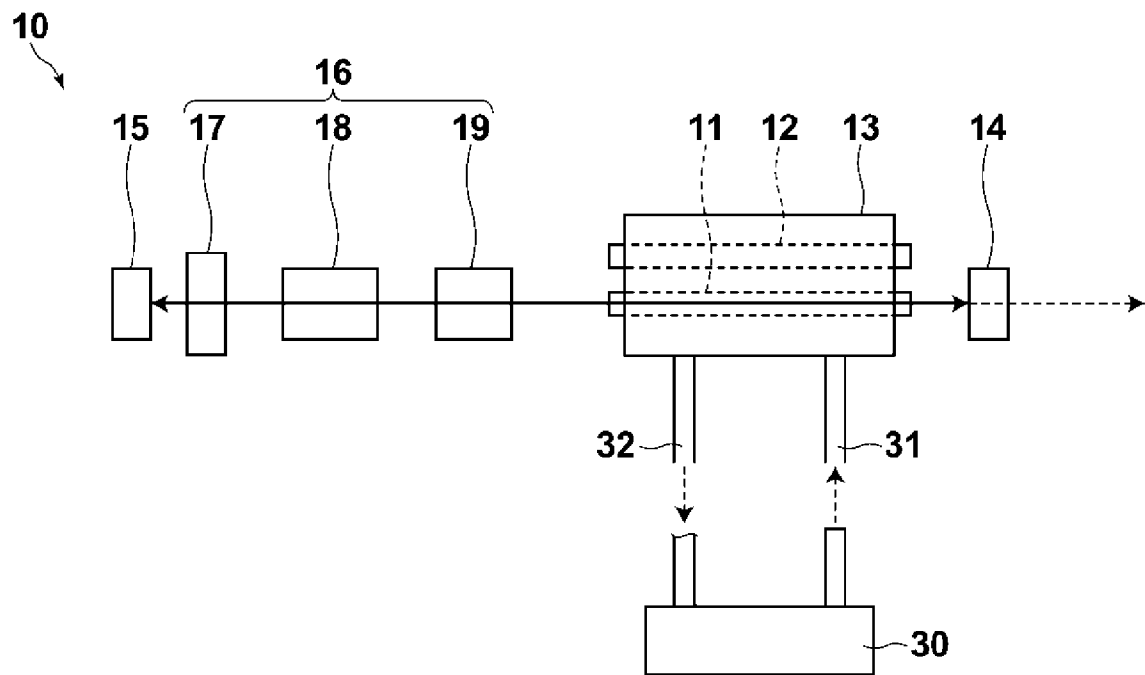
[請求項10] 分割された前記枠体の一方は前記レーザロッドを保持し、分割され

た前記枠体の他方は前記励起ランプを保持する請求項 9 に記載の固体レーザー装置。

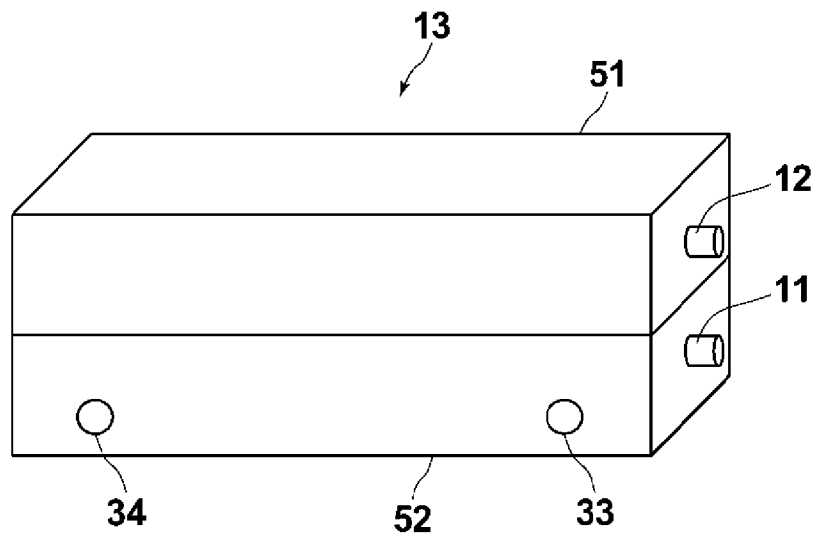
[請求項11] 前記レーザーロッドを保持する前記枠体の一方が所定の位置に固定されており、前記励起ランプを保持する前記枠体の他方が前記枠体の一方から取り外し可能に構成されている請求項 10 に記載の固体レーザー装置。

[請求項12] 請求項 9 から 11 何れか 1 項に記載の固体レーザー装置と、
前記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た後に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実施する信号処理手段とを備えたことを特徴とする光音響計測装置。

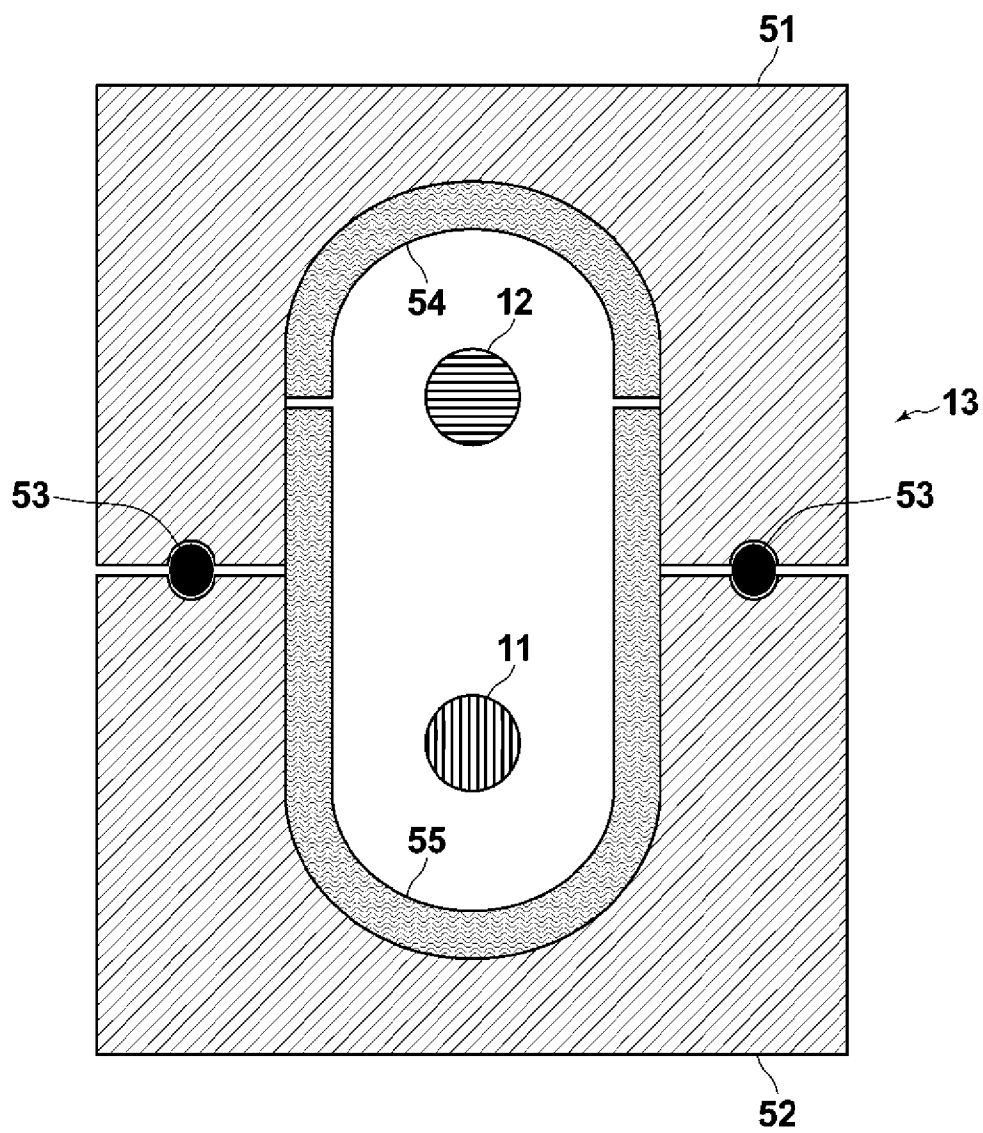
[図1]



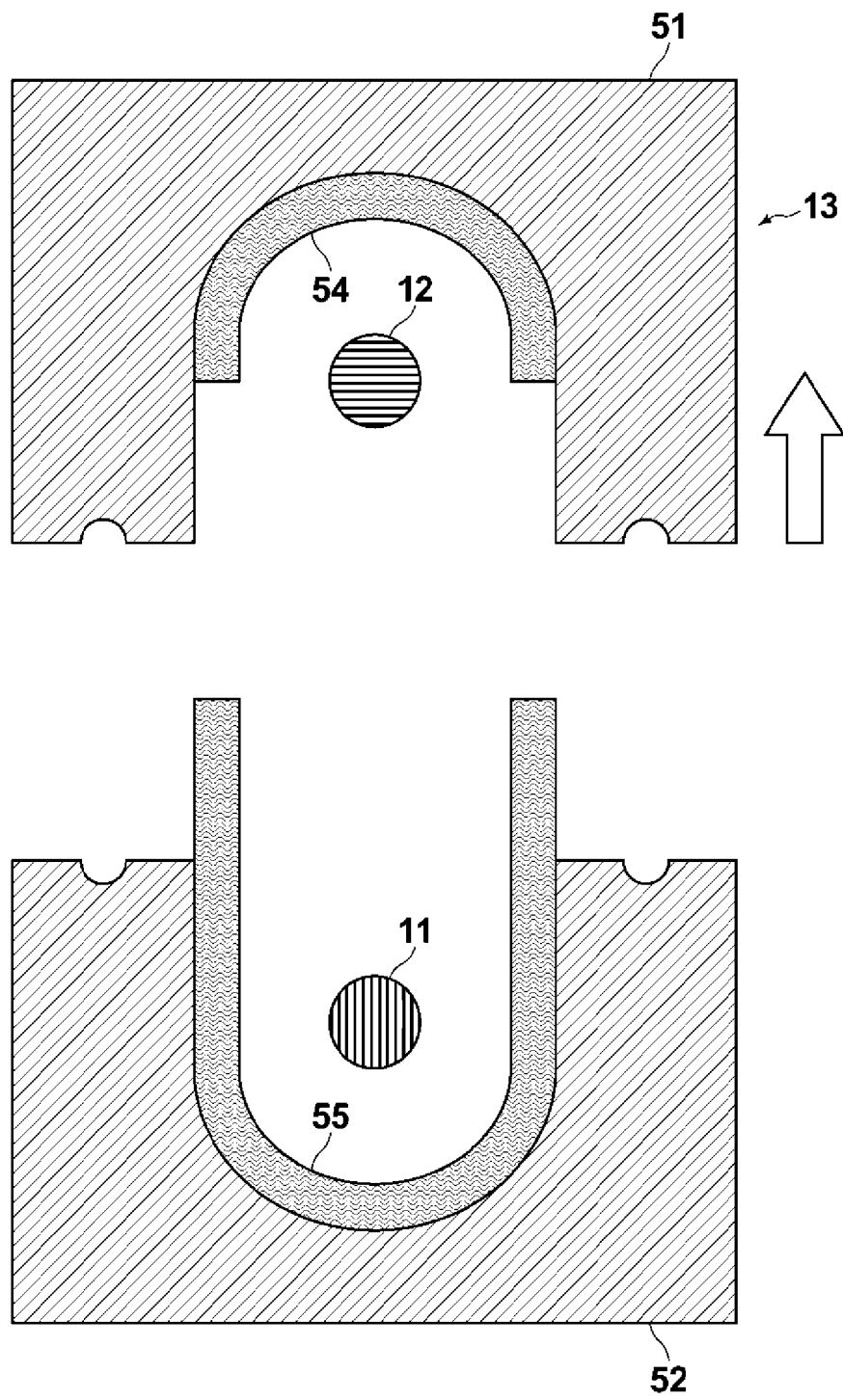
[図2]



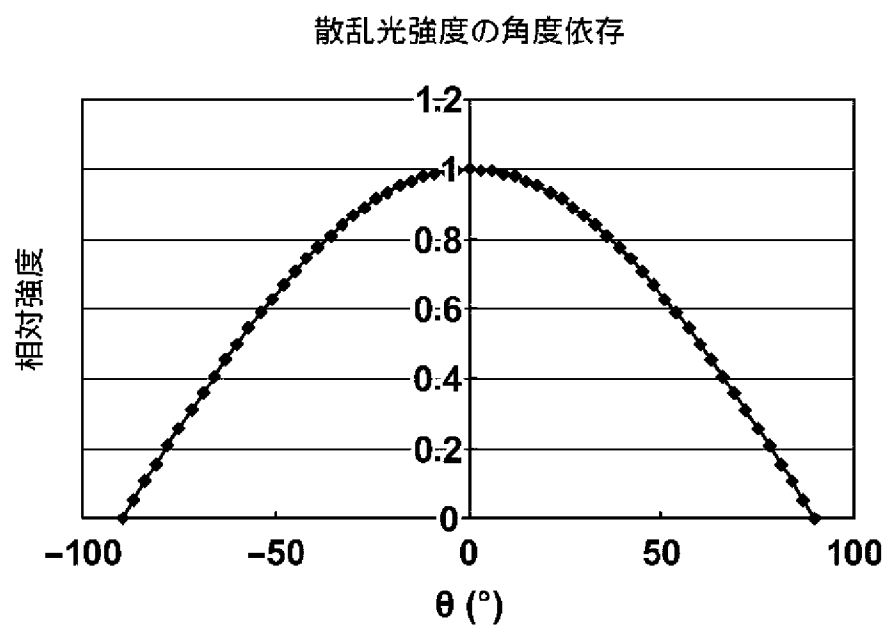
[図3]



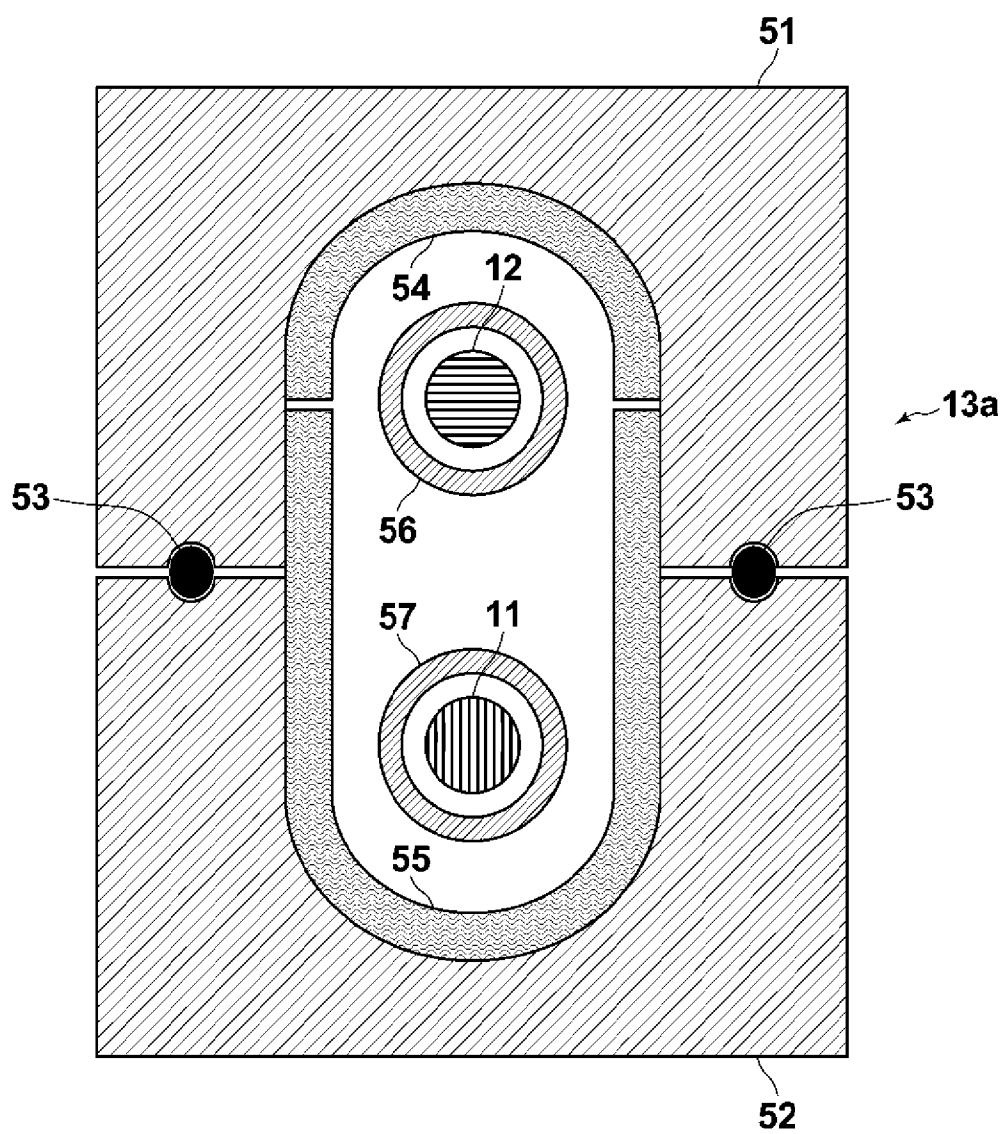
[図4]



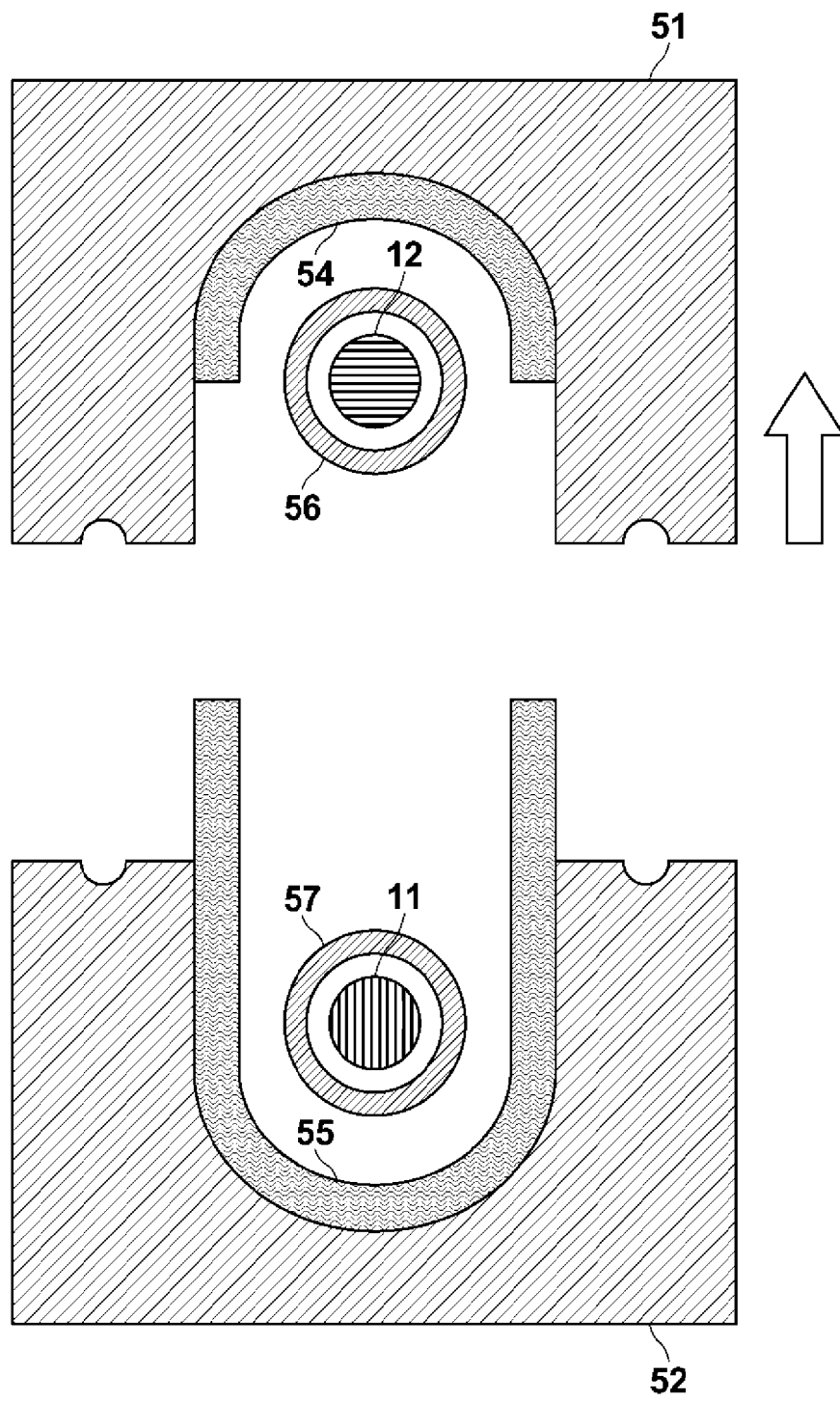
[図5]



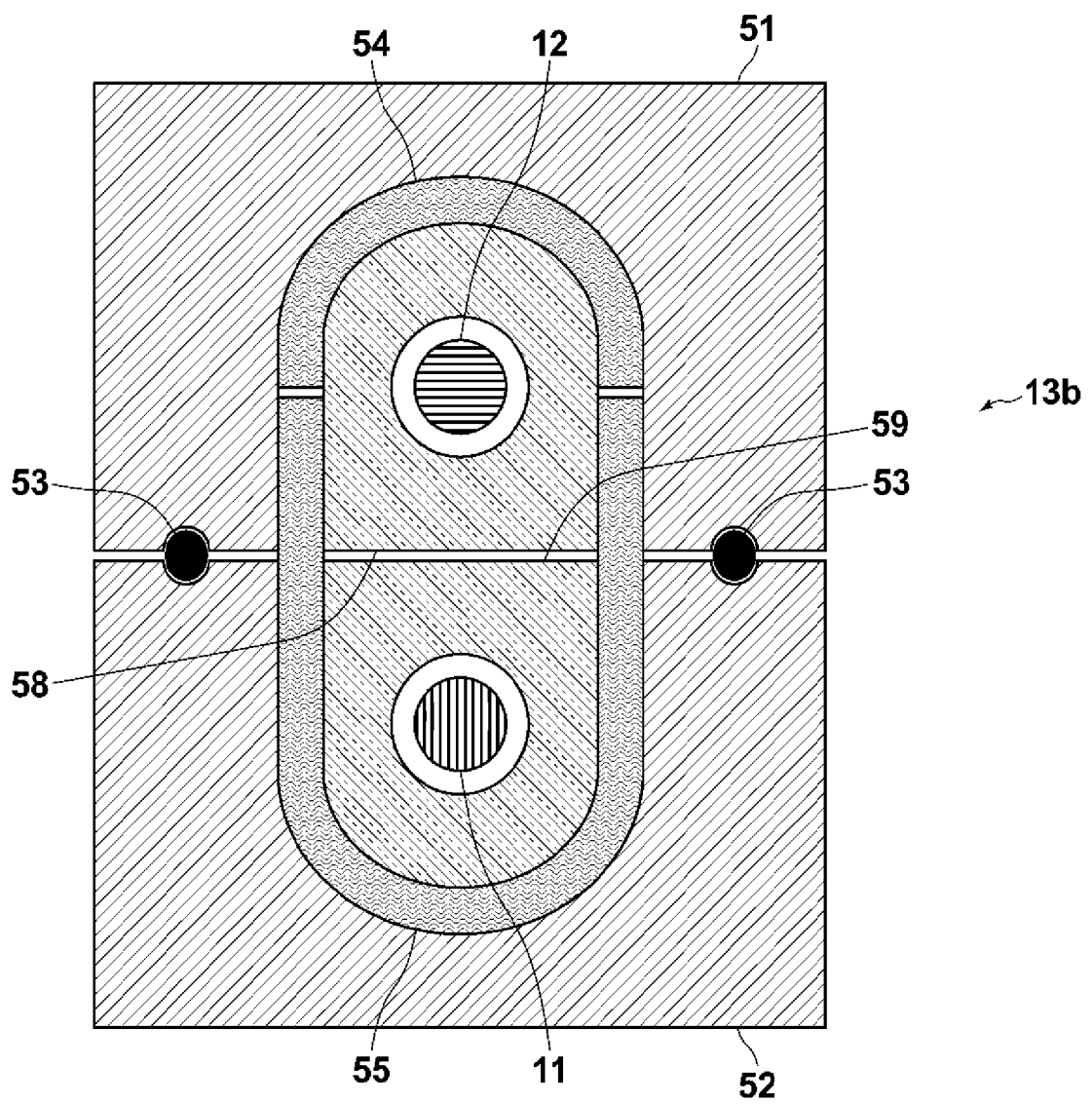
[図6]



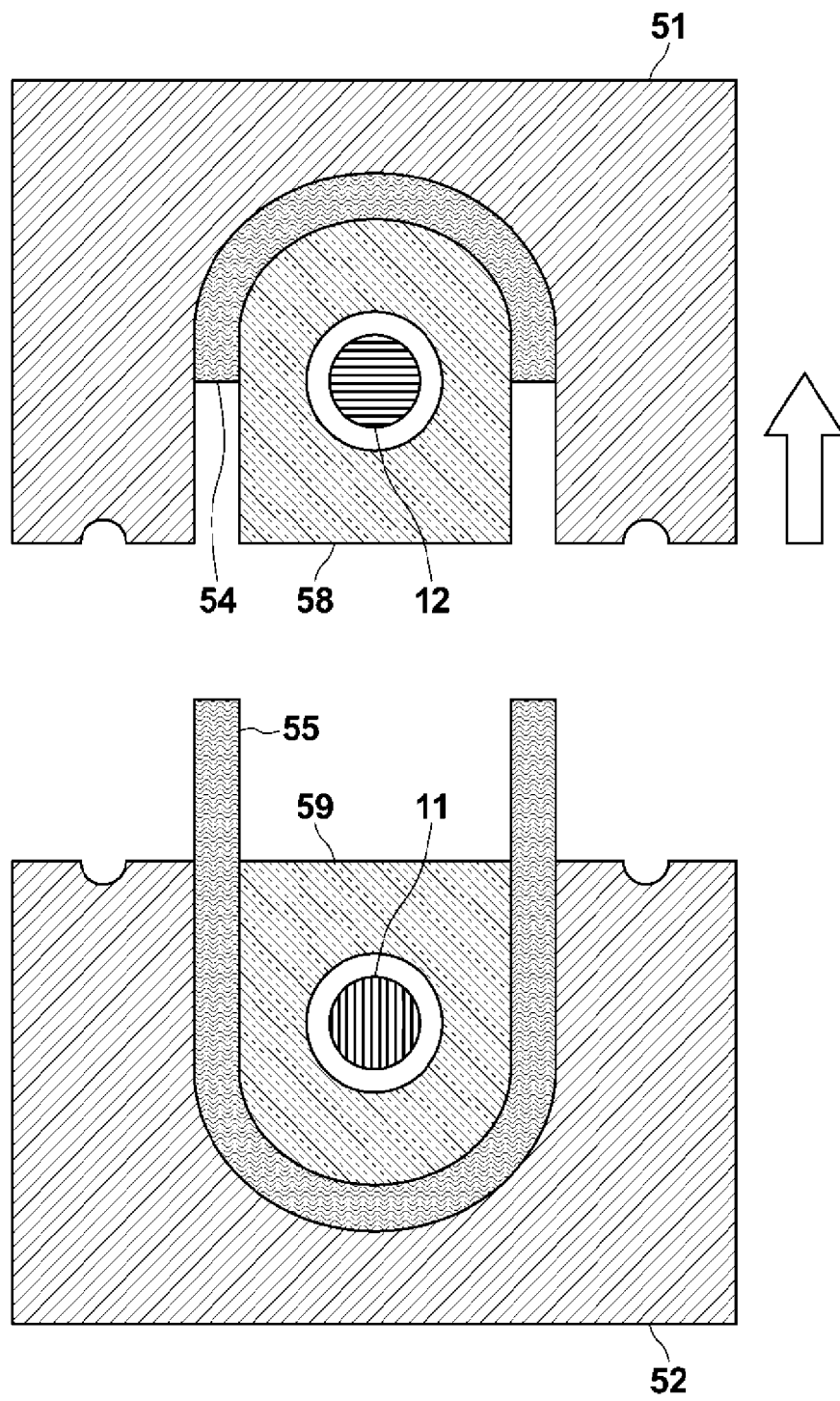
[図7]



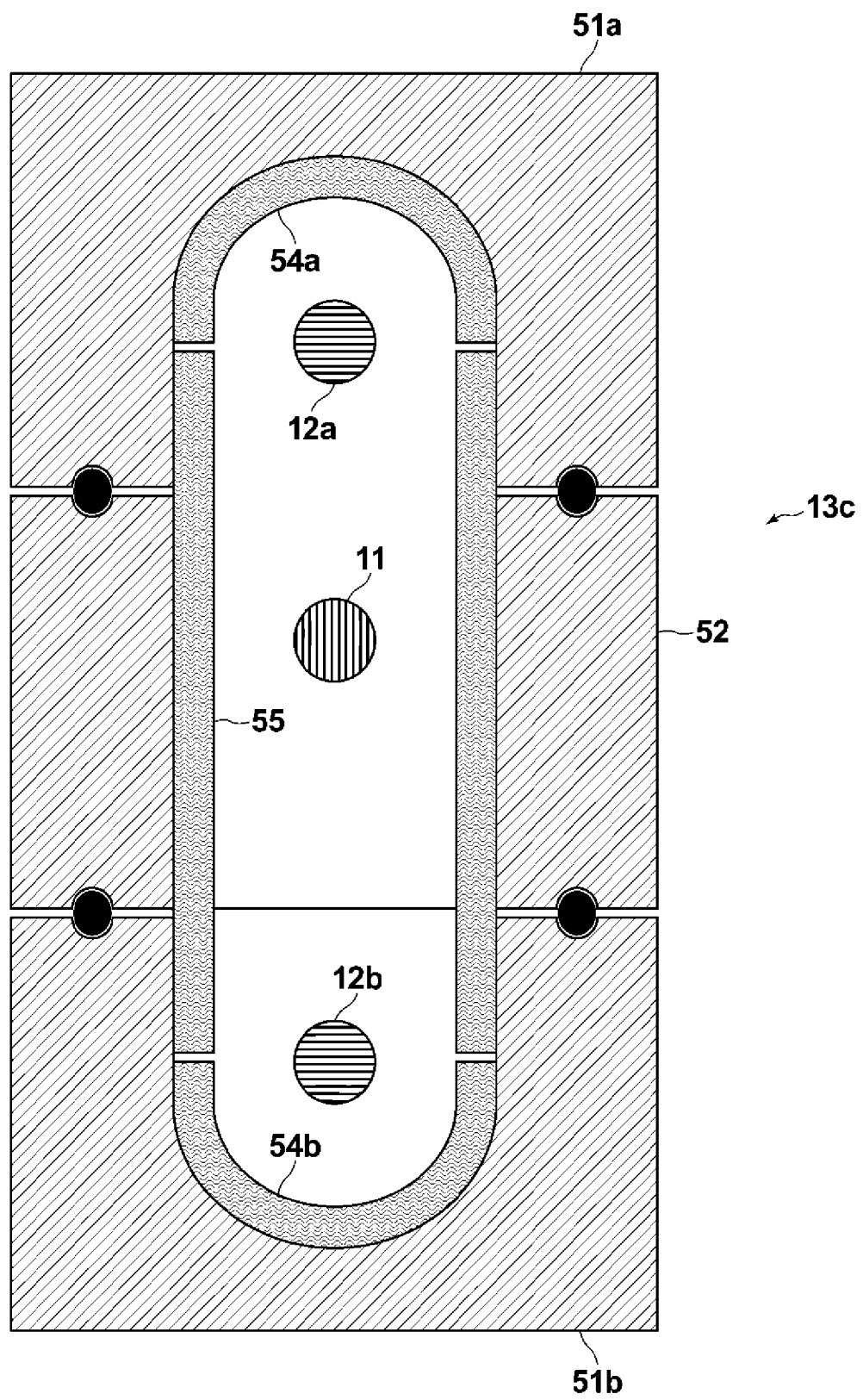
[図8]



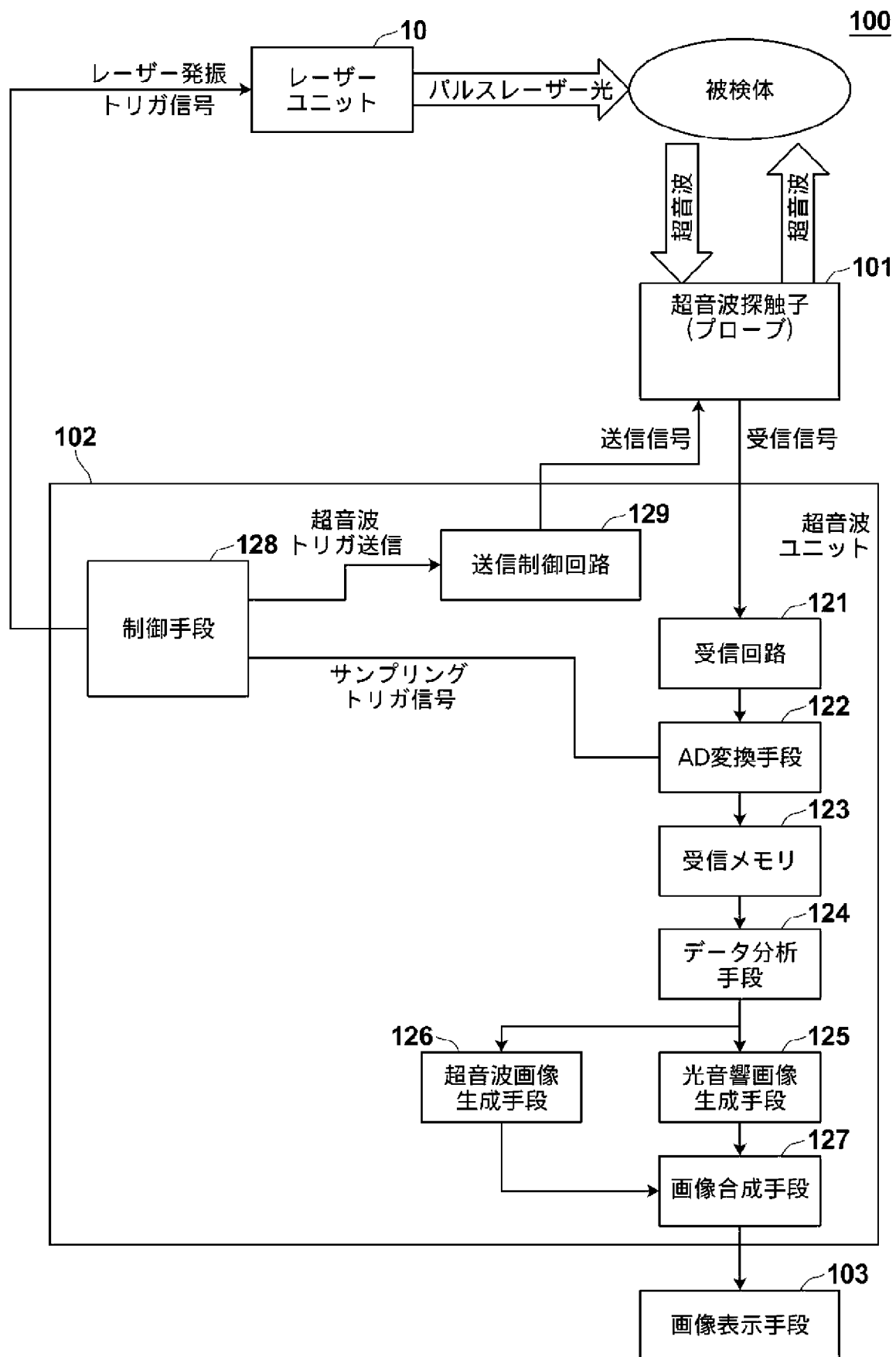
[図9]



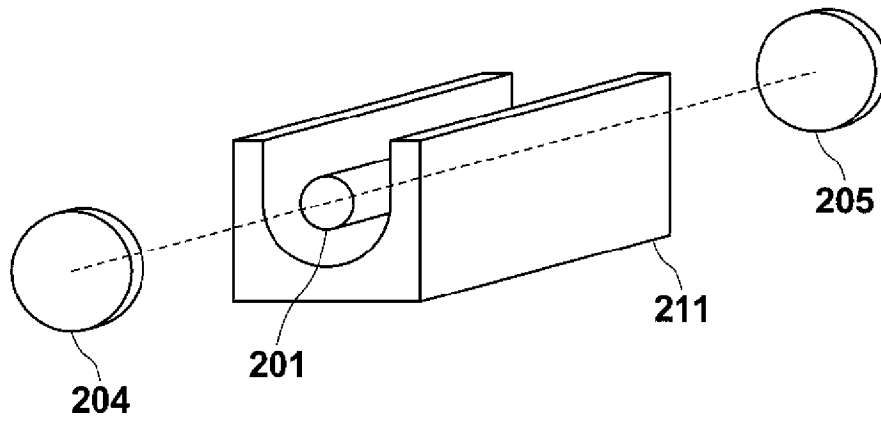
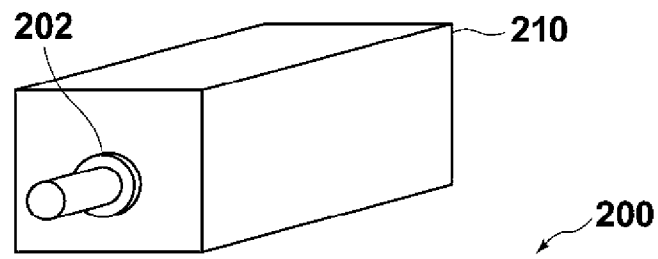
[図10]



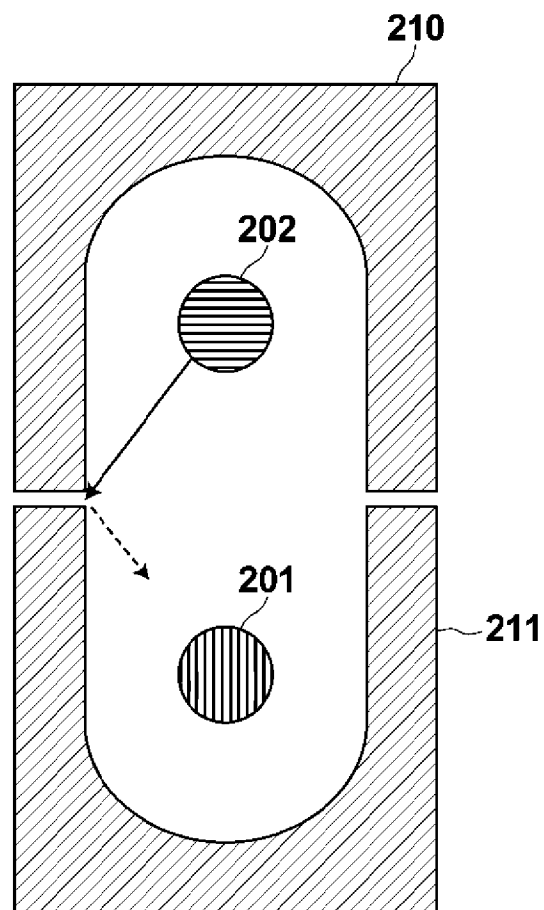
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/093(2006.01)i, A61B8/00(2006.01)i, G01N21/00(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, A61B8/00, G01N21/00

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	US 4933946 A (Jerry W. Kuper), 12 January 1990 (12.01.1990), abstract; all drawings (Family: none)	1-12
A	US 4096450 A (Lowell W. Hill), 20 January 1978 (20.01.1978), abstract; all drawings & JP 53-132293 A & GB 1578304 A & DE 2812283 A & FR 2388424 A	1-12
A	JP 2013-179108 A (Japan Atomic Energy Agency), 09 September 2013 (09.09.2013), abstract; all drawings (Family: none)	1-12

☒ 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
04 November, 2014 (04.11.14)

Date of mailing of the international search report
18 November, 2014 (18.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070258

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 2013-74180 A (Fujifilm Corp.), 22 April 2013 (22.04.2013), abstract; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 11-204861 A (Amada Engineering Center Co., Ltd.), 30 July 1999 (30.07.1999), abstract; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 6-268298 A (President of Osaka University), 22 September 1994 (22.09.1994), abstract; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 4-148577 A (Kunitada TANAKA), 21 May 1992 (21.05.1992), claims; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 4-73982 A (Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.), 09 March 1992 (09.03.1992), claims; all drawings & US 5263042 A & EP 467298 A2	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/093(2006.01)i, A61B8/00(2006.01)i, G01N21/00(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, A61B8/00, G01N21/00

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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	US 4933946 A (Jerry W. Kuper) 1990.01.12, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	US 4096450 A (Lowell W. Hill) 1978.01.20, 要約, 全図 & JP 53-132293 A & GB 1578304 A & DE 2812283 A & FR 2388424 A	1-12
A	JP 2013-179108 A (独立行政法人日本原子力研究開発機構) 2013.09.09, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-12

☒ 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

04.11.2014

国際調査報告の発送日

18.11.2014

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 03-3581-1101 内線 3294

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 2013-74180 A (富士フイルム株式会社) 2013. 04. 22, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 11-204861 A (株式会社アマダエンジニアリングセンター) 1999. 07. 30, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 6-268298 A (大阪大学長) 1994. 09. 22, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 4-148577 A (田中邦忠) 1992. 05. 21, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 4-73982 A (三井石油化学工業株式会社) 1992. 03. 09, 特許請求の範囲, 全図 & US 5263042 A & EP 467298 A2	1-12