

(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
2014 年 1 月 30 日(30.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/017044 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 8/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/004241
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 9 日(09.07.2013)
- (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 2012-166545 2012 年 7 月 27 日(27.07.2012) JP
特願 2013-141256 2013 年 7 月 5 日(05.07.2013) 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 2 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 入澤 覚(IRISAWA, Kaku); 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 広田 和弘(HIROTA, Kazuhiro); 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3 ー 1 8 ー 3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

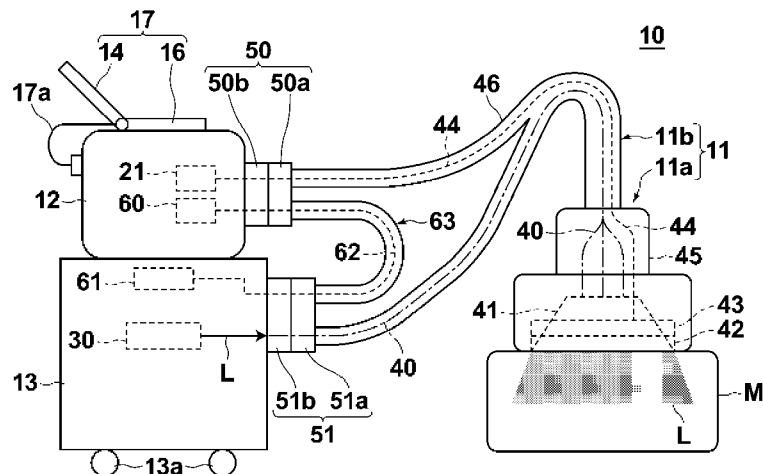
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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))

(54) Title: PROBE FOR ACOUSTIC SIGNAL DETECTION AND PHOTOACOUSTIC MEASURING DEVICE PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称: 音響信号検出用のプローブおよびそれを備えた光音響計測装置



(57) Abstract: [PROBLEM] To make it possible to connect an acoustic signal processing unit and a light source unit without complication when a photoacoustic measuring device is being set up. [Solution] A probe (11) connected respectively to an acoustic signal processing unit (12) and a light source unit (13) and used for detecting photoacoustic waves (U) from a subject (M) is configured so as to be provided with: a probe main body (11a) having an acoustic detection part (42) for detecting photoacoustic waves (U) and a light irradiation part (41) for irradiating light (L) onto the subject (M); an acoustic signal line (44) for transmitting to the acoustic signal processing unit (12) a photoacoustic signal of photoacoustic waves (U) detected by the acoustic detection part (42); a light conducting part (40) for conducting light (L) output from the light source unit (13) to the light irradiation part (41); and a control signal line (62) for connecting between the acoustic signal processing unit (12) and the light source unit (13).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/017044 A1



【課題】光音響計測装置の設定のときに煩雑なく、音響信号処理ユニットおよび光源ユニットを接続することを可能とする。【解決手段】音響信号処理ユニット（１２）および光源ユニット（１３）のそれぞれに接続され、被検体（Ｍ）からの光音響波（Ｕ）を検出するために用いられるプローブ（１１）を、光音響波（Ｕ）を検出する音響検出部（４２）、および被検体（Ｍ）に光（Ｌ）を照射する光照射部（４１）を有するプローブ本体（１１ａ）と、音響検出部（４２）で検出された光音響波（Ｕ）の光音響信号を音響信号処理ユニット（１２）に伝送する音響信号線（４４）と、光源ユニット（１３）から出射した光（Ｌ）を光照射部（４１）まで導光する導光部（４０）と、音響信号処理ユニット（１２）および光源ユニット（１３）の間を接続する制御信号線（６２）とを備える構成とする。

明 細 書

発明の名称：

音響信号検出用のプローブおよびそれを備えた光音響計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、被検体内を伝搬する音響波の信号を検出するプローブおよびそれを備えた光音響計測装置に関するものである。

背景技術

[0002] 光音響分光法は、所定の波長（例えば、可視光、近赤外光又は中間赤外光の波長帯域）を有する光を被検体に照射し、被検体内の特定物質がこの光のエネルギーを吸収した結果生じる弾性波である光音響波を検出して、その特定物質の濃度または分布を計測するものである（例えば特許文献1）。被検体内の特定物質とは、例えば被検体が人体である場合には、血液中に含まれるグルコースやヘモグロビンなどである。さらに、光音響波を検出しその検出信号に基づいて光音響画像を生成する技術は、光音響イメージング（P A I : Photoacoustic Imaging）或いは光音響トモグラフィー（P A T : Photo Acoustic Tomography）と呼ばれる。

[0003] 上記のような光音響分光法を利用した計測（光音響計測）を実施するためには、主に、被検体に照射する光を出射する光源ユニット、被検体からの音響信号を検出するプローブ、検出した音響信号を処理する音響信号処理ユニットが必要である。そこで、装置のメンテナンス性や取扱いの利便性等を考慮して、例えば特許文献2に示されるように、音響信号処理ユニットおよび光源ユニットをそれぞれ別体として構成することがある。ただ、このような場合には、光の出力タイミングと音響信号の検出タイミングとを同期させる必要があることから、例えば特許文献2の装置は、音響信号処理ユニットの指示に従って光源ユニットから光が出射するように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-12295号公報

特許文献2：特開2004-351023号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献2には、どのようにして音響信号処理ユニットの指示を光源ユニットに送っているのかについて具体的に記載されていない。

[0006] また、そのような方法としては、何らかのケーブルで音響信号処理ユニットおよび光源ユニットを接続する方法が一般的に考えられるが、この場合、装置の設定の際にケーブルの取扱いが煩雑となる。

[0007] 本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、光音響計測装置の設定のときに煩雑なく、音響信号処理ユニットおよび光源ユニットを接続することを可能とするプローブを提供することを目的とするものである。

[0008] さらに本発明は、煩雑なく装置を設定することを可能とする光音響計測装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明の音響信号検出用のプローブは、音響信号処理ユニットおよび光源ユニットを互いに接続するための制御信号線を一体として備えることを特徴とするものである。

[0010] すなわち、本発明に係るプローブは、

音響信号処理ユニットおよび光源ユニットのそれぞれに接続され、被検体からの光音響波を検出するために用いられるプローブであって、

光音響波を検出する音響検出部、および被検体に光を照射する光照射部を有するプローブ本体と、

音響検出部で検出された光音響波の光音響信号を音響信号処理ユニットに伝送する音響信号線と、

光源ユニットから出射した光を光照射部まで導光する導光部と、

音響信号処理ユニットおよび光源ユニットの間を接続する制御信号線とを備えることを特徴とするものである。

- [0011] そして、本発明に係るプローブは、音響信号処理ユニットに着脱可能な第1コネクタ部を備え、第1コネクタ部は、音響信号線の端子および制御信号線の端子を有するものであることが好ましい。
- [0012] また、本発明に係るプローブは、光源ユニットに着脱可能な第2コネクタ部を備え、第2コネクタ部は、導光部の光入射側端部および制御信号線の端子を有するものであることが好ましい。
- [0013] また、本発明に係るプローブにおいて、制御信号線は、音響信号線および／または導光部と一体としてシース部材により被覆されたものであることが好ましい。
- [0014] また、本発明に係るプローブにおいて、プローブ本体は、光音響波の検出を制御するプローブ制御回路を有し、制御信号線は、プローブ制御回路を介して両ユニット間の接続を行う構成を採用することができる。この場合において、制御信号線のうち、音響信号処理ユニットとプローブ制御回路とを接続する部分は電氣的信号線であり、光源ユニットとプローブ制御回路とを接続する部分は光学的信号線である構成を採用できる。
- [0015] また、本発明に係るプローブにおいて、音響検出部から出力された光音響信号を増幅するプリアンプ部と、音響信号処理ユニットから受給した電力をプリアンプ部に供給するプリアンプ用電源部とを有する構成を採用できる。
- [0016] 本発明に係る光音響計測装置は、
上記に記載のプローブと、
このプローブによって検出された光音響信号を処理する音響信号処理ユニットと、
光音響計測を行うために被検体に照射する光を出射する光源ユニットとを備え、
音響信号処理ユニットおよび光源ユニットが、プローブの制御信号線を介して送受信される制御信号によって互いに通信するものであることを特徴とするものである。
- [0017] ここで、プローブが、音響信号線の端子および制御信号線の端子を有する

第1コネクタ部を有するものである場合には、音響信号処理ユニットは、第1コネクタ部に対応する第1コネクタ受け部を有するものとする。また、プローブが、導光部の光入射側端部および制御信号線の端子を有する第2コネクタ部を有する場合には、光源ユニットは、第2コネクタ部に対応する第2コネクタ受け部を有するものとする。

[0018] また、本発明に係る光音響計測装置において、光源ユニットは、両ユニット間の接続が確認できない場合に、光を出射しないものであることが好ましい。或いは、音響信号処理ユニットは、両ユニット間の接続が確認できない場合に、光源ユニットに光を出射させる旨の制御信号を送信しないものであることが好ましい。さらに、音響信号処理ユニットまたは光源ユニットが、両ユニット間の接続が確認できない場合に、警告を発するものであることが好ましい。

[0019] また、本発明に係る光音響計測装置において、音響信号処理ユニットおよび光源ユニットは、両ユニット間の接続が確認できた場合に、自動で光音響画像取得モードとなるものであることが好ましい。

[0020] また、本発明に係る光音響計測装置において、音響信号処理ユニットが、光音響信号に基づいて光音響画像を生成するものである構成を採用できる。この場合において、プローブが、被検体に対して送信された超音波に対する反射超音波を検出するものであり、音響信号処理ユニットが、反射超音波の超音波信号に基づいて超音波画像を生成するものである構成を採用できる。

[0021] また、本発明に係る光音響計測装置において、光源ユニットが、制御信号が伝送される回路上にフォトインタラプタを有し、フォトインタラプタが、フォトインタラプタに入力された電氣的な制御信号を光学的信号に変換し、当該光学的信号を電氣的信号に変換し、変換された当該電気信号を出力するものである構成を採用できる。

発明の効果

[0022] 本発明に係るプローブは、音響信号処理ユニットおよび光源ユニットを接続するための制御信号線を一体として備えるから、両ユニット間を接続する

ためのケーブルを別個に取り扱う煩雑さを低減できる。この結果、光音響計測装置の設定のときにより煩雑なく、音響信号処理ユニットおよび光源ユニットを接続することが可能となる。

[0023] また、本発明に係る光音響計測装置は、上記プローブを備えているから、より煩雑なく装置を設定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]第1の実施形態における光音響計測装置の構成を示す概略図である。

[図2]プローブ本体の内部構成を示す概略図である。

[図3]第1の実施形態における光音響計測装置の内部構成を示すブロック図である。

[図4]光音響計測装置の他の構成例を示す概略図である。

[図5]プローブの他の構成例を示す概略図である。

[図6]プローブの他の構成例を示す概略図である。

[図7]プローブの他の構成例を示す概略図である。

[図8]プローブの他の構成例を示す概略図である。

[図9]プローブの他の構成例を示す概略図である。

[図10]第2の実施形態における光音響計測装置の内部構成を示すブロック図である。

[図11]第3の実施形態における光音響計測装置の構成を示す概略図である。

[図12]第4の実施形態における光音響計測装置の構成を示す概略図である。

[図13]第4の実施形態における光音響計測装置の設計変更例を示す概略図である。

[図14]第4の実施形態における光音響計測装置の設計変更例を示す概略図である。

[図15]第4の実施形態における光音響計測装置の設計変更例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明するが、本発明はこれ

に限られるものではない。なお、視認しやすくするため、図面中の各構成要素の縮尺等は実際のものとは適宜異ならせてある。

[0026] 「第 1 の実施形態」

図 1 は、第 1 の実施形態における光音響計測装置の構成を示す概略図であり、図 2 は、図 1 とは異なる方向から見たプローブ本体の内部構成を示す概略図である。なお、本実施形態では、光音響計測装置は、光音響信号に基づいて光音響画像を生成する光音響画像生成装置であるとする。

[0027] 本実施形態の光音響画像生成装置 10 は、図 1 に示されるように、プローブ 11、超音波ユニット 12、レーザユニット 13 およびパーソナルコンピュータ（PC）17 から構成される。そして、レーザユニット 13 から出射した光 L がプローブ 11 を通って被検体 M に照射され、この光の照射に起因する光音響波がプローブ 11 で検出される。

[0028] <プローブ>

プローブ 11 は、図 1 および 2 に示されるように、大きくプローブ本体 11a（プローブの本来的な機能が集約された部分）およびケーブル部 11b に分けることができる。そして、プローブ本体 11a には、主に導光板 41、音響検出部 42、プローブ制御回路 43、およびこれらを収容する筐体 45 が含まれる。一方、ケーブル部 11b には、主に光ファイバ 40、音響信号線 44 および制御信号線 62 が挿通されている。プローブ 11 と超音波ユニット 12 はコネクタ 50 によって着脱可能に接続されており、プローブ 11 とレーザユニット 13 はコネクタ 51 によって着脱可能に接続されている。

[0029] 光ファイバ 40 は、レーザ光 L を出力するレーザユニット 13 にコネクタ 51 を介して光学的に接続されており、レーザ光 L を導光板 41 まで導光する。光ファイバ 40 は、本発明の導光部に相当する。光ファイバ 40 は、特に限定されず、石英ファイバ等の公知のものを使用することができる。光ファイバ 40 としては、シングルファイバを使用してもよいし、バンドルファイバを使用してもよい。

[0030] 導光板 4 1 は、例えばアクリル板や石英板の表面に特殊な加工を施して、一方の端面から入れた光を他方の端面から均一に面発光させる板である。導光板 4 1 は、本発明の光照射部に相当する。図 1 および 2 に示されるように、本実施形態では 2 つの導光板 4 1 が、音響検出部 4 2 を挟んで対向するように配置されている。光ファイバ 4 0 と導光板 4 1 とは互いに光学的に結合されている。導光板 4 1 は、図 1 に示されるように、例えば光ファイバ 4 0 と結合された側が先細りのテーパ形状に形成される。さらに、光ファイバ 4 0 と結合される導光板 4 1 の部分は、光エネルギーによる破損を回避するために、ガラス材料で形成されることが好ましい。一方、その他の部分は、例えばアクリル等の樹脂材料で形成される。導光板 4 1 は必ずしも必須ではなく、導光板 4 1 を使用しない場合には、光ファイバ 4 0 の出射端面が光照射部として機能する。

[0031] 音響検出部 4 2 は、被検体からの音響波を検出し、検出した音響波の強度に応じた電気信号（音響信号）を生成する。なお本明細書において、「音響波」とは超音波および光音響波を含む意味である。ここで、「超音波」とは、圧電素子等の音響波発生装置の振動により被検体内に発生した弾性波およびその反射波を意味し、「光音響波」とは、光の照射による光音響効果により被検体内に発生した弾性波を意味する。音響検出部 4 2 は、例えばバックリング材、音響検出素子アレイ、音響整合層および音響レンズから構成される。バックリング材は、音響検出素子アレイを透過した音響波を吸収して、音響波の反射波が被検体 M 側へ戻ることを抑制する機能を果たす。音響検出素子アレイは、複数の音響検出素子の 1 次元または 2 次元に配列したものであり、実際に検出した音響波を電気信号に変換する。音響検出素子は、例えば、圧電セラミクス、またはポリフッ化ビニリデン（P V D F）のような高分子フィルムから構成される圧電素子である。音響整合層は、例えば音響検出素子アレイの検出面上に形成されており、音響インピーダンスを整合する機能を果たす。また、音響レンズは、例えば音響整合層の音響検出素子アレイとは反対側の表面上に形成されており、音響をフォーカスさせる機能を果

たす。

[0032] プローブ制御回路43は、プリアンプ、遅延回路および加算回路等の信号処理回路を含み、音響検出部42における音響波の検出や送信を制御する。例えば、音響検出部42によって生成された光音響信号は、プリアンプによって増幅処理される。また、音響検出部42によって生成された超音波信号は、プローブ制御回路43で整相加算されて超音波ユニット12へ伝送される。また、プローブ制御回路43は、超音波ユニット12から指令を受けて音響検出素子アレイを制御し、超音波を送信させる。また、プローブ制御回路43は、プローブの識別情報を有する場合には、その情報を超音波ユニット12へ送信する。

[0033] 筐体45は、例えば、プローブ本体11aの範囲を規定し、プローブ11の持ち手部分となる機能を有する。筐体45は、例えば、アクリロニトリル (Acrylonitrile)、ブタジエン (Butadiene) およびスチレン (Styrene) 共重合合成樹脂 (ABS樹脂) 等により構成される。本実施形態ではハンドヘルド型の形状を有しているが、本発明の筐体45はこれに限られない。

[0034] 音響信号線44は、音響検出部42によって生成された音響信号を超音波ユニット12へ伝送したり、超音波ユニット12からの信号をプローブ制御回路43へ伝送したりする電氣的な信号線である。

[0035] 制御信号線62は、超音波ユニット12の制御手段60とレーザユニット13の制御手段61との間を接続する信号線であり、例えば電氣的な信号線である。本実施形態では、制御信号線62は光ファイバ40や音響信号線44を覆うシース部材46とは異なるシース部材63によって被覆されている。超音波ユニット12およびレーザユニット13は、この制御信号線62を介して制御信号を送受信することによって互いに通信可能となる。本明細書において、制御信号を「送受信する」とは、超音波ユニット12およびレーザユニット13のうち一方から他方へ一方的に制御信号が送信されること、および両ユニットが双方向的に制御信号を送信または受信することを含む意

味である。

[0036] 制御信号は、例えば、光の出力タイミングと光音響の検出タイミングとの同期をとるためのトリガ信号である。このトリガ信号は、レーザユニット 13 が超音波ユニット 12 へ送信する信号であってレーザ光を出力した旨を知らせる信号（つまり、レーザユニットが上位である設定におけるトリガ信号）であってもよいし、超音波ユニット 12 がレーザユニット 13 へ送信する信号であってレーザ光を出力する準備をしたり出力を実行したりするよう指示する信号（つまり、超音波ユニットが上位である設定におけるトリガ信号）であってもよい。

[0037] また、制御信号は、両ユニットが互いの接続を確認するために送受信する信号を含む。これにより、両ユニットは、互いが適切に接続されていることを確認することができる。このように、両ユニットが互いの接続を確認することができれば、安全性の観点から好ましい。例えば、レーザユニット 13 が上位である場合においては、レーザユニット 13 は、両ユニット間の接続が確認できない場合に、レーザ光 L を出射しないという判断が可能となる。一方、超音波ユニット 12 が上位である場合には、超音波ユニット 12 は、両ユニット間の接続が確認できない場合に、レーザ光 L を出射させる旨の制御信号をレーザユニット 13 に送信しないという判断が可能となる。さらに、超音波ユニット 12 またはレーザユニット 13 が、両ユニット間の接続が確認できない場合に、超音波ユニット 12 またはレーザユニット 13 のいずれかが警告を発することも可能となる。そして、両ユニットが互いの接続を確認することができれば、自動で光音響画像取得モードとなることが可能となる。光音響画像取得モードとなった場合、超音波ユニット 12 およびレーザユニット 13 は、例えばフラッシュランプの励起など光音響画像を取得するための準備を始めたり、光音響画像が取得可能な旨を画像表示手段 14 に表示する。このような構成によれば、準備のための操作をユーザがわざわざする必要がなくなる。さらに、制御信号は、入力手段 16 によって入力されたレーザ光の波長、パワーおよび繰り返し回数等のレーザユニット 13 の設

定に必要な条件に関する情報を含む信号も含む。これにより、ユーザは、超音波ユニット 12 を介してレーザユニット 13 を設定することが可能となる。

[0038] <超音波ユニット>

超音波ユニット 12 は、コネクタ 50 を介して、プローブ 11 から伝送された光音響信号を受信し、この光音響信号に基づいて光音響画像を生成する。超音波ユニット 12 は、本発明における音響信号処理ユニットに相当する。超音波ユニット 12 の詳細については後述する。

[0039] <レーザユニット>

レーザユニット 13 は、例えばレーザ光 L を発する光源 30 を有し、被検体 M に照射する光としてレーザ光 L を出力する。レーザユニット 13 は、本発明における光源ユニットに相当する。レーザユニット 13 は、例えば、超音波ユニット 12 の制御手段 60 からのトリガ信号を受けてレーザ光 L を出力するように構成されている。レーザユニット 13 が出力するレーザ光 L は、例えば光ファイバ 40 などの導光部を用いてプローブ 11 の光照射部まで導光される。本実施形態では、コネクタ 51 によって接続された光ファイバの端部にレーザ光 L が入射するように、レーザユニット 13 内の光学系が構成されている。レーザユニット 13 は、レーザ光として $1 \sim 100 \text{ nsec}$ のパルス幅を有するパルス光を出力するものであることが好ましい。

[0040] 例えば本実施形態では、レーザユニット 13 は、Q スイッチアレキサンドライトレーザである。この場合、レーザ光 L のパルス幅は、例えば Q スイッチによって制御される。レーザ光の波長は、計測の対象となる被検体内の物質の光吸収特性によって適宜決定される。例えば計測対象が生体内のヘモグロビンである場合（つまり、血管を撮像する場合）には、一般的にはその波長は近赤外波長域に属する波長であることが好ましい。近赤外波長域とはおよそ $700 \sim 850 \text{ nm}$ の波長域を意味する。しかしながら、レーザ光の波長は当然これに限られるものではない。また、レーザ光 L は、単波長でもよいし、複数の波長（例えば 750 nm および 800 nm ）を含んでもよい。

さらに、レーザ光Lが複数の波長を含む場合には、これらの波長の光は、同時に被検体Mに照射されてもよいし、交互に切り替えられながら照射されてもよい。レーザユニット13の底面には、容易に移動可能となるように、キャスター13aが設けられている。

[0041] <コネクタ>

コネクタ50は、音響信号線44と超音波ユニット12の受信回路21とを電氣的に接続し、かつ、制御信号線62と超音波ユニット12の制御手段60とを電氣的に接続する接続部材である。このようなコネクタとしては、例えば多芯コネクタを使用することができる。この場合、複数ある芯のうち一部をプローブ11と超音波ユニット12との接続のために割り当て、他の一部をレーザユニット13と超音波ユニット12との接続のために割り当てればよい。コネクタ50は、プラグ50a、およびこのプラグ50aに対応する構造を有し着脱可能なレセプタクル50bから構成される。プラグ50aおよびレセプタクル50bは、それぞれ本発明における第1コネクタ部および第1コネクタ受け部に相当する。つまり、音響信号線44の端子と制御信号線62の端子とが1つのプラグ50aに固定されていることにより、プラグ50aのレセプタクル50bへの接続という1つの操作で、音響信号線44と受信回路21との接続および制御信号線62と制御手段60との接続を簡便に行うことができる。

[0042] コネクタ51は、光ファイバ40とレーザユニット13の光源30とを光学的に接続し、かつ、制御信号線62とレーザユニット13の制御手段61とを電氣的に接続する接続部材である。このようなコネクタとしては、例えば光多芯複合コネクタ等の光電気複合コネクタを使用することができる。コネクタ51は、プラグ51a、およびこのプラグ51aに対応する構造を有し着脱可能なレセプタクル51bから構成される。プラグ51aおよびレセプタクル51bは、それぞれ本発明における第2コネクタ部および第2コネクタ受け部に相当する。つまり、光ファイバ40（導光部）の入射側端部と制御信号線62の端子とが1つのプラグ51aに固定されていることにより

、プラグ51aのレセプタクル51bへの接続という1つの操作で、光ファイバ40（導光部）と光源30との接続および制御信号線62と制御手段61との接続を簡便に行うことができる。

[0043] <PC>

PC17は、入力手段16としてのユーザインターフェイス、および画像表示手段14としてのモニタを有し、ケーブル17aによって超音波ユニット12と接続されている。ユーザは、PC17を使用して光音響計測の条件の入力や光音響画像の確認を行うことができる。

[0044] 次に、超音波ユニットの詳細な構成と光音響画像の生成工程を説明する。

[0045] 超音波ユニット12は、図3に示されるように、受信回路21、AD変換手段22、受信メモリ23、光音響画像再構成手段24、検波・対数変換手段27、光音響画像構築手段28、制御手段60、画像合成手段38および観察方式選択手段39を有する。

[0046] 制御手段60は、光音響画像生成装置10の各部を制御するものであり、本実施形態ではトリガ制御回路66を備える。トリガ制御回路66は、例えば光音響画像生成装置の起動の際に、レーザユニット13の制御手段61に制御信号として光トリガ信号を送る。これによりレーザユニット13で、フラッシュランプ31が点灯し、レーザロッドの励起が開始され、レーザ出力のための準備が開始される。そして、レーザロッドの励起状態は維持され、レーザユニット13はパルスレーザ光を出力可能な状態となる。

[0047] そして、制御手段60は、その後トリガ制御回路66からレーザユニット13の制御手段61へ制御信号としてQスイッチトリガ信号を送信する。Qスイッチトリガ信号を受信した制御手段61は、Qスイッチ32を制御してレーザ光Lを出力させる。つまり、制御手段60は、このQスイッチトリガ信号によってレーザユニット13からのパルスレーザ光の出力タイミングを制御している。また本実施形態では、制御手段60は、Qスイッチトリガ信号の送信と同時にサンプリングトリガ信号をAD変換手段22に送信する。サンプリングトリガ信号は、AD変換手段22における光音響信号のサンプ

リングの開始タイミングの合図となる。このように、サンプリングトリガ信号を使用することにより、レーザ光の出力と同期して光音響信号をサンプリングすることが可能となる。

[0048] 受信回路 2 1 は、プローブ 1 1 で生成された光音響信号を受信する。受信回路 2 1 で受信された光音響信号は A D 変換手段 2 2 に送信される。

[0049] A D 変換手段 2 2 は、サンプリング手段であり、受信回路 2 1 が受信した光音響信号をサンプリングしてデジタル信号に変換する。例えば、A D 変換手段 2 2 は、サンプリング制御部および A D 変換器を有する。受信回路 2 1 によって受信された受信信号は、A D 変換器によってデジタル化されたサンプリング信号に変換される。A D 変換器は、サンプリング制御部によって制御されており、サンプリング制御部がサンプリングトリガ信号を受信したときに、サンプリングを開始するように構成されている。A D 変換手段 2 2 は、例えば外部から入力する所定周波数の A D クロック信号に基づいて、所定のサンプリング周期で受信信号をサンプリングする。

[0050] 受信メモリ 2 3 は、A D 変換手段 2 2 でサンプリングされた光音響信号（つまり上記サンプリング信号）を記憶する。そして、受信メモリ 2 3 は、光音響信号を光音響画像再構成手段 2 4 に出力する。

[0051] 光音響画像再構成手段 2 4 は、受信メモリ 2 3 から光音響信号を読み出し、プローブ 1 1 の音響検出部 4 2 で検出された光音響信号に基づいて、光音響画像の各ラインのデータを生成する。光音響画像再構成手段 2 4 は、例えばプローブ 1 1 の 6 4 個の音響検出素子からのデータを、音響検出素子の位置に応じた遅延時間で加算し、1 ライン分のデータを生成する（遅延加算法）。光音響画像再構成手段 2 4 は、遅延加算法に代えて、C B P 法（Circular Back Projection）により再構成を行ってもよい。あるいは光音響画像再構成手段 2 4 は、ハフ変換法又はフーリエ変換法を用いて再構成を行ってもよい。

[0052] 検波・対数変換手段 2 7 は、各ラインのデータの包絡線を求め、求めた包絡線に対数変換する。

- [0053] 光音響画像構築手段２８は、対数変換が施された各ラインのデータに基づいて、１フレーム分の光音響画像を構築する。光音響画像構築手段２８は、例えば光音響信号（ピーク部分）の時間軸方向の位置を光音響画像における深さ方向の位置に変換して光音響画像を構築する。
- [0054] 観察方式選択手段３９は、光音響画像の表示態様を選択するものである。光音響信号についてのボリュームデータの表示態様としては、例えば三次元画像としての態様、断面画像としての態様および所定の軸上のグラフとしての態様が挙げられる。いずれの態様によって表示するかは、初期設定或いはユーザによる入力手段１６からの入力に従って選択される。
- [0055] 画像合成手段３８は、順次取得された光音響信号を使用して、ボリュームデータを生成する。ボリュームデータの生成は、それぞれの光音響信号の信号値を、光音響画像のフレームごとに関連付けられた座標および光音響画像中の画素座標に従って、仮想空間に割り当てることにより行う。信号値を割り当てる際に、割り当てる場所が重複する場合には、その重複する場所の信号値として例えばそれらの信号値の平均値またはそれらのうちの最大値が採用される。また、必要に応じて、割り当てられる信号値がない場合には、その周辺の信号値を用いて補間することが好ましい。さらに、画像合成手段３８は、生成されたボリュームデータに必要な処理（例えばスケールの補正およびボクセル値に応じた色付け等）を施す。
- [0056] また、画像合成手段３８は、観察方式選択手段３９によって選択された観察方式に従って光音響画像を生成する。選択された観察方法に従って生成された光音響画像が、画像表示手段１４に表示するための最終的な画像（表示画像）となる。
- [0057] 画像表示手段１４は、画像合成手段３８によって生成された表示画像を表示するものである。
- [0058] 以上のように、本実施形態に係るプローブは、超音波ユニットおよびレーザユニットを接続するための制御信号線を一体として備えるから、両ユニット間を接続するためのケーブルを別個に取り扱う煩雑さを低減できる。この

結果、光音響計測装置の設定のときにより煩雑なく、音響信号処置ユニットおよび光源ユニットを接続することが可能となる。

[0059] さらに、本実施形態のプローブは、音響信号線44の端子と制御信号線62の端子とが1つのプラグ50aに固定されていること、および、光ファイバ40（導光部）の入射側端部と制御信号線62の端子とが1つのプラグ51aに固定されていることにより、プローブ11、超音波ユニット12およびレーザユニット13の相互の接続を簡便に行うことができる。

[0060] また、本発明に係る光音響計測装置は、上記プローブを備えているから、より煩雑なく装置を設定することが可能となる。

[0061] <第1の実施形態の設計変更>

上記の実施形態では、音響信号線44の端子と制御信号線62の端子とが1つのプラグ50aに固定され、かつ、光ファイバ40（導光部）の入射側端部と制御信号線62の端子とが1つのプラグ51aに固定されている場合について説明したが、本発明はこれに限られない。

[0062] 例えば図4に示されるように、音響信号線44の端子と制御信号線62の端子とが1つのプラグ50aに固定されているが、光ファイバ40（導光部）の入射側端部と制御信号線62の端子とはそれぞれ別個のプラグ52aまたは53aに固定されていてもよい。この場合には、レーザユニット13に設けられるレセプタクルもプラグ52aまたは53aに対応して2つ（52bまたは53b）となる。つまり、プラグ52aおよびレセプタクル52bが全体でコネクタ52を構成し、プラグ53aおよびレセプタクル53bが全体でコネクタ53を構成する。なお、レセプタクル52bおよび53bは、プラグ接続のときの作業効率を考慮して、互いに近接して配置することが好ましい。このようなプローブ11であっても、プラグ50aにおいて、音響信号線44の端子と制御信号線62の端子とが一体として構成されているから、両ユニット間を接続するためのケーブルを別個に取り扱う煩雑さは少なく、本発明の目的を達成することができる。

[0063] また、図5に示されるように、光ファイバ40（導光部）の入射側端部4

0 a と制御信号線 6 2 の端子 6 2 b とが 1 つのプラグ 5 1 a に固定されているが、音響信号線 4 4 の端子 4 4 a と制御信号線 6 2 の端子 6 2 a とはそれぞれ別個のプラグ 5 4 a または 5 5 a に固定されていてもよい。このようなプローブ 1 1 であっても、プラグ 5 1 a において、光ファイバ 4 0（導光部）の入射側端部 4 0 a と制御信号線 6 2 の端子 6 2 b とが一体として構成されているから、両ユニット間を接続するためのケーブルを別個に取り扱う煩雑さは少なく、本発明の目的を達成することができる。

[0064] また、上記の実施形態では、制御信号線 6 2 が光ファイバ 4 0 や音響信号線 4 4 を覆うシース部材 4 6 とは異なるシース部材 6 3 によって被覆されている場合について説明したが、本発明はこれに限られない。

[0065] 例えば図 6 に示されるように、光ファイバ 4 0 や音響信号線 4 4 を覆うシース部材 4 6 の内側を制御信号線 6 2 が挿通された構成（つまり、シース部材の長さ方向に垂直な断面を考えた場合に、シース部材 4 6 で閉じられた 1 つの空間に光ファイバ 4 0、音響信号線 4 4 および制御信号線 6 2 が存在している構成）を採用することもできる。これにより、外観的にもすっきりとした印象を与え、また制御信号線 6 2 が絡まる等の不都合を解消することができる。なお、制御信号線 6 2 のすべてが、シース部材 4 6 の内側を挿通されている必要はなく、図 7 に示されるように、その一部がシース部材 4 6 の内側を挿通されていればよい。

[0066] また、本発明のプローブにおいて図 8 に示されるように、制御信号線 6 2 は、プローブ制御回路 4 3 を介して両ユニット間の接続を行う構成を採用することができる。この構成によれば、制御信号線 6 2 をプローブ 1 1 のケーブル部 1 1 b 内の途中で折り返す必要がなく、ケーブル部 1 1 b の製作が容易となる。さらに、このような構成の下では、制御信号線 6 2 のうち、超音波ユニット 1 2 とプローブ制御回路 4 3 とを接続する部分 6 5 a は電氣的信号線であり、レーザユニット 1 3 とプローブ制御回路 4 3 とを接続する部分 6 5 b は光学的信号線である構成を採用できる。このように電氣的信号線および光学的信号線を組み合わせた構成によれば、部分 6 5 b を光ファイバ 4

０と一緒に形成することができ、ケーブル部１１ｂの製作が容易となる。光学的信号線とは例えば光ファイバを利用した信号線であり、このような信号線には光通信技術を援用することができる。

[0067] また、本発明のプロープにおいて図９に示されるように、制御信号線６２の少なくとも一部が、光ファイバ４０や音響信号線４４を覆うシース部材４６の内側を挿通されていれば、音響信号線４４の端子４４ａと制御信号線６２の端子６２ａとが１つのプラグに固定され、かつ、光ファイバ４０（導光部）の入射側端部４０ａと制御信号線６２の端子６２ｂとが１つのプラグに固定されている必要はない。これは、このようなプロープ１１であっても、シース部材４６によって音響信号線４４および／または光ファイバ４０と制御信号線６２とが一体として構成されているから、両ユニット間を接続するためのケーブルを別個に取り扱う煩雑さは少なく、本発明の目的を達成することができるからである。

[0068] 「第２の実施形態」

次に、光音響計測装置の第２の実施形態について説明する。本実施形態でも、光音響計測装置が光音響画像生成装置１０である場合について具体的に説明する。図１０は、本実施形態の光音響画像生成装置１０の構成を示すブロック図である。本実施形態は、光音響画像に加えて超音波画像も生成する点で、第１の実施形態と異なる。したがって、第１の実施形態と同様の構成要素についての詳細な説明は、特に必要がない限り省略する。

[0069] 本実施形態の光音響画像生成装置１０は、第１の実施形態と同様に、本発明に係るプロープ１１、超音波ユニット１２、レーザユニット１３、画像表示手段１４および入力手段１６を備える。

[0070] ＜超音波ユニット＞

本実施形態の超音波ユニット１２は、図３に示す光音響画像生成装置の構成に加えて、送信制御回路３３、データ分離手段３４、超音波画像再構成手段３５、検波・対数変換手段３６、および超音波画像構築手段３７を備える。

[0071] 本実施形態では、プローブ 11 は、光音響信号の検出に加えて、被検体に対する超音波の出力（送信）、及び送信した超音波に対する被検体からの反射超音波の検出（受信）を行う。超音波の送受信を行う音響検出素子としては、前述した音響検出素子アレイを使用してもよいし、超音波の送受信用に別途プローブ 11 中に設けられた新たな音響検出素子アレイを使用してもよい。また、超音波の送受信は分離してもよい。例えばプローブ 11 とは異なる位置から超音波の送信を行い、その送信された超音波に対する反射超音波をプローブ 11 で受信してもよい。

[0072] トリガ制御回路 66 は、超音波画像の生成時は、送信制御回路 33 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 33 は、このトリガ信号を受けると、プローブ 11 から超音波を送信させる。プローブ 11 は、超音波の送信後、被検体からの反射超音波を検出する。

[0073] プローブ 11 が検出した反射超音波は、受信回路 21 を介して A/D 変換手段 22 に入力される。トリガ制御回路 66 は、超音波送信のタイミングに合わせて A/D 変換手段 22 にサンプリ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。ここで、反射超音波はプローブ 11 と超音波反射位置との間を往復するのに対し、光音響信号はその発生位置からプローブ 11 までの片道である。反射超音波の検出には、同じ深さ位置で生じた光音響信号の検出に比して 2 倍の時間がかかるため、A/D 変換手段 22 のサンプリングクロックは、光音響信号サンプリング時の半分、例えば 20 MHz としてもよい。A/D 変換手段 22 は、反射超音波のサンプリング信号を受信メモリ 23 に格納する。光音響信号のサンプリングと、反射超音波のサンプリングとは、どちらを先に行ってもよい。

[0074] データ分離手段 34 は、受信メモリ 23 に格納された光音響信号のサンプリング信号と反射超音波のサンプリング信号とを分離する。データ分離手段 34 は、分離した光音響信号のサンプリング信号を光音響画像再構成手段 24 に入力する。光音響画像の生成は、第 1 の実施形態と同様である。一方、データ分離手段 34 は、分離した反射超音波のサンプリング信号を、超音波

画像再構成手段３５に入力する。

[0075] 超音波画像再構成手段３５は、プローブ１１の複数の音響検出素子で検出された反射超音波（そのサンプリング信号）に基づいて、超音波画像の各ラインのデータを生成する。各ラインのデータの生成には、光音響画像再構成手段２４における各ラインのデータの生成と同様に、遅延加算法などを用いることができる。検波・対数変換手段３６は、超音波画像再構成手段３５が出力する各ラインのデータの包絡線を求め、求めた包絡線に対数変換する。

[0076] 超音波画像構築手段３７は、対数変換が施された各ラインのデータに基づいて、超音波画像を生成する。

[0077] 画像合成手段３８は、光音響画像と超音波画像とを合成する。画像合成手段３８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、画像表示手段１４に表示される。画像合成を行わずに、画像表示手段１４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表示することも可能である。

[0078] 以上のように、本実施形態に係る光音響計測装置も、本発明のプローブを使用するものであるから、両ユニット間を接続するためのケーブルを別個に取り扱う煩雑さを低減できる。

[0079] さらに本実施形態の光音響計測装置は、光音響画像に加えて超音波画像を生成する。したがって、超音波画像を参照することで、光音響画像では画像化することができない部分を観察することができる。

[0080] 「第３の実施形態」

次に、光音響計測装置の第３の実施形態について説明する。本実施形態でも、光音響計測装置が光音響画像生成装置１０である場合について具体的に説明する。図１１は、本実施形態の光音響画像生成装置１０の構成を示す概略図である。本実施形態は、制御信号が伝送される回路上にレーザユニット１３がフォトインタラプタを有する点で、第１の実施形態と異なる。したがって、第１の実施形態と同様の構成要素についての詳細な説明は、特に必要がない限り省略する。

[0081] 本実施形態の光音響画像生成装置 10 は、第 1 の実施形態と同様に、本発明に係るプローブ 11、超音波ユニット 12、レーザユニット 13、画像表示手段 14 および入力手段 16 を備える。特に、本実施形態のレーザユニット 13 は、第 1 の実施形態で示した構成に加え、その制御手段 61 とレセプタクル 51b との間の制御信号が伝送される回路上（例えば制御信号線の途中或いはその末端）にフォトインタラプタ 64 を有する。

[0082] フォトインタラプタ 64 は、フォトインタラプタ 64 に入力された電氣的な制御信号を一旦光学的信号に変換し、当該光学的信号を再度電氣的信号に変換し、変換された当該電氣信号を回路上に出力するものである。言い換えれば、フォトインタラプタ 64 は、制御信号の伝送を可能にしつつ、プローブ 11 および超音波ユニット 12 の電氣的な接続を遮断する機能を有する。例えば、このような機能は、発光部と受光部を有し、発光部によって点滅により制御信号を表現した信号光を発生させ、その信号光を受光部で受光してその点滅に応じた電氣信号を発生させることにより実現される。発光部および受光部のセットは、超音波ユニット 12 およびレーザユニット 13 のいずれか一方のみからしか制御信号が発生しない場合には 1 セットでよいが、その両方から制御信号が発生する場合には 2 セット設けられる。

[0083] レーザユニット 13 では、その性質上比較的高い電圧が使用されるため、回路相互の電場の影響が大きく、電氣信号にノイズが混入し易い。この場合、制御信号線 62 を備えた本発明のプローブでは、制御信号線 62 と音響信号線 44 とが近接し、制御信号線 62 を伝送される制御信号に混入したノイズが、音響信号線 44 を伝送される光音響信号にノイズを発生させるおそれがある。そこで、本実施形態では、レーザユニット 13 の制御信号が伝送される回路上にフォトインタラプタ 64 を設け、プローブ 11 および超音波ユニット 12 の電氣的な接続を遮断し、各回路のグラウンド（GND）を分離している。これにより、レーザユニット 13 側のノイズの制御信号および光音響信号への混入を防止することができる。フォトインタラプタ 64 は、ノイズの混入をより効果的に防止するべく、回路上のより出力側（本実施形態で

はレセプタクル 5 1 b 側) に配置することが好ましい。

[0084] 以上のように、本実施形態に係る光音響計測装置も、本発明のプローブを使用するものであるから、両ユニット間を接続するためのケーブルを別個に取り扱う煩雑さを低減できる。

[0085] さらに本実施形態の光音響計測装置は、レーザユニット 1 3 の制御信号が伝送される回路上にフォトインタラプタ 6 4 を有する。したがって、レーザユニット 1 3 側のノイズの制御信号および光音響信号への混入を防止することができ、より S/N 比の高い光音響信号を検出することができる。

[0086] 「第 4 の実施形態」

次に、光音響計測装置の第 4 の実施形態について説明する。本実施形態でも、光音響計測装置が光音響画像生成装置 1 0 である場合について具体的に説明する。図 1 2 は、本実施形態の光音響画像生成装置 1 0 の構成を示す概略図である。本実施形態は、プローブ 1 1 が光音響信号を増幅するプリアンプ部を有し、超音波ユニット 1 2 がプリアンプ用電源部を有する点で、第 3 の実施形態と異なる。したがって、第 3 の実施形態と同様の構成要素についての詳細な説明は、特に必要がない限り省略する。

[0087] 本実施形態の光音響画像生成装置 1 0 は、第 3 の実施形態と同様に、本発明に係るプローブ 1 1、超音波ユニット 1 2、レーザユニット 1 3、画像表示手段 1 4 および入力手段 1 6 を備える。特に第 3 の実施形態で示した構成に加え、本実施形態のプローブ 1 1 は、光音響信号を増幅するプリアンプ部 4 7 を有し、超音波ユニット 1 2 はプリアンプ用電源部 6 7 を有する。なお、図 1 2 においてプローブ 1 1 は、図 1 1 とは異なる方向（側方）から眺めた構成として示されている。

[0088] プリアンプ部 4 7 は、音響検出部 4 2 から出力された光音響信号の強度を増幅する信号増幅回路であり、プローブ本体 1 1 a の内部に設けられている。増幅された信号は、他の実施形態と同様に、音響信号線 4 4 を介して受信回路 2 1 に送信される。

[0089] プリアンプ用電源部 6 7 は、超音波ユニット 1 2 の元電源（図示省略）か

ら受給した電力に必要な電力変換（例えば電圧値または電流値の変換）を加えて、プリアンプ部４７に駆動電力を供給する電源である。電源部６７は、超音波ユニット１２の内部に設けられ、電源部６７およびプリアンプ部４７は、音響信号線４４と共にケーブル部１１ｂ内を通る電源線４８によって接続されている。

[0090] 以上のように、本実施形態に係る光音響計測装置も、本発明のプロープを使用するものであるから、両ユニット間を接続するためのケーブルを別個に取り扱う煩雑さを低減できる。さらに本実施形態の光音響計測装置もフォトインタラプタ６４を有するから、第３の実施形態と同様の効果を奏する。

[0091] さらに本実施形態の光音響計測装置は、光音響信号を増幅するプリアンプ部およびプリアンプ用電源部を有する。したがって、一般的に信号強度が弱い光音響信号を増幅することができ、よりＳ／Ｎ比の高い光音響信号を検出することができる。

[0092] <第４の実施形態の設計変更>

第４の実施形態では、電源部６７が超音波ユニット１２内に設けられた場合について説明したが、この場合には、超音波ユニット１２内で生じた電場に起因するノイズが、電源部６７、電源線４８およびプリアンプ部４７を介して光音響信号に混入するおそれがある。また、近年、超音波ユニット１２は小型化される傾向にあり、既存の超音波ユニットに電源部６７を追加することは難しい。そこで、電源部６７を超音波ユニット１２の外部に設ける構成を採用してもよい。

[0093] 例えば図１３は、超音波ユニット１２側のコネクタ５０の外側に設けられたシールドボックス５０ｃに電源部６７が設けられた構成を採用する光音響画像生成装置１０を示す概略図である。電源部６７は、元電源線６７ａによって超音波ユニット１２の元電源（図示省略）に接続され、シールドボックス５０ｃのグラウンドはグラウンド線（図示省略）によって超音波ユニット１２と共通化されている。このように、構造的に音響信号線４４および制御信号線６２が分岐した後に電源部６７が存在することにより、超音波ユニット内

およびこれらの信号線にノイズが混入しにくくなるという利点がある。また、プローブ 11 が電源部 67 を有することにより、プローブ 11 単独で持ち運んだり、小型の超音波ユニット 12 と共に持ち運んだりすることが可能となり、プローブ 11 の携帯性も向上する。小型の超音波ユニット 12 と共にプローブ 11 を持ち運ぶ場合としては、例えば持ち運び先で光音響計測を行わず、通常の超音波計測を行う場合が想定される。

[0094] また、例えば図 14 は、レーザユニット 13 側のコネクタ 51 の外側に設けられたシールドボックス 51c に電源部 67 が設けられた構成を採用する光音響画像生成装置 10 を示す概略図である。電源部 67 は、ケーブル部 11b を通された元電源線 67a によって超音波ユニット 12 の元電源（図示省略）に接続され、シールドボックス 51c のグラウンドはグラウンド線（図示省略）によって超音波ユニット 12 と共通化されている。この場合においても、図 13 に示される構成と同様の効果が得られる。

[0095] また、例えば図 15 は、レーザユニット 13 の内部に設けられたシールドボックス 68 に電源部 67 が設けられた構成を採用する光音響画像生成装置 10 を示す概略図である。電源部 67 は、ケーブル部 11b およびコネクタ 51 を通された元電源線 67a によって超音波ユニット 12 の元電源（図示省略）に接続され、シールドボックス 68 のグラウンドはグラウンド線（図示省略）によって超音波ユニット 12 と共通化されている。このように、超音波ユニット 12 に比べて空きスペースのあるレーザユニット 13 にシールドして電源部 67 を設けることにより、プローブ 11 および超音波ユニット 12 の小型化を阻害せず、信号へのノイズの混入を防止できるという利点がある。

[0096] なお、以上では光音響計測装置が光音響画像や超音波画像を生成する場合について説明したが、このような画像生成は必ずしも必要ではない。例えば光音響計測装置を、光音響信号の大きさに基づいて測定対象の存在の有無のみを計測するような構成にすることもできる。また、第 2 の実施形態と、第 3 および第 4 の実施形態（設計変更例を含む）のそれぞれとを組合せること

も可能である。

[0097] 音響信号処理ユニットおよび光源ユニットを接続する他の方法としては、制御信号線を内包しプローブとは別体である制御ケーブルで接続する方法、無線で接続する方法、および両ユニットを筐体ごとドッキングさせる端子で接続する方法などが挙げられる。

請求の範囲

- [請求項1] 音響信号処理ユニットおよび光源ユニットのそれぞれに接続され、被検体からの光音響波を検出するために用いられるプローブであって、
- 前記光音響波を検出する音響検出部、および被検体に光を照射する光照射部を有するプローブ本体と、
- 前記音響検出部で検出された前記光音響波の光音響信号を前記音響信号処理ユニットに伝送する音響信号線と、
- 前記光源ユニットから出射した光を前記光照射部まで導光する導光部と、
- 前記音響信号処理ユニットおよび前記光源ユニットの間を接続する制御信号線とを備えることを特徴とするプローブ。
- [請求項2] 前記音響信号処理ユニットに着脱可能な第1コネクタ部を備え、
- 該第1コネクタ部が、前記音響信号線の端子および前記制御信号線の端子を有するものである請求項1に記載のプローブ。
- [請求項3] 前記光源ユニットに着脱可能な第2コネクタ部を備え、
- 該第2コネクタ部が、前記導光部の光入射側端部および前記制御信号線の端子を有するものである請求項1または2に記載のプローブ。
- [請求項4] 前記制御信号線が、前記音響信号線および／または前記導光部と一体としてシース部材により被覆されたものである請求項1から3いずれか1項に記載のプローブ。
- [請求項5] 前記プローブ本体が、前記光音響波の検出を制御するプローブ制御回路を有し、
- 前記制御信号線が、前記プローブ制御回路を介して両ユニット間の接続を行うものである請求項1から4いずれか1項に記載のプローブ。
- [請求項6] 前記制御信号線のうち、前記音響信号処理ユニットと前記プローブ制御回路とを接続する部分が電氣的信号線であり、前記光源ユニット

と前記プローブ制御回路とを接続する部分が光学的信号線である請求項 5 に記載のプローブ。

[請求項7] 前記音響検出部から出力された光音響信号を増幅するプリアンプ部と、

前記音響信号処理ユニットから受給した電力を前記プリアンプ部に供給するプリアンプ用電源部とを有する請求項 1 から 6 いずれか 1 項に記載のプローブ。

[請求項8] 請求項 1 に記載のプローブと、

該プローブによって検出された光音響波の光音響信号を処理する音響信号処理ユニットと、

光音響計測を行うために被検体に照射する光を出射する光源ユニットとを備え、

前記音響信号処理ユニットおよび前記光源ユニットが、前記制御信号線を介して送受信される制御信号によって互いに通信するものであることを特徴とする光音響計測装置。

[請求項9] 前記プローブが、前記音響信号線の端子および前記制御信号線の端子を有する第 1 コネクタ部を有するものであり、

前記音響信号処理ユニットが、前記第 1 コネクタ部に対応する第 1 コネクタ受け部を有するものである請求項 8 に記載の光音響計測装置。

[請求項10] 前記プローブが、前記導光部の光入射側端部および前記制御信号線の端子を有する第 2 コネクタ部を有するものであり、

前記光源ユニットが、前記第 2 コネクタ部に対応する第 2 コネクタ受け部を有するものである請求項 8 または 9 に記載の光音響計測装置。

[請求項11] 前記制御信号線が、前記音響信号線および／または前記導光部と一体としてシース部材により被覆されたものである請求項 8 から 10 いずれか 1 項に記載の光音響計測装置。

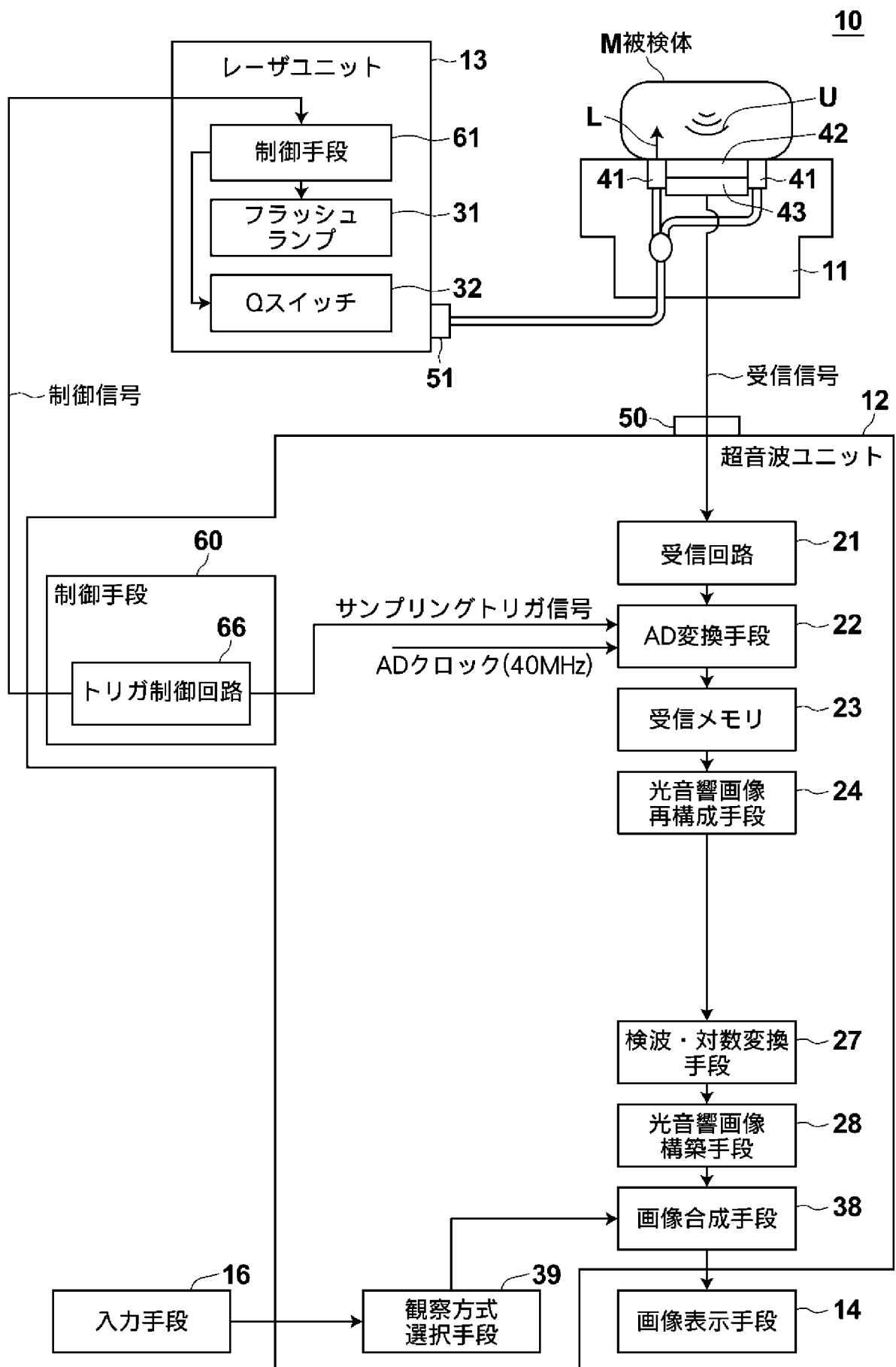
- [請求項12] 前記プローブ本体が、前記光音響波の検出を制御するプローブ制御回路を有し、
- 前記制御信号線が、前記プローブ制御回路を介して両ユニット間の接続を行うものである請求項8から11いずれか1項に記載の光音響計測装置。
- [請求項13] 前記制御信号線のうち、前記音響信号処理ユニットと前記プローブ制御回路とを接続する部分が電氣的信号線であり、前記光源ユニットと前記プローブ制御回路とを接続する部分が光学的信号線である請求項12に記載の光音響計測装置。
- [請求項14] 前記光源ユニットが、両ユニット間の接続が確認できない場合に、光を出射しないものである請求項8から13いずれか1項に記載の光音響計測装置。
- [請求項15] 前記音響信号処理ユニットが、両ユニット間の接続が確認できない場合に、前記光源ユニットに光を出射させる旨の制御信号を送信しないものである請求項8から13いずれか1項に記載の光音響計測装置。
- [請求項16] 前記音響信号処理ユニットまたは前記光源ユニットが、両ユニット間の接続が確認できない場合に、警告を発するものである請求項14または15に記載の光音響計測装置。
- [請求項17] 前記音響信号処理ユニットおよび前記光源ユニットが、両ユニット間の接続が確認できた場合に、自動で光音響画像取得モードとなるものである請求項8から16いずれか1項に記載の光音響計測装置。
- [請求項18] 前記音響信号処理ユニットが、前記光音響信号に基づいて光音響画像を生成するものである請求項8から17いずれか1項に記載の光音響計測装置。
- [請求項19] 前記プローブが、前記被検体に対して送信された超音波に対する反射超音波を検出するものであり、
- 前記音響信号処理ユニットが、前記反射超音波の超音波信号に基づ

いて超音波画像を生成するものである請求項 18 に記載の光音響計測装置。

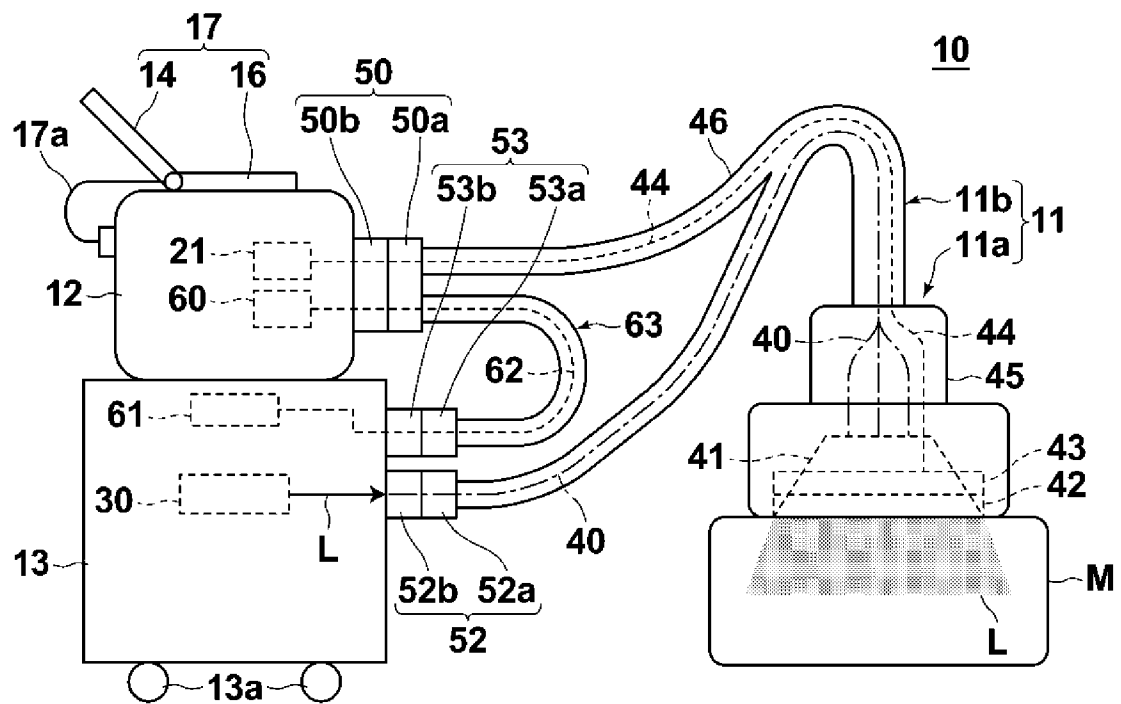
[請求項20] 前記光源ユニットが、前記制御信号が伝送される回路上にフォトインタラプタを有し、

前記フォトインタラプタが、該フォトインタラプタに入力された電氣的な前記制御信号を光学的信号に変換し、当該光学的信号を電氣的信号に変換し、変換された当該電氣信号を出力するものである請求項 8 から 19 いずれか 1 項に記載の光音響計測装置。

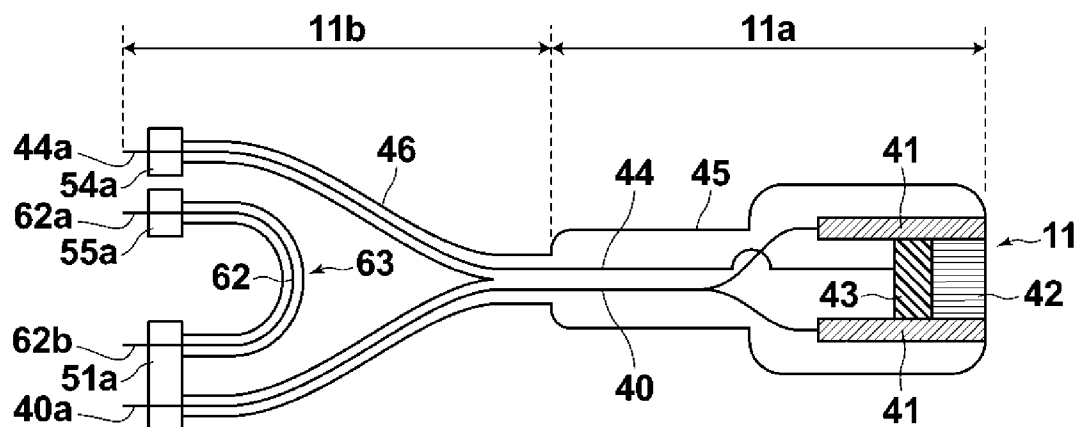
[図3]



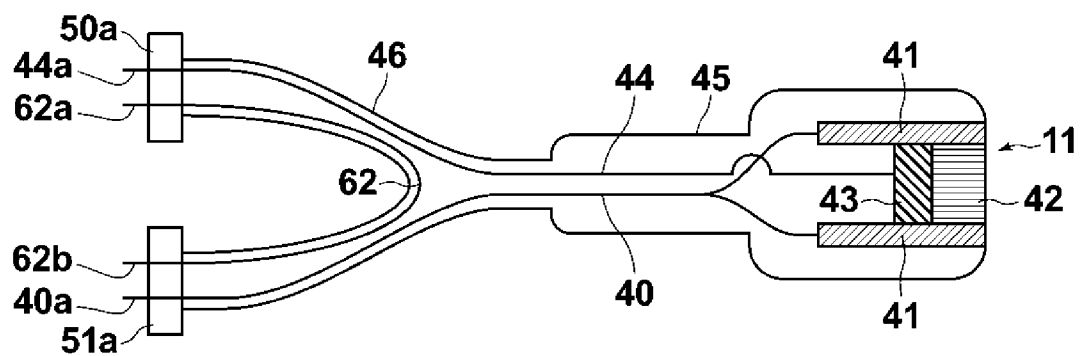
[図4]



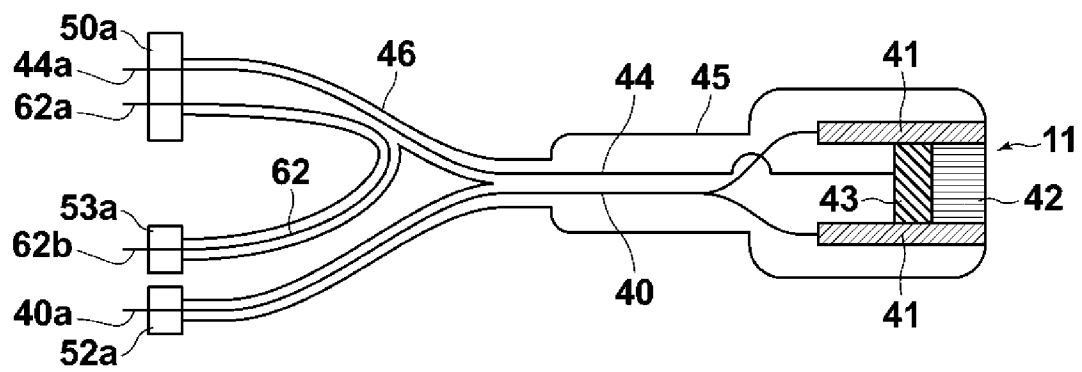
[図5]



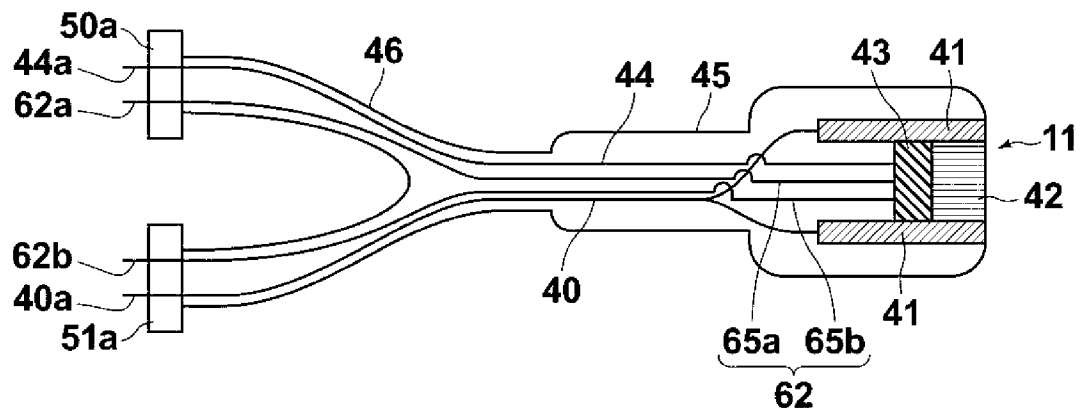
[図6]



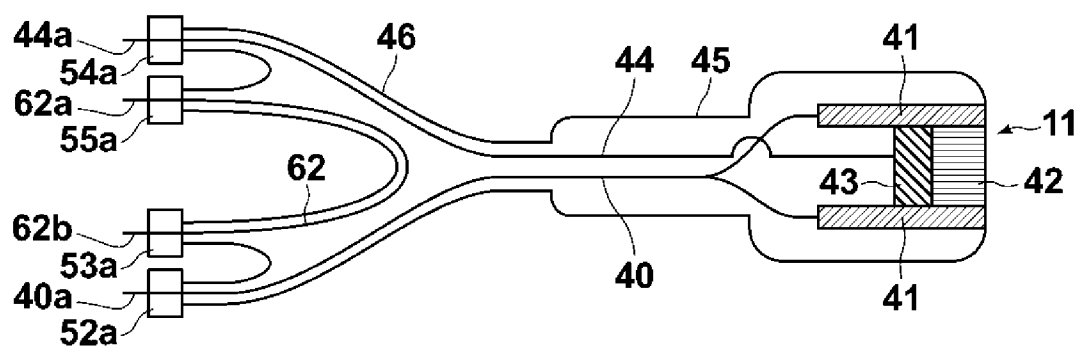
[図7]



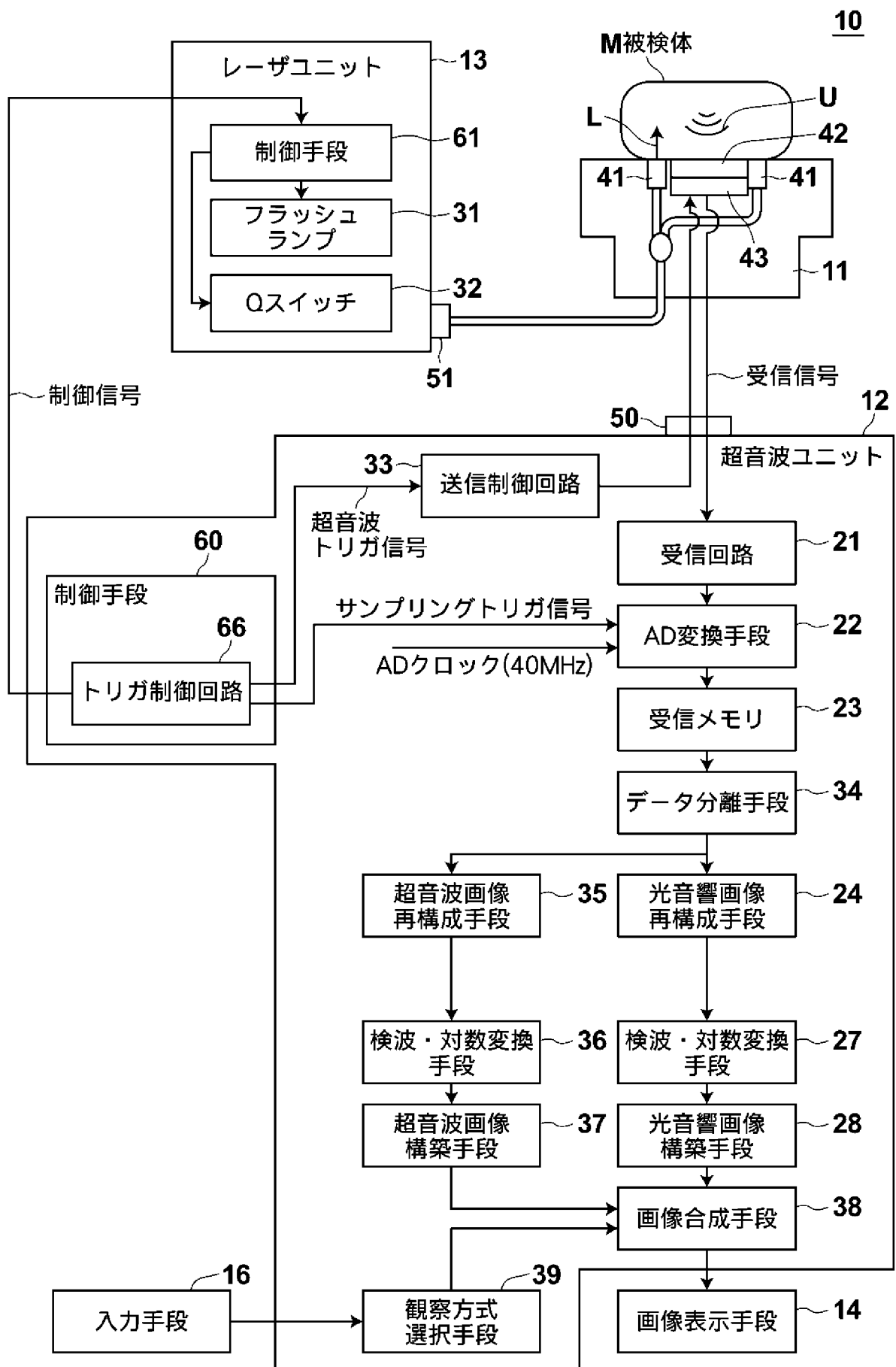
[図8]



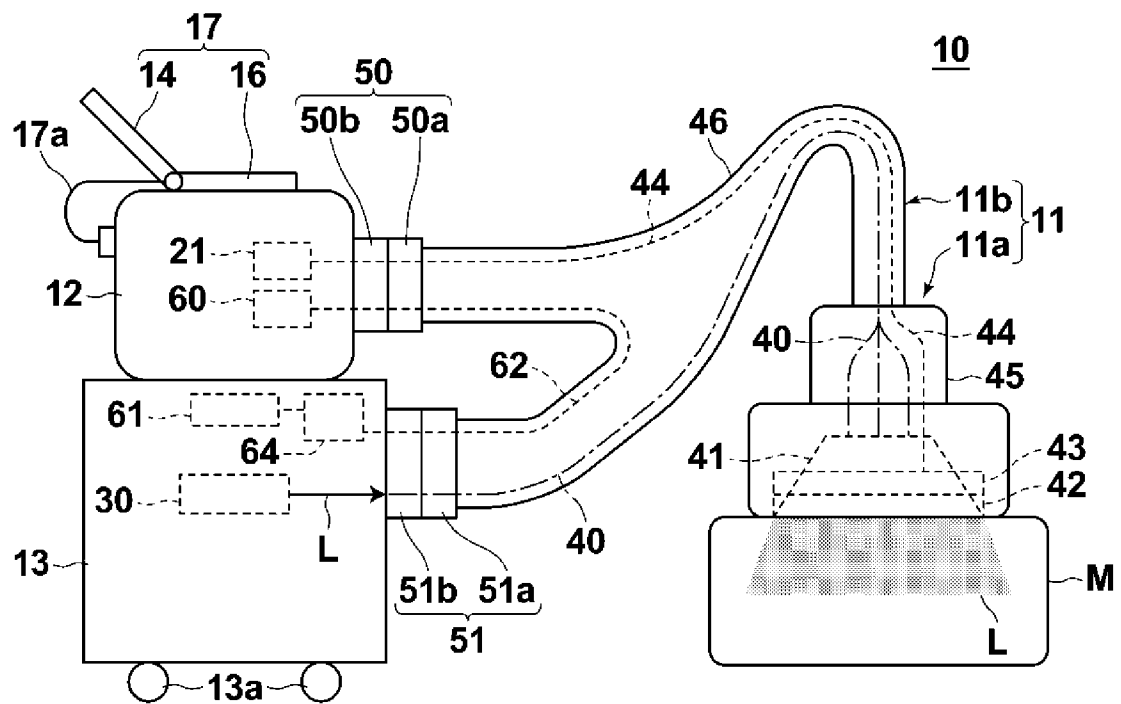
[図9]



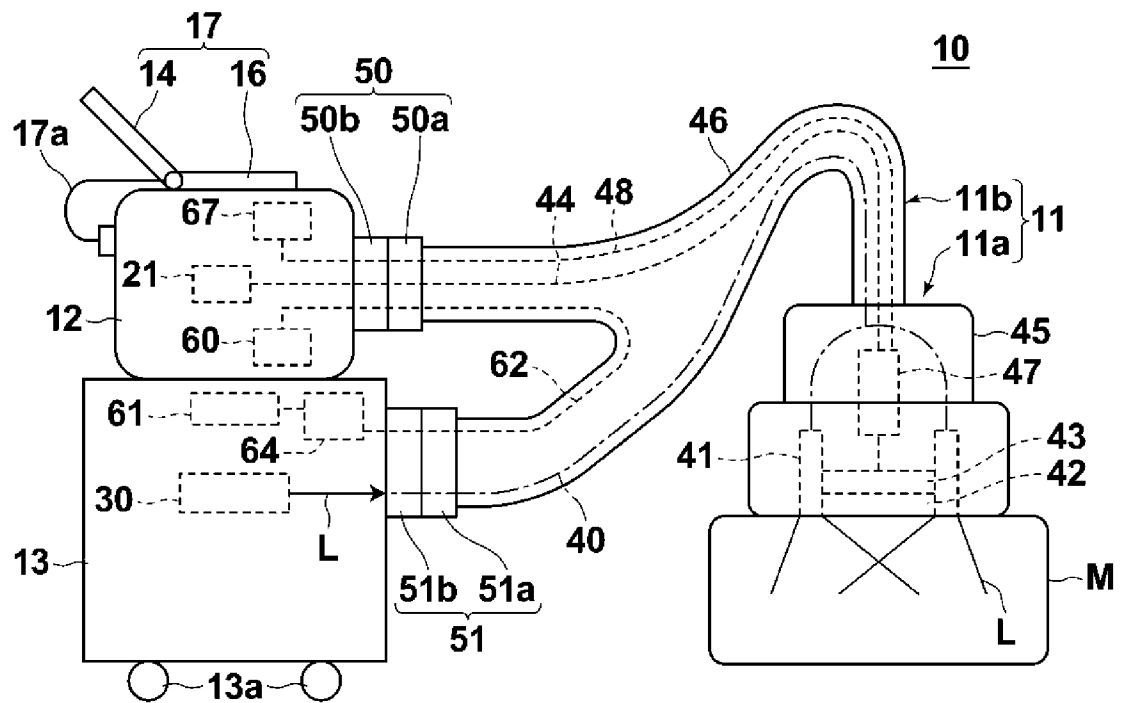
[図10]



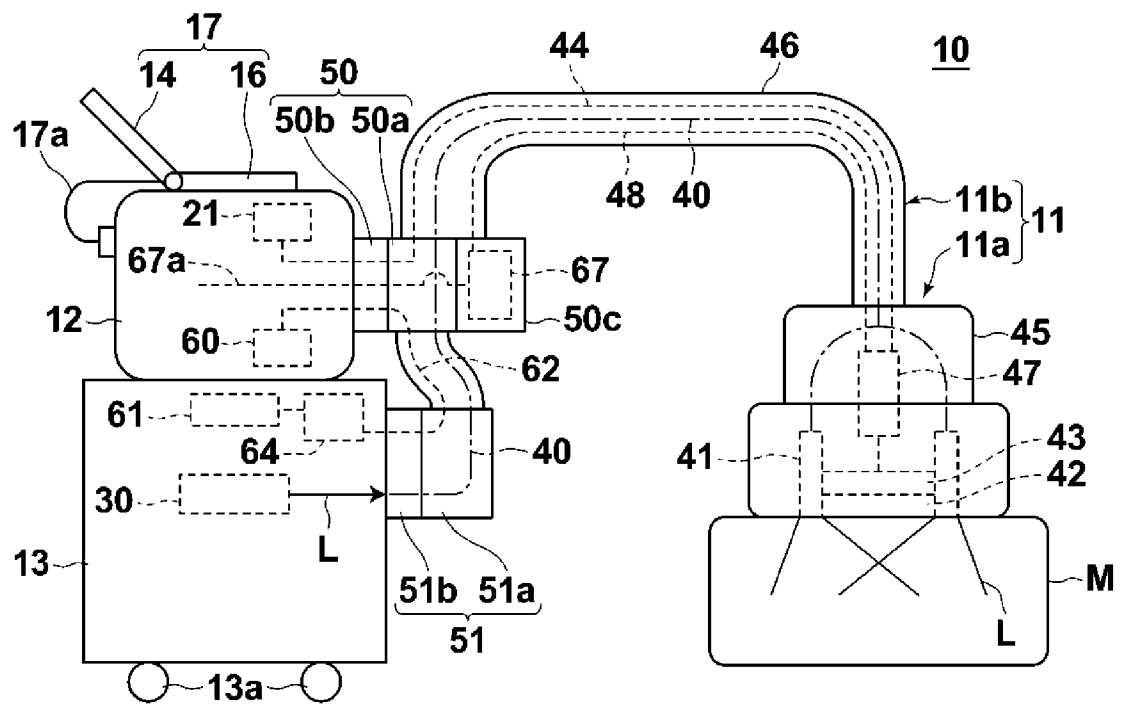
[図11]



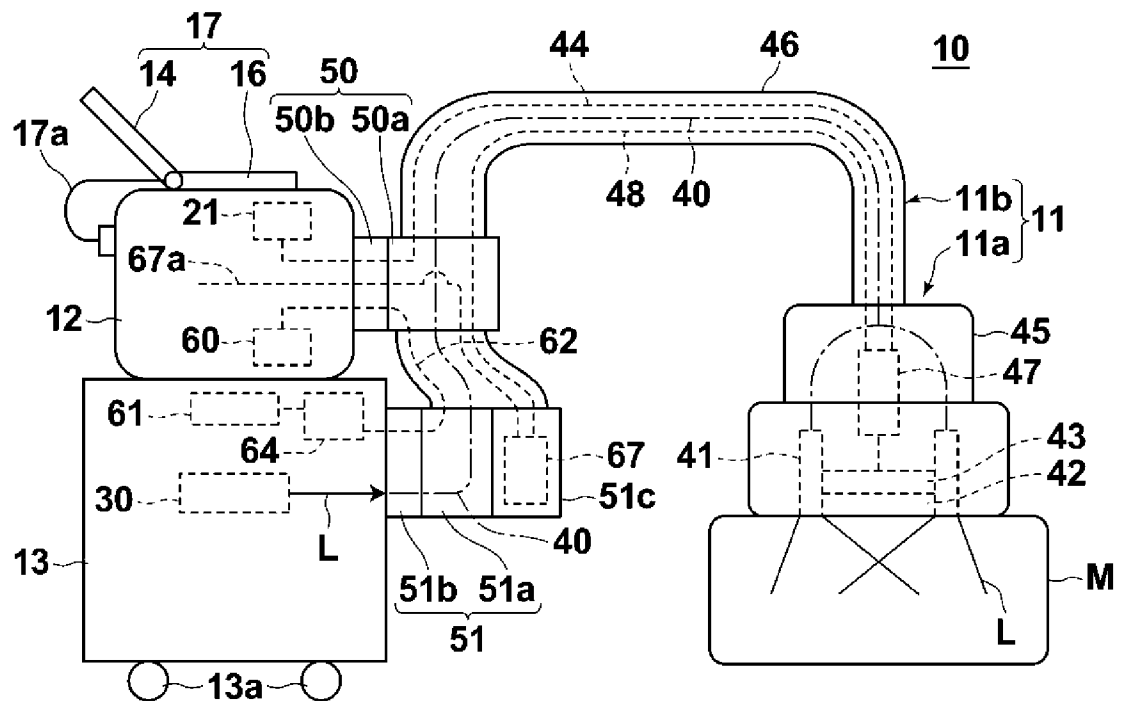
[図12]



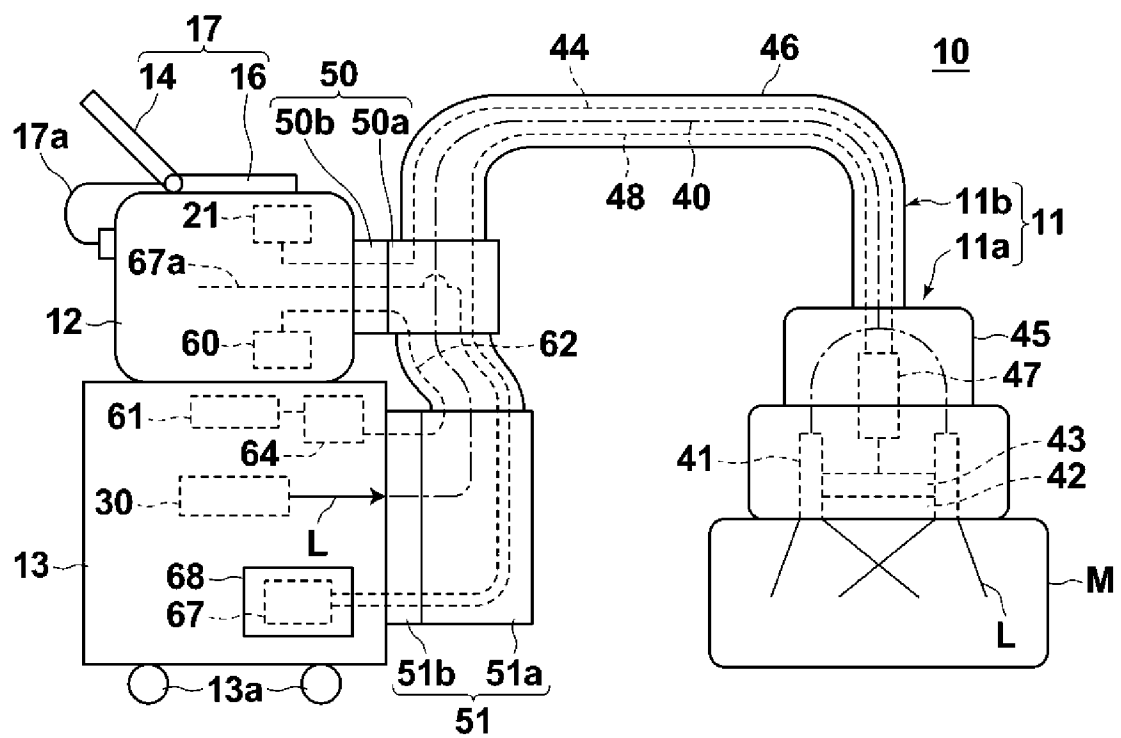
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004241

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B8/06(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)

A61B8/06

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 2008-49063 A (Osaka Prefecture University), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraph [0021]; fig. 3 (Family: none)	1-20
A	JP 2005-21380 A (Toshiba Corp.), 27 January 2005 (27.01.2005), fig. 1, 2 & US 2005/0004458 A1 & EP 1493380 A1 & CA 2435990 A & KR 10-2005-0003948 A & KR 10-2006-0080562 A & CN 1575770 A & CA 2435990 A1	1-20
P, A	WO 2012/102036 A1 (Fujifilm Corp.), 02 August 2012 (02.08.2012), paragraphs [0034] to [0039]; fig. 5 & JP 2012-166009 A	1-20

☒ 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
05 September, 2013 (05.09.13)

Date of mailing of the international search report
17 September, 2013 (17.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004241

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2012-231980 A (Canon Inc.), 29 November 2012 (29.11.2012), fig. 1, 2 & WO 2012/150656 A1	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B8/06(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. A61B8/06

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 2008-49063 A（公立大学法人大阪府立大学）2008.03.06, 段落【0021】、第3図（ファミリーなし）	1-20
A	JP 2005-21380 A（株式会社東芝）2005.01.27, 第1, 2図 & US 2005/0004458 A1 & EP 1493380 A1 & CA 2435990 A & KR 10-2005-0003948 A & KR 10-2006-0080562 A & CN 1575770 A & CA 2435990 A1	1-20

☒ 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 5 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 9 . 2 0 1 3

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）

松谷 洋平

2 Q

3 4 1 0

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

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
P, A	WO 2012/102036 A1 (富士フイルム株式会社) 2012. 08. 02, 段落【0034】－【0039】、第5図 & JP 2012-166009 A	1-20
P, A	JP 2012-231980 A (キヤノン株式会社) 2012. 11. 29, 第1, 2図 & WO 2012/150656 A1	1-20