

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-93366

(P2016-93366A)

(43) 公開日 平成28年5月26日(2016.5.26)

(51) Int.Cl.
A61B 8/13 (2006.01)F1
A61B 8/13テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-231920 (P2014-231920)
(22) 出願日 平成26年11月14日 (2014.11.14)(71) 出願人 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100073184
弁理士 柳田 征史
(74) 代理人 100090468
弁理士 佐久間 剛
(72) 発明者 広田 和弘
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
(72) 発明者 入澤 覚
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

最終頁に続く

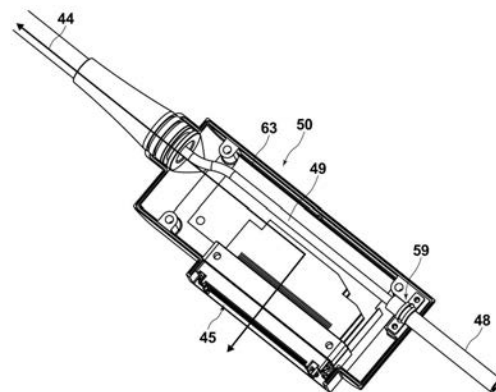
(54) 【発明の名称】 プローブ及び光音響計測装置

(57) 【要約】

【課題】プローブ及び光音響計測装置において、光源ユニット側のノイズの影響を抑制する。

【解決手段】信号コネクタ50は、音響信号線44に接続される端子部45と、コネクタシールド63とを含む。光ファイバを保護する保護管は、光コネクタから信号コネクタ50までの間で光ファイバを保護する第1の保護管48と、信号コネクタ50からプローブ本体までの間で光ファイバを保護する第2の保護管49とを含む。第1の保護管48は導電性を有する材料から成り、第2の保護管49は非導電性の材料からなる。コネクタシールド63は超音波ユニットの接地に接続され、かつ第1の保護管49はレーザユニットの接地に接続される。信号コネクタ50では、コネクタシールド63と第1の保護管48とが絶縁されているプローブ。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に向けて光を出射する光出射部と、被検体への光出射後に被検体内で生じた光音響波を検出する音響検出部と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検出信号を前記プローブ本体から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前記プローブ本体まで導光する光ファイバと、

前記音響信号線に接続された端子部とコネクタシールドとを含み、前記信号処理ユニットに接続される信号コネクタと、

前記光ファイバと前記光源ユニットとを接続する光コネクタと、

10

前記光ファイバを内部に収容し前記光ファイバを保護する光ファイバ保護管とを備え、

前記信号処理ユニット及び前記光源ユニットは個別に接地され、

前記光ファイバは、前記信号コネクタを経由して前記光源ユニットと前記プローブ本体との間を接続し、

前記光ファイバ保護管は、前記光コネクタから前記信号コネクタまでの間で前記光ファイバを保護する第 1 の保護管と、前記信号コネクタから前記プローブ本体までの間で前記光ファイバを保護する第 2 の保護管とを含み、

前記第 1 の保護管は導電性を有する材料から成り、かつ前記第 2 の保護管は非導電性の材料からなり、

前記コネクタシールドは前記信号処理ユニットの接地に接続され、かつ前記第 1 の保護管は前記光源ユニットの接地に接続され、

20

前記信号コネクタでは、前記コネクタシールドと前記第 1 の保護管とが絶縁されているプローブ。

【請求項 2】

前記信号処理ユニット及び前記光源ユニットは、それぞれ商用電源の接地端子により接地されている請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 3】

前記コネクタシールドは前記端子部を通じて前記信号処理ユニットの接地に接続される請求項 1 又は 2 に記載のプローブ。

【請求項 4】

30

前記光コネクタは導電性を有しており、前記第 1 の保護管は前記光コネクタを通じて前記光源ユニットの接地に接続される請求項 1 から 3 何れか 1 項に記載のプローブ。

【請求項 5】

前記信号線コネクタは端部に前記第 1 の保護管の端部を固定する固定部を有しており、該固定部は前記コネクタシールドと絶縁されている請求項 1 から 4 何れか 1 項に記載のプローブ。

【請求項 6】

前記信号線コネクタの内部では、前記光ファイバは前記第 2 の保護管により保護される請求項 1 から 5 何れか 1 項に記載のプローブ。

【請求項 7】

40

前記音響信号線を覆う信号線シールドを更に有し、該信号線シールドは前記コネクタシールドを通じて前記信号処理ユニットの接地に接続される請求項 1 から 6 何れか 1 項に記載のプローブ。

【請求項 8】

前記プローブ本体と前記信号コネクタとの間には、前記光ファイバと前記音響信号線と前記信号線シールドとを含む複合ケーブルにより接続されている請求項 7 に記載のプローブ。

【請求項 9】

前記複合ケーブルにおいて、前記光ファイバの周囲に前記音響信号線が配置され、該音響信号線の周囲に前記信号線シールドが配置される請求項 8 に記載のプローブ。

50

【請求項 10】

前記光ファイバは、複数のファイバ素線を含むバンドルファイバである請求項 1 から 9 何れか 1 項に記載のプロープ。

【請求項 11】

光源ユニットと、

被検体への光出射後に被検体内で生じた光音響波の検出信号を信号処理する信号処理ユニットと、

請求項 1 から 11 何れか 1 項に記載のプロープとを備える光音響計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、プロープに関し、更に詳しくは、被検体に対する光出射により被検体内で生じた音響波を検出するプロープに関する。また、本発明は、そのようなプロープを備えた光音響計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光音響分光法は、例えば、可視光、近赤外光又は中間赤外光の波長帯域の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又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（PAI：Photoacoustic Imaging）或いは光音響トモグラフィー（PAT：Photo Acoustic Tomography）と呼ばれる。

20

【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）を実施する装置（光音響計測装置）は、典型的には、被検体に照射する光を出射する光源ユニットと、被検体からの音響信号を検出するプロープと、検出した音響信号を処理する信号処理ユニットとを含む。光源ユニットと信号処理ユニットとを一体化した構成とすることは可能であるが、装置のメンテナンス性や取扱いの利便性等を考慮すれば、信号処理ユニットと光源ユニットとは別体とすることが好ましい。また、既存の超音波装置に光音響画像生成用のプログラムなどを追加し、それと光源ユニットとを組み合わせることで、光音響計測装置を実現することも可能である。

30

【0004】

光音響計測において、被検体に対する光照射をプロープから行う場合、光源ユニットから出射した光は、光源ユニットとプロープとを接続する光ファイバなどを用いてプロープまで導光される。プロープは、検出された音響信号を信号処理ユニットに伝送するための電気信号線によって信号処理ユニットにも接続されている。医師などがプロープを動かして光音響計測を行うことを考慮すれば、プロープと光源ユニット及び信号処理ユニットとの接続には、電気信号線と光ファイバとを一体化した複合ケーブルを使用することが好ましい。複合ケーブルを用いたプロープに関して、特許文献 2 には、音響信号を信号処理ユニットに入力するためのコネクタにおいて、電気信号線と光ファイバとを合流／分岐させる構成が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010-12295 号公報

【特許文献 2】特開 2014-39801 号公報（特に図 13）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

ところで、光ファイバの損傷を避けるため、また、光ファイバの損傷した箇所から漏れた光が外部に放射することを防ぐために、光ファイバの周囲は保護管で覆われることが好ましい。保護管の強度なども考慮すると、保護管には金属製のものを使用することが好ましい。一方、電気信号線については、ノイズの混入やノイズの放射を避けるために、接地電位に接続されたシールドで覆われることが好ましい。

【0007】

光源ユニットと信号処理ユニットが別体で構成される場合、各ユニットは独自の電源入力部を有し、それぞれの接地電位は電源入力部の接地端子のみで接続されることが多い。光ファイバの保護に金属製の保護管を用いた場合、その保護管は、外装シャーシなどを通じて光源ユニットの接地電位に接続される。また、電気信号線のシールドは、コネクタのシールドなどを通じて信号処理ユニットの接地電位に接続される。本発明者らは、特許文献2に記載されるようにコネクタにおいて電気信号線と光ファイバとを合流／分岐させる場合、そのコネクタにおいて光ファイバの保護管と電気信号線のシールドとが接触すると、光源ユニットの接地と信号処理ユニットの接地とが電源入力部の接地端子以外でつながることになり、それに起因して、光源ユニット側のノイズが信号処理ユニットに混入することがあることを突き止めた。光源ユニット側のノイズが信号処理ユニットに混入すると、光音響波の検出信号から生成される光音響画像に光源ユニットに起因したノイズが描出される。

【0008】

本発明は、上記に鑑み、光源ユニット側のノイズの影響を抑制することが可能なプローブ、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】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明のプローブは、被検体に向けて光を出射する光出射部と、被検体への光出射後に被検体内で生じた光音響波を検出する音響検出部と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検出信号をプローブ本体から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プローブ本体まで導光する光ファイバと、音響信号線に接続された端子部とコネクタシールドとを含み、信号処理ユニットに接続される信号コネクタと、光ファイバと光源ユニットとを接続する光コネクタと、光ファイバを内部に収容し光ファイバを保護する光ファイバ保護管とを備え、信号処理ユニット及び光源ユニットは個別に接地され、光ファイバは、信号コネクタを経由して光源ユニットとプローブ本体との間を接続し、光ファイバ保護管は、光コネクタから信号コネクタまでの間で光ファイバを保護する第1の保護管と、信号コネクタからプローブ本体までの間で光ファイバを保護する第2の保護管とを含み、第1の保護管は導電性を有する材料から成り、かつ第2の保護管は非導電性の材料からなり、コネクタシールドは信号処理ユニットの接地に接続され、かつ第1の保護管は光源ユニットの接地に接続され、信号コネクタでは、コネクタシールドと第1の保護管とが絶縁されているプローブを提供する。

【0010】

本発明では、信号処理ユニット及び光源ユニットは、それぞれ商用電源の接地端子により接地されていることが好ましい。

【0011】

コネクタシールドは、コネクタの端子部を通じて信号処理ユニットの接地に接続されていてもよい。

【0012】

光コネクタは導電性を有しており、第1の保護管は光コネクタを通じて光源ユニットの接地に接続されていてもよい。

【0013】

信号コネクタは端部に第1の保護管の端部を固定する固定部を有していてもよい。その固定部はコネクタシールドと絶縁されていることが好ましい。

【0014】

信号コネクタの内部では、光ファイバは第2の保護管により保護されていてもよい。

【0015】

音響信号線を覆う信号線シールドを更に有し、信号線シールドはコネクタシールドを通じて信号処理ユニットの接地に接続されることとしてもよい。

【0016】

プローブ本体と信号コネクタとの間は、光ファイバと音響信号線と信号線シールドとを含む複合ケーブルにより接続されていてもよい。

【0017】

上記の複合ケーブルにおいて、光ファイバの周囲に音響信号線が配置され、音響信号線の周囲に信号線シールドが配置されていてもよい。

10

【0018】

光ファイバは、複数のファイバ素線を含むバンドルファイバであってもよい。

【0019】

本発明は、また、光源ユニットと、被検体への光出射後に被検体内で生じた光音響波の検出信号を信号処理する信号処理ユニットと、本発明のプローブとを備える光音響計測装置を提供する。

【発明の効果】

【0020】

本発明のプローブ及び光音響計測装置は、光源ユニット側のノイズの影響を抑制することが可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第一実施形態に係る光音響計測装置の概略を示す図。

【図2】光音響計測装置の機能ブロック図。

【図3】プローブの外観を示す図。

【図4】超音波ユニットとレーザユニットの電源接続を示すブロック図。

【図5】信号コネクタの内部の構造を示す斜視図。

【図6】信号コネクタを示す上面図。

【図7】プローブ本体と信号コネクタとの間の複合ケーブルを示す断面図。

30

【図8】比較例のコネクタを示す上面図。

【図9】比較例の複合ケーブルを示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は、本発明の第一実施形態に係る光音響計測装置の概略を示す図である。光音響計測装置10は、プローブ11と、超音波ユニット（信号処理ユニット）12と、レーザユニット（光源ユニット）13とを備える。

【0023】

プローブ11は、プローブ本体11aとケーブル部11bとを含む。プローブ11は、例えばハンドヘルド型のプローブである。プローブ本体11aは、プローブの本来的な機能が集約された部分であり、導光板41、音響検出部42、及びプローブ制御回路43を含む。ケーブル部11bは、超音波ユニット12及びレーザユニット13とプローブ本体11aとを接続する部分であり、光ファイバ40と音響信号線44とを含む。ケーブル部11bと超音波ユニット12とは、信号コネクタ50によって着脱可能に接続される。また、ケーブル部11bとレーザユニット13とは、光コネクタ51によって着脱可能に接続される。

40

【0024】

光ファイバ40は、レーザ光Lを出射するレーザユニット13に光コネクタ51を介して光学的に接続されている。レーザユニット13を出射した光Lは、光ファイバ40を通

50

じてプローブ本体 11a まで導光される。光ファイバ 40 には、例えば石英ファイバなどの公知のものを用いることができる。また、光ファイバ 40 には、複数のファイバ素線を含むバンドルファイバを用いることができる。

【0025】

導光板 41 は、被検体に向けて光を出射する光出射部を構成する。導光板 41 は、例えばアクリル板や石英板の表面に特殊な加工が施され、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。図 1 では、2 つの導光板 41 が、音響検出部 42 を挟んで対向するように配置されている。導光板 41 の光入射面は、光ファイバ 40 と光学的に結合されている。均一な光照射を実現するために、拡散板を用いて光を拡散させてから被検体 M に対する光出射を行ってもよい。導光板 41 を省き、光ファイバ 40 の出射端面から被検体 M に対する光出射を行ってもよい。

10

【0026】

音響検出部 42 は、被検体 M から放射された音響波を検出し、検出した音響波の強度に応じた電気信号（音響信号）を出力する。音響検出部 42 が検出する音響波は、被検体 M への光出射後に被検体 M 内で生じた光音響波と、被検体 M 内に送信された超音波に対する反射超音波とを含む。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。

【0027】

音響検出部 42 は、例えばバックング材、音響検出素子アレイ、音響整合層、及び音響レンズを含む。バックング材は、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。音響検出素子アレイは、1 次元の又は 2 次元的に配列された複数の音響検出素子を含む。音響検出素子アレイにて、検出された音響波が電気信号に変換される。音響検出素子には、例えば、圧電セラミクスを用いることができる。あるいは、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）などの高分子フィルムから構成される圧電素子を用いることができる。音響整合層は、例えば音響検出素子アレイの検出面上に設けられており、音響インピーダンスを整合する機能を果たす。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設けられており、音響をフォーカスさせる機能を果たす。

20

【0028】

プローブ制御回路 43 は、音響検出部 42 における音響波の検出や送信を制御する。プローブ制御回路 43 は、例えば、プリアンプ、遅延回路、及び加算回路などの信号処理回路を含む。プリアンプは、音響検出部 42 が出力する音響信号を増幅する。遅延回路及び加算回路は、音響検出部 42 が出力する音響信号を整相加算する。プローブ制御回路 43 は、超音波ユニット 12 から出力された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。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 へ送信してもよい。

30

【0029】

音響信号線 44 は、超音波ユニット 12 に信号コネクタ 50 を介して接続される。音響信号線 44 は、電気信号線であり、プローブ本体 11a の音響検出部 42 が出力する音響信号を超音波ユニット 12 に伝送する。ケーブル部 11b は、超音波ユニット 12 から出力された信号をプローブ制御回路 43 へ伝送する信号線を更に含んでもよい。

40

【0030】

光ファイバ 40 は、信号コネクタ 50 を経由して、レーザユニット 13 とプローブ本体 11a との間を接続する。光ファイバ 40 及び音響信号線 44 は、プローブ本体 11a から信号コネクタ 50 までの間はシース部材 46 により覆われている。光ファイバ 40 は、信号コネクタ 50 から光コネクタ 51 までの間は、光ファイバ 40 を内部に収容する保護管（光ファイバ保護管）47 により覆われている。

【0031】

超音波ユニット 12 は、ユニット本体 17 と変換部 16 とを含む。ユニット本体 17 と

50

変換部 16 との間は中継ケーブル 17a により接続される。ユニット本体 17 は、光音響波及び反射超音波の検出信号に対して信号処理を実施する。ユニット本体 17 は、典型的には中央処理装置、メモリ、補助記憶装置、入力装置、及び画像表示装置などを含む。ユニット本体 17 は、信号処理用の IC (Integrated Circuit) を含んでいてもよい。ユニット本体 17 は、例えば既存の超音波画像診断装置に光音響画像生成用のプログラムを追加したものとして構成される。変換部 16 は、信号コネクタ 50 と中継ケーブル 17a のコネクタとの間で端子の変換をする。ユニット本体 17 が信号コネクタ 50 に適合するレセプタクルを有する場合は、変換部 16 を省略し、ユニット本体 17 に信号コネクタ 50 を接続してもよい。

【0032】

レーザユニット 13 は、レーザ光 L を発する光源 30 を有する。レーザユニット 13 は、例えば Q スイッチ固体レーザ装置として構成される。レーザ媒体には、例えばアレキサンドライト結晶を用いることができる。レーザユニット 13 は、レーザ光として 1 ~ 100 nsec のパルス幅を有するパルスレーザ光を出力するものであることが好ましい。

【0033】

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、レーザ光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 ~ 850 nm の波長域を意味する。光源 30 は、単波長のレーザ光を出射するものであってもよいし、複数の波長のレーザ光を出射可能なものであってもよい。光源 30 は、複数波長のレーザ光を出射可能である場合は、複数の波長のレーザ光を同時に射出してもよいし、複数の波長のレーザ光を切り替えて射出してもよい。光源はレーザには限定されず、レーザ以外の光源を用いてもよい。

【0034】

図 2 は、光音響計測装置 10 の機能ブロック図である。超音波ユニット 12 は、受信回路 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、送信制御回路 33、超音波画像再構成手段 35、検波・対数変換手段 36、超音波画像構築手段 37、画像合成手段 38、及び制御手段 60 を有する。レーザユニット 13 は、制御手段 34、フラッシュランプ 31、及び Q スイッチ 32 を有する。フラッシュランプ 31 及び Q スイッチ 32 は、図 1 に示された光源 30 に含まれる。

【0035】

受信回路 22 は、信号コネクタ 50 と電氣的に接続される。受信回路 22 は、音響信号線 44 及び信号コネクタ 50 を介して、プローブ 11 が出力する音響信号を受信し、受信した音響信号を受信メモリ 23 に格納する。受信回路 22 は、典型的には、低ノイズアンプ、可変ゲインアンプ、ローパスフィルタ、及び AD 変換器 (Analog to Digital converter) を含む。プローブ 11 が出力した音響信号は、低ノイズアンプで増幅された後に、可変ゲインアンプで深度に応じたゲイン調整がなされ、ローパスフィルタで高周波成分がカットされた後に AD 変換器でデジタル信号に格納され、受信メモリ 23 に格納される。受信回路 22 は、例えば 1 つの IC で構成される。プローブ 11 は、音響信号として光音響波の検出信号と反射超音波の検出信号とを出力し、受信メモリ 23 には、AD 変換され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）が格納される。

【0036】

光音響画像再構成手段 24 は、受信メモリ 23 から光音響波の検出信号（光音響信号）を読み出し、プローブ 11 の音響検出部 42 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 24 は、例えばプローブ 11 の 64 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 24 は、遅延加算法に代えて、CBP 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 24 は、フーリエ変換法を用いて再構成を行ってもよい。

【0037】

検波・対数変換手段 27 は、各ラインのデータの包絡線を求め、求めた包絡線を対数変換する。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。光音響画像再構成手段 24、検波・対数変換手段 27、及び光音響画像構築手段 28 は、光音響画像生成手段を構成する。

【0038】

超音波画像再構成手段 35 は、受信メモリ 23 から反射超音波の検出信号（反射超音波信号）を読み出し、プローブ 11 の音響検出部 42 で検出された反射超音波信号に基づいて、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、求めた包絡線を対数変換する。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。超音波画像再構成手段 35、検波・対数変換手段 36、及び超音波画像構築手段 37 は、超音波画像生成手段を構成する。

【0039】

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、例えば超音波画像に光音響画像を重畳することで画像合成を行う。合成された画像は、ディスプレイ装置などの画像表示手段 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てもよい。あるいは光音響画像と超音波画像とを切り替えて表示してもよい。画像表示手段 14 は、超音波ユニット 12 の外部にあってもよいし、超音波ユニット 12 の一部であってもよい。

【0040】

制御手段 60 は、光音響計測装置 10 の各部を制御する、制御手段 60 は、トリガ制御回路 66 を含む。トリガ制御回路 66 は、例えば光音響画像の取得時は、レーザユニット 13 のフラッシュランプトリガ信号を送信する。レーザユニット 13 の制御手段 34 は、フラッシュランプトリガ信号を受信すると、フラッシュランプ 31 を点灯し、図示しないレーザロッドを励起する。

【0041】

トリガ制御回路 66 は、レーザロッドが十分励起された状態となった後、レーザユニット 13 に Q スイッチトリガ信号を送信する。制御手段 34 は、Q スイッチトリガ信号を受信すると、Q スイッチ 32 を駆動して図示しない共振器の Q 値を低 Q 状態から高 Q 状態へと急激に変化させ、レーザを Q スイッチパルス発振させる。レーザユニット 13 から出射したレーザ光は、光ファイバ 40 によってプローブ本体 11 a まで導光され、プローブ本体 11 a の導光板 41 から被検体 M に照射される。トリガ制御回路 66 から Q スイッチトリガ信号を送信せず、制御手段 34 内で生成されたタイミングで Q スイッチ 32 を制御してもよい。

【0042】

トリガ制御回路 66 は、レーザ光の出射に合わせて、受信回路 22 にサンプリングトリガ信号を送信する。受信回路 22 は、サンプリングトリガ信号を受信すると、光音響信号のサンプリングを開始する。光音響波を検出するエリアは複数のエリアに分割されていてもよい。その場合、被検体に対する光出射と光音響波の検出は、エリアごとに行う。

【0043】

トリガ制御回路 66 は、超音波画像を取得する場合は、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信する。送信制御回路 33 は、超音波送信トリガ信号を受けると、音響信号線 44 を介してプローブ 11 の音響検出部 42 から超音波を送信させる。プローブ 11 は、例えば音響ラインを一ラインずつずらしながら走査して反射超音波の検出を行う。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受信回路 22 にサンプリングトリガ信号を送信し、反射超音波のサンプリングを開始させる。

【0044】

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、光音響波はその発生位置からプローブ11までの片道を伝播する。従って、反射超音波の検出には、同じ深さ位置で生じた光音響波の検出に比べて2倍の時間がかかる。このため、反射超音波検出時の受信回路22におけるAD変換のサンプリングクロックは、光音響波検出時のサンプリングクロックの半分としてもよい。具体的に、光音響波検出時のサンプリングクロックが40MHzであるとき、反射超音波検出時のサンプリングクロックを20MHzとしてもよい。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。

【0045】

なお、上記では、音響検出部42から超音波の送信を行うこととしたが、これには限定されない。超音波の送受信を分離し、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。また、光音響波と反射超音波とは、必ずしも同一の音響検出素子で検出する必要はない。プローブ11内に、光音響波検出用の音響検出素子と、反射超音波検出用の音響検出素子とを設けてもよい。

【0046】

図3は、プローブの外観を示す。ケーブル部11bは、シース部材46の内側に音響信号線44と光ファイバ40（図1及び図2を参照）とを有する。信号コネクタ50は、超音波ユニット12に接続する端子部45を有する。光ファイバ40は、光コネクタ51から信号コネクタ50までの区間は第1の保護管48によって保護され、信号コネクタ50からプローブ本体11aまでの区間はシース部材46の内側に配置された第2の保護管（図3において図示せず）によって保護される。

【0047】

図4は、超音波ユニット12とレーザユニット13とにおける電源接続を示している。レーザユニット13は電源回路61を有しており、超音波ユニット12は電源回路62を有している。電源回路61及び電源回路62は、それぞれ商用電源のL（Live）端子及びN（Neutral）端子から電力供給を受ける。レーザユニット13内の各部は、電源回路61により降圧又は昇圧された電源が供給される。超音波ユニット12内の各部は、電源回路62により降圧又は昇圧された電源が供給される。超音波ユニット12及びレーザユニット13は、商用電源のE（earth）端子に個別に接地される。

【0048】

光ファイバの保護管47は、光コネクタ51から信号コネクタ50までの間で光ファイバを保護する第1の保護管48と、信号コネクタ50からプローブ本体11aまでの間で光ファイバを保護する第2の保護管49とを含む。第1の保護管48は導電性を有する材料から成り、第2の保護管49は非導電性の材料からなる。具体的には、第1の保護管48は金属から成り、第2の保護管49は樹脂から成る。第1の保護管48と第2の保護管49とは完全に分離している必要はなく、例えば第2の保護管49を第1の保護管48で覆ってもよい。つまり、光ファイバ40を、レーザユニット13からプローブ本体11aまでの全体にわたって第2の保護管49で保護し、レーザユニット13から信号コネクタ50までの区間については、第2の保護管49ごと第1の保護管48で保護することとしてもよい。第2の保護管49は、単一の保護管である必要はなく、複数の保護管をつなぎ合わせたものでもよい。第1の保護管48は、レーザユニット13の接地に接続される。例えば、光コネクタ51には金属などの導電性を有する材料のものが使用されており、第1の保護管48は、光コネクタ51を介してレーザユニット13の接地に接続される。その際、例えば、レーザユニット13の本体を介して、第1の保護管48がレーザユニット13の接地に接続されても良い。

【0049】

ここで、光コネクタ51及びそのレセプタクルに非導電性の材料のものをを用いれば、第1の保護管48はレーザユニット13の接地に接続されなくなる。しかしながら、コネク

10

20

30

40

50

タ部は堅牢であることが好ましく、強度を考えると、光コネクタ 5 1 及びそのレセプタクルに金属を用いたいという要望がある。第 1 の保護管 4 8 についても、光ファイバの破損、及び外部への光放射を抑制するために強度が高いものを使用したいという要望があり、金属製とすることが好ましい。このような事情により、第 1 の保護管 4 8 は、光コネクタ 5 1 を介してレーザユニット 1 3 の接地に接続される。

【0050】

信号コネクタ 5 0 は、音響信号線 4 4 に接続された端子部 4 5 と、コネクタにおいて音響信号線を伝送する信号をノイズなどから保護するコネクタシールド 6 3 とを含む。コネクタシールド 6 3 は、例えば板状の金属であり、超音波ユニット 1 2 の接地に接続される。コネクタシールド 6 3 は、例えば端子部 4 5 のシールド部分と接触しており、端子部 4 5 を介して超音波ユニット 1 2 の接地に接続される。ケーブル部 1 1 b は、シース部材の内側に音響信号線 4 4 を覆う信号線シールド 6 4 を含む。信号線シールド 6 4 は、例えば金属のメッシュから成る。プローブ本体 1 1 a と信号コネクタ 5 0 との間は、光ファイバ 4 0 と音響信号線 4 4 と信号線シールド 6 4 とを含む複合ケーブルにより接続される。信号線シールド 6 4 は、例えばコネクタシールド 6 3 に接続され、コネクタシールド 6 3 を介して超音波ユニット 1 2 の接地に接続される。その際、例えば、超音波ユニット 1 2 の本体を介して、信号線シールド 6 4 が超音波ユニット 1 2 の接地に接続されても良い。信号線シールド 6 4 は、例えばコネクタシールド 6 3 にねじ止めされる。あるいは、コネクタシールド 6 3 に設けた突起に挟み込むことでコネクタシールド 6 3 に接続される。信号コネクタ 5 0 では、コネクタシールド 6 3 と第 1 の保護管 4 8 とは絶縁されている。

【0051】

図 5 は、信号コネクタ 5 0 の内部の構造を示す。信号コネクタ 5 0 の本体（コネクタ本体）は、絶縁性の樹脂、例えば A B S（Acrylonitrile、Butadiene、Styrene）樹脂から成る。コネクタシールド 6 3 は、コネクタ本体の内面を覆う。コネクタシールド 6 3 は、例えば、シールドとして機能する端子部 4 5 の金属製のシャーシ部に接触している。音響信号線 4 4 は、基板などを介して端子部 4 5 の端子に接続される。図 5 では図示を省略しているが、信号線シールド 6 4（図 4 を参照）は、コネクタシールド 6 3 に接続されている。

【0052】

信号コネクタ 5 0 は、端部に第 1 の保護管 4 8 の端部を固定する固定部 5 9 を有している。固定部 5 9 は、コネクタシールド 6 3 と絶縁されており、第 1 の保護管 4 8 とコネクタシールド 6 3 とは絶縁される。光ファイバは、第 1 の保護管 4 8 の固定部 5 9 からプローブ本体 1 1 a 側は、第 2 の保護管 4 9 に覆われている。光ファイバは、信号コネクタ 5 0 の内部では、第 2 の保護管 4 9 により保護される。第 2 の保護管 4 9 は導電性を有しない材料で形成されており、コネクタシールド 6 3 と第 2 の保護管 4 9 とは絶縁されている。

【0053】

図 6 は、信号コネクタ 5 0 の上面図である。信号コネクタ 5 0 において、端子部 4 5 のシールド、コネクタシールド 6 3、及び信号線シールド 6 4 は、端子部 4 5 を介して接続された超音波ユニット 1 2 の接地に接続される（図 4 も参照）。一方、光ファイバを保護する第 1 の保護管 4 8 は、光コネクタ 5 1 を介して接続されたレーザユニット 1 3 の接地に接続される（図 4 も参照）。従って、信号コネクタ 5 0 には、超音波ユニット 1 2 の接地に接続される部分（図 6 において点線で示す部分）と、レーザユニット 1 3 の接地に接続される部分（図 6 において一点鎖線で示す部分）とが存在する。本実施形態では、第 1 の保護管 4 8 とコネクタシールド 6 3 とが絶縁されており、互いに近接していないため、第 1 の保護管 4 8 とコネクタシールド 6 3 とがショートして超音波ユニット 1 2 の接地とレーザユニット 1 3 の接地とが接続されることはない。

【0054】

図 7 は、プローブ本体 1 1 a と信号コネクタ 5 0 との間の複合ケーブルの断面を示す。複合ケーブルは、中心側から順に、光ファイバ 4 0、第 2 の保護管 4 9、被覆材 6 5、音

響信号線 4 4、信号線シールド 6 4、及びシース部材 4 6 を有する。複合ケーブルにおいて、光ファイバ 4 0 は中央部分に配置され、光ファイバ 4 0 の周囲に音響信号線 4 4 が配置され、音響信号線 4 4 の周囲に信号線シールド 6 4 が配置される。なお、図 7 では、光ファイバ 4 0 の周囲全部に音響信号線 4 4 が配置されているが、これには限定されず、光ファイバ 4 0 の周囲の大部分又は一部に音響信号線 4 4 が配置されている場合も、「光ファイバの周囲の音響信号線が配置されている」と呼ぶ。信号線シールド 6 4 は接地されており、音響信号線 4 4 に外部からノイズが侵入すること、及び音響信号線 4 4 から外部にノイズが放射することが抑制される。光ファイバ 4 0 を保護する第 2 の保護管 4 9 は、非導電性の材料で形成されており、接地されていない。

【0055】

ここで、特にレーザユニット 1 3 では、フラッシュランプ 3 1 及び Q スイッチ 3 2 に瞬間的に高電圧が印加されることが多く、それに伴って接地電位に変動が生じることがある。このとき、超音波ユニット 1 2 の接地とレーザユニット 1 3 の接地とが接続されると、接地を通じてレーザユニット 1 3 から超音波ユニット 1 2 にノイズが混入する。レーザユニット 1 3 側のノイズが超音波ユニット 1 2 に混入すると、光音響波の検出信号から生成される光音響画像にレーザユニット 1 3 に起因したノイズが描出される。

【0056】

本実施形態では、光ファイバ 4 0 の保護管 4 7 が第 1 の保護管 4 8 と第 2 の保護管 4 9 とを含み、レーザユニット 1 3 から信号コネクタ 5 0 の間の区間は導電性を有する第 1 の保護管 4 8 によって光ファイバ 4 0 を保護し、信号コネクタ 5 0 からプローブ本体 1 1 a までの区間は導電性を有しない第 2 の保護管 4 9 によって保護する。また、信号コネクタ 5 0 において、レーザユニット 1 3 の接地に接続される第 1 の保護管 4 8 と、超音波ユニット 1 2 の設置に接続されるコネクタシールド 6 3 及び信号線シールド 6 4 とを絶縁する。このような構成を採用することで、信号コネクタ 5 0 において超音波ユニット 1 2 の接地とレーザユニット 1 3 の接地とを分離することができ、両者が接続されることを避けることができる。また、狭い複合ケーブルの中において、超音波ユニット 1 2 の接地とレーザユニット 1 3 の接地とが近接しない。それにより、レーザユニット 1 3 側のノイズが接地を通じて超音波ユニット 1 2 に侵入することを抑制でき、光音響画像のノイズを抑制できる。

【0057】

比較例として、レーザユニット 1 3 からプローブ本体 1 1 a までの全ての区間において、光ファイバを金属製の保護管で保護した場合を考える。図 8 は、比較例のコネクタの上面図である。信号コネクタ 7 0 において、端子部 7 5 のシールド、コネクタシールド 7 3、及び信号線シールド 7 4 は、端子部 7 5 を介して接続された超音波ユニットの接地に接続される。一方、光ファイバを保護する保護管 7 7 は、光コネクタを介して接続されたレーザユニットの接地に接続される。図 8 において、超音波ユニット 1 2 の接地に接続される部分は点線で示され、レーザユニット 1 3 の接地に接続される部分は一点鎖線で示される。この比較例では、金属製の保護管 7 7 が信号コネクタ 7 0 を貫通しており、超音波ユニット 1 2 の接地とレーザユニット 1 3 の接地とが近接する。コネクタシールド 7 3 と保護管 7 7 とがショートすると、超音波ユニット 1 2 の接地とレーザユニット 1 3 の接地とが接続される。

【0058】

図 9 は、比較例の複合ケーブルの断面を示す。この比較例の複合ケーブルは、中心側から順に、光ファイバ 4 0、金属製の保護管 7 7、被覆材 6 5、音響信号線 4 4、信号線シールド 6 4、及びシース部材 4 6 を有する。この構成では、超音波ユニット 1 2 の接地に接続された信号線シールド 6 4 とレーザユニット 1 3 の接地に接続された保護管 7 7 とが、複合ケーブルの全長にわたって対向して配置される。この場合、レーザユニット 1 3 における接地電位の変動が、音響信号線 4 4 及び信号シールド 6 4 に対して悪影響を与える可能性がある。

【0059】

本実施形態の信号コネクタ５０は、比較例の信号コネクタ７０とは異なり、コネクタシールド６３の上を導電性を有する保護管が通過しない。また、本実施形態では、比較例とは異なり、複合ケーブルにおいて信号線シールドと導電性を有する保護管とが対向しない。このため、比較例に比べて、超音波ユニット１２の接地とレーザユニット１３の接地とが接続される可能性が低い。また、レーザユニット１３における接地電位の変動が音響信号線４４及び信号線シールド６４に対して悪影響を与える可能性が低い。このように、本実施形態においては、信号コネクタ５０のレーザユニット１３側の端部からプローブ本体１１ａ側に、レーザユニット１３の接地に接続された部分を設けないことで、光音響画像のノイズを抑制することができる。

【００６０】

10

なお、図７では、複合ケーブルにおいて、中央に光ファイバ４０が配置され、周囲に音響信号線４４が配置される例を示したが、これには限定されない。光ファイバ４０と音響信号線４４とは、必ずしも同軸に配置されていなくてもよい。

【００６１】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明のプローブ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】

【００６２】

20

１０：光音響計測装置

１１：プローブ

１１ａ：プローブ本体

１１ｂ：ケーブル部

１２：信号処理ユニット（超音波ユニット）

１３：光源ユニット（レーザユニット）

１４：画像表示手段

１６：変換部

１７：ユニット本体

１７ａ：中継ケーブル

２２：受信回路

２３：受信メモリ

２４：光音響画像再構成手段

２７：検波・対数変換手段

２８：光音響画像構築手段

３０：光源

３１：フラッシュランプ

３２：Ｑスイッチ

３３：送信制御回路

３４：制御手段

３５：超音波画像再構成手段

３６：検波・対数変換手段

３７：超音波画像構築手段

３８：画像合成手段

４０：光ファイバ

４１：光出射部（導光板）

４２：音響検出部

４３：プローブ制御回路

４４：音響信号線

４５：端子部

４６：シース部材

30

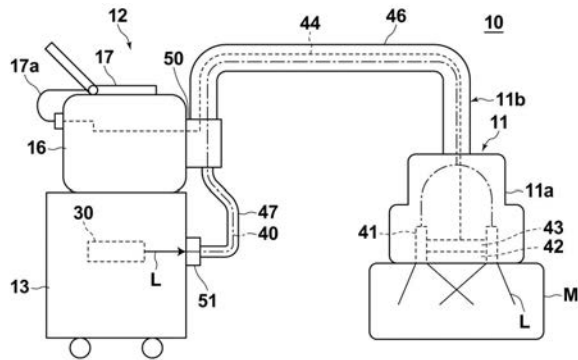
40

50

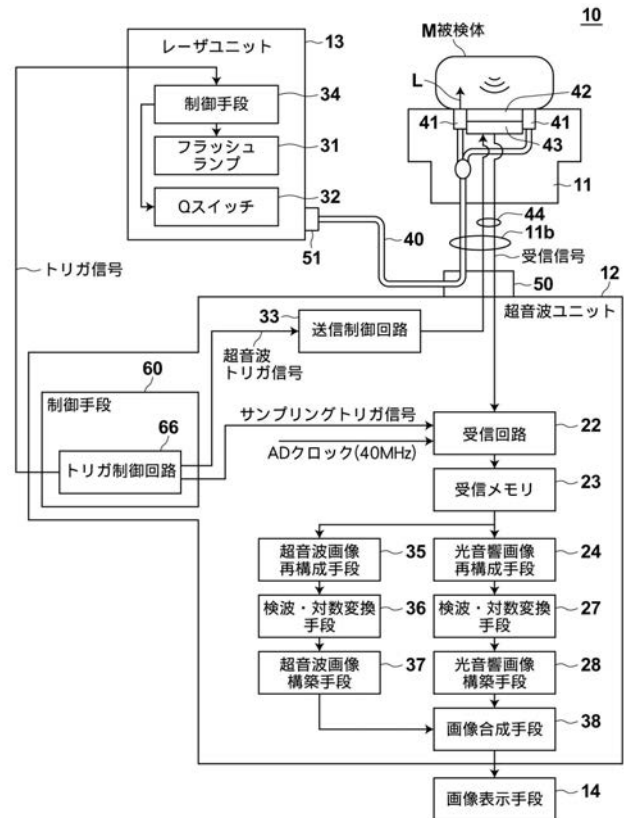
- 47：保護管
- 48：第1の保護管
- 49：第2の保護管
- 50：信号コネクタ
- 51：光コネクタ
- 59：固定部
- 60：制御手段
- 61、62：電源回路
- 63：コネクタシールド
- 64：信号線シールド
- 65：被覆材
- 66：トリガ制御回路

10

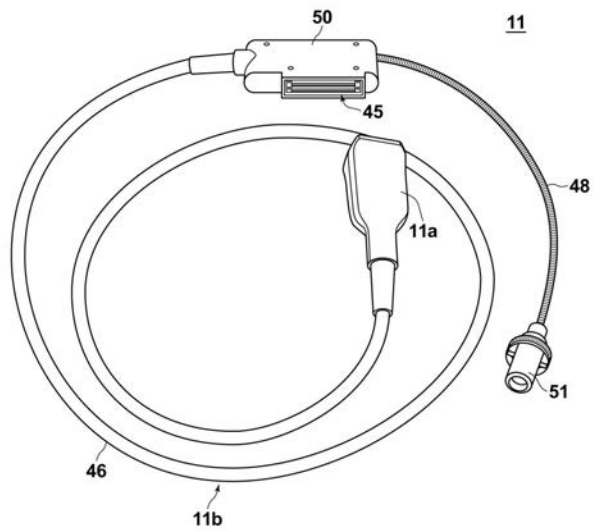
【図1】



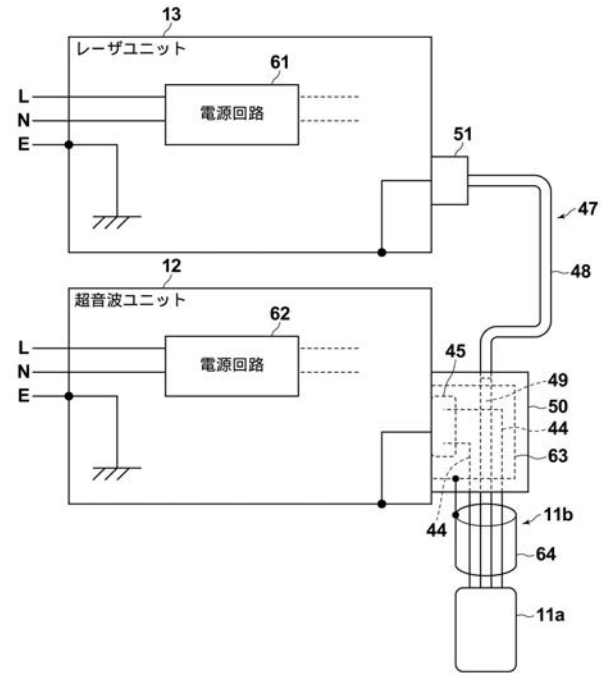
【図2】



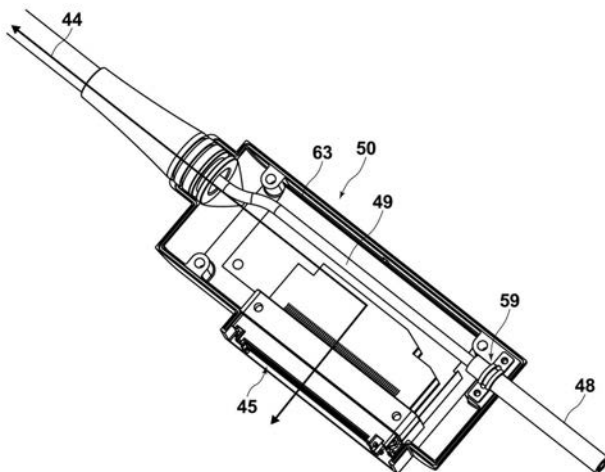
【図 3】



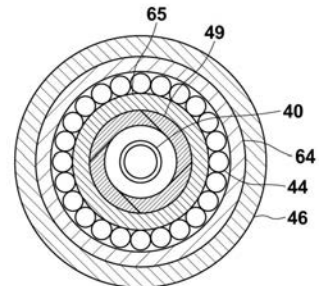
【図 4】



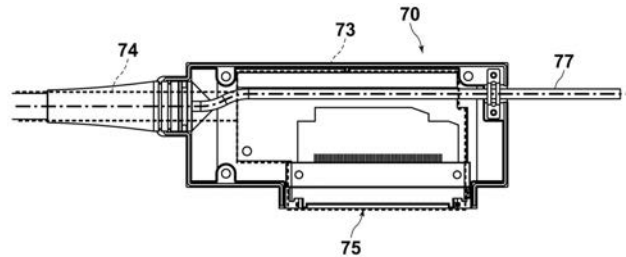
【図 5】



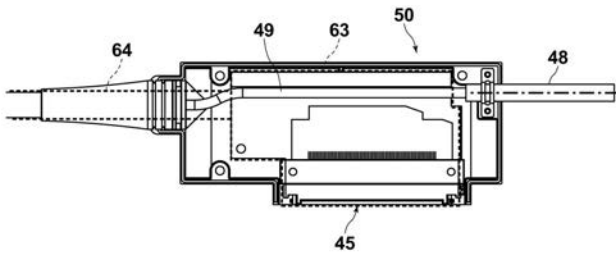
【図 7】



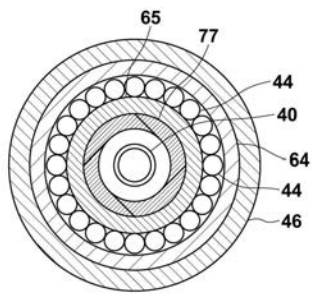
【図 8】



【図 6】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 温之

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

Fターム(参考) 4C601 DE16 EE02 GA02 GA04 GD03 GD12 GD18

专利名称(译)	探头和光声测量装置		
公开(公告)号	JP2016093366A	公开(公告)日	2016-05-26
申请号	JP2014231920	申请日	2014-11-14
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	広田和弘 入澤 覚 橋本温之		
发明人	広田 和弘 入澤 覚 橋本 温之		
IPC分类号	A61B8/13		
FI分类号	A61B8/13		
F-TERM分类号	4C601/DE16 4C601/EE02 4C601/GA02 4C601/GA04 4C601/GD03 4C601/GD12 4C601/GD18		
代理人(译)	佐久间刚		
其他公开文献	JP6353768B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：抑制噪声对探头和光声测量设备中光源单元一侧的影响。

信号连接器50包括连接到声音信号线44的端子部分45和连接器屏蔽件63。保护光纤的保护管包括：第一保护管48，其保护光学连接器和信号连接器50之间的光纤；第二保护管，其保护信号连接器50与探针主体之间的光纤。包括保护管49。第一保护管48由导电材料制成，第二保护管49由非导电材料制成。连接器屏蔽件63连接到超声单元的接地，并且第一保护管49连接到激光单元的接地。在信号连接器50中，使连接器屏蔽件63和第一保护管48绝缘的探头。[选择图]图5

