

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6353768号
(P6353768)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 8/13 (2006.01)

F I
A 6 1 B 8/13

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-231920 (P2014-231920)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成26年11月14日 (2014.11.14)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2016-93366 (P2016-93366A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成28年5月26日 (2016.5.26)	(74) 代理人	110001519
審査請求日	平成29年3月7日 (2017.3.7)		特許業務法人太陽国際特許事務所
		(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
		(72) 発明者	橋本 温之
			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) 【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、

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

10

20

管は前記光源ユニットの接地に接続され、

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】

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】

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。

【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 項に記載のプローブ。

【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 10 何れか 1 項に記載のプローブとを備える光音響計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プローブに関し、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ブに関する。また、本発明は、そのようなプローブ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

10

20

30

40

50

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。

【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ブと、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。

10

【0004】

光音響計測において、被検体に対する光照射をプローブから行う場合、光源ユニットから出射した光は、光源ユニットとプローブとを接続する光ファイバなどを用いてプローブまで導光される。プローブは、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。医師などがプローブを動かして光音響計測を行うことを考慮すれば、プローブ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ブに関して、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。

20

【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】

30

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。

40

【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

50

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

とが可能である。

【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。

【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。

【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M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。

【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、例えばバックリング材、音響検出素子アレイ、音響整合層、及び音響

10

20

30

40

50

レンズを含む。バッキング材は、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次元的又は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（P V D F）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。

【0028】

10

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。

【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。

20

【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と変換部16との間には中継ケーブル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I C（Integrated Circuit）を含んでもよい。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。

30

【0032】

40

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 n s e c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 n m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

50

。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
出射してもよいし、複数の波長のレーザ光を切り替えて出射してもよい。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。

10

【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 A/D 変換器 (Analog to Digital conver
tor) 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 A/D 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、A/D 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。

20

【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。

30

【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。

40

【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ね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

50

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11aまで導光され、プローブ本体11a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

10

20

30

40

50

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。

10

【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。

20

【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51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48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。

30

【0050】

信号コネクタ50は、音響信号線44に接続された端子部45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63とを含む。コネクタシールド63は、例えば板状の金属であり、超音波ユニット12の接地に接続される。コネクタシールド63は、例えば端子部45のシールド部分と接触しており、端子部45を介して超音波ユニット12の接地に接続される。ケーブル部11bは、シース部材の内側に音響信号線44を覆う信号線シールド64を含む。信号線シールド64は、例えば金属のメッシュから成る。プローブ本体11aと信号コネクタ50との間は、光ファイバ40と音響信号線44と信号線シールド64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64は、例えばコネクタシールド63に接続され、コネクタシールド63を介して超音波ユニット12の接地に接続される。その際、例えば、超音波ユニット12の本体を介して、信号線シールド64が超音波ユニット12の接地に接続されても良い。信号線シールド64は、例えばコネクタシールド63にねじ止めされる。あるいは、コネクタシールド63に設けた突起に挟み込むことでコネクタシールド63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とは絶縁されている。

40

50

【0051】

図5は、信号コネクタ50の内部の構造を示す。信号コネクタ50の本体（コネクタ本体）は、絶縁性の樹脂、例えばABS（Acrylonitrile、Butadiene、Styrene）樹脂から成る。コネクタシールド63は、コネクタ本体の内面を覆う。コネクタシールド63は、例えば、シールドとして機能する端子部45の金属製のシャーシ部に接触している。音響信号線44は、基板などを介して端子部45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64（図4を参照）は、コネクタシールド63に接続されている。

【0052】

信号コネクタ50は、端部に第1の保護管48の端部を固定する固定部59を有している。固定部59は、コネクタシールド63と絶縁されており、第1の保護管48とコネクタシールド63とは絶縁される。光ファイバは、第1の保護管48の固定部59からプローブ本体11a側は、第2の保護管49に覆われている。光ファイバは、信号コネクタ50の内部では、第2の保護管49により保護される。第2の保護管49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63と第2の保護管49とは絶縁されている。

【0053】

図6は、信号コネクタ50の上面図である。信号コネクタ50において、端子部45のシールド、コネクタシールド63、及び信号線シールド64は、端子部45を介して接続された超音波ユニット12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48は、光コネクタ51を介して接続されたレーザユニット13の接地に接続される（図4も参照）。従って、信号コネクタ50には、超音波ユニット12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13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48とコネクタシールド63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48とコネクタシールド63とがショートして超音波ユニット12の接地とレーザユニット13の接地とが接続されることはない。

【0054】

図7は、プローブ本体11aと信号コネクタ50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40、第2の保護管49、被覆材65、音響信号線44、信号線シールド64、及びシース部材46を有する。複合ケーブルにおいて、光ファイバ40は中央部分に配置され、光ファイバ40の周囲に音響信号線44が配置され、音響信号線44の周囲に信号線シールド64が配置される。なお、図7では、光ファイバ40の周囲全部に音響信号線44が配置されているが、これには限定されず、光ファイバ40の周囲の大部分又は一部に音響信号線44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64は接地されており、音響信号線44に外部からノイズが侵入すること、及び音響信号線44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40を保護する第2の保護管49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13では、フラッシュランプ31及びQスイッチ32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12の接地とレーザユニット13の接地とが接続されると、接地を通じてレーザユニット13から超音波ユニット12にノイズが混入する。レーザユニット13側のノイズが超音波ユニット12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13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40の保護管47が第1の保護管48と第2の保護管49とを含み、レーザユニット13から信号コネクタ50の間の区間は導電性を有する第1の保護管48によって光ファイバ40を保護し、信号コネクタ50からプローブ本体11a

までの区間は導電性を有しない第2の保護管49によって保護する。また、信号コネクタ50において、レーザユニット13の接地に接続される第1の保護管48と、超音波ユニット12の設置に接続されるコネクタシールド63及び信号線シールド64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50において超音波ユニット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12の接地とレーザユニット13の接地とが近接しない。それにより、レーザユニット13側のノイズが接地を通じて超音波ユニット12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13からプローブ本体11a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70において、端子部75のシールド、コネクタシールド73、及び信号線シールド74は、端子部75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77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12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13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77が信号コネクタ70を貫通しており、超音波ユニット12の接地とレーザユニット13の接地とが近接する。コネクタシールド73と保護管77とがショートすると、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。

【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40、金属製の保護管77、被覆材65、音響信号線44、信号線シールド64、及びシース部材46を有する。この構成では、超音波ユニット12の接地に接続された信号線シールド64とレーザユニット13の接地に接続された保護管77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13における接地電位の変動が、音響信号線44及び信号シールド64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】

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も、本発明の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0062】

10：光音響計測装置

10

20

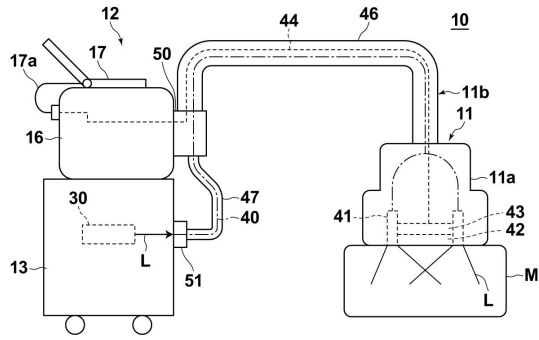
30

40

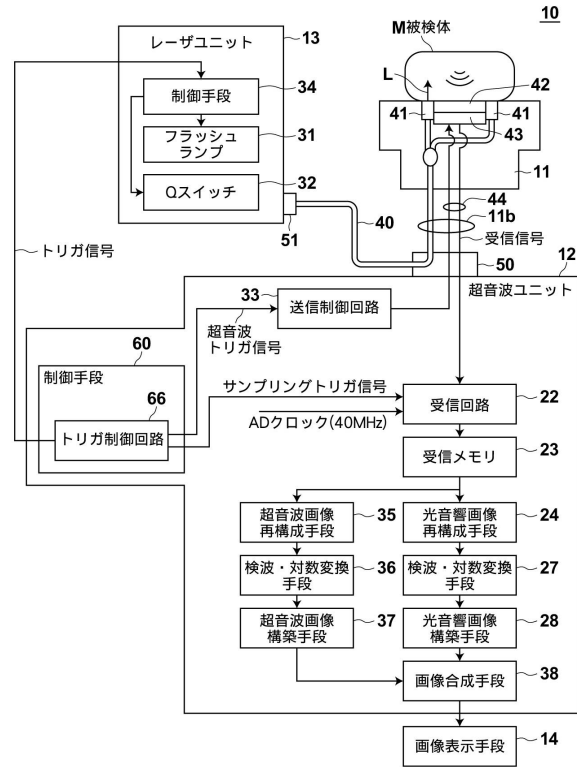
50

1 1 : プローブ	
1 1 a : プローブ本体	
1 1 b : ケーブル部	
1 2 : 信号処理ユニット (超音波ユニット)	
1 3 : 光源ユニット (レーザユニット)	
1 4 : 画像表示手段	
1 6 : 変換部	
1 7 : ユニット本体	
1 7 a : 中継ケーブル	
2 2 : 受信回路	10
2 3 : 受信メモリ	
2 4 : 光音響画像再構成手段	
2 7 : 検波・対数変換手段	
2 8 : 光音響画像構築手段	
3 0 : 光源	
3 1 : フラッシュランプ	
3 2 : Qスイッチ	
3 3 : 送信制御回路	
3 4 : 制御手段	
3 5 : 超音波画像再構成手段	20
3 6 : 検波・対数変換手段	
3 7 : 超音波画像構築手段	
3 8 : 画像合成手段	
4 0 : 光ファイバ	
4 1 : 光出射部 (導光板)	
4 2 : 音響検出部	
4 3 : プローブ制御回路	
4 4 : 音響信号線	
4 5 : 端子部	
4 6 : シース部材	30
4 7 : 保護管	
4 8 : 第 1 の保護管	
4 9 : 第 2 の保護管	
5 0 : 信号コネクタ	
5 1 : 光コネクタ	
5 9 : 固定部	
6 0 : 制御手段	
6 1、6 2 : 電源回路	
6 3 : コネクタシールド	
6 4 : 信号線シールド	40
6 5 : 被覆材	
6 6 : トリガ制御回路	

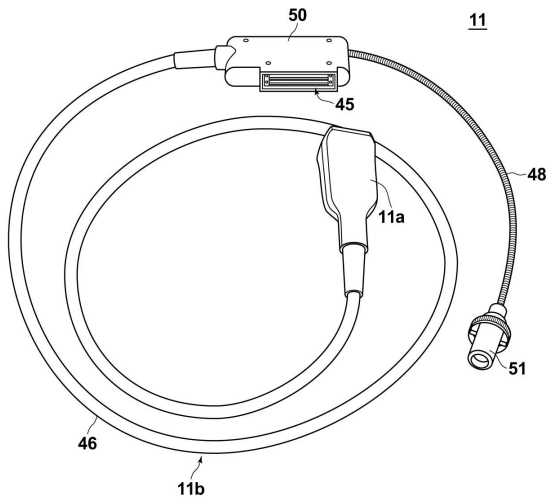
【図 1】



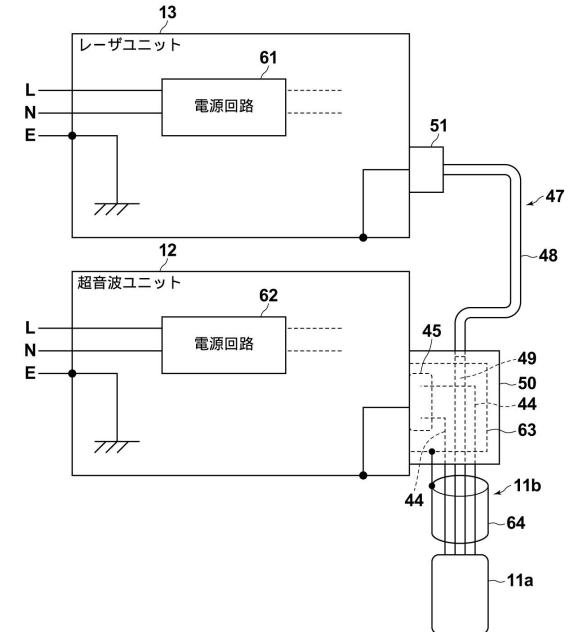
【図 2】



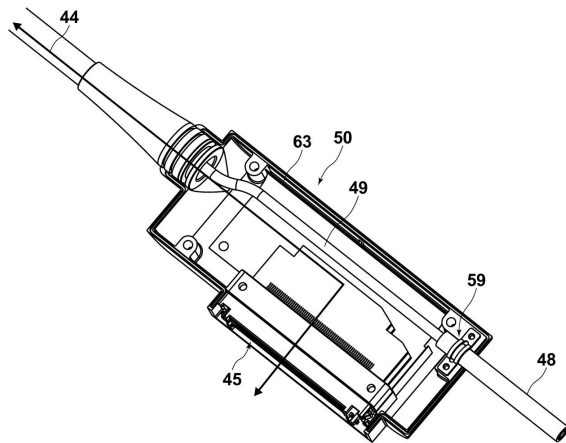
【図 3】



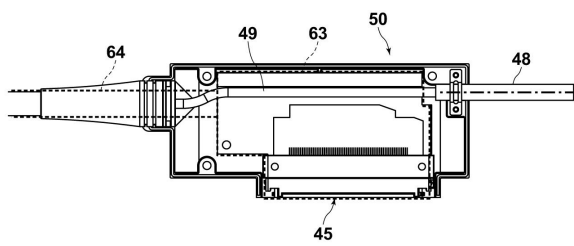
【図 4】



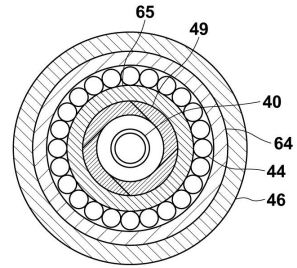
【図 5】



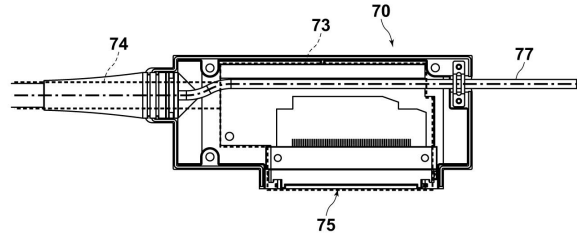
【図 6】



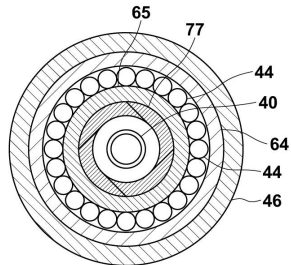
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 後藤 順也

- (56)参考文献 特開2014-039801 (JP, A)
特開2004-290273 (JP, A)
特開2013-198657 (JP, A)
特開2012-192021 (JP, A)
米国特許出願公開第2008/0177138 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00-8/15
A61B 5/00

专利名称(译)	探头和光声测量装置		
公开(公告)号	JP6353768B2	公开(公告)日	2018-07-04
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		
当前申请(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		
其他公开文献	JP2016093366A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在探头和光声测量设备中抑制噪声对光源单元侧的影响。信号连接器包括连接到声信号线44的端子部分45和连接器屏蔽63。用于保护光纤的保护管包括：第一保护管48，用于保护光连接器和信号连接器50之间的光纤;以及第二保护管48，用于保护光纤免受信号连接器50到探头主体的影响。和保护管49。第一保护管48由具有导电性的材料制成，第二保护管49由非导电材料制成。连接器护罩63连接到超声波单元的地，并且第一保护管49连接到激光器单元的地。在信号连接器50中，探针护罩63和第一保护管48彼此绝缘。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6353768号 (P6353768)
(45) 発行日 平成30年7月4日 (2018. 7. 4)	(24) 登録日 平成30年6月15日 (2018. 6. 15)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 13 (2006. 01)	F I A 6 1 B 8 / 13	
請求項の数 11 (全 15 頁)		
(21) 出願番号 (22) 出願日 (65) 公開番号 (43) 公開日 審査請求日	特願2014-231920 (P2014-231920) 平成26年11月14日 (2014. 11. 14) 特開2016-93366 (P2016-93366A) 平成28年5月26日 (2016. 5. 26) 平成29年3月7日 (2017. 3. 7)	(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目2番30号 110001519 (74) 代理人 特許業務法人太陽国際特許事務所 (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 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 (72) 発明者 橋本 温之 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		