

(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2015-150238
(P2015-150238A)

(43) 公開日 平成27年8月24日(2015.8.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2014-26858 (P2014-26858)
(22) 出願日 平成26年2月14日 (2014.2.14)

(71) 出願人 000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(74) 代理人 100089118
弁理士 酒井 宏明
(72) 発明者 香西 繁範
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
リンパスメディカルシステムズ株式会社内
Fターム(参考) 4C601 BB06 BB22 BB24 DE16 EE08
FE01 GB04 GB05 HH15 HH16
HH26 JC21 KK12 KK24

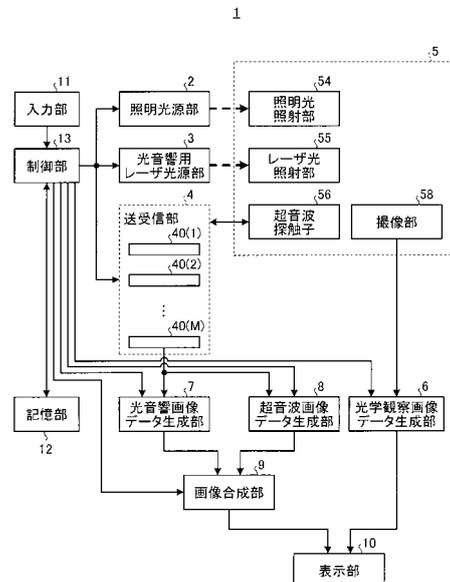
(54) 【発明の名称】 超音波観測装置、超音波観測装置の作動方法、及び超音波観測装置の作動プログラム

(57) 【要約】

【課題】フレームレートを低下させることなく、精度の良い光音響観察及び超音波観察を行うことができる超音波観測装置等を提供する。

【解決手段】超音波観測装置1は、複数の超音波振動子からなる超音波探触子56と、複数の超音波振動子の一部に電気的な駆動信号を供給することにより超音波を送信させる送受信部4と、被検体に照射されることにより光音響波を生じさせるレーザ光を、複数の超音波振動子による超音波の送信が可能な領域に出射する光音響用レーザ光源部3及びレーザ光照射部55と、レーザ光の出射方向と異なる方向に向けて上記一部の超音波振動子から超音波が送信されるように、光音響用レーザ光源部3及び送受信部4の動作を制御する制御部13とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体の光音響観察及び超音波観察が可能な超音波観測装置において、
複数の超音波振動子を有し、該複数の超音波振動子の一部に電氣的な駆動信号を供給することにより超音波を送信させる超音波送信手段と、
被検体に照射されることにより光音響波を生じさせるレーザ光を、前記複数の超音波振動子による超音波の送信が可能な領域に出射するレーザ光照射手段と、
前記レーザ光の出射方向と異なる方向に向けて、前記一部の超音波振動子から前記超音波が送信されるように、前記レーザ光照射手段及び前記超音波送信手段の動作を制御する制御部と、
を備えることを特徴とする超音波観測装置。

10

【請求項 2】

前記制御部は、前記レーザ光の出射方向と前記超音波の送信方向とのなす角度を所定の角度に維持しつつ、前記レーザ光及び前記超音波により前記被検体を走査する制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波観測装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記レーザ光の出射と同時に前記超音波を送信させることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波観測装置。

【請求項 4】

前記レーザ光照射手段は、前記レーザ光を出射可能な複数のレーザ光照射部と、前記レーザ光を発生し、前記複数のレーザ光照射部に順次導光して出射させるレーザ光源部とを備え、
前記超音波送信手段は、各々が前記複数の超音波振動子の一部からなる複数の超音波振動子群を順次駆動して超音波を送信させる、
ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波観測装置。

20

【請求項 5】

前記複数の超音波振動子は、ラジアル状又はコンベックス状に配列され、
前記複数のレーザ光照射部は、隣り合う超音波振動子の間に配置されていることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波観測装置。

【請求項 6】

前記複数の超音波振動子は、ラジアル状又はコンベックス状に配列され、
前記複数のレーザ光照射部は、前記複数の超音波振動子と平行に配列されていることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波観測装置。

30

【請求項 7】

前記レーザ光を出射したレーザ光照射部の近傍に配置された超音波振動子群が受信した光音響波に基づいて光音響画像の画像データを生成する光音響画像データ生成部と、
前記超音波を送信した超音波振動子群が受信した超音波エコーに基づいて超音波画像の画像データを生成する超音波画像データ生成部と、
をさらに備えることを特徴とする請求項 4 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の超音波観測装置。

【請求項 8】

前記レーザ光照射手段は、前記レーザ光を出射可能なレーザ光照射部と、前記レーザ光を発生し、前記レーザ光照射部に導光して出射させるレーザ光源部とを有し、
前記レーザ光照射部及び前記複数の超音波振動子を保持し、1つの軸回りに回転可能な保持具と、
前記保持具を前記軸回りに回転させる駆動部と、
をさらに備え、
前記レーザ光照射部は、前記レーザ光の出射方向が前記保持具の外周側を向くように保持され、
前記複数の超音波振動子の一部は、前記レーザ光照射部の近傍に保持され、
前記複数の超音波振動子の残りは、前記レーザ光の出射方向に対して所定の角度をなす

40

50

方向に超音波を送信可能な位置に保持されている、
ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波観測装置。

【請求項 9】

前記一部の超音波振動子が受信した光音響波に基づいて光音響画像の画像データを生成する光音響画像データ生成部と、

前記残りの超音波振動子が受信した超音波に基づいて超音波画像の画像データを生成する超音波画像データ生成部と、

をさらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載の超音波観測装置。

【請求項 10】

前記光音響画像と前記超音波画像とを合成した合成画像の画像データを生成する画像合成部をさらに備えることを特徴とする請求項 7 又は 9 に記載の超音波観測装置。

10

【請求項 11】

前記レーザー光を出射する出射窓と前記複数の超音波振動子とが設けられ、前記被検体内に挿入可能な挿入部を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の超音波観測装置。

【請求項 12】

前記挿入部に設けられた照明光照射部と、

前記照明光照射部に光学観察用の照明光を供給する照明光源部と、

をさらに備え、

前記制御部は、前記レーザー光及び前記照明光が同時に射出するように、前記レーザー光源部及び前記照明光源部を制御することを特徴とする請求項 11 に記載の超音波観測装置。

20

【請求項 13】

前記挿入部に設けられた照明光照射部と、

前記照明光照射部に光学観察用の照明光を供給する照明光源部と、

をさらに備え、

前記制御部は、前記レーザー光及び前記照明光が交互に射出するように、前記レーザー光源部及び前記照明光源部を制御することを特徴とする請求項 11 に記載の超音波観測装置。

【請求項 14】

被検体の光音響観察及び超音波観察が可能な超音波観測装置の作動方法において、

超音波送信手段が、複数の超音波振動子の一部に電気的な駆動信号を供給することにより超音波を送信させる超音波送信ステップと、

30

レーザー光照射手段が、被検体に照射されることにより光音響波を生じさせるレーザー光を、前記複数の超音波振動子による超音波の送信が可能な領域に射出するレーザー光照射ステップと、

制御部が、前記レーザー光の射出方向と異なる方向に向けて、前記一部の超音波振動子から前記超音波が送信されるように、前記レーザー光照射手段及び前記超音波送信手段の動作を制御する制御ステップと、

を含むことを特徴とする超音波観測装置の作動方法。

【請求項 15】

被検体の光音響観察及び超音波観察が可能な超音波観測装置に、

40

超音波送信手段が、複数の超音波振動子の一部に電気的な駆動信号を供給することにより超音波を送信させる超音波送信ステップと、

レーザー光照射手段が、被検体に照射されることにより光音響波を生じさせるレーザー光を、前記複数の超音波振動子による超音波の送信が可能な領域に射出するレーザー光照射ステップと、

制御部が、前記レーザー光の射出方向と異なる方向に向けて、前記一部の超音波振動子から前記超音波が送信されるように、前記レーザー光照射手段及び前記超音波送信手段の動作を制御する制御ステップと、

を実行させることを特徴とする超音波観測装置の作動プログラム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を用いて検体の組織を観測する超音波観測装置、超音波観測装置の作動方法、及び超音波観測装置の作動プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光音響効果を利用した生体観察技術が知られている。光音響効果とは、生体に照射されたレーザ光等の光エネルギーを吸収した分子が放出した熱により分子の体積が膨張して、音響波が発生する現象である。光音響効果を利用した生体観察技術（光音響観察）は、光音響効果により発生した音響波（以下、光音響波ともいう）を検出し、この音響波に基づいて画像を生成する技術である。

10

【0003】

このような光音響観察と通常の超音波観察とを1台の装置において行う技術も知られている。例えば特許文献1には、特定波長成分を含む光を被検体に照射することにより被検体内に発生する音響波を電気音響変換部により受信し、この音響波の受信信号に基づいて光音響画像を生成すると共に、上記電気音響変換部から超音波を送信し、被検体に反射されることにより生じた超音波エコーをこの電気音響変換部によって受信し、超音波エコーの受信信号に基づいて超音波画像を生成する生体情報映像装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-12295号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1にも記載されているように、光音響波及び超音波エコーは共に電気音響変換部によって受信される。そのため、光音響観察のためのレーザ光の照射と超音波観察のための超音波の送信とを同時に行うと、光音響波の受信信号と超音波エコーの受信信号とが混信してしまい、光音響画像及び超音波画像を正確に作成することができない。このような受信信号同士の混信を避けるため、特許文献1においては、レーザ光の照射と超音波の送信とを時分割で行っている。しかしながら、この場合、各画像のフレームレートが低下してしまうという問題がある。

30

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、フレームレートを低下させることなく、精度の良い光音響観察及び超音波観察を行うことができる超音波観測装置、超音波観測装置の作動方法、及び超音波観測装置の作動プログラム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】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る超音波観測装置は、被検体の光音響観察及び超音波観察が可能な超音波観測装置において、複数の超音波振動子を有し、該複数の超音波振動子の一部に電氣的な駆動信号を供給することにより超音波を送信させる超音波送信手段と、被検体に照射されることにより光音響波を生じさせるレーザ光を、前記複数の超音波振動子による超音波の送信が可能な領域に出射するレーザ光照射手段と、前記レーザ光の出射方向と異なる方向に向けて、前記一部の超音波振動子から前記超音波が送信されるように、前記レーザ光照射手段及び前記超音波送信手段の動作を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

40

【0008】

上記超音波観測装置において、前記制御部は、前記レーザ光の出射方向と前記超音波の送信方向とのなす角度を所定の角度に維持しつつ、前記レーザ光及び前記超音波により前

50

記被検体を走査する制御を行うことを特徴とする。

【0009】

上記超音波観測装置において、前記制御部は、前記レーザ光の出射と同時に前記超音波を送信させることを特徴とする。

【0010】

上記超音波観測装置において、前記レーザ光照射手段は、前記レーザ光を出射可能な複数のレーザ光照射部と、前記レーザ光を発生し、前記複数のレーザ光照射部に順次導光して出射させるレーザ光源部とを備え、前記超音波送信手段は、各々が前記複数の超音波振動子の一部からなる複数の超音波振動子群を順次駆動して超音波を送信させる、ことを特徴とする。

10

【0011】

上記超音波観測装置において、前記複数の超音波振動子は、ラジアル状又はコンベックス状に配列され、前記複数のレーザ光照射部は、隣り合う超音波振動子の間に配置されていることを特徴とする。

【0012】

上記超音波観測装置において、前記複数の超音波振動子は、ラジアル状又はコンベックス状に配列され、前記複数のレーザ光照射部は、前記複数の超音波振動子と平行に配列されていることを特徴とする。

【0013】

上記超音波観測装置は、前記レーザ光を出射したレーザ光照射部の近傍に配置された超音波振動子群が受信した光音響波に基づいて光音響画像の画像データを生成する光音響画像データ生成部と、前記超音波を送信した超音波振動子群が受信した超音波エコーに基づいて超音波画像の画像データを生成する超音波画像データ生成部と、をさらに備えることを特徴とする。

20

【0014】

上記超音波観測装置において、前記レーザ光照射手段は、前記レーザ光を出射可能なレーザ光照射部と、前記レーザ光を発生し、前記レーザ光照射部に導光して出射させるレーザ光源部とを有し、前記レーザ光照射部及び前記複数の超音波振動子を保持し、1つの軸回りに回転可能な保持具と、前記保持具を前記軸回りに回転させる駆動部と、をさらに備え、前記レーザ光照射部は、前記レーザ光の出射方向が前記保持具の外周側を向くように保持され、前記複数の超音波振動子の一部は、前記レーザ光照射部の近傍に保持され、前記複数の超音波振動子の残りは、前記レーザ光の出射方向に対して所定の角度をなす方向に超音波を送信可能な位置に保持されている、ことを特徴とする。

30

【0015】

上記超音波観測装置は、前記一部の超音波振動子が受信した光音響波に基づいて光音響画像の画像データを生成する光音響画像データ生成部と、前記残りの超音波振動子が受信した超音波に基づいて超音波画像の画像データを生成する超音波画像データ生成部と、をさらに備えることを特徴とする。

【0016】

上記超音波観測装置は、前記光音響画像と前記超音波画像とを合成した合成画像の画像データを生成する画像合成部をさらに備えることを特徴とする。

40

【0017】

上記超音波観測装置は、前記レーザ光を出射する出射窓と前記複数の超音波振動子とが設けられ、前記被検体内に挿入可能な挿入部を備えることを特徴とする。

【0018】

上記超音波観測装置は、前記挿入部に設けられた照明光照射部と、前記照明光照射部に光学観察用の照明光を供給する照明光源部と、をさらに備え、前記制御部は、前記レーザ光及び前記照明光が同時に射出するように、前記レーザ光源部及び前記照明光源部を制御することを特徴とする。

【0019】

50

上記超音波観測装置は、前記挿入部に設けられた照明光照射部と、前記照明光照射部に光学観察用の照明光を供給する照明光源部と、をさらに備え、前記制御部は、前記レーザー光及び前記照明光が交互に出射するように、前記レーザー光源部及び前記照明光源部を制御することを特徴とする。

【0020】

本発明に係る超音波観測装置の作動方法は、被検体の光音響観察及び超音波観察が可能な超音波観測装置の作動方法において、超音波送信手段が、複数の超音波振動子の一部に電気的な駆動信号を供給することにより超音波を送信させる超音波送信ステップと、レーザー光照射手段が、被検体に照射されることにより光音響波を生じさせるレーザー光を、前記複数の超音波振動子による超音波の送信が可能な領域に出射するレーザー光照射ステップと、制御部が、前記レーザー光の出射方向と異なる方向に向けて、前記一部の超音波振動子から前記超音波が送信されるように、前記レーザー光照射手段及び前記超音波送信手段の動作を制御する制御ステップと、を含むことを特徴とする。

10

【0021】

本発明に係る超音波観測装置の作動プログラムは、被検体の光音響観察及び超音波観察が可能な超音波観測装置に、超音波送信手段が、複数の超音波振動子の一部に電気的な駆動信号を供給することにより超音波を送信させる超音波送信ステップと、レーザー光照射手段が、被検体に照射されることにより光音響波を生じさせるレーザー光を、前記複数の超音波振動子による超音波の送信が可能な領域に出射するレーザー光照射ステップと、制御部が、前記レーザー光の出射方向と異なる方向に向けて、前記一部の超音波振動子から前記超音波が送信されるように、前記レーザー光照射手段及び前記超音波送信手段の動作を制御する制御ステップと、を実行させることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、被検体において光音響波を生じさせるレーザー光の出射方向と異なる方向に向けて超音波を送信するので、光音響波と超音波エコーとを異なる領域に配置された超音波振動子によって受信することができる。従って、光音響波と超音波エコーとを同時に受信する場合であっても、これらの受信信号の混信を防ぐことができるので、フレームレートを低下させることなく、精度の良い光音響観察及び超音波観察を行うことが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係る超音波観測装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】図2は、図1に示す超音波観測装置を内視鏡に適用した例を示す模式図である。

【図3】図3は、図1に示す光音響用レーザー光源部の構成例を示す模式図である。

【図4】図4は、図1に示す送受信部の各チャンネル回路の構成例を示す模式図である。

【図5】図5は、図2に示す挿入部の先端部の構成を示す模式図である。

【図6】図6は、図1に示す超音波観測装置の動作を示すフローチャートである。

【図7】図7は、光音響用レーザー光の出射方向及び超音波の送信方向の制御方法を説明するための模式図である。

40

【図8】図8は、図1に示す光音響用画像データ生成部が生成した光音響画像データに基づく光音響画像の例を示す模式図である。

【図9】図9は、図1に示す超音波画像データ生成部が生成した超音波画像データに基づく超音波画像の例を示す模式図である。

【図10】図10は、図1に示す表示部に表示される合成画像の例を示す模式図である。

【図11】図11は、本発明の実施の形態1の変形例1に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。

【図12】図12は、本発明の実施の形態1の変形例2に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。

50

【図 1 3】図 1 3 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 3 に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 4 に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の実施の形態 2 の変形例に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

10

以下、本発明に係る超音波観測装置、超音波観測装置の作動方法、及び超音波観測装置の作動プログラムの実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、これらの実施の形態 1 により本発明が限定されるものではない。また、各図面の記載において、同一部分には同一の符号を附して示している。

【0025】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波観測装置の構成例を示すブロック図である。また、図 2 は、実施の形態 1 に係る超音波観測装置を内視鏡に適用した例を示す模式図である。

【0026】

20

図 1 に示すように、実施の形態 1 に係る超音波観測装置 1 は、被検体の光音響観察と超音波観察と光学観察とを行うことが可能な装置であり、光学観察用の照明光を発生する照明光源部 2 と、光音響観察用のレーザ光を発生する光音響用レーザ光源部 3 と、後述する超音波探触子 5 6 に超音波を送信させるための駆動信号を発生すると共に、超音波探触子 5 6 から光音響波及び超音波の受信信号を受信する送受信部 4 と、被検体内に挿入され、少なくとも照明光が照射された領域を撮像して画像信号を生成する機能と、レーザ光が照射された領域内における光音響効果によって生じた光音響波を受信する機能と、超音波を送信及び受信する機能とが設けられた挿入部 5 と、挿入部 5 において生成された画像信号をもとに光学観察画像（内視鏡画像）の画像データを生成する光学観察画像データ生成部 6 と、挿入部 5 において受信された光音響波をもとに光音響画像の画像データを生成する光音響画像データ生成部 7 と、挿入部 5 において受信された超音波エコーをもとに超音波画像の画像データを生成する超音波画像データ生成部 8 と、光音響画像と超音波画像との合成画像の画像データを生成する画像合成部 9 と、各種画像や情報を表示可能な表示部 10 と、外部からの操作に応じた情報の入力を受け付ける入力部 11、記憶部 12 と、超音波観測装置 1 全体の動作を制御する制御部 13 とを備える。

30

【0027】

また、図 2 に示すように、実施の形態 1 に係る超音波観測装置 1 が適用される内視鏡 14 は、体内に挿入される挿入部 5 に加え、挿入部 5 の基端側に連結される操作部 15 と、操作部 15 から延在するユニバーサルケーブル 16 と、ユニバーサルケーブル 16 の先端部に設けられるコネクタ 17 とを備える。

40

【0028】

照明光源部 2 は、被検体内を照明するための照明光（レーザ光）を発生して、光ファイバケーブル 18 に入射させる。照明光源部 2 は、白色光を出射する同時式の光源装置であっても良いし、回転フィルタを介して R G B の 3 原色を順次出射する面順次式の光源装置であっても良い。以下においては、照明光源部 2 が発生した被検体内を照明するための光を、光源の種類や波長によらず、単に照明光という。この照明光は、光ファイバケーブル 18 を介して挿入部 5 に伝送される。

【0029】

光音響用レーザ光源部 3 は、被検体に照射された際に光音響効果を生じさせるレーザ光を発生して、光ファイバケーブル 19 に入射させる。このレーザ光の波長は、観察対象の

50

部位や組織内の物質の光吸収特性に応じて、例えば400～700nm近傍の可視光や700～900nm近傍の近赤外線の帯域が適宜選択される。以下においては、光音響用レーザー光源部3が発生した光音響効果を生じさせるためのレーザー光を、波長によらず、光音響用レーザー光という。

【0030】

図3は、光音響用レーザー光源部3の構成例を示す模式図である。図3に示すように、光音響用レーザー光源部3は、光音響用レーザー光を発生する光源31と、該光源31から出射した光音響用レーザー光を反射するミラー32と、該ミラー32を回転させることにより、光音響用レーザー光の反射方向を変化させる駆動部33とを備える。

【0031】

一方、光ファイバケーブル19は、各々が微細な光ファイバからなる複数の光伝送チャンネル19a(n)(n=1,2,...,N)を束ねたものである。各光伝送チャンネル19a(n)に光を入射させる入射端面19b(n)(n=1,2,...,N)が、光音響用レーザー光源部3に配置されている。制御部13の制御の下で駆動部33を作動させ、ミラー32を回転させることにより、光源31から出射してミラー32により反射された光音響用レーザー光が、光伝送チャンネル19a(n)の入射端面19b(n)に順次入射する。これらの入射端面19b(n)のいずれかに入射した光音響用レーザー光は、光伝送チャンネル19a(n)を介して挿入部5に伝送される。

【0032】

送受信部4は、超音波探触子56が備える複数の超音波振動子56(m)(後述)に対応する複数のチャンネル回路40(m)(m=1,2,...,M)を有する。図4は、各チャンネル回路40(m)の構成例を示すブロック図である。図4に示すように、各チャンネル回路40(m)は、制御部13の制御に従って電気的なパルス信号を駆動信号として発生し、信号線21(m)を介して超音波振動子56(m)に送信する駆動信号生成部41と、駆動信号生成部41からの駆動信号の送信状態と、超音波振動子56(m)からの電気信号の受信状態とを切り替える送受信切替スイッチ42と、超音波振動子56(m)から受信した電気信号を光音響画像データ生成部7と超音波画像データ生成部8とのいずれかに出力する出力切替スイッチ43とを備える。これらの駆動信号生成部41、送受信切替スイッチ42、及び出力切替スイッチ43の動作については後述する。

【0033】

図2に示すように、挿入部5は、硬質部材からなる硬性部51と、硬性部51の基端側に湾曲可能に連結される湾曲部52と、湾曲部52の基端側に設けられると共に可撓性を有する可撓管部53とを有する。挿入部5の内部には、照明光及び光音響用レーザー光をそれぞれ伝送する光ファイバケーブル18、19と、各種電気信号を伝送する複数の信号線が設けられている。また、図示はしないが、挿入部5の内部には、処置具を挿通するための処置具挿通路が形成され、硬性部51に、各種処置具を延出させる処置具チャンネルが設けられる。

【0034】

図5は、挿入部5の先端部の構成を示す模式図である。このうち、図5(a)は挿入部5の先端部の外観を示す斜視図であり、図5(b)は図5(a)のA-A断面図であり、図5(c)は図5(a)のB-B断面図である。

【0035】

図5(a)に示すように、挿入部5の先端部は筒状をなしている。この挿入部5の外周面には、光ファイバケーブル18によって伝送された照明光を被検体に照射する照明光照射部54と、光ファイバケーブル19(光伝送チャンネル19a(n))によって伝送された光音響用レーザー光を出射するレーザー光照射部55と、超音波を送信すると共に光音響波及び超音波エコーを受信して電気信号に変換する超音波探触子56とが設けられている。

【0036】

図5(c)に示すように、照明光照射部54は、光ファイバケーブル18の先端面16

10

20

30

40

50

aと対向する位置に設けられている。また、照明光照射部54には、この先端面16aから出射した照明光を挿入部5の外部において発散させるレンズ54aが設けられている。

【0037】

図5(a)及び(b)に示すように、超音波探触子56は、複数の超音波振動子56(m)(m=1、2、...、M)を、一定の隙間を開けて基板56a上に規則的に配列した電気音響変換部である。図5においては、複数の超音波振動子56(m)をラジアル状に配列した例を示している。これらの超音波振動子56(m)同士の隙間に、上述した光伝送チャンネル19a(n)の先端部が配置され、光伝送チャンネル19a(n)を支持するようにエポキシ樹脂等の充填材が充填されている。

【0038】

各光伝送チャンネル19a(n)の先端面(出射端面)55(n)(n=1、2、...、N)は、超音波探触子56の表面と同じ又は近傍の面に、ラジアル状に配置されている。これらの出射端面55(n)が、光音響用レーザ光を出射する出射窓であり、該光音響用レーザ光を被検体に照射するレーザ光照射部55である。このような出射端面55(n)を超音波探触子56の近傍に配置することで、超音波探触子56による超音波の送信が可能な領域に、光音響用レーザ光を出射することが可能となる。本実施の形態1においては、光音響用レーザ光源部3と、光伝送チャンネル19a(n)を介して伝送された光音響用レーザ光を出射する出射端面55(n)(レーザ光照射部55)とが、複数の超音波振動子(m)による超音波の送信が可能な領域に光音響用レーザ光を出射するレーザ光照射手段を構成する。

【0039】

各超音波振動子56(m)は、圧電素子、音響整合層、音響レンズ、及びバッキング層を有している。各超音波振動子56(m)は、駆動信号生成部41が発生した駆動信号に基づいて超音波を発生する。この際、駆動信号生成部41から各超音波振動子56(m)に対し、所定の遅延をかけて駆動信号を送信することにより、超音波探触子56から所望の方向に超音波を送信することができる。本実施の形態1においては、駆動信号生成部41を含む送受信部4と超音波振動子56(m)を含む超音波探触子56とが、超音波送信手段を構成する。

【0040】

また、超音波探触子56は、光音響用レーザ光が照射された領域における光音響効果により生じた光音響波を受信して電気信号に変換すると共に、超音波探触子56から送信された超音波が被検体に反射されることにより生じた超音波エコーを受信して電気信号に変換する。これらの電気信号は、信号ケーブル21を介して送受信部4に送信される。以下、光音響波が変換された電気信号のことを光音響波の受信信号といい、超音波エコーが変換された電気信号のことを超音波エコーの受信信号という。

【0041】

硬性部51の一部には光入射窓57が設けられ、この光入射窓57の内側に撮像部58が配置されている。また、光入射窓57には、被検体によって反射された照明光を集光して撮像部58に入射させるレンズ57aが配置されている。撮像部58は、CCD等の撮像素子を有し、レンズ57aを介して視野内に位置する被写体を撮像し、画像信号を生成する。この画像信号は、ビデオケーブル20を介して光学観察画像データ生成部6に送信される。

【0042】

再び図1を参照すると、光学観察画像データ生成部6は、撮像部58において生成され、ビデオケーブル20を介して送信された画像信号に対し、増幅、A/D変換、フィルタ処理等の所定の信号処理を施すことにより、光学観察画像の画像データを生成する。

【0043】

光音響画像データ生成部7は、送受信部4から出力された光音響波の受信信号に対し、増幅、A/D変換、遅延加算、フィルタ処理、検波等の所定の信号処理を施すことにより、光音響画像の画像データを生成する。なお、これらの信号処理のうち増幅及びA/D変

10

20

30

40

50

換については、挿入部 5 側において行っても良い。具体的には、超音波探触子 5 6 の基板 5 6 a に増幅及び A / D 変換を行う信号処理部を設ければ良い。或いは、送受信部 4 の出力切替スイッチ 4 3 の前段に信号処理部を設け、この信号処理部において増幅及び A / D 変換を行っても良い。

【 0 0 4 4 】

超音波画像データ生成部 8 は、送受信部 4 から出力された超音波エコーの受信信号に対し、増幅、A / D 変換、遅延加算、フィルタ処理、検波等の所定の信号処理を施すことにより、超音波画像の画像データを生成する。なお、光音響画像データ生成部 7 と同様に、これらの信号処理のうち増幅及び A / D 変換については、挿入部 5 側又は送受信部 4 において行っても良い。

10

【 0 0 4 5 】

画像合成部 9 は、光音響画像データ生成部 7 及び超音波画像データ生成部 8 がそれぞれ生成した画像データを用いて、光音響画像と超音波画像とを合成した合成画像の画像データを生成する。

【 0 0 4 6 】

表示部 1 0 は、液晶または有機 E L 等からなる表示パネルを用いて実現され、光学観察画像データ生成部 6、光音響画像データ生成部 7、及び超音波画像データ生成部 8 の各々が生成した画像データに基づく画像や、画像合成部 9 が生成した画像データに基づく合成画像等を表示する。

【 0 0 4 7 】

入力部 1 1 は、キーボード、マウス、タッチパネル、カードリーダ等のインタフェースを用いて実現され、操作者等により外部からなされた操作に応じた信号を制御部 1 3 に入力する。

20

【 0 0 4 8 】

記憶部 1 2 は、超音波観測装置 1 の作動プログラムや所定の OS を起動するプログラム等が予め記憶された ROM、及び各処理において用いられるパラメータやデータ等を記憶する RAM 等を用いて実現される。より詳細には、記憶部 1 2 は、光音響用レーザ光の出射方向及び超音波の送信方向を制御する制御パラメータや、各種画像を生成する際の信号処理パラメータといった各種パラメータを記憶すると共に、光学観察画像データ生成部 6、光音響画像データ生成部 7、超音波画像データ生成部 8、及び画像合成部 9 においてそれぞれ生成された画像データ等を記憶する。

30

【 0 0 4 9 】

制御部 1 3 は、超音波観測装置 1 を構成する各部の動作を統括的に制御する。より詳細には、光音響画像及び超音波画像を生成する際に、光音響用レーザ光及び超音波が互いに異なる方向にそれぞれ出射及び送信されるように、光音響用レーザ光源部 3 及び送受信部 4 の動作を制御する。

【 0 0 5 0 】

図 2 に示す内視鏡 1 4 の操作部 1 5 は、湾曲部 5 2 を上下方向または左右方向に湾曲操作する湾曲ノブ 1 5 1 と、各種操作を行うための複数の操作部材 1 5 2 と、挿入部 5 内に形成された処置具用挿通路に連通し、処置具用挿通路へ処置具を挿入するための処置具挿入口 1 5 3 とを有する。

40

【 0 0 5 1 】

ユニバーサルケーブル 1 6 には、電気信号を伝達する複数の信号線や、照明光を伝送する光ファイバケーブル 1 8 や、光音響用レーザ光を伝送する光ファイバケーブル 1 9 等が挿通している。

【 0 0 5 2 】

コネクタ 1 7 は、光ファイバケーブル 1 8 によって照明光源部 2 と接続されていると共に、光ファイバケーブル 1 9 によって光音響用レーザ光源部 3 と接続され、照明光源部 2 及び光音響用レーザ光源部 3 との間で光信号の送受信を行う。また、コネクタ 1 7 は、ビデオケーブル 2 0 を介して光学観察画像データ生成部 6 と接続されていると共に、信号ケ

50

ーブル 21 を介して光音響画像データ生成部 7 及び超音波画像データ生成部 8 と接続され、光学観察画像データ生成部 6、光音響画像データ生成部 7、及び超音波画像データ生成部 8 との間で信号の送受信を行う。

【0053】

以上の機能構成を有する超音波観測装置 1 のうち、光学観察画像データ生成部 6、光音響画像データ生成部 7、超音波画像データ生成部 8、画像合成部 9、表示部 10、入力部 11、記憶部 12、及び制御部 13 は、演算及び制御機能を有する CPU を備えたコンピュータを用いて実現される。超音波観測装置 1 が備える CPU は、記憶部 12 が記憶、格納する情報及び上述した超音波観測装置 1 の作動プログラムを含む各種プログラムを記憶部 12 から読み出すことにより、実施の形態 1 に係る超音波観測装置 1 の作動方法に関連した演算処理を実行する。

10

【0054】

なお、実施の形態 1 に係る超音波観測装置 1 の作動プログラムは、ハードディスク、フラッシュメモリ、CD-ROM、DVD-ROM、フレキシブルディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して広く流通させることも可能である。

【0055】

次に、超音波観測装置 1 の動作について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は、超音波観測装置 1 の動作を示すフローチャートである。

まず、ステップ S10 において、超音波観測装置 1 は、被検体の光学観察を開始する。より詳細には、照明光源部 2 が発生した照明光を照明光照射部 54 から出射させることにより、被検体を照明する。撮像部 58 は、被検体から反射され、光入射窓 57 に設けられたレンズ 57a を介して入射した照明光を光電変換することにより画像信号を生成し、ビデオケーブル 20 を介して光学観察画像データ生成部 6 に送信する。光学観察画像データ生成部 6 は、この画像信号を取り込み、増幅、A/D 変換、フィルタ処理等の所定の信号処理を施すことにより、光学観察画像の画像データを生成し、表示部 10 に出力する。表示部 10 は、入力された画像データに基づき、被検体内の光学観察画像を表示する。

20

【0056】

続くステップ S11 において、制御部 13 は、入力部 11 を介して、光音響観察及び超音波観察を実行する指示が入力されたか否かを判定する。光音響観察及び超音波観察を実行する指示が入力されない場合（ステップ S11：No）、超音波観測装置 1 の動作は後述するステップ S17 に移行する。

30

【0057】

一方、光音響観察及び超音波観察を実行する指示が入力された場合（ステップ S11：Yes）、超音波観測装置 1 は、制御部 13 の制御の下で、光音響用レーザ光の出射及び光音響波の受信と、光音響用レーザ光の出射方向と異なる方向に向けた超音波の送信及び超音波エコーの受信とを、光音響用レーザ光の出射方向を変化させつつ順次実行する（ステップ S12）。

【0058】

図 7 は、光音響用レーザ光の出射方向及び超音波の送信方向の制御方法を説明するための模式図である。図 7 においては、一例として、光音響用レーザ光の出射端面 55 (n) の数 N を 24 個とし、超音波振動子 56 (m) の数 M を 24 個としている。しかしながら、出射端面 55 (n) の数 N 及び超音波振動子 56 (m) の数 M は必ずしも同一にする必要はなく、 $N > M$ としても良いし、 $N < M$ としても良い。

40

【0059】

光音響観察及び超音波観察が開始されると、まず、光音響用レーザ光源部 3 (図 3 参照) は、光源 31 が発生した光音響用レーザ光を 1 つの光伝送チャンネル 19a (n) の入射端面 19b (n) に入射させる。以下においては、初期値を $n = 1$ とする。それにより、挿入部 5 に配置された出射端面 55 (1) から光音響用レーザ光が V_{L1} 方向に出射する。

【0060】

50

また、送受信部 4 は、光音響用レーザ光の出射と同時又は近傍のタイミングで、 VL_1 方向と所定の角度（例えば 180° ）をなす VS_1 方向側に配置された複数の超音波振動子 56 (m)（例えば 6 個の超音波振動子 56 (10) ~ 56 (15)）を駆動させる。即ち、送受信部 4 は、これらの超音波振動子 56 (m) に対応するチャンネル回路 40 (m)（図 4 参照）に対し、送受信切替スイッチ 42 を送信側に切り替えさせ、駆動信号生成部 41 に駆動信号を発生させる。この際、各超音波振動子 56 (m) に所定の遅延をかけて駆動することで、この超音波振動子群から VS_1 方向に向けて超音波が送信される。

【0061】

ここで、本出願において、光音響用レーザの出射と超音波の送信とを同時に行うという場合、光音響用レーザ光の発生と超音波振動子 56 (m) の駆動とを同時に行う他、光音響用レーザ光が被検体内を伝播している間に超音波振動子を駆動して超音波を発生させる、或いは、超音波が被検体内を伝播している間に光音響用レーザ光を発生させることを含む。

10

【0062】

その後、光音響用レーザ光が照射されることにより被検体から発生した光音響波が VL_1 方向から伝播すると、 VL_1 方向側に配置された複数の超音波振動子 56 (m)（例えば 6 個の超音波振動子 56 (22) ~ 56 (3)）がこの光音響波を受信する。送受信部 4 は、これらの超音波振動子 56 (m) に対応するチャンネル回路 40 (m) に対し、送受信切替スイッチ 42 を受信側に切り替えさせると共に、出力切替スイッチ 43 を光音響画像データ生成部 7 側に切り替えさせる。それにより、これらの超音波振動子 56 (m) に受信された光音響波の受信信号が光音響画像データ生成部 7 に出力される。

20

【0063】

また、超音波探触子 56 から送信された超音波が被写体に反射されることにより生じた超音波エコーが VS_1 方向から伝播すると、 VS_1 方向側に配置された複数の超音波振動子 56 (m)（例えば超音波振動子 56 (10) ~ 56 (15)）がこの超音波エコーを受信する。送受信部 4 は、これらの超音波振動子 56 (m) に対応するチャンネル回路 40 (m) に対し、送受信切替スイッチ 42 を受信側に切り替えさせると共に、出力切替スイッチ 43 を超音波画像データ生成部 8 側に切り替えさせる。それにより、これらの超音波振動子 56 (m) に受信された超音波エコーの受信信号が超音波画像データ生成部 8 に出力される。

30

【0064】

このように、光音響用レーザ光の出射方向と異なる方向に超音波を送信することにより、光音響波と超音波エコーとを、超音波探触子 56 の異なる領域に配置された超音波振動子 56 (m) によって受信することができる。その結果、光音響波の受信信号と超音波エコーの受信信号との混信を防ぐことが可能となる。

【0065】

制御部 13 は、このような光音響用レーザ光の出射及び光音響波の受信と超音波の送信及び超音波エコーの受信とを、光音響用レーザ光の出射方向と超音波の送信方向とのなす角度を維持しつつ、光音響用レーザ光の出射方向 (VL_n 方向) を変化させながら ($n = 1, 2, \dots, N$) 順次実行させる。それにより、光音響用レーザ光及び超音波によって被検体内が走査される。

40

【0066】

なお、図 7 は、光音響用レーザ光の出射方向 (VL_n 方向) と超音波の送信方向 (VS_n 方向) とが 180° をなす場合を示しているが、光音響用レーザ光の出射方向と超音波の送信方向とのなす角度は、光音響波を受信する超音波振動子 56 (m) の領域と超音波エコーを受信する超音波振動子 56 (m) の領域とが重複しない角度であれば 180° に限定されない。この角度は、光音響観察を行う部位や組織の特性や超音波の強度等の観察条件によって異なるため、これらの観察条件に応じて予め実験やシミュレーションにより求めておくが良い。

【0067】

50

続くステップ S 1 3 において、光音響画像データ生成部 7 は、送受信部 4 から出力された光音響波の受信信号に対して増幅、A / D 変換、遅延加算、フィルタ処理、検波等の所定の信号処理を施すことにより光音響画像データを生成する。また、超音波画像データ生成部 8 は、送受信部 4 から出力された超音波エコーの受信信号に対して増幅、A / D 変換、遅延加算、フィルタ処理、検波等の所定の信号処理を施すことにより超音波画像データを生成する。図 8 は、光音響画像データ生成部 7 が生成した光音響画像データに基づく光音響画像の例を示す模式図である。また、図 9 は、超音波画像データ生成部 8 が生成した超音波画像データに基づく超音波画像の例を示す模式図である。

【 0 0 6 8 】

続くステップ S 1 4 において、画像合成部 9 は、光音響画像データ生成部 7 が生成した光音響画像データと、超音波画像データ生成部 8 が生成した超音波画像データとを用いて、光音響画像と超音波画像とが合成された合成画像の画像データを生成する。

【 0 0 6 9 】

続くステップ S 1 5 において、制御部 1 3 は、画像合成部 9 が生成した画像データに基づく合成画像を表示部 1 0 に表示させる。図 1 0 は、表示部 1 0 に表示される合成画像の例を示す模式図であり、図 8 に示す光音響画像 1 0 1 と、図 9 に示す超音波画像 1 0 2 とを合成した例を示している。この際、制御部 1 3 は、合成画像 1 0 3 のみを表示部 1 0 に表示させても良いし、合成画像 1 0 3 と光音響画像 1 0 1、合成画像 1 0 3 と超音波画像 1 0 2、合成画像 1 0 3 と光音響画像 1 0 1 と超音波画像 1 0 2 といった組み合わせで複数の画像を表示部 1 0 に表示させても良い。

【 0 0 7 0 】

続くステップ S 1 6 において、制御部 1 3 は、入力部 1 1 を介して、光音響観察及び超音波観察を終了する指示が入力されたか否かを判定する。光音響観察及び超音波観察を終了する指示が入力されない場合（ステップ S 1 6 : N o）、超音波観測装置 1 の動作はステップ S 1 2 に移行する。

【 0 0 7 1 】

一方、光音響観察及び超音波観察を終了する指示が入力された場合において（ステップ S 1 6 : Y e s）、入力部 1 1 を介して動作を終了する指示が入力されたとき（ステップ S 1 7 : Y e s）、超音波観測装置 1 は動作を終了する。これに対し、光音響観察及び超音波観察を終了する指示が入力された場合において（ステップ S 1 6 : Y e s）、入力部 1 1 を介して動作を終了する指示が入力されないとき（ステップ S 1 7 : N o）、超音波観測装置の動作はステップ S 1 0 に戻る。

【 0 0 7 2 】

以上説明したように、本発明の実施の形態 1 によれば、光音響用レーザ光の出射及び光音響波の受信を、光音響用レーザ光の出射方向を変化させつつ順次実行すると共に、光音響用レーザ光の出射と同時又は近傍のタイミングで、光音響用レーザ光の出射方向と異なる方向に向けて、超音波の送信及び超音波エコーの受信を順次実行するので、被検体から伝播する光音響波と超音波エコーとを空間的に分離して超音波探触子 5 6 に受信させることができる。従って、光音響波の受信信号と超音波エコーの受信信号との混信を防ぎ、フレームレートを低下させることなく、光音響画像及び超音波画像を精度良く作成することが可能となる。

【 0 0 7 3 】

なお、上記実施の形態 1 においては、光音響用レーザ光の出射端面 5 5 (n) と超音波振動子 5 6 (m) とを交互に配列したが、挿入部 5 の周囲を光音響用レーザ光によって走査することができれば、両者の配列は交互に限定されない。例えば、複数（例えば 2 ~ 3 個）の超音波振動子 5 6 (m) と 1 つの出射端面 5 5 (n) とを交互に配列しても良いし、複数の超音波振動子 5 6 (m) と複数の出射端面 5 5 (n) とを交互に配列しても良い。

【 0 0 7 4 】

また、上記実施の形態 1 においては、光音響用レーザ光の出射と同時又は近傍のタイミ

10

20

30

40

50

ングで超音波を送信することとしたが、超音波の送信タイミングはこれに限定されない。例えば、光音響用レーザ光がオフの間に超音波を送信することとしても良い。いずれにしても、ある方向に出射した光音響用レーザ光の照射により生じた光音響波と、該光音響用レーザ光の出射方向と異なる方向に送信された超音波のエコーとが、超音波探触子56の異なる領域に配置された超音波振動子56(m)によってそれぞれ受信されるように制御を行えば良い。

【0075】

(変形例1)

次に、本発明の実施の形態1の変形例1について説明する。

図11は、実施の形態1の変形例1に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。上記実施の形態1においては、照明光照射部54及び光入射窓57を挿入部5の側面に設けた側視型の内視鏡14を示したが、内視鏡14の型式は側視型に限定されない。例えば図11に示すように、照明光照射部54及び光入射窓57を挿入部5Aの先端面に設けた直視型としても良い。或いは、照明光照射部54及び光入射窓57を挿入部の側面に設け、さらに、照明光の出射方向及び被検体からの照明光の入射方向を挿入部に対して傾斜させた斜視型としても良い。

10

【0076】

(変形例2)

次に、本発明の実施の形態1の変形例2について説明する。

図12は、実施の形態1の変形例2に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。上記実施の形態1においては、光音響用レーザ光を出射する出射端面55(n)と超音波振動子56(m)とを同一の円周上に交互に配列したが、これらは、必ずしも同一の円周上に配列する必要はない。即ち、超音波振動子56(m)による超音波の送信が可能な領域に光音響用レーザ光を出射することができれば、超音波振動子56(m)が配列された円周と異なる円周上に、出射端面55(n)を配列しても良い。

20

【0077】

例えば図12に示すように、挿入部5Bの先端部に、複数の超音波振動子56(m)をラジアル状に配列した超音波探触子56Bを設け、該超音波探触子56Bの近傍の円周上に、光伝送チャンネル19a(n)の出射端面55(n)をラジアル状に配列したレーザ光照射部55Bを設ける。この場合、上記実施の形態1と比較して、出射端面55(n)及び超音波振動子56(m)を、それぞれ緻密に配置することができるので、光音響画像及び超音波画像における空間分解能を向上させることができる。なお、光音響用レーザ光の出射方向及び超音波の送信方向の制御方法については、上記実施の形態1と同様である(図6のステップS12参照)。

30

【0078】

(変形例3)

次に、本発明の実施の形態1の変形例3について説明する。

図13は、実施の形態1の変形例3に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。このうち、図13(a)は、変形例3における挿入部の先端部を示す上面図であり、図13(b)は、図13(a)のC-C断面図である。

40

【0079】

上記実施の形態1においては、光音響用レーザ光を出射する出射端面55(n)及び超音波振動子56(m)をラジアル状に配列したが、これらの配列はラジアル状に限定されない。例えば図13に示すように、挿入部5Cの先端部に平坦面51cを設け、この平坦面51c上に、出射端面55(n)及び超音波振動子56(m)をコンベックス状に配列しても良い。

【0080】

この場合においても、光音響用レーザ光の出射方向($V L_n$ 方向)と超音波の送信方向($V S_n$ 方向)とのなす角度を所定の角度に維持しつつ、光音響用レーザ光の出射及び光音響波の受信と超音波の送信及び超音波エコーの受信とを順次実行する。光音響用レーザ

50

光の出射方向と超音波の送信方向とのなす角度は、光音響波を受信する超音波振動子 5 6 (m) の領域と超音波エコーを受信する超音波振動子 5 6 (m) の領域とが重複しない角度であれば良い。この角度は、光音響観察を行う部位や組織の特性や超音波の強度等の観察条件に応じて、予め実験やシミュレーションにより求めておけば良い。

【 0 0 8 1 】

(変形例 4)

次に、本発明の実施の形態 1 の変形例 4 について説明する。

図 1 4 は、実施の形態 1 の変形例 4 に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。上記変形例 3 においては、光音響用レーザ光を出射する出射端面 5 5 (n) と超音波振動子 5 6 (m) とを同一の円弧上に交互に配列したが、これらは、必ずしも同一の円弧上に配列する必要はない。即ち、超音波振動子 5 6 (m) による超音波の送信が可能な領域に光音響用レーザ光を出射することができれば、超音波振動子 5 6 (m) が配列された円弧と異なる円弧上に

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

例えば図 1 4 に示すように、挿入部 5 D の先端部に平坦面 5 1 d を設け、この平坦面 5 1 d 上に、光伝送チャンネル 1 9 a (n) の出射端面 5 5 (n) をコンベックス状に配列したレーザ光照射部 5 5 D と、複数の超音波振動子 5 6 (m) をコンベックス状に配列した超音波探触子 5 6 D とを平行に配置する。この場合、上記変形例 3 と比較して、出射端面 5 5 (n) 及び超音波振動子 5 6 (m) を、それぞれ緻密に配置することができるので、光音響画像及び超音波画像における空間分解能を向上させることができる。なお、光音響用レーザ光の出射方向及び超音波の送信方向の制御方法については、上記変形例 3 と同様である。

【 0 0 8 3 】

(変形例 5)

次に、本発明の実施の形態 1 の変形例 5 について説明する。

上記実施の形態 1 においては、光音響観察及び超音波観察を同時に行うこととしたが、さらに、光学観察を同時に行っても良い。この場合、制御部 1 3 は、ステップ S 1 1 において光音響観察及び超音波観察を実行する指示が入力された後においても、照明光照射部 5 4 から照明光を引き続き出射させ、撮像部 5 8 において撮像を継続させる。光学観察を行うための照明光と光音響観察を行うためのレーザ光とでは強度のオーダーが異なるため、照明光とレーザ光とで出射タイミング及び照射領域が重なったとしても、照明光が光音響観察に影響を与えてしまうことはない。従って、制御部 1 3 は、照明光とレーザ光とが同時又は交互に出射するように、照明光源部 2 と光音響用レーザ光源部 3 とを同期させる制御を行っても良いし、これらの特に同期させることなく照明光及びレーザ光をそれぞれ出射させても良い。

【 0 0 8 4 】

或いは、光音響観察用のレーザ光に対して異なる波長帯域の照明光を用いることで、レーザ光及び照明光を同時に照射することも可能である。

【 0 0 8 5 】

また、これらの場合においても、表示部 1 0 における画像の表示態様は特に限定されず、例えば光音響画像と超音波画像との合成画像と光学観察画像とを並べて表示しても良いし、合成画像と超音波画像と光学観察画像、合成画像と光音響画像と光学観察画像、合成画像と光音響画像と超音波画像と光学観察画像といった組み合わせで画像を表示部 1 0 に表示させても良い。

【 0 0 8 6 】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態 2 について説明する。

図 1 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。

【 0 0 8 7 】

上記実施の形態 1 においては、光伝送チャンネル 1 9 a 及び超音波振動子 5 6 (m) を

それぞれ複数設け、光音響用レーザ光源部 3 及び送受信部 4 に対する電気的な制御により光音響用レーザ光の出射方向及び超音波の送信方向を変化させた。しかしながら、光音響用レーザ光の出射方向及び超音波の送信方向を機械的な制御により変化させても良い。

【0088】

例えば図 15 に示すように、実施の形態 2 に係る超音波観測装置 200 においては、回転軸 R 回りに回転可能な保持具 201 と、制御部 13 の制御の下で該保持具 201 を回転させる駆動部 202 とを挿入部 5 (図 2 参照) の先端部に配置する。この保持具 201 の円周部には、光音響用レーザ光を出射するレーザ光照射部 (光ファイバケーブルの出射端面) 203 が、出射方向 (VL 方向) を外周側に向けて設けられている。

【0089】

また、レーザ光照射部 203 の近傍には、1 つ又は複数の超音波振動子からなる超音波探触子 204 が配置されている。超音波探触子 204 は、光音響用レーザ光が照射されることにより被検体において生じた光音響波を受信して電気信号に変換し、この電気信号 (光音響波の受信信号) を光音響画像データ生成部 7 に出力する。

【0090】

また、保持具 201 の円周部のうち、光音響用レーザ光の出射方向 (VL 方向) と所定の角度 (図 15 においては 180°) をなす位置には、1 つ又は複数の超音波振動子からなる超音波探触子 205 が配置されている。超音波探触子 205 は、制御部 13 の制御の下で動作する駆動信号生成部 206 が発生した駆動信号に基づいて、光音響用レーザ光の出射方向と所定の角度をなす方向 (VS 方向) に超音波を送信すると共に、この超音波が被検体に反射されることにより生じた超音波エコーを受信して電気信号に変換し、この電気信号 (超音波の受信信号) を超音波画像データ生成部 8 に出力する。

【0091】

このような構成において、駆動部 202 によって保持具 201 を回転させると、光音響用レーザ光の出射方向及び超音波の送信方向が、互いのなす角度を維持したまま、順次変化する。それにより、光音響用レーザ光及び超音波によって被検体内を走査して、被検体内の光音響画像及び超音波画像を生成することができる。

【0092】

(変形例)

次に、本発明の実施の形態 2 の変形例について説明する。

図 16 は、本発明の実施の形態 2 の変形例に係る超音波観測装置の一部を示す模式図である。

【0093】

上記実施の形態 2 においては、保持具 201 にレーザ光照射部 203 を 1 つのみ設けたが、レーザ光照射部 203 を複数設けても良い。例えば図 16 に示すように、保持具 201 の円周部の 2 箇所に、光音響用レーザ光の出射方向 VL_a 、 VL_b が互いに異なる 2 つのレーザ光照射部 203 をそれぞれ設けると共に、各レーザ光照射部 203 の近傍に、光音響波を受信させるための超音波探触子 204 を配置する。また、保持具 201 の円周の別の 2 箇所に、光音響用レーザ光の各出射方向 VL_a 、 VL_b に対して所定の角度 (例えば 90°) をなす方向 VS_a 、 VS_b に超音波を送信する超音波探触子 205 を設ける。

【0094】

この場合、上記実施の形態 2 に対し、同時に射出及び送信する光音響用レーザ光及び超音波が 2 倍になるので、保持具 201 の回転速度が同じ場合には、フレームレートを 2 倍にすることができる。また、保持具 201 の回転角を上記実施の形態 2 よりも小さく (例えば $\pm 180^\circ$) することができるので、光音響用レーザ光をレーザ光照射部 203 に伝送する光ファイバケーブルや超音波探触子 204、205 に対して電気信号を送受信する信号線への負荷を軽減することができる。

【0095】

以上、本発明の実施の形態 1、2 及びこれらの変形例を説明したが、本発明は、上述した実施の形態 1、2 及び変形例に限定されるものではなく、実施の形態 1、2 や変形例に

10

20

30

40

50

開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成できる。例えば、実施の形態 1、2 や変形例に示される全構成要素からいくつかの構成要素を除外して形成しても良いし、実施の形態 1、2 や変形例に示した構成要素を適宜組み合わせ形成しても良い。

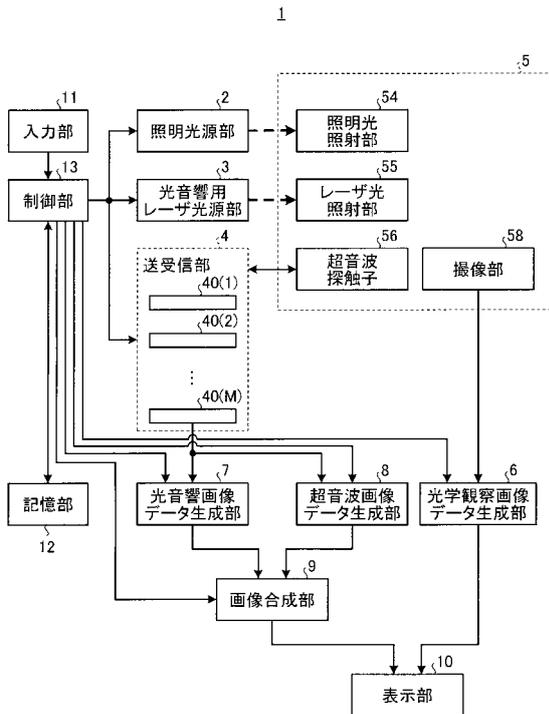
【符号の説明】

【0096】

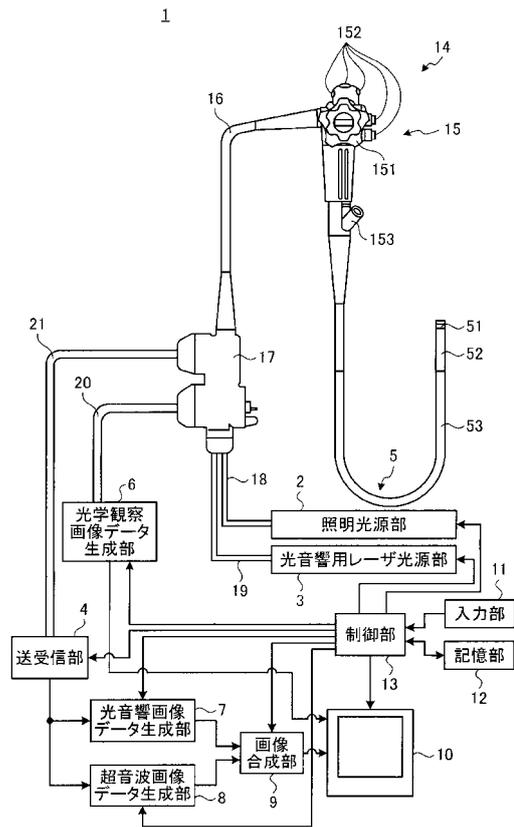
- 1、200 超音波観測装置
- 2 照明光源部
- 3 光音響用レーザ光源部
- 4 送受信部 10
- 5、5A、5B、5C、5D 挿入部
- 6 光学観察画像データ生成部
- 7 光音響画像データ生成部
- 8 超音波画像データ生成部
- 9 画像合成部
- 10 表示部
- 11 入力部
- 12 記憶部
- 13 制御部
- 14 内視鏡 20
- 15 操作部
- 16 ユニバーサルケーブル
- 17 コネクタ
- 18、19 光ファイバケーブル
- 19a(n) 光伝送チャンネル
- 19b(n) 入射端面
- 20 ビデオケーブル
- 21 信号ケーブル
- 21(m) 信号線
- 31 光源 30
- 32 ミラー
- 33、202 駆動部
- 40(m) チャンネル回路
- 41 駆動信号生成部
- 42 送受信切替スイッチ
- 43 出力切替スイッチ
- 51 硬性部
- 51c、51d 平坦面
- 52 湾曲部
- 53 可撓管部 40
- 54 照明光照射部
- 55、55B、55D、203 レーザ光照射部
- 55(n) 出射端面
- 56、56B、56D、204、205 超音波探触子
- 56(m) 超音波振動子
- 56a 基板
- 57 光入射窓
- 57a レンズ
- 58 撮像部
- 151 湾曲ノブ 50

- 1 5 2 操作部材
- 1 5 3 処置具挿入口
- 1 0 1 光音響画像
- 1 0 2 超音波画像
- 1 0 3 合成画像
- 2 0 1 保持具

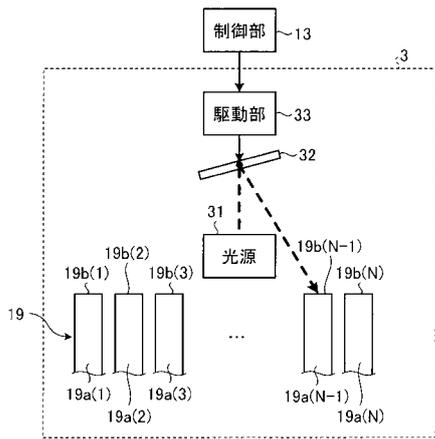
【 図 1 】



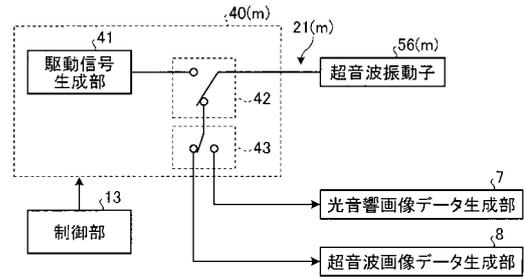
【 図 2 】



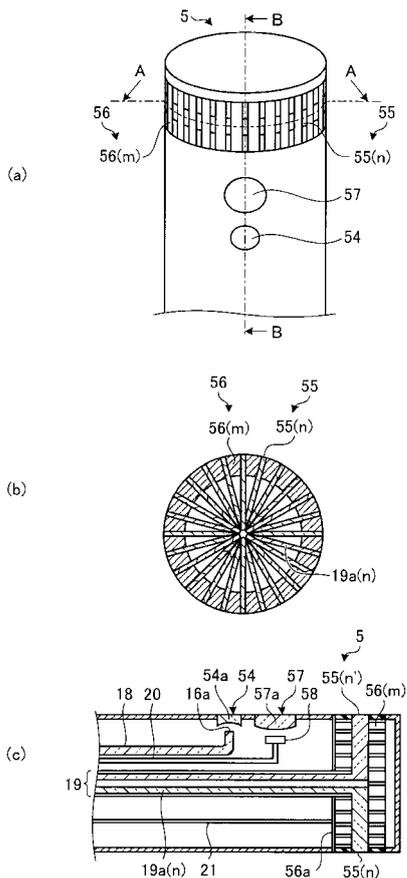
【 図 3 】



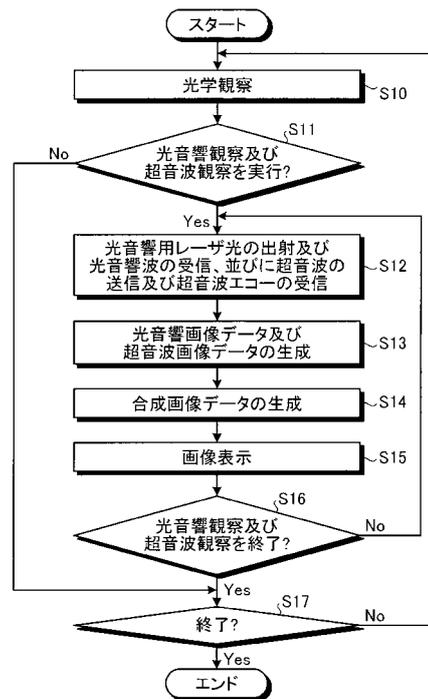
【 図 4 】



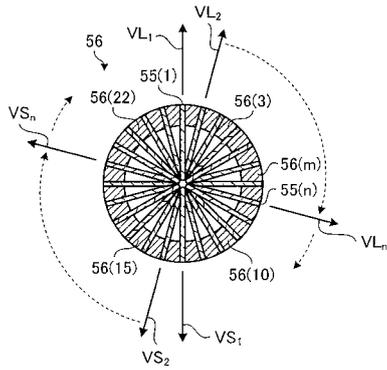
【 図 5 】



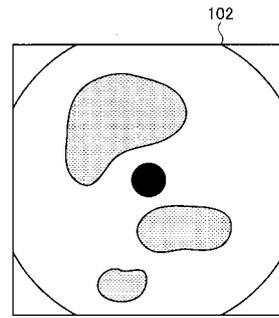
【 図 6 】



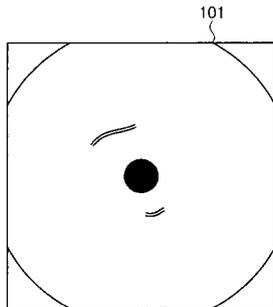
【 図 7 】



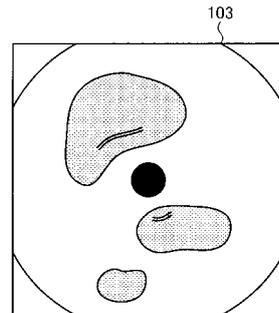
【 図 9 】



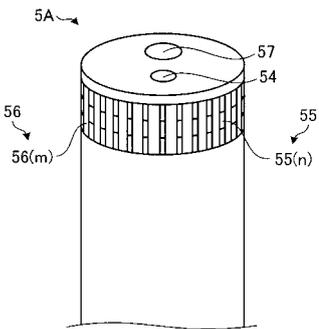
【 図 8 】



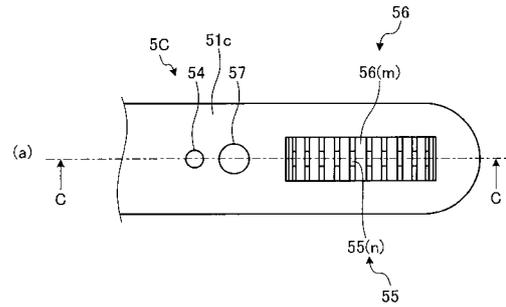
【 図 10 】



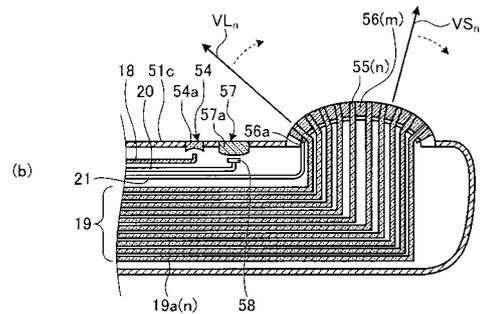
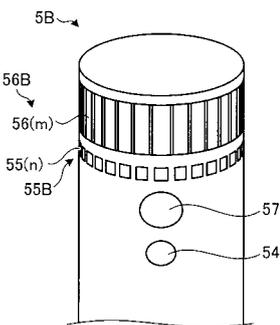
【 図 11 】



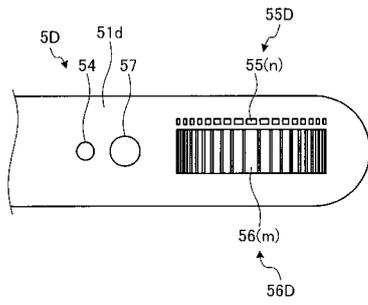
【 図 13 】



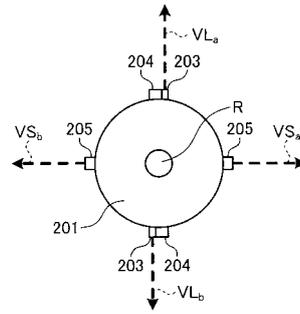
【 図 12 】



【 図 1 4 】



【 図 1 6 】



【 図 1 5 】

