

(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2019-41832

(P2019-41832A)

(43) 公開日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl.
A61B 8/13 (2006.01)

F I
A61B 8/13

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-165128 (P2017-165128)
(22) 出願日 平成29年8月30日 (2017.8.30)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者 鈴木 紘一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内
Fターム(参考) 4C601 DE16 EE02 EE11 GD04 JB45
JB48

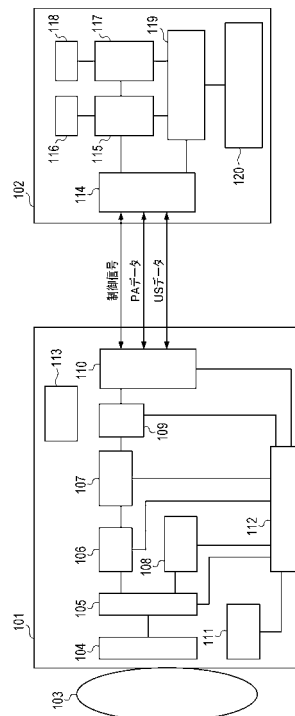
(54) 【発明の名称】 超音波プローブ、及びそれを備えた光音響装置

(57) 【要約】

【課題】 光音響測定を行う際に、光源からの電磁波ノイズがプローブと本体間の無線通信に与える影響を小さくし、信頼性の高い超音波プローブを提供すること。

【解決手段】 発光した光を被検体に照射する光源と、前記被検体に光が照射されることにより生じる音響波を受信して電気信号に変換する音響波受信部と、前記電気信号をデジタル化するアナログデジタル変換部と、前記デジタル化された電気信号の無線通信を行う通信部と、前記光源が発光する時間と、前記通信部が無線通信を行う時間とを制御する同期制御部を有し、前記同期制御部は前記光源が発光する時間と、前記通信部が無線通信を行う時間とが互いに重複しないように、前記光源と前記通信部を制御することを特徴とする超音波プローブ。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

発光した光を被検体に照射する光源と、
前記被検体に光が照射されることにより生じる音響波を受信して電気信号に変換する音響波受信部と、
前記電気信号をデジタル化するアナログデジタル変換部と、
前記デジタル化された電気信号の無線通信を行う通信部と、
前記光源が発光する時間と、前記通信部が無線通信を行う時間とを制御する同期制御部を有し、
前記同期制御部は前記光源が発光する時間と、前記通信部が無線通信を行う時間とが互いに重複しないように、前記光源と前記通信部を制御することを特徴とする超音波プローブ。

10

【請求項 2】

前記同期制御部は、前記光源が発光している時間は、前記無線通信が行われなように、前記通信部の駆動を停止させる制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記同期制御部は、前記通信部が無線通信を行っている時間は、前記光源が発光しないように、前記光源部の駆動を停止させる制御を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波プローブ。

20

【請求項 4】

前記音響波受信部は、超音波の送信を行うことが可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記超音波プローブは、前記電気信号または前記デジタル化された電気信号の有線通信を行うことが可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記無線通信を行う際の前記電気信号のフレームレートは、前記有線通信を行う際の前記電気信号のフレームレートよりも小さいことを特徴とする請求項 5 に記載の超音波プローブ。

30

【請求項 7】

前記超音波プローブは、前記光源の発光に関する指示を受け付けるための受け付け部を有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記同期制御部は、前記光源が発光している時間は、前記無線通信が行われなように、前記通信部の駆動を停止させる制御を行う第一のモードと、前記通信部が無線通信を行っている時間は、前記光源が発光しないように、前記光源部の駆動を停止させる制御を行う第二のモードと、を切り替え可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

40

【請求項 9】

前記光源はパルス光を発光するものであり、前記同期制御部は、前記無線通信が行われる前記デジタル化された電気信号のデータ量が所定値以上になったときに、前記パルス光の繰り返し周波数を小さくする制御を行うように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

前記無線通信が行われる前記デジタル化された電気信号は、前記音響波受信部によって一定期間に取得された複数の電気信号を加算した信号であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 11】

50

前記光源は、アレイ状に設けられた複数の半導体発光素子を含み構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 12】

前記通信部は、前記光源から光が複数回照射される場合、前記照射の間に前記無線通信を行うように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の超音波プローブと、前記通信部から無線通信によって送られてくる前記デジタル化された電気信号に少なくとも基づいて、前記被検体に関する情報を取得する信号処理手段と、を有することを特徴とする光音響装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波プローブ、及びそれを備えた光音響装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光音響効果を利用して被検体内部の形態や機能を画像化する光音響装置が研究されている。このような従来の光音響装置では、使用者の指示を受けると、光音響装置の内部のコントローラが光源の駆動回路に信号を送り、光源がパルス光を発生させる。このパルス光が被検体に照射されると、光音響波が発生する。この光音響波は、探触子により受信され電気信号（光音響信号）に変換される。コントローラはこの光音響信号に対して画像再構成等の信号処理を行うことで、得られた画像を使用者に提示する。

20

【0003】

特許文献 1 における光音響画像化装置は、超音波プローブが通信ケーブルを介して本体筐体に接続された構成を開示している。

【0004】

一方、近年、無線通信技術が進歩しており、通信速度向上、通信デバイスの小型化が進んでいる。特許文献 2 では、超音波プローブと超音波イメージングシステムとが無線通信する構成を開示している。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2016 - 49212 号公報

【特許文献 2】特表 2002 - 530142 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 の光音響画像化装置においては、高画質化のために、超音波プローブ内の超音波受信素子の数を増やすにつれ、これらの素子を本体筐体に接続するケーブル内の配線の数が多くなり、ケーブル径、ケーブル重量が増大する。これにより超音波プローブの取り回しがしにくくなる。

40

【0007】

一方、特許文献 2 において超音波プローブに用いられる無線通信技術を採用することによって、特許文献 1 の上記課題に対応しようとしても、光音響装置に特有の課題が生じうることを本発明者は見出した。すなわち、光音響装置に必要な、高出力なパルス光を発生する光源の駆動回路では、短時間に大電流を流す必要がある。この際に光源の駆動回路から電磁波ノイズが発生する。この電磁ノイズが無線通信される信号と干渉し、通信エラーが発生するおそれがある。

【0008】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、光音響測定を行う際に

50

、光源からの電磁波ノイズが、超音波プローブと本体との間の無線通信に与える影響を小さくした光音響装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る超音波プローブは、発光した光を被検体に照射する光源と、前記被検体に光が照射されることにより生じる音響波を受信して電気信号に変換する音響波受信部と、前記電気信号をデジタル化するアナログデジタル変換部と、前記デジタル化された電気信号の無線通信を行う通信部と、前記光源が発光する時間と、前記通信部が無線通信を行う時間とを制御する同期制御部を有し、前記同期制御部は前記光源が発光する時間と、前記通信部が無線通信を行う時間とが互いに重複しないように、前記光源と前記通信部を制御することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る超音波プローブによれば、光音響測定を行う際に、光源からの電磁波ノイズがプローブと本体間の通信に混入することを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態1に係る超音波プローブを説明するためのブロック構成図。

【図2】本発明の実施形態1に係る超音波プローブを説明するための動作フローチャート

20

。

【図3】本発明の実施形態1に係る超音波プローブを説明するための動作フローチャート

。

【図4】本発明の実施形態1に係る超音波プローブを説明するためのタスクメモリの内容を示す図。

【図5】本発明の実施形態1に係る超音波プローブを説明するための動作タイミングを示す図。

【図6】本発明の実施形態2に係る超音波プローブを説明するための動作タイミングを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

30

以下に図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。ただし、以下に記載されている構成部品の寸法、材質、形状及びそれらの相対配置などは、発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、この発明の範囲を以下の記載に限定する趣旨のものではない。

【0013】

本実施形態に係る光音響装置は、被検体に光（電磁波）を照射することにより被検体内部で発生した音響波を受信して、被検体内部の特性情報を取得する光音響効果を利用した装置である。このとき取得される特性情報は、光照射によって生じた音響波の発生源分布、被検体内部の初期音圧分布、あるいは初期音圧分布から導かれる光エネルギー吸収密度分布や吸収係数分布、組織を構成する物質の濃度分布等を示す。また、特性情報は典型的には画像データであるが、数値の情報等、被検体内部の状態がわかるものであればよい。また、物質の濃度分布とは、例えば、酸素飽和度分布や酸化・還元ヘモグロビン濃度分布などである。かかる特性情報は被検体情報とも呼ばれることから、本実施形態に係る光音響装置を、被検体情報取得装置と呼ぶこともできる。

40

【0014】

本明細書でいう音響波とは、典型的には超音波であり、音波、超音波、音響波と呼ばれる弾性波を含む。光音響効果により発生した音響波のことを、光音響波または光超音波と呼ぶこともある。光音響装置（被検体情報取得装置）の探触子は、被検体内部で発生した音響波を受信する。

【0015】

50

<実施形態 1 >

本実施形態は、光音響装置のプローブ部（超音波プローブ）と本体部（信号処理手段）との間の無線通信を行う時間と、プローブ部における光源が発光する時間とを制御するものである。なお、本実施形態において時間を制御する、とは、どの時刻からどの時刻までを駆動するか、またはどの時刻からどの時刻まで駆動を停止するか、を制御することを意味する。

【0016】

（光音響装置）

図1は本実施形態に係る光音響装置を示すブロック構成図である。本実施形態に係る光音響装置は、超音波プローブ101と信号処理手段102とを有する。本実施形態において、超音波プローブ101は主に被検体に由来する光音響信号を取得して、無線によるデータ通信を行い、信号処理手段102は主に、超音波プローブから送られてきたデータを受信して被検体の情報を取得する、という構成である。以下、各々について詳細に説明する。

10

【0017】

（超音波プローブ）

図1において、符号101は被検体103に光を照射するとともに、被検体103で発生した音響波を受信し、光音響信号と呼ばれる電気信号に変換する超音波プローブである。また、本実施形態における超音波プローブは被検体103に対し超音波を送信するとともに、被検体103の内部の組織から反射して戻ってきた超音波を受信し、超音波信号と呼ばれる電気信号に変換する機能も有している。超音波プローブ101は、光音響装置110のプローブ部101と呼ぶこともできる。なお、被検体に照射される光は典型的にはパルス光である。

20

【0018】

超音波プローブ101と信号処理手段102との間は、無線によるデータ通信（無線通信）が可能であり、プローブ部で生成した光音響信号、超音波信号、制御信号といった信号をデジタル化したうえで信号処理手段102に伝送することができる。本実施形態ではデジタル化された光音響信号を光音響信号データと呼ぶ。同様にデジタル化された超音波信号を超音波信号データと呼ぶ。

30

【0019】

（信号処理手段（本体部））

図1において符号102は信号処理手段であり、光音響装置110の本体部と呼ぶこともできる。信号処理手段102は超音波プローブ101から無線によるデータ通信で送られてくる光音響信号データ、超音波信号データを受信し、ノイズ除去などの信号処理を行う。また、得られたデータの画像再構成の処理を行うことによって、画像化を行い、得られた画像を使用者に提示する。また本実施形態において信号処理手段は使用者の指示を入力するためのユーザインタフェース（User Interface、UI）120を有している。

【0020】

（被検体）

符号103は光音響装置によって情報を取得する対象となる被検体であり、被検者の体の一部である。ここでは乳房を例として説明する。

40

【0021】

（音響波受信部）

符号104は被検体からの光音響波および超音波を受信し、それぞれ光音響信号、超音波信号と呼ばれる電気信号に変換する音響受信部である。また、本実施形態における音響波受信部は、超音波の送信を行うことが可能に構成されていることが好ましい。

【0022】

本実施形態では、100チャンネル以上の音響波受信部が、超音波プローブと被検体とが接する面内において、一次元のアレイ状、又は二次元のアレイ状に配置されている。音響

50

波受信部 104 は、音響素子を含み構成される。音響素子の例としては、 piezo 素子や、静電容量型トランスデューサが挙げられる。本実施形態において、音響波受信部 104 に電気信号を印加することで超音波プローブ 101 の外部に超音波を送信することができる。

【0023】

また、超音波プローブ 101 の外部からの光音響波や超音波を受信すると電気信号を出力する。音響波受信部 104 は超音波の送信や受信時、光音響波の受信時とで、一部または全部同じ素子を用いてもよいし、それぞれ異なる素子を用いてもよい。

【0024】

(切り替え回路)

符号 105 は超音波の送信と受信とを切り替えるための切り替え回路であり、アナログスイッチ、マルチプレクサ、保護ダイオードなどで構成される。切り替え回路 105 は同期制御部 112 と接続され、超音波の送信時、超音波の受信時、光音響波の受信時それぞれで対応する音響波受信部と周辺回路の接続を切り替える。すなわち、被検体 103 に超音波を送信する時は送信制御部 108 と音響波受信部 104 が接続され、音響波受信部 104 と送信制御部 108 とが接続される。一方、被検体 103 から反射された超音波を受信する際には増幅部 106 と音響波受信部 104 が接続されるようにする。また、被検体からの光音響波を受信する際にも増幅部 106 と音響波受信部 104 が接続されるようにする。

【0025】

超音波送受信時と光音響波受信時で異なる素子を用いる場合には、超音波受信時には増幅部 106 と超音波受信用の音響波受信部 104 が接続され、光音響波受信時には増幅部 106 と光音響波受信用の音響波受信部 104 が接続されるようにする。また、音響波受信部のチャンネル数に対し送信制御部のチャンネル数を少なくしておき、複数の素子で回路を共用してもよい。

【0026】

(プリアンプ回路)

符号 106 は音響波受信部 104 から出力された光音響信号および超音波信号を増幅するためのプリアンプ回路を含み構成される。プリアンプ回路 106 はプログラブルゲインアンプを含み、外部からの設定によりゲインを動的に変えることができる。プリアンプ回路 106 は同期接続部 112 と接続されており、同期接続部 112 からの指示に基づき、光音響信号の増幅時と超音波信号の増幅時とで、互いに異なる増幅率(ゲイン)の増幅処理を行うことができる。例えば、一般的には光音響信号のほうが超音波信号よりも微弱なため、光音響信号を受信しているときにはゲインを相対的に大きくする一方、超音波信号を受信しているときにはゲインを相対的に小さくする。また、超音波送信からの経過時間が長くなるにつれて、ゲインを増加させ、被検体 103 の深部からの微弱な信号をより高いゲインで増幅する TGC (Time Gain Control) 処理を行うこともできる。

【0027】

(アナログデジタル変換部)

符号 107 は増幅された信号をデジタル化するアナログデジタル変換部(A/D変換部)である。本実施形態において、A/D変換部 107 は、折り返しノイズの発生を防ぐためのアンチエイリアシングフィルタ、およびA/D変換回路、A/D変換された光音響信号データ、及び超音波信号データを一次保存するメモリを含み構成される。A/D変換部 107 は同期接続部 112 と接続され、光源 111 への光照射の制御信号に同期して光音響信号のサンプリングを行う。また、送信制御部 108 からの超音波送信の制御信号に同期して超音波信号のサンプリングを行う。

【0028】

(送信制御部)

符号 108 は音響波受信部を駆動するためのパルス信号を生成する送信制御部である。

10

20

30

40

50

本実施形態において送信制御部 108 は、高電圧パルサー回路、各音響波受信部の駆動パルス生成するビームフォーマ回路を含み構成される。送信制御部 108 は同期制御部 112 からの設定および超音波送信の制御信号に基づき、各音響波受信部への信号の位相を制御し、超音波ビームの走査、送信開口制御を行う。

【0029】

(データ処理回路)

符号 109 は A/D 変換部 107 によってデジタル化された光音響信号データおよび超音波信号データに対し、データ処理を行うデータ処理回路であり、FPGA、マイクロコントローラなどを含み構成される。データ処理回路 109 は同期制御部 112 と接続され、光音響信号データおよび超音波信号データを本体に通信するのに適した形に変換する。具体的には、データの圧縮処理やノイズ除去処理などである。その際に、超音波信号データと光音響信号データでは異なる処理を適用可能である。例えば光音響信号受信時と超音波信号受信時にはそれぞれの信号の周波数に応じて異なる通過帯域のフィルタ処理を適用してもよい。また、光音響信号受信時には、複数の発光に対応する光音響信号データを積算し、ランダムノイズを低下させてもよい。また、データ処理回路は、超音波信号データを所定のフォーマットに変換し、付加情報を追加する。付加情報としては、プローブの ID や光音響信号データと超音波信号データを区別するための情報を含む。また、光音響信号データおよび超音波信号用データの種別を区別するための情報も含む。例えば、光音響信号取得時に複数の波長の光に対する光音響信号データを取得する場合には、付加情報として波長を識別するための情報を含む。また、超音波信号データ取得時に B モード用データとドプラ用のデータ取得する場合には、付加情報として B モード、ドプラを識別するための情報を含む。

10

20

【0030】

(通信部)

符号 110 はプローブ部 101 で取得された超音波信号データ、光音響信号データを本体部 102 に無線で送信するとともに、本体部 102 からの制御コマンドを送受信するための、プローブの通信部(通信インタフェース)である。本実施形態における通信部は、基本的には無線通信インタフェースであるが、有線でのデータの送信や受信ができるインタフェースを別に有していてもよい。

【0031】

通信プロトコルには Wi-Fi (登録商標)、Bluetooth (登録商標)、2G、3G、4G などの無線通信プロトコルを用いることができる。通信インタフェース 110 は、入力バッファ、通信モジュール、アンテナから構成される。通信モジュールはベースバンド部と RF 部から構成され、無線通信プロトコルに基づいてデータにヘッダ情報追加、エラー訂正、パケット化を行う。また、無線通信プロトコルに沿ったスペクトラム拡散、変調、復調処理などを行う。また、通信モジュールは通信エラー時には再送制御なども行う。

30

【0032】

入力バッファはデータ処理回路 109 からの光音響信号データおよび超音波信号データを一次的にためておくバッファメモリである。バッファメモリは FIFO であり、データ処理回路 109 から出力されたデータが順次 FIFO に入力され、先に入力されたデータから順に無線通信モジュールに読み出される。また、バッファメモリはデュアルポートメモリで構成され、データ処理回路 109 からのデータ書き込みと、無線通信モジュールからのデータ読み出しは並行して行うことができる。また、バッファメモリの内部の状態は同期制御部 112 から常時監視することができるようになっている。

40

【0033】

本体 102 からプローブ部 101 へ送信される制御コマンドの内容としては、撮影開始、中断、一時停止、状態通知などである。また、光音響信号取得機能および超音波信号取得時のパラメータも制御コマンドに含まれる。パラメータとしては、各信号の取得の有無、取得頻度、光源の波長の種類、超音波の動作モード、送信ビームフォーミングの種類、

50

それぞれの信号のデータ圧縮率などが含まれる。

【0034】

なお、本実施形態において通信部は有線通信をすることが可能に構成されていることが好ましい。無線通信を行う際の電気信号のフレームレートは、前記有線通信を行う際の電気信号のフレームレートよりも小さくすることができる。

【0035】

また、無線通信される電気信号は、一定期間に取得された複数の電気信号が加算された信号や、加算して信号の数で除算して得られる加算平均された電気信号であっても良い。このように、加算したり、加算平均した電気信号を用いることで、無線通信のデータ量を小さくすることができる。

10

【0036】

無線通信のタイミングは、光源から光が複数回照射される場合、その照射の間に無線通信を行うことができる。

【0037】

(光源)

符号111は発光した光を被検体に照射するための光源である。

【0038】

本実施形態において光源は例えば、半導体レーザデバイスおよび駆動回路を含み構成される。光源111は外部トリガ信号を持ち、同期制御部112から発光タイミングを制御可能な構成になっている。また、光源111は光量設定信号を持ち、同期制御部112から光量を設定可能になっている。光源内部の駆動回路は、設定された光量が大きい場合には半導体レーザデバイスへの電流値を大きくする。また、設定された光量が小さい場合には、半導体レーザデバイスへの電流値を小さくする。また、発振波長の異なる複数の半導体レーザデバイスをもち、同期制御部112からの設定に応じて波長の異なる光を発光させてもよい。

20

【0039】

また、光源の発光に関する指示を受け付けるための受け付け部を有していてもよく、光源による光の照射のタイミングを決めるスイッチ部がプローブ部に設けられていてもよい。

【0040】

また、無線通信される電気信号のデータ量が所定値以上になったときに、前記光源から照射される光の繰り返し周波数を小さくするように構成されていてもよい。

30

【0041】

光源はアレイ状に設けられた複数の半導体発光素子を含み構成されていてもよいし、チタンサファイヤレーザ、Yagレーザ、アレキサンドライトレーザといった固体レーザを含む構成されていてもよい。半導体発光素子の例としては、発光ダイオード(LED)、半導体レーザ(LD)等が挙げられる。

【0042】

(同期制御部)

符号112は光源が発光する時間と、通信部が無線通信を行う時間とを制御する同期制御部である。同期制御部は、光源や通信部以外にもプローブ部101内の各部と通信し、同期制御を行うことができ、マイコンおよびソフトウェアを含み構成される。

40

【0043】

本実施形態では、無線通信とレーザの発光タイミングをずらす制御を行う。同期制御部は、光源による光の照射のタイミングと通信部による無線通信のタイミングを制御する。具体的には、光源が発光する時間と、通信部が無線通信を行う時間とが互いに重複しないように、光源と通信部の駆動を制御する。

【0044】

このように、同期制御部が、光源が発光する時間と、通信部が無線通信を行う時間とが互いに重複しないため、無線通信のデータに光源からの電磁波ノイズが混入することを抑

50

制し、無線通信に与える影響を小さくできる。

【0045】

同期制御部が行う制御の例として、光源が発光している時間は、無線通信が行われないように、通信部の駆動を停止させる制御を行う方法（第一のモード）が挙げられる。その他の例として、通信部が無線通信を行っている時間は、光源が発光しないように、光源部の駆動を停止させる制御を行う方法（第二のモード）が挙げられる。また、第一のモードと第二のモードとを切り替え可能に構成されていても良い。同期制御部による制御方法の詳細は後述する。

【0046】

（電源部）

符号113はプローブ部101内の各部に電源を供給するための電池である。小型のリチウムイオン電池などが用いられる。プローブ部101には電池113を充電するための端子があり、本体102に接続することにより電池を充電可能である。接続は充電用のケーブルをつなぐ方法によってもよいし、本体102の充電端子部にプローブ部101の充電端子を接触させる方法によってもよい。また、電池113の残量は同期制御部112内のマイコンにより監視され、残量が少なくなってきた場合には警告を表示する。プローブ部101上にLEDあるいは小型の液晶表示部を備え、電池残量および警告を表示してもよい。また、電池残量が少なくなってきた段階で、無線インタフェース110を介して本体102に状態を通知し、本体102上のユーザインタフェース120上に警告を表示してもよい。

10

20

【0047】

（信号処理手段（本体部）の通信部）

符号114はプローブ部101で取得された超音波信号データ、光音響信号データを本体部102に無線で受信するとともに、プローブ部101へ制御コマンドを送受信するための通信インタフェースである。本体側通信インタフェース114はプローブ側通信インタフェース110と同様な無線通信機能を備える。受信された超音波信号データおよび光音響信号データは信号処理回路115に伝送される。

【0048】

符号115は超音波信号データおよび光音響データに対し信号処理を施すデジタル回路である。デジタル回路115として、FPGA（Field Programmable Gate Array）、DSP（Digital Signal Processor）などが実装される。データ処理回路109によって付加された情報に基づいて超音波信号データと光音響信号データの種類を区別し、それぞれによって異なる信号処理を適用する。例えば、超音波信号のBモードデータに対しては、整相加算、対数増幅、包絡線検波処理、ハーモニクイメージング処理などを行う。また、超音波信号のドブラデータに対しては周波数解析、HPF処理などを行い、観測位置での血流の速度を示すデータを生成する。光音響信号データに対しては音響波受信部の応答補正処理、ノイズ除去処理、バンドパスフィルタ処理などを行う。これらの処理の際に、付加情報に含まれたプローブID情報に応じて信号処理のパラメータを変更してもよい。例えば、音響波受信部の応答補正処理の際に、プローブID情報から音響波受信部の種類を識別し、異なるインパルス応答波形を選択してもよい。また、バンドパスフィルタ処理の際に、プローブID情報から音響波受信部の受信周波数帯域を識別し、それに応じたフィルタを選択してもよい。また、付加情報から光音響信号データを取得した際の光源111の波長を識別し、異なる波長の光音響信号データが混じらないようにする。

30

40

【0049】

（記憶部）

符号116は信号処理回路115によって信号処理された超音波信号データおよび光音響信号データを保存する記憶部（メモリ）である。各データは信号処理回路115により種類に応じて異なる領域に保存される。

【0050】

50

符号117はメモリ116に保存されたデータを読み出し、データの種別に応じた画像化を行う回路であり、画像処理専用のプロセッサ(GPU)によって構成される。超音波信号データに対しては各走査線のBモードデータを合成し、Bモード画像を生成する。また、光音響信号データに対しては、画像再構成処理を行い、初期音圧分布、吸収係数分布画像を生成する。画像再構成処理のアルゴリズムとしてはUBP(Universal Back Projection)やモデルベース再構成処理などが知られている。また、複数の波長の光音響データを用い酸素飽和度分布を算出する。

【0051】

符号118は画像処理回路117で画像化されたデータを保存するメモリである。メモリとしてはHDD、SSDなどが用いられる。

10

【0052】

符号119は本体側の各部と接続され、全体を制御するプロセッサであり、CPUおよびその上で動くソフトウェアによって構成される。制御部119は使用者からのユーザインタフェース120を介して入力される撮影指示および撮影パラメータを受け、通信インタフェース114を介してプローブ部101にコマンドを出力する。プローブ部101は通信インタフェース110を介して受信されたコマンドの内容をもとに超音波信号データの取得、光音響信号データの取得を行い、取得したデータは、通信インタフェース110を介して本体部102に送信する。本体部102では通信インタフェース114を介して超音波信号データ、光音響信号データを受信し、信号処理回路115および画像化回路117により診断画像を生成する。診断画像は制御部119を介してユーザインタフェース120に出力され、使用者に提示される。

20

【0053】

符号120は使用者から光音響装置への指示入力を受け付けるとともに、使用者に対して診断画像を出力するためのユーザインタフェースである。具体的にはキーボード、マウス、ディスプレイなどによって構成される。

【0054】

(信号処理手段の動作フロー)

続いて本体部102内で行われる動作のフローを説明する。図2は本体部102内の各部の動作を示したフローチャートである。

【0055】

30

(ステップS201)

ステップS201において制御部119は、通信インタフェース114に指示を送り、通信コマンドを送信する。使用者によって登録されたプローブIDを持つプローブを探索し、応答があれば通信が確立されたものとする。複数のプローブから応答があった場合には、ユーザインタフェース120に通信可能なプローブの一覧を表示し、使用者に選択させる。

【0056】

(ステップS202)

続いてステップS202にて、プローブ部101と通信が確立しているかを判定する。確立していない場合には、周囲に使用可能なプローブが存在しないか、電池113が切れていると判断し、ステップS215に進む。プローブ部101との通信が確立している場合にはステップS203に進む。

40

【0057】

(ステップS203)

ステップS203では、プローブ部101へプローブの情報を要求する。具体的には光源111の波長の種類、発光可能な最大周波数、音響波受信部104の素子数、帯域幅、中心周波数、A/D変換器のビット数、電池113の残量、通信インタフェース110の通信速度などの情報を取得する。取得された情報は制御部119内のメモリに保存される。

【0058】

50

(ステップS204)

ステップS204では、使用者がユーザインタフェース120を介して撮影パラメータおよび撮影指示入力を行うのを待つ。入力が完了したらステップS205に進む。

【0059】

(ステップS205)

ステップS205では撮影パラメータを制御部119内のメモリに保存する。撮影パラメータとしては、取得する診断画像の種類、撮影対象の深度、超音波の撮影範囲、超音波の繰り返し周波数、ドブラによる血流計測の有無、パルス光の照射周期、照射回数、波長などがある。

【0060】

(ステップS206)

ステップS206では制御部119は通信インタフェース114に指示を送り、撮影コマンドをプローブ101へ送信する。撮影コマンドには超音波信号取得および光音響信号取得に必要なパラメータを含む。超音波信号取得に必要なパラメータとは具体的には超音波ビームの本数、繰り返し周波数、ビーム走査方法、フォーカス点、TGC (Time Gain Control) のゲインテーブルの種類などである。また光音響信号取得に必要なパラメータとは、光源の繰り返し周波数、光照射回数、光照射強度、波長の種類、受信時のゲイン、受信信号の積算回数などである。また、超音波信号取得と光音響信号取得の時間的なパラメータも含まれる。例えば、超音波信号取得と光音響信号取得を交互に行うか、あるいは超音波信号取得を連続してN回行った後に、光音響信号を連続してM回行うかなどの情報である。制御部119は使用者が指示した撮影パラメータから、これらの超音波信号取得および光音響信号取得に必要な情報を割り出して撮影コマンドを生成しプローブ101へ送信する。

【0061】

(ステップS207)

続いてステップS207では撮影コマンドが正しく送信されたか否かを判定する。ステップS206での撮影コマンド送信に対し、通信インタフェース114がプローブ101から確認応答が受信できた場合には正しく送信できたと判断し、ステップS208へ進む。確認応答が受信できない場合には、数回撮影コマンドの再送を行う。数回の再送を行っても確認応答が受信できない場合にはステップS216へ進む。

【0062】

(ステップS208)

ステップS208では、通信インタフェース114はプローブ部から送られてくる超音波信号データおよび光音響信号データを受信する。受信されたデータは通信インタフェース114内のFIFOメモリに保存され、信号処理回路115から順次読み出されるものとする。

【0063】

(ステップS209)

続いてステップS209では、受信されたデータのヘッダ情報をもとにデータの種類の分別、並び変えを行う。無線通信時にパケット分割されたデータの一部の再送が行われると、データの前後関係が変わる場合がある。これに対し、ヘッダ情報に記録されたシーケンス番号をもとにデータを並び変え、元の順番に直す。この処理はTCP/IPプロトコルに沿って、通信インタフェース内で行われる。並び変えられた超音波信号データおよび光音響信号データは、付加情報に応じてデータの種類の識別され、メモリ116内部に保存される。

【0064】

(ステップS210)

続いてステップS210において、信号処理部115は、データの欠落がないかを確認する。超音波信号の場合には1本の超音波送信ビームに対応する超音波信号データが全てそろっているかを確認する。光音響信号の場合には、1回のパルス光照射に対応する光音

10

20

30

40

50

響信号データが全てそろっているかを確認する。データがそろっている場合にはステップ S 2 1 1 に進む。一定時間待ってもデータがそろわない場合にはステップ S 2 1 7 に進む。

【 0 0 6 5 】

(ステップ S 2 1 1)

続いてステップ S 2 1 1 において、信号処理部は超音波信号データおよび光音響信号データに対し、データの種類に応じた信号処理を行い、結果をメモリ 1 1 6 に保存する。

【 0 0 6 6 】

(ステップ S 2 1 2)

続いてステップ S 2 1 2 において、画像生成部 1 1 7 は、メモリ 1 1 6 からデータを読み出し、データの種類に応じた画像生成処理を行い、結果をメモリ 1 1 8 に保存する。

【 0 0 6 7 】

(ステップ S 2 1 3)

続いてステップ S 2 1 3 において、制御部 1 1 9 はメモリ 1 1 8 内に保存された画像データを順次読み出し、ユーザインタフェース 1 2 0 のディスプレイに表示させる。

【 0 0 6 8 】

(ステップ S 2 1 4)

続いてステップ S 2 1 4 において、制御部 1 1 9 は、使用者からの指示に基づき撮影を継続するか否かを判定する。撮影を継続する場合にはステップ S 2 0 6 に進む。使用者がユーザインタフェース 1 2 0 を介して撮影終了指示を出した場合には撮影を継続しないと判断し、処理を終了する。使用者がユーザインタフェースを介して撮影パラメータを変更した場合には、撮影を継続すると判断しステップ S 2 0 5 に進む。そしてステップ S 2 0 5 にて変更された撮影パラメータを取得し、処理を継続する。使用者が特に指示を行っていない場合には、撮影を継続すると判断し、ステップ S 2 0 5 に進む。そして、ステップ S 2 0 5 ではこれまでと同じ撮影パラメータを用いて処理を継続する。

【 0 0 6 9 】

(ステップ S 2 1 5)

ステップ S 2 1 5 では、制御部 1 1 9 は、プローブとの通信が確立できないとのエラーメッセージをユーザインタフェース 1 2 0 のディスプレイに表示させ、処理を終了する。

【 0 0 7 0 】

(ステップ S 2 1 6)

ステップ S 2 1 6 では、制御部 1 1 9 は、撮影コマンドが通信できないとのエラーメッセージをユーザインタフェース 1 2 0 のディスプレイに表示させ、処理を終了する。

【 0 0 7 1 】

(ステップ S 2 1 7)

ステップ S 2 1 7 では、制御部 1 1 9 は、受信データが欠落しているとの警告メッセージをユーザインタフェース 1 2 0 に表示させ、ステップ S 2 1 4 に進み、処理を継続する。なお、使用者の設定により、警告メッセージをオフし、一部の画像が欠落した状態で処理を継続することもできる。その場合には、欠落したデータを補完しステップ S 2 1 1 に進む。

【 0 0 7 2 】

(超音波プローブの動作フロー)

続いてプローブ部 1 0 1 で行われる動作フローを説明する。図 3 はプローブ部 1 0 1 の各部の動作を示したフローチャートである。

【 0 0 7 3 】

(ステップ S 3 0 1)

電源投入後に S 3 0 1 においてプローブ部 1 0 1 は本体部からの通信確立コマンド待ち状態に入る。通信インタフェース 1 1 0 を介して本体部 1 0 2 からの通信確立コマンドを受信したら、ステップ S 3 0 2 に進む。待ち状態の間は通信インタフェース 1 1 0 以外のモジュールをスリープ状態にし、電池 1 1 3 の消耗を低減するための処理を行ってもよい

10

20

30

40

50

。通信インタフェース 110 は通信確立コマンドを受信した段階で同期制御部 112 をスリープ状態から通常状態にする。

【0074】

(ステップ S302)

ステップ S302 にて同期制御部 112 は通信インタフェースを介して応答信号を本体部 102 に送信し、プローブ部 101 と本体部 102 のペアリングを行う。また、プローブ ID や対応している通信規格、その他プローブ部固有の情報を本体部 102 に送信する。

【0075】

プローブ部固有の情報とは、具体的には光源に関する情報、音響波受信部に関する情報、プローブに関する他の情報が挙げられる。光源に関する情報の例としては、光源 111 の波長の種類、発光可能な最大周波数、光源の寿命、光源の光量が挙げられる。音響波受信部に関する情報の例としては、音響波受信部 104 の素子数、帯域幅、中心周波数、が挙げられる。プローブに関する他の情報の例としては、A/D変換器のビット数、電池 113 の残量、通信インタフェース 110 の通信速度などの情報が挙げられる。

10

【0076】

(ステップ S303)

続いてステップ S303 にてプローブ部 102 は本体部 101 からの撮影コマンド待ち状態に入る。通信インタフェース 110 を介して本体部 102 からの撮影コマンドを受信したら、ステップ S304 に進む。待ち状態の間は通信インタフェース 110 以外のモジュールをスリープ状態にし、電池 113 の消耗を低減してもよい。その場合は、通信インタフェース 110 は撮影コマンドを受信した段階で同期制御部 112 をスリープ状態から通常状態にする。

20

【0077】

(ステップ S304)

続いてステップ S304 にて同期制御部 112 は受信された撮影コマンドのパケットを解析し、超音波の送受信および光音響波の受信の順序や回数、時間間隔を割り出し、タスクスケジューリングを行う。一連のタスクは同期制御部 112 内のタスクメモリに保存される。ここでは簡単な例として、超音波送受信を 200 μs 間隔で 3 回行った後、光音響信号受信を 100 μs 間隔で 3 回行う場合のタスクメモリの内容を図 4 に示す。401 はタスクの ID 番号、402 はタスクの種類であり、本実施形態では超音波の送受信と光音響波の受信と終了の 3 種類である。403 はマイクロ秒単位であらわした、タスクの実行時刻である。404 は超音波送受信時には超音波送信固有のパラメータを保存し、光音響受信時には光照射固有のパラメータを保存する領域である。ここには送信パラメータの番号を保存しておき、個々のパラメータの詳細は別の領域を参照する。405 は超音波送受信時には超音波受信固有のパラメータを保存し、光音響受信時には光音響信号受信のパラメータを保存する領域である。ここには受信パラメータの番号を保存しておき、個々のパラメータの詳細は別の領域を参照する。このようにすることでパラメータの種類が増えた場合にも、柔軟に対応できる利点がある。

30

【0078】

(ステップ S305)

続いてステップ S305 にて、同期制御部 112 は先頭のタスクメモリを読み出し、タスクの種類 402 が超音波送受信であるか否かを判定する。超音波送受信である場合には、ステップ S306 に進む。超音波送受信でない場合にはステップ S312 に進む。

40

【0079】

(ステップ S306)

ステップ S306 において、同期制御部 112 はタスクメモリの送信パラメータ領域 404 を読み出し、送信制御部 108 の動作を設定する。また、受信パラメータ領域 405 を読み出し、増幅部 106、A/D変換部 107、データ処理回路 109 の動作を設定する。送信パラメータは被検体 103 へ送信される超音波ビーム形成に係るものであり、駆

50

動する音響波受信部 104 の番号、音響波受信部 104 の駆動電圧、駆動時間幅、各音響波受信部 104 の駆動時間差などの情報が含まれる。一方、受信パラメータは被検体 103 から受信される超音波信号に関するもので、増幅部 106 のゲイン、TGC のテーブル、A/D 変換器 107 のサンプリング周波数などの情報が含まれる。またデータ処理回路 109 にて整相加算やノイズ除去、データ圧縮を行う場合には、受信時の多段フォーカスの有無、デジタルフィルタの種類、データ圧縮率などの情報が含まれる。

【0080】

(ステップ S307)

続いてステップ S307 において、同期制御部 112 はタスクメモリの時刻領域 403 を読み出し、タスク実行時刻まで待機する。タスク実行時刻になったらステップ S308 10
に進む。本実施例においては、1つ目のタスクは実行時刻が 0 us なので、ただちにステップ S308 へ進む。

【0081】

(ステップ S308)

続いてステップ S308 にて同期制御部 112 は送受信切り替え部 105 に指示を出し、送信制御部 108 と音響波受信部 104 を接続する。そして、送信制御部 108 へ指示を出し被検体 103 への超音波送信を開始させる。送信制御部は、ステップ S306 で設定された送信パラメータに基づいて、音響波受信部 104 を駆動し、超音波パルスを生 20
成する。超音波パルスを生成後にステップ S309 に進む。被検体に送信された超音波は被検体内部の組織で一部が反射され、音響波受信部 104 で超音波信号に変換される。

【0082】

(ステップ S309)

続いてステップ S309 にて同期制御部 112 は送受信切り替え部 105 に指示を出し、増幅部 106 と音響波受信部 104 を接続する。そして、増幅部 106、A/D 変換器 107、へ指示を出し、被検体 103 からの超音波受信を開始させる。増幅部 106、A/D 変換器 107 はステップ S306 で設定された受信パラメータに基づいて、それぞれ超音波信号を増幅、A/D 変換を行う。これらの処理後にデータはデータ処理部 109 のメモリに保存される。

【0083】

(ステップ S310)

続いてステップ S310 にて、同期処理部 112 はデータ処理部 109 に指示を出し、超音波信号に対して信号処理を行う。具体的には、音響波受信部の特性に依存した信号処理、データの積算、圧縮処理およびデータ識別用の付加情報の追加を行う。変換後のデータは通信インタフェース 110 内のメモリに保存される。 30

【0084】

(ステップ S311)

続いてステップ S311 にて、同期制御部 112 は通信インタフェース 110 に指示を出し、データの通信を開始させ、ステップ S305 へ戻る。ステップ S305 へ戻る際に、タスクメモリをポップし、先頭のタスクを削除する。ステップ S305 では、次のタスクを実行する。通信インタフェース 110 はメモリに保存されたデータをパケット化し、 40
本体部 102 へ送信を開始する。この際に、通信インタフェース 110 は、通信停止信号が ON の時には、通信を一時停止し、通信停止信号が OFF になったら通信を再開する。

【0085】

(ステップ S312)

一方、ステップ S312 では同期制御部 112 は先頭のタスクメモリを読み出し、タスクの種類 402 が光音響受信であるか否かを判定する。光音響受信である場合には、ステップ S313 に進む。光音響受信でない場合には終了であり、本体部 102 から指示された撮影がすべて完了していると判断しステップ S320 に進む。

【0086】

(ステップ S313)

10

20

30

40

50

ステップS 3 1 3において、同期制御部 1 1 2はタスクメモリの照射パラメータ領域 4 0 4を読み出し、光源 1 1 1の動作を設定する。また、受信パラメータ領域 4 0 5を読み出し、増幅部 1 0 6、A / D変換部 1 0 7、データ処理回路 1 0 9の動作を設定する。照射パラメータは被検体 1 0 3へ照射されるパルス光に係るものであり、半導体レーザの駆動電力、波長、パルス幅などの情報が含まれる。一方、受信パラメータは被検体 1 0 3から受信される光音響信号に関するもので、増幅部 1 0 6のゲイン、T G Cのテーブル、A / D変換器 1 0 7のサンプリング周波数などの情報が含まれる。またデータ処理回路 1 0 9にてデータのノイズ除去処理やデータ圧縮を行う場合には、デジタルフィルタの種類、圧縮率などの情報が含まれる。

【 0 0 8 7 】

10

(ステップS 3 1 4)

続いてステップS 3 1 4において、同期制御部 1 1 2はタスクメモリの時刻領域 4 0 3を読み出し、タスク実行時刻まで待機する。タスク実行時刻になったらステップS 3 0 8に進む。本実施例においては、光音響受信の1つ目のタスクは実行時刻が 1 1 0 0 u sなので、時刻 1 1 0 0 u sになったらステップS 3 1 5へ進む。

【 0 0 8 8 】

(ステップS 3 1 5)

続いてステップS 3 1 5において、同期制御部 1 1 3は通信インタフェース 1 1 0に指示を送り、通信停止信号をONにする。通信インタフェース 1 1 0はこれを受けて本体部へのデータ通信を中断する。データ通信中断が完了したらステップS 3 1 6に進む。

20

【 0 0 8 9 】

(ステップS 3 1 6)

続いてステップS 3 1 6にて同期制御部 1 1 2は送受信切り替え部 1 0 5に指示を出し、増幅部 1 0 5と音響波受信部 1 0 4を接続する。そして、光源 1 1 1へ指示を出し被検体 1 0 3への光照射を開始させる。光源 1 1 1は、ステップS 3 0 6で設定された照射パラメータに基づいて、半導体レーザデバイスを駆動し、時間幅 1 0 n sから 2 0 0 n s程度のパルス光を照射する。パルス光を照射後にステップS 3 1 7に進む。被検体に照射されたパルス光は被検体内部の組織で一部が吸収され、光音響波が発生する。光音響波は音響波受信部 1 0 4で光音響信号に変換される。

【 0 0 9 0 】

30

(ステップS 3 1 7)

続いてステップS 3 1 7にて同期制御部 1 1 3は通信インタフェース 1 1 0に指示を送り、通信停止信号をOFFにする。通信インタフェース 1 1 0はこれを受けて本体部へのデータ通信を再開する。データ通信再開が完了したらステップS 3 1 8に進む。

【 0 0 9 1 】

(ステップS 3 1 8)

ステップS 3 1 8では、光音響信号の受信を行う。

【 0 0 9 2 】

(ステップS 3 1 9)

続いてステップS 3 1 9にて、同期処理部 1 1 2はデータ処理部 1 0 9に指示を出し、光音響信号に対して信号処理を行う。具体的には、音響波受信部の特性に依存した信号処理、ノイズ除去処理、圧縮処理およびデータ識別用の付加情報の追加を行う。変換後のデータは通信インタフェース 1 1 0内のメモリに保存される。続いてステップS 3 1 1へ進み、光音響信号を本体部 1 0 2へ送信する。

40

【 0 0 9 3 】

(ステップS 3 2 0)

ステップS 3 2 0では同期制御部 1 1 2は、全てのデータを本体部 1 0 2に送信し終わるまで、待機する。全てのデータを本体部 1 0 2に送信したか否かは通信インタフェース 1 1 0の状態を監視することで実現される。全てのデータを本体部に送信したらステップS 3 0 3に進む。

50

【 0 0 9 4 】

なお、ステップ S 3 1 6 におけるパルス光の照射にかかる時間は 1 0 n s から 2 0 0 n s と短いため、通信を停止している期間はオーバーヘッドを見込んでも 2 u s 以下である。そのため、プローブ部 1 0 1 - 本体部 1 0 2 間の通信に与える影響は小さい。

【 0 0 9 5 】

(タイムチャート)

図 5 に超音波送受信および音響波受信を 3 回ずつ行った場合のタイムチャートの例を示す。図 5 の一番上は光源 1 1 1 からパルス光を発光させる信号 (パルス光駆動信号) のタイミング (光源駆動期間) を示す図である。上から 2 番目は音響波受信部 1 0 4 の超音波および音響波の受信タイミング (超音波 (送) 受信期間) を示す図である。上から 3 番目は、データ処理回路 1 0 9 が信号処理しているタイミング (信号処理機関) を示す図である。上から 4 番目は通信部 1 1 0 が本体部 1 0 2 へ超音波信号データおよび音響波信号データを通信するタイミング (無線通信期間) を示す図である。上から 5 番目は同期制御部 1 1 2 によって制御される通信部の通信制御信号のタイミングを示す図である。本実施形態では、通信部の無線通信を停止させる通信停止信号のタイミング (通信停止期間) を表している。図 5 のいずれも横軸は時刻である。また、送信 1 は図 4 のタスク番号 1 番の超音波送信、超音波受信 1 は、タスク番号 1 番の超音波受信に相当する。送信 2 から 3、超音波受信 2 から 3、音響波受信 4 から 6、信号処理 1 から 6、通信 1 から 6 に対しても、図 5 中の番号は図 4 のタスク番号と対応している。図 5 の時刻 6 0 0 u s に同期制御部 1 1 2 は、パルス光駆動信号の立ち上がりを受けて、通信停止信号を立ち上げている。これを受け、通信インタフェース 1 1 0 は通信 3 のデータ送信を一時停止している。パルス光駆動信号が立ち下がった後に同期制御部 1 1 2 は時刻 6 0 2 u s に通信停止信号を立ち下げている。これを受け、通信インタフェース 1 1 0 は通信 3 のデータ送信を再開している。時刻 7 0 0 u s から時刻 7 0 2 u s および時刻 8 0 0 u s から時刻 8 0 2 u s についても同様である。このようにすることにより、光源 1 1 1 によるパルス光発光と、通信インタフェース 1 1 0 の通信の時間が重ならないように制御することができる。

【 0 0 9 6 】

被検体 1 0 3 内の音速を 1 5 0 0 m / s、被検体 1 0 3 の観測深さを 1 0 0 m m とすると超音波送受信に約 1 3 4 u s、音響波受信には 6 7 u s の時間がかかる。信号処理については、A / D 変換されたデータから順次処理していくことができ、処理時間は受信時間とほぼ同等であり、大きく変動しない。一方、本体との通信については、その時の音響装置が置かれた場所の状況、周囲の機器の通信状況によって大きく変動する。例えば、本体部 1 0 1 とプローブ部 1 0 2 が離れている場合や、周囲に電波を遮る障害物がある場合、周囲の機器の電波干渉がある場合などでは、通信エラーや再送が発生し通信速度が大きく低下する傾向がある。そのため、通信にかかる時間は動的に変化し、前のデータを通信中に次のタスクを開始しなければならない場合がある。例えば図 5 において通信 2 の時間が通信 1 よりも長くかかり、通信 2 が終了する前に送信 3 が開始している。このため、通信インタフェース 1 1 0 は十分な容量のバッファメモリを備える。

【 0 0 9 7 】

音響波受信部 1 0 4 の素子数を 1 2 8 c h、A / D 変換器 1 0 7 のビット数を 1 2 b i t、A / D 変換器のサンプリング周波数を 4 0 M H z とする。このとき、超音波送信ビーム 1 本あたりの超音波信号の生データ量は約 8 . 3 M b i t、音響波受信 1 回あたりの音響波信号の生データ量は約 4 . 1 M B i t となる。超音波信号については 1 2 8 c h の 1 2 b i t データをデータ処理回路 1 0 9 で整相加算して 1 つの 1 9 b i t データにまとめることにより、超音波送信ビーム 1 本のデータ量を 0 . 1 0 1 M B i t まで圧縮する。通信 1 での実効速度を 5 0 0 M b p s とすると通信 1 は 2 0 2 u s、通信 2 のときの実効速度が 3 0 0 M b p s とすると 3 3 6 u s となる。また、通信 3 以降の実効速度が 5 0 0 M b p s とすると、通信 3 は 2 0 2 u s、通信 4、通信 5、通信 6 はそれぞれ 8 . 2 m s かかることになる。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

このように、同期制御部が、光源駆動期間に通信部の無線通信を停止させることで、無線通信のデータに光源からの電磁波ノイズが混入することを抑制し、無線通信に与える影響を小さくできる。

【0099】

<実施形態2>

上記実施形態1では、光源が発光している時間は、無線通信が行われないように、通信部の駆動を停止させる制御を行う方法を説明した。実施形態2では、通信部が無線通信を行っている時間は、光源が発光しないように、光源部の駆動を停止させる制御を行う方法について説明する。実施形態1と実施形態2では装置構成は同じである。

【0100】

図6では、上から2番目は同期制御部112によって制御される光源の発光のタイミングを示す図である。具体的には、光源の発光を停止させる発光停止信号のタイミング（発光停止期間）を表している。

本実施形態では、図6に示す通り、無線通信期間は、光源停止信号が発生し、光源の発光が停止されるように制御される。

【0101】

このように、同期制御部が、無線通信期間に光源の発光を停止させることで、無線通信のデータに、光源からの電磁波ノイズが混入することを抑制し、無線通信に与える影響を小さくできる。

【符号の説明】

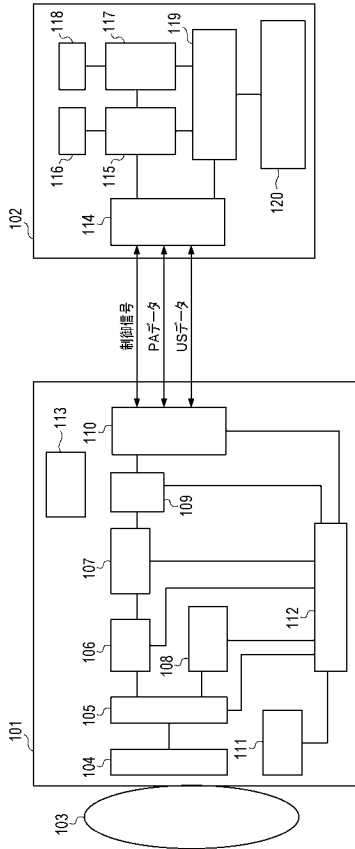
【0102】

- 103 被検体
- 104 音響波受信部
- 107 アナログデジタル変換部
- 110 通信部
- 111 光源
- 112 同期制御部

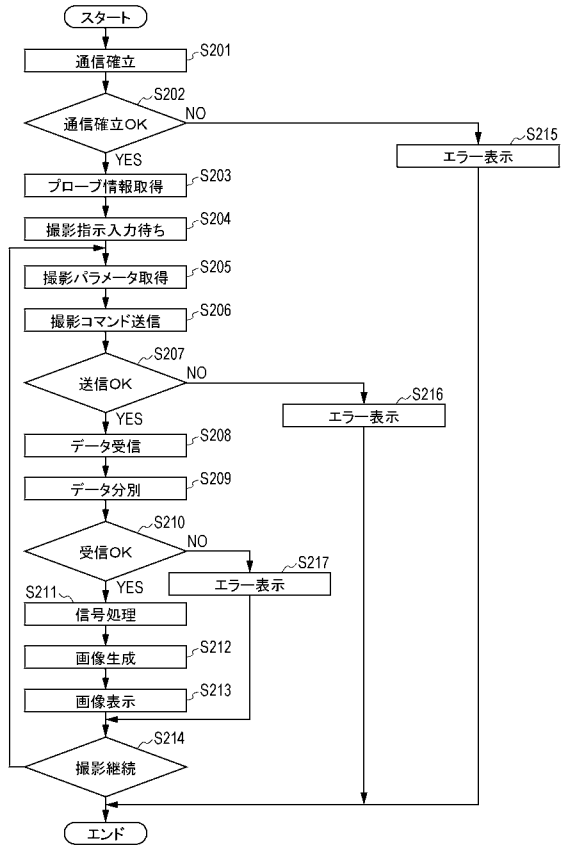
10

20

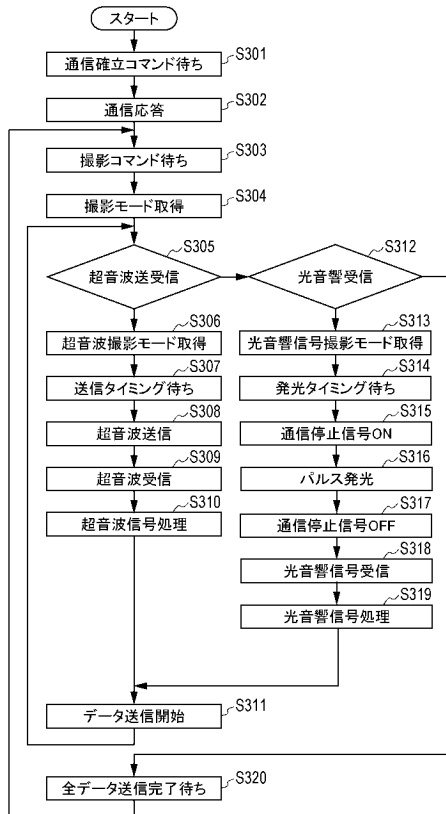
【 図 1 】



【 図 2 】



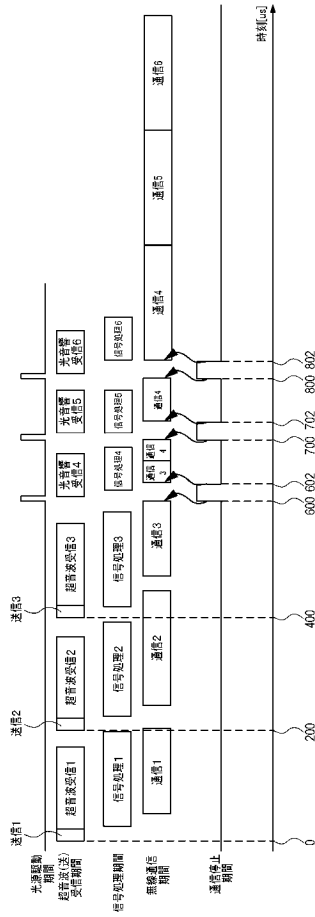
【 図 3 】



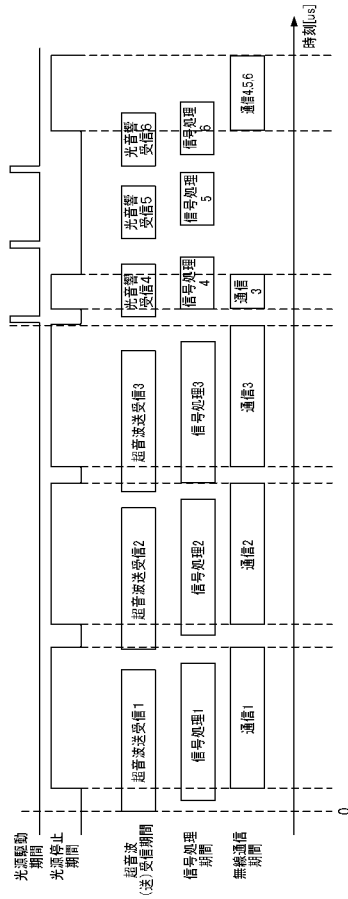
【 図 4 】

	401	402	403	404	405
1	超音波送受信	0	送信パラメータ1	受信パラメータ1	
2	超音波送受信	200	照射パラメータ1	受信パラメータ1	
3	超音波送受信	400	送信パラメータ1	受信パラメータ1	
4	光音響受信	600	照射パラメータ1	受信パラメータ2	
5	光音響受信	700	送信パラメータ1	受信パラメータ2	
6	光音響受信	800	照射パラメータ1	受信パラメータ2	
7	終了	900	空	空	

【 図 5 】



【 図 6 】



专利名称(译)	超声波探头和具有该超声波探头的光声装置		
公开(公告)号	JP2019041832A	公开(公告)日	2019-03-22
申请号	JP2017165128	申请日	2017-08-30
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	鈴木 紘一		
发明人	鈴木 紘一		
IPC分类号	A61B8/13		
CPC分类号	A61B5/0095 G01S7/003 G01S7/52085 G01S15/899 G16H30/40 G01S7/52077 G01S15/8965		
FI分类号	A61B8/13		
F-TERM分类号	4C601/DE16 4C601/EE02 4C601/EE11 4C601/GD04 4C601/JB45 4C601/JB48		
代理人(译)	佐藤安倍晋三 黑岩Soware		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在进行光声测量时，通过减少来自光源的电磁波噪声对探头和主体之间的无线电通信的影响来提供高度可靠的超声波探头。 解决方案：用于将发射光照射到对象的光源，用于接收通过用光照射对象并将声波转换成电信号而产生的声波的声波接收单元，以及数字转换电信号存在控制模数转换器以进行转换的同步控制单元，执行数字化电信号的无线通信的通信单元，光源发光的时间，并且同步控制单元控制光源和通信单元，使得光源的发光时间和通信单元的通信时间彼此不重叠。 [选图]图1

