

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6494591号
(P6494591)

(45) 発行日 平成31年4月3日 (2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日 (2019.3.15)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/13 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/13

請求項の数 24 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-238662 (P2016-238662)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年12月8日 (2016.12.8)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-93939 (P2018-93939A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年6月21日 (2018.6.21)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成29年11月15日 (2017.11.15)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	阿部 直人
			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
		審査官	森口 正治
		(56) 参考文献	特開2013-141575 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波プローブ及び超音波画像取得装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、

前記受信領域部には、超音波を受信するための超音波素子アレイが設けられており、

前記把持部には、振動アクチュエータが設けられており、且つ

前記受信領域部と前記把持部との間には、前記振動アクチュエータから前記受信領域部に伝わる振動を低減するための除振機構が設けられていることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項2】

前記除振機構は、防振ゴムあるいは防振ゲルを含み構成されていることを特徴とする請求項1記載の超音波プローブ。

【請求項3】

前記受信領域部には、被検体に光を照射するための光照射部が設けられていることを特徴とする請求項1あるいは2に記載の超音波プローブ。

【請求項4】

受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、

前記受信領域部側には、超音波を受信するための超音波素子アレイと被検体に光を照射するための光照射部が設けられており、且つ前記受信領域部側は超音波の送信も行えるよ

10

20

うに構成されており、

前記把持部には、前記受信領域部からの超音波の送受信を行う第1のモードと、前記光照射部からの光の照射に起因して被検体内で生じた光音響波を、前記受信領域部で受信する第2のモードとで、振動パターンが異なる振動アクチュエータが設けられていることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項5】

前記受信領域部からの超音波の送受信は、前記超音波素子アレイで行われることを特徴とする請求項4に記載の超音波プローブ。

【請求項6】

前記第1のモード及び第2のモードが同時に動作している場合には、前記第1のモードで動作中に前記振動アクチュエータが振動する第1の振動パターン及び前記第2のモードで動作中に前記振動アクチュエータが振動する第2の振動パターンのいずれとも異なる第3の振動パターンで振動することを特徴とする請求項4あるいは5に記載の超音波プローブ。

【請求項7】

受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、

前記受信領域部には、超音波を受信するための超音波素子アレイが設けられており、且つ前記把持部には、前記超音波を受信する期間とは異なる期間で振動するように制御される振動アクチュエータが設けられていることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項8】

受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、

前記受信領域部には、超音波を受信するための超音波素子アレイが設けられており、且つ前記把持部には、被検体との接触状態あるいは、その接触状態の変化に応じて振動する振動アクチュエータが設けられていることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項9】

受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、

前記受信領域部には、超音波を受信するための超音波素子アレイが設けられており、且つ前記把持部には、振動アクチュエータが設けられており、

前記超音波素子アレイが超音波の受信に用いる周波数帯域と、前記振動アクチュエータが振動する周波数帯域とが相異なることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項10】

前記超音波素子アレイが超音波の受信に用いる前記周波数帯域の最大の感度を100として、前記感度が10%以下となる周波数帯域で、前記振動アクチュエータが振動することを特徴とする請求項9に記載の超音波プローブ。

【請求項11】

前記感度が3%以下となる周波数帯域で、前記振動アクチュエータが振動することを特徴とする請求項10に記載の超音波プローブ。

【請求項12】

前記超音波素子アレイが超音波の送信に用いる周波数帯域と、前記振動アクチュエータが振動する周波数帯域とが相異なることを特徴とする請求項9から11のいずれか1項に記載の超音波プローブ。

【請求項13】

前記光照射部から光を照射するためのLEDアレイあるいはLDアレイが、前記ハウジング内に設けられていることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載の超音波プローブ。

【請求項14】

前記LEDアレイあるいは前記LDアレイは、前記ハウジング内の前記受信領域部に設

10

20

30

40

50

けられていることを特徴とする請求項 13 に記載の超音波プローブ。

【請求項 15】

前記超音波素子アレイは、超音波トランスデューサのアレイであることを特徴とする請求項 1 から 14 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブ。

【請求項 16】

前記超音波トランスデューサは、静電容量型トランスデューサであることを特徴とする請求項 15 に記載の超音波プローブ。

【請求項 17】

前記超音波トランスデューサは、圧電素子を用いたものであることを特徴とする請求項 15 に記載の超音波プローブ。

【請求項 18】

感圧センサを更に有することを特徴とする請求項 1 から 17 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブ。

【請求項 19】

前記感圧センサからの出力信号を用いて、前記振動アクチュエータの動作の制御が行われる請求項 18 に記載の超音波プローブ。

【請求項 20】

感圧センサを更に有し、該感圧センサに対するユーザからの操作に基づき、前記第 1 のモードと前記第 2 のモードとの切り替えが行われることを特徴とする請求項 4 から 6 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブ。

【請求項 21】

請求項 1 から 20 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブと、前記超音波プローブで受信された超音波に基づく信号から画像データ作成する信号処理部と、前記画像データに基づき画像を表示する表示部と、を有することを特徴とする超音波画像取得装置。

【請求項 22】

前記信号処理部と、前記表示部とを含んで前記超音波画像取得装置の本体が構成され、ケーブルを介して前記超音波プローブが前記本体に接続されていることを特徴とする請求項 21 に記載の超音波画像取得装置。

【請求項 23】

前記ケーブルにはコネクタが設けられ、該コネクタを介して前記ケーブルに接続された前記超音波プローブが前記装置本体に接続されていることを特徴とする請求項 22 に記載の超音波画像取得装置。

【請求項 24】

異なる特性を有する複数の超音波プローブが夫々ケーブルに接続され、前記複数の超音波プローブが、前記ケーブルと共に、前記装置本体に交換可能に接続できることを特徴とする請求項 23 に記載の超音波画像取得装置。

【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超音波画像取得装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光音響効果を利用して生体の内部を画像化する光音響イメージング装置が研究・開発されている。光音響イメージング装置は、生体内に照射されたパルスレーザ光のエネルギーを吸収した生体組織から光音響効果により発生する超音波（光音響波）を用いて、被検体内の画像を生成する装置である。一方、超音波をプローブより送信し、生体の内部から反射した超音波を基に画像化する超音波イメージング装置（超音波画像取得装置）がある。これらの装置は、生体の内部からの超音波を受信して生体の内部を画像化することは共通の技術であり、2つのイメージング装置の機能を有するイメージング装置の研究・開発も行われている。また、超音波イメージング装置では超音波プローブとしてハンドヘ

10

20

30

40

50

ルド型と呼ばれる手で保持可能なプローブを有する装置が主流となっている。ハンドヘルド型超音波プローブを用いて、前述した2つのイメージング装置の機能を有するイメージング装置については、特許文献1に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-152267号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1には、ハンドヘルド型超音波プローブに光音響イメージングと超音波イメージングの切り換えスイッチを設ける構成が開示されている。一方、ハンドヘルド型超音波プローブを用いて光音響画像や超音波画像を取得する際、プローブを被検体である例えば、患者に接触させる必要がある。本発明者は、ハンドヘルド型の超音波プローブの利便性の向上を検討したところ、プローブを患者に接触させて測定を行う際には、測定の状況、プローブの状態（危険な場合）等に応じて、視覚によらずに操作者に何らかの情報を与えることが有用であるとの考えに至った。そして、発明者は超音波プローブに触感で操作者に情報を伝達する機構を持たせることがこの分野の技術向上に貢献すると考えた。本発明は、触感により操作者に情報を伝達可能なハンドヘルド型超音波プローブ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】

【0005】

本発明により提供される超音波プローブは、受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、前記受信領域部には、超音波を受信するための超音波素子アレイが設けられており、前記把持部には、振動アクチュエータが設けられており、且つ前記受信領域部と前記把持部との間には、前記振動アクチュエータから前記受信領域部に伝わる振動を低減するための除振機構が設けられていることを特徴とする。

また、別の本発明により提供される超音波プローブは、受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、前記受信領域部側には、超音波を受信するための超音波素子アレイと被検体に光を照射するための光照射部が設けられており、且つ前記受信領域部側は超音波の送信も行えるように構成されており、

前記把持部には、前記受信領域部からの超音波の送受信を行う第1のモードと、前記光照射部からの光の照射に起因して被検体内で生じた光音響波を、前記受信領域部で受信する第2のモードとで、振動パターンが異なる振動アクチュエータが設けられていることを特徴とする。

また、別の本発明により提供される超音波プローブは、受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、前記受信領域部には、超音波を受信するための超音波素子アレイが設けられており、且つ前記把持部には、前記超音波を受信する期間とは異なる期間で振動するように制御される振動アクチュエータが設けられていることを特徴とする。

また、別の本発明により提供される超音波プローブは、受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、前記受信領域部には、超音波を受信するための超音波素子アレイが設けられており、且つ前記把持部には、被検体との接触状態あるいは、その接触状態の変化に応じて振動する振動アクチュエータが設けられていることを特徴とする。

また、別の本発明により提供される超音波プローブは、受信領域部と把持部とを含み構成されるハウジングを備えたハンドヘルド型の超音波プローブであって、前記受信領域部には、超音波を受信するための超音波素子アレイが設けられており、且つ前記把持部には

、振動アクチュエータが設けられており、前記超音波素子アレイが超音波の受信に用いる周波数帯域と、前記振動アクチュエータが振動する周波数帯域とが相異なることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、把持部に振動アクチュエータを設けたことで、触感により操作者に情報を伝達可能なハンドヘルド型超音波プローブを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明のハンドヘルド型超音波プローブの一例を示す構成図

10

【図2】本発明のハンドヘルド型超音波プローブの別の例を示す構成図

【図3】本発明のハンドヘルド型超音波プローブの別の例を示す構成図

【図4】本発明のプローブを用いた超音波画像取得装置の一例を示す全体ブロック図

【図5】本発明の超音波画像取得装置を用いた画像取得の際のタイミング図

【図6】超音波画像取得装置の別の例を示す全体ブロック図

【図7】本発明のハンドヘルド型超音波プローブを傾けて移動させる場合の模式図

【図8】本発明の超音波画像取得装置の表示部における表示の一例を示す模式図

【図9】メッセージエリアの表示状態の変化を模式的に示した図

【発明を実施するための形態】

【0008】

20

以下、図面を参照しつつ、本発明の好適な実施の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、形状およ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る。よって、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。

【0009】

本発明は、被検体から伝播する音響波を検出し、被検体内部の特性情報を生成し、取得する技術に関する。

【0010】

本発明は、被検体に光を照射することにより被検体内で発生した音響波を受信して、被検体の特性情報を画像データとして取得する光音響効果を利用した装置（光音響装置）を含む。本発明の特性情報とは、光音響波を受信することにより得られる光音響信号を用いて生成される、被検体内の複数位置のそれぞれに対応する特性値の情報である。

30

【0011】

本発明により取得される特性情報は、光エネルギーの吸収率を反映した値である。例えば、光照射によって生じた音響波の発生源、被検体内の初期音圧、あるいは初期音圧から導かれる光エネルギー吸収密度や吸収係数、これらは「光吸収に基づく特性情報」や「被検体内部の光学特性値に関する分布」とも言える。特性情報はまた、組織を構成する物質の濃度関連情報を含む。

【0012】

濃度関連情報は、複数波長分の光吸収に基づく特性情報を用いて求められる、被検体内に存在する物質の濃度に関する値を含む。具体的には、酸素飽和度、酸素飽和度に吸収係数等の強度を重み付けした値、トータルヘモグロビン濃度、オキシヘモグロビン濃度、デオキシヘモグロビン濃度などである。さらに、濃度関連情報は、グルコース濃度、コラーゲン濃度、メラニン濃度、脂肪や水の体積分率などでもよい。また、被検体内の各位置の濃度関連情報に基づいて、2次元または3次元の特性情報分布が得られる。分布データは画像データとして生成され得る。

40

【0013】

以下の実施形態における光音響イメージング装置（光音響画像取得装置）は、人や動物の悪性腫瘍や血管疾患などの診断や化学治療の経過観察などを主な目的とする。よって被検体としては生体の一部、具体的には人や動物の一部（乳房、臓器、循環器、消化器、

50

骨、筋肉、脂肪等）が想定される。検査対象の物質としては、ヘモグロビン、グルコース、また、体内に存在する水、メラニン、コラーゲン、脂質などを含む。さらには、体内に投与された I C G（インドシアニン・グリーン）等の造影剤等、光の吸収スペクトルが特徴的な物質であればよい。

【0014】

本発明の適用対象は、超音響イメージング装置に限られない。本発明は超音波を受信するハンドヘルド型のプローブを有する各種装置に適用できる。また、本発明は、内部に振動アクチュエータを有するハンドヘルド型超音波プローブを備えたイメージング装置（画像取得装置）を包含する。更に、イメージング装置が操作者にメッセージを伝達する方法であって、メッセージの内容に対応する振動パターンで振動アクチュエータを振動させる

10

【0015】

<第1の実施形態>

（装置構成）

図1に本発明の第1の実施形態のハンドヘルド型の超音波プローブの構成例を示す。図1において、1はハンドヘルド型超音波プローブ、100はハンドヘルド型超音波プローブのハウジング、101は操作者がハンドヘルド型超音波プローブ1を握る部分である把持部であり、102は後述する検体からの超音波を受信する探触子を実装されている受信領域部である。103は被検体に接触する接触面であり、104は、受信領域部102に配置され被検体からの超音波（光照射に起因して被検体内で生じる超音響波）を受信する探触子（超音波素子アレイ）である。探触子104は、超音波に基づいて機械電気変換を行う素子で構成される超音波トランスデューサを用いることができる。具体例としては、静電容量型トランスデューサ（Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer：CMUT）素子や圧電素子（ピエゾ素子）を用いたものが採用できる。また、探触子103は1列の一次元配列、または複数の列による二次元配列、または球面上のフレイムに各々内側に感度を有するように並べられ、プローブ外部に向かって感度を有するように接触面103に実装された構造である。また、後述する、超音響イメージング装置と超音波イメージング装置で切り換えを行う場合、同じ探触子を用いて超音波の送受信を行っても良いし、それぞれの機能に最適化した探触子を各々設けても良い。

20

30

【0016】

105はイメージング装置本体と接続するケーブルであり、106はイメージング装置の光源からの光パルスを導光するバンドルファイバ等の光ファイバである。ケーブル105は、光ファイバ106と、探触子104のアナログ出力（超音波受信信号）と、制御部201とマイコン（マイクロコンピュータ）110の間の情報を伝達する配線が、一本にまとめられたものである。このようにケーブル105、1本でイメージング装置本体とハンドヘルド型超音波プローブが接続できるので、プローブの操作性が向上する。107は光ファイバ105の先端部の接触面103に設けられ、導光されたレーザ光を検体に照射する光照射部（光出射端部）であり、例えば拡散板やレンズ光学系等で構成される。

【0017】

40

108はスイッチの代わりとなる感圧センサであり、109は本発明の特徴点の一つである振動アクチュエータであり、感圧センサ108の背面又は近傍に配置されている。110はマイコン（マイクロコンピュータ）であり、特許文献1にある様なスイッチの機能を、感圧センサ108の出力を判断し振動アクチュエータ109の動作の制御を行うことで実現する。また、ケーブル105を経由してイメージング装置本体へスイッチ信号としての出力を送信する。マイコン110の機能は後述するイメージング装置本体の制御部で行ってもかまわない。この場合は、ケーブル105の電気配線が増えるが、マイコン110をハンドヘルド型超音波プローブの把持部101に実装する必要はない。111は除振機構を構成する除振部材であり振動アクチュエータ109の振動の受信領域部102への伝搬を防止する。除振部材111は、例えば、防振ゴムや防振ゲル等が好適である。除振

50

部材 1 1 1 は、振動を熱エネルギーに変換して振動の伝搬を防止する。除振部材 1 1 1 は、振動アクチュエータを、超音波を受信するハンドヘルド型超音波プローブに実装することで本来受信すべき超音波に加え、振動アクチュエータの振動が、探触子の出力に加わりノイズとなることが懸念される場合には、有用な部材である。

【0018】

ここで、ハンドヘルド型超音波プローブに設けられている感圧センサ 1 0 8 に対する操作指示により、光照射に伴う光音響波を受信して機能情報を画像化する機能と、超音波を送信して反射して戻ってきた超音波から超音波の反射率に伴う構造情報を画像化する機能を切り換えることが可能となる。

【0019】

図 4 に本発明の第 1 の実施形態の光音響画像取得装置（光音響イメージング装置）の全体ブロック図を示す。図 4 において、前述した符号と同一部位の説明は省略する。図 4 において、2 は本発明の第 1 の実施形態の画像取得装置本体（イメージング装置本体）であり、ケーブル 1 0 5 を介してハンドヘルド型超音波プローブ 1 と接続されている。不図示ではあるが、ケーブル 1 0 5 にコネクタを設け、ハンドヘルド型超音波プローブ 1 とイメージング装置本体 2 が分離できる構成としても良い。つまり、コネクタを介してケーブルに接続された超音波プローブ 1 を装置本体 2 に接続できるし、超音波プローブを装置本体から分離できる。また、イメージング装置本体に複数のコネクタを実装し、複数のハンドヘルド型超音波プローブを実装可能にし、必要に応じて選択して使用しても良い。つまり、異なる特性を有する複数の超音波プローブが夫々ケーブルに接続され、複数の超音波プローブが、ケーブルと共に、装置本体 2 に交換可能に接続できる構成とすることができる。

【0020】

2 0 0 はユーザインターフェイスであり、マウスやキーボードやタッチパネル等により操作者の指示を入力する。2 0 1 は制御部であり、ユーザインターフェイス 2 0 0 からの操作者の指示に基づいて、システム全体を制御する。詳細は後述する。2 0 2 は光パルスを発光する光源であり、例えば、チタン・サファイアレーザ等の固体レーザや、半導体レーザ、LED等を採用できる。2 0 3 は信号処理部であり、探触子 1 0 4 のアナログ出力（超音波受信信号）を増幅し、アナログデジタル変換器（ADC）によりデジタル信号に変換する。そして、信号処理部 2 0 3 は、アナログデジタル変換されたデジタル信号に対して超音波画像データや光音響画像データを算出する。つまり、信号処理部では、受信された超音波に基づく信号から画像データ作成する処理がなされる。信号処理部 2 0 3 は、CPU（Central Processing Unit）、GPU（Graphic Processing Unit）、記憶装置などの演算資源を備えた PC（Personal Computer）やワークステーション、または、FPGA（field-programmable gate array）等を用いた専用のハードウェアが好適である。

【0021】

超音波画像を得るためには、探触子 1 0 4 より超音波を送信した後、探触子 1 0 4 のアナログ出力（超音波受信信号）を ADC により変換した前記デジタル信号を基に、探触子 1 0 4 から送信した超音波と受信した超音波受信信号間の時間（反射時間）と受信した超音波受信信号の強度から、距離と明るさを算出する B モード画像データや、特定位置の超音波の周波数変化を流速に変換し疑似カラー処理（ドップラー法）により画像データを作成する。一方、光音響画像を得るためには、信号処理部 2 0 3 は、光パルス照射後に受信した複数の探触子の信号である前記デジタル信号を基に再構成処理を行い、被検体内の再構成画像データ（特性情報）を作成する。再構成処理には、整相加算法、バックプロジェクション法、フーリエ変換法など、任意の既知の手法が適用できる。また、複数の波長の光パルスを用いることによって組織を構成する物質の濃度関連情報の再構成画像データも算出できる。2 0 4 は信号処理部 2 0 3 により生成された、超音波画像データや光音響画像データを表示する表示部であり、例えば、液晶モニターや EL モニタ等で実現する。なお

、生成されたこれらの画像データをネットワークに出力したり、不揮発性メモリ等に単に記憶したりする構成であっても良い。

【0022】

(装置の動作)

第1の実施形態のハンドヘルド型超音波プローブの感圧センサ108を用いてスイッチ動作の制御を行うイメージング装置の動作について以下に説明する。本例で説明するハンドヘルド型のプローブは、感圧センサ108への指示により、光音響画像を取得するモード(「PA(光音響波:Photo Acoustic)モード」)と、超音波画像を取得するモード(「US(超音波:Ultra Sonic)モード」)とを切り換えることができる。

10

【0023】

マイコン110は感圧センサ108の圧力を検出し以下のように動作する。感圧センサ108に小さな圧力が加わった場合(軽く触った場合)に、マイコン110は現在のスイッチの状態を振動アクチュエータ109の振動で操作者に示す。例えば「USモード」であれば、短い時間振動する。一方「PAモード」であれば、より長い時間振動することによって現在のモードを操作者に示す。スイッチ動作させるためには、感圧センサ108を強く押すことにより実現する。マイコン110は感圧センサ108の圧力を検出し、大きな圧力が加わった場合(強く押した場合)は、現在のモードを反転させる。すなわち、「PAモード」である時に、感圧センサ108が強く押されたら、「USモード」にスイッチの状態を変更する。一方、「USモード」である時に、感圧センサ108が強く押されたら、「PAモード」にスイッチの状態を変更する。この時、感圧センサ108を押した時にクリック感を操作者が感じるように振動アクチュエータ109を動かし、その後に、「USモード」であれば、短い時間振動し、「PAモード」であれば、より長い時間振動する。このような動作の制御をマイコン110は行い、ケーブル105を経由してイメージング装置本体へ、スイッチの状態を出力する。さらに、「PAモード」で光源202が光パルスを発光している時に、ハンドヘルド型超音波プローブが患部から離れ隙間から操作者や患者の目に光パルスが漏れて入射すると危険であるので、注意を喚起する意味でも、微弱な連続的、あるいは断続的な振動を振動アクチュエータ109が発生するようにマイコン110が振動アクチュエータ109を制御すると好適である。

20

【0024】

また、「PAモード」「USモード」以外に、光音響画像の取得と超音波画像の取得を繰り返し行うモード(「PA/USモード」)があるイメージング装置も実現できる。この場合、マイコン110は感圧センサ108の圧力を検出し以下のように動作する。感圧センサ108に小さな圧力が加わった場合(軽く触った場合)に、マイコン110は現在のスイッチの状態を振動アクチュエータ109の振動で操作者に示す。前述したモードの振動パターンに加え「PA/USモード」では、短い時間振動と短い時間の休止と長い時間振動することによって現在のモードを操作者に示することができる。スイッチ動作させるためには、感圧センサ108を強く押すことにより実現する。マイコン110は感圧センサ108の圧力を検出し、大きな圧力が加わった場合(強く押した場合)は、「PAモード」→「USモード」→「PA/USモード」→「PAモード」・・・とモードを順次指定する。この時、感圧センサ108を押した時にクリック感を操作者が感じるように振動アクチュエータ109を動かし、その後に、「USモード」であれば、短い時間振動し、「PAモード」であれば、より長い時間振動し、「PA/USモード」では、短い時間振動と短い時間の休止と長い時間振動する。例えば、第1のモード及び第2のモードが同時に動作している場合には、第1のモードで動作中に振動アクチュエータが振動する第1の振動パターン及び第2のモードで動作中に前記振動アクチュエータが振動する第2の振動パターンのいずれとも異なる第3の振動パターンで振動させることができる。

30

40

【0025】

このような動作の制御をマイコン110は行い、ケーブル105を経由してイメージング装置本体へ、スイッチの状態を出力する。以上説明してきた振動アクチュエータ109の

50

振動パターンは一例であり、各々ユニークな振動パターンで有れば、他の振動パターンであってもかまわない。

【0026】

上述した構成は、感圧センサ108、振動アクチュエータ109が、それぞれハンドヘルドプローブ内にひとつ実装された例を示した。本発明によれば、例えば感圧センサ108の感受面積を大きくし、感圧センサ108、振動アクチュエータ109を複数設けることによって、感圧センサ108の感受面の場所に応じて異なる機能を実現しても良い。例えば、前述したモード切り換え機能に加え、「PAモード」時のレーザの点灯の制御を行う機能としても良い。それぞれに応じて、異なる場所に配置された振動アクチュエータ109の異なる振動により、それぞれの機能を操作者は触感で判別できる。もちろんこの場合も、異なる振動パターンを用いて区別することも可能である。本発明では、振動アクチュエータ109の振動方向や、把持部101の取り付け位置や、振動パターンを工夫することにより除振部材（除振機構）111が無い構造であっても、探触子104の出力にノイズを与えたり、患者に不快感を与えることを防止することができる。例えば、振動に対して減衰率の高い材料でハウジング100を作成する。別の方法として、振動の振幅を最低限必要な大きさとし、患者に不快感を除去すると共に、振動パターンとして、超音波画像と光音響画像を生成するために必要な周波数成分を避けた周波数成分のみにする。具体的には振動アクチュエータ109は例えば1kHz以上の周波数の振動を発生させないようにすることによって、超音波画像と光音響画像へのノイズを周波数領域で分離できる。具体的にはアナログあるいはデジタルハイパスフィルタを用いれば容易に実現できる。

【0027】

言い換えれば、超音波画像と光音響画像の処理に必要な周波数成分の探触子104からの信号（受信帯域内の信号）以外の周波数帯域で、振動アクチュエータ109が発生する振動のスペクトルとなるように振動を制御する。つまり、探触子104を構成する超音波素子アレイが超音波の受信に用いる周波数帯域と、振動アクチュエータが振動する周波数帯域とが相異なるように制御することができる。また、探触子104の周波数帯域が受信する超音波に対応した周波数特性を持つ特性とし、の受信感度が最大のところを100としたときに、その10%以下の（好ましくは、3%以下）感度となる周波数以下のスペクトルで振動アクチュエータ109を振動させると良い。つまり、超音波素子アレイが超音波の受信に用いる周波数帯域の最大の感度を100として、感度が10%以下となる周波数帯域で、振動アクチュエータが振動させるようにすると好適である。

【0028】

ムーブメントを往復運動させる振動アクチュエータにおいて、振動の不要な周波数成分を除去するには、振動アクチュエータのムーブメントの停止部分にダンパ等を実装し、メカ部材衝突による高い周波数の振動を発生させない方法がある。また、ムーブメントを高周波成分が無い駆動波形で駆動する（例えば矩形波で駆動するのではなくサイン波に近い駆動波形で駆動する）ことによって、振動の不要な周波数成分を除去することができる。また、振動アクチュエータ109の振動の発生する指向性を考慮して、探触子104や患者に与える振動が少なくなるように振動アクチュエータ109を配置することも、安価で効果的な方法である。別の手段としては、振動アクチュエータ109を操作者が触る部分以外を除振部材で囲みハウジング100に実装する方法も、少ない除振部材で探触子104の出力にノイズを発生や、患者に不快感を与えることを防止することができる。また、除去できないノイズに対しては、超音波受信信号をアナログフィルタ処理し、周波数領域でノイズを除去すること、あるいは、ADCにより変換されたデジタル信号をデジタルフィルタ処理し、周波数領域でノイズを除去することも有効である。また、振動アクチュエータ109によるノイズの発生時刻はマイコン110で管理できているので、ノイズのみの信号波形を信号処理部が記録し、ノイズの発生時刻に合わせ、超音波受信信号からアナログ又はデジタル処理で減算（時間領域の処理）しても良い。

【0029】

本発明の第1の実施形態では、把持部101に振動アクチュエータ107を配置し受信

領域部１０２との間に除振部材１０９を実装した構造とすることによって、振動アクチュエータ１０９の振動を探触子１０４や接触面１０３を経由して患者に振動を伝えることを防止できた。結果として、探触子１０４の出力にノイズを発生させたり、患者に不快感を与えることを防止することができた。

【００３０】

<第２の実施形態>

本発明の第２の実施形態は、第１の実施形態を更に改良するもので、探触子１０４の出力にノイズが発生することを防止することができない場合や、除振部材等のコスト等制限があり実施できない場合に有効な形態である。本発明の第２の実施形態は、振動による患者への不快感の発生を前提とする形態でもあるので、患者への不快感が低減されない場合には、第１の実施形態のいずれかの方法と組み合わせて用いることが望ましい。

【００３１】

第２の実施形態の、ハンドヘルド型超音波プローブの構成とイメージング装置の全体ブロックは第１の実施形態と同じであるので、説明は省略する。図５は本発明の第２の実施形態をわかりやすく説明するタイミング図である。図５は「ＵＳモード」において、超音波画像を得る場合のタイミングを示している。図５において横軸は時間である。初めに、図４の制御部２０１は探触子１０４が超音波を送信するタイミングを指示する（「ＵＳ送信」）。そして、観察距離の２倍の距離を超音波が進む時間（送信した超音波が反射して探触子１０４に戻るまでの時間）、信号処理部２０３は探触子１０４が受信した信号をＡＤＣによりデジタル信号に変換する（「ＵＳ受信」）。次に、信号処理部２０３は、得られたデジタル信号から超音波画像データを算出する（「信号処理」）。次に、算出された超音波画像データを表示部２０４は表示する（「画像表示」）。「ＰＡモード」における光音響画像を得る場合もほぼ同じタイミングとなる。すなわち、超音波の送信の代わりに光パルスの照射が相当する。また、「ＵＳ受信」に相当する時間は、観察距離を超音波が進む時間（光パルスにより発生した光音響波が探触子１０４に届くまでの時間）、信号処理部２０３は探触子１０４が受信した信号をＡＤＣによりデジタル信号に変換する時間に相当することである。次に信号処理部２０３は、得られたデジタル信号から光音響画像データを算出する（「信号処理」）。次に算出された光音響画像データを表示部２０４は表示する（「画像表示」）。

【００３２】

制御部２０１は、各々の画像データを得ることが可能なこのようなタイミングを作成しシステムを制御する。図５に示したタイミング図を見てわかるように、Ａで示した時間（超音波信号取得期間）は、超音波を送信あるいは光パルスを照射する時間、および、超音波を受信する時間であり、この時間に外部から振動が入力されるとノイズの原因になる。一方、Ｂで示した時間は、信号処理部２０３が信号処理（計算）を行っている時間、及び、次の超音波の送信、あるいは、光パルスの照射までの待ち時間である。このＢで示した時間に探触子に外部から振動が入力しても、信号処理（計算）結果は変わらない。すなわち、Ｂの時間に、たとえ大きい振動が探触子に入力されても得られる画像データに影響は無い。本発明の、第２の実施形態では、この特徴を生かし、マイコン１１０は図５のＢ期間のみ振動アクチュエータ１０９を振動させるようマイコン１１０が制御する。もちろん、ハウジング１００やその他の構造体の振動が収束する時間を考慮して、マイコン１１０は、振動アクチュエータ１０９をＢ期間ぎりぎりまで振動させることはせず、前もって停止させる制御とするとより好適である。

【００３３】

マイコン１１０は実際に振動アクチュエータ１０９を駆動する信号を、先述したＢの期間に対応する振動許可信号（図５「振動許可」）で論理ＡＮＤして出力すると良い。また、振動許可信号の立ちあがりや割り込みをかけ、割り込み処理でＢの期間を超えない範囲で振動アクチュエータ１０９を駆動させる構成としても良い。本発明の第２の実施形態によれば、第１の実施形態の手法で、探触子１０４の出力にノイズを発生することを防止することができない場合や、除振部材等のコスト等制限があり実施できない場合であっても

、探触子104から超音波信号を入力する期間の探触子104の出力にノイズを発生することを防止することができ、得られる超音波画像データや、超音波画像データの画質の劣化を防ぐことができる。

【0034】

＜第3の実施形態＞

前述した実施形態では、ハンドヘルド型超音波プローブにスイッチに相当する感圧センサ108により操作者の指示を入力する形態であった。第3の実施形態では、感圧センサ108が必ずしも必要ではない構成である。

【0035】

第3の実施形態は、前述したように、イメージング装置本体に複数のコネクタを実装し、複数のハンドヘルド型超音波プローブを実装可能にし、必要に応じて選択して使用できるシステムである。この様な装置の場合、一番問題になるのが、操作者がハンドヘルド型のプローブの取り間違いを起こすことである。とり間違いをした場合、患部の観察ができないばかりでなく、「PAモード」でハンドヘルド型超音波プローブを使用する際、以下の問題が生じる可能性がある。すなわち、取り間違い別のプローブを操作者が選択した場合、本来選択されている患部に接触していないプローブから光パルスが照射される。その場合、照射された光パルスが操作者や患者の目に入射する可能性が懸念される。

【0036】

この様な操作者のハンドヘルド型のプローブの取り間違いに対して、第3の実施形態ではイメージング装置本体2のユーザインターフェイス200で指定したハンドヘルド型超音波プローブ以外を操作者が手に持った場合に、振動アクチュエータ109が大きく振動し、間違ったプローブを待ったことが、操作者にわかるようにするシステムである。イメージング装置本体2は選択されていないプローブのマイコン110に対して、イメージング装置本体の不図示のプローブホルダから外した場合、振動アクチュエータ109が連続的に大きな振動を発生するように制御する。プローブホルダから外れているかどうかは、プローブホルダにスイッチ等を実装すれば容易に検出できる。

【0037】

また、ハンドヘルド型超音波プローブにコネクタを有する構造であると、選択していないプローブのコネクタが外れている場合がある。この場合、連続的に大きな振動により、選択されていないプローブであることを操作者に知らせることができない。このような問題に対しては、イメージング装置本体2は選択したプローブのマイコン110に対して、イメージング装置本体のプローブホルダから外した場合、振動アクチュエータ109に特定の振動パターンで振動するように制御する。操作者は特定の振動パターンを取扱説明書等で熟知することによって、間違ったプローブを選択していないことがわかる。一方、操作者は特定の振動パターンで振動しなければ、間違ったプローブを手に持っていることがわかる。

【0038】

本発明の第3の実施形態によれば、操作者はハンドヘルド型超音波プローブを手を持っただけで、選択したハンドヘルド型のプローブであるかどうか判断できる。このようなハンドヘルド型超音波プローブは、操作者がイメージング装置本体の表示部204や、ユーザインターフェイス200を注視している場合であっても（プローブを見ることなしに）判断できるので、操作者にとってより好ましい。本発明の第3の実施形態によれば、複数のハンドヘルド型超音波プローブ有するイメージングシステムにおいて、選択したプローブを示す特定のパターンで振動アクチュエータを振動させることによって、操作者は他の動作が妨げられることなく、手に持ったプローブが選択したプローブであるかどうか判断できる効果がある。

【0039】

＜第4の実施形態＞

以上、説明した形態では、ハンドヘルド型超音波プローブに振動アクチュエータ109を実装し、必要に応じて振動させることによって、操作者にいろいろな情報を伝達するこ

10

20

30

40

50

とができることを説明した。しかしながら、操作者がプローブを持っていない時はこのような機能は役に立たない可能性が高い。またハンドヘルド型超音波プローブに他のものが接触した場合に、振動が拡大されて比較的大きな音が出ることが予想され、これを不快と思う者がいることも想定される。そのため、プローブを操作者が保持していない時は、振動アクチュエータ109の振動を停止する機能を持たせると良い。例えば、プローブホルダにスイッチを付け、ホルダにプローブが装着されていない時に操作者がプローブを保持していると判断する方法がある。また、ハンドヘルド型超音波プローブに赤外線センサや静電容量センサを実装し、これらのセンサの出力からプローブが操作者に保持されているかを判断する方法であっても良い。このようなスイッチやセンサを設けることによって、ハンドヘルド型超音波プローブを操作者が保持していない時に、振動アクチュエータ109を振動させないことができる。

10

【0040】

また、モード変更等で振動アクチュエータ109が振動してモードを操作者に示す場合に、モードが非常に多いイメージング装置においては、初めに、振動アクチュエータ109が振動して、その直後に表示部204にモード名を特定の場所に表示することを行っても良い。この場合、振動アクチュエータ109が振動は、表示部204の特定の場所にモードが表示されると言う情報を、操作者に伝達してくれる。表示部204の特定の場所にモードを表示するだけであると、操作者は、例えば取得した被検体の画像を注視するあまり、表示を見落とすことがあるが、ハンドヘルド型超音波プローブに振動アクチュエータ109を実装し振動させることによって、このような見落としを防ぐことができる。振動アクチュエータ109が振動することによって、モードが変わったことを操作者に知らせることが実現できればよい。そのため、前述したような振動後に特定の場所にモード名を表示することを行っても良いし、例えば、振動後しばらくの期間、通常表示とネガポジ反転画像を交互に表示しても良い。すなわち、振動後に、モード名の表示部分の変化があればよい。

20

【0041】

上記実施形態では、モード名を表示する場合を示したが、イメージングシステムが操作者に伝達する他の情報であっても同様の動作で表示することができる。

【0042】

<第5の実施形態>

30

さらに、特開2004-16268号公報で開示されているような、ハンドヘルド型超音波プローブの動きを案内する装置に応用が可能である。特開2004-16268号公報には、表示装置にハンドヘルド型超音波プローブの移動方向を表示し、プローブの移動操作をナビゲーションする装置が開示されている。表示装置に画像表示によるガイドの方法は、実際のプローブの方向と表示装置で示される方向と移動量を操作者が理解しながらプローブを移動させる必要があり、習熟が必要である。また、音声によるガイドは、静かな環境では患者に不安感を与えたり、騒音の大きな環境では使用できなかったりする。また、超音波プローブ自体に液晶や発光ダイオード等の表示装置を付ける方法については、操作者が診断するための超音波画像を注視しながら超音波プローブを見ることは難しいため、良好なガイド方法と言い難い。

40

【0043】

そこで、本形態では、振動アクチュエータ109をハンドヘルド型超音波プローブの把持部101に複数の振動アクチュエータを実装し、移動方向に対応する振動アクチュエータを振動させて移動操作をガイドする形態について説明する。

【0044】

本形態のハンドヘルド型超音波プローブとしては、図2に例示したものが挙げられる。図2に示した超音波プローブは、第1の実施形態で図1を参照して説明したものに類似するプローブであるが、振動アクチュエータ109が複数設けられていることが主たる差異である。ここでは、この差異を中心に説明する。図2において、109a、109b、109cは振動アクチュエータである。109a、109bは、把持部101のX方向、1

50

09cと不図示の109dは把持部101のY方向に、それぞれ操作者がハンドヘルド型のプローブ1の把持部101を握った時に振動を感じるように、配置されている。振動アクチュエータ109dは、振動アクチュエータ109cの反対面のハウジング100の把持部101に実装されている。振動アクチュエータ109a、109b、109c、109dの動作は、ケーブル105を経由してイメージング装置本体からの情報に従ってマイコン110により制御される。図6は、図2の超音波プローブを用いた光音響画像取得装置（イメージング装置）のブロック図を示すものである。これは、図4を用いて上述したものに類似するブロック図であり、ハンドヘルド型超音波プローブ1中の振動アクチュエータとして109a、109b、109c、109dの4つが示されていることが違いである。

10

【0045】

図6に示した本形態のイメージング装置は、操作支援情報であるハンドヘルド型超音波プローブの移動方向や移動量を計算する。本形態では、算出されたプローブの移動方向や移動量を表示部204や音声によるガイドに代わり、振動アクチュエータの振動により、移動させる向きを操作者に伝達する。本形態では振動アクチュエータ109a、109b、109c、109dを振動させることによって、XY平面状の移動させる向きを指定する。例えば、XやY方向に移動する際は対応する向きの振動アクチュエータを振動させる。また、XとY方向の間の方向であれば、対応する向きの振動アクチュエータを同時に振動させれば良い。例えば、詳細に移動させる向きを指定するためには、振動の大きさや、振動のパターンを制御して操作者に移動させる向きを指定する。例えば、X方向の振動プローブ109bとY方向の振動プローブ109cが同じON/OFF時間で交互に振動すればXY軸の中間の45°を示し、1:2の時間の長さで振動すれば時間の長い方向に対して30°の角度である方向を指定できる。そして、振動プローブ109bと振動プローブ109cの合成した向きにハンドヘルド型超音波プローブを動かせばよい。このように、振動アクチュエータの振動によりX方向Y方向の間の方向をアナログ的に指示することが可能となる。前述の例は、振動する時間（振動デューディー）で、XY軸間の方向を設定したが、振動の大きさでXY軸間の方向を設定しても良い。

20

【0046】

一方、プローブを傾けるように移動させる場合のガイドする方法について、以下に説明する。説明をわかりやすくするために、Y軸に対する回転（X方向の正方向を、-Z方向に移動するように傾ける移動）を例にして説明する。図7にプローブを傾けるように移動させる場合の模式的に示した図を示す。図7における符号は、すでに前述しているので説明は省略する。図7（A）はハンドヘルド型超音波プローブの現在の位置を模式的にあらわした図であり、図7（B）は移動させたい位置を点線で示した図である。このような場合、前述した様な平行移動を指示する方法では、図7（A）のハンドヘルド型超音波プローブの位置から、図7（B）への位置への指示ができない。このような場合、振動アクチュエータが実装されている面に対して、手前に倒す場合は、短い時間の振動と短い時間休止を繰り返す動作で示し、後ろに倒す場合は、長い時間の振動と短い時間の休止を繰り返す動作で示す。平行方向は、移動する向きの場合、中間の時間の振動と短い時間の休止を繰り返す動作で示す。すなわち、振動する時間の長さで平行移動と傾ける指示の両方を指示できる。例えば、図7で示した、ハンドヘルド型超音波プローブを右方向に傾ける指示は、振動アクチュエータ109aは、長い時間の振動と短い間隔で動作、振動アクチュエータ109bは、短い振動と短い間隔で動作することで実現できる。前述したXY軸間の方向を設定するためには、この傾ける指示を行う場合、振動の大きさでXY軸間の方向を設定すると良い。以上説明した様に、振動アクチュエータの振動パターンによって操作者に対して、プローブの移動を指示（ガイド）できる。前述した振動アクチュエータの振動パターンは一例であり、指示に対してユニークに決まる他のパターンであっても良い。本実施形態によれば、イメージング装置からの情報（プローブを移動させる向き）を操作者に、ハンドヘルド型超音波プローブに実装された振動アクチュエータの振動により伝達することが可能となった。本発明によれば、従来の方法に比べ、得られた画像を注視しながら

30

40

50

らであっても、明確にハンドヘルド型超音波プローブの移動させる向きを操作者に指示できる効果がある。

【0047】

＜第6の実施形態＞

本実施形態は、イメージング装置が装置の状態等（メッセージ）を操作者に伝達したい場合に好適な実施形態である。ここで装置の状態は以下の状態を含む。例えば、装置の状態として、筐体内温度や電源電圧状況、レーザ装置の異常状況等がある。これらの情報の特徴は、操作者が調べたい時に情報が得られるというものではなく、イメージング装置が常時監視していて、不具合が生じた時のみメッセージをイメージング装置が操作者に対して知らせるものである。

10

【0048】

本実施形態は第5の実施形態で説明した図2に示したプローブを用いた図6の画像取得装置で実現できる。第2の実施形態ではハンドヘルド型超音波プローブの移動方向や移動量を指定する必要は無いので、図2で示した4つの振動アクチュエータ109a～109dは、一つのみ実装された構成であっても良い。もちろん、第5の実施形態の装置に本実施形態の機能を追加する場合は、振動アクチュエータ109a～109dはそのままでよい。

【0049】

図8に、本実施形態の表示部の表示方法の一例を示す。図8において3は表示部204の表示画面、300は、超音波画像データや光超音波画像データを表示する画像表示エリア、301はイメージング装置の動作を操作者が指定するためのコマンドエリアである。ユーザインターフェイス200のマウスとGUIやユーザインターフェイス200キーボードを用い、コマンドエリア301を見ながら、操作者はイメージング装置に対して動作の指示を行える。302はステータスエリアであり、得られた画像の撮像条件やヒストグラムや解析結果を表示するエリアである。303はメッセージエリアであり、前述したイメージング装置が操作者に示したいメッセージ内容を表示するエリアである。メッセージエリア303にメッセージの表示を行うことによって、イメージング装置のメッセージを操作者に伝達できる。一方、メッセージエリアの表示のみであると、操作者は、画像表示エリア300に表示されている超音波画像データや光超音波画像データの画像を注視している場合、メッセージエリア303の表示を見落とす可能性がある。

20

30

【0050】

本実施形態の方法においては、イメージング装置はメッセージエリア303にメッセージを表示する際、ハンドヘルド型超音波プローブに実装した振動アクチュエータを振動させ、その後に、メッセージエリア303のメッセージの表示状態を変化させて操作者にメッセージを伝達する方法である。ここでメッセージの表示状態の変化は、少なくとも振動アクチュエータを振動させた直後から数秒間の間（長くとも10秒以内）で行われる。表示状態の変化はメッセージエリア303に表示する文字を、文字が表示されていない状態から単に表示するだけでも良い。また、図9に示した様に、図9（A）の通常の表示に対して0.5秒間隔で、ネガ表示とポジ表示を行う（ネガポジ反転表示）を行う表示状態の変化（図9（B））であっても良い。また、ネガポジ反転以外にも、色相やコントラストや明るさ等による表示状態の変化や、スクロールや大きさ可変等の幾何学的変化を行う表示状態の変化であっても良い。

40

【0051】

この様にすることで、たとえ操作者が診断中で、画像表示エリア300を注視していたとしても、ハンドヘルド型超音波プローブの振動アクチュエータが振動することによって、所定のメッセージエリア303を操作者は見る様、注意喚起できる。その結果、イメージング装置が操作者に伝達したいメッセージを、操作者が見落とすことを防止できる。本発明では、振動アクチュエータが振動後、数秒の間、表示状態が変化するので、操作者はよりイメージング装置からのメッセージを気付くことができるようになる。

【0052】

50

以上説明した様に、イメージング装置がハンドヘルド型超音波プローブに実装した振動アクチュエータを振動させ、その後に、メッセージエリア303のメッセージの表示状態を変化させて操作者にメッセージを伝達する方法によって、操作者がメッセージを見落とすことなくメッセージを伝達が可能となる。本発明のハンドヘルド型超音波プローブに実装した振動アクチュエータを振動させる方法以外に、ビープ音等で操作者に注意喚起する方法があるが、本発明の方法であれば、外部の騒音が大きい場所であっても、イメージング装置からのメッセージを気付かせることができる。また、ビープ音でメッセージの注意喚起する方法では、ビープ音により患者が不安に感じる可能性があり、本発明によれば、この様な不安も解消することができる。

【0053】

<第7の実施形態>

本実施形態では、ハンドヘルド型超音波プローブの接触状態を検出するセンサをプローブに実装し、接触状態によって、振動アクチュエータの振動を制御し接触状態を良好に保つ方法について説明する。

【0054】

特開2014-61137号公報で示されているように、光音響イメージング装置ではハンドヘルド型超音波プローブの光照射部107からの光パルスが外部に漏れない様に、被検体に接触面103を接触させる必要がある。特開2014-61137号公報では、プローブと被検体とが完全に密着していなくても、間から漏れる照射光が人体にとって安全なレベルであることを判断して、測定可否を決定している。しかしながら、どちら側

【0055】

本実施形態のハンドヘルド型超音波プローブの構成を図3に示す。図3において前述した符号の説明は省略する。図3において、112a、112bは接触センサである。接触センサは特開2014-61137号公報で示されている様な光センサであってもかまわない。接触面103の接触状態が計測できるセンサであれば、他のセンサ、例えば、静電容量センサ等であってもかまわない。109a、109bは振動アクチュエータであり、接触センサ112a、112bのZ軸方向にケーブル105側である場所に配置されている。本実施形態では説明を簡略化するためX方向に2つ、接触センサ112a、112bが配置され、対応する振動アクチュエータ109a、109bが配置されている形態を示した。もちろん、Y方向にも、接触センサと対応する振動アクチュエータを実装された構成であることが望ましい。図3の構成において、接触センサ112aが接触面103の浮きを判定すると、対応する振動アクチュエータ109aが振動する。その結果、操作者は振動アクチュエータ109aの有る側を被検体に押しつける必要があることがわかり、指示通りハンドヘルド型のプローブを押しつける。そして、接触センサ112aが接触面103の接触状態は正常になり、振動アクチュエータ109aの振動が止まる。同様に、接触センサ112bが接触面103の浮いた場合も、アクチュエータ109bの振動により、操作者は振動アクチュエータ109bの有る側を被検体に押しつけることができる。このようにして、振動アクチュエータ109a、109bの振動が発生しない様に、振動した側を抑えることによって、正常な接触状態を容易に保つことができる。この方法は、プローブの現在の位置や方向によらず操作者が直感的に接触状態を改善することができる。そして接触状態を正常に保つことによって、良好な光音響画像を得ることができる。

【0056】

上述の説明では、ハンドヘルド型超音波プローブの接触面103が浮くことを想定して説明した。押しつけすぎの場合も問題が生じる場合、「押しすぎ」と「浮き」の両方を検出できる接触センサ112a、112bを用いる。例えば、接触面が浮いている場合は長い時間の振動と短い時間の休止を繰り返すように振動し、押しこみすぎの場合は短い時間

10

20

30

40

50

の振動と長い時間の休止を繰り返すように振動し、正常な位置であれば振動しない様に、振動アクチュエータ109a、109bがマイコン110あるいは制御部201により制御される。このような制御で振動アクチュエータ109a、109bが振動すれば、操作者は容易にプローブを被検体に正常な状態に押しあてることが可能になる。また、説明を容易にするためにX方向一軸のみに、接触センサと振動アクチュエータがある構成で説明した。前述したように、Y方向についても接触センサと振動アクチュエータ配置することによって、X方向とY方向の接触状態も容易に良好にすることもできる。このように、本形態によれば、接触面103の浮きに対して操作者が容易に、ハンドヘルド型超音波プローブの押しつけ状態を改善する操作が可能となる。

【0057】

＜第8の実施形態＞

以上の形態ではハンドヘルド型超音波プローブに振動アクチュエータを実装し、必要に応じて振動させることによって、操作者にいろいろな情報を伝達することができることを説明した。しかしながら、操作者がプローブを持っていない時は、このような機能は役に立たないことが多い。またハンドヘルド型超音波プローブに他のものが接触した場合に、振動が拡大されて大きな音となり、不快と感じられることも想定される。そこで、プローブを操作者が保持していない時は、振動アクチュエータ109の振動を停止する機能を持たせると良い。例えば、プローブホルダにスイッチを付け、ホルダにハンドヘルド型超音波プローブが装着されていない時に操作者がプローブを保持していると判断する方法がある。また、ハンドヘルド型超音波プローブに温度センサや赤外線センサや静電容量センサを実装し、これらのセンサの出力からプローブが操作者に保持されているかを判断する方法であっても良い。このようなスイッチやセンサを設けることによって、プローブを操作者が保持していない時に、振動アクチュエータ109を振動させないことができる。また、この場合、操作者にいろいろな情報を伝達することができなくなる。そのため、ハンドヘルド型超音波プローブを操作者が保持していない時は、振動アクチュエータ109を振動に代わって、表示部204上に大きなアイコンや文字等をオーバーラップ表示して操作者に知らせたい情報があることを示すことができる。また、同様に、振動アクチュエータ109を振動に代わって、ピープ音等を用いて操作者に知らせたい情報があることを示しても良い。この場合は、操作者は患者に対して診察を行っていない状態であるので、患者が不安感を持つことは少ない。すなわち、本実施形態では、ハンドヘルド型超音波プローブを操作者が持っていることを検出するステップを有し、プローブを操作者が持っていない時には、振動アクチュエータを振動するステップを中止することにより、振動が拡大され大きな音等の発生を抑制できる。

【0058】

＜他の実施形態1＞

他の実施形態として、以下の構成を採用することもできる。前述した実施形態において、光源202はイメージング装置本体2に実装し、光ファイバ106でハンドヘルド型超音波プローブに導光し、光照射部107より被検体に照射する構成とした。このような構成であるとケーブル105は太く、柔軟性が無くなるため、ハンドヘルド型超音波プローブの操作性が悪くなる。その対策のためにLEDアレイを用いた光源（LEDアレイ光源）やレーザダイオードアレイを用いた光源（LDアレイ光源）をプローブのハウジング内に実装し、光ファイバ等の光学部材を経由して光照射部107から光パルス照射する構成であっても良い。この場合、例えば、LEDアレイ光源やLDアレイ光源を受信領域部102に実装することにより、光学部材や光照射部107を持たない構成とすることも可能である。

【0059】

＜他の実施形態2＞

これまでの実施形態では、主に単独あるいは同時に同じハンドヘルド型のプローブを用いて実現できる形態について説明した。ここで、前述した実施形態を同時に実現する場合は、各々の機能に応じて異なる振動パターンを採用すると好適となる場合がある。例えば

、第５の実施形態における振動は、なめらかに感じる小さな振幅とし、第６の実施形態における振動は、クリック感があるようにごく短時間でやや大きめの振動とする。また第７の実施形態の振動は、両者の中間の大きさの振動とする。もちろん、この振動パターンは一例であり、操作者が容易に区別できる振動パターンであればどのようなものであってもかまわない。

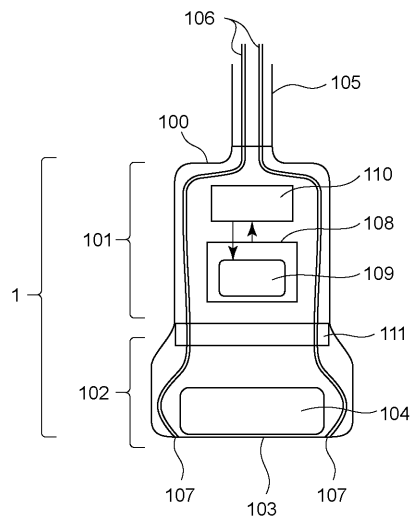
【符号の説明】

【００６０】

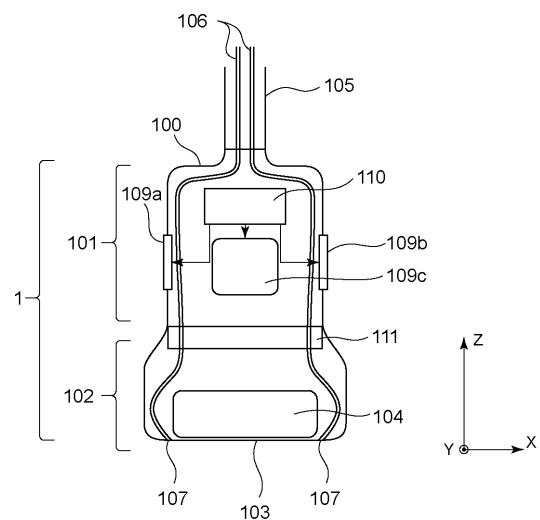
- １ ハンドヘルド型超音波プローブ、
- １００ ハウジング
- １０１ 把持部
- １０２ 受信領域部
- １０３ 接触面
- １０４ 探触子（超音波素子アレイ）
- １０５ ケーブル
- １０６ 光ファイバ
- １０７ 照射部
- １０８ 感圧センサ
- １０９ 振動アクチュエータ

10

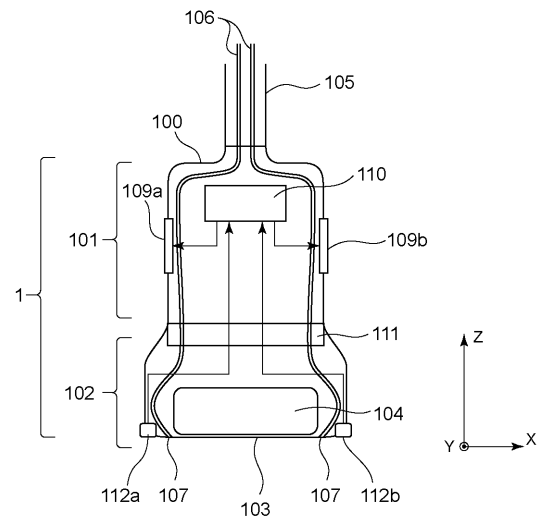
【図１】



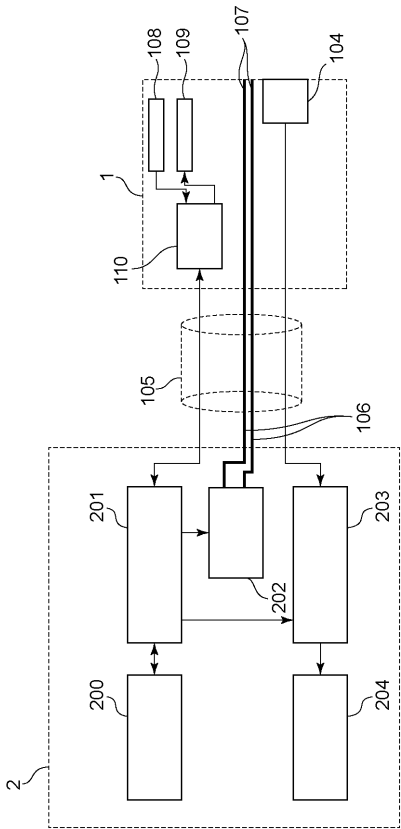
【図２】



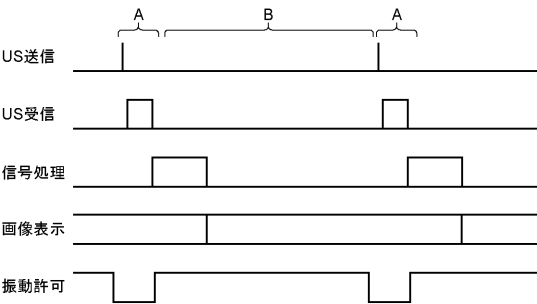
【図 3】



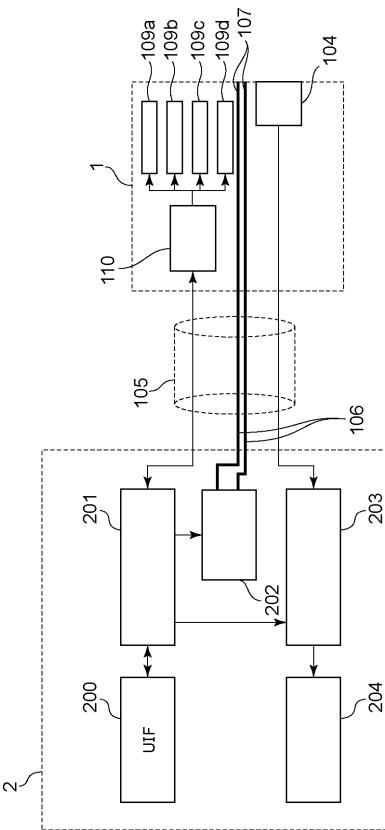
【図 4】



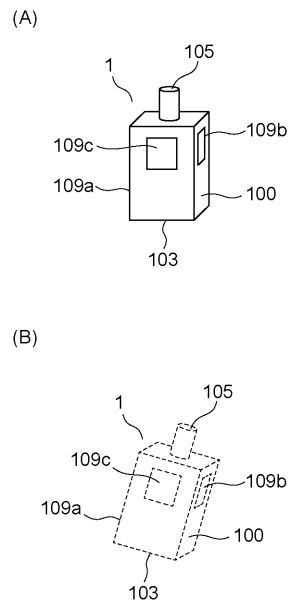
【図 5】



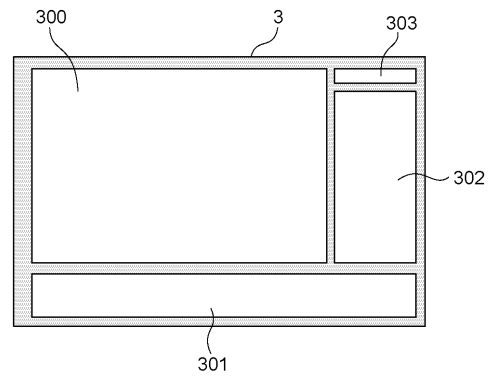
【図 6】



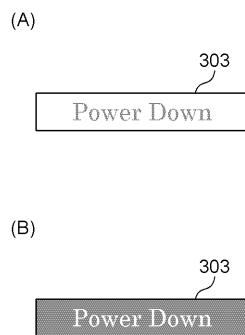
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5