

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-96914

(P2016-96914A)

(43) 公開日 平成28年5月30日(2016.5.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/13 (2006.01)	A 6 1 B 8/13	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/24 (2006.01)	G 0 1 N 29/24	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-234754 (P2014-234754)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成26年11月19日 (2014.11.19)		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	100085006
			弁理士 世良 和信
		(74) 代理人	100100549
			弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100106622
			弁理士 和久田 純一
		(74) 代理人	100131532
			弁理士 坂井 浩一郎
		(74) 代理人	100125357
			弁理士 中村 剛
		(74) 代理人	100131392
			弁理士 丹羽 武司

最終頁に続く

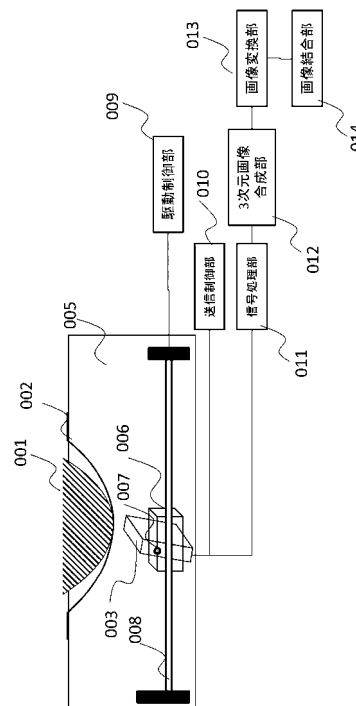
(54) 【発明の名称】 被検体情報取得装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】保持部材にて保持された被検体に対して探触子を走査させる被検体情報取得装置において、探触子の素子面と保持部材間にて生じる多重反射を抑えることができる被検体情報取得装置を提供する。

【解決手段】被検体を保持する曲率を持つ保持部材002と、被検体から伝播する音響波を受信して電気信号を出力する複数の変換素子が配列された素子面を持つ探触子003と、探触子を保持部材に対向する走査面の走査領域において走査させる駆動機構008と、電気信号を用いて被検体内部の特性情報を取得する情報処理手段011を有し、探触子は、走査する各位置において、素子面の延長面と、素子面に対向する保持部材上の領域における保持部材の接平面とが交差するような傾斜角度を持つ被検体情報取得装置である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体を保持する曲率を持つ保持部材と、
前記被検体から伝播する音響波を受信して電気信号を出力する複数の変換素子が配列された素子面を持つ探触子と、
前記探触子を前記保持部材に対向する走査面の走査領域において走査させる駆動機構と、
前記電気信号を用いて前記被検体内部の特性情報を取得する情報処理手段と、
を有し、
前記探触子は、走査する各位置において、前記素子面の延長面と、前記素子面に対向する前記保持部材上の領域における当該保持部材の接平面とが交差するような傾斜角度を持つ
ことを特徴とする被検体情報取得装置。

10

【請求項 2】

前記素子面に対向する前記保持部材上の領域とは、前記素子面から前記保持部材への正射影であり、
前記探触子は、走査する各位置において、前記素子面の延長面が、前記正射影に含まれるすべての点における接平面に対して平行とはならないような傾斜角度を持つ
ことを特徴とする請求項 1 に記載の被検体情報取得装置。

20

【請求項 3】

前記探触子は、前記素子面の長辺に平行な回転軸を中心として傾斜する
ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 4】

前記保持部材は中央部が前記探触子側に突き出たカップ形状であり、
前記探触子は、前記素子面が前記保持部材の外側に向けて傾くような傾斜角度を持つ
ことを特徴とする請求項 3 に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 5】

複数の前記探触子を有し、
前記複数の探触子のそれぞれは、前記走査領域を分割した複数のサブ走査領域における前記保持部材の形状に応じた傾斜角度を持ち、対応する前記サブ走査領域において前記音響波を受信する
ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

30

【請求項 6】

前記情報処理手段は、前記複数のサブ走査領域ごとに前記特性情報に基づく画像データを作成し、複数の前記画像データを結合して前記被検体内部の 3 次元画像データを作成する
ことを特徴とする請求項 5 に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 7】

前記探触子の傾斜角度を変化させる傾斜制御部をさらに有する
ことを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

40

【請求項 8】

前記探触子は、前記保持部材の曲率が大きく、前記保持部材の表面が前記走査面となす角度が大きいほど、前記傾斜角度を小さくする
ことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 9】

前記保持部材から伝播する音響波に基づいて、前記保持部材の形状および音響特性の少なくともいずれかを取得する保持部材特性算出部をさらに有し、
前記情報処理手段は、前記保持部材特性算出部からの出力を用いて前記保持部材の曲率を取得する
ことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

50

【請求項 10】

前記保持部材の画像を取得する画像取得手段をさらに有し、
前記情報処理手段は、前記保持部材特性算出部からの出力を用いて前記保持部材の曲率
を取得する
ことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 11】

前記保持部材と前記探触子との間で音響波を伝播するマッチング材をさらに有する
ことを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 12】

前記被検体から伝播する音響波とは、前記変換素子から送信されたのち反射したエコー
波である
ことを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

10

【請求項 13】

前記被検体から伝播する音響波とは、光を照射された前記被検体から発生する光音響波
である
ことを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体情報取得装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来、乳房を検査して乳がんを診断するための X 線マンモグラフィ装置が広く使用され
ている。この装置は、被検体である乳房を保持部材にて圧迫保持し、X 線を照射し、検出
器により被検体情報を検出して画像化する。しかし、X 線マンモグラフィ装置には被ばく
の問題が存在する。

【0003】

そこで、被ばくの恐れのない装置が注目されている。例えば、超音波を被検体に照射し
被検体からのエコー信号を画像化する超音波画像装置がある。また、レーザーなどの光源
から生体に光を照射し、入射した光に基づいて発生する被検体からの光音響波を画像化す
る光音響画像装置などもある。

30

特許文献 1 には、光音響探触子をカップ型保持部材にて保持された被検体上で走査し、
取得された光音響波から被検体情報を 3 次元画像化する光音響画像装置が記載されてい
る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 179348 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

特許文献 1 の装置の概略構成を図 13 (a) に示す。図中、測定対象である被検体 00
1 は、曲率を持ったカップ型保持部材 002 に保持されている。そして光源 027 が被検
体 001 に光を照射することにより光音響波が発生し、マッチング材 005 を経由して伝
播する。この光音響波を、半球状の光音響探触子 026 に支持された複数の変換素子 00
4 が受信する。このとき光音響探触子 026 を被検体上で走査することで、広範囲の画像
化が可能である。

【0006】

光音響画像装置は、被検体内の血管等、光吸収係数の大きい光吸収体の画像化に好適で
ある。一方で、新生血管はともかくとして、癌そのものなどの画像化には困難がある。そ

50

ここで、図 13 (b) の装置では、支持体の内側に、駆動機構 008 によって走査可能な超音波探触子 003 を設置している。この装置は、超音波画像装置と、癌などの構造体を検出できる超音波画像装置を兼ねているので、超音波画像と超音波画像を重畳表示して診断に有効な画像を生成できる。

【0007】

しかし図 13 (b) の装置では、超音波探触子 003 の走査位置によっては、探触子の変換素子が配列され超音波を送受信する面 (素子面) と、その素子面の法線方向に位置する保持部材の接平面が平行になる場合がある。この場合、図 13 (c) に示すように、素子面と保持部材間で多重反射が起こり、画像上にアーティファクトとして表示される。

【0008】

本発明は上記のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、保持部材にて保持された被検体に対して探触子を走査させる被検体情報取得装置において、探触子の素子面と保持部材間にて生じる多重反射を抑えることにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、以下の構成を採用する。すなわち、
被検体を保持する曲率を持つ保持部材と、
前記被検体から伝播する音響波を受信して電気信号を出力する複数の変換素子が配列された素子面を持つ探触子と、
前記探触子を前記保持部材に対向する走査面の走査領域において走査させる駆動機構と、
前記電気信号を用いて前記被検体内部の特性情報を取得する情報処理手段と、
を有し、
前記探触子は、走査する各位置において、前記素子面の延長面と、前記素子面に対向する前記保持部材上の領域における当該保持部材の接平面とが交差するような傾斜角度を持つ
ことを特徴とする被検体情報取得装置である。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、保持部材にて保持された被検体に対して探触子を走査させる被検体情報取得装置において、探触子の素子面と保持部材間にて生じる多重反射を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】被検体情報取得装置の構成を示す図。

【図 2】信号処理部の構成を示す図。

【図 3】探触子と変換素子の配置、および変換素子群平面を示した図。

【図 4】探触子の駆動における各撮像領域と探触子の傾斜角度を示した図。

【図 5】変換素子群と保持部材間の音響波伝播の様子を示した図。

【図 6】被検体と探触子の配置に対する取得 3 次元画像データの配列を示した図。

【図 7】実施例 1 の被検体情報取得装置の概略図。

【図 8】異なる走査領域で取得された 3 次元画像の重畳領域を示した図。

【図 9】実施例 2 の被検体情報取得装置の概略図。

【図 10】実施例 3 の被検体情報取得装置の概略図。

【図 11】実施例 4 の被検体情報取得装置の概略図。

【図 12】本発明の実施例 5 の被検体情報取得装置の概略図。

【図 13】背景技術の装置概略図と課題について示した図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に図面を参照しつつ、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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 1 3 】

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。よって本発明は、被検体情報取得装置またはその制御方法、あるいは被検体情報取得方法や信号処理方法として捉えられる。本発明はまた、これらの方法をCPU等のハードウェア資源を備える情報処理装置に実行させるプログラムや、そのプログラムを格納した記憶媒体としても捉えられる。本発明はまた、音響波測定装置やその制御方法としても捉えられる。

10

【 0 0 1 4 】

本発明の被検体情報取得装置は、被検体に光（電磁波）を照射し、光音響効果に従って被検体内または被検体表面で発生して伝播した音響波を受信（検出）する、光音響トモグラフィ技術を利用した装置を含む。このような被検体情報取得装置は、光音響測定に基づき被検体内部の特性情報を画像データ等の形式で得ることから、光音響トモグラフィ装置、あるいは光音響画像装置と呼べる。

【 0 0 1 5 】

光音響装置における特性情報は、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を示す。具体的には、酸化・還元ヘモグロビン濃度分布や、それらから求められる酸素飽和度分布などの血液成分分布、あるいは脂肪、コラーゲン、水分の分布などである。また、特性情報は、数値データとしてではなく、被検体内の各位置の分布情報として求めてもよい。すなわち、吸収係数分布や酸素飽和度分布などの分布情報を被検体情報としてもよい。

20

【 0 0 1 6 】

本発明の音響波取得装置には、被検体に超音波を送信し、被検体内部で反射した反射波（エコー波）を受信して、被検体情報を画像データとして取得する超音波エコー技術を利用した装置を含む。超音波エコー技術を利用した装置の場合、取得される被検体情報とは、被検体内部の組織の音響インピーダンスの違いを反映した情報である。

【 0 0 1 7 】

本発明でいう音響波とは、典型的には超音波であり、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。探触子により音響波から変換された電気信号を音響信号とも呼び、光音響波に由来する音響信号を特に光音響信号と呼ぶ。

30

本発明における被検体としては、生体の乳房が想定できる。ただし被検体はこれに限られず、生体の他の部位や、非生体材料の測定も可能である。

【 0 0 1 8 】

（装置の構成）

本発明の被検体情報取得装置の一例について、図1を用いて説明する。この装置は、被検体を半球のカップ形状をした保持部材にて保持し、探触子を保持部材上にて縦横に走査し、撮像領域の被検体情報を取得する超音波画像装置である。信号や画像を処理する情報処理装置や回路、表示装置は、この超音波画像装置に含まれると考えても良いし、超音波画像装置とは別に用意され、超音波画像装置と組み合わされてシステムを構成するとも考えても良い。

40

【 0 0 1 9 】

符号001は画像を取得される被検体、符号002は被検体001を保持する保持部材である。符号003は、超音波を送信する機能と、被検体で反射した超音波（エコー波）を検出して電気信号を出力する機能を持つ超音波探触子である。超音波探触子003は多数の変換素子004を含む。探触子003と保持部材002との間には、音響波を伝播させるマッチング材005が存在する。探触子003はキャリッジ006上に固定されてお

50

り、キャリッジ 006 には探触子 003 の設置角度を調節するための傾斜調整機構 007 がある。符号 008 はキャリッジ 006 を 2 次元平面上で移動させる駆動機構である。符号 009 は駆動機構 008 の制御をつかさどる駆動制御部である。なお、駆動制御は正確に 2 次元平面である必要はなく、z 方向の移動を行っても構わない。

【0020】

符号 010 は被検体 001 の任意の位置に超音波の送信フォーカスを合わせるための駆動タイミングを制御する送信制御部である。符号 011 は被検体からの超音波エコーに由来する電気信号に増幅や A/D 変換を施し、電気信号に基づき被検体内の特性情報を取得する（画像再構成する）信号処理部である。符号 012 は駆動機構 008 によって走査される探触子 003 の座標を基に再構成画像を 3 次元化する 3 次元画像合成部である。符号 013 は傾斜調整機構 007 によって設定された傾斜角度によって歪んだ 3 次元画像を実空間座標系に修正する画像変換部である。符号 014 は画像変換部 013 にて実空間座標系に修正された変換画像を結合し、撮像領域全体の 3 次元超音波画像を作成する画像結合部である。

10

【0021】

図 2 は信号処理部 011 の構成を示している。符号 015 は各変換素子が受信した信号の位相を揃える整相遅延部である。符号 016 は遅延処理された各信号を合計する加算部である。符号 017 は加算された信号にヒルベルト変換を施すヒルベルト変換部であり、符号 018 は検波するための包絡線検波部である。符号 019 は検波後の信号に LOG 圧縮を施す LOG 圧縮部である。

20

【0022】

(画像再構成)

まず、超音波送信による被検体 001 からのエコー信号を画像化する画像再構成について図 1 を用いて説明する。

送信制御部 010 は、任意の位置にフォーカスする送信ビームを形成するために、送信開口を形成する各変換素子 004 を駆動させる際の遅延時間を決定する。そして送信制御部 010 は、決定された遅延時間を基に各変換素子 004 に対して制御信号としての電気信号を送る。各変換素子 004 は電気信号による制御に従い、保持部材 002 を介して超音波を被検体 001 に送信する。

【0023】

30

保持部材 002 としては、音響波を通過させるために、被検体 001 およびマッチング材 003 との音響インピーダンスの差が小さい材料が望ましい。また、被検体 001 を保持するために、剛性が高い部材や伸縮性がある部材など、被検体 001 を押さえつけて形状を維持できるようなものが好ましい。剛性が高い部材としては、PET、ポリメチルペンテン、アクリルなどの樹脂材料が挙げられる。伸縮性のある部材としては、ラテックスやシリコンなどのゴムシートやウレタンのような材料が挙げられる。

保持部材 002 の厚みについては、音響波が保持部材 002 を通過する際の減衰が大きくならないように、より薄いものが好ましい。よって、被検体 010 を保持するのに必要な強度との兼ね合いで、50 μ m ~ 1 mm 程度の厚さが好適である。

【0024】

40

マッチング材 003 は音響波を伝播し、かつ探触子 003 の走査を妨げないものが好ましい。例として、水、DIDS、PEG、シリコンオイル、ひまし油などの液体が挙げられる。マッチング材は、保持部材を挿入する開口を設けた水槽などの容器に入れておくが良い。

【0025】

保持部材の形状は、半球のカップ形状に限られない。半球に近い形状とする場合、例えば球冠状や球帯状、楕円体の一部を切り取った形状、その他の曲面形状、曲面や平面の組み合わせ形状などでも構わない。なお、カップ形状の場合、中央部が探触子側に突き出たタイプが好適である。

【0026】

50

各変換素子 004 が形成する送信開口から送信された超音波は、被検体 001 によって反射・散乱されて、再び超音波エコーとして変換素子 004 に戻ってくる。このうち受信開口を形成する複数の変換素子 004 群が受信した超音波エコーがアナログ電気信号に変換され、受信信号として出力される。

【0027】

受信信号は信号処理部 011 において画像に再構成される。この処理の詳細を図 2 を用いて説明する。

整相遅延部 015 では深さ情報を元に受信信号の遅延時間を決定し、各受信信号に対して遅延処理を行う。遅延処理された受信信号は加算部 016 にて加算される。加算後の信号に対し、ヒルベルト変換部 017 におけるヒルベルト変換と、包絡線検波部 018 における包絡線検波がなされ、画像が再構成される。なお、ここでは信号処理部 011 の処理において、一般的な超音波診断装置で使用される整相加算処理の手法を記載している。しかし、適応型信号処理など他の再構成手法も適用できる。再構成された画像データは LOG 圧縮部 019 において LOG 圧縮され、1 ラインの画像データが完成される。走査ラインを移動させながら一連の処理を行うことで走査方向に沿った 2 次元の超音波画像が作成される。

【0028】

(探触子の駆動と撮像手法)

探触子 003 について図 3 を用いて説明する。変換素子 004 は電気信号と超音波を変換可能であれば、どのようなものでも良い。例えば PZT、PVDf、cMUT 素子等の、変換効率が比較的高いものが好ましい。PZT 等の圧電素子の場合、素子を電極で挟んだ構造になっており、電気信号と圧電素子の伸縮が変換される。超音波を送受信する面には整合層や音響レンズを設け、反対面にはパッキング材を設けることで、超音波の送受信変換効率を向上させている。本件では、探触子において複数の変換素子が配列され、超音波を送受信する面を「素子面」と規定する。なお、後述する光音響装置においては超音波の送信機能は不要である。ただし、超音波エコー装置と光音響装置を兼ねる装置において、超音波送受信用探触子に光音響波受信機能を兼ねさせても構わない。

【0029】

探触子 003 は複数の変換素子 004 を直列 (図 3 (a))、または平面状 (図 3 (b)) に配列しアレイを形成する。直列配置タイプの探触子を 1D プローブ、平面配置タイプの探触子を 2D プローブと呼ぶ。2D プローブの場合、素子面とは文字通り変換素子が配列された面を指す。一方 1D プローブの場合も、素子の指向角が最も高い方向が法線となるような面を、素子面と呼べる。なお、素子配置に関して「平面」とは厳密な 2 次元平面を指すものではなく、探触子の形状や素子特性、または指向性に応じて、3 次元方向に幅を持っていたりしても良い。これは、素子面だけではなく、探触子が走査する平面 (「走査面」) についても同様である。

【0030】

探触子 003 の駆動と撮像手法について、図 4 を用いて説明する。探触子 003 はキャリッジ 006 に装着され、駆動機構 008 によって保持部材 002 に対向する 2 次元の走査面を移動する。駆動機構 008 としては、例えば、パルスモータとボールねじの組み合わせや、リニアモータなどが好適であるが、これに限られない。

【0031】

探触子 003 はキャリッジ 006 に設けられた傾斜調整機構 007 によって任意の傾斜角度で固定される。傾斜調整機構 007 としては、傾斜角度が調整出来るゴニオステージや回転ステージを好適に使用できる。なお、保持部材 002 の条件によって、傾斜角度を撮像時に変化させる必要がある場合は、ステップモータ等の駆動系が内蔵された自動ステージが有効である。また、保持部材 002 の条件によって、探触子 002 の傾斜角度が規定のされる場合は、手動ステージで角度を設定したり、ステージを用いる代わりに角度を規定する治具を用いたりしても良い。

【0032】

10

20

30

40

50

探触子 003 を傾斜させる理由は、マッチング材 005 を介して保持部材 002 と変換素子 004 間に生じる多重反射を抑制させるためである。この原理について図 5 を用いて説明する。図 5 は、探触子 003 が備える変換素子 004 群と、保持部材 002 の相対位置関係を示す。図 5 における矢印は、両者の間で伝播する超音波を示している。なお、実際の保持部材 002 は曲率を有しているが、理解を容易にするために、図 5 では近似的に平面で表している。

【0033】

図 5 (a) のように素子面の延長面と保持部材面の延長面が平行である場合、発生した多重反射信号が残留しやすい。それに対し、図 5 (b) のように素子面の延長面と保持部材面の延長面が交差する関係にあると、多重反射信号は変換素子 004 群から外れる方向に伝播する。

【0034】

図 5 (a)、図 5 (b) では単純化して示したが、実際の保持部材 002 は被検体 001 の形状に沿うように曲率を持っている。そのため、図 5 (c) のように、探触子の走査により素子面が移動した各位置において、素子面の法線方向における保持部材の全接平面と、素子面の延長面とが交差していれば、多重反射を抑制できる。言い換えると、素子面と、その素子面と対向する位置にある保持部材の接平面とが平行にならないように、探触子が傾けられる必要がある。なお図 5 (c) では、素子面上の点からの法線と、保持部材の表面との交点における接平面を、2 つ例示している。本発明では、このように、素子面と対向する保持部材上の領域における全接平面が、素子面の延長面と交差するような傾き制御を行う。

【0035】

ここで、保持部材は曲率を持っているので、探触子の走査位置によって、適切な傾斜角度は変化する。そのため以下の各実施例では、複数の探触子を設けたり、探触子の傾きを変化させる機構を設けたりしている。

また、素子面と対向する保持部材上の領域は、必ずしも素子面からの正射影に限られず、素子の指向性に応じてある程度の広がりを持っていても良い。なお、素子面と対向する保持部材上の領域とは、素子面上の領域内の点からの法線方向にある保持部材上の領域を指す。接平面を考えると、この保持部材上の領域に対する全接平面を想定すれば良く、素子面からの正射影の範囲から外れる部分については検討しなくても良い。

【0036】

探触子 003 の傾斜方向によって、多重反射の抑制効果は変化する。図 5 (d)、図 5 (e) を用いて説明する。多くの探触子 003 は変換素子 004 のサイズと配列に応じて長辺と短辺が存在する。同じ傾斜角度であっても、短辺に平行な回転軸で傾いた図 5 (d) の場合の音響波は変換素子 004 群から逃れ難いが、長辺に平行な回転軸で傾いた図 5 (e) の場合の音響波は変換素子 004 群の外に逃げ易い。そのため、図 5 (e) のように長辺に平行な回転軸で傾いた方が好ましい。

【0037】

以上のことをまとめると、好適な傾斜角度は以下の 2 条件によって規定される。

(1) 素子面の延長面と、素子面と対向する保持部材上の領域における全ての接平面とは、交差している (平行ではない)。

(2) 素子面と接平面は、少なくとも素子面の長辺に平行な回転軸を中心として傾斜している。

【0038】

以上、2 項目が成立する傾斜角度になるように、傾斜調整機構 006 にて探触子 003 を固定する。なお、多重反射を抑制する傾斜角度は、以下の項目で決定する。

(a) 変換素子 004、保持部材 002、マッチング材 019 の音響インピーダンス

(b) 変換素子 004、探触子 003 の短辺の長さ

(c) 変換素子 004 と保持部材 002 の距離

【0039】

10

20

30

40

50

上記の項目が判明している場合、シミュレーションや実験により、多重反射によるアーティファクトの出力画像に対する影響度を算出できる。なお、傾斜角度を大きくすると、多重反射の低減効果は大きくなる反面、指向性の都合上受信感度低下のおそれがある。よって、傾斜角度は、アーティファクトの画像への影響度が所定の閾値より低下する程度で十分である。この閾値をユーザの入力値に設定することも好ましい。また、変換素子 004 と保持部材 002 の距離によっては、多重反射のエコー信号が画像データ取得時間外に到達する場合もある。その時は、アーティファクトが画像に表示されないため、多重反射強度が表示レベル内の角度であっても構わない。

【0040】

保持部材 002 は被検体 001 の形状に沿うように曲率を持った形状になるのが好ましい。そのため全撮像領域における探触子 003 の適した傾斜角度は場所によって異なる。そこで、図 4 に示すように走査領域を分割し探触子 003 の傾斜角度を変化させる。この走査領域の分割数と、各走査領域の範囲、および、各走査領域における探触子の傾斜角度は、保持部材 003 の形態によって決まる。形態とは保持部材 003 の被検体 001 保持時における形状と音響インピーダンスのことである。

【0041】

駆動制御部 009 が、ユーザに指定された、または予め定められた撮像範囲に基づいて、駆動機構 008 を制御することで、探触子が走査領域内を移動する。また、傾斜角度の調整は、典型的には後述する傾斜制御部 020 が傾斜調整機構 007 を駆動することで行われる。また、傾斜角度の調整法として、複数の探触子 003 を用意しておき、各探触子 003 の走査領域と傾斜角度を規定する方法もある。後者の場合、予め、既知の保持部材 003 の形態とマッチング材 005 の音響特性に基づき、各探触子 003 の走査領域と傾斜角度を規定しておく必要がある。

【0042】

(3次元画像の作成)

信号処理部 011 および 3次元画像合成部 012 は、各走査領域で探触子 003 が取得した音響波に基づいて一連の画像再構成処理を行い、複数の 3次元画像データを取得する。3次元画像合成部 012 は、この 3次元画像データを、各走査領域の座標位置に対応するように配列する。探触子 003 は走査面に対し傾斜しているため、取得される画像データ群は、傾斜方向に歪んだ座標系にて配列される。

【0043】

このことを、図 6 を用いて説明する。図 6 (a)、図 6 (b) に、それぞれ異なる傾斜角度を持つ探触子 003 が被検体 001 の上を太い矢印方向に移動しながら画像データを取得する様子を示した。図 6 (c)、図 6 (d) には、図 6 (a)、図 6 (b) それぞれで取得した画像データを、探触子 003 の移動順に並べた 3次元画像データを示した。

【0044】

実空間座標 $x y z$ に対し、図 6 (a) では、B モードスキャン方向を x 、ビームフォーミング方向を y 、探触子走査方向を z としている。この場合、図 6 (c) のように、取得データ配列は実空間座標 $x y z$ に対応する。

一方、図 6 (b) では探触子 003 を傾斜させており、このときの B モードスキャン方向を、ビームフォーミング方向を、探触子走査方向を と置く。この場合、図 6 (d) のように、取得データ配列は取得データ空間座標 に対応する。この図 6 (d) に示した配列の画像データは実空間座標 $x y z$ と対応していないため、画像が歪んで表示される。なお、この時ビームフォーミングの方向は素子面に対し垂直方向に実施されていると仮定して説明したが、ビームステアリングを施した場合は、その傾き分だけ取得データ空間座標 が変化する。

【0045】

画像を実空間座標と対応して表示させるためには、図 6 (e) に示すように、取得された 3次元画像データを画像変換部 012 にて実空間座標に変換する必要がある。画像変換手法として例えば、2次元のアフィン変換を繰り返す方法や、探触子 003 の傾斜角度や

10

20

30

40

50

回転軸からの距離から算出した座標値に変換する手法を利用できる。なお、画像データの補間方法はバイキュービック法等の近似手法が好ましいが、ニアレストネイバー法、バイリニア法でも補間可能である。

【0046】

画像変換部013にて、実空間座標に変換された複数の3次元画像データが作成される。これらの3次元画像データは画像結合部014によって結合され、全走査領域の3次元画像が作成される。なお、走査領域の範囲を設定する際は、各走査領域に対応する各3次元画像の結合部に重畳領域を設けることが好ましい。これにより、結合した際の境界部が目立たないようにすることができる。結合部の重畳方法は、各走査領域の重畳領域中央からの距離に対応して重みを持たせるのが好ましいが、均一な重みでも構わない。

10

【0047】

画像表示部021は、画像結合部014で結合された画像データを表示する。画像表示部021としては、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機ELディスプレイ、FEDなどを利用できる。なお、この画像表示部021は必ずしもシステムに搭載させる必要は無い。本システムでは画像データのみを作成し、別の画像表示装置に画像データを送信して画像を表示させることも可能である。

上記のように探触子の角度制御および走査方法、ならびに走査領域の設定方法によれば、超音波の送信とエコー波の受信における多重反射を抑制できるので、アーティファクトが少なく診断に役立つ画像を表示できる。

【0048】

20

[実施例1]

(装置の構成)

本実施例の被検体情報取得装置のシステム概略図を図7に示す。測定対象は、生体の乳房等の被検体001である。被検体情報取得装置は、保持部材002、超音波探触子003、マッチング材005、キャリッジ006、傾斜調整機構007、駆動機構008を備える。装置はさらに、駆動制御部009、送信制御部010、信号処理部011、3次元画像合成部012、画像変換部013、画像結合部014を備える。

【0049】

なお、駆動制御部から画像結合部までの構成要素は、プロセッサ、記憶装置、メモリ、入出力手段などを備えてプログラムにより動作する情報処理装置によって実現されても良いし、各構成要素の機能を持つ回路によって実現されても良い。前者の場合、実際のプログラムモジュール構成は限定されない。また、プログラムの装置上の配置は一体に限られず、例えばオンライン接続された複数の装置で動作してもよい。また、図中の各ブロックを結ぶ線は、その図を説明するために必要な電気信号や制御信号の送受信を示す便宜上のものである。このことは、下記の各実施例でも同様である。

30

【0050】

(装置の動作)

まず超音波画像装置部分について説明する。超音波探触子003としては256chの1Dリニアプローブを2つ使用した。この探触子003を構成する変換素子004は、中心周波数が8MHz、素子サイズが4mmのPZTである。各素子は、ラテラル素子ピッチが0.2mmになるよう一列に配列されている。

40

【0051】

被検体を保持する保持部材002には厚さ0.5mmのPET樹脂からなる半球お碗形状の、片方の乳房が全て入るサイズのものを用いた。保持部材を複数用意しておき、乳房のサイズや形状に応じて取替え可能とすることは好ましい。マッチング材005には水を使用し、ポンプで循環させながらヒーターを用いて水温を35℃付近に保つようにした。水温を35℃付近に保つ理由は、被検者に不快な思いをさせない事と、マッチング材005の音速を規定し画像再構成の精度を向上させるためである。水温の制御方法はこの限りでは無く、別の手法を用いても構わない。また、水温の制御は再構成の精度を向上させる点では好ましいが、必ずしも必須ではないため、室温で安定したマッチング材005を使

50

用しても構わない。

【0052】

送信制御部010により、任意の位置に超音波送信フォーカスを形成するための電気信号（制御信号）が各変換素子004に送られる。制御信号は、各変換素子004素子において超音波に変換され、被検体001へと送信される。この超音波は被検体001によって反射・散乱されて再び超音波エコーとして受信開口を形成する複数の変換素子004に受信される。なお、本実施例では64個の変換素子004群から受信開口を形成し、各受信信号は画像処理部011に送られ、整相加算処理、ヒルベルト変換、包絡線検波、LOG圧縮を経て、走査ライン上の画像データが再構成される。その走査ラインを探触子003ラテラル方向に移動させることで2次元画像データを再構成する。

10

【0053】

次に探触子の駆動方法について説明する。

図7の例においては、2つの超音波探触子003を別々のキャリッジ006に異なる傾斜角度で設置し、異なる走査領域を走査させた。図7(b)は探触子003側から保持部材002を見た図である。保持部材の中央部に重畳領域が生じるように2つの走査領域A、Bが設定されており、2つの探触子A、Bがそれぞれを走査する。本実施例では探触子003のエレベーション方向を主走査方向、ラテラル方向を副走査方向と規定し、主走査時に超音波送受信を実施する。

【0054】

傾斜調整機構007は、各探触子003を、副走査方向に平行な回転軸を中心として回転させる。各探触子の素子面は、保持部材の中心側に向けてではなく、外側に向けて傾けられる。ただし、素子面の正射影が完全に保持部材から外れてしまうと超音波の被検体への送受信ができなくなるので、素子面の対向位置に保持部材が含まれる範囲の傾斜角度に留める必要がある。傾斜角度は、各変換素子が有意な強度で音響波を受信できる指向角と、アーティファクトの低減効果が得られる角度により決定され、シミュレーションや実験により定めることが好ましい。

20

【0055】

本実施例では、図7(a)における紙面左右方向を回転軸として、探触子Aは15度、探触子Bは-15度の傾きを持つ。各探触子003は保持部材002との最短距離が10mmになるように設置している。この傾斜角度は、変換素子004、マッチング材005、保持部材002の音響インピーダンスと、変換素子004の幅(4mm)と、変換素子004と保持部材距離(最短10mm)等から算出される。音響インピーダンスは、PZT:30, 水:1.5, PET:3[MegaRayls]とする。本実施例の15度という値は、シミュレーション結果や実験値から算出したものであり、条件に応じて最適な設置角度は変わる。

30

【0056】

また、本実施例では2つの探触子A、Bを用いて走査領域をA、Bの2つにサブ走査領域に分割したが、分割数や領域の設定方法はこれに限られない。例えば図7(c)、図7(d)はともに、4つの探触子A、B、C、Dを用いて、4つの異なるサブ走査領域A、B、C、Dを設定した例を示している。

40

図7(c)では、全走査領域が主走査方向において4つに区分されている。この場合、探触子A、Dの傾斜角度を探触子B、Cに対して少なく設定すると良い。これは、外側の領域ほど保持部材の曲率が大きくなり、保持部材の表面が走査面となす角度が大きい分、探触子の傾きが小さくても多重反射が起こりにくくなるからである。例えば探触子A:10度、B:15度、C:-15度、D:-10度とする。これはサブ走査領域A、Dの方が、保持部材接平面と走査面の交差角が大きく、また変換素子004群と保持部材002距離が長いために、探触子003の傾斜角が小さくても多重反射の影響を小さく出来るためである。

【0057】

図7(d)では、図7(b)における走査領域を更に副走査方向に2分割している。そ

50

して、探触子を、変換素子 004 群の長辺に平行な回転軸を用いて主走査方向に傾けるのみでなく、短辺に平行な回転軸も用いて副走査方向にも傾けている。実施例では、主走査方向の傾きは図 7 (b) と同じ ± 15 度とし、副走査方向の傾きは、素子面が保持部材 002 中央部に向くように 15 度に設定した。この副走査方向への傾きは、送受信ビームが保持部材 002 に対して垂直に近い角度で入射する値に設定する。このように角度を設定することで、スネルの法則に基づく保持部材面での屈折、反射等の影響が低減される。そのため、多重反射軽減に必要な最低限の傾斜角度を確保した後は、可能な限り送受信ビームを保持部材 002 に垂直入射させるのが良く、図 7 (c)、図 7 (d) とともにこの理由で走査領域の分割数を増やしている。しかし、サブ走査領域の数が多くなると、駆動制御や画像処理が複雑になる点で注意を要する。

10

【0058】

キャリッジ 006 は駆動機構部 008 によって移動する。本実施例ではモータにはパルスモータを使用している。キャリッジ 006 を、パルスモータとボールねじを組み合わせた駆動機構部 008 によって 2 軸方向に任意の位置に任意の速度で移動させる。そして駆動制御部 009 によってサブ走査領域 A, B を走査するように設定した。

【0059】

3 次元画像合成部 012 は、2 次元画像データを座標位置に対応して配列し、サブ走査領域 A, B それぞれにおける 3 次元画像データを作成する。画像変換部 012 は、これらの 3 次元画像データ間の探触子 003 の傾斜角度の違いによる影響を吸収するために、実空間座標に変換する。この変換処理について、図 6 (b)、図 6 (d)、図 6 (e) を用いて説明する。図 6 (b) は実空間座標 $x y z$ に対する、所定の角度だけ傾いた探触子 003 の画像情報取得時の様子を示している。図 6 (d) には、図 6 (b) の状態の探触子が受信した音響波に由来する、3 次元画像合成部 012 にて配列された画像データを示している。図 6 (e) には、図 6 (d) の画像データから、画像変換部 013 によって実空間座標 $x y z$ に変換された画像データを示している。

20

【0060】

ここで、サブ走査領域 (典型的には、探触子の傾き角度が相異なるサブ走査領域同士) の画像データ同士の結合には、図 6 (e) への変換 (実空間座標への変換) が必要である。本実施例では探触子 003 の回転軸を中心に、傾斜角度と距離に対応した回転座標の式を用いて座標変換を実施した。この座標変換の結果、取得データ空間座標のデータを抽出するのに補間が必要になる。本実施例では、各実空間座標 $x y z$ に対応する取得データ空間座標 $x' y' z'$ の周辺 64 画像データを基に、 x', y', z' 3 軸の方向にバイキュービック補間と同様の 3 次式で補間する手法を用いて参照値を算出した。

30

【0061】

画像結合部 013 は、実空間座標に対応させた 3 次元画像データを、サブ走査領域の境界部分に位置する重畳領域で結合し、全走査領域の 3 次元画像データを作成する。図 8 を用いて、本実施例にて採用した重畳領域の画像処理について説明する。図 8 (a) に、サブ走査領域 A, B にてそれぞれ取得した実空間座標の取得画像領域 A, B を示している。取得画像領域 A, B の重なった領域が重畳領域である。図 8 (b) に、 $y = y_1, y_2$ における各 z 座標の 2 画像データの合成比率を示す。重畳領域の中央座標において両方の重み比率が等しく 50% になるように設定し、中央座標からの距離に対応した重みを用いている。このような重みを用いる事で、境界が目立たない結合画像を実現できる。なお、図 7 (d) のような走査領域区分において、 x 方向 (副走査方向) の画像の結合が必要になるが、同様に合成すればよい。

40

【0062】

また、サブ走査領域同士の x 方向の画像の結合も、 z 方向と同様の重み比率を用いて実施できる。これは、同じ取得データ空間座標において結合できる処理であることと、事前に同じ走査領域での画像データをまとめておくことで、画像変換部 013 での実空間座標への変換処理がまとめて実施できる利点があるためである。

【0063】

50

以上の処理によって、全撮像領域の３次元画像データが完成する。この３次元画像データは液晶ディスプレイにて任意の断面画像を確認出来るようにしている。

以上のように、探触子の角度調整を適切に行うことにより、カップ形状の保持部材 002 にて保持した乳房を撮像して３次元超音波画像を生成する際に、多重反射によるアーティファクトを抑制する効果が得られた。また、複数のサブ走査領域に分けた撮像結果を合成するときに、重畳部分の違和感を防止できた。

【0064】

[実施例 2]

本実施例において、装置の構成と基本的な動作は実施例 1 と同じである。主な相違点は、本実施例では探触子 003 が 1 つである点と、傾斜制御部 020 が存在する点である。傾斜制御部 020 は、サブ走査領域ごとに探触子 003 の傾斜量を変更するために、傾斜調整機構 007 を制御する。傾斜調整機構 007 にはステッピングモータを内蔵した回転自動ステージを使用した。

【0065】

実施例の詳細を、図 9 を用いて説明する。

まず、傾斜制御部 020 が傾斜調整機構 007 を駆動して、探触子 003 の傾斜角度を 15 度に設定する。その状態でサブ走査領域 A の画像データを取得し、画像変換部 013 までの処理を実施する。その後、傾斜制御部 020 が傾斜調整機構を駆動して探触子 003 の傾斜角度を -15 度に設定する。その状態でサブ走査領域 B の画像データを取得し、画像変換部 013 までの処理を実施する。以上の処理で作成された 2 つの 3 次元画像データを画像結合部 014 にて結合する。

【0066】

以上のシステムを用いて、半球のカップ形状の保持部材 002 にて保持した乳房を撮像した。その結果、1 つの探触子でも、多重反射によるアーティファクトを除去した乳房の 3 次元超音波画像を取得できた。

【0067】

[実施例 3]

本実施例において、装置の構成と基本的な動作は実施例 2 と同じである。主な相違点は、保持部材特性算出部 023 および探触子駆動計算部 024 が存在する点である。保持部材特性算出部 023 は、保持部材 002 の形状と音響特性を算出する。探触子駆動計算部 024 は、算出された保持部材 002 の形態より探触子 003 の駆動方法を決定する。

【0068】

実施例の詳細を、図 10 を用いて説明する。

本実施例では、加圧によって形状が変化するシリコンゴムシートを保持部材 002 として用いる。撮像開始前に、乳房をシリコンゴムシートにおしつけ、シートの形状が安定するのを待つ。

【0069】

図 10 (a) は、実際に特性情報を取得する前の、保持部材の形状を取得する処理（プレスキャン処理）を示す。撮像開始後、まず、探触子 003 の傾斜角度を、走査面に対し垂直に超音波が送受信されるように設定し、全撮像領域の超音波信号を取得する。そして保持部材特性算出部 023 が、各座標における最初に取得される強エコー信号の受信時間と信号強度から、保持部材 002 の形状と部材の反射強度を算出する。

【0070】

続いて、探触子駆動計算部 024 が、保持部材の特性情報と、既知である探触子 003 と変換素子 004 の形状と音響特性、およびマッチング材 005 の音響特性を基に、走査領域の分割方法と各領域での探触子 003 の傾斜角度を決定する。

探触子駆動計算部 024 は、この処理を、事前に探触子 003 情報とマッチング材 005 の特性から、シミュレーションや実験を実施して作成した対応表を基に行うと良い。この対応表には、各座標における変換素子 004 から保持部材 002 までの距離と反射強度の値に対応した多重反射回避角度が設定されている。また、保持部材特性算出部 023 に

よって保持部材 002 の形状が判明しているため、各座標における探触子傾斜角度を変化させたときの、変換素子 004 群の法線方向における保持部材 002 接平面の角度も算出できる。これらのデータを基に、撮像領域内の各座標における、探触子の最小傾斜角度を算出する。

探触子駆動計算部 024 は、全撮像領域における最小傾斜角度分布から、走査領域の分割と、各領域における探触子傾斜角度を設定する。

【0071】

なお、保持部材 002 としてシリコンゴムシートを用いる場合、加圧によって形状は変形するが、音響特性は変化しない。そのため、保持部材特性算出部 023 では形状のみを算出し、保持部材 002 の音響特性としては既知の値を利用しても良い。この場合、探触子駆動計算部 024 は形状のみで場合分けされた対応表を用いて撮像条件を決定する。このようにすれば、対応表の条件数が少なくなるため、処理の規模を抑制できる。

また、事前に保持部材の形状を把握し、その情報を基に走査領域の分割と、探触子 003 傾斜角度を算出できれば、上記以外の手法でも構わない。

【0072】

保持部材として P E T 等を用いた場合、シリコンゴムシートに比べて変形の程度は少ないものの、本実施例の保持部材の形状取得方法を適用してもよい。また、P E T 等の保持部材は変形が少ない分、乳房のサイズや形状に応じて複数個用意しておき、被検者を支持する部材に設けた取付部において取替え可能とすることが好ましい。このように保持部材を取替え可能とする場合、予め上記の対応表を作成するときに、各保持部材ごとの数値を記録しておくが良い。そして、被検体情報取得装置は、保持部材の種類を I C タグやバーコード、あるいはユーザによる入力値に基づき取得し、メモリから適切な対応表を取得すると良い。

【0073】

上記の処理により測定および画像生成時の諸条件を決定したのち、図 10 (b) に示すように実際の撮像が行われる。例えば、角度 = 15°、角度 = -15° などである。被検体情報取得装置は、探触子駆動計算部 024 によって決定された条件に従って、実施例 2 に記載の処理を実施し、3 次元画像を作成する。

【0074】

以上のシステムを用いて、未知の形態の保持部材 002 にて保持した乳房を撮像した。その結果、ゴムシートの様な形状が変化する保持部材を用いた場合でも、多重反射によるアーティファクトを除去した乳房の 3 次元超音波画像を実現した。

【0075】

[実施例 4]

本実施例において、装置の構成と基本的な動作は実施例 3 と同じである。主な相違点は、画像取得手段 025 が存在する点である。

【0076】

実施例の詳細を、図 11 を用いて説明する。

実施例 3 と同様に、保持部材 002 としてシリコンゴムシートを利用し、乳房に押し付けたシリコンゴムシートの形状が安定するのを待つ。本実施例では、撮像の前に画像取得手段 025 にて乳房側面の画像を取得する。実施例では C C D カメラを 2 台使用し、主走査方向および副走査方向の 2 側面の側面画像を取得した。

【0077】

保持部材特性算出部 023 は、C C D カメラで取得した画像に基づき、乳房におしつけられ変形したシリコンゴムの形状を抽出する。抽出手法としては既知の様々な画像処理、例えば特徴量を 2 値化処理する手法が利用できる。そして、2 側面の形状データから、シリコンゴムシートの 3 次元形状を算出する。保持部材の形状が取得できるものであれば、画像取得手段の種類や設置位置、設置数は問わない。例えば C C D カメラに変えて C M O S カメラでも良い。また、設置位置としては、探触子を構成する容器（支持体）の上端や、光出射位置の近辺などは、全体像を取得する上で効果的である。また、設置する数

10

20

30

40

50

や設置方向を増やすことで、算出する精度は向上する。

【 0 0 7 8 】

探触子駆動計算部 0 2 4 はこの情報を用いて、既知である探触子 0 0 3 と変換素子 0 0 4 の形状と音響特性、及び、マッチング材 0 0 5 と保持部材 0 0 2 であるシリコンゴムの音響特性を基に、走査領域の分割と各領域での探触子 0 0 3 の傾斜角度を決定する。後の処理は実施例 3 と同じである。

以上のシステムを用いて、シリコンゴムシートにて保持した乳房を撮像した。その結果、プレスキャンを行わずに保持部材 0 0 2 の形状を算出し、探触子の駆動条件を設定する事で、多重反射によるアーティファクトを除去した乳房の 3 次元超音波画像を実現した。

10

【 0 0 7 9 】

[実施例 5]

本実施例では、装置の構成と基本的な動作は実施例 1 から 4 と同じである。主な相違点は、被検体情報取得装置が、超音波画像装置ではなく光音響画像装置だという点である。

【 0 0 8 0 】

本実施例について、図 1 2 を用いて説明する。キャリッジ 0 0 6 には光音響波用の探触子 0 2 6 と光源 0 2 7 を取り付け、探触子 0 2 6 は傾斜調整機構 0 0 6 にて傾斜角度が調整できる。光源 0 2 7 は光源制御部 0 2 8 にて制御される。

光音響画像装置について説明する。光源 0 2 7 は、被検体に対してパルス光を照射する。本実施例では光源として、固体レーザーの一種であるチタンサファイアレーザーを採用する。光源として、固体レーザー、ガスレーザー、色素レーザー、半導体レーザーなどのレーザーが好適である。また、レーザーの代わりに発光ダイオードなどを用いても良い。光源からの光は近赤外線が好ましく用いられ、波長に関しても 6 5 0 n m から 1 1 0 0 n m 程度の波長が利用できる。実施例では 7 5 0 n m を使用している。

20

【 0 0 8 1 】

光源 0 2 7 から照射された光は、被検体 0 0 1 内を伝播して吸収される。例えば、生体に上述の近赤外線を照射すると、生体内の血液および血管において特異的に吸収され、熱膨張により音響波が発生する。生体内にがんが存在する場合は、がんの新生血管において光が特異的に吸収され、光音響波が発生する。

30

【 0 0 8 2 】

なお、本実施例では光源 0 2 7 をキャリッジ 0 0 6 に設置し、探触子 0 2 6 とともに移動させ、撮像部分に効率よく光が照射されるように設置しているが、必要な光音響波が発生出来ればキャリッジ 0 0 6 以外の個所に搭載しても構わない。この光源 0 2 7 は光源制御部 0 2 8 により制御され、1 0 H z の間隔でパルス光を照射している。

実施例で用いている光音響探触子 0 2 6 は、1 m m × 1 m m の変換素子 6 0 0 個 (2 0 × 3 0 配列) から構成される。変換素子 0 0 4 は P Z T を採用し、中心周波数は 2 M H z に調整されている。受信された光音響波は各変換素子 0 0 4 にてアナログ信号に変換される。アナログ信号は信号処理部 0 1 0 において画像データに再構成される。

以上の処理以外の一連の部分は、実施例 1 から 4 までの処理と同じである。

40

【 0 0 8 3 】

なお、本実施例では 2 D プローブを使用している。探触子 0 2 6 は、主走査方向と短辺が平行に、副走査方向と長辺が平行になるようにキャリッジ 0 0 6 に設置される。そして、長辺に平行な回転軸を用いて探触子 0 2 6 を主走査方向に傾斜するように傾斜調整機構 0 0 7 で調整している。しかし、探触子 0 2 6 の取り付けを 9 0 ° 回転させて、副走査方向に傾斜するように傾斜調整機構 0 0 7 を調整しても同じ効果が得られる。ただしこの場合は、保持部材 0 0 2 の形状等によって、最適な走査領域の分割と傾斜角度が変化する。いずれにせよ、素子面と保持部材接平面が少なくとも変換素子群の長辺に平行な回転軸に対して傾斜するように交差していれば探触子 0 2 6 を傾斜する方向は問わない。

【 0 0 8 4 】

50

傾斜角度について、光超音波画像装置と超音波装置ではアーティファクトの伝播経路に違いがあるため、算出手法が一部異なる。超音波画像装置の場合、変換素子 004 から送信された超音波が保持部材 002 との間を 2 往復以上したものがアーティファクトとなり、このエコー信号を軽減するための傾斜角を設定する。

【0085】

一方、光超音波画像装置の場合、光源 027 から光が照射されると、保持部材 002 の表面と探触子 026 の表面にて振動が生じ、それぞれ音響波が発生する。この音響波が変換素子 004 と保持部材 002 の間を多重反射したものが、アーティファクトとなる。探触子 026 表面にて発生した音響波は超音波画像装置と同じ 2 往復以上するとアーティファクトとなるが、保持部材 002 にて発生した音響波は 1.5 往復以上するとアーティファクトとなる。そのため、多重反射を受信しない傾斜角度は光音響の方が大きくなる傾向にある。また、本実施例のように探触子 026 の短辺の長さが比較的長くなると傾斜角度は大きくなる。そのため、完全に多重反射信号を受信しない角度の実現は難しくなる。

このような場合、アーティファクト信号がある閾値以下になる傾斜角度に設定するのが好ましい。本実施例では、目的の被検体画像情報の音響信号に対し 40 dB 程度にアーティファクト信号が抑えられる角度を一つの目安にしている。

【0086】

保持部材 002 の形態が既知にせよ未知にせよ、傾斜角度は超音波画像装置の場合と同様に、シミュレーションや実験の結果より対応表を作成し、その対応表より決定する。そして、保持部材 002 の形態が既知の場合は、予め走査範囲の分割と各探触子 026 の傾斜角度を設定しておく。また、未知の場合は、プレスキャンや保持部材 002 画像の取得、解析により保持部材 002 の形状を把握し、対応表より、走査範囲の分割と各探触子 026 の傾斜角度を決定し、画像を撮像すればよい。

【0087】

本実施例では厚み 1 mm のポリメチルペンテンで出来た半球のカップ形状の保持部材 002 を用いた。また、図 7 (b) に示すように 2 つのサブ走査領域を設けた。それぞれの傾斜角度は探触子 A が 10 度、探触子 B が -10 度になるように、傾斜調整機構 007 を調整した。この時探触子 026 と保持部材 002 の最短距離は 10 mm に設定している。

以上のシステムを用いて、保持部材 002 にて保持した乳房を撮像した。多重反射によるアーティファクトを軽減した乳房の 3 次元光超音波画像を実現した。

【0088】

以上、各実施例で説明したように、本発明によれば、保持部材にて保持された被検体に対して探触子を走査させる被検体情報取得装置において、探触子の変換素子面と保持部材間にて生じる多重反射を抑制し低減できる。

本発明では、曲率を持った保持部材に保持される被検体の上に探触子を走査させる被検体情報取得装置において、探触子の変換素子群の法線方向における被検体保持部材の全ての接平面に対し、探触子の素子面が交差するように探触子を傾斜させる。これにより、探触子の素子面と被検体保持部材の間で発生する多重反射が抑制される。

【符号の説明】

【0089】

002 : 保持部材, 003 : 超音波探触子, 004 : 変換素子, 008 : 駆動機構, 009 : 駆動制御部, 011 : 信号処理部

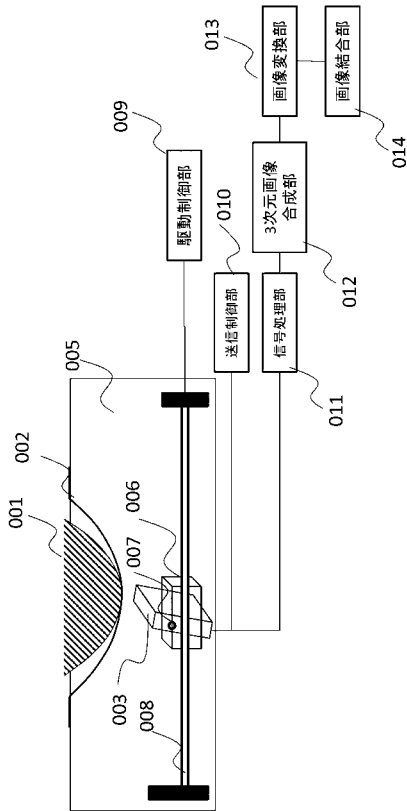
10

20

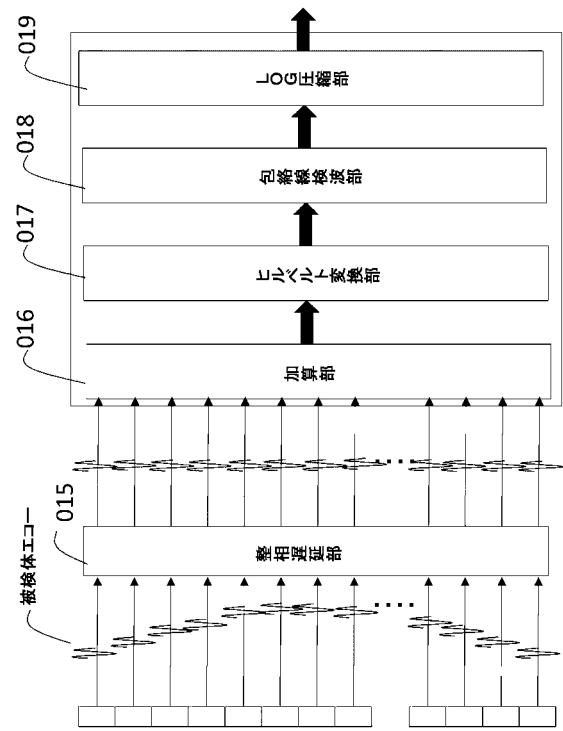
30

40

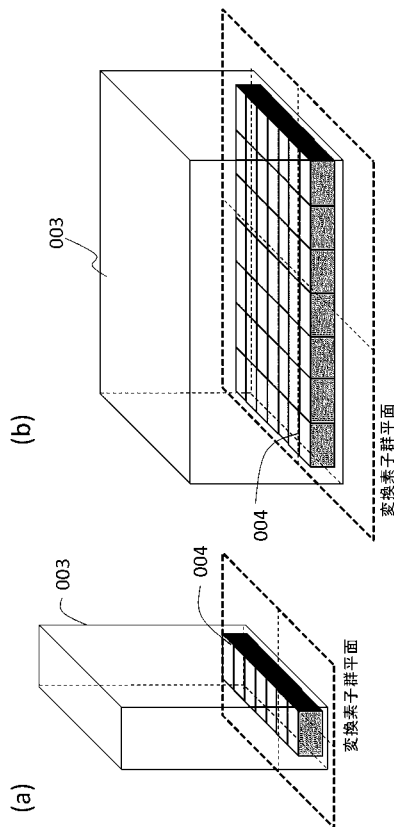
【図 1】



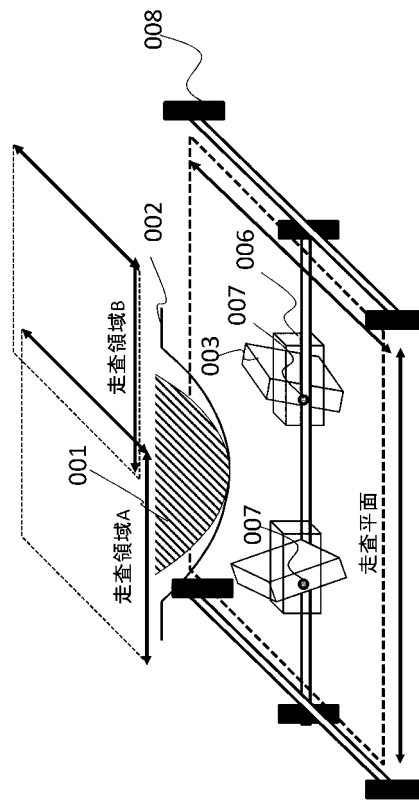
【図 2】



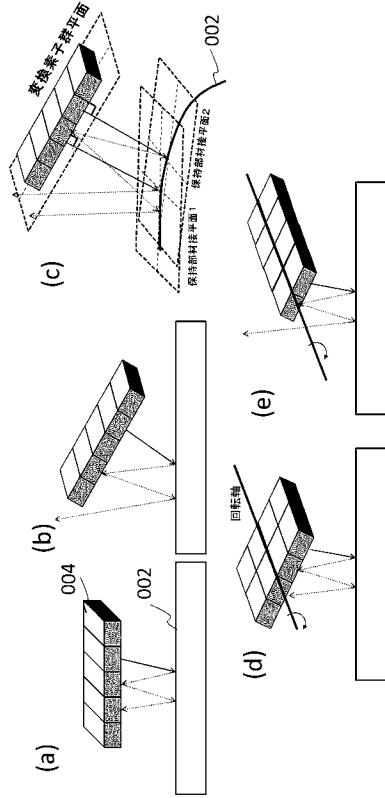
【図 3】



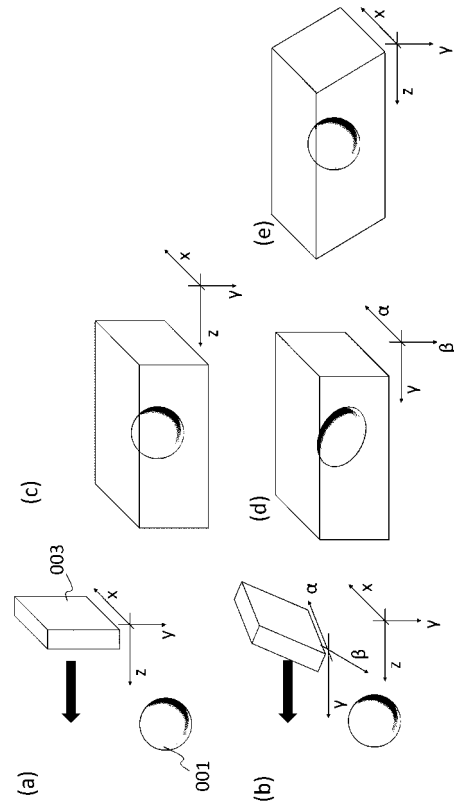
【図 4】



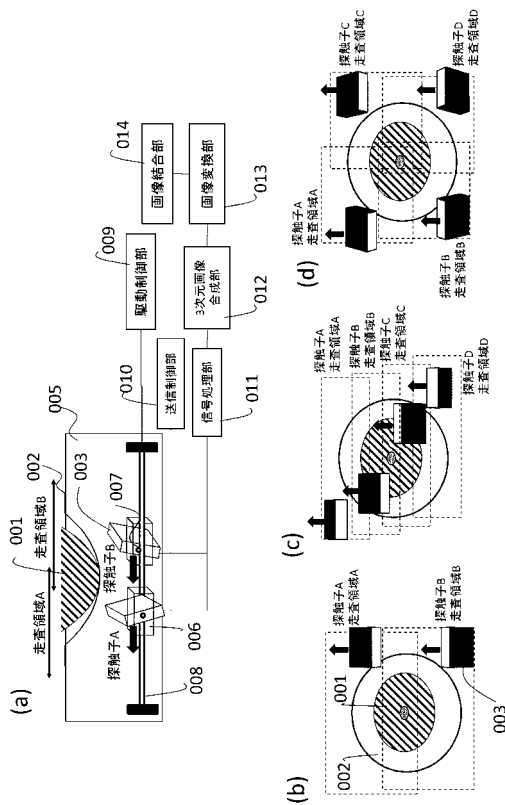
【図 5】



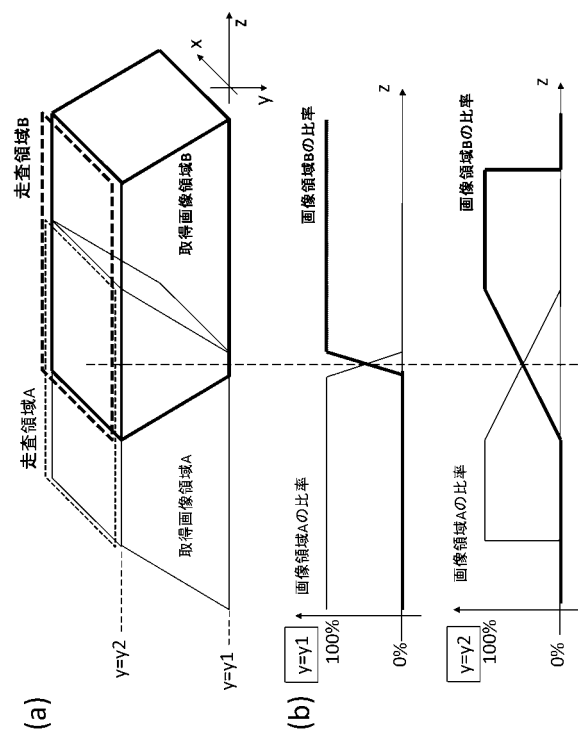
【図 6】



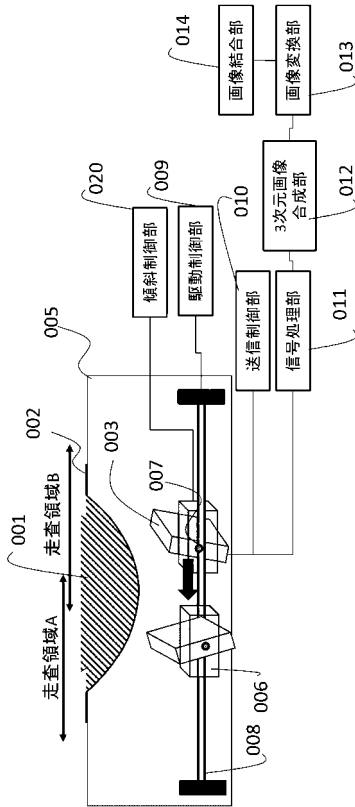
【図 7】



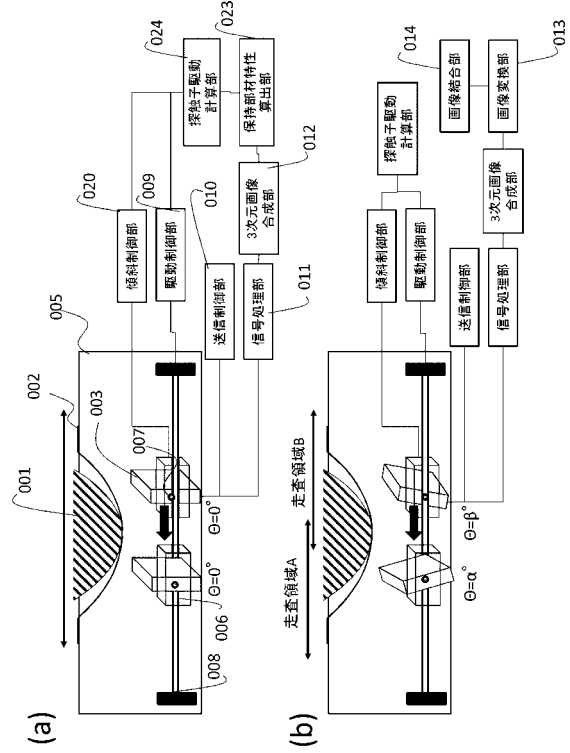
【図 8】



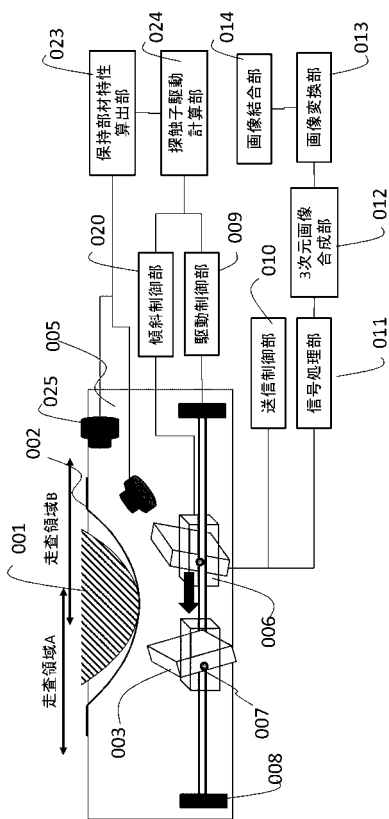
【図 9】



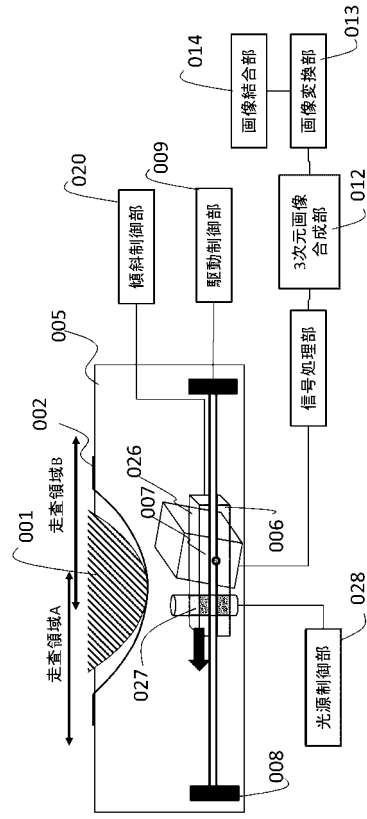
【図 10】



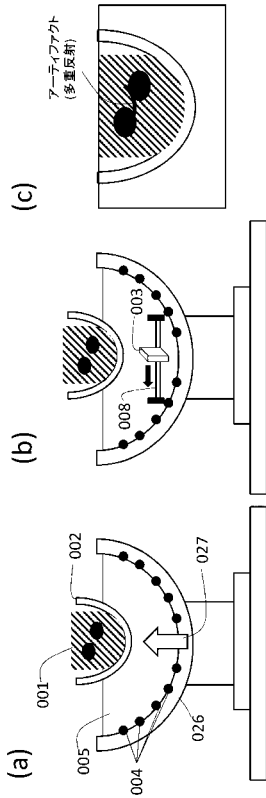
【図 11】



【図 12】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 海老澤 尚史

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) 2G047 AA12 AC13 BC13 CA04 DB02 DB03 EA07 GA03 GB02
4C601 DD08 DE16 GA11 JC15