

(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2016-101288
(P2016-101288A)

(43) 公開日 平成28年6月2日(2016.6.2)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B	8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N	29/24 (2006.01)	G 0 1 N 29/24	4 C 6 0 1
H 0 4 R	19/00 (2006.01)	H 0 4 R 19/00 3 3 0	5 D 0 1 9
A 6 1 B	8/13 (2006.01)	A 6 1 B 8/13	
A 6 1 B	8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-240695 (P2014-240695)
(22) 出願日 平成26年11月28日 (2014.11.28)

(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 100086483
弁理士 加藤 一男
(72) 発明者 笠貫 有二
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
(72) 発明者 奥田 昌宏
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 AC13 BC13 CA04 EA10 GA01
GA02 GB11
4C601 DE16 EE09 GA01 GA03 GB02
GC02
5D019 AA21 DD01 FF04 GG11

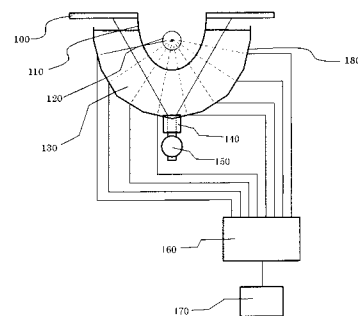
(54) 【発明の名称】 音響波プローブ、及び被検体情報取得装置

(57) 【要約】

【課題】半球面状多面体自体を走査することなく、高分解能の画像などを再構成することを可能とする音響波プローブ、超音響診断装置などの被検体情報取得装置を提供する。

【解決手段】音響波プローブ180では、複数の超音波トランスデューサ210を多角形の基板にそれぞれ備えた複数のチップ200が、半球面状多面体を構成するように配置される。被検体情報取得装置は、こうした音響波プローブ180と、音響波プローブで検出された信号を被検体の情報を表す信号に変換するための信号処理部160を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の超音波トランスデューサを多角形の基板にそれぞれ備えた複数のチップが、半球面状多面体を構成するように配置されていることを特徴とする音響波プローブ。

【請求項 2】

前記基板はシリコン基板であり、前記基板の表面に複数の静電容量型トランスデューサが配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の音響波プローブ。

【請求項 3】

複数の前記基板の多角形の形状が、合同もしくは相似であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の音響波プローブ。

【請求項 4】

前記半球面状多面体は、正多面体の一部であることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の音響波プローブ。

【請求項 5】

前記半球面状多面体は、ジオデシック構造を有することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の音響波プローブ。

【請求項 6】

複数の前記基板の多角形の形状が、合同もしくは相似の等脚台形であり、前記半球面状多面体の経度方向には、合同の等脚台形の基板が配置され、前記半球面状多面体の緯度方向には相似の等脚台形の基板が配置されることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の音響波プローブ。

【請求項 7】

前記基板の表面に配置された前記超音波トランスデューサは、2次元的に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の音響波プローブ。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の音響波プローブと、前記音響波プローブで検出された信号を被検体の情報を表す信号に変換するための信号処理部を有することを特徴とする被検体情報取得装置。

【請求項 9】

被検体に光を照射する光源を有し、
前記音響波プローブは、前記光照射により励起された被検体からの光音響波を検出することを特徴とする請求項 8 に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 10】

前記音響波プローブは、被検体からの超音波の受信を行うことを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 11】

前記音響波プローブは、被検体に向けて超音波の送信も行うことを特徴とする請求項 8 から 10 の何れか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 12】

前記信号処理部は、前記音響波プローブで検出された信号を被検体の画像信号に変換することを特徴とする請求項 8 から 11 の何れか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

【請求項 13】

前記音響波プローブは、前記半球面状多面体の内部に位置する被検体からの光音響波及び/または超音波を検出し、

前記信号処理部は、前記音響波プローブで取得された光音響波及び/または超音波の信号から被検体の生体組織像を構成することを特徴とする請求項 8 から 12 の何れか 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】

10

20

30

40

50

本発明は、音響波変換素子などとして用いられる静電容量型などのトランスデューサ（電気機械変換素子）を含む音響波プローブ、それを用いた光音響画像診断装置などの被検体情報取得装置に関する。以下、音響波は音波、超音波、光音響波などを含む用語として用いるが、超音波で代表することもある。

【背景技術】

【0002】

マイクロマシニング技術を用いた静電容量型トランスデューサ（CMUT）は、圧電素子を用いた超音波トランスデューサの代替品として研究されている。このような静電容量型トランスデューサによると、振動膜の振動を用いて音響波を送信、受信することができ、特に液中において優れた広帯域特性を容易に得ることができる。

10

【0003】

光音響画像診断装置は、被検体に光を照射し、被検体からの光音響信号を圧電素子または静電容量型のトランスデューサで受信し、受信した信号に基づいて被検体の光音響画像を構成し、診断に用いる装置である。ここでは、光源から発生したパルス光を被検体に照射し、被検体内で伝搬・拡散したパルス光のエネルギーを吸収した被検体組織から発生した光音響波（典型的には超音波）を受信し、その受信信号に基づき被検体情報をイメージング（画像化）する。このような技術の研究は医療分野で積極的に進められている。

【0004】

特許文献1には、半球面状に離散的に配置された圧電素子を用いて超音波を受信して、光音響画像を構成する光音響画像診断装置の提案がなされている。圧電素子を半球面上にらせん状に配置し、その半球面自体を走査する例が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許公開第2013/0217995号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したような離散的に超音波トランスデューサを配置した装置は、被検体全体の情報を取得するために、半球面の音響波プローブ自体を走査する必要がある。しかし、大きな半球面の音響波プローブであるために、これを精度良く走査を行うことは容易とは言い難い。また、走査により、被検体と、音響波プローブ内の各々の超音波トランスデューサとの位置関係が時間とともに変化する。従って、画像データを取得する際の位置情報を常に更新しなければならず、測定時間がかかるために、その間に被検体が動く可能性がある。このため、上述したような装置で、分解能に優れた再構成画像を取得することは容易ではない。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題に鑑み、本発明の音響波プローブは、複数の超音波トランスデューサを多角形の基板にそれぞれ備えた複数のチップが、半球面状多面体を構成するように配置されていることを特徴とする。

40

【0008】

また、上記課題に鑑み、本発明の光音響画像診断装置などの被検体情報取得装置は、前記音響波プローブと、前記音響波プローブで検出された信号を被検体の情報を表す信号に変換するための信号処理部を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、被検体を囲むことができるように半球面状多面体上に配置されたチップの各々で音響波を受信することが可能であるため、半球面状多面体自体を走査することなく、例えば、高分解能の画像を再構成することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の被検体情報取得装置である光音響画像診断装置の一例の構成図。

【図2】本発明の半球面状多面体プローブの例を示す斜視図。

【図3】ジオデシック構造の生成方法を示す図。

【図4】本発明の半球面状多面体プローブの例を示す図。

【図5】本発明の半球面状多面体プローブを構成するシリコンチップの例を示す平面図。

【図6】静電容量型トランスデューサの一例の断面構成を示す図。

【図7】静電容量型トランスデューサの作製フローの例を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明では、複数の超音波トランスデューサを多角形の基板にそれぞれ備えた複数のチップが、半球面状多面体を構成するように配置されている。こうした音響波プローブと、該音響波プローブで検出された信号を被検体の情報を表す信号に変換するための信号処理部とで、光音響画像診断装置などの被検体情報取得装置を構成することができる。本明細書において、「半球面状」は、厳密な半球面状は勿論であるが、厳密に半球面状ではない部分球面状の形状をも含む意味で用いている。また、被検体情報取得装置としては光音響診断装置が典型例であるがこれに限らない。さらに、トランスデューサは、典型的には静電容量型トランスデューサであるが、これに限らず、圧電型などのトランスデューサも使用可能である。

【0012】

以下、本発明の実施形態及び実施例について説明するが、本発明はこれらの実施形態や実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。。

<システム構成>

図1を参照しながら、本発明に係る光音響診断装置の構成例を説明する。本実施形態に係る光音響診断装置は、取り付け部100、被検体120の形状保持部110、音響マッチング材130、光学系140、光源150、信号処理部160、画像表示部170、半球面状多面体プローブ180を有する。測定は、形状保持部110に例えば被検体120の乳房を挿入して行われる。光源150から発生したパルス光は、光学系140を介して半球面状多面体プローブ180の頂点近傍から、形状保持部110を通り、被検体120に照射される。被検体内部を伝播した光のエネルギーの一部が血液などの光吸収体に吸収されると、その被検体120の光吸収体の熱膨張により光音響波が発生する。被検体120で発生した光音響波はすべての方向に伝播し、音響マッチング材130を伝播して半球面状多面体プローブ180の各々のトランスデューサで受信され、処理部160において解析される。解析結果は、例えば被検体120の特性情報を表す画像として画像表示部170に出力される。

【0013】

<光源150>

光源150は、パルス光を発生させる装置である。光源はレーザー光源であることが望ましいが、発光ダイオードやフラッシュランプ等を用いることもできる。照射のタイミング、波形、強度等は不図示の光源制御部により制御される。

【0014】

光音響波を効果的に発生させるためには、被検体120の熱特性に応じて十分短い時間に光を照射しなければならない。被検体120が生体である場合、光源から発生するパルス光のパルス幅は10ナノ秒～50ナノ秒程度が好適である。また、パルス光の波長は、被検体内部まで光が伝播する波長であることが望ましい。具体的には、600nm以上1200nm以下程度であることが望ましい。この領域の光は、比較的、生体深部まで到達することができ、深部の情報を得ることができる。さらに、パルス光の波長は観測対象に対して吸収係数が高いことが望ましい。

【0015】

10

20

30

40

50

< 光学系 140 >

光学系 140 は、光源 150 で発生したパルス光を被検体 120 へ導く手段である。具体的には、所望のビーム形状、光強度分布が得られるように、光ファイバやレンズ、ミラー、拡散板などで構成された光学部材ないし光学機器である。また光を導く際に、これらの光学機器を用いて、所望の光強度分布などとなるように形状や光密度を変更することもある。光学機器はここにあげたものだけに限定されず、このような機能を満たすものであれば、どのようなものであってもよい。

【 0016 】

< 形状保持部 110 >

形状保持部 110 は、被検体 120 の形状を一定に保つための部材である。形状保持部 110 は、取り付け部 100 に取り付けられている。形状保持部 110 を介して被検体 120 に光を照射する場合、形状保持部 110 は照射光に対して透明であることが好ましい。形状保持部 110 の材料としては、例えば、ポリメチルペンテンやポリエチレンテレフタレートなどを用いることができる。

10

【 0017 】

また、被検体 120 が乳房である場合、乳房形状の変形を少なくして形状を一定に保持するために、形状保持部 110 の形状は、球を或る断面で切った形状（部分球面形状）であることが好ましい。なお、被検体 120 の体積や保持後の所望の形状に応じて、形状保持部 110 の形状を適宜設計することができる。形状保持部 110 が被検体 120 の外形にフィットし、被検体 120 の形状が形状保持部 110 の形状とほぼ同様になるように構成されていることが好ましい。なお、超音響診断装置は、形状保持部 110 を用いることなく、被検体の測定を行ってもよい。

20

【 0018 】

< 被検体 120 >

被検体 120 は測定の対象となるものである。具体例としては、乳房等の生体や、装置の調整などにおいては生体の音響特性と光学特性を模擬したファントムが挙げられる。

【 0019 】

< 音響マッチング材 130 >

音響マッチング材 130 は、被検体 120 と半球面状多面体プローブ 180 との間の空間を満たし、被検体 120 と半球面状多面体プローブ 180 との間を音響的に結合させるためのものである。本実施形態では、半球面状多面体プローブ 180 と形状保持部 110 との間に音響マッチング材 130 を配置することができる。また、形状保持部 110 と被検体 120 との間にも、音響マッチング材 130 を配置している。半球面状多面体プローブ 180 と形状保持部 110 との間、及び形状保持部 110 と被検体 120 との間に、それぞれ異なる材料の音響マッチング材 130 を配置してもよい。

30

【 0020 】

なお、音響マッチング材 130 は、その内部で超音響波が減衰しにくい材料であることが好ましい。また、音響マッチング材 130 は、光源 150 で発生するパルス光を透過する材料であることが好ましい。さらに、音響マッチング材 130 は液体であることが好ましい。具体的には、音響マッチング材 130 として、水、ひまし油、ジェルなどを用いることができる。

40

【 0021 】

< 半球面状多面体プローブ 180 >

図 2 は半球面状多面体プローブ 180 の例を示す。半球面状多面体プローブ 180 は、被検体 120 の内部で発生した超音響波をアナログの電気信号に変換する手段である。図 2 に示す半球面状多面体プローブ 180 は、複数の静電容量型トランスデューサ（CMUT）が二次元的に配置されたシリコンチップ（基板）200 により多面体の各々の面が構成されている。チップは、静電容量型などのトランスデューサをシリコン基板以外の基板に配置して構成することもできる。

【 0022 】

50

シリコンチップ200の形状は、半球面状を近似できるように配置できれば、どのような多角形であってもよい。また、そのような多角形のチップを配置する多面体として最も簡単なものとしては、正4面体、正8面体、正12面体、正20面体といった正多面体や、等面菱形多面体がある。等面菱形多面体とは、面が全て同一の菱形のみで構成されているゾーン多面体であり、菱形12面体、菱形20面体、菱形30面体などがある。これらは、その構成する多角形が合同であり、一種類の形状のシリコンチップ200で構成することができる。互いに合同の形状を有するチップを用いることで、チップ間での特性のバラツキが大きくなることを抑制できる。

【0023】

前記正多面体は球面の近似としては粗いため、さらに多面体数を増加させる構造としては、ジオデシック構造による多面体がある。ジオデシック構造は、球面に内接する3角形の面で構成された多面体構造をいう。多くは次のようにして造ることができる。即ち、正多面体を構成する各正3角形を更に細かい正3角形に分割し、分割した正3角形の頂点の中で、外接球上にない点を外接球の中心から球面上に投影する。そして、投影してできた点を新たな頂点とした3角形によって、すべての頂点で球面に内接する3角形で構成された多面体構造を造ることができる。このような新たな3角形は必ずしも正3角形にはならず、正3角形と2等辺3角形の組み合わせになる。元になる正多面体の面数を多くし、かつ分割数を大きくすることにより、十分に球面に近づけることができる。元になる多面体としては、面数の多い正20面体を元にすることが好ましい。

【0024】

正3角形を分割する方法は、正3角形の辺を等分割する方法と、各辺をそれに直交する線分で分割する方法があるが、いずれでも構わない。以下、前者の方法について図3により説明する。まず図3(a)の如く、正20面体を構成する正3角形の一辺を任意の数で等分する。ここでは3等分している。次に、分割した点を繋いで交点をとる。さらに図3(b)、(c)の如く、正20面体の外接球に対して、その球の中心と先の交点a,b,c,d,e,f,gとをそれぞれ通る線を結び、その線が球面上で交わる点を求める。そして、外接球上にある、元の多面体の頂点A,B,Cと新しくできた交点a',b',c',d',e',f',g'とを繋ぐと、頂点がすべて球面上にある3角形で構成する多面体ができる。このような多面体は正多面体ではないが、各々の3角形は正3角形に近く、分割数を増やすことにより、球面に近くすることができる。図2は正3角形を二等分した80面体の例を示す。

【0025】

図4は別の半球面状多面体の例を示す。ここでは、所望の円周角ずつ経線に沿って、等脚台形の形状をしたシリコンチップ200が並べられている。同じ緯度にある等脚台形は同じサイズであり、緯線に沿っては相似形になっている。すなわち、この多面体の音響波プローブでは、半球面状多面体の経度方向には、合同の等脚台形の基板が配置され、半球面状多面体の緯度方向には相似の等脚台形の基板が配置されている。このような等脚台形は外接する球面上にすべての頂点があるため、球の中心点から多面体の各点を通る球面への投影点の対応が簡便であり、かつ多面体の面数を増加させることにより、容易に球面への近似精度を上げることができる。

【0026】

このような半球面状多面体プローブ180を用いることにより、360度×180度の半球面上で光音響信号を受信することが可能となるため、音響波プローブを被検体130に対して走査することなく、被検体から発生する光音響波を検出することが可能となる。シリコンチップ200は、多面体のドームを金属やセラミック、樹脂等により形成し、その対応する場所にチップを貼り付けることで球面状多面体を形成することができる。或いは、多面体形状をしたフレームを形成し、その枠部分にチップを貼り付けるなどして球面状多面体を形成できる。しかし、これ以外の方法であってもよい。

【0027】

<シリコンチップ200>

次に、静電容量型トランスデューサ(CMUT)を配置したシリコンチップ200につ

10

20

30

40

50

いて図5を用いて説明する。図5は、静電容量型トランスデューサの各素子210を配置したシリコンチップ210を示す。図6は、図5のA-A'断面図である。静電容量型トランスデューサは、第一の電極320と、第一の電極320上の第一の絶縁膜330と、間隙360を隔てて形成された第二の絶縁膜340と第二の絶縁膜340上の第二の電極370とを含む振動膜400と、を備えた素子210である。こうした素子が複数個集まって静電容量型トランスデューサ部を形成している。後述するように、図6において、300はシリコン基板、310はシリコン基板300と第一の電極320間を絶縁する第三の絶縁膜、350は間隙360を封止する封止膜、380は封止部である。図5では、シリコンチップ上に45個の素子210を記載しているが、トランスデューサが、チップ上の素子45個から構成されている必要はなく、いくつかの個数の素子210で1つのトランスデューサを形成しても構わない。また、素子210の配列は格子状の配置でも千鳥配置でもハニカム配置でも、2次元的であれば、どのような配列でも構わない。さらに、素子210の上面形状は円形に限らず、長方形でも正方形や六角形でも構わない。

10

20

30

40

50

【0028】

図6の静電容量型トランスデューサは、電圧印加手段で第一の電極320にバイアス電圧を印加することができる。第一の電極320にバイアス電圧が印加されると、第一の電極320と第二の電極370の間に電位差が生じる。この電位差により、振動膜の復元力と静電引力が釣り合うところまで振動膜400は変位する。この状態で、音響波が振動膜400に到達すると、振動膜400が振動することで第一の電極320と第二の電極370の間の静電容量が変化して第二の電極370に電流が流れる。この電流を音響波の電気信号として取り出すことができる。

【0029】

受信の際には、不図示のシステム制御部から指示された受信のバイアス電圧に従い、バイアス電圧制御部から印加されたバイアス電圧が印加される。被検体から発生した光音響波をトランスデューサで受信した受信信号は受信プリアンプで増幅され、処理部160に送られる。シリコンチップ210の表面には、接着剤を介して光反射膜が形成されている。光反射膜は、光源からの反射光が静電容量型トランスデューサに照射されることによるノイズ発生を抑制するためのものである。光反射膜としては、レーザー光を反射するものであればよく、例えばPETフィルム上にAu等の蒸着膜を形成することで構成される。シリコン基板と光反射膜との接着に関しては、シリコン系の接着を用いることができるが、これに限らない。なお、第一の電極320と第二の電極370間に駆動信号電圧を印加することで振動膜400を振動させ、音響波を送信することもできる。

【0030】

<シリコンチップ200の製造方法>

図7を用いて静電容量型トランスデューサが搭載されたシリコンチップ200の製造方法の一例を示す。図7(a)に示すように、基板300上に第三の絶縁膜310を形成する。基板300はシリコン基板であり、第三の絶縁膜310は第一の電極320との絶縁を形成するためのものである。次に第一の電極320を形成する。第一の電極320は、表面粗さが小さい導電材料が望ましく、例えば、チタン、タングステン、アルミ等である。第一の電極320の表面粗さが大きい場合、表面粗さによる第一の電極と第二の電極間の距離が、各素子間でばらついてしまうため、表面粗さが小さい導電材料が望ましい。次に、第一の絶縁膜330を形成する。第一の絶縁膜330は、表面粗さが小さい絶縁材料が望ましく、第一の電極と第二の電極との間に電圧が印加された場合の第一の電極と第二の電極間の電氣的短絡或いは絶縁破壊を防止するために形成する。また、本工程の後工程で実施する犠牲層除去時に第一の電極320がエッチングされることを防止するために形成する。第一の絶縁膜330は、例えば、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜等である。

【0031】

次に、図7(b)に示すように、犠牲層361を形成する。犠牲層361は、後に間隙360となる。犠牲層361は表面粗さが小さい材料が望ましい。犠牲層の表面粗さが大きい場合、表面粗さにより、第一の電極と第二の電極間の距離が各素子間でばらついてし

まうため、表面粗さが小さい犠牲層が望ましい。また、犠牲層を除去するエッチングの時間を短くするために、エッチング速度の速い材料が望ましい。犠牲層材料としては、例えば、アモルファスシリコン、ポリイミド、クロム等が挙げられる。クロムのエッチング液は、窒化シリコン膜或いは酸化シリコン膜をほぼエッチングしないので、絶縁膜及び振動膜が窒化シリコン膜或いは酸化シリコン膜の場合、望ましい。

【0032】

次に、図7(c)に示すように、第二の絶縁膜340を形成する。第二の絶縁膜340は、低い引張り応力が望ましい。例えば、500MPa以下の引張り応力がよい。窒化シリコン膜は応力コントロールが可能であり、500MPa以下の低い引張り応力にすることができる。振動膜が圧縮応力を有する場合、振動膜がスティッキング或いは座屈を引き起こし、大きく変形する。また、大きな引張り応力の場合、第二の絶縁膜340が破壊されることがある。従って、第二の絶縁膜340は、低い引張り応力が望ましい。例えば、応力コントロールが可能で、低い引張り応力にできる窒化シリコン膜である。

10

【0033】

次に、図7(c)に示すように、第二の電極370を形成する。第二の電極370は、残留応力が小さい材料が望ましく、アルミニウム、アルミシリコン合金やチタンなどの金属があげられるが、これに限らない。

【0034】

次に、図7(d)に示すように、第二の絶縁膜340にエッチングホール381を形成する。エッチングホール381は、犠牲層361をエッチングして除去するためにエッチング液或いはエッチングガスを導入するための孔である。その後、犠牲層361を除去して間隙360を形成する。犠牲層除去方法は、ウェットエッチングやドライエッチングなどが好ましく、犠牲層材料としてクロムを用いた場合は、ウェットエッチングが好ましい。

20

【0035】

次に図7(e)に示すように、エッチングホール381を封止する為に、封止膜350及び封止部380を形成する。第二の絶縁膜340と第二の電極370と封止膜350で振動膜400が形成される。封止材料として、第二の絶縁膜340と同じ材料であれば密着性が高い為、好ましい。第二の絶縁膜340が窒化シリコンの場合、封止膜も窒化シリコンが好ましい。図7では、第二の電極370が第二の絶縁膜340と封止膜350で挟まれた構成を一例として示した。しかし、第二の絶縁膜340を形成した後にエッチングホール381を形成して犠牲層エッチングを行い、その後、封止膜350を形成した後に第二の電極370を設けることもできる。ただし、第二の電極370が最表面に露出していると異物などにより素子がショートする可能性が高くなるため、第二の電極370は絶縁膜中に設けることが好ましい。

30

【0036】

以上の工程を経ることで図6のような静電容量型トランスデューサの素子を作製することができる。多角形状のシリコンチップにするためには、基板を矩形以外の形状にダイシングすることが必要になる。そのようなダイシングとしてはステルスダイシングを用いることができる。ステルスダイシングは、半導体ウエハに対して透過性のある波長のレーザー光をウエハの内部にフォーカスして高いパワー密度のビームをつくると、或る密度以上で高い吸収特性を示す現象が発生することを利用するものである。これにより、ウエハ内のフォーカス近傍にステルスダイシング層が形成される。そして、ダイシング後にダイシングテープをエキスパンドすることにより劈開が発生して、チップ分離することができる。シリコンチップの場合、赤外線のパルスレーザーを用いて行うことができる。パルス光を任意の形状に照射することができるため、種々な形状に対してチップ分離することができる。ダイシングの方法は、もちろんこれに限られることはなく、レーザー光切断等を用いることもできる。

40

【0037】

< 処理部160 >

50

光音響波は半球面状多面体プローブ180に配置された静電容量型トランスデューサにより検出される。被検体から発生した光音響波は、ほぼ360度×180度の方向について検出される。画像再構成に関しては、例えば、トモグラフィー技術で通常に用いられるタイムドメイン或いはフーリエドメインでの逆投影などが用いられる。高解像度の3次元画像を取得するために、フーリエドメイン法がよく用いられるが、これに限られるわけではない。ここで、被検体120の部位から放射された光音響波の強度は、処理部160で算出される。

【0038】

画像形成処理を高速化するために、処理部160は、静電容量型トランスデューサの位置と被検体120の部位の位置と受信時刻とで定まる値を、半球面状多面体の球の半径の関数として算出して、その係数をメモリーに記憶させている。また、処理部160は、2次元的に配置された静電容量型トランスデューサの各々に対して、半球面状多面体に外接する球面上に投影された仮想の静電容量型トランスデューサの受信信号として得るために、次の乗算を行う。すなわち、対応する所望の半径の位置にある前記係数をメモリーより取得して、この係数を各トランスデューサの受信信号に乗算し、この乗算結果を各部位について累積することにより、画像データを形成する。このような球面上での画像データを算出し、この画像データをフーリエドメイン法により画像処理することにより、高い分解能の被検体の3次元画像を画像表示部170に表示することができる。

【0039】

上記実施形態では、被検体に光を照射する光源を有し、音響波プローブは、光照射により励起された被検体からの光音響波を検出するが、前記音響波プローブは、被検体からの反射超音波を受信することもできる。こうした構成において、前記音響波プローブは、被検体に向けて超音波の送信を行うこともできる。或いは、他のトランスデューサが被検体に向けて超音波の送信を行ってもよい。つまり、音響波プローブは、半球面状多面体の内部に位置する被検体からの光音響波及び/または超音波を検出し、信号処理部は、音響波プローブで取得された光音響波及び/または超音波の信号から被検体の生体組織像などを構成することができる。

【0040】

こうしたパルスエコー（超音波の送受信）について説明する。ここでは、超音波の送信信号を基にして、複数のトランスデューサから、被検体に向かって超音波が出力（送信）される。被検体の内部において、内在する物質の固有音響インピーダンスの差により、超音波が反射する。反射した超音波は、複数のトランスデューサで受信され、受信信号の大きさや形状、時間の情報が超音波受信信号として信号処理部に送られる。一方、送信超音波の大きさや形状、時間の情報は超音波送信情報として、信号処理部で記憶される。信号処理部では、超音波受信信号と超音波送信情報を基に被検体の画像信号などを生成して、超音波送受信の再現画像情報などとして出力する。画像表示部では、光音響信号による再現画像情報などと、超音波送受信による再現画像情報などの2つの情報を基に、被検体を画像などとして表示することができる。こうして、より情報量の多い画像などを取得、表示できる。

【0041】

（実施例1）

上記実施形態で記載した光音響画像診断装置についての具体的な例を説明する。光源としては、近赤外ナノパルスレーザーを用いる。ここでは、チタンサファイアレーザーを用い、励起源としては、Nd:YAGレーザーを使用する。800nm付近の波長を照射し、光音響信号を発生させる。被検体としては乳房用ファントムを用いる。形状保持部はポリメチルペンテンのフィルムを使用する。音響マッチング材は、形状保持部と半球面状多面体プローブの間に水を充填する。

【0042】

半球面状多面体プローブは、正20面体を構成する正三角形の1辺を3分割することにより得られる180面体のジオデシック構造とする。多面体の要素となる多角形は2種類

10

20

30

40

50

の2等辺3角形である。球面への近似を上げるには、同様の方法で分割数を上げれば、320面体、500面体とすることができる。球面の半径は約50mmとする。

【0043】

シリコンチップには、上記実施形態で述べた方法により、CMUTの素子を形成する。第一電極としてはタンゲステン、第二電極としてはアルミニウムを用いる。振動膜はシリコン窒化膜である。振動膜の形状は円形として、その配置は、ハニカム配置として基板上に配置する。静電容量型トランスデューサは複数の素子群から構成され、約1mmピッチで並んでいる。このように形成されたシリコンチップをステルスダイシングにより分離して、二等辺三角形の形状をした面要素を形成するシリコンチップを得る。

【0044】

シリコンチップの上には、シリコン接着剤により光反射膜が接着されている。光反射膜は、12ミクロンのPETフィルム上に真空蒸着により形成したAu膜を用いる。半球面状多面体は、180面体構造のフレームを作成して、前述したシリコンチップの外周部分をそのフレームに沿って貼り付けることで作成する。フレームにはステンレスを用いる。シリコンチップの裏側には電流電圧変換回路が設けてあり、前述した第一電極と第二電極間の容量変化による微小電流を電圧に変換している。裏面への配置は、シリコンチップの端部に接続したフレキシブル配線をチップ裏面に回すことにより電流電圧変換回路と接続している。また、互いに隣接しているシリコンチップの間は封止材を充填することにより、音響媒体である水が漏洩しないように封止されている。

【0045】

このように形成された半球面状多面体構造のプロープの頂点部分には、励起源を透過させるための窓が形成されている。窓材はサファイアを用いる。プロープの外側には光源が設置されている。光源は、レーザー以外にレンズや拡散板等の光学部品で構成され、乳房全体に照射されるような分布を有しており、光は数10ナノ秒以下のパルス幅で照射される。これにより乳房全体が光励起され、光音響波を発生し、その光音響波を半球面状多面体に高密度に実装された静電容量型トランスデューサにより受信することができる。そのため、乳房全体の画像情報を取得することができる。

【0046】

半球面状多面体の各素子から得られた受信信号は、処理部に送られる。時系列の受信信号はデジタル信号に変換され、保存される。保存された受信信号データに基づいて空間的な二次元、三次元の被検体情報が生成される。半球面状多面体からの時系列データは、プロープと被検体との位置関係が固定され、スキャン動作がないために、位置関係を逐次更新する必要がない。そのため、高密度実装されているにも拘らず、その画像再構成には多くの時間を費やす必要がない。画像再構成アルゴリズムは、タイムドメインあるいはフーリエドメインでの逆投影を用いる。

【0047】

また、形状保持部や音響マッチング材からの光音響波への影響に関しては、予めその情報を取得して記憶させておき、被検体からの情報を取得するときに、読み出してその影響を除くことができる。このようにして光音響波の受信信号は画像再構成アルゴリズムに基づく処理を施すことにより、被検体情報を取得することができる。本工程で得られた被検体情報は、被検体から発生した光音響波をほぼ360度×180度に亘る方向で受信して処理することにより、被検体情報の分解能及び定量性は高くなった。

【符号の説明】

【0048】

120・・・被検体、150・・・光源、160・・・信号処理部、180・・・音響波プロープ、200・・・シリコンチップ(チップ)、210・・・超音波トランスデューサ(素子)

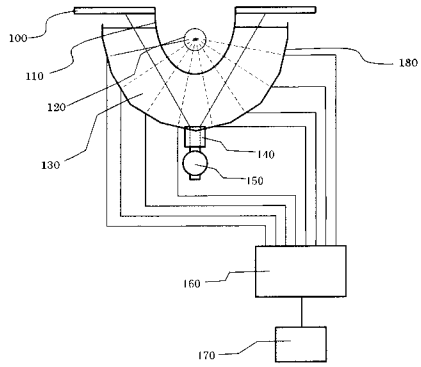
10

20

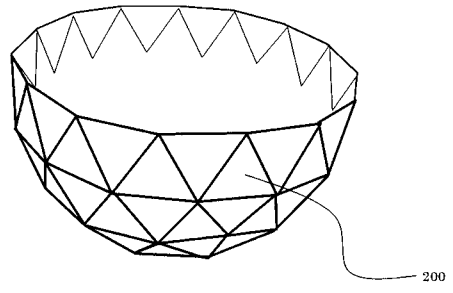
30

40

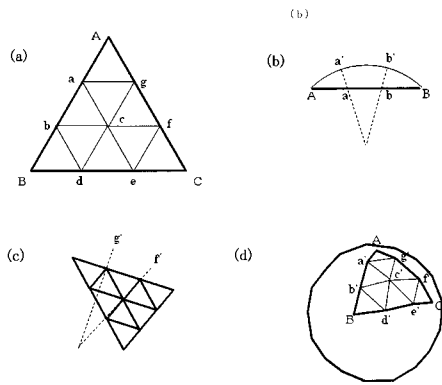
【 図 1 】



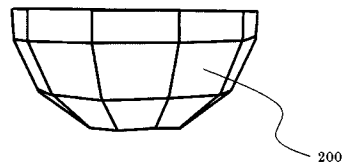
【 図 2 】



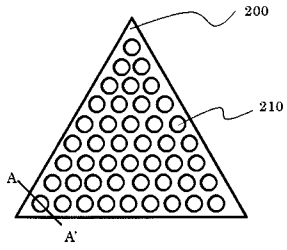
【 図 3 】



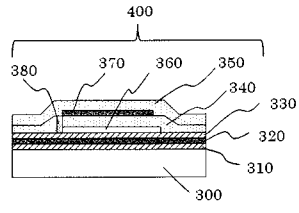
【 図 4 】



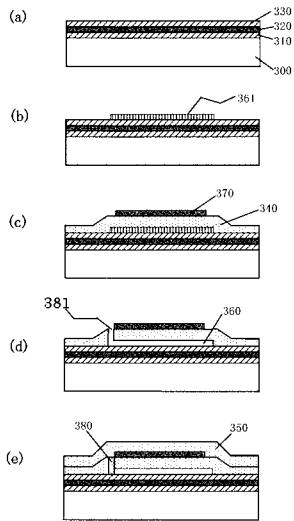
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



专利名称(译)	声波探测器和对象信息获取装置		
公开(公告)号	JP2016101288A	公开(公告)日	2016-06-02
申请号	JP2014240695	申请日	2014-11-28
[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	笠貫有二 奥田昌宏		
发明人	笠貫 有二 奥田 昌宏		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R19/00 A61B8/13 A61B8/14		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R19/00.330 A61B8/13 A61B8/14		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BC13 2G047/CA04 2G047/EA10 2G047/GA01 2G047/GA02 2G047/GB11 4C601/DE16 4C601/EE09 4C601/GA01 4C601/GA03 4C601/GB02 4C601/GC02 5D019/AA21 5D019/DD01 5D019/FF04 5D019/GG11		
代理人(译)	加藤一夫		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：本发明提供一种声学探头可重构高分辨率图像和不扫描半球形多面体等，受试者信息取得装置，例如光声诊断device.

SOLUTION：在声波探测器180，多个芯片200包括多个在各自的多边形基板超声换能器210被布置，从而构成一个半球形多面体。受试者信息取得装置包括声波探测器180和信号处理单元160，用于转换由声波探头成表达对subject.SELECTED描绘信息的信号检测到的信号：图1

