

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6429759号
(P6429759)

(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4R	19/00	(2006.01)	HO4R	19/00	330
A61B	8/14	(2006.01)	A61B	8/14	
HO4R	3/00	(2006.01)	HO4R	3/00	320
HO4R	19/04	(2006.01)	HO4R	19/04	

請求項の数 16 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-209430 (P2015-209430)	(73) 特許権者	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
(22) 出願日	平成27年10月24日(2015.10.24)	(74) 代理人	100086483 弁理士 加藤 一男
(65) 公開番号	特開2017-85257 (P2017-85257A)	(72) 発明者	加藤 綾子 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
(43) 公開日	平成29年5月18日(2017.5.18)	(72) 発明者	虎島 和敏 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
審査請求日	平成29年12月20日(2017.12.20)	(72) 発明者	香取 篤史 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電容量型トランスデューサ及びそれを備える情報取得装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

間隔を隔てて形成された二つの電極のうちの一方向の電極を含む第一の振動膜が振動可能に支持された第一のセルを有する第一のサブエレメントと、間隔を隔てて形成された二つの電極のうちの一方向の電極を含む第二の振動膜が振動可能に支持された第二のセルを有する第二のサブエレメントと、を含むエレメントと、

前記第一の振動膜の変位により前記第一のセルの二つの電極の間の容量変化で生じる信号を検出可能な第一の検出回路と、

前記第二の振動膜の変位により前記第二のセルの二つの電極の間の容量変化で生じる信号を検出可能な第二の検出回路と、

前記第一の検出回路と前記第二の検出回路とからの信号を合算する合算回路と、を有する静電容量型トランスデューサであって、

前記第一のサブエレメントは前記第一の検出回路に電気的に接続され、

前記第二のサブエレメントは前記第二の検出回路に電気的に接続され、

前記第一の検出回路のカットオフ周波数と前記第二の検出回路のカットオフ周波数が異なることを特徴とする静電容量型トランスデューサ。

【請求項2】

前記第一の検出回路と前記第二の検出回路は、それぞれ、トランスインピーダンス回路を含むことを特徴とする請求項1に記載の静電容量型トランスデューサ。

【請求項3】

前記第一のサブエレメントと前記第二のサブエレメントは同心円状または同心多角形状に配置され、

前記第一のサブエレメントは前記第二のサブエレメントの内側に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の静電容量型トランスデューサ。

【請求項 4】

前記第一の検出回路のカットオフ周波数は、前記第二の検出回路のカットオフ周波数よりも高いことを特徴とする請求項 3 に記載の静電容量型トランスデューサ。

【請求項 5】

前記第一のサブエレメントの前記第一のセルが有する前記二つの電極のうち前記第一の検出回路に接続されていない電極と、前記第二のサブエレメントの前記第二のセルが有する前記二つの電極のうち前記第二の検出回路に接続されていない電極と、が共通であ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静電容量型トランスデューサ。

10

【請求項 6】

前記第一のセルと前記第二のセルとの形状が同一であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の静電容量型トランスデューサ。

【請求項 7】

前記第一のサブエレメントと前記第二のサブエレメントとの出力電流のピーク周波数が、前記第一の検出回路のカットオフ周波数と前記第二の検出回路のカットオフ周波数の間にあり、前記第一のサブエレメントの前記第一のセルのセル数が前記第二のサブエレメントの前記第二のセルのセル数よりも多いことを特徴とする請求項 6 に記載の静電容量型トランスデューサ。

20

【請求項 8】

前記第一のサブエレメントの前記第一のセルのセル数が、全セル数に対して 55% ~ 95% の範囲であることを特徴とする請求項 7 に記載の静電容量型トランスデューサ。

【請求項 9】

前記第一のサブエレメントと前記第二のサブエレメントとの出力電流のピーク周波数が、前記第一の検出回路のカットオフ周波数と前記第二の検出回路のカットオフ周波数よりも大きく、前記第一のサブエレメントの前記第一のセルのセル数と前記第二のサブエレメントの前記第二のセルのセル数が同一であることを特徴とする請求項 6 に記載の静電容量型トランスデューサ。

30

【請求項 10】

前記第一のサブエレメントの前記第一のセルのセル数が、エレメントを構成する全セル数に対して 25% ~ 75% の範囲であることを特徴とする請求項 9 に記載の静電容量型トランスデューサ。

【請求項 11】

前記第一のサブエレメントの受信感度のピーク値と、前記第二のサブエレメントの受信感度のピーク値との比が 0.5 以上、0.9 以下であ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静電容量型トランスデューサ。

【請求項 12】

前記第一のサブエレメント及び前記第二のサブエレメントの少なくともいずれか一方において、前記二つの電極のうち一方の電極に直流電圧が印加され、前記二つの電極のうち他方の電極に交流電圧が印加されることで、音響波を送信することができ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静電容量型トランスデューサ。

40

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の静電容量型トランスデューサと、光を出射する光源と、処理部と、を有し、

前記静電容量型トランスデューサは、前記光源から出射されて被検体に照射された前記光によって生じる光音響波を検出して検出信号を出力し、

前記処理部は、前記検出信号を処理することで前記被検体の情報を取得することを特徴とする情報取得装置。

50

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 1 2 のいずれか一項に記載の静電容量型トランスデューサと、処理部と、を有し、

前記静電容量型トランスデューサは超音波を送信可能であり、
前記静電容量型トランスデューサは、前記静電容量型トランスデューサから送信された超音波が被検体に照射されて生じた音響波を検出して検出信号を出力し、
前記処理部は、前記検出信号を処理することで前記被検体の情報を取得することを特徴とする情報取得装置。

【請求項 1 5】

前記静電容量型トランスデューサは超音波を送信可能であり、

前記静電容量型トランスデューサと前記処理部との間で信号を送受信する回路部と、前記処理部と前記回路部とを制御する制御部と、を有することを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 に記載の情報取得装置。

【請求項 1 6】

前記処理部は、前記検出信号を処理することで前記被検体の画像情報を取得し、
前記画像情報に基づいて、前記被検体の画像を表示する表示部を有することを特徴とする請求項 1 3 乃至 1 5 のいずれか一項に記載の情報取得装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静電容量型トランスデューサ、及びそれを備える超音響装置などの情報取得装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、マイクロマシニング技術によって製造される微小機械部材はマイクロメータオーダーの加工が可能であり、これらを用いて様々な微小機能素子が実現されている。このような技術を用いた静電容量型トランスデューサ (Capacitive micromachined ultrasonic transducers (以下 C M U T と略することがある)) は、圧電素子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超音波等を送信、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得ることができる。

【0003】

こうした技術として、バネ定数が高い振動膜を有するセルとバネ定数が低い振動膜を有するセルとを複数有することにより、広帯域特性を実現する静電容量型トランスデューサが存在する (特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 5 8 7 0 3 5 1 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

バネ定数が高い振動膜を有するセルとバネ定数が低い振動膜を有するセルとを複数有することにより広帯域特性を実現する静電容量型トランスデューサを用いて、共通電極から共通電圧を印加して送信、受信駆動を行うことができる。その場合、バネ定数が高い振動膜を有するセルとバネ定数が低い振動膜を有するセルとで、受信時での振動膜の振動を電気信号に変換する変換効率、あるいは送信時での電気信号を振動膜の振動に変換する変換効率が異なる。従って、広帯域特性を実現することができる一方、バネ定数が異なる振動膜をそれぞれ有するセルの変換効率が異なる。そのため、変換効率が小さい方に感度が制限されてしまっていて、送信あるいは受信感度が低下してしまうことがある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

上記課題に鑑み、本発明の静電容量型トランスデューサは、間隔を隔てて形成された二つの電極のうち一方の電極を含む第一の振動膜が振動可能に支持された第一のセルを有する第一のサブエレメントと、間隔を隔てて形成された二つの電極のうち一方の電極を含む第二の振動膜が振動可能に支持された第二のセルを有する第二のサブエレメントと、を含むエレメントを有する。また、第一の振動膜の変位による第一のセルの二つの電極の間の容量変化で生じる信号を検出可能な第一の検出回路と、第二の振動膜の変位による第二のセルの二つの電極の間の容量変化で生じる信号を検出可能な第二の検出回路と、第一の検出回路と第二の検出回路からの信号を合算する合算回路と、を有する。第一のサブエレメントは第一の検出回路に電氣的に接続され、第二のサブエレメントは第二の検出回路に電氣的に接続される。そして、第一の検出回路のカットオフ周波数と第二の検出回路のカットオフ周波数が異なる。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、複数のセルで構成されるエレメントを複数のサブエレメントに機能的に分割し、サブエレメント毎に異なる検出回路を接続して信号を取得し、取得した信号を合算する事で一つのエレメントの信号を得る。これにより、受信感度が低下することなく広帯域化された受信帯域を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

20

【図 1】本発明の実施形態に係る CMUT の一例を示す上面図。

【図 2】本発明の実施形態に係る CMUT の受信感度の一例を示す図。

【図 3】本発明の実施形態に係る CMUT の受信感度の一例を示す図。

【図 4】本発明の実施形態に係る CMUT の出力電流の一例を示す図。

【図 5】本発明の実施形態に係る CMUT の電流電圧ゲインの一例を示す図。

【図 6】本発明の実施形態に係る CMUT のトランスインピーダンス回路の一例を示す図。

【図 7】本発明の実施形態に係る CMUT のエレメントの一例を示す図。

【図 8】本発明の実施形態に係る CMUT のエレメントの一例を示す図。

【図 9】本発明の実施形態に係る CMUT のエレメントの一例を示す図。

30

【図 10】本発明の実施形態に係る CMUT のエレメントの一例を示す図。

【図 11】本発明の実施形態に係る CMUT の受信感度の一例を示す図。

【図 12】本発明の実施形態に係る CMUT の有するセル断面の一例を示す図。

【図 13】本発明の実施形態に係る光音響装置の一例を示す図。

【図 14】本発明の実施例 1 に係る CMUT の受信感度を示す図。

【図 15】本発明の実施例 1 に係る CMUT の受信帯域を示す図。

【図 16】本発明の実施例 1 に係る CMUT の最小受信音圧を示す図。

【図 17】本発明の実施例 2 に係る CMUT の受信感度を示す図。

【図 18】本発明の実施例 2 に係る CMUT の受信帯域を示す図。

【図 19】本発明の実施例 2 に係る CMUT の最小受信音圧を示す図。

40

【図 20】複数のサブエレメントの配置例を示す上面図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

本発明の実施形態に係る一側面の特徴は、間隔を隔てた二つの電極のうち一方の電極を含む振動膜が振動可能に支持された構造のセルをそれぞれ有する第一のサブエレメントと第二のサブエレメントを含むエレメントを備えることである。そして、第一及び第二のサブエレメントのセルの二つの電極の間の容量変化で生じる信号をそれぞれ検出可能な第一及び第二の検出回路と、これら検出回路からの信号を合算する合算回路と、を更に有する。また、第一及び第二の検出回路のカットオフ周波数を異ならせている。こうして、複数のサブエレメントとカットオフ周波数が異なる検出回路とを適当に組み合わせ、これら

50

異なる組からの信号を合算することで広帯域な受信帯域を得ようとするものである。上記構成要件を満たすものとしては、後述の実施形態や実施例の他にも、種々の構成の静電容量型トランスデューサがあり得る。例えば、図20(a)のように配置領域が分かれて複数のサブエレメントが設けられる例がある。また、図20(b)のように配置領域が交互に繰り返されて複数のサブエレメントが設けられる例がある。また、図20(c)のように市松模様の配置領域が分かれて複数のサブエレメントが設けられる例がある。各サブエレメントの配置領域は、一つにまとまっても、複数の領域に分かれていてもよい。ここで、夫々のサブエレメントに接続された複数の検出回路のカットオフ周波数(大小関係の程度、組み合わせは問わない)が異なる。ただし、音響波を受信したときに複数のサブエレメントの全体的な受信位置になるべくズレが生じないようにするのが好ましい。従って、複数のサブエレメントの配置領域は、図20(a)のよう明確に別個に分かれているより、交互、格子状、同心円状等に、或る程度重畳的になっている方がよい。

10

【0010】

以下に図面を参照しつつ、本発明の実施形態を詳しく説明する。同一の構成要素には原則として同一の参照番号を付して、説明を省略ないし簡略化する。ただし、以下に記載されている詳細な計算式、計算手順などは、本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。

【0011】

図1と図2を用いて一実施形態に係る静電容量型トランスデューサ(例としてCMUTがある)を説明する。本実施形態の静電容量型トランスデューサ1は二つのサブエレメントを含む。濃い灰色で示す第一のサブエレメントにおいて、第一のサブエレメントを構成する複数のセルが有する、各々の第二の電極17(図12参照)同士が繋がれて電極パッド3を介して第一の検出回路5に接続される。また、薄い灰色で示す第二のサブエレメントは、セルが有する第二の電極17同士が繋がれて電極パッド4を介して第二の検出回路6に接続される。第一の検出回路5と第二の検出回路6が有するカットオフ周波数は異なっている。第一の検出回路5と第二の検出回路6は合算回路7に接続されている。二つのサブエレメントをそれぞれ構成するセル2が有する第一の電極13(図12参照)同士は繋がれて電極パッド8を介して電圧印加手段9に接続される。サブエレメントの個数は二つに限らず、三つ以上でもよく、所望の個数設ければよい。また、サブエレメントの個数に応じて検出回路の個数を増やし、サブエレメント毎に検出回路のカットオフ周波数を異なるものとするればよい。本実施形態では、複数のサブエレメントが同心円状ないし同心多角形状に配置されている。なお、本明細書において同心円状とは、真円に限られず、略同心円状であってもよい。

20

30

【0012】

静電容量型トランスデューサで超音波等の音響波を受信する場合、電圧印加手段9で、第一の電極13と第二の電極17との間に電位差が生じるように、第一の電極13に直流電圧を印加しておく。なお、第一の電極13には負電圧を印加することが好ましい。超音波等を受信すると、第二の電極17を有する振動膜19(図12参照)が撓むため、その変位により第二の電極17と第一の電極13との間隔(キャピティ15(図12参照)の深さ方向の距離)が変わり静電容量が変化する。この静電容量変化によって、第二の電極17に電流が流れる。第一のサブエレメントを構成するセル2から生じた出力電流は、これらセルと電氣的に接続された第一の検出回路5で増幅されて電圧に変換される。一方、第二のサブエレメントを構成するセル2から生じた出力電流は、これらセルと電氣的に接続された第二の検出回路6で増幅されて電圧に変換される。それぞれの検出回路で増幅されて電圧に変換された二つの信号は、合算回路7で合算されて一つのエレメントの電圧信号となり、超音波等を電気信号として取り出す事ができる。

40

【0013】

図2に、本実施形態の静電容量型トランスデューサの受信感度の周波数特性の一例を示す。超音波等を受信して生じた出力電流を検出回路で増幅して変換した後の電圧信号の周

50

波数特性である。縦軸は受信感度のピーク値で規格化している。第一のサブエレメントが接続されている第一の検出回路（細かい破線で示す）のカットオフ周波数（ほぼ - 3 dB の周波数）は 12 MHz であり、第二のサブエレメントが接続されている第二の検出回路（粗い破線で示す）のカットオフ周波数は 1 MHz である。第一の検出回路の信号と第二の検出回路の信号を合算した信号が、エレメントの信号（実線で示す）である。- 6 dB の周波数を比較すると、第一の検出回路では低周波数側(Fmin)が 2.4 MHz、高周波数側(Fmax)が 15.6 MHz、第二の検出回路では低周波数側(Fmin)が 0.5 MHz、高周波数側(Fmax)が 11.2 MHz である。この二つの信号を合算すると低周波数側(Fmin)が 0.8 MHz、高周波数側(Fmax)が 15.4 MHz、となり、非常に広帯域な周波数特性が得られる。

10

【0014】

以下、本実施形態の各構成要素の詳細について説明する。

（トランスインピーダンス回路）

図6にトランスインピーダンス回路を示す。トランスインピーダンス回路は、オペアンプ32、帰還抵抗33、35、帰還容量34、36を有する。オペアンプ32は正負電源(VDD,VSS)に接続されており、反転入力端子(-IN)は、静電容量型トランスデューサ1の第二の電極に接続されている。出力端子(OUT)は、並列に接続された帰還抵抗33と帰還容量34により反転入力端子(-IN)に接続され、出力信号がフィードバックされる構成になっている。非反転入力端子(+IN)は、並列に接続された帰還抵抗35と帰還容量36により、グランド端子(GND)に接続されている。グランド端子の電圧は、正電源VDDと負電源VSSの中間電位となっている。帰還抵抗33、35の抵抗値、帰還容量34、36の容量値はそれぞれ同じ値である。このことにより電圧のオフセットが無くなるので好ましいが、必ずしも必要とされる条件ではない。本実施形態では、帰還抵抗33と帰還容量34の設定値が重要なファクタの一つである。

20

【0015】

（エレメント形状、サブエレメント形状）

本実施形態におけるエレメントの形状は特に限定されず、例えば円形または多角形とすることができる。なお、本明細書において円形とは、真円の形状に限らず略円形であってもよい。多角形の例として、四角形、六角形、八角形等の形状が挙げられる。エレメントの形状は略円形とすることが好ましい。検出対象の音響波はエレメントの四方から伝播してくることが多い。そのため、音響波を受信するエレメントの指向性は広いことが好ましく、多角形よりも略円形の方が指向性が広くて好ましい。また上記略円形とは、図7に示すように、エレメントを構成するセルのうち最外周に配置されたセルの中心を繋いだ線40からなる多角形において、八以上の辺から構成されるものである。

30

【0016】

また本実施形態におけるサブエレメントの形態は、上記課題に鑑みて適宜選択される。サブエレメントが同心円状に配置され、第一のサブエレメントが第二のサブエレメントの内側に配置されているのが好ましい。例えば、図8に示すように、エレメントの外形が円形であるのに対し、第一のサブエレメントの最外周に配置されたセルの中心を繋いだ線41は八角形である。また第二のサブエレメントの形状は、最外周に配置されたセルの中心を繋いだ線40は略円形であり、最も内側に配置されたセルの中心を繋いだ線42も略円形である。第二のサブエレメントは中抜け形状である。また図9に、セルと電極パッドと検出回路を省略してサブエレメントの形状の一例を示す。図9のエレメントは三つのサブエレメントで構成される。第一のサブエレメント43は八辺からなる略円形である。第二のサブエレメント44は中抜け形状であり、第一のサブエレメント側は八辺からなる略円形であり、第三のサブエレメント側は12辺からなる略円形である。第三のサブエレメント45は中抜け形状であり、第二のサブエレメント側は12辺からなる略円形であり、最外周も12辺からなる略円形である。サブエレメントの数は所望の数を設ければよく、また辺の数も所望の数にすればよい。

40

【0017】

50

図10のように、エレメントの形状を四角形とし、第一のサブエレメント46を八辺からなる略円形とし、第二のサブエレメント47を中抜け形状とし、第一のサブエレメント側を八辺からなる略円形とし、最外周側を四角形としてもよい。指向性の観点からは、検出回路のカットオフ周波数が高いサブエレメントの形状を円形とするのが好ましい。高周波数の音響波の指向性は狭くて直進性が高いため、受信面の中心付近で音の強度が大きくなり、低周波数の音響波の指向性は広くて放射状に広がるため、受信面全体における音響波の強度の差が小さくなる。よって、図10の例で言えば、検出回路のカットオフ周波数が高い第一のサブエレメントがある受信面の中心付近で高周波数の音響波を検出する方が、検出効率が良い。つまり、高周波数の音響波が到達しやすい中心を含む領域に、カットオフ周波数の高い検出回路を接続した第一のサブエレメントを配置することで、高周波数の音響波が検出しやすくなる。加えて、低周波数の音響波も到達する周辺領域にカットオフ周波数の低い検出回路を接続した第二のサブエレメントを配置することで、低周波数の音響波を検出しやすくなる。このような構造により、低周波数から高周波数までの音響波を効率的に検出することができる。

10

【0018】

(カットオフ周波数)

本実施形態における検出回路のカットオフ周波数とは、その周波数を超えると、周波数の増加に対して利得が減衰する、ローパス特性のカットオフ周波数を意味する。各サブエレメントに接続する検出回路のカットオフ周波数は、CMUT全体として広帯域な受信帯域を実現できるように設定されることが好ましい。測定対象や得たい受信帯域の性能によ

20

【0019】

なお、本実施形態におけるカットオフ周波数は、測定対象などによって適宜設定されるものであるが、例えばカットオフ周波数が低い受信回路におけるカットオフ周波数は0.1MHz~10MHzが好ましい。より好ましくは0.1MHz~5MHzである。また、カットオフ周波数が高い受信回路におけるカットオフ周波数は2MHz~20MHzが好ましい。より好ましくは2MHz~15MHzである。すなわち、超音響波の検出で重要なのは、低周波数側から高周波数側まで広い帯域が検出できる事であり、低周波数側は0.1MHzから検出できるのが好ましい。高周波数側(20MHz程度以上)は生体などで音響波の減衰が大きくなるため、減衰を考慮すると、上記のカットオフ周波数範囲が

30

【0020】

(CMUTの受信帯域)

図3、図4、図5を用いて一般的なCMUTの受信帯域について説明する。図3はCMUTの受信帯域特性(受信感度)、図4はCMUTの出力電流特性、図5は検出回路の電流電圧変換ゲイン特性である。CMUTの受信帯域(受信感度)は、CMUTの出力電流特性と検出回路のゲイン特性の積で決まる。この検出回路はトランスインピーダンス型の電流電圧増幅回路が用いられる。

【0021】

CMUTの出力電流Iは、静電容量変化を平行平板近似したとき式1と式2のように表

40

$$I=P/((Z_m+Z_r)/(S \cdot V_b/d^2)+j \cdot C) \quad (\text{式1})$$

$$Z_m=j \cdot k_m \cdot ((\omega/\omega_0)^2-1/j \cdot \omega \cdot C) \quad (\text{式2})$$

ここで、Pは音響波の圧力、 ϵ_0 は真空の誘電率、Sは第二の電極の面積、Vbは二つの電極間に印加するバイアス電圧、dは電極間のギャップ、Zmは振動膜の機械インピーダンス、Zrは媒質の音響インピーダンスである。また、 ω は音響波の角周波数、Cは全静電容量、kmは振動膜のパネ定数であり、 ω_0 は共振周波数である。式1で全静電容量Cは相対的に小さいため、周波数の関数となっているのは振動膜の機械インピーダンスZmである。またCMUTの表面は通常、液体やゲルなどに接触して使用する場合が多い。液体の音響インピーダンスZrは振動膜の機械インピーダンスZmよりも大きいため、図4の出力電流の周波数特

50

性に大きな影響を与える。振動膜の機械インピーダンス Z_m が0になる周波数が振動膜の共振周波数であり、このとき図4の出力電流は最大値をとる。図4の出力電流のピーク周波数は6MHzである。

【0022】

図5に示した検出回路のゲイン特性は式3、カットオフ周波数は式4で示される。

$$G = R_f / (1 + j R_f C_f) \quad (\text{式 3})$$

$$f_c = 1 / (2 R_f C_f) \quad (\text{式 4})$$

ここで、 G は回路ゲイン、 R_f は帰還抵抗、 C_f は帰還容量、 ω は入力電流の角周波数、 f はカットオフ周波数である。

【0023】

また、図6の回路を安定して駆動するためには、式5を満たす必要がある。

$$C_f \leq (C_{in} / (\omega_{GBW} R_f))^{0.5} \quad (\text{式 5})$$

ここで、 ω_{GBW} はオペアンプの利得帯域幅積（アンプゲイン0dB (=1) × 周波数）、 C_{in} はオペアンプの反転入力端子(-IN)に寄生する容量である。一般的に C_{in} が大きいとオペアンプの動作が追いつかず、 C_{in} が大きいと負帰還回路が不安定になり、回路自体が発振して電流電圧変換が行えなくなるため、 C_{in} の値に対して最適な ω_{GBW} 、 R_f 、 C_f を選択する必要がある。

【0024】

例えば図3のCMUTの周波数特性を低周波数側に変更するためには、図4の出力電流の共振周波数を低周波側にずらすか、図5の検出回路のゲイン特性を低周波数側にずらす方法がある。図4の出力電流のカットオフ周波数を低周波側にずらすには、セルの振動膜を柔らかくしてバネ定数を小さくすればよい。しかし、セルの振動膜を柔らかくしすぎると、電極へ印加できる電圧が小さくなり、音響波を受信した時に得られる電圧信号が小さくなってしまふ。また振動膜のたわみが大きくなり、高感度化のために電極間のギャップを狭くすることが困難になるため、振動膜は或る程度の硬さが必要である（式1、2参照）。このことから、図5の検出回路のゲイン特性のカットオフ周波数を低周波数側にずらす方が好ましい。

【0025】

一方、図3の電圧信号（受信感度）のカットオフ周波数を高周波数側に変更するためには、図4の出力電流のカットオフ周波数を高周波側にずらす方法か、図5の受信回路のゲイン特性のカットオフ周波数を高周波数側にずらす方法がある。図4の出力電流のカットオフ周波数を高周波側にずらすには、セルの振動膜を硬くしてバネ定数を大きくすればよい。しかしセルの振動膜を硬くしすぎると、バネ定数が大きい事で、音響波を受信した時に得られる電圧信号が小さくなってしまふ。また電極へ印加する電圧が大きくなるため、CMUTの絶縁耐圧の向上や装置構成の変更（具体的には、電源の変更や、回路や装置の耐圧向上のための変更など）が必要となるため、振動膜の硬さには制限がある（式1、2参照）。図5の検出回路のゲイン特性のカットオフ周波数を高くするためには、トランスインピーダンス回路のオペアンプを安定に動作させるために、帰還抵抗 R_f を低くしてカットオフ周波数を高くする必要がある。帰還抵抗 R_f を低くするとゲインが低下するため、音響波を受信した時に得られる電圧信号が小さくなってしまふ。このことから、それぞれの制約の中で、出力電流と検出回路のゲイン特性の両方のカットオフ周波数をずらすのが好ましい。上記のように一つの出力電流（エレメント）と一つの検出回路で構成した場合、或る程度まで広帯域な周波数特性にできるが、限界がある。

【0026】

本実施形態では、図3の受信感度を広帯域な周波数特性にするために、カットオフ周波数の異なる検出回路を用意し、それぞれの検出回路に複数のセルを接続している。例えば第一のサブエレメントの出力電流の共振周波数が10MHzであり、第一の検出回路のカットオフ周波数を12MHzとすると、第一のサブエレメントの受信感度の-6dBの周波数は、 f_{min} が2.4MHz、 f_{max} が15.6MHzとなる。また第二のサブエレメントの出力電流の共振周波数が10MHzであり、第二の検出回路のカットオフ周波数を1MHz

10

20

30

40

50

z とすると、第二のサブエレメントの受信感度の - 6 d B の周波数は、Fmin が 0 . 5 M H z、Fmax が 1 1 . 2 M H z となる。これら二つのサブエレメントの受信感度を合算すると、合算した受信感度の - 6 d B の周波数は、Fmin が 0 . 8 M H z、Fmax が 1 5 . 4 M H z となる。カットオフ周波数の異なる検出回路を接続した複数のサブエレメントから得られる出力信号を合算する事で、非常に広帯域な周波数特性が得られる。

【 0 0 2 7 】

第一のサブエレメントと第二のサブエレメントの出力電流の共振周波数を異なるものにしてもよい。サブエレメントを構成するセルのパネ定数を異なるものにすれば、サブエレメントの出力電流の共振周波数を変更できる。この場合、第一及び第二のサブエレメントの第一の電極 1 3 (図 1 2 参照) が共通だと、第一の電極 1 3 に印加する直流電圧が、パネ定数の小さい (柔らかい) サブエレメントで制限されてパネ定数の大きい (硬い) サブエレメントの出力電流が小さくなる。そのため、サブエレメント毎に第一の電極 1 3 を設けて、サブエレメント毎に電圧印加手段を有するのが好ましい。この構成にする事で、サブエレメント毎に最適な直流電圧を印加することができ、出力電流が高い状態で音響波を検出することができる。ただし、電圧印加手段を複数用意すると、配線数が増え、装置や回路の負荷が増加するため、その観点からは、サブエレメントを構成するセルのパネ定数は略同一であり、第一の電極 1 3 は共通であることが好ましい。

10

【 0 0 2 8 】

(セルの第一の電極 (下電極))

サブエレメントを構成するセルが有する第一の電極 (下電極) と第二電極のうち、検出回路に接続されていない電極を共通電極として、直流電圧を印加することが好ましい。共通電極に共通の直流電圧を印加する構成にすることで、より少ない配線数とし、装置や回路の負荷を低減することができる。

20

【 0 0 2 9 】

(セル形状)

第一のサブエレメントを構成する第一のセルと、第二のサブエレメントを構成する第二のセルとは、形状や材料を同一にすることができる。また、各サブエレメントを構成する各々のセルの形状や材料を互いに同一にすることができる。エレメントを構成するセルの形状を同一にすることで、エレメントを構成するセルのうち、変換効率が低いセルの感度に制限されることがないため、高い感度を保ちつつ、広帯域な受信特性が得られる。同一とは、完全同一でなくても略同一でもよい。ここで略同一とはエレメントを構成するセルの振動膜の大きさや厚さ、キャピティ高さ、絶縁膜などが、製造ばらつき程度の範囲内であることを示す。材料についても同様である。ばらつきの範囲は、基準のものを中心に 0 . 5 倍 ~ 1 . 5 倍以内の範囲であると好ましい。

30

【 0 0 3 0 】

(エレメントを構成するセルの個数)

エレメントを構成するセルの個数はいくつであっても構わなく、図 1 で示す個数に限られない。所望の解像度と感度が得られる数にするのが好ましい。サブエレメントを構成するセルの個数も特に限定されない。ただし、第一のサブエレメントと第二のサブエレメントの出力電流のピーク周波数が、第一と第二の検出回路のカットオフ周波数の間にある場合には、第一のサブエレメントのセル数を第二のサブエレメントのセル数よりも多くすることが好ましい。第一のサブエレメントのセル数が、エレメントが有する全セル数に対して 5 5 % ~ 9 5 % の範囲であるとより好ましい。また、第一のサブエレメントと第二のサブエレメントの出力電流のピーク周波数が、第一と第二の検出回路のカットオフ周波数よりも大きい場合には、第一のサブエレメントのセル数と第二のサブエレメントのセル数が略同数であることが好ましい。第一のサブエレメントのセル数が、全セル数に対して 2 5 % ~ 7 5 % の範囲であるとより好ましい。

40

【 0 0 3 1 】

検出回路のゲイン特性は式 3 に示すように、帰還抵抗 Rf を大きくすると回路ゲインが大きくなり、受信感度が向上する。式 4 と式 5 から導かれる下記の式 6 に示すように、カッ

50

トオフ周波数 f を高くすると検出回路の発振を防ぐために必要な帰還容量 C_f を大きくしなければならない。よって、帰還抵抗 R_f を小さくしてカットオフ周波数を高くするしかないため、カットオフ周波数が高くなるほど回路ゲインが低下して受信感度が低下する。

$$C_f = ((C_{in} * 2 * f * C_f) / GBW) \quad (\text{式 6})$$

【 0 0 3 2 】

一方、カットオフ周波数が低い検出回路では、検出回路の発振を防ぐために必要な帰還容量 C_f は小さいため、帰還抵抗 R_f を大きくして回路ゲインを大きくできる。また帰還容量 C_f を大きくして帰還抵抗 R_f を小さくしても十分な回路ゲインが得られるため、設計自由度が高い。二つのサブエレメントの受信感度を合算して受信帯域を広くするには、両者の受信感度の大きさが図 1 1 のように同等以上であることが好ましい。ここで、同等以上であるとは、両者の受信感度のピーク値の比が 0.5 以上、0.9 以下であることを意味する。両者の受信感度のピーク値の比が 0.7 以上であることが好ましい。どちらか一方の受信感度が極端に大きいと、受信帯域が狭くなる。

【 0 0 3 3 】

図 1 1 のような広帯域の受信感度を得る方法を説明する。第一と第二のサブエレメントの出力電流のピーク周波数が、第一と第二の検出回路のカットオフ周波数の間にある場合について説明する。合算後の受信感度を最大にするには、検出回路が発信しない範囲で第一の検出回路のゲインを最大にして、第二の検出回路のゲインを広帯域となるように調整するのが好ましい。この場合、上述した様に、第一のサブエレメントを構成するセル数を第二のサブエレメントを構成するセル数よりも多くすると、第一のサブエレメントの受信感度を高くすることができ、合算後の受信感度を高くすることができて好ましい。

【 0 0 3 4 】

次に、第一と第二のサブエレメントの出力電流のピーク周波数が、前記第一と第二の検出回路のカットオフ周波数よりも大きい場合について説明する。合算後の受信感度を最大にするには、検出回路が発信しない範囲で第一の検出回路のゲインを最大にして、第二の検出回路のゲインを広帯域となるように調整するのが好ましい。この場合、上述した様に、第一のサブエレメントを構成するセル数と第二のサブエレメントを構成するセル数を略同数にすると、第一のサブエレメントの受信感度を高くすることができ、合算後の受信感度を高くすることができて好ましい。なお、エレメントを構成するサブエレメントの数も幾つでもよいが、装置や検出回路の負荷を考慮すると二つ程度が好ましい。

【 0 0 3 5 】

(セル)

図 1 と図 1 2 を用いて、本実施形態に係るエレメントを構成するセル構造について説明する。セル構造 2 は、基板 1 1、基板 1 1 上に形成される第一の絶縁膜 1 2、第一の絶縁膜 1 2 上に形成される第一の電極 1 3、第一の電極 1 3 上の第二の絶縁膜 1 4 を有している。さらに、セル構造 2 は、メンブレン 1 6 と第二の電極 1 7 と封止膜 1 8 で構成される振動膜 1 9 を有する。振動膜 1 9 は、第二の絶縁膜 1 4 に対して、間隔であるキャピティ 1 5 を隔てて配置されている。基板 1 1 がガラス基板などの絶縁性基板の場合、第一の絶縁膜 1 2 はなくてもよい。間隔 1 5 を上面から見た形状は円形であり、振動する部分の形状は円形であるが、正方形、長方形等の形状でも構わない。また、セル 2 の第一の電極 1 3 と第二の電極 1 7 との間に電圧を印加する電圧印加手段 9 と、第二の電極 1 7 から引き出した電気信号を増幅するための受信回路 2 0 を有している。第一の電極 1 3 と第二の電極 1 7 とは対向しており、第一の電極 1 3 と第二の電極 1 7 との間には、電圧印加手段 9 からバイアス電圧が印加される。セル 2 は、第二の電極 1 7 から電気信号を引き出すことができる。

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、第二の電極 1 7 から電気信号を引き出しているが、貫通配線等を用いて基板 1 1 の裏側から電気信号を引き出してもよい。また、本実施形態では、第一の電極 1 3 を共通電極とし、第二の電極 1 7 から電気信号を引き出しているが、逆の構成にしても構わない。つまり、第二の電極 1 7 を共通電極とし、第一の電極 1 3 を引き出し電極と

10

20

30

40

50

しても構わない。

【 0 0 3 7 】

(静電容量型トランスデューサの駆動原理)

本実施形態に係る静電容量型トランスデューサで超音波等の音響波を受信する場合、電圧印加手段 9 で、第一の電極 1 3 と第二の電極 1 7 との間に電位差が生じるように、第一の電極 1 3 に直流電圧を印加しておく。超音波等を受信すると、第二の電極 1 7 を有する振動膜が撓むため、第二の電極 1 7 と第一の電極 1 3 との間隔 (キャビティ 1 5 の深さ方向の距離) が変わり静電容量が変化する。この静電容量変化によって、第二の電極 1 7 に電流が流れる。第一のサブエレメントを構成するセル 2 から生じた出力電流は、第一の受信回路 5 で増幅して電圧に変換される。一方、第二のサブエレメントを構成するセル 2 から生じた出力電流は、第二の受信回路 6 で増幅して電圧に変換される。それぞれの受信回路で増幅して電圧に変換された二つの信号は、合算回路 7 で合算されて一つのエレメントの電圧信号となり、音響波を電気信号として取り出す事ができる。上述した様に、電極の構成を変更して、第二の電極を共通電極として直流電圧を印加し、第一の電極をサブエレメント毎に分割してそれぞれの受信回路に接続させる構成としてもよい。

10

【 0 0 3 8 】

また、超音波等を送信する場合、第一の電極 (一方の電極) に直流電圧を印加し、第二の電極 (他方の電極) に交流電圧を印加し、静電気力によって振動膜 1 9 を振動させる。この振動によって、超音波等を送信することができる。電極の構成を変更して、第二の電極を共通電極として直流電圧を印加し、第一の電極をサブエレメント毎に分割して交流電圧を印加し、振動膜を振動させてもよい。

20

【 0 0 3 9 】

上記一つのエレメントの電気信号は 1 画素に相当し、音響波の持つ振幅や位相情報が平均化されている。静電容量型トランスデューサ 1 を用いた診断装置などでは、画素単位の振幅や位相情報を元に被検体 (測定対象) の画像化を行う。

【 0 0 4 0 】

(光音響装置)

図 1 3 は、本発明の実施形態に係る光音響装置を示すブロック図であり、図 1 に対応する部分には同一の番号を付して必要のない限り説明を省略する。本実施形態の光音響装置 5 0 0 (以下、「装置 5 0 0」と略称する) は、探触子 (プローブ) 5 2 2 の構成に特徴を有する。探触子 5 2 2 は、複数の変換素子 5 3 2、保持体 5 3 4 を有する。各変換素子は、上記実施形態に係る CMUT である。保持体 5 3 4 は、略球冠形状に形成されており、その略球冠形状に沿って複数の変換素子 5 3 2 を保持している。変換素子 5 3 2 は、それぞれ最も受信感度の高い方向が集中するように保持されている。本実施形態では、複数の変換素子 5 3 2 のそれぞれの最も受信感度の高い方向は、保持体 5 3 4 の略球冠形状の曲率中心を含む領域に向かうものである。変換素子 5 3 2 のアナログ電気信号の出力端は、それぞれ信号配線と接続されている。変換素子 5 3 2 のそれぞれが出力したアナログ電気信号は、それぞれ信号配線が共通接続されて構成される信号線 5 3 6 により合成されるとともに、その信号線 5 3 6 を介して信号収集部 2 4 0 へと送出される。しかしこれに限られず、変換素子 5 3 2 のそれぞれが出力したアナログ電気信号は、信号配線が共通接続されて構成される信号線 5 3 6 により合成されずに、パラレルに別々の信号として各別に信号収集部 2 4 0 へと送出されるようにしてもよい。

30

40

【 0 0 4 1 】

照射部 5 0 8 は、保持体 5 0 8 の中心に保持されることにより探触子 5 2 2 と一体化して構成されている。照射部 5 0 8 は、被検体 2 1 0 に対して光 1 0 0 を照射する。本実施形態では、パルス状に光を出射 (発振) 可能な光源 2 0 0 から発生した光がミラー 6 0 を介して照射部 5 0 8 に導かれ、探触子 5 2 2 側から光を照射する (図 1 3 の - Z 方向に光を照射する) ものである。駆動装置すなわち位置制御部 5 3 8 は、探触子 5 2 2 を移動させるものである。位置制御部 5 3 8 は、例えば、探触子 5 2 2 を螺旋状に移動させるようにし、照射部 5 0 8 は、その螺旋移動により自身が移動する螺旋軌道上の位置であって、

50

光を照射するための任意の位置で光100を照射するようにしても良い。探触子522と一体化されている照射部508は、この場合、位置制御部538による螺旋移動に伴って音響波受信位置（光照射位置）毎に光100を照射しても良い。変換素子532は、この照射に基づく音響波を受信してアナログ電気信号に変換して信号収集部240に送出するようにしても良い。これにより、探触子522と被検体210との間に音響マッチング液が設けられているとき、探触子522の移動に起因する音響マッチング液の揺れによる音響波ノイズを低減可能に構成できる。なお、光源200はパルス状に光を出射するものに限られず、LED（Light Emitting Diode）のような連続光を出射する光源であってもよい。

【0042】

被検体210に光が入射すると、吸収体120、140が光を吸収して熱膨張し、音響波180を発生する。この音響波を探触子522が受信し、受信信号が信号線536を介して信号収集部240へ送られ、画像処理部260で画像処理することで、被検体内部の情報を取得することができる。画像処理されたデータは、画像表示部280で表示することができる。静電容量型トランスデューサである変換素子と画像処理部との間の信号を送受信する回路部と、画像処理部と回路部とを制御する制御部を有してもよい。送受信では、送信と受信の切り替えやビームフォーミングなどを行う際に、システム側から回路部を制御する。

【0043】

以下、より具体的な実施例を説明する。

（実施例1）

本実施例は、二つのサブエレメントと二つの検出回路で構成された静電容量型トランスデューサである。ここにおいて、二つのサブエレメントの出力電流のピーク周波数が、第一と第二の検出回路のカットオフ周波数の間にあり、二つのサブエレメントを構成するセルの個数の割合を変えたときの受信帯域について説明する。

【0044】

まず、本実施例の静電容量型トランスデューサについて説明する。静電容量型トランスデューサ1のエレメントは直径2mmの略円形であり、図8に示すような二つのサブエレメントから構成される。セルは円形の形状であり、キャピティ15の直径は36 μ mである。隣接するセル同士は39 μ mの間隔で配置されている。図8ではセル数は省略しているが、実際にエレメント内に配置した全セル数は2400個である。図12に示すようにセル2は、300 μ m厚さのシリコン基板11、シリコン基板11上の第一の絶縁膜12、第一の絶縁膜12上の第一の電極13、第一の電極13上の第二の絶縁膜14を有する。さらに、第二の電極17とメンブレン16と封止膜18を含む振動膜19と、キャピティ15を有している。キャピティ15の高さは150nmである。さらに、第一の電極と第二の電極との間にバイアス電圧を印加する電圧印加手段9と検出回路21を有している。

【0045】

第一の絶縁膜12は、熱酸化により形成した厚さ1 μ mのシリコン酸化膜である。第二の絶縁膜14は、Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition（PE-CVD）により形成した50nmのシリコン酸化膜である。第一の電極13は厚さが50nmのチタンであり、第二の電極17は厚さが100nmのアルミ合金である。メンブレン16と封止膜18はPE-CVDにより作製した窒化シリコン膜であり、450MPa以下の引張り応力で形成している。メンブレン16の厚みは400nmであり、封止膜18の厚さは850nmである。このようなセルにより、第一のサブエレメントを構成するセル数の割合を変えて、図1に示すような静電容量型トランスデューサを作製する。

【0046】

第一の検出回路のカットオフ周波数は8MHzであり、第二の検出回路のカットオフ周波数は1MHzである。二つのサブエレメントの出力電流のピーク周波数は7MHzである。エレメントを構成するセルの個数は2400個であり、セルの形状は製造ばらつきの範囲

10

20

30

40

50

内で略同一である。エレメントを構成するセル全数に対して第一のサブエレメントを構成するセル数の割合を、94%、75%、57%、25%、6%としたときの、受信感度の最大値を図14に示す。また、受信帯域（従来と比べてどの程度広がったかを%で示す）を図15に、最小受信音圧を図16に示す。図14より、第一のサブエレメントのセル数の割合が75%付近で受信感度が最大になる。また図15より、本実施例の形態にする事で受信帯域が広帯域になっている。さらに図16より、第一のサブエレメントのセル数の割合が75%付近で最小受信音圧が最小となっている。最小受信音圧とは、音響波を受信したときのS/Nであり、 $\text{最小受信音圧} = 2^{0.5} \times \text{積算ノイズ} / \text{最大感度}$ で算出している。積算ノイズは、CMUTを検出回路に接続した時に生じる回路ノイズの積算値であり、本実施例では積算範囲を0.5MHz~2.0MHzとしている。最小受信音圧が小さいほど、より小さい音響波が検出できるので、最小受信音圧を小さくする構成にするのが好ましい。

10

【0047】

以上のことから、エレメントを構成するセルの出力電流のピーク周波数が、第一と第二の検出回路のカットオフ周波数の間にある場合には、第一のサブエレメントのセル数を第二のサブエレメントのセル数よりも多くすることが好ましい。第一のサブエレメントのセル数が、全セル数に対して55%~95%の範囲とすることで、広帯域かつ高感度に音響波を検出することができて好ましい。

【0048】

（実施例2）

20

本実施例は、二つのサブエレメントと二つの検出回路で構成された静電容量型トランスデューサである。ここにおいて、二つのサブエレメントのセルの出力電流のピーク周波数が、第一と第二の検出回路のカットオフ周波数よりも大きく、二つのサブエレメントを構成するセルの個数の割合を変えたときの受信帯域について説明する。本実施例の静電容量型トランスデューサは、実施例1と同様に作製できる。本実施例では、封止膜18を1550nmとする。

【0049】

第一の検出回路のカットオフ周波数は8MHzであり、第二の検出回路のカットオフ周波数は1MHzである。静電容量型トランスデューサの出力電流のピーク周波数は14MHzである。エレメントを構成するセルの個数は2400個であり、セルの形状は製造ばらつきの範囲内で略同一である。エレメントを構成するセル全数に対して第一のサブエレメントを構成するセル数の割合を、94%、75%、57%、25%、6%としたときの、受信感度の最大値を図17に、受信帯域を図18に、最小受信音圧を図19に示す。図17より、第一のサブエレメントのセル数の割合が75%付近で受信感度が最大になる。また図18より、本実施例の形態にする事で受信帯域が広帯域になっている。さらに図19より、第一のサブエレメントのセル数の割合が50%付近で最小受信音圧が最小となっている。本実施例では積算範囲を0.5MHz~2.0MHzと、0.5MHz~2.2MHzとしている。ノイズの積算範囲を変更すると、最小受信音圧が変化するため、使用する周波数の範囲で最小受信音圧が最小となる構成にするのが好ましい。

30

【0050】

40

以上のことから、エレメントを構成するセルの出力電流のピーク周波数が、第一と第二の検出回路のカットオフ周波数よりも大きい場合には、第一のサブエレメントのセル数と第二のサブエレメントのセル数を略同数にすることが好ましい。第一のサブエレメントのセル数が、全セル数に対して25%~75%の範囲とすることで、広帯域かつ高感度に音響波を検出することができて好ましい。

【産業上の利用可能性】**【0051】**

本発明は、生体内の情報を得る光音響装置や、従来の超音波診断装置などに適用する事が出来る。すなわち、本発明の静電容量型トランスデューサを複数含む超音波プローブを用いて、被検体からの音響波を受信して被検体の情報を取得する被検体情報取得装置を実

50

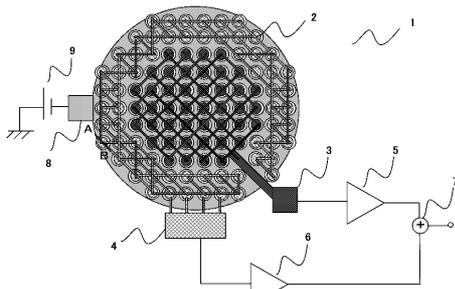
現することができる。情報取得装置の例として、被検体に光を照射する光源と、光照射により励起された被検体からの音響波を検出する超音波プローブと、検出信号を画像情報に変換するための信号処理部と、を備える超音波診断装置がある。また、被検体に音響波を送信可能で、被検体で反射した超音波等を検出する本発明の静電容量型トランスデューサを複数含む超音波プローブと、検出した信号を画像情報に変換するための信号処理部と、を備える超音波診断装置がある。信号処理部は信号を処理することで被検体像を構成する。さらに、本発明は、超音波探傷機など、他の用途にも適用する事が出来る。

【符号の説明】

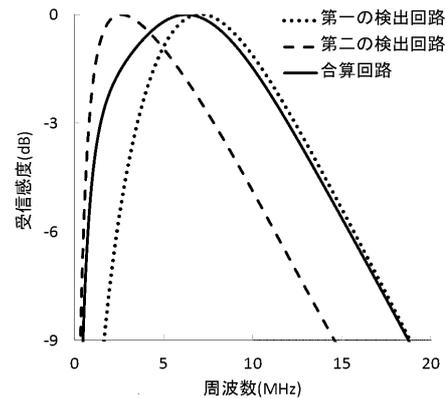
【 0 0 5 2 】

- 1 : 静電容量型トランスデューサ
- 2 : セル (第一のセル、第二のセル)
- 5 : 第一の検出回路
- 6 : 第二の検出回路
- 7 : 合算回路
- 1 3 : 第一の電極
- 1 5 : 間隔 (キャビティ)
- 1 6 : 振動膜 (第一の振動膜、第二の振動膜)
- 1 7 : 第二の電極

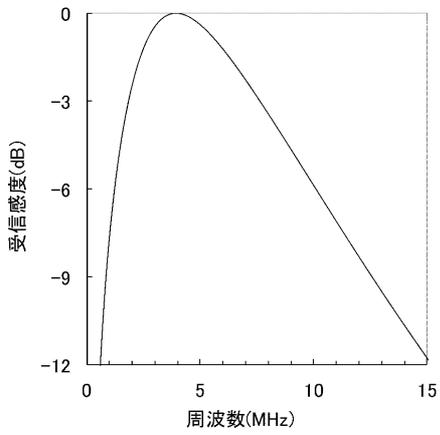
【 図 1 】



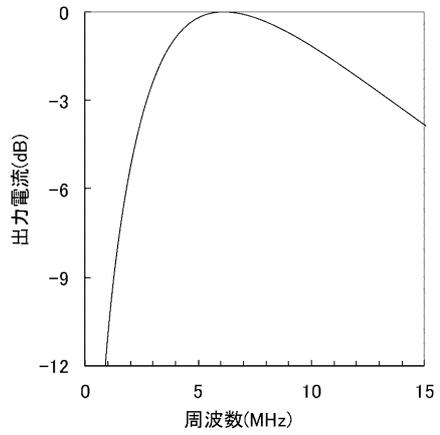
【 図 2 】



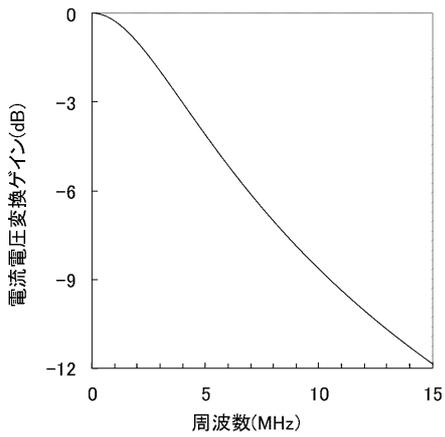
【 図 3 】



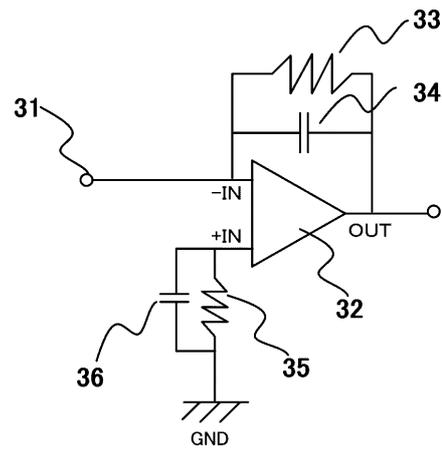
【 図 4 】



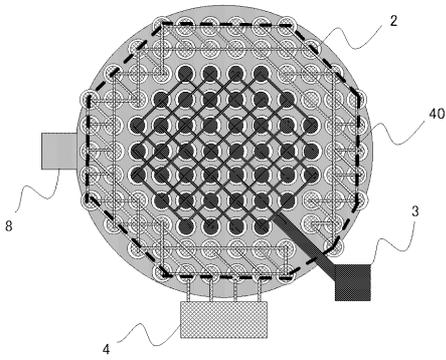
【 図 5 】



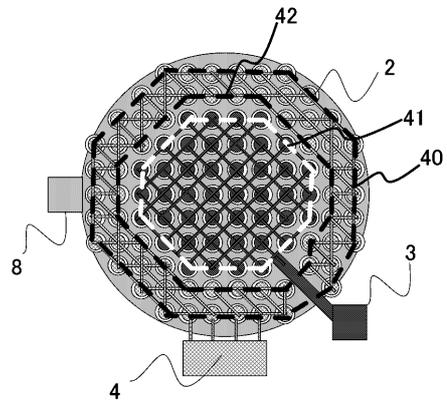
【 図 6 】



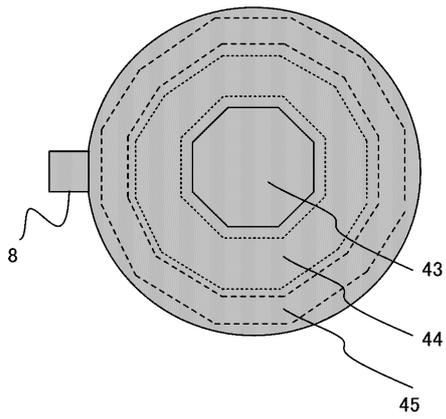
【図 7】



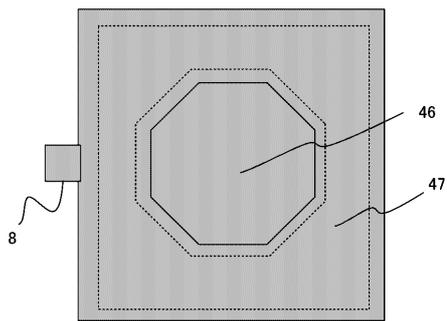
【図 8】



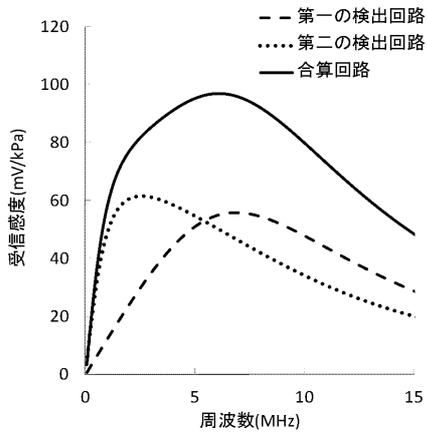
【図 9】



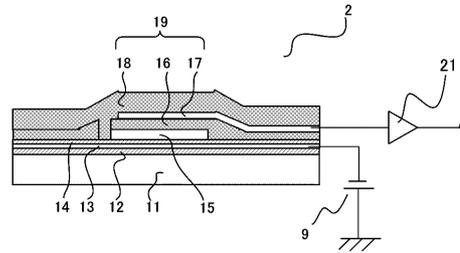
【図 10】



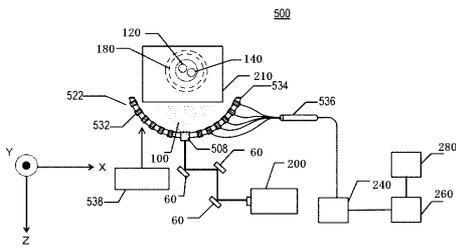
【図 1 1】



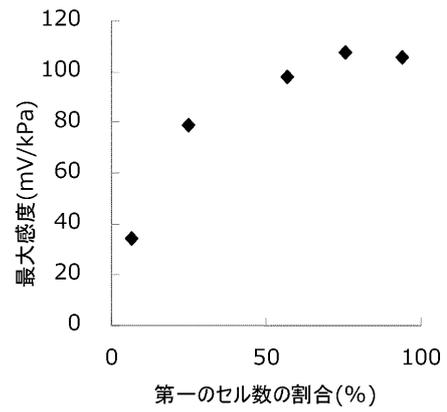
【図 1 2】



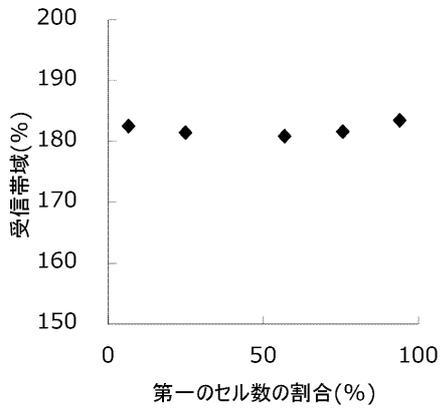
【図 1 3】



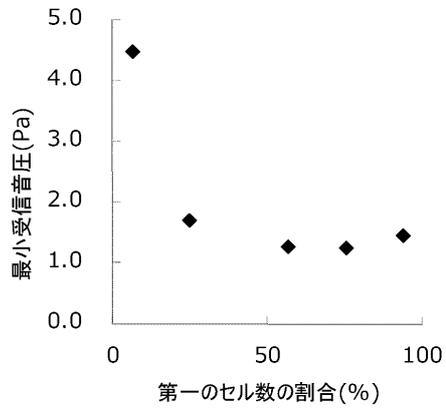
【図 1 4】



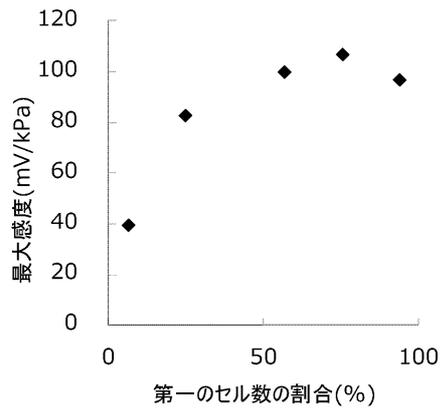
【図 1 5】



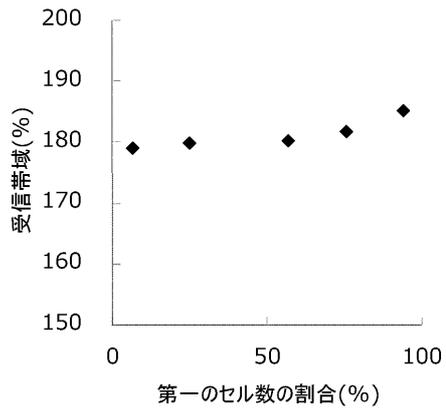
【図 1 6】



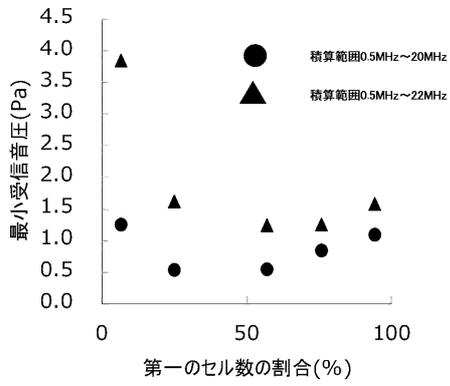
【図 1 7】



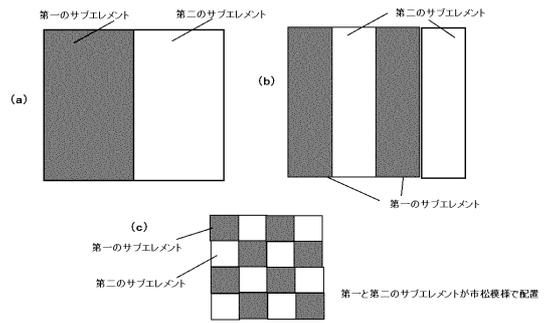
【図 1 8】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

審査官 大石 剛

(56)参考文献 特開2014-197846(JP,A)
特開2015-100093(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B	8 / 1 4
H 0 4 R	3 / 0 0
H 0 4 R	1 9 / 0 0
H 0 4 R	1 9 / 0 4

专利名称(译)	电容传感器和具有传感器的信息采集装置		
公开(公告)号	JP6429759B2	公开(公告)日	2018-11-28
申请号	JP2015209430	申请日	2015-10-24
[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		
当前申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	加藤綾子 虎島和敏 香取篤史		
发明人	加藤 綾子 虎島 和敏 香取 篤史		
IPC分类号	H04R19/00 A61B8/14 H04R3/00 H04R19/04		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B5/0095 A61B8/14 A61B2562/028 B06B1/0246 B06B1/0269 B06B1/0292 B06B2201/51 G01S7/52025 G01S7/52079 G01S15/8929		
FI分类号	H04R19/00.330 A61B8/14 H04R3/00.320 H04R19/04		
F-TERM分类号	4C601/GB06 4C601/GB13 4C601/HH35 4C601/JB45 5D019/AA09 5D019/AA21 5D019/DD01 5D019/FF04 5D019/FF05 5D019/GG11 5D021/CC19 5D220/BA06 5D220/BA22		
代理人(译)	加藤一夫		
审查员(译)	大石 刚		
其他公开文献	JP2017085257A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有宽带接收频带的电容换能器等。一种静电电容型传感器，包括具有电池2的第一子元件，其中包括间隔地形成的两个电极之一的振动膜被支撑以便可振动，并且具有第二子元素的元素。此外，它具有第一检测电路5，第二检测电路6和加法电路7，用于对来自第一检测电路和第二检测电路的信号求和。第一子元件被电连接到所述第一检测电路5，第二子元件被电连接至第二检测电路6，检测电路5的第一截止频率的第一第二检测电路6的截止频率不同。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6429759号 (P6429759)
(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)	(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)	
(51) Int. Cl.	F I	
H04R 19/00 (2006.01)	H04R 19/00 330	
A61B 8/14 (2006.01)	A61B 8/14	
H04R 3/00 (2006.01)	H04R 3/00 320	
H04R 19/04 (2006.01)	H04R 19/04	
請求項の数 16 (全 20 頁)		
(21) 出願番号 特願2015-209430 (P2015-209430)	(73) 特許権者 000001007	
(22) 出願日 平成27年10月24日(2015.10.24)	キヤノン株式会社	
(65) 公開番号 特開2017-85257 (P2017-85257A)	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
(43) 公開日 平成29年5月18日(2017.5.18)	100086483	
審査請求日 平成29年12月20日(2017.12.20)	(74) 代理人 弁理士 加藤 一男	
	加藤 綾子	
	東京部大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内	
	(72) 発明者 虎島 和敏	
	東京部大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内	
	(72) 発明者 香取 篤史	
	東京部大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内	
	最終頁に続く	
(54) 【発明の名称】 静電容量型トランスデューサ及びそれを備える情報取得装置		