

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4676988号
(P4676988)

(45) 発行日 平成23年4月27日(2011.4.27)

(24) 登録日 平成23年2月4日(2011.2.4)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B 8/00 (2006.01)
G01N 29/24 (2006.01)
H04R 17/00 (2006.01)

A 61 B 8/00
G 01 N 29/24 502
H 04 R 17/00 330G

請求項の数 14 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-534245 (P2007-534245)
(86) (22) 出願日 平成18年1月30日 (2006.1.30)
(86) 国際出願番号 PCT/JP2006/301403
(87) 国際公開番号 WO2007/029357
(87) 国際公開日 平成19年3月15日 (2007.3.15)
審査請求日 平成20年1月18日 (2008.1.18)
(31) 優先権主張番号 特願2005-255821 (P2005-255821)
(32) 優先日 平成17年9月5日 (2005.9.5)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153498
株式会社日立メディコ
東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(74) 代理人 100064414
弁理士 磯野 道造
(74) 代理人 100111545
弁理士 多田 悅夫
(72) 発明者 東 隆
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所 中央研究所内
(72) 発明者 梅村 晋一郎
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所 中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送受信する、電荷蓄積層を有した複数のダイヤフラム型の電気音響変換素子を有する超音波探触子と、

前記超音波探触子により受信された信号から画像を作成する画像作成手段と、

前記画像を表示する表示手段と、

前記電荷蓄積層の電荷蓄積量を制御する電荷蓄積制御部とを備え、

前記電気音響変換素子は、ソース電極とドレイン電極とを有し、

前記電荷蓄積制御部は、

前記ソース電極と前記ドレイン電極との間の抵抗値を測定することで、前記電荷蓄積層の電荷蓄積量をモニタする電荷蓄積モニタリング部と、

前記電荷蓄積層に電荷を注入する蓄積電荷注入部と、

前記電荷蓄積モニタリング部によりモニタされた前記電荷蓄積量に基づき、前記蓄積電荷注入部が注入する電荷の量を制御する制御部とを有することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 2】

前記電荷蓄積モニタリング部は、前記電気音響変換素子のインピーダンスの位相成分の周波数特性を評価することによって前記電荷蓄積量をモニタすることを特徴とする請求項1に記載の超音波撮像装置。

【請求項 3】

10

20

前記電荷蓄積モニタリング部は、前記電気音響変換素子のインピーダンスの絶対値成分の周波数特性を評価することによって前記電荷蓄積量をモニタすることを特徴とする請求項1に記載の超音波撮像装置。

【請求項4】

前記電気音響変換素子は上部電極および下部電極を有し、

前記電荷蓄積モニタリング部は、前記上部電極および前記下部電極間の電流の積分値をモニタすることで前記電荷蓄積量をモニタすることを特徴とする請求項1に記載の超音波撮像装置。

【請求項5】

前記制御部は、前記複数の電気音響変換素子間の電荷蓄積量の差が所定の範囲内に収まるように、前記蓄積電荷注入部を制御することを特徴とする請求項1に記載の超音波撮像装置。 10

【請求項6】

前記電荷蓄積制御部は前記電荷蓄積層の電荷蓄積量に応じて前記超音波探触子の受信感度の補正を行うことを特徴とする請求項1に記載の超音波撮像装置。

【請求項7】

電荷蓄積層を有した複数のダイヤフラム型の電気音響変換素子を有する超音波探触子と、

前記超音波探触子に接続された送受信切り替えスイッチと、

前記送受信切り替えスイッチに対して送波信号を送る送波ビームフォーマと、 20

前記送受信切り替えスイッチを介して、前記超音波探触子中の電気音響変換素子のバイアス電圧を制御するバイアス電圧制御部と、

前記送受信切り替えスイッチからの受信信号を処理する受波ビームフォーマと、

前記受波ビームフォーマからの整相信号を処理する包絡線信号検出器と、

前記包絡線信号検出器の出力を用いてビデオ信号を出力するスキャンコンバータと、

前記スキャンコンバータの出力を画像として表示する表示部と、

前記切り替えスイッチを介して前記電荷蓄積層の電荷蓄積量を制御する電荷蓄積制御部とを備え、

前記電気音響変換素子は、ソース電極とドレイン電極とを有し、

前記電荷蓄積制御部は、

前記ソース電極と前記ドレイン電極との間の抵抗値を測定することで、前記電荷蓄積層の電荷蓄積量をモニタする電荷蓄積モニタリング部と、 30

前記電荷蓄積層に電荷を注入する蓄積電荷注入部と、

前記電荷蓄積モニタリング部によりモニタされた前記電荷蓄積量に基づき、前記蓄積電荷注入部が注入する電荷の量を制御する制御部とを有することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項8】

前記電荷蓄積モニタリング部は、前記電気音響変換素子のインピーダンスの位相成分の周波数特性を評価することによって前記電荷蓄積量をモニタすることを特徴とする請求項7に記載の超音波撮像装置。 40

【請求項9】

前記電荷蓄積モニタリング部は、前記電気音響変換素子のインピーダンスの絶対値成分の周波数特性を評価することによって前記電荷蓄積量をモニタすることを特徴とする請求項7に記載の超音波撮像装置。

【請求項10】

前記電気音響変換素子は上部電極および下部電極を有し、

前記電荷蓄積モニタリング部は、前記上部電極および前記下部電極間の電流の積分値をモニタすることで、前記電荷蓄積量をモニタすることを特徴とする請求項7に記載の超音波撮像装置。

【請求項11】

50

前記制御部は、前記複数の電気音響変換素子間の電荷蓄積量の差が所定の範囲内に収まるように、前記蓄積電荷注入部を制御することを特徴とする請求項7に記載の超音波撮像装置。

【請求項 1 2】

前記電荷蓄積制御部は前記電荷蓄積層の電荷蓄積量に応じて前記超音波探触子の受信感度の補正を行うことを特徴とする請求項7に記載の超音波撮像装置。

【請求項 1 3】

前記超音波探触子は、上部電極と下部電極と前記上部電極および前記下部電極の間に設置されるシリコン化合物層とを具備し、前記電荷蓄積層は前記シリコン化合物層の内部に設置されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。 10

【請求項 1 4】

前記超音波探触子は、上部電極と下部電極と前記上部電極および前記下部電極の間に設置されるシリコン化合物層とを具備し、前記電荷蓄積層は前記シリコン化合物層の内部に設置されることを特徴とする請求項7に記載の超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は超音波を送受信するトランスデューサに係り、特にシリコンを基材とするダイヤフラム型超音波トランスデューサに関する。 20

【背景技術】

【0 0 0 2】

圧電セラミックス系超音波トランスデューサは、現在も、実用に供する超音波トランスデューサの大半を占めているが、これを置き換えるべく、Proceedings of 1994 IEEE Ultrasonics Symposium 1241-1244頁に記載されているものに代表されるような、半導体マイクロ加工技術により微細なダイヤフラム型のトランスデューサを構築する研究開発が、1990年代より始まった。 30

【0 0 0 3】

P Z T を用いた従来型圧電トランスデューサの場合は、音響インピーダンスは材料固有の物性値として一定であるのに対し、ダイヤフラム構造のみかけの音響インピーダンスは、材料だけでなく構造も反映している。そのため、対象物に合わせた設計の自由度がある。 30

【0 0 0 4】

最近では、開発が進み、送受信感度の上でも、P Z T を用いた従来型圧電トランスデューサと比較するに足る水準にまで達している。

【0 0 0 5】

J. Acoust. Soc. Am. vol. 75 1984 1297-1298頁には、半導体ダイヤフラム構造を用いたエレクトレット型のトランスデューサが開示されている。これは、ダイヤフラム側の電極と空隙の間か、基盤側の電極と空隙の間のどちらか少なくとも一方に、電荷を蓄積したシリコン化合物層を設けている。この電荷蓄積型絶縁層を構成する材質として、前記J. Acoust. Soc. Am. vol. 75 1984 1297-1298頁や、IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation vol.3 No.4 1996 494-498頁に示されているように、シリコン酸化膜やシリコン窒化膜などのシリコン化合物もしくは、これらの積層構造が用いられている。これらシリコン化合物の絶縁層は、C V D (Chemical Vapor Deposition) に代表される気相成長により形成されるが、結晶欠陥の量を制御することにより、化合物層の表面だけでなく、化合物層中にも電荷をトラップすることが可能である。そのため、あらかじめ高電界下で帶電させておくことで、D C バイアス電圧の必要のない電気音響変換素子として利用されている。 40

【0 0 0 6】

ところが、現実には、絶縁膜の帶電状態が不安定で、使用している間に、帶電した電荷量がドリフトしていく。そのため、電気音響変換素子として最も基本的な特性である電気 50

音響変換効率が、ドリフトしてしまうという問題を生じている。

【0007】

変換効率の大きさが満足すべきレベルにあったとしても、それが安定させづらいことは、トランスデューサとしての実用化に大きな障害となる。変換効率のドリフトの影響は、デバイスの特性が経時変化するということに加えて、特に、このような電気音響変換素子によりアレイ型変換器を構成するときに重大である。その影響は、電気音響変換器全体としての感度がドリフトするだけにとどまらず、アレイ型変換器を構成する各素子の電気音響変換特性がバラバラにドリフトすると、電気音響変換器全体として送信および受信ビーム形成動作をさせたときの音響ノイズレベルが、著しく上昇してしまう危険性を生む。

【0008】

従って、この電荷蓄積型のダイヤフラム型電気音響変換素子により、特にアレイ型変換器を構成し、その特性を実用に供するレベルにまで引き上げるためには、ドリフトの問題を克服することが、大きな電気音響変換効率を得ることに次ぐ重要な課題である。

【発明の開示】

【0009】

本発明では、電荷蓄積制御部を設け、電気音響変換素子中の電荷蓄積量の制御を行う。電荷蓄積量の変化が小さいときは、例えば、制御部において、変化量に応じた補正係数を受信信号に乗ずることにより、送波もしくは受波感度の補正を行ない、また、電荷蓄積量の変化が大きいときは、例えば、蓄積電荷注入部により電荷の再注入を行うこともできる。以上の一連の動作を制御部にて制御することで、経時変化、特に、複数の素子間での経時変化の違いによる感度バラツキを補正する。

【0010】

本発明によれば、従来に比べ素子感度のばらつきの主因である素子特性のドリフトを抑圧することができる。また、本発明の一側面において、送受信の超音波ビームの劣化を抑え、画像の方位分解能や、ダイナミックレンジの低下を防止することが出来る超音波撮像装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】半導体ダイヤフラム型電気音響変換素子の構造の概念を示す図。

【図2】シリコンを基材とする本発明のダイヤフラム型電気音響変換素子の実施例についてその断面を示す図。

【図3】シリコンを基材とする本発明のダイヤフラム型電気音響変換素子の実施例について電荷蓄積部を示す図。

【図4】シリコンを基材とする本発明のダイヤフラム型電気音響変換素子の実施例についてその断面を示す図。

【図5】シリコンを基材とする本発明のダイヤフラム型電気音響変換素子の実施例について電荷注入時の断面を示す図。

【図6】シリコンを基材とする本発明のダイヤフラム型電気音響変換素子の実施例について超音波送受信時の断面を示す図。

【図7】シリコンを基材とする本発明のダイヤフラム型電気音響変換素子の実施例について特に蓄積電荷量モニタリング部を含む形態における断面を示す図。

【図8】電荷蓄積量モニタリング部を含む超音波撮像装置のブロック図。

【図9】本発明の効果を示す超音波ビームの計算結果。

【図10】電荷蓄積量モニタリングのブロック図。

【図11】シリコンを基材とする本発明のダイヤフラム型電気音響変換素子の実施例についてその断面を示す図。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

ダイヤフラム型電気音響変換素子を用いた超音波トランスデューサの典型的な基本構造

10

20

30

40

50

は、図1に示すように、空隙4を挟んで基板1とダイヤフラム5にそれぞれ設けた下部電極2および上部電極3がコンデンサを形成するものである。この電極2および3間に電圧を印加すれば、両電極2および3上に反対符号の電荷が誘起され、互いに引力を及ぼしあうので、ダイヤフラム5が変位する。このとき、ダイヤフラム5の外側が水や生体に接していれば、これらの媒体中に音波を放射する。これが送信における電気機械変換の原理である。一方、DCバイアス電圧を印加して電極2および3上に一定の電荷を誘起させておいて、ダイヤフラム5の接している媒体から強制的に振動を加え、ダイヤフラム5に変位を与えると、変位に対応する電圧が付加的に生ずる。後者の受信における機械・電気変換の原理は、可聴音域のマイクロフォンとして用いられているDCバイアス型コンデンサマイクロフォンの原理と同じである。シリコンのように機械的に硬い材料で構成されていても、背面に空隙をもつダイヤフラム構造になっているために、生体や水など機械的に柔らかい材料と良好な音響インピーダンス整合をとることができることが特長である。10

【0013】

図2は、シリコン(Si)を基材とする本発明の例示的実施形態としての電気音響変換素子を示す断面図である。各層は、下の方から順に、下部電極(図1の符号2参照)を兼ねるn型シリコン(Si)基板1、第1のシリコン化合物層6、空隙層4、第2のシリコン化合物層5、アルミニウムよりなる上部電極3、第1のシリコン化合物層6である。この例におけるそれぞれの層の厚さは、空隙の下部に位置する第1のシリコン化合物層6が30nm、空隙層4が100nm、第2のシリコン化合物層5が200nm、上部電極層3が200nm、上部電極の上部に位置する第1のシリコン化合物層6が1500nmであり、ダイヤフラム下部に位置する空隙層4の内径は50μmである。第1のシリコン化合物層6は、一般的な窒化シリコンSi₃N₄よりなり、ダイヤフラムの機械的強度は、主に、上部電極層3の上部に位置するこの層6が担う構造になっている。第2のシリコン化合物層5中には、厚みが50nmの電荷蓄積層8が埋め込まれている。この電荷蓄積層8と電極の間のリーク電流を抑えるため、電荷蓄積層8を取り囲む第2のシリコン化合物にはSiO₂などが用いられる。電荷蓄積層8は図4に示すように、下部電極1と空隙層4の間の層を第2のシリコン化合物層7として、第1のシリコン化合物層6の中に埋め込む構成もとり得る。この場合、電荷蓄積層8を埋め込むため、先の図2の例では30nmであった、第1のシリコン化合物層6を厚み200nmとして、材質を第2のシリコン化合物に変更するとともに、200nmあった第2のシリコン化合物層5を50nm程度(作製可能な範囲でなるべく薄く)にして、材質を第1のシリコン化合物に変更する以外は、電荷蓄積層8が空隙層4の上下いずれにあっても本発明の目的を実施するにはなんら差異がない。20

【0014】

電荷蓄積層8の具体的な構造の例を図3に示す。図3の例では、第2のシリコン化合物層5の中に、欠陥を多く含む窒化シリコンSi₃N₄層13が形成されている。欠陥を多く含む窒化シリコンSi₃N₄層13を用いた場合には一つの浮遊ゲートを電荷蓄積層8に用いた場合に比べて、一度のリークで全電荷が失われるというリスクは小さいものの、均等に分布するように電荷を注入するのが難しいという点で不利である。これは、電荷が貯まる場所が、空間的にランダムであるため、素子毎にばらつくという問題に加えて、後で述べるように、Fowler-Nordheim型のトンネル電流などによって、電荷を注入しようとした際に、膜の中心部分と、端の部分で、空隙の厚みが異なるため、電界強度が異なり、膜の中心部分でのみ電荷の注入が行われるからである。30

【0015】

次に電荷注入の方法を説明する。図4に示す上下電極間(上部電極3および下部電極としての基板1の間)に電圧を印加する前の状態から、DCバイアス(100V程度)を印加すると、図5に示すように、ダイヤフラムの中心部が一番大きく変形し、コラップス電圧と呼ばれる値を超えると、ダイヤフラムの中心部が第2のシリコン化合物層7の表面に接触する。その状態で更に電圧を加えていくと、接触する部分の長さが、電圧の上昇に伴い増えていく。接触する前には上下電極間の距離は約350nmあったのが、接触後には250nmまで減少するので、結果として電界強度は1.4倍上昇する。そのため、接触している部分で40

は、電荷蓄積層 8 と下部電極（基板 1）との間の電界強度が大きくなり、この電荷蓄積層 8 と下部電極間のトンネル障壁層のバンド構造が変形し、Fowler - Nordheim (FN) 型のトンネル電流が流れ、電荷蓄積層 8 に電荷が貯まる。この状態で、DC バイアスを低下させると、図 6 に示すように、再び上部膜と下部の層が離れ、上下電極間の電圧が下がった効果に加え、電極間の距離が離れた効果もあり、電界強度は小さくなり、FN トンネルは起きなくなる。そのため、一度電荷蓄積層 8 に局在した電荷は比較的長い寿命で、電荷蓄積層 8 に留まることが可能となり、以後 DC バイアスを加えずに AC パルスを加えるだけで、AC パルスの振幅と、蓄積した電荷量に比例した振幅で、ダイヤフラムが振動し、超音波の送信が可能となる。また、外から超音波が来た場合には、DC バイアスを加えなくても、蓄積した電荷量と、ダイヤフラムの変形による静電容量の変化に比例した電流が上下の電極間に流れるので、超音波のセンサとしての利用が可能となる。電荷の注入方法としては、FN トンネルを用いる以外にホットエレクトロンを用いる方法もあるが、専用のトランジスタを内部に組み込む必要がある。

【0016】

次に、蓄積電荷の経時変化に関して検討する。超音波の送信は、なるべく信号対雑音比が良好な状態で行いたいので、先の説明では図 6 の状態で、超音波トランスデューサとして用いると説明したが、実際は、AC パルスもコラプス電圧に近くなるまで、大きいところで用いるケースが多い。その場合、瞬時的には図 5 に示す、空隙層 4 の厚みが 0 になる状態を経験することになる。共振周波数が 10 MHz の場合には、1 周期の 10 分の 1 程度の時間、すなわち 10 ns 程度の間は接触している。これが超音波の送信毎に繰り返されるので、電荷注入と逆の過程で蓄積された電荷が上下いずれかの電極に戻る。

【0017】

トランスデューサ内部に蓄積電荷モニタリング機構として、例えば、基板中にソース電極とドレイン電極を設けることができる。このソース・ドレイン間の電子伝導チャネルの抵抗は、電荷蓄積層 8 に蓄えられた電荷量に比例する。すなわち、電荷蓄積層 8 がゲートになった、電界効果型トランジスタと同じ構造をしているからである。よって、定期的にソース電極とドレイン電極の抵抗を測定することで、電荷蓄積層 8 に残る電荷量を推定することが可能となる。この理由は以下の通りである。電荷蓄積層 8 がゲートになった電界効果型トランジスタと同じ構造をしているので、ソース・ドレイン間の電流 I_{sd} は、ゲート電圧 V_g (この場合は電荷蓄積層 8 の蓄積電荷 Q) に対して $I_{sd} \propto Q^{(=V_g)}$ と、ほぼ比例する。よって、定期的にソース電極とドレイン電極の抵抗を測定することで、電荷蓄積層 8 に残る電荷量を推定することが可能となる。ソース電極とドレイン電極を配置した実施形態については、図 11 を参照しつつ後述する。この電荷蓄積量の変化に応じて、変化が小さいときは、変化分を補正係数として、受信信号補正するのに用い、変化分が大きい場合は再注入するといった判断の材料に用いることが可能となる。勿論、モニタリングをせずとも、定期的に再注入を繰り返すという使い方も考えうるが、トンネルの経路となる絶縁層は、過度に電流を流すことを繰り返すと、絶縁層の性状の劣化に繋がる。そのため、再注入は必要最小限に抑えることが望ましい。電荷蓄積量のモニタリング方式として、電界効果型トランジスタ類似構造を用いる例を説明したが、別の実施の形態としては、図 7 に示すようにダイヤフラムのインピーダンスの周波数特性を評価することによっても可能である。ダイヤフラムの電気機械変換効率が大きいと、インピーダンスの絶対値の極小点と極大点の距離は広がる。インピーダンスの絶対値の極小点と極大点での周波数の差 f をモニタすることで、ダイヤフラムの電気機械変換効率すなわち蓄積電荷をモニタすることが出来る。またインピーダンスの位相を使ってモニタリングすることも出来る。ダイヤフラムの電気機械変換効率が高いすなわち、蓄積電荷が大きいときは、共振周波数 (f_c) 近傍では、電気から機械エネルギーに変換される割合が大きいため、電気回路的には、ダイヤフラムはインダクタンスとして振る舞い、共振周波数 (f_c) 以外では、機械エネルギーへの変換効率は大きく下がり、ほとんどコンデンサとして振舞う。そのため、インピーダンスの位相成分は、図中に実線で示すように共振周波数 (f_c) 以外では、- 90°、共振周波数 (f_c) 近傍では + 90° となる。電荷蓄積量が減ってくると、+ 10

10

20

30

40

50

90°のピークが図7の点線に示すように小さくなってくるため、蓄積電荷の変化として検出可能となる。

【0018】

それ以外にも上下電極間の電流をモニタリングして、その積分値でもって判断するという方法などが考えることが可能であり、いずれの方法を用いても、本発明の目的を達成することが出来る。

【0019】

超音波診断装置においては、常に超音波の送受信を行っているわけではない。例えば甲状腺や頸部動脈の観察に用いるような高周波リニア探触子の例、深さ10cm、横方向に5cmの視野を、横方向の走査線密度が3本/mmの場合を例に説明する。生体の音速は大よそ1500m/sであるため、10cmの深さのところまで、音を打ってから帰ってくるまでに、往復(20cm)/(1500m/s)は約0.13msになる。一枚の画像を得るには視野幅5cm/走査線間隔:0.3mmで、166回送受波を繰り返して、1フレームを作製している。この結果、1フレームには22ms要する。一素子の蓄積電荷量モニタリングと再注入には、msオーダーであっても、これを約200個の素子全てに行うと、10フレーム程度の時間を要することになる。そのため、毎フレームモニタリングするのは現実的とはいはず、患者毎にキャリブレーションを行うという方法や、一人の患者でも、探触子を差し替えたりする場合は、そのつどキャリブレーションするという方法が選択出来る。

【0020】

以下、図8を用いて、上で説明した電気音響変換素子と、電気音響変換素子に蓄積した電荷量を制御する電荷蓄積制御部を備えた本発明に係る超音波診断装置について説明を行う。予めプログラミングされた送受信シーケンス制御部201の制御に基づいて送信遅延時間・重み選択部203において、送波ビームフォーマ204に与える各ch毎の送信遅延時間、重み関数の値が選択される。これらの値に基づいて、送波ビームフォーマ204は切り替えスイッチ205を介して、電気音響変換素子101に送波パルスを与える。このとき、電気音響変換素子101にはバイアス電圧制御部202によって、バイアス電圧も印加されており、その結果、電気音響変換素子101から、ここには図示しない被検体に対して超音波が送波される。被検体内の散乱体によって、反射した超音波の一部は、電気音響変換素子101で受信される。送受信シーケンス制御部201では、送波を行うタイミングから所定の時間が経過した後に、今度は受波ビームフォーマ206を制御し、受信モードを起動する。前記の所定の時間とは、例えば、被検体の深さ1mmより深いところから画像を所得する場合には、1mmを音が往復する時間のことである。送波直後に受信モードに入らないのは、通常、送信する電圧の振幅に対して、受信する電圧の振幅は10分の1から1000分の1と極めて小さい値を受信する必要があるからである。受波ビームフォーマ206では、いわゆるダイナミックフォーカスと呼ばれる、反射超音波の到達時間に応じて、連続的に遅延時間と重み関数の制御を行う。ダイナミックフォーカス後のデータは、画像作成手段、例えば、フィルタ207、包絡線信号検出器208、スキャンコンバータ209、で画像信号に変換されたあと、表示部210に超音波断層像として、表示される。本発明の特徴は、電荷蓄積モニタ211(電荷蓄積制御部)によって、電気音響変換素子101内の電荷蓄積層8における、電荷蓄積量をモニタすることにある。電荷蓄積量のモニタは、既に説明したように、常時行う必要はなく、プローブを差し替えたときや、同じプローブでも、撮像モードを切り替えたときなど、数100msを要する電荷蓄積モニタと電荷再注入過程があっても、問題とならないときに行うのが望ましい。電荷蓄積モニタ211は、図10に示すように、蓄積電荷モニタリング部102、蓄積電荷注入部103、制御部104を有する。各chの蓄積電荷の変化を既に説明した電気音響変換素子101の1ch毎のインピーダンスの位相の変化から推定し、例えば、各素子の感度バラツキとして許容される2から3dB以上、電気音響変換素子101の感度の変化が大きいときは、蓄積電荷注入部103によって、電荷の再注入を行い、再び電荷蓄積モニタ211によって、蓄積電荷を調べ、所望の感度バラツキの範囲内に収まっていることが確認されるまで、このプロセスを繰り返すことができる。

10

20

30

40

50

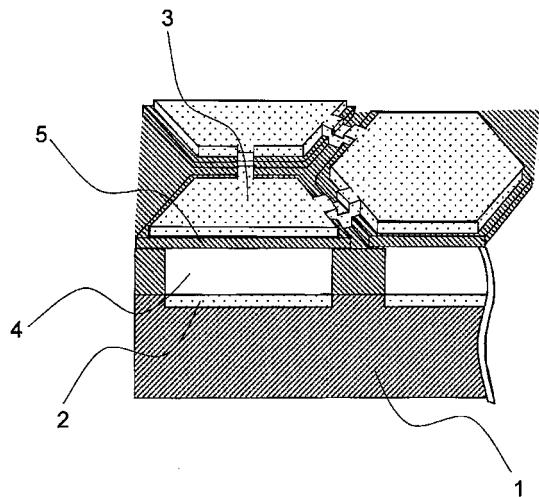
【 0 0 2 1 】

なお、電荷蓄積量のモニタには、図11に示すように、電荷蓄積モニタ用の電極14、15を設けることにより、より高精度に行うこと也可能である。これは、電荷蓄積層8が電界効果型トランジスタのゲート電極に相当し、モニタ用の電極14、15が同じく、電界効果型トランジスタのソースとドレイン電極に相当するように構成することで実現出来る。電界効果型トランジスタにおいて、ソースとドレイン間(電極14、15間)の抵抗は、ゲート電圧によって、決定されるように、図11の構成によれば、14、15間の抵抗をモニタすることで、電荷蓄積層8内の蓄積電荷を調べることが可能となる。つまり、本発明では、シリコンまたはシリコン化合物を基材とする基板と、前記基板上または基板中に形成された第1の電極と、前記基板上に設けられたシリコンまたはシリコン化合物を基材とする薄膜と、前記薄膜上または薄膜中に形成された第2の電極と、前記第1の電極と前記第2の電極の間に設けられた空隙層と、前記第1の電極と前記第2の電極により与えられる電荷を蓄積する、前記第1の電極と前記第2の電極の間に設けられた電荷蓄積層と、前記電荷蓄積層に蓄積された電荷量を測定するためのソース電極とドレイン電極とを有することを特徴とする電気音響変換素子を一例として用いることができる。10

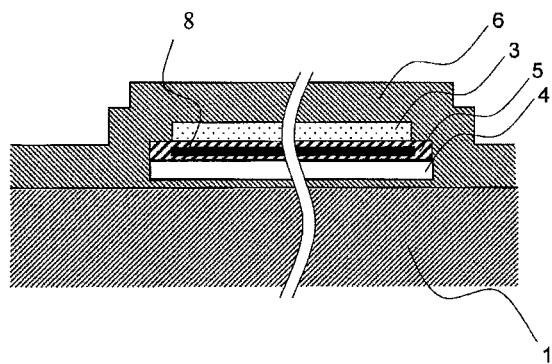
【 0 0 2 2 】

本発明の効果を図9により説明する。図9は超音波のビームパターンであり、横軸が、方位方向、縦軸が受信感度をdBで表示しており、感度最大の値で規格化されている。超音波ビームは、中心での鋭さが画像の方位方向の分解能を決定しており、まず方位方向0mmでのメインビームが鋭いことが重要である。そして、ビームの中心以外でのノイズレベルが画像のダイナミックレンジを決めるため、ビームの中心以外でのノイズレベルも重要な評価因子となる。画像のダイナミックレンジが狭いと、反射輝度の大きい散乱体の周囲の、反射輝度の小さい構造物は全て、反射輝度の大きい散乱体の周囲のノイズレベルに埋もれて、画像内に現れなくなってしまうからである。図9の実線と点線は、素子の感度バラツキが、それぞれ、1dB(実線)と6dB(点線)を示している。すなわち、電荷蓄積量をモニタすると、常に図9の実線のような良好なビームパターンがえられるが、電荷蓄積量の変化をモニタしないと、図9の点線のようなビームパターンとなり、画像のダイナミックレンジが大きく劣化してしまう。20

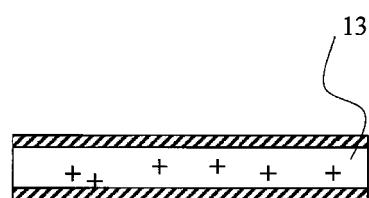
【図1】



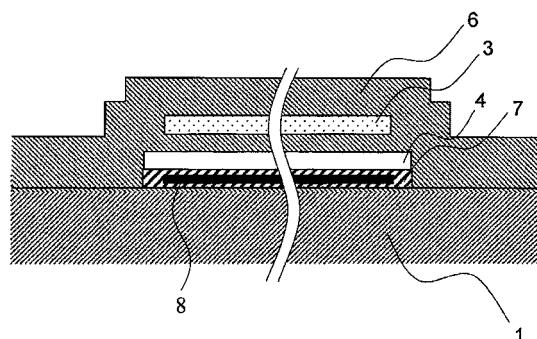
【図2】



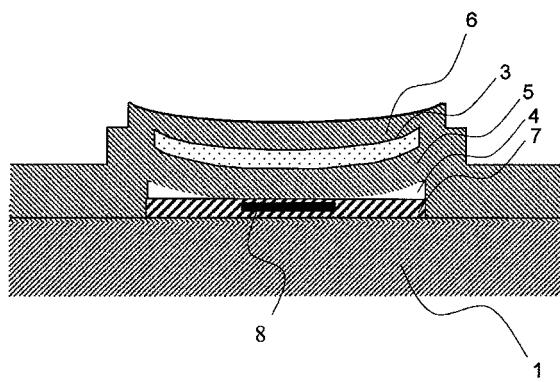
【図3】



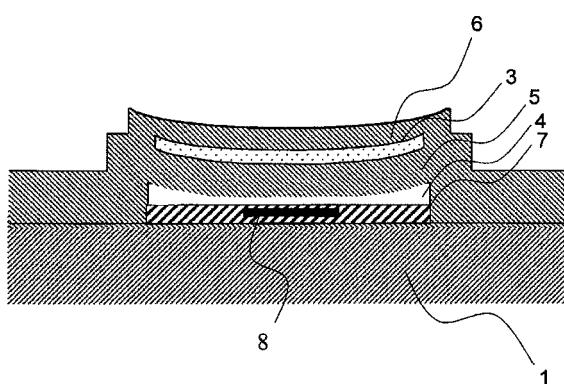
【図4】



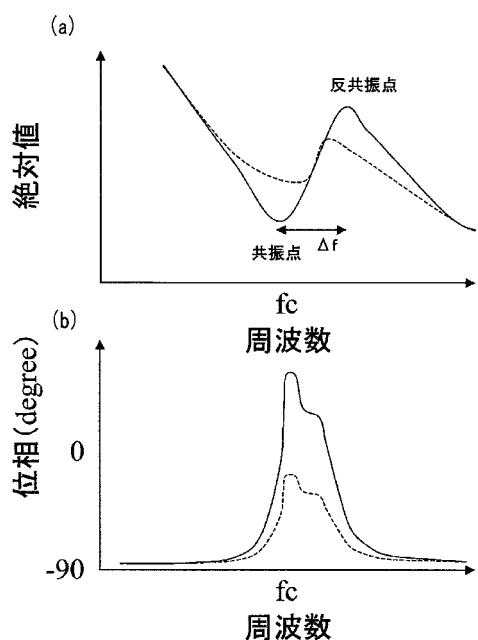
【図5】



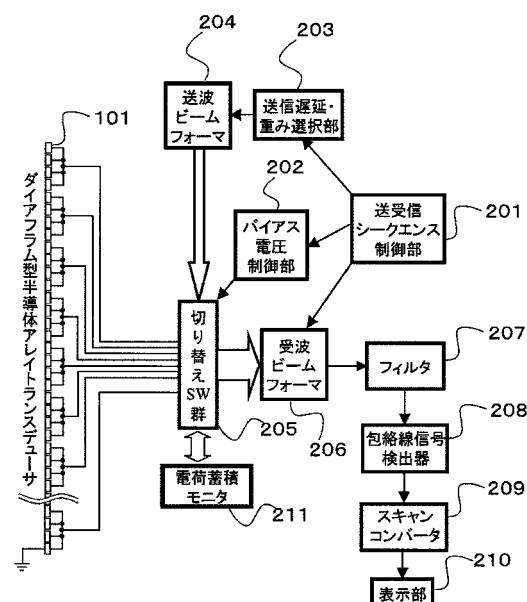
【図6】



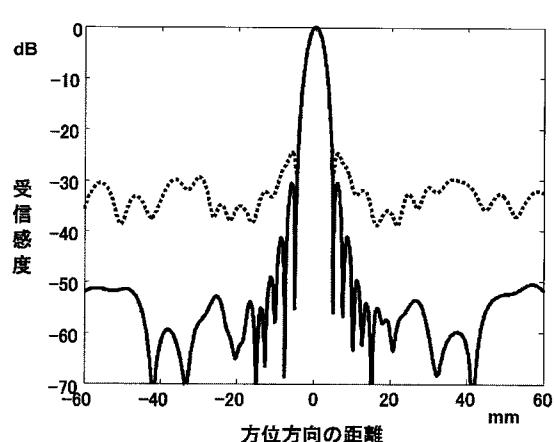
【図7】



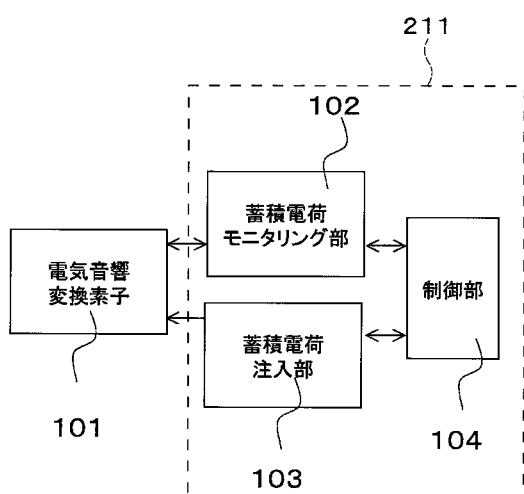
【図8】



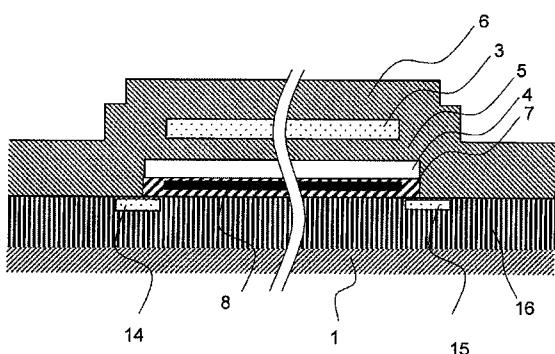
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 永田 達也

茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所 機械研究所内

(72)発明者 福田 宏

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

(72)発明者 町田 俊太郎

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

(72)発明者 峰 利之

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

審査官 後藤 順也

(56)参考文献 特開平07-311231(JP, A)

特表2004-503313(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00-8/15

专利名称(译)	超声成像设备		
公开(公告)号	JP4676988B2	公开(公告)日	2011-04-27
申请号	JP2007534245	申请日	2006-01-30
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
[标]发明人	東 隆 梅村 晋一郎 永田 達也 福田 宏 町田 俊太郎 峰 利之		
发明人	東 隆 梅村 晋一郎 永田 達也 福田 宏 町田 俊太郎 峰 利之		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/08 A61B8/4281 B06B1/0292 G01N29/2431 G01S15/00		
F1分类号	A61B8/00 G01N29/24.502 H04R17/00.330.G		
代理人(译)	悦生田田		
优先权	2005255821 2005-09-05 JP		
其他公开文献	JPWO2007029357A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

由作为基本单元的光阑型电声换能器(101)组成的超声波阵列换能器的接收灵敏度是主光束灵敏度漂移并且由于泄漏导致的电荷存储量随时间的变化而声学噪声水平上升。这导致声学SN比的恶化和超声波束的方向性的恶化。因此，提供电荷存储控制单元(电荷存储监视器211)以控制电声换能器(101)中的电荷存储量。电荷存储量的变化由存储电荷监视单元(102)监视，并且当电荷存储量的变化小时，例如，控制单元(104)根据变化量乘以校正系数以进行发送或发送。校正接收灵敏度，并且当电荷存储量的变化大时，例如，可以通过存储的电荷注入单元(103)执行电荷再注入。通过控制单元(104)控制上述一系列操作，特别地校正由于多个元件之间的时间变化的差异引起的灵敏度变化。

