

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4776349号
(P4776349)

(45) 発行日 平成23年9月21日(2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

G O 1 N 29/24 (2006.01)

G O 1 N 29/24 5 0 2

H O 4 R 19/00 (2006.01)

H O 4 R 19/00 3 3 0

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-328316 (P2005-328316)
 (22) 出願日 平成17年11月14日(2005.11.14)
 (65) 公開番号 特開2007-130357 (P2007-130357A)
 (43) 公開日 平成19年5月31日(2007.5.31)
 審査請求日 平成20年10月8日(2008.10.8)

(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 100096091
 弁理士 井上 誠一
 (72) 発明者 篠村 隆一
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号
 株式会社日立メディコ内
 審査官 宮川 哲伸

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】

複数の超音波振動子を用いて被検体との間で超音波の送受を行う超音波探触子と、当該超音波探触子に駆動信号を供給する送信手段と、前記超音波探触子から出力される受信信号を処理する受信手段と、当該受信手段から出力される信号に基づき超音波像を再構成する画像処理手段と、前記超音波像が表示される表示手段を備える超音波撮像装置であって、

前記超音波探触子は、送波用の超音波振動子と受波用の超音波振動子とを有し、

前記送波用の超音波振動子及び前記受波用の超音波振動子は、c M U T から成り、超音波ビームを走査する長軸方向と直交する短軸方向に複数のブロックに分割されて配置され、短軸方向同列にある各ブロックはそれぞれ異なる短軸電極に接続され、

前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子とに、それぞれ独立に短軸方向のフレネル束ねを形成し、隣接するフレネル束ねに極性の異なる直流バイアスを印加するバイアス制御手段を具備することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 2】

前記バイアス制御手段は、

前記送波用の超音波振動子の各ブロックに正負いずれかの直流バイアス電圧を印加する送波バイアス選択スイッチと、

前記受波用の超音波振動子の各ブロックに正負いずれかの直流バイアス電圧を印加する受波バイアス選択スイッチと、

10

20

を備え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】

前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は、更に、前記超音波の送受方向に積層されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 4】

前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は、更に、前記超音波の送受方向について重複しないように配置されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 5】

前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は、更に、同一面上に並べて配置されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波撮像装置。

10

【請求項 6】

前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は複数のブロックに等分割配置され、

前記フレネル束ねの束ねパターンはフォーカス点の深度に応じて変更されることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の超音波撮像装置。

【請求項 7】

前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は不等分に複数のブロックに分割配置され、所定の周波数及びフォーカス点についてフレネル束ねを形成することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の超音波撮像装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体の診断画像として超音波像を撮像する超音波診断装置に関する。詳細には、超音波ビームのフォーカス精度を向上させる超音波撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被検体の超音波像を撮像する超音波診断装置は、超音波探触子から被検体に超音波を送波し、被検体内で反射したエコーを超音波探触子で受波し、超音波探触子から出力される信号に基づき超音波像を構成して表示する。超音波探触子は、超音波と電気信号とを相互に変換する複数の振動子が配列される。

30

【0003】

超音波診断装置で撮像される超音波像は、超音波探触子で送受する超音波ビームのフォーカス点の幅あるいは径（以下、ビーム幅という。）に画像分解能が左右される。すなわち、超音波ビームの送受に際し、ビーム幅を絞ると超音波ビームの方位分解能が高まるため画像分解能が向上する。

【0004】

ビーム幅を絞る技術として、音響レンズやフレネルフォーカス制御がある。音響レンズは、超音波ビームを収束させるレンズである。フレネルフォーカス制御では、複数の振動子が 1 つあるいは隣接する複数の振動子からなる振動子群に束ねられる（フレネル束ね）。各振動子群のフォーカス点までの距離差に基づき、振動子群単位で異なる位相が付与される。各振動子群単位で送受する超音波が位相整合されてフォーカス点におけるビーム幅が絞られる（例えば、[特許文献 1] 参照。）。

40

【0005】

また、cMUT (Capative Micromachined Ultrasonic Transducer) を送信用及び受信用に専用に設け、それぞれ最適化した構造として積層化し、下層と上層とで配列方向を直交させ、直交するビーム走査を行うことが提案されている（例えば、[特許文献 2] 参照。）。

また、超音波が生体を伝播するに伴い生体の非線形性により発生する高調波をイメージングする THI 技術（ティッシュハーモニックイメージング）がある。

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 6 0 1 4 4 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6 3 1 4 0 5 7 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、音響レンズによる短軸方向（超音波ビームを走査する方向と直交する方向）のフォーカス処理によるフォーカス点は、固定焦点であるという問題点がある。

また、フレネルフォーカス制御の場合、音響レンズの場合と同様に深部に行くにつれ超音波ビームが劣化するという問題点がある。

10

また、音響レンズとフレネルフォーカス制御とを組み合わせ短軸方向の超音波ビームを改善することもできる。しかしながら、THI 技術では、送波周波数の 2 倍の周波数の高調波を受波するので、フレネルフォーカス制御におけるフレネル束ねを送波と受波とで同一にした場合、短軸方向のフレネルフォーカス点の位置が一致しなくなるという問題点がある。

また、送波直後にフォーカス切替を行うとノイズが生じたり、印加直流バイアスが安定するまで時間を要するという問題点がある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、以上の問題点に鑑みてなされたものであり、送波と受波とで短軸方向のフレネルフォーカス点の位置を自由に設定することを可能とする超音波撮像装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

前述した目的を達成するために第 1 の発明は、複数の超音波振動子を用いて被検体との間で超音波の送受を行う超音波探触子と、当該超音波探触子に駆動信号を供給する送信手段と、前記超音波探触子から出力される受信信号を処理する受信手段と、当該受信手段から出力される信号に基づき超音波像を再構成する画像処理手段と、前記超音波像が表示される表示手段を備える超音波撮像装置であって、前記超音波探触子は、送波用の超音波振動子と受波用の超音波振動子とを有し、前記送波用の超音波振動子及び前記受波用の超音波振動子は、CMUT から成り、超音波ビームを走査する長軸方向と直交する短軸方向に複数のブロックに分割されて配置され、短軸方向同列にある各ブロックはそれぞれ異なる短軸電極に接続され、前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子とに、それぞれ独立に短軸方向のフレネル束ねを形成し、隣接するフレネル束ねに極性の異なる直流バイアスを印加するバイアス制御手段を具備することを特徴とする超音波撮像装置である。

30

【 0 0 1 0 】

第 1 の発明では、超音波探触子は、送波用の超音波振動子（送波振動子）及び受波用の超音波探触子（受波振動子）を備え、それぞれ、短軸方向に複数のブロックに分割されて配置され、短軸方向同列にある各ブロックはそれぞれ異なる短軸電極に接続されている。また、バイアス制御手段によって、送波振動子と受波振動子とを独立に短軸方向のフレネル束ねを形成し、隣接するフレネル束ねに極性の異なる直流バイアスを印加するよう制御するため、送波と受波とで独立に短軸方向のフレネルフォーカス制御を行える。すなわち、送受それぞれ独自に短軸方向のフレネルフォーカス点を設定できる。従って、THI 技術のように送波周波数と受波周波数とが異なる場合であってもフレネルフォーカス点の位置を送波と受波とで一致させることができ、超音波像の画質を向上させることができる。

40

また、前記バイアス制御手段は、前記送波用の超音波振動子の各ブロックに正負いずれかの直流バイアス電圧を印加する送波バイアス選択スイッチと、前記受波用の超音波振動子の各ブロックに正負いずれかの直流バイアス電圧を印加する受波バイアス選択スイッチと、を備える。このように、スイッチ回路を用いて印加電流バイアスの極性を反転させることにより超音波の極性を反転させて、フレネルフォーカス制御を行うことができる。ま

50

た、正負２種のバイアス電源とスイッチ回路によってバイアス制御を行うことができるため、回路構成を簡素化できる。

【００１１】

また、前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は、更に、前記超音波の送受方向に積層することが望ましい。

このように、送波用の超音波振動子と受波用の超音波振動子とを積層構成とすることにより、超音波探触子及び超音波送受信面の肥大化を抑制することができる。

【００１２】

また、前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は、更に、前記超音波の送受方向について重複しないように配置することが望ましい。

これにより、送波用の超音波振動子と受波用の超音波振動子との相互間における電界やセンサギャップや膜の影響を軽減することができる。

【００１３】

また、前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は、更に、同一面上に並べて配置することが望ましい。

これにより、送波用の超音波振動子と受波用の超音波振動子との相互間における電界やセンサギャップや膜の影響を軽減することができる。また、同一平面上の１つの層に送波用の超音波振動子と受波用の超音波振動子とが配置されるので、超音波の送受方向について超音波探触子の大きさを小さくすることができる。

【００１５】

また、前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は複数のブロックに等分割配置され、前記フレネル束ねの束ねパターンはフォーカス点の深度に応じて変更されることが望ましい。分割数を増やすことによりフレネル束ね精度及び感度が向上でき、また自由度が向上する。

【００１６】

また、前記送波用の超音波振動子と前記受波用の超音波振動子は不等分に複数のブロックに分割配置され、所定の周波数及びフォーカス点についてフレネル束ねを形成するようにしてもよい。深度方向に周波数を高周波から低周波へ受信信号の帯域をスweepすることでフォーカス点が深部へと移動する。

【発明の効果】

【００１７】

本発明によれば、送波と受波とで短軸方向のフレネルフォーカス点の位置を自由に設定することを可能とする超音波撮像装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

以下添付図面を参照しながら、本発明に係る超音波撮像装置の好適な実施形態について詳細に説明する。尚、以下の説明及び添付図面において、略同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略することにする。

【００１９】

(１．超音波撮像装置１の構成)

最初に、図１を参照しながら、本発明の第１の実施の形態に係る超音波撮像装置１について説明する。

図１は、超音波撮像装置１の構成図である。

超音波撮像装置１は、装置本体３及び超音波探触子５及び表示部７から構成される。

超音波撮像装置１は、超音波探触子５により被検体９に対して超音波を送受信し、装置本体３において画像処理を行い、表示部７に被検体９の撮像画像を出力する。

【００２０】

装置本体３は、制御部２０、バイアス制御回路２１、送受信回路２２、加算回路２３、画像処理部２４を備える。装置本体３は、画像処理部２４を介してディスプレイ等の表示部７に接続される。

【 0 0 2 1 】

制御部 2 0 は、バイアス制御回路 2 1 及び送受信回路 2 2 及び画像処理部 2 4 の動作制御を行う。

バイアス制御回路 2 1 は、送波バイアス選択スイッチ 5 1 及び受波バイアス選択スイッチ 5 3 を備える。バイアス制御回路 2 1 は、超音波探触子 5 の振動子の電極に直流バイアスを印加する。尚、送波バイアス選択スイッチ 5 1 及び受波バイアス選択スイッチ 5 3 については、図 8 を用いて後述する。

【 0 0 2 2 】

送受信回路 2 2 は、送波整相回路 6 1、送波回路 6 2、受波整相回路 6 3、増幅回路 6 4、送受分離回路 6 5 を備える。送受信回路 2 2 は、超音波探触子 5 の振動子毎に設けられる。あるいは、最大口径分の送受信回路 2 2 を設け、当該送受信回路 2 2 と振動子との間にスイッチを挿入して口径選択や口径移動を行う構成としてもよい。送波整相回路 6 1 及び受波整相回路 6 3 は、それぞれ、超音波ビーム形成処理を行う。受波整相回路 6 3 の出力は、加算回路 2 3 で束ねられ画像処理部 2 4 に入力されて画像化される。

画像処理部 2 4 は、イメージプロセッサを備える。画像処理部 2 4 は、超音波探触子 5 から出力される信号に基づいて超音波像（例えば、被検体 9 の断層像）を再構成する。

【 0 0 2 3 】

超音波探触子 5 は、送波短軸電極 1 1、送波センサ部 1 2、受波短軸電極 1 3、受波センサ部 1 4、長軸電極 1 5 を備える。尚、超音波探触子 5 については、図 2 等を用いて後述する。

【 0 0 2 4 】

(2 . 超音波探触子 5 の構成)

次に、図 2 ～ 図 7 を参照しながら超音波探触子 5 の構成について説明する。

図 2 は、超音波探触子 5 の斜視図である。

図 3 は、超音波探触子 5 の電極及びセンサ部の積層を示す図である。

図 4 は、超音波探触子 5 を短軸方向から見た図である。

図 5 は、超音波探触子 5 を長軸方向から見た図である。

尚、長軸方向は、超音波ビームを走査する方向である。短軸方向は、超音波ビームを走査する方向と直交する方向である。

【 0 0 2 5 】

(2 - 1 . 送波振動子 3 1 及び受波振動子 3 3 の積層)

超音波探触子 5 は、送波短軸電極 1 1、送波センサ部 1 2、受波短軸電極 1 3、受波センサ部 1 4、長軸電極 1 5、音響レンズ 1 6、マッチング層 1 7 が半導体基板 1 8 上に積層されて構成される。図 2 では、送波短軸電極 1 1 及び送波センサ部 1 2 が下側に積層され、受波短軸電極 1 3 及び受波センサ部 1 4 が上側に積層されるが、上下逆に積層するようにしてもよい。

【 0 0 2 6 】

送波振動子 3 1 は、送波短軸電極 1 1 及び送波センサ部 1 2 及び長軸電極 1 5 から構成される（図 4 及び図 5 参照）。送波振動子 3 1 は、被検体 9 に送信する超音波を発生する振動子である。受波振動子 3 3 は、受波短軸電極 1 3 及び受波センサ部 1 4 及び長軸電極 1 5 から構成される（図 4 及び図 5 参照）。受波振動子 3 3 は、被検体 9 から受信する超音波を検出する振動子である。尚、長軸電極 1 5 は、送波振動子 3 1 及び受波振動子 3 3 に共用される。

【 0 0 2 7 】

送波短軸電極 1 1 及び受波短軸電極 1 3 は、それぞれ、長軸方向に延びる電極であり複数の電極が平行配置される。長軸電極 1 5 は、短軸方向に延びる電極であり複数の電極が平行配置される。すなわち、送波短軸電極 1 1 及び受波短軸電極 1 3 と長軸電極 1 5 とは、互いに直交する方向に配置される。

送波センサ部 1 2 及び受波センサ部 1 4 は、それぞれ、送波振動子 3 1 及び受波振動子 3 3 のセンサ部として機能するものであり、例えば、センサギャップ等の空間やダイヤフ

10

20

30

40

50

ラム膜である。

音響レンズ 16 は、短軸方向の超音波ビームを収束させるレンズである。

マッチング層 17 は、超音波の伝送効率を上げる層である。

【0028】

直流バイアス電圧が印加された送波短軸電極 11 に対応する位置の送波振動子 31 が駆動信号に基づいて振動し、超音波が発生する。バイアス電圧が印加された受波短軸電極 13 に対応する位置の受波振動子 33 が被検体 9 からの反射エコーを受信して振動し、超音波の検出が行われる。

【0029】

(2-2. cMUT40)

10

図6は、cMUT40を用いた送波振動子31を示す図である。

図7は、cMUT40の構成図である。

【0030】

送波振動子31及び受波振動子33としては、電気・音響変換効率が電極間の電界強度に依存する素子を用いることができる。例えば、容量型マイクロマシン超音波振動子であるcMUT(Capative Micromachined Ultrasonic Transducer)を用いることができる。

【0031】

cMUT40は、シリコン(Si)等の基板45、基板45の表面に形成される可撓性の薄膜43、薄膜43の周囲を支持する窒化珪素(Si₃N₄)等の絶縁材料42、基板45～薄膜43間に形成される真空ギャップ層44、下部電極46、上部電極41により構成される。

20

【0032】

上部電極41と下部電極46との間に適切な電圧信号を印加すると、cMUT40は、容量型超音波トランスデューサセルとして機能する。超音波送信時には、cMUT40は印加電圧信号に従って超音波を生成する。超音波受信時には、cMUT40は電氣的にバイアスされる。超音波エコー信号を薄膜43の運動エネルギー変化として捕捉しこれに伴う電流値変化を検知することによって受信電気信号が得られる。

【0033】

送波センサ部12は、短冊状の送波センサ部12-1、12-2、...に短軸方向に分割される。各送波センサ部12-1、12-2は、それぞれ、複数のcMUT40のセンサ部(薄膜43や真空ギャップ層44等)により構成される。

30

各cMUT40の上部電極41は、各送波センサ部12-1、12-2、...毎に結線されてそれぞれ長軸電極15-1、15-2、...を構成する。各cMUT40の下部電極46は、送波短軸電極11-1、11-2、...に接続される。送波短軸電極11-1、11-2、...は、送波センサ部12を挟んで長軸電極15-1、15-2、...に直交する方向に設けられる。

【0034】

送波短軸電極11-1、11-2、...のいずれか1つの電極と長軸電極15-1、15-2、...のいずれか1つの電極との交差位置に対応する複数のcMUT40により、1素子(1ブロック)の送波振動子31が構成される。

40

フォーカス点までの距離に応じて送波短軸電極11-1、11-2、...に異なる位相(例えば、逆位相)の波形を印加することにより、短軸方向のフォーカス制御を行い所望の位置にフォーカス点を形成することができる。

尚、図6では、送波振動子31について説明したが、受波振動子33についても同様である。

【0035】

(3. 超音波探触子5の動作制御)

次に、図8～図12を参照しながら、超音波探触子5の動作制御について説明する。

【0036】

50

(3 - 1 . 駆動回路)

図 8 は、超音波探触子 5 の駆動回路を示す図である。

送波バイアス選択スイッチ 5 1 は、送波短軸電極 1 1 に印加するバイアス電圧を選択するスイッチである。受波バイアス選択スイッチ 5 3 は、受波短軸電極 1 3 に印加するバイアス電圧を選択するスイッチである。送波バイアス選択スイッチ 5 1 及び受波バイアス選択スイッチ 5 3 は、共に、直流バイアス電圧 (V_{dc+}) 5 4 または直流バイアス電圧 (V_{dc-}) 5 5 を選択することができる。

【 0 0 3 7 】

送波バイアス選択スイッチ 5 1 及び受波バイアス選択スイッチ 5 3 は、送波短軸電極 1 1 毎及び受波短軸電極 1 3 毎に設けるようにしてもよいし、中心軸に対して対称位置にある電極を束ねて設けるようにしてもよい。

10

これにより、送波と受波とを独立に短軸方向について束ねパターンを設定することができる。尚、短軸方向の束ねパターンについては、図 9 ~ 図 1 1 等を用いて後述する。

また、スイッチ回路を用いて印加バイアスの極性を反転させることにより超音波の極性を反転させて、フレネルフォーカス制御を行うことができる (後述する) 。また、正負 2 種類のバイアス電源とスイッチ回路を設けることによりバイアス制御を行うことができるので、回路構成を簡素化することができる。

【 0 0 3 8 】

(3 - 2 . 短軸方向のフレネルフォーカス制御)

図 9 は、送波振動子 3 1 毎に行われる短軸方向のフレネルフォーカス制御を示す図である。尚、送波について説明するが受波についても同様である。

20

【 0 0 3 9 】

中央位置の送波振動子 3 1 - 1 からフォーカス点 7 0 (P) までの距離を「 L_1 」とし、隣接する送波振動子 3 1 - 2 からフォーカス点 7 0 までの距離を「 L_2 」とする。フォーカス点 7 0 における、送波振動子 3 1 - 1 からの超音波と送波振動子 3 1 - 2 からの超音波との間の位相差「 ϕ 」は、 $\phi = 2\pi f (L_2 - L_1) / c$ 、である。尚、「 c 」は音速、「 f 」は超音波周波数、である。

【 0 0 4 0 】

フォーカス点 7 0 において送波強度を最大とするには、各送波振動子 3 1 - 1、3 1 - 2、... から送波される波形の位相が一致すればよい。理想的には隣接する送波振動子 3 1 毎に「 ϕ 」の位相差を持って送信タイミングをずらすと、フォーカス点 7 0 への送波超音波は同相となり足し合わされて強め合う。

30

しかしながら、実際にこの送波振動子 3 1 毎の微小遅延を行うと、送波振動子 3 1 毎にフォーカスデータを保持する必要がある、メモリ容量や処理速度等の面で望ましくない。

【 0 0 4 1 】

図 1 0 は、送波振動子群 7 1 毎に行われる短軸方向のフレネルフォーカス制御を示す図である。尚、送波について説明するが受波についても同様である。

振動子群 7 1 - 1 及び振動子群 7 1 - 2 は、少なくとも 1 つの送波振動子 3 1 から構成される。

【 0 0 4 2 】

40

図 9 では、送波振動子 3 1 毎に遅延処理が行われフレネルフォーカス制御が行れるが、図 1 0 では、送波振動子群 7 1 毎に同位相あるいは逆位相の 2 通りの位相を用いてフレネルフォーカス制御が行われる。

【 0 0 4 3 】

中央位置の送波振動子 3 1 - 1 に対して位相差「 ϕ 」が、 $0 < \phi < \pi$ 、となる送波振動子 3 1 が同位相の送波振動子群 7 1 - 1 として束ねられ、また、中央位置の送波振動子 3 1 - 1 に対して位相差「 ϕ 」が、 $\pi < \phi < 2\pi$ 、となる送波振動子 3 1 が逆位相の送波振動子群 7 1 - 2 として束ねられる。

【 0 0 4 4 】

制御部 2 0 は、隣接する送波振動子群 7 1 に対してフォーカス点までの距離差が半波長

50

以下なら同位相で整相し、半波長を越えたら逆位相すなわち振幅を反転して整相する。すなわち、制御部 20 は、隣接する振動子群 71 毎に、バイアス電圧を反転させて送波短軸電極 11 に印加することにより、短軸方向のフレネルフォーカス制御を行う。

【0045】

図 9 に示す送波振動子 31 毎の位相差を考慮する場合と比較して、図 10 に示すフォーカス制御の整相精度は低下するが、フォーカスデータとして、送波振動子 31 とフォーカス点 70 との距離差に基づくあらゆる位相データを保持する必要はなく、同位相及び逆位相の 2 通りの位相データを保持するのみでよい。従って、制御部 20 における処理負担の軽減やメモリ容量の節約や迅速処理を図ることができる。

尚、図 9 及び図 10 では、送波について説明したが、受波についても同様にフォーカス制御が行われる。

【0046】

(3-3. 送波と受波との独立フォーカス制御)

図 11 (a) 及び図 11 (b) は、それぞれ、送波振動子 31 及び受波振動子 33 の短軸方向の分割パターン 72 及び分割パターン 73 を示す図である。

図 11 (c) 及び図 11 (d) は、それぞれ、送波周波数「 f_0 」における送波束ねパターン 74 及び受波周波数「 $2f_0$ 」における受波束ねパターン 75 を示す図である。この場合、送波と受波でフォーカス点が一致する。

図 11 (e) 及び図 11 (f) は、それぞれ、送波周波数「 f_0 」における送波束ねパターン 76 及び受波周波数「 $2f_0$ 」における受波束ねパターン 77 を示す図である。この場合、送波と受波でフォーカス点異なる。

【0047】

超音波探触子 5 は、送波用の送波振動子 31 と受波用の受波振動子 33 とを有する。送波振動子 31 の送波短軸電極 11 と受波振動子 33 の送波短軸電極 13 とをそれぞれ独立してバイアス電圧を印加可能である。

THI 技術のように、送波周波数と受波周波数とが異なる場合には、制御部 20 は、送波周波数や受波周波数に対応させて送波振動子や受波振動子を束ね、送波と受波とを独立して短軸方向のフレネルフォーカス制御を行う。

【0048】

図 12 (a) は、送波束ねパターンと受波束ねパターンとが同一である場合の送波フォーカス点及び受波フォーカス点を示す図である。

図 12 (b) は、送波束ねパターン 74 (図 11 (c)) と受波束ねパターン 75 (図 11 (d)) とを独立して設定した場合の送波フォーカス点及び受波フォーカス点を示す図である。

【0049】

送波束ねパターンと受波束ねパターンとが同一である場合、送波周波数「 f_0 」の送波フォーカス点 81 と受波周波数「 $2f_0$ 」の受波フォーカス点 82 とは一致しないので、フォーカス点では、超音波像の画質が送受フォーカスが同一点に比べ低下する。

一方、送波束ねパターン 74 と受波束ねパターン 75 とを独立して設定した場合、送波周波数「 f_0 」の送波フォーカス点 83 と受波周波数「 $2f_0$ 」の受波フォーカス点 84 とがほぼ一致するので、超音波像の画質が向上する。

このように、送波と受波で、フォーカス点を変えて全体的にフォーカスを良くすることもできるし(図 11 (e) 及び図 11 (f) 参照)、送受をほぼ一致させて、フォーカス点近傍をより良くすることが選択できる(図 11 (c) 及び図 11 (d) 参照)。

【0050】

(4. 効果)

このように、第 1 の実施の形態に係る超音波探触子 5 は、送波用の送波振動子 31 及び受波用の受波振動子 33 が積層されて構成され、それぞれ、独立して制御可能である。すなわち、送受それぞれ独自に短軸方向のフレネルフォーカス点を設定できる。

従って、THI 技術のように送波周波数と受波周波数とが異なる場合であってもフレネ

10

20

30

40

50

ルフォーカス点の位置を送波と受波とで一致させることができ、超音波像の画質を向上させることができる。

また、音響レンズを組み合わせることにより超音波ビームをより高精度に改善することができる。

また、送波振動子と受波振動子とを積層構成とすることにより、超音波探触子及び超音波送受信面の肥大化を抑制することができる。

【 0 0 5 1 】

(5 . 第 2 の実施の形態)

次に、図 1 3 及び図 1 4 を参照しながら、第 2 の実施の形態に係る超音波探触子 5 a について説明する。

図 1 3 は、超音波探触子 5 a を短軸方向から見た図である。

図 1 4 は、超音波探触子 5 a の駆動回路を示す図である。

【 0 0 5 2 】

第 1 の実施の形態の超音波探触子 5 では、上下方向（超音波送受方向）から見て同一位置に送波振動子 3 1 と受波振動子 3 3 とが積層されるものとして説明したが、送波振動子 3 1 と受波振動子 3 3 とを独立に駆動可能であれば、配置位置に制限はない。

【 0 0 5 3 】

超音波探触子 5 a では、送波振動子 3 1 a 及び受波振動子 3 3 a は、それぞれ、短軸方向に列をなす。送波振動子 3 1 a の列及び受波振動子 3 3 a の列は、短軸方向と平行に交互に配置される。送波振動子 3 1 a は下層に配置され受波振動子 3 3 a は上層に配置されるが、送波振動子 3 1 a と受波振動子 3 3 a とは上下方向で重ならない。

【 0 0 5 4 】

送波バイアス選択スイッチ 5 1 a により、送波短軸電極 1 1 a に印加するバイアス電圧を選択し、受波バイアス選択スイッチ 5 3 a により、受波短軸電極 1 3 a に印加するバイアス電圧を選択することができる。

【 0 0 5 5 】

このように、第 2 の実施の形態では、送波振動子 3 1 a と受波振動子 3 3 a とは上下方向で重ならない位置に配置されるので、送波振動子 3 1 a と受波振動子 3 3 a との相互間における電界やセンサギャップや膜の影響を軽減することができる。

尚、送波振動子 3 1 a 及び受波振動子 3 3 a を、それぞれ、長軸方向に列をなすようにし、送波振動子 3 1 a の列及び受波振動子 3 3 a の列を、長軸方向と平行に交互に配置するようにしてもよい。また、上下方向から見て送波振動子 3 1 a と受波振動子 3 3 a とを千鳥構成の位置に配置するようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

(6 . 第 3 の実施の形態)

次に、図 1 5 及び図 1 6 を参照しながら、第 3 の実施の形態に係る超音波探触子 5 b について説明する。

図 1 5 は、超音波探触子 5 b を長軸方向から見た図である。

図 1 6 は、超音波探触子 5 b の駆動回路を示す図である。

【 0 0 5 7 】

第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態では、上下方向（超音波送受方向）に送波振動子 3 1 と受波振動子 3 3 とが積層されるものとして説明したが、送波振動子 3 1 と受波振動子 3 3 とを独立に駆動可能であればよく、送波振動子 3 1 と受波振動子 3 3 とを積層せずに 1 層のまま配置するようにしてもよい。

【 0 0 5 8 】

超音波探触子 5 b では、送波振動子 3 1 b 及び受波振動子 3 3 b は、それぞれ、長軸方向に列をなす。送波振動子 3 1 b の列及び受波振動子 3 3 b の列は、長軸方向と平行に交互に配置される。送波振動子 3 1 b と受波振動子 3 3 b とは積層構成ではなく同一層に配置される。送波振動子 3 1 b と受波振動子 3 3 b とは上下方向で重ならない。

【 0 0 5 9 】

送波バイアス選択スイッチ 5 1 b により、送波短軸電極 1 1 b に印加するバイアス電圧を選択し、受波バイアス選択スイッチ 5 3 b により、受波短軸電極 1 3 b に印加するバイアス電圧を選択することができる。

【 0 0 6 0 】

このように、第 3 の実施の形態では、第 2 の実施の形態と同様に、送波振動子 3 1 b と受波振動子 3 3 b とは上下方向で重ならない位置に配置されるので、送波振動子 3 1 b と受波振動子 3 3 b との相互間における電界やセンサギャップや膜の影響を軽減することができる。

また、第 3 の実施の形態では、同一平面上の 1 つの層に送波振動子 3 1 b と受波振動子 3 3 b とが配置されるので、超音波探触子 5 b の上下方向の大きさを小さくすることが

10

できる。尚、送波振動子 3 1 b 及び受波振動子 3 3 b を、それぞれ、短軸方向に列をなすようにし、送波振動子 3 1 b の列及び受波振動子 3 3 b の列を、短軸方向と平行に交互に配置するようにしてもよい。また、上下方向から見て送波振動子 3 1 b と受波振動子 3 3 b とを千鳥構成の位置に配置するようにしてもよい。

【 0 0 6 1 】

(6 . その他)

以上、第 1 の実施の形態～第 3 の実施の形態について説明したが、これに限られるものではない。超音波ビームの短軸方向の方位分解能を中心に説明したが、長軸方向の方位分解を改善する場合にも適用することができる。

20

【 0 0 6 2 】

また、送波振動子及び受波振動子を等分割配置する場合、分割数を増やすことにより、フレネル束ね精度及び感度が向上する。また、フレネルフォーカス点の深度に応じてフレネル束ねを変更することができるので、自由度が向上する。また、長軸方向と同様に短軸方向の分割によるグレーティングが生じるが、グレーティングの角度を大きくすることができる。また、電源の種類を増やすことにより重み付けも可能となる。

また、送波振動子及び受波振動子を不等分割配置する場合、所定の周波数及びフォーカス点についてフレネル分割するようにしてもよい。深度方向に周波数を高周波から低周波へ受信信号の帯域をスweepすることでフォーカス点が深部へと移動する。

【 0 0 6 3 】

30

以上、添付図面を参照しながら、本発明に係る超音波撮像装置の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、本願で開示した技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 4 】

【図 1】超音波撮像装置 1 の構成図

【図 2】超音波探触子 5 の斜視図

【図 3】超音波探触子 5 の電極及びセンサ部の積層を示す図

【図 4】超音波探触子 5 を短軸方向から見た図

40

【図 5】超音波探触子 5 を長軸方向から見た図

【図 6】c M U T 4 0 を用いた送波振動子 3 1 を示す図

【図 7】c M U T 4 0 の構成図

【図 8】超音波探触子 5 の駆動回路を示す図

【図 9】送波振動子 3 1 毎に行われる短軸方向のフレネルフォーカス制御を示す図

【図 10】送波振動子群 7 1 毎に行われる短軸方向のフレネルフォーカス制御を示す図

【図 11】送波振動子 3 1 及び受波振動子 3 3 の短軸方向の分割パターン及び送波束ねパターン及び受波束ねパターンを示す図。

【図 12】送波フォーカス点及び受波フォーカス点を示す図

【図 13】超音波探触子 5 a を短軸方向から見た図

50

【図 1 4】超音波探触子 5 a の駆動回路を示す図

【図 1 5】超音波探触子 5 b を長軸方向から見た図

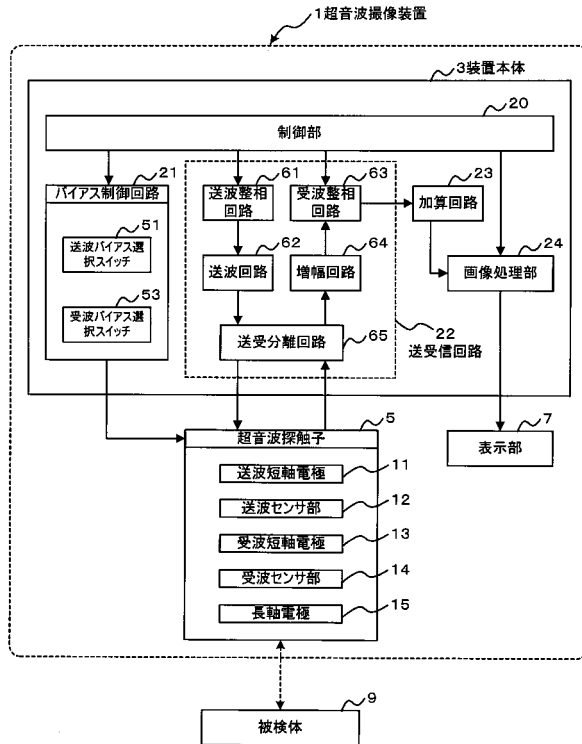
【図 1 6】超音波探触子 5 b の駆動回路を示す図

【符号の説明】

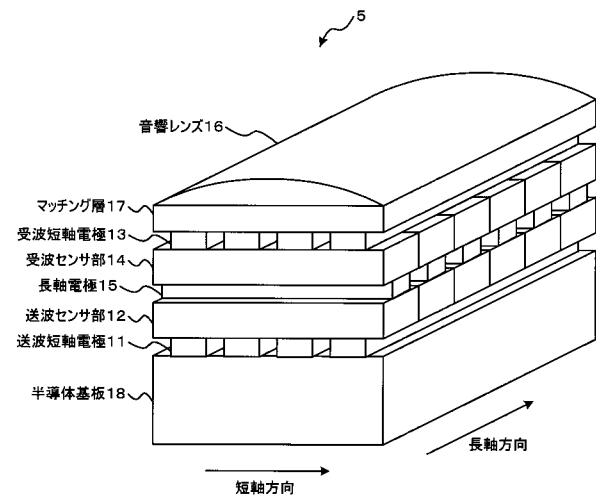
【 0 0 6 5 】

1	超音波撮像装置	
3	装置本体	
5、5 a、5 b	超音波探触子	
7	表示部	
9	被検体	10
1 1、1 1 a、1 1 b	送波短軸電極	
1 2	送波センサ部	
1 3、1 3 a、1 3 b	受波短軸電極	
1 4	受波センサ部	
1 5	長軸電極	
1 6	音響レンズ	
1 7	マッチング層	
1 8	半導体基板	
2 1	バイアス制御回路	
2 2	送受信回路	20
2 3	加算回路	
2 4	画像処理部	
3 1、3 1 a、3 1 b	送波振動子	
3 3、3 3 a、3 3 b	受波振動子	
4 0	c M U T	
5 1、5 1 a、5 1 b	送波バイアス選択スイッチ	
5 3、5 3 a、5 3 b	受波バイアス選択スイッチ	
6 1	送波整相回路	
6 2	送波回路	
6 3	受波整相回路	30
6 4	増幅回路	
6 5	送受分離回路	
7 0	フォーカス点	
7 1	送波振動子群	
7 4	送波束ねパターン	
7 5	受波束ねパターン	
8 1、8 3	送波フォーカス点 (送波周波数 : f_0)	
8 2、8 4	受波フォーカス点 (受波周波数 : $2 f_0$)	

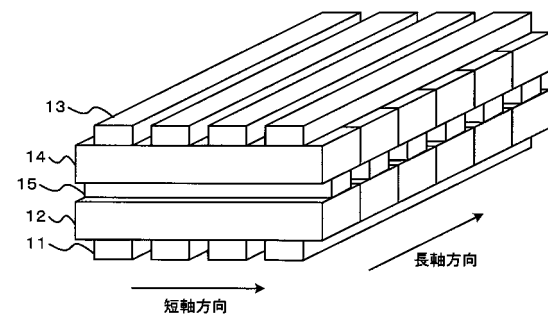
【図 1】



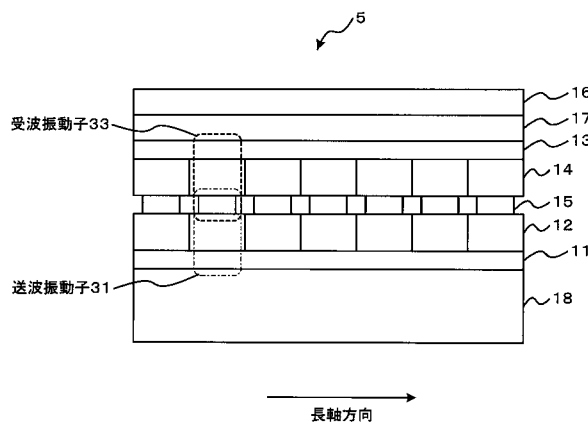
【図 2】



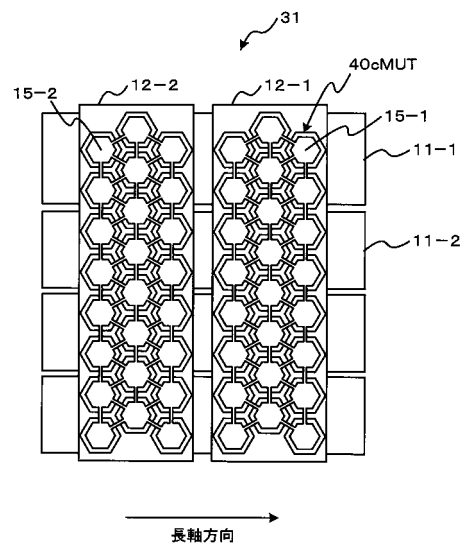
【図 3】



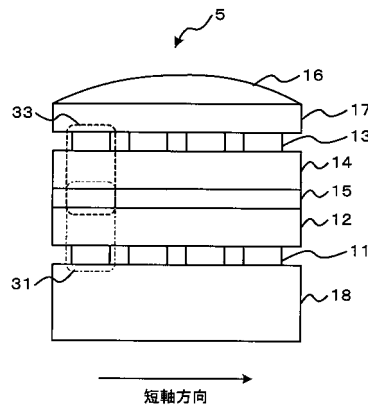
【図 4】



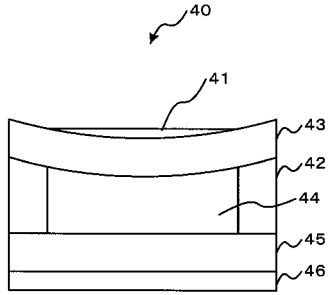
【図 6】



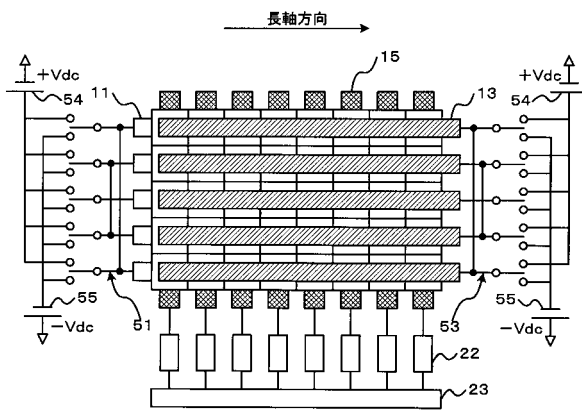
【図 5】



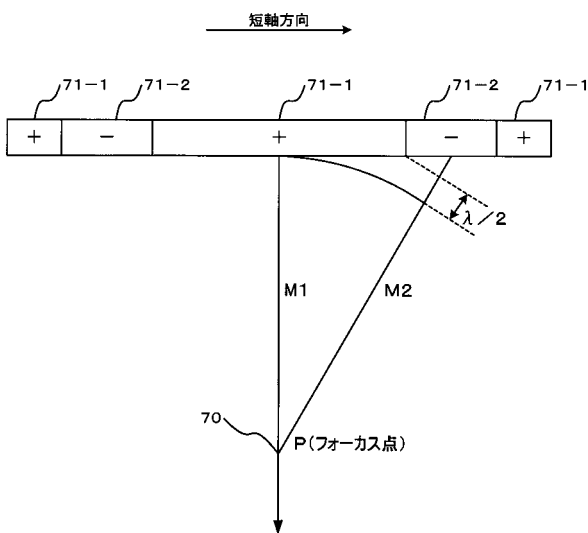
【図 7】



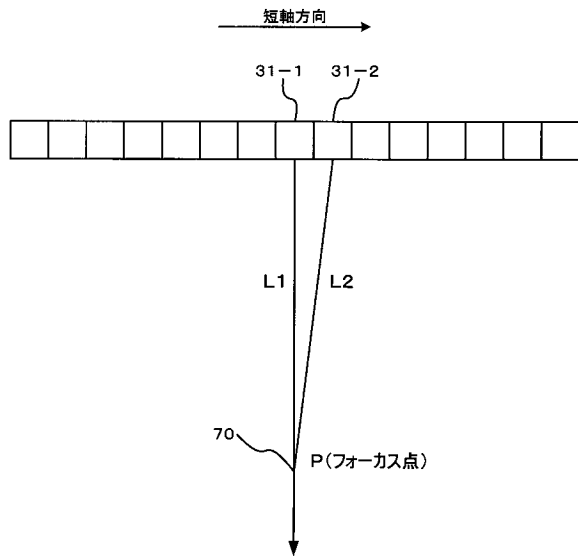
【図 8】



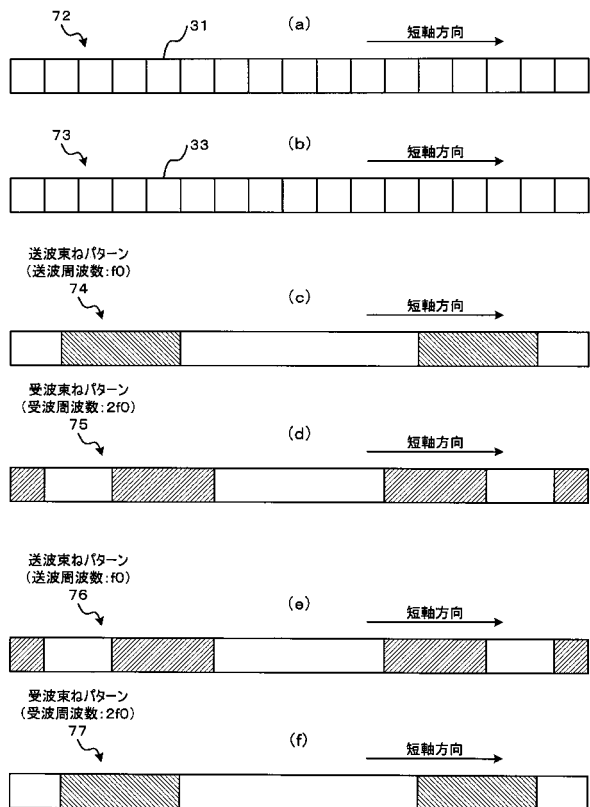
【図 10】



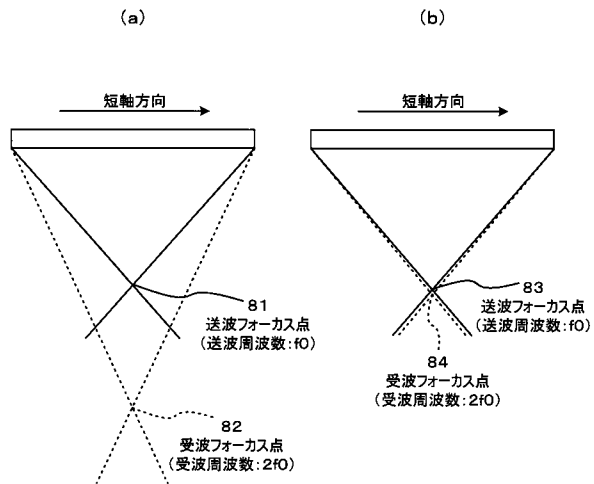
【図 9】



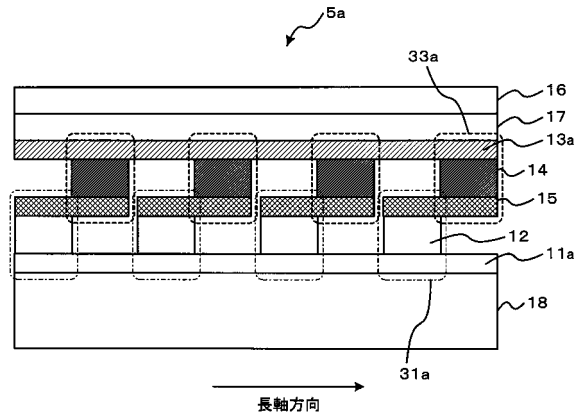
【図 11】



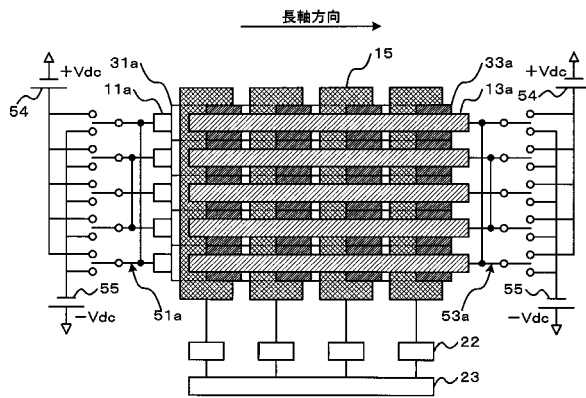
【図 1 2】



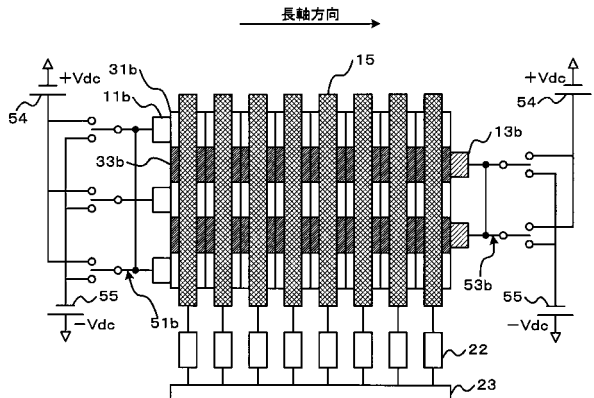
【図 1 3】



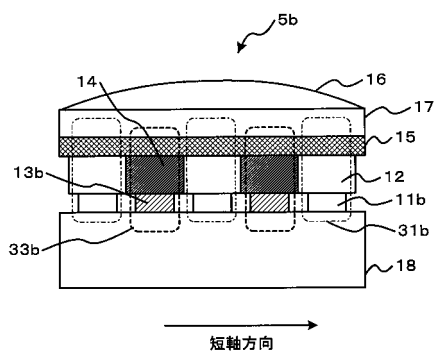
【図 1 4】



【図 1 6】



【図 1 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2005/120130(WO, A1)
特表2005-510264(JP, A)
米国特許第06314057(US, B1)
国際公開第2004/075165(WO, A1)
国際公開第2005/032374(WO, A1)
米国特許出願公開第2004/0016014(US, A1)
特表2006-519556(JP, A)
特表2007-507311(JP, A)

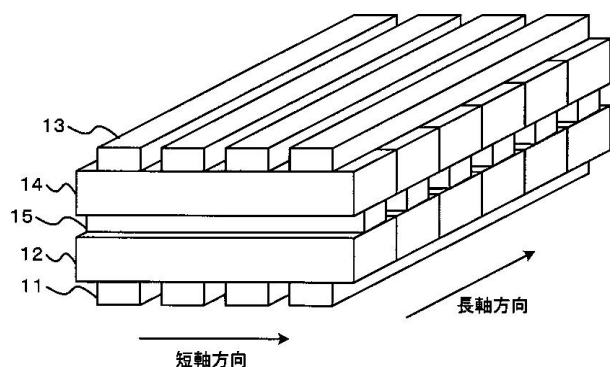
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00
G01N 29/24
H04R 19/00

专利名称(译)	超声成像设备		
公开(公告)号	JP4776349B2	公开(公告)日	2011-09-21
申请号	JP2005328316	申请日	2005-11-14
[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	篠村隆一		
发明人	篠村 隆一		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R19/00		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24.502 H04R19/00.330		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BC03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA02 2G047/EA07 2G047/GB02 2G047/GF18 4C601/DE09 4C601/DE10 4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/GB06 4C601/GB50 5D019/AA01 5D019/AA06 5D019/DD01 5D019/FF04 5D019/GG03		
代理人(译)	井上清一		
其他公开文献	JP2007130357A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声成像设备，通过该设备，菲涅耳焦点的位置通过发射波和接收波在短轴方向上。ŽSOLUTION：超声波探头5由层叠用于发射波的短轴电极11，发射波传感器单元12，用于接收波的短轴电极13，接收波传感器单元14，长轴电极15，声透镜构成在半导体基板18上形成匹配层17.用于发射波的发射波振荡器和用于接收波的接收波振荡器彼此层叠并且可以分别独立地控制。也就是说，发送和接收中的每一个可以在短轴方向上独立地设置菲涅耳焦点。Ž

【图3】



【图6】