

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5473381号  
(P5473381)

(45) 発行日 平成26年4月16日(2014.4.16)

(24) 登録日 平成26年2月14日(2014.2.14)

(51) Int.Cl. F1  
A61B 8/00 (2006.01) A61B 8/00

請求項の数 2 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2009-97224 (P2009-97224)	(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21年4月13日(2009.4.13)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2010-29639 (P2010-29639A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成22年2月12日(2010.2.12)	(72) 発明者	時田 俊伸 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24年2月17日(2012.2.17)	審査官	杉田 翠
(31) 優先権主張番号	特願2008-163641 (P2008-163641)		
(32) 優先日	平成20年6月23日(2008.6.23)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波の送波および検出を行う複数の振動子を備えた超音波プローブと、  
前記超音波プローブと垂直方向にメインローブを形成するように前記複数の振動子のうち少なくとも2つの振動子を送信開口として超音波を送波し、前記複数の振動子のうち少なくとも2つの振動子を受信開口として前記超音波の反射波を検出するように前記複数の振動子を制御するための制御部と、

前記受信開口に対応する複数の振動子のそれぞれにより検出された前記反射波の強度を複数の時系列の信号として格納するための格納部と、

前記格納部に格納された前記受信開口に対応する前記複数の時系列の信号から、前記受信開口の端に対応する振動子が出力した時系列の信号からもう一方の端に対応する振動子が出力した時系列の信号まで時系列に受信された信号を低減する減算器と、

前記減算器により前記時系列に受信された信号が低減された前記複数の時系列の信号に基づいて、超音波画像を生成する信号処理部とを有することを特徴とする超音波装置。

【請求項2】

超音波を送波および検出を行う複数の振動子を備えた超音波プローブを備える超音波装置の制御方法であって、

前記超音波プローブと垂直方向にメインローブを形成するように前記複数の振動子のうち少なくとも2つの振動子を送信開口として超音波を送波する工程と、

前記複数の振動子のうち少なくとも2つの振動子を受信開口として前記超音波の反射波

10

20

を検出するように前記複数の振動子を制御する工程と、

前記受信開口に対応する複数の振動子のそれぞれにより検出された前記反射波の強度を複数の時系列の信号として取得する工程と、

前記取得された前記受信開口に対応する前記複数の時系列の信号から、前記受信開口の端に対応する振動子が出力した時系列の信号からもう一方の端に対応する振動子が出力した時系列の信号まで時系列に受信された信号を低減する工程と、

前記時系列に受信された信号が低減された前記複数の時系列の信号に基づいて、超音波画像を生成する工程とを有することを特徴とする超音波装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は被検体内部に超音波を送受信して、被検体内部の組織画像を表示する超音波装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波装置において、アーチファクト（虚像）の存在は分解能を低下させる要因となっており、解決すべき重要な課題として知られている。アーチファクトが発生する原因の一つに、サイドローブ（第2主極、副極）がある。ここで、サイドローブとは、超音波プローブから超音波を放射したメインローブ（主極）の送信方向以外にも放射されてしまう超音波である。また、サイドローブの一種にグレーティングローブがある。

20

【0003】

サイドローブが発生する方向は探触子をリニアに備えた超音波プローブ（リニアプローブ）の場合、素子どうしの間隔によって決まる。例えば、発生させる超音波の波長と同じ長さの素子ピッチ（素子どうしの間隔）で探触子のアレイを設計した場合、サイドローブはメインローブの送信方向に対して90度傾いた方向に形成される。このとき、リニアプローブの垂直面にメインローブを送受信したとき、メインローブの送信方向に対して90度の方向であるため、アーチファクトの発生を低減することができる。

【0004】

また同様に、リニアプローブ以外のプローブでも、素子ピッチを上記波長程度にすることによって、アーチファクトを低減することができる。

30

【0005】

ここで、一般的に、超音波プローブの設計では、深さ方向（超音波の送信方向）と深さ方向に対して垂直の方向の分解能が優先される。これは、表示される画像の解像度を向上させることが重要だからである。

【0006】

また、超音波プローブの生産性や送受信回路の規模を鑑みて設計すると、素子ピッチを上記波長程度に短くすることが困難である。このような超音波プローブは、メインローブの送信方向に対して90度以下の方向にサイドローブが発生してしまう。

【0007】

サイドローブにより生じるアーチファクトを抑制する方法が特許文献1に開示されている。特許文献1について、図12を用いて説明する。

40

【0008】

まず、超音波を受信する複数の振動子をAとBの2つのグループに分ける。それぞれの振動子は、超音波を送信し、被検体からの反射波を受信する。そして、グループAの振動子が受信した信号と、グループBの振動子が受信した信号はそれぞれ、受信回路400Aと400Bに送られる。そして、前記受信回路400Aと400Bによって、それぞれの信号は整相加算される。その後、前記整相加算されたそれぞれの信号を加算器410で加算する。

【0009】

次に、グループAの振動子が受信した信号の位相を反転器420により反転させる。そ

50

して、前記位相を反転させた信号とグループ B の振動子が受信した信号とを加算器 4 1 1 で加算する。

【 0 0 1 0 】

前記加算器 4 1 0 で加算した信号の絶対値を絶対値演算器 4 3 0 により演算（検波処理）したものが、全受信信号として出力される。また、前記加算器 4 1 1 で加算した信号の絶対値を絶対値演算器 4 3 1 により演算（検波処理）したものが、サイドローブの送信方向からの超音波の信号として出力される。前記反転器 4 2 0 により一方の信号の位相を反転した信号と、もう一方の信号と加算することにより、グループ A と B とで相違する信号が抽出される。これが上記サイドローブの送信方向からの超音波の信号に相当している。

【 0 0 1 1 】

そして、減算器 4 4 0 で前記全受信信号から前記サイドローブの方向から反射された超音波の信号を減算すると、メインローブの送信方向からの超音波による信号が残る。これにより、アーチファクトのない画像を表示することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 2 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 2 2 9 0 8 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

しかしながら、上述した特許文献 1 に開示されているサイドローブを減算する手段は、グループ A と B のそれぞれの振動子が送受信する超音波の方向に対して、被検体内部が対称であるときに有効な手段である。

【 0 0 1 4 】

一般的に、超音波の送受信方向に対して被検体内部が非対称な音速分布がある。これにより、屈折された超音波が振動子で受信される信号が、グループ A と B とが受信する信号で、位相が異なって（非対称となって）しまう。したがって、一方のグループの位相を反転させて加算しても、出力される信号がサイドローブに相当する信号とみなすことが、必ずしもできない。

【 0 0 1 5 】

本発明はこのような背景技術の問題点に鑑み発明したものである。

【 0 0 1 6 】

本発明の目的は、被検体の内部が複雑で、音速分布がある場合でもサイドローブの送信方向からの受信信号を抽出し、全体の受信信号から減算することによって抑制する。そして、アーチファクトを低減させ、解像度を向上させた超音波装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

第 1 の本発明に係る超音波装置は、

超音波の送波および検出を行う複数の振動子を備えた超音波プローブと、所定の方向にメインローブを形成するように複数の振動子のうち少なくとも 2 つの振動子を送信開口として超音波を送波し、複数の振動子のうち少なくとも 2 つの振動子を受信開口として超音波の反射波を検出するように複数の振動子を制御するための制御部と、受信開口に対応する複数の振動子のそれぞれにより検出された反射波の強度を複数の時系列の信号として格納するための格納部と、格納部に格納された受信開口に対応する複数の時系列の信号から、受信開口の端に対応する振動子が出力した時系列の信号からもう一方の端に対応する振動子が出力した時系列の信号まで時系列に受信された信号を低減する減算器と、減算器により時系列に受信された信号が低減された複数の時系列の信号に基づいて、超音波画像を生成する信号処理部とを有する。

【 0 0 1 8 】

第 2 の本発明に係る超音波装置の制御方法は、所定の方向にメインローブを形成するよ

10

20

30

40

50

うに複数の振動子のうち少なくとも2つの振動子を送信開口として超音波を送波する工程と、複数の振動子のうち少なくとも2つの振動子を受信開口として超音波の反射波を検出するように複数の振動子を制御する工程と、受信開口に対応する複数の振動子のそれぞれにより検出された反射波の強度を複数の時系列の信号として取得する工程と、取得された受信開口に対応する複数の時系列の信号から、受信開口の端に対応する振動子が出力した時系列の信号からもう一方の端に対応する振動子が出力した時系列の信号まで時系列に受信された信号を低減する工程と、時系列に受信された信号が低減された複数の時系列の信号に基づいて、超音波画像を生成する工程とを有する。

【発明の効果】

【0022】

受信した信号情報からサイドローブ方向からの受信信号情報を減算することによって、メインローブ方向からの受信信号情報を高精度に生成することができる。これにより、サイドローブ方向からの受信信号情報を減算することによって、アーチファクトを低減した画像を表示することができる超音波装置を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本実施形態に係る超音波装置を説明するための模式図。

【図2】別の実施形態に係る超音波装置を説明するための模式図。

【図3】実施例1及び2に係る超音波装置を説明するための模式図。

【図4】リニアプローブ及びメモリに格納される情報を説明するための模式図。

【図5】開口と散乱点との関係を説明するための模式図と、サイドローブ方向からの受信情報の同定を説明するためのフロー図。

【図6】開口制御及びメモリに格納される情報を説明するための模式図。

【図7】セクタスキャンを説明するための模式図。

【図8】サイドローブ方向からの受信情報の同定を説明するための模式図とフロー図。

【図9】サイドローブ方向からの受信情報を同定するための一例となるデータ及びメモリに格納される情報を説明するための模式図。

【図10】実施例3に係る超音波装置を説明するための模式図。

【図11】メモリから、サイドローブ方向からの受信情報を同定する方法を説明するための模式図。

【図12】背景技術を説明するための模式図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本実施形態に係る超音波装置について、図1を用いて説明する。

【0025】

まず、102は、超音波を発生或いは検出する複数の振動子101を備えた超音波プローブである。ここで、前記複数の振動子101が超音波を発生する部分は、開口、送受信開口、受信開口などと呼ばれる。

【0026】

次に、105は、前記超音波プローブ102が第1の超音波103を発生するように、該複数の振動子101が焦点104にフォーカシングして超音波を発生するための制御部である。前記焦点104にフォーカシングして超音波を発生するには、各振動子にパルス電圧を加える際に、遅延回路を用いて振動子を駆動するタイミングを順に遅らせる方法（電子フォーカス）がある。振動子ごとの遅延時間の差を変えることにより、フォーカス点の深さ方向（超音波の送信方向）の位置を変えることができる。

【0027】

ここで、制御部105は、所定の方向にメインローブ（第1の超音波103）として超音波を発生するように、超音波プローブ102を制御する。このように、制御部105は、超音波プローブ102における複数の振動子101から送信される超音波の送信タイミングを制御することができる。また、制御部105は、前記メインローブ（103）の方

10

20

30

40

50

向におけるフォーカシング位置（焦点104、所定の位置）からの超音波を検出するように、超音波プローブ102を制御する。このように、制御部105は、超音波プローブ102における複数の振動子101で受信される超音波の受信タイミングを制御することができる。

【0028】

また、106は、前記複数の振動子101がそれぞれ検出した超音波の強度に関する情報を時系列に格納（あるいは該超音波の強度を時系列の信号として格納）するための格納部である。格納部106は、例えばメモリである。

【0029】

また、前記複数の振動子101は、前記超音波プローブ102が発生する第2の超音波108が物体107（あるいは反射物体、あるいは散乱物体、あるいは散乱点）で反射した超音波を、該物体107に近い振動子から順に受信する。前記第2の超音波108は、前記第1の超音波103とは異なる方向に送信される。ここで、前記第1の超音波がメインローブであり、前記第2の超音波がサイドローブであることが考えられるが、必ずしもこれに限るものではない。また、前記物体107は、散乱点の集合のことである。

10

【0030】

そして、前記格納部106が前記物体107に近い振動子から順に格納することにより得る、該物体107で反射した超音波の強度に関する情報を、前記格納部106が格納する情報から減算する。

【0031】

（開口制御：検出するための振動子を選択）

別の本実施形態に係る超音波装置について、図1を用いて説明する。

20

【0032】

前記サイドローブ（第2の超音波108）が前記物体107で反射した超音波を検出する複数の振動子（例えば、図6）を選択するように開口制御することが好ましい。

【0033】

また、前記複数の振動子101の中央から $d_0 \cdot \tan$  の距離に含まれる（あるいは距離以下に）振動子を選択するように開口制御することが好ましい。ここで、前記複数の振動子101の中央から被検体内部の深さ方向に関する物体107の距離（あるいは深さ方向を座標軸とする物体107の位置）を $d_0$ とする（図5（a）を参照）。また、前記

30

メインローブ（第1の超音波103）と前記サイドローブ（第2の超音波108）との角度を $\theta$ とする。

【0034】

このとき、端の振動子が前記物体107に近い振動子となるように、前記超音波プローブ102が備える前記複数の振動子101から選択する。そして、前記選択された複数の振動子を用いて、前記超音波を検出する。

【0035】

前記選択された複数の振動子が超音波を検出する順番から、前記格納部106が格納する信号が、前記物体107で反射した超音波の強度に関する情報であることを認定することができる。

40

【0036】

また、前記選択された複数の振動子のうち、どちらか一方の端からもう一方の端まで順に、前記選択された複数の振動子によって検出される前記超音波が、前記物体107で反射した超音波の強度に関する情報であると認定することができる。

【0037】

詳細については、後述する実施例で説明する。

【0038】

（角度 $\theta$ の方向に第1の超音波を発生）

別の本実施形態に係る超音波装置について、図2を用いて説明する。

【0039】

50

まず、前記超音波プローブ102が、前記複数の振動子101に対して垂直方向から角度が210となる方向に前記メインローブ(第1の超音波203)を発生する。

【0040】

次に、前記複数の振動子101は、物体207で反射した超音波を該物体207に近い振動子から順に受信するか、あるいは前記焦点204で反射した超音波を該焦点204に近い振動子から順に受信する。ここで、前記第2の超音波208は、前記超音波プローブ102が前記第1の超音波203とは異なる方向に発生する。また、前記物体207は、散乱点の集合のことである。

【0041】

また、前記複数の振動子101のうち、端の振動子から前記焦点及び物体204、207までの距離を求める。前記距離の求め方については、後述する実施例で詳細に述べる。

【0042】

そして、前記距離を用いることにより、前記焦点あるいは物体で反射した超音波による情報を認識することができる。

【0043】

(超音波装置の制御方法)

別の本実施形態に係る超音波装置の制御方法について、図1を用いて説明する。ここで、前記超音波装置は、超音波を発生或いは検出する複数の振動子を備えた超音波プローブを備える。

【0044】

まず、焦点104にフォーカシングして第1の超音波103を発生する。

【0045】

次に、前記複数の振動子101ごとに、該複数の振動子101が検出した超音波の強度に関する情報を時系列に格納する。

【0046】

また、前記第1の超音波103とは異なる方向に発生された第2の超音波108が物体107で反射して前記複数の振動子101がそれぞれ検出するまでの時間を演算する。

【0047】

また、前記時間に格納した情報を用いて得る、前記複数の振動子101がそれぞれ検出した前記物体107で反射した超音波の強度を取得する。

【0048】

そして、前記時系列に格納した情報から、前記物体107で反射した超音波の強度を減算する。

【実施例】

【0049】

(実施例1:リニア走査、あるいは超音波をプローブ方向に送信した場合)

図3は、実施例1を説明するための超音波装置の構成を表した模式図である。

【0050】

まず、2は超音波を送波するための送信ビームフォーミングなどの処理を行う送信手段である。3はプローブで、送信手段2からの送信信号に基づき超音波を送受信する。4はフィルタ処理や増幅を行うアナログ信号処理部である。5はアナログ信号処理部4で信号処理されたアナログ信号をデジタル化するA/D変換器(ADC)である。6はそのデジタル信号を時系列に格納するメモリである。7はサイドローブを同定するためのサイドローブ同定器である。8は同定したサイドローブからの信号をメモリ6から抽出するサイドローブ信号抽出器である。9は画像形成の信号からサイドローブ相当情報を減算させる減算器である。10はデジタル信号処理部で、整相換算や検波、対数圧縮などの信号処理、ならびに画像処理を行う処理部である。そして、11は超音波画像を表示させる表示部である。

【0051】

次に、信号の流れについて説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

まず、送信手段 2 からプローブ 3 の各素子へ送信信号を伝達し、被検体 1 0 0 へ向けて超音波を送波する。そして、被検体 1 0 0 から反射した超音波をプローブ 3 の素子で受波し、その受信信号をアナログ信号処理部 4 で、フィルタ処理や増幅を行う。

## 【 0 0 5 3 】

次に、アナログ信号処理部 4 からの出力を A D C 5 でデジタル化し、メモリ 6 に格納する。従来の超音波診断装置は、デジタル信号処理部 9 は A D C 5 でデジタル化した信号を F I F O を介して整相加算を行い、検波、対数圧縮などの信号処理、ならびに画像処理を施し、表示部 1 0 に超音波画像を表示していた。それに対して本実施例では、まずメモリ 6 で、A D C でデジタル化した生信号を時系列に格納する。メモリ 6 はサイドローブ方向からの信号を同定し、サイドローブ相当情報を求め、受信信号情報から減算するだけの容量が必要である。そのためには、少なくとも一走査の送受信における受信信号を格納できれば良いが、好ましくは数フレーム分の信号を格納できると良い。

10

## 【 0 0 5 4 】

メモリ 6 内の各素子に対応した時系列データから、サイドローブからの信号に相当する信号をサイドローブ同定器 7 で同定する。そして、サイドローブ同定情報と算出器 8 内のサイドローブ信号抽出器 8 でサイドローブ相当情報を得て、減算器 9 へサイドローブ相当情報を送る。一方、減算器 9 には画像形成に必要な受信開口内の受信信号情報が送られ、その受信信号情報からサイドローブ相当情報を差し引くと、メインローブからの信号に相当する画像形成情報が得られる。

20

## 【 0 0 5 5 】

以上の工程を一走査とし、プローブ 3 がリニアプローブの場合は送受信の開口位置をずらしながら走査する。また、プローブ 3 がセクタプローブの場合は送受信の走査角をずらしながら走査する。これらによって、エリアあるいはボリューム表示のための画像形成情報が得られる。その画像形成情報をデジタル信号処理部で整相換算や検波、対数圧縮などの信号処理、ならびに画像処理を施すと、アーチファクトを低減した超音波画像を表示部 1 0 に表示させることができる。

## 【 0 0 5 6 】

なお、デジタル信号処理部 9 の機能の内、例えば検波など信号処理の一部は A D C 5 とメモリ 6 の間に設けても良い。さらに、図 1 は主に B モード表示を想定して記したシステム構成だが、ドブラなど他モードを実現するための処理機能を持たせても良い。

30

## 【 0 0 5 7 】

次に、メモリ 6 からサイドローブ同定器 7、減算器 9 までの信号処理について、図 4 を用いて説明する。図 4 ( a ) は、リニア走査を表しており、2 0 と 2 1 はそれぞれメインローブとサイドローブからの受信信号を表している。

## 【 0 0 5 8 】

まず 3 1 は、リニアプローブが有する素子 ( 振動子 ) であり、電子走査によってビームを送受信するための送受信開口である。

## 【 0 0 5 9 】

送受信開口 3 1 で送信したビームはリニアプローブ 3 と垂直方向にメインローブ 2 0 が送波され、メインローブ 2 0 から所定の角度方向にサイドローブ 2 1 が生じる。仮にプローブ 3 の垂直方向とサイドローブ 2 1 方向に、送受信開口 3 1 の中心から同距離にある散乱点 1 1 0 m、1 1 0 s があるとき、メインローブ 2 0 方向からの反射波は送受信開口 3 1 の中心から受信する。そして、サイドローブ 2 1 方向からの反射波は送受信開口 3 1 の外側から受信し、送受信開口 3 1 から受信することはない。

40

## 【 0 0 6 0 】

ここで、図 4 ( a ) において、メインローブ 2 0 方向からの反射波を実線で、サイドローブ 2 1 方向からの反射波を破線で表している。

## 【 0 0 6 1 】

図 4 ( b ) は、各素子 3 0 に対応してデジタル化した信号がメモリ 6 に時系列に格納

50

された様子を表した模式図である。まず、送受信開口31から散乱点110 m、110 sが等距離にあるとき、(A-1)と(B-1)のように、メモリ6が受信信号を格納した場合について述べる。送受信開口31の外側から受信し、送受信開口31の中央方向へ移動していく信号(B-1)を、サイドローブ同定器7がサイドローブ21方向からの信号情報として同定する。そして、サイドローブ抽出器8でサイドローブ相当情報を得ることができる。送受信開口31で受信した全受信情報からサイドローブ相当情報を減算することにより、メインローブ20方向からの信号情報が残る。また、図4(b)の(A-2)と(B-2)のように、メモリ6が受信信号を格納した場合について述べる。上述と同様に、送受信開口31の外側から受信し、送受信開口31の中央方向へ移動していく信号(B-2)を、サイドローブ同定器7がサイドローブ21方向からの信号情報として同定する。

10

## 【0062】

ここで、メインローブ方向からの受信情報(A-1)や(A-2)の一部の情報が、サイドローブ方向からの受信情報(B-2)や(B-2)とそれぞれ重なる。このため、重なっていないサイドローブ相当情報から、重なる情報を補間することにより、サイドローブ相当情報を生成する。そして、送受信開口31で受信した全受信情報からサイドローブ相当情報を減算し、メインローブ20方向からの信号情報を残す。

## 【0063】

以上説明した方法で、メインローブ20からの信号に相当する情報が得られる。

## 【0064】

図5のように、サイドローブ21方向の散乱点110 sが素子アレイ30から十分に近い場合がある。送受信開口31の内側で先に受信してしまうため、サイドローブ同定器7はサイドローブ21方向からの信号情報として同定することができない。

20

## 【0065】

このような場合、超音波装置に開口制御部を設け、開口を制御することによって対応する。すなわち、散乱点110の深さに応じて、送受信開口31のうち、少なくとも受信時に反射波を受信する開口を選択する。そこで、図5(b)のフロー図を用いて、開口制御を行ったサイドローブ方向からの信号の同定方法について説明する。

## 【0066】

まず、ステップb1は、メモリ内の時系列データを参照する。次に、ステップb2は、開口と散乱点110との深さ方向の距離 $d_0$ が $cT / (1 + 1 / \cos \theta)$ と等しいか否かを判定する。このとき、 $c$ は被検体内部100の音速、 $T$ は開口中心の素子が送信してから、散乱点110に反射して、散乱点から一番近い素子が受信するまでの時間である。また、 $\theta$ はメインローブ20とサイドローブ21とのなす角のことで、超音波プローブ102の特性で決まる、既知の値である。

30

## 【0067】

ここで、判定に用いる $cT / (1 + 1 / \cos \theta)$ について説明する。

## 【0068】

開口幅(開口中心からの開口の長さ) $d_0 \tan \theta$ のとき、開口中心から散乱点110までの距離(図6(a)の $d$ )は $d_0 / \cos \theta$ である。また、開口と散乱点110との深さ方向の距離は $d_0$ である。したがって、 $d_0 / \cos \theta + d_0 = cT$ の関係が成立つ。この関係を $d_0$ についてまとめると、 $d_0 = cT / (1 + 1 / \cos \theta)$ となる。

40

## 【0069】

そして、 $d_0 < cT / (1 + 1 / \cos \theta)$ ということは、開口幅 $< d_0 \tan \theta$ と判断できる。このときの $d_0$ は、開口と散乱点との深さ方向の距離を表せないことを意味する。すなわち、このときの $d_0$ は、深さ方向に対して斜め方向である一番近い素子と散乱点との距離となる。そのため、そのまま開口幅 $d_0 \tan \theta$ (あるいは $< d_0 \tan \theta$ )を保てばよい(すなわち、開口制御の必要はない)ことになる(ステップb4)。

## 【0070】

また、 $d_0 = cT / (1 + 1 / \cos \theta)$ ということは、開口幅(開口中心からの開口

50

の長さ)  $d_0 \tan$  と判断できる。そのため、開口幅 =  $d_0 \tan$  か、開口幅 >  $d_0 \tan$  かどうかを判別する必要がある(ステップ b 3)。

【0071】

上述したように、ステップ b 3 では、メモリ 9 に格納された受信時の開口幅(開口中心からの開口の長さ)が  $d_0 \tan$  であるか否かを判定する。そして、開口幅 =  $d_0 \tan$  であれば、そのまま開口幅  $d_0 \tan$  (あるいは  $= d_0 \tan$ ) を保てばよい(すなわち、開口制御の必要はない)ことになる(ステップ b 4)。

【0072】

また、開口幅(開口中心からの開口の長さ)  $d_0 \tan$  であれば、開口幅 >  $d_0 \tan$  と判断できる。この場合は、開口幅  $d_0 \tan$  となるように開口制御を行う(ステップ b 5)。

【0073】

上述したように、ステップ b 4 では、開口幅はそのまま、または開口幅  $d_0 \tan$  を保つ。また、ステップ b 5 では、開口幅  $d_0 \tan$  となるように開口制御を行う

以上のフローに従って開口制御することにより、図 6 (a) のように散乱点 110s が素子アレイ 30 と近い場合、開口の幅を狭くして、サイドローブ 21 方向からの信号が、送受信開口の外側から受信することが可能となる。したがって、図 6 (b) で示すように、サイドローブ 21 からの受信信号は受信開口 32 から受信させることができ、ここまで説明した方法でサイドローブ相当情報を求めることができる。

【0074】

なお、送受信開口 31 は少なくとも受信時に開口を狭くすればよく、送信時の開口制御を限定するものではない。つまり、開口は送受信開口 31 であるものとして説明したが、送信と受信で開口の素子が異なっても良い。

【0075】

本実施例では、サイドローブ 21 方向からの受信信号情報を同定し、抽出する方法について述べたが、これらを同時に行っても良い。例えば、送受信開口 31 の外側に対応するメモリから受信した信号をサイドローブ 21 方向からの受信信号情報を同定し、リアルタイムにその信号を抽出しても良い。この方法について、図 5 (c) のフロー図を用いて説明する。なお、ステップ c 1 からステップ c 3 は、前述のステップ b 1 からステップ b 3 までと同様なので、説明は省略する。

【0076】

まず、ステップ c 2 において  $d_0 = cT / (1 + 1 / \cos)$  の場合、またはステップ c 3 において開口幅(開口中心からの開口の長さ) =  $d_0 \tan$  の場合には、開口幅  $d_0 \tan$  と判断できる。このとき、ステップ c 4 において、受信した開口幅の受信信号を選択する。

【0077】

また、ステップ c 2 において  $d_0 = cT / (1 + 1 / \cos)$ 、且つステップ c 3 において開口幅  $d_0 \tan$  の場合には、開口幅 >  $d_0 \tan$  と判断できる。このとき、ステップ c 5 において、開口幅  $d_0 \tan$  の範囲にある受信信号を選択する。

【0078】

以上より、図 6 (a) のように散乱点 110s が素子アレイ 30 と近い場合には、開口の幅を狭くすることで、サイドローブ 21 方向からの信号を送受信開口の外側から受信させることができる。また、開口で受信された信号から、前記選択された開口からの受信信号を選択することで、サイドローブ 21 方向からの信号を抽出することができる。

【0079】

また、サイドローブ 21 方向からの受信信号情報の同定方法も、送受信開口 31 の外側、すなわち端部に対応するメモリから受信した信号と説明したが、これに限定されない。例えば、端部から一素子分内側の素子に対応するメモリから受信した信号を、サイドローブ 21 方向からの受信信号情報と同定しても良い。このように第一の実施例で説明した送受信開口 31 の外側に対応するメモリとは、概ね外側であれば良い。

10

20

30

40

50

## 【0080】

以上、第一の実施例によれば、時系列に格納したメモリ2内の受信信号情報から、単純な方法でサイドローブ相当の信号情報を同定することができる。そして、送受信開口31の受信信号情報からサイドローブ相当情報を減算することによって、メインローブからの信号に相当する画像形成情報が得られる。そのため、アーチファクトを低減した超音波画像を表示部11に表示させることができる。

## 【0081】

さらに、被検体内部100に音速分布があっても、サイドローブ相当の信号情報を同定できるため、ロバスト性の高い超音波診断装置1のシステムを構築することができる。

## 【0082】

(実施例2：セクタ走査あるいは角度 方向に送信した場合)

実施例1では、プローブ3がリニアの電子走査方式について説明した。本実施例では、セクタ走査方式の場合について、図7を用いて説明する。ここで、セクタ走査方式は超音波ビームを扇状に走査するため、メインローブ20方向の散乱点110mから反射する受波信号は、必ずしも送受信開口31の中央付近から受信するわけではない。

## 【0083】

図7は、素子アレイ30(送受信開口33)の垂直方向を基準にして、セクタ走査角としたときの散乱点100m、110sからの受信信号の様子を説明するための模式図である。図7において、メインローブ20からの受信信号(実線)は送受信開口33の外側から受信するのに対し、サイドローブ21からの受信信号(破線)は送受信開口33の内側から受信する。このように、セクタ走査方式の場合、実施例1で説明した方法でサイドローブ21に相当する信号情報を得ようとする、走査角 によってはメインローブに相当する信号情報を減算してしまう。セクタ走査方式によるサイドローブ21に相当する信号情報を得る方法について図8を用いて説明する。

## 【0084】

図8において、送受信開口34の開口幅をa、送受信開口34の中心から各散乱点110までの距離がdとなる状況を表している。そして、送受信開口34の垂直方向を基準にしてセクタ走査角を、メインローブ20とサイドローブ21とのなす角を とする。

## 【0085】

次に、各散乱点110から送受信開口34の両端までの距離を幾何学的に計算すると、図中における $d_{m1}$ 、 $d_{m2}$ 、 $d_{s1}$ 、 $d_{s2}$ 、 $d_{s3}$ 、 $d_{s4}$ は、

## 【0086】

## 【数1】

$$d_{m1} = \sqrt{a^2/4 + d^2 - ad \sin \alpha}$$

$$d_{m2} = \sqrt{a^2/4 + d^2 + ad \sin \alpha}$$

$$d_{s1} = \sqrt{a^2/4 + d^2 + ad \sin(\theta + \alpha)}$$

$$d_{s2} = \sqrt{a^2/4 + d^2 - ad \sin(\theta + \alpha)}$$

$$d_{s3} = \sqrt{a^2/4 + d^2 + ad \sin(\theta - \alpha)}$$

$$d_{s4} = \sqrt{a^2/4 + d^2 - ad \sin(\theta - \alpha)}$$

## 【0087】

のように表すことができる。

## 【0088】

送受信開口34の開口幅aは既知情報である。そして、メインローブ20とサイドローブ21とのなす角度 もプローブ3固有の既知情報である。セクタ走査角 は送信ビーム

10

20

30

40

50

フォーミングで決まる既知情報である。また、送受信開口34の中心から散乱点110m、110sまでの距離dは素子アレイ30が送波してから受波するまでの時間 $T = 2d/c$  (d:距離、c:音速、2:往復分)から算出することができる。したがって、各散乱点110m、110sから送受信開口34の両端までの距離 $d_{m1}$ 、 $d_{m2}$ 、 $d_{s1}$ 、 $d_{s2}$ 、 $d_{s3}$ 、 $d_{s4}$ を計算によって求めることが可能となる。

【0089】

次に、 $d_{m1}$ 、 $d_{m2}$ 、 $d_{s1}$ 、 $d_{s2}$ 、 $d_{s3}$ 、 $d_{s4}$ それぞれの距離の差 $d_{m1} - d_{m2}$  901、 $d_{s2} - d_{s1}$  902、 $d_{s3} - d_{s4}$  903を求める。これらの値から、メインローブ20方向からの受信信号であるか、サイドローブ21方向からの受信信号であるかを判別する方法について述べる。メインローブの距離の差 $d_{m1} - d_{m2}$ を基準として、その基準から所定のトレランス外の受信信号をサイドローブ21方向からの受信信号と同定すれば良い。

10

【0090】

例えば、送受信開口34の開口幅aを10mm、メインローブ20とサイドローブ21とのなす角度を $50^\circ$ 、送受信開口34の中心から散乱点110までの距離dを30mmとする。このとき、セクタ走査角を横軸( $-45^\circ < \theta < 45^\circ$ )、上記距離の差 $d_{m1} - d_{m2}$  901、 $d_{s2} - d_{s1}$ 、 $d_{s3} - d_{s4}$ を縦軸とした時のグラフを、図9(a)に示す。図9(a)において、 $d_{m1} - d_{m2}$  901を基準として、前記基準に対して $\pm$ 数mmのトレランス904(あるいは基準幅)内に入る受信信号をメインローブ方向からの受信信号と同定することができる。また、前記トレランスから外れる受信信号、本実施例の場合 $d_{s2} - d_{s1}$  902と $d_{s3} - d_{s4}$  903をサイドローブからの受信信号と同定すれば良い。以上説明した方法を、図8(b)のフロー図を用いて説明する。

20

【0091】

まず、ステップd1は、セクタ走査角 $\theta$ に応じた $d_{m1} - d_{m2}$  901を計算しておく。

【0092】

次に、ステップd2では、メモリ9から時系列受信信号を参照し、散乱点110から素子アレイ30一端までの距離と、散乱点110からもう一端までの距離をそれぞれ計算する。

30

【0093】

また、ステップd3では、ステップd2で求めたそれぞれの距離の差を計算する。

【0094】

また、ステップd4では、走査角 $\theta$ と、ステップd1ならびにステップd3の計算結果を比較し、それぞれの距離の差が、 $d_{m1} - d_{m2}$  901を基準とした $\pm$ 数mmのトレランス904に入っているか否かを判定する。

【0095】

さらに、ステップd5では、ステップd4においてトレランス904に入っていれば、その信号はメインローブ方向からの信号と同定される。

【0096】

そして、ステップd6では、ステップd4においてトレランス904から外れている場合に、その信号はサイドローブ方向からの信号と同定される。

40

【0097】

図9(b)は、上記条件において、メモリ2に時系列に格納された情報を説明するための模式図である。上述の通り、各散乱点110m、110sから送受信開口34の両端までの距離 $d_{m1}$ 、 $d_{m2}$ 、 $d_{s1}$ 、 $d_{s2}$ 、 $d_{s3}$ 、 $d_{s4}$ を計算によって求め、それらの差分から、散乱点110m、110sが走査角 $\theta$ に相当する位置にあるか否かを求める。そして、走査角 $\theta$ に相当する位置にない散乱点110sをサイドローブ相当情報として、送受信開口34の受信信号情報からサイドローブ相当情報を減算すると、メインローブからの信号に相当する画像形成情報が得られる。そのため、アーチファクトを低減した超

50

音波画像を表示部 10 に表示させることができる。さらに、被検体内部 100 に音速分布があっても、サイドローブ相当の信号情報を同定できるため、ロバスト性の高い超音波診断装置 1 のシステムを構築することができる。また、メインローブ方向からの散乱点の差分  $d_{m1} - d_{m2}$  901 を求めて、基準とする。その基準に対して  $+/-$  数 mm のトレランス 904 内に入る受信信号をメインローブからの受信信号とする。そのトレランス 904 から外れる受信信号をサイドローブからの受信信号と同定すれば、 $d_{s2} - d_{s1}$  902、 $d_{s3} - d_{s4}$  903 の計算を省略することも可能である。

#### 【0098】

以上、実施例 2 では、サイドローブ相当情報を獲得するため、散乱点 110 m、110 s から送受信開口 34 の両端までの距離を求めた。しかしながら、これに限定せず、各散乱点 110 から送受信開口 34 の任意の二点までの距離を計算すれば良い。さらに、上記計算では距離を基準に換算したが、これに限定するものではない。例えば、超音波を送信してから受信するまでの時間を用いて計算する方法も有効な方法の一つである。具体的には、 $d_{m1} - d_{m2}$  901、 $d_{s2} - d_{s1}$  902、 $d_{s3} - d_{s4}$  903 にそれぞれ対応する、 $t_{m1} - t_{m2}$ 、 $t_{s2} - t_{s1}$ 、 $t_{s3} - t_{s4}$  を用いてサイドローブを同定することもできる。ここで、 $d$  と  $t$  の関係は、音速を  $c$  としたとき、 $d = ct$  である。なお通常は、音速  $c$  は  $1530 \text{ m/s}$  ないし  $1540 \text{ m/s}$  が適用される。また、サイドローブからの受信信号を同定するために、距離または時間の比較方法として差分を適用したがこれに限定されない。そして差分の順番もこれに限定されるものではない。

#### 【0099】

なお、実施例 2 ではセクタ走査について説明したが、この手法はリニア（走査角 = 0）を含め、コンベックスなど他の走査方式についても有効である。

#### 【0100】

（実施例 3）

実施例 1 及び 2 では、受信信号情報の中からサイドローブ相当情報を抽出し、画像を形成する情報を得る方法について説明した。本実施例では、異なるサイドローブ相当情報の算出方法について説明する。

#### 【0101】

本実施例について、図 10 を用いて説明する。図 10 は、超音波装置の構成を表した模式図である。なお、図 3 の超音波装置の構成との相違点は、メモリ 6 とサイドローブを抽出する補間器 80、およびサイドローブ同定器 7 でのサイドローブ同定方法である。

#### 【0102】

まず、図 10 の超音波装置における全体の信号の流れを説明する。送信手段 2 からプローブ 3 の各素子へ送信信号を伝達し、被検体 100 へ向けて超音波を送波する。そして、被検体 100 から反射した超音波をプローブ 3 の素子で受波し、その受信信号をアナログ信号処理部 4 で、フィルタ処理や増幅を行う。

#### 【0103】

次に、アナログ信号処理部 4 からの出力を ADC 5 でデジタル化し、メモリ 6 に格納する。メモリ 6 は少なくともサイドローブ方向からの信号を同定し、サイドローブ相当情報を算出し、受信信号情報から減算するだけの容量が必要で、好ましくは数フレーム分の信号を格納できると良い。そして、メモリ 6 内の各素子に対応した時系列データから、サイドローブからの信号に相当する信号をサイドローブ同定器 7 で同定する。そして、サイドローブ同定情報と算出器 8 内の補間器 80 で、サイドローブ相当情報を得る。減算器 9 へそのサイドローブ相当情報を送る。一方、減算器 9 には画像形成に必要な受信信号情報が送られ、受信信号情報からサイドローブ相当情報を差し引くと、メインローブからの信号に相当する画像形成情報が得られる。その情報をデジタル信号処理部で整相換算や検波、対数圧縮などの信号処理、ならびに画像処理を施すと、アーチファクトを低減した超音波画像を表示部に表示させることができる。

#### 【0104】

なお、デジタル信号処理部 9 の機能の内、例えば検波など信号処理の一部は ADC 5

10

20

30

40

50

とメモリ6の間に設けても良い。また、図10は主にBモード表示を想定して記したシステム構成だが、ドプラなど他モードを実現するための処理機能を持たせても良い。

【0105】

次に、メモリ6からサイドローブ同定器7、減算器9までの信号処理についてリニアプローブを例に、図11(a)を用いて詳細に説明する。図11(a)はメインローブ20とサイドローブ21からの受信信号の様子を説明するための模式図である。35は、リニアプローブでの電子走査におけるビーム送受信の開口に相当する素子の領域である。36は、素子アレイ30のうち、送受信開口35の両どなりの領域である。図11(a)において、送受信開口35で送信したビームはプローブ3と垂直方向にメインローブ20が送波され、メインローブ20から所定の角度方向にサイドローブ21が生じる。仮にプローブ3の垂直方向とサイドローブ21方向に、送受信開口31の中心から同距離にある散乱点110m、110sがあったとき、メインローブ20方向からの反射波は送受信開口35の中心から受信する。また、サイドローブ21からの反射波は受信開口36から受信する。ここで、図11(a)において、メインローブ20方向からの反射波のようすを実線で、サイドローブ21方向からの反射波のようすを破線で表している。

10

【0106】

図11(b)は、各素子30に対応してデジタル化した信号が時系列に格納されたメモリ2を表した模式図である。そこで、受信開口36で先に受信し、徐々に送受信開口35の方向へ移動していく信号をサイドローブ21からの信号情報として同定し、送受信開口35で受信した情報から差し引くことにより、メインローブ20からの信号情報が残る。

20

【0107】

また、図11(a)において、メインローブ20とサイドローブ21とのなす角度をとしたとき、角度はプローブ3固有である。例えば、プローブ3内素子アレイ30のピッチと超音波の波長(=c/f、c;音速、f:周波数)の関係によって決まる。サイドローブ21方向からの受信信号は、まず受信開口36で受信し、開口35方向へ向かってcの速度で各素子が受信することになる。そこで、サイドローブ同定器3は、図5のように、サイドローブ21からの受信信号情報と同定する。前記同定は、メモリ2に格納した時系列信号の中で行う。このとき、受信開口32に対応する領域(サイドローブ同定領域22)から、cの速度で送受信開口31に対応する領域(画像形成領域21)へ向かう信号情報を同定する。

30

【0108】

同定されたサイドローブ同定情報は、サイドローブ同定領域22から、送受信開口31で受信される補間信号を補間器80で補間してサイドローブ相当情報を算出する。より具体的に説明すると、サイドローブ同定領域22から画像形成領域21へ、音速cにしたがって外挿補間すれば良い。そして、画像形成領域21の画像形成情報から、サイドローブ相当情報を差し引くと、メインローブ20からの信号に相当する信号情報が得られる。

【0109】

以上説明した方法で、メインローブ20からの信号に相当する情報が得られる。なお、実施例1で説明した通り、散乱点110m、110sの深度に応じて開口制御する必要がある。すなわち、散乱点110の位置に応じて、送受信開口31の内、少なくとも受信時の開口を制御する。散乱点110が素子アレイ30と近い場合、サイドローブ21方向からの信号が、送受信開口31よりも受信開口32が先に受信できるように、送受信開口31を狭くし、受信開口32を広げればよい。開口幅は、開口中心から $d_0 \cdot \tan$ の範囲の振動子とする。ただし、 $d_0$ は、被検体内部の深さ方向に関する開口中心からの振動子から物体までの距離である。そうすることによって、サイドローブ21からの受信信号は受信開口32から受信させることができ、ここまで説明した方法でサイドローブ相当情報を求めることができる。なお、送受信開口31は少なくとも受信時に開口を狭くすればよく、送信時の開口制御を限定するものではない。

40

【0110】

50

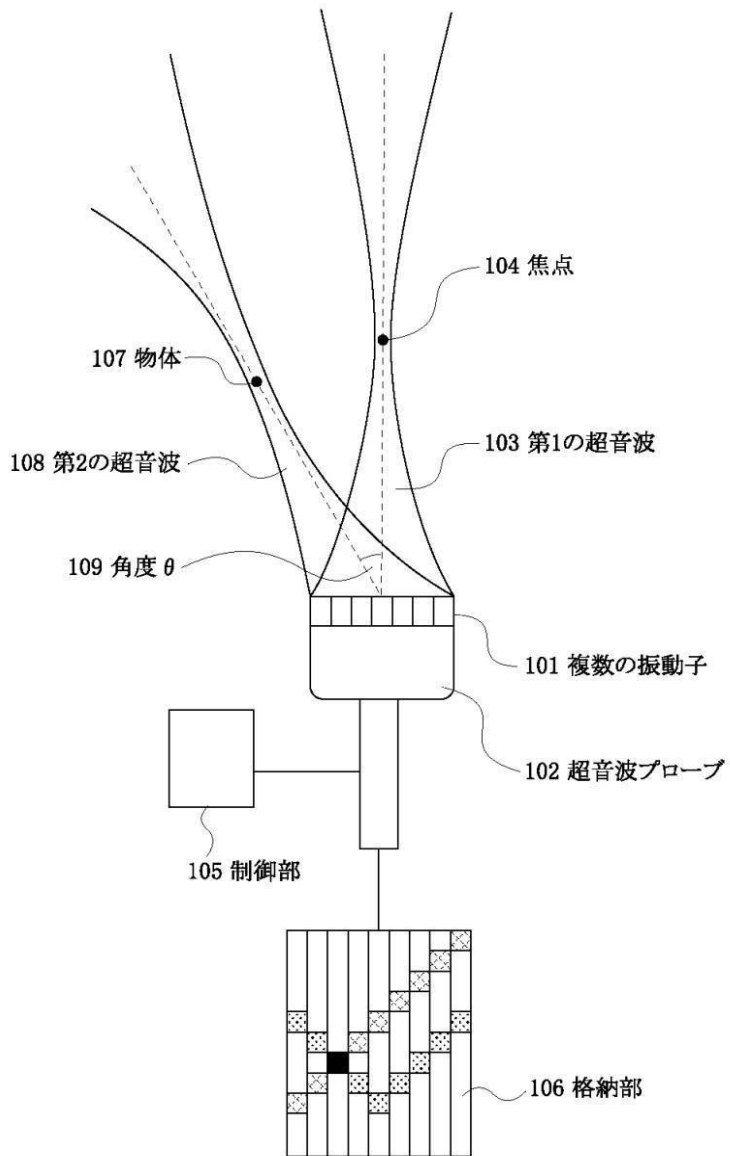
以上説明した実施例 3 によれば、第一の実施例や第二の実施例のように受信信号情報の中からサイドローブ相当情報を抽出せず、サイドローブ同定領域 2 2 から外挿補間して求める。そのために受信に必要な開口は、送受信開口 3 1 だけでなく受信開口 3 2 も必要となり、より広い受信開口から信号を得るため、高解像度化が望める。

【符号の説明】

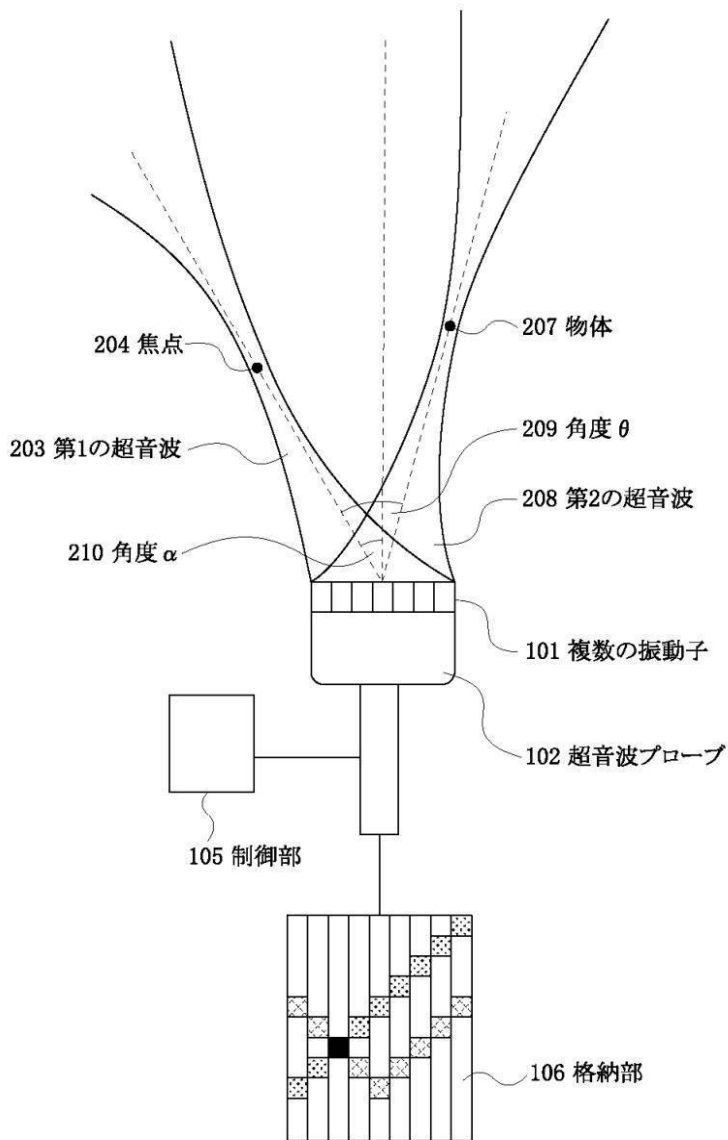
【 0 1 1 1 】

- 1 0 1 複数の振動子
- 1 0 2 超音波プローブ
- 1 0 3 第 1 の超音波
- 1 0 4 焦点
- 1 0 5 制御部
- 1 0 6 格納部
- 1 0 7 物体
- 1 0 8 第 2 の超音波
- 1 0 9 角度

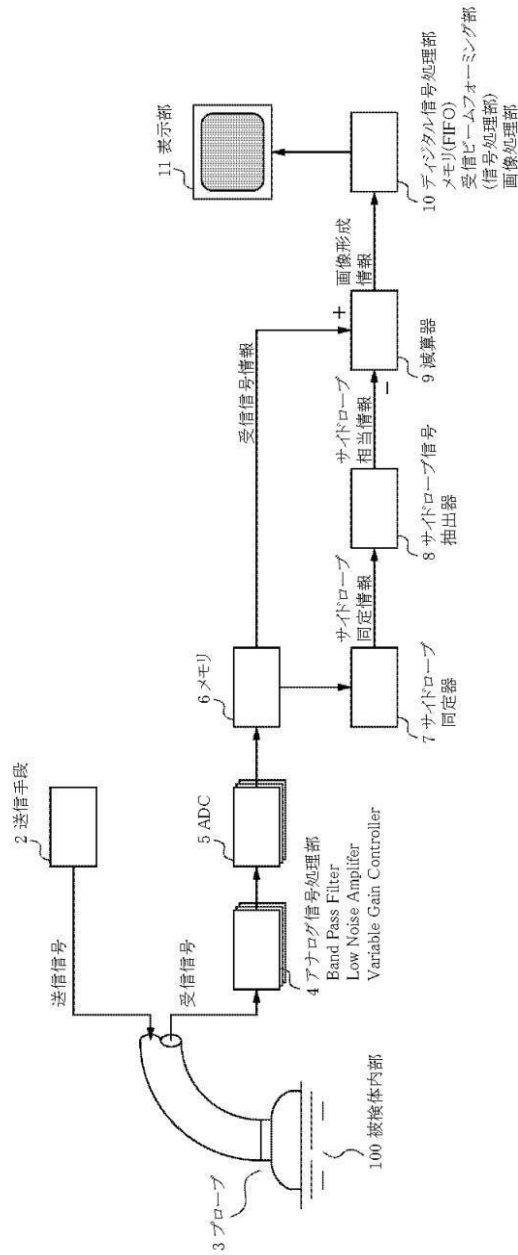
【図1】



【図2】

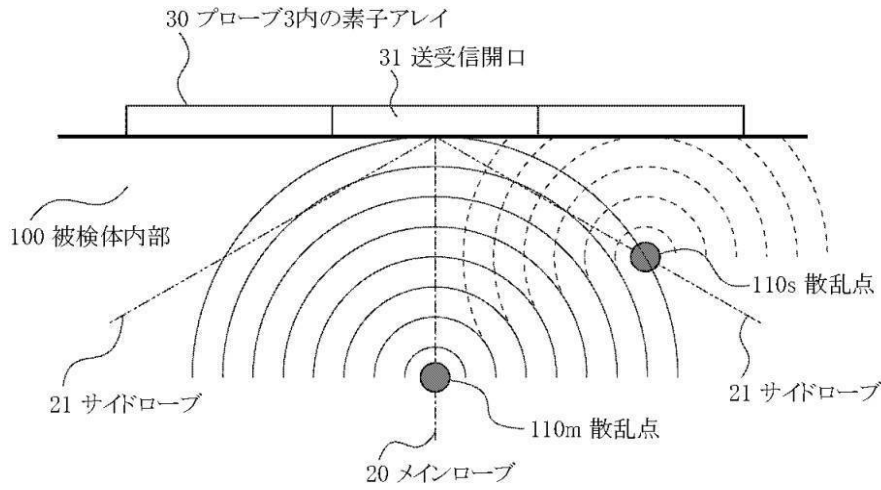


【図3】

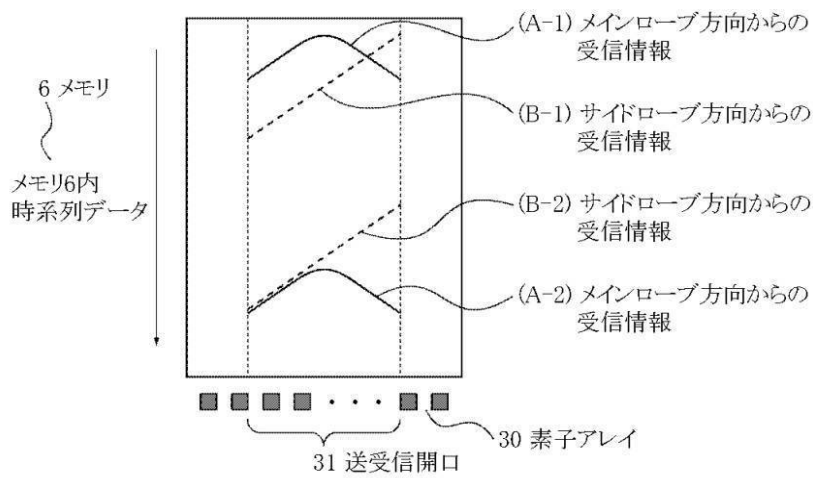


【図4】

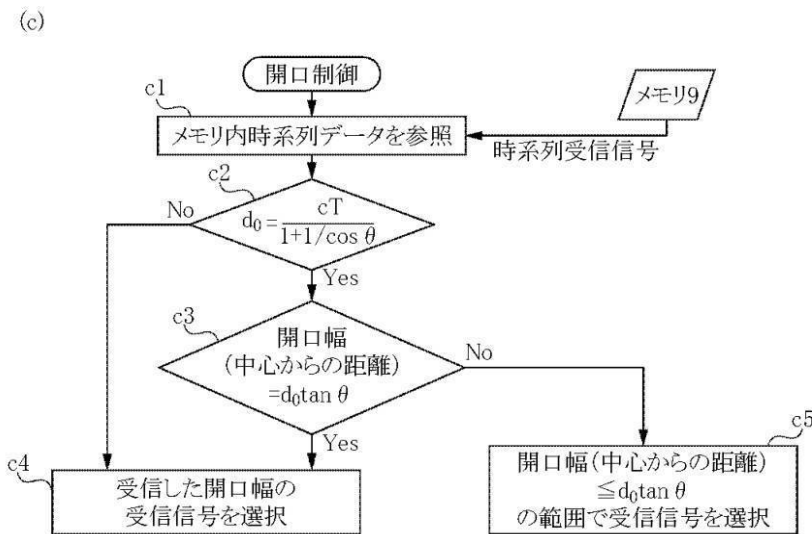
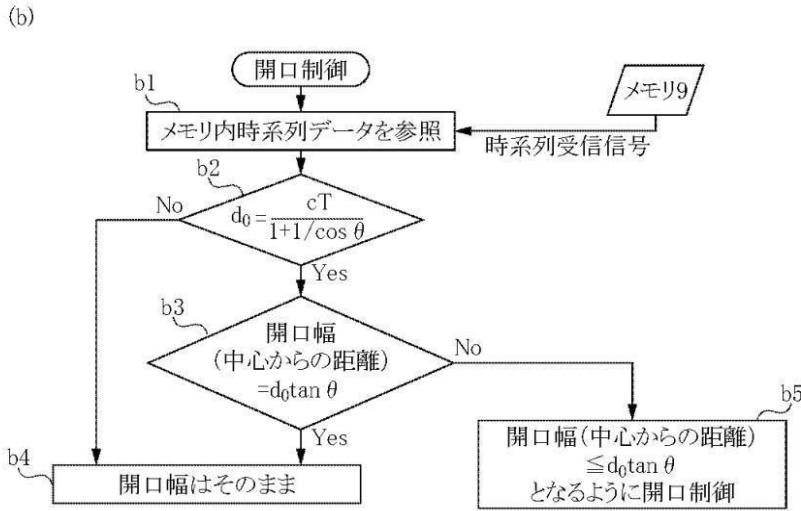
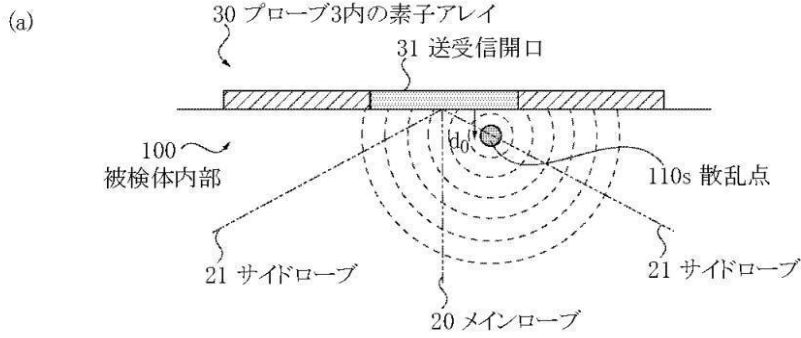
(a)



(b)

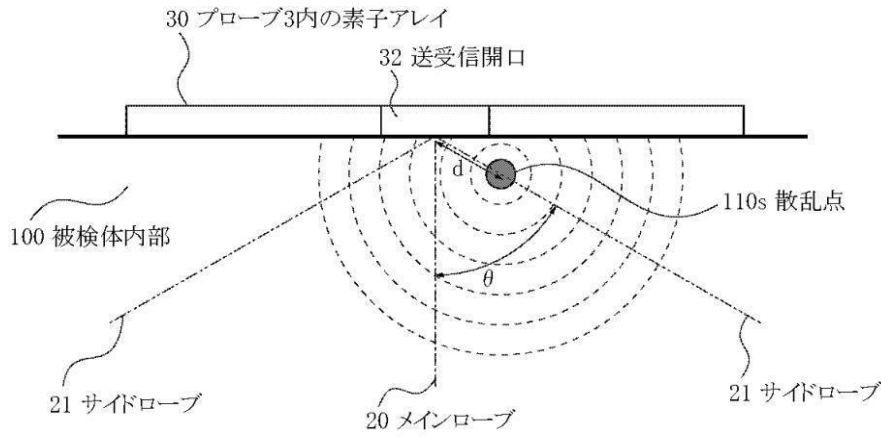


【図5】

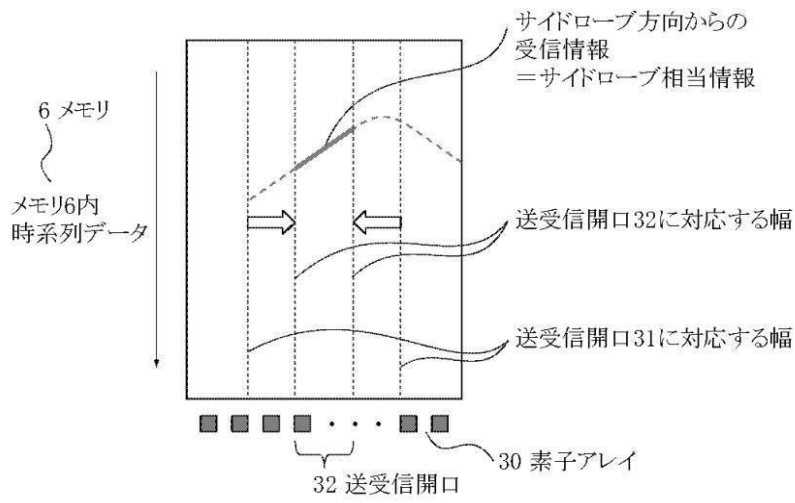


【図6】

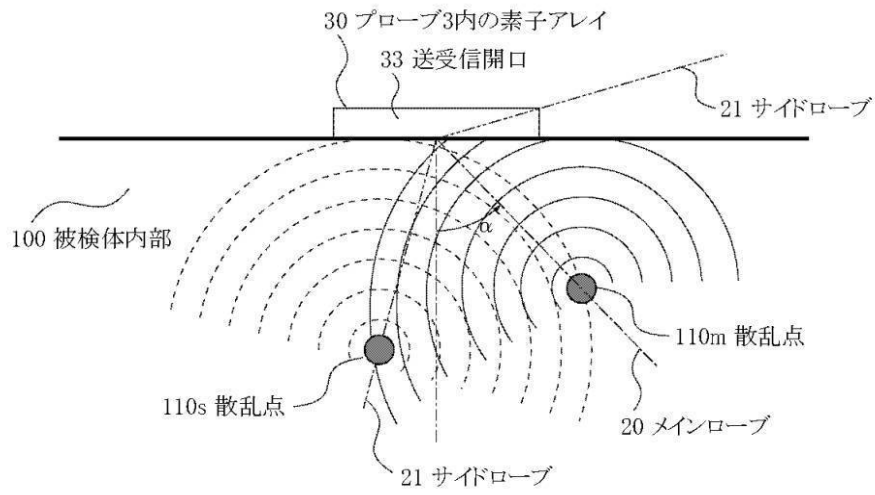
(a)



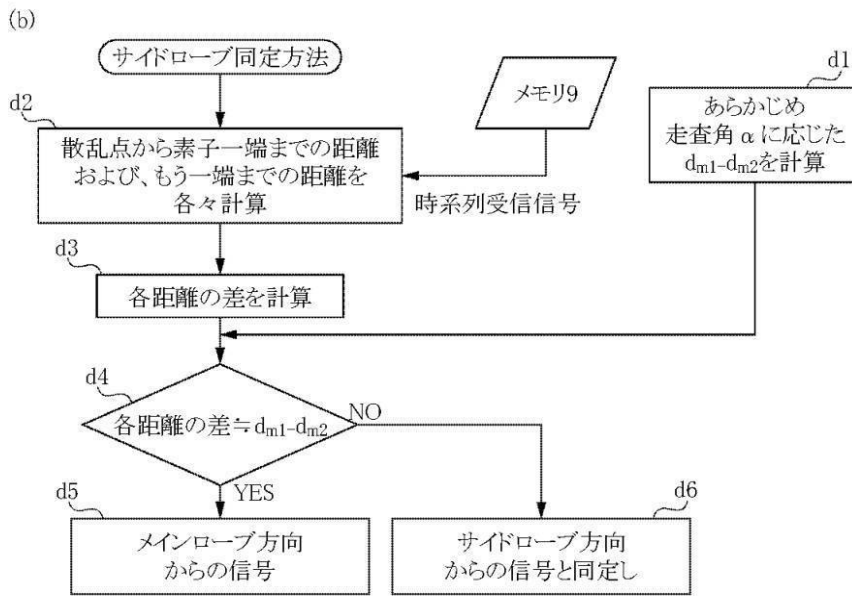
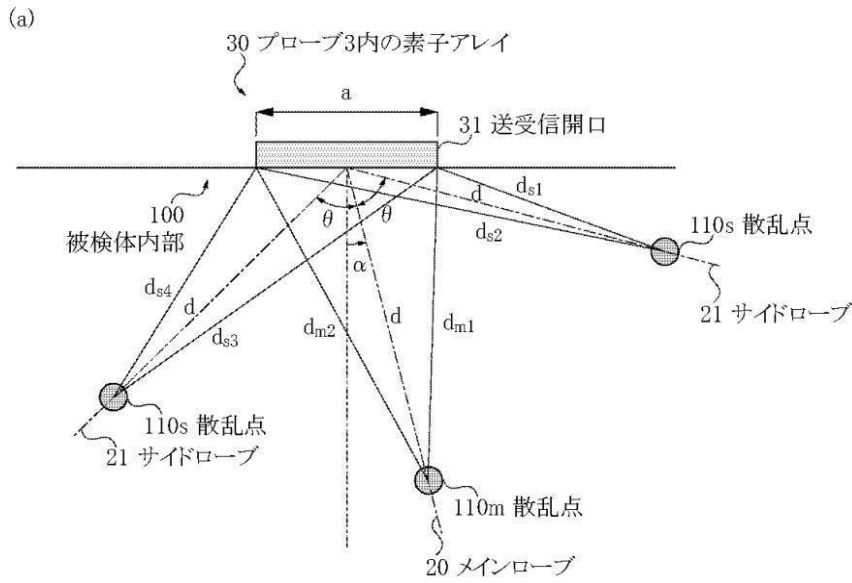
(b)



【図7】

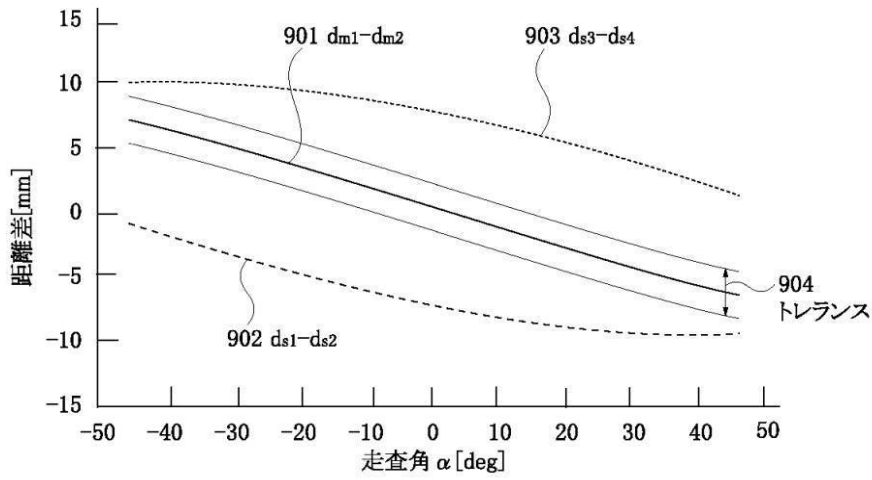


【図8】

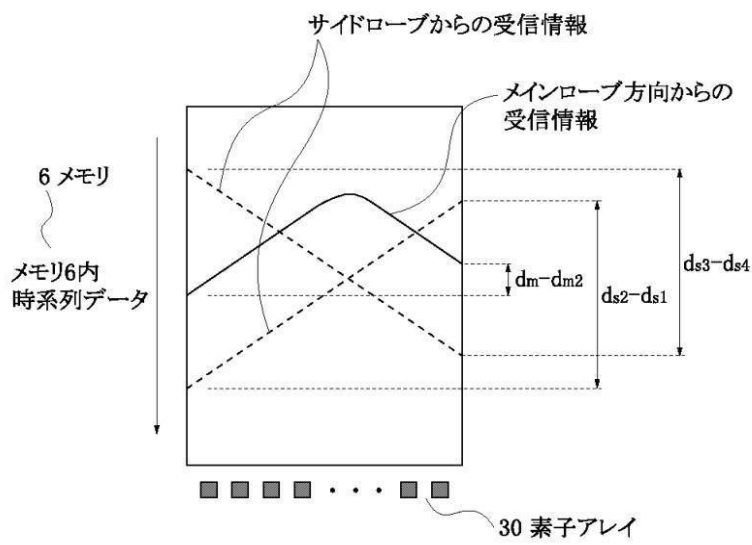


【図9】

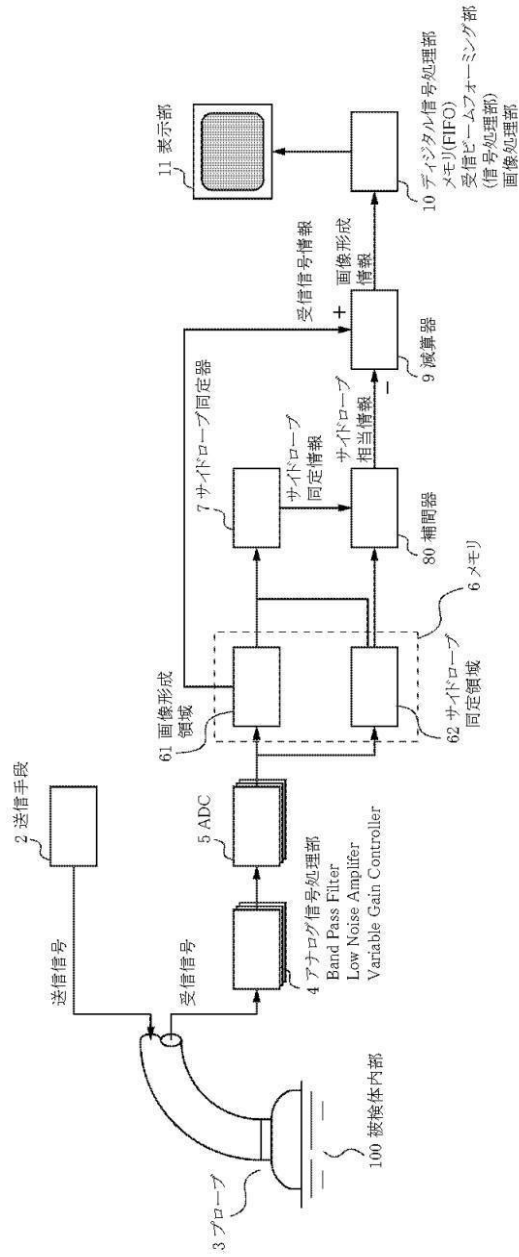
(a)



(b)

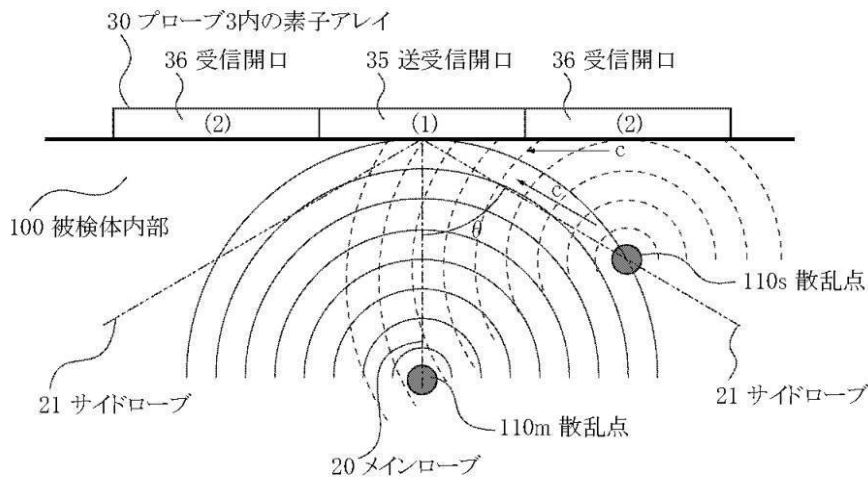


【図10】

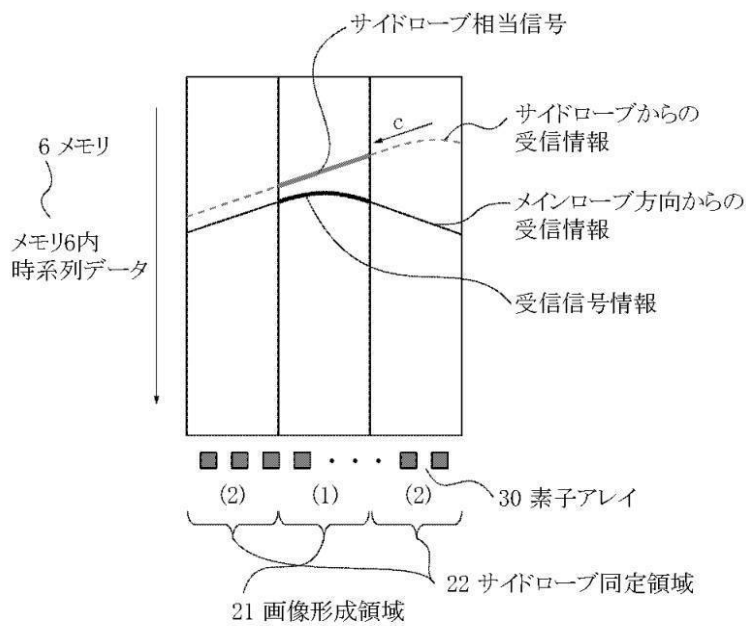


【図11】

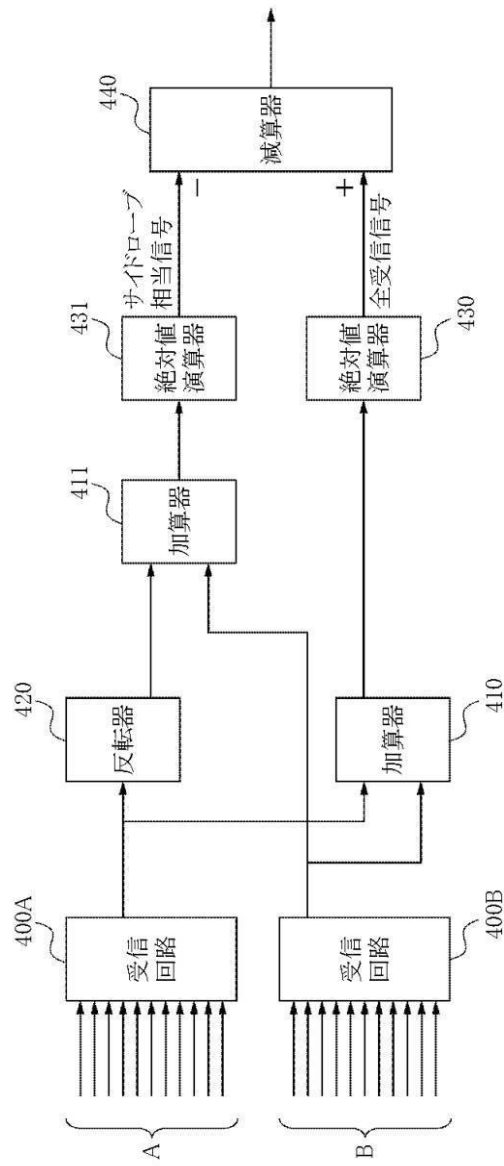
(a)



(b)



【図12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-217943(JP,A)  
特開平07-253417(JP,A)  
特開昭57-166148(JP,A)  
特開昭61-228835(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B8/00-8/15  
G01N29/00-29/02  
29/04-29/06  
29/09  
29/12-29/26  
29/28-29/30  
29/38  
29/44  
G01S1/72-1/82  
3/80-3/86  
5/18-5/30  
7/52-7/64  
15/00-15/96  
JSTPlus(JDreamII)

专利名称(译)	超音波装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP5473381B2</a>	公开(公告)日	2014-04-16
申请号	JP2009097224	申请日	2009-04-13
[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	時田俊伸		
发明人	時田 俊伸		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S7/52047		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB07 4C601/EE01 4C601/HH04 4C601/HH12 4C601/HH29 4C601/HH31 4C601/JB45		
代理人(译)	佐藤安倍晋三 黑岩Soware		
优先权	2008163641 2008-06-23 JP		
其他公开文献	JP2010029639A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：从旁瓣方向提取接收信号并从整个接收信号中减去。存储单元按时间顺序存储由多个换能器分别检测的超声波强度的信息。多个换能器101从最靠近物体107的振动器顺序地接收由超声波探头102产生的第二超声波108聚焦的物体107反射的超声波。这里，第二超声波108在与第一超声波103的方向不同的方向上传输。此外，获得关于由通过存储单元106存储最靠近对象107的振动器而获得的对象107反射的超声波的强度的信息。然后，它从存储在存储单元106中的信息中减去。

点域1

