

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2013-244135  
(P2013-244135A)

(43) 公開日 平成25年12月9日(2013.12.9)

(51) Int.Cl.  
A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F I  
A 6 1 B 8/00

テーマコード (参考)  
4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

|           |                              |          |  |
|-----------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2012-119225 (P2012-119225) | (71) 出願人 | 306037311                              |
| (22) 出願日  | 平成24年5月25日 (2012. 5. 25)     |          | 富士フイルム株式会社                             |
|           |                              |          | 東京都港区西麻布2丁目26番30号                      |
|           |                              | (74) 代理人 | 100073184                              |
|           |                              |          | 弁理士 柳田 征史                              |
|           |                              | (74) 代理人 | 100090468                              |
|           |                              |          | 弁理士 佐久間 剛                              |
|           |                              | (72) 発明者 | 山本 拓明                                  |
|           |                              |          | 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地                     |
|           |                              |          | 富士フイルム株式会社内                            |
|           |                              | Fターム(参考) | 4C601 DD20 EE10 HH33 JC02 JC18<br>JC37 |

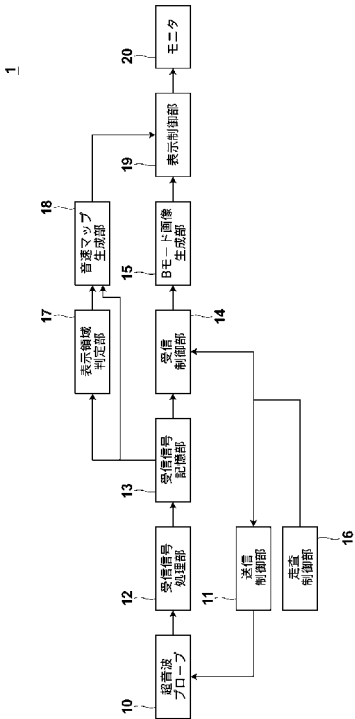
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置および音速表示方法

(57) 【要約】

【課題】 検体内の局所音速を取得し、その局所音速に基づいて音速マップを表示させる際、より信頼性の高い音速マップを表示させる。

【解決手段】 超音波プローブ10による被検体内への超音波の送受信によりその超音波プローブによって取得された受信信号を記憶する受信信号記憶部13と、受信信号記憶部13に記憶された受信信号に基づいて被検体内の局所音速を取得し、その取得した局所音速に基づいて音速マップを生成する音速マップ生成部18と、音速マップ生成部18によって生成された音速マップを表示させる表示制御部19と、受信信号記憶部13に記憶された受信信号を解析した結果に基づいて、音速マップが構成される領域における音速マップの表示領域と非表示領域とを判定する表示領域判定部17とを備え、表示制御部19が、表示領域判定部17における判定結果に基づいて音速マップを表示させる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

超音波プローブによる被検体内への超音波の送受信により該超音波プローブによって取得された受信信号を記憶する受信信号記憶部と、

該受信信号記憶部に記憶された受信信号に基づいて前記被検体内の局所音速を取得し、該取得した局所音速に基づいて音速マップを生成する音速マップ生成部と、

該音速マップ生成部によって生成された音速マップを表示させる表示制御部と、

前記受信信号記憶部に記憶された受信信号を解析した結果に基づいて、前記音速マップが構成される領域における前記音速マップの表示領域と非表示領域とを判定する表示領域判定部とを備え、

前記表示制御部が、前記表示領域判定部における判定結果に基づいて、前記音速マップを表示させるものであることを特徴とする超音波診断装置。

10

**【請求項 2】**

前記表示領域判定部が、所定の判定対象の領域が前記非表示領域と判定された場合には、該判定対象の領域よりも前記被検体内の深さが深い位置に対応する領域については前記受信信号の解析を行うことなく前記非表示領域と判定するものであることを特徴とする請求項 2 記載の超音波診断装置。

**【請求項 3】**

前記表示領域判定部が、所定の判定対象の領域の前記局所音速を取得するために用いられる前記受信信号の信号強度に基づいて、前記判定対象を前記表示領域とするかもしくは前記非表示領域とするかを判定するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の超音波診断装置。

20

**【請求項 4】**

前記表示領域判定部が、所定の判定対象の領域の前記局所音速を取得するために用いられる前記受信信号の信号波形に基づいて、前記判定対象を前記表示領域とするかもしくは前記非表示領域とするかを判定するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の超音波診断装置。

**【請求項 5】**

前記表示領域判定部が、所定の判定対象の領域の前記局所音速を取得するために用いられる前記受信信号のフレーム間の変化量に基づいて、前記判定対象を前記表示領域とするかもしくは前記非表示領域とするかを判定するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の超音波診断装置。

30

**【請求項 6】**

前記音速マップ生成部が、前記非表示領域については、該非表示領域近傍の前記表示領域の前記局所音速に基づいて補間音速マップを生成するものであり、

前記表示制御部が、前記非表示領域については、前記補間音速マップを表示させるものであることを特徴とする請求項 1 から 5 いずれか 1 項記載の超音波診断装置。

**【請求項 7】**

前記音速マップ生成部が、前記非表示領域については、該非表示領域と判定する際に用いられた前記受信信号のフレームとは別の前後のフレームの受信信号であって、前記非表示領域に対応する前記表示領域と判定された領域の受信信号を用いて取得された局所音速に基づいて補間音速マップを生成するものであり、

40

前記表示制御部が、前記非表示領域については、前記補間音速マップを表示させるものであることを特徴とする請求項 1 から 5 いずれか 1 項記載の超音波診断装置。

**【請求項 8】**

前記音速マップ生成部が、前記非表示領域については前記局所音速を取得しないものであることを特徴とする請求項 1 から 7 いずれか 1 項記載の超音波診断装置。

**【請求項 9】**

前記超音波プローブによって取得された受信信号に基づいて B モード画像を生成する B モード画像生成部を備え、

50

前記音速マップ生成部が、前記Ｂモード画像を生成するために取得された前記受信信号とは別のタイミングで前記超音波プローブによって音速取得用に送受信された受信信号に基づいて、前記被検体内の局所音速を取得するものであることを特徴とする請求項１から８いずれか１項記載の超音波診断装置。

【請求項１０】

前記超音波プローブによって取得された受信信号に基づいてＢモード画像を生成するＢモード画像生成部を備え、

前記表示制御部が、前記音速マップと前記Ｂモード画像とを重ねて表示させるものであることを特徴とする請求項１から９いずれか１項記載の超音波診断装置。

【請求項１１】

超音波プローブによる被検体内への超音波の送受信により該超音波プローブによって取得された受信信号を記憶し、該記憶した受信信号に基づいて前記被検体内の局所音速を取得し、該取得した局所音速に基づいて音速マップを生成し、該生成した音速マップを表示させる音速表示方法において、

前記受信信号を解析した結果に基づいて、前記音速マップが構成される領域における前記音速マップの表示領域と非表示領域とを判定し、

該判定結果に基づいて、前記音速マップを表示させることを特徴とする音速表示方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、超音波を用いて被検体内の局所音速を取得し、その局所音速に基づいて音速マップを表示させる超音波診断装置および音速表示方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来、被検体に対して超音波を送受信することによって被検体の内部情報を取得する超音波診断装置が提案されている。

【０００３】

この超音波診断装置における超音波撮像の原理は、次のようなものである。超音波は、被検体内における構造物の境界のように、音響インピーダンスが異なる領域の境界において反射される。そこで、超音波を人体等の被検体内に送信し、被検体内において生じた超音波エコーを受信し、超音波エコーが生じた反射位置や反射強度を求めることにより、被検体内に存在する構造物（例えば、内臓や病変組織など）の輪郭を抽出することができる。

【０００４】

このように、従来の超音波診断装置において表示される超音波画像は、生体から反射された超音波エコーの受信信号の強度に応じて輝度変調を行うことによって得られる断層像である。したがって、この断層像は被検体内の組織形状を表すものとなり、被検体内の組織性状を表すものとしては適切ではない。

【０００５】

一方、被検体内の組織各部の弾性率が組織性状の情報を与えることが一般に知られており、超音波の送受信によって得られた受信信号に基づいて弾性率に相当する値の分布を組織弾性画像（エラストグラフィ）として表示する方法も提案されている。たとえば、腫瘍は他の組織と比べて一般的に硬くなるので弾性率が大きくなることになる。

【０００６】

また、音速は弾性率の関数として与えられるものであるから、生体内の組織各部の音速が示す臨床的価値は弾性率と同等であると考えられる。したがって、音速の分布状態を表した音速マップも組織弾性画像と同様に臨床的価値があるものと推察することができるため、被検体内の音速を求める方法が種々提案されている（特許文献１から特許文献４参照）。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開2010-207490号公報

【特許文献2】特開2010-99452号公報

【特許文献3】特開2010-246692号公報

【特許文献4】特開2012-71042号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

ここで、被検体内の音速についても、超音波エコーに応じた受信信号に基づいて演算されるが、たとえば超音波エコーにノイズが含まれていたり、被検体内の構造により超音波エコーが必要以上に減衰したりする場合がある。このような場合には、超音波エコーに応じた受信信号の質が悪くなるため正確な音速を取得できないという問題がある。そして、このような不正確な音速に基づいて音速マップを表示したのでは、正確な診断を行うことができない。

10

## 【0009】

また、特許文献1や特許文献2においては、所定の深さ位置Y1の局所音速を取得する際、その深さ位置Y1の最適音速と、その深さ位置Y1よりも浅い位置Y2の最適音速とに基づいて深さ位置Y1の局所音速を取得する方法が提案されている。このような方法においては、たとえば浅い深さ位置Y2における最適音速が、上述したような質の悪い受信信号に基づいて演算された場合、深さ位置Y2における局所音速だけでなく、深さ位置Y1における局所音速も不正確なものとなってしまう、さらに深さ位置Y1よりも深い位置の局所音速がその深さ位置よりも浅い深さ位置の誤差を含むことになり、正確な局所音速を取得することができない。

20

## 【0010】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、検体内の局所音速を取得し、その局所音速に基づいて音速マップを表示させる際、より信頼性の高い音速マップを表示させることができる超音波診断装置および音速表示方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明の超音波診断装置は、超音波プローブによる被検体内への超音波の送受信によりその超音波プローブによって取得された受信信号を記憶する受信信号記憶部と、受信信号記憶部に記憶された受信信号に基づいて被検体内の局所音速を取得し、その取得した局所音速に基づいて音速マップを生成する音速マップ生成部と、音速マップ生成部によって生成された音速マップを表示させる表示制御部と、受信信号記憶部に記憶された受信信号を解析した結果に基づいて、音速マップが構成される領域における音速マップの表示領域と非表示領域とを判定する表示領域判定部とを備え、表示制御部が、表示領域判定部における判定結果に基づいて、音速マップを表示させるものであることを特徴とする。

30

## 【0012】

また、上記本発明の超音波診断装置においては、表示領域判定部を、所定の判定対象の領域が非表示領域と判定された場合には、その判定対象の領域よりも被検体内の深さが深い位置に対応する領域については受信信号の解析を行うことなく非表示領域と判定するものとする。

40

## 【0013】

また、表示領域判定部を、所定の判定対象の領域の局所音速を取得するために用いられる受信信号の信号強度に基づいて、上記判定対象を表示領域とするかもしくは非表示領域とするかを判定するものとする。

## 【0014】

また、表示領域判定部を、所定の判定対象の領域の局所音速を取得するために用いられる受信信号の信号波形に基づいて、上記判定対象を表示領域とするかもしくは非表示領域

50

とするかを判定するものとできる。

【0015】

また、表示領域判定部を、所定の判定対象の領域の局所音速を取得するために用いられる受信信号のフレーム間の変化量に基づいて、上記判定対象を表示領域とするかもしくは非表示領域とするかを判定するものとできる。

【0016】

また、音速マップ生成部を、非表示領域については、その非表示領域近傍の表示領域の局所音速に基づいて補間音速マップを生成するものとし、表示制御部を、上記非表示領域については、補間音速マップを表示させるものとできる。

【0017】

また、音速マップ生成部を、非表示領域については、その非表示領域と判定する際に用いられた受信信号のフレームとは別の前後のフレームの受信信号であって、上記非表示領域に対応する上記表示領域と判定された領域の受信信号を用いて取得された局所音速に基づいて補間音速マップを生成するものとし、表示制御部を、非表示領域については、補間音速マップを表示させるものとできる。

【0018】

また、音速マップ生成部を、非表示領域については局所音速を取得しないものとできる。

【0019】

また、超音波プローブによって取得された受信信号に基づいてBモード画像を生成するBモード画像生成部を設け、音速マップ生成部を、Bモード画像を生成するために取得された受信信号とは別のタイミングで超音波プローブによって音速取得用に送受信された受信信号に基づいて、被検体内の局所音速を取得するものとできる。

【0020】

また、表示制御部を、音速マップとBモード画像とを重ねて表示させるものとできる。

【0021】

本発明の音速表示方法は、超音波プローブによる被検体内への超音波の送受信によりその超音波プローブによって取得された受信信号を記憶し、その記憶した受信信号に基づいて被検体内の局所音速を取得し、その取得した局所音速に基づいて音速マップを生成し、その生成した音速マップを表示させる音速表示方法において、上記受信信号を解析した結果に基づいて、音速マップが構成される領域における音速マップの表示領域と非表示領域とを判定し、その判定結果に基づいて、音速マップを表示させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0022】

本発明の超音波診断装置および音速表示方法によれば、超音波プローブによる被検体内への超音波の送受信により取得された受信信号に基づいて被検体内の局所音速を取得し、その取得した局所音速に基づいて音速マップを生成して表示する際、超音波プローブによって取得された受信信号を解析し、その解析した結果に基づいて、音速マップが構成される領域における音速マップの表示領域と非表示領域とを判定し、その判定結果に基づいて、音速マップを表示させるようにしたので、質の悪い受信信号に基づいて取得された局所音速については音速マップとして表示させないようにすることができ、より信頼性の高い音速マップを表示させることができる。

【0023】

また、上記本発明の超音波診断装置において、所定の判定対象の領域が非表示領域と判定された場合には、その判定対象の領域よりも被検体内の深さが深い位置に対応する領域については受信信号の解析を行うことなく非表示領域と判定するようにした場合には、所定の深さ位置が非表示領域と判定された場合には、上述したとおり、その深さ位置よりも深い領域については浅い位置の判定対象の受信信号の影響を受けて非表示領域と判定される可能性が高いので、上記のように無駄な受信信号の解析を行わないことによって、処理を高速化することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

また、非表示領域については、その非表示領域近傍の表示領域の局所音速や、別のフレームの受信信号を用いて取得された局所音速に基づいて補間音速マップを生成し、その補間音速マップを表示させるようにした場合には、ある程度信頼性のある補間音速マップを表示することによって非表示領域の情報についても把握することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 本発明の超音波診断装置の一実施形態を用いた超音波診断システムの概略構成を示すブロック図

【 図 2 】 受信信号記憶部に記憶される受信信号を説明するための図

【 図 3 】 受信信号記憶部に記憶される素子データを示す図

【 図 4 】 受信フォーカス処理と、表示領域もしくは非表示領域の判定方法とを説明するための図

【 図 5 】 所定の画素位置の受信信号の解析方法の一例を説明するための図

【 図 6 】 所定の画素位置の受信信号の解析方法のその他の例を説明するための図

【 図 7 】 局所音速の取得方法の一例を説明するための図

【 図 8 】 本発明の超音波診断装置を用いた超音波診断システムの作用を説明するためのフローチャート

【 図 9 】 表示領域もしくは非表示領域の判定方法のその他の例を説明するための図

【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 6 】

以下、図面を参照して本発明の超音波診断装置および音速表示方法の一実施形態を用いた超音波診断システム 1 について詳細に説明する。図 1 は、本実施形態の超音波診断システム 1 の概略構成を示すブロック図である。

## 【 0 0 2 7 】

本実施形態の超音波診断システム 1 は、図 1 に示すように、超音波プローブ 10、送信制御部 11、受信信号処理部 12、受信信号記憶部 13、受信制御部 14、B モード画像生成部 15、走査制御部 16、表示領域判定部 17、音速マップ生成部 18、表示制御部 19 およびモニタ 20 を備えている。

## 【 0 0 2 8 】

超音波プローブ 10 は、被検体内の診断部位に向けて超音波を送信するとともに体内で反射してきた超音波を受信するものである。本実施形態の超音波プローブ 10 は、1 次元の超音波トランスデューサアレイを構成する複数の超音波トランスデューサを備えており、各超音波トランスデューサは、例えば P Z T 等の圧電素子の両端に電極を形成した振動子によって構成されている。この電極は信号線によって受信信号処理部 12 および送信制御部 11 に接続されている。そして、この電極には、送信制御部 11 から出力された駆動パルス電圧信号に応じた電圧が印加され、振動子はこの電圧印加に応じて超音波を発生するものである。また、振動子は反射してきた超音波を受信すると電気信号を発生し、この電気信号を受信信号として受信信号処理部 12 に出力するものである。

## 【 0 0 2 9 】

送信制御部 11 は、走査制御部 16 から出力された送信遅延時間に基づいて、超音波プローブ 10 の各超音波トランスデューサに対して駆動パルス電圧信号を出力し、上記送信遅延時間に応じた超音波を各超音波トランスデューサの振動子から送波させることによって、所定の焦点に収束するような超音波を超音波プローブ 10 から送波させるものである。

## 【 0 0 3 0 】

受信信号処理部 12 は、超音波プローブ 10 の各超音波トランスデューサに対応して設けられた複数の増幅器および複数の A / D 変換器を備えている。各超音波トランスデューサから出力された受信信号は、増幅器において増幅され、増幅器から出力されたアナログの受信信号は、A / D 変換器によってデジタル信号の受信信号に変換され、そのデジタル

10

20

30

40

50

の受信信号は受信信号記憶部 13 に出力される。

【0031】

受信信号記憶部 13 は、半導体メモリなどのストレージデバイスから構成されるものであり、受信信号処理部 12 から出力された受信信号を記憶するものである。ここで、受信信号記憶部 13 に記憶される受信信号について説明する。

【0032】

まず、超音波プローブ 10 は、図 2 に示すように 1 次元に配列された複数の超音波トランスデューサ 30\_1 ~ 30\_n を備えている。超音波プローブ 10 によって受信信号を取得する際には、この各超音波トランスデューサ 30\_1 ~ 30\_n に対応する被検体の深さ方向 (Y 方向) に延びる列毎について、それぞれ所定の焦点に送信フォーカスされて超音波が送波される。

10

【0033】

具体的には、図 2 に示すように、たとえば超音波トランスデューサ 30\_m に対応する深さ方向 (Y 方向) に延びる列 L\_m 上の所定の焦点に送信フォーカスされて超音波が送波される。そして、このとき各超音波トランスデューサ 30\_1 ~ 30\_n により、図 2 において波線で示すような受信信号がそれぞれ取得される。そして、この各超音波トランスデューサ 30\_1 ~ 30\_n の受信信号のセットが、超音波トランスデューサ 30\_m に対応する 1 枚の素子データとして取得される。

【0034】

なお、図 2 に示す波線は受信信号を模式的に表したものであり正確なものではない。また、図 2 に示す上向き矢印が、各超音波トランスデューサ 30\_1 ~ 30\_n によって取得される受信信号の時間軸を示している。

20

【0035】

そして、上記と同様にして、各超音波トランスデューサ 30\_1 ~ 30\_n に対応する深さ方向に延びる列毎について、それぞれ所定の焦点に送信フォーカスされて超音波が送波され、その超音波の送波毎にそれぞれ上述した素子データが取得される。すなわち、図 3 に示すような、各超音波トランスデューサ 30\_1 ~ 30\_n に対応する素子データ D\_1 ~ D\_n が取得され、この複数枚の素子データ D\_1 ~ D\_n が受信信号記憶部 13 に記憶される。

【0036】

30

受信制御部 14 は、受信信号記憶部 13 に記憶された素子データを読み出し、その読み出した素子データに対して走査制御部 16 から出力された受信遅延時間に基づいて受信フォーカス処理を施すことによって、超音波エコーの焦点が絞りこまれた音線信号 (以下、RF 信号という) を生成するものである。ここで、受信制御部 14 における受信フォーカス処理について説明する。

【0037】

受信制御部 14 における受信フォーカス処理についても、上述した送信フォーカス処理と同様に、各超音波トランスデューサ 30\_1 ~ 30\_n に対応する列毎について行われる。具体的には、たとえば、図 4 に示す列 L\_m の画素位置 (深さ位置) (X\_m, Y\_k) の RF 信号を取得する際には、まず、受信信号記憶部 13 に記憶された超音波トランスデューサ 30\_m の素子データ D\_m が読み出される。そして、この素子データ D\_m に基づいて、図 4 に示す遅延カーブ C\_V 上の受信信号がそれぞれ取得され、その受信信号が加算されて画素位置 (X\_m, Y\_k) の RF 信号が取得される。なお、図 4 に示す遅延カーブ C\_V は、走査制御部 16 から出力される受信遅延時間に基づいて設定されるものである。

40

【0038】

そして、列 L\_m 上の Y 方向の各画素位置について、それぞれ上記と同様にしてその画素位置に応じた遅延カーブ C\_V が用いられ、その遅延カーブ C\_V 上の受信信号が加算されて RF 信号が取得される。

【0039】

そして、列 L\_m 以外の列の画素位置についても、それぞれ各列 L\_1 ~ L\_n の超音波トラ

50

ンスデューサ 30\_\_1 ~ 30\_\_n に対応する素子データが読み出され、その各素子データを用いて、上記と同様にして受信フォーカス処理が行われることによって各列の各画素位置の RF 信号が取得される。

【0040】

上記のようにして受信フォーカス処理を行うことによって全ての画素位置の RF 信号が取得されることによって 1 フレームの RF 信号が取得される。

【0041】

B モード画像生成部 15 は、受信制御部 14 において生成された RF 信号に対して、増幅、ダイナミックレンジ、STC、エコーエンハンス等の各種信号処理を施して、被検体内の組織に関する断層画像情報である B モード画像（受信信号の振幅を点の明るさ（輝度）により表した画像）を生成する。なお、B モード画像は、被検体内の着目領域内の複数の格子点において生成される。着目領域とは、B モード画像として断面の画像化が可能な被検体内の領域である。

10

【0042】

走査制御部 16 は、送信制御部 11 および受信制御部 14 に対し、送信遅延時間や受信遅延時間を出し、送信フォーカス処理および受信フォーカス処理を制御するものである。

【0043】

表示領域判定部 17 は、受信信号記憶部 13 に記憶された上述した素子データを直接解析することによって、後述する音速マップの表示領域と非表示領域とを判定するものである。ここで、表示領域判定部 17 における音速マップの表示領域と非表示領域の判定方法について説明する。

20

【0044】

まず、音速マップも上述した RF 信号と同様に、被検体内の各画素位置の局所音速の値から生成されるものである。そして、本実施形態における表示領域判定部 17 は、被検体内の各画素位置について音速マップの表示領域と非表示領域の判定を行うものである。

【0045】

具体的には、たとえば、図 4 に示す列 L m の画素位置（深さ位置）（X m , Y k ）について、表示領域もしくは非表示領域であるかを判定する際には、表示領域判定部 17 は、この画素位置に対応する上述した遅延カーブ C V 上の受信信号を取得する。そして、遅延カーブ C V 上の受信信号を解析することによって画素位置（X m , Y k ）が表示領域もしくは非表示領域であるかを判定する。

30

【0046】

本実施形態における表示領域判定部 17 は、まず、図 5 に示すように、遅延カーブ C V 上の位置を横軸とし、受信信号の信号強度を縦軸とした座標系上に、遅延カーブ C V 上の受信信号をプロットしたグラフを取得する。そして、図 5 に示す遅延カーブ上の受信信号のグラフが、予め設定された閾値以上である場合には、すなわち図 5 に示す実線で示すグラフとなる場合には、画素位置（X m , Y k ）に対応する受信信号は、被検体内の構造の影響によって減衰することなく受信された質の良い受信信号であると判定し、画素位置（X m , Y k ）を音速マップの表示領域として判定する。

40

【0047】

一方、図 5 に示す遅延カーブ上の受信信号のグラフが、予め設定された閾値より小さい場合には、すなわち図 5 に示す破線で示すグラフとなる場合には、画素位置（X m , Y k ）に対応する受信信号は、被検体内の構造の影響によって減衰した質の悪い受信信号であると判定し、画素位置（X m , Y k ）を音速マップの非表示領域として判定する。

【0048】

そして、列 L m 上の Y 方向の各画素位置について、それぞれ上記と同様にしてその画素位置に応じた遅延カーブ C V が用いられ、その遅延カーブ C V 上の受信信号が上記と同様に解析され、表示領域もしくは非表示領域であるかが判定される。

【0049】

50



そして、列  $L_m$  以外の列の各画素位置について表示領域もしくは非表示領域であるかを判定する場合には、それぞれ各列  $L_1 \sim L_n$  の超音波トランスデューサ  $30\_1 \sim 30\_n$  に対応する素子データが読み出される。そして、各列に対応する各素子データを用いて、上記と同様にして各画素位置の遅延カーブ  $CV$  上の受信信号が解析され、その各画素位置が表示領域もしくは非表示領域であるかが判定される。

【0050】

表示領域判定部 17 は、上述したようにして被検体内の全ての画素位置について表示領域もしくは非表示領域であるかを判定する。

【0051】

なお、本実施形態の表示領域判定部 17 は、上述したように所定の画素位置に対応する遅延カーブ上の受信信号の信号強度が、所定の閾値以上であるか否かを判定することによって受信信号の解析を行うようにしたが、受信信号の解析方法としてはその他の方法を用いるようにしてもよい。

【0052】

具体的には、たとえば、表示領域判定部 17 が、所定の画素位置に対応する遅延カーブ上における受信信号のグラフの波形の歪み度合いを求め、その歪み度合いと所定の閾値を比較し、歪み度合いが所定の閾値より大きい場合には、すなわちたとえば図 6 に示す破線のような波形である場合には、ノイズなどが多い質の悪い受信信号であると判定し、その画素位置を非表示領域と判定し、一方、歪み度合いが所定の閾値以下である場合には、すなわちたとえば図 6 に示す実線のような波形である場合には、ノイズなどが少ない質の良い受信信号であると判定し、その画素位置を表示領域と判定するようにしてもよい。なお、図 6 に示すように、遅延カーブ上の受信信号のグラフは、理想的には全ての受信信号の信号強度が同じとなるような直線となる。また、歪み度合いの求め方としては、たとえば上述したような理想的な直線や予め設定された標準的な受信信号のグラフに対する標準偏差を求めるようにしてもよいし、これらとの相関度合いを求めるようにしてもよい。

【0053】

また、上述した受信信号の解析方法は、1 フレームの素子データを用いて行う方法であるが、これに限らず、フレーム間の素子データの変化量を解析することによって所定の画素位置が表示領域もしくは非表示領域であるかを判定するようにしてもよい。

【0054】

具体的には、所定のフレームの素子データを用いて所定の画素位置について取得した遅延カーブ上における受信信号の信号強度の加算値や平均値と、その次のフレームの素子データを用いて上記画素位置について取得した遅延カーブ上における受信信号の信号強度の加算値や平均値との変化量を取得し、その変化量が所定の閾値より大きい場合には、その画素位置を非表示領域と判定し、一方、変化量が所定の閾値以下である場合には、その画素位置を表示領域と判定するようにしてもよい。また、所定の画素位置に対応する遅延カーブ上における受信信号のグラフの波形の歪み度合いについてフレーム間の変化量を取得し、その変化量と閾値とを比較することによってその画素位置が表示領域もしくは非表示領域であるかを判定するようにしてもよい。

【0055】

音速マップ生成部 18 は、表示領域判定部 17 における被検体内の各画素位置の判定結果と、受信信号記憶部 13 に記憶された素子データとに基づいて、各画素位置の局所音速を取得し、その局所音速の分布状態を表す音速マップを生成するものである。

【0056】

具体的には、本実施形態の音速マップ生成部 18 は、表示領域判定部 17 から出力された各画素位置の判定結果を取得し、音速マップの表示領域と判定された画素位置について、たとえば特開 2010 - 99452 号公報に記載の手法を用いて被検体の最適音速、さらには局所音速を取得するものである。そして、本実施形態の音速マップ生成部 18 は、表示領域判定部 17 において音速マップの非表示領域を判定された画素位置については最適音速および局所音速を取得しないものである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 7 】

より詳細には、音速マップ生成部 18 は、まず、受信信号記憶部 13 に記憶された素子データに基づいて、被検体内に設定された全ての画素位置のうち、音速マップの表示領域と判定された画素位置における最適音速を算出する。ここで、最適音速とは、画像のコントラスト、シャープネスが最も高くなる音速であり、各画素位置における実際の局所音速とは必ずしも一致しない。最適音速の算出方法としては、例えば、特開平 8 - 3 1 7 9 2 6 号公報に記載された方法を採用することができる。すなわち、上述した素子データに対して仮定音速（受信遅延時間）を変化させながら受信フォーカス処理を行って画像を生成し、その画像のコントラスト、スキャン方向の空間周波数、分散等に基づいて、種々の仮定音速の中から最適音速を取得する方法を用いることができる。なお、最適音速の算出方法は、これに限定されるものではなく、その他の種々の公知な方法を用いることができる。

10

## 【 0 0 5 8 】

なお、本実施形態の音速マップ生成部 18 において最適音速を取得する際に用いられる素子データは、上述した B モード画像を生成する際に用いた素子データとは異なるものとする。すなわち、B モード画像を生成する際に用いられる素子データを取得するために行われた超音波の送受信とは別のタイミングで、音速取得用に超音波の送受信を行い、その音速取得用の超音波の送受信によって取得された素子データを用いて最適音速を取得するものとする。ただし、B モード画像を生成するための素子データを用いて最適音速を取得するようにしてもよい。

20

## 【 0 0 5 9 】

次に、表示領域と判定された各画素位置における最適音速を用いて、表示領域と判定された各画素位置における局所音速を算出する。以下、局所音速の算出方法について説明する。

## 【 0 0 6 0 】

音速マップ生成部 18 は、図 7 に示すように、被検体内において、局所音速を算出する対象となる画素位置を格子点 X とし、その格子点 X よりも浅い（すなわち、超音波プローブ 10 に近い）位置に X 方向に等間隔で配置された複数の格子点を格子点 A 1 , A 2 , ... とする。なお、少なくとも格子点 X と各格子点 A 1 , A 2 , ... との間の局所音速はそれぞれ一定と仮定する。

30

## 【 0 0 6 1 】

そして、格子点 X における最適音速に基づいて、格子点 X を反射点とした時の仮想的な受信波  $W_X$  の波形を算出する。

## 【 0 0 6 2 】

次に、格子点 X における仮定音速の初期値を設定する。そして、仮定音速が 1 ステップずつ順次変更されて、仮想的な合成受信波  $W_{SUM}$  を算出する。具体的には、格子点 X における局所音速を  $V$  と仮定すると、格子点 X から伝播した超音波が格子点 A 1 , A 2 , ... に到達するまでの時間は  $XA_1 / V$  ,  $XA_2 / V$  , ... となる。ここで、 $XA_1$  ,  $XA_2$  , ... は、それぞれ格子点 A 1 , A 2 , ... と格子点 X との間の距離である。格子点 A 1 , A 2 , ... における最適音速は既知のため、各格子点 A 1 , A 2 , ... からの受信波は予め求めることができる。したがって、格子点 A 1 , A 2 , ... からそれぞれ遅延  $XA_1 / V$  ,  $XA_2 / V$  , ... で発した反射波を合成することにより、仮想合成受信波  $W_{SUM}$  を求めることができる。

40

## 【 0 0 6 3 】

次に、たとえば仮想受信波  $W_X$  と仮想合成受信波  $W_{SUM}$  の互いの相互相関をとることによって、仮想受信波  $W_X$  と仮想合成受信波  $W_{SUM}$  との誤差が算出される。仮想受信波  $W_X$  と仮想合成受信波  $W_{SUM}$  の誤差を算出する方法としては、種々の公知な方法を採用することができる。

## 【 0 0 6 4 】

そして、全ての仮定音速について、仮想受信波  $W_X$  と仮想合成受信波  $W_{SUM}$  の誤差が

50

それぞれ算出される。ホイヘンスの原理を厳密に適用した場合、仮想合成受信波  $W_{SUM}$  の波形は、格子点  $X$  における局所音速値を  $V$  と仮定した場合の仮想受信波  $W_X$  の波形と等しくなる。したがって、仮想受信波  $W_X$  と仮想合成受信波  $W_{SUM}$  との差が最小になる仮定音速を格子点  $X$  における局所音速として取得する。なお、局所音速の算出方法としては、上述した方法に限らず、その他の種々の公知な方法を採用することができる。たとえば、特開 2010 - 207490 号公報に記載のように、深さ方向に異なる 2 つの画素位置の最適音速の平均値を取得することによって上記 2 つの画素位置間の画素位置の局所音速を取得するようにしてもよい。

【0065】

なお、上述したように所定の画素位置 ( $X_1, Y_1$ ) の最適音速を用いてその画素位置とは異なる画素位置 ( $X_2, Y_2$ ) の局所音速を取得する際、その画素位置 ( $X_1, Y_1$ ) が音速マップの非表示領域と判定された画素位置であって最適音速が取得されていない場合には、その非表示領域と判定された画素位置 ( $X_1, Y_1$ ) 近傍の表示領域と判定された画素位置の最適音速を用いて補間することによってその画素位置 ( $X_1, Y_1$ ) の最適音速を取得し、その取得した画素位置 ( $X_1, Y_1$ ) の最適音速を用いて画素位置 ( $X_2, Y_2$ ) の局所音速を取得するようにすればよい。なお、補間方法としては、種々の公知な方法を用いることができる。

【0066】

そして、音速マップ生成部 18 は、上述したようにして取得された各画素位置の局所音速に基づいて、被検体の音速マップを生成するものである。音速マップとは、被検体内における各画素位置の局所音速の分布状態を表すものであり、たとえば局所音速の大きさに応じて、赤や青などの互い異なる色が割り当てられて生成されるものである。

【0067】

表示制御部 19 は、B モード画像生成部 15 において生成された B モード画像および音速マップ生成部 18 において生成された音速マップに基づいて表示制御信号を生成し、その表示制御信号をモニタ 20 に出力するものである。

【0068】

モニタ 20 は、入力された表示制御信号に基づいて被検体の B モード画像および音速マップを表示するものである。

【0069】

次に、本実施形態の超音波診断システム 1 の作用について、図 8 に示すフローチャートを参照しながら説明する。

【0070】

まず、超音波プローブ 10 の各超音波トランスデューサから超音波が発生され、被検体に送波される。

【0071】

そして、各超音波トランスデューサから送波された超音波は被検体内を伝播し、その途中にある音響インピーダンスの不連続面で次々と反射し、この反射によるエコーが各超音波トランスデューサによって検出されて受信信号として受信信号処理部 12 に出力される。

【0072】

そして、受信信号処理部 12 において、各超音波トランスデューサから出力された受信信号が増幅器によって増幅され、その増幅されたアナログ信号は A/D 変換器によってデジタル信号の受信信号に変換されて受信信号記憶部 13 に記憶される。受信信号記憶部 13 に記憶される受信信号については上述したとおりである。

【0073】

次いで、受信制御部 14 によって受信信号記憶部 13 に記憶された上述した素子データが読み出され、その読み出された素子データに対して受信フォーカス処理が施されることによってフレーム毎の RF 信号が取得される。

【0074】

受信制御部 14 によって取得されたフレーム毎の RF 信号は B モード画像生成部 15 に出力される。そして、B モード画像生成部 15 において、入力された RF 信号に基づいて B モード画像が生成され、その B モード画像に基づいて表示制御部 19 において表示制御信号が生成され、その表示制御信号に基づいてモニタ 20 において B モード画像が表示される (S10)。

【0075】

ここで、モニタ 20 に表示された B モード画像を観察しているユーザが、音速マップも表示させたいと考えた場合には、所定の設定入力部 (図示省略) を用いて音速マップ表示モードがユーザによって設定入力される (S12, YES)。

【0076】

そして、ユーザによる音速マップ表示モードの設定入力に応じて、表示領域判定部 17 によって受信信号記憶部 13 に記憶された素子データが取得され、表示領域判定部 17 は、その取得した素子データを解析することによって、被検体内の各画素位置について、表示領域もしくは非表示領域であるかを判定する (S14)。そして、表示領域判定部 17 における判定結果が、音速マップ生成部 18 に出力される。

【0077】

一方、このとき超音波プローブ 10 によって音速取得用の超音波の送受信が行われ、その送受信によって取得された受信信号が受信信号記憶部 13 に記憶される。

【0078】

そして、音速マップ生成部 18 は、音速取得用として受信信号記憶部 13 に記憶された受信信号を読み出し、その読み出した受信信号と、表示領域判定部 17 から出力された判定結果に基づいて、音速マップの表示領域と判定された画素位置の局所音速を取得する。

【0079】

そして、音速マップ生成部 18 は、表示領域と判定された画素位置について取得された局所音速の分布に基づいて音速マップを生成する。音速マップ生成部 18 において生成された音速マップは、表示制御部 19 に出力され、表示制御部 19 は、入力された音速マップを用いて表示制御信号を生成し、モニタ 20 は、入力された表示制御信号に基づいて音速マップを B モード画像とともに表示する (S16)。

【0080】

なお、B モード画像および音速マップについては、超音波プローブ 10 からの超音波の送波毎に順次取得され、モニタ 22 において順次更新されて表示される。

【0081】

上記実施形態の超音波診断システム 1 によれば、超音波プローブ 10 による被検体内への超音波の送受信により取得された受信信号に基づいて被検体内の局所音速を取得し、その取得した局所音速に基づいて音速マップを生成して表示する際、上記受信信号を解析し、その解析した結果に基づいて、音速マップが構成される領域における音速マップの表示領域と非表示領域とを判定し、その判定結果に基づいて、音速マップを表示させるようにしたので、質の悪い受信信号に基づいて取得された局所音速については音速マップとして表示させないようにすることができ、より信頼性の高い音速マップを表示させることができる。

【0082】

また、上記実施形態の超音波診断システム 1 においては、被検体内に設定された全ての画素位置について素子データを分析することによって表示領域もしくは非表示領域であるかを判定するようにしたが、これに限らず、たとえば図 9 に示す列 Lm について浅い画素位置、すなわち超音波プローブ 10 に近い画素位置から順番に表示領域もしくは非表示領域であるかを判定していく場合において、所定の深さ位置の画素位置 (Xm, Yk) の 1 つ前の画素位置まで表示領域と判定され、画素位置 (Xm, Yk) において初めて非表示領域と判定された場合には、画素位置 (Xm, Yk) よりも深さが深い位置に対応する画素位置については素子データ (受信信号) の解析を行うことなく非表示領域と判定するようにしてもよい。なお、列 Lm に限らず、他の列についても同様である。このように素子

10

20

30

40

50

データの解析を省略することによって処理速度を向上させることができる。

【0083】

また、上記実施形態の超音波診断システム1においては、被検体内に設定された各画素位置単位で表示領域もしくは非表示領域を判定するようにしたが、必ずしも画素位置単位でなくてもよく、被検体内に設定された音速が構成される着目領域内を複数の領域に分割した分割領域単位で表示領域もしくは非表示領域を判定するようにしてもよい。なお、この分割領域とは複数の画素から構成される領域である。

【0084】

分割領域単位で表示領域もしくは非表示領域を判定する場合には、その分割領域に含まれる複数の画素位置の素子データを解析することによって表示領域もしくは非表示領域を判定するようにすればよい。具体的には、たとえば、分割領域に含まれる各画素位置の遅延カーブ上における受信信号の平均値などの統計値を取得し、その統計値と閾値とを比較することによって分割領域が表示領域もしくは非表示領域であるかを判定するようにすればよい。なお、この判定方法に限らず、画素位置単位での判定方法と同様に、分割領域に含まれる複数の画素位置の遅延カーブ上における受信信号の歪み度合いや、フレーム間の変化量に基づいて表示領域もしくは非表示領域であるかを判定するようにしてもよい。

10

【0085】

また、上記実施形態の超音波診断システム1においては、音速マップの非表示領域については局所音速を取得しないことによって、その非表示領域の音速マップを表示しないようにしたが、非表示領域についても局所音速を取得するが、その取得した非表示領域の局所音速に対応する音速マップは生成しないことによって、非表示領域の音速マップを表示しないようにしてもよい。また、非表示領域についても音速マップを生成するが、表示制御部19が、その非表示領域の音速マップに基づく表示制御信号を生成しないことによって、非表示領域の音速マップを表示しないようにしてもよい。

20

【0086】

また、上記実施形態の超音波診断システム1においては、音速マップの非表示領域については局所音速を取得しないようにしたが、これに限らず、たとえば音速マップ生成部18が、音速マップの非表示領域については、その非表示領域近傍の表示領域の局所音速に基づいて補間音速マップを生成し、表示制御部19が、非表示領域については、上述した補間音速マップを表示するようにしてもよい。このように補間音速マップを表示させることによって、非表示領域と判定された領域の情報についても把握することができる。

30

【0087】

また、上記補間音速マップの生成方法としては、上記方法に限らず、たとえば、表示領域判定部17によって非表示領域と判定する際に用いられた受信信号（素子データ）のフレームとは別の前後のフレームにおける上記非表示領域に対応する領域（画素位置）の受信信号（素子データ）を用いて取得された局所音速に基づいて補間音速マップを生成するようにしてもよい。なお、前後のフレームにおける上記非表示領域に対応する領域は、表示領域判定部17によって表示領域と判定された領域であるとする。

【0088】

また、上記実施形態の超音波診断システム1においては、Bモード画像および音速マップをそれぞれ別個に表示するようにしてもよいし、これらを重ね合せて同時に表示するようにしてもよい。また、音速マップについては、上述したように色画像で表示するのではなく、局所音速を数値で表示するようにしてもよい。

40

【0089】

また、音速マップ生成部18において取得された最適音速に基づく送信遅延時間および受信遅延時間を算出し、その送信遅延時間に基づく送信フォーカスを行うとともに、受信遅延時間を用いて受信信号に対して受信フォーカス処理を施してRF信号を生成し、そのRF信号に基づくBモード画像をモニタ20に表示するようにしてもよい。

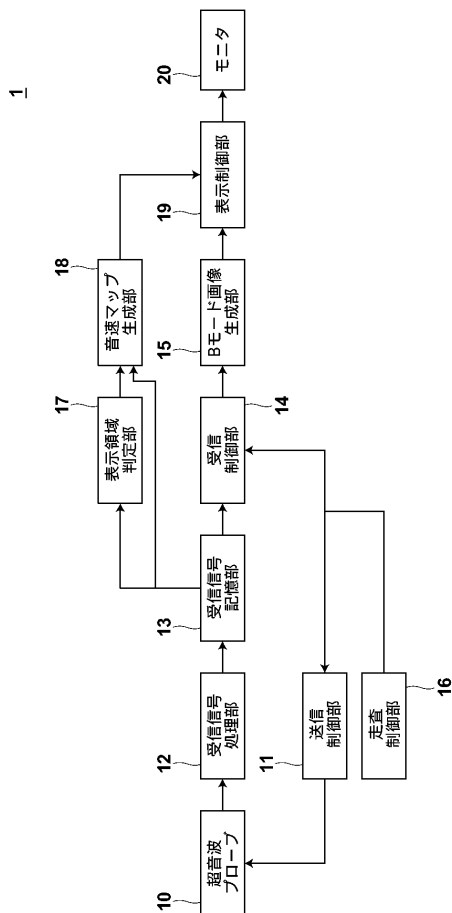
【符号の説明】

【0090】

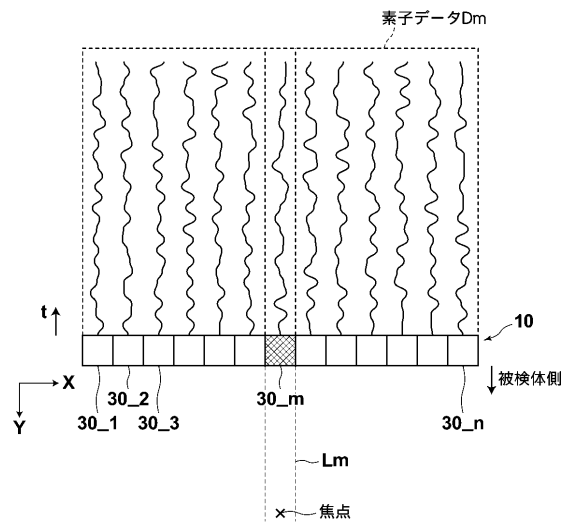
50

- |    |           |
|----|-----------|
| 1  | 超音波診断システム |
| 10 | 超音波プローブ   |
| 11 | 送信制御部     |
| 12 | 受信信号処理部   |
| 13 | 受信信号記憶部   |
| 14 | 受信制御部     |
| 15 | Bモード画像生成部 |
| 16 | 走査制御部     |
| 17 | 表示領域判定部   |
| 18 | 音速マップ生成部  |
| 19 | 表示制御部     |

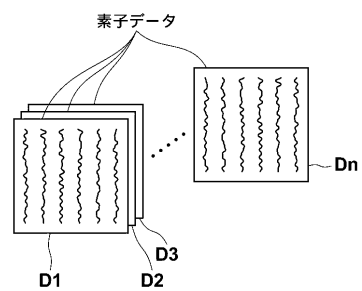
【 図 1 】



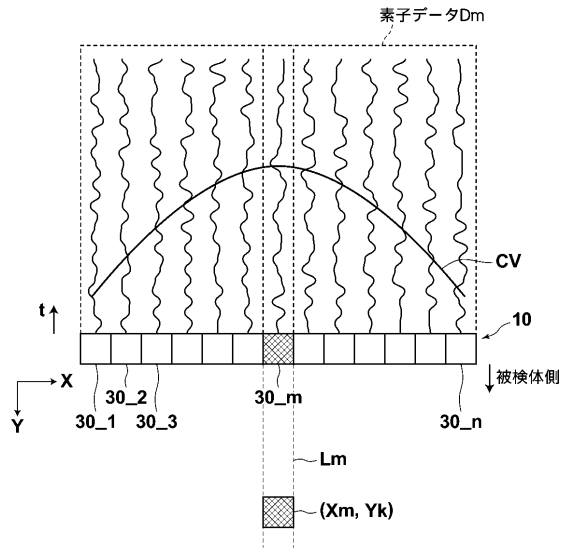
【 図 2 】



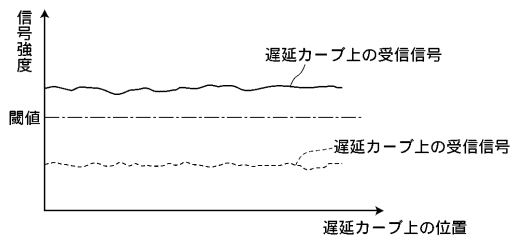
【 図 3 】



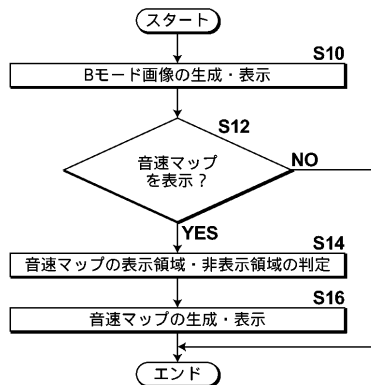
【図 4】



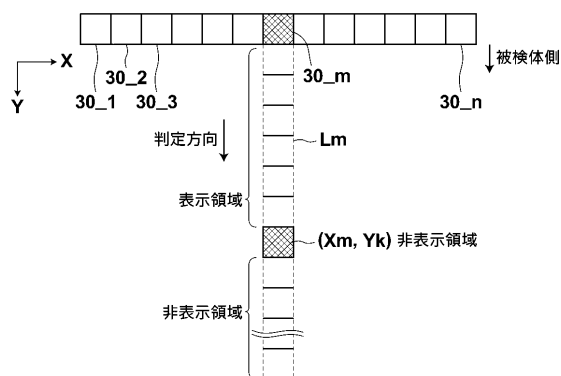
【図 5】



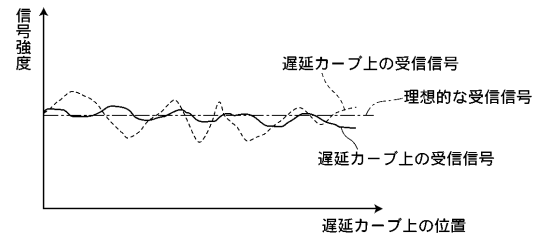
【図 8】



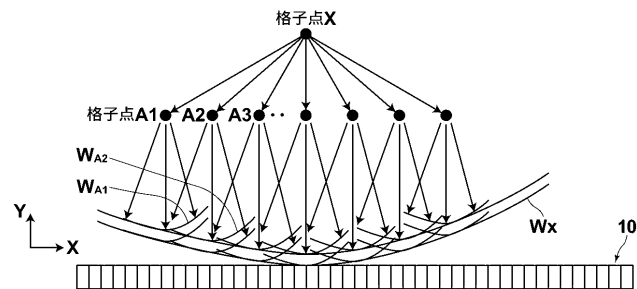
【図 9】



【図 6】



【図 7】



|                |   |         |            |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 超声诊断设备和声速显示方法   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2013244135A</a>                                     | 公开(公告)日 | 2013-12-09 |
| 申请号            | JP2012119225  | 申请日     | 2012-05-25 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 富士胶片株式会社  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 富士胶片株式会社  |         |            |
| [标]发明人         | 山本拓明  |         |            |
| 发明人            | 山本 拓明   |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00  |         |            |
| FI分类号          | A61B8/00  |         |            |
| F-TERM分类号      | 4C601/DD20 4C601/EE10 4C601/HH33 4C601/JC02 4C601/JC18 4C601/JC37 |         |            |
| 代理人(译)         | 佐久间刚  |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>   |         |            |

#### 摘要(译)

摘要：要解决的问题：通过获取被摄体的局部声速，在基于局部声速显示声速图时显示更高可靠性的声速图。解决方案：超声波诊断设备包括：接收信号存储单元13，其存储由超声波探头通过超声波探头10向对象发送/接收超声波而获取的接收信号；声速图生成单元18基于存储在接收信号存储单元13中的接收信号获取对象中的局部声速，并且基于所获取的局部声速生成声速图；显示控制单元19，显示由声速图生成单元18生成的声速图；显示区域确定单元17，基于存储在接收信号存储单元13中的接收信号的分析结果，确定配置有声速图的区域中的声速图的显示和非显示区域。显示控制单元19基于由显示区域确定单元17进行的确定的结果来显示声速图。

