



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の駆動信号に従って超音波を被検体に送信すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波プローブと、

前記超音波プローブと被検体の間に介在される部材であって、所定の音速で超音波を伝播する音響カプラと、

被検体の平均音速を求める音速値計算手段と、を備え、

前記音速値計算手段は、被検体の表層における平均音速を求める際に、前記音響カプラの音速に基づいて行う超音波診断装置。

10

**【請求項 2】**

前記音響カプラは、前記超音波プローブの超音波送受信方向に所定の厚みを有する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

**【請求項 3】**

複数の駆動信号に従って超音波を被検体に送信すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波プローブと、

前記超音波プローブと被検体の間に介在される部材であって、前記超音波プローブの超音波送受信方向に所定の厚みを有し、所定の音速で超音波を伝播する音響カプラと、

複数の駆動信号を前記複数の超音波トランスデューサに供給すると共に、前記複数の超音波トランスデューサから出力される複数の受信信号に対して受信フォーカス処理及び検波処理を施すことにより、超音波の受信方向に沿った音線信号を生成する信号処理手段と、

20

前記信号処理手段によって生成される音線信号に基づいて、超音波画像を表す画像信号を生成する画像信号生成手段と、

被検体と前記音響カプラとの境界近傍に第 1 の領域を設定し、且つ、被検体内に第 2 の領域を設定する領域設定手段と、

被検体内の第 2 の領域について、設定音速値が順次変更されたときの受信フォーカス処理におけるビーム集束度を判定するフォーカス判定手段と、

前記超音波プローブから第 1 の領域に至る経路における第 1 の平均音速を、前記音響カプラの音速に設定する音速設定手段と、

30

前記フォーカス判定手段の判定結果に従って、少なくとも前記超音波プローブから第 2 の領域に至る経路における第 2 の平均音速を求め、第 1 及び第 2 の平均音速と、前記超音波プローブから第 1 及び第 2 の領域までの距離とに基づいて、第 1 の領域から第 2 の領域に至る経路における平均音速を計算する音速値計算手段と、

を備える超音波診断装置。

**【請求項 4】**

前記領域設定手段は、前記音響カプラと被検体との境界に第 1 の領域を設定する請求項 3 に記載の超音波診断装置。

**【請求項 5】**

前記領域設定手段は、前記音響カプラ内に第 1 の領域を設定する請求項 3 に記載の超音波診断装置。

40

**【請求項 6】**

前記音響カプラは、前記音響カプラの厚み及び音速を含む識別部材を有し、

前記超音波プローブに前記音響カプラが装着された際、前記音響カプラの識別部材を読み取るカプラ情報読取手段を備え、

前記音速設定手段は、前記カプラ情報読取手段による読み取り結果に基づき、前記超音波プローブから第 1 の領域に至る経路における第 1 の平均音速を、前記音響カプラの音速に設定する請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

**【請求項 7】**

50

複数の駆動信号に従って超音波を被検体に送信すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波プローブと、前記超音波プローブと被検体の間に介在される部材であって、前記超音波プローブの超音波送受信方向に所定の厚みを有し、所定の音速で超音波を伝播する音響カプラと、を備える超音波診断装置を用いた音速推定方法であって、

複数の駆動信号を超音波プローブ内の複数の超音波トランスデューサに供給すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信した前記複数の超音波トランスデューサから出力される複数の受信信号に対して受信フォーカス処理及び検波処理を施すことにより、超音波の受信方向に沿った音線信号を生成する音線信号生成ステップと、

前記音線信号生成ステップにおいて生成される生成される音線信号に基づいて、超音波画像を表す画像信号を生成する超音波画像生成ステップと、

被検体と前記音響カプラとの境界近傍に第1の領域を設定し、且つ、被検体内に第2の領域を設定する領域設定ステップと、

被検体内の第2の領域について、設定音速値が順次変更されたときの受信フォーカス処理におけるビーム集束度を判定するフォーカス判定ステップと、

前記超音波プローブから第1の領域に至る経路における第1の平均音速を、前記音響カプラの音速に設定する音速設定ステップと、

前記フォーカス判定ステップにおける判定結果に従って、少なくとも前記超音波プローブから第2の領域に至る経路における第2の平均音速を求め、第1及び第2の平均音速と、前記超音波プローブから第1及び第2の領域までの距離とに基づいて、第1の領域から第2の領域に至る経路における平均音速を計算する音速値計算ステップと、

を含む音速推定方法。

#### 【請求項8】

前記領域設定ステップは、前記音響カプラと被検体との境界に第1の領域を設定する請求項7に記載の音速推定方法。

#### 【請求項9】

前記領域設定ステップは、前記音響カプラ内に第1の領域を設定する請求項7に記載の音速推定方法。

#### 【請求項10】

前記音響カプラは、前記音響カプラの厚み及び音速を含む識別部材を有し、  
前記超音波プローブに前記音響カプラが装着された際、前記音響カプラの識別部材を読み取るカプラ情報読取ステップを備え、  
前記音速設定ステップは、前記カプラ情報読取ステップによる読み取り結果に基づき、前記超音波プローブから第1の領域に至る経路における第1の平均音速を、前記音響カプラの音速に設定する請求項7～9のいずれか1項に記載の音速推定方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、超音波診断装置及び音速推定方法に係り、特に、被検体内の所望の領域における音速（局所音速）を精度良く求める技術に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

医療分野においては、被検体の内部を観察して診断を行うために、様々な撮像技術が開発されている。特に、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撮像は、リアルタイムで画像観察を行うことができる上に、X線写真やR I（radio isotope）シンチレーションカメラ等の他の医用画像技術と異なり、放射線による被曝がない。そのため、超音波撮像は、安全性の高い撮像技術として、産科領域における胎児診断の他、婦人科系、循環器系、消化器系等を含む幅広い領域において利用されている。

#### 【0003】

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

10

20

30

40

50

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、超音波ビーム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、内臓や病変組織等）の輪郭を抽出することができる。

【0004】

一般に、超音波診断装置においては、超音波の送受信機能を有する複数の超音波トランスデューサ（振動子）を含む超音波プローブが用いられる。送信フォーカス処理によって複数の超音波を合波して形成される超音波ビームを用いて被検体を走査し、被検体内部において反射された超音波エコーを受信して受信フォーカス処理を行うことにより、超音波エコーの強度に基づいて、被検体内に存在する構造物に関する画像情報が得られ、表示部に超音波画像が表示される。

10

【0005】

ところで、超音波画像の形態画像の1つとして、形状を表すBモード画像（超音波エコーの振幅を点の輝度により表した画像）が用いられている。しかし、形状以外の情報も診断に用いたいとの要望があり、そのうちの1つとして音速が挙げられる。音速は、医師が超音波診断を行うにあたり、生体組織、病変およびその進行度等を診断するために有効な音響情報であることから、種々の計測手法によって被検体の音速を計測することが提案されている。また、被検体内の所望の領域における音速（以下、「局所音速」という）を測定する試みもなされている。

【0006】

例えば、特許文献1には、被検体内において反射された超音波エコーの受信信号に基づいて、被検体内の所望の領域における音速（局所音速）を求める方法が提案されている。この方法では、まず、被検体内の深さの異なる位置に2つの着目領域としてROI1、ROI2が設定される。次に、ROI1を送信フォーカス位置として、設定音速値が順次変更されたときの受信フォーカス処理におけるビーム集束度が判定される。そして、その判定結果に基づいて、超音波プローブからROI1に至る経路における第1の平均音速 $C_1$ が求められる。同様に、ROI2を送信フォーカス位置として、超音波プローブからROI2に至る経路における第2の平均音速 $C_2$ が求められる。次に、第1及び第2の平均音速 $C_1$ 、 $C_2$ と、超音波プローブからROI1及びROI2までの距離とに基づいて、ROI1からROI2に至る経路における平均音速（局所音速） $C_x$ が求められる。

20

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-207490号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1に記載される方法では、超音波プローブからROI1に至る経路における第1の平均音速 $C_1$ が正確に求められていないと、ROI1からROI2に至る経路における平均音速 $C_x$ を正確に求めることができない。また、超音波プローブとROI1との距離（深さ）を小さくすることで第1の平均音速 $C_1$ をより正確に求めることが考えられるが、その距離が小さすぎると超音波ビームの収束精度が悪いことや体壁（腹壁）の影響などで超音波エコーの受信信号が乱れてしまい、局所音速を正確に求めることは困難である。

40

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、被検体内の所望の領域における音速（局所音速）を正確に求めることができる超音波診断装置及び音速推定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】

【0010】

50

前記目的を達成するために、本発明の第1の態様に係る超音波診断装置は、複数の駆動信号に従って超音波を被検体に送信すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波プローブと、超音波プローブと被検体の間に介在される部材であって、所定の音速で超音波を伝播する音響カブラと、被検体の平均音速を求める音速値計算手段と、を備え、音速値計算手段は、被検体の表層における平均音速を求める際に、音響カブラの音速に基づいて行う態様である。

【0011】

上記態様によれば、音響カブラの音速を用いて被検体の表層における平均音速を正確に求めることができる。これにより、被検体内の所望の領域における音速（局所音速）を正確に求めることができる。

10

【0012】

本発明の第2の態様に係る超音波診断装置は、上記第1の態様において、音響カブラは、前記超音波プローブの超音波送受信方向に所定の厚みを有する態様である。

【0013】

本発明の第3の態様に係る超音波診断装置は、複数の駆動信号に従って超音波を被検体に送信すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波プローブと、超音波プローブと被検体の間に介在される部材であって、超音波プローブの超音波送受信方向に所定の厚みを有し、所定の音速で超音波を伝播する音響カブラと、複数の駆動信号を複数の超音波トランスデューサに供給すると共に、複数の超音波トランスデューサから出力される複数の受信信号に対して受信フォーカス処理及び検波処理を施すことにより、超音波の受信方向に沿った音線信号を生成する信号処理手段と、信号処理手段によって生成される音線信号に基づいて、超音波画像を表す画像信号を生成する画像信号生成手段と、被検体と音響カブラとの境界近傍に第1の領域を設定し、且つ、被検体内に第2の領域を設定する領域設定手段と、被検体内の第2の領域について、設定音速値が順次変更されたときの受信フォーカス処理におけるビーム集束度を判定するフォーカス判定手段と、超音波プローブから第1の領域に至る経路における第1の平均音速を、音響カブラの音速に設定する音速設定手段と、フォーカス判定手段の判定結果に従って、少なくとも超音波プローブから第2の領域に至る経路における第2の平均音速を求め、第1及び第2の平均音速と、超音波プローブから第1及び第2の領域までの距離とに基づいて、第1の領域から第2の領域に至る経路における平均音速を計算する音速値計算手段と、を備える態様である。

20

30

【0014】

上記態様によれば、超音波プローブから第1の領域に至る経路における第1の平均音速と、超音波プローブから第2の領域に至る経路における第2の平均音速とに基づいて、第1の領域から第2の領域における平均音速を計算する際、超音波プローブと被検体との間に音響カブラを介在させた状態で、被検体と音響カブラとの境界近傍に第1の領域を設定し、第1の平均音速として音響カブラの音速を設定することにより、第1の領域から第2の領域における平均音速の計算精度を向上させることができる。これにより、被検体内の所望の領域における音速（局所音速）を正確に求めることができる。

40

【0015】

本発明の第4の態様に係る超音波診断装置は、上記第3の態様において、領域設定手段は、音響カブラと被検体との境界に第1の領域を設定する態様である。

【0016】

本発明の第5の態様に係る超音波診断装置は、上記第3の態様において、領域設定手段は、音響カブラ内に第1の領域を設定する態様である。

【0017】

本発明の第6の態様に係る超音波診断装置は、上記第3～第5の態様において、音響カブラは、その厚み及び音速を含む識別部材を有し、超音波プローブに音響カブラが装着された際、音響カブラの識別部材を読み取るカブラ情報読取手段を備え、音速設定手段は、

50

カブラ情報読取手段による読み取り結果に基づき、超音波プローブから第1の領域に至る経路における第1の平均音速を、音響カブラの音速に設定する態様である。

【0018】

本発明の第7の態様に係る音速推定方法は、複数の駆動信号に従って超音波を被検体に送信すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波プローブと、超音波プローブと被検体の間に介在される部材であって、超音波プローブの超音波送受信方向に所定の厚みを有し、所定の音速で超音波を伝播する音響カブラと、を備える超音波診断装置を用いた音速推定方法であって、複数の駆動信号を超音波プローブ内の複数の超音波トランスデューサに供給すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信した複数の超音波トランスデューサから出力される複数の受信信号に対して受信フォーカス処理及び検波処理を施すことにより、超音波の受信方向に沿った音線信号を生成する音線信号生成ステップと、音線信号生成ステップにおいて生成される生成される音線信号に基づいて、超音波画像を表す画像信号を生成する超音波画像生成ステップと、被検体と音響カブラとの境界近傍に第1の領域を設定し、且つ、被検体内に第2の領域を設定する領域設定ステップと、被検体内の第2の領域について、設定音速値が順次変更されたときの受信フォーカス処理におけるビーム集束度を判定するフォーカス判定ステップと、超音波プローブから第1の領域に至る経路における第1の平均音速を、音響カブラの音速に設定する音速設定ステップと、フォーカス判定ステップにおける判定結果に従って、少なくとも超音波プローブから第2の領域に至る経路における第2の平均音速を求め、第1及び第2の平均音速と、超音波プローブから第1及び第2の領域までの距離とに基づいて、第1の領域から第2の領域に至る経路における平均音速を計算する音速値計算ステップと、を含む態様である。

10

20

【0019】

上記態様によれば、超音波プローブから第1の領域に至る経路における第1の平均音速と、超音波プローブから第2の領域に至る経路における第2の平均音速とに基づいて、第1の領域から第2の領域における平均音速を計算する際、超音波プローブと被検体との間に音響カブラを介在させた状態で、被検体と音響カブラとの境界近傍に第1の領域を設定し、第1の平均音速として音響カブラの音速を設定することにより、第1の領域から第2の領域における平均音速の計算精度を向上させることができる。これにより、被検体内の所望の領域における音速（局所音速）を正確に求めることができる。

30

【0020】

本発明の第8の態様に係る音速推定方法は、上記第7の態様において、領域設定ステップは、音響カブラと被検体との境界に第1の領域を設定する態様である。

【0021】

本発明の第9の態様に係る音速推定方法は、上記第7の態様において、領域設定ステップは、音響カブラ内に第1の領域を設定する態様である。

【0022】

本発明の第10の態様に係る音速推定方法は、上記第7～第9の態様において、音響カブラは、音響カブラの厚み及び音速を含む識別部材を有し、超音波プローブに音響カブラが装着された際、音響カブラの識別部材を読み取るカブラ情報読取ステップを備え、音速設定ステップは、カブラ情報読取ステップによる読み取り結果に基づき、超音波プローブから第1の領域に至る経路における第1の平均音速を、音響カブラの音速に設定する態様である。

40

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、被検体内の所望の領域における音速（局所音速）を正確に求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の一実施形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

50

【図2】図1に示す超音波診断装置において用いられる音速推定方法を示すフローチャート図である。

【図3】超音波プローブと関心領域との間の相対的な位置関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。

【0026】

図1は、本発明の一実施形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。この超音波診断装置は、超音波プローブ10と、走査制御部11と、送信遅延パターン記憶部12と、送信制御部13と、駆動信号発生部14と、受信信号処理部21と、受信遅延パターン記憶部22と、受信制御部23と、Bモード画像信号生成部30と、フォーカス判定部41と、音速値計算部42と、音速マップ作成部43と、画像表示制御部51と、表示部52と、操作卓61と、制御部62と、格納部63と、音響カブラ100と、カブラ情報記憶部102とを有している。ここで、送信遅延パターン記憶部12～受信制御部23は、信号処理手段を構成している。

10

【0027】

超音波プローブ10は、1次元又は2次元の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10aを含んでいる。それらの超音波トランスデューサ10aは、印加される複数の駆動信号に基づいて超音波を被検体に送信すると共に、被検体から伝搬する超音波エコーを受信して複数の受信信号を出力する。

20

【0028】

音響カブラ100は、超音波プローブ10と被検体との間を介在してその間の距離（オフセット）を調整する超音波伝播媒体からなり、超音波プローブ10の超音波送受信面（複数の超音波トランスデューサ10aが配設される面）を覆うように脱着可能に装着される。音響カブラ100は、超音波プローブ10に密着された際、超音波の送受信方向に所定の厚みを有しており、所定の音速で超音波を伝搬する。

【0029】

音響カブラ100の材質は、音速を規定できるものであればよく、例えばファントム材料などに使われるウレタンゴムなどを好ましく用いることができる。また、音響カブラ100は、超音波ビームの収束精度が十分なくらいの厚みを有するものが好ましい。

30

【0030】

音響カブラ100には、音速及び厚みを識別するための識別部材104（例えばバーコードなど）が設けられる。超音波プローブ10には、音響カブラ100の識別部材104を読み取るためのカブラ情報読取手段106が設けられている。カブラ情報読取手段106の読み取り方式は特に限定されず、光学的、磁氣的、電気的など各種方式を採用することができる。これにより、超音波プローブ10に音響カブラ100が装着されると、カブラ情報読取手段106によって音響カブラ100の音速及び厚みが読み取られ、音響カブラ100の音速及び厚みはカブラ情報記憶部102に記憶される。

【0031】

各超音波トランスデューサ10aは、例えば、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb(lead) zirconate titanate）に代表される圧電セラミックや、PVDf（ポリフッ化ビニリデン：polyvinylidene difluoride）に代表される高分子圧電素子等の圧電性を有する材料（圧電体）の両端に電極を形成した振動子によって構成される。そのような振動子の電極に、パルス状又は連続波の電圧を印加すると、圧電体が伸縮する。この伸縮により、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生し、それらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。それらの電気信号は、超音波の受信信号として出力される。

40

【0032】

走査制御部11は、超音波ビームの送信方向及び超音波エコーの受信方向を順次設定す

50

る。送信遅延パターン記憶部 12 は、超音波ビームを形成する際に用いられる複数の送信遅延パターンを記憶している。送信制御部 13 は、走査制御部 11 において設定された送信方向に応じて、送信遅延パターン記憶部 12 に記憶されている複数の遅延パターンの中から 1 つのパターンを選択し、そのパターンに基づいて、複数の超音波トランスデューサ 10 a の駆動信号にそれぞれ与えられる遅延時間を設定する。あるいは、送信制御部 13 は、複数の超音波トランスデューサ 10 a から一度に送信される超音波が被検体の撮像領域全体に届くように遅延時間を設定しても良い。

【0033】

駆動信号発生部 14 は、例えば、複数の超音波トランスデューサ 10 a に対応する複数のパルサによって構成されている。駆動信号発生部 14 は、送信制御部 13 によって設定された遅延時間に従って、複数の超音波トランスデューサ 10 a から送信される超音波が超音波ビームを形成するように複数の駆動信号を超音波プローブ 10 に供給し、又は、複数の超音波トランスデューサ 10 a から一度に送信される超音波が被検体の撮像領域全体に届くように複数の駆動信号を超音波プローブ 10 に供給する。

10

【0034】

受信信号処理部 21 は、複数の超音波トランスデューサ 10 a に対応して、複数の増幅器（プリアンプ）21 a と、複数の A/D 変換器 21 b とを含んでいる。超音波トランスデューサ 10 a から出力される受信信号は、増幅器 21 a において増幅され、増幅器 21 a から出力されるアナログの受信信号は、A/D 変換器 21 b によってデジタルの受信信号に変換される。A/D 変換器 21 b は、デジタルの受信信号を受信制御部 23 に出力する。

20

【0035】

受信遅延パターン記憶部 22 は、複数の超音波トランスデューサ 10 a から出力される複数の受信信号に対して受信フォーカス処理を行う際に用いられる複数の受信遅延パターンを記憶している。受信制御部 23 は、走査制御部 11 において設定された受信方向に基づいて、受信遅延パターン記憶部 22 に記憶されている複数の受信遅延パターンの中から 1 つのパターンを選択し、その受信遅延パターンと設定音速値とに基づいて、複数の受信信号に遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた受信信号（音線信号）が形成される。さらに、受信制御部 23 は、形成された音線信号に対して包絡線検波処理を施す。

30

【0036】

ここで、受信フォーカス処理における受信信号の遅延量は、被検体内の音速に基づいて定められる。一般には、生体内の音速値  $C_0$  として、 $1530\text{ m/s}$  又は  $1540\text{ m/s}$  が設定されているが、実際には、生体内の組織によって音速値が異なっている。そこで、被検体内の平均音速  $C_i$  を設定し、受信遅延パターンにおける遅延量  $D_0(j)$  に  $(C_0/C_i)$  を乗ずることにより、複数の遅延量  $D_1(j) = (C_0/C_i) \cdot D_0(j)$  が決定される ( $j = 1, 2, \dots, N$ )。ただし、 $N$  は、使用される超音波トランスデューサの数である。

【0037】

B モード画像信号生成部 30 は、受信制御部 23 によって生成される音線信号に基づいて、被検体内の組織に関する断層画像情報である B モード画像信号を生成する。そのために、B モード画像信号生成部 30 は、STC (sensitivity time control) 部 31 と、DSC (digital scan converter: デジタル・スキャン・コンバータ) 32 とを含んでいる。

40

【0038】

STC 部 31 は、受信制御部 23 によって生成される音線信号に対して、超音波の反射位置の深度に応じて、距離による減衰の補正を施す。また、DSC 32 は、STC 部 31 によって補正された音線信号を通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像信号に変換（ラスタ変換）し、階調処理等の必要な画像処理を施すことにより、B モード画像信号を生成する。B モード画像信号生成部 30 によって生成される B モード画像信号に基づい

50

て、表示部 5 2 に超音波画像が表示される。

【 0 0 3 9 】

制御部 6 2 は、B モード画像信号生成部 3 0 による B モード画像信号の生成と並行して、設定音速値  $C_i$  を順次変更するように、音速値計算部 4 2 を制御する。フォーカス判定部 4 1 は、超音波画像内の複数の領域について、設定音速値  $C_i$  が順次変更されたときの受信フォーカス処理におけるビーム集束度を判定する。

【 0 0 4 0 】

例えば、フォーカス判定部 4 1 は、受信制御部 2 3 によって生成される音線信号を高速フーリエ変換することにより、音線信号における高域成分の比率（例えば、高域成分対中域成分の比）が最大になったときにビーム集束度が最大であると判定しても良いし、B モード画像信号生成部 3 0 によって生成される B モード画像信号を高速フーリエ変換することにより、B モード画像信号における空間周波数の高域成分の比率が最大になったときにビーム集束度が最大であると判定しても良い。

【 0 0 4 1 】

音速値計算部 4 2 は、超音波プローブ 1 0 に装着されている音響カブラ 1 0 0 の音速及び厚みをカブラ情報記憶部 1 0 2 から取得する。そして、音速値計算部 4 2 は、超音波プローブ 1 0 から第 1 の領域（被検体と音響カブラ 1 0 0 との境界近傍）に至る経路における第 1 の平均音速を、カブラ情報記憶部 1 0 2 から取得した音響カブラ 1 0 0 の音速に設定する。また、音速値計算部 4 2 は、フォーカス判定部 4 1 の判定結果に従って、少なくとも超音波プローブ 1 0 から第 2 の領域（被検体内の領域）に至る経路における第 2 の平均音速を求める。さらに、音速値計算部 4 2 は、第 1 及び第 2 の平均音速と、超音波プローブ 1 0 から第 1 及び第 2 の領域までの距離とに基づいて、第 1 の領域から第 2 の領域に至る経路（第 1 の領域から第 2 の領域に至る第 3 の領域）における平均音速を計算する。被検体内の複数の領域についてこのような計算を繰り返し行うことにより、被検体内の各領域における音速（局所音速）を計算することができる。

【 0 0 4 2 】

音速マップ作成部 4 3 は、音速値計算部 4 2 によって複数の領域について計算される平均音速に基づいて、被検体内における音速分布を表示する音速マップを表す画像信号を生成する。画像表示制御部 5 1 は、操作卓 6 1 を用いたオペレータの操作に従って、B モード画像信号生成部 3 0 によって生成される B モード画像信号と、音速マップ作成部 4 3 によって生成される音速マップを表す画像信号との内の少なくとも 1 つを選択して、表示用の画像信号を生成する。表示部 5 2 は、例えば、CRT や LCD 等のディスプレイ装置を含んでおり、表示用の画像信号に基づいて超音波画像又は音速マップを表示する。

【 0 0 4 3 】

制御部 6 2 は、操作卓 6 1 を用いたオペレータの操作に従って、走査制御部 1 1、B モード画像信号生成部 3 0、フォーカス判定部 4 1 等を制御する。本実施形態においては、走査制御部 1 1、送信制御部 1 3、受信制御部 2 3 ~ 画像表示制御部 5 1、及び、制御部 6 2 が、CPU とソフトウェア（プログラム）によって構成されるが、それらをデジタル回路やアナログ回路で構成しても良い。上記のソフトウェア（プログラム）は、格納部 6 3 に格納される。格納部 6 3 における記録媒体としては、内蔵のハードディスクの他に、フレキシブルディスク、MO、MT、RAM、CD-ROM、又は、DVD-ROM 等を用いることができる。

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 に示す超音波診断装置において用いられる音速推定方法について詳しく説明する。

【 0 0 4 5 】

図 2 は、図 1 に示す超音波診断装置において用いられる音速推定方法を示すフローチャートであり、図 3 は、超音波プローブと関心領域との間の相対的な位置関係を示す図である。図 3 においては、説明を簡単にするために、超音波プローブ 1 0 の真下に関心領域（ROI）が位置するものとする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

まず、オペレータが、操作卓 6 1 を操作することにより、音速マップの作成が指示されると、図 2 に示すフローチャートが開始される。

## 【 0 0 4 7 】

まず、音速値計算部 4 2 は、超音波プローブ 1 0 に装着されている音響カブラ 1 0 0 の音速  $V$  及び厚み  $D$  をカブラ情報記憶部 1 0 2 から取得する（ステップ S 1 0）。

## 【 0 0 4 8 】

次に、音速値計算部 4 2 は、音響カブラ 1 0 0 と被検体との境界に R O I 1 を設定する（ステップ S 1 2）。ただし、R O I 1 は、音響カブラ 1 0 0 と被検体との境界に限らず、音響カブラ 1 0 0 の内部でもよい。

10

## 【 0 0 4 9 】

次に、音速値計算部 4 2 は、被検体内に R O I 2 を設定する（ステップ S 1 4）。なお、R O I 2 は、オペレータが、操作卓 6 1 を操作することにより、被検体内において指定された領域が R O I 2 として設定される。

## 【 0 0 5 0 】

これにより、図 3 に示すように、超音波プローブ 1 0 から距離（深さ） $d_1$ （ $= D$ ）の位置における音響カブラ 1 0 0 と被検体との境界に R O I 1 が設定され、超音波プローブ 1 0 から距離（深さ） $d_1 + d_2$  の位置における被検体内に R O I 2 が設定される。

## 【 0 0 5 1 】

次に、音速値計算部 4 2 は、超音波プローブ 1 0 から R O I 1 に至る経路における平均音速  $C_1$  として、音響カブラ 1 0 0 の音速  $V$  を設定する（ステップ S 1 6）。

20

## 【 0 0 5 2 】

次に、音速値計算部 4 2 が設定音速値を順次変更して、受信制御部 2 3 が受信フォーカス処理を行う（ステップ S 1 8）。続いて、フォーカス判定部 4 1 又はオペレータが、少なくとも R O I 2 について、設定音速値が順次変更されたときの受信フォーカス処理におけるビーム集束度を判定する（ステップ S 2 0）。

## 【 0 0 5 3 】

例えば、フォーカス判定部 4 1 が、受信制御部 2 3 によって生成される音線信号を高速フーリエ変換することにより、音線信号における高域成分の比率（例えば、高域成分対中域成分の比）が最大になったときにビーム集束度が最大であると判定しても良いし、Bモード画像信号生成部 3 0 によって生成される B モード画像信号を高速フーリエ変換することにより、B モード画像信号における空間周波数の高域成分の比率が最大になったときにビーム集束度が最大であると判定しても良い。あるいは、オペレータが、表示部 5 2 に表示される超音波画像の画質に基づいて、受信フォーカス処理におけるビーム集束度を判定するようにしても良い。

30

## 【 0 0 5 4 】

ここで、R O I 2 における画質が最適となるときの設定音速値は、超音波プローブ 1 0 から R O I 2（深さ  $d_1 + d_2$ ）に至る経路における平均音速  $C_2$  であると考えるのが妥当である。なぜならば、R O I 2 において画質が最適となっているのであるから、R O I 2 においては超音波ビームが最もフォーカスされていると考えられるからである。このとき振動子に与えられた遅延量は、経路の音速分布に関わらず、経路全体としては設定音速値に基づいて算出された遅延時間と等しい。

40

## 【 0 0 5 5 】

次に、音速値計算部 4 2 は、R O I 2 におけるビーム集束度（超音波画像の画質）を最大にする設定音速値に基づいて、超音波プローブ 1 0 から R O I 2 に至る経路における平均音速  $C_2$  を求める（ステップ S 2 2）。

## 【 0 0 5 6 】

次に、音速値計算部 4 2 は、平均音速  $C_1$  及び  $C_2$  と、超音波プローブ 1 0 から R O I 1 及び R O I 2 までの距離とに基づいて、R O I 1 から R O I 2 に至る経路における平均音速  $C_x$  を計算する（ステップ S 2 2）。

50

【 0 0 5 7 】

ここで、超音波プローブ10からの距離（深さ）に応じた音速を  $g(x)$  とすれば、超音波プローブ10からROI1に至る経路における平均音速  $C_1$  は、次式(1)によって表される。なお、上述のとおり、平均音速  $C_1$  には、音響カプラ100の音速  $V$  が設定される。

【 0 0 5 8 】

【 数 1 】

$$C_1 = \frac{1}{d_1} \int_0^{d_1} g(x) dx \dots (1)$$

10

【 0 0 5 9 】

同様にして、超音波プローブ10からROI2に至る経路における平均音速  $C_2$  は、次式(2)によって表される。

【 0 0 6 0 】

【 数 2 】

$$\begin{aligned} C_2 &= \frac{1}{d_1 + d_2} \int_0^{d_1 + d_2} g(x) dx \\ &= \frac{1}{d_1 + d_2} \int_0^{d_1} g(x) dx + \frac{1}{d_1 + d_2} \int_{d_1}^{d_1 + d_2} g(x) dx \\ &= \frac{d_1}{d_1 + d_2} C_1 + \frac{d_2}{d_1 + d_2} C_x \dots (2) \end{aligned}$$

20

【 0 0 6 1 】

ただし、ROI1からROI2に至る経路における平均音速  $C_x$  は、次式(3)によって表されるものである。

30

【 0 0 6 2 】

【 数 3 】

$$C_x = \frac{1}{d_2} \int_{d_1}^{d_1 + d_2} g(x) dx \dots (3)$$

【 0 0 6 3 】

式(2)に基づいて、平均音速  $C_1$  及び  $C_2$  を用いて平均音速  $C_x$  を表すと、次式(4)のようになる。

40

【 0 0 6 4 】

【 数 4 】

$$C_x = \frac{d_1 + d_2}{d_2} C_2 - \frac{d_1}{d_2} C_1 \dots (4)$$

【 0 0 6 5 】

式(4)は、ROI1からROI2に至る領域における平均音速を与える。2つのROI

50

Iの間隔を短くすれば、被検体の表面付近の領域における局所音速を正確に求めることが可能となる。即ち、音響カプラ100と被検体との境界近傍（好ましくは境界）にROI1を設定し、被検体内の表面付近（例えば表層）にROI2を設定することにより、その領域間における局所音速を正確に求めることができる。また、ROI1とROI2の領域間における局所音速を求めた後、これよりも深い領域における局所音速を求めるには、ROI2を新たなROI1に設定し、この新たなROI1よりも深い領域に新たなROI2を設定する。そして、新たなROI1における平均音速は、新たなROI1までの距離を元のROI1での平均音速とそこまでの時間を掛け合わせて求めた元のROI1までの距離と、元のROI1とROI2の領域間における局所音速とその間の時間を掛け合わせて求めた元のROI1とROI2の間の距離を足し合わせたものを新たなROI1までの時間で除算することで求められる。新たなROI2の平均音速は元のROI2の平均音速を求めた方法と同じ方法で求められる。このようにして、新たなROI1とROI2の平均音速が求めれば、元のROI1とROI2の領域間の局所音速を求めたのと同様にして、新たなROI1とROI2の領域間の局所音速を求めることができる。このようにして、被検体内の表面付近における局所音速を求めた後、被検体の深部に向かってROI1及びROI2を徐々にシフトしながら各領域における局所音速を繰り返し求めることによって、被検体内の表面付近における誤差が積み重なることなく、検被検体内の深い領域においても局所音速を正確に求めることが可能となる。また、ROIの設定を順次切り換えて、超音波画像全体について各部の音速を算出すれば、音速マップを作成することも可能となる。

10

20

#### 【0066】

本実施形態によれば、超音波プローブ10からROI1に至る経路における第1の平均音速 $C_1$ と、超音波プローブ10からROI2に至る経路における第2の平均音速 $C_2$ とに基づいて、ROI1からROI2における平均音速 $C_x$ を計算する際、超音波プローブ10と被検体との間に音響カプラ100を介在させた状態で、被検体と音響カプラ100との境界近傍にROI1を設定し、第1の平均音速 $C_1$ として音響カプラの音速 $V$ を設定することにより、第1の領域から第2の領域における平均音速 $C_x$ の計算精度を向上させることができる。これにより、被検体内の所望の領域における音速（局所音速）を正確に求めることができる。

30

#### 【0067】

以上、本発明に係る超音波診断装置及び音速推定方法について詳細に説明したが、本発明は、以上の例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはもちろんである。

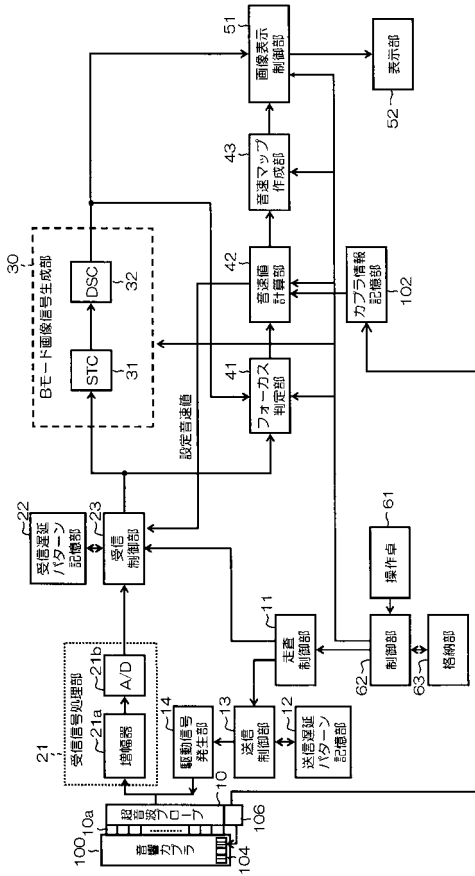
#### 【符号の説明】

#### 【0068】

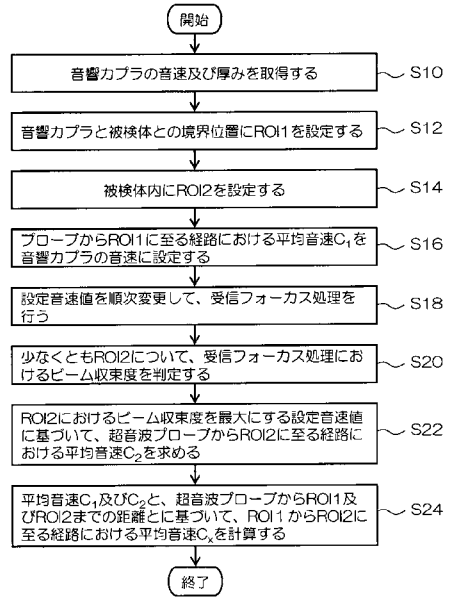
10...超音波プローブ、10a...超音波トランスデューサ、11...走査制御部、12...送信遅延パターン記憶部、13...送信制御部、14...駆動信号発生部、21...受信信号処理部、21a...増幅器、21b...A/D変換器、22...受信遅延パターン記憶部、23...受信制御部、30...Bモード画像信号生成部、31...STC部、32...DSC、41...フォーカス判定部、42...音速値計算部、43...音速マップ作成部、51...画像表示制御部、52...表示部、61...操作卓、62...制御部、63...格納部、100...音響カプラ、102...カプラ情報記憶部、104...識別部材、106...カプラ情報読取手段

40

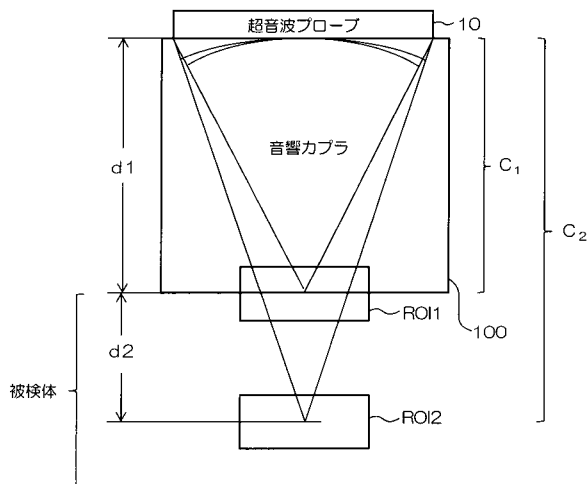
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



专利名称(译)	超声波诊断装置及び音速推定方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2013244160A</a>	公开(公告)日	2013-12-09
申请号	JP2012119577	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	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/DD20 4C601/EE09 4C601/GA33 4C601/GC01 4C601/GC04 4C601/JC37		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：准确地确定主体中所需区域的声速（局部声速）。解决方案：超声波诊断设备包括：超声波探头，包括多个超声波换能器，根据多个驱动信号向对象发送超声波，并通过接收从对象传播的超声回波输出多个接收信号；声耦合器，是插在超声波探头和物体之间的部件，以预定的声速传播超声波；声速值计算装置，用于确定对象的平均声速。当确定对象的表面层的平均声速时，声速值计算装置基于声耦合器的声速执行计算。

