

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/056566

発行日 平成30年4月12日 (2018. 4. 12)

(43) 国際公開日 平成29年4月6日 (2017. 4. 6)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**A 6 1 B 8/14 (2006.01)** A 6 1 B 8/14 4 C 6 0 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 51 頁)

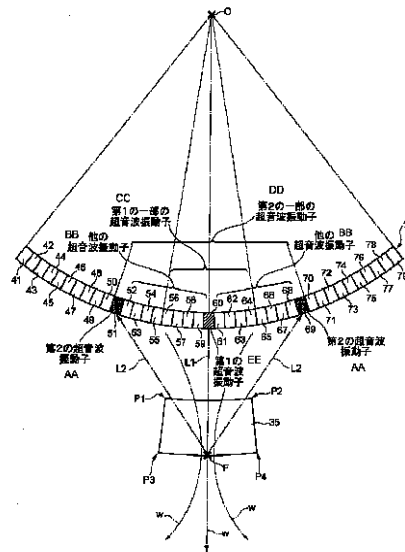
<p>出願番号 特願2017-542781 (P2017-542781)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2016/067085</p> <p>(22) 国際出願日 平成28年6月8日 (2016. 6. 8)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2015-190725 (P2015-190725)</p> <p>(32) 優先日 平成27年9月29日 (2015. 9. 29)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 306037311                  富士フイルム株式会社                  東京都港区西麻布2丁目26番30号</p> <p>(74) 代理人 110001830                  東京U I T国際特許業務法人</p> <p>(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</p> <p>Fターム(参考) 4C601 DD20 EE09 HH27 HH28 HH33                  JB34 JB48 JB49 JC37</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音速算出システムおよび音速算出方法

(57) 【要約】

精度良く被検体における関心領域の音速を算出できる音速算出システムおよび音速算出方法を提供する。関心領域(35)の超音波(w)の送信方向に最も離れている部分に、超音波(w)の焦点(F)が設定される。焦点(F)からの超音波エコーを第2の一部の超音波振動子(51)-(69)が受信する。焦点(F)からの距離が最も近い位置にある第1の超音波振動子(60)と、第1の超音波振動子以外である第2の超音波振動子であって焦点(F)および被検体における関心領域(35)を通過する直線(L2)上に位置し、第1の超音波振動子(60)を間に挟む2つの第2の超音波振動子(51)および(69)と、第1の超音波振動子(60)と第2の超音波振動子(51)および(69)の間にある他の超音波振動子(52)-(59)および(61)-(68)から出力される超音波エコー信号を用いて、関心領域(35)の音速が算出される。



AA Second ultrasonic transducer  
 BB Other ultrasonic transducer  
 CC Ultrasonic transducers in first group  
 DD Ultrasonic transducers in second group  
 EE First ultrasonic transducer

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の音響波振動子が配列されている音響波プローブ、  
音響波振動子を駆動して音響波振動子から被検体に音響波を送信させる送信駆動手段、  
上記被検体に上記音響波を送信することにより上記被検体からの音響波エコーを受信し  
出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体の音響波画像を生成する音響波画像生成  
手段、

上記音響波画像生成手段によって生成された音響波画像に対して、音響波画像における  
関心領域を設定する関心領域設定手段、

上記音響波画像における関心領域に対応する上記被検体における関心領域の上記音響波  
の送信方向に最も離れている部分に、上記複数の音響波振動子のうち第 1 の一部の音響波  
振動子から送信される音響波の焦点を設定する焦点設定手段、ならびに

上記焦点設定手段において設定された焦点からの上記音響波エコーを受信する第 2 の一  
部の音響波振動子のうち、上記焦点からの距離が最も近い位置にある第 1 の音響波振動子  
と、上記第 1 の音響波振動子以外である第 2 の音響波振動子であって上記焦点および上記  
被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、かつ上記第 1 の音響波振動子を間に  
挟む 2 つの第 2 の音響波振動子と、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と  
の間にある他の音響波振動子と、から出力される音響波エコー信号を用いて、上記被検体  
における関心領域の音速を算出する音速算出手段、  
を備えた音速算出システム。

## 【請求項 2】

上記被検体における関心領域は、円の二つの半径と弧で囲まれた形状であり、  
上記音響波の送信方向に最も離れている部分は、上記被検体における関心領域のうち上記  
音響波プローブから最も離れている弧の中央である、

請求項 1 に記載の音速算出システム。

## 【請求項 3】

上記焦点と上記第 1 の音響波振動子とを結ぶ直線を第 1 の直線とし、上記被検体におけ  
る関心領域の 4 つの頂点のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 1 の頂点と上記焦点と  
を結ぶ直線を第 2 の直線とした場合に、

上記音速算出手段は、上記第 2 の音響波振動子を上記第 2 の直線上に位置する音響波振  
動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響  
波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速  
を算出する、

請求項 2 に記載の音速算出システム

## 【請求項 4】

上記焦点と上記複数の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 3 の音響  
波振動子とを結ぶ直線を第 3 の直線とした場合に、

上記音速算出手段は、

上記第 1 の直線と上記第 2 の直線とのなす角である第 1 の角度が、上記第 1 の直線と上記  
第 3 の直線とのなす角である第 2 の角度より小さい場合には、上記第 2 の音響波振動子を  
上記第 2 の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と  
上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用  
いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第 1 の角度が上記第 2 の角度よりも大きい場合には、上記第 2 の音響波振動子を  
上記第 3 の音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振  
動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体にお  
ける関心領域の音速を算出する、

請求項 3 に記載の音速算出システム。

## 【請求項 5】

上記第 2 の一部の音響波振動子は、上記設定された上記焦点からの上記音響波エコーを

、上記被検体における関心領域の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信する事が可能な最大数の音響波振動子からなり、

上記焦点と上記第2の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とした場合に、

上記音速算出手段は、

上記第1の直線と上記第2の直線とのなす角である第1の角度が、上記第1の直線と上記第4の直線とのなす角である第3の角度より小さい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

10

上記第1の角度が、上記第3の角度よりも大きい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第4の音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する

請求項3に記載の音速算出システム。

【請求項6】

上記第2の一部の音響波振動子に含まれる第5の音響波振動子であって、

上記第5の音響波振動子は、上記焦点と上記第1の音響波振動子との距離である第1の距離と、上記焦点と上記第5の音響波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近い第5の音響波振動子であり、

20

上記焦点と上記第2の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第5の直線とした場合に、

上記音速算出手段は、

上記第1の直線と上記第2の直線とのなす角である第1の角度が、上記第1の直線と上記第5の直線とのなす角である第4の角度より大きい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第1の角度が、上記第4の角度よりも小さい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第5の音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する、

30

請求項3に記載の音速算出システム。

【請求項7】

上記第2の一部の音響波振動子は、上記設定された焦点からの上記音響波エコーを上記被検体における関心領域の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の音響波振動子からなり、

上記焦点と上記複数の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とし、

上記焦点と上記第2の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とし、かつ

40

上記第1の直線と上記第2の直線とのなす角である第1の角度が、上記第1の直線と上記第4の直線とのなす角である第3の角度より大きい場合において、

上記音速算出手段は、

上記第1の直線と上記第2の直線とのなす角である第1の角度が、上記第1の直線と上記第3の直線とのなす角である第2の角度より小さい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第4の音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第1の角度が上記第2の角度よりも大きい場合には、上記第2の音響波振動子を上

50

記第 3 の音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する、

請求項 3 に記載の音速算出システム。

【請求項 8】

上記第 2 の一部の音響波振動子は、上記設定された焦点からの上記音響波エコーを上記被検体における関心領域の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の音響波振動子からなり、

上記第 2 の一部の音響波振動子に含まれる第 5 の音響波振動子であって、  
上記第 5 の音響波振動子は、上記焦点と上記第 1 の音響波振動子との距離である第 1 の距離と、上記焦点と上記第 5 の音響波振動子との距離である第 2 の距離との差が所定の検出限界幅に最も近い第 5 の音響波振動子であり、

上記焦点と上記複数の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 3 の音響波振動子とを結ぶ直線を第 3 の直線とし、

上記焦点と上記第 2 の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 4 の音響波振動子とを結ぶ直線を第 4 の直線とし、

上記焦点と上記第 2 の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 4 の音響波振動子とを結ぶ直線を第 5 の直線とし、かつ

上記第 1 の直線と上記第 2 の直線とのなす角である第 1 の角度が、上記第 1 の直線と上記第 4 の直線とのなす角である第 3 の角度より小さい場合において、

上記音速算出手段は、

上記第 1 の直線と上記第 2 の直線とのなす角である第 1 の角度が、上記第 1 の直線と上記第 5 の直線とのなす角である第 4 の角度より大きい場合には、上記第 2 の音響波振動子を上記第 2 の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第 1 の角度が上記第 4 の角度よりも小さい場合には、上記第 2 の音響波振動子を上記第 5 の音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する、

請求項 3 に記載の音速算出システム。

【請求項 9】

上記音響波プローブは、上記複数の音響波振動子が円弧状に配列されているコンベックス型の音響波プローブである、

請求項 2 に記載の音速算出システム。

【請求項 10】

上記音響波プローブは、リニア型音響波プローブであり、

上記被検体における関心領域は矩形であり、

上記音響波の送信方向に最も離れている部分は、上記被検体における関心領域のうち上記音響波プローブから音響波の送信方向に離れている辺の中央である、

請求項 1 に記載の音速算出システム。

【請求項 11】

送信駆動手段が、複数の音響波振動子が配列されている音響波プローブに含まれている上記音響波振動子を駆動して上記音響波振動子から被検体に音響波を送信させ、

音響波画像生成手段が、上記被検体に上記音響波を送信することにより上記被検体からの音響波エコーを受信し出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体の音響波画像を生成し、

関心領域設定手段が、上記音響波画像生成手段によって生成された音響波画像に対して、音響波画像における関心領域を設定し、

焦点設定手段が、上記音響波画像における関心領域に対応する上記被検体における関心

10

20

30

40

50

領域の上記音響波の送信方向に最も離れている部分に、上記複数の音響波振動子のうち第1の一部の音響波振動子から送信される音響波の焦点を設定し、

音速算出手段が、上記焦点設定手段によって設定された焦点からの上記音響波エコーを受信する第2の一部の音響波振動子のうち、上記焦点からの距離が最も近い位置にある第1の音響波振動子と、上記第1の音響波振動子以外である第2の音響波振動子であって上記焦点および上記被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、かつ上記第1の音響波振動子を間に挟む2つの第2の音響波振動子と、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される音響波エコー信号を用いて、上記被検体における関心領域の音速を算出する、

音速算出方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、音速算出システムおよび音速算出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

被検体内の所望の領域の音速を算出するために、異なる2点における音速を算出し、その2点間の平均音速を算出するものが考えられている(特許文献1)。また、超音波プローブに、所定の送信焦点を形成するように超音波を送信させることを複数回行わせ、送信焦点から得られる超音波エコーにもとづいて、音速を算出するものも考えられている(特許文献2)。

20

【0003】

また、送信焦点を設定し、音速を設定するもの(特許文献3)、被検体内の2点以上に対して超音波を各々送信フォーカスし、受信することにより、環境音速を決定するもの(特許文献4、5)、音速を決定する位置が焦点近傍の場合には第1の素子データを用い、焦点近傍でない場合には第2の素子データを用いて音速を決定するもの(特許文献6)なども考えられている。さらに、関心領域の深さに応じて焦点距離を変更するものなどもある(特許文献7)。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献1】特開2010-207490号公報

【特許文献2】特開2014-79568号公報

【特許文献3】特開2014-140410号公報

【特許文献4】特開2013-208495号公報

【特許文献5】特開2011-92686号公報

【特許文献6】特開2014-68806号公報

【特許文献7】特開2003-93389号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

しかしながら、特許文献1から7のいずれにおいても、被検体における関心領域を通る超音波エコーと被検体における関心領域を通らない超音波エコーとを考慮していないので、被検体における関心領域での音速が、被検体における他の領域での音速と異なる場合には、被検体における関心領域での音速を正確に算出できない。

【0006】

この発明は、被検体における関心領域での音速を精度良く算出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明による音速算出システムは、複数の音響波振動子が配列されている音響波プロ

50

ープ、音響波振動子を駆動して音響波振動子から被検体に音響波を送信させる送信駆動手段、被検体に音響波を送信することにより被検体からの音響波エコーを受信し出力される音響波エコー信号を用いて被検体の音響波画像を生成する音響波画像生成手段、音響波画像生成手段によって生成された音響波画像に対して、音響波画像における関心領域を設定する関心領域設定手段、音響波画像における関心領域に対応する被検体における関心領域の音響波の送信方向に最も離れている部分に、複数の音響波振動子のうち第1の一部の音響波振動子から送信される音響波の焦点を設定する焦点設定手段、ならびに焦点設定手段によって設定された焦点からの音響波エコーを受信する第2の一部の音響波振動子のうち、焦点からの距離が最も近い位置にある第1の音響波振動子と、第1の音響波振動子以外である第2の音響波振動子であって焦点および被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、かつ第1の音響波振動子を間に挟む2つの第2の音響波振動子と、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される音響波エコー信号を用いて、被検体における関心領域の音速を算出する音速算出手段を備えていることを特徴とする。

10

20

30

40

50

#### 【0008】

この発明は、音速算出方法も提供している。すなわち、この方法は、送信駆動手段が、複数の音響波振動子が配列されている音響波プローブに含まれている音響波振動子を駆動して音響波振動子から被検体に音響波を送信させ、音響波画像生成手段が、被検体に音響波を送信することにより被検体からの音響波エコーを受信し出力される音響波エコー信号を用いて被検体の音響波画像を生成し、関心領域設定手段が、音響波画像生成手段によって生成された音響波画像に対して、音響波画像における関心領域を設定し、焦点設定手段が、音響波画像における関心領域に対応する被検体における関心領域の音響波の送信方向に最も離れている部分に、複数の音響波振動子のうち第1の一部の音響波振動子から送信される音響波の焦点を設定し、音速算出手段が、焦点設定手段によって設定された焦点からの音響波エコーを受信する第2の一部の音響波振動子のうち、焦点からの距離が最も近い位置にある第1の音響波振動子と、第1の音響波振動子以外である第2の音響波振動子であって焦点および被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、かつ第1の音響波振動子を間に挟む2つの第2の音響波振動子と、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される音響波エコー信号を用いて、被検体における関心領域の音速を算出するものである。

#### 【0009】

被検体における関心領域は、たとえば、円の二つの半径と弧で囲まれた形状であり、音響波の送信方向に最も離れている部分は、被検体における関心領域のうち音響波プローブから最も離れている弧の中央である。

#### 【0010】

焦点と第1の音響波振動子とを結ぶ直線を第1の直線とし、被検体における関心領域の4つの頂点のうち焦点から最も遠い位置にある第1の頂点と焦点とを結ぶ直線を第2の直線とした場合に、音速算出手段は、たとえば、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

#### 【0011】

焦点と複数の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とした場合には、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第3の直線とのなす角である第2の角度より小さい場合には、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が第2の角度よりも大きい場合には、第2の音響波振動子を第3の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響

波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

【 0 0 1 2 】

第2の一部の音響波振動子は、たとえば、設定された焦点からの音響波エコーを、被検体における関心領域の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信する事が可能な最大数の音響波振動子からなる。焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とした場合に、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第4の直線とのなす角である第3の角度より小さい場合には、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が、第3の角度よりも大きい場合には、第2の音響波振動子を第4の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

10

【 0 0 1 3 】

第2の一部の音響波振動子に含まれる第5の音響波振動子であって、第5の音響波振動子は、焦点と第1の音響波振動子との距離である第1の距離と、焦点と第5の音響波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近い第5の音響波振動子であり、焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第5の直線とした場合に、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第5の直線とのなす角である第4の角度より小さい場合には、第5の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が、第4の角度よりも大きい場合には、第2の音響波振動子を第5の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

20

【 0 0 1 4 】

第2の一部の音響波振動子は、設定された焦点からの音響波エコーを被検体における関心領域の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の音響波振動子からなり、焦点と複数の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とし、焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とし、かつ第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第4の直線とのなす角である第3の角度より大きい場合において、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第3の直線とのなす角である第2の角度より小さい場合には、第2の音響波振動子を第4の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が第2の角度よりも大きい場合には、第2の音響波振動子を第3の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

30

40

【 0 0 1 5 】

第2の一部の音響波振動子は、設定された焦点からの音響波エコーを被検体における関心領域の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の音響波振動子からなり、第2の一部の音響波振動子に含まれる第5の音響波振動子であって、第5の音響波振動子は、焦点と第1の音響波振動子との距離である第1の距離と、焦点と第5の音響波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近い第5の音響波振動子であり、焦点と複数の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とし、焦点と第2の一部の音響波振動子のう

50

ち焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とし、焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第5の直線とし、かつ第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第4の直線とのなす角である第3の角度より小さい場合において、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第5の直線とのなす角である第4の角度より大きい場合には、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が第4の角度よりも小さい場合には、第2の音響波振動子を第5の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

10

【0016】

音響波プローブは、たとえば、複数の音響波振動子が円弧状に配列されているコンベックス型の音響波プローブでもある。

【0017】

音響波プローブは、リニア型音響波プローブでもよい。この場合、被検体における関心領域は矩形であり、音響波の送信方向に最も離れている部分は、被検体における関心領域のうち音響波プローブから音響波の送信方向に離れている辺の中央である。

20

【発明の効果】

【0018】

この発明によると、被検体の音響波画像が生成され、生成された音響波画像に対して、音響波画像における関心領域が設定される。音響波画像における関心領域に対応する被検体における関心領域の音響波の送信方向に最も離れている部分に、音響波の焦点が設定される。音響波プローブから音響波が送信されると焦点から音響波エコーが生じる。音響波エコーが超音波振動子において受信されると、超音波エコーを受信した超音波振動子から超音波エコー信号が出力する。焦点からの距離が最も近い位置にある第1の音響波振動子と、焦点および被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、第1の音響波振動子を間に挟む第2の音響波振動子と、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される超音波エコー信号を用いて被検体の関心領域における音速が算出される。被検体における関心領域を通らない超音波エコーを利用されずに、被検体における関心領域を通る超音波エコーを利用して被検体における関心領域の音速が算出されるから、精度良く音速を算出することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】超音波診断装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図2】超音波画像の一例である。

【図3】超音波診断装置の処理手順のフローチャートである。

【図4】超音波診断装置の処理手順のフローチャートである。

【図5】超音波画像に設定された関心領域の一例である。

40

【図6】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図7】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図8】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図9】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図10】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図11】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図12】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図13】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図14】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図15】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

50

【図16】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図17】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図18】使用角度を決定する処理手順を示すフローチャートである。

【図19】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

この実施例においては、音響波として超音波が用いられるが、超音波に限定されるものではなく、被検体、測定条件などに応じて適切な周波数が選択されれば、可聴周波数の音響波を用いるようにしてもよい。

【0021】

図1は、この発明の実施例を示すもので、超音波診断装置1(音速算出システム)の電気的構成を示すブロック図である。

【0022】

超音波診断装置1の全体の動作は、制御装置2によって統括される。

【0023】

制御装置2には、超音波診断装置1を操作するユーザ(医師、看護師、技師など)によって操作される操作装置3および所定のデータ等が格納される格納装置4が接続されている。

【0024】

超音波診断装置1には、超音波プローブ10が含まれている。この実施例による超音波プローブ10は、コンベックス型であり、複数の超音波振動子が円弧状に配列されている(図6など参照)。

【0025】

制御装置2から出力される制御信号は、走査制御装置5に与えられる。走査制御装置5において、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子のうち超音波を送信する超音波振動子および超音波プローブ10から送信される超音波の送信方向が設定される。超音波を送信する超音波振動子を設定する制御信号および超音波の送信方向を設定する制御信号は、走査制御装置5から送信制御装置7に与えられる。また、走査制御装置5において、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子のうち、被検体からの超音波エコーを受信する超音波振動子が設定される。超音波エコーを受信する超音波振動子を設定する制御信号は、走査制御装置5から受信制御装置13に与えられる。

【0026】

超音波診断装置1には、送信遅延パターン記憶装置6も含まれている。送信遅延パターン記憶装置6には、超音波プローブ10から超音波を送信するとき用いられる送信遅延パターンが複数記憶されている。走査制御装置5から与えられた超音波の送信方向を設定する制御信号にもとづいて、送信遅延パターン記憶装置6に記憶されている複数の送信遅延パターンの中から送信制御装置7によって送信遅延パターンが選択される。選択された送信遅延パターンにしたがって、超音波プローブ10から超音波が送信されるように、送信制御装置7によって駆動信号発生装置8が制御される。駆動信号発生装置8によって超音波プローブ10が制御されることにより、超音波プローブ10に含まれている複数の超音波振動子のうち、走査制御装置5によって設定された超音波振動子から被検体に超音波が送信される。制御装置2、走査制御装置5、送信遅延パターン記憶装置6、送信制御装置7および駆動信号発生装置8が超音波プローブ10に含まれている超音波振動子(音響波振動子)を駆動して超音波振動子から被検体に超音波(音響波)を送信する送信駆動手段となる。

【0027】

被検体に超音波が送信されると、被検体から超音波エコーが生じ、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子において受信される。超音波振動子から、超音波エコー信号が出力され、増幅装置11に与えられる。超音波エコー信号は、増幅装置11において増幅され、A/D(アナログ/デジタル)変換回路12において、デジタルの超音波エコー・データに変換される。超音波エコー・データは、受信制御装置13に輸入する。

10

20

30

40

50

## 【0028】

超音波診断装置1には、受信遅延パターン記憶装置14も含まれている。受信遅延パターン記憶装置14には、超音波エコー・データに対して受信フォーカス処理を行う場合に用いられる複数の受信遅延パターンが記憶されている。受信制御装置13において、走査制御装置5から与えられる制御信号にもとづいて、受信遅延パターン記憶装置14に記憶されている複数の受信遅延パターンの中から1つの受信遅延パターンが選択される。選択された受信遅延パターンと音速算出装置18から受信制御装置13に与えられる設定音速値ともとづいて、複数の超音波エコー・データに遅延を与えて加算することにより、受信制御装置13において受信フォーカス処理が行われる。受信フォーカス処理により、生成されたデータに対して包絡線検波処理が行われる。音速算出装置18から受信制御装置23に与えられる設定音速値は、音速が算出されていない初期状態では、一般的な生体内の音速 $C_0$  ( $1530\text{ m/s}$ または $1540\text{ m/s}$ )とされる。その後、算出された平均音速 $C_i$ が利用される。

10

## 【0029】

受信フォーカス処理における超音波エコー・データの遅延量は、被検体内の音速にもとづいて定められる。一般には、生体内の音速 $C_0$ として、 $1530\text{ m/s}$ または $1540\text{ m/s}$ 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、使用される超音波振動子の数である。

20

## 【0030】

受信制御装置13において生成されたデータは、STC (sensitivity time control) 装置15に与えられる。STC装置15において、受信制御装置13から与えられたデータに対して、超音波の反射位置の深度に応じて距離による減衰補正が行われる。STC装置15において減衰補正されたデータは、DSC (digital scan converter) 16に与えられる。DSC16において、減衰補正された音線データが通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像データとなるようにラスタ変換され、階調処理等の必要な画像処理が行われることにより、Bモード画像データが生成される。生成されたBモード画像データが表示装置21に与えられることにより、表示装置21によって表示装置21の表示画面30に被検体の超音波画像 (Bモード画像) が表示される。STC装置15およびDSC16が音響波画像生成手段となる。

30

## 【0031】

図2は、表示装置21の表示画面30に表示される超音波画像31の一例を示している。

## 【0032】

超音波プローブ10は、コンベックス型であるため、得られる超音波画像31は、2つの円弧と2つの直線とで囲まれている形状となっている。医師は、超音波画像31を見て被検体を診断する。

## 【0033】

また、制御装置2によって、音速算出装置18が制御され、音速算出装置18によって設定音速が平均音速 $C_i$ に順次変更させられる。フォーカス判定装置17によって、設定音速が平均音速 $C_i$ に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。

40

## 【0034】

たとえば、フォーカス判定装置17は、受信制御装置13によって生成されたデータを高速フーリエ変換することにより、生成されたデータ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する。また、DSCから出力されるBモード画像データを高速フーリエ変換することにより、Bモード画像データ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。

50

## 【 0 0 3 5 】

音速値計算部 4 2 は、フォーカス判定装置 17 においてビーム集束度が最大と判定された場合に、被検体に設定される焦点からの超音波エコーまでの距離を、被検体に設定される焦点から超音波プローブ 10 に含まれる超音波振動子が受信する時間で除することにより被検体の平均音速  $C_i$  を算出する。この音速算出についての詳細は、後述する。

## 【 0 0 3 6 】

画像表示制御装置 20 は、操作装置 3 を用いたユーザの操作に従って、生成された B モード画像データと、音速算出装置 18 において算出された平均音速  $C_i$  を表すデータとのうちの少なくとも 1 つを選択して、表示用の画像データを生成する。表示装置 21 は、表示用の画像データに基づいて超音波画像もしくは平均音速  $C_i$  を表示する。超音波画像と平均音速  $C_i$  とを表示するようにしてもよい。

10

## 【 0 0 3 7 】

次に、被検体内における音速(平均音速  $C_i$ )算出方法について説明する。

## 【 0 0 3 8 】

図 3 および図 4 は、音速算出処理手順を示すフローチャートであり、制御装置 2 の処理手順を示している。図 5 は、表示装置 21 の表示画面 30 に表示される超音波画像 31 の一例である。

## 【 0 0 3 9 】

図 5 に示すように、被検体の超音波画像 31 が表示装置 21 の表示画面 30 に表示されると、超音波診断装置 1 のユーザは、操作装置 3 (関心領域設定手段) を用いて超音波画像 31 における関心領域 32 を設定する(ステップ S 1)。設定された関心領域 32 は、超音波画像 31 上に表示される。つづいて、焦点 33 が制御装置 2 によって設定される(ステップ S 2)。設定された焦点 33 も、超音波画像 31 上に表示される。焦点 33 は、超音波プローブ 10 から被検体に送信される超音波の集束位置を表している。この実施例では、超音波画像 31 における関心領域 32 のうち超音波の送信方向のもっとも離れている部分に焦点 33 が設定される。

20

## 【 0 0 4 0 】

表示装置 21 の表示画面 30 上で関心領域 32 および焦点 33 が設定されると、表示画面 30 における関心領域 32 に対応する被検体における関心領域に焦点が設定される。

## 【 0 0 4 1 】

図 6 は、超音波プローブ 10 から被検体に超音波  $w$  が送信される様子を示している。

30

## 【 0 0 4 2 】

超音波プローブ 10 には、円弧状に配列されている複数の超音波振動子 41 から 79 が含まれている。円弧状の中心 O から超音波プローブ 10 の反対側に向かって超音波プローブ 10 から超音波  $w$  が被検体に送信される。超音波プローブ 10 に含まれている複数の超音波振動子 40-79 のうち、第 1 の一部の超音波振動子(音響波振動子) 56-64 から超音波が被検体に送信されるが(第 1 の一部の超音波振動子とは、超音波を送信する超音波振動子をいう。超音波プローブ 10 に含まれる一部の超音波振動子でもよいし、すべての超音波振動子 41-79 でもよい。また、後述する第 2 の一部の超音波振動子 51-69 と同じでもよい。)、他の超音波振動子から超音波が送信されるようにしてもよい。表示画面 30 上で設定された超音波画像 31 における関心領域 32 に対応する被検体における関心領域 35 のうち、超音波の送信方向にもっとも離れている部分に制御装置 2 (焦点設定手段) によって焦点 F が設定される。図 6 に示す例では、被検体の関心領域 35 は、円の二つの半径と弧で囲まれた形状であるから、超音波  $w$  の送信方向に最も離れている部分は、関心領域 35 のうち超音波プローブ 10 から最も離れている弧の中央となる。中央は、完全に中央でなくとも、実質的に中央と見做せる部分であればよい。被検体において設定される焦点 F は、表示装置 21 の表示画面 30 に設定された焦点 33 に対応する。焦点 F は、第 1 の一部の超音波振動子 56-64 から送信される超音波  $w$  が収束する位置である。

40

## 【 0 0 4 3 】

駆動信号発生装置 8 から超音波プローブ 10 に駆動信号が与えられると、焦点 F に集束するように第 1 の一部の超音波振動子 56-64 から超音波  $w$  が送信される(ステップ S 4)。

50

## 【 0 0 4 4 】

この実施例では、焦点 F からの超音波エコーは、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子41-79のうち、第2の一部の超音波振動子51-69において受信される。第2の一部の超音波振動子51-69とは、焦点 F からの超音波エコーを受信する超音波振動子をいう。第2の一部の超音波振動子51-69は、第1の一部の超音波振動子56-64と同じでもよく、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子41-79のすべてでもよい。

## 【 0 0 4 5 】

焦点 F からの超音波エコーを受信する第2の一部の超音波振動子51-69のうち、焦点 F からの距離がもっとも近い位置にある超音波振動子60(図6に示す場合、複数の超音波振動子41-79の中央の超音波振動子)を、第1の超音波振動子60ということにする。図6の場合、第1の超音波振動子60の送信方向である第1の直線 L 1 上に焦点 F が位置する。また、第2の一部の超音波振動子51-69のうち、第1の超音波振動子60以外であって、焦点 F および被検体における関心領域35を通過する直線 L 2 上に位置し、かつ第1の超音波振動子60を間に挟む2つの超音波振動子(図6に示す場合では、超音波振動子51および69)51および69を第2の超音波振動子ということにする。また、第2の一部の超音波振動子51-69のうち、第1の超音波振動子60と一方の第2の超音波振動子51との間にある超音波振動子52-59および第1の超音波振動子60と他方の第2の超音波振動子69との間にある超音波振動子61-68を他の超音波振動子ということにする。

## 【 0 0 4 6 】

この実施例では、第2の一部の超音波振動子51-69のうち、第1の超音波振動子60、2つの第2の超音波振動子51および69ならびに他の超音波振動子52-59および61-69から出力される超音波エコー信号を用いて、被検体における関心領域35の音速(平均音速  $C_i$ )が音速算出装置18(音速算出手段)において算出される。第2の一部の超音波振動子51-69のうち、第1の超音波振動子60、2つの第2の超音波振動子51および69ならびに他の超音波振動子52-59および61-69から出力される超音波エコー信号は、増幅装置11において増幅され、A/D変換回路12においてデジタルの超音波エコー・データに変換される。超音波エコー・データは、受信制御装置13に与えられ、受信制御装置13において超音波エコー・データから音線データが生成される。音線データは、フォーカス判定装置17に入力し、フォーカス判定装置17における判定が行われる。フォーカス判定装置17における判定結果を表すデータは音速算出装置18に入力し、被検体の音速が算出される(ステップ S 5)。

## 【 0 0 4 7 】

音速の算出に利用される超音波エコーは、その経路のうち被検体の関心領域35を通過する割合が大きい。そのような超音波エコーにもとづいて音速が算出されるから、算出された音速は、被検体の関心領域35における音速を精度良く表すこととなる。このようにして算出された音速は、画像表示制御装置20の制御のもとに表示装置21の表示画面30に表示される(ステップ S 6)。

## 【 0 0 4 8 】

図7は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波 w が送信される様子を示している。

## 【 0 0 4 9 】

表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点 F が設定されている。

## 【 0 0 5 0 】

焦点 F と、焦点 F からの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線 L 1 である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点 P 1, P 2, P 3 および P 4 のうち、焦点 F から最も遠い位置にある2つの第1の頂点 P 1 および P 2 と焦点 F とを結ぶ直線を第2の直線 L 2 とする。この場合、第2の超音波振動子が、制御装置2(音速算出手段)によって第2の直線 L 2 上に位置する超音波振動子49および71に設定される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 1 】

第 1 の一部の超音波振動子56-64から超音波 w が送信され、焦点 F からの超音波エコーが第 2 の一部の超音波振動子49-71において受信される。第 1 の超音波振動子60と、2 つの第 2 の超音波振動子49および71と、2 つの第 2 の超音波振動子49および71のうち、一方の第 2 の超音波振動子49と第 1 の超音波振動子60との間の他の超音波振動子50-59および他方の第 2 の超音波振動子71と第 1 の超音波振動子60との間の他の超音波振動子61-70と、から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が音速算出装置18において算出される。

## 【 0 0 5 2 】

超音波エコーの焦点 F から第 2 の一部の超音波振動子51-69への経路に対して、被検体における関心領域35の経路の割合が高くなるので、被検体における関心領域35の音速をより正確に算出できる。

10

## 【 0 0 5 3 】

制御装置 2 (音速算出手段)によって第 2 の直線 L 2 上に位置する超音波振動子51および69に第 2 の超音波振動子が明確に設定処理される必要は必ずしもなく、被検体における関心領域35の頂点 P 1 , P 2 , P 3 および P 4 のうち焦点 F から最も遠い2つの頂点 P 1 および P 2 と焦点 F とを通過する2つの第 2 の直線 L 2 で挟まれる範囲に存在する超音波振動子51-69から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

## 【 0 0 5 4 】

図 8 および図 9 は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波 w が送信される様子を示している。

20

## 【 0 0 5 5 】

図 8 および図 9 のいずれにおいても、表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点 F が設定されている。

## 【 0 0 5 6 】

焦点 F と、焦点 F からの距離がもっとも近い位置にある第 1 の超音波振動子60とを結ぶ直線は第 1 の直線 L 1 である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点 P 1 , P 2 , P 3 および P 4 のうち、焦点 F から最も遠い位置にある2つの第 1 の頂点 P 1 および P 2 と焦点 F とを結ぶ直線が第 2 の直線 L 2 である。さらに、焦点 F から超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子41-79のうち焦点 F から最も遠い位置にある超音波振動子を第 3 の超音波振動子とし、焦点 F と第 3 の超音波振動子を結ぶ直線を第 3 の直線 L 3 とする。

30

## 【 0 0 5 7 】

図 8 に示す場合、複数の超音波振動子41-79のうち焦点 F から最も遠い位置にある超音波振動子は、超音波振動子41および79であり、これらの超音波振動子41および79が第 3 の超音波振動子とされる。焦点 F と超音波振動子41および79のそれぞれとを結ぶ直線が第 3 の直線 L 3 である。

## 【 0 0 5 8 】

第 1 の直線 L 1 と第 2 の直線 L 2 とのなす角である第 1 の角度  $\theta_1$  が、第 1 の直線 L 1 と第 3 の直線 L 3 とのなす角である第 2 の角度  $\theta_2$  より小さくなる。そのように、第 1 の直線 L 1 と第 2 の直線 L 2 とのなす角である第 1 の角度  $\theta_1$  が、第 1 の直線 L 1 と第 3 の直線 L 3 とのなす角である第 2 の角度  $\theta_2$  より小さい場合には、第 2 の超音波振動子が第 2 の直線 L 2 上に位置する超音波振動子49および71に設定され、第 1 の超音波振動子60、第 2 の超音波振動子49および71ならびに第 1 の超音波振動子60と一方の第 2 の超音波振動子49との間の他の超音波振動子50-59および第 1 の超音波振動子60と他方の第 2 の超音波振動子71との間の他の超音波振動子61-70から出力される超音波エコー信号を用いて音速算出装置18において音速が算出される。

40

## 【 0 0 5 9 】

50

図9に示す超音波プローブ10Aには、図8に示した超音波プローブ10Bに含まれている複数の超音波振動子41-79よりも少ない複数の超音波振動子53-67が含まれている。

【0060】

複数の超音波振動子53-67のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子は、超音波振動子53および67であり、これらの超音波振動子53および67が第3の超音波振動子とされる。焦点Fと超音波振動子53および67のそれぞれとを結ぶ直線が第3の直線L3となる。

【0061】

図9に示す場合、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より大きくなる。そのように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より大きい場合には、第2の超音波振動子が第3の超音波振動子53および67に設定され、第1の超音波振動子60、設定された第2の超音波振動子53および67ならびに第1の超音波振動子60と一方の第2の超音波振動子53との間の他の超音波振動子54-59および第1の超音波振動子60と他方の第2の超音波振動子67との間の他の超音波振動子61-66から出力される超音波エコー信号を用いて音速算出装置18において音速が算出される。

【0062】

図8に示す実施例においても、制御装置2(音速算出手段)によって第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71が第2の超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしもなく、第3の直線L3上に位置する超音波振動子41および79が第3の超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしもない。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さい場合に、2つの第2の直線L2で挟まれる範囲(第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子49-71から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0063】

また、図9に示す実施例においても、制御装置2(音速算出手段)によって第2超音波振動子を第3の超音波振動子に明確に設定する必要は必ずしもない。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より大きい場合に、2つの第3の直線L3で挟まれる範囲(第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子53-67から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0064】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ と、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ とが等しい場合には、図8に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよいし、図9に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ と、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ とが等しい場合でも、2つの第2の直線L2で挟まれる範囲(第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ に含まれる範囲)または2つの第3の直線L3で挟まれる範囲(第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0065】

図10および図11は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0066】

10

20

30

40

50

図10および図11のいずれにおいても、表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0067】

図10および図11においても焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0068】

さらに、図10および図11に示す超音波プローブ10においては、超音波プローブ10に含まれている複数の超音波振動子41-79のうち、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子が第2の一部の超音波振動子となる。さらに、焦点Fと第2の一部の超音波振動子のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子を第4の超音波振動子とする。また、焦点Fと第4の超音波振動子とを結ぶ直線を第4の直線L4とする。

10

【0069】

図10においては、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子は、超音波振動子44-76とする。焦点Fと第2の一部の超音波振動子44-76のうち焦点Fから最も遠い位置にある第4の超音波振動子は、超音波振動子44および76である。

20

【0070】

図10では、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より小さい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より小さい場合には、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に制御装置2(音速算出手段)によって設定される。第1の超音波振動子60、第2の超音波振動子49および71ならびに一方の第2の超音波振動子49と第1の超音波振動子60との間に存在する他の超音波振動子50-59および他方の第2の超音波振動子71との間に存在する他の超音波振動子61-70から出力される超音波エコー信号を用いて、被検体における関心領域35の音速が音速算出装置18によって算出される。

30

【0071】

図10に示す実施例においても、制御装置2(音速算出手段)によって第2の超音波振動子を第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に明確に設定する必要は必ずしもない。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より小さい場合に、2つの第2の直線L2で挟まれる範囲(第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子49-71から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0072】

図11においては、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子は、超音波振動子53-67とする。第2の一部の超音波振動子は、超音波振動子53-67となる。焦点Fと第2の一部の超音波振動子53-67のうち焦点Fから最も遠い位置にある第4の超音波振動子は、超音波振動子53および67である。

40

【0073】

図11では、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい場合には、第2の超音波振動

50

子53および71を第4の超音波振動子53および67に制御装置2(音速算出手段)によって設定される。第1の超音波振動子60,第2の超音波振動子49および71ならびに第2の超音波振動子と設定された一方の第4の超音波振動子53と第1の超音波振動子60との間に存在する他の超音波振動子54-59および他方の第4の超音波振動子67と第1の超音波振動子60との間に存在する他の超音波振動子61-66から出力される超音波エコー信号を用いて,被検体における関心領域35の音速が音速算出装置18によって算出される。

【0074】

図11に示す実施例においても,制御装置2(音速算出手段)によって第2の超音波振動子を第4の超音波振動子53および67に明確に設定する必要は必ずしもない。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が,第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい場合に,2つの第4の直線L4で挟まれる範囲(第1の直線L1と第1の直線L1とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子53-67から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

10

【0075】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ と,第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ とが等しい場合には,図10に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよいし,図11に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。

20

【0076】

図12および図13は,他の実施例を示すもので,超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0077】

図12および図13のいずれにおいても,被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0078】

図12および図13においても焦点Fと,焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また,被検体における関心領域35の4つの頂点P1,P2,P3およびP4のうち,焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

30

【0079】

さらに,図12および図13に示す超音波プローブ10においては,第2の一部の超音波振動子に含まれる第5の超音波振動子が設定される。この第5の超音波振動子は,焦点Fと第1の超音波振動子60との距離である第1の距離と,焦点Fと第5の超音波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近いものである。焦点Fと第5の超音波振動子とを結ぶ直線を第5の直線L5とする。

【0080】

図12においては,被検体における関心領域35Aは,超音波wの送信方向の長さの方が超音波プローブ10の円弧方向の長さよりも長くなるように設定されている。

【0081】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が,第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が,第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい場合には,第2の超音波振動子が第5の超音波振動子56および64に設定される。第1の超音波振動子60,第2の超音波振動子56および64ならびに一方の第2の超音波振動子56と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子57-59および他方の第2の超音波振動子64と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子61-63から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35Aの音速が音速算出装置18において算出される。

40

【0082】

50

図12においても制御装置2(音速算出手段)によって、第5の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子58および62に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい場合に、2つの第5の直線L5で挟まれる範囲(第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子56-64から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35Aの音速が算出されればよい。

【0083】

図13においては、超音波画像31における関心領域32に対応する被検体における関心領域35が設定されている。

10

【0084】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい場合には、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子58および62に設定される。第1の超音波振動子60、設定された第2の超音波振動子58および62ならびに一方の第2の超音波振動子58と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子59および他方の第2の超音波振動子62と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子61から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が音速算出装置18において算出される。

20

【0085】

図13においても制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第5の超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい場合に、2つの第2の直線L2で挟まれる範囲(第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子57-63から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0086】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ と、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ とが等しい場合には、図12に示すようにして被検体における関心領域35Aの音速が算出されてもよいし、図13に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。

30

【0087】

図14および図15は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0088】

図14および図15のいずれにおいても、表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

40

【0089】

図14および図15においても焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0090】

さらに、図14および図15に示す超音波プローブ10においては、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子が第2の一部の超音波振動子となる。さらに、焦点Fと複数の超音波振動子41-79のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子41および79を第3の超音波振動子とする

50

。また、焦点Fと第3の超音波振動子41および第3の超音波振動子79のそれぞれとを結ぶ直線を第3の直線L3とする。さらに、焦点Fと第2の一部の超音波振動子のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子を第4の超音波振動子とする。また、焦点Fと第4の超音波振動子とを結ぶ直線を第4の直線L4とする。

【0091】

さらに、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい。

【0092】

図14において、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さい場合には、第2の超音波振動子が第4の超音波振動子53および67に設定される。第1の超音波振動子60と第2の超音波振動子53および67と一方の第2の超音波振動子53と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子54-59と他方の第2の超音波振動子61-66とから出力される超音波エコー信号を用いて、音速算出装置18において被検体における関心領域35の音速が算出される。

10

【0093】

図14において、制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第4の超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい場合であって、第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さい場合に、2つの第4の直線L4で挟まれる範囲(第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子53-67から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

20

【0094】

図15においては、超音波プローブ10Bには複数の超音波振動子51-69が含まれている。

【0095】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より大きい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より大きい場合には、第2の超音波振動子が第3の超音波振動子51および69に設定される。第1の超音波振動子60と、第2の超音波振動子51および69と、一方の第2の超音波振動子51から第1の超音波振動子60までの間の他の超音波振動子52-59と、第1の超音波振動子60から他方の第2の超音波振動子69までの間の他の超音波振動子61-68と、から出力される超音波エコー信号を用いて音速算出装置18において被検体における関心領域35の音速が算出される。

30

【0096】

第1の角度 $\theta_1$ と第2の角度 $\theta_2$ とが等しい場合には、図14に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよいし、図15に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。

40

【0097】

図16および図17は、さらに他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0098】

図16および図17のいずれにおいても、表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0099】

図16および図17においても焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1

50

の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0100】

さらに、図16および図17に示す超音波プローブ10においても、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子が第2の一部の超音波振動子となる。さらに、焦点Fと複数の超音波振動子41-79のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子41および79を第3の超音波振動子とする。また、焦点Fと第3の超音波振動子41および第3の超音波振動子79のそれぞれとを結ぶ直線を第3の直線L3とする。さらに、焦点Fと第2の一部の超音波振動子のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子を第4の超音波振動子とする。また、焦点Fと第4の超音波振動子とを結ぶ直線を第4の直線L4とする。

10

【0101】

さらに、第2の一部の超音波振動子に含まれる第5の超音波振動子が、焦点Fと第1の超音波振動子60との距離である第1の距離と、焦点Fと第5の超音波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近いものとして規定される。また、焦点Fと第2の一部の超音波振動子のうち焦点Fから最も遠い位置にある第4の超音波振動子とを結ぶ直線を第5の直線L5とする。

【0102】

さらに、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より小さい。

20

【0103】

図16において、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい場合には、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に設定される。第1の超音波振動子60と第2の超音波振動子49および71と一方の第2の超音波振動子49と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子50-70と第1の超音波振動子60から他方の第2の超音波振動子71の間の他の超音波振動子61-70から出力される超音波エコー信号を用いて、音速算出装置18において被検体における関心領域35の音速が算出される。

30

【0104】

図16において、制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の角度 $\theta_1$ が第3の角度 $\theta_3$ よりも小さい場合であって、かつ第1の角度 $\theta_1$ が第4の角度 $\theta_4$ よりも大きい場合に、2つの第2の直線L2で挟まれる範囲(第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子49-71から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0105】

図17においては、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい場合には、第2の超音波振動子が、第5の超音波振動子41および79に設定される。第1の超音波振動子60と設定された第2の超音波振動子41および79と、一方の第2の超音波振動子41と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子42-59と第1の超音波振動子60から他方の第2の超音波振動子79の間の他の超音波振動子61-79から出力される超音波エコー信号を用いて、音速算出装置18において被検体における関心領域35の音速が算出される。

40

【0106】

50

図17において、制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第5超音波振動しに明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の角度 $\theta_1$ が第3の角度 $\theta_3$ よりも小さい場合であって、かつ第1の角度 $\theta_1$ が第4の角度 $\theta_4$ よりも小さい場合に、2つの第4の直線 $L_4$ で挟まれる範囲(第1の直線 $L_1$ と第4の直線 $L_4$ とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子41-79から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0107】

第1の角度 $\theta_1$ と第4の角度 $\theta_4$ とが等しい場合には、図16に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよいし、図17に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。

10

【0108】

図18は、第1の角度 $\theta_1$ から第4の角度 $\theta_4$ に応じて、使用角度 $\theta_{use}$ を決定する処理手順を示すフローチャートである。決定した使用角度 $\theta_{use}$ の範囲に含まれる超音波振動子から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速が算出される。

【0109】

第1の角度 $\theta_1$ が第3の角度 $\theta_3$ 以上の場合には(ステップS11でNO)、第1の角度 $\theta_1$ が第2の角度 $\theta_2$ より小さいかどうかを制御装置2によって判断される(ステップS12)。第1の角度 $\theta_1$ が第2の角度 $\theta_2$ よりも小さい場合には(ステップS12でYES)、使用角度 $\theta_{use}$ は第3の角度 $\theta_3$ と決定される(ステップS13)。第1の角度 $\theta_1$ が第2の角度 $\theta_2$ 以上の場合には(ステップS12でNO)、使用角度 $\theta_{use}$ は、第2の角度 $\theta_2$ と決定

20

【0110】

第1の角度 $\theta_1$ が第3の角度 $\theta_3$ より小さい場合には(ステップS11でYES)、第4の角度 $\theta_4$ が第1の角度 $\theta_1$ よりも小さいかどうかを制御装置2によって判断される(ステップS15)。第4の角度 $\theta_4$ が第1の角度 $\theta_1$ より小さい場合には(ステップS15でYES)、使用角度 $\theta_{use}$ は第1の角度 $\theta_1$ と決定される(ステップS16)。第4の角度 $\theta_4$ が第1の角度 $\theta_1$ 以上の場合には(ステップS15でNO)、使用角度 $\theta_{use}$ は第4の角度 $\theta_4$ と決定される(ステップS17)。

【0111】

図18のステップS11において、第1の角度 $\theta_1$ が第3の角度 $\theta_3$ と等しい場合にステップS5の処理に以降してもよい。また、ステップS12において、第1の角度 $\theta_1$ が第2の角度 $\theta_2$ と等しい場合に、使用角度 $\theta_{use}$ を第3の角度 $\theta_3$ と決定してもよい。さらに、ステップS15において、第4の角度 $\theta_4$ が第1の角度 $\theta_1$ と等しい場合に、使用角度 $\theta_{use}$ を第1の角度 $\theta_1$ と決定してもよい。

30

【0112】

図19は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10Cから被検体に超音波 $w$ が送信される様子を示している。

【0113】

超音波プローブ10Cは、リニア型の超音波プローブ10Cである。超音波プローブ10Cには複数の超音波振動子81から101が一直線状に配列されている。

40

【0114】

超音波プローブ10Cの送信方向は、超音波プローブ10Cの超音波振動子81-101の配列方向に垂直方向であり、被検体に向かう方向である。被検体における関心領域36が設定されており、被検体における関心領域36は矩形である。被検体における関心領域36の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0115】

第1の一部の超音波振動子90-94から被検体に対して超音波 $w$ が送信され、焦点Fからの超音波エコーが第2の一部の超音波振動子87-97において受信される。第1の超音波振動子90-94と第2の超音波振動子87-97とが同じでもよいし、超音波プローブ10Cに含まれる複数の超音波振動子81-101のすべてが第1の一部の超音波振動子または第2の一部の超

50

音波振動子でもよいし、超音波プローブ10Cに含まれる複数の超音波振動子81-101のすべてが第1の一部の超音波振動子および第2の一部の超音波振動子でもよい。

【0116】

焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子92とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域36の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0117】

設定された焦点Fからの超音波エコーを受信する第2の一部の超音波振動子87-97のうち、焦点Fからの距離が最も近い位置にある第1の超音波振動子60と、第1の超音波振動子60以外である第2の超音波振動子であって焦点Fおよび被検体における関心領域35を通過する直線L2上に位置し、かつ第1の超音波振動子60を間に挟む2つの第2の超音波振動子87および97と、第1の超音波振動子50と一方の第2の超音波振動子87との間にある他の超音波振動子88-91と、第1の超音波振動子50と他方の第2の超音波振動子96から出力される超音波エコー信号を用いて、被検体における関心領域36の音速が音速算出装置18において算出される。

10

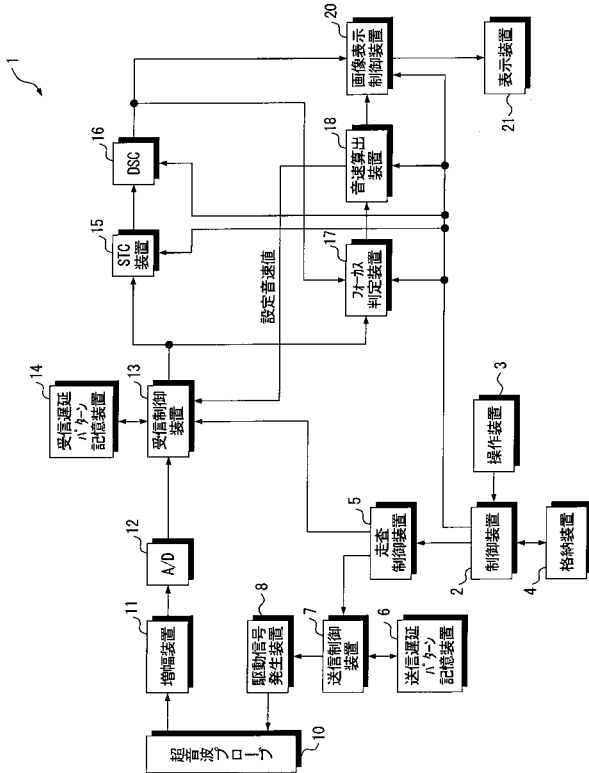
【符号の説明】

【0118】

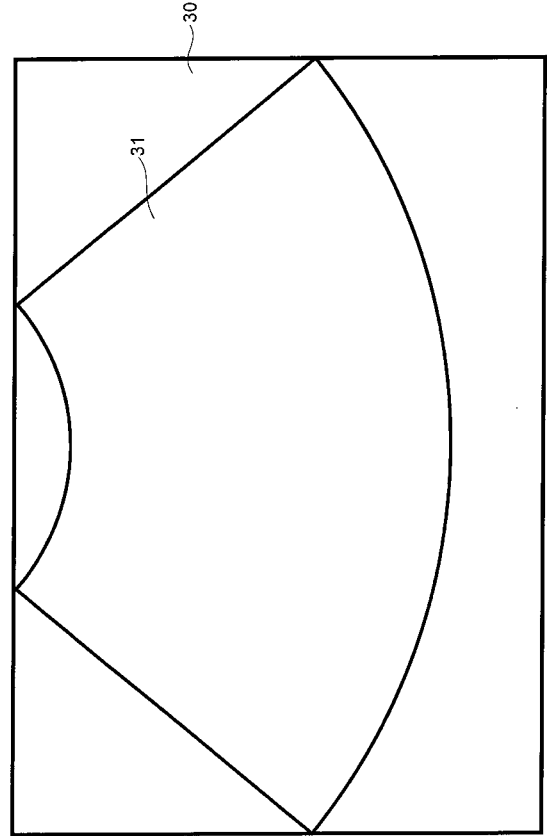
- 1 超音波診断装置(音速算出システム)
- 2 制御装置(送信制御手段、音速算出手段、焦点設定手段、音速算出手段)
- 3 操作装置(関心領域設定手段)
- 5 操作制御装置(送信制御手段)
- 7 送信制御装置(送信制御手段)
- 8 駆動信号発生装置(送信制御手段)
- 10, 10A, 10B, 10C 超音波プローブ(音響波プローブ)
- 15 STC装置(音響波画像生成手段)
- 16 DSC(音響波画像生成手段)
- 18 音速算出装置(音速算出手段)

20

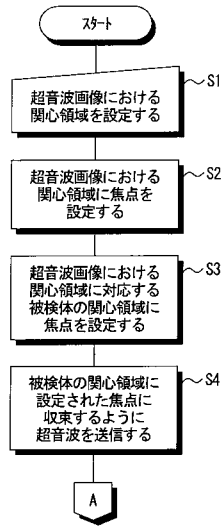
【図1】



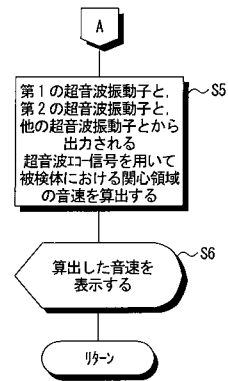
【図2】



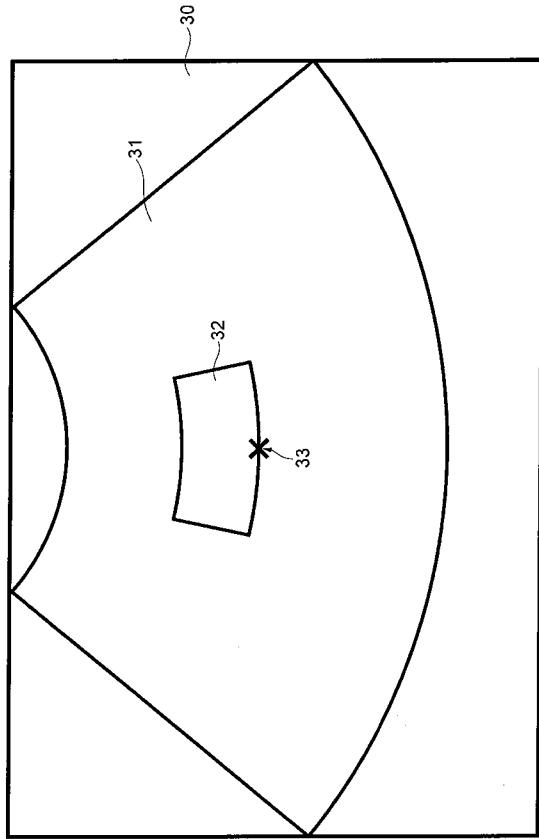
【図3】



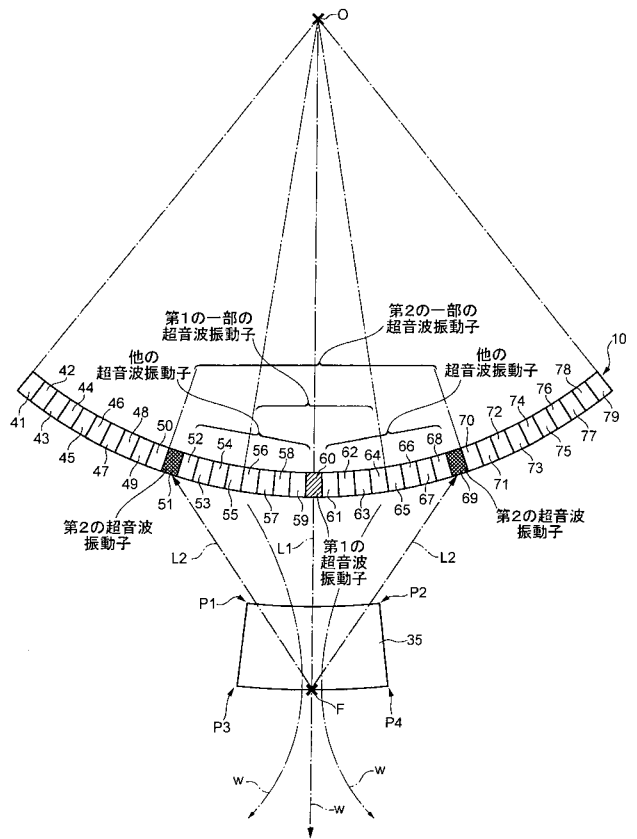
【図4】



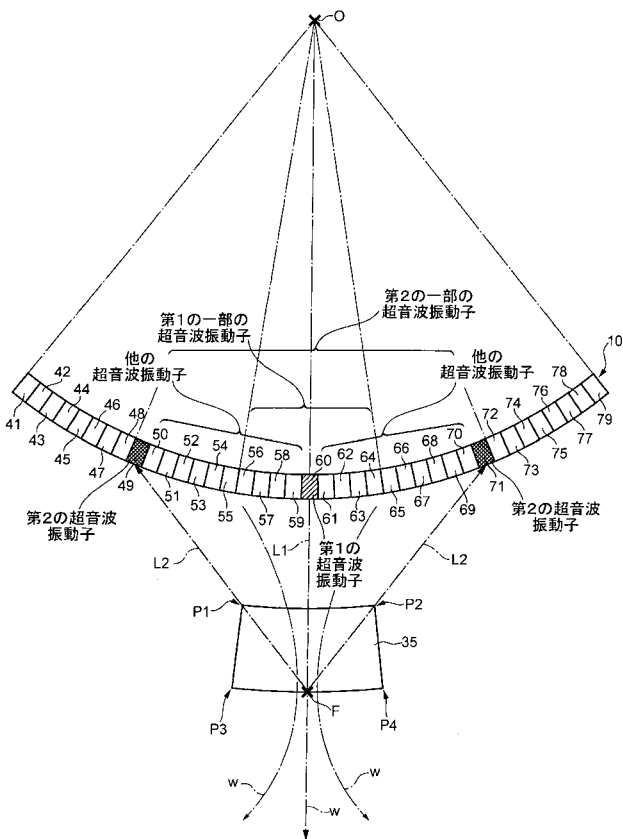
【 図 5 】



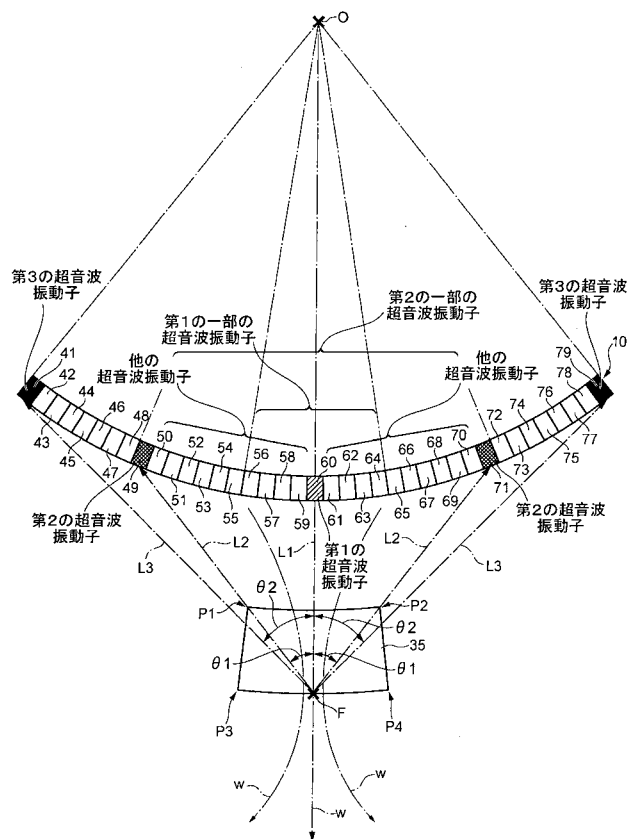
【 図 6 】



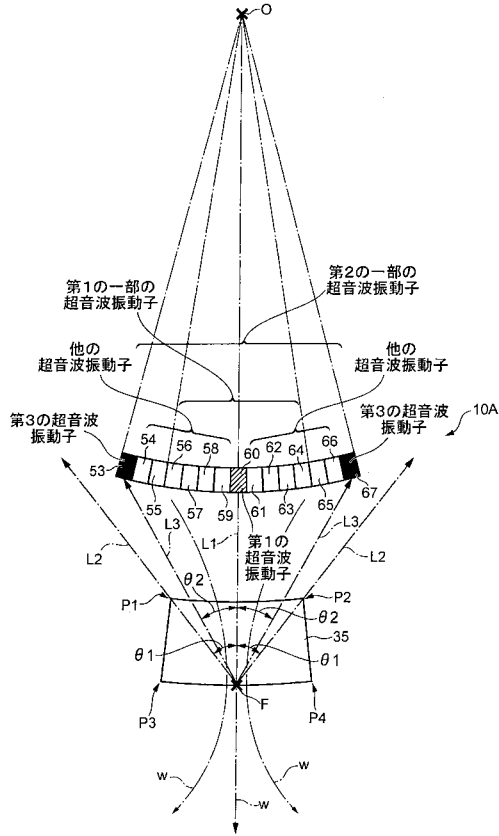
【 図 7 】



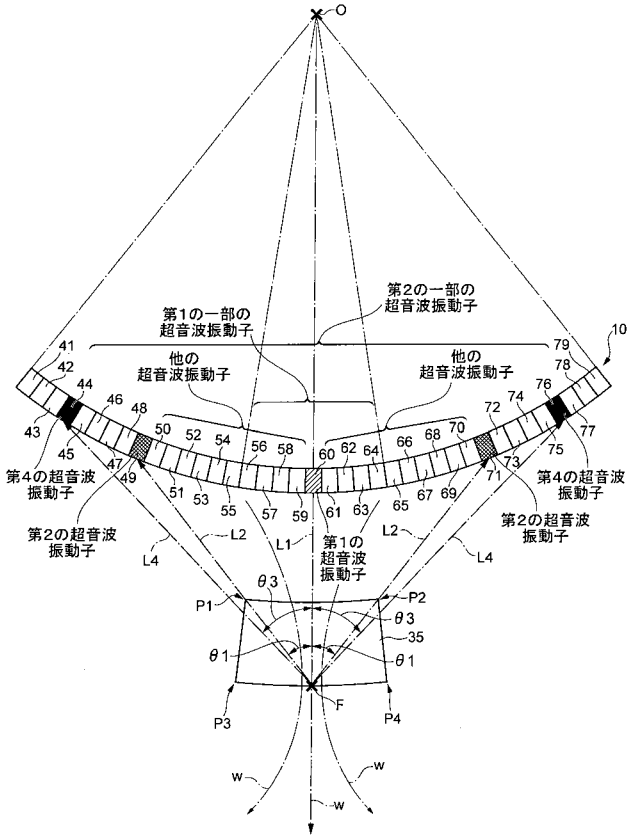
【 図 8 】



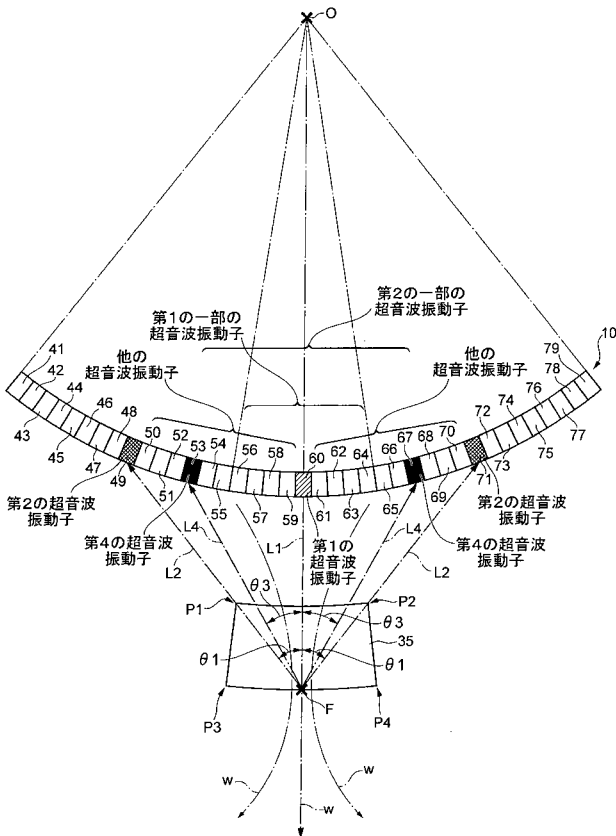
【 図 9 】



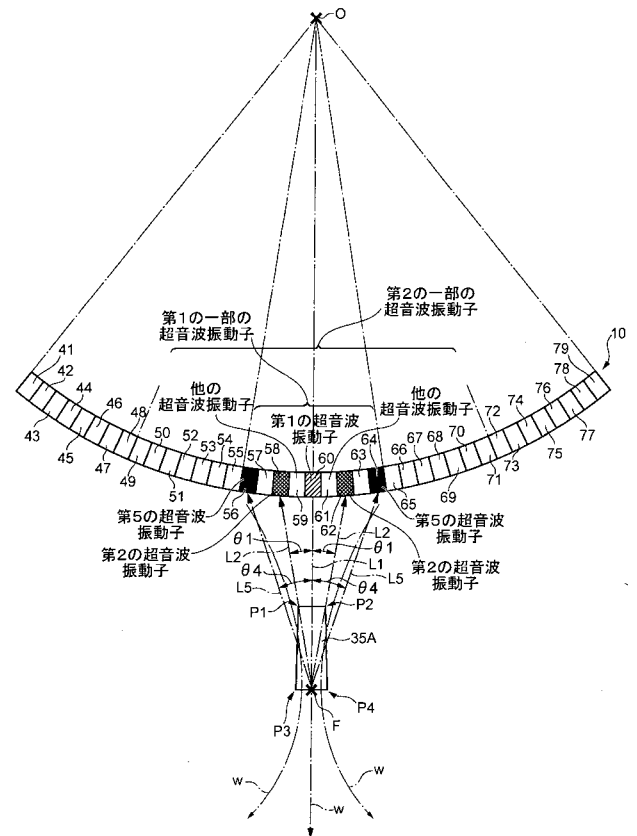
【 図 10 】



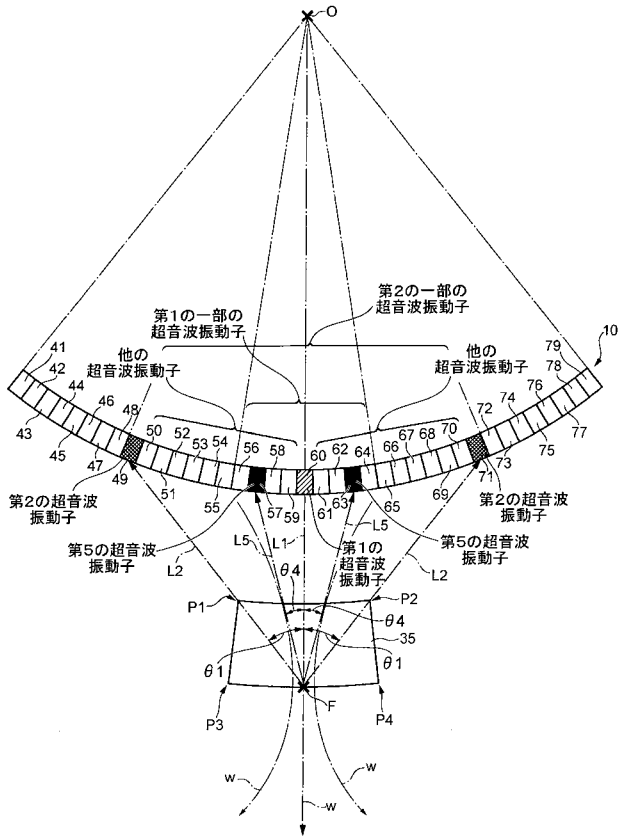
【 図 11 】



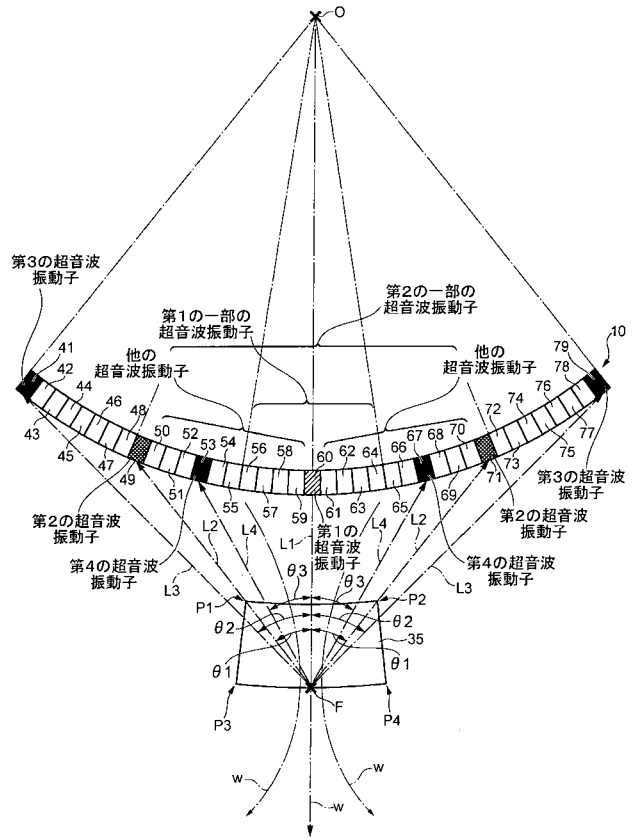
【 図 12 】



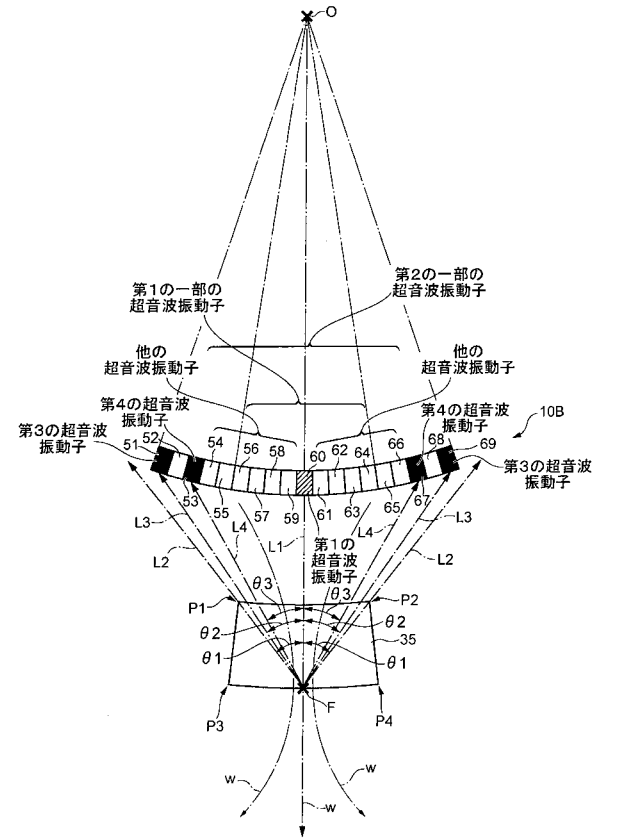
【図13】



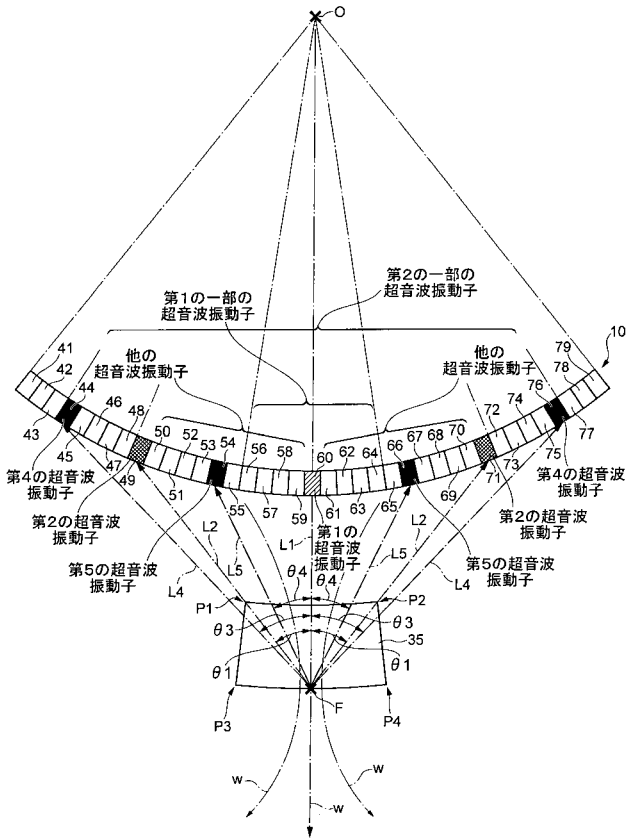
【図14】



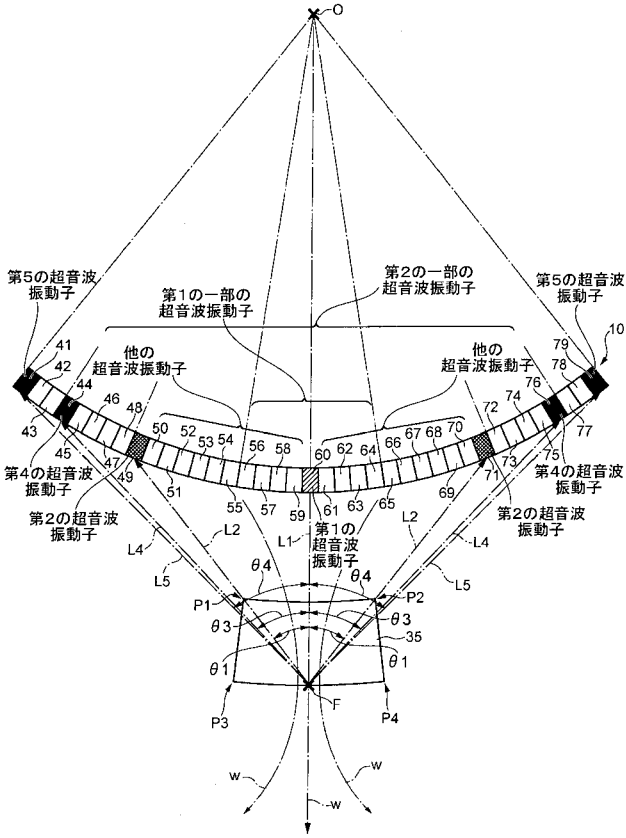
【図15】



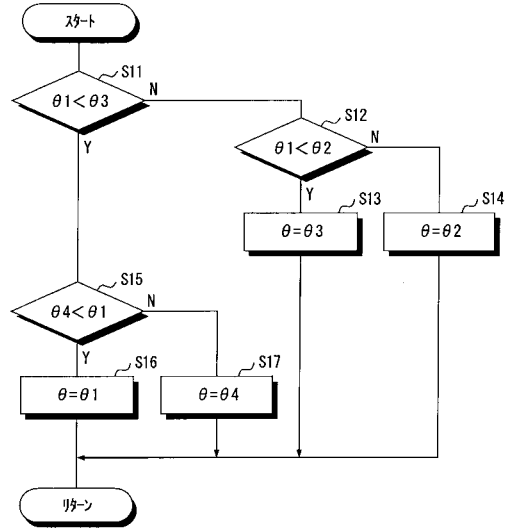
【図16】



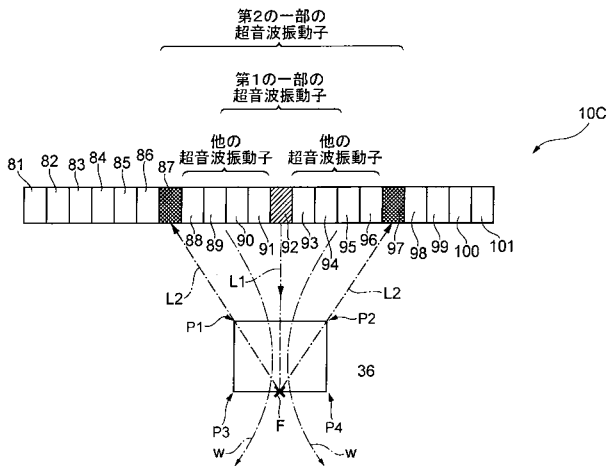
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



## 【手続補正書】

【提出日】平成30年2月28日(2018.2.28)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、音速算出システムおよび音速算出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

被検体内の所望の領域の音速を算出するために、異なる2点における音速を算出し、その2点間の平均音速を算出するものが考えられている(特許文献1)。また、超音波プローブに、所定の送信焦点を形成するように超音波を送信させることを複数回行わせ、送信焦点から得られる超音波エコーにもとづいて、音速を算出するものも考えられている(特許文献2)。

【0003】

また、送信焦点を設定し、音速を設定するもの(特許文献3)、被検体内の2点以上に対して超音波を各々送信フォーカスし、受信することにより、環境音速を決定するもの(特許文献4,5)、音速を決定する位置が焦点近傍の場合には第1の素子データを用い、焦点近傍でない場合には第2の素子データを用いて音速を決定するもの(特許文献6)なども考えられている。さらに、関心領域の深さに応じて焦点距離を変更するものなどもある(特許文献7)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-207490号公報

【特許文献2】特開2014-79568号公報

【特許文献3】特開2014-140410号公報

【特許文献4】特開2013-208495号公報

【特許文献5】特開2011-92686号公報

【特許文献6】特開2014-68806号公報

【特許文献7】特開2003-93389号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1から7のいずれにおいても、被検体における関心領域を通る超音波エコーと被検体における関心領域を通らない超音波エコーとを考慮していないので、被検体における関心領域での音速が、被検体における他の領域での音速と異なる場合には、被検体における関心領域での音速を正確に算出できない。

【0006】

この発明は、被検体における関心領域での音速を精度良く算出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明による音速算出システムは、複数の音響波振動子が配列されている音響波プローブ、音響波振動子を駆動して音響波振動子から被検体に音響波を送信させる送信駆動手段、被検体に音響波を送信し被検体からの音響波エコーを受信する音響波振動子から出力される音響波エコー信号を用いて被検体の音響波画像を生成する音響波画像生成手段、音

響波画像生成手段によって生成された音響波画像に対して、関心領域を設定する関心領域設定手段、音響波画像における関心領域に対応する被検体における関心領域の音響波の送信方向に最も離れている部分に、複数の音響波振動子のうち第1の一部の音響波振動子から送信される音響波の焦点を設定する焦点設定手段、ならびに焦点設定手段によって設定された焦点からの音響波エコーを受信する第2の一部の音響波振動子のうち、焦点からの距離が最も近い位置にある第1の音響波振動子と、第1の音響波振動子以外である第2の音響波振動子であって焦点および被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、かつ第1の音響波振動子を間に挟む2つの第2の音響波振動子と、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される音響波エコー信号を用いて、被検体における関心領域の音速を算出する音速算出手段を備えていることを特徴とする。

【0008】

この発明は、音速算出方法も提供している。すなわち、この方法は、送信駆動手段が、複数の音響波振動子が配列されている音響波プローブに含まれている音響波振動子を駆動して音響波振動子から被検体に音響波を送信させ、音響波画像生成手段が、被検体に音響波を送信し被検体からの音響波エコーを受信する音響波振動子から出力される音響波エコー信号を用いて被検体の音響波画像を生成し、関心領域を設定する関心領域設定手段が、音響波画像生成手段によって生成された音響波画像に対して、関心領域を設定し、焦点設定手段が、音響波画像における関心領域に対応する被検体における関心領域の音響波の送信方向に最も離れている部分に、複数の音響波振動子のうち第1の一部の音響波振動子から送信される音響波の焦点を設定し、音速算出手段が、焦点設定手段によって設定された焦点からの音響波エコーを受信する第2の一部の音響波振動子のうち、焦点からの距離が最も近い位置にある第1の音響波振動子と、第1の音響波振動子以外である第2の音響波振動子であって焦点および被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、かつ第1の音響波振動子を間に挟む2つの第2の音響波振動子と、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される音響波エコー信号を用いて、被検体における関心領域の音速を算出するものである。

【0009】

被検体における関心領域は、たとえば、円の二つの半径と弧で囲まれた形状であり、音響波の送信方向に最も離れている部分は、被検体における関心領域のうち音響波プローブから最も離れている弧の中央である。

【0010】

焦点と第1の音響波振動子とを結ぶ直線を第1の直線とし、被検体における関心領域の4つの頂点のうち焦点から最も遠い位置にある第1の頂点と焦点とを結ぶ直線を第2の直線とした場合に、音速算出手段は、たとえば、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

【0011】

焦点と複数の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とした場合には、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第3の直線とのなす角である第2の角度より小さい場合には、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が第2の角度よりも大きい場合には、第2の音響波振動子を第3の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

【0012】

第2の一部の音響波振動子は、たとえば、設定された焦点から被検体における関心領域

の音速計算に用いられる音響波エコーを同時に受信する事が可能な最大数の音響波振動子からなる。焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とした場合に、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第4の直線とのなす角である第3の角度より小さい場合には、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が、第3の角度よりも大きい場合には、第2の音響波振動子を第4の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

【0013】

第2の一部の音響波振動子に含まれる第5の音響波振動子であって、第5の音響波振動子は、焦点と第1の音響波振動子との距離である第1の距離と、焦点と第5の音響波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近い第5の音響波振動子であり、焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第5の音響波振動子とを結ぶ直線を第5の直線とした場合に、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第5の直線とのなす角である第4の角度より小さい場合には、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が、第4の角度よりも大きい場合には、第2の音響波振動子を第5の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

【0014】

第2の一部の音響波振動子は、設定された焦点から被検体における関心領域の音速計算に用いられる音響波エコーを同時に受信することが可能な最大数の音響波振動子からなり、焦点と複数の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とし、焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とし、かつ第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第4の直線とのなす角である第3の角度より大きい場合において、音速算出手段は、たとえば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第3の直線とのなす角である第2の角度より小さい場合には、第2の音響波振動子を第4の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が第2の角度よりも大きい場合には、第2の音響波振動子を第3の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

【0015】

第2の一部の音響波振動子は、設定された焦点から被検体における関心領域の音速計算に用いられる音響波エコーを同時に受信することが可能な最大数の音響波振動子からなり、第2の一部の音響波振動子に含まれる第5の音響波振動子であって、第5の音響波振動子は、焦点と第1の音響波振動子との距離である第1の距離と、焦点と第5の音響波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近い第5の音響波振動子であり、焦点と複数の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とし、焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とし、焦点と第2の一部の音響波振動子のうち焦点から最も遠い位置にある第5の音響波振動子とを結ぶ直線を第5の直線とし、かつ第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第4の直線とのなす角である第3の角度より小さい場合において、音速算出手段は、たとえ

ば、第1の直線と第2の直線とのなす角である第1の角度が、第1の直線と第5の直線とのなす角である第4の角度より大きい場合には、第2の音響波振動子を第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出し、第1の角度が第4の角度よりも小さい場合には、第2の音響波振動子を第5の音響波振動子に設定した上で、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子と他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速を算出する。

【0016】

音響波プローブは、たとえば、複数の音響波振動子が円弧状に配列されているコンベックス型の音響波プローブでもある。

【0017】

音響波プローブは、リニア型音響波プローブでもよい。この場合、被検体における関心領域は矩形であり、音響波の送信方向に最も離れている部分は、被検体における関心領域のうち音響波プローブから音響波の送信方向に離れている辺の中央である。

【発明の効果】

【0018】

この発明によると、被検体の音響波画像が生成され、生成された音響波画像に対して、関心領域が設定される。音響波画像における関心領域に対応する被検体における関心領域の音響波の送信方向に最も離れている部分に、音響波の焦点が設定される。音響波プローブから音響波が送信されると焦点から音響波エコーが生じる。音響波エコーが超音波振動子において受信されると、超音波エコーを受信した超音波振動子から超音波エコー信号が出力する。焦点からの距離が最も近い位置にある第1の音響波振動子と、焦点および被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、第1の音響波振動子を間に挟む第2の音響波振動子と、第1の音響波振動子と第2の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される超音波エコー信号を用いて被検体の関心領域における音速が算出される。被検体における関心領域を通らない超音波エコーを利用されずに、被検体における関心領域を通る超音波エコーを利用して被検体における関心領域の音速が算出されるから、精度良く音速を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】超音波診断装置の電気的構成を示すブロック図である。

【図2】超音波画像の一例である。

【図3】超音波診断装置の処理手順のフローチャートである。

【図4】超音波診断装置の処理手順のフローチャートである。

【図5】超音波画像に設定された関心領域の一例である。

【図6】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図7】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図8】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図9】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図10】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図11】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図12】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図13】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図14】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図15】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図16】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図17】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

【図18】使用角度を決定する処理手順を示すフローチャートである。

【図19】超音波プローブから超音波が送信されている様子を示す。

**【発明を実施するための形態】****【0020】**

この実施例においては、音響波として超音波が用いられるが、超音波に限定されるものではなく、被検体、測定条件などに応じて適切な周波数が選択されれば、可聴周波数の音響波を用いるようにしてもよい。

**【0021】**

図1は、この発明の実施例を示すもので、超音波診断装置1(音速算出システム)の電気的構成を示すブロック図である。

**【0022】**

超音波診断装置1の全体の動作は、制御装置2によって統括される。

**【0023】**

制御装置2には、超音波診断装置1を操作するユーザ(医師、看護師、技師など)によって操作される操作装置3および所定のデータ等が格納される格納装置4が接続されている。

**【0024】**

超音波診断装置1には、超音波プローブ10が含まれている。この実施例による超音波プローブ10は、コンベックス型であり、複数の超音波振動子が円弧状に配列されている(図6など参照)。

**【0025】**

制御装置2から出力される制御信号は、走査制御装置5に与えられる。走査制御装置5において、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子のうち超音波を送信する超音波振動子および超音波プローブ10から送信される超音波の送信方向が設定される。超音波を送信する超音波振動子を設定する制御信号および超音波の送信方向を設定する制御信号は、走査制御装置5から送信制御装置7に与えられる。また、走査制御装置5において、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子のうち、被検体からの超音波エコーを受信する超音波振動子が設定される。超音波エコーを受信する超音波振動子を設定する制御信号は、走査制御装置5から受信制御装置13に与えられる。

**【0026】**

超音波診断装置1には、送信遅延パターン記憶装置6も含まれている。送信遅延パターン記憶装置6には、超音波プローブ10から超音波を送信するとき用いられる送信遅延パターンが複数記憶されている。走査制御装置5から与えられた超音波の送信方向を設定する制御信号にもとづいて、送信遅延パターン記憶装置6に記憶されている複数の送信遅延パターンの中から送信制御装置7によって送信遅延パターンが選択される。選択された送信遅延パターンにしたがって、超音波プローブ10から超音波が送信されるように、送信制御装置7によって駆動信号発生装置8が制御される。駆動信号発生装置8によって超音波プローブ10が制御されることにより、超音波プローブ10に含まれている複数の超音波振動子のうち、走査制御装置5によって設定された超音波振動子から被検体に超音波が送信される。制御装置2、走査制御装置5、送信遅延パターン記憶装置6、送信制御装置7および駆動信号発生装置8が超音波プローブ10に含まれている超音波振動子(音響波振動子)を駆動して超音波振動子から被検体に超音波(音響波)を送信する送信駆動手段となる。

**【0027】**

被検体に超音波が送信されると、被検体から超音波エコーが生じ、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子において受信される。超音波振動子から、超音波エコー信号が出力され、増幅装置11に与えられる。超音波エコー信号は、増幅装置11において増幅され、A/D(アナログ/デジタル)変換回路12において、デジタルの超音波エコー・データに変換される。超音波エコー・データは、受信制御装置13に入力する。

**【0028】**

超音波診断装置1には、受信遅延パターン記憶装置14も含まれている。受信遅延パターン記憶装置14には、超音波エコー・データに対して受信フォーカス処理を行う場合に用いられる複数の受信遅延パターンが記憶されている。受信制御装置13において、走査制御装

置5から与えられる制御信号にもとづいて、受信遅延パターン記憶装置14に記憶されている複数の受信遅延パターンの中から1つの受信遅延パターンが選択される。選択された受信遅延パターンと音速算出装置18から受信制御装置13に与えられる設定音速値ともとづいて、複数の超音波エコー・データに遅延を与えて加算することにより、受信制御装置13において受信フォーカス処理が行われる。受信フォーカス処理により、生成されたデータに対して包絡線検波処理が行われる。音速算出装置18から受信制御装置13に与えられる設定音速値は、音速が算出されていない初期状態では、一般的な生体内の音速 $C_0$  ( $1530\text{ m/s}$ または $1540\text{ m/s}$ )とされる。その後、算出された平均音速 $C_i$ が利用される。

#### 【0029】

受信フォーカス処理における超音波エコー・データの遅延量は、被検体内の音速にもとづいて定められる。一般には、生体内の音速 $C_0$ として、 $1530\text{ m/s}$ または $1540\text{ m/s}$ 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、使用される超音波振動子の数である。

#### 【0030】

受信制御装置13において生成されたデータは、STC (sensitivity time control) 装置15に与えられる。STC装置15において、受信制御装置13から与えられたデータに対して、超音波の反射位置の深度に応じて距離による減衰補正が行われる。STC装置15において減衰補正されたデータは、DSC (digital scan converter) 16に与えられる。DSC16において、減衰補正された音線データが通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像データとなるようにラスタ変換され、階調処理等の必要な画像処理が行われることにより、Bモード画像データが生成される。生成されたBモード画像データが表示装置21に与えられることにより、表示装置21によって表示装置21の表示画面30に被検体の超音波画像 (Bモード画像) が表示される。STC装置15およびDSC16が音響波画像生成手段となる。

#### 【0031】

図2は、表示装置21の表示画面30に表示される超音波画像31の一例を示している。

#### 【0032】

超音波プローブ10は、コンベックス型であるため、得られる超音波画像31は、2つの円弧と2つの直線とで囲まれている形状となっている。医師は、超音波画像31を見て被検体を診断する。

#### 【0033】

また、制御装置2によって、音速算出装置18が制御され、音速算出装置18によって設定音速が平均音速 $C_i$ に順次変更させられる。フォーカス判定装置17によって、設定音速が平均音速 $C_i$ に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。

#### 【0034】

たとえば、フォーカス判定装置17は、受信制御装置13によって生成されたデータを高速フーリエ変換することにより、生成されたデータ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する。また、DSCから出力されるBモード画像データを高速フーリエ変換することにより、Bモード画像データ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。

#### 【0035】

音速値計算装置18は、フォーカス判定装置17においてビーム集束度が最大と判定された場合に、被検体に設定される焦点からの超音波エコーまでの距離を、被検体に設定される焦点から超音波プローブ10に含まれる超音波振動子が受信する時間で除することにより被

検体の平均音速  $C_i$  を算出する。この音速算出についての詳細は、後述する。

【0036】

画像表示制御装置20は、操作装置3を用いたユーザの操作に従って、生成されたBモード画像データと、音速算出装置18において算出された平均音速  $C_i$  を表すデータとのうちの少なくとも1つを選択して、表示用の画像データを生成する。表示装置21は、表示用の画像データに基づいて超音波画像もしくは平均音速  $C_i$  を表示する。超音波画像と平均音速  $C_i$  とを表示するようにしてもよい。

【0037】

次に、被検体内における音速(平均音速  $C_i$ )算出方法について説明する。

【0038】

図3および図4は、音速算出処理手順を示すフローチャートであり、制御装置2の処理手順を示している。図5は、表示装置21の表示画面30に表示される超音波画像31の一例である。

【0039】

図5に示すように、被検体の超音波画像31が表示装置21の表示画面30に表示されると、超音波診断装置1のユーザは、操作装置3(関心領域設定手段)を用いて超音波画像31における関心領域32を設定する(ステップS1)。設定された関心領域32は、超音波画像31上に表示される。つづいて、焦点33が制御装置2によって設定される(ステップS2)。設定された焦点33も、超音波画像31上に表示される。焦点33は、超音波プローブ10から被検体に送信される超音波の集束位置を表している。この実施例では、超音波画像31における関心領域32のうち超音波の送信方向のもっとも離れている部分に焦点33が設定される。

【0040】

表示装置21の表示画面30上で関心領域32および焦点33が設定されると、表示画面30における関心領域32に対応する被検体における関心領域に焦点が設定される。

【0041】

図6は、超音波プローブ10から被検体に超音波  $w$  が送信される様子を示している。

【0042】

超音波プローブ10には、円弧状に配列されている複数の超音波振動子41から79が含まれている。円弧状の中心Oから超音波プローブ10の反対側に向かって超音波プローブ10から超音波  $w$  が被検体に送信される。超音波プローブ10に含まれている複数の超音波振動子40-79のうち、第1の一部の超音波振動子(音響波振動子)56-64から超音波が被検体に送信されるが(第1の一部の超音波振動子とは、超音波を送信する超音波振動子をいう。超音波プローブ10に含まれる一部の超音波振動子でもよいし、すべての超音波振動子41-79でもよい。また、後述する第2の一部の超音波振動子51-69と同じでもよい。)、他の超音波振動子から超音波が送信されるようにしてもよい。表示画面30上で設定された超音波画像31における関心領域32に対応する被検体における関心領域35のうち、超音波の送信方向にもっとも離れている部分に制御装置2(焦点設定手段)によって焦点Fが設定される。図6に示す例では、被検体の関心領域35は、円の二つの半径と弧で囲まれた形状であるから、超音波  $w$  の送信方向に最も離れている部分は、関心領域35のうち超音波プローブ10から最も離れている弧の中央となる。中央は、完全に中央でなくとも、実質的に中央と見做せる部分であればよい。被検体において設定される焦点Fは、表示装置21の表示画面30に設定された焦点33に対応する。焦点Fは、第1の一部の超音波振動子56-64から送信される超音波  $w$  が収束する位置である。

【0043】

駆動信号発生装置8から超音波プローブ10に駆動信号が与えられると、焦点Fに集束するように第1の一部の超音波振動子56-64から超音波  $w$  が送信される(ステップS4)。

【0044】

この実施例では、焦点Fからの超音波エコーは、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子41-79のうち、第2の一部の超音波振動子51-69において受信される。第2の一部の超音波振動子51-69とは、焦点Fからの超音波エコーを受信する超音波振動子をいう

。第2の一部の超音波振動子51-69は、第1の一部の超音波振動子56-64と同じでもよく、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子41-79のすべてでもよい。

【0045】

焦点Fからの超音波エコーを受信する第2の一部の超音波振動子51-69のうち、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある超音波振動子60(図6に示す場合、複数の超音波振動子41-79の中央の超音波振動子)を、第1の超音波振動子60ということにする。図6の場合、第1の超音波振動子60の送信方向である第1の直線L1上に焦点Fが位置する。また、第2の一部の超音波振動子51-69のうち、第1の超音波振動子60以外であって、焦点Fおよび被検体における関心領域35を通過する直線L2上に位置し、かつ第1の超音波振動子60を間に挟む2つの超音波振動子(図6に示す場合では、超音波振動子51および69)51および69を第2の超音波振動子ということにする。また、第2の一部の超音波振動子51-69のうち、第1の超音波振動子60と一方の第2の超音波振動子51との間にある超音波振動子52-59および第1の超音波振動子60と他方の第2の超音波振動子69との間にある超音波振動子61-68を他の超音波振動子ということにする。

【0046】

この実施例では、第2の一部の超音波振動子51-69のうち、第1の超音波振動子60、2つの第2の超音波振動子51および69ならびに他の超音波振動子52-59および61-69から出力される超音波エコー信号を用いて、被検体における関心領域35の音速(平均音速 $C_i$ )が音速算出装置18(音速算出手段)において算出される。第2の一部の超音波振動子51-69のうち、第1の超音波振動子60、2つの第2の超音波振動子51および69ならびに他の超音波振動子52-59および61-69から出力される超音波エコー信号は、増幅装置11において増幅され、A/D変換回路12においてデジタルの超音波エコー・データに変換される。超音波エコー・データは、受信制御装置13に与えられ、受信制御装置13において超音波エコー・データから音線データが生成される。音線データは、フォーカス判定装置17に入力し、フォーカス判定装置17における判定が行われる。フォーカス判定装置17における判定結果を表すデータは音速算出装置18に入力し、被検体の音速が算出される(ステップS5)。

【0047】

音速の算出に利用される超音波エコーは、その経路のうち被検体の関心領域35を通過する割合が大きい。そのような超音波エコーにもとづいて音速が算出されるから、算出された音速は、被検体の関心領域35における音速を精度良く表すこととなる。このようにして算出された音速は、画像表示制御装置20の制御のもとに表示装置21の表示画面30に表示される(ステップS6)。

【0048】

図7は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0049】

表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0050】

焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線を第2の直線L2とする。この場合、第2の超音波振動子が、制御装置2(音速算出手段)によって第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に設定される。

【0051】

第1の一部の超音波振動子56-64から超音波wが送信され、焦点Fからの超音波エコーが第2の一部の超音波振動子49-71において受信される。第1の超音波振動子60と、2つの第2の超音波振動子49および71と、2つの第2の超音波振動子49および71のうち、一方

の第2の超音波振動子49と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子50-59および他方の第2の超音波振動子71と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子61-70と、から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が音速算出装置18において算出される。

【0052】

超音波エコーの焦点Fから第2の一部の超音波振動子49-71への経路に対して、被検体における関心領域35の経路の割合が高くなるので、被検体における関心領域35の音速をより正確に算出できる。

【0053】

制御装置2(音速算出手段)によって第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に第2の超音波振動子が明確に設定処理される必要は必ずしもなく、被検体における関心領域35の頂点P1、P2、P3およびP4のうち焦点Fから最も遠い2つの頂点P1およびP2と焦点Fとを通過する2つの第2の直線L2で挟まれる範囲に存在する超音波振動子49-71から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0054】

図8および図9は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0055】

図8および図9のいずれにおいても、表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0056】

焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。さらに、超音波プローブ10に含まれる複数の超音波振動子41-79のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子を第3の超音波振動子とし、焦点Fと第3の超音波振動子を結ぶ直線を第3の直線L3とする。

【0057】

図8に示す場合、複数の超音波振動子41-79のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子は、超音波振動子41および79であり、これらの超音波振動子41および79が第3の超音波振動子とされる。焦点Fと超音波振動子41および79のそれぞれとを結ぶ直線が第3の直線L3である。

【0058】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さくなる。そのように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さい場合には、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に設定され、第1の超音波振動子60、第2の超音波振動子49および71ならびに第1の超音波振動子60と一方の第2の超音波振動子49との間の他の超音波振動子50-59および第1の超音波振動子60と他方の第2の超音波振動子71との間の他の超音波振動子61-70から出力される超音波エコー信号を用いて音速算出装置18において音速が算出される。

【0059】

図9に示す超音波プローブ10Aには、図8に示した超音波プローブ10に含まれている複数の超音波振動子41-79よりも少ない複数の超音波振動子53-67が含まれている。

【0060】

複数の超音波振動子53-67のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子は、超音波振動子53および67であり、これらの超音波振動子53および67が第3の超音波振動子とさ

れる。焦点 F と超音波振動子53および67のそれぞれとを結ぶ直線が第3の直線 L 3 となる。

【0061】

図9に示す場合、第1の直線 L 1 と第2の直線 L 2 とのなす角である第1の角度  $\theta_1$  が、第1の直線 L 1 と第3の直線 L 3 とのなす角である第2の角度  $\theta_2$  より大きくなる。そのように、第1の直線 L 1 と第2の直線 L 2 とのなす角である第1の角度  $\theta_1$  が、第1の直線 L 1 と第3の直線 L 3 とのなす角である第2の角度  $\theta_2$  より大きい場合には、第2の超音波振動子が第3の超音波振動子53および67に設定され、第1の超音波振動子60、設定された第2の超音波振動子53および67ならびに第1の超音波振動子60と一方の第2の超音波振動子53との間の他の超音波振動子54-59および第1の超音波振動子60と他方の第2の超音波振動子67との間の他の超音波振動子61-66から出力される超音波エコー信号を用いて音速算出装置18において音速が算出される。

【0062】

図8に示す実施例においても、制御装置2(音速算出手段)によって第2の直線 L 2 上に位置する超音波振動子49および71が第2の超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしもなく、第3の直線 L 3 上に位置する超音波振動子41および79が第3の超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしもない。第1の直線 L 1 と第2の直線 L 2 とのなす角である第1の角度  $\theta_1$  が、第1の直線 L 1 と第3の直線 L 3 とのなす角である第2の角度  $\theta_2$  より小さい場合に、2つの第2の直線 L 2 で挟まれる範囲(第1の直線 L 1 と第2の直線 L 2 とのなす角である第1の角度  $\theta_1$  に含まれる範囲)に存在する超音波振動子49-71から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0063】

また、図9に示す実施例においても、制御装置2(音速算出手段)によって第2超音波振動子を第3の超音波振動子に明確に設定する必要は必ずしもない。第1の直線 L 1 と第2の直線 L 2 とのなす角である第1の角度  $\theta_1$  が、第1の直線 L 1 と第3の直線 L 3 とのなす角である第2の角度  $\theta_2$  より大きい場合に、2つの第3の直線 L 3 で挟まれる範囲(第1の直線 L 1 と第3の直線 L 3 とのなす角である第2の角度  $\theta_2$  に含まれる範囲)に存在する超音波振動子53-67から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0064】

第1の直線 L 1 と第2の直線 L 2 とのなす角である第1の角度  $\theta_1$  と、第1の直線 L 1 と第3の直線 L 3 とのなす角である第2の角度  $\theta_2$  とが等しい場合には、図8に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよいし、図9に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。第1の直線 L 1 と第2の直線 L 2 とのなす角である第1の角度  $\theta_1$  と、第1の直線 L 1 と第3の直線 L 3 とのなす角である第2の角度  $\theta_2$  とが等しい場合でも、2つの第2の直線 L 2 で挟まれる範囲(第1の直線 L 1 と第2の直線 L 2 とのなす角である第1の角度  $\theta_1$  に含まれる範囲)または2つの第3の直線 L 3 で挟まれる範囲(第1の直線 L 1 と第3の直線 L 3 とのなす角である第2の角度  $\theta_2$  に含まれる範囲)に存在する超音波振動子から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0065】

図10および図11は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波 w が送信される様子を示している。

【0066】

図10および図11のいずれにおいても、表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点 F が設定されている。

【0067】

図10および図11においても焦点 F と、焦点 F からの距離がもっとも近い位置にある第1

の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0068】

さらに、図10および図11に示す超音波プローブ10においては、超音波プローブ10に含まれている複数の超音波振動子41-79のうち、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子が第2の一部の超音波振動子となる。さらに、第2の一部の超音波振動子のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子を第4の超音波振動子とする。また、焦点Fと第4の超音波振動子とを結ぶ直線を第4の直線L4とする。

【0069】

図10においては、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子は、超音波振動子44-76とする。第2の一部の超音波振動子44-76のうち焦点Fから最も遠い位置にある第4の超音波振動子は、超音波振動子44および76である。

【0070】

図10では、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より小さい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より小さい場合には、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に制御装置2(音速算出手段)によって設定される。第1の超音波振動子60、第2の超音波振動子49および71ならびに一方の第2の超音波振動子49と第1の超音波振動子60との間に存在する他の超音波振動子50-59および他方の第2の超音波振動子71と第1の超音波振動子60との間に存在する他の超音波振動子61-70から出力される超音波エコー信号を用いて、被検体における関心領域35の音速が音速算出装置18によって算出される。

【0071】

図10に示す実施例においても、制御装置2(音速算出手段)によって第2の超音波振動子を第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に明確に設定する必要は必ずしもない。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より小さい場合に、2つの第2の直線L2で挟まれる範囲(第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子49-71から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0072】

図11においては、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子は、超音波振動子53-67とする。第2の一部の超音波振動子は、超音波振動子53-67となる。第2の一部の超音波振動子53-67のうち焦点Fから最も遠い位置にある第4の超音波振動子は、超音波振動子53および67である。

【0073】

図11では、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい場合には、第2の超音波振動子49および71を第4の超音波振動子53および67に制御装置2(音速算出手段)によって設定される。第1の超音波振動子60、第2の超音波振動子49および71ならびに第2の超音波振動子と設定された一方の第4の超音波振動子53と第1の超音波振動子60との間に存在する他の超音波振動子54-59および他方の第4の超音波振動子67と第1の超音波振動子60との間に存在する他の超音波振動子61-66から出力される超音波エコー信号を用いて、被検体

における関心領域35の音速が音速算出装置18によって算出される。

【0074】

図11に示す実施例においても、制御装置2(音速算出手段)によって第2の超音波振動子を第4の超音波振動子53および67に明確に設定する必要は必ずしもない。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい場合に、2つの第4の直線L4で挟まれる範囲(第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子53-67から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0075】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ と、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ とが等しい場合には、図10に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよいし、図11に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。

【0076】

図12および図13は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0077】

図12および図13のいずれにおいても、被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0078】

図12および図13においても焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0079】

さらに、図12および図13に示す超音波プローブ10においては、第2の一部の超音波振動子に含まれる第5の超音波振動子が設定される。この第5の超音波振動子は、焦点Fと第1の超音波振動子60との距離である第1の距離と、焦点Fと第5の超音波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近いものである。焦点Fと第5の超音波振動子とを結ぶ直線を第5の直線L5とする。

【0080】

図12においては、被検体における関心領域35Aは、超音波wの送信方向の長さの方が超音波プローブ10の円弧方向の長さよりも長くなるように設定されている。

【0081】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい場合には、第2の超音波振動子が第5の超音波振動子56および64に設定される。第1の超音波振動子60、第2の超音波振動子56および64ならびに一方の第2の超音波振動子56と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子57-59および他方の第2の超音波振動子64と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子61-63から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35Aの音速が音速算出装置18において算出される。

【0082】

図12においても制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子58および62に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい場合に、2つの第5の直線L5で挟まれる範囲(第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ に含ま

れる範囲)に存在する超音波振動子56-64から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35Aの音速が算出されればよい。

【0083】

図13においては、超音波画像31における関心領域32に対応する被検体における関心領域35が設定されている。

【0084】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい場合には、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に設定される。第1の超音波振動子60、設定された第2の超音波振動子58および62ならびに一方の第2の超音波振動子49と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子50-59および他方の第2の超音波振動子71と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子61-70から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が音速算出装置18において算出される。

【0085】

図13においても制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第5の超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい場合に、2つの第2の直線L2で挟まれる範囲(第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子49-71から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0086】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ と、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ とが等しい場合には、図12に示すようにして被検体における関心領域35Aの音速が算出されてもよいし、図13に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。

【0087】

図14および図15は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0088】

図14および図15のいずれにおいても、表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0089】

図14および図15においても焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0090】

さらに、図14および図15に示す超音波プローブ10においては、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子が第2の一部の超音波振動子となる。さらに、複数の超音波振動子41-79のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子41および79を第3の超音波振動子とする。また、焦点Fと第3の超音波振動子41および第3の超音波振動子79のそれぞれとを結ぶ直線を第3の直線L3とする。さらに、第2の一部の超音波振動子のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子を第4の超音波振動子とする。また、焦点Fと第4の超音波振動子とを結ぶ直線を第4の直線L4とする。

【0091】

さらに、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい。

【0092】

図14において、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さい場合には、第2の超音波振動子が第4の超音波振動子53および67に設定される。第1の超音波振動子60と第2の超音波振動子53および67と一方の第2の超音波振動子53と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子54-59と他方の第2の超音波振動子67と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子61-66とから出力される超音波エコー信号を用いて、音速算出装置18において被検体における関心領域35の音速が算出される。

【0093】

図14において、制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第4の超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より大きい場合であって、第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より小さい場合に、2つの第4の直線L4で挟まれる範囲(第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子53-67から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0094】

図15においては、超音波プローブ10Bには複数の超音波振動子51-69が含まれている。

【0095】

第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より大きい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第3の直線L3とのなす角である第2の角度 $\theta_2$ より大きい場合には、第2の超音波振動子が第3の超音波振動子51および69に設定される。第1の超音波振動子60と、第2の超音波振動子51および69と、一方の第2の超音波振動子51から第1の超音波振動子60までの間の他の超音波振動子52-59と、第1の超音波振動子60から他方の第2の超音波振動子69までの間の他の超音波振動子61-68と、から出力される超音波エコー信号を用いて音速算出装置18において被検体における関心領域35の音速が算出される。

【0096】

第1の角度 $\theta_1$ と第2の角度 $\theta_2$ とが等しい場合には、図14に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよいし、図15に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。

【0097】

図16および図17は、さらに他の実施例を示すもので、超音波プローブ10から被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0098】

図16および図17のいずれにおいても、表示画面30における関心領域32に対応して、被検体における関心領域35が設定されている。被検体における関心領域35の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0099】

図16および図17においても焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子60とを結ぶ直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域35の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0100】

さらに、図16および図17に示す超音波プローブ10においても、被検体における関心領域35の音速計算に用いられる超音波エコーを同時に受信することが可能な最大数の超音波振動子が第2の一部の超音波振動子となる。さらに、複数の超音波振動子41-79のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子41および79を第3の超音波振動子とする。また、焦点Fと第3の超音波振動子41および第3の超音波振動子79のそれぞれとを結ぶ直線を第3の直線L3とする。さらに、第2の一部の超音波振動子のうち焦点Fから最も遠い位置にある超音波振動子を第4の超音波振動子とする。また、焦点Fと第4の超音波振動子とを結ぶ直線を第4の直線L4とする。

【0101】

さらに、第2の一部の超音波振動子に含まれる第5の超音波振動子が、焦点Fと第1の超音波振動子60との距離である第1の距離と、焦点Fと第5の超音波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近いものとして規定される。また、焦点Fと第2の一部の超音波振動子のうち焦点Fから最も遠い位置にある第5の超音波振動子とを結ぶ直線を第5の直線L5とする。

【0102】

さらに、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第4の直線L4とのなす角である第3の角度 $\theta_3$ より小さい。

【0103】

図16において、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より大きい場合には、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子49および71に設定される。第1の超音波振動子60と第2の超音波振動子49および71と一方の第2の超音波振動子49と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子50-59と第1の超音波振動子60から他方の第2の超音波振動子71の間の他の超音波振動子61-70から出力される超音波エコー信号を用いて、音速算出装置18において被検体における関心領域35の音速が算出される。

【0104】

図16において、制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第2の直線L2上に位置する超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の角度 $\theta_1$ が第3の角度 $\theta_3$ よりも小さい場合であって、かつ第1の角度 $\theta_1$ が第4の角度 $\theta_4$ よりも大きい場合に、2つの第2の直線L2で挟まれる範囲(第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ に含まれる範囲)に存在する超音波振動子49-71から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0105】

図17においては、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい。このように、第1の直線L1と第2の直線L2とのなす角である第1の角度 $\theta_1$ が、第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4の角度 $\theta_4$ より小さい場合には、第2の超音波振動子が、第5の超音波振動子41および79に設定される。第1の超音波振動子60と設定された第2の超音波振動子41および79と、一方の第2の超音波振動子41と第1の超音波振動子60との間の他の超音波振動子42-59と第1の超音波振動子60から他方の第2の超音波振動子79の間の他の超音波振動子61-78から出力される超音波エコー信号を用いて、音速算出装置18において被検体における関心領域35の音速が算出される。

【0106】

図17において、制御装置2(音速算出手段)によって、第2の超音波振動子が第5超音波振動子に明確に設定される必要は必ずしも無い。第1の角度 $\theta_1$ が第3の角度 $\theta_3$ よりも小さい場合であって、かつ第1の角度 $\theta_1$ が第4の角度 $\theta_4$ よりも小さい場合に、2つの第5の直線L5で挟まれる範囲(第1の直線L1と第5の直線L5とのなす角である第4

の角度 4 に含まれる範囲)に存在する超音波振動子41-79から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域35の音速が算出されればよい。

【0107】

第1の角度 1と第4の角度 4とが等しい場合には、図16に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよいし、図17に示すようにして被検体における関心領域35の音速が算出されてもよい。

【0108】

図18は、第1の角度 1から第4の角度 4に応じて、使用角度 を決定する処理手順を示すフローチャートである。決定した使用角度 の範囲に含まれる超音波振動子から出力される超音波エコー信号を用いて被検体における関心領域の音速が算出される。

【0109】

第1の角度 1が第3の角度 3以上の場合には(ステップS11でNO)、第1の角度 1が第2の角度 2より小さいかどうかを制御装置2によって判断される(ステップS12)。第1の角度 1が第2の角度 2よりも小さい場合には(ステップS12でYES)、使用角度 は第3の角度 3と決定される(ステップS13)。第1の角度 1が第2の角度 2以上の場合には(ステップS12でNO)、使用角度 は、第2の角度 2と決定される(ステップS14)。

【0110】

第1の角度 1が第3の角度 3より小さい場合には(ステップS11でYES)、第4の角度 4が第1の角度 1よりも小さいかどうかを制御装置2によって判断される(ステップS15)。第4の角度 4が第1の角度 1より小さい場合には(ステップS15でYES)、使用角度 は第1の角度 1と決定される(ステップS16)。第4の角度 4が第1の角度 1以上の場合には(ステップS15でNO)、使用角度 は第4の角度 4と決定される(ステップS17)。

【0111】

図18のステップS11において、第1の角度 1が第3の角度 3と等しい場合にステップS15の処理に以降してもよい。また、ステップS12において、第1の角度 1が第2の角度 2と等しい場合に、使用角度 を第3の角度 3と決定してもよい。さらに、ステップS15において、第4の角度 4が第1の角度 1と等しい場合に、使用角度 を第1の角度 1と決定してもよい。

【0112】

図19は、他の実施例を示すもので、超音波プローブ10Cから被検体に超音波wが送信される様子を示している。

【0113】

超音波プローブ10Cは、リニア型の超音波プローブ10Cである。超音波プローブ10Cには複数の超音波振動子81から101が一直線状に配列されている。

【0114】

超音波プローブ10Cの送信方向は、超音波プローブ10Cの超音波振動子81-101の配列方向に垂直方向であり、被検体に向かう方向である。被検体における関心領域36が設定されており、被検体における関心領域36は矩形である。被検体における関心領域36の送信方向に最も離れている部分に焦点Fが設定されている。

【0115】

第1の一部の超音波振動子90-94から被検体に対して超音波wが送信され、焦点Fからの超音波エコーが第2の一部の超音波振動子87-97において受信される。第1の超音波振動子90-94と第2の超音波振動子87-97とが同じでもよいし、超音波プローブ10Cに含まれる複数の超音波振動子81-101のすべてが第1の一部の超音波振動子または第2の一部の超音波振動子でもよいし、超音波プローブ10Cに含まれる複数の超音波振動子81-101のすべてが第1の一部の超音波振動子および第2の一部の超音波振動子でもよい。

【0116】

焦点Fと、焦点Fからの距離がもっとも近い位置にある第1の超音波振動子92とを結ぶ

直線は第1の直線L1である。また、被検体における関心領域36の4つの頂点P1、P2、P3およびP4のうち、焦点Fから最も遠い位置にある2つの第1の頂点P1およびP2と焦点Fとを結ぶ直線が第2の直線L2である。

【0117】

設定された焦点Fからの超音波エコーを受信する第2の一部の超音波振動子87-97のうち、焦点Fからの距離が最も近い位置にある第1の超音波振動子92と、第1の超音波振動子60以外である第2の超音波振動子であって焦点Fおよび被検体における関心領域35を通過する直線L2上に位置し、かつ第1の超音波振動子92を間に挟む2つの第2の超音波振動子87および97と、第1の超音波振動子92と一方の第2の超音波振動子87との間にある他の超音波振動子88-91と、第1の超音波振動子92と他方の第2の超音波振動子97との間にある他の超音波振動子93-96から出力される超音波エコー信号を用いて、被検体における関心領域36の音速が音速算出装置18において算出される。

【符号の説明】

【0118】

- 1 超音波診断装置(音速算出システム)
- 2 制御装置(送信制御手段、音速算出手段、焦点設定手段、音速算出手段)
- 3 操作装置(関心領域設定手段)
- 5 操作制御装置(送信制御手段)
- 7 送信制御装置(送信制御手段)
- 8 駆動信号発生装置(送信制御手段)
- 10, 10A, 10B, 10C 超音波プローブ(音響波プローブ)
- 15 STC装置(音響波画像生成手段)
- 16 DSC(音響波画像生成手段)
- 18 音速算出装置(音速算出手段)

【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の音響波振動子が配列されている音響波プローブ、  
音響波振動子を駆動して音響波振動子から被検体に音響波を送信させる送信駆動手段、  
上記被検体に上記音響波を送信し上記被検体からの音響波エコーを受信する音響波振動子から出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体の音響波画像を生成する音響波画像生成手段、

上記音響波画像生成手段によって生成された音響波画像に対して、関心領域を設定する関心領域設定手段、

上記音響波画像における関心領域に対応する上記被検体における関心領域の上記音響波の送信方向に最も離れている部分に、上記複数の音響波振動子のうち第1の一部の音響波振動子から送信される音響波の焦点を設定する焦点設定手段、ならびに

上記焦点設定手段において設定された焦点からの上記音響波エコーを受信する第2の一部の音響波振動子のうち、上記焦点からの距離が最も近い位置にある第1の音響波振動子と、上記第1の音響波振動子以外である第2の音響波振動子であって上記焦点および上記被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、かつ上記第1の音響波振動子を間に挟む2つの第2の音響波振動子と、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される音響波エコー信号を用いて、上記被検体における関心領域の音速を算出する音速算出手段、

を備えた音速算出システム。

【請求項2】

上記被検体における関心領域は、円の二つの半径と弧で囲まれた形状であり、  
上記音響波の送信方向に最も離れている部分は、上記被検体における関心領域のうち上記音響波プローブから最も離れている弧の中央である、  
請求項 1 に記載の音速算出システム。

【請求項 3】

上記焦点と上記第 1 の音響波振動子とを結ぶ直線を第 1 の直線とし、上記被検体における関心領域の 4 つの頂点のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 1 の頂点と上記焦点とを結ぶ直線を第 2 の直線とした場合に、

上記音速算出手段は、上記第 2 の音響波振動子を上記第 2 の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する、

請求項 2 に記載の音速算出システム。

【請求項 4】

上記焦点と上記複数の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 3 の音響波振動子とを結ぶ直線を第 3 の直線とした場合に、

上記音速算出手段は、

上記第 1 の直線と上記第 2 の直線とのなす角である第 1 の角度が、上記第 1 の直線と上記第 3 の直線とのなす角である第 2 の角度より小さい場合には、上記第 2 の音響波振動子を上記第 2 の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第 1 の角度が上記第 2 の角度よりも大きい場合には、上記第 2 の音響波振動子を上記第 3 の音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する、

請求項 3 に記載の音速算出システム。

【請求項 5】

上記第 2 の一部の音響波振動子は、上記設定された焦点から上記被検体における関心領域の音速計算に用いられる上記音響波エコーを同時に受信する事が可能な最大数の音響波振動子からなり、

上記焦点と上記第 2 の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 4 の音響波振動子とを結ぶ直線を第 4 の直線とした場合に、

上記音速算出手段は、

上記第 1 の直線と上記第 2 の直線とのなす角である第 1 の角度が、上記第 1 の直線と上記第 4 の直線とのなす角である第 3 の角度より小さい場合には、上記第 2 の音響波振動子を上記第 2 の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第 1 の角度が、上記第 3 の角度よりも大きい場合には、上記第 2 の音響波振動子を上記第 4 の音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する

請求項 3 に記載の音速算出システム。

【請求項 6】

上記第 2 の一部の音響波振動子に含まれる第 5 の音響波振動子であって、

上記第 5 の音響波振動子は、上記焦点と上記第 1 の音響波振動子との距離である第 1 の距離と、上記焦点と上記第 5 の音響波振動子との距離である第 2 の距離との差が所定の検出限界幅に最も近い第 5 の音響波振動子であり、

上記焦点と上記第 2 の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第 5

の音響波振動子とを結ぶ直線を第5の直線とした場合に、

上記音速算出手段は、

上記第1の直線と上記第2の直線とのなす角である第1の角度が、上記第1の直線と上記第5の直線とのなす角である第4の角度より大きい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第2の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第1の角度が、上記第4の角度よりも小さい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第5の音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する、

請求項3に記載の音速算出システム。

【請求項7】

上記第2の一部の音響波振動子は、上記設定された焦点から上記被検体における関心領域の音速計算に用いられる上記音響波エコーを同時に受信することが可能な最大数の音響波振動子からなり、

上記焦点と上記複数の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とし、

上記焦点と上記第2の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とし、かつ

上記第1の直線と上記第2の直線とのなす角である第1の角度が、上記第1の直線と上記第4の直線とのなす角である第3の角度より大きい場合において、

上記音速算出手段は、

上記第1の直線と上記第2の直線とのなす角である第1の角度が、上記第1の直線と上記第3の直線とのなす角である第2の角度より小さい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第4の音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第1の角度が上記第2の角度よりも大きい場合には、上記第2の音響波振動子を上記第3の音響波振動子に設定した上で、上記第1の音響波振動子と上記第2の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する、

請求項3に記載の音速算出システム。

【請求項8】

上記第2の一部の音響波振動子は、上記設定された焦点から上記被検体における関心領域の音速計算に用いられる上記音響波エコーを同時に受信することが可能な最大数の音響波振動子からなり、

上記第2の一部の音響波振動子に含まれる第5の音響波振動子であって、

上記第5の音響波振動子は、上記焦点と上記第1の音響波振動子との距離である第1の距離と、上記焦点と上記第5の音響波振動子との距離である第2の距離との差が所定の検出限界幅に最も近い第5の音響波振動子であり、

上記焦点と上記複数の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第3の音響波振動子とを結ぶ直線を第3の直線とし、

上記焦点と上記第2の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第4の音響波振動子とを結ぶ直線を第4の直線とし、

上記焦点と上記第2の一部の音響波振動子のうち上記焦点から最も遠い位置にある第5の音響波振動子とを結ぶ直線を第5の直線とし、かつ

上記第1の直線と上記第2の直線とのなす角である第1の角度が、上記第1の直線と上記第4の直線とのなす角である第3の角度より小さい場合において、

上記音速算出手段は、

上記第 1 の直線と上記第 2 の直線とのなす角である第 1 の角度が、上記第 1 の直線と上記第 5 の直線とのなす角である第 4 の角度より大きい場合には、上記第 2 の音響波振動子を上記第 2 の直線上に位置する音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出し、

上記第 1 の角度が上記第 4 の角度よりも小さい場合には、上記第 2 の音響波振動子を上記第 5 の音響波振動子に設定した上で、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子と上記他の音響波振動子とから出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体における関心領域の音速を算出する、

請求項 3 に記載の音速算出システム。

【請求項 9】

上記音響波プローブは、上記複数の音響波振動子が円弧状に配列されているコンベックス型の音響波プローブである、

請求項 2 に記載の音速算出システム。

【請求項 10】

上記音響波プローブは、リニア型音響波プローブであり、

上記被検体における関心領域は矩形であり、

上記音響波の送信方向に最も離れている部分は、上記被検体における関心領域のうち上記音響波プローブから音響波の送信方向に離れている辺の中央である、

請求項 1 に記載の音速算出システム。

【請求項 11】

送信駆動手段が、複数の音響波振動子が配列されている音響波プローブに含まれている上記音響波振動子を駆動して上記音響波振動子から被検体に音響波を送信させ、

音響波画像生成手段が、上記被検体に上記音響波を送信し上記被検体からの音響波エコーを受信する音響波振動子から出力される音響波エコー信号を用いて上記被検体の音響波画像を生成し、

関心領域設定手段が、上記音響波画像生成手段によって生成された音響波画像に対して、関心領域を設定し、

焦点設定手段が、上記音響波画像における関心領域に対応する上記被検体における関心領域の上記音響波の送信方向に最も離れている部分に、上記複数の音響波振動子のうち第 1 の一部の音響波振動子から送信される音響波の焦点を設定し、

音速算出手段が、上記焦点設定手段によって設定された焦点からの上記音響波エコーを受信する第 2 の一部の音響波振動子のうち、上記焦点からの距離が最も近い位置にある第 1 の音響波振動子と、上記第 1 の音響波振動子以外である第 2 の音響波振動子であって上記焦点および上記被検体における関心領域を通過する直線上に位置し、かつ上記第 1 の音響波振動子を間に挟む 2 つの第 2 の音響波振動子と、上記第 1 の音響波振動子と上記第 2 の音響波振動子との間にある他の音響波振動子と、から出力される音響波エコー信号を用いて、上記被検体における関心領域の音速を算出する、

音速算出方法。

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/JP2016/067085
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> A61B8/14 (2006.01) i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B8/14  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-62483 A (Hitachi Aloka Medical, Ltd.), 09 April 2015 (09.04.2015), claims 1 to 5; paragraphs [0028] to [0030], [0039] to [0042], [0048] to [0065]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-11
A	JP 2013-255599 A (Fujifilm Corp.), 26 December 2013 (26.12.2013), claims 1 to 11 (Family: none)	1-11
A	JP 2013-255598 A (Fujifilm Corp.), 26 December 2013 (26.12.2013), claims 1 to 11 (Family: none)	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 July 2016 (29.07.16)		Date of mailing of the international search report 09 August 2016 (09.08.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/067085

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-196304 A (Fujifilm Corp.), 18 October 2012 (18.10.2012), claims 1 to 7 & US 9052268 B2 claims 1 to 20 & CN 102688066 A	1-11
A	JP 2012-192077 A (Fujifilm Corp.), 11 October 2012 (11.10.2012), claims 1 to 5 & US 2012/0238877 A1 claims 1 to 5 & CN 102670249 A	1-11
A	JP 2012-161569 A (Fujifilm Corp.), 30 August 2012 (30.08.2012), claims 1 to 5 & US 2012/0203109 A1 claims 1 to 16 & CN 102631219 A	1-11

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 6 7 0 8 5									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/14(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/14											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2016年										
日本国実用新案登録公報	1996-2016年										
日本国登録実用新案公報	1994-2016年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2015-62483 A (日立アロカメディカル株式会社) 2015.04.09, 請求項 1-5, 段落[0028]-[0030], [0039]-[0042], [0048]-[0065], 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1-11									
A	JP 2013-255599 A (富士フイルム株式会社) 2013.12.26, 請求項 1-11 (ファミリーなし)	1-11									
A	JP 2013-255598 A (富士フイルム株式会社) 2013.12.26, 請求項 1-11 (ファミリーなし)	1-11									
A	JP 2012-196304 A (富士フイルム株式会社) 2012.10.18, 請求項 1-7 & US 9052268 B2 請求項 1-20 & CN 102688066 A	1-11									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 29.07.2016		国際調査報告の発送日 09.08.2016									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 宮川 哲伸	2U 9208								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3292								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 6 7 0 8 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-192077 A (富士フイルム株式会社) 2012. 10. 11, 請求項 1-5 & US 2012/0238877 A1 請求項 1-5 & CN 102670249 A	1-11
A	JP 2012-161569 A (富士フイルム株式会社) 2012. 08. 30, 請求項 1-5 & US 2012/0203109 A1 請求項 1-16 & CN 102631219 A	1-11

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	声速计算系统和声速计算方法		
公开(公告)号	<a href="#">JPWO2017056566A1</a>	公开(公告)日	2018-04-12
申请号	JP2017542781	申请日	2016-06-08
[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	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/58 A61B8/14 A61B8/4488 A61B8/4494 A61B8/469 A61B8/5207 A61B8/5269 G16H40/63		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DD20 4C601/EE09 4C601/HH27 4C601/HH28 4C601/HH33 4C601/JB34 4C601/JB48 4C601/JB49 4C601/JC37		
优先权	2015190725 2015-09-29 JP		
其他公开文献	JP6434642B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

提供一种能够准确地计算对象中的关注区域的声速的声速计算系统和声速计算方法。超声波 (w) 的焦点 (F) 设定在距关注区域 (35) 在超声波 (w) 的传播方向上最远的部分。来自焦点 (F) 的超声回波被第二部分超声换能器 (51) 至 (69) 接收。在最靠近焦点 (F) 的位置处的第一超声换能器 (60) 和除焦点之外的第一超声换能器以外的第二超声换能器 (F) 和位于直线 (L2) 上的两个第二超声换能器 (51) 和 (69) 穿过对象中的感兴趣区域 (35)，并将第一超声换能器 (60) 夹在它们之间。以及其他超声换能器 (52) - (59) 和 (61) - (在第一超声换能器 (60) 与第二超声换能器 (51) 和 (69) 之间)。使用从68输出的超声回波信号计算感兴趣区域 (35) 的声速。

