

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-261

(P2018-261A)

(43) 公開日 平成30年1月11日(2018.1.11)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/06 (2006.01)	A 6 1 B 8/06	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-126801 (P2016-126801)</p> <p>(22) 出願日 平成28年6月27日 (2016. 6. 27)</p>	<p>(71) 出願人 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号</p> <p>(74) 代理人 110000888 特許業務法人 山王坂特許事務所</p> <p>(72) 発明者 吉川 秀樹 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内</p> <p>Fターム(参考) 4C601 DD03 DD04 DE04 DE05 DE06 DE10 DE11 DE14 EE09 EE10 JB45 JC09 JC11 JC13 JC37 KK02 KK24 KK31</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置、超音波撮像方法、および、結合状態評価装置

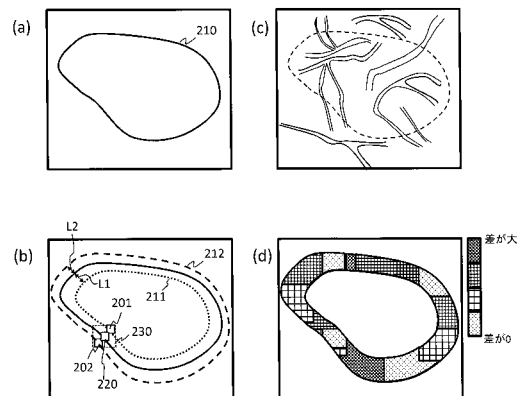
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】組織境界の結合状態を評価するための情報を生成して表示する機能を備えた超音波撮像装置を提供する。

【解決手段】検査対象に向かって超音波を送信させ、検査対象からの超音波を受信して、受信信号を得る。そして、あらかじめ設定された検査対象内の境界 2 1 0 を挟んで、境界の内側に位置する内側領域 2 0 1 と外側に位置する外側領域 2 0 2 のそれぞれにおける血流に関する情報を、受信信号から算出し、算出した情報の差を求め、差の大小を、境界の内外の組織の結合状態を示す情報として表示する画像を生成する。

【選択図】 図 2

図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検査対象に向かって超音波を送信させ、前記検査対象からの超音波を受信して、受信信号を得る送受信制御部と、

あらかじめ設定された前記検査対象内の境界を挟んで、前記境界の一方の領域に位置する第一領域と前記境界の他方の領域に位置する第二領域のそれぞれにおける血流に関する情報を、前記受信信号から算出し、算出した情報の差を求め、前記差の大小を、前記第一領域の組織と前記第二領域の組織との結合状態を示す情報として表示する画像を生成する結合状態情報生成部とを有することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記結合状態情報生成部は、前記境界上に関心領域を設定し、前記関心領域を挟んで所定の距離で対向するように、前記第一領域として前記境界の内側に位置する内側領域を設定し、前記第二領域として前記境界の外側に位置する外側領域を設定することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記結合状態情報生成部は、前記差が、予め定めた値よりも小さい場合、前記関心領域において前記境界の内側の組織と外側の組織が結合していることを示す画像を生成することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記血流に関する情報は、血流速度、血流量、血管分布、並びに、造影剤を検査対象に投与した場合の、造影剤の前記内側領域および前記外側領域への流入開始時間、流出開始時間、所定の造影剤濃度への到達時間、造影剤の平衡濃度への到達時間、造影剤の所定濃度以上の持続時間、および、造影剤の総流量、のうちの少なくとも一つの情報、または、少なくとも一つを用いて算出した情報であることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記結合状態情報生成部は、前記境界の内側の前記境界から所定の距離だけ離れた位置に、前記境界に平行な内側線を、前記境界の外側の前記境界から所定の距離だけ離れた位置に、前記境界に平行な外側線を、それぞれ設定し、前記内側線上に前記内側領域を、前記外側線上に前記外側領域を、前記関心領域を挟んで対向するように設定することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の超音波撮像装置であって、前記内側領域と前記外側領域とを結ぶ線は、前記境界と所定の角度をなすことを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の超音波撮像装置であって、前記境界、前記内側線、および、前記外側線は、それぞれ閉じた線であることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記結合状態情報生成部は、前記受信信号から生成した前記検査対象の画像上で、前記境界の位置の入力を操作者から受け付ける境界入力受付部を有することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記結合状態情報生成部は、前記受信信号から生成した前記検査対象の画像を処理することにより、前記画像における前記境界を演算により抽出する境界抽出部を有することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記結合状態情報生成部は、前記差の値を、複数段階に分け、前記段階を、前記第一領域の組織と前記第二領域の組織との結合の度合を示す情報として表示する画像を生成することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記情報の前記差とは、前記内側領域および前記外側領域における前記情報の値の差、比、および、前記差を前記内側領域と前記外側領域の距離で除した勾配、内側領域における血流に関する情報の値の分布と外側領域における血流に関する情報の値の分布の類似度のうちのいずれかであることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 1 2】

検査対象に向かって超音波を送信させ、前記検査対象からの超音波を受信して、受信信号を得るステップと、

あらかじめ設定された前記検査対象内の境界を挟んで、前記境界の内側に位置する内側領域と外側に位置する外側領域のそれぞれにおける血流に関する情報を、前記受信信号から算出し、算出した情報の差を求めるステップと、

前記差の大小を、前記境界の内外の組織の結合状態を示す情報として表示するステップとを有することを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 1 3】

検査対象に向かって送信された超音波のエコーを受信して得た受信信号を受け取って、血流に関する情報を算出する血流情報算出部と、

あらかじめ設定された前記検査対象内の境界を挟んで、前記境界の内側に位置する内側領域と外側に位置する外側領域のそれぞれにおける前記血流に関する情報の差を求め、前記差の大小を、前記境界の内外の組織の結合状態を示す情報として表示する画像を生成する画像生成部とを有することを特徴とする結合状態評価装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波撮像装置、超音波撮像方法、および、結合状態評価装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波撮像装置、磁気共鳴イメージング（MRI：Magnetic Resonance Imaging）装置、および、X線CT（Computed Tomography）装置に代表される医療用の画像撮像装置は、目視できない生体内の情報を数値または画像の形態で提示する装置として広く利用されている。中でも超音波撮像装置は、他の装置と比較して高い時間分解能を備えており、拍動下の心臓を滲みなく画像化できる性能を持つ。

【0003】

超音波撮像装置は、特に腫瘍診断のために多岐にわたって用いられている。例えば、5mmサイズ以上の腫瘍の有無を検知する存在診断や、腫瘍形状、血管分布ならびに弾性の情報等に基づいて行う腫瘍の性状診断に利用されている。また、腫瘍の治療段階においても、治療計画の作成時や、術中モニタリング時に活用されている。

【0004】

近年、特に患者負担が少ない低侵襲治療法が発展してきており、これに伴い、より正確な治療範囲の同定や、治療中の位置や治療完了領域を確認する技術が求められている。そのため、術前治療計画の作成や術中モニタリングに用いる超音波画像についての期待は近年益々高くなっている。

【0005】

例えば、超音波画像に基づいて、組織の境界位置を判定する技術が、特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 の技術は、2次元または3次元の超音波画像の輝度情報（Bモード画像）に基づき、組織境界をファジィ推論アルゴリズムに基づき判定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2000-126181号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

腫瘍組織とその周辺組織との境界は、腫瘍の良悪性を診断する際や、治療計画を作成する際に、極めて重要な情報をもつ。具体的には、腫瘍の境界に関する重要な情報は、大きく2つあり、1つ目は、境界の位置の情報であり、2つ目は、境界における組織結合の状態の情報である。1つ目の境界位置は、特許文献1のように、B像の輝度情報を統計的に分析することにより、判定することが可能である。

【0008】

一方、2つ目の境界における組織結合の状態は、超音波画像の輝度情報だけから判断することは困難である。しかしながら、腫瘍の境界において、腫瘍がその周辺組織と結合しているかどうかは、腫瘍が周辺組織まで浸潤しているかどうかに対応している場合が多く、治療方法の判定や良悪性診断に極めて重要である。そのため、超音波撮像によって境界における組織結合状態についての情報を取得し、その組織結合状態を可視化してユーザに提供することが望まれている。

【0009】

本発明の目的は、腫瘍の良悪性診断や治療計画の精度向上に資する組織境界の結合状態を評価するための情報を、生成して表示する機能を備えた超音波撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するため、本発明の超音波撮像装置では、検査対象に向かって超音波を送信させ、検査対象からの超音波を受信して、受信信号を得る。そして、あらかじめ設定された検査対象内の境界を挟んで、境界の一方の領域に位置する第一領域と境界の他方の領域に位置する第二領域のそれぞれにおける血流に関する情報を、受信信号から算出し、算出した情報の差を求め、差の大小を、第一領域の組織と第二領域の組織との結合状態を示す情報として表示する画像を生成する。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、腫瘍の良悪性診断や治療計画の精度向上に資する組織境界の結合状態を評価するための情報を、生成して表示する機能を備えた超音波撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本実施形態の超音波撮像装置の全体構成を示すブロック図。

【図2】(a)は、腫瘍の境界を、(b)は設定した関心領域と内側領域と外側領域を、(c)は血流画像を、(d)は結合状態画像をそれぞれ示す説明図。

【図3】本実施形態の超音波撮像装置の動作を示すフローチャート。

【図4】本実施形態の超音波撮像装置の動作を示すフローチャート。

【図5】(a)本実施形態の制御部が表示装置に表示させる撮像モードの受付用画面例、(b)血流情報の種類の受付用画面例。

【図6】(a)~(f)本実施形態の超音波撮像装置の動作を説明する説明図。

【図7】本実施形態の血流情報算出部が生成するTICの例を示すグラフ。

【図8】本実施形態の関心領域と内側領域と外側領域の別の設定方法を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の一実施形態の超音波撮像装置(超音波送受信装置)について説明する。

腫瘍およびその周辺には種々の組織が混在しているため、腫瘍がその周辺組織と結合しているかどうかを、検査対象からの超音波信号の強度すなわち、Bモード像における輝度

10

20

30

40

50

情報だけで評価することは困難である。本実施形態では、腫瘍がその周辺組織に結合している、すなわち浸潤している場合には、腫瘍内の血管が周辺組織まで伸び、周辺組織の内部に入り込んでいることに着目し、腫瘍内の血管が、周辺組織まで伸びているかどうかの情報を、腫瘍内の血流情報と周辺組織の血流情報との比較（差の大小）により求める。

【0014】

具体的には、腫瘍内の血管が周辺組織まで伸びている、すなわち境界において組織が結合している場合には、腫瘍の境界の内側領域から外側領域に向かって同じ血管が通っているか、もしくは、腫瘍内部の同じ血管を起点として枝分かれした2本以上の血管が内側領域および外側領域をそれぞれ通っていると考えられるため、境界の内側領域と外側領域の血流の状態の類似性が高い（差が小さい）。一方、腫瘍がその周辺組織に結合していない場合には、起点が全く異なる別々の血管が境界の内側領域と外側領域をそれぞれ通っているため、血流状態の類似性は、結合している場合と比較して低い（差が大きい）。よって、本実施形態では、境界の内側領域と外側領域の血流状態の情報を超音波により計測し、血流状態の情報の差を算出することにより、境界における組織の結合状態を評価する。

10

【0015】

図1は、本実施形態の超音波撮像装置の全体構成を示すブロック図である。図2(a)~(d)は、腫瘍の境界、血管等を示す説明図である。図1のように、本実施形態の超音波撮像装置は、検査対象100に向かって超音波を送信させ、検査対象からの超音波を受信して、受信信号を得る送受信制御部11と、結合状態評価部（結合状態情報生成部、結合状態評価装置）12とを備える。結合状態評価部12は、あらかじめ設定された検査対象内の境界210（図2(a)参照）を挟んで、境界210の一方である内側に位置する内側領域201および境界210の他方である外側に位置する外側領域202のそれぞれにおける血流に関する情報を、受信信号から算出する。また、図2(b)のように、内側領域201における血流情報と外側領域202における所定の血流情報（例えば血流速度等）を算出する。血流情報のみの画像の例を図2(c)に示す。そして、結合状態評価部12は、内側領域201および外側領域202について算出した血流に関する情報の差を求め、差の大小を、境界の内外の組織の結合状態を示す情報として表示する画像を生成する。例えば、図2(d)のように、内側領域201と外側領域202の間の領域に、求めた差の値の大小に応じた色または模様を表示する。このとき、結合状態評価部12は、差の値を複数段階に分け、境界の内外の組織の結合の度合を示す情報として表示してもよい。

20

30

【0016】

これにより、表示を見た操作者は、境界210を挟んだ内側領域201と外側領域202の血流情報の差の大小を把握することができる。よって、操作者は、血流情報の差が小さい領域には、境界210の内側から外側に同一または起点を同一とする血管が伸び、境界内外の組織が結合している可能性が高いと判断することができる。

【0017】

また、結合状態評価部12は、差の値が、予め定めた値よりも小さい場合、関心領域220において境界210の内側の組織と外側の組織が結合していることを示す、所定の色や模様を表示してもよい。これにより、操作者は、血流情報の差が、予め定めた値よりも小さい領域を、所定の色や模様で把握することができ、所定の色や模様の領域は、境界内外の組織が結合している可能性が高いことを把握できる。

40

【0018】

このように、本実施形態の超音波撮像装置は、境界210の内外における血流情報の差の大小を表示することにより、血流情報の差が小さい領域は、血流情報の差が大きい領域よりも、組織が結合している、すなわち浸潤している可能性が高いことを操作者が把握する支援をすることができる。

【0019】

なお、血流情報の差とは、内側領域201および外側領域202における情報の値の差のほか、値の比や、値の差を内側領域201と外側領域202の距離で除した勾配、内側

50

領域 2 0 1 における血流情報の値の分布と外側領域 2 0 2 における血流情報の値の分布の類似度等、情報の差が把握できる値であればどのような値であってもよい。

【 0 0 2 0 】

結合状態評価部 1 2 は、具体的には例えば、領域設定部 1 2 1 と血流情報算出部 1 2 2 と結合状態画像生成部 1 2 3 とを備える。

【 0 0 2 1 】

領域設定部 1 2 1 は、境界 2 1 0 上に関心領域 2 2 0 を設定し、関心領域 2 2 0 を挟んで所定の距離で対向するように、境界 2 1 0 の内側に内側領域 2 0 1 を、境界の外側に外側領域 2 0 2 をそれぞれ設定する。設定方法の一例としては、まず、領域設定部 1 2 1 は、境界 2 1 0 の内側の、境界 2 1 0 から所定の距離 L_1 だけ離れた位置に、境界 2 1 0 に平行な内側線 2 1 1 を、境界 2 1 0 の外側の、境界 2 1 0 から所定の距離 L_2 だけ離れた位置に、境界 2 1 0 に平行な外側線 2 1 2 を、それぞれ設定する。そして、領域設定部 1 2 1 は、内側線 2 1 1 上に内側領域 2 0 1 を、外側線 2 1 2 上に外側領域 2 0 2 を、関心領域を挟んで対向するように設定する。

10

【 0 0 2 2 】

なお、内側領域 2 0 1 と外側領域 2 0 2 とを結ぶ線は、境界 2 1 0 と所定の角度 θ をなすように設定することが望ましい。例えば、角度 θ は、 90° もしくは、予め定めた角度とする。

【 0 0 2 3 】

また、境界 2 1 0 が閉じた線である場合、閉じた線の内側が、内側線 2 1 1 が配置される側になる。この場合、内側線 2 1 1 および外側線 2 1 2 は、それぞれ閉じた線となる。また、境界 2 1 0 は、閉じた線に限られず、直線または閉じていない曲線でもよい。その場合、内側の方向を境界 2 1 0 のどちら側にするかは、予め定めてもよく、また、操作者から受け付けた方向を内側にしてもよい。ここで閉じた線が有効な事例は、腫瘍など塊を形成する組織であり、閉じていない曲線が有効な事例は、腸管癒着などの癒着が挙げられる。

20

【 0 0 2 4 】

血流情報算出部 1 2 2 は、送受信制御部 1 1 が受信した受信信号から、内側領域 2 0 1 と外側領域 2 0 2 における血流に関する情報を算出し、さらに、その差を算出する。結合状態画像生成部 1 2 3 は、血流情報算出部 1 2 2 が算出した、内側領域 2 0 1 と外側領域 2 0 2 の血流に関する情報の差を、関心領域 2 2 0 の組織の結合状態を示す情報として表示する画像、例えば図 2 (d) のような画像を生成し、接続されている表示装置 1 5 に表示させる。

30

【 0 0 2 5 】

また、結合状態評価部 1 2 の血流情報算出部 1 2 2 が算出する血流に関する情報としては、血流速度のほかに、血管分布、並びに、造影剤を検査対象に投与した場合の、造影剤の内側領域 2 0 1 および外側領域 2 0 2 への流入開始時間、流出開始時間、所定の造影剤濃度への到達時間、造影剤の平衡濃度への到達時間、造影剤の所定濃度以上の持続時間、および、造影剤の総流量、のうちの少なくとも一つの情報、または、少なくとも一つを用いて算出した情報を用いればよい。

40

【 0 0 2 6 】

結合状態評価部 1 2 は、受信信号から生成した検査対象の画像を表示装置 1 5 に表示させ、表示させた画像上で、境界 2 1 0 の位置の入力を操作者から受け付ける境界入力受付部 1 2 4 をさらに有する構成としてもよい。また、結合状態評価部 1 2 は、受信信号から生成した検査対象の画像を処理することにより、画像における境界 2 1 0 を演算により抽出する境界抽出部 1 2 5 をさらに有する構成としてもよい。

【 0 0 2 7 】

本実施形態の超音波撮像装置の結合状態評価部 1 2、特に血流情報算出部 1 2 2 によって組織境界の血流情報を評価した表示を行うことにより、操作者は、腫瘍境界の結合状態を客観的かつ正確に評価できる。臨床的には、腫瘍良悪性診断や治療計画の精度向上が期

50

待できる。

【0028】

以下、本実施形態の超音波撮像装置の構成および動作をさらに詳しく説明する。

【0029】

本実施形態の超音波撮像装置は、図1に示したように、送受信制御部11と、結合状態評価部12の他に、結合状態評価部12に入力する数値データ（または画像データ）を生成するBモード画像生成部18および血流撮像信号処理部19と、これらを制御する制御部17と、を内蔵している。送受信制御部11は、送信ビームフォーマ21と受信ビームフォーマ22とを備えている。また超音波撮像装置には、探触子10と、境界や撮像条件を入力する操作を操作者から受け付ける入力デバイス16と、各種画像を表示する表示装置15とが接続されている。

10

【0030】

結合状態評価部12、送受信制御部11、制御部17、Bモード画像生成部18および血流撮像信号処理部19の機能は、ソフトウェアによって実現してもよく、その一部または全部をハードウェアによって実現してもよい。ソフトウェアによって実現する場合、結合状態評価部12、送受信制御部11、制御部17、Bモード画像生成部18および血流撮像信号処理部19を、プロセッサ（例えば、CPU（Central Processing Unit））と、プログラムを予め格納したメモリによって構成する。CPUがプログラムを読み込んで実行することにより、後述する結合状態評価部12、送受信制御部11、制御部17、Bモード画像生成部18および血流撮像信号処理部19の機能を実現する。また、ハードウェアによって実現する場合には、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）のようなカスタムICや、FPGA（Field-Programmable Gate Array）のようなプログラマブルICを用い、後述する結合状態評価部12、送受信制御部11、制御部17、Bモード画像生成部18および血流撮像信号処理部19の動作を実現するように回路設計を行えばよい。

20

【0031】

以下、各部の動作を具体的に説明する。ここでは、結合状態評価部12、送受信制御部11、制御部17、Bモード画像生成部18および血流撮像信号処理部19をソフトウェアにより実行する場合を例に説明する。図3および図4は、各部の動作を示すフローチャートであり、図5(a)、(b)は、制御部17が表示装置15に表示させる撮像モード受付および血流情報の種類の選択受付の受付用画面の例である。制御部17、結合状態評価部12および送受信制御部11は、内蔵するメモリに予め格納されているプログラムを内蔵するCPUが読み込んでそれぞれ実行することにより、図3および図4のように動作する。

30

【0032】

まず、制御部17は、図5(a)、(b)に示したような、撮像モード受付および血流情報の種類の選択受付のための画面を表示装置15に表示させ、入力デバイス16を介して操作者から撮像モードの選択および血流情報の種類の選択を受け付ける。具体的には、図5(a)の撮像モード受付の受付用画面は、Bモード画像の撮像を行うかどうかを選択する選択部510および境界の結合状態の評価を実行するかどうかを選択する選択部520を含む。選択部510および選択部520において、制御部17は、Bモード画像の撮像をするかどうか、結合状態の評価を実行するかどうかの操作者の選択をそれぞれ受け付ける。

40

【0033】

選択部520は、さらに、境界の結合状態の評価の実行を選択する場合に、腫瘍の境界は手動で入力するか、画像処理によって境界は自動で検出するかを選択するための選択部521と、血流情報の撮像（血流画像の撮像）は、ドプラ血流撮像で行うか、造影剤を用いた造影血流撮像で行うかを選択するための選択部522を含む。制御部17は、これらの選択部521、522において、撮像モードの選択、つまり、境界は手動入力か自動検出かの選択、および、血流撮像方法は、ドプラ撮像か造影撮像かの選択を操作者から受

50

け付ける（ステップ301）。

【0034】

また、図5（b）の結合状態の評価に用いる血流情報の種類の選択受付の受付用画面は、血流速度、血管分布（密度）、造影剤の流入開始時間、造影剤の流出開始時間、造影剤の所定濃度への到達時間、造影剤の平衡濃度への到達時間、造影剤の所定濃度以上の持続時間、および、造影剤の総流量の一つを選択するための選択部530～537を有する。なお、血流速度の選択部530は、選択部522においてドプラ血流撮像および造影血流撮像のいずれを選択していても、選択可能である。血管分布（密度）の選択部531は、ドプラ血流撮像を選択している場合のみ選択可能である。他の血流情報の種類の選択部532～537は、造影血流撮像を選択している場合のみ選択可能である。制御部17は、結合状態の評価に用いる血流情報の種類の選択を操作者から受け付ける（ステップ301）。

10

【0035】

なお、制御部17は、図5（a）、（b）の画面を同じの画面上に表示させてもよく、図5（a）の画面を表示させて、操作者からの撮像モードの選択を受け付けた後に、図5（b）の画面を表示させてもよい。

【0036】

制御部17は、ステップ301において選択部510でBモード画像の撮像が選択されている場合（ステップ302）、ステップ303に進み、送受信制御部11を制御して、Bモード画像の撮像を行わせ、得られた受信信号からBモード画像をBモード画像生成部18に生成させ、Bモード画像を表示装置15に表示させる（ステップ303）。具体的には、送信ビームフォーマ21は、制御部17の制御により、送信信号（電気信号）を生成し、探触子10の各振動子に受け渡す。これにより、探触子10は、検査対象100の所定の送信走査線の方に超音波ビームを照射する。検査対象100による超音波のエコーは、再び探触子10の各振動子に到達し、受信信号（電気信号）に変換される。受信ビームフォーマ22は、制御部17の制御により、所定の1以上の受信走査線上の複数の受信焦点について、各振動子の受信信号が合焦するように各受信信号を遅延（整相）させた後、加算する。これにより、受信ビームフォーマ22は、受信走査線上の複数の受信焦点についての整相加算後の受信信号を生成する。制御部17の制御下で、送信ビームフォーマ21は、所定の撮像範囲の複数の送信走査線について順次、超音波ビームを送信し、受信ビームフォーマ21は、所定の撮像範囲の複数の受信走査線について、順次、整相加算後受信信号を生成する。Bモード画像生成部18は、受信走査線の各受信焦点について整相加算後受信信号の、強度を輝度に変換して並べることによりBモード画像を生成し、表示装置15に表示させる（ステップ303）。なお、Bモード画像生成部18は、生成したBモード画像を結合状態評価部12を介して表示装置15に表示させてもよい。

20

30

【0037】

制御部17は、ステップ301の選択部520において、境界の結合状態の評価の実行が選択されている場合（ステップ304）、ステップ305に進み、選択部522で選択された撮像方法によって、血流画像の撮像を行うよう送受信制御部11に指示して、血流画像の撮像を行わせ、得られた受信信号から血流画像を血流撮像信号処理部19に生成させ、血流画像を表示装置15に表示させる（ステップ305）。ここでは、選択部522において、造影血流撮像が選択され、選択部530～537において、血流情報の種類は、血流速度（選択部530）が選択されている場合を例に具体的に説明する。

40

【0038】

ステップ305の造影剤を用いた血流撮像方法について図4のフローを用いて説明する。この撮像方法は、広く知られた方法であるので、簡単に説明する。まず、制御部17は、造影剤として、例えば所定の径のマイクロバブルを含む液体を検査対象100の血管に注入するように操作者に促す指示の表示を表示装置15に表示させる（ステップ401）。そして、制御部17は、送受信制御部11の送信ビームフォーマ21に、所定の波形の送信信号を生成するように指示する。これにより、撮像範囲内の所定の送信走査線にそれ

50

ぞれ超音波ビームを送信させ、その都度、受信ビームフォーマ22に、所定の受信走査線について整相加算後受信信号を生成させる。次に、制御部17は、送信ビームフォーマ21に、前回の送信信号に対して位相を180°ずらした(位相を反転させた)送信信号を生成するように指示する。これにより、撮像範囲内の所定の送信走査線に、前回の送信時とは位相が反転した超音波ビームをそれぞれ送信させ、その都度、受信ビームフォーマ22に、所定の受信走査線について整相加算後受信信号を生成させる。制御部17の制御下で、血流撮像信号処理部19は、前回と今回の送受信でそれぞれ得た同じ受信走査線の同じ受信焦点の整相加算後受信信号を加算する。これにより、送信信号の周波数(基本波)の信号が打ち消され、造影剤(マイクロバブル)によって生じた二次高調波の受信信号が、受信走査線ごとに抽出される。これを超音波の送受信のたびに繰り返す。さらに、血流撮像信号処理部19は、受信走査線の受信焦点ごとについて抽出した二次高調波の受信信号を、強度を輝度に変換して並べることにより、順次、血流画像を生成し、時系列に表示装置15に表示させる(ステップ402)。なお、血流撮像信号処理部19は、生成した血流画像を結合状態評価部12を介して表示装置15に表示させてもよい。

10

20

30

40

50

【0039】

そして、制御部17は、操作者からの血流画像の取り込み開始の指示を待つ(ステップ403)。具体的には、操作者が、血流画像を見ながら、造影剤が所定の領域に流入開始したことを目視で確認等して、入力デバイス16を介して制御部17に、血流画像の取り込み開始を指示した場合には、制御部17は、血流撮像信号処理部19内のメモリ(不図示)にそれ以降の所定フレーム数(枚数) m (例えば $m=150$ 枚)の血流画像を記憶させる(格納させる)(ステップ404)。

【0040】

さらに、制御部17は、表示画像の選択を受け付け、表示画像を表示装置15に表示させる(ステップ405)。具体的には、制御部17は、入力デバイス16を介して、所定フレーム数 m の血流画像の中から1枚を操作者に選択させ、選択された血流画像を、例えば図2(b)または図6(a)のように表示装置15に表示させる(ステップ405)。なお、ステップ402の血流画像の撮影と交互に、ステップ303のBモード撮像を行ってもよい。この場合、ステップ405で選択された血流画像を表示装置15に表示する際に、Bモード画像を重畳表示することができる。血流画像とBモード画像を重畳表示することにより、血管以外の組織の像をより認識しやすい画像を表示することができるとともに、体動の把握を行うことが容易になるため、体動補正処理を行うことも可能になる。

【0041】

つぎに、図3のステップ306に進み、ステップ301において選択部521で境界の手動入力を選択されている場合、境界入力受付部124は、操作者から境界の入力を画像上で受け付ける(ステップ307)。例えば、図6(a)のように、ステップ405において表示された血流画像もしくは、血流画像とBモード画像の重畳画像が表示されている場合、境界入力受付部124は、操作者から入力デバイス16を介して、まず評価枠601の設定を受け付け(図6(b))、評価枠601内で、対象物(腫瘍)600の境界上の複数の点(ユーザ設定点)602の設定を操作者から受け付ける(図6(c))。評価枠601の設定として、例えば図6(b)に示すように、始点及び終点の設定を操作者から受け付け、始点及び終点を頂点とし対象物600を包含する図形を設定すればよい。そして、境界入力受付部124は、受け付けた複数の点602を結ぶ閉じた線を生成することにより、境界210を生成する。

【0042】

一方、ステップ306において、選択部521で境界の自動検出が選択されている場合、境界抽出部125は、表示されている血流画像もしくは、血流画像とBモード画像の重畳画像を画像処理することにより、境界210を自動で検出する(ステップ308)。画像処理による境界210の自動検出方法は、セグメンテーションとよばれる技術や、特許文献1に開示されている技術等、広く知られている境界認識技術を用いればよく、ここでは説明を省略する。

【 0 0 4 3 】

つぎに、ステップ 3 0 9 に進み、領域設定部 1 2 1 は、境界 2 1 0 上に、所定の大きさの関心領域 2 2 0 を自動設定点として等間隔に設定する（図 6（d）参照）。さらに、ステップ 3 1 0 に進み、領域設定部 1 2 1 は、境界 2 1 0 の内側に予め定めた距離 L_1 離れた位置に、境界 2 1 0 と平行な内側線 2 1 1 を設定する（図 6（e）参照）。また、境界 2 1 0 の外側の予め定めた距離 L_2 離れた位置に、境界 2 1 0 と平行な外側線 2 1 2 を設定する。そして、関心領域 2 2 0 ごとに、関心領域 2 2 0 を挟んで対向するように、内側線 2 1 1 の上に内側領域 2 0 1 を、外側線の上に外側領域 2 0 2 をそれぞれ設定する。内側領域 2 0 1 および外側領域 2 0 2 の大きさは、予め定めた大きさとする。ここでは、内側領域 2 0 1 と外側領域 2 0 2 とを結ぶ線が、境界 2 1 0 と所定の角度（例えば 90° ）をなすようにする。

10

【 0 0 4 4 】

つぎに、血流情報算出部 1 2 2 は、内側領域 2 0 1 及び外側領域 2 0 2 の画素ごとに輝度の時間変化曲線（TIC（time intensity curve））を生成する（ステップ 3 1 1）。具体的には、血流情報算出部 1 2 2 は、内側領域 2 0 1 及び外側領域 2 0 2 内の画素（受信焦点）についての輝度（二次高調波の受信信号の強度）を、血流撮像信号処理部 1 9 内のメモリに格納されている m 枚のフレームについてすべて読み出し、画素ごとに輝度の時間変化曲線（TIC）を図 7 のように生成する（ステップ 3 1 1）。

【 0 0 4 5 】

つぎに、血流情報算出部 1 2 2 は、生成した TIC に基づいて所定の血流情報を算出する（ステップ 3 1 2）。造影剤の濃度と輝度とは対応関係にあるため、血流情報算出部 1 2 2 は、生成した TIC から図 7 に示したように、血流速度（（6）TIC 上昇率）、画素位置への造影剤の流入開始時間（1）、流出開始時間（消失開始時間）（3）、造影剤の所定濃度への到達時間（（5）閾値輝度到達時間）、平衡濃度（（8）平衡輝度（血流量））への到達時間（（2）平衡輝度到達時間）、所定濃度以上の持続時間（4）、および、造影剤の総流量（（9）積分値 $TICdt$ ）を算出する。また、TIC を利用せず、Bモード画像または血流画像の輝度分布を特徴量として数値化して血流情報として活用してもよい（（10）輝度分布）。よって、血流情報算出部 1 2 2 は、ステップ 3 0 1 で選択を受け付けた血流情報を、TIC から算出する。例えば、血流情報が、血流速度である場合、TIC の上昇率を算出することにより血流速度を算出する。選択された血流情報を一つの内側領域 2 0 1 のすべての画素について算出したならば、すべての画素の血流情報の和、平均、最大値、最小値、または、分布等の少なくとも何れか 1 つの所定の値を算出し、その値をその内側領域 2 0 1 の血流情報の値とする（ステップ 3 1 2）。すべての内側領域 2 0 1 ならびに外側領域 2 0 2 について同様に血流情報の値を算出する。

20

30

【 0 0 4 6 】

つぎに、血流情報算出部 1 2 2 は、ステップ 3 1 2 で算出した内側領域 2 0 1 の血流情報の値と、外側領域 2 0 2 の血流情報の値との差を、関心領域 2 2 0 ごとに算出する（ステップ 3 1 3）。差としては、血流情報の値の差のほか、値の比や、値の差を内側領域 2 0 1 と外側領域 2 0 2 の距離（ $L_1 + L_2$ ）で除した勾配や、内側領域 2 0 1 における血流情報の値の分布と外側領域 2 0 2 における血流情報の値の分布の類似度でもよい。

40

【 0 0 4 7 】

結合状態画像生成部 1 2 3 は、ステップ 3 1 3 で求めた関心領域 2 2 0 の内側領域 2 0 1 と外側領域 2 0 2 の血流情報の値の差が、予め定めた複数段階の値の範囲のいずれに属するかを判定し、値の範囲に応じた色または模様を割り当てる（ステップ 3 1 4）。そして、結合状態画像生成部 1 2 3 は、関心領域 2 2 0 内または関心領域 2 2 0 を中心とする予め定めた大きさの表示領域 2 3 0 内に、割り当てた色または模様を図 6（f）のように表示する結合状態画像を生成する。図 6（f）の例では、関心領域 2 2 0 を中心とする予め定めた大きさの表示領域 2 3 0 を図 2（b）のように設定し、表示領域 2 3 0 内であって、かつ、内側線 2 2 1 と外側線 2 1 2 の間の領域に、割り当てた色または模様を表示することにより、結合状態画像を生成している。結合状態画像生成部 1 2 3 は、生成した結

50

合状態画像を表示装置 15 に表示させる (ステップ 315)。

【0048】

このように、本実施形態の超音波撮像装置は、境界を挟んで内側領域と外側領域とで血流情報の差の大小を定量的に計測し、境界における結合状態に関する画像として表示する。また、境界の位置のみならず、組織の浸潤や癒着の状態に対応する血流情報の差を可視化して表示する。したがって、操作者や医師による、治療方法の判定や良悪性診断のための、判断材料となる情報を提供することができる。

【0049】

なお、境界 210 上に設定した関心領域 220 を挟むように内側領域 201 と外側領域 201 を設定する方法は、上述したように内側線 211 と外側線 212 を設定し、その上に内側領域 201 と外側領域 201 を設定する方法に限られるものではなく、どのような設定方法を用いてもよい。例えば、図 8 に示すように、まず、境界 210 上に等間隔に画素 240 を設定し、画素 240 のうち隣り合う画素 P_1 、 P_2 の中点 P_0 を算出し、中点 P_0 を関心領域 220 の中心画素とする。そして、ベクトル P_0P_2 を、反時計回りに 90° 回転させ、 r 倍したベクトル P_0Q_1 を算出する。 Q_1 の画素を、内側領域 201 の中心画素とし、所定の大きさの内側領域 201 を設定する。また、ベクトル P_0P_2 を、時計回りに 90° (反時計回りに -90°) 回転させ、 r 倍したベクトル P_0Q_2 を算出する。 Q_2 の画素を、外側領域 202 の中心画素とし、所定の大きさの外側領域 202 を設定する。この方法は、内側線 211 および外側線 212 を設定することなく、簡単な計算で、関心領域 220、内側領域 201 および外側領域 202 を設定することができるというメリットがある。

10

20

【0050】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば FPGA (field-programmable gate array) のような集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、IC (Integrated Circuit) カード、SD カード、DVD 等の記録媒体に置くことができる。

30

【0051】

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

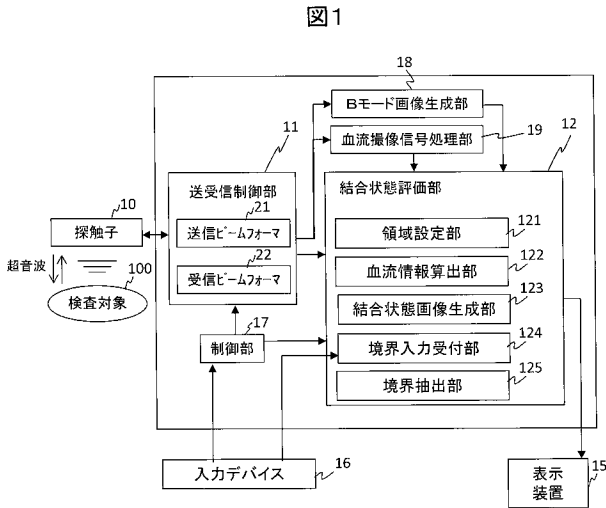
【符号の説明】

40

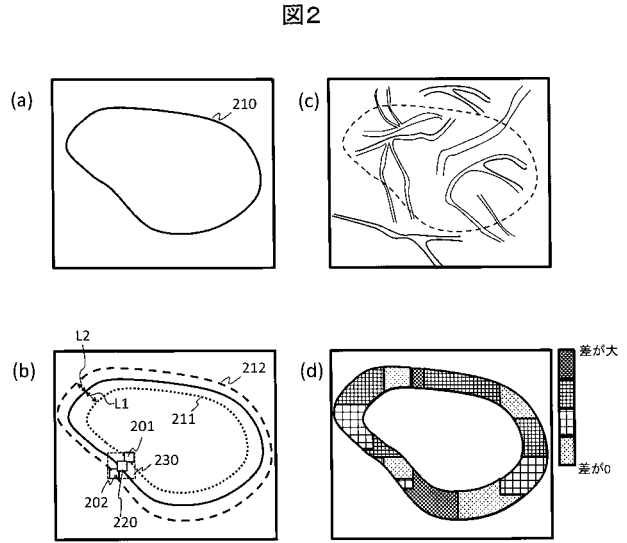
【0052】

10 ... 探触子、11 ... 送受信制御部、12 ... 結合状態評価部、15 ... 表示装置、16 ... 入力デバイス、17 ... 制御部、18 ... Bモード画像生成部、19 ... 血流撮像信号処理部、21 ... 送信ビームフォーマ、22 ... 受信ビームフォーマ、121 ... 領域設定部、122 ... 血流情報算出部、123 ... 結合状態画像生成部、124 ... 境界入力受付部、125 ... 境界抽出部、201 ... 内側領域、202 ... 外側領域、210 ... 境界、211 ... 内側線、212 ... 外側線、220 ... 関心領域、230 ... 表示領域

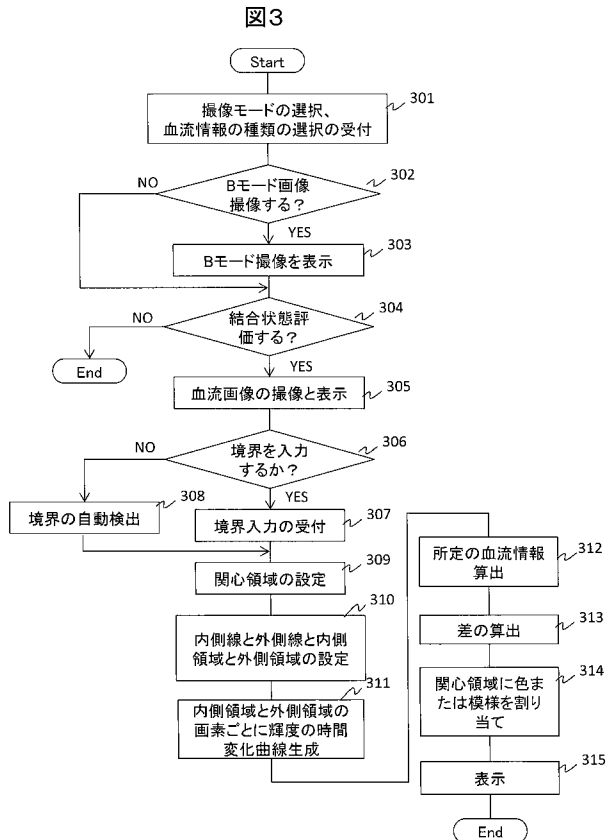
【 図 1 】



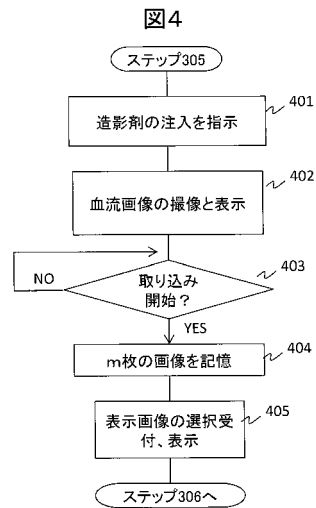
【 図 2 】



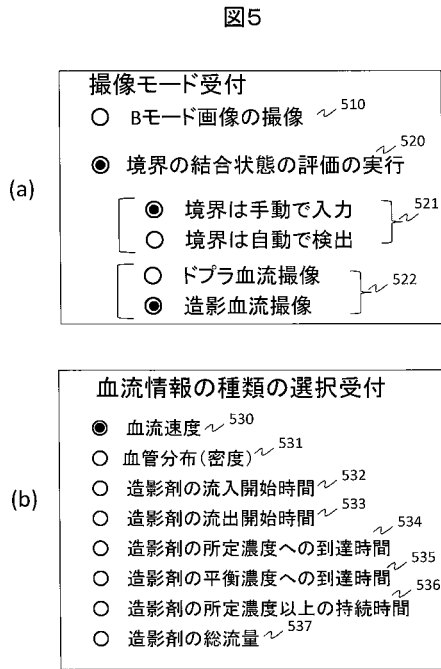
【 図 3 】



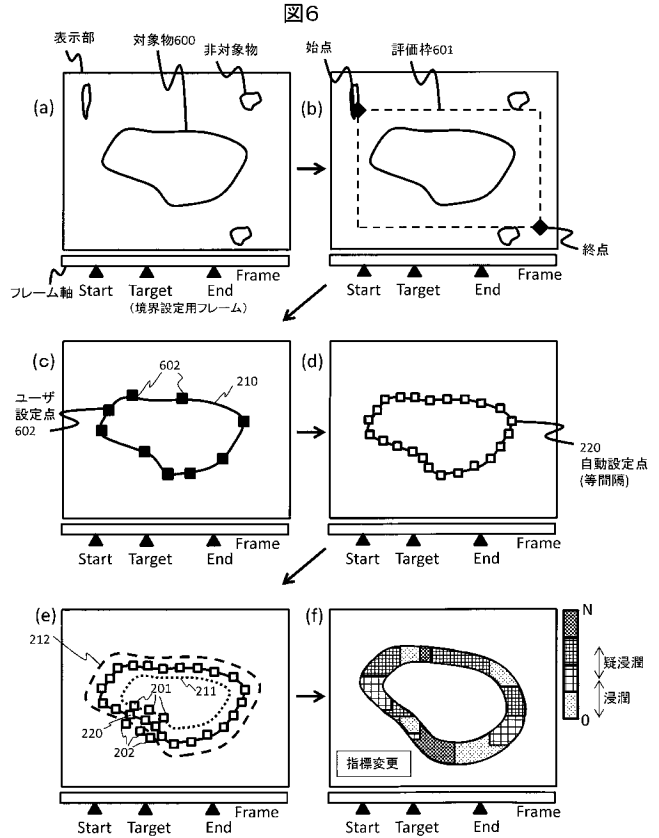
【 図 4 】



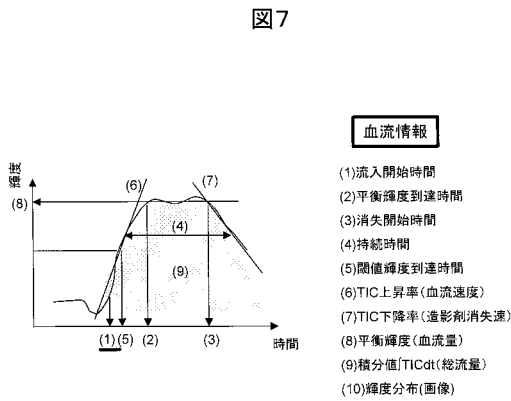
【 図 5 】



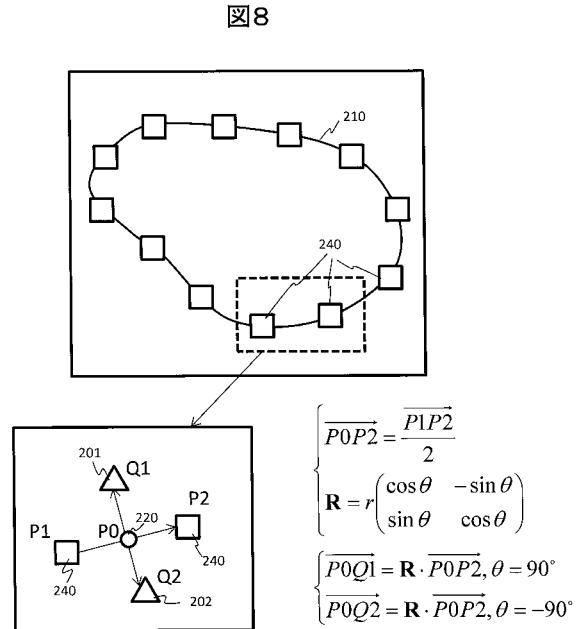
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



专利名称(译)	超声成像设备，超声成像方法和耦合状态评估设备		
公开(公告)号	JP2018000261A	公开(公告)日	2018-01-11
申请号	JP2016126801	申请日	2016-06-27
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	吉川秀樹		
发明人	吉川 秀樹		
IPC分类号	A61B8/06 A61B8/14		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14 A61B8/06.ZDM		
F-TERM分类号	4C601/DD03 4C601/DD04 4C601/DE04 4C601/DE05 4C601/DE06 4C601/DE10 4C601/DE11 4C601/DE14 4C601/EE09 4C601/EE10 4C601/JB45 4C601/JC09 4C601/JC11 4C601/JC13 4C601/JC37 4C601/KK02 4C601/KK24 4C601/KK31		
其他公开文献	JP6587583B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种超声波成像设备，其具有生成和显示用于评估组织边界的结合状态的信息的功能。超声波朝向检查对象传输，接收来自检查对象的超声波，并获得接收信号。然后，根据接收信号计算关于位于边界内部的每个内部区域201和位于边界210外部的的外部区域202中的血流的信息，并且计算该信息。获得信息的差异，并且生成图像，其中差异的大小被显示为指示边界内外组织的耦合状态的信息。[选择图]图2

图2

