

(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2004-267464
(P2004-267464A)

(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/08	A 6 1 B 8/08	4 C 6 0 1
G 0 1 S 15/89	G 0 1 S 15/89	5 J 0 8 3
// A 6 1 B 5/00	A 6 1 B 5/00 1 O 1 N	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-62134 (P2003-62134)	(71) 出願人	390029791 アロカ株式会社 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(22) 出願日	平成15年3月7日(2003.3.7)	(74) 代理人	100075258 弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976 弁理士 石田 純
		(72) 発明者	園山 輝幸 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
		(72) 発明者	原田 烈光 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内

最終頁に続く

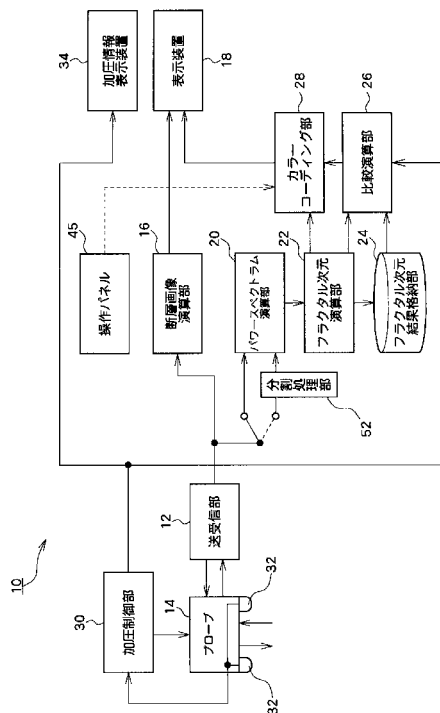
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 被検体組織の性状の診断精度を向上する。

【解決手段】 受波した超音波の受信信号をパワースペクトラム演算部 20 により処理し、パワースペクトラム形状を得る。この形状に関するフラクタル次元を、フラクタル次元演算部 22 により算出する。被検体組織に対する加圧力を変化させて、その前後のフラクタル次元を求め、さらにその差分を算出する。差分を加圧力で割って正規化し、この値を評価指標とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体に超音波を送波し、被検体を透過した超音波、または被検体内で反射した超音波を受波する超音波診断装置であって、
受波した超音波の受信信号のパワースペクトラムの形状を解析する解析手段と、
被検体を異なる加圧状態として取得したそれぞれの受信信号を、前記解析手段にて解析し、得られた解析結果に基づく評価指標を算出する指標算出手段と、
算出された指標を出力する出力手段と、
を有する、超音波診断装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置であって、
前記解析手段は、フラクタル次元を算出するものであり、
前記指標算出手段は、異なる加圧状態でそれぞれ得られたフラクタル次元の差分に基づき評価指標を算出する、
超音波診断装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置であって、関心領域を複数の領域に分割する分割手段を有し、分割された領域ごとに評価指標の算出を行う、超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置であって、さらに前記被検体に対する加圧の圧力を検出する圧力検出手段を有する、超音波診断装置。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載の超音波診断装置であって、前記圧力検出手段は、被検体に対して超音波を送受するプローブに設けられた力センサと、前記力センサの出力信号に基づき前記圧力を算出する、超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の超音波診断装置であって、前記指標算出手段は、前記圧力検出手段により得られた圧力により正規化された評価指標を算出する、超音波診断装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置であって、前記出力手段は、被検体の超音波断層画像または超音波立体画像に、前記評価指標の値に基づく色を付与した画像を出力する、超音波診断装置。

30

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、被検体に対し超音波を送受し、受診した超音波信号に基づき被検体内の状態を計測する超音波診断装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

生体の臓器などの被検体に対して超音波を送受し、受信した信号に基づく情報を提供する超音波診断装置が知られている。多くの診断装置は、受信信号に基づき断層画像や立体画像を表示する機能が備えられており、様々な臓器の診断に用いられている。また、一部の臓器において、組織が異常に硬くなった場合、腫瘍などの病変であることが知られており、これは、前記の断層画像等では輝度の違いとなって現れる。

40

【0003】

しかしながら、断層画像などの表示を見て診断を行う場合、術者の技術や経験により十分に正確な診断が行われない場合がある。より確実な診断を行うために、様々な解析手法を用いる計測装置が例えば特許文献 1 に記載されている。

【0004】**【特許文献 1】**

50

特開 2001 - 137240 公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

前述のように、超音波による断層画像などにより、生体内を可視化して診断を行う手法が用いられているが、術者の技術や経験によるところが大きく、より確実で、また簡便な診断を行うために、被検体の組織の性状を客観的に評価することが求められている。

【0006】

本発明は、被検体の組織の性状を評価する新たな評価指標を提供する。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の超音波診断装置は、被検体に加える圧力を変えたときに生じる被検体の組織の性状に関する変化が、病変部位と正常部位にて異なることを利用して評価指標を提供する。具体的には、受信した超音波信号のパワースペクトラムの形状を解析、評価し、加圧状態と非加圧状態の解析結果の違いに基づき評価指標を算出している。

【0008】

パワースペクトラム形状の解析は、例えばフラクタル次元の算出であり、このフラクタル次元の差分に基づいて評価指標が算出できる。正常部位よりも硬い組織を有する場合においては、被検体をより加圧した場合、正常部位においては、フラクタル次元の変化が大きいに対し、硬い病変部位ではフラクタル次元の変化が少ない。例えば、この変化の程度を評価の指標とすることができる。

【0009】

また、ある関心領域について、これを複数の領域に細分化し、その領域ごとに加圧時と非加圧時の変化を求め、評価指標を算出するようにもできる。

【0010】

また、加えた圧力によって、評価指標を正規化することもできる。

【0011】

表示を行う場合においては、超音波断層画像や立体画像の全体または各領域ごとに、評価値に対応した色を付すことによって、評価指標を容易に知ることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）を、図面に従って説明する。図1は、本実施形態の超音波診断装置10の概略構成を示す図である。送受信部12の送信信号に基づき、プローブ14は被検体に超音波を送信し、被検体内で反射した超音波の反射波を受信して、その信号を送受信部12に送る。プローブ14からの受信信号は、送受信部12で処理されて断層画像演算部16に送られ、Bモード画像などの断層画像を得るための信号処理がなされ、さらに表示装置18に送られる。また、受信信号は、送受信部12を介して、パワースペクトラム演算部20にも送られる。パワースペクトラム演算部20は、送られてきた受信信号について周波数解析する。解析結果のパワースペクトラムの形状は、被検体内の散乱体の密度や空間分布に依存してその形状が敏感に変化することが知られており、この変化を本実施形態においては、フラクタル解析、すなわちフラクタル次元の算出を行うことによって定量化する。

【0013】

本実施形態におけるフラクタル解析およびこの解析結果の利用については、後に詳述するが、ここで簡単に触れておく。パワースペクトラム演算部20の解析結果であるパワースペクトラムの形状をフラクタル次元演算部22にて解析する。具体的にはフラクタル次元の算出を行う。フラクタル次元は、被検体を異なる加圧状態で得たそれぞれの受信データに対して算出される。先に、算出されたフラクタル次元は、フラクタル次元結果格納部24に一旦格納され、後から算出されるフラクタル次元と、比較演算部26にて比較が行われる。比較演算部26は、比較結果に基づき評価指標を算出し、この指標に対応した色をカラーコーディング部28は表示装置18の断層画像上に付与する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

前述のように、本実施形態においては、被検体に異なる圧力を加え、それぞれの受信信号の相異に基づき被検体の性状に関する指標の算出を行っている。この被検体を加圧するためにプローブ14を押し込んで加圧を行う加圧制御部30が設けられている。加圧制御部30は、プローブ14に備えられた力センサ32の出力信号をフィードバックすることにより、所定の圧力での加圧を達成している。また、このときの圧力または変位量が加圧情報表示装置34に送られ、ここに表示される。術者は、この加圧情報を見ることにより、適切な圧力が加えられているかの判断ができる。また圧力に関する情報は、前述の比較演算部26にも送られ、評価指標の算出に用いられる。

【 0 0 1 5 】

図2は、超音波診断装置10の画像の表示例である。断層画像の範囲36内に、術者の指示により関心領域38が設定されている。この術者の指示は超音波診断装置の操作パネルより行うことができる。関心領域38を通過する超音波ビーム40の、関心領域38からの反射波を得るように、受信信号に対して時間窓が設定される。この時間窓を通過した受信信号がパワースペクトラム演算部20に送られる。パワースペクトラム演算部20では、時間領域の受信信号が周波数領域のパワースペクトラム、すなわち周波数と強度の関係に変換される。このパワースペクトラムのグラフの形状に対してフラクタル次元の算出を行う。

【 0 0 1 6 】

パワースペクトラムの周波数軸を、ある長さ df で分割し、その df の間隔で折れ線近似したパワースペクトラムの形状の平均長 $L(df)$ を、長さ df を変えて算出する。平均長 $L(df)$ と、長さ df の関係が式(1)で表されるとき、 H をHurst指数といい、フラクタル次元 D は、式(2)で表される。なお、式中 \ln は自然対数を表す。

【 0 0 1 7 】

【数1】

$$\ln \{ L (df) \} = H \times \ln (df) + a \quad \dots (1)$$

$$D = 2 - H \quad \dots (2)$$

【 0 0 1 8 】

フラクタル次元 D は、被検体の組織の性状によって変化する。例えば肝臓にあっては、正常肝では散乱体の数が少ないためパワースペクトラム形状が複雑であり、フラクタル次元 D は大きな値となる。一方、脂肪肝や肝硬変などでは組織の脂肪滴や硬化により、散乱体数が多くなるためパワースペクトラム形状が単純となり、フラクタル次元 D も小さな値となる。

【 0 0 1 9 】

また、被検体組織を加圧することによってパワースペクトラム形状のフラクタル次元 D が変化するが、この変化の様子が、正常な組織と、そうでないものとの差がある。前述の肝臓の場合では、正常肝の場合、加圧することによってフラクタル次元が大きく変化する一方、脂肪肝や肝硬変などを生じている場合には加圧前後によって、フラクタル次元 D の変化は小さい。この正常組織と異常組織との加圧前後のフラクタル次元 D の変化 ΔD を、組織に加える加圧力の変化 ΔP で割った値を診断評価指標として用いる。

【 0 0 2 0 】

実際の診断手順について説明する。まず、被検体に対してプローブ14を軽く当てて、超音波断層画像を得る。この断層画像において、術者は、ポイントングデバイスなどを用いて手動で関心領域38を設定する。設定された関心領域を通過する各超音波ビームについて、前述のように時間窓を設定し、得られた受信信号に対してパワースペクトラム形状を求め、さらにフラクタル次元 D を算出する。 k 番目のビームに対するフラクタル次元 D を D_k と表記する。また、このときのプローブ14の加圧値 P を記憶する。

【 0 0 2 1 】

次に、プローブ14で被検体を加圧する。加圧後の被検体に対して、加圧前と同様にフラクタル次元の算出を行う。この加圧後のフラクタル次元を D'_k とする。また、このとき

10

20

30

40

50

の加圧値 P' を記憶する。各超音波ビームごとに加圧前と加圧後のフラクタル次元の変化を次式により算出する。

【0022】

【数2】

$$D_k = (D'_k - D_k) / (P' - P) \dots (3)$$

【0023】

式(3)の各ビームごとのフラクタル次元の代表値、例えば平均値を算出して、これを関心領域38のフラクタル次元の変化量 D とする。この D を評価指標として、被検体組織の性状の判断を行う。肝臓の場合であれば、 D が小さい値となる場合、異常のある可能性が高くなると考えられる。なお、加圧値 P, P' は、被検体に加えられた力の値を用いることや、被検体を加圧するためにプローブを変位させた量を用いることも可能である。

10

【0024】

図3に示すように、関心領域38を、超音波ビームを走査方向、深さ方向のそれぞれにいくつかに分割した個々の分割領域 A_{ij} ごとに、評価指標 D_{ij} を算出することもできる。このとき、前述のように各超音波ビームごとに加圧前後のフラクタル次元の変化を算出することも可能であるが、分割領域 A_{ij} ごとに加圧前、加圧後のフラクタル次元を算出し、その後これらの差分を求めることもできる。すなわち、加圧前に、分割領域 A_{ij} を通過する各超音波ビームのフラクタル次元を算出してこれらの代表値 D_{ij} をとり、加圧後においても同様に代表値 D'_{ij} を算出する。分割領域 A_{ij} の評価指標 D_{ij} は、次式となる。

20

【0025】

【数3】

$$D_{ij} = (D'_{ij} - D_{ij}) / (P' - P) \dots (4)$$

【0026】

以上は、加圧前に設定した関心領域38を加圧後にも適用している。被検体の対象組織の加圧による収縮、変形が大きい場合は、関心領域にある組織が、加圧前後で大きく異なる場合も考えられる。このような場合は、対象組織の全周の境界が断層画像の範囲36内に含まれるときには、この境界が関心領域の境界と一致するように、関心領域を設定する。また、関心領域を分割する際にも、加圧前後において、走査方向、深さ方向それぞれ同数

30

【0027】

上記分割を行うために、図1のパワースペクトラム演算部20の前に、分割処理部52を設け、上記の分割処理を行う。そして、分割された領域ごとにパワースペクトラム、フラクタル次元を算出する。加圧前のフラクタル次元は、一端格納され、加圧後のフラクタル次元が算出された後、これとの比較に用いられる。

【0028】

この分割領域ごとの評価指標の違いを色の違いで表示するようにカラーコーディング部28で処理し、術者の操作パネル45の操作指示により表示装置18に送出する。図4に示すように、カラーコーディング処理が行われた画像と、断層画像を重畳して表示部に表示し、術者に示す。この色の違いは、色相、彩度、輝度の違いを含む。また、分割領域ごとの評価指標を柱状グラフに表して、表示することもできる。

40

【0029】

対象組織の境界の一部しか断層画像の範囲36に含まれないときには、その境界の加圧前後の移動量と平行に関心領域も移動させる。図5にて説明する。図5(a)に示す加圧前において、対象組織の下辺44aに一致させて斜線で示す領域に関心領域46aを設定する。図5(b)に示すように、加圧後対象組織が、移動して、その下辺が44bに移動したとき、この下辺44bに合わせて関心領域46bを設定する。加圧後の関心領域46bは、加圧前と等しい形状とする。

【0030】

50

図6は、プローブ14のより詳しい構成を示す図である。超音波の送受を行うプローブ本体48の先端の周囲に、被検体を加圧するための加圧板50を配置する。加圧板50の被検体に当接する面には、少なくともひとつのカセンサ32が配置される。カセンサ32は、ロードセルとすることができる。

【0031】

【発明の効果】

以上、本発明においては、受信された超音波のパワースペクトラム形状に着目し、この形状を評価することにより、被検体組織の性状を判断する。具体的には、被検体に対する加圧力を変えたときのパワースペクトラム形状の変化の違いから、組織の性状、すなわち正常か、異常かを判断する。パワースペクトラム形状の評価は、フラクタル次元を用いることができる。加圧力を加えたときのパワースペクトラム形状の変化に着目することで、単にパワースペクトラムの形状に着目する場合に比べて、診断精度が向上する。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図2】超音波断層画像の一例を示す図である。

【図3】関心領域を分割する場合の超音波断層画像の一例を示す図である。

【図4】評価指標による色分けを施した超音波断層画像の一例を示す図である。

【図5】加圧により、対象組織が大きく変形、移動する場合の関心領域の設定について説明する図である。

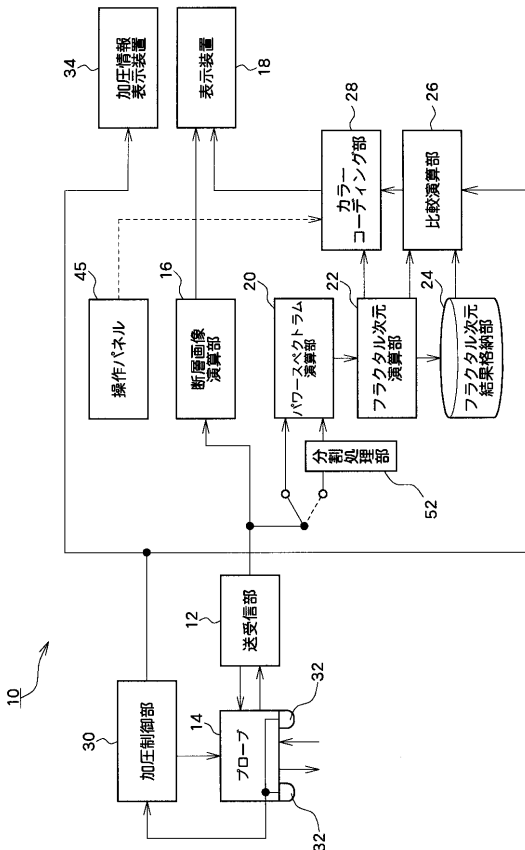
【図6】超音波プローブの構成を示す図である。

20

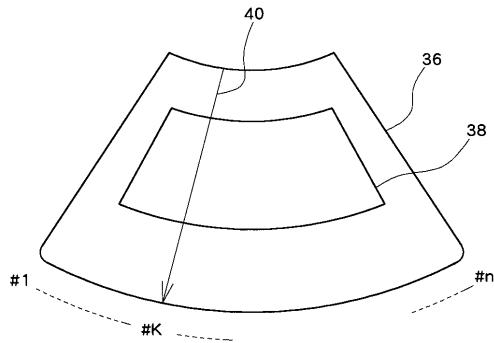
【符号の説明】

10 超音波診断装置、12 送受信部、14 プローブ、16 断層画像演算部、18 表示装置、20 パワースペクトラム演算部、22 フラクタル次元演算部、24 フラクタル次元結果格納部、26 比較演算部、28 カラーコーディング部、30 加圧制御部、32 カセンサ。

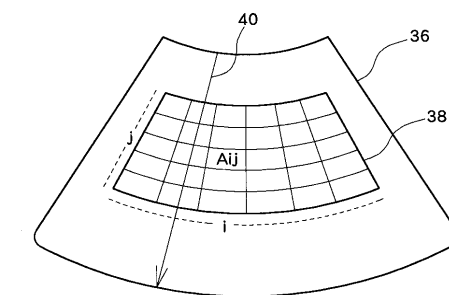
【図1】



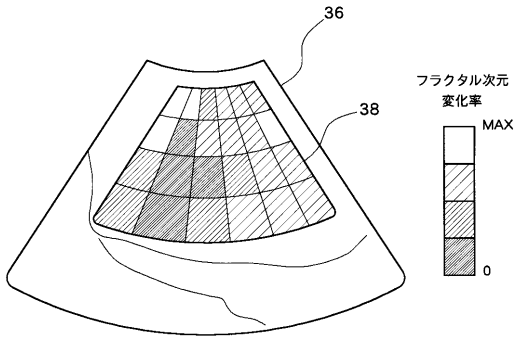
【図2】



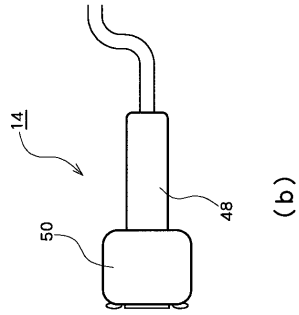
【図3】



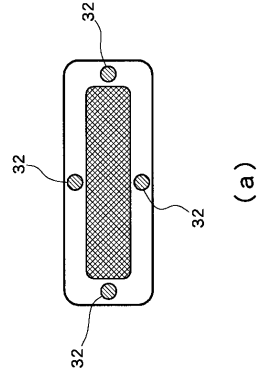
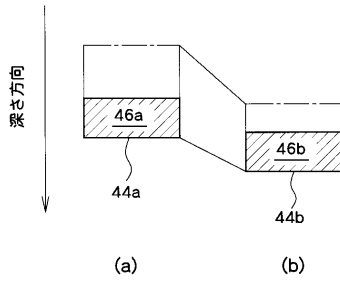
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C601 DD19 DD23 EE30 GA17 GA40 JB45 JB49 JC08 JC37 JC40
KK02 KK12 KK17 KK22
5J083 AA02 AA04 AB17 AC29 AD13 AE08 BE01 BE45 EA14 EA18
EA46

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2004267464A	公开(公告)日	2004-09-30
申请号	JP2003062134	申请日	2003-03-07
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
[标]发明人	園山輝幸 原田烈光		
发明人	園山 輝幸 原田 烈光		
IPC分类号	A61B5/00 A61B8/08 G01S15/89		
FI分类号	A61B8/08 G01S15/89.B A61B5/00.101.N A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/EE30 4C601/GA17 4C601/GA40 4C601/JB45 4C601/JB49 4C601/JC08 4C601/JC37 4C601/JC40 4C601/KK02 4C601/KK12 4C601/KK17 4C601/KK22 5J083/AA02 5J083/AA04 5J083/AB17 5J083/AC29 5J083/AD13 5J083/AE08 5J083/BE01 5J083/BE45 5J083/EA14 5J083/EA18 5J083/EA46 4C117/XA04 4C117/XB01 4C117/XD27 4C117/XE27 4C117/XE46 4C117/XG22 4C117/XG33 4C117/XG38 4C117/XG40 4C117/XJ01 4C117/XJ14 4C117/XJ21 4C117/XK03 4C117/XK05 4C117/XK13 4C117/XK25 4C117/XR09		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提高对象组织属性的诊断准确性。功率谱计算单元处理接收到的超声波的接收信号，以获得功率谱形状。分形维数计算单元22计算与该形状有关的分形维数。通过改变施加到对象组织的压力，可以计算在此之前和之后的分形维数，以及它们之间的差。将该差除以施加的压力并进行归一化，并将该值用作评估指标。[选型图]图1

