

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波の送受波により得られた受信信号に基づいて対象組織の断層画像を形成する断層画像形成手段と、

前記断層画像から前記対象組織の内腔領域を抽出し、その内腔領域を表す内腔領域画像を出力する内腔領域抽出手段と、

前記対象組織の内腔領域内に評価対象となる部分領域を設定する部分領域設定手段と、

前記内腔領域画像における前記部分領域の部分面積に基づいて、当該部分領域に対応する部分空間の部分体積を近似的に演算する部分体積演算手段と、
前記部分空間の部分体積又はそれから演算される演算値を部分評価値として出力する出力手段と、
を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の超音波診断装置において、

前記部分領域設定手段は、前記内腔領域を複数の部分領域に分割し、

前記部分体積演算手段は、前記複数の部分領域のそれぞれについて前記部分体積を演算し、

前記出力手段は、前記複数の部分領域のそれぞれについて部分評価値を出力することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の超音波診断装置において、

前記部分体積演算手段は、

前記内腔領域を複数のスライス領域に区分する区分手段と、

前記複数のスライス領域の中で前記部分領域に対応する対応スライス領域を判定する判定手段と、

前記各対応スライス領域の面積に基づいて、当該各対応スライス領域ごとに前記部分空間に属する要素体積を演算する要素体積演算手段と、

前記演算された各要素体積を加算することによって、前記部分空間の部分体積を演算する要素体積加算手段と、
を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の超音波診断装置において、

前記部分体積演算手段は、更に、前記各対応スライス領域ごとにその全体の面積の中で前記部分領域に属する面積の割合を指標するパラメータ値を演算するパラメータ値演算手段を有し、

前記要素体積演算手段は、更に、前記各対応スライス領域ごとのパラメータ値に基づいて、前記部分空間に属する要素体積を演算することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の超音波診断装置において、

前記パラメータ値は、前記各対応スライス領域を回転体*50

*近似するための中心軸とその中心軸に平行な部分領域境界線との間の距離に相当することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の超音波診断装置において、

前記部分領域境界線は、前記複数のスライス領域を区分するために設定される長軸に一致することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の超音波診断装置において、

前記部分領域設定手段は、前記内腔領域を前記長軸を境として分割することによって複数の部分領域を設定することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 8】 請求項 6 記載の超音波診断装置において、

前記部分領域設定手段は、前記内腔領域を前記長軸を境として分割し且つスライス領域を単位として分割することによって複数の部分領域を設定することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 9】 請求項 3 記載の超音波診断装置において、

前記部分領域設定手段は、前記内腔領域をスライス領域を単位として分割することによって複数の部分領域を設定することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 10】 左室空間を複数のディスクの集合として近似するモデルに従って、左室の内腔領域を複数のスライス領域に区分し、それに基づいて体積演算を行う超音波診断装置において、

左室断面上でその内腔領域を個別評価対象となる複数の部分領域に分割する手段と、

前記複数のスライス領域の中で前記各部分領域に対応する対応スライス領域を判定し、それらの対応スライス領域の面積に基づいて当該各部分領域に対応する部分空間ごとに部分体積を演算する部分体積演算手段と、
を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は超音波診断装置に係り、特に断層画像から組織内腔の体積等を演算する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】心機能を評価する指標として駆出率 (Ejection Fraction: EF) が知られている。EF は、拡張末期の左室体積 (EDV) および収縮末期の左室体積 (ESV) により定義されるものである。具体的には、 $EF = [(EDV - ESV) / EDV] \times 100 (\%)$ の演算式により、駆出率が演算される。

【0003】二次元の断層画像から左室体積を近似計算する手法として、シンプソン (Simpson) 法が公

知である。この手法では、断層画像上において左室の内腔領域を抽出した状態で、まず、左室に対してユーザーにより設定された長軸方向に沿ってその内腔領域を 20 個の帯状のスライス領域に区分し、各スライス領域の面積（画素数）を求め、それに基づいて各スライス領域ごとに回転体近似を行うことにより、各スライス領域の面積に対応する体積を計算し、それらを加算することで最終的に左室の体積を近似的に求めるものである。つまり、左室を 20 個に区分されたディスク体の集合として近似するものである。

【0004】このシンプソン法を用いることで、断層画像の形成と並行して実質的にリアルタイムで体積演算を行って、駆出率を求め、左室の壁運動異常の定量的評価を行うことができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、左室の壁運動異常は局所的に発生する場合も多いが、局所的な壁運動異常による左室の局所的体積変化は、左室全体の体積変化に対して相対的に小さいものである。この場合、上記の駆出率評価法では、左室全体の駆出率のみを演算するので、かかる局所的体積変化が左室全体の体積変化に埋もれてしまい、局所的体積変化そのものの評価が困難である。

【0006】本発明の目的は、かかる従来技術の課題を解決し、対象組織の部分領域についての評価、すなわち局所的な評価を可能とする超音波診断装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る超音波診断装置は、超音波の送受波により得られた受信信号に基づいて対象組織の断層画像を形成する断層画像形成手段と、前記断層画像から前記対象組織の内腔領域を抽出し、その内腔領域を表す内腔領域画像を出力する内腔領域抽出手段と、前記対象組織の内腔領域内に評価対象となる部分領域を設定する部分領域設定手段と、前記内腔領域画像における前記部分領域の部分面積に基づいて、当該部分領域に対応する部分空間の部分体積を近似的に演算する部分体積演算手段と、前記部分空間の部分体積又はそれから演算される演算値を部分評価値として出力する出力手段と、を含むことを特徴とする。

【0008】上記構成によれば、対象組織の断層画像から内腔領域を抽出して内腔領域画像として出力し、その内腔領域内に評価対象となる部分領域が人為的あるいは自動的に設定される。そして、内腔領域画像における部分領域の部分面積に基づいて、部分領域に対応する部分空間の部分体積を近似的に演算し、部分体積又はそれから演算される演算値を部分評価値として出力する。

【0009】例えば左室を対象組織とし、内腔領域である心内膜領域内に部分領域を設定し、その部分体積を近

似的に演算することで、左室全体の体積変化に埋もれることなく、部分領域における体積変化等の局所的评价が可能となる。対象組織は左室のほか、内腔領域を有する他の対象組織でもよい。

【0010】また、望ましくは、前記部分領域設定手段は、前記内腔領域を複数の部分領域に分割し、前記部分体積演算手段は、前記複数の部分領域のそれぞれについて前記部分体積を演算し、前記出力手段は、前記複数の部分領域のそれぞれについて部分評価値を出力する。

10 【0011】この構成により、例えば部分領域相互間の対比評価を行うことができ、またそれぞれの部分領域の個別的な異常を発見できる。

【0012】また、望ましくは、前記部分体積演算手段は、前記内腔領域を複数のスライス領域に区分する区分手段と、前記複数のスライス領域の中で前記部分領域に対応する対応スライス領域を判定する判定手段と、前記各対応スライス領域の面積に基づいて、当該各対応スライス領域ごとに前記部分空間に属する要素体積を演算する要素体積演算手段と、前記演算された各要素体積を加算することによって、前記部分空間の部分体積を演算する要素体積加算手段と、を含むことが好ましい。

【0013】ここで望ましくは公知のシンプソン法に従い内腔領域を複数のスライス領域に区分する。そのことで、同法で用いられるスライス領域の面積の算出方法と、スライス領域ごとに回転体近似を行うことによりスライス領域の面積に対応する体積の算出方法とを基礎とし、その原理を生かしつつ求めたい部分空間の部分体積を算出することができる。各対応スライス領域と部分領域の関係は、部分領域の全体が各対応スライス領域の全体である全部重複であってもよく、部分領域の全体が各対応スライス領域の全体でなくその一部である一部重複であってもよい。

【0014】また、望ましくは、前記部分体積演算手段は、更に、前記各対応スライス領域ごとにその全体の面積の中で前記部分領域に属する面積の割合を指標するパラメータ値を演算するパラメータ値演算手段を有し、前記要素体積演算手段は、更に、前記各対応スライス領域ごとのパラメータ値に基づいて、前記部分空間に属する要素体積を演算する。

【0015】この構成により、各対応スライス領域において部分領域が及ぶ割合を上記面積の割合を指標するパラメータ値で規定し、そのパラメータ値を用いて、シンプソン法により算出される各対応スライス領域自体の要素体積（ディスク体積）を利用し、求めたい部分空間に属する要素体積を算出できる。

【0016】また、本発明に係る超音波診断装置において、前記パラメータ値は、前記対応スライス領域を回転体近似するための中心軸とその中心軸に平行な部分領域境界線との間の距離に相当することが好ましい。

【0017】この構成により、前記パラメータ値は、回

転体近似のための中心軸と部分領域境界線との間のずれを表す。その値を用い例えば三角関数演算をすることで、各対応スライス領域を回転体近似して求めたディスク体積のうち、求めたい部分空間に属する要素体積を容易かつ迅速に算出できる。

【0018】回転体近似のための中心軸すなわち回転中心軸は、各対応スライス領域の重心を求め、重心を通る軸として定めることができる。この場合、前記パラメータ値は、重心から部分領域境界線への垂直距離として求めることができる。

【0019】また、望ましくは、前記部分領域境界線は、前記複数のスライス領域を区分するために設定される長軸に一致する。

【0020】この構成により、前記パラメータ値は、各対応スライス領域の重心座標から長軸への垂直距離として用いることができ、演算が容易となる。

【0021】また、望ましくは、前記部分領域設定手段は、前記内腔領域を前記長軸を境として分割することによって2つの部分領域を設定する。また、望ましくは、前記部分領域設定手段は、前記内腔領域を前記長軸を境として分割し且つスライス領域を単位として分割することによって複数の部分領域を設定する。また、望ましくは、前記部分領域設定手段は、前記内腔領域をスライス領域を単位として分割することによって複数の部分領域を設定する。

【0022】これらの分割により複数の部分領域を設定することで、シンプソン法で用いられる算出方法からの発展が容易で、求めたい部分空間の部分体積を容易に算出することができる。

【0023】また、本発明に係る超音波診断装置は、左室空間を複数のディスクの集合として近似するモデルに従って、左室の内腔領域を複数のスライス領域に区分し、それに基づいて体積演算を行う超音波診断装置において、左室断面上でその内腔領域を個別評価対象となる複数の部分領域に分割する手段と、前記複数のスライス領域の中で前記各部分領域に対応する対応スライス領域を判定し、それらの対応スライス領域の面積に基づいて当該各部分領域に対応する部分空間ごとに部分体積を演算する部分体積演算手段と、を含むことを特徴とする。

【0024】この構成により、シンプソン法の算出法を发展させ、左室を複数の部分領域に分割し、各部分領域に対応する部分空間ごとに部分体積を演算する。このことで、左室全体の体積変化に埋もれることなく、部分領域における体積変化等の局所的評価が可能となる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態につき詳細に説明する。最初に本発明の基礎となるシンプソン法について図1および図2に従って説明する。図1には、表示画面上に表された左室の内腔領域12が示される。シンプソン法の理解を容易にするため、

10 左室を含むROI (Region Of Interest: 関心領域) 内で行われる。

【0026】次に、抽出された内腔領域12に対し、内腔領域12全体の中心を通る長手方向の軸である長軸18を設定する。上記前提から、内腔領域12は長軸18を境として右側形状と左側形状は対称をなす。図1において角度 θ は、Y軸に対する長軸18の傾き角である。長軸18の軸線上において、中心から両端に向かって二値化データの値の変化を順次読み取るエッジ検出により、内腔領域12の両端の点A、Bの座標が自動的に決定される。そして、長軸18上の点A、Bの間の長さを20等分する一定の軸線幅の値 h が求められる。この一定の軸線幅 h を有し、長軸18に直交する20個の帯状スライス領域により、内腔領域12が区分される。

【0027】20個の各スライス領域の面積 dS_i ($i = 1 \sim 20$) は、各スライス領域に含まれる画素数で表すことができる。表示画面上の画像データはラスタスキャンに従って伝送されるので、この画素数の計算にあたっては、最初に表示画面上の各水平ラインに沿って画素数がカウントされる。次に各水平ラインに沿ってカウントされた画素数を、20個の各スライス領域ごとに加算することで、各スライス領域に含まれる画素数が得られる。画素数と面積との換算を行うことで各スライス領域の面積 dS_i を求めることができる。

【0028】次に面積が dS_i で高さ h の各スライス領域を、一辺が h 、他辺が dS_i / h の矩形にそれぞれ近似する。近似した20個の矩形を長軸18の周りに回転して、20個のディスク(ディスク体)を得る。各ディスク体の体積は、各スライス領域の面積 dS_i と軸線幅 h とから算出できる。図2は、20個の各ディスク体の体積 V_1 から V_{20} を全部加算し、左室全体の近似体積 V が求められる様子を示す図である。

【0029】このように、従来用いられていたシンプソン法では、内腔領域を複数のスライス領域に区分し、スライス領域ごとに回転体近似を行って得られる各ディスクの体積を全部加算することにより、内腔領域に対応する左室体積のみを算出している。したがって、左室の部分領域に対応する局所的体積変化が左室全体の体積変化に埋もれてしまい、局所的体積変化そのものの評価が困難であった。そこで、局所的体積変化の評価が可能となる部分体積算出について、以下に説明する。

【0030】まず、図1の内腔領域12を長軸方向に二分割し、2個の部分領域を設定することを考える。2個の部分領域は、それぞれ10個のスライス領域からなるものとする。この場合は、図3に示すように、シンプソン法で求められる20個のディスク体を、長軸に直角な分割境界面24でそれぞれ10個のディスク体の集合に分割する。すなわち、内腔領域12内で下側に設定した部分領域に対応する部分空間の部分体積 V_a は、図3における下側10個のディスク体についてそれぞれの体積 V_i ($i = 1 \sim 10$)を加算して得られる。また、内腔領域12の上側に設定した部分領域に対応する部分空間の部分体積 V_b は、図3における上側10個のディスク体についてそれぞれの体積 V_i ($i = 11 \sim 20$)を加算して得られる。なお、2個の部分領域を構成するスライス領域の数は10個ずつでなくてもよい。

【0031】また、図1の内腔領域12において長軸方向に4個の部分領域を設定した場合を考える。各部分領域は、それぞれ5個のスライス領域からなるものとする。この場合は、図4に示すように、シンプソン法で求められる20個のディスク体を、長軸に直角な部分領域境界線に対応する3個の境界面で各5個ずつのディスク体の集合に分割する。すなわち、各部分領域に対応する部分空間の部分体積 V_c, V_d, V_e, V_f は、それぞれ対応する5個のディスク体の体積を加算して得ることができる。なお、4個の部分領域を構成するスライス領域の数は5個ずつでなくてもよい。

【0032】このように、内腔領域を長軸方向に数個に分割して部分領域を設定し、シンプソン法で用いられる算出方法を有効に利用することで、それぞれの部分領域に対応する部分空間の部分体積を求めることができる。

【0033】次に、図1の内腔領域12において長軸18を境として左右に2個の部分領域を設定した場合を考える。この場合は、内腔領域が長軸に対し対称形であるので、2個の部分領域に対応する部分空間の部分体積は同じになることを利用できる。すなわち図5に示すように、長軸18を含む分割境界面26の両側の部分空間の体積 V_g, V_h は等しく、それぞれ左室体積の半分となる。したがって、この場合は、シンプソン法で算出された左室体積に、二分演算を行うことで部分領域に対応する部分空間の部分体積を算出できる。なお、内腔領域が長軸に対し非対称形の場合についての算出法については後述する。

【0034】また、図1の内腔領域12において長軸18を境として左右に分け、さらに長軸18の方向に二分割し、合計4個の部分領域を設定した場合を考える。この場合は、上記の図3と図5との組み合わせに相当し、図6に示すように、長軸18を含む分割境界面26と、長軸18に直角な分割境界面24により、4個の部分空間の体積 V_p, V_q, V_r, V_s を求めることになる。内腔領域が長軸に対し対称形であるので、 $V_p = V_q, V_r =$

V_s となる。また、 $V_p + V_q$ および $V_r + V_s$ の算出は図3で述べた方法を用いることができる。したがって、この場合は、シンプソン法の過程で算出された結果と二分演算により、部分領域に対応する部分空間の部分体積を算出できる。

【0035】以上のように、それぞれの局所的体積変化そのものの部分評価が可能となる。次に、やや複雑な内腔領域が非対称図形である場合について以下に説明する。

【0036】図7は、上述の図1に対応する図であるが、内腔領域30において長軸32を挟む一方側と他方側が対称でないところが相違している。図7に示す内腔領域30内において、長軸32を境として左右に二分割し、さらに長軸32に直角な分割線34の方向に二分割し、合計4個の部分領域を設定した場合を考える。ここで、分割線34の方向の二分割はそれぞれ10個のスライス領域で分割するものとする。なお、図7では、説明の便宜上、スライス領域の数を一部省略した。また、X軸、Y軸、傾き角 θ 、点A、点B、軸線幅 h 、スライス領域の面積 dS_i 等は、図1と同様であるので同一の符号を付して説明を省略する。

【0037】図7におけるように、内腔領域30が長軸32を挟む一方側と他方側とで対称でないときは、各スライス領域を回転軸の周りに回転してディスク体を得る際の回転軸が長軸32と一致しない。そこで、各スライス領域の重心 G_i を求め、その重心 G_i を通り長軸32に平行な軸を回転軸36とする。各スライス領域の重心 G_i の座標の算出は、スライス領域内の全画素についてその座標を順次積算し、その座標の全積算値を全画素数で除して得た値を重心 G_i の座標とする、公知の方法を用いることができる。

【0038】各スライス領域の面積 dS_i は、シンプソン法の説明で述べた算出方法を利用して求めることができるので、次に面積が dS_i で高さ h の各スライス領域を、一辺が h 、他辺が dS_i / h の矩形にそれぞれ近似する。近似した20個の矩形をそれぞれの回転軸の周りに回転して、20個のディスク体を得る。各ディスク体の体積は、各スライス領域の面積 dS_i と軸線幅 h とから算出できる。この方法自体も公知である。

【0039】図8は、このようにして得た各ディスク体の集合としての左室の全体体積40を示す図である。いま、4個の部分領域の設定に対応し、長軸32を含む分割境界面42と、長軸に直角な境界線に対応する分割境界面44とにより分割される4個の部分空間の部分体積 $V_{LU}, V_{LD}, V_{RU}, V_{RD}$ を求めたい。そのためには、左室の全体体積40を構成する各ディスク体46において、分割境界面42を挟む一方側(左側)の要素体積 V_L と、他方側(右側)の要素体積 V_R を算出し、各部分空間ごとに対応する各要素体積をそれぞれ加算することが必要である。

【0040】図9は、ディスク体46の左側の要素体積 V_L と、右側の要素体積 V_R を算出する手順を説明する図である。図9(a)には、回転軸36の周りに回転して得られた高さ h のディスク体46が示されている。分割境界面42により左側の要素体積 V_L と右側の要素体積 V_R が分けられる。図9(b)は、ディスク体46の上面図である。ディスク体46の厚みはスライス領域の軸線幅 h で一定値であるから、左側の要素体積 V_L と右側の要素体積 V_R を求めるには、ディスク体の断面の円における左側の面積 S_L と右側の面積 S_R との面積割合を求めればよい。図9(c)に示すように、左側の面積 S_L は、回転軸36から分割境界面42を見込む扇形の面積 S_F から三角形部分の面積 S_T を減算して求めることができる。図9(d)において、回転軸36に対する長軸32のずれ量、つまり長軸32と回転軸36との間の鉛直距離を a とする。三角形部分の面積 S_T は、この a の値*

$$V_L = h * [(\pi r^2 * 2\alpha / 360) - a * (r^2 - a^2)^{1/2}] \quad \dots (1)$$

【数2】

$$V_R = h * [\pi r^2 * (360 - 2\alpha) / 360] + a * (r^2 - a^2)^{1/2}]$$

【0042】このように、三角関数演算を用いることで、各ディスク体46における分割境界面42を挟む左側部分の要素体積 V_L と、右側部分の要素体積 V_R とをそれぞれ算出できる。

【0043】図8に示した4個の部分空間の部分体積 V_{LU} 、 V_{LD} 、 V_{RU} 、 V_{RD} を求めるには、各部分空間ごとに対応する各要素体積をそれぞれ加算する。例えば、分割境界面44に関し上半分の部分体積 V_{LU} と V_{RU} については、分割境界面44の上側10個の各ディスク体について左側の要素体積 V_L を加算して V_{LU} を算出する。また、分割境界面44の上側10個の各ディスク体について右側の要素体積 V_R を加算して V_{RU} を算出することができる。同様に、分割境界面44に関し下半分の部分体積 V_{LD} と V_{RD} については、分割境界面44の下側10個の各ディスク体について左側の要素体積 V_L を加算して V_{LD} を算出する。また、分割境界面44の下側10個の各ディスク体について右側の要素体積 V_R を加算して V_{RD} を算出することができる。

【0044】上記説明は、4個の部分領域の設定について行ったが、部分領域の設定数はそれ以上であってもよく、また、長軸以外の部分領域境界線を用いるときも、本発明が実施できる。

【0045】図10は、図7から図9で説明した演算を行う超音波診断装置50の要部構成図である。ここでは、図8に示すように、4個の部分領域の設定に対応する4個の部分空間の部分体積を算出する演算をする場合について説明する。二値化演算器52は、図示されていないBモード断層画像形成部からBモード画像データ1

*とディスク体46の半径 r とを用いることで三角関数演算により算出できる。また、扇形の面積 S_F は、回転軸36から分割境界面42を見込む角度 2α と全円周角 360 度との比から算出できる。ここで $2\alpha = 2\cos^{-1}(a/r)$ で与えられる。

【0041】このようにして、回転軸36に対する長軸32のずれ量 a を用いることで、扇形の面積 S_F と三角形部分の面積 S_T を求め、これらの差から左側の面積 S_L を求めることができる。左側の面積 S_L に高さ h を乗じ、左側部分の要素体積 V_L とを求め、ディスク体46全体の体積から左側部分の要素体積 V_L を減ずることで、右側部分の要素体積 V_R を求めることができる。詳しくは、左側部分の要素体積 V_L は式(1)により、右側部分の要素体積 V_R は式(2)により算出できる。

【数1】

50を受取り二値化画像データ152に変換する。この二値化演算処理により抽出された内腔領域に対し、入力器54は、ROIの設定、長軸の設定、部分領域の設定等を行う。また、超音波診断装置50は、シンプソン法を利用して内腔領域を区分した各スライス領域の要素面積を算出する要素面積算出器56と、部分領域の部分面積に対応する部分空間の部分体積を算出する部分体積算出器58を備える。さらに、超音波診断装置50は、部分体積を駆出率(EF)等の部分評価値に換算する部分評価値算出器60と、部分評価値をBモード断層画像等とともに表示する表示処理部62と、システム全体を制御する制御部64とを備える。

【0046】要素面積算出器56内の座標パラメータ演算器70は、内腔領域が表示される表示画面のX軸、Y軸の座標系に関し、図1で説明した方法に従い、後述する要素面積と要素体積の演算に必要な座標パラメータを演算する。必要な座標パラメータとしては、長軸上の内腔領域の両端の点A、Bの座標 X_a 、 X_b 、および長軸とY軸との傾き角 θ 等である。また要素面積算出器56は、図1で説明したシンプソン法に従って、内腔領域を20個の帯状スライス領域に区分するスライス領域区分部72を備える。

【0047】スライス領域区分部72は、演算器80により、点Aの座標 X_a から点Bの座標 X_b を減算し、傾き角 θ を用いて $1/\sin\theta$ 演算器82により $1/\sin\theta$ を算出し、演算器80の演算結果と $1/\sin\theta$ 演算器82の演算結果とを乗算器84により乗算し、長軸上の点Aから点Bの長さを算出する。ついでこの長さを

1/20演算器86により1/20してスライス領域の軸線幅 h を算出し、さらに、ラスタスキャンによる画素数の算出の容易化のため、乗算器88により軸線幅 h に $1/\sin\theta$ を乗じてX軸方向の軸線幅成分 d を算出する。算出された軸線幅 h は、乗算器88および要素体積演算回路94に出力され、X軸方向の軸線幅成分 d は、要素面積計測回路74および要素重心演算回路90に出力される。

【0048】さらに要素面積算出器56内の要素面積計測回路74は、図1で説明した方法に従い、表示画面の水平軸方向に画素数を順次加算し、各スライス領域の要素面積 dS を計測する。要素面積 dS の算出の際の各スライス領域の切換えは制御部64からの切換え信号160で行われる。計測された各スライス領域の要素面積 dS は、後述の要素体積演算回路94に出力される。

【0049】部分体積算出器58内の要素重心演算回路90は、各スライス領域の重心座標 X_i, Y_i を演算し出力する。重心座標 X_i, Y_i の算出は、図7で説明した方法に従い、各スライス領域内の各画素の座標を積算し、その積算値を全画素数で除す方法で行うことができる。各スライス領域内の各画素の座標は、図示されていないアドレス発生器から供給される画素のアドレス X, Y を用いることができる。このアドレス X, Y は、二値化画像データ152に対応している。また、重心座標 X_i, Y_i の算出に必要な座標パラメータ Xb, Yb, θ は、座標パラメータ演算器70から、またX軸方向の軸線幅成分 d は、乗算器88からそれぞれ取得する。

【0050】また、部分体積算出器58内の長軸・回転軸ずれ検出回路92は、回転軸中心から長軸への鉛直距離 a を算出し出力する。鉛直距離 a の算出に必要な座標パラメータ Xa, Xb, Ya, Yb, θ は、座標パラメータ演算器70から、また回転軸中心である重心座標 X_i, Y_i は、要素重心演算回路90からそれぞれ取得する。

【0051】また、部分体積算出器58内の要素体積演算回路94は、各スライス領域ごとに長軸の左側、右側に対応する部分空間に属する要素体積 dV_L, dV_R を算出する。要素体積演算回路94は、要素面積計測回路74から各スライス領域ごとにその要素面積 dS を取得する。そして、1/20演算器86から軸線幅 h を、長軸・回転軸ずれ検出回路92から鉛直距離 a をそれぞれ取得し、上述の式(1)、式(2)に従い、そのスライス領域の要素体積 dV_L, dV_R を算出する。要素体積 dV_L, dV_R の算出の分離切換えは、制御部64からの分離切換え信号162により行われる。分離切換え信号162は、入力器54よりの部分領域設定情報154に基づいて出力される。このようにして、例えば要素面積計測回路74で各スライス領域の要素面積 dS が算出されると、そのスライス領域の要素体積 dV_L, dV_R の算出が上記の手順で要素体積演算回路94により行われ、順次各スラ

イス領域についてこれらの演算が進められる。

【0052】つぎに、部分体積算出器58の中に加算部96は、順次算出されてくる各スライス領域の要素体積 dV_L, dV_R を、設定された部分領域に対応するスライス領域分だけ加算し、その部分領域に対応する部分空間の部分体積を算出する。加算部96は、要素体積 dV_L についての加算部96aと、要素体積 dV_R に対応する加算部96bと、同一の機能の2個の部分有する。例えば加算部96aについて説明すると、過去の加算結果のデータをラッチ100aにラッチし、そのラッチされたデータにさらに入力された現在のデータを加算器102aで加算し、その新たな加算結果を再びラッチ100aに戻す、順次加算ループを備える。順次加算の開始と終了は、制御部64からの加算指示信号164により行われ、順次加算の開始のときにラッチ100aのデータはリセットされ、順次加算の終了のときに全加算結果はメモリ104aに出力される。加算部96bもラッチ100b、加算器102bとメモリ104bを備え、同様の働きをする。

【0053】この加算部96を用いて、図8に示す4個の部分空間の部分体積 $V_{LU}, V_{LD}, V_{RU}, V_{RD}$ を算出できる。例えば、部分体積 V_{LU} の算出について説明すると、この部分体積 V_{LU} は分割境界面42の左側に属し、分割境界面44の上側に属する。すなわち加算部96aを用い、20個のスライス領域のうち、下から数えて11番目から20番目のスライス領域の要素体積 dV_L を加算し、その結果をメモリ104aに出力すればよい。上述のように、要素体積演算回路94においては、各スライス領域につき要素体積 dV_L を算出し、その結果が順次加算部96aに出力される。これを用い、制御部64から、加算開始を下から数えて11番目のスライス領域、加算終了を下から数えて20番目のスライス領域とした加算指示信号164を出して所定の加算を行い、その全加算結果をメモリ104aに出力する。このようにして、部分体積 V_{LU} が算出され、同様に他の部分体積 $V_{LU}, V_{LD}, V_{RU}, V_{RD}$ も算出でき、それらの結果は、メモリ104a, 104bに出力され記憶される。

【0054】また、部分体積算出器58内の換算回路98は、メモリ104a, 104bに記憶された各部分体積を、表示画面上の次元から、立方センチ等の実際の体積次元に換算する。換算は、2個の加算部96a, 96bに対応し2個備えることができる。また、換算は、制御部64からの換算指示信号166にしたがって行う。

【0055】そして求められた4個の部分体積は、部分評価値算出器60内の拡張末期体積判定回路110と収縮末期体積判定回路112とにそれぞれ入力される。拡張末期体積判定回路110と収縮末期体積判定回路112には、図示されていない心拍計から取得したR波信号が入力されるので、4個の部分体積の取得タイミングとR波信号との同期を取ることで、拡張末期における左室

の各部分領域に対応する各部分体積（EDVに対応する部分体積）および収縮末期における左室の各部分領域に対応する各部分体積（ESVに対応する部分体積）を判定して取得することができる。そして、EDVに対応する各部分体積およびESVに対応する各部分体積を用い、EF演算回路114において、各部分体積における駆出率（EF）を定義し算出できる。このようにして、局所的体積変化の部分評価値が得られる。

【0056】また、4個の部分体積は、部分評価値算出器60内のグラフ作成器116に入力し、例えば時間軸を横軸に取り、縦軸に体積をとり、各部分体積の時間変化をグラフ化して算出することもできる。また、4個の部分体積を表にし、適当なサンプリングタイミング、例えばR波に同期したタイミングで更新するグラフ化を行うこともできる。

【0057】算出された部分評価値は、表示処理部62に出力され、別途供給されるBモード画像データ150、二値化画像データ152と合わせて表示処理され、図示されていない表示装置に出力される。

【0058】部分体積の算出にあたっては、部分領域設定情報154は、入力器54から制御部64に供給され、それに基づき制御部64は分離切換信号162、加算指示信号164を設定できるので、部分領域の設定数は4個の場合に限られず、またその設定するスライス領域の数も10個の場合に限られない。

【0059】したがって、本発明の実施の形態によれば、対象組織の部分領域について局所的な評価を可能とし、局所的な壁運動異常による左室の局所的体積変化が左室全体の体積変化に埋もれることがなく、たとえば左室の冠動脈入り口近傍における局所的な壁運動異常などの局所的体積変化そのものの評価が可能となる。

【0060】

【発明の効果】本発明に係る超音波診断装置によれば、対象組織の部分領域について局所的な評価が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 各スライス領域の面積を求める方法を説明する図である。

【図2】 左室体積を求める方法を説明する図である。

【図3】 本発明に係る実施の形態において、長軸に直角な方向に2個の部分領域に分割し、その部分体積を求

める様子を示す図である。

【図4】 本発明に係る実施の形態において、長軸に直角な方向に4個の部分領域に分割し、その部分体積を求める様子を示す図である。

【図5】 本発明に係る実施の形態において、長軸を境に左右の2個の部分領域に分割し、その部分体積を求める様子を示す図である。

【図6】 本発明に係る実施の形態において、4個の部分領域に分割し、その部分体積を求める様子を示す図である。

【図7】 本発明に係る実施の形態において、左室の内腔領域が長軸に対し対称形でないときの各スライス領域の面積を求める方法を説明する図である。

【図8】 本発明に係る実施の形態において、各ディスク体の集合としての全体回転体を示す図である。

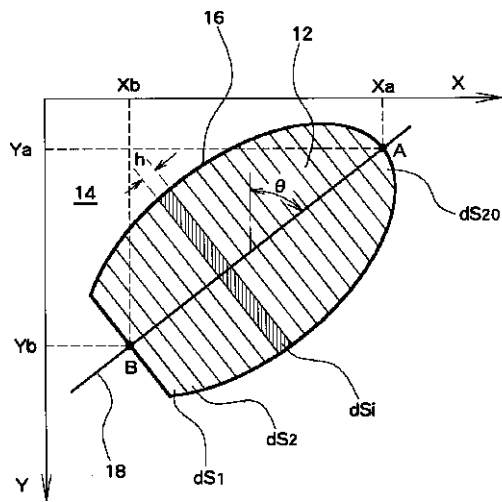
【図9】 本発明に係る実施の形態において、ディスク体につき左側の要素体積と、右側の要素体積を求める様子を示す図である。

【図10】 本発明に係る実施の形態の超音波診断装置の要部構成図である。

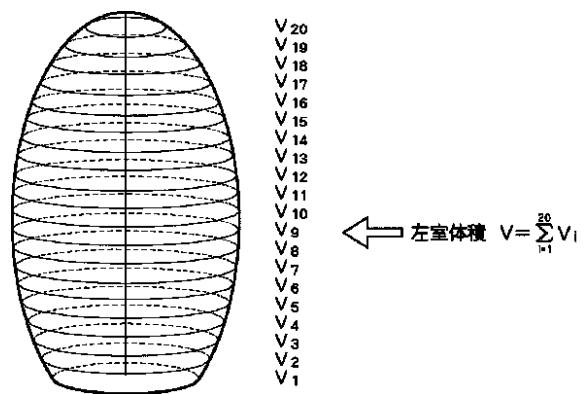
【符号の説明】

12, 30 内腔領域、14 左室外領域、16 符号（輪郭線）、18, 32 長軸、24, 26, 42, 44 分割境界面、34 分割線、36 回転軸、40 全体体積、46 ディスク体、50 超音波診断装置、52 二値化演算器、54 入力器、56 要素面積算出器、58 部分体積算出器、60 部分評価値算出器、62 表示処理部、64 制御部、70 座標パラメータ演算器、72 スライス領域区分部、74 要素面積計測回路、80 演算器、82 $1/\sin\theta$ 演算器、84, 88 乗算器、86 $1/20$ 演算器、90 要素重心演算回路、92 長軸・回転軸ずれ検出回路、94 要素体積演算回路、96 加算部、98 換算回路、100a, 100b ラッチ、102a, 102b 加算器、104a, 104b メモリ、110 拡張末期体積判定回路、112 収縮末期体積判定回路、114 EF演算回路、116 グラフ作成器、150 Bモード画像データ、152 二値化画像データ、160 切換信号、162 分離切換信号、164 加算指示信号、166 換算指示信号。

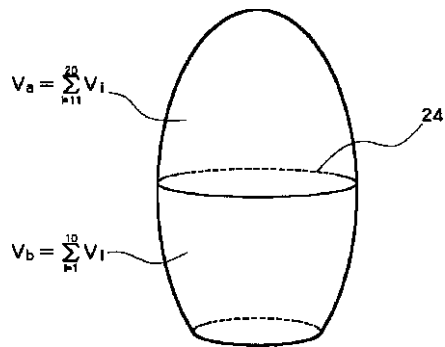
【図1】



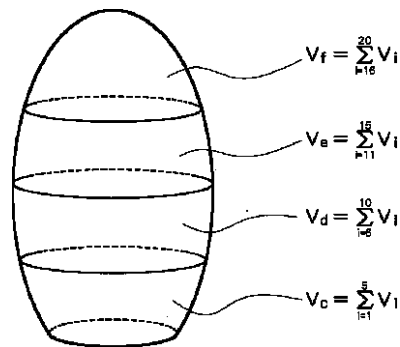
【図2】



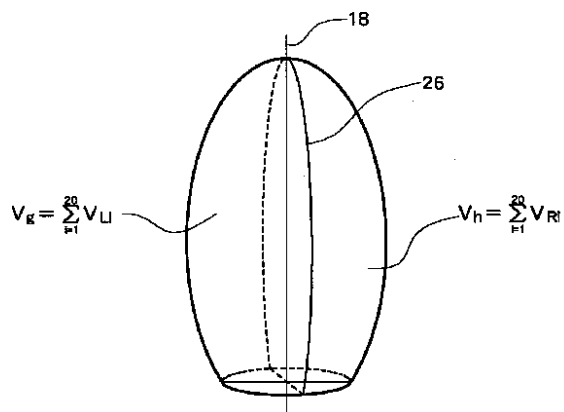
【図3】



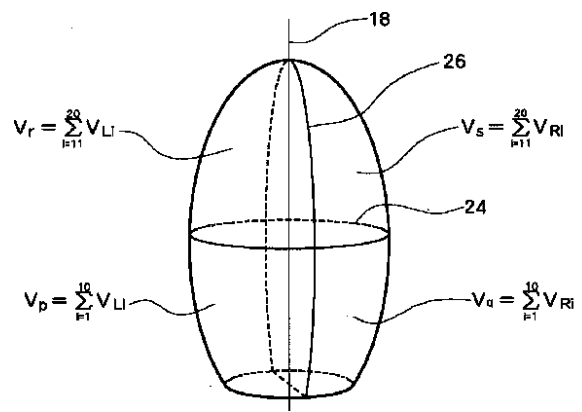
【図4】



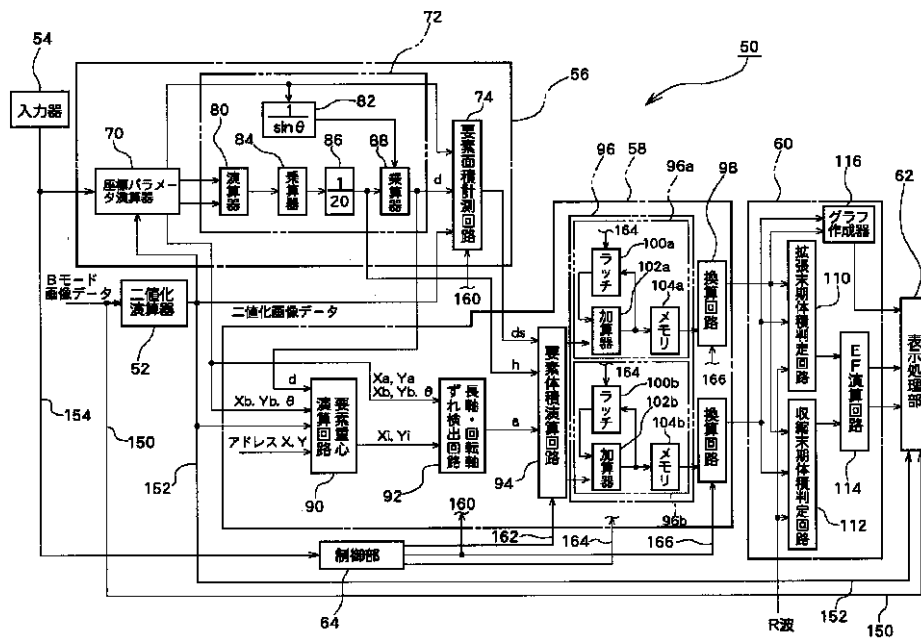
【図5】



【図6】



【図10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C301 CC02 DD01 EE20 JC20 KK24
 KK30
 4C601 DD03 EE30 JC37 KK12 KK28
 KK31
 5B057 AA07 BA05 BA24 BA26 CA08
 CA12 CA16 CC03 CE11 CH08
 CH11 DA08 DB02 DB09 DC02
 DC04
 5L096 BA06 EA43 FA01 FA59

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2003310616A	公开(公告)日	2003-11-05
申请号	JP2002123297	申请日	2002-04-25
[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	村下 賢		
发明人	村下 賢		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/06 G06T1/00 G06T7/00		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/06 G06T1/00.290.D G06T7/00.200.Z A61B8/14 G06T7/00.612 G06T7/10 G06T7/11		
F-TERM分类号	4C301/CC02 4C301/DD01 4C301/EE20 4C301/JC20 4C301/KK24 4C301/KK30 4C601/DD03 4C601/EE30 4C601/JC37 4C601/KK12 4C601/KK28 4C601/KK31 5B057/AA07 5B057/BA05 5B057/BA24 5B057/BA26 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CC03 5B057/CE11 5B057/CH08 5B057/CH11 5B057/DA08 5B057/DB02 5B057/DB09 5B057/DC02 5B057/DC04 5L096/BA06 5L096/EA43 5L096/FA01 5L096/FA59		
其他公开文献	JP3723149B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够局部评估靶组织的局部区域的超声诊断设备。 解决方案：通过输入设备54在断层图像中提取的腔区域中设置局部区域，并使用Simpson方法将腔区域划分为20个具有恒定轴宽h的切片区域。元素面积计算器56计算每个切片区域的元素面积dS。另一方面，通过元素质心计算电路90来计算每个切片区域的元素质心，并且通过长轴/旋转轴移位检测电路92来计算每个切片区域的长轴与质心之间的垂直距离a。在元件体积计算电路94中，使用轴宽度h，元件面积dS以及长轴与旋转轴之间的垂直距离a，来计算每个切片区域中的元件体积。可以通过将对应的元素体积相加的相加单元96来计算与局部区域相对应的局部空间的局部体积。

