

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3次元領域における管状の形態を有する特定組織に対して超音波を送信することで、前記特定組織を表すボリュームデータを取得する画像取得手段と、

前記ボリュームデータに基づいて、前記特定組織の所定断面に沿った断層像データを生成する断層像生成手段と、

前記断層像データに表される特定組織の境界を設定する境界設定手段と、

前記設定された境界に対して所定の位置に視点を設定し、その視点から前記境界に向けた視線方向に沿って前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで、前記特定組織を前記境界に沿って展開した展開像データを生成する展開像生成手段と、

前記展開像データに基づく展開像を表示手段に表示させる表示制御手段と、

を有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記境界設定手段は、前記特定組織を囲む境界を設定し、

前記展開像生成手段は、前記境界によって囲まれた範囲の内部に視点を設定し、前記所定断面内において、その視点から放射状に前記境界に向けた視線方向に沿って、前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで前記展開像データを生成することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記表示制御手段は、前記断層像データに基づく断層像を前記表示手段に表示させ、

前記境界設定手段は、前記表示手段に表示されている断層像上で指定された境界を受け付けることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記境界設定手段は、前記所定断面に平行な断面を前記特定組織に沿って所定間隔ごとに設定し、各断面において前記特定組織を囲む境界を設定し、

前記展開像生成手段は、各境界によって囲まれた各範囲の内部にそれぞれ視点を設定し、前記各断面内において各視点から放射状に前記各境界に向けた視線方向に沿って、前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで、前記特定組織をそれぞれの境界に沿って展開した展開像データを生成することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記境界設定手段は、前記各断面において、前記所定断面で設定された境界と同じ形状、同じ大きさを有する境界を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記断層像生成手段は、前記特定組織に沿った互いに平行な複数の断面について、前記ボリュームデータに基づいて、それぞれの断面ごとに断層像データを生成し、

前記表示制御手段は、各断面の断層像データに基づく断層像を前記表示手段に表示させ、

前記境界設定手段は、前記表示手段に表示されている各断層像上で指定された各境界を受け付けることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記断層像生成手段は、前記特定組織に沿った互いに平行な複数の断面について、前記ボリュームデータに基づいて、それぞれの断面ごとに断層像データを生成し、

前記表示制御手段は、各断面の断層像データに基づく断層像を前記表示手段に表示させ、さらに、前記各断面の断層像にそれぞれカットプレーンラインを重ねて表示させ、

前記境界設定手段は、前記各断面の断層像において、前記カットプレーンラインによる前記特定組織に交差する位置の指定を受け付け、前記各断面の断層像で設定されたカットプレーンラインについて、隣り合う断面のカットプレーンライン間を補間することで、前記特定組織に交差するカット面を生成し、そのカット面によって前記特定組織の境界を設

定し、

前記展開像生成手段は、前記カット面に対して所定の位置に視点を設定し、その視点から前記特定組織と前記カット面とが交差する境界に向けた視線方向に沿って前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで、前記視点と前記カット面との間の範囲に含まれるデータを除いて、それ以外の範囲に含まれるデータに基づいて、前記特定組織を前記境界に沿って展開した展開像データを生成することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

3次元領域における管状の形態を有する特定組織を表すボリュームデータを受けて、前記ボリュームデータに基づいて、前記特定組織の所定断面に沿った断層像データを生成する断層像生成手段と、

前記断層像データに表される特定組織の境界を設定する境界設定手段と、

前記設定された境界に対して所定の位置に視点を設定し、その視点から前記境界に向けた視線方向に沿って前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで、前記特定組織を前記境界に沿って展開した展開像データを生成する展開像生成手段と、

前記展開像データに基づく展開像を表示手段に表示させる表示制御手段と、

を有することを特徴とする医用画像処理装置。

【請求項 9】

コンピュータに、

3次元領域における管状の形態を有する特定組織を表すボリュームデータを受けて、前記ボリュームデータに基づいて、前記特定組織の所定断面に沿った断層像データを生成する断層像生成機能と、

前記断層像データに表される特定組織の境界を設定する境界設定機能と、

前記設定された境界に対して所定の位置に視点を設定し、その視点から前記境界に向けた視線方向に沿って前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで、前記特定組織を前記境界に沿って展開した展開像データを生成する展開像生成機能と、

前記展開像データに基づく展開像を表示装置に表示させる表示制御機能と、

を実行させることを特徴とする医用画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、超音波の送受信によって、管状の形態を有する組織の内面の超音波画像を生成する超音波診断装置、医用画像処理装置、及び医用画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は被検体に対して超音波を送信し、被検体からの反射波に基づいて3次元画像を生成して表示することができる。また、3次元画像データに対して平面状のカット面を設定し、そのカット面と視点との間に存在する画像を除いて、残った画像を表示する技術が知られている（例えば特許文献1）。

【0003】

例えば、超音波の送受信によって血管の3次元画像データを生成し、その3次元画像データに基づいて血管の内面（血管壁）を表す画像を生成して表示することで、血管壁を観察している。血管壁を観察する場合、血管の3次元画像データに対して、血管の長軸方向に沿って平面状のカット面を設定し、そのカット面と視点との間に存在する画像を除いて、残った画像を表示している。具体的には、血管の3次元画像データに対してカット面を設定することで、カット面と視点との間に存在する血管の前壁部分を表す画像を除き、残った後壁部分の画像を表示している。これにより、血管壁の一部分（後壁部分）の画像が生成されて表示されることになる。

【0004】

【特許文献1】特開2006-223712号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来技術においては、血管の3次元画像データと交わるカット面によって画像を取り除いていたため、血管壁を全周に亘って表す画像を生成することができなかった。そのことにより、血管壁全周を一度に観察することができなかった。例えば、カット面と視点との間に存在する前壁部分の画像は除かれてしまうため、後壁部分の画像は観察できても、前壁部分の画像を観察することはできなかった。

【0006】

また、カット面は平面状の面で構成されているため、3次元空間において走行する血管に沿ってそのカット面を設定することが困難である。そのため、3次元空間における血管壁を簡便に観察することができなかった。例えば、3次元空間における主管と分枝の位置関係を捉えてカット面を設定することは困難であった。

【0007】

例えば、腓管は3次元空間において蛇行しているため、平面状のカット面では、腓管を表す3次元画像に対して適切にカット面を設定することは困難であった。そのため、所望の位置における腓管の内面の画像を生成して表示することは困難であった。

【0008】

この発明は上記の問題を解決するものであり、管状の形態を有する組織の内面の画像を簡便に生成することが可能な超音波診断装置、医用画像処理装置、及び医用画像処理プログラムを提供することを目的とする。また、管状の形態を有する組織の内面について、全周に亘る画像を生成することが可能な超音波診断装置、医用画像処理装置、及び医用画像処理プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1に記載の発明は、3次元領域における管状の形態を有する特定組織に対して超音波を送信することで、前記特定組織を表すボリュームデータを取得する画像取得手段と、前記ボリュームデータに基づいて、前記特定組織の所定断面に沿った断層像データを生成する断層像生成手段と、前記断層像データに表される特定組織の境界を設定する境界設定手段と、前記設定された境界に対して所定の位置に視点を設定し、その視点から前記境界に向けた視線方向に沿って前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで、前記特定組織を前記境界に沿って展開した展開像データを生成する展開像生成手段と、前記展開像データに基づく展開像を表示手段に表示させる表示制御手段と、を有することを特徴とする超音波診断装置である。

また、請求項8に記載の発明は、3次元領域における管状の形態を有する特定組織を表すボリュームデータを受けて、前記ボリュームデータに基づいて、前記特定組織の所定断面に沿った断層像データを生成する断層像生成手段と、前記断層像データに表される特定組織の境界を設定する境界設定手段と、前記設定された境界に対して所定の位置に視点を設定し、その視点から前記境界に向けた視線方向に沿って前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで、前記特定組織を前記境界に沿って展開した展開像データを生成する展開像生成手段と、前記展開像データに基づく展開像を表示手段に表示させる表示制御手段と、を有することを特徴とする医用画像処理装置である。

また、請求項9に記載の発明は、コンピュータに、3次元領域における管状の形態を有する特定組織を表すボリュームデータを受けて、前記ボリュームデータに基づいて、前記特定組織の所定断面に沿った断層像データを生成する断層像生成機能と、前記断層像データに表される特定組織の境界を設定する境界設定機能と、前記設定された境界に対して所定の位置に視点を設定し、その視点から前記境界に向けた視線方向に沿って前記ボリュームデータにレンダリング処理を施すことで、前記特定組織を前記境界に沿って展開した展開像データを生成する展開像生成機能と、前記展開像データに基づく展開像を表示装置に表示させる表示制御機能と、を実行させることを特徴とする医用画像処理プログラムであ

10

20

30

40

50

る。

【発明の効果】

【0010】

この発明によると、所定断面に沿った断層像上で特定組織の境界を設定し、所定の視点からその境界に向けた視線方向に沿ってレンダリング処理を施すことで、特定組織を境界に沿って展開した展開像データを生成する。そのことにより、特定組織の内面を表す画像を簡便に生成することが可能となる。例えば、管状の形態を有する組織の内面を表す画像を簡便に生成することが可能となる。

【0011】

また、この発明によると、管状の形態を有する組織の内面について、全周に亘る画像を生成することが可能となる。例えば、血管の内面（血管壁）を全周に亘って表す画像を生成することが可能となるため、血管壁の全周を一度に観察することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

〔第1の実施の形態〕

（構成）

この発明の第1実施形態に係る超音波診断装置の構成について図1を参照して説明する。図1は、この発明の第1実施形態に係る超音波診断装置を示すブロック図である。

【0013】

第1実施形態に係る超音波診断装置1は、超音波プローブ2、送受信部3、信号処理部4、データ記憶部5、画像処理部6、表示制御部15、及びユーザインターフェース（UI）16を備えて構成されている。

【0014】

超音波プローブ2には、複数の超音波振動子が2次元的に配置された2次元アレイプローブが用いられる。2次元アレイプローブは、超音波の送受信によって3次元の領域を走査（スキャン）することができる。また、超音波プローブ2には、複数の超音波振動子が所定方向（走査方向）に1列に配置された1次元アレイプローブを用いても良い。さらに、超音波プローブ2には、走査方向に直交する方向（揺動方向）に超音波振動子を機械的に揺動させることで3次元の領域を走査することができる1次元アレイプローブを用いても良い。

【0015】

送受信部3は送信部と受信部とを備え、超音波プローブ2に電気信号を供給して超音波を発生させるとともに、超音波プローブ2が受信したエコー信号を受信する。

【0016】

送受信部3の送信部は、図示しないクロック発生回路、送信遅延回路、及びパルサ回路を備えている。クロック発生回路は、超音波信号の送信タイミングや送信周波数を決めるクロック信号を発生する回路である。送信遅延回路は、超音波の送信時に遅延を掛けて送信フォーカスを実施する回路である。パルサ回路は、各振動子に対応した個別経路（チャンネル）の数分のパルサを内蔵し、遅延が掛けられた送信タイミングで駆動パルスが発生し、超音波プローブ2の各振動子に供給するようになっている。

【0017】

また、送受信部3の受信部は、図示しないプリアンプ回路、A/D変換回路、及び受信遅延・加算回路を備えている。プリアンプ回路は、超音波プローブ2の各振動子から出力されるエコー信号を受信チャンネルごとに増幅する。A/D変換回路は、増幅されたエコー信号をA/D変換する。受信遅延・加算回路は、A/D変換後のエコー信号に対して受信指向性を決定するのに必要な遅延時間を与え、加算する。その加算により、受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調される。なお、この送受信部3によって加算処理された信号を「RFデータ」と称することとする。

【0018】

信号処理部4は、Bモード処理回路、ドプラ処理回路、及びカラーモード処理回路を備

10

20

30

40

50

えている。送受信部 3 から出力された R F データは、いずれかの処理回路にて処理が施される。B モード処理回路はエコーの振幅情報の映像化を行い、エコー信号から B モード超音波ラスタデータを生成する。ドプラ処理回路はドプラ偏移周波数成分を取り出し、更に F F T 処理等を施して血流情報を有するデータを生成する。カラーモード処理回路は動いている血流情報の映像化を行い、カラー超音波ラスタデータを生成する。血流情報には、速度、分散、パワー等の情報があり、血流情報は 2 値化情報として得られる。

【0019】

なお、超音波プローブ 2、送受信部 3、及び信号処理部 4 が、この発明の「画像取得手段」の 1 例に相当する。

【0020】

データ記憶部 5 は、信号処理部 4 から出力された超音波ラスタデータを記憶する。また、超音波プローブ 2 と送受信部 3 とによってボリュームスキャンを実行することでボリュームデータが取得された場合、データ記憶部 5 にはそのボリュームデータが記憶される。すなわち、超音波プローブ 2 と送受信部 3 とによって 3 次元の領域を走査することでボリュームデータが取得された場合、データ記憶部 5 にはその 3 次元の領域を表すボリュームデータが記憶される。

【0021】

この実施形態においては、管状の形態を有する組織を撮影対象の 1 例とし、その管状組織に対してボリュームスキャンを実行することで、管状組織を表すボリュームデータを取得する場合について説明する。例えば、血管を撮影対象として、血管を表すボリュームデータを取得する場合について説明する。なお、血管の他、脾臓などのように、内部に管状の形態を有する組織を撮影対象にしても良い。

【0022】

画像処理部 6 は、画像生成部 7 と境界設定部 11 を備えて構成されている。

【0023】

画像生成部 7 は、データ記憶部 5 からボリュームデータを読み込み、そのボリュームデータに画像処理を施すことで、任意断面の画像データや、組織を立体的に表す 3 次元画像データなどの超音波画像データを生成する。そして、画像生成部 7 は、生成した超音波画像データを表示制御部 15 に出力する。表示制御部 15 は、画像生成部 7 から出力された超音波画像データを受けて、その超音波画像データに基づく超音波画像を表示部 17 に表示させる。

【0024】

以下、画像生成部 7 と境界設定部 11 について詳しく説明する。画像生成部 7 は、断層像生成部 8、展開像生成部 9、及び結合部 10 を備えて構成されている。また、境界設定部 11 は、第 1 境界設定部 12 と第 2 境界設定部 13 を備えて構成されている。

【0025】

断層像生成部 8 は、データ記憶部 5 に記憶されているボリュームデータを読み込み、そのボリュームデータに基づいて、2 次元画像データである断層像データを生成する。そして、断層像生成部 8 は、生成した断層像データを表示制御部 15 に出力する。例えば、断層像生成部 8 は、ボリュームデータに M P R 処理 (M u l t i P l a n n a r R e c o n s t r u c t i o n) を施すことで、操作者によって指定された任意断面の画像データ (M P R 画像データ) を生成する。そして、断層像生成部 8 は、その M P R 画像データを表示制御部 15 に出力する。表示制御部 15 は、断層像生成部 8 から出力された M P R 画像データを受けて、その M P R 画像データに基づく M P R 画像を表示部 17 に表示させる。例えば、断層像生成部 8 は、血管を表すボリュームデータに M P R 処理を施すことで、操作者によって指定された任意断面の M P R 画像データを生成する。

【0026】

ここで、血管を管状組織の 1 例として、その血管の画像データを生成する場合について図 2 及び図 3 を参照して説明する。図 2 は、血管を模式的に示す図である。図 3 は、血管の短軸像を示す図である。

10

20

30

40

50

【0027】

図2に示す例では、血管20が延びている方向の軸を長軸（Y軸）とし、その長軸（Y軸）に直交する軸を短軸（X軸）とZ軸とする。そして、血管20は、短軸（X軸）、長軸（Y軸）、及びZ軸で規定される3次元の直交座標系で表される。

【0028】

例えば、断層像生成部8は、図2に示す血管20の短軸（X軸）とZ軸とで規定される断面に沿った断層像データを生成する。以下、短軸（X軸）とZ軸とで規定される断面を「短軸断面」と称し、短軸断面に沿った断層像データを「短軸像データ」と称する。

【0029】

例えば、画像生成部7が、ボリュームデータにボリュームレンダリングを施すことで、血管20を立体的に表す3次元画像データを生成し、その3次元画像データを表示制御部15に出力する。表示制御部15は、血管20を表す3次元画像データを画像生成部7から受けて、その3次元画像データに基づく3次元画像を表示部17に表示させる。そして、操作者は、表示部17に表示されている血管20の3次元画像を観察しながら、操作部18を用いて所望の位置における血管の断面を指定する。例えば、操作者は、表示部17に表示されている血管20の3次元画像を観察しながら、操作部18を用いて短軸（X軸）とZ軸とで規定される断面（短軸断面）を指定する。操作部18を用いて断面の位置が指定されると、ユーザインターフェース16からその短軸断面の位置を示す情報（短軸断面の座標情報）が、画像処理部6に出力される。具体的には、長軸（Y軸）における短軸断面の座標情報と、短軸断面の範囲を示す短軸（X軸）とZ軸の座標情報とが、ユーザインターフェース（UI）16から画像処理部6に出力される。すなわち、X軸、Y軸、及びZ軸によって規定される3次元直交座標系における短軸断面の位置を特定する座標情報（X、Y、Z）が、ユーザインターフェース（UI）16から画像処理部6に出力される。

【0030】

そして、断層像生成部8は、ユーザインターフェース16から出力された短軸断面の座標情報（X、Y、Z）を受け、ボリュームデータにMPR処理を施すことで、その短軸断面に沿った断層像データを生成する。そして、断層像生成部8は、生成した短軸像データを表示制御部15に出力する。表示制御部15は、断層像生成部8から出力された短軸像データを受けて、その短軸像データに基づく短軸像を表示部17に表示させる。

【0031】

短軸像の1例を図3に示す。表示制御部15は、短軸（X軸）とZ軸とで規定される短軸断面の短軸像データを断層像生成部8から受けて、その短軸像データに基づく短軸像30を表示部17に表示させる。短軸像30は、血管20の短軸（X軸）とZ軸とで規定される断面における画像を表している。血管20は管状の形態を有する組織であるため、短軸像30には、その管状の形態の断面が表されている。

【0032】

このように血管の短軸像30が表示部17に表示されている状態で、操作者は操作部18を用いて所望の組織の境界を指定する。例えば、短軸（X軸）とZ軸とで規定される短軸断面の短軸像30において、血管20の周方向（φ方向）に沿って、血管の内面（血管壁31）を指定する。

【0033】

図3に示す例では、操作者は操作部18を用いて、周方向（φ方向）に沿って血管の内面の境界33Aを指定している。具体的には、操作者は操作部18を用いて、表示部17に表示されている短軸像30が表す血管壁31をなぞることで、境界33Aを指定する。このように境界33Aが指定されると、ユーザインターフェース（UI）16から境界33Aの座標情報が第1境界設定部12に出力される。具体的には、短軸断面内における境界33Aの短軸（X軸）とZ軸の座標情報（X、Z）が、ユーザインターフェース（UI）16から第1境界設定部12に出力される。

【0034】

第1境界設定部12は操作者が指定した境界33Aの座標情報を受けて、その境界33Aを、短軸像30の短軸断面において、血管20の展開像データを生成する範囲に設定する。そして、第1境界設定部12は、境界33Aの座標情報を展開像生成部9に出力する。短軸像30に平行な短軸断面の長軸（Y軸）における位置（Y座標）は、画像処理部6に設定されている。従って、短軸断面内で境界33Aが指定されることで、X軸、Y軸、及びZ軸で規定される3次元直交座標系における境界33Aの位置（X，Y，Z）が特定され、その座標情報が展開像生成部9に設定される。すなわち、展開像生成部9には、境界33Aの3次元直交座標系における位置（X，Y，Z）が設定されることになる。

【0035】

また、操作者は操作部18を用いて、血管の内面（血管壁31）に沿った複数の点を指定しても良い。図3に示す例では、操作者は操作部18を用いて、血管壁31に沿って点32A～32Eを指定する。このように血管壁31に沿って点32A～32Eが指定されると、ユーザインターフェース（UI）16から点32A～32Eの座標情報が第1境界設定部12に出力される。具体的には、短軸断面内における点32A～32Eの短軸（X軸）とZ軸の座標情報（X，Z）が、ユーザインターフェース（UI）16から第1境界設定部12に出力される。

【0036】

第1境界設定部12は操作者が指定した点32A～32Eの座標情報を受けて、各点間を補間することで、周方向（φ方向）の境界33Aを求める。例えば、第1境界設定部12は、隣り合う点同士を線形補間やスプライン補間などによって補間することで、周方向（φ方向）の境界33Aを求める。そして、第1境界設定部12は、境界33Aの座標情報を展開像生成部9に出力する。これにより、展開像生成部9には、境界33Aの3次元直交座標系における位置（X，Y，Z）が設定されることになる。

【0037】

また、第1境界設定部12は、断層像生成部8から短軸像データを受けて、その短軸像データから血管の内面（血管壁31）の境界を検出しても良い。血管壁の境界の検出方法については、境界検出に関する従来技術を用いることができる。例えば、第1境界設定部12は、短軸像30の輝度差に基づいて血管の内面（血管壁31）の境界を検出し、その境界の座標情報を展開像生成部9に出力する。

【0038】

次に、展開像生成部9による処理について図4を参照して説明する。図4は、血管の短軸像を示す図である。

【0039】

展開像生成部9は、データ記憶部5に記憶されているボリュームデータを読み込み、そのボリュームデータの内部にレンダリングにおける視点を設定する。例えば、図4に示すように、展開像生成部9は、第1境界設定部12から出力された境界33Aの座標情報に基づき、短軸像30に平行な短軸断面内において、境界33Aによって囲まれる範囲内に視点35を設定する。例えば、展開像生成部9は、境界33Aの座標情報を第1境界設定部12から受けて、境界33Aによって囲まれる範囲の重心を求め、その重心を視点35に設定する。また、短軸像30が表示部17に表示されている状態で、操作者が操作部18を用いて視点35を指定しても良い。操作者によって視点35が指定されると、ユーザインターフェース（UI）16からその視点35の座標情報が展開像生成部9に出力される。展開像生成部9は、操作者によって指定された点を視点35に設定する。

【0040】

そして、展開像生成部9は、その視点35を含む短軸断面内において、その視点35から放射状に延びる視線方向36を設定する。そして、展開像生成部9は、血管20のボリュームデータに対して、短軸像30に平行な短軸断面内に設定された視線方向36に沿ってボリュームレンダリングを施すことで、血管20の内面を、短軸像30に平行な短軸断面において境界33Aに沿って展開した画像データ（以下、「展開像データ」と称する場合がある）を生成する。すなわち、展開像生成部9は、血管20を表すボリュームデータ

に対して、視線方向 36 に沿ってボリュームレンダリングを施すことで、血管 20 の内面を境界 33A に沿って周方向（ ϕ 方向）に展開した展開像データを生成する。

【0041】

例えば、境界 33A を血管の血管壁 31 に沿って設定することで、血管の血管壁 31 を、短軸像 30 に平行な短軸断面において展開した展開像データが生成される。すなわち、短軸像 30 に平行な短軸断面において、図 4 に示す周方向（ ϕ 方向）に沿って展開された展開像データが生成される。

【0042】

また、第 1 境界設定部 12 は、短軸像 30 上で設定した境界 33A の座標情報を第 2 境界設定部 13 に出力する。第 2 境界設定部 13 は、長軸（Y 軸）方向における位置が異なる複数の短軸断面を設定する。そして、第 2 境界設定部 13 は、長軸（Y 軸）方向において位置が異なる複数の短軸断面に、境界 33A と同じ形状、同じ大きさを有する周方向（ ϕ 方向）の境界を設定する。

【0043】

ここで、複数の短軸断面について、図 5 を参照して説明する。図 5 は、血管の長軸像を示す図である。

【0044】

例えば、第 2 境界設定部 13 は、データ記憶部 5 からボリュームデータを読み込んで、そのボリュームデータから血管 20 を表すボリュームデータを抽出する。血管 20 を表すボリュームデータの抽出方法について、画像抽出方法に関する従来技術を用いることができる。例えば、第 2 境界設定部 13 は、ボリュームデータの輝度値に基づいて血管 20 を表すボリュームデータを抽出する。

【0045】

そして、第 2 境界設定部 13 は、抽出した血管 20 の長軸（Y 軸）に沿って、予め設定された所定範囲において予め設定された所定間隔ごとに、長軸（Y 軸）に直交する短軸断面を設定する。図 5 を参照して具体的に説明する。図 5 において、長軸像 40 は、血管 20 の長軸（Y 軸）と Z 軸とで規定される断面に沿った画像である。以下、長軸（Y 軸）と Z 軸とで規定される断面「長軸断面」と称する。なお、図 5 において、像 41 は、例えば腫瘍などを表している。

【0046】

第 2 境界設定部 13 は、血管 20 の長軸（Y 軸）に沿って、予め設定された範囲内において予め設定された所定間隔ごとに、短軸（X 軸）と Z 軸とで規定される短軸断面を設定する。図 5 に示す例では、第 2 境界設定部 13 は、長軸（Y 軸）に沿って、予め設定された範囲内において予め設定された所定間隔ごとに、複数の短軸断面 37A～37N を設定する。そして、第 2 境界設定部 13 は、短軸像 30 上で設定された境界 33A の座標情報（X, Z）に基づいて、個々の短軸断面 37A～37N に、境界 33A と同じ形状、同じ大きさを有する境界を設定する。例えば、第 2 境界設定部 13 は、境界 33A と同じ形状、同じ大きさを有する周方向（ ϕ 方向）の境界を短軸断面 37A に設定し、境界 33A と同じ形状、同じ大きさを有する周方向（ ϕ 方向）の境界を短軸断面 37B に設定する。そして、第 2 境界設定部 13 は、短軸断面 37A～37N のそれぞれに、境界 33A と同じ形状、同じ大きさを有する周方向（ ϕ 方向）の境界を設定する。すなわち、第 2 境界設定部 13 は、短軸断面 37A～37N のそれぞれに周方向（ ϕ 方向）の境界を設定することで、3 次元直交座標系における複数の境界の座標情報（X, Y, Z）を求める。

【0047】

なお、短軸断面を設定する範囲と所定間隔は、図示しない記憶部に予め記憶されている。第 2 境界設定部 13 は、その記憶部に記憶されている範囲と所定間隔に基づいて、長軸（Y 軸）に沿って、予め設定された範囲において予め設定された所定間隔ごとに、複数の短軸断面 37A～37N を設定する。また、操作者が操作部 18 を用いて、短軸断面を設定する範囲と所定間隔を任意に変えるようにしても良い。

【0048】

また、第2境界設定部13は、個々の短軸断面37A～37Nごとに、それぞれ形状と大きさが異なる境界を設定しても良い。この場合、第2境界設定部13は、個々の短軸断面ごとに、血管壁の輪郭（境界）を検出する。例えば、第2境界設定部13は、ボリュームデータの輝度差に基づいて血管の内面（血管壁）の輪郭（境界）を個々の短軸断面ごとに検出する。そして、第2境界設定部13は、検出した輪郭（境界）を、個々の短軸断面37A～37Nにおける血管壁の輪郭（境界）に設定する。具体的には、第2境界設定部13は、ボリュームデータの輝度差に基づいて、短軸断面37Aについて血管壁の輪郭（ ϕ 方向の輪郭）を検出し、短軸断面37Bについて血管壁の輪郭（ ϕ 方向の輪郭）を検出する。そして、第2範囲設定部13は、個々の短軸断面ごとに血管壁の輪郭（ ϕ 方向の輪郭）を検出する。

10

【0049】

そして、第2境界設定部13は、各短軸断面37A～37Nに設定された周方向（ ϕ 方向）の輪郭（境界）の座標情報（X, Y, Z）を展開像生成部9に出力する。これにより、展開像生成部9には、3次元直交座標系における各輪郭（各境界）の位置（X, Y, Z）が設定されることになる。

【0050】

展開像生成部9は、第2境界設定部13から出力された短軸断面37A～37Nの境界の座標情報（X, Y, Z）に基づき、各短軸断面37A～37Nの境界によって囲まれた範囲内にボリュームレンダリングにおける視点を設定する。具体的には、展開像生成部9は、境界の座標情報（X, Y, Z）に基づき、短軸断面37Aに設定された周方向（ ϕ 方向）の境界によって囲まれた範囲内に視点を設定し、短軸断面37Bに設定された周方向（ ϕ 方向）の境界によって囲まれた範囲内に視点を設定する。短軸断面37C～37Nについても同様に、展開像生成部9は、境界の座標情報（X, Y, Z）に基づき、短軸断面37C～37Nのそれぞれに設定された周方向（ ϕ 方向）の境界によって囲まれた範囲内に視点を設定する。例えば、展開像生成部9は、短軸断面37Aに設定された周方向（ ϕ 方向）の境界によって囲まれた範囲の重心を短軸断面37Aの視点に設定し、短軸断面37Bに設定された周方向（ ϕ 方向）の境界によって囲まれた範囲の重心を短軸断面37Bの視点に設定する。そして、展開像生成部9は、短軸断面37A～37Nのそれぞれに設定された周方向（ ϕ 方向）の境界によって囲まれた範囲の重心を、短軸断面37A～37Nのそれぞれの視点に設定する。

20

30

【0051】

そして、展開像生成部9は、個々の短軸断面37A～37Nごとに、視点から放射状に延びる視線方向を設定する。そして、展開像生成部9は、各短軸断面37A～37N内に設定された視線方向に沿ってボリュームレンダリングを施すことで、個々の短軸断面37A～37Nについて、血管20の内面を境界に沿って周方向（ ϕ 方向）に展開した展開像データを生成する。そして、展開像生成部9は、個々の短軸断面37A～37Nごとに生成した展開像データを結合部10に出力する。

【0052】

また、個々の短軸断面の境界を操作者が指定しても良い。この場合、断層像生成部8は、血管20の長軸（Y軸）に沿って、予め設定された範囲において予め設定された所定間隔ごとに、短軸断面に沿った短軸像データを生成する。例えば、図5に示すように、断層像生成部8は、短軸断面37A～37Nのそれぞれに沿った短軸像データを生成する。そして、断層像生成部8は、各短軸断面37A～37Nに沿った短軸像データを表示制御部15に出力する。表示制御部15は、各短軸断面37A～37Nに沿った短軸像データに基づく短軸像を表示部17に表示させる。例えば、表示制御部15は、各短軸断面37A～37Nに沿った各短軸像を、短軸断面の位置に従って順番に表示部17に表示させる。

40

【0053】

そして、操作者は、表示部17に表示されている短軸断面37A～37Nの短軸像を観察しながら、操作部18を用いて、短軸断面37A～37Nの短軸像のそれぞれに対して、血管壁の境界を指定する。操作者によって各短軸断面における周方向（ ϕ 方向）の境界

50

が指定されると、各短軸断面で指定された周方向（ ϕ 方向）の境界の座標情報が、ユーザインターフェース（UI）16から第1境界設定部12に出力される。具体的には、各短軸断面における境界の短軸（X軸）とZ軸の座標情報（X, Z）が、ユーザインターフェース（UI）16から第1境界設定部12に出力される。そして、第1境界設定部12は、個々の短軸像で指定された血管壁の境界（ ϕ 方向の境界）を、個々の短軸像における境界に設定し、各短軸像における境界の座標情報を展開像生成部9に出力する。各短軸断面の長軸（Y軸）における位置（Y座標）は、画像処理部6に設定されている。従って、各短軸断面内で境界が指定されることで、X軸、Y軸、及びZ軸で規定される3次元直交座標系における各短軸断面内の境界の位置（X, Y, Z）が特定され、各境界の座標情報（X, Y, Z）が展開像生成部9に設定される。すなわち、展開像生成部9には、3次元直交座標系における各境界の位置（X, Y, Z）が設定されることになる。

10

【0054】

展開像生成部9は、上述したように、各短軸断面にて設定された周方向（ ϕ 方向）の境界ごとに視点を設定し、ボリュームデータにボリュームレンダリングを施すことで、個々の短軸断面ごとに、血管20の内面を境界に沿って周方向（ ϕ 方向）に展開した展開像データを生成する。そして、展開像生成部9は、個々の短軸断面ごとに生成した展開像データを結合部10に出力する。

【0055】

結合部10は、個々の短軸断面ごとに生成された展開像データを受けて、それら複数の展開像データを結合する。各展開像データは、血管20に長軸（Y軸）に沿って、複数の短軸断面ごとに生成されている。従って、結合部10は、長軸（Y軸）における短軸断面の位置（Y座標）に従って、各短軸断面の展開像データを長軸（Y軸）に並べて複数の展開像データを結合することで、長軸（Y軸）の所定範囲における1つの展開像データを生成する。そして、結合部10は、その展開像データを表示制御部15に出力する。表示制御部15は、結合部10から出力された展開像データを受けて、その展開像データに基づく展開像を表示部17に表示させる。

20

【0056】

また、展開像生成部9は、周方向（ ϕ 方向）における所定位置を基準位置とし、その基準位置を展開像の端部として、血管20の内面を各短軸断面の境界に沿って周方向（ ϕ 方向）に展開することで、各短軸断面における展開像データを生成する。これにより、各短軸断面について、端部の位置が揃った展開像データが生成される。そして、結合部10は、各短軸断面の展開像データを結合する。これにより、各短軸断面における展開像の端部の位置を揃えて、各短軸断面の展開像データを結合することができる。その結果、各短軸断面の展開像の位置が揃った展開像データを生成することができる。基準位置について図6を参照して説明する。図6は、血管の短軸像を示す図である。

30

【0057】

展開像生成部9は、境界33Aによって囲まれた範囲の重心（視点35）を通るZ軸と境界33Aとが交わる点を基準位置Pとする。例えば、1周が360°で規定される周方向（ ϕ 方向）において、0°の位置を基準位置Pとする。そして、展開像生成部9は、基準位置Pを展開像の端部として、血管20の内面を境界33Aに沿って周方向（ ϕ 方向）に展開することで展開像データを生成する。

40

【0058】

そして、展開像生成部9は、各短軸断面で設定された周方向（ ϕ 方向）の境界について、周方向（ ϕ 方向）の0°の位置を基準位置に設定する。展開像生成部9は、それぞれの基準位置を端部として、血管20の内面をそれぞれの境界に沿って周方向（ ϕ 方向）に展開することで各短軸断面の展開像データを生成する。展開像生成部9は、各短軸断面の展開像データを結合部10に出力する。上述したように、結合部10は、個々の短軸断面ごとに生成された展開像データを結合して、1つの展開像データを生成する。これにより、各短軸断面における展開像の端部の位置を揃えて、各短軸断面の展開像データを結合することができる。その結果、各短軸断面の展開像の位置が揃った、1つの展開像データを生

50

成することができる。

【0059】

結合部10によって結合された展開像データの1例を図7に示す。図7は、展開像の1例を示す図である。図7に示す展開像50は、長軸（Y軸）の位置が異なる各短軸断面の内面が境界に沿って周方向（φ方向）に展開されて、結合された画像である。また、各短軸断面の所定位置を基準位置Pとして、各短軸断面における血管20の内面をそれぞれの境界に沿って周方向（φ方向）に展開し、その基準位置Pを展開像の端部とすることで、各短軸断面における展開像の位置が揃った展開像が得られる。

【0060】

なお、短軸像30に境界33Aを設定して、複数の短軸断面に境界を設定していない場合、表示制御部15は、血管20の内面を境界33Aに沿って周方向（φ方向）に展開した展開像データに基づく展開像を表示部17に表示させても良い。すなわち、1つの短軸断面のみで境界が設定された場合、表示制御部15は、その1つの短軸断面で設定された境界に沿って血管20の内面を周方向（φ方向）に展開した展開像データに基づく展開像を表示部17に表示させても良い。

【0061】

以上のように、血管20の内面を境界に沿って周方向（φ方向）に展開した展開像データを個々の短軸断面ごとに生成し、各短軸断面の展開像データを長軸（Y軸）に沿って結合することで、血管20の内面の全周を一度に観察することが可能となる。換言すると、血管20の内面を、周方向（φ方向）に360°に亘って観察することが可能となる。例えば、図7に示すように、血管壁における腫瘍51の有無や、血管壁における腫瘍51の分布を展開像50によって一度に観察することが可能となる。すなわち、3次元空間に分布する血管などの管状組織の管腔壁を平面的に表示し、管腔壁の全周を一度に観察することが可能となる。

【0062】

また、展開像生成部9によるレンダリングの範囲を変えても良い。このレンダリングの範囲について図8を参照して説明する。図8は、血管の短軸像を示す図である。例えば図8に示すように、展開像生成部9は短軸断面で設定された境界33Aの外側に、境界33Aに相似する別の境界38Aを設定し、境界33Aと境界38Aとの間のデータにボリュームレンダリングを施す。例えば、展開像生成部9は、境界33Aから予め設定された所定距離離れた位置に境界38Aを設定する。また、操作者が表示部17に表示されている短軸像30を観察しながら、操作部18を用いて境界38Aを指定しても良い。この場合、境界38Aの座標情報がユーザインターフェース（UI）16から展開像生成部9に出力される。展開像生成部9は、操作者によって指定された境界38Aの座標情報を受けて、境界33Aと境界38Aとの間のデータにボリュームレンダリングを施すことで、展開像データを生成する。

【0063】

また、展開像生成部9は、短軸像で設定された境界を構成する各点について、周方向（φ方向）における相対的な位置関係が変わらないように、各短軸断面の展開像データを生成しても良い。つまり、展開像生成部9は、短軸像で設定された境界を構成する各点の周方向（φ方向）における相対的な位置関係と、その境界に沿って周方向（φ方向）に展開した展開像における各点の周方向（φ方向）における相対的な位置関係とが等しくなるように、展開像における各点間の距離を調整する。

【0064】

具体的には、展開像生成部9は、短軸像30で設定された境界33Aを構成する各点の周方向（φ方向）における相対的な位置関係と、その境界33Aに沿って周方向（φ方向）に展開して得られる展開像を構成する各点の周方向（φ方向）における相対的な位置関係とが等しくなるように、展開像における各点間の距離を調整する。これにより、展開像において、腫瘍などの位置関係をより正確に把握することが可能となる。

【0065】

なお、ユーザインターフェース 16 は表示部 17 と操作部 18 を備えて構成されている。表示部 17 は C R T や液晶ディスプレイなどのモニタで構成されており、画面上に断層像、展開像、又は 3 次元画像などの超音波画像が表示される。操作部 18 はキーボード、マウス、トラックボール又は T C S (T o u c h C o m m a n d S c r e e n) などで構成されており、操作者の操作によって短軸断面や境界などの指定が行われる。

【0066】

また、画像処理部 6 は、C P U と、R O M、R A M などの記憶装置を備えて構成されている。記憶装置には、画像生成部 7 の機能を実行するための画像生成プログラムと、範囲設定部 11 の機能を実行するための範囲設定プログラムとが記憶されている。画像生成プログラムには、断層像生成部 8 の機能を実行するための断層像生成プログラム、展開像生成部 9 の機能を実行するための展開像生成プログラム、及び、結合部 10 の機能を実行するための結合プログラムが含まれている。範囲設定プログラムには、第 1 範囲設定部 12 の機能を実行するための第 1 範囲設定プログラムと、第 2 範囲設定部 13 の機能を実行するための第 2 範囲設定プログラムが含まれている。

【0067】

C P U が断層像生成プログラムを実行することで、指定された断面に沿った断層像データを生成する。また、C P U が展開像生成プログラムを実行することで、断層像上で設定された境界によって囲まれた範囲内に視点を設定し、ボリュームデータにボリュームレンダリングを施すことで、境界に沿って周方向 (ϕ 方向) に展開した展開像データを生成する。また、C P U が結合プログラムを実行することで、複数の展開像データを結合して、1 つの展開像データを生成する。

【0068】

また、C P U が第 1 境界設定プログラムを実行することで、短軸像で設定された範囲を、展開像データを生成する範囲に設定する。また、C P U が第 2 境界設定プログラムを実行することで、複数の短軸断面で設定されたそれぞれの範囲を、展開像データを生成する範囲に設定する。

【0069】

また、表示制御部 15 は、C P U と、R O M、R A M などの記憶装置を備えて構成されている。記憶装置には、表示制御部 15 の機能を実行するための表示制御プログラムが記憶されている。C P U が表示制御プログラムを実行することで、画像処理部 6 によって生成された短軸像データや展開像データなどの超音波画像データに基づく超音波画像を表示部 17 に表示させる。

【0070】

(動作)

次に、この発明の第 1 実施形態に係る超音波診断装置 1 による一連の動作について、図 9 を参照して説明する。図 9 は、この発明の第 1 実施形態に係る超音波診断装置による一連の動作を示すフローチャートである。

【0071】

(ステップ S 0 1)

まず、超音波プローブ 2 と送受信部 3 によって被検体を超音波で走査することで、被検体のボリュームデータを取得する。取得されたボリュームデータは、データ記憶部 5 に記憶される。例えば、血管を撮影対象として、血管のボリュームデータを取得する。

【0072】

(ステップ S 0 2)

次に、操作者は操作部 18 を用いて、血管を表すボリュームデータの任意の位置における短軸断面を指定する。例えば、画像生成部 7 は、データ記憶部 5 からボリュームデータを読み込んで、そのボリュームデータにボリュームレンダリングを施すことで、血管を立体的に表す 3 次元画像データを生成する。そして、表示制御部 15 は、その 3 次元画像データに基づく 3 次元画像を表示部 17 に表示させる。操作者は、表示部 17 に表示されている血管の 3 次元画像を観察しながら、操作部 18 を用いて、任意の位置における短軸断

面を指定する。操作者によって指定された短軸断面の座標情報（X，Y，Z）が、ユーザインターフェース（UI）16から断層像生成部8に出力される。

【0073】

（ステップS03）

断層像生成部8は、血管を表すボリュームデータにMPR処理を施すことで、操作者によって指定された短軸断面に沿った短軸像データを生成する。そして、断層像生成部8は、短軸断面の短軸像データを表示制御部15に出力する。

【0074】

（ステップS04）

表示制御部15は、断層像生成部8によって生成された短軸像データに基づく短軸像を表示部17に表示させる。例えば図3に示すように、表示制御部15は、血管の短軸像30を表示部17に表示させる。

【0075】

（ステップS05）

そして、操作者は表示部17に表示されている短軸像30を観察しながら、操作部18を用いて、血管の内面の境界33Aを指定する。このように境界33Aが指定されると、ユーザインターフェース（UI）16から境界33Aの座標情報（X，Z）が第1境界設定部12に出力される。また、第1境界設定部12は、操作者が指定した境界33Aの座標情報を受けて、その境界33Aを、血管20の展開像データを生成する範囲に設定する。そして、第1境界設定部12は、境界33Aの座標情報を展開像生成部9に出力する。これにより、展開像生成部9には、3次元直交座標系における境界33Aの位置（X，Y，Z）が設定されることになる。また、第1境界設定部12は、断層像生成部8から短軸像データを受けて、その短軸像データから血管の内面（血管壁31）の輪郭を検出し、その輪郭の座標情報を展開像生成部9に出力しても良い。

【0076】

（ステップS06）

そして、操作者が短軸断面の位置を変更するか否かを判断する。短軸断面の位置を変える場合（ステップS06、Yes）、操作者は、表示部17に表示されている血管の3次元画像を観察しながら、操作部18を用いて、任意の位置における短軸断面を指定する（ステップS02）。操作者によって指定された短軸断面の座標情報（X，Y，Z）が、ユーザインターフェース（UI）16から断層像生成部8に出力される。そして、上述したステップS03～ステップS05の処理を実行することで、操作者が指定した短軸断面における境界が設定される。そして、第1境界設定部12は、その短軸断面における境界の座標情報を展開像生成部9に出力する。

【0077】

さらに短軸断面の位置を変更する場合は（ステップS06、Yes）、ステップS02～ステップS05の処理を行う。例えば複数の短軸断面について境界を設定する場合、ステップS02～ステップS05の処理を繰り返して実行する。例えば図5に示すように、断層像生成部8は、短軸断面37A～37Nのそれぞれに沿った短軸像データを生成する。そして、表示制御部15は、各短軸断面37A～37Nに沿った短軸像データに基づく短軸像を表示部17に表示させる。操作者は、表示部17に表示されている短軸断面37A～37Nの短軸像を観察しながら、操作部18を用いて、短軸断面37A～37Nの短軸像のそれぞれに対して、血管20の内面の境界（φ方向の境界）を指定する。この場合、第1境界設定部12は、個々の短軸像で指定された血管20の内面の境界（φ方向の境界）を、個々の短軸像における境界に設定し、各短軸像における境界の座標情報を展開像生成部9に出力する。これにより、展開像生成部9には、3次元直交座標系における各境界の位置（X，Y，Z）が設定されることになる。

【0078】

一方、短軸断面の位置を変更しない場合は（ステップS06、No）、ステップS07へ移行する。

10

20

30

40

50

【0079】

なお、長軸方向（Y方向）における位置が異なる複数の短軸断面を自動的に設定し、各短軸断面における境界を自動的に設定しても良い。この場合、第2境界設定部13は、データ記憶部5からポリウムデータを読み込んで、そのポリウムデータから血管20を表すポリウムデータを抽出する。そして、第2範囲設定部13は、図5に示すように、抽出した血管20の長軸方向（Y方向）に沿って、予め設定された所定範囲において予め設定された所定間隔ごとに、複数の短軸断面37A～37Nを設定する。そして、第2境界設定部13は、個々の短軸断面37A～37Nに、境界33Aと同じ形状、同じ大きさの境界を設定する。また、第2境界設定部13は、個々の短軸断面37A～37Nごとに血管壁の輪郭を抽出して、それぞれ異なる輪郭（境界）を設定しても良い。そして、第2境界設定部13は、各短軸断面37A～37Nに設定された周方向（φ方向）の境界の座標情報を展開像生成部9に出力する。これにより、展開像生成部9には、3次元直交座標系における各境界の位置（X，Y，Z）が設定されることになる。

10

【0080】

（ステップS07）

そして、短軸断面に対する境界の設定が終了すると（ステップS06、No）、展開像生成部9は、短軸断面にて設定された周方向（φ方向）の境界によって囲まれる範囲内に視点を設定し、ポリウムデータにポリウムレンダリングを施すことで、血管20の内面を境界に沿って周方向（φ方向）に展開した展開像データを生成する。そして、展開像生成部9は、展開像データを表示制御部15に出力する。

20

【0081】

また、複数の短軸断面に対して境界が設定されている場合は、展開像生成部9は、各短軸断面にて設定された周方向（φ方向）の境界ごとに視点を設定し、ポリウムデータにポリウムレンダリングを施すことで、個々の短軸断面ごとに、周方向（φ方向）に展開した展開像データを生成する。そして、展開像生成部9は、個々の短軸断面ごとに生成した展開像データを結合部10に出力する。結合部10は、各短軸断面の展開像データを結合することで、1つの展開像データを生成する。そして、結合部10は、結合した展開像データを表示制御部15に出力する。

【0082】

（ステップS08）

表示制御部15は、展開像生成部9から展開像データを受けて、その展開像データに基づく展開像を表示部17に表示させる。また、複数の短軸断面ごとに展開像データが生成されている場合、表示制御部15は、結合部10から展開像データを受けて、図7に示すように、その展開像データに基づく展開像50を表示部17に表示させる。

30

【0083】

以上のように、血管20の短軸断面における内面を境界に沿って周方向（φ方向）に展開した展開像データを生成することで、血管20の内面（血管壁）の全周を一度に観察することが可能となる。つまり、血管20の内面（血管壁）を、周方向（φ方向）に360°に亘って観察することが可能となる。

【0084】

（医用画像処理装置）

また、管状組織の内面を展開した展開像データを生成する医用画像処理装置を、超音波診断装置の外部に設けても良い。この医用画像処理装置は、上述したデータ記憶部5、画像処理部6、表示制御部15、及びユーザインターフェース（UI）16を備えている。そして、医用画像処理装置は、ポリウムデータを外部の超音波診断装置から取得し、そのポリウムデータに基づいて、管状組織の内面を展開した展開像データを生成し、その展開像データに基づく展開像を表示する。

40

【0085】

〔第2の実施の形態〕

次に、この発明の第2実施形態に係る超音波診断装置の構成について図10を参照して

50

説明する。図 10 は、この発明の第 2 実施形態に係る超音波診断装置を示すブロック図である。

【0086】

第 2 実施形態に係る超音波診断装置 1 A は、超音波プローブ 2、送受信部 3、信号処理部 4、データ記憶部 5、画像処理部 6 A、表示制御部 1 5、及びユーザインターフェース (U I) 1 6 を備えて構成されている。

【0087】

超音波プローブ 2、送受信部 3、信号処理部 4、データ記憶部 5、表示制御部 1 5、及びユーザインターフェース (U I) 1 6 は、上述した第 1 実施形態と同じ構成を有するため、説明を省略する。第 2 実施形態に係る超音波診断装置 1 A は、画像処理部 6 の代わりに画像処理部 6 A を備えている。以下、画像処理部 6 A について説明する。

10

【0088】

画像処理部 6 A は、画像生成部 7 A と境界設定部 1 1 A を備えて構成されている。画像生成部 7 A は、断層像生成部 8 と展開像生成部 9 A を備えている。また、境界設定部 1 1 A は、第 1 境界設定部 1 2 A と第 2 境界設定部 1 3 A を備えている。

【0089】

断層像生成部 8 は、上述した第 1 実施形態と同様に、データ記憶部 5 に記憶されているボリュームデータを読み込み、操作者によって指定された任意断面の画像データを生成する。第 2 実施形態では、1 例として脾臓を撮影対象とし、断層像生成部 8 は、脾臓を表すボリュームデータに M P R 処理を施すことで、操作者によって指定された任意断面の M P R 画像データを生成する。

20

【0090】

ここで、脾臓を 1 例として、その脾臓の画像データを生成する場合について図 1 1 及び図 1 2 を参照して説明する。図 1 1 は、脾臓を模式的に示す図である。図 1 2 は、脾臓の短軸像を示す図である。

【0091】

図 1 1 に示す例では、脾臓 6 0 が伸びている方向の軸を長軸 (Y 軸) とし、その長軸 (Y 軸) に直交する軸を短軸 (X 軸) と Z 軸とする。そして、脾臓 6 0 は、短軸 (X 軸)、長軸 (Y 軸)、及び Z 軸で規定される 3 次元の直交座標系で表される。

【0092】

例えば、断層像生成部 8 は、図 1 1 に示す脾臓 6 0 の短軸 (X 軸) と Z 軸とで規定される断面に沿った断層像データを生成する。なお、脾臓 6 0 は管腔組織であり、脾体 6 1 内に主脾管 6 2 が形成されている。この第 2 実施形態においても、上述した第 1 実施形態と同様に、短軸 (X 軸) と Z 軸とで規定される断面を「短軸断面」と称し、短軸断面に沿った断層像データを「短軸像データ」と称する。

30

【0093】

例えば、画像生成部 7 A が、ボリュームデータにボリュームレンダリングを施すことで、脾臓 6 0 を立体的に表す 3 次元画像データを生成し、その 3 次元画像データを表示制御部 1 5 に出力する。表示制御部 1 5 は、脾臓 6 0 を表す 3 次元画像データを画像生成部 7 A から受けて、その 3 次元画像データに基づく 3 次元画像を表示部 1 7 に表示させる。そして、操作者は、表示部 1 7 に表示されている脾臓 6 0 の 3 次元画像を観察しながら、操作部 1 8 を用いて所望の位置における脾臓の断面を指定する。例えば、操作者は、表示部 1 7 に表示されている脾臓 6 0 の 3 次元画像を観察しながら、操作部 1 8 を用いて短軸 (X 軸) に平行な断面 (短軸断面) を指定する。操作部 1 8 を用いて断面の位置が指定されると、ユーザインターフェース 1 6 からその短軸断面の位置を示す情報 (短軸断面の座標情報) が、画像処理部 6 A に出力される。具体的には、長軸 (Y 軸) における短軸断面の座標情報と、短軸断面の範囲を示す短軸 (X 軸) と Z 軸の座標情報が、ユーザインターフェース (U I) 1 6 から画像処理部 6 A に出力される。すなわち、X 軸、Y 軸、及び Z 軸によって規定される 3 次元直交座標系における短軸断面の位置を特定する座標情報 (X, Y, Z) が、ユーザインターフェース (U I) 1 6 から画像処理部 6 A に出力される。

40

50

【0094】

1例として、操作者は操作部18を用いて短軸断面63Aを指定する。これにより、短軸断面63Aの位置を特定する座標情報(X, Y, Z)が、ユーザインターフェース(UI)16から画像処理部6Aに出力される。

【0095】

そして、断層像生成部8は、ユーザインターフェース16から出力された短軸断面の座標情報(X, Y, Z)を受け、ボリュームデータにMPR処理を施すことで、その短軸断面に沿った断層像データを生成する。例えば、断層像生成部8は、短軸断面63Aの座標情報(X, Y, Z)を受け、ボリュームデータにMPR処理を施すことで、短軸断面63Aに沿った短軸像データを生成する。そして、断層像生成部8は、生成した短軸像データを表示制御部15に出力する。表示制御部15は、断層像生成部8から出力された短軸像データを受けて、その短軸像データに基づく短軸像を表示部17に表示させる。

10

【0096】

短軸像の1例を図12に示す。表示制御部15は、脾臓60の短軸断面63Aに沿った短軸像データを断層像生成部8から受けて、例えば図12(a)に示すように、その短軸像データに基づく短軸像71を表示部17に表示させる。短軸像71は、脾臓60の短軸断面63Aにおける画像を表している。脾臓60は管腔組織であり、例えば、短軸像71に主脾管62が表されている。

【0097】

一方、第1境界設定部12Aは、短軸像において、展開像データを生成する範囲と画像を取り除く範囲との境界を指定するためのカットプレーンラインを生成する。例えば、第1境界設定部12Aは、所定の長さを有するカットプレーンラインを生成する。このカットプレーンラインは、直線状の線となって表示部17に表示される。第1境界設定部12Aは、短軸(Z軸)とZ軸とで規定される短軸断面におけるカットプレーンラインの座標情報(X, Z)を表示制御部15に出力する。表示制御部15は、そのカットプレーンラインの座標情報(X, Z)に従って、予め設定された初期位置にカットプレーンラインを短軸像に重ねて表示部17に表示させる。図12(a)に示す例では、表示制御部15は、カットプレーンライン80を短軸像71に重ねて表示部17に表示させる。カットプレーンライン80によって指定されたラインが、展開像データを生成する範囲と画像を取り除く範囲との境界を表している。

20

30

【0098】

このように、短軸像71とカットプレーンライン80が表示部17に表示されている状態で、操作者は操作部18を用いてカットプレーンライン80の移動指示を与える。例えば、操作者は操作部18のマウスやトラックボールを用いて、短軸(X軸)への移動指示を与えたり、周方向(ϕ 方向)への回転指示を与えたり、Z軸への移動指示を与えたりすることで、所望の位置を指定する。

【0099】

第1境界設定部12Aは、操作部18からカットプレーンラインの移動指示を受けるたびに、その移動指示に従った新たなカットプレーンラインを生成する。そして、第1境界設定部12Aは、その新たなカットプレーンラインの座標情報(X, Z)を表示制御部15に出力する。表示制御部15は、第1境界設定部12Aから新たなカットプレーンラインの座標情報(X, Z)を受けると、新たなカットラインプレーンを表示部17に表示させる。

40

【0100】

図12(a)に示す例では、操作者は操作部18を用いて、主脾管62を横切るようにカットプレーンライン80を設定している。

【0101】

短軸像71上でカットプレーンライン80の設定が終了すると、操作者は操作部18を用いて、設定終了の指示を与える。設定終了の指示は、ユーザインターフェース(UI)16から画像処理部6Aに出力される。第1境界設定部12Aは、設定終了の指示を受け

50

ると、その時点におけるカットプレーンライン80の座標情報(X, Z)を第2境界設定部13Aに出力する。短軸像71に平行な短軸断面63Aの長軸(Y軸)における位置(Y座標)は、画像処理部6Aに設定されている。従って、短軸断面内でカットプレーンライン80が指定されることで、X軸、Y軸、及びZ軸で規定される3次元直交座標系におけるカットプレーンライン80の位置(X, Y, Z)が特定され、その座標情報が第2境界設定部13Aに設定される。すなわち、第2境界設定部13Aには、3次元直交座標系におけるカットプレーンライン80の位置(X, Y, Z)が設定されることになる。

【0102】

そして、複数の短軸断面について、カットプレーンラインを設定していく。例えば、図11に示すように、操作者は、表示部17に表示されている膵臓60の3次元画像を観察しながら、操作部18を用いて短軸断面63Bを指定する。これにより、短軸断面63Bの位置を特定する座標情報(X, Y, Z)が、ユーザインターフェース(UI)16から画像処理部6Aに出力される。

10

【0103】

そして、断層像生成部8は、操作者によって指定された短軸断面63Bの座標情報(X, Y, Z)を受け、ボリュームデータにMPR処理を施すことで、短軸断面63Bに沿った短軸像データを生成する。そして、断層像生成部8は、生成した短軸像データを表示制御部15に出力する。

【0104】

そして、表示制御部15は、膵臓60の短軸断面63Bに沿った短軸像データを断層像生成部8から受けて、例えば図12(b)に示すように、その短軸像データに基づく短軸像73を表示部17に表示させる。短軸像73は、膵臓60の短軸断面63Bにおける画像を表している。この短軸像73においても、主膵管62が表されている。

20

【0105】

そして、第1境界設定部12Aはカットプレーンラインを生成し、表示制御部15は、図12(b)に示すように、カットプレーンライン81を短軸像73に重ねて表示部17に表示させる。カットプレーンライン81によって指定されたラインが、展開像データを生成する範囲と画像を除去する範囲との境界を表している。そして、操作者は操作部18を用いて、所望の位置にカットプレーンライン81を設定する。図12(b)に示す例では、主膵管62を横切るようにカットプレーンライン81が設定されている。

30

【0106】

短軸像73上でカットプレーンライン81の設定が終了すると、操作者は操作部18を用いて設定終了の指示を与える。第1境界設定部12Aは、設定終了の指示を受けると、その時点におけるカットプレーンライン81の座標情報(X, Z)を第2境界設定部13Aに出力する。上述したように、短軸断面63Bの長軸(Y軸)における位置(Y座標)は、画像処理部6Aに設定されている。従って、第2境界設定部13Aには、カットプレーンライン81の3次元直交座標系における位置(X, Y, Z)が設定されることになる。

【0107】

同様に、操作者によって図11に示す短軸断面63Cが指定されると、図12(c)に示すように、表示制御部15は、短軸断面63Cの短軸像75を表示部17に表示させる。そして、その短軸像75上でカットプレーンライン82が設定されると、そのカットプレーンライン82の座標情報(X, Y, Z)が第2境界設定部13Aに設定される。

40

【0108】

そして、短軸断面63A、63Bと同様に、短軸断面63C～63Nについてもカットプレーンラインを設定する。第1境界設定部12Aは、各短軸断面63C～63Nで設定されたカットプレーンラインの座標情報(X, Y, Z)を第2境界設定部13Aに出力する。

【0109】

なお、断層像生成部8は、膵臓60の長軸(Y軸)に沿って、予め設定された範囲にお

50

いて予め設定された所定間隔ごとに短軸像データを生成しても良い。例えば、図 11 に示すように、断層像生成部 8 は、短軸断面 63A～63N のそれぞれに沿った短軸像データを生成する。そして、断層像生成部 8 は、各短軸断面 63A～63N に沿った短軸像データを表示制御部 15 に出力する。表示制御部 15 は、各短軸断面 63A～63N に沿った短軸像データに基づく短軸像を表示部 17 に表示させる。例えば、表示制御部 15 は、各短軸断面 63A～63N に沿った各短軸像を、短軸断面の位置に従って順番に表示部 17 に表示させる。

【0110】

さらに、第 1 境界設定部 12A はカットプレーンラインを生成し、表示制御部 15 は、各短軸像にカットプレーンラインを重ねて表示部 17 に表示させる。操作者は、表示部 17 に表示されている短軸断面 63A～63N の短軸像を観察しながら、操作部 18 を用いて、短軸断面 63A～63N の短軸像のそれぞれに対して、カットプレーンラインの位置を指定する。このように、各短軸断面 63A～63N の短軸像上でカットプレーンラインが設定されると、各短軸像上で設定されたカットプレーンラインの座標情報 (X, Y, Z) が、第 1 境界設定部 12A から第 2 範囲設定部 13A に出力される。

【0111】

第 2 境界設定部 13A は、第 1 境界設定部 12A から出力された各短軸断面 63A～63N のカットプレーンラインの座標情報 (X, Y, Z) に基づいて、隣り合うカットプレーンラインを結ぶことで、3次元直交座標系におけるカット面を形成する。例えば、第 2 境界設定部 13A は、隣り合うカットプレーンライン間を補間することで、3次元直交座標系におけるカット面の座標 (X, Y, Z) を求める。具体的には、第 2 境界設定部 13A は、線形補間やスプライン補間などを行うことで、隣り合うカットプレーンライン間を補間して、3次元直交座標系におけるカット面を求める。そして、第 2 境界設定部 13A は、3次元直交座標系におけるカット面の座標情報 (X, Y, Z) を展開像生成部 9A に出力する。これにより、展開像生成部 9A には、3次元直交座標系におけるカット面の位置 (X, Y, Z) が設定されることになる。

【0112】

展開像生成部 9A は、データ記憶部 5 に記憶されているボリュームデータを読み込み、そのボリュームデータに対して、レンダリングにおける視点を設定する。例えば、図 11、及び、図 12 (a)～図 12 (c) に示すように、展開像生成部 9A は、腓臓 60 のボリュームデータの外部に視点 77 を設定する。例えば、展開像生成部 9A は、予め設定された所定位置 (X, Y, Z) に視点 77 を設定する。この所定位置 (X, Y, Z) は、図示しない記憶部に予め記憶されている。展開像生成部 9A は、その記憶部に記憶されている所定位置 (X, Y, Z) に視点 77 を設定する。また、操作者が操作部 18 を用いて、視点 77 を指定しても良い。操作者によって視点 77 が指定されると、ユーザインターフェース (UI) 16 からその視点 77 の座標情報 (X, Y, Z) が展開像生成部 9A に出力される。展開像生成部 9A は、操作者によって指定された点を視点 77 に設定する。

【0113】

そして、展開像生成部 9A は、その視点 77 が設定された方向から互いに平行な視線方向 78 を設定し、その視線方向 78 に沿ってボリュームレンダリングを施すことで、展開像データを生成する。このとき、展開像生成部 9A は、カット面を境界にして分けられた範囲のうち、一方の範囲に含まれるボリュームデータに対してボリュームレンダリングを施すことにより、腓臓 60 の展開像データを生成する。

【0114】

例えば、展開像生成部 9A は、ボリュームデータにおいて、ボリュームレンダリング実行時における視点 77 とカット面との間に含まれるデータを除いて、それ以外の範囲に含まれるデータに基づいて、周方向 (ϕ 方向) に展開した展開像データを生成する。これにより、視点 77 とカット面との間の画像が除かれた展開像データが生成される。

【0115】

1 例として、主腓管 62 に沿ってカット面が設定されると、視点 77 とカット面との間

10

20

30

40

50

の画像が除かれることで、展開像生成部 9 A は、主腓管 6 2 の内面の一部を除いて、内面のその他の部分を展開した展開像データを生成する。これにより、主腓管 6 2 の内面の一部を周方向 (ϕ 方向) に展開した展開像データが生成される。展開像生成部 9 A は、その展開像データを表示制御部 1 5 に出力する。表示制御部 1 5 は、展開像生成部 9 A から展開像データを受けて、その展開像データに基づく展開像を表示部 1 7 に表示させる。

【0116】

以上のように、任意の位置における短軸像を観察しながらカットプレーンラインを設定し、各短軸像で設定したカットプレーンライン間を補間することで 3 次元空間におけるカット面を簡便に形成することが可能となる。すなわち、操作者は、互いに異なる短軸断面の短軸像を観察しながら、それぞれの短軸像でカットプレーンラインを設定するだけで、

10

【0117】

従来においては、3 次元空間における奥行き方向のカット面を設定することは、操作者にとって煩雑な作業であり、困難であった。しかしながら、この第 2 実施形態に係る超音波診断装置 1 A によれば、短軸像を観察しながらカットプレーンラインを設定するだけで、3 次元空間におけるカット面を容易に設定することが可能となる。

【0118】

特に、管状の組織が波打っている場合、従来においては、その管状の組織に沿ってカット面を設定することは非常に困難であった。これに対して、第 2 実施形態に係る超音波診断装置 1 A によると、各短軸像を観察して短軸像ごとに所望の位置にカットプレーンラインを設定すれば良いため、管状の組織が波打っている場合であっても、その管状の組織に沿って、3 次元空間におけるカット面を設定することが可能となる。例えば、図 1 1 に示す主腓管 6 2 に沿ってカット面を簡便に設定することができ、主腓管 6 2 の内面を、主腓管 6 2 に沿って観察することが可能となる。

20

【0119】

なお、画像処理部 6 A は、CPU、ROM、RAM などの記憶装置を備えて構成されている。記憶装置には、画像生成部 7 A の機能を実行するための画像生成プログラムと、範囲設定部 1 1 A の機能を実行するための範囲設定プログラムとが記憶されている。画像生成プログラムには、断層像生成部 8 の機能を実行するための断層像生成プログラムと、展開像生成部 9 A の機能を実行するための展開像生成プログラムが含まれている。境界設定プログラムには、第 1 境界設定部 1 2 A の機能を実行するための第 1 境界設定プログラムと、第 2 境界設定部 1 3 A の機能を実行するための第 2 境界設定プログラムが含まれている。

30

【0120】

CPU が断層像生成プログラムを実行することで、指定された断面に沿った断層像データを生成する。また、CPU が展開像生成プログラムを実行することで、ボリュームデータの外部に視点を設定し、ボリュームデータにおいてカット面と視点との間のデータを除いて、それ以外の範囲のデータにボリュームレンダリングを施すことで、展開像データを生成する。

40

【0121】

また、CPU が第 1 境界設定プログラムを実行することで、短軸像上で表示するためのカットプレーンラインを生成する。また、CPU が第 2 境界設定プログラムを実行することで、複数の短軸断面で設定されたカットプレーンラインを対象として、隣り合うカットプレーンライン間を補間することで、3 次元空間におけるカット面を形成する。

【0122】

(動作)

次に、この発明の第 2 実施形態に係る超音波診断装置 1 A による一連の動作について、図 1 3 を参照して説明する。図 1 3 は、この発明の第 2 実施形態に係る超音波診断装置による一連の動作を示すフローチャートである。

50

【0123】

(ステップS10)

まず、超音波プローブ2と送受信部3とによって被検体を超音波で走査することで、被検体のボリュームデータを取得する。取得されたボリュームデータは、データ記憶部5に記憶される。例えば、脾臓を撮影対象として、脾臓のボリュームデータを取得する。

【0124】

(ステップS11)

次に、操作者は操作部18を用いて、脾臓を表すボリュームデータの任意の位置における短軸断面を指定する。例えば、画像生成部7Aは、データ記憶部5からボリュームデータを読み込んで、そのボリュームデータにボリュームレンダリングを施すことで、脾臓を立体的に表す3次元画像データを生成する。そして、表示制御部15は、その3次元画像データに基づく3次元画像を表示部17に表示させる。操作者は、表示部17に表示されている脾臓の3次元画像を観察しながら、操作部18を用いて、任意の位置における短軸断面を指定する。操作者によって指定された短軸断面の座標情報(X, Y, Z)が、ユーザインターフェース(UI)16から断層像生成部8に出力される。例えば、操作者は操作部18を用いて、図11に示す脾臓60の短軸断面63Aを指定する。これにより、短軸断面63Aの座標情報(X, Y, Z)が、ユーザインターフェース(UI)16から断層像生成部8に出力される。

【0125】

(ステップS12)

断層像生成部8は、脾臓を表すボリュームデータにMPR処理を施すことで、操作者によって指定された短軸断面に沿った断層像データを生成する。そして、断層像生成部8は、短軸断面の短軸像データを表示制御部15に出力する。例えば、断層像生成部8は、短軸断面63Aに沿った断層像データを生成し、その断層像データを表示制御部15に出力する。

【0126】

(ステップS13)

表示制御部15は、断層像生成部8によって生成された短軸像データに基づく短軸像を表示部17に表示させる。例えば図12(a)に示すように、表示制御部15は、短軸断面63Aに沿った短軸像71を表示部17に表示させる。

【0127】

(ステップS14)

また、第1境界設定部12Aはカットプレーンラインを生成する。そして、図12(a)に示すように、表示制御部15は、そのカットプレーンライン80を短軸像71に重ねて表示部17に表示させる。そして、操作者は操作部18を用いて、カットプレーンライン80を所望の位置に移動させる。図12(a)に示す例では、カットプレーンライン80は主脾管62を横切るように設定されている。カットプレーンライン80の設定が終了すると、第1境界設定部12Aは、その時点におけるカットプレーンライン80の座標情報(X, Z)を第2範囲設定部13Aに出力する。これにより、第2境界設定部13Aには、カットプレーンライン80の3次元直交座標系における位置(X, Y, Z)が設定されることになる。

【0128】

(ステップS15)

そして、操作者が短軸断面の位置を変更するか否かを判断する。短軸断面の位置を変更する場合(ステップS15、Yes)、操作者は、表示部17に表示されている脾臓の3次元画像を観察しながら、操作部18を用いて、任意の位置における短軸断面を指定する(ステップS11)。例えば、操作者は操作部18を用いて、図11に示す脾臓60の短軸断面63Bを指定する。操作者によって指定された短軸断面の座標情報(X, Y, Z)が、ユーザインターフェース(UI)16から断層像生成部8に出力される。そして、上述したステップS12～ステップS14の処理を実行することで、操作者が指定した短軸断

面 6 3 B にカットプレーンラインが設定される。そして、第 1 境界設定部 1 2 A は、その短軸断面 6 3 B に設定されたカットプレーンラインの座標情報を第 2 境界設定部 1 3 A に出力する。これにより、第 2 境界設定部 1 3 A には、カットプレーンライン 8 1 の 3 次元直交座標系における位置 (X, Y, Z) が設定されることになる。

【0129】

さらに短軸断面の位置を変更する場合は (ステップ S 1 5、Yes)、ステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 4 の処理を行う。そして、複数の短軸断面についてカットプレーンラインを設定する場合、ステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 4 の処理を繰り返して実行する。例えば図 1 1 に示すように、断層像生成部 8 は、短軸断面 6 3 C ~ 6 3 N のそれぞれに沿った短軸像データを生成する。そして、表示制御部 1 5 は、各短軸断面 6 3 C ~ 6 3 N に沿った短軸像データに基づく短軸像を表示部 1 7 に表示させる。操作者は、個々の短軸断面 6 3 C ~ 6 3 N ごとにカットプレーンラインを設定する。第 1 境界設定部 1 2 A は、各短軸断面 6 3 C ~ 6 3 N で設定されたカットプレーンラインの座標情報 (X, Y, Z) を第 2 境界設定部 1 3 A に出力する。

【0130】

一方、短軸断面の位置を変更しない場合は (ステップ S 1 5、No)、ステップ S 1 6 へ移行する。

【0131】

なお、断層像生成部 8 は、腓臓 6 0 の長軸 (Y 軸) に沿って、予め設定された範囲において予め設定された所定間隔ごとに短軸像データを生成しても良い。例えば、図 1 1 に示すように、断層像生成部 8 は、短軸断面 6 3 A ~ 6 3 N のそれぞれに沿った短軸像データを生成する。そして、表示制御部 1 5 は、各短軸断面 6 3 A ~ 6 3 N に沿った短軸像データに基づく短軸像を表示部 1 7 に表示させる。例えば、表示制御部 1 5 は、各短軸断面 6 3 A ~ 6 3 N に沿った各短軸像を、短軸断面の位置に従って順番に表示部 1 7 に表示させる。

【0132】

さらに、第 1 境界設定部 1 2 A はカットプレーンラインを生成し、表示制御部 1 5 は、各短軸像にカットプレーンラインを重ねて表示部 1 7 に表示させる。操作者は、表示部 1 7 に表示されている短軸断面 6 3 A ~ 6 3 N の短軸像を観察しながら、操作部 1 8 を用いて、短軸断面 6 3 A ~ 6 3 N の短軸像のそれぞれに対して、カットプレーンラインの位置を指定する。このように、各短軸断面 6 3 A ~ 6 3 N の短軸像上でカットプレーンラインが設定されると、各短軸像上で設定されたカットプレーンラインの座標情報 (X, Y, Z) が、第 1 境界設定部 1 2 A から第 2 境界設定部 1 3 A に出力される。

【0133】

(ステップ S 1 6)

そして、短軸断面に対するカットプレーンラインの設定が終了すると (ステップ S 1 5、No)、第 2 境界設定部 1 3 A は、第 1 境界設定部 1 2 A から出力された各短軸断面 6 3 A ~ 6 3 N のカットプレーンラインの座標情報 (X, Y, Z) に基づいて、隣り合うカットプレーンライン間を補間することで、3 次元直交座標系におけるカット面の座標 (X, Y, Z) を求める。そして、第 2 境界設定部 1 3 A は、3 次元直交座標系におけるカット面の座標情報 (X, Y, Z) を展開像生成部 9 A に出力する。これにより、展開像生成部 9 A には、カット面の 3 次元直交座標系における位置 (X, Y, Z) が設定されることになる。

【0134】

(ステップ S 1 7)

そして、図 1 1、及び図 1 2 (a) ~ 図 1 2 (c) に示すように、展開像生成部 9 A は、腓臓 6 0 のボリュームデータの外部に視点 7 7 を設定する。そして、展開像生成部 9 A は、その視点 7 7 が設定された方向から互いに平行な視線方向 7 8 を設定し、視点 7 7 とカット面との間にあるデータを除いて、それ以外の範囲に含まれるデータに基づいて、周方向 (ϕ 方向) に展開した展開像データを生成する。これにより、視点 7 7 とカット面と

の間の画像が除かれた展開像データが生成される。展開像生成部 9 A は、生成した展開像データを表示制御部 15 に出力する。

【0135】

(ステップ S18)

表示制御部 15 は、展開像生成部 9 A から展開像データを受けて、その展開像データに基づく展開像を表示部 17 に表示させる。

【0136】

以上のように、操作者は、互いに異なる短軸断面の短軸像を観察しながら、それぞれの短軸像でカットプレーンラインを設定するだけで、3次元空間におけるカット面を簡便に形成することが可能となる。そのことにより、管状の組織が波打っている場合であっても、その管状の組織に沿ってカット面を設定することができ、管状組織の内面を展開した展開像を生成して、管状組織の内面を観察することが可能となる。

【0137】

(医用画像処理装置)

また、カットプレーンライン間を補間することでカット面を生成し、管状組織の内面を展開した展開像データを生成する医用画像処理装置を、超音波診断装置の外部に設けても良い。この医用画像処理装置は、上述したデータ記憶部 5、画像処理部 6 A、表示制御部 15、及びユーザインターフェース (UI) 16 を備えている。そして、医用画像処理装置は、ボリュームデータを外部の超音波診断装置から取得し、そのボリュームデータに基づいて、管状の形態を有する組織の展開像データを生成する。

【図面の簡単な説明】

【0138】

【図1】この発明の第1実施形態に係る超音波診断装置を示すブロック図である。

【図2】血管を模式的に示す図である。

【図3】血管の短軸像を示す図である。

【図4】血管の短軸像を示す図である。

【図5】血管の長軸像を示す図である。

【図6】血管の短軸像を示す図である。

【図7】血管の展開像の1例を示す図である。

【図8】血管の短軸像を示す図である。

【図9】この発明の第1実施形態に係る超音波診断装置による一連の動作を示すフローチャートである。

【図10】この発明の第2実施形態に係る超音波診断装置を示すブロック図である。

【図11】脾臓を模式的に示す図である。

【図12】脾臓の短軸像を示す図である。

【図13】この発明の第2実施形態に係る超音波診断装置による一連の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0139】

1、1 A 超音波診断装置

2 超音波プローブ

3 送受信部

4 信号処理部

5 データ記憶部

6、6 A 画像処理部

7、7 A 画像生成部

8 断層像生成部

9、9 A 展開像生成部

10 結合部

11、11 A 境界設定部

10

20

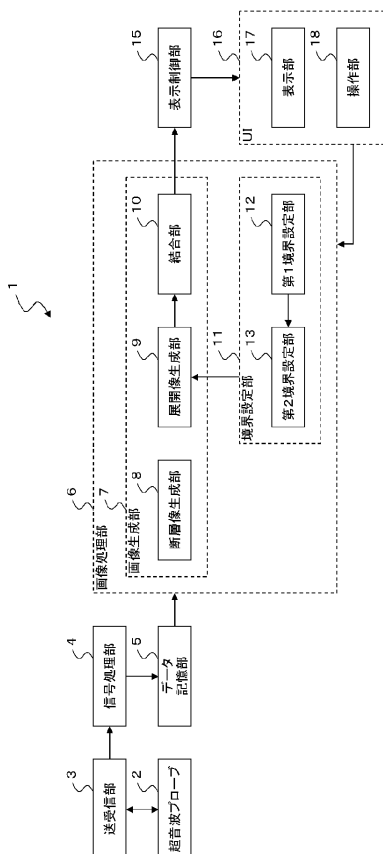
30

40

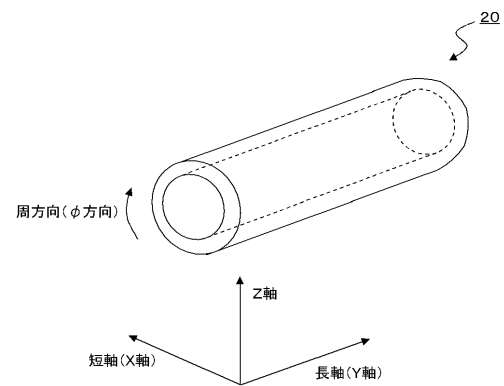
50

- 12、12A 第1境界設定部
- 13、13A 第2境界設定部
- 15 表示制御部
- 16 ユーザーインターフェース (UI)
- 17 表示部
- 18 操作部

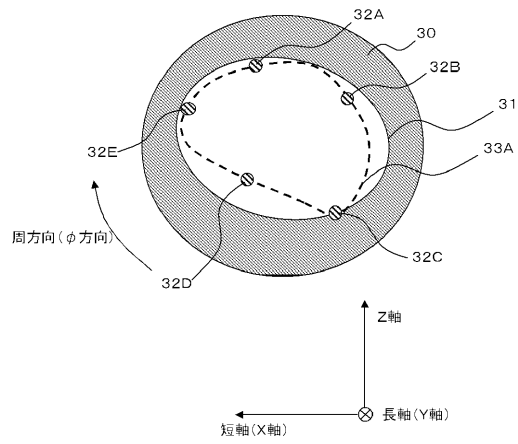
【図1】



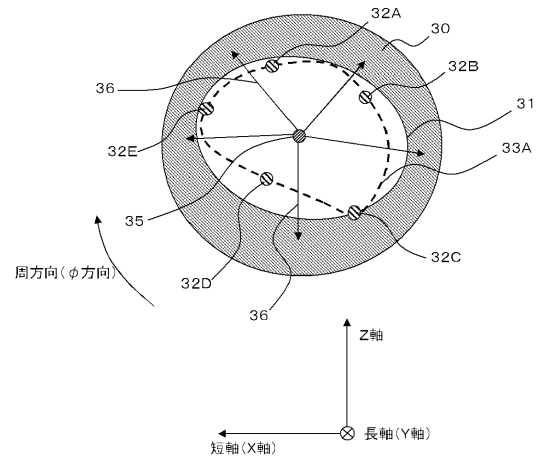
【図2】



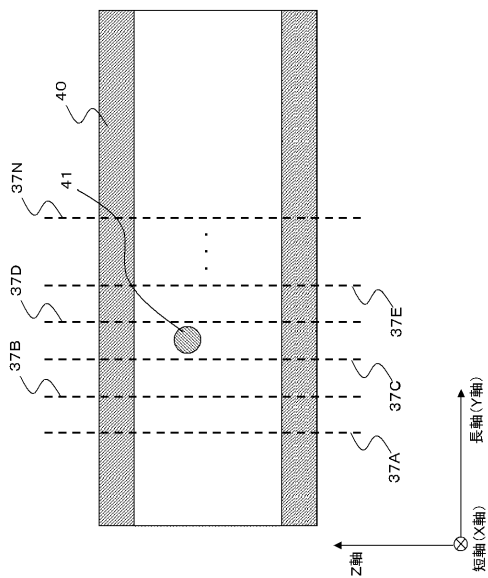
【図 3】



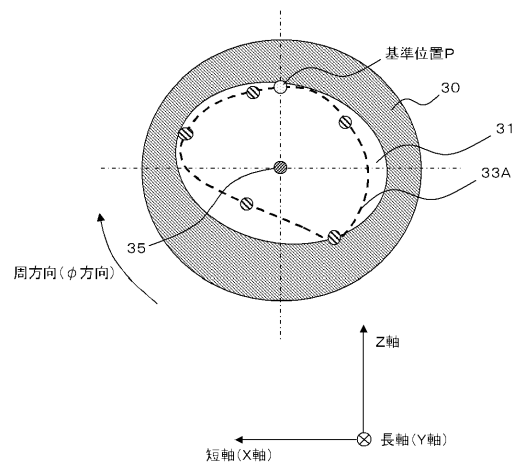
【図 4】



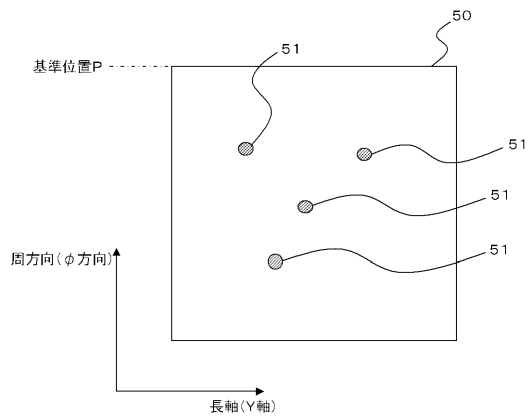
【図 5】



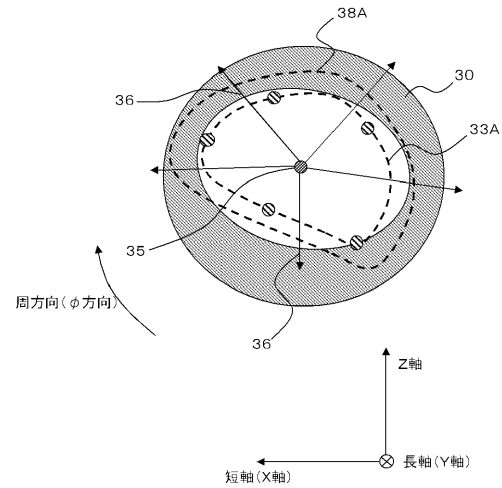
【図 6】



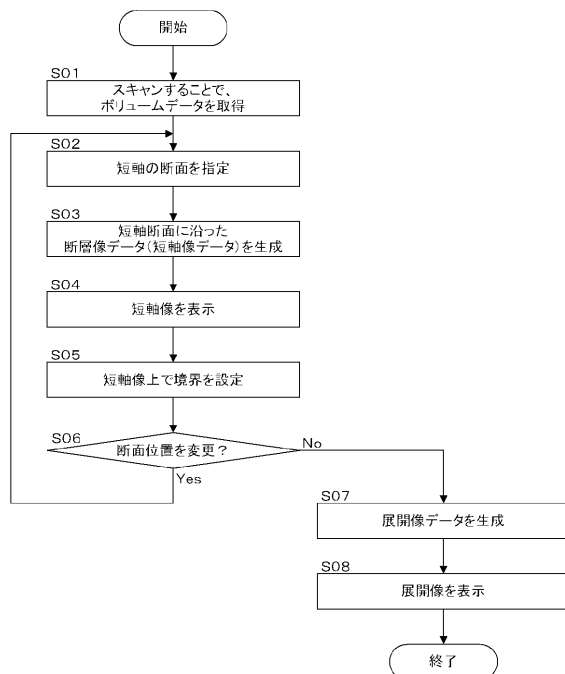
【圖 7】



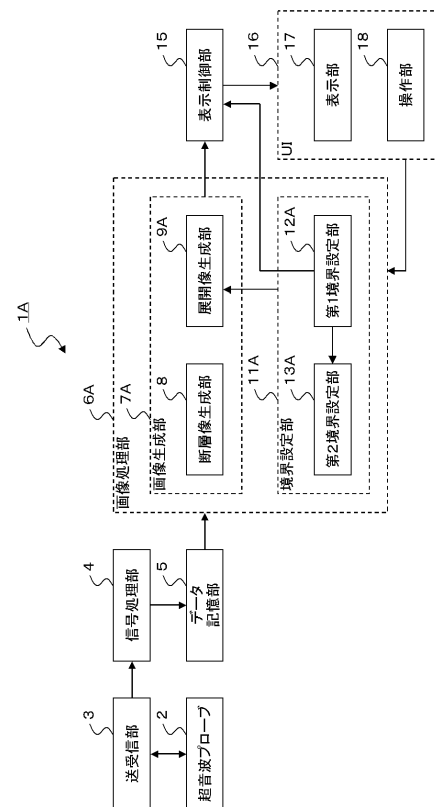
【図 8】



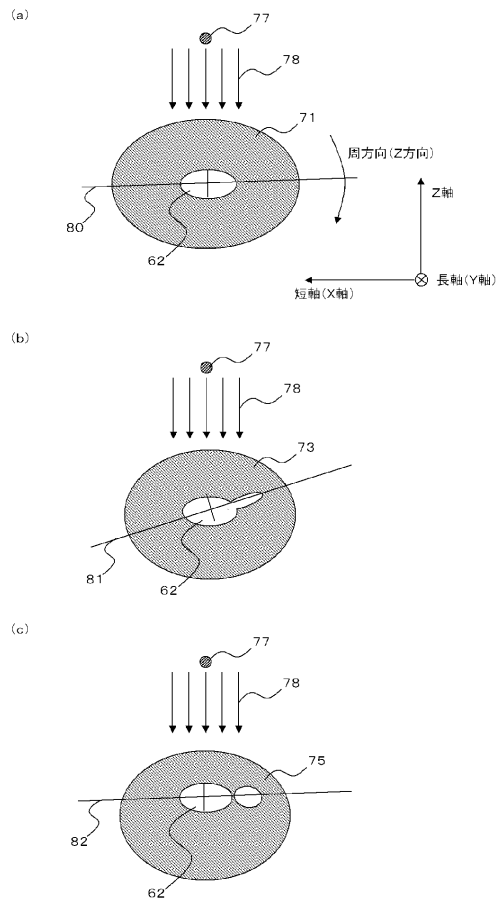
【图 9】



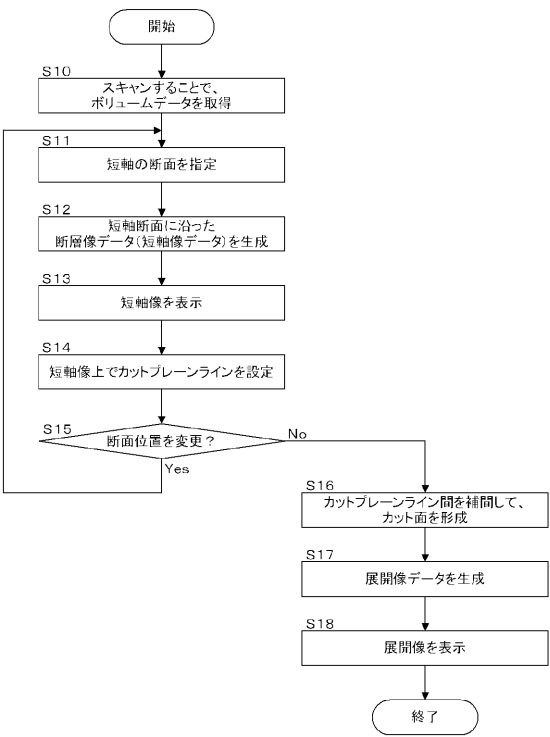
【図 10】



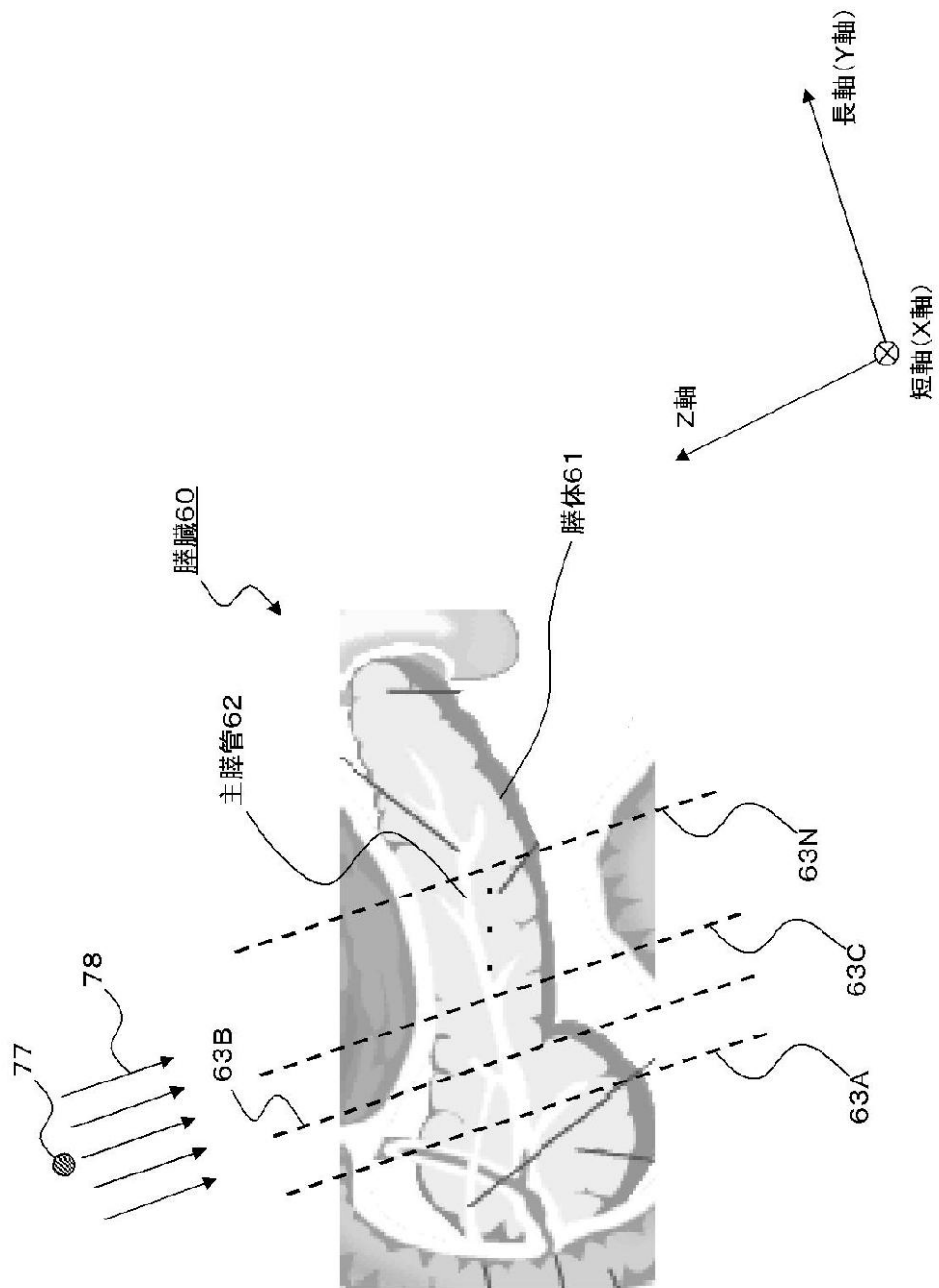
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 1】



专利名称(译)	超声波诊断装置，医学图像处理装置，医学图像处理程序		
公开(公告)号	JP2009072400A	公开(公告)日	2009-04-09
申请号	JP2007244808	申请日	2007-09-21
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	浜田賢治 嶺喜隆		
发明人	浜田 賢治 嶺 喜隆		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/06 A61B8/469 A61B8/483		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/DD14 4C601/DD30 4C601/JC02 4C601/JC29 4C601/JC33 4C601/JC37 4C601/KK22 4C601/LL38		
其他公开文献	JP5283877B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够容易地产生具有管状形式的组织内表面的图像的超声诊断设备。解决方案：通过超声波探头2将超声波发射到具有管状形式的指定组织的三维区域中，获取指定组织的体积数据。断层图像生成部8基于体数据，沿指定组织的规定截面生成断层图像数据。边界设定部11设定由断层图像数据表示的指定组织的边界。显影图像生成部9将规定位置处的视点设定为边界，沿着从起点到边界的视线方向对体数据进行体绘制，从而生成显影图像数据。指定的组织沿着边界发展。显示控制部分15使显示部分17基于显影图像数据显影显影图像。

