

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波の送受波により取得されたボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、

前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、

前記ボリュームデータから前記カット面の全部又は一部に対応する面データを抽出し、前記面データに基づいてカット面画像を生成するカット面画像生成手段と、

前記カット面画像を表示手段に表示させる表示処理手段と、

を含むことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波ボリュームデータ処理装置において、

前記カット面の形状を操作する形状操作手段を更に含み、

前記カット面の形状の変化に応じて前記カット面画像の内容が変化する、

ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の超音波ボリュームデータ処理装置において、

前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成するモデル生成手段を更に含み、

前記関心領域モデルは、前記カット面の三次元形状を模式的に表すカット面モデルを含み、

前記表示処理手段は、前記関心領域モデルに組み込まれた態様で前記カット面画像を前記表示手段に表示させる、

ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波ボリュームデータ処理装置において、

前記カット面画像は前記カット面の三次元形状に応じた三次元形状を有し、

前記表示処理手段は、前記カット面モデルに組み込まれた態様で前記カット面画像を前記表示手段に表示させる、

ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

30

【請求項 5】

請求項 3 に記載の超音波ボリュームデータ処理装置において、

前記表示処理手段は、前記関心領域モデル中の底面モデルに組み込まれた投影画像として前記カット面画像を前記表示手段に表示させる、

ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

【請求項 6】

請求項 3 から請求項 5 のいずれか一項に記載の超音波ボリュームデータ処理装置において、

前記表示処理手段は、前記カット面モデル上に複数の制御点を表示させ、

当該超音波ボリュームデータ処理装置は、

前記ボリュームデータにおいて、前記複数の制御点の中から指定された制御点に対応する断面のデータを抽出し、前記断面のデータに基づいて断面画像を生成する断面画像生成手段を更に含み、

前記表示処理手段は、前記断面画像を前記表示手段に表示させるとともに、前記断面画像上に前記指定された制御点を表示させ、

前記断面画像上における前記制御点の操作によって、前記カット面の形状が操作される、

ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の超音波ボリュームデータ処理装置におい

50

て、

前記カット面画像は、前記カット面の全体を表した画像である、
ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の超音波ボリュームデータ処理装置において、

前記カット面画像は、前記カット面上において対象組織を横切った部分を表す画像である、

ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

【請求項 9】

超音波の送受波により取得されたボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、

前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、

前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する関心領域モデル生成手段と、

前記関心領域モデル内に前記三次元超音波画像が組み込まれた複合モデルを表示手段に表示させる表示処理手段と、

を含むことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

【請求項 10】

超音波の送受波により取得されたボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、

前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、

前記カット面における特定組織の横断部分を検出する検出手段と、

前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する関心領域モデル生成手段と、

前記横断部分を表す参照画像をそれが前記関心領域モデルに組み込まれた態様で表示手段に表示させる表示処理手段と、

を含むことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の超音波ボリュームデータ処理装置において、

前記関心領域モデルは、前記カット面の三次元形状を表すカット面モデルを含み、

前記参照画像は、前記カット面モデルに組み込まれた画像である、

ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の超音波ボリュームデータ処理装置において、

前記参照画像は、前記関心領域モデルにおける底面モデルに投影された投影画像である、

ことを特徴とする超音波ボリュームデータ処理装置。

【請求項 13】

超音波の送受波により取得されたボリュームデータを処理するコンピュータを、

前記ボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、

前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、

前記ボリュームデータから前記カット面の全部又は一部に対応する面データを抽出し、前記面データに基づいてカット面画像を生成するカット面画像生成手段と、

前記カット面画像を表示手段に表示させる表示処理手段と、

として機能させることを特徴とするプログラム。

【請求項 14】

超音波の送受波により取得されたボリュームデータを処理するコンピュータを、
前記ボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、

前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、

前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する関心領域モデル生成手段と、

前記関心領域モデル内に前記三次元超音波画像が組み込まれた複合モデルを表示手段に表示させる表示処理手段と、

として機能させることを特徴とするプログラム。

10

【請求項 15】

超音波の送受波により取得されたボリュームデータを処理するコンピュータを、

前記ボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、

前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、

前記カット面における特定組織の横断部分を検出する検出手段と、

前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する関心領域モデル生成手段と、

前記横断部分を表す参照画像を前記関心領域モデルに組み込まれた態様で表示手段に表示させる表示処理手段と、

として機能させることを特徴とするプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波ボリュームデータ処理装置に関し、特に、注目組織像を他の組織像から分離するためのカット面の設定を支援する技術に関する。

【背景技術】

30

【0002】

医療分野において、三次元超音波診断が普及しつつある。例えば、産科においては、母体内の胎児を包含する三次元空間に対し、超音波が送受波され、これにより、ボリュームデータが取得される。一般的に、ボリュームデータに対して三次元関心領域（3D-ROI）が設定され、三次元関心領域内のデータに対するレンダリング処理により、胎児の三次元画像が生成される。

【0003】

三次元関心領域内において、胎児データの手前側に（レンダリング原点である投影視点側に）子宮壁データが存在すると、子宮壁が画像化されてしまい、胎児像が子宮壁像に隠されてしまうという問題が生じる。従って、三次元関心領域内に胎児データが含まれ、かつ、子宮壁データが三次元関心領域内に含まれないように、三次元関心領域を設定することが望まれる。

40

【0004】

一般的に、三次元関心領域は上面としてのレンダリング開始面を有している。レンダリング開始面は、画像化対象組織と非対象組織とを分離する機能を有し、例えば、カット面やクリッピング面と称されることがある。胎児の三次元画像を生成する場合、レンダリング開始面ができる限り胎児データと子宮壁データとの間の羊水データの中に位置するように、レンダリング開始面が設定されることが望まれる。

【0005】

カット面の形状は、例えば、ボリュームデータの代表断面を表す画像上において、三次

50

元関心領域の断面を表すボックスの上辺の形状をユーザが操作することにより定められる。その他、トリプレーンを構成するいずれかの画像上においてボックスの形状をユーザが操作することにより、カット面の形状が定められる場合もある。

【0006】

なお、特許文献1に記載されている装置では、凸面又は凹面としてのカット面がマニュアルで設定されている。特許文献2には、画素値に基づいて関心領域を設定する装置が開示されている。特許文献3には、ボリュームデータに基づいて、胎児像と他の組織像との境界を検出し、その境界にカット面を設定する装置が開示されている。特許文献4には、超音波診断装置によって生成された超音波画像と、他の医用画像診断装置によって生成された画像と、を同期させて表示する装置が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2011-83439号公報

【特許文献2】特開2011-224362号公報

【特許文献3】国際公開第2013/027526号公報

【特許文献4】特開2008-188417号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

20

ユーザによるカット面の三次元形状の設定は、その形状がシンプルであれば、それほど困難ではない。しかし、その三次元形状が複雑になるほど、その設定は非常に困難になる。三次元画像を観察することにより、カット面の良否をある程度把握することができる。しかし、三次元画像は三次元空間の全体を反映した画像であるため、その三次元画像だけでカット面の形状を認識し、また、カット面の良否を判断することは困難である。また、カット面がどの組織をどのように横切っているのかを、より直接的に認識できることが望ましい。

【0009】

本発明の目的は、組織の三次元表示において、表示範囲を定めるカット面と実際の組織との対応関係を容易に把握できるようにすることである。あるいは、手動でのカット面の形状の操作を支援するための画像を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る超音波ボリュームデータ処理装置は、超音波の送受波により取得されたボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、前記ボリュームデータから前記カット面の全部又は一部に対応する面データを抽出し、前記面データに基づいてカット面画像を生成するカット面画像生成手段と、前記カット面画像を表示手段に表示させる表示処理手段と、を含むことを特徴とする。

40

【0011】

上記の構成において、ボリュームデータに対して仮想的な三次元関心領域が設定される。当該三次元関心領域はレンダリング処理が適用される領域である。レンダリング処理として、例えばボリュームレンダリング法に基づく処理が適用される。もちろん、他の処理が適用されてもよい。三次元関心領域は、分離面又は境界面として機能するカット面を含む。カット面は、例えばレンダリング開始面であるが、他の面であってもよい。いずれにしても、カット面は、画像化対象組織と非画像化対象組織とを空間的に分離することを目的とした面である。カット面は変形可能な面である。例えば、ユーザの操作によってカット面の形状が変更される。また、カット面の傾斜角が変更されてもよいし、カット面に対して拡大処理又は縮小処理が適用されてもよい。カット面画像は、カット面の全部又は一

50

部に対応する面データに基づいて生成される画像である。そのため、カット面画像には、カット面上の組織が表される。

【0012】

上記の構成によれば、カット面画像を観察することにより、カット面がどの組織をどのように横切っているのかを、より直接的に認識することが可能となる。これにより、カット面と実際の組織との対応関係を容易に把握できるという利点が得られる。例えば、胎児の三次元画像を生成する場合に、カット面が胎児データ又は子宮壁データを横切っているのかを、より直接的に認識することができる。従って、カット面画像を観察してカット面の形状を操作することにより、胎児像が子宮壁像に隠れてしまうといった問題や、胎児像がカット面によって分離されてしまうといった問題を、容易に回避することが可能となる。

10

【0013】

本発明に係る超音波ボリュームデータ処理装置は、超音波診断装置によって構成されてもよいし、超音波診断装置で取得されたデータを処理するコンピュータによって構成されてもよいし、他の装置によって構成されてもよい。

【0014】

望ましくは、超音波ボリュームデータ処理装置は、前記カット面の形状を操作する形状操作手段を更に含み、前記カット面の形状の変化に応じて前記カット面画像の内容が変化する。この構成によると、カット面が適切に設定されているか否かを確認しながら、カット面の形状を操作することが可能となる。カット面画像を観察することにより、カット面と実際の組織との対応関係を把握できるので、カット面の形状を適切な形状に変更することが容易となる。

20

【0015】

望ましくは、超音波ボリュームデータ処理装置は、前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成するモデル生成手段を更に含み、前記関心領域モデルは、前記カット面の三次元形状を模式的に表すカット面モデルを含み、前記表示処理手段は、前記関心領域モデルに組み込まれた態様で前記カット面画像を前記表示手段に表示させる。この構成において、関心領域モデルは、仮想的な三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルである。関心領域モデルはカット面モデルを含む。このカット面モデルは、カット面の三次元形状を模式的に表すモデルである。関心領域モデルが表示されることにより、関心領域モデルの形状やカット面の形状を容易に把握することが可能となる。カット面画像は、関心領域モデルに組み込まれた態様で表示される。これにより、カット面とそのカット面上の組織像との対応関係の把握が容易となる。カット面の形状が操作されると、その操作に応じてカット面モデルの形状が変更され、また、カット面画像の内容が変更される。これにより、カット面がどのように変更されてカット面画像の内容がどのように変更されたのかを、容易に把握することが可能となる。

30

【0016】

望ましくは、前記カット面画像は前記カット面の三次元形状に応じた三次元形状を有し、前記表示処理手段は、前記カット面モデルに組み込まれた態様で前記カット面画像を前記表示手段に表示させる。これにより、カット面とカット面画像との対応関係を、直接的に把握することが可能となる。なお、カット面画像は二次元平面に表示される画像である。カット面画像が三次元形状を有するということは、その表示形式が三次元的であるということである。

40

【0017】

望ましくは、前記表示処理手段は、前記関心領域モデル中の底面モデルに組み込まれた投影画像として前記カット面画像を前記表示手段に表示させる。この構成においては、カット面モデルとカット面画像とが別々に表示され、それぞれを単独で観察することが可能となる。例えば、カット面の形状が複雑な場合に、その形状がより見やすくなるという利点が得られる。

【0018】

50

望ましくは、前記表示処理手段は、前記カット面モデル上に複数の制御点を表示させ、当該超音波ボリュームデータ処理装置は、前記ボリュームデータにおいて、前記複数の制御点の中から指定された制御点に対応する断面のデータを抽出し、前記断面のデータに基づいて断面画像を生成する断面画像生成手段を更に含み、前記表示処理手段は、前記断面画像を前記表示手段に表示させるとともに、前記断面画像上に前記指定された制御点を表示させ、前記断面画像上における前記制御点の操作によって、前記カット面の形状が操作される。この構成において、指定された制御点に対応する断面画像が表示される。例えば、ユーザが、カット面画像を観察することによって、カット面の設定が適切でない箇所を特定し、その箇所に対応する制御点を指定することが想定される。その箇所に対応する断面画像が表示され、その断面画像上における制御点の操作によって、カット面の形状が操作される。これにより、その箇所におけるカット面の形状を適切な形状に容易に変更することが可能となる。

10

【0019】

望ましくは、前記カット面画像は、前記カット面の全体を表した画像である。これにより、カット面上の組織の全体像を把握することができる。

【0020】

望ましくは、前記カット面画像は、前記カット面上において対象組織を横切った部分を表す画像である。これにより、カット面が対象組織を横切っているのか否かを容易に把握することができる。

【0021】

また、本発明に係る超音波ボリュームデータ処理装置は、超音波の送受波により取得されたボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する関心領域モデル生成手段と、前記関心領域モデル内に前記三次元超音波画像が組み込まれた複合モデルを表示手段に表示させる表示処理手段と、を含むことを特徴とする。

20

【0022】

上記の構成において、三次元超音波画像は、関心領域モデル中の水平面に投影された態様で表示される。水平面は、例えば底面又は中間面である。上記の構成によると、三次元関心領域と三次元超音波画像との対応関係の把握が容易となる。

30

【0023】

また、本発明に係る超音波ボリュームデータ処理装置は、超音波の送受波により取得されたボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、前記カット面における特定組織の横断部分を検出する検出手段と、前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する関心領域モデル生成手段と、前記横断部分を表す参照画像をそれが前記関心領域モデルに組み込まれた態様で表示手段に表示させる表示処理手段と、を含むことを特徴とする。

40

【0024】

上記の構成において、参照画像は、横断部分における特定組織のデータそれ自体であってもよいし、横断部分における特定組織の存在を示す人工的なマークであってもよい。検出手段は、例えば、カット面上の面データの輝度値に基づいて、特定組織の横断部分を抽出する。または、検出手段は、三次元ラベリング処理を適用することによりボリュームデータから特定組織のデータを抽出し、その特定組織のデータとカット面との交差を判定してもよい。上記の構成によると、参照画像を観察することにより、カット面が特定組織を横断しているのか否かの把握が容易となる。これにより、カット面の良否の判断が容易となる。

【0025】

50

望ましくは、前記関心領域モデルは、前記カット面の三次元形状を表すカット面モデルを含み、前記参照画像は、前記カット面モデルに組み込まれた画像である。この構成によると、カット面が特定組織を横断しているのか否を、直接的に認識することが可能となる。

【0026】

望ましくは、前記参照画像は、前記関心領域モデルにおける底面モデルに投影された投影画像である。別の例として、参照画像は、中間面モデルに投影された投影画像であってもよい。

【0027】

本発明に係るプログラムは、超音波の送受波により取得されたボリュームデータを処理するコンピュータを、前記ボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、前記ボリュームデータから前記カット面の全部又は一部に対応する面データを抽出し、前記面データに基づいてカット面画像を生成するカット面画像生成手段と、前記カット面画像を表示手段に表示させる表示処理手段と、として機能させることを特徴とする。

【0028】

また、本発明に係るプログラムは、超音波の送受波により取得されたボリュームデータを処理するコンピュータを、前記ボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する関心領域モデル生成手段と、前記関心領域モデル内に前記三次元超音波画像が組み込まれた複合モデルを表示手段に表示させる表示処理手段と、として機能させることを特徴とする。

【0029】

また、本発明に係るプログラムは、超音波の送受波により取得されたボリュームデータを処理するコンピュータを、前記ボリュームデータに対して、変形可能なカット面を含む三次元関心領域を設定する関心領域設定手段と、前記ボリュームデータにおいて前記三次元関心領域内に含まれる部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を生成する三次元画像生成手段と、前記カット面における特定組織の横断部分を検出する検出手段と、前記三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する関心領域モデル生成手段と、前記横断部分を表す参照画像を前記関心領域モデルに組み込まれた態様で表示手段に表示させる表示処理手段と、として機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0030】

本発明によると、カット面と実際の組織との対応関係を容易に把握することが可能となる。あるいは、手動でのカット面の形状の操作を支援するための画像が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の第1実施形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】断面画像の一例を示す図である。

【図3】三次元関心領域の一例を示す概念図である。

【図4】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図5】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図6】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図7】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図8】本発明の第2実施形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

。

【図 9】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図 10】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図 11】本発明の第 3 実施形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 12】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図 13】関心領域モデルの一例を示す図である。

【図 14】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図 15】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図 16】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

10

【図 17】本発明の第 4 実施形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 18】三次元関心領域の一例を示す概念図である。

【図 19】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【図 20】表示部に表示される画像の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

[第 1 実施形態]

図 1 には、本発明に係るボリュームデータ処理装置としての超音波診断装置の第 1 実施形態が示されている。図 1 は、その全体構成を示すブロック図である。この超音波診断装置は医療分野において用いられ、超音波の送受波により生体内の組織の三次元画像を生成する機能を備えている。一例として、画像化の対象となる組織は胎児である。もちろん、他の組織が画像化されてもよい。

20

【0033】

プローブ 10 は超音波を送受波する送受波器である。本実施形態においては、プローブ 10 は 2 D アレイ振動子を有している。2 D アレイ振動子は、複数の振動素子が二次元的に配列されて形成されたものである。この 2 D アレイ振動子によって超音波ビームが形成され、その超音波ビームは二次元的に走査される。これにより、三次元エコーデータ取込空間としての三次元空間 12 が形成される。または、プローブ 10 は、1 D アレイ振動子とそれを機械的に走査する走査機構とを内蔵していてもよい。1 D アレイ振動子による超音波ビームの電子走査により走査面が形成され、その走査面を機械的に走査してもよい。このような方式によっても、三次元空間 12 が形成される。電子走査方式としては、電子セクタ走査、電子リニア走査等が知られている。胎児の超音波診断を行う場合には、プローブ 10 が母体の腹部表面上に当接され、その状態において超音波の送受波が行われる。

30

【0034】

送受信部 14 は、送信ビームフォーマ及び受信ビームフォーマとして機能する。送信時において、送受信部 14 は、プローブ 10 の複数の振動素子に対して一定の遅延関係をもった複数の送信信号を供給する。これにより、超音波の送信ビームが形成される。受信時において、生体内からの反射波はプローブ 10 において受波され、これによりプローブ 10 から送受信部 14 へ複数の受信信号が出力される。送受信部 14 では、複数の受信信号に対する整相加算処理が実行され、これにより整相加算後の受信信号としてビームデータが出力される。なお、超音波の送受波において、送信開口合成等の技術が利用されてもよい。

40

【0035】

ビームデータに対しては、信号処理部 16 によって、検波、対数圧縮、座標変換等の信号処理が適用される。信号処理後のビームデータは、3 D メモリ 18 に格納される。もちろん、そのような処理が行われないビームデータが 3 D メモリ 18 に格納されてもよい。ビームデータの読み出し時に、上記の処理が行われてもよい。

【0036】

3 D メモリ 18 は、送受波空間としての三次元空間に対応する記憶空間を有している。

50

3Dメモリ18には、三次元空間12から取得されたエコーデータ集合体としてのボリュームデータが格納される。ボリュームデータは、実際には、複数本のビームデータに対する座標変換及び補間処理により構成されるデータである。ビームデータの読み出し時に、ビームデータに対する座標変換等が行われてもよい。

【0037】

三次元画像生成部20は、3Dメモリ18からボリュームデータを読み出し、制御部38から与えられたレンダリング条件に従って、三次元関心領域(3D-ROI)内の部分ボリュームデータに対してレンダリング処理を実行する。これにより、三次元画像が生成される。その画像データは表示処理部34に出力される。レンダリング処理としては各種の手法が知られており、様々な手法を採用することができる。例えば、ボリュームレンダリング法等の画像処理法が適用される。

10

【0038】

断面画像生成部22は、二次元の断面画像(Bモード断層画像)を生成する機能を備えている。例えば、断面画像生成部22は、ユーザによって任意に設定された断面における断面画像を生成する機能を備えている。具体的には、制御部38から断面画像生成部22に対して任意断面の座標情報等が与えられると、断面画像生成部22は、その任意断面に対応するデータを3Dメモリ18から読み出す。断面画像生成部22は、読み出したデータに基づいて二次元の断面画像を生成する。この画像データは表示処理部34に出力される。なお、断面画像生成部22は、ユーザによって指定された任意の数の断面画像を生成してもよい。

20

【0039】

なお、本実施形態では、断面画像生成部22は、二次元の走査面に対する超音波の送受波により取得されたビームデータに基づいて、Bモード断層画像を生成してもよい。

【0040】

グラフィック画像生成部24は、制御部38から供給されるグラフィック作成用のパラメータに従って、断面画像や三次元画像に対してオーバーレイ表示されるグラフィックデータを生成する。例えば、グラフィック画像生成部24は、三次元関心領域の断面を表すグラフィックデータやカットラインを表すグラフィックデータ等のデータを生成する。このように生成されたグラフィックデータは表示処理部34に出力される。

【0041】

30

カット面設定部26は、ボリュームデータに対して変形可能なカット面を設定する。カット面はレンダリング処理の開始面に相当し、画像化対象組織と非対象組織とを分離する機能を有する。カット面を基準にして、手前側の組織(レンダリング処理における投影視点側の組織)は、画像化の非対象組織に相当し、奥側の組織(投影視点とは反対側の組織)は、画像化の対象組織に相当する。カット面は、ユーザのマニュアル操作によって指定されてもよいし、自動的に設定されてもよい。マニュアル設定においては、例えば、ボリュームデータの代表断面を表す画像が表示部36に表示され、その画像上に、三次元関心領域の断面を表すボックスが表示される。そして、ボックスの上辺の形状がユーザによって操作される。ボックスの上辺がカットラインに相当し、そのカットラインに基づいてカット面が形成される。カットラインは、例えば、少なくとも3点に基づいて形成されるスプライン曲線であってもよいし、任意の形状のラインであってもよい。例えば、ユーザが入力部40を利用して断面画像上において少なくとも3点を指定すると、カット面設定部26は、それらの点に基づいてスプライン曲線を生成する。このスプライン曲線がカットラインとして利用される。もちろん、別の手法によってカットラインが生成されてもよい。カット面設定部26は、例えば、カットラインを通る複数のスプライン曲線を生成し、これにより、カット面を生成する。自動設定においては、例えば、ボリュームデータ中の胎児データと子宮壁データとの間の羊水データが検出され、その羊水データの中にカット面が設定される。もちろん、別の手法によってカット面が設定されてもよい。

40

【0042】

関心領域設定部28は、カット面を含む三次元関心領域をボリュームデータに対して設

50

定する。三次元画像生成部 20 は、三次元関心領域内の部分ボリュームデータに対してレンダリング処理を適用する。これにより、三次元関心領域内の三次元画像が生成される。

【0043】

モデル生成部 30 は、三次元関心領域の座標情報に基づいて、三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルとしての関心領域モデルを生成する。関心領域モデルは、カット面の三次元形状を模式的に表すカット面モデルを含む。また、関心領域モデルは、三次元関心領域における水平面（例えば底面や中間面）の三次元形状を模式的に表す水平面モデルを含んでいてもよい。

【0044】

カット面画像生成部 32 は、カット面の全部又は一部に対応する面データをボリュームデータから抽出し、その面データに基づいてカット面画像を生成する。カット面の形状が操作されると、カット面画像生成部 32 は、その操作によるカット面の形状の変化に応じて、カット面画像の内容を変化させる。カット面画像は、カット面の三次元形状に応じた三次元形状を有している。カット面画像は、カット面の全体を表す画像であってもよいし、カット面上において対象組織を横切った部分を表す画像であってもよい。対象組織は、例えば胎児や子宮壁等である。例えば、カット面画像生成部 32 は、カット面上の面データから胎児データの一部や子宮壁データの一部を抽出し、抽出されたデータに基づいてカット面画像を生成してもよい。また、カット面画像生成部 32 は、カット面画像を、三次元関心領域の水平面（例えば底面や中間面）に投影してもよい。これにより、水平面に投影された投影カット面画像が生成される。

【0045】

表示処理部 34 は、三次元画像や断面画像やカット面画像等の画像に対して、必要なグラフィックデータをオーバーレイ処理し、これによって表示画像を生成する。表示画像のデータは表示部 36 に出力され、表示モードに従った表示態様で 1 又は複数の画像が表示される。例えば、断面画像や三次元画像やカット面画像等の画像がリアルタイムで動画像として表示される。表示部 36 は、例えば液晶ディスプレイ等の表示デバイスによって構成されている。

【0046】

本実施形態では、表示処理部 34 は、関心領域モデルを表示部 36 に表示させ、その関心領域モデルに組み込まれた態様でカット面画像を表示部 36 に表示させる。例えば、カット面画像は、関心領域モデル中のカット面モデルに組み込まれた態様で表示される。別の例として、カット面画像は、関心領域モデル中の水平面モデル（例えば底面モデルや中間面モデル）に組み込まれた投影カット面画像として表示される。もちろん、表示処理部 34 は、カット面画像を関心領域モデルに組み込まずに、カット面画像を表示部 36 に表示させてもよい。

【0047】

制御部 38 は、図 1 に示されている各構成の動作制御を行っている。制御部 38 には入力部 40 が接続されている。入力部 40 は操作パネルによって構成され、その操作パネルはキーボードやトラックボール等を有するデバイスである。ユーザは入力部 40 を用いて、三次元関心領域の設定にあたって必要な数値や任意断面の座標等の情報を入力することが可能である。

【0048】

図 2 には、断面画像の一例が示されている。断面画像 60 は、例えば、三次元空間 12 の中央の走査面における画像である。もちろん、断面画像 60 は、別の面における画像であってもよい。断面画像 60 は、例えば XY 断面を表す画像であり、その断面画像 60 内にはグラフィックイメージとしてのボックス S_{xy} が含まれている。このボックス S_{xy} は、三次元関心領域の XY 断面を表している。ボックス S_{xy} の上辺は、カットライン L_{xy} である。端点 P_a 、 P_b は、カットライン L_{xy} の両端点に相当する。ボックス S_{xy} の下辺は、三次元関心領域の底面を規定するラインである。断面画像 60 は、一例として、胎児像 62、子宮壁像 64 及び羊水像 66 を含む。例えば、断面画像 60 が表示部 3

6に表示され、ユーザは断面画像60を観察しながら入力部40を利用することにより、カットラインLxyの位置、回転角度、曲率、形状及び長さ等のパラメータを変更することができる。カットラインLxya（破線）は、変更後のカットラインの一例である。また、ユーザは入力部40を利用することにより、端点Pa、PbのX方向及びY方向のそれぞれの位置を変更することができる。端点Pa、Pbの位置を変更することにより、ボックスSxyのX方向の長さ（幅）及びY方向の長さ（高さ）のそれぞれを変更することができる。これにより、三次元関心領域の幅及び高さが変更される。カットラインLxyのパラメータが変更されると、カット面設定部26は、その変更に応じてカット面の形状、位置及びサイズ等を変更する。カット面の形状等が変更されると、関心領域設定部28は、変更後のカット面を有する三次元関心領域を設定する。このように、ユーザの操作によって、三次元関心領域の形状、位置及びサイズ等を変更することができる。なお、ボックス及びカットラインのグラフィックイメージは、グラフィック画像生成部24によって生成される。

10

【0049】

図3には、三次元関心領域の一例が示されている。三次元関心領域V1は、データ処理空間上において仮想的に存在する領域である。すなわち、三次元関心領域V1は、レンダリング処理範囲の条件として数値上存在しているだけであり、実際にはそのような形状が生成されるわけではない。ただし、本実施形態の説明にあたっては、その理解を助けるために、三次元関心領域V1を視覚的に認識できる図形であるものとみなす。

【0050】

20

図3において、三次元関心領域V1が有する8個の角が、符号a1、a2、a3、a4、a5、a6、a7、a8で表されている。また、各辺の中点が符号a12、a23、a34、a14、a56、a67、a78、a58で表されている。

【0051】

図2に示されているボックスSxyは、三次元関心領域V1において、Z方向の中央のXY断面に対応する。従って、図2に示されている断面画像60は、Z方向の中央のXY断面における画像を表していることになる。もちろん、ボックスSxyは、Z方向の中央のXY断面に限定されるものではなく、Z方向の任意の位置の断面に対応していてもよい。ユーザによってその位置が指定されてもよい。例えば、胎児の顔のデータの中心断面等に、その断面が設定されることが想定される。もちろん、これ以外の場所に断面が設定されてもよい。

30

【0052】

三次元関心領域V1のX方向、Y方向及びZ方向のそれぞれのサイズは、ユーザが入力部40を利用することによって定められる。例えば、三次元関心領域V1のX方向及びY方向のそれぞれのサイズは、図2に示されているボックスSxyのX方向及びY方向のそれぞれのサイズによって定められる。Z方向のサイズは、入力部40から入力されるパラメータに従って定められる。

【0053】

例えば、カットラインLxyaがユーザによって指定されたものとする。カットラインLxyaは、中点a14、a23（端点Pa、Pbに相当する点）を結ぶ経路である。カット面設定部26は、例えば、Z方向に平行な辺b2と辺b4との間に、複数のスプライン曲線（例えばスプライン曲線d1、d2、・・・）を順次生成する。具体的には、カット面設定部26は、X方向に平行な辺b1、b3に対して、等間隔で複数の端点c1、c2、c3、c4、・・・を設定し、同様に、カットラインLxya上においても、X方向に等間隔で複数の通過点を設定する。そして、カット面設定部26は、X方向の各位置において、2つの端点と1つの通過点とを用いてスプライン補間演算を行うことにより、スプライン曲線を生成する。図3に示す例では、スプライン曲線d1は、端点c1、c2を結び、カットラインLxya上の通過点を通る曲線である。また、スプライン曲線d2は、端点c3、c4を結び、カットラインLxya上の通過点を通る曲線である。そのようなスプライン曲線を、X方向の各位置において生成することにより、結果として

40

50

曲線アレイが形成され、それによって、カット面 70 が構成される。カット面 70 は、実際には、三次元形状データからなる。そして、カット面 70 を含む三次元関心領域 V1 がボリュームデータに対して設定される。

【0054】

なお、上述したカット面生成処理は一例に過ぎない。他の手法によってカット面が生成され、そのカット面を含む三次元関心領域が設定されてもよい。

【0055】

三次元画像生成部 20 は、三次元関心領域 V1 内の部分ボリュームデータに対してレンダリング処理を適用することにより、三次元関心領域 V1 内の三次元画像を生成する。カット面 70 がレンダリング開始面に相当する。図 3 に示す例においては、レンダリング処理における各レイが Y 方向に沿って設定されており、投影視点は Y 方向上方である。従って、カット面 70 を基準にして投影視点側の組織は画像化されず、投影視点とは反対側の組織（三次元関心領域 V1 内の組織）が画像化される。なお、レンダリング処理にあたっては、各ボクセルデータは、周辺に存在する複数のエコーデータを参照することにより補間処理によって生成される。補間処理を行う場合において、三次元関心領域 V1 外のデータが参照されることもある。

【0056】

本実施形態では、モデル生成部 30 は、三次元関心領域 V1 を模式的に表す関心領域モデルを生成する。この関心領域モデルには、カット面 70 を模式的に表すカット面モデルが含まれる。また、関心領域モデルには、三次元関心領域 V1 の底面（端点 a5, a6, a7, a8 で規定される面）を模式的に表す底面モデルや、カット面と底面との間の中間面を表す中間面モデルが含まれていてもよい。

【0057】

また、カット面画像生成部 32 は、カット面 70 の全部又は一部に対応する面データをボリュームデータから抽出し、面データに基づいてカット面画像を生成する。カット面画像生成部 32 は、カット面画像を底面や中間面に投影することにより、投影カット面画像を生成してもよい。

【0058】

三次元画像及びカット面画像が生成されると、表示部 36 には、三次元画像及びカット面画像が表示される。

【0059】

図 4 には、表示部 36 に表示される画像の一例が示されている。例えば、複合モデル画像 80 と三次元画像 90 とが、並べて表示部 36 に表示される。複合モデル画像 80 は、関心領域モデル 82 とカット面画像 88 とを含む。関心領域モデル 82 は、三次元関心領域を模式的に表す三次元モデルである。関心領域モデル 82 には、三次元関心領域のカット面を模式的に表すカット面モデル 84 と、三次元関心領域の底面を模式的に表す底面モデル 86 とが含まれている。カット面画像 88 は、三次元関心領域のカット面（カット面モデル 84 によって示されている面）における画像である。図 4 に示す例では、カット面画像 88 は、カット面モデル 84 に組み込まれた態様で表示されている。つまり、カット面画像 88 は、カット面モデル 84 上においてカット面モデル 84 に沿った態様で表示されている。三次元画像 90 は、関心領域モデル 82 によって示される三次元関心領域内の三次元画像である。

【0060】

関心領域モデル 82 は、三次元関心領域を任意の視点から見たときの画像に相当する。カット面画像 88 は、その視点からカット面上の像を見たときの画像に相当する。例えば、ユーザは入力部 40 を利用することにより、その視点を変更することができる。モデル生成部 30 は、ユーザによって指定された視点から三次元関心領域を見たときの関心領域モデル 82 を生成する。また、カット面画像生成部 32 は、ユーザによって指定された視点からカット面を見たときのカット面画像 88 を生成する。例えば、ユーザによって、関心領域モデル 82 の回転操作や拡大操作等が行われ、その操作に応じた関心領域モデル 8

2 及びカット面画像 8 8 が生成されて表示される。

【0061】

ユーザが入力部 4 0 を利用することにより、関心領域モデル 8 2 及びカット面モデル 8 4 の形状が直接操作されてもよい。例えば、ユーザによってカット面モデル 8 4 の形状が操作されると、カット面設定部 2 6 は、その形状操作に応じたカット面を設定し、関心領域設定部 2 8 は、そのカット面を含む新たな三次元関心領域を設定する。三次元画像生成部 2 0 は、その新たな三次元関心領域内の三次元画像を生成する。これにより、三次元画像 9 0 が更新される。カット面画像生成部 3 2 は、新たなカット面上の面データに基づいてカット面画像を生成する。これにより、カット面画像 8 8 が更新される。また、モデル生成部 3 0 は、形状操作に応じた三次元関心領域を模式的に表す関心領域モデルを生成する。これにより、関心領域モデル 8 2 が更新される。これにより、カット面モデル 8 4 も更新される。

10

【0062】

以上のように、本実施形態によると、カット面画像 8 8 がカット面モデル 8 4 に組み込まれた態様で表示される。カット面画像 8 8 には、カット面上の組織が表されている。従って、カット面画像 8 8 を観察することにより、カット面と実際の組織との対応関係を容易に把握することが可能となる。すなわち、カット面がどの組織をどのように横切っているのかを、より直接的に認識することが可能となる。一般的に、羊水データの輝度は低く、胎児データや子宮壁データの輝度は高い。従って、カット面が羊水データ内に設定されていれば、カット面画像 8 8 の輝度が低くなり、カット面が胎児データ内や子宮壁データ内に設定されていれば、カット面画像 8 8 の輝度が高くなる。このように、カット面画像 8 8 を観察することにより、カット面が横切っている組織を容易に把握することが可能となる。これにより、カット面の良否を判断することが容易となる。

20

【0063】

また、三次元画像 9 0 とは異なる視点でカット面画像 8 8 を表示することにより、カット面上の組織を異なる視点から観察することが可能となる。これにより、三次元画像 9 0 のみを観察して三次元関心領域を設定する場合と比べて、カット面の良否の判断が容易となり、適切なカット面の設定が容易となる。

【0064】

また、カット面画像 8 8 や三次元画像 9 0 を観察しながらカット面モデル 8 4 の形状を直接操作することにより、カット面が適切に設定されているか否かを確認しながら、カット面の形状を操作することが可能となる。カット面と実際の組織との対応関係を容易に把握できるので、カット面の形状を適切な形状に変更することが容易となる。このように、本実施形態によると、手動でのカット面の形状の操作を支援することが可能となる。

30

【0065】

図 5 には、表示部 3 6 に表示される画像の別の例が示されている。例えば、複合モデル画像 1 0 0 と三次元画像 9 0 とが、並べて表示部 3 6 に表示される。複合モデル画像 1 0 0 は、関心領域モデル 8 2 と投影カット面画像 1 0 2 とを含む。図 5 に示す例では、投影カット面画像 1 0 2 は、底面モデル 8 6 に組み込まれた態様で表示されている。投影カット面画像 1 0 2 は、三次元関心領域のカット面（カット面モデル 8 4 によって示されている面）における画像（カット面画像）が、底面モデル 8 6 によって示されている底面に投影された画像である。カット面画像生成部 3 2 は、カット面における画像を三次元関心領域の底面に投影し、ユーザによって指定された視点からその底面を見たときの投影カット面画像 1 0 2 を生成する。なお、カット面画像は、底面以外の水平面に投影されて表示されてもよい。例えば、カット面と底面との間に位置する水平面にカット面画像が投影されて表示されてもよい。

40

【0066】

ユーザによってカット面モデル 8 4 の形状が操作されると、上記のように、新たなカット面及び新たな三次元関心領域が設定される。そして、新たな三次元関心領域内の三次元画像が生成され、三次元画像 9 0 が更新される。また、新たなカット面上の面データに基

50

づいてカット面画像が生成され、そのカット面画像に基づいて新たな投影カット面画像が生成される。これにより、投影カット面画像 102 が更新される。また、形状操作に応じた関心領域モデルが生成され、関心領域モデル 82 が更新される。

【0067】

以上のように、投影カット面画像 102 を表示する場合も、カット面と実際の組織との対応関係を容易に把握することが可能となる。また、カット面画像をカット面モデル 84 に組み込まずに底面に投影して表示することにより、カット面モデル 84 が見やすくなるという利点が得られる。これにより、カット面の形状の把握及び操作が容易となる。

【0068】

図 6 には、図 5 に示されている例の変形例が示されている。例えば、複合モデル画像 100a と三次元画像 90 とが、並べて表示部 36 に表示されている。複合モデル画像 100a は、関心領域モデル 82 と投影カット面画像 102 とを含む。複合モデル画像 100a は、図 5 に示されている複合モデル画像 100 とは異なる視点から見たときの画像である。図 5 に示す例では、カット面モデル 84 が関心領域モデル 82 の上面に表示されるように視点が設定されているが、図 6 に示す例では、カット面モデル 84 が関心領域モデル 82 の側面（手前側の側面）に表示されるように視点が設定されている。この場合、カット面における画像は、カット面モデル 84 に対向する側面モデル 86a によって示されている側面（奥側の側面）に投影される。これにより、側面モデル 86a に投影カット面画像 102 が表示される。もちろん、別の視点から見た複合モデル画像が表示されてもよい。例えば、左横の側面（又は右横の側面）にカット面モデル 84 が表示されるように視点を 10 20 変更することにより、左横の側面に対向する右横の側面（左横の側面）に、投影カット面画像 102 が表示される。この視点は、ユーザが任意に変更することができる。

【0069】

なお、図 4 に示す例においても、ユーザによって視点が変更されてもよい。例えば、カット面が手前側の側面に表示されるように視点が変更されてもよい。もちろん、任意の位置に視点が設定されてもよい。

【0070】

図 7 には、表示部 36 に表示される画像の別の例が示されている。例えば、カット面画像 110 と三次元画像 90 とが、並べて表示部 36 に表示される。図 7 に示す例では、関心領域モデルは表示されていない。カット面画像 110 は、三次元関心領域のカット面における画像である。なお、関心領域モデルが表示されてもよい。この場合、カット面画像 110 と関心領域モデルとは別々に表示される。

【0071】

以上のように、カット面画像 110 を単独で表示した場合も、カット面と実際の組織との対応関係を容易に把握することが可能となる。

【0072】

〔第 2 実施形態〕

図 8 には、第 2 実施形態に係る超音波診断装置が示されている。図 8 は、その全体構成を示すブロック図である。第 2 実施形態に係る超音波診断装置は、図 1 に示されている第 1 実施形態に係る超音波診断装置のカット面画像生成部 32 の代わりに投影画像生成部 42 を備えている。投影画像生成部 42 以外の構成は、第 1 実施形態に係る超音波診断装置の構成と同じである。以下では、投影画像生成部 42 の機能について説明する。

【0073】

投影画像生成部 42 は、三次元画像生成部 20 によって生成された三次元画像を、三次元関心領域の水平面（例えば底面や中間面）に投影する。これにより、水平面に投影された投影三次元画像が生成される。

【0074】

表示処理部 34 は、関心領域モデルを表示部 36 に表示させ、その関心領域モデルに組み込まれた態様で三次元画像を表示部 36 に表示させる。例えば、表示処理部 34 は、関心領域モデル中の水平面モデル（例えば底面モデルや中間面モデル）に組み込まれた態様 40 50

で投影三次元画像を表示部 3 6 に表示させる。もちろん、表示処理部 3 4 は、投影三次元画像を関心領域モデルに組み込まずに表示部 3 6 に表示させてもよい。

【0075】

図 9 には、表示部 3 6 に表示される画像の一例が示されている。例えば、複合モデル画像 1 2 0 と三次元画像 9 0 とが、並べて表示部 3 6 に表示される。複合モデル画像 1 2 0 は、関心領域モデル 8 2 と投影三次元画像 1 2 2 とを含む。図 9 に示す例では、投影三次元画像 1 2 2 は、底面モデル 8 6 に組み込まれた態様で表示されている。投影三次元画像 1 2 2 は、三次元画像 9 0 が底面モデル 8 6 によって示されている底面に投影された画像である。投影画像生成部 4 2 は、三次元画像 9 0 を三次元関心領域の底面に投影し、ユーザによって指定された視点からその底面を見たときの投影三次元画像 1 2 2 を生成する。なお、三次元画像は、底面以外の水平面に投影されて表示されてもよい。例えば、カット面と底面との間に位置する水平面に三次元画像が投影されて表示されてもよい。

10

【0076】

ユーザによってカット面モデル 8 4 の形状が操作されると、上記のように、新たなカット面及び新たな三次元関心領域が設定される。そして、新たな三次元関心領域内の三次元画像が生成され、三次元画像 9 0 が更新される。また、新たな三次元画像に基づいて新たな投影三次元画像が生成され、投影三次元画像 1 2 2 が更新される。また、関心領域モデル 8 2 も更新される。

【0077】

以上のように、本実施形態では、互いに視点が異なる 2 つの画像（三次元画像 9 0 及び投影三次元画像 1 2 2）が表示される。これにより、異なる視点から組織像を観察してカット面の良否を判断することが可能となる。

20

【0078】

図 10 には、図 9 に示されている例の変形例が示されている。例えば、複合モデル画像 1 2 0 a と三次元画像 9 0 とが、並べて表示部 3 6 に表示される。複合モデル画像 1 2 0 a は、関心領域モデル 8 2 と投影三次元画像 1 2 2 とを含む。複合モデル画像 1 2 0 a は、図 9 に示されている複合モデル画像 1 2 0 とは異なる視点から見たときの画像である。図 9 に示す例では、カット面モデル 8 4 が関心領域モデル 8 2 の上面に表示されるように視点が設定されているが、図 10 に示す例では、カット面モデル 8 4 が関心領域モデル 8 2 の側面（手前側の側面）に表示されるように視点が設定されている。この場合、投影三次元画像 1 2 2 は、カット面モデル 8 4 に対向する側面モデル 8 6 a によって示されている側面（奥側の側面）に投影される。これにより、側面モデル 8 6 a に投影三次元画像 1 2 2 が表示される。もちろん、別の視点から見た複合モデル画像が表示されてもよい。例えば、左横の側面（又は右横の側面）にカット面モデル 8 4 が表示されるように視点を変更することにより、左横の側面に対向する右横の側面（左横の側面）に、投影三次元画像 1 2 2 が表示される。この視点は、ユーザが任意に変更することができる。

30

【0079】

[第 3 実施形態]

図 11 には、第 3 実施形態に係る超音波診断装置が示されている。図 11 は、その全体構成を示すブロック図である。第 3 実施形態に係る超音波診断装置は、図 1 に示されている第 1 実施形態に係る超音波診断装置の構成に加えて、制御点設定部 4 4 を備えている。制御点設定部 4 4 以外の構成は、第 1 実施形態に係る超音波診断装置の構成と同じである。以下では、制御点設定部 4 4 の機能について説明する。

40

【0080】

制御点設定部 4 4 は、関心領域モデル中のカット面モデル上に複数の制御点を設定する。例えば、制御点設定部 4 4 は、カット面モデル上に格子を設定し、その格子上の格子点を制御点として設定する。各制御点は等間隔に設定されていてもよいし、非等間隔に設定されていてもよい。または、制御点設定部 4 4 は、複数の制御点をランダムに分散して設定してもよい。この制御点は、カット面の形状をユーザが操作するために用いられる。

【0081】

50

表示処理部 34 は、関心領域モデルを表示部 36 に表示させ、関心領域モデル中のカット面モデル上に複数の制御点を表示させる。

【0082】

ユーザが入力部 40 を利用して制御点を指定すると、制御部 38 は、指定された制御点の座標情報を断面画像生成部 22 に出力する。断面画像生成部 22 は、指定された制御点の位置に対応する断面における断面画像を生成する。表示処理部 34 は、その断面画像を表示部 36 に表示させる。また、表示処理部 34 は、ユーザによって指定された制御点をその断面画像上に表示させる。この制御点に基づいてカットラインが規定される。例えば、ユーザが入力部 40 を利用することにより、断面画像上に表示された制御点の位置を変更すると、カット面設定部 24 は、変更後の制御点に基づいてカットラインを生成し、そのカットラインに基づいてカット面を設定する。このように、制御点を利用することにより、カットラインの形状及び位置が変更され、そのカットラインに基づくカット面の形状が変更される。すなわち、制御点の操作によって、カット面の形状を操作することが可能となる。

【0083】

図 12 には、表示部 36 に表示される画像の一例が示されている。例えば、複合モデル画像 130 と三次元画像 140 とが、並べて表示部 36 に表示される。複合モデル画像 130 は、関心領域モデル 132 と投影カット面画像 138 とを含む。関心領域モデル 132 は、カット面モデル 134 及び底面モデル 136 を含む。投影カット面画像 138 は、カット面（カット面モデル 134 によって示されている面）における画像（カット面画像）が、底面モデル 136 によって示されている底面に投影された画像である。カット面モデル 134 上には複数の制御点（例えば制御点 P1～P4）が表示されている。例えば、カット面モデル 134 上に格子が表示され、格子点が制御点として表示される。なお、4 個の制御点が表示されているが、この数は一例に過ぎない。5 個以上又は 3 個以下の制御点が設定されて表示されてもよい。制御点 P1～P4 の間隔は等間隔であってもよいし、非等間隔であってもよい。三次元画像 140 は、関心領域モデル 132 によって示されている三次元関心領域内の三次元画像である。

【0084】

例えば、ユーザが入力部 40 を利用して制御点 P1 を指定すると、制御部 38 は、指定された制御点 P1 の座標情報を断面画像生成部 22 に出力する。断面画像生成部 22 は、制御点 P1 の位置に対応する断面における断面画像を生成する。図 13 には、この処理の具体例が示されている。例えば、断面画像生成部 22 は、制御点 P1 を含む XY 断面（符号 Sxya で示されている断面）に対応するデータを 3D メモリ 18 から読み出し、そのデータに基づいて断面画像を生成する。そして、表示処理部 34 は、その断面画像を表示部 36 に表示させる。なお、断面画像生成部 22 は、制御点 P1 を含む YZ 断面又は ZX 断面における断面画像を生成してもよいし、制御点 P1 を含む任意断面における断面画像を生成してもよい。

【0085】

図 14 には、表示部 36 に表示される画像の一例が示されている。例えば、断面画像 150 と三次元画像 140 とが、並べて表示部 36 に表示される。断面画像 150 は、制御点 P1 を含む断面における画像である。一例として、断面画像 150 は、制御点 P1 を含む XY 断面における画像である。カット面モデル 134 上で制御点 P1 が指定されると、表示処理部 34 は、複合モデル画像 130 に代えて断面画像 150 を表示部 36 に表示させる。断面画像 150 は、一例として、胎児像 62、子宮壁像 64 及び羊水像 66 を含む。断面画像 150 内にはグラフィックイメージとしてのボックス Sxya が含まれている。このボックス Sxya は、三次元関心領域において制御点 P1 を含む XY 断面を表している。ボックス Sxya の上辺は、カットライン Lxyb（破線）である。カットライン Lxyb は、形状操作前の現状のカット面に含まれ、制御点 P1 を通るラインである。つまり、制御点 P1 を通る XY 断面で現状のカット面を切断したときに形成されるラインが、カットライン Lxyb に対応する。なお、ボックス及びカットラインのグラフィックイ

10

20

30

40

50

メージは、グラフィック画像生成部 24 によって生成される。

【0086】

また、断面画像 150 と共に、複合モデル画像 152 が表示部 36 に表示されてもよい。この複合モデル画像 152 は、例えば、図 12 に示されている複合モデル画像 130 の縮小画像である。

【0087】

ユーザが入力部 40 を利用して制御点 P1 の位置を変更すると、カット面設定部 26 は、変更後の制御点 P1 に基づいてカットラインを形成する。例えば、カット面設定部 26 は、変更後の制御点 P1 及び端点 Pa, Pb に基づいてスプライン曲線を形成する。このスプライン曲線が新たなカットラインとして利用される。図 14 に示す例では、制御点 P1 が上方（矢印の方向）に移動され、これにより、新たなカットライン Lxyc が形成される。カット面設定部 26 は、そのカットライン Lxyc に基づいて新たなカット面を形成する。このように、ユーザによってカット面の形状が操作される。

【0088】

カット面の形状が操作されると、関心領域設定部 28 は、形状操作後のカット面を含む新たな三次元関心領域をボリュームデータに設定する。三次元画像生成部 20 は、その三次元関心領域内の部分ボリュームデータに対してレンダリング処理を適用する。これにより、新たな三次元画像が生成される。また、モデル生成部 30 は、新たな三次元関心領域を模式的に表す関心領域モデルを生成する。その関心領域モデルは、形状操作後のカット面を模式的に表すカット面モデルを含む。また、カット面画像生成部 32 は、形状操作後のカット面に対応する面データをボリュームデータから抽出し、その面データに基づいてカット面画像を生成する。

【0089】

カット面の形状操作が終了すると、表示処理部 34 は、断面画像 150 に代えて、新たな複合モデル画像を表示部 36 に表示させる。例えば、カットラインの形状操作が終了すると、カット面の形状操作が終了する。図 15 には、カット面が操作された後の画像が示されている。三次元画像 142 は、新たな三次元関心領域内の部分ボリュームデータに基づいて生成された画像である。複合モデル画像 160 は、関心領域モデル 162 と投影カット面画像 168 とを含む。関心領域モデル 162 は、カット面モデル 164 及び底面モデル 166 を含む。カット面モデル 164 は、ユーザ操作後のカット面を模式的に表すモデルである。投影カット面画像 168 は、ユーザ操作後のカット面（カット面モデル 164 によって示されている面）における画像（カット面画像）が、底面モデル 166 によって示されている底面に投影された画像である。カット面モデル 164 上には制御点 P1 ~ P4 が表示されている。そして、制御点 P1 ~ P4 の中からユーザによって制御点が指定されると、指定された制御点を含む断面における断面画像が表示され、その断面画像上において、カットラインの形状を操作することが可能となる。

【0090】

以上のように、本実施形態によると、制御点の操作によってカット面の形状を操作することが可能となる。また、投影カット面画像及び三次元画像を観察しながら、カット面モデル上で、カット面の形状を変更したい箇所を指定することが可能となる。これにより、適切な変更箇所を指定することが可能となり、その指定も容易である。また、指定された制御点を含む断面における断面画像が表示され、その断面画像上でカットラインの形状を操作することができる。これにより、断面画像及び三次元画像を観察しながら、カットラインの形状を適切な形状に変更することが可能となる。これにより、カット面の形状を適切な形状に変更することが可能となる。投影カット面画像、断面画像及び三次元画像を観察することにより、カット面と実際の組織との対応関係を容易に把握できるので、カット面の形状を適切な形状に変更することが容易となる。また、カットラインの形状操作に応じて、三次元画像、投影カット面画像及び関心領域モデルが更新される。その形状操作が画像に反映されるので、更新後の画像を観察することにより、カット面の良否の判断が容易となり、カット面の形状を適切な形状に容易に変更することが可能となる。

【0091】

例えば、投影カット面画像及び三次元画像を観察することにより、カット面が胎児データ内又は子宮壁データ内に設定されている箇所を容易に特定することができる。そして、カット面モデル上で、その箇所に対応する制御点を指定すると、その箇所を含む断面における断面画像が表示される。その断面画像を観察することにより、その箇所において、カットラインが羊水像内に設定されるように、カットラインの形状を容易に変更することが可能となる。これにより、当初は、カット面が胎児データ内又は子宮壁データ内に設定されていた箇所において、カット面を羊水データ内に容易に設定することが可能となる。そして、カット面が胎児データ内又は子宮壁データ内に設定されている箇所を対象にして、制御点によってカット面の形状を操作することにより、羊水データ内にカット面を容易に設定することが可能となる。

【0092】

本実施形態では、底面に投影カット面画像138が組み込まれている。これにより、カット面上に表示されている制御点がユーザにとって見やすいという利点がある。もちろん、カット面モデル134にカット面画像が組み込まれてもよい。または、中間面モデルに投影カット面画像が組み込まれてもよい。

【0093】

また、図6に示されている複合モデル画像100aに制御点を表示して、この画像を利用してカットライン及びカット面の形状を指定してもよい。もちろん、カット面モデルが他の側面（例えば右側の側面）に表示されるように視点を設定し、その状態で制御点を表示してもよい。

【0094】

なお、三次元画像140上に制御点が表示されてもよい。この場合において、三次元画像140上の制御点がユーザによって操作されることにより、カット面の形状が操作されてもよい。

【0095】

また、第2及び第3実施形態を組み合わせてもよい。つまり、関心領域モデルに三次元画像を組み込むとともに、制御点によってカット面の形状を操作できるようにしてもよい。この場合、投影三次元画像が関心領域モデルに組み込まれた態様で表示される。図16には、その表示例が示されている。例えば、複合モデル画像170と三次元画像140とが、並べて表示部36に表示される。複合モデル画像170は、関心領域モデル172と投影三次元画像178とを含む。図16に示す例では、投影三次元画像178は、底面モデル176に組み込まれた態様で表示されている。投影三次元画像178は、三次元画像140が底面モデル176によって示されている底面に投影された画像である。また、カット面モデル174上には制御点P1～P4が表示されている。ユーザによって制御点が指定されると、その制御点を含む断面における断面画像が表示され、その断面画像上において、カットラインの形状を操作することが可能となる。これにより、カット面の形状が操作される。なお、投影三次元画像は、カット面モデルに組み込まれた態様で表示されてもよいし、カット面と底面との間の中間面のモデルに組み込まれた態様で表示されてもよい。

【0096】

また、図10に示されている複合モデル画像120aに制御点を表示して、この画像を利用してカットライン及びカット面の形状を指定してもよい。もちろん、カット面モデルが他の側面（例えば右側の側面）に表示されるように視点を設定し、その状態で制御点を表示してもよい。

【0097】

[第4実施形態]

図17には、第4実施形態に係る超音波診断装置が示されている。図17は、その全体構成を示すブロック図である。第4実施形態に係る超音波診断装置は、図1に示されている第1実施形態に係る超音波診断装置の構成に加えて、横断部分検出部46を備えている

。横断部分検出部 46 以外の構成は、第 1 実施形態に係る超音波診断装置の構成と同じである。以下では、横断部分検出部 46 の機能について説明する。

【0098】

横断部分検出部 46 は、カット面における特定組織の横断部分を検出する。特定組織は、例えば胎児や子宮壁等である。例えば、横断部分検出部 46 は、カット面上の面データをボリュームデータから抽出し、その面データの輝度値に基づいて胎児データの一部又は子宮壁データの一部を抽出する。または、横断部分検出部 46 は、三次元ラベリング処理を適用することによりボリュームデータから胎児データを抽出し、その胎児データとカット面との交差を判定してもよい。

【0099】

カット面画像生成部 32 は、横断部分検出部 46 によって検出された横断部分を表す参照画像を生成する。この参照画像は、カット面における特定組織の横断部分を表しており、カット面画像の一部に相当する。つまり、参照画像は、カット面上の一部のデータを表す画像である。参照画像（カット面上の一部のデータ）は、特定組織のデータに連なる部分データそれ自体であってもよいし、その部分の存在を示す人工的なマークであってもよい。具体的には、参照画像は、胎児データに連なる胎児部分データ（例えば鼻、手、足等のデータ）それ自体であってもよいし、胎児部分を示す人工的マークであってもよい。

【0100】

表示処理部 34 は、参照画像を表示部 36 に表示させる。例えば、表示処理部 34 は、関心領域モデルに組み込まれた態様で参照画像を表示部 36 に表示させる。参照画像は、カット面モデルに組み込まれた態様で表示されてもよいし、水平面モデル（例えば底面モデルや中間面モデル）に組み込まれた投影画像として表示されてもよい。もちろん、表示処理部 34 は、参照画像を関心領域モデルに組み込まずに表示部 36 に表示させてもよい。

【0101】

次に、図 18 から図 20 を参照して、具体例を挙げて第 4 実施形態に係る処理について説明する。図 18 には、三次元関心領域の一例が示されている。三次元関心領域 V2 は、カット面 180 を有する。三次元関心領域 V2 内には、特定組織データとしての胎児データ 190 が含まれている。胎児データ 190 とカット面 180 とは交差しており、胎児データ 190 中の一部のデータ（鼻データ 192a、腕データ 192b 及び足データ 192c）がカット面 180 によってカットされている。この場合、横断部分検出部 46 は、カット面 180 における胎児データの横断部分を検出する。カット面画像生成部 32 は、その横断部分を表す参照画像を生成する。

【0102】

図 19 には、参照画像の一例が示されている。例えば、複合モデル画像 200 が表示部 36 に表示される。複合モデル画像 200 は、関心領域モデル 202 と三次元画像 206 と参照画像 208a、208b、208c とを含む。関心領域モデル 202 は、三次元関心領域 V2 を模式的に表す三次元モデルである。関心領域モデル 202 には、三次元関心領域 V2 のカット面 180 を模式的に表すカット面モデル 204 と、三次元関心領域 V2 の底面を表す底面モデルとが含まれている。三次元画像 206 は、三次元関心領域 V2 内の部分ボリュームデータ（胎児データ）に基づいて生成された画像である。なお、三次元画像 206 が表示される代わりに、胎児を人工的に表す三次元のマークが表示されてもよい。参照画像 208a、208b、208c はそれぞれ、カット面 180 上の胎児データであり、カット面モデル 204 に組み込まれた態様で表示されている。参照画像 208a は、カット面 160 上の鼻の断面像を表している。参照画像 208b は、カット面 160 上の腕の断面像を表している。参照画像 208c は、カット面 160 上の足の断面像を表している。なお、参照画像 208a、208b、208c は、カット面 180 上の胎児の一部を人工的に表すマークであってもよい。

【0103】

図 20 には、参照画像の別の表示例が示されている。例えば、複合モデル画像 210 が

表示部 36 に表示される。複合モデル画像 210 は、関心領域モデル 202 と参照画像 208a, 208b, 208c とを含む。図 20 に示す例では、三次元画像が表示されておらず、参照画像 208a, 208b, 208c がカット面モデル 204 に組み込まれた態様で表示されている。この場合も、参照画像 208a, 208b, 208c は、カット面 180 上の胎児の一部を人工的に表すマークであってもよい。

【0104】

なお、参照画像 208a, 208b, 208c は、関心領域モデル 202 の底面モデルや中間面モデルに投影されてもよい。または、参照画像 208a, 208b, 208c は、関心領域モデル 202 とは別にして表示されてもよい。

【0105】

以上のように、本実施形態によると、カット面における特定組織（例えば胎児）の横断部分が検出され、その横断部分を表す参照画像が表示される。その参照画像を観察することにより、カット面が特定組織を横断しているのか否かの把握が容易となる。これにより、カット面の良否の判断が容易となる。

【0106】

なお、図 19 及び図 20 に示す例において、図 6 及び図 10 に示す例と同様に、カット面モデル 204 が手前側の側面や横側の側面に表示されるように視点が設定されてもよい。この場合、複合モデル画像 200 が回転された状態で表示されることになる。

【0107】

また、第 3 及び第 4 実施形態を組み合わせてもよい。つまり、関心領域モデルに参照画像を組み込むとともに、制御点によってカット面の形状を操作できるようにしてもよい。例えば、図 19 及び図 20 に示す例において、カット面モデル 204 上に複数の制御点が表示され、ユーザによって制御点が指定されると、その制御点を含む断面における断面画像が表示される。その断面画像上においてカットラインの形状が操作され、操作後のカットラインに基づいて新たなカット面が設定される。

【0108】

図 1, 8, 11, 17 に示されているプローブ 10 以外の構成は、例えばプロセッサや電子回路等のハードウェア資源を利用して実現することができ、その実現において必要に応じてメモリ等のデバイスが利用されてもよい。また、プローブ 10 以外の構成は、例えばコンピュータによって実現されてもよい。つまり、コンピュータが備える CPU やメモリやハードディスク等のハードウェア資源と、CPU 等の動作を規定するソフトウェア（プログラム）との協働により、プローブ 10 以外の構成の全部又は一部が実現されてもよい。当該プログラムは、CD や DVD 等の記録媒体を経由して、又は、ネットワーク等の通信経路を経由して、図示しない記憶装置に記憶される。別の例として、プローブ 10 以外の構成は、DSP (Digital Signal Processor) や FPGA (Field Programmable Gate Array) 等によって実現されてもよい。

【符号の説明】

【0109】

10 プローブ、12 三次元空間、14 送受信部、16 信号処理部、18 3D メモリ、20 三次元画像生成部、22 断面画像生成部、24 グラフィック画像生成部、26 カット面設定部、28 関心領域設定部、30 モデル生成部、32 カット面画像生成部、34 表示処理部、36 表示部、38 制御部、40 入力部、42 投影画像生成部、44 制御点設定部、46 横断部分検出部。

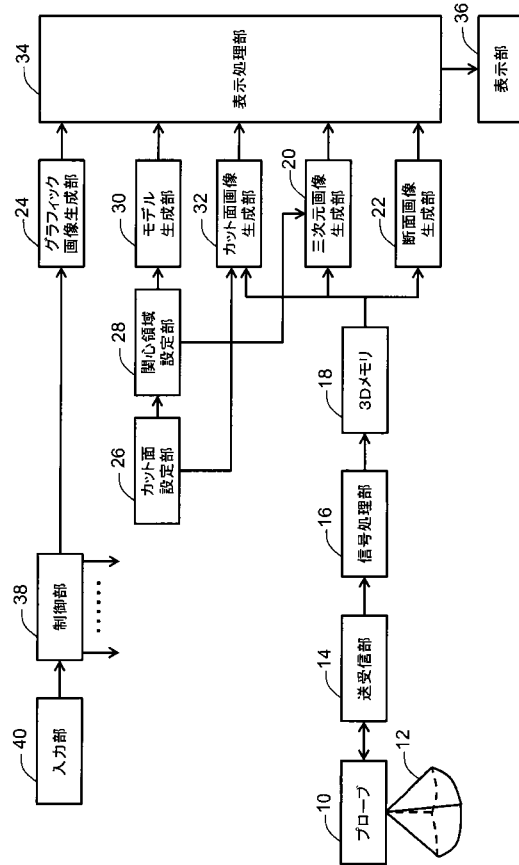
10

20

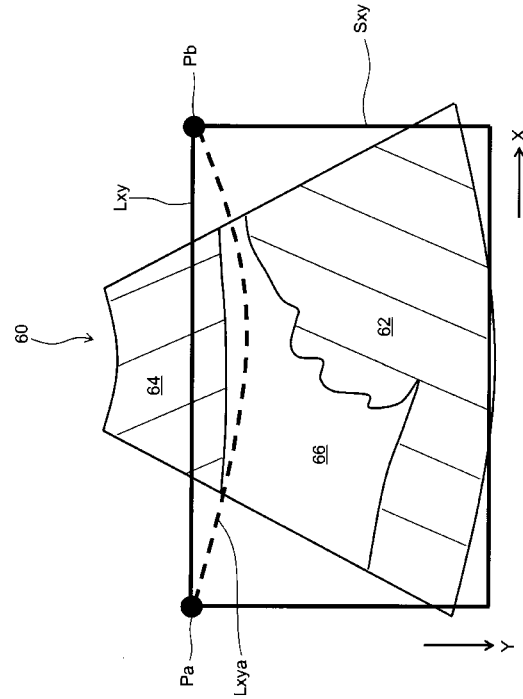
30

40

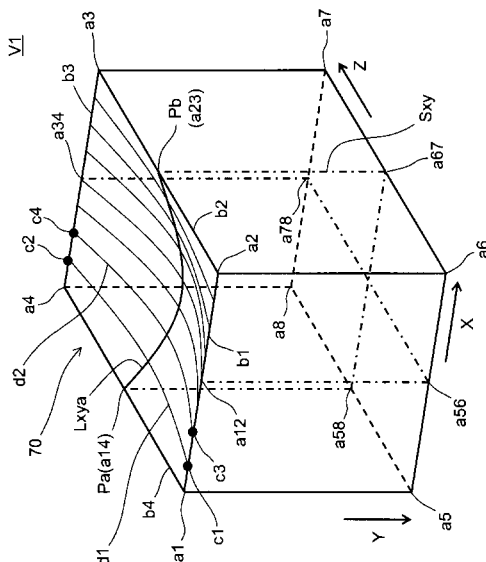
【図 1】



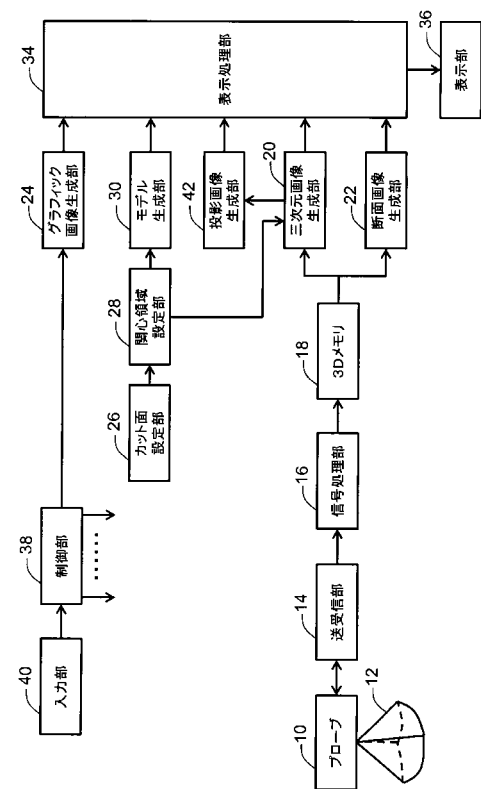
【図 2】



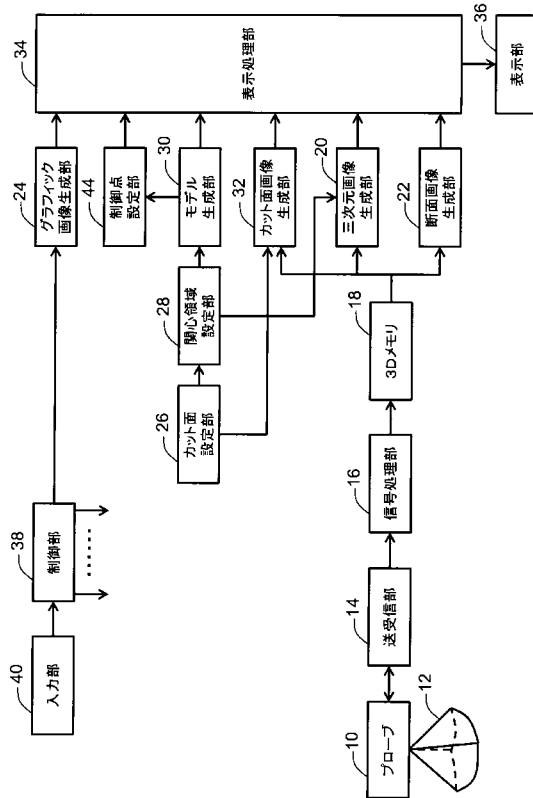
【図 3】



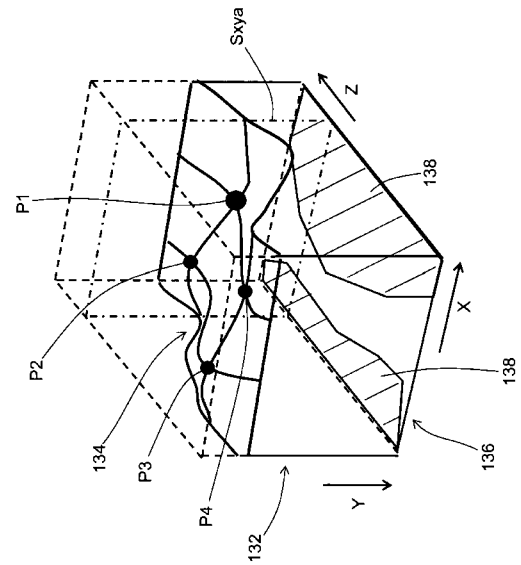
【図 8】



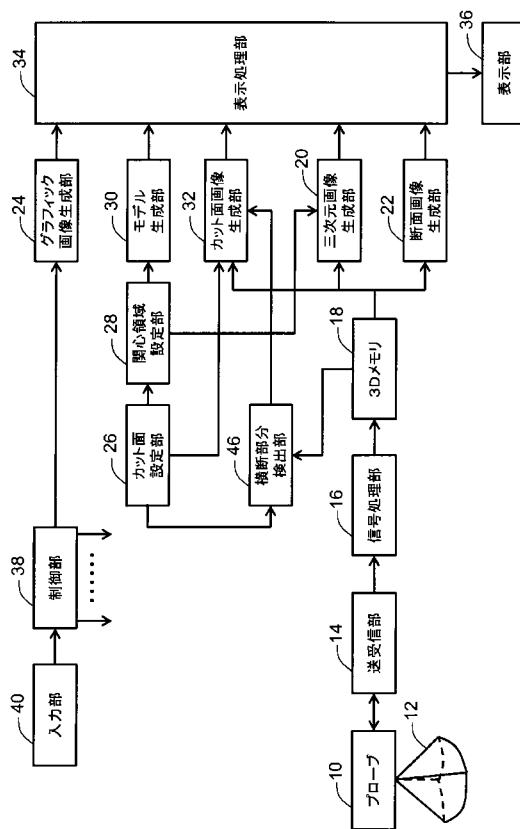
【図 1 1】



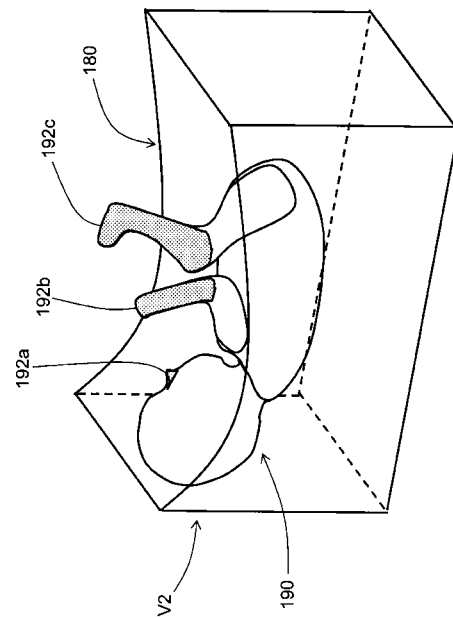
【図 1 3】



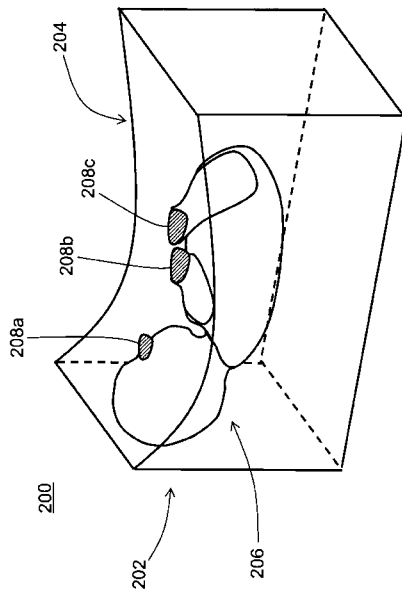
【図 1 7】



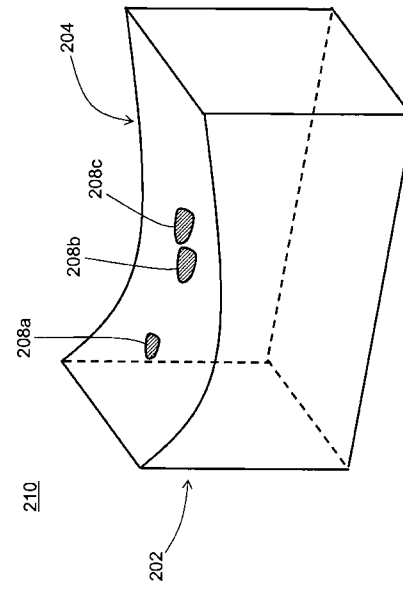
【図 1 8】



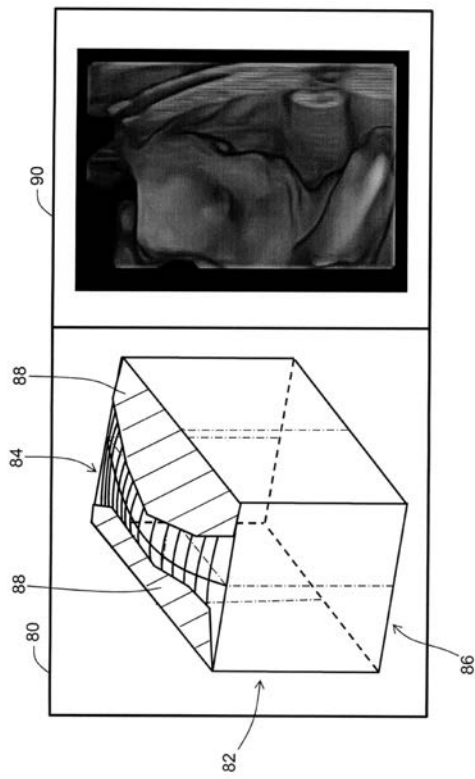
【図 19】



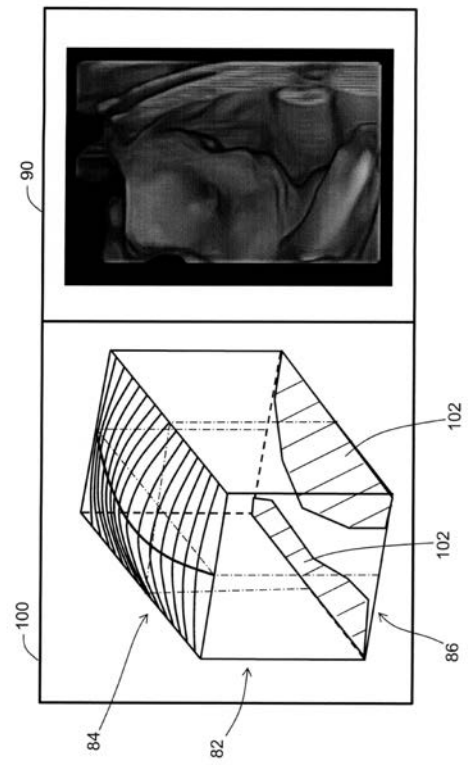
【図 20】



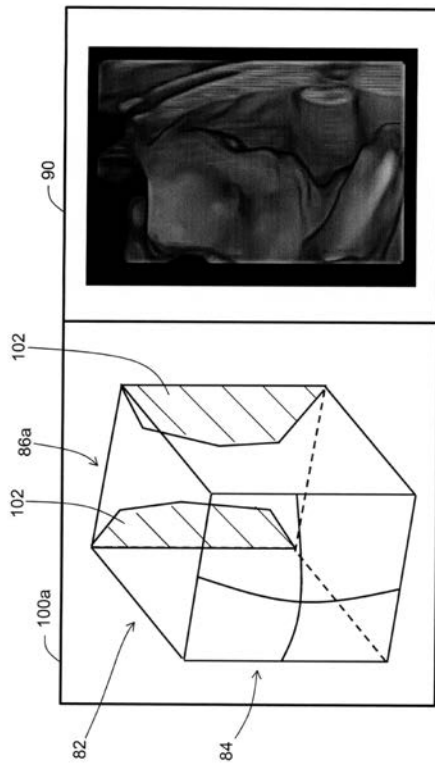
【図 4】



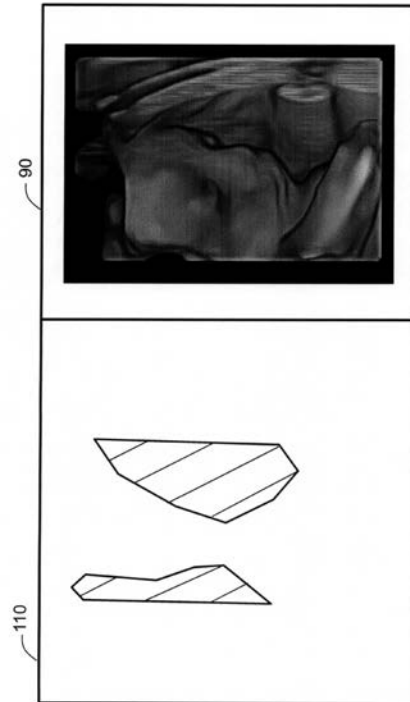
【図 5】



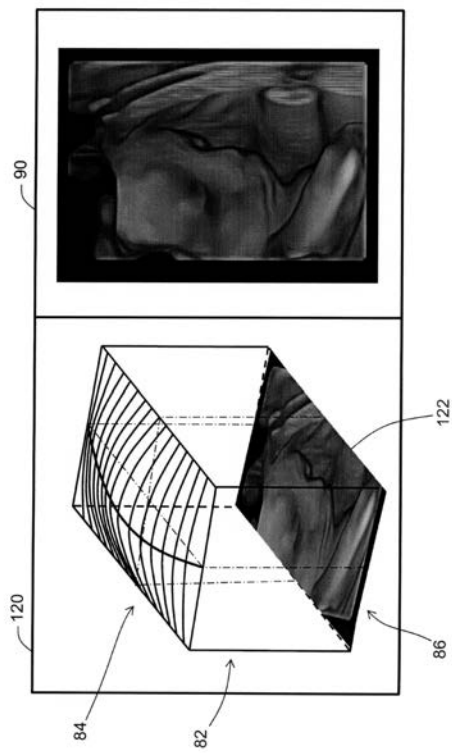
【図 6】



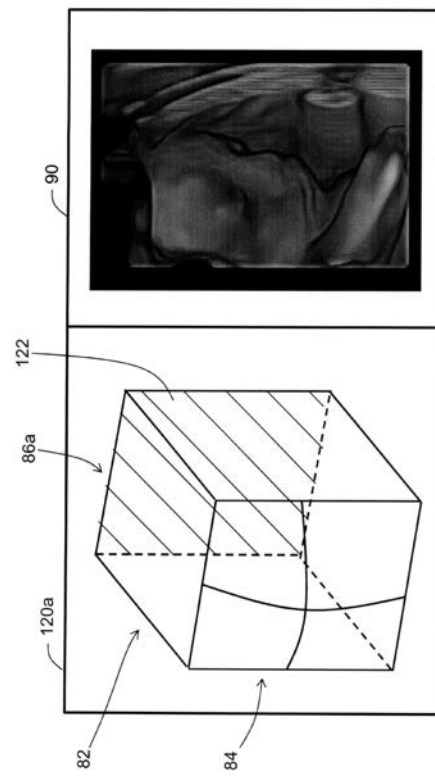
【図 7】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 信康

東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立アロカメディカル株式会社内

(72)発明者 小林 正樹

東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立アロカメディカル株式会社内

(72)発明者 村下 賢

東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立アロカメディカル株式会社内

Fターム(参考) 4C601 BB03 EE11 JC20 JC26 JC33 JC37 KK22 KK25

专利名称(译)	超声波体数据处理装置和程序		
公开(公告)号	JP2016097080A	公开(公告)日	2016-05-30
申请号	JP2014236759	申请日	2014-11-21
[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)	日立アロカメディカル株式会社		
[标]发明人	永瀬優子 前田俊徳 田中由紀 井上信康 小林正樹 村下賢		
发明人	永瀬 優子 前田 俊徳 田中 由紀 井上 信康 小林 正樹 村下 賢		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/EE11 4C601/JC20 4C601/JC26 4C601/JC33 4C601/JC37 4C601/KK22 4C601/KK25		
其他公开文献	JP5974063B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声诊断设备，其能够容易地把握在组织的三维显示中限定显示范围的切割面与实际组织之间的对应关系。合成模型图像和三维图像显示在显示单元上。三维图像90是基于关注三维区域中的部分体数据生成的图像。合成模型图像80包括感兴趣区域模型82和切面图像88。ROI模型82是示意性地表示三维ROI的三维模型，并且包括切割表面模型84。切割表面模型84是三维模型，其示意性地表示关注的三维区域的切割表面。切割面图像88是基于体数据中的与切割面对应的表面数据而生成的图像。例如，以合并到切割面模型84中的形式显示切割面图像88。[选择图]图4

