

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6202757号

(P6202757)

(45) 発行日 平成29年9月27日(2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日(2017.9.8)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

A 6 1 B 8/14 Z DM

請求項の数 13 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-538387 (P2014-538387)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成25年9月12日(2013.9.12)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/074721		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02014/050596	(74) 代理人	100145735
(87) 国際公開日	平成26年4月3日(2014.4.3)		弁理士 田村 尚隆
審査請求日	平成28年8月26日(2016.8.26)	(72) 発明者	辻田 剛啓
(31) 優先権主張番号	特願2012-213184 (P2012-213184)		東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号
(32) 優先日	平成24年9月26日(2012.9.26)		日立アロカメディカ
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		ル株式会社内
		審査官	永田 浩司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波二次元断層画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象物の断面に照射される光の光源の特性を表す光源データを設定する光源情報設定部と、

前記断面における超音波信号の輝度情報を含む断面データの前記光源からの光に対する光学特性を表す重み係数を設定する光学特性設定部と、

前記光源データ及び前記重み係数に基づいて、複数の前記断面の座標に応じた位置の照度を算出し、算出された前記照度に基づいて前記複数の断面の照度スライスデータを作成する照度スライスデータ作成部と、

前記複数の照度スライスデータから前記対象物の二次元断層画像を合成する合成部とを備えることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

前記合成部は、前記断面データ及び前記複数の照度スライスデータから前記二次元断層画像を合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】

前記照度スライスデータ作成部は、

前記光源データに対して二次元畳み込み積分を行うことにより、二次元畳み込み積分データを生成する二次元畳み込み処理部と、

前記光源データ及び前記二次元畳み込み積分データに対して、前記重み係数に基づいて重み付き加算を行うことにより、前記照度スライスデータを作成する重み付き加算部とを

10

20

備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記照度スライスデータ作成部は、

前記光源データの初期値と前記重み付け加算部による前記重み付き加算の結果とを、光源スライスデータとして保持する光源データ保持部を備え、

前記断面データにおける照度演算開始スライスから照度演算終了スライスまで前記断面データを切り替えながら、前記光源スライスデータに対して二次元畳み込み積分を行うことにより、二次元畳み込み積分データを生成し、前記光源スライスデータ及び前記二次元畳み込み積分データに対して、前記重み係数に基づいて重み付き加算を行うことにより、前記照度スライスデータを作成することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 つに記載の超音波診断装置。

10

【請求項 5】

前記照度スライスデータ作成部は、視線方向に基づいて、前記照度演算開始スライスから前記照度演算終了スライスまでの順序を変更することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 つに記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記光学特性設定部は、前記断面データの輝度と、所定の方向に有効な輝度が連続する前記断面データのスライス数とに応じて、前記重み係数を設定することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

20

前記合成部は、複数の前記照度スライスデータの照度値の平均、複数の前記スライスデータの重み付き加算、及び前記断面データの前記輝度情報により参照される不透明度テーブルによるレンダリング処理のうち少なくとも 1 つを用いて前記二次元断層画像を合成することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記二次元断層画像を表示する表示部を備え、

前記表示部は、前記複数の断面を設定するための視線方向の領域幅を設定する第 1 の設定部、前記断面データの法線方向に任意の厚みを設定する第 2 の設定部、前記断面データのスライス数を設定する第 3 の設定部、前記光源の照射方向を設定する第 4 の設定部、視点の順方向又は逆方向を変更する第 5 の設定部、前記合成部の合成手法を設定する第 6 の設定部のうちの少なくとも 1 つ又は複数の組み合わせを表示することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の超音波診断装置。

30

【請求項 9】

前記表示部は、前記断面の断面画像に対応する前記二次元断層画像、前記断面画像に直交する前記二次元断層画像、前記三次元空間で互いに直交する複数の前記二次元断層画像、及び前記断面画像に直交し互いに平行な複数の前記二次元断層画像のうちの少なくとも 1 つを表示することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 の何れか 1 つに記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記表示部は、

40

前記断面画像に直交する前記二次元断層画像を表示する場合、前記複数の照度スライスデータを作成するための前記複数の断面の位置を規定する断層画像設定枠を表示し、

前記三次元空間でお互いに直交する複数の前記二次元断層画像を表示する場合、共通の交点である交点マークを表示し、

前記断面画像に直交しお互いに平行な複数の前記二次元断層画像を表示する場合、前記複数の二次元断層画像に対応する前記断面の位置を規定する断層画像設定ラインを表示することを特徴とする請求項 9 に記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

複数の前記二次元畳み込み処理部を備え、

前記複数の二次元畳み込み処理部は、前記光源データに対し、それぞれ異なる前記二次

50

元畳み込み積分データを出力し、重み付き加算部へそれぞれ出力することを特徴とする請求項3に記載の超音波診断装置。

【請求項12】

前記二次元断層画像を表示する表示部を備え、

前記表示部は、前記断面の断面画像と前記断面の断面画像に対応する前記二次元断層画像を並列に表示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13】

対象物の断面に照射される光の光源の特性を表す光源データを設定し、

前記断面における超音波信号の輝度情報を含む断面データの前記光源からの光に対する光学特性を表す重み係数を設定し、

前記光源データ及び前記重み係数に基づいて、複数の前記断面の座標に応じた位置の照度を算出し、算出された前記照度に基づいて前記複数の断面の照度スライスデータを作成し、

前記複数の照度スライスデータから前記対象物の二次元断層画像を合成することを特徴とする超音波二次元断層画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に関し、特に、超音波の輝度ボリュームデータから二次元断層画像を生成する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波探触子により被検体内部に超音波を送信し、被検体内部から生体組織の構造に応じた超音波の反射エコー信号を受信し、例えば、超音波断層画像（Bモード像）などの断層画像を構成して診断用に表示する。

【0003】

三次元超音波データを収集する場合には、探触子を自動もしくは手動で短軸方向に走査することにより得られた三次元データに対し、座標変換を行った後に視線方向に超音波画像データを再構成し、三次元画像を作成することで対象物の表面を観察する技術が一般的となっている。現在では、これらの信号処理を実時間で実施し、動く三次元画像を表示するリアルタイム3D又は4Dと呼ばれる技術が一般的となっている。

【0004】

また、表面ではなく、三次元空間の任意の断面を観察したい場合や、詳細な画像を得たい場合には、三次元データから任意の断面を表示する技術が一般的となっている。

【0005】

しかしながら、これらの技術では、通常の二次元断層画像と同じく、スペックルと呼ばれる超音波に特有な回折模様により、連続するはずの領域が途切れて表示されたり、対象物の立体的構造がわかりにくかったりするという問題がある。

【0006】

このような問題を解決する方法としては、例えば、特許文献1に開示される方法がある。この方法では、強調したC面画像を表示するため、解剖学的特徴のうちの1つを強調するように、表面テクスチャ、最大密度、最小密度、平均投影、傾斜光レンダリング及び最大透明度のうちの1つであるボリュームレンダリング技法を選択することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-74227号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0008】

しかしながら、従来の超音波診断装置では、肉眼により観察するマクロ標本や、顕微鏡やルーペにより背面から光を当てて観察するミクロ標本などのように、構造が明瞭に確認可能であり、リアリティを向上させた断層画像を得ることはできなかった。

【0009】

本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、三次元空間の任意の断面画像に、光の挙動（漏出、吸収、散乱、反射など）を表す光学特性（又は、陰影効果）を付与し、構造が明瞭に確認可能であり、リアリティを向上させた断層画像を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0010】

本発明の超音波診断装置は、前記対象物の断面に照射される光源の特性を設定し、光源の特性に基づいて光源データを生成する光源情報設定部と、前記断面における輝度情報を含む断面データの前記光源に対する光学特性を表す重み係数を設定する光学特性設定部と、前記光源データ及び前記重み係数に基づいて、複数の前記断面の座標に応じた位置の照度を算出し、算出された前記照度に基づいて前記複数の断面の照度スライスデータを作成する照度スライスデータ作成部と、前記複数の照度スライスデータから前記対象物の二次元断層画像を合成する合成部とを備える。

【0011】

この構成によれば、三次元空間の任意の断面画像に、光の挙動（漏出、吸収、散乱、反射など）を表す光学特性（又は、陰影効果）を付与し、構造が明瞭に確認可能であり、リアリティを向上させた断層画像を得ることができる。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明は、三次元空間の任意の断面画像に、光の挙動（漏出、吸収、散乱、反射など）を表す光学特性（又は、陰影効果）を付与し、構造が明瞭に確認可能であり、リアリティを向上させた断層画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施の形態に係る超音波診断装置の一例を示したブロック図である。

30

【図2】任意断面画像記憶部に記憶される複数の断面画像を表す概念図である。

【図3】断層画像処理部の一例を示したブロック図である。

【図4】任意の断面の断面データ、照度スライスデータ、及び光源を模式的に表した概念図である。

【図5】照度スライスデータ作成部の構成の一例を示したブロック図である。

【図6】重み付き加算部で用いる重み係数の設定について説明した図である。

【図7】本実施の形態の効果の一例を示した図である。

【図8】断層画像の表示状態を切り替えるグラフィカルユーザインターフェイスの一例を示した図である。

【図9】超音波の任意の断面画像と、断層画像の同一断面とを同時に表示する形態を示した図である。

40

【図10】超音波の任意の断面画像と、当該断面画像に直交する断層画像とを同時に表示する形態を示した図である。

【図11】三次元空間で互いに直交する3つの面における二次元断層画像と、三次元画像とを同時に表示する形態を示した図である。

【図12】超音波の1つ以上の任意の断層画像と、直交する複数の断層画像を同時に表示する表示形態の一例を示した図である。

【図13】本実施の形態の変形例にかかる照度スライスデータ作成部について示したブロック図である。

【図14】本実施の形態の他の変形例にかかる二次元畳み込み処理部について示したプロ

50

ック図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態の超音波診断装置について、図面を用いて説明する。図1は、本実施の形態に係る超音波診断装置の一例を示したブロック図である。図1に示すように、超音波診断装置0001は、制御部0003、操作部0004、送信部0005、受信部0006、送受信制御部0007、整相加算部0008、表示部0009、断層情報演算部0011、三次元データ記憶部0012、任意断面画像作成部0013、三次元座標変換部0014、ポリウムデータ記憶部0015、三次元画像処理部0016、画像合成部0017、投影処理部0018、勾配演算部0019、任意断面画像記憶部0020、及び断層画像処理部0021を備え、輝度ポリウムデータに基づいて、三次元空間における対象物の画像を生成する。また、超音波診断装置0001には、超音波探触子0002が接続されている。

10

【0015】

超音波探触子0002は、被検体0010に当接させて用いられる。超音波探触子0002は、複数の振動子を配設して形成されており、被検体0010に振動子を介して超音波を送受信する機能を有している。超音波探触子0002は、矩形又は扇形をなす複数の振動子からなり、複数の振動子の配列方向と直交する方向に振動子を機械的に振り、あるいは手で移動させ、超音波を三次元に送受信することができる。超音波探触子0002は、複数の振動子が二次元配列され、超音波の送受信を電子的に制御することができるものでもよい。

20

【0016】

制御部0003は、超音波診断装置0001及び超音波探触子0002の各構成要素を制御する。操作部0004は、制御部0003に各種入力を行う。操作部0004は、キーボードやトラックボールなどを備えている。

【0017】

送信部0005は、超音波探触子0002を介して被検体0010に一定の時間間隔において超音波を繰り返し送信させる。送信部0005は、超音波探触子0002の振動子を駆動して超音波を発生させるための送波パルスを生成する。送信部0005は、送信される超音波の収束点のある深さに設定する機能を有している。受信部0006は、被検体0010から反射した反射エコー信号を受信する。受信部0006は、超音波探触子0002で受信された反射エコー信号について所定のゲインで増幅してRF信号すなわち受信信号を生成するものである。送受信制御部0007は、送信部0005と受信部0006を制御する。

30

【0018】

整相加算部0008は、受信部0006で受信された反射エコーを整相加算する。整相加算部0008は、受信部0006で増幅されたRF信号の位相を制御し、1点又は複数の収束点に対し超音波ビームを形成してRF信号フレームデータ(RAWデータに相当)を生成する。断層情報演算部0011は、整相加算部0008で生成されたRF信号フレームデータに基づいて断層画像を構成する。三次元データ記憶部0012は、断層情報演算部0011で構成された断層画像を複数記憶する。

40

【0019】

任意断面画像作成部0013は、断層画像の取得形状に基づいて断面画像を作成する。三次元座標変換部0014は、断層画像の取得形状に基づいて三次元座標変換を行ない、輝度ポリウムデータを生成し、ポリウムデータ記憶部0015に格納する。三次元画像処理部0016は、ポリウムデータ記憶部0015に格納された輝度ポリウムデータを用いて照度ポリウムデータを作成する。

【0020】

勾配演算部0019は、ポリウムデータ記憶部0015に格納された輝度ポリウムデータを用いて勾配ポリウムデータを作成する。投影処理部0018は、照度ポリウ

50

ムデータと輝度ボリュームデータと、勾配ボリュームデータとを用いてレンダリング処理を行い、三次元画像を生成する。また、投影処理部0018は、輝度ボリュームデータ及び照度ボリュームデータから三次元画像を作成してもよい。画像合成部0017は、投影処理部0018で生成された三次元画像と、任意断面画像作成部0013で作成された断面画像を合成する。表示部0009は、画像合成部0017で作成された表示画像を表示する。

【0021】

次に、三次元データの処理について説明する。超音波探触子0002は、超音波の送受信と同時に、二次元的に送受信方向を切り替えながら、例えば θ 、 ϕ の2つの軸に沿って計測することができる。断層情報演算部0011は、制御部0003における設定条件に基づいて、整相加算部0008から出力されるRF信号フレームデータを入力して、ゲイン補正、ログ圧縮、検波、輪郭強調、平滑化処理等の信号処理を行ない、二次元断層データを構成する。

10

【0022】

三次元データ記憶部0012は断層情報演算部0011の出力データである二次元断層データを、取得位置に相当する送受信方向に基づいて、複数記憶する機能を有する。例えば、深さ方向にサンプリングを行った時系列の超音波データを、 θ 方向に送受信を行った計測結果から作成された二次元断層画像を、 θ 方向に直交する ϕ 方向に駆動して複数枚取得し、 ϕ に関連付けられた複数の二次元断層データを三次元断層データとして記憶している。

20

【0023】

三次元座標変換部0014は、三次元データ記憶部0012に記憶された三次元断層データを用い、取得位置（深さ、 θ 、 ϕ ）に基づいて空間上の座標に三次元座標変換を行ない、輝度ボリュームデータを生成し、ボリュームデータ記憶部0015に格納する。

【0024】

任意断面画像作成部0013は、三次元データ記憶部0012に記憶された三次元断層データを用い、取得位置（深さ、 θ 、 ϕ ）に基づいて、制御部0003及び操作部0004により設定された三次元空間上の任意の平面における任意断面画像を作成する。

【0025】

三次元画像処理部0016は、ボリュームデータ記憶部0015に格納された輝度ボリュームデータに基づいて、照度ボリュームデータを作成する。勾配演算部0019は、ボリュームデータ記憶部0015に格納された輝度ボリュームデータに基づいて、各ボクセル座標における視線方向の勾配が算定されたボリュームデータを作成する。投影処理部0018は、照度ボリュームデータと輝度ボリュームデータとを用いてレンダリング処理を行い、三次元画像を生成する。

30

【0026】

任意断面画像記憶部0020は、任意断面画像作成部0013で作成された複数の断面画像を記憶する。本実施の形態では、任意断面画像記憶部0020は、任意の断面（操作者が観察する断面）及び当該断面に平行で等間隔の断面画像の断面データを記憶する。

【0027】

40

図2は、任意断面画像記憶部0020に記憶される複数の断面画像を表す概念図である。図2に示すように、任意断面画像作成部0013は、三次元空間0200に任意の断面の断面データ0202を指定し、断面データ0202から断面画像0205を作成する。任意断面画像作成部0013は、操作者により設定された断面データ0202の法線方向の厚み（又は、断面データ0202に平行で、操作者により設定された間隔）を有する断面データ0201、0203を作成する。任意断面画像記憶部0020は、複数の断面データ0201、0202、0203を記憶する。断面画像0205は、断面データ0201、0202、0203を加算し、平滑化効果を得た断面画像であってもよい。

【0028】

次に、断層画像処理部0021について詳しく説明する。断層画像処理部0021は、

50

任意断面画像記憶部 0020 に格納された複数の断面画像の断面データに基づいて、陰影効果を強調した断層画像を作成する。

【0029】

図 3 は、断層画像処理部 0021 の一例を示したブロック図である。図 3 に示すように、断層画像処理部 0021 は、光源情報設定部 0031 と、光学特性設定部 0032 と、照度スライスデータ作成部 0033 と、合成部 0034 とを備える。本実施の形態に係る超音波診断装置 0001 は、対象物の断面に照射される光源の特性を表す光源データを設定する光源情報設定部 0031 と、前記断面における輝度情報を含む断面データの前記光源に対する光学特性を表す重み係数を設定する光学特性設定部 0032 と、前記光源データ及び前記重み係数に基づいて、複数の前記断面の座標に応じた位置の照度を算出し、算出された前記照度に基づいて前記複数の断面の照度スライスデータを作成する照度スライスデータ作成部 0033 と、前記複数の照度スライスデータから前記対象物の二次元断層画像を合成する合成部 0034 とを備える。また、本実施の形態に係る超音波二次元断層画像生成方法では、対象物の断面に照射される光源の特性を表す光源データを設定し、前記断面における輝度情報を含む断面データの前記光源に対する光学特性を表す重み係数を設定し、前記光源データ及び前記重み係数に基づいて、複数の前記断面の座標に応じた位置の照度を算出し、算出された前記照度に基づいて前記複数の断面の照度スライスデータを作成し、前記複数の照度スライスデータから前記対象物の二次元断層画像を合成する。

10

【0030】

光源情報設定部 0031 は、三次元空間における対象物の断面に照射される光源の特性を表す光源データを設定する。光源情報設定部 0031 は、光源の強さを表す光源データを生成する。また、光源情報設定部 0031 は、光源の強さ、三次元空間上の光源の位置、光源の方向、光源の色調、及び光源の形状のうち少なくとも 1 つを調整して光源データを設定することもできる。例えば、光源情報設定部 0031 は、制御部 0003 を介して操作部 0004 から入力及び設定される光源の方向と光源の強さと光源の色調に基づいて光源データを生成する。

20

【0031】

光学特性設定部 0032 は、任意断面画像記憶部 0020 に格納された複数の断面データ 0201、0202、0203 の光学特性を設定する。光学特性設定部 0032 は、断面データ（断面における輝度情報を含む断面データ）の光源に対する光学特性を表す重み係数を設定する。照度スライスデータ作成部 0033 は、光源情報設定部 0031 で設定された光源データと光学特性設定部 0032 で設定された光学特性（重み係数）とに基づいて、複数の断面データ上に配置される照度を算出し、照度スライスデータを作成する。複数の断面の照度スライスデータを作成する場合、照度スライスデータ作成部 0033 は、光源データ及び重み係数に基づいて、複数の断面の座標に応じた位置の照度を算出する。

30

【0032】

合成部 0034 は、前記断面データ及び前記複数の照度スライスデータから前記二次元断層画像を合成する。合成部 0034 は、複数の照度スライスデータから対象物の二次元断層画像を合成する。合成部 0034 は、複数の前記照度スライスデータの照度値の平均、複数の前記スライスデータの重み付き加算、及び前記断面データの前記輝度情報により参照される不透明度テーブルによるレンダリング処理のうち少なくとも 1 つを用いて前記二次元断層画像を合成してもよい。つまり、合成部 0034 は、複数の照度スライスデータのそれぞれに対応する位置（断面における同一座標）の照度値を平均することにより、1 枚の断層画像に合成してもよい。また、合成部 0034 は、複数の照度スライスデータにそれぞれ重みを付けて加算（照度値を重み付き加算）することにより、1 枚の断層画像に合成してもよい。また、合成部 0034 は、照度スライスデータと、照度スライスデータに対応する断面データの輝度とに、重みを付けて加算することにより 1 枚の断層画像に合成することが可能である。つまり、合成部 0034 は、断面データ及び複数の照度スライスデータから二次元断層画像を合成することができる。

40

50

【0033】

次に、光源情報設定部0031により設定される光源データ、光学特性設定部0032により設定される光学特性、及び照度スライスデータ作成部0033により作成される照度スライスデータについて、図4及び図5を用いて説明する。

【0034】

図4は、任意の断面の断面データ、照度スライスデータ、及び光源を模式的に表した概念図である。図4に示すように、図2と同様、三次元空間0200に任意の断面の断面データ0202が指定され、当該断面の断面データ0202に平行な断面の断面データ0201, 0203が指定される。任意断面画像記憶部0020は、複数の断面データ0201, 0202, 0203を記憶する。

10

【0035】

照度スライスデータ0401, 0402, 0403は、断面データ0201, 0202, 0203に対応する。光源情報設定部0031により設定される光源0400の光が断面データ0201, 0202, 0203の断面に到達した場合の光の強度を算出することにより、照度スライスデータ0401, 0402, 0403が作成される。

【0036】

光源情報設定部0031は、光源0400の光源データ（光源の強さ）を生成する。光源0400の光は、断面データ0201, 0202, 0203の断面に表される組織を伝搬し、組織中において漏出、吸収、散乱、又は反射する。組織中における光の挙動（漏出、吸収、散乱、反射など）が反映された照度スライスデータ0401, 0402, 0403が照度スライスデータ作成部0033により生成される。

20

【0037】

光学特性設定部0032は、照度スライスデータ0401, 0402, 0403を算出するために用いられる断面データ0201, 0202, 0203の光学特性を設定する。光学特性設定部0032は、光源に対する断面データ0201, 0202, 0203の光学特性を表す重み係数を設定する。照度スライスデータ作成部0033は、光源0400の最近位に位置する断面データ0201から照度演算を開始し、最遠位に位置する断面データ0203まで照度演算を行う。つまり、図4において、断面データ0201の断面が照度演算開始スライスとなり、断面データ0203の断面が照度演算終了スライスとなる。

30

【0038】

照度スライスデータ0401, 0402, 0403が、光源0400の最近位から最遠位の順に作成されて、合成部0034により合成されることにより、断層画像0404が作成される。

【0039】

次に、照度スライスデータ作成部0033の構成の一例について、図5を用いて説明する。図5に示すように、照度スライスデータ作成部0033は、照度スライスデータ記憶部0501、光源データ保持部0502、二次元畳み込み処理部0503、及び重み付き加算部0504を備える。照度スライスデータ作成部0033は、前記光源データに対して二次元畳み込み積分を行うことにより、二次元畳み込み積分データを生成する二次元畳み込み処理部0503と、前記光源データ及び前記二次元畳み込み積分データに対して、前記重み係数に基づいて重み付き加算を行うことにより、前記照度スライスデータを作成する重み付き加算部0504とを備える。また、照度スライスデータ作成部0033は、前記光源データの初期値と前記重み付け加算部0504による前記重み付き加算の結果とを、光源スライスデータとして保持する光源データ保持部0502を備え、前記断面データにおける照度演算開始スライスから照度演算終了スライスまで前記断面データを切り替えながら、前記光源スライスデータに対して二次元畳み込み積分を行うことにより、二次元畳み込み積分データを生成し、前記光源スライスデータ及び前記二次元畳み込み積分データに対して、前記重み係数に基づいて重み付き加算を行うことにより、前記照度スライスデータを作成する。

40

50

【0040】

光源データ保持部0502は、光源スライスデータを保持する。光源スライスデータは、光源情報設定部0031において設定される光源データの初期値を持つ。光源データの初期値は、照度スライスデータ作成部0033が照度演算を開始する前に、光源データ保持部0502に設定される。

【0041】

二次元畳み込み処理部0503は、光源データ保持部0502より保持されている光源スライスデータ（光源データ）に対し、二次元畳み込み積分を行うことにより、二次元畳み込み積分データを生成する。二次元畳み込み積分は、光源スライスデータ（光源データ）と、散乱の特性を表す畳み込みカーネルとの二次元畳み込み積分処理であり、畳み込みカーネルは、二次元の行列で構成され、制御部より設定される。重み付き加算部0504は、二次元畳み込み処理部0503の出力結果である二次元畳み込み積分スライスデータと、光源データ保持部0502より保持されている光源スライスデータとを入力する。重み付き加算部0504は、光源スライスデータ（光源データ）及び二次元畳み込み積分スライスデータに対して、重み係数に基づいて重み付き加算を行うことにより、照度スライスデータを作成する。重み係数は、光学特性設定部0032により設定される。

【0042】

重み付き加算部0504の結果は、照度スライスデータとして照度スライスデータ記憶部0501に格納される。また、重み付き加算部0504の結果である照度スライスデータは、光源データ保持部0502に光源スライスデータとして格納（保持）される。つまり、光源データ保持部0502は、光源データの初期値と重み付け加算部0504による重み付き加算の結果とを、光源スライスデータとして保持する。二次元畳み込み処理部0503は、光源データ保持部0502より保持されている光源スライスデータに対し、さらに二次元畳み込み積分を行う。

【0043】

次に、重み付き加算部0504で用いる重み係数の設定について、図6を用いて詳述する。図6の二次元重み係数テーブル0601は、光学特性設定部0032によって設定される重み係数を二次元に配列したものであり、参照される断面の断面データの輝度と、有効スライス厚との2つを指標として、二次元的に格納された重み係数を参照するための二次元テーブルである。有効スライス厚とは、所定の方向（例えば、視線方向）に有効な輝度が連続する断面データのスライス数を意味する。有効な輝度値とは、予め設定された閾値を超えている輝度値を意味する。

【0044】

本実施形態における光学特性は、組織の光学的な特性に基づき、光の挙動（振る舞い）を再現するように設定された重み係数により規定され、光学特性設定部0032により設定される。光学特性設定部0032は、輝度ボリュームデータの光学特性として、重み係数を備える二次元重み係数テーブル0601を設定する。つまり、光学特性設定部0032は、前記断面データの輝度と、所定の方向に有効な輝度が連続する前記断面データのスライス数（有効スライス厚）とに応じて、前記重み係数を設定する。

【0045】

断面データの輝度と有効スライス厚との2つの指標に基づいて、二次元重み係数テーブル0601から参照される重み係数がaとbの2つである場合について説明する。光源スライスデータに対して加味される重み係数がaであり、二次元畳み込み積分スライスデータに対して加味される重み係数がbである場合、aとbの大きさを調整することにより、光の挙動（散乱の程度など）を簡便に設定することができる。

【0046】

また、重み係数aとbと、光源スライスデータと二次元畳み込み積分スライスデータとの加重和が、照度スライスデータ記憶部0501に出力される。重み係数aとbの合計値を大きく設定することにより、増強された照度を設定することが可能となり、重み係数aとbの合計値を小さく設定することにより、減弱された照度を設定することが可能となる

10

20

30

40

50

。

【0047】

有効スライス厚は、断面データの同一座標における有効な輝度値が連続するスライス枚数を意味する。有効な輝度値は、参照する輝度が閾値を超えているか否かによって判定される。閾値は、操作部0004から制御部0003を介して設定される。

【0048】

図4の断面データ0201、0202、0203を順番に参照する場合、参照する座標の輝度値が閾値を超えていれば、有効スライス厚は増加し、閾値を下回れば、有効スライス厚は初期化される。照度スライスデータ0401、0402、0403の照度演算において、重み付き加算部0504が、該当する座標の輝度値と有効スライス厚とに基づいて、二次元重み係数テーブル0601から重み係数を参照する。重み付き加算部0504は、光源スライスデータ及び二次元畳み込み積分スライスデータに対して、重み係数に基づいて重み付き加算を行う。

10

【0049】

本実施の形態によれば、生体の音響インピーダンスに相当する輝度と、生体の形状に相当する有効スライス厚とによって判別される光学特性を設定することができる。すなわち、複雑な演算を行わずに、組織の特性を反映した二次元重み係数テーブルを設定して、二次元重み係数テーブルに基づいて、光の挙動（散乱の程度など）を調整することにより、組織中における光学的効果を簡便且つ任意に付与することが可能となり、組織の特性（例えば、組織の音響インピーダンスやそれに伴う硬軟）に応じてリアリティを向上させた断層画像0404を作成することができる。

20

【0050】

照度スライスデータ作成部0033は、照度演算開始スライス（断面データ0201）から照度演算終了スライス（断面データ0203）まで、重み付き加算部0504で参照される断面データを切り替えながら、上記の照度演算処理を繰り返し行う。つまり、照度スライスデータ作成部0033は、断面データにおける照度演算開始スライスから照度演算終了スライスまで断面データを切り替えながら、光源スライスデータに対して二次元畳み込み積分を行うことにより、二次元畳み込み積分データを生成し、光源スライスデータ及び二次元畳み込み積分データに対して、重み係数に基づいて重み付き加算を行うことにより、照度スライスデータを作成する。

30

【0051】

照度スライスデータ作成部0033が照度演算終了位置まで演算を行った後、断面データ上に配置される照度が演算された照度スライスデータを作成し、照度スライスデータが照度スライスデータ記憶部0501に記憶される。

【0052】

光の挙動特性は、自然法則に従って、光源の波長により異なる。よって、自然法則に則り、リアリティをより向上させる場合、照度演算は光源の波長ごとに行われる。この場合、重み係数は光源の波長ごとに異なる。

【0053】

光源情報設定部0031は、光源の複数の波長に応じた光源データを設定する。光学特性設定部0032は、複数の波長ごとに重み係数を設定する。つまり、二次元重み係数テーブル0601は、波長ごとに複数用意され、照度スライスデータ作成部0033は、波長ごとに照度演算処理を行い、波長ごとに複数の照度スライスデータを作成する。例えば、光源0400が可視光線の7色である場合、照度スライスデータ作成部0033は、重み係数（又は、二次元重み係数テーブル）を7種類設定し、照度スライスデータを7種類生成する。また、光源0400が加色混合の三原色である場合、照度スライスデータ作成部0033は、R要素、G要素、B要素の波長に相当する3種類の重み係数（又は、二次元重み係数テーブル）を設定し、照度スライスデータを3種類生成する。

40

【0054】

本実施の形態では、光源0400が加色混合の三原色であり、3種類の重み係数（又は

50

、二次元重み係数テーブル）が設定され、３種類の照度スライスデータが生成される場合について説明する。

【００５５】

照度スライスデータが波長ごと（Ｒ要素、Ｇ要素、Ｂ要素ごと）に３種類生成されるので、合成部００３４は、波長ごとに照度スライスデータを合成して、波長ごとの３種類（Ｒ要素、Ｇ要素、Ｂ要素）の断層画像を作成する。照度スライスデータ記憶部０５０１内の照度スライスデータが、波長ごとに合成部００３４により３種類の断層画像に合成される。合成部００３４は、複数の照度スライスデータの座標における照度値の平均を波長ごとに算出することにより、３種類の断層画像に合成することが可能である。また、合成部００３４は、複数の照度スライスデータに波長ごとに重みを付けて加算することにより、３種類の断層画像に合成することも可能である。また、合成部００３４は、照度スライスデータ記憶部０５０１内の照度スライスデータと、照度スライスデータに対応する断面データの輝度とに重みを付けて加算することにより１枚の断層画像に合成することが可能である。

10

【００５６】

照度スライスデータが波長ごとに３種類用意されている場合、合成部００３４（断層画像処理部００２１）は、波長ごとに照度スライスデータを参照して、波長ごとの３種類の断層画像を作成する。

【００５７】

また、合成部００３４は、波長ごとの３種類の照度スライスデータと、照度スライスデータに対応する断面データの輝度に基づいて、式（１）～（３）を用いて断層画像を作成することも可能である。式（１）～（３）に示すように、合成部００３４は、波長ごと（Ｒ要素、Ｇ要素、Ｂ要素）の照度スライスデータ $L_r[k]$ 、 $L_g[k]$ 、 $L_b[k]$ における照度値（ボクセル値）、断面データの輝度（ボクセル値） C 、及び輝度 C により参照される不透明度テーブル α に基づいて、断層画像を作成するレンダリング処理を行うことも可能である。つまり、波長ごとの照度スライスデータ $L_r[k]$ 、 $L_g[k]$ 、 $L_b[k]$ におけるボクセル値を、断面データの輝度 C により参照される不透明度テーブル α により求められる不透明度項を乗じ、視線方向に累算することにより、断層画像が生成される。

20

【００５８】

$OUT_R[K] = \sum_{k=0:K} ((L_r[k]) \cdot \alpha[C[k]]) \cdot \prod_{m=0:k-1} (1 - \alpha[C[m]]) \cdot \dots (1)$

30

$OUT_G[K] = \sum_{k=0:K} ((L_g[k]) \cdot \alpha[C[k]]) \cdot \prod_{m=0:k-1} (1 - \alpha[C[m]]) \cdot \dots (2)$

$OUT_B[K] = \sum_{k=0:K} ((L_b[k]) \cdot \alpha[C[k]]) \cdot \prod_{m=0:k-1} (1 - \alpha[C[m]]) \cdot \dots (3)$

【００５９】

式中の“ k ”は、視線方向のスライス番号座標を表す。視線方向は、制御部０００３を介して操作部０００４により、超音波画像を観察する方向として設定される。視線方向は、照度スライスデータと断面データの参照順序を決定する。照度スライスデータ作成部００３３は、視線方向に基づいて、照度演算開始スライスから照度演算終了スライスまでの順序を変更する。図４に示すように、視線方向に基づいて、照度スライスデータ０４０１から０４０３までの順序で合成計算が行われることも可能であるし、照度スライスデータ０４０３から０４０１までの順序で合成計算が行われることも可能である。この場合、照度スライスデータに対応する断面データも、視線方向に基づいて照度スライスデータと同じ順序で参照され、照度スライスデータ０４０１から０４０３までの順序で合成計算を行う場合は、断面データ０２０１から０２０３までの順序で断面データが参照され、照度スライスデータ０４０３から０４０１までの順序で合成計算を行う場合は、断面データ０２０３から０２０１までの順序で断面データが参照される。

40

【００６０】

断層画像処理部００２１で作成された断層画像は、画像合成部００１７により任意の断

50

面画像や三次元画像と同一画面上に配置され、表示部0009により表示される。この場合、画像合成部0017は、波長ごとに分けられた断層画像を表示部0009の入力規格に合わせて適宜変換する。

【0061】

本実施の形態の効果について、図7を用いて説明する。図7に示すように、断面データ0701、0703、0705の断面画像に、高輝度の構造物（例えば、組織）0702、0704、0706が現れる。これら3枚の断面データを合成した場合、合成画像0710に示すように、断層画像内に高輝度の構造物0702、0704、0706が同時に表示される。例えば、断面データ0701上の構造物0702は、合成画像0710上に高輝度部0712として表示される。断面データ0703上の構造物0704は、合成画像0710上に高輝度部0714として表示される。断面データ0705上の構造物0706は、合成画像0710上に高輝度部0716として表示される。

10

【0062】

図7に示す照度スライスデータ0707、0708、0709は、断面データ0701、0703、0705にそれぞれ対応する。図7の照度スライスデータ0707、0708、0709は、視線方向に基づいて、照度スライスデータ0707から0709までの順序で、照度スライスデータ作成部0033により照度演算が行われる場合を示している。

【0063】

照度スライスデータ0707は、断面データ0701の輝度を参照した光学特性が付与されており、構造物0702の光学特性を反映した照度構造物0722が生成される。照度スライスデータ0708は、断面データ0703の輝度を参照した光学特性が付与されており、構造物0704の光学特性を反映した照度構造物0724が生成されるとともに、照度スライスデータ0707で生成された照度構造物0722が二次元畳み込み処理の効果に伴い、照度構造物0732として現れる。

20

【0064】

照度スライスデータ0709は、断面データ0705の輝度を参照した光学特性が付与されており、構造物0706の光学特性を反映した照度構造物0726が生成されるとともに、照度スライスデータ0708で生成された照度構造物0724、0732が二次元畳み込み処理の効果に伴い、照度構造物0734、0742として現れる。

30

【0065】

このように、照度スライスデータ作成部0033は、光源データ（光源の位置、光源の方向、及び光源の強さや色調など）と光学特性とに基づいて、複数の断面データ0701、0703、0705上に配置される照度を算出し、照度スライスデータ0707、0708、0709を作成する。照度スライスデータ0709には、断面データ0705に基づいて照度構造物0726が生成されるとともに、照度スライスデータ0707、0708で生成された照度構造物0722、0724が二次元畳み込み処理の効果に伴い、光の挙動を反映した照度構造物0734、0742として現れる。

【0066】

照度スライスデータ作成部0033は、照度演算開始スライス（断面データ0701）から照度演算終了スライス（断面データ0705）まで、重み付き加算部0504で参照される断面データを切り替えながら、上記の照度演算処理を繰り返し行う。例えば、照度構造物0742は、照度スライスデータ0707で生成された照度構造物0722に対し、照度スライスデータ作成部0033による照度演算処理を繰り返し行うことにより現れる。

40

【0067】

合成部0034が、3枚の照度スライスデータ0707、0708、0709と3枚の断面データ0701、0703、0705とを合成し、断層画像0710を作成する。断層画像0710には、高輝度部0712、0714、0716とともに照度構造物0752、0754、0756の効果が反映される。例えば、断面データ0701上の構造物0

50

702は、合成された断層画像0710上に高輝度部0712と光学的な効果（照度構造物0752）を伴い、より構造を強調した画像として表示される。

【0068】

図8は断層画像の表示状態を切り替えるグラフィカルユーザインターフェイスの一例を示した図である。図8に示すように、表示部0009は、照度スライスデータと断層画像の表示状態を切り替えるための切替ボタン画面0801を表示する。制御部0003を介して操作部0004が切替ボタン画面0801のボタンを切り替えることにより、照度スライスデータと断層画像の表示状態を切り替えることが可能となる。

【0069】

ボタン0802及びボタン0803は、断層画像を作成するための複数の断面データに対応する視線方向の厚みを選択するインターフェイス（第1の設定部）である。ボタン0802が選択された場合、複数の断面データが視線方向の広い領域に設定される。複数の断面データが視線方向の広い領域に設定されることで、広い範囲にわたって光学的な効果を断層画像に付与することができ、例えば、深い陰影効果を付与することができ、構造物をより強調することが可能となる。一方、ボタン0803が選択された場合、複数の断面データが視線方向の狭い領域に設定される。複数の断面データが視線方向の狭い領域に設定されることで、狭い範囲で光学的な効果を断層画像に付与することができ、光が透過しやすく、内部の構造を透過的に認識することが可能となる。つまり、ボタン0802及びボタン0803は、複数の断面を設定するための視線方向の領域幅を設定する。

【0070】

ボタン0804（第2の設定部）により、断面データ（例えば、図2の断面データ0202）の法線方向に任意の厚みを設定してもよい。また、ボタン0805（第3の設定部）により断面データの任意のスライス数を設定してもよい。ボタン0804及びボタン0805により、任意の厚みに任意のスライス数を等間隔に設定することで、断面データの間隔を調整することも可能である。

【0071】

また、ボタン0806（第4の設定部）及びボタン0807（第4の設定部）により、光の照射方向を選択（設定）することも可能である。光の照射方向を順光とすれば、光源と視点の方向を一致させて肉眼によるマクロ標本のような断層画像を作成することができる。光の照射方向を透過光とすれば、光源と視点の方向を逆にして背面から光を当てるミクロ標本のような断層画像を作成することができる。また、ボタン0808（第5の設定部）により、視点の順方向又は逆方向を変更し、視線方向を変更することも可能である。

【0072】

また、ボタン0809（第6の設定部）により、合成部0034で実行される合成手法（例えば、照度値の平均や照度値の重み付き加算）を選択（設定）することも可能である。また、重み付き加算部0504で用いられる二次元重み係数テーブル0601を変更することも可能である。

【0073】

本実施の形態に係る超音波診断装置0001は、二次元断層画像を表示する表示部0009を備え、表示部0009は、前記複数の断面を設定するための視線方向の領域幅を設定する第1の設定部、前記断面データの法線方向に任意の厚みを設定する第2の設定部、前記断面データのスライス数を設定する第3の設定部、前記光源の照射方向を設定する第4の設定部、視点の順方向又は逆方向を変更する第5の設定部、前記合成部の合成手法を設定する第6の設定部のうちの少なくとも1つ又は複数の組み合わせを表示する。つまり、ボタンに複数の条件を付与することにより、複数の条件を同時に変更することも可能である。

【0074】

ボタン0810及びボタン0811は、厚みと光の照射方向の条件が付与されたボタンである。ボタン0810により、厚みを厚くして光を順光とする設定を一括で行うことができ、複数の断面データを作成する範囲を広く設定して、光源と視点の方向を一致させて

10

20

30

40

50

肉眼によるマクロ標本のような断層画像を作成することができる。ボタン 0811 により、厚みを薄くして光を透過光とする設定を一括で行うことができ、複数の断面データを作成する範囲を狭く設定して、光源と視点の方向を逆にして背面から光を当てるミクロ標本のような断層画像を作成することができる。また、目的とする表示に合致した光学特性を表す二次元重み係数テーブル 0601 が同時に変更されてもよい。

【0075】

このように、表示部 0009 又は操作部 0004 に備えられたインターフェイスにより断層画像の表示状態の設定が変更された場合、制御部 0003 を介して、断層画像の描画範囲やスライス数が任意断面画像作成部 0013 により設定され、光源情報設定部 0031 により照射方向が設定され、光学特性設定部 0032 により二次元重み係数テーブル 0601 が設定される。

10

【0076】

次に、本実施の形態における表示形態について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、超音波の任意の断面画像と、断層画像の同一断面とを同時に表示する形態を示した図である。図 9 に示すように、表示部 0009 は、従来の断面画像である断面画像 0901 と本実施の形態による断層画像（二次元断層画像）0902 とを同時に表示する。つまり、表示部 0009 は、前記断面の断面画像 0901 と前記断面の断面画像に対応する前記二次元断層画像 0902 を並列に表示する。この結果、断面画像 0901 を用いて従来の診断基準による診断を行いながら、組織構造が明瞭に確認可能な断層画像 0902 を用いて診断精度を向上することができる。

20

【0077】

次に、本実施の形態におけるその他の表示形態について、図 10 を用いて説明する。図 10 は、超音波の任意の断面画像と、当該断面画像に直交する断層画像とを同時に表示する形態を示した図である。図 10 に示すように、表示部 0009 は、従来の断面画像 1001 と、本実施の形態による断層画像であって、断面画像 1001 に直交する断層画像（二次元断層画像）1003 とを同時に表示する。断面画像 1001 には、断層画像設定枠 1002 が表示される。断面画像 1001 は、断層画像設定枠 1002 を設定するためのガイドとして用いられる。

【0078】

断層画像設定枠 1002 は、断面画像 1001 に直交する断層画像 1003 の作画範囲を決める枠であり、断層画像設定枠 1002 により決められた範囲内で複数の任意の断面画像が構成され、構成される複数の断面データに基づいて断層画像 1003 が作成され表示される。つまり、断層画像設定枠 1002 は、複数の照度スライスデータを作成するための複数の断面の位置を規定する。断層画像 1003 は、断面画像 1001 に直交する面上の画像であり、断面画像 1001 とともに断層画像 1003 を設定して観察可能とすることで、検査効率を向上することができる。

30

【0079】

次に、本実施の形態におけるその他の表示形態について、図 11 を用いて説明する。図 11 は、三次元空間で互いに直交する 3 つの面における二次元断層画像と、三次元画像とを同時に表示する形態を示した図である。図 11 に示すように、共通の交点を有する 3 つの直交面における断層画像（二次元断層画像）1101、1102、1103 と、三次元画像 1104 が、表示部 0009 により同時に表示される。

40

【0080】

三次元画像 1104 には、断層画像 1101、1102、1103 にそれぞれ対応する断層画像設定マーク 1105、1106、1107 が表示される。断層画像設定マーク 1105、1106、1107 が移動することで、対応する断層画像 1101、1102、1103 が移動する。表示部 0009 の三次元画像上で断層画像設定マーク 1105、1106、1107 のうち 1 つを選択し、トラックボールやカーソルにより、断層画像設定マーク 1105、1106、1107 は移動可能である。また、エンコーダ操作により、断層画像設定マーク 1105、1106、1107 は任意の方向に直接移動可能である。

50

【0081】

また、断層画像1101, 1102, 1103には、共通の交点である交点マーク1108が表示され、交点マーク1108を移動することで断層画像1101, 1102, 1103の位置を移動させることも可能である。交点マーク1108の位置は、三次元画像1104の断層画像設定マーク1105, 1106, 1107の交点の位置に対応し、交点マーク1108を動かすことで断層画像設定マーク1105, 1106, 1107も移動する。この結果、断層画像1101, 1102, 1103の位置も移動する。表示部0009上の交点マーク1108を選択し、トラックボールやカーソルで交点マーク1108を移動させてもよいし、エンコーダ操作で交点マーク1108を任意の方向に直接移動させてもよい。

10

【0082】

図11に示す表示形態を用いることで、断層画像1101, 1102, 1103と三次元画像1104とを同時に観察することが可能となり、検査効率を向上することができる。また、断層画像1101, 1102, 1103の表示位置を容易に操作可能であり、検査効率を向上することができる。

【0083】

つまり、表示部0009は、前記断面画像に直交する前記二次元断層画像を表示する場合、前記複数の照度スライスデータを作成するための前記複数の断面の位置を規定する断層画像設定枠1002を表示し、前記三次元空間で互いに直交する複数の前記二次元断層画像を表示する場合、共通の交点である交点マーク1108を表示し、前記断面画像に直交し互いに平行な複数の前記二次元断層画像を表示する場合、前記複数の二次元断層画像に対応する前記断面の位置を規定する断層画像設定ライン1302～1309を表示する。

20

【0084】

次に、本実施の形態における表示形態のその他の例について、図12を用いて説明する。図12は、超音波の1つ以上の任意の断層画像と、直交する複数の断層画像を同時に表示する表示形態の一例を示した図である。図12に示すように、任意の断面画像1301がガイドとして用いられる。断面画像1301には、断層画像設定ライン1302, 1303, 1304, 1305, 1306, 1307, 1308, 1309が表示されている。断層画像設定ライン1302～1309は、断層画像1310～1317の作画位置を決めるラインである。断層画像設定ライン1302～1309は、複数の二次元断層画像に対応する断面の位置を規定する。断層画像設定ライン1302～1309により決められた位置に対応する断層画像（二次元断層画像）1310, 1311, 1312, 1313, 1314, 1315, 1316, 1317がそれぞれ表示部0009に表示される。断層画像1310～1317は、任意の断面画像1301に直交し互いに平行な断層画像であり、断面画像1301をガイドとして用いて一度に複数の断層画像1310～1317を設定することにより、検査効率を向上することができる。

30

【0085】

つまり、表示部0009は、前記断面の断面画像に対応する前記二次元断層画像、前記断面画像に直交する前記二次元断層画像、前記三次元空間で互いに直交する複数の前記二次元断層画像、及び前記断面画像に直交し互いに平行な複数の前記二次元断層画像のうちの少なくとも1つを表示する。

40

【0086】

以上、本実施の形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、請求項に記載された範囲内において変更・変形することが可能である。

【0087】

図13は、本実施の形態の変形例について示したブロック図である。図13に示すように、超音波診断装置0001の照度スライスデータ作成部0033は、光源データ保持部0502、重み乗算部1401、二次元畳み込み処理部0503、及び加算部1402を備える。光源データ保持部0502と二次元畳み込み処理部0503は、本実施の形態と

50

同様の機能を有する。

【0088】

図5の照度スライスデータ作成部0033と比較すると、重み付き加算部0504の代わりに加算部1402が配置され、二次元畳み込み処理部0503の前段に重み乗算部1401が配置される。

【0089】

重み乗算部1401は、光学特性設定部0032により設定される二次元重み係数テーブル0601を用いて、断面画像（断面データ）の輝度（軸0602）と有効スライス厚（軸0603）に基づいて二次元重み係数テーブル0601を参照し、2つの重み係数（例えば、上述のaとb）を得る。重み乗算部1401は、光源データ保持部0502に保持されている光源スライスデータを入力し、光源スライスデータに重み係数aを乗じた重み付き光源スライスデータと、同じ光源スライスデータに重み係数bを乗じた重み付き光源スライスデータとを出力する。重み係数aとbを乗じた2つの重み付き光源スライスデータの何れか一方（例えば、重み係数aを乗じた重み付き光源スライスデータ）は、二次元畳み込み処理部0503に入力される。二次元畳み込み処理部0503は、入力された重み付き光源スライスデータに対して二次元畳み込み積分を行い、二次元畳み込み積分スライスデータを作成する。

【0090】

重み乗算部1401により重み係数aとbを乗じられた2つの重み付き光源スライスデータのうち他方（例えば、重み係数bを乗じた重み付き光源スライスデータ）は、光源スライスデータとして加算部1402に入力される。加算部1402は、光源スライスデータと二次元畳み込み積分スライスデータとを入力して加算し、照度スライスデータ記憶部0501に格納する。

【0091】

図13に示す変形例によれば、本実施の形態と同様に、光源データ保持部0502より保持されている光源スライスデータと、光源スライスデータに対して二次元畳み込み積分が施された二次元畳み込み積分スライスデータとに、重み係数を乗算して加算することで、組織中の光の挙動（振る舞い）を再現するように設定された重み係数により、光の挙動（散乱の程度など）を簡便に設定することができ、光の挙動を反映した照度スライスデータに基づいてリアリティを向上させた断層画像を得ることができる。

【0092】

次に、本実施の形態の他の変形例について、図14を用いて説明する。図14は、本実施の形態の他の変形例について示したブロック図である。図14に示すように、超音波診断装置0001の二次元畳み込み処理部0503は、2つ以上の複数の二次元畳み込み処理部を含む。二次元畳み込み処理部0503（0503-1～0503-N）は、光源データ保持部0502から光源スライスデータを入力し、光源スライスデータ（光源データ）に対し、それぞれ異なる二次元畳み込み積分データを出力し、重み付き加算部0504へそれぞれ出力する。この場合、重み付き加算部0504は、光源データ保持部0502から読み出した光源スライスデータと、二次元畳み込み処理部0503（0503-1～0503-N）により作成される複数の二次元畳み込み積分データを入力し、光源スライスデータと複数の二次元畳み込み積分データに対して重み付き加算処理を行うことで照度スライスデータを出力し、照度スライスデータを照度スライスデータ記憶部0501に格納する。この場合、重み付き加算部0504における重み係数は、光源スライスデータと複数の二次元畳み込み積分データに対する係数を保持している。二次元畳み込み処理部0503（0503-1～0503-N）の出力結果ごとに異なる重み係数が二次元テーブルから参照され、重み付き加算部0504で用いられてもよい。

【0093】

図14に示す変形例によれば、超音波診断装置0001が、複数の二次元畳み込み処理部0503-1～0503-Nを備えることで、光の挙動に応じた陰影効果を複数表現することができ、自然な光の挙動（例えば、散乱）に基づいた照度が算定された断層画像を

10

20

30

40

50

作成することができる。なお、複数の二次元畳み込み処理部 0503-1 ~ 0503-N は、図 13 に示す変形例に適用されてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0094】

本発明にかかる超音波診断装置は、三次元空間の任意の断面画像に、光の挙動（漏出、吸収、散乱、反射など）を表す光学特性（又は、陰影効果）を付与し、構造が明瞭に確認可能であり、リアリティを向上させた断層画像を得ることができるという効果を有し、超音波の輝度ボリュームデータから二次元断層画像を生成する超音波診断装置として有用である。

【符号の説明】

10

【0095】

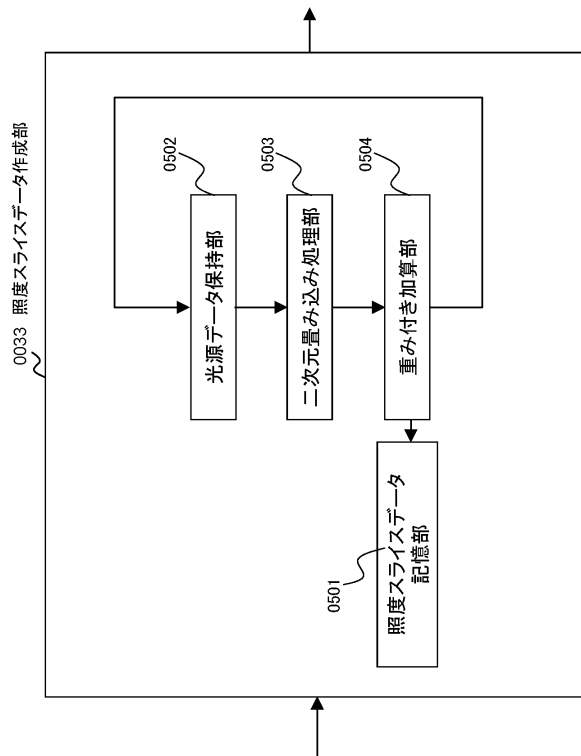
- 0001 超音波診断装置
- 0002 超音波探触子
- 0003 制御部
- 0004 操作部
- 0005 送信部
- 0006 受信部
- 0007 送受信制御部
- 0008 整相加算部
- 0009 表示部
- 0011 断層情報演算部
- 0012 三次元データ記憶部
- 0013 任意断面画像作成部
- 0014 三次元座標変換部
- 0015 ボリュームデータ記憶部
- 0016 三次元画像処理部
- 0017 画像合成部
- 0018 投影処理部
- 0019 勾配演算部
- 0020 任意断面画像記憶部
- 0021 断層画像処理部
- 0031 光源情報設定部
- 0032 光学特性設定部
- 0033 照度スライスデータ作成部
- 0034 合成部
- 0501 照度スライスデータ記憶部
- 0502 光源データ保持部
- 0503 二次元畳み込み処理部
- 0504 重み付き加算部
- 1002 断層画像設定枠
- 1105 断層画像設定マーク
- 1108 交点マーク
- 1302 断層画像設定ライン
- 1401 重み乗算部
- 1402 加算部

20

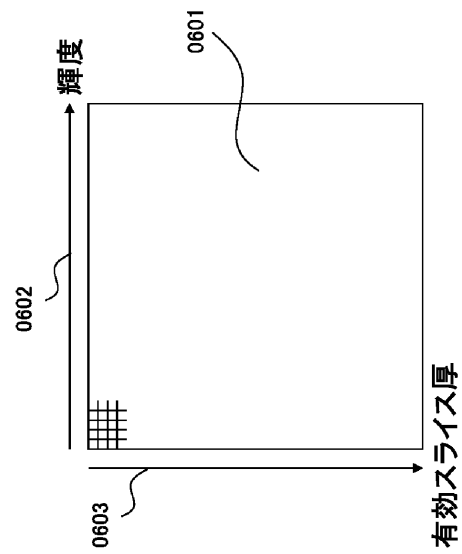
30

40

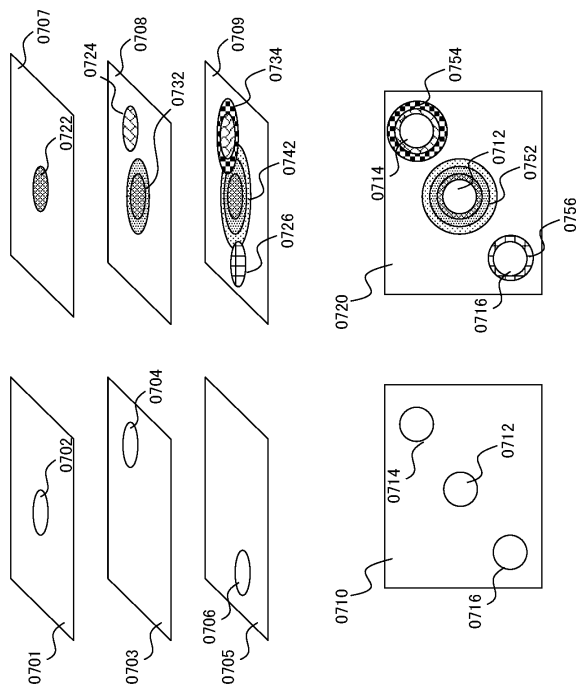
【図 5】



【図 6】



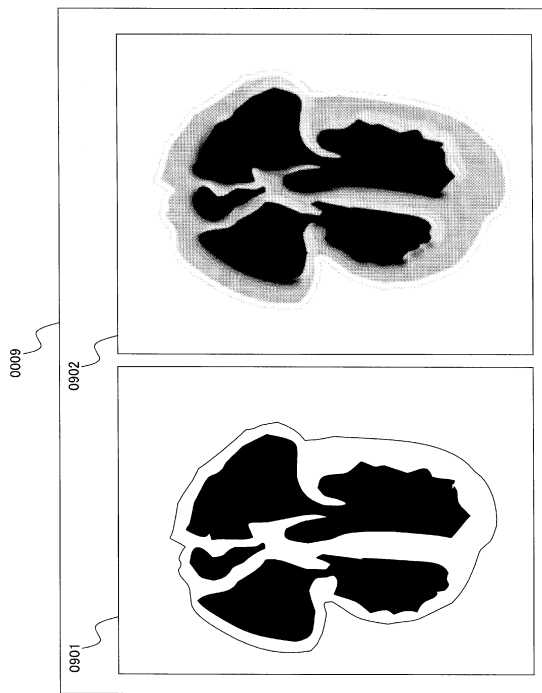
【図 7】



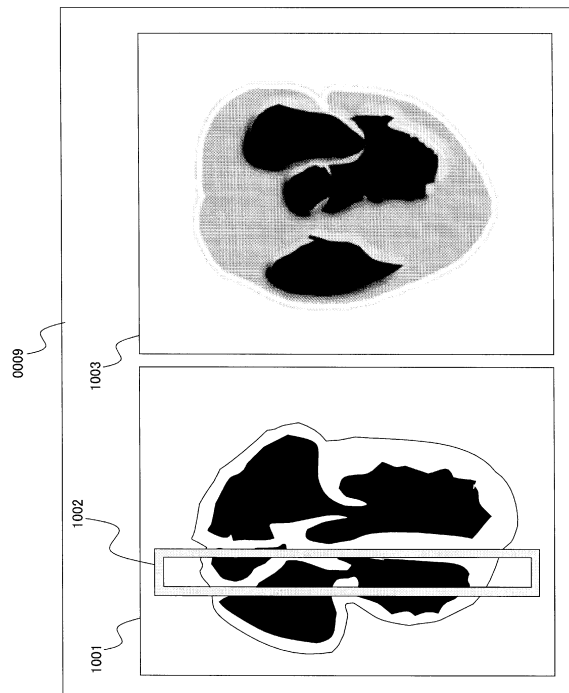
【図 8】

0801	0802 厚いスライス	0803 薄いスライス	0804 厚み	0805 スライス数
0806 順光	0807 透過光	0808 視点	0809 合成方法	
0810 厚い順光像	0811 薄い透過光像			

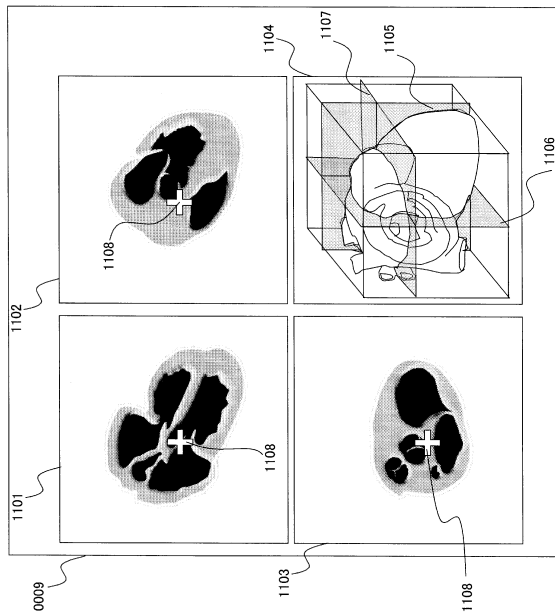
【図 9】



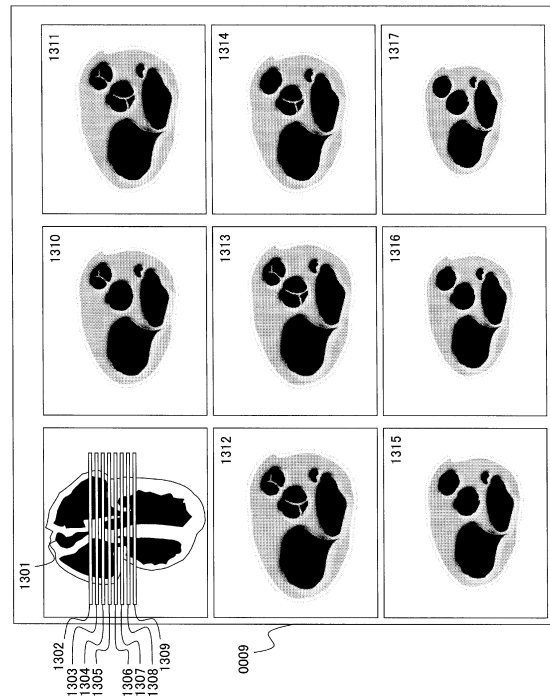
【図 10】



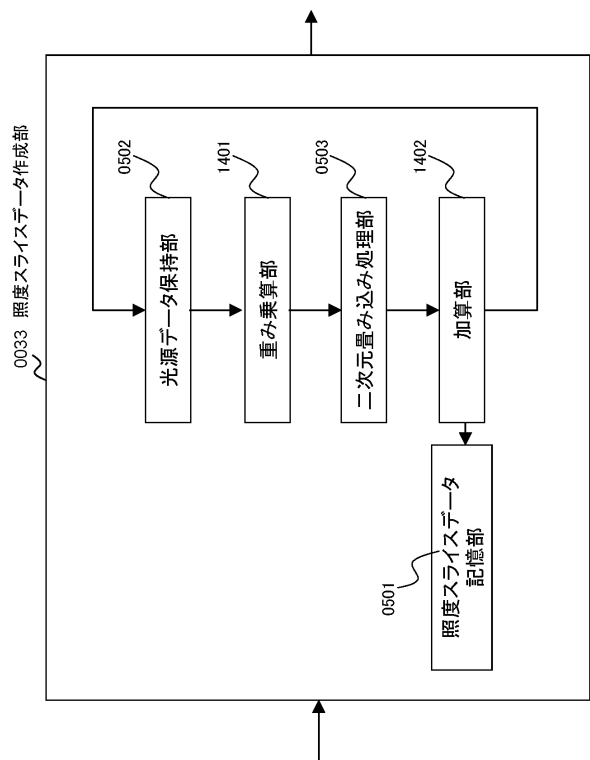
【図 11】



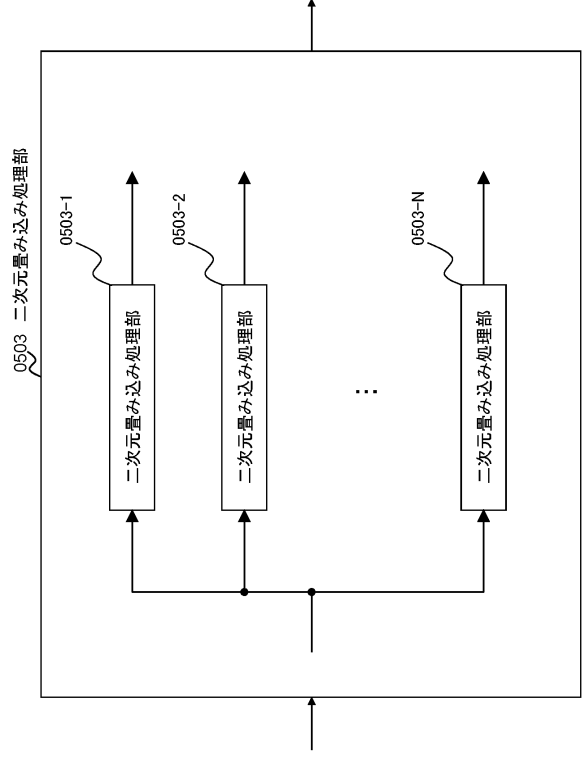
【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-259697 (JP, A)
特開2001-351120 (JP, A)
特表2006-507051 (JP, A)
特開2010-017490 (JP, A)
米国特許出願公開第2011/0270086 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15

专利名称(译)	超音波診断装置及び超音波二次元断层画像生成方法		
公开(公告)号	JP6202757B2	公开(公告)日	2017-09-27
申请号	JP2014538387	申请日	2013-09-12
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立製作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立製作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立製作所		
[标]发明人	辻田剛啓		
发明人	辻田 剛啓		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	G06T7/00 A61B5/0059 A61B8/0883 A61B8/483 G01S15/899 G01S15/8993 G06T2207/10004 G06T2207/10132		
FI分类号	A61B8/14.ZDM		
代理人(译)	田村 尚隆		
审查员(译)	永田浩二		
优先权	2012213184 2012-09-26 JP		
其他公开文献	JPWO2014050596A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

三维空间中，光的行为（泄漏，吸收，散射，反射等）的光学特性代表（或，阴影效应）许可结构的任何横截面图像是清晰可辨的，为了提高现实可以提供能够获得断层图像的超声诊断设备。本发明的超声波诊断装置包括光源信息设定单元，用于设定表示所述光源的特性的光的源数据被照射到所述物体的横截面，对于部分数据的光源，其包括在所述部分中的亮度信息的光学特性光学特性设定单元，用于设定表示光源数据的加权系数基于Kiomomi系数，计算对应于多个坐标的所述横截面，创建基于照度所述多个截面中的一个亮度切片数据的照度切片数据创建单元计算出的位置的照度，则从多个照明片数据的合成对象的二维断层图像还有一个合成单元。

(19) 日本国特許庁 (JP)		(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6202757号 (P6202757)
(45) 発行日 平成29年9月27日 (2017. 9. 27)		(24) 登録日 平成29年9月8日 (2017. 9. 8)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 14 (2006. 01)		F 1 A 6 1 B 8 / 14 Z D M	
請求項の数 13 (全 22 頁)			
(21) 出願番号 特願2014-538387 (P2014-538387) (86) (22) 出願日 平成25年9月12日 (2013. 9. 12) (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/074721 (87) 国際公開番号 W02014/050596 (87) 国際公開日 平成26年4月3日 (2014. 4. 3) 審査請求日 平成26年8月26日 (2016. 8. 26) (31) 優先権主張番号 特願2012-213184 (P2012-213184) (32) 優先日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26) (33) 優先権主張国 日本国 (JP)		(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 (74) 代理人 100145735 弁理士 田村 尚隆 (72) 発明者 辻田 剛啓 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 審査官 永田 浩司	
最終頁に続く			
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波二次元断層画像生成方法			

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波二次元断层画像生成方法