

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-188118

(P2010-188118A)

(43) 公開日 平成22年9月2日(2010.9.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/08 (2006.01)	A 6 1 B 8/08	4 C 6 0 1
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G 0 6 T 1/00 2 9 0 D	5 B 0 5 7
G 0 6 T 15/00 (2006.01)	G 0 6 T 15/00 2 0 0	5 B 0 8 0
G 0 6 T 15/50 (2006.01)	G 0 6 T 15/50 2 3 0	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2009-267651 (P2009-267651)	(71) 出願人 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日 平成21年11月25日 (2009.11.25)	
(31) 優先権主張番号 特願2009-10245 (P2009-10245)	(71) 出願人 594164542 東芝メディカルシステムズ株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
(32) 優先日 平成21年1月20日 (2009.1.20)	(74) 代理人 100089118 弁理士 酒井 宏明
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 鷺見 篤司 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 メディカルシステムズ株式会社内
	(72) 発明者 坂口 文康 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 メディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

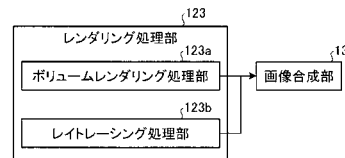
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、超音波画像処理装置、画像処理方法および画像表示方法

(57) 【要約】

【課題】 超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性を向上させること。

【解決手段】 表示用ROIと弁観察用ROIとが投影方向とともに入力されると、ボリュームレンダリング処理部123aは、表示用ROIにおいて、ボリュームレンダリング処理により、第一の画像を生成し、レイトレーシング処理部123bは、弁観察用ROIにおいて、レイトレーシング処理により、第二の画像を生成する。そして、画像合成部13は、第一の画像および第二の画像を合成して合成画像を生成し、画像合成部13が生成した合成画像は、モニタ表示される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体に対して超音波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した超音波画像を所定の表示部にて表示する際の関心領域である第一の関心領域と、前記第一の関心領域と重複し当該超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域とを投影方向とともに所定の入力部から受け付けた場合に、前記第一の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで第一の画像を生成し、前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を前記第二の関心領域における超音波画像から生成する画像処理部と、

前記画像処理部によって生成された前記第一の画像および前記第二の画像を前記所定の表示部にて重畳表示するように制御する表示制御部と、
を備える超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記画像処理部は、前記第二の関心領域における超音波画像を前記投影方向とは反対側に位置する光源により当該投影方向に沿った投影面に対してレイトレーシング処理することで前記第二の画像を生成する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記画像処理部は、前記第二の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理する際に当該第二の関心領域における投影面に対し反対側にある面を描出するための色調を前記第一の画像を描出するために用いる色調とは異なるようにして第二の画像を生成する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 4】

前記画像処理部は、時系列に沿って生成される複数の超音波画像のうち、特定時相にある超音波画像から前記第二の画像を生成する請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

被検体に対して超音波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した超音波画像を所定の表示部にて表示する際の関心領域である第一の関心領域と、前記第一の関心領域と重複し当該超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域とを投影方向とともに所定の入力部から受け付けた場合に、前記第一の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで第一の画像を生成し、前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を前記第二の関心領域における超音波画像から生成する画像処理部と、

30

前記画像処理部によって生成された前記第一の画像および前記第二の画像を前記所定の表示部にて重畳表示するように制御する表示制御部と、
を備える超音波画像処理装置。

【請求項 6】

超音波画像に基づく第一の関心領域における画像を投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することにより第一の画像を生成し、前記超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域における画像から前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を生成する画像処理部を備える超音波画像処理装置。

40

【請求項 7】

前記画像処理部は、前記第二の関心領域における超音波画像を前記投影方向とは反対側に位置する光源により当該投影方向に沿った投影面に対してレイトレーシング処理することで前記第二の画像を生成する請求項 6 に記載の超音波画像処理装置。

【請求項 8】

前記画像処理部は、前記第二の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理する際に当該第二の関心領域における投影面に対し反対側にある面を描出するための色調を前記第一の画像を描出するために用いる色調とは異なるようにして第二の画像を生成する請求項 6 に記載の超音波画像処理装置。

50

【請求項 9】

前記画像処理部は、時系列に沿って生成される複数の超音波画像のうち、特定時相にある超音波画像から前記第二の画像を生成する請求項 6 に記載の超音波画像処理装置。

【請求項 10】

超音波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した被検体の超音波画像を所定の表示部にて表示する際の関心領域である第一の関心領域と、前記第一の関心領域と重複し当該超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域とを投影方向とともに所定の入力部から受け付けた場合に、前記第一の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで第一の画像を生成し、前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を前記第二の関心領域における超音波画像から生成する画像生成ステップと、

前記画像生成ステップによって生成された前記第一の画像および前記第二の画像を前記所定の表示部にて重畳表示するように制御する表示制御ステップと、

を備える画像処理方法。

【請求項 11】

超音波画像に基づく第一の関心領域における画像を投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで生成された第一の画像と、前記超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域における画像から生成された前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像とを重畳表示する画像表示方法。

【請求項 12】

超音波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した被検体の超音波画像を所定の表示部にて表示する際の関心領域である第一の関心領域と、前記第一の関心領域と重複し当該超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域とを投影方向とともに所定の入力部から受け付けた場合に、前記第一の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで生成された第一の画像および前記第二の関心領域における超音波画像から生成された前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を前記所定の表示部にて重畳表示するように制御する表示制御ステップを備える画像表示方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波診断装置、超音波画像処理装置、画像処理方法および画像表示方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、ボリュームデータからレンダリング処理により、3次元の情報を反映させた2次元画像を生成することが行なわれている。例えば、超音波を3次元的に走査させて3次元の超音波画像を生成する超音波診断装置（例えば、特許文献1を参照）においては、医師による画像診断が行なわれる際に、レンダリング処理により3次元の超音波画像から2次元の超音波画像が生成され、生成された2次元の超音波画像がモニタに表示される。

【0003】

ここで、レンダリング処理の代表的な手法としては、レイトレーシング法とボリュームレンダリング法が挙げられる。

【0004】

レイトレーシング法は、ボリュームデータの各ボクセルにおいて構造物の表面に該当する部分を特定して、構造物の表面として特定した部分の角度を算出する。そして、視点において設定された仮想的な光源から発せられた光が、各ボクセルにおいて特定された構造物の表面に反射しながら投影面に到達した反射光の輝度値を合計することで、3次元の情報を反映させた投影面の2次元画像を生成する。レイトレーシング法では、構造物の表面により生じる光の反射を擬似的にシミュレーションを実行するので、構造物の陰影を自然

10

20

30

40

50

に表現することができる。

【0005】

また、ボリュームレンダリング法は、視点からの光線が各ボクセルを通過する際の減衰および陰影の状況を考慮して、各ボクセル値に基づく不透明度とシェーディング値を算出した後、不透明度とシェーディング値の乗算演算を視点から投影方向に連続的に行って、3次元の情報を反映させた投影面の2次元画像を生成する。ボリュームレンダリング法では、対象物の立体構造が輝度もしくは色の変化によって視覚的に表現される。

【0006】

ここで、光源からの光をトレースするために処理時間がかかるレイトレーシング法とボリュームレンダリング法とを比較すると、ボリュームレンダリング法は、処理手順が簡略化される。このため、一般的には、3次元の超音波画像を生成する超音波診断装置においては、2次元超音波画像を表示する際のリアルタイム性を確保するために、レンダリング処理としてボリュームレンダリング法が用いられている。

【0007】

例えば、超音波診断装置により、心臓弁を観察する場合、ボリュームレンダリング法では、心臓弁の輪郭が暗い色で表示されることで、心臓弁の構造を視覚的に認識することができる。また、ボリュームレンダリング法を行う場合、関心領域を限定したり、閾値処理を実行したりすることで不要な信号を除去して、心臓弁の構造を更に視覚的に認識することができる。

【0008】

具体的には、心臓弁を観察したい場合、心臓弁と視点の間に遮蔽物となる構造物（例えば、心壁など）がある場合、ボリュームレンダリング法を行う関心領域を調整して遮蔽物を除去するにすれば、医師は、遮蔽物に視界をさえぎられることなく心臓弁を観察することができる。また、ボリュームレンダリング法では、ノイズとなる低信号により心臓弁の視認性が低下する場合、閾値処理でノイズを除去することで、医師による心臓弁の視認性を向上することができる。

【0009】

このように、ボリュームレンダリング法を行なう際に、関心領域や閾値処理を最適化することで、医師は、遮蔽物やノイズにより視界がさえぎられることなく心臓弁を観察することができる。例えば、心臓弁が開いた状態では、閉じた心臓弁によって遮蔽されていた心臓弁後方の構造物が見えるようになる。しかし、ボリュームレンダリング法によって生成された2次元の超音波画像においては、心臓弁と心臓弁の後方の構造物とは似たような色で表現されるため、被検体の心臓において心臓弁の閉鎖不全が生じているか否かを診断する場合、さらに関心領域を調整する必要がある。具体的には、関心領域の端部を心臓弁の前後にある心腔部分となるように調整すれば、心臓弁の前後に視界をさえぎる構造物は存在しないため、心臓弁が開いた状態では、背景色が見える状態になり、背景色が見えるか否かを判断することで、心臓弁の開閉を認識することができる。

【0010】

このように、ボリュームレンダリング法を行なう関心領域を調整することで、医師は、3次元の超音波画像からボリュームレンダリング法により生成した2次元超音波画像を用いて心臓弁における開閉状況を確認することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2000-132664号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

ところで、上記した従来技術は、心臓弁における開閉状況を確認することが困難な場合があるといった課題があった。すなわち、関心領域の端部を心臓弁の前後にある心腔部

10

20

30

40

50

分となるように調整したとしても、心臓弁の閉鎖不全が小さい場合、心臓弁の輪郭部分は、背景色と同様に暗い色で表示される。このため、リアルタイム性を確保するために用いられるボリュームレンダリング法においては、心臓弁の構造物の間にて視認された背景色が、心腔部分に由来するのか、心臓弁の輪郭部分に由来するのかを判別することが困難となってしまう。

【0013】

そこで、この発明は、上述した従来技術の課題を解決するためになされたものであり、超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性を向上させることが可能となる超音波診断装置、超音波画像処理装置、画像処理方法および画像表示方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0014】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項1記載の本発明は、超音波診断装置が、被検体に対して超音波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した超音波画像を所定の表示部にて表示する際の関心領域である第一の関心領域と、前記第一の関心領域と重複し当該超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域とを投影方向とともに所定の入力部から受け付けた場合に、前記第一の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで第一の画像を生成し、前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を前記第二の関心領域における超音波画像から生成する画像処理部と、前記画像処理部によって生成された前記第一の画像および前記第二の画像を前記所定の表示部にて重畳表示するように制御する表示制御部と、を備える。

20

【0015】

また、請求項5記載の本発明は、超音波画像処理装置が、被検体に対して超音波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した超音波画像を所定の表示部にて表示する際の関心領域である第一の関心領域と、前記第一の関心領域と重複し当該超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域とを投影方向とともに所定の入力部から受け付けた場合に、前記第一の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで第一の画像を生成し、前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を前記第二の関心領域における超音波画像から生成する画像処理部と、前記画像処理部によって生成された前記第一の画像および前記第二の画像を前記所定の表示部にて重畳表示するように制御する表示制御部と、を備える。

30

【0016】

また、請求項6記載の本発明は、超音波画像処理装置が、超音波画像に基づく第一の関心領域における画像を投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することにより第一の画像を生成し、前記超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域における画像から前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を生成する画像処理部を備える。

【0017】

また、請求項10記載の本発明は、画像処理方法が、超音波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した被検体の超音波画像を所定の表示部にて表示する際の関心領域である第一の関心領域と、前記第一の関心領域と重複し当該超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域とを投影方向とともに所定の入力部から受け付けた場合に、前記第一の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで第一の画像を生成し、前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を前記第二の関心領域における超音波画像から生成する画像生成ステップと、前記画像生成ステップによって生成された前記第一の画像および前記第二の画像を前記所定の表示部にて重畳表示するように制御する表示制御ステップと、を備える。

40

50

【 0 0 1 8 】

また、請求項 1 1 記載の本発明は、画像表示方法が、超音波画像に基づく第一の関心領域における画像を投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで生成された第一の画像と、前記超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域における画像から生成された前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像とを重畳表示する。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 1 2 記載の本発明は、画像表示方法が、波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した被検体の超音波画像を所定の表示部にて表示する際の関心領域である第一の関心領域と、前記第一の関心領域と重複し当該超音波画像に含まれる所定の対象物を観察するための関心領域である第二の関心領域とを投影方向とともに所定の入力部から受け付けた場合に、前記第一の関心領域における超音波画像を前記投影方向に沿った投影面に対してボリュームレンダリング処理することで生成された第一の画像および前記第二の関心領域における超音波画像から生成された前記所定の対象物の動きを識別可能な第二の画像を前記所定の表示部にて重畳表示するように制御する表示制御ステップを備える。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

請求項 1、5、6、10、11、12 記載の本発明によれば、超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性を向上させることが可能となる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 図 1 は、実施例 1 に係る超音波診断装置の構成を説明するための図である。

【 図 2 】 図 2 は、実施例 1 に係るレンダリング処理部の構成を説明するための図である。

【 図 3 A 】 図 3 A は、実施例 1 に係る表示用 ROI および弁観察用 ROI を説明するための図 (1) である。

【 図 3 B 】 図 3 B は、実施例 1 に係る表示用 ROI および弁観察用 ROI を説明するための図 (2) である。

【 図 4 A 】 図 4 A は、実施例 1 に係る第二の画像および合成画像を説明するための図 (1) である。

30

【 図 4 B 】 図 4 B は、実施例 1 に係る第二の画像および合成画像を説明するための図 (2) である。

【 図 5 】 図 5 は、実施例 1 に係る超音波診断装置の処理を説明するためのフローチャートである。

【 図 6 】 図 6 は、実施例 2 に係るレンダリング処理部の構成を説明するための図である。

【 図 7 A 】 図 7 A は、実施例 2 に係る表示用 ROI および弁観察用 ROI を説明するための図 (1) である。

【 図 7 B 】 図 7 B は、実施例 2 に係る表示用 ROI および弁観察用 ROI を説明するための図 (2) である。

【 図 8 】 図 8 は、実施例 2 に係る合成画像を説明するための図である。

40

【 図 9 】 図 9 は、実施例 3 に係る超音波診断装置の構成を説明するための図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、実施例 3 に係る第二の画像が生成される時相を説明するための図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、実施例 3 に係る超音波診断装置の処理を説明するためのフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

以下に添付図面を参照して、この発明に係る超音波診断装置、超音波画像処理装置、画像処理方法および画像表示方法の好適な実施例を詳細に説明する。

【 実施例 1 】

50

【0023】

まず、実施例1に係る超音波診断装置の構成について説明する。図1は、実施例1に係る超音波診断装置の構成を説明するための図である。図1に示すように、実施例1に係る超音波診断装置は、超音波プローブ1と、入力装置2と、モニタ3と、装置本体10とから構成される。

【0024】

超音波プローブ1は、複数の振動子セルが集積された複数の超音波振動子を内蔵する。各超音波振動子は、超音波を発生し、発生した超音波を被検体内に超音波ビームとして送信するとともに、被検体の内部組織からの反射波の信号を受信する。

【0025】

なお、本実施例においては、超音波振動子がマトリックス（格子）状に配置された2次元超音波プローブを超音波プローブ1として用いることで、被検体内を3次元で走査する場合について説明する。ただし、本発明は、超音波振動子が一列に配置された1次元超音波プローブを超音波プローブ1とし、一列に配置された超音波振動子を揺動させることで、被検体内を3次元で走査する場合であっても適用可能である。

【0026】

モニタ3は、装置本体10において生成された超音波画像などを表示したり、超音波診断装置の操作者である医師や技師などからコマンドを受け付けるためのGUI（Graphical User Interface）を表示したりするためのモニタを有する表示装置である。

【0027】

入力装置2は、パネルスイッチ、タッチコマンドスクリーン、フットスイッチ、トラックボールなどを備え、超音波診断装置の操作者からの各種設定要求を受け付けて、装置本体10に対して、受け付けた各種設定要求を入力する装置である。

【0028】

装置本体10は、超音波プローブ1が受信した反射波に基づいて超音波画像を生成する装置であり、図1に示すように、送受信部11と、画像処理部12と、画像合成部13と、画像メモリ14と、システム制御部15とを有する。

【0029】

送受信部11は、超音波プローブ1と接続され、後述するシステム制御部15による制御のもと、所定の遅延時間ごとに高電圧パルスを発生する。送受信部11が発生した高電圧パルスは、超音波プローブ1に内蔵される超音波振動子に順次印加され、これにより、各超音波振動子において超音波が発生する。

【0030】

また、送受信部11は、超音波プローブ1が受信した反射波の信号に対してゲイン補正処理、A/D変換処理および整相加算処理を行ない、反射波データを生成する。具体的には、送受信部11は、被検体を3次元に走査した3次元の反射波データを生成する。

【0031】

画像処理部12は、後述するシステム制御部15による制御のもと、送受信部11が生成した3次元の反射波データから各種画像処理を実行して各種画像データを生成する処理部であり、画像生成部121と、断面画像処理部122と、レンダリング処理部123とを有する。

【0032】

画像生成部121は、送受信部11が生成した3次元反射波データから3次元超音波画像を生成する。

【0033】

断面画像処理部122は、画像生成部121が生成した3次元超音波画像から所定の断面方向に対応するMPR（Multi Planer Reconstruction）画像を生成する。

【0034】

レンダリング処理部123は、画像生成部121が生成した3次元超音波画像からレンダリング処理により、3次元の情報を反映させた所定の投影面における2次元の画像（以

10

20

30

40

50

下、レンダリング画像と記す)を生成する。なお、レンダリング処理部123については、後に詳述する。

【0035】

画像合成部13は、後述するシステム制御部15による制御のもと、画像処理部12によって生成された各種画像データを合成した合成画像データを生成する。

【0036】

画像メモリ14は、画像処理部12によって生成された画像データや、画像合成部13によって生成された合成画像データを記憶する。

【0037】

システム制御部15は、上述した送受信部11、画像処理部12および画像合成部13の処理を、入力装置2から入力された各種設定要求に基づき制御する。

10

【0038】

なお、操作者から入力装置2を介して入力される各種設定要求としては、例えば、送受信部11において発生される高電圧パルスの設定要求や、断面画像処理部122においてMPR画像が生成される際の断面方向の設定要求や、レンダリング処理部123においてレンダリング画像が生成される際の投影面を定めるための投影方向の設定要求や、画像合成部13において合成画像データが生成される際の合成対象となる画像データの設定要求などが挙げられる。また、システム制御部15は、画像メモリ14が記憶する画像データおよび合成画像データを、操作者から入力装置2を介して入力される表示要求などに基づいて、モニタ3に表示させる。

20

【0039】

ここで、実施例1に係る超音波診断装置は、被検体の心臓を3次元に走査した3次元反射波データから生成された画像データをモニタ3に表示する際に、以下に説明するレンダリング処理部123の処理を実行することにより、超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性を向上させることが可能となることに主たる特徴がある。以下、この主たる特徴について、図2～図4を用いて説明する。なお、図2は、実施例1に係るレンダリング処理部の構成を説明するための図であり、図3Aおよび図3Bは、実施例1に係る表示用ROIおよび弁観察用ROIを説明するための図であり、図4Aおよび図4Bは、実施例1に係る第二の画像および合成画像を説明するための図である。

30

【0040】

図2に示すように、実施例1に係るレンダリング処理部123は、ボリュームレンダリング処理部123aと、レイトレーシング処理部123bとを有する。

【0041】

ボリュームレンダリング処理部123aは、画像生成部121が生成した3次元超音波画像からボリュームレンダリング処理によりレンダリング画像を生成し、レイトレーシング処理部123bは、画像生成部121が生成した3次元超音波画像からレイトレーシング処理によりレンダリング画像を生成する。

【0042】

ここで、操作者が入力装置2を介して断面方向の設定要求およびMPR画像表示要求を入力すると、システム制御部15の制御により、断面画像処理部122は、設定された断面方向におけるMPR画像を生成し、モニタ3は、断面画像処理部122によって生成されたMPR画像を表示する。

40

【0043】

そして、操作者は、モニタ3に表示されたMPR画像を参照し、被検体の心臓が描出された3次元超音波画像のレンダリング画像をモニタ3にて表示する際の関心領域(ROI: Region of Interest)である表示用ROI(図3の(A)の点線枠参照)と、表示用ROIと重複し、被検体の心臓における心臓弁を観察するためのROIである弁観察用ROI(図3の(A)の実線枠参照)とを、投影面を規定するための投影方向とともに、入力装置2を介して入力する。

【0044】

50

ここで、システム制御部 15 は、MPR 画像を参照した操作者により設定された「2次元の表示用 ROI および弁観察用 ROI」を、3次元超音波画像における「3次元の表示用 ROI および弁観察用 ROI」として変換する。例えば、システム制御部 15 は、図 3 の (A) に示すように、2次元の表示用 ROI が設定される際に入力された点線を通り投影方向に直行する平行 2 断面に挟まれる 3次元超音波画像の領域を、3次元の表示用 ROI として変換する。

【0045】

また、システム制御部 15 は、図 3 B に示すように、2次元の弁観察用 ROI が設定される際に入力された四角が投影方向を回転軸として回転された円柱にある 3次元超音波画像の領域を、3次元の弁観察用 ROI として変換する。ここで、3次元の弁観察用 ROI においては、図 3 B に示すように、投影方向とは反対側に位置する仮想的な面光源が設定される。なお、仮想的な面光源の説明については、後述する。

10

【0046】

なお、弁観察用 ROI は、心臓弁が仮想的な面光源と投影面との間に位置するように設定される。また、弁観察用 ROI は、レイトレーシング処理の負荷を軽減するために、表示用 ROI より狭い領域として設定されることが望ましい。

【0047】

なお、MPR 画像にて入力設定された 2次元の ROI から変換される 3次元の ROI の領域は、球面、平面、または球面および平面により囲まれた領域など、操作者により任意に設定することができる。

20

【0048】

図 2 に戻って、ボリュームレンダリング処理部 123 a は、システム制御部 15 による制御のもと、3次元の表示用 ROI における 3次元超音波画像を投影方向にある投影面に対してボリュームレンダリング処理することで第一の画像を生成する。具体的には、ボリュームレンダリング処理部 123 a は、投影方向により設定される視点から投影面へと向かう光線が 3次元超音波画像の各ボクセルを通過する際の減衰および陰影状況を描出するために、各ボクセル値に基づく不透明度とシェーディング値を算出する。そして、ボリュームレンダリング処理部 123 a は、算出した不透明度とシェーディング値の乗算演算を視点から投影面へと投影方向に沿って連続的に行なうことで、3次元の表示用 ROI におけるボリュームレンダリング画像を第一の画像として生成する。

30

【0049】

レイトレーシング処理部 123 b は、システム制御部 15 による制御のもと、心臓弁の動き（開閉状況）を識別可能な第二の画像を 3次元の弁観察用 ROI における 3次元超音波画像から生成する。すなわち、レイトレーシング処理部 123 b は、システム制御部 15 による制御のもと、3次元の弁観察用 ROI における 3次元超音波画像を仮想的な面光源により投影面に対してレイトレーシング処理することで第二の画像を生成する。具体的には、レイトレーシング処理部 123 b は、3次元超音波画像の各ボクセルにおいて構造物（心壁、弁など）の表面に該当する部分を特定して、構造物の表面として特定した部分の角度を算出する。そして、レイトレーシング処理部 123 b は、仮想的な面光源から発せられた光が、各ボクセルにおいて特定された構造物の表面に反射しながら投影面に到達した反射光の輝度値を合計することで、3次元の弁観察用 ROI におけるレイトレーシング画像を第一の画像として生成する。

40

【0050】

すなわち、レイトレーシング処理においては、図 4 の (A) に示すように、面光源からの光が心臓弁の表面によって反射されるので、例えば、弁閉鎖不全によりわずかに心臓弁が開いている状態であっても、心臓弁が開いていることが、視点において光の漏れとして検出される。

【0051】

画像合成部 13 は、ボリュームレンダリング処理部 123 a によって生成された第一の画像と、レイトレーシング処理部 123 b によって生成された第二の画像とを合成した合

50

成画像を生成する。これにより、合成画像においては、例えば、図4の(B)に示すように、第一の画像のみでは心臓弁の開閉状況が明確でない場合でも、第二の画像に由来する心臓弁の隙間から漏れた反射光により、弁閉鎖不全によりわずかに開いている心臓弁の状態が描出される。

【0052】

システム制御部15は、画像合成部13が生成した合成画像を画像メモリ14に格納するように制御するとともに、モニタ3にて表示するように制御する。

【0053】

次に、図5を用いて、実施例1に係る超音波診断装置の処理について説明する。図5は、実施例1に係る超音波診断装置の処理を説明するためのフローチャートである。なお、図5では、被検体に対する超音波の3次元走査によって時系列に沿って生成される3次元超音波画像(ボリュームデータ)に対して、上述した「第一の画像、第二の画像および合成画像」の生成処理がリアルタイムに実行される場合を説明する。

10

【0054】

図5に示すように、実施例1に係る超音波診断装置は、スキャンが開始され、3次元超音波画像のMPR画像にて、表示用ROIと弁観察用ROIとが投影方向とともに入力装置2を介して操作者により設定されると(ステップS501のYes)、システム制御部15は、「2次元の表示用ROIおよび弁観察用ROI」を「3次元の表示用ROIおよび弁観察用ROI」に変換したうえで、新たなボリュームデータが生成されたか否かを判定する(ステップS502)。

20

【0055】

ここで、新たなボリュームデータが生成されない場合(ステップS502のNo)、システム制御部15は、新たなボリュームデータが生成されるまで待機する。一方、新たなボリュームデータが生成された場合(ステップS502のYes)、システム制御部15は、レンダリング処理部123および画像合成部13の処理を開始させる。

【0056】

すなわち、ボリュームレンダリング処理部123aは、システム制御部15による制御のもと、(3次元の)表示用ROIにおいて、ボリュームレンダリング処理により、第一の画像を生成する(ステップS503)。

【0057】

そして、レイトレーシング処理部123bは、システム制御部15による制御のもと、(3次元の)弁観察用ROIにおいて、レイトレーシング処理により、第二の画像を生成する(ステップS504)。

30

【0058】

そののち、画像合成部13は、第一の画像および第二の画像を合成して合成画像を生成し(ステップS505)、システム制御部15は、画像合成部13が生成した合成画像を、モニタ3にて表示するように制御する(ステップS506)。

【0059】

そして、システム制御部15は、スキャン終了要求を操作者から入力装置2を介して受け付けたか否かを判定し(ステップS507)、スキャン終了要求を受け付けなかった場合(ステップS507のNo)、ステップS502に戻って、新たなボリュームデータが生成されるまで待機する。

40

【0060】

一方、システム制御部15は、スキャン終了要求を受け付けた場合(ステップS507のYes)、処理を終了する。

【0061】

上述してきたように、実施例1では、表示用ROIと弁観察用ROIとが投影方向とともに入力されると、ボリュームレンダリング処理部123aは、システム制御部15による制御のもと、表示用ROIにおいて、ボリュームレンダリング処理により、第一の画像を生成し、レイトレーシング処理部123bは、システム制御部15による制御のもと、

50

弁観察用 R O I において、レイトレーシング処理により、第二の画像を生成する。そして、画像合成部 1 3 は、第一の画像および第二の画像を合成して合成画像を生成し、システム制御部 1 5 は、画像合成部 1 3 が生成した合成画像を、モニタ 3 にて表示するように制御する。

【 0 0 6 2 】

したがって、合成画像において、第一の画像により心臓弁の構造が描出され、視点方向から見て心臓弁の後方に面光源が設定されるレイトレーシング画像である第二の画像により心臓弁が閉じていないことが、反射光が漏れて見える様子として明瞭に描出されるため、上記した主たる特徴の通り、超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性を向上させることが可能となる。また、弁観察用 R O I に限定してレイトレーシング処理を行うため、レイトレーシング処理によるリアルタイム性の低下を抑制して、画像診断用の合成画像を速やかに生成および表示することができる。

10

【 0 0 6 3 】

なお、本実施例に係るボリュームレンダリング処理およびレイトレーシング処理を併用して合成画像を生成および表示する対象物としては、心臓弁の他にも、様々な対象物に対して適用可能である。また、本実施例は、表示用 R O I が弁観察用 R O I と同一である場合であっても適用可能である。更に、本実施例では、レイトレーシング処理の光源が面光源以外の光源（例えば、点光源、線光源、多面体光源など）であっても適用可能である。

【 実施例 2 】

【 0 0 6 4 】

実施例 2 では、心臓弁の動き（開閉状況）を識別可能な第二の画像を実施例 1 とは異なる方法により 3 次元の弁観察用 R O I における 3 次元超音波画像から生成する場合について、図 6 ~ 8 を用いて説明する。ここで、図 6 は、実施例 2 に係るレンダリング処理部の構成を説明するための図であり、図 7 A および図 7 B は、実施例 2 に係る表示用 R O I および弁観察用 R O I を説明するための図であり、図 8 は、実施例 2 に係る合成画像を説明するための図である。

20

【 0 0 6 5 】

図 6 に示すように、実施例 2 に係るレンダリング処理部 1 2 3 は、実施例 1 とは異なり、レイトレーシング処理部 1 2 3 b の代わりに第二のボリュームレンダリング処理部 1 2 3 c を有する。すなわち、実施例 2 においては、第二のボリュームレンダリング処理部 1 2 3 c の処理により、心臓弁の動き（開閉状況）を識別可能な第二の画像が 3 次元の弁観察用 R O I における 3 次元超音波画像から生成される。

30

【 0 0 6 6 】

まず、図 7 の (A) に示すように、実施例 2 においては、実施例 1 と同様に、3 次元超音波画像から生成された M P R 画像をモニタ 3 に表示し、M P R 画像を参照した操作者により、「2 次元の表示用 R O I および弁観察用 R O I 」が投影方向とともに設定される。そして、システム制御部 1 5 は、「2 次元の表示用 R O I および弁観察用 R O I 」を「3 次元の表示用 R O I および弁観察用 R O I 」に変換する。

【 0 0 6 7 】

なお、弁観察用 R O I は、心臓弁が投影面と投影面の反対側の面と間に位置するように設定される。また、弁観察用 R O I は、心臓弁が閉鎖時に重なり合う領域を投影面の視点から見た場合、遮蔽物（例えば、心壁など）がなるべく含まれないように設定されることが望ましい。また、本実施例は、表示用 R O I が弁観察用 R O I と同一である場合であっても適用可能である。

40

【 0 0 6 8 】

ボリュームレンダリング処理部 1 2 3 a は、実施例 1 と同様に、3 次元の表示用 R O I における 3 次元超音波画像をボリュームレンダリング処理することで、第一の画像を生成する。

【 0 0 6 9 】

第二のボリュームレンダリング処理部 1 2 3 c は、3 次元の弁観察用 R O I における 3

50

次元超音波画像をボリュームレンダリング処理することで、第二の画像を生成する。ここで、第二のボリュームレンダリング処理部 1 2 3 c は、図 7 の (B) に示すように、投影面とは反対側の面を描出する色調を第一の画像を描出する際の色調 (例えば、グレースケール) とは異なる色調 (例えば、赤) としたうえで、第二の画像を生成する。これにより、第二の画像においては、心臓弁が閉じていない部分を赤の背景色として描出することができる。なお、背景色は、操作者によって任意に設定することができる。

【 0 0 7 0 】

画像合成部 1 3 は、ボリュームレンダリング処理部 1 2 3 a が生成した第一の画像と、第二のボリュームレンダリング処理部 1 2 3 c が生成した第二の画像とを合成して、合成画像を生成する。これにより、合成画像においては、例えば、図 8 に示すように、第一の画像のみでは心臓弁の開閉状況が明確でない場合でも、第二の画像に由来する赤の背景色によって、弁閉鎖不全が原因で僅かに開いている心臓弁の状態が鮮明に描出される。

10

【 0 0 7 1 】

システム制御部 1 5 は、画像合成部 1 3 が生成した合成画像を画像メモリ 1 4 に格納するように制御するとともに、モニタ 3 にて表示するように制御する。

【 0 0 7 2 】

なお、実施例 2 に係る超音波診断装置の処理の手順は、図 5 を用いて説明した実施例 1 に係る超音波診断装置の処理の手順において、ステップ S 5 0 4 における第二の画像の生成処理が、3次元の弁観察用 R O I における投影面とは反対側の面の色調を変化させたうえでのボリュームレンダリング処理である以外は、実施例 1 と同様であるので、説明を省略する。

20

【 0 0 7 3 】

上述したように、実施例 2 では、弁観察用 R O I にある 3次元超音波画像に対してボリュームレンダリング処理を実行する際に、弁観察用 R O I の投影面とは反対側の面を描出する色調を異ならせるため、第二の画像では、心臓弁が閉じていない部分が背景色として明確に描出されるため、超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性を向上させることが可能となる。また、レイトレーシング処理を行わないため、実施例 2 は実施例 1 と比較して、リアルタイム性が低下することを回避して、画像診断用の合成画像をより速やかに生成および表示することができる。

【 実施例 3 】

30

【 0 0 7 4 】

実施例 3 では、第二の画像を特定時相においてのみ生成する場合について、図 9 および図 1 0 を用いて説明する。ここで、図 9 は、実施例 3 に係る超音波診断装置の構成を説明するための図であり、図 1 0 は、実施例 3 に係る第二の画像が生成される時相を説明するための図である。

【 0 0 7 5 】

図 9 に示すように、実施例 3 に係る超音波診断装置は、実施例 1 と同様の構成となるが、被検体に装着され、被検体の心電波形を測定する心電計 4 を備える点が実施例 1 と異なる。以下、これを中心に説明する。

【 0 0 7 6 】

40

ここで、僧房弁が閉鎖する時相は、心臓の収縮期に相当する。したがって、僧房弁における閉鎖不全を診断する場合、医師にとっては、心臓のすべての時相を時系列に沿って観察するとともに、収縮期の状態のみを観察することが重要となる。

【 0 0 7 7 】

そこで、実施例 3 のシステム制御部 1 5 は、心電計 4 が測定した心電波形を解析し、図 1 0 に示すように、収縮期に相当する期間のみ、弁観察用 R O I において 3次元超音波画像からレイトレーシング処理により第二の画像を生成するように、レイトレーシング処理部 1 2 3 b を制御する。

【 0 0 7 8 】

次に、図 1 1 を用いて、実施例 3 に係る超音波診断装置の処理について説明する。図 1

50

1 は、実施例 3 に係る超音波診断装置の処理を説明するためのフローチャートである。

【0079】

図 11 に示すように、実施例 3 に係る超音波診断装置は、スキャンが開始され、3次元超音波画像の MPR 画像にて、表示用 ROI と弁観察用 ROI とが投影方向とともに入力装置 2 を介して操作者により設定されると (ステップ S 1101 の Yes)、システム制御部 15 は、「2次元の表示用 ROI および弁観察用 ROI」を「3次元の表示用 ROI および弁観察用 ROI」に変換したうえで、新たなボリュームデータが生成されたか否かを判定する (ステップ S 1102)。

【0080】

ここで、新たなボリュームデータが生成されない場合 (ステップ S 1102 の No)、システム制御部 15 は、新たなボリュームデータが生成されるまで待機する。一方、新たなボリュームデータが生成された場合 (ステップ S 1102 の Yes)、システム制御部 15 は、レンダリング処理部 123 および画像合成部 13 の処理を開始させる。

10

【0081】

すなわち、ボリュームレンダリング処理部 123 a は、システム制御部 15 による制御のもと、(3次元の)表示用 ROI において、ボリュームレンダリング処理により、第一の画像を生成する (ステップ S 1103)。

【0082】

ここで、システム制御部 15 は、心電計 4 が測定した現時点の心電波形が収縮期の位相であるか否かを判定する (ステップ S 1104)。

20

【0083】

現時点の心電波形が収縮期の位相でない場合 (ステップ S 1105 の No)、システム制御部 15 は、第一の画像のみを表示するように制御する (ステップ S 1108)。

【0084】

一方、現時点の心電波形が収縮期の位相である場合 (ステップ S 1105 の Yes)、レイトレーシング処理部 123 b は、システム制御部 15 による制御のもと、(3次元の)弁観察用 ROI において、レイトレーシング処理により、第二の画像を生成する (ステップ S 1105)。

【0085】

その後、画像合成部 13 は、第一の画像および第二の画像を合成して合成画像を生成し (ステップ S 1106)、システム制御部 15 は、画像合成部 13 が生成した合成画像を、モニタ 3 にて表示するように制御する (ステップ S 1107)。

30

【0086】

そして、ステップ S 1107 またはステップ S 1108 の処理が実行されたのち、システム制御部 15 は、スキャン終了要求を操作者から入力装置 2 を介して受け付けたか否かを判定し (ステップ S 1109)、スキャン終了要求を受け付けなかった場合 (ステップ S 1109 の No)、ステップ S 1102 に戻って、新たなボリュームデータが生成されるまで待機する。

【0087】

一方、システム制御部 15 は、スキャン終了要求を受け付けた場合 (ステップ S 1109 の Yes)、処理を終了する。

40

【0088】

なお、本実施例では、第一の画像のみを表示する場合と、合成画像を表示する場合とが混在する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、合成画像のみを表示する場合であってもよい。すなわち、ステップ S 1102 の判定が肯定である場合、ただちに位相の判定処理を行なって、位相が収縮期である場合にのみ、第一の画像、第二の画像、合成画像を生成して、合成画像のみを表示させる場合であってもよい。

【0089】

また、本実施例では、レイトレーシング処理によって第二の画像を生成する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、実施例 2 で説明したように、背

50

景色の色調を変化させたうえでボリュームレンダリング処理により第二の画像を生成する場合であってもよい。

【0090】

また、本実施例では、特定位相においてのみ第二の画像を生成して、合成画像を表示する場合について説明したが、特定位相であるか否かに関わらず第二の画像を生成して、特定位相においてのみ合成画像を表示する場合であってもよい。

【0091】

また、本実施例では、僧房弁の開閉状況を診断する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、大動脈弁の開閉状況を診断する場合であってもよい。この場合、第二の画像は、心臓の拡張期において生成される。

10

【0092】

上述してきたように、実施例3では、心臓弁が開く時相では通常のボリュームレンダリング画像（第一の画像）のみが表示され、心臓弁が閉じる時相では合成画像が表示され、その結果、レイトレーシング画像（第二の画像）により、閉鎖不全を起こして心臓弁が閉じていない場合のみ、反射光の漏れが描出されるので、超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性をさらに向上させることが可能となる。また、レイトレーシング処理が特定位相のみに限定されるため、実施例1と比較して、リアルタイム性の低下をより抑制して、画像診断用の合成画像をより速やかに生成および表示することができる。

【0093】

また、特定位相の第二の画像を実施例2で説明した方法により生成する場合でも、心臓弁が開く時相では通常のボリュームレンダリング画像（第一の画像）のみが表示されるので、心臓弁が正常に開いているならば背景色は変化せず、また、心臓弁が閉じる時相では合成画像が表示され、その結果、第二の画像により、閉鎖不全を起こして心臓弁が閉じていない場合のみ、異なる背景色が見えるので、超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性をさらに向上させることが可能となる。

20

【0094】

なお、上述した実施例1～3では、超音波診断装置において、第一の画像、第二の画像および合成画像を生成して、生成した合成画像を表示する場合について説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、超音波診断装置が生成した3次元超音波画像を用いて、本発明に係る画像表示プログラムを実行する画像処理装置が第一の画像、第二の画像および合成画像を生成し、合成画像を表示する場合であってもよい。

30

【産業上の利用可能性】

【0095】

以上のように、本発明に係る超音波診断装置、超音波画像処理装置、画像処理方法および画像表示方法は、被検体に対して超音波プローブから送信した超音波の反射波に基づいて生成した超音波画像を所定の表示部に表示する場合に有用であり、特に、超音波画像における心臓弁の開閉状況の視認性を向上させることに適する。

【符号の説明】

【0096】

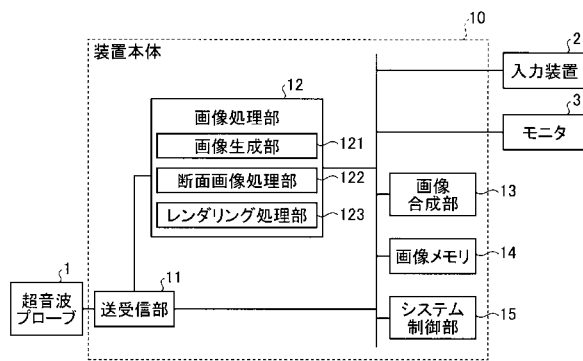
- 1 超音波プローブ
- 2 入力装置
- 3 モニタ
- 4 心電計
- 10 装置本体
- 11 送受信部
- 12 画像処理部
- 121 画像生成部
- 122 断面画像処理部
- 123 レンダリング処理部
- 123a ボリュームレンダリング処理部

40

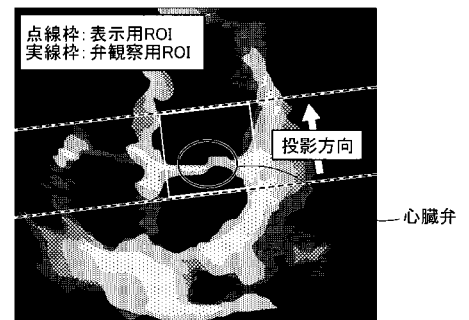
50

- 1 2 3 b レイトレーシング処理部
- 1 2 3 c 第二のボリュームレンダリング処理部
- 1 3 画像合成部
- 1 4 画像メモリ
- 1 5 システム制御部

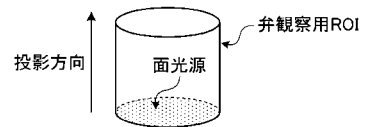
【図1】



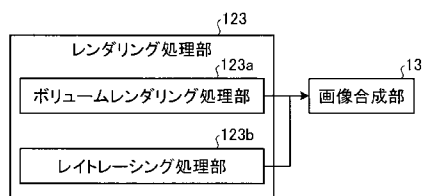
【図3A】



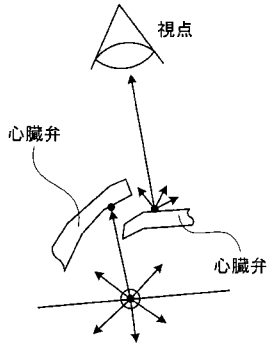
【図3B】



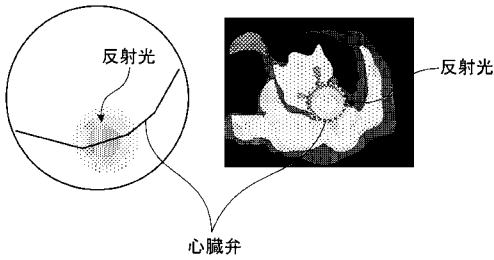
【図2】



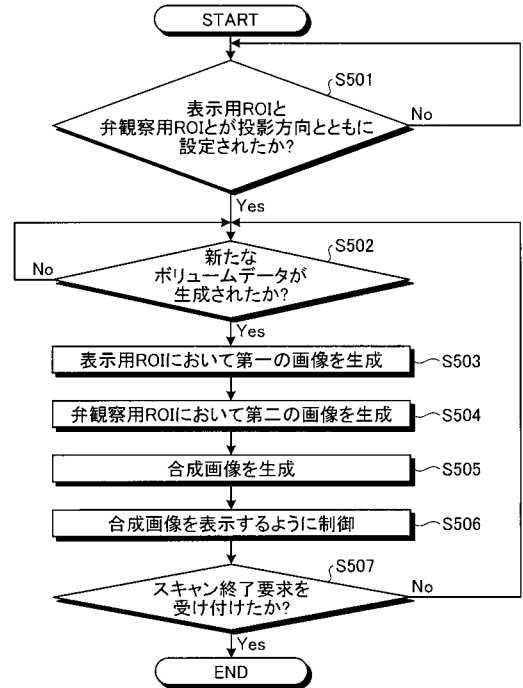
【 図 4 A 】



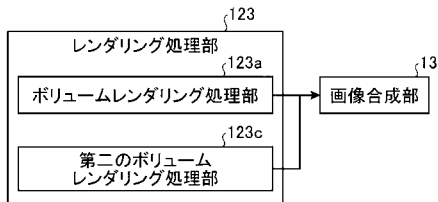
【 図 4 B 】



【 図 5 】



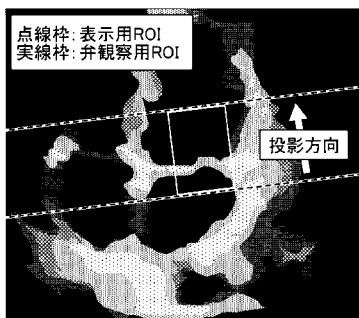
【 図 6 】



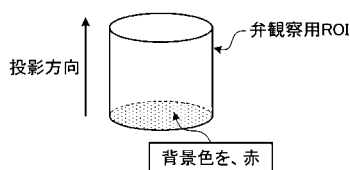
【 図 8 】



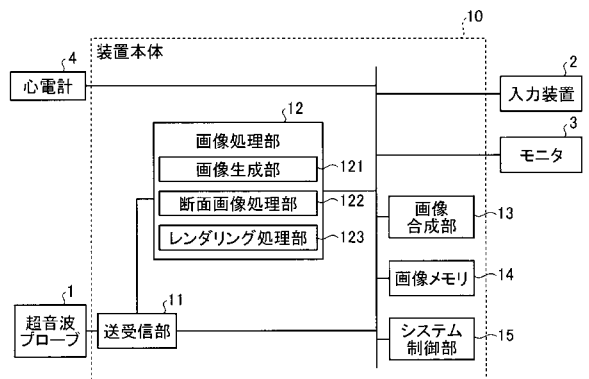
【 図 7 A 】



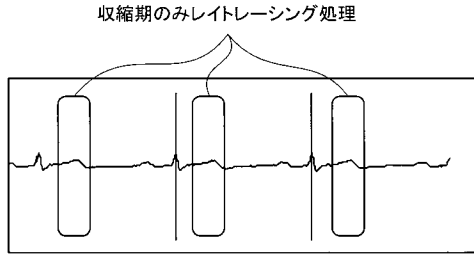
【 図 7 B 】



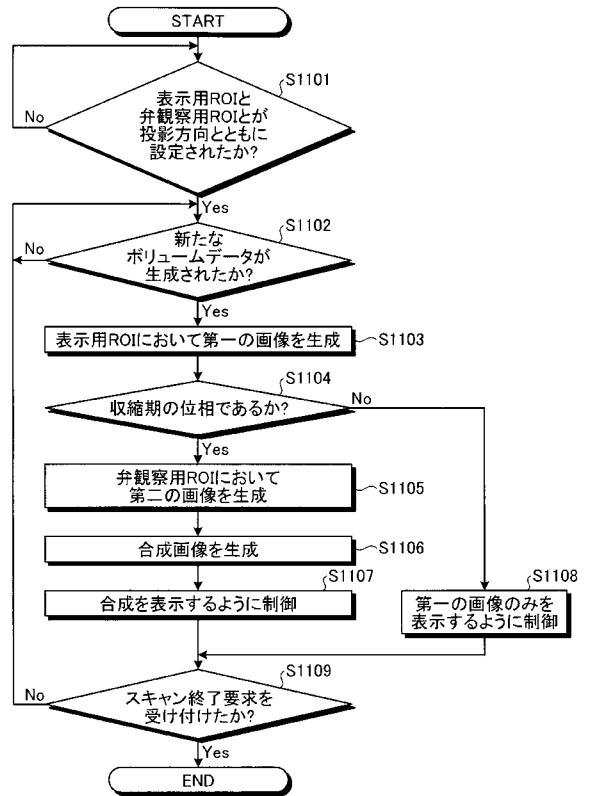
【 図 9 】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐々木 琢也
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 市岡 健一
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 掛江 明弘
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 今村 智久
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 柴田 千尋
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 西原 財光
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- F ターム(参考) 4C601 BB03 DD15 EE04 FF08 JC16 JC21 JC28 JC29 JC33 JC37
KK02 KK22 KK24
5B057 AA07 BA05 CA08 CA13 CA16 CD14 CD20 CE08
5B080 AA17 FA02 FA08 GA06

专利名称(译)	超声波诊断装置，超声波图像处理装置，图像处理方法和图像显示方法		
公开(公告)号	JP2010188118A	公开(公告)日	2010-09-02
申请号	JP2009267651	申请日	2009-11-25
[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	鷲見篤司 坂口文康 佐々木琢也 市岡健一 掛江明弘 今村智久 柴田千尋 西原財光		
发明人	鷲見 篤司 坂口 文康 佐々木 琢也 市岡 健一 掛江 明弘 今村 智久 柴田 千尋 西原 財光		
IPC分类号	A61B8/08 G06T1/00 G06T15/00 G06T15/50 G06T15/06 G06T15/08 G06T15/80		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/08 A61B8/0883 A61B8/463 A61B8/469 A61B8/483 G01S7/52063 G01S7/52074 G01S7/52087 G01S15/8993 G06T15/06 G06T15/08		
FI分类号	A61B8/08 G06T1/00.290.D G06T15/00.200 G06T15/50.230 G06T15/06 G06T15/08 G06T15/80 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/DD15 4C601/EE04 4C601/FF08 4C601/JC16 4C601/JC21 4C601/JC28 4C601/JC29 4C601/JC33 4C601/JC37 4C601/KK02 4C601/KK22 4C601/KK24 5B057/AA07 5B057/BA05 5B057/CA08 5B057/CA13 5B057/CA16 5B057/CD14 5B057/CD20 5B057/CE08 5B080/AA17 5B080/FA02 5B080/FA08 5B080/GA06 5L096/AA09 5L096/BA13 5L096/CA17 5L096/CA18 5L096/CA24 5L096/DA01 5L096/DA04 5L096/FA67		
代理人(译)	酒井宏明		
优先权	2009010245 2009-01-20 JP		
其他公开文献	JP5491830B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在超声图像中提高心脏瓣膜的打开/关闭状态的可见性。当将显示ROI和瓣膜观察ROI与投影方向一起输入时，体绘制处理单元123a通过体绘制处理在显示ROI中生成第一图像，并进行射线追踪处理。单元123b通过速率追踪处理在瓣膜观察ROI中生成第二图像。然后，图像合成单元13将第一图像和第二图像合成以生成合成图像，并且由图像合成单元13生成的合成图像显示在监视器上。[选择图]图2

