

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

**特許第5268374号
(P5268374)**

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/08 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/08

請求項の数 18 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-15151 (P2008-15151)
 (22) 出願日 平成20年1月25日 (2008.1.25)
 (65) 公開番号 特開2009-172223 (P2009-172223A)
 (43) 公開日 平成21年8月6日 (2009.8.6)
 審査請求日 平成23年1月6日 (2011.1.6)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (73) 特許権者 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
 (74) 代理人 110001380
 特許業務法人東京国際特許事務所
 (72) 発明者 橋本 新一
 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
 審査官 樋熊 政一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波診断装置、及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波ビームを走査して被検体内からの反射信号を収集する超音波プローブと、
 心拍の周期ごとに出力されるトリガ信号を入力し、前記被検体の所望の診断領域を所定
 数に分割した分割領域の1つに対して、前記トリガ信号から次のトリガ信号までの間、前
 記超音波ビームを複数回の繰り返し走査させる一方、前記トリガ信号の入力に応じて前記
 繰り返し走査の対象とする分割領域を順次変えつつ、前記複数回の繰り返し走査を行う走
 査制御部と、

前記走査に基づいて収集された反射信号を、前記分割領域ごとにサブボリュームとして
 画像表示用データに変換し、前記診断領域全体を複数回走査する走査期間分の前記画像表
 示用データを記憶する記憶部と、

前記走査期間分に亘る前記画像表示用データに対して、取得した時間順を除く結合指標
 値を前記サブボリュームごとに設定し、前記結合指標値及び前記サブボリュームの配列順
 序に基づいて選択した前記サブボリュームをつなぎ合わせ前記診断領域全体の画像を生成
 し更新する画像生成部と、

を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記結合指標値はトリガ信号の周期であり、
 前記画像生成部は、前記トリガ信号の周期が略同一の前記サブボリュームを前記配列順序
 に従って選択する、

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】

前記結合指標値は前記トリガ信号毎に行われる繰り返し走査の数であり、

前記画像生成部は、前記トリガ信号毎に行われる繰り返し走査の数が略同一の前記サブボリュームを前記配列順序に従って選択する、

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 4】

前記結合指標値は隣接する分割領域の空間的相関性であり、

前記画像生成部は、前記隣接する分割領域の空間的相関性の高い前記サブボリュームを前記配列順序に従って選択する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の超音波診断装置。 10

【請求項 5】

前記画像生成部は、

前記配列順序に従って前記サブボリュームを選択するとき、つなぎ目両側の画素の画素レベルの差が所定値以下の場合に前記空間的相関性が高いと判断する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記画像生成部は、

配列される夫々のサブボリュームにおける繰り返し走査数が異なる場合には、これらの中で最も少ない繰り返し走査数を前記夫々のサブボリュームにおける最大繰り返し走査数として前記診断領域全体の画像を生成し更新する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。 20

【請求項 7】

前記画像生成部は、

配列される夫々のサブボリュームにおける繰り返し走査数が異なる場合には、これらの中で最も多い繰り返し走査数を前記夫々のサブボリュームにおける最大繰り返し走査数と共に、前記最大繰り返し走査数よりも少ない繰り返し走査数のサブボリュームでは最後の繰り返し走査で得られた画像表示用データを用いて前記最大繰り返し走査数に対する不足分を補充し、前記診断領域全体の画像を生成し更新する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。 30

【請求項 8】

前記画像生成部は、

前記記憶部に記憶された前記画像表示用データから平均繰り返し走査数を算出し、

前記平均繰り返し走査数以下の繰り返し走査数のサブボリュームでは最後の繰り返し走査で得られた画像表示用データを用いて前記平均繰り返し走査数に対する不足分を補充する一方、前記平均繰り返し走査数を超える繰り返し走査数のサブボリュームでは、超えた繰り返し走査に対応する画像表示用データを使用しないものとし、前記各分割領域における前記平均繰り返し走査数の画像表示用データを用いて、前記診断領域全体の画像を生成し更新する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。 40

【請求項 9】

前記画像生成部は、

空間的な配列順序が同じであっても、取得された時間帯が異なるサブボリュームを配列した複数の前記診断領域全体の画像を生成し更新する、

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 10】

前記診断領域全体の画像を表示する表示部をさらに備え、

前記表示部には、前記複数の前記診断領域全体の画像が並べて表示される、
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】

10

20

30

40

50

前記診断領域全体の画像を表示する表示部をさらに備え、

前記表示部には、前記複数の前記診断領域全体の画像が所定の表示周期で切り替えられて表示される、

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 12】

前記画像生成部は、

空間的な配列位置が同じ複数のサブボリュームの中から所望のサブボリュームを選択することができる、

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】

10

(a) 超音波ビームを走査して被検体内からの反射信号を収集し、

(b) 心拍の周期ごとに出力されるトリガ信号を入力し、

(c) 前記被検体の所望の診断領域を所定数に分割した分割領域の 1 つに対して、前記トリガ信号から次のトリガ信号までの間、前記超音波ビームを複数回の繰り返し走査する一方、前記トリガ信号の入力に応じて前記繰り返し走査の対象とする分割領域を順次変えつつ、前記複数回の繰り返し走査を行い、

(d) 前記走査に基づいて収集された反射信号を、前記分割領域ごとにサブボリュームとして画像表示用データに変換し、前記診断領域全体を複数回走査する走査期間分の前記画像表示用データを記憶し、

(e) 前記走査期間分に亘る前記画像表示用データに対して、取得した時間順を除く結合指標値を前記サブボリュームごとに設定し、前記結合指標値及び前記サブボリュームの配列順序に基づいて選択した前記サブボリュームをつなぎ合わせ前記診断領域全体の画像を生成し更新する、

20

ステップを備えたことを特徴とする超音波診断装置の制御方法。

【請求項 14】

前記結合指標値はトリガ信号の周期であり、

ステップ(e)では、前記トリガ信号の周期が略同一の前記サブボリュームを前記配列順序に従って選択する、

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項 15】

30

前記結合指標値は前記トリガ信号毎に行われる繰り返し走査の数であり、

ステップ(e)では、前記トリガ信号毎に行われる繰り返し走査の数が略同一の前記サブボリュームを前記配列順序に従って選択する、

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項 16】

前記結合指標値は隣接する分割領域の空間的相関性であり、

ステップ(e)では、前記隣接する分割領域の空間的相関性の高い前記サブボリュームを前記配列順序に従って選択する、

ことを特徴とする請求項 1 3 乃至 1 5 のいずれかに記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項 17】

40

ステップ(e)では、

前記配列順序に従って前記サブボリュームを選択するとき、つなぎ目両側の画素の画素レベルの差が所定値以下の場合に前記空間的相関性が高いと判断する、

ことを特徴とする請求項 1 6 に記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項 18】

前記画像生成部は、取得した時間順に拘束されることなく前記サブボリュームを選択する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、超音波診断装置、及びその制御方法に係り、特に、心電信号等から生成されるトリガ信号を用いて被検体内を超音波で3次元走査を行う超音波診断装置、及びその制御方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、3次元画像を動画として表示することが可能な超音波診断装置の開発が急速に進められてきており、従来の2次元画像に比べると高分解能で広範囲の診断画像を表示することが可能となってきている。

【0003】

10

しかしながら、超音波診断装置は生体内を伝播する超音波を利用して診断画像を生成するため、超音波パルスの送信後、生体内からの反射波が受信されるまでの時間は3次元超音波診断装置であっても2次元超音波診断装置と基本的には同じである。従って、生体内の3次元空間範囲を高い分解能で走査しようとすると、走査ビームのビームポジション数は多くなり、所定範囲の走査に要する時間は2次元超音波診断装置よりも3次元超音波診断装置の方が一般的には長くなる。つまり、同じ空間分解能を仮定すると、3次元超音波装置で得られる3次元画像のフレームレート（3次元画像の更新周波数）は2次元超音波診断装置で得られる2次元画像のフレームレートに比べると原理的には低くなる。

【0004】

20

この問題を解決するため従来から種々の手法が検討されていきている（特許文献1、特許文献2等）。基本的な考え方とは、診断対象となる全範囲（以下、フルボリュームという）を複数の小領域（以下、サブボリュームという）に分割し、サブボリュームの3次元空間を高いフレームレートで走査した画像データをつなぎ合わせてフルボリュームの3次元画像を得るというものである。この方法では、サブボリュームの観測時刻はサブボリューム毎に異なるため、サブボリュームのつなぎ合わせに関しては空間的な連続性を確保することが重要となる。

【0005】

一方、診断部位によっては、呼吸や心臓の鼓動によってその診断対象部位は変動する。このため、例えば特許文献1等には、心臓の動きに同期してサブボリューム内の複数の画像データを取得する技術が開示されている。特許文献1等が開示する技術は、心臓の3次元画像を動画としてリアルタイムで生成する技術に関するものであり、概略次のような技術である。

30

【0006】

心臓の動きに同期した信号として、心電図の信号、即ちECG（ElectroCardioGram）信号を用いている。より具体的には、心臓の拡張末期に発生するR波信号をECGトリガ信号として用いている。

【0007】

観測したい心臓の3次元領域全体（フルボリューム）を4つのサブボリュームに分割し、サブボリューム毎に上記のECGトリガ信号に同期したタイミングで1心拍分の画像データを収集する。この1心拍分の画像データは複数のフレーム画像からなるものである。例えば、1心拍あたり（ECGトリガ信号の1周期あたり）同一のサブボリュームを20回繰り返し走査することにより、同一のサブボリュームで20枚のフレーム画像が収集される。この場合、心拍の周期を仮に1秒とすると、サブボリューム毎に得られる画像データのフレームレートは20fps(frames per second)となり、心臓の動きを動画として捉えるのにほぼ十分な値となる。

40

【0008】

一方、各サブボリュームで得られる画像データをつなぎ合わせてフルボリュームの画像データを合成する際には、サブボリュームで得られる複数のフレーム画像の中から同じ「時相」のフレーム画像を夫々のサブボリュームから抽出してつなぎ合わせてフルボリュームのフレーム画像を生成する。ここで、「時相」とは、ECGトリガ信号の発生時刻を基

50

準とした遅延量のことである。通常心臓の収縮や拡張の動きは ECG トリガ信号に同期して周期性をもった動きとなる。従って、同じ「時相」のフレーム画像を夫々のサブボリュームから抽出しこれらをつなぎ合わせればサブボリューム間の空間的連続性はほぼ確保される。実際には、ECG トリガ信号に近い方から繰り返し走査の順に「時相番号」を割り付け、同じ「時相番号」の走査から得られたフレーム画像をつなぎ合わせてフルボリュームの画像を合成する。例えば、フルボリュームを 4 つのサブボリューム A、B、C、及び D に分割し、各サブボリュームの繰り返し走査が 20 回行われる場合は、「時相番号 0」から「時相番号 19」までの 20 枚のフレーム画像がサブボリューム毎に得られる。そして、同じ「時相番号」のフレーム画像をサブボリューム A、B、C、及び D から抽出しつなぎ合わせることにより、その「時相番号」に対応するフルボリュームの画像が合成される。このつなぎ合わせは「時相番号」毎に行われ、「時相番号 0」から「時相番号 19」までのフルボリューム画像が合成される。この結果、つなぎ合わされたフルボリュームのフレーム画像の数も ECG トリガ信号あたり例えば 20 枚となり、フルボリューム画像のフレームレートは、サブボリュームのフレームレートと同じ値となる。即ち、例えば 20 fps のフレームレートを有するフルボリュームの動画を生成することができる。
10

【特許文献 1】米国特許第 6,544,175 号明細書

【特許文献 2】特開 2007-20908 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

20

上述したように、特許文献 1 等が開示する従来技術では、ECG トリガ信号毎に 1 つのサブボリューム内を複数回繰り返し走査しており、1 回の走査で 1 つのフレーム画像（サブボリュームのフレーム画像）を得ている。ここで、サブボリューム内の繰り返し走査数は、3 次元画像による診断を開始する前に、ECG トリガ信号の周期から予め決定している。

【0010】

しかしながら、人間の心拍周期は必ずしも一定ではなく、健常な人間でも 10 % 程度は変動するといわれている。不整脈等の疾患を持つ患者の場合にはさらのその変動量は大きくなる。従って ECG トリガ信号の周期も心拍周期の変動に伴って一定とはならない。

【0011】

30

この結果、診断開始前に決定したサブボリューム内の繰り返し走査数は必ずしも一定とはならない。例えば、診断開始前に決定したサブボリューム内の繰り返し走査数 N が 20 であったとしても、実際に診断を開始すると心拍周期の変動によっては、繰り返し走査数 N が 18 に減少したり、22 に増加したりして変動する。このため、同じ時相番号のフレーム画像をつなぎ合わせようとしてもその時相番号に該当する走査データが取得できていないサブボリュームが存在しうる。

【0012】

例えば、サブボリューム A の走査期間では心拍周期が短く時相番号 18 までしか走査データを取得できず、その後心拍周期が延びて残りのサブボリューム B、C、D では時相番号 20 までの走査データが取得できたとする。この場合、時相番号 19 や 20 のフレーム画像をつなぎ合わせフルボリューム画像を合成したとしても、サブボリューム A に関しては時相番号 19 や 20 のフレーム画像が存在しないため、フルボリューム全体としての空間的な連続性が確保できなくなってしまう。また、サブボリューム A に着目した場合、心拍周期が変動することにより取得できる最大の時相番号が変動し、あるときは時相番号 18 までしか走査データを取得できず、あるときは時相番号 20 までの走査データが取得されるという事象が発生しうる。この結果、動画として見たときサブボリューム A については時間的な連続性も確保できなくなってしまう。

40

【0013】

このように、特許文献 1 等が開示する従来技術では心拍周期の変動に起因して、空間的或いは時間的な連続性が確保できなくなり不連続で見づらい画像となり、ひいては画像診

50

断を行う上で支障をきたす場合があった。

【0014】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、心拍周期の変動があったとしても合成画像の空間的時間的な不連続性を防止或いは低減することができる超音波診断装置、及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記課題を解決するため、本発明に係る超音波診断装置は、超音波ビームを走査して被検体内からの反射信号を収集する超音波プローブと、心拍の周期ごとに出力されるトリガ信号を入力し、前記被検体の所望の診断領域を所定数に分割した分割領域の1つに対して、前記トリガ信号から次のトリガ信号までの間、前記超音波ビームを複数回の繰り返し走査させる一方、前記トリガ信号の入力に応じて前記繰り返し走査の対象とする分割領域を順次変えつつ、前記複数回の繰り返し走査を行う走査制御部と、前記走査に基づいて収集された反射信号を、前記分割領域ごとにサブボリュームとして画像表示用データに変換し、前記診断領域全体を複数回走査する走査期間分の前記画像表示用データを記憶する記憶部と、前記走査期間分に亘る前記画像表示用データに対して、取得した時間順を除く結合指標値を前記サブボリュームごとに設定し、前記結合指標値及び前記サブボリュームの配列順序に基づいて選択した前記サブボリュームをつなぎ合わせ前記診断領域全体の画像を生成し更新する画像生成部と、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明に係る超音波診断装置、及びその制御方法によれば、心拍周期の変動があったとしても合成画像の空間的時間的な不連続性を防止或いは低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明に係る超音波診断装置、及びその制御方法の実施形態について添付図面を参考して説明する。

【0019】

(1) 全般及び構成

図1は、本実施形態に係る超音波診断装置1による超音波ビームの走査状況を模式的に示す図である。超音波診断装置1は、複数の超音波振動子11が2次元配列された超音波プロープ10によって細い超音波ビームを形成している。この超音波ビームを被検体の所望の診断領域にむけて放射し、診断領域の範囲を主走査方向及び副走査方向に電子的に走査している。診断領域の反射信号からは、主走査方向、副走査方向、及び距離方向の3次元情報が得られる。

【0020】

超音波振動子が1次元に配列されている従来の1次元超音波プロープの走査範囲が平面状の範囲となるのに対して、本実施形態のような2次元超音波プロープ10の走査範囲は3次元の立体範囲となる。また、細いビーム幅の超音波ビームを走査しているため、より広い範囲の診断領域から高い分解能の3次元情報を取得することが可能となる。取得された3次元情報から任意の方向から見た3次元画像や、任意の断面で切り取った断面画像を生成することができる。

【0021】

一方、超音波ビームを主走査方向と副走査方向に走査しているため、診断領域全体(フルボリューム)を走査するビームポジション数は平面状の走査範囲に対して非常に増加する。この結果、単純にフルボリュームの範囲を端から端まで順に走査すると、フルボリュームを1回走査する時間は増加する。このため、フルボリューム画像のフレームレートは低くなる。

【0022】

そこで、前述したように、本実施形態に係る超音波診断装置1では、フルボリュームを

10

20

30

40

50

複数の（例えば4つの）サブボリュームに分割し、夫々のサブボリュームを高いフレームレート（例えば20 f p s）で走査し、夫々のサブボリュームから得られたフレーム画像を合わせてつなぎ合わせ、フルボリュームのフレーム画像を合成する方法を採用している。フルボリューム画像のフレームレートもサブボリュームのフレームレートと同じ高いフレームレート（例えば20 f p s）が実現できるため、心臓のような動きのある診断領域に対してもリアルタイムで3次元の動画を生成することが可能となる。

【0023】

図2は、超音波診断装置1の構成例を示すブロック図である。超音波診断装置1は、例えば、超音波プローブ10、送受信部20、信号処理部30、画像生成部40、表示部50、システム制御部60、走査制御部70、操作部80、心電計100等を備えて構成されている。10

【0024】

超音波プローブ10は、格子状に配列された複数の超音波振動子11を具備しており、送受信部20の送信部21から出力される送信パルス信号に基づいて超音波パルスを生成し、被検体に向けて送信する。また、被検体から反射してきた超音波反射信号を電気信号に変換し、送受信部20の受信部22に出力する。さらに、走査制御部70から出力されるビーム走査制御信号に基づいて超音波ビームを主走査方向及び副走査方向に走査する。。

【0025】

送受信部20の送信部21では、走査制御部70で生成されるタイミング信号に基づいて各超音波振動子11に供給する送信パルスを生成する。また、同じく走査制御部70で生成されたビーム走査制御信号に基づいて送信用の超音波ビームの走査方向を定めるために各送信パルスの遅延量等を設定する。20

【0026】

送受信部20の受信部22では、各超音波振動子11から出力される被検体からの反射信号を増幅しアナログ信号からデジタル信号に変換する。また、走査制御部70で生成されたビーム走査制御信号に基づき、受信用の超音波ビームの走査方向を決定するための遅延量を各超音波振動子11の反射信号に設定したのち加算し、加算された信号をビーム形成された反射信号として信号処理部30に出力する。

【0027】

信号処理部30では、受信部22から出力された反射信号に対してフィルタリング処理等の信号処理を施し、画像生成部40に出力する。30

【0028】

画像生成部40は、その内部構成として記憶部41を有している。画像生成部40では、信号処理された反射信号を変換してサブボリューム画像（画像表示用データ）を生成し、生成されたサブボリューム画像は順次記憶部41に一時的に記憶される。記憶部41は、フルボリューム全体を複数回以上（例えば4回以上）走査する期間分の画像表示用データを記憶する記憶容量を持っている。

【0029】

本実施形態に係る超音波診断装置1では、記憶部41に記憶されたサブボリューム画像からフルボリュームの3次元画像データを合成する処理を行っている。このとき、記憶部41に記憶される順序、即ち走査の時間的な順序に拘束されることなく、同一サブボリュームに対応する複数のサブボリューム画像の中から、フルボリューム画像を合成したときに空間的連続性が高くなるようなサブボリューム画像を選択するようにしている。細部については後述する。40

【0030】

さらに、画像生成部40では、合成されたフルボリュームの3次元画像データに対してレンダリング処理等を行い、任意の角度から眺めた3次元画像や、任意の面で切断した断面画像等を生成し表示部50に出力する。3次元画像データは、例えば20 f p sのフレームタイム毎に更新される動画を提供することが可能である。診断中に動画をリアルタイ50

ムで表示部 50 に出力することが可能であるが、画像データを一旦適宜のメモリに保存し、診断後にオフラインで動画を出力したり、動画の一部を切り出して静止画を出力したりすることも可能である。

【 0 0 3 1 】

表示部 50 は、例えば液晶ディスプレイ装置等で構成される表示デバイスであり、画像生成部 40 から出力される画像を表示する。

【 0 0 3 2 】

操作部 80 は、所謂マンマシンインターフェースであり、超音波診断装置 1 に対して各種の診断モードや診断モードに付随する各種のパラメータを設定することができる。本実施形態に係る超音波診断装置 1 は、ECG トリガ信号に基づいて鼓動する心臓の動きを 3 次元の動画画像として表示することができる診断モード（以下、トリガード 3 次元診断モードという）を特徴とするものであるが、この他従来からある 2 次元診断モードでも動作可能である。これらの診断モードの設定や切り替えは操作部 80 を介して行われる。10

【 0 0 3 3 】

システム制御部 60 では、操作部 80 で設定された診断モードや各種パラメータに基づいて、超音波診断装置 1 の全体の制御を行っている。

【 0 0 3 4 】

走査制御部 70 では、診断モードに応じた超音波ビームのビームマネージメントと送受信のタイムマネージメントを行っている。特に、トリガード 3 次元診断モードでは、心電計 100 から出力される ECG 信号（R 波）からトリガ信号を生成し、このトリガ信号に同期させてサブボリューム毎のビーム走査位置（主走査方向及び副走査方向）やサブボリューム内の繰り返し走査に関する諸元を決定し、送受信部 20 や画像生成部 40 に出力している。また、超音波ビームの送信パルス繰り返し周波数（prf : pulse repetition frequency）等の送信パルス諸元を決定し、送信パルス諸元に基づく各種タイミング信号も走査制御部 70 で生成している。20

【 0 0 3 5 】

(2) トリガード 3 次元診断モードの動作

上記のように構成された超音波診断装置 1 の動作、特にトリガード 3 次元診断モードの動作について説明する。

【 0 0 3 6 】

図 3 は、トリガード 3 次元診断モードの動作原理を説明する図であり、例えば特許文献 1 等に開示されている技術である。トリガード 3 次元診断モードは、主に心臓を診断対象とするものであり、鼓動によって変化する心臓の動きを 3 次元の動画画像として表示する診断モードである。トリガード 3 次元診断モードでは、患者の心臓の鼓動に応じて変化する心電図信号（ECG 信号）を心電計 100 から入力し、ECG トリガ信号と呼ばれるパルス信号を生成する。ECG 信号としては、心臓の拡張末期近傍で出力されるパルス状の R 波の信号（図 3（a）参照）が多く用いられている。この ECG 信号を走査制御部 70 に入力し、適宜の閾値を適用して ECG トリガ信号を生成する（図 3（b）参照）。ECG トリガ信号は鼓動に同期した信号であり、心拍が 1 秒間に 60 回の場合 ECG トリガ信号の周期は 1 秒となる。3040

【 0 0 3 7 】

トリガード 3 次元診断モードでは、診断領域の全体（フルボリューム）を複数のサブボリューム（分割領域）に分割し、各サブボリュームを ECG トリガ信号毎に走査している。例えば、図 3（f）に例示したように、フルボリュームを 4 つのサブボリューム A、B、C、及び D に分割する。そして、ECG トリガ信号のトリガ 0、1、2、3 の入力に応じてサブボリューム A、B、C、及び D の順に走査していく。

【 0 0 3 8 】

このとき、各サブボリュームに対して 1 回だけ走査するのではなく、複数回（N 回）繰り返して走査を行う。図 3 は、4 回（N = 4）の繰り返し走査を行っている例を示している。各サブボリュームに対する 1 回の走査時間 T は後述するように動画のフレーム時間（50

フレームレートの逆数)に対応することになるため、滑らかな動きの動画を得るために例えれば 50ms (= 1 / 20fps) 前後、或いはそれ以下が好ましい。ECG トリガ信号の周期を 1 秒、また 1 回の走査時間を上記の 50ms と仮定すると、サブボリューム毎の繰り返し走査数 N は 20 となる。図 3 は、説明の便宜上、サブボリューム毎の繰り返し走査数 N を 4 とした場合の例を示している。

【0039】

同じサブボリュームを繰り返し走査している場合であっても、心臓は周期的に鼓動しているため、ECG トリガからの遅延時間、即ち時相が異なれば各繰り返し走査から生成される画像データは異なったものとなる。

【0040】

図 3 (c) に示す時相番号は、時相を 1 回の走査時間の単位で区分し、ECG トリガ信号に近い方から「0」、「1」、「2」、「3」と番号付けしたものである。図 3 (d) は、この時相番号「0」、「1」、「2」、及び「3」と、サブボリューム A、B、C、及び D を「A0」～「A3」、「B0」～「B3」、「C0」～「C3」、「D0」～「D3」のように関連付けて超音波ビームの走査順序を時系列に並べたものである。

【0041】

信号処理部 30 からは、信号処理された被検体からの反射信号がこの走査順序に応じてリアルタイムで画像生成部 40 に出力される。

【0042】

図 3 (e) は、画像生成部 40 で行われるフルボリュームの合成方法を示す図である。図 3 (e) は、従来のトリガード 3 次元診断モードにおいて一般的に行われている合成方法を示すものである。本実施形態に係る超音波診断装置 1 では、後述するように、この合成方法を改善するものであるが、ここではまず、従来から行われている一般的な合成方法の概念について説明する。

【0043】

画像生成部 40 では、時相番号で識別された各サブボリュームのデータから同じ時相番号のデータを抽出し、サブボリューム A、B、C、及び D でつなぎ合わせて合成する。同じ時相番号のサブボリュームデータであっても、実際にはそれらが取得された時刻は ECG トリガ信号の周期分ずつ夫々異なっている。しかしながら、心臓の形状の変化は ECG トリガ信号の周期と同じ周期性を有していると考えられるため、同じ時相番号のサブボリュームをつなぎ合わせて得られるフルボリューム画像の空間的な連續性はほぼ確保されることになる。

【0044】

時相番号 0 に対応するサブボリューム「D0」のデータが取得された時刻には、既にサブボリューム「A0」、「B0」、「C0」のデータは取得済みであり、この段階で時相番号 0 に対応するフルボリュームの画像が生成される。

【0045】

次に、時相番号 1 に対応するサブボリューム「D1」のデータが取得された時刻には、既にサブボリューム「A1」、「B1」、「C1」のデータは取得済みであり、時相番号 1 に対応するフルボリュームの画像が生成される。以下同様にして、時相番号 2 及び 3 のフルボリュームの画像がされる。

【0046】

サブボリューム D の走査「D3」が終了すると、サブボリューム A に戻って走査が行われる。このとき、最初に得られる走査データ「A0」は、1 つ前に生成されていた時相番号 0 のフルボリュームデータの「A0」と置換され、新たな時相番号 0 のフルボリューム画像が更新されることになる。

【0047】

このように、フルボリューム画像は、サブボリューム毎の 1 回の走査時間 T の単位で生成され、或いは更新されることになる。

【0048】

10

20

30

40

50

このことは、フルボリューム全体の走査時間が実際には長くても、あたかもサブボリューム1回の走査時間でフルボリューム全体を走査したかのごとく見せることができることを意味している。つまり、サブボリューム画像のフレームレートとフルボリューム画像のフレームレートとを擬似的に同一にすることを意味している。

【0049】

例えば、通常の方法ではフルボリューム画像のフレームレートが走査時間の制約から5f p sしか達成できないとする。この場合であっても、フルボリュームを4つのサブボリュームに分割することにより、各サブボリュームの走査時間はフルボリュームの1/4となり、サブボリューム画像のフレームレートとしては4倍の20f p sが得られる。トリガード3次元診断モードでは、サブボリューム画像のフレームレートがそのままフルボリューム画像のフレームレートとなるため、通常の方法に比べると4倍も高いフレームレートが得されることになる。10

【0050】

このように、トリガード3次元診断モードは広い3次元診断領域に対しても高い分解能の画像が高いフレームレートで得られるため、心臓のような動きのある診断対象に対してもリアルタイムの動画を生成することが可能である。

【0051】

ところで、一般に人間の心拍の周期は必ずしも一定ではない。健常な人でも10%程度の心拍周期の変動があると言われている。心臓に疾患をもつ患者の場合はさらに心拍周期の変動は大きくなる。20

【0052】

前述したように、心拍周期の変動が大きくなると、時相番号の大きなサブボリューム画像（ECGトリガ信号の直前に近い時相のサブボリューム画像）に関しては、同じ時相番号のサブボリューム画像をつなぎ合わせてフルボリューム画像を合成しようとしても同じ時相番号が揃わない可能性がある。

【0053】

また、取得時刻が異なっても同じ時相番号のサブボリューム画像をつなぎ合わせることによってフルボリューム画像の空間的な連続性が確保できるためには、各サブボリューム画像取得時の心拍周期がほぼ一定であるという前提が必要である。従って、仮に同じ時相番号のサブボリューム画像が揃ったとしても、各サブボリューム画像取得時の心拍周期が夫々大きく異なっていると、合成したときにフルボリューム画像の空間的な連続性が保てなくなる。心拍周期が夫々大きく異なっていると、同じ時相番号であっても心臓の収縮や拡張の状態が夫々のサブボリュームで異なってくるからである。30

【0054】

(3) フルボリューム画像の合成方法(第1の方法)

上記の問題を解決するため、本実施形態に係る超音波診断装置1では、フルボリュームを複数回走査する期間分のサブボリューム画像を記憶部41に記憶させる方法を取っている。

【0055】

図4は、フルボリューム画像の合成方法(第1の方法)の説明図である。図4(a)は、心拍周期の変動に伴ってECGトリガ信号の周期が変動する様子を例示している。サブボリューム毎の繰り返し走査は、ECGトリガ信号を基準に開始されるため、ECGトリガ信号の周期が変動すると、その周期内で走査可能な繰り返し走査数(最大時相番号)も心拍周期ごとに変化することになる。図4(b)はこの様子を示しており、最大時相番号は、例えば14~23の範囲で変化している。40

【0056】

図4(c)は、サブボリュームA~Dの走査によって得られるサブボリューム画像が画像合成部40に入力される順序を示している。図4(c)に示した例では、フルボリュームを4回連続して走査する期間分のデータが入力されている。この期間のデータが記憶部41に保存される。フルボリュームの1回の走査では、サブボリュームA、B、C、及び50

Dの4つのサブボリュームが走査されるため、記憶部41には16のサブボリューム画像が一時的に記憶されることになる。この場合、同じサブボリュームに対して夫々4つのサブボリューム画像が保存されることになる。

【0057】

心拍周期を1秒と仮定すると、16秒分のサブボリューム画像データが記憶部41に記憶される。記憶部41の容量が一杯になった場合には、時刻の古いデータから消去され、新しく入力されたサブボリューム画像データによって更新されていく。

【0058】

従来、フルボリューム画像を合成するときには、画像合成部40に入力される時刻の直近の過去の4つのサブボリュームA、B、C、及びDのみを用いて合成していた。例えば、図4(c)の最も左側の4つのサブボリュームA、B、C、及びDのみを用いて合成していた。このため、最大時相番号が22、20、19、21のように不揃いになり、最大時相番号近辺では、4つのサブボリューム画像A、B、C、及びDをつなぎ合わせることができない状況が発生していた。また、同じ時相番号、例えば時相番号10のサブボリューム画像をつなぎ合わせたとしても、心拍周期が夫々異なっているため心臓の収縮や拡張の状態が夫々のサブボリュームで異なり、合成したフルボリューム画像の空間的な連続性が確保できなかった。

10

【0059】

そこで、本実施形態に係るフルボリューム画像の合成方法(第1の方法)では、直近の過去4つという時間的な制約に拘束されることなく、記憶部41に記憶された16のサブボリューム画像の中から、心拍周期が略同一、或いは最大時相番号が略同一である4つのサブボリューム画像A、B、C、及びDを抽出してつなぎ合わせるようにしている。ここで略同一とは、完全同一、又は所定の基準値を中心として所定の閾値範囲内に入ることをいう。

20

【0060】

図4(d)の左端に示した例では、最大時相番号が20である4つのサブボリューム画像A、B、C、及びDを選択し、A、B、C、及びDの配列でつなぎ合わせてフルボリューム画像を合成している。

【0061】

また、図4(d)の中央と右端に示した例では、最大時相番号20を基準値とし、時相番号が±1の範囲の4つのサブボリューム画像A、B、C、及びDを選択してフルボリューム画像を合成し、夫々次候補(1)、次候補(2)としている。完全に同一な最大時相番号を有するサブボリューム画像A、B、C、及びDが揃わない場合には、これらの次候補のうちのいずれかが最適な組み合わせとして選択されることになる。

30

【0062】

本実施形態に係るフルボリューム画像の合成方法(第1の方法)によれば、最大時相番号がほぼ揃ったサブボリューム画像A、B、C、及びDを選択しているため、最大時相番号近辺で4つのサブボリューム画像A、B、C、及びDをつなぎ合わせることができないという状況の発生を低減することができる。また、合成される各サブボリュームの最大時相番号はほぼ揃っているため(即ち、心拍周期がほぼ同一のため)、合成したフルボリューム画像の空間的な連続性が高まる。

40

【0063】

図5は、フルボリューム画像の合成方法(第1の方法)の第1の変形例を説明する図である。第1の変形例では、記憶部41に記憶された16のサブボリューム画像の中から、最小の最大時相番号(図5の例では、最大時相番号17)を選択し、この最小の最大時相番号に近いサブボリューム画像を組み合わせてフルボリューム画像を合成している。そして、最小の最大時相番号よりも大きな時相番号のサブボリューム画像はフルボリューム画像の合成には使用しないようにしている。

【0064】

第1の変形例によれば、最大時相番号近辺で4つのサブボリューム画像A、B、C、及

50

びDをつなぎ合わせることができないという状況の発生は少なくとも防止することができる。

【0065】

図6は、フルボリューム画像の合成方法（第1の方法）の第2の変形例を説明する図である。第2の変形例では、第1の変形例とは逆に、記憶部41に記憶された16のサブボリューム画像の中から、最大の最大時相番号（図6の例では、最大時相番号23）を選択し、この最大の最大時相番号に近いサブボリューム画像を組み合わせてフルボリューム画像を合成している。そして、最大の最大時相番号に満たないサブボリュームに対しては、そのサブボリューム内における最大時相番号のサブボリューム画像を複写して補完するようしている。

10

【0066】

第2の変形例によれば、一部は擬似的なデータであるにせよ、第1の変形例に比べるとより多くの時相のデータを利用してフルボリューム画像を合成することが可能であり、最大時相番号近辺で4つのサブボリューム画像A、B、C、及びDをつなぎ合わせることができないという状況の発生も防止することができる。

【0067】

図7は、フルボリューム画像の合成方法（第1の方法）の第3の変形例を説明する図である。第3の変形例では、記憶部41に記憶された16のサブボリューム画像に対して最大時相番号の平均値を求め（図7の例では、最大時相番号の平均値は20）、この平均最大時相番号と同一、又は近似する最大時相番号のサブボリューム画像を組み合わせてフルボリューム画像を合成している。そして、平均最大時相番号に満たないサブボリュームに対しては、そのサブボリューム内における最大時相番号のサブボリューム画像を複写して補完し、平均最大時相番号を超えるサブボリュームに対しては、平均最大時相番号よりも大きな時相番号のサブボリューム画像はフルボリューム画像の合成には使用しないようにしている。

20

【0068】

心拍周期の変動が発生したとしても、一般的には、心拍周期平均値の近傍の発生頻度が高く、平均値から大きく離れた心拍周期の発生頻度は少ないと考えられる。従って、第3の変形例では、記憶部41に記憶されたサブボリューム画像の中から、同一或いは近似した心拍周期のサブボリューム画像を選択できる確率が高くなる。

30

【0069】

第1の実施形態（各変形例を含む）では、サブボリュームの選択時期に関して大きく2つの手法がある。

【0070】

第1の手法は、複数のサブボリュームデータを取得して保存した後（即ち取得したデータを一旦フリーズして）、サブボリュームの選択を行う手法である。この場合、予め選択のための条件を設定しておき、リアルタイムで動作中は従来の方法でフルボリュームの収集と表示を行い、フリーズと同時に設定した条件で自動的にサブボリュームの選択、並び替えを行って表示する。また、適宜のユーザインターフェースを設け、サブボリュームの選択、並べ替えをユーザの所望のタイミングで実施できるようにしてもよい。

40

【0071】

第2の手法は、リアルタイムで動作中に上述したサブボリュームの選択と並べ替えを順次行っていく方法である。この場合、最初のフルボリュームが揃うまでは従来の方法でフルボリュームの収集と表示を行い、一旦フルボリュームが揃った後は、1つのサブボリュームのデータ収集が完了するたびに最適なサブボリュームの組み合わせを選択し直して表示させる方法である。また、この場合、リアルタイム性を損なわないために、サブボリュームの選択は収集している前のサブボリュームまでで実施し、更に1つ後のサブボリューム収集開始時に組み合わせを変更することにより実現性を高めることができる。

【0072】

（4）フルボリューム画像の合成方法（第2の方法）

50

図 8 及び図 9 は、フルボリューム画像の合成方法（第 2 の方法）を説明する図である。第 1 の方法では、心拍周期（或いは最大時相番号）が略同一のサブボリューム画像を選択してフルボリューム画像を合成することによって空間的な連続性を高めている。これに対して、第 2 の方法は、隣接するサブボリューム画像同士での空間的相関性の高低を示す指標を直接演算によって算出し、空間的相関性の最も高いサブボリューム画像を選択してつなぎ合わせ、フルボリューム画像を合成している。

【0073】

第 2 の方法は、複数周期分（例えば 4 周期分）のフルボリューム走査データを記憶部 4 1 に記憶する。ここまで処理は第 1 の方法と同じである。

【0074】

次に、特定の時相番号（例えば、時相番号 10）のサブボリューム画像データを抽出する。図 8 (c) の例示では、16 の特定の時相番号のサブボリューム画像が記憶部 4 1 に記憶されている。これらのサブボリューム画像の中から、隣接するサブボリュームの空間的相関性の高いサブボリューム画像を選択して組み合わせていく。

【0075】

図 9 はこの選択方法を説明する図である。図 9 は、既にサブボリューム A とサブボリューム B の組み合わせが決定しており、次にサブボリューム B に隣接するサブボリューム C を選択するときの方法を例示している。サブボリューム C に相当するサブボリューム画像は、記憶部 4 1 に 4 つ（サブボリューム画像 C₀、C₁、C₂、C₃）記憶されている。これらのサブボリューム C₀、C₁、C₂、C₃ に対して、サブボリューム B とのつなぎ目における空間的相関性の高低を示す指標を夫々演算で求め、空間的相関性の最も高いサブボリューム画像 C を選択してサブボリューム画像 B につなぎ合わせる。

【0076】

空間的相関性の高低を示す指標として、例えば、つなぎ目のライン（図 9 の例では、サブボリューム画像 B のライン n とサブボリューム画像 C のライン 1）において互いに隣接する画素のレベル値の差（絶対値）の合計値、を定義することができる。この合計値がゼロに近い程空間的相関性が高いと考えることができる。

【0077】

第 2 の方法では、隣接するサブボリューム画像の空間的相関性の高低を示す指標を直接演算によって求め、空間的相関性の最も高いサブボリューム画像をつなぎ合わせてフルボリューム画像を合成しているため、高い空間連続性を確保することができる。

【0078】

(5) フルボリューム画像の合成支援方法

第 1、第 2 の方法によるサブボリューム画像の組み合わせは、機械が（超音波診断装置 1 の画像合成部 4 0 が）自動的に行うため、ユーザがフルボリューム画像を動画として視認した場合、その組み合わせがそのユーザにとって必ずしも最適なものとは限らない場合がある。

【0079】

そこで、本実施形態に係る超音波診断装置 1 では、サブボリューム画像の組み合わせをユーザが変更したり、或いは異なる組み合わせで合成した複数のフルボリューム画像の中からユーザが最も適していると判断したフルボリューム画像を選択したりすることができる選択表示手段を提供している。

【0080】

図 10 は、この選択表示手段の一例を示す図である。超音波診断装置 1 は、フルボリューム画像の候補を並べて表示する候補画像表示手段 2 0 0 a、及び 2 0 0 b、組み合わせの選択対象となるサブボリュームに「A 0」、「B 0」等の識別情報を付して表示する選択対象表示手段 2 0 1、選択するサブボリュームを指定するサブボリューム選択手段 2 0 3 a、及び 2 0 3 b、選択されたサブボリュームを表示する選択サブボリューム表示手段 2 0 4 a、及び 2 0 4 b、組み合わせるサブボリューム候補を変更する候補変更手段 2 0 5 a、及び 2 0 5 b、並びに現在の組み合わせ状況を表示する組み合わせ表示手段 2 0 6

10

20

30

40

50

a、及び206b等を有している。上記の各表示手段は、例えば表示部50のディスプレイ画面上に表示させる手段である。また、各選択手段や変更手段は、例えば操作部80に設けられる手段である。

【0081】

候補画像表示手段200a、及び200bには、超音波診断装置1が選択した組み合わせによって合成されたフルボリューム画像が動画として表示される。例えば、図4(d)の左端の組み合わせと中央の組み合わせによって合成されたフルボリュームを組み合わせ候補1、及び組み合わせ候補2として候補画像表示手段200a、及び200bに表示する。

【0082】

ここでは、2つの候補フルボリューム画像を並べて表示する例を示しているが、3以上の候補フルボリューム画像を並べて表示してもよい。また、表示するフルボリューム画像自体は1つとし、複数の候補フルボリューム画像を適宜の切り替え周期で時間的に切り替えながら表示させるようにしてもよい。

【0083】

ユーザは表示された候補フルボリューム画像を目視で確認し、候補の中からより適切なフルボリューム画像を選択することができる。

【0084】

また、超音波診断装置1が選択した組み合わせをユーザが変更することも可能である。組み合わせの変更は、サブボリューム選択手段203a、及び203b、候補変更手段205a、及び205b等の操作によって行う。変更された組み合わせは、候補画像表示手段200a、及び200bに表示される候補フルボリューム画像に直ちに反映され、ユーザは変更の妥当性をリアルタイムで確認することができる。

【0085】

以上説明してきたように、本実施形態に係る超音波診断装置1、及びその制御方法によれば、心拍周期の変動があったとしても合成画像の空間的時間的な不連続性を防止或いは低減することができる。

【0086】

なお、本発明は上記の実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせても良い。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】3次元の超音波診断装置のビーム走査を模式的に示す図。

【図2】本発明に係る超音波診断装置の構成例を示すプロック図。

【図3】トリガード3次元診断モードの一般的動作概念説明図。

【図4】フルボリューム画像の合成方法(第1の方法)の説明図。

【図5】第1の方法の第1の変形例の説明図。

【図6】第1の方法の第2の変形例の説明図。

【図7】第1の方法の第3の変形例の説明図。

【図8】フルボリューム画像の合成方法(第2の方法)の第1の説明図。

【図9】フルボリューム画像の合成方法(第2の方法)の第2の説明図。

【図10】フルボリューム画像の組み合わせ候補の表示、選択手段の一例を示す図。

【符号の説明】

【0088】

1 超音波診断装置

10 超音波プローブ

11 超音波振動子

20 送受信部

10

20

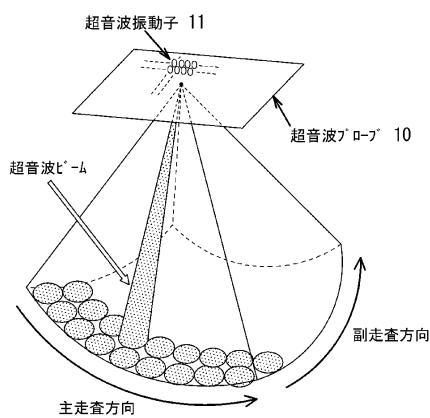
30

40

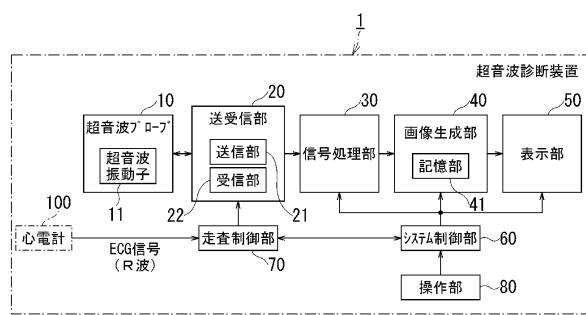
50

- 3 0 信号処理部
 4 0 画像生成部
 4 1 記憶部
 5 0 表示部
 6 0 システム制御部
 7 0 走査制御部
 8 0 操作部

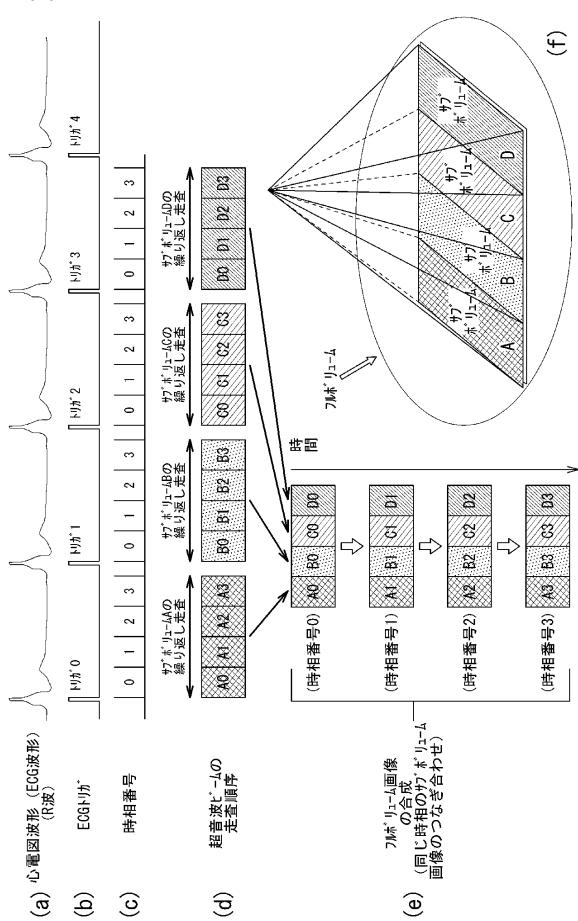
【図1】



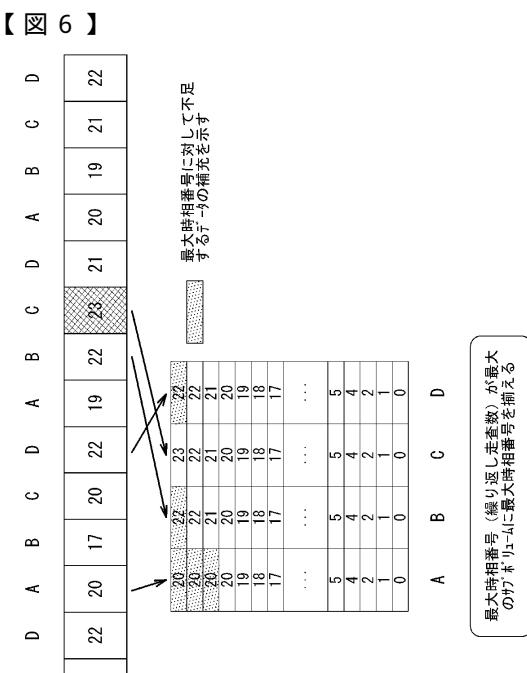
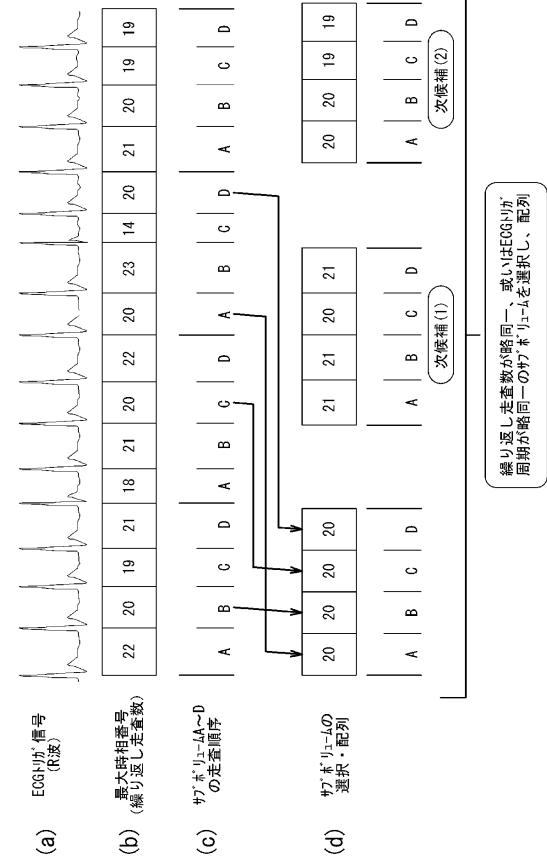
【図2】



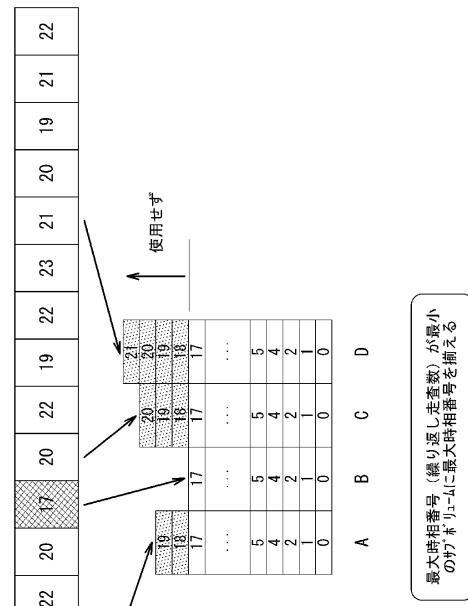
【図3】



【図4】

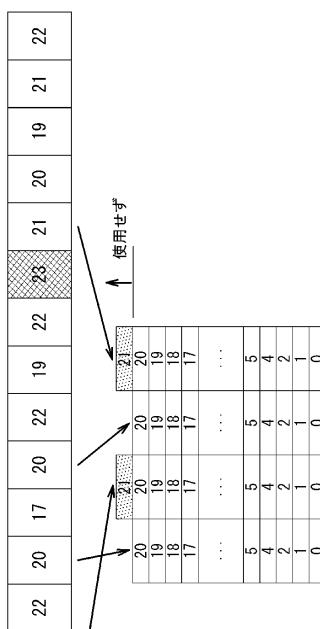


【図5】



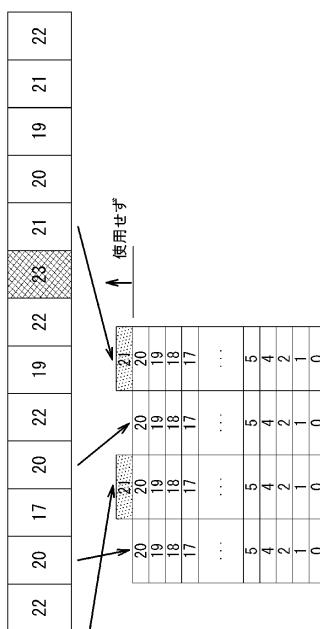
最大時相番号 (繰り返し走査数) が最も
大きいサポートに最大時相番号を割り当てる

【図6】



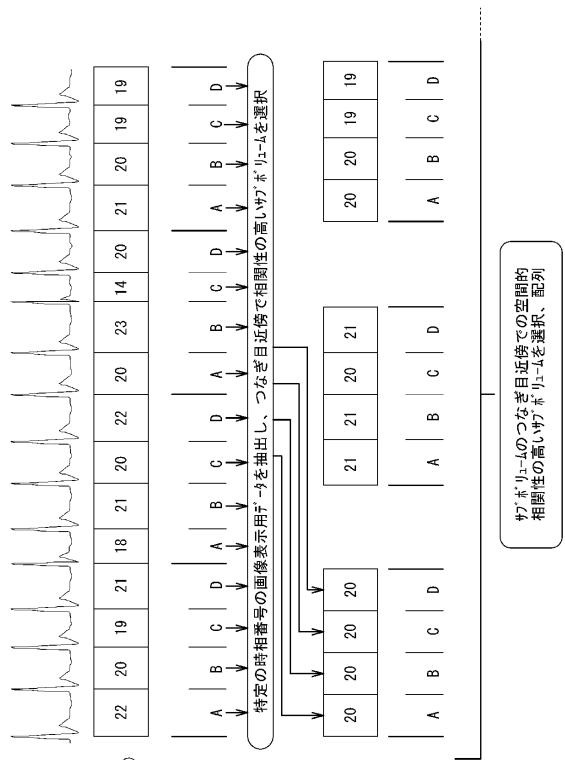
最大時相番号 (繰り返し走査数) が最も
大きいサポートに最大時相番号を割り当てる

【図7】

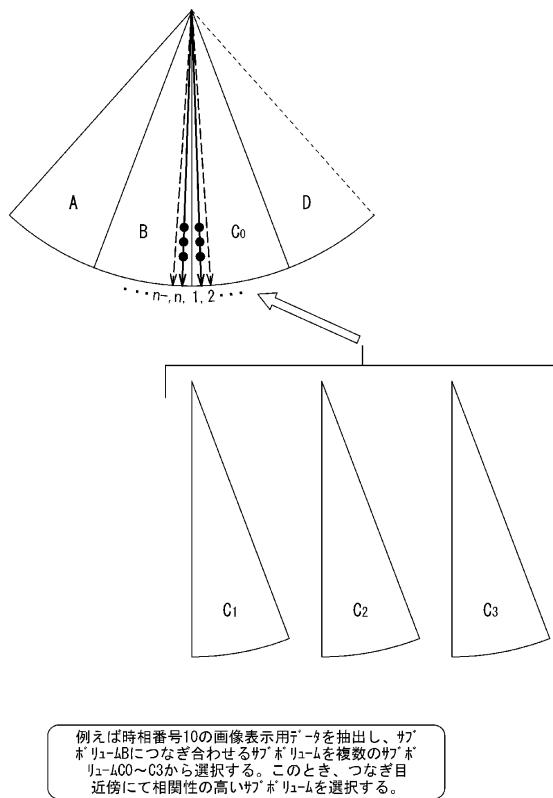


最大時相番号 (繰り返し走査数) が最も
大きいサポートに最大時相番号を割り当てる

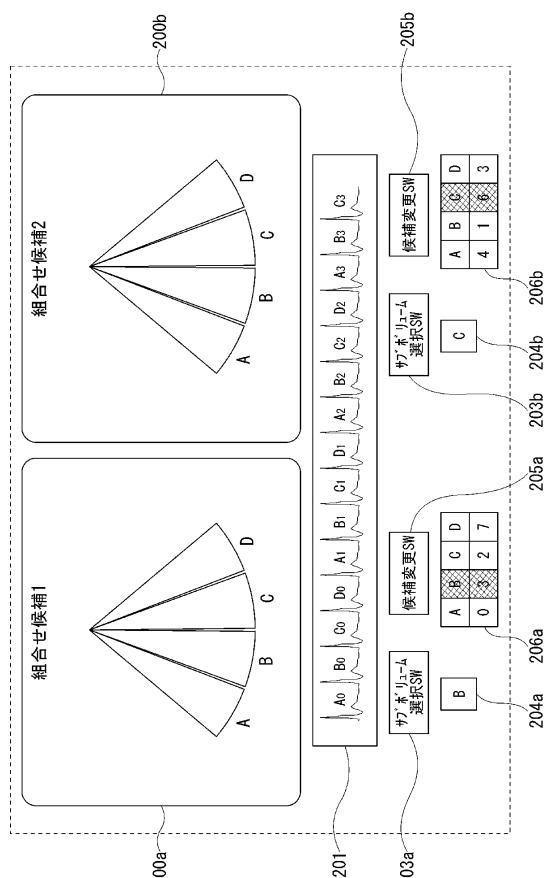
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-215630(JP,A)
米国特許第06544175(US,B1)
特開2001-170047(JP,A)
特開2004-351039(JP,A)

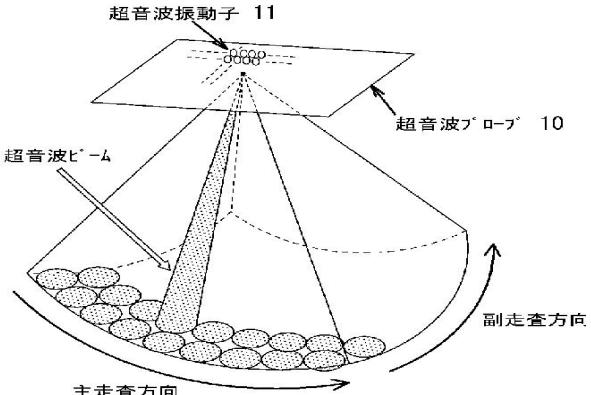
(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 8 / 00

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 超声波诊断装置及其控制方法 | | |
| 公开(公告)号 | JP5268374B2 | 公开(公告)日 | 2013-08-21 |
| 申请号 | JP2008015151 | 申请日 | 2008-01-25 |
| [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 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 东芝公司 东芝医疗系统有限公司 | | |
| [标]发明人 | 橋本新一 | | |
| 发明人 | 橋本 新一 | | |
| IPC分类号 | A61B8/08 | | |
| CPC分类号 | A61B8/00 A61B8/0883 A61B8/483 A61B8/5276 A61B8/543 | | |
| FI分类号 | A61B8/08 | | |
| F-TERM分类号 | 4C601/BB03 4C601/DD15 4C601/EE08 4C601/EE09 4C601/FF08 4C601/GB06 4C601/HH15 4C601/HH16 4C601/JC22 4C601/JC23 | | |
| 审查员(译) | 棕熊正和 | | |
| 其他公开文献 | JP2009172223A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波诊断装置，即使发生心跳周期的波动，也能够防止或减少合成图像的空间时间不连续性。根据本发明，超声波探头的超声波诊断装置，分割区域输入的触发信号输出，用于从外部向心脏的每个周期并且将所述对象的期望的诊断区域分割成预定数量的扫描控制单元，其针对每个触发信号多次针对每个触发信号重复扫描超声波束，扫描控制单元将收集的反射信号转换为图像显示数据，存储图像显示数据的存储单元;选择单元，根据划分区域的空间排列顺序从存储在存储单元中的图像显示数据中选择划分区域，而不按获取的时间顺序约束，并且，图像生成单元用于生成和更新每个划分区域的图像显示数据的加入诊断区域的整个图像的图像。.The



】