

(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2018-153415

(P2018-153415A)

(43) 公開日 平成30年10月4日(2018.10.4)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)

F1

A61B 8/14

テーマコード(参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2017-52570 (P2017-52570)
 (22) 出願日 平成29年3月17日(2017.3.17)

(71) 出願人 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 110001210
 特許業務法人YK I 国際特許事務所
 (72) 発明者 藤井 信彦
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内
 Fターム(参考) 4C601 BB06 EE04 GB04 JC04 JC10
 JC16 JC20 LL04 LL38

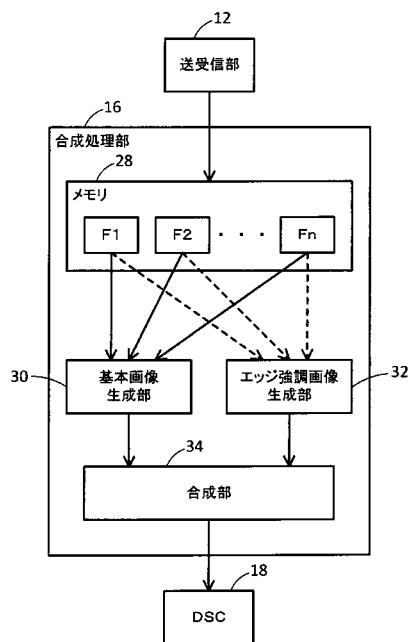
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】複数のフレームを合成することで出力フレームを生成する場合において、エッジ部分の画像が鮮鋭化された出力フレームを生成する。

【解決手段】基本画像生成部30は、超音波の送受波によって得られた受信フレーム列を合成することで基本フレームを生成し、エッジ強調画像生成部32は、受信フレーム列に基づいて対象物のエッジ成分が強調された補填フレームを生成する。合成部34は、基本フレームと補填フレームとを合成することで出力フレームを生成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波の送受波によって得られたフレーム列を合成することで基本フレームを生成する基本フレーム生成手段と、

前記フレーム列に基づいてエッジ成分が強調された補填フレームを生成する補填フレーム生成手段と、

前記基本フレームと前記補填フレームとを合成することで出力フレームを生成する合成手段と、

を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置において、

前記補填フレーム生成手段は、前記フレーム列にウェーブレット変換を適用することで複数の成分別画像からなる成分画像集合を生成し、前記複数の成分別画像を合成して逆変換することで前記補填フレームを生成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、

前記補填フレーム生成手段は、前記複数の成分別画像の合成において最大値法を適用する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

前記合成手段は、前記基本フレームと前記補填フレームにおいて、エリア単位又はピクセル単位で重みを変えて前記基本フレームと前記補填フレームとを合成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の超音波診断装置において、

前記フレーム列に含まれる各フレームは、超音波の偏向角度が互いに異なるフレームであり、

前記合成手段は、前記補填フレームにおいて、互いに重なるフレームの数が少ないエリアに対する重みを、互いに重なるフレームの数が多しエリアに対する重みよりも小さくする、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

前記合成手段は、前記基本フレームと前記補填フレームにおいて、超音波プローブの種類毎に重みを変えて前記基本フレームと前記補填フレームとを合成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

前記フレーム列に含まれる各フレームは、超音波の偏向角度が互いに等しいフレームであって、互いに異なる時間に得られたフレームである、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の超音波診断装置において、

前記基本フレーム生成手段は、前記フレーム列の一部に基づいて前記基本フレームを生成し、

前記補填フレーム生成手段は、前記基本フレーム列を生成するとき用いられるフレームの数よりも多い数のフレームに基づいて前記補填フレームを生成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

コンピュータを、
超音波の送受波によって得られたフレーム列を合成することで基本フレームを生成する基本フレーム生成手段、
前記フレーム列に基づいてエッジ成分が強調された補填フレームを生成する補填フレーム生成手段、
前記基本フレームと前記補填フレームとを合成することで出力フレームを生成する合成手段、
として機能させることを特徴とするプログラム。

10

【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、複数の画像を合成する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

画質の均一化やS/N向上のために、超音波の送受波によって得られた複数のフレームを合成する場合がある。

【0003】

特許文献1 - 3には、超音波診断装置において、多重解像度解析を利用した画質改善方法が開示されている。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2006 - 116307号公報

【特許文献2】特開2011 - 56249号公報

【特許文献3】特開2015 - 33569号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、複数のフレームを合成した場合、画像が平滑化されるため、対象物（例えば生体内組織）のエッジ部分がぼけ易くなる（エッジ部分の画像が鮮鋭ではなくなり易くなる）。

30

【0006】

本発明の目的は、複数のフレームを合成することで出力フレームを生成する場合において、エッジ部分の画像が鮮鋭化された出力フレームを生成することにある。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明は、超音波の送受波によって得られたフレーム列を合成することで基本フレームを生成する基本フレーム生成手段と、前記フレーム列に基づいてエッジ成分が強調された補填フレームを生成する補填フレーム生成手段と、前記基本フレームと前記補填フレームとを合成することで出力フレームを生成する合成手段と、を含むことを特徴とする超音波診断装置である。

40

【0008】

上記の構成によれば、エッジ成分が強調された補填フレームが基本フレームに合成されるので、エッジ部分の画像が鮮鋭化された出力フレームが生成される。基本フレームは、例えば、平滑化されたフレームである。このような平滑化された基本フレームに補填フレームを合成することで、平滑化効果と鮮鋭化効果の両方を兼ねたフレームを生成することが可能となる。合成手段による合成処理においては、例えば、基本フレームと補填フレームとを重み付け平均することで出力フレームが生成される。その重み付け平均において、

50

基本フレームに対する重み係数と補填フレームに対する重み係数とを変えることで、目的に応じた出力フレームを生成することが可能となる。例えば、基本フレームに対する重み係数を大きくすることで、平滑化効果がより強い出力フレームが生成され、補填フレームに対する重み係数を大きくすることで、鮮鋭化効果がより強い出力フレームが生成される。

【0009】

前記補填フレーム生成手段は、前記フレーム列にウェーブレット変換を適用することで複数の成分別画像からなる成分画像集合を生成し、前記複数の成分別画像を合成して逆変換することで前記補填フレームを生成してもよい。

【0010】

前記補填フレーム生成手段は、前記複数の成分別画像の合成において最大値法を適用してもよい。

【0011】

前記合成手段は、前記基本フレームと前記補填フレームにおいて、エリア単位又はピクセル単位で重みを変えて前記基本フレームと前記補填フレームとを合成してもよい。

【0012】

上記の構成によれば、エリア単位又はピクセル単位で、平滑化効果又は鮮鋭化効果の程度を調整することが可能となる。

【0013】

前記フレーム列に含まれる各フレームは、超音波の偏向角度が互いに異なるフレームであり、前記合成手段は、前記補填フレームにおいて、互いに重なるフレームの数が少ないエリアに対する重みを、互いに重なるフレームの数が多しエリアに対する重みよりも小さくしてもよい。

【0014】

前記合成手段は、前記基本フレームと前記補填フレームにおいて、超音波プローブの種類毎に重みを変えて前記基本フレームと前記補填フレームとを合成してもよい。

【0015】

前記フレーム列に含まれる各フレームは、超音波の偏向角度が互いに等しいフレームであって、互いに異なる時間に得られたフレームであってもよい。

【0016】

前記基本フレーム生成手段は、前記フレーム列の一部に基づいて前記基本フレームを生成し、前記補填フレーム生成手段は、前記基本フレーム列を生成するとき用いられるフレームの数よりも多い数のフレームに基づいて前記補填フレームを生成する。

【0017】

また、本発明は、コンピュータを、超音波の送受波によって得られたフレーム列を合成することで基本フレームを生成する基本フレーム生成手段、前記フレーム列に基づいてエッジ成分が強調された補填フレームを生成する補填フレーム生成手段、前記基本フレームと前記補填フレームとを合成することで出力フレームを生成する合成手段、として機能させることを特徴とするプログラムである。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、複数のフレームを合成することで出力フレームを生成する場合において、エッジ部分の画像が鮮鋭化された出力フレームを生成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施形態に係る超音波診断装置を示すブロック図である。

【図2】合成処理部の構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態に係る走査面の一例を示す図である。

【図4】受信フレームの一例を示す図である。

【図5】受信フレームの一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 6】補填フレームの一例を示す図である。

【図 7】第 2 実施形態に係る受信フレームの一例を示す図である。

【図 8】変形例に係る重み係数を示す図である。

【図 9】第 4 実施形態に係る受信フレームの一例を示す図である。

【図 10】第 5 実施形態に係る走査面の一例を示す図である。

【図 11】第 5 実施形態に係る受信フレームの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

< 第 1 実施形態 >

図 1 には、本発明の第 1 実施形態に係る超音波診断装置が示されている。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画像を形成する機能を備えている。

10

【0021】

プローブ 10 は超音波を送受波する送受波器である。プローブ 10 は、例えば 1 D アレイ振動子を有している。1 D アレイ振動子は、複数の振動素子が一次的に配列されて形成されたものである。1 D アレイ振動子によって超音波ビームが形成され、それが繰り返し電子走査される。これにより、電子走査毎に生体内に走査面が形成される。走査面は、二次元エコーデータ取込空間に相当する。プローブ 10 は、1 D アレイ振動子の替りに、複数の振動素子が二次元的に配列されて形成された 2 D アレイ振動子を有していてもよい。2 D アレイ振動子によって超音波ビームが形成され、それが繰り返し電子走査されると、電子走査毎に二次元エコーデータ取込空間としての走査面が形成され、超音波ビームが二次元的に走査されると、三次元エコーデータ取込空間としての三次元空間が形成される。走査方式として、セクタ走査、リニア走査、コンベックス走査等が用いられる。

20

【0022】

送受信部 12 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 12 は、プローブ 10 に含まれる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がプローブ 10 により受波され、これによりプローブ 10 から送受信部 12 へ複数の受信信号が出力される。送受信部 12 は、複数の受信信号に対して整相加算処理を適用することで、受信ビームを形成する。そのビームデータが信号処理部 14 に出力される。すなわち、送受信部 12 は、各振動素子から得られる受信信号に対して、各振動素子に対する遅延処理条件に従って遅延処理を施し、複数の振動素子から得られる複数の受信信号を加算処理することで受信ビームを形成する。遅延処理条件は、受信遅延データ（遅延時間）によって規定される。複数の振動素子に対応する受信遅延データセット（遅延時間のセット）は制御部 24 から供給される。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。また、送受信部 12 は、パラレル受信処理を実行してもよい。

30

【0023】

送受信部 12 の作用により、超音波ビーム（送信ビーム及び受信ビーム）が電子的に走査され、これにより、走査面が形成される。走査面は複数のビームデータに相当し、それらは受信フレームデータ（RF 信号フレームデータ）を構成する。なお、各ビームデータは深さ方向に並ぶ複数のエコーデータにより構成される。超音波ビームの電子走査を繰り返すことにより、時間軸上に並ぶ複数の受信フレームデータが送受信部 12 から出力される。それらが受信フレーム列を構成する。

40

【0024】

なお、送受信部 12 の作用により超音波ビームが二次元的に電子走査されると、三次元エコーデータ取込空間が形成され、その三次元エコーデータ取込空間からエコーデータ集合体としてのボリュームデータが取得される。超音波ビームの電子走査を繰り返すことにより、時間軸上に並ぶ複数のボリュームデータが送受信部 12 から出力される。それらがボリュームデータ列を構成する。

50

【 0 0 2 5 】

信号処理部 1 4 は、送受信部 1 2 から出力されるビームデータに対して、検波、対数圧縮等の信号処理を適用するモジュールである。信号処理後のビームデータはメモリに格納されてもよい。もちろん、そのような信号処理が適用されていないビームデータがメモリに格納され、ビームデータの読み出し時に、上記の処理が適用されてもよい。

【 0 0 2 6 】

また、信号処理部 1 4 は合成処理部 1 6 を含む。合成処理部 1 6 は、検波、対数圧縮等の上記信号処理が適用された後の受信フレーム列を合成することで基本フレームデータを生成し、受信フレーム列に基づいて対象物（例えば生体内組織）のエッジ成分が強調された補填フレームデータを生成し、基本フレームデータと補填フレームデータとを合成することで出力フレームデータを生成する機能を備えている。出力フレームデータは、D S C（デジタルスキャンコンバータ）1 8 に出力される。時間軸上に並ぶ複数の出力フレームデータが順次生成され、それらが出力フレーム列を構成する。

10

【 0 0 2 7 】

D S C（デジタルスキャンコンバータ）1 8 は、コンバート機能（座標変換機能及び補間処理機能等）を備えている。D S C 1 8 は、信号処理部 1 4 から出力された出力フレーム列（合成処理部 1 6 によって得られた受信フレーム列）に基づいて組織表示フレーム列を生成する。個々の組織表示フレーム列は B モード断層画像のデータである。組織表示フレーム列は、表示処理部 2 0 を介してモニタ等の表示部 2 2 に表示される。これにより、リアルタイムで B モード断層画像が動画像として表示される。

20

【 0 0 2 8 】

表示処理部 2 0 は、断層画像等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、これにより表示画像を生成する。この画像データは表示部 2 2 に出力され、表示モードに従った表示態様で 1 又は複数の画像が並べて表示される。

【 0 0 2 9 】

表示部 2 2 は例えば液晶ディスプレイ等の表示デバイスにより構成されている。表示部 2 2 は複数の表示デバイスにより構成されてもよい。

【 0 0 3 0 】

制御部 2 4 は、図 1 に示す各構成の動作制御を行う機能を備えている。制御部 2 4 は、組織表示フレーム（B モード断層画像）上に関心領域（R O I）を設定する関心領域設定部を含んでいてもよい。

30

【 0 0 3 1 】

制御部 2 4 には入力部 2 6 が接続されている。入力部 2 6 は、一例として、トラックボール、キーボード、各種のボタン、各種のツマミ、等の入力デバイスを含む操作パネルにより構成されている。ユーザは入力部 2 6 を用いて、走査面の位置、断面の位置、関心領域に関する情報、等を指定又は入力することができる。

【 0 0 3 2 】

上述した超音波診断装置においてプローブ 1 0 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 1 0 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 C P U やメモリやハードディスク等のハードウェア資源と、C P U 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 1 0 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、C D や D V D 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 1 0 以外の構成は、D S P（Digital Signal Processor）や F P G A（Field Programmable Gate Array）等により実現されてもよい。もちろん、G P U（Graphics Processing Unit）等が用いられてもよい。

40

【 0 0 3 3 】

以下、第 1 実施形態に係る超音波診断装置について詳しく説明する。一例として、プロ

50

ープ10が1Dアレイ振動子を有するものとする。

【0034】

以下、図2を参照して合成処理部16について詳しく説明する。図2は、合成処理部16の構成を示すブロック図である。

【0035】

合成処理部16は、メモリ28と、基本フレーム生成手段の一例としての基本画像生成部30と、補填フレーム生成手段の一例としてのエッジ強調画像生成部32と、合成部34と、を含む。

【0036】

メモリ28は、例えばバッファF1, F2, ..., Fnを含むリングバッファによって構成され、検波や対数圧縮等の信号処理が適用された後の複数の受信フレームデータを記憶する。リングバッファは、例えば、基本画像生成部30やエッジ強調画像生成部32による処理が適用される受信フレームの枚数分のバッファを含む。もちろん、リングバッファは、その枚数よりも多い数のバッファを含んでもよい。

10

【0037】

基本画像生成部30は、メモリ28から処理対象の複数の受信フレームデータを取得し、それら複数の受信フレームデータを合成することで基本フレームデータを生成する。基本画像生成部30は、例えば、複数の受信フレームデータを単純平均することで基本フレームデータを生成する。つまり、基本画像生成部30は、画素毎に、複数の受信フレームデータ(例えば輝度値)を加算し、その加算値を当該複数の受信フレームの枚数によって除算することで、基本フレームデータを生成する。基本画像生成部30は、このような平滑化処理を受信フレームデータに適用することで、平滑化された像を表わす基本フレームデータを生成する。処理対象となる受信フレームの枚数は、予め定められている。もちろん、処理対象となる受信フレームの枚数は、ユーザによって任意の値に変更されてもよいし、超音波診断のモードに応じて変更されてもよいし、プローブ10の種類に応じて変更されてもよい。基本画像生成部30による処理については後で詳しく説明する。

20

【0038】

エッジ強調画像生成部32は、メモリ28から処理対象の複数の受信フレームデータを取得し、それら複数の受信フレームデータに基づいて対象物のエッジ成分が強調された補填フレームデータを生成する。エッジ強調画像生成部32は、例えば、複数の受信フレームデータに対してウェーブレットフュージョン法(Wavelet Fusion法)を行うことで、補填フレームデータを生成する。つまり、エッジ強調画像生成部32は、複数の受信フレームデータにウェーブレット変換を適用することで複数の成分別画像からなる成分画像集合を生成し、それら複数の成分別画像を合成して逆変換することで補填フレームデータを生成する。その合成においては、例えば、最大値法が適用される。エッジ強調画像生成部32による処理については後で詳しく説明する。

30

【0039】

エッジ強調画像生成部32によって処理される受信フレームの枚数は、基本画像生成部30によって処理される受信フレームの枚数と等しくてもよいし、多くてもよいし、少なくてもよい。例えば、超音波診断のモードに応じて、エッジ強調画像生成部32によって処理される受信フレームの枚数と、基本画像生成部30によって処理される受信フレームの枚数と、の関係が変更されてもよい。

40

【0040】

合成部34は、基本フレームデータと補填フレームデータとを合成することで出力フレームデータを生成する。具体的には、合成部34は、基本フレームデータと補填フレームデータとを重み付け平均することで出力フレームデータを生成する。つまり、合成部34は、画素毎に、基本フレームデータ(例えば輝度値)に基本フレーム用の重み係数を乗算し、補填フレームデータ(例えば輝度値)に補填フレーム用の重み係数を乗算し、それら乗算の結果を加算し、加算で得られた値を重み係数の合計で除算する。これにより、各画素について重み付け平均された値(例えば輝度値)が演算されて、出力フレームデータが

50

生成される。重み係数は、ユーザによって定められてもよいし、フレーム内のエリア毎に定められてもよいし、フレーム内のピクセル（画素）毎に定められてもよいし、プローブ 10 の種類に応じて定められてもよい。一例として、基本フレーム用の重み係数が「0.7」であり、補填フレーム用の重み係数が「0.3」である。もちろん、これらの値は一例に過ぎず、別の値が用いられてもよい。合成部 34 による処理については後で詳しく説明する。

【0041】

合成部 34 によって生成された出力フレームデータは、DSC 18 に出力される。超音波の送受波によって受信フレームデータが順次生成されると、基本画像生成部 30 によって基本フレームデータが順次生成され、エッジ強調画像生成部 32 によって補填フレームデータが順次生成され、合成部 34 によって出力フレームデータが順次生成される。これにより、時間軸上に並ぶ複数の出力フレームデータからなる出力フレーム列が構成される。

10

【0042】

第 1 実施形態では、空間コンパウンド法が適用される。以下、空間コンパウンド法について詳しく説明する。図 3 には、空間コンパウンド法が適用される場合における走査面の一例が示されている。空間コンパウンド法が適用される場合、超音波ビームの偏向角度が互いに異なる複数の走査面が形成される。図 3 に示す例では、3 つの走査面（走査面 36, 38, 40）が形成されている。走査面 36, 38, 40 は、超音波ビームの送受波によって形成された二次元の面である。

20

【0043】

走査面 36 は、一例として、偏向角度がゼロ度（0 度）の位置に形成された走査面である。例えば、ゼロ度の偏向角度を持つ走査面 36 を形成する指示を与えるためのスイッチが入力部 26 に設けられており、そのスイッチがユーザによって押下されると、偏向角度がゼロ度の位置に走査面 36 が形成される。走査面 36 における組織表示フレーム（B モード断層画像）が生成されて表示部 22 に表示される。ユーザはその B モード断層画像を観察しながら、観察対象の部位が B モード断層画像に現れるようにプローブ 10 の位置及び姿勢を変えることができる。もちろん、2D アレイ振動子を備えたプローブ 10 が用いられている場合、走査面を電子的に偏向させることで、走査面を設定してもよい。例えば、走査面を偏向させるためのツマミやトラックボールが入力部 26 に設けられており、そのツマミやトラックボールがユーザによって操作されると、走査面が偏向される。

30

【0044】

走査面 38 は、走査面 36 の位置を基準にして + 方向に電子的に偏向された走査面である。走査面 40 は、走査面 36 の位置を基準にして - 方向に電子的に偏向された走査面である。例えば、走査面を偏向させるためのツマミやトラックボールがユーザにより操作され、その操作に応じた位置に走査面 38, 40 が設定される。走査面 38, 40 における組織表示フレーム（B モード断層画像）が生成されて表示部 22 に表示されてもよい。

【0045】

一例として、走査面 38 は、偏向角度が + 5 度の位置に形成された走査面であり、走査面 40 は、偏向角度が - 5 度の位置に形成された走査面である。

40

【0046】

例えば、走査面 36, 38, 40 の順番で各走査面が繰り返し形成されるように、偏向角度を変えながら超音波ビームが繰り返し送受波される。これにより、走査面 36, 38, 40 の順番で各走査面が繰り返し形成される。走査面 36 は、時間 t_0 に形成された走査面であり、走査面 38 は、時間 t_1 に形成された走査面であり、走査面 40 は、時間 t_2 に形成された走査面である。

【0047】

図 3 に示す例では、3 つの走査面が設定されているが、3 つ以外の複数の走査面（例えば 2 つ以上の走査面）が形成されてもよい。

50

【 0 0 4 8 】

図 4 には、各走査面から取得された受信フレームが示されている。受信フレームは、信号処理部 1 4 にて検波、対数圧縮等の信号処理が適用された後のデータであり、合成処理部 1 6 に入力されるデータである。

【 0 0 4 9 】

走査面 3 6 を対象として超音波ビームが送受波されると、受信フレーム 4 2 (実線で示すフレーム) が生成される。走査面 3 8 を対象として超音波ビームが送受波されると、受信フレーム 4 4 (破線で示すフレーム) が生成される。走査面 4 0 を対象として超音波ビームが送受波されると、受信フレーム 4 6 (一点鎖線で示すフレーム) が生成される。受信フレーム 4 2, 4 4, 4 6 はメモリ 2 8 に記憶される。走査面 3 6, 3 8, 4 0 を対象として超音波ビームが繰り返し送受波されると、受信フレーム 4 2, 4 4, 4 6 が順次生成される。それらは、時間軸上に並ぶ受信フレーム列を構成する。

10

【 0 0 5 0 】

基本画像生成部 3 0 は、走査面 3 6 から得られた受信フレーム 4 2 と、走査面 3 8 から得られた受信フレーム 4 4 と、走査面 4 0 から得られた受信フレーム 4 6 と、を単純平均することで、基本フレーム 4 8 を生成する。この基本フレーム 4 8 がコンパウンド画像に相当する。コンパウンド画像においては、像が平滑化されている。図 4 に示す例では、基本フレーム 4 8 は、偏向角が 0 度の走査面 3 6 から得られた受信フレーム 4 2 が有する表示領域と同じ表示領域を有している。つまり、基本フレーム 4 8 は走査面 3 6 に対応するフレームであり、基本フレーム 4 8 の形状、大きさ及び位置は、受信フレーム 4 2 の形状、大きさ及び位置と同じである。

20

【 0 0 5 1 】

走査面 3 6, 3 8, 4 0 は、それぞれ超音波ビームの偏向角が異なる走査面であるため、基本フレーム 4 8 は、3 枚の受信フレーム (受信フレーム 4 2, 4 4, 4 6) が加算された領域と、2 枚の受信フレーム (受信フレーム 4 2, 4 4、又は、受信フレーム 4 2, 4 6) が加算された領域と、を含む。この場合、3 枚の受信フレームが加算された領域と 2 枚の受信フレームが加算された領域との境界 4 8 a, 4 8 b に、すじ状の模様 (例えば細長い線状の模様) が現れる場合がある。境界 4 8 a は、3 枚の受信フレームの加算領域と 2 枚の受信フレーム (受信フレーム 4 2, 4 6) の加算領域との境界に相当し、境界 4 8 b は、3 枚の受信フレームの加算領域と 2 枚の受信フレーム (受信フレーム 4 2, 4 4) の加算領域との境界に相当する。例えば、境界 4 8 a, 4 8 b やその周辺に対して重み付け処理を行うことで、この模様の出現を抑制又は防止することができる。

30

【 0 0 5 2 】

また、エッジ強調画像生成部 3 2 は、走査面 3 6 から得られた受信フレーム 4 2 と、走査面 3 8 から得られた受信フレーム 4 4 と、走査面 4 0 から得られた受信フレーム 4 6 と、に対してウェーブレットフュージョン法を適用することで、補填フレーム 5 0 を生成する。この補填フレーム 5 0 がウェーブレットフュージョン画像に相当する。ウェーブレット変換が適用されているため、補填フレーム 5 0 においては像が鮮鋭化されており、対象物のエッジ成分が鮮明に表されている。図 4 に示す例では、補填フレーム 5 0 は、偏向角が 0 度の走査面 3 6 から得られた受信フレーム 4 2 が有する表示領域と同じ表示領域を有している。つまり、補填フレーム 5 0 は走査面 3 6 に対応するフレームであり、補填フレーム 5 0 の形状、大きさ及び位置は、受信フレーム 4 2 の形状、大きさ及び位置と同じである。

40

【 0 0 5 3 】

基本フレーム 4 8 と同様に、補填フレーム 5 0 は、3 枚の受信フレーム (受信フレーム 4 2, 4 4, 4 6) の合成領域と 2 枚の受信フレームの合成領域との境界 5 0 a, 5 0 b に、すじ状の模様が現れる場合がある。境界 5 0 a は、3 枚の受信フレームの合成領域と 2 枚の受信フレーム (受信フレーム 4 2, 4 6) の合成領域との境界に相当し、境界 5 0 b は、3 枚の受信フレームの合成領域と 2 枚の受信フレーム (受信フレーム 4 2, 4 4) の合成領域との境界に相当する。補填フレーム 5 0 (ウェーブレットフュージョン画像)

50

は鮮鋭化された画像であるため、境界 50 a , 50 b にて対象物のエッジ成分が強調されて、すじ状の模様が出現し易い。これに対処するために、境界 50 a , 50 b やその周辺に対して重み付け処理を行うことで、この模様の出現を抑制又は防止することができる。

【0054】

合成部 34 は、基本フレーム 48 と補填フレーム 50 とを重み付け平均することで出力フレーム 52 を生成する。合成部 34 は、例えば、画素毎に、基本フレーム 48 のデータ（例えば輝度値）に基本フレーム用の重み係数（例えば 0.7）を乗算し、補填フレーム 50 のデータ（例えば輝度値）に補填フレーム用の重み係数（例えば 0.3）を乗算し、それら乗算の結果を加算し、加算で得られた値を重み係数の合計（例えば 1.0）で除算する。これにより、各画素について重み付け平均された値（例えば輝度値）が演算されて、出力フレーム 52 が生成される。上記の重み係数は一例であり、他の値が用いられてもよい。

10

【0055】

出力フレーム 52 は D S C 18 によってコンバート処理が適用され、これにより、組織表示フレーム（Bモード断層画像）が生成される。時間軸上に並んだ複数の出力フレーム 52 が順次生成されて、時間軸上に並んだ複数の組織表示フレームが順次生成される。組織表示フレームは表示処理部 20 を介して表示部 22 に表示される。

【0056】

出力フレーム 52 は、平滑化された基本フレーム 48 と鮮鋭化された補填フレーム 50 とを合成することで生成されたフレームである。それ故、出力フレーム 52 においては、平滑化された組織像が表されると共に、組織のエッジ成分が鮮鋭化されている。

20

【0057】

以下、図 5 を参照して、エッジ強調画像生成部 32 によって実行されるウェーブレットフュージョン法について説明する。図 5 には、各段階のフレームが示されている。一例として、受信フレーム 54 , 56 にウェーブレットフュージョン法が適用される場合について説明する。

【0058】

まず、エッジ強調画像生成部 32 は、受信フレーム 54 に対して、ウェーブレット変換（例えば、Dual Tree Complex Wavelet Transform (D T - C W T) : 並列木複素ウェーブレット変換）を適用することで、複数の成分別画像からなる成分画像集合 58 を生成する。具体的には、エッジ強調画像生成部 32 は、受信フレーム 54 に対して、縦方向及び横方向にローパスフィルタ及びハイパスフィルタを適用し、この適用を 3 次まで実行することで、成分画像集合 58 を生成する。成分画像集合 58 は、H H 成分画像、H L 成分画像、L H 成分画像及び L L 成分画像からなる集合である。L L 成分画像に対して更にウェーブレット変換が適用されている。

30

【0059】

同様に、エッジ強調画像生成部 32 は、受信フレーム 56 に対して、ウェーブレット変換を適用することで、複数の成分別画像からなる成分画像集合 60 を生成する。成分画像集合 60 も、ウェーブレット変換が 3 次まで実行されて得られた集合であり、H H 成分画像、H L 成分画像、L H 成分画像及び L L 成分画像からなる集合である。L L 成分画像に対して更にウェーブレット変換が適用されている。

40

【0060】

なお、上記の例では、ウェーブレット変換は 3 次まで実行されているが、これは一例に過ぎず、これよりも高次の次数までウェーブレット変換が実行されてもよい。例えば、プローブ 10 の種類に応じて、その次数が変更されてもよい。

【0061】

次に、エッジ強調画像生成部 32 は、成分画像集合 58 と成分画像集合 60 とを合成することで合成成分画像集合 62 を生成する。その合成においては、例えば、最大値法が適用される。つまり、エッジ強調画像生成部 32 は、画素毎に、成分画像集合 58 及び成分画像集合 60 の中から最大値（例えば輝度値（係数に相当する値）の最大値）を選択し、

50

各画素の最大値によって構成された合成成分画像集合 6 2 を生成する。合成成分画像集合 6 2 も、HH 成分画像、HL 成分画像、LH 成分画像及び LL 成分画像からなる集合である。

【0062】

次に、エッジ強調画像生成部 3 2 は、合成成分画像集合 6 2 を逆変換 ($DT - CWT^{-1}$) する。これにより、組織内のエッジ成分が強調されたエッジ強調画像 6 4 が生成される。このエッジ強調画像 6 4 が補填フレームに相当する。

【0063】

図 4 に示す例では、受信フレーム 4 2, 4 4, 4 6 に対して図 5 に示されているウェーブレットフュージョン法が適用されることで、エッジ強調画像としての補填フレーム 5 0 が生成される。

10

【0064】

以上のように、第 1 実施形態によれば、平滑化された基本フレーム 4 8 とエッジ成分が鮮鋭化された補填フレーム 5 0 とを合成することで、平滑化された対象物 (例えば生体内組織) の像を表わすと共に、対象物のエッジ成分が鮮鋭化された出力フレーム 5 2 が生成される。

【0065】

一般的に、対象物のエッジ部分に対して超音波ビームが並行に送受波されると、その送受波によって得られた像においては、そのエッジ部分が強調され難くなる。複数の受信フレームを単純平均することで得られたコンパウンド画像では、像が平滑化されているため、S/N や像の繋がり等が良好となるが、エッジ部分の像が更にぼけ易くなる。従って、基本フレーム 4 8 では、エッジ部分の像がぼけ易くなる (エッジ部分の像が鮮鋭ではなくなり易い)。

20

【0066】

第 1 実施形態では、基本フレーム 4 8 以外に、エッジ部分の像が鮮鋭化された補填フレーム 5 0 が生成され、その補填フレーム 5 0 と基本フレーム 4 8 とが合成される。これにより、平滑化された対象物の像を表わすと共に、対象物のエッジ成分が鮮鋭化されたフレームが得られる。

【0067】

なお、第 1 実施形態では、DSC 1 8 によるコンバート処理が適用される前のフレームデータに対して合成処理部 1 6 による合成処理が適用されているが、コンバート処理が適用される前のフレームデータに対して合成処理が適用されずに、コンバート処理が適用された後の組織表示フレームデータ (B モード断層画像データ) に対して合成処理が適用されてもよい。

30

【0068】

また、図 4 に示す例では、3 枚の受信フレームに基づいて基本フレームと補填フレームを生成しているが、3 枚以外の数の受信フレーム (例えば 2 枚以上の受信フレーム) に基づいて基本フレームと補填フレームを生成してよい。補填フレームを生成するための受信フレームの数は、基本フレームを生成するための受信フレームの数と等しくてもよいし、多くてもよいし、少なくてもよい。

40

【0069】

基本フレームと補填フレームとを合成するときに適用される重み係数を、エリア単位で設定してもよい。つまり、エリア毎に重み係数を設定してもよい。例えば、エリア毎に異なる重み係数を用いてもよい。

【0070】

以下、図 6 を参照して、エリア毎に設定される重み係数について詳しく説明する。図 6 には、補填フレームの一例が示されている。図 4 を参照して説明したように、ウェーブレットフュージョン画像としての補填フレーム 5 0 は鮮鋭化された画像であるため、各受信フレームの境界 5 0 a, 5 0 b にて対象物のエッジ成分が強調されて、すじ状の模様が出現し易い。これに対処するために、補填フレーム 5 0 において、より多い枚数の受信フレ

50

ームが合成対象となっているエリアに適用される第1重み係数と、より少ない枚数の受信フレームが合成対象となっているエリアに適用される第2重み係数と、を異ならせてもよい。例えば、第1重み係数よりも小さい値を第2重み係数として用いる。

【0071】

図6に示す例では、補填フレーム50内のエリア66は、3枚の受信フレーム(受信フレーム42, 44, 46)が合成対象となっているエリアであり、エリア68は、2枚の受信フレーム(受信フレーム42, 46)が合成対象となっているエリアであり、エリア70は、2枚の受信フレーム(受信フレーム42, 44)が合成対象となっているエリアである。この場合、合成部34は、エリア68に適用される第1重み係数よりも小さい値を有する第2重み係数をエリア68, 70に適用して、基本フレーム48と補填フレーム50とを重み付け平均することで出力フレーム52を生成する。

10

【0072】

例えば、補填フレーム50内のエリア66には第1重み係数として「0.3」が適用され、補填フレーム50内のエリア68, 70には第2重み係数として「0.1」が適用される。これに応じて、基本フレーム48内においてエリア66に対応するエリアには重み係数として「0.7」が適用され、基本フレーム48内においてエリア68, 70に対応するエリアには重み係数「0.9」が適用される。合成部34は、このような重み係数を基本フレーム48と補填フレーム50に適用して重み付け平均する。これにより、エリア毎に重み係数が異なる出力フレーム52が生成される。

【0073】

上記のように、エリア66に適用される第1重み係数よりも小さい値を、エリア68, 70に適用される第2重み係数として用いることで、エリア68, 70内のデータの寄与が小さくなるため、境界50a, 50bにて、対象物のエッジ成分が強調され難くなり、すじ状の模様の出現を抑制又は防止することが可能となる。

20

【0074】

別の例として、基本フレームと補填フレームとを合成するときに適用される重み係数を、ピクセル(画素)単位で設定してもよい。つまり、ピクセル毎に重み係数を設定してもよい。例えば、ピクセル毎に異なる重み係数を用いてもよい。図6に示す例では、例えば、エリア66に含まれるピクセルに適用される重み係数よりも小さい値を、エリア68, 70に含まれるピクセルに適用される重み係数として用いてもよい。別の例として、境界50a, 50b上のピクセル群に適用される重み係数として、そのピクセル群以外のピクセルに適用される重み係数よりも小さい値を用いてもよいし、境界50a, 50b上及びその周囲(例えば境界50a, 50bから予め定められたピクセル数分の範囲)のピクセル群に適用される重み係数として、そのピクセル群以外のピクセルに適用される重み係数よりも小さい値を用いてもよい。このように重み係数を変えることで、境界50a, 50bにて、対象物のエッジ成分が強調され難くなり、すじ状の模様の出現を抑制又は防止することが可能となる。

30

【0075】

更に別の例として、合成処理の対象となる複数の受信フレーム(例えば受信フレーム42, 44, 46)の輝度値のばらつきに応じて、基本フレームと補填フレームに適用される重み係数を変えてもよい。そのばらつきは、例えば、輝度値の分散や、当該複数のフレームの輝度値の最大値と最小値との差、等によって評価されてもよい。例えば、輝度値の分散が予め定められた閾値以下の場合、ばらつきがない又はばらつきが小さいと判定され、その分散が閾値よりも大きい場合、ばらつきが大きいと判定される。同様に、最大値と最小値との差が、予め定められた閾値以下の場合、ばらつきがない又はばらつきが小さいと判定され、その差が閾値よりも大きい場合、ばらつきが大きいと判定される。この判定は、例えば合成部34が行う。

40

【0076】

輝度値にばらつきがない、又は、輝度値のばらつきが小さい場合、合成部34は、基本フレームに適用される重み係数としてより大きい値を用い、補填フレームに適用される重

50

み係数としてより小さい値を用いる。輝度値のばらつきが大きい場合、合成部34は、基本フレームに適用される重み係数としてより小さい値を用い、補填フレームに適用される重み係数としてより大きい値を用いる。このとき、合成部34は、ピクセル毎に重み係数を設定してもよい。輝度値のばらつきが大きい場合に、基本フレームに適用される重み係数を小さくすることで、出力フレームにおいて、そのばらつきを抑制することが可能となる。

【0077】

なお、合成部34は、補填フレーム50におけるエリア68, 70内のデータを用いずに、エリア66内のデータを用いて出力フレームを生成してもよい。この場合、合成部34は、基本フレーム48についてエリア68, 70に対応するエリア内のデータを用いずに、エリア66に対応するエリア内のデータを用いて出力データを生成してもよいし、エリア66に加えてエリア68, 70に対応するエリア内のデータをも用いて出力データを生成してもよい。

10

【0078】

なお、エリア毎又はピクセル毎に重み係数を変える場合、エリア毎又はピクセル毎の重み係数の集合を示す重み係数セットが予め作成され、互いに重み係数が異なる複数の重み係数セットが予め作成されてもよい。この場合、複数の重み係数セットの中からユーザが目的の重み係数セットを選択してもよいし、合成部34が、目的の重み係数セットを選択してもよい。

【0079】

なお、プローブ10を動かしている場合、合成部34は、基本フレームと補填フレームとの合成処理を停止してもよいし、補填フレームの重み係数をより小さくし、基本フレームの重み係数をより大きくしてもよい。これにより、プローブ10の動きに起因する不自然なエッジ残像の発生を抑制又は防止することができる。例えば、受信フレームや組織表示フレームを対象としてフレーム間差分値やフレーム間相関値を演算することで、プローブ10の動きを検知することができる。その差分値や相関値が予め定められた閾値以上となった場合、プローブ10が動いたと判定して、補填フレームの重み係数を小さくする。

20

【0080】

<第2実施形態>

以下、本発明の第2実施形態に係る超音波診断装置について説明する。第2実施形態に係る超音波診断装置は、第1実施形態に係る超音波診断装置と同じ構成を備えている。第1実施形態では、空間コンパウンド法が適用されているが、第2実施形態では、空間コンパウンド法は適用されずに、パーシスタンス法が適用される。

30

【0081】

以下、図7を参照して、パーシスタンス法について詳しく説明する。図7には、受信フレームの一例が示されている。パーシスタンス法においては、時間軸上に並ぶ複数の受信フレームを対象として、合成処理部16による合成処理が適用される。なお、超音波ビームの偏向角度は予め定められた角度(例えば0度)に設定されており、その偏向角度をもった走査面が形成されて受信フレーム列が生成される。以下では、一例として、偏向角度は0度であるものとする。

40

【0082】

図7に示す例では、受信フレーム72, 74, 76, 78, ...が順次生成されており、これらが時間軸上に並ぶ受信フレーム列を構成する。これらは、同じ走査面から得られた受信フレームである。また、各受信フレームは、信号処理部14にて検波、対数圧縮等の信号処理が適用された後のデータであり、合成処理部16に輸入されるデータである。

【0083】

第2実施形態においては、基本画像生成部30は、予め定められた数の受信フレーム(例えば2枚の受信フレーム)を単純平均することで基本フレームを生成する。基本画像生成部30は、時間方向(フレーム方向)に沿って単純平均処理の対象となる複数の受信フ

50

フレームを変えながら、単純平均を行うことで、時間軸上に並ぶ複数の基本フレームを生成する。つまり、基本画像生成部30は、時間方向への移動平均を求めることで複数の基本フレームを生成する。なお、単純平均の対象となる受信フレームの数は、ユーザによって任意の値に変更されてもよい。

【0084】

図7に示す例では、基本画像生成部30は、受信フレーム72, 74を単純平均することで基本フレーム80を生成する。次に、基本画像生成部30は、時間軸上の次の2枚の受信フレーム(受信フレーム74, 76)を単純平均することで基本フレーム82を生成する。基本画像生成部30は、この処理を繰り返すことで、時間軸上に並ぶ複数の基本フレームを順次生成する。

10

【0085】

また、エッジ強調画像生成部32は、予め定められた数の受信フレーム(例えば3枚の受信フレーム)に対してウェーブレットフュージョン法を適用することで補填フレームを生成する。エッジ強調画像生成部32は、時間方向に沿ってウェーブレットフュージョン法の適用対象となる複数の受信フレームを変えながら、ウェーブレットフュージョン法を行うことで、時間軸上に並ぶ複数の補填フレームを生成する。なお、ウェーブレットフュージョン法の適用対象となる受信フレームの数は、ユーザによって任意の値に変更されてもよい。

【0086】

図7に示す例では、エッジ強調画像生成部32は、受信フレーム72, 74, 76に対してウェーブレットフュージョン法を適用することで補填フレーム84を生成する。次に、エッジ強調画像生成部32は、時間軸上の次の3枚の受信フレーム(受信フレーム74, 76, 78)に対してウェーブレットフュージョン法を適用することで補填フレーム86を生成する。エッジ強調画像生成部32は、この処理を繰り返すことで、時間軸上に並ぶ複数の補填フレームを順次生成する。

20

【0087】

合成部34は、時間軸上に並ぶ複数の基本フレームと補填フレームとを順次重み付け平均することで、複数の出力フレームを順次生成する。図7に示す例では、合成部34は、基本フレーム80と補填フレーム84とを重み付け平均することで出力フレームを生成し、基本フレーム82と補填フレーム86とを重み付け平均することで出力フレームを生成する。合成部34は、この処理を繰り返すことで、時間軸上に並ぶ複数の出力フレームを生成する。

30

【0088】

なお、パーシスタンス法においては、基本フレームを生成するための受信フレームの数は、補填フレームを生成するための受信フレームの数よりも少なくてもよい。図7に示す例では、2枚の受信フレームに基づいて基本フレームが生成され、3枚の受信フレームに基づいて補填フレームが生成される。基本フレームは単純平均によって生成されるフレームであるため、補填フレームよりも対象物の動きの影響を受け易い。これに対処するために、基本フレームを生成するための受信フレームの数を少なくすることで、対象物の動きに対する応答性が良くなるため、単純平均を行った場合であっても、像のぼけを防止することができる。

40

【0089】

また、パーシスタンス法においては、IIR(Infinite Impulse Response)方式での処理が行われてもよい。この場合、最新の受信フレームの重みが一番大きくなるので、応答性が良くなる。

【0090】

(変形例)

以下、図8を参照して、上記の第1及び第2実施形態の変形例について説明する。図8には、合成部34による合成処理(重み付け平均処理)のときに基本フレームと補填フレームとに適用される重み係数の一例が示されている。

50

【 0 0 9 1 】

変形例では、合成部 3 4 は、使用されるプローブ 1 0 の種類に応じて、重み付け平均処理のときに適用される重み付け係数を変える。

【 0 0 9 2 】

まず、第 1 実施形態に係る合成方法としてのコンバウンド法が適用される場合の重み係数について説明する。プローブ 1 0 としてコンベックス型のプローブが用いられる場合、補填フレームに適用される重み係数として「 0 . 2 」が用いられ、基本フレームに適用される重み係数として「 0 . 8 」が用いられる。この場合、合成部 3 4 は、画素毎に、補填フレームのデータ（例えば輝度値）に重み係数「 0 . 2 」を乗算し、基本フレームのデータ（例えば輝度値）に重み係数「 0 . 8 」を乗算し、それら乗算の結果を加算し、加算で得られた値を重み係数の合計（ 1 . 0 ）で除算する。これにより、各画素について重み付け平均された値（例えば輝度値）が演算されて、出力フレームデータが生成される。プローブ 1 0 としてリニア型のプローブが用いられる場合、補填フレームに適用される重み係数として「 0 . 1 」が用いられ、基本フレームに適用される重み係数として「 0 . 9 」が用いられる。

10

【 0 0 9 3 】

次に、第 2 実施形態に係る合成方法としてのパースタンス法が適用される場合の重み係数について説明する。プローブ 1 0 としてコンベックス型のプローブが用いられる場合、補填フレームに適用される重み係数として「 0 . 3 」が用いられ、基本フレームに適用される重み係数として「 0 . 7 」が用いられる。プローブ 1 0 としてリニア型のプローブが用いられる場合、補填フレームに適用される重み係数として「 0 . 4 」が用いられ、基本フレームに適用される重み係数として「 0 . 6 」が用いられる。プローブ 1 0 としてセクタ型のプローブが用いられる場合、補填フレームに適用される重み係数として「 0 . 4 」が用いられ、基本フレームに適用される重み係数として「 0 . 6 」が用いられる。

20

【 0 0 9 4 】

以上のように、使用されるプローブ 1 0 の種類に応じて、合成部 3 4 による重み付け平均処理のときに用いられる重み係数を変えることで、プローブ 1 0 の種類に合った適切な画像が生成される。例えば、プローブ 1 0 の種類に応じて、フレームレートやプローブ形状が異なるため、そのフレームレートやプローブ形状に応じて重み係数を変えることで、適切な画像が生成される。

30

【 0 0 9 5 】

例えば、プローブ 1 0 の種類によって、超音波ビームの偏向角を可変できる範囲が異なり、その可変範囲に応じて重み係数が決定されてもよい。例えば、その可変範囲が狭いプローブ 1 0 が用いられる場合には、可変範囲が広いプローブ 1 0 が用いられる場合と比べて、補填フレームに適用される重み係数として大きい値が用いられてもよい。

【 0 0 9 6 】

なお、図 8 に示されている重み係数の値は一例に過ぎず、プローブ 1 0 の個別的な特徴に応じて、重み係数を変えられるようにしてもよい。

【 0 0 9 7 】

図 8 に示されている重み係数表を示すデータは、図示しない記憶部に記憶されていてもよい。この場合、合成部 3 4 は、超音波診断装置本体に接続されたプローブ 1 0 の種類を自動的に検知し、その種類に対応する重み係数を、重み係数表から取得してもよい。例えば、プローブ 1 0 が超音波診断装置本体に接続されたときに、合成部 3 4 は、そのプローブ 1 0 内のメモリに記憶されているプローブ種類を示す情報をそのメモリから取得し、その情報が示すプローブ種類に対応する重み係数を、重み係数表から取得する。もちろん、ユーザが入力部 2 6 を用いてプローブ 1 0 の種類を示す情報を入力してもよい。この場合、合成部 3 4 は、ユーザによって入力された情報が示すプローブ 1 0 の種類に対応する重み係数を、重み係数表から取得する。

40

【 0 0 9 8 】

< 第 3 実施形態 >

50

以下、本発明の第3実施形態に係る超音波診断装置について説明する。第3実施形態に係る超音波診断装置は、第1実施形態に係る超音波診断装置と同じ構成を備えている。第3実施形態では、互いに異なる音速で得られた複数の受信フレームを対象として、合成処理部16による処理が行われる。

【0099】

第3実施形態では、送受信部12は、複数の異なる遅延処理条件（受信遅延データセット）に従って遅延処理を行うことで、互いに異なる音速で得られた複数の受信フレームデータを形成する。

【0100】

一例として、3種類の音速が用いられる。第1音速は1460 m/sであり、第2音速は1360 m/sであり、第3音速は1560 m/sである。もちろん、3種類以外の複数種類の音速が用いられてもよい。また、これらの音速の値は一例に過ぎず、撮影対象等に応じて音速の値を変えてもよい。送受信部12は、第1音速、第2音速及び第3音速の順で音速を変えながら繰り返し送受信処理を行う。これにより、時間軸上に並ぶ複数の受信フレームが形成される。

10

【0101】

エッジ強調画像生成部32は、第1音速で得られた受信フレームデータと、第2音速で得られた受信フレームデータと、第3音速で得られた受信フレームデータと、を対象として、第1実施形態と同様に、ウェーブレットフュージョン法を適用することで補填フレームデータを生成する。エッジ強調画像生成部32は、各音速における受信フレームデータが形成される度に補填フレームデータを生成する。これにより、時間軸上に並ぶ複数の補填フレームが形成される。

20

【0102】

第3実施形態では、基本画像生成部30は処理を行わない。

【0103】

合成部34は、特定の音速で得られた受信フレームデータ（例えば第1音速で得られた受信フレームデータ）と補填フレームデータとを重み付け平均することで出力フレームデータを生成する。

【0104】

第3実施形態によれば、音速を変えて受信フレームを生成する場合においても、補填フレームを用いることで、対象物のエッジ部分が鮮鋭化された画像が得られる。

30

【0105】

<第4実施形態>

以下、本発明の第4実施形態に係る超音波診断装置について説明する。第4実施形態に係る超音波診断装置は、第1実施形態に係る超音波診断装置と同じ構成を備えている。第4実施形態では、多段フォーカス処理が実行される。

【0106】

送受信部12による超音波ビームのフォーカス制御によって、互いにフォーカスが異なる複数の受信フレームデータが生成される。例えば、第1フォーカスと第2フォーカスが設定されており、送受信部12は、超音波ビームのフォーカスを第1フォーカスと第2フォーカスとの間で交互に変えながら繰り返し送受信処理を行う。これにより、時間軸上に並ぶ複数の受信フレームが形成される。

40

【0107】

図9には、各フォーカスで得られた受信フレームが示されている。例えば、受信フレーム90は第1フォーカスで得られた受信フレームであり、受信フレーム92は第2フォーカスで得られた受信フレームである。

【0108】

エッジ強調画像生成部32は、第1フォーカスで得られた受信フレーム90と、第2フォーカスで得られた受信フレーム92と、を対象として、第1実施形態と同様に、ウェーブレットフュージョン法を適用することで補填フレームデータを生成する。エッジ強調画

50

像生成部 3 2 は、受信フレームデータが生成される度に、補填フレームデータを生成する。これにより、時間軸上に並ぶ複数の補填フレームが形成される。

【0109】

第 4 実施形態では、基本画像生成部 3 0 は処理を行わない。

【0110】

合成部 3 4 は、特定のフォーカスで得られた受信フレームデータ（例えば第 1 フォーカスで得られた受信フレーム 9 0）と補填フレームデータとを重み付け平均することで出力フレームデータを生成する。

【0111】

第 4 実施形態によれば、多段フォーカス処理が実行される場合においても、補填フレームを用いることで、対象物のエッジ部分が鮮鋭化された画像が得られる。なお、上記の例では、フォーカスを 2 段階に変えているが、フォーカスを 3 段階以上に変えてもよい。

【0112】

また、第 4 実施形態においても、合成部 3 4 は、エリア単位又はピクセル単位で重み係数を変えて重み付け平均を行ってもよい。

【0113】

< 第 5 実施形態 >

以下、本発明の第 5 実施形態に係る超音波診断装置について説明する。第 5 実施形態に係る超音波診断装置は、第 1 実施形態に係る超音波診断装置と同じ構成を備えている。第 5 実施形態では、互いに周波数が異なる超音波の送受波によって得られた複数の受信フレームを対象として、合成処理部 1 6 による処理が行われる。

【0114】

送受信部 1 2 は、例えば、周波数が相対的に高い超音波の送受波によって、高調波成分からなる受信フレームデータ（THI（Tissue Harmonic Imaging）成分からなる受信フレームデータ）を生成し、周波数が相対的に低い超音波の送受波によって、基本波成分からなる受信フレームデータを生成する。送受信部 1 2 は、周波数が相対的に高い超音波の送受波と、周波数が相対的に低い超音波の送受波と、を交互に繰り返すことで、高調波成分からなる受信フレームデータと基本波成分からなる受信フレームデータとを交互に生成する。これにより、時間軸上に並ぶ複数の受信フレームが形成される。各周波数は制御部 2 4 によって設定される。

【0115】

エッジ強調画像生成部 3 2 は、低周波の超音波の送受波によって得られた複数の受信フレームデータ（複数の基本波成分の受信フレームデータ）を対象として、第 1 実施形態と同様に、ウェーブレットフュージョン法を適用することで補填フレームデータを生成する。エッジ強調画像生成部 3 2 は、受信フレームデータが生成される度に補填フレームデータを生成する。これにより、時間軸上に並ぶ複数の補填フレームが形成される。

【0116】

第 5 実施形態では、基本画像生成部 3 0 は処理を行わない。

【0117】

合成部 3 4 は、高調波成分の受信フレームデータと補填フレームデータとを重み付け平均することで出力フレームデータを生成する。

【0118】

第 5 実施形態は、例えば穿刺針が用いられる場合に適用される。以下、この点について詳しく説明する。

【0119】

図 1 0 には、第 5 実施形態に係る走査面の一例が示されている。走査面 9 4 は、高周波の超音波の送受波によって形成される走査面であり、走査面 9 6 は、低周波の超音波の送受波によって形成される走査面である。また、走査面 9 4 , 9 6 内に穿刺針 9 8 が進入している。

【0120】

10

20

30

40

50

穿刺針 9 8 は、高周波の超音波で得られた高調波成分からなる画像よりも、低周波の超音波で得られた基本波成分からなる画像にて目立ち易い。その基本波成分からなる画像において穿刺針 9 8 がより目立つように、穿刺針 9 8 に直交する方向から超音波ビームが穿刺針 9 8 に送受波されるように、超音波ビームが偏向されて走査面 9 6 が形成されている。

【 0 1 2 1 】

図 1 1 には、高周波の超音波の送受波と低周波の超音波の送受波とを繰り返すことで生成された受信フレーム列の一例が示されている。

【 0 1 2 2 】

一例として、受信フレーム 1 0 0 , 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 4 a , 1 0 4 b , . . . の順で、各受信フレームが生成されている。受信フレーム 1 0 0 , 1 0 2 b , 1 0 4 b は、高周波の超音波の送受波によって得られた高調波成分からなる受信フレームである。受信フレーム 1 0 2 a , 1 0 4 a は、低周波の超音波の送受波によって得られた基本波成分からなる受信フレームである。

10

【 0 1 2 3 】

エッジ強調画像生成部 3 2 は、例えば、受信フレーム 1 0 2 a , 1 0 4 a を対象としてウェーブレットフュージョン法を適用することで補填フレーム 1 0 6 を生成する。合成部 3 4 は、受信フレーム 1 0 2 b と補填フレーム 1 0 6 とを重み付け平均することで出力フレーム 1 0 8 a を生成し、受信フレーム 1 0 4 b と補填フレーム 1 0 6 とを重み付け平均することで出力フレーム 1 0 8 b を生成する。以降、エッジ強調画像生成部 3 2 は、時間軸上の次の 2 つの受信フレームを対象としてウェーブレットフュージョン法を適用することで補填フレームを生成し、合成部 3 4 は、時間軸上の次の受信フレームと補填フレームとを重み付け平均することで出力フレームを生成する。以降、受信フレームが生成される度に、これらの処理が繰り返されて、時間軸上に並ぶ複数の出力フレームが形成される。

20

【 0 1 2 4 】

以上のように、穿刺針がより目立ち易い基本波成分からなる受信フレームを対象としてウェーブレットフュージョン法を適用することで、穿刺針のエッジ成分がより鮮鋭化される。高調波成分からなる受信フレームは、画質が優先された受信フレームであるため、その高調波成分からなる受信フレームと補填フレームとを合成することで、生体内組織の画質が良好であると共に、穿刺針がより先鋭化された超音波画像（Bモード断層画像）が得られる。

30

【 0 1 2 5 】

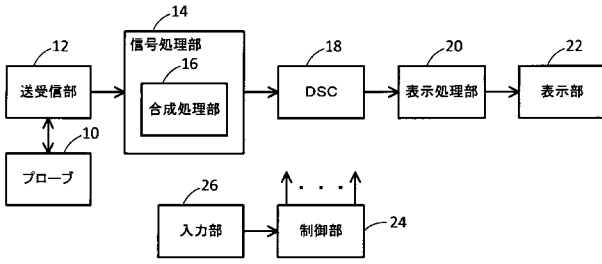
なお、上述した第 1 から第 5 実施形態においては、2次元の受信フレームを対象として処理が行われているが、3次元のボリュームデータを対象として処理が行われてもよい。

【 符号の説明 】

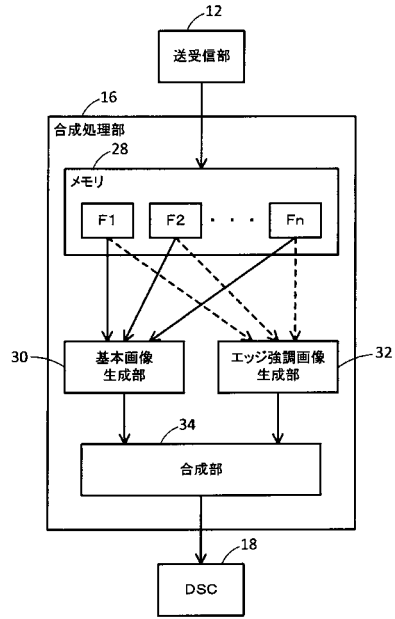
【 0 1 2 6 】

1 4 信号処理部、1 6 合成処理部、2 8 メモリ、3 0 基本画像生成部、3 2 エッジ強調画像生成部、3 4 合成部。

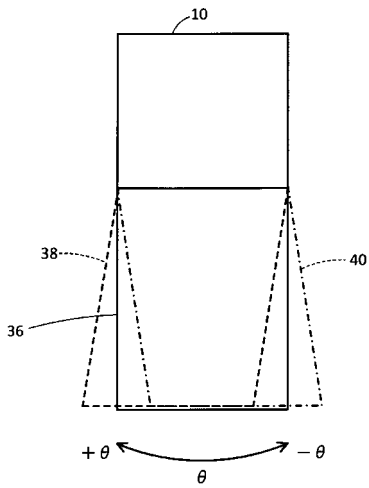
【図1】



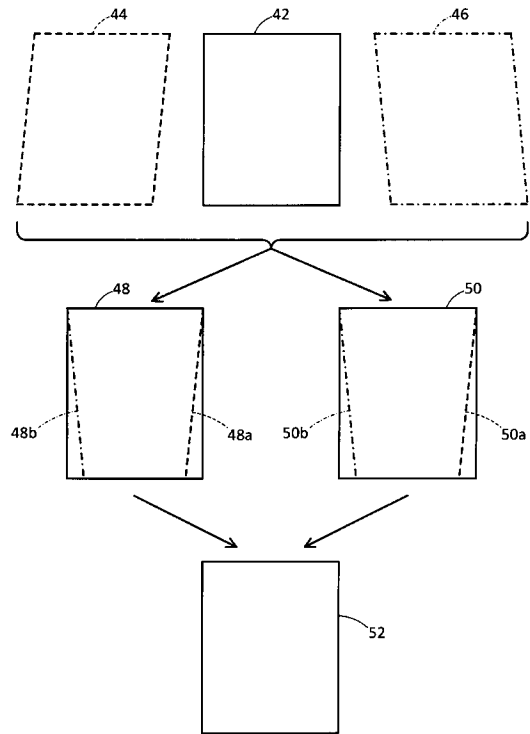
【図2】



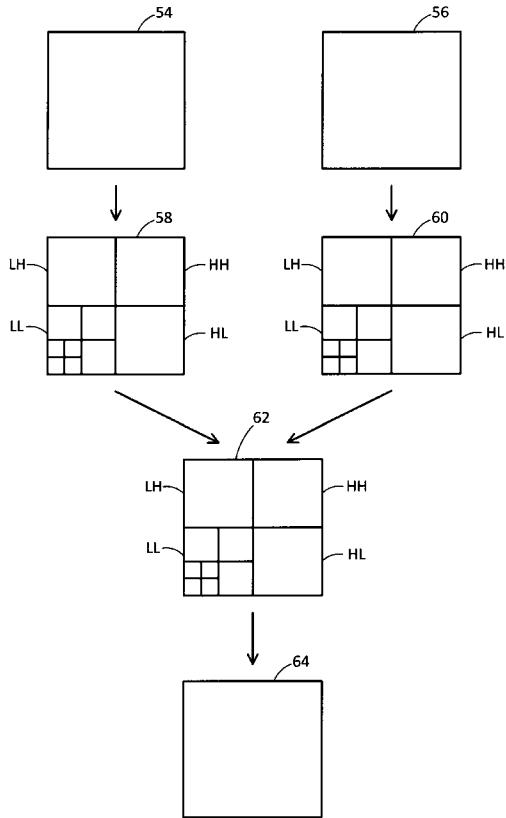
【図3】



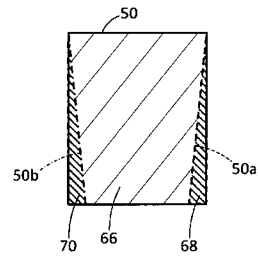
【図4】



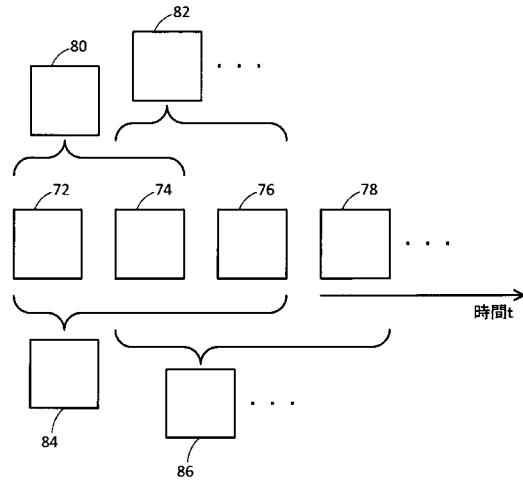
【図5】



【図6】



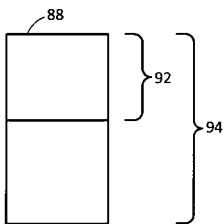
【図7】



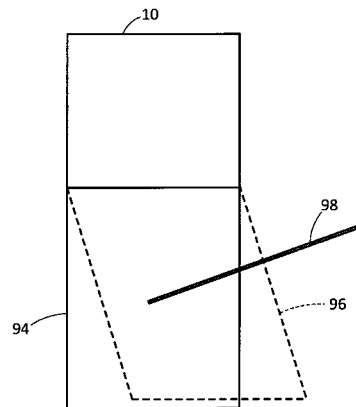
【図8】

		合成法	
		コンパウンド	パーシスタンス
ブロープ種類	コンベックス	0.2	0.3
	リニア	0.1	0.4
	セクタ	NA	0.4

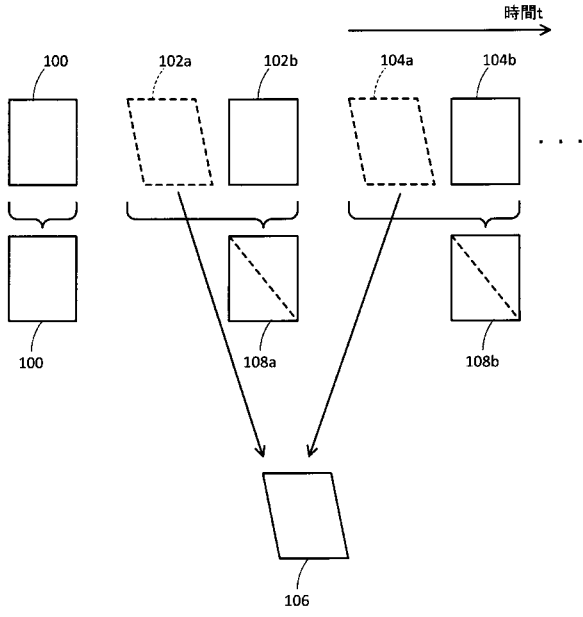
【図9】



【図10】



【 図 1 1 】



专利名称(译)	超声诊断设备和程序		
公开(公告)号	JP2018153415A	公开(公告)日	2018-10-04
申请号	JP2017052570	申请日	2017-03-17
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	藤井信彦		
发明人	藤井 信彦		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/5246 A61B8/5253 A61B8/5207 G06T5/003 G06T2207/10132 G06T2207/20192		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/EE04 4C601/GB04 4C601/JC04 4C601/JC10 4C601/JC16 4C601/JC20 4C601/LL04 4C601/LL38		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明公开了通过组合多个帧产生一个输出帧的情况下，边缘部分的图像，以产生尖锐输出帧。 解决方案：基本图像生成单元30通过合成通过发送和接收超声波获得的接收帧序列来生成基本帧，并且边缘强调图像生成单元32基于接收到的帧序列生成基本帧，并强调输入图像的边缘成分。组合单元34通过组合基本帧和辅助帧来产生输出帧。

