

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6021520号  
(P6021520)

(45) 発行日 平成28年11月9日 (2016. 11. 9)

(24) 登録日 平成28年10月14日 (2016. 10. 14)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

A 6 1 B 8/14

請求項の数 17 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-187618 (P2012-187618)  
 (22) 出願日 平成24年8月28日 (2012. 8. 28)  
 (65) 公開番号 特開2014-42725 (P2014-42725A)  
 (43) 公開日 平成26年3月13日 (2014. 3. 13)  
 審査請求日 平成27年7月30日 (2015. 7. 30)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (72) 発明者 長永 兼一  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ  
 ノン株式会社内

審査官 右▲高▼ 孝幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】被検体情報取得装置、表示方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に弾性波を送信し、被検体内で反射した反射波を受信して複数の受信信号に変換する複数の変換素子と、

前記複数の受信信号を用いた固定の重みでの加算処理を行い、第1の分布情報を取得する固定型信号処理手段と、

前記複数の受信信号を用いて、前記受信信号に応じて適応的に変化する重みで適応型信号処理を行い、第2の分布情報を取得する適応型信号処理手段と、

前記第1の分布情報と、前記第2の分布情報と、が入力され、表示手段に画像情報を出力する表示制御手段と、

を有し、

前記表示制御手段は、

前記第1の分布情報の画像と、前記第2の分布情報の画像又は前記第1と第2の分布情報が合成された合成画像と、を同一画面内に並列表示させるための画像情報を出力し、

前記適応型信号処理手段は、前記複数の受信信号を用いて、注目方向に関する感度を固定した状態で電力を最小化するように処理し、

前記表示制御手段は、前記第1の分布情報の画像と、前記第2の分布情報の画像又は前記合成画像とを、前記第2の分布情報の画像内又は前記合成画像内における深さ方向と同じ方向に並ぶように並列表示させることを特徴とする被検体情報取得装置。

【請求項 2】

被検体に弾性波を送信し、被検体内で反射した反射波を受信して複数の受信信号に変換する複数の変換素子と、

前記複数の受信信号を用いた固定の重みでの加算処理を行い、第1の分布情報を取得する固定型信号処理手段と、

前記複数の受信信号を用いて、前記受信信号に応じて適応的に変化する重みで適応型信号処理を行い、第2の分布情報を取得する適応型信号処理手段と、

前記第1の分布情報と、前記第2の分布情報と、が入力され、表示手段に画像情報を出力する表示制御手段と、

を有し、

前記表示制御手段は、

前記第1の分布情報の画像と、前記第2の分布情報の画像又は前記第1と第2の分布情報が合成された合成画像と、を同一画面内に並列表示させるための画像情報を出力し、

前記適応型信号処理手段は、前記複数の受信信号を用いて、深さ方向の注目位置に関する感度を固定した状態で電力を最小化するように処理し、

前記表示制御手段は、前記第1の分布情報の画像と、前記第2の分布情報の画像又は前記合成画像とを、前記第2の分布情報の画像内又は前記合成画像内における深さ方向と交差する方向に並ぶように並列表示させることを特徴とする被検体情報取得装置。

#### 【請求項3】

前記表示制御手段は、前記第1の分布情報の画像内における所定の位置と、前記第2の分布情報の画像内又は前記合成画像内における前記所定の位置に対応する位置と、を対応づけるためのガイドを表示させることを特徴とする請求項1又は2に記載の被検体情報取得装置。

#### 【請求項4】

前記表示制御手段は、

前記第1の分布情報の画像と、前記第2の分布情報の画像又は前記合成画像と、を並列表示するモードと、

前記第1の分布情報の画像と、前記第2の分布情報の画像と、前記合成画像と、のうちいずれか一つの画像を単独で表示するモードと、前記第1の分布情報の画像と、前記第2の分布情報の画像又は前記合成画像と、を重畳表示するモードと、のうち少なくともいずれか一方のモードと、

を選択的に実行可能に構成されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の被検体情報取得装置。

#### 【請求項5】

前記表示制御手段は、前記適応型信号処理の方法に応じて、前記第1の分布情報の画像と、前記第2の分布情報の画像と、を並列表示する場合の並べ方を変えることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の被検体情報取得装置。

#### 【請求項6】

前記表示制御手段は、

前記第1の分布情報の画像と前記第2の分布情報の画像とのうち前記第1の分布情報のみが表示されている状態で、ユーザーにより入力された、前記第1の分布情報の画像内の指定領域の情報を受け、

前記指定領域の位置の前記第1の分布情報の画像と、前記指定領域に対応する位置の前記第2の分布情報の画像又は前記合成画像と、を夫々拡大した拡大画像を並列表示させることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の被検体情報取得装置。

#### 【請求項7】

前記表示制御手段は、

前記ユーザーにより入力された、前記第1の分布情報の画像内の指定領域の情報を受け、

前記第1の分布情報の画像内の指定領域を示すガイドを表示させることを特徴とする請求項6に記載の被検体情報取得装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8】

前記表示手段は、前記合成画像を所定の拡大率で拡大して表示させ、前記拡大率に応じて、前記合成画像における前記第 2 の分布情報の割合を設定することを特徴とする、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の被検体情報取得装置。

## 【請求項 9】

被検体情報取得装置で取得された分布情報を用いて画像を表示手段に表示する表示方法であって、

前記取得された分布情報は、

被検体に弾性波を送信し被検体内で反射した反射波を受信することにより得られる複数の受信信号を用いた固定の重みでの加算処理を行うことで得られる第 1 の分布情報と、

前記複数の受信信号を用いて前記受信信号に応じて適応的に変化する重みで適応型信号処理を行うことにより得られる第 2 の分布情報と、

を含み、

前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記第 1 と第 2 の分布情報が合成された合成画像と、を同一画面内に並列表示するステップを有し、

前記第 2 の分布情報は、前記複数の受信信号を用いて、注目方向に関する感度を固定した状態で電力を最小化するように適応型信号処理が行われることにより得られる分布情報であり、

前記並列表示するステップでは、前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記合成画像とを、前記第 2 の分布情報の画像内又は前記合成画像内における深さ方向と同じ方向に並ぶように並列表示することを特徴とする表示方法。

## 【請求項 10】

被検体情報取得装置で取得された分布情報を用いて画像を表示手段に表示する表示方法であって、

前記取得された分布情報は、

被検体に弾性波を送信し被検体内で反射した反射波を受信することにより得られる複数の受信信号を用いた固定の重みでの加算処理を行うことで得られる第 1 の分布情報と、

前記複数の受信信号を用いて前記受信信号に応じて適応的に変化する重みで適応型信号処理を行うことにより得られる第 2 の分布情報と、を含み、

前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記第 1 と第 2 の分布情報が合成された合成画像と、を同一画面内に並列表示するステップと、

前記並列表示するステップの前に、前記第 1 の分布情報の画像と前記第 2 の分布情報の画像とのうち前記第 1 の分布情報の画像のみを表示するステップと、を有し、

前記並列表示するステップでは、

ユーザーにより入力された、前記第 1 の分布情報の画像内の指定領域の位置の、前記第 1 の分布情報の画像の拡大画像と、

前記指定領域に対応する位置の、前記第 2 の分布情報の画像又は前記合成画像の拡大画像と、

を並列表示することを特徴とする表示方法。

## 【請求項 11】

前記第 1 の分布情報の画像内における所定の位置と、前記第 2 の分布情報の画像内又は前記合成画像内における前記所定の位置に対応する位置と、を対応づけるためのガイドを表示するステップをさらに有することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の表示方法。

## 【請求項 12】

前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記合成画像と、を並列表示するモードと、

前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像と、前記合成画像と、のうちいずれか一つの画像を単独で表示するモードと、前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記合成画像と、を重畳表示するモードと、のうち少なくともいずれか一方のモードと、

を選択的に実行可能であることを特徴とする請求項 9 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の表示方法。

【請求項 13】

前記並列表示するステップでは、前記適応型信号処理の方法に応じて、前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像と、を並列表示する場合の並べ方を変えることを特徴とする請求項 9 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の表示方法。

【請求項 14】

前記並列表示するステップの前に、前記第 1 の分布情報の画像と前記第 2 の分布情報の画像とのうち前記第 1 の分布情報の画像のみを表示するステップを有し、

前記並列表示するステップでは、

ユーザーにより入力された、前記第 1 の分布情報の画像内の指定領域の位置の、前記第 1 の分布情報の画像の拡大画像と、

前記指定領域に対応する位置の、前記第 2 の分布情報の画像又は前記合成画像の拡大画像と、

を並列表示することを特徴とする請求項 9 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の表示方法。

【請求項 15】

前記ユーザーにより入力された、前記第 1 の分布情報の画像内の指定領域を示すガイドを表示するステップをさらに有することを特徴とする請求項 14 に記載の表示方法。

【請求項 16】

前記合成画像を拡大する拡大率を決定するステップと、

前記拡大率に応じて、前記合成画像における前記第 2 の分布情報の割合を設定するステップをさらに有することを特徴とする請求項 9 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の表示方法。

【請求項 17】

請求項 9 乃至 16 のいずれか 1 項に記載の表示方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体情報取得装置、表示方法、及びプログラムに関する。特に、被検体に弾性波を送信し、被検体からの反射波を受信することにより得られる分布情報を表示するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

被検体情報取得装置である超音波診断装置において、パルスエコー法によって画像データを形成する場合の深さ方向の空間分解能は、超音波の波長を  $\lambda$ 、送信波数を  $n$  とすると、 $(n \cdot \lambda) / 2$  で一般的に表すことが可能である。例えば、12MHz の中心周波数の超音波を 2 波長分送信した場合は約 0.13mm 程度となる。

【0003】

パルスエコー法について説明する。まず超音波パルス（弾性波）を被検体に送信すると、被検体内での音響インピーダンス差に応じて超音波が反射されて戻ってくる。次に、この反射波を受信し、反射波の受信信号を用いて画像データを生成する。代表的には、受信信号を用いて整相加算した後、包絡線を取得し、この包絡線を輝度値に変換して画像データを生成する。被検体内の複数の方向もしくは位置に対して超音波の送受信を繰り返すことで、超音波を送受信した方向の複数の走査線上の輝度情報を取得できる。この複数の走査線上の輝度情報を並べることで被検体内の画像化が可能となる。

【0004】

なお超音波診断装置においては、超音波を電気信号に変換する複数の変換素子を用い、それぞれの素子間の受信信号波形に時間的なずれを加えることで、送信受信ともに被検体内でフォーカスさせるのが一般的である。

## 【0005】

一方、レーダーの分野で発展してきた適応型信号処理という手法を超音波に組み合わせることで、空間解像度を向上させることができる。非特許文献1には、深さ方向に垂直な方向（走査線方向に垂直な方向）の空間解像度を上げるために、適応型信号処理であるCapon法を用いる手法が記載されている。

## 【0006】

また、深さ方向（走査線方向）の空間分解能を向上する技術として、非特許文献2では周波数領域干渉計法（FDI法：Frequency Domain Interferometry）と、適応型信号処理であるCapon法と、を適用し、血管壁の層構造を画像化した結果が示されている。受信信号にFDI法及びCapon法を適用することで、深さ方向の空間分解能を向上させることができる。ただし、FDIの処理を行うために切り出した深さ方向の信号の範囲（処理レンジ内）には、複数の反射層が存在することが想定される。また、近接した反射層からの複数の反射波は、互いに高い相関性を有している可能性が高い。このような高い相関性を有する複数の反射波の受信信号に対してCapon法などの適応型信号処理をそのまま適用すると、所望の信号を打ち消すなどの予期しない動作を行うことが知られている。このような相関性を有する信号（相関性干渉波）による影響を低減（抑圧）するため、周波数平均法（frequency averaging technique）を合わせて用いることで、反射波の受信信号に対してFDI法とCapon法が適用可能となる。

## 【先行技術文献】

## 【非特許文献】

## 【0007】

【非特許文献1】Proc. Acoustics, Speech Signal Process. pp. 489 - 492 (Mar. 2005)

【非特許文献2】Hirofumi Taki, Kousuke Taki, Takuya Sakamoto, Makoto Yamakawa, Tsuyoshi Shiina and Toru Sato: Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2010; 1: 5298 - 5301.

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

Capon法や、FDI法及びCapon法を組み合わせる手法等の、適応型信号処理を適用することで、画像の空間分解能を向上させることができる。しかしながら、このような新規な技術で生成された画像を表示すると、ユーザー（特に医師）は、従来のBモード画像（複数の受信信号を整相加算した後、包絡線を取得し、この包絡線を輝度値に変換した画像）を見慣れているため、違和感を生じる可能性がある。特に、適応型信号処理を用いて生成した画像のみを表示した場合、その違和感が大きくなる可能性がある。

## 【0009】

そこで本発明は、上記課題に鑑み、適応型信号処理を用いて生成した画像を表示する場合において、使い勝手の良い表示方法及び被検体情報取得装置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】

## 【0010】

本発明の被検体情報取得装置は、被検体に弾性波を送信し、被検体内の各位置で反射した反射波を受信して複数の受信信号に変換する複数の変換素子と、

前記複数の受信信号を用いて固定の重みで加算処理し、前記被検体内の各位置からの反射波に対応する信号を走査線信号として複数取得し、前記複数の走査線信号を用いて第1の分布情報を取得する固定型信号処理手段と、

前記複数の受信信号を用いて、前記受信信号に応じて適応的に変化する重みで適応型信号処理を行い、第2の分布情報を取得する適応型信号処理手段と、

前記第 1 の分布情報と、前記第 2 の分布情報と、が入力され、表示手段に画像情報を出力する表示制御手段と、

を有し、

前記表示制御手段は、

前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記第 1 と第 2 の分布情報が合成された合成画像と、を同一画面内に並列表示させるための画像情報を出力し、

前記適応型信号処理手段は、前記複数の受信信号を用いて、注目方向に関する感度を固定した状態で電力を最小化するように処理し、

前記表示制御手段は、前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記合成画像とを、前記第 2 の分布情報の画像内又は前記合成画像内における深さ方向と同じ方向に並ぶように並列表示させることを特徴とする。

10

#### 【 0 0 1 1 】

また、本発明の表示方法は、被検体情報取得装置で取得された分布情報を用いて画像を表示する表示方法であって、

前記取得された分布情報は、

被検体に弾性波を送信し被検体内で反射した反射波を受信することにより得られる受信信号を用いて固定の重みで加算処理し、前記被検体内の各位置からの反射波に対応する信号である走査線信号を複数取得し、複数の前記走査線信号を用いることで得られる第 1 の分布情報と、

前記複数の受信信号を用いて前記受信信号に応じて適応的に変化する重みで適応型信号処理を行うことにより得られる第 2 の分布情報と、

20

を含み、

前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記第 1 と第 2 の分布情報が合成された合成画像と、を同一画面内に並列表示するステップを有し、

前記第 2 の分布情報は、前記複数の受信信号を用いて、注目方向に関する感度を固定した状態で電力を最小化するように適応型信号処理が行われることにより得られる分布情報であり、

前記並列表示するステップでは、前記第 1 の分布情報の画像と、前記第 2 の分布情報の画像又は前記合成画像とを、前記第 2 の分布情報の画像内又は前記合成画像内における深さ方向と同じ方向に並ぶように並列表示することを特徴とする。

30

#### 【発明の効果】

#### 【 0 0 1 2 】

本発明によれば、適応型信号処理を用いて生成した画像を表示する場合において、使い勝手の良い表示方法及び被検体情報取得装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の適用可能な被検体情報取得装置のシステム概要を示す模式図である。

【図 2】固定型信号処理ブロックの構成を示す模式図である。

【図 3】適応型信号処理ブロックの構成を示す模式図である。

【図 4】第 1 の実施形態の表示方法のフローを示すフローチャートである。

40

【図 5】第 1 の実施形態により表示部に表示される画面の一例を示す図である。

【図 6】第 2 の実施形態により表示部に表示される画面の一例を示す図である。

【図 7】第 3 の実施形態の表示方法のフローを示すフローチャートである。

【図 8】第 3 の実施形態により表示部に表示される画面の一例を示す図である。

【図 9】第 4 の実施形態において拡大率と合成率の関係を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。同一の構成要素には原則として同一の符号を付して、説明を省略する。

#### 【 0 0 1 5 】

50

なお、本発明において、弾性波とは、典型的には超音波であり、音波、超音波、音響波、と呼ばれる弾性波を含む。本発明の被検体情報取得装置とは、被検体に弾性波を送信し、被検体内部で反射した反射波（反射した弾性波）を受信して、被検体内の分布情報を画像データとして取得する装置を含む。取得される被検体内の分布情報とは、被検体内部の組織の音響インピーダンスの違いを反映した情報である。また、本発明において走査線とは、探触子から送信される弾性波の進行方向に形成される仮想的な線を示す。

【 0 0 1 6 】

< 第 1 の実施形態 >

本実施形態では、本発明の基本的な装置構成及び処理フローについて説明する。

【 0 0 1 7 】

（被検体情報取得装置の基本的な構成）

本発明の被検体情報取得装置の構成について図 1 を用いて説明する。図 1 は本発明が適用できる被検体情報取得装置のシステム概要を示す模式図である。本実施形態の被検体情報取得装置は、複数の変換素子 0 0 2 を有する探触子 0 0 1、受信回路系 0 0 5、送信回路系 0 0 3、固定型信号処理ブロック 0 0 6、適応型信号処理ブロック 0 0 7、表示制御手段 0 0 8 を備える。さらに本発明の被検体情報取得装置は、表示手段 0 0 9、入力手段 0 1 0、システム制御部 0 0 4 を備える。

【 0 0 1 8 】

探触子 0 0 1 は弾性波を被検体内の複数位置に送信して、反射波を受信する送受信器であり、弾性波を電気信号に変換する変換素子 0 0 2 を複数有する。

【 0 0 1 9 】

送信回路系 0 0 3 は、システム制御部 0 0 4 からの制御信号に従って、注目位置や注目方向に応じた遅延時間や振幅を有する複数の送信信号を生成する送信信号生成手段である。この送信信号は複数の変換素子 0 0 2 によって弾性波に変換され、弾性波ビームとして探触子 0 0 1 から被検体へと送信される。被検体内部の対象物（反射界面や反射体）で反射された弾性波（反射波）は、複数の変換素子 0 0 2 によって受信され複数の受信信号に変換される。受信信号は受信回路系 0 0 5 に入力される。

【 0 0 2 0 】

受信回路系 0 0 5 は、複数の受信信号を増幅し、複数のデジタル信号（デジタル化された受信信号）に変換する受信信号処理手段である。ここで、本発明では、変換素子 0 0 2 が出力したアナログの受信信号だけでなく、増幅やデジタル変換等の処理を行った信号も受信信号と表現する。受信回路系 0 0 5 から出力された複数のデジタル信号は、固定型信号処理ブロック 0 0 6 及び適応型信号処理ブロック 0 0 7 に入力される。

【 0 0 2 1 】

固定型信号処理ブロック 0 0 6 は、本発明における固定型信号処理手段に相当する。図 2 は、固定型信号処理ブロック 0 0 6 内の構成を示している。固定型信号処理ブロック 0 0 6 内では、まず、整相加算手段である遅延加算回路 0 1 1 が、弾性波を送信した方向や位置に応じて、複数のデジタル信号に対する遅延処理を行い、さらに遅延処理後の複数のデジタル信号に対して加算処理を行う。つまり整相加算処理を実行する。この整相加算処理により、走査線信号が複数取得される。なお、この加算処理の際に複数のデジタル信号にそれぞれ重みを乗じた上で加算処理することも可能である。この重みは観察位置や送受信の条件によって変化するが、あらかじめ決められた（固定された）重みを用いることが多い。整相加算処理は、被検体内の各位置で反射した反射波の音圧に対応する信号を走査線信号として生成する処理である。次に、包絡線検波手段である包絡線検波回路 0 1 2 が、複数の走査線信号を用いて包絡線検波を行い、第 1 の分布情報を取得する。固定型信号処理ブロック 0 0 6 で得られた第 1 の分布情報は、表示制御手段 0 0 8 に入力される。

【 0 0 2 2 】

適応型信号処理ブロック 0 0 7 は、本発明における適応型信号処理手段に相当する。適応型信号処理は、受信信号に応じて、その処理パラメータを適応的に変化させる処理である。特に、適応型信号処理の一つである C a p o n 法（拘束付電力最小化規範（C M P :

10

20

30

40

50

Constrained Minimization of Power)ともいう)は、複数の入力信号に対して、注目方向や注目位置に関する感度を固定した状態で電力を最小化するように処理する方法である。このような適応型信号処理は空間解像度を向上させる効果がある。適応型信号処理ブロック007は、深さ方向と、深さ方向に垂直な方向と、のうち少なくとも一つの方向の解像度を向上させた電力強度分布を第2の分布情報として出力する。ここで、深さ方向とは、探触子から送信される弾性波(超音波ビーム)の進行方向であり、走査線方向である。適応型信号処理の詳細は、図3を用いて後述する。

#### 【0023】

表示制御手段008は、固定型信号処理ブロック006から第1の分布情報が入力され、適応型信号処理ブロック007から第2の分布情報が入力される。そして、表示制御手段008は表示手段009に表示用の画像情報を出力する。この表示制御手段008から出力される画像情報を基に被検体内の分布情報を示す画像が表示手段009に表示される。表示制御手段008が行う詳細な処理内容は図4を用いて後述する。なお、表示制御手段008は、第1の分布情報の画像情報、第2の分布情報の画像情報、第1と第2の分布情報の合成画像情報に対して、エッジ強調やコントラスト調整などの各種画像処理を行い、輝度データの画像情報を出力する。

10

#### 【0024】

表示手段009は、表示制御手段008から入力された画像情報をもとに画像を表示する。LCD(Liquid Crystal Display)やCRT(Cathode Ray Tube)、有機ELディスプレイ等で構成される。

20

#### 【0025】

入力手段010は、ユーザーが指定領域の入力を行うための手段である。ユーザーは表示手段009に表示された第1の分布情報の画像を参照しながら、入力手段010を用いて所定の領域を指定する。入力手段010としては、マウスやキーボード等のポインティングデバイスや、ペンタブレットタイプ、表示手段009表面に取り付けたタッチパッド等で構成される。なお、表示手段009、入力手段010は、本発明の被検体情報処理装置が有する構成とはせず、別に用意してから夫々を本発明の被検体情報取得装置に接続しても良い。

#### 【0026】

(適応型信号処理の詳細)

30

ここで、本発明の適応型信号処理ブロック007が行う処理について説明する。図3は、適応型信号処理ブロック007内の構成を示している。図3(a)、(b)、(c)は、それぞれ適応型信号処理ブロック007内の構成が異なる。以下、図3(a)、(b)、(c)を用いて、それぞれ本発明の適用可能な適応型信号処理ブロック007内の構成の例を説明する。

#### 【0027】

まず、図3(a)は、深さ方向(探触子から送信される弾性波(超音波ビーム)の進行方向)に垂直な方向の解像度を上げるための適応型信号処理ブロック007の構成を示す。Proc. Acoustics, Speech Signal Process. pp. 489-492 (Mar. 2005)には、このような深さ方向に垂直な方向の解像度を上げるための適応型信号処理の手法が記載されている。

40

#### 【0028】

ここで、複数の受信信号に対して適応型信号処理を適用した場合の処理についてCapon法を例にして述べる。

#### 【0029】

まず複数の受信信号から相関行列を算出するところまでを説明する。最初に、遅延処理回路201が、複数の変換素子から出力された複数の受信信号に対してヒルベルト変換、注目位置に応じた遅延処理(整相処理)を実施する。このようにして算出されるのが、複素表現された受信信号である。ここでk番目の素子からの受信信号を処理して得られた信号のsサンプル目を $x_k[s]$ として、sサンプル目の入力ベクトル $X[s]$ を以下のよ

50



うに定義する。なお、ここでMは素子数である。

【 0 0 3 0 】

【数 1】

$$X[s] = [x_1[s], x_2[s], \dots, x_M[s]]^T$$

【 0 0 3 1 】

10

次にこの入力ベクトル  $X[s]$  を用いて適応型信号処理部であるCapon回路202が、相関行列  $R_{xx}$  を算出する。

【 0 0 3 2 】

【数 2】

$$R_{xx} = E[X[s]X^H[s]]$$

$$= \begin{bmatrix} E[x_1[s]x_1^*[s]] & E[x_1[s]x_2^*[s]] & \cdots & E[x_1[s]x_M^*[s]] \\ E[x_2[s]x_1^*[s]] & E[x_2[s]x_2^*[s]] & \cdots & E[x_2[s]x_M^*[s]] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E[x_M[s]x_1^*[s]] & E[x_M[s]x_2^*[s]] & \cdots & E[x_M[s]x_M^*[s]] \end{bmatrix}$$

20

【 0 0 3 3 】

式中の右肩のHは複素共役転置を表し、右肩の\*は複素共役を表す。E[・]は時間平均を算出する処理であり、サンプルの番号(ここではs)を変化させ、その平均を算出することを意味する。

【 0 0 3 4 】

次に、Capon回路202は、注目方向以外から探触子に到達する相関性干渉波による影響を抑圧するために、相関行列  $R_{xx}$  に対して空間平均法を適用し、平均相関行列  $R'_{xx}$  を求める。

30

【 0 0 3 5 】

【数 3】

$$R'_{xx} = \sum_{n=1}^{M-K+1} z_n R_{xx}^n$$

40

【 0 0 3 6 】

ここで  $R^n_{xx}$  は相関行列  $R_{xx}$  の中の部分行列を表しており、 $R_{xx}$  の対角成分上を移動し、 $R_{xx}$  の(n, n)成分をその1番目の対角成分とする位置にある  $K \times K$  のサイズの行列である。 $z_n$  はそれぞれの部分行列を加算する際の係数であり、 $z_n$  の総和が1になるように調整される。

【 0 0 3 7 】

Capon法では、ある拘束条件下で出力電力を最小化するための複素ウェイトを求める。複素ウェイトは、複素ベクトルで表現されるウェイト(重み)である。注目方向から

50

の弾性波の受信信号に対する感度を 1 に拘束した状態で、出力電力を最小化するための最適な複素ウェイト  $W_{opt}$  は Capon 法においては以下の式で求められる。

【 0 0 3 8 】

【 数 4 】

$$W_{opt} = \gamma R'_{xx}^{-1} C, \quad \gamma = \frac{1}{C^H R'_{xx}^{-1} C}$$

10

【 0 0 3 9 】

$C$  は拘束ベクトルであり、素子の位置と注目方向に応じて変化するものである。ただし、受信信号に対して整相遅延処理を実施している場合は、平均相関行列のサイズ（この場合は  $K$ ）において、すべての値が 1 であるベクトルとして構わない。

【 0 0 4 0 】

また、複素ウェイト  $W_{opt}$  を用いて、算出された電力  $P_{min}$  は以下のように求まる。この算出された電力  $P_{min}$  が、本例における、被検体内部の組織の音響インピーダンスの違いを反映した分布（音響特性に関する分布）情報を示している。

【 0 0 4 1 】

【 数 5 】

$$P_{min} = \frac{1}{2} \frac{1}{C^H R'_{xx}^{-1} C}$$

20

【 0 0 4 2 】

このように、Capon 回路 202 は受信信号から相関行列、さらには平均相関行列を求め、その逆行列を用いて複素ウェイトや複素ウェイトを用いた場合の電力分布を取得できる。この複素ウェイトや複素ウェイトを用いた場合の電力は、注目方向からの弾性波の信号に対して感度を 1 にし、それ以外の方向から到達する弾性波の信号を抑圧した場合のウェイトや電力である。つまり、Capon 法では注目方向からの弾性波の信号を選択的に抽出することが可能で、その結果として深さ方向に直交する方向の空間分解能を向上することが出来る。なお、逆行列を直接求めずに、平均相関行列に対する QR 分解と後退代入処理によっても、電力は算出可能である。

30

【 0 0 4 3 】

このように、適応型信号処理ブロック 007 は、複数の受信信号を用いて、受信信号に応じて適応的に変化する重みで適応型信号処理（ここでは Capon 法を用いた）を行う。その結果、深さ方向に垂直な方向の解像度が向上した電力強度分布（第 2 の分布情報に相当する）を出力する。

40

【 0 0 4 4 】

次に、図 3（b）を用いて、適応型信号処理ブロック 007 の構成の 2 つ目の例を示す。

図 3（b）は、深さ方向（探触子から送信される弾性波（超音波ビーム）の進行方向）の解像度を上げるための適応型信号処理ブロック 007 の構成を示す。このような深さ方向の空間分解能を向上するため、適応型信号処理に、周波数領域干渉計法（FDI 法：Frequency Domain Interferometry）を組み合わせる手法が

50

ある。Hirofumi Taki, Kousuke Taki, Takuya Sakamoto, Makoto Yamakawa, Tsuyoshi Shiina and Toru Sato: Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2010; 1: 5298-5301. に、周波数領域干渉計法 (FDI法) と、適応型信号処理であるCapon法と、を適用した手法について記載されている。

【0045】

FDI法は、受信信号を周波数ごとに分解し、分解された信号の位相を注目位置に応じて変化させることで、注目位置における受信電力を推定する方法である。なお、位相の変化量はある基準位置から注目位置までの距離と周波数に対応した波数の積とからあらかじめ決定できる。

10

【0046】

つまり、FDI法と適応型信号処理とを組み合わせることは、各周波数成分に分解された受信信号に対して、あらかじめ決定された固定の位相変化量・重みではなく、適応型信号処理によって信号に応じて算出された位相変化量・重みを用いて、注目位置における受信電力を推定することになる。

【0047】

さらに、パルス波のように広い周波数帯域を有する弾性波の受信信号に対して周波数平均法を用いる際には、参照信号によって受信信号のホワイトニングを行うとよい。

【0048】

図3(b)では、まず、整相加算手段である遅延加算回路301が、弾性波を送信した方向や位置に応じて、複数のデジタル信号に対する遅延処理を行い、さらに遅延処理後の複数のデジタル信号の加算処理を行う。つまり整相加算処理を実行する。この整相加算処理は、固定型信号処理ブロック006内の整相加算と同じであり、被検体内の各位置で反射した反射波の音圧に対応する信号を走査線信号として生成する処理である。

20

【0049】

次に、FDI適応処理部であるFDI・Capon回路302が、遅延加算回路301から出力された複数の走査線信号を入力信号として受け取る。そして、この複数の走査線信号から、1回で処理する時間分、つまり処理レンジ分の信号を抽出する。

【0050】

次に、FDI・Capon回路302は、抽出した信号をフーリエ変換し周波数ごとの成分 ( $X_{s1}$ 、 $X_{s2}$ 、 $X_{s3}$ 、 $\dots$ 、 $X_{sN}$ ) に分割する。一方で、FDI・Capon回路302には、不図示の参照信号記憶部から少なくとも1つの参照信号が入力される。そして、FDI・Capon回路302は、参照信号のフーリエ変換を行い、参照信号を周波数ごとの成分 ( $X_{r1}$ 、 $X_{r2}$ 、 $X_{r3}$ 、 $\dots$ 、 $X_{rN}$ ) に分割する。

30

【0051】

次に、FDI・Capon回路302は、下記式に示すホワイトニング処理を行う。

【0052】

【数6】

$$X_{wk} = \frac{X_{sk} X_{rk}^*}{|X_{rk}|^2 + \eta}$$

40

【0053】

ここで  $X_{wk}$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ) はホワイトニング処理後の周波数ごとの成分、 $\eta$  は安定化のための微小量、 $*$  は複素共役を意味する。ホワイトニング処理された各周波数成分からなるベクトル  $X_f$  を用いて、相関行列  $R$  を算出する。

$$X_f = [X_{w1}, X_{w2}, \dots, X_{wN}]^T$$

50

$$R = X f X f^T *$$

なおTは転置を意味する。ここで相関行列RはN×Nのサイズを有する行列となる。次に相関行列Rから部分行列を抽出し、それらを平均化する周波数平均法を適用する。

【0054】

【数7】

$$R' = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M R_m$$

10

$$R_{mij} = X_{W(i+m-1)} X_{W(j+m-1)}^*$$

【0055】

R'は周波数平均相関行列、R<sub>m</sub>はR<sub>mij</sub>を要素に持つ相関行列Rの部分行列である。このようにして周波数平均相関行列R'が算出される。

【0056】

次に、拘束ベクトルCが、FDI・Capon回路302に入力される。拘束ベクトルCは、処理レンジ内での位置rに応じて変化するベクトルであり、以下の式で定義される。

20

$$C = [\exp(jk_1 r), \exp(jk_2 r), \dots, \exp(jk_{(N-M+1)} r)]$$

これらの周波数平均相関行列R'ならびに拘束ベクトルCを用いて、処理レンジ内の電力強度分布P(r)を算出する。この算出された電力P(r)が、本例における、被検体内部の組織の音響インピーダンスの違いを反映した分布(音響特性に関する分布)情報を示している。

【0057】

【数8】

$$P(r) = \frac{1}{C^T (R' + \eta' E)^{-1} C}$$

30

【0058】

'Eは逆行列算出を安定させるために加算した対角行列である。

【0059】

このように、本例では、適応型信号処理ブロック007は、複数の受信信号を用いてFDI法及び適応型信号処理(ここではCapon法を用いた)を行う。その結果、深さ方向の解像度が向上した電力強度分布(第2の分布情報に相当する)を出力する。

40

【0060】

次に、図3(c)を用いて、適応型信号処理ブロック007の構成の3つ目の例を示す。遅延処理回路401は、複数の変換素子から出力された複数の受信信号に対してヒルベルト変換、注目位置に応じた遅延処理を実施しデジタル信号を出力する。Capon回路402は、遅延処理されたデジタル信号を入力としCapon処理を行う。先ほどと同様の処理は省略するが、最終的にCapon回路402は以下の式で算出される信号Y[s]を出力する。ここでX'[s]はsサンプル目の入力ベクトルX[s]からWoptのサイズに合わせたベクトルを抽出したものである。

50

【 0 0 6 1 】

【 数 9 】

$$Y[s] = W_{opt}^H X'[s]$$

【 0 0 6 2 】

この出力  $Y[s]$  は注目位置に応じた反射波形の位相情報まで保持しているため、この後の FDI・CAPON 処理を行うことが可能となる。FDI・CAPON 回路 302 では入力された信号  $Y[s]$  に対して FDI・CAPON 処理を行い電力強度分布を出力する。

10

【 0 0 6 3 】

このような処理を行うことで、深さ方向に直交する方向ならびに深さ方向の解像度が向上した電力強度分布を得ることが出来る。

【 0 0 6 4 】

なおここでは適応型信号処理の例として Capon 法の処理について述べたが、他の適応型信号処理である、MUSIC 法や ESPRIT 法などにおいても本発明の効果が同様に得られる。

20

【 0 0 6 5 】

( 表示方法 )

以下、本実施形態の表示方法のフローについて図 4 を用いて説明する。図 4 は、本実施形態の表示方法を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 6 6 】

まず、表示制御手段 008 は、S101 でユーザーからの、被検体内の分布情報を示す画像の並列表示の指示があるかどうか ( 並列表示の指示情報が入力されているかどうか ) を確認する。例えば、表示手段 009 内の画面に表示される並列表示ボタン ( 図 5 ( a ) ( b ) 参照 ) がユーザーによりクリックされることで、並列表示の指示が入力されるようにするとよい。

30

【 0 0 6 7 】

S101 で YES の場合、S102 のステップにおいて表示制御手段 008 は、第 1 の分布情報の画像と、第 2 の分布情報の画像又は第 1 と第 2 の分布情報が合成された合成画像と、を同一画面内に並列に表示するための画像情報を出力する。この画像情報により表示手段 009 には画像が並列表示される。本実施形態では、第 1 の分布情報の画像と、第 2 の分布情報の画像と、を並列表示する場合について説明する。第 1 の分布情報と第 2 の分布情報との合成画像を表示する例は後述の第 4 の実施形態で説明する。

【 0 0 6 8 】

図 5 に、本実施形態により表示手段 009 に表示される画面の例を示す。図 5 は、血管壁の層構造を示している。図 5 の例では、第 2 の分布情報の画像を得るため、適応型信号処理として、FDI 法と Capon 法を組み合わせた処理 ( 図 3 ( b ) の例 ) を行った。

40

【 0 0 6 9 】

図 5 の例では、画面上に並列表示ボタンが表示されている。並列表示ボタンがクリックされ、並列表示モードがオンになると、第 1 の分布情報の画像と第 2 の分布情報の画像とを並列表示するための指示が、表示制御手段 008 に入力される。並列表示ボタンは、表示制御手段 008 に第 1 の分布情報及び第 2 の分布情報が入力されている状態で、ユーザーがクリックすることにより並列表示モードをオンにすることが可能である。また、第 1 の分布情報及び第 2 の分布情報が入力される前に並列表示ボタンをクリックする構成としてもよい。

【 0 0 7 0 】

50

図5に示されているように、右図の第2の分布情報の画像(FDI+Capon)のほうが、左図の第1の分布情報の画像(通常Bモード)よりも、深さ方向において高解像度となっていることが分かる。具体的には、血管壁がシャープになっていることが分かる。

#### 【0071】

本実施形態のように、第2の分布情報の画像だけでなく、第1の分布情報の画像も並列表示することで、ユーザーの違和感を低減することができる。

#### 【0072】

また、本実施形態では、第1の分布情報の画像内の位置と第2の分布情報の画像内の位置とを対応付けるためのガイドを表示している。つまり、第1の分布情報の画像内と第2の分布情報の画像内とで、被検体内の同じ位置を示すガイドを表示している。具体的に、図5(a)では、第1の分布情報の画像内の所定位置と、第2の分布情報の画像内の前記所定位置に対応する位置と、を対応づけるためのガイドとして十字のマークを表示し、被検体内の同じ位置を示している。また、図5(b)では、点線のガイドにより各画像内における被検体の同じ位置を示している。

#### 【0073】

ただし、本実施形態では、位置を対応づけるためのガイドがない方が、画像の視認性を高めることができる場合があるため、位置を対応づけるためのガイドを表示するモードと表示しないモードとをユーザーが選択できるようにするとよい。例えば、表示画面上に、ガイド表示をオン、オフするためのボタンを設けるとよい。

#### 【0074】

また、表示制御手段008は、上述の画像を並列表示する並列表示モードに加え、単独表示モードと重畳表示モードのうちいずれか一方のモードをさらに有するとよい。つまり、並列表示モードを、単独表示モードや重畳表示モードに切り替えることが可能であり、最初に表示する表示モードをいずれかから選択的に実行可能である。単独表示モードは、第1の分布情報の画像、第2の分布情報の画像、第1及び第2の分布情報の合成画像、のいずれかの画像を単独で表示するモードである。重畳表示モードは、第1の分布情報の画像と、第2の分布情報の画像(又は第1及び第2の分布情報の合成画像)と、を同じ表示領域に重ねて表示するモードである。このように、並列表示モード以外の異なる表示モードも有することで、ユーザーの使い勝手がよくなる。モード切替え等の場合は、例えば、表示手段009の画面上にモード切替えボタンを表示し、このモード切替えボタンをクリックすることにより、ユーザーは、どの表示モードで表示するかを選択できる。表示制御手段008は、ユーザーからのモード選択の入力を受け、選択された表示モードの画像情報を出力する。

#### 【0075】

また、上述の例では、第1の分布情報と並列表示する画像として、第2の分布情報の画像を表示したが、第1の分布情報と第2の分布情報との合成画像を、第1の分布情報の画像と並列表示しても本発明の効果は得られる。

#### 【0076】

##### <第2の実施形態>

本実施形態は、表示手段009に表示される画像の並べ方が、適応型信号処理に応じて決められていることが第1の実施形態と異なる。本実施形態の被検体情報取得装置は、図1で示した装置と同様の構成の装置を用いる。また、表示方法の概略は図4で説明したフローと基本的に同じであるため、以下では、図6を用いて第1の実施形態とは異なる表示部分に絞って説明する。

#### 【0077】

本実施形態では、第2の分布情報を生成する適応型信号処理が、深さ方向の解像度を上げるための処理か、深さ方向に直交する方向の解像度を上げるための処理か、によって、並列表示する画像の並べ方を変える。つまり、用いた適応型信号処理が、複数の受信信号を用いて、注目方向に関する感度を固定した状態で電力を最小化するように処理する方法(Capon法)か、深さ方向の注目位置に関する感度を固定した状態で電力を最小化する

るように処理する方法（C a p o n法とF D I法とを組み合わせた方法）か、により並列表示の仕方を変える。

【 0 0 7 8 】

図6は、本実施形態により表示手段009に表示される画面の一例である。図6では、深さ方向に直交する方向の解像度を向上するために、適応型信号処理としてC a p o n法を用いて得られた第2の分布情報の画像を、第1の分布情報の画像の下側に表示している。つまり、第1の分布情報の画像と第2の分布情報の画像とを、ユーザーから見て画面上の縦方向に並ぶように並列表示している。ここで、本実施形態における縦方向とは、第2の分布情報の画像内（もしくは合成画像内）における深さ方向と同じ方向である。これは、用いている適応型信号処理が、深さ方向に直交する方向の解像度を向上するC a p o n法であるため、縦方向に並ぶよう表示したほうが、ユーザーの視認性があがるためである。例えば、第1の分布情報と第2の分布情報との同じ位置の画像を比較したい場合、深さ方向に直交する方向の解像度が高い場合は、2つの分布情報を横に並べるよりも、縦に並べた方が深さ方向に直交する方向の位置の比較が行いやすい場合が多い。

10

【 0 0 7 9 】

また、適応型信号処理としてC a p o n法とF D I法とを組み合わせた方法を用いた場合は、得られる第2の分布情報の画像は、図5（a）（b）のように、第1の分布情報の画像の横側に表示するとよい。本実施形態における横方向とは、第2の分布情報の画像内（もしくは合成画像内）における深さ方向に交差（典型的には直交）する方向である。つまり、第1の分布情報の画像と第2の分布情報の画像とを、ユーザーから見て画面上の横方向に並ぶように並列表示するとよい。これは、用いている適応型信号処理が、深さ方向の解像度を向上するC a p o n法とF D I法とを組み合わせた方法であるため、横方向に並ぶよう表示したほうが、ユーザーの視認性があがるためである。例えば、第1の分布情報と第2の分布情報との同じ位置の画像を比較したい場合、深さ方向の解像度が高い場合は、2つの分布情報を縦に並べるよりも、横に並べた方が深さ方向の位置の比較が行いやすい場合が多い。

20

【 0 0 8 0 】

このように、適応型信号処理の処理内容に応じて並列表示の並べ方を変えることで、ユーザーの視認性がより向上する。

【 0 0 8 1 】

また、本実施形態においても、図6に示すように、第1の分布情報の画像内の位置と第2の分布情報の画像内の位置とを対応付けるためのガイドとして点線を表示している。このガイドは第1の実施形態と同様に、位置を対応づけるためのガイドを表示するモードと表示しないモードとをユーザーが選択できるようにするとよい。

30

【 0 0 8 2 】

さらに、本実施形態においても、表示制御手段008は、上述の画像を並列表示する並列表示モードに加え、単独表示モードと重畳表示モードのうちいずれか一方のモードをさらに有するとよい。

【 0 0 8 3 】

また、第1の分布情報と並列表示する画像として、第1の分布情報と第2の分布情報との合成画像を、第1の分布情報の画像と並列表示しても本発明の効果は得られる。

40

【 0 0 8 4 】

< 第3の実施形態 >

本実施形態は、表示制御手段008が、まずは第1の分布情報の画像を表示する。そして、第1の分布情報の画像内における指定領域の情報を受けた場合に、指定領域の位置の第1の分布情報の画像と、指定領域に対応する位置の第2の分布情報の画像又は第1及び第2の分布情報の合成画像と、を拡大して並列表示することを特徴とする。それ以外は第1の実施形態及び第2の実施形態と同じである。本実施形態の被検体情報取得装置は、図1で示した装置と同様の構成の装置を用いる。

【 0 0 8 5 】

50

本実施形態の表示方法のフローについて図7を用いて説明する。図7は、本実施形態の表示方法を説明するためのフローチャートである。本実施形態では、第1の分布情報の画像と、第2の分布情報の画像と、を拡大して並列表示する場合について説明する。

【0086】

まず、表示制御手段008は、S301でユーザーからの、並列表示の指示があるかどうか（並列表示の指示情報が入力されているかどうか）を確認する。S301でYESの場合、実施形態1と同様に、S304のステップにおいて、第1の分布情報の画像と、第2の分布情報の画像と、を同一画面内に並列に表示するための画像情報を出力する。

【0087】

S301でNOの場合、S302のステップにおいて、第1の分布情報の画像を単独で表示するための画像情報を表示手段009に出力する。この画像情報により表示手段009には第1の分布情報の画像が表示される。

10

【0088】

次に、S303でユーザーからの指定領域の指示があるかどうか（指定領域の情報が入力されたかどうか）を確認する。ユーザーは、表示手段009に表示された第1の分布情報の画像を見ながら、マウス等の入力手段010を用いて拡大したい領域として指定領域を入力する。システム制御部004には入力手段010から指定領域の情報が入力され、システム制御部004は表示制御手段008に、指定領域の情報をユーザーからの拡大指示に関する情報として出力する。このように、拡大領域を指定する場合は、ユーザーが第1の分布情報の画像内における所定の領域を指定することによって拡大指示となる。そして、表示制御手段008は、ユーザーにより指定された領域の大きさと表示手段009の表示領域の大きさとの関係で拡大画像の拡大倍率を決定する。また、拡大領域が指定された後、表示手段009内の画面に表示される拡大ボタン（図8参照）がユーザーによりクリックされることで、拡大開始の指示が入力されるようにしてもよい。

20

【0089】

S303でYESの場合、S304のステップで、指定領域の位置の第1の分布情報の拡大画像と、指定領域に対応する位置の第2の分布情報の拡大画像とを並列表示する。図8は、本実施形態により表示手段009に表示される画面の一例である。

【0090】

図8は、血管壁の層構造を示している。画面内において、上図は拡大前の画像（第1の分布情報の画像）であり、左下図は指定領域が拡大された第1の分布情報の画像（通常Bモード）、右下図は指定領域が拡大された第2の分布情報の画像（FDI+Capon）である。図8の例では、第2の分布情報の画像を得るため、適応型信号処理として、FDI法とCapon法を組み合わせた処理（図3（b）の例）を行った。このように、第1の分布情報の画像と、第2の分布情報の画像と、を拡大して並列表示することによりさらに使い勝手の良い表示とすることができる。これは、拡大率によっては、単純に第1の分布情報の画像を拡大しても解像度が悪く視認性が高まらない場合がある。この場合、適応型信号処理を行って取得した解像度の良い第2の分布情報の拡大画像を表示することにより視認性があがるだけでなく、第1の分布情報の拡大画像と並列表示することにより両者を比較しやすくなる。

30

40

【0091】

また、図8では、画面上には上述した拡大ボタンが表示されている。ユーザーが拡大領域を指定完了している状態（表示制御手段008に拡大指示に関する情報が入力されている状態）で、拡大ボタンをクリックすると、拡大開始の指示が表示制御手段008に入力される。表示制御手段008は、入力された拡大開始指示により、第1の分布情報の拡大画像と第2の分布情報の拡大画像とを並列表示させるための画像情報を、表示手段009に出力する。この画像情報により、表示手段009の画面が切り替わるようにするとよい。

【0092】

さらに、本実施形態では、拡大画像が表示された画面内の別の表示領域（図8では上側

50



）に、拡大前の第１の分布情報の画像もサムネイル表示している。そして、拡大画像が表示している、第１の分布情報の画像上の位置（第１の分布情報の画像上における拡大領域の位置）を点線で囲まれた矩形で示している。この矩形のように、拡大している領域の位置を示すガイドを表示することで、ユーザーはどの位置の拡大画像を見ているのかが把握しやすくなる。

#### 【００９３】

拡大領域の位置を示すガイドをユーザーが移動させることで、拡大領域の位置を変更可能としてもよい。入力手段によりユーザーからのガイドの移動の指示がシステム制御部００４に入力されると、システム制御部００４は、表示制御手段００８にガイドの移動情報を出力する。表示制御手段００８は、このガイドの移動情報を受けて、画面上でガイドを移動させるとともに、変更後の拡大領域の拡大画像を表示手段００９に表示させる。

10

#### 【００９４】

さらに、ガイドのサイズをユーザーが変更することで、拡大領域のサイズ（つまり拡大倍率）を変更可能としてもよい。入力手段によりユーザーからのガイドのサイズ変更の指示がシステム制御部００４に入力されると、システム制御部００４は、表示制御手段００８にガイドのサイズ変更情報を出力する。表示制御手段００８は、このガイドのサイズ変更情報を受けて、画面上でガイドのサイズを変更させるとともに、変更後の拡大領域の拡大画像を表示手段００９に表示させる。このように、ガイドの位置やサイズの変更を可能とすることにより、ユーザーが拡大して観察したい被検体内の領域の位置やサイズを容易に変更でき、操作性が向上する。

20

#### 【００９５】

また、本実施形態においても、第１の分布情報の画像内の位置と第２の分布情報の画像内の位置とを対応付けるためのガイドを表示してもよい。もちろん、この位置を対応づけるためのガイドは第１の実施形態と同様に、ガイドを表示するモードと表示しないモードとをユーザーが選択できるようにするとよい。

#### 【００９６】

さらに、本実施形態においても、表示制御手段００８は、上述の画像を並列表示する並列表示モードに加え、単独表示モードと重畳表示モードのうちいずれか一方のモードをさらに有するとよい。

#### 【００９７】

また、第１の分布情報と並列表示する画像として、第１の分布情報と第２の分布情報との合成画像を、第１の分布情報の画像と並列表示しても本発明の効果は得られる。

30

#### 【００９８】

##### < 第４の実施形態 >

本実施形態は、表示制御手段００８が、並列表示の指示情報が入力された場合に、第１の分布情報の画像と、第１及び第２の分布情報との合成画像と、を並列表示することを特徴とする。それ以外は第１乃至３の実施形態と同じである。本実施形態の被検体情報取得装置は、図１で示した装置と同様の構成の装置を用いる。また、表示方法の概略は図４で説明したフローと基本的に同じである。

#### 【００９９】

本実施形態では、ユーザーからの並列表示の指示情報を受け、図４のＳ１０３のステップで、第１の分布情報と、第１及び第２の分布情報との合成画像と、を表示する。第１の分布情報の画像と第２の分布情報の画像との合成率は５０：５０のように予め決められていても良いし、ユーザーが任意に設定しても良い。

40

#### 【０１００】

また、第３の実施形態のように、指定領域の画像を拡大して表示する場合は、その拡大率に応じて合成率を変化させても良い。図９に、拡大率と合成率との関係の一例を示す。図９では、拡大率が第１の所定値以下の場合は、第１と第２の分布情報の合成率は一定である。この場合、拡大率が低いので、第２の分布情報の画像の合成率（合成画像における第１の分布情報の画像の割合が高く、第２の分布情報の画像の割合）は低い。そして、拡

50

大率が第１の所定値より高く第２の所定値より低い場合は、拡大率が高くなるに従って第２の分布情報の画像の合成率（合成画像中の第１の分布情報の画像に対する第２の分布情報の画像の割合）を高くしている。さらに、拡大率が第２の所定値以上の場合は、第１と第２の分布情報の合成率を一定としている。この場合、拡大率が高いため、第２の分布情報の画像の合成率を高くしている。

【０１０１】

< 第５の実施形態 >

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した各実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（または

10

【符号の説明】

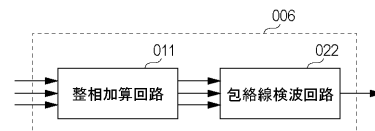
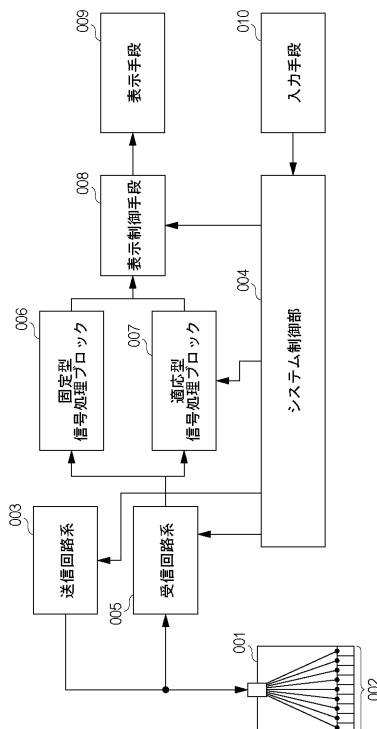
【０１０２】

- ００１ 探触子
- ００２ 変換素子
- ００３ 送信回路系
- ００４ システム制御部
- ００５ 受信回路系
- ００６ 固定型信号処理ブロック
- ００７ 適応型信号処理ブロック
- ００８ 表示制御手段
- ００９ 表示手段
- ０１０ 入力手段

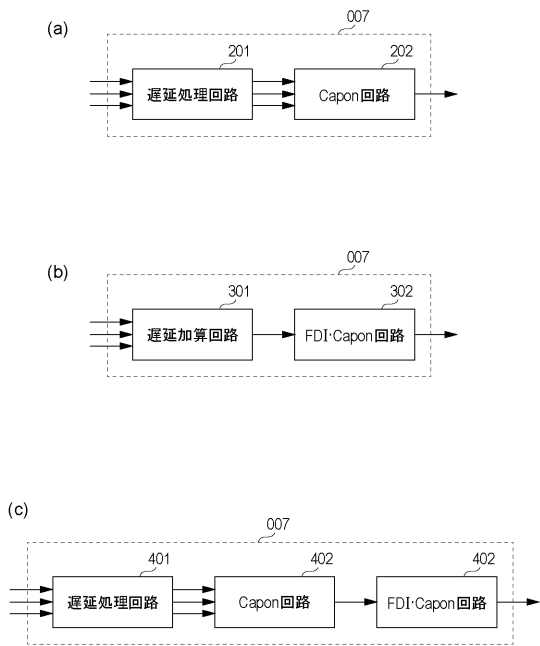
20

【図１】

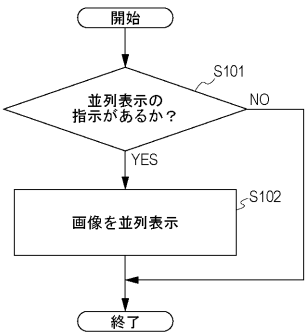
【図２】



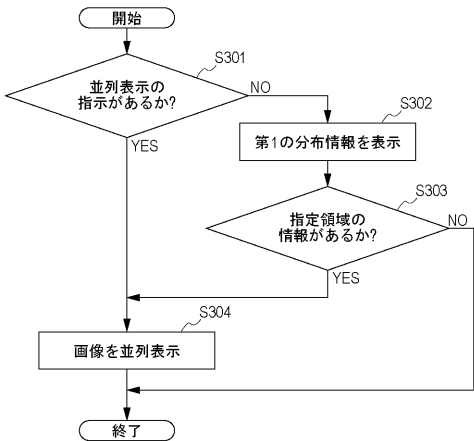
【図 3】



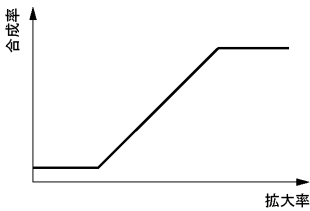
【図 4】



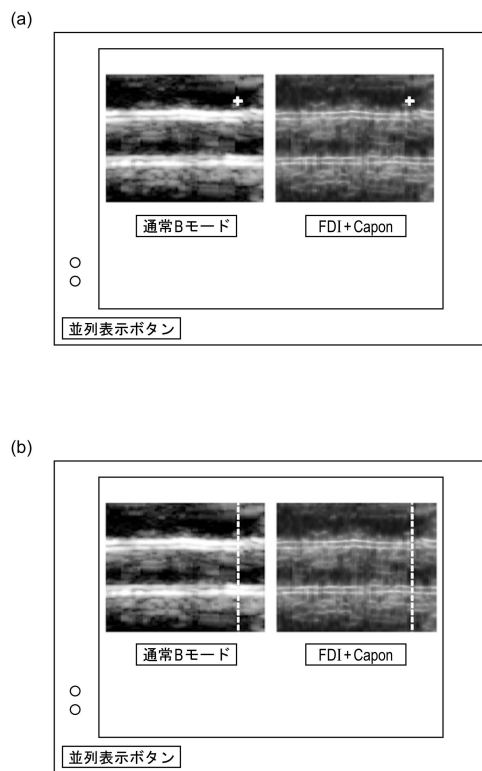
【図 7】



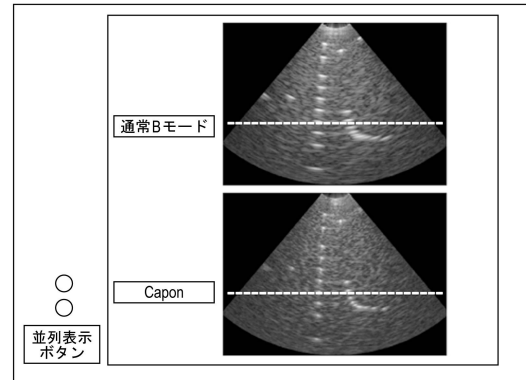
【図 9】



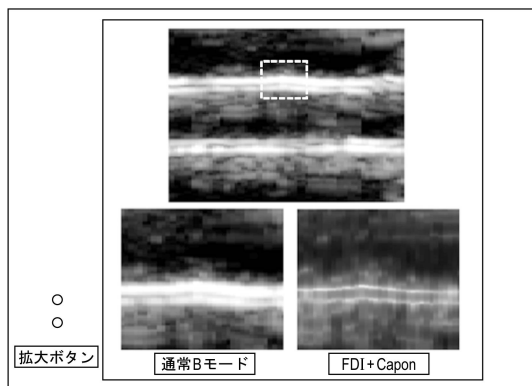
【図 5】



【図 6】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-005237(JP,A)  
特開2009-297072(JP,A)  
特開2011-254962(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 8/14