

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5950271号
(P5950271)

(45) 発行日 平成28年7月13日(2016.7.13)

(24) 登録日 平成28年6月17日(2016.6.17)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/06 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/06

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-164051 (P2011-164051)
 (22) 出願日 平成23年7月27日(2011.7.27)
 (65) 公開番号 特開2013-27454 (P2013-27454A)
 (43) 公開日 平成25年2月7日(2013.2.7)
 審査請求日 平成26年6月2日(2014.6.2)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 関 佳徳
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立
 アロカメディカル株式会社内

審査官 松谷 洋平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信方向を走査しつつ、設定された繰り返し周波数で超音波を送信する送信部と、
 前記送信部から送信され被検体内で反射した超音波を受信し、受信された超音波に応じた受信データを出力する受信部と、

送信される超音波の走査に応じて前記受信部から順次出力される受信データに基づいて、
 走査面におけるドブラシフト分布データを求めるカラードブラ演算部と、

前記カラードブラ演算部によって求められた前記ドブラシフト分布データに基づいて、
 前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数設定部と、を備え、

前記ドブラシフト分布データは、前記走査面上の各観測位置に対し、ドブラシフト周波数またはその相当量に対応付けたデータであり、

前記繰り返し周波数設定部は、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データに基づいて前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数設定処理を実行し、

前記繰り返し周波数設定処理は、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データのいずれにも繰り返し現象が生じていない場合に実行され、

複数回に亘る走査によって求められた複数の前記ドブラシフト分布データのそれぞれについて、ドブラシフト周波数の最大値またはその相当量の最大値を求める処理と、

各前記ドブラシフト分布データについて求められた最大値のうち最大のものに基づき前記繰り返し周波数の下限値を設定する処理と、

10

20

前記下限値よりも大きく、予め定められた上限値よりも小さい値に、前記繰り返し周波数を設定する処理と、を含む、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

送信方向を走査しつつ、設定された繰り返し周波数で超音波を送信する送信部と、

前記送信部から送信され被検体内で反射した超音波を受信し、受信された超音波に応じた受信データを出力する受信部と、

送信される超音波の走査に応じて前記受信部から順次出力される受信データに基づいて、走査面におけるドブラシフト分布データを求めるカラードブラ演算部と、

前記カラードブラ演算部によって求められた前記ドブラシフト分布データに基づいて、前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数設定部と、を備え、

前記ドブラシフト分布データは、前記走査面上の各観測位置に対し、ドブラシフト周波数またはその相当量に対応付けたデータであり、

前記繰り返し周波数設定部は、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データに基づいて前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数設定処理を実行し、

前記繰り返し周波数設定処理は、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データのいずれにも折り返し現象が生じていない場合に実行され、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データのいずれかに折り返し現象が生じているか否かを判定する判定処理を実行しつつ、前記繰り返し周波数を探索する処理を含み、

前記判定処理は、

前記ドブラシフト分布データによってドブラシフト周波数またはその相当量が示される複数の観測位置のうち、ドブラシフト周波数またはその相当量が所定の閾値以上である観測位置の数に基づいて、前記ドブラシフト分布データに折り返し現象が生じているとの判定をする処理を含む、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、

前記繰り返し周波数を探索する処理は、

先に設定された値よりも小さい値に前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数減少処理と、当該繰り返し周波数減少処理の後における前記判定処理と、を実行し、

前記判定処理の実行によって、複数の前記ドブラシフト分布データのいずれにも折り返し現象が生じていないと判定した場合には、複数の前記ドブラシフト分布データのうち折り返し現象が生じているものと判定するまで、前記繰り返し周波数減少処理、および当該繰り返し周波数減少処理の後における前記判定処理を繰り返し実行し、

前記判定処理の実行によって、複数の前記ドブラシフト分布データのうち折り返し現象が生じているものと判定した場合には、その判定と共に実行された前記繰り返し周波数減少処理の前における値に前記繰り返し周波数を戻す処理を含む、

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 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記繰り返し周波数設定部は、

前記繰り返し周波数を予め定められた上限値に設定した上で、複数回に亘る走査によって求められた複数の前記ドブラシフト分布データのいずれかに折り返し現象が生じているか否かを判定する初期判定処理を実行し、

前記初期判定処理の実行によって、複数の前記ドブラシフト分布データのいずれにも折り返し現象が生じていないと判定した場合には、前記繰り返し周波数設定処理を実行し、

前記初期判定処理は、

前記ドブラシフト分布データによって示される、前記走査面上の各観測位置でのドブラシフト周波数またはその相当量と所定の閾値との比較に基づいて、折り返し現象が生じて

10

20

30

40

50

いるか否かを判定する処理を含む、
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、
前記繰り返し周波数設定部は、
前記初期判定処理の実行によって、複数の前記ドプラシフト分布データのうちのいずれかに
折り返し現象が生じていると判定した場合には、前記繰り返し周波数設定処理を実行せ
ず、前記繰り返し周波数を維持する、
ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 に記載の超音波診断装置において、
前記初期判定処理は、
前記ドプラシフト分布データによってドプラシフト周波数またはその相当量が示される
複数の観測位置のうち、ドプラシフト周波数またはその相当量が所定の閾値以上である観
測位置の数に基づいて、前記ドプラシフト分布データに折り返し現象が生じているとの判
定をする処理を含む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 6 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、
前記走査面は、被検体の心臓または血管が観測される面であり、
前記走査面における複数回に亘る走査は、所定心拍回数に対応する時間内で行われる、
ことを特徴とする超音波診断装置。

【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、受信された超音波のドプラシフト周波数を求
める装置の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

ドプラ法を用いて被検体の血流速度等を計測する超音波診断装置が広く用いられている。
このような超音波診断装置には、連続波ドプラ装置、パルスドプラ装置、カラードプラ
装置等がある。連続波ドプラ装置は、連続波としての超音波を被検体に向けて送信する。
そして、被検体内で反射し、時間的に連続して受信された超音波のドプラシフト周波数成
分に基づいて、血流速度の時間変化を示すドプラ波形を表示する。

【0003】

パルスドプラ装置は、パルス変調された超音波を所定のパルス繰り返し周波数（PRF
：Pulse Repetition Frequency：以下、単に繰り返し周波数
とする。）で被検体に向けて送信する。そして、被検体内で反射し、計測対象の領域の深
さに応じたタイミングで受信された超音波のドプラシフト周波数成分に基づいてドプラ波
形を表示する。

【0004】

カラードプラ装置は、パルスドプラ装置と同様、パルス変調された超音波を所定の繰
返し周波数で被検体に向けて送信し、被検体内で反射し受信された超音波のドプラシフト
周波数成分を求めるものである。カラードプラ装置は、超音波の送受信方向を走査し、走
査面内においてドプラシフト周波数成分を求め、走査面における血流速度の分布を求める。
一般に、カラードプラ装置は、Bモードによる断層画像データを取得し、断層画像に重
ねて血流速度の分布を色の変化を以て表示する。

【0005】

パルスドプラ装置およびカラードプラ装置では、計測可能なドプラシフト周波数、すな
わち、計測可能な速度がパルス変調波の繰り返し周波数に応じて制限される。繰り返し周
波数を大きくすると計測可能な速度の上限は大きくなり、繰り返し周波数を小さくすると

10

20

30

40

50

計測可能な速度の上限は小さくなる。血流速度等の測定対象の速度が計測可能な速度の範囲を超えると、いわゆる折り返し現象が生じ、計測誤差が生じる。

【 0 0 0 6 】

以下の特許文献 1 には、カラードプラ装置が記載されている。このカラードプラ装置は、パルスドプラ法により 2 次元カラードプラ画像を得る。そして、2 次元カラードプラ画像について、計測可能な流速レンジの上限値の画素の数が所定数以上であるか否かを判定する。カラードプラ装置は、上限値の画素の数が所定数以上であるときには、繰り返し周波数や画像表示の際のパラメータを変更し、折り返し現象を回避する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開平 1 1 - 1 4 6 8 7 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

被検体内の組織が時間経過に伴って運動する場合、繰り返し周波数を適切に設定することには困難が伴う。繰り返し周波数が適切でない場合、折り返し現象が生じることがある。ドブラシフト周波数の計測可能範囲を拡張し、折り返し現象を回避するためには、繰り返し周波数を大きくすることが好ましい。しかし、繰り返し周波数を大きくすると、送信されるパルス超音波と受信されるパルス超音波とが時間的に重なってはならないという条件から、被検体内において観測可能な深さ（視野深度）が浅くなるという問題等が生じる。本発明は、繰り返し周波数を適切に設定することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は、送信方向を走査しつつ、設定された繰り返し周波数で超音波を送信する送信部と、前記送信部から送信され被検体内で反射した超音波を受信し、受信された超音波に応じた受信データを出力する受信部と、送信される超音波の走査に応じて前記受信部から順次出力される受信データに基づいて、走査面におけるドブラシフト分布データを求めるカラードプラ演算部と、前記カラードプラ演算部によって求められた前記ドブラシフト分布データに基づいて、前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数設定部と、を備え、前記ドブラシフト分布データは、前記走査面上の各観測位置に対し、ドブラシフト周波数またはその相当量を対応付けたデータであり、前記繰り返し周波数設定部は、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データに基づいて前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数設定処理を実行し、前記繰り返し周波数設定処理は、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データのいずれにも折り返し現象が生じていない場合に実行され、複数回に亘る走査によって求められた複数の前記ドブラシフト分布データのそれぞれについて、ドブラシフト周波数の最大値またはその相当量の最大値を求める処理と、各前記ドブラシフト分布データについて求められた最大値のうち最大のものにに基づき前記繰り返し周波数の下限値を設定する処理と、前記下限値よりも大きく、予め定められた上限値よりも小さい値に、前記繰り返し周波数を設定する処理と、を含む、ことを特徴とする。また、本発明は、送信方向を走査しつつ、設定された繰り返し周波数で超音波を送信する送信部と、前記送信部から送信され被検体内で反射した超音波を受信し、受信された超音波に応じた受信データを出力する受信部と、送信される超音波の走査に応じて前記受信部から順次出力される受信データに基づいて、走査面におけるドブラシフト分布データを求めるカラードプラ演算部と、前記カラードプラ演算部によって求められた前記ドブラシフト分布データに基づいて、前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数設定部と、を備え、前記ドブラシフト分布データは、前記走査面上の各観測位置に対し、ドブラシフト周波数またはその相当量を対応付けたデータであり、前記繰り返し周波数設定部は、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データに基づいて前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数設定処理を実行

30

40

50

し、前記繰り返し周波数設定処理は、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データのいずれにも繰り返し現象が生じていない場合に実行され、複数回に亘る走査に対して求められた複数の前記ドブラシフト分布データのいずれかに繰り返し現象が生じているか否かを判定する判定処理を実行しつつ、前記繰り返し周波数を探索する処理を含み、前記判定処理は、前記ドブラシフト分布データによってドブラシフト周波数またはその相当量が示される複数の観測位置のうち、ドブラシフト周波数またはその相当量が所定の閾値以上である観測位置の数に基づいて、前記ドブラシフト分布データに繰り返し現象が生じているとの判定をする処理を含む、ことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明において、ドブラシフト分布データは、例えば、走査面上の各位置で反射した超音波の規格化ドブラシフト周波数（ドブラシフト量）が、各反射位置の座標に対応付けられたデータである。ここで、規格化ドブラシフト周波数は、ドブラシフト周波数を繰り返し周波数で除して規格化したもの、あるいは、ドブラシフト周波数を示す他の相当量（例えば、速度に換算された値）を、繰り返し周波数を示す他の相当量で除して規格化したものである。

【 0 0 1 1 】

望ましくは、前記繰り返し周波数を探索する処理は、先に設定された値よりも小さい値に前記繰り返し周波数を設定する繰り返し周波数減少処理と、当該繰り返し周波数減少処理の後における前記判定処理と、を実行し、前記判定処理の実行によって、複数の前記ドブラシフト分布データのいずれにも繰り返し現象が生じていないと判定した場合には、複数の前記ドブラシフト分布データのうち繰り返し現象が生じているものがあると判定するまで、前記繰り返し周波数減少処理、および当該繰り返し周波数減少処理の後における前記判定処理を繰り返し実行し、前記判定処理の実行によって、複数の前記ドブラシフト分布データのうち繰り返し現象が生じているものがあると判定した場合には、その判定と共に実行された前記繰り返し周波数減少処理の前における値に前記繰り返し周波数を戻す処理を含む。

【 0 0 1 2 】

望ましくは、前記繰り返し周波数設定部は、前記繰り返し周波数を予め定められた上限値に設定した上で、複数回に亘る走査によって求められた複数の前記ドブラシフト分布データのいずれかに繰り返し現象が生じているか否かを判定する初期判定処理を実行し、前記初期判定処理の実行によって、複数の前記ドブラシフト分布データのいずれにも繰り返し現象が生じていないと判定した場合に、前記繰り返し周波数設定処理を実行し、前記初期判定処理は、前記ドブラシフト分布データによって示される、前記走査面上の各観測位置でのドブラシフト周波数またはその相当量と所定の閾値との比較に基づいて、繰り返し現象が生じているか否かを判定する処理を含む。また、望ましくは、前記繰り返し周波数設定部は、前記初期判定処理の実行によって、複数の前記ドブラシフト分布データのうちいずれかに繰り返し現象が生じていると判定した場合には、前記繰り返し周波数設定処理を実行せず、前記繰り返し周波数を維持する。

【 0 0 1 3 】

望ましくは、前記判定処理は、前記ドブラシフト分布データによってドブラシフト周波数またはその相当量が示される複数の観測位置のうち、ドブラシフト周波数またはその相当量が所定の閾値以上である観測位置の数に基づいて、前記ドブラシフト分布データに繰り返し現象が生じているとの判定をする処理を含む。望ましくは、前記初期判定処理は、前記ドブラシフト分布データによってドブラシフト周波数またはその相当量が示される複数の観測位置のうち、ドブラシフト周波数またはその相当量が所定の閾値以上である観測位置の数に基づいて、前記ドブラシフト分布データに繰り返し現象が生じているとの判定をする処理を含む。

【 0 0 1 4 】

望ましくは、前記走査面は、被検体の心臓または血管が観測される面であり、前記走査面における複数回に亘る走査は、所定心拍回数に対応する時間内で行われる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、所定心拍回数での血流速度等の変化範囲に基づき、適切な繰り返し周波数が設定される。これによって、繰り返し現象に基づく計測誤差を回避することができる。

【 0 0 1 7 】

本発明においては、繰り返し周波数の設定値を変更する場合には、先に設定された値より小さい値に繰り返し周波数が設定される。これによって、最適な繰り返し周波数が得られるまでの収束時間が短縮される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、繰り返し周波数を適切に設定することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明に係る超音波診断装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 断層画像用ビームデータおよびドプラ計測用ビームデータの各構成を概念的に示した図である。

【 図 3 】 メモリに記憶される n 個のドプラシフト分布データを概念的に示した図である。

【 図 4 】 第 1 の実施形態に係る P R F 設定処理のフローチャートである。

【 図 5 】 第 2 の実施形態に係る P R F 設定処理のフローチャートである。

【 図 6 】 P R F 探索処理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 0 】

図 1 には、本発明の実施形態に係る超音波診断装置の構成が示されている。超音波診断装置は、被検体の断層画像を表示する B モード、または、断層画像にカラードプラ画像を重ねて表示するカラードプラモードで動作する。断層画像は、被検体の組織の断面を画像の輝度の強弱によって表したものであり、カラードプラ画像は、血流速度の相違を色の相違によって表した画像である。カラードプラモードによれば、被検体の組織の断面形状と共に血流速度を観測することができる。そのため、この超音波診断装置は心臓、血管等の診断等に用いられる。

【 0 0 2 1 】

超音波診断装置は、超音波プローブ 1 0、送信部 1 2、受信部 1 4、B モード演算部 1 6、カラードプラ演算部 1 8、画像合成部 2 0、ディスプレイ 2 2、メモリ 2 4、操作パネル 2 6、およびコントローラ 2 8 を備える。コントローラ 2 8 は、操作パネル 2 6 における動作設定に応じて、送信部 1 2、受信部 1 4、B モード演算部 1 6、カラードプラ演算部 1 8 および画像合成部 2 0 を制御する。例えば、操作パネル 2 6 においては、B モードまたはカラードプラモードのいずれかのモードが選択され、コントローラ 2 8 は、操作パネル 2 6 における動作モードの選択に応じた制御を実行する。

【 0 0 2 2 】

また、送信部 1 2、受信部 1 4、B モード演算部 1 6、カラードプラ演算部 1 8、および画像合成部 2 0 は、演算処理を実行するものであり、それぞれ、演算の過程で得られた情報を記憶する局所的メモリを有する。これらの構成要素は、自らの局所的メモリに情報を記憶させる他、コントローラ 2 8 の制御を介してメモリ 2 4 に情報を記憶させ、コントローラ 2 8 の制御を介して必要に応じてメモリ 2 4 からその情報を読み込んでもよい。

【 0 0 2 3 】

まず、B モードの動作に関連する構成、および B モードの動作について説明する。超音波プローブ 1 0 は、超音波が送受信される面に配列された複数のアレイ振動子を備える。超音波プローブ 1 0 には、例えば、複数のアレイ振動子が一列に配列されたもの、複数のアレイ振動子が複数列に亘って配列されたものが用いられる。超音波診断装置においては、超音波プローブ 1 0 による送受信ビーム 3 2 の一次元走査面 3 0 が観測面とされ、その観測面における断層画像がディスプレイ 2 2 に表示される。そのため、超音波プローブ 1

10

20

30

40

50

0 は、超音波が送受信される面が被検体に向けられ、観測面が診断対象の組織内に位置する姿勢で支持される。

【 0 0 2 4 】

送信部 1 2 は、パルス変調された電気信号（パルス変調信号）を超音波プローブ 1 0 の各アレイ振動子に出力する。各アレイ振動子は、送信部 1 2 から出力されたパルス変調信号に基づいて、パルス超音波を発生する。この際、送信部 1 2 は、送信されるパルス超音波のビームフォーマとして機能する。すなわち、送信部 1 2 は、各アレイ振動子に出力する信号の遅延時間を制御して送信ビームを形成し、送信ビームを一次元走査する。

【 0 0 2 5 】

超音波プローブ 1 0 の各アレイ振動子は、被検体内において反射したパルス超音波を受信する。各アレイ振動子は、受信したパルス超音波に基づいて電気信号を発生し、その電気信号を受信部 1 4 に出力する。受信部 1 4 は、受信されるパルス超音波のビームフォーマとして機能する。すなわち、受信部 1 4 は、複数のアレイ振動子から出力された複数の電気信号を整相加算して受信ビームを形成し、送信ビームと方向を同じくして、受信ビームを一次元走査する。

【 0 0 2 6 】

受信部 1 4 は、受信されたパルス超音波に対応するビームデータを生成する。このビームデータは、特定の送受信ビーム方向（送信ビームおよびそれに対応する受信ビームの方向）について、超音波プローブ 1 0 からの各距離上で生じた反射波の強度を時間軸上に表したデータである。受信部 1 4 は、このように生成したビームデータを B モード演算部 1 6 に出力する。

【 0 0 2 7 】

送信部 1 2 および受信部 1 4 は、被検体に対し送受信ビームの一次元走査を複数回に亘って繰り返し行う。B モード演算部 1 6 は、各一次元走査ごとに得られるビームデータ群に基づいて、各一次元走査ごとに断層画像データを生成し、その断層画像データを画像合成部 2 0 に出力する。画像合成部 2 0 は、繰り返し行われる一次元走査によって B モード演算部 1 6 から順次出力される断層画像データに基づいて、順次、断層画像をディスプレイ 2 2 に表示させる。

【 0 0 2 8 】

次に、カラードプラモードの動作に関連する構成、およびカラードプラモードの動作について説明する。カラードプラモードは、断層画像を取得するためのパルス超音波と、カラードプラ画像を取得するためのパルス超音波とを時分割で送受信し、断層画像データと共にカラードプラ画像データを取得するモードである。

【 0 0 2 9 】

送信部 1 2 は、断層画像取得用のパルス変調信号を各アレイ振動子に出力した後、ドプラ計測用の複数のパルス変調信号を繰り返し周波数 P R F で各アレイ振動子に出力する。ドプラ計測用のパルス変調信号は、カラードプラ画像を取得するためのパルス変調信号であり、断層画像取得用のパルス変調信号に対し、パルス時間幅、信号レベル等が異なる。また、繰り返し周波数 P R F は、コントローラ 2 8 によって設定される周波数であり、詳細については後述する。

【 0 0 3 0 】

超音波プローブ 1 0 の各アレイ振動子は、断層画像取得用のパルス超音波に続けて、繰り返し周波数 P R F を以てドプラ計測用の複数のパルス超音波を発生する。この際、送信部 1 2 は、各アレイ振動子に出力する信号の遅延時間を制御して送信ビームを形成し、送信ビームを一次元走査する。

【 0 0 3 1 】

各アレイ振動子は、被検体内において反射した断層画像取得用のパルス超音波、およびドプラ計測用の複数のパルス超音波を受信する。各アレイ振動子は、受信された超音波に基づいて電気信号を発生し、その電気信号を受信部 1 4 に出力する。この際、受信部 1 4 は、複数のアレイ振動子から出力された複数の電気信号を整相加算して受信ビームを形成

10

20

30

40

50

し、送信ビームと方向を同じくして、受信ビームを一次元走査する。受信部 14 は、断層画像取得用のパルス超音波に対応する断層画像用ビームデータを B モード演算部 16 に出力する。そして、ドブラ計測用のパルス超音波に対応するドブラ計測用ビームデータをカラードブラ演算部 18 に出力する。

【0032】

図 2 には、断層画像用ビームデータ 38 の構成、およびドブラ計測用ビームデータ 40 の構成が概念的に示されている。これらのデータは、図 1 の一次元走査面 30 上における一つの送受信ビーム 32 に対応する。横軸は受信部 14 においてデータが生成される時間を示す。横軸に示される時間は、送受信ビーム方向への超音波プローブ 10 からの距離に対応する。各区画 42 は受信された超音波のレベルを表すデジタルデータを示す。図 2 に示される例では、1つの断層画像用ビームデータ 38 の後に、繰り返し周波数 P R F の逆数の時間間隔で、複数のドブラ計測用ビームデータ 40 が配列されている。

10

【0033】

送信部 12 および受信部 14 は、送受信ビームの一次元走査を複数回に亘って繰り返す。B モード演算部 16 は、各一次元走査ごとに得られる断層画像用ビームデータ群に基づいて、各一次元走査ごとに断層画像データを生成し、その断層画像データを画像合成部 20 に出力する。

【0034】

他方、カラードブラ演算部 18 は、各一次元走査ごとに得られるドブラ計測用ビームデータ群に基づいて、各一次元走査ごとにカラードブラ画像データを生成し、そのカラードブラ画像データを画像合成部 20 に出力する。

20

【0035】

画像合成部 20 は、断層画像データおよびカラードブラ画像データに基づいて、断層画像にカラードブラ画像を重ねた画像を示す断層カラードブラ画像データを生成し、断層カラードブラ画像をディスプレイ 22 に表示させる。このような構成および処理によって、送受信ビームが一次元走査されるごとに断層カラードブラ画像データが求められ、断層カラードブラ画像がディスプレイ 22 に表示される。

【0036】

カラードブラ演算部 18 が、カラードブラ画像データを生成する処理について具体的に説明する。カラードブラ演算部 18 は、一次元走査によって取得されたドブラ計測用ビームデータ群に基づいて一次元走査面に対するドブラシフト分布データを求める。ここで、ドブラシフト分布データは、一次元走査面上の各位置で反射した超音波の規格化ドブラシフト周波数（ドブラシフト量）が、各反射位置の座標に対応付けられたものである。ドブラシフト分布データはピクセルの集合からなり、1つのピクセルが1つの反射位置に対応する。規格化ドブラシフト周波数は、ドブラシフト周波数を繰り返し周波数 P R F で除して規格化したもの、あるいは、ドブラシフト周波数を示す他の相当量（例えば、速度に換算された値）を、繰り返し周波数 P R F を示す他の相当量で除して規格化したものである。

30

【0037】

ドブラ計測用ビームデータに基づいて求められるドブラシフト周波数は、 -0.5 P R F 以上、 0.5 P R F 以下の値であるため、規格化ドブラシフト周波数は、 -0.5 以上、 0.5 以下の値となる。

40

【0038】

なお、ドブラシフト周波数を繰り返し周波数 P R F で除することによる規格化は、一つの例である。すなわち、元のドブラシフト周波数が所定範囲内の値に変換され、変換後の値が元のドブラシフト周波数を示すよう定義された、その他の規格化の処理が用いられてもよい。

【0039】

カラードブラ演算部 18 は、各送受信ビーム方向について、繰り返し周波数 P R F で得られた複数のドブラ計測用ビームデータを用いてビーム方向速度データを求める。ここで

50

、ビーム方向速度データは、特定の送受信ビーム方向における各位置で反射した超音波の規格化ドブラシフト周波数を、各反射位置の座標に対応付けたデータである。ビーム方向速度データを求める処理においては、繰り返し周波数 P R F で得られた複数のドブラ計測用ビームデータに対する自己相関処理と共に、クラッタノイズを低減するウォールフィルタ処理等が実行され、各反射位置におけるドブラシフト周波数が求められる。そして、求められたドブラシフト周波数が繰り返し周波数 P R F によって規格化される。この処理には、ドブラシフト周波数を示す他の相当量を求め、求められたドブラシフト周波数の相当量を繰り返し周波数 P R F を示す他の相当量によって規格化する処理を用いてもよい。カラードブラ演算部 18 は、一次元走査面上の各送受信ビーム方向について求められたビーム方向速度データの集合を、その一次元走査面に対するドブラシフト分布データとする。

10

【0040】

カラードブラ演算部 18 は、ドブラシフト分布データが示す各規格化ドブラ周波数を、対応する色識別値に置き換えることでカラードブラ画像データを求める。すなわち、カラードブラ演算部 18 は、規格化ドブラシフト周波数とディスプレイ 22 に表示する色を識別する識別値（色識別値）とを対応付けた色識別値テーブルを記憶しており、ドブラシフト分布データが示す各規格化ドブラ周波数に対し、対応する色識別値を取得する。そして、ドブラシフト分布データが示す各規格化ドブラ周波数を、対応する色識別値に置き換える。このような処理によって、カラードブラ演算部 18 は、一次元走査ごとにカラードブラ画像データを生成し、そのカラードブラ画像データを画像合成部 20 に出力する。

【0041】

20

色識別値テーブルにおいては、一つの例として、正の規格化ドブラシフト周波数については、規格化ドブラシフト周波数が大きい程、波長が長い色の色識別値が対応付けられ、負の規格化ドブラシフト周波数については、負の方向に規格化ドブラシフト周波数が大きい程、波長が短い色の色識別値が対応付けられている。この対応付けによって、規格化ドブラシフト周波数の相違によって異なる色が表示される。

【0042】

カラードブラ演算部 18 は、このような色識別値テーブルを記憶する代わりに、規格化ドブラシフト周波数を与えることで色識別値が求められるアルゴリズムを実行してもよい。

【0043】

30

このような処理によれば、規格化されたドブラシフト周波数に色識別値が割り当てられ、カラードブラ画像データが求められる。これによって、診断状況の変化によって、観測されるドブラシフト周波数の取り得る範囲が変化した場合であっても、観測されるドブラシフト周波数に対し適切に色識別値を割り当てることができる。したがって、診断状況に関わらず断層カラードブラ画像の視認性を向上させることができる。

【0044】

カラードブラ演算部 18 は、繰り返し行われる一次元走査によって順次得られたドブラシフト分布データを、コントローラ 28 の制御を介してメモリ 24 に記憶させる。図 3 には、メモリ 24 に記憶される n 個のドブラシフト分布データが概念的に示されている。各ドブラシフト分布データが記憶される領域には、 $0 \sim n - 1$ のアドレスが付されている。以下の説明においては、アドレス $0 \sim n - 1$ の領域に記憶されているドブラシフト分布データを、それぞれ、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_{n-1}$ とする。

40

【0045】

アドレス $n - 1$ の領域に記憶されている最も奥にあるドブラシフト分布データ D_{n-1} は、最も先に記憶されたデータであり、アドレス 0 の領域に記憶されている最も手前にあるドブラシフト分布データ D_0 は、最後に記憶されたドブラシフト分布データである。

【0046】

メモリ 24 においては、1つのドブラシフト分布データが新たに入力されるごとに、アドレス $n - 1$ の領域に記憶されているドブラシフト分布データ D_{n-1} が消去される。そして、アドレス $0 \sim n - 2$ の領域に記憶されている $n - 1$ 個のドブラシフト分布データが

50

、それぞれ、1アドレス分だけ奥側にシフトして記憶される。さらに、新たなに入力されたドブラシフト分布データは、アドレス0の領域に記憶される。

【0047】

以下に説明するように、メモリ24に記憶されたn個のドブラシフト分布データの総て、または、これらのうちいずれかは、繰り返し周波数PRFを設定する処理に用いられる。

【0048】

コントローラ28が備えるPRF設定部34が繰り返し周波数PRFを設定する処理について説明する。図4には、PRF設定処理を示すフローチャートが示されている。このフローチャートは、操作パネル26において速度レンジ自動設定スイッチの操作が行われたことをコントローラ28が認識することで実行される。

10

【0049】

PRF設定部34は、繰り返し周波数PRFを予め定められた周波数上限値MXに設定する(S101)。コントローラ28は、ステップS101で設定された繰り返し周波数PRFでドブラ計測用のパルス超音波が送受信されるよう、送信部12および受信部14を制御する(S102)。この際、コントローラ28は、送信部12および受信部14を制御し、送受信ビームの一次元走査を繰り返し行わせる。これによって、メモリ24には、一次元走査ごとに求められたドブラシフト分布データが順次記憶される。すなわち、最も先に記憶されたドブラシフト分布データが一次元走査ごとにメモリ24から消去され、新たに取得されたドブラシフト分布データが一次元走査ごとにメモリ24に記憶される。

20

【0050】

PRF設定部34は、メモリ24のアドレス0~j-1の領域に記憶されたj個のドブラシフト分布データD0~Dj-1のそれぞれについて、規格化ドブラシフト周波数の絶対値が所定の閾値以上となるピクセル、すなわち、境界ピクセルの数を求める(S103)。ここで、jはPRF設定処理に用いられるデータ数であり、1からnまでの任意の数である。

【0051】

データ数jは、例えば、被検体の所定の心拍回数に対応する時間において取得されるドブラシフト分布データの数とする。例えば、1心拍当たりの時間にドブラシフト分布データが30データだけ得られる場合には、データ数jは30とされる。この場合、コントローラ28は、心拍に同期したパルス信号を心拍検出器36によって取得する。そして、取得したパルス信号の所定の周期において得られるドブラシフト分布データの数に基づいてデータ数jを設定する。また、コントローラ28は、心拍検出器36によって取得されたパルス信号を用いる代わりに、Bモード演算部16において過去に生成された複数の断層画像データや、カラードブラ演算部18において過去に生成された複数のドブラシフト分布データに基づいて、所定の心拍回数に対応するドブラシフト分布データの数(画像枚数)を求め、データ数jを設定してもよい。

30

【0052】

なお、ドブラシフト分布データD0~Dj-1のそれぞれについての境界ピクセルの数は、各ドブラシフト分布データが求められたときに求めておき、メモリ24に予め記憶させておいてもよい。この場合、PRF設定部34は、ステップS103において、ドブラシフト分布データD0~Dj-1のそれぞれについての境界ピクセルの数をメモリ24から読み込む。

40

【0053】

PRF設定部34は、ドブラシフト分布データD0~Dj-1のうち、境界ピクセルの数が所定数以上のものがあるか否かを判定する(S104)。

【0054】

ここで、ステップS104の技術的意義について説明する。一般に、パルスドブラ法を用いる超音波診断装置においては、繰り返し周波数PRFでドブラ計測用のパルス超音波が送受信される場合、計測可能なドブラシフト周波数の範囲は、-0.5PRF以上、0

50

、 0.5 PRF 以下となる。周波数 f_d を -0.5 PRF 以上、 0.5 PRF 以下の周波数とすると、実際のドブラシフト周波数 $f_d \pm k \cdot \text{PRF}$ は、いずれも周波数 f_d として計測されてしまい、計測されるドブラシフト周波数には $\pm k \cdot \text{PRF}$ の誤差が生じる。ここで、 k は任意の自然数 $1, 2, 3, \dots$ である。このような誤差は、折り返し誤差と称され、このような誤差が生じる現象は、折り返し現象と称されている。

【0055】

このようなパルスドブラ法の下では、ドブラシフト分布データに含まれる境界ピクセルの数が大きい程、折り返し現象が生じている可能性が高い。そこで、図4のフローチャートに示される PRF 設定処理では、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_{j-1}$ のうち、境界ピクセルの数が所定数以上のものがある場合には、折り返し現象が生じているものとしてステップ $S110$ が実行され、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_{j-1}$ のうち、境界ピクセルの数が所定数以上のものがない場合には、折り返し現象が生じていないものとしてステップ $S105$ 以降の処理が実行される。

【0056】

すなわち、 PRF 設定部34は、境界ピクセルの数が所定数以上であるドブラシフト分布データがある場合には、ステップ $S101$ で設定された繰り返し周波数 PRF の値を維持する($S110$)。他方、境界ピクセルの数が所定数以上であるドブラシフト分布データがない場合には、 PRF 設定部34は、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_{j-1}$ のそれぞれについて、規格化ドブラシフト周波数の絶対値の最大値をドブラシフト最大値 DM として求める($S105$)。そして、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_{j-1}$ のそれぞれについて求められた j 個のドブラシフト最大値 DM のうち最大のものをピーク周波数 F_p として求め($S106$)、ピーク周波数 F_p を2倍した値を繰り返し周波数下限値 L とする($S107$)。

【0057】

なお、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_{j-1}$ のそれぞれについてのドブラシフト最大値 DM は、各ドブラシフト分布データが求められたときに求めておき、メモリ24に予め記憶させておいてもよい。この場合、 PRF 設定部34は、ステップ $S105$ において、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_{j-1}$ のそれぞれについてのドブラシフト最大値 DM をメモリ24から読み込む。

【0058】

PRF 設定部34は、繰り返し周波数下限値 L よりも大きく、初期値として設定される周波数上限値 MX よりも小さい範囲で、新たな繰り返し周波数 PRF を設定する($S108$)。例えば、新たな繰り返し周波数 PRF は、 $\text{PRF} = L + \alpha \cdot (MX - L)$ として設定される。ここで、 α は0より大きく1より小さい任意の調整係数である。コントローラ28は、ステップ $S108$ で設定された繰り返し周波数 PRF でドブラ計測用のパルス超音波が送受信されるよう、送信部12および受信部14を制御する($S109$)。

【0059】

このような PRF 設定処理によれば、繰り返し周波数 PRF を周波数上限値 MX にした場合において折り返し現象が生じる場合を除き($S110$)、折り返し現象が回避可能な限り小さい値に繰り返し周波数 PRF が設定され得る($S105 \sim S108$)。

【0060】

パルスドブラ法を用いる超音波診断装置において、ドブラシフト周波数の計測可能範囲を拡張し、折り返し現象を回避するためには、繰り返し周波数 PRF を大きくすることが好ましい。しかし、繰り返し周波数 PRF を大きくすると、ドブラシフト分布データが示す規格化ドブラシフト周波数の取り得る範囲が小さくなる。これによって、カラードブラ画像の色の変化幅が小さくなり、血流速度が把握し難くなるという問題が生じる。さらに、繰り返し周波数 PRF を大きくすると、送信されるパルス超音波と受信されるパルス超音波とが時間的に重なってはならないという条件から、被検体内において観測可能な深さ(視野深度)が浅くなるという問題が生じる。

【0061】

そこで、本実施形態に係る P R F 設定処理においては、繰り返し周波数 P R F を周波数上限値 M X にした場合において折り返し現象が生じる場合を除き (S 1 1 0)、折り返し現象が回避可能なできる限り小さい値に繰り返し周波数 P R F が設定され得る (S 1 0 5 ~ S 1 0 8)。これによって、折り返し現象を可能な限り回避すると共に、カラードブラ画像の視認性を向上させ、視野深度を深くすることができる。

【 0 0 6 2 】

なお、周波数上限値 M X、ステップ S 1 0 3 において境界ピクセルを特定するための閾値、ステップ S 1 0 4 の判定条件となる境界ピクセルの数等は、診断部位に応じて予め決めておき、メモリ 2 4 に記憶させておいてもよい。また、これらの数値は、操作パネル 2 6 の操作によって入力されるものとしてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

次に、第 2 の実施形態に係る P R F 設定処理について説明する。図 5 には、そのフローチャートが示されている。図 4 に示される処理と同一の処理については同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 6 4 】

P R F 設定部 3 4 は、図 4 に示される P R F 設定処理と同様の処理によって、ステップ S 1 0 1 ~ ステップ S 1 0 4 を実行する。そして、ステップ S 1 0 4 において、境界ピクセルの数が所定数以上であるドブラシフト分布データがない場合には、最適な繰り返し周波数を探索する P R F 探索処理 (S 2 0 1) を実行する。図 6 には、P R F 探索処理のフローチャートが示されている。P R F 設定部 3 4 は、先に設定された繰り返し周波数 P R F から、予め定められた刻み周波数 Δ を減じた値を新たな繰り返し周波数 P R F に設定する (S 2 0 1 - 1)。コントローラ 2 8 は、設定された繰り返し周波数 P R F でドブラ計測用のパルス超音波が送受信されるよう、送信部 1 2 および受信部 1 4 を制御する (S 2 0 1 - 2)。この際、コントローラ 2 8 は、送信部 1 2 および受信部 1 4 を制御し、送受信ビームの一次元走査を繰り返し行わせる。これによって、メモリ 2 4 には、一次元走査ごとに求められたドブラシフト分布データが順次記憶される。すなわち、最も先に記憶されたドブラシフト分布データが一次元走査ごとにメモリ 2 4 から消去され、新たに取得されたドブラシフト分布データが一次元走査ごとにメモリ 2 4 に記憶される。

20

【 0 0 6 5 】

P R F 設定部 3 4 は、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_j - 1$ のそれぞれについて、規格化ドブラシフト周波数の絶対値が所定の閾値以上となる境界ピクセルの数を求める (S 2 0 1 - 3)。

30

【 0 0 6 6 】

P R F 設定部 3 4 は、ドブラシフト分布データ $D_0 \sim D_j - 1$ のうち、境界ピクセルの数が所定数以上のものがあるか否かを判定する (S 2 0 1 - 4)。そして、境界ピクセルの数が所定数以上であるドブラシフト分布データがない場合にはステップ S 2 0 1 - 1 に戻る。

【 0 0 6 7 】

他方、境界ピクセルの数が所定数以上であるドブラシフト分布データがある場合には、P R F 設定部 3 4 は、ステップ S 2 0 1 - 1 で設定された繰り返し周波数 P R F の値に刻み周波数 Δ を加えた値を新たな繰り返し周波数 P R F に設定し (S 2 0 1 - 5)、図 5 のステップ S 1 0 9 に移行する。

40

【 0 0 6 8 】

このような P R F 設定処理によれば、繰り返し周波数 P R F を周波数上限値 M X にした場合において折り返し現象が生じる場合を除き (S 1 1 0)、折り返し現象が回避可能なできる限り小さい値に繰り返し周波数 P R F が設定される (S 2 0 1)。これによって、第 1 の実施形態に係る P R F 設定処理と同様、折り返し現象を可能な限り回避すると共に、カラードブラ画像の視認性を向上させ、視野深度を深くすることができる。

【 0 0 6 9 】

また、第 1 および第 2 の実施形態に係る P R F 設定処理においては、繰り返し周波数 P

50

R Fの初期値を周波数上限値M Xとし、その値より小さい値に繰り返し周波数P R Fを変化させる。これによって、最適な繰り返し周波数P R Fが得られるまでの収束時間が短縮される。

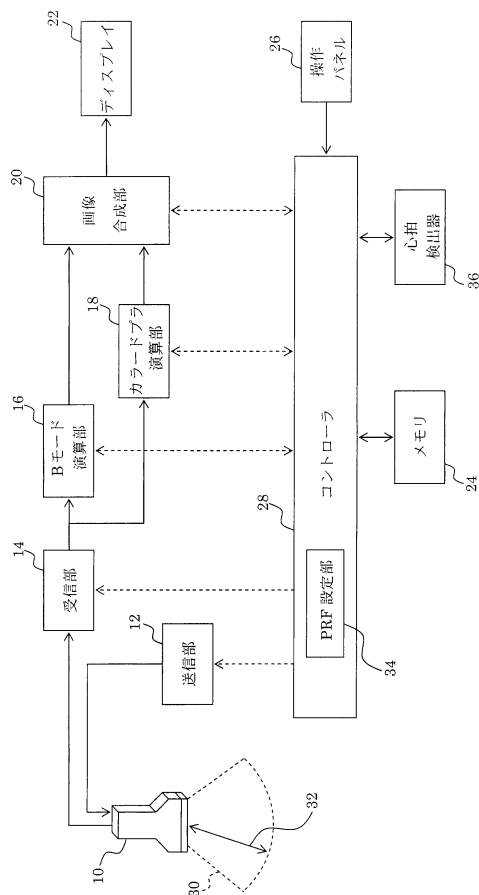
【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

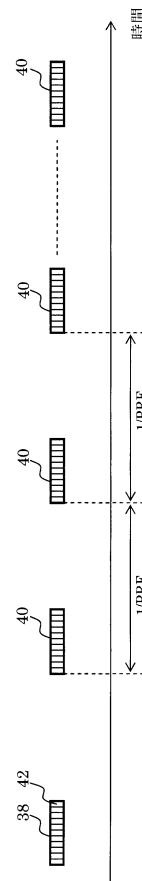
1 0 超音波プローブ、1 2 送信部、1 4 受信部、1 6 Bモード演算部、1 8 カラードプラ演算部、2 0 画像合成部、2 2 ディスプレイ、2 4 メモリ、2 6 操作パネル、2 8 コントローラ、3 0 一次元走査面、3 2 送受信ビーム、3 4 P R F設定部、3 6 心拍検出器、3 8 断層画像用ビームデータ、4 0 ドプラ計測用ビームデータ。

10

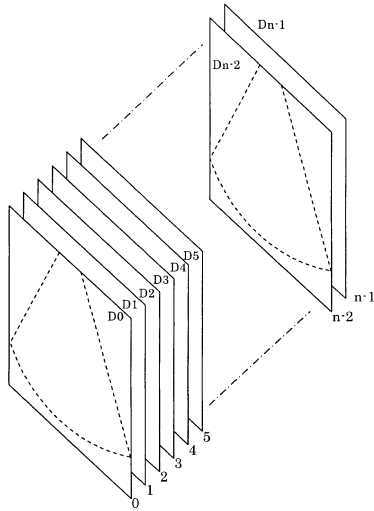
【 図 1 】



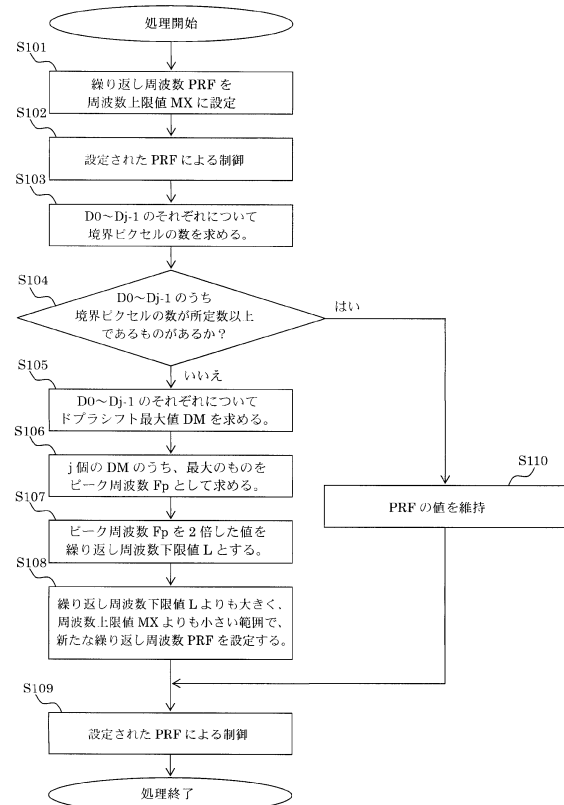
【 図 2 】



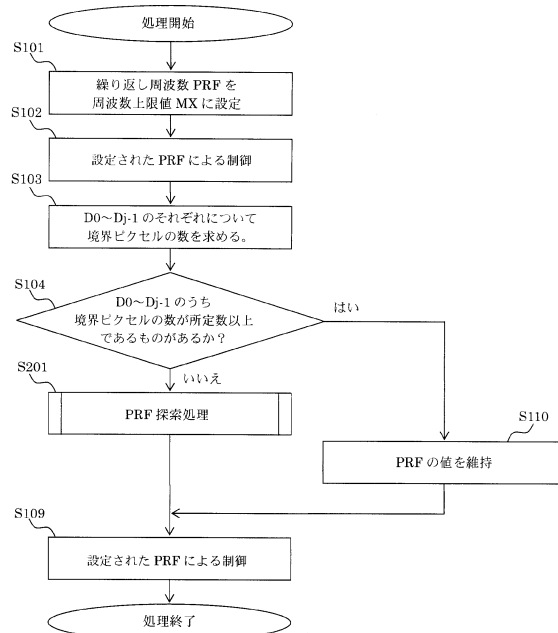
【図 3】



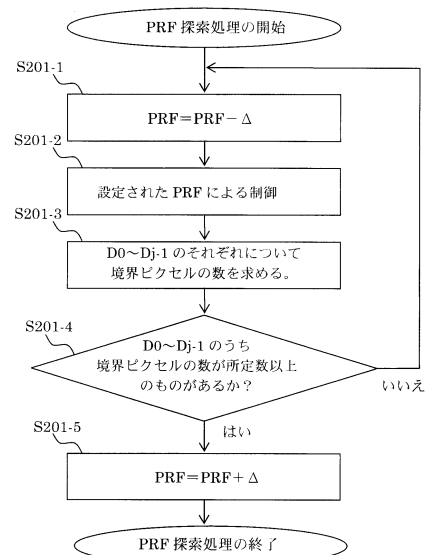
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04-250148(JP,A)
特開2007-202617(JP,A)
特開2002-000606(JP,A)
特開2002-065676(JP,A)
特表2010-522581(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/06

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP5950271B2	公开(公告)日	2016-07-13
申请号	JP2011164051	申请日	2011-07-27
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	関佳徳		
发明人	関 佳徳		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DD03 4C601/DD14 4C601/DD15 4C601/DE04 4C601/EE04 4C601/FF08 4C601/HH13 4C601/JB49 4C601/KK19		
其他公开文献	JP2013027454A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：防止基于混叠的测量误差并且改善通过多普勒测量获取的图像的可见性。解决方案：超声诊断设备包括发射部分12，用于以设定的混叠频率从超声探头10发射超声波，同时扫描发送方向，接收器部分14接收从超声波探头10反射在对象中的超声波并输出接收的数据，彩色多普勒计算部分18根据接收的数据在扫描表面上找到多普勒频移分布数据从接收器部分14输出的数据和PRF设置部分34基于多普勒频移分布数据设置混叠频率。彩色多普勒计算部分18在扫描表面上的多次扫描中找到多普勒频移分布数据。PRF设置部分34基于在多次扫描中找到的多个多普勒频移分布数据来设置混叠频率。

(21) 出願番号	特願2011-164051 (P2011-164051)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成23年7月27日 (2011. 7. 27)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2013-27454 (P2013-27454A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成25年2月7日 (2013. 2. 7)	(74) 代理人	110001210
審査請求日	平成26年6月2日 (2014. 6. 2)		特許業務法人Y K I 国際特許事務所
		(72) 発明者	関 佳徳
			東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立アロカメディカル株式会社内
		審査官	松谷 洋平

最終頁に続く