

(51) Int.Cl⁷

識別記号

F I

テーマコード[※]（参考）

A 6 1 B 8/06

A 6 1 B 8/06

4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 60 L (全 7 数)

(21)出願番号 特願2000-183899(P2000-183899)

(22)出願日 平成12年6月20日(2000.6.20)

(71)出願人 390029791

アロカ株式会社

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号

(72)発明者 西谷 計輔

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ株
式会社内

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

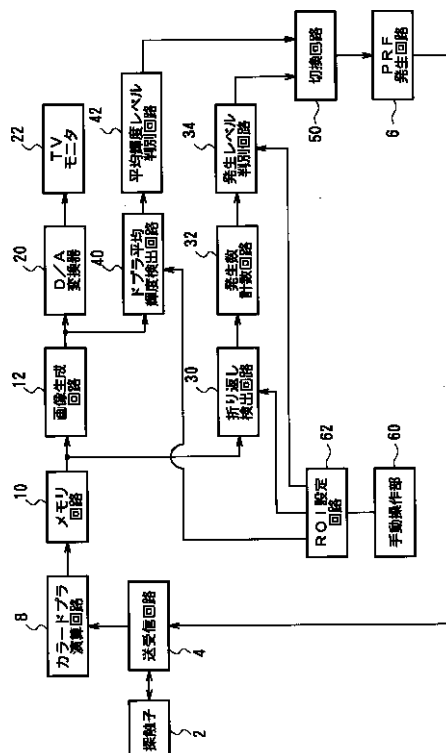
Fターム (参考) 4C301 DD04 EE13 HH04 JB29

(54) 【発明の名称】 超音波ドプラ診断装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 超音波ドプラ診断装置において、折り返し現象の除去を自動的に行なう。

【解決手段】 折り返し検出回路 30 は、メモリ回路 10 に格納されたドプラ偏移周波数の計測データを互いに近接する計測点間にて比較し、ドプラ偏移周波数が所定の閾値以上の大きな変化を示した場合に、その計測データの不連続性から折り返し現象が発生したと判断する。発生数計数回路 32 は、折り返し検出回路 30 が折り返し現象を検出した際に出力する検出信号に基づいて、折り返し現象の発生数をカウントする。発生レベル判別回路 34 は、発生数計数回路 32 から得られる発生数を単一又は複数の閾値と比較して、折り返し現象の発生水準を判別し、その判別結果に基づいて P R F を自動調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波パルスを所定の繰り返し周波数にて被検体に送波し、反射波から受信信号を得る送受波手段と、

前記受信信号からドプラ偏移周波数を算出し、当該ドプラ偏移周波数に基づき前記被検体内の各計測点での速度の計測データを求める速度計測手段と、
空間的又は時間的に近接する前記計測データを比較して、繰り返し現象の発生を検出する繰り返し検出手段と、

前記繰り返し現象の発生程度を評価する繰り返し評価手段と、

前記繰り返し現象の発生程度に応じて、前記繰り返し周波数を変化させる繰り返し周波数可変手段と、
を有することを特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の超音波ドプラ診断装置において、

前記繰り返し検出手段は、空間的又は時間的に近接する前記計測データの差が所定値より大きいことに基づいて、前記繰り返し現象の発生を検出することを特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の超音波ドプラ診断装置において、

前記繰り返し周波数可変手段は、前記繰り返し現象の発生程度に応じて、前記繰り返し周波数の変化幅を変えることを特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の超音波ドプラ診断装置において、

前記繰り返し評価手段は、前記繰り返し現象の発生程度として、前記繰り返し現象の発生数を計数することを特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の超音波ドプラ診断装置において、

前記繰り返し周波数可変手段は、前記発生数を所定目標値に近づけるように、前記繰り返し周波数を調節することを特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【請求項 6】 超音波パルスを所定の繰り返し周波数にて被検体に送波し、

反射波から受信信号を得る送受波手段と、

前記受信信号からドプラ偏移周波数を算出し、当該ドプラ偏移周波数に基づき前記被検体内の各計測点での速度の計測データを求める速度計測手段と、

空間的又は時間的に近接する前記計測データを比較して、繰り返し現象の発生を検出する繰り返し検出手段と、

前記繰り返し現象の発生程度を評価する繰り返し評価手段と、

前記計測データの絶対値の分布情報を求める分布情報抽出手段と、

前記繰り返し周波数を変化させる繰り返し周波数可変手

段と、

を有し、

前記繰り返し周波数可変手段は、前記繰り返し現象が検出された場合には、前記繰り返し現象の発生程度に基づいて前記繰り返し周波数を調節し、前記繰り返し現象が検出されない場合には、前記分布情報に基づいて前記繰り返し周波数を調節すること、
を特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波ドプラ診断装置に関し、特にパルスドプラ法に起因する繰り返し現象の除去・緩和に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の超音波カラードプラ診断装置では、被検体内の例えば血流の様子が断層画像上に表示される。断層画像の各点の輝度、色はそれぞれ、血流の速度の絶対値、及び超音波探触子に対する速度の向きに基づいて定められる。例えば、探触子に近づいてくる血流が赤色で、また遠ざかる血流が青色で表現され、また血流速度が速いほど明るく表示される。

【0003】さて、このような断層画像を生成するためには、振動子からの距離情報が必要である。そのため距離分解能が得られない連続波ドプラ法ではなく、パルスドプラ法が用いられる。パルスドプラ法は、繰り返し送波されるパルスに基づいてサンプリングされたドプラ信号を得るものであり、距離分解能が得られる代わりに、サンプリング定理に基づく繰り返し現象を生じることが知られている。

【0004】すなわち、ドプラ偏移周波数 Δf は、原理的にパルスの繰り返し周波数 (Pulse Repetition Frequency: PRF) に応じた周波数範囲 ($-PRF/2 \sim PRF/2$) 内でしか検知できず、この範囲を超える Δf は上記周波数範囲内に折り返えされて検知される。この結果、超音波カラードプラ診断装置では、PRF に応じて設定される装置の速度検出レンジの上限 (又は下限) を超えた計測点が速度検出レンジの下限 (又は上限) 側の輝度、色で表示されることになる。例えば、被検体のある領域にて、血流の探触子に近づいてくる速度成分が速度検出レンジの限度を超えると、赤色の表示から青色の表示に切り替わり、探触子から遠ざかる速度成分であるかのように表示されることになる。

【0005】また、観察対象領域の血流の速度が、速度検出レンジに比べて非常に小さい場合には、当該領域に小さな輝度が割り当てられ、画面上で暗く表示される。すなわち、表示装置が表現可能なダイナミックレンジが有効に利用されず、S/N 比が低下した見にくい画像となる。

【0006】このように、超音波ドプラ診断装置において、速度検出レンジが適切に設定されないと、繰り返し

現象により血流等の速度の向きが反対向きとして表示されたり、 S/N 比が低下するといった不都合を生じる。これに対し従来の超音波ドプラ診断装置は、操作者に PRF を切り換える手段を提供していた。つまり、操作者がつまみ等を手動で操作して PRF を変更し、速度検出レンジを上述の不都合が生じないように調節していた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このように速度検出レンジの調整を操作者に行わせることは、操作者にとって当該調整作業が煩雑であるという問題があった。

【0008】本発明は上記問題点を解消するためになされたもので、自動的に速度検出レンジが好適に調整され、操作者の作業負担が軽減される超音波ドプラ診断装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る超音波ドプラ診断装置は、超音波パルスを所定の繰り返し周波数にて被検体に送波し、反射波から受信信号を得る送受波手段と、前記受信信号からドプラ偏移周波数を算出し、当該ドプラ偏移周波数に基づき前記被検体内の各計測点での速度の計測データを求める速度計測手段と、空間的又は時間的に近接する前記計測データを比較して、繰り返し現象の発生を検出する繰り返し検出手段と、前記繰り返し現象の発生程度を評価する繰り返し評価手段と、前記繰り返し現象の発生程度に応じて、前記繰り返し周波数を変化させる繰り返し周波数可変手段とを有するものである。

【0010】本発明によれば、速度計測手段は、既知の方法により、送波された超音波パルスの周波数と反射波の周波数との相違からドプラ偏移周波数を算出し、このドプラ偏移周波数に基づいて速度を表す計測データを求める。繰り返し検出手段が空間的に近接する計測データを比較する場合には、被検体内の隣接する計測点においてそれぞれ得られる計測データが比較される。また繰り返し検出手段が時間的に近接する計測データを比較する場合には、例えば連続するフレーム間といった時間軸方向に関して近接して得られる計測データの比較が行われる。例えば、ある計測点に関し、あるフレームにて得られる計測データとこれに連続するフレームにて得られる計測データとが比較される。このような空間的又は時間的に近接する点でサンプリングされる速度は実際の値は大きく変化しないことを期待し得る。しかし繰り返し現象が生じると、それら近接するサンプリング点の間で、計測データは大きく変化する。繰り返し検出手段は、近接して得られる計測データを比較し、その変化の大小に基づいて繰り返し現象の有無を検知する。繰り返し評価手段は、繰り返し検出手段による検出結果に基づいて、繰り返し現象がどの程度発生しているかを評価する。繰り返し周波数可変手段は、例えば、繰り返し現象の発生

程度が多い場合には、超音波パルスの繰り返し周波数 (PRF) を増加し、繰り返し現象を低減させる。

【0011】本発明の好適な態様である超音波ドプラ診断装置においては、前記繰り返し検出手段が、空間的又は時間的に近接する前記計測データの差が所定値より大きいことに基づいて、前記繰り返し現象の発生を検知する。この態様では、近接するサンプリング点で得られる計測データの差が異常に大きい場合に繰り返し現象が発生していると判断される。この他、繰り返し検出手段は、計測データが得られるサンプリング点間の距離の大きさを考慮して、サンプリング点間での計測データの変化率を求め、その大小に基づいて繰り返し現象の発生を判断するように構成することもできる。

【0012】また他の本発明の好適な態様は、前記繰り返し周波数可変手段が、前記繰り返し現象の発生程度に応じて、前記繰り返し周波数の変化幅を変えることを特徴とする超音波ドプラ診断装置である。この態様の繰り返し周波数可変手段は、例えば、繰り返し現象の発生程度が大きい程、繰り返し周波数の増加幅を大きくする。これにより、繰り返し現象が少ない好適な計測状態が速やかに実現される。

【0013】他の本発明に係る超音波ドプラ診断装置は、前記繰り返し評価手段が、前記繰り返し現象の発生程度として、前記繰り返し現象の発生数を計数するものである。

【0014】本発明によれば、被検体内や計測対象とされる関心領域内にて、また所定の時間内にて発生する繰り返し現象の発生数が計数される。この発生数は、例えば、サンプリング点間での計測データの比較に基づいて繰り返し現象が生じたと判断されたサンプリング点の数を計数することにより得られる。また、このようなサンプリング点は繰り返しを生じている領域の境界を構成すると考えられるので、これらサンプリング点で囲まれる領域の数や、その領域内に囲み込まれるサンプリング点の数などを計数して繰り返し現象の発生数又は発生程度とすることもできる。

【0015】別の本発明に係る超音波ドプラ診断装置は、前記繰り返し周波数可変手段が、前記発生数を所定目標値に近づけるように、前記繰り返し周波数を調節することを特徴とする。

【0016】本発明によれば、繰り返し現象の発生数が所定目標値より大きい場合には、繰り返し周波数可変手段は PRF を増加させて、繰り返し現象の発生数を低減させる。ここで、繰り返し周波数を十分に大きくすれば、速度の計測可能レンジが拡大し、繰り返し現象が発生しないようにすることができる。しかし、必要以上に計測可能レンジを拡大すると、相対的に計測データが小さくなり、 S/N 比の低下や超音波カラードプラ診断装置においてはカラードプラ画像の輝度の低下といった不都合を生じる。この計測可能レンジの拡大による不都合

は、折り返し現象が発生している状態では問題とならない。そこで本発明の繰り返し周波数可変手段は、折り返し現象の発生数が所定目標値を下回る場合には、折り返し現象の発生数を所定目標値まで増加させる。ここで所定目標値を許容される低い値に設定すれば、折り返し現象による不都合を最小限とすることができると共に、計測可能レンジの必要以上の拡大による不都合も回避される。

【0017】さらに別の本発明に係る超音波ドプラ診断装置は、超音波パルスを所定の繰り返し周波数にて被検体に送波し、反射波から受信信号を得る送受波手段と、前記受信信号からドプラ偏移周波数を算出し、当該ドプラ偏移周波数に基づき前記被検体内の各計測点での速度の計測データを求める速度計測手段と、空間的又は時間的に近接する前記計測データを比較して、折り返し現象の発生を検出する折り返し検出手段と、前記折り返し現象の発生程度を評価する折り返し評価手段と、前記計測データの絶対値の分布情報を求める分布情報抽出手段と、前記繰り返し周波数を変化させる繰り返し周波数可変手段とを有し、前記繰り返し周波数可変手段は、前記折り返し現象が検出された場合には、前記折り返し現象の発生程度に基づいて前記繰り返し周波数を調節し、前記折り返し現象が検出されない場合には、前記分布情報に基づいて前記繰り返し周波数を調節するものである。

【0018】本発明によれば、折り返し検出手段が折り返し現象の発生を検出し、折り返し評価手段がその発生程度を評価する。さらに、分布情報抽出手段が、計測対象となる被検体内、又はその一部である関心領域内における計測データの絶対値の分布情報を求める。分布情報は例えば、速度絶対値の最大値や、平均値、分散などである。繰り返し周波数可変手段は、折り返し現象が検出された場合には、その発生程度に基づいて PRF を調節し、これにより折り返し現象の発生を低減させることが可能である。一方、折り返し現象が検出されない場合には、分布情報に基づいて PRF を調節し、これにより、速度の計測可能レンジを速度の計測データの絶対値の分布に応じて設定することができ、計測可能レンジを必要以上に拡大することによる上述の不都合を回避することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0020】図1は本発明の実施形態である超音波カラー Doppler 診断装置の概略のブロック構成図である。探触子2は振動子アレイを有する。この振動子アレイは送受信回路4で生成されたパルス状の送信信号を供給されて励振され、ビーム状の超音波パルスを計測領域である被検体内に送波する。この超音波パルスの体内からの反射波は、探触子2によって電気的な受信信号に変換され、送受信回路4内の送受切換器を介して受信系統に取り込

まれる。

【0021】超音波パルスは、PRF発生回路6により制御される周波数（PRF）で繰り返して送波される。ビームの方向は、振動子アレイの各振動子の励振タイミングを制御することによりステアリングすることが可能であり、これによりビーム走査面上での被検体の断層画像を得ることができる。本装置は、カラー Doppler 表示による断層画像を生成し、例えば、被検体内の血流を観察するために用いられる。

【0022】受信信号はカラー Doppler 演算回路8に入力される。当該回路は、受信信号に対して直交位相検波処理、相関演算処理等を行い、被検体の運動速度に応じたドプラ偏移周波数を求める。求められたドプラ偏移周波数は、1フレームごとにメモリ回路10に格納される。画像生成回路12は、メモリ回路10に格納された走査面上の各点でのドプラ偏移周波数に基づいて、断層画像データを生成し、これがD/A（Digital-to-Analog）変換器20によりアナログ信号に変換され、TVモニター22にカラー Doppler 表示が行われる。ちなみに、画像生成回路12では、ビーム間に位置する画素のデータを、補間によって生成する処理が行われる。

【0023】本装置の特徴は、上述の従来の構成に加えて、以下に述べる折り返し現象の検出及び速度計測レンジの自動調整のための構成を有している点にある。この特徴的構成は、大きくは2系統から構成される。第1の系統は、折り返し現象が生じている場合に、装置に設定された速度計測レンジを拡大して折り返し現象を除去・緩和するものであり、第2の系統は、折り返し現象が生じない範囲内で速度計測レンジを縮小することにより、画像表示が必要以上に暗くなることを防止するものである。

【0024】第1の系統は折り返し検出回路30、発生数計数回路32、発生レベル判別回路34を含んで構成される。折り返し検出回路30は、メモリ回路10に格納されたドプラ偏移周波数の計測データを互いに近接する計測点間にて比較し、ドプラ偏移周波数が所定の閾値以上の大きな変化を示した場合に、その計測データの不連続性から折り返し現象が発生したと判断する。発生数計数回路32は、折り返し検出回路30が折り返し現象を検出した際に出力する検出信号に基づいて、折り返し現象の発生数をカウントする。発生レベル判別回路34は、発生数計数回路32から得られる発生数を単一又は複数の閾値と比較して、折り返し現象の発生水準を判別し、その判別結果に基づいてPRF制御信号を出力する。

【0025】第2の系統はドプラ平均輝度検出回路40、平均輝度レベル判別回路42を含んで構成される。ドプラ平均輝度検出回路40は、画像生成回路12から出力される画像データに基づいて、所定画像領域内での平均輝度を算出する。ここでドプラ偏移周波数に応じて

生成される画像データの輝度は、被検体の運動速度の絶対値と速度計測レンジとの比に応じて定まり、輝度は速度絶対値と共に増加する一方、速度計測レンジの拡大と共に低下する。平均輝度レベル判別回路 42 は、ドブラ平均輝度検出回路 40 から得られる平均輝度を単一又は複数の閾値と比較して、その比較結果に基づき、推定される速度絶対値の上限に対応してあらかじめ設定された PRF 値を選択し、これを指示する PRF 制御信号を出力する。

【0026】切換回路 50 は、折り返し現象の有無を通 10 知する折り返し検出回路 30 からの信号に基づいて切り換えられる。具体的には、折り返し現象が検知されたことを通知された場合には、切換回路 50 は、発生レベル判別回路 34 から受けた PRF 制御信号を PRF 発生回路 6 へ出力し、反対に折り返し現象が検知されなかった場合には、平均輝度レベル判別回路 42 から受けた PRF 制御信号を PRF 発生回路 6 へ出力する。PRF 発生回路 6 は入力された PRF 制御信号によって指示される PRF にて周期的に繰り返される信号を送受信回路 4 へ出力する。

【0027】操作者は例えば装置の操作パネル等に設けられた手動操作部 60 を操作することにより、ROI 設定回路 62 に指示を与え、ROI 設定回路 62 はこの指示に基づいて折り返し検出回路 30、発生レベル判別回路 34、ドブラ平均輝度検出回路 40 に被検体内の関心領域を設定する。これら回路は、設定された関心領域内でそれぞれの処理を行い、例えば折り返し検出回路 30 は関心領域内での折り返し現象の検出、またドブラ平均輝度検出回路 40 は関心領域内の平均輝度の算出を行 30 う。このように関心領域を設定して処理を行うことにより、その関心領域内での速度計測レンジが好適に調整されることになり、関心領域内で特に良好なカラードブラ表示が得られる。

【0028】次に、本装置の動作を詳しく説明する。折 40 り返し検出回路 30 は、各フレームのうち ROI 設定回路 62 により設定された関心領域に含まれる計測データをメモリ回路 10 から読み出し、それら各計測データそれぞれに対して、隣接する計測データとの差を求める。この互いに隣接する 2 点での計測データの差があらかじめ設定された閾値を超えた場合には、折り返し検出回路 30 はその箇所において折り返し現象が発生したと判定する。隣接する 2 点として、同一ビーム上に位置する 2 点の組、及び隣接するビームに跨る 2 点の組の両方に対して上記折り返し現象の検出処理が行われる。また、折り返し現象の検出は、このような空間的に隣接する計測データ間だけでなく、時間的に隣接する計測データ間でも行うように構成することができる。例えば、連続する 2 つのフレームの同一の空間座標にて得られる 2 つの計測データの差が閾値を超えた場合に、折り返し現象が発生したと判定することができる。

【0029】発生数計数回路 32 は、折り返し検出回路 30 が関心領域内で検出した折り返し現象をカウントする折り返し評価手段であり、そのカウント値を発生レベル判別回路 34 へ出力する。

【0030】発生レベル判別回路 34 は、発生数計数回路 32 から得られる発生数 k に対して、例えば、10 と 20 という複数の閾値を設定することができる。発生レベル判別回路 34 は、例えば $k < 10$ の場合には PRF の設定値を現在の値から 1 だけ増加させ、 $10 \leq k < 20$ の場合には 2 だけ増加させ、また $k \geq 20$ の場合には 4 だけ増加させるように構成され、その変更された PRF 設定値を示す PRF 制御信号を生成し出力する。このように、 k が大きいほど PRF の上昇幅を大きくすることにより、折り返し現象の発生数を速やかに低減させることができる。

【0031】メモリ回路 10 に格納された計測データは画像生成回路 12 によっても読み出され、走査面の各点でのドブラ偏移周波数に応じた画像データが生成される。この画像データは例えば RGB 信号で表される。ド 20 ブラ平均輝度検出回路 40 は、この画像データを入力され、関心領域内に設定される各計測点でのドブラ輝度情報を求め、それら各点での輝度値を合計した後、計測点数で除して当該関心領域内での平均輝度を算出する。例えば、カラードブラ画像は、探触子 2 に近づいてくる速度を赤 32 階調、また遠ざかる速度を青 32 階調で表現される。この階調に応じて輝度値が 1 ~ 32 の間で変化し、階調の値が同じ赤と青とは互いに同じ輝度を有する。

【0032】平均輝度レベル判別回路 42 は、例えば複数の閾値とドブラ平均輝度検出回路 40 から得られる平均輝度とを比較して平均輝度がどのレベルにあるかを判定する。平均輝度が大きいほど、計測データの全体の輝度分布は高輝度側にシフトすると共に、一般的な統計的な傾向として分布の幅も広がる。これらに応じて、当該分布の上限輝度も高くなる。平均輝度レベル判別回路 42 には、各平均輝度それぞれに対応する上限輝度が、経験や統計の評価に基づいてあらかじめ設定され、保持されており、平均輝度レベル判別回路 42 はそれら保持した値の中から、得られた平均輝度に対応する上限輝度を選択する。

【0033】平均輝度レベル判別回路 42 は、選択された上限輝度が平均輝度レベル判別回路 42 にてあらかじめ設定されている閾値を超える場合には、PRF を増加させる。反対に平均輝度レベル判別回路 42 は、選択された上限輝度が平均輝度レベル判別回路 42 にてあらかじめ設定されている、ある閾値未満である場合には、PRF を低下させる。例えば、PRF を増加させた場合、ドブラ偏移周波数の計測可能レンジが拡大する。これは速度計測レンジが拡大することを意味する。決定された PRF 設定値は PRF 制御信号として出力される。

【0034】また、ドプラ偏移周波数 Δf は、超音波パルスの周波数に比例する。よって、折り返し現象が検出された場合に、PRFを一定、すなわち速度計測レンジを一定に保ったまま、超音波パルスの周波数を低下させて折り返し現象を除去・緩和する自動調整を行う構成も可能である。

【0035】

【発明の効果】本発明の超音波ドプラ診断装置によれば、折り返し現象が生じたサンプリング点とこれに近接するサンプリング点との間で計測データに不連続性を生

10

生じない場合においては、計測データの分布に基づいて速度の計測可能レンジが自動的に調節されることにより、ドプラ表示の輝度が必要以上に小さく抑圧された見にくい画像となることが防止される。

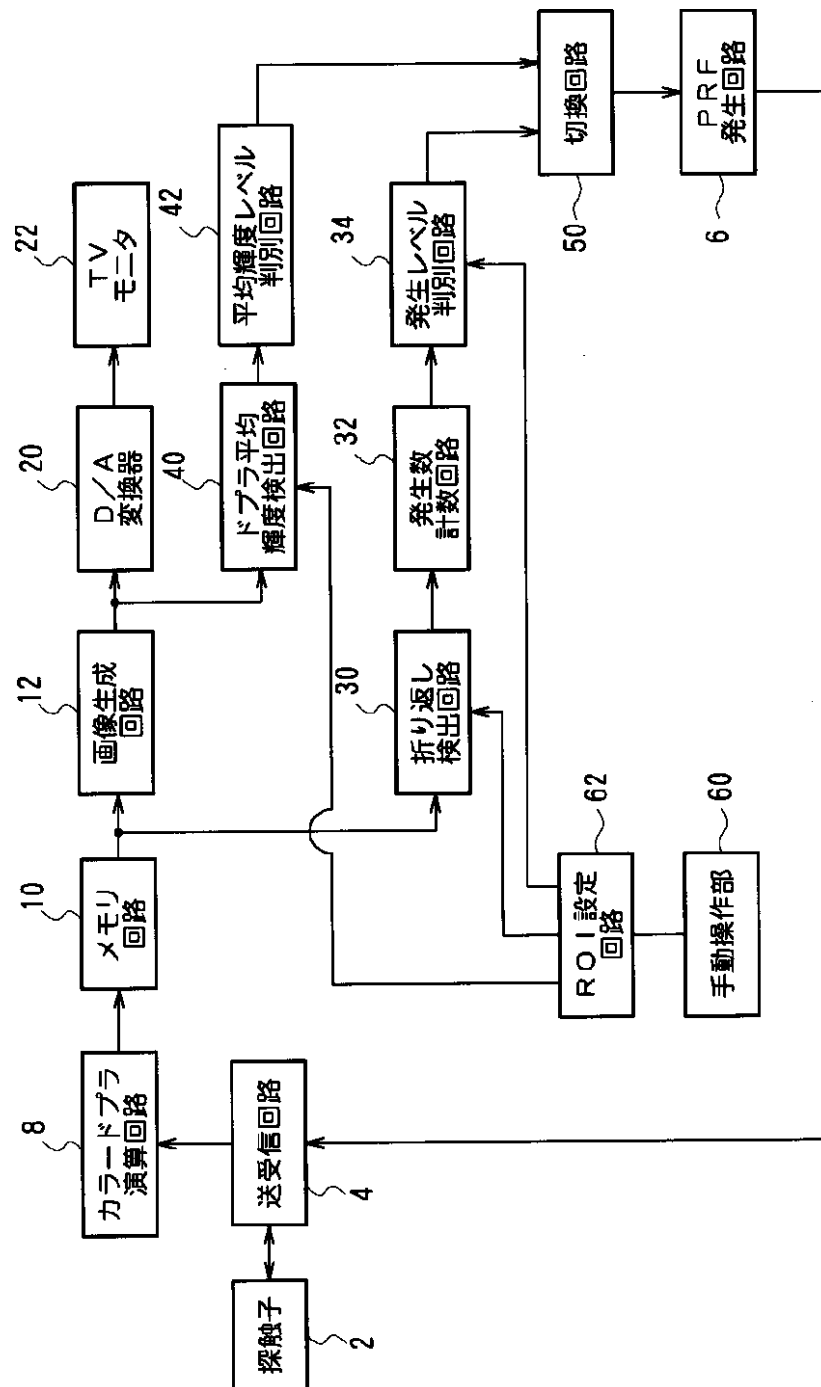
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態である超音波カラードプラ診断装置の概略のブロック構成図である。

【符号の説明】

2 探触子、4 送受信回路、6 PRF発生回路、8 カラードプラ演算回路、10 メモリ回路、12 画像生成回路、30 折り返し検出回路、32 発生数計数回路、34 発生レベル判別回路、40 ドプラ平均輝度検出回路、42 平均輝度レベル判別回路、62 RO I 設定回路。

【図1】



专利名称(译)	超声多普勒诊断装置		
公开(公告)号	JP2002000606A	公开(公告)日	2002-01-08
申请号	JP2000183899	申请日	2000-06-20
[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)	阿洛卡有限公司		
[标]发明人	西谷計輔		
发明人	西谷 計輔		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C301/DD04 4C301/EE13 4C301/HH04 4C301/JB29 4C601/DE03 4C601/DE04 4C601/EE11 4C601/HH04 4C601/HH06 4C601/HH13 4C601/JB34 4C601/JB40 4C601/JB45		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(带更正) 解决的问题: 自动消除超声多普勒诊断仪中的折返现象。折返检测电路(30)在彼此接近的测量点之间比较存储在存储电路(10)中的多普勒频移的测量数据, 并且显示出预定阈值以上的多普勒频移的较大变化。在这种情况下, 确定由于测量数据的不连续而发生了混叠现象。发生次数计数电路32基于在折叠检测电路30检测到折叠现象时输出的检测信号, 对折叠现象的发生次数进行计数。发生等级确定电路34将从发生次数计数电路32获得的出现次数与单个阈值或多个阈值进行比较, 以确定混叠现象的发生等级, 并基于确定结果自动调整PRF。

