

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5144027号
(P5144027)

(45) 発行日 平成25年2月13日 (2013. 2. 13)

(24) 登録日 平成24年11月30日 (2012. 11. 30)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 8/06 (2006.01)

F I
A 6 1 B 8/06

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-133135 (P2006-133135)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成18年5月11日 (2006. 5. 11)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
(65) 公開番号	特開2007-301179 (P2007-301179A)		ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
(43) 公開日	平成19年11月22日 (2007. 11. 22)		エルシー
審査請求日	平成21年2月13日 (2009. 2. 13)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3
			1 8 8・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
			ュー・ブルバード・ダブリュー・7 1 0
			・3 0 0 0
		(74) 代理人	100094053
			弁理士 佐藤 隆久
		(72) 発明者	片岡 宏章
			東京都日野市旭が丘四丁目7番地の1 2 7
			ジーイー横河メディカルシステム株式会
			社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波診断画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔に基づいて被検体に超音波パルスを繰り返し送信し、前記被検体の所定の位置のサンプルボリュームに対応する受信時間間隔に基づいて前記被検体からのエコー信号を受信する超音波プローブを有する超音波診断装置であって、

前記パルス繰り返し周波数を設定するパルス繰り返し周波数設定部と、

前記サンプルボリュームの位置を設定するサンプルボリューム位置設定部と、

前記パルス繰り返し周波数設定部で設定されたパルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔を PRT 、前記サンプルボリューム位置設定部で設定されたサンプルボリュームに対応する受信時間間隔を $Tdepth$ 、前記送信時間間隔と前記受信時間間隔との時間差を ΔT とするとき、前記時間差は、 $\Delta T = | (PRT) - (Tdepth) |$ で求められる値であり、前記時間差 ΔT が 0 ではない所定の設定値以下である場合は、前記送信時間間隔が前記受信時間間隔よりも短い $HPRF$ の状態になる、又は、前記送信時間間隔が前記受信時間間隔よりも長い通常の PRF の状態になる、臨界的な状態である旨を報知する報知部とを有する

超音波診断装置。

【請求項 2】

前記パルス繰り返し周波数の設定値が入力されるパルス繰り返し周波数入力部を有し、前記パルス繰り返し周波数設定部は、前記パルス繰り返し周波数入力部に入力された前

10

20

記パルス繰り返し周波数の設定値に対応するように、前記パルス繰り返し周波数を設定する

請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記被検体において前記ドップラー信号を得るサンプルボリュームの位置が入力されるサンプルボリューム位置入力部を有し、

前記サンプルボリューム位置設定部は、前記サンプルボリューム位置入力部に入力されたサンプルボリュームの位置に基づいて、前記受信時間間隔を設定する

請求項 1 又は請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

診断画像を表示画面に表示する表示部を有し、

前記報知部は、HPRF 又は通常の PRF の状態になる臨界的な状態である旨の表示画像を前記表示部に表示させる

請求項 1 ～ 請求項 3 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記時間差 ΔT が所定の設定値より大きい場合は、通常の PRF 又は HPRF の状態が維持され続ける旨を前記報知部が報知する請求項 1 ～ 請求項 4 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

超音波プローブにより、パルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔に基づいて被検体に超音波パルスを繰り返し送信し、前記被検体の所定の位置のサンプルボリュームに対応する受信時間間隔に基づいて前記被検体からのエコー信号を受信し、前記超音波プローブによって受信された前記エコー信号に基づいて前記被検体の診断画像を生成する超音波診断画像生成方法であって、

前記パルス繰り返し周波数を設定するステップと、

前記サンプルボリュームの位置を設定するステップと、

前記パルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔を PRT 、前記設定されたサンプルボリュームに対応する受信時間間隔を $Tdepth$ 、前記送信時間間隔と前記受信時間間隔との時間差を ΔT とするとき、前記時間差を、 $\Delta T = | (PRT) - (Tdepth) |$ という演算を実行して求めるステップと、

前記求めた時間差 ΔT が 0 ではない所定の設定値以下である場合は、前記送信時間間隔が前記受信時間間隔よりも短い HPRF の状態になる、又は、前記送信時間間隔が前記受信時間間隔よりも長い通常の PRF の状態になる、臨界的な状態である旨を報知するステップと、を含む超音波診断画像生成方法。

【請求項 7】

前記パルス繰り返し周波数をパルス繰り返し周波数入力部で入力するステップと、

パルス繰り返し周波数設定部が、前記パルス繰り返し周波数入力部に入力された前記パルス繰り返し周波数の設定値に対応するように、前記パルス繰り返し周波数を設定するステップと、を含む、

請求項 6 に記載の超音波診断画像生成方法。

【請求項 8】

前記被検体において前記ドップラー信号を得るサンプルボリュームの位置をサンプルボリューム位置入力部で入力するステップと、

前記サンプルボリューム位置入力部に入力されたサンプルボリュームの位置に基づいて、サンプルボリューム位置設定部で前記受信時間間隔を設定するステップと、を含む

請求項 6 又は請求項 7 に記載の超音波診断画像生成方法。

【請求項 9】

診断画像を表示部で表示し、前記報知された HPRF 又は通常の PRF の状態になる臨界的な状態である旨の表示画像を前記表示部に表示させるステップを含む

請求項 6 ～ 請求項 8 のいずれかに記載の超音波診断画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パルスドップラー法を用いた超音波診断装置及び超音波診断画像生成方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

医療診断の場において、超音波パルスが被検体に繰り返して送信し、血流速などを計測する方法として、パルスドップラー法がある。パルスドップラー法は、送信される超音波パルス繰り返し周波数と、反射された超音波パルスの周波数の変化分を求め、被検体の移動状態をスペクトラム表示させる。

10

【0003】

こういったパルスドップラー法を用いた超音波診断装置において、特許文献1に記載されているように、パルス繰り返し周波数の値、及び、計測を行う被検体部位へサンプルボリュームの位置を指定して、超音波パルスの送受信を行い、その部位の血流速度のドップラー波形を算出して、ディスプレイに表示するものがある。

【0004】

ここで、パルスの送信時間間隔を一定に保ち、すなわち、パルス繰り返し周波数を一定に保ち、ドップラーカーソルの深さ方向の位置を深くしてゆくと、パルスを送信してから受信するまでの時間が長くなる。そうしていくと、ある時点でパルスの送信時間間隔が、パルスを送信してから受信するまでの時間よりも短くなる。この場合には、パルスを送信してから受信するまでの間に、次のパルスを送信することになってしまう。この状態は通常のPRFの状態からHPRF(High Pulse Repetition Frequency)の状態へ遷移したという。

20

【0005】

【特許文献1】特開2000-237191号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1の技術のみならず、パルスドップラー法による超音波診断は、通常のPRFからHPRFの状態へ遷移すると、ドップラー波形の質が劣化し、ディスプレイの表示画質が急激に悪くなる。その理由はまず、先に送信したパルスが被検体から反射されて受信される際に、後に送信したパルスが被検体から反射されてくるので、これが受信されてしまう。そのため、これらの二つの受信信号からドップラー波形として算出することになるので波形形成の精度が落ちるためである。

30

【0007】

通常のPRFからHPRFの状態への遷移は例えば、サンプルボリュームの深さ方向の位置を深くしていくと発生する。また、送信するパルス繰り返し周波数を高くしていくと同様に、パルスの時間間隔が、パルスを送信してから受信するまでの時間よりも短くなるので、通常のPRFからHPRFの状態への遷移が発生する。

40

【0008】

通常のPRFからHPRFの状態への遷移はパルス繰り返し周波数の値やサンプルボリュームの位置により決まるものである。ところが、超音波診断装置のオペレータが通常のPRFからHPRFの状態への遷移が発生することを予想しながら装置を操作できるものではない。すなわち、装置を操作中にいつその遷移が発生するのかをオペレータは予想できない。

【0009】

そのため、通常のPRFの状態で良好なディスプレイの表示画質で被検体の特定部位を診断している際に、突然HPRFの状態に遷移し、ディスプレイ画質が急激に悪くなることが頻発する。ディスプレイ画質が急激に悪くなることにより、診断しようとしている

50

部位を見失なう可能性がある。

【 0 0 1 0 】

逆に、H P R F の状態で被検体の特定部位を診断している際に、突然通常の P R F の状態に遷移した場合は、ディスプレイの画質が急激に悪くなることは少ないにせよ、ディスプレイの画質が急激に変化することになるので、診断しようとしている部位を見失なう可能性がある。

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、操作者が通常の P R F と H P R F との臨界状態を知ることができる、超音波診断装置及び超音波診断画像生成方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明に係る超音波診断装置は、パルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔に基づいて被検体に超音波パルスを繰り返し送信し、前記被検体の所定の位置のサンプルボリュームに対応する受信時間間隔に基づいて前記被検体からのエコー信号を受信する超音波プローブを有する超音波診断装置であって、前記パルス繰り返し周波数を設定するパルス繰り返し周波数設定部と、前記サンプルボリュームの位置を設定するサンプルボリューム位置設定部と、前記パルス繰り返し周波数設定部で設定されたパルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔と前記サンプルボリューム位置設定部で設定されたサンプルボリュームに対応する受信時間間隔との時間差を比較して当該時間差が所定の設定範囲内である場合は、前記送信時間間隔が受信時間間隔よりも短い H P R F の状態になる、又は、前記送信時間間隔が前記受信時間間隔よりも長い通常の P R F の状態になる、臨界的な状態である旨を報知する報知部と、を含む。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る超音波診断画像生成方法は、超音波プローブにより、パルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔に基づいて被検体に超音波パルスを繰り返し送信し、前記被検体の所定の位置のサンプルボリュームに対応する受信時間間隔に基づいて前記被検体からのエコー信号を受信し、前記超音波プローブによって受信された前記エコー信号に基づいて前記被検体の診断画像を生成する超音波診断画像生成方法であって、パルス繰り返し周波数設定部により前記パルス繰り返し周波数を設定するステップと、サンプルボリューム位置設定部により前記サンプルボリュームの位置を設定するステップと、前記パルス繰り返し周波数設定部で設定されたパルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔と前記サンプルボリューム位置設定部で設定されたサンプルボリュームに対応する受信時間間隔との時間差を比較して当該時間差が所定の設定範囲内である場合は、前記送信時間間隔が受信時間間隔よりも短い H P R F の状態になる、又は、前記送信時間間隔が前記受信時間間隔よりも長い通常の P R F の状態になる、臨界的な状態である旨を報知部により報知するステップと、を含む。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明に係る超音波診断装置及び超音波診断画像生成方法では、操作者が通常の P R F と H P R F との臨界状態を知ることができ、操作性が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の超音波診断装置の実施に係る超音波診断装置 1 を実現するための構成を示したものである。

図 1 に示した超音波診断装置 1 は、超音波プローブ 2、B モード信号生成部 3、D モード信号生成部 4、制御部 5、入力装置 6、D S C (D i g i t a l S c a n C o n v e r t e r) 7、パルス繰り返し周波数 (P R F) 設定部 8、サンプルボリューム位置設定部 9、報知部 10、パルス繰り返し周波数 (P R F) 入力部 11、サンプルボリューム位置入力部 12、表示部 13、送受信部 14 とを有している。

【 0 0 1 6 】

超音波プローブ 2 は超音波振動子がアレー状に配置されたもので構成されており、被検体 1 5 に向けて超音波パルスを送信し、被検体 1 5 に送信されて反射したエコー信号を受信する。なお、超音波パルスの送信とエコー信号の受信は超音波プローブ 2 に接続された送受信部 1 4 を介して行われる。B モード信号生成部 3 は、送受信部 1 4 より受けたエコー信号に基づき B モード用データを生成する。そして、D モード信号生成部 4 は、超音波プローブ 2 において受信したエコー信号と被検体に向けて送信した超音波パルスの信号に基づいて反射された超音波パルスの周波数の変化分を求め、ドップラー信号を生成する。

【 0 0 1 7 】

本実施形態の超音波診断装置 1 においては、オペレータにより操作される入力装置 6 からの指示に基づいて、超音波診断装置 1 の表示部 1 3 における表示や超音波プローブ 2 の超音波パルスの送受信を制御する制御部 5 がある。本実施形態の制御部 5 には以下のパルス繰り返し周波数設定部 8、サンプルボリューム位置設定部 9、報知部 1 0 が含まれている。

10

【 0 0 1 8 】

制御部 5 に含まれるパルス繰り返し周波数設定部 8、サンプルボリューム位置設定部 9、報知部 1 0 は電子回路を組み合わせたハードウェア的な構成とすることもできるし、コンピュータのプログラムによるソフトウェア的な構成とすることもできる。以下に説明するような、パルス繰り返し周波数設定部 8、サンプルボリューム位置設定部 9、報知部 1 0 の機能は、通常の設計手法により実現することができる。

20

【 0 0 1 9 】

入力装置 6 には、パルス繰り返し周波数入力部 1 1 及びサンプルボリューム位置入力部 1 2 が含まれ、オペレータにより、超音波診断装置 1 の制御に必要な入力作業が行われる。D S C 7 は、B モード信号生成部 3 により生成された B モード用データに基づいて B モード画像を生成したり、D モード信号生成部 4 により生成されたドップラー信号に基づいて D モード画像を生成し、これらの生成画像を表示部 1 3 において表示させる。

【 0 0 2 0 】

パルス繰り返し周波数設定部 8 は、被検体 1 5 へ送信する超音波パルスのパルス繰り返し周波数を設定する。そして、その情報を送受信部 1 4 に送信し、超音波プローブ 2 がパルス繰り返し周波数設定部 8 により設定されたパルス繰り返し周波数で超音波パルスを送信できるようにする。

30

【 0 0 2 1 】

サンプルボリューム位置設定部 9 は、超音波プローブ 2 が超音波パルスを被検体 1 5 へ送信した後に、被検体 1 5 から反射してきたエコー信号を受信するまでの受信時間間隔を設定する。設定した受信時間間隔の情報は送受信部 1 4 に送信され、超音波プローブ 2 が受信時間間隔にしたがってエコー信号を受信する。この受信時間間隔は、被検体 1 5 の診断しようとするサンプルボリュームの位置に対応して決定される。

【 0 0 2 2 】

報知部 1 0 は、パルス繰り返し周波数設定部 8 及びサンプルボリューム位置設定部 9 に接続されており、パルス繰り返し周波数設定部 8 からのパルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔の情報及びサンプルボリューム位置設定部 9 からの受信時間間隔の情報を受け取る。

40

【 0 0 2 3 】

ここで、超音波プローブ 2 から送信する超音波パルスの送信時間間隔が、超音波プローブ 2 が超音波パルスを送信してから受信するまでの受信時間間隔よりも短くなるような場合は、通常の P R F から H P R F の状態へ遷移する。

診断中において、超音波パルスの送信時間間隔が、超音波パルスを送信してから受信するまでの受信時間間隔よりも短くなる場合として、パルス繰り返し周波数を高くして当該パルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔を短くした場合や、被検体におけるサンプルボリュームの位置を深くして、超音波プローブ 2 が超音波パルスを送信してから受信す

50

るまでの受信時間間隔を長くした場合がある。

【 0 0 2 4 】

逆に、H P R F の状態において、送信時間間隔を長くしたり、受信時間間隔を短くすることにより、超音波プローブ 2 から送信する超音波パルスの送信時間間隔が、超音波プローブ 2 が超音波パルスを送信してから受信するまでの受信時間間隔よりも長くなるような場合は、H P R F から通常の P R F の状態へ遷移する。

【 0 0 2 5 】

本発明の超音波診断装置 1 では、診断中に通常の P R F から H P R F の状態へ遷移する場合に、又は、H P R F から通常の P R F の状態へ遷移する場合にその旨を報知部 10 で報知できるようにしている。

そのためにまず、本発明の超音波診断装置 1 では、パルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔の情報とサンプルボリューム位置設定部 9 からの受信時間間隔の情報を報知部 10 が受け取り、送信時間間隔と受信時間間隔との時間差を比較する。

【 0 0 2 6 】

送信時間間隔が受信時間間隔よりも長い状態で、かつ、送信時間間隔と受信時間間隔との時間差が小さくなっていくと通常の P R F から H P R F の状態へ遷移しうる状態になる。そこで、報知部 10 において上記時間差について所定の範囲を定めておき、当該時間差がその所定の範囲内になった場合は、通常の P R F から H P R F の状態になる臨界的な状態である旨を予め報知する。

【 0 0 2 7 】

このようにすることで、通常の P R F の状態で良好なディスプレイの表示画質で被検体を診断中に、パルス繰り返し周波数の値やサンプルボリュームの位置を変更することにより、診断条件を変えたような場合であっても、オペレータが予期せずに通常の P R F から H P R F の状態へ遷移するようなことがない。

【 0 0 2 8 】

逆に、送信時間間隔が受信時間間隔よりも短い H P R F の状態で、かつ、送信時間間隔と受信時間間隔との時間差が小さくなっていくと H P R F から通常の P R F の状態へ遷移しうる状態になる。そこで、報知部 10 において上記時間差について所定の範囲を定めておき、当該時間差が所定範囲内になった場合は、H P R F から通常の P R F の状態になる臨界的な状態である旨を予め報知する。

【 0 0 2 9 】

このようにすることで、H P R F の状態でディスプレイの表示画質で被検体を診断中に、パルス繰り返し周波数の値やサンプルボリュームの位置を変更することにより、診断条件を変えたような場合であっても、オペレータが予期せずに H P R F から通常の P R F の状態へ遷移するようなことがない。

【 0 0 3 0 】

なお、上記時間差が所定の設定範囲外である場合は、依然として H P R F 又は通常の P R F の状態が続くので、その状態が今後も維持され続ける旨を報知部 10 が報知するようにしてもよい。そのようにすることで、オペレータはその時点において H P R F 又は通常の P R F の状態が今後も続くことを想定しながら診断装置の操作を続行することができる。

【 0 0 3 1 】

さらに、上記のように実際に、H P R F の状態、又は、通常の P R F の状態になる臨界的な状態となっていなくても、送信時間間隔と受信時間間隔との時間差が所定の範囲（上記の所定の範囲とは異なる）内である場合には、H P R F の状態になる、又は、通常の P R F の状態になる可能性がある旨を報知部 10 が報知するようにしても良い。

【 0 0 3 2 】

例えば、以下の段落で説明するように、現にパルス繰り返し周波数設定部 8 により設定されたパルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔以外の想定された送信時間間隔、又は、現にサンプルボリューム位置設定部 9 により設定された受信時間間隔以外の想定され

10

20

30

40

50

た受信時間間隔を考える。そして、このようにして想定された送信時間間隔と受信時間間隔との時間差を比較し、当該時間差が所定の設定範囲内である場合は、H P R Fの状態になる、又は、通常のP R Fの状態になる可能性がある旨を報知部10により報知させる。このようにすることで、オペレータはより早期に通常のP R Fの状態からH P R Fの状態、又は、H P R Fの状態から通常のP R Fの状態への遷移を予測することができる。

【0033】

パルス繰り返し周波数入力部11では、パルス繰り返し周波数設定部8に接続され、パルス繰り返し周波数設定部8において被検体15へ送信する超音波パルスのパルス繰り返し周波数を設定する際に、その設定値をオペレータによって入力できるようにしている。そして、パルス繰り返し周波数設定部8はパルス繰り返し周波数入力部11で入力されたパルス繰り返し周波数の設定値に対応するようにパルス繰り返し周波数を設定する。パルス繰り返し周波数入力部11の具体例としては例えば、キーボードなどをあげることができる。

10

【0034】

サンプルボリューム位置入力部12は、サンプルボリューム位置設定部9に接続され、被検体15においてドップラー信号を得るサンプルボリュームの位置に対応する上記時間間隔をオペレータによって入力されるようにしている。そして、サンプルボリューム位置設定部9はサンプルボリューム位置入力部12で入力された受信時間間隔を設定する。サンプルボリューム位置入力部12の具体例としては例えば、トラックボールなどをあげることができる。

20

【0035】

表示部13はD S C 7に接続され、Bモード信号生成部3より受け取ったBモード用データやDモード信号生成部4より受け取ったドップラー信号に基づいて診断処理画像を表示する。また表示部13は、D S C 7を介して送られた報知部10からの報知信号に基づき、その報知信号に基づく表示画像を表示部13で表示させる。表示部13としては通常使用されるC R Tディスプレイや、液晶ディスプレイなどがあげられる。

【0036】

以上の構成からなる超音波診断装置1の動作について具体的に説明する。

まず、図1に示したように被検体15に超音波プローブ2を当て、被検体15に向けて超音波パルスを送信する。送信された超音波パルスPsは、図3に示したように繰り返し周波数によるパルスからなり、パルスの送信時間間隔はパルス繰り返し周波数の逆数であるP R T（本件では、送信時間間隔と定義する。）となっている。

30

【0037】

また、パルス繰り返し周波数は、パルス繰り返し周波数設定部8で任意に設定され、その値は超音波診断装置1を操作するオペレータによってパルス繰り返し周波数入力部11に入力されたパルス繰り返し周波数の値である。特にパルス繰り返し周波数を高くすることは、超音波プローブ2から送信される超音波パルスの送信繰り返し周波数が高くなることであるため、より早い流速を測定できるようになる。

【0038】

超音波プローブ2から被検体15に向けて送信された超音波パルスは、例えば被検体15のサンプルボリュームの位置であるP点で反射し、その超音波パルスはエコー信号となって再び超音波プローブ2の方向へ戻り、超音波プローブ2で受信される。

40

【0039】

図1において、サンプルボリュームの位置はP点であるが、実際の診断画像におけるサンプルボリュームは例えば、図2のような表示部13に表示された診断処理画像におけるSVである。ここで、図2に示した処理画像はBモード信号生成部3により生成されたBモード用データに基づいて表示されたBモード画像であるが、当該Bモード画像では、超音波プローブから照射された超音波パルスの所定方向の音線が示されている。

【0040】

そして、その音線上における超音波プローブから所定の深さLに相当するポイントの位

50

置がSVである。超音波プローブ2は、当該SVの位置から反射してきた超音波パルスを受信するので、そのSVの位置における被検体の移動状態を計測することができる。SVは、例えば太さのある血管(B.V)における血流速度を測定できるように、所定の幅を持たせるようにする。

【0041】

さらに、図2のBモード画像において音線方向でSVの位置を超音波プローブ2から浅くしたり深くしたりする設定を行うことができる。このとき、被検体15のP点の位置が超音波プローブ2の超音波照射面から浅くなったり深くなったりする。このような設定はサンプルボリューム位置設定部9が行う。

【0042】

P点で反射されるエコー信号は、サンプルボリュームであるP点の超音波プローブ2からの距離をL、音速をvとした場合に、超音波プローブ2からの超音波パルスを送信してから $2L/v$ の時間が経過した後に、そのエコー信号が超音波プローブ2で受信される。これは、超音波プローブ2が超音波パルスを超音波プローブ2からの距離がLの被検体15の箇所P点へ送信した後に、被検体15から反射してきたエコー信号を受信するまでの受信時間間隔であり、Tdepthとなる。

【0043】

なお、超音波プローブ2から超音波パルスを送信し、Tdepthの時間が経過した後にエコー信号を超音波プローブ2が受信できるように、図3(a)の通り、その時間帯をエコー信号Prの検出タイミングAとする。なお、検出タイミングAに所定の幅を持たせているのは、サンプルボリュームSVに幅があるためである。エコー信号Prの検出を行うためには、サンプルボリューム位置設定部9が、Tdepthに対応するように受信時間間隔を設定する。すなわち、被検体15においてドップラー信号を得るサンプルボリュームの位置に対応するようにサンプルボリューム位置設定部9が受信時間間隔Tdepthを設定する。図3(a)の状態では、パルスの送信時間間隔PRTが超音波パルスの受信時間間隔であるTdepthよりも長い通常のPRFの状態である。

【0044】

検出タイミングAの時間帯に超音波プローブ2によって受信されたエコー信号は、超音波プローブ2に接続されたDモード信号生成部4に送られ、Dモード信号生成部4によりサンプルボリュームのP点におけるドップラー信号が生成される。図4に、Dモード信号生成部4により生成されたドップラー信号の経時的周波数スペクトルの例を示した。そして、生成されたドップラー信号を処理し、画像化することにより、被検体15のP点における移動状態を視覚によって確認することができる。

【0045】

以上の説明は被検体15のP点についての診断であるが、超音波プローブ2からの距離がLとなる被検体15の特定のサンプルボリュームであるP点だけではなく、他の箇所のサンプルボリュームについても診断がなされる。そこで、サンプルボリューム位置設定部9で他のサンプルボリュームの超音波プローブ2からの距離に応じたエコー信号の繰り返し周波数に対応した検出タイミングAを設定することが必要である。そのためには、検出タイミングAがTdepthに対応するように受信時間間隔をサンプルボリューム位置設定部9で設定する。

【0046】

しかしながら既に説明したように、パルス繰り返し周波数設定部8で設定されたパルスの送信時間間隔PRTが一定である場合に、被検体15からサンプルボリュームの位置を深くしていくと、Tdepthが長くなる。そうなると、図3(b)に示したようにTdepthの長さがPRTに接近する。また、さらにサンプルボリュームの位置を深くしていくと、図3(c)に示したように、 $PRT < Tdepth$ となる。

【0047】

図3(c)のような場合、エコー信号Prの検出タイミングAにおいて、P点におけるエコー信号だけではなく、P点よりも超音波プローブ2から近い箇所のエコーも受信するこ

10

20

30

40

50

とになる。すなわち、通常のPRFからHPRFの状態へ遷移する。また、図3(b)のように、 $PRT < Tdepth$ となっていなくても、 $Tdepth$ の長さがPRTに接近しているような場合は、通常のPRFからHPRFの状態となる臨界的な状態になる。

【0048】

また、サンプルボリュームの位置を深くして、 $Tdepth$ の長さが変わった場合だけでなく、パルス繰り返し周波数設定部8でパルス繰り返し周波数を高く設定変更した場合であっても、上記のようなことが起きる。すなわち、図5(a)に示したようにパルス繰り返し周波数が低い状態では、そのパルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔PRTが超音波パルスの受信時間間隔である $Tdepth$ よりも長い通常のPRFの状態である。そして、パルス繰り返し周波数をさらに高くすると、図5(b)に示したように $Tdepth$ の長さがPRTに接近する。パルス繰り返し周波数を高くし続けていくと、図5(c)に示したように、 $PRT < Tdepth$ となる。図5(a)の状態は通常のPRFの状態であり、図5(b)の状態は通常のPRFからHPRFの状態となる臨界的な状態であり、図5(c)は実際にHPRFの状態に遷移した状態である。

10

【0049】

上記は、サンプルボリュームの位置を深くしたり、又は、パルス繰り返し周波数を高くするような設定を行って、通常のPRFからHPRFの状態に遷移したり、その臨界的な状態となる場合について説明している。しかしその逆の場合として、HPRFの状態から、通常のPRFの状態に遷移したり、その臨界的な状態となることもある。

【0050】

20

すなわち、図3(c)に示したように、 $PRT < Tdepth$ となるHPRFの状態において、サンプルボリュームの位置を浅くしたり、又はパルス繰り返し周波数を低くするような設定を行った場合は、図3(b)に示したような、 $PRT > Tdepth$ となる長い通常のPRFの状態に遷移したり、その臨界的な状態になる。

【0051】

通常のPRFからHPRFの状態へ遷移すると、ドップラー波形の質が劣化し、ディスプレイの表示画質が急激に悪くなるのは既に述べたとおりである。また、同様にしてHPRFから通常のPRFの状態になっても、ディスプレイの画質が急激に変化する。そこで、本発明の実施形態の超音波診断装置1では、通常のPRFからHPRFの状態に遷移すること、又は、HPRFから通常のPRFの状態に遷移することをオペレータが前もって予測することができるようにしてある。

30

【0052】

まず、通常のPRFからHPRFの状態に遷移するような場合について考える。

すなわち、超音波診断装置1で被検体15を診断中にその装置のオペレータが、サンプルボリュームの位置を深くしたり、パルス繰り返し周波数を高くした場合には、 $PRT < Tdepth$ となり、通常のPRFからHPRFの状態に遷移することになる。特にその遷移が突然の場合は診断しようとしている部位を見失う可能性があるので、通常のPRFからHPRFの状態に遷移する旨を報知するようにしている。

【0053】

そこで、診断中にオペレータがパルス繰り返し周波数設定部8で新たなパルス繰り返し周波数や、サンプルボリューム位置設定部9により新たなサンプルボリュームの位置を設定した場合に、現に設定され又は新たに設定されたパルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔とサンプルボリューム位置設定部9により現に設定され又は新たに設定されたサンプルボリュームに対応する受信時間間隔との時間差を比較する。そして、当該時間差が所定の設定範囲内である場合は、通常のPRFからHPRFの状態になる臨界的な状態である旨が予め報知部10で報知されるようにする。

40

【0054】

当該時間差が設定範囲内であるような場合は、通常のPRFからHPRFの状態になる臨界的な状態である(図3(b)及び図5(b)参照)。そこで、その旨を報知部10で報知させることにより、通常のPRFからHPRFの状態になる予測可能性について余裕

50

を持たせることができる。

【 0 0 5 5 】

同様にして H P R F から通常の P R F の状態に遷移するような場合について考えると、サンプルボリュームの位置を浅くしたり、パルス繰り返し周波数を低くすることにより、送信時間間隔と受信時間間隔との時間差が所定範囲内となった場合に、H P R F から通常の P R F の状態になる臨界的な状態である旨が予め報知部 1 0 で報知されるようにする。こうすることで、H P R F から通常の P R F の状態になる予測可能性について余裕を持たせることができる。

【 0 0 5 6 】

以上をまとめて説明するために、送信時間間隔と受信時間間隔との時間差を ΔT と定義する。 ΔT は、 $\Delta T = | (PRT) - (Tdepth) |$ と表記され、 (PRT) ($Tdepth$) の状態 (現在が通常の P R F の状態) であり、かつ、 ΔT が所定の設定範囲内になった場合は、通常の P R F から H P R F の状態になる臨界的な状態となる。また、 $(PRT) < (Tdepth)$ の状態 (H P R F の状態) であり、かつ、 ΔT が所定の設定範囲内になった場合は、H P R F から通常の P R F の状態になる臨界的な状態となる。

10

【 0 0 5 7 】

ΔT についての、当該所定の設定範囲については、各超音波診断装置について任意に設定することができる。例えば、パルス繰り返し周波数やサンプルボリュームを頻繁に変えながら被検体を診断する場合は、当該設定範囲を広くして、オペレータに対して早期に H P R F の状態又は、H P R F の状態になる可能性を早期に報知することができる。

20

【 0 0 5 8 】

ここで、 (PRT) ($Tdepth$) の状態 (現在が通常の P R F の状態) であり、かつ、 ΔT が所定の設定範囲外の場合は、その後も通常の P R F の状態が継続し続け、H P R F の状態になる臨界的な状態になることはないので、その旨を報知部 1 0 で報知するようにしてもよい。すなわち、図 3 (a) , 5 (a) に示したように、 (PRT) ($Tdepth$) の状態である場合において、オペレータがパルス繰り返し周波数設定部 8 で新たなパルス繰り返し周波数や、サンプルボリューム位置設定部 9 により新たなサンプルボリュームの位置を設定した場合でも、依然として、 (PRT) ($Tdepth$) であり、 ΔT が所定の設定範囲外となり続ける場合がある。このとき、設定後も通常の P R F の状態が続くので、その旨が報知部 1 0 で報知されるようにする。

30

【 0 0 5 9 】

同様にして、 $(PRT) < (Tdepth)$ の状態 (現在が H P R F の状態) であり、かつ、 ΔT が所定の設定範囲外の場合は、その後も H P R F の状態が継続し続け、通常の P R F の状態になる臨界的な状態になることはないので、その旨を報知部 1 0 で報知するようにしてもよい。

【 0 0 6 0 】

上記を図 6 に示したフローチャートを参照しながら説明する。

ここで、パルス繰り返し周波数を変更する場合と、サンプルボリュームの位置を変更する場合とがあるが、これらを分けて説明する。

40

図 6 (a) はパルス繰り返し周波数を変更する場合についての説明である。まず、被験者を診断中に超音波診断装置 1 のオペレータが、パルス繰り返し周波数入力部 1 1 で送信パルス繰り返し周波数の設定値を入力する (S T 1)。そして、パルス繰り返し周波数設定部 8 はパルス繰り返し周波数入力部 1 1 で入力されたパルス繰り返し周波数の設定値に対応するようにパルス繰り返し周波数 (P R F) を設定する (S T 2)。

【 0 0 6 1 】

そして、パルス繰り返し周波数設定部 8 によって設定されたパルス繰り返し周波数に対応する P R T と、現在診断中の受信時間間隔 (T d e p t h) について、 $\Delta T = | (PRT) - (Tdepth) |$ が所定の設定範囲内であるか (設定値以下であるか) を報知部 1 0 で判定する (S T 3)。 ΔT が所定の設定範囲内であると判定された場合は、通

50

常の P R F から H P R F の状態になる臨界的な状態、又は、H P R F から通常の P R F の状態になる臨界的な状態となるので報知部 1 0 がその旨を報知する (S T 4)。

【 0 0 6 2 】

以上のステップが終了後、被験者の診断を続行させる場合は、S T 1 のステップに戻り、診断中の状況により再度別途のパルス繰り返し周波数を設定することができる。

一方で、パルス繰り返し周波数の設定を設定変更するだけでなく、サンプルボリュームの位置を新たに設定することもできる (図 6 (b) の S T 1 ' 参照)。

【 0 0 6 3 】

図 6 (b) はサンプルボリュームの位置を変更する場合についての説明である。まず、被験者を診断中に超音波診断装置 1 のオペレータが、サンプルボリューム位置入力部 1 2 でサンプルボリュームの位置を入力する (S T 1 ')。そして、サンプルボリューム位置設定部 9 はサンプルボリューム位置入力部 1 2 で入力された T d e p t h となる受信時間間隔を設定する (S T 2 ')。

【 0 0 6 4 】

そして、現在診断中のパルス繰り返し周波数に対応する P R T と、サンプルボリューム位置設定部 9 によって設定された診断中の受信時間間隔 (T d e p t h) について、 $\Delta T = | (P R T) - (T d e p t h) |$ が所定の設定範囲内であるかを報知部 1 0 で判定する。 (S T 3 ')。設定範囲内であると判定された場合は、通常の P R F から H P R F の状態になる、又は、H P R F から通常の P R F の状態になる可能性があるので報知部 1 0 がその旨を報知する (S T 4 ')。

【 0 0 6 5 】

以上のステップが終了後、被験者の診断を続行させる場合は、S T 1 ' のステップに戻り、診断箇所を変更する場合は再度別途のサンプルボリュームの位置を設定することができる。なお上述したように、パルス繰り返し周波数の設定を新たに行うこともできる (S T 1 参照)。

【 0 0 6 6 】

このように、図 1 の超音波診断装置 1 において、パルス繰り返し周波数設定部 8 によって設定された送信パルス繰り返し周波数に対応する送信時間間隔 P R T と、サンプルボリューム位置設定部 9 によって設定された受信時間間隔 T d e p t h との時間差 ΔT が所定の設定範囲内にある場合には、通常の P R F から H P R F の状態になる臨界的な状態、又は、H P R F から通常の P R F の状態になる臨界的な状態として、報知部 1 0 によってその旨が報知されるようにする。

【 0 0 6 7 】

報知部 1 0 によってその旨を報知する際は、超音波診断装置 1 のオペレータが、ディスプレイなどの表示部 1 3 で画面を見ながらその旨が報知されるのが望ましい。すなわち、超音波診断装置 1 のオペレータは、常に被検体 1 5 が表示される画面を表示部 1 3 で観察しつつ、表示部 1 3 の画面上に報知部 1 0 からの信号によりその旨が表示されるようにする。ここで、診断の必要に応じてパルス繰り返し周波数の値やサンプルボリュームの位置を変更できるようにする。そのためには、パルス繰り返し周波数の値やサンプルボリュームの位置を変更している際に、通常の P R F から H P R F の状態、又は、H P R F から通常の P R F の状態への遷移の予測可能性を持たせる必要がある。

【 0 0 6 8 】

超音波診断装置 1 を操作する者がパルス繰り返し周波数の値やサンプルボリュームの位置を変更中に、通常の P R F から H P R F の状態となる臨界的な状態である旨が報知部 1 0 によって表示画面に報知されることにより、突然ディスプレイ画質が急激に悪くなる事態を避けられる。そのため、診断しようとしている部位を見失なうおそれを一層少なくすることができる。同様にして、H P R F から通常の P R F の状態になる臨界的な状態である旨が報知部 1 0 によって表示画面に報知されることにより、診断しようとしている部位を見失なうおそれを一層少なくすることができる。

【 0 0 6 9 】

通常のPRFからHPRFの状態となる臨界的な状態、又は、HPRFから通常のPRFの状態になる臨界的な状態である旨が報知部10によって表示画面に報知する表示部13の表示画像としては、表示画面に現れたサンプルボリュームを示す箇所のカーソルの色や形を変更するものや、表示画面に通常のPRFからHPRFの状態（もしくは、HPRFから通常のPRFの状態）となるサンプルボリュームの境界にラインを表示するものがある。

【0070】

図3を参照した説明においては、被検体15に向けて送信される超音波パルスの時間間隔はPRTになっている。そして、診断時現在における送信パルス繰り返し周波数に対応するPRTと、サンプルボリューム位置設定部9によって設定された受信時間間隔Tdep10
t hとの時間差 ΔT が所定の設定範囲内である場合には、通常のPRFからHPRFの状態となる臨界的な状態である旨を報知部10により報知されるようになっている。また、HPRFから通常のPRFの状態となる臨界的な状態である場合にその旨を報知部10によって報知する場合も同様となっている。

【0071】

しかし、現在のPRTよりも長い又は短いパルスの送信時間間隔を想定し、これについてのPRTと、サンプルボリューム位置設定部9によって設定された受信時間間隔Tdep20
p t hとの時間差 ΔT が所定の設定範囲内であるか否かについて判断するようにしてもよい。

【0072】

すなわち、超音波診断装置1の使用中は診断画面に応じてその使用者がパルス繰り返し周波数の値を変える必要がある。そのため、 ΔT が所定の設定範囲内であるかについては、HPRFの状態になる、又は、通常のPRFの状態になる臨界的な状態となっていなくても、診断時現在のパルス繰り返し周波数についてだけではなく、これから変えようとするパルス繰り返し周波数の値についても判断できるようにするのが望ましい。これにより、通常のPRFからHPRFの状態、又は、HPRFから通常のPRFの状態への遷移可能性を一層早期に報知することができる。

【0073】

また、超音波診断装置1の使用中はその使用者がパルス繰り返し周波数の値を変える必要があるのと同様に、サンプルボリュームの位置を変更し、受信時間間隔を変更する30
必要もある。そのため、 ΔT が所定の設定範囲内であるかについては、HPRFの状態になる、又は、通常のPRFの状態になる臨界的な状態となっていなくても、診断時現在におけるサンプルボリューム位置についての受信時間間隔だけではなく、これから診断しようとする箇所のサンプルボリューム位置についての受信時間間隔についても判断できるようにするのが望ましい。

【0074】

すなわち、診断時現在におけるサンプルボリュームの近傍についてのサンプルボリュームの位置の受信時間間隔についても判断できるようにする。そのようにすることで、これから変えようとするパルス繰り返し周波数の値についてのPRTについても判断する場合と同様に、通常のPRFからHPRFの状態、又は、HPRFから通常のPRFの状態40
への遷移可能性を一層早期に報知させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明の超音波診断装置の実施に係る構成を示したものである。

【図2】表示部に表示された診断処理画像の例である。

【図3】本発明の超音波診断装置の超音波プローブから送信される超音波パルスの発信時間帯と超音波プローブにおける超音波パルスの受信時間帯のタイムチャートである。

【図4】Dモード信号生成部により生成されたドップラー信号の経時的周波数スペクトルの例である。

【図5】本発明の超音波診断装置の超音波プローブから送信される超音波パルスの発信時50

間帯と超音波プローブにおける超音波パルスの受信時間帯のタイムチャートである。

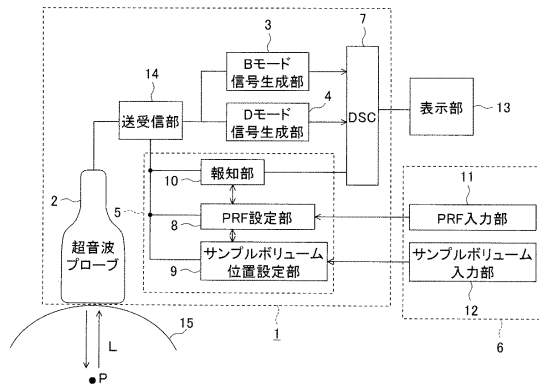
【図6】本発明の超音波診断装置の診断のフローチャートである。

【符号の説明】

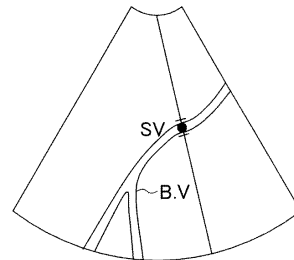
【0076】

1 ... 超音波診断装置、2 ... 超音波プローブ、3 ... Bモード信号生成部、4 ... Dモード信号生成部、5 ... 制御部、6 ... 入力装置、7 ... DSC、8 ... パルス繰り返し周波数（PRF）設定部、9 ... サンプルボリューム位置設定部、10 ... 報知部、11 ... パルス繰り返し周波数（PRF）入力部、12 ... サンプルボリューム位置入力部、13 ... 表示部、14 ... 送受信部、15 ... 被検体

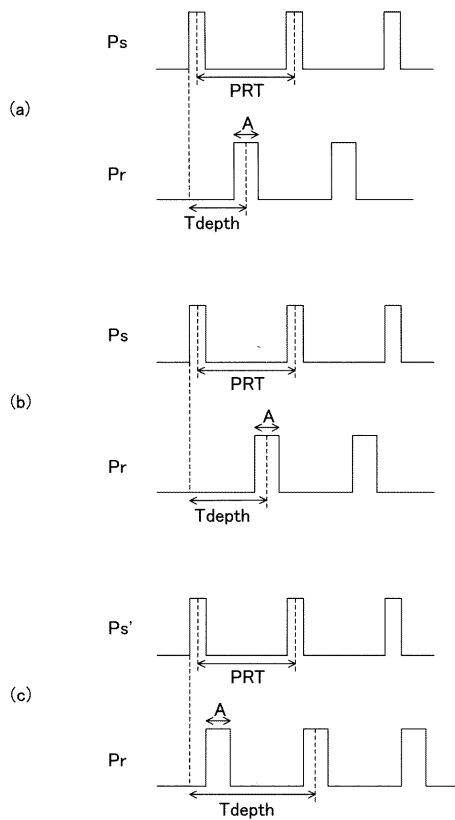
【図1】



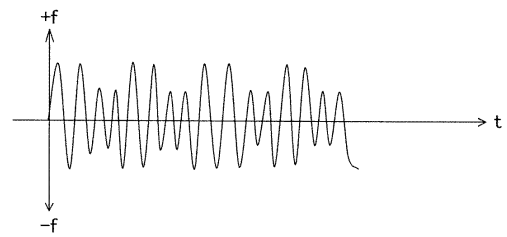
【図2】



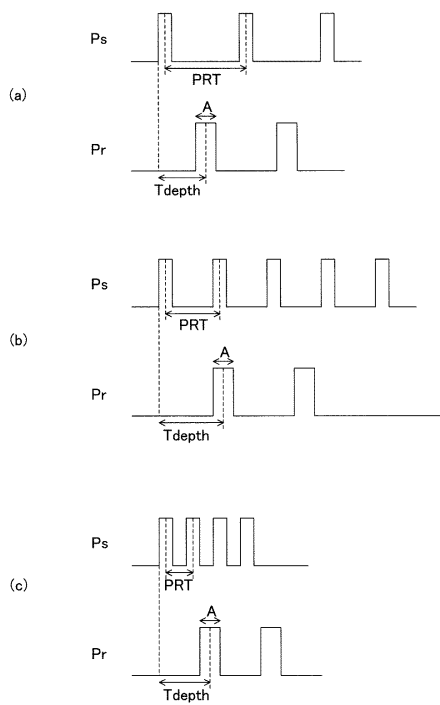
【図 3】



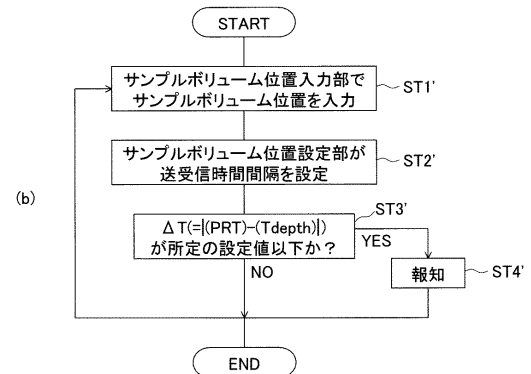
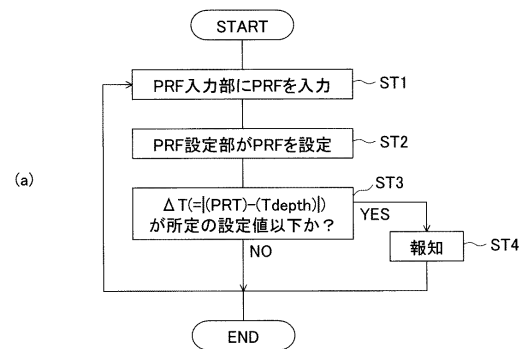
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 五関 統一郎

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 0 1 0 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 9 5 0 1 8 (J P , A)
特開平 0 2 - 1 6 4 3 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 3 7 1 9 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 0

专利名称(译)	超音波診断装置及び超音波診断画像生成方法		
公开(公告)号	JP5144027B2	公开(公告)日	2013-02-13
申请号	JP2006133135	申请日	2006-05-11
申请(专利权)人(译)	GE医療システム環球技術公司有限責任公司		
当前申请(专利权)人(译)	GE医療システム環球技術公司有限責任公司		
[标]发明人	片岡宏章		
发明人	片岡 宏章		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB01 4C601/BB02 4C601/DD03 4C601/DE03 4C601/EE04 4C601/EE06 4C601/EE11 4C601/HH04 4C601/HH13 4C601/JB16 4C601/JB38 4C601/KK12 4C601/KK17 4C601/KK31 4C601/KK33		
代理人(译)	佐藤隆久		
其他公开文献	JP2007301179A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种易于操作的超声诊断设备，而不会有在诊断中无法看到诊断区域的风险。ŽSOLUTION：超声波诊断装置具有超声波探头2.超声波探头2基于与脉冲重复频率对应的发送时间间隔向对象重复发送超声波脉冲，并基于时间间隔接收来自对象的回波信号。接收对应于样本量。超声波诊断装置包括脉冲重复频率设定部分8，样本量位置设定部分9和通知部分10.通知部分10比较由脉冲重复频率设定部分8设定的发送时间间隔之间的时间差。由样本量位置设定部9设定的接收时间间隔，通知发送时间间隔短于接收时间间隔的HPRF（高脉冲重复频率）状态与如果作为比较结果的时间差在规定的预设范围内，则PRF（脉冲重复频率）的正常状态，其中传输的时间间隔长于接收的时间间隔。Ž

