

(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2018-75142

(P2018-75142A)

(43) 公開日 平成30年5月17日(2018.5.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/06 (2006.01)	A 6 1 B 8/06	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	

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2016-218211 (P2016-218211)	(71) 出願人	000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(22) 出願日	平成28年11月8日(2016.11.8)	(74) 代理人	100105050 弁理士 鷲田 公一
		(74) 代理人	100155620 弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	赤羽 睦弘 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	中村 恭大 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

最終頁に続く

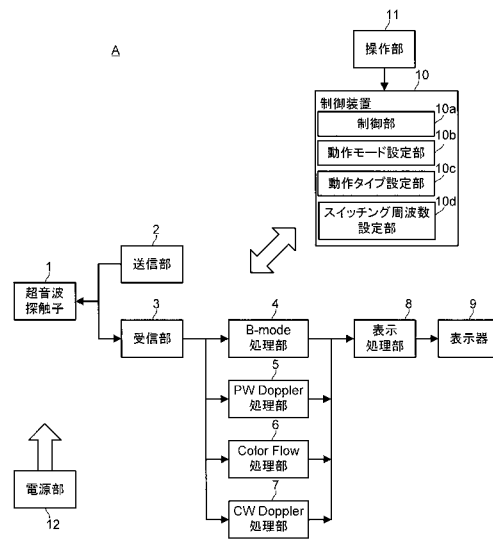
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置の制御装置、及び制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ドブラ偏移周波数の検出結果へのスイッチングノイズの混入を抑制することを可能とする超音波診断装置の制御装置を提供すること。

【解決手段】 超音波診断装置の制御装置10であって、送信する超音波パルスのパルス波形が異なる複数の動作モードから、観測結果を画面内に同時に表示する対象として少なくとも第1及び第2の動作モードを設定する動作モード設定部10bと、第1及び第2の動作モードそれぞれの超音波パルスの送信タイミングを規定する動作タイプを設定する動作タイプ設定部10cと、スイッチング電源12を駆動する際のスイッチング信号の基本周波数及び高調波が、第1及び第2の動作モード並びに動作タイプに基づいて決定されるドブラ観測周波数帯域に含まれないように、スイッチング信号のスイッチング周波数を設定するスイッチング周波数設定部10dと、を備える。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

動作電圧を生成するスイッチング電源を有し、超音波をパルス状に繰り返して送信し、被検体内から反射される超音波エコーからドブラ偏移周波数を検出可能に構成された超音波診断装置の制御装置であって、

送信する超音波パルスのパルス波形が異なる複数の動作モードから、観測結果を画面内に同時に表示する対象として少なくとも第 1 及び第 2 の動作モードを設定する動作モード設定部と、

前記第 1 及び第 2 の動作モードそれぞれの超音波パルスの送信タイミングを規定する動作タイプを設定する動作タイプ設定部と、

前記スイッチング電源を駆動する際のスイッチング信号の基本周波数及び高調波が、前記第 1 及び第 2 の動作モード並びに前記動作タイプに基づいて決定されるドブラ観測周波数帯域に含まれないように、前記スイッチング信号のスイッチング周波数を設定するスイッチング周波数設定部と、

を備える、制御装置。

## 【請求項 2】

前記複数の動作モードは、少なくともパルスドブラモード、Bモード及びカラーフローモードを含み、

前記第 1 及び第 2 の動作モードは、少なくともパルスドブラモードと Bモードの組み合わせを含む、

請求項 1 に記載の制御装置。

## 【請求項 3】

前記複数の動作タイプは、少なくとも、前記パルスドブラモードに係る超音波パルスのみを連続的に送信する第 1 の動作タイプと、他の動作モードに係る超音波パルスの送信を間に挟むように、前記パルスドブラモードに係る超音波パルスを送信する第 2 の動作タイプと、を含む、

請求項 2 に記載の制御装置。

## 【請求項 4】

前記スイッチング周波数設定部は、前記超音波パルスを送信する送信周波数と、サンプルゲート深度及び前記動作タイプに応じて決定されるパルスドブラモードのパルス繰り返し周波数の最大値と、に基づいて、下記の式 (1) 及び (2) を満たすように、前記スイッチング周波数を設定する、

請求項 2 又は 3 に記載の制御装置。

$$n * F_{sw} = F_{ref} - (1/2) * F_{prfm} \quad \dots \text{式 (1)}$$

$$F_{ref} + (1/2) * F_{prfm} = (n + 1) * F_{sw} \quad \dots \text{式 (2)}$$

(但し、 $n$  : 正の整数、 $F_{ref}$  : 超音波パルスの送信周波数、 $F_{sw}$  : スwitching周波数、 $F_{prfm}$  : サンプルゲート深度及び動作タイプに応じて決定されるパルス繰り返し周波数の最大値、を表す)

## 【請求項 5】

前記スイッチング周波数設定部は、前記超音波パルスを送信する送信周波数と、サンプルゲート深度及び前記動作タイプに応じて決定されるパルスドブラモードのパルス繰り返し周波数の最大値と、に基づいて、下記の式 (3) 及び (4) を満たすように、前記スイッチング周波数を設定する、

請求項 2 又は 3 に記載の制御装置。

$$n * F_{sw} = F_{ref} - (1/2) * F_{prfm} * k_m \quad \dots \text{式 (3)}$$

$$F_{ref} + (1/2) * F_{prfm} * k_m = (n + 1) * F_{sw} \quad \dots \text{式 (4)}$$

(但し、 $n$  : 正の整数、 $F_{ref}$  : 超音波パルスの送信周波数、 $F_{sw}$  : スwitching周波数、 $F_{prfm}$  : サンプルゲート深度及び動作タイプに応じて決定されるパルス繰り返し周波数の最大値、 $k_m$  : マージン係数 (1 ~ 10)、を表す)

## 【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記スイッチング電源は、スイッチング駆動方式のDC-DCコンバーターである、請求項1乃至5いずれか一項に記載の制御装置。

【請求項7】

前記スイッチング信号の高調波は、前記スイッチング周波数の第二次から第五次までの高調波である、

請求項1乃至6いずれか一項に記載の制御装置。

【請求項8】

請求項1乃至7いずれか一項に記載の制御装置を有する超音波診断装置。

【請求項9】

動作電圧を生成するスイッチング電源を有し、超音波をパルス状に繰り返して送信し、被検体内から反射される超音波エコーからドプラ偏移周波数を検出可能に構成された超音波診断装置の制御方法であって、

送信する超音波パルスのパルス波形が異なる複数の動作モードから、観測結果を画面内に同時に表示する対象として少なくとも第1及び第2の動作モードを設定する処理と、

前記第1及び第2の動作モードそれぞれの超音波パルスの送信タイミングを規定する動作タイプを設定する処理と、

前記スイッチング電源を駆動する際のスイッチング信号の基本周波数及び高調波が、前記第1及び第2の動作モード並びに前記動作タイプに基づいて決定されるドプラ観測周波数帯域に含まれないように、前記スイッチング信号のスイッチング周波数を設定する処理と、

を備える、制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、超音波診断装置の制御装置、及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置の電源生成デバイスとして、一般に、小型で変換効率が高いスイッチング駆動方式のDC-DCコンバーターが用いられる。しかし、スイッチング駆動方式のDC-DCコンバーターは、スイッチング素子を数百kHz～数MHzでスイッチングして動作電圧を生成するため、スイッチング周波数及びその高次高調波の周波数において、電磁ノイズや伝導ノイズが発生することが知られている（以下、「スイッチングノイズ」とも称する）。

【0003】

超音波診断装置においては、特にパルスドプラ（以下、「PWドプラ」と称する）法によって血流速度パターン等を検出する際に、かかるスイッチングノイズがドプラ偏移周波数を観測する周波数帯に重畳することが知られている。その結果、血流速度パターン等を表示する画面内に、スイッチングノイズが表出し、正しい診断を妨げるおそれがある。

【0004】

特許文献1には、画面上に当該スイッチングノイズが表出することを防止するために、スイッチング電源のスイッチング周波数をパルス繰り返し周波数の整数倍になるように制御する方法が提案されている。

【0005】

又、特許文献2には、ドプラ偏移周波数を観測する周波数帯にスイッチング信号の基本周波数及びその高調波が含まれないように、スイッチング周波数を制御する方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平5-130992号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2007-029198号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、超音波パルスを送信する際のパルス繰り返し周波数は、血流速度パターン等を検出する際の流速レンジ（ドブラ偏移周波数を観測する範囲）に応じて、数十通りも存在する。そのため、特許文献1の従来技術のように、あらゆるパルス繰り返し周波数に対して、そのパルス繰り返し周波数の整数倍となるように、スイッチング電源のスイッチング周波数を設定することは困難である。

【0008】

又、血流速度パターン等を検出する際の流速レンジを広げたい場合等においては、特許文献2の従来技術のように、スイッチングノイズが含まれるすべての周波数帯を避けるように、スイッチング周波数を設定することは困難となることもある。

【0009】

特に、近年、超音波パルスの送信タイミングを切り替えることで、複数の動作モードを複合的に実行することが可能となっており（以下、「複合動作モード」と称する）、かかる動作モードの実行態様を考慮して、より好適なスイッチング周波数を設定することが望まれる。

【0010】

本開示は上記の問題点に鑑みてなされたもので、特に複合動作モードにおいて、ドブラ偏移周波数の検出結果へのスイッチングノイズの混入を抑制することを可能とする超音波診断装置の制御装置、及び制御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】

【0011】

前述した課題を解決する主たる本開示は、動作電圧を生成するスイッチング電源を有し、超音波をパルス状に繰り返して送信し、被検体内から反射される超音波エコーからドブラ偏移周波数を検出可能に構成された超音波診断装置の制御装置であって、送信する超音波パルスのパルス波形が異なる複数の動作モードから、観測結果を画面内に同時に表示する対象として少なくとも第1及び第2の動作モードを設定する動作モード設定部と、前記第1及び第2の動作モードそれぞれの超音波パルスの送信タイミングを規定する動作タイプを設定する動作タイプ設定部と、前記スイッチング電源を駆動する際のスイッチング信号の基本周波数及び高調波が、前記第1及び第2の動作モード並びに前記動作タイプに基づいて決定されるドブラ観測周波数帯域に含まれないように、前記スイッチング信号のスイッチング周波数を設定するスイッチング周波数設定部と、を備える、制御装置である。

【0012】

又、前述した課題を解決する主たる本開示は、動作電圧を生成するスイッチング電源を有し、超音波をパルス状に繰り返して送信し、被検体内から反射される超音波エコーからドブラ偏移周波数を検出可能に構成された超音波診断装置の制御方法であって、送信する超音波パルスのパルス波形が異なる複数の動作モードから、観測結果を画面内に同時に表示する対象として少なくとも第1及び第2の動作モードを設定する処理と、前記第1及び第2の動作モードそれぞれの超音波パルスの送信タイミングを規定する動作タイプを設定する処理と、前記スイッチング電源を駆動する際のスイッチング信号の基本周波数及び高調波が、前記第1及び第2の動作モード並びに前記動作タイプに基づいて決定されるドブラ観測周波数帯域に含まれないように、前記スイッチング信号のスイッチング周波数を設定する処理と、を備える、制御方法である。

【発明の効果】

【0013】

本開示によれば、ドブラ偏移周波数の検出結果に、スイッチング電源から発生するスイッチングノイズが混入することを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

【図 1】実施形態に係る超音波診断装置の信号処理経路の全体構成の一例を示す図

【図 2】実施形態に係る超音波診断装置の P W ドブラ処理部の構成の一例を示す図

【図 3 A】超音波診断装置の電源部の構成の一例を示す図

【図 3 B】超音波診断装置の電源部の構成の一例を示す図

【図 4 A】複合動作モードにおいて生成される画面の一例を示す図

【図 4 B】複合動作モードにおいて生成される画面の一例を示す図

【図 5 A】複合動作モードにおける動作タイプについて説明する図

【図 5 B】複合動作モードにおける動作タイプについて説明する図

【図 5 C】複合動作モードにおける動作タイプについて説明する図

10

【図 6 A】複合動作モードにおける動作タイプについて説明する図

【図 6 B】複合動作モードにおける動作タイプについて説明する図

【図 7】P W ドブラモードにおけるドブラ観測周波数帯域とスイッチング周波数の関係について説明する図

【図 8】P W ドブラモードにおけるドブラ観測周波数帯域とスイッチング周波数の関係について説明する図

【図 9】周波数スペクトル画像にスイッチングノイズが表出した表示画面の一例を示す図

【図 1 0】スイッチング周波数を決定する際の制御装置の動作の一例を示すフローチャート

【図 1 1】スイッチング周波数を決定する際の制御装置の動作の一例を示すフローチャート

20

【図 1 2】スイッチング周波数を決定する際の制御装置の動作の一例を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 5 】

(超音波診断装置の構成)

以下、図 1、図 2、図 3 A、図 3 B を参照して、本発明の一実施形態に係る超音波診断装置 A の構成について説明する。

## 【 0 0 1 6 】

図 1 は、本実施形態に係る超音波診断装置 A の信号処理経路の全体構成の一例を示す図である。図 2 は、本実施形態に係る超音波診断装置 A の P W ドブラ処理部 5 の構成の一例を示す図である。図 3 A、図 3 B は、超音波診断装置 A の電源部 1 2 の構成の一例を示す図である。

30

## 【 0 0 1 7 】

本実施形態に係る超音波診断装置 A は、超音波探触子 1、送信部 2、受信部 3、B モード処理部 4、P W (Pulse Wave) ドブラ処理部 5、カラーフロー処理部 6、C W (Continuous Wave) ドブラ処理部 7、表示処理部 8、表示器 9、制御装置 1 0、操作部 1 1、及び電源部 1 2 を含んで構成される。尚、本実施形態では、電源部 1 2 が上記した「スイッチング電源」に相当する。

## 【 0 0 1 8 】

超音波探触子 1 は、送信部 2 で発生された電気パルスを超音波パルスに変換して被検体内へ送信し、被検体内で反射した超音波エコーを受信して電気信号に変換し受信部 3 へ出力する。超音波探触子 1 は、例えば、一次元もしくは二次元状に配置された複数の振動子(圧電素子)と、当該複数の振動子の駆動状態のオンオフを個別に又はブロック単位(以下、「チャンネル」と称する)で切替制御するためのチャンネル切替部(セレクター)を含んで構成される。

40

## 【 0 0 1 9 】

尚、超音波探触子 1 は、B モードやカラーフローモードで二次元データを生成する際には、複数のチャンネルのうち、駆動対象のチャンネルを順に駆動(走査)することによって、走査方向に沿った順序で、被検体内部に対して超音波パルスを送信する。

50

## 【0020】

送信部2は、超音波探触子1に対して駆動信号たる電圧パルスを送出する送信器である。送信部2は、例えば、高周波パルス発振器、パルス設定部等を含んで構成される。送信部2は、高周波パルス発振器で生成した電圧パルスを、パルス設定部で設定した電圧振幅、パルス幅及びタイミングに調整して、超音波探触子1のチャンネルごとに送出手。

## 【0021】

送信部2は、超音波探触子1の複数のチャンネルそれぞれにパルス設定部を有しており、複数のチャンネルごとに電圧パルスの電圧振幅、パルス幅及びタイミングを設定可能になっている。例えば、送信部2は、複数のチャンネルに対して適切な遅延時間を設定することによって目標とする深度を変更したり、異なるパルス波形を発生させる（例えば、Bモードでは1波のパルス、PWドブラモードでは4波のパルスを送出手）。

10

## 【0022】

受信部3は、超音波探触子1で生成された超音波エコーに係る電気信号を受信処理する超音波受信器である。受信部3は、チャンネルごとのプリアンプ、チャンネルごとのAD変換部、受信ビームフォーマー、及び処理系統切替部を含んで構成される。

## 【0023】

受信部3のプリアンプは、微弱な超音波エコーに係る電気信号を増幅する。AD変換部は、増幅された電気信号を、デジタル信号に変換する。受信ビームフォーマーは、各チャンネルの受信信号を整相加算することで複数チャンネルの信号を1つにまとめて、後段の処理部で処理する対象の信号を生成する（「受信信号」と称する）。

20

## 【0024】

受信部3の処理系統切替部は、受信ビームフォーマーで生成された受信信号を送信する先を切り替え制御し、実行する動作モードに応じて、Bモード処理部4、PWドブラ処理部5、カラーフロー処理部6、又はCWドブラ処理部7のいずれかに一つに出力する。

## 【0025】

Bモード処理部4は、Bモード動作の際に受信部3から受信信号を取得して、被検体の内部の断層像たるBモード画像を生成する（図4A、図4Bを参照）。

## 【0026】

Bモード処理部4は、例えば、超音波探触子1が深度方向に向けてパルス状の超音波を送信した際に、その後を検出される超音波エコーの信号強度（Intensity）の時間的変化をラインメモリに蓄積する。Bモード処理部4は、超音波探触子1からの超音波パルスが走査されるに応じて、各走査位置での超音波エコーの信号強度の時間的変化をラインメモリに順次蓄積し、フレーム単位となる二次元データを生成する。そして、Bモード処理部4は、被検体の内部の各位置で検出される超音波エコーの信号強度を輝度値に変換することによって、Bモード画像を生成する。

30

## 【0027】

Bモード処理部4は、例えば、包絡線検波回路、ダイナミックフィルター及び対数圧縮回路を含んで構成される。包絡線検波回路は、受信信号を包絡線検波して、信号強度を検出する。対数圧縮回路は、包絡線検波回路で検出された受信信号の信号強度に対して対数圧縮を行う。ダイナミックフィルターは、深度に応じて周波数特性を変化させたバンドパスフィルターであって、生体の超音波周波数減衰に応じてエコー信号を検出し、エコー信号がない受信信号をカットすることによりノイズ成分を除去する。

40

## 【0028】

PWドブラ処理部5は、PWドブラモード動作の際に受信部3から受信信号を取得して、血流や動きのある体組織からの超音波エコーのドブラ偏移周波数の周波数スペクトル画像（以下、「血流速度パターン」とも称する）を生成する（図2、図4A、図4Bを参照）。

## 【0029】

PWドブラ処理部5は、例えば、パルス状の超音波パルスを繰り返し送信し、当該超音波パルスのパルス繰り返し周波数に同期して超音波エコーに係る受信信号をサンプリング

50

する。換言すると、PWドブラ処理部5は、パルス繰り返し周波数に従って一定間隔で超音波パルスを送受信し、同じサンプルゲート深度（深度方向における観測対象の位置を示す。以下同じ）からのn番目の超音波エコーとn+1番目の超音波エコーの位相差に基づいて、ドブラ偏移周波数を推定する。

【0030】

PWドブラ処理部5は、例えば、バンドパスフィルター5a、直交検波部5b、ローパスフィルター5c、レンジゲート5d、積分回路5e、ウォールモーションフィルター5f、及びFFT解析部5gを含んで構成される。バンドパスフィルター5aは、不必要な周波数成分を除去する。直交検波部5bは、受信信号に対して、送信した超音波パルスと同相の参照信号及び送信した超音波パルスと $\pi/2$ だけ位相の異なる参照信号をミキシングして、直交検波信号を生成する。ローパスフィルター5cは、直交検波信号の高周波成分を除去して、ドブラ偏移周波数に係る受信信号を生成する。レンジゲート5dは、サンプルゲート深度からの超音波エコーのみを取得する。積分回路5eは、レンジゲート5dで取得した受信信号を積分する。ウォールモーションフィルター5fは、低域除去して、クラッタ成分（組織からの超音波エコー）を除去する処理を行う。FFT解析部5gは、このようにして取得した受信信号のドブラ偏移周波数成分を周波数解析する。

10

【0031】

カラーフロー処理部6は、カラーフローモード動作の際に受信部3から受信信号を取得して、血流や動きのある体組織等の速度（Velocity）、パワー（Power）、速度の分散値（Turbulence）を表すカラーフロー画像を生成する（図4Bを参照）。カラーフロー処理部6は、PWドブラ処理部5と同様に、例えば、連続して送信したパルス状の超音波の、同じ深さ位置からの超音波エコーを検出する。そして、カラーフロー処理部6は、自己相関処理に基づく解析によって、ドブラ偏移周波数成分を検出する。カラーフロー処理部6は、血流等からの超音波エコーのドブラ偏移周波数から換算される血流等の速度（Velocity）、パワー（Power）、速度の分散値（Turbulence）を色空間ベクトルで表すことによってカラーフロー画像を生成する。

20

【0032】

カラーフロー処理部6は、例えば、MTIフィルター、直交検波回路、及び自己相関演算部を含んで構成される（図示せず）。MTI（Moving Target Indication）フィルターは、受信信号から、静止した組織からのクラッタ成分（組織からの超音波エコー）を除去する処理を行う。直交検波回路は、受信信号に対して、送信超音波と同相の参照信号及び送信超音波と $\pi/2$ だけ位相の異なる参照信号をミキシングして、直交検波信号を生成する。自己相関演算部は、連続して送信した超音波パルスの、同じ深さ位置からの超音波エコーの直交検波信号に対して自己相関演算を行って、血流の速度、パワー、及び分散等を算出する。

30

【0033】

CWドブラ処理部7は、CWドブラモード動作の際に稼働し、受信部3から受信信号を取得して、PWドブラ処理部5と同様に、ドブラ偏移周波数の周波数スペクトラム画像を生成する。CWドブラモードでは、PWドブラモードとは異なり、一定周波数の連続波を送信し、当該連続波に係る超音波エコーからドブラ偏移周波数成分を算出する。CWドブラ処理部7は、例えば、バンドパスフィルター、直交検波部、ローパスフィルター及びFFT解析部を含んで構成される。

40

【0034】

表示処理部8は、Bモード処理部4、PWドブラ処理部5、カラーフロー処理部6、及びCWドブラ処理部7から、Bモード画像、周波数スペクトル画像、及びカラーフロー画像等に係る画像データが入力され、当該画像データに座標変換処理やデータ補間処理等の所定の画像処理を施して、表示器9に出力する。

【0035】

表示器9は、表示処理部8から出力された画像データを表示するモニターである。

【0036】

50

尚、Bモード処理部4、PWドブラ処理部5、カラーフロー処理部6、CWドブラ処理部7、表示処理部8は、例えば、DSP (Digital Signal Processor) 等で構成されたデジタル演算回路によって実現される。但し、これらの構成は、種々に変形可能であり、例えば、その一部又は全部がハードウェア回路によって実現されてもよいし、プログラムに従った演算処理によって実現されてもよい。

#### 【0037】

制御装置10は、超音波探触子1、送信部2、受信部3、Bモード処理部4、PWドブラ処理部5、カラーフロー処理部6、CWドブラ処理部7、表示処理部8、表示器9、操作部11、電源部12等と制御信号の送受信をして、これらを統括制御する。尚、制御装置10は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、HDD (Hard Disk Drive) や SSD (Solid State Drive)、RAM (Random Access Memory) 等を含んで構成されている。

10

#### 【0038】

制御装置10は、制御部10a、動作モード設定部10b、動作タイプ設定部10c、及びスイッチング周波数設定部10dを備えている。

#### 【0039】

制御部10aは、超音波探触子1、送信部2、受信部3、Bモード処理部4、PWドブラ処理部5、カラーフロー処理部6、CWドブラ処理部7等を動作させる。本実施形態に係る制御部10aは、動作モード設定部10bで設定した動作モード (Bモード、PWドブラモード等) 及び動作タイプ設定部10cで設定した動作タイプ (独立タイプ、連動タイプ等) に従って、超音波探触子1、送信部2、受信部3、Bモード処理部4、PWドブラ処理部5、カラーフロー処理部6、CWドブラ処理部7等を動作させる。

20

#### 【0040】

動作モード設定部10bは、Bモード、カラーフローモード、PWドブラモード及びCWドブラモードのうちから、実行する動作モードを設定し、当該モードに応じた制御を制御部10aに実行させる。本実施形態に係る動作モード設定部10bは、これらの複数の動作モードから、観測結果を表示器9の画面内に同時に表示する対象の動作モードを複数設定する (図4A、図4Bを参照して後述)。

#### 【0041】

動作タイプ設定部10cは、複数の動作モードを実行する場合に、それぞれの動作モードの送信タイミングを規定する動作タイプを設定する (図5A、図5B、図5C、図6A、図6Bを参照して後述)。

30

#### 【0042】

スイッチング周波数設定部10dは、電源部12 (DC-DCコンバーター) を駆動するスイッチング信号のスイッチング周波数を設定する。本実施形態に係るスイッチング周波数設定部10dは、スイッチング周波数の正の整数倍の周波数が、上記動作タイプに応じて決定されるドブラ偏移周波数を観測する周波数帯域 (以下、「ドブラ観測周波数帯域」と称する) に含まれないように、スイッチング周波数を設定する (図10、図11、図12を参照して後述)。

#### 【0043】

尚、上記した各機能は、例えば、CPUがHDDやSSD、RAM等に記憶された制御プログラムや各種データを参照することによって実現される。但し、当該機能は、ソフトウェアによる処理に限られず、その一部又は全部が専用のハードウェア回路によって実現してもよい。

40

#### 【0044】

操作部11は、操作者が入力操作を行うためのユーザインターフェイスであり、例えば、押しボタンスイッチ、キーボード、マウス、タッチパネル等で構成される。操作部11は、操作者が行った入力操作を操作信号に変換し、制御装置10に入力する。操作部11によって、例えば、PWドブラモードにおいて血流速度パターンを検出するサンプルゲート深度を設定可能となっている。

50

## 【 0 0 4 5 】

電源部 1 2 は、上記の各構成を動作させるための直流の電源電圧を生成して、これらに対して電力供給する。本実施形態に係る電源部 1 2 は、スイッチング周波数が可変に構成されたスイッチング駆動方式の DC - DC コンバーターが用いられている。但し、電源部 1 2 は、スイッチング駆動方式の DC - DC コンバーターであれば、ハーフブリッジ形やチョッパ形等の任意の回路方式の DC - DC コンバーターを用いることができる。スイッチング素子の駆動方式も PWM (Pulse Width Modulation: パルス幅変調) 駆動、PFM (Pulse Frequency Modulation: パルス周波数変調) 駆動のいずれであってもよい。尚、DC - DC コンバーターは、周知の構成であるため、ここでの詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 4 6 】

尚、DC - DC コンバーターから出力される電圧は、例えば、フィードバック制御によって、スイッチング素子をオンオフする際のデューティ比が制御されることで所定値に調整される (PWM 駆動方式の場合)。この場合、スイッチング周波数は、例えば、デューティ比を制御する際のスイッチング信号の周波数として設定される。

## 【 0 0 4 7 】

本実施形態に係る電源部 1 2 は、図 3 A、図 3 B に示すような構成によって、制御装置 1 0 からの制御信号に従って、スイッチング周波数が可変に構成されている。

## 【 0 0 4 8 】

図 3 A は、外部クロックに同期する構成の DC - DC コンバーターを示す図である。

## 【 0 0 4 9 】

図 3 A において、DC - DC コンバーター 1 2 c ~ 1 2 f は、それぞれ、クロック生成部 1 2 b からのクロック信号に基づいて、スイッチング素子をオンオフ動作させ、AC - DC 変換部 1 2 a から供給される直流電力の電圧を変換して出力する構成となっている。この際、スイッチング周波数は、例えば、制御装置 1 0 がクロック生成部 1 2 b の周波数設定レジスタに設定する値によって可変とされる。尚、DC - DC コンバーター 1 2 c ~ 1 2 f は、それぞれ、異なる出力電圧を生成するために設けられている。

## 【 0 0 5 0 】

図 3 B は、発振器を内蔵する構成の DC - DC コンバーターを示す図である。

## 【 0 0 5 1 】

図 3 B において、DC - DC コンバーター 1 2 g、1 2 h は、それぞれ、内蔵する発振器のクロック信号に基づいて、スイッチング素子をオンオフ動作させ、供給される直流電力の電圧を変換して出力する構成となっている。この際、スイッチング周波数は、例えば、制御装置 1 0 によりスイッチ回路 1 2 i、1 2 j の開閉状態が切り替えられ、内蔵する発振器に接続する外部抵抗 1 2 k、1 2 l が切り替えられることによって制御される。

## 【 0 0 5 2 】

(超音波診断装置の動作モードと動作タイプ)

以下、図 4 A ~ 図 4 B、図 5 A ~ 図 5 C、図 6 A ~ 図 6 B を参照して、超音波診断装置 A の動作モードと動作タイプについて説明する。

## 【 0 0 5 3 】

本実施形態に係る超音波診断装置 A は、動作モードとして、B モード、カラーフローモード、PWドブラモード及びCWドブラモードを有している。そして、超音波診断装置 A (制御部 1 0 a) は、当該動作モードに対応する態様で、送信部 2 に超音波パルスを送信させるとともに受信部 3 に超音波エコーを受信させ、B モード処理部 4、PWドブラ処理部 5、カラーフロー処理部 6、CWドブラ処理部 7 のうち、当該動作モードに対応する処理部において受信信号を処理させる。

## 【 0 0 5 4 】

送信する超音波のパルス波形は、実行する動作モードごとに異なっており、いずれかの一つの動作モードごとに実行される。但し、「複合動作モード」においては、それぞれの動作モードに係る超音波パルスの送信タイミングを異ならせることによって、複数の動作モードで生成した画像 (観測結果) を表示器 9 に同時に表示することが可能な構成となっ

10

20

30

40

50

ている。

【 0 0 5 5 】

図 4 A は、複合動作モードにおいて、Bモード、PWドブラモードの2つの動作モードを実行する場合に生成される画面の一例を示す図である。図 4 B は、複合動作モードにおいて、Bモード、PWドブラモード、カラーフローモードの3つの動作モードを実行する場合に生成される画面の一例を示す図である。

【 0 0 5 6 】

図 4 A、図 4 B において、R 1 領域には B モードで生成された B モード画像、R 2 領域には PWドブラモードで生成された周波数スペクトル画像が表示されている。又、図 4 B では、B モード画像、周波数スペクトル画像に加えて、更に、R 1 領域に重畳する R 3 領域に、カラーフローモードによって生成されるカラーフロー画像が表示された状態を示す。

10

【 0 0 5 7 】

図 4 A、図 4 B では、それぞれの動作モードの送信タイミングを異ならせることによって、複数の動作モードの画像を同時に表示している。

【 0 0 5 8 】

尚、図 4 A、図 4 B において、Bモード画像（R 1 領域）の縦軸は深度方向、横軸は走査方向に対応する。又、周波数スペクトル画像（R 2 領域）の縦軸は血流速度（縦軸中央線が速度が 0 の位置を示す）、横軸は時間に対応する。

【 0 0 5 9 】

カラーフロー画像（R 3 領域）は、Bモード画像の対応する位置の血流速度を色空間 RGB で表現したものである。カラーフロー画像においては、超音波探触子 1 に向かってくる速度が速いほど R 成分の輝度値が大きくなるように表され、反対に、超音波探触子 1 から遠ざかる速度が速いほど B 成分の輝度値が大きくなるように表される。

20

【 0 0 6 0 】

超音波診断装置 A の動作タイプ設定部 1 0 c は、上記のように、複合動作モードにおいて複数の動作モードを実行する場合に、それぞれの動作モードに係る超音波パルスの送信タイミングを規定する動作タイプを設定する。

【 0 0 6 1 】

動作タイプ設定部 1 0 c は、例えば、複合動作モードにおいて PWドブラモードと B モードを実行する場合であれば、PWドブラモードに係る超音波パルスのみを連続的に送信（更新）する独立タイプ、Bモードに係る超音波パルスの送信を間に挟むように、PWドブラモードに係る超音波パルスを送信する連動タイプ（例えば、Bモードに係る超音波パルスと PWドブラモードに係る超音波パルスの送信を交互に実行する）、PWドブラモードに係る超音波パルスを連続的に送信しつつ、Bモードに係る超音波パルスを送信する際には PWドブラモードのデータを線形予測等によってデータ補間する M S E タイプ、からいずれか一つを動作タイプとして設定する。尚、動作タイプの種別としては、PWドブラモードに係る n 回目の超音波パルスと n + 1 回目の超音波パルスを送信する間に、Bモードに係る超音波パルスを送信する回数によっても複数種類に分けられる。

30

【 0 0 6 2 】

図 5 A ~ 図 5 C は、複合動作モードにおいて、図 4 A に示す PWドブラモードと B モードの 2 モードを実行する際の動作タイプについて説明する図である。

40

【 0 0 6 3 】

図 5 A は、独立タイプで PWドブラモードを実行する態様を説明する図である。図 5 B は、連動タイプで PWドブラモードと B モードを実行する態様を説明する図である。図 5 C は、M S E タイプで PWドブラモードと B モードを実行する態様を説明する図である。

【 0 0 6 4 】

図 5 A ~ 図 5 C 中のグラフは、時間軸（横軸）上での矢印に付されたモードの送信タイミングを表す。図中の矢印 PW は PWドブラモードの送信タイミングを表し、矢印 B は B モードの送信タイミングを表す。尚、ここで言う「送信タイミング」とは、対応するモー

50

ドに応じたパルス状の超音波を一回送信するタイミングを表す。

【 0 0 6 5 】

図 5 A の動作タイプ (独立タイプ) では、P W ドブラモードのみを連続的に実行する。従って、P W ドブラモードは、矢印同士の間隔で繰り返し実行されることになる。換言すると、矢印同士の間隔が P W ドブラモードのパルス繰り返し周波数となる。

【 0 0 6 6 】

この際、B モードは、例えば、P W ドブラモードを開始する前に実行される。これにより生成された B モード画像は、記憶部に静止画像データとして保持され、表示器 9 に静止画像として表示される。

【 0 0 6 7 】

図 5 B の動作タイプ (連動タイプ) では、P W ドブラモードと B モードとを交互に実行する。この場合、B モード画像と P W ドブラモードの周波数スペクトル画像は、対応するモードを実行する度に更新され、表示器 9 には、B モード画像も動画像として表示される。

【 0 0 6 8 】

尚、P W ドブラモードにおいて周波数スペクトルを算出するためには、同じ深さ位置 (サンプルゲート深度) に対する複数回のパルス状の超音波の送受信が必要となる。そのため、連動タイプで動作する場合の P W ドブラモードのパルス繰り返し周波数は、B モードの実行を挟む P W ドブラモード同士の間隔 (図 5 B 中の矢印 P W 同士の間隔) となる。

【 0 0 6 9 】

図 5 C の動作タイプ (M S E タイプ) では、B モードの実行を間に挟むように、P W ドブラモードを連続的に実行する。但し、この場合、B モードを実行するタイミングにおける受信信号は、P W ドブラモードで周波数解析を行う際には、線形予測等により補間される。そのため、P W ドブラモードのパルス繰り返し周波数は、図 5 A と同様に、高い値に設定することが可能である。

【 0 0 7 0 】

上記した動作タイプは、観測対象等に応じて使い分けられる。

【 0 0 7 1 】

図 5 A の独立タイプは、P W ドブラモードにおいて流速レンジを広域まで自由に設定できる点や、P W ドブラモードにおいて周波数スペクトルを算出する際のサンプル数が多くなるため、高精度に周波数スペクトルを算出できる点がメリットとして挙げられる。しかし、当該独立タイプでは、B モード画像が更新されないため、P W ドブラの観察位置 (サンプルゲート深度及び超音波パルスの送信方向) がずれても確認及び補正できない。

【 0 0 7 2 】

尚、P W ドブラモードにおける血流速度の検出結果は、超音波パルスの送信方向と血流の方向とのなす角度に応じて誤差を含むため、一般に、P W ドブラモードでは、B モードで得られたデータに基づいて血流速度パターンの補正がなされる。

【 0 0 7 3 】

一方、図 5 B の連動タイプは、独立タイプとは逆の関係になり、B モード画像がリアルタイムに更新されるため、P W ドブラの観察位置 (サンプルゲート深度及び超音波パルスの送信方向) がリアルタイムに確認及び補正可能である点がメリットとして挙げられる。しかし、当該独立タイプでは、B モードの実行に必要な期間に応じて、パルス繰り返し周波数の最大値が決まってしまうため、P W ドブラモードの流速レンジが狭域になってしまう。又、P W ドブラモードにおいて周波数スペクトルを算出する際のサンプル数が少くなるため、周波数スペクトルの精度が低下してしまう。

【 0 0 7 4 】

尚、図 5 C の M S E タイプは、独立タイプと連動タイプの両者を補完することができるが、スペクトラム波形の変化が大きくなったときに対応することができず、当該タイミングにおいて継ぎ目が発生してしまう。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

図 6 A ~ 図 6 B は、複合動作モードにおいて、図 4 B に示す P W ドブラモード、B モード及びカラーフローモードの 3 モードを実行する際の動作タイプについて説明する図である。

【 0 0 7 6 】

図 6 A は、独立タイプで当該 3 モードを実行する態様を説明する図である。図 6 B は、連動タイプで当該 3 モードを実行する態様を説明する図である。

【 0 0 7 7 】

図 6 A、図 6 B の動作タイプは、いずれも、図 5 A、図 5 B を参照して上記したのと同様の特徴を有する。但し、図 6 B の連動タイプでは、連続する P W ドブラモードの実行の間に、B モード及びカラーフローモードを実行する。そのため、P W ドブラモードのパルス繰り返し周波数は、図 5 B の場合と比して、より長周期となる。尚、図中の矢印 C はカラードブラモードの送信タイミングを表す。

10

【 0 0 7 8 】

(スイッチング周波数の設定)

次に、図 7 ~ 図 1 2 を参照して、本実施形態に係る制御装置 1 0 (スイッチング周波数設定部 1 0 d) における電源部 1 2 のスイッチング周波数の設定方法について説明する。尚、本実施形態に係る制御装置 1 0 (スイッチング周波数設定部 1 0 d) は、P W ドブラモードにおけるドブラ観測周波数帯域を基準としてスイッチング周波数の設定を行う。

【 0 0 7 9 】

図 7、図 8 は、P W ドブラモードにおけるドブラ観測周波数帯域とスイッチング周波数の関係について説明する図である。図中の横軸は周波数を表し、縦軸は受信信号又はスイッチングノイズの当該周波数成分における信号強度を表す。又、図中の  $F_{ref}$  は P W ドブラの送信周波数 (受信参照周波数)、 $F_{prf}$  は P W ドブラのパルス繰り返し周波数、 $F_{sw}$  は D C - D C コンバーターのスイッチング周波数を表している。

20

【 0 0 8 0 】

ドブラ偏移周波数は、超音波パルスを送信した際の周波数  $F_{ref}$  と受信した際の周波数の差分であり、血流速度に応じて、当該送信周波数  $F_{ref}$  の前後の周波数帯域  $F_{ref} - F \sim F_{ref} + F$  に遷移する。このとき、ドブラ観測周波数帯域の下限  $F_{ref} - F$  及び上限  $F_{ref} + F$  は、ナイキストのサンプリング定理に従って、パルス繰り返し周波数  $F_{prf}$  によって規制されるため、ドブラ偏移周波数を観測可能なドブラ観測周波数帯域は、以下の式 ( 1 ) のように表すことができる。

30

$$F_{ref} - (1/2) F_{prf} \leq L \leq F_{ref} + (1/2) F_{prf} \quad \dots \text{式 ( 1 )}$$

(但し、 $L$  : ドブラ観測周波数帯域、 $F_{ref}$  : 送信周波数 (参照波周波数)、 $F_{prf}$  : パルス繰り返し周波数、を表す)

【 0 0 8 1 】

一方、電源部 1 2 から発生するスイッチングノイズは、スイッチング信号の基本波周波数及びその高調波に表出する。図 7、図 8 中では、スイッチングノイズ成分として、スイッチング周波数の基本波 ( $F_{sw}$ )、第二次高調波 ( $2 \times F_{sw}$ )、及び第三次高調波 ( $3 \times F_{sw}$ ) を表している。尚、図 7、図 8 中において、スイッチングノイズ成分をスイッチング周波数から一定の幅をもった状態で表しているのは、スイッチング信号が矩形波であることや、電力負荷に応じて、逐次、D C - D C コンバーターのデューティー比が変化すること等に起因する。

40

【 0 0 8 2 】

ここで、図 7 のように、スイッチングノイズ成分がドブラ観測周波数帯域に重畳する場合には、当該スイッチングノイズ成分がドブラ成分に混入し、当該スイッチングノイズが周波数スペクトル画像上に表出することになる。

【 0 0 8 3 】

一方、図 8 のように、スイッチングノイズ成分がドブラ観測周波数帯域に重畳しない場合には、当該スイッチングノイズ成分は、P W ドブラ処理部 5 におけるフィルター処理等

50

によって除去され、周波数スペクトル画像上にも表れなくなる。

【0084】

図9は、周波数スペクトル画像にスイッチングノイズが表出した表示画面の一例を示す図である。図9では、周波数スペクトル画像の所定の周波数の位置（矢印の位置）に、スイッチングノイズが継続的に表出している。

【0085】

本実施形態に係るスイッチング周波数設定部10dは、上記に鑑みて、図8のように、スイッチング信号の基本波周波数及びその高調波（ $F_{sw}$ 、 $2 \times F_{sw}$ 、 $3 \times F_{sw}$ ...）が、ドプラ観測周波数帯域に含まれないように、スイッチング信号のスイッチング周波数を設定する。

【0086】

この際、スイッチング周波数設定部10dは、動作タイプに応じてドプラ観測周波数帯域が異なる範囲となることを考慮して、動作タイプごとにスイッチング周波数を設定する。換言すると、ドプラ観測周波数帯域を規定するパルス繰り返し周波数の最大値は、動作タイプごとに制約条件が異なっている。例えば、BモードとPWドプラモードの連動モードでは（図5Bを参照）、Bモードの実行を間に挿入するため、PWドプラモードのパルス繰り返し周波数の最大値は、当該Bモードを実行する時間に制約される。

【0087】

又、この際、スイッチング周波数設定部10dは、サンプルゲート深度に応じてパルス繰り返し周波数の最大値が異なることを考慮して、サンプルゲート深度に応じたスイッチング周波数を設定する。換言すると、パルス繰り返し周波数の最大値は、超音波パルスの往復時間によって規制され、サンプルゲート深度に規制された値となる。例えば、パルス繰り返し周波数の最大値は、浅い位置を検出する場合には高い周波数（例えば8kHz）になるが、深い位置を検出する場合には低い周波数（例えば4kHz）になる。

【0088】

スイッチング周波数設定部10dは、かかる観点から、サンプルゲート深度及び動作タイプに応じて決定されるパルス繰り返し周波数の最大値を考慮して、例えば、以下の式（2）及び式（3）を満たすように、スイッチング周波数を設定する。

$$n * F_{sw} \leq F_{ref} - (1/2) * F_{prfm} \quad \dots \text{式(2)}$$

$$F_{ref} + (1/2) * F_{prfm} \leq (n+1) * F_{sw} \quad \dots \text{式(3)}$$

（但し、 $n$ ：正の整数、 $F_{ref}$ ：送信周波数（参照波周波数）、 $F_{sw}$ ：スイッチング周波数、 $F_{prfm}$ ：サンプルゲート深度と動作タイプに応じて決定されるパルス繰り返し周波数の最大値、を表す）

【0089】

上記式（2）、式（3）では、パルス繰り返し周波数の最大値を設定することによって、観測可能な血流速度の流速レンジをできるだけ広域に拡張する構成となっている。これによって、例えば、独立タイプで動作させる場合には、流速レンジを広域（例えば、パルス繰り返し周波数を最大値に設定）にしつつ、スイッチングノイズの周波数成分と、ドプラ観測周波数帯域の重畳する領域が少なくなるように（スイッチングノイズが抑制されるように）、スイッチング周波数を設定することになる。但し、パルス繰り返し周波数は、動作タイプに応じた規制条件を考慮して設定すればよく、必ずしも最大値とする必要はない。

【0090】

尚、この際、より望ましくは、スイッチング周波数設定部10dは、上記したように、スイッチング信号の基本波周波数及びその高調波の前後の周波数幅にもスイッチングノイズが表出することを想定して、当該周波数幅が更に含まれないように、スイッチング周波数を設定する。スイッチング周波数設定部10dは、例えば、当該周波数幅を考慮して（ここでは、パルス繰り返し周波数 $F_{prfm}$ の略1～10倍の周波数幅をマージンとして想定）、以下の式（4）及び式（5）を満たすように、スイッチング周波数を設定する。

$$n * F_{sw} \leq F_{ref} - (1/2) * F_{prfm} * k_m \quad \dots \text{式(4)}$$

10

20

30

40

50

$F_{ref} + (1/2) F_{prfm} * k_m (n+1) * F_{sw}$  ... 式(5)

(但し、 $n$ ：正の整数、 $F_{ref}$ ：送信周波数(参照波周波数)、 $F_{sw}$ ：スイッチング周波数、 $F_{prfm}$ ：サンプルゲート深度と動作タイプに応じて決定されるパルス繰り返し周波数の最大値、 $k_m$ ：マージン係数(1~10)、を表す)

【0091】

図10、図11、図12は、上記式(2)及び式(3)を用いて、スイッチング周波数 $F_{sw}$ を決定する際の制御装置10の動作の一例を示すフローチャートである。尚、図10、図11、図12のフローチャートは、例えば、制御装置10がコンピュータプログラムに従って実行するものである。

【0092】

図10は、BモードとPWドブラモードの複合動作モードにおいて、独立タイプでPWドブラモード動作を行う場合(図5Aに対応)のスイッチング周波数 $F_{sw}$ の決定プロセスの一例を示す。

【0093】

制御装置10は、まず、超音波パルスの送信周波数(参照波周波数) $F_{ref}$ を設定する(ステップS1)。

【0094】

次に、制御装置10(動作モード設定部10b)は、動作モードの設定を行う(ステップS2)。ここでは、例えば、操作者の操作により、BモードとPWドブラモードの複合動作モードが設定されたものとする。

【0095】

次に、制御装置10(動作タイプ設定部10c)は、動作タイプの設定を行う(ステップS3)。ここでは、例えば、操作者の操作により、PWドブラモードの独立タイプが設定されたものとする。

【0096】

次に、制御装置10は、サンプルゲート深度に応じたパルス繰り返し周波数の最大値 $F_{prfm}$ の設定を行う(ステップS4)。

【0097】

尚、制御装置10は、この際、パルス繰り返し周波数の最大値 $F_{prfm}$ がシステム設定可能周波数( $FFT$ 解析部12gの解析可能限界等)を超える場合には、システム設定可能周波数をパルス繰り返し周波数の最大値として設定する。

【0098】

制御装置10は、このようにして設定された超音波パルスの送信周波数(参照波周波数) $F_{ref}$ とパルス繰り返し周波数の最大値 $F_{prfm}$ を参照して、ドブラ観測周波数帯域を設定し、式(2)及び式(3)を満たすように、スイッチング周波数 $F_{sw}$ を設定する(ステップS5)。

【0099】

図11は、複合動作モードにおいて、連動タイプでBモードとPWドブラモードを実行する場合(図5Bに対応)のスイッチング周波数 $F_{sw}$ の決定プロセスの一例を示す。

【0100】

図11においても、図10と同様に、制御装置10は、超音波パルスの送信周波数(参照波周波数) $F_{ref}$ の設定(ステップS11)、動作モード(ここでは、BモードとPWドブラモードの複合動作モード)の設定(ステップS12)、動作タイプ(ここでは、BモードとPWドブラモードの連動タイプ)の設定(ステップS13)、パルス繰り返し周波数の最大値 $F_{prfm}$ の設定を行う(ステップS14、S15)。

【0101】

但し、連動タイプでPWドブラモードとBモードを行う場合、パルス繰り返し周波数は、Bモードを実行するための繰り返し時間に規制される。従って、ここでのパルス繰り返し周波数の最大値 $F_{prfm}$ は、検出深度に応じたBモードを実行するための繰り返し時間 $PRT1$ と、サンプルゲート深度に応じたPWドブラモードを実行するための繰り返し

10

20

30

40

50

時間  $PRT2$  とに基づいて、例えば、以下の式 (6) を用いて算出する。

$$Fprfm = 1 / (PRT1 + PRT2) \quad \dots \text{式 (6)}$$

(但し、 $Fprfm$  : パルス繰り返し周波数の最大値、 $PRT1$  : 検出深度に応じた B モード動作を実行するための繰り返し時間、 $PRT2$  : サンプルゲート深度に応じた PW ドブラモード動作を実行するための繰り返し時間、を表す)

#### 【0102】

制御装置 10 は、このようにして設定された超音波パルスの送信周波数 (参照波周波数)  $Freff$  とパルス繰り返し周波数の最大値  $Fprfm$  を参照して、上記同様に、式 (2) 及び式 (3) を満たすように、スイッチング周波数  $Fsw$  を設定する (ステップ S16)。

10

#### 【0103】

図 12 は、複合動作モードにおいて、連動タイプで B モードと PW ドブラモードとカラーフローモードを実行する場合 (図 6A に対応) のスイッチング周波数  $Fsw$  の決定プロセスの一例を示す。

#### 【0104】

図 12 においても、図 10 と同様に、制御装置 10 は、超音波パルスの送信周波数 (参照波周波数)  $Freff$  の設定 (ステップ S21)、動作モード (ここでは、B モード、PW ドブラモード、カラーフローモードの複合動作モード) の設定 (ステップ S22)、動作タイプ (ここでは、B モードと PW ドブラモードのカラーフローモードの連動タイプ) の設定 (ステップ S23)、パルス繰り返し周波数の最大値  $Fprfm$  の設定を行う (ステップ S24、S25)。

20

#### 【0105】

但し、連動タイプで PW ドブラモード動作、B モード動作、カラーフローモード動作を行う場合、パルス繰り返し周波数の最大値  $Fprfm$  は、B モード動作及びカラーフローモード動作を実行するための繰り返し時間に規制される。従って、ここでのパルス繰り返し周波数の最大値  $Fprfm$  は、検出深度に応じた B モード動作を実行するための繰り返し時間  $PRT1$  と、サンプルゲート深度に応じた PW ドブラモード動作を実行するための繰り返し時間  $PRT2$  と、カラーフローモード動作を実行するための繰り返し時間  $PRT3$  と、に基づいて、例えば、以下の式 (7) を用いて算出する。

$$Fprfm = 1 / (PRT1 + PRT2 + PRT3 * Nc) \quad \dots \text{式 (7)}$$

30

(但し、 $Fprfm$  : パルス繰り返し周波数の最大値、 $PRT1$  : 検出深度に応じた B モード動作を実行するための繰り返し時間、 $PRT2$  : サンプルゲート深度に応じた PW ドブラモード動作を実行するための繰り返し時間、 $PRT3$  : サンプルゲート深度に応じたカラーフローモード動作を実行するための繰り返し時間、 $Nc$  : カラーフローモード動作の連続実行回数、を表す)

#### 【0106】

制御装置 10 は、このようにして設定された超音波パルスの送信周波数 (参照波周波数)  $Freff$  とパルス繰り返し周波数の最大値  $Fprfm$  を参照して、上記同様に、式 (2) 及び式 (3) を満たすように、スイッチング周波数  $Fsw$  を設定する (ステップ S26)。

40

#### 【0107】

以上、本実施形態に係る超音波診断装置 A の制御装置 10 によれば、複合動作モードにおいて、動作タイプごとにドブラ観測周波数帯域が異なることを考慮して、スイッチング周波数を設定することができる。これによって、複合動作モードの動作タイプに適したスイッチング周波数を設定し、ドブラ偏移周波数の検出結果に重畳するスイッチングノイズを抑制することができる。

#### 【0108】

具体的には、複合動作モードにおいては、スイッチングノイズの重畳と動作タイプとはトレードオフであり、例えば、独立タイプで動作させる際には、スイッチングノイズが多少重畳しても血流速度パターンの流速レンジ (ドブラ観測周波数) を広域にする要望があ

50

る一方、連動タイプで動作させる際には、スイッチングノイズを抑制したりパルスドプラモードの位置ずれを抑制する要望もある。この点、本実施形態に係る超音波診断装置 A の制御装置 10 によれば、かかる要望に対応し、動作タイプに応じてドプラ観測周波数帯域を決定し、当該ドプラ観測周波数帯域に重畳するスイッチングノイズが抑制されるように、スイッチング周波数を設定することができる。

【0109】

(その他の実施形態)

本発明は、上記実施形態に限らず、種々に変形態様が考えられる。

【0110】

上記実施形態では、超音波診断装置 A がドプラ偏移周波数を検出する対象の一例として、血流を示したが、他の動きのある組織を検出対象としてもよい。

10

【0111】

又、上記実施形態では、超音波診断装置 A の制御装置 10 (スイッチング周波数設定部 10 d) の一例として、PWドプラモードにおけるドプラ観測周波数帯域を基準としてスイッチング周波数の設定を行う態様を示した。但し、複合動作モードにおいて、Bモードとカラードプラモードを実行する場合には、カラードプラモードにおけるドプラ観測周波数帯域を基準としてスイッチング周波数の設定を行ってもよい。

【0112】

又、上記実施形態では、超音波診断装置 A の制御装置 10 の一例として、制御部 10 a、動作モード設定部 10 b、動作タイプ設定部 10 c、及びスイッチング周波数設定部 10 d の機能が一のコンピューターによって実現されるものとして記載したが、複数のコンピューターによって実現されてもよい。例えば、制御部 10 a とスイッチング周波数設定部 10 d は、別個のコンピューターによって実現されてもよい。

20

【0113】

又、上記実施形態では、超音波診断装置 A の制御装置 10 の一例として、動作モード設定部 10 b、動作タイプ設定部 10 c、及びスイッチング周波数設定部 10 d の処理を一連のフローの中で実行されるものとして示したが、これらの処理の一部が並列で実行されるものとしてもよい。

【0114】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、請求の範囲を限定するものではない。請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

30

【産業上の利用可能性】

【0115】

本開示は、複合動作モードを実行する超音波診断装置に好適に用いることができる。

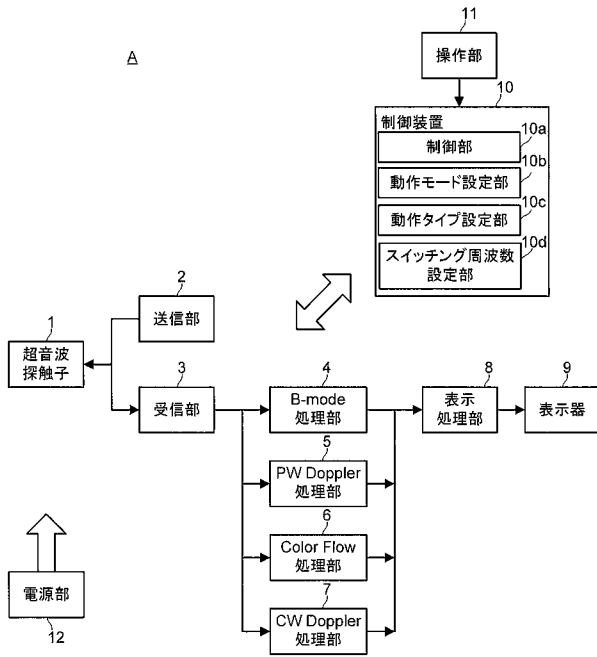
【符号の説明】

【0116】

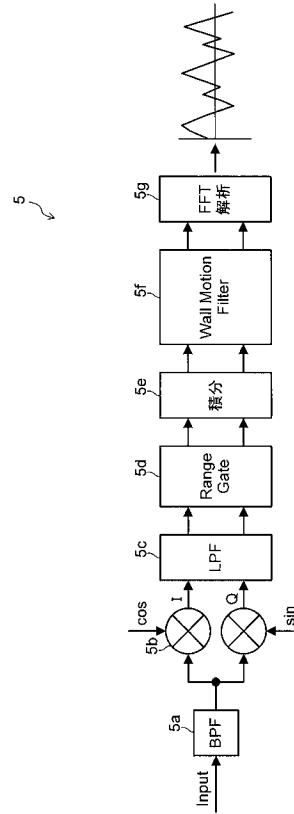
- 1 超音波探触子
- 2 送信部
- 3 受信部
- 4 Bモード処理部
- 5 PWドプラ処理部
- 6 カラーフロー処理部
- 7 CWドプラ処理部
- 8 表示処理部
- 9 表示器
- 10 制御装置
- 11 操作部
- 12 電源部

40

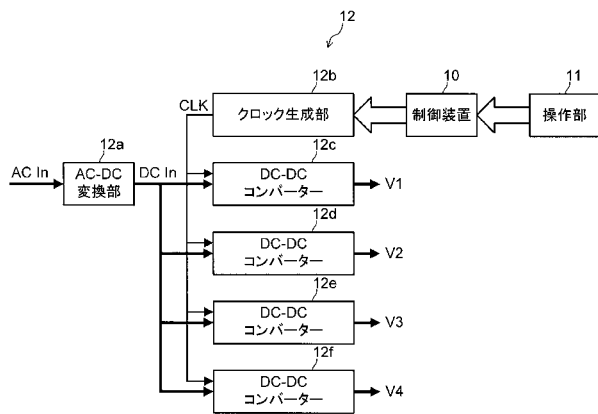
【図1】



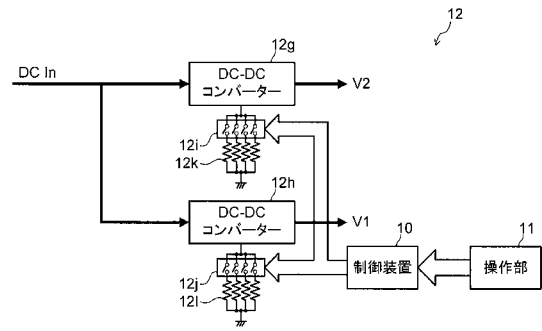
【図2】



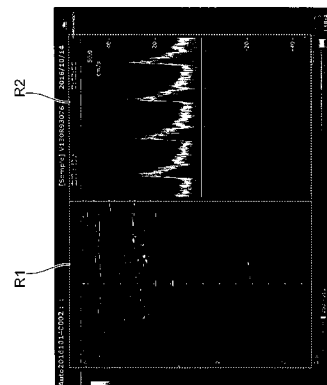
【図3A】



【図3B】

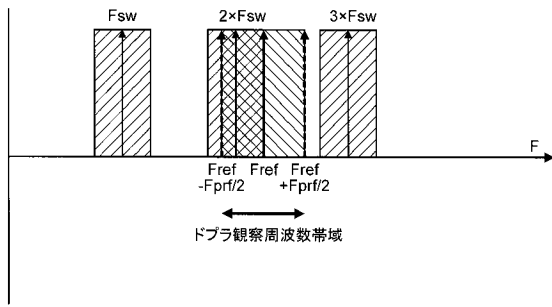


【図4A】

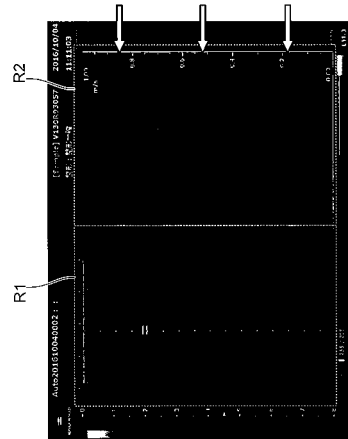




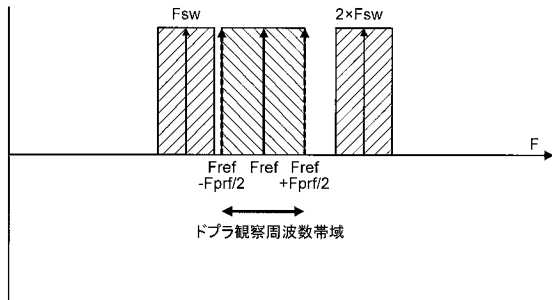
【 図 7 】



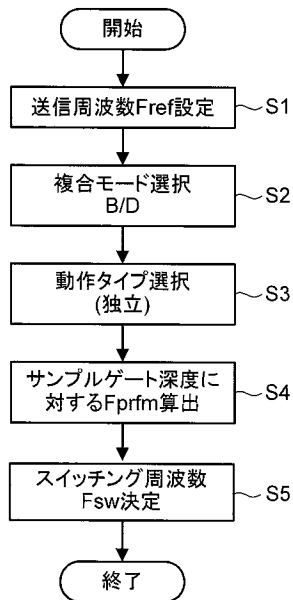
【 図 9 】



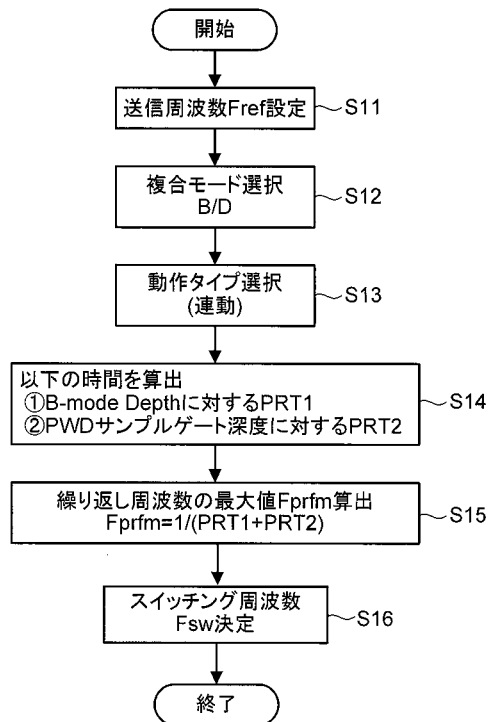
【 図 8 】



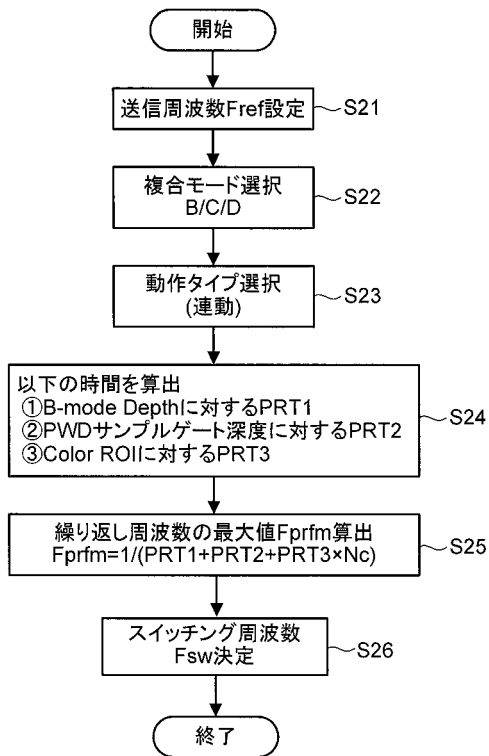
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 木村 洋介

東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

(72)発明者 長田 和也

東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 4C601 DE03 DE04 EE02

专利名称(译)	超声诊断设备的控制装置和控制方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2018075142A</a>	公开(公告)日	2018-05-17
申请号	JP2016218211	申请日	2016-11-08
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	赤羽睦弘 中村恭大 木村洋介 長田和也		
发明人	赤羽 睦弘 中村 恭大 木村 洋介 長田 和也		
IPC分类号	A61B8/06 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/488 A61B8/5207 A61B8/5269 A61B8/54 A61B8/56 G01S7/28 G01S15/8979		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DE03 4C601/DE04 4C601/EE02		
代理人(译)	木曾隆		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波诊断装置的控制装置，其能够抑制切换噪声混合成多普勒频移检测结果。解决方案：超声波诊断装置的控制装置10包括：操作模式设定部10b。将至少第一和第二操作模式设置为对象，以从具有不同待发送的超声脉冲的脉冲波形的多个操作模式同时在屏幕中显示观察结果；操作类型设定部分10c，用于设定调节第一和第二操作模式的每个超声脉冲的发送定时的操作类型；开关频率设定部分10d，用于设定开关信号的开关频率，使得当驱动开关电源12时开关信号的基频和谐波不包括在基于第一开关信号确定的多普勒观测频带中第二操作模式和操作类型。图纸：图1

