(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6301063号
(P6301063)
(45)発行日　平成30年3月28日(2018.3.28)　(24)登録日　平成30年3月9日(2018.3.9)

(51)Int.Cl.　F I
A61B 8/00 (2006.01)　A61B 8/00

請求項の数 13　(全 38 頁)

(21)出願番号　特願2013-55509(P2013-55509)
(22)出願日　平成25年3月18日(2013.3.18)
(65)公開番号　特開2014-180339(P2014-180339A)
(43)公開日　平成26年9月29日(2014.9.29)
審査請求日　平成27年12月14日(2015.12.14)

(73)特許権者　594164542
キヤノンメディカルシステムズ株式会社
栃木県大田原市下石上１３８５番地
(74)代理人　100108855
弁理士　蔵田　昌俊
(74)代理人　100103034
弁理士　野河　信久
(74)代理人　100075672
弁理士　峰　隆司
(74)代理人　100153051
弁理士　河野　直樹
(74)代理人　100179062
弁理士　井上　正
(74)代理人　100189913
弁理士　鵜飼　健

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波診断装置及び制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

被検体の３次元領域を分割して形成した複数の３次元サブ領域に対する心拍同期３次元走査によって心拍期間の複数の心拍時相におけるサブボリュームデータを収集し、同一の心拍時相にて収集された前記サブボリュームデータに基づいて前記３次元領域の画像データを生成する超音波診断装置において、

前記３次元領域の所定方向に対して超音波送受信を行なう複数個の振動素子を有した超音波プローブと、

前記複数個の振動素子の中から選択された各々異なる１つ以上の振動素子に対応し、制御単位となる複数の送受信チャンネルを有し、送受信チャンネルごとに振動素子に対する駆動信号の供給を行い、前記複数の送受信チャンネルに対応する振動素子から得られた受信信号の整相加算を行なう送受信手段と、

前記超音波送受信の制御を目的として予め設定された各種の送受信制御パラメータを保管するパラメータ保管手段と、

前記心拍期間にて収集された前記サブボリュームデータのデータ数が所定の値に到達しているか否かを判定するデータ数判定手段と、

前記パラメータ保管手段に保管された前記送受信制御パラメータの中から前記被検体の少なくとも２つの３次元サブ領域に対応する送受信制御パラメータを取得し、前記データ数の判定結果に基づいてこれらの送受信制御パラメータの中から選択した送受信制御パラメータを前記複数の送受信チャンネルへ並列供給することにより前記３次元サブ領域に対

する超音波送受信を制御する送受信制御手段とを
備えたことを特徴とする超音波診断装置。
【請求項２】
前記送受信制御手段は、前記パラメータ保管手段に保管されている前記送受信制御パラメータの中から第１の３次元サブ領域に対する超音波送受信に必要な第１の送受信制御パラメータ及び前記第１の３次元サブ領域に対する超音波送受信に後続して行なう第２の３次元サブ領域に対する超音波送受信に必要な第２の送受信制御パラメータを取得し、前記データ数判定手段による前記データ数の判定において、前記第１の３次元サブ領域に対する超音波送受信により前記心拍期間にて収集されたサブボリュームデータのデータ数が所定の値に到達していない場合、前記第１の送受信制御パラメータを用いて前記第１の３次元サブ領域に対する超音波送受信を再度行ない、前記サブボリュームデータのデータ数が所定の値に到達している場合、前記第２の送受信制御パラメータを用いて前記第２の３次元サブ領域に対する超音波送受信を行なうことを特徴とする請求項１記載の超音波診断装置。
【請求項３】
前記送受信制御手段は、前記第１の３次元サブ領域に対する超音波走査と並行して前記パラメータ保管手段に保管されている前記送受信制御パラメータの中から前記第１の３次元サブ領域の最初の送受信方向に対応する前記第１の送受信制御パラメータ及び前記第１の３次元サブ領域に後続する前記第２の３次元サブ領域の最初の送受信方向に対応する前記第２の送受信制御パラメータを取得し、前記データ数の判定において、前記第１の３次元サブ領域に対する超音波送受信により前記心拍期間にて収集されたサブボリュームデータのデータ数が所定の値に到達していない場合、前記第１の送受信制御パラメータを用いて前記第１の３次元サブ領域の最初の送受信方向に対する超音波送受信を再度行ない、前記サブボリュームデータのデータ数が所定の値に到達している場合、前記第２の送受信制御パラメータを用いて前記第２の３次元サブ領域の最初の送受信方向に対する超音波送受信を行なうことを特徴とする請求項２記載の超音波診断装置。
【請求項４】
前記データ数判定手段は、前記心拍期間における複数の心拍時相にて収集された前記サブボリュームデータのデータ数と前記心拍期間に対して予め設定された心拍時相数とを比較することにより前記データ数の判定を行なうことを特徴とする請求項１記載の超音波診断装置。
【請求項５】
被検体の心電波形に基づいて心拍同期信号を生成する心拍同期信号生成手段を備え、前記データ数判定手段は、前記心拍同期信号に基づいて設定される前記心拍期間にて収集された前記サブボリュームデータのデータ数と前記心拍時相数とを比較することを特徴とする請求項４記載の超音波診断装置。
【請求項６】
マイクロバブルを有する超音波造影剤が投与された被検体の検査対象領域に対し、前記マイクロバブルの破砕を目的としたフラッシュモードの超音波送信と血流状態の観測を目的としたモニタリングモードの超音波送受信を行なう超音波診断装置において、前記検査対象領域に対し前記フラッシュモードの超音波送信及び前記モニタリングモードの超音波送受信を行なう複数個の振動素子を有した超音波プローブと、
前記複数個の振動素子の中から選択された各々異なる１つ以上の振動素子に対応し、制御単位となる複数の送受信チャンネルを有し、送受信チャンネルごとに振動素子に対する駆動信号の供給を行い、前記複数の送受信チャンネルに対応する振動素子から得られた受信信号の整相加算を行なう送受信手段と、
前記超音波送受信の制御を目的として予め設定された各種の送受信制御パラメータを保管するパラメータ保管手段と、
前記被検体の生体信号あるいは任意のタイミングで入力されるマニュアル信号に基づいて同期信号を生成する同期信号生成手段と、

前記パラメータ保管手段に保管された前記送受信制御パラメータの中から前記フラッシュモードの超音波送信及び前記モニタリングモードの超音波送受信に対応する送受信制御パラメータを取得し、前記同期信号に基づいて選択した前記フラッシュモードの送受信制御パラメータあるいは前記モニタリングモードの送受信制御パラメータを前記複数の送受信チャンネルへ並列供給することにより前記検査対象領域に対する超音波送受信のモード切替えを制御する送受信制御手段とを備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項７】

前記送受信制御手段は、前記パラメータ保管手段に保管されている前記送受信制御パラメータの中から取得したフラッシュモードの超音波送信に対応する送受信制御パラメータを前記同期信号に基づいて前記送受信チャンネルへ並列供給することにより、モニタリングモードの超音波送受信からフラッシュモードの超音波送信へのモード切替えを制御することを特徴とする請求項６記載の超音波診断装置。

【請求項８】

前記送受信制御手段は、前記モニタリングモードの超音波送受信と並行して前記パラメータ保管手段に保管されている前記送受信制御パラメータの中から取得したフラッシュモードの最初の送受信方向に対応する送受信制御パラメータを、前記同期信号に基づいて前記送受信チャンネルへ並列供給することにより、モニタリングモードの超音波送受信からフラッシュモードの超音波送信へ切替えを制御することを特徴とする請求項７記載の超音波診断装置。

【請求項９】

前記送受信制御手段は、前記パラメータ保管手段に保管された前記送受信制御パラメータの中から所定方向の超音波送受信に必要な送受信制御パラメータを少なくとも送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で取得することを特徴とする請求項１又は請求項６に記載した超音波診断装置。

【請求項１０】

前記送受信制御手段は、送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で取得した送信強度、受信感度、送信遅延時間、受信遅延時間、送信素子位置、受信素子位置、送信開口、受信開口の少なくとも何れかを前記送受信制御パラメータとして前記複数の送受信チャンネルへ並列供給することを特徴とする請求項９記載の超音波診断装置。

【請求項１１】

前記送受信制御手段は、先行する超音波送受信のパラメータ供給期間あるいはこのパラメータ供給期間の直後に設定される超音波送受信期間にて取得した後続の超音波送受信に対応する送受信制御パラメータを、前記後続の超音波送受信のパラメータ供給期間において前記複数の送受信チャンネルへ並列供給することを特徴とする請求項１又は請求項６に記載した超音波診断装置。

【請求項１２】

被検体の３次元領域を分割して形成した複数の３次元サブ領域に対する心拍同期３次元走査によって心拍期間の複数の心拍時相におけるサブボリュームデータを収集し、同一の心拍時相にて収集された前記サブボリュームデータに基づいて前記３次元領域の画像データを生成する超音波診断装置を制御する制御プログラムであって、

前記３次元領域に対して超音波送受信を行なう複数個の振動素子の中から選択された各々異なる１つ以上の振動素子に対応し、制御単位となる送受信チャンネルごとに、前記１つ以上の振動素子への駆動信号を前記超音波診断装置に含まれる駆動回路に供給し、複数の送受信チャンネルに対応する振動素子から得られた受信信号の整相加算を行なう送受信機能と、

前記心拍期間にて収集された前記サブボリュームデータのデータ数が所定の値に到達しているか否かを判定するデータ数判定機能と、

前記超音波送受信の制御を目的として予め設定された各種の送受信制御パラメータの中から前記被検体の少なくとも２つの３次元サブ領域に対応する送受信制御パラメータを取得し、前記データ数の判定結果に基づいてこれらの送受信制御パラメータの中から選択し

た送受信制御パラメータを複数の送受信チャンネルへ並列供給することにより前記超音波送受信を制御する送受信制御機能と、を具備する制御プログラム。

【請求項１３】

マイクロバブルを有する超音波造影剤が投与された被検体の検査対象領域に対し、前記マイクロバブルの破砕を目的としたフラッシュモードの超音波送信と血流状態の観測を目的としたモニタリングモードの超音波送受信を行なう超音波診断装置を制御する制御プログラムであって、

前記フラッシュモードの超音波送信及び前記モニタリングモードの超音波送受信を行なう複数個の振動素子の中から選択された各々異なる１つ以上の振動素子に対応し、制御単位となる送受信チャンネルごとに、前記１つ以上の振動素子への駆動信号を前記超音波診断装置に含まれる駆動回路に供給し、複数の送受信チャンネルに対応する振動素子から得られた受信信号の整相加算を行なう送受信機能と、

前記被検体の生体信号あるいは任意のタイミングで入力されるマニュアル信号に基づいて同期信号を生成する同期信号生成機能と、

前記超音波送受信の制御を目的として予め設定された各種の送受信制御パラメータの中から前記フラッシュモードの超音波送信及び前記モニタリングモードの超音波送受信に対応した送受信制御パラメータを取得し、前記同期信号に基づいて選択した前記フラッシュモードの送受信制御パラメータあるいは前記モニタリングモードの送受信制御パラメータを複数の送受信チャンネルへ並列供給することにより前記検査対象領域に対する超音波走査のモード切替えを制御する送受信制御機能と、を具備する制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明の実施形態は、超音波送受信に必要な各種の制御パラメータを送受信部の各ユニットへ効率よく供給することにより時間分解能に優れた画像データを収集することが可能な超音波診断装置及び制御プログラムに関する。

【背景技術】

【０００２】

超音波診断装置は、複数の振動素子が配列された超音波プローブを用いて被検体の複数方向に対し超音波送受信を行ない、このとき得られた受信信号に基づいて生成した画像データや時系列データをモニタ等に表示するものである。この診断装置は、超音波プローブの先端部を被検体の体表面に接触させるだけの簡単な操作で体内の２次元画像データや３次元画像データをリアルタイムで観測することができるため各種臓器の形態診断や機能診断に広く用いられている。

【０００３】

ところで、３次元画像データの収集を目的とした従来の超音波走査では、複数個の振動素子が１次元配列された超音波プローブをその配列方向に対して垂直な方向に移動あるいは回動させながら被検体内の３次元領域に対して超音波を送受信し、このとき得られる３次元画像情報（以下、ボリュームデータと呼ぶ。）に対してレンダリング処理等のデータ処理を行なうことにより各種の画像データを生成している。又、近年では、複数個の振動素子が２次元配列された超音波プローブ（２次元アレイ超音波プローブ）の実用化により、被検体内の３次元領域に対する超音波送受信は全て電子的な制御で行なうことが可能となったため、上述の３次元走査に要する時間は大幅に短縮され、検査における操作性は著しく向上した。

【０００４】

しかしながら、所望の３次元領域に対する超音波送受信によってボリュームデータを収集する場合、極めて多くの送受信を繰り返さなくてはならないが、これらの送受信に要する時間は、被検体内を伝播する超音波の音速、走査領域の大きさ、走査密度等によって決定されるため、空間分解能に優れた広範囲なボリュームデータを収集するためには多くの時間が要求される。

【０００５】
このような問題点を解決するために、被検体の検査対象領域を含む３次元領域を複数の領域（以下、３次元サブ領域と呼ぶ。）に分割し、これらの３次元サブ領域から当該被検体の心拍時相を付帯情報として収集されるボリュームデータ（以下、サブボリュームデータと呼ぶ。）を上述の心拍時相情報に基づいて合成することにより広範囲な３次元領域における時系列的なボリュームデータを収集することが可能な心拍同期３次元走査法（Triggered Volume Scan）が提案されている。
【０００６】
一方、近年の超音波診断では、静脈から投与可能な超音波造影剤が開発され、この超音波造影剤は、動脈から注入された従来の超音波造影剤より侵襲度が低く取り扱いも容易なため臨床の場で徐々に普及し始めている。
【０００７】
新たに開発された超音波造影剤は、例えば、空気や不活性ガスを糖質や脂質などで覆って形成した微小なマイクロバブルを有し、このマイクロバブルの音響インピーダンスは生体組織の音響インピーダンスに対して著しく異なるため、高感度の超音波反射波を得ることができる。このため、静脈に注入された超音波造影剤が血液と共に肺や心臓左室を経由し検査対象領域の毛細血管や生体組織内に到達した時点で超音波を送受信することにより超音波造影剤からの受信信号を高感度で得ることができる。そして、得られた受信信号に基づいて画像データを生成することにより臨床的に有効な血流情報を高精度で観測することが可能となる。
【０００８】
特に、この方法では、超音波反射波の大きさに基づいて画像データを生成しているため、ドプラ信号の検出によって血流情報を画像化するカラードプラ法では検出が困難であった流速の極めて遅い組織内還流血液（パフュージョン）や停滞した血液等の観測が容易となった。このような利点を有する超音波造影剤を用いた新しい診断法は、例えば、腫瘍の存在診断や鑑別診断、治療効果の判定、虚血性心疾患における冠状動脈狭窄のグレード診断、更には、心筋のバイアビリティ判定等に広く利用されている。
【０００９】
上述の超音波造影剤を用いた診断法の１つとして、マイクロバブルを破砕しない程度の低い音圧の超音波を送受信し、この超音波のマイクロバブルへの照射による共振によって発生した超音波信号を受信して画像データを生成する方法がある。
【００１０】
この方法では、先ず、検査対象領域に対して高音圧の超音波パルスを用いたフラッシュモードの超音波送信を行なうことにより、生体組織内に残存していた超音波造影剤のマイクロバブルを破砕して消滅（リセット）した後、上述の検査対象領域に血液と共に新たに流入（再還流）してくる超音波造影剤に対して低音圧の超音波パルスを用いたモニタリングモードの超音波送受信を所定間隔で繰り返すことにより複数枚の画像データを生成する。このような方法によれば、マイクロバブルが消滅した後の検査対象領域に対して再還流される超音波造影剤を連続的に観測することが可能となり、例えば、血管系の観測、末梢血管系における流入血流の観測、更には、組織内血流であるパフュージョンの観測を容易に行なうことができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１１】
【特許文献１】特開２００１－１７００４７号公報
【特許文献２】特開平８－２８０６７４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１２】
送受信方向単位あるいは送受信チャンネル単位で予め設定されパラメータ保管部等にお

いて保管された当該超音波検査に必要な送受信制御パラメータを時系列的に読み出して超音波診断装置の送受信部が備える複数の送受信チャンネルへ順次供給する従来の送受信制御パラメータ供給法を適用した心拍同期３次元走査では、送受信チャンネルに対する送受信制御パラメータの供給に多大の時間を要するため、不整脈等の発生に起因して心電波形の何れかのＲ－Ｒ間隔（以下、心拍期間と呼ぶ。）において所定数のサブボリュームデータが得られないが故に超音波送受信の方向や順序を急遽変更しなくてはならないような場合、変更直後における超音波送受信を遅延なく行なうことができないという問題点を有していた。

【００１３】

同様にして、上述した従来の送受信制御パラメータ供給法を適用し、高音圧の超音波パルスを用いたフラッシュモードの超音波送信と低音圧の超音波パルスを用いたモニタリングモードの超音波送受信を交互に繰り返すことにより超音波造影剤が投与された被検体の体内における血流状態を観測する超音波検査法において、フラッシュモードとモニタリングモードの切り替えを不定期な心拍同期信号等に基づいて行なう場合、各々のモードに対応した送受信制御パラメータの供給に多大の時間を要するため、切り替え直後における超音波送受信を遅延なく行なうことができないという問題点を有していた。

【００１４】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、心電波形等の生体信号に基づいてボリュームデータや画像データの収集を行なう際、生体信号の発生状況に伴って被検体に対する超音波送受信の方向や順序を急遽変更しなくてはならないような場合においても、予め取得した送受信制御パラメータを超音波送受信の関連ユニットに対して短時間で供給することにより心拍期間の各時相におけるボリュームデータや画像データを過不足なく収集することが可能な超音波診断装置及び制御プログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

上記課題を解決するために、請求項１に係る本発明の超音波診断装置は、被検体の３次元領域を分割して形成した複数の３次元サブ領域に対する心拍同期３次元走査によって心拍期間の複数の心拍時相におけるサブボリュームデータを収集し、同一の心拍時相にて収集された前記サブボリュームデータに基づいて前記３次元領域の画像データを生成する超音波診断装置であって、前記３次元領域の所定方向に対して超音波送受信を行なう複数個の振動素子を有した超音波プローブと、前記振動素子に対する駆動信号の供給と前記振動素子から得られた受信信号の整相加算を行なう複数の送受信チャンネルを有した送受信手段と、前記超音波送受信の制御を目的として予め設定された各種の送受信制御パラメータを保管するパラメータ保管手段と、前記心拍期間にて収集された前記サブボリュームデータのデータ数が所定の値に到達しているか否かを判定するデータ数判定手段と、前記パラメータ保管手段に保管された前記送受信制御パラメータの中から前記被検体の少なくとも２つの３次元サブ領域に対応する送受信制御パラメータを取得し、前記データ数の判定結果に基づいてこれらの送受信制御パラメータの中から選択した送受信制御パラメータを前記複数の送受信チャンネルへ供給することにより前記３次元サブ領域に対する超音波送受信を制御する送受信制御手段とを備えたことを特徴としている。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本開示の第１の実施形態における超音波診断装置の全体構成を示すブロック図。

【図２】第１の実施形態の超音波診断装置が備える送受信部及び受信信号処理部の具体的な構成を示すブロック図。

【図３】第１の実施形態の心拍同期３次元走査における超音波送受信方向を説明するための図。

【図４】第１の実施形態の心拍同期３次元走査における３次元サブ領域を説明するための図。

【図５】第１の実施形態における心拍同期３次元走査の基本形を示すタイムチャート図。
【図６】第１の実施形態の超音波診断装置が備える画像データ生成部の具体的な構成を示すブロック図。
【図７】第１の実施形態において送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で予め設定されパラメータ保管部に保管された送受信制御パラメータの具体例を示す図。
【図８】第１の実施形態において不整脈を有する被検体に対して行なわれる心拍同期３次元走査を説明するためのタイムチャート。
【図９】第１の実施形態における送受信制御パラメータの取得方法と送受信部に対する送受信制御パラメータの供給方法を説明するためのタイムチャート。
【図１０】第１の実施形態における送受信制御パラメータの取得方法と送受信部に対する送受信制御パラメータの供給方法を更に詳しく説明するためのタイムチャート。
【図１１】第１の実施形態の心拍同期３次元走査による画像データの生成手順を示すフローチャート。
【図１２】本開示の第２の実施形態における超音波診断装置の全体構成を示すブロック図。
【図１３】第２の実施形態の超音波診断装置が備える受信信号処理部のフィルタリング機能を説明するための図。
【図１４】第２の実施形態において送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で予め設定されパラメータ保管部に保管された送受信制御パラメータの具体例を示す図。
【図１５】第２の実施形態における送受信制御パラメータの取得方法と送受信部に対する送受信制御パラメータの供給方法を説明するためのタイムチャート。
【図１６】第２の実施形態における送受信制御パラメータの取得方法と送受信部に対する送受信制御パラメータの供給方法を更に詳しく説明するためのタイムチャート。
【図１７】第２の実施形態における画像データの生成手順を示すフローチャート。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
以下、図面を参照して本開示の実施形態を説明する。
【００１８】
（第１の実施形態）
本開示の第１の実施形態における超音波診断装置は、心電波形の周期が不均一な被検体の検査対象領域を含む３次元領域を分割することによって形成された複数の３次元サブ領域に対して心拍同期３次元走査を行なう機能を有し、先行する第１の心拍期間にて収集された第１の３次元サブ領域におけるサブボリュームデータのデータ数判定結果に基づいて第１の３次元サブ領域に対するサブボリュームデータの再収集又は新たな第２の３次元サブ領域に対するサブボリュームデータの収集を第１の心拍期間に後続する第２の心拍期間において行なう際、第１の３次元サブ領域に対する超音波送受信と並行して第１の３次元サブ領域及び第２の３次元サブ領域の最初の送受信方向に対応した送受信制御パラメータをパラメータ記憶部に予め取得する。そして、第１の心拍期間おけるサブボリュームデータのデータ数判定結果に基づいて選択された送受信制御パラメータを用いてデータ数判定直後における第１の３次元サブ領域あるいは第２の３次元サブ領域の最初の送受信方向に対する超音波送受信を行なう。
【００１９】
尚、以下に述べる第１の実施形態では、説明を簡単にするために４つの３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄに対する心拍同期３次元走査を４つの送受信チャンネル（送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４）を有した送受信部を用いて行なう場合について述べるが、３次元サブ領域のセグメント数や送受信チャンネルのチャンネル数は上述に限定されない。又、３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄから得られる受信信号を処理して超音波データとしてのＢモードデータを生成し、このＢモードデータに基づいて４つの心拍時相（τ１乃至τ４）におけるサブボリュームデータを生成する場合について述べるが、心拍時相数は４つに限定されるものではなく、又、カラードプラデータ等の他の超音波データに基づいて上述のサブボ

リュームデータを生成しても構わない。

【００２０】

（装置の構成と機能）

本開示の第１の実施形態における超音波診断装置の構成と機能につき図１乃至図１０を用いて説明する。尚、図１は、超音波診断装置の全体構成を示すブロック図であり、図２は、この超音波診断装置が備える送受信部及び受信信号処理部の具体的な構成を示すブロック図である。又、図６は、当該超音波診断装置が備える画像データ生成部の具体的な構成を示すブロック図である。

【００２１】

図１に示す超音波診断装置１００は、不整脈を有した被検体の検査対象領域を含む比較的広範囲な３次元領域を分割することによって形成された複数の３次元サブ領域に対して超音波パルス（送信超音波）を送信し、この送信によって得られた超音波反射波（受信超音波）を電気信号（受信信号）に変換する複数個の振動素子が２次元配列された超音波プローブ３と、被検体の所定方向に対して超音波パルスを送信するための駆動信号を上述の振動素子に供給し、これらの振動素子から得られた複数チャンネルの受信信号を整相加算する送受信部２と、整相加算後の受信信号を処理してＢモードデータを生成する受信信号処理部４と、複数の３次元サブ領域に対する心拍同期３次元走査によって得られたボリュームデータに基づいて画像データ（以下、心拍同期３次元画像データと呼ぶ。）を生成する画像データ生成部５と、画像データ生成部５によって生成された心拍同期３次元画像データを表示する表示部６を備えている。

【００２２】

又、超音波診断装置１００は、当該被検体の心電波形を計測する生体信号計測ユニット７と、計測された心電波形のＲ波等に基づいて心拍同期信号を生成する心拍同期信号生成部８と、心拍同期信号の１心拍期間にて画像データ生成部５が心拍時相単位で生成したサブボリュームデータのデータ数が所定数に到達したか否かを判定するデータ数判定部９と、送受信方向及び送受信チャンネルを単位として予め設定された各種の送受信制御パラメータが保管されているパラメータ保管部１０と、パラメータ保管部１０から送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で読み出した第１の３次元サブ領域に対応する送受信制御パラメータあるいは第１の３次元サブ領域に後続して超音波送受信が行なわれる第２の３次元サブ領域に対応する送受信制御パラメータの何れかをデータ数判定部９の判定結果に基づいて送受信部２の送受信チャンネルへ並列供給することにより当該被検体に対する超音波送受信を制御する送受信制御部１１と、被検体情報の入力、心拍時相数の設定、ボリュームデータ生成条件の設定、画像データ生成条件及び画像データ表示条件の設定、各種指示信号の入力等を行なう入力部１２と、上述の各ユニットを統括的に制御するシステム制御部１３を備えている。

【００２３】

次に、超音波診断装置１００が備える上述のユニットにつき更に詳しく説明する。

【００２４】

超音波プローブ３は、２次元配列されたＭ個の図示しない振動素子をその先端部に有し、前記先端部を被検体の体表面に接触させて超音波送受信を行なう。振動素子は電気音響変換素子であり、送信時には電気パルス（駆動信号）を超音波パルス（送信超音波）に変換し、受信時には超音波反射波（受信超音波）を電気的な受信信号に変換する機能を有している。そして、これら振動素子の各々は、図示しないＭチャンネルの多芯ケーブルを介して送受信部２に接続されている。尚、本実施形態では、Ｍ個の振動素子が２次元配列されたセクタ走査用の超音波プローブ３について述べるが、リニア走査やコンベックス走査等に対応した超音波プローブであっても構わない。

【００２５】

次に、図２に示す送受信部２は、被検体内の所定方向に対して送信超音波を放射するための駆動信号を超音波プローブ３の振動素子へ供給する送信部２１と、これらの振動素子から得られた複数チャンネルの受信信号を整相加算（所定方向から得られる受信信号の位

相を一致させて加算合成）する受信部２２を備え、送信部２１は、レートパルス発生器２１１、送信遅延回路２１２及び駆動回路２１３を備えている。

【００２６】

レートパルス発生器２１１は、送信超音波の繰り返し周期を決定するレートパルスを送受信制御部１１から送受信制御パラメータとして供給されるフレームレートや最大視野深度（Depth）等の情報に基づいて生成し、得られたレートパルスを送信遅延回路２１２へ供給する。

【００２７】

送信遅延回路２１２は、送受信制御部１１から送受信制御パラメータとして送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で供給される送信遅延時間の情報に基づき、所定方向（θｐ、φｑ）に対して送信超音波を放射するための偏向用遅延時間と所定の深さに前記送信超音波を集束するための集束用遅延時間をレートパルス発生器２１１から供給された上述のレートパルスに与える。

【００２８】

駆動回路２１３は、送受信制御部１１から送受信制御パラメータとして送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で供給される送信強度の情報に基づいて超音波プローブ３に内蔵されているＭ個の振動素子の中から選択されたＭｔ（Ｍｔ＝４）個の送信用振動素子を駆動するための駆動信号を送信遅延回路２１２から供給された上述のレートパルスに基づいて生成する。そして、超音波プローブ３に配列されたＭｔ個の送信用振動素子を上述の駆動信号を用いて駆動することにより被検体内に送信超音波を放射する。

【００２９】

一方、受信部２２は、超音波プローブ３に内蔵されたＭ個の振動素子の中から選択されたＭｒ（Ｍｒ＝Ｍｔ＝４）個の受信用振動素子に対応するＭｒチャンネルのプリアンプ２２１、Ａ／Ｄ変換器２２２及び受信遅延回路２２３と加算器２２４を備えている。そして、プリアンプ２２１は、送受信制御部１１から送受信制御パラメータとして送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で供給される受信感度の情報に基づいてＭｒ個の受信用振動素子から供給される受信信号を所定の大きさに増幅し、Ａ／Ｄ変換器２２２は、プリアンプ２２１から出力される受信信号をアナログ／デジタル変換して受信遅延回路２２３へ供給する。

【００３０】

受信遅延回路２２３は、送受信制御部１１から送受信制御パラメータとして送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で供給される受信遅延時間の情報に基づき、所定の深さから反射した受信超音波を集束させるための集束用遅延時間と所定方向（θｐ、φｑ）に対して強い受信指向性を設定するための偏向用遅延時間をＡ／Ｄ変換器２２２から出力されたＭｒチャンネルの受信信号に与える。そして、加算器２２４は、受信遅延回路２２３から出力したＭｒチャンネルの受信信号を加算合成する。即ち、受信遅延回路２２３と加算器２２４により、所定方向からの受信超音波に対応する受信信号は整相加算される。

【００３１】

又、受信部２２の受信遅延回路２２３及び加算器２２４は、その遅延時間の制御によって複数方向に対する受信指向性を同時に形成する、所謂、並列同時受信を可能とし、並列同時受信の適用により３次元走査に要する時間は大幅に短縮される。

【００３２】

図３は、超音波プローブ３の中心軸をｚ軸とした直交座標（ｘ－ｙ－ｚ）における超音波の送受信方向（θｐ、φｑ）を示したものであり、例えば、Ｍ個の振動素子はｘ軸方向及びｙ軸方向に２次元配列され、θｐ及びφｑは、ｘ－ｚ平面及びｙ－ｚ平面に投影された送受信方向のｚ軸に対する角度を示している。そして、送受信制御部１１から供給される各種の送受信制御パラメータに従って送受信部２の駆動回路２１３における送信強度及びプリアンプ２２１における受信感度と送信遅延回路２１２における送信遅延時間及び受信遅延回路２２３における受信遅延時間は制御され、被検体内の３次元サブ領域に対する超音波送受信が行なわれる。

【００３３】
次に、被検体内の３次元領域に対して設定される複数の３次元サブ領域と、これらの３次元サブ領域に対する心拍同期３次元走査の基本形につき図４及び図５を用いて説明する。
【００３４】
図４は、心拍同期３次元走査モードにおいて検査対象領域を含む被検体内の３次元領域Ｓ０に設定された複数の３次元サブ領域を示しており、例えば、３次元領域Ｓ０をｙ方向にＨｘ（Ｈｘ＝４）分割することにより３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄが形成される。そして、送受信制御部１１から供給される送受信制御パラメータに基づいて送信部２１の送信遅延回路２１２及び受信部２２の受信遅延回路２２３における遅延時間を制御することにより３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄの各々に対する心拍同期３次元走査が行なわれる。
【００３５】
一方、図５は、上述の３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄに対する心拍同期３次元走査の基本形を示したものであり、図５（ａ）は、生体信号計測ユニット７によって計測された等間隔の心拍期間Ｔｏを有する心電波形、図５（ｂ）は、心電波形のＲ波に基づいて心拍同期信号生成部８が生成した心拍同期信号、図５（ｃ）は、上述の心拍同期信号に基づいた心拍同期３次元走査によって収集される３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄの心拍時相τ１乃至τ４におけるサブボリュームデータ、図５（ｄ）は、画像データ生成部５が備える後述のサブボリュームデータ記憶部５１３に順次蓄積されるサブボリュームデータを示している。
【００３６】
この場合、送受信制御部１１は、例えば、心拍同期信号生成部８からシステム制御部１３を介して供給される心拍同期信号を受信し、その心拍期間Ｔｏにおいて心拍時相τ１乃至τ４のサブボリュームデータが収集される３次元サブ領域の領域サイズを算出する。そして、この領域サイズと３次元領域Ｓ０の領域サイズとに基づいて３次元サブ領域のセグメント数Ｈｘ（Ｈｘ＝４）を設定する。但し、心拍時相τ１は、３次元サブ領域Ｓａに対する心拍同期３次元走査が開始される時相であり、心拍時相τ２乃至τ４は、３次元サブ領域Ｓｂ乃至Ｓｄの各々に対する心拍同期３次元走査が開始される時相を示している。
【００３７】
そして、送受信制御部１１は、上述の設定情報と後述する自己のパラメータ記憶部１１１から読み出した各種の送受信制御パラメータに基づいて送受信部２の送受信チャンネルを構成する送信部２１のレートパルス発生器２１１、送信遅延回路２１２及び駆動回路２１３と受信部２２のプリアンプ２２１及び受信遅延回路２２３を制御することにより、図５（ｃ）の期間［ｔ１－ｔ２］に３次元サブ領域Ｓａに対する心拍同期３次元走査を行なって心拍時相τ１乃至τ４のサブボリュームデータＤａ（τ１）乃至Ｄａ（τ４）を収集し、更に、同様の手順により、期間［ｔ１－ｔ２］に後続する期間［ｔ２－ｔ３］、期間［ｔ３－ｔ４］、期間［ｔ４－ｔ５］の各々にて３次元サブ領域Ｓｂ乃至Ｓｄに対する心拍同期３次元走査を行ない心拍時相τ１乃至τ４のサブボリュームデータＤｂ（τ１）乃至Ｄｂ（τ４）、Ｄｃ（τ１）乃至Ｄｃ（τ４）、Ｄｄ（τ１）乃至Ｄｄ（τ４）を収集する。
【００３８】
一方、図５（ｄ）に示すように、期間［ｔ１－ｔ２］における画像データ生成部５のサブボリュームデータ記憶部５１３には、上述の期間において収集された３次元サブ領域Ｓａのサブボリュームデータ Ｄａ（τ１）乃至Ｄａ（τ４）が保存され、期間［ｔ２－ｔ３］乃至期間［ｔ４－ｔ５］では、これらの期間において収集されたサブボリュームデータＤｂ（τ１）乃至Ｄｂ（τ４）、Ｄｃ（τ１）乃至Ｄｃ（τ４）及びＤｄ（τ１）乃至Ｄｄ（τ４）が上述のサブボリュームデータＤａ（τ１）乃至Ｄａ（τ４）に対して累積保存される。
【００３９】
尚、不整脈を有する被検体から収集された心電波形における心拍期間（Ｒ－Ｒ間隔）の短縮等により予め設定された心拍時相数分のサブボリュームデータが３次元サブ領域Ｓａ

乃至Ｓｃの何れかにおいて収集不可能となった場合、その３次元サブ領域のサブボリュームデータを再収集しなくてはならないが、その制御方法の詳細については後述する。

【００４０】

図２へ戻って、受信信号処理部４は、Ｂモードデータを生成する機能を有し、増幅回路４１、包絡線検波器４２及び対数変換器４３を備えている。増幅回路４１は、受信部２２の加算器２２４から供給される整相加算後の受信信号を増幅あるいは減衰させることにより画像データのゲインを調整し、包絡線検波器４２は、増幅回路４１から出力された受信信号を包絡線検波する。一方、対数変換器４３は、包絡線検波された受信信号の振幅を対数変換し、更に、対数変換された受信信号の振幅範囲（ダイナミックレンジ）を調整してＢモードデータを生成する。尚、包絡線検波器４２と対数変換器４３は順序を入れ替えて構成してもよく、ゲインやダイナミックレンジを含む画質条件の調整は、他のユニットあるいは他の方法によって行なっても構わない。

【００４１】

次に、図１に示した画像データ生成部５の具体的な構成につき図６を用いて説明する。画像データ生成部５は、例えば、図６に示すようにサブボリュームデータ生成部５１、ボリュームデータ生成部５２及びボリュームデータ処理部５３を備えている。

【００４２】

サブボリュームデータ生成部５１は、超音波データ記憶部５１１、補間処理部５１２及びサブボリュームデータ記憶部５１３を備え、超音波データ記憶部５１１には、３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄに対する心拍同期３次元走査によって得られた受信信号を用いて受信信号処理部４が生成したＢモードデータが超音波の送受信方向（θｐ、φｑ）、３次元サブ領域情報及び心拍時相情報を付帯情報として順次保存される。

【００４３】

補間処理部５１２は、超音波データ記憶部５１１から３次元サブ領域単位で読み出した複数のＢモードデータを送受信方向（θｐ、φｑ）に対応させて配列することにより３次元Ｂモードデータを形成し、更に、この３次元Ｂモードデータを構成する不等間隔のボクセルを補間処理してｘ方向、ｙ方向及びｚ方向に対して等方的なボクセルで構成されたサブボリュームデータを生成する。そして、得られた３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄにおける心拍時相τ１乃至τ４のサブボリュームデータＤａ乃至Ｄｄは、上述の３次元サブ領域情報や心拍時相情報を付帯情報としてサブボリュームデータ記憶部５１３に保存される。

【００４４】

一方、ボリュームデータ生成部５２は、データ合成部５２１とボリュームデータ記憶部５２２を備えている。そして、３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄに対する心拍同期３次元走査が行なわれた場合、データ合成部５２１は、サブボリュームデータ生成部５１のサブボリュームデータ記憶部５１３に保存されているサブボリュームデータＤａ乃至Ｄｄとその付帯情報である心拍時相情報及び３次元サブ領域情報を読み出し、これらのサブボリュームデータを上述の付帯情報に基づいて合成することにより３次元領域Ｓ０における心拍時相τ１乃至τ４のボリュームデータを生成する。そして、得られたボリュームデータは、ボリュームデータ記憶部５２２に保存される。

【００４５】

次に、ボリュームデータ処理部５３は、例えば、ボリュームデータ生成部５２のボリュームデータ記憶部５２２から読み出した３次元領域Ｓ０のボリュームデータをレンダリング処理してボリュームレンダリング画像データやサーフェスレンダリング画像データ等の心拍同期３次元画像データを生成する機能を有し、不透明度・色調設定部５３１、レンダリング処理部５３２及びプログラム保管部５３３を備えている。不透明度・色調設定部５３１は、ボリュームデータ生成部５２から供給されたボリュームデータのボクセル値に基づいて各ボクセルの不透明度や色調（輝度）を設定し、レンダリング処理部５３２は、不透明度・色調設定部５３１によって設定された不透明度及び色調（輝度）の情報を有するボリュームデータをプログラム保管部５３３から読み出した所定の処理プログラムを用いてレンダリング処理することにより時系列的な心拍同期３次元画像データを生成する。

【００４６】
図１へ戻って、表示部６は、図示しない表示データ生成部、データ変換部及びモニタを備え、表示データ生成部は、画像データ生成部５が生成した心拍同期３次元画像データを所定の表示フォーマットに変換した後、生体信号計測ユニット７から供給される心電波形や入力部１２において入力された被検体情報等の付帯情報を付加して表示データを生成する。そして、データ変換部は、表示データ生成部によって生成された表示データに対してＤ／Ａ変換やＴＶフォーマット変換等の変換処理を行なってモニタに表示する。
【００４７】
一方、心電波形を生体信号として計測する生体信号計測ユニット７は、例えば、心電波形の計測を目的として当該被検体の体表面に装着されたＥＣＧ電極と、このＥＣＧ電極によって計測された心電波形の振幅を所定の大きさに増幅する増幅部と、増幅された心電波形をデジタル信号に変換するＡ／Ｄ変換器（何れも図示せず）を備えている。
【００４８】
心拍同期信号生成部８は、心電波形の振幅と所定の閾値とを比較することにより心電波形のＲ波を検出し、このＲ波に基づいて心拍同期信号（図５（ｂ）参照）を生成する。尚、心拍同期信号の生成は、通常、Ｒ波の発生と同一のタイミングにて行なわれるが、Ｒ波より所定時間遅れたタイミングにおいて生成してもよい。
【００４９】
一方、データ数判定部９は、心拍同期信号生成部８から供給される心拍同期信号や画像データ生成部５のサブボリュームデータ生成部５１から供給されるサブボリュームデータ、更には、送受信制御部１１からシステム制御部１３を介して供給される心拍時相数Ｎｘを受信する。そして、これらの情報に基づいて心電波形のＲ－Ｒ間隔において収集されたサブボリュームデータのデータ数が心拍時相数Ｎｘに到達しているか否かを判定し、その判定結果を送受信制御部１１へ供給する。
【００５０】
次に、パラメータ保管部１０は、送受信方向及び送受信チャンネルを単位として予め設定された各種の送受信制御パラメータを保管する機能を有している。
【００５１】
図７は、パラメータ保管部１０に保管されている送受信制御パラメータの具体例を示したものであり、これらの送受信制御パラメータは、通常、上述の送受信方向及び送受信チャンネルを付帯情報としてパラメータ保管部１０の図示しない記憶回路に保管されている。
【００５２】
以下では、説明を簡単にするために、超音波プローブ３が備えるＭ（Ｍ＝４）個の振動素子を送信用振動素子及び受信用振動素子として用い、例えば、図３の送受信方向（θ１１、φ１１）に対応した３次元サブ領域Ｓａの第１の送受信方向Ｃａ（１）、送受信方向（θ１２、φ１１）に対応した３次元サブ領域Ｓａの第２の送受信方向Ｃａ（２）、・・・・送受信方向（θ１１、φ２１）に対応した３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）、送受信方向（θ１２、φ２１）に対応した３次元サブ領域Ｓｂの第２の送受信方向Ｃｂ（２）・・・・に対して超音波送受信を行なう際に必要な各種の送受信制御パラメータ、即ち、図７に示すように、上述の振動素子に接続された送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対して供給される送信強度（送信用振動素子を駆動する駆動信号の振幅）、送信遅延時間（超音波送信において設定される集束用遅延時間及び偏向用遅延時間）、受信感度（受信用振動素子から得られた受信信号に対する増幅度）、受信遅延時間（超音波受信において設定される集束用遅延時間及び偏向用遅延時間）等の送受信制御パラメータが送受信方向及び送受信チャンネルを付帯情報としてパラメータ保管部１０に予め保管されている場合について述べるが、送受信チャンネルの数や送受信制御パラメータの種類は上述に限定されない。
【００５３】
この場合、例えば、図７に示すように、３次元サブ領域Ｓａの第１の送受信方向Ｃａ（

１）に対応する送受信制御パラメータＰａ（１）は、送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対応する送受信制御パラメータＰａ１（１）乃至Ｐａ４（１）によって構成され、送受信制御パラメータＰａ１（１）乃至Ｐａ４（１）には、送信強度Ａａ１（１）乃至Ａａ４（１）、送信遅延時間Ｂａ１（１）乃至Ｂａ４（１）、受信感度Ｅａ１（１）乃至Ｅａ４（１）、受信遅延時間Ｆａ１（１）乃至Ｆａ４（１）が含まれている。

【００５４】

同様にして、３次元サブ領域Ｓａの第２の送受信方向Ｃａ（２）乃至第Ｎの送受信方向Ｃａ（Ｎ）に対応する送受信制御パラメータＰａ（２）乃至Ｐａ（Ｎ）や３次元サブ領域Ｓｂ乃至Ｓｄの第１の送受信方向Ｃｂ（１）乃至第Ｎの送受信方向Ｃｄ（Ｎ）に対応する送受信制御パラメータＰｂ（１）乃至Ｐｄ（Ｎ）も送受信チャンネル単位で予め設定された送信強度、送信遅延時間、受信感度及び受信遅延時間等によって構成されている。

【００５５】

尚、既に述べたように、送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４は、Ｍ個の振動素子の各々に接続された送信部２１のレートパルス発生器２１１、送信遅延回路２１２及び駆動回路２１３と、受信部２２のプリアンプ２２１、Ａ／Ｄ変換器２２２及び受信遅延回路２２３によって構成されている。

【００５６】

次に、図１の送受信制御部１１は、パラメータ記憶部１１１とパラメータＲ／Ｗ制御部１１２を備えている。

【００５７】

パラメータ記憶部１１１は、３つのバッファーメモリ（即ち、バッファーメモリ１１３ａ乃至１１３ｃ）を有し、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２から供給される第１の読み出し制御信号に従ってパラメータ保管部１０から送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で順次読み出された送受信制御パラメータは上述のバッファーメモリに一旦保存される。

【００５８】

そして、パラメータ記憶部１１１に保存された上述の送受信制御パラメータは、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２から供給される第２の読み出し制御信号に従って読み出され、送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給される。

【００５９】

この場合、パラメータ記憶部１１１から読み出された「送信強度」の情報は、送信部２１の駆動回路２１３へ供給され、「送信遅延時間」の情報は、送信部２１の送信遅延回路２１２へ供給される。又、「受信感度」の情報は、受信部２２のプリアンプ２２１へ供給され、「受信遅延時間」の情報は、受信部２２の受信遅延回路２２３へ供給される。

【００６０】

一方、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、パラメータ記憶部１１１に対する送受信制御パラメータの保存（取得）と送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの並列供給を制御する機能を有している。

【００６１】

即ち、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、後述の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータをパラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ａ乃至１１３ｃに保存するための制御を行ない、更に、データ数判定部９から供給されるサブボリュームデータ数の判定結果に基づき、後述のパラメータ供給期間においてパラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ａ乃至１１３ｃから読み出したチャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータを送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給するための制御を行なう。

【００６２】

図８は、送受信制御部１１の制御下で３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄに対して行なわれる本実施形態の心拍同期３次元走査を示したものである。但し、既に図５に示した心拍同期３次元走査の基本形では、等しい心拍期間（Ｒ－Ｒ間隔）Ｔｏの心電波形に基づいたNorm

al trigger状態の心拍同期信号により、全ての心拍期間において心拍時相数Ｎｘ（Ｎｘ＝４）のサブボリュームデータが得られる場合について述べたが、図８では、不整脈を有する当該被検体の心電波形に基づいたEarly Trigger 状態の心拍同期信号により、何れかのＲ－Ｒ間隔において心拍時相数Ｎｘのサブボリュームデータが得られない場合について述べる。

【００６３】

即ち、図８（ａ）は、生体信号計測ユニット７によって計測された期間［ｔ２－ｔ３］に狭小なＲ－Ｒ間隔Ｔｘ（Ｔｘ＜Ｔｏ）を有する当該被検体の心電波形、図８（ｂ）は、この心電波形のＲ波に基づいて心拍同期信号生成部８が生成した心拍同期信号、図８（ｃ）は、上述の心拍同期信号に基づいた心拍同期３次元走査によって収集される３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄの心拍時相τ１乃至τ４におけるサブボリュームデータ、図８（ｄ）は、画像データ生成部５のサブボリュームデータ記憶部５１３に順次蓄積されるサブボリュームデータを夫々示している。

【００６４】

そして、送受信制御部１１は、図５の場合と同様の手順により、パラメータ保管部１０から読み出し自己のパラメータ記憶部１１１に一旦保存した送受信制御パラメータを、送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４が備えるユニット（即ち、送信部２１のレートパルス発生器２１１、送信遅延回路２１２及び駆動回路２１３と受信部２２のプリアンプ２２１及び受信遅延回路２２３）へ並列供給することにより、被検体の３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄに対する超音波送受信を制御する。

【００６５】

例えば、図８に示すように心電波形の期間［ｔ２－ｔ３］における心拍期間（Ｒ－Ｒ間隔）Ｔｘが通常の心拍期間Ｔｏより狭くなることにより３次元サブ領域Ｓｂの心拍時相τ４におけるサブボリュームデータＤｂ（τ４）が収集不可能となった場合、データ数判定部９からシステム制御部１３を介してその判定結果を受信した送受信制御部１１は、３次元サブ領域Ｓｂに対する心拍同期３次元走査を期間［ｔ３－ｔ４］において繰り返すことによりボリュームデータＤｂ（τ１）乃至Ｄｂ（τ４）を収集する。そして、このときデータ数判定部９から供給されるデータ数の判定結果により期間［ｔ３－ｔ４］において収集されたサブボリュームデータのデータ数が所定の心拍時相数Ｎｘに到達していることを確認したならば、期間［ｔ４－ｔ５］における３次元サブ領域Ｓｃの心拍同期３次元走査へ移行する。

【００６６】

このとき、期間［ｔ２－ｔ３］において収集され画像データ生成部５のサブボリュームデータ記憶部５１３に一旦保存された３次元サブ領域Ｓｂのサブボリュームデータ Ｄｂ（τ１）乃至Ｄｂ（τ３）は、期間［ｔ３－ｔ４］において新たに収集されたサブボリュームデータＤｂ（τ１）乃至Ｄｂ（τ４）によって更新される。

【００６７】

そして、画像データ生成部５のボリュームデータ生成部５２は、期間［ｔ５－ｔ６］においてサブボリュームデータ記憶部５１３に蓄積された３次元サブ領域Ｓａのサブボリュームデータ Ｄａ（τ１）乃至Ｄａ（τ４）、３次元サブ領域Ｓｂのサブボリュームデータ Ｄｂ（τ１）乃至Ｄｂ（τ４）、３次元サブ領域Ｓｃのサブボリュームデータ Ｄｃ（τ１）乃至Ｄｃ（τ４）及び３次元サブ領域Ｓｄのサブボリュームデータ Ｄｄ（τ１）乃至Ｄｄ（τ４）を合成することにより３次元領域Ｓ０の心拍時相τ１乃至τ４におけるボリュームデータを生成する。

【００６８】

尚、送受信制御部１１によって行なわれる送受信制御パラメータの取得と、送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの供給についての詳細は後述する。

【００６９】

次に、図１の入力部１２は、操作パネル上にキーボード、トラックボール、マウス、選

択ボタン、入力ボタン等の入力デバイスや表示パネルを備え、被検体情報の入力、心拍同期３次元走査モードの選択、心拍時相数Ｎｘの設定、ボリュームデータ生成条件の設定、画像データ生成条件及び画像データ表示条件の設定、各種指示信号の入力等を行なう。

【００７０】

システム制御部１３は、図示しないＣＰＵと入力情報記憶部を備え、入力部１２において入力／設定／選択された上述の各種情報は入力情報記憶部に保存される。そして、ＣＰＵは、上述の各種情報に基づいて超音波診断装置１００の各ユニットを統括的に制御することにより当該被検体の心拍同期３次元走査モードにおけるボリュームデータの収集と、このボリュームデータに基づいた心拍同期３次元画像データの生成／表示を実行させる。

【００７１】

次に、先行する心拍期間において収集されたサブボリュームデータのデータ数判定結果に基づいて後続の心拍期間における心拍同期３次元走査の３次元サブ領域が決定される本実施形態における送受信制御パラメータの取得方法と送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの供給方法につき図９及び図１０を用いて更に詳しく説明する。

【００７２】

図９（ａ）は、生体信号計測ユニット７によって計測された期間［ｔ２－ｔ３］に狭小なＲ－Ｒ間隔を有する当該被検体の心電波形、図９（ｂ）は、入力部１２において任意のタイミングで入力される心拍同期３次元走査モードの走査開始指示信号、図９（ｃ）は、パラメータ保管部１０から読み出され送受信制御部１１のパラメータ記憶部１１１に保存（取得）された送受信制御パラメータ、図９（ｄ）は、画像データ生成部５のサブボリュームデータ生成部５１において心拍時相単位で生成されるサブボリュームデータ、図９（ｅ）は、データ数判定部９において行なわれるサブボリュームデータ数の判定タイミングを夫々示している。

【００７３】

但し、図９（ｃ－１）は、パラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ａに保存される送受信制御パラメータを示しており、図９（ｃ－２）及び図９（ｃ－３）は、パラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ｂ及びバッファーメモリ１１３ｃに保存される送受信制御パラメータを示している。

【００７４】

例えば、３次元サブ領域Ｓａ，Ｓｂ，Ｓｃ、Ｓｄの順に各々の領域における心拍時相τ１乃至τ４のサブボリュームデータを収集する場合、送受信制御部１１は、図９（ｂ）の時刻ｔ０に示した心拍同期３次元走査モードの走査開始指示信号に呼応してパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓａの第１の送受信方向Ｃａ（１）に対応する送受信制御パラメータＰａ（１）及び後述する期間［ｔ１－ｔ２］の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓａの第２の送受信方向Ｃａ（２）乃至第Ｎの送受信方向Ｃａ（Ｎ）に対応する送受信制御パラメータＰａ（２）乃至Ｐａ（Ｎ）を、例えば、バッファーメモリ１１３ａに一旦保存した後、後述する期間［ｔ１－ｔ２］のパラメータ供給期間において送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給することにより、図９（ｄ）に示すような心拍時相τ１のサブボリュームデータＤａ（τ１）が生成される。

【００７５】

更に、同様の手順により、期間［ｔ１－ｔ２］の超音波送受信期間における送受信制御パラメータＰａ（１）乃至Ｐａ（Ｎ）の取得とパラメータ供給期間における送受信制御パラメータの並列供給を繰り返すことにより心拍時相τ２乃至τ４のサブボリュームデータＤａ（τ２）乃至Ｄａ（τ４）が生成される。

【００７６】

このとき、パラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ｂには、期間［ｔ１－ｔ２］の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓａの第１の送受信方向Ｃａ（１）に対応する送受信制御パラメータＰａ（１）が保存され

、バッファーメモリ１１３ｃには、上述の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｂ（１）が保存される。

【００７７】

そして、図９（ｅ）に示すサブボリュームデータ数の判定において期間［ｔ１－ｔ２］にて収集されたサブボリュームデータのデータ数が所定の心拍時相数Ｎｘ（Ｎｘ＝４）に到達していると判定された場合、期間［ｔ２－ｔ３］では、期間［ｔ１－ｔ２］においてバッファーメモリ１１３ｃに保存した３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｂ（１）及び期間［ｔ２－ｔ３］の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から新たに読み出しバッファーメモリ１１３ｃに保存した３次元サブ領域Ｓｂの第２の送受信方向Ｃｂ（２）乃至第Ｎの送受信方向Ｃｂ（Ｎ）に対応する送受信制御パラメータＰｂ（２）乃至Ｐｂ（Ｎ）を送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給することにより心拍時相τ１のサブボリュームデータＤｂ（τ１）の生成が行なわれる。

【００７８】

更に、同様の手順により、期間［ｔ２－ｔ３］においてパラメータ保管部１０から読み出した上述の送受信制御パラメータＰｂ（１）乃至Ｐｂ（Ｎ）を送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給することにより心拍時相τ２乃至τ４におけるサブボリュームデータＤｂ（τ２）乃至Ｄｂ（τ４）が生成される。

【００７９】

このとき、パラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ａには、期間［ｔ２－ｔ３］の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｂ（１）が保存され、バッファーメモリ１１３ｂには、上述の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓｃの第１の送受信方向Ｃｃ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｃ（１）が保存される。

【００８０】

次いで、データ数判定部９により期間［ｔ２－ｔ３］において収集されたサブボリュームデータのデータ数が心拍時相数Ｎｘに到達していないと判定された場合、期間［ｔ３－ｔ４］では、期間［ｔ２－ｔ３］においてバッファーメモリ１１３ａに保存した３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｂ（１）及び期間［ｔ３－ｔ４］の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から再度読み出しバッファーメモリ１１３ａに保存した３次元サブ領域Ｓｂの第２の送受信方向Ｃｂ（２）乃至第Ｎの送受信方向Ｃｂ（Ｎ）に対応する送受信制御パラメータＰｂ（２）乃至Ｐｂ（Ｎ）を送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給することにより心拍時相τ１のサブボリュームデータＤｂ（τ１）が再度生成される。

【００８１】

更に、同様の手順により、期間［ｔ３－ｔ４］の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した上述の送受信制御パラメータＰｂ（１）乃至Ｐｂ（Ｎ）を送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ繰り返し供給することにより心拍時相τ２乃至τ４のサブボリュームデータＤｂ（τ２）乃至Ｄｂ（τ４）が生成される。

【００８２】

このとき、パラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ｂには、期間［ｔ３－ｔ４］においてパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓｃの第１の送受信方向Ｃｃ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｃ（１）が保存され、バッファーメモリ１１３ｃには、期間［ｔ３－ｔ４］においてパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｂ（１）が保存される。

【００８３】

以下、期間［ｔ４－ｔ５］以降の期間においても、心電波形の心拍期間において収集さ

れたサブボリュームデータのデータ数が所定の心拍時相数Ｎｘに到達していないと判定された場合には、期間［ｔ３－ｔ４］に示したような送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する送受信制御パラメータの並列供給とこの送受信制御パラメータに基づいたサブボリュームデータの生成が再度行なわれる。

【００８４】

尚、期間［ｔ２－ｔ３］において心拍時相数Ｎｘを満たすボリュームデータＤｂ（τ１）乃至Ｄｂ（τ４）が収集された場合、期間［ｔ３－ｔ４］では、期間［ｔ２－ｔ３］においてバッファーメモリ１１３ｂに保存した３次元サブ領域Ｓｃの第１の送受信方向Ｃｃ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｃ（１）及び期間［ｔ３－ｔ４］の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から新たに読み出しバッファーメモリ１１３ｂに保存した３次元サブ領域Ｓｃの第２の送受信方向Ｃｃ（２）乃至第Ｎの送受信方向Ｃｃ（Ｎ）に対応する送受信制御パラメータＰｃ（２）乃至Ｐｃ（Ｎ）を送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ供給することにより心拍時相τ１のサブボリュームデータＤｃ（τ１）が生成され、同様の手順により、期間［ｔ３－ｔ４］の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した送受信制御パラメータＰｃ（１）乃至Ｐｃ（Ｎ）を送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ繰り返し供給することにより心拍時相τ２乃至τ４のサブボリュームデータＤｃ（τ２）乃至Ｄｃ（τ４）が生成されるが、このような場合における送受信制御パラメータの取得方法と送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの供給方法は期間［ｔ１－ｔ２］の場合と同様であるため詳細な説明は省略する。

【００８５】

次に、図１０は、心電波形の期間［ｔ２－ｔ３］において狭小なＲ－Ｒ間隔が発生した場合、上述の心拍期間及びその前後の心拍期間における送受信制御パラメータの取得と送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの並列供給を更に詳しく説明するための図である。

【００８６】

即ち、図１０（ａ）は、生体信号計測ユニット７によって計測された期間［ｔ２－ｔ３］に狭小な心拍期間（Ｒ－Ｒ間隔）を有する当該被検体の心電波形を示しており、図１０（ｂ）は、パラメータ保管部１０から読み出されパラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ｃに順次保存された３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）乃至第Ｎの送受信方向Ｃｂ（Ｎ）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータ（図９（ｃ－３）参照）を示している。

【００８７】

又、図１０（ｃ）は、３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）乃至第Ｎの送受信方向Ｃｂ（Ｎ）に対して超音波送受信を順次行なう際、送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対して並列供給される送受信制御パラメータの供給期間とこれらの送受信制御パラメータに基づいて行なわれる超音波送受信の期間を示しており、図１０（ｄ）は、上述の超音波送受信によって収集された心拍時相τ１乃至τ３のサブボリュームデータＤｂ（τ１）乃至Ｄｂ（τ３）を示している。

【００８８】

即ち、パラメータ保管部１０に予め保管された３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰｂ（１）（図７のＰｂ１（１）乃至Ｐｂ４（１））は、図１０（ｂ）に示すように、期間［ｔ２－ｔ３］に先行する期間［ｔ１－ｔ２］のパラメータ読み出し期間Ｔαにおいて読み出されパラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ｃに保存される。

【００８９】

次いで、バッファーメモリ１１３ｃに保存された送受信制御パラメータＰｂ（１）は、期間［ｔ２－ｔ３］の第１のパラメータ供給期間Ｔβ１において対応する送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給され、送受信部２は、期間［ｔ２－ｔ３］の第１の超音波送受信期間Ｔγ１においてこれらの送受信制御パラメータに基づいた超音波

送受信を３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）に対して行なう。

【００９０】

一方、パラメータ保管部１０に保管された３次元サブ領域Ｓｂの第２の送受信方向Ｃｂ（２）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰｂ（２）（図７のＰｂ１（２）乃至Ｐｂ４（２））は、第１の超音波送受信期間Ｔγ１の期間内に設定されたパラメータ読み出し期間Ｔα１において読み出されパラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ｃに保存される。

【００９１】

このような手順を繰り返すことにより、先行する超音波送受信の送受信期間においてパラメータ保管部１０から読み出した後続の超音波送受信に対応する送受信制御パラメータをこの超音波送受信の直前に設定されたパラメータ供給期間において送受信部２の送受信チャンネルへ並列供給することにより、３次元サブ領域Ｓｂの第１の送受信方向Ｃｂ（１）乃至第Ｎの送受信方向Ｃｂ（Ｎ）に対する超音波送受信が行なわれ、このとき得られた受信信号に基づいて心拍時相τ１のサブボリュームデータＤｂ（τ１）が生成される。更に、上述の送受信制御パラメータを用いた３次元サブ領域Ｓｂに対する超音波送受信を期間［ｔ２－ｔ３］において繰り返すことにより心拍時相τ２のサブボリュームデータＤｂ（τ２）及び心拍時相τ３のサブボリュームデータＤｂ（τ３）が生成される。

【００９２】

尚、図１０では、狭小なＲ－Ｒ間隔が発生した心電波形の期間［ｔ２－ｔ３］及びその前後の心拍期間における送受信制御パラメータの取得と送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの並列供給について示したが、正常なＲ－Ｒ間隔を有する他の心拍期間においても同様の手順によって送受信制御パラメータの取得と送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの並列供給が行なわれる。

【００９３】

（心拍同期３次元走査による画像データの生成手順）

次に、本実施形態の心拍同期３次元走査による画像データの生成手順を図８乃至図１０に示したタイムチャートと図１１のフローチャートを用いて説明する。尚、ここでは説明を容易にするために、被検体内の検査対象領域を含む３次元領域Ｓ０を複数の３次元サブ領域Ｓｈ（ｈ＝１乃至４）に分割し、これらの３次元サブ領域Ｓｈに対する心拍同期３次元走査モードの超音波送受信によって収集されたサブボリュームデータＤｈに基づいて３次元領域Ｓ０のボリュームデータを生成する場合について述べる。即ち、以下に示す３次元サブ領域Ｓ１乃至Ｓ４は、図４の３次元サブ領域Ｓａ乃至Ｓｄに対応している。

【００９４】

ボリュームデータの生成に先立ち、超音波診断装置１００を操作する医療従事者（以下、操作者と呼ぶ。）は、生体信号計測ユニット７のＥＣＧ電極を被検体の体表面に装着した後、入力部１２において被検体情報の入力、心拍同期３次元走査モードの選択、心拍時相数Ｎｘの設定、ボリュームデータ生成条件の設定、画像データ生成条件及び画像データ表示条件の設定等を行なう。そして、これらの入力／選択／設定情報は、システム制御部１３の入力情報記憶部に保存される（図１１のステップＳ１）。

【００９５】

上述の初期設定が終了したならば、操作者は、生体信号計測ユニット７を動作状態にして当該被検体の心電波形計測を開始した後、入力部１２において走査開始指示信号を入力する。そして、この指示信号がシステム制御部１３へ供給されることにより心拍同期３次元走査モードにおけるボリュームデータの生成が開始される（図１１のステップＳ２）。

【００９６】

被検体に対する心拍同期３次元走査モードの超音波走査に際し、時刻ｔ０において入力部１２からシステム制御部１３を介して供給された上述の走査開始指示信号を受信した送受信制御部１１のパラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、パラメータ保管部１０に予め保管されている３次元サブ領域Ｓ１の第１の送受信方向Ｃ１（１）に対応する送受信チャンネル

ＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰ１（１）（Ｐ１１（１）乃至Ｐ１４（１））を期間［ｔ０－ｔ１］のパラメータ読み出し期間Ｔαにおいて読み出し、パラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ａに保存する（図１１のステップＳ３）。

【００９７】

次いで、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、心拍同期信号生成部８からシステム制御部１３を介して供給される時刻ｔ１の心拍同期信号を受信し（図１１のステップＳ４）、期間［ｔ１－ｔ２］に設定された第１のパラメータ供給期間Ｔβ１にバッファーメモリ１１３ａから読み出した上述の送受信制御パラメータＰ１（１）を送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給する。そして、送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の各々は、第１のパラメータ供給期間Ｔβ１に後続する第１の超音波送受信期間Ｔγ１において、送受信制御パラメータＰ１（１）に基づいた超音波送受信を３次元サブ領域Ｓ１の第１の送受信方向Ｃ１（１）に対して行なう。

【００９８】

一方、送受信制御部１１のパラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、パラメータ保管部１０に予め保管されている３次元サブ領域Ｓ１の第２の送受信方向Ｃ１（２）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰ１（２）を第１の超音波送受信期間Ｔγ１の期間内に設定されたパラメータ読み出し期間Ｔα１において読み出し、パラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ａに保存する（図１１のステップＳ５）。

【００９９】

次いで、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、ステップＳ５の手順を繰り返すことにより期間［ｔ１－ｔ２］の第２のパラメータ読み出し期間Ｔα２乃至第Ｎのパラメータ読み出し期間ＴαＮにおける送受信制御パラメータの取得、第２のパラメータ供給期間Ｔβ２乃至第Ｎのパラメータ供給期間ＴβＮにおける前記送受信制御パラメータの送受信部２に対する並列供給、更には、前記送受信制御パラメータに基づいた３次元サブ領域Ｓ１に対する超音波送受信を行ない、このとき得られた受信信号に基づいて３次元サブ領域Ｓ１における心拍時相τ１のサブボリュームデータＤ１（τ１）が生成される（図１１のステップＳ６）。

【０１００】

更に、上述のステップＳ５及びステップＳ６を時刻ｔ２の心拍同期信号が受信されるまで繰り返すことにより３次元サブ領域Ｓ１における心拍時相τ２のボリュームデータＤ１（τ２）、心拍時相τ３のボリュームデータＤ１（τ３）・・・が順次生成される（図１１のステップＳ５及びステップＳ６）。

【０１０１】

一方、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、期間［ｔ１－ｔ２］のパラメータ読み出し期間Ｔαにてパラメータ保管部１０から読み出した３次元サブ領域Ｓ１の第１の送受信方向Ｃ１（１）に対応する送受信制御パラメータＰ１（１）をパラメータ記憶部１１１のバッファーメモリ１１３ｂに保存し、同様にして読み出した３次元サブ領域Ｓ２の第１の送受信方向Ｃ２（１）に対応する送受信制御パラメータＰ２（１）をバッファーメモリ１１３ｃに保存する（図１１のステップＳ７）。

【０１０２】

上述の手順によって期間［ｔ１－ｔ２］におけるサブボリュームデータの収集と送受信制御パラメータＰ１（１）及びＰ２（１）の取得が終了したならば、データ数判定部９は、期間［ｔ１－ｔ２］において画像データ生成部５のサブボリュームデータ生成部５１が生成したサブボリュームデータのデータ数ｎｘを算出し、このデータ数ｎｘが所定の心拍時相数Ｎｘに到達しているか否かを判定する（図１１のステップＳ８）。

【０１０３】

そして、上述のステップＳ８において、期間［ｔ１－ｔ２］に収集されたサブボリュームデータのデータ数ｎｘが心拍時相数Ｎｘに到達していると判定された場合、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、期間［ｔ１－ｔ２］において取得しパラメータ保管部１０のバッファーメモリ１１３ｃに保存した送受信制御パラメータＰ２（１）を期間［ｔ２－ｔ３］

の第１のパラメータ供給期間Ｔβ１にて送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給することにより３次元サブ領域Ｓ２の第１の方向Ｃ２（１）に対する超音波送受信を行なう。

【０１０４】

次いで、期間［ｔ２－ｔ３］の第２のパラメータ読み出し期間Ｔα２乃至第Ｎのパラメータ読み出し期間ＴαＮにてパラメータ保管部１０から取得した送受信制御パラメータＰ２（２）乃至Ｐ２（Ｎ）を送受信部２へ供給して３次元サブ領域Ｓ２の第２の送受信方向Ｃ２（２）乃至第Ｎの送受信方向Ｃ２（Ｎ）ｎに対する超音波送受信を行なうことにより心拍時相τ１のサブボリュームデータＤ２（τ１）が生成され、更に、同様の手順により、パラメータ保管部１０から取得した送受信制御パラメータＰ２（１）乃至Ｐ２（Ｎ）の送受信部２への並列供給を繰り返すことにより３次元サブ領域Ｓ２における心拍時相τ１乃至τ４のサブボリュームデータＤ２（τ１）乃至Ｄ２（τ４）が生成される。

【０１０５】

一方、上述のステップＳ８において、期間［ｔ１－ｔ２］にて収集されたサブボリュームデータのデータ数ｎｘが心拍時相数Ｎｘに到達していないと判定された場合、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、期間［ｔ１－ｔ２］において取得しパラメータ保管部１０のバッファーメモリ１１３ｂに保存した送受信制御パラメータＰ１（１）を期間［ｔ２－ｔ３］の第１のパラメータ供給期間Ｔβ１において送受信部２の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ供給することにより３次元サブ領域Ｓ１の第１の方向Ｃ１（１）に対する超音波送受信を行なった後、上述のステップＳ５及びステップＳ６を期間［ｔ２－ｔ３］にて繰り返すことにより複数の心拍時相におけるサブボリュームデータを生成する。

【０１０６】

即ち、本実施形態における送受信制御部１１のパラメータＲ／Ｗ制御部１１２は、３次元サブ領域Ｓｈにおけるサブボリュームデータの収集に後続して３次元サブ領域Ｓｈ＋１におけるサブボリュームデータを収集する際、３次元サブ領域Ｓｈの第１の送受信方向Ｃｈ（１）乃至第Ｎの送受信方向Ｃｈ（Ｎ）に対する超音波送受信と並行して３次元サブ領域Ｓｈの第１の送受信方向Ｃｈ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｈ（１）と３次元サブ領域Ｓｈ＋１の第１の送受信方向Ｃｈ＋１（１）に対応する送受信制御パラメータＰｈ＋１（１）をパラメータ保管部１０から取得し、３次元サブ領域Ｓｈにおいて収集されたサブボリュームデータのデータ数ｎｘと心拍時相数Ｎｘとの比較結果に基づいて上述の送受信制御パラメータＰｈ（１）と後続の送受信制御パラメータＰｈ（２）乃至Ｐｈ（Ｎ）を送受信部２へ供給することにより３次元サブ領域Ｓｈに対する心拍同期３次元走査を再度行なう方法、あるいは、送受信制御パラメータＰｈ＋１（１）と後続の送受信制御パラメータＰｈ＋１（２）乃至Ｐｈ＋１（Ｎ）を送受信部２へ供給することにより３次元サブ領域Ｓｈ＋１に対する心拍同期３次元走査を新たに行なう方法の何れかを短時間で切り替える機能を有している。

【０１０７】

そして、心拍時相数Ｎｘを有する３次元サブ領域Ｓ１乃至Ｓ４のサブボリュームデータＤｈ（τ１）乃至Ｄｈ（τ４）の収集が終了したならば、画像データ生成部５のボリュームデータ生成部５２は、得られた上述のサブボリュームデータを合成することにより３次元領域Ｓ０のボリュームデータを生成し（図１１のステップＳ９）、ボリュームデータ処理部５３は、得られたボリュームデータを処理して所望の心拍同期３次元画像データを生成する（図１１のステップＳ１０）。

【０１０８】

更に、上述のステップＳ３乃至ステップＳ１０を繰り返すことにより、時系列的な心拍同期３次元画像データが生成され、得られたこれらの画像データは動画像として表示部６のモニタに表示される（図１１のステップＳ３乃至Ｓ１０）。

【０１０９】

以上述べた本開示の第１の実施形態によれば、心電波形等の生体信号に基づいた心拍同期３次元走査を適用して複数の３次元サブ領域におけるサブボリュームデータを収集し、

これらのサブボリュームデータを合成して得られたボリュームデータに基づいて画像データを生成する際、何れかの心拍期間において所定の心拍時相数に対応したサブボリュームデータのデータ数が得られないために超音波送受信の方向や順序を急遽更新しなくてはならないような場合においても、予め取得した送受信制御パラメータを対応する超音波送受信の担当ユニットに対し短時間で供給することにより、変更直後の超音波送受信を容易かつ正確に行なうことが可能となり、心拍期間の各時相における画像データを過不足なく収集することができる。

【０１１０】

特に、先行する第１の心拍期間にて収集された第１の３次元サブ領域におけるサブボリュームデータのデータ数判定結果に基づいて第１の３次元サブ領域に対するサブボリュームデータの再収集、又は、新たな第２の３次元サブ領域に対するサブボリュームデータの収集を第１の心拍期間に後続する第２の心拍期間において行なう際、第１の３次元サブ領域に対する超音波送受信と並行して第１の３次元サブ領域及び第２の３次元サブ領域の最初の送受信方向に対応する送受信制御パラメータを予め取得し、第１の心拍期間において収集されたサブボリュームデータのデータ数判定結果に基づいて上述した２種類の送受信制御パラメータの中から選択した送受信制御パラメータを用いてデータ数判定直後における第１の３次元サブ領域あるいは第２の３次元サブ領域の最初の送受信方向に対する超音波送受信を行なうことにより、データ数の判定から最初の送受信方向に対する超音波送受信までの遅延を大幅に短縮することができる。

【０１１１】

又、被検体の３次元サブ領域に対し心拍同期３次元走査を行なって異なる複数の心拍時相におけるサブボリュームデータを収集し、これらのサブボリュームデータを合成して得られたボリュームデータに基づいて時系列的な画像データを生成する際、超音波の送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で予め取得した各種の送受信制御パラメータを超音波送受信の担当ユニットへ効率よく供給することにより時間分解能に優れた画像データを得ることができる。

【０１１２】

即ち、先行する超音波送受信と並行して後続の超音波送受信に必要な送受信制御パラメータを予め取得し、後続する超音波送受信の直前に設定されたパラメータ供給期間において上述の送受信制御パラメータを超音波送受信の担当ユニットへ並列供給することにより、画像データの時間分解能を改善することが可能となる。

【０１１３】

（第２の実施形態）

次に、本開示の第２の実施形態について説明する。この第２の実施形態における超音波診断装置は、生体組織における血液の還流状態等を観測するために、超音波造影剤が投与された被検体内の検査対象領域に残存しているマイクロバブルを高音圧の超音波パルスを用いたフラッシュモードの超音波走査によって破砕した後、上述の検査対象領域においてマイクロバブルと共に新たに流入する血液の状態を低音圧の超音波パルスを用いたモニタリングモードの超音波走査によって観測する際、検査対象領域に対するモニタリングモードの超音波走査と並行してフラッシュモードの最初の送信方向に対応する送受信制御パラメータをパラメータ記憶部に一旦取得する。そして、当該被検体の心電波形に基づいて生成された心拍同期信号を受信したならば、モニタリングモードの超音波走査を停止し、パラメータ記憶部から読み出した上述の送受信制御パラメータを用いてフラッシュモードの最初の送信方向に対する超音波送信を行なう。

【０１１４】

又、上述の検査対象領域に対するフラッシュモードの超音波走査と並行してモニタリングモードの最初の送受信方向に対応する送受信制御パラメータをパラメータ記憶部に一旦取得し、所定のフラッシュモード時間が経過したならば、フラッシュモードの超音波走査を停止すると共にパラメータ記憶部から読み出した上述の送受信制御パラメータを用いてモニタリングモードの最初の送受信方向に対する超音波送受信を行なう。

【０１１５】
（装置の構成と機能）
本開示の第２の実施形態における超音波診断装置の構成と機能につき図１２乃至図１６を用いて説明する。尚、図１２は、当該超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。
【０１１６】
図１２に示す超音波診断装置２００は、マイクロバブルを有する超音波造影剤が注入された被検体の検査対象領域に対してフラッシュモード及びモニタリングモードの超音波パルス（送信超音波）を送信し、モニタリングモードの超音波パルスによって得られた超音波反射波（受信超音波）を電気信号（受信信号）に変換する複数個の振動素子が配列された超音波プローブ３と、当該被検体の所定方向に対して上述の超音波パルスを送信するための駆動信号を超音波プローブ３の振動素子へ供給し、モニタリングモードの超音波送受信により上述の振動素子から得られた複数チャンネルの受信信号を整相加算する送受信部２ｇと、整相加算後の受信信号を処理してＢモードデータを生成する受信信号処理部４ｇと、走査方向単位で得られるＢモードデータを順次保存して２次元あるいは３次元の時系列的な画像データを生成する画像データ生成部５ｇと、得られたこれらの画像データに対して走査変換やテレビフォーマット変換等の変換処理を行ないモニタに表示する表示部６ｇを備えている。
【０１１７】
又、超音波診断装置２００は、当該被検体の心電波形を計測する生体信号計測ユニット７と、検出された心電波形に基づいて心拍同期信号を生成する心拍同期信号生成部８と、送受信方向及び送受信チャンネルを単位として予め設定された各種の送受信制御パラメータが保管されているパラメータ保管部１０ｇと、送受信部２ｇが備える複数の送受信チャンネルへ並列供給されるモニタリングモードの送受信制御パラメータ及びフラッシュモードの送受信制御パラメータを心拍同期信号生成部８から供給される心拍同期信号等に基づいて短時間で切り替えることにより連続したフラッシュモードの超音波送信及びモニタリングモードの超音波送受信を制御する送受信制御部１１ｇと、被検体情報の入力、画像データ生成条件及び画像データ表示条件の設定、各種指示信号の入力等を行なう入力部１２ｇと、上述の各ユニットを統括的に制御するシステム制御部１３ｇを備えている。
【０１１８】
次に、超音波診断装置２００が備える上述のユニットにつき更に詳しく説明する。
【０１１９】
送受信部２ｇは、送信部２１ｇと受信部２２ｇを備え、送信部２１ｇは、図示しないレートパルス発生器、送信遅延回路及び駆動回路を備えている。そして、レートパルス発生器は、被検体内に放射する送信超音波の繰り返し周期を決定するレートパルスを送受信制御部１１ｇから送受信制御パラメータとして供給されるフレームレートや最大視野深度（Depth）等の情報に基づいて生成し、得られたレートパルスを送信遅延回路へ供給する。
【０１２０】
一方、送信遅延回路は、送受信制御部１１ｇから送受信制御パラメータとして送受信方向単位で供給される送信遅延時間の情報に基づき、所定方向に対して送信超音波を放射するための偏向用遅延時間と所定の深さに前記送信超音波を集束するための集束用遅延時間をレートパルス発生器から供給された上述のレートパルスに与える。
【０１２１】
駆動回路は、超音波プローブ３に内蔵されたＭｔ個の送信用振動素子を駆動することにより高音圧を有したフラッシュモードの超音波パルスと低音圧を有したモニタリングモードの超音波パルスを被検体内の所定方向へ放射する。このＭｔチャンネルの駆動回路は、送受信制御部１１ｇから送受信制御パラメータとして送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で供給されるフラッシュモード及びモニタリングモードの送信強度よって制御され、各々のモードに好適な音圧を有した超音波パルスを被検体内へ送信するための駆動信号を生成して超音波プローブ３が備えるＭｔ個の送信用振動素子へ供給する。

【０１２２】
一方、送受信部２ｇの受信部２２ｇは、超音波プローブ３に内蔵されたＭ個の振動素子の中から選択されたＭｒ個の受信用振動素子に対応するＭｒチャンネルの図示しないプリアンプ、Ａ／Ｄ変換器及び受信遅延回路と加算器を備え、プリアンプは、送受信制御部１１ｇから送受信制御パラメータとして送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で供給される受信感度の情報に基づき、Ｍｒ個の受信用振動素子から供給されるモニタリングモードの受信信号を所定の大きさに増幅する。そして、Ａ／Ｄ変換器は、プリアンプから出力される上述の受信信号をアナログ／デジタル変換して受信遅延回路へ供給する。
【０１２３】
受信遅延回路は、送受信制御部１１ｇから送受信制御パラメータとして送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で供給される受信遅延時間の情報に基づき、所定の深さにて反射した受信超音波を集束させるための集束用遅延時間と所定方向に対して強い受信指向性を設定するための偏向用遅延時間を上述のＡ／Ｄ変換器から出力されたＭｒチャンネルの受信信号に与え、加算器は、受信遅延回路から出力されたＭｒチャンネルの受信信号を整相加算する。
【０１２４】
受信信号処理部４ｇは、受信信号の高調波成分を抽出することによってＢモードデータを生成する機能を有し、図示しない増幅回路、フィルタ回路、包絡線検波器及び対数変換器を備えている。増幅回路は、受信部２２ｇの加算器から供給される整相加算後の受信信号を所定の大きさへ増幅し、フィルタ回路は、増幅後の受信信号に含まれている高調波成分を抽出する。一方、包絡線検波器は、抽出された受信信号の高調波成分を包絡線検波し、対数変換器は、包絡線検波された高調波成分の振幅を対数変換することによりＢモードデータを生成する。
【０１２５】
図１３は、受信信号処理部４ｇが備えるフィルタ回路の機能を説明するための図であり、図１３（ａ）は、低音圧を有し中心周波数がｆｏのモニタリングモード用超音波パルスの周波数スペクトラム１５１を示しており、又、図１３（ｂ）は、上述の超音波パルスが生体組織に照射された場合の超音波反射波（受信信号）に含まれる中心周波数ｆｏの基本波成分１５２及び中心周波数２ｆｏの２倍高調波成分１５３と被検体内のマイクロバブルにて反射した受信信号の周波数成分１５４を示している。
【０１２６】
図１３（ｂ）に示すように、マイクロバブルにて反射した受信信号は広帯域な周波数成分を有しているため、マイクロバブルからの信号成分を選択して得るためには生体組織に起因した信号成分の混入が比較的少ない１．５倍高調波成分をフィルタ処理によって抽出することが望ましい。このとき適用されるフィルタ回路の好適な帯域通過フィルタ特性を太実線１５５によって示す。
【０１２７】
即ち、受信部２２ｇの加算器から出力された受信信号の１．５倍高調波成分は、受信信号処理部４ｇのフィルタ回路によって抽出された後、包絡線検波器による包絡線検波と対数変換器による対数変換が行なわれてＢモードデータが生成される。
【０１２８】
図１２へ戻って、画像データ生成部５ｇは、図示しないＢモードデータ記憶部を備え、受信信号処理部４ｇから送受信方向単位で供給されるモニタリングモードのＢモードデータを上述のＢモードデータ記憶部に順次保存することにより時系列的な画像データ（Ｂモード画像データ）を生成し、得られたこれらの画像データは表示部６ｇが備えるモニタに表示される。尚、画像データ生成部５ｇは、更に、図示しない画像処理部を備え、上述のＢモードデータ記憶部から読み出した画像データに対して輪郭強調、階調補正、フレーム相関等を必要に応じて行なってもよい。
【０１２９】
一方、心電波形を生体信号として計測する生体信号計測ユニット７は、例えば、図１の

生体信号計測ユニット７と同一の構成及び機能を有する図示しないＥＣＧ電極、増幅部及びＡ／Ｄ変換器を備え、心拍同期信号生成部８は、生体信号計測ユニット７によって計測された心電波形の振幅と所定の閾値とを比較することにより心拍同期信号を生成する。

【０１３０】

次に、パラメータ保管部１０ｇには、送受信方向及び送受信チャンネルを単位として予め設定されたフラッシュモード及びモニタリングモードに対応する各種の送受信制御パラメータが保管されている。

【０１３１】

図１４は、パラメータ保管部１０ｇに保管されているフラッシュモード及びモニタリングモードに対応した送受信制御パラメータの具体例を示したものであり、これらの送受信制御パラメータは、通常、上述の送受信方向及び送受信チャンネルを付帯情報としてパラメータ保管部１０ｇの図示しない記憶回路に保管されている。

【０１３２】

以下では、説明を簡単にするために、超音波プローブ３が備えるＭ（Ｍ＝４）個の振動素子を送信用振動素子及び受信用振動素子として用い、例えば、フラッシュモードの第１の送信方向Ｃｆ（１）乃至第Ｎｆの送信方向Ｃｆ（Ｎｆ）に対して高音圧の超音波パルスを送信する際に必要な送受信制御パラメータＰｆ（１）乃至Ｐｆ（Ｎｆ）やモニタリングモードの第１の送受信方向Ｃｍ（１）乃至第Ｎｍの送受信方向Ｃｍ（Ｎｍ）に対して低音圧の超音波送受信を行なう際に必要な送受信制御パラメータＰｍ（１）乃至Ｐｍ（Ｎｍ）が送受信方向及び送受信チャンネルを付帯情報としてパラメータ保管部１０ｇの記憶回路に予め保管されている場合について述べるが、送受信チャンネルのチャンネル数Ｍや送受信制御パラメータの種類は上述に限定されない。

【０１３３】

又、送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の各々は、送信部２１ｇのレートパルス発生器、送信遅延回路及び駆動回路と、受信部２２ｇのプリアンプ、Ａ／Ｄ変換器及び受信遅延回路によって構成される場合について示すが、これらに限定されるものではない。

【０１３４】

尚、図１４に示すように、例えば、フラッシュモードのｎｆ番目（ｎｆ＝１乃至Ｎｆ）の送信方向Ｃｆ（ｎｆ）に対応する送受信制御パラメータＰｆ（ｎｆ）は、送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の各々に対応する送受信制御パラメータＰｆ１（１）乃至Ｐｆ４（ｎｆ）によって構成され、送受信制御パラメータＰｆ１（ｎｆ）乃至Ｐｆ４（ｎｆ）には、送信強度Ａｆ１（ｎｆ）乃至Ａｆ４（ｎｆ）及び送信遅延時間Ｂｆ１（ｎｆ）乃至Ｂｆ４（ｎｆ）等が含まれている。

【０１３５】

同様にして、モニタリングモードのｎｍ番目（ｎｍ＝１乃至Ｎｍ）の送受信方向Ｃｍ（ｎｍ）に対応する送受信制御パラメータＰｍ（ｎｍ）は、送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の各々に対応する送受信制御パラメータＰｍ１（ｎｍ）乃至Ｐｍ４（ｎｍ）によって構成され、送受信制御パラメータＰｍ１（ｎｍ）乃至Ｐｍ４（ｎｍ）には、送信強度Ａｍ１（ｎｍ）乃至Ａｍ４（ｎｍ）、送信遅延時間Ｂｍ１（ｎｍ）乃至Ｂｍ４（ｎｍ）、受信感度Ｅｍ１（ｎｍ）乃至Ｅｍ４（ｎｍ）及び受信遅延時間Ｆｍ１（ｎｍ）乃至Ｆｍ４（ｎｍ）等が含まれている。

【０１３６】

再び図１２へ戻って、送受信制御部１１ｇは、送受信部２ｇの送受信チャンネルへ並列供給する送受信制御パラメータのモード切り替えを短時間で行なう機能を有し、パラメータ記憶部１１１ｇとパラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇを備えている。

【０１３７】

パラメータ記憶部１１１ｇは、２つのバッファーメモリ（即ち、バッファーメモリ１１４ａ及びバッファーメモリ１１４ｂ）を有し、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇから供給される第１の読み出し制御信号に基づいてパラメータ保管部１０ｇから送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で順次読み出されたフラッシュモードの送受信制御パラメータＰ

ｆ（１）乃至Ｐｆ（Ｎｆ）及びモニタリングモードの送受信制御パラメータＰｍ（１）乃至Ｐｍ（Ｎｍ）は上述のバッファーメモリに一旦保存される。

【０１３８】

そして、パラメータ記憶部１１１ｇに保存された上述の送受信制御パラメータは、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇから供給される第２の読み出し制御信号に従って読み出され、送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給される。

【０１３９】

この場合、パラメータ記憶部１１１ｇから読み出されたフラッシュモード及びモニタリングモードの「送信強度」の情報は、送信部２１ｇの駆動回路へ供給され、「送信遅延時間」の情報は、送信部２１ｇの送信遅延回路へ供給される。又、モニタリングモードの「受信感度」の情報は、受信部２２ｇのプリアンプへ供給され、「受信遅延時間」の情報は、受信部２２ｇの受信遅延回路へ供給される。

【０１４０】

一方、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、パラメータ記憶部１１１ｇに対する送受信制御パラメータの保存（取得）と送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの供給を制御する機能を有している。

【０１４１】

即ち、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、後述するフラッシュモードの超音波送信期間Ｔγｆあるいはモニタリングモードの超音波送受信期間Ｔγｍにおいてパラメータ保管部１０ｇから取得した送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータをパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ａ及び１１４ｂに保存（取得）するための制御を行なう。

【０１４２】

更に、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、後述するフラッシュモードのパラメータ供給期間あるいはモニタリングモードのパラメータ供給期間においてパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ａ及び１１４ｂから読み出したチャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータを送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給するための制御を行なう。

【０１４３】

次に、図１２に示した入力部１２ｇは、操作パネル上にキーボード、トラックボール、マウス、選択ボタン、入力ボタン等の入力デバイスや表示パネルを備え、被検体情報の入力、モニタリングモード及びフラッシュモードの選択、画像データ生成条件及び画像データ表示条件の設定、各種指示信号の入力等を行なう。

【０１４４】

そして、システム制御部１３ｇは、図示しないＣＰＵと入力情報記憶部を備え、入力部１２ｇおいて入力／選択／設定された上述の各種情報は入力情報記憶部に保存される。そして、ＣＰＵは、上述の各種情報に基づいて超音波診断装置２００の各ユニットを統括的に制御することにより高音圧の超音波パルスによるフラッシュモードの超音波送信と低音圧の超音波パルスによるモニタリングモードの超音波送受信との高速切り替えを実行させる。

【０１４５】

次に、当該被検体の心拍同期信号等に基づいたモニタリングモードの超音波送受信からフラッシュモードの超音波送信への切り替え、あるいは、フラッシュモードの超音波送信からモニタリングモードの超音波送受信への切り替えを短時間で行なうことが可能な本実施形態における送受信制御パラメータの取得方法と送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの供給方法につき図１５及び図１６を用いて更に詳しく説明する。

【０１４６】

図１５（ａ）は、生体信号計測ユニット７によって計測された当該被検体の心電波形、図１５（ｂ）は、入力部１２ｇにおいて任意のタイミングで入力される走査開始指示信号

、図１５（ｃ－１）及び図１５（ｃ－２）は、パラメータ保管部１０ｇから読み出され送受信制御部１１ｇのパラメータ記憶部１１１ｇが備えるバッファーメモリ１１４ａ及び１１４ｂに保存（取得）された送受信制御パラメータ、図１５（ｄ）は、モニタリングモードの超音波送受信によって得られた受信信号に基づいて画像データ生成部５ｇが生成した時系列的な画像データを夫々示している。

【０１４７】

送受信制御部１１ｇは、例えば、時刻ｔ０において入力された図１５（ｂ）の走査開始指示信号に後続してパラメータ保管部１０ｇから順次読み出したモニタリングモードの送受信方向Ｃｍ（１）乃至Ｃｍ（Ｎｍ）に対応する送受信制御パラメータＰｍ（１）乃至Ｐｍ（Ｎｍ）をバッファーメモリ１１４ａに一旦保存した後（図１５（ｃ－１）参照）、送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給することにより低音圧の超音波パルスを用いたモニタリングモードの超音波送受信を当該被検体に対して行なう。そして、送受信方向Ｃｍ（１）乃至Ｃｍ（Ｎｍ）に対する超音波送受信を次の心拍同期信号が供給される時刻ｔ１まで繰り返すことにより、期間［ｔ０－ｔ１］において時系列的な画像データが生成される（図１５（ｄ）参照）。

【０１４８】

一方、送受信制御部１１ｇは、図示しない期間［ｔ０－ｔ１］の超音波送受信期間Ｔγｍにおいてパラメータ保管部１０ｇから読み出したフラッシュモードの第１の送信方向Ｃｆ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｆ（１）をパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ｂに保存する（図１５（ｃ－２）参照）。

【０１４９】

次いで、送受信制御部１１ｇは、期間［ｔ０－ｔ１］においてバッファーメモリ１１４ｂに保存したフラッシュモードの第１の送信方向Ｃｆ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｆ（１）及びパラメータ保管部１０ｇから新たに読み出しバッファーメモリ１１４ｂに保存したフラッシュモードの第２の送信方向Ｃｆ（２）乃至第Ｎｆの送信方向Ｃｆ（Ｎｆ）に対応する送受信制御パラメータＰｆ（２）乃至Ｐｆ（Ｎｆ）を送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給し、更に、パラメータ保管部１０ｇから読み出した送受信制御パラメータＰｆ（１）乃至Ｐｆ（Ｎｆ）の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する並列供給を時刻ｔ１から所定のフラッシュモード時間Ｔｆだけ経過した時刻ｔ２まで繰り返すことにより、期間［ｔ１－ｔ２］では、検査対象領域に対するフラッシュモードの超音波走査が行なわれる。

【０１５０】

又、送受信制御部１１ｇは、図示しない期間［ｔ１－ｔ２］の超音波送信期間Ｔγｆにおいてパラメータ保管部１０ｇから読み出したモニタリングモードの第１の送受信方向Ｃｍ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｍ（１）をパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ａに保存する。

【０１５１】

次に、送受信制御部１１ｇは、期間［ｔ１－ｔ２］においてバッファーメモリ１１４ａに保存した上述の送受信制御パラメータＰｍ（１）及びパラメータ保管部１０ｇから新たに読み出しバッファーメモリ１１４ａに一旦保存したモニタリングモードの第２の送信方向Ｃｍ（２）乃至第Ｎｍの送信方向Ｃｍ（Ｎｍ）に対応する送受信制御パラメータＰｍ（２）乃至Ｐｍ（Ｎｆ）を送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給し、更に、パラメータ保管部１０ｇから読み出した送受信制御パラメータＰｍ（１）乃至Ｐｍ（Ｎｍ）の送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する並列供給を次の心拍同期信号が供給される時刻ｔ３まで繰り返すことにより、期間［ｔ２－ｔ３］では、検査対象領域に対するモニタリングモードの超音波走査が行なわれ、このとき得られる受信信号に基づいて時系列的な画像データが生成される。

【０１５２】

以下、時刻ｔ３以降においても、モニタリングモードの超音波送受信と並行してバッファーメモリ１１４ｂに取得されたフラッシュモードの第１の送信方向Ｃｆ（１）に対応す

る送受信制御パラメータＰｆ（１）及びモニタリングモードの超音波送受信に後続するフラッシュモードの超音波送信においてパラメータ保管部１０ｇから読み出されバッファーメモリ１１４ｂに一旦保存されたフラッシュモードの第２の送信方向Ｃｆ（２）乃至第Ｎｆの送信方向Ｃｆ（Ｎｆ）に対応する送受信制御パラメータＰｆ（２）乃至Ｐｆ（Ｎｆ）を送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給することにより高音圧の超音波パルスを用いたフラッシュモードの超音波走査が行なわれ、フラッシュモードの超音波送信と並行してバッファーメモリ１１４ａに保存されたモニタリングモードの第１の送受信方向Ｃｍ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｍ（１）及びフラッシュモードの超音波送信に後続するモニタリングモードの超音波送受信においてパラメータ保管部１０ｇから読み出されバッファーメモリ１１４ａに保存されたモニタリングモードの第２の送受信方向Ｃｍ（２）乃至第Ｎｍの送受信方向Ｃｍ（Ｎｍ）に対応する送受信制御パラメータＰｍ（２）乃至Ｐｍ（Ｎｍ）を送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ供給することにより低音圧の超音波パルスを用いたモニタリングモードの超音波走査が行なわれる。

【０１５３】

図１６は、期間［ｔ１－ｔ３］及びその前後の期間における送受信制御パラメータの取得と送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対する前記送受信制御パラメータの供給を更に詳しく説明するための図である。

【０１５４】

即ち、図１６（ａ）は、生体信号計測ユニット７によって計測された当該被検体の心電波形を示しており、図１６（ｂ）は、パラメータ保管部１０ｇから読み出されパラメータ記憶部１１１ｇに保存されたモニタリングモード及びフラッシュモードの送受信制御パラメータ（図１５（ｃ）参照）を示している。

【０１５５】

又、図１６（ｃ）は、フラッシュモードの第１の送信方向Ｃｆ（１）乃至第Ｎｆの送信方向Ｃｆ（Ｎｆ）及びモニタリングモードの第１の送受信方向Ｃｍ（１）乃至第Ｎｍの送受信方向Ｃｍ（Ｎｍ）に対して超音波送信あるいは超音波送受信を順次行なう際、送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４に対して並列供給される送受信制御パラメータの供給期間とこれらの送受信制御パラメータに基づいて行なわれる超音波送信あるいは超音波送受信の期間を示しており、図１６（ｄ）は、モニタリングモードの超音波送受信による画像データの収集期間を示している。

【０１５６】

即ち、パラメータ保管部１０ｇに予め保管されたフラッシュモードの第１の送信方向Ｃｆ（１）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰｆ（１）（図１４のＰｆ１（１）乃至Ｐｆ４（１））は、図１６（ｂ－１）に示すように、期間［ｔ１－ｔ２］に先行する期間［ｔ０－ｔ１］のパラメータ読み出し期間Ｔαｆにおいて読み出されパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ｂに一旦保存される。

【０１５７】

次いで、バッファーメモリ１１４ｂに保存された上述の送受信制御パラメータＰｆ（１）は、期間［ｔ１－ｔ２］の第１のパラメータ供給期間Ｔβｆ１において送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給され、送受信部２ｇは、期間［ｔ１－ｔ２］の第１の超音波送信期間Ｔγｆ１においてこれらの送受信制御パラメータに基づいたフラッシュモードの超音波送信を第１の送信方向Ｃｆ（１）に対して行なう。

【０１５８】

一方、パラメータ保管部１０ｇに保管されたフラッシュモードの第２の送信方向Ｃｆ（２）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰｆ（２）（Ｐｆ１（２）乃至Ｐｆ４（２））は、上述の超音波送信期間Ｔγｆ１の期間内に設定されたパラメータ読み出し期間Ｔαｆ１にて読み出されパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ｂに保存される。

【０１５９】

このように、先行する送信方向の超音波送信期間においてパラメータ保管部１０ｇから読み出した後続の送信方向に対応する送受信制御パラメータを超音波送信期間の直前に設定されたパラメータ供給期間において送受信部２ｇの送受信チャンネルへ並列供給し、更に、期間［ｔ１－ｔ２］においてこのような手順を繰り返すことにより、高音圧の超音波パルスを用いたフラッシュモードの超音波走査が行なわれる。

【０１６０】

そして、時刻ｔ１から所定のフラッシュモード時間Ｔｆだけ経過した時刻ｔ２を基準に開始されるモニタリングモードの超音波送受信において、パラメータ保管部１０ｇに予め保管されたモニタリングモードの第１の送受信方向Ｃｍ（１）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰｍ（１）（図１４のＰｍ１（１）乃至Ｐｍ４（１））は、図１６（ｂ－２）に示すように、期間［ｔ１－ｔ２］のパラメータ読み出し期間Ｔαｍにおいて読み出されパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ａに保存される。

【０１６１】

次いで、バッファーメモリ１１４ａに保存された上述の送受信制御パラメータＰｍ（１）は、期間［ｔ２－ｔ３］の第１のパラメータ供給期間Ｔβｍ１において送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ並列供給され、送受信部２ｇは、期間［ｔ２－ｔ３］の第１の超音波送受信期間Ｔγｍ１においてこれらの送受信制御パラメータに基づいたモニタリングモードの超音波送受信を第１の送信方向Ｃｍ（１）に対して行なう。

【０１６２】

一方、パラメータ保管部１０ｇに保管されたモニタリングモードの第２の送受信方向Ｃｍ（２）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰｍ（２）（Ｐｍ１（２）乃至Ｐｍ４（２））は、期間［ｔ２－ｔ３］の第１の超音波送受信期間Ｔγｍ１の期間内に設定されたパラメータ読み出し期間Ｔαｍ１において読み出されパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ａに保存される。

【０１６３】

このように、先行する送受信方向の超音波送受信期間においてパラメータ保管部１０ｇから読み出した後続の送受信方向に対応する送受信制御パラメータを超音波送受信期間の直前に設定されたパラメータ供給期間において送受信部２ｇの送受信チャンネルへ並列供給することにより、モニタリングモードの第１の送受信方向Ｃｍ（１）乃至第Ｎｍの送受信方向Ｃｍ（Ｎｍ）に対する超音波送受信が行なわれ、更に、期間［ｔ２－ｔ３］においてこのような超音波送受信を繰り返すことにより、時系列的な画像データが生成される。

【０１６４】

（画像データの生成手順）

次に、高音圧の超音波パルスによるフラッシュモードの超音波送信を適用した本実施形態における画像データの生成手順を図１５乃至図１６に示したタイムチャートと図１７のフローチャートを用いて説明する。

【０１６５】

画像データの生成に先立ち、超音波診断装置２００の操作者は、生体信号計測ユニット７に設けられたＥＣＧ電極を被検体の体表面に装着した後、入力部１２ｇにおいて被検体情報の入力、モニタリングモード及びフラッシュモードの選択、フラッシュモード時間Ｔｆの設定、画像データ生成条件及び画像データ表示条件の設定等を行なう。そして、これらの入力／選択／設定情報は、システム制御部１３ｇの入力情報記憶部に保存される（図１７のステップＳ２１）。

【０１６６】

上述の初期設定が終了したならば、操作者は、被検体に超音波造影剤を投与し生体信号計測ユニット７を動作状態にして当該被検体に対する心電波形計測を開始した後、入力部１２ｇにおいて走査開始指示信号を入力する（図１７のステップＳ２２）。そして、この指示信号がシステム制御部１３ｇへ供給されることによりモニタリングモードの超音波送受信が開始される。

【０１６７】
被検体に対するモニタリングモードの超音波送受信に際し、図１５の時刻ｔ０において入力部１２ｇからシステム制御部１３ｇを介して供給された上述の走査開始指示信号を受信した送受信制御部１１ｇのパラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、パラメータ保管部１０ｇに予め保管されているモニタリングモードの送受信制御パラメータＰｍ（１）乃至Ｐｍ（Ｎｍ）をパラメータ記憶部１１ｇの１１１４ａに一旦保存した後、送受信部２ｇの送受信チャンネルへ供給することにより被検体に対する超音波送受信を行なう。そして、画像データ生成部５ｇは、このとき得られた受信信号に基づいて画像データを生成し表示部６ｇのモニタに表示する。

【０１６８】
そして、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、心電波形のＲ波に基づいた心拍同期信号が心拍同期信号生成部８からシステム制御部１３ｇを介して供給される時刻ｔ１まで上述した送受信制御パラメータの取得と送受信部２ｇの送受信チャンネルに対する前記送受信制御パラメータの供給を繰り返し、このとき得られた時系列的な画像データは表示部６ｇに動画像として表示される。

【０１６９】
更に、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、期間［ｔ０－ｔ１］において、パラメータ保管部１０ｇから読み出したフラッシュモードの第１の送信方向Ｃｆ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｆ（１）をパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ｂに保存する（図１７のステップＳ２３）。

【０１７０】
次いで、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、心拍同期信号生成部８からシステム制御部１３ｇを介して供給される時刻ｔ１の心拍同期信号を受信し（図１７のステップＳ２４）、期間［ｔ１－ｔ２］に設定された第１のパラメータ供給期間Ｔβｆ１においてバッファーメモリ１１４ｂから読み出した上述の送受信制御パラメータＰｆ（１）を送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ供給する。そして、送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の各々は、パラメータ供給期間Ｔβｆ１に後続する超音波送受信期間ＴγｆＩにおいて上述の送受信制御パラメータＰｆ（１）に基づいた超音波送信を第１の送信方向Ｃｆ（１）に対して行なう。

【０１７１】
更に、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、パラメータ保管部１０ｇに保管されているフラッシュモードの第２の送受信方向Ｃｆ（２）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰｆ（２）を第１の超音波送受信期間ＴγｆＩの期間内に設定されたパラメータ読み出し期間ＴαｆＩにおいて読み出し、パラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ｂに保存する（図１７のステップＳ２５）。そして、時刻ｔ１から所定のフラッシュモード時間Ｔｆだけ経過した時刻ｔ２までの期間［ｔ１－ｔ２］において上述のステップＳ２５と同様の手順が繰り返し行なわれる。

【０１７２】
又、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、期間［ｔ１－ｔ２］においてパラメータ保管部１０ｇから読み出したモニタリングモードの第１の送受信方向Ｃｍ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｍ（１）をパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ａに保存する（図１７のステップＳ２６）。

【０１７３】
期間［ｔ１－ｔ２］におけるフラッシュモードの超音波送信が終了したならば、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、期間［ｔ２－ｔ３］の第１のパラメータ供給期間ＴβｍＩにおいてバッファーメモリ１１４ａから読み出した上述の送受信制御パラメータＰｍ（１）を送受信部２ｇの送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４へ供給する。そして、送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の各々は、パラメータ供給期間ＴβｍＩに後続する超音波送受信期間ＴγｍＩにおいて、上述の送受信制御パラメータＰｍ（１）に基づいた超音波送受信をモニタリングモードの第１の送信方向Ｃｍ（１）に対して行なう。

【０１７４】
更に、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、パラメータ保管部１０ｇに保管されているモニタリングモードの第２の送受信方向Ｃｍ（２）に対応する送受信チャンネルＣＨ１乃至ＣＨ４の送受信制御パラメータＰｆ（２）を第１の超音波送受信期間Ｔγｍ１の期間内に設定されたパラメータ読み出し期間Ｔαｍ１において読み出し、パラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ａに保存する（図１７のステップＳ２７）。そして、次の心拍同期信号が受信されるまでの期間［ｔ２－ｔ３］において上述のステップＳ２７と同様の手順が繰り返し行なわれ、このとき得られる受信信号に基づいて生成された時系列的な画像データは表示部６ｇのモニタに表示される（図１７のステップＳ２８）。
【０１７５】
一方、パラメータＲ／Ｗ制御部１１２ｇは、期間［ｔ２－ｔ３］においてパラメータ保管部１０ｇから読み出したフラッシュモードの第１の送受信方向Ｃｆ（１）に対応する送受信制御パラメータＰｆ（１）をパラメータ記憶部１１１ｇのバッファーメモリ１１４ｂに保存する（図１７のステップＳ２９）。
【０１７６】
そして、心拍同期信号生成部８において生成された新たな心拍同期信号を受信する度に上述したステップＳ２４乃至ステップＳ２９の手順を繰り返すことにより高音圧の超音波パルスによるフラッシュモードの超音波走査（超音波送信）と低音圧の超音波パルスによるモニタリングモードの超音波走査（超音波送受信）を交互に行なう。
【０１７７】
以上述べた本開示の第２の実施形態によれば、マイクロバブルを有する超音波造影剤が投与された被検体に対し２次元あるいは３次元の超音波走査を行なって体内の血流状態を観測するために、検査対象領域に残存しているマイクロバブルを高音圧の超音波パルスを用いたフラッシュモードの超音波走査によって破砕した後、低音圧の超音波パルスを用いたモニタリングモードの超音波走査によって上述の検査対象領域において新たに流入する血流の状態を観測する際、超音波走査に対して非同期で供給される心拍同期信号等に伴って超音波送受信の方向や順序を急遽変更しなくてはならないような場合においても、予め取得した送受信制御パラメータを対応する超音波送受信の担当ユニットに対して短時間で供給することができる。このため、モニタリングモードからフラッシュモードへの変更直後あるいはフラッシュモードからモニタリングモードへの変更直後における超音波送受信を容易かつ正確に行なうことが可能となり、心拍期間の各時相における画像データを過不足なく収集することができる。
【０１７８】
特に、モニタリングモードの超音波走査と並行してフラッシュモードの最初の送信方向に対応する送受信制御パラメータを予め取得し、当該被検体の心電波形に基づいて生成された心拍同期信号を受信したならばモニタリングモードの超音波走査を停止すると共に上述の送受信制御パラメータを用いてフラッシュモードの最初の送信方向に対する超音波送信を行なうことにより、モニタリングモードからフラッシュモードへ変更された直後の超音波送信を確実に行なうことができる。
【０１７９】
又、フラッシュモードの超音波走査と並行してモニタリングモードの最初の送受信方向に対応する送受信制御パラメータを予め取得し、所定のフラッシュモード時間が経過したならばフラッシュモードの超音波走査を停止すると共に上述の送受信制御パラメータを用いてモニタリングモードの最初の送受信方向に対する超音波送受信を行なうことにより、フラッシュモードからモニタリングモードへ変更された直後の超音波送受信を確実に行なうことができる。
【０１８０】
又、上述の第２の実施形態によれば、被検体に対するモニタリングモードの超音波送受信を行なって時系列的な画像データを収集する際、超音波の送受信方向単位及び送受信チャンネル単位で予め取得した各種の送受信制御パラメータを超音波送受信の担当ユニット

へ効率よく供給することにより時間分解能に優れた画像データを得ることができる。

【０１８１】

即ち、先行する超音波送受信と並行して後続の超音波送受信に必要な送受信制御パラメータを予め取得し、後続する超音波送受信の直線に設定されたパラメータ供給期間において上述の送受信制御パラメータを超音波送受信の担当ユニットへ並列供給することにより、画像データの時間分解能を改善することが可能となる。

【０１８２】

以上、本開示の実施形態について述べてきたが、本開示は、上述の実施形態に限定されるものではなく、変形して実施することが可能である。

【０１８３】

例えば、上述の第１の実施形態及び第２の実施形態では、複数の振動素子を有したセクタ走査方式の超音波プローブ３について述べたが、コンベックス走査方式やリニア走査方式等の他の走査方式に対応した超音波プローブであってもよい。但し、コンベックス走査方式やリニア走査方式の超音波プローブを用いた場合には、送信用振動素子及び受信用振動素子の位置を決定する送信素子位置及び受信素子位置の情報を新たな送受信制御パラメータとして追加することが望ましい。

【０１８４】

又、送信強度、送信遅延時間、受信感度及び受信遅延時間や上述の送信素子位置及び受信素子位置を送受信制御パラメータとする場合について述べたが、送受信制御パラメータは、これらに限定されるものではなく、例えば、送信開口や受信開口等の情報が含まれていてもよい。

【０１８５】

更に、先行する超音波送受信あるいは超音波送信と並行して後続の超音波送受信あるいは超音波送信に必要な送受信制御パラメータを予め取得する場合について述べたが、送受信制御パラメータの取得は先行する超音波送受信（送信）の期間内に限定されない。特に、送受信制御パラメータの取得と送受信部２（２ｇ）に対する並列供給を同時に行なうことが可能な場合には、後続の超音波送受信に必要な送受信制御パラメータの取得を先行する超音波送受信のパラメータ供給期間において行なってもよい。

【０１８６】

又、パラメータ記憶部１１１（１１１ｇ）を備えた送受信制御部１１（１１ｇ）について述べたが、パラメータ記憶部１１１（１１１ｇ）は他のユニットに備えられていてもよく、独立したユニットとして存在していてもよい。

【０１８７】

更に、上述の第１の実施形態及び第２の実施形態では、Ｂモードデータに基づいて心拍同期３次元画像データあるいはモニタリングモードの画像データを生成する場合について述べたが、カラードプラデータやドプラスペクトラムデータ等の他の撮影モードにおいて収集された超音波データを用いて所望の画像データを生成しても構わない。

【０１８８】

又、心電波形に基づいて心拍同期信号を生成する場合について述べたが、心音波形や脳波形等の他の生体信号に基づいて生成された心拍同期信号を用いてもよく、これらの信号を計測する生体信号計測ユニット７は超音波診断装置１００（２００）の外部に設けられていてもよい。

【０１８９】

一方、上述の第１の実施形態では、３次元領域に対する心拍同期３次元走査によって収集されたボリュームデータに基づいて、ボリュームレンダリング画像データやサーフェスレンダリング画像データを生成する場合について述べたが、ＭＰＲ（multi planar reconstruction）画像データやＭＩＰ（maximum intensity projection）画像データ等を心拍同期３次元画像データとして生成してもよい。

【０１９０】

更に、３次元領域のサイズと３次元サブ領域のサイズに基づいて３次元サブ領域のセグ

メント数を設定する場合について述べたが、３次元領域のサイズと予め設定されたセグメント数に基づいて３次元サブ領域のサイズを設定しても構わない。

【０１９１】

又、第２の実施形態では、低音圧の超音波送受信によって得られた受信信号をフィルタリング処理することによって生体組織からの反射波を排除し、超音波造影剤からの反射波成分を抽出する方法について述べたが、上述の受信信号をそのまま用いて画像データを生成しても構わない。

【０１９２】

更に、心拍同期信号生成部８において生成された心拍同期信号に基づいてモニタリングモードの超音波送受信からフラッシュモードの超音波送信への切り替えを行なう場合について述べたが、入力部１２（１２ｇ）等から任意の時刻において入力されるタイミング信号（マニュアル信号）に基づいて同期信号を生成する同期信号生成部を備え、この同期信号生成部において生成された同期信号を用いて上述の切り替えを行なってもよい。

【０１９３】

尚、第１の実施形態の超音波診断装置１００あるいは第２の実施形態の超音波診断装置２００に含まれる各ユニットは、例えば、ＣＰＵ、ＲＡＭ、磁気記憶装置、入力装置、表示装置等で構成されるコンピュータをハードウェアとして用いることでも実現することができる。例えば、超音波診断装置１００のシステム制御部１３や超音波診断装置２００のシステム制御部１３ｇは、上記のコンピュータに搭載されたＣＰＵ等のプロセッサに所定の制御プログラムを実行させることにより各種機能を実現することができる。この場合、上述の制御プログラムをコンピュータに予めインストールしてもよく、又、コンピュータ読み取りが可能な記憶媒体への保存あるいはネットワークを介して配布された制御プログラムのコンピュータへのインストールであっても構わない。

【０１９４】

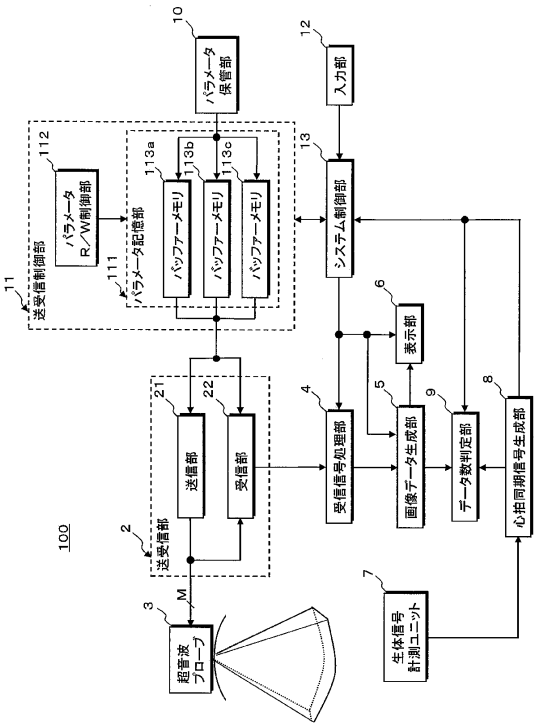
以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行なうことができる。これらの実施形態やその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

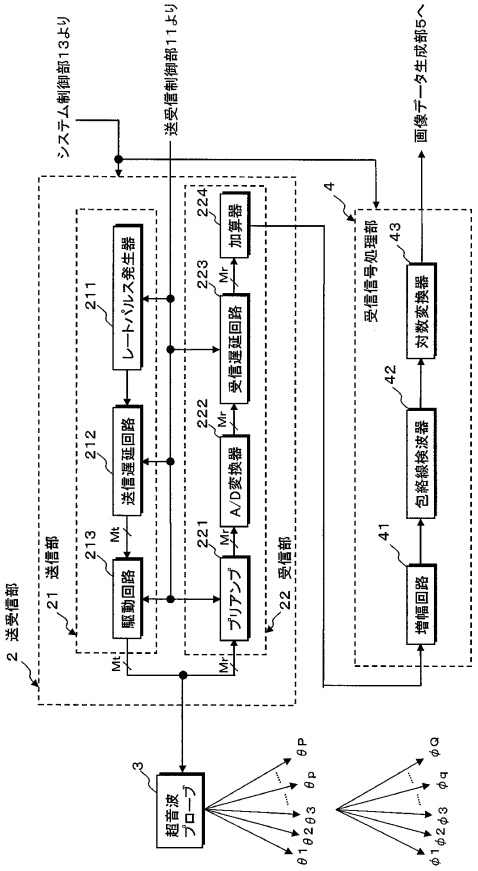
【０１９５】

２、２ｇ…送受信部
２１、２１ｇ…送信部
２２、２２ｇ…受信部
３…超音波プローブ
４、４ｇ…受信信号処理部
５、５ｇ…画像データ生成部
６、６ｇ…表示部
７…生体信号計測ユニット
８…心拍同期信号生成部
９…データ数判定部
１０、１０ｇ…パラメータ保管部
１１、１１ｇ…送受信制御部
１１１、１１１ｇ…パラメータ記憶部
１１２、１１２ｇ…パラメータＲ／Ｗ制御部
１１３ａ～１１３ｃ、１１４ａ、１１４ｂ…バッファーメモリ
１２、１２ｇ…入力部
１３、１３ｇ…システム制御部
１００、２００…超音波診断装置

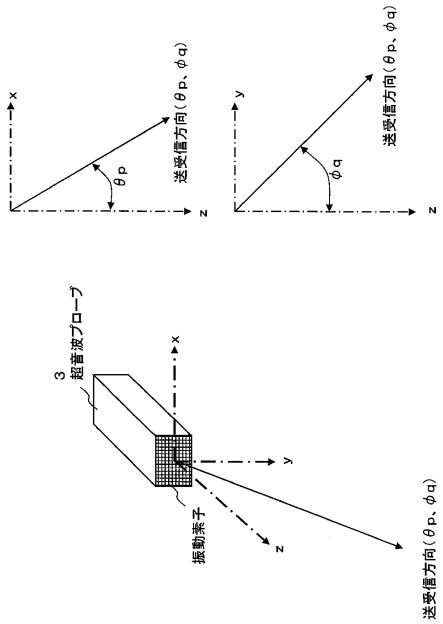
【図１】


100
11
送受信制御部
112
パラメータ
R／W制御部
111
パラメータ記憶部
113a
113b
113c
バッファメモリ
バッファメモリ
バッファメモリ
10
パラメータ
保管部
12
入力部
13
システム制御部
2
送受信部
21
送信部
22
受信部
M
3
超音波
プローブ
4
受信信号処理部
5
画像データ生成部
6
表示部
9
データ数判定部
8
心拍同期信号生成部
7
生体信号
計測ユニット

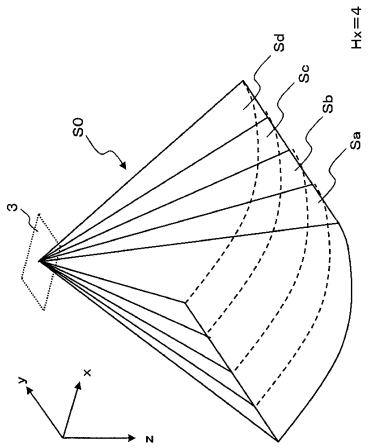
【図２】


システム制御部13より
送受信制御部11より
画像データ生成部5へ
2
送受信部
21
送信部
211
レートパルス発生器
212
送信遅延回路
213
駆動回路
Mt
Mt
22
受信部
221
プリアンプ
222
A/D変換器
223
受信遅延回路
224
加算器
Mr
Mr
Mr
Mr
4
受信信号処理部
41
増幅回路
42
包絡線検波器
43
対数変換器
3
超音波
プローブ
θ1 θ2 θ3 θP θP
φ1 φ2 φ3 φq φQ

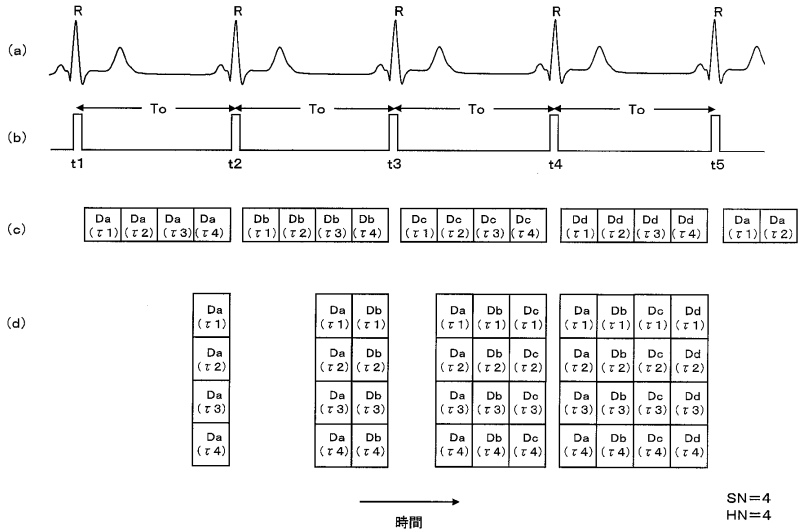
【図３】


x
θp
送受信方向（θp、φq）
z
y
φq
送受信方向（θp、φq）
z
3
超音波プローブ
x
y
振動素子
z
送受信方向（θp、φq）

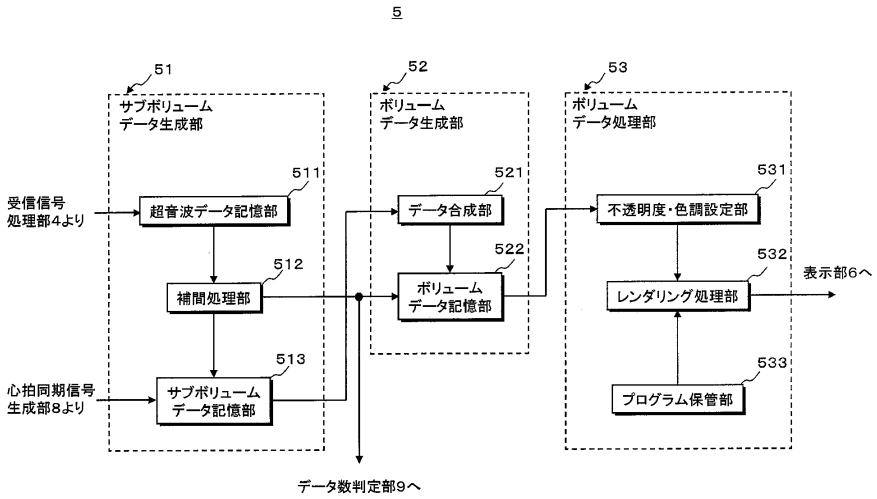
【図４】


Hx=4
Sd
Sc
Sb
Sa
S0
3
y
x
z

【図5】



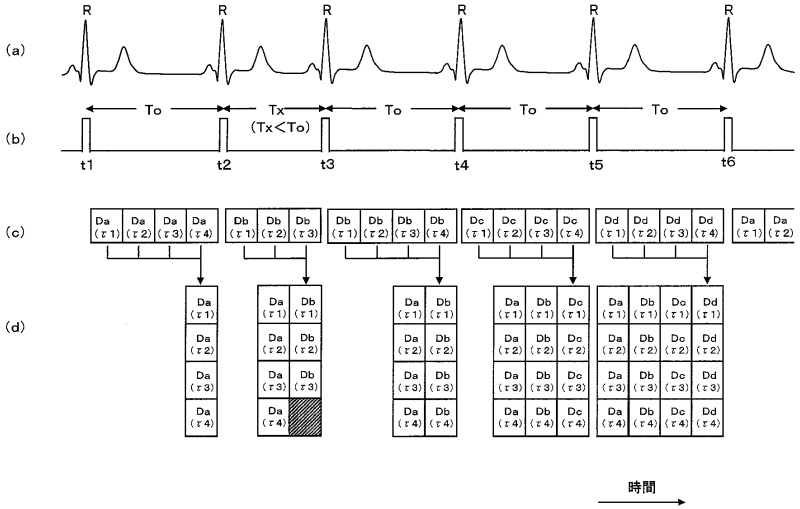
【図6】



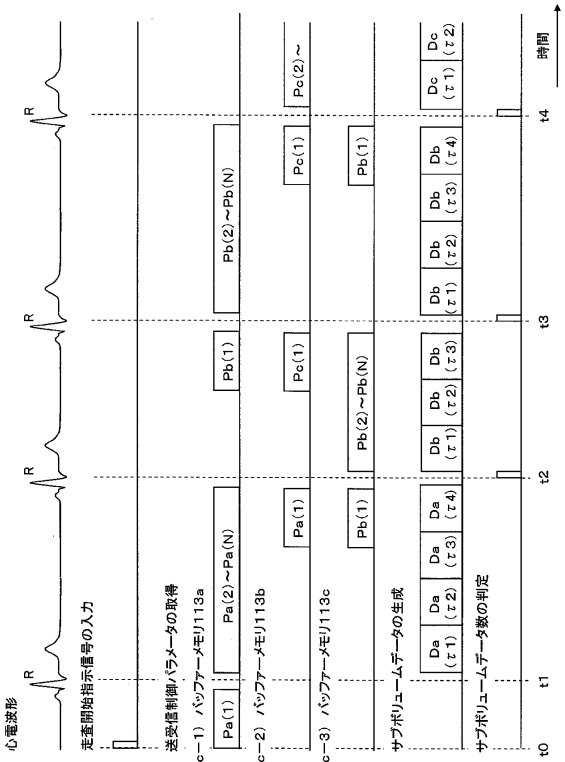
【図7】

送受信方向	送受信チャンネル	送受信制御パラメータ		送信強度	送信遅延時間	受信感度	受信遅延時間
Ca(1)	CH1	Pa(1)	Pa1(1)	Aa1(1)	Ba1(1)	Ea1(1)	Fa1(1)
	CH2		Pa2(1)	Aa2(1)	Ba2(1)	Ea2(1)	Fa2(1)
	CH3		Pa3(1)	Aa3(1)	Ba3(1)	Ea3(1)	Fa3(1)
	CH4		Pa4(1)	Aa4(1)	Ba4(1)	Ea4(1)	Fa4(1)
Ca(2)	CH1	Pa(2)	Pa1(2)	Aa1(2)	Ba1(2)	Ea1(2)	Fa1(2)
	CH2		Pa2(2)	Aa2(2)	Ba2(2)	Ea2(2)	Fa2(2)
	CH3		Pa3(2)	Aa3(2)	Ba3(2)	Ea3(2)	Fa3(2)
	CH4		Pa4(2)	Aa4(2)	Ba4(2)	Ea4(2)	Fa4(2)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Cb(1)	CH1	Pb(1)	Pb1(1)	Ab1(1)	Bb1(1)	Eb1(1)	Fb1(1)
	CH2		Pb2(1)	Ab2(1)	Bb2(1)	Eb2(1)	Fb2(1)
	CH3		Pb3(1)	Ab3(1)	Bb3(1)	Eb3(1)	Fb3(1)
	CH4		Pb4(1)	Ab4(1)	Bb4(1)	Eb4(1)	Fb4(1)
Cb(2)	CH1	Pb(2)	Pb1(2)	Ab1(2)	Bb1(2)	Eb1(2)	Fb1(2)
	CH2		Pb2(2)	Ab2(2)	Bb2(2)	Eb2(2)	Fb2(2)
	CH3		Pb3(2)	Ab3(2)	Bb3(2)	Eb3(2)	Fb3(2)
	CH4		Pb4(2)	Ab4(2)	Bb4(2)	Eb4(2)	Fb4(2)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

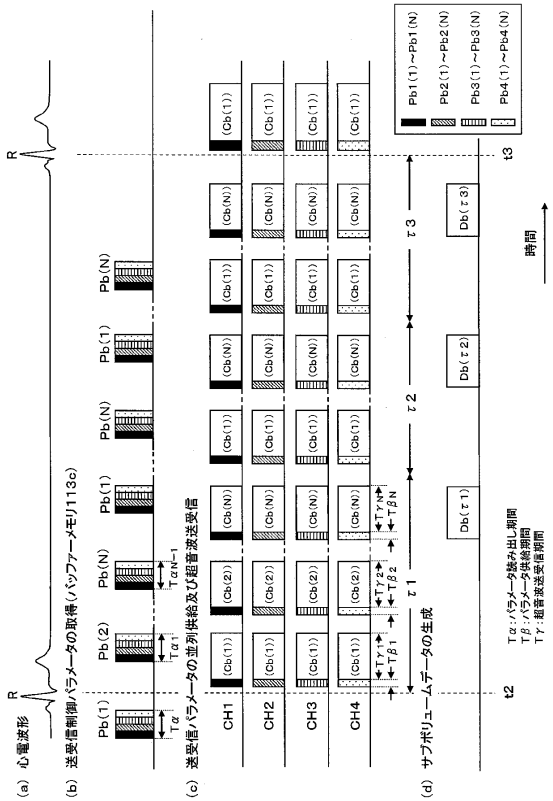
【図8】



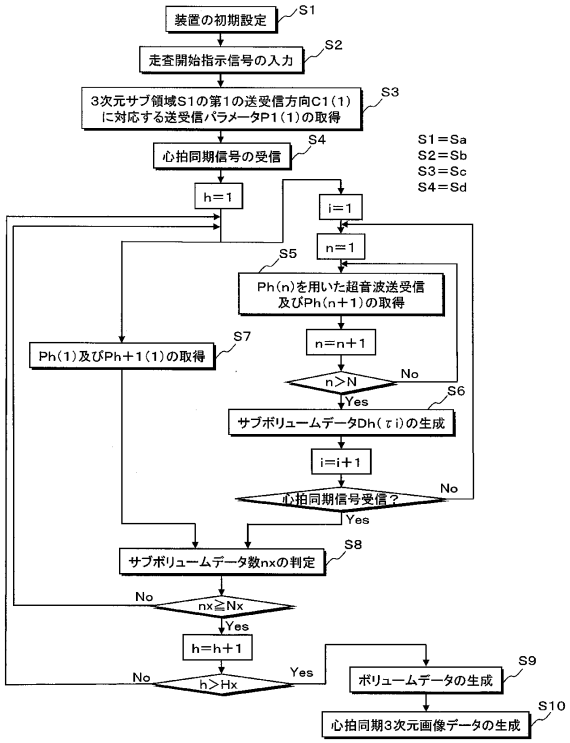
【図９】



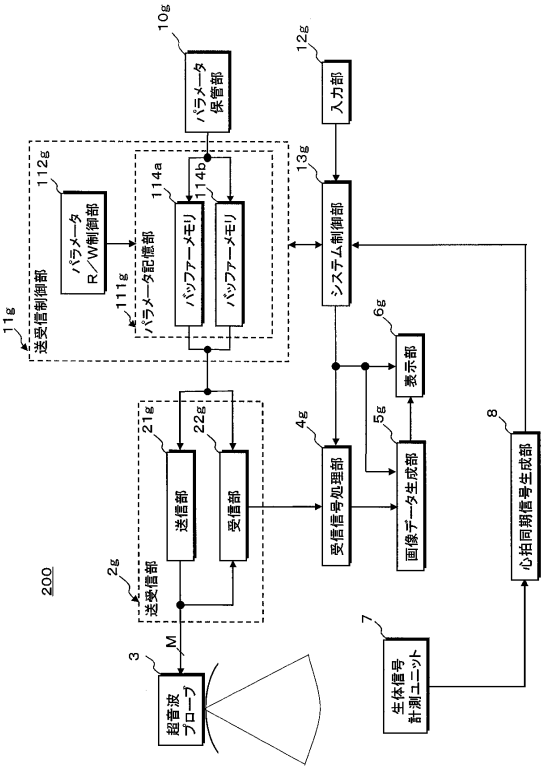
【図１０】



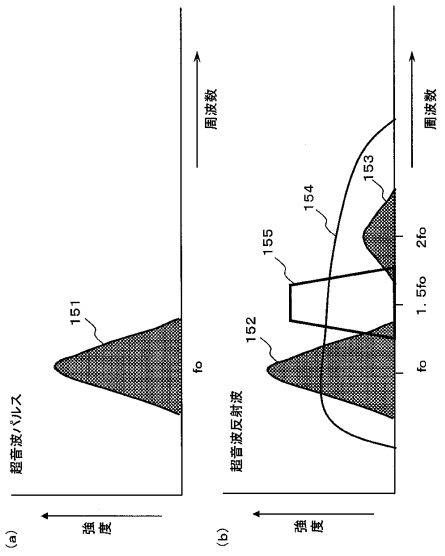
【図１１】



【図１２】



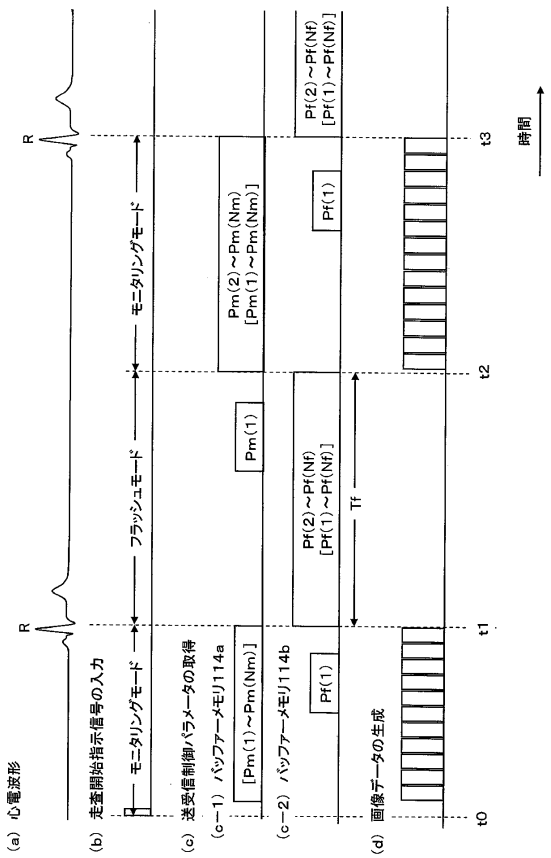
【図１３】



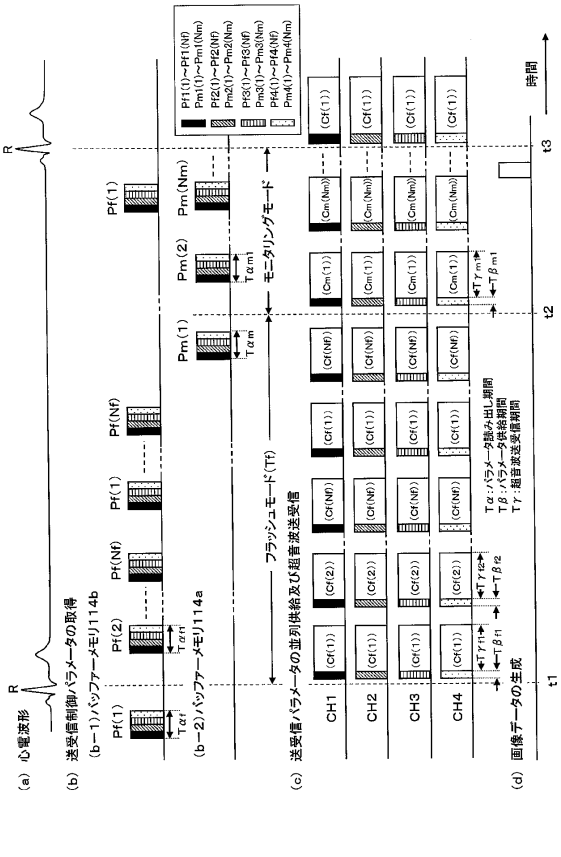
【図１４】

送受信方向	送受信チャンネル	送受信制御パラメータ		送信強度	送信遅延時間	受信感度	受信遅延時間
Cf(1)	CH1	Pf(1)	Pf1(1)	Af1(1)	Bf1(1)		
	CH2		Pf2(1)	Af2(1)	Bf2(1)		
	CH3		Pf3(1)	Af3(1)	Bf3(1)		
	CH4		Pf4(1)	Af4(1)	Bf4(1)		
Cf(2)	CH1	Pf(2)	Pf1(2)	Af1(2)	Bf1(2)		
	CH2		Pf2(2)	Af2(2)	Bf2(2)		
	CH3		Pf3(2)	Af3(2)	Bf3(2)		
--	--	--	--	--	--		
Cf(Nf)	CH4	Pf(Nf)	Pf4(Nf)	Af4(Nf)	Bf4(Nf)		
Cm(1)	CH1	Pm(1)	Pm1(1)	Am1(1)	Bm1(1)	Em1(1)	Fm1(1)
	CH2		Pm2(1)	Am2(1)	Bm2(1)	Em2(1)	Fm2(1)
	CH3		Pm3(1)	Am3(1)	Bm3(1)	Em3(1)	Fm3(1)
	CH4		Pm4(1)	Am4(1)	Bm4(1)	Em4(1)	Fm4(1)
Cm(2)	CH1	Pm(2)	Pm1(2)	Am1(2)	Bm1(2)	Em1(2)	Fm1(2)
	CH2		Pm2(2)	Am2(2)	Bm2(2)	Em2(2)	Fm2(2)
	CH3		Pm3(2)	Am3(2)	Bm3(2)	Em3(2)	Fm3(2)
--	--	--	--	--	--	--	--
Cm(Nm)	CH4	Pm(Nm)	Pm4(Nm)	Am4(Nm)	Bm4(Nm)	Em4(Nm)	Fm4(Nm)

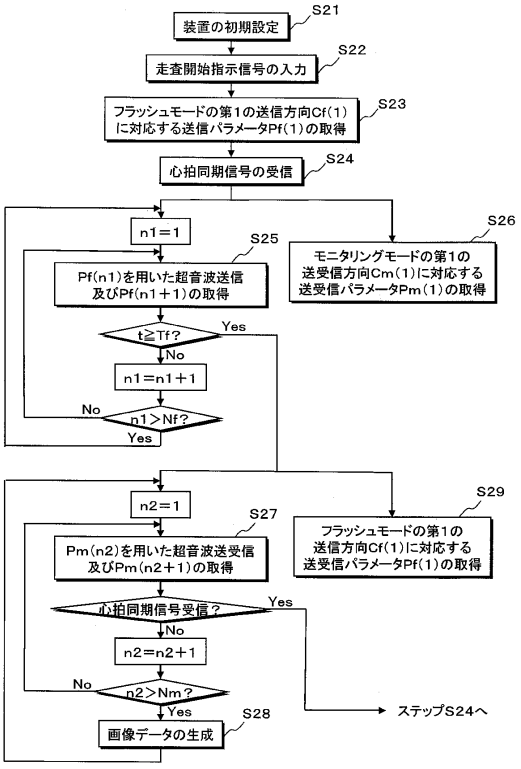
【図１５】



【図１６】



【図１７】


S21
装置の初期設定
S22
走査開始指示信号の入力
S23
フラッシュモードの第1の送信方向Cf(1)に対応する送信パラメータPf(1)の取得
S24
心拍同期信号の受信
S26
モニタリングモードの第1の送受信方向Cm(1)に対応する送受信パラメータPm(1)の取得
n1=1
S25
Pf(n1)を用いた超音波送信及びPf(n1+1)の取得
t≧Tf?
Yes
No
n1=n1+1
No
n1>Nf?
Yes
S29
フラッシュモードの第1の送信方向Cf(1)に対応する送受信パラメータPf(1)の取得
n2=1
S27
Pm(n2)を用いた超音波送受信及びPm(n2+1)の取得
心拍同期信号受信?
Yes
No
n2=n2+1
No
n2>Nm?
Yes
S28
画像データの生成
ステップS24へ

フロントページの続き

(72)発明者　崔　載鎬
栃木県大田原市下石上１３８５番地　東芝医用システムエンジニアリング株式会社内
(72)発明者　寺澤　俊治
栃木県大田原市下石上１３８５番地　東芝医用システムエンジニアリング株式会社内
(72)発明者　永井　岳年
栃木県大田原市下石上１３８５番地　東芝医用システムエンジニアリング株式会社内

審査官　門田　宏

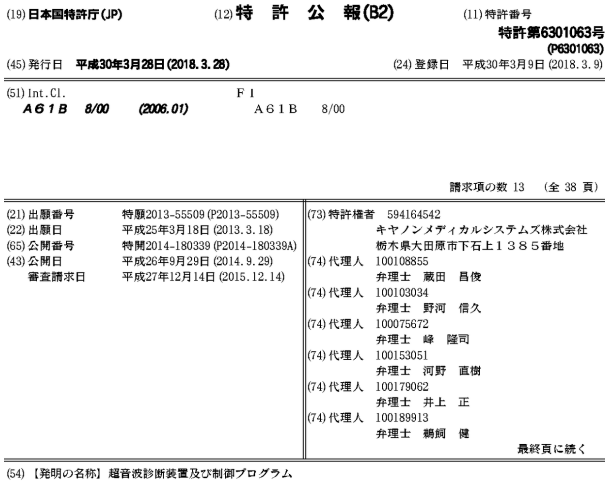
(56)参考文献　特開２０１０－２１３８６６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－００５３２２（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－２４０７０１（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２８４２１１（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１１８６００（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２２０８７５（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１８０６９３（ＪＰ，Ａ）
特表２００２－５３４１９２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ　　８／００　－　８／１５

专利名称(译)	超声诊断设备和控制程序		
公开(公告)号	JP6301063B2	公开(公告)日	2018-03-28
申请号	JP2013055509	申请日	2013-03-18
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社 东芝医疗系统工		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司 东芝医疗系统工程有限公司		
[标]发明人	崔載鎬 寺澤俊治 永井岳年		
发明人	崔 載鎬 寺澤 俊治 永井 岳年		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/DE06 4C601/EE07 4C601/EE11 4C601/EE22 4C601/FF08 4C601/GB06 4C601/HH15 4C601/HH16 4C601/LL05		
代理人(译)	河野直树 井上 正 肯·鹈饲		
审查员(译)	门田弘		
其他公开文献	JP2014180339A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

的发送和接收的控制参数较短的供电时间，用于发送和接收单元 心跳同步施加三维扫描方法的超声波诊断装置100包括多个进行整相相加来自换能器元件和所述驱动信号的供给到超声波探头3的换能器元件获得的接收信号中的发送/接收信道的收发器2具有，参数存储单元10个存储发送和接收的控制参数预置各种，由心跳周期的受试者中获取的子体积数据的数据的数目是否已经达到预定值一个数据数目确定单元9判断是否从各个发送的主题和接收控制参数接收与身体的至少两个三维子区域相对应的控制参数，并且基于数据的确定结果，从这些发送/接收控制参数中选择发送/接收控制参数到多个发送/接收信道。接收控制单元11。 发明背景 图1



(19) 日本国特許庁(JP)　(12) 特　許　公　報(B2)　(11) 特許番号 特許第6301063号 (P6301063)

(45) 発行日 平成30年3月28日 (2018.3.28)　(24) 登録日 平成30年3月9日 (2018.3.9)

(51) Int.Cl. A61B 8/00 (2006.01)　F I A61B 8/00

請求項の数 13 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2013-55509 (P2013-55509)
(22) 出願日 平成25年3月18日 (2013.3.18)
(65) 公開番号 特開2014-180339 (P2014-180339A)
(43) 公開日 平成26年9月29日 (2014.9.29)
審査請求日 平成27年12月14日 (2015.12.14)

(73) 特許権者 594164542
キヤノンメディカルシステムズ株式会社
栃木県大田原市下石上１３８５番地
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74) 代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74) 代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74) 代理人 100179062
弁理士 井上 正
(74) 代理人 100189913
弁理士 鵜飼 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波診断装置及び制御プログラム