

(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2006-223737

(P2006-223737A)

(43) 公開日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F I

A 6 1 B 8/00

テーマコード (参考)

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2005-44098 (P2005-44098)
 (22) 出願日 平成17年2月21日 (2005.2.21)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (71) 出願人 594164542
 東芝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
 (71) 出願人 594164531
 東芝医用システムエンジニアリング株式会
 社
 栃木県大田原市下石上1385番地
 (74) 代理人 100109900
 弁理士 堀口 浩
 (72) 発明者 志岐 栄一
 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
 最終頁に続く

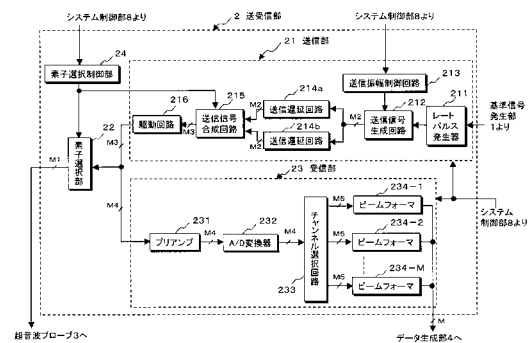
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 並列同時受信における送受信音場のビーム曲がりと受信感度の不均一の低減。

【解決手段】 被検体に対して並列同時受信を行なう際に、素子選択部22は、超音波プローブ3において配列された複数個の振動素子の中から隣接したM2個の振動素子で構成された第1の送信用振動素子群とこの第1の送信用振動素子群に対して所定間隔離れた第2の送信用振動素子群を選択する。一方、送信遅延回路214a及び214bは、送信信号生成回路212によって生成されたM2チャンネルの送信信号に対してビーム収束用の遅延時間を与え、送信信号合成回路215は、送信遅延回路214a及び214bから出力された第1の送信信号と第2の送信信号を合成し、駆動回路216を介して前記第1の送信用振動素子群及び前記第2の送信用振動素子群を略同時に駆動し合成送信音場を形成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配列された複数の振動素子を備えた超音波プローブと、
前記振動素子の中から複数の振動素子からなる受信用振動素子群と複数の送信用振動素子群を選択する素子選択手段と、
前記複数の送信用振動素子群の各々を駆動して被検体の複数方向に対し超音波を略同時に送信する送信手段と、
前記受信用振動素子群によって得られた前記被検体からの超音波反射波に基づく受信信号を整相加算処理することによって複数方向に対応した整相加算信号を生成する並列受信手段と、
前記被検体に対する超音波の送信方向及び受信方向を制御する送受信方向制御手段と、
前記並列受信手段によって得られた整相加算信号に基づいて画像データを生成する画像データ生成手段を備え、
前記素子選択手段は、前記複数の送信用振動素子群による各々の送信音場が合成されて前記送信音場より広いビーム幅を有した合成送信音場が形成されるように前記送信用振動素子群の選択を行なうことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記素子選択手段は、隣接した 2 つの送信用振動素子群によって形成された夫々の送信音場の端部が重なるように前記送信用振動素子群を選択することを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

20

【請求項 3】

前記素子選択手段は、所定の送信用振動素子群を構成する複数の振動素子の一部を他の送信用振動素子群の振動素子として共通選択する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 4】

前記素子選択手段は、前記超音波プローブにおける複数の振動素子の中から第 1 の送信用振動素子群と第 2 の送信用振動素子群を選択し、前記送信手段は、前記第 1 の送信用振動素子群及び前記第 2 の送信用振動素子群を駆動して被検体の隣接した 2 方向に対し超音波を略同時に送信する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】

配列された複数の振動素子を備えた超音波プローブと、
前記複数の振動素子あるいは前記複数の振動素子の 1 部から構成された送信用振動素子群に対し複数の送信信号群を供給し被検体の複数方向に対して超音波を略同時に送信する送信手段と、
前記複数の振動素子あるいは前記複数の振動素子の 1 部から構成された受信用振動素子群によって得られた前記被検体からの超音波反射波に基づく受信信号を整相加算処理することによって複数方向に対応する整相加算信号を生成する並列受信手段と、
前記被検体に対する超音波の送信方向及び受信方向を制御する送受信方向制御手段と、
前記並列受信手段によって得られた整相加算信号に基づいて画像データを生成する画像データ生成手段を備え、
前記送信手段は、前記送信用振動素子群による各々の送信音場を合成し前記送信音場より広いビーム幅を有した合成送信音場を形成することを特徴とする超音波診断装置。

30

40

【請求項 6】

前記送信手段は、隣接した 2 つの送信音場の端部が重なるように送信方向の設定を行なうことを特徴とする請求項 5 記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記送信手段は、前記送信用振動素子群を駆動して隣接した第 1 の送信方向及び第 2 の送信方向に対し超音波を略同時に送信するための送信信号群を生成することを特徴とする請求項 5 記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

50

前記送信手段は、前記送信用振動素子群を駆動する送信信号群に対し隣接した複数の方向に超音波を送信するための遅延時間を設定する複数の遅延手段と、これらの遅延手段によって遅延時間が設定された複数の送信信号群を合成する送信信号合成手段と、合成された送信信号群に基づいて前記送信用振動素子群を駆動する駆動手段を備えたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 5 に記載した超音波診断装置。

【請求項 9】

同時送信方向数と同時受信方向数は独立に設定されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 5 に記載した超音波診断装置。

【請求項 10】

前記送信手段は、前記送信信号群の振幅分布を設定する送信振幅制御手段を備え、前記送信振幅制御手段は、 Sinc 関数をベースとして前記送信信号群の振幅分布を設定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 5 に記載した超音波診断装置。

【請求項 11】

前記複数の受信方向の各々は、前記送信用振動素子群の駆動によって形成された前記合成送信音場のビーム幅内に設定されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 5 に記載した超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に係り、特に、複数方向からの超音波反射波を略同時に受信する機能を有した超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波プローブに内蔵された超音波振動素子から発生する超音波を被検体内に放射し、被検体組織の音響インピーダンスの差異によって生ずる反射波を前記超音波振動素子によって受信してモニタ上に表示するものである。この診断方法は、超音波プローブを体表に接触させるだけの簡単な操作でリアルタイムの 2 次元画像データが容易に得られるため、臓器の機能診断や形態診断に広く用いられている。

【0003】

被検体の組織あるいは血球からの反射波により生体情報を得る超音波診断法は、超音波パルス反射法と超音波ドプラ法の 2 つの大きな技術開発により急速な進歩を遂げ、上記技術を用いて得られる B モード画像とカラードプラ画像は、今日の超音波診断において不可欠なものとなっている。

【0004】

今日、最も普及している電子走査方式の超音波診断装置では、一般に複数の超音波振動素子を一次元に配列し、これらの超音波振動素子の夫々に対する駆動を高速制御することによって 2 次元画像データのリアルタイム表示を行なっている。

【0005】

カラードプラ法は、超音波パルスにより生体内の所定断面を走査し、血液（血球）などの移動する反射体に対して超音波が照射された場合に、上記反射体の速度（血流速度）に対応して生ずるドプラ周波数偏移を捉えて画像化を行なうものである。このカラードプラ法は、当初、血流速度の速い心腔内血流情報の画像化に用いられたが、今日では、腹部臓器の組織血流など極めて遅い血流の画像化に対しても適用が可能となってきた。

【0006】

カラードプラ法における診断能を高めるためには、優れた計測精度（低流速検出能及び高流速検出能）や時間分解能、更には、空間分解能が要求される。移動している反射体に対して超音波パルスを照射し、その反射波のドプラ周波数偏移から反射体の移動速度を計測する場合、従来は、この反射体に対して超音波による送受信を所定の送受信間隔 T_r で複数回（ L 回）繰り返して行ない、観測時間 T_{obs} （ $T_{obs} = T_r \cdot L$ ）で得られた一連の

10

20

30

40

50

反射波に基づいてその移動速度を計測してきた。

【 0 0 0 7 】

この場合、低流速の反射体に対する検出能（低流速検出能：測定可能な流速の下限値） $V_{\min}$ は、上記 L 回の超音波送受信（以下、送受信と呼ぶ。）によって得られる一連の反射波の中からドブラ成分を検出するために用いられるフィルタ（例えば、MTIフィルタ）の特性、即ち、フィルタのカットオフ周波数と肩特性で決定され、このときの $V_{\min}$ は、送受信繰り返し周波数（レート周波数）を f_r ($f_r = 1 / T_r$) とすれば、次式（1）で示される。

【数 1】

$$V_{\min} \propto \frac{1}{T_{obs}} = \frac{f_r}{L} \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

10

【 0 0 0 8 】

一方、測定可能な流速の上限値（高流速検出能） $V_{\max}$ は、送受信繰り返し周波数（レート周波数） f_r の $1 / 2$ で定義されるナイキスト周波数によって決定され、次式（2）によって示される。但し、 C は被検体内の音速値、 f_0 は受信超音波の中心周波数、 ξ は超音波送受信方向と血流方向のなす角度である。そして、ドブラ周波数偏移が上記ナイキスト周波数を超えた場合には、ドブラ信号の周波数スペクトラムに折り返し現象が発生するため正確な血流速度の計測が不可能となる。

【数 2】

$$V_{\max} = \frac{C \cdot f_r}{4 f_0 \cos \xi} \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

20

【 0 0 0 9 】

即ち、カラードブラ法における第 1 の要求項目である低流速検出能 $V_{\min}$ を向上させるためにはレート周波数 f_r を低く設定するか、所定方向に対して繰り返し行なう送受信回数 L を増加させる必要があり、高流速検出能 $V_{\max}$ を向上させるためには、レート周波数 f_r を高く設定しなくてはならない。しかしながら、レート周波数 f_r を高くした場合には、深部からの反射波が受信されないうちに次の超音波が放射されるため、隣接したレート区間の反射波が混入して受信される、所謂残留エコーの問題が生ずる。

30

【 0 0 1 0 】

又、第 2 の要求項目であるリアルタイム性は、単位時間当たりの表示画像枚数（フレーム周波数） F_n によって決定され、このフレーム周波数 F_n は次式（3）によって示される。但し、 N は、1 枚のカラードブラ画像データの生成に必要な走査方向の総数であり、リアルタイム性を向上させるためには、送受信回数 L 、あるいは走査方向総数 N を小さく設定しなくてはならない。

【数 3】

$$F_n = \frac{f_r}{L \cdot N} = \frac{1}{T_{obs} \cdot N} \propto \frac{V_{\min}}{N} \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

40

【 0 0 1 1 】

更に、第 3 の要求項目である空間分解能を向上させるためには、上記走査方向総数 M を増加させる必要がある。即ち、フレーム周波数 F_n 、低流速検出能 $V_{\min}$ 及び高流速検出能 $V_{\max}$ 、空間分解能は相反する関係にあり、これらを同時に満足させることは困難であった。このため、循環器領域における血流計測の場合にはフレーム周波数 F_n と高流速検出能 $V_{\max}$ を、又、腹部や末梢臓器における血流計測の場合にはフレーム周波数と低流速検出能 $V_{\min}$ が重要視されてきた。

【 0 0 1 2 】

このような問題点を解決するために、被検体の所定方向に対して送信超音波を放射し、この送信超音波による反射波（受信超音波）を前記所定方向に隣接した複数方向から略同

50

時に受信して単位時間当たりのデータ量を増大させる所謂並列同時受信法が提案されている（例えば、非特許文献 1 参照。）。

【 0 0 1 3 】

但し、並列同時受信において送信ビームの中心軸と受信ビームの中心軸が異なる場合には送受信感度が劣化し、更に、並列同時受信方向が 3 方向以上の場合には、方位方向（超音波送受信方向に対して垂直な方向）に対して均一な送受信感度を得ることができなかった。

【 0 0 1 4 】

このような問題点を改善するために、1 回の超音波送信に用いる超音波振動子の素子数（開口）を低減する方法や、各振動素子の駆動信号振幅を配列方向に対して重み付けして送信音場のビーム幅を広げる方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【 0 0 1 5 】

一方、異なる複数の方向に対して超音波の送受信を同時に行なう方法が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。この方法では、配列された複数の超音波振動素子を所定の遅延時間を有した駆動信号によって駆動することにより所定方向に対して送信超音波を放射する際、複数の送信方向の各々に対応した遅延時間を有する駆動信号を合成して前記超音波振動素子に供給することにより複数方向に対する送信を略同時に行なっている。

【非特許文献 1】河野俊彦他、循環器用超音波診断装置のハイフレームレート化の検討、日本超音波医学会論文集、55, 727 (1989)

【特許文献 1】特開平 3 - 155843 号公報（第 4 - 6 頁、第 1 - 9 図）

【特許文献 2】米国特許第 5856955 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 6 】

特許文献 1 の方法によれば、送信音場のビーム幅を広げることによって従来法（即ち、並列同時受信を行なわない場合と同程度の送信音場を用いた場合）より改善されるものの、収束された送信音場を用いているため受信音場に対応させてビーム幅を広げることは困難であり、このため、以下に述べる送受信音場の歪（以下では、ビーム曲がりと呼ぶ。）や送受信感度における不均一の問題が依然として残存する。

【 0 0 1 7 】

図 18 は、従来法あるいは上記特許文献 1 の方法の第 1 の問題点であるビーム曲がりについて、又、図 19 は、上述の方法の第 2 の問題点である受信感度の不均一について示している。

【 0 0 1 8 】

図 18 (a) は、凸面上に超音波振動子が配列されたコンベックス走査用超音波プローブを用い、所定方向（送信音場の中心軸方向）に対して超音波送信を行なった場合の送信音場（実線）とこの送信音場と重複して形成される複数の受信音場（破線）による並列同時受信を示している。尚、この図では説明を簡単にするために送信音場 B_t の端部に対応した受信音場 B_{r-1} 及び B_{r-3} と送信音場 B_t の中央部に位置した受信音場 B_{r-2} のみを示している。

【 0 0 1 9 】

従来の並列同時受信法における送信超音波は、非並列同時受信の場合と同様にして、被検体の所定位置（深さ）に収束されており、この領域に超音波エネルギーが集中する。一方、受信超音波は、受信タイミングに対応して収束点を順次深部方向に移動させる所謂ダイナミック収束法が適用され、深部方向に連続して収束された受信音場を形成することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

ところで、このような場合に超音波受信感度は送信音場と受信音場の積（即ち、送受信音場）によって決定される。そして、図 18 (a) に示した送信音場 B_t と、この送信音場 B_t の端部に位置する受信音場（例えば、受信音場 B_{r-1}）によって形成される送受

10

20

30

40

50

信音場では、収束領域における送信音場が送受信音場に特に大きな影響を及ぼす。その結果、図18(b)に示すように送信音場の中心方向にビーム曲りが発生し、このようなビーム曲りを有した送受信音場Bo-1あるいは図示しない送受信音場Bo-3によって生成される超音波画像データにおいて画像歪が生ずる。

【0021】

次に、図19(a)は、上記並列同時受信の方位方向における送信音場パターン、受信音場パターン及び送受信音場パターンを模式的に示したものであり、送信音場の端部における送信音場の音圧は中央部より小さい。このため、同時受信方向が3方向以上設定された場合には送受信音場パターンの大きさ(即ち、送受信感度)は方位方向で不均一となり、この不均一な送受信音場によって生成される超音波画像データ上では濃淡の縞模様が発生して画質が劣化する。又、送信音場の端部における受信感度の著しい低下は、Bモード画像データの画質を劣化させるのみならずカラードプラ画像データの生成における流速値や分散値等の推定を困難にする。

10

【0022】

又、上述の感度の不均一の改善を目的として図19(b)のように送信音場パターンを方位方向に広げた場合には、画像データの生成に関与しない領域に無駄な送信超音波のエネルギーが放射され、受信感度を低下させるのみならず、サイドローブや多重反射による虚像(アーチファクト)の発生頻度が増大する。

【0023】

即ち、上述のビーム曲がりや受信感度の不均一、更には受信感度の劣化は超音波画像データの画質を劣化させ、その診断能を低下させる。

20

【0024】

一方、心臓のように動きの激しい臓器に対して並列同時受信を行なう場合、臓器の動きの影響を低減し空間的な連続性に優れた画像データを得るためには隣接した超音波送受信方向に対して並列同時受信を行なう必要がある。このような並列同時受信に上述の特許文献2の方法を適用した場合送信超音波の干渉(合成)が生ずるため、並列同時受信における複数の受信方向の感度を均一に設定することが困難となる。

【0025】

本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、並列同時受信における送受信音場のビーム曲りを排除すると共に、各並列受信方向における送受信感度の低下や不均一を低減させることによって、リアルタイム性と画質に優れた超音波画像データの生成が可能な超音波診断装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0026】

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、配列された複数の振動素子を備えた超音波プローブと、前記振動素子の中から複数の振動素子からなる受信用振動素子群と複数の送信用振動素子群を選択する素子選択手段と、前記複数の送信用振動素子群の各々を駆動して被検体の複数方向に対し超音波を略同時に送信する送信手段と、前記受信用振動素子群によって得られた前記被検体からの超音波反射波に基づく受信信号を整相加算処理することによって複数方向に対応した整相加算信号を生成する並列受信手段と、前記被検体に対する超音波の送信方向及び受信方向を制御する送受信方向制御手段と、前記並列受信手段によって得られた整相加算信号に基づいて画像データを生成する画像データ生成手段を備え、前記素子選択手段は、前記複数の送信用振動素子群による各々の送信音場が合成されて前記送信音場より広いビーム幅を有した合成送信音場が形成されるように前記送信用振動素子群の選択を行なうことを特徴としている。

40

【0027】

又、請求項5に係る本発明の超音波診断装置は、配列された複数の振動素子を備えた超音波プローブと、前記複数の振動素子あるいは前記複数の振動素子の1部から構成された送信用振動素子群に対し複数の送信信号群を供給し被検体の複数方向に対して超音波を略同時に送信する送信手段と、前記複数の振動素子あるいは前記複数の振動素子の1部から

50

構成された受信用振動素子群によって得られた前記被検体からの超音波反射波に基づく受信信号を整相加算処理することによって複数方向に対応する整相加算信号を生成する並列受信手段と、前記被検体に対する超音波の送信方向及び受信方向を制御する送受信方向制御手段と、前記並列受信手段によって得られた整相加算信号に基づいて画像データを生成する画像データ生成手段を備え、前記送信手段は、前記送信用振動素子群による各々の送信音場を合成し前記送信音場より広いビーム幅を有した合成送信音場を形成することを特徴としている。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、並列同時受信における送受信音場のビーム曲りあるいは各並列受信方向における送受信感度の低下と不均一を低減することが可能となる。このため、リアルタイム性と画質に優れた超音波画像データの生成が可能となり、診断能が大幅に向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【実施例1】

【0030】

以下に述べる本発明の第1の実施例の第1の特徴は、凸面上に超音波振動素子（以下、振動素子と呼ぶ。）が1次元配列されたコンベックス走査用の超音波プローブを用いて並列同時受信を行なう際に、隣接した複数の振動素子で構成された第1の送信用振動素子群とこの第1の送信用振動素子群に対して所定間隔離れた第2の送信用振動素子群を略同時に駆動し、各々の送信用振動素子群から放射された送信超音波を合成することによって広いビーム幅を有した送信音場を形成することにある。

【0031】

又、本実施例の第2の特徴は、前記第1の送信用振動素子群及び前記第2の送信用振動素子群における各振動素子を駆動する際に、駆動信号の振幅を振動素子配列方向に対して Sinc 関数をベースとした重み付けを行なうことにより方位方向に均一な送信音場を得ることにある。

【0032】

（装置の構成）

以下では、本発明の第1の実施例における超音波診断装置の構成と各ユニットの基本動作につき図1乃至図6を用いて説明する。尚、図1は、本実施例における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及び図6は、この超音波診断装置を構成する送受信部及びデータ生成部を示すブロック図である。

【0033】

図1に示す超音波診断装置100は、凸面上に1次元配列された複数の（ $M1$ 個）の振動素子を備え被検体に対して超音波の送受信を行なうコンベックス走査用の超音波プローブ3と、 $M1$ 個の振動素子の中から選択された隣接する $M2$ 個の振動素子からなる第1の送信用振動素子群とこの第1の送信用振動素子群に対し $M0$ 素子シフトして選択された隣接する $M2$ 個の振動素子からなる第2の送信用振動素子群の各々に対して駆動信号を供給すると共に、前記 $M1$ 個の振動素子の中から選択された隣接する $M4$ 個の振動素子からなる受信用振動素子群から得られた受信信号に対し M 方向並列同時受信のための整相加算を行なう送受信部2を備えている。

【0034】

又、超音波診断装置100は、送受信部2から得られた受信信号を信号処理してBモードデータ及びカラードブラデータを生成するデータ生成部4と、このデータ生成部4において生成された上記データを保存して2次元あるいは3次元のBモード画像データ及びカラードブラ画像データを生成する画像データ生成記憶部5と、得られた画像データを表示する表示部6を備えている。

【0035】

10

20

30

40

50

更に、超音波診断装置 100 は、送受信部 2 及びデータ生成部 4 に対して送信超音波の中心周波数と略等しい周波数の連続波あるいは矩形波を供給する基準信号発生部 1 と、操作者によって被検体情報や装置の初期設定情報、更には各種コマンド信号等が入力される入力部 7 と、超音波診断装置 100 の各ユニットを統括的に制御するシステム制御部 8 を備えている。

【0036】

超音波プローブ 3 は、被検体の表面に対してその前面を接触させ超音波の送受信を行なうものであり、被検体との接触面には M 1 個の振動素子が凸状に 1 次元配列されている。この振動素子は電気音響変換素子であり、送信時には電氣的なパルス（駆動信号）を超音波パルス（送信超音波）に変換し、又、受信時には超音波反射波（受信超音波）を電気信号（受信信号）に変換する機能を有している。

10

【0037】

次に、図 2 に示した送受信部 2 は、後述する素子選択部 22 により前記 M 1 個の振動素子の中から選択された隣接する M 2 個の振動素子から構成される第 1 の送信用振動素子群及び第 2 の送信用振動素子群に対し駆動信号を供給する送信部 21 と、素子選択部 22 によって選択された隣接する M 4 個の振動素子から構成される受信用振動素子群から得られた受信信号に対し M 方向並列同時受信のための整相加算を行なう受信部 23 と、第 1 の送信用振動素子群、第 2 の送信用振動素子群及び受信用振動素子群を選択して送信部 21 及び受信部 23 との接続を行なう素子選択部 22 と、この素子選択部 22 を制御する素子選択制御部 24 を備えている。

20

【0038】

送信部 21 は、レートパルス発生器 211 と、送信信号生成回路 212 と、送信振幅制御回路 213 と、送信遅延回路 214 と、送信信号合成回路 215 と、駆動回路 216 を備えている。

【0039】

レートパルス発生器 211 は、基準信号発生部 1 から供給される連続波を分周することによって送信超音波の繰り返し周期を決定するレートパルスを生成する。又、送信信号生成回路 212 は、レートパルス発生器 211 から供給されるレートパルスのタイミングに同期して第 1 の送信用振動素子群及び第 2 の送信用振動素子群における M 2 個の振動素子に対応した所定振幅の送信信号 P_1 乃至 P_{M2} を生成する。尚、送信信号 P_1 乃至 P_{M2} の振幅 a_1 乃至 a_{M2} は、送信振幅制御回路 213 から供給される振幅分布情報に基づいて設定される。

30

【0040】

一方、送信振幅制御回路 213 は、システム制御部 8 から供給される重み付け関数に基づいて第 1 の送信用振動素子群及び第 2 の送信用振動素子群に対する送信信号の振幅分布を算出し、得られた振幅分布情報を送信信号生成回路 212 に供給する。

【0041】

図 3 は、送信信号生成回路 212 によって生成される送信信号 P_1 乃至 P_{M2} の信号振幅 a_1 乃至 a_{M2} を示したものであり、信号振幅 a_1 乃至 a_{M2} は、例えば、送信振幅制御回路 213 から供給される Sinc 関数 ($\text{Sinc}(y) = \sin y / y$) の振幅分布情報に基づいて設定される。

40

【0042】

又、送信遅延回路 214 は、第 1 の送信用振動素子群の振動素子に対する送信信号の送信遅延時間を設定する送信遅延回路 214a と、第 2 の送信用振動素子群の振動素子に対する送信信号の送信遅延時間を設定する送信遅延回路 214b から構成されている。そして、M 2 チャンネルから構成された送信遅延回路 214a 及び 214b の各々は、送信信号生成回路 212 から供給される送信信号 P_1 乃至 P_{M2} に対し送信超音波を所定距離に収束させるための遅延時間を与える。

【0043】

一方、送信信号合成回路 215 は、送信遅延回路 214a にて上述の遅延時間が与えら

50

れた送信信号 $P a_1$ 乃至 $P a_{M_2}$ と送信遅延回路 214b にて前記遅延時間が与えられた送信信号 $P b_1$ 乃至 $P b_{M_2}$ を後述の素子選択制御部 24 から供給される素子選択情報に基づいて合成し、 M_3 チャンネル ($M_2 < M_3 < M_1$) の送信信号 $P c_1$ 乃至 $P c_{M_3}$ を生成する。尚、素子選択情報に基づく送信信号 $P a_1$ 乃至 $P a_{M_2}$ 及び送信信号 $P b_1$ 乃至 $P b_{M_2}$ の合成の詳細については後述する。

【0044】

そして、駆動回路 216 は、送信信号合成回路 215 における合成によって生成された送信信号 $P c_1$ 乃至 $P c_{M_3}$ を増幅し、素子選択部 22 によって選択接続された第 1 の送信用振動素子群及び第 2 の送信用振動素子群の振動素子を駆動するための駆動信号を生成する。

10

【0045】

次に、受信部 23 は、 M_4 チャンネルから構成されるプリアンプ 231 及び A/D 変換器 232 と、チャンネル選択回路 233 と、 M チャンネルのビームフォーマ 234-1 乃至 234-M を備えている。プリアンプ 231 は、素子選択部 22 から供給される M_4 チャンネルの受信信号を増幅して十分な S/N を確保するためのものであり、その初段部には送信部 21 の駆動回路 216 において発生する高電圧の駆動信号から保護するための図示しないリミッタ回路が設けられている。

【0046】

プリアンプ 231 において所定の大きさに増幅され、A/D 変換器 232 にてデジタル信号に変換された M_4 チャンネルの受信信号に対して、チャンネル選択回路 233 は、 M 方向の並列同時受信を行うために M_4 チャンネルの中の隣接する M_5 チャンネル ($M_5 < M_4$) を M 箇所を選択し、 M_5 チャンネルから構成される受信信号群の各々をビームフォーマ 234-1 乃至 234-M に供給する。

20

【0047】

ビームフォーマ 234-1 乃至 234-M の各々は、図示しない遅延回路と加算回路を有し、A/D 変換器 232 においてデジタル信号に変換されチャンネル選択回路 233 で選択された M_5 チャンネルの受信信号群に対して、所定の深さからの超音波反射波を収束するための収束用遅延時間を与えた後加算合成（整相加算）する。この場合、受信タイミングに伴って焦点領域が深部に順次変更される所謂ダイナミックフォーカスを行なうことによって、深さによらずに略均一なビーム幅を有した受信音場が形成される。

30

【0048】

次に、上述の素子選択部 22 による第 1 の送信用振動素子群、第 2 の送信用振動素子群及び受信用振動素子群の選択と、チャンネル選択回路 233 によって生成される M 個の受信信号群につき図 4 を用いて説明する。

【0049】

図 4 は、隣接した M 方向に対して並列同時受信を行なう際の第 1 の送信用振動素子群及び第 2 の送信用振動素子群と受信用振動素子群の選択方法を模式的に示したものであり、説明を簡単にするために第 1 及び第 2 の送信用振動素子群における振動素子数 M_2 を 6、第 1 の送信用振動素子群と第 2 の送信用振動素子群のシフト素子数 M_0 を 2、受信用振動素子群における振動素子数 M_4 を 8、整相加算チャンネル数 M_5 を 5、並列同時受信の受信方向数 M を 4 としているが、これらに限定されるものではない。

40

【0050】

この場合、第 1 の送信用振動素子群の中の 4 個の振動素子は第 2 の送信用振動素子群の振動素子として共通に使用され、従がって、1 回の超音波送信において同時に使用される送信用振動素子群（以下、第 3 の送信用振動素子群と呼ぶ。）の素子数 M_3 は 8 となる。

【0051】

即ち、図 4 に示したコンベックス走査用の超音波プローブ 3 を用いて任意の隣接した 4 方向に対し並列同時受信を行なう場合、素子選択部 22 は、超音波プローブ 3 において凸面状に配列された振動素子 32-1 乃至 32-M1 の中から振動素子 32-X 乃至 32-(X+7) を第 3 の送信用振動素子群及び受信用振動素子群として選択する。尚、選択さ

50

れたこれらの振動素子のうち振動素子 $32 - X$ 乃至 $32 - (X + 5)$ は第 1 の送信用振動素子群として、又、振動素子 $32 - (X + 2)$ 乃至 $32 - (X + 7)$ は第 2 の送信用振動素子群として機能するが、その詳細は後述する。

【0052】

上述の振動素子 $32 - X$ 乃至 $32 - (X + 7)$ から得られた $8 (M4 = 8)$ チャンネルの受信信号は、チャンネル選択回路 233 において隣接した振動素子 $32 - X$ 乃至 $32 - (X + 4)$ 、振動素子 $32 - (X + 1)$ 乃至 $32 - (X + 5)$ 、振動素子 $32 - (X + 2)$ 乃至 $32 - (X + 6)$ 、振動素子 $32 - (X + 3)$ 乃至 $32 - (X + 7)$ から得られた 5 チャンネルの受信信号からなる 4 個 ($M = 4$) の受信信号群に纏められ、これらの受信信号群の各々はビームフォーマ $234 - 1$ 乃至 $234 - M$ に供給される。

10

【0053】

即ち、振動素子 $32 - X$ 乃至 $32 - (X + 4)$ の受信信号はビームフォーマ $234 - 1$ に供給され、振動素子 $32 - (X + 1)$ 乃至 $32 - (X + 5)$ 、振動素子 $32 - (X + 2)$ 乃至 $32 - (X + 6)$ 、振動素子 $32 - (X + 3)$ 乃至 $32 - (X + 7)$ の各受信信号は夫々ビームフォーマ $234 - 2$ 乃至ビームフォーマ $234 - 4$ に供給される。そして、ビームフォーマ $234 - 1$ 乃至 $234 - M$ の各々は、チャンネル選択回路 233 から供給される $M5$ チャンネルの受信信号に対してダイナミックフォーカスのための整相加算処理を行ない、振動素子 $32 - (X + 2)$ 乃至 $32 - (X + 5)$ を中心とした 4 つの受信音場を形成する。

【0054】

以上述べた送受信方法により、第 1 及び第 2 の送信用振動素子群によって形成された均一な合成送信音場の中に振動素子 $32 - (X + 2)$ 乃至 $32 - (X + 5)$ を中心とした 4 つの受信音場が形成され、4 方向の並列同時受信が行なわれる。この場合の超音波の送信方向及び受信方向は振動素子の配列面に対して垂直な方向に設定されるが、送信遅延回路 214 あるいはビームフォーマ 234 にて偏向用遅延時間を与えることにより送信音場及び受信音場を任意の方向に設定することも可能である。しかしながら、何れの場合においても、本実施例の並列同時受信では第 1 及び第 2 の送信用振動素子群による合成送信音場の中に複数個の受信音場が形成される。

20

【0055】

次に、送信部 21 の送信信号合成回路 215 における送信信号の合成方法につき図 5 を用いて説明する。尚、この場合も図 4 と同様にして第 1 及び第 2 の送信用振動素子群における振動素子数 $M2$ を 6、第 3 の送信用振動素子群における振動素子数 $M3$ を 8、第 1 の送信用振動素子群と第 2 の送信用振動素子群のシフト素子数 $M0$ を 2 としている。

30

【0056】

図 5 (a) は、図 2 に示した送信部 21 における送信信号生成回路 212 によって生成される 6 チャンネルの送信信号 P_1 乃至 P_6 であり、各々の送信信号の振幅は送信振幅制御回路 213 から供給される振幅分布情報に基づいて設定される。尚、この図では、端部ほど振幅が小さくなる振幅分布の送信信号を示しているが、実際には、図 3 の Sinc 関数をベースとした振幅分布が設定される。

【0057】

又、図 5 (b) は、送信遅延回路 214 a あるいは送信遅延回路 214 b において収束用遅延時間が与えられた第 1 の送信信号 Pa_1 乃至 Pa_6 あるいは第 2 の Pb_1 乃至 Pb_6 を示す。一方、図 5 (c) は、送信遅延回路 214 a 及び送信遅延回路 214 b の出力信号が素子選択制御部 24 から供給される素子選択情報に基づいて合成された合成送信信号 Pc_1 乃至 Pc_8 と、この合成送信信号 Pc_1 乃至 Pc_8 が駆動回路 216 を介して供給される振動素子 $32 - X$ 乃至 $32 - (X + 7)$ を対応させて示している。

40

【0058】

即ち、この場合、図 4 に示すように第 1 の送信用振動素子群と第 2 の送信用振動素子群は 2 素子分離れて選択されているため、図 5 (b) に示した 6 チャンネルの第 1 の送信信号 Pa_1 乃至 Pa_6 と第 2 の送信信号 Pb_1 乃至 Pb_6 は 2 素子分シフトさせて合成され

50

る。従がって、第 1 及び第 2 の送信用振動素子群として使用される振動素子 3 2 - (X + 2) には送信信号 P a₃ と P b₁ が、振動素子 3 2 - (X + 3) には送信信号 P a₄ と P b₂ が、振動素子 3 2 - (X + 4) には送信信号 P a₅ と P b₃ が、振動素子 3 2 - (X + 5) には送信信号 P a₆ と P b₄ が合成された合成送信信号が駆動回路 2 1 6 及び素子選択部 2 2 を介して与えられる。

【 0 0 5 9 】

図 1 に戻って、データ生成部 4 は、上述の受信部 2 3 のビームフォーマ 2 3 4 - 1 乃至 2 3 4 - M から出力された M チャンネルの受信信号を信号処理して B モードデータを生成する B モードデータ生成部 4 1 と、前記受信信号を信号処理してカラードブラデータを生成するカラードブラデータ生成部 4 2 を備えている。

10

【 0 0 6 0 】

図 6 に示したデータ生成部 4 の B モードデータ生成部 4 1 は、包絡線検波器 4 1 1 と対数変換器 4 1 2 を備えている。この包絡線検波器 4 1 1 は、送受信部 2 の受信部 2 3 におけるビームフォーマ 2 3 4 - 1 乃至 2 3 4 - M から出力された M チャンネルの受信信号に対して包絡線検波を行ない、対数変換器 4 1 2 は、この包絡線検波後の受信信号に対する対数変換処理によって小さな信号振幅を相対的に強調して M 個の並列同時受信方向に対する B モードデータを生成する。

【 0 0 6 1 】

一方、データ生成部 4 のカラードブラデータ生成部 4 2 は、 $\pi / 2$ 移相器 4 2 1、ミキサ 4 2 2 - 1 及び 4 2 2 - 2、LPF (低域通過フィルタ) 4 2 3 - 1 及び 4 2 3 - 2 を備えており、送受信部 2 の受信部 2 3 から供給された M チャンネルの受信信号に対して直交位相検波を行なって複素信号 (I 信号と Q 信号) を生成する。

20

【 0 0 6 2 】

更に、カラードブラデータ生成部 4 2 は、ドブラ信号記憶部 4 2 4、MTI フィルタ 4 2 5 及び自己相関演算器 4 2 6 を備えている。そして、直交位相検波によって得られた複素信号は、ドブラ信号記憶部 4 2 4 に一旦保存され、次いで、高域通過用のデジタルフィルタである MTI フィルタ 4 2 5 は、ドブラ信号記憶部 4 2 4 に保存された前記複素信号を読み出し、この複素信号に対して臓器の固定反射体あるいは臓器の呼吸性移動や拍動性移動などに起因するドブラ成分 (クラッタ成分) の除去を行なう。又、自己相関演算器 4 2 6 は、MTI フィルタ 4 2 5 によって抽出された血流情報のドブラ信号に対して自己相関値を算出し、更に、この自己相関値に基づいて血流の平均流速値、分散値及びパワー値を算出して M 個の並列同時受信方向に対するカラードブラデータを生成する。

30

【 0 0 6 3 】

再び図 1 に戻って、画像データ生成記憶部 5 は、データ生成部 4 において M 個のラスト単位で生成される B モードデータ及びカラードブラデータを順次保存して、2 次元あるいは 3 次元の B モード画像データ及びカラードブラ画像データを生成する。

【 0 0 6 4 】

表示部 6 は、図示しない表示データ生成回路、変換回路及びモニタを備えており、表示データ生成回路は、画像データ生成記憶部 5 において生成された B モード画像データやカラードブラ画像データに対し所定の表示形態に対応した走査変換処理を行なって表示データを生成する。次いで、前記変換回路は、この表示データに対して D / A 変換とテレビフォーマット変換を行ない前記モニタに表示する。

40

【 0 0 6 5 】

一方、入力部 7 は、操作パネル上に表示パネルやキーボード、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を備え、患者情報の入力、データ収集条件、表示条件等の設定、更には、種々のコマンド信号の入力等を行なう。特に、本実施例では、並列同時受信の方向数 M、第 1 の送信用振動素子群及び第 2 の送信用振動素子群における振動素子数 M 2、第 3 の送信用振動素子群における振動素子数 M 3、更には、受信用振動素子群における振動素子数 M 4、整相加算における受信信号群のチャンネル数 M 5、更には駆動信号の重み付け関数等の設定を行なう。但し、上述の送信用及び受信用の振動素

50

子数や重み付け関数等は、使用する超音波プローブ3の情報(例えば、プローブID)と並列同時受信の方向数Mの情報に基づいて自動設定してもよい。

【0066】

システム制御部8は、図示しないCPUと記憶回路を備え、操作者によって入力部7から入力あるいは設定される上述の各種情報は前記記憶回路に保存される。そして、前記CPUは、これらの情報に基づいて、送受信部2、データ生成部4、更には画像データ生成記憶部5の制御やシステム全体の制御を統括して行なう。又、システム制御部8は、送受信部2における素子選択制御部24と受信部23に対して制御信号を供給し、第1及び第2の送信用振動素子群によって形成された送信音場内のM方向に対して並列同時受信を行なうための制御と、第1及び第2の送信用振動素子群と受信信用振動素子群を振動子配列方向に順次シフトすることによって被検体に対しコンベックス走査の制御を行なう。

10

【0067】

(画像データの生成手順)

次に、本実施例における画像データの生成手順につき図7のフローチャートに沿って説明する。但し、説明を容易にするために第3の送信用振動素子群の振動素子数M3と受信信用振動素子群の振動素子数M4は等しい場合について述べるが、これに限定されない。

【0068】

超音波診断装置100の操作者は、先ず、図1の入力部7において超音波プローブ3のプローブIDや画像データの収集に必要な諸条件を初期設定し、これらの入力情報は、システム制御部8の図示しない記憶回路に保存される。上記諸条件として、並列同時受信の方向数M、第1の送信用振動素子群及び第2の送信用振動素子群における振動素子数M2、第3の送信用振動素子群における振動素子数M3、受信信用振動素子群における振動素子数M4($M4 = M3$)、整相加算における受信信号群のチャンネル数M5、駆動信号の重み付け関数等がある(図7のステップS1)。

20

【0069】

そして、上記の初期設定が終了したならば、操作者は、超音波プローブ3の先端(超音波送受信面)を被検体体表面上の所定位置に固定し、超音波の送受信を開始する。このとき、システム制御部8は、自己の記憶回路に一旦保存した第1及び第2の送信用振動素子群の振動素子数M2、第3の送信用振動素子群の振動素子数M3及び受信信用振動素子群の振動素子数M3の情報を送受信部2の素子選択制御部24に、整相加算における受信信号群のチャンネル数M5及び並列同時受信における受信方向数Mの情報を受信部23のチャンネル選択回路233に、更には、駆動信号の重み付け関数に関する情報を送信部21の送信振幅制御回路213に夫々供給する。

30

【0070】

一方、送信部21の送信振幅制御回路213は、システム制御部8から供給された駆動信号振幅の重み付け関数に基づいて例えばSinc関数による送信信号振幅値を算出し、この算出結果を送信信号生成回路212に供給する(図7のステップS2)。

【0071】

次に、最初の走査方向に対する超音波送受信に際し、素子選択制御部24は、システム制御部8から供給された上述の送信時における振動素子数M2及びM3の情報と受信時における振動素子数M3の情報に基づいて素子選択部22の図示しないマルチプレクサに対し制御信号を供給し、素子選択部22は、最初の走査方向の超音波送受信に用いる第1の送信用振動素子群の振動素子32-1乃至32-M2と第2の送信用振動素子群の振動素子32-(M0+1)乃至32-(M0+M2)を選択する。但し、上記M0(M0素子)は、第1の送信用振動素子群と第2の送信用振動素子群のシフト素子数を示す(図7のステップS3)。

40

【0072】

一方、図2のレートパルス発生器211は、基準信号発生部1から供給される基準信号を分周することによって超音波パルスの繰り返し周期Trを決定するレートパルスを生成し送信信号生成回路212に供給する。

50

【 0 0 7 3 】

送信信号生成回路 2 1 2 は、このレートパルスに同期したインパルスあるいは所定波形形状の送信信号を M 2 チャンネル分生成し、更に、送信振幅制御回路 2 1 3 から供給された送信信号振幅値に基づいて前記 M 2 チャンネルの送信信号における振幅を設定する。次いで、送信遅延回路 2 1 4 a 及び 2 1 4 b は、振幅が設定された M 2 チャンネルの送信信号に対して送信超音波を収束するための遅延時間を与え、第 1 の送信信号と第 2 の送信信号を生成する（図 7 のステップ S 4）。

【 0 0 7 4 】

一方、送信信号合成回路 2 1 5 は、素子選択制御部 2 4 から供給される振動素子数 M 2 及び M 3 から算出される第 1 の送信用振動素子群と第 2 の送信用振動素子群のシフト量（シフト素子数）M 0 に基づき、送信遅延回路 2 1 4 a 及び 2 1 4 b の各々から出力される M 2 チャンネルの第 1 の送信信号と第 2 の送信信号を合成して M 3 チャンネルの合成送信信号を生成し駆動回路 2 1 6 に供給する（図 7 のステップ S 5）。

10

【 0 0 7 5 】

そして、駆動回路 2 1 6 は、M 3 チャンネルの合成送信信号を増幅して駆動信号を生成し、素子選択部 2 2 を介して超音波プローブ 3 の振動素子 3 2 - 1 乃至 3 2 - M 3（ $M 3 = M 0 + M 2$ ）に供給し送信超音波を送信する（図 7 のステップ S 6）。

【 0 0 7 6 】

振動素子 3 2 - 1 乃至 3 2 - M 3 の駆動によって被検体に放射された送信超音波の一部は、音響インピーダンスの異なる臓器間の境界面あるいは組織にて反射する。又、この超音波が心臓壁や血球などの動きのある反射体で反射する場合、その超音波周波数はドブラ

20

偏移を受ける。

【 0 0 7 7 】

被検体の組織や血球にて反射した超音波反射波（受信超音波）は、既に素子選択部 2 2 において選択されている受信用の振動素子 3 2 - 1 乃至 3 2 - M 3 で受信されて電気信号（受信信号）に変換される。更に、この受信信号は、素子選択部 2 2 を介して受信部 2 3 に供給され、受信部 2 3 のプリアンプ 2 3 1 にて所定の大きさに増幅された後、A / D 変換器 2 3 2 にてデジタル信号に変換される。

【 0 0 7 8 】

デジタル信号に変換された M 3 チャンネルの受信信号は、チャンネル選択回路 2 3 3 に供給され、チャンネル選択回路 2 3 3 は、これら M 3 チャンネルの受信信号の中から隣接した M 5 チャンネル（ $M 5 < M 4$ ）の受信信号群を M 個選択し（図 4 参照）、これら M 個の受信信号群をビームフォーマ 2 3 4 - 1 乃至 2 3 4 - M に供給する。

30

【 0 0 7 9 】

即ち、振動素子 3 2 - 1 乃至 3 2 - M 5 によって得られた M 5 チャンネルの受信信号群はビームフォーマ 2 3 4 - 1 に、又、振動素子 3 2 - 2 乃至 3 2 -（ $M 5 + 1$ ）によって得られた M 5 チャンネルの受信信号群はビームフォーマ 2 3 4 - 2 に夫々供給される。同様にして、振動素子 3 2 - 3 乃至 3 2 -（ $M 5 + 2$ ）、振動素子 3 2 - 4 乃至 3 2 -（ $M 5 + 3$ ）・・・によって得られた受信信号群はビームフォーマ 2 3 4 - 3、ビームフォーマ 2 3 4 - 4・・・に供給される。そして、ビームフォーマ 2 3 4 - 1 乃至 2 3 4 - M の各々は、M 5 チャンネルの受信信号を整相加算してダイナミックフォーカスを行なう。

40

【 0 0 8 0 】

ビームフォーマ 2 3 4 - 1 乃至 2 3 4 - M において整相加算された M チャンネルの受信信号は、図 6 のデータ生成部 4 における B モードデータ生成部 4 1 に供給され、包絡線検波と対数変換がなされた後、図 1 の画像データ生成記憶 5 における B モードデータ記憶領域に保存される。

【 0 0 8 1 】

一方、最初の走査方向に対するカラードブラデータの生成に際し、送信用振動素子 3 2 - 1 乃至 3 2 - M 3 及び受信用振動素子 3 2 - 1 乃至 3 2 - M 3 を用い、上述と同様な手順により前記走査方向に対し連続した複数回（L 回）の超音波送受信を行ない、このとき

50

得られた受信信号に対してドブラ信号を検出する。

【0082】

即ち、システム制御部8は素子選択制御部24を制御し、振動素子32-1乃至32-M3を選択してカラードブラ用の超音波送受信を行なう。そして、得られたMチャンネルの受信信号をカラードブラデータ生成部42に供給し、ミキサ422-1、422-2及びLPF423-1、423-2による直交位相検波から複素信号を生成する。次いで、この複素信号の実数成分(I成分)及び虚数成分(Q成分)の各々をドブラ信号記憶部424に一旦保存する。同様にして、同一の振動素子群を用いた2回目乃至L回目の超音波送受信によって得られた受信信号についても同様な手順によって複素信号を収集し、ドブラ信号記憶部424に保存する。

10

【0083】

振動素子32-1乃至32-M3を用いたL回の超音波送受信によって得られたMチャンネルの複素信号の保存が終了したならば、システム制御部8は、ドブラ信号記憶部424に保存されているMチャンネルの複素信号の各々において所定位置(深さ)に対応したL個の複素信号成分を順次読み出し、MTIフィルタ425に供給する。そして、MTIフィルタ425は、供給された複素信号成分に対してフィルタ処理を行ない、例えば生体組織などの固定反射体からの反射波成分や心筋などの組織の運動によって生ずる組織ドブラ成分(クラッタ成分)を排除して血流の流れに起因する血流ドブラ成分を抽出する。

【0084】

次いで、血流ドブラ成分の複素信号が前記MTIフィルタ425から供給された自己相関演算器426は、この複素信号を用いて自己相関処理を行ない、更に、自己相関処理結果に基づいて血流の平均速度値、分散値、パワー値などを算出する。このような演算を、他の位置(深さ)に対しても行ない、算出された血流の平均速度値、分散値、更にはパワー値などを図1の画像データ生成記憶部5におけるカラードブラデータ記憶領域に保存する。

20

【0085】

即ち、画像データ生成記憶部5のBモードデータ記憶領域及びカラードブラデータ記憶領域には、振動素子32-1乃至32-M5、振動素子32-2乃至32-(M5+1)、・・・からの受信信号群の整相加算により、第1の走査方向に対応したM個の並列同時受信方向のBモードデータ及びカラードブラデータが保存される(図7のステップS7)

30

【0086】

同様の手順によって、システム制御部8は素子選択制御部24を制御して、振動素子32-(M3+1)乃至32-2M3による第2の走査方向の超音波送受信、振動素子32-(2M3+1)乃至32-3M3による第3の走査方向の超音波送受信、・・・を第Nの走査方向まで繰り返し、夫々の走査方向におけるM方向の並列同時受信によって得られたBモードデータとカラードブラデータをデータ記憶部6のBモードデータ記憶領域及びカラードブラデータ記憶領域に保存する(図7のステップS3乃至S7)。

【0087】

上述の手順によって、第1の走査方向乃至第Nの走査方向の各々におけるM方向から得られたBモードデータとカラードブラデータは画像データ生成記憶部5に順次保存され、2次元あるいは3次元のBモード画像データ及びカラードブラ画像データが生成される。そして、表示部6の表示データ生成回路は、画像データ生成記憶部5において生成されたBモード画像データ及びカラードブラ画像データに対して所定の表示形態に対応した走査変換等の処理を行なって表示データを生成し、この表示データは、変換回路においてD/A変換とテレビフォーマット変換が行われモニタに表示される(図7のステップS8)。

40

【0088】

(送信音場の均一性)

次に、本実施例における第1の送信用振動素子群及び第2の送信用振動素子群によって形成される送信音場につき図8及び図9を用いて説明する。図8は、既に示した図4の場

50

合と同様にして第 1 及び第 2 の送信用振動素子群における素子数 M_2 を 6、第 3 の送信用振動素子群における素子数 M_3 を 8 とした場合に形成される送信音場について示したものであり、第 1 の送信用振動素子群を構成する振動素子 $32 - X$ 乃至 $32 - (X + 5)$ によって形成される第 1 の送信音場 B_{t1} を実線で、又、第 2 の送信用振動素子群を構成する振動素子 $32 - (X + 2)$ 乃至 $32 - (X + 7)$ によって形成される第 2 の送信音場 B_{t2} を破線で、更に第 1 の送信音場と第 2 の送信音場が合成されて形成された第 3 の送信音場（以下、合成音場と呼ぶ。） B_{t3} を一点鎖線で示している。

【0089】

尚、第 1 の送信音場 B_{t1} 及び第 2 の送信音場 B_{t2} の距離方向（図 8 の Z 方向）における $Z = 0$ の振動素子配列面から $Z = Z_0$ までの領域は近距離領域であり、 $Z = Z_0$ より遠方は収束領域である。そして、この収束領域において第 1 の送信音場 B_{t1} の端部と第 2 の送信音場 B_{t2} の端部は重なるようにして合成送信音場 B_{t3} が形成される。尚、上述の近距離領域と収束領域の境界 $Z = Z_0$ は第 1 及び第 2 の送信用振動素子群の幅（開口幅）や焦点距離、更には超音波周波数等によって一義的に決定される。

10

【0090】

一方、図 9 は、図 8 に示した第 1 の送信音場 B_{t1} 及び第 2 の送信音場 B_{t2} の $Z = Z_x$ ($Z_x > Z_0$) における方位方向の第 1 の送信音場パターン C_{t1} 及び第 2 の送信音場パターン C_{t2} と合成送信音場パターン C_{t3} を示したものである。通常、収束領域における送信音場パターンは、送信用振動素子群の大きさと送信用振動素子群に対する駆動信号振幅分布によって決定される開口関数をフーリエ変換することによって求めることができる。

20

【0091】

本実施例における送信信号生成回路 212 は、送信振幅制御回路 213 から供給される Sinc 関数の情報に基づいて第 1 の送信用振動素子群及び第 2 の送信用振動素子群に対する駆動信号の振幅分布を設定しており、従って、 $Z = Z_x$ では Sinc 関数のフーリエ変換によって決定される矩形形状の第 1 の送信音場パターン C_{t1} 及び第 2 の送信音場パターン C_{t2} が形成される。

【0092】

即ち、第 1 及び第 2 の送信用振動素子群の駆動振幅分布を Sinc 関数に基づいて設定することにより、これら送信用振動素子群によって形成される送信音場 B_{t1} 及び B_{t2} の方位方向（図 8 の X 方向）では、均一な強度のビーム幅 BW_1 及び BW_2 を有した第 1 の送信音場パターン C_{t1} 及び第 2 の送信音場パターン C_{t2} が得られ、送信音場 B_{t1} 及び送信音場 B_{t2} を合成して得られた合成送信音場 B_{t3} では、約 2 倍のビーム幅 WB_3 を有した均一でしかも端部が急峻に減衰した合成送信音場パターン C_{t3} を得ることができる。

30

【0093】

但し、上述のような X 方向に均一な合成送信音場パターン C_{t3} を生成するためには第 1 の送信音場と第 2 の送信音場をその端部が重なるように合成することが重要であり、このような条件を満足するように、例えば、第 1 の送信用振動素子群と第 2 の送信用振動素子群とのシフト量 M_0 が決定される。

40

【0094】

図 10 は、本実施例の並列同時受信における送信音場パターン、受信音場パターン及び送受信音場パターンを示したものであり、図 10 (a) は、合成送信音場パターン C_{t3} と 4 方向の並列同時受信における受信音場パターン C_{r-1} 乃至 C_{r-4} を、又、図 10 (b) は、これらの合成送信音場パターン C_{t3} と受信音場パターン C_{r-1} 乃至 C_{r-4} によって形成される送受信音場パターン C_{o-1} 乃至 C_{o-4} を示している。この図からも明らかなように、 Sinc 関数に基づく振幅分布の駆動信号を用いた場合には、方位方向（X 方向）に対して略一様な大きさの送受信音場が得られる。

【0095】

以上述べた本発明の第 1 の実施例によれば、コンベックス走査用超音波プローブを用い

50

被検体の診断対象部位に対して並列同時受信を行なう際に、複数の送信用振動素子群の各々が形成する送信音場を合成することにより、広いビーム幅と均一な送信強度を有する合成送信音場を得ることができる。従がって方位方向に略一様でしかもビーム曲がりが大幅に低減された送受信音場が得られ、感度ムラや画像歪の無いBモード画像データやカラードブラ画像データを生成することが可能となる。

【0096】

又、本実施例によれば、送信用振動素子群を構成する振動素子に対してSinc関数をベースとした振幅分布の駆動を行なうことにより、均一性に優れしかも端部においては急峻な減衰特性を有した合成送信音場を得ることができる。従がって、並列同時受信が行なわれる領域以外に放射される送信超音波は微小となり送信エネルギーを有効に用いること

10

【0097】

即ち、本実施例の並列同時受信によれば、リアルタイム性と画質に優れた超音波画像データの生成が可能となり、診断能が大幅に向上する。

【実施例2】

【0098】

次に、本発明の第2の実施例について説明する。この第2の実施例の特徴は、直線状に振動素子が1次元配列されたセクタ走査用の超音波プローブを用いて並列同時受信を行なう際に、前記複数の振動素子の一部あるいは全てによって構成された送信用振動素子群に

20

【0099】

又、本実施例の第2の特徴は、前記第1の送信信号群及び前記第2の送信信号群の振幅分布を、Sinc関数をベースとして設定することにより方位方向において均一な送信音場を得ることにある。

【0100】

(装置の構成)

30

本発明の第2の実施例における超音波診断装置と上述の第1の実施例における超音波診断装置は特に送受信部の構成と超音波プローブにおいて顕著な差異がある。本実施例における超音波診断装置の構成と動作につき図11乃至図13を用いて説明する。

【0101】

図11は、本実施例における超音波診断装置の全体構成を示すブロック図であり、図12は、この超音波診断装置を構成する送受信部のブロック図である。尚、以下に述べる本実施例の超音波診断装置において、上述の第1の実施例のユニットと同一の動作及び機能を有したユニットは同一の符号を付加し、詳細な説明は省略する。

【0102】

図11に示す超音波診断装置200は、M1個の振動素子が直線状に1次元配列され被検体に対して超音波送受信を行なうセクタ走査用の超音波プローブ31と、前記振動素子に対して駆動信号を供給すると共に、これらの振動素子から得られた受信信号に対して整相加算を行なう送受信部26を備え、更に、第1の実施例の超音波診断装置100の場合と同様の機能を有するデータ生成部4、画像データ生成記憶部5、表示部6、基準信号発生部1、入力部7及びシステム制御部8を備えている。

40

【0103】

図12に示した送受信部26は、予め設定されたM2個(M2<M1)の送信用振動素子に対してM2チャンネルからなる駆動信号群を供給する送信部27と、M3個(M3<M1)の受信用振動素子から得られた受信信号に対して整相加算を行なう受信部28を備えている。

50

【0104】

そして、送信部27は、レートパルス発生器211と、送信信号生成回路212と、送信信号制御回路213と、送信遅延回路214と、送信信号合成回路215と、駆動回路216を備えている。

【0105】

送信遅延回路214は、送信信号生成回路212によって生成されたM2チャンネルの送信信号に対し、被検体の第1の方向- $\Delta\theta t$ に対する超音波の送信に必要な遅延時間を与えて第1の送信信号群を生成する送信遅延回路214aと前記被検体の第2の方向 $\Delta\theta t$ に対する超音波の送信に必要な遅延時間を与えて第2の送信信号群を生成する送信遅延回路214bを備えている。

10

【0106】

送信信号合成回路215は、第1の送信信号群と第2の送信信号群を合成して合成送信信号群を生成する。そして、駆動回路216は、合成送信信号群を増幅してM2チャンネルの駆動信号群を生成し、超音波プローブ31の隣接したM2個の送信用振動素子群を駆動して被検体の第1の方向- $\Delta\theta t$ 及び第2の方向 $\Delta\theta t$ に送信超音波を放射する。

【0107】

一方、受信部28は、M3チャンネルから構成されるプリアンプ231及びA/D変換器232と、Mチャンネルのビームフォーマ234-1乃至234-Mを備えている。そして、ビームフォーマ234-1乃至234-Mの各々はM3チャンネルの受信信号に対して整相加算を行ない、M方向からの受信信号を並列同時受信する。

20

【0108】

次に、送信部27の送信信号合成回路215における送信信号の合成方法につき図13の模式図を用いて説明する。尚、図13では、送信用振動素子群の振動素子数M2を8としているが、これに限定されない。

【0109】

図13(a)は、図12に示した送信部27の送信信号生成回路212によって生成されるM2チャンネルの送信信号であり、各々の送信信号の振幅は送信振幅制御回路213から供給される振幅分布情報に基づいて設定される。この場合も、端部ほど振幅が小さくなる振幅分布の送信信号を示しているが、実際には、Sinc関数をベースとした振幅分布が設定される。

30

【0110】

又、図13(b)は、送信遅延回路214aにおいて- $\Delta\theta t$ 方向に対する偏向用遅延時間と収束用遅延時間が与えられた第1の送信信号群と、送信遅延回路214bにおいて $\Delta\theta t$ 方向に対する偏向用遅延時間と収束用遅延時間が与えられた第2の送信信号群を示す。一方、図13(c)は、前記第1の送信信号群と前記第2の送信信号群を合成して生成された合成送信信号群と、この合成送信信号群が駆動回路216を介して供給される送信用振動素子群の振動素子32-1乃至32-8を対応させて示している。

【0111】

(画像データの生成手順)

次に、本実施例における画像データの生成手順につき図14のフローチャートに沿って説明する。尚、本実施例では、セクタ走査用の超音波プローブ31を使用し、第1の方向に対する送信音場と第2の方向に対する送信音場を合成することによって形成された合成送信音場に対してM段の並列同時受信を適用して被検体に対するBモード画像データ及びカラードブラ画像データの生成と表示を行なう場合について述べる。

40

【0112】

超音波診断装置100の操作者は、先ず、図11の入力部7において使用する超音波プローブ31のプローブIDや上記画像データの収集に必要な諸条件を入力し、これらの入力情報はシステム制御部8の図示しない記憶回路に保存される。上記諸条件として、例えば、並列同時受信の方向数M、送信時の振動素子数M2、受信時の振動素子数M3、駆動信号の重み付け関数等がある。但し、以下では受信用振動素子数M3は送信用振動素子数

50

M 2 と等しい場合について述べるが、これに限定されない（図 1 4 のステップ S 1 1 ）。

【 0 1 1 3 】

上記初期設定が終了したならば、操作者は、超音波プローブ 3 1 の先端（超音波送受信面）を被検体体表面上の所定位置に固定し、超音波の送受信を開始する。このとき、システム制御部 8 は、自己の記憶回路に一旦保存された駆動信号の重み付け関数に関する情報を送信部 2 7 の送信振幅制御回路 2 1 3 に供給する。一方、送信部 2 7 の送信振幅制御回路 2 1 3 は、システム制御部 8 から供給された駆動信号振幅の重み付け関数の情報に基づいて例えば $\sin c$ 関数による送信信号振幅値を算出し、この算出結果を送信信号生成回路 2 1 2 に供給する。

【 0 1 1 4 】

次に、最初の走査方向 $\theta 1$ に対する超音波送受信に際し、図 2 のレートパルス発生器 2 1 1 は、基準信号発生部 1 から供給される基準信号を分周してレートパルスを生成し、送信信号生成回路 2 1 2 に供給する（図 1 4 のステップ S 1 2 ）。

【 0 1 1 5 】

送信信号生成回路 2 1 2 は、このレートパルスに同期したインパルスあるいは所定波形形状の送信信号を M 2 チャンネル生成し、更に、送信振幅制御回路 2 1 3 から供給された送信信号振幅値に基づいて前記 M 2 チャンネルの送信信号における振幅を設定する。次いで、送信遅延回路 2 1 4 a 及び 2 1 4 b は、送信超音波を $\theta 1 - \Delta \theta t$ 及び $\theta 1 + \Delta \theta t$ に放射するための偏向用遅延時間と所定距離に収束するための収束用遅延時間を送信信号生成回路 2 1 2 から供給された M 2 チャンネルの送信信号に与え、第 1 の送信信号群と第 2 の送信信号群を生成する（図 1 4 のステップ S 1 3 ）。

【 0 1 1 6 】

一方、送信信号合成回路 2 1 5 は、送信遅延回路 2 1 4 a 及び 2 1 4 b の各々から出力された M 2 チャンネルの第 1 の送信信号群と第 2 の送信信号群を合成して合成送信信号群を生成し駆動回路 2 1 6 に供給する（図 1 4 のステップ S 1 4 ）。そして、駆動回路 2 1 6 は、合成送信信号群の各々を増幅して駆動信号群を生成し、超音波プローブ 3 1 の振動素子 3 2 - 1 乃至 3 2 - M 2 に供給して送信超音波を放射する（図 1 4 のステップ S 1 5 ）。

【 0 1 1 7 】

振動素子 3 2 - 1 乃至 3 2 - M 2 の駆動によって被検体に放射された送信超音波の一部は、音響インピーダンスの異なる臓器間の境界面あるいは組織にて反射する。又、この超音波が心臓壁や血球などの動きのある反射体で反射する場合、その超音波周波数はドプラ偏移を受ける。

【 0 1 1 8 】

被検体の組織や血球にて反射した超音波反射波（受信超音波）は、振動素子 1 乃至 M 2 で受信されて電気信号（受信信号）に変換される。更に、この受信信号は、受信部 2 8 に供給され、受信部 2 8 のプリアンプ 2 3 1 にて所定の大きさに増幅された後、A / D 変換器 2 3 2 にてデジタル信号に変換される。

【 0 1 1 9 】

デジタル信号に変換された M 2 チャンネルの受信信号は、ビームフォーマ 2 3 4 - 1 乃至 2 3 4 - M の各々に供給され、例えば、 $\theta 1 - 3 \Delta \theta r$ 、 $\theta 1 - \Delta \theta r$ 、 $\theta 1 + \Delta \theta r$ 、 $\theta 1 + 3 \Delta \theta r$ の 4 方向に対して受信指向性を設定するための偏向用遅延時間と、ダイナミックフォーカスを行なうための収束用遅延時間が与えられ整相加算される。

【 0 1 2 0 】

ビームフォーマ 2 3 4 - 1 乃至 2 3 4 - 4 M において整相加算された M チャンネルの受信信号は、図 1 1 のデータ生成部 4 における B モードデータ生成部 4 1 及びカラードブラデータ生成部 4 2 に供給される。そして、上述の第 1 の実施例の場合と同様の方法によって $\theta 1 - 3 \Delta \theta r$ 、 $\theta 1 - \Delta \theta r$ 、 $\theta 1 + \Delta \theta r$ 及び $\theta 1 + 3 \Delta \theta r$ に対する B モードデータ及びカラードブラデータが生成され、得られたこれらのデータは、図 1 1 の画像データ生成記憶部 5 における B モードデータ記憶領域及びカラードブラデータ記憶領域に保存

10

20

30

40

50

される（図14のステップS16）。

【0121】

同様の手順によって、システム制御部8は $\theta_2 - \Delta\theta_t$ 、 $\theta_2 + \Delta\theta_t$ に対する送信超音波の放射と $\theta_2 - 3\Delta\theta_r$ 、 $\theta_2 - \Delta\theta_r$ 、 $\theta_2 + \Delta\theta_r$ 及び $\theta_2 + 3\Delta\theta_r$ に対する並列同時受信を行ない、 $\theta_2 - 3\Delta\theta_r$ 、 $\theta_2 - \Delta\theta_r$ 、 $\theta_2 + \Delta\theta_r$ 及び $\theta_2 + 3\Delta\theta_r$ に対するBモードデータとカラードプラデータを前記画像データ生成記憶部5の各記憶領域に保存する。

【0122】

上記手順によって、走査方向 θ_3 乃至 θ_N の各々に対して並列同時受信を繰り返し（図14のステップS13乃至S16）、得られたBモードデータとカラードプラデータは画像データ生成記憶部5に順次保存されて2次元あるいは3次元のBモード画像データ及びカラードプラ画像データが生成される。そして、表示部6の表示データ生成回路は、画像データ生成記憶5において生成されたBモード画像データ及びカラードプラ画像データに対して所定の表示形態に対応した走査変換等の処理を行なって表示データを生成し、この表示データは、変換回路においてD/A変換とテレビフォーマット変換が行われてモニタに表示される（図14のステップS17）。

【0123】

尚、上述の並列同時受信における受信音場間隔 $2\Delta\theta_r$ は、通常、走査方向間隔（例えば $\theta_2 - \theta_1$ ）の $1/M$ に設定される。

【0124】

（送信音場の均一性）

次に、本実施例の送信用振動素子群によって形成される送信音場及び送受信音場につき図15及び図16を用いて説明する。図15は、図13の場合と同様にして送信用振動素子群の素子数 M_2 を8とし、 $\theta = 0$ に対して4方向（ $M = 4$ ）の並列同時受信を行なう際に、送信超音波を $-\theta_t$ 及び θ_t の2方向に送信することによって形成される送信音場について示したものである。尚、この図において、送信遅延回路214aの遅延時間に基づいて $\theta = -\theta_t$ 方向に形成される第1の送信音場 B_{t1} を実線で、又、送信遅延回路214bの遅延時間に基づいて $\theta = \theta_t$ 方向に形成される第2の送信音場 B_{t2} を破線で、更に第1の送信音場と第2の送信音場が合成されて形成された合成送信音場 B_{t3} を一点鎖線にて示している。

【0125】

そして、 $Z = Z_x$ （ $Z_x > Z_o$ ）の収束領域において第1の送信音場 B_{t1} の端部と第2の送信音場 B_{t2} の端部は重なるようにして合成送信音場 B_{t3} が形成される。このとき、合成送信音場 B_{t3} の合成音場パターンは、送信超音波の送信方向 θ_t 及び $-\theta_t$ を好適な値に設定することにより、第1の送信音場 B_{t1} のビーム幅 BW_1 あるいは第2の送信音場 B_{t2} のビーム幅 BW_2 に対して約2倍のビーム幅 BW_3 を有し、均一でしかも端部が急峻に減衰した合成送信音場 B_{t3} を形成することができる。

【0126】

図16は、本実施例の並列同時受信における合成送信音場パターン、受信音場パターン及び送受信音場パターンを示した図であり、図16(a)は合成送信音場 B_{t3} に設定された並列同時受信の受信音場 $B_r - 1$ 乃至 $B_r - 4$ を示す。そして、図16(b)は、例えば、 $Z = Z_x$ における合成送信音場パターン C_{t3} と4方向の並列同時受信における受信音場パターン $C_r - 1$ 乃至 $C_r - 4$ を、又、図16(c)は、合成送信音場パターン C_{t3} と受信音場パターン $C_r - 1$ 乃至 $C_r - 4$ によって形成される送受信音場パターン C_{o-1} 乃至 C_{o-4} を示している。

【0127】

以上述べた本発明の第2の実施例によれば、セクタ走査用超音波プローブを用い被検体の診断対象部位に対して並列同時受信を行なう際に、隣接した複数の方向に対して形成した送信音場を合成することにより、広いビーム幅と均一な送信強度を有する合成送信音場を得ることができる。従って、方位方向に略一様でしかもビーム曲がりが大幅に低減さ

10

20

30

40

50

れた送受信音場が得られ、感度ムラや画像歪の無いBモード画像データやカラードブラ画像データを生成することが可能となる。

【0128】

又、本実施例によれば、第1の実施例の場合と同様にして送信用振動素子群を構成する振動素子に対してSinc関数をベースとした振幅分布の駆動を行なうことにより、均一性に優れしかも端部においては急峻な減衰特性を有した合成送信音場を得ることができる。従って、並列同時受信が行なわれる領域以外に放射される送信超音波は微小となり送信エネルギーを有効に用いることができるため、サイドローブや多重反射によるアーチファクトが低減され感度に優れたBモード画像データやカラードブラ画像データを生成することが可能となる。

10

【0129】

即ち、本実施例の並列同時受信法によれば、リアルタイム性と画質に優れた超音波画像データの生成が可能となり、診断能が大幅に向上する。

【0130】

以上、本発明の実施例について述べてきたが、本発明は上記の実施例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。例えば、上述の実施例における送信信号群の振幅分布はSinc関数としたが、他の振幅分布であってもよい。例えば、Sinc関数にハミングの窓関数を乗算することにより振幅分布の端部における不連続の影響を低減することができるため、更に良好な送信音場を形成することができる。

【0131】

又、上述の実施例では、収束領域において均一な合成送信音場を形成する場合について述べたが、近距離領域において送信音場を合成することも可能である。但し、この場合に形成される第1の送信音場パターン及び第2の送信音場パターンは図17に示すように端部における急峻さが劣化するため、例えば、ピーク値に対し-2.4dB乃至-3.5dBとなる位置あるいは角度において隣接した第1の送信音場パターンと第2の送信音場パターンを一致させて合成するようにシフト量M0あるいは送信方向 $\Delta\theta_t$ の設定を行なう。

20

【0132】

尚、上述の実施例では、振動素子を1次元に配列した超音波プローブについて述べたが2次元配列された超音波プローブであってもよい。又、コンベックス走査用やセクタ走査用の超音波プローブに限定されない。特に、リニア走査用の超音波プローブを使用する場合には、第1の実施例において述べた方法と同様な方法によって均一な合成送信音場を形成することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0133】

【図1】本発明の第1の実施例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】同実施例における送受信部の構成を示すブロック図。

【図3】同実施例の送信用振動素子群に対する送信信号の振幅分布を示す図。

【図4】同実施例の並列同時受信における送信用振動素子群及び受信用振動素子群の選択方法を模式的に示す図。

40

【図5】同実施例における送信信号の合成方法を示す図。

【図6】同実施例におけるデータ生成部の構成を示すブロック図。

【図7】同実施例における画像データの生成手順をしめすフローチャート。

【図8】同実施例における駆動信号と送信音場の関係を示す図。

【図9】同実施例における第1の送信音場パターン及び第2の送信音場パターンと合成送信音場パターンを示す図。

【図10】同実施例における合成送信音場パターン、受信音場パターン及び送受信音場パターンを示す図。

【図11】本発明の第2の実施例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12】同実施例における送受信部の構成を示すブロック図。

50

【図 1 3】同実施例における送信信号群の合成方法を示す図。

【図 1 4】同実施例における画像データの生成手順をしめすフローチャート。

【図 1 5】同実施例における駆動信号と送信音場の関係を示す図。

【図 1 6】本実施例の並列同時受信における合成送信音場パターン、受信音場パターン及び送受信音場パターンを示す図。

【図 1 7】本発明の第 1 の実施例及び第 2 の実施例の変形例における第 1 の送信音場パターン及び第 2 の送信音場パターンと合成送信音場パターンを示す図。

【図 1 8】従来の並列同時受信における送受信音場のビーム曲がりの説明するための図。

【図 1 9】従来の並列同時受信における受信感度の不均一を説明するための図。

【符号の説明】

10

【 0 1 3 4 】

1 ... 基準信号発生部

2、2 6 ... 送受信部

3、3 1 ... 超音波プローブ

4 ... データ生成部

5 ... 画像データ生成記憶部

6 ... 表示部

7 ... 入力部

8 ... システム制御部

2 1、2 7 ... 送信部

20

2 2 ... 素子選択部

2 3、2 8 ... 受信部

2 4 ... 素子選択制御部

4 1 ... B モードデータ生成部

4 2 ... カラー Doppler データ生成部

1 0 0、2 0 0 ... 超音波診断装置

2 1 1 ... レートパルス発生器

2 1 2 ... 送信信号生成回路

2 1 3 ... 送信振幅制御回路

2 1 4 ... 送信遅延回路

30

2 1 5 ... 送信信号合成回路

2 1 6 ... 駆動回路

2 3 1 ... プリアンプ

2 3 2 ... A / D 変換器

2 3 3 ... チャンネル選択回路

2 3 4 ... ビームフォーマ

4 1 1 ... 包絡線検波器

4 1 2 ... 対数変換器

4 2 1 ... $\pi / 2$ 移相器

4 2 2 ... ミキサ

40

4 2 3 ... L P F

4 2 4 ... ドブラ信号記憶部

4 2 5 ... M T I フィルタ

4 2 6 ... 自己相関演算器

Figure 1 is a block diagram of a radio communication system. The system is divided into two main functional blocks: a transmitting side (top) and a receiving side (bottom), both connected to a central system control unit (8).

Transmitting Side (送信側):

- 送信部 21 (Transmitting Unit 21):** This block contains the core transmission logic.
 - 送信信号生成回路 212 (Transmit Signal Generation Circuit 212):** Receives data from the system control unit (8) and generates the baseband signal.
 - 送信変調回路 214a (Transmit Modulation Circuit 214a):** Modulates the baseband signal onto a carrier wave.
 - 送信搬送波生成回路 214b (Transmit Carrier Wave Generation Circuit 214b):** Generates the carrier wave used for modulation.
 - 送信機出力増幅回路 216 (Transmit Output Amplification Circuit 216):** Amplifies the modulated signal.
 - 送信機出力制御回路 218 (Transmit Output Control Circuit 218):** Controls the output power of the transmit amplifier.
- 送信機出力増幅回路 216:** The output of the transmit amplifier is sent to the system control unit (8) via this path.

Receiving Side (受信側):

- 受信部 22 (Receiving Unit 22):** This block handles the reception of signals.
 - 受信機入力増幅回路 222 (Receive Input Amplification Circuit 222):** Amplifies the received signal from the antenna.
 - 受信機出力増幅回路 224 (Receive Output Amplification Circuit 224):** Further amplifies the signal for processing.
 - 受信機出力制御回路 226 (Receive Output Control Circuit 226):** Controls the output power of the receive amplifier.
 - 受信機出力増幅回路 228 (Receive Output Amplification Circuit 228):** The final output of the receive amplifier, which is sent to the system control unit (8) via this path.
- 受信機出力増幅回路 228:** The output of the receive amplifier is sent to the system control unit (8) via this path.

System Control Unit (8):

- 送信機出力増幅回路 216:** Receives the amplified transmit signal from the transmitting side.
- 受信機出力増幅回路 228:** Receives the amplified receive signal from the receiving side.

The diagram illustrates the flow of signals and control information between the system control unit and the radio communication system's transmit and receive paths.

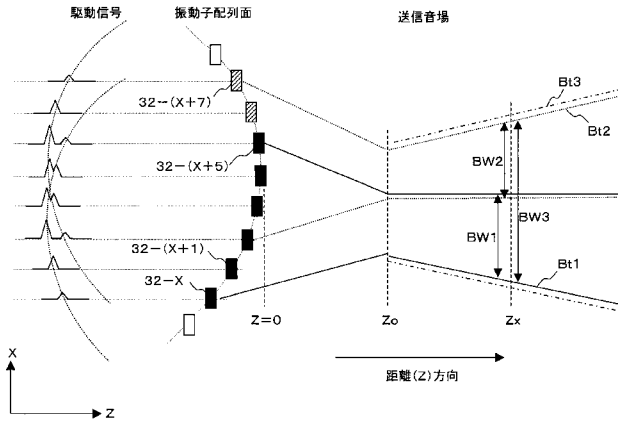
[illegible]

```

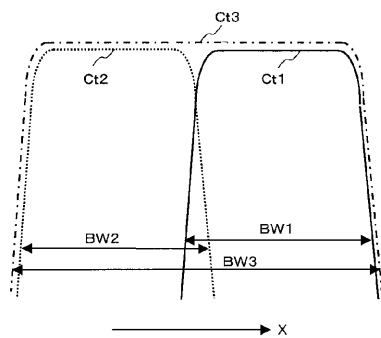
graph TD
    S1[装置の初期設定] --> S2[送信信号振幅値の算出]
    S2 --> n1[n = 1]
    n1 --> S3["第nの走査に対する送信用振動子群の選択"]
    S3 --> S4["第1及び第2の送信信号の生成"]
    S4 --> S5["合成送信信号の生成"]
    S5 --> S6["送信超音波の放射"]
    S6 --> S7["M方向並列同時受信によるBモードデータ及びカラードブラデータの生成"]
    S7 --> nplus1["n = n + 1"]
    nplus1 --> S8{"n > N"}
    S8 -- 是 --> S9["Bモード画像データ及びカラードブラ画像データの生成と表示"]
    S8 -- 否 --> S3

```

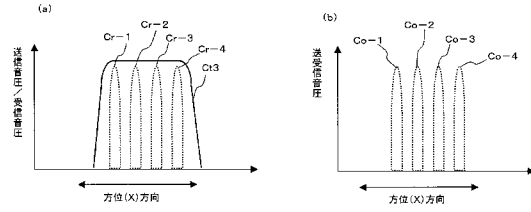
【図 8】



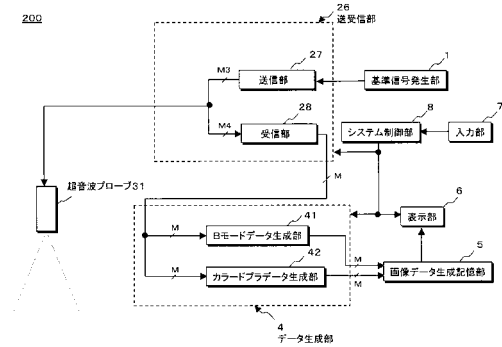
【図 9】



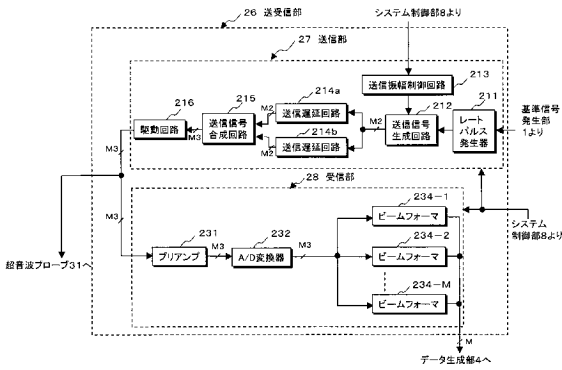
【図 10】



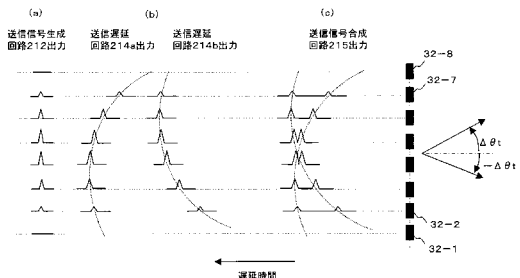
【図 11】



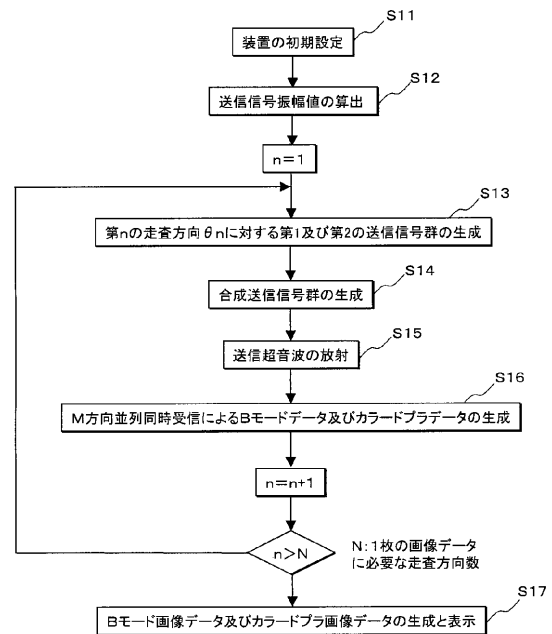
【図 12】



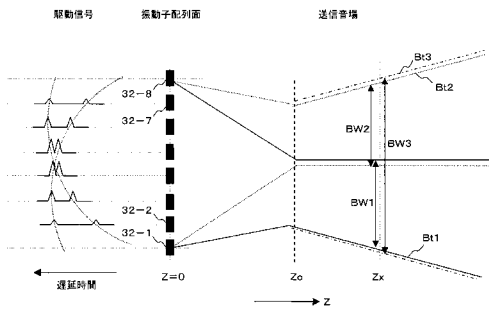
【図 13】



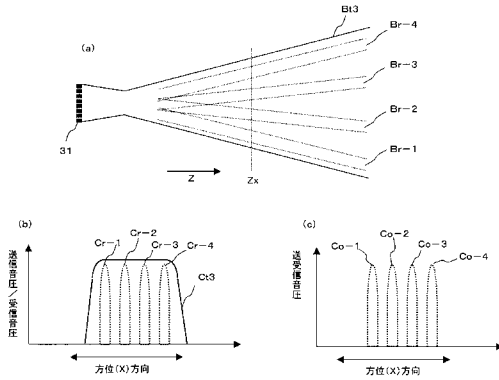
【図 14】



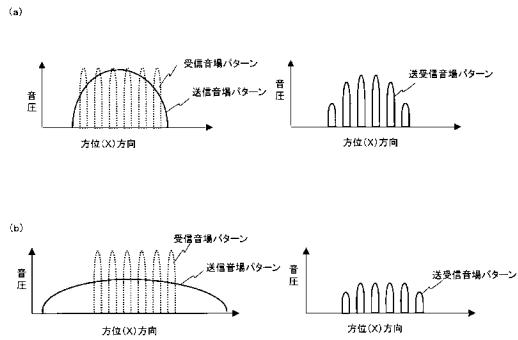
【図 15】



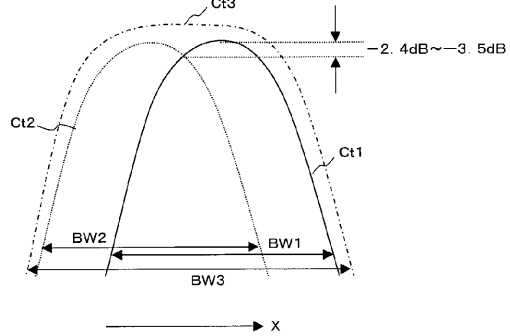
【図 16】



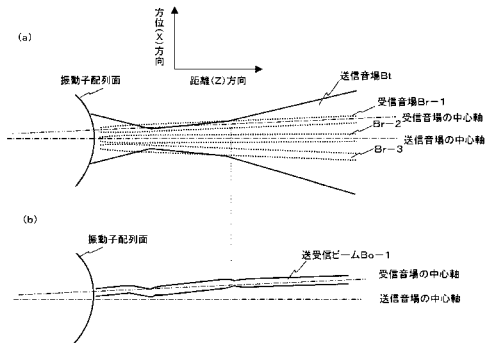
【図 19】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C601 BB02 EE04 EE08 HH02 HH05 HH22 HH23 HH27 HH28 HH29

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2006223737A	公开(公告)日	2006-08-31
申请号	JP2005044098	申请日	2005-02-21
[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	志岐栄一		
发明人	志岐 栄一		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/EE04 4C601/EE08 4C601/HH02 4C601/HH05 4C601/HH22 4C601/HH23 4C601/HH27 4C601/HH28 4C601/HH29		
代理人(译)	堀口博		
其他公开文献	JP4772338B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：减少并行同步接收中发送/接收声场的波束弯曲和接收灵敏度的不均匀性。 解决方案：当对对象进行并行同时接收时，元件选择单元22由布置在超声探头3中的多个振动元件中彼此相邻的M2个振动元件组成。 选择与第一发送振动元件组隔开预定距离的第一发送振动元件组和第二发送振动元件组。 另一方面，传输延迟电路214a和214b对由传输信号生成电路212生成的M2信道传输信号提供波束收敛的延迟时间，传输信号合成电路215从传输延迟电路214a和214b输出。 组合输出的第一发送信号和第二发送信号，并且经由驱动电路216基本同时驱动第一发送振动元件组和第二发送振动元件组，并执行组合发送。 形成声场。

[选择图]图2

