

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5346245号
(P5346245)

(45) 発行日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月23日 (2013.8.23)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00

請求項の数 17 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-139142 (P2009-139142)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成21年6月10日 (2009.6.10)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2010-22817 (P2010-22817A)		東京都港区西麻布2丁目2番30号
(43) 公開日	平成22年2月4日 (2010.2.4)	(74) 代理人	100110777
審査請求日	平成23年12月9日 (2011.12.9)		弁理士 宇都宮 正明
(31) 優先権主張番号	特願2008-157406 (P2008-157406)	(74) 代理人	100100413
(32) 優先日	平成20年6月17日 (2008.6.17)		弁理士 渡部 温
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	佐藤 良彰
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		審査官	後藤 順也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、並びに、超音波撮像方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の駆動信号に従って被検体に向けて超音波を送信すると共に、被検体から伝播した超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、

複数の駆動信号を前記複数の超音波トランスデューサにそれぞれ供給する駆動信号発生部と、

前記複数の超音波トランスデューサからそれぞれ出力される複数の受信信号を処理する受信信号処理部と、

第1の撮像モードと第2の撮像モードとの内の一方を設定する制御手段と、

前記第1の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を前記複数の超音波トランスデューサの間隔以下の距離ずつシフトしながら各フレーム期間においてN回の送信を行って被検体を走査するように前記駆動信号発生部を制御し、前記第2の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を前記複数の超音波トランスデューサの間隔の2倍以上の距離ずつシフトしながら各フレーム期間においてM回 ($2 < M < N$) の送信を行って被検体を走査するように前記駆動信号発生部を制御する送信制御手段と、

前記第1の撮像モードにおいて、前記受信信号処理部から出力される複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間においてN本の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第1のフレームレートで画像信号を生成し、前

10

20

記第 2 の撮像モードにおいて、前記受信信号処理部から出力される複数の受信信号が時間的に連続するように該複数の受信信号の遅延時間を補正し、該複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間において M 本よりも多い本数の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて前記第 1 のフレームレートよりも高い第 2 のフレームレートで画像信号を生成する画像生成手段と、
を具備する超音波診断装置。

【請求項 2】

前記送信制御手段が、前記第 2 の撮像モードにおいて、少なくとも 1 つの超音波トランスデューサが超音波を 1 フレーム期間に複数回送信するように前記駆動信号発生部を制御し、

10

前記受信信号処理部が、前記第 2 の撮像モードにおいて、前記少なくとも 1 つの超音波トランスデューサから 1 フレーム期間に複数回得られる複数の受信信号の加算又は平均の演算処理を行い、演算結果を前記画像生成手段に出力する、請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記制御手段が、検査対象の部位に応じたプリセット設定に従って、前記第 1 の撮像モードと前記第 2 の撮像モードとの内の一方を設定する、請求項 1 又は 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記制御手段が、表示深さの設定に従って、前記第 1 の撮像モードと前記第 2 の撮像モードとの内の一方を設定する、請求項 1 又は 2 記載の超音波診断装置。

20

【請求項 5】

前記制御手段が、フレーム間差分が所定の値よりも大きいか否かに従って、前記第 1 の撮像モードと前記第 2 の撮像モードとの内の一方を設定する、請求項 1 又は 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記所定の値が、オペレータの操作に従って設定可能である、請求項 5 記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記制御手段が、画像信号を保存する命令にตอบสนองして、画像信号と関連して撮像モードに関する情報を格納部に格納する、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置。

30

【請求項 8】

複数の駆動信号に従って被検体に向けて超音波を送信すると共に、被検体から伝播した超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、複数の駆動信号を前記複数の超音波トランスデューサにそれぞれ供給する駆動信号発生部と、前記複数の超音波トランスデューサからそれぞれ出力される複数の受信信号を処理する受信信号処理部とを有する超音波診断装置において用いられる超音波撮像方法であって、

第 1 の撮像モードと第 2 の撮像モードとの内の一方を設定するステップ (a) と、

前記第 1 の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を前記複数の超音波トランスデューサの間隔以下の距離ずつシフトしながら各フレーム期間において N 回の送信を行って被検体を走査するように前記駆動信号発生部を制御すると共に、前記受信信号処理部から出力される複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間において N 本の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第 1 のフレームレートで画像信号を生成するステップ (b) と、

40

前記第 2 の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を前記複数の超音波トランスデューサの間隔の 2 倍以上の距離ずつシフトしながら各フレーム期間において M 回 ($2 \leq M < N$) の送信を行って被検体を走査するように前記駆動信号発生部を制御すると共に、前記受信信号処理部から出力される複数の受信

50

信号が時間的に連続するように該複数の受信信号の遅延時間を補正し、該複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間においてM本よりも多い本数の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて前記第1のフレームレートよりも高い第2のフレームレートで画像信号を生成するステップ(c)と、
を具備する超音波撮像方法。

【請求項9】

ステップ(c)が、少なくとも1つの超音波トランスデューサが超音波を1フレーム期間に複数回送信するように前記駆動信号発生部を制御し、前記少なくとも1つの超音波トランスデューサから1フレーム期間に複数回得られる複数の受信信号の加算又は平均の演算処理を行ってから画像信号を生成することを含む、請求項8記載の超音波撮像方法。

10

【請求項10】

ステップ(a)が、検査対象の部位に応じたプリセット設定に従って、前記第1の撮像モードと前記第2の撮像モードとの内の一方を設定することを含む、請求項8又は9記載の超音波撮像方法。

【請求項11】

ステップ(a)が、表示深さの設定に従って、前記第1の撮像モードと前記第2の撮像モードとの内の一方を設定することを含む、請求項8又は9記載の超音波撮像方法。

【請求項12】

ステップ(a)が、フレーム間差分が所定の値よりも大きいか否かに従って、前記第1の撮像モードと前記第2の撮像モードとの内の一方を設定することを含む、請求項8又は9記載の超音波撮像方法。

20

【請求項13】

複数の駆動信号に従って被検体に向けて超音波を送信すると共に、被検体から伝播した超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、複数の駆動信号を前記複数の超音波トランスデューサにそれぞれ供給する駆動信号発生部と、前記複数の超音波トランスデューサからそれぞれ出力される複数の受信信号を処理する受信信号処理部とを有する超音波診断装置において用いられる超音波撮像プログラムであって、

第1の撮像モードと第2の撮像モードとの内の一方を設定する手順(a)と、

前記第1の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を前記複数の超音波トランスデューサの間隔以下の距離ずつシフトしながら各フレーム期間においてN回の送信を行って被検体を走査するように前記駆動信号発生部を制御すると共に、前記受信信号処理部から出力される複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間においてN本の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第1のフレームレートで画像信号を生成する手順(b)と、

30

前記第2の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を前記複数の超音波トランスデューサの間隔の2倍以上の距離ずつシフトしながら各フレーム期間においてM回($2 \leq M < N$)の送信を行って被検体を走査するように前記駆動信号発生部を制御すると共に、前記受信信号処理部から出力される複数の受信信号が時間的に連続するように該複数の受信信号の遅延時間を補正し、該複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間においてM本よりも多い本数の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて前記第1のフレームレートよりも高い第2のフレームレートで画像信号を生成する手順(c)と、
をCPUに実行させる超音波撮像プログラム。

40

【請求項14】

手順(c)が、少なくとも1つの超音波トランスデューサが超音波を1フレーム期間に複数回送信するように前記駆動信号発生部を制御し、前記少なくとも1つの超音波トランスデューサから1フレーム期間に複数回得られる複数の受信信号の加算又は平均の演算処理を行ってから画像信号を生成することを含む、請求項13記載の超音波撮像プログラム。

50

【請求項 15】

手順 (a) が、検査対象の部位に応じたプリセット設定に従って、前記第 1 の撮像モードと前記第 2 の撮像モードとの内の一方を設定することを含む、請求項 13 又は 14 記載の超音波撮像プログラム。

【請求項 16】

手順 (a) が、表示深さの設定に従って、前記第 1 の撮像モードと前記第 2 の撮像モードとの内の一方を設定することを含む、請求項 13 又は 14 記載の超音波撮像プログラム。

【請求項 17】

手順 (a) が、フレーム間差分が所定の値よりも大きいか否かに従って、前記第 1 の撮像モードと前記第 2 の撮像モードとの内の一方を設定することを含む、請求項 13 又は 14 記載の超音波撮像プログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波を送受信することにより生体内の臓器等の撮像を行って、診断のために用いられる超音波画像を生成する超音波診断装置に関する。さらに、本発明は、そのような超音波診断装置において用いられる超音波撮像方法及び超音波撮像プログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

医療分野においては、被検体の内部を観察して診断を行うために、様々な撮像技術が開発されている。特に、超音波を送受信することによって被検体の内部情報を取得する超音波撮像は、リアルタイムで画像観察を行うことができる上に、X 線写真や R I (radio isotope) シンチレーションカメラ等の他の医用画像技術と異なり、放射線による被曝がない。そのため、超音波撮像は、安全性の高い撮像技術として、産科領域における胎児診断の他、婦人科系、循環器系、消化器系等を含む幅広い領域において利用されている。

【0003】

一般に、超音波診断装置においては、超音波の送受信機能を有する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子 (プローブ) が用いられる。そのような超音波探触子を用いて、複数の超音波トランスデューサから送信される超音波によって被検体を走査し、被検体内部において反射された超音波エコーを受信して受信フォーカス処理を行うことにより、超音波エコーの強度に基づいて、被検体内に存在する構造物 (例えば、内臓や病変組織等) に関する画像情報が得られる。

【0004】

超音波撮像においては、時間分解能の向上と空間分解能の向上との両立が常に要求される。特に、心臓の超音波検査の場合には、高速に運動する心臓壁の動作を観察するために、高い時間分解能が要求される。一方、腹部の超音波検査の場合には、組織部の構造を詳細に観察することが多く、高い空間分解能が要求される。しかしながら、高い空間分解能を得るために音線の密度を増加させると、従来のフレームレートを維持することが困難になってしまう。

【0005】

関連する技術として、特許文献 1 には、撮像の時間分解能の向上と画像の空間分解能の向上とを両立させることを目的とする超音波撮像装置が開示されている。この超音波撮像装置は、超音波を送信する超音波送信手段と、送信した超音波のエコーに基づく受信信号を形成する受信信号形成手段と、形成した受信信号に基づいて画像を生成する画像生成手段と、生成した画像を表示する画像表示手段とを備え、超音波送信手段が、撮像範囲についての音線順次での超音波ビームの走査を前回走査時の音線とインターレースする音線によって行う。特許文献 1 によれば、インターレース方式によって被検体を走査することにより、見かけ上の空間分解能は向上するが、時間分解能を向上させることはできない。

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 2 には、フレームレートの低下を防ぐことを目的とする超音波画像処理装置が開示されている。この超音波画像処理装置は、所定のルールに従って複数の群に分割された超音波プローブと、該超音波プローブの分割された各群に対して送受波を行う送受波手段と、送受波の都度、受波に使用した全エレメント分のエコーデータを整相加算する整相加算手段と、該整相加算手段で加算したデータを記憶する記憶手段と、前記分割の数だけの送受波が行なわれて前記記憶手段にエコーデータが揃った時点で開口合成を行って超音波画像を得る開口合成手段を具備する。しかしながら、複数の超音波ビームを同時に送信して被検体を走査する方式においては、クロストークの影響を十分に排除できないので、空間分解能を十分に向上させることが困難である。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 0 - 3 3 3 9 5 1 号公報 (第 1 - 2 頁、図 3)

【 特許文献 2 】 特開平 7 - 3 2 7 9 8 6 号公報 (第 1 頁、図 2)

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、撮像対象等に応じて、時間分解能に優れた撮像方式と空間分解能に優れた撮像方式とを使い分けることができる超音波診断装置を提供することを目的とする。さらに、本発明は、そのような超音波診断装置において用いられる超音波撮像方法及び超音波撮像プログラムを提供することを目的とする。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するため、本発明の 1 つの観点に係る超音波診断装置は、複数の駆動信号に従って被検体に向けて超音波を送信すると共に、被検体から伝播した超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、複数の駆動信号を複数の超音波トランスデューサにそれぞれ供給する駆動信号発生部と、複数の超音波トランスデューサからそれぞれ出力される複数の受信信号を処理する受信信号処理部と、第 1 の撮像モードと第 2 の撮像モードとの内の一方を設定する制御手段と、第 1 の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサの間隔以下の距離ずつシフトしながら各フレーム期間において N 回の送信を行って被検体を走査するように駆動信号発生部を制御し、第 2 の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサの間隔の 2 倍以上の距離ずつシフトしながら各フレーム期間において M 回 ($2 \leq M < N$) の送信を行って被検体を走査するように駆動信号発生部を制御する送信制御手段と、第 1 の撮像モードにおいて、受信信号処理部から出力される複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間において N 本の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第 1 のフレームレートで画像信号を生成し、第 2 の撮像モードにおいて、受信信号処理部から出力される複数の受信信号が時間的に連続するように該複数の受信信号の遅延時間を補正し、該複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間において M 本よりも多い本数の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第 1 のフレームレートよりも高い第 2 のフレームレートで画像信号を生成する画像生成手段とを具備する。

30

40

【 0 0 1 0 】

また、本発明の 1 つの観点に係る超音波撮像方法は、複数の駆動信号に従って被検体に向けて超音波を送信すると共に、被検体から伝播した超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、複数の駆動信号を複数の超音波トランスデューサにそれぞれ供給する駆動信号発生部と、複数の

50

超音波トランスデューサからそれぞれ出力される複数の受信信号を処理する受信信号処理部とを有する超音波診断装置において用いられる超音波撮像方法であって、第1の撮像モードと第2の撮像モードとの内の一方を設定するステップ(a)と、第1の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサの間隔以下の距離ずつシフトしながら各フレーム期間においてN回の送信を行って被検体を走査するように駆動信号発生部を制御すると共に、受信信号処理部から出力される複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間においてN本の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第1のフレームレートで画像信号を生成するステップ(b)と、第2の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサの間隔の2倍以上の距離ずつシフトしながら各フレーム期間においてM回($2 < M < N$)の送信を行って被検体を走査するように駆動信号発生部を制御すると共に、受信信号処理部から出力される複数の受信信号が時間的に連続するように該複数の受信信号の遅延時間を補正し、該複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間においてM本よりも多い本数の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第1のフレームレートよりも高い第2のフレームレートで画像信号を生成するステップ(c)とを具備する。

10

【0011】

さらに、本発明の1つの観点に係る超音波撮像プログラムは、複数の駆動信号に従って被検体に向けて超音波を送信すると共に、被検体から伝播した超音波エコーを受信することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子と、複数の駆動信号を複数の超音波トランスデューサにそれぞれ供給する駆動信号発生部と、複数の超音波トランスデューサからそれぞれ出力される複数の受信信号を処理する受信信号処理部とを有する超音波診断装置において用いられる超音波撮像プログラムであって、第1の撮像モードと第2の撮像モードとの内の一方を設定する手順(a)と、第1の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサの間隔以下の距離ずつシフトしながら各フレーム期間においてN回の送信を行って被検体を走査するように駆動信号発生部を制御すると共に、受信信号処理部から出力される複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間においてN本の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第1のフレームレートで画像信号を生成する手順(b)と、第2の撮像モードにおいて、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサの間隔の2倍以上の距離ずつシフトしながら各フレーム期間においてM回($2 < M < N$)の送信を行って被検体を走査するように駆動信号発生部を制御すると共に、受信信号処理部から出力される複数の受信信号が時間的に連続するように該複数の受信信号の遅延時間を補正し、該複数の受信信号に受信フォーカス処理を施すことにより各フレーム期間においてM本よりも多い本数の音線に対応する音線信号を求め、それらの音線信号に基づいて第1のフレームレートよりも高い第2のフレームレートで画像信号を生成する手順(c)とをCPUに実行させる。

20

30

【発明の効果】

40

【0012】

本発明によれば、第1の撮像モードにおいて被検体を線順次に撮像しながら第1のフレームレートで画像信号を生成し、第2の撮像モードにおいて被検体を面順次に撮像しながら第2のフレームレートで画像信号を生成することにより、撮像対象等に応じて、時間分解能に優れた撮像方式と空間分解能に優れた撮像方式とを使い分けることができる。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。この超音波診断装置は、超音波探触子10と、走査制御部11と、送信遅延パターン記憶部

50

１２と、送信制御部１３と、駆動信号発生部１４と、受信信号処理部２０と、Ｂモード画像生成部３０と、ＤＳＣ(digital scan converter: デジタル・スキャン・コンバータ)４０と、Ｄ／Ａ変換器５０と、表示部６０と、操作卓７１と、制御部７２と、格納部７３とを有している。

【００１４】

超音波探触子１０は、リニアスキャン方式、コンベックスキャン方式、セクタスキャン方式等の体外式プローブでも良いし、電子ラジアルスキャン方式等の超音波内視鏡用プローブでも良い。超音波探触子１０は、１次元又は２次元のトランスデューサアレイを構成する複数の超音波トランスデューサ１０ａを備えている。それらの超音波トランスデューサ１０ａは、印加される駆動信号に基づいて超音波を送信すると共に、伝搬する超音波エコーを受信して受信信号を出力する。

10

【００１５】

各超音波トランスデューサは、例えば、ＰＺＴ(チタン酸ジルコン酸鉛: Pb(lead) zirconate titanate)に代表される圧電セラミックや、ＰＶＤＦ(ポリフッ化ビニリデン: polyvinylidene difluoride)に代表される高分子圧電素子等の圧電性を有する材料(圧電体)の両端に電極を形成した振動子によって構成される。そのような振動子の電極に、パルス状又は連続波の電圧を印加すると、圧電体が伸縮する。この伸縮により、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生し、それらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。それらの電気信号は、超音波の受信信号として出力される。

20

【００１６】

走査制御部１１は、超音波ビームの送信方向及び超音波エコーの受信方向を順次設定する。送信遅延パターン記憶部１２は、超音波ビームを形成する際に用いられる複数の送信遅延パターンを記憶している。送信制御部１３は、走査制御部１１において設定された送信方向に応じて、送信遅延パターン記憶部１２に記憶されている複数の送信遅延パターンの中から１つの送信遅延パターンを選択し、その送信遅延パターンに基づいて、選択された一群の超音波トランスデューサの駆動信号にそれぞれ与えられる遅延時間を設定する。あるいは、送信制御部１３は、選択された一群の超音波トランスデューサから一度に送信される超音波が被検体の対応する撮像領域に届くように遅延時間を設定しても良い。

30

【００１７】

駆動信号発生部１４は、例えば、複数の超音波トランスデューサ１０ａに対応する複数のパルスによって構成されている。駆動信号発生部１４は、送信制御部１３によって設定された遅延時間に従って、選択された一群の超音波トランスデューサから送信される超音波が超音波ビームを形成するように複数の駆動信号を超音波探触子１０に供給し、又は、選択された超音波トランスデューサ１０ａから一度に送信される超音波が被検体の対応する撮像領域に届くように複数の駆動信号を超音波探触子１０に供給する。

【００１８】

本実施形態においては、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサの間隔以下の距離ずつシフトしながら被検体を走査する第１の撮像モード(本願において、「線順次撮像モード」という)と、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサの間隔の２倍以上の距離ずつシフトしながら被検体を走査する第２の撮像モード(本願において、「面順次撮像モード」という)とが用いられる。

40

【００１９】

受信信号処理部２０は、複数の超音波トランスデューサ１０ａに対応して、複数の増幅器(プリアンプ)２１と、複数のＡ／Ｄ変換器２２とを含んでいる。超音波トランスデューサ１０ａから出力される受信信号は、増幅器２１において増幅され、増幅器２１から出力されるアナログの受信信号は、Ａ／Ｄ変換器２２によってデジタルの受信信号に変換される。

50

【 0 0 2 0 】

さらに、受信信号処理部 2 0 は、演算部 2 3 と、受信信号記憶部 2 4 とを含んでいる。走査制御部 1 1 の制御の下で、演算部 2 3 は、A / D 変換器 2 2 から出力される複数の受信信号を受信信号記憶部 2 4 に順次格納し、必要に応じて、受信信号記憶部 2 4 に格納されている複数の受信信号の加算又は平均の演算処理を行い、演算結果を B モード画像生成部 3 0 に出力する。なお、演算部 2 3 は、A / D 変換器 2 2 から出力される受信信号を、演算せずに B モード画像生成部 3 0 に出力することもできる。

【 0 0 2 1 】

B モード画像生成部 3 0 は、受信信号処理部 2 0 から出力される複数の受信信号に基づいて、被検体内の組織に関する断層画像情報である B モード画像信号を生成する。B モード画像生成部 3 0 は、線順次画像生成部 3 1 と、面順次画像生成部 3 2 と、受信遅延パターン記憶部 3 3 と、セクタ 3 4 とを含んでいる。受信遅延パターン記憶部 3 3 は、複数の超音波トランスデューサ 1 0 a から出力される複数の受信信号に対して受信フォーカス処理を行う際に用いられる複数の受信遅延パターンを記憶している。

10

【 0 0 2 2 】

線順次画像生成部 3 1 は、線順次撮像モードにおいて、走査制御部 1 1 によって設定された受信方向に基づいて、受信遅延パターン記憶部 3 3 に記憶されている複数の受信遅延パターンの中から 1 つの受信遅延パターンを選択し、その受信遅延パターンに基づいて、複数の受信信号に遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号が生成される。さらに、線順次画像生成部 3 1 は、形成された音線信号に対して包絡線検波処理を施すことにより、第 1 のフレームレートで画像信号を生成する。

20

【 0 0 2 3 】

面順次画像生成部 3 2 は、面順次撮像モードにおいて、走査制御部 1 1 によって設定された受信方向に基づいて、受信遅延パターン記憶部 3 3 に記憶されている複数の受信遅延パターンの中から 1 つの受信遅延パターンを選択し、その受信遅延パターンに基づいて、複数の受信信号に遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号が生成される。さらに、面順次画像生成部 3 2 は、形成された音線信号に対して包絡線検波処理を施すことにより、第 1 のフレームレートよりも高い第 2 のフレームレートで画像信号を生成する。

30

【 0 0 2 4 】

セクタ 3 4 は、制御部 7 2 の制御の下で、線順次画像生成部 3 1 によって生成された画像信号と面順次画像生成部 3 2 によって生成された画像信号との内の一方を選択する。D S C 4 0 は、セクタ 3 4 によって選択された画像信号を通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像信号に変換（ラスタ変換）し、階調処理等の必要な画像処理を施すことにより、表示用の画像信号を生成する。

【 0 0 2 5 】

D / A 変換器 5 0 は、D S C 4 0 から出力されるデジタルの画像信号を、アナログの画像信号に変換する。表示部 6 0 は、例えば、C R T や L C D 等のディスプレイ装置を含んでおり、アナログの画像信号に基づいて超音波画像を表示する。

40

【 0 0 2 6 】

操作卓 7 1 は、オペレータが各種の命令を入力する際に用いられる。操作卓 7 1 は、線順次 / 面順次切換ボタン 7 1 a を備えている。オペレータは、線順次 / 面順次切換ボタン 7 1 a を押下することによって、線順次撮像モードと面順次撮像モードとを切り換えることができる。制御部 7 2 は、操作卓 7 1 を用いたオペレータの操作に従って、走査制御部 1 1、セクタ 3 4 等を制御する。また、制御部 7 2 は、画像信号を保存する命令に応答して、画像信号と関連して撮像モードに関する情報を格納部 7 3 に格納する。

【 0 0 2 7 】

本実施形態においては、走査制御部 1 1、送信制御部 1 3、演算部 2 3、B モード画像生成部 3 0、D S C 4 0、及び、制御部 7 2 が、C P U とソフトウェア（超音波撮像プロ

50

グラム)によって構成されるが、これらをディジタル回路やアナログ回路で構成しても良い。ソフトウェアは、格納部73に格納される。格納部73における記録媒体としては、内蔵のハードディスクの他に、フレキシブルディスク、MO、MT、RAM、CD-ROM、又は、DVD-ROM等を用いることができる。

【0028】

次に、図1に示す超音波診断装置の動作について説明する。

図2は、線順次撮像モードにおける送信動作を説明するための図である。図2の(a)に示すように、超音波探触子10に含まれている複数の超音波トランスデューサ10aの内の選択された一群の超音波トランスデューサに駆動信号が供給されて、それらの超音波トランスデューサが同時に超音波を送信する。ここで、選択された一群の超音波トランスデューサから同時に送信される超音波の位相をずらして超音波ビームを形成しても良いし、選択された一群の超音波トランスデューサから同時に送信される超音波の位相を揃えるようにしても良い。

10

【0029】

次に、図2の(b)に示すように、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサが1個ずつシフトされ、それによって被検体が走査される。即ち、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置が、複数の超音波トランスデューサ10aの間隔と等しい距離ずつシフトされる。その後、図2の(c)に示すように、送信回数がN回になると、撮像エリア全体の走査が終了する。線順次撮像モードにおいては、送信フォーカス処理を行う場合に、1フレーム期間におけるN回の送信動作によって、N本の撮像ラインが順次形成される。

20

【0030】

図3は、線順次撮像モードにおける受信動作を説明するための図である。図3に示すように、1本の撮像ラインに対応する超音波エコーを選択された一群の超音波トランスデューサが受信して得られる受信信号を位相整合して加算することにより、1本の音線に対応する音線信号が得られる。この操作をN本の撮像ラインについて繰り返すことにより、1フレーム期間においてN本の音線に対応する音線信号が得られる。

【0031】

あるいは、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置を複数の超音波トランスデューサ10aの間隔よりも小さい距離ずつシフトしながら被検体を走査しても良い。これは、同時に超音波を送信する超音波トランスデューサの数を撮像ライン毎に変化させるか、又は、撮像ライン毎に微小な角度変位を送信ビームに与えることによって実現される。前者の場合について、以下に説明する。

30

【0032】

図4は、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサのシフトを示す図である。図4においては、アジマス方向に所定の間隔で配列された複数の超音波トランスデューサが示されており、その中で、超音波を送信する超音波トランスデューサがハッチングで示されている。また、超音波トランスデューサ(以下、「素子」ともいう)の番号は、図中左端から付されるものとする。

【0033】

第1回目の送信時において、図4の(a)に示すように、第1～第6の素子を含む第1のグループ101が、同時に超音波を送信するために使用される。第2回目の送信時において、図4の(b)に示すように、第2～第6の素子を含む第2のグループ102が、同時に超音波を送信するために使用される。この例においては、同時に超音波を送信する一群の素子の中心位置が、素子間隔の0.5倍だけシフトされたことになる。

40

【0034】

あるいは、図4の(b)の替わりに、図4の(c)のように一群の素子をシフトしても良い。第2回目の送信時において、図4の(c)に示すように、第1～第7の素子を含む第2のグループ102'が、同時に超音波を送信するために使用される。この例においても、同時に超音波を送信する一群の素子の中心位置が、素子間隔の0.5倍だけシフトさ

50

れたことになる。

【 0 0 3 5 】

第 3 回目の送信時において、図 4 の (d) に示すように、第 2 ~ 第 7 の素子を含む第 3 のグループ 1 0 3 が、同時に超音波を送信するために使用される。この例においては、同時に超音波を送信する一群の素子の中心位置が、図 4 の (b) 又は (c) と比較して、素子間隔の 0 . 5 倍だけシフトされたことになる。

【 0 0 3 6 】

図 5 は、面順次撮像モードにおける送信動作を説明するための図である。図 5 の (a) に示すように、超音波探触子 1 0 に含まれている複数の超音波トランスデューサ 1 0 a の内の選択された一群の超音波トランスデューサに駆動信号が供給されて、それらの超音波トランスデューサが同時に超音波を送信する。ここで、選択された一群の超音波トランスデューサから同時に送信される超音波の位相を揃えることが望ましい。

【 0 0 3 7 】

図 5 の (b) に示すように、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサが複数個ずつシフトされ、それによって被検体が走査される。即ち、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサの中心位置が、複数の超音波トランスデューサ 1 0 a の間隔の 2 倍以上の距離ずつシフトされる。ここでは、同時に超音波を送信する超音波トランスデューサの数と、1 回にシフトする超音波トランスデューサの数とが等しい場合が示されている。

【 0 0 3 8 】

例えば、超音波探触子 1 0 に含まれている超音波トランスデューサ 1 0 a の数を $M \cdot N_g$ とすると (M 、 N_g は、2 以上の整数)、 N_g 個の超音波トランスデューサを含むグループによって、撮像エリアを M 個のエリアに分割して得られる分割エリアが順次走査される。その後、図 5 の (c) に示すように、送信回数が M 回 ($M < N$) になると、撮像エリアの走査が終了する。面順次撮像モードにおいては、1 フレーム期間における M 回の送信動作によって、 M 個の分割エリア毎の走査が行われる。

【 0 0 3 9 】

図 6 は、面順次撮像モードにおける受信動作を説明するための図である。面順次撮像モードにおいては、 M 個の分割エリアにおいて発生した超音波エコーを複数の超音波トランスデューサが受信して得られる受信信号が時間的に連続するように、受信信号の遅延時間が補正される。図 6 に示すように、選択された一群の超音波トランスデューサによって得られる受信信号を位相整合して加算することにより、1 本の音線に対応する音線信号が得られる。この操作を繰り返すことにより、1 フレーム期間において N 本の音線に対応する音線信号が得られる。

【 0 0 4 0 】

面順次撮像モードにおいて、各分割エリアに対する超音波の送受信を 1 フレーム期間に複数回行い、同一の超音波トランスデューサから 1 フレーム期間に複数回得られる複数の受信信号を加算又は平均することにより、受信信号の S/N 比を改善するようにしても良い。ここで、1 フレーム期間における各分割エリアに対する超音波の送信回数を K とすると、 $M \cdot K < N$ の関係が成り立つことが必要である。これにより、送信回数が増加しても、線順次撮像モードにおけるよりも高いフレームレートを実現することができる。

【 0 0 4 1 】

その場合には、図 1 に示す走査制御部 1 1 の制御の下で、送信制御部 1 3 が、 N_g 個の超音波トランスデューサの各々が超音波を 1 フレーム期間に複数回送信するように、駆動信号発生部 1 4 を制御する。 N_g 個の超音波トランスデューサの各々から順次得られる複数の受信信号は、受信信号記憶部 2 4 に格納され、演算部 2 3 が、各々の超音波トランスデューサから 1 フレーム期間に複数回得られる複数の受信信号の加算又は平均 (相加平均又は相乗平均) の演算処理を行い、演算結果を B モード画像生成部 3 0 に出力する。

【 0 0 4 2 】

上記の面順次撮像モードの説明においては、 M 個の分割エリアが互いに重なり合わない

10

20

30

40

50

ように送信動作を行う例について説明したが、面順次撮像モードの変形例においては、 M 個の分割エリアが互いに重なり合うように送信動作を行うようにしても良い。同時に超音波を送信する N_G 個の超音波トランスデューサを N_S 個ずつシフトさせながら($1 < N_S < N_G$)、 M 個の分割エリアが互いに重なり合うように送信動作を行い、同一の超音波トランスデューサから1フレーム期間に複数回得られる複数の受信信号を平均することにより、受信信号の SN 比が改善される。

【0043】

その場合には、図1に示す走査制御部11の制御の下で、送信制御部13が、少なくとも1つの超音波トランスデューサが超音波を分割エリアの重複部分に1フレーム期間に複数回送信するように駆動信号発生部14を制御する。少なくとも1つの超音波トランスデューサから順次得られる複数の受信信号は、受信信号記憶部24に格納され、演算部23が、少なくとも1つの超音波トランスデューサから1フレーム期間に複数回得られる複数の受信信号の加算又は平均(相加平均又は相乗平均)の演算処理を行い、演算結果をBモード画像生成部30に出力する。超音波を1フレーム期間に1回送信する超音波トランスデューサについては、演算部23が、その超音波トランスデューサから1フレーム期間に1回得られる受信信号を、演算せずにBモード画像生成部30に出力する。

【0044】

図7は、面順次撮像モードの変形例における送信動作を説明するための図である。図7の(a)に示すように、超音波探触子10に含まれている複数の超音波トランスデューサ10aの内の選択された一群の超音波トランスデューサ(図7の(a)においては6個の超音波トランスデューサ)に駆動信号が供給されて、それらの超音波トランスデューサが同時に超音波を送信する。

【0045】

図7の(b)に示すように、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサが3個ずつシフトされ、それによって被検体が走査される。その後、図7の(c)に示すように、送信回数が M' 回(例えば、 $M' = 2M - 1$)になると、撮像エリアの走査が終了する。面順次撮像モードの変形例においては、1フレーム期間における M' 回の送信動作によって、 M 個の分割エリアの走査が行われる。なお、図7に示す例において、撮像エリアの両端については、1フレーム期間に1回の送信しか行われないが、撮像エリアの両端は関心領域として指定されないことが多いので、 SN 比が多少悪くても許容される。

【0046】

図8は、線順次撮像モードにおける撮像動作と面順次撮像モードにおける撮像動作とを比較して説明するための図である。

図8の(a)は、線順次撮像モードにおける撮像動作を示している。線順次撮像モードにおいては、フレーム同期信号によって表される1フレーム期間において、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサを1個ずつシフトしながら、 N 回の送信動作が行われる。送信動作が終了すると、受信信号に基づいて画像信号を生成するデータ処理が行われる。その結果、フレーム同期信号に同期して、フレーム0、フレーム1、フレーム2、・・・の画像が表示される。

【0047】

線順次撮像モードにおいては、撮像エリアが同じ場合に、1フレーム当りの送信回数を増やして撮像ライン密度を上げることにより、空間分解能を向上させることができる。従って、線順次撮像モードは、拍動の影響が少ない腹部や下肢静脈の観察において有用であるが、1フレーム当りの送信回数が多いのでフレームレートは低下する。

【0048】

図8の(b)は、面順次撮像モードにおける撮像動作を示している。面順次撮像モードにおいては、フレーム同期信号によって表される1フレーム期間において、同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサを複数個ずつシフトしながら、 M 回の送信動作が行われる。送信動作が終了すると、受信信号に基づいて画像信号を生成するデータ処理が行われる。その結果、フレーム同期信号に同期して、フレーム0、フレーム1、フレー

ム 2、・・・の画像が表示される。

【 0 0 4 9 】

面順次撮像モードにおいては、撮像エリアが同じ場合に、フレーム周期を大幅に短縮することが可能であり、時間分解能を向上させることができる。従って、面順次撮像モードは、心臓の超音波検査等、早い動きが想定される部位の観察において有用であるが、1つの画像を生成するために使用される超音波エネルギーが小さいのでコントラスト分解能は低下する。しかしながら、単位時間当りの送信回数を増やして撮像ライン密度を上げることにより、空間分解能を向上させることができるので、拍動の影響が少ない腹部や下肢静脈の観察においても有用となり得る。

【 0 0 5 0 】

10

線順次撮像モードと面順次撮像モードとの間の切換は、先に説明したように、オペレータが線順次 / 面順次切換ボタン 7 1 a (図 1) を押下することによって行うことができるが、以下に説明するように、制御部 7 2 (図 1) が自動的に行うようにしても良い。

【 0 0 5 1 】

制御部 7 2 は、検査対象の部位に応じたプリセット設定に従って、線順次撮像モードと面順次撮像モードとの内の一方を設定することができる。例えば、制御部 7 2 は、検査対象の部位が心臓である場合に面順次撮像モードを設定し、検査対象の部位が腹部である場合に線順次撮像モードを設定する。これにより、検査対象の部位が心臓である場合に時間分解能を向上させ、検査対象の部位が腹部である場合に空間分解能を向上させることができる。

20

【 0 0 5 2 】

また、制御部 7 2 は、表示深さの設定に従って、線順次撮像モードと面順次撮像モードとの内の一方を設定することができる。例えば、制御部 7 2 は、設定された最大表示深さ D_{MAX} が所定の深さ D_1 以下である場合に線順次撮像モードを設定し、設定された最大表示深さ D_{MAX} が所定の深さ D_1 よりも深い場合に面順次撮像モードを設定する。これにより、浅い領域が表示される場合に空間分解能を向上させ、深い領域が表示される場合に時間分解能を向上させることができる。

【 0 0 5 3 】

さらに、制御部 7 2 は、1 フレームに含まれている複数の画素の輝度値 (例えば、積分値又は平均値) について、フレーム間差分 ΔL が所定の値 L_1 よりも大きいか否かによって、線順次撮像モードと面順次撮像モードとの内の一方を設定することができる。例えば、制御部 7 2 は、フレーム間差分 ΔL が所定の値 L_1 以下である場合に線順次撮像モードを設定し、フレーム間差分 ΔL が所定の値 L_1 よりも大きい場合に面順次撮像モードを設定する。これにより、撮像対象の動きが小さい場合に空間分解能を向上させ、撮像対象の動きが激しい場合に時間分解能を向上させることができる。

30

なお、所定の深さ D_1 又は所定の値 L_1 は、オペレータが操作卓 7 1 を操作することによって設定することが可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 4 】

本発明は、超音波を送受信することにより生体内の臓器等の撮像を行って、診断のために用いられる超音波画像を生成する超音波診断装置において利用することが可能である。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 5 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 線順次撮像モードにおける送信動作を説明するための図である。

【 図 3 】 線順次撮像モードにおける受信動作を説明するための図である。

【 図 4 】 同時に超音波を送信する一群の超音波トランスデューサのシフトを示す図である。

。

【 図 5 】 面順次撮像モードにおける送信動作を説明するための図である。

【 図 6 】 面順次撮像モードにおける受信動作を説明するための図である。

50

【図 7】面順次撮像モードの変形例における送信動作を説明するための図である。

【図 8】線順次撮像モードにおける撮像動作と面順次撮像モードにおける撮像動作とを比較して説明するための図である。

【符号の説明】

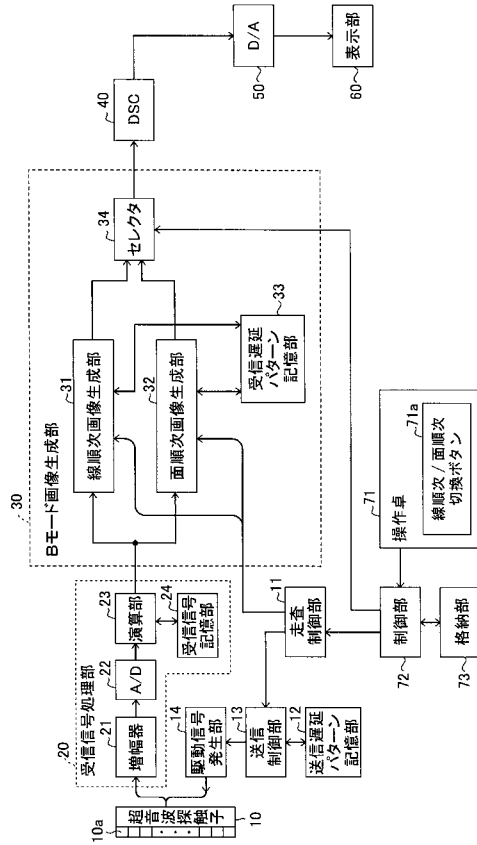
【 0 0 5 6 】

- 1 0 超音波探触子
- 1 0 a 超音波トランスデューサ
- 1 1 走査制御部
- 1 2 送信遅延パターン記憶部
- 1 3 送信制御部
- 1 4 駆動信号発生部
- 2 0 受信信号処理部
- 2 1 増幅器
- 2 2 A / D 変換器
- 2 3 演算部
- 2 4 受信信号記憶部
- 3 0 B モード画像生成部
- 3 1 線順次画像生成部
- 3 2 面順次画像生成部
- 3 3 受信遅延パターン記憶部
- 3 4 セレクタ
- 4 0 D S C
- 5 0 D / A 変換器
- 6 0 表示部
- 7 1 操作卓
- 7 1 a 線順次 / 面順次切換ボタン
- 7 2 制御部
- 7 3 格納部

10

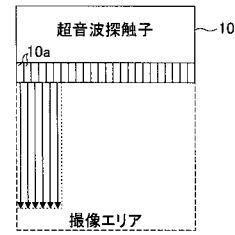
20

【図 1】

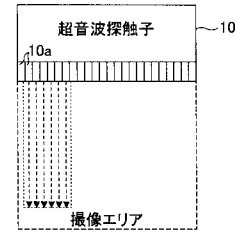


【図 2】

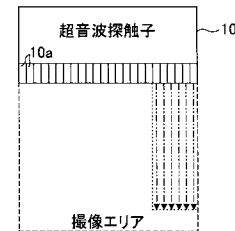
(a) 送信回数1



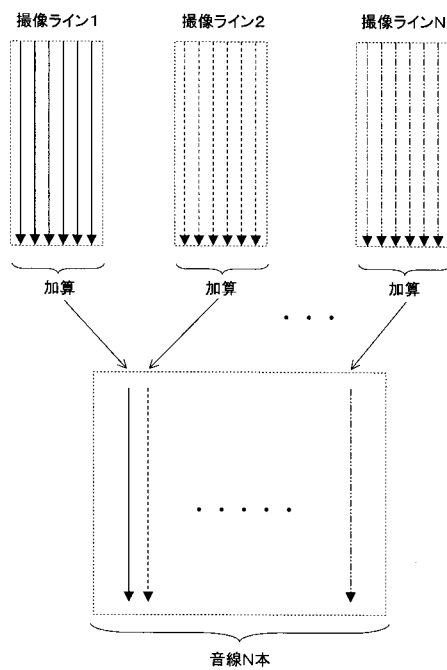
(b) 送信回数2



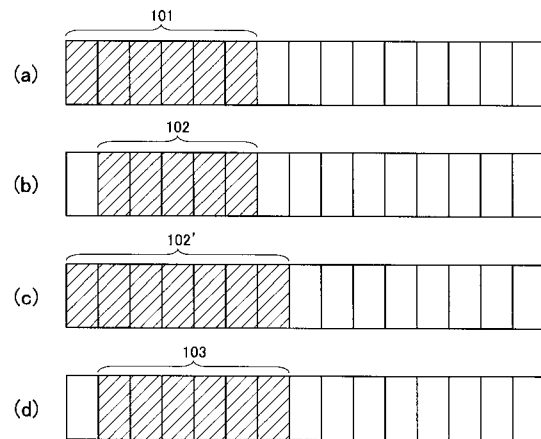
(c) 送信回数N



【図 3】

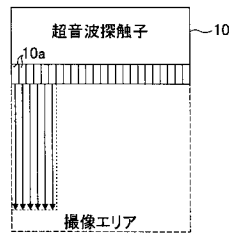


【図 4】

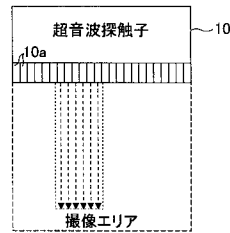


【図 5】

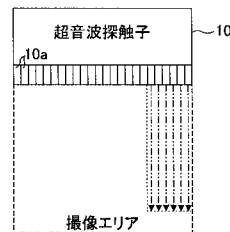
(a) 送信回数1



(b) 送信回数2

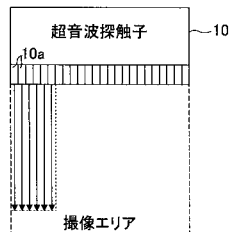


(c) 送信回数M

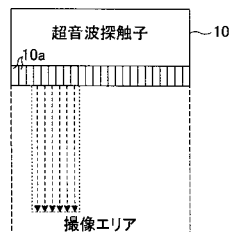


【図 7】

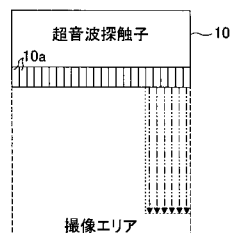
(a) 送信回数1



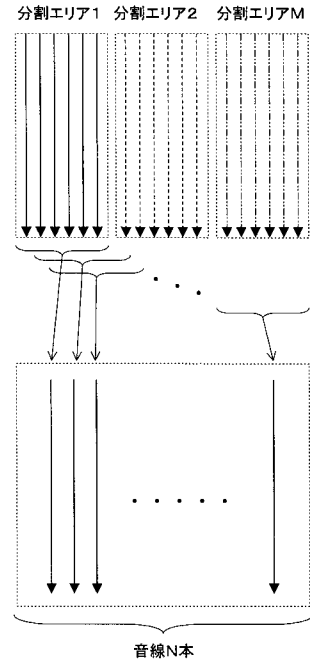
(b) 送信回数2



(c) 送信回数M'

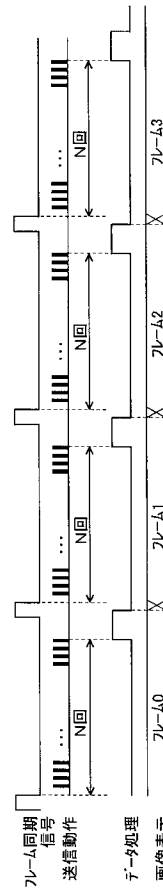


【図 6】

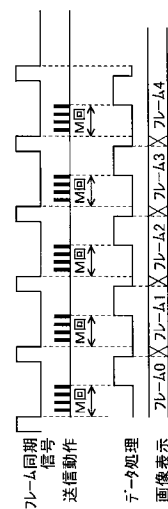


【図 8】

(a) 線順次撮像モード



(b) 面順次撮像モード



フロントページの続き

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

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

专利名称(译)	超声波诊断装置，超声波成像方法和程序		
公开(公告)号	JP5346245B2	公开(公告)日	2013-11-20
申请号	JP2009139142	申请日	2009-06-10
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	佐藤良彰		
发明人	佐藤 良彰		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S15/8977 A61B8/14 A61B8/5207 A61B8/56 G01S7/52085 G01S7/52088 G01S7/5209 G01S15/8997		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/EE01 4C601/EE08 4C601/HH14 4C601/HH17 4C601/JB45 4C601/JB46 4C601/JB48 4C601/JC11 4C601/KK12 4C601/LL03 4C601/LL38		
代理人(译)	宇都宫正明		
优先权	2008157406 2008-06-17 JP		
其他公开文献	JP2010022817A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波诊断装置，其中可以根据成像对象选择性地使用具有有利时间分辨率的成像方法和具有有利空间分辨率的成像方法之一。解决方案：该超声诊断设备包括：控制部分，用于设置第一成像模式和第二成像模式之一；传输控制单元，用于控制驱动信号产生单元扫描物体，同时移动一组超声波换能器的中心位置，同时发送超声波，其距离不大于第一成像模式中元件之间的间隔，并且用于控制驱动信号产生单元扫描物体，同时移动一组超声波换能器的中心位置，同时发射超声波的距离不小于第二成像模式中元件之间间隔的两倍；图像生成单元，用于在第一成像模式下以第一帧速率生成图像信号，并且在第二成像模式下以高于第一帧速率的第二帧速率生成图像信号。

【图1】

