

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/125509

発行日 平成29年10月26日 (2017.10.26)

(43) 国際公開日 平成28年8月11日 (2016.8.11)

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

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

出願番号	特願2016-573236 (P2016-573236)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2016/050114	(74) 代理人	110000888 特許業務法人 山王坂特許事務所
(22) 国際出願日	平成28年1月5日 (2016.1.5)	(72) 発明者	池田 貞一郎 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(31) 優先権主張番号	特願2015-20745 (P2015-20745)	(72) 発明者	栗原 浩 東京都三鷹市牟礼六丁目2番1号 日立アロカメディカル株式会社内
(32) 優先日	平成27年2月4日 (2015.2.4)	(72) 発明者	石原 千鶴枝 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

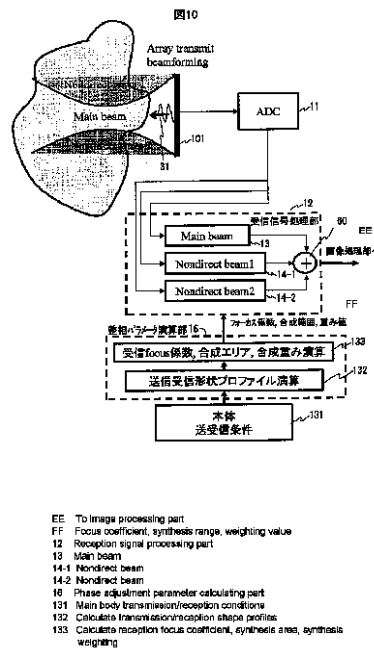
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置、および、超音波信号の処理方法

(57) 【要約】

高々1本の遅延カーブによって生成させることによって生じる超音波診断装置の画像生成における制約を排除し、より高解像度かつ、高速に撮像ができる超音波診断装置を実現する。

受信信号処理部12は、受信チャンネルごとに配置された遅延部13、14-1、14-2と、合成部60を含む。第1遅延部13は、送信ビーム31から生じた受信信号を所定の受信焦点について整相するための第1遅延時間により、受信信号を遅延させる。第2遅延部14-1は、送信ビーム31の位相と異なる所定の位相の音波から生じた受信信号を同一の受信焦点について整相するための第2遅延時間により、受信信号を遅延させる。合成部60は、第1遅延部が生成した第1整相信号と、第2遅延部14-1が生成した第2整相信号とを加算する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の送信焦点に集束するように所定の位相遅延が施された送信ビームが送信された被検体からの音波を、複数の受信チャンネルで受信した受信信号を処理して整相信号を得る受信信号処理部を有し、

前記受信信号処理部は、前記受信チャンネルごとに2以上配置された遅延部と、合成部とを含み、

前記2以上の遅延部のうち第1遅延部は、前記送信ビームから生じた受信信号を所定の受信焦点について整相するための第1遅延時間により前記受信信号を遅延させ、第2遅延部は、前記送信ビームの位相と異なる所定の位相の音波から生じた受信信号を同一の前記受信焦点について整相するための第2遅延時間により前記受信信号を遅延させ、

前記合成部は、前記第1遅延部が前記遅延により生成した第1整相信号と、前記第2遅延部が前記遅延により生成した第2整相信号とを加算することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の超音波撮像装置であって、前記受信信号処理部は、1回の前記送信ビームの送信に対して、前記被検体の前記送信ビームの送信領域の内側および外側に複数の受信走査線を設定し、前記受信走査線上に前記受信焦点を複数設定されることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 3】

請求項1に記載の超音波撮像装置であって、前記合成部は、前記第1整相信号と第2受信信号とを合成する際に、重み付けを行うことを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 4】

請求項3に記載の超音波撮像装置であって、前記重み付けに用いる重みは、前記受信焦点と、前記送信ビームの送信領域との位置関係により設定されていることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 5】

請求項1に記載の超音波撮像装置であって、前記受信信号処理部は、前記合成部が前記第1整相信号および前記第2整相信号を加算すべき被検体領域を設定する合成エリア設定部をさらに有し、前記合成部は、前記合成エリア設定部の設定した領域内の前記受信焦点について前記第1整相信号と前記第2整相信号を加算すること特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 6】

請求項1に記載の超音波撮像装置であって、前記送信ビームの形状と送信焦点と、前記受信焦点との位置関係を用いて、前記第1遅延時間と前記第2遅延時間を演算により求める遅延量演算部をさらに有することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 7】

請求項1に記載の超音波撮像装置であって、前記受信信号処理部は、前記受信チャンネルごとに前記第1遅延部が遅延させた前記第1整相信号を前記受信チャンネル間で加算する第1加算部と、前記受信チャンネルごとに前記第2遅延部が遅延させた前記第2整相信号を前記受信チャンネル間で加算する第2加算部とを有し、前記合成部は、前記第1加算部が加算後の前記第1整相信号と前記第2加算部が加算後の前記第2整相信号とを合成することを備えることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 8】

請求項1に記載の超音波撮像装置であって、前記合成部は、所定の前記受信チャンネルに配置された、前記第1遅延部の出力する前記第1整相信号と、前記第2遅延部の出力する前記第2整相信号とを加算するものであり、

前記受信信号処理部は、前記合成部が加算した整相信号を前記受信チャンネル間でさらに加算する加算部を備えることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の超音波撮像装置であって、前記受信信号処理部は、前記合成部の前段および後段の一方に信号の包絡線検波を行う包絡線検波部を備えることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の超音波撮像装置であって、前記受信信号処理部は、前記合成部の前段および後段の一方に前記整相信号の包絡線検波を行う包絡線検波部を備えることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 11】

所定の送信焦点に集束するように所定の位相遅延が施された送信ビームを被検体に送信し、

10

被検体からの音波を、複数の受信チャンネルで受信し、

前記受信チャンネルで受信した受信信号を、前記送信ビームから生じた受信信号を所定の受信焦点について整相するための第 1 遅延時間により遅延させるとともに、前記受信信号を、前記送信ビームの位相と異なる所定の位相の音波から生じた受信信号を同一の前記受信焦点について整相するための第 2 遅延時間により遅延させ、

前記第 1 遅延時間による遅延で得た第 1 整相信号と、前記第 2 遅延時間による遅延で得た第 2 整相信号とを加算することを特徴とする超音波信号の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、超音波を用いて被検体内の画像を撮像する超音波撮像技術に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波撮像技術とは、超音波（聞くことを意図しない音波、一般的には 20 kHz 以上の高周波数の音波）を用いて人体をはじめとする被検体の内部を非侵襲的に画像化する技術である。

【0003】

超音波探触子から被検体への超音波ビームの送信方法には、扇形に広がる超音波ビームを送信する拡散型送信と、被検体内に超音波ビームの送信焦点を配置して超音波ビームを収束させる集束型送信の 2 種類がある。

30

【0004】

超音波撮像装置による超音波の送受信は、有限の開口径を持つアレイによって行われるため、開口部のエッジによる超音波の回折の影響を受け、方位角方向の分解能を向上させることが難しい。この問題は、無限に長いアレイを用意できれば解決できるが、現実的には実現は困難である。そのため近年では、方位角方向の分解能向上のために、チャンネルドメイン整相技術の検討が盛んに行われており、適応ビームフォーマや、開口合成などの新しい整相方式が盛んに報告されている。

【0005】

開口合成を簡単に説明する。まず、超音波探触子を構成する複数素子の受信信号にそれぞれ遅延時間を与えることにより、仮想的にある点について焦点を合わせた後、加算して得た整相信号を得る。この整相信号と、同一点について他の 1 以上の送受信で得た整相信号とを合成し、重ね合わせることにより開口合成を行う。

40

【0006】

開口合成は、ある点に対して異なる方向から超音波探触子が送受信して得た整相信号を重ね合わせることができるため、点像の高解像度化、不均質に対する頑健性などを付与することが期待される。さらには、重ね合わせ処理により処理利得が向上するため、超音波の送信回数を通常よりも間引いた送信が可能となり、高速撮像にも応用できる。

【0007】

特許文献 1 には、超音波診断装置であって、集束型送信を行う超音波撮像において、仮想音源法を改良した方法を用いて、開口合成を行う技術が開示されている。具体的には、

50

超音波ビームのエネルギーが焦点に収束する領域（特許文献1の図2の領域A）では、焦点を仮想音源とみなして開口合成を行い、その周辺の超音波エネルギーが拡散する領域（領域B,C）では探触子の端部から球面波が放射されたとみなして開口合成を行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平10-277042号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

10

特許文献1のように、送信ビームの照射領域（超音波エネルギーが収束する領域）内では仮想音源法により遅延時間を求め、送信ビームの照射領域外（超音波エネルギーが拡散する領域）では、探触子の端部から球面波が放射されているとみなして、遅延時間を求めることにより、送信ビームの照射領域外の点についても整相信号を得ることができる。よって、送信ビームの照射領域外についても受信走査線を設定することができる。

【0010】

しかしながら、特許文献1の技術により、送信ビームの照射領域外の受信走査線上の点の遅延時間を、探触子の端部から放射されたとみなした球面波の波形によって求める場合、送信焦点深さ付近において、探触子の両端からそれぞれ放射された球面波の進行方向が交差するため、探触子の左端からの球面波および右端からの球面波の一方から他方へ、遅延時間の演算に用いる球面波の波形を切り替えなければならない。この切り替えのため、受信走査線の深さ方向の遅延時間の変化を表す曲線は、送信焦点深さ付近で不連続になるという問題が生じる。

20

【0011】

超音波診断装置においては、特許文献1の技術を含め、一般的には受信走査線ごとに高々1つの遅延カーブを用いて遅延加算処理を行っている。集束型送信の場合、遅延カーブは焦点深さ付近で不連続になる。結果として、生成される超音波画像の画素値が送信焦点付近での不連続となり、送信焦点深さ付近でアーチファクトを生じさせることがある。

【0012】

発明の目的は、高々1本の遅延カーブによって生成させることによって生じる超音波診断装置の画像生成における制約を排除し、より高解像度かつ、高速に撮像ができる超音波診断装置を実現することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の超音波撮像装置は、所定の送信焦点に集束するように所定の位相遅延が施された送信ビームが送信された被検体からの音波を、複数の受信チャンネルで受信した受信信号を処理して整相信号を得る受信信号処理部を有する。受信信号処理部は、受信チャンネルごとに2以上配置された遅延部と、合成部とを含む。2以上の遅延部のうち第1遅延部は、送信ビームから生じた受信信号を所定の受信焦点について整相するための第1遅延時間により、受信信号を遅延させる。第2遅延部は、送信ビームの位相と異なる所定の位相の音波から生じた受信信号を同一の受信焦点について整相するための第2遅延時間により、受信信号を遅延させる。合成部は、第1遅延部が遅延により生成した第1整相信号と、第2遅延部が遅延により生成した第2整相信号とを加算する。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、送信ビームのみならず、送信ビームとは位相の異なる音波による受信信号についても整相信号を得て、両者を用いて画像を生成できるため、画質が高解像度化する。また送信ビームの外側についても、整相信号を得られるため、高速撮像を実現できる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 5 】

【図 1】送信ビーム（直接波）3 1 と非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 を説明する説明図。

【図 2】（ a ）送信ビーム 3 1 と音軸 3 6 a を示す説明図、（ b ）音軸 3 6 a の深さ方向の各位置に到達する波形を時間ごとに示すグラフ。

【図 3】第 1 の実施形態の超音波撮像装置の構成を示すブロック図。

【図 4】送信ビーム 3 1 の形状と、複数の受信走査線とを示す説明図。

【図 5】第 2 の実施形態の超音波撮像装置の受信信号処理部の構成を示すブロック図。

【図 6】（ a ）第 2 の実施形態の直接波用および非直接波用のマスクの例を示す説明図、（ b ）直接波用および非直接波用の重み分布を示す説明図。

【図 7】（ a ）第 2 の実施形態の R F 信号処理部 1 5 の後段に包絡線検波部と L O G 圧縮部を配置した構成を示すブロック図、（ b ） R F 信号処理部 1 5 の前段に包絡線検波部を、後段に L O G 圧縮部を配置した構成を示すブロック図、（ c ） R F 信号処理部 1 5 の前段に包絡線検波部と L O G 圧縮部を配置した構成を示すブロック図。

10

【図 8】（ a ）および（ b ）第 2 の実施形態の直接波による整相信号と非直接波による整相信号とを重畳させる領域を示す説明図。

【図 9】第 1 の実施形態の超音波診断装置の動作を示すフローチャート。

【図 1 0】第 2 の実施形態の超音波診断装置の動作を示す説明図。

【図 1 1】第 2 の実施形態の超音波診断装置の動作をハードウェアで実現する場合の装置構成を示すブロック図。

【図 1 2】第 2 の実施形態の超音波診断装置の動作をソフトウェアで実現する場合の装置構成を示すブロック図。

20

【図 1 3】（ a ）送信ビーム 3 1 と受信走査線 3 6 を示す説明図、（ b ）音軸に一致した受信走査線上の各位置に直接波と非直接波が届く時間（伝搬距離）を示すグラフ、（ c ）および（ d ）音軸から離れた受信走査線上の各位置に直接波と非直接波が届く時間と、仮想音源法による遅延時間を示すグラフ。

【図 1 4】第 3 の実施形態の合成部 6 0 の位置を示すブロック図。

【図 1 5】（ a ）第 3 の実施形態で合成エリア設定部 5 8 を配置する場合のブロック図、（ b ）第 3 の実施形態で重み付け部 5 9 を配置する場合のブロック図。

【図 1 6】比較例の平行ビーム処理で複数の受信走査線について整相信号（ L R I ）を得る構成を示すブロック図。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

本発明の一実施形態の超音波撮像装置について説明する。

【 0 0 1 7 】

（本発明の原理）

まず、本発明の原理について説明する。図 1 のように、超音波撮像装置は、超音波素子アレイ 1 0 1 の複数の送信チャンネル 1 0 5 から、所定の送信焦点 3 0 に集束するように所定の遅延量ずつ位相を遅延させた超音波を送信する。これにより、複数の送信チャンネル 1 0 1 から送信された超音波が干渉して干渉波（送信ビーム 3 1 ）が形成される。送信ビーム 3 1 の波面は、波面 3 2 である。また、被検体内には、送信ビーム 3 1 とは位相の異なる回折波（球面波） 3 3 - 1 , 3 3 - 2 も伝搬している。回折波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 は、ここではそれぞれ超音波素子アレイの両端の送信チャンネル 1 0 5 - 1 , 1 0 5 - 2 から送信された音波を、一例として以下の説明に用いる。なお、送信焦点 3 0 への集束のために位相遅延をさせた超音波（送信ビーム） 3 1 を、「直接波」とも呼ぶ。また、送信ビーム（直接波） 3 1 とは位相の異なる回折波（球面波） 3 3 - 1 , 3 3 - 2 を、「非直接波」とも呼ぶ。また、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 の両方またはいずれか一方を、非直接波 3 3 と呼ぶ。

40

【 0 0 1 8 】

図 2 （ a ）は、それぞれ超音波素子アレイ 1 0 1 から送信された送信ビーム（直接波） 3 1 と、その中心軸（音軸） 3 6 a を示す。図 2 （ b ）は、送信ビーム 3 1 の音軸 3 6 a

50

の各深さに、送信後の所定時刻（32，40，48，55.6，および64 μ s）後に到達する直接波31と非直接波33の波形をシミュレーションにより求めた結果を示している。送信焦点30の深さは、80mmである。図2（b）から、同一時刻に、異なる深さに2つの波形が組になって存在することが分かる。同一時刻の波形の組のうち、送信焦点30に近い方の波が直接波31で、送信焦点30から遠い方の波が非直接波33である。送信焦点30（時刻55.6 μ s）においては、直接波31と非直接波33は同一時刻に到達し、1つの音圧波形を形成している。図2（b）の非直接波33は、音軸36a上で図1の非直接波33-1，33-2が重畳した波形である。

【0019】

図2（b）より、音軸36a上では送信焦点30を除いた各深さで、2つの波（直接波31と非直接波33）が実際に伝搬しており、それらの音圧は、同程度のオーダであることが確認できる。なお、図2（b）は、音軸36a上の波形であるため、非直接波33-1，33-2が重畳して非直接波33となっているが、音軸36aから離れた位置では、直接波31と、非直接波33-1と、非直接波33-2の3種類が伝搬している。

10

【0020】

従来の超音波撮像装置では、直接波31のみが整相される遅延時間を用いてビームフォーミングを行うため、直接波31の情報のみを用いて画像が生成され、非直接波33-1，33-2の情報は画像生成には用いられていない。本発明では、直接波31のみならず、非直接波33-1，33-2の少なくとも一方の情報を用いて画像生成を行うことにより、画像の解像度を向上させ、かつ、高速な画像生成を可能にする。

20

【0021】

（第1の実施形態）

第1の実施形態の超音波診断装置は、図3に示すように、受信チャンネルごとに2以上の遅延部13，14を含む受信信号処理部12を用いる。2以上の遅延部13，14のうち第1遅延部13は、所定の第1遅延時間により受信信号を遅延させることにより、送信ビーム（直接波）31から生じた受信信号を所定の受信焦点35について整相する。第1遅延時間は、直接波31の被検体による反射波の受信信号を整相するように設定されている。第2遅延部14は、受信信号を第2遅延時間により遅延させることにより、送信ビーム31の位相とは異なる所定の位相の音波（非直接波）33から生じた受信信号を受信焦点35について整相する。第2遅延時間は、非直接波33-1，33-2のうちの一方の反射波の受信信号を整相するように設定されている。

30

【0022】

さらに、超音波撮像装置は、第1遅延部13が遅延により生成した第1整相信号と、第2遅延部14が遅延により生成した第2整相信号とを合成部により加算する。加算後の整相信号を用いて画像を生成することにより、直接波31のみならず、非直接波33の情報を用いて画像を生成することができる。

【0023】

このように、本実施形態の超音波撮像装置は、受信信号から直接波31による情報と非直接波33による情報を抽出するために、受信焦点35に対して受信信号を整相する処理を利用する。直接波31（波面32）に対して非直接波33-1，33-2は、図1のように波面34-1，34-2が異なるため、位相が異なる。そのため、超音波アレイ101の受信チャンネルで受信した受信信号に含まれる直接波31による受信信号と、非直接波33-1，33-2による受信信号とは、位相が異なる。すなわち、ある受信焦点35について、直接波31の反射波の受信信号を整相するための第1遅延時間は、非直接波33-1，33-2の反射波の受信信号を整相するための第2遅延時間と異なる値となる。よって、受信チャンネルごとに2つもしくはそれ以上の遅延部14，15を配置し、第1遅延部14においては、直接波31の反射波の受信信号を整相するための第1遅延時間を用いて遅延処理を行うことにより、直接波31による受信信号を抽出できる。また、第2遅延部15では、非直接波33-1および33-2のうちの一方の反射波の受信信号を整相するための第2遅延時間を用いて遅延処理を行うことにより、非直接波33-1または3

40

50

3 - 2 による受信信号を抽出することができる。

【0024】

本実施形態では、直接波31による受信焦点の情報と非直接波33による受信焦点の情報の両方を用いることができるため、高解像度かつ、高速に撮像ができる。また、直接波31のみを用いた場合に、遅延時間の深さ方向についての変化が、送信焦点付近の不連続になることに起因するアーチファクトを、直接波31および非直接波33の両方を用いることで抑制することができる。

【0025】

新たに非直接波31を用いることで、直接波31のみでは画像化することの出来なかった領域の画像化が出来るため、一度の音波送信によって得られる画像化領域が広がるため、単位時間あたりの画像描画量を上げることができる。即ち超音波画像の高速撮像が可能になる。また、従来直接波31だけで画像化していた撮像点(受信焦点)を非直接波33をもちいて同時に撮像することができるため、高々1波の送信でありながら、複数の方向から到来する音波を用いてある一つの撮像点を描出する、というマルチルック撮像が可能となる。そのため、高解像度の画像を得ることができる。後段の開口合成処理はマルチルック撮像の一つであるが、本方式を用いることで、2段階のマルチルック撮像が可能となり、より高解像度の画像を得ることが可能となる。

【0026】

また、本実施形態の超音波撮像装置では、直接波31および非直接波33-1, 33-2のいずれかが到達する領域であれば整相信号を生成することができる。よって、図4のように、直接波(送信ビーム)31が送信される領域の内側のみならず外側にも受信走査線36を設定して受信走査線36上の受信焦点の整相信号を得ることができる。これにより、受信信号処理部12は、1回の送信ビーム31の送信に対して、複数の受信走査線を設定して、複数の受信走査線上の複数の受信焦点について整相信号を生成できるため、高速に画像を生成できる。

【0027】

図1および図2には、上記説明した以外の構成も含まれるが、第1の実施形態の超音波撮像装置はこれらの構成を備えていなくてもよい。上記説明した以外の構成については、第2の実施形態の超音波撮像装置の構成として説明する。

【0028】

(第2の実施形態)

第2の実施形態の超音波撮像装置について以下説明する。第2の実施形態の超音波撮像装置は、図5のように、3つの遅延部13, 14-1, 14-2を備え、直接波31、非直接波33-1, 33-2についてそれぞれ整相処理を行う。第2の実施形態において、第1の実施形態と同様の構成は、同一の符号を付している。

【0029】

図3に示すように、第2の実施形態の超音波撮像装置は、超音波探触子116と、送信ビームフォーマ104と、受信信号処理部12と、整相パラメータ演算部16と、画像処理部109と、制御部111と、コンソール110と、画像表示部103とを備えている。超音波探触子116には、超音波素子を配列した超音波素子アレイ101が備えられている。超音波探触子116と、送信ビームフォーマ104および受信信号処理部12の間には、送受信分離回路(T/R)107が配置されている。送受信分離回路107と受信信号処理部12の間には、アナログ/デジタルコンバータ11が配置されている。

【0030】

コンソール110は、送信焦点30の位置、送信周波数、送信回数、撮像範囲等の入力を操作者から受け付ける。また、コンソールでは操作者は撮像モードや撮像部位設定、アプリケーション設定などの具体的な操作者目的と連動した設定を受け付けるようになっていて、コンソール110からの撮像モードや撮像部位設定、アプリケーション設定の入力に従って、制御部111で具体的な送信周波数、送信回数、撮像範囲がそれぞれの入力設定に対応して決定されるような形態でも良い。すなわち、送信周波数、送信回数、撮像範

10

20

30

40

50

囲は操作者に対しては暗黙的に設定される形態でも良い。

【0031】

送信ビームフォーマ104は、制御部111から受け取った送信焦点30の位置に超音波が集束するように、送信チャンネルごとに位相を遅延させた送信信号を生成し、超音波素子アレイ101の各送信チャンネル105に受け渡す。これにより、超音波素子アレイ101の複数の送信チャンネル105からそれぞれ超音波が送信され、干渉して送信ビーム(直接波)31を形成し、この送信ビーム31が被検体の撮像範囲を伝搬する。同時に、超音波素子アレイ101の両端の送信チャンネル105-1、105-2から送信された超音波のうち、送信ビーム31の形成に寄与しない部分が回折波(非直接波)33-1、33-2として、被検体の撮像範囲を伝搬する。

10

【0032】

受信信号処理部12は、図3および図5のように、受信ビームフォーマ108と、RF信号処理部15と、受信焦点メモリ55と、LRI(低解像度画像)メモリ56と、合成用メモリ57とを含む。

【0033】

受信ビームフォーマ108は、第2の実施形態では、図5に示すように、第1遅延部13と、2つの第2遅延部14-1、14-2を備えている。これら3つの遅延部13、14-1、14-2は、遅延回路セット51、52-1、52-2と、加算部53、54-1、54-2をそれぞれ備えている。遅延回路セット51、52-1、52-2は、超音波素子アレイ101の受信チャンネル106の数(K)と等しい数(K)の遅延回路をそれぞれ含む。K個の遅延回路は、K個の受信チャンネル106の出力する受信信号をそれぞれ受信焦点メモリ55に受信焦点ごとに格納された遅延時間だけ遅延させる。加算部53、54-1、54-2は、それぞれ遅延回路セット51、52-1、52-2のK個の遅延回路の出力を加算する。

20

【0034】

遅延回路セット51、52-1、52-2および加算部53、54-1、54-2は、遅延部13、14-1、14-2に一つ備えられていれば足りるが、本実施形態では、複数(N本)の受信走査線について、並列に整相処理を行うために、N個の遅延回路セット51、52-1、52-2とN個の加算部53、54-1、54-2を遅延部13、14-1、14-2内に備えている。

30

【0035】

また、複数(N本)の受信走査線は、時間分割を用いて生成されてもよい。すなわち、N個より少ないL個の遅延回路セット51、52-1、52-2とL個の加算部53、54-1、54-2を遅延部13、14-1、14-2内に備えており、一度ある受信走査線の演算が行われた遅延回路、および加算部は、次の受信データが受信されるまでにブランク時間がある限りにおいて繰り返して使用することができ、再度異なる受信走査線の遅延演算および加算演算を行っても良い。

【0036】

受信焦点メモリ55は、予め別途求めておいた遅延時間が予め格納されている構成とすることも可能であるが、本実施形態では、後述するマルチライン受信フォーカス演算部17が演算により求めた遅延時間が、受信走査線の受信焦点ごとに格納される。

40

【0037】

LRIメモリ56は、遅延部13、14-1、14-2ごとのN個の加算部53、54-1、54-2が各受信焦点について順次出力する整相信号を、N本の受信走査線に対応させて順次格納する。これにより、遅延部13、14-1、14-2ごとに、1回の送信について、N本の受信走査線上の所定数の受信焦点の整相信号が格納され、一つのLRI(低解像度画像)が格納される。すなわち、遅延部13の出力する整相信号から直接波31による低解像度画像65が格納され、遅延部14-1、14-2のそれぞれ出力する整相信号から非直接波33-1、33-2による低解像度画像66-1、66-2が格納される。

50

【0038】

1回の送信について、遅延部13、14-1、14-2ごとに一つの低解像度画像65、66-1、66-2がLRIメモリ56に格納されると、RF信号処理部15は、直接波31について整相信号と、直接波33-1、33-2についての整相信号とを加算することができる。本実施形態では、さらに送信間開口合成処理を行うため、図5のように、送信間開口合成に必要なM回の送信分の低解像度画像65、66-1、66-2を格納するように構成している。

【0039】

RF信号処理部15は、合成エリア設定部58と、重み付け部59と、合成部60と、送信間開口合成部61とを含む。合成用メモリ57は、整相信号(低解像度画像)を合成すべきエリアを定めるマスクを格納するマスクメモリ62と、対応する受信焦点の整相信号(低解像度画像)を加算する際の重みを格納する重みメモリ63と、送信間開口合成時の送信間の重みを格納する送信間開口合成メモリ64とを含む。

10

【0040】

マスクメモリ62には、例えば図6(a)のように直接波用マスク67および非直接波用マスク68-1、68-2が格納されている。重みメモリ63には、例えば低解像度画像の位置に応じて異なる重みが、例えば図6(b)のように直接波用重み分布70および非直接波用重み分布71-1、71-2が格納されている。

【0041】

合成エリア設定部58は、マスクメモリ62から読み出したマスク67、68-1、68-2をそれぞれ対応する低解像度画像65、66-1、66-2に設定する。重み付け部59は、合成エリア設定部58がマスク67、68-1、68-2を設定した領域内の低解像度画像65、66-1、66-2の整相信号を、重みメモリ59に格納されている重み対応する位置の重み分布70、71-1、71-2によって重み付けする。合成部60は、重み付け部59が重み付けした低解像度画像65、66-1、66-2の整相信号を、対応する受信焦点同士でそれぞれ加算する。これによって、直接波31による整相信号と非直接波33-1、33-2による整相信号とが合成された画像が生成される。合成後画像は、合成部60内の内蔵するメモリに格納する。合成エリア設定部58、重み付け部59、および、合成部60は、これらの処理をM回の送信分の低解像度画像についてそれぞれ行い、M回送信分のM個の合成後画像を得る。

20

30

【0042】

また、合成エリア設定部58によるマスク設定が終わった後にLRIメモリ56に一時的にマスク設定後データを格納しても良い。また同様に重み付け部59で重み付けした後の低解像度画像を一時的にLRIメモリに格納しても良い。これらのLRIメモリに格納された中間データを都度読み出して、合成部60においてM回の送信分のM個の低解像度画像の合成を行っても良い。また、合成部60において合成されたM個の低解像度画像も、一時的にLRIメモリに格納される形態をとっても良い。

【0043】

送信間合成部61は、送信間開口合成メモリ64に格納されている送信ごとの重みを読み出し、合成部60内のメモリもしくはLRIメモリ56に格納されているM回の送信分の合成後画像をそれぞれ重み付けし、加算することにより、送信間開口合成を行う。

40

【0044】

また、送信間合成部61においては、1回の送信ごとの合成後の低解像度画像を送信ごとに重み付け、加算し、加算した後の中間加算画像のみをメモリに保持する形をとってもよい。この中間画像に対して、次の送信の合成後の低解像度画像を重み付け、加算する処理をM回繰り返し、送信ごとに更新される部分だけの演算を行い、M個の合成後画像を合成する。このような処理を行うことで、あらかじめM個の合成後画像を蓄えておかなければならなかったメモリ領域を、高々1つの中間画像のみを保持しておけば良いことになり、当該箇所のメモリ量を1/Mに低減することができる。

【0045】

50

R F 信号処理部 1 5 は、図 5 の構成以外に、さらに図 7 (a) のように、包絡線検波部 6 7 と、L O G 圧縮部 6 8 とを備えている。開口合成後の画像 (整相信号) は、まだ送信時の周波数成分を含んでいるので、包絡線検波部 6 7 で包絡線検波を行い、L O G 圧縮部 6 8 において L O G 圧縮を行う。得られた画像 (整相信号) は、画像処理部 1 0 9 に受け渡される。

【 0 0 4 6 】

画像処理部 1 0 9 は、制御部 1 1 1 の制御下で所定の画像処理を施し、画像表示部 1 0 3 に表示させる。

【 0 0 4 7 】

一方、整相パラメータ演算部 1 6 は、マルチライン受信フォーカス演算部 1 7 と、合成エリア演算部 1 8 と、合成重み演算部 1 9 とを備えている。

10

【 0 0 4 8 】

制御部 1 1 1 内には、送信焦点 3 0 の位置、送信周波数、撮像範囲、送信回数等の送信条件を制御部 1 1 1 から受け取って、送信ビーム (直接波) 3 1 の幾何学的形状および位置を演算により求める送信ビーム形状算出部 2 0 を備えている。マルチライン受信フォーカス演算部 1 7 は、送信ビーム形状算出部 2 0 から送信ビーム形状を受け取って、送信ごとに複数の受信走査線を撮像範囲内に設定し (図 4 参照) 、受信走査線上に所定の間隔で複数の受信焦点を設定する。そして、設定した受信走査線のそれぞれの受信焦点に対して受信信号を整相するための直接波 3 1 用の遅延時間、非直接波 3 3 - 1 用の遅延時間、非直接波 3 3 - 2 用の遅延時間の 3 種類を演算により求める。具体的には、直接波 3 1 用の遅延時間は、送信焦点 3 0 を仮想的な音源として遅延時間を求める公知の仮想音源法など、幾何的な音波伝搬モデルに基づく近似計算方式により遅延時間を算出する。非直接波 3 3 - 1 用の遅延時間は、超音波素子アレイ 1 0 1 の一方の端部の送信チャンネル 1 0 5 - 1 を音源として広がる球面波についての公知の遅延時間の算出方法により算出する。非直接波 3 3 - 2 用の遅延時間は、超音波素子アレイ 1 0 1 の他方の端部の送信チャンネル 1 0 5 - 2 を音源として広がる球面波についての公知の遅延時間の算出方法により算出する。算出した遅延時間は、フォーカスメモリ 5 5 に格納される。

20

【 0 0 4 9 】

合成エリア演算部 1 8 は、送信ビーム形状算出部 2 0 が算出した送信ビーム 3 1 の幾何学的形状と、合成すべき領域とに基づいて、直接波用マスク 6 7 および非直接波用マスク 6 8 - 1 , 6 8 - 2 を生成する。合成すべき領域は、直接波 3 1 の整相信号と、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 とを合成すべき領域であり、例えば、図 8 (a) 、 (b) のように、予め決めておいた合成すべき領域 8 1 , 8 2 , 8 3 のいずれかを選択して用いることができる。また、操作者から合成すべき領域 8 1 , 8 2 , 8 3 の選択を受け付けることも可能であるし、任意の形状を合成すべき領域として操作者から受け付けて用いてもよい。

30

【 0 0 5 0 】

例えば、合成エリア演算部 1 8 は、図 8 (a) の送信焦点 3 0 の周囲の領域 8 1 においては、直接波 3 1 の整相信号と非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 とが合成され、領域 8 1 の外であって送信ビーム 3 1 の幾何学的形状の内側領域においては、直接波 3 1 の整相信号のみが用いられ、領域 8 1 の外であって送信ビーム 3 1 の幾何学的形状の外側領域においては、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 の整相信号が用いられるか、あるいはどの整相信号も用いられないように、直接波用マスク 6 7 および非直接波用マスク 6 8 - 1 , 6 8 - 2 の形状を設定する。設定したマスク 6 7 、 6 8 - 1 , 6 8 - 2 は、マスクメモリ 6 2 に格納される。

40

【 0 0 5 1 】

また例えば、図 8 (b) のように、送信ビーム 3 1 の形状内でかつ送信焦点 3 0 に近い領域 8 2 では直接波 3 1 の整相信号と非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 とが合成され、それ以外の領域では、図 8 (a) の場合と同様に、直接波 3 1 または非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 の整相信号が用いられるように直接波用マスク 6 7 および非直接波用マスク 6 8 - 1 , 6 8 - 2 の形状を設定することができる。さらに、図 8 (b) の領域 8 3 のように、送信

50

ビーム 3 1 の形状の外側で、かつ、送信焦点 3 0 に近い領域では直接波 3 1 の整相信号と非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 とが合成されるように直接波用マスク 6 7 および非直接波用マスク 6 8 - 1 , 6 8 - 2 の形状を設定してもよい。

【 0 0 5 2 】

重み演算部 1 9 は、送信ビーム 3 1 の幾何学的形状や、送信焦点 3 0 と受信焦点との距離に応じた重み付け関数等の予め決めておいた重み演算方法を用いて、重みの値と、その重み値を適用する領域との関係を示す直接波用重み分布 7 0 および非直接波用重み分布 7 1 - 1 , 7 1 - 2 を設定する。求めた重み分布 7 0 , 7 1 - 1 , 7 1 - 2 は、重みメモリ 6 3 に格納する。

【 0 0 5 3 】

つぎに、本実施形態の超音波撮像装置の撮像時の動作について、図 9 および図 1 0 を用いて説明する。

【 0 0 5 4 】

まず、制御部 1 1 1 は、コンソール 1 1 0 を介して送信焦点 3 0 の位置、送信周波数、撮像範囲、送信回数等の送受信条件を受け付ける（ステップ 1 3 1 ）。制御部 1 1 1 の送信ビーム形状算出部 2 0 は、ステップ 9 1 で受け付けた条件を元に送信ビーム 3 1 の形状を算出する（ステップ 1 3 2 ）。マルチライン受信フォーカス演算部 1 7 と合成エリア演算部 1 8 と合成重み演算部 1 9 は、ステップ 9 2 で算出した送信ビーム 3 1 の形状等を用いて、所定数（N 本）の受信走査線 3 6 を設定し（図 4 参照）、各受信走査線 3 6 上に複数の受信焦点を設定し、各受信焦点について 3 種類の遅延時間、3 種類のマスク 6 7 , 6 8 - 1 , 6 8 - 2 、合成重み分布 7 0 , 7 1 - 1 , 7 1 - 2 を算出し、それぞれフォーカスメモリ 5 5 、マスクメモリ 6 2 、重みメモリ 6 3 に格納する（ステップ 1 3 3 、 1 3 4 ）。

【 0 0 5 5 】

制御部 1 1 1 は、送信焦点 3 0 の位置、送信周波数、送信回数等の送信条件を送信ビームフォーマ 1 0 4 に受け渡し、超音波素子アレイ 1 0 1 の送信チャンネル 1 0 5 から超音波を送信させる（ステップ 1 3 5 ）。

【 0 0 5 6 】

超音波素子アレイ 1 0 1 の受信チャンネル 1 0 6 は、ステップ 1 3 5 の送信により生じた被検体からの音波を受信し、受信信号を出力する（ステップ 1 3 6 ）。

【 0 0 5 7 】

受信信号処理部 1 2 の第 1 の遅延部 1 3 の N 個の遅延回路セット 5 1 は、それぞれ内蔵する K チャンネルの遅延回路で、受信チャンネル 1 0 6 ごとに受信信号を遅延させた後、加算部 5 3 によりチャンネル間で加算することにより、直接波 3 1 による整相信号（RF データ）を得る。このとき、遅延時間は、フォーカスメモリ 5 5 に受信走査線ごとに格納されている直接波 3 1 用の遅延時間を用いる。同様に、第 2 の遅延部 1 4 - 1 、 1 4 - 2 においても遅延及び加算が行われ、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 による整相信号（RF データ）を得る（ステップ 1 3 7 ）。求めた直接波 3 1 による整相信号および非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 による整相信号はそれぞれ、受信走査線ごとに L R I メモリ 5 6 に格納される（ステップ 5 6 ）。これにより、直接波 3 1 による低解像度画像 6 5 、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 による低解像度画像 6 6 - 1 , 6 6 - 2 が格納される。M 回の送信のたびに、ステップ 1 3 6 ~ 1 3 8 を繰り返す。

【 0 0 5 8 】

合成エリア設定部 5 8 は、整相信号（低解像度画像 6 5 , 6 6 - 1 , 6 6 - 2 ）に対して、マスク 6 7 、 6 8 - 1 , 6 8 - 2 をそれぞれ設定し、直接波 3 1 による整相信号と、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 による整相信号を加算してもよい領域を設定する（ステップ 1 3 9 ）。マスク 6 7 、 6 8 - 1 , 6 8 - 2 は、マスクメモリ 6 2 から読み出して用いる。

【 0 0 5 9 】

重み付け部 5 9 は、マスク後の整相信号 3 1 , 3 3 - 1 , 3 3 - 2 を重み付けする（ス

10

20

30

40

50

テップ140)。重み値は、重みメモリ63の重み分布70、71-1、71-2の値を用いる。

【0060】

また、送信間合成部61においては、1回の送信ごとの合成後の低解像度画像を送信ごとに重み付け、加算し、加算した後の中間加算画像のみをメモリに保持する形をとってもよい。この中間画像に対して、次の送信の合成後の低解像度画像を重み付け、加算する処理をM回繰り返し、送信ごとに更新される部分だけの演算を行い、M個の合成後画像を合成する。この場合、ある送信の受信データにおいて、ステップ136からステップ142までが連続的に実施され、ステップ136～ステップ142までをM回繰り返す(図9破線のループ)。このような処理を行うことで、あらかじめM個の合成後画像を蓄えておかなければならなかったメモリ領域を、高々1つの中間画像のみを保持しておけば良いことになり、当該箇所のメモリ量を1/Mに低減することができる。

10

【0061】

合成部61は、重み付け後の直接波31による整相信号(低解像度画像65)と、非直接波33-1、33-2による整相信号(低解像度画像66-1、66-2)とを加算して合成する(ステップ141)。ステップ139～141をM回送信のすべての整相信号(低解像度画像)について繰り返す。

【0062】

送信間開口合成部61は、M回の送信ごとの合成後の整相信号(低解像度画像)を重みメモリ64の重みで重み付けした後、加算することにより、送信間開口合成後の整相信号(画像)を得る(ステップ142)。得られた整相信号に包絡線検波およびLOG圧縮を行った後、画像処理部143に受け渡す(ステップ143)。画像処理部143は、所望の画像処理を行った後、画像表示部103に表示させる。

20

【0063】

表示される画像は、直接波31による情報と非直接波33-1、33-2による情報が合成部60において合成されており、さらに、送信間開口合成も施されているため、高解像度である。また、受信走査線を1回の送信の複数本設定できるため、少ない送信回数で、高解像度画像を得ることができ、高速撮像が可能である。

【0064】

上述してきた第2の実施形態の超音波診断装置を、ハードウェアで実現する場合の構成を図11に示す。送信ビームフォーマは、集積回路(Tx-IC)により構成し、デジタルアナログコンバータ211を介して、超音波探触子116に接続する構成とする。遅延部13、14-1、14-2は、1以上の集積回路200(Rx-IC)により構成する。集積回路200(Rx-IC)は、所定のチャンネル数の遅延回路セット51と、遅延回路セット51の出力を加算する加算部53とを備えている。また、KチャンネルをKよりも少ない数であるJ個の集積回路200(Rx-IC)の並列配置によって、遅延部13、14-1、14-2を構成できる。遅延部13-1、14-1、14-2はそれぞれの集積回路200の内部のロジック回路(Rx-IC)により構成できる。集積回路200(Rx-IC)の出力は、それぞれカスケードもしくはデイジーチェーン接続され、K個のチャンネルのN個の受信ビームとして、後段の集積回路15(RF process IC)へ渡される。

30

40

【0065】

集積回路15(RF process IC)は、合成エリア設定部58、重み付け部59、合成部60、送信間開口合成部61として動作する回路を内蔵している。これら集積回路(Rx-IC)および集積回路(RF process IC)は、ASIC(application specific integrated circuit)やFPGA(field-programmable gate array)等を用いることができる。

【0066】

また、画像処理部109、整相パラメータ演算部16、メモリ55、57の機能は、CPU212とメモリ213と記憶部214により実現することができる。すなわち、CPU212が記憶部214に予め格納されたプログラムを読み込んで実行することにより、

50

図 9 のステップ 1 3 2 ~ 1 3 4 の動作を実現するように構成する。

【 0 0 6 7 】

また、第 2 の実施形態の超音波診断装置を、ソフトウェアで実現する場合の構成を図 1 2 に示す。図 1 2 のように、超音波診断装置は、探触子 1 1 6 と、CPU (または GPU または CPU と GPU の双方) 2 2 1 と、メモリ 5 5 , 5 6 , 5 7 と、記憶部 2 2 3 とを有し、CPU 2 2 1 が記憶部 2 2 3 に格納されたプログラムを読み込んで実行することにより、図 9 の各ステップを実現する。これにより、ソフトウェアによって、送信ビームフォーマ 1 0 4 と受信信号処理部 1 2 と制御部 1 1 1 と整相パラメータ演算部 1 6 を実現することができる。

【 0 0 6 8 】

本実施形態により、直接波 3 1 による情報と非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 による情報を合成部 6 0 で合成することができる効果について、図 1 3 (a) ~ (d) を用いて詳しく説明する。図 1 3 (a) は、送信ビーム (直接波) 3 1 の形状と、送信焦点 3 0 と、3 本の受信走査線 3 6 を示し、図 1 3 (b) ~ (d) は、送信ビーム 3 1 を送信後の 1 0 0 程度程度の送信チャンネルからの直接波と非直接波の到達時刻を深さごとに示したグラフであり、縦軸は、到達時刻 (= 伝搬距離) 、横軸は超音波素子アレイ 1 0 1 からの深さを示す。

【 0 0 6 9 】

図 1 3 (b) は、音軸に一致した受信走査線 3 6 上の各位置に、直接波と非直接波が到達する時刻を示している。図 1 3 (b) のように、超音波素子アレイ 1 0 1 に近い位置では、まず、直接波 3 1 が到達し、非直接波 3 3 は大きく遅れて到達している。しかし、位置が深くなるにつれて、直接波 3 1 と非直接波 3 3 の到達時刻の差が急激に小さくなり、送信焦点 3 0 では、同一時刻に到達していることがわかる。しかしながら、送信焦点 3 0 以外の位置では、送信チャンネル 1 0 5 の一つ一つから送信された音波の到達時間はばらついており、到達時間に幅があるため、直接波 3 1 の到達時間に合わせた遅延時間では整相することができないが、本実施形態では、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 に合わせた遅延時間で遅延部 1 4 - 1 , 1 4 - 2 が整相を行うため、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 も整相することができる。

【 0 0 7 0 】

また、図 1 3 (c) 、 (d) は、音軸から離れた位置の受信走査線 3 6 上の各位置について、直接波と非直接波の到達時刻を示している。受信走査線 3 6 が音軸から離れるほど、音波の到達時刻のばらつきは大きくなることがわかる。また、送信ビーム 3 1 の外側の領域 1 4 1 においては、直接波 3 1 は到達せず、仮想音源法で求めた遅延時間 1 4 0 は、送信焦点 3 0 付近で不連続になっている。すなわち一般的にはこの領域は画像化に用いることができない。

【 0 0 7 1 】

図 1 3 (c) , (d) の両方を見ると、領域 1 4 1 においても、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 は伝搬している。したがって、上述の実施形態のように、領域 1 4 1 においては、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 をそれぞれの到達時刻に応じて定めた遅延時間で整相することにより受信ビームフォーミング (整相加算) を行うことができる。

【 0 0 7 2 】

また、超音波画像の焦点 3 0 前後での連続性を担保するために、領域 1 4 1 では図 1 3 (c) 、 (d) のように近似により求めた遅延時間 1 4 2 を送信ビーム 3 1 の遅延時間の代替として用いてもよい。

【 0 0 7 3 】

上述の実施形態では、非直接波 3 3 - 1 , 3 3 - 2 を超音波素子アレイ 1 0 1 の両端に位置する送信チャンネル 1 0 5 - 1 , 1 0 5 - 2 により発せられた音波として代表させているが、音波は空間的なエネルギー密度をもっているため、エネルギーの大きい非直接波を求め、その到達時刻から遅延時間を定めてもよい。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

また、エネルギー密度の大きい箇所は両端の素子を仮定した非直接波 33 - 1、33 - 2 からオフセットを持っているため、そのオフセットをあらかじめ求めておき、そのオフセット相当を素子（両端より少し内側、もしくは外側の素子）からの球面波を非直接波 33 - 1、33 - 2 としてもよい。このオフセットは関数化され装置内部で演算されても良いし、テーブル化されあらかじめ装置内のメモリに格納されていても良い。

【0075】

上述した図7(a)の構成では、包絡線検波部67とLOG圧縮部68を、RF信号処理部15の後段に配置したが、本実施形態は、図7(a)の配置に限定されるものではない。図7(b)のように、包絡線検波部67のみをRF信号処理部15の前段に配置してもよいし、図7(c)のように、包絡線検波部67とLOG圧縮部68の両方をRF信号処理部15の前段に配置することも可能である。

10

【0076】

(第3の実施形態)

上述した第2の実施形態では、図5のように、直接波31による整相信号と、非直接波33 - 1、33 - 2による整相信号とを、受信ビームフォーマ108のチャンネル間の整相信号の加算部53、54 - 1、54 - 2よりも後段に配置した合成部60により加算しているが、本発明はこの構成に限られるものではない。第3の実施形態では、図14のように、受信ビームフォーマ108内にK個の合成部60を配置し、直接波用の遅延回路セット51および非直接波用の遅延回路セット52 - 1、52 - 2のそれぞれの対応するチャンネル番号の遅延回路の出力同士を加算させる。これにより、Kチャンネル分の合成後遅延信号が得られるため、その後段のチャンネル間加算部53によりKチャンネルの合成後遅延信号を加算する。

20

【0077】

この構成の場合、合成エリア設定部58を配置する場合には、図15(a)のように遅延回路セット51、52 - 1、52 - 2の後段に合成エリア設定部58が配置される。ここでは、遅延後のデータ201に対して、合成マスク202が付与される。

また、重み付け部59を配置する場合には、図15(b)のように、チャンネル間加算部53と遅延回路セット51、52 - 1、52 - 2との間に配置すればよい。

【0078】

他の構成は、第2の実施形態と同様であるので説明を省略する。

30

【0079】

(比較例)

比較例として、図16に従来のパラレルビーム処理で複数の受信ビームからLRI(低解像度画像)162を生成する構成を示す。図16を第2の実施形態と図5と比較すると、比較例の図16の遅延部161は、図5の直接波31用の遅延部13に対応していることがわかる。生成されるLRI162の数も、図5とは異なり1種類のみである。すなわち、本実施形態の図5の構成は、従来の装置には備えられていない、非直接波33 - 1、33 - 2用の遅延部14 - 1、14 - 2を、遅延部13と並列に備え、同時に遅延処理を行う点で、比較例とは全く異なっていることがわかる。

40

【符号の説明】

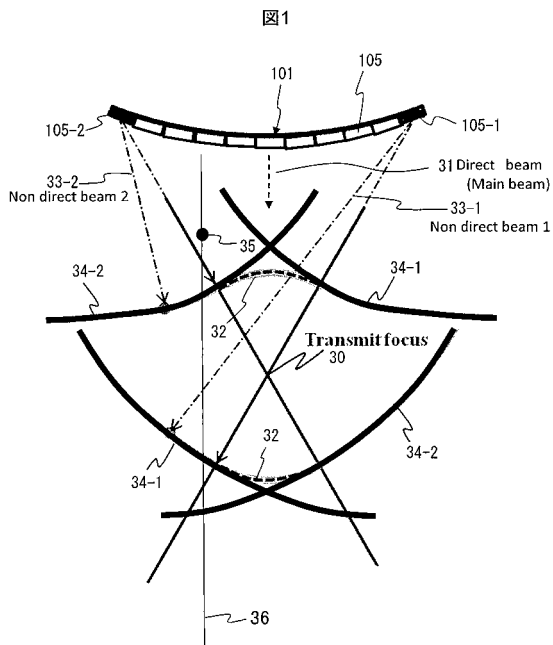
【0080】

- 101 超音波素子アレイ
- 102 超音波撮像装置本体
- 103 画像表示部
- 104 送信ビームフォーマ
- 106 超音波探触子
- 107 送受信分離回路(T/R)
- 108 受信ビームフォーマ
- 109 画像処理部
- 110 コンソール

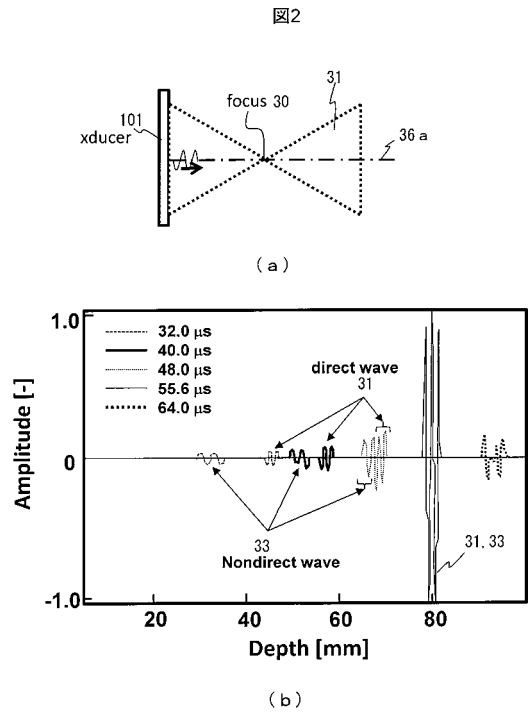
50

1 1 1 制御部

【 図 1 】

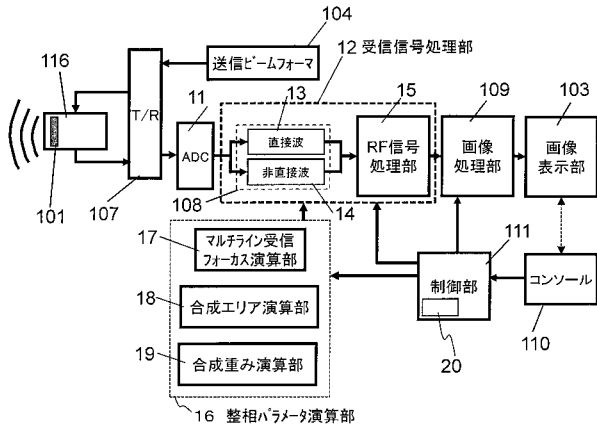


【 図 2 】

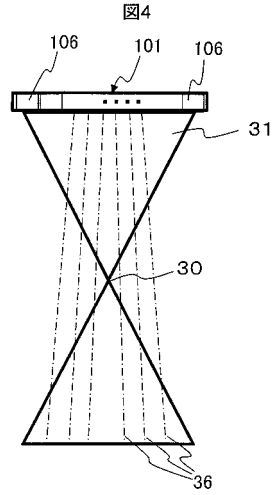


【 図 3 】

図3

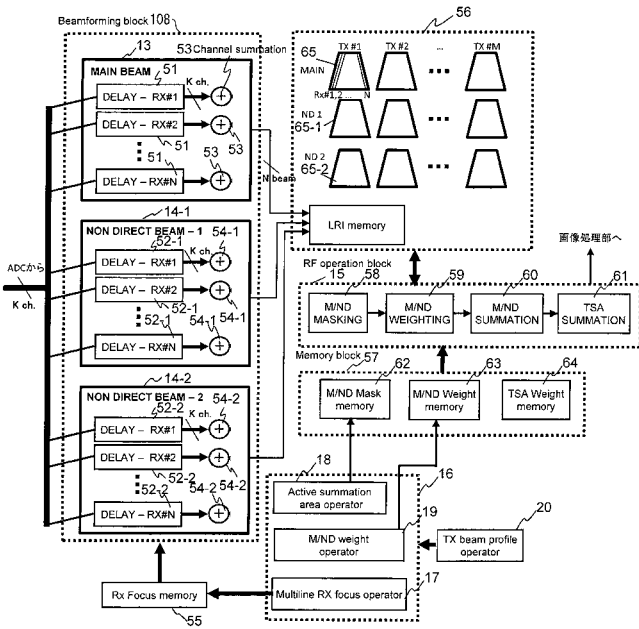


【 図 4 】



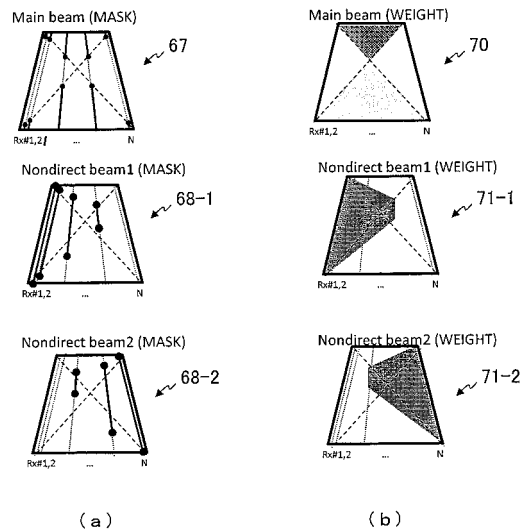
【 図 5 】

図5



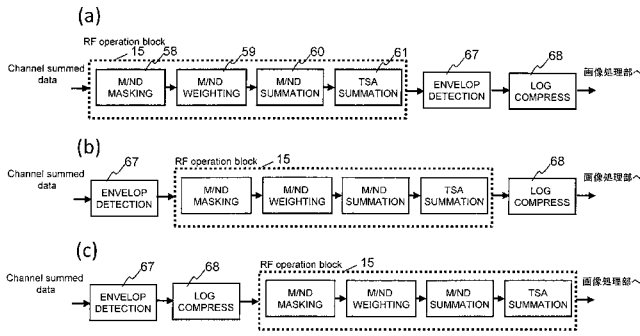
【 図 6 】

図6



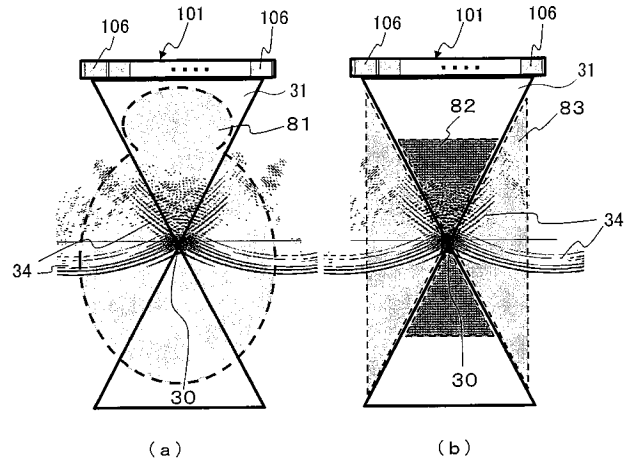
【 図 7 】

図7



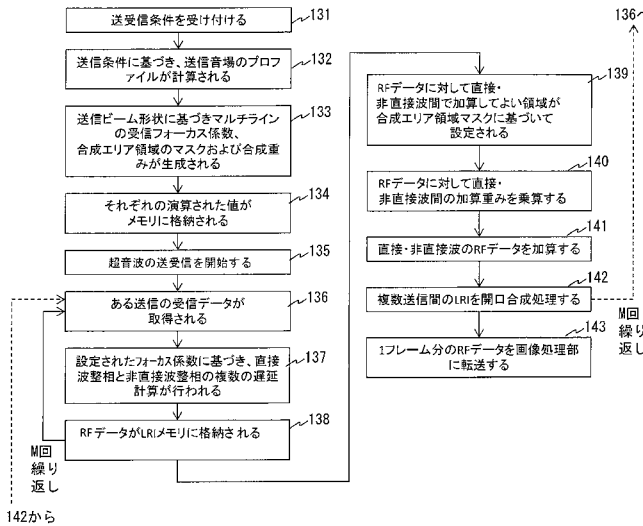
【 図 8 】

図8



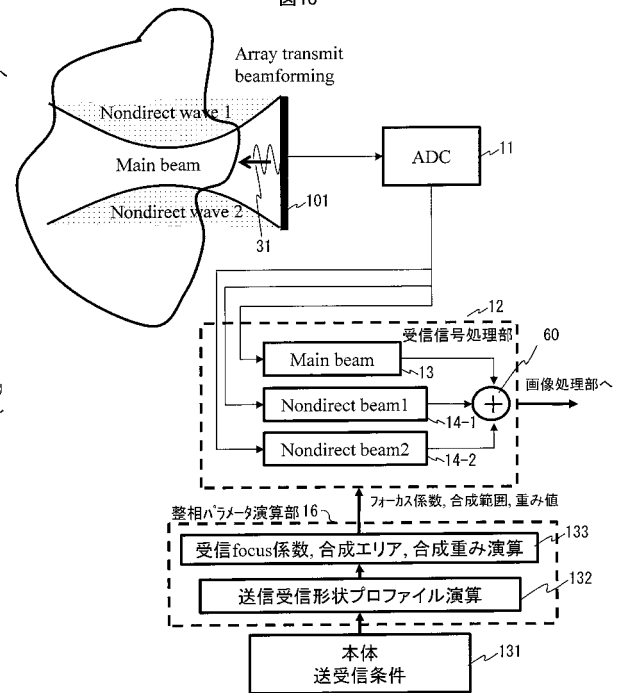
【 図 9 】

図9



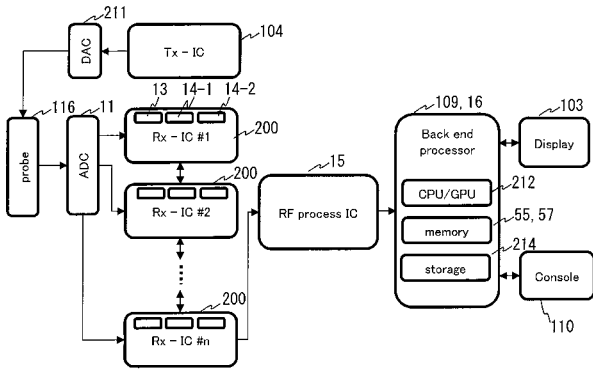
【 図 10 】

図10



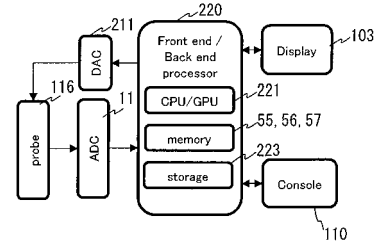
【 図 1 1 】

図11



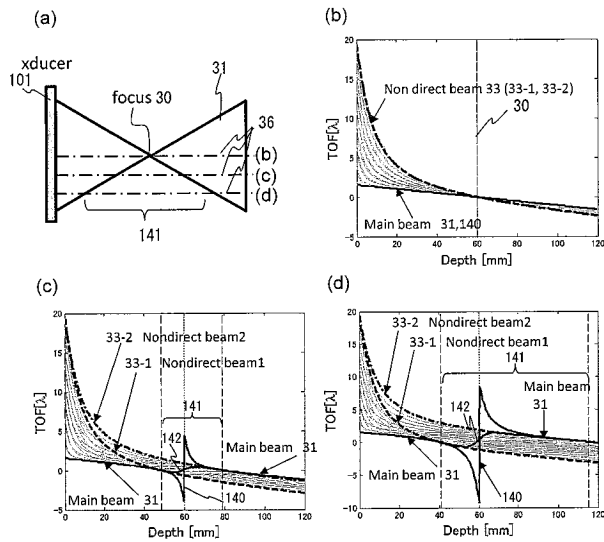
【 図 1 2 】

図12



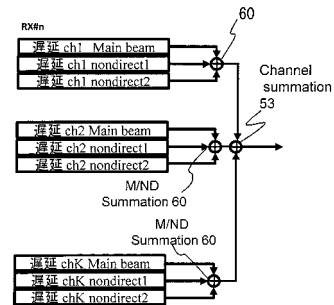
【 図 1 3 】

図13



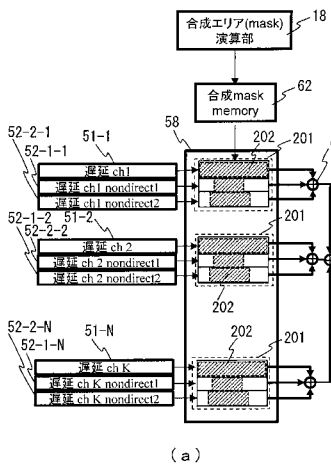
【 図 1 4 】

図14



【 図 1 5 】

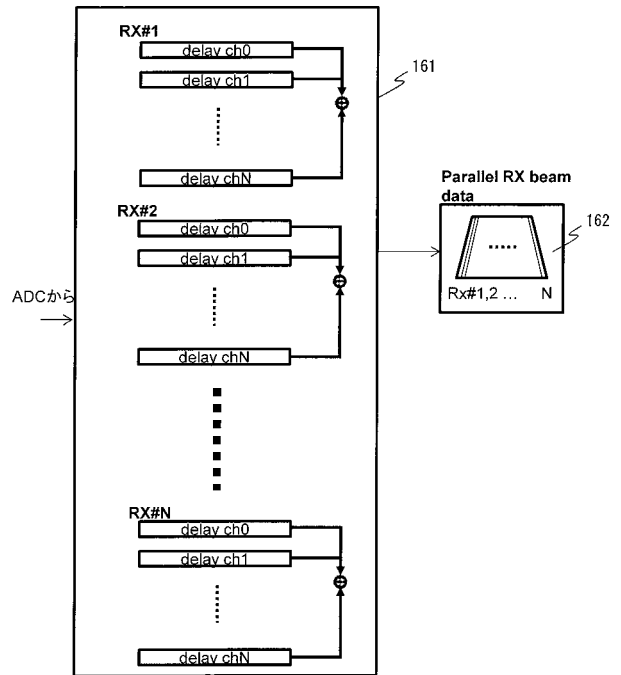
図15



(a)

【 図 1 6 】

図16



(b)

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2016/050114
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B8/14(2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B8/14 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-45708 A (Toshiba Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), claims 1 to 4; paragraphs [0003], [0026] to [0042], [0054] to [0061] & US 2012/0078105 A1 paragraphs [0004], [0039] to [0058], [0072] to [0075]; claims 1 to 4 & WO 2011/013713 A1 & CN 102365054 A	1-11
A	JP 2014-79569 A (Fujifilm Corp.), 08 May 2014 (08.05.2014), entire text; all drawings & US 2015/0196280 A1 entire text; all drawings & WO 2014/050752 A1 & CN 104717927 A	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 February 2016 (03.02.16)		Date of mailing of the international search report 16 February 2016 (16.02.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050114

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-340890 A (Aloka Co., Ltd.), 21 December 2006 (21.12.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 10-277042 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 20 October 1998 (20.10.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 5 0 1 1 4									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/14(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/14											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2016年										
日本国実用新案登録公報	1996-2016年										
日本国登録実用新案公報	1994-2016年										
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2011-45708 A (株式会社東芝) 2011.03.10, 請求項 1-4, 段落 [0003], [0026]-[0042], [0054]-[0061] & US 2012/0078105 A1 段落 [0004], [0039]-[0058], [0072]-[0075], 請求項 1-4, & WO 2011/013713 A1 & CN 102365054 A	1-11									
A	JP 2014-79569 A (富士フイルム株式会社) 2014.05.08, 全文, 全図 & US 2015/0196280 A1 全文, 全図 & WO 2014/050752 A1 & CN 104717927 A	1-11									
A	JP 2006-340890 A (アロカ株式会社) 2006.12.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 03.02.2016		国際調査報告の発送日 16.02.2016									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 宮川 哲伸 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 9208								

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2016/050114

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-277042 A (松下電器産業株式会社) 1998.10.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 鈴木 麻由美

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 広島 美咲

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

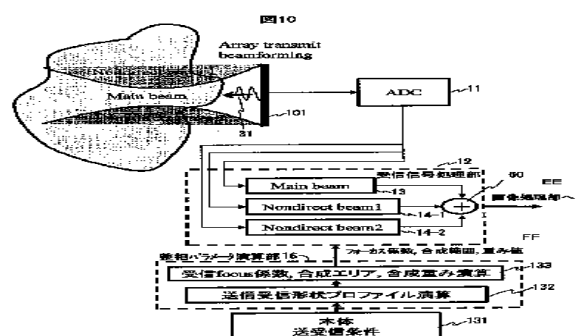
Fターム(参考) 4C601 EE01 EE07 HH28 HH38 JB05

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声成像设备和超声信号处理方法		
公开(公告)号	JPWO2016125509A1	公开(公告)日	2017-10-26
申请号	JP2016573236	申请日	2016-01-05
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	池田 貞一郎 栗原 浩 石原 千鶴枝 鈴木 麻由美 広島 美咲		
发明人	池田 貞一郎 栗原 浩 石原 千鶴枝 鈴木 麻由美 広島 美咲		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/5207 G01S7/52095 G01S15/8997 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/EE07 4C601/HH28 4C601/HH38 4C601/JB05		
优先权	2015020745 2015-02-04 JP		
其他公开文献	JP6378370B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(ZH) 一种超声诊断设备，其通过消除通过生成最多一个延迟曲线而产生的超声诊断设备的图像生成限制来实现更高的分辨率和高速成像。接收信号处理单元12包括为每个接收信道布置的延迟单元13、14-1和14-2，以及组合单元60。第一延迟单元13将接收信号延迟第一延迟时间，该第一延迟时间用于相对于预定接收焦点对从发送束31产生的接收信号进行定相。第二延迟单元14-1相对于相同的接收焦点将接收信号延迟第二延迟时间，该第二延迟时间用于使从具有与发射束31的相位不同的预定相位的声波产生的接收信号定相。组合单元60将由第一延迟单元生成的第一相位信号和由第二延迟单元14-1生成的第二相位信号相加。



- EE To image processing part
- FF Focus coefficient, synthesis range, weighting value
- 12 Reception signal processing part
- 13 Main beam
- 14-1 Nondirect beam
- 14-2 Nondirect beam
- 10 Phase adjustment parameter calculating part
- 131 Main body transmission/reception conditions
- 132 Calculate reception focus coefficient, synthesis area, synthesis weighting
- 133 Calculate reception focus coefficient, synthesis area, synthesis weighting