

(19)日本国特許庁 (JP)

公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2003-144432

(P2003-144432A)

(43)公開日 平成15年5月20日(2003.5.20)

(51)Int.Cl⁷

識別記号

A 6 1 B 8/00

F I

A 6 1 B 8/00

テマコード (参考)

4 C 3 0 1
4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 200 L (全 12数)

(21)出願番号 特願2001-346266(P2001-346266)

(71)出願人 390029791

アロカ株式会社

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号

(22)出願日 平成13年11月12日(2001.11.12)

(72)発明者 尾形 太

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ株式会社内

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

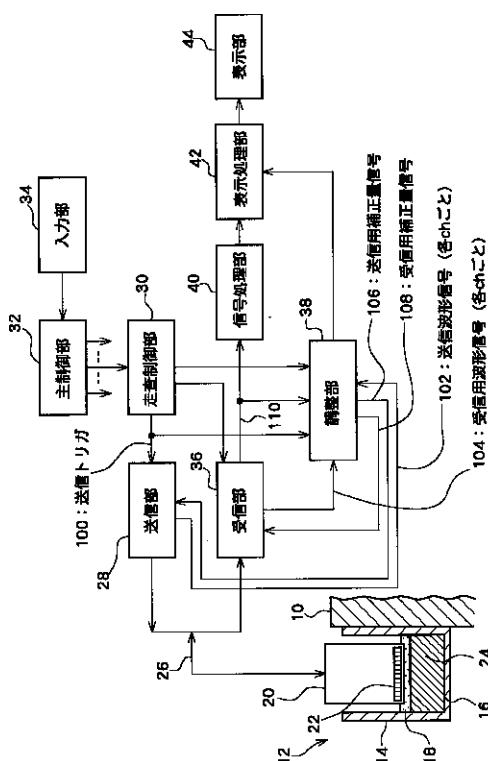
最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波診断装置

(57)【要約】

【課題】 超音波診断装置において、各チャンネルごとに動作特性を自動調整して常に良好な動作特性を維持できるようにする。

【解決手段】 プローブホルダ12にプローブ20が収容された状態において、各チャンネルごとに送受波が実行され、その場合における受信信号の波形を解析することにより遅延補正量及び振幅補正量が各チャンネルごとに求められる。それらの補正量に基づいて送受信制御がなされる。また、インパルス応答を見ることによって各チャンネルごとの送受信系の伝達特性を求める、それに基づいて理想的な送信波形を特定することも可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波の送受波を行う超音波探触子と、前記超音波探触子における送受波面に反射部材を対向させつつ、前記超音波探触子を保持する保持ユニットと、前記超音波探触子に対して送信信号を供給する送信部と、前記超音波探触子からの受信信号を処理する受信部と、前記保持ユニットによって前記超音波探触子が保持されている状態で超音波の送受波を行わせた場合における受信信号に基づいて、送信特性及び受信特性の少なくとも一方を調整する調整部と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】 請求項1記載の装置において、前記保持ユニットは、当該超音波診断装置本体に設けられたプローブホルダを有し、前記プローブホルダ内に前記反射部材が設けられたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項3】 請求項1記載の装置において、前記反射部材は、前記送受波面の形態に対応した形態を有する硬質部材によって構成されたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】 請求項1記載の装置において、前記反射部材は、金属プレートによって構成されたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項5】 請求項1記載の装置において、前記反射部材と前記送受波面との間にカップリング部材が設けられることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項6】 請求項5記載の装置において、前記カップリング部材は液状体であることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項7】 請求項1記載の装置において、前記調整は振動素子又は振動素子グループを調整単位として実行されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項8】 請求項1記載の装置において、前記調整の対象を順番に切り換える手段を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項9】 請求項1記載の装置において、前記調整部は、前記受信信号の波形に基づいて振幅補正量及び遅延補正量の少なくとも一方の補正量を求める補正量演算器と、前記補正量に基づいて送信特性及び受信特性の少なくとも一方を調整する調整器と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項10】 請求項9記載の装置において、前記補正量演算器は、前記受信信号の波形における第1特徴点のレベルに基づいて前記振幅補正量を演算する手段と、前記受信信号の波形における第2特徴点の出現時間に基づいて前記遅延補正量を演算する手段と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項11】 請求項9記載の装置において、

前記調整器は、前記振幅補正量に基づいて送信ゲイン及び受信ゲインの少なくとも一方を調整する手段と、前記遅延補正量に基づいて送信遅延量及び受信遅延量の少なくとも一方を調整する手段と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項12】 請求項1記載の装置において、前記送信部は、前記調整時には、通常の超音波診断時とは異なる調整用送信信号を出力することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項13】 装置本体に対してケーブルを介して接続され、超音波の送受波を行う超音波探触子と、前記装置本体に設けられ、前記超音波探触子における送受波面に反射部材を対向させつつ、前記超音波探触子を着脱自在に保持する保持ユニットと、前記超音波探触子に対して送信信号を供給する送信部と、

前記超音波探触子からの受信信号を処理する受信部と、前記保持ユニットによって前記超音波探触子が保持されている状態で前記送信部及び受信部をテスト動作させ、これにより前記超音波探触子に超音波の送受波を行わせる制御部と、前記テスト動作時における受信信号の波形に基づいて、前記送信部及び前記受信部の少なくとも一方の動作条件を調整する調整部と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項14】 請求項13記載の装置において、前記テスト動作時における送信信号の波形と受信信号の波形の関係に基づいて送受信系における伝達特性を検出する伝達特性検出部と、前記伝達特性に基づいて、生体の超音波診断時における送信信号の波形を設定する調整手段と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項15】 請求項13記載の装置において、前記テスト動作時には前記超音波探触子に対して前記送信信号としてインパルス信号が供給され、これにより周波数応答が検出されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項16】 超音波の送受波を行う超音波探触子と、前記超音波探触子に対して送信信号を供給する送信部と、前記超音波探触子からの受信信号を処理する受信部と、生体に対する超音波診断を行っていない状態において、前記送信部及び前記受信部を動作させた場合における受信信号の波形に基づいて、送信特性及び受信特性の少なくとも一方を調整する調整部と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項17】 請求項16記載の装置において、

当該超音波診断装置本体には前記超音波探触子を保持する保持ユニットが設けられ、

前記保持ユニットに前記超音波探触子が保持されている状態で送受信が実行されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項18】 超音波の送受波を行う超音波探触子と、

前記超音波探触子における送受波面に反射部材を対向させつつ、前記超音波探触子を保持する保持ユニットと、前記超音波探触子に対して送信信号を供給する送信部と、

前記超音波探触子からの受信信号を処理する受信部と、前記保持ユニットによって前記超音波探触子が保持されている状態で超音波の送受波を行わせた場合における受信信号に基づいて、送信特性及び受信特性の少なくとも一方を表す特性情報を得る特性情報取得手段と、

を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項19】 請求項18記載の装置において、

前記特性情報取得手段は、前記送信信号の波形と受信信号の波形の関係に基づいて、前記特性情報として送受信系における伝達特性を得ることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項20】 超音波診断装置に設けられるプローブホルダであって、

超音波探触子を保持する保持部と、

前記保持された超音波探触子の送受波面に對向する位置に設けられ、超音波を反射する反射板と、

を含むことを特徴とするプローブホルダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は超音波診断装置に関し、特に送受信特性の自動調整に関する。

【0002】

【従来の技術及びその課題】 超音波探触子は、一般に複数の振動素子からなるアレイ振動子を有する。送信部は、複数の振動素子の全部又は一部に対して遅延時間関係をもって送信信号を供給し、また、受信部は、複数の振動素子の全部又は一部からの受信信号に対して増幅や整相加算などの処理を実行する。超音波探触子を含む送受信系の動作特性は、経時的に変化し、このため超音波診断装置の定期的なメンテナンスが必要となる。この場合、特に送受信チャンネルごとにバラツキを解消する調整が求められる。例えば、送信時における振動素子間での音圧レベル(送信ゲイン)のバラツキ、受信時における受信ゲインのバラツキなどに起因し、超音波画像の画質が低下するため、そのようなバラツキを解消軽減する調整が必要となる。

【0003】 しかし、従来において、送受信系の調整を行う場合には専用装置を接続しなければならず煩雑であり、また各振動素子単位での調整を行えたとしても送信

部及び受信部の全体を含めて各送受信系を一括して調整することは困難な状況にある。

【0004】 なお、本願に関連する技術として、特開平8-140971号公報、特開2000-279408号公報をあげることができる。

【0005】 本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、超音波診断装置において、送受信系の特性の調整を簡便かつ精度良く行えるようにすることにある。

10 【0006】 本発明の他の目的は、通常の超音波診断の合間ににおいて、各チャンネルごとに動作特性を自動調整し、常に良好な動作特性を維持できるようにすることにある。

【0007】 本発明の他の目的は、送受信系の動作特性に関する情報を簡便に入手できるようにすることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 (1) 上記目的を達成するため、本発明は、超音波の送受波を行う超音波探触子と、前記超音波探触子における送受波面に反射部材を対向させつつ、前記超音波探触子を保持する保持ユニットと、前記超音波探触子に対して送信信号を供給する送信部と、前記超音波探触子からの受信信号を処理する受信部と、前記保持ユニットによって前記超音波探触子が保持されている状態で超音波の送受波を行わせた場合における受信信号に基づいて、送信特性及び受信特性の少なくとも一方を調整する調整部と、を含むことを特徴とする。

30 【0009】 上記構成によれば、超音波探触子を保持ユニットにセットした状態で、超音波探触子から超音波が送信されると、その超音波は反射部材で反射し、その反射波が超音波探触子で受波される。これにより、超音波探触子から受信信号が outputされ、その受信信号に基づいて、送信特性及び受信特性の少なくとも一方が調整される。よって、例えば、生体に対する超音波診断の合間に、必要に応じて、装置の動作特性を調整することができる。超音波探触子の保持ユニットへのセットごとに調整を行うようにしてもよいし、そのセットが所定回数に到達したごとに調整を行うようにしてもよいし、ユーザーが調整指令を入力した場合に調整を行うようにしてもよい。

【0010】 いずれにしても、実際の超音波診断で用いる超音波探触子、送信部及び受信部をそのまま利用し、また、実際の超音波診断に近い状態で、動作特性を表す情報を取得し、更に、その情報に基づいて動作特性を調整できるので、簡便であり、また調整精度を高められる。

【0011】 望ましくは、前記保持ユニットは、当該超音波診断装置本体に設けられたプローブホルダを有し、前記プローブホルダ内に前記反射部材が設けられる。ブ

ロープホルダは、超音波探触子を把持していない不使用時に、それを収容、保持するための器具であるが、その内部の底部などに反射部材を設ければ、超音波探触子の不使用期間において、ユーザーは従来同様の取り扱いをするだけで、動作特性の調整を行える。

【0012】望ましくは、前記反射部材は、前記送受波面の形態に対応した形態を有する硬質部材によって構成される。超音波探触子の送受波面は、平坦形状、湾曲形状などを有する。よって、反射波の受波効率を高めるために、その送受波面の形状と同様の形状をもって反射部材を構成するのが望ましい。また、確実に超音波を反射させるために、反射部材のサイズは、送受波面のサイズと同等かそれ以上にするのが望ましい。また、超音波探触子のタイプごとに専用の保持ユニットを構成するようにしてもよいが、一般には、保持ユニットを幾つかのタイプに適用できるように構成するのが望ましい。

【0013】なお、複数の超音波探触子が同時接続されている場合には、ユーザー選択された使用中の超音波探触子だけを用いて調整を行うようにしてもよいし、個々の超音波探触子を順次切り換えつつ調整を行うようにしてもよい。

【0014】望ましくは、前記反射部材は、金属プレートによって構成される。金属プレートは完全反射体とみなせるもので、そのためにも、その表面（反射面）を研磨しておくのが望ましい。

【0015】望ましくは、前記反射部材と前記送受波面との間にカッピング部材が設けられる。この構成によれば、送受波面と反射部材との間における良好な音響伝搬を確保できる。もちろん、送受波面を反射部材に直接的に接合させるようにしてもよい。

【0016】望ましくは、前記カッピング部材は液体である。この液体の概念には水、オイルなどの液体の他に、ゼリーやゲルなどの流動体も含まれる。通常は生体と音響インピーダンスが等しい材料が選択される。

【0017】望ましくは、前記調整は振動素子又は振動素子グループを調整単位として実行される。通常、各振動素子ごとに個別に送信器及び受信器が設けられ、それらの構成によって各振動素子ごとに送受信チャンネル（送信チャンネル、受信チャンネル）が構成される。その送受信チャンネルごとに調整を行うようにするのが望ましく、特に、送受信チャンネル間の特性のバラツキを解消するように調整するのが望ましい。但し、複数の送受信チャンネルからなるグループを単位として調整を行うようにしてもよい。

【0018】望ましくは、前記調整の対象を順番に切り換える手段を含む。この構成によれば、自動的に調整の対象を順番に切り換えて、全チャンネルにわたって良好かつ調和のとれた動作特性を得られる。特に、調整の対象を切り換える際ににおけるユーザー負担を解消できる。

【0019】望ましくは、前記調整部は、前記受信信号

の波形に基づいて振幅補正量及び遅延補正量の少なくとも一方の補正量を求める補正量演算器と、前記補正量に基づいて送信特性及び受信特性の少なくとも一方を調整する調整器と、を含む。

【0020】この構成によれば、振幅や遅延量について補正量を求めて、その補正量に従って特性の調整を行える。この場合、受信特性のみ、送信特性のみ、あるいはそれらの両者を調整可能である。

【0021】望ましくは、前記補正量演算器は、前記受信信号の波形における第1特徴点のレベルに基づいて前記振幅補正量を演算する手段と、前記受信信号の波形における第2特徴点の出現時間に基づいて前記遅延補正量を演算する手段と、を含む。上記の第1特徴点は例えば波形のピーク（ピークからピークまでのレベル差でもよい）であり、第2特徴点についても例えば波形のピークである。もちろん、第1特徴点と第2特徴点とが異なってもよい。

【0022】望ましくは、前記調整器は、前記振幅補正量に基づいて送信ゲイン及び受信ゲインの少なくとも一方を調整する手段と、前記遅延補正量に基づいて送信遅延量及び受信遅延量の少なくとも一方を調整する手段と、を含む。この構成によれば、振幅及び遅延の両特性について適切な調整を行える。

【0023】望ましくは、前記送信部は、前記調整時には、通常の超音波診断時とは異なる調整用送信信号を出力する。調整時において通常の超音波診断時と同一の送信信号を利用するようにしてもよいが、調整の目的に応じて、調整専用の送信信号を用いるようにしてもよい。そのような送信信号は例えばインパルス信号である。

【0024】（2）また、上記目的を達成するために、本発明は、装置本体に対してケーブルを介して接続され、超音波の送受波を行う超音波探触子と、前記装置本体に設けられ、前記超音波探触子における送受波面に反射部材を対向させつつ、前記超音波探触子を着脱自在に保持する保持ユニットと、前記超音波探触子に対して送信信号を供給する送信部と、前記超音波探触子からの受信信号を処理する受信部と、前記保持ユニットによって前記超音波探触子が保持されている状態で前記送信部及び受信部をテスト動作させ、これにより前記超音波探触子に超音波の送受波を行わせる制御部と、前記テスト動作時における受信信号の波形に基づいて、前記送信部及び前記受信部の少なくとも一方の動作条件を調整する調整部と、を含むことを特徴とする。

【0025】上記構成によれば、装置本体に設けられた保持ユニットに超音波探触子が保持されている状態で、超音波の送受波がなされ、その受信信号に基づいて送信部及び受信部の少なくとも一方の動作条件が調整される。

【0026】望ましくは、前記テスト動作時における送信信号の波形と受信信号の波形の関係に基づいて送受信

系における伝達特性を検出する伝達特性検出部と、前記伝達特性に基づいて、生体の超音波診断時における送信信号の波形を設定する調整手段と、を含む。上記の伝達特性は、基本的には送信部から超音波探触子を介して受信部に至る送受信系の性質（特性）であり、その伝達特性に従って、例えば送信信号の波形、送信信号のゲインなどを操作し、良好な超音波診断条件を設定することができる。

【0027】望ましくは、前記テスト動作時には前記超音波探触子に対して前記送信信号としてインパルス信号が供給され、これにより周波数応答が検出される。

【0028】(3)また、上記目的を達成するために、本発明は、超音波の送受波を行う超音波探触子と、前記超音波探触子に対して送信信号を供給する送信部と、前記超音波探触子からの受信信号を処理する受信部と、生体に対する超音波診断を行っていない状態において、前記送信部及び前記受信部を動作させた場合における受信信号の波形に基づいて、送信特性及び受信特性の少なくとも一方を調整する調整部と、を含む。

【0029】望ましくは、当該超音波診断装置本体には前記超音波探触子を保持する保持ユニットが設けられ、前記保持ユニットに前記超音波探触子が保持されている状態で送受信動作が実行される。

【0030】(4)また、上記目的を達成するために、本発明は、超音波の送受波を行う超音波探触子と、前記超音波探触子における送受波面に反射部材を対向させつつ、前記超音波探触子を保持する保持ユニットと、前記超音波探触子に対して送信信号を供給する送信部と、前記超音波探触子からの受信信号を処理する受信部と、前記保持ユニットによって前記超音波探触子が保持されている状態で超音波の送受波を行わせた場合における受信信号に基づいて、送信特性及び受信特性の少なくとも一方を表す特性情報を得る特性情報取得手段と、を含むことを特徴とする。

【0031】上記構成によれば、保持ユニットに超音波探触子が保持された状態で超音波の送受波を行わせることにより、特性情報を得ることができる。その特性情報から動作特性の経年変化の度合いやメンテナンスの必要性などを判断できる。

【0032】望ましくは、前記特性情報取得手段は、前記送信信号の波形と受信信号の波形の関係に基づいて、前記特性情報として送受信系における現状の伝達特性を得る。

【0033】(5)また、上記目的を達成するために、本発明は、超音波診断装置に設けられるプローブホルダであって、超音波探触子を保持する保持部と、前記保持された超音波探触子の送受波面に対向する位置に設けられ、超音波を反射する反射板と、を含むことを特徴とする。

【0034】上記構成において、プローブホルダは、装

置本体に設けられ、あるいは、装置本体とは別体に構成される。プローブホルダには、超音波探触子の少なくとも送受波面を収容する収容部を具備させるのが望ましいが、少なくとも送受波面に反射板が対向するようにその反射板の位置決めを行う。反射板はカップリング部材を介して送受波面と対向するのが望ましいが、それを直接的に送受波面に密着接合するように構成することも可能である。かかる構成もプローブホルダの概念に含まれる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【0036】図1には、本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態が示されており、図1はその全体構成を示す概念図である。

【0037】図1において、超音波診断装置の本体10には、プローブホルダ12が固定的にあるいは着脱自在に設けられる。このプローブホルダ12は、超音波探触子であるプローブ20を使っていない状態において、それを保持する常用のプローブホルダであってもよいし、特性を調整するための専用のプローブホルダであってもよい。プローブホルダ12は、プローブ20を収容する収容部14を有しており、この収容部14は例えば樹脂などの部材によって構成される。収容部14は後に図2を用いて説明するようにプローブ20を起立させて保持する構造を有している。収容部14の内側底面には金属プレートからなる反射板16が設けられている。この反射板16は本実施形態においてプローブ20の先端面である送受波面24の全体よりも大きなサイズを有しており、送受波面を介して放射された超音波を反射し、反射波を再び送受波面24側へ戻す機能を有している。反射板16の厚みは多重の反射の影響を受けないように十分な厚みを設ける必要があり、例えば100mmであり、その反射板が金属プレートによって構成される場合にはその表面（反射面）を研磨加工するのが望ましい。このような構成によれば超音波の散乱を極力防止し、到達する超音波をほぼ完全に反射することが可能となる。

【0038】上述したように、収容部14によってプローブ20は起立保持されるが、その状態では、送受波面24と反射板16との間の隙間は例えば1～2mm程度である。その隙間における超音波伝搬を良好にするため、本実施形態においては収容部14の内部にカップリング部材が注入されている。このカップリング部材18は例えば水、油などの液体であり、あるいは、ゲルやゼリーなどの液状部材である。このようなカップリング部材18は少なくとも送受波面24の全体が触れる程度の量、注入するのが望ましい。

【0039】プローブ20は本実施形態において電子リニア走査型の超音波探触子であるが、もちろん本発明は電子セクタ走査型などの他のタイプの超音波探触子を用

いる場合においても適用可能である。プローブ20の先端部内にはアレイ振動子22が設けられている。このアレイ振動子22は周知のように複数の振動素子を配列してなるものである。このようなアレイ振動子22によって超音波ビームが形成され、またその超音波ビームが電子走査される。各振動素子ごとに後述する送信器及び受信器が設けられており、振動素子、送信器及び受信器の3者セットによって1つのチャンネルが構成され、すなわち1つの送受信系が構成される。

【0040】図2には、図1に示したプローブホルダ12のより詳細な構造が示されており、図2において(A)は正面から見た断面図であり、図2において(B)は側面から見た断面図である。プローブ20はその把持する部分がややくびれており、その先端部がやや肥大している。収容部14の内部にはゴム、ウレタン、あるいは発泡材などによって構成される保持部材50が設けられ、この保持部材50によって、収容部14に収容されたプローブ20の姿勢が安定的に保持されている。すなわち、プローブ20の送受波面24は反射板16の表面に対して平行し、しかも一定の距離だけ離れて位置決めされている。このような状態によれば、各振動素子から放射される超音波を垂直に反射板16へ放射することが可能となり、また、反射波を送信を行った振動素子に対して正確に方向付けすることが可能となる。

【0041】図2にはプローブホルダの1つの構成例が示されており、もちろんプローブホルダ12としては他の構成を採用することもできる。少なくとも、プローブホルダ12はプローブ20の送受波面24に反射板16を対向させつつ両者を位置決めするものであるのが望ましく、更に本実施形態のように送受波面24と反射板16との間ににおける音響的な伝搬を確保する部材あるいは構造を有しているのが望ましい。例えば、カップリング部材18としては液状部材に代えてウレタンなどの部材を用いることも可能である。

【0042】さらに、プローブホルダ12にカップリング部材18を自動的に注入するシステムやそれを交換するシステムなどを設けるようにしてもよい。本実施形態において、カップリング部材18としていわゆるエコー用のゼリーを用いた場合、プローブ20をそこから引き出して使用する場合において、プローブ20の送受波面24に対してゼリーを別途塗布する作業を省略することも可能である。

【0043】図1に戻って、プローブ20はケーブル26によって装置本体に接続されている。ちなみに、図1においては、1つのプローブ20のみが示されているが、もちろん、装置本体には複数のプローブを同時に接続することができる。そして、各プローブごとに後述する調整を行うようにしてもよいし、代表のプローブについて後述の調整を行うようにしてもよい。ちなみに、プローブホルダ12にプローブ20を収容した状態におい

て、超音波の送受信を継続的に行わせるようにしてもよいし、また必要な期間だけ超音波の送受波を行うようにしてもよい。

【0044】送信部28は本実施形態において送信ビームフォーマーとして機能し、各チャンネルごとに設けられた複数の送信器を内蔵している。ここで、その送信器は例えば遅延器、増幅器などによって構成されるものである。

【0045】受信部36はいわゆる受信ビームフォーマーとして機能し、各チャンネルごとに設けられた複数の受信器を有し、さらに整相加算器などを有している。走査制御部30は、送信部28及び受信部36における送信動作及び受信動作の制御を行っており、その走査制御部30は主制御部32によって制御されている。主制御部32は本装置の全体を制御しているものであり、その主制御部32には操作パネルなどによって構成される入力部34が接続されている。

【0046】走査制御部30は送信部28に対して送信トリガ信号100を出力する。また、走査制御部30は送信部28における各チャンネルごとの送信遅延制御や送信パワー制御なども行っている。送信部28においては、送信トリガ100が入力されると、その入力タイミングに従って必要なチャンネルに対して送信駆動信号を出力する。通常の超音波診断においては超音波ビーム形成及び超音波ビームの電子走査のためにアレイ振動子22を構成する複数の振動素子のうちで送信開口を構成する複数の振動素子に対して所定の遅延関係をもって送信駆動信号が供給される。

【0047】走査制御部30は、上述したように、受信部36の動作を制御しており、具体的には受信部36における各チャンネルごとのゲイン制御や遅延量制御などを行っている。実際の超音波診断においては受信開口を構成する複数の振動素子からの受信信号が受信部36に入力され、受信部36においてはそれらの受信信号に対して所定の遅延時間と付与しつつ整相加算を行うことによって整相加算後の受信信号を出力する。

【0048】信号処理部40は、例えばBモード画像やカラードプラ画像などを形成するために必要な信号処理を行う回路であり、これにより得られた超音波画像の画像情報は表示処理部42へ出力される。表示処理部42は例えばデジタルスキャンコンバータ(DSC)などによって構成され、その表示処理部42を介して画像情報が表示部44へ出力され、その表示部44において超音波画像が表示される。

【0049】もちろん、生体に対する超音波診断を行う場合には、プローブホルダ12からプローブが引き出され、そのプローブ20の送受波面24を例えば腹部などの体表面上に当接され、その状態で超音波診断が実施される。なお、送受信系の動作特性の調整は、そのような実際の超音波診断が行われていない期間において必要に

応じて実施され、すなわちプローブホルダ12にプローブ20が装着された状態において定期的にあるいはユーザー指令により送受信系の動作特性が調整される。

【0050】図1に示されるように、本実施形態の超音波診断装置は調整部38を有している。この調整部38は、送信特性及び受信特性の一方あるいは両方について自動的に調整を行うために設けられているものである。この調整部38には、受信部36から各チャンネルごとの受信波形信号104が入力されている。この受信波形信号104は上記の受信器から出力される整相加算前の受信信号に相当する。また、調整部38は後に説明するように、受信用の補正量信号108を出力しており、その補正量信号108は受信部36に出力され、そのような補正量信号108に基づいて各チャンネルごとのゲインや遅延量などについて補正がなされる。もちろん、受信用補正量信号108を受信部36に直接的に出力することなく、その信号108を走査制御部30に出力し、走査制御部30によって実際の補正制御を行わせるようにしてもよい。例えば、受信部36には各チャンネルごとのゲインについての補正量の情報を与え、一方、走査制御部30については各チャンネルごとの遅延量についての補正量の情報を与えるようにしてよい。

【0051】また、調整部38には、本実施形態において、送信トリガ100が入力されており、その送信トリガ100が遅延補正量を求めるための演算で利用されている。

【0052】さらに、本実施形態においては、調整部38に送信部28から出力される各チャンネルごとの送信波形信号102が入力されている。この送信波形信号102については必要に応じて入力させればよく、例えば送信波形と受信波形の対比あるいは送信波形と受信波形の両者を用いた伝達関数の演算などを行う場合に当該信号102を調整部38に入力させるのが望ましい。また、調整部38によって送信系についての特性の調整を行う場合には、送信部28に対して送信用補正量信号106が出力される。もちろん、そのような補正量信号106を走査制御部30に出力し、その走査制御部30を介して間接的に送信特性についての補正制御を行うようにしてもよい。なお、整相加算後の受信信号110に基づいて送信特性や受信特性などの調整を行うことも可能であり、その場合においては受信部36から出力される受信信号110を調整部38に入力させ、その受信信号を解析して必要な調整を行えばよい。

【0053】図3には、本実施形態に係る送受信特性の調整についてその概念が示されている。上述したようにアレイ振動子22は0番～N番までの複数の振動素子によって構成され、各振動素子ごとに送信器54及び受信器56が設けられている図3においては、n番のチャンネルについての送信器54と受信器56とが代表として示されている。ちなみに符号55は送受信経路を切り替

えるスイッチを示している。

【0054】本実施形態の超音波診断装置においては、各チャンネルごとに送受信系の特性の調整を行うことができる。具体的に説明すると、今n番のチャンネルについて調整を行う場合には、送信器54からn番の振動素子に対して送信波52で示される送信駆動信号が供給される。すると、当該振動素子から超音波が前方に放射され、その超音波はカップリング材18を伝搬して反射板16の表面に到達し、その表面において反射される。その反射波はカップリング材18を介して同一の振動素子にて受波され、その受波により得られる受信信号が受信器56に入力される。受信器56からは受信波58で示すような波形をもった受信信号が出力される。本実施形態においては、以上のように得られる受信波58の波形を解析することにより、送受信系の特性についての調整を行うことができ、特にチャンネル間における特性のばらつきを解消することが可能である。上記のような送受信は各チャンネルごとに行われ、すなわち各チャンネルごとに受信波についての解析が行われることになる。その場合においては、調整部38によって0番～N番までのチャンネルが順次選択される。

【0055】ちなみに、送信器54は、原送信波形に対して遅延を行う回路や増幅を行う回路などを有している。また、受信器56は受信信号に対して増幅を行う回路やデジタル信号に変換する回路などを有している。本実施形態においては、遅延回路については受信器56内に含めて考えることもできるし、あるいは、その後段に設けられる整相加算回路に含めて考えることもできる。つまり、遅延処理された受信信号についてその波形解析を行って特性の補正を行うようにしてもよいし、遅延処理される前の受信信号についてその波形解析を行って特性の調整を行うようにしてもよい。前者によれば、受信遅延回路の特性を含めた上で送受信系の調整を行うことができる。

【0056】図4には、受信部36の要部構成が示されており、上述したようにアレイ振動子22を構成する各振動素子ごとに受信器56が設けられている。その受信器56の出力である受信信号58は整相加算器へ入力され、その整相加算器において整相加算処理されるが、本実施形態においては、各チャンネルごとの受信信号が分岐取出しされ、その受信信号が調整部38へ出力されている。ちなみに、本実施形態においては、1回の超音波の送受波に当たっては1つの振動素子すなわち1つのチャンネルのみが利用されているため、各受信器56からの出力ラインを並列的に設けることなく1本の信号ラインを共用するようにしてもよい。

【0057】図4に示されるように、各チャンネルごとに同一のタイミングで同一の送信波形を与えて、受信器56から出力される受信信号を見ると、各チャンネルごとに相互に微妙にずれる可能性もある。例えば、正規

の規定遅延量に対して受信信号の波形58のピーク60がシフトし、各チャンネルごとにそのようなピークポイントがばらつく可能性もある。あるいは、そのようなピーク60のレベルが各チャンネルごとに変化する場合もある。

【0058】そこで、図5に示されるように、本実施形態においては、各チャンネルごとの受信信号の波形58が解析されており、本実施形態においては2つの観点からその解析がなされている。具体的には、波形58における正ピーク60と負ピーク61とが特定され、送信トリガあるいは送信トリガを基準とする所定の基準時間から、正ピーク60が出現するまでの期間 t_2 （実際の遅延量）が規定遅延量 t_1 にどれだけずれているかによって遅延補正量が求められている。具体的には $t_1 - t_2$ によってそのような補正量を求めることができる。また、正ピーク60と負ピーク61との間における振幅 a_2 （実際の振幅）を求め、それを規定振幅 a_1 と比較することによって振幅の補正量を求めることができる。具体的には、 $a_1 - a_2$ の演算がなされる。もちろん、図5に示すような送受信特性の解析は一例であって、ピークを利用することなく、ヒルベルト変換などを用いて位相を求め、その位相のゼロクロス点から遅延量を推定することなども可能であり、あるいは他の手法を利用して様々な情報の解析を行うこともできる。いずれにしても、このような波形解析によって補正量を求めることができ、後述するようにその補正量をもって送受信特性の調整を行うことが可能となる。

【0059】図6には、図1に示した調整部38の具体的な構成例が示されている。セレクタ62には、各チャンネルの受信器56から出力される受信波形信号104が入力されている。上述したように、1回の調整のための送受信にあたっては1つの振動素子が利用されるため、各チャンネルごとの受信波形信号を1つの信号線上にのせることにより、このようなセレクタ62を実質的に除外することができる。

【0060】セレクタ62は、現在調整対象となっているチャンネルの受信波形信号104を選択し、その信号を波形メモリ64へ出力する。波形メモリ64内には、全チャンネルについての受信信号の波形の情報が格納される。もちろん、後述する遅延補正量及び振幅補正量の演算を高速に行えるならば、波形メモリ64には1つの受信波形信号のみを格納させるようにすればよい。

【0061】遅延補正量演算器66は、例えば送信トリガ100が入力されてから、図5に示した正ピーク60が得られるまでの時間を計算し、その実際の時間すなわち遅延量と規定遅延量とを比較することにより、遅延補正量を求めている。その遅延補正量は受信用補正量信号108として上述したように受信部36の対応チャンネルの受信器あるいは走査制御部30へ出力される。一方、振幅補正量演算器68は、波形メモリ64から読み

10

20

30

30

40

50

出される受信信号の波形を解析し、具体的には、図5に示したように正ピーク60と負ピーク61との間の振幅を演算し、その実際の振幅と規定振幅とを比較することによって、振幅補正量を求めている。振幅補正量を表す受信用補正量信号108は上記同様に受信部36における対応の受信器へあるいは走査制御部30へ出力される。もちろん、必要に応じて送信器側の特性を変更するために、送信用補正量信号を生成し、その信号を送信部28へ出力するようにしてもよい。

【0062】したがって、各チャンネルごとに補正量を求めることができるので、実際に生体の超音波診断を行う場合において、その補正量を考慮して送受信の動作条件を設定すれば、チャンネル間におけるばらつきを極力排除できる。よって、超音波画像の画質を著しく高めることができるという利点がある。

【0063】図7には、送受信系の調整に関する他の例が示されている。送信器54、振動素子、受信器56によって1つのチャンネル70が構成され、各チャンネル70ごとにこの図7に示す例では伝達関数 $H(\cdot)$ が求められている。すなわち、送信器54に対しては、符号72で示されるようなインパルスが入力され、そのインパルス72としての送信駆動信号が振動素子に供給される。ここで、 $x(t)$ は送信駆動信号を示し、 $X(\cdot)$ は送信駆動信号についての周波数特性を示している。

【0064】受信器56においては、前記振動素子から出力される受信信号が入力され、その受信信号に対して所定の処理がなされるが、この場合においては、インパルス72に対応してインパルス応答74として受信信号の波形が得られる。ここで、 $y(t)$ は受信信号を表しており、 $Y(\cdot)$ はその受信信号の周波数特性を示している。

【0065】そして、調整部38においては、対象となったチャンネル70についての伝達関数 $H(\cdot)$ が次式に従って演算される。

$$H(\cdot) = Y(\cdot) / X(\cdot)$$

そして、実際に受信したい理想的な受信信号を $a(t)$ とし、その周波数特性を $A(\cdot)$ とすると、送信器に供給すべき送信波形 $a'(\cdot)$ の周波数特性 $A'(\cdot)$ は、上記の伝達関数 $H(\cdot)$ を利用して以下のように表せる。

$$A'(\cdot) = A(\cdot) / H(\cdot)$$

この $A'(\cdot)$ を逆フーリエ変換した時間軸波形 $a'(\cdot)$ を送信波形として与えれば、受信信号として期待する特性 $A(\cdot)$ を得ることが可能となる。

【0068】図8には、以上説明した演算を実現する調整部38の他の構成例が示されている。

【0069】セレクタ76には、各チャンネルごとのインパルスを表す送信波形信号102が入力され、セレクタ76によって特定のチャンネルの信号が波形メモリ80へ出力されている。もちろん、各チャンネルごとのイ

ンパルスが同一であるならば、このようなセレクタ76を設ける必要はない。一方、セレクタ78には、各チャンネルごとの受信波形信号104が入力され、セレクタ78は特定のチャンネルについての受信信号波形104を選択し、それを波形メモリ84に出力している。演算器82では、波形メモリ80から読み出されるインパルスの波形についてそれを周波数特性に変換する演算が実行されており、これと同様に、演算器86においては、波形メモリ84から読み出される受信信号の波形についてそれを周波数特性に変換する演算が実行されている。そして、演算器88では、 $H(\cdot) = Y(\cdot) / X(\cdot)$ の計算を実行することにより、伝達関数 $H(\cdot)$ を求めている。そのような伝達関数はそれ自体を情報として表示器あるいは記録装置に出力するようにしてよい。演算器90において、上記(2)式の演算を行うことにより理想的な送信波形の周波数特性 $A'(\cdot)$ を求め、更に演算器91において、それを時間軸上に展開することによって理想的な送信波形 $a'(t)$ が求められる。そのような情報は走査制御部30あるいは送信部28へ出力されることになる。よって、このような実施形態によれば、インパルス応答を見ることにより、各チャンネルごとの送受信系の伝達関数を特定し、それに基づいて理想的な結果を得られる送信波形を選択できるという利点がある。もちろん、経年変化などによって送受信系の特性が変化した場合においても上述の演算を行うことにより常に適正な装置の動作条件を設定できるという利点がある。

【0070】図9及び図10には、図1及び図6に示した構成の動作例が示されている。

【0071】S101では、プローブホルダ12内にプローブ20が収容されたか否かが検知されている。このような検知は人間が行って、スイッチなどの入力を行わせるようにしてよいし、プローブホルダ12に、収容を検知するマイクロスイッチなどを設けたり、あるいは送受信が繰り返し既に行われているならば、その受信信号を見ることによって電子的に収容を検知することができる。

【0072】S102では、チャンネルを表す係数 c_h に0が代入される。S103及びS104では、 c_h で表されるチャンネルについて超音波の送信及び超音波の受信がなされ、S105では、図6に示した波形メモリ64上に前記超音波の送受信によって得られた受信信号の波形が記憶される。そして、S106では、係数 c_h が最大値に到達したか否かが判断され、到達していない場合にはS107において係数 c_h が1つインクリメントされた後、S103からの各工程が繰り返し実行される。よって、このような処理が繰り返されると、図6に*

*示した波形メモリ64上には各チャンネルごとの受信信号の波形が格納されることになる。

【0073】図10において、S201では、まず係数 c_h に0が代入され、S202では波形メモリ64から係数 c_h で特定されるチャンネルについての受信信号の波形が読み出される。そして、S203では、図6に示した遅延補正量演算器66及び振幅補正量演算器68において各補正量が演算され、次にS204では係数 c_h が最大値に到達したか否かが判断される。最大値に到達していないければ、S205において係数 c_h が1つインクリメントされ、S202からの各工程が繰り返し実行される。そして、最終的には、S206において、各チャンネルごとに設けられた補正量が受信部や走査制御部などに出力される。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、超音波診断装置において、送受信系の特性あるいは動作特性の調整を簡便かつ精度良く行える。また、本発明によれば常に良好な動作特性を維持できる。また、本発明によれば送受信系の動作特性に関する情報を簡便に入手できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態を示す概念図である。

【図2】 図1に示すプローブホルダの構成例を示す断面図である。

【図3】 送受信系についての特性を調整する際の動作を説明するための図である。

【図4】 受信部の構成を説明するための図である。

【図5】 遅延補正量及び振幅補正量の定義を説明するための図である。

【図6】 図1に示す調整部の具体的な構成例を示す図である。

【図7】 他の実施形態に係る方法を説明するための図である。

【図8】 他の実施形態に係る方法を実現するための調整部の具体的な構成を説明するための図である。

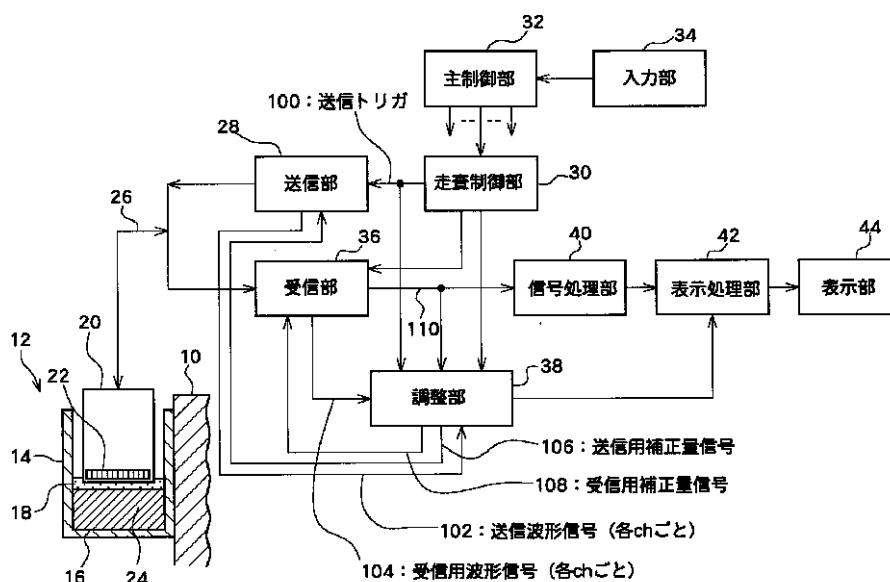
【図9】 図1に示した装置の動作例を示すフローチャートである。

【図10】 図1に示した装置の動作例を示すフローチャートである。

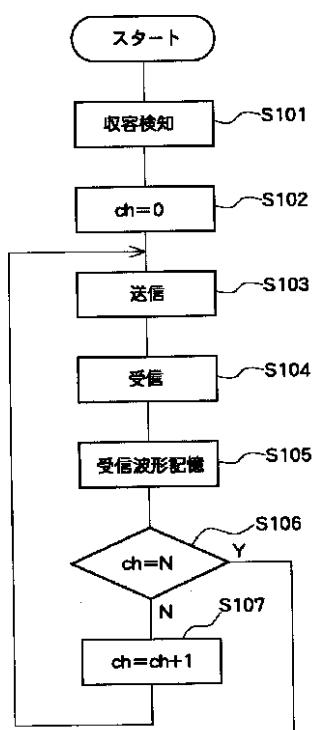
【符号の説明】

10 装置本体、12 プローブホルダ、14 収容部、16 反射板、20 プローブ、22 アレイ振動子、24 送受波面、28 送信部、30 走査制御部、36 受信部、38 調整部。

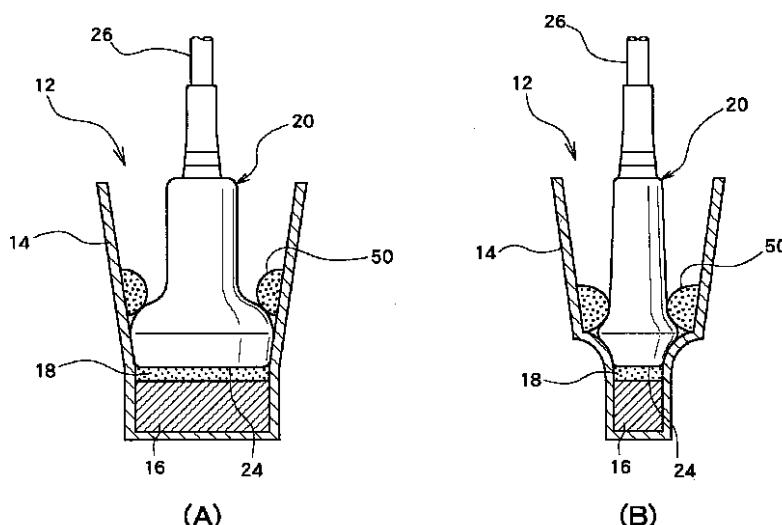
【図1】



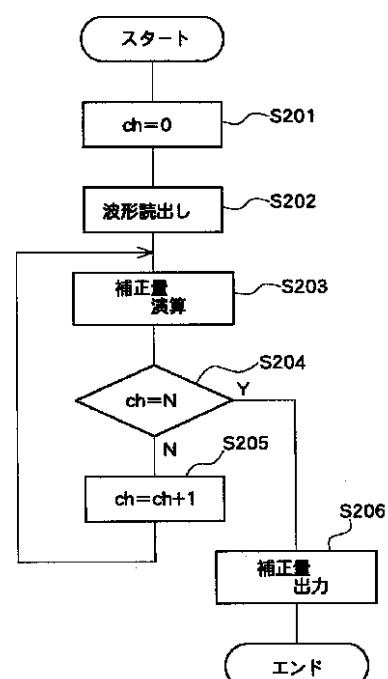
【図9】



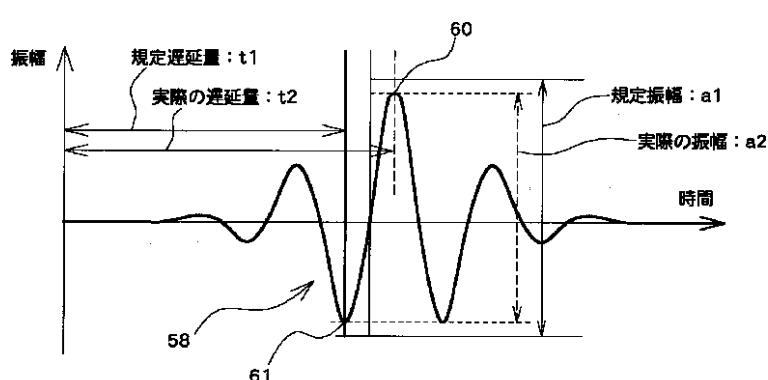
【図2】



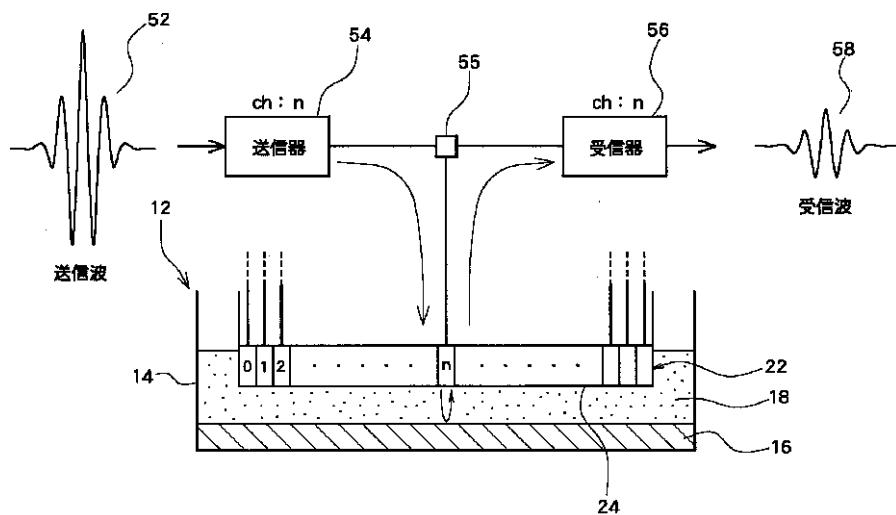
【図10】



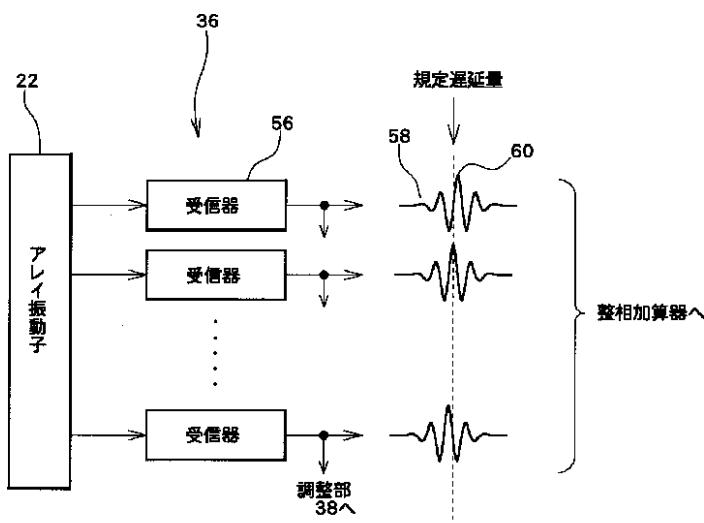
【図5】



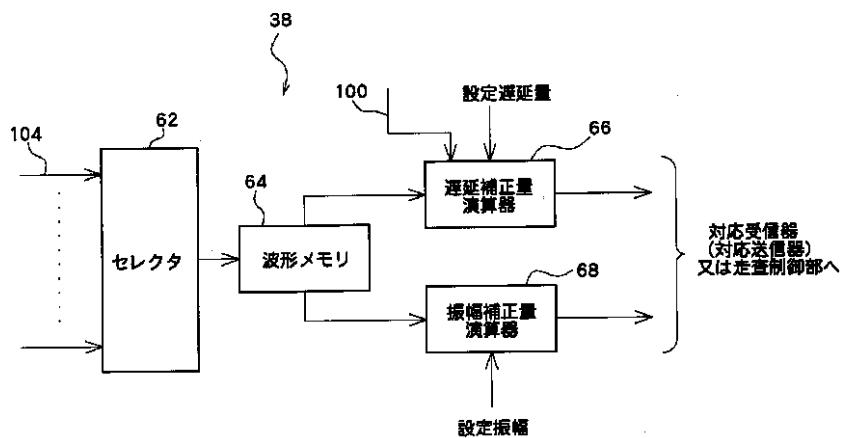
【図3】



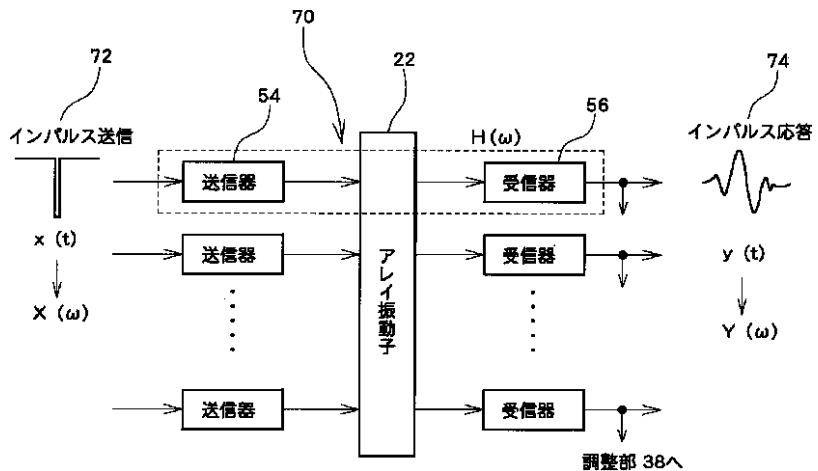
【図4】



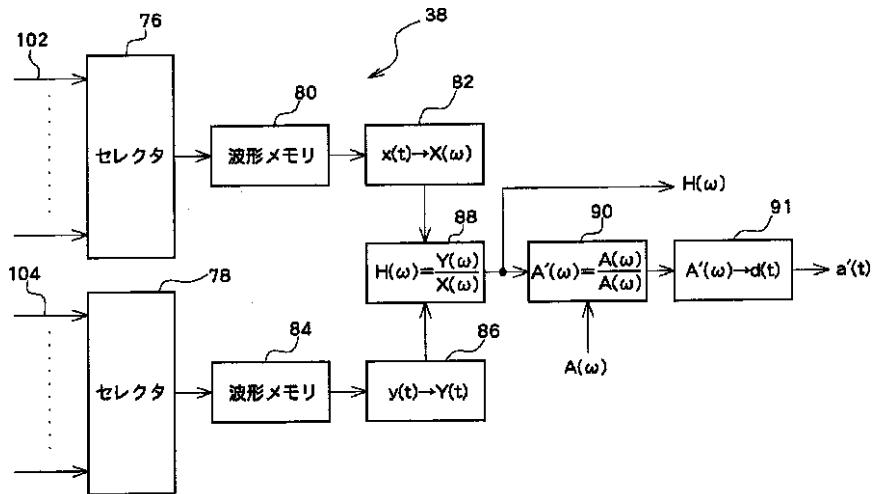
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C301 AA02 EE11 EE14 GB03 GC01
 GC30 HH02 HH31 JB11 JB17
 JB23 JB24 JB27 LL05 LL17
 4C601 EE09 GB01 GB03 GB04 GC01
 GC30 HH04 HH05 JB01 JB11
 JB34 JB35 JB36 JB37 JB40
 JB51 LL01 LL05 LL17

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2003144432A	公开(公告)日	2003-05-20
申请号	JP2001346266	申请日	2001-11-12
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
[标]发明人	尾形太		
发明人	尾形 太		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4209		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C301/AA02 4C301/EE11 4C301/EE14 4C301/GB03 4C301/GC01 4C301/GC30 4C301/HH02 4C301/HH31 4C301/JB11 4C301/JB17 4C301/JB23 4C301/JB24 4C301/JB27 4C301/LL05 4C301/LL17 4C601/EE09 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GC01 4C601/GC30 4C601/HH04 4C601/HH05 4C601/JB01 4C601/JB11 4C601/JB34 4C601/JB35 4C601/JB36 4C601/JB37 4C601/JB40 4C601/JB51 4C601/LL01 4C601/LL05 4C601/LL17 4C601/LL27		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过自动调整超声诊断设备中每个通道的运行特性来自动保持出色的运行特性。解决方案：在将探头20容纳在探头支架12中的状态下，对每个通道执行发送/接收操作，并且在这种情况下，通过分析接收信号的波形，可以为每个通道计算延迟校正量和幅度校正量。必须。基于这些校正量执行发送/接收控制。还可以通过查看脉冲响应来获得每个通道的传输/接收系统的传输特性，并根据传输特性指定理想的传输波形。

