

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A ) (11)特許出願公開番号

特開2001 - 190551

(P2001 - 190551A)

(43)公開日 平成13年7月17日(2001.7.17)

(51)Int.Cl<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-コ-ト\* ( 参考 )

A 6 1 B 8/00

A 6 1 B 8/00

4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L ( 全 7 数 )

(21)出願番号 特願2000 - 3727(P2000 - 3727)

(22)出願日 平成12年1月12日(2000.1.12)

(71)出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72)発明者 篠 村 隆 一

東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式会社日立メディコ内

(72)発明者 三 和 祐 一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 100087505

弁理士 西山 春之

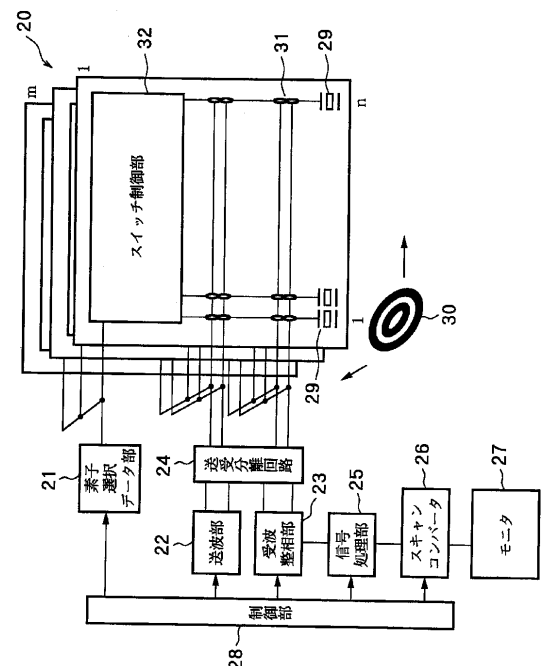
最終頁に続く

(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、2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成したものであっても、経路の差による位相誤差を検出して補正することを可能とする。

【解決手段】 被検体に超音波を送受信する2次元配列の複数の振動子素子29を備えた探触子20を有し、上記2次元配列の振動子素子29を同心円状に束ねて多重リングを構成して超音波送受信の口径30を形成し、上記多重リングの各リング間に遅延を与えて超音波ビームを送受信し、該ビームを走査することにより超音波画像を形成する超音波診断装置において、上記被検体内の音速不均一部位による遅延誤差を計測し、上記多重リングの束ね又は遅延時間的一方或いは両方を補正する手段を備え、該補正したビームにより画像化するものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体に超音波を送受信する2次元配列の複数の振動子素子を備えた探触子を有し、上記2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成して超音波送受信の口径を形成し、上記多重リングの各リング間に遅延を与えて超音波ビームを送受信し、該ビームを走査することにより超音波画像を形成する超音波診断装置において、上記被検体内の音速不均一部位による遅延誤差を計測し、上記多重リングの束ね又は遅延時間の一方或いは両方を補正する手段を備え、該補正した

ビームにより画像化することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】 上記探触子の2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成した口径を、中心から外方に向けて放射状に複数領域に分割し、この分割された各領域の口径間で被検体内の音速不均一部位による遅延誤差を計測し、ビームを補正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3】 上記探触子の2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成した口径とは異なる束ね口径を形成し、各口径間で被検体内の音速不均一部位による遅延誤差を計測し、ビームを補正することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2次元配列振動子により超音波ビームを形成し走査して被検体内部の診断部位の超音波画像をリアルタイムで得る超音波診断装置に関し、特に、2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成したものであっても、経路の差による位相誤差を検出して補正することができる超音波診断装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の超音波診断装置において、2次元配列の複数の振動子素子を備え超音波送受信の口径を一つのみ有し、任意方向にセクタ走査する装置が知られている。このような超音波診断装置では、例えば64×64の2次元配列振動子の場合、4096個の素子からなり、各振動子素子を独自に遅延制御することにより、超音波走査をすることとなる。その場合、4096チャンネルの遅延回路（以下「整相回路」と呼ぶ）が必要となる。このような多チャンネルの整相回路の実現は難しいため、素子を間引いて整相回路のチャンネル数を減らしている。しかし、素子を間引くことによりS/Nが劣化するため、できる限り多くのチャンネル数の整相回路で実現している。例えば、送波256チャンネル、受波256チャンネルの例がある。

【0003】そこで、図4に示すように、X、Y方向の2次元配列の振動子素子1において超音波送受信の口径移動で視野を広げるリニア走査や、コンベックス走査を

2次元に拡張した走査方法がある。この場合は、さらに振動子素子1の数が多くなる。これに対し、整相回路のチャンネル数を減らすために、図4に示す2次元配列の振動子素子1を同心円状に束ねて多重リングを構成して超音波送受信の口径2を形成し、上記多重リングの各リング間に遅延を与えて超音波ビームを送受信し、上記口径2をX、Y方向に移動して超音波画像を形成する装置が知られている。

【0004】上記多重リングは、図5に示すように、一つの焦点Fからの距離 $L_1$ 、 $L_2$ 、...が等しい振動子素子を同心円状に束ねて各々のリングを形成したものであり、その最外周のリングの外径が超音波送受信の口径2となる。この方式では、振動子素子を同心円状に束ねることにより整相チャンネル数が激減し、全素子を使用することによりS/Nを良好にすることができる。

【0005】また、被検体内におけるフォーカス計算には、媒体の音速が均一であるという条件の下になされている。図6において、複数の振動子素子を備えた探触子3の該振動子素子毎に受波整相器4、4、...が設けられ、これらの受波整相器4、4、...からの受波信号を加算する加算器5が設けられている。被検体内のフォーカス点6からの反射信号は、媒体7を伝播するが、各振動子素子までの経路の相違により到達時間が異なる。この場合、上記反射信号は、探触子3の中心部に位置する振動子素子には早く到達するが、端部に位置する振動子素子ほど遅く到達して、受波信号の波面8は位相が揃わない。

【0006】そのため、中心部の振動子素子からの受波信号は対応する受波整相器4にて大きい遅延量で遅延し、端部の振動子素子からの受波信号は小さい遅延量で遅延する。このような遅延操作により、受波整相器4から出力される受波信号の波面9は位相が揃う。この状態で、波面9のように位相が揃った受波信号は、加算器5により同相加算されて成長し、受波信号10となる。

【0007】しかし、実際は、図7に示すように、被検体内のフォーカス点6から探触子3までの径路上には音速不均一部位11があり、符号8で示すように受波信号の波面が乱れるものであった。この場合、音速が総て均一とみなした受波整相器4による遅延操作では、符号9で示すように該受波整相器4から出力される受波信号の波面がずれて、位相が揃わない。したがって、加算器5により加算された出力は成長せず、受波信号10のように小さくなる。

【0008】これに対し、上記受波整相器4の遅延量を補正する適応像再生と呼ばれる技術がある。代表的な適応像再生技術としては、隣接チャンネル間で受波信号の相関処理をして遅延量を補正する相互相関法と、受波整相器4の遅延量を振りながら最大輝度になるように収束させる最大値輝度法とがある。

【0009】図8は相互相関法について説明するための

ブロック図である。図 8 において、図示外の各振動子素子からの受波信号は、各受波整相器 4, 4, ...にて所定の遅延がなされる。この整相は、アナログ回路でもデジタル回路によってもよい。その出力は、図 6 に示した受波信号の波面 9 のように位相が揃った波形が出力されるはずである。この場合、各振動子素子の隣接チャンネル間で相関器 1 2 によって相互相関処理をすると、各振動子素子のチャンネル間の位相差がわかる。そこで、その値を検出し、補正処理部 1 3 によりフォーカスデータに変換して、フォーカス制御部 1 4 に入力することによ

り、受波整相器 4 の遅延量が補正されるものである。  
 【0010】図 9 は最大値輝度法について説明するためのブロック図である。図 9 において、図示外の各振動子素子からの受波信号は、各受波整相器 4, 4, ...にて所定の遅延がなされる。各受波整相器 4, 4, ...で整相された出力は、加算器 5 で加算され、その出力は最大値検出部 1 5 へ入力する。この最大値検出部 1 5 では、入力する信号を前回の値と比較し、今回の値が小さければフォーカス制御部 1 4 によりフォーカスデータをわずかに系統的に変化させて整相し、この整相後の出力を最大値検出部 1 5 で再び判断する。そして、この操作を順次繰り返し返し、収束したときのフォーカスデータを用いるものである。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図 4 及び図 5 に示すように、2次元配列の振動子素子 1 を同心円状に束ねて多重リングを構成して超音波送受信の口径 2 を形成した超音波診断装置では、図 7 に示すように被検体内のフォーカス点 6 から探触子 3 までの径路上に音速不均一部位 1 1 がある場合、上記のように 2次元配列の振動子素子 1 を同心円状に束ねているため、音速不均一部位 1 1 の影響を補正するための経路による位相差が検出できないものであった。したがって、音速不均一部位 1 1 の存在による経路の差による位相誤差を補正することができず、超音波ビームが悪くなって画質が低下することがあった。

【0012】そこで、本発明は、このような問題点に対処し、2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成したものであっても、経路の差による位相誤差を検出して補正す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。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による超音波診断装置は、被検体に超音波を送受信する 2次元配列の複数の振動子素子を備えた探触子を有し、上記 2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成して超音波送受信の口径を形成し、上記多重リングの各リング間に遅延を与えて超音波ビームを送受信し、該ビームを走査することにより超音波画像を形成する超音波診断装置において、上記被検体

内の音速不均一部位による遅延誤差を計測し、上記多重リングの束ね又は遅延時間の一方或いは両方を補正する手段を備え、該補正したビームにより画像化するものである。

【0014】また、上記探触子の 2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成した口径を、中心から外方に向けて放射状に複数領域に分割し、この分割された各領域の口径間で被検体内の音速不均一部位による遅延誤差を計測し、ビームを補正するものである。

【0015】さらに、上記探触子の 2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成した口径とは異なる束ね口径を形成し、各口径間で被検体内の音速不均一部位による遅延誤差を計測し、ビームを補正するものである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は本発明による超音波診断装置の実施の形態を示す全体構成のブロック図である。この超音波診断装置は、2次元配列振動子により超音波ビームを形成し走査して被検体内部の診断部位の超音波画像をリアルタイムで得るもので、図 1 に示すように、探触子 2 0 と、素子選択データ部 2 1 と、送波部 2 2 と、受波整相部 2 3 と、送受分離回路 2 4 と、信号処理部 2 5 と、スキャンコンバータ 2 6 と、モニタ 2 7 と、制御部 2 8 とを備えて成る。

【0017】上記探触子 2 0 は、被検体に超音波を送受信するもので、2次元配列の複数の振動子素子 2 9, 2 9, ...を備えている。これらの振動子素子 2 9, 2 9, ...は、図 4 に示すように、平面視で X 方向に 1 ~ m 個、Y 方向に 1 ~ n 個のように 2次元配列とされている。そして、上記 2次元配列の振動子素子 2 9 を同心円状に束ねて多重リングを構成して超音波送受信の口径 3 0 を形成し、上記多重リングの各リング間に遅延を与えて超音波ビームを送受信し、上記口径 3 0 を移動して超音波画像を形成するようになっている。なお、上記多重リングは、例えばフレネル束ねとされている。

【0018】なお、上記の振動子素子 2 9, 2 9, ...には、図 1 に示すように、後述の整相回路の任意の整相チャンネルに結合する接続スイッチ群 3 1 が接続されている。さらに、この接続スイッチ群 3 1 には、そのスイッチ動作を制御するスイッチ制御部 3 2 が接続されている。

【0019】素子選択データ部 2 1 は、超音波送受信の口径 3 0 を形成するための素子選択データを記憶しておくものである。そして、これから読み出されたデータが上記スイッチ制御部 3 2 に送られ、該スイッチ制御部 3 2 の制御により超音波送受信の口径 3 0 を形成すべく接続スイッチ群 3 1 のスイッチのオン、オフが設定されるようになっている。

【0020】送波部 2 2 は、上記探触子 2 0 の超音波送

受信の口径30を形成する振動子素子29に所望の焦点に収束するような遅延を与えて超音波打ち出しの送波信号を供給するものである。また、受波整相部23は、上記探触子20の振動子素子29で受信した反射エコー信号について所望のフォーカス処理をし整相加算して受信ビームを形成するものである。そして、送受分離回路24は、超音波の送信と受信とで上記送波部22と受波整相部23とを振動子素子29に接続するのを区別して切り換えるものである。

【0021】信号処理部25は、上記受波整相部23からの受波信号を入力して検波、圧縮、エッジ強調などの処理をして1走査線のデータを得るものである。また、スキャンコンバータ26は、上記信号処理部25からのデータを入力してモニタ27に表示するために走査変換及び補間等を行うものである。さらに、モニタ27は、上記スキャンコンバータ26からのデータを入力して超音波画像として表示するもので、3次元撮像或いは任意断面の画像表示がされる。そして、制御部28は、上記各構成要素の動作を制御するものである。

【0022】ここで、本発明においては、上記被検体内の音速不均一部位による受波信号の遅延誤差を計測し、上記振動子素子の多重リングの束ね又は遅延時間の一方を補正し、或いは多重リングの束ね及び遅延時間の両方を補正する手段を備えたものである。第一の実施例として、上記探触子20の2次元配列の振動子素子29, 29, ...を同心円状に束ねて多重リングを構成した口径を、中心から外方に向けて放射状に複数領域に分割し、この分割された各領域の口径間で被検体内の音速不均一部位(図7の符号11参照)による遅延誤差を計測し、ビームを補正するようによい。

【0023】図2は第一の実施例を示す探触子20の説明図である。この探触子20は、2次元配列の振動子素子を有し、図示省略しているが、実際は図4に示したと同様にX, Y方向のマトリクス状に配列されている。上記振動子素子をリング状に束ねて、アニュラレイ(多重リング)の口径を形成し、その口径を移動してX方向、Y方向に超音波ビームを走査するか、口径移動せずにビームをセクタ走査し、3次元ボリュームを得るものである。

【0024】簡単のために、図2に一つの画像を得るための基本口径を示す。この図2では、上記2次元配列の振動子素子29, 29, ...を同心円状に束ねて多重リングを構成した口径を、中心から外方に向けて放射状に複数領域に分割している。例えば、図1に示す素子選択データ部21から素子選択データをスイッチ制御部32に送り、該スイッチ制御部32の制御により上記多重リングの中心を通る十字形の分割線 $L_1$ ,  $L_2$ を形成し、この分割線 $L_1$ ,  $L_2$ で四つのセクタSa, Sb, Sc, Sdに分割されている。

【0025】上記分割された各セクタSa ~ Sdそれぞれ

れに、図1に示す送波部22と受波整相部23とが接続されており、上記各セクタに別れた多重リングには、媒体7(図6参照)内の音速一定の条件で計算された遅延データが加えられる。すなわち、図2において、各セクタSa ~ Sdに分割されたリング $a_1, a_2, a_3, a_4$ ;  $b_1, b_2, b_3, b_4$ ;  $c_1, c_2, c_3, c_4$ ;  $d_1, d_2, d_3, d_4$ それぞれに送波部22及び受波整相部23が接続され、個々に遅延がなされる。したがって、上記の遅延により超音波ビームはある点にフォーカスする。

【0026】このとき、媒体7内の音速が上記遅延データを計算したときの音速と合っていれば、図6に示すと同様に受波整相後の受波信号の波面の位相が揃い、同相加算されて受波信号が成長する。また、媒体7内に音速不均一部位11があれば、図7に示すと同様に受波整相後の受波信号の波面がずれて位相が揃わず、加算しても受波信号が成長しないで小さい状態となる。

【0027】本発明では、図2に示すように多重リングが例えば4セクタSa ~ Sdに分割されているので、その分割された各セクタ内の振動子素子のチャンネル間で図8に示すと同様に受波整相後の受波信号の相関を取り、位相誤差を求めて補正するものである。すなわち、上記受波整相後の受波信号に対し、図2に示すように各セクタSa ~ Sdに分割された各リングの隣接するセクタ間で相互相関により位相差を求め、各々のセクタ内で各リング間で相関処理をするものである。

【0028】例えば、図2において、4セクタSa ~ Sdに分割された多重リングにて、一番内側のリング $a_1$ と $b_1$ 、 $b_1$ と $c_1$ 、 $c_1$ と $d_1$ 、 $d_1$ と $a_1$ のように隣接するセクタ間で相互相関処理をする。また、二番目のリング $a_2$ と $b_2$ 、 $b_2$ と $c_2$ 、 $c_2$ と $d_2$ 、 $d_2$ と $a_2$ のように隣接するセクタ間で相互相関処理をする。さらに、三番目、四番目のリングにおいても隣接するセクタ間で相互相関処理をする。そして、各々のセクタ内で各リング間の関係を得るために、セクタSa内で隣接するリング $a_1$ と $a_2$ 、 $a_2$ と $a_3$ 、 $a_3$ と $a_4$ の間で相関処理をする。また、他のセクタSb内においても、隣接するリング $b_1$ と $b_2$ 、 $b_2$ と $b_3$ 、 $b_3$ と $b_4$ の間で相関処理をする。さらに、他のセクタSc, Sd内においても、同様に隣接するリング間で相関処理をする。なお、相関処理の仕方は、上記のものに限られず、他の手法であってもよい。

【0029】一方、図2に示すように多重リングが例えば4セクタSa ~ Sdに分割された状態で、その分割された各セクタ内の振動子素子のチャンネル間で、図9に示すと同様に受波整相部の遅延量を変えながら最大輝度になる遅延量を求めることにより、位相誤差を補正してもよい。すなわち、各セクタSa ~ Sdに分割されたリング $a_1, a_2, a_3, a_4$ ;  $b_1, b_2, b_3, b_4$ ;  $c_1, c_2, c_3, c_4$ ;  $d_1, d_2, d_3, d_4$ まで順次遅延量を変えながら最大輝度になる遅延量を求めることにより、位相誤差を求めて補正してもよい。

【0030】本発明の第二の実施例として、上記探触子20の2次元配列の振動子素子29, 29, ...を同心円状に束ねて多重リングを構成した口径とは異なる束ね口径を形成し、各口径間で被検体内の音速不均一部位(図7の符号11参照)による遅延誤差を計測し、ビームを補正するようにしてもよい。

【0031】図3は第二の実施例を示す探触子20の説明図である。この探触子20は、2次元配列の振動子素子を有し、各振動子素子には受波整相器を接続して、あるフォーカス点に対し理想遅延を施し、振動子素子の各チャンネル間の出力の相関をとることで遅延誤差を求めらるものである。図5に示すと同様に、多重リングに束ねるときに、フォーカス点Fまでの到達時間(距離)の差が例えば  $\lambda/10$  ( $\lambda$  は超音波ビームの波長)で束ねたとすると、上記求めた遅延誤差を到達時間に加味することで位相誤差を補正できる。

【0032】例えば、図3に示す多重リングn1, n2, n3, n4において特定の振動子素子33が遅延誤差を持っており、理想状態ではn2のリングに束ねられるが、遅延誤差を加味した場合はn3のリングに束ねるように修正して、遅延誤差を補正するものである。そして、遅延誤差の補正值を求めた後に、本来の理想状態のリングに戻して束ねるようにする。このように、実際に超音波ビームを形成する口径(束ねリングn1~n4)ではなく、別の束ねリングの振動子素子により遅延誤差を検出し、その遅延誤差を考慮したリングの束ねを実現して補正するものである。

【0033】上記の場合、図3に示す2次元配列の振動子素子の総てに送波器、受波整相器を接続すると、回路規模が膨大になるので、例えば隣接する複数の振動子素子を矩形のブロックに束ね、その束ねた複数の振動子素子を単位として送波器、受波整相器を接続すればよい。なお、この第二の実施例においても、図9に示すと同様に受波整相部の遅延量を変えながら最大輝度になる遅延量を求めることにより、位相誤差を補正するようにしてもよい。

【0034】

【発明の効果】本発明は以上のように構成されたので、被検体内の音速不均一部位による遅延誤差を計測し、2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねた多重リングの束ね又は遅延時間の一方或いは両方を補正する手段を備

え、該補正したビームにより画像化することにより、2次元配列の振動子素子を同心円状に束ねて多重リングを構成したものであっても、経路の差による位相誤差を検出して補正することができる。したがって、超音波ビームを改善して画質を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による超音波診断装置の実施の形態を示す全体構成のブロック図である。

【図2】本発明の第一の実施例を示す探触子の説明図である。

【図3】本発明の第二の実施例を示す探触子の説明図である。

【図4】本発明及び従来の超音波診断装置の探触子において、多重リングに構成された超音波送受信の口径を設定し、各リング間に遅延を与えて超音波ビームを送受信する状態を示す平面説明図である。

【図5】上記の多重リングの原理を示す説明図である。

【図6】従来の超音波ビームの形成を示す説明図である。

【図7】上記超音波ビームの形成において媒体内に音速不均一部位がある場合のビーム形成を示す説明図である。

【図8】適応像再生技術のうち相互相関法で遅延量を補正する構成を示すブロック図である。

【図9】適応像再生技術のうち最大輝度法で遅延量を補正する構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1, 29...振動子素子

2, 30...口径

20...探触子

21...素子選択データ部

22...送波部

23...受波整相部

24...送受分離回路

25...信号処理部

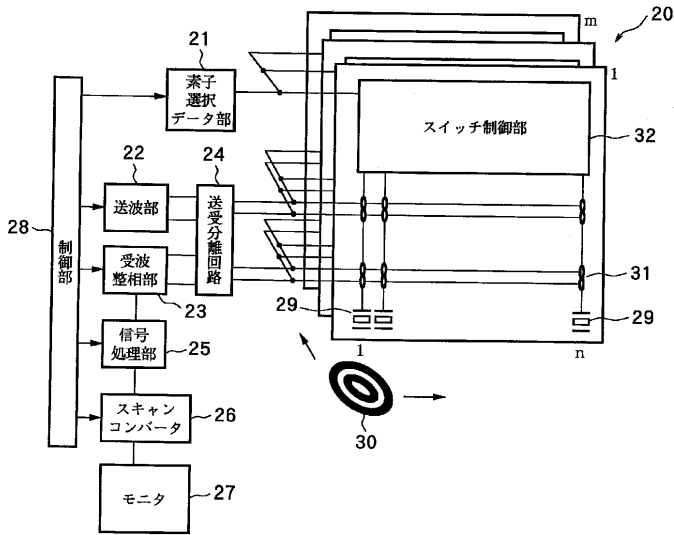
26...スキャンコンバータ

27...モニタ

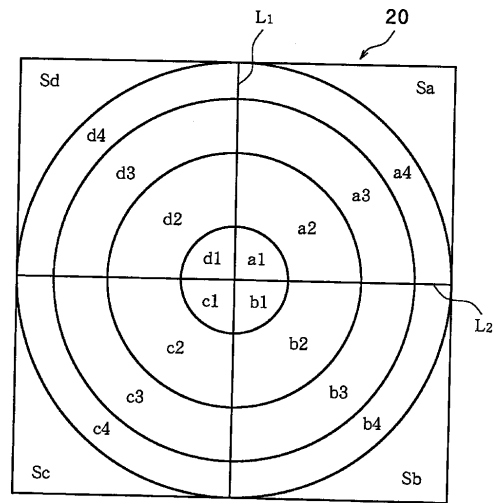
28...制御部

Sa, Sb, Sc, Sd...口径を複数領域に分割したセクタ

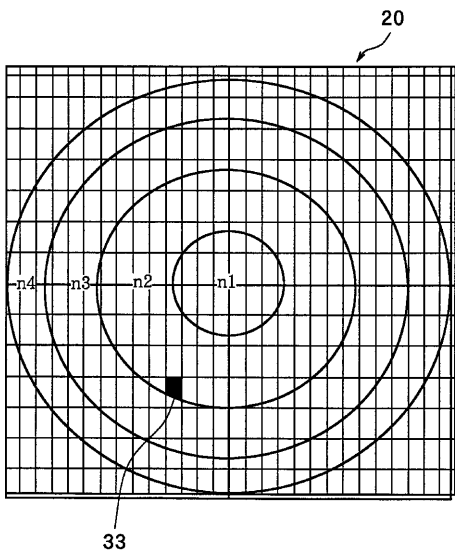
【図1】



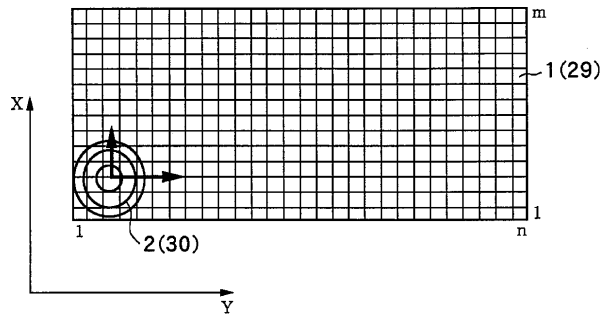
【図2】



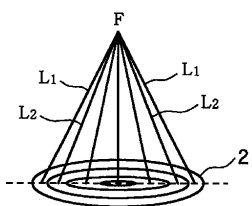
【図3】



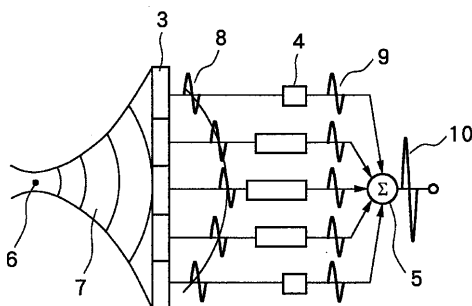
【図4】



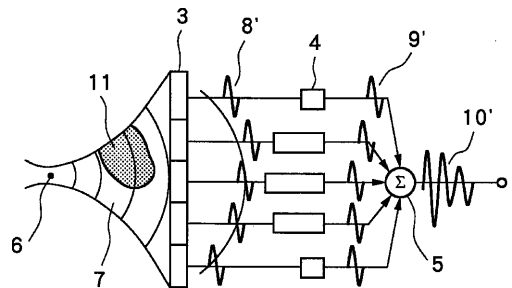
【図5】



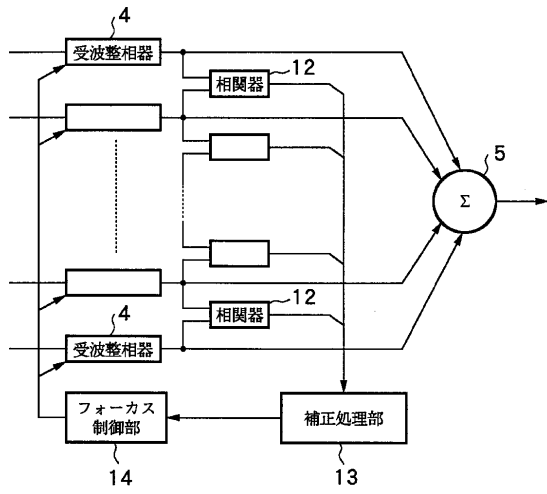
【図6】



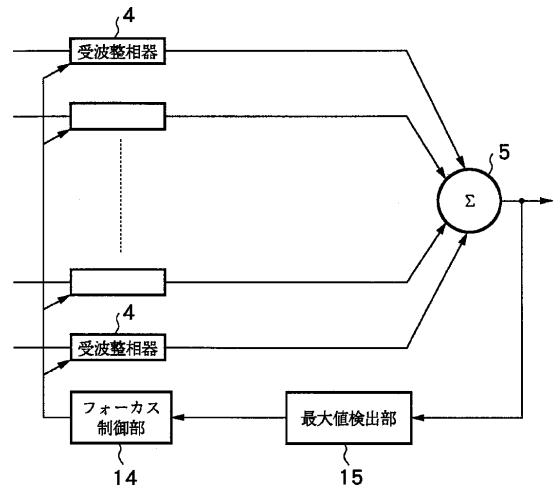
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 馬場博隆  
東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株  
式会社日立メディコ内

Fターム(参考) 4C301 EE07 GB08 HH24 JB19 JB28

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2001190551A</a>	公开(公告)日	2001-07-17
申请号	JP2000003727	申请日	2000-01-12
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メデイコ		
[标]发明人	篠村隆一 三和祐一 馬場博隆		
发明人	篠村隆一 三和祐一 馬場博隆		
IPC分类号	A61B8/00 B06B1/06 G01S7/52 G01S15/89 G10K11/34		
CPC分类号	G01S15/8925 A61B8/00 A61B8/4494 B06B1/0625 G01S7/52046 G01S7/52049 G01S15/8922 G01S15/8927 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C301/EE07 4C301/GB08 4C301/HH24 4C301/JB19 4C301/JB28 4C601/EE04 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB05 4C601/HH33 4C601/JB34 4C601/JB41 4C601/JB51		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：即使在超声诊断设备中，也要检测并校正由于路径差异而引起的相位误差，在超声诊断设备中，二维阵列换能器元件同心地捆扎在一起形成一个多环。.. 解决方案：探头20设有二维阵列中的多个换能器元件29，用于向和从受试者发射和接收超声波，并且二维阵列中的换能器元件29同心地捆扎在一起以形成多环。一种超声诊断装置，其形成超声波发送/接收孔30，并在多路复用环的每个环之间具有延迟的情况下发送/接收超声波束，并通过扫描束来形成超声波图像。以上，提供了一种用于测量由于对象中的不均匀声速部分而引起的延迟误差并且校正多个环的束中的一个或两个以及延迟时间的装置，并且通过校正后的束进行成像。

