

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号
WO2005/115250

発行日 平成20年3月27日 (2008. 3. 27)

(43) 国際公開日 平成17年12月8日 (2005. 12. 8)

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

F 1
A 6 1 B 8/00

テーマコード (参考)
4 C 6 0 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)		
出願番号 (21) 国際出願番号 (22) 国際出願日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	特願2006-515329 (P2006-515329) PCT/JP2005/008278 平成17年5月2日 (2005. 5. 2) 特願2004-155078 (P2004-155078) 平成16年5月25日 (2004. 5. 25) 日本国 (JP)	(71) 出願人 000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 (74) 代理人 110000040 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (72) 発明者 福喜多 博 東京都世田谷区弦巻2-18-5 Fターム(参考) 4C601 BB03 BB07 EE09 GB06 HH17 HH23 HH28 HH31 JB15 JB54 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】
被検体に超音波を送信しその反射波を受信する複数の振動子を配列した配列振動子1と、前記配列振動子からの信号に対して、遅延時間を加算することにより並列受信を行う遅延加算部4〜9とを備える。前記配列振動子から送波される送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、並列受信における複数の受信方向相互間のなす角度を狭くする制御を行う偏向角制御部14を有する。超音波の送信ビームにおける偏向角によらず並列受信の相対感度を均一に保つ超音波診断装置を提供する。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体に超音波を送信しその反射波を受信する複数の振動子を配列した配列振動子と、前記配列振動子により得られた受信信号に対して、遅延加算を行うことにより並列受信を行う遅延加算部と、前記遅延加算部が行う遅延加算の設定に基づき受信の偏向角を制御する偏向角制御部とを備えた超音波診断装置において、

前記偏向角制御部は、前記配列振動子から送波される送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、並列受信における複数の受信の指向方向相互間のなす角度を狭くすることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

10

前記送信ビームの偏向角が大きくなることによる送受信の相対感度の低下を補償するように並列受信における複数の受信信号に対する感度補正量を変化する制御を行う補正部を有する請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記補正部は、送信ビームの指向方向と並列受信の受信の指向方向とのなす角度が等しい前記複数の受信信号に対して、相対感度が等しくなる補正を行う請求項 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記偏向角制御部は、前記送信ビームの偏向角が大きくなるに従い隣接する送信ビームの偏向角の差を小さくする請求項 1～3 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 5】

前記複数の振動子が少なくとも 2 次元に配列され、複数の前記送信ビームが各々投影面と交差する点が 2 次元の等間隔の格子点をなす請求項 4 に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、配列振動子を有し、被検体を走査する超音波診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来の超音波診断装置は、図 8 に示すようにトランスデューサ 101 を配列した 2 次元アレイ 102 と、列方向遅延加算回路 103～106 と、行方向遅延加算回路 107、108 とで構成される。列方向遅延加算回路 103～106 は、2 次元アレイ 102 の列方向のトランスデューサ 101 で検出された信号の遅延加算を行う。行方向遅延加算回路 107、108 は、列方向遅延加算回路 103～106 において遅延加算された信号群を遅延加算する。これにより、少ない回路規模で行方向及び列方向の並列受信を実現している（特許文献 1 参照）。

30

【特許文献 1】特開 2000-254120 号公報（第 3 頁、第 1 図）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

40

従来の超音波診断装置は、送信ビームの偏向角により並列受信の相対感度が不均一となるという問題がある。

【0004】

本発明の目的は、従来の課題を解決するために、超音波の送信ビームにおける偏向角によらず並列受信の相対感度を均一に保つことができる超音波診断装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明の超音波診断装置は、被検体に超音波を送信しその反射波を受信する複数の振動子を配列した配列振動子と、前記配列振動子により得られた受信信号に対して、遅延加算

50

を行うことにより並列受信を行う遅延加算部と、前記遅延加算部が行う遅延加算の設定に基づき受信の偏向角を制御する偏向角制御部とを備えた超音波診断装置において、前記偏向角制御部は、前記配列振動子から送波される送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、並列受信における複数の受信の指向方向相互間のなす角度を狭くすることを特徴とする。

【0006】

この構成により、送信ビームの偏向角による並列受信の相対感度の不均一性を低減することができる。

【0007】

また、前記送信ビームの偏向角が大きくなることによる送受信の相対感度の低下を補償するように並列受信における複数の受信信号に対する感度補正量を変化する制御を行う補正部を有する構成にしても良い。

【0008】

また、前記補正部は、送信ビームの指向方向と並列受信の受信の指向方向とのなす角度が等しい前記複数の受信信号に対して、相対感度が等しくなる補正を行う構成にすることもできる。

【0009】

この構成により、感度補正を容易に行うことができる。

【0010】

また、前記偏向角制御部は、前記送信ビームの偏向角が大きくなるに従い隣接する送信ビームの偏向角の差を小さくする構成にしても良い。

【0011】

また、前記複数の振動子が少なくとも2次元に配列され、複数の前記送信ビームが各々投影面と交差する点が2次元の等間隔の格子点をなす構成にすることもできる。

【0012】

この構成により、2次元に配列された複数の振動子を用いる場合に、送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、隣り合う送信ビームにおける偏向角の間隔が狭くなり、偏向角によらず並列受信の相対感度を均一に保つことができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、超音波の送信ビームにおける偏向角によらず並列受信の相対感度を均一に保つ超音波診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】 図1は、第1の実施の形態における超音波診断装置の受信フロントエンドの構成を示すブロック図である。

【図2】 図2は、第1の実施の形態におけるサブアレイの構成を示す図である。

【図3】 図3は、第1の実施の形態における並列受信の相対感度に関する方位角度依存を示す図である。

【図4A】 図4Aは、第1の実施の形態における送信ビームの偏向角が 0° の場合における受信の相対感度を示す図である。

【図4B】 図4Bは、第1の実施の形態における送信ビームの偏向角が 30° の場合における受信の相対感度を示す図である。

【図5A】 図5Aは、第1の実施の形態における並列受信の指向方向のなす角を示す図である。

【図5B】 図5Bは、第1の実施の形態における送信ビームの偏向角の差を示す図である。

【図6A】 図6Aは、第2の実施の形態における配列振動子から送波される超音波ビームを示す側面図である。

【図6B】 図6Bは、第2の実施の形態における超音波ビームを示す上面図である。

【図7】 図7は、第3の実施の形態における超音波診断装置の送信ビームと並列受信の受

光感度の中心を示す図である。

【図 8】 図 8 は、従来の超音波診断装置の受信フロントエンドの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0015】

- 1 配列振動子
- 2 サブアレイ (SA)
- 3 グループ内プロセッサ (IP)
- 4～7 第 1 方向遅延加算回路
- 8～9 第 2 方向遅延加算回路
- 10～13 補正回路
- 14 偏向角制御回路
- 101 トランスデューサ
- 102 2次元アレイ
- 103～106 列方向遅延加算回路
- 107、108 行方向遅延加算回路

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態における超音波診断装置について、図面を参照して説明する

20

【0017】

(第 1 の実施の形態)

図 1 に、第 1 の実施の形態における超音波診断装置の受信フロントエンドの要部ブロック図を示す。配列振動子 1 は、複数のサブアレイ (SA) 2 を第 1 方向と第 2 方向に配列して構成される。図 1 においてサブアレイ (SA) 2 と後述のグループ内プロセッサ (IP) 3 を構成する素子は、それぞれ接続されている。i 番目のサブアレイ (SA) 2 i の出力は、グループ内プロセッサ (IP) 3 i に供給される。

【0018】

グループ内プロセッサ (IP) 3 の出力は、第 1 方向遅延加算回路 4～7 (第 1 方向遅延加算部) に供給される。第 1 方向遅延加算回路 4 の複数の並列受信出力は、第 2 方向遅延加算回路 8、9 (第 2 方向遅延加算部) に供給される。同様に第 1 方向遅延加算回路 5～7 の複数の出力は、第 2 方向遅延加算回路 8、9 に供給される。偏向角制御回路 14 (偏向角制御部) は、並列受信の偏向角を補正するソフトを有しており、第 1 方向遅延加算回路 4～7 と、第 2 方向遅延加算回路 8、9 とで遅延加算される遅延加算値を決定する。

30

【0019】

第 2 方向遅延加算回路 8 の複数の並列受信出力 S (1, 1) と S (1, 2) は、補正回路 10 と補正回路 11 に供給される。第 2 方向遅延加算回路 9 の複数の並列受信出力 S (2, 1) と S (2, 2) は、補正回路 12 と補正回路 13 に供給される。補正回路 10～13 (補正部) は、供給された並列受信感度補正信号に基づいて、並列受信出力に対して感度補正を行う。補正回路 10～13 の出力は 2 次元遅延加算出力となる。

40

【0020】

図 2 はサブアレイ (SA) 2 の構成を示す図である。サブアレイ (SA) 2 は送信用の振動子 (X) と受信用の振動子 (R) より構成され、各振動子は行方向と列方向に配列されている。行方向は第 1 方向と、列方向は第 2 方向と一致する。

【0021】

図 3 は、並列受信の相対感度に関する方位角度依存性の一例を示す図である。図 3 の曲線 21、22、23 は、送信ビームに対して各々異なる受信の指向方向に対する送受信の相対感度を示す。曲線 21 は送信と受信の指向方向が一致する場合を示している。曲線 22 は並列受信のため送信と受信の指向方向が 1° ずれることによって、送受信の指向方向

50

が 0.5° ずれた場合、曲線23は並列受信のため受信の指向方向が 2° ずれることによって送受信の指向方向が 1° ずれた場合を示す。つまり、曲線22、23は送信と受信の指向方向が一致していない場合を示している。また、送信と受信の指向方向の差が大きくなると、相対感度が低下する。

【0022】

図4Aは送信ビームの偏向角が 0° の場合における相対感度の一例、図4Bは送信ビームの偏向角が 30° の場合における相対感度の一例を示す図である。図5Aは、並列受信の指向方向のなす角を示す図、図5Bは送信ビームの偏向角の差を示す図である。T(m)は偏向していない場合の送信ビームの指向方向、L1(m)～L4(m)は送信ビームの指向方向T(m)に対応する並列受信の指向方向を示している。T(n)は偏向している場合の送信ビームの指向方向、L1(n)～L4(n)はT(n)に対応する並列受信の指向方向である。

10

【0023】

以上のように構成された超音波診断装置の受信フロントエンドについて、図1～図5Bを用いてその動作を説明する。

【0024】

まず、サブアレイ(SA)2の送信用の振動子(X)からは送信超音波パルスが関心領域に送波される。サブアレイ(SA)2の受信用の振動子(R)からの受信信号は、グループ内プロセッサ(IP)3において整相される。第1方向に配列されたサブアレイ(SA)2に対応するグループ内プロセッサ(IP)3の出力は、ひとまとまりで第1方向遅延加算回路4～7へ入力される。

20

【0025】

第1方向遅延加算回路4～7は関心領域の方向に指向し、かつ第1方向に関して複数の指向方向を有する並列受信信号を出力する。第2方向遅延加算回路8、9は、第2方向に関し微小角度毎に指向方向を変えるように受信遅延時間を発生し、第1方向遅延加算回路4～7が出力する並列受信信号に対して遅延時間の補正を行い、並列受信信号を出力する。第2方向遅延加算回路8、9から出力された並列受信信号出力は、補正回路10～13においてその信号強度が補正される。図3に示す様に、並列受信において送受信の相対感度は、送信ビームの指向方向と受信の指向方向の差により大きく変化する。したがって、送信の偏向角に応じて送信と受信の指向方向の差を変える場合には、補正回路10～13において相対感度の変化を補正する必要がある。

30

【0026】

図4Aに示す様に、送信の指向方向の偏向角が 0° の場合は相対感度のピークとサイドローブの差、すなわちダイナミックレンジは70dB程度である。一方、図4Bに示す様に、送信の指向方向の偏向角が 30° の場合は相対感度のダイナミックレンジは66dB程度である。

【0027】

そこで、偏向角が 30° の場合の並列受信における送信と受信の指向方向の差を、 0° の場合における差よりも小さくすることにより、図3に示したように送受信の相対感度を上げ、並列受信におけるメインローブの相対感度の減少を低減して、ダイナミックレンジの劣化を少なくすることができる。従って、送信ビームの偏向角が 0° の場合と 30° の場合の各相対感度のダイナミックレンジの差を小さくすることができる。

40

【0028】

図5Aにおいて、角度 ϕ は、送信ビームの指向方向Tに対応する並列受信の複数の指向方向L1～L4のなす角を示している。偏向角が 0° の場合の送信ビームの指向方向T(m)に対応する角度 ϕ (m)は、偏向された場合の送信ビームの指向方向T(n)に対応する角度 ϕ (n)よりも大きい。このため、図5Bに示す様に、送信の偏向角が小さい場合の送信ビームの指向方向T(m)とT(m+1)のなす角度 $\Delta\theta$ (m)は、送信の偏向角が大きい場合の送信ビームの指向方向T(n)とT(n+1)のなす角度 $\Delta\theta$ (n)よりも大きくなるように設定される。

50

【0029】

このような本実施の形態における超音波診断装置の受信フロントエンドにおいては、偏向角制御回路14によって、送信の偏向角が大きくなるに従い、並列受信における複数の受信の指向方向がなす角を狭くするように制御することができる。そして、並列受信における受信の指向方向がなす角が異なることによる送受信の相対感度の差を補正回路10～13で補正し、相対感度が均一な画像が得られる。

【0030】

さらに、送信の偏向角が大きくなるに従い、複数の並列受信における指向方向がなす角を狭くすることにより、隣接する送信に対応する受信の指向方向の間隔が広がる問題を解消することができる。

10

【0031】

なお、並列受信の偏向角を補正する方法としては、(1)補正値を演算により求める方法、(2)補正用のデータテーブルに補正値を保存しておき、適切な補正値を選択する方法、(3)(1)と(2)との組み合わせを用いる方法等がある。さらに、これらを偏向角制御回路14に有する場合の他、第1方向遅延加算回路4～7、第2方向遅延加算回路8、9に個々に有しても良い。

【0032】

(第2の実施の形態)

第2の実施の形態における超音波診断装置の送信ビームの間隔を図6A、図6Bに示す。なお、図6において、第1の実施の形態で参照した図5Bと同じ構成及び機能を有する部分については、同一の符号または記号を付して説明を省略する。また、図6に示していない他の構成要素については、図1と同じである。

20

【0033】

図6Aは配列振動子1の側面図を示し、投影面は配列振動子1とほぼ平行に配置され、送信ビームと投影面が交差する格子点pを丸印で示す。図6Bは、図6Aを上側から見た図である。なお、投影面を走査の中心のビームに垂直な平面としても良い。

【0034】

以上のように構成された超音波診断装置における送信ビームの間隔について、図6を用いてその動作を説明する。

【0035】

まず、図6Bにおいて、格子点pは第1方向に関して Δx 、第2方向に関して Δy の間隔で2次元に配置される。図6Aにおいて、送信の偏向角が小さい場合の送信ビームの指向方向 $T(k)$ と $T(k+1)$ のなす角度 $\Delta\theta(k)$ は、送信ビームの偏向角が大きい場合の送信ビームの指向方向 $T(j)$ と $T(j+1)$ のなす角度 $\Delta\theta(j)$ よりも大きくなるように設定される。さらに、 $T(k)$ に対応する並列受信の指向方向がなす角は、 $T(j)$ に対応する並列受信の指向方向がなす角よりも大きくする。

30

【0036】

以上のように第2の実施の形態における超音波診断装置は、送信ビームと投影面との交点である格子点pを第1方向に関して Δx で、第2方向に関して Δy で、等間隔に2次元に配列した。そのため、送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、並列受信の指向方向がなす角を小さくし、相対感度が一様な良好な画像が得られる。

40

【0037】

(第3の実施の形態)

第3の実施の形態における超音波診断装置の送信ビームの中心と並列受信の受信感度の中心を図7に示す。なお、図7において、第1の実施の形態で参照した図1と同じ構成及び機能を有する部分については同一の符号または記号を付して説明を省略する。また、図7に示していない他の構成要素は、図1と同じである。

【0038】

図7において□印は送信ビームの中心を示し、○印は並列受信の受信感度の中心を示す。並列受信の受信感度の中心に対応する並列受信信号の符号 $S(x, y)$ ($1 \leq x \leq 4$ 、

50

$1 \leq y \leq 4$) が付けられる。

【0039】

以上のように構成された超音波診断装置における送信ビームと並列受信ビームについて、図7を用いてその動作を説明する。

【0040】

並列受信信号を3つのグループに分類する。図7において、第1のグループは、 $S(1, 1)$ 、 $S(1, 4)$ 、 $S(4, 1)$ 、 $S(4, 4)$ で構成され、それぞれの信号は、送信ビーム中心から等しい距離にあり、送信ビームの指向方向と並列受信による指向方向とのなす角度が等しい状態で受信された受信信号である。そのため、補正回路10～13において等しい並列受信感度補正信号を用いて補正が行われる。

10

【0041】

同様に、第2のグループは、 $S(2, 2)$ 、 $S(2, 3)$ 、 $S(3, 2)$ 、 $S(3, 3)$ で構成され、それぞれの信号は、送信ビームの中心から等しい距離にあり、送信ビームの指向方向と並列受信による指向方向との角度が等しい状態で受信された受信信号である。そのため、補正回路10～13において等しい並列受信感度補正信号を用いて補正が行われる。さらに、第3のグループは、 $S(1, 2)$ 、 $S(1, 3)$ 、 $S(2, 1)$ 、 $S(2, 4)$ 、 $S(3, 1)$ 、 $S(3, 4)$ 、 $S(4, 2)$ 、 $S(4, 3)$ で構成され、それぞれの信号は、送信ビーム中心から等しい距離にあり、送信ビームの指向方向と並列受信による指向方向との角度が等しい状態で受信された受信信号である。そのため、補正回路10～13において等しい並列受信感度補正信号を用いて補正が行われる。

20

【0042】

以上のように第3の実施の形態における超音波診断装置の送信ビームと並列受信ビームによれば、16個の並列受信信号 $S(x, y)$ を3つのグループに分けた。そのことにより、3種類の並列受信感度補正信号で感度補正を行うことができるので制御が容易になる。

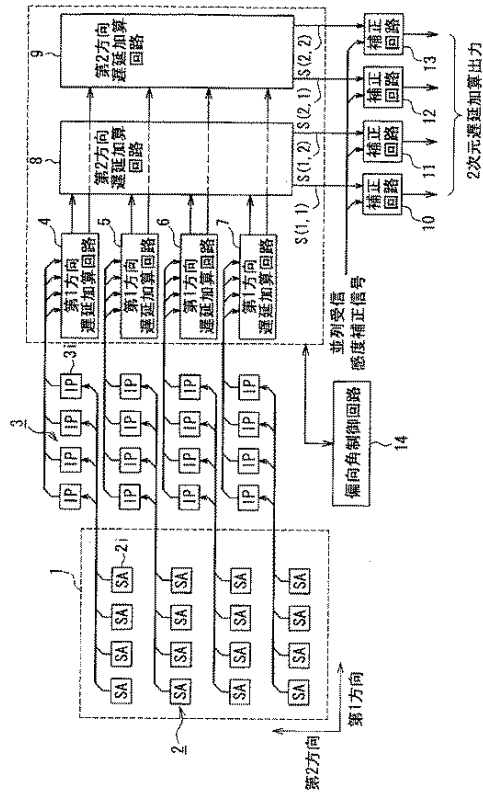
【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明の超音波診断装置は、相対感度が一様な画像が得られるという効果を有し、被検体を走査する配列振動子を備えた超音波診断装置として有用である。

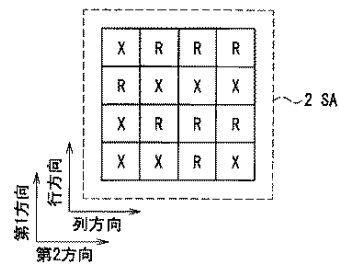
【図1】

[図1]



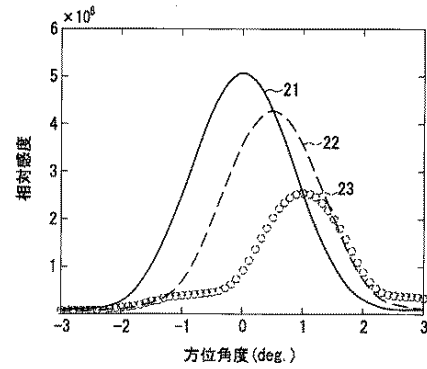
【図2】

[図2]

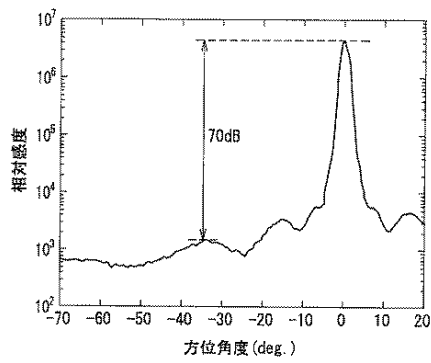


【図3】

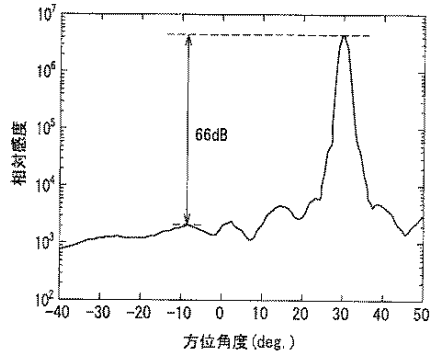
[図3]



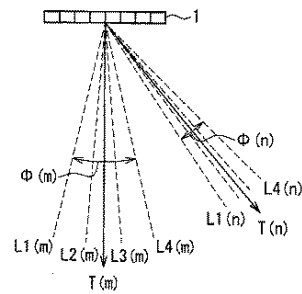
[図4A]



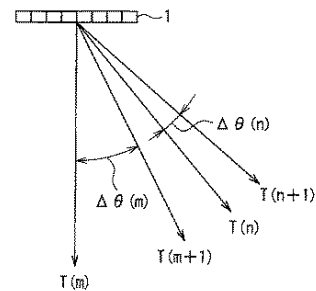
[図4B]



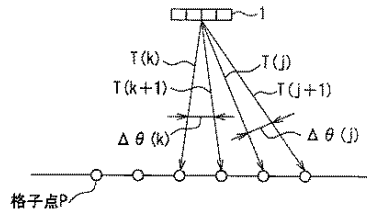
[図5A]



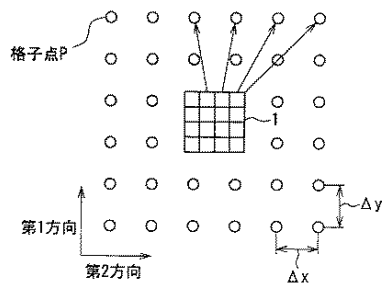
[図5B]



[図6A]

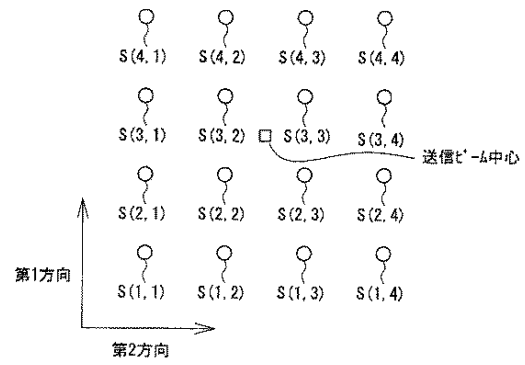


[図6B]



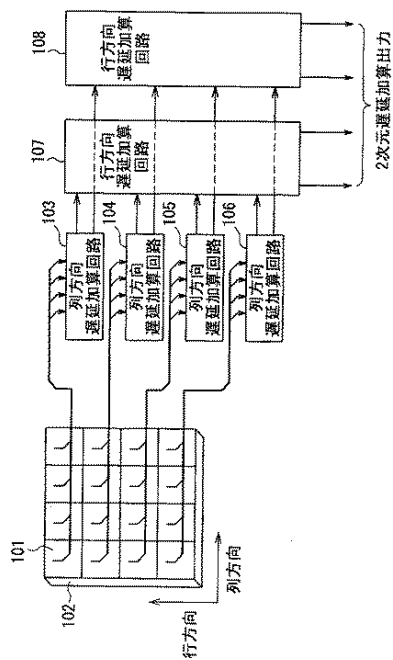
【図7】

[図7]



【図8】

[図8]



【手続補正書】

【提出日】平成18年4月7日(2006.4.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体に超音波を送信しその反射波を受信する複数の振動子を配列した配列振動子と、前記配列振動子により得られた受信信号に対して、遅延加算を行うことにより並列受信を行う遅延加算部と、前記遅延加算部が行う遅延加算の設定に基づき受信の偏向角を制御する偏向角制御部とを備えた超音波診断装置において、

前記偏向角制御部は、前記配列振動子から送波される送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、並列受信における複数の受信の指向方向相互間のなす角度を狭くすることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

前記送信ビームの偏向角が大きくなることによる送受信の相対感度の低下を補償するように並列受信における複数の受信信号に対する感度補正量を変化する制御を行う補正部を有する請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項3】

前記補正部は、送信ビームの指向方向と並列受信の受信の指向方向とのなす角度が等しい前記複数の受信信号に対して、相対感度が等しくなる補正を行う請求項2記載の超音波診断装置。

【請求項4】

前記偏向角制御部は、前記送信ビームの偏向角が大きくなるに従い隣接する送信ビームの偏向角の差を小さくする請求項1～3のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項5】

前記複数の振動子が少なくとも2次元に配列され、複数の前記送信ビームが各々投影面と交差する点が2次元の等間隔の格子点をなす請求項4に記載の超音波診断装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、配列振動子を有し、被検体を走査する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の超音波診断装置は、図8に示すようにトランスデューサ101を配列した2次元アレイ102と、列方向遅延加算回路103～106と、行方向遅延加算回路107、108とで構成される。列方向遅延加算回路103～106は、2次元アレイ102の列方向のトランスデューサ101で検出された信号の遅延加算を行う。行方向遅延加算回路107、108は、列方向遅延加算回路103～106において遅延加算された信号群を遅延加算する。これにより、少ない回路規模で行方向及び列方向の並列受信を実現している(特許文献1参照)。

【特許文献1】特開2000-254120号公報(第3頁、第1図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】**【0003】**

従来の超音波診断装置は、送信ビームの偏向角により並列受信の相対感度が不均一となるという問題がある。

【0004】

本発明の目的は、従来の課題を解決するために、超音波の送信ビームにおける偏向角によらず並列受信の相対感度を均一に保つことができる超音波診断装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明の超音波診断装置は、被検体に超音波を送信しその反射波を受信する複数の振動子を配列した配列振動子と、前記配列振動子により得られた受信信号に対して、遅延加算を行うことにより並列受信を行う遅延加算部と、前記遅延加算部が行う遅延加算の設定に基づき受信の偏向角を制御する偏向角制御部とを備えた超音波診断装置において、前記偏向角制御部は、前記配列振動子から送波される送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、並列受信における複数の受信の指向方向相互間のなす角度を狭くすることを特徴とする。

【0006】

この構成により、送信ビームの偏向角による並列受信の相対感度の不均一性を低減することができる。

【0007】

また、前記送信ビームの偏向角が大きくなることによる送受信の相対感度の低下を補償するように並列受信における複数の受信信号に対する感度補正量を変化する制御を行う補正部を有する構成にしても良い。

【0008】

また、前記補正部は、送信ビームの指向方向と並列受信の受信の指向方向とのなす角度が等しい前記複数の受信信号に対して、相対感度が等しくなる補正を行う構成にすることもできる。

【0009】

この構成により、感度補正を容易に行うことができる。

【0010】

また、前記偏向角制御部は、前記送信ビームの偏向角が大きくなるに従い隣接する送信ビームの偏向角の差を小さくする構成にしても良い。

【0011】

また、前記複数の振動子が少なくとも2次元に配列され、複数の前記送信ビームが各々投影面と交差する点が2次元の等間隔の格子点をなす構成にすることもできる。

【0012】

この構成により、2次元に配列された複数の振動子を用いる場合に、送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、隣り合う送信ビームにおける偏向角の間隔が狭くなり、偏向角によらず並列受信の相対感度を均一に保つことができる。

【発明の効果】**【0013】**

本発明によれば、超音波の送信ビームにおける偏向角によらず並列受信の相対感度を均一に保つ超音波診断装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0014】**

以下、本発明の実施の形態における超音波診断装置について、図面を参照して説明する。

【0015】

(第1の実施の形態)

図1に、第1の実施の形態における超音波診断装置の受信フロントエンドの要部ブロッ

ク図を示す。配列振動子 1 は、複数のサブアレイ (S A) 2 を第 1 方向と第 2 方向に配列して構成される。図 1 においてサブアレイ (S A) 2 と後述のグループ内プロセッサ (I P) 3 を構成する素子は、それぞれ接続されている。i 番目のサブアレイ (S A) 2 i の出力は、グループ内プロセッサ (I P) 3 i に供給される。

【0016】

グループ内プロセッサ (I P) 3 の出力は、第 1 方向遅延加算回路 4 ~ 7 (第 1 方向遅延加算部) に供給される。第 1 方向遅延加算回路 4 の複数の並列受信出力は、第 2 方向遅延加算回路 8、9 (第 2 方向遅延加算部) に供給される。同様に第 1 方向遅延加算回路 5 ~ 7 の複数の出力は、第 2 方向遅延加算回路 8、9 に供給される。偏向角制御回路 14 (偏向角制御部) は、並列受信の偏向角を補正するソフトを有しており、第 1 方向遅延加算回路 4 ~ 7 と、第 2 方向遅延加算回路 8、9 とで遅延加算される遅延加算値を決定する。

【0017】

第 2 方向遅延加算回路 8 の複数の並列受信出力 S (1, 1) と S (1, 2) は、補正回路 10 と補正回路 11 に供給される。第 2 方向遅延加算回路 9 の複数の並列受信出力 S (2, 1) と S (2, 2) は、補正回路 12 と補正回路 13 に供給される。補正回路 10 ~ 13 (補正部) は、供給された並列受信感度補正信号に基づいて、並列受信出力に対して感度補正を行う。補正回路 10 ~ 13 の出力は 2 次元遅延加算出力となる。

【0018】

図 2 はサブアレイ (S A) 2 の構成を示す図である。サブアレイ (S A) 2 は送信用の振動子 (X) と受信用の振動子 (R) より構成され、各振動子は行方向と列方向に配列されている。行方向は第 1 方向と、列方向は第 2 方向と一致する。

【0019】

図 3 は、並列受信の相対感度に関する方位角度依存性の一例を示す図である。図 3 の曲線 21、22、23 は、送信ビームに対して各々異なる受信の指向方向に対する送受信の相対感度を示す。曲線 21 は送信と受信の指向方向が一致する場合を示している。曲線 22 は並列受信のため送信と受信の指向方向が 1° ずれることによって、送受信の指向方向が 0.5° ずれた場合、曲線 23 は並列受信のため受信の指向方向が 2° ずれることによって送受信の指向方向が 1° ずれた場合を示す。つまり、曲線 22、23 は送信と受信の指向方向が一致していない場合を示している。また、送信と受信の指向方向の差が大きくなると、相対感度が低下する。

【0020】

図 4 A は送信ビームの偏向角が 0° の場合における相対感度の一例、図 4 B は送信ビームの偏向角が 30° の場合における相対感度の一例を示す図である。図 5 A は、並列受信の指向方向のなす角を示す図、図 5 B は送信ビームの偏向角の差を示す図である。T (m) は偏向していない場合の送信ビームの指向方向、L1 (m) ~ L4 (m) は送信ビームの指向方向 T (m) に対応する並列受信の指向方向を示している。T (n) は偏向している場合の送信ビームの指向方向、L1 (n) ~ L4 (n) は T (n) に対応する並列受信の指向方向である。

【0021】

以上のように構成された超音波診断装置の受信フロントエンドについて、図 1 ~ 図 5 B を用いてその動作を説明する。

【0022】

まず、サブアレイ (S A) 2 の送信用の振動子 (X) からは送信超音波パルスが関心領域に送波される。サブアレイ (S A) 2 の受信用の振動子 (R) からの受信信号は、グループ内プロセッサ (I P) 3 において整相される。第 1 方向に配列されたサブアレイ (S A) 2 に対応するグループ内プロセッサ (I P) 3 の出力は、ひとまとまりで第 1 方向遅延加算回路 4 ~ 7 へ入力される。

【0023】

第 1 方向遅延加算回路 4 ~ 7 は関心領域の方向に指向し、かつ第 1 方向に関して複数の

指向方向を有する並列受信信号を出力する。第2方向遅延加算回路8、9は、第2方向に関し微小角度毎に指向方向を変えるように受信遅延時間を発生し、第1方向遅延加算回路4～7が出力する並列受信信号に対して遅延時間の補正を行い、並列受信信号を出力する。第2方向遅延加算回路8、9から出力された並列受信信号出力は、補正回路10～13においてその信号強度が補正される。図3に示す様に、並列受信において送受信の相対感度は、送信ビームの指向方向と受信の指向方向の差により大きく変化する。したがって、送信の偏向角に応じて送信と受信の指向方向の差を変える場合には、補正回路10～13において相対感度の変化を補正する必要がある。

【0024】

図4Aに示す様に、送信の指向方向の偏向角が 0° の場合は相対感度のピークとサイドロープの差、すなわちダイナミックレンジは70dB程度である。一方、図4Bに示す様に、送信の指向方向の偏向角が 30° の場合は相対感度のダイナミックレンジは66dB程度である。

【0025】

そこで、偏向角が 30° の場合の並列受信における送信と受信の指向方向の差を、 0° の場合における差よりも小さくすることにより、図3に示したように送受信の相対感度を上げ、並列受信におけるメインロープの相対感度の減少を低減して、ダイナミックレンジの劣化を少なくすることができる。従って、送信ビームの偏向角が 0° の場合と 30° の場合の各相対感度のダイナミックレンジの差を小さくすることができる。

【0026】

図5Aにおいて、角度 ϕ は、送信ビームの指向方向Tに対応する並列受信の複数の指向方向L1～L4のなす角を示している。偏向角が 0° の場合の送信ビームの指向方向T(m)に対応する角度 ϕ (m)は、偏向された場合の送信ビームの指向方向T(n)に対応する角度 ϕ (n)よりも大きい。このため、図5Bに示す様に、送信の偏向角が小さい場合の送信ビームの指向方向T(m)とT(m+1)のなす角度 $\Delta\theta$ (m)は、送信の偏向角が大きい場合の送信ビームの指向方向T(n)とT(n+1)のなす角度 $\Delta\theta$ (n)よりも大きくなるように設定される。

【0027】

このような本実施の形態における超音波診断装置の受信フロントエンドにおいては、偏向角制御回路14によって、送信の偏向角が大きくなるに従い、並列受信における複数の受信の指向方向がなす角を狭くするように制御することができる。そして、並列受信における受信の指向方向がなす角が異なることによる送受信の相対感度の差を補正回路10～13で補正し、相対感度が均一な画像が得られる。

【0028】

さらに、送信の偏向角が大きくなるに従い、複数の並列受信における指向方向がなす角を狭くすることにより、隣接する送信に対応する受信の指向方向の間隔が広がる問題を解消することができる。

【0029】

なお、並列受信の偏向角を補正する方法としては、(1)補正値を演算により求める方法、(2)補正用のデータテーブルに補正値を保存しておき、適切な補正値を選択する方法、(3)(1)と(2)との組み合わせを用いる方法等がある。さらに、これらを偏向角制御回路14に有する場合の他、第1方向遅延加算回路4～7、第2方向遅延加算回路8、9に個々に有しても良い。

【0030】

(第2の実施の形態)

第2の実施の形態における超音波診断装置の送信ビームの間隔を図6A、図6Bに示す。なお、図6において、第1の実施の形態で参照した図5Bと同じ構成及び機能を有する部分については、同一の符号または記号を付して説明を省略する。また、図6に示していない他の構成要素については、図1と同じである。

【0031】

図 6 A は配列振動子 1 の側面図を示し、投影面は配列振動子 1 とほぼ平行に配置され、送信ビームと投影面が交差する格子点 p を丸印で示す。図 6 B は、図 6 A を上側から見た図である。なお、投影面を走査の中心のビームに垂直な平面としても良い。

【0032】

以上のように構成された超音波診断装置における送信ビームの間隔について、図 6 を用いてその動作を説明する。

【0033】

まず、図 6 B において、格子点 p は第 1 方向に関して Δx 、第 2 方向に関して Δy の間隔で 2 次元に配置される。図 6 A において、送信の偏向角が小さい場合の送信ビームの指向方向 $T(k)$ と $T(k+1)$ のなす角度 $\Delta\theta(k)$ は、送信ビームの偏向角が大きい場合の送信ビームの指向方向 $T(j)$ と $T(j+1)$ のなす角度 $\Delta\theta(j)$ よりも大きくなるように設定される。さらに、 $T(k)$ に対応する並列受信の指向方向がなす角は、 $T(j)$ に対応する並列受信の指向方向がなす角よりも大きくする。

【0034】

以上のように第 2 の実施の形態における超音波診断装置は、送信ビームと投影面との交点である格子点 p を第 1 方向に関して Δx で、第 2 方向に関して Δy で、等間隔に 2 次元に配列した。そのため、送信ビームの偏向角が大きくなるに従い、並列受信の指向方向がなす角を小さくし、相対感度が一様な良好な画像が得られる。

【0035】

(第 3 の実施の形態)

第 3 の実施の形態における超音波診断装置の送信ビームの中心と並列受信の受信感度の中心を図 7 に示す。なお、図 7 において、第 1 の実施の形態で参照した図 1 と同じ構成及び機能を有する部分については同一の符号または記号を付して説明を省略する。また、図 7 に示していない他の構成要素は、図 1 と同じである。

【0036】

図 7 において□印は送信ビームの中心を示し、○印は並列受信の受信感度の中心を示す。並列受信の受信感度の中心に対応する並列受信信号の符号 $S(x, y)$ ($1 \leq x \leq 4$ 、 $1 \leq y \leq 4$) が付けられる。

【0037】

以上のように構成された超音波診断装置における送信ビームと並列受信ビームについて、図 7 を用いてその動作を説明する。

【0038】

並列受信信号を 3 つのグループに分類する。図 7 において、第 1 のグループは、 $S(1, 1)$ 、 $S(1, 4)$ 、 $S(4, 1)$ 、 $S(4, 4)$ で構成され、それぞれの信号は、送信ビーム中心から等しい距離にあり、送信ビームの指向方向と並列受信による指向方向とのなす角度が等しい状態で受信された受信信号である。そのため、補正回路 10 ~ 13 において等しい並列受信感度補正信号を用いて補正が行われる。

【0039】

同様にして、第 2 のグループは、 $S(2, 2)$ 、 $S(2, 3)$ 、 $S(3, 2)$ 、 $S(3, 3)$ で構成され、それぞれの信号は、送信ビームの中心から等しい距離にあり、送信ビームの指向方向と並列受信による指向方向との角度が等しい状態で受信された受信信号である。そのため、補正回路 10 ~ 13 において等しい並列受信感度補正信号を用いて補正が行われる。さらに、第 3 のグループは、 $S(1, 2)$ 、 $S(1, 3)$ 、 $S(2, 1)$ 、 $S(2, 4)$ 、 $S(3, 1)$ 、 $S(3, 4)$ 、 $S(4, 2)$ 、 $S(4, 3)$ で構成され、それぞれの信号は、送信ビーム中心から等しい距離にあり、送信ビームの指向方向と並列受信による指向方向との角度が等しい状態で受信された受信信号である。そのため、補正回路 10 ~ 13 において等しい並列受信感度補正信号を用いて補正が行われる。

【0040】

以上のように第 3 の実施の形態における超音波診断装置の送信ビームと並列受信ビームによれば、16 個の並列受信信号 $S(x, y)$ を 3 個のグループに分けた。そのことによ

り、3種類の並列受信感度補正信号で感度補正を行うことができるので制御が容易になる。

【産業上の利用可能性】

【0041】

本発明の超音波診断装置は、相対感度が一樣な画像が得られるという効果を有し、被検体を走査する配列振動子を備えた超音波診断装置として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】図1は、第1の実施の形態における超音波診断装置の受信フロントエンドの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、第1の実施の形態におけるサブアレイの構成を示す図である。

【図3】図3は、第1の実施の形態における並列受信の相対感度に関する方位角度依存を示す図である。

【図4A】図4Aは、第1の実施の形態における送信ビームの偏向角が 0° の場合における受信の相対感度を示す図である。

【図4B】図4Bは、第1の実施の形態における送信ビームの偏向角が 30° の場合における受信の相対感度を示す図である。

【図5A】図5Aは、第1の実施の形態における並列受信の指向方向のなす角を示す図である。

【図5B】図5Bは、第1の実施の形態における送信ビームの偏向角の差を示す図である。

【図6A】図6Aは、第2の実施の形態における配列振動子から送波される超音波ビームを示す側面図である。

【図6B】図6Bは、第2の実施の形態における超音波ビームを示す上面図である。

【図7】図7は、第3の実施の形態における超音波診断装置の送信ビームと並列受信の受光感度の中心を示す図である。

【図8】図8は、従来の超音波診断装置の受信フロントエンドの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0043】

- 1 配列振動子
- 2 サブアレイ (SA)
- 3 グループ内プロセッサ (IP)
- 4～7 第1方向遅延加算回路
- 8～9 第2方向遅延加算回路
- 10～13 補正回路
- 14 偏向角制御回路
- 101 トランスデューサ
- 102 2次元アレイ
- 103～106 列方向遅延加算回路
- 107、108 行方向遅延加算回路

【手続補正3】

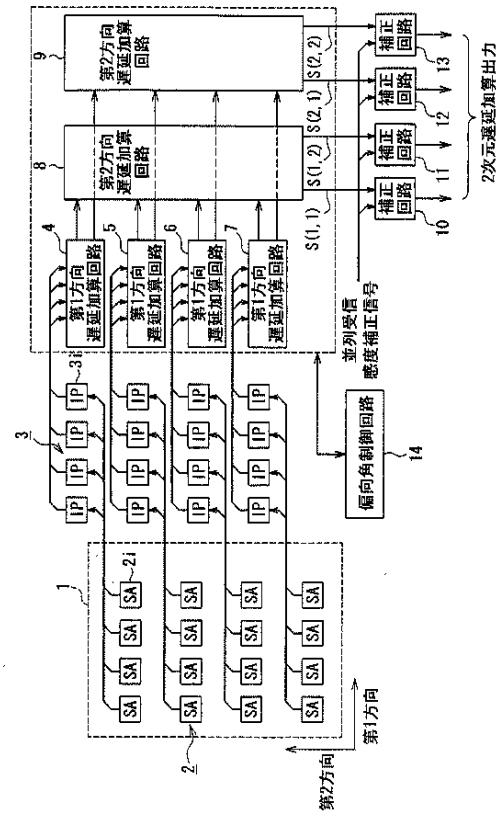
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

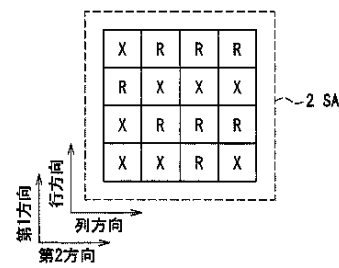
【補正方法】変更

【補正の内容】

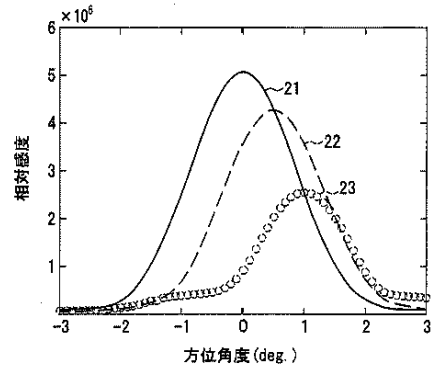
【図 1】



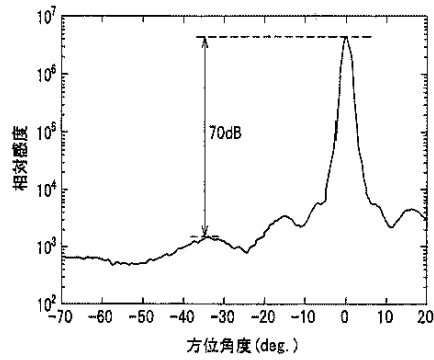
【図 2】



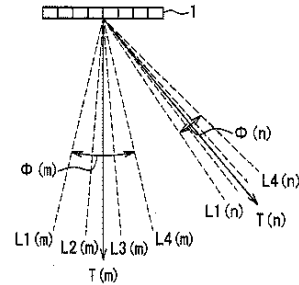
【図 3】



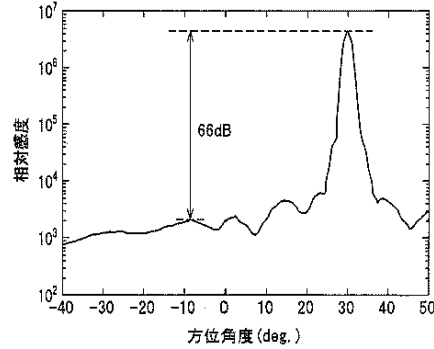
【図 4 A】



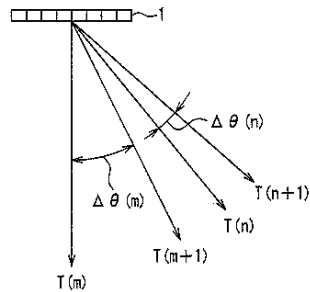
【図 5 A】



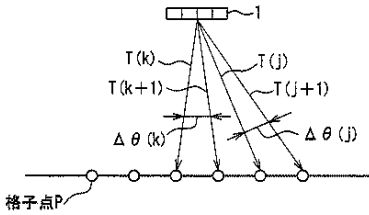
【図 4 B】



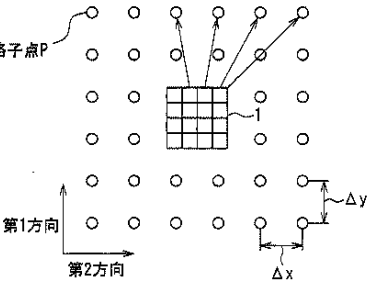
【図 5 B】



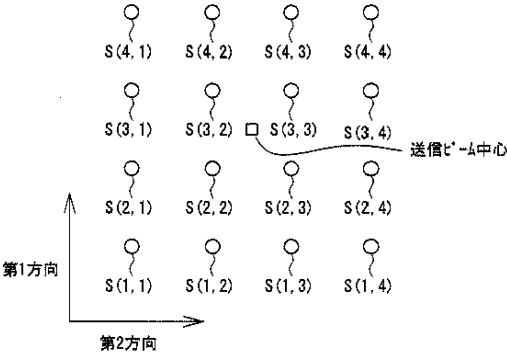
【図 6 A】



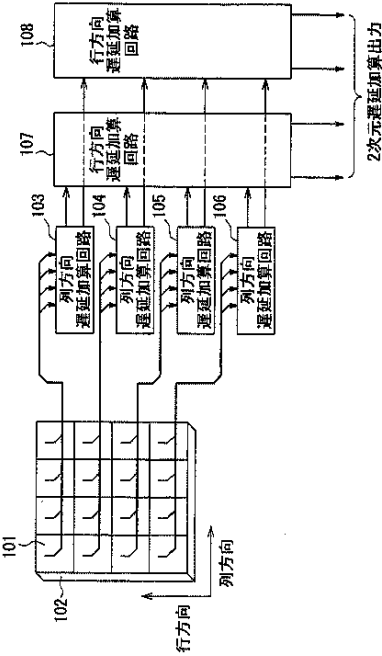
【図 6 B】



【図 7】



【図 8】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2005/008278
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ A61B8/14		
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) Int.Cl. ⁷ A61B8/00-8/15		
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 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
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 10-328185 A (Aloka Co., Ltd.), 15 December, 1998 (15.12.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2004-33617 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 05 February, 2004 (05.02.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2-206445 A (Toshiba Corp.), 16 August, 1990 (16.08.90), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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 23 May, 2005 (23.05.05)		Date of mailing of the international search report 07 June, 2005 (07.06.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2005/008278	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ A 61 B 8/14			
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. ⁷ A 61 B 8/00-8/15			
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
国際調査で利用した電子データベース (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 請求の範囲の番号	
A	J P 10-328185 A (アロカ株式会社) 1998. 12. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5	
A	J P 2004-33617 A (松下電器産業株式会社) 2004. 02. 05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5	
A	J P 2-206445 A (株式会社東芝) 1990. 08. 16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ 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、一般的技术水準を示すもの 「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日の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 23. 05. 2005		国際調査報告の発送日 07. 6. 2005	
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8号		特許庁審査官 (権限のある職員) 神谷 直慈 電話番号 03-3581-1101 内線 3290	

フロントページの続き

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

(注) この公表は、国際事務局（W I P O）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。

通过增加延迟时间,对阵列换能器1进行排列,在阵列换能器1中,对向被检体发送超声波并接收反射波的多个换能器以及来自阵列换能器的信号进行排列。延迟加法器4至9用于执行并行接收。设置偏转角控制单元(14),以随着从阵列换能器发射的发射光束的偏转角增大而控制以减小在并行接收中在多个接收方向之间形成的角度。本发明提供一种超声波诊断装置,其与超声波发送束的偏转角无关,能够使并行接收的相对灵敏度一致。