

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-142413

(P2008-142413A)

(43) 公開日 平成20年6月26日(2008.6.26)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F1
A61B 8/00テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2006-334856 (P2006-334856)
(22) 出願日 平成18年12月12日(2006.12.12)(71) 出願人 390029791
アロカ株式会社
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(74) 代理人 100075258
弁理士 吉田 研二
(74) 代理人 100096976
弁理士 石田 純
(72) 発明者 尾形 太
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ
カ株式会社内
Fターム(参考) 4C601 EE04 EE30 HH04 HH30 JC21

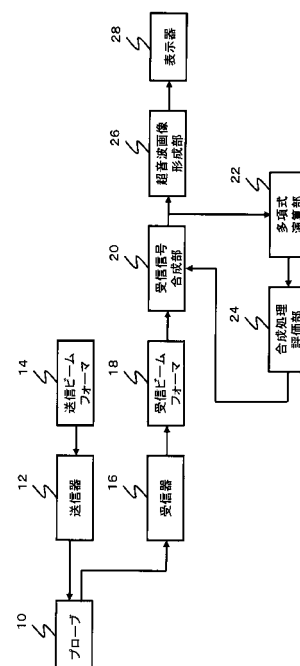
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】複数の受信信号の合成処理に関する評価技術を提供する。

【解決手段】プローブ10は、送信ビームフォーマ14によって送信制御され、多段焦点送信方式で超音波を送受波する。受信ビームフォーマ18は、多段焦点送信方式の各焦点ごとに受信信号を取得する。受信信号合成部20は、各合成パターンに対応した重み係数データに基づいて、多段焦点送信方式の複数の焦点に対応した複数の受信信号を合成処理する。こうして、複数の重み係数データに対応した複数の合成受信信号が形成される。多項式演算部22は、複数の合成受信信号の各々をN次の多項式で近似する。合成処理評価部24は、各多項式に含まれる2次以上の次数の係数に基づいて複数の多項式を比較することにより、複数の合成パターンを評価する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の送受信態様で超音波を送受波することにより各送受信態様ごとに受信信号を得る送受波部と、

複数の合成パターンの各々に基づいて複数の送受信態様に対応した複数の受信信号を合成処理することにより、各合成パターンごとに合成受信信号を得る受信信号合成部と、

複数の合成パターンに対応した複数の合成受信信号の各々をN次の多項式で近似することにより、複数の合成受信信号に対応した複数の多項式を得る多項式演算部と、

各多項式に含まれる1又は複数の次数の係数に基づいて複数の多項式を比較することにより、複数の多項式に対応した複数の合成パターンを評価する合成パターン評価部と、

10

を有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置において、

前記送受波部は、多段焦点送信方式で超音波を送受波することにより、多段焦点送信方式の各焦点ごとに受信信号を取得し、

前記受信信号合成部は、各合成パターンに対応した重み係数データに基づいて、多段焦点送信方式の複数の焦点に対応した複数の受信信号を合成処理することにより、複数の重み係数データに対応した複数の合成受信信号を取得し、

前記多項式演算部は、複数の重み係数データに対応した複数の合成受信信号の各々をN

20

次の多項式で近似する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、

前記合成パターン評価部は、各多項式に含まれる2次以上の次数の係数に基づいて複数の多項式を比較する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波診断装置において、

前記合成パターン評価部は、各多項式に含まれる2次以上の次数の係数に基づいて各多項式の係数の大きさに対応した評価値を算出し、各多項式の評価値に基づいて複数の多項式の係数の大きさを比較することにより、最適な合成パターンを選定する、

30

ことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波診断装置に関し、特に複数の送受信態様で超音波を送受波する超音波診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

40

超音波診断装置において、複数の送受信態様で超音波を送受波する技術として、時分割の多段焦点送信や同時複数焦点送信の技術が知られている。例えば、多段焦点送信では、1送受信方位あたり複数回の送受信が実行され、互いに異なる複数の深さに送信の焦点が設定される。そして、複数回の送受信で得られた複数の受信信号が合成されて1送受信方位についての受信ビームが形成され、さらに、複数の送受信方位についての受信ビームから超音波画像が形成される。

【0003】

このように、多段焦点送信では、複数の受信信号を合成して受信ビームを形成するため、例えば、受信信号と受信信号の合成部分に継ぎ目が現れる可能性がある。こうした背景において、画像上の継ぎ目などを緩和するために、複数の受信信号を重み付け加算する技

50

術が提案されている（特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 5 8 6 7 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

上述のような重み付け加算により、画像上の継ぎ目などが緩和される。ところが、その継ぎ目などの緩和具合について、従来は、人による評価が必要であった。人による評価では、例えば、評価者の主観に依存することや多くの調整時間を必要とすることなどの問題があった。

10

【 0 0 0 6 】

このような状況のもと、本願の発明者は、複数の受信信号の合成処理に関する評価について研究を重ねてきた。

【 0 0 0 7 】

本発明は、その研究の過程において成されたものであり、その目的は、複数の受信信号の合成処理に関する評価技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明の好適な態様である超音波診断装置は、複数の送受信態様で超音波を送受波することにより各送受信態様ごとに受信信号を得る送受波部と、複数の合成パターンの各々に基づいて複数の送受信態様に対応した複数の受信信号を合成処理することにより、各合成パターンごとに合成受信信号を得る受信信号合成部と、複数の合成パターンに対応した複数の合成受信信号の各々を N 次の多項式で近似することにより、複数の合成受信信号に対応した複数の多項式を得る多項式演算部と、各多項式に含まれる 1 又は複数の次数の係数に基づいて複数の多項式を比較することにより、複数の多項式に対応した複数の合成パターンを評価する合成パターン評価部と、を有することを特徴とする。

20

【 0 0 0 9 】

上記構成において、複数の送受信態様とは、例えば、焦点を複数に設定して超音波を送波する時分割の多段焦点送信や同時複数焦点送信などである。また、合成処理される受信信号は、例えば RF 信号や検波処理後の信号や対数圧縮処理後の信号などである。上記構成によれば、複数の多項式の比較から合成パターンを評価することが可能になる。そのため、例えば、複数の多項式の比較に基づいて合成処理を定量的に評価することが可能になる。

30

【 0 0 1 0 】

望ましい態様において、前記送受波部は、多段焦点送信方式で超音波を送受波することにより、多段焦点送信方式の各焦点ごとに受信信号を取得し、前記受信信号合成部は、各合成パターンに対応した重み係数データに基づいて、多段焦点送信方式の複数の焦点に対応した複数の受信信号を合成処理することにより、複数の重み係数データに対応した複数の合成受信信号を取得し、前記多項式演算部は、複数の重み係数データに対応した複数の合成受信信号の各々を N 次の多項式で近似することを特徴とする。

40

【 0 0 1 1 】

望ましい態様において、前記合成パターン評価部は、各多項式に含まれる 2 次以上の次数の係数に基づいて複数の多項式を比較することを特徴とする。望ましい態様において、前記合成パターン評価部は、各多項式に含まれる 2 次以上の次数の係数に基づいて各多項式の係数の大きさに対応した評価値を算出し、各多項式の評価値に基づいて複数の多項式の係数の大きさを比較することにより最適な合成パターンを選定することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明により、複数の受信信号の合成処理に関する評価技術が提供される。例えば、本

50

発明の好適な態様により、複数の多項式の比較に基づいて合成処理を定量的に評価することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

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。

【0014】

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機能ブロック図である。

【0015】

プローブ10は、超音波を送受波する超音波探触子であり、複数の振動素子を備えている。複数の振動素子は、例えば、1列に配列されて電子的に制御されることにより、2次元平面内で超音波を送受波する。また、複数の振動素子が格子状に2次元的に配列されて電子的に制御されることにより、3次元的に超音波を送受波してもよい。

【0016】

送信ビームフォーマ14は、プローブ10が備える複数の振動素子の各々に対応した送信信号を出力する。送信ビームフォーマ14は、各振動素子の送信信号に対してその振動素子に応じた遅延処理などを施す。送信ビームフォーマ14から出力された送信信号は、送信器12を介してプローブ10の各振動素子へ供給される。こうして、各振動素子が送信ビームフォーマ14で形成された送信信号に応じて駆動され、超音波の送信ビームが形成されてその送信ビームが走査制御される。

【0017】

受信ビームフォーマ18は、プローブ10が備える複数の振動素子の受信信号に基づいて受信ビームを形成する。プローブ10の複数の振動素子から出力される受信信号は、受信器16を介して、受信ビームフォーマ18へ供給される。受信ビームフォーマ18は、各振動素子の受信信号に対してその振動素子に応じた遅延処理などを施し、そして複数の振動素子から得られる受信信号を加算処理する。つまり、受信ビームフォーマ18は、複数の振動素子から出力される受信信号を整相加算処理する。受信ビームフォーマ18から出力される整相加算後の受信信号は、受信信号合成部20へ供給される。

【0018】

本実施形態において、超音波の送受波は、多段焦点送信方式で行われる。つまり、送信ビームフォーマ14は、各ビーム送信方向に対して、互いに送信焦点が異なる複数回の超音波の送波を行う。例えば、プローブ10から比較的近い位置に焦点を設定した近距離焦点による送波と、プローブ10から比較的遠い位置に焦点を設定した遠距離焦点による送波を行う。もちろん、近距離と遠距離の2つの焦点に限らず、3つ以上の焦点が設定されてもよい。

【0019】

多段焦点送信方式において、受信ビームフォーマ18は、各ビーム送信方向ごとに、複数の焦点の各々に対応した複数の受信信号を形成する。例えば、近距離焦点による送波に対応した受信信号と、遠距離焦点による送波に対応した受信信号を形成する。こうして、各ビーム送信方向ごとに、近距離焦点と遠距離焦点に対応した2つの受信信号が形成され、受信信号合成部20によって、これら2つの受信信号が合成されることにより、各ビーム送信方向に対応した受信ビームデータが形成される。

【0020】

図2は、近距離焦点と遠距離焦点に対応した2つの対数圧縮後の受信信号を示す図である。図2において、横軸はビーム方向の深さを示しており、縦軸は受信信号の大きさ（輝度）を示している。近距離焦点の受信信号は、近距離焦点の位置（深さ）の付近で輝度がピークとなっており、一方、遠距離焦点の受信信号は、遠距離焦点の位置（深さ）の付近で輝度がピークとなっている。このように、近距離焦点の受信信号と遠距離焦点の受信信号は、互いにピーク輝度の位置やプロファイルの曲線が異なっている。そこで、これら2つの受信信号を合成処理する際に、各受信信号に対応した重み付け係数が利用される。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、2 つの受信信号に対する重み付け係数を説明するための図である。図 3 において、横軸はビーム方向の深さを示しており、縦軸は係数の大きさを示している。近距離焦点用の重み付け係数は、深さ 0 から例えば近距離焦点の位置まで、係数値が 1 となっている。そして、近距離焦点の位置を超えると、近距離焦点用の重み付け係数は、深さが増加するにつれて直線的に減少して係数値が 0 となる。

【 0 0 2 2 】

一方、遠距離焦点用の重み付け係数は、例えば近距離焦点の位置まで係数値が 0 となっており、そして、近距離焦点の位置から深さが増加するにつれて直線的に増加し、例えば遠距離焦点の位置で係数値が 1 となる。その後、深さが増加しても遠距離焦点用の重み付け係数は、係数値 1 を維持している。

10

【 0 0 2 3 】

図 4 は、2 つの受信信号を合成した合成受信信号を示す図である。図 4 において、横軸はビーム方向の深さを示しており、縦軸は受信信号の大きさ（輝度）を示している。図 4 に示す合成受信信号は、図 2 に示す近距離焦点と遠距離焦点に対応した 2 つの受信信号を、図 3 に示す重み付け係数によって合成処理したものである。

【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、重み付け係数が利用された結果、近距離焦点と遠距離焦点に対応した 2 つの受信信号が比較的滑らかに繋ぎ合わされて合成受信信号が形成されている。但し、合成受信信号は、微視的に捉えると細かく輝度値が変動しているため、合成受信信号そのものからその滑らかさを定量的に評価することが難しい。そこで、本実施形態では、N 次の多項式を利用して、合成受信信号の滑らかさを評価する。

20

【 0 0 2 5 】

図 5 は、合成受信信号の多項式による近似曲線を示す図である。図 5 は、合成受信信号を示す図 4 に対して、合成受信信号の多項式近似曲線を重ねて表示したものである。

【 0 0 2 6 】

N 次の多項式は、例えば、5 次の多項式であれば、次式のように表現される。

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$y = a \cdot x^5 + b \cdot x^4 + c \cdot x^3 + d \cdot x^2 + e \cdot x + f$$

30

【 0 0 2 8 】

この近似式の数学的な意味を考えた場合、この曲線が滑らかであれば、多項式の変極点の数が少なくなる。例えば、3 次以上の次数の係数値が 0 に近いほど、近似曲線のうねりの度合いは小さくなり、滑らかな曲線になる。さらに、2 次の係数が小さければ、近似曲線の凹凸の度合いが緩やかになる。つまり、数 1 に示す多項式の 2 次以上の次数の係数（a, b, c, d）の大小が曲線の滑らかさを表す評価指標のひとつになると考えられる。

【 0 0 2 9 】

図 6 は、重み係数を 5 段階（A ~ E）に変化させた場合の合成受信信号の多項式近似曲線を示している。また、図 7 は、図 6 の 5 段階（A ~ E）の多項式近似曲線の 2 次の係数の大きさを示す図である。図 7 から、近似曲線 C の 2 次の係数が最も小さいことがわかる。そして、図 6 における 5 段階（A ~ E）の近似曲線を比較すると、近似曲線 C の凹凸の度合いが比較的緩やかであることがわかる。

40

【 0 0 3 0 】

本実施形態では、複数の受信信号の重み付け係数などの合成パラメータを変化させた場合に、それに応じて、合成受信信号の多項式近似の係数を算出し、その係数に基づいて合成処理の滑らかさを評価する。

【 0 0 3 1 】

図 8 は、本実施形態における合成処理の評価方法を説明するためのフローチャートである。まず、合成処理のパラメータ $\alpha[i]$ を変化させ（S801）、各パラメータごとに

50

合成受信信号（輝度プロファイル）が求められる（S802）。つまり、受信信号の重み付け係数などの合成パラメータを変化させて、各合成パラメータごとに、受信信号合成部（図1の符号20）において合成受信信号が算出される。

【0032】

次に、各合成受信信号（輝度プロファイル）をN次の多項式で近似する（S803）。つまり、多項式演算部（図1の符号22）によって、各合成受信信号ごとにN次の多項式が算出される。こうして、各多項式近似ごとに2～5次までの次数の係数が算出される。

【0033】

図9は、各合成パラメータごとに得られる多項式の各次数の係数を示す図である。図9には、各合成パラメータ $\alpha[i]$ （ $i = 0 \sim M - 1$ ）に対応した多項式の2～5次までの次数の係数 a, b, c, d が示されている。さらに、図9には、各次数ごとの係数の最大値 $a_{Max}, b_{Max}, c_{Max}, d_{Max}$ が示されている。

【0034】

図8に戻り、各多項式近似ごとに2～5次までの次数の係数が算出されると、合成処理評価部（図1の符号24）において、各多項式近似ごとに2～5次までの次数の係数がパラメータの可変範囲内で正規化される（S804）。そして、各パラメータごとに、正規化後の2～5次までの次数の係数の総和が算出される（S805）。こうして、合成処理評価部（図1の符号24）は、各パラメータごとに算出される総和に基づいて、複数のパラメータを比較し、最も総和の小さいパラメータを選定する。

【0035】

図10は、係数の正規化と総和を説明するための図である。図10には、各合成パラメータ $\alpha[i]$ （ $i = 0 \sim M - 1$ ）に対応した多項式の2～5次までの次数の係数が示されている。図10において、各係数は、その係数の最大値（ $a_{Max}, b_{Max}, c_{Max}, d_{Max}$ ）によって正規化されている。

【0036】

さらに、図10には、各合成パラメータ $\alpha[i]$ ごとに、5次から2次までの正規化後の係数の総和 $\beta[i]$ （ $i = 0 \sim M - 1$ ）が示されている。本実施形態では、複数の総和 $\beta[i]$ のうちから最も小さい $\beta[i]$ が選ばれ、その $\beta[i]$ に対応した合成パラメータ（例えば合成処理の重み係数）が最適なパラメータと判断される。

【0037】

こうして、図1において、合成処理評価部24によって最適な合成パラメータが選定されると、その選定結果が受信信号合成部20に供給される。受信信号合成部20は、最適な合成パラメータによって、各ビーム方向ごとに、近距離焦点と遠距離焦点に対応した2つの受信信号の合成処理を実行して受信ビームデータを形成する。

【0038】

そして、超音波画像形成部26は、複数のビーム方向についての受信ビームデータに基づいて超音波画像を形成する。例えば、2次元のBモード画像などが形成され、形成された画像が表示器28に表示される。

【0039】

以上、本発明の好適な実施形態を説明した。上述した実施形態により、正規化後の係数の総和に基づいて合成処理のパラメータを定量的に評価することが可能になる。なお、上述した実施形態やその効果は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の全体構成を示す機能ブロック図である。

【図2】近距離焦点と遠距離焦点に対応した2つの受信信号を示す図である。

【図3】2つの受信信号に対する重み付け係数を説明するための図である。

【図4】2つの受信信号を合成した合成受信信号を示す図である。

【図5】合成受信信号の多項式による近似曲線を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 6】重み係数を変化させた場合の合成受信信号の近似曲線を示す図である。

【図 7】多項式近似曲線の 2 次の係数の大きさを示す図である。

【図 8】本実施形態における合成処理の評価方法を説明するための図である。

【図 9】各合成パラメータごとに得られる多項式の各次数の係数を示す図である。

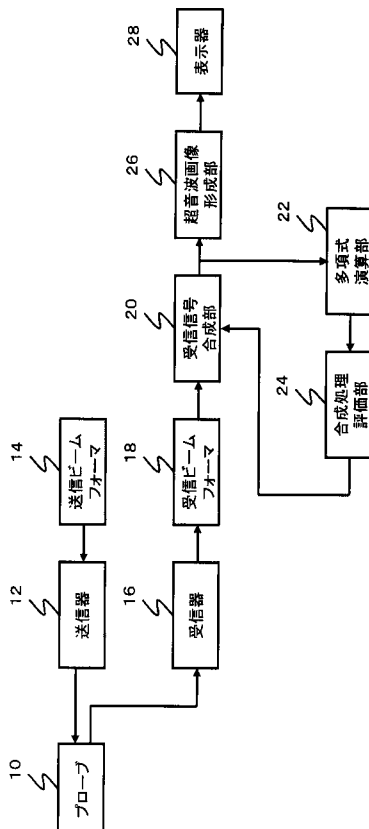
【図 10】係数の正規化と総和を説明するための図である。

【符号の説明】

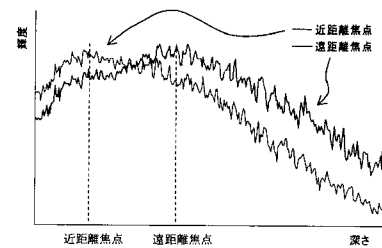
【0041】

10 プローブ、14 送信ビームフォーマ、18 受信ビームフォーマ、20 受信信号合成部、22 多項式演算部、24 合成処理評価部。

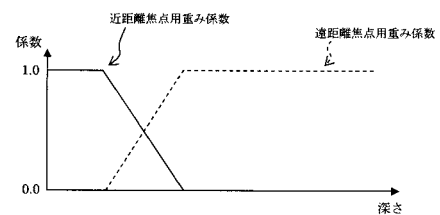
【図 1】



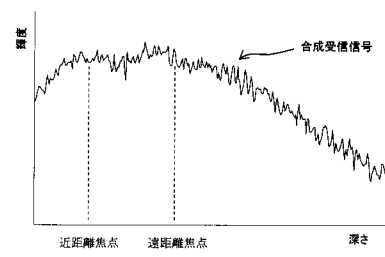
【図 2】



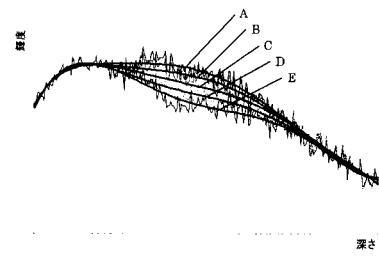
【図 3】



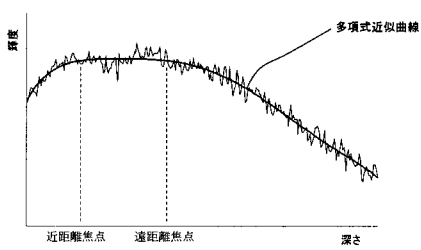
【 図 4 】



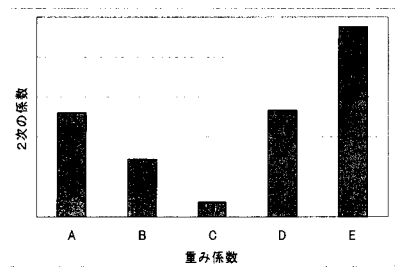
【 図 6 】



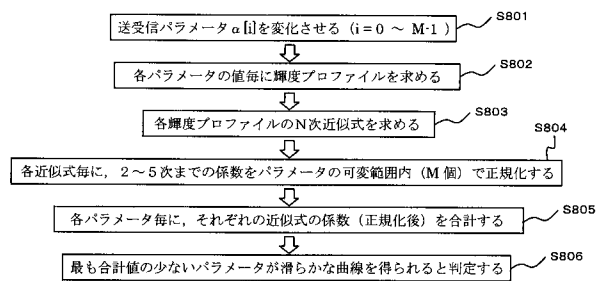
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 10 】

パラメータ	正規化した各次数の係数				総和
	5次	4次	3次	2次	
$\alpha[0]$	a_0/a_{Max}	b_0/b_{Max}	c_0/c_{Max}	d_0/d_{Max}	$\beta[0]$
$\alpha[1]$	a_1/a_{Max}	b_1/b_{Max}	c_1/c_{Max}	d_1/d_{Max}	$\beta[1]$
$\alpha[2]$	a_2/a_{Max}	b_2/b_{Max}	c_2/c_{Max}	d_2/d_{Max}	$\beta[2]$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
$\alpha[M-1]$	a_{M-1}/a_{Max}	b_{M-1}/b_{Max}	c_{M-1}/c_{Max}	d_{M-1}/d_{Max}	$\beta[M-1]$

【 図 9 】

パラメータ	各次数の係数			
	5次	4次	3次	2次
$\alpha[0]$	a_0	b_0	c_0	d_0
$\alpha[1]$	a_1	b_1	c_1	d_1
$\alpha[2]$	a_2	b_2	c_2	d_2
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
$\alpha[M-1]$	a_{M-1}	b_{M-1}	c_{M-1}	d_{M-1}
↓	↓	↓	↓	↓
最大値	a_{Max}	b_{Max}	c_{Max}	d_{Max}

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2008142413A	公开(公告)日	2008-06-26
申请号	JP2006334856	申请日	2006-12-12
[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		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/EE30 4C601/HH04 4C601/HH30 4C601/JC21		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
其他公开文献	JP4897459B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供用于评估多个接收信号的合成处理的技术。解决方案：在发射波束形成器14的传输控制下的探测器10使用多级聚焦传输模式发射或接收超声波。接收波束形成器18获取多级聚焦传输模式的每个焦点的接收信号。接收信号合成部分20基于对应于每个合成模式的权重系数数据，执行对应于多级聚焦传输模式的多个焦点的多个接收信号的合成处理。通过这样做，生成与多个权重系数数据相对应的多个合成接收信号。多项式计算部分22执行多个合成接收信号中的每一个的N次多项式近似。合成处理评估部分24通过基于每个多项式中包含的次级或更多次系数来比较多个多项式来评估多个合成模式。Z

