

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4344146号
(P4344146)

(45) 発行日 平成21年10月14日(2009.10.14)

(24) 登録日 平成21年7月17日(2009.7.17)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-40174 (P2003-40174)
 (22) 出願日 平成15年2月18日(2003.2.18)
 (65) 公開番号 特開2004-261228 (P2004-261228A)
 (43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24)
 審査請求日 平成18年1月18日(2006.1.18)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006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 西垣 森緒
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

審査官 後藤 順也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置の開口決定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に対して超音波ビームの送受信を行う複数の配列振動子を含む探触子と、前記配列振動子を駆動する複数の送信パルスが発生する送信パルス発生部と、前記配列振動子で受信した信号を遅延加算するビームフォーマと、前記配列振動子で受信した信号を前記ビームフォーマの複数の入力端子のいずれかに振り分けるクロスポイントスイッチとを有し、開口の端部側よりも中心側の方でより多くの振動子からの受信信号が前記ビームフォーマの1つの入力端子に入力されるよう、前記クロスポイントスイッチにおける受信信号の加算方法および間引き方法が設定される超音波診断装置の開口決定方法であって、

前記加算方法および間引き方法を含む、前記探触子の信号処理条件に関するパラメータに基づいて、形成される超音波ビームの形状のシミュレーションを行うビーム形成シミュレーション工程と、

前記ビーム形成シミュレーション工程により得られたビーム形状が所定の判定基準を満たすか否かを判定する加算及び間引き形状判定工程とを含み、

前記ビーム形成シミュレーション工程及び前記加算及び間引き形状判定工程の組み合わせを含む調整工程を複数回実行し、

各回の前記調整工程において、前記受信信号のそれぞれ異なる反射深さに対して、前記クロスポイントスイッチによる加算および間引きを行なう設定を最適に生成するように調整し、

先に実行された前記調整工程における前記ビーム形成シミュレーション工程で得た加算

10

20

及び間引きパターンを、次に実行される前記調整工程における前記ビーム形成シミュレーション工程に反映させることを特徴とする超音波診断装置の開口決定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、配列振動子を用いて超音波を送受信して生体等の状態を観察および診断する超音波診断装置に関し、特に超音波診断装置の開口を最適に決定する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

配列振動子を構成する複数の振動子を同時に用いて、超音波ビームの収束を行うフォーカシング技術は現在では公知のものとなっている。

【0003】

図4は、従来例1としてリニア走査型の超音波診断装置の構成例を示すブロック図である。図4において、探触子1は、配列された振動子2-1~2-128を含む。振動子2-1~2-128のうち使用する振動子（開口部分とも称する）は、高耐圧スイッチ3-1~3-64により選択される。高耐圧スイッチ3-1~3-64により選択された振動子は、送信パルス発生部4で発生した送信パルスにより駆動される。選択された振動子から送出され図示されない体内で反射した超音波ビームは、振動子2-1~2-128のうち高耐圧スイッチ3-1~3-64により選択された振動子で受信される。選択された受信信号は、電圧/電流変換アンプ5-1~5-64を介して、クロスポイントスイッチ（CPS）6で並び替えられ、電流/電圧変換アンプ7-1~7-64、アナログ/デジタル（A/D）変換器8-1~8-64を介して、デジタル信号に変換され、ビームフォーマ9により遅延加算される。ビームフォーマ9からの出力信号は、Bモード表示のための信号処理を行うBモード信号処理部10、ドプラ血流計のための信号処理を行うドプラ信号処理部11、カラーフローのための信号処理を行うカラーフロー信号処理部12のいずれかにより所望の信号処理が施され、画像合成部13により、Bモード信号処理部10、ドプラ信号処理部11、カラーフロー信号処理部12からの信号が合成されて表示画像が構成され、表示部14に表示される。全体の制御は制御部15により、操作者の操作は操作部16で行なわれる。

【0004】

以上の構成による超音波診断装置の動作については既に公知であり、説明は省くことにする。

【0005】

このような配列振動子を用いた超音波診断装置は、複数の振動子の信号を同時に処理する必要があるため、同時に使用する振動子数だけのA/D変換器や、それを入力し、遅延加算処理をおこなうビームフォーマが必要となり、物量の多さが課題であった。これに対して、特許文献1（従来例2）に記載されるような解決策が考案されている。

【0006】

この従来例2について、図5および図6を用いて説明する。

【0007】

図5は、従来例2の超音波診断装置の構成例を示すブロック図である。従来例1では、クロスポイントスイッチ6が64個の信号を出力し、それに対応して、64個の電流/電圧変換アンプ7-1~7-64、64個のA/D変換器8-1~8-64が設けられていたのに対して、従来例2では、クロスポイントスイッチ6が32個の信号を出力し、それに対応して、32個の電流/電圧変換アンプ7-1~7-32、32個のA/D変換器8-1~8-32が設けられている。

【0008】

図6Aおよび図6Bは、図5に示すクロスポイントスイッチ6内の接続関係を示す図である。図6Aおよび図6Bにおいて、受信開口の端の信号から1、2、...と番号付けをしてある。クロスポイントスイッチ6においては、複数の信号が1つの出力端子に接続されて

10

20

30

40

50

いる（加算あるいは束ね）。あるいは、接続されない信号もある（間引き）。クロスポイントスイッチ 6 の前段で受信信号は電流に変換されており、2 つの信号を 1 つの出力端子に接続することで、出力端子から 2 つの信号の電流が加算された出力信号を取り出すことができる。

【 0 0 0 9 】

このクロスポイントスイッチ 6 の接続関係は、図 6 B のように表わすこともできる。図 6 B において、クロスポイントスイッチ 6 の入力信号 1、3、5、7、8、9、10、31、32 は、それぞれ、出力端子 1、2、3、4、5、6、7 に接続され、入力信号 2、4、6、61、63 は出力端子に接続されず、2 つの入力信号 11 と 12、13 と 14、15 と 16、17 と 18、19 と 20 は、それぞれ、1 つの出力端子 8、9、10、11、12 に接続され、3 つの入力信号 21 と 22 と 23、24 と 25 と 26、27 と 28 と 29、30 と 31 と 32 は、それぞれ、1 つの出力端子 13、14、15、16 に接続されている。

10

【 0 0 1 0 】

このようにして、複数の振動子からの受信信号を 1 つにまとめたり、使用しないチャンネルを設ける、すなわち振動子からの受信信号の加算および間引きを行うことで、A/D 変換器およびビームフォーマへの入力信号の数を減らすことができ、物量の低減が可能になるとともに、ビーム形状の劣化を最小限に抑えることができる。

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 1 5 7 5 3 9 号公報

20

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来例 2 においても、どの振動子からの受信信号を加算するか、あるいはどの振動子からの受信信号の間引くかによって、診断を行う際の画質に与える影響が変化する。したがって、振動子からの受信信号の加算方法または間引き方法を最適に決定することが、得られる画質に対して重要となる。

【 0 0 1 3 】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、振動子からの受信信号の加算方法または間引き方法を最適に決定することで、ビーム形状の劣化を防止し、優れた画質の画像を得ることが可能な超音波診断装置の開口決定方法を提供することにある。

30

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するため、本発明に係る超音波診断装置の開口決定方法は、被検体に対して超音波ビームの送受信を行う複数の配列振動子を含む探触子と、配列振動子を駆動する複数の送信パルスを発生する送信パルス発生部と、配列振動子で受信した信号を遅延加算するビームフォーマと、配列振動子で受信した信号をビームフォーマの複数の入力端子のいずれかに振り分けるクロスポイントスイッチとを有し、開口の端部側よりも中心側の方でより多くの振動子からの受信信号がビームフォーマの 1 つの入力端子に入力されるよう、クロスポイントスイッチにおける受信信号の加算方法および間引き方法が設定される超音波診断装置の開口決定方法であって、加算方法および間引き方法を含む、探触子の信号処理条件に関するパラメータに基づいて、形成される超音波ビームの形状のシミュレーションを行うビーム形成シミュレーション工程と、ビーム形成シミュレーション工程により得られたビーム形状が所定の判定基準を満たすか否かを判定する加算及び間引き形状判定工程とを含み、ビーム形成シミュレーション工程及び加算及び間引き形状判定工程の組み合わせを含む調整工程を複数回実行し、各回の調整工程において、受信信号のそれぞれ異なる反射深さに対して、クロスポイントスイッチによる加算および間引きを行なう設定を最適に生成するように調整し、先に実行された調整工程におけるビーム形成シミュレーション工程で得た加算及び間引きパターンを、次に実行される調整工程におけるビーム形成シミュレーション工程に反映させることを特徴とする。

40

50

【 0 0 1 6 】

上記の構成によれば、ビーム形成シミュレーション工程と、ビーム形状の判定基準に基づく加算及び間引き形状判定工程とを設けることで、感度の低下を最小限に抑えつつ、良好なビーム形状を得るための振動子からの受信信号の最適な加算方法及び間引き方法を算出することができる。

【 0 0 1 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 0 】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 による超音波診断装置の開口決定方法における複数の振動子からの受信信号の加算方法および間引き方法を決定する処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 2 1 】

図 1 において、パラメータ入力工程 S 1 0 1 では、パラメータとして、振動子からの受信信号の加算方法および間引き方法や、振動子の間隔の寸法データを含む探触子形状などのデータが入力される。次に、ビーム形状シミュレーション工程 S 1 0 2 において、パラメータ入力工程 S 1 0 1 で入力されたパラメータに基づいて、ビーム形成のシミュレーションが行なわれる。ビーム形成シミュレーション工程 S 1 0 2 は、例えば次のような方法で実施される。各振動子から超音波照射を行なう媒体中の測定点までの距離を算出し、さらに距離を時間に換算したものと、その振動子に本来与えられている遅延時間との差を取り、他の探触子から同様にして到達した信号と時間のずれを加味して加算することにより、合成波形を求める。媒体中の測定点を順次、同一の深さで水平方向にずらし、音圧分布をグラフ化する。なお、媒体中の減衰を考慮に入れると、さらに正確な音圧分布が算出できる。

【 0 0 2 2 】

次に、加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 において、サイドロープレベルの最大値や、加算及び間引き無しの場合に対する感度低下の許容量などを含む判定基準に基づいて、加算及び間引きの形状の判定を行なう。

【 0 0 2 3 】

加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 において、判定基準を満たす場合 (O K)、フローは終了するが、判定基準を満たさない場合 (N G) には、パラメータ入力工程 S 1 0 1 に戻って、振動子からの受信信号の加算方法および間引き方法に関するパラメータを変更して入力する。

【 0 0 2 4 】

以上のように、本実施形態によれば、ビーム形成シミュレーション工程と、ビーム形状の判定基準に基づく加算及び間引き形状判定工程とを設けることで、感度の低下を最小限に抑えつつ、良好なビーム形状を得るための振動子からの受信信号の最適な加算方法および間引き方法を算出することができる。

【 0 0 2 5 】

(実施の形態 2)

図 2 は、本発明の実施の形態 2 による超音波診断装置の開口決定方法における複数の振動子からの受信信号の加算方法および間引き方法を決定する処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 2 6 】

図 2 において、固定パラメータ設定工程 S 2 0 1 では、振動子の配列形状、振動子および送信パルス波形の中心周波数に相当する送信周波数の値、開口径、ビームフォーマの入力数などの固定パラメータが設定される。次に、ビーム形状形成工程 S 2 0 2 において、1 回目のパスでは暫定的な加算及び間引き形状のパターンが形成および出力され、ビーム形成シミュレーション工程 S 1 0 2 でビーム形状が求められる。求められたビーム形状は、

10

20

30

40

50

加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 において、判定基準と照らし合わせて判定結果が出力される。判定基準は実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 2 7 】

加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 において、判定基準を満たさない場合 (N G) には、ビーム形状形成工程 S 2 0 2 に戻って、2 回目のパス以降では加算及び間引き形状を変更する。例えば、サイドローブが高い場合には、加算を少なくし、間引きを多くするような形状パターンが形成される。形状パターンは再びビーム形成シミュレーション工程 S 1 0 2 につけられ、加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 における判定基準を満たすまで処理が繰り返される。

【 0 0 2 8 】

以上のように、本実施形態によれば、振動子の配列形状、送信周波数の値、開口径、ビームフォーマの入力数などの固定パラメータに基づいて、ビーム形状形成工程において、最初に、暫定的な加算及び間引き形状のパターンが形成され、判定基準を満たすまでビーム形状の修正が行われるので、実施の形態 1 と比較して、操作者自らが加算及び間引き形状に関するパラメータを変更する手間が省かれるという利点がある。

【 0 0 2 9 】

(実施の形態 3)

図 3 は、本発明の実施の形態 3 による超音波診断装置の開口決定方法における複数の振動子からの受信信号の加算方法および間引き方法を決定する処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 3 0 】

図 3 において、固定パラメータ設定工程 S 2 0 1 では、振動子の配列形状、振動子および送信パルス波形の中心周波数に相当する送信周波数の値、開口径、ビームフォーマの入力数などの固定パラメータが設定される。次に、第 1 のビーム形状形成工程 S 2 0 2 において 1 回目のパスでは暫定的な加算及び間引き形状のパターンが形成および出力され、第 1 の可変パラメータ設定工程 S 3 0 1 において第 1 の可変パラメータが設定および出力され、第 1 のビーム形成シミュレーション工程 S 1 0 2 で、暫定的な加算及び間引き形状のパターンと第 1 の可変パラメータに基づいてビーム形状が求められる。

【 0 0 3 1 】

ここで、第 1 の可変パラメータ設定工程 S 3 0 1 において設定および出力される第 1 の可変パラメータとしては、例えば、受信信号の反射深さに応じた開口の開き度合いから得られる、開口が最大になる深さデータがある。

【 0 0 3 2 】

第 1 のビーム形成シミュレーション工程 S 1 0 2 で求められたビーム形状は、第 1 の加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 において、第 1 の判定基準と照らし合わせて判定結果が出力される。第 1 の判定基準は実施の形態 1 の判定基準と同様である。

【 0 0 3 3 】

第 1 の加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 において、第 1 の判定基準を満たさない場合 (N G) には、第 1 のビーム形状形成工程 S 2 0 2 に戻って、2 回目のパス以降では加算及び間引き形状を変更する。例えば、サイドローブが高い場合には、加算を少なくし、間引きを多くするような形状パターンが形成される。形状パターンは再び第 1 のビーム形成シミュレーション工程 S 1 0 2 につけられ、第 1 の加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 における第 1 の判定基準を満たすまで処理が繰り返される。

【 0 0 3 4 】

第 1 の加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 で第 1 の判定基準を満たした場合 (O K) 、第 2 のビーム形状形成工程 S 3 0 2 において、1 回目のパスでは、第 1 の加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 で第 1 の判定基準を満たした加算及び間引き形状のパターンが出力され、第 2 の可変パラメータ設定工程 S 3 0 3 において第 2 の可変パラメータが設定および出力され、第 2 のビーム形成シミュレーション工程 S 3 0 4 で、第 1 の加算及び間引き形状判定工程 S 1 0 3 で第 1 の判定基準を満たした加算及び間引き形状のパターンと第 2

10

20

30

40

50

の可変パラメータに基づいてビーム形状が求められる。

【 0 0 3 5 】

ここで、第 2 の可変パラメータ設定工程 S 3 0 3 において設定および出力される第 2 の可変パラメータとしては、例えば、受信信号の反射深さに応じた開口の開き度合いから得られる、比較的浅い部位での開口径およびそのときの深さのデータがある。

【 0 0 3 6 】

第 2 の加算及び間引き形状判定工程 S 3 0 5 において、第 2 の判定基準を満たさない場合 (N G) には、第 2 のビーム形状形成工程 S 3 0 2 に戻って、2 回目のパス以降では加算及び間引き形状が変更され、また第 2 の可変パラメータ設定工程 S 3 0 3 において第 2 の可変パラメータの設定が変更される。形状パターンは再び第 2 のビーム形成シミュレーション工程 S 3 0 4 にかかけられ、第 2 の加算及び間引き形状判定工程 S 3 0 5 における第 2 の判定基準を満たすまで処理が繰り返される。

10

【 0 0 3 7 】

以上のように、本実施の形態によれば、2 つの深度におけるビーム形状を判定することができ、深度方向における画像の均一性を維持することができる利点がある。

【 0 0 3 8 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、受信において複数の振動子の信号を加算および間引く遅延加算方式において、ビーム形状を最適にする加算および間引き形状を算出することができ、画質の良好な超音波診断画像を得ることができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 による超音波診断装置の開口決定方法における複数の振動子からの受信信号の加算方法および間引き方法を決定する処理手順を示すフローチャート

【 図 2 】 本発明の実施の形態 2 による超音波診断装置の開口決定方法における複数の振動子からの受信信号の加算方法および間引き方法を決定する処理手順を示すフローチャート

【 図 3 】 本発明の実施の形態 3 による超音波診断装置の開口決定方法における複数の振動子からの受信信号の加算方法および間引き方法を決定する処理手順を示すフローチャート

30

【 図 4 】 従来例 1 としての超音波診断装置の構成例を示すブロック図

【 図 5 】 従来例 2 としての超音波診断装置の構成例を示すブロック図

【 図 6 A 】 図 5 に示すクロスポイントスイッチ 6 の接続関係の一例を示す図

【 図 6 B 】 図 6 A に示すクロスポイントスイッチ 6 の接続関係の場合における振動子からの受信信号の束ね方および間引き方を示す模式図

【 符号の説明 】

- 1 探触子
- 2 - 1 ~ 2 - 1 2 8 振動子
- 3 - 1 ~ 3 - 6 4 高耐圧スイッチ
- 4 送信パルス発生部
- 5 - 1 ~ 5 - 6 4 電圧 / 電流変換アンプ
- 6 クロスポイントスイッチ (C P S)
- 7 - 1 ~ 7 - 6 4 電流 / 電圧変換アンプ
- 8 - 1 ~ 8 - 6 4 A / D 変換器
- 9 ビームフォーマ
- 1 0 B モード信号処理部
- 1 1 ドブラ血流計信号処理部
- 1 2 カラーフロー信号処理部
- 1 3 画像合成部
- 1 4 表示部

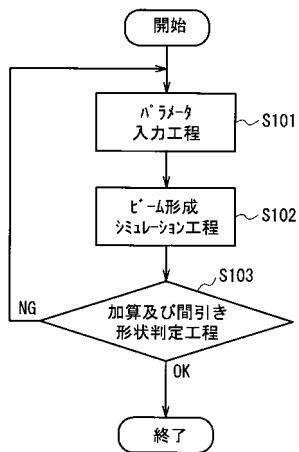
40

50

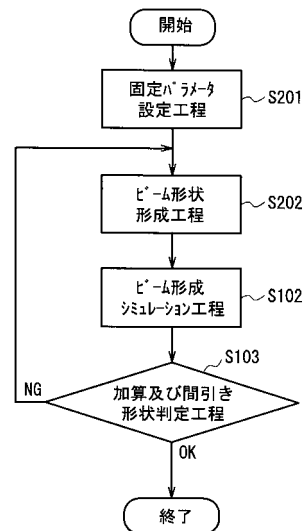
- 1 5 制御部
- 1 6 操作部
- S 1 0 1 パラメータ入力工程
- S 1 0 2 (第1の)ビーム形成シミュレーション工程
- S 1 0 3 (第1の)加算及び間引き形状判定工程
- S 2 0 1 固定パラメータ設定工程
- S 2 0 2 (第1の)ビーム形状形成工程
- S 3 0 1 第1の変パラメータ設定工程
- S 3 0 2 第2のビーム形状形成工程
- S 3 0 3 第2の変パラメータ設定工程
- S 3 0 4 第2のビーム形成シミュレーション工程
- S 3 0 5 第2の加算及び間引き形状判定工程

10

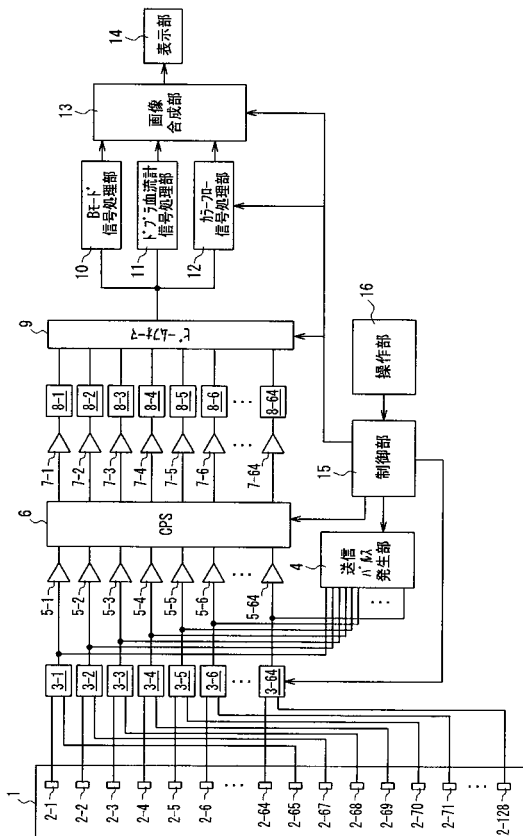
【図1】



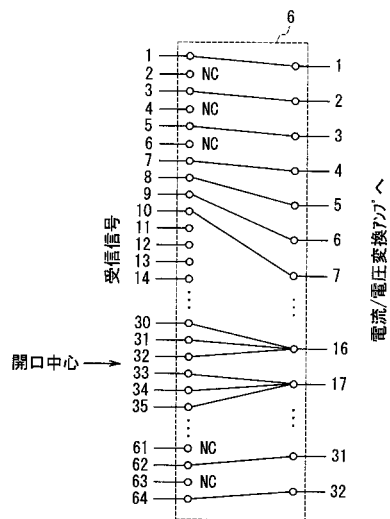
【図2】



【圖 4】



【 図 6 A 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 2 1 2 1 5 (J P , A)

特開平 1 1 - 0 5 6 8 4 4 (J P , A)

Sverre Holm et al. , "Properties of the Beampattern of Weight- and Layout-Optimized Sparse Arrays" , IEEE transactions on Ultrasonics, ferroelectrics, and Frequency Control , 1 9 9 7 年 9 月 , vol.44, no.5 , pp.983-991

Andrea Trucco , "Aperture and element minimization in linear sparse arrays with desired beam patterns" , Ultrasonics , 2 0 0 0 年 , vol.38, no.1 , pp.161-165

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 8/00

专利名称(译)	确定超声诊断设备的孔径的方法		
公开(公告)号	JP4344146B2	公开(公告)日	2009-10-14
申请号	JP2003040174	申请日	2003-02-18
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	西垣森緒		
发明人	西垣 森緒		
IPC分类号	A61B8/00 G01S7/52 G10K11/34		
CPC分类号	G10K11/34 G01S7/52046 G01S7/52052		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DE03 4C601/DE04 4C601/EE04 4C601/GB04 4C601/HH06 4C601/HH21 4C601/HH24 4C601/JB03 4C601/JB10 4C601/JB11 4C601/JC21 4C601/KK02 4C601/KK12 4C601/KK19 4C601/KK23 4C601/LL17		
其他公开文献	JP2004261228A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种用于确定超声诊断设备的孔径的方法，其中通过防止束的形状的劣化可以获得优质的图像。解决方案：该方法包括：波束形成模拟过程S102，其包括来自振动器的接收信号的添加方法和减薄方法，并且基于关于信号处理条件的参数来执行所形成的超声波束的形状的模拟。一个探针；以及用于判断通过波束形成模拟处理获得的波束的形状是否满足包括旁瓣电平的最大值的预定判断基准，相对于情况的灵敏度降低的容差的附加和细化形状判断处理S103。包括没有添加和减薄等。

