

(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2019-72423

(P2019-72423A)

(43) 公開日 令和1年5月16日(2019.5.16)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)

F1

A61B 8/14

テーマコード(参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-202744 (P2017-202744)
 (22) 出願日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110000888
 特許業務法人 山王坂特許事務所
 (72) 発明者 広島 美咲
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
 (72) 発明者 池田 貞一郎
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
 Fターム(参考) 4C601 EE04 HH13 HH17 HH30 JC16
 JC37

(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置、および、超音波撮像方法

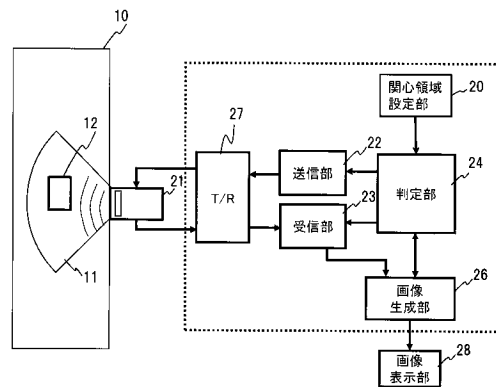
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ユーザの関心領域において、超音波画像が所定の画質に到達するように撮像条件を設定する。

【解決手段】撮像対象の撮像領域11に対して、接続されている超音波探触子21を介して、所定の撮像条件にしたがって超音波ビームを送信する。撮像領域に関心領域12を設定し、超音波ビームの送信を受けた撮像領域から戻る超音波を、超音波探触子に受信させ、得られた受信信号を処理することにより、少なくとも関心領域に撮像条件にしたがって配置された複数の受信焦点について、それぞれ焦点データを生成する。焦点データを用いて画像を生成した場合に、画像が所定の画質に到達するかどうかを判定し、所定の画質に到達しない場合、撮像条件を変更する。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮像対象の撮像領域に対して、接続されている超音波探触子を介して、所定の撮像条件にしたがって超音波ビームを送信させる送信部と、

前記撮像領域に関心領域を設定する関心領域設定部と、

前記超音波ビームの送信を受けた前記撮像領域から戻る超音波を、前記超音波探触子に受信させ、得られた受信信号を処理することにより、少なくとも前記関心領域に前記撮像条件にしたがって配置された複数の受信焦点について、それぞれ焦点データを生成する受信部と、

前記焦点データを用いて画像を生成した場合に、前記画像が所定の画質に到達するかどうかを判定し、所定の画質に到達しない場合、前記撮像条件を変更する判定部とを有することを特徴とする超音波撮像装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記撮像条件は、前記送信部による前記超音波ビームの送信条件、および、前記受信部が前記焦点データを生成する受信条件を含み、

前記判定部は、前記撮像対象の前記関心領域が設定された部位、前記送信条件、および、前記受信条件のうちの少なくとも 2 つを用いて、予め定めた評価値を算出し、前記評価値が予め定めた評価基準を満たすかどうかにより、前記画像が前記所定の画質に到達するかどうかを前記超音波ビームの送信前に予め判定することを特徴とする超音波撮像装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記画像の画質とは、分解能であることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、前記焦点データを用いて生成された前記関心領域の画像に基づいて、前記画像が前記所定の画質に到達しているかどうかを判定することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、前記撮像条件によって定まるフレームレートをさらに求め、フレームレートが所定の値に到達しない場合、または、前記画像が所定の画質に到達しない場合、前記撮像条件を変更することを特徴とする超音波撮像装置。

30

【請求項 6】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記送信条件は、前記超音波ビームの送信の時間間隔である繰り返し時間を含み、

前記判定部は、前記評価値として、前記繰り返し時間における前記関心領域の変位を求め、求めた変位が予め定めた値を超えているかどうかを判定することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、前記関心領域の変位を、前記関心領域の移動速度を用いて求めることを特徴とする超音波撮像装置。

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、前記関心領域の移動速度を計測する計測部から、前記関心領域の移動速度を受け取って、前記移動速度から前記変位を算出することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、予め求めておいた撮像対象の複数の部位とその移動速度との関係に基づいて、前記関心領域が設定された部位に対応する移動速度を求め、求めた移動速度を用いて前記変位を算出することを特徴とする超音波撮像装置。

50

【請求項 10】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、前記送信条件により定まる前記超音波ビームの音場と、前記受信条件により仮想的に定まる受信ビーム音場とを合成した合成ビーム音場を求め、前記合成ビーム音場の幅を前記評価値として用いることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 11】

請求項 4 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、前記関心領域内の前記画像内の所定の構造のサイズを前記評価値として用いることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 12】

請求項 6 に記載の超音波撮像装置であって、前記受信部は、前記撮像条件に従って設定された合成領域内に位置する前記受信焦点について、異なる 2 以上の前記超音波ビームの送信でそれぞれ得られた前記焦点データを合成する送信間合成部を有し、

10

前記受信条件は、前記合成領域の幅を条件として含み、

前記判定部は、前記繰り返し時間における前記関心領域の変位が予め定めた値を超えている場合、前記繰り返し時間および前記合成領域の幅のうちの少なくとも一方を調整することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 13】

請求項 1 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、前記画像が所定の画質に到達しないと判定した場合には、前記関心領域内に前記超音波ビームの送信焦点を追加するか、または、前記関心領域内の前記受信焦点の密度を増加させることにより、前記撮像条件を変更することを特徴とする超音波撮像装置。

20

【請求項 14】

請求項 13 に記載の超音波撮像装置であって、前記判定部は、前記送信焦点を追加する際に、予め用意しておいた送信焦点パターンに従って順次送信焦点を追加するか、または、予め用意しておいた複数種類の送信焦点パターンから現在の送信焦点よりも送信焦点数の多い送信焦点パターンを選択して前記関心領域に設定することにより、前記撮像条件を変更することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 15】

請求項 4 に記載の超音波撮像装置であって、ユーザからの入力を受け付ける入力部をさらに有し、

30

前記判定部は、前記関心領域の画像を表示装置に表示させ、ユーザが前記表示した画像の画質で満足していることを前記入力部に入力した場合には、前記画像が前記所定の画質に到達していると判定することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 16】

撮像対象の撮像領域に対して、接続されている超音波探触子を介して、所定の撮像条件にしたがって超音波ビームを送信し、

前記撮像領域に関心領域を設定し、

前記超音波ビームの送信を受けた前記撮像領域から戻る超音波を、前記超音波探触子に受信させ、得られた受信信号を処理することにより、少なくとも前記関心領域に前記撮像条件にしたがって配置された複数の受信焦点について、それぞれ焦点データを生成し、

40

前記焦点データを用いて画像を生成した場合に、前記画像が所定の画質に到達するかどうかを判定し、所定の画質に到達しない場合、前記撮像条件を変更することを特徴とする超音波撮像方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波撮像装置および超音波送受信方法に関する。

【背景技術】

50

【0002】

超音波撮像装置は、超音波素子から所定の深度に送信焦点をもつ超音波ビームを、撮像領域に対して所定の走査方向に位置をずらしながら複数回送信し、それぞれの送信により撮像領域内で生じたエコーを複数の超音波素子により受信して受信信号に変換する。そして、複数の超音波素子がそれぞれ受信した受信信号を、撮像領域内に設定された受信走査線上の受信焦点の位置に応じてそれぞれ遅延（整相）した後、加算することにより受信焦点データを得る（受信ビームフォーミング）。受信焦点は、受信走査線上に複数設定され、それぞれ受信焦点データが順次取得される（ダイナミックフォーカス）。撮像領域内に設定された複数の受信走査線上の複数の受信焦点データの値を、その受信焦点の位置に対応する画素の値とすることにより、撮像領域の画像を生成することができる。

10

【0003】

また、送信焦点の位置が異なる複数の超音波ビームの順に送信して、同一の受信走査線上の受信焦点についての受信焦点データをそれぞれ得た後、合成（加算）する送信間開口合成技術も知られている（特許文献1）。送信間開口合成を行うことにより、画像を高画質化する効果が得られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平10-277042号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

超音波撮像では、撮像範囲の全範囲を均質に画像化することは難しい。例えば、超音波ビームは、送信焦点で最も高い分解能が得られるという特性をもつため、一般に、超音波画像は送信時の焦点深度から離れるほど分解能が劣化する。また、超音波ビームの走査（送信）密度が高いほど、超音波画像のSN比や分解能が向上するが、複数の超音波ビームの軸方向を放射状に広げるセクタ走査では、超音波探触子から離れるにつれて超音波ビームの走査密度が低密度になる。これらの理由により、超音波画像の分解能は、深さ方向に分布を生じる。

【0006】

30

送信時の焦点深度から離れるほど分解能が劣するという問題を解決するためには、同一方向について送信焦点の深度の異なる複数の超音波ビームを送信し、それぞれの超音波ビームで得られた受信焦点のデータを送信間開口合成することが考えられる。しかしながら、1フレームの撮像に要する時間は、超音波ビーム（パルス）の波面が照射範囲を往復伝搬するのに要する時間（PRT: Pulse Repetition Time）と送信ビームの本数との積で表されるから、同一方向に焦点深度を変えて複数回送信すると、その分フレームレートが低下する。

【0007】

また、送信間開口合成技術は、複数の送信で得られた受信焦点のデータを合成するため、合成が完了するまでに要する時間が長く、合成するデータの数を増やして高画質にしようとするほど、動きのある部位の信号のSN比が低下し、像がぼやけたり、場合によっては像を消失することもある。そのため、送信間開口合成技術を適用できる部位や撮像目的には制限がある。

40

【0008】

一方、受信走査線上の受信焦点を密に配置することにより分解能を向上させることも考えられるが、受信焦点の密度が増えるほど、受信ビームフォーミングの計算量が増大し、リアルタイム処理が困難となる。

【0009】

このように、超音波撮像では撮像条件や撮像対象の動きの有無等により、分解能の低下や、フレームレートの低下や、SN比の低下や虚像の発生などの画像劣化が生じるため、撮

50

像対象の部位の特性（構造・組織特性・動き）や撮像目的（診断項目、計測項目）に応じて、撮像条件を調整することが望ましい。しかしながら、設定可能な撮像条件（送受信条件）は複数あり、相互の条件が画像に与える影響が複雑に関連する条件もあるため、ユーザが、高画質が得られる適切な送受信条件を設定することは容易ではない。

【0010】

本発明の目的は、ユーザの関心領域において、超音波画像の画質が所定の高画質に到達するように撮像条件を設定することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の超音波撮像装置は、撮像対象の撮像領域に対して、接続されている超音波探触子を介して、所定の撮像条件にしたがって超音波ビームを送信させる送信部と、撮像領域に関心領域を設定する関心領域設定部と、超音波ビームの送信を受けた撮像領域から戻る超音波を、超音波探触子に受信させ、得られた受信信号を処理することにより、少なくとも関心領域に撮像条件にしたがって配置された複数の受信焦点について、それぞれ焦点データを生成する受信部と、焦点データを用いて画像を生成した場合に、画像が所定の画質に到達するかどうかを判定し、所定の画質に到達しない場合、撮像条件を変更する判定部とを有する。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、ユーザの関心領域において、超音波画像が所定の画質に到達するかどうか判定して撮像条件を変更するため、所望の画質の超音波画像を得ることができる撮像条件を設定できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施形態の超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図2】(a)は、撮像領域に設定された関心領域を示す説明図であり、(b)は、撮像領域と関心領域に設定された送信メッシュを示す説明図であり、(c)は、撮像領域および関心領域に設定された受信メッシュを示す説明図である。

【図3】第1の実施形態の超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図4】第1の実施形態における判定部24の構成を示すブロック図である。

30

【図5】(a)は、送信間開口合成の合成領域を示す説明図であり、(b)は、撮像対象の動きのある部位に設定された関心領域を示す説明図である。

【図6】第1の実施形態の超音波撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図7】第2の実施形態における判定部24の構成を示すブロック図である。

【図8】第2の実施形態の超音波撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図9】第2の実施形態において関心領域に設定される初期焦点パターンと追加焦点パターンとを示す説明図である。

【図10】第2の実施形態において、シミュレーションにより分解能を算出する原理を示す説明図である。

【図11】第2の実施形態の変形例1の超音波撮像装置の動作を示すフローチャートである。

40

【図12】(a)は、第2の実施形態の変形例1において、関心領域の画像から読み出す画素値の位置を示す説明図であり、(b)は、読み出した画素値をプロットしたグラフである。

【図13】第2の実施形態の変形例3の関心領域に設定された現時点の送信焦点と、ユーザが追加した送信焦点の一例を示す説明図。

【図14】(a)～(c)は、第2の実施形態の変形例4の焦点パターンの例をそれぞれ示す説明図である。

【図15】第2の実施形態の変形例5の超音波撮像装置の動作を示すフローチャートである。

50

【図16】(a)および(b)は、受信走査線の密度によって分解能が変化することを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の一実施形態の超音波撮像装置について説明する。

【0015】

本実施形態の超音波撮像装置の概要について、図1、図2を用いて説明する。まず、図1に示すように、本実施形態の超音波撮像装置は、関心領域設定部20、超音波探触子21、送信部22、受信部23、判定部24および画像生成部26を備えて構成される。画像生成部26には、画像表示部28が接続されている。

10

【0016】

送信部22は、送信焦点31(図2(b)参照)等を定める所定の撮像条件にしたがって、超音波探触子21から撮像領域11に対して、超音波ビームを送信させる。関心領域設定部20は、図1および図2(a)に示すように、撮像対象10の撮像領域11内に関心領域12を設定する。受信部23は、超音波ビームの送信を受けた撮像領域11から戻る超音波(エコーや散乱波等)を超音波探触子21に受信させ、超音波探触子21の超音波素子ごとに得られた受信信号を処理することにより、図2(c)のように、少なくとも関心領域12に、撮像条件にしたがって配置された複数の受信焦点41について、それぞれ焦点データを生成する。

【0017】

20

判定部24は、上述の焦点データを用いて画像を生成した場合に、画像が所定の画質に到達するかどうかを判定し、所定の画質に到達しない場合、上記撮像条件を変更する。これにより、関心領域12において所望の画質を得られる撮像条件を設定することができる。

【0018】

撮像条件は、送信部22による超音波ビームの送信条件、および、受信部23が焦点データを生成する受信条件を含む。

【0019】

一例としては、判定部24は、撮像対象10の関心領域12が設定された部位、送信条件、および、受信条件のうち少なくとも2つを用いて、予め定めた評価値を算出し、評価値が予め定めた評価基準を満たすかどうかにより、画像が所定の画質に到達するかどうかを超音波ビームの送信前に予め判定する構成とすることができる。

30

【0020】

また、別の例としては、判定部24は、焦点データを用いて生成された関心領域12の画像に基づいて、画像が所定の画質に到達しているかどうかを判定する構成であってもよい。

【0021】

なお、判定部24は、撮像条件によって定まるフレームレートをさらに求め、フレームレートが所定の値に到達しない場合、または、画像が所定の画質に到達しない場合、撮像条件を変更する構成であることが望ましい。これにより、画質だけでなく、フレームレートも所定値以上に到達する撮像条件を設定できるため、高画質と高フレームレートの両立を図ることが可能になる。

40

【0022】

なお、超音波探触子21および画像生成部26は、必ずしも超音波撮像装置の一部でなくともよい。例えば、外部装置である超音波探触子を接続して、接続した超音波探触子を介して超音波を送信してもよいし、受信部23の生成した焦点データを外部の画像生成部に出力して画像を生成させることも可能である。なお、図1の構成では、送信部22および受信部23と、超音波探触子21の間には、一つの超音波探触子21により送信および受信を行うために送受分離回路27が配置されているが、送信用と受信用にそれぞれ別の超音波探触子21を用いる場合には送受分離回路27は不要である。

50

【0023】

以下、さらに具体的な実施形態の超音波撮像装置について説明する。

【0024】

<第1の実施形態>

第1の実施形態の超音波撮像装置について説明する。第1の実施形態では、判定部24は、超音波ビームの送信の時間間隔である繰り返し時間における関心領域の変位を評価値として求める。求めた変位が予め定めた値を超えているかどうかを判定することにより、開口合成の合成領域幅が適切であるかを判定する。そして、求めた変位が予め定めた値を超えている場合、判定部24は、撮像条件を変更する。これにより、位相が変位した信号同士のインコヒーレントな合成による合成像のぼやけを防ぐように撮像条件を設定することができ、合成信号撮像対象の動的な特徴に合わせた均質な合成効果を得ることができる。

10

【0025】

第1の実施形態の超音波撮像装置の装置構成を、図3に示す。図3のように、第1の実施形態の超音波撮像装置は、図1の装置と同様の構成であるが、判定部24には、関心領域12の移動速度を計測する移動速度計測部29と、予め求めておいた撮像対象の複数の部位（例えば、心臓弁、冠動脈、心房、心室）とそれぞれの部位の標準的な移動速度とが対応付けられて格納された移動速度記憶部30とが接続されている。

【0026】

移動速度計測部29としては、例えば、超音波撮像の分野では広く知られた機能であるカラードプラー撮像部やドプラー計測部を用いることができる。

20

【0027】

また、関心領域設定部20には、ユーザから関心領域12の部位の選択を受け付ける入力部33が接続されている。

【0028】

受信部（受信ビームフォーマと呼ぶ）23には、送信間開口合成を行う送信間合成部25が接続されている。

【0029】

判定部24は、図4に示すように、撮像条件設定部42と、評価値計算部43と、撮像条件判定部44とを含む。撮像条件設定部42は、関心領域設定部20が設定した関心領域12内に送信メッシュ（送信焦点31の配置）、受信メッシュ（受信焦点の配置）および合成領域45の幅 w （図5（a）参照）を設定する。合成領域45は、送信間開口合成のために一度の送受信で受信データを生成する領域である。

30

【0030】

第1実施形態の超音波撮像装置は、送信間合成部25によって送信間開口合成を行う構成である。送信間開口合成撮像は、ある受信焦点41について、異なる N 回の送信において、同一の受信焦点41についてそれぞれ得られた N 個の焦点データを合成（加算）して、合成後の焦点データを画像生成に用いる。したがって、合成後の焦点データを得るためには、合成数 N に比例する時間 T が必要である。例えば呼吸動や心臓の拍動によって速度 v で動いている関心領域12について合成後焦点データを得る場合、関心領域12は、時間 T の間に距離 L だけ移動する。距離 L が送信パルスの波長 λ に対して大きい場合、撮像対象からの受信信号はコヒーレントに加算されず、合成後焦点データの SN 比が著しく低下することが生じ得る。このような場合には、像がぼやけたり、消失したりするため、画質の高い画像を得ることが難しい。

40

【0031】

そこで第1実施形態の超音波撮像装置では、判定部24が、設定されている関心領域12、送信条件および受信条件のうちの2以上を用いて関心領域12の変位（距離） L を計算により求め、変位が閾値（評価基準） L_0 を超えている場合には、判定部24は、撮像条件（送信条件および受信条件）が不適切であると判定する。これにより、ユーザまたは判定部24は、送信条件および受信条件の少なくとも一方を調整することにより、関心領

50

域 1 2 の変位 (距離) L が閾値 (評価基準) L_0 以下になるように送信条件および受信条件を設定することができる。よって、画質の高い画像を得ることが可能となる。閾値 L_0 としては、例えば波長より小さい値を設定する。また、変位 L が閾値 (評価基準) L_0 以下になるよう調整する送信条件および受信条件としては、例えば、送信ビームの送信間隔 (ビーム間距離) p 、および、1 回の送信で受信焦点 4 1 を設定する領域である合成領域の幅 w の少なくとも一方を用いることができる。

【0032】

判定部 2 4 は、変位 L の計算には、関心領域 1 2 の移動速度 v を用いる。例えば、移動速度計測部 2 9 が超音波計測 (ドップラー計測など) によって得た関心領域 1 2 の移動速度 v を、判定部 2 4 が受け取って用いる。または、予め求めておいた複数の撮像対象の部位ごとの移動速度 (成人の弁の標準的な運動速度など) を記憶した移動速度記憶部 3 0 から、判定部 2 4 が関心領域 1 2 の部位の移動速度を読み出してもよい。このとき、関心領域 1 2 の部位は、ユーザから入力を受け付けてもよいし、予め求めておいた複数の関心領域の位置とその部位との関係に基づいて判定部 2 4 が求めてもよい。

10

【0033】

ここで、送信部 (送信ビームフォーマと呼ぶ) 2 2 および受信ビームフォーマ 2 3 の動作について説明する。送信ビームフォーマ 2 2 は、送信信号を生成して超音波探触子 2 1 の各超音波素子に受け渡す。超音波素子は、送信信号を超音波信号に変換して撮像対象 1 0 に向かって照射する。このとき、送信ビームフォーマ 2 2 は、各超音波素子に受け渡す送信信号を、超音波素子ごとに遅延させることにより、所望の方向に向かって、所望の深 20 度に送信焦点 3 1 をもつ超音波ビームを超音波探触子 2 1 から送信させることができる。例えば、図 2 (b) に示すように、送信ビームフォーマ 2 2 は、撮像領域 1 1 内に送信焦点 3 1 を結ぶ集束型の超音波ビームを、方位角方向に所定の角度ごとに設定した送信走査線 3 2 に沿って、所定の繰り返し時間で順次送信させる。なお、超音波ビームは、撮像領域 1 1 内に送信焦点 3 1 を結ぶ集束型の超音波ビームに限られるものではなく、超音波探触子 2 1 よりも手前に仮想的に送信焦点 3 2 をもち、撮像領域 1 1 内で広がる拡散型の超音波ビームを照射してもよい。

20

【0034】

受信ビームフォーマ 2 3 は、受信信号の処理することにより、焦点データを生成する。処理方法としては、どのような方法を用いてもよいが、例えば遅延加算法を用いることができる。遅延加算法は、受信焦点 4 1 ごとに予め求めておいた、受信焦点 4 1 から仮想的に発せられた超音波が同位相で各超音波素子に到達する際の時間差を超音波素子ごとの遅延量として、受信信号を遅延させることにより整相した後、加算する。これにより、その受信焦点 4 1 についての焦点データを生成することができる。

30

【0035】

送信間合成部 2 5 は、異なる N 回の送信において、合成領域 4 5 が重なり合う同一の受信焦点 4 1 についてそれぞれ得られた N 個の焦点データを合成 (加算) して、合成後の焦点データを得る。

【0036】

画像生成部 2 6 は、受信部が生成した受信焦点 4 1 ごとの焦点データを、受信焦点 4 1 の位置の画素値として配置することにより、超音波画像を生成する。

40

【0037】

なお、関心領域 1 2 に設定される複数の受信焦点 4 1 の配置は、撮像条件 (受信条件) によって設定される。受信焦点 4 1 の配置は、どのような配置であってもよく、方位角方向に所定の角度ごとに設定した受信走査線上に所望の密度で配置してもよいし、図 2 (c) のように直交座標系で所望の間隔で設定した格子の交点に配置してもよい。

【0038】

また、関心領域 1 2 の外側の撮像領域 1 1 についても、受信焦点 4 1 を設定して、関心領域 1 2 のみならずその外側の撮像領域 1 1 についても受信ビームフォーマ 2 3 が焦点データを求める構成としてもよい。この場合、関心領域 1 1 と、関心領域 1 1 の外側の撮像

50

領域 1 1 とにおいて、受信焦点 4 1 の密度や配置を異ならせてもよい。これにより、ユーザが設定した関心領域 1 1 について高い画質の画像を生成し、その外側の撮像領域は、それよりも低い画質の画像を短時間で生成すること等が可能になる。

【 0 0 3 9 】

以下、本実施形態の超音波撮像装置の動作について図 6 のフローチャートを用いて説明する。なお、判定部 2 4 は、ここでは CPU とメモリとを備えて構成され、メモリに予め格納されたプログラムを CPU が実行することにより、ソフトウェアにより以下の機能を実現する。ただし、判定部 2 4 は、ソフトウェアにより実現されるものに限られず、その一部または全部を、ASIC (application specific integrated circuit) 等のカスタム IC や FPGA (field-programmable gate array) 等のプログラマブル IC のようなハードウェアにより実現することももちろん可能である。

10

【 0 0 4 0 】

まず、超音波撮像装置の関心領域設定部 2 0 は、マウスやキーボードを含む入力部 3 3 を介してユーザによる関心領域 1 2 の設定操作を受け付けることにより、撮像領域 1 1 内に関心領域 1 2 を設定する。例えば、関心領域設定部 2 0 は、判定部 2 4 を介して、超音波撮像装置が事前に撮像しておいた超音波画像、または現時点で撮像している超音波画像を画像表示部 2 8 に表示させ、超音波画像の撮像領域 1 1 内にユーザが入力部 3 3 を操作して設定した領域を関心領域 1 2 として受け付ける (ステップ 1 0 1)。

【 0 0 4 1 】

また、関心領域設定部 2 0 は、ユーザによる部位名等の選択を入力部 3 3 を介して受け付け、予め撮像したまたは現在撮像して画像表示部 2 8 に表示している超音波画像を画像処理することにより、選択された部位名に相当する領域に関心領域 1 2 を設定してもよい。例えば、表示している超音波画像が心臓であり、ユーザが選択した部位名が「弁」である場合、図 5 (b) のように、超音波画像の動画の移動速度を検出し、移動速度が所定値以上の画素を検出することにより弁の像の範囲を求め、検出した弁の像の範囲が含まれるように関心領域 1 2 を設定すればよい。同様に、移動速度の範囲を予め求めておいた適切な範囲に設定することにより、冠動脈、心房および心室等の像の範囲を検出し、関心領域 1 2 として設定することが可能である。

20

【 0 0 4 2 】

判定部 2 4 の撮像条件設定部 4 2 は、条件設定の繰り返し回数 $m = 0$ とし (ステップ 1 0 2)、超音波ビームの送信間隔 (ビーム間距離) p と、送信間開口合成を行う際の合成領域 4 5 の幅 w を含む撮像条件の初期値を設定する (ステップ 1 0 3)。送信間隔 p と合成領域 4 5 の幅 w を含む撮像条件の初期値は、入力部 3 3 を介してユーザから受け付けてもよいし、予め決めておいた値を設定してもよい。撮像条件は、送信間隔 p と合成領域幅 w の他に、送信の繰り返し時間 PRT を含む。

30

【 0 0 4 3 】

つぎに、判定部 2 4 の評価値計算部 4 3 は、移動速度計測部 2 9 または移動速度記憶部 3 0 から関心領域の速度 v を読み込む。そして、評価値計算部 4 3 は、関心領域 1 2 の受信焦点が開口合成する送信数 N の間に移動する変位 L を次式 (1) を用いて計算により求める (ステップ 1 0 4)。

40

【 0 0 4 4 】

$$L = v \times T \quad \dots (1)$$

ただし、 $T = N \times PRT$

$$N = w / p$$

【 0 0 4 5 】

なお、式 (1) の計算に用いる移動速度 v として実測値を用いるか標準値を用いるかは、ユーザの選択を入力部 3 3 を介して受け付けてもよいし、予め決めておいてもよい。実測値を用いる場合には、評価値計算部 4 3 は、ステップ 1 0 1 で設定された関心領域 1 2 の位置情報を用いて移動速度計測部 2 9 が計測した関心領域 1 2 内の移動速度の代表値 (平均値や最大値) を読み込んで用いる。また、移動速度として、部位の標準値を用いる場

50

合には、ステップ101で設定された関心領域12の部位に対応する標準的な移動速度を移動速度記憶部30から読み出して用いる。

【0046】

なお、移動速度として部位の標準値を関心領域12の部位は、部位名等の部位を特定する情報を、評価値計算部43が入力部33を介してユーザから受け付けて用いる。または、評価値計算部43は、予め求めておいた撮像対象における複数の部位とその標準的な位置との関係に基づき、関心領域設定部20が設定した関心領域12の位置に対応する部位を求めてもよい。

【0047】

判定部24の撮像条件判定部44は、ステップ104で算出された変位 L を予め定めておいた基準値 L_0 と比較し、 $L < L_0$ を満たさない場合には、合成領域幅 w を予め定めた w だけ狭めて(ステップ106)、ステップ102に戻る。そして、繰り返し回数 m を1増加させ、ステップ103~106を繰り返し、合成領域幅 w を調整する。これを、ステップ105において、変位 L が $L < L_0$ を満たすか、増加後の繰り返し回数が上限 M に達するまで繰り返す(ステップ102~107)。

10

【0048】

ステップ105において、 $L < L_0$ を満たした場合には、ステップ108に進んで、送信ビームフォーマ22にステップ103の送信間隔 p を含む送信条件を出力して設定するとともに、受信ビームフォーマ23に合成領域幅 w を含む受信条件を出力して設定する。これにより、送信ビームフォーマ22は、設定された送信条件の繰り返し時間 $PR T$ で、設定された位置に送信焦点を結ぶ超音波ビームを送信間隔 p で関心領域12に順に照射するための送信信号を生成し、送受分離回路27を介して探触子21の各超音波素子に出力する。これにより、探触子21からは、送信条件を満たす超音波ビームが送信される。受信ビームフォーマ22は、撮像対象10から戻るエコーを受信した探触子21の各超音波素子の出力する受信信号を送受分離回路27を介して受け取る。そして、受信条件として設定された合成領域幅 w 内の受信焦点の位置に応じて、遅延させた後加算することにより、焦点データを得る。送信間合成部25は、同じ受信焦点について N 回の送信でそれぞれ得られた N 個の受信データが得られたならば、それらを加算することにより送信間開口合成を行って、画像処理部26に出力する。

20

【0049】

画像処理部26は、合成後の焦点データをそれぞれの位置の画素値とする関心領域12の画像を生成する(ステップ109)。また、必要に応じて、生成した関心領域12の画像に所定の画像処理を施す。生成された画像は、画像表示部28に出力され、表示される。

30

【0050】

このように、第1実施形態によれば、変位する部位を関心領域とする場合であっても、変位量が基準値より小さくなるように撮像条件を設定して、送信間開口合成を行うことができるため、生成される画像がぼやけたり消失することがなく、高画質の画像を得ることができる。

【0051】

また、第1の実施形態の構成では、関心領域が高速に動く場合であっても、動きの速い対象のみ関心領域を設定して高速に撮像することができ、動きの速い関心領域と動きの少ない対象のどちらも高画質に撮像することができる。

40

【0052】

< 第2の実施形態 >

第2の実施形態についての超音波撮像装置について説明する。

【0053】

超音波画像は、送信する超音波ビームおよび受信走査線(以下、受信ビームとも呼ぶ)が密であるほど分解能および SN 比(コントラスト)の高い高画質を得ることができる。その一方で送信する超音波ビーム数が増加するほどフレームレートは低下する。本実施形

50

態では、超音波ビームまたは受信走査線の密度を順次増加させながら、フレームレートおよび取得画像の画質を評価することにより、所望の画質とフレームレートを両立することができる超音波ビームおよび受信走査線の密度を設定する。

【0054】

このとき、判定部24は、送信条件により定まる超音波ビームの音場と、受信条件により仮想的に定まる受信ビーム音場とを合成した合成ビーム音場を求め（ビーム音場シミュレーション）、合成ビーム音場の幅を評価値として用いて、得られる画像の分解能が所定値に到達するか否かを判定する。

【0055】

第2の実施形態の超音波撮像装置の構造は、第1の実施形態の装置と同様の構成であるが、図7のように、判定部24に、上記ビームシミュレーションを行う分解能算出部46を備えている点で、第1の実施形態とは異なっている。

10

【0056】

以下、第2の実施形態の超音波撮像装置の動作について、図8のフローチャートを用いて説明する。本フローチャートにおいて、第1の実施形態の図6のフローチャートと同様のステップについては簡単に説明する。

【0057】

まず、関心領域設定部20は、第1の実施形態のステップ101と同様に、入力部33を介してユーザの関心領域12の設定操作を受け付けることにより、撮像領域11内に関心領域12を設定する（ステップ701）。

20

【0058】

判定部24の撮像条件設定部42は、図9のような、初期焦点パターン81の送信メッシュ（送信焦点31の配置）を関心領域12に設定する。受信メッシュ（受信焦点の配置）、合成領域14の幅 w 、これら以外の送信条件および受信条件は、予め定められた値を用いるものとする。

【0059】

分解能算出部46は、設定された送信メッシュに基づいて、撮像される超音波画像の推定分解能をビーム音場シミュレーションにより求める（ステップ703）。具体的には、送信間合成部25による開口合成の作用を含め、設定された撮像条件（送信メッシュおよび受信メッシュ）で送受信される超音波ビームで形成される実質的な合成ビームを求め、合成ビームのビーム幅 R を算出し、分解能指標として用いる。まず、図10に示すように、分解能算出部46は、設定されている送信メッシュおよび、それ以外の送信条件によって形成される超音波ビームのビーム音場（ビーム音場の分布）である送信音圧 P_{Tx_i} を算出する。また分解能算出部46は、受信メッシュおよびそれ以外の受信条件に基づいて、受信ビームフォーマ23が設定する受信走査線の位置に、予め定めた幅で仮想的な強度分布の音場があるとした受信音圧 P_{Rx} を算出する。送信間合成部25による開口合成では、複数の送信ビームから得られた同一の受信焦点41についての焦点データ（信号）はコヒーレントに加算されるため、合成ビームの音場 P_s は、一般的に用いられるインパルス応答のたたみこみ演算などにより式(2)により算出できる。すなわち、分解能算出部46は、全ての送信音圧 P_{Tx_i} を加算した合成送信ビーム P_{Tx_i} に、受信ビーム音圧 P_{Rx} を乗算する式(2)により合成ビームの音場 P_s を算出する。そして、分解能算出部46は、合成ビームの音圧 P_s のビーム幅（ビームの半値幅） R を求め、これを分解能指標値として評価値計算部43に出力する。

30

40

【数2】

$$P_s = (\sum_i P_{Txi}) \times P_{Rx} \quad \dots (2)$$

【0060】

つぎに、評価値計算部43は、分解能算出部46から分解能指標値 R を受け取る。また、評価値計算部43は、フレームレート FR を下式(3)にしたがって算出する（ステップ704）。ただし、式(3)において、 p は、送信間隔、 A は、関心領域12の幅、 P

50

R Tは、送信の繰り返し時間である。送信間隔 p、関心領域 1 2 の幅 A、繰り返し時間 P R Tを含む撮像条件の初期値は、入力部 3 3を介してユーザから受け付けてもよいし、予め決めておいた値を用いてもよい。

【 0 0 6 1 】

$$FR = p / (A \times PRT) \quad \dots (3)$$

【 0 0 6 2 】

撮像条件判定部 4 4は、分解能指標値 Rとフレームレート F Rをそれぞれ予め決めておいた基準値 R_0 、 FR_0 と比較し、 $R < R_0$ 、および、 $FR > FR_0$ の両方を満たすかどうかを判定する(ステップ 7 0 5)。 $R < R_0$ 、および、 $FR > FR_0$ の少なくとも一方を満たさない場合、ステップ 7 0 6に進み、送信焦点 3 1を1以上の所定数だけ追加する。追加する送信焦点 3 1は、その位置および追加する順番を予め定めた追加焦点パターン 8 2にしたがって設定する。送信焦点 3 1を追加した後、ステップ 7 0 3に戻り、送信焦点 3 1を追加した後の送信メッシュに基づき、分解能算出部 4 6が分解能指標値 Rを算出する。評価値計算部 4 3は、ステップ 7 0 4において、ステップ 7 0 6で送信焦点 3 1を追加したことにより変化した送信間隔 pを用いてフレームレート F Rを計算する。ステップ 7 0 5において、撮像条件判定部 4 4は、送信焦点 3 1を追加後の送信メッシュについて求めた分解能指標値 Rとフレームレート F Rをそれぞれ基準値 R_0 、 FR_0 と比較し、判定する(ステップ 7 0 5)。ステップ 7 0 5において、 $R < R_0$ 、および、 $FR > FR_0$ の少なくとも一方を満たさない場合、再びステップ 7 0 6に進み、送信焦点 3 1を所定数だけ追加し、ステップ 7 0 3 ~ 7 0 5を繰り返す。

【 0 0 6 3 】

一方、ステップ 7 0 5において、 $R < R_0$ 、および、 $FR > FR_0$ の両方を満たす場合、ステップ 7 0 6に進み、撮像条件判定部 4 4は、送信ビームフォーマ 2 2に送信メッシュを含む送信条件を出力して設定するとともに、受信ビームフォーマ 2 3に受信条件を出力して設定する(ステップ 7 0 7)。

【 0 0 6 4 】

これにより、送信ビームフォーマ 2 2は送信信号を生成し、探触子 2 1から設定された送信メッシュの送信焦点 3 1に焦点結ぶ超音波ビームが繰り返し時間 P R Tで順に照射される。撮像対象 1 0から戻るエコーは、探触子 2 1の各超音波素子によって受信され、受信ビームフォーマ 2 2は、受信メッシュの受信焦点について焦点データを得る。送信間合成部 2 5は、同じ受信焦点について得られた N個の受信データを加算することにより送信間開口合成を行う。画像処理部 2 6は、開口合成後の焦点データを用いて関心領域 1 2の画像を生成する(ステップ 7 0 8)。生成された画像は、画像表示部 2 8に表示される。

【 0 0 6 5 】

このように、第 2 実施形態によれば、超音波ビームの送信焦点 3 1を順次増加させながら、フレームレートおよび画像分解能を計算により算出して評価することにより、所望の画質とフレームレートを両立することができる送信メッシュを設定することができる。

【 0 0 6 6 】

また、第 2 の実施形態では、関心領域 1 2とその他の領域で送受信ビームの密度を変えられることができるため、撮像レート(フレームレート)を低下させることなく、関心領域を高画質に撮像することができる。

【 0 0 6 7 】

<< 第 2 の実施形態の変形例 1 >>

上述した第 2 の実施形態では、分解能算出部 4 6は、ビーム音場シミュレーションにより分解能指標 Rを算出する構成であったが、第 2 の実施形態では、判定部 2 4は、焦点データを用いて生成された関心領域 1 2の画像内の所定の構造のサイズを評価値として用いて、画像の分解能が所定の分解能に到達しているかどうかを判定する。具体的には、画像内の所定の像のサイズを分解能指標 Rとする。

【 0 0 6 8 】

また、変形例 1では、判定部 2 4は、画像の分解能が所定の分解能に到達しないと判定

した場合には、関心領域 1 2 内に超音波ビームの送信焦点を追加することにより、撮像条件を変更する。

【0069】

変形例 1 の超音波撮像装置の動作を図 1 1 のフローを用いて説明する。図 1 1 のフローにおいて、図 8 のフローと同様の処理のステップには同じ符号を付している。図 1 1 のフローのように、本変形例においては、ステップ 7 0 2 とステップ 7 0 3 の間に、ステップ 7 1 1、7 1 2 を追加している。

【0070】

まず、ステップ 7 0 1、7 0 2 において、関心領域設定部 2 0 は、関心領域 1 2 を設定し、撮像条件設定部 4 2 は、初期焦点パターン 8 1 の送信メッシュを関心領域 1 2 に設定する。なお、関心領域 1 2 は、ここでは血管の断面に設定される。

10

【0071】

つぎに、ステップ 7 1 1、7 1 2 において、図 8 のステップ 7 0 7、7 0 8 と同様に、撮像条件判定部 4 4 は、送信ビームフォーマ 2 2 に送信メッシュを含む送信条件を設定するとともに、受信ビームフォーマ 2 3 に受信条件を設定する。これにより、探触子 2 1 から設定された送信メッシュの送信焦点 3 1 に焦点を結ぶ超音波ビームが順に照射され、エコーが探触子 2 1 によって受信され、受信ビームフォーマ 2 2 は受信メッシュの受信焦点について焦点データを得る。送信間合成部 2 5 は、送信間開口合成を行い、画像処理部 2 6 は、開口合成後の焦点データを用いて関心領域 1 2 の画像を生成する。

【0072】

20

分解能算出部 4 6 は、図 1 2 (a) のように、関心領域 1 2 の画像の所定の位置 A から A' までの画素値を読み出し、図 1 2 (b) のようにプロットすることにより、画素値の変化曲線を得る。そして、分解能算出部 4 6 は、画素値の変化曲線のピーク値から所定の強度（ここでは 6 dB）下がった画素値のピーク幅 R を求めることにより、血管内皮厚の厚さを求め、分解能指標値として評価値計算部 4 3 に出力する。

【0073】

そして、ステップ 7 0 4 ~ 7 0 6 を図 8 のフローと同様に行う。具体的には、評価値計算部 4 3 は、分解能算出部 4 6 から分解能指標値 R を受け取るとともに、フレームレート FR を算出する（ステップ 7 0 4）。撮像条件判定部 4 4 は、分解能指標値 R とフレームレート FR をそれぞれ予め定めておいた基準値 R_0 、 FR_0 と比較し、 $R < R_0$ 、および $FR > FR_0$ の少なくとも一方を満たさない場合、ステップ 7 0 6 に進み、送信焦点 3 1 を 1 以上の所定数だけ追加する（ステップ 7 0 5、7 0 6）。ステップ 7 1 1 に進み、ステップ 7 1 1、7 1 2、7 0 3 ~ 7 0 6 を繰り返し、送信焦点 3 1 を追加後の送信メッシュ等の送信条件によって得た画像について、再度分解能指標値 R を算出し、判定を行う。

30

【0074】

ステップ 7 0 5 において、分解能指標値 R とフレームレート FR の両方が、基準値を満たす場合、撮像条件判定部 4 4 は、送信ビームフォーマ 2 2 に送信メッシュを含む送信条件を設定するとともに、受信ビームフォーマ 2 3 に受信条件を設定する（ステップ 7 0 7）。この送受信条件により、超音波ビームの送受信を行って画像を生成する（ステップ 7 0 8）。

40

【0075】

このように、分解能算出部 4 6 は、実際に撮像した超音波画像内の所定の像（構造）のサイズを計測する方法により、分解能指標 R を求めることができる。ここでは、所定の像（構造）として、血管内皮厚を算出したが、画像の分解能を反映する画像構造であればどのようなものであってもよい。

【0076】

<< 第 2 の実施形態の変形例 2 >>

変形例 2 の超音波撮像装置では、判定部 2 4 は、関心領域 1 2 の画像を表示装置（画像表示部）2 8 に表示させ、ユーザが表示した画像の分解能で満足していることを入力部 3

50

3に入力した場合には、画像の分解能が前記所定の分解能に到達していると判定する。

【0077】

具体的には、判定部24の分解能算出部46は、ステップ712で生成した画像(図12(a))を画像表示部28に表示させ、画像を見たユーザが現在表示している画像の分解能で満足しているかどうかを示す入力を、判定部24は、入力部33を介して受け付ける。ユーザが表示されている画像の分解能に満足している場合、ステップ707に進み、ユーザが満足していない場合には、ステップ706に進んで送信焦点を追加する。他の構成は、変形例1と同様にする。

【0078】

変形例2の構成により、ユーザが満足する解像度の画像を得るための送信メッシュを、少ない計算量で設定することができる。

10

【0079】

<<第2の実施形態の変形例3>>

上述してきた第2の実施形態および変形例1、2では、ステップ706において送信焦点31を追加する際に、図9に示したように、予め決めておいた追加焦点パターン82に従って、所定の順に送信焦点31を追加する構成であったが、変形例3では、ユーザが所望する位置に送信焦点31を追加する構成である。

【0080】

例えば図11のフローにおいて、ステップ712において、画像処理部26は生成した画像を画像表示部28に表示させる。分解能算出部46は分解能指標値Rを、評価値計算部43はフレームレートFRをそれぞれ算出し、撮像条件判定部44は、分解能指標値RおよびフレームレートFRを基準値と比較して判定を行う。撮像条件設定部42は、分解能指標値RおよびフレームレートFRの少なくとも一方が基準値以上である場合、ステップ706において、ユーザの所望する位置を入力部33を介して受け取り、その位置に送信焦点31を追加する。例えば、撮像条件設定部42は、ステップ712で画像表示部28に表示させた画像上に、図13のように、現時点で設定されている送信メッシュ(送信焦点31)を重畳表示し、画像表示部28の画面上でユーザが追加する送信焦点31の位置を受け付ける構成とする。

20

【0081】

これにより、ユーザが所望する任意の位置に送信焦点31を追加することができる。

30

【0082】

<<第2の実施形態の変形例4>>

さらに、第2の実施形態および変形例1~3では、ステップ706において、初期焦点パターン81に対して、順次送信焦点31を追加する構成であったが、変形例4では、予め焦点パターンを複数種類用意しておき、ステップ706において、焦点パターンを異なる焦点パターンに置き換える構成とする。具体的には、現在の送信焦点よりも送信焦点数の多い送信焦点パターンを選択すればよい。

【0083】

例えば、図14(a)~(c)のように、1列配置、多段配置、交互配置等の、配置または送信焦点の数または配置の異なる複数種類の焦点パターンを予め用意しておく。ステップ705において撮像条件判定部44が分解能指標値RまたはフレームレートFRが基準値を満たさないと判定した場合には、ステップ706において、撮像条件設定部42が複数種類の焦点パターンから一つの焦点パターンを選択し、関心領域12に設定する。例えば、予め決めておいた順に複数種類の焦点パターンから一つの焦点パターンを選択する構成としてもよいし、分解能指標値RまたはフレームレートFRと基準値との関係に基づいて、焦点パターンを選択してもよい。他の構成は、第2の実施形態および変形例1~3と同様にする。

40

【0084】

このように、送信焦点の焦点パターンを異なる焦点パターンに置き換えることにより、分解能指標値RやフレームレートFRを大きく変化させることが可能であるため、短時間

50

に基準値を満たす焦点パターンを設定することが可能である。

【 0 0 8 5 】

< < 第 2 の実施形態の変形例 5 > >

第 2 の実施形態の変形例 5 について説明する。変形例 5 では、判定部 2 4 は、画像の分解能が所定の分解能に到達しないと判定した場合には、関心領域 1 2 内の受信焦点の密度を増加させることにより、撮像条件を変更する。具体的には、図 1 5 にフローを示したように、分解能指標値 R が基準を満たさないと判定された場合（ステップ 7 0 5 ）、受信メッシュ密度を変化させる。

【 0 0 8 6 】

すなわち、図 8 のフローのステップ 7 0 2 の代わりに、図 1 5 のフローではステップ 8 0 2 では、撮像条件設定部 4 2 は、受信メッシュ（受信焦点の配置）を初期焦点パターンに設定する。送信条件および、受信メッシュ以外の受信条件は、予め定めた条件に設定する。

【 0 0 8 7 】

そして、ステップ 7 0 3 に進み、図 8 のフローと同様に、分解能算出部 4 6 は、設定された撮像条件（送信メッシュおよび受信メッシュ）で送受信される超音波ビームで形成される実質的な合成ビームを求め、合成ビームのビーム幅 R を算出し、分解能指標とする。なお、受信メッシュの密度を変化させても、フレームレート F R は変化しないため、図 8 のフローとは異なり、評価指標計算部 4 3 は、フレームレート F R は算出しない。撮像条件判定部 4 4 では、分解能指標値 R が基準値以上であった場合には、ステップ 8 0 6 に進み、受信メッシュ密度を増加させる。例えば、受信走査線の間隔 q を予め定めた値 q だけ狭める。そして、ステップ 7 0 3 に戻って分解能指標値 R を変更後の受信メッシュを用いて算出する。

【 0 0 8 8 】

図 1 6 (a)、(b) に示したように、受信ビームの音圧 $P_{R \times}$ は、受信走査線の密度を大きくすることにより（図 1 6 (a)）、受信走査線の密度が小さい場合（図 1 6 (b)）よりも変化周期（ピークの幅）が小さくなる。よって、送信された超音波ビームの音圧 $P_{T \times i}$ が同じであっても、合成ビームの音圧 P_S の変化周期（ピークの幅）は小さくなり、分解能指標値（半値幅）R を小さくすることができる。

【 0 0 8 9 】

このように、受信メッシュの密度を高めていくことにより、分解能を高め、所望の画質を達成できる受信メッシュを設定することができる。

【 0 0 9 0 】

なお、図 1 5 のフローでは、分解能算出部 4 6 がシミュレーションにより分解能指標値を算出する構成について説明したが、変形例 1 のように画像の所定の構造のサイズから分解能指標値 R を求めてもよいし、ユーザに画像を表示し、ユーザが現状の解像度で満足しているかどうかを受け付ける構成であってもよい。また、受信メッシュの密度は、ユーザから受け付けてもよいし、予め定めておいた複数の受信メッシュのパターンから選択して受信メッシュを設定してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

1 0 ... 撮像対象、1 1 ... 撮像領域、1 2 ... 関心領域、2 1 ... 超音波探触子、2 2 ... 送信部（送信ビームフォーマ）、2 3 ... 受信部（受信ビームフォーマ）、2 4 ... 判定部、2 5 ... 送信間合成部、2 6 ... 画像処理部、2 7 ... 送受分離回路（T / R）、2 8 ... 画像表示部、2 9 ... 移動速度計測部、3 0 ... 移動速度記憶部、3 1 ... 送信焦点、3 2 ... 送信走査線、3 3 ... 入力部、4 1 ... 受信焦点、4 2 ... 撮像条件設定部、4 3 ... 評価値掲載部、4 4 ... 撮像条件判定部、4 5 ... 合成領域、4 6 ... 分解能算出部、8 1 ... 初期焦点パターン、8 2 ... 追加焦点パターン

10

20

30

40

50

【 図 1 】

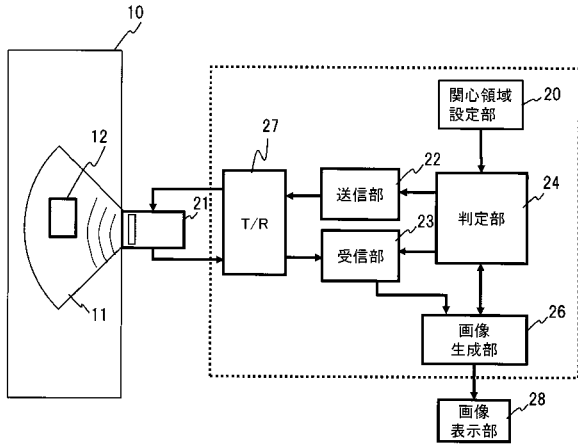


図 1

【 図 2 】

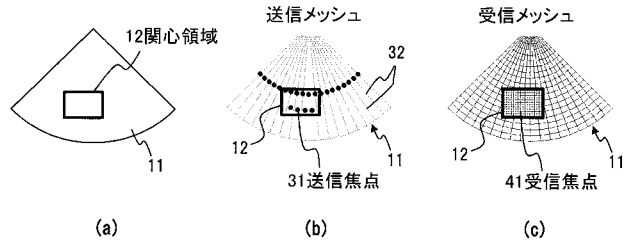


図 2

【 図 3 】

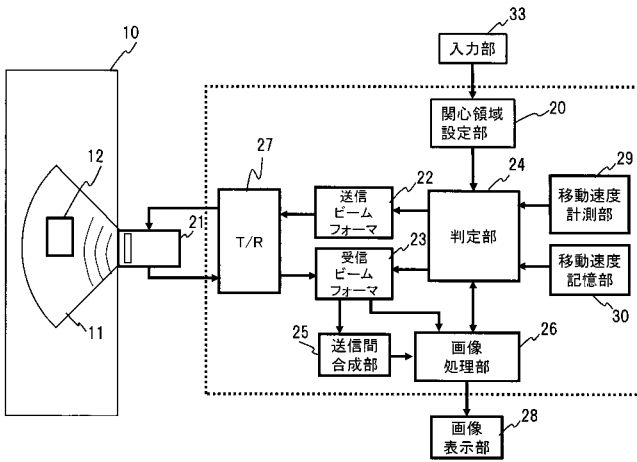


図 3

【 図 5 】

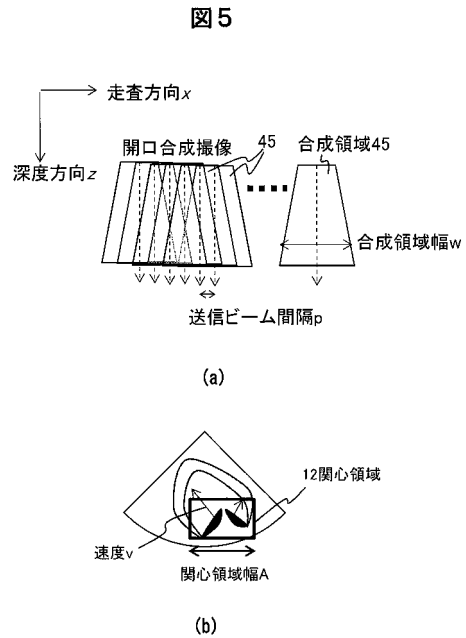


図 5

【 図 4 】

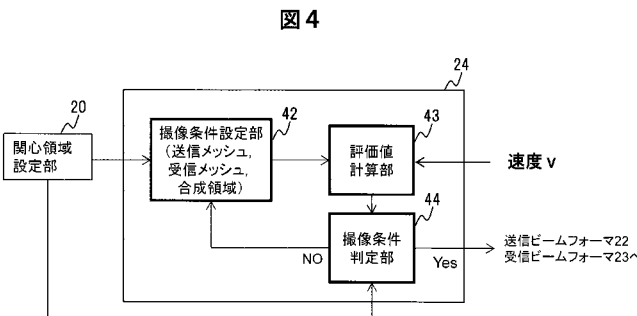
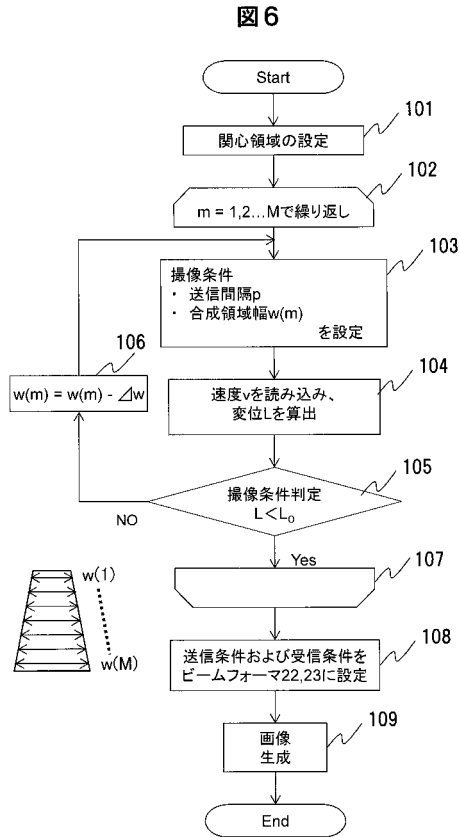
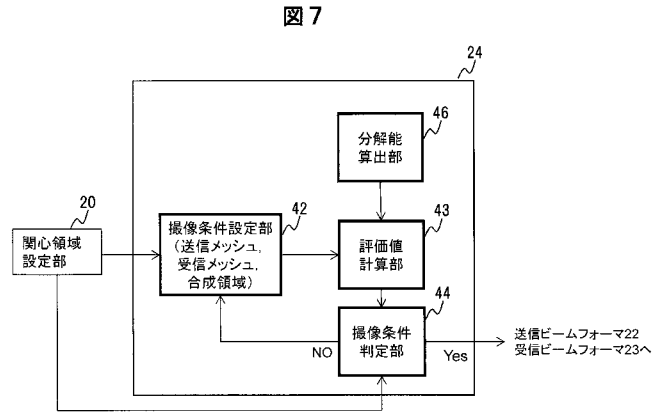


図 4

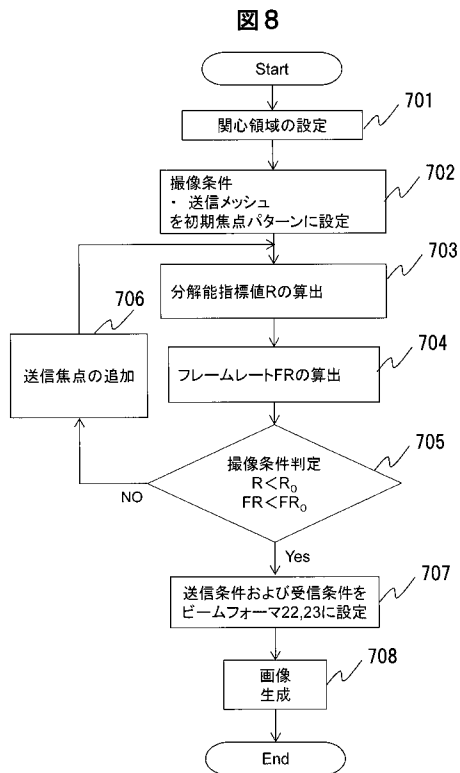
【 図 6 】



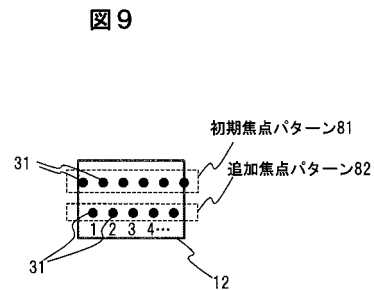
【 図 7 】



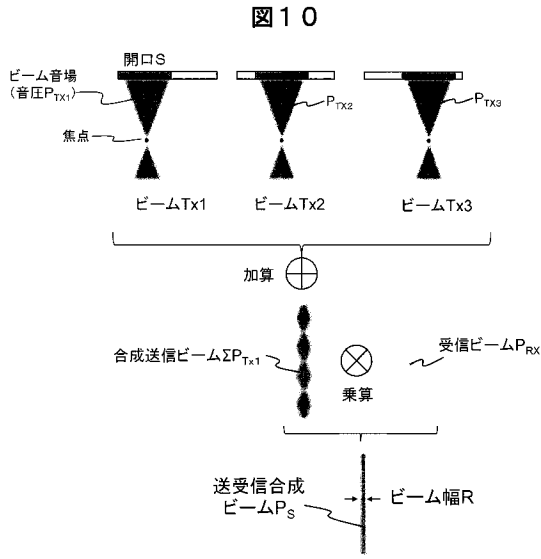
【 図 8 】



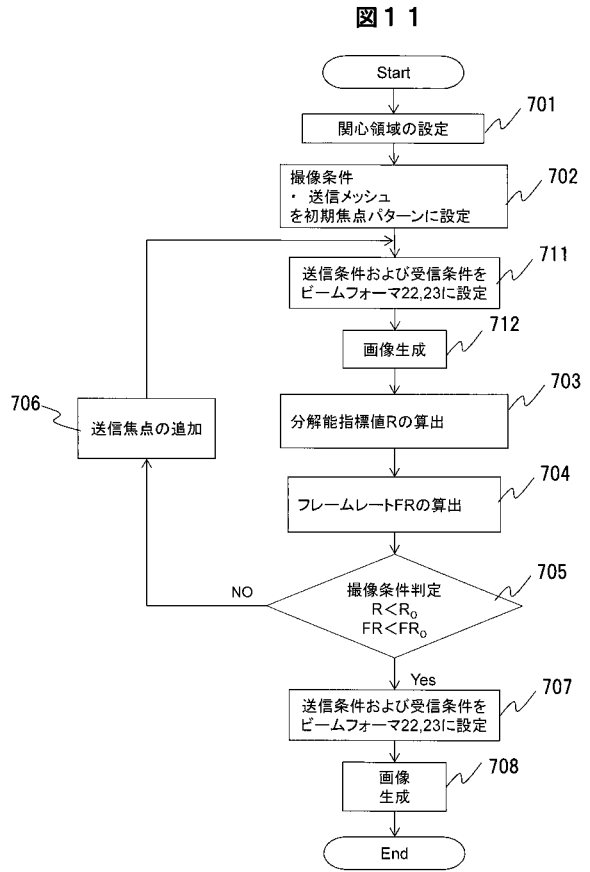
【 図 9 】



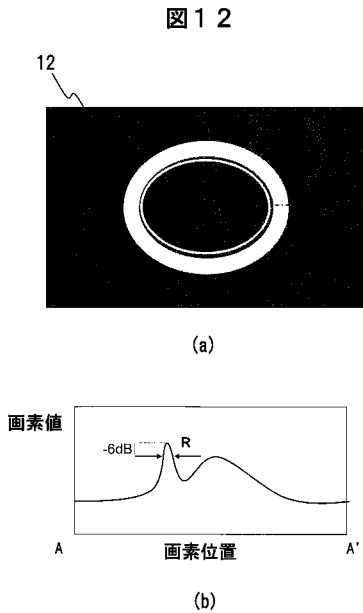
【 図 1 0 】



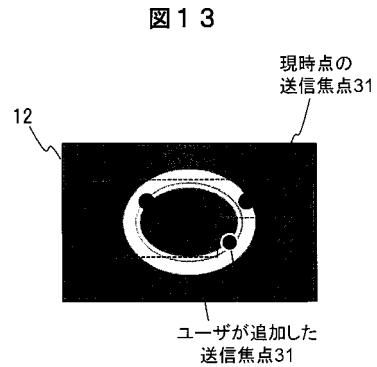
【 図 1 1 】



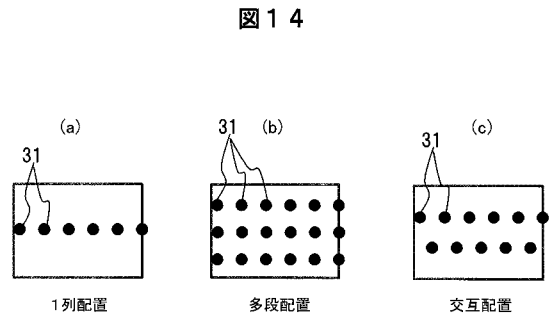
【 図 1 2 】



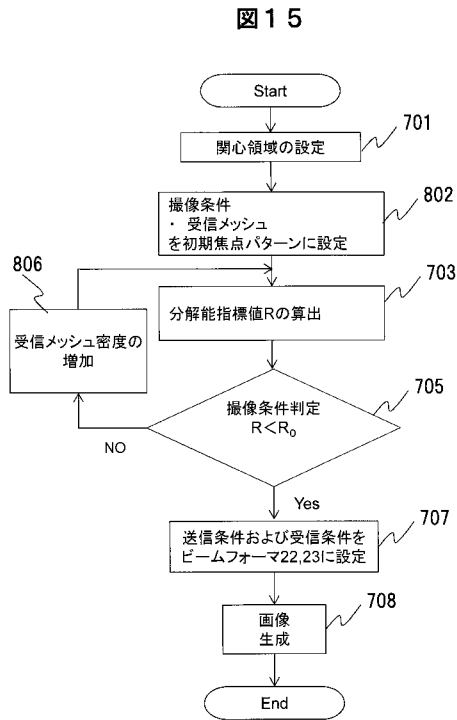
【 図 1 3 】



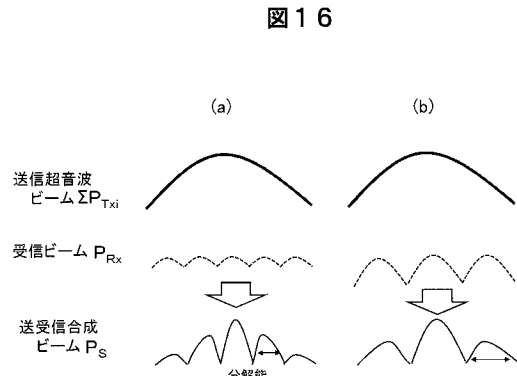
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



专利名称(译)	超声成像设备和超声成像方法		
公开(公告)号	JP2019072423A	公开(公告)日	2019-05-16
申请号	JP2017202744	申请日	2017-10-19
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	広島美咲 池田貞一郎		
发明人	広島 美咲 池田 貞一郎		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/14 G01S7/52047 G01S7/5205 G01S15/8927 G01S15/8997		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/HH13 4C601/HH17 4C601/HH30 4C601/JC16 4C601/JC37		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

设置成像条件，使得超声图像在用户感兴趣的区域中达到预定图像质量。超声波束根据预定的成像条件经由连接的超声波探头传输到成像目标的成像区域。通过在成像区域中设置感兴趣区域12来设置至少感兴趣区域，使得超声探头接收从已经接收到超声波束的发送的成像区域返回的超声波，并且处理所获得的接收信号针对根据成像条件布置的多个接收焦点中的每一个生成焦点数据。当使用聚焦数据生成图像时，确定图像是否达到预定图像质量。如果图像质量未达到预定图像质量，则改变成像条件。[选图]图1

图 1

