

(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2005-118081

(P2005-118081A)

(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
A61B 8/00

F I  
A61B 8/00

テーマコード(参考)  
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-353332 (P2003-353332)</p> <p>(22) 出願日 平成15年10月14日(2003.10.14)</p>	<p>(71) 出願人 502183212 アロカシステムエンジニアリング株式会社 東京都青梅市今井三丁目7番地の19</p> <p>(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</p> <p>(74) 代理人 100075258 弁理士 吉田 研二</p> <p>(74) 代理人 100096976 弁理士 石田 純</p> <p>(72) 発明者 成田 弘彦 東京都青梅市今井三丁目7番地の19 ア ロカシステムエンジニアリング株式会社内</p>
---	--

最終頁に続く

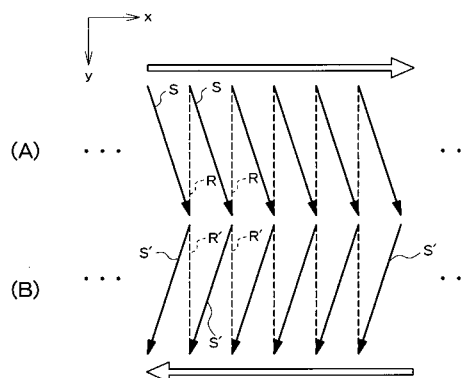
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】機械走査を行いながら電子走査を繰り返し実行することにより三次元エコーデータ取込空間を形成する超音波診断装置において、実走査面の傾きが生じることによる画像の歪みなどの問題を解消する。

【解決手段】図3の(A)には往路機械走査が示され、(B)には復路機械走査が示されており、それぞれの機械走査においては、実走査面S、S'の間に補間走査面R、R'が生成されている。補間走査面R、R'は電子走査方向であるy方向に平行であり、すなわち機械走査方向(x方向)に直交している。互いに交差関係にある2つの実走査面から補間走査面を生成することも可能である。また、多方向同時受信技術と組み合わせることも可能である。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 方向に整列された複数の振動素子からなるアレイ振動子と、そのアレイ振動子を第 2 方向へ機械的に走査する機械走査機構と、を備えた送受波器と、

前記アレイ振動子の機械走査と同時に、前記アレイ振動子で形成される超音波ビームを繰り返し電子走査することにより、前記第 1 方向に対して傾斜した複数の実走査面を形成する走査制御手段と、

前記複数の実走査面に対応する複数の実走査面データから、前記第 1 方向に対して実質的に平行な複数の補間走査面に対応する複数の補間走査面データを生成する補間手段と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の装置において、

前記補間手段は、 $i$  (但し、 $i$  は 2 以上の整数) 個の実走査面データから  $j$  個 (但し、 $j$  は 1 以上の整数) の補間走査面データを生成する補間演算を実行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 記載の装置において、

前記  $i$  個の実走査面データは、互いに同じ向きに傾斜した隣接する  $i$  個の実走査面に対応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 記載の装置において、

前記アレイ振動子の往路機械走査及び復路機械走査のそれぞれにおいて前記補間演算が繰り返し実行されることを特徴とする超音波診断装置。

20

## 【請求項 5】

請求項 3 記載の装置において、

前記補間演算で用いられる補間係数が前記第 1 方向上のビーム位置に応じて変更されることを特徴とする超音波診断装置。

## 【請求項 6】

請求項 2 記載の装置において、

前記アレイ振動子の往路機械走査及び復路機械走査では前記第 1 方向の同じ向きに電子走査が実行され、

前記往路機械走査では前記第 1 方向に対して一方側へ傾斜した複数の実走査面が形成され、

前記復路機械走査では前記第 1 方向に対して他方側へ傾斜した複数の実走査面が形成され、

前記  $i$  個の実走査面データは、互いに交差する実走査面ペアを含む  $i$  個の実走査面に対応することを特徴とする超音波診断装置。

30

## 【請求項 7】

請求項 6 記載の装置において、

前記往路機械走査と前記復路機械走査とにまたがって前記補間演算が繰り返し実行されることを特徴とする超音波診断装置。

40

## 【請求項 8】

請求項 7 記載の装置において、

前記補間演算で用いられる補間係数が前記第 1 方向における各ビーム位置によらずに維持されることを特徴とする超音波診断装置。

## 【請求項 9】

請求項 2 記載の装置において、

前記補間演算では、前記  $i$  個の実走査面データにおける互いに同じビーム位置且つ同じ深さの  $i$  個のエコーデータを用いて補間データを演算することを特徴とする超音波診断装置。

50

**【請求項 10】**

請求項 1 記載の装置において、

前記電子走査制御手段は、1 回の送受信で複数の受信ビームを同時形成することを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 11】**

電子走査方向に対して傾斜し且つ機械走査方向に並んだ複数の実走査面を形成する超音波診断装置において、

前記複数の実走査面に対応する複数の実走査面データから、前記電子走査方向に対して平行で且つ前記機械走査方向に並んだ複数の補間走査面に対応する複数の補間走査面データを生成する補間手段と、

前記複数の補間走査面データで構成されるボリュームデータを用いて、二次元画像又は三次元画像を形成する画像形成手段と、

を含むことを特徴とする超音波診断装置。

10

**【請求項 12】**

請求項 11 記載の装置において、

前記複数の補間走査面は前記電子走査方向に対して実質的に平行となる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、特に機械走査及び電子走査を併用して三次元データ取込空間を形成する装置に関する。

20

**【背景技術】****【0002】**

アレイ振動子を機械的に走査して三次元データ取込空間（三次元空間）を形成し、当該三次元空間から取得されたエコーデータに基づいて二次元あるいは三次元の超音波画像を形成する超音波診断装置が実用化されており、かかる超音波診断装置は産科、循環器科などの様々な医療分野において活用されている。このような機械走査及び電子走査の併用方式によれば、2Dアレイ振動子を用いて超音波ビームを二次元電子走査する場合（二次元電子走査方式）に生じる回路規模の増大、コストの増大などの問題を回避できる。

30

**【0003】**

上記の併用方式では、それ固有の問題として各走査面の傾斜という問題を指摘できる。すなわち、超音波ビームの電子走査を繰り返し行いながら、電子走査方向と直交する機械走査方向にアレイ振動子を機械的に走査すると、電子走査によって形成される走査面が機械走査方向（進行方向）に流れる、つまり、走査面を構成する各超音波ビームの位置が進行方向にシフトしてしまうという問題がある。

**【0004】**

下記特許文献 1 及び下記特許文献 2 には、往路機械走査と復路機械走査とで電子走査方向を反転させて、往路機械走査と復路機械走査の間で走査面の傾き方向を同じにし、すなわち、それらの間で走査面を一致させた超音波診断装置が開示されている。下記特許文献 3 には、往路走査と復路走査とで走査面間における距離を均等にした超音波診断装置が開示されている。

40

**【0005】**

【特許文献 1】特開 2000 - 70265 号公報

【特許文献 2】特許第 3329770 号

【特許文献 3】特開 2002 - 360566 号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、上記各特許文献に記載された装置では、各走査面の傾きそれ自体を補正

50

することはできない。

【0007】

各走査面データを3Dメモリ(記憶空間)へマッピングする際に(あるいはデータ読み出し時に)、走査面の傾きを考慮すると、複雑かつ高速な座標(アドレス)演算が必要となる。

【0008】

各走査面データの傾きを考慮せずに3Dメモリへマッピングあるいは3Dメモリを経由させずにそのまま三次元画像処理で用いると、三次元画像の歪みが生じる。傾きの角度が微小角度の場合には画像観察上、大きな問題とならないかも知れないが、各種の計測などを考えるとできる限り正確な画像を形成できるのが望ましい。特に、機械走査を高速に行う場合、走査面の傾き角度が大きくなるので、走査面の傾きを無視できない。

10

【0009】

本発明の目的は、走査面の傾きの問題を解消又は軽減できるようにすることにある。

【0010】

本発明の他の目的は、複雑な演算を要することなく、機械走査方向に直交する走査面を形成できるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

(1)本発明は、第1方向に整列された複数の振動素子からなるアレイ振動子と、そのアレイ振動子を第2方向へ機械的に走査する機械走査機構と、を備えた送受波器と、前記アレイ振動子の機械走査と同時に、前記アレイ振動子で形成される超音波ビームを繰り返し電子走査することにより、前記第1方向に対して傾斜した複数の実走査面を形成する走査制御手段と、前記複数の実走査面に対応する複数の実走査面データから、前記第1方向に対して実質的に平行な複数の補間走査面に対応する複数の補間走査面データを生成する補間手段と、を含むことを特徴とする。

20

【0012】

上記構成によれば、超音波ビームの電子走査を行いながら送受波器を機械走査すると、第1方向(電子走査方向)に対して傾斜した複数の実走査面が形成され、それらに対応する複数の実走査面データが得られる。複数の実走査面データに対して補間演算を実行することによって、1又は複数の補間走査面データが求められる。その補間走査面データは仮想的な補間走査面に対応し、その補間走査面は第1方向に平行又はほぼ平行な面(第2方向に直交又はほぼ直交する面)である。よって、補間演算という簡易な演算で角度補正された走査面(補間走査面)を形成できるので簡便であり、また画像の歪みも軽減又は解消される。

30

【0013】

上記構成において、補間演算は、往路機械走査及び復路機械走査のそれぞれにおいて逐次的に実行されるようにしてもよい。その場合、往路機械走査と復路機械走査とで電子走査方向の向きを同一にすることもできるし、反転させることもできる。また、往路機械走査と復路機械走査の一方のみで実走査面の形成及び補間走査面の形成を行うようにしてもよい。また、補間演算は、往路機械走査で得られる1又は複数の実補間データと復路機械走査で得られる1又は複数の実補間データとの間で実行するようにしてもよい。この場合、往路機械走査と復路機械走査において電子走査の向きを反対にしてもよいが、敢えてその向きを同一にして複数の実走査面がクロスつまり交差するようにしてもよい。いずれの場合においても補間演算を行って角度補正された補間走査面を形成できる。

40

【0014】

上記構成において、複数の振動素子は例えば直線配列され又は円弧状に配列される。また、機械走査方向は直線状又は円弧状であってもよい。また、電子走査方式は電子リニア走査、電子セクタ走査などであってもよい。上記の送受波器としては、一般に、音響媒体が充填された探触子ケース内でアレイ振動子を機械走査するメカニカル3Dプローブが用いられるが、走査面の傾斜が生じてしまう他のタイプの送受波器であってもよい。なお、

50

上記の補間演算は、送受波空間座標からデータ空間座標への座標変換前に実行してもよいし、座標変換後に実行してもよい。また上記の補間演算は、3Dメモリへのデータの書き込みに先立って実行するのが望ましいが、3Dメモリへのデータ書き込み時又はメモリからのデータ読み出し時に実行するようにしてもよい。但し、3Dメモリを用いることなく、二次元又は三次元の画像を形成することも可能である。

**【0015】**

望ましくは、前記補間手段は、 $i$ （但し、 $i$ は2以上の整数）個の実走査面データから  $j$  個（但し、 $j$ は1以上の整数）の補間走査面データを生成する補間演算を実行する。ここで、 $i$ は例えば2又は3であるが、勿論4以上の数値であってもよい。また、 $j$ は例えば1又は2であるが、勿論3以上の数値であってもよい。フレーム間補間演算にあたって、通常は内挿法が適用されるが、機械走査の端部において外挿法を適用してもよい。なお、 $i$ 及び  $j$ はユーザー選択させてもよくあるいは自動選択させてもよい。

10

**【0016】**

望ましくは、前記  $i$  個の実走査面データは、互いに同じ向きに傾斜した隣接する  $i$  個の実走査面に対応する。これは補間演算の第1モードに対応する。この第1モードにおいては、実走査面の形成に伴って逐次的に補間走査面を形成できるので、実時間性がよい。

**【0017】**

望ましくは、前記アレイ振動子の往路機械走査及び復路機械走査のそれぞれにおいて前記補間演算が繰り返し実行される。

**【0018】**

望ましくは、前記補間演算で用いられる補間係数が前記第1方向上のビーム位置に応じて変更される。望ましくは、前記補間演算で用いられる補間係数が前記第1方向上のビーム位置に応じて線形に変更される。

20

**【0019】**

望ましくは、前記アレイ振動子の往路機械走査及び復路機械走査では前記第1方向の同じ向きに電子走査が実行され、前記往路機械走査では前記第1方向に対して一方側へ傾斜した複数の実走査面が形成され、前記復路機械走査では前記第1方向に対して他方側へ傾斜した複数の実走査面が形成され、前記  $i$  個の実走査面データは、互いに交差する実走査面ペアを含む  $i$  個の実走査面に対応する。

**【0020】**

上記構成は、補間演算の第2モードに対応し、この第2モードでは交差関係にある実走査面から補間走査面が形成される。この場合、望ましくは、交差関係にある2つの実走査面の交点（厳密には交差線）を通過するように補間走査面が形成される。

30

**【0021】**

望ましくは、前記往路機械走査と前記復路機械走査とにまたがって前記補間演算が繰り返し実行される。

**【0022】**

望ましくは、前記補間演算で用いられる補間係数が前記第1方向における各ビーム位置によらずに維持される。補間走査面に対して2つの実走査面が対称関係にあるために第1方向の各ビーム位置で同じ補間係数を利用できる。

40

**【0023】**

望ましくは、前記補間演算では、前記  $i$  個の実走査面データにおける互いに同じビーム位置且つ同じ深さの  $i$  個のエコーデータを用いて補間データを演算する。もちろん、機械走査方向に直線的に並んだ複数のエコーデータのみを用いて一次元の補間演算を行ってもよいが、二次元又は三次元の補間演算を行うようにしてもよい。また、走査面内におけるビーム間補間を行った上で上記フレーム間補間を行ってもよいし、上記のフレーム間補間後にビーム間補間を行ってもよい。更に、時間軸方向の補間演算を組み合わせてもよい。

**【0024】**

望ましくは、前記電子走査制御手段は、1回の送受信で複数の受信ビームを同時形成する。この場合、走査面は厳密に言えば階段状の形態となるが、その場合でも補間走査面を

50

形成できる。

【0025】

(2) 上記目的を達成するために、本発明は、電子走査方向に対して傾斜し且つ機械走査方向に並んだ複数の実走査面を形成する超音波診断装置において、前記複数の実走査面に対応する複数の実走査面データから、前記電子走査方向に対して平行で且つ前記機械走査方向に並んだ複数の補間走査面に対応する複数の補間走査面データを生成する補間手段と、前記複数の補間走査面データで構成されるボリュームデータを用いて、二次元画像又は三次元画像を形成する画像形成手段と、を含むことを特徴とする。望ましくは、前記複数の補間走査面は前記電子走査方向に対して実質的に平行となる。

【発明の効果】

10

【0026】

以上説明したように、本発明によれば、電子走査と機械走査とが併用される場合に、各実走査面が傾斜して形成されても、機械走査に直交する又は略直交する補間走査面を形成できる。よって、画像形成時に生じる歪みを軽減又は防止でき、あるいは、そのような歪みを防止するための複雑な演算が不要となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

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。

【0028】

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ブロック図である。

20

【0029】

3Dプローブ10は、送受波器として機能し、図1に示す例において、アレイ振動子を含む振動子ユニット12と、機械走査機構14と、位置検出器16とを有している。この3Dプローブ10は、生体の体表面上に当接して用いられ、あるいは体腔内に挿入して用いられる。

【0030】

振動子ユニット12に設けられているアレイ振動子は複数の振動素子からなるものである。それらの振動素子はこの例では直線的に配列されているが、円弧状に配列されてもよい。そのアレイ振動子によって超音波ビームが形成され、その超音波ビームは電子的に走査される。これによって走査面(実走査面)Sが形成される。電子走査方式としては例えば電子リニア走査や電子セクタ走査などをあげることができる。図1においては、超音波ビームが直線的に走査されており、矩形の走査面Sが構成されている。

30

【0031】

機械走査機構14は、振動子ユニット12を機械的に走査する機構である。ちなみに、図1においてx方向は機械走査方向であり、y方向は電子走査方向であり、z方向は深さ方向である。機械走査機構14は、図1に示されるように電子走査方向に対して直交する方向(機械走査方向)に直線的に振動子ユニット12を機械走査している。もちろん、円弧状に機械走査するようにしてもよい。すなわち、電子走査と機械走査に関しては各種の方式を採用することができる。

40

【0032】

機械走査機構14は例えばモータ及びそこにより発生した回転力を駆動力に変換する機構を有しており、機械走査方向における位置を検出するために位置検出器16が接続されている。この位置検出器16はロータリーエンコーダなどによって構成されてもよい。

【0033】

上記のような電子走査と機械走査の併用により三次元エコーデータ取込空間(三次元空間)Vが構成される。機械走査にはx方向における正の方向への往路機械走査とx方向における負の方向への往路復路走査とがあり、本実施形態においてはいずれの機械走査においてもyにおける正の方向に電子走査が繰り返し実行されている。

【0034】

50

ちなみに、電子走査方式及び機械走査方式によって三次元空間Vの形状は異なり、図1においては立方体の形状が示されているが、例えばその形状は角錐形状などであってもよい。

#### 【0035】

本実施形態においては、3Dプローブ10が探触子ケースを有し、その内部には水あるいは油などによって構成される音響媒体が充填され、またその探触子ケース内において振動子ユニット12が機械的に走査されている。これによって、振動子ユニット12における送受波面と体表面との間に存在する空気層を排除し、良好な超音波伝搬特性を得ることが可能である。

#### 【0036】

送受信部18は、送信ビームフォーマー及び受信ビームフォーマーとして機能する。すなわち、通常の2D超音波画像を形成する超音波診断装置と同様に、送信ビーム及び受信ビームを繰り返し電子走査する機能を発揮する。この送受信部18及びそれを制御する制御部22によって走査制御部が構成される。

#### 【0037】

ちなみに、後に図8を用いて説明するように、1つの送信ビームに対して複数の受信ビームが同時に形成されるようにしてもよい。すなわち、フレームレートあるいはボリュームレートを向上するためにいわゆる多方向同時受信技術を適用するものである。

#### 【0038】

信号処理部20は、必要に応じて検波、対数圧縮などの処理を実行する回路である。例えばこの信号処理部20がドプラ情報を抽出する回路として構成されてもよい。

#### 【0039】

信号処理部20の後段にはメモリ24及び補間部26が設けられている。補間部26は、第1モード及び第2モードで動作可能である。第1モードにおいては、互いに隣接する傾斜した複数の実走査面から補間走査面を生成する補間演算が実行される。この補間演算は往路機械走査及び復路機械走査のそれぞれにおいて繰り返し実行される。この場合、補間演算のために用いられる複数の実走査面の数は例えば2あるいは3などであるが、もちろんそれ以外の個数の実走査面を用いるようにしてもよい。

#### 【0040】

第2モードにおいては、本実施形態において、往路機械走査及び復路機械走査において得られた互いに交差関係にある実走査面ペアから補間走査面が形成されている。そのような交差関係にある実走査面ペアは三次元空間における機械走査方向の各位置で形成されることになり、それらの各位置に補間走査面が形成されることになる。それぞれのモードに関しては後に図2～図9を用いて詳述することにする。

#### 【0041】

いずれにしても、補間演算に際しては、複数の実走査面に対応する複数の実走査面データが必要となるためメモリ24は、必要なデータをバッファリングするために設けられている。例えば、第1モードにおいて2つの実走査面から一つの補間走査面を形成する場合には、メモリ24上に1つの実走査面データが格納され、そこから読み出された実走査面データと最新の实走査面データとが補間部26へ出力され、補間部26においては入力される2つの実走査面データに対して補間演算を実行する。すなわち、信号処理部20からk番目の実走査面データが出力された場合、メモリ24からk-1番目の実走査面データが出力され、同時にメモリ24上にk番目の実走査面データが格納されることになる。3つの実走査面データを用いて補間走査面データを生成する場合には、メモリ24上に2つの実走査面データが格納されることになる。補間対象となる実走査面の個数はユーザーによって任意に選択することができ、所定の条件にしたがって自動的に選択することができる。したがって、補間部26から補間走査面データが出力されることになる。その補間走査面データは、機械走査方向に対して直交する仮想的な補間走査面に対応するデータであり、機械走査と電気走査を同時進行で行う場合において生ずる実走査面の傾斜という問題を補間処理によって解消した結果として得られるデータである。

10

20

30

40

50

## 【0042】

上記の第2モードにおいては、メモリ24は1回の機械走査分のデータを格納しており、1ボリューム分のデータ記憶容量を有することになる。そして、往路機械走査と復路機械走査とにまたがって上記の通り交差関係にある実走査面ペアごとに補間演算が実行されることになる。

## 【0043】

3Dメモリ28は、三次元空間Vに対応するデータ空間を有しており、その3Dメモリ上には上記のように生成された補間走査面データが格納される。ちなみに、実走査面及び補間走査面データは複数の超音波ビームデータで構成されるものである。ちなみに、上記の補間演算は送受波座標からデータ空間座標への座標変換前に行うのが望ましいが、その

10

## 【0044】

三次元画像形成部30は、3Dメモリ28から読み出されるデータを用いて三次元画像を形成する手段である。この場合においては、三次元空間Vに対して所定の視点が設定され、その視点から出る各レイごとにエコーデータの投影演算を実行し、その結果として三次元画像を形成する。ちなみに三次元画像の形成方法としては公知のボリュームレンダリング法やその他の画像処理方法を適用することが可能である。形成された三次元画像を構成する画像データは表示処理部34へ出力される。

20

## 【0045】

任意断層画像形成部32は、ユーザーによって設定された三次元空間Vに対する任意切断面に対応する断層画像を形成する手段である。そのように形成された断層画像を表す画像データは表示処理部34へ出力される。

## 【0046】

表示処理部34は、以上のように入力された画像データに対して必要な画像合成などの処理を行ってその処理後のデータを表示部36へ出力する。これによって表示部36には三次元画像あるいは任意断層画像が表示される。

## 【0047】

制御部22は、図1に示す各構成の動作制御を行っており、特に補間モードの選択、送受信制御及び電子走査機械走査の制御を行っている。

30

## 【0048】

図2及び図3には、上記の第1モードにおける補間処理の一例が示されている。この図2及び図3に示す例では2つの実走査面(実走査面データ)から補間走査面(補間走査面データ)が生成されている。

## 【0049】

図2において、S1及びS2は互いに隣接する2つの実走査面を表しており、機械走査と共に電子走査が行われた結果、それらの実走査面S1、S2は機械走査方向であるx方向に流れている。すなわち電子走査方向であるy方向に対して傾斜している。本実施形態においては、それらの2つの実走査面S1、S2を用いて1つの補間走査面Rが生成される。この場合においては、図示されるように、電子走査方向であるy方向に平行な補間走査面Rを形成するために、そのy方向のビーム位置に応じて補間係数が線形に変えられる。

40

## 【0050】

例えば、図2に示されるように、y方向におけるある位置に着目した場合、実走査面S1上におけるエコーデータe1と実走査面S2におけるエコーデータe2とを用いて線形補間処理によって補間データgが生成されるが、その場合における補間係数は補間データgから2つのエコーデータe1、e2までの距離d1、d2にしたがって決定される。一例として、実際の装置においては、電子走査方向すなわちy方向におけるビーム個数をmとし、現在着目している超音波ビームの番号をnとした場合、以下の計算式によって補間

50

データ  $g$  が決定される。ここで、以下の  $(n/m)$  や  $((m-n)/m)$  は補間係数に相当する。

【0051】

$$g = e_1 \times (n/m) + e_2 \times ((m-n)/m)$$

【0052】

すなわち、上記の距離  $d_1$  ,  $d_2$  に依存した重み付け加算によって補間データ  $g$  を生成するものである。このような補間処理によると、電子走査の原点位置においては、図2に示す例では、実走査面  $S_2$  上におけるエコーデータがそのまま採用されることになり、一方、の終点位置においては、実走査面  $S_1$  上におけるエコーデータがそのまま採用されることになる。そして、そのような始点と終点の間においては上述した重み付け補間処理によってエコーデータの値が特定されることになる。

10

【0053】

以上のような補間処理を往路機械走査及び復路機械走査において行った結果が図3に示されている。図3において(A)には往路機械走査において生成される複数の補間走査面  $R$  が示されており、(B)には復路機械走査において形成される複数の補間走査面  $R'$  が示されている。(A)に示すように、往路機械走査においては図3において右下がりの傾きをもって各実走査面  $S$  が形成されすなわち一方側に傾斜しかつ機械走査方向に平行に並んだ複数の実走査面  $S$  が構成される。そして、そのような複数の実走査面  $S$  から、機械走査方向に一定の間隔で並んだ複数の補間走査面  $R$  が構成され、各補間走査面  $R$  は電子走査方向に平行すなわち機械走査方向に直交している。これは、(B)に示す復路機械走査においても同様であり、この場合においては、図3において左下がりで示される複数の他方向に傾斜した実走査面  $S'$  が形成され、それらに基づいて機械走査方向に直交する複数の補間走査面  $R'$  が形成されている。

20

【0054】

ちなみに、本実施形態においては、往路機械走査及び復路機械走査のいずれにおいても走査速度が一定であることを前提としたが、往路機械走査及び復路機械走査の速度プロファイルがそれぞれ対称の関係にあればあるいはそれらが既知であってそれらを演算で用いれば上記同様の結果を得ることが可能となる。また、往路機械走査と復路機械走査の速度プロファイルにずれがあったとしても、上記のような補間処理によれば、完全に電子走査方向に平行にはならないものの、従来よりも傾斜の度合いを小さくしてその結果画像形成時の歪みを軽減することができるという利点がある。ちなみに、実走査面が  $x-y$  平面上において円弧状に湾曲し、また深さ方向においてもその実走査面が湾曲することもあるが、上記のような補間処理により、そのような場合であっても従来よりも  $y$  方向により平行に近い補間走査面を形成できるという利点がある。もちろんそのような湾曲を解消するような補間演算を更に適用するようにしてもよい。

30

【0055】

図4及び図5には、上記の第1モードにおける他の例が示されている。この例では3つの実走査面(実走査面データ)から1つの補間走査面(走査面データ)が生成されている。図4に示されるように、3つの実走査面  $s_1$  ,  $s_2$  ,  $s_3$  はそれぞれ電子走査方向に対して一方側に傾斜している。それらに対して電子走査方向における各ビーム位置ごとに補間係数を連続的に変化させつつ補間処理を実行することにより補間走査面  $R$  を形成することができる。この補間走査面  $R$  は中央の実走査面  $S_2$  に対して交差するものとなっている。例えば、電子走査方向におけるあるビーム位置に注目した場合、補間走査面  $R$  上における補間データ  $g$  の値は各実走査面  $S_1$  ,  $S_2$  ,  $S_3$  上におけるエコーデータ  $e_1$  ,  $e_2$  ,  $e_3$  の値と図4に示される各距離  $d_1$  ,  $d_2$  ,  $d_3$  によって上記同様の補間演算によって求められることになる。ちなみに、図4においては3つの実走査面から1つの補間走査面が形成されていたが、3つの実走査面から2つの補間走査面を形成するようにしてもよく、すなわち補間対象となる実走査面の個数  $m$  と補間処理によって生成される補間走査面の個数  $n$  に関しては任意に設定することが可能である。よって、1ポリームあたりにおける補間走査面の個数を増大させれば、角度矯正と共に見かけ上の空間分解能を向上できる

40

50

という利点もある。

【0056】

図5には、図4に示した補間処理を適用した場合における処理結果が示されており、(A)には往路機械走査において生成される複数の補間走査面Rが示されており、(B)には復路機械走査において生成される複数の補間走査面R'が示されている。この図5と図3の対比から明らかなように図3に示す例では、2つの実走査面の終点と始点とを結ぶ方向として補間走査面が形成されていたが、この図5に示す例では実走査面に対してその中央を交差する補間走査面が形成されている。

【0057】

次に、図6及び図7には、上記の第2モードの補間処理例が示されている。

10

【0058】

図6において、符号S1は往路機械走査において形成された実走査面を表しており、S2は復路機械走査において形成された実走査面を表している。それらの実走査面S1、S2は電子走査方向の中央位置において互いに交差しており、対称の関係にある。第2モードにおいては、それらの実走査面S1、S2からその中央を通過する面として補間走査面Rが生成される。この場合においては、例えば電子走査方向における特定のビーム位置に着目すると、補間走査面Rにおける補間データgの値は、実走査面S1、S2上におけるエコーデータe1、e2の平均値として演算される。すなわち図6に示す補間処理においては、e1とgとの間の距離及びe2とgとの間における距離がいずれもdで同一であり、その結果平均演算によって補間データを生成することが可能となる。すなわち補間係数は電子走査方向におけるビーム位置によらずに一定であり、それぞれのエコーデータに対して重み付け値としては0.5が与えられる。

20

【0059】

図7には、往路機械走査を行って得られた複数の実走査面と復路機械走査を行って得られた複数の実走査面が表されており、それらの複数の実走査面によって、交差関係にある複数の実走査面ペアが構成されている。そして、その実走査面ペアごとに補間走査面Rが形成されている。この第2モードによると、1ポリウム分の遅延時間が生じるが、空間的にバランスのよい補間演算を行えるという利点があり、画像の精度を向上できるという利点がある。

【0060】

図6及び図7に示す例では、1つの実走査面ペアから1つの補間走査面が形成されていたが、様々なバリエーションを想定することができ、例えば往路機械走査において得られた隣接する複数の実走査面と、復路機械走査において得られた隣接する複数の実走査面とを用いて1又は複数の補間走査面を形成するようにしてもよい。

30

【0061】

図6及び図7に示した補間処理においては、往路機械走査と復路機械走査とで同じ方向に超音波ビームが電子走査されていたが、超音波ビームの電子走査方向を逆転させることもできる。その場合においては、往路機械走査と復路機械走査との間で上記の第1モードを適用することも可能である。さらに、往路機械走査及び復路機械走査のそれぞれにおいて電子走査方向の向きを正方向、負方向、正方向、負方向、・・・というふうに交互に反転させるようにしてもよい。この場合においては、上記の第1モードを適用するのが望ましい。

40

【0062】

また、図8及び図9に示すように、多方向同時受信技術と上記の補間処理とを組み合わせてもよい。すなわち、図8に示されるように、1送信あたり4つの受信ビームを同時に形成する場合においても、補間走査面Rを構成することができる。ここで、各実走査面S1、S2はそれぞれ複数の受信ビームセットによって構成され、各受信ビームセットは4つの受信ビームによって構成される。すなわち、ある深さに着目した場合、電子走査方向に並ぶ4つのエコーデータが同時に取得されている。この場合においても上記同様に第1モード及び第2モードを適用でき、図8においてはその内で第1モードを適用した場合の

50

処理結果が示されている。この場合においても、同じビームアドレスかつ同じ深さ位置にある例えば2つのエコーデータ  $e_1$  ,  $e_2$  から線形補間処理によって補間データ  $g$  が演算される。これによって、2つの実走査面  $S_1$  ,  $S_2$  の間に補間走査面  $R$  が構成される。

【0063】

図9には、図8に示した補間処理を(A)に示す往路機械走査及び(B)に示す復路機械走査に対して適用した結果が示されている。図3に示した場合と同様に、各実走査面間に補間走査面  $R$  ,  $R'$  が構成されている。もちろん、上記の第2モードに対して複数同時受信技術を適用するようによい。

【0064】

上記の実施形態においては、機械走査方向に並んだ複数のエコーデータからその間に補間データを生成するようにしたが、そのような内挿法によらずに、機械走査の端部において外挿法を適用するようによい。また、そのような直線的な補間によらずに、平面あるいは空間的な補間演算を適用するようによい。例えば、8点あるいは16点のエコーデータを用いてその空間の内部に1又は複数の補間データを生成するようによい。

10

【0065】

上記実施形態によれば、3Dメモリ28への書き込みに先立って、傾斜補正あるいは傾斜矯正の処理が適用されているため、データの書き込み時あるいは読み出し時における演算を簡易にすることができるという利点がある。また、例えば各補間走査面ごとにBモード画像(二次元断層画像)を表示部36に表示するような場合において、画像に歪みが生じず、また往路機械走査から復路機械走査、あるいは、復路機械走査から往路機械走査への切替時点において、画像の傾き関係が逆転することに伴う違和感を解消できるという利点もある。

20

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】第1モードにおける処理例を示す図である。

【図3】第1モードにおける処理例を示す図である。

【図4】第1モードにおける他の処理例を示す図である。

【図5】第1モードにおける他の処理例を示す図である。

30

【図6】第2モードにおける処理例を示す図である。

【図7】第2モードにおける処理例を示す図である。

【図8】多方向同時受信技術と補間処理との組み合わせを説明するための図である。

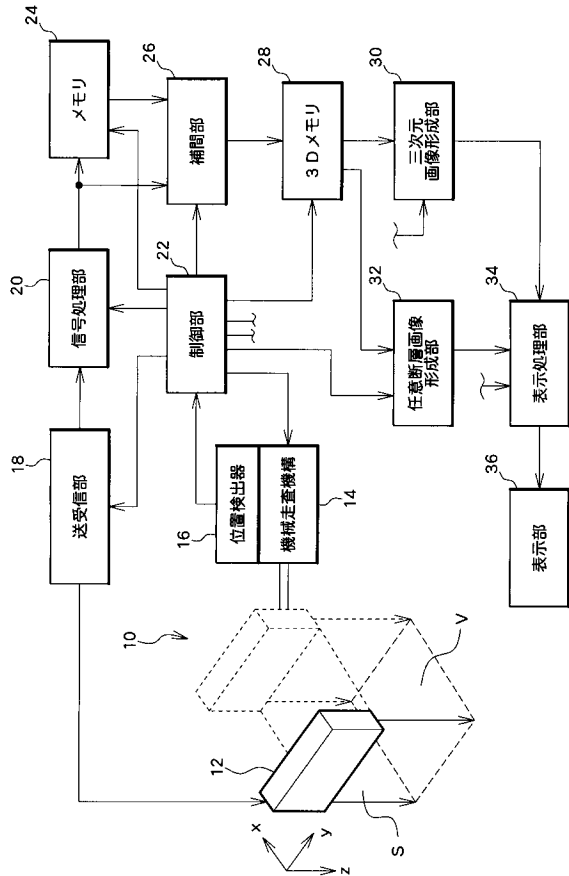
【図9】多方向同時受信技術と補間処理との組み合わせを説明するための図である。

【符号の説明】

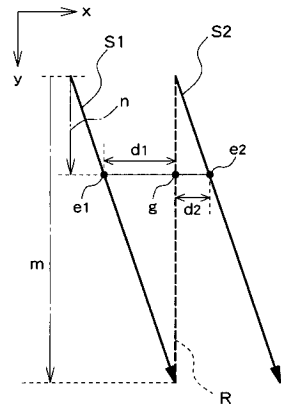
【0067】

10 3Dプローブ、12 振動子ユニット、14 機械走査機構、18 送受信部、24 メモリ、26 補間部、28 3Dメモリ、30 三次元画像形成部、32 任意断層画像形成部、36 表示部。

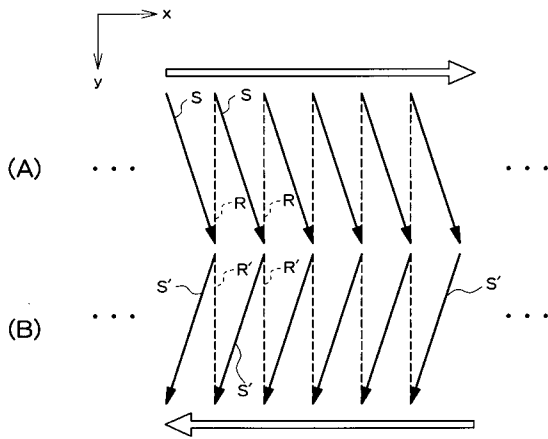
【 図 1 】



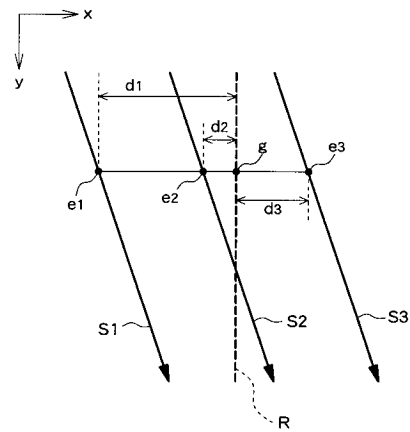
【 図 2 】



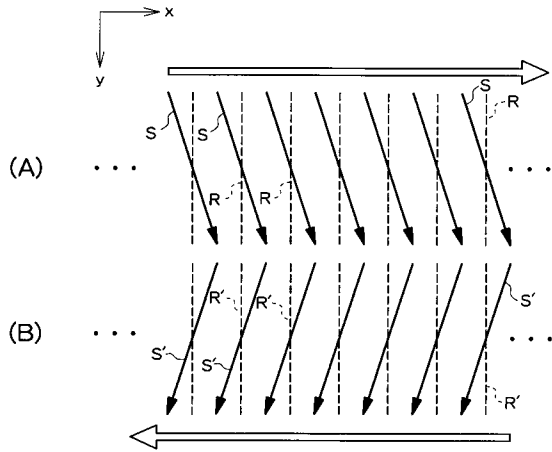
【 図 3 】



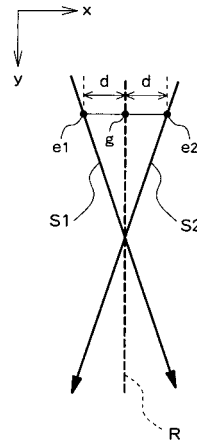
【 図 4 】



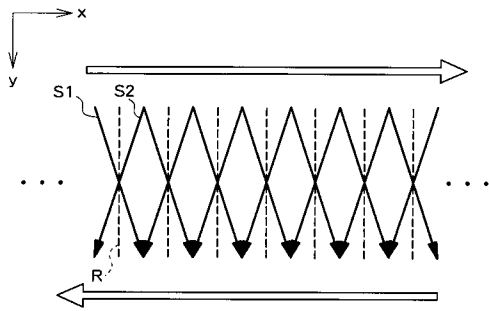
【 図 5 】



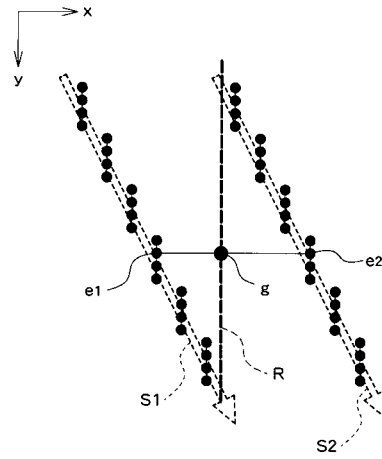
【 図 6 】



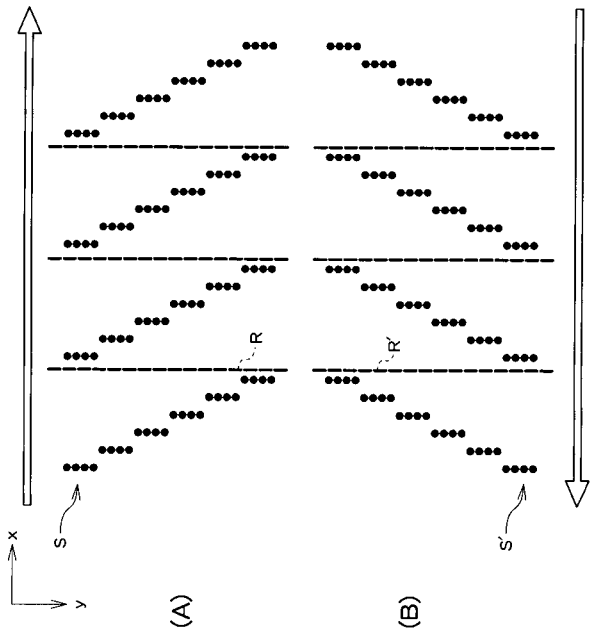
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 藤木 俊昭

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 BB03 BB16 EE04 EE09 GB04 HH28 JB45 JC02 JC22 JC26  
JC33 KK12 KK22 LL04

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2005118081A</a>	公开(公告)日	2005-05-12
申请号	JP2003353332	申请日	2003-10-14
[标]申请(专利权)人(译)	阿洛卡系统工程 日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡系统工程有限公司 阿洛卡有限公司		
[标]发明人	成田弘彦 藤木俊昭		
发明人	成田 弘彦 藤木 俊昭		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB16 4C601/EE04 4C601/EE09 4C601/GB04 4C601/HH28 4C601/JB45 4C601/JC02 4C601/JC22 4C601/JC26 4C601/JC33 4C601/KK12 4C601/KK22 4C601/LL04		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
其他公开文献	JP4181007B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：为了解决在执行机械扫描的同时通过重复执行电子扫描而形成三维回波数据获取空间的超声波诊断装置中由于实际扫描表面的倾斜而产生的诸如图像失真的问题。 SOLUTION：机械扫描的前半部分在图中的(A)中指示，机械扫描的后半部分在(B)中指示，并且在实际扫描表面S和S之间产生内插扫描平面R和R'。内插扫描平面R和R'平行于作为电子扫描方向的方向y，即垂直于机械扫描方向(方向x)。也可以从彼此相交的关系中的两个实际扫描表面生成插值扫描平面。此外，与多方向同时接收技术的组合也是可能的。

