

(19)日本国特許庁（J P）

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001－202498
(P2001－202498A)

(43)公開日 平成13年7月27日(2001.7.27)

(51)Int.Cl ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 6 T 1/00		A 6 1 B 8/14	2 F 0 6 8
A 6 1 B 8/14		G 0 1 B 17/00	C 4 C 3 0 1
G 0 1 B 17/00		G 0 1 S 15/89	B 5 B 0 5 7
G 0 1 S 15/89		G 0 6 F 15/62	390 D 5 J 0 8 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 数)

(21)出願番号 特願2000－10925(P2000－10925)

(22)出願日 平成12年1月19日(2000.1.19)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 宮木 浩仲

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリン
パス光学工業株式会社内

(74)代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

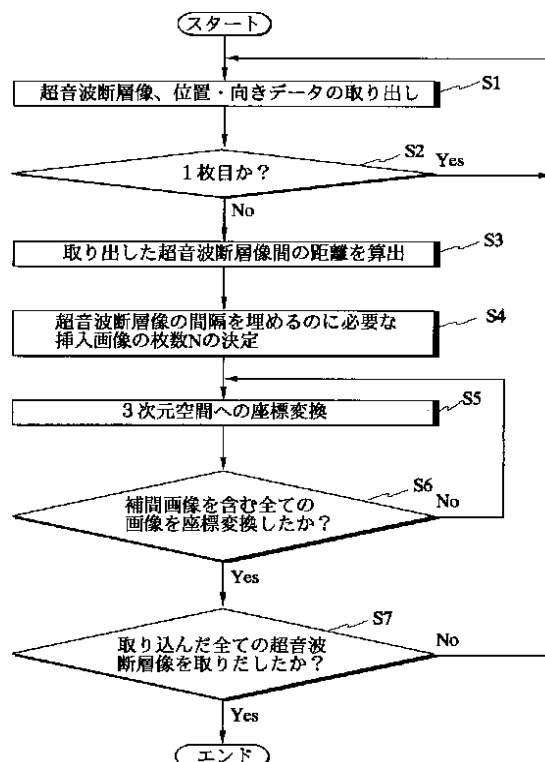
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波 3 次元画像再構築方法及び超音波 3 次元画像再構築装置

(57)【要約】

【課題】 任意の位置、姿勢を持つ複数の超音波断層像から、3次元画像再構成を高速に行う。

【解決手段】 ステップS1で、蓄積した1枚目の超音波断層像と隣接した超音波断層像の1対の超音波断層像とその位置データ、向きデータを取り出す。ステップS2では取り出した超音波断層像とその位置データ、向きデータが1枚目かどうか判断し、1枚目でない場合はステップS3で取り出した1対の超音波断層像間の距離rを算出する。ステップS4で、1対の超音波断層像間を埋めるのに必要な補間画像の枚数Nを決定する。補間画像は、超音波断層像11または超音波断層像12の一方が用いられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の超音波断層像に基づき3次元画像を再構築する超音波3次元画像再構築方法において、観察対象の超音波断層像を得る断層像取得工程と、前記断層像取得工程で得られた第1の超音波断層像と前記第1の超音波断層像に隣接する第2の超音波断層像との間の3次元空間上の距離を算出する距離算出工程と、前記距離算出工程で算出された距離から前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像間に挿入される補間画像の枚数を前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像を表示手段に表示する際の画素に換算して算出する補間画像枚数算出工程と、前記第1の超音波断層像と前記第2の超音波断層像のうち、少なくともいずれかを基に前記補間画像枚数算出工程で得られた枚数分の補間画像を生成する補間画像生成工程と、前記第1の超音波断層像と前記第2の超音波断層像及び前記補間画像生成工程で生成された前記補間画像を3次元空間上に座標変換する座標変換工程とを具備したことを特徴とする超音波3次元画像再構築方法。

【請求項2】 複数の超音波断層像に基づき3次元画像を再構築する超音波3次元画像再構築装置において、観察対象の超音波断層像を得る断層像取得手段と、前記断層像取得手段で得られた第1の超音波断層像と前記第1の超音波断層像に隣接する第2の超音波断層像との間の3次元空間上の距離を算出する距離算出手段と、前記距離算出手段で算出された距離から前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像間に挿入される補間画像の枚数を前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像を表示手段に表示する際の画素に換算して算出する補間画像枚数算出手段と、前記第1の超音波断層像と前記第2の超音波断層像のうち、少なくともいずれかを基に前記補間画像枚数算出手段で得られた枚数分の補間画像を生成する補間画像生成手段と、前記第1の超音波断層像と前記第2の超音波断層像及び前記補間画像生成手段で生成された前記補間画像を3次元空間上に座標変換する座標変換手段とを具備したことを特徴とする超音波3次元画像再構築装置。

【請求項3】 前記補間画像は、前記第1の超音波断層像と前記第2の超音波断層像のいずれかと同一の超音波断層像であることを特徴とする請求項2に記載の超音波3次元画像再構築装置。

【請求項4】 前記補間画像生成手段は、生成する前記補間画像の挿入位置あるいは前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像からの距離比の逆数で前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像を重み付けして前記補間画像を生成することを特徴とする請求項2に記載の超音波3次元画像再構築装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3次元画像を再構築する補間画像の生成部分に特徴のある超音波3次元画像再構築方法及び超音波3次元画像再構築装置に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波プローブにより体腔内を超音波走査して、その周辺の断層像を得る超音波診断装置が広く用いられるようになっている。

【0003】従来の超音波プローブではリニア像、ラジアル像がそれぞれ独立にしか得られなかったが、近年、例えば特開平7-213521号公報あるいは特開平11-128224号公報に示されるように、被検体にてきている腫瘍等の大きさを把握できるようにするために、3次元画像を構築するものも提案されている。

【0004】一方、一般のパーソナルコンピュータ（以下、パソコン）の近年の高性能化により、パソコンにおいても複雑な画像処理が可能となっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平7-213521号公報では、撮像されたすべての超音波断層像が平行平面であると仮定して処理を行っているため、復元された3次元画像には歪みが生じるという問題点がある。

【0006】また、特開平11-128224号公報では、任意の位置、姿勢をもつ複数の超音波断層像から3次元画像を再構成しているが、超音波断層像間にできる隙間をあらかじめ予測できないために3次元空間を構成するすべてのボクセルについて補間処理を行っており、そのための処理に時間がかかり、3次元画像を見る角度を変える等のパラメータの変更が実用的でないという問題点がある。

【0007】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、任意の位置、姿勢を持つ複数の超音波断層像から、3次元画像再構成を高速に行うことのできる超音波3次元画像再構築方法及び超音波3次元画像再構築装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の超音波3次元画像再構築方法は、複数の超音波断層像に基づき3次元画像を再構築する超音波3次元画像再構築方法において、観察対象の超音波断層像を得る断層像取得工程と、前記断層像取得工程で得られた第1の超音波断層像と前記第1の超音波断層像に隣接する第2の超音波断層像との間の3次元空間上の距離を算出する距離算出工程と、前記距離算出工程で算出された距離から前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像間に挿入される補間画像の枚数を前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像を表示手段に表示する際の画素に換算して算出する補間画像枚数算出工程と、前記第1の超音波断層像

と前記第2の超音波断層像のうち少なくともいずれかを基に前記補間画像枚数算出工程で得られた枚数分の補間画像を生成する補間画像生成工程と、前記第1の超音波断層像と前記第2の超音波断層像及び前記補間画像生成工程で生成された前記補間画像を3次元空間上に座標変換する座標変換工程とを具備して構成される。

【0009】本発明の超音波3次元画像再構築装置は、複数の超音波断層像に基づき3次元画像を再構築する超音波3次元画像再構築装置において、観察対象の超音波断層像を得る断層像取得手段と、前記断層像取得手段で得られた第1の超音波断層像と前記第1の超音波断層像に隣接する第2の超音波断層像との間の3次元空間上の距離を算出する距離算出手段と、前記距離算出手段で算出された距離から前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像間に挿入される補間画像の枚数を前記第1の超音波断層像及び前記第2の超音波断層像を表示手段に表示する際の画素に換算して算出する補間画像枚数算出手段と、前記第1の超音波断層像と前記第2の超音波断層像のうち少なくともいずれかを基に前記補間画像枚数算出手段で得られた枚数分の補間画像を生成する補間画像生成手段と、前記第1の超音波断層像と前記第2の超音波断層像及び前記補間画像生成手段で生成された前記補間画像を3次元空間上に座標変換する座標変換手段とを具備して構成される。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について述べる。

【0011】図1ないし図9は本発明の一実施の形態に係わり、図1は超音波観測装置の構成を示す構成図、図2は図1の演算処理回路の3次元画像再構成処理の流れを示すフローチャート、図3は図2のフローチャートでの処理を説明する第1の説明図、図4は図2のフローチャートでの処理を説明する第2の説明図、図5は図2のフローチャートでの処理を説明する第3の説明図、図6は図2のフローチャートでの処理を説明する第4の説明図、図7は図2のフローチャートでの処理を説明する第5の説明図、図8は図2のフローチャートでの第2の変形例の処理を説明する説明図、図9は図2のフローチャートでの第1の変形例の処理を説明する説明図である。

【0012】（構成）図1に示すように、本実施の超音波観測装置1は、生体内に超音波を送受する超音波探触子4を備えた超音波プローブ3と、超音波プローブ3からの超音波エコー信号を信号処理しモニタ6に表示させる超音波画像を生成する超音波画像処理装置2とを備えて構成される。

【0013】超音波画像処理装置2は、超音波送受信回路5及び演算処理回路7とからなり、超音波送受信回路5は、超音波探触子4に対してパルス波を供給して超音波を送波させると共に生体内からの超音波エコー信号を受信し、受信した超音波エコー信号を増幅すると共に極

座標データである超音波エコー信号を直交座標データに変換する等所定の信号処理を行うようになっている。また、演算処理回路7は、超音波送受信回路5より出力されたエコーデータより超音波断層像を生成及び蓄積するようになっている。

【0014】なお、超音波送受信回路5が超音波断層像の生成機能を持つ場合は、演算処理回路7では生成された超音波断層像を蓄えるのみとする。また、超音波送受信回路5と演算処理回路7を別体の装置として構成してもよく、この場合、演算処理回路7をパソコンにより構成することができる。

【0015】一方、超音波プローブ3には位置検出センサ8が設けられており、位置検出装置9により位置検出センサ8からの出力信号に基づき超音波プローブ3の位置データ及び向きデータが検出されるようになっている。

【0016】なお、位置検出センサ8は、複数のセンサからなるものでもよく、また、磁気センサのように送信機、受信機の対になったものでもよい。

【0017】そして、超音波送受信回路5の演算処理回路7は、位置検出装置9からの超音波プローブ3の位置データ及び向きデータを入力することで、生成した超音波断層像と共に位置データ及び向きデータを蓄積し、さらに蓄積した複数の超音波断層像と位置データ及び向きデータに基づき3次元画像を再構築しモニタ6に表示させるようになっている。

【0018】（作用）超音波送受信回路5によって生成されたパルス波は、超音波プローブ3内部の超音波探触子4によって生体内に放射される。生体内部からのエコーは、超音波探触子4で受波されたのち、超音波送受信回路5により必要に応じて増幅、信号処理され、演算処理回路7に送られ、演算処理回路7で超音波断層像が生成され蓄えられる。一方、超音波プローブ3に取り付けられた位置検出センサ8の信号は位置検出装置9に送られ、超音波断層像の取り込み時の位置データ及び向きデータが超音波断層像と共に演算処理回路7に蓄えられる。

【0019】演算処理回路7では、超音波断層像及びその位置データ、向きデータが連続して取り込まれ、蓄えられ、図2に示すフローチャートに沿って3次元画像の再構築が行われる。

【0020】すなわち、ステップS1で、蓄積した1枚目の超音波断層像と隣接した超音波断層像の1対の超音波断層像とその位置データ、向きデータを取り出す。ステップS2では取り出した超音波断層像とその位置データ、向きデータが1枚目かどうか判断し、1枚目でない場合はステップS3で取り出した1対の超音波断層像に対して、図3のように、超音波断層像11と続いて取り込んだ超音波断層像12の中心位置から、2枚の超音波断層像間の距離 r を算出する。

【0021】続いてステップS4で、1対の超音波断層像間11、12を埋めるのに必要な補間画像の枚数Nを決定する。すなわち、図4のように、距離rがモニタ6上での1ピクセルよりも大きい場合には、モニタ6上での2枚の超音波断層像11a、12a間には隙間が生じる。演算処理回路7では、距離rに相当するピクセル数をもとに、2枚の超音波断層像11a、12aの隙間を埋めるのに必要な補間画像の枚数Nを算出する。

【0022】補間画像は、超音波断層像11または超音波断層像12の一方が用いられ、例えば図5のように、*10

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha \cos \beta & \cos \alpha \sin \beta \sin \gamma - \sin \alpha \cos \gamma & \cos \alpha \sin \beta \cos \gamma + \sin \alpha \sin \gamma \\ \sin \alpha \cos \beta & \sin \alpha \sin \beta \sin \gamma + \cos \alpha \cos \gamma & \sin \alpha \sin \beta \cos \gamma - \cos \alpha \sin \gamma \\ -\sin \beta & \cos \beta \sin \gamma & \cos \beta \cos \gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

各変数は図6に示すように、x、y、zが基準となるワールド座標系、 x_1 、 y_1 、 z_1 が超音波断層像に固定した座標系、 α 、 β 、 γ はそれぞれ、z軸周りの回転角、y軸周りの回転角、x軸周りの回転角、 x_0 、 y_0 、 z_0 がワールド座標の原点に対する超音波断層像の位置である。

【0025】はじめに、超音波断層像11が座標変換される。超音波断層像11は、図6のように $z_1=0$ の平面として表される。従って、超音波断層像11上の任意の点は $(x_1, y_1, 0)$ と表現でき、式(1)によって3次元空間上に座標変換される。続いて、補間画像15が式(1)によって座標変換される。補間画像15は、超音波断層像11と平行に挿入するため、補間画像15のある平面は、座標系 x_1 、 y_1 、 z_1 によって (x_1, y_1, d) のように表すことができる($d=r/N$)。

【0026】ここで、ワールド座標系の原点に対する位置 x_0 、 y_0 、 z_0 及び向きを表すパラメータである α 、 β 、 γ は、超音波断層像11と同一のものをを用いる。画素値としては、超音波断層像11上の点 $(x_1, y_1, 0)$ に対応する位置 (x_1, y_1, d) には同じ画素値が用いられる。

【0027】そして、ステップS6で先に求めた枚数Nの分だけ補間画像の座標変換が行われると、続いてステップS7ですべての超音波断層像に対して上記ステップS1～S6の処理が行われたかどうか判断することで、超音波断層像12と図示しない次の超音波断層像に関して必要な補間画像の枚数の計算および座標変換が行われ、この手順を、すべての超音波断層像について繰り返すことで、3次元画像の再構成が行われる。

【0028】図7に再構成された3次元画像20を示す。再構成された3次元画像20は、ある方向から見た斜視図、あるいは一部を切り取った断層像としてモニタ6に表示される。

【0029】(効果)このように本実施の形態によれば *

$$P_i(x, y) = n P_k(x, y) + m P_{k+1}(x, y) / (m+n)$$

)

*補間画像15は、超音波断層像11に平行な画像として挿入される。超音波断層像12が超音波断層像11と平行でない場合は、画像の重複が生じるが、補間画像15は超音波断層像12に対する上書きを禁止する。

【0023】画像の挿入は、ステップS5で具体的に次のように行われる。超音波断層像が3次元空間へ座標変換されるときに、補間画像15も含めて座標変換が行われる。座標変換は次式により行われる。

【0024】

【数1】

ば、任意の位置・向きをもつ複数の2次元超音波断層像から高速に3次元画像を構成することができ、表示上のパラメータを変更しても短時間で3次元画像の演算が可能である。また、演算の負荷も少ないためパソコンによる処理が可能であり、大掛かりな演算装置を必要としない。

【0030】隣接する2枚の超音波断層像の隙間に応じた内挿を行うため、各超音波断層像は必ずしも等間隔である必要はない。また、超音波断層像の隙間だけを内挿するため、内挿にかかる時間が3次元空間の大きさに左右されずに最小限の計算量で済み、内挿方法も単純であるため、演算時間が少なく高速の3次元処理が可能となる。

【0031】なお、補間画像15を超音波断層像11または超音波断層像12の一方が用いて生成するとしたが、図8に示すように、超音波断層像11と超音波断層像12の両方を用いて補間画像21、22を生成しても良く、この場合、補間画像21は超音波断層像11と同一のものであり、補間画像22は超音波断層像12と同一のものである。補間画像21と補間画像22の重複部分では、図8のように補間画像21が補間画像22の一方を他方に対して上書きするか、あるいは図示しない補間画像21の画素値と補間画像22の画素値の加算平均値をその部分の画素値とする。

【0032】また、図9に示すように、k枚目の超音波断層像24とk+1枚目の超音波断層像25を用い、線形補間により補間画像26を生成しても良い。この場合、補間画像26の画素値 $P_i(x, y)$ は次式で得られる。ここで、iは挿入されるN枚の補間画像のうちk枚目の超音波断層像24からm枚目の補間画像あるいはk+1枚目の超音波断層像25からm枚目の補間画像の番号を示す($N=m+n$)。

【0033】

(2) 7

ここで、 $P_k(x, y)$ は k 枚目の超音波断層像24の画素値、 $P_{k+1}(x, y)$ は $k+1$ 枚目の超音波断層像25の画素値を表す。補間画像26のある平面は、上記実施の形態と同様に座標系 x_i, y_i, z_i によって

(x_i, y_i, d) のように表す。ただし、補間画像の向きのパラメータ $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ を次のように設定する。

【0034】 $\alpha_i = n\alpha_k + m\alpha_{k+1} / (m+n)$

$\beta_i = n\beta_k + m\beta_{k+1} / (m+n)$

$\gamma_i = n\gamma_k + m\gamma_{k+1} / (m+n)$ (3)

ここで、 $\alpha_k, \beta_k, \gamma_k$ は k 枚目の超音波断層像24の向き、 $\alpha_{k+1}, \beta_{k+1}, \gamma_{k+1}$ は超音波断層像25の向きを表す。ワールド座標の原点に対する位置は超音波断層像24と同一のものをを用いる。座標変換の式は上記実施の形態と同じものをを用いる。

【0035】補間画像を線形補間により求めるため、超音波断層像間の補間が滑らかになる。

【0036】〔付記〕

(付記項1) 超音波断層像を連続的に撮像する超音波観測手段と、前記超音波断層像の3次元空間における位置を計測する位置計測手段と、複数の前記超音波断層像から3次元画像を再構成する演算手段と、前記演算手段で再構成された前記3次元画像を表示する表示手段とからなり、前記演算手段において、隣接する前記超音波断層像の中心間の距離をもとに両断層像間に挿入すべき補間画像の枚数を算出し、算出した補間画像の枚数分の補間画像を作成し、前記補間画像を含めた超音波断層像を3次元空間上に座標変換することにより前記3次元画像を再構成することを特徴とする超音波3次元再構成装置。

【0037】(付記項2) 前記補間画像は、隣接する前記超音波断層像の一方と同一であることを特徴とする付記項1に記載の超音波3次元再構成装置。

【0038】(付記項3) 前記補間画像は、隣接する前記超音波断層像それぞれと同一な2枚からなることを特徴とする付記項1に記載の超音波3次元再構成装置。

【0039】(付記項4) 前記補間画像は、隣接する前記超音波断層像と挿入する位置の距離比をもとに、2枚の撮像された前記超音波断層像にそれぞれ適当な重

8

*みをかけて足しあわせることにより作成した線形補間画像であることを特徴とする付記項1に記載の超音波3次元再構成装置。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、任意の位置、姿勢を持つ複数の超音波断層像から、3次元画像再構成を高速に行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る超音波観測装置の構成を示す構成図

【図2】図1の演算処理回路の3次元画像再構成処理の流れを示すフローチャート

【図3】図2のフローチャートでの処理を説明する第1の説明図

【図4】図2のフローチャートでの処理を説明する第2の説明図

【図5】図2のフローチャートでの処理を説明する第3の説明図

【図6】図2のフローチャートでの処理を説明する第4の説明図

【図7】図2のフローチャートでの処理を説明する第5の説明図

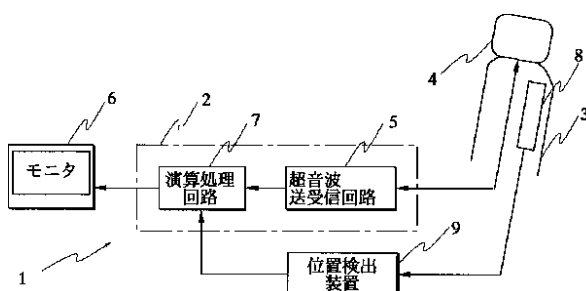
【図8】図2のフローチャートでの第2の変形例の処理を説明する説明図

【図9】図2のフローチャートでの第1の変形例の処理を説明する説明図

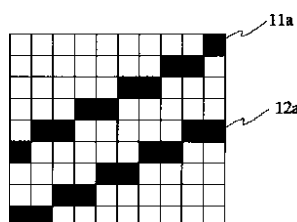
【符号の説明】

- 1…超音波観測装置
- 2…超音波画像処理装置
- 3…超音波プローブ
- 4…超音波探触子
- 5…超音波送受信回路
- 6…モニタ
- 7…演算処理回路
- 8…位置検出センサ
- 9…位置検出装置

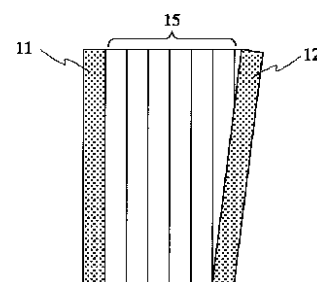
【図1】



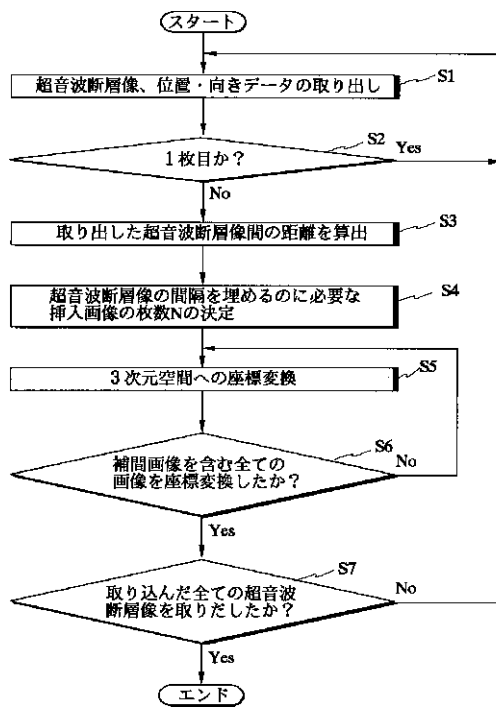
【図4】



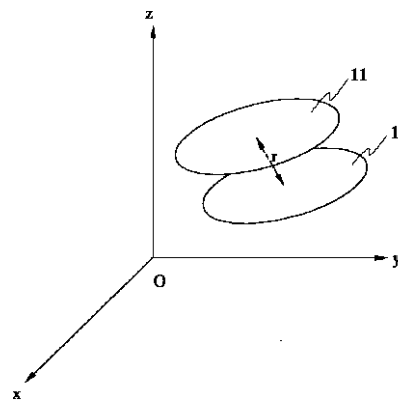
【図5】



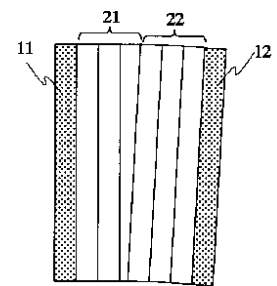
【図2】



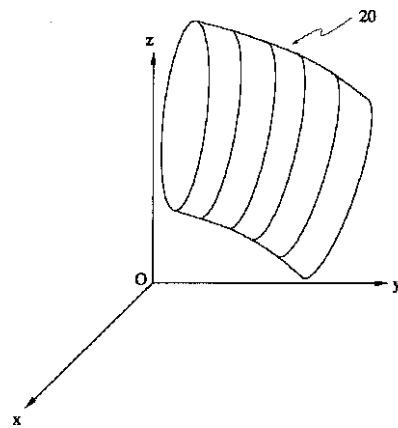
【図3】



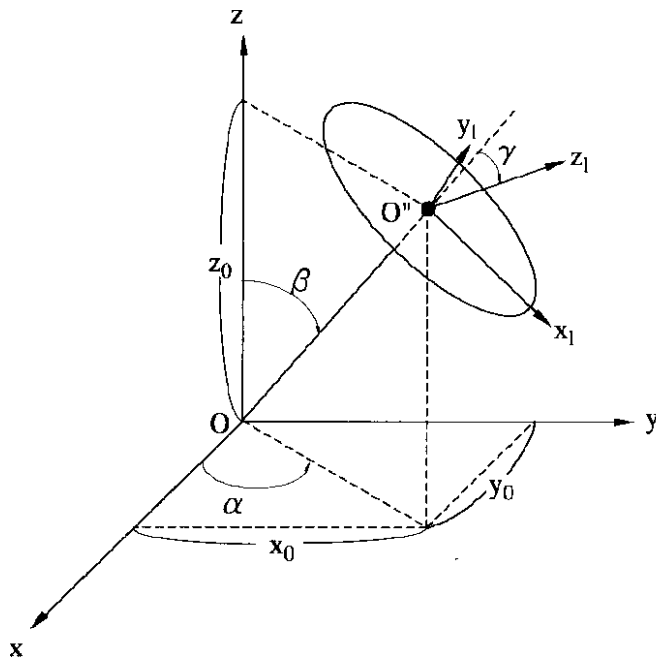
【図8】



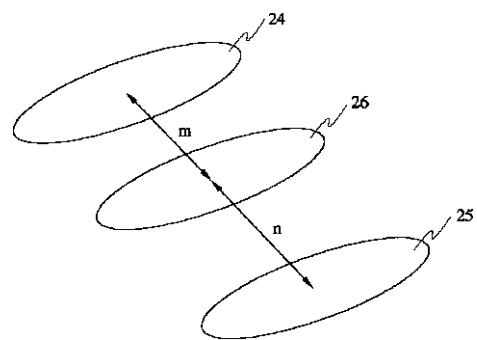
【図7】



【図6】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F068 AA04 CC07 DD04 FF12 GG01
JJ04 JJ05 QQ33 RR02 TT04
4C301 AA01 BB13 CC01 EE10 GD02
JC01 JC20 KK17 KK24
5B057 AA09 BA05 CA08 CA13 CB08
CB13 DB03 DB09
5J083 AA02 AB17 AC29 AC30 AD01
AE08 BA01 BD02 BD03 EA04
EA08 EA18 EB02

专利名称(译)	超声三维图像重建方法和超声三维图像重建装置		
公开(公告)号	JP2001202498A	公开(公告)日	2001-07-27
申请号	JP2000010925	申请日	2000-01-19
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパス光学工業株式会社		
[标]发明人	宮木 浩仲		
发明人	宮木 浩仲		
IPC分类号	G01B17/00 A61B8/14 G01S15/89 G06T1/00		
FI分类号	A61B8/14 G01B17/00.C G01S15/89.B G06F15/62.390.D G06T1/00.290.D G06T7/00.612		
F-TERM分类号	2F068/AA04 2F068/CC07 2F068/DD04 2F068/FF12 2F068/GG01 2F068/JJ04 2F068/JJ05 2F068/QQ33 2F068/RR02 2F068/TT04 4C301/AA01 4C301/BB13 4C301/CC01 4C301/EE10 4C301/GD02 4C301/JC01 4C301/JC20 4C301/KK17 4C301/KK24 5B057/AA09 5B057/BA05 5B057/CA08 5B057/CA13 5B057/CB08 5B057/CB13 5B057/DB03 5B057/DB09 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC29 5J083/AC30 5J083/AD01 5J083/AE08 5J083/BA01 5J083/BD02 5J083/BD03 5J083/EA04 5J083/EA08 5J083/EA18 5J083/EB02 4C601/BB03 4C601/EE07 4C601/GA17 4C601/GA18 4C601/GA21 4C601/JC01 4C601/JC25 4C601/JC26 4C601/KK21 4C601/KK22 4C601/KK28		
代理人(译)	伊藤 进		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：从具有任意位置和姿势的多个超声波断层图像中高速执行三维图像重建。解决方案：在步骤S1中，提取累积的第一张超声断层图像和相邻的超声断层图像的一对超声断层图像，其位置数据和方向数据。在步骤S2中，确定所提取的超声波断层图像及其位置数据和取向数据是否为第一图像，如果不是第一图像，则计算在步骤S3中提取的一对超声波断层图像之间的距离 r 。在步骤S4中，确定在一对超声断层图像之间填充所需的内插图像的数量 N 。作为内插图像，使用超声波断层图像11和超声波断层图像12之一。

