(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3619425号
(P3619425)
(45)発行日　平成17年2月9日(2005.2.9)　(24)登録日　平成16年11月19日(2004.11.19)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
A61B 8/00	A61B	8/00	
G06T 1/00	G06T	1/00	290D
G06T 1/60	G06T	1/60	450G

請求項の数 8　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2000-150442(P2000-150442)
(22)出願日　平成12年5月22日(2000.5.22)
(65)公開番号　特開2001-327506(P2001-327506A)
(43)公開日　平成13年11月27日(2001.11.27)
審査請求日　平成14年2月22日(2002.2.22)

(73)特許権者　390029791
アロカ株式会社
東京都三鷹市牟礼６丁目２２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　藤木　俊昭
東京都三鷹市牟礼６丁目２２番１号　アロカ株式会社内
(72)発明者　成田　弘彦
東京都三鷹市牟礼６丁目２２番１号　アロカ株式会社内

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

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

三次元空間内で超音波ビームを走査して、送受波座標系で特定されるエコーデータを取り込む送受波手段と、

前記送受波手段に取り込まれたエコーデータを、三次元エコーデータメモリにおける前記送受波座標系に従ったアドレスに書き込む書込み制御手段と、

前記三次元空間に対して断面の位置を指定する指定手段と、

表示画面上における表示アドレスを順番に発生する表示アドレス発生手段と、

前記指定された断面の位置に従って、前記表示アドレスを前記送受波座標系上の対応アドレスに変換するための、複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成するテーブル作成手段と、

前記複数の変換テーブルが設けられるメモリと、

前記メモリ上の複数の変換テーブルの中から変換テーブルを順次選択するテーブル選択手段と、

前記三次元エコーデータメモリから、前記選択された変換テーブルにおける前記対応アドレスによって特定されるエコーデータを読み出す読出し制御手段と、

前記読み出されたエコーデータに基づいて断層画像を形成する断層画像形成手段と、

を含み、

前記複数の変換テーブルを順次選択して複数の断層画像が順次形成され、それらの断層画像が同時表示又は連続表示されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項２】
三次元空間内で超音波ビームを走査して、送受波座標系で特定されるエコーデータを取り込む送受波手段と、
前記送受波手段に取り込まれたエコーデータを、三次元エコーデータメモリにおける前記送受波座標系に従ったアドレスに書き込む書込み制御手段と、
前記三次元領域に対して断面の位置を指定する指定手段と、
表示画面上における表示アドレスを順番に発生する表示アドレス発生手段と、
前記指定された断面の位置に従って、前記表示アドレスを前記送受波座標系上の対応アドレスに変換するための、複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成するテーブル作成手段と、
前記複数の変換テーブルが設けられるメモリと、
前記メモリ上の複数の変換テーブルの中から変換テーブルを順次選択するテーブル選択手段と、
前記三次元エコーデータメモリから、前記選択された変換テーブルにおける前記対応アドレスの整数部によって特定される複数の補間用エコーデータを読み出す読出し制御手段と、
前記選択された変換テーブルにおける前記対応アドレスの小数部に従って、前記複数の補間用エコーデータについて補間演算を行って補間データを演算する補間手段と、
前記補間データに基づいて断層画像を形成する断層画像形成手段と、
を含み、
前記複数の変換テーブルを順次選択して複数の断層画像が順次形成され、それらの断層画像が同時表示又は連続表示されることを特徴とする超音波診断装置。
【請求項３】
請求項１又は２記載の装置において、
前記テーブル作成手段は、前記指定手段により指定された断面及びそれを基準とする２つの直交断面に対応する複数の変換テーブルを作成することを特徴とする超音波診断装置。
【請求項４】
請求項１又は２記載の装置において、
前記テーブル作成手段は、前記三次元空間内において所定方向に並んだ複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成することを特徴とする超音波診断装置。
【請求項５】
請求項１又は２記載の装置において、
前記テーブル作成手段は、前記三次元空間内において所定軸の周りに並んだ複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成することを特徴とする超音波診断装置。
【請求項６】
請求項１又は２記載の装置において、
前記テーブル作成手段は、前記三次元空間内において所定平面内に存在する大きさが互いに異なる複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成することを特徴とする超音波診断装置。
【請求項７】
請求項１又は２記載の装置において、
前記複数の断層画像が切り換えられつつ連続的に表示されることを特徴とする超音波診断装置。
【請求項８】
請求項１又は２記載の装置において、
前記複数の断層画像が複数の画像表示エリアに同時表示されることを特徴とする超音波診断装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】

本発明は超音波診断装置に関し、特に三次元エコーデータの処理に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近時、三次元超音波画像を表示する超音波診断装置が実用化されている。そのような装置では、超音波ビームが電子走査されて走査面が形成され、その走査面を機械走査することによって、三次元エコーデータ取り込み空間としての三次元空間が形成され、その領域内の各エコーデータによって三次元超音波画像が形成される。また、三次元空間に対して任意の断面をユーザー指定させ、その切断面に相当する断層画像（Ｂモード画像）を表示可能な装置もある。なお、米国特許第５，５４６，８０７号や特開平２０００－２３９号には関連する技術が開示されている。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、任意の断面に対応する断層画像の形成をハードウエアで行うためには非常に複雑な構成が必要となる。その一方、断層画像の形成をソフトウエアで処理することも可能であるが、その場合には、複雑なアドレス変換の度に大量の演算を行う必要があり、リアルタイム性に欠ける面がある。特に、円弧状に配列された電子走査型のアレイ振動子を機械的に揺動走査するような場合、送受波座標系と表示座標系との対応関係が複雑となる。また、電子走査の頂点と機械走査の頂点とが異なるような場合やフリーハンド走査を行う場合、両座標系間における対応関係は極めて複雑となる。よって、座標変換をその都度行うのでは画像表示を迅速に行うことができない。

【０００４】

更に、送受波座標系と表示座標系とが異なることに起因して、通常、補間演算が必要となるが、その補間演算も迅速に行う必要がある。

【０００５】

本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、三次元空間内のエコーデータを利用して断面の断層画像を迅速に形成することにある。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

（１）上記目的を達成するために、本発明は、三次元空間内で超音波ビームを走査して、送受波座標系で特定されるエコーデータを取り込む送受波手段と、前記送受波手段に取り込まれたエコーデータを、三次元エコーデータメモリにおける前記送受波座標系に従ったアドレスに書き込む書込み制御手段と、前記三次元空間に対して断面の位置を指定する指定手段と、表示画面上における表示アドレスを順番に発生する表示アドレス発生手段と、前記指定された断面の位置に従って、前記表示アドレスを前記送受波座標系上の対応アドレスに変換するための、複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成するテーブル作成手段と、前記複数の変換テーブルが設けられるメモリと、前記メモリ上の複数の変換テーブルの中から変換テーブルを順次選択するテーブル選択手段と、前記三次元エコーデータメモリから、前記選択された変換テーブルにおける前記対応アドレスによって特定されるエコーデータを読み出す読出し制御手段と、前記読み出されたエコーデータに基づいて断層画像を形成する断層画像形成手段と、を含み、前記複数の変換テーブルを順次選択して複数の断層画像が順次形成され、それらの断層画像が同時表示又は連続表示されることを特徴とする。

【０００７】

上記構成によれば、断面が手動で又は自動で指定されると、画像表示に先立って例えばＲＡＭ上に変換テーブルを自動作成するソフトウエア処理（あるいはハードウエア処理）が実行される。エコーデータ読み出し時には、断面上の各表示アドレスが変換テーブルにより送受波座標の対応アドレス（メモリアドレス）に変換され、その対応アドレスのエコーデータが三次元エコーデータメモリから読み出される。これによって、断層画像が構成される。

【０００８】

上記三次元空間は基本的に立体空間であるが、その１つの軸が時間軸であっても上記同様の処理を適用することが可能である。超音波ビームの走査は、電子走査、機械走査又は手動走査又はそれぞれを組み合せた走査による。断面の位置は基本的にユーザー指定されるが、自動的な指定を行わせるようにしてもよい。また、基本的には断層画像表示に先立って、指定断面に対応する変換テーブルが作成されるが、代表的な変換テーブルについてはプリセットしておいてもよい。

【０００９】

（２）また、上記目的を達成するために、本発明は、三次元空間内で超音波ビームを走査して、送受波座標系で特定されるエコーデータを取り込む送受波手段と、前記送受波手段に取り込まれたエコーデータを、三次元エコーデータメモリにおける前記送受波座標系に従ったアドレスに書き込む書込み制御手段と、前記三次元領域に対して断面の位置を指定する指定手段と、表示画面上における表示アドレスを順番に発生する表示アドレス発生手段と、前記指定された断面の位置に従って、前記表示アドレスを前記送受波座標系上の対応アドレスに変換するための、複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成するテーブル作成手段と、前記複数の変換テーブルが設けられるメモリと、前記メモリ上の複数の変換テーブルの中から変換テーブルを順次選択するテーブル選択手段と、前記三次元エコーデータメモリから、前記選択された変換テーブルにおける前記対応アドレスの整数部によって特定される複数の補間用エコーデータを読み出す読出し制御手段と、前記選択された変換テーブルにおける前記対応アドレスの小数部に従って、前記複数の補間用エコーデータについて補間演算を行って補間データを演算する補間手段と、前記補間データに基づいて断層画像を形成する断層画像形成手段と、を含み、前記複数の変換テーブルを順次選択して複数の断層画像が順次形成され、それらの断層画像が同時表示又は連続表示されることを特徴とする。

【００１０】

上記構成によれば、三次元補間を行いつつ断層画像を構成できる。その場合においても、補間用のエコーデータの特定を簡便に行える利点がある。

【００１１】

（３）望ましくは、前記テーブル作成手段は、前記指定手段により指定された断面及びそれを基準とする２つの直交断面に対応する複数の変換テーブルを作成する。望ましくは、前記テーブル作成手段は、前記三次元空間内において所定方向に並んだ複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成する。望ましくは、前記テーブル作成手段は、前記三次元空間内において所定軸の周りに並んだ複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成する。望ましくは、前記テーブル作成手段は、前記三次元空間内において所定平面内に存在する大きさが互いに異なる複数の断面に対応する複数の変換テーブルを作成する。これらの複数の変換テーブルは、テーブル作成のための計算式に含まれるパラメータを変更することより容易に作成可能である。

また、望ましくは、前記複数の断層画像が切り換えられつつ連続的に表示される。望ましくは、前記複数の断層画像が複数の画像表示エリアに同時表示される。

【００１２】

（４）本発明の望ましい態様では、二次元走査、又は、一次元走査をある時間繰り返し得られた三次元エコーデータを一時的にメモリに貯える。このメモリには、各エコーデータは送受波座標系で書き込まれる。次に、このエコーデータを、表示座標系に従って読み出して表示する。すなわち、表示画面のピクセルをスキャンし、このピクセルの座標を座標変換テーブルを使い、送受波座標系に変換し、それにより特定されるアドレスの上位データをメモリアドレスとして利用し、具体的には、上位データによって、補間で利用される補間点近傍の複数のエコーデータを特定し、それらの複数のエコーデータに対して、アドレスの下位データに基づく重み付けを行って、例えば、三次元直線補間（Ｔｒｉ－Ｌｉｎｅａｒ　Ｉｎｔｅｒｐｏｌａｔｉｏｎ）を行い、断面上の各ピクセルの補間データを求める。座標変換テーブルには、複数の補間データを特定するためのアドレス情報を含めておくのが望ましい。

【００１３】
以上のように、適応的に構成される座標変換テーブルを用い、表示座標系から送受波座標系への変換を行うことにより、比較的容易にしかも高速に任意断面の断層画像を再構成することができる。また、変換テーブルを用いることにより、フリーハンドスキャンなどの任意のスキャンにも対応可能である。
【００１４】
また、変換テーブル計算に必要なパラメータを変更しながら、座標変換テーブルを作成することにより、指定された断面に対して、任意の軸回りの回転、平行移動、または、拡大縮小を行うことも出来る。また、複数の変換テーブルを持ちこれらを連続的に切り替えて断面画像を連続表示することにより、画像を回転させたり平行移動させたりすることもできる。
【００１５】
【発明の実施の形態】
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。
【００１６】
（１）切断面の指定
図２には、三次元エコーデータ取込空間に相当する送受波座標系が示されている。走査面１００は、例えば、超音波ビームの電子走査によって構成される二次元領域である。符号１０２はその電子走査方向を表している。符号１０４は、走査面１００の機械走査方向を表している。もちろん、２Ｄアレイ振動子を利用して、当該方向について超音波ビームの電子走査を行わせて三次元エコーデータを取り込むこともできるし、手動スキャンを行わせることもできる。
【００１７】
原点O_1は、電子走査の頂点を表しており、原点O_2は機械走査の頂点を表している。図示のように両者は一致していない。但し、両者が一致する場合にも本発明を適用することが可能である。また、図示のような角錐状の送受波領域が形成されるのではなく、他の三次元形状をもった送受波領域が形成される場合にも本発明を適用することが可能である。
【００１８】
切断面の指定は、図３に示すように送受波空間（オブジェクト空間）上において、ユーザーが３点を指定することによりなされる。具体的にはその３点を含む面が指定された切断面となる。
【００１９】
（２）断面上の各ピクセル座標の演算
図３には、送受波空間において点Ｖ０，点Ｖｘ，点Ｖｙの３点によって指定された断面１０４が示されている。ここで、（ｘ，ｙ，ｚ）は断面１０４上の注目ピクセル（注目ボクセル）であり、注目ピクセルを通過する超音波ビームのラインアドレスがＬで示され、注目ピクセルを含む走査面のプレーンアドレスがＰで示され、注目ピクセルの深さアドレスがＲで示されている。
【００２０】
実際的には、表示する画面形状に合うように３点が長方形の３頂点であって、かつ辺Ｖ０Ｖｘと辺Ｖ０Ｖｙが隣辺であることが望ましいので、そのことを前提とする。ここで、Ｖ０，Ｖｘ，ＶｙそれぞれのＸＹＺ座標（＝直交座標）を
【数１】
$$V0=(V0x,\ V0y,\ V0z)$$
$$Vx=(Vxx,\ Vxy,\ Vxz)$$
$$Vy=(Vyx,\ Vyy,\ Vyz)$$
であるとする。
【００２１】
このとき、例えばＶｙを基準にして、断面の垂直方向に１ｐｉｘｅｌ分移動した時のＸＹＺ方向の変化量ｖｓｔｅｐｘ，　ｖｓｔｅｐｙ，　ｖｓｔｅｐｚは以下のように求められ

る。
【００２２】
【数２】
ｖｓｔｅｐｘ＝（Ｖ０ｘ－Ｖｙｘ）／（ＨＥＩＧＨＴ－１）
ｖｓｔｅｐｙ＝（Ｖ０ｙ－Ｖｙｙ）／（ＨＥＩＧＨＴ－１）
ｖｓｔｅｐｚ＝（Ｖ０ｚ－Ｖｙｚ）／（ＨＥＩＧＨＴ－１）
同様に水平方向に１ｐｉｘｅｌ移動した時のＸＹＺ方向の変化量ｈｓｔｅｐｘ，　ｈｓｔｅｐｙ，　ｈｓｔｅｐｚは以下のように求められる。
【００２３】
【数３】
ｈｓｔｅｐｘ＝（Ｖｘｘ－Ｖ０ｘ）／（ＷＩＤＴＨ－１）
ｈｓｔｅｐｙ＝（Ｖｘｙ－Ｖ０ｙ）／（ＷＩＤＴＨ－１）
ｈｓｔｅｐｚ＝（Ｖｘｚ－Ｖ０ｚ）／（ＷＩＤＴＨ－１）
ただし、ＨＥＩＧＨＴとＷＩＤＴＨは断面の一方方向と他方方向のピクセル数である。
【００２４】
断面１０４上の注目ピクセルについて、オブジェクト空間（送受波空間）における座標（ｘ，　ｙ，　ｚ）は、断面の基準点（Ｖｙｘ，　Ｖｙｙ，　Ｖｙｚ）からの各方向のピクセル数と上記の変化量によって定義される。例えば、以下のように断面上の各ピクセルの座標が演算される。
【００２５】
【数４】

```
for (j = 0; j < HEIGHT; j++) {                /* vertical loop */
      for (i = 0; i < WIDTH; i++) {           /* horizontal loop */
            x = Vyx + vstepx * j + hstepx * i;
            y = Vyy + vstepy * j + hstepy * i;
            z = Vyz + vstepz * j + hstepz * i;
      }
}
```

ただし、上述のように、ｖｓｔｅｐｘ，　ｖｓｔｅｐｙ，　ｖｓｔｅｐｚは断面１０４の垂直方向に１ｐｉｘｅｌ移動した時のＸＹＺ方向の変化量、また、ｈｓｔｅｐｘ，　ｈｓｔｅｐｙ，　ｈｓｔｅｐｚは断面１０４の水平方向に１ｐｉｘｅｌ移動した時のＸＹＺ方向の変化量であり、それぞれは、断面１０４についての３つの頂点座標から容易に求められる。
【００２６】
（３）変換テーブル作成
注目ピクセルについて、プレーンアドレスＰ，　ラインアドレスＬ，　サンプルアドレスＲは以下のように求められる。
【００２７】
【数５】

$$P = PlaneDensityAngle \cdot \tan^{-1} \frac{z - Zms0}{-(y - Yms0)} + Poffset$$

$$Q = \sqrt{(z - Zms0)^2 + (y - Yms0)^2} - (Yms0 - Yes0) + Qoffset$$

$$R = RScaleFactor \cdot \sqrt{(x - Xes0)^2 + Q^2} + Roffset$$

$$L = LineDensity \cdot \tan^{-1} \frac{x - Xes0}{-Q} + Loffset$$

ただし、以下の通りである。

【００２８】

（ｘ，　ｙ，　ｚ）　：断面の任意ｐｉｘｅｌの表示座標［ｖｏｘｅｌ］

Ｑ　：プレーン（走査面）上の垂直方向位置［ｖｏｘｅｌ］

ＰｌａｎｅＤｅｎｓｉｔｙ：プレーン密度［ｐｌａｎｅ／ｒａｄｉａｎ］

ＲＳｃａｌｅＦａｃｔｏｒ　：サンプル密度［ｓａｍｐｌｅ／ｖｏｘｅｌ］

ＬｉｎｅＤｅｎｓｉｔｙ　：ライン密度［ｌｉｎｅ／ｒａｄｉａｎ］

（Ｘｍｓ０，　Ｙｍｓ０，　Ｚｍｓ０）　：メカニカルスキャン頂点の表示座標［ｖｏｘｅｌ］

（Ｘｅｓ０，　Ｙｅｓ０，　Ｚｅｓ０）　：電子スキャン頂点のオブジェクト空間座標［ｖｏｘｅｌ］

Ｐｏｆｆｓｅｔ　：プレーンオフセット［ｐｌａｎｅ］

Ｑｏｆｆｓｅｔ　：Ｑオフセット［ｖｏｘｅｌ］，

Ｒｏｆｆｓｅｔ　：サンプルオフセット［ｓａｍｐｌｅ］

Ｌｏｆｆｓｅｔ　：ラインオフセット［ｌｉｎｅ］

なお、図４にＰとＱの求め方の概念図を示す。図５にＲとＬの求め方の概念図を示す。

【００２９】

以上のように、送受波空間に指定された断面の各ピクセルに対して、それに対応する送受波座標系上のアドレスを求めることができる。そこで、断面がユーザー指定された時点で上記の演算を実行すれば変換テーブルを瞬時に作成することが可能となる。そのテーブル作成後、実際に表示アドレスが順番に生成され、各表示アドレスに対応する送受波座標系上のアドレスが変換テーブルより出力され、３Ｄメモリから、当該アドレスに対応するエコーデータが順番に読み出される。１フレーム分のアドレスが生成されると、１枚の断層画像が形成されることになる。

【００３０】

（４）補間

上記の変換式で求まったエコーデータのアドレスの内、整数部を三次元エコーデータメモリの読み出しアドレスに用い、小数部により補間を行う。Ｔｒｉ－ｌｉｎｅａｒ補間を行った例を下記に示す。補間は、近傍８点からのＴｒｉ－ｌｉｎｅａｒ補間の他、補間データを増やしスプライン補間などを行ってよい。ｔｒｉ－ｌｉｎｅａｒ補間値ｖは以下の式で求められる。

【００３１】

【数６】

$$v = ((v_{Pi,Li,Ri} \cdot (1-Rf) + v_{Pi,Li,Ri+1} \cdot Rf) \cdot (1-Lf)$$
$$+ (v_{Pi,Li+1,Ri} \cdot (1-Rf) + v_{Pi,Li+1,Ri+1} \cdot Rf) \cdot Lf) \cdot (1-Pf)$$
$$+ ((v_{Pi+1,Li,Ri} \cdot (1-Rf) + v_{Pi+1,Li,Ri+1} \cdot Rf) \cdot (1-Lf)$$
$$+ (v_{Pi+1,Li+1,Ri} \cdot (1-Rf) + v_{Pi+1,Li+1,Ri+1} \cdot Rf) \cdot Lf) \cdot Pf$$

ただし、以下の通りである。

【００３２】

Ｐｉ　：プレーンアドレスの整数部，　Ｐｆ　：　プレーンアドレスの小数部

Ｌｉ　：ラインアドレスの整数部，　Ｌｆ　：　ラインアドレスの小数部

Ｒｉ　：サンプルアドレスの整数部，　Ｒｆ　：　サンプルアドレスの小数部

$v_{Pi,Li,Ri}$　：アドレス（Ｐｉ，　Ｌｉ，　Ｒｉ）の値

（５）断面切換

応用として、座標変換計算に用いるパラメータを変更し座標変換テーブルを作成することにより、断面について、任意の軸に対する回転、平行移動、または、拡大縮小を行うことが出来る。また、複数の変換テーブルを持ち、これらを連続的に切り替えて断面画像を構成することにより画像を回転させたり平行移動することにより、視覚的に立体を認識しやすい表示も可能となる。

【００３３】

このような断面切換を行う場合には、まず、以下のような座標変換マトリックスを作成しておくのが望ましい。すなわち、任意の断面を表す（頂点Ｖ０，　Ｖｘ，　Ｖｙで表される基準断面の位置の移動で表す）ため、以下の座標変換を合成した３ｘ３変換マトリックスＭｒｏｔを作成する。

【００３４】

Ｘ軸回りの回転

Ｙ軸回りの回転

Ｚ軸回りの回転

断面法線（断面の対角線の交点を通る断面に垂直の線）回りの回転

以上のような変換マトリックスが作成されたならば、上記断面の頂点Ｖ０，　Ｖｘ，　Ｖｙを座標変換する。断面の対角線の交点の規準点とする。座標変換は以下のステップで行う。

【００３５】

一例としてＶ０の座標変換をあげると、断面の対角線の交点を規準点とするためにＶ０＝（Ｖ０ｘ，　Ｖ０ｙ，　Ｖ０ｚ）を平行移動する。断面の対角線の交点をＶｃ＝（Ｖｃｘ，　Ｖｘｙ，　Ｖｃｚ）とすると、平行移動後の座標Ｖ０’＝（Ｖ０’ｘ，　Ｖ０’ｙ，　Ｖ０’ｚ）は次のようになる。

【００３６】

Ｖ０’ｘ＝Ｖ０ｘ－Ｖｃｘ，　Ｖ０’ｙ＝Ｖ０ｙ－Ｖｃｙ，　Ｖ０’ｚ＝Ｖ０ｚ－Ｖｃｚ

上記変換マトリックスをＭｒｏｔとすると変換後の座標Ｖｒｏｔ＝（Ｖｒｏｔｘ，　Ｖｒｏｔｙ，　Ｖｒｏｔｚ）は次のようになる。

【００３７】

Ｖｒｏｔ＝Ｖ０’・Ｍｒｏｔ

Ｖｒｏｔを元の位置に平行移動しさらに、ＸＹＺ軸方向に（Ｘｔ，　Ｙｔ，　Ｚｔ）だけ平行移動して最終的な座標Ｖ０ｔ＝（Ｖ０ｔｘ，　Ｖ０ｔｙ，　Ｖ０ｔｚ）を求める。

【００３８】

Ｖ０ｔｘ＝Ｖｒｏｔｘ＋Ｖｃｘ＋Ｘｔ，　Ｖ０ｔｙ＝Ｖｒｏｔｙ＋Ｖｃｙ＋Ｙｔ，　Ｖ０ｔｚ＝Ｖｒｏｔｚ＋Ｖｃｚ＋Ｚｔ

よって、それらの座標を基準として利用し、上記の原理に従って、変換テーブルを作成で

きる。
【００３９】
また、座標変換にてプレーンアドレスを固定させることにより、従来の２次元画像を構築することも容易であり、１つの回路により、従来画像を任意断面画像作成を共用することも出来る。また、プレーン方向にスキャンせずに取り込みプレーンアドレスを時間軸アドレスとすることにより任意方向のＭモード画像の作成も容易である。
【００４０】
（６）装置構成
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。
【００４１】
３Ｄプローブ１０は、いわゆる三次元エコーデータ取込用超音波探触子である。３Ｄプローブ１０は、複数の振動素子からなる振動子アレイ１６を有しており、その振動子アレイ１６はメカニカル機構である走査機構１４によって機械的に走査される。その走査位置は走査位置検出器１２によって検出される。走査制御部１８は、機械走査の制御を行っており、その制御は走査位置検出器１２によって検出された走査位置に基づいて行われる。また、走査制御部１８は電子走査の制御も行っており、具体的には送受信器２０における送受信ビームの形成の制御を行っている。この送受信器２０は、振動子アレイ１６に対して送信信号を供給すると共に、振動子アレイ１６から出力される受信信号に対して所定の処理を行う回路である。送受信器２０は送信ビームの形成機能及び受信ビームの形成機能を有している。複数の振動素子から出力される受信信号は整相加算され、その整相加算後の受信信号が３Ｄメモリ２２上に格納される。
【００４２】
書き込み制御部２４は、３Ｄメモリ２２上におけるエコーデータの書き込み制御を行っており、具体的にはエコーデータの取込に係る送受波座標系に対応したメモリアドレスに当該エコーデータを書き込む制御を行っている。したがって、３Ｄメモリ２２内には、上述した図２あるいは図３に示した三次元空間内における各エコーデータ（ボクセルデータ）がそれぞれ送受波座標系に対応付けられて格納されることになる。
【００４３】
読み出し制御部２６は本実施形態において１又は複数の変換テーブル２８を有しており、変換テーブル２８から出力されるアドレス信号が３Ｄメモリ２２に出力されている。すると、３Ｄメモリ２２上における、当該アドレスの整数部（上位ビット）によって特定されるアドレスに格納されたエコーデータが読み出され、後段の補間部３０に出力される。本実施形態では、補間部３０における補間処理のために、変換テーブル２８の作用により、あるいは他の構成や３Ｄメモリ２２の作用により、補間によって求めたい注目ボクセル（注目ピクセルの近傍に存在する複数（８あるいは１６など））のアドレスが特定されており、それらのアドレスによって特定される複数のエコーデータ（補間データ）が同時にあるいは順番に補間部３０に出力されている。補間部３０は例えば、三次元直線補間を実行し、その補間結果である注目ピクセルのエコーデータをフレームメモリ３２に出力する。ここで、その補間演算にあたっての重み付けは、変換テーブル２８から出力されるアドレスデータの小数部（下位ビット）が利用される。
【００４４】
表示アドレス生成器３６は、表示画面上における表示アドレスをラスタースキャンに従って順次発生しており、その結果、変換テーブル２８の作用により各表示アドレスごとに３Ｄメモリ２２上の補間関係にある複数のアドレスが指定されることになり、各表示アドレスごとに補間演算が実行され、最終的に、フレームメモリ３２上に１断層画像分の画像分のエコーデータが格納されることになる。そして、そのような画像データが表示器３４に出力され、表示器３４上に指定された断面の断層画像が表示される。
【００４５】
テーブル作成部３８は、そのような指定断面の断層画像の形成を行うために、制御部４２

から出力される断面指定情報に基づいて、変換テーブル２８を作成している。テーブル作成部３８は、本実施形態においてはソフトウエアによって構成されているが、もちろんハードウエアによって構成することもできる。また、変換テーブル２８は、実際の装置においてはＲＡＭ上に構築され、そのＲＡＭのアドレス端子に表示アドレス生成器３６から出力される表示アドレスが入力される。

【００４６】

ここで、テーブル作成部３８は、上述した原理に基づいて、表示座標系から送受波座標系への変換を行うためのテーブルである。したがって、このような構成によれば、断面の位置が指定されれば、それに従って速やかに変換テーブルが構成され、その結果、任意断面に相当する断層画像を迅速に構成することが可能となる。

【００４７】

読み出し制御部２６上に複数の変換テーブル２８を設け、テーブル選択部４０によってそれらの中の１つの変換テーブルを選択し、あるいはそれらの変換テーブルを順次選択するようにしてもよい。また、利用頻度の高い断面については変換テーブル２８をＲＯＭ上に構築したり、あるいは断面指定が無くても装置立ち上げ時などに自動的にそのような変換テーブルを作成するようにしてもよい。

【００４８】

制御部４２は本装置の全体の動作制御を行っている。特に、テーブル選択部４０及びテーブル作成部３８の制御を行っており、図示されていない走査部からの信号に基づいて、断面指定情報を出力し、またテーブル選択のための制御を行っている。

【００４９】

図６には、表示器３４における表示例が示されている。符号２００は、複数の断層画像２０１～２０３の断面位置を特定するためのガイダンス表示に相当しており、三次元空間に対する各断面の位置が概念的に模式図として表されている。ちなみに各断面の１つの隅に表示されている三角形のマークによってそれぞれの断面の向きが概念的に示されている。符号２０１で示す画像はこの例においてＸ－Ｚ断面の断層画像に相当しており、符号２０２で示す断層画像はＹ－Ｚ断面に相当しており、符号２０３で示す断層画像はＸ－Ｙ断面に相当している。もちろんこのような直交断面を同時表示する場合に限られず、本実施形態においては任意に断面の位置を指定し、その断面の位置を基準とした他の２つの直交断面を表示させることも可能である。また、複数の画像表示エリアを利用して断面の位置を少しずつシフトさせた複数の断層画像を同時表示したり、あるいは断面の位置を回転させた各断層画像を表示させることなども可能である。さらに、それらの断面の並行移動や回転に伴って動的に断層画像を表現することも可能である。

【００５０】

いずれにしても、本実施形態によれば、指定された断面に応じて変換テーブルを構成するので、ハードウエアの物量を著しく増大させることなく簡便に任意の断面の断層画像を構成できるという利点がある。

【００５１】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、三次元空間内のエコーデータを利用して断面の断層画像を迅速に形成可能である。

【図面の簡単な説明】

【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】送受波座標系を説明するための図である。

【図３】送受波座標系と指定断面との関係を説明するための図である。

【図４】パラメータＰ及びＱを説明するための概念図である。

【図５】パラメータＬ及びＲを説明するための概念図である。

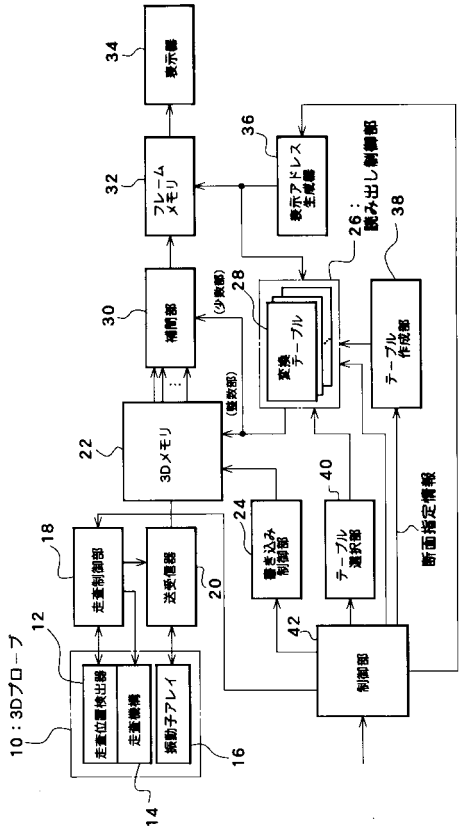
【図６】表示例を示す図である。

【符号の説明】

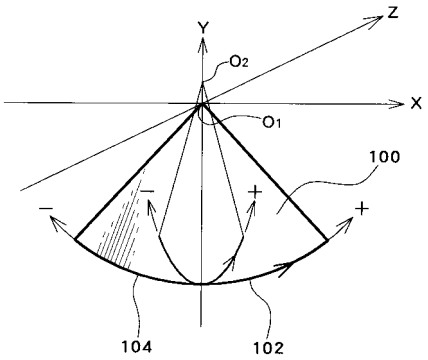
１０　３Ｄプローブ、１２　走査位置検出器、１４　走査機構、１６　振動子アレイ、１

８　走査制御部、２０　送受信器、２２　３Ｄメモリ、２４　書き込み制御部、２６　読み出し制御部、２８　変換テーブル、３０　補間部、３２　フレームメモリ、３４　表示器、３６　表示アドレス生成器、３８　テーブル作成部、４０　テーブル選択部、４２　制御部。

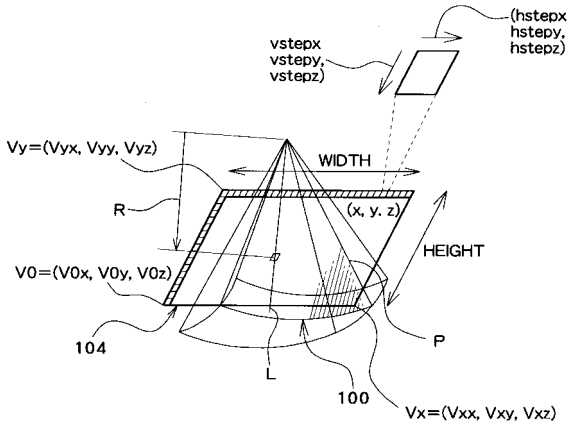
【図１】



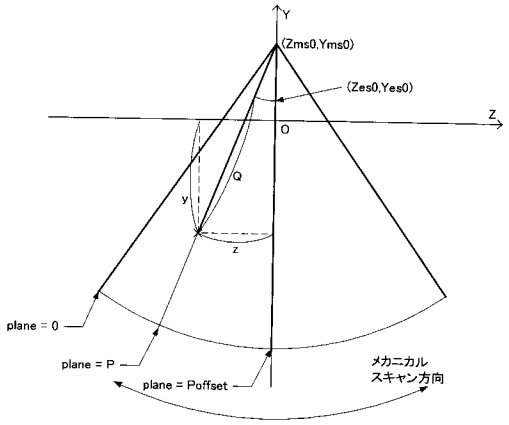
【図２】



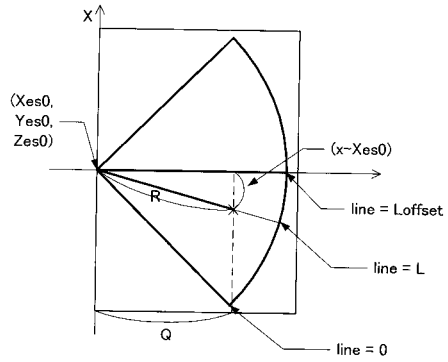
【図３】



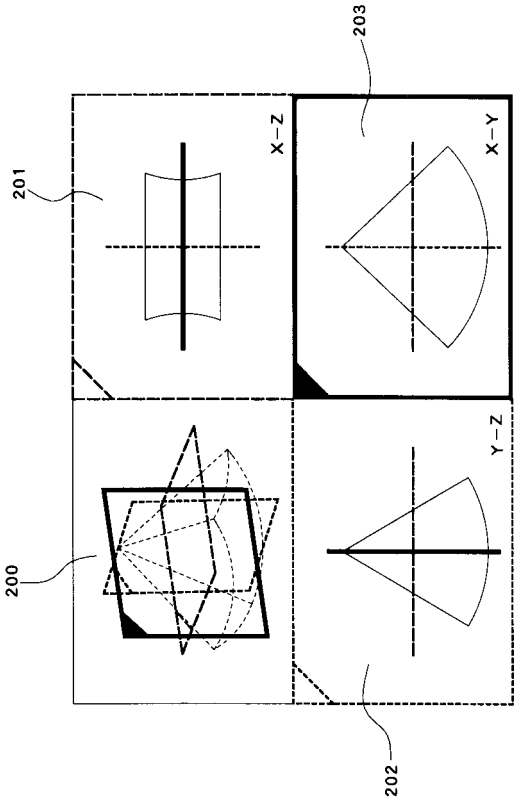
【図４】


Y
(Zms0,Yms0)
(Zes0,Yes0)
Z
O
Q
y
z
plane = 0
plane = P
plane = Poffset
メカニカル
スキャン方向

【図５】


X
(Xes0,
Yes0,
Zes0)
(x~Xes0)
R
line = Loffset
line = L
Q
line = 0

【図６】


203
X－Z
X－Y
201
Y－Z
200
202

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０００－０００２３９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２０２２８７（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－１６９４３７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２６５３１４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３３７９２０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１８０７４８（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１５８８５５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１４６７４０（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２１７９８５（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０９１６１６（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
A61B 8/00-8/15