

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5627436号
(P5627436)

(45) 発行日 平成26年11月19日 (2014.11.19)

(24) 登録日 平成26年10月10日 (2014.10.10)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-276768 (P2010-276768)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成22年12月13日 (2010.12.13)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-125284 (P2012-125284A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成24年7月5日 (2012.7.5)	(74) 代理人	100085006
審査請求日	平成25年12月9日 (2013.12.9)		弁理士 世良 和信
		(74) 代理人	100100549
			弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100106622
			弁理士 和久田 純一
		(74) 代理人	100131532
			弁理士 坂井 浩一郎
		(74) 代理人	100125357
			弁理士 中村 剛
		(74) 代理人	100131392
			弁理士 丹羽 武司

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】

第1の方向に配列され超音波を送信し反射波を受信する複数の超音波振動子を含み、前記超音波の送信および反射波の受信を一方の端部から他方の端部へと順に行うことで超音波の電子走査を行う探触子と、

前記探触子を、測定対象の上で、前記第1の方向と垂直ではない角度で交差する第2の方向に連続的に往復移動させる移動手段と、

前記探触子から出力されるエコー信号に基づいて前記第1の方向と第2の方向を含む平面に垂直な第3の方向における測定対象の断層像データを生成する画像演算部と、

前記探触子の、前記第1の方向および第2の方向を含む平面上での傾斜角度を変える駆動手段と、を有し、

前記駆動手段は、前記移動手段が前記探触子を往復させる際の往路から復路への切り換えのタイミングで、前記探触子の傾斜角度を変え、

θ を前記第1の方向と前記第2の方向がなす角、 a を探触子の長さ、 b を (電子走査の走査面を1回取得する時間) $\times$ (探触子の移動の速度) とした場合に、 θ は下記の数式で表わされ、

$$\theta = \arcsin(b/a), -90^\circ < \theta < 90^\circ, \theta \neq 0^\circ$$

前記電子走査は、移動方向に対して前側になる一方の端部から、他方の端部へと順に行われる

ことを特徴とする超音波診断装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、3次元画像データの取得を行う超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

測定対象を3次元スキャンするために、超音波探触子を機械的に移動（以下、機械移動と呼ぶことにする）させながら電子走査を行い、3次元画像データを取得する超音波診断装置がある。電子走査と機械移動を行う超音波診断装置における探触子は、一般的には一列に配列された複数の超音波振動子からなる。

10

【0003】

かかる超音波診断装置の超音波送信回路は、超音波ビームを順次切り換えるよう複数の超音波振動子に対する超音波駆動パルスの遅延時間を制御する。送信された超音波ビームが反射した反射波は、超音波探触子で受信される。受信された反射波により取得されるエコー信号は、遅延加算回路にて遅延加算され、超音波走査線信号に変換される。

【0004】

超音波診断装置は、電子走査と同時に超音波探触子を電子走査面に対して交差する方向（通常電子走査面に対して垂直）に機械移動させることで複数の超音波走査線信号を生成する。そして、これらの複数の超音波走査線信号に基づいた断面の断層像データを生成し、これらの他断面の断層像データの集合にレンダリング処理をすることで、擬似3次元画像データを生成する。

20

【0005】

電子走査と機械移動の方法として、超音波探触子を機械的に連続移動させながら電子走査を繰り返す方法がある。この方法では電子走査にある程度時間がかかるため、電子走査面は機械移動方向に対して傾斜する。この場合、超音波受信時における超音波探触子の位置情報を記録しておく。この位置情報を用いることで、機械移動方向に対して傾斜した電子走査面を構成する複数の超音波走査線信号に基づいて、機械移動方向に対して傾斜した断層像データを生成できる。生成された他断面の断層像データの集合にレンダリング処理をし、擬似3次元画像データを生成する。

【0006】

30

しかしながら、この場合、傾いた座標上の3次元情報から複雑なレンダリング処理を必要とし、現実的ではない。また、超音波探触子の往路と復路とで電子走査面が同一にならないために、このことも考慮した複雑なレンダリング処理を必要とする。

【0007】

そこで、電子走査面を機械移動方向に対して垂直にするために、超音波探触子の位置と、複数の超音波走査線信号から、機械移動方向に垂直な計算上の電子走査面を算出する方法がある（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

40

【特許文献1】特開2009-028366号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、特許文献1の方法では、電子走査面を算出するのに時間がかかる。また、複数の超音波走査線信号から、計算上の電子走査面を生成する処理と、生成した電子走査面から画像データへのレンダリング処理という、2度の補正が入るため、データの信憑性が薄れるという課題がある。

【0010】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、機械移動方向に対して垂直な電子走

50

査面を高速で取得し、高精度かつ高品質な擬似3次元画像データを生成することが可能な超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は以下の構成を採用する。すなわち、第1の方向に配列され超音波を送信し反射波を受信する複数の超音波振動子を含み、前記超音波の送信および反射波の受信を一方の端部から他方の端部へと順に行うことで超音波の電子走査を行う探触子と、前記探触子を、測定対象の上で、前記第1の方向と垂直ではない角度で交差する第2の方向に連続的に往復移動させる移動手段と、前記探触子から出力されるエコー信号に基づいて前記第1の方向と第2の方向を含む平面に垂直な第3の方向における測定対象の断層像データを生成する画像演算部と、前記探触子の、前記第1の方向および第2の方向を含む平面上での傾斜角度を変える駆動手段と、を有し、前記駆動手段は、前記移動手段が前記探触子を往復させる際の往路から復路への切り換えのタイミングで、前記探触子の傾斜角度を変え、 θ を前記第1の方向と前記第2の方向がなす角、 a を探触子の長さ、 b を(電子走査の走査面を1回取得する時間)×(探触子の移動の速度)とした場合に、 θ は下記の数式で表わされ、

$$\theta = \arcsin(b/a), -90^\circ < \theta < 90^\circ, \theta \neq 0^\circ$$

前記電子走査は、移動方向に対して前側になる一方の端部から、他方の端部へと順に行われることを特徴とする超音波診断装置である。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、機械移動方向に対して垂直な電子走査面を高速で取得し、高精度かつ高品質な擬似3次元画像データを生成することが可能な超音波診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態の超音波診断装置の構成を示す図。

【図2】電子走査を説明するための図。

【図3】超音波探触子が往路を移動する時の超音波走査線を示す図。

【図4】超音波探触子が復路を移動する時の超音波走査線を示す図。

【図5】第1実施形態の超音波探触子のXY回転軸駆動処理を示す図。

【図6】第2実施形態の超音波診断装置の構成を示す図。

【図7】第2実施形態の電子走査面をY軸に平行にする方法を示す図。

【図8】第3実施形態の超音波診断装置の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

<第1実施形態>

図1は、本実施形態に関わる超音波診断装置の構成を示す図である。図1に示す通り、超音波診断装置は、超音波振動子ユニット1、画像演算部2、表示部3、入力部4、システム制御部5、機械移動手段6、機械移動制御部7、超音波振動子ユニット駆動手段8、超音波振動子ユニット駆動制御部9とから構成される。以下、個々の構成要素の機能について説明する。

【0015】

超音波振動子ユニット1は、図示しない超音波送信回路、超音波探触子101(図5参照)、超音波受信回路を有している。

【0016】

超音波送信回路は、図示しないレートパルス発生回路、遅延回路、駆動パルス発生回路を有している。レートパルス発生回路は、所定のレート周波数 f_r [Hz](周期:1/ f_r 秒)で、レートパルスを繰り返し発生する。遅延回路は、チャンネル毎に超音波をビーム上に収束させ、かつ、送信指向性を決定するのに必要な遅延時間を各レートパルスに与える。駆

動パルス発生回路は、各遅延されたレートパルスに基づくタイミングで超音波駆動パルスを発生する。駆動パルスを受けた超音波振動子ユニット1の超音波振動子は、超音波を発生する。

【0017】

超音波探触子は、図示しない複数の超音波振動子、バッキング材、音響整合層、音響レンズを有する。

【0018】

複数の超音波振動子は、1方向に沿って配列されている。この超音波振動子が配列される方向をアレイ方向と称することにする。また、個々の超音波振動子は、圧電現象を用いた変換素子、光の共振を用いた変換素子、容量の変化を用いた変換素子などで構成される。音響波を受信して電気信号に変換できるものであればどのような変換素子を用いてもよい。個々の超音波振動子は、超音波駆動パルスの印加を受けて超音波を被検体（測定対象）に送信する。

10

【0019】

本実施形態の超音波探触子は超音波の電子走査を行う。つまり、所定の数の素子群単位で超音波の送信ビームを形成し、反射波を受信する。そして、この超音波の送受信を、送受信を行う素子群を順次切り替えて、超音波探触子の一方の端部から他方の端部まで順に行う。つまり、本発明において、アレイ方向は、電子走査の方向である。被検体等の内部組織によって反射された超音波は、反射波として個々の超音波振動子で受信され電気信号（エコー信号）に変換され、出力される。

20

【0020】

バッキング材は、複数の超音波振動子の背面に設けられ、超音波を吸収し振動を抑える。

音響整合層は、複数の超音波振動子の前面に設けられ、被検体と複数の超音波振動子との音響インピーダンスの違いによる超音波の反射を抑える。

音響レンズは、音響整合層の前面に設けられ、遅延回路による集束の方向とは異なる方向に関して超音波を集束させる。

【0021】

超音波受信回路は、図示しないアンプ回路、A/D変換器、遅延回路、加算器を有している。

30

【0022】

アンプ回路は、探触子からのエコー信号をチャンネル毎に増幅する。

A/D変換器は、増幅されたエコー信号を標本化及び量子化することにより、アナログ信号からデジタル信号に変更する。

遅延回路は、デジタル信号に変換されたエコー信号を、ビーム状に集束させ、かつ、受信指向性を順次変更するのに必要な遅延時間を各エコー信号に与える。

【0023】

加算器は、遅延時間が与えられたエコー信号を加算する。

この加算により、エコー信号の受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調され、受信指向性と送信指向性とにより超音波送受信の総合的なビーム（超音波ビーム）が形成される。

40

【0024】

このように、超音波送信回路及び超音波受信回路により超音波探触子の超音波ビームの送受信を制御することにより電子走査が行われる。1本の超音波ビームは、1本の超音波走査線に対応する。そこで、超音波ビームの送受信によって得られた超音波走査線ごとのエコー信号を、超音波走査線信号と称することにする。超音波走査線信号は、標本化の際に超音波走査線の深さ方向に一定間隔でとったサンプル点におけるエコー信号成分の集合である。1回の電子走査におけるすべての超音波走査線は、1つの走査面である電子走査面（フレーム）を構成する。超音波走査線信号は、画像演算部に送信される。

【0025】

50

図2は超音波探触子による電子走査を説明するための図である。図2においては、Y軸をアレイ方向に、Z軸を超音波ビームの送受信方向（超音波走査線の深さ方向）に、X軸をYZ平面に垂直な方向に規定する。超音波振動子からZ軸に沿って伸びるN本の線は超音波ビーム11を表す。また、実際に電子走査が行われる面（図2において、点線で囲まれた面（YZ平面））を電子走査面12とする。

【0026】

超音波探触子は、超音波ビームを、時間間隔 dt で、1番からN番まで順次変更しながら送受信することによって電子走査を行う。N番の超音波ビームの送受信が終わると、再度、1番からN番まで超音波ビームの送受信を繰り返すことで、電子走査がなされる。すなわち、超音波探触子の方の端部から他方の端部へと順に超音波ビームの送受信はなされる。

10

【0027】

画像演算部2は、超音波走査線信号に基づいて、機械移動方向に垂直な多断面の断層像データを生成する。また、必要に応じ、移動方向に垂直な多断面の断層像データの集合にレンダリングを行い、最大値投影像やサーフェス（表面）像等の種々の擬似3次元画像データを生成する。

表示部3は、画像演算部2で生成した画像データを画像として表示する。

【0028】

入力部4は、操作者からの指示、例えば機械移動の速度や停止等を超音波診断装置に取り込むための各種スイッチ、ボタン、トラックボールマウス、キーボード等を有している。

20

システム制御部5は、情報処理装置としての機能を持ち、超音波診断装置の動作を制御したり、各種処理に関する演算・制御等を実行したりする。

【0029】

機械移動手段6は、超音波探触子をアレイ方向と交差する方向（機械移動方向）に沿って移動させるための手段であり、モータの駆動力を受けて動作する。

機械移動制御部7は、機械移動手段6を動作させるための駆動信号を生成し機械移動手段6に供給することで、超音波探触子を適切なタイミング、速さ、向きで機械移動方向に機械的に往復連続移動させるように機械移動手段6を制御する。

【0030】

超音波振動子ユニット駆動手段8は、超音波探触子101を備えた超音波振動子ユニット1を、XY平面上を回転する方向（以下、XY回転軸）に回すための手段であり、モータの駆動力を受けて動作する。

30

超音波振動子ユニット駆動制御部9は、超音波振動子ユニット駆動手段8を動作させるための駆動信号を生成し、超音波振動子ユニット駆動手段8に供給する。その結果、超音波振動子ユニット駆動手段8は、超音波振動子ユニット1を適切なタイミングと角度でXY回転軸に沿って機械的に回転する（つまり傾斜角度を変える）ように制御される。

【0031】

図3は、超音波探触子101が往路を移動する時（つまり超音波探触子が往路を移動する時）の超音波走査線の位置を示す図である。図4は、超音波探触子101が復路を移動する時（つまり超音波探触子が復路を移動する時）の超音波走査線の位置を示す図である。図3と図4とに示すように、超音波探触子101は、アレイ方向（Y軸）と直交する方向（X軸）に移動する。図3と図4とに示す丸は、超音波走査線13を示す。超音波走査線の位置は、その超音波走査線に関する超音波走査線信号の位置に対応する。

40

【0032】

超音波探触子は、機械移動制御部7によって連続的に移動される。その間、超音波探触子101によって電子走査が繰り返される（電子・機械複合走査）。従って、複数の超音波走査線信号が構成する電子走査面はアレイ方向（Y軸）に対して傾斜している。また、図3と図4とを比較すれば分かるように、往路と復路とでは、電子走査面の傾斜方向が同一ではない。

【0033】

50

次に、電子走査面をY軸に対して平行にする処理について説明する。

図5には、本実施形態に関わる超音波探触子の駆動方法が示されている。上側には往路走査が示され、下側には復路走査が示されている。点線で示した丸は、超音波探触子101をY軸に対して平行にした場合の、超音波走査線の位置である。実線で示した丸は、超音波探触子101をY軸に対して傾斜させた場合の超音波走査線の位置である。また、aは探触子の長さであり、bは(電子走査面を1回取得するあたりの時間)×(超音波探触子の機械移動の速度(往路を正、復路を負とする。))となる。

【0034】

図5における超音波探触子の傾斜する方向(つまりアレイ方向であり超音波の電子走査の方向)が、本発明における第1の方向に相当する。また、機械移動により往復する方向であるX軸の方向が、本発明における第2の方向に相当する。往路と復路では、方向としての第2の方向は同じであるが、移動の向きが逆になっている。また、X軸とY軸を含む平面に垂直な方向が(Z軸方向)、本発明の第3の方向に相当する。

10

傾斜している超音波探触子のうち、進行方向に対して前側にある一方の端部から、他方の端部へと、超音波ビームの送受信は順に進む。

【0035】

ここで、XY回転軸を図5のように規定する。Y軸に平行な超音波探触子101を通る直線をY'、X軸に平行な超音波探触子の最上部を通る直線をX'、Y'軸を0°として時計周りの方向を正とする。

【0036】

20

電子走査面をY軸に対して平行にするための、超音波探触子の傾斜角θを図5のようにとると、傾斜角θは、以下の数式(1)にて算出できる。

$$\theta = \arcsin\left(\frac{b}{a}\right), \theta < \pm 90^\circ, \theta \neq 0^\circ \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

【0037】

上記の数式(1)にて算出された傾斜角θだけ超音波探触子101を駆動すれば、1番からN番までの超音波走査線のX座標がすべて等しくなるため、電子走査面はY軸に対して平行になる。

30

さらに、電子走査面を得るために複雑な計算を行うことがないため処理に要する時間を抑制できる。

【0038】

上述したように、往路と復路では、電子走査面の傾斜が同一でないため、往路と復路での傾斜角θは同一にならない。そのため、往路から復路もしくは復路から往路に変わるタイミングで、超音波探触子101の傾斜角を変更する必要がある。

【0039】

また、超音波走査線信号の取得中に超音波101の機械移動速度が変化する場合は、機械移動速度に合わせて傾斜角θも算出し、超音波探触子を傾けてやればよい。

40

なお、超音波探触子101を傾ける起点は、装置の構成上、最適と判断される場所に設定される。

【0040】

<第2実施形態>

図6に基づいて本発明の第2実施形態の超音波診断装置について説明する。図6に示す通り、超音波診断装置は、超音波振動子ユニット1、画像演算部2、表示部3、入力部4、システム制御部5、機械移動手段6、機械移動制御部7、電子制御部30とから構成される。以下、第2実施形態から構成追加となった電子制御部30の機能についてのみ説明する。

【0041】

50

電子制御部30は、超音波送信回路から超音波振動子へのパルス信号をどの超音波振動子に対してどのタイミングで供給するかを制御することによって、超音波ビームの形成、つまり、超音波ビームのY方向の移動を制御する。

【0042】

次に本実施形態において、電子走査面をY軸に対して平行にする処理について説明する。

図7は、本実施形態における、電子走査面をY軸に対して平行にする方法を説明するための図である。まず、超音波探触子101の最適な機械移動速度より、数式(1)から超音波探触子101の最適な傾斜角 θ を算出する。そして、超音波探触子101を傾斜角 θ だけ傾斜して、符号40に示すように固定して取り付ける。さらに、往路では超音波ビームの電子走査を昇順にし、復路では電子走査を降順にする。これにより、電子走査面は往復路のどちらでもY軸に対して、符号41に示すように平行になる。

10

【0043】

第1実施形態においては、機械移動速度に応じて傾斜角 θ を算出し、超音波探触子101を備えた超音波振動子ユニットをXY回転軸に沿って駆動させていた。しかし、本実施形態では、超音波探触子101を備えた超音波振動子ユニット1を固定して取り付けている。これにより、超音波振動子ユニット駆動手段を追加しなくて済むので、コストアップや処理を複雑にすることなく、電子走査面をY軸に対して平行にすることができるようになる。

【0044】

20

< 第3実施形態 >

図8に基づいて本発明の第3実施形態の超音波診断装置について説明する。図8に示す通り、超音波診断装置は、超音波振動子ユニット1、画像演算部2、表示部3、入力部4、システム制御部5、機械移動手段6、機械移動制御部7、超音波振動子ユニット駆動手段8、超音波振動子ユニット駆動制御部9、電子走査制御部(電子制御部)とから構成される。

【0045】

本実施形態では、往復路で超音波探触子の機械移動の速さが同一の時は、往路では超音波ビームの電子走査を昇順にし、復路では超音波ビームの電子走査を降順にすることで、電子走査面をY軸に対して平行にする。従って、実施形態1と異なり、往路から復路もしくは復路から往路が変わるときに、超音波探触子を駆動させずに済むので、時間の増大や処理を複雑にすることなく、電子走査面をY軸に対して平行にすることができるようになる。

30

【0046】

また、超音波探触子の機械移動の速さが変化する時でも、超音波振動子ユニット駆動制御部の制御によって超音波振動子ユニット駆動手段が超音波振動子ユニットを機械的に駆動し、電子走査面をY軸に対して平行にすることができる。

【0047】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

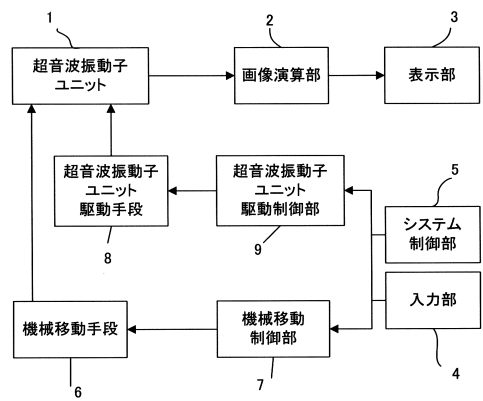
40

【符号の説明】

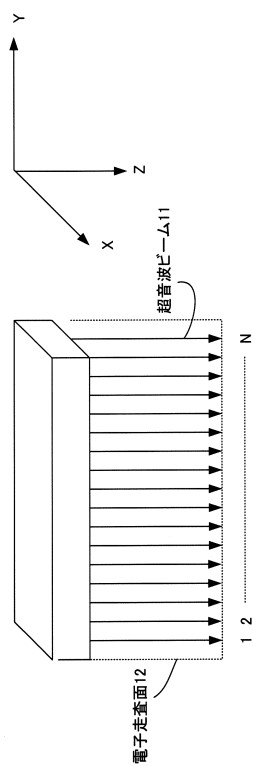
【0048】

1：超音波振動子ユニット，2：画像演算部，6：機械移動手段，101：超音波探触子

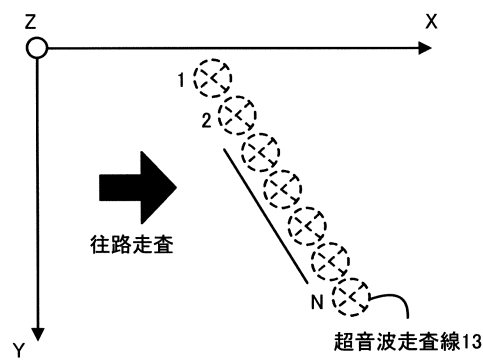
【図 1】



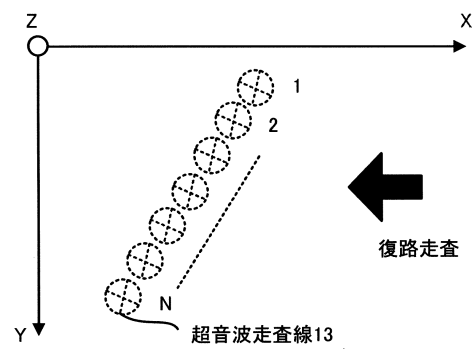
【図 2】



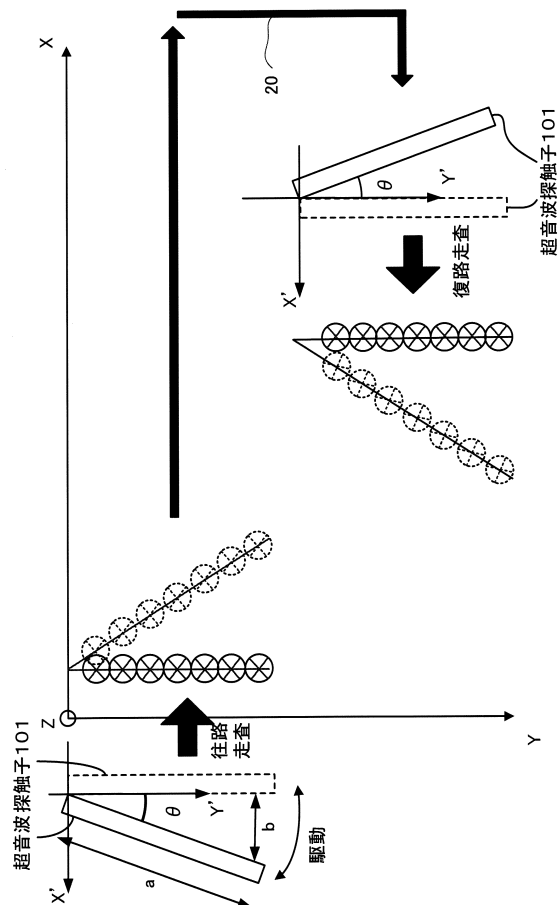
【図 3】



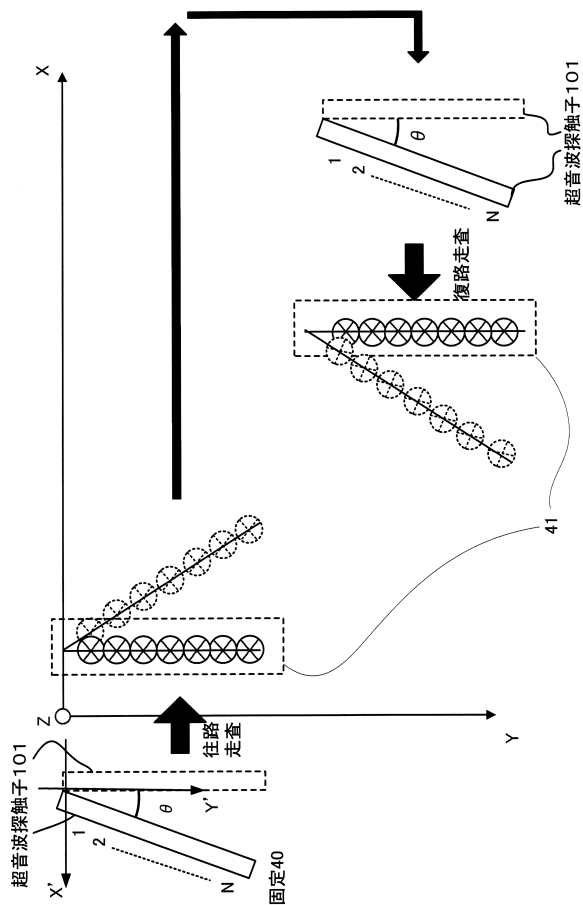
【図 4】



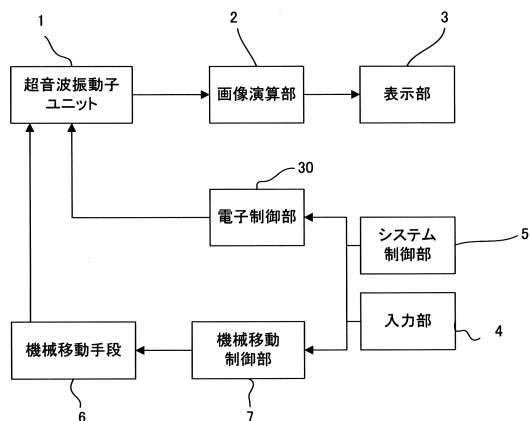
【図 5】



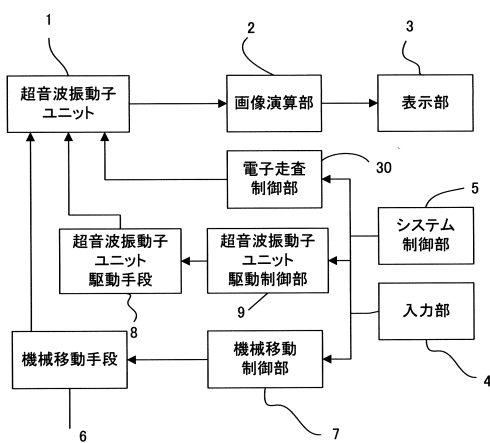
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 長尾 大輔
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 長永 兼一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 杉田 翠

- (56)参考文献 国際公開第2002/039901(WO, A1)
特開2009-028366(JP, A)
特開2003-019132(JP, A)
特開平01-197649(JP, A)
特開平08-094596(JP, A)
特表2000-500679(JP, A)
飯塚 幸理, フェーズドアレイ超音波探傷技術による点集束ビームタンデム探傷法, 材料とプロセス, 2009年, Vol. 22, No. 2, 1052

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B8/00-8/15
G01N29/00-29/02
29/04-29/06
29/09
29/12-29/26
29/28-29/30
29/38
29/44

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP5627436B2	公开(公告)日	2014-11-19
申请号	JP2010276768	申请日	2010-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能公司		
当前申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	長尾大輔 長永兼一		
发明人	長尾 大輔 長永 兼一		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB16 4C601/EE04 4C601/EE09		
代理人(译)	川口义行 中村刚		
其他公开文献	JP2012125284A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

甲获取在垂直相对于机器移动方向高速电子扫描平面，提供一种能够生产高精度度和高品质的伪三维图像的超声波诊断装置。 甲布置在第一方向上包括多个超声换能器，用于接收一反射波通过执行顺序超声发送超声波，发送和从彼此的端部的超声波的接收一种移动装置，用于沿第二方向连续移动测量对象上的探针，该第二方向与第一方向以不垂直于第一方向的角度相交;以及用于在第三方向垂直于包含所述第一方向并基于输出的回波信号中的第二方向的平面产生的测量对象的断层图像数据的图像运算部，探针是超其中波的发送和接收发生较早，使用特征在于倾斜成为前侧相对于所述取向超声波诊断装置侧的端部移动。 点域5

$$\theta = \arcsin \left(\frac{b}{a} \right), \theta < \pm 90^\circ, \theta \neq 0^\circ \quad \dots \quad (1)$$