

(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2018-175478

(P2018-175478A)

(43) 公開日 平成30年11月15日(2018.11.15)

(51) Int.Cl.
A61B 8/14 (2006.01)F I
A61B 8/14テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-80469 (P2017-80469)
(22) 出願日 平成29年4月14日 (2017.4.14)(71) 出願人 000112602
フクダ電子株式会社
東京都文京区本郷3-39-4
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康德
(74) 代理人 100115071
弁理士 大塚 康弘
(74) 代理人 100112508
弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人 100116894
弁理士 木村 秀二
(72) 発明者 呉 弘敏
東京都文京区本郷3丁目39番4号 フク
ダ電子株式会社内

最終頁に続く

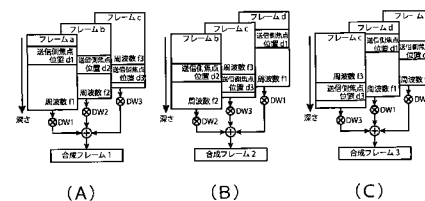
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】フレームレートを下げることなく高い分解能の断層像を生成して表示する。

【解決手段】生体内に送信する超音波ビームの、順序づけられた予め定められた複数の送信側焦点位置からなる焦点位置セットにしたがって送信側焦点位置をフレームごとに変更し、かつ送信側焦点位置の変更を、上記の予め定められた複数ごとに循環させながら、超音波ビームによる被検体内の走査を繰り返し、受信信号に基づいて生成された時系列的なフレーム画像について、時系列的に並ぶ複数のフレーム画像のフレーム合成処理を繰り返し、フレーム合成処理後のフレーム画像からなる断層像を表示する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体内を超音波ビームで走査しながら反射超音波を受信して受信信号を得、該受信信号に基づいて時系列的なフレーム画像を生成し、該フレーム画像由来の、被検体内の断層像を表示する超音波診断装置であって、

被検体内に送信する超音波ビームの、順序づけられた予め定められた複数の送信側焦点位置からなる焦点位置セットにしたがって送信側焦点位置をフレームごとに変更させ、かつ該送信側焦点位置の変更を該複数ごとに循環させながら、超音波ビームによる被検体内の走査を繰り返させる走査制御部と、

前記受信信号に基づいて生成された時系列的なフレーム画像について、時系列的に並ぶ複数のフレーム画像の合成処理を順次に繰り返すフレーム合成部と、

前記フレーム合成部での合成処理後のフレーム画像からなる断層像を表示する表示部とを備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記フレーム合成部が、各フレーム画像ごとの送信側焦点の近傍領域について、該近傍領域よりも該各フレーム画像ごとの送信側焦点から離れた遠方領域と比べ重みを増した重み関数を用いた重み付け処理を行なうことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記焦点位置セットを構成する複数の送信側焦点位置を調整自在に設定する設定部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記走査制御部が、走査偏向最大角度をフレームごとに変更させる制御を行なうものであって、前記焦点位置セットにしたがって送信側焦点位置を深い位置に設定するフレームほど大きな走査偏向最大角度に設定することを特徴とする請求項 1 から 3 のうちのいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記走査制御部が、前記焦点位置セットにしたがって送信側焦点位置をフレームごとに変更させかつ該送信側焦点位置の変更を該複数ごとに循環させるとともに、送信側焦点位置が浅いほど高い周波数の超音波で被検体内の走査を繰り返させることを特徴とする請求項 1 から 4 のうちのいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被検体内を超音波ビームで走査しながら反射超音波を受信して受信信号を得、受信信号に基づいて時系列的な複数のフレーム画像を生成し、フレーム画像由来の、被検体内の断層像（いわゆる B モード像）を表示する超音波診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

上記の超音波診断装置が知られており（一例として特許文献 1 参照）、病院等で広く使用されている。

【0003】

この超音波診断装置における 1 つの重要なテーマは、如何にして高分解能の断層像を生成して表示するか、という点である。

【0004】

高分解能の断層像を生成して表示するための 1 つの技術として、被検体内に超音波ビームを送信して反射超音波を受信する際の受信側については、いわゆるダイナミックフォーカスと呼ばれる技術が採用される。このダイナミックフォーカスは、被検体内の浅い位置まで進んでその浅い位置で反射して戻ってくる超音波と被検体内の深い位置まで進んでその深い位置で反射して戻ってくる超音波との間に時間差が生まれることを利用して、受信

10

20

30

40

50

側焦点位置を時間的に深さ方向に変化させる技術である。

【0005】

しかしながら、送信側については、このダイナミックフォーカスの技術を採用することはできず、予め決めておいた深さ位置1点に送信側焦点を有する超音波ビームを送信することになる。このため、断層像の、送信側焦点近傍の深さ領域については比較的高い分解能の断層像が得られても、送信側焦点から離れた深さ領域については比較的低い分解能の断層像となる。このため、深さ方向の広い領域に亘って診察対象とする断層像を得ようとすると、送信側焦点を細くは絞らずに広げ気味とすることが行われている。

【0006】

送信側についても分解能が高くかつ深さ方向に均一なビームを得るために、例えば、送信側焦点位置を浅い位置に設定した超音波ビームを送信して得た断層像と、送信側焦点位置を深い位置に設定した超音波ビームを送信して得た断層像など、送信側焦点を深さ方向の複数の位置それぞれに設定して超音波ビームを送信して得た複数の断層像を得、それら複数の断層像の、分解能が高い、それぞれの送信側焦点近傍の領域を切り出してつなぎ合わせるにより、深さ方向について広い範囲に亘って高分解能の1枚の断層像を得る多段フォーカスと呼ばれる技術が知られている。しかしながら、この技術を採用して、例えばn枚の断層像から高分解能の1枚の断層像を合成すると、フレームレートが $1/n$ に低下してしまうという別の問題が発生する。フレームレートは単位時間当たりの断層像の数であり、フレームレートが低いと円滑な動きのある断層像を表示することができないことになる。

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2014-144113号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上記事情に鑑み、フレームレートを下げることなく高い分解能の断層像を生成して表示することのできる超音波診断装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成する本発明の超音波診断装置は、

被検体内を超音波ビームで走査しながら反射超音波を受信して受信信号を得、該受信信号に基づいて時系列的なフレーム画像を生成し、該フレーム画像由来の、被検体内の断層像を表示する超音波診断装置であって、

被検体内に送信する超音波ビームの、順序づけられた予め定められた複数の送信側焦点位置からなる焦点位置セットにしたがって送信側焦点位置をフレームごとに変更し、かつ該送信側焦点位置の変更を該複数ごとに循環させながら、超音波ビームによる被検体内の走査を繰り返させず走査制御部と、

前記受信信号に基づいて生成された時系列的なフレーム画像について、時系列的に並ぶ前記複数のフレーム画像の合成処理を順次に繰り返すフレーム合成部と、

40

前記フレーム合成部での合成処理後のフレーム画像からなる断層像を表示する表示部とを備えたことを特徴とする。

【0010】

本発明の超音波診断装置によれば、送信側焦点位置が異なる複数の断層像の合成処理を順次に繰り返すため、フレームレートを下げることなく、高分解能の断層像を生成して表示することができる。

【0011】

ここで、本発明の超音波診断装置において、前記フレーム合成部が、各フレーム画像ごとの送信側焦点の近傍領域について、該近傍領域よりも該各フレーム画像ごとの送信側焦

50

点から離れた遠方領域と比べ重みを増した重み付け関数を用いた重み付け処理を行なうことが好ましい。

【0012】

フレーム合成処理を実行するにあたり、送信側焦点位置の近傍領域について重みを増した重み付け関数を用いた重み付け処理を行なうことにより、生成される断層像の分解能がさらに高められる。

【0013】

また、本発明の超音波診断装置において、前記焦点位置セットを構成する複数の送信側焦点位置を調整自在に設定する設定部をさらに備えることも好ましい態様である。

【0014】

送信側焦点位置を調整自在に設定することにより、断層像上の診察したい領域がある一部の深さ領域にある場合に、その特定の深さ領域の分解能をさらに向上させるように送信側焦点位置を調整するなど、その時々診察対象に応じた設定が可能となる。

【0015】

さらに、本発明の超音波診断装置において、前記走査制御部が、走査偏向最大角度をフレームごとに変更させる制御を行なうものであって、前記焦点位置セットにしたがって送信側焦点位置を深い位置に設定するフレームほど大きな走査偏向最大角度に設定することが好ましい。

【0016】

送信側焦点位置が被検体内の深い位置にあると、浅い位置にある場合と比べ、偏向角度が大きくてもアーチファクトが抑えられる。

【0017】

さらに、本発明の超音波診断装置において、前記走査制御部が、前記焦点位置セットにしたがって送信側焦点位置をフレームごとに変更させかつ該送信側焦点位置の変更を該複数ごとに循環させるとともに、送信側焦点位置が浅いほど高い周波数の超音波で被検体内の走査を繰り返させることも好ましい態様である。

【0018】

超音波の周波数が高いほど、断層像の分解能を高めることができる。ただし、周波数が高い超音波は減衰が激しく、深い領域の診察には不向きである。そこで、超音波の周波数を送信側焦点位置に連動させて、送信側焦点位置が浅いほど高い周波数の超音波を採用することにより、断層像の特に浅い領域について分解能をさらに高めることができる。

【発明の効果】

【0019】

以上の本発明によれば、フレームレートを下げることなく高い分解能の断層像を生成して表示することのできる超音波診断装置が実現する。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施形態としての超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図2】焦点位置セットの第1例を示した図である。

【図3】断層像を表わす時系列的な複数のフレームのイメージ図である。

【図4】フレーム合成部におけるフレーム合成処理の説明図である。

【図5】各送信側焦点位置ごとの重み付け関数の定義を示した図である。

【図6】焦点位置セットの第2例を示した図である。

【図7】断層像を表わす時系列的な複数のフレームのイメージ図である。

【図8】フレーム合成部におけるフレーム合成処理の説明図である。

【図9】1回のフレーム合成処理に用いる7つのフレームを重ねて示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0022】

10

20

30

40

50

図 1 は、本発明の一実施形態としての超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【0023】

この図 1 に示す超音波診断装置 100 には、超音波探触子 1 が備えられている。この超音波探触子 1 は、着脱自在に交換され、生体 30 の診断部位や診断内容等に応じて、それに適した超音波探触子が用いられる。この超音波探触子 1 には、生体 30 の体表に当てがわれる側の先端に、圧電セラミックス等の振動子（図示せず）が配列されている。また、この超音波探触子 1 には、送信部 2 と受信部 3 が接続されている。

【0024】

送信部 2 には、送信の繰り返し周期（例えば 4 K H z）を与えるレートパルスを発生するパルス発生器が含まれている。この送信部 2 は、例えば 64 チャンネルの、パルスドライバ及び遅延回路を有する。パルスドライバは、レートパルスのタイミングで、設定された送信周波数（例えば 2 . 5 M H z）により定まる周期の振動パルスが発生し、超音波探触子 1 の振動子に印加する。遅延回路は超音波ビームを収束し、かつ指向性を与えるために各チャンネル毎のパルス発生タイミングに所定の遅延を与える。その結果、指向性を有する超音波ビームが生体 30 内にパルス状に送信される。このようにして、超音波探触子 1 から、レートパルス周期で、生体 30 内に延びる、例えば 256 本の走査線それぞれに沿う超音波ビームが順次に送信されて、1 フレーム分の走査が完了する。

【0025】

一方、生体 30 内の音響インピーダンスの不連続面で反射した超音波は超音波探触子 1 を介して受信部 3 でチャンネル毎に受信されて受信信号に変換される。受信部 3 は、プリアンプ、A / D 変換回路、遅延回路、加算回路、直交検波回路、および振幅計算回路から構成されている。受信信号は、プリアンプで増幅され、A / D 変換回路によりデジタルの受信信号に変換され、遅延回路により各チャンネル毎に所定の遅延が与えられて、加算回路により加算される。直交検波回路では、加算回路からの出力信号をベースバンド帯域の同相信号（I 信号、I : I n - p h a s e）と直交信号（Q 信号、Q : Q u a d r a t u r e - p h a s e）に変換し、さらに振幅計算回路で振幅計算を行なう。これにより、各走査線 1 a について順次に、超音波ビームが送信された方向からの反射超音波が受信される。受信部 3 から出力された受信信号は、対数圧縮部 4 で対数圧縮され、B モード信号処理部 5 で B モード信号処理がなされ、フレームごとに順次に、フレームメモリ 6 に一旦格納される。そして、このフレームメモリ 6 に格納された所定フレーム数分の受信信号が読み出されて、フレーム合成部 7 によりフレーム合成処理が行われる。このフレーム合成部 7 におけるフレーム合成処理については、後述する。

【0026】

フレーム合成処理後の受信信号は、フレーム相関部 8 に入力される。このフレーム相関部 8 では、入力された現在のフレーム信号とその 1 つ前に入力されたフレーム信号との間で 1 次の I I R フィルタ処理が行われる。ただし、場合により、このフレーム相関部 8 での処理を省くことも可能である。フレーム相関部 8 からの出力信号はシネメモリ 9 に格納される。

【0027】

シネメモリ 9 に格納された受信信号は、更にデジタルスキャンコンバータ（D S C）10 に入力される。この D S C 10 では、座標変換処理と直線補間処理により、各走査線 1 a ごとの受信信号の、1 フレーム分の集合が、表示部 11 の表示画面に表示するのに適した信号に変換される。この D S C 10 で信号変換により生成された、表示部 11 の表示画面に表示するのに適した信号は表示部 11 に入力され、その表示部 11 の表示画面上に、D S C 10 から送られてきた信号に基づく断層像が表示される。

【0028】

次に、フレーム合成部 7、フレーム合成設定部 71、および焦点位置設定部 21 について説明する。

【0029】

フレーム合成設定部 71 では、1 回のフレーム合成処理を行なうフレームの数が設定さ

10

20

30

40

50

れる。焦点位置設定部 2 1 では、フレーム合成設定部 7 1 において設定された 1 回のフレーム合成処理のフレームの数と同数の送信側焦点位置からなる焦点位置セットが設定される。

【0030】

図 2 は、焦点位置セットの第 1 例を示した図である。

【0031】

ここでは、フレーム合成設定部 7 1 において、1 回のフレーム合成処理を行なうフレームの数が「3」と設定されたものとする。その場合、焦点位置セット 2 2 は、図 2 に示すように、3 つの送信側焦点位置から構成される。ここで、送信側焦点位置 d_1 , d_2 , d_3 は、 $d_1 < d_2 < d_3$ であって、送信側焦点位置 d_1 は、これら 3 つのうちの生体 3 0 内の最も浅い位置にあり、送信側焦点位置 d_2 は、中程度の深さ位置にあり、送信側焦点位置 d_3 は、これら 3 つのうちの最も深い位置にある。これら 3 つの送信側焦点位置 d_1 , d_2 , d_3 は、今回生成される断層像内の浅い領域から深い領域に亘る全域を診察対象とするのに適切な値にプリセットされているが、ユーザにより深さ方向に移動することができる。

10

【0032】

図 3 は、断層像を表わす時系列的な複数のフレームのイメージ図である。

【0033】

ここでは、超音波探触子 1 として、リニアスキャン用の超音波探触子が装着され、また走査制御部 3 1 によりリニアスキャンの制御が行われているものとする。ここで、リニアスキャンは、各走査線 1 a (各超音波ビームの進行方向) が互いに平行に延び、横方向にシフトしていく走査方式をいう。

20

【0034】

図 3 (a) ~ (f) は、時系列的に生成された各 1 フレーム分の受信信号を示している。ここでは、図 3 (a) ~ (f) に示す各 1 フレーム分の受信信号を、それぞれフレーム a ~ フレーム f と称する。

【0035】

フレーム a の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、図 2 に示す焦点位置セット 2 2 の 1 番目の送信側焦点位置 d_1 となるように、各チャンネルごとのパルス発生タイミングを調整する。同様にして、フレーム b の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、焦点位置セット 2 2 の 2 番目の送信側焦点位置 d_2 となるように調整し、フレーム c の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、焦点位置セット 2 2 の 3 番目の送信側焦点位置 d_3 となるように調整する。さらに次のフレーム d の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、焦点位置セット 2 2 の先頭に戻り、送信側焦点位置 d_1 となるように調整する。すなわち、ここでは、送信側焦点位置が循環的に d_1 , d_2 , d_3 となるように 1 フレームごとに遅延パターンを変更する。このようにして、この図 3 に示すフレーム a ~ フレーム f の 6 フレームだけでなく多数のフレームの生成を繰り返す。このようにして生成されたフレーム a , b , c , ... はフレームメモリ 6 に順次に格納される。このフレームメモリ 6 は、次に説明するフレーム合成処理の実行に支障ががない程度のメモリ容量を有するが、フレームメモリ 6 が満杯になると、先に格納したフレームから順に上書きされる。

30

40

【0036】

図 4 は、フレーム合成部におけるフレーム合成処理の説明図である。

【0037】

ここに示す例では、フレーム合成設定部 7 1 において、1 回の合成処理のフレーム数が「3」に設定されている。そこで、フレーム合成部 7 では、まずは、図 3 に示す 3 つのフレーム a ~ c についてフレーム合成処理が行なわれる。すなわち、ここでは、3 つのフレーム a ~ c の互いに対応する点の信号値どうしが平均化され、その平均化された信号値がその点に対応づけられる。

【0038】

ただし、ここでのフレーム合成処理にあたっては、重み付け平均処理が採用されている

50

。

【 0 0 3 9 】

図 5 は、各送信側焦点位置ごとの重み付け関数の定義を示した図である。

【 0 0 4 0 】

フレーム a については、送信側焦点位置 d 1 の近傍領域 D 1 について、送信側焦点位置 d 1 から離れた他の領域 D 2 , D 3 と比べ重みを増した重み付けとする。ここでは一例として、領域 D 1 内の各点 (i) の信号値を 3 倍にする。これに対し、他の領域 D 2 , D 3 内の各点 (i) については、その点の信号値の 3 倍から線形的に低減されて、深さ方向の重み付け関数 $DW1(i)$ とする。これと同様に、フレーム b については、送信側焦点位置 d 2 の近傍領域 D 2 について、送信側焦点位置 d 2 から離れた他の領域 D 1 , D 3 と比べ重みを増した重み付けをする。ここでは一例として、領域 D 2 内の各点 (i) の信号値を 3 倍にする。これに対し、他の領域 D 1 , D 3 内の各点 (i) については、その重みが 3 から線形的に低減され、深さ方向の関数 $DW2(i)$ とする。さらに、フレーム c については、送信側焦点位置 d 3 の近傍領域 D 3 について、送信側焦点位置 d 3 から離れた他の領域 D 1 , D 2 と比べ重みを増した重み付けをする。ここでは一例として、領域 D 3 内の各点 (i) の信号値を 3 倍にする。これに対し、他の領域 D 1 , D 2 内の各点 (i) については、その重みが 3 から線形的に低減され、深さ方向の関数 $DW3(i)$ とする。

【 0 0 4 1 】

具体的には、3つのフレーム a ~ c の互いに対応する点 (i) の信号値を $Sa(i)$, $Sb(i)$, $Sc(i)$ としたとき、

平均値 $S(i) = (Sa(i) \times DW1(i) + Sb(i) \times DW2(i) + Sc(i) \times DW3(i)) / (DW1(i) + DW2(i) + DW3(i))$

により、平均値 $S(i)$ が算出されて、その点 (i) に対応づけられる。

【 0 0 4 2 】

3つのフレーム a ~ c のフレーム合成処理が終了すると、次に、1つずれた3つのフレーム b ~ d のフレーム合成処理が実行される。フレーム b , c についての重み付けは上記の通りであり、フレーム d についての重み付けは、フレーム a についての重み付けと同じである。さらにその次は、さらに1つずれた3つのフレーム c ~ e のフレーム合成処理が実行される。フレーム c , d についての重み付けは上記の通りであり、フレーム e についての重み付けは、フレーム b についての重み付けと同じである。また、フレーム f についての重み付けは、フレーム c についての重み付けと同じである。

【 0 0 4 3 】

このようにして、1回につき3つのフレームについてのフレーム合成処理を順次に行う。このフレーム合成処理により生成されるフレームは、d 1 , d 2 , d 3 の3つの送信側焦点位置に焦点を結んだ、断層像全域に亘って高分解能な断層像となる。

【 0 0 4 4 】

フレーム合成部 7 を通過した後の処理については、前述した通りである。

【 0 0 4 5 】

図 6 は、複数の送信側焦点位置からなる焦点位置セットの第 2 例を示した図である。

【 0 0 4 6 】

ここでは、フレーム合成設定部 7 1 で 1 回の平均処理を行なうフレームの数が「7」に設定されたものとする。この場合、図 6 に示すように、焦点位置セット 2 3 には、同一の送信側焦点位置の重複を許容した 7 つの送信側焦点位置が含まれることになる。図 2 の場合と同様、ここでも、送信側焦点位置 d 1 , d 2 , d 3 は、 $d1 < d2 < d3$ であって、送信側焦点位置 d 1 は、これら 3 つのうち生体 3 0 内の最も浅い位置にあり、送信側焦点位置 d 2 は、中程度の深さ位置にあり、送信側焦点位置 d 3 は、これら 3 つのうちの最も深い位置にある。これら 3 つの送信側焦点位置 d 1 , d 2 , d 3 は、今回の断層像の全域を診察対象とするのに適切な値にプリセットされているが、ユーザにより深さ方向に移動することができる。また、送信側焦点位置は、3 つには限られず、最大、1 回の平均処理を行なうフレームの数 (ここでは「7」) と同数だけ、別々の送信側焦点位置を設定する

ことができる。

【0047】

ここで、この図6に示す焦点位置セット23には、 d_1 が2回、 d_2 が3回、 d_3 が2回、出現している。すなわち、ここに示した例は、中程度の深さ位置にやや重きを置いた設定になっている。

【0048】

また、この図6に示す焦点位置セット23には超音波の周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 のセットも記録されている。周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 は、 $f_1 > f_2 > f_3$ である。すなわち、この焦点位置セット23に設定されている3つの送信側焦点位置 d_1 、 d_2 、 d_3 のうち生体30内の最も浅い位置にある送信側焦点位置 d_1 には、3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 のうちの最も高い周波数 f_1 が対応付けられている。また、中程度の深さ位置にある送信側焦点位置 d_2 には、中程度の周波数 f_2 が対応付けられ、最も深い位置にある送信側焦点位置 d_3 には、最も低い周波数 f_3 が対応付けられている。これは、周波数が高い方が高い分解能が得られるが、周波数が高いと減衰が激しくペンネトレーションが低下し、深い領域の断層像の生成が困難である、という理由による。これら3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 は、断層像内の浅い領域から深い領域に亘る全域を診察対象とするのに適切な値にプリセットされているが、ユーザにより調整することも可能である。また、ここでは3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 を採用しているが、前述の第1例(図2参照)と同様に全てのフレームにおいて同一の周波数を採用してもよく、あるいは異なる2つの周波数を採用してもよい。

10

20

【0049】

また、この図6に示す焦点位置セット23には、さらに、各フレームごとの最大の走査偏向角度も記録されている。この走査偏向角度は、図7に示すように、超音波ビームを生体30内に斜めに生成する角度をいう。例えば、図7(a)のフレームでは、最大の走査偏向角度は 15° である。

【0050】

ここで、図6に示す焦点位置セット23に設定されている3つの送信側焦点位置 d_1 、 d_2 、 d_3 には3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 がそれぞれ対応づけられていて、それら3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 のうちの最も高い周波数 f_1 には、小さい走査偏向角度 5° が対応づけられている。また、中程度の周波数 f_2 には中程度の走査偏向角度 10° が対応づけられ、最も低い周波数 f_3 には一番大きい走査偏向角度 15° が対応づけられている。ただし、走査偏向角度 0° のフレームには、中程度の周波数 f_2 が対応づけられている。

30

【0051】

これは、上述の通り、周波数が高い方が高い分解能の断層像が得られるものの、周波数が高いと、周波数が低い場合と比べ、大きな走査偏向角度を採用した場合に大きなアーチファクトが発生する。このため、周波数が高いときは小さい走査偏向角度を採用することとしている。一方、周波数が低いと、周波数が高いときと比べ分解能は低減するが、ペンネトレーションが良好であって深い領域の断層像の生成に適しており、また、周波数が高いときと比べ走査偏向角度が大きくてもアーチファクトが小さい、という理由による。

40

【0052】

これらの各フレームごとの走査偏向角度もユーザにより変更することが可能である。

【0053】

図7は、断層像を表わす時系列的な複数のフレームのイメージ図である。

【0054】

ここでは、走査制御部31により、各フレームの走査偏向角度が異なる空間コンパウンドというフレーム合成法を実現する制御が行なわれているものとする。

【0055】

ここで、空間コンパウンド法とは、超音波ビームの走査偏向角度をフレーム間で循環的に切り替えながら時系列的に並んだフレームを順次合成する技術をいう。この空間コンパ

50

ウンド法は、骨などの硬い組織の裏に隠れて真上からでは断層像上に現れない組織の診察などに利用される。ここでは、この空間コンパウンド法に、送信側焦点位置を順次複数箇所を設定するという本実施形態の特徴を組み合わせた例について説明する。

【 0 0 5 6 】

図 7 (a) ~ (n) は、時系列的に生成された各 1 フレーム分の受信信号を示している。ここでは、図 7 (a) ~ (n) に示す各 1 フレーム分の受信信号を、それぞれフレーム a ~ フレーム n と称する。ここで、図面のスペースの関係上、図 7 (h) ~ (n) が小さく示されているが、図 7 (h) ~ (n) は、図 7 (a) ~ (g) とそれぞれ同じ内容を表現した図である。

【 0 0 5 7 】

フレーム a の生成の際は、左端の走査線 1 a が 15° 傾くように超音波ビームが生成される。右端の走査線 1 a は垂直 (0°) である。ここに示す例の場合、左右の中間の走査線 1 a は、左端から右端に向かって $15^\circ \sim 0^\circ$ に徐々に変化するように各走査線 1 a の傾きが調整される。また、このフレーム a の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、図 6 に示す焦点位置セット 2 3 の 1 番目の送信側焦点位置 d 3 となるように、各チャンネルごとのパルス発生タイミングが調整され、周波数 f 3 の超音波パルスが送信される。

【 0 0 5 8 】

また、次のフレーム b の生成の際は、左端の走査線 1 a が 10° 傾くように超音波ビームが生成される。右端の走査線 1 a は垂直 (0°) である。ここに示す例の場合、左右の中間の走査線 1 a は、左端から右端に向かって $10^\circ \sim 0^\circ$ に徐々に変化するように各走査線 1 a の傾きが調整される。また、このフレーム b の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、図 6 に示す焦点位置セット 2 3 の 2 番目の送信側焦点位置 d 2 となるように、各チャンネルごとのパルス発生タイミングが調整され、周波数 f 2 の超音波パルスが送信される。

【 0 0 5 9 】

さらに、次のフレーム c の生成の際は、左端の走査線 1 a が 5° 傾くように超音波ビームが生成される。右端の走査線 1 a は垂直 (0°) である。ここに示す例の場合、左右の中間の走査線 1 a は、左端から右端に向かって $5^\circ \sim 0^\circ$ に徐々に変化するように各走査線 1 a の傾きが調整される。また、このフレーム c の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、図 6 に示す焦点位置セット 2 3 の 3 番目の送信側焦点位置 d 1 となるように、各チャンネルごとのパルス発生タイミングが調整され、周波数 f 1 の超音波パルスが送信される。

【 0 0 6 0 】

さらに次のフレーム d の生成の際は、全ての走査線 1 a が垂直 (0°) となるように超音波ビームが生成される。また、このフレーム d の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、図 6 に示す焦点位置セット 2 3 の 4 番目の送信側焦点位置 d 2 となるように、各チャンネルごとのパルス発生タイミングが調整され、周波数 f 2 の超音波パルスが送信される。

【 0 0 6 1 】

さらに次のフレーム e の生成の際は、左端の走査線 1 a は垂直 (0°) であり、右端の走査線 1 a が 5° 傾くように超音波ビームが生成される。ここに示す例の場合、左右の中間の走査線 1 a は、左端から右端に向かって $0^\circ \sim 5^\circ$ に徐々に変化するように各走査線 1 a の傾きが調整される。また、このフレーム e の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、図 6 に示す焦点位置セット 2 3 の 5 番目の送信側焦点位置 d 1 となるように、各チャンネルごとのパルス発生タイミングが調整され、周波数 f 1 の超音波パルスが送信される。

【 0 0 6 2 】

さらに次のフレーム f の生成の際は、左端の走査線 1 a は垂直 (0°) であり、右端の走査線 1 a が 10° 傾くように超音波ビームが生成される。ここに示す例の場合、左右の中間の走査線 1 a は、左端から右端に向かって $0^\circ \sim 10^\circ$ に徐々に変化するように各走査線 1 a の傾きが調整される。また、このフレーム f の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、図 6 に示す焦点位置セット 2 3 の 6 番目の送信側焦点位置 d 2 となるように、各チ

10

20

30

40

50

チャンネルごとのパルス発生タイミングが調整され、周波数 f_2 の超音波パルスが送信される。

【0063】

さらに次のフレーム g の生成の際は、左端の走査線 $1a$ は垂直 (0°) であり、右端の走査線 $1a$ が 15° 傾くように超音波ビームが生成される。ここに示す例の場合、左右の中間の走査線 $1a$ は、左端から右端に向かって $0^\circ \sim 15^\circ$ に徐々に変化するように各走査線 $1a$ の傾きが調整される。また、このフレーム g の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、図 6 に示す焦点位置セット 23 の 7 番目の送信側焦点位置 d_3 となるように、各チャンネルごとのパルス発生タイミングが調整され、周波数 f_3 の超音波パルスが送信される。

10

【0064】

さらに次のフレーム h の生成の際は、送信部 2 の遅延回路では、焦点位置セット 23 の先頭に戻り、送信側焦点位置 d_3 かつ周波数 f_3 となるように調整する。すなわち、ここでは、送信側焦点位置および周波数が、 (d_3, f_3) (d_2, f_2) (d_1, f_1) (d_2, f_2) (d_1, f_1) (d_2, f_2) (d_3, f_3) のパターンを循環的に繰り返すように、1 フレームごとに遅延パターンおよび周波数が変更される。このようにして、この図 7 に示すフレーム $a \sim$ フレーム n の 14 フレームだけでなく多数のフレームの生成を繰り返す。このようにして生成されたフレーム a, b, c, \dots はフレームメモリ 6 に順次に格納される。このフレームメモリ 6 は、フレーム合成処理の実行に支障ががない程度のメモリ容量を有するが、フレームメモリ 6 が満杯になると、先に格納したフレームから順に上書きされる。

20

【0065】

図 8 は、フレーム合成部におけるフレーム合成処理の説明図である。

【0066】

ここに示す第 2 例では、フレーム合成設定部 71 において、1 回のフレーム合成処理のフレーム数が「7」に設定されている。そこで、フレーム合成部 7 では、まずは、図 7 に示す 7 つのフレーム $a \sim g$ についてフレーム合成処理が行なわれる。すなわち、ここでは、7 つのフレーム $a \sim g$ の互いに対応する点の信号値どうしが合成され、その合成された信号値がその点に対応づけられる。ただし、ここに示した第 2 例の場合、走査偏向最大角度が各フレームごとに異なっているため、走査偏向最大角度を変数とする重み付け関数 A_W が定義され、前記した各送信側焦点位置に対応する重み付け関数 D_W (図 5 参照) と掛け合わされる。

30

【0067】

フレーム a については、送信側焦点位置 d_3 の近傍領域 D_3 について、送信側焦点位置 d_3 から離れた他の領域 D_1, D_2 と比べ重みを増した D_W3 とする。また、フレーム a は走査偏向角度 15° であるため、重み付け関数 A_W については、走査偏向角度 $10^\circ, 5^\circ$ 及び 0° と比べ重みが一番小さい A_W15 を採用する。これと同様に、フレーム b については、送信側焦点位置 d_2 の近傍領域 D_2 について、送信側焦点位置 d_2 から離れた他の領域 D_1, D_3 と比べ重みを増した重み付け D_W2 とする。また、フレーム b は走査偏向角度 10° であるため、重み付け関数 A_W については、走査偏向角度 15° と比べ重みを増した A_W10 とする。さらに、フレーム c については、送信側焦点位置 d_1 の近傍領域 D_1 について、送信側焦点位置 d_1 から離れた他の領域 D_2, D_3 と比べ重みを増した重み付け D_W1 とする。また、フレーム c は、走査偏向角度 5° であるため、走査偏向角度 10° と比べ重みを増した A_W5 とする。さらに、フレーム d については、送信側焦点位置 d_2 の近傍領域 D_2 について、送信側焦点位置 d_2 から離れた他の領域 D_1, D_3 と比べ重みを増した重み付け D_W2 とする。また、フレーム d は、走査偏向角度 0° であるため、走査偏向角度 5° と比べ重みを増した A_W0 とする。フレーム $e \sim n$ についても同様である。

40

【0068】

具体的には、7 つのフレーム $a \sim g$ の互いに対応する点 (i) の信号値を $S_a(i)$,

50

$S_b(i), \dots, S_g(i)$ としたとき、

平均値 $S(i) = (S_a(i) \times DW3(i) \times AW15 + S_b(i) \times DW2(i) \times AW10 + S_c(i) \times DW1(i) \times AW5 + S_d(i) \times DW2(i) \times AW0 + S_e(i) \times DW1(i) \times AW5 + S_f(i) \times DW2(i) \times AW10 + S_g(i) \times DW3(i) \times AW15) / (2 \times DW3(i) \times AW15 + 2 \times DW2(i) \times AW10 + 2 \times DW1(i) \times AW5 + DW2(i) \times AW0)$

により、平均値 $S(i)$ が算出されて、その点 (i) に対応づけられる。

【0069】

なお、ここでは、重み付け関数 AW はフレームごとに固定値としたが、重み付け関数 AW についても走査偏向最大角度の関数であるとともに深さ位置 (i) の関数としてもよい。

10

【0070】

図9は、1回のフレーム合成処理に用いる7つのフレームを重ねて示した図である。

【0071】

ここでは、図7に示すように、各フレームごとに走査偏向最大角度が異なっている。そこで、重み付け平均処理にあたっては、フレーム $a \sim g$ の共通の領域が抽出される。すなわち、この図9に一点鎖線で示した領域が切り捨てられて実線で示した矩形の領域が抽出される。

【0072】

図8に戻って説明を続ける。

20

【0073】

最初の7つのフレーム $a \sim g$ のフレーム合成処理が終了すると、次に、1つずれた7つのフレーム $b \sim h$ のフレーム合成処理が実行される。フレーム $b \sim g$ についての重み付けは上記の通りであり、フレーム h についての重み付けは、フレーム a についての重み付けと同じである。さらにその次は、さらに1つずれた7つのフレーム $c \sim i$ の重み付け平均処理が実行される。フレーム $c \sim h$ についての重み付けは上記の通りであり、フレーム i についての重み付けは、フレーム b についての重み付けと同じである。また、フレーム $j \sim n$ についての重み付けは、フレーム $c \sim g$ についての重み付けとそれぞれ同じである。

【0074】

このようにして、1回につき7つのフレームについてのフレーム合成処理を順次に行う。

30

【0075】

このフレーム合成処理により生成されるフレームは、 d_1, d_2, d_3 の3つの送信側焦点位置に焦点を結んだ、断層像全域に亘って高分解能な断層像となる。

【0076】

フレーム合成部7を通過した後の処理については、前述した通りである。

【0077】

なお、ここでは、1回のフレーム合成処理を行なうフレーム数が3フレームの例と7フレームの例を示したが、1回のフレーム合成処理を行なうフレーム数は、これらのフレーム数に限られるものではなく、必要に照らした任意の複数であってもよい。また、ここでは3つの送信側焦点位置 d_1, d_2, d_3 、3つの周波数 f_1, f_2, f_3 、および走査偏向角度 $15^\circ, 10^\circ, 5^\circ, 0^\circ, -5^\circ, -10^\circ, -15^\circ$ の例について説明したが、これらも必要に照らした任意の複数であってもよい。ただし、送信側焦点位置の数、周波数の数、および走査偏向角度の数は、1回のフレーム合成処理を行なうフレーム数と同数かそれ以下の数に限られることになる。

40

【0078】

また、ここでは、図1に示すように、フレーム合成部7を、Bモード信号処理部5とフレーム相関部8との間に置いた例について説明したが、フレーム合成部7は、必ずしもBモード信号処理部5とフレーム相関部8との間に置く必要はなく、対数圧縮部4よりも前の位置に置いてよい。

50

【符号の説明】

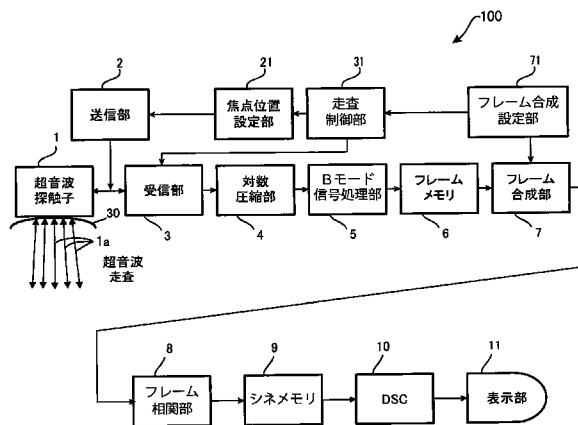
【0079】

- 1 超音波探触子
- 1 a 走査線
- 2 送信部
- 2 1 焦点位置設定部
- 3 受信部
- 3 1 走査制御部
- 4 対数圧縮部
- 5 Bモード信号処理部
- 6 フレームメモリ
- 7 フレーム合成部
- 7 1 フレーム合成設定部
- 8 フレーム相関部
- 9 シネメモリ
- 10 デジタルスキャンコンバータ(DSC)
- 11 表示部
- 30 生体
- 100 超音波診断装置

10

【図1】

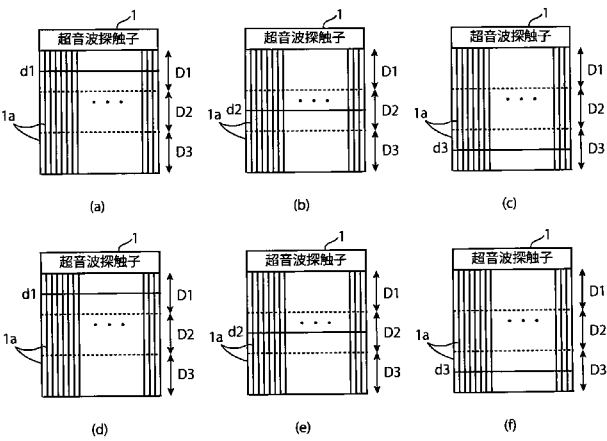
【図2】



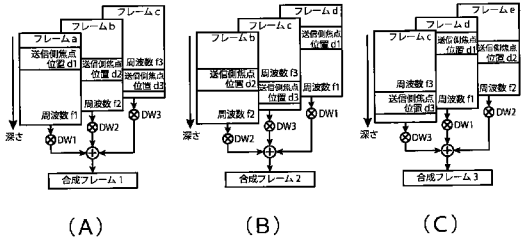
22

No.	送信側焦点位置
1	d 1
2	d 2
3	d 3

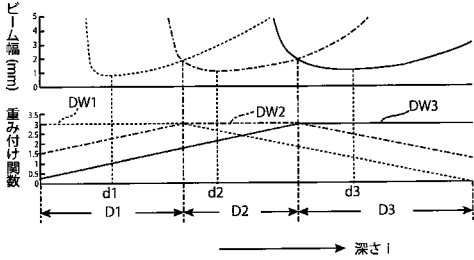
【図 3】



【図 4】



【図 5】

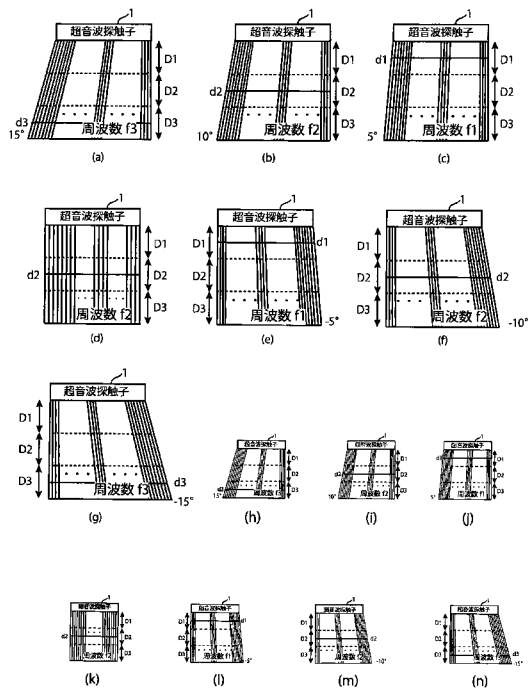


【図 6】

23

No.	送信側焦点位置	超音波周波数	走査偏向角度
1	d 3	f 3	15°
2	d 2	f 2	10°
3	d 1	f 1	5°
4	d 2	f 2	0°
5	d 1	f 1	-5°
6	d 2	f 2	-10°
7	d 3	f 3	-15°

【図 7】

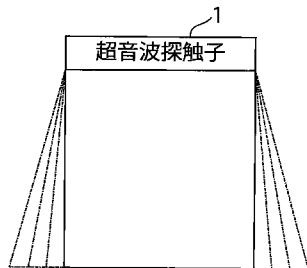


【図 8】



フレーム	焦点位置	周波数	走査偏向角度	重み関数
a	d 3	f 3	15°	DW 3, AW 1 5
b	d 2	f 2	10°	DW 2, AW 1 0
c	d 1	f 1	5°	DW 1, AW 5
d	d 2	f 2	0°	DW 2, AW 0
e	d 1	f 1	-5°	DW 1, AW 5
f	d 2	f 2	-10°	DW 2, AW 1 0
g	d 3	f 3	-15°	DW 3, AW 1 5
h	d 3	f 3	15°	DW 3, AW 1 5
i	d 2	f 2	10°	DW 2, AW 1 0
j	d 1	f 1	5°	DW 1, AW 5
k	d 2	f 2	0°	DW 2, AW 0
l	d 1	f 1	-5°	DW 1, AW 5
m	d 2	f 2	-10°	DW 2, AW 1 0
n	d 3	f 3	-15°	DW 3, AW 1 5
.
.
.

【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 廣岡 衛

東京都文京区本郷3丁目3番4号 フクダ電子株式会社内

(72)発明者 倉島 寛行

東京都文京区本郷3丁目3番4号 フクダ電子株式会社内

Fターム(参考) 4C601 EE01 GB03 HH14 HH24 JC04 JC17 JC22

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2018175478A	公开(公告)日	2018-11-15
申请号	JP2017080469	申请日	2017-04-14
[标]申请(专利权)人(译)	福田电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	福田电子株式会社		
[标]发明人	呉弘敏 廣岡衛 倉島寛行		
发明人	呉 弘敏 廣岡 衛 倉島 寛行		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/GB03 4C601/HH14 4C601/HH24 4C601/JC04 4C601/JC17 4C601/JC22		
代理人(译)	大冢康弘		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在不降低帧速率的情况下生成和显示具有高分辨率的断层图像。的超声波束，以在活体中被发送到A，根据焦点位置集合包括多个预定的发射侧焦点位置的发送侧焦点位置有序改变对于每个帧，和发送侧的焦点位置通过超声波束在对象中扫描，同时循环多个预定数字中的每一个的变化当基于接收的信号生成一系列帧图像的回报，时间序列反复排列的多个显示帧合成处理后的帧图像构成的断层图像的帧图像的帧合成处理。

