

(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2014-76093

(P2014-76093A)

(43) 公開日 平成26年5月1日(2014.5.1)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

テーマコード (参考)

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-224135 (P2012-224135)
(22) 出願日 平成24年10月9日 (2012.10.9)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100085006
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

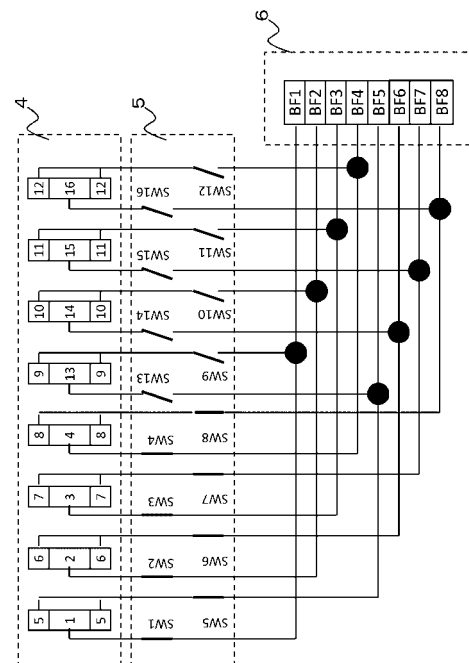
(54) 【発明の名称】 音響波測定装置

(57) 【要約】

【課題】 1 . 5 Dアレイの超音波探触子を用いて3次元画像データを生成する際に、送受信回路のチャンネル数を増大させることなく断層スライス像の画像分解能を向上させる。

【解決手段】 音響波と電気信号とを互いに変換可能な複数の振動素子を有するプローブと、プローブに接続する複数のチャンネルを有し、プローブから音響波を発生させ、かつ、プローブの受信信号を得る送受信手段と、振動素子とチャンネルとの接続を切り換える複数のスイッチと、受信信号から画像を生成する画像生成手段とを備え、振動素子には中央素子列と端部素子列が含まれ、複数のチャンネルの各々は、中央素子列と端部素子列の振動素子にスイッチを介して交互に接続している音響波測定装置を用いる。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音響波と電気信号とを互いに変換可能な複数の振動素子を有するプローブと、
前記プローブに接続する複数のチャンネルを有し、前記プローブに電気信号を印加して音響波を発生させるとともに、前記プローブが受信した音響波から変換された電気信号を受信して受信信号とする送受信手段と、

前記複数の振動素子と前記複数のチャンネルとの接続を切り換える複数のスイッチを有するスイッチ手段と、

前記受信信号に基づいて画像データを生成する画像生成手段と、
を備える音響波測定装置であって、

前記プローブが有する複数の振動素子は、第 1 の方向に並ぶ中央素子列と、前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向において前記中央素子列を挟むように位置する端部素子列とを含み、

前記複数のチャンネルの各々は、前記中央素子列の振動素子と前記端部素子列の振動素子とに前記スイッチを介して交互に接続している
ことを特徴とする音響波測定装置。

【請求項 2】

前記スイッチ手段は、前記プローブの動作を 1 D アレイ動作と 1 . 5 D アレイ動作とで切り換える制御を行う

ことを特徴とする請求項 1 に記載の音響波測定装置。

【請求項 3】

前記スイッチ手段は、前記複数のチャンネルをいずれも前記中央素子列の振動素子に接続することにより、前記プローブを 1 D アレイとして動作させる

ことを特徴とする請求項 2 に記載の音響波測定装置。

【請求項 4】

前記スイッチ手段は、前記プローブを 1 D アレイとして動作させる際、連続した前記中央素子列の振動素子に前記複数のチャンネルを接続する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の音響波測定装置。

【請求項 5】

前記スイッチ手段は、前記複数のチャンネルを同数の 2 つのグループに分けて、第 1 のグループのチャンネルを前記中央素子列の振動素子に接続し、第 2 のグループのチャンネルを前記第 1 のグループのチャンネルが接続された振動素子を挟む端部素子列の振動素子に接続することにより、前記プローブを 1 . 5 D アレイとして動作させる

ことを特徴とする請求項 2 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の音響波測定装置。

【請求項 6】

前記スイッチ手段は、前記プローブを 1 . 5 D アレイとして動作させる際、前記第 1 のグループに含まれるチャンネル数だけ連続した前記中央素子列の振動素子に、前記第 1 のグループに含まれるチャンネルを接続する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の音響波測定装置。

【請求項 7】

前記プローブは、発生した音響波を測定対象となる被検体に送信し、前記被検体で反射した音響波を受信し、

前記画像生成手段は、前記被検体内の画像データを生成する

ことを特徴とする請求項 2 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の音響波測定装置。

【請求項 8】

前記スイッチ手段は、ターゲットとなる前記被検体内の深度に応じて、前記 1 D アレイ動作と 1 . 5 D アレイ動作とを切り換える

ことを特徴とする請求項 7 に記載の音響波測定装置。

【請求項 9】

前記スイッチ手段は、前記プローブの開口サイズに応じて、前記 1 D アレイ動作と 1 .

10

20

30

40

50

5 D アレイ動作とを切り換える

ことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の音響波測定装置。

【請求項 10】

前記スイッチ手段は、前記プローブを 1 D アレイとして動作させる際、前記中央素子列の振動素子を挟むように位置する前記端部素子列の振動素子にもチャンネルを接続することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の音響波測定装置。

【請求項 11】

前記スイッチ手段は、前記プローブを 1 D アレイとして動作させる際、前記複数のチャンネルごとに、前記中央素子列の振動素子を挟むように位置する前記端部素子列の振動素子にもチャンネルを接続するかどうかを切り換えするためのスイッチをさらに有することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の音響波測定装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響波測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、医療画像診断に用いられる超音波診断装置において、超音波の送受信機能を有する振動素子を含んだ超音波探触子（プローブ）が用いられている。このプローブから被検体に向けて、超音波の合成波によって形成される超音波ビームを送信すると、被検体内部における音響インピーダンスが異なる領域、すなわち組織の境界において反射が起こる。この反射によって生じたエコー信号をプローブで受信し、その強度に基づいて画像を再構成することにより、被検体内部の組織状況を 2 次元画像データ（断層スライス像）として表現することができる。

20

【0003】

また、振動素子が 1 次元配列されたプローブ（1 D アレイプローブ）を、被検体に対してエレベーション方向（素子の配列方向と交差する方向）に機械的走査することで、連続した断層スライス像が得られる。その結果、広い検査領域の 3 次元画像データを生成することができる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 11 - 070111 号公報

【特許文献 2】特開平 09 - 000526 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

1 D アレイプローブを用いて連続的に得られた断層スライス像から 3 次元画像データを生成する際の、一つの断層スライス像における画像分解能について検討する。

ラテラル方向（振動素子の配列方向）においては、複数個配列された振動素子を用いて超音波ビームの電子スキャンが行われるので、フォーカス制御が可能であり、画像分解能を向上させることができる。しかし、エレベーション方向では固定フォーカスとなるので、深さ方向の画像分解能が低下していた。

40

【0006】

そこで、エレベーション方向の開口制御を行うため、1 . 2 5 D アレイ、1 . 5 D アレイおよび 2 D アレイなど、様々な形式の多数行型プローブが開発されている。1 D アレイではエレベーション開口が固定されるのに対し、多数行型プローブの 1 . 2 5 D アレイでは、複数の音響レンズを組み合わせたエレベーション開口制御が可能となっている。

また、1 . 5 D アレイにおけるエレベーション方向の開口やフォーカス位置は、動的に可変であるが、アレイの中心位置に対して対称という制約がある。なお、2 D アレイでは

50

、エレベーション方向においてもラテラル方向と同様に、電子式のアボダイゼーションや、フォーカス位置および方向の制御を制限なく行うことができる。

【 0 0 0 7 】

ここで、1．25Dアレイのエレベーション開口制御におけるフォーカス位置は、段階的に決められたレンジに限定されてしまい、フォーカス位置が動的に可変な1．5Dアレイと比べて、深さ方向の全領域にわたる解像度の向上をはかることができなかった。

特許文献1では、1．25Dアレイを使ってエレベーション方向に3段フォーカスを組み合わせた制御を説明しているが、1．5Dアレイの動的フォーカスに比べると深さ方向の全領域にわたる改善効果が十分でなかった。

【 0 0 0 8 】

また、1．5Dアレイでエレベーション開口を可変とした場合にはフォーカス位置の動的制御が可能となるが、超音波の送受信に用いる回路数がラテラルの開口数に対して2倍以上必要になってしまうといった問題があった。

特許文献2に記載の従来例では、1．5Dアレイをエレベーション方向に4分割して時分割動作させることが開示されているが、この場合はラテラル開口数に対して4倍の送受信回路のチャンネル数が必要になってしまう。

【 0 0 0 9 】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、1．5Dアレイの超音波探触子を用いて3次元画像データを生成する際に、送受信回路のチャンネル数を増大させることなく断層スライス像の画像分解能を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明は以下の構成を採用する。すなわち、

音響波と電気信号とを互いに変換可能な複数の振動素子を有するプローブと、

前記プローブに接続する複数のチャンネルを有し、前記プローブに電気信号を印加して音響波を発生させるとともに、前記プローブが受信した音響波から変換された電気信号を受信して受信信号とする送受信手段と、

前記複数の振動素子と前記複数のチャンネルとの接続を切り換える複数のスイッチを有するスイッチ手段と、

前記受信信号に基づいて画像データを生成する画像生成手段と、

を備える音響波測定装置であって、

前記プローブが有する複数の振動素子は、第1の方向に並ぶ中央素子列と、前記第1の方向と交差する第2の方向において前記中央素子列を挟むように位置する端部素子列とを含み、

前記複数のチャンネルの各々は、前記中央素子列の振動素子と前記端部素子列の振動素子とに前記スイッチを介して交互に接続している

ことを特徴とする音響波測定装置である。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、1．5Dアレイの超音波探触子を用いて3次元画像データを生成する際に、送受信回路のチャンネル数を増大させることなく断層スライス像の画像分解能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図1】本発明における超音波診断装置の全体構成を示す図。

【図2】送受信回路部の構成を示す図。

【図3】画像生成部の構成を示す図。

【図4】プローブの機械的走査を示す図。

【図5】従来例におけるプローブのエレベーション方向の断面を示す図。

【図6】実施例1におけるスイッチ回路部の構成を示す図。

10

20

30

40

50

【図 7】スイッチ回路部の状態遷移を示す図。

【図 8】プローブの電子スキャン制御を示す図。

【図 9】開口サイズによる動的フォーカスを示す図。

【図 10】実施例 2 におけるスイッチ回路部の構成を示す図。

【図 11】実施例 3 におけるスイッチ回路部の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に図面を参照しつつ、本発明の好適な実施の形態について説明する。ただし、以下に記載されている構成部品の寸法、材質、形状およびそれらの相対配置などは、発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、この発明の範囲を以下の記載に限定する趣旨のものではない。

10

【0014】

本発明の音響波測定装置は、測定対象となる被検体に超音波を送信し、被検体内部で反射し伝播した反射波（エコー波）を受信して、被検体内の特性情報を画像データとして取得する超音波エコー技術を利用した装置である。ここで取得される特性情報とは、被検体内部の組織の音響インピーダンスの違いを反映した情報のことを指す。

【0015】

本発明で言う音響波とは、典型的には超音波であり、音波、超音波、音響波と呼ばれる弾性波を含む。以下の説明においては音響波測定装置の例として、送受信した超音波に基づいて、被検者の生体診断に用いる特性情報や、特性情報を反映した画像データを生成する、超音波診断装置について説明する。ただし実際の被検体は生体に限られないし、内部探査など診断以外の目的にも利用できる。

20

【0016】

< 実施例 1 >

（装置の構成と機能）

図 1 は、本発明の超音波診断装置の全体構成を示した図である。MPU 1 は、ソフトウェアに応じて動作して装置全体の主制御が行い、例えば入力操作部からの命令や情報に基づいて各制御部をコントロールする。送受信制御部 2 は送受信回路部 6 を、スイッチ制御部 3 はスイッチ回路部 5 を各々コントロールする。送受信回路部 6 からの送受信信号 101 は、スイッチ回路部 5 を経由してプローブ 4 に入力される。

30

【0017】

プローブ 4 は、N チャンネルの振動素子が、1 列あるいは複数列に配列されて構成されたトランスデューサアレイとなっている。プローブ 4 は、圧電性を有する材料（圧電体）の両端に電極を形成した振動素子によって構成できる。圧電体には例えば、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛：lead zirconium titanate）等の圧電セラミック、PVDf（ポリフッ化ビニリデン：Poly Vinylidene Difluoride）等の高分子圧電素子がある。

【0018】

超音波送信時には、プローブ 4 の振動素子にパルス波または連続波の電気信号 100 を印加する。これにより圧電体が伸縮し、それぞれの振動素子からパルス波または連続波の超音波が発生する。これらの超音波の合成によって送信ビームが形成される。一方、超音波受信時には、伝播する超音波をそれぞれの振動素子を受信することによって圧電体が伸縮し電気信号 100 を発生させる。これを送受信信号 101 として取り込む。このように、振動素子は超音波と電気信号を相互に変換可能である。

40

【0019】

図 2 は、送受信回路部 6 の構成を示す図である。送信回路 21 は、プローブ 4 を構成する N チャンネルの振動素子に対して、それぞれ M チャンネル分の送受信信号 101 を出力する。受信回路 22 は、N チャンネルの振動素子から出力された N チャンネルの微弱な電気信号 100 から、M チャンネル分の送受信信号 101 を取り込む。T/R スwitch 回路 23 は、送受信の切換えタイミングに合わせて送受信信号 101 を送信アナログ信号 20

50

1と受信アナログ信号202とで切換える。送受信信号とは、このように、送信アナログ信号と受信アナログ信号を含めたものを指す。

【0020】

送信回路21は、高電圧パルサ回路(HV)で生成された送信アナログ信号201を、プローブ4の振動素子に電気信号100として印加して、超音波を発生させる。受信回路22は、プローブ4の振動素子から出力された微弱な電気信号100を、受信アナログ信号202として増幅回路(AMP)に輸入しアナログ増幅処理を施す。そして、AMPからの出力信号に対して、A/Dコンバータ回路(ADC)を用いてそれぞれのチャンネル毎にサンプリングクロック(CLK)に同期したA/D変換処理を行い、受信デジタル信号102として出力する。

10

【0021】

図3は、画像生成部7から表示部9までの構成を示す図である。送受信回路部6から出力された受信デジタル信号102に対して、位相整合回路31、信号処理回路32および画像処理回路33での処理を行うことで、Bモード画像と呼ばれる断層スライス像103が生成される。

【0022】

DSC(デジタルスキャンコンバータ)8は、入力された断層スライス像103から水平同期信号のタイミングに合わせてビデオ信号104として出力する。表示部9は、入力されたビデオ信号104から画像表示を行う。

【0023】

20

(走査の方法)

図4(a)は、プローブ4(ここでは1Dアレイプローブ)をエレベーション方向の移動経路41に沿って機械的に移動させ、広い検査領域40の3次元画像データを取得する動作を示した図である。プローブ4を等速で移動し、移動経路41上の各位置において断層スライス像103を繰り返し取得する。そして取得した断層スライス像103を密に並べることで、検査領域全体の3次元画像データが得られる。このときエレベーション方向をX方向、ラテラル方向をY方向、被検体の奥行き方向をZ方向とする。

【0024】

図4(b)は、プローブ4がエレベーション方向の移動経路41に沿って連続移動しながら、断層スライス像103を順に、SL#(n-1)、SL#(n)、SL#(n+1)と取得する時の走査手順を示したものである。各断層スライス像103は、エレベーション方向に対して一定周期の間隔で出力される。プローブ4の動作としては、移動と停止を交互に繰り返し、停止時に撮像する方式(ステップ・アンド・リピート方式)であっても良いし、連続的に移動しながら撮像する方式であっても良い。連続的に移動する場合、断層スライス像103は厳密には移動方向と直交しないが、説明を分かりやすくするために、ここでは直交しているものとする。

30

【0025】

図4(b)から分かるように、各断層スライス像103の間には、走査速度や撮像速度によって定まる間隔がある。そのため、良好な診断を行えるような3次元画像データを生成するためには、ラテラル方向だけでなくエレベーション方向の解像度も向上させる必要がある。

40

【0026】

(従来のプローブ)

図5は、素子配列が異なる様々なプローブごとに、エレベーション方向における断面図を示した図である。それぞれ、ビームフォーマ(BF)として機能する送受信回路部6のチャンネルから信号を受けたプローブ4が、超音波ビームを形成する様子を示している。図5(a)は従来の1Dアレイの構造であり、音響レンズで設定された固定フォーカス位置に超音波ビームを収束させることは出来るものの、フォーカス位置を変更することはできない。

【0027】

50

図5(b)は従来の1.25Dアレイの構造であり、プローブ4の振動素子は、エレベーション方向において分割されている。この分割された振動素子ごとに異なる音響レンズを組み合わせることにより、レンズで設定された3段階のフォーカス位置に超音波ビームを収束させることができる。このフォーカス位置制御は、スイッチを切換えることで可能となる。

【0028】

すなわち、スイッチ1, 2をとともオフにする場合(場合1)、スイッチ1をオン、スイッチ2をオフにする場合(場合2)、スイッチ1をオフ、スイッチ2をオンにする場合(場合3)の3つのパターンである。場合1においては、中央の振動素子だけが駆動される。場合2においては、中央とその両隣の振動素子が同時に駆動される。場合3においては、中央と両端部の振動素子が同時に駆動される。

10

【0029】

図5Cは従来の1.5Dアレイの構造であり、エレベーション方向において振動素子が中央、その両隣、および両端の3種類に分割され、それぞれにBFのチャンネルからの信号が入力される。この構成により、中央の振動素子を中心とした3分割の開口制御ができるので、ビームフォーミング制御によりフォーカス位置を任意のポイントに設定できる。特に、浅い(Z方向の距離が比較的小さい)領域に対しては、ビームフォーミング制御を有効に活用することができる。しかし、深い領域に対しては、元々開口サイズを大きくとることが出来ないで、音響レンズの特性をそのまま生かしたフォーカス処理となる場合が多い。ただし、この1.5Dアレイを使う場合には、1Dアレイや1.25Dアレイに比べると送受信回路のチャンネル数が3倍必要となってしまうので、装置の回路規模は大きなものとなってしまう。

20

【0030】

(スイッチ回路部の構成)

図6は、本実施例におけるスイッチ回路部5の構成と、プローブ4および送受信回路部6との接続状況を示した図である。プローブ4は3分割の1.5Dアレイ構造となっていて、中央の振動素子1列と、両端の振動素子1ペア(両端振動素子は1ペアを1素子と数える)の16素子で構成されている。中央の1列の振動素子を中央素子列、両端の2列の素子列を合わせて端部素子列と呼ぶ。図6では、中央素子列の配列方向を第1の方向とし、端部素子列のペアを結ぶ方向を第2の方向としたとき、第1の方向と第2の方向は直交しているが、少なくとも両者が交差していれば良い。

30

【0031】

スイッチ回路部5のスイッチ回路は振動素子ごとに接続されており、その数は16個(SW1~SW16)である。スイッチ回路部5は、各スイッチをオン・オフすることで、送受信回路部6のチャンネルとプローブ4の各振動素子の接続を切り換えることができる。それぞれのチャンネルごとに、接続先の候補となる振動素子は複数個あり、スイッチのオン・オフによって、候補の中からいずれの振動素子に接続されるかが決まる。この接続方法を制御することにより、プローブ4が1.5Dで動作するか、1Dで動作するかが制御される。

【0032】

40

具体的には、8チャンネルの送受信回路(BF1~BF8)を、4チャンネルずつ同数の、第1のグループと第2のグループとに分ける。また16個の振動素子において、中央素子列を4素子ずつ、同数の2グループに、端部素子列も4素子ずつの2グループに分ける。そして、送受信回路部の2つのグループを、いずれの振動素子グループに接続するかを制御する。例えば中央素子列のうち1グループを選択して送受信回路の1グループを接続するとともに、その中央素子列を挟む端部素子列にも送受信回路の1グループを接続すると、ラテラル方向に4素子の開口を持った1.5Dプローブとして扱うことができる。一方、中央素子列の2グループにそれぞれ、送受信回路の2グループを接続すると、ラテラル方向に8素子の開口を持った1Dプローブとして扱うことができる。

【0033】

50

送受信回路のチャンネル数が限定されているにも関わらずこのような切り換え制御が可能になるのは、各々のチャンネルが、中央素子列の振動素子と端部素子列の振動素子とに交互に接続されていることによる。例えば図6のBF1を見ると、中央素子列の振動素子1に対応するSW1と、そこから4素子離れた(すなわち、1.5Dアレイ動作時の開口幅だけ離れた)端部素子列の振動素子9に対応するSW9に接続されている。同様にBF2も、中央素子列の振動素子2に対応するSW2と、そこから4素子離れた端部素子列の振動素子10に対応するSW10に接続する、といったように、スイッチを介して中央素子列の振動素子と端部素子列の振動素子に交互に接続されている。このように本実施例では、送受信回路部のチャンネルを4つつ2グループに分け、一方のグループに含まれるチャンネルは各々中央素子列のスイッチに接続し、他方のグループに含まれるチャンネルは各々端部素子列のスイッチに接続する。これにより、1.5Dアレイ動作時に、ラテラル方向に4つの開口幅で開口制御を実現できる。

10

【0034】

図6において、さらに右側に振動素子が続いていると仮定すると、BF1は振動素子16の右隣の、中央素子列に属する振動素子に接続される。このとき、それぞれのチャンネルは、中央素子列に属する振動素子に対して、1Dアレイ動作時の開口幅である8素子分ごとに接続されている。その結果、送受信回路部のチャンネル数の開口幅で1Dの開口制御を実現できる。

このように、本実施例の送受信回路部6によれば、1.5Dアレイ動作と1Dアレイ動作の双方の特徴を持ったエレベーション開口制御が可能になる。

20

【0035】

(スイッチ回路部による開口制御)

図7は、スイッチ回路部5を使って1.5Dアレイ動作で4素子ラテラル開口の電子スキャン制御を行った場合と、1Dアレイ動作で8素子ラテラル開口の電子スキャン制御を行った場合の、スイッチ回路SW1~16の状態遷移を示した図である。S1~S5は、1.5Dアレイ動作の開口制御に対応しており、S6は、1Dアレイ動作による開口制御に対応する。また図8(a)~図8(f)はそれぞれ、S1~S6のように電子スキャン制御をした場合に駆動される振動素子を斜線で示している。

【0036】

まずS1~S5での1.5Dアレイ動作について説明する。S1では、スイッチ回路のSW1~4とSW5~8がONになり、各々が送受信回路のBF1~4とBF5~8へ接続される。この結果、ラテラル方向で左から4素子分の振動素子が1.5Dアレイ動作で駆動される。

30

S2では、SW2~4、13とSW6~9がONになり、各々がBF2~5とBF6~8、1へ接続される。この結果、ラテラル方向の右側に1素子分の電子スキャンが行われる。以下同様に、S3、S4、S5の順に、ラテラル方向に1素子分ずつ電子スキャンが行われる。このような操作を繰り返すことで、図8(a)~図8(e)に示すように、1.5Dアレイ動作での電子スキャン制御が実行できる。

【0037】

続いてS6の1Dアレイ動作について説明する。1Dアレイ動作ではプロープ4のエレベーション方向における中央位置の振動素子1~4、13~16だけを使用するので、スイッチ回路のSW1~4とSW13~16がONになり、送受信回路のBF1~4とBF5~8へ接続される。この1Dアレイ動作では、図8(f)のように、プロープ4のエレベーション方向における中央位置の振動素子だけを利用した電子スキャン制御が行われ、ラテラル方向の開口は4素子から8素子に増やすことが可能となる。

40

【0038】

本実施例ではプロープ4の振動素子数を16個に限定して説明しているが、実際には振動素子数に制限は無く、より多くの振動素子(例えば1000個以上)を用いても良い。また、送受信回路のチャンネル数も8個に限定されるものではなく、必要となる電子スキャン制御や開口幅に合わせたチャンネル数を利用できる。

50

【 0 0 3 9 】

図 8 (a) ~ 図 8 (f) は、上述したように、プローブ 4 の電子スキャン制御を説明する図であり、S 1 から S 6 までそれぞれのスイッチ接続状態において駆動される振動素子の領域を示している。S 1 ~ S 5 では、1 . 5 D アレイ動作の 4 素子ラテラル開口の電子スキャン制御を実行可能であり、S 6 では、中央の振動素子にのみ送受信回路が接続される。そのため、エレベーション方向の開口は 1 素子に減ってしまうが、ラテラル方向の開口は 8 素子に増えるので、1 D アレイ動作特有のメリットが生じる。

【 0 0 4 0 】

(フォーカス深度の変更)

図 9 は、開口サイズによる動的フォーカス処理を示した図である。開口サイズの制御について詳しく説明すると、プローブに含まれる振動素子のうち、アクティブ状態にあるものを使って画像の生成を行う動的フォーカス処理のことである。その際、断層スライス像のラテラル方向の方位分解能を均一にするために、フォーカス深度に応じて開口サイズを変える制御を行っている。すなわち、超音波の送信周波数が一定の場合には、フォーカス深度の増加に従って開口サイズを大きくすることで、画像全体の方位分解能を均一に保つことが可能となる。

【 0 0 4 1 】

図 9 (a) と比べて、図 9 (b) のように開口サイズをより大きく設定すれば、フォーカス深度を増加させた時の方位分解能を向上させることが可能となる。ただし、開口サイズを決めるアクティブな振動素子はそのまま送受信回路に繋がるので、装置にどれだけの送受信回路のチャンネル数を実装できるかによって、方位分解能をどこまで向上させられるかが決まってしまう。

特に 1 . 5 D アレイの場合は、エレベーション方向の開口制御も同時に行うため、端部素子列にもチャンネルを割り当てる必要があり、ラテラル方向の開口サイズが減少してしまう。その結果、フォーカス深度に応じた十分な開口サイズを得ることが出来なかった。

【 0 0 4 2 】

そこで本実施例では、浅い領域では 1 . 5 D アレイ動作を使ってエレベーション方向の開口制御による解像度向上を図り、深い領域では 1 D アレイ動作を使ってラテラル方向の開口サイズを大きくして方位分解能の向上を図ることとする。このような制御により、送受信回路のチャンネル数を増やさずに画像分解能の改善を実現することが可能となる。

【 0 0 4 3 】

この時の各動作モードの切換えタイミングについては、あらかじめ動作モードを切換えしておく場合と、送受信の動作中に動作モードを切換える場合の 2 通りが可能である。撮像状況に応じて最適なものを選択すれば良い。

【 0 0 4 4 】

なお、1 . 5 D アレイ動作と 1 D アレイ動作の切り換えは、プローブを物理的に交換することによっても実現できる。しかしながら、図 4 に示したような、プローブ 4 を機械走査して画像データを取得する装置においては、使用するプローブを交換することは容易でない。そのため、観察対象のフォーカス深度に応じて最適なプローブを選んで画像を得ることも出来なかった。

しかし、本実施例のような開口制御を行うことにより、1 . 5 D アレイ動作と 1 D アレイ動作を切り換えることが可能であり、例えばフォーカス深度を深くしたい場合は、1 D アレイ動作に切り換えることで、開口サイズを大きくできる。

【 0 0 4 5 】

ターゲットの深度に応じて超音波ビームの多段フォーカスを行う場合がある。プローブに配列している振動素子の励起に時間差を設けることで電子的なフォーカシングを行うことができるが、この遅延時間を変えることによって、フォーカス点の距離を調節することができる。そこでフォーカス点を複数設けることで最適な超音波ビーム幅を構成することができる。このような制御を多段フォーカスと呼び、例えば被検体の深度が深い場合に友好である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

多段フォーカスにおいては、各送信フォーカス段の深度に応じて、1 Dアレイ動作と1 . 5 Dアレイ動作を切り換えることが好ましい。同様に、受信ビームの形成時においても、フォーカス段の深度に応じた切り換えを行うことができる。

【 0 0 4 7 】

また、電子的なフォーカシングは、超音波ビームの送信時だけでなく受信時にも、超音波に遅延時間を与えてボリュームデータを求めることにより、行うことができる。これを受信ダイナミックフォーカスと呼ぶ。受信ダイナミックフォーカスにおいても、開口サイズ制御のシーケンスの一部として、1 Dアレイ動作と1 . 5 Dアレイ動作の切り換えを行うことができる。

10

さらに、送信と受信の切り換えタイミングに合わせて、1 Dアレイ動作と1 . 5 Dアレイ動作の切り換えを実施することも可能である。

【 0 0 4 8 】

以上のように、本実施例に従えば、1 . 5 Dアレイプローブをエレベーション方向に連続移動させながら取得した断層スライス像を使って3次元画像データを生成する超音波診断装置において、1 Dアレイ動作と1 . 5 Dアレイ動作を使い分けるができる。その結果、送受信回路のチャンネル数を増大させることなく断層スライス像の画像分解能を向上させることが可能になり、例えばフォーカス深度に応じた適切な制御が可能になる。

【 0 0 4 9 】

< 実施例 2 >

図10は、実施例2におけるスイッチ回路部5の構成と、プローブ4および送受信回路部6との接続状況を示した図である。プローブ4は3分割の1 . 5 Dアレイ構造となっていて、中央の振動素子1列と両端の振動素子1ペアの16素子で構成されている。両端の振動素子のペアを1素子と数える点は上記実施例と同様である。

20

【 0 0 5 0 】

スイッチ回路部5のスイッチ回路は振動素子ごとに接続されており、その数は16個(SW1 ~ SW16)である。スイッチ回路部5が送受信回路部6とプローブ4の接続を任意に切り換える点は上記実施例と同様である。

ただし、本実施例は実施例1と異なり、両端の素子に繋がるスイッチ回路がOFF状態の時に、両端の素子と中央の素子が接続されるスイッチ構造となっている。すなわち、1 Dアレイ動作で開口制御を行う場合には、中央と両端の素子を共通で駆動できる。一方1 . 5 Dアレイ動作で開口制御を行う場合は、実施例1と同様に個別に駆動される。

30

【 0 0 5 1 】

スイッチ回路の接続に関して、1 . 5 Dアレイ動作と1 Dアレイ動作を切り換える方法については、実施例1と同様なので詳細は省略する。図10においては、SW1 ~ 4とSW5 ~ 8がONであるため、開口が4素子の1 . 5 Dアレイプローブとして動作する。一方、SW1 ~ 4とSW13 ~ 16をONにすれば、1 Dアレイプローブとして動作し、しかも両端の素子が駆動する状態となる。

【 0 0 5 2 】

以上のように実施例2に従えば、1 . 5 Dアレイプローブを用いて1 Dアレイ動作で開口制御を行う際に、中央と両端の素子を同時に駆動することができるので、送受信信号の感度をより一層向上させることができる。

40

【 0 0 5 3 】

< 実施例 3 >

実施例3では、実施例2において両端の素子に繋がるスイッチ回路SW5 ~ 12がOFF時に、中央素子と繋ぐためのスイッチ回路SW17 ~ 24を1系統追加することができる。

【 0 0 5 4 】

この方法について、図11を用いて説明する。図11においては、スイッチ回路SW17 ~ 24が追加されており、これらのスイッチによって両端素子と中央素子を直接繋ぐか

50

どうかを選択することができる。従って、エレベーション方向については１．２５Ｄ動作での開口制御が可能である。

すなわち１．２５Ｄ動作で開口制御を行う際には、中央と両端の素子を同時に駆動することもできるので、ラテラル方向の解像度を向上させるだけでなく、エレベーション方向についても２段階の開口制御を行うことが出来る。

【００５５】

以上のように実施例３に従えば、１．５Ｄアレイプローブを用いてフォーカス深度に応じて１．２５Ｄ動作と１．５Ｄアレイ動作を使い分けることで、送受信回路のチャンネル数を増大させることなく断層スライス像の画像分解能を向上させることができる。

【符号の説明】

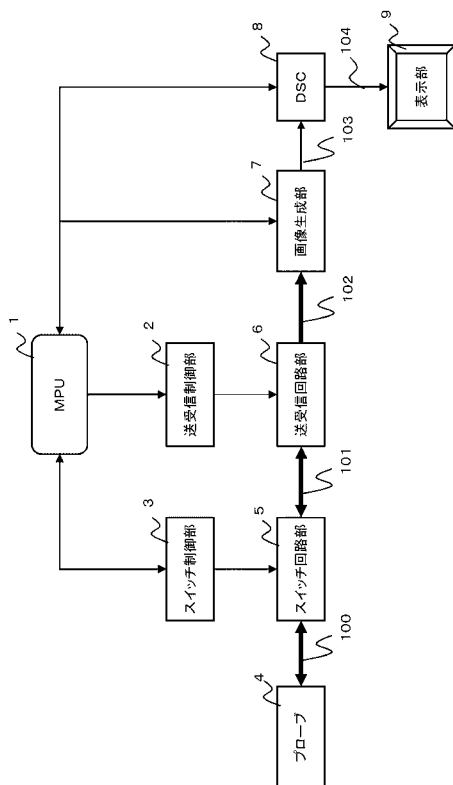
【００５６】

２：送受信制御部，３：スイッチ制御部，４：プローブ，５：スイッチ回路部，６：送受信回路部，７：画像生成部，２１：送信回路，２２：受信回路

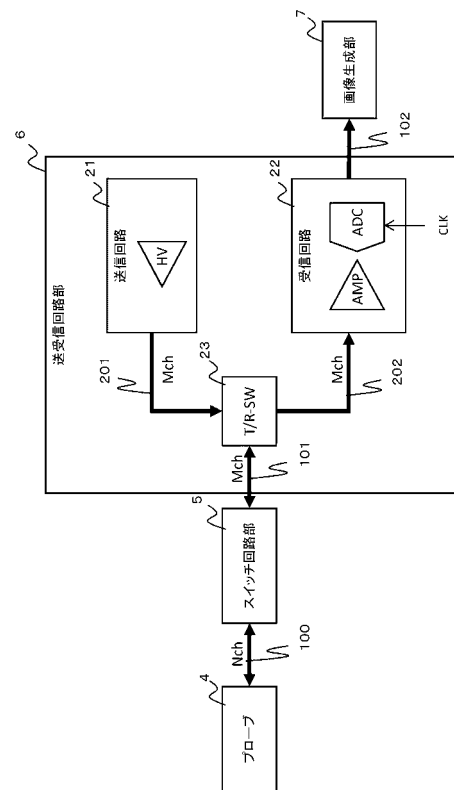
２３：Ｔ／Ｒスイッチ回路

10

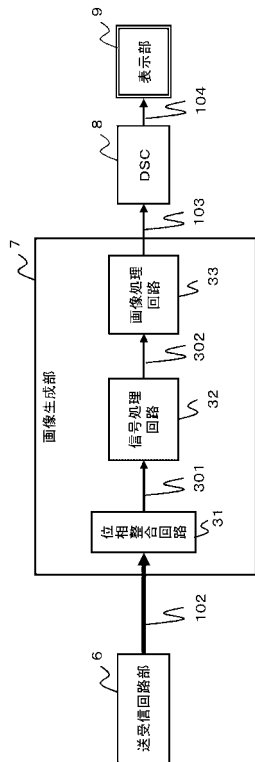
【図１】



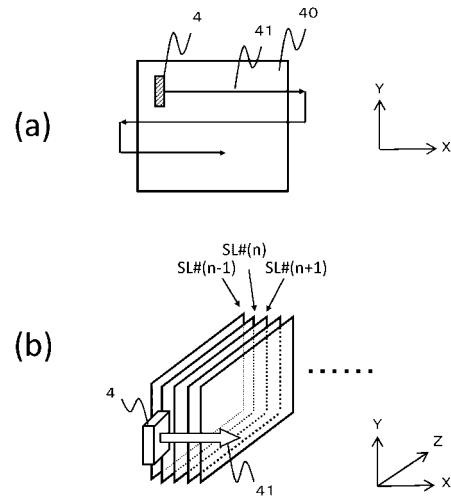
【図２】



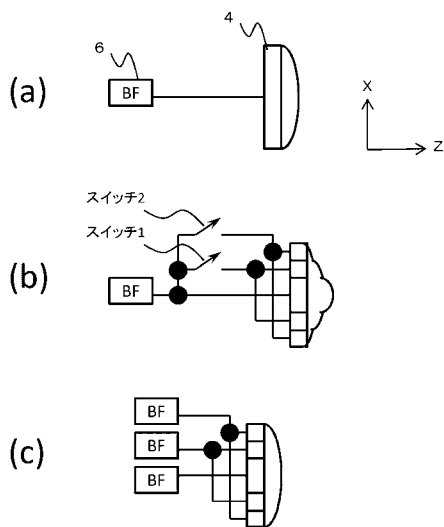
【図 3】



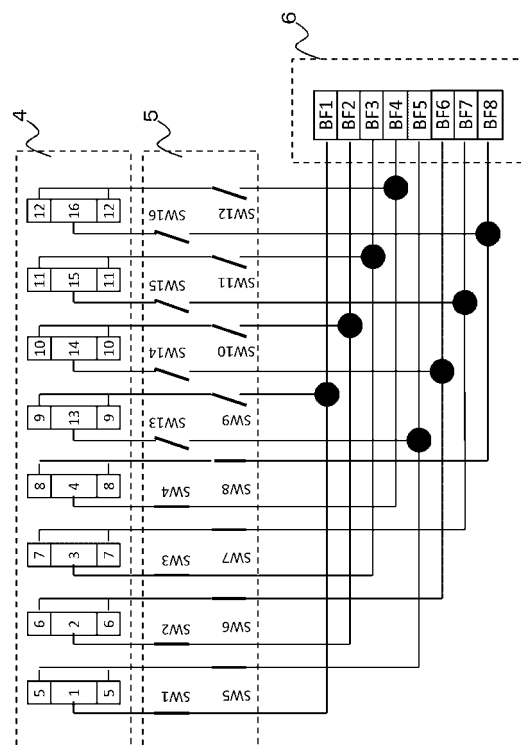
【図 4】



【図 5】



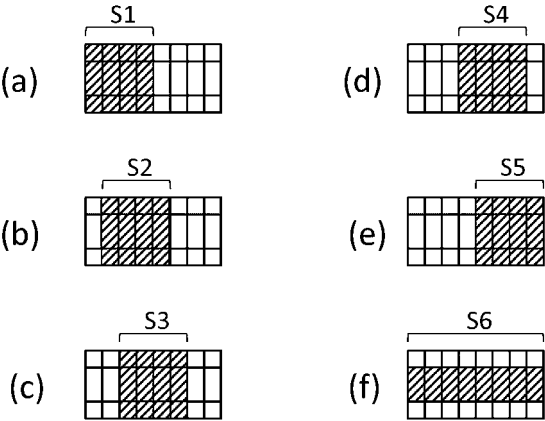
【図 6】



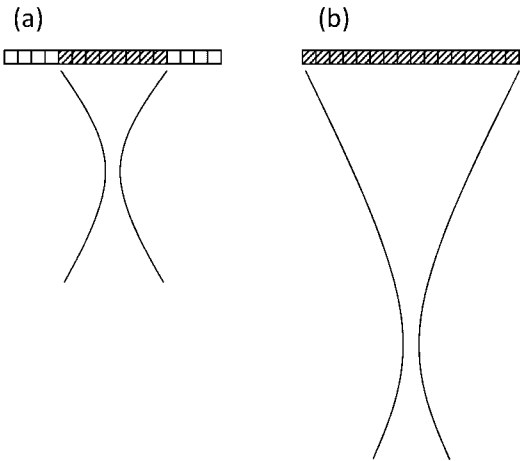
【図 7】

	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8	SW9	SW10	SW11	SW12	SW13	SW14	SW15	SW16
S1	on	on	on	on	on	on	on	on	off	off	off	off	off	off	off	off
S2	off	on	on	on	off	on	on	on	on	off	off	off	on	off	off	off
S3	off	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on	off	off
S4	off	off	off	on	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on	on	off
S5	off	off	off	off	off	off	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on
S6	on	on	on	on	off	off	off	off	off	off	off	off	off	off	off	on

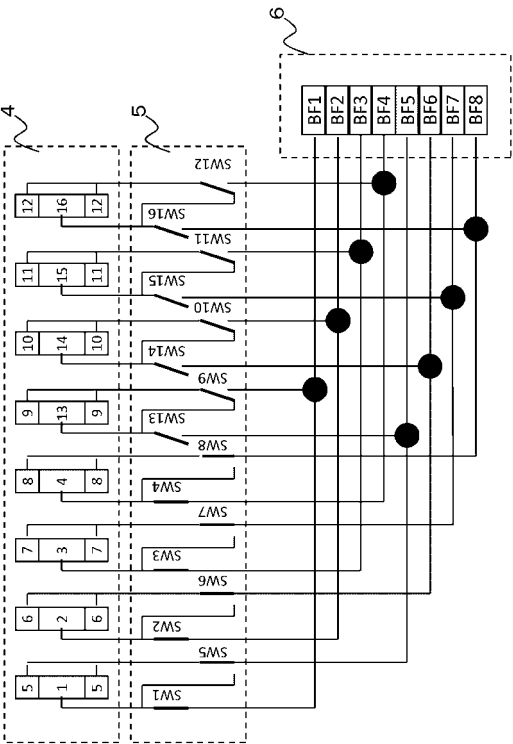
【図 8】



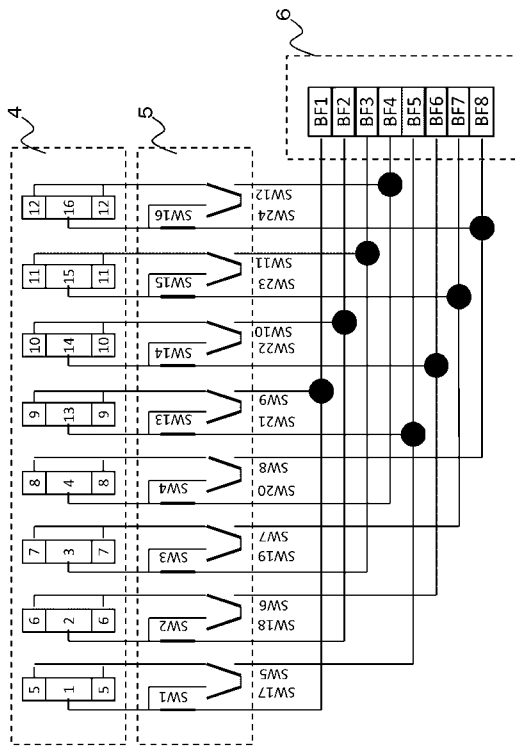
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 立山 二郎

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

Fターム(参考) 4C601 BB02 BB08 EE01 EE12 GB07 HH24