

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送信し、被検体内で反射される超音波エコーを受信する二次元に配列された複数の超音波振動子を有し、前記複数の超音波振動子を、前記超音波を送信する群と前記超音波エコーを受信する群とに分けて動作する第 1 のモードと、前記超音波を送信し、同じ前記超音波振動子で前記超音波エコーを受信する第 2 のモードとで動作する超音波プローブであって、

前記第 2 のモードで動作するときに、前記超音波エコーを受信した前記超音波振動子それぞれからの出力を受けて、それぞれの位相をそろえる複数のビームフォーマと、

前記第 1 のモードで動作するときに、前記超音波エコーを受信した前記超音波振動子それぞれからの出力を受けて、同じ位相の前記出力同士を選択して出力するマトリックススイッチと、

前記第 2 のモードで動作するときに、前記ビームフォーマそれぞれの出力を、前記ビームフォーマそれぞれにより同じ位相にそろえられたグループごとに加算して出力し、前記第 1 のモードで動作するときに、前記マトリックススイッチの出力を、同じ位相のグループにまとめて加算して出力する複数の加算器とを備えることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

二次元に配列された複数の超音波振動子により構成された超音波振動子群と、前記超音波振動子群を用いて超音波を送信し、被検体内で反射され受信される超音波エコーを前記超音波振動子ごとに増幅するプリアンプと、前記プリアンプが増幅した超音波エコーに遅延処理を施し、前記超音波振動子群に含まれる複数の前記超音波振動子から出力された前記超音波エコーの位相をそろえるビームフォーマ群とを備え、受信した前記超音波エコーを超音波診断装置に出力する超音波プローブであって、更に、

前記複数の超音波振動子を、超音波を送信する複数の超音波振動子と超音波を受信する複数の超音波振動子とに分けて超音波を送受信する第 1 のモードで動作する場合に、前記ビームフォーマをバイパスした信号を出力し、同じ超音波振動子で超音波の送受信を行う第 2 のモードで動作する場合に、前記ビームフォーマからの信号を出力する切替手段と、

複数の前記切替手段から出力される信号を同じ位相のグループにまとめて加算して出力する加算器と、

前記切替手段と前記加算器との間に介在し、前記第 1 のモードで動作する場合に、前記切替手段からの出力が、同じ位相の種類ごとに、異なる前記加算器に入力されるように制御するマトリックススイッチとを備えることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 3】

前記超音波を受信する複数の超音波振動子を、1 以上の前記超音波振動子を含む 2 以上のサブグループに分け、前記サブグループごとに、前記ビームフォーマ群と、前記切替手段と、前記マトリックススイッチと、前記加算器との組み合わせを配置し、

前記第 1 のモードで動作する場合に、前記マトリックススイッチが、前記サブグループに含まれる前記切替手段からの出力を、同じ位相の種類ごとに、異なる前記加算器に入力されるように制御することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

更に一部の前記プリアンプが、前記超音波振動から出力される超音波エコーの位相を反転して出力し、

前記切替手段は、前記第 1 のモードで動作する場合に、前記ビームフォーマをバイパスした信号及び前記プリアンプが前記超音波エコーの位相を反転した信号のいずれかを出力し、

前記マトリックススイッチは、前記第 1 のモードで動作する場合に、前記切替手段からの前記ビームフォーマをバイパスした出力及び前記プリアンプが前記超音波エコーの位相を反転した出力を、同じ位相の種類ごとに、異なる前記加算器に入力されるように制御することを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載の超音波プローブ。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に接続され、被検体に超音波を送受信する超音波プローブに関し、特に電子回路の性能の制約に制限されることなく、広いダイナミックレンジを確保しながらプローブケーブル内の信号線の本数を低減する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、超音波２次元（２Ｄ）アレイプローブ等においては、プローブヘッドに電子回路を内蔵し、送信波形の生成、受信エコー（受信信号）の増幅・部分的ビームフォーミングを行うようになってきている。こうした超音波２Ｄアレイプローブを用いた超音波診断装置は、例えば下記特許文献１に記載されている。

【0003】

一方、こうした超音波プローブがプローブコネクタを介して接続される超音波診断装置本体では、本体プリアンプ群で受信遅延加算処理が施された超音波エコー信号が増幅される。増幅された超音波エコー信号は、受信遅延加算回路でタイミングが合わされ、信号処理部で検波されてエンベロープが取り出され、画像処理部で座標変換され、画像表示に適した処理が施されて表示部に表示される。これにより、リアルタイムで被観測体内の形態情報が表示される。

【0004】

従来の超音波２Ｄアレイプローブ及び超音波診断装置の構成について、図９及び図１０を参照しながら説明する。図９は一般的な超音波診断装置の構成を示した機能ブロック図である。図１０は従来の超音波２Ｄアレイプローブにおけるチャンネル制御回路のブロック図である。

【0005】

超音波振動子群１０２は、例えば、 $N \times M$ のアレイ状に配列されて成るもので、被観測体Ｏ（例えば心臓）に対して超音波を送受信する。パルサー群１０１は、超音波振動子群１０２に接続されるもので、プローブハンドル内制御回路１００で生成された異なるタイミングに従って超音波振動子群１０２を駆動して、所定の指向性を有する超音波ビームを発生させるためのものである。これにより、パルサー群１０１からの電気信号に従って、超音波振動子群１０２から被観測体Ｏに向けて超音波ビームが照射される。

【0006】

超音波振動子群１０２から送信された超音波ビームは、被観測体Ｏ内の構造物の境界等の音響インピーダンスの異なる界面で、当該被観測体Ｏ内の構造・動き等に対応して反射する。プリアンプ群１０３は、超音波振動子群１０２で受信される微弱な超音波エコー信号を良好に伝送するために、低雑音増幅またはバッファリング等の処理を行う。チャンネル制御回路１０４は、内蔵されるサブアレイ受信ビームフォーマ群１０４１（図１０を参照）により、上述した複数のプリアンプ群１０３からの出力信号を１グループとして遅延時間を与えて、内蔵される加算器１０４２（図１０を参照）により加算して超音波診断装置本体に出力する。これにより、当該超音波プローブ１からの出力信号線の本数を減少させることができる。つまり、プローブケーブル１１の本数を減少させている。

【0007】

プローブハンドル内制御回路１００は、上述したパルサー群１０１、プリアンプ群１０３及びチャンネル制御回路１０４の動作を制御するためのものである。このプローブハンドル内制御回路１００からの制御信号により、プリアンプ群１０３はバイアス電流等の動作条件を個々に設定できるように構成されている。

【0008】

プローブハンドル１０とプローブコネクタ１２は、上述したようにプローブケーブル１１により接続されている。プローブコネクタ１２内は、複数の電子回路から成る電子回路群１２１と、プローブコネクタ内制御回路１２０とにより構成されている。上記電子回路

10

20

30

40

50

群 1 2 1 は、必要に応じて増幅、バッファリング、帯域調整等の超音波エコー信号の追加処理を行う。また、プローブコネクタ内制御回路 1 2 0 は、上記電子回路群 1 2 1 の動作を制御すると共に、後述する超音波診断装置本体 2 より伝送される制御信号を基にして、プローブハンドル内制御回路 1 0 0 に伝送する制御信号を生成するものである。

【 0 0 0 9 】

超音波診断装置本体 2 は、本体プリアンプ群 2 4 0 と、本体受信遅延加算回路 2 4 1 と、信号処理部 2 5 と、画像処理部 2 6 と、表示部 2 7 と、本体送信遅延回路 2 2 0 と、本体パルサー群 2 2 1 と、本体制御回路 2 1 と、操作パネル 2 0 とにより構成される。

【 0 0 1 0 】

本体プリアンプ群 2 4 0 では、超音波プローブ 1 にて数チャンネルのグループで最初の受信遅延加算処理が施された超音波エコー信号が増幅される。これらの増幅された超音波エコー信号は、本体受信遅延加算回路 2 4 1 にてタイミングが合わせられる。そして、上記超音波信号は、信号処理部 2 5 にて検波されてエンベロープが抽出される。更に、この抽出されたエンベロープは、画像処理部 2 6 にて被観測体 O の断面に合わせて座標変換されたり、画像表示に適した階調処理等が施されたりした後、表示部 2 7 に表示される。これにより、図 1 1 に示されるように、リアルタイムで被観測体内の形態情報が、表示部 2 7 に表示される。

【 0 0 1 1 】

また、本体制御回路 2 1 は、超音波診断装置本体 2 内の各処理部の動作を制御すると共に、プローブコネクタ 1 2 のプローブコネクタ内制御回路 1 2 0 に制御情報を伝送するためのものである。操作パネル 2 0 は、動作モードとして、ビームステアリングが可能な連続波ドプラモードを行う場合等、操作者が情報を入力あるいは選択するための操作を行うための入力手段である。

【 0 0 1 2 】

尚、本体送信遅延回路 2 2 0 と本体パルサー群 2 2 1 は、超音波プローブが電子回路を内蔵しない場合、すなわち超音波振動子群 1 0 2 を超音波診断装置本体 2 が駆動する通常のプローブを接続する場合に動作させるものであり、通常、超音波診断装置本体 2 に内蔵されて構成されるが無くともよい。

【 0 0 1 3 】

上述した、超音波診断装置の動作モードとして、血流速度の測定等に用いられる連続波ドプラ（以下「SCW」と呼ぶ）モードが知られている。SCWモードでは、 $N \times M$ のアレイ状に配列された超音波振動子群を、図 1 0 に示すように、超音波を送信する領域 B と、超音波を受信する領域 A とに分けて動作し、これにより超音波を連続的に送受信することが可能となる。

【 0 0 1 4 】

SCWモードでの動作時には、被観測体内の血流に対して中心周波数 f_0 の超音波の送受信が行われると、超音波ビームの周波数は流動する血球により、血流速度に比例するドプラ偏移周波数 f_d を受けて、 $f_0 + f_d$ の周波数の超音波エコーが受信される。したがって、そのドプラ偏移周波数 f_d を検出し、時間的な変化を表示することで、図 1 2 に示すようにドプラ画像として血流速度情報を表示することができる。

【 0 0 1 5 】

またその際、検出されたドプラ偏移周波数 f_d を 2 次元にマッピングし、適切なカラー変換を行って先の超音波画像に重ね合わせて表示することにより、血流速度情報を含む被観測体内の画像をリアルタイムでカラードプラ画像（図示しない）として表示することができる。

【 0 0 1 6 】

近年、超音波プローブに超音波 2 D アレイ振動子が用いられるようになり、振動子数が数千に増加し、個々の大きさが極めて小さくなってきている。この場合、超音波診断装置にプローブを直接接続すると、ケーブル本数が非常に多く必要であるためにケーブル全体が太くなり、操作に支障をきたすと共に、微小な振動子で受信される超音波エコーを高品

10

20

30

40

50

位で伝送することが困難である。

【 0 0 1 7 】

このため、超音波 2 D アレイ等の場合は超音波プローブに、送信回路及び受信回路等の電子回路を実装し、受信された微弱な超音波エコーを効率よく増幅すると共に、数個単位の振動子毎に部分的な受信ビームフォーミングを行って加算することにより、超音波診断装置に入力する信号線の本数を低減することがしばしば行われている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 1 6 7 4 4 5 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 9 】

S C W モードでは、超音波ビーム上に検出される振幅の大きいクラッタ（例えば心臓壁からの反射波）に重畳した極めて微弱なドブラ信号を増幅するために、通常の B モード画像を得る場合に比べて広いダイナミックレンジが要求される。

【 0 0 2 0 】

しなしながら、超音波プローブに内蔵されたビームフォーマは供給電力の制約などにより、ダイナミックレンジを広くとることができない。これは、十分なダイナミックを確保するためにビームフォーマに高い電力を供給する必要がある反面、電力を高くすることにより発熱を伴うためである。超音波プローブは被検体に接触させて使用されることから、この発熱を抑える必要があり、高い電力を供給できない。

20

【 0 0 2 1 】

そのため、従来の超音波プローブは、前述したビームフォーマの制約により S C W の微弱な信号成分を忠実に増幅することができず、S C W モードで動作する場合は、数個単位の超音波振動子振動子毎に出力信号を加算して超音波診断装置本体に出力することができない。これにより、従来の超音波プローブは、超音波プローブと超音波診断装置本体をつなぐプローブケーブル内の信号線の本数が低減できず、該プローブケーブルを太くせざるを得なかった。

【 0 0 2 2 】

本発明は上記問題を解決するものであり、S C W モードのように超音波振動子群を、送信を行う領域と受信を行う領域に分けて使用する動作モードにおいても、広いダイナミックレンジを確保し、かつ、数個単位の超音波振動子毎に同じ位相の受信信号を加算して超音波診断装置本体に送信することで、プローブケーブル内の信号線の本数を低減させることを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 2 3 】

上記目的を達成するために、この発明の第 1 の形態は、超音波を送信し、被検体内で反射される超音波エコーを受信する二次元に配列された複数の超音波振動子を有し、前記複数の超音波振動子を、前記超音波を送信する群と前記超音波エコーを受信する群とに分けて動作する第 1 のモードと、前記超音波を送信し、同じ前記超音波振動子で前記超音波エコーを受信する第 2 のモードとで動作する超音波プローブであって、前記第 2 のモードで動作するときに、前記超音波エコーを受信した前記超音波振動子それぞれからの出力を受けて、それぞれの位相をそろえる複数のビームフォーマと、前記第 1 のモードで動作するときに、前記超音波エコーを受信した前記超音波振動子それぞれからの出力を受けて、同じ位相の前記出力同士を選択して出力するマトリックススイッチと、前記第 2 のモードで動作するときに、前記ビームフォーマそれぞれの出力を、前記ビームフォーマそれぞれにより同じ位相にそろえられたグループごとに加算して出力し、前記第 1 のモードで動作するときに、前記マトリックススイッチの出力を、同じ位相のグループにまとめて加算して出力する複数の加算器とを備えることを特徴とする超音波プローブである。

40

50

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、プリアンプ群等の電子回路を内蔵した超音波２Ｄアレイプローブを使用する超音波診断装置において、プローブに内蔵される電子回路の性能の制約に制限されることなく広いダイナミックレンジを確保することが可能となり、ＳＣＷモード等における受信性能を確保することが可能となる。

【0025】

また、ＳＣＷモード等のように広いダイナミックレンジが要求される場合においても、数個単位の振動子毎に受信信号を加算して超音波診断装置本体に送信することが可能となるため、プローブケーブル内の信号線の本数を低減させることが可能となり、従来よりもプローブケーブルを細くすることが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図１】第１の実施形態に係る超音波プローブにおけるチャンネル制御回路のブロック図である。

【図２】第１の実施形態に係るチャンネル制御回路の動作を説明するための図である。

【図３】本発明に係る超音波プローブの動作を示すフローチャートである。

【図４】変形例１に係る超音波プローブにおけるチャンネル制御回路のブロック図である。

【図５】変形例１に係るチャンネル制御回路の動作を説明するための図である。

【図６】変形例２に係る超音波プローブにおけるチャンネル制御回路のブロック図である。

20

【図７】変形例２に係るチャンネル制御回路の動作を説明するための図である。

【図８】本発明に係るチャンネル制御回路の回路構成の例である。

【図９】一般的な超音波診断装置の構成を示した機能ブロック図である。

【図１０】従来の超音波プローブにおけるチャンネル制御回路のブロック図である。

【図１１】Ｂモードで動作させた場合の超音波断層像の出力例である。

【図１２】ＳＣＷモードで動作させた場合の超音波画像の出力例である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

(第１の実施形態)

まず、第１の実施形態に係る超音波プローブの構成について図１を参照しながら説明する。プローブコネクタ１２から超音波診断装置本体２までの構成は、図９に示した従来の超音波診断装置の構成と同様となっている。ここでは、本願発明の特徴である超音波プローブ１の構成について詳細に説明する。

30

【0028】

図１に示すように、本実施形態に係るチャンネル制御回路１０４ａは、サブアレイ受信ビームフォーマ群１０４１と加算器１０４２に加え、バイパススイッチ１０４３及びマトリックススイッチ１０４４を更に備えていることを特徴とする。そのため本説明では、従来の超音波プローブと構成の異なるプローブハンドルの１０内の構成と、本発明に係る超音波プローブからの送信信号を処理する超音波診断装置本体２内の本体受信遅延加算回路２４１、及び、装置全体の動作を制御する本体制御回路２１に着目して説明する。なお、図１０と同様の添え字が付された構成要素は、図１０で該添え字が付された構成要素と同様の構成を示す。

40

【0029】

まず本体制御回路２１は、操作パネル２０から操作者による超音波診断装置が動作するモード（以下「動作モード」と呼ぶ）の指定を受け、超音波振動子群１０２を構成する各超音波振動子の動作を決定する。

【0030】

具体的には、ＳＣＷモードのように、超音波を送信する複数の超音波振動子と超音波を受信する複数の超音波振動子とに分けて超音波を送受信するモード（以下「第１のモード」と呼ぶ）の場合、本体制御回路２１は、超音波振動子群１０２を、超音波を送信する領

50

域 B と超音波を受信する領域 A とに分ける。

【 0 0 3 1 】

また、B モード等のように同じ超音波振動子で超音波の送受信の双方を行うモード（以下「第 2 のモード」と呼ぶ）の場合、本体制御回路 2 1 は、超音波振動子群 1 0 2 を構成する各超音波振動子が、それぞれ超音波の送信及び受信を行うように設定する。

【 0 0 3 2 】

本体制御回路 2 1 は、上述した超音波振動子の割当に関する制御を、領域制御信号として超音波プローブ 1 に送信し指示する。

【 0 0 3 3 】

次に本体制御回路 2 1 は、操作パネル 2 0 から操作者による観測点の設定を受け、超音波振動子群 1 0 2 を構成する各超音波振動子と該観測点との距離から、各超音波振動子の送信遅延時間及び受信遅延時間を算出する。このとき、第 1 のモードで動作する場合は、送信遅延時間は超音波を送信する領域 B の各超音波振動子に対応し、受信遅延時間は超音波を受信する領域 A の各超音波振動子に対応することになる。

【 0 0 3 4 】

次に、本体制御回路 2 1 は、本体プリアンプ群 2 4 0 の各プリアンプに受信遅延時間に対応付け、該プリアンプからの出力信号それぞれに対する遅延処理を本体受信遅延加算回路 2 4 1 に指示する。例えば、まず本体制御回路 2 1 は、本体プリアンプ群 2 4 0 のプリアンプ（以下「本体のプリアンプ」と呼ぶ）C h 1 から出力する信号には遅延時間 t d 1 を、本体のプリアンプ C h 3 から出力される信号には遅延時間 t d 3 を対応付ける。次に本体制御回路 2 1 は、該対応付けに従いそれぞれに遅延処理を施すように本体受信遅延加算回路 2 4 1 に指示する（本体受信遅延加算回路 2 4 1 については後述する）。

【 0 0 3 5 】

また、本体制御回路 2 1 は、本体プリアンプ群 2 4 0 のプリアンプ（例えばプリアンプ C h 1 ~ C h 3 ）それぞれに、対応付けた遅延時間を持つ信号が入力されるように超音波プローブ 1 に含まれるマトリックススイッチ 1 0 4 4 を制御するマトリックススイッチ切替信号を作成する（マトリックススイッチ 1 0 4 4 については後述する）。

【 0 0 3 6 】

本体制御回路 2 1 は、算出した送信遅延時間及び受信遅延時間と、動作モードと、領域制御信号、及び、マトリックススイッチ切替信号とを、プローブ制御データとして、プローブコネクタ内制御回路 1 2 0 を介しプローブハンドル内制御回路 1 0 0 a に送信する（プローブハンドル内制御回路 1 0 0 a については後述する）。

【 0 0 3 7 】

本実施形態に係るチャンネル制御回路 1 0 4 a は、図 1 に示すように、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 と、バイパススイッチ 1 0 4 3 と、マトリックススイッチ 1 0 4 4 と、加算器 1 0 4 2 とで構成されている。

【 0 0 3 8 】

サブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 は、プリアンプ群 1 0 3 に含まれる複数のプリアンプを 1 グループとして、該グループに含まれるプリアンプからの出力信号の位相差をそろえるように遅延処理を施し出力する遅延回路である。

【 0 0 3 9 】

本実施形態に係る超音波プローブ 1 では、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 の入力側から引き出され、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 をバイパスする信号線（以下「バイパス信号線」と呼ぶ）が設けられている。プリアンプ群 1 0 3 からの出力信号は、バイパススイッチ 1 0 4 3 により、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 とバイパス信号線のいずれかを通過するように切替えられる。

【 0 0 4 0 】

バイパススイッチ 1 0 4 3 は、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 の出力側に設けられ、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 の出力側に設けられた第 1 の接点と、バイパス信号線側に設けられた第 2 の接点とのいずれかに切替可能に構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

バイパススイッチ 1 0 4 3 は、切替制御手段 1 0 0 1 により、超音波診断装置が動作するモード（以下「動作モード」と呼ぶ）により切替えられる（切替制御手段 1 0 0 1 については後述する）。このバイパススイッチ 1 0 4 3 が切替手段に相当する。

【 0 0 4 2 】

具体的には、SCWモードのように、超音波を送信する複数の超音波振動子と超音波を受信する複数の超音波振動子とに分けて超音波を送受信するモード（以下「第 1 のモード」と呼ぶ）の場合は第 2 の接点に切替えられ、プリアンプ群 1 0 3 からの出力信号にはサブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 による遅延処理は行われない。

【 0 0 4 3 】

また、Bモード等のように同じ超音波振動子で超音波の送受信の双方を行うモード（以下「第 2 のモード」と呼ぶ）の場合は第 1 の接点に切替えられ、従来通り、プリアンプ群 1 0 3 からの出力信号はサブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 に入力され遅延処理が施される。

【 0 0 4 4 】

加算器 1 0 4 2 は、複数のバイパススイッチ 1 0 4 3 から出力される信号を加算し出力することで、超音波プローブ 1 からの出力信号線の数进行減少させる。加算器 1 0 4 2 は、例えば、複数の超音波振動子で構成された所定のサブアレイ（例えばサブアレイ 1 0 2 a 1）からプリアンプ群 1 0 3 の各プリアンプ及びバイパススイッチ 1 0 4 3 を介して出力される信号（以下「サブアレイから出力される信号」と呼ぶ場合がある）を加算するよう

【 0 0 4 5 】

加算器 1 0 4 2 から出力された信号は、プローブケーブル 1 1 及び電子回路群 1 2 1 を介し、本体プリアンプ群 2 4 0 に入力される。加算器 1 0 4 2 と本体プリアンプ群 2 4 0 の各プリアンプは 1 対 1 に対応しており、所定の加算器 1 0 4 2（例えば加算器 1 0 4 2 a 1）から出力された信号は、所定のプリアンプ（例えば本体プリアンプ群 2 4 0 のプリアンプ C h 1）に入力される。

【 0 0 4 6 】

マトリックススイッチ 1 0 4 4 は、バイパススイッチ 1 0 4 3 と加算器 1 0 4 2 との間に介在し、バイパススイッチ 1 0 4 3 から入力された信号を、加算器 1 0 4 2 に出力する。このときマトリックススイッチ 1 0 4 4 は、動作モード（第 1 のモード又は第 2 のモード）に応じて、バイパススイッチ 1 0 4 3 から入力された信号ごとに出力する加算器を切替えるように切替制御手段 1 0 0 1 により制御される（切替制御手段 1 0 0 1 については後述する）。

【 0 0 4 7 】

各マトリックススイッチ 1 0 4 4 間では、入力された信号を転送可能に構成されている。これにより、所定のマトリックススイッチ（例えばマトリックススイッチ 1 0 4 4 a 1 とする）に入力された信号を、異なるマトリックススイッチ（例えばマトリックススイッチ 1 0 4 4 b 1 とする）の出力側に設けられた加算器（例えば加算器 1 0 4 2 b 1 とする）に出力することが可能となる。なお、この動作は切替制御手段 1 0 0 1 により制御される。

【 0 0 4 8 】

超音波プローブ 1 が第 2 のモードで動作する場合には、マトリックススイッチ 1 0 4 4 は、バイパススイッチ 1 0 4 3 から入力された信号を出力側に配置された加算器 1 0 4 2 に出力するように、切替制御手段 1 0 0 1 に制御される。また、超音波プローブ 1 が第 1 のモードで動作する場合には、マトリックススイッチ 1 0 4 4 は、入力された信号を、その位相ごとに所定の加算器 1 0 4 2 に出力するように、切替制御手段 1 0 0 1 により制御される。本制御については、切替制御手段 1 0 0 1 の動作と合わせて後述する。

【 0 0 4 9 】

本発明に係るプローブハンドル内制御回路 1 0 0 a は、切替制御手段 1 0 0 1 を備えて

10

20

30

40

50

いる。プローブハンドル内制御回路 100a は、本体制御回路 21 から受信したプローブ制御データに含まれる送信遅延時間を基に、超音波を送信する超音波振動子（例えば第 1 のモードの場合は領域 B に含まれる超音波振動子）に対応するパルサー群 101 に超音波の送信を指示する。また、プローブハンドル内制御回路 100a は、本体制御回路 21 から受信したプローブ制御データに含まれる動作モード、受信遅延時間、及び、マトリックススイッチ切替信号を切替制御手段 1001 に送信し、バイパススイッチ 1043 及びマトリックススイッチ 1044 の切替を指示する。

【0050】

切替制御手段 1001 は、受信した動作モードに応じてバイパススイッチ 1043 を切替える。また、切替制御手段 1001 は、受信した各超音波振動子それぞれの受信遅延時間及びマトリックススイッチ切替信号を基に、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 及びマトリックススイッチ 1044 を制御する。切替制御手段 1001 によるサブアレイ受信ビームフォーマ群 1041、バイパススイッチ 1043 及びマトリックススイッチ 1044 の制御について、図 1 及び図 2 を参照しながら動作モードごとに具体的に説明する。

10

【0051】

まず、超音波プローブ 1 が第 2 のモード（例えば B モード）で動作する場合の動作について、図 2（a）を参照しながら説明する。図 2（a）は超音波プローブ 1 が第 2 のモードで動作する場合におけるチャネル制御回路 104a の動作を説明するための図である。

【0052】

切替制御手段 1001 は、第 2 のモードでの動作する場合、プリアンプ群 103 の各プリアンプからの信号がサブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 を通過するようにバイパススイッチ 1043 を第 1 の接点に切替える。このとき、あわせて切替制御手段 1001 は、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 を構成する各サブアレイ受信ビームフォーマに入力される信号の出力元である超音波振動子に対応した受信遅延時間を、サブアレイ受信ビームフォーマそれぞれに送信し遅延処理を指示する。これにより、例えばサブアレイ 102a1 の 1 列、1 列、及び、1 列に対応する超音波振動子からの信号の位相が、遅延時間 t_{d1} の信号にそろえられる。

20

【0053】

次に、切替制御手段 1001 は、受信遅延時間及びマトリックススイッチ切替信号を基に、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 から出力されバイパススイッチ 1043 を経てマトリックススイッチ 1044 に入力された信号が、該マトリックススイッチ 1044 の出力側に設けられた加算器 1042 に出力されるように、マトリックススイッチ 1044 を制御する。

30

【0054】

具体的には切替制御手段 1001 は、図 2（a）に示すように、例えば、サブアレイ 102a1 の 1 列、1 列、及び、1 列に対応する超音波振動子からの信号を、該サブアレイ 102a1 に対応する加算器 1042a1 に出力するように、マトリックススイッチ 1044 を制御する。同様に、サブアレイ 102a3 の 3 列、3 列、及び、3 列に対応する超音波振動子からの信号は、該サブアレイ 102a3 に対応する加算器 1042a3 に出力されることになる。

40

【0055】

したがって、超音波プローブ 1 が第 2 のモードで動作する場合、チャネル制御回路 104a は、図 10 に示す従来のチャネル制御回路 104 と同じ動作を行う構成となる。

【0056】

次に、超音波プローブ 1 が第 1 のモード（例えば SCW モード）で動作する場合の動作について、図 2（b）を参照しながら説明する。図 2（b）は超音波プローブ 1 が第 1 のモードで動作する場合におけるチャネル制御回路 104a の動作を説明するための図である。

【0057】

50

切替制御手段 1001 は、第 1 のモードで動作する場合、プリアンプ群 103 の各プリアンプからの信号がバイパス信号線を通過するようにバイパススイッチ 1043 を第 2 の接点に切替える。これにより、第 1 のモードで動作する場合、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 はバイパスされ各超音波振動子からの信号に対して遅延処理は実行されないことになる。

【0058】

次に、切替制御手段 1001 は、受信遅延時間及びマトリックススイッチ切替信号を基に、各超音波振動子からプリアンプ群 103 を経て出力される信号のうち、所定の位相の信号（例えば遅延時間 $t_d 1$ の信号）が所定の加算器 1042（例えば加算器 1042 a 1）に出力されるようにマトリックススイッチ 1044 を制御する。

10

【0059】

例えば、図 2（b）において、サブアレイ 102 a 1 の 1 列、サブアレイ 102 a 2 の 2 列、及び、サブアレイ 102 a 3 の 3 列に対応する超音波振動子からの信号が同じ位相（遅延時間 $t_d 1$ ）を示しているものとする。同様に、1 列、2 列、及び、3 列に対応する超音波振動子からの信号が同じ位相（遅延時間 $t_d 2$ ）を示し、1 列、2 列、及び、3 列に対応する超音波振動子からの信号が同じ位相（遅延時間 $t_d 3$ ）を示しているものとする。

【0060】

このとき、切替制御手段 1001 は、図 2（b）に示すように、同じ位相（遅延時間 $t_d 1$ ）を示すサブアレイ 102 a 1 の 1 列、サブアレイ 102 a 2 の 2 列、及び、サブアレイ 102 a 3 の 3 列に対応する超音波振動子からの信号が、マトリックススイッチ切替信号により遅延時間 $t_d 1$ に対応付けられた加算器 1042 a 1 に出力されるようにマトリックススイッチ 1044 を制御する。同様に、切替制御手段 1001 は、1 列、2 列、及び、3 列に対応する超音波振動子からの信号は遅延時間 $t_d 2$ に対応付けられた加算器 1042 a 2 に、1 列、2 列、及び、3 列に対応する超音波振動子からの信号は遅延時間 $t_d 3$ に対応付けられた加算器 1042 a 3 に出力されるようにマトリックススイッチ 1044 を制御する。

20

【0061】

なお上述では、マトリックススイッチ 1044 は、図 1 に示すように、所定のサブアレイ（例えばサブアレイ 102 a 1）から出力される信号を加算する加算器 1042 ごとに設けられているものとして説明したが、複数の加算器 1042 に対して 1 つのマトリックススイッチ 1044 が設けられていても良い。

30

【0062】

加算器 1042 から出力された信号は、プローブケーブル 11 及び電子回路群 121 を介し、本体プリアンプ群 240 で増幅される。図 2（a）及び図 2（b）に示すように、超音波プローブ 1 内の各加算器 1042 と本体プリアンプ群 240 の各プリアンプは、マトリックススイッチ切替信号により 1 対 1 に対応付けられている。これにより、例えば加算器 1042 a 1 から出力された信号は本体のプリアンプ Ch 1 に、加算器 1042 a 3 から出力された信号は本体のプリアンプ Ch 3 に出力される。

【0063】

以上により、超音波プローブ 1 内の各加算器（例えば加算器 1042 a 1 ~ 1042 a 3）と、本体プリアンプ群 240 の各プリアンプ（例えばプリアンプ Ch 1 ~ Ch 3）それぞれとが対応付けられる。

40

【0064】

本体プリアンプ群 240 で増幅され出力された信号は、本体受信遅延加算回路 241 に入力され遅延処理が施され加算されたうえで信号処理部 25 に出力される。このとき本体受信遅延加算回路 241 は、本体制御回路 21 からの制御に従い、本体プリアンプ群 240 に含まれるプリアンプそれぞれから入力された信号それぞれに対し遅延処理を施す（本体制御回路 21 については後述する）。

【0065】

50

具体的には、マトリックススイッチ切替信号を基にしたマトリックススイッチ 1 0 4 4 の制御により、本体プリアンプ群 2 4 0 に含まれるプリアンプそれぞれから所定の位相の信号が入力されるため、該プリアンプごとに該位相に対応する遅延時間を施す。例えば図 2 (b) に示すように、本体プリアンプ群 2 4 0 のプリアンプ C h 1 には加算器 1 0 4 2 a 1 からの信号が入力される。そのため、プリアンプ C h 1 からの信号には、サブアレイ 1 0 2 a 1 の 1 列、サブアレイ 1 0 2 a 2 の 2 列、及び、サブアレイ 1 0 2 a 3 の 3 列に対応する超音波振動子に対する受信遅延時間を基に遅延処理を施すことになる。

【 0 0 6 6 】

(処理)

次に本実施形態に係る超音波プローブ 1 の第 1 のモードでの動作について、図 3 を参照しながら説明する。図 3 は、本発明に係る超音波プローブの動作を示すフローチャートである。

【 0 0 6 7 】

(ステップ S 1)

まず、本体制御回路 2 1 は、操作パネル 2 0 からの操作者による指定を受け、超音波診断装置の動作モードを S C W モードに変更する。このとき、超音波振動子群 1 0 2 を、超音波を受信する領域 A と超音波を送信する領域 B とに分ける領域制御信号もあわせて作成する。

【 0 0 6 8 】

(ステップ S 2)

次に、本体制御回路 2 1 は、操作パネル 2 0 からの操作者による観測点の指定を受け、超音波振動子群 1 0 2 を構成する各超音波振動子と該観測点との距離から、超音波を送信する領域 B の各超音波振動子に対応する送信遅延時間と超音波を受信する領域 A の各超音波振動子に対応する受信遅延時間を算出する。

【 0 0 6 9 】

(ステップ S 3)

超音波を受信する領域 A の各超音波振動子に対応する受信遅延時間を算出したら、本体制御回路 2 1 は、本体プリアンプ群 2 4 0 の各プリアンプ (例えばプリアンプ C h 1 ~ C h 3) に受信遅延時間 (例えば t d 1 ~ t d 3) を対応付け、本体プリアンプ群 2 4 0 のプリアンプそれぞれに、対応付けた遅延時間を持つ信号が入力されるように超音波プローブ 1 に含まれるマトリックススイッチ 1 0 4 4 を制御するマトリックススイッチ切替信号を作成する。

【 0 0 7 0 】

(ステップ S 4)

次に、本体制御回路 2 1 は、算出した送信遅延時間及び受信遅延時間と、領域制御信号と、動作モード、及び、マトリックススイッチ切替信号とを、プローブ制御データとして、プローブコネクタ内制御回路 1 2 0 を介しプローブハンドル内制御回路 1 0 0 a に送信する。プローブハンドル内制御回路 1 0 0 a は、本体制御回路 2 1 からプローブ制御データを受信すると、まずプローブ制御データ内の領域制御信号を基に、超音波振動子群 1 0 2 を、超音波を受信する領域 A と超音波を送信する領域 B とに分ける。

【 0 0 7 1 】

(ステップ S 5 1)

次に、プローブハンドル内制御回路 1 0 0 a は、プローブ制御データ内の送信遅延時間を基に送信タイミングパルスを生成し、パルサー群 1 0 1 に送信する。

【 0 0 7 2 】

(ステップ S 6 1)

パルサー群 1 0 1 は、プローブハンドル内制御回路 1 0 0 a から受信した送信タイミングパルスを基に、送信パルスを超音波振動子群 1 0 2 の各超音波振動子に送信し、送信ビームを生成する。なお、ステップ S 5 1 及びステップ S 6 1 に係る処理は、従来技術と同様である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

(ステップ S 5 2)

プローブハンドル内制御回路 1 0 0 a は、ステップ S 5 1 及びステップ S 6 1 に係る処理とあわせて、プローブ制御データ内の動作モードを基に、バイパススイッチ 1 0 4 3 の切替えを切替制御手段 1 0 0 1 に指示する。切替制御手段 1 0 0 1 は、動作モード（この場合は第 1 の動作モードとなる）を基にバイパススイッチ 1 0 4 3 をバイパス信号線側に切替える。

【 0 0 7 4 】

(ステップ S 6 2)

また、プローブハンドル内制御回路 1 0 0 a は、プローブ制御データ内の受信遅延時間及びマトリックススイッチ切替信号を基に、マトリックススイッチ 1 0 4 4 の切替えを切替制御手段 1 0 0 1 に指示する。切替制御手段 1 0 0 1 は、受信遅延時間及びマトリックススイッチ切替信号を基に、各超音波振動子からプリアンプ群 1 0 3 を経て出力される信号のうち、同じ位相を示す信号が所定の加算器 1 0 4 2 に出力されるようにマトリックススイッチ 1 0 4 4 を切替える。

10

【 0 0 7 5 】

(ステップ S 7)

次に、超音波を送信する領域 B の各超音波振動子から送信ビームが送信され、その反射波が超音波を受信する領域 A の対応する超音波振動子で受信される。領域 A の超音波振動子で受信された超音波エコー信号は、プリアンプ群 1 0 3 で増幅され、バイパススイッチ 1 0 4 3 の切替によりバイパス信号線側を通過し、マトリックススイッチ 1 0 4 4 に入力される。

20

【 0 0 7 6 】

このとき図 2 (b) に示すように、マトリックススイッチ 1 0 4 4 の切替えにより、同じ位相を示す信号（例えば 1 列、 2 列、及び、 3 列に対応する超音波振動子から出力される信号）が、所定の位相の信号（例えば遅延時間 $t_d 1$ の信号）に対応付けられた加算器 1 0 4 2 （例えば加算器 1 0 4 2 a 1 ）に出力され、該加算器 1 0 4 2 により加算された信号は、電子回路群 1 2 1 を介し、マトリックススイッチ切替信号により該加算器に対応付けられた本体のプリアンプ（例えば本体のプリアンプ C h 1 ）に出力される。

【 0 0 7 7 】

(ステップ S 8)

本体プリアンプ群 2 4 0 は、受信信号を増幅し本体受信遅延加算回路 2 4 1 に入力する。このとき、本体制御回路 2 1 は、マトリックススイッチ 1 0 4 4 の制御に対応して、本体プリアンプ群 2 4 0 の各プリアンプに受信遅延時間に対応させ、本体受信遅延加算回路 2 4 1 に遅延処理を指示する。本体受信遅延加算回路 2 4 1 は、本体制御回路 2 1 からの指示に従い、各プリアンプからの信号に対し遅延処理を施し、加算したうえで信号処理部 2 5 に出力する。本体受信遅延加算回路 2 4 1 から出力された信号は、信号処理部 2 5 で信号処理されたうえで、画像処理部 2 6 にて超音波画像に変換され、表示部 2 7 に表示される。

30

【 0 0 7 8 】

(ステップ S 9)

その後、操作パネル 2 0 から操作者により観測点の変更が指示された場合（ステップ S 9、Y）、新たに指定された観測点に対し、送信遅延時間及び受信遅延時間を算出しなおし、新たな観測点に対する処理を実行する。観測点の変更に係る指示が無い場合（ステップ S 9、N）、処理を終了する。

40

【 0 0 7 9 】

以上、第 1 の実施形態に係る超音波プローブによれば、プリアンプ群等の電子回路を内蔵した超音波 2 D アレイプローブを使用する超音波診断装置において、プローブに内蔵される電子回路（サブアレイ受信ビームフォーマ群 1 0 4 1 ）の性能の制約に制限されることがなく広いダイナミックレンジを確保することが可能となる。これにより、SCW モード

50

等のような第 1 のモード（超音波を送信する複数の超音波振動子と超音波を受信する複数の超音波振動子とに分けて超音波を送受信するモード）においても、受信性能を確保することが可能となる。

【 0 0 8 0 】

また、第 1 のモードのように広いダイナミックレンジが要求される場合においても、数个単位の振動子毎に受信信号を加算して超音波診断装置本体に送信することが可能となるため、プローブケーブル内の信号線の本数が低減することが可能となり、従来よりもプローブケーブルを細くすることが可能となる。

【 0 0 8 1 】

（変形例 1）

次に変形例 1 に係る超音波プローブの構成について、図 4 及び図 5 を参照しながら説明する。図 4 は、変形例 1 に係る超音波プローブにおけるチャネル制御回路 1 0 4 b のブロック図である。また図 5 は、変形例 1 に係るチャネル制御回路 1 0 4 b の動作を説明するための図である。なお、変形例 1 に係る超音波プローブの説明では、第 1 の実施形態に係る超音波プローブと異なる切替制御手段 1 0 0 1 及びマトリックススイッチ 1 0 4 4 の第 1 のモードでの動作に着目して説明する（第 2 のモードでの動作は第 1 の実施形態と同様である）。

【 0 0 8 2 】

第 1 の実施形態に係るマトリックススイッチ 1 0 4 4 は、同じ位相を示す信号を超音波振動子群 1 0 2 の領域 A に含まれる超音波振動子全てから抽出し、所定の加算器 1 0 4 2 20 2 に出力されるように制御する。そのため、各マトリックススイッチが、超音波振動子群 1 0 2 の領域 A に含まれる超音波振動子全てを参照して信号を抽出する必要があり、各マトリックススイッチの処理が複雑になる。

【 0 0 8 3 】

変形例 1 に係る超音波プローブにおいては、図 4 に示すように、超音波振動子群 1 0 2 を 2 以上のサブアレイ（例えばサブアレイ 1 0 2 a 1 ~ 1 0 2 a 3 ）で構成されるサブグループ（例えばサブグループ 1 0 2 a 及び 1 0 2 b ）に分割し、各マトリックススイッチ 1 0 4 4 が、対応するサブグループに含まれる超音波振動子から同じ位相を示す信号を抽出する。これにより、各マトリックススイッチ 1 0 4 4 は、サブグループに含まれる超音波振動子のみを参照すればよく、各マトリックススイッチ 1 0 4 4 の処理を軽減することが可能となる。変形例 1 に係る超音波プローブについて以下に具体的に説明する。 30

【 0 0 8 4 】

なお、変形例 1 に係る超音波プローブに関する説明にあたり、図 4 及び図 5 の例では、サブアレイ 1 0 2 a 1 ~ 1 0 2 a 3 がサブグループ 1 0 2 a に、サブアレイ 1 0 2 b 1 ~ 1 0 2 b 3 がサブグループ 1 0 2 b に含まれているものとする。また、図 5 の例では、サブアレイ 1 0 2 a 1 ~ 1 0 2 a 3 の 1 列 ~ 3 列及びサブアレイ 1 0 2 b 1 ~ 1 0 2 b 3 の 4 列 ~ 6 列に対応する超音波振動子が同じ位相（遅延時間 t_{d1} ）を示す信号を出力するものとする。同様に、サブアレイ 1 0 2 a 1 ~ 1 0 2 a 3 の 1 列 ~ 3 列及びサブアレイ 1 0 2 b 1 ~ 1 0 2 b 3 の 4 列 ~ 6 列に対応する超音波振動子が同じ位相を（遅延時間 t_{d2} ）示し、サブアレイ 1 0 2 a 1 ~ 1 0 2 a 3 の 1 列 ~ 3 列及びサブアレイ 1 0 2 b 1 ~ 1 0 2 b 3 の 4 列 ~ 6 列に対応する超音波振動子が同じ位相（遅延時間 t_{d3} ）を示すものとする。 40

【 0 0 8 5 】

変形例 1 に係る切替制御手段 1 0 0 1 は、動作モードが第 1 のモード（例えば SCW モード）の場合、図 5 に示すように、同一サブグループ内で所定の同じ位相（例えば遅延時間 t_{d1} ）を示す信号（例えば、1 列、2 列、及び、3 列に対応する超音波振動子からの信号）が該サブグループ内の該位相に対応付けられた加算器（例えば加算器 1 0 4 2 a 1）に入力されるようにマトリックススイッチ 1 0 4 4 を制御する。

【 0 0 8 6 】

このとき、切替制御手段 1 0 0 1 は、異なるサブグループに含まれる加算器 1 0 4 2 へ 50

の信号の転送は行わない。具体的には切替制御手段 1001 は、図 5 に示すように、サブグループ 102a に含まれる超音波振動子からの信号は、該サブグループ 102a に対応付けられた加算器 1042a1 ~ 1042a3 に入力されるように制御する。このとき、サブグループ 102a に含まれる超音波振動子からの信号は、サブグループ 102b のような他のサブグループに対応付けられた加算器 1042b1 ~ 1042b3 には入力されない。

【0087】

つまり、遅延時間 t_d の信号が出力される、サブアレイ 102a1 ~ 102a3 の 1 列 ~ 3 列及びサブアレイ 102b1 ~ 102b3 の 4 列 ~ 6 列に対応する超音波振動子を例に説明すると、サブアレイ 102a1 ~ 102a3 の 1 列 ~ 3 列に対応する超音波振動子からの信号は加算器 1042a1 に出力され、サブアレイ 102b1 ~ 102b3 の 4 列 ~ 6 列に対応する超音波振動子からの信号は加算器 1042b1 に入力されることになる。

10

【0088】

なお上記では、各サブグループと各加算器の対応付けを切替制御手段 1001 が行う例を説明したが、各サブグループと各加算器の対応付けを本体制御回路 21 が行っても良い。この場合、本体制御回路 21 は、各サブグループと各加算器の対応付けに関する制御情報も含めマトリックススイッチ切替信号として超音波プローブ 1 に送信する。

【0089】

以上により、変形例 1 に係る超音波プローブによれば、各マトリックススイッチ 1044 は、対応付けられたサブグループに含まれる超音波振動子のみを参照すればよく、各マトリックススイッチ 1044 の処理を軽減することが可能となる。

20

【0090】

(変形例 2)

次に変形例 2 に係る超音波プローブの構成について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は、変形例 2 に係る超音波プローブにおけるチャネル制御回路 104c のブロック図である。なお、変形例 2 に係る超音波プローブの説明では、第 1 の実施形態及び変形例 1 に係る超音波プローブと異なるプリアンプ群 103 及びバイパススイッチ 1043 の構成と、切替制御手段 1001 及びマトリックススイッチ 1044 の第 1 のモードでの動作に着目して説明する(第 2 のモードでの動作は第 1 の実施形態と同様である)。

30

【0091】

第 1 の実施形態及び変形例 1 に係る超音波プローブでは、チャネル制御回路 104a 及び 104b の構成上、超音波を受信する領域 A の各振動子に設定できる位相の種類は、各加算器に入力される信号線の数や、加算器の数により制限される。例えば図 2(b) に示した第 1 の実施形態に係るチャネル制御回路 104a の動作のように、サブアレイ 102a1 ~ 102a3 に含まれる超音波振動子からの信号が、加算器 1042a1 ~ 1042a3 に入力されるものとして説明する。この場合、設定できる位相の種類は最大で加算器の数である 3 種類となる。また、各加算器に入力できる信号線の本数は最大で 9 本となるため、同一の位相を示す信号が 10 以上存在する場合、設定できる位相の種類は加算器の数未満(3 種類未満)となる。

40

【0092】

変形例 2 に係る超音波プローブにおいては、図 6 に示すように、プリアンプ群 103 の各プリアンプにより一部の信号の位相を 180 度反転させることが可能となる。これにより、例えば信号の波長を $2T$ として、 $t_d + T$ の遅延をもって出力される信号の位相を反転させることで、 t_d の遅延をもって出力される信号と加算して出力することが可能となり、上述した設定できる位相の種類に関する制約を緩和することが可能となる。変形例 2 に係る超音波プローブについて以下に具体的に説明する。

【0093】

変形例 2 に係るプリアンプ群 103 を構成する各プリアンプは、切替制御手段 1001 からの指示を受けて、入力された信号の位相を 180 度反転させて出力可能に構成されて

50

いる。プリアンプ群 103 は、位相を反転させない信号を出力する信号線とは異なる信号線（この信号線を「反転信号線」と呼ぶ）を設け、位相を反転させた信号を該反転信号線に出力する。

【0094】

変形例 2 に係るバイパススイッチ 1043 は、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 の出力側に設けられた第 1 の接点と、バイパス信号線側に設けられた第 2 の接点とに加え、前述した反転信号線に設けられた第 3 の接点とのいずれかに切替可能に構成されている。

【0095】

ここで図 7 を参照しながら、変形例 2 に係る切替制御手段 1001、及び、マトリックススイッチ 1044 の動作について説明する。図 7 は、変形例 2 に係るチャネル制御回路 104c の動作を説明するための図である。

【0096】

なお、変形例 2 に係る超音波プローブに関する説明にあたり、図 6 及び図 7 の例では、サブアレイ 102a1 ~ 102a3 がサブグループ 102a に、サブアレイ 102b1 ~ 102b3 がサブグループ 102b に含まれているものとする。

【0097】

また、図 7 の例では、サブアレイ 102a1 の 1 列及びサブアレイ 102a3 の 3 列に対応する超音波振動子が同じ位相（遅延時間 t_{d1} ）を示す信号を出力し、サブアレイ 102a2 の 2' 列に対応する超音波振動子が、1 列及び 3 列に対応する超音波振動子が出力する信号と 180 度位相が反転した（遅延時間 $t_{d1} + T$ ）信号を出力するものとする。同様に 1 列及び 3 列に対応する超音波振動子が同じ位相（遅延時間 t_{d2} ）を示す信号を出力し、2' 列に対応する超音波振動子が、1 列及び 3 列に対応する超音波振動子が出力する信号と 180 度位相が反転した（遅延時間 $t_{d2} + T$ ）信号を出力する（1 列及び 3 列に対応する超音波振動子からの信号（遅延時間 t_{d3} ）と、2' 列に対応する超音波振動子からの信号（遅延時間 $t_{d3} + T$ ）の関係も同様である）。

【0098】

変形例 2 に係る切替制御手段 1001 は、動作モードが第 1 のモード（例えば SCW モード）の場合、まず、受信したプローブ制御データ内の受信遅延時間を基に、各超音波振動子から出力される信号の位相の種類と、各位相に対応する超音波振動子の数、及び、加算器 1042 の数を基に、位相を 180 度反転させるプリアンプ群 103 のプリアンプを決定する。

【0099】

例えば図 7 に示すようにサブグループ 102a に含まれるサブアレイ 102a1 ~ 102a3 の場合、位相の種類が 6 種類に対し、加算器の数が 3 となり、位相の種類の数加算器の数を上回る。このとき、本体制御回路 21 は、サブアレイ 102a2 の 2' 列、2' 列及び 2' 列に対応する各超音波振動子からの信号の位相を反転するようにプリアンプ群 103 の各プリアンプを制御し、該プリアンプの出力側に設置されたバイパススイッチ 1043 を第 3 の接点に切替え、その他のバイパススイッチ 1043 を第 2 の接点に切替える。

【0100】

また、切替制御手段 1001 は、前述した位相の反転に係る制御を受け、位相を反転した信号も含め、所定の同じ位相を示す信号が所定の加算器に入力されるようにマトリックススイッチ 1044 を制御する。

【0101】

図 7 を例に具体的に説明する。例えば図 7 では、サブアレイ 102a1 の 1 列及びサブアレイ 102a3 の 3 列に対応する超音波振動子からの信号と、位相を反転したサブアレイ 102a2 の 2' 列に対応する超音波振動子からの信号は同一の位相（遅延時間 t_{d1} ）を示しており、該位相に対応付けられた加算器 1042a1 に入力されることに

10

20

30

40

50

なる。同様に、 1 列及び 3 列に対応する超音波振動子からの信号と、位相を反転した 2' 列に対応する超音波振動子からの信号（遅延時間 $t_d 2$ ）は加算器 1042a2 に入力され、 1 列及び 3 列に対応する超音波振動子からの信号と、位相を反転した 2' 列に対応する超音波振動子から信号（遅延時間 $t_d 3$ ）は加算器 1042a3 に入力される。

【0102】

なお、位相反転に係るプリアンプ群 103 の制御及びバイパススイッチ 1043 の第 3 の接点又は第 2 の接点への切替えに係る制御は、本体制御回路 21 が制御する構成としても良い。この場合、本体制御回路 21 は、バイパススイッチの 1043 の切替に関する制御信号をマトリックススイッチ制御信号に含めて超音波プローブ 1 に送信する。また、変形例 1 と同様に、各サブグループと各加算器の対応付けを本体制御回路 21 が行っても良い。

10

【0103】

以上により、変形例 2 に係る超音波プローブによれば、一部の超音波振動子からの信号の位相を反転させることで、位相が 180 度異なる信号を同一の信号として同一の加算器で加算することが可能となる。これにより、図 7 に示すように、各超音波振動子に対し、第 1 の実施形態又は変形例 1 に係る超音波プローブよりも、より細かくかつ柔軟に位相を設定することが可能となる。また、第 1 の実施形態及び変形例 1 では、本体受信遅延加算回路 241 により別々の遅延計算（遅延 t_d 及び遅延 $t_d + T$ ）を行っていた処理を、同一の遅延計算（遅延 t_d ）により処理することが可能となる。

20

【0104】

なお、上記では第 1 の動作モードとして SCW モードを例に説明しているが、SCW モードに限定されるものではない。超音波振動子群 102 を目的の異なる動作領域に分けて使用するモードについて同様に適用することが可能である。

【0105】

また、本説明では、チャネル制御回路 104a ~ 104c の構成として、プリアンプ群 103 の出力側にサブアレイ受信ビームフォーマ群 1041、バイパススイッチ 1043、及び、マトリックススイッチ 1044 が、この順で設けられた例を説明したが本構成に限定するものではない。

【0106】

図 8 は、本発明に係るチャネル制御回路の回路構成の例である。例えば、図 8 (a) に示すように、バイパススイッチ 1043 が、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 の入力側及び出力側の双方に設けられていても良いし、図 8 (b) 及び図 8 (c) に示すようにサブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 の入力側に設けられていても良い。また、図 8 (c) 及び図 8 (d) に示すように、サブアレイ受信ビームフォーマ群 1041 とマトリックススイッチ 1044 とを並列に設けても良い。上述したように、各超音波振動子からの信号を動作モードに応じて所定の加算器 1042 に入力できれば、チャネル制御回路 104a ~ 104c の回路構成は限定されない。

30

【符号の説明】

【0107】

- 1 超音波プローブ 10 プローブハンドル
- 100、100a プローブハンドル内制御回路 101 パルサー群
- 102 超音波振動子群 103、103a プリアンプ群
- 104、104a、104b、104c チャネル制御回路
- 1041 サブアレイ受信ビームフォーマ群 1042 加算器
- 1043 バイパススイッチ 1044 マトリックススイッチ
- 11 プローブケーブル 12 プローブコネクタ
- 120 プローブコネクタ内制御回路 121 電子回路群
- 2 超音波診断装置本体 20 操作パネル 21 本体制御回路
- 220 本体送信遅延回路 221 本体パルサー群

40

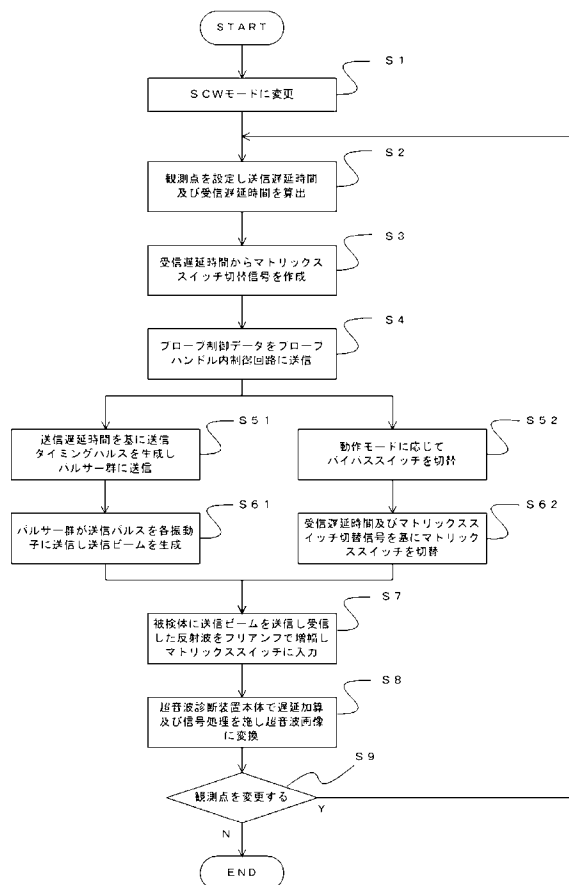
50

2 3 本体側プローブコネクタ

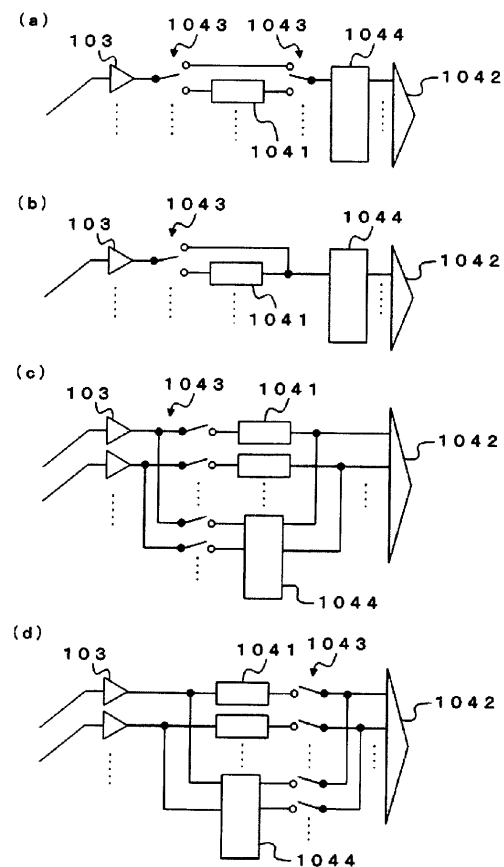
2 4 0 本体プリアンプ群 2 4 1 本体受信遅延加算回路

2 5 信号処理部 2 6 画像処理部 2 7 表示部

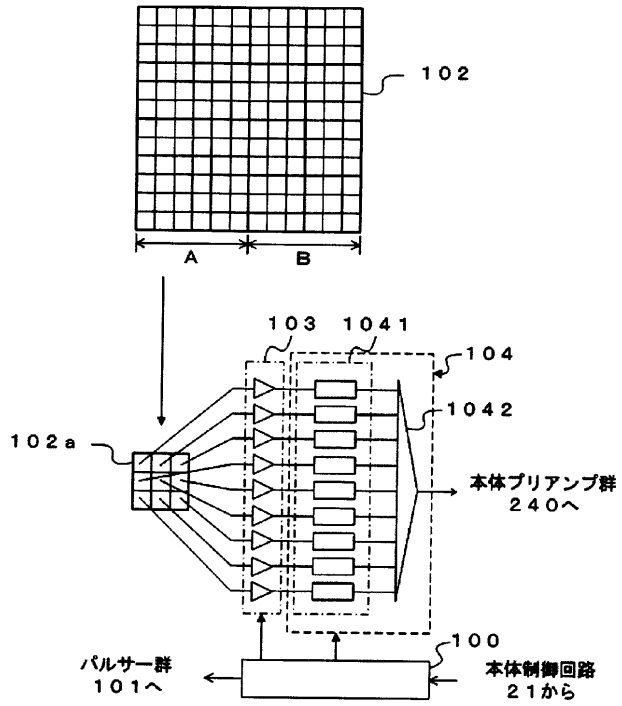
【図 3】



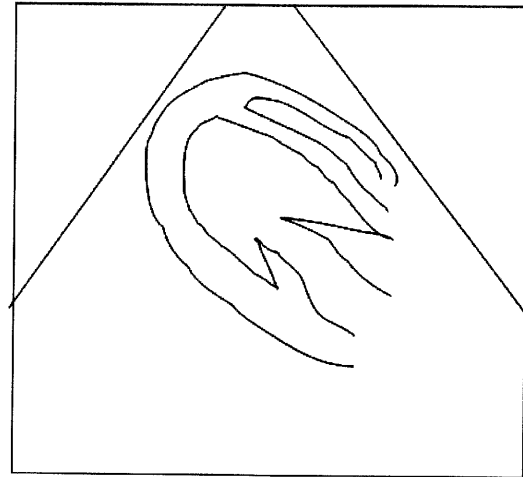
【図 8】



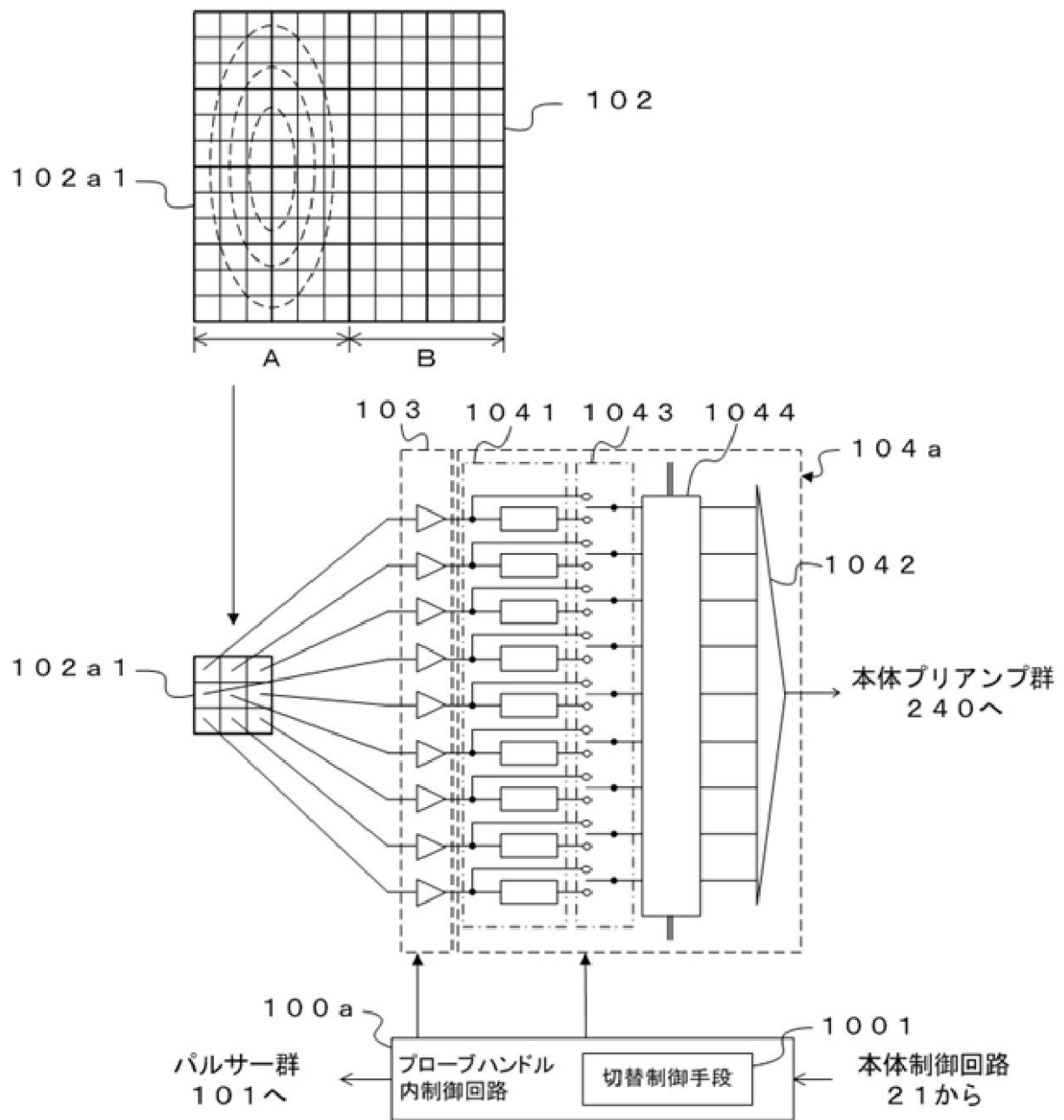
【図 10】



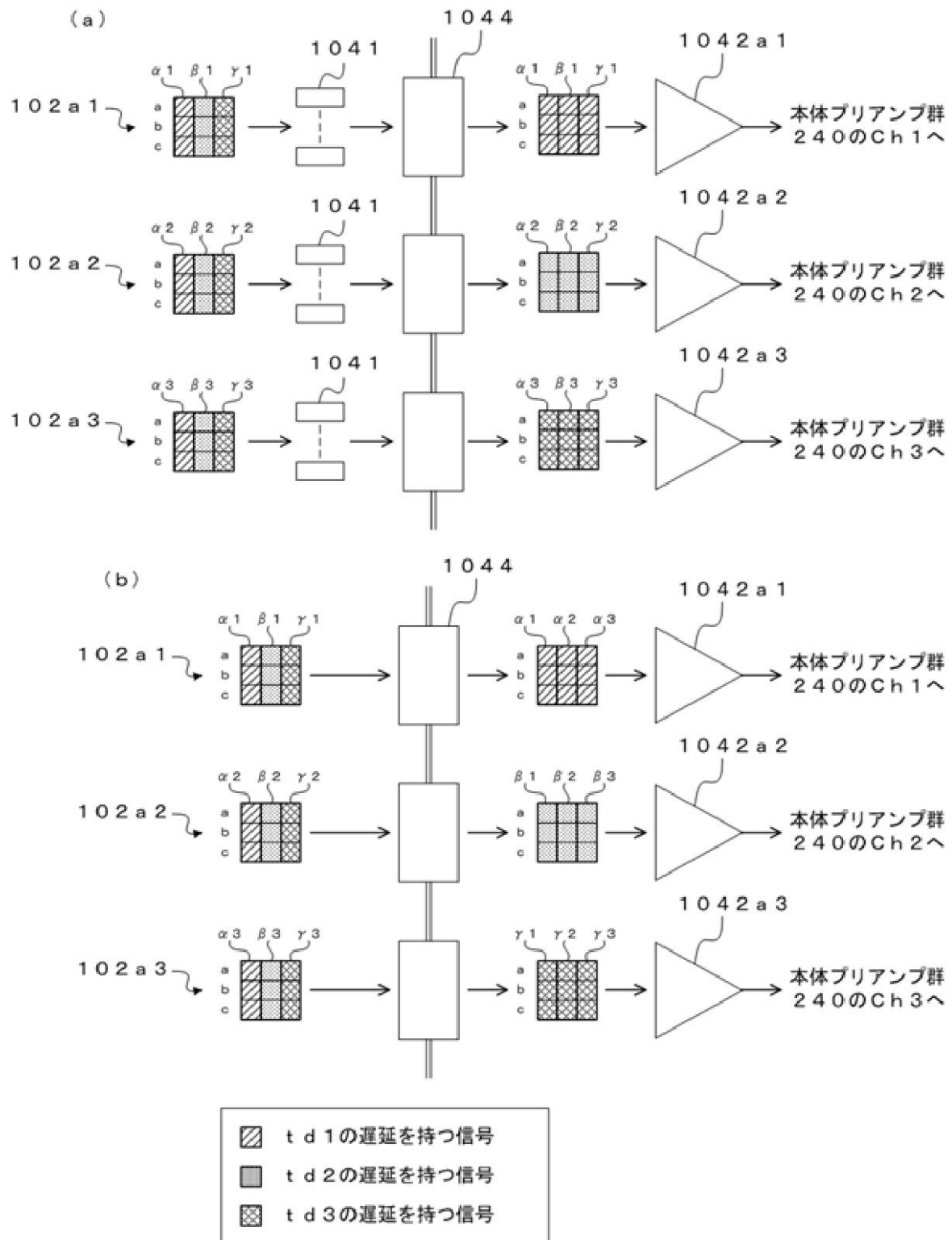
【図 11】



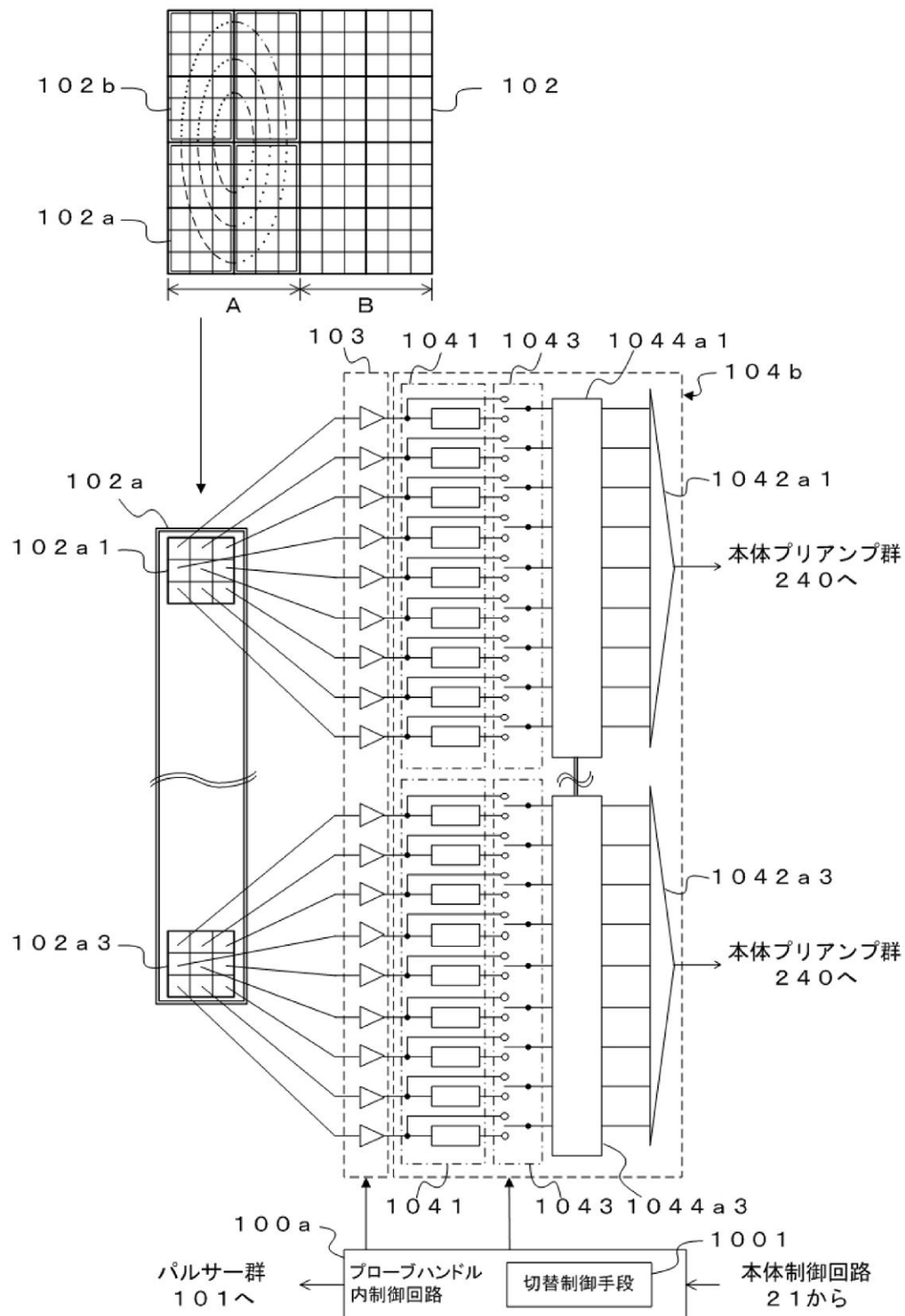
【図 1】



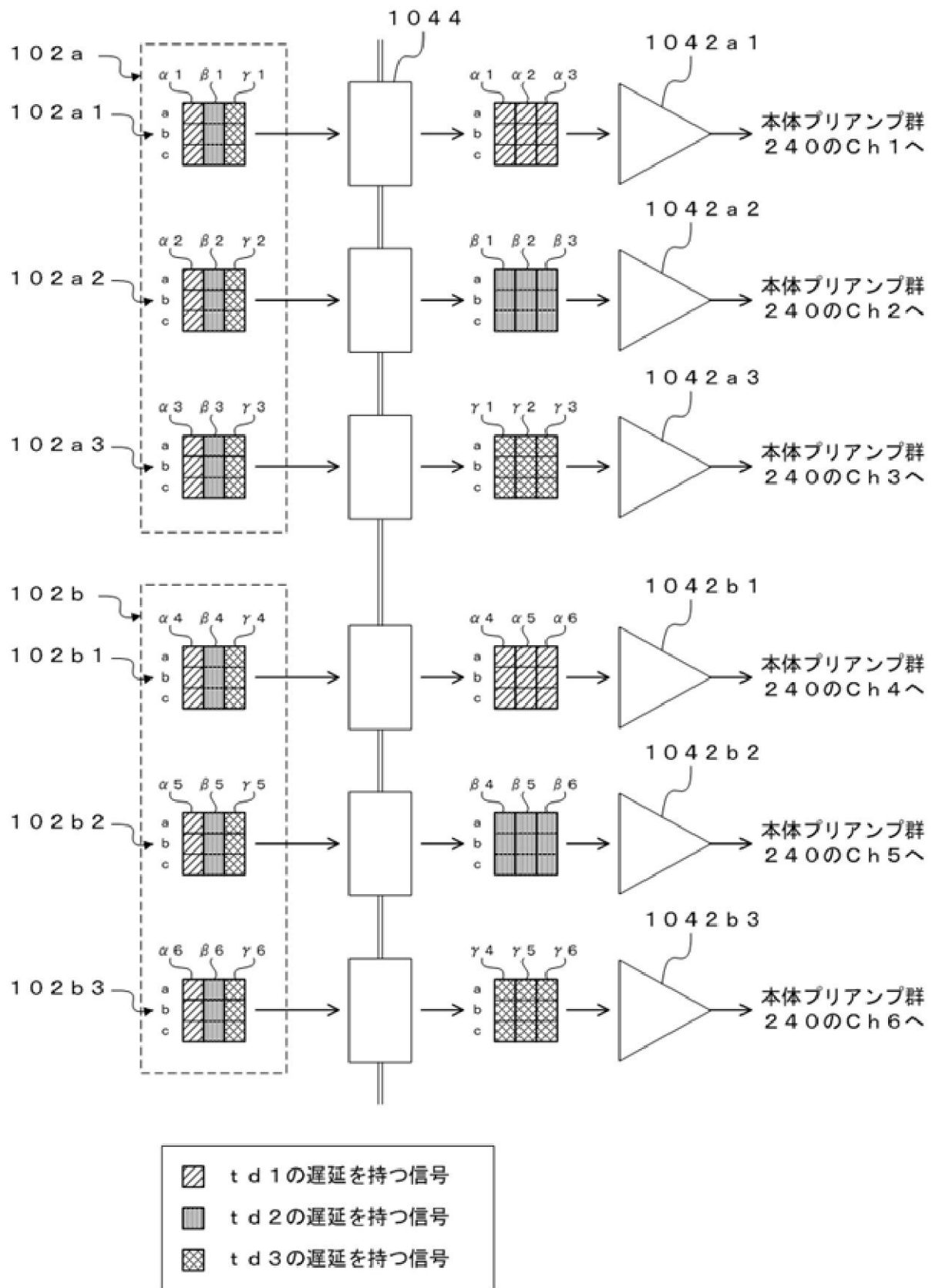
【図 2】



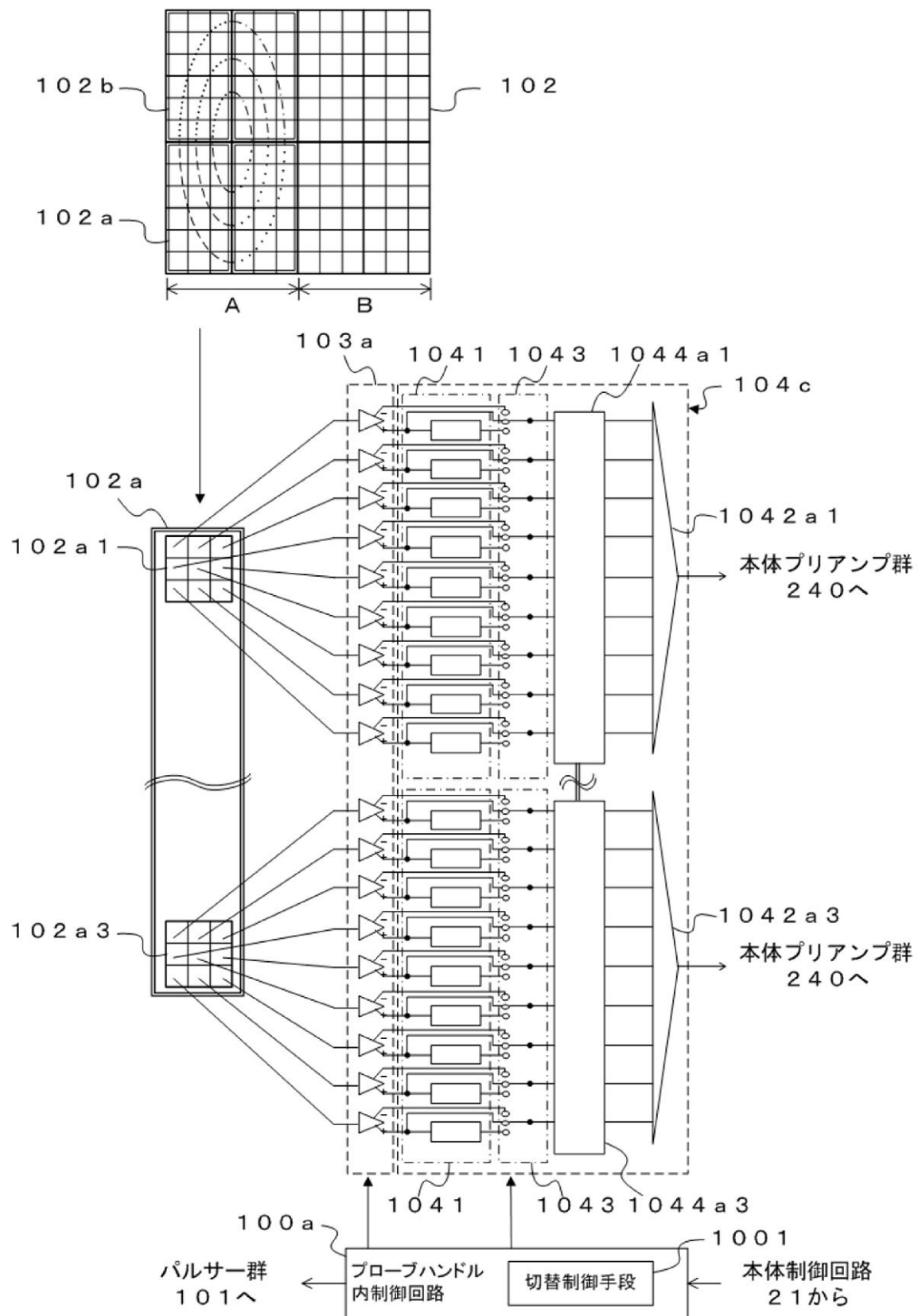
【図 4】



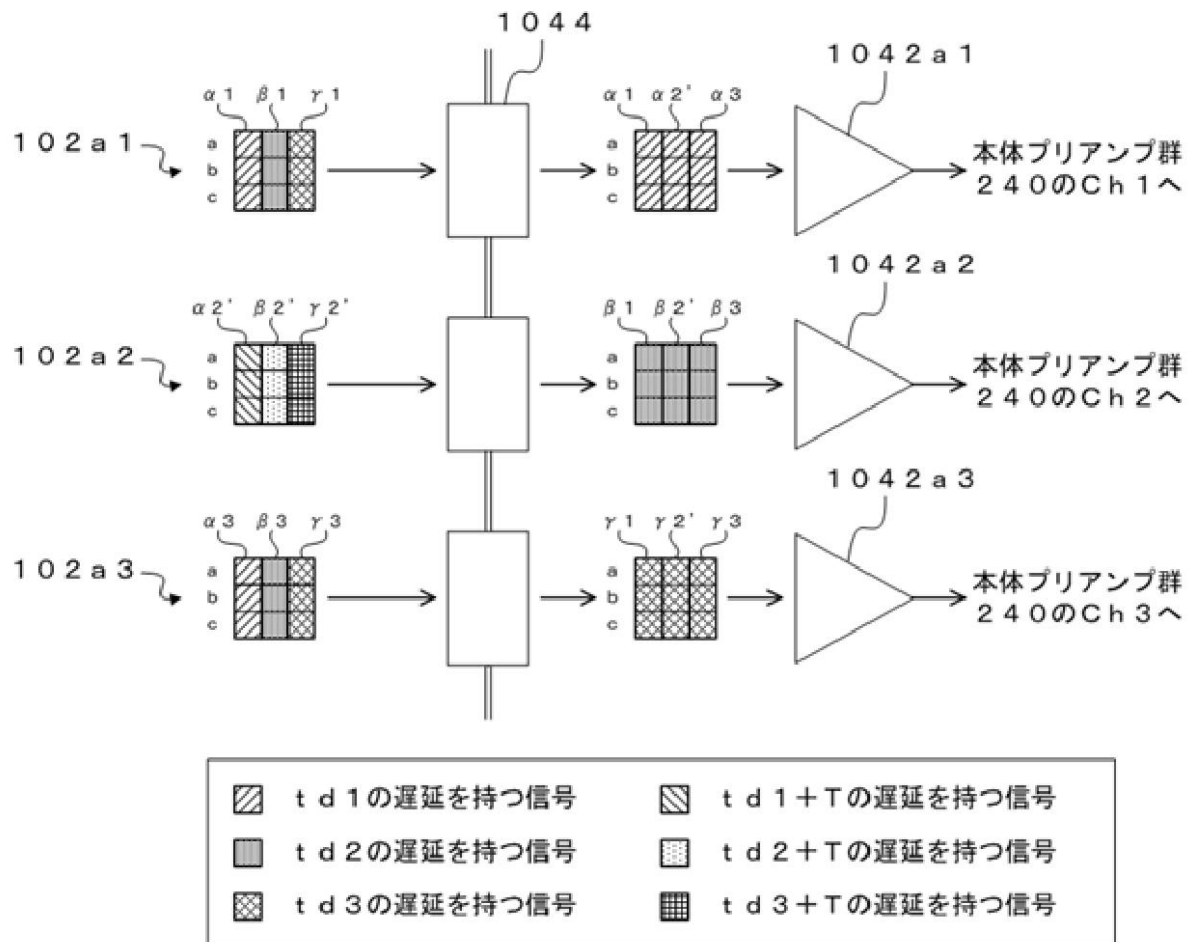
【図 5】



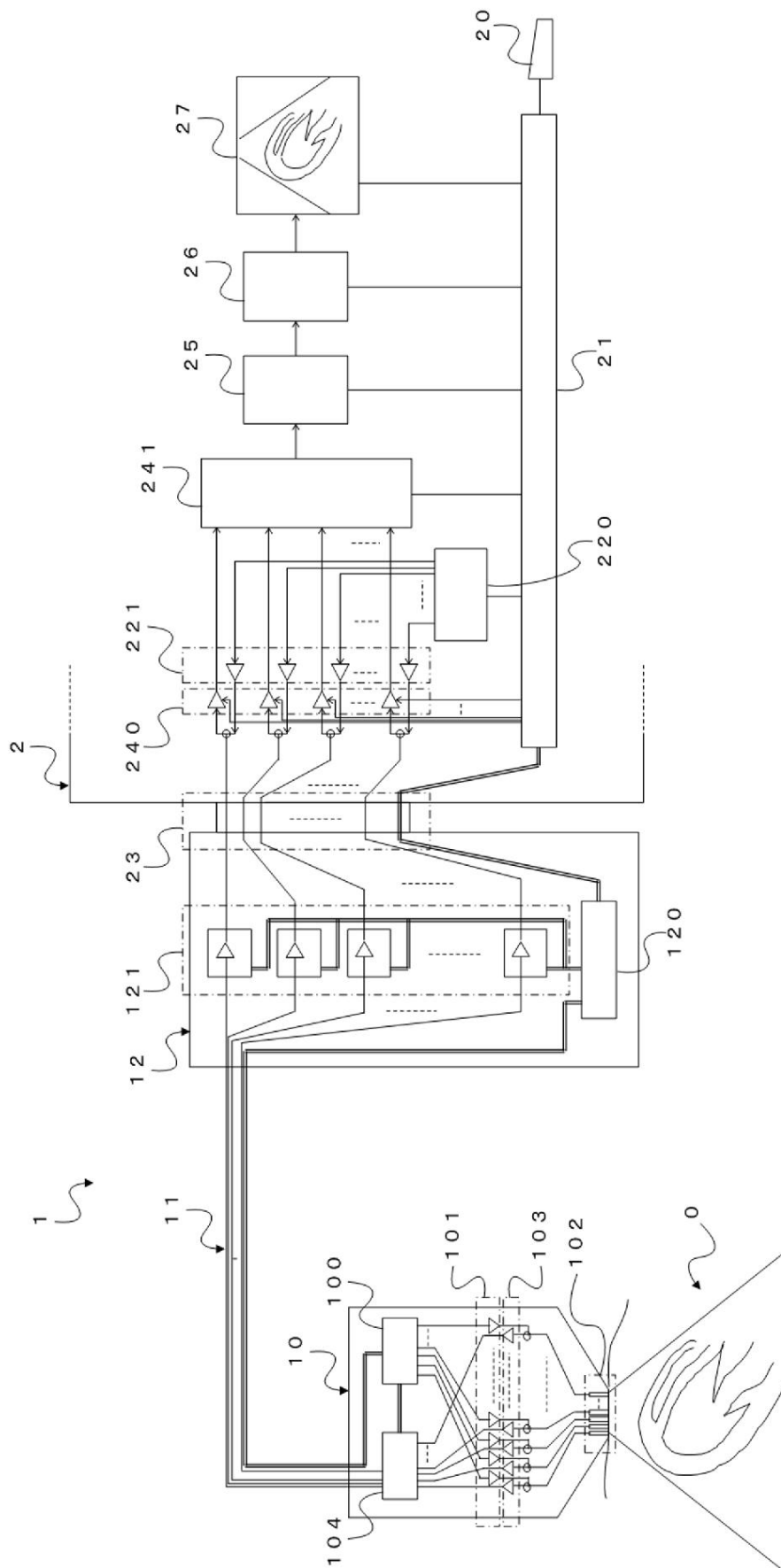
【図 6】



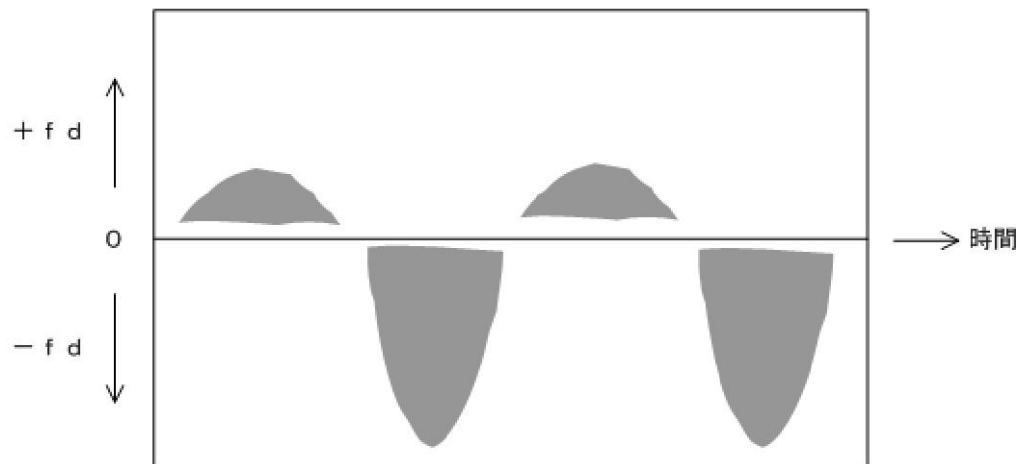
【図 7】



【図 9】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 内海 勲

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 石塚 正明

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 椎名 孝行

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内

F ターム(参考) 4C601 DD03 DE02 EE06 EE12 GB06 GB18 GB21 GB22 HH03 HH04
HH21 JB02

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	JP2011142931A	公开(公告)日	2011-07-28
申请号	JP2010003713	申请日	2010-01-12
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	本郷宏信 平野亨 内海勲 石塚正明 椎名孝行		
发明人	本郷 宏信 平野 亨 内海 勲 石塚 正明 椎名 孝行		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/00 A61B8/54 G01S7/52066 G01S7/5208 G01S15/8915 G01S15/8927 G01S15/8979 G10K11/345		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/DD03 4C601/DE02 4C601/EE06 4C601/EE12 4C601/GB06 4C601/GB18 4C601/GB21 4C601/GB22 4C601/HH03 4C601/HH04 4C601/HH21 4C601/JB02		
其他公开文献	JP5433429B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在SCW模式下确保宽动态范围并减少探头电缆内的信号线数量。
 解决方案：超声探头包括：多个波束形成器，接收来自自己接收超声回波的每个超声振动器的输出，并在以第二模式操作的情况下对各相进行整流，以发送超声波并接收具有相同超声波的超声波回波振动器；矩阵开关，其基于在以第一模式操作的情况下已经接收到超声回波的每个超声振动器的输出来选择和发送具有相同相位的输出，以将多个超声振动器划分为一组超声振动器，发送超声波和一组接收超声回波的超声波振动器；以及多个加法器，它们为每个波束形成器已经被整流到同一相位的组添加输出，并在第二模式下操作时输出它们，并且从矩阵中收集输出切换成具有相同相位的组添加和输出它们。

