

(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2014-226498

(P2014-226498A)

(43) 公開日 平成26年12月8日(2014.12.8)

(51) Int.Cl.  
A61B 8/00 (2006.01)

F1  
A61B 8/00

テーマコード(参考)  
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-111240 (P2013-111240)  
(22) 出願日 平成25年5月27日 (2013.5.27)

(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(71) 出願人 594164542  
東芝メディカルシステムズ株式会社  
栃木県大田原市下石上1385番地  
(74) 代理人 100089118  
弁理士 酒井 宏明  
(72) 発明者 四方 浩之  
栃木県大田原市下石上1385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 EE02 GB04 GB21 HH22 JB45

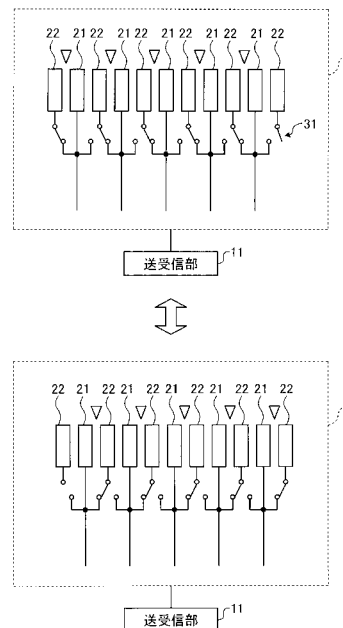
(54) 【発明の名称】 超音波プローブ及び超音波診断装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】開口合成法を用いた場合の受信時のS/Nを向上させることを可能にする超音波プローブ及び超音波診断装置を提供する。

【解決手段】超音波プローブは、第1の圧電振動子群21と、第2の圧電振動子群22と、スイッチ31とを備える。第1の圧電振動子群21は、超音波の送受信を制御する制御部にそれぞれ直接接続される。第2の圧電振動子群22は、第1の圧電振動子間に配置され、隣接する一方の第1の圧電振動子21、及び、他方の第1の圧電振動子21に対して、所定のタイミングで並列接続される。スイッチは、第2の圧電振動子群22の並列接続の接続先を所定のタイミングで切り替える。

【選択図】図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

超音波の送受信を制御する制御部にそれぞれ直接接続される第 1 の圧電振動子群と、前記第 1 の圧電振動子間に配置され、隣接する一方の第 1 の圧電振動子、及び、他方の第 1 の圧電振動子に対して、所定のタイミングで並列接続される第 2 の圧電振動子群と、前記第 2 の圧電振動子群の並列接続の接続先を前記所定のタイミングで切り替える切り替え手段と、  
を備えたことを特徴とする超音波プローブ。

**【請求項 2】**

前記切り替え手段は、前記制御部によって制御される超音波の周波数が所定の周波数を下回った場合に、前記第 2 の圧電振動子群を、隣接する第 1 の圧電振動子のうちどちらか一方と並列接続させた状態で維持することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

10

**【請求項 3】**

前記切り替え手段は、トグルスイッチであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波プローブ。

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブと、送信レートごとに前記切り替え手段を制御して、前記第 2 の圧電振動子群の並列接続の接続先を切り替える切り替え制御手段と  
を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明の実施の形態は、超音波プローブ及び超音波診断装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、超音波診断装置においては、超音波診断装置は、超音波プローブを体表から当てるだけの簡便な操作により、例えば、検査対象の動きの様子をリアルタイムで表示可能な装置であることから、今日の医療において重要な役割を果たしている。ここで、超音波診断装置は、超音波プローブから被検体内に超音波を送信して、被検体内部で音響インピーダンスの不整合によって生じる反射波を超音波プローブで受信し、受信信号を生成する。このような超音波の送受信を行うために、超音波プローブは、圧電振動子を走査方向に複数個備えている。これら圧電振動子は、超音波を送受信する方向に圧電分極されており、送信信号に基づいて振動して超音波を発生し、反射波を受信して受信信号を生成する。

30

**【0003】**

このような超音波プローブにおいては、多数の圧電振動子が一定のピッチで一方向（走査方向）に並べられ、それぞれの圧電振動子の駆動タイミング、或いは、受信遅延を制御することにより、超音波ビームが偏向されたり、焦点深度が変化させられたりする。これらの圧電振動子は、スキャン面上で湾曲して配置される場合や、各圧電振動子が複数の微小振動子を並列にして形成される場合などもある。

40

**【0004】**

ここで、このような圧電振動子（配列型の圧電振動子）を備える超音波プローブにおいては、複数の圧電振動子から波面を合成してメインローブを送信する場合に、隣接する圧電振動子間で波面が 1 波長ずれて合成されるグレーディングローブが生じる場合がある。グレーディングローブは、本来目的とする方向のメインローブとは異なる方向にビームを形成して、アーチファクトを生じさせる。このようなグレーディングローブは、圧電振動子を配列するピッチを狭くすることで抑制することが可能であるが、かかる場合には、開口幅が小さくなってしまい、分解能に一定の限界があった。

**【0005】**

50

そこで、限られた圧電振動子の数で、グレーディングローブを抑制しつつ、大口径として分解能を高める技術として、開口合成法が知られている。開口合成法は、超音波の送受信で駆動する圧電振動子を切り替えて、複数の受信信号を合成して仮想的な大口径を得る技術である。しかしながら、上述した従来技術では、開口合成法を用いた場合に受信時のS/Nが低下する場合があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2000-300553号公報

【特許文献1】特開2003-235840号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明が解決しようとする課題は、開口合成法を用いた場合の受信時のS/Nを向上させることを可能にする超音波プローブ及び超音波診断装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

実施の形態の超音波プローブは、第1の圧電振動子群と、第2の圧電振動子群と、切り替え手段とを備える。第1の圧電振動子群は、超音波の送受信を制御する制御部にそれぞれ直接接続される。第2の圧電振動子群は、前記第1の圧電振動子間に配置され、隣接する一方の第1の圧電振動子、及び、他方の第1の圧電振動子に対して、所定のタイミングで並列接続される。切り替え手段は、前記第2の圧電振動子群の並列接続の接続先を前記所定のタイミングで切り替える。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る超音波診断装置の全体構成を説明するための図である。

【図2】図2は、グレーディングローブの抑制について説明するための図である。

【図3】図3は、開口合成法の従来例を説明するための図である。

【図4】図4は、開口合成法の従来例を説明するための図である。

30

【図5】図5は、第1の実施形態に係る超音波プローブの構成の一例を示す図である。

【図6】図6は、第1の実施形態に係る超音波プローブによる開口合成時の超音波の送受信の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

(第1の実施形態)

以下、本願に係る超音波プローブ及び超音波診断装置の詳細について説明する。まず、第1の実施形態に係る超音波診断装置の構成について説明する。図1は、第1の実施形態に係る超音波診断装置100の構成を説明するための図である。図1に示すように、第1の実施形態に係る超音波診断装置100は、超音波プローブ1と、モニタ2と、入力装置3と、装置本体10とを有する。

40

【0011】

超音波プローブ1は、複数の圧電振動子を有し、これら複数の圧電振動子は、後述する装置本体10が有する送受信部11から供給される駆動信号に基づき超音波を発生する。そして、超音波プローブ1は、被検体Pからの反射波を受信して電気信号に変換する。また、超音波プローブ1は、圧電振動子に設けられる整合層と、圧電振動子から後方への超音波の伝播を防止するバック材などを有する。なお、超音波プローブ1は、装置本体10と着脱自在に接続される。

【0012】

例えば、超音波プローブ1から被検体Pに超音波が送信されると、送信された超音波は

50

、被検体 P の体内組織における音響インピーダンスの不連続面で次々と反射され、反射波信号として超音波プローブ 1 が有する複数の圧電振動子にて受信される。受信される反射波信号の振幅は、超音波が反射される不連続面における音響インピーダンスの差に依存する。なお、送信された超音波パルスが、移動している血流や心臓壁などの表面で反射された場合の反射波信号は、ドプラ効果により、移動体の超音波送信方向に対する速度成分に依存して、周波数偏移を受ける。

【 0 0 1 3 】

ここで、第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 は、開口合成法を用いた場合の受信時の S / N を向上させることを可能にするように構成される。なお、詳細については、後述する。また、第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 は、超音波により被検体 P を 2 次元で走査する超音波プローブであってもよく、或いは、被検体 P を 3 次元で走査することが可能な超音波プローブであってもよい。

10

【 0 0 1 4 】

モニタ 2 は、超音波診断装置 1 0 0 の操作者が入力装置 3 を用いて各種設定要求を入力するための G U I ( Graphical User Interface ) を表示したり、装置本体 1 0 において生成された超音波画像などを表示したりする。

【 0 0 1 5 】

入力装置 3 は、トラックボール、スイッチ、ダイヤル、タッチコマンドスクリーンなどを有する。入力装置 3 は、超音波診断装置 1 0 0 の操作者からの各種設定要求を受け付け、装置本体 1 0 に対して受け付けた各種設定要求を転送する。例えば、入力装置 3 は、超音波プローブ 1 を制御するための各種設定要求を受け付けて、制御部 1 7 に転送する。

20

【 0 0 1 6 】

装置本体 1 0 は、超音波プローブ 1 による超音波の送受信を制御して、超音波プローブ 1 が受信した反射波に基づいて超音波画像を生成する装置である。装置本体 1 0 は、図 1 に示すように、送受信部 1 1 と、B モード処理部 1 2 と、ドプラ処理部 1 3 と、画像生成部 1 4 と、画像メモリ 1 5 と、内部記憶部 1 6 と、制御部 1 7 とを有する。

【 0 0 1 7 】

送受信部 1 1 は、トリガ発生回路、遅延回路およびパルサ回路などを有し、超音波プローブ 1 に駆動信号を供給する。パルサ回路は、所定のレート周波数で、送信超音波を形成するためのレートパルスを繰り返し発生する。また、遅延回路は、超音波プローブ 1 から発生される超音波をビーム状に集束して送信指向性を決定するために必要な圧電振動子ごとの遅延時間を、パルサ回路が発生する各レートパルスに対し与える。また、トリガ発生回路は、レートパルスに基づくタイミングで、超音波プローブ 1 に駆動信号 ( 駆動パルス ) を印加する。すなわち、遅延回路は、各レートパルスに対し与える遅延時間を変化させることで、圧電振動子面からの送信方向を任意に調整する。

30

【 0 0 1 8 】

なお、送受信部 1 1 は、後述する制御部 1 7 の指示に基づいて、所定のスキャンシーケンスを実行するために、送信周波数、送信駆動電圧などを瞬時に変更可能な機能を有している。特に、送信駆動電圧の変更は、瞬間にその値を切り替え可能なリニアアンプ型の発信回路、または、複数の電源ユニットを電氣的に切り替える機構によって実現される。

40

【 0 0 1 9 】

また、送受信部 1 1 は、アンプ回路、A / D 変換器、加算器などを有し、超音波プローブ 1 が受信した反射波信号に対して各種処理を行なって反射波データを生成する。アンプ回路は、反射波信号をチャンネルごとに増幅してゲイン補正処理を行なう。A / D 変換器は、ゲイン補正された反射波信号を A / D 変換し、デジタルデータに受信指向性を決定するのに必要な遅延時間を与える。加算器は、A / D 変換器によって処理された反射波信号の加算処理を行なって反射波データを生成する。加算器の加算処理により、反射波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る。

【 0 0 2 0 】

このように、送受信部 1 1 は、超音波の送受信における送信指向性と受信指向性とを制

50

御する。ここで、本実施形態に係る送受信部 1 1 は、送信レートごとに駆動する圧電振動子を切り替えて、信号を加算する開口合成処理を行う。なお、送受信部 1 1 による圧電振動子の切り替えの詳細については、後に詳述する。

【0021】

Bモード処理部 1 2 は、送受信部 1 1 から反射波データを受信し、対数増幅、包絡線検波処理などを行なって、信号強度が輝度の明るさで表現されるデータ（Bモードデータ）を生成する。ここで、Bモード処理部 1 2 は、検波周波数を変化させることで、映像化する周波数帯域を変えることができる。また、Bモード処理部 1 2 は、一つの反射波データに対して、二つの検波周波数による検波処理を並列して行うことができる。

【0022】

ドプラ処理部 1 3 は、送受信部 1 1 から受信した反射波データから速度情報を周波数解析し、ドプラ効果による血流や組織、造影剤エコー成分を抽出し、平均速度、分散、パワーなどの移動体情報を多点について抽出したデータ（ドプラデータ）を生成する。

【0023】

なお、本実施形態に係るBモード処理部 1 2 およびドプラ処理部 1 3 は、2次元の反射波データおよび3次元の反射波データの両方についても処理することが可能である。すなわち、本実施形態に係るBモード処理部 1 2 は、3次元の反射波データから3次元のBモードデータを生成することができる。また、本実施形態に係るドプラ処理部 1 3 は、3次元の反射波データから3次元のドプラデータを生成することができる。

【0024】

画像生成部 1 4 は、Bモード処理部 1 2 及びドプラ処理部 1 3 が生成したデータから超音波画像を生成する。すなわち、画像生成部 1 4 は、Bモード処理部 1 2 が生成したBモードデータから反射波の強度を輝度にて表したBモード画像を生成する。具体的には、画像生成部 1 4 は、Bモード処理部 1 2 が生成した2次元のBモードデータ或いは3次元のBモードデータから、2次元或いは3次元のBモード画像を生成する。

【0025】

また、画像生成部 1 4 は、ドプラ処理部 1 3 が生成したドプラデータから移動体情報を表す平均速度画像、分散画像、パワー画像、又は、これらの組み合わせ画像としてのカラードプラ画像を生成する。具体的には、画像生成部 1 4 は、ドプラ処理部 1 3 が生成した2次元のドプラデータ或いは3次元のドプラデータから、2次元或いは3次元のカラードプラ画像を生成する。

【0026】

また、画像生成部 1 4 は、生成した3次元データをモニタ 2 にて表示するための各種画像を生成することもできる。具体的には、画像生成部 1 4 は、3次元データからMPR画像やレンダリング画像を生成することができる。

【0027】

画像メモリ 1 5 は、画像生成部 1 4 が生成した超音波画像を記憶するメモリである。また、画像メモリ 1 5 は、Bモード処理部 1 2 やドプラ処理部 1 3 が生成したデータを記憶することも可能である。

【0028】

内部記憶部 1 6 は、超音波送受信、画像処理及び表示処理を行なうための制御プログラムや、診断情報（例えば、患者ID、医師の所見など）や、診断プロトコルや各種ボディーマークなどの各種データを記憶する。また、内部記憶部 1 6 は、必要に応じて、画像メモリ 1 5 が記憶する画像の保管などにも使用される。

【0029】

制御部 1 7 は、情報処理装置（計算機）としての機能を実現する制御プロセッサ（CPU：Central Processing Unit）であり、超音波診断装置 1 0 0 の処理全体を制御する。具体的には、制御部 1 7 は、入力装置 3 を介して操作者から入力された各種設定要求や、内部記憶部 1 6 から読込んだ各種制御プログラム及び各種データに基づき、送受信部 1 1、Bモード処理部 1 2、ドプラ処理部 1 3 及び画像生成部 1 4 の処理を制御する。また

10

20

30

40

50

、制御部 17 は、画像メモリ 15 が記憶する超音波画像や、内部記憶部 16 が記憶する各種画像、又は、画像生成部 14 による処理を行なうための GUI、画像生成部 14 の処理結果などをモニタ 2 にて表示するように制御する。

#### 【0030】

以上、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 100 の全体構成について説明した。かかる構成のもと、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 100 は、以下、詳細に説明する超音波プローブ 1 の構成により開口合成法を用いた場合の受信時の S/N を向上させることを可能にするように構成されている。

#### 【0031】

ここで、まず、従来技術において開口合成法を用いた場合の受信時の S/N が低下する場合について説明する。上述したように、従来技術においては、配列型の圧電振動子を備える超音波プローブにおいてグレーディングローブを抑制しつつ、分解能を向上させるために開口合成法が用いられている。図 2 は、グレーディングローブの抑制について説明するための図である。ここで、図 2 においては、図 2 の (A) がグレーディングローブの発生について示し、図 2 の (B) がグレーディングローブの抑制について示す。なお、図 2 においては、超音波プローブを横向きから見た場合の圧電振動子 20 から送信される超音波について示す。

10

#### 【0032】

例えば、配列型の圧電振動子 20 においては、図 2 の (A) の左側の図に示すように、圧電振動子 20 それぞれから波面が発生され、それらの波面が合成されることにより、メインローブが形成される。このとき、配列型の圧電振動子 20 では、圧電振動子 20 ごとに遅延時間が設けられることにより、メインローブに指向性をもたせることができる。このように、配列型の圧電振動子 20 では、同一波長の波面が合成されてメインローブが形成され、所望の方向にビームを送信する。

20

#### 【0033】

しかしながら、配列型の圧電振動子 20 においては、図 2 の (A) の右側の図に示すように、隣接する圧電振動子 20 において波面が 1 波長ずれて合成されるグレーディングローブが生じる場合がある。このグレーディングローブは、図 2 の (A) の右側の図に示すように、隣接する圧電振動子 20 のピッチ (圧電振動子間の間隔) を「 $d$ 」とした場合に、「 $d \sin \theta$ 」が波長「 $\lambda$ 」の整数倍「 $n \lambda$ 」となる方向に発せられることとなる。

30

#### 【0034】

このようなグレーディングローブは、メインローブとは異なる方向に発せられ、アーチファクトの要因となるため抑制することが求められる。そこで、このようなグレーディングローブを抑制させる条件として、例えば、図 2 の (B) に示す式が知られている。すなわち、図 2 の (B) に示すように、メインローブの走査角度「 $\theta_M$ 」内にグレーディングローブを発生させないために、エレメントピッチ (圧電振動子間のピッチ (間隔)) 「 $d$ 」が、「 $d < \lambda / (1 + \sin \theta_M)$ 」となるようにピッチを狭くした超音波プローブが設計される。

#### 【0035】

ここで、圧電振動子間のピッチが狭く設計されると、圧電振動子の数が一定であれば開口幅が狭くなり、分解能に一定の限界が生じてしまう。そこで、グレーディングローブを抑制しつつ、分解能を向上させるために、送信レートごとに駆動する圧電振動子を切り替えて、各々のデータを記憶しておき、加算する開口合成法が用いられる。図 3 及び図 4 は、開口合成法の従来例を説明するための図である。なお、図 3 の (B) や (C) などに示す図は、複数の圧電振動子を並べた状態を示す。

40

#### 【0036】

例えば、従来の開口合成法においては、図 3 の (A) に示すように、スイッチ 30 を用いた圧電振動子 20 の切り替えにより、複数の圧電振動子 20 を左右の半分に区切り、2 つ以上のビームを合成して分解能の高いビームを得る。一例を挙げると、図 3 の (B) の上側の図に示すように、開口合成法においては、1 回目の送信「T: transmission」時に

50

は、全圧電振動子 20 を駆動させて超音波を送信して、受信「R : reception」時に、左半分の圧電振動子 20 を駆動させて反射波を受信する。そして、図 3 の ( B ) の下側の図に示すように、開口合成法においては、2 回目の送信「T」時に、再度、全圧電振動子 20 を駆動させて超音波を送信して、受信「R」時に、右半分の圧電振動子 20 を駆動させて反射波を受信する。そして、開口合成法においては、1 回目、2 回目で受信した反射波を合成 ( 複素加算 ) する。

【 0 0 3 7 】

また、例えば、従来の開口合成法においては、図 3 の ( C ) に示すように、送信「T」時においても、駆動する素子を左右の半分に区切り、4 回の送信時の超音波のデータと、4 回の受信時の反射波のデータとを合成する。

10

【 0 0 3 8 】

また、従来の開口合成法においては、図 4 に示すように、スイッチ 30 を用いた圧電振動子 20 の切り替えにより、複数の圧電振動子 20 を 1 振動子ごとに駆動するタイミングを切り替えて、2 つ以上のビームを合成して分解能の高いビームを得る。一例を挙げると、図 4 の ( A ) に示すように、開口合成法においては、1 回目の送信「T」時には、全圧電振動子 20 を駆動させて超音波を送信して、受信「R」時に、1 振動子おきに圧電振動子 20 を駆動させて反射波を受信する。そして、図 4 の ( B ) に示すように、開口合成法においては、2 回目の送信「T」時に、再度、全圧電振動子 20 を駆動させて超音波を送信して、受信「R」時に、1 回目で駆動していなかった圧電振動子 20 を駆動させて反射波を受信する。そして、開口合成法においては、1 回目、2 回目で受信した反射波を合成する。

20

【 0 0 3 9 】

このように、従来技術の開口合成法においては、複数の圧電振動子の駆動の ON / OFF を切り替えて実行される。しかしながら、このような開口合成法の場合、1 回の超音波の送信レートで約半分の圧電振動子が反射波を受信しないこととなる。すなわち、このような開口合成法を用いる場合には、1 回の送信レートにおける受信時の S / N が低下する。そこで、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 100 は、開口合成法を用いた場合の受信時の S / N を向上させる。

【 0 0 4 0 】

図 5 は、第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 の構成の一例を示す図である。図 5 に示すように、第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 は、第 1 の圧電振動子 21 と、第 2 の圧電振動子 22 と、スイッチ 31 とを有する。

30

【 0 0 4 1 】

第 1 の圧電振動子 21 は、超音波の送受信を制御する制御部にそれぞれ直接接続される。具体的には、第 1 の圧電振動子 21 は、図 5 に示すように、送受信部 11 と直接接続される。すなわち、第 1 の圧電振動子 21 は、送受信部 11 によって超音波の送受信が直接制御される。

【 0 0 4 2 】

第 2 の圧電振動子 22 は、第 1 の圧電振動子 21 間に配置され、隣接する一方の第 1 の圧電振動子 21、及び、他方の第 1 の圧電振動子 21 に対して、所定のタイミングで並列接続される。具体的には、第 2 の圧電振動子 22 は、図 5 に示すように、送受信部 11 と直接接続される、両隣の第 1 の圧電振動子 21 との並列接続がスイッチ 31 によって択一的に選択される。

40

【 0 0 4 3 】

スイッチ 31 は、第 2 の圧電振動子 22 群の並列接続の接続先を所定のタイミングで切り替える。具体的には、スイッチ 31 は、超音波の送信レートごとに、第 1 の圧電振動子 21 の間に配置された第 2 の圧電振動子 22 の接続先を隣接する第 1 の圧電振動子 21 で交互に切り替える。

【 0 0 4 4 】

例えば、図 5 の上側の図において、左から 3 番目に示す第 2 の圧電振動子 22 は、1 回

50

目の送信レート時に、図面上右側に配置された第1の圧電振動子21と並列接続されるように制御される。すなわち、スイッチ31は、図5の上側の図に示すように接続先を切り替える。そして、左から3番目に示す第2の圧電振動子22は、図5の下側の図に示すように、2回目の送信レート時に図面上左側に配置された第1の圧電振動子21と並列接続されるように制御される。すなわち、スイッチ31は、図5の下側の図に示すように接続先を切り替える。

【0045】

第1の実施形態に係る超音波プローブ1は、図5に示すように、第1の圧電振動子21と、第2の圧電振動子22とが交互に配置され、スイッチ31によって第2の圧電振動子の並列接続の接続先が切り替えられる。ここで、スイッチ31は、例えば、半導体による高圧スイッチによって構成される。一例を挙げると、スイッチ31は、図5に示すように、トグルスイッチで構成される。

10

【0046】

ここで、スイッチ31による並列接続の接続先の切り替えは、送受信部11によって実行される。すなわち、送受信部11は、開口合成による超音波の送受信を制御する場合に、送信レートごとにスイッチ31を制御して第2の圧電振動子22の並列接続の接続先を切り替える。

【0047】

図6は、第1の実施形態に係る超音波プローブ1による開口合成時の超音波の送受信の一例を示す図である。図6においては、配列型の圧電振動子において、左端が第2の圧電振動子22であり、右端が第1の圧電振動子21である場合の超音波の送受信の一例について示す。

20

【0048】

例えば、超音波プローブ1は、図6の(A)に示すように、1回目の送信「T」時には、全圧電振動子を駆動させて超音波を送信して、受信「R」時に、第2の圧電振動子22を図面上右側の第1の圧電振動子21と並列接続させて反射波を受信する(図5の上側の状態)。そして、図6の(B)に示すように、超音波プローブ1は、2回目の送信「T」時に、再度、全圧電振動子を駆動させて超音波を送信して、受信「R」時に、第2の圧電振動子22を図面上左側の第1の圧電振動子21と並列接続させて反射波を受信する(図5の下側の状態)。

30

【0049】

これにより、第1の実施形態に係る超音波プローブ1においては、図5の下向きの三角で示すように、第1の圧電振動子21のみを駆動させる場合と比較して、図面上右側の第1の圧電振動子21と並列接続させた場合には、圧電振動子の中心位置が半振動子分左にシフトする。一方、図面上左側の第1の圧電振動子21と並列接続させた場合には、第1の圧電振動子21のみを駆動させる場合と比較して、圧電振動子の中心位置が半振動子分右にシフトする。

【0050】

これは、並列接続された第1の圧電振動子21と第2の圧電振動子22とが実効的に1つの振動子として機能するためであり、第1の実施形態に係る超音波診断装置100における開口合成法においては、圧電振動子1個分シフトさせた1回目及び2回目の反射波を合成する。なお、図6においては、送信時に全圧電振動子を駆動させて超音波を送信しているが、これは、第2の圧電振動子22が送受信部11とさらに直接接続されるように配線することで実行することができる。

40

【0051】

このように、第1の実施形態に係る超音波プローブ1では、送信レートごとの超音波の送受信において、ほぼすべての圧電振動子が駆動する。これにより、開口合成における受信時においても高感度を維持することができ、受信時のS/Nを向上させることができる。このとき、送受信のビームを圧電振動子1個分シフトさせることで、グレーディングローブの位相が反転するため加算処理によりグレーディングローブを効果的に抑制すること

50

も可能である。

【0052】

ここで、上述したように、第1の実施形態に係る超音波プローブ1では、並列接続された第1の圧電振動子21と第2の圧電振動子22とが実効的に1つの振動子として機能する。すなわち、圧電振動子の実効的な幅が通常状態の2倍となるため、1個の圧電振動子における指向性(エレメントファクタ)が狭くなり、ビーム偏向時の感度が相対的に低下して、輝度ムラが生じる場合がある。そこで、第1の実施形態に係る超音波診断装置100においては、ラストごとのゲイン補正を行うことで、輝度ムラを低減させることも可能である。なお、圧電振動子のピッチを十分に細かくしておくことで、輝度ムラを抑制することも可能である。

10

【0053】

上述したように、第1の実施形態によれば、第1の圧電振動子21群は、超音波の送受信を制御する送受信部11にそれぞれ直接接続される。第2の圧電振動子22群は、第1の圧電振動子21間に配置され、隣接する一方の第1の圧電振動子21、及び、他方の第1の圧電振動子21に対して、所定のタイミングで並列接続される。スイッチ31は、第2の圧電振動子22群の並列接続の接続先を所定のタイミングで切り替える。従って、第1の実施形態に係る超音波プローブ1は、送信レートごとの超音波の送受信において、ほぼ全ての圧電振動子を駆動させて開口合成を行うことができ、開口合成を用いた場合の受信時のS/Nを向上させることを可能にする。

20

【0054】

また、例えば、図3に示すような圧電振動子を左右で半分に区切る従来技術の場合には、スイッチ回路の実装において、圧電振動子アレイの半分の距離を離れた位置の圧電振動子間で並列に接続する必要があり、配線が複雑で、配線長が長くなったり、場合によっては、プローブの把持部内で実装することができず、装置本体とのコネクタ部内に実装する場合が出てくる。かかる場合には、ケーブルの芯線数が多くなり、ケーブルが太くなるとともにコストが上がるという問題が生じる。しかしながら、第1の実施形態に係る超音波プローブ1は、隣接する圧電振動子間の配線のみで済むために、配線長が短く、プローブ把持部内に実装することが可能である。

【0055】

また、例えば、図4に示すような1つおきに圧電振動子を駆動させる従来技術の場合には、信号漏れ(クロスカップリング)が生じる場合がある。すなわち、送受信部に接続された場合と、接続されていない場合とで、圧電振動子における負荷インピーダンスが大きく異なるため、負荷インピーダンスが高い(駆動していない)場合に、クロスカップリングが生じる場合がある。例えば、図4に示すようにON状態の圧電振動子と、OFF状態の圧電振動子とが交互に配列された場合に、OFF状態の圧電振動子を介してON状態の圧電振動子間でクロスカップリングが生じる。しかしながら、第1の実施形態に係る超音波プローブ1は、ほぼ全ての圧電振動子が駆動することで、クロスカップリングを抑制することができる。

30

【0056】

また、第1の実施形態によれば、スイッチ31は、トグルスイッチである。従って、第1の実施形態に係る超音波プローブ1は、クロスポイントスイッチなどに複雑なスイッチを用いることなく、容易に構成することを可能にする。

40

【0057】

また、スイッチ31としてトグルスイッチが用いられることで、第1の実施形態に係る超音波プローブ1は、例えば、マルチプレクサなどを用いる場合よりも簡便な制御で切り替えを制御することを可能にする。

【0058】

(第2の実施形態)

さて、これまで第1の実施形態について説明したが、上述した第1の実施形態以外にも、種々の異なる形態にて実施されてよいものである。

50

## 【 0 0 5 9 】

上述した第 1 の実施形態では、開口合成を行う場合の例について説明した。しかしながら、本願に係る超音波診断装置 1 0 0 は、送受信される超音波の周波数に応じて、開口合成を行わないように制御することも可能である。

## 【 0 0 6 0 】

かかる場合には、スイッチ 3 1 は、送受信部 1 1 によって制御される超音波の周波数が所定の周波数を下回った場合に、第 2 の圧電振動子 2 2 群を、隣接する第 1 の圧電振動子 2 1 のうちどちらか一方と並列接続させた状態で維持する。すなわち、送受信部 1 1 は、送受信する超音波の周波数が低周波数である場合に、送信レートごとのスイッチ 3 1 の切り替え制御を行わず、第 2 の圧電振動子 2 2 を隣接するどちらかの第 1 の圧電振動子 2 1 と並列接続させた状態で維持させる。

10

## 【 0 0 6 1 】

ここで、グレーディングローブの強度は、超音波の周波数に依存することから、低周波数の場合にグレーディングローブの影響が問題にならない場合がある。したがって、そのような場合には、超音波診断装置 1 0 0 は、あえて開口合成を行わずに、第 2 の圧電振動子 2 2 を隣接するどちらかの第 1 の圧電振動子 2 1 と並列接続させた状態で維持させる。なお、上述したグレーディングローブの影響が問題にならない低周波数及び圧電振動子のピッチについては、あらかじめ設定される。

## 【 0 0 6 2 】

すなわち、送受信部 1 1 は、現在接続されている超音波プローブ 1 の圧電振動子間のピッチ（並列接続された通常の 2 倍のピッチ）の情報と、現時点で送受信する超音波の周波数とに基づいて、スイッチ 3 1 を制御するか否かを判定する。そして、送受信部 1 1 は、判定結果に基づいて、スイッチ 3 1 の切り替え制御を実行する。

20

## 【 0 0 6 3 】

また、上述した第 1 の実施形態では、第 1 の圧電振動子 2 1 と第 2 の圧電振動子 2 2 との総数が偶数である場合について説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、総数を奇数とするようにしてもよい。

## 【 0 0 6 4 】

以上説明したとおり、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態によれば、本実施形態の超音波プローブ及び超音波診断装置は、開口合成法を用いた場合の受信時の S / N を向上させることを可能にする。

30

## 【 0 0 6 5 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

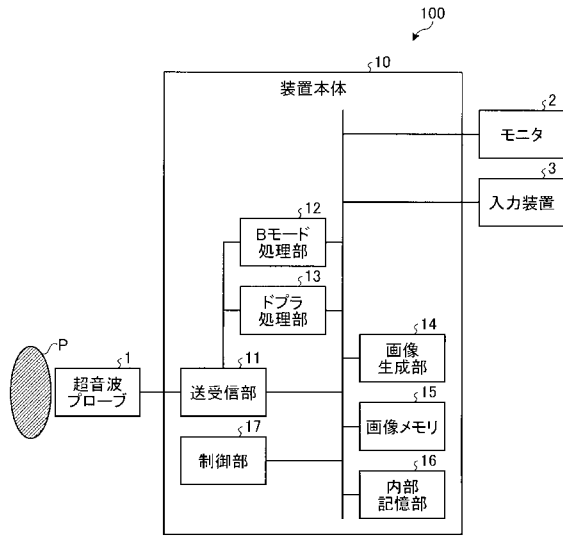
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 6 】

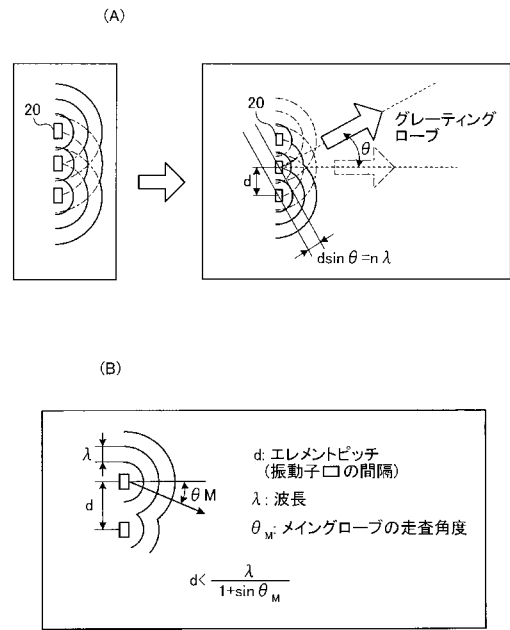
- 1 超音波プローブ
- 1 0 装置本体
- 1 1 送受信部
- 1 7 制御部
- 2 1 第 1 の圧電振動子
- 2 2 第 2 の圧電振動子
- 3 1 スイッチ
- 1 0 0 超音波診断装置

40

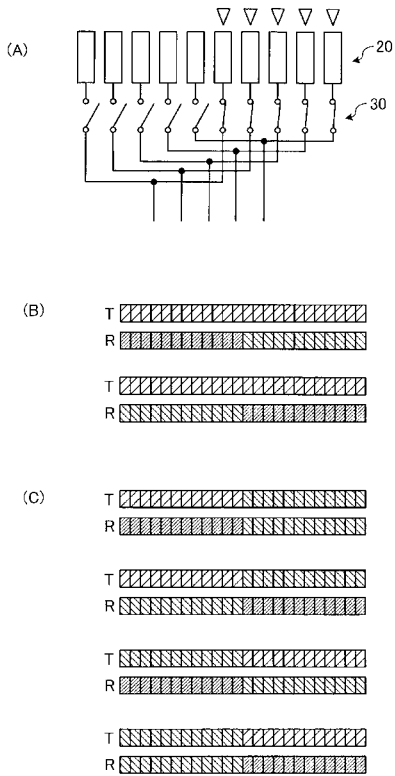
【 図 1 】



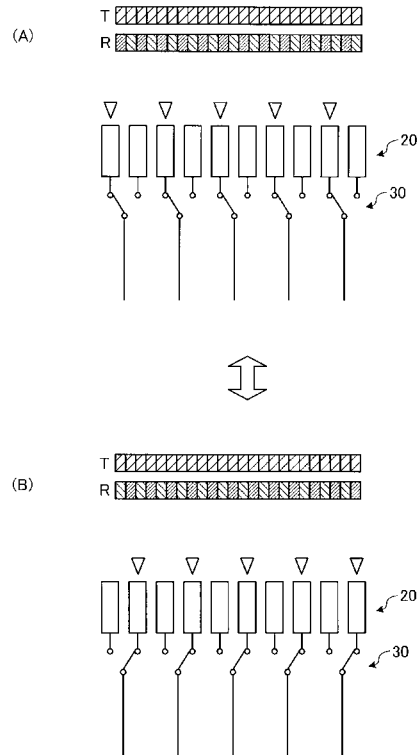
【 図 2 】



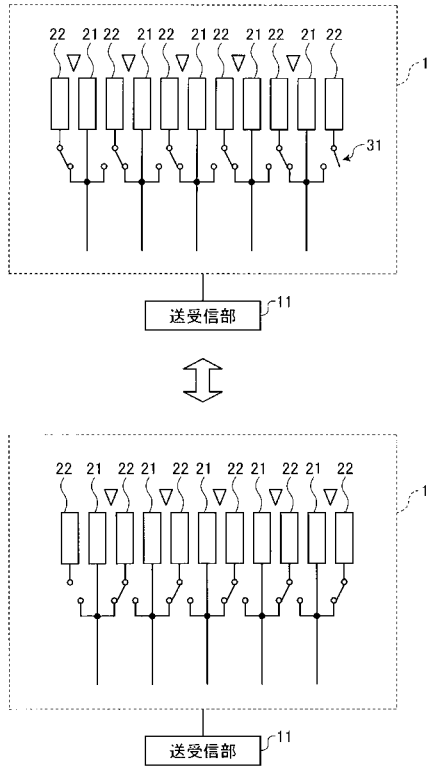
【 図 3 】



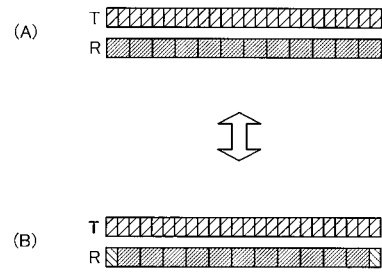
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	<a href="#">JP2014226498A</a>	公开(公告)日	2014-12-08
申请号	JP2013111240	申请日	2013-05-27
[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	四方浩之		
发明人	四方 浩之		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE02 4C601/GB04 4C601/GB21 4C601/HH22 4C601/JB45		
代理人(译)	酒井宏明		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：提供一种使用孔径合成法时能够提高接收时的信噪比的超声波探头和超声波诊断装置。超声波探头包括第一压电振荡器组21，第二压电振荡器组22和开关31。第一压电振荡器组21直接连接至控制超声波的发送/接收的控制单元。第二压电振荡器组22布置在第一压电振荡器之间，并且彼此相邻的第一压电振荡器21和另一个第一压电振荡器21具有预定距离。定时并联。开关在预定的定时切换第二压电振荡器组22的并联连接的连接目的地。[选择图]图5

