

(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2012-152317
(P2012-152317A)

(43) 公開日 平成24年8月16日 (2012.8.16)

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

F I
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 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-12773 (P2011-12773)	(71) 出願人	306037311
(22) 出願日	平成23年1月25日 (2011.1.25)		富士フイルム株式会社
			東京都港区西麻布2丁目26番30号
		(74) 代理人	100080159
			弁理士 渡辺 望穂
		(74) 代理人	100090217
			弁理士 三和 晴子
		(74) 代理人	100152984
			弁理士 伊東 秀明
		(74) 代理人	100148080
			弁理士 三橋 史生
		(72) 発明者	佐藤 智夫
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 EE12 GB03 GB21 JB10 LL27

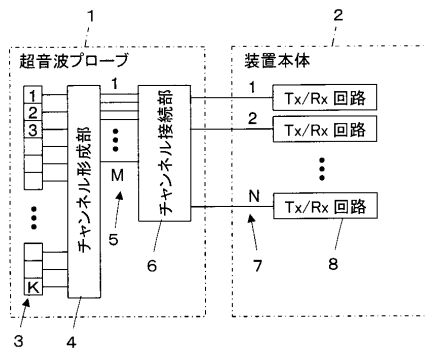
(54) 【発明の名称】 超音波プローブおよび超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】超音波送受信回路の規模の異なる診断装置本体にそれぞれ対応することができる超音波プローブを提供する。

【解決手段】チャンネル形成・接続部22がアレイトランスジューサ3のサブダイス素子の接続状態を切り換えることにより各チャンネルを構成するサブダイス素子数を変更すると共にアレイトランスジューサを構成する複数のトランスジューサを複数の信号線7のいずれかに対応付けて選択的に接続することにより複数の信号線7のうち各チャンネルに接続されて駆動信号および受信信号を伝送する有効信号線を選択する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波の送受信を制御する装置本体に対し、装置本体から複数の信号線を介して伝送された駆動信号に基づいてアレイトランスジューサから超音波ビームを被検体に向けて送信し、被検体からの超音波エコーをアレイトランスジューサで受信して得られた受信信号を装置本体に複数の信号線を介して伝送する超音波プローブであって、

アレイトランスジューサを構成する各トランスジューサが厚み振動以外の不要振動を抑えて超音波を送受信するように複数のサブダイス素子より構成され、

複数のサブダイス素子の接続状態を切り換えることにより各チャンネルを構成するサブダイス素子数を変更すると共にアレイトランスジューサを構成する複数のトランスジューサを複数の信号線のいずれかに対応付けて選択的に接続することにより複数の信号線のうち各チャンネルに接続されて駆動信号および受信信号を伝送する有効信号線を選択するチャンネル形成・接続部を備えることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記チャンネル形成・接続部は、

複数のサブダイス素子間の接続を選択することによりそれぞれ複数のサブダイス素子からなる複数のチャンネルを形成すると共に複数のチャンネルのうち 2 以上のチャンネルを同一の信号線に排他的に割り付けるためのチャンネル形成・接続スイッチを有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。

【請求項 3】

前記チャンネル形成・接続部は、

複数のサブダイス素子間の接続を選択することによりそれぞれ複数のサブダイス素子からなる複数のチャンネルを形成するための複数のスイッチを有するチャンネル形成部と、

前記チャンネル形成部で形成された複数のチャンネルのうち 2 以上のチャンネルを同一の信号線に排他的に割り付けるための複数のスイッチを有するチャンネル接続部とを含み、

複数の信号線のうち前記チャンネル接続部により各チャンネルと接続された信号線が前記有効信号線となることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記チャンネル形成・接続部は、各チャンネルを構成するサブダイス素子数がそれぞれ同数となるように接続状態を切り換えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の超音波プローブと、

それぞれ対応する前記有効信号線に接続される複数の送受信回路を有する少なくとも 1 台の装置本体と

を有し、

前記チャンネル形成・接続部による複数のサブダイス素子の接続状態の切り換えは、前記少なくとも 1 台の装置本体の有する送受信回路の総数に応じて行われることを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、超音波プローブおよび超音波診断装置に係り、特に、それぞれ複数のサブダイス素子が接続された複数のチャンネルを有する超音波プローブおよびこれを用いた超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、医療分野において、超音波画像を利用した超音波診断装置が実用化されている。一般に、この種の超音波診断装置は、超音波振動子を内蔵した超音波プローブと、こ

10

20

30

40

50

の超音波プローブに接続された装置本体とを有してしる。装置本体には内蔵された超音波送受信回路の処理能力に対応する超音波プローブが接続され、超音波送受信回路からの駆動信号に基づいて超音波プローブから被検体に向けて超音波を送信し、被検体からの超音波エコーを超音波プローブで受信して、その受信信号を装置本体の超音波送受信回路で受信すると共に装置本体において電氣的に処理することにより超音波画像が生成される。

【0003】

近年、ベッドサイドや救急医療現場等に搬送して使用することができるポータブル型あるいは携帯型の超音波診断装置が開発されている。このような超音波診断装置は、操作性および利便性を追求すべく装置の小型化が要求され、これに伴って超音波送受信回路の規模自体も小さく、画質の低下を余儀なくされている。そこで、超音波診断装置を小型化すると共に画質の低下を抑制することが求められている。

10

【0004】

例えば、特許文献1には、携帯型の超音波ユニットをドッキング・カートにドッキングさせることによりドッキング・カートでデータ処理を行う超音波診断システムが開示されている。携帯型の超音波ユニットで生成された受信信号がドッキング・カートに供給され、ドッキング・カートの高いデータ処理能力で受信信号が処理された後、ドッキング・カートのディスプレイに高い解像度で超音波画像が表示される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

20

【特許文献1】特表2006-519684号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1のシステムでは、ドッキング・カートに携帯型の超音波ユニットをドッキングさせることで、携帯型の超音波ユニットが有する処理能力よりも高い能力で受信信号の処理を行うことができる。しかしながら、ドッキングされる携帯型の超音波ユニットのクラスに応じて超音波送受信回路の規模はそれぞれ異なるため、それぞれの超音波ユニットのクラスに対応した超音波プローブを複数備える必要がある。

【0007】

30

この発明は、このような従来の問題点を解消するためになされたもので、超音波送受信回路の規模の異なる診断装置本体に対応することができる超音波プローブを提供することを目的とする。

また、この発明は、このような超音波プローブを用いた超音波診断装置を提供することも目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る超音波プローブは、超音波の送受信を制御する装置本体に対し、装置本体から複数の信号線を介して伝送された駆動信号に基づいてアレイトランスジューサから超音波ビームを被検体に向けて送信し、被検体からの超音波エコーをアレイトランスジューサで受信して得られた受信信号を装置本体に複数の信号線を介して伝送する超音波プローブであって、アレイトランスジューサを構成する各トランスジューサが厚み振動以外の不要振動を抑えて超音波を送受信するように複数のサブダイス素子より構成され、複数のサブダイス素子の接続状態を切り換えることにより各チャンネルを構成するサブダイス素子数を変更すると共にアレイトランスジューサを構成する複数のトランスジューサを複数の信号線のいずれかに対応付けて選択的に接続することにより複数の信号線のうち各チャンネルに接続されて駆動信号および受信信号を伝送する有効信号線を選択するチャンネル形成・接続部を備えたものである。

40

【0009】

ここで、前記チャンネル形成・接続部は、複数のサブダイス素子間の接続を選択するこ

50

とによりそれぞれ複数のサブダイス素子からなる複数のチャンネルを形成すると共に複数のチャンネルのうち2以上のチャンネルを同一の信号線に排他的に割り付けるためのチャンネル形成・接続スイッチを有することが好ましい。

また、前記チャンネル形成・接続部は、複数のサブダイス素子間の接続を選択することによりそれぞれ複数のサブダイス素子からなる複数のチャンネルを形成するための複数のスイッチを有するチャンネル形成部と、前記チャンネル形成部で形成された複数のチャンネルのうち2以上のチャンネルを同一の信号線に排他的に割り付けるための複数のスイッチを有するチャンネル接続部とを含み、複数の信号線のうち前記チャンネル接続部により各チャンネルと接続された信号線が前記有効信号線となるのが好ましい。

【0010】

10

また、前記チャンネル形成・接続部は、各チャンネルを構成するサブダイス素子数がそれぞれ同数となるように接続状態を切り換えることができる。

【0011】

また、本発明に係る超音波診断装置は、上記のいずれかに記載の超音波プローブと、それぞれ対応する前記有効信号線に接続される複数の送受信回路を有する少なくとも1台の装置本体とを有し、前記チャンネル形成・接続部による複数のサブダイス素子の接続状態の切り換えは、前記少なくとも1台の装置本体の有する送受信回路の総数に応じて行われるものである。

【発明の効果】

【0012】

20

この発明によれば、複数のサブダイス素子の接続状態を切り換えることにより各チャンネルを構成するサブダイス素子数を変更するので、超音波送受信回路の規模の異なる診断装置本体に超音波プローブを対応させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】この発明の実施形態1に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図2】実施形態1で用いられた超音波プローブにおけるアレイトランスジューサの構成を模式的に示す断面図である。

【図3】複数のサブダイス素子の接続方法を示し、(A)は2つのサブダイス素子で1チャンネルを構成する場合、(B)は3つのサブダイス素子で1チャンネルを構成する場合を示す図である。

30

【図4】チャンネル形成部およびチャンネル接続部の回路構成を示し、(A)は2つのサブダイス素子で1チャンネルを構成する場合、(B)は3つのサブダイス素子で1チャンネルを構成する場合を示す図である。

【図5】チャンネル接続部により接続状態を切り換えた状態を示し、(A)は2つのサブダイス素子で1チャンネルを構成する場合、(B)は3つのサブダイス素子で1チャンネルを構成する場合を示す図である。

【図6】実施形態1の変形例に係るチャンネル接続部により接続状態を切り換える様子を示す図である。

【図7】実施形態2に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

40

【図8】チャンネル形成・接続部の回路構成を示し、(A)は2つのサブダイス素子で1チャンネルを構成する場合、(B)は3つのサブダイス素子で1チャンネルを構成する場合を示す図である。

【図9】実施形態3に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図10】実施形態3の変形例に係る超音波診断装置を示すブロック図である。

【図11】実施形態4に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、この発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

実施形態1

50

図 1 に、この発明の実施形態 1 に係る超音波診断装置の構成を示す。超音波診断装置は、超音波を送受信する超音波プローブ 1 と、超音波プローブ 1 に接続された装置本体 2 を備えている。

【0015】

超音波プローブ 1 は、アレイ状に配列された K 個のサブダイス素子がそれぞれ所定数ずつ接続された複数のトランスジューサからなるアレイトランスジューサ 3 を有しており、それぞれのトランスジューサによりチャンネルが形成される。アレイトランスジューサ 3 には、K 個のサブダイス素子間の接続を選択的に切り換えることによりそれぞれ複数のサブダイス素子からなる複数のチャンネルを形成するチャンネル形成部 4 が接続されている。チャンネル形成部 4 には M 本の入出力線 5 を介してチャンネル接続部 6 が接続され、このチャンネル接続部 6 に駆動信号および受信信号を伝送するための N 本の信号線 7 を有する接続ケーブルが接続されている。チャンネル接続部 6 は、マルチプレクサ (M U X) から構成され、入出力線 5 と信号線 7 との接続状態を切り換える。

装置本体 2 は、N 個の $T \times / R \times$ (送受信) 回路 8 を有しており、これらの $T \times / R \times$ 回路 8 に接続ケーブルの信号線 7 がそれぞれ対応して接続されている。各 $T \times / R \times$ 回路 8 は、それぞれの信号線 7 を介して超音波プローブ 1 の各チャンネルに送信信号を供給すると共に超音波プローブ 1 の各チャンネルで生成された受信信号を受信する。装置本体 2 は、 $T \times / R \times$ 回路 8 で受信された受信信号に基づいて超音波画像を表す画像データを生成する。

なお、超音波プローブ 1 のサブダイス素子の個数 K はチャンネル接続部 6 とチャンネル形成部 4 とを接続する入出力線 5 の本数 M より多く設定され、入出力線 5 の本数 M は信号線 7 および $T \times / R \times$ 回路 8 の個数 N より多く設定されている。

【0016】

図 2 に、超音波プローブ 1 に内蔵されたアレイトランスジューサ 3 の構成を示す。アレイトランスジューサ 3 を構成する各トランスジューサは、短冊状に分割されて複数のサブダイス素子を構成する圧電振動子 9 を有し、各圧電振動子 9 にはチャンネル毎に同一の電圧を印加するための電極 10 が設置され、その背面側には超音波による余分な振動を抑制して超音波のパルス幅を短くするための制動材 11 が設置されている。また、各圧電振動子 9 の前面側には音響整合層 12 を介して音響レンズ 13 が配置されている。

なお、各圧電振動子 9 は、例えば、P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛: Pb(lead) zirconate titanate)、P V D F (ポリフッ化ビニリデン: polyvinylidene difluoride) 等から構成されている。このような圧電振動子 9 から構成される各チャンネルに電極 10 からパルス状または連続波の電圧を印加すると、圧電振動子 9 が厚み方向に振動する。ここで、圧電振動子 9 が短冊状に分割されて各トランスジューサが構成されることで、厚み方向以外に振動する不要振動の発生が抑制されている。このような振動により、それぞれのチャンネルからパルス状または連続波の超音波が発生し、これらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、各チャンネルを構成する圧電振動子 9 は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。これらの電気信号は、超音波の受信信号として出力される。

【0017】

図 3 (A) および (B) に、アレイトランスジューサ 3 の一例を示す。このアレイトランスジューサ 3 は、多数のサブダイス素子数、例えば 384 個のサブダイス素子がそれぞれ $100 \mu\text{m}$ の同一ピッチ P でアレイ状に配列され、約 7.5 MHz の周波数で使用されるものである。各チャンネルを 2 つのサブダイス素子を接続して形成する場合には、図 3 (A) に示すように、サブダイス素子 S 1 と S 2、S 3 と S 4、S 5 と S 6、... をそれぞれ接続し、各チャンネルを 3 つのサブダイス素子を接続して形成する場合には、図 3 (B) に示すように、サブダイス素子 S 1 ~ S 3、S 4 ~ S 6、S 7 ~ S 9、... をそれぞれ接続する。

【0018】

サブダイス素子の接続状態は、各チャンネルを構成するサブダイス素子数がそれぞれ同

10

20

30

40

50

数となるように、チャンネル形成部 4 により切り換えられる。各チャンネルを構成するサブダイス素子数がそれぞれ 2 つまたは 3 つになるように接続状態を切り換える場合には、図 4 (A) および (B) に示すように、チャンネル形成部 4 は、サブダイス素子 S 1 および S 2 とサブダイス素子 S 3 との接続状態を切り換えるスイッチ S W 1 と、サブダイス素子 S 3 とサブダイス素子 S 4 との接続状態を切り換えるスイッチ S W 2 および S W 3 と、サブダイス素子 S 4 とサブダイス素子 S 5 および S 6 との接続状態を切り換えるスイッチ S W 4 と、以下同様にして各チャンネルを構成するサブダイス素子間の接続を切り換える複数のスイッチにより構成することができる。すなわち、チャンネル形成部 4 は、サブダイス素子 S 1 と S 2、S 5 と S 6、S 7 と S 8、S 1 1 と S 1 2、S 1 3 と S 1 4、 $\cdots$ を常に接続し、サブダイス素子 S 3、S 4、S 9、S 1 0、 $\cdots$ の接続状態を切り換えるように構成することができる。

【 0 0 1 9 】

図 4 (A) に示すように、各チャンネルを 2 つのサブダイス素子により形成する場合には、チャンネル形成部 4 は、スイッチ S W 1、S W 4 $\cdots$ を開放すると共に、スイッチ S W 2、S W 3、 $\cdots$ を接続する。このようにして、それぞれ 2 つのサブダイス素子からなる 1 9 2 個のチャンネルとチャンネル接続部 6 から延びる 1 9 2 本の入出力線 L 1 ~ L 1 9 2 とをそれぞれ接続する。一方、図 4 (B) に示すように、各チャンネルを 3 つのサブダイス素子により形成する場合には、チャンネル形成部 4 は、スイッチ S W 1、S W 4 $\cdots$ を接続すると共に、スイッチ S W 2、S W 3、 $\cdots$ を開放する。このようにして、それぞれ 3 つのサブダイス素子からなる 1 2 8 個のチャンネルと 1 9 2 本の入出力線のうち 1 2 8 本の入出力線 L 1、L 3、L 4、L 6 $\cdots$ とをそれぞれ接続する。なお、1 9 2 本の入出力線のうち各チャンネルと接続されない 6 4 本の入出力線 L 2、L 5、L 8 $\cdots$ は装置本体 2 の T x / R x 回路に接続されていない。

チャンネル形成部 4 により形成された複数のチャンネルのうち所定数のチャンネルが、チャンネル接続部 6 により装置本体 2 から延びる複数の信号線 7 に順次選択的に接続される。すなわち、チャンネル接続部 6 は、チャンネル形成部 4 により形成された複数のチャンネルのうち 2 以上のチャンネルを同一の信号線 7 に排他的に割り付ける。例えば、図 4 (A) および (B) に示すように、複数の信号線 7 とサブダイス素子 S 1 ~ S 1 9 2 との接続状態を切り換えるスイッチ S W 5、S W 7、 $\cdots$ と、複数の信号線 7 とサブダイス素子 S 1 9 3 ~ S 3 8 4 との接続状態を切り換えるスイッチ S W 6、S W 8、 $\cdots$ とを有し、2 : 1 の切り換えを行うチャンネル接続部 6 が利用できる。このような 2 : 1 のチャンネル接続部 6 は、チャンネル形成部 4 により形成された複数のチャンネルのうちこれを等分割した数で構成される A グループのチャンネルを信号線 7 に接続し、超音波の送受信に伴って信号線 7 と接続されるチャンネルの位置を所定の素子数分だけ順次移動させていく。チャンネル接続部 6 は、信号線 7 と接続されるチャンネルの位置の移動を B グループのチャンネルが信号線 7 に接続されるまで繰り返す。すなわち、チャンネル形成部 4 により 1 9 2 個のチャンネルが形成されたときには、9 6 個のチャンネルからなる A グループから 9 6 個のチャンネルからなる B グループまで順次選択的に信号線 7 に接続され、チャンネル形成部 4 により 1 2 8 個のチャンネルが形成されたときには、6 4 個のチャンネルからなる A グループから 6 4 個のチャンネルからなる B グループまで順次選択的に信号線 7 に接続される。

【 0 0 2 0 】

次に、超音波診断装置の動作について説明する。

まず、図 1 において、サブダイス素子の個数 K を 3 8 4 個とすると共に入出力線 5 の本数 M を 1 9 2 本とした超音波プローブ 1 を T x / R x 回路 8 の個数 N を 9 6 個とした装置本体 2 に 9 6 本の信号線 7 を有する接続ケーブルを介して接続する。なお、超音波プローブ 1 には、2 : 1 の切り換えを行うチャンネル接続部 6 が内蔵されているものとする。

装置本体 2 に接続された超音波プローブ 1 は、図 4 (A) に示すように、チャンネル形成部 4 のスイッチ S W 1、S W 4 $\cdots$ が開放されると共にスイッチ S W 2、S W 3、 $\cdots$ が接続されることにより、それぞれ 2 つのサブダイス素子を接続した 1 9 2 個のチャ

10

20

30

40

50

ンネルからなるアレイトランスジューサ 3 が形成される。また、超音波プローブ 1 のチャンネル接続部 6 のスイッチ S W 5、S W 7、・・・が接続されると共にスイッチ S W 6、S W 8・・・が開放され、チャンネル形成部 4 により形成された 1 9 2 個のチャンネルのうち A グループの 9 6 個のチャンネルと 9 6 本の信号線がそれぞれ接続される。

【 0 0 2 1 】

このように、超音波プローブ 1 はチャンネル接続部 6 を内蔵するため、各チャンネルに接続された入出力線 5 の本数 (1 9 2 本) に比べ、超音波プローブ 1 と装置本体 2 を接続する接続ケーブルに内蔵された信号線 7 の本数 (9 6 本) を少なくすることができ、これに伴い超音波プローブ 1 の操作性等を向上させることができる。

【 0 0 2 2 】

超音波プローブ 1 と装置本体 2 が接続されると、装置本体 2 に内蔵された 9 6 個の $T \times / R \times$ 回路 8 から 9 6 本の信号線 7 (有効信号線) を介して超音波プローブ 1 のチャンネル接続部 6 に駆動信号が供給される。チャンネル接続部 6 は、スイッチ S W 5、S W 7、・・・と接続された入出力線 L 1、L 2、・・・L 9 6 を介して駆動信号をチャンネル形成部 4 に供給する。チャンネル形成部 4 に供給された駆動信号は、サブダイス素子 S 1 と S 2、S 3 と S 4、・・・S 1 9 1 と S 1 9 2 をそれぞれ接続して構成された A グループの 9 6 個の各チャンネルにそれぞれ供給される。これにより、A グループの各チャンネルから図示しない被検体に向けて超音波がそれぞれ送信される。また、被検体により反射された超音波エコーは A グループの各チャンネルで受信され、その受信信号が同様の経路を経て装置本体 2 の各 $T \times / R \times$ 回路 8 に入力される。

続いて、超音波プローブ 1 のチャンネル接続部 6 が 9 6 本の信号線 7 と接続される 9 6 個のチャンネルの位置が所定数だけ移動するようにスイッチを切り換え、超音波が送受信される。

【 0 0 2 3 】

このようにして、超音波が送受信される度にチャンネル接続部 6 が信号線 7 と接続されるチャンネルの位置を所定数ずつ移動させ、最後に、図 5 (A) に示すように、チャンネル接続部 6 のスイッチ S W 5、S W 7、・・・を開放すると共にスイッチ S W 6、S W 8・・・を接続することにより、B グループの 9 6 個のチャンネルと 9 6 本の信号線 (有効信号線) がそれぞれ接続される。同様に、装置本体 2 の各 $T \times / R \times$ 回路 8 からチャンネル接続部 6 に駆動信号が供給され、その駆動信号がチャンネル接続部 6 のスイッチ S W 6、S W 8、・・・と接続された入出力線 L 9 7、L 9 8、・・・L 1 9 2 を介して B グループの各チャンネルにそれぞれ供給される。これにより、B グループの各チャンネルから被検体に向けて超音波がそれぞれ送信されると共に被検体により反射された超音波エコーが B グループの各チャンネルから受信され、その受信信号が装置本体 2 の各 $T \times / R \times$ 回路 8 に入力される。

このように、超音波ビームの走査は、有効信号線と A グループの各チャンネルを接続した状態より開始され、所定の素子数分だけ有効信号線と接続されるチャンネルを移動しながら超音波の送受信を繰り返し、有効信号線を B グループの各チャンネルと接続して超音波が送受信されたところで終了される。装置本体 2 は、各 $T \times / R \times$ 回路 8 に入力された受信信号を処理することにより超音波画像を生成し、図示しないディスプレイ等に表示する。

【 0 0 2 4 】

一方、 $T \times / R \times$ 回路 8 の個数 N を 6 4 個とした装置本体 2 に超音波プローブ 1 を接続する場合には、図 4 (B) に示すように、チャンネル形成部 4 のスイッチ S W 1、S W 4・・・が接続されると共にスイッチ S W 2、S W 3、・・・が開放されることにより、それぞれ 3 つのサブダイス素子を接続した 1 2 8 個のチャンネルからなるアレイトランスジューサ 3 が形成される。チャンネル形成部 4 により形成された 1 2 8 個のチャンネルはチャンネル接続部 6 のスイッチ S W 5、S W 6、・・・により、図 4 (B) に示すように、6 4 個の A グループの各チャンネルと $T \times / R \times$ 回路 8 にそれぞれ接続された 6 4 本の信号線 (有効信号線) とがそれぞれ接続される。続いて、チャンネル接続部 6 は、超音波が

10

20

30

40

50

送受信される度にスイッチを切り換え、64本の有効信号線と接続される64個のチャンネルの位置を所定数ずつ移動させる。このようにして、図5(B)に示すように、64個のBグループの各チャンネルと64本の有効信号線とを接続して超音波が送受信されたところで超音波ビームの走査が終了される。なお、接続ケーブルに内蔵された96本の信号線のうち装置本体2のTx/Rx回路8と接続されていない32本の信号線(有効信号線以外の信号線)は、各チャンネルとの接続に関与しないチャンネル接続部6のスイッチSW7、SW8、・・・(入出力線L2、L5、・・・)とそれぞれ接続されている。

【0025】

本実施形態によれば、チャンネル形成部4が装置本体2に内蔵されたTx/Rx回路8の個数に応じて超音波プローブ1のチャンネル数を変更するため、Tx/Rx回路8の規模の異なる複数の装置本体2に超音波プローブ1をそれぞれ対応させることができる。

10

【0026】

なお、チャンネル形成部4により変更される各チャンネルのサブダイス素子数は2つおよび3つに限られず、サブダイス素子間の接続状態を切り換えるスイッチSWの位置や個数を変更することにより様々なサブダイス素子数から構成されるチャンネルを形成することができる。

また、チャンネル接続部6は2:1の切り換えを行うものに限られず、超音波を送受信する時間間隔に応じたMUXを利用することができる。

また、チャンネル接続部6は、サブダイス素子S1~S384を2等分してサブダイス素子S1~S192がAグループ、サブダイス素子S193~S384がBグループとなるように切り換えを行うものに限られない。例えば、チャンネル接続部6は、図6に示すように、任意の位置のサブダイス素子 $S_j \sim S_k$ ($k = j + 191$)を素子選択範囲として同一のタイミングで複数の信号線7にそれぞれ接続されるように切り換えを行うことができる。続いて、素子選択範囲と複数の信号線7との接続状態が開放されると、素子選択範囲を挟んで離れた位置に分割配置されたサブダイス素子が複数の信号線7にそれぞれ接続されるように切り換えが行われる。また、素子選択範囲は任意の数のサブダイス素子から構成することもでき、さらに素子選択範囲とそれ以外の範囲のサブダイス素子を互いに異なる数から構成することもできる。

20

【0027】

実施形態2

30

図7に実施形態2に係る超音波診断装置の構成を示す。この超音波診断装置では、図1に示した実施形態1の装置における超音波プローブ1に代えて超音波プローブ21が用いられている。超音波プローブ21は、実施形態1の超音波プローブ1において、チャンネル形成部4およびチャンネル接続部6の代わりにチャンネル形成・接続部22をアレイトランスジューサ3と信号線7との間に接続したものである。

チャンネル形成・接続部22は、アレイトランスジューサ3に配列された複数のサブダイス素子の接続状態を切り換えることにより各チャンネルを構成するサブダイス素子数を変更すると共にアレイトランスジューサ3を構成する複数のトランスジューサを装置本体2のTx/Rx回路8にそれぞれ接続された複数の信号線7に対応付けて接続する。

【0028】

40

例えば、2つまたは3つのサブダイス素子からなる複数のチャンネルを形成する場合には、図8(A)および(B)に示すようなチャンネル形成・接続部22により各チャンネルを構成するサブダイス素子の接続状態の切り換えを行うことができる。チャンネル形成・接続部22は、サブダイス素子S1およびS2とサブダイス素子S3との接続状態を切り換えるスイッチSW1と、サブダイス素子S3とサブダイス素子S4との接続状態を切り換えるスイッチSW2およびSW3と、サブダイス素子S4とサブダイス素子S5およびS6との接続状態を切り換えるスイッチSW4と、以下同様にして各チャンネルを構成するサブダイス素子間の接続を切り換える複数のスイッチを有する。チャンネル形成・接続部22は、各チャンネルを2つのサブダイス素子により形成する場合には、図8(A)に示すように、スイッチSW1、SW4・・・を開放すると共に、スイッチSW2、SW

50

3、・・・を接続し、各チャンネルを3つのサブダイス素子により形成する場合には、図8(B)に示すように、スイッチSW1、SW4・・・を接続すると共に、スイッチSW2、SW3、・・・を開放する。

また、チャンネル形成・接続部22は、複数の信号線7とサブダイス素子S1～S192との接続状態を切り換えるスイッチSW5、SW2、SW3、SW9・・・と、複数の信号線7とサブダイス素子S193～S384との接続状態を切り換えるスイッチSW6、SW10・・・とを有する。これにより、複数のチャンネルのうちこれを等分割した数で構成されるAグループのチャンネルを信号線7に接続し、超音波の送受信に伴って信号線7と接続されるチャンネルの位置を所定の素子数分だけ順次移動させていく。チャンネル形成・接続部22は、信号線7と接続されるチャンネルの位置の移動をBグループのチャンネルが接続されるまで繰り返す。なお、スイッチSW2、SW3、・・・は、各チャンネルを構成するサブダイス素子間の接続を切り換えると共に複数の信号線7と各チャンネルとの接続状態の切り換えを行っている。すなわち、スイッチSW2、SW3、・・・は、複数のサブダイス素子間の接続を選択することによりそれぞれ複数のサブダイス素子からなる複数のチャンネルを形成すると共に複数のチャンネルのうち2以上のチャンネルを同一の信号線に排他的に割り付けるためのチャンネル形成・接続スイッチとして機能する。

【0029】

まず、図7において、サブダイス素子の個数Kを384個とした超音波プローブ21をTx/Rx回路8の個数Nを96個とした装置本体2に96本の信号線7を介して接続する。

装置本体2に接続された超音波プローブ1は、図8(A)に示すように、チャンネル形成・接続部22のスイッチSW1、SW4・・・が開放されると共にスイッチSW2、SW3、・・・が接続されることにより、それぞれ2つのサブダイス素子を接続した192個のチャンネルからなるアレイトランスジューサ3が形成される。また、チャンネル形成・接続部22のスイッチSW5、SW2、SW3、SW9・・・が接続されると共にスイッチSW6、SW10・・・が開放され、192個のチャンネルのうちAグループの96個のチャンネルと96本の信号線(有効信号線)がそれぞれ接続される。

【0030】

超音波プローブ1と装置本体2が接続されると、装置本体2に内蔵された96個のTx/Rx回路8から信号線7を介して超音波プローブ21のチャンネル形成・接続部22に駆動信号が供給される。チャンネル形成・接続部22は、Tx/Rx回路8から供給された駆動信号をスイッチSW5、SW2、・・・とそれぞれ接続されたAグループの96個の各チャンネルに供給する。

続いて、超音波が送受信される度に超音波プローブ21のチャンネル形成・接続部22が96本の信号線7と接続される96個のチャンネルの位置を所定数ずつ移動させていき、最後に96本の信号線7がBグループのチャンネルと接続される。超音波プローブ21は、チャンネル形成・接続部22のスイッチSW5、SW2、SW3・・・を開放すると共にスイッチSW6、SW10・・・を接続することにより、Bグループの96個のチャンネルと96本の信号線がそれぞれ接続される。同様にして、装置本体2の96個のTx/Rx回路8からチャンネル形成・接続部22に駆動信号が供給され、その駆動信号がスイッチSW6、SW10、・・・と接続されたBグループの各チャンネルにそれぞれ供給される。

このように、超音波ビームの走査は、有効信号線とAグループの各チャンネルを接続した状態より開始され、所定の素子数分だけ有効信号線と接続されるチャンネルを移動しながら超音波の送受信を繰り返し、有効信号線をBグループの各チャンネルと接続して超音波が送受信されたところで終了される。

なお、チャンネル形成・接続部22は、サブダイス素子S1～S384を2等分してサブダイス素子S1～S192がAグループ、サブダイス素子S193～S384がBグループとなるように切り換えを行うものに限られず、任意の位置のサブダイス素子S_j～S

k ($k = j + 1 \ 9 \ 1$) を素子選択範囲として同一のタイミングで複数の信号線 7 にそれぞれ接続されるように切り換えを行うことができる。また、素子選択範囲は任意の数のサブダイス素子から構成することもでき、さらに素子選択範囲とそれ以外の範囲のサブダイス素子を互いに異なる数から構成することもできる。

【0031】

このように、チャンネル形成・接続部 22 が複数の $T \times / R \times$ 回路 8 と接続された信号線 7 と各チャンネルとの接続をグループ毎に切り換えて超音波の送受信を行うため、各チャンネルの個数 (192 本) に比べ、超音波プローブ 1 と装置本体 2 を接続する接続ケーブルに内蔵された信号線 7 の本数 (96 本) を少なくすることができ、これに伴い超音波プローブ 1 の操作性等を向上させることができる。

10

また、チャンネル形成・接続部 22 のスイッチ $SW2$ 、 $SW3$ 、・・・が各チャンネルを構成するサブダイス素子間の接続を切り換えると共に複数の信号線 7 と各チャンネルとの接続状態の切り換えを行うため、実施形態 1 の超音波プローブ 1 に比べてスイッチの個数を減らして簡易な構成とすることができる。

【0032】

一方、 $T \times / R \times$ 回路 8 の個数 N を 64 個とした装置本体 2 に超音波プローブ 21 を接続する場合には、図 8 (B) に示すように、チャンネル形成・接続部 22 のスイッチ $SW1$ 、 $SW4$ 、・・・が接続されると共にスイッチ $SW2$ 、 $SW3$ 、・・・が開放されることにより、それぞれ 3 つのサブダイス素子を接続した 128 個のチャンネルからなるアレイトランスジューサ 3 が形成される。また、チャンネル形成・接続部 22 のスイッチ $SW5$ 、 $SW9$ 、・・・により、128 個のチャンネルがそれぞれ 64 個の A グループまたは B グループにグループ分けされる。A グループまたは B グループで同じ $T \times / R \times$ 回路 8 にそれぞれ接続される素子は、チャンネル形成・接続部 22 により排他的に選択された 64 本の信号線 (有効信号線) と接続される。なお、接続ケーブルに内蔵された 96 本の信号線のうち装置本体 2 の $T \times / R \times$ 回路 8 と接続されていない 32 本の信号線 (有効信号線以外の信号線) は、各チャンネルとの接続に関与しないスイッチ $SW2$ 、 $SW3$ 、・・・とそれぞれ接続されている。

20

【0033】

本実施形態によれば、チャンネル形成・接続部 22 が装置本体 2 に内蔵された $T \times / R \times$ 回路 8 の個数に応じて超音波プローブ 21 のチャンネル数を変更するため、 $T \times / R \times$ 回路 8 の規模の異なる複数の装置本体 2 に超音波プローブ 21 をそれぞれ対応させることができる。

30

【0034】

実施形態 3

実施形態 1 および 2 に係る超音波診断装置は、1 個の超音波プローブを複数の装置本体 2 に接続して用いることもできる。

例えば、実施形態 1 に示した 384 個のサブダイス素子と 192 本の入出力線 5 を有する超音波プローブ 1 において、チャンネル形成部 4 によりそれぞれ 2 つのサブダイス素子により構成される 192 個のチャンネルを形成した場合、この超音波プローブ 1 を 64 個の $T \times / R \times$ 回路 8 を内蔵した装置本体 2 に接続すると、図 9 に示すように、192 個のチャンネルのうち 128 個のチャンネルしか使用することができない。すなわち、192 個のチャンネルと接続された 192 本の入出力線 5 のうち 128 本がチャンネル接続部 6 を介して装置本体の 64 個の $T \times / R \times$ 回路 8 に接続され、残る 64 本は $T \times / R \times$ 回路 8 に接続されない。

40

そこで、例えば図 10 に示すように、この超音波プローブ 1 をそれぞれ 64 個の $T \times / R \times$ 回路 8 を備えた第 1 の装置本体 31 および第 2 の装置本体 32 に信号分配器 33 を介して接続することができる。チャンネル形成部 4 により 2 つのサブダイス素子がそれぞれ接続されて形成された 192 個のチャンネルは 192 本の入出力線 5 を介して 2 : 1 の切り換えを行うチャンネル接続部 6 に接続される。このチャンネル接続部 6 は、192 本の入出力線 5 を 96 本の信号線 7 にそれぞれ接続すると共に信号分配器 33 を介して 96 本

50

の信号線 7 を第 1 の装置本体 3 1 および第 2 の装置本体 3 2 にそれぞれ内蔵された 4 8 個の Tx / Rx 回路 8 と選択的に接続する。これにより、196 個のチャンネルが第 1 の装置本体 3 1 および第 2 の装置本体 3 2 の有する 9 6 個の Tx / Rx 回路 8 にそれぞれ選択的に接続される。第 1 の装置本体 3 1 および第 2 の装置本体 3 2 は、互いに同一のタイミングで並列動作し、超音波プローブ 1 の 192 個のチャンネルから超音波の送受信を行う。

【0035】

本実施形態によれば、超音波プローブ 1 のチャンネル数に対して接続される装置本体 2 の Tx / Rx 回路の個数が少ない場合でも、複数の装置本体 2 を並列運転することにより同時に並行して処理し得る受信信号の数を向上させ、高画質の超音波画像を得ることができる。

10

【0036】

実施形態 4

図 1 1 に、実施形態 3 で 2 台の装置本体を並列運転する際に用いた、第 1 の装置本体 3 1 および第 2 の装置本体 3 2 の内部構成を示す。第 1 の装置本体 3 1 は、ユニット側コネクタ 3 4 を介して信号分配器 3 3 に接続されるフロントエンド 3 5 を有し、このフロントエンド 3 5 にビームフォーマ 3 6 を介してバックエンド 3 7 が接続され、バックエンド 3 7 にモニタ 3 8 が接続されている。さらに、第 1 の装置本体 3 1 は、クロック・リトリガ回路 3 9 を有しており、このクロック・リトリガ回路 3 9 に制御部 4 0 が接続されている。

20

【0037】

フロントエンド 3 5 は、n チャンネルの Tx / Rx 回路 8 を有し、信号分配器 3 3 を介して接続された超音波プローブ 1 の対応するチャンネルの振動子に駆動信号を供給すると共に被検体からの超音波エコーを受信することによりこれらチャンネルの振動子で生成された受信信号に対して直交検波処理等を施すことにより複素ベースバンド信号を生成し、複素ベースバンド信号をサンプリングすることにより、組織のエリアの情報を含むサンプルデータを生成する。フロントエンド 3 5 は、複素ベースバンド信号をサンプリングして得られるデータに高能率符号化のためのデータ圧縮処理を施すことによりサンプルデータを生成してもよい。

【0038】

ビームフォーマ 3 6 は、制御部 4 0 により設定された受信方向に応じて、予め記憶されている複数の受信遅延パターンの中から 1 つの受信遅延パターンを選択し、選択された受信遅延パターンに基づいて、サンプルデータによって表される複数の複素ベースバンド信号にそれぞれの遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれたベースバンド信号（音線信号）が生成される。

30

【0039】

バックエンド 3 7 は、ビームフォーマ 3 6 によって生成される音線信号に基づいて、被検体内の組織に関する断層画像情報である B モード画像信号を生成する。バックエンド 3 7 は、S T C (sensitivity time control) 部と、D S C (digital scan converter: デジタル・スキャン・コンバータ) とを含んでいる。S T C 部は、音線信号に対して、超音波の反射位置の深度に応じて、距離による減衰の補正を施す。D S C は、S T C 部によって補正された音線信号を通常のテレビジョン信号の走査方式に従う画像信号に変換（ラスタ変換）し、階調処理等の必要な画像処理を施すことにより、B モード画像信号を生成する。

40

【0040】

モニタ 3 8 は、バックエンド 3 7 によって生成される画像信号に基づいて超音波診断画像を表示する。

クロック・リトリガ回路 3 9 は、クロック信号を診断装置ユニット 1 内の各部に供給すると共に、このクロック信号によりリトリガされたトリガ信号を第 1 の装置本体 3 1 内の

50

各部に供給するものである。

また、制御部 40 は、第 1 の装置本体 31 内の各部の動作を制御する。

【0041】

一方、第 2 の装置本体 32 も、第 1 の装置本体 31 と同様の内部構成を有している。すなわち、第 2 の装置本体 32 は、ユニット側コネクタ 41 を介して信号分配器 33 に接続されるフロントエンド 42 を有し、このフロントエンド 42 にビームフォーマ 43 を介してバックエンド 44 が接続され、バックエンド 44 にモニタ 45 が接続されている。さらに、第 2 の装置本体 32 は、クロック・リトリガ回路 46 を有しており、このクロック・リトリガ回路 46 に制御部 47 が接続されている。

これら第 2 の装置本体 32 内の各部は、第 1 の装置本体 31 内の同一名称の各部と同様の機能を有している。

【0042】

第 1 の装置本体 31 および第 2 の装置本体 32 が並列運転されるときには、例えば第 1 の装置本体 31 がマスター装置本体として、第 2 の装置本体 32 がスレーブ装置本体としてそれぞれ選択されて機能し、図 11 に示されるように、第 2 の装置本体 32 のビームフォーマ 43 がデータバス 48 を介して第 1 の装置本体 31 のバックエンド 37 に接続されると共に、第 2 の装置本体 32 のバックエンド 44 およびクロック・リトリガ回路 46 が動作制御ケーブルを介して第 1 の装置本体 31 のバックエンド 37 およびクロック・リトリガ回路 39 にそれぞれ接続される。

【0043】

信号分配器 33 に接続されているユニット側コネクタ 34 および 41 には、互いに異なる識別番号 (ID 番号) が予め設定されており、第 1 の装置本体 31 および第 2 の装置本体 32 は、ユニット側コネクタ 34 が接続されると、このユニット側コネクタ 34 の識別番号により、マスター装置本体として機能することを認識し、ユニット側コネクタ 41 が接続されると、このユニット側コネクタ 41 の識別番号により、スレーブ装置本体として機能することを認識するように構成されている。

また、超音波プローブ 1 に接続されているプローブコネクタ 49 にも、ユニット側コネクタ 34 および 41 とは異なる識別番号が予め設定されており、第 1 の装置本体 31 および第 2 の装置本体 32 は、プローブコネクタ 49 が直接接続されると、並列運転を行わず、それぞれ単独で通常の超音波診断動作を行うことを認識する。

【0044】

次に、並列運転時の動作について説明する。

まず、信号分配器 33 により、超音波プローブ 1 のアレイトランスジューサ 3 の複数のチャンネルのうち偶数番目に配列されたチャンネルが第 1 の装置本体 31 に接続されると共に奇数番目に配列されたチャンネルが第 2 の装置本体 32 に接続されるものとする。

スレーブ装置本体として機能する第 2 の装置本体 32 は、第 1 の装置本体 31 のクロック・リトリガ回路 39 から供給された同期用クロック信号およびメイントリガ信号に従って動作する。

【0045】

例えば、「 m 」を自然数として、第 1 の装置本体 31 のフロントエンド 35 から超音波プローブ 1 の $(2m+2)$ 番目のチャンネルの振動子に駆動信号を供給すると共に第 2 の装置本体 32 のフロントエンド 42 から超音波プローブ 1 の $(2m+3)$ 番目のチャンネルの振動子に駆動信号を供給することにより、互いに隣接するこれら 2 つのチャンネルから超音波が送信されると、被検体からの超音波エコーを受信した超音波プローブ 1 の各チャンネルの振動子は、それぞれ受信信号を出力する。

【0046】

そして、振動子アレイの偶数番目に配列されたチャンネルの振動子から出力された受信信号が第 1 の装置本体 31 のフロントエンド 35 に入力されてサンプルデータが生成されると共に、振動子アレイの奇数番目に配列されたチャンネルの振動子から出力された受信信号が第 2 の装置本体 32 のフロントエンド 42 に入力されてサンプルデータが生成され

10

20

30

40

50

る。このとき、第 2 の装置本体 3 2 は、第 1 の装置本体 3 1 のクロック・リトリガ回路 3 9 から供給された同期用クロック信号およびメイントリガ信号に従って動作するため、第 1 の装置本体 3 1 のフロントエンド 3 5 と第 2 の装置本体 3 2 のフロントエンド 4 2 は、互いに同一タイミングでサンプルデータを生成する。

【 0 0 4 7 】

第 1 の装置本体 3 1 では、フロントエンド 3 5 で生成されたサンプルデータに対してビームフォーマ 3 6 が受信フォーカス処理を行うことにより、音線信号が生成され、バックエンド 3 7 に供給される。一方、第 2 の装置本体 3 2 においても、フロントエンド 4 2 で生成されたサンプルデータに対してビームフォーマ 4 3 が受信フォーカス処理を行うことにより、音線信号が生成されるが、この音線信号は、データバス 4 8 を介して第 1 の装置本体 3 1 のバックエンド 3 7 に供給される。

10

なお、このとき、第 1 の装置本体 3 1 および第 2 の装置本体 3 2 は、超音波プローブ 1 のそれぞれのチャンネルに対して、各チャンネルを構成する複数のサブダイス素子で位相整合を行い、複数方向の超音波ビームを合成し、合成結果に基づいて音線信号を生成するように構成することもできる。

【 0 0 4 8 】

このようにして双方の装置本体 3 1 および 3 2 のビームフォーマ 3 6 および 4 3 で生成された音線信号が供給されると、第 1 の装置本体 3 1 のバックエンド 3 7 は、これらの音線信号を合成し、合成された音線信号に基づいて、被検体内の組織に関する断層画像情報である B モード画像信号を生成する。この画像信号が第 1 の装置本体 3 1 のモニタ 3 8 に送られ、超音波診断画像がモニタ 3 8 に表示される。

20

【 0 0 4 9 】

本実施形態によれば、第 1 の装置本体 3 1 および第 2 の装置本体 3 2 はそれぞれ n チャンネルの超音波送受信回路を有しているので、それぞれ単独で通常の超音波診断動作を行う際には、同時に並行して処理し得る受信信号の数は「 n 」であるが、双方の装置本体 3 1 および 3 2 を同期運転することにより、同時に並行して処理し得る受信信号の数は、単独の場合の 2 倍の「 $2n$ 」となる。このため、高画質の超音波画像を得ることが可能となる。

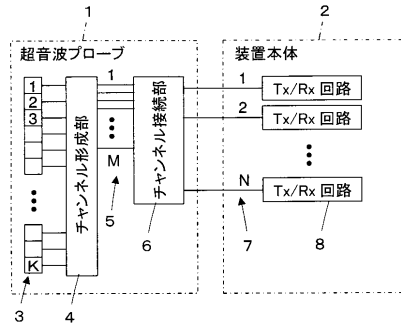
【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

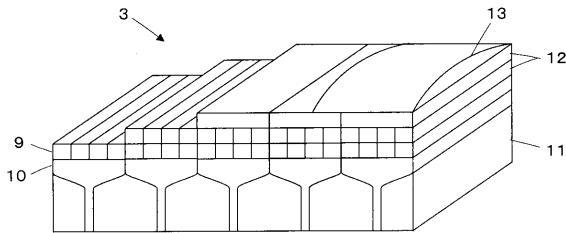
30

1, 2 1 超音波プローブ、2 装置本体、3 アレイトランスジューサ、4 チャンネル形成部、5 入出力線、6 チャンネル接続部、7 信号線、8 Tx/Rx 回路、9 圧電振動子、10 電極、11 制動材、12 音響整合層、13 音響レンズ、22 チャンネル形成・接続部、31 第 1 の装置本体、32 第 2 の装置本体、33 信号分配器、34, 41 ユニット側コネクタ、35, 42 フロントエンド、36, 43 ビームフォーマ、37, 44 バックエンド、38, 45 モニタ、39, 46 クロック・リトリガ回路、40, 47 制御部、48 データバス、49 プローブコネクタ。

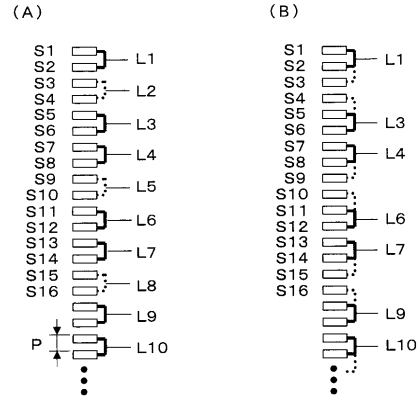
【図 1】



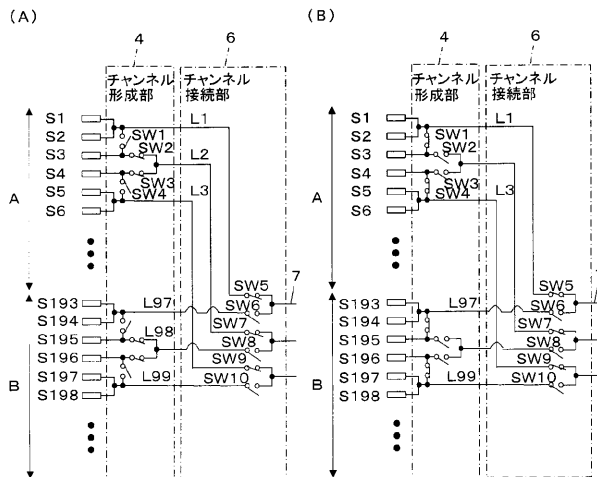
【図 2】



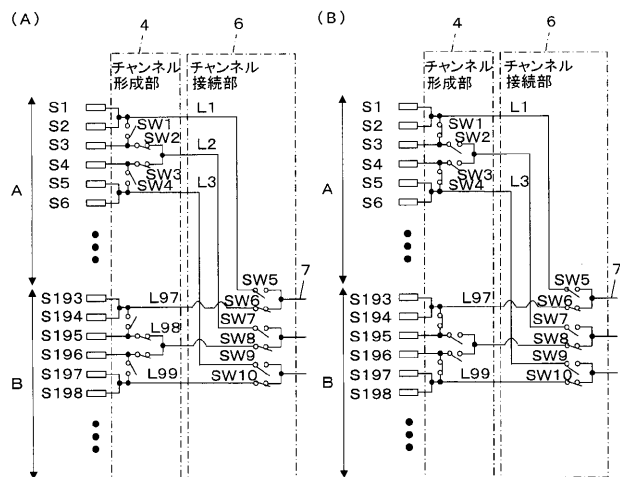
【図 3】



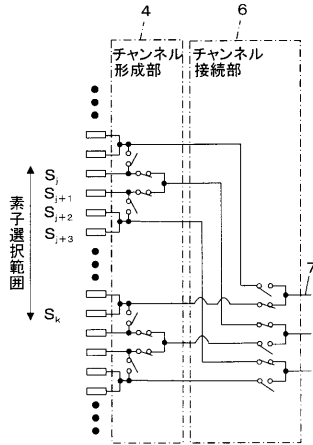
【図 4】



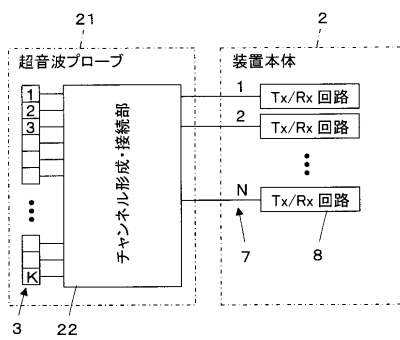
【図 5】



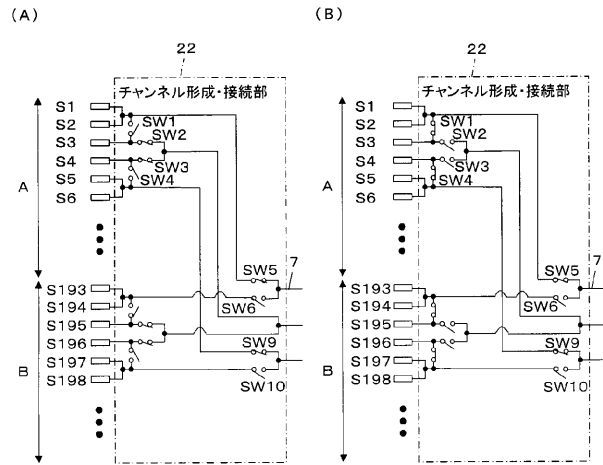
【図 6】



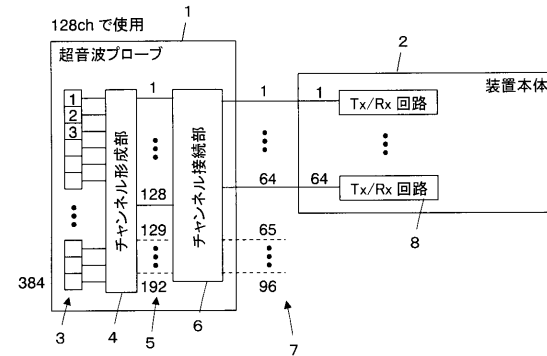
【図 7】



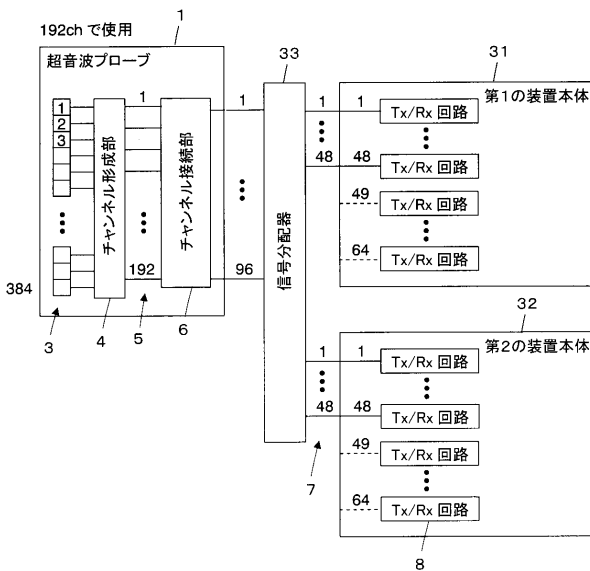
【図 8】



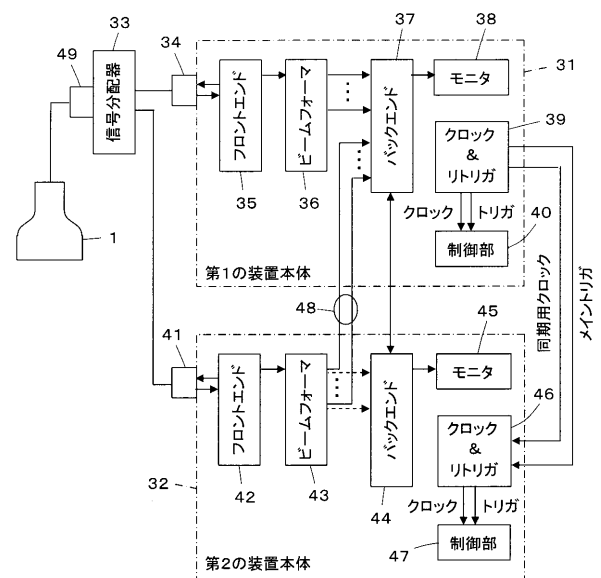
【図 9】



【図 10】



【図 11】



专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	JP2012152317A	公开(公告)日	2012-08-16
申请号	JP2011012773	申请日	2011-01-25
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	佐藤智夫		
发明人	佐藤 智夫		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/4438 A61B8/4488 B06B1/064 G01S7/5208 G01S15/8915 G01S15/8927 G10K11/34		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE12 4C601/GB03 4C601/GB21 4C601/JB10 4C601/LL27		
代理人(译)	伊藤英明		
其他公开文献	JP5244201B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种超声波探头，其可以分别对应于不同规模的超声波发射和接收电路的诊断装置主体。通道形成/连接单元（22）切换阵列换能器（3）的子管芯元件的连接状态，以改变形成每个通道的子管芯元件的数量，并形成形成阵列换能器的多个换能器成为多个信号线。通过选择性地将它们与多条信号线7中的任何一条相关联地连接，选择要连接到每个通道的有效信号线并发送驱动信号和接收信号。[选图]图1

