

(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2014-124427

(P2014-124427A)

(43) 公開日 平成26年7月7日(2014.7.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/44 (2006.01)	G 0 1 N 29/22 5 0 1	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2012-284466 (P2012-284466)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成24年12月27日 (2012.12.27)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(74) 代理人	100116665
			弁理士 渡辺 和昭
		(72) 発明者	宮澤 孝雄
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	2G047 BA03 BC13 CA01 EA07 GB02 GB21 GF06 4C601 EE04 GB03 GB20 HH01 HH04

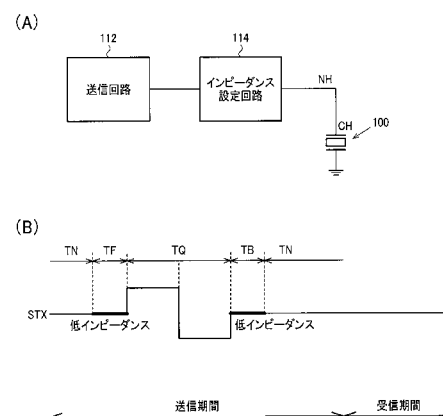
(54) 【発明の名称】 超音波送信回路、集積回路装置、超音波測定装置、超音波プローブ及び超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】送信期間における信号のクロストークを抑制できる超音波送信回路、集積回路装置、超音波測定装置、超音波プローブ及び超音波診断装置等の提供。

【解決手段】 超音波送信回路は、超音波トランスデューサデバイス100のチャンネルCHに対して送信信号を出力する送信回路112と、超音波トランスデューサデバイス100のチャンネルCHのノードNHのインピーダンス設定を行うインピーダンス設定回路114を含む。インピーダンス設定回路114は、送信信号が出力される送信信号出力期間TQの前及び後ろの少なくとも一方に設定された低インピーダンス設定期間TF、TBにおいて、超音波トランスデューサデバイス100のチャンネルCHのノードNHを、低インピーダンス設定期間TF、RBの前又は後ろの期間である送信回路112の非駆動期間TNにおけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波トランスデューサデバイスのチャンネルに対して送信信号を出力する送信回路と、

前記超音波トランスデューサデバイスの前記チャンネルのノードのインピーダンス設定を行うインピーダンス設定回路と、

を含み、

前記インピーダンス設定回路は、

前記送信信号が出力される送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方に設定された低インピーダンス設定期間において、前記超音波トランスデューサデバイスの前記チャンネルのノードを、前記低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間である前記送信回路の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定することを特徴とする超音波送信回路。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記送信回路は、

前記超音波トランスデューサデバイスの第 1 のチャンネルに対して、第 1 の送信信号出力期間において第 1 の送信信号を出力する第 1 の送信部と、

前記超音波トランスデューサデバイスの第 2 のチャンネルに対して、第 2 の送信信号出力期間において第 2 の送信信号を出力する第 2 の送信部と、

20

を含み、

前記インピーダンス設定回路は、

前記第 1 の送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方に設定された第 1 の低インピーダンス設定期間において、前記第 1 のチャンネルのノードを、前記第 1 の低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間である前記第 1 の送信部の第 1 の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定し、

前記第 2 の送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方に設定された第 2 の低インピーダンス設定期間において、前記第 2 のチャンネルのノードを、前記第 2 の低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間である前記第 2 の送信部の第 2 の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定することを特徴とする超音波送信回路。

30

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記インピーダンス設定回路は、

前記第 2 の送信信号出力期間の前の期間のうち、少なくとも前記第 1 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップする期間に対して、前記第 2 の低インピーダンス設定期間を設定することを特徴とする超音波送信回路。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 において、

前記インピーダンス設定回路は、

前記第 1 の送信信号出力期間の後ろの期間のうち、少なくとも前記第 2 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップする期間に対して、前記第 1 の低インピーダンス設定期間を設定することを特徴とする超音波送信回路。

40

【請求項 5】

請求項 2 において、

前記送信回路は、

前記超音波トランスデューサデバイスの第 3 のチャンネルに対して、第 3 の送信信号出力期間において第 3 の送信信号を出力する第 3 の送信部を含み、

前記インピーダンス設定回路は、

前記第 3 の送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方に設定された第 3 の低イン

50

ピーダンス設定期間において、前記第 3 のチャンネルのノードを、前記第 3 の低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間である前記第 3 の送信部の第 3 の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定することを特徴とする超音波送信回路。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記インピーダンス設定回路は、

前記第 3 の送信信号出力期間の前の期間のうち、前記第 2 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップする期間に対して、前記第 3 の低インピーダンス設定期間を設定し、前記第 2 の送信信号出力期間の後ろの期間のうち、少なくとも前記第 3 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップする期間に対して、前記第 2 の低インピーダンス設定期間を設定することを特徴とする超音波送信回路。

10

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかにおいて、

前記インピーダンス設定回路はバイアス電圧設定回路であり、

前記バイアス電圧設定回路は、

前記送信信号出力期間においては、前記超音波トランスデューサデバイスの前記チャンネルのノードを、抵抗素子を介してバイアス電圧に設定し、前記低インピーダンス設定期間においては、前記チャンネルのノードを、前記抵抗素子を介さずに前記バイアス電圧の電位に設定することを特徴とする超音波送信回路。

20

【請求項 8】

請求項 7 において、

前記バイアス電圧設定回路は、

バイアス電圧供給ノードと前記チャンネルのノードとの間に設けられる前記抵抗素子と

、
前記バイアス電圧供給ノードと前記チャンネルのノードとの間に前記抵抗素子と並列に設けられ、前記送信信号出力期間においてオフになり、前記低インピーダンス設定期間においてオンになるスイッチ素子と、

を含むことを特徴とする超音波送信回路。

【請求項 9】

30

請求項 1 乃至 6 のいずれかにおいて、

前記インピーダンス設定回路はバイアス電圧設定回路であり、

前記バイアス電圧設定回路は、

前記送信信号出力期間においては、前記超音波トランスデューサデバイスの前記チャンネルのノードを、抵抗素子を介してバイアス電圧に設定し、前記低インピーダンス設定期間においては、前記チャンネルのノードを、前記バイアス電圧の電位とは別の固定電位に設定することを特徴とする超音波送信回路。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の超音波送信回路を含むことを特徴とする集積回路装置。

40

【請求項 11】

請求項 10 において、

前記送信回路は、

前記超音波トランスデューサデバイスの第 1 のチャンネル～第 N (N は 2 以上の整数) のチャンネルに対して、第 1 の送信信号出力期間～第 K (K は $K \leq N$ となる整数) の送信信号出力期間において第 1 の送信信号～第 K の送信信号を出力する第 1 の送信部～第 K の送信部を含み、

前記第 1 の送信部～第 K の送信部は、集積回路装置の長辺方向に沿って配置されることを特徴とする集積回路装置。

【請求項 12】

50

請求項 10 又は 11 に記載の集積回路装置を含むことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 13】

請求項 12 において、

前記超音波トランスデューサデバイスが接続されるフレキシブル基板上に前記集積回路装置が実装されることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の超音波送信回路を含むことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 15】

請求項 12 乃至 14 のいずれかに記載の超音波測定装置を含むことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 16】

請求項 12 乃至 14 のいずれかに記載の超音波測定装置と、

画像を表示する表示部とを含む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】

本発明は、超音波送信回路、集積回路装置、超音波測定装置、超音波プローブ及び超音波診断装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

対象物に向けて超音波を出射し、対象物内部における音響インピーダンスの異なる界面からの反射波を受信する装置として、例えば被検体である人体の内部を検査するための超音波測定装置が知られている。この超音波測定装置では、超音波ビームを出射する超音波トランスデューサデバイスの各チャンネルに対して送信信号を出力する送信回路が設けられる。超音波測定装置の従来技術としては例えば特許文献 1 などがある。

【0003】

このような超音波の送信回路においては、送信フォーカス制御やビーム・ステアリング制御のための送信信号の遅延制御が行われる。このため、隣接するチャンネル（素子列）の送信信号は同位相の信号にはならない。例えば第 1 のチャンネル（第 1 の素子列）の送信信号（送信パルス）と、第 1 のチャンネルに隣接する第 2 のチャンネル（第 2 の素子列）の送信信号は、同位相の信号にはならず、送信パルスのエッジ等が時間的にずれた信号になる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 013403 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、このように送信信号の位相が時間的にずれていると、隣接するチャンネル間においてクロストークが発生することが判明した。例えば第 1 のチャンネルの送信信号の送信パルスのエッジの電位変化が、第 2 のチャンネルの送信信号に重畳されて悪影響を及ぼしたり、第 2 のチャンネルの送信信号の送信パルスのエッジの電位変化が、第 1 のチャンネルの送信信号に重畳されて悪影響を及ぼすなどの問題が生じる。このような送信信号のクロストークが発生すると、例えばフォーカス点のずれや、送信ビーム形状の崩れが発生して、受信信号により生成される画像の解像度等の品質が劣化するという問題が生じる。なお特許文献 1 の従来技術は、受信期間における信号のクロストークを抑制するものであり、送信期間における信号のクロストークの抑制手法については開示されていない。

【0006】

10

20

30

40

50

本発明の幾つかの態様によれば、送信期間における信号のクロストークを抑制できる超音波送信回路、集積回路装置、超音波測定装置、超音波プローブ及び超音波診断装置等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、超音波トランスデューサデバイスのチャンネルに対して送信信号を出力する送信回路と、前記超音波トランスデューサデバイスの前記チャンネルのノードのインピーダンス設定を行うインピーダンス設定回路と、を含み、前記インピーダンス設定回路は、前記送信信号が出力される送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方に設定された低インピーダンス設定期間において、前記超音波トランスデューサデバイスの前記チャンネルのノードを、前記低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間である前記送信回路の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定する超音波送信回路に係する。

10

【0008】

本発明の一態様によれば、送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方の期間に低インピーダンス設定期間が設定される。そして、この低インピーダンス設定期間において、超音波トランスデューサデバイスのチャンネルのノードが、送信回路の非駆動期間におけるインピーダンスよりも低いインピーダンスに設定される。例えば超音波トランスデューサデバイスのチャンネル側からみた送信回路側のインピーダンスが低いインピーダンスに設定される。このように低インピーダンス設定期間においてチャンネルのノードを低インピーダンスに設定すれば、例えば隣接するチャンネルにおいて電位変化等があった場合にも、その影響が当該チャンネルの送信信号に及ぶのを抑制できる。従って、送信期間における信号のクロストークを抑制できる超音波送信回路の提供が可能になる。

20

【0009】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、前記超音波トランスデューサデバイスの第1のチャンネルに対して、第1の送信信号出力期間において第1の送信信号を出力する第1の送信部と、前記超音波トランスデューサデバイスの第2のチャンネルに対して、第2の送信信号出力期間において第2の送信信号を出力する第2の送信部と、を含み、前記インピーダンス設定回路は、前記第1の送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方に設定された第1の低インピーダンス設定期間において、前記第1のチャンネルのノードを、前記第1の低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間である前記第1の送信部の第1の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定し、前記第2の送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方に設定された第2の低インピーダンス設定期間において、前記第2のチャンネルのノードを、前記第2の低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間である前記第2の送信部の第2の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定してもよい。

30

【0010】

このように第1、第2の低インピーダンス設定期間を設定すれば、例えば第2のチャンネルの第2の送信信号の電位変化が、第1のチャンネルの第1の送信信号に悪影響を与えたり、第1のチャンネルの第1の送信信号の電位変化が、第2のチャンネルの第2の送信信号に悪影響を与えるなどの事態を抑制できる。

40

【0011】

また本発明の一態様では、前記インピーダンス設定回路は、前記第2の送信信号出力期間の前の期間のうち、少なくとも前記第1の送信信号出力期間と時間がオーバーラップする期間に対して、前記第2の低インピーダンス設定期間を設定してもよい。

【0012】

このように、第1の送信信号出力期間と時間がオーバーラップするように第2の低インピーダンス設定期間を設定すれば、例えば第1の送信信号出力期間での第1の送信信号の電位変化が、第2の送信信号に対してグリッジ等として乗るなどの事態を抑制できる。

【0013】

50

また本発明の一態様では、前記インピーダンス設定回路は、前記第 1 の送信信号出力期間の後ろの期間のうち、少なくとも前記第 2 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップする期間に対して、前記第 1 の低インピーダンス設定期間を設定してもよい。

【0014】

このように、第 2 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップするように第 1 の低インピーダンス設定期間を設定すれば、例えば第 2 の送信信号出力期間での第 2 の送信信号の電位変化が、第 1 の送信信号に対してグリッジ等として乗るなどの事態を抑制できる。

【0015】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、前記超音波トランスデューサデバイスの第 3 のチャンネルに対して、第 3 の送信信号出力期間において第 3 の送信信号を出力する第 3 の送信部を含み、前記インピーダンス設定回路は、前記第 3 の送信信号出力期間の前及び後ろの少なくとも一方に設定された第 3 の低インピーダンス設定期間において、前記第 3 のチャンネルのノードを、前記第 3 の低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間である前記第 3 の送信部の第 3 の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定してもよい。

10

【0016】

このように第 3 の低インピーダンス設定期間を設定すれば、例えば第 2 のチャンネルの第 2 の送信信号の電位変化等が、第 3 のチャンネルの第 3 の送信信号に悪影響を与えるなどの事態を抑制できる。

【0017】

また本発明の一態様では、前記インピーダンス設定回路は、前記第 3 の送信信号出力期間の前の期間のうち、前記第 2 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップする期間に対して、前記第 3 の低インピーダンス設定期間を設定し、前記第 2 の送信信号出力期間の後ろの期間のうち、少なくとも前記第 3 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップする期間に対して、前記第 2 の低インピーダンス設定期間を設定してもよい。

20

【0018】

このように、第 2 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップするように第 3 の低インピーダンス設定期間を設定し、第 3 の送信信号出力期間と時間がオーバーラップするように第 2 の低インピーダンス設定期間を設定すれば、第 2、第 3 のチャンネル間での送信信号のクロストークの発生等を抑制できる。

30

【0019】

また本発明の一態様では、前記インピーダンス設定回路はバイアス電圧設定回路であり、前記バイアス電圧設定回路は、前記送信信号出力期間においては、前記超音波トランスデューサデバイスの前記チャンネルのノードを、抵抗素子を介してバイアス電圧に設定し、前記低インピーダンス設定期間においては、前記チャンネルのノードを、前記抵抗素子を介さずに前記バイアス電圧の電位に設定してもよい。

【0020】

このようにすれば、バイアス電圧設定回路の回路構成を有効活用して、インピーダンス設定回路を実現し、低インピーダンス設定期間での低インピーダンス設定を実現できるようになる。

40

【0021】

また本発明の一態様では、前記バイアス電圧設定回路は、バイアス電圧供給ノードと前記チャンネルのノードとの間に設けられる前記抵抗素子と、前記バイアス電圧供給ノードと前記チャンネルのノードとの間に前記抵抗素子と並列に設けられ、前記送信信号出力期間においてオフになり、前記低インピーダンス設定期間においてオンになるスイッチ素子と、を含んでもよい。

【0022】

このようにすれば、スイッチ素子のオンオフを制御することで、低インピーダンス設定期間での低インピーダンス設定を簡素に実現できるようになる。

【0023】

50

また本発明の一態様では、前記インピーダンス設定回路はバイアス電圧設定回路であり、前記バイアス電圧設定回路は、前記送信信号出力期間においては、前記超音波トランスデューサデバイスの前記チャンネルのノードを、抵抗素子を介してバイアス電圧に設定し、前記低インピーダンス設定期間においては、前記チャンネルのノードを、前記バイアス電圧の電位とは別の固定電位に設定してもよい。

【0024】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の超音波送信回路を含む集積回路装置に係する。

【0025】

また本発明の他の態様では、前記送信回路は、前記超音波トランスデューサデバイスの第1のチャンネル～第N（Nは2以上の整数）のチャンネルに対して、第1の送信信号出力期間～第K（KはK Nとなる整数）の送信信号出力期間において第1の送信信号～第Kの送信信号を出力する第1の送信部～第Kの送信部を含み、前記第1の送信部～第Kの送信部は、集積回路装置の長辺方向に沿って配置されてもよい。

【0026】

このようにすれば、集積回路装置等の効率的なレイアウト配置を実現できると共に、長辺方向に沿って配置される第1～第Kの送信部の信号線間等のクロストークを、低インピーダンス設定回路による低インピーダンス設定により効果的に抑制できるようになる。

【0027】

また本発明の他の態様は、上記に記載の集積回路装置を含む超音波測定装置に係する。

【0028】

また本発明の他の態様では、前記超音波トランスデューサデバイスが接続されるフレキシブル基板上に前記集積回路装置が実装されてもよい。

【0029】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の超音波送信回路を含む超音波測定装置に係する。

【0030】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の超音波測定装置を含む超音波プローブに係する。

【0031】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の超音波測定装置と、画像を表示する表示部とを含む超音波診断装置に係する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1（A）、図1（B）は本実施形態の超音波送信回路の構成例及び動作説明図。

【図2】図2（A）～図2（C）は超音波送信回路の具体的な構成例及び動作説明図。

【図3】送信信号の具体的な信号波形例。

【図4】本実施形態の超音波測定装置、超音波送信回路の第1の構成例。

【図5】本実施形態の超音波測定装置、超音波送信回路の第2の構成例。

【図6】図6（A）～図6（C）はリニアスキャンモード、セクタスキャンモードの説明図。

【図7】第1の構成例でのインピーダンス設定回路、送信回路の詳細な構成例。

【図8】第2の構成例でのインピーダンス設定回路、送信回路、マルチプレクサーの詳細な構成例。

【図9】本実施形態の詳細な動作を説明する信号波形例。

【図10】図10（A）～図10（C）は、超音波トランスデューサ素子の構成例。

【図11】超音波トランスデューサデバイスの構成例。

【図12】図12（A）、図12（B）は、各チャンネルに対応して設けられる超音波ト

10

20

30

40

50

ランスデューサー素子群の構成例。

【図 1 3】本実施形態の超音波測定装置（超音波診断装置）の全体的な構成例。

【図 1 4】図 1 4（A）～図 1 4（D）は超音波測定装置の具体的な実装形態の説明図。

【図 1 5】集積回路装置の回路のレイアウト配置例。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0034】

1. 超音波送信回路

図 1（A）に本実施形態の超音波送信回路の構成例を示す。超音波送信回路は送信回路 112 とインピーダンス設定回路 114 を含む。

【0035】

送信回路 112 は、超音波トランスデューサーデバイス 100 のチャンネル CH に対して送信信号を出力する回路である。この送信回路 112 はパルサー等により構成される。インピーダンス設定回路 114 は、超音波トランスデューサーデバイス 100 のチャンネル CH のノード NH のインピーダンス設定を行う回路である。チャンネル CH には、超音波トランスデューサーデバイス 100 の超音波トランスデューサー素子群（素子列）が接続されている。

【0036】

そしてインピーダンス設定回路 114 は、送信信号が出力される送信信号出力期間の前及び後ろ（時間的に前及び後ろ）の少なくとも一方に設定された低インピーダンス設定期間において、超音波トランスデューサーデバイス 100 のチャンネル CH のノード NH を、送信回路 112 の非駆動期間におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定する。例えばインピーダンス設定回路 114 は、低インピーダンス設定期間においてノード NH を所定の電位（例えばバイアス電圧の電位）に設定する。送信回路 112 の非駆動期間は、送信期間のうち、低インピーダンス設定期間の前又は後ろの期間であって、送信回路 112 がチャンネル CH を駆動していない期間（送信パルスの非出力期間）である。

【0037】

図 1（B）は本実施形態の動作を説明する信号波形例である。ここで TQ は、送信信号出力期間であり、送信回路 112 が、送信信号 STX（送信パルス）を出力してチャンネル CH（チャンネルの信号線）を駆動している期間である。図 1（B）では、正極性の送信パルスと負極性の送信パルスでチャンネル CH が駆動されている。

【0038】

TF は、送信信号出力期間 TQ の前の期間（TQ に続く前の期間）に設定された低インピーダンス設定期間である。TB は、送信信号出力期間 TQ の後ろの期間（TQ に続く後ろの期間）に設定された低インピーダンス設定期間である。TF、TB は、例えば所与の長さの期間として設定される。なお、図 1（B）では、送信信号出力期間 TQ の前及び後ろの両方に低インピーダンス設定期間 TF、TB を設定しているが、送信信号出力期間 TQ の前及び後ろのいずれか一方のみに、低インピーダンス設定期間を設定してもよい。

【0039】

TN は、送信回路 112 の非駆動期間である。TN は、送信期間のうち、低インピーダンス設定期間 TF の前の期間、或いは低インピーダンス設定期間 TB の後ろの期間である。

【0040】

図 1（B）に示すように本実施形態では、インピーダンス設定回路 114 は、送信信号出力期間 TQ の前後の低インピーダンス設定期間 TF、TB において、チャンネル CH のノード NH を低インピーダンスに設定している。具体的には、非駆動期間 TN のインピー

10

20

30

40

50

ダンスよりも低いインピーダンスに設定している。ここで、インピーダンスは、チャンネル側からみた送信回路側のインピーダンスである。

【 0 0 4 1 】

図 2 (A) に送信回路 1 1 2、インピーダンス設定回路 1 1 4 の具体的な回路構成例を示す。図 2 (A) では、送信回路 1 1 2 は、スイッチ素子 S W H、S W L と、ダイオード D I H、D I L を有する。

【 0 0 4 2 】

第 1 のスイッチ素子 S W H は、高電位側電圧 V H の供給ノードと、ダイオード D I H との間に設けられ、信号 S G H によりオンオフ制御される。スイッチ素子 S W L は、低電位側電圧 V L の供給ノードと、ダイオード D I L との間に設けられ、信号 S G L によりオン

10

【 0 0 4 3 】

ダイオード D I H は、スイッチ素子 S W H とノード N H との間に設けられ、スイッチ素子 S W H 側からノード N H へと向かう方向を順方向とするダイオードである。ダイオード D I L は、スイッチ素子 S W L とノード N H との間に設けられ、ノード N H からスイッチ素子 S W L 側へと向かう方向を順方向とするダイオードである。

【 0 0 4 4 】

図 2 (A) のインピーダンス設定回路 1 1 4 は、バイアス電圧設定回路であり、図 1 (B) の送信信号出力期間 T Q においては、超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 のチャンネル C H のノード N H を、抵抗素子 R B を介してバイアス電圧に設定する。一方、低インピーダンス設定期間 T F、T B においては、チャンネル C H のノード N H を、抵抗素子 R B を介さずにバイアス電圧の電位に設定する。即ち、ノード N H は、送信信号出力期間 T Q において、高インピーダンス (抵抗素子 R B のインピーダンス) のバイアス電圧に設定され、低インピーダンス設定期間 T F、T B においては、低インピーダンス (スイッチ素子 S W B のオン抵抗のインピーダンス) のバイアス電圧に設定される。

20

【 0 0 4 5 】

具体的には、インピーダンス設定回路 1 1 4 (バイアス電圧設定回路) は、抵抗素子 R B とスイッチ素子 S W B を含む。抵抗素子 R B は、バイアス電圧 V B S の供給ノードとチャンネル C H のノード N H との間に設けられる。スイッチ素子 S W B は、バイアス電圧 V B S の供給ノードとノード N H との間に抵抗素子 R B と並列に設けられる。そしてスイッチ素子 S W B は信号 S G B によりオンオフ制御される。具体的には、スイッチ素子 S W B は、送信信号出力期間 T Q においてオフになり、低インピーダンス設定期間 T F、T B においてオンになる。また非駆動期間 T N においてもオフになる。このスイッチ素子 S W B は、例えば C M O S のトランジスタにより実現できる。具体的には、C M O S のトランジスタにより構成されるトランスファークロークなどにより実現できる。

30

【 0 0 4 6 】

図 2 (B) は、図 2 (A) の超音波送信回路の動作を説明する信号波形例である。図 2 (B) に示すように、送信信号出力期間 T Q の前半期間 T Q H において信号 S G H が H レベル (アクティブ) になり、スイッチ素子 S W H がオンになる。これにより、高電位側電圧 V H が、スイッチ素子 S W H、ダイオード D I H を介してノード N H に供給される。これにより、送信信号 S T X として、正極性 (バイアス電圧を基準として正極性) の送信パルスが出力されるようになる。また送信信号出力期間 T Q の後半期間 T Q L において信号 S G L が H レベル (アクティブ) になり、スイッチ素子 S W L がオンになる。これにより、低電位側電圧 V L が、スイッチ素子 S W L、ダイオード D I L を介してノード N H に供給される。これにより、送信信号 S T X として、負極性 (バイアス電圧を基準として負極性) の送信パルスが出力されるようになる。

40

【 0 0 4 7 】

また、送信信号出力期間 T Q では、信号 S G B が L レベル (非アクティブ) になり、スイッチ素子 S W B がオフになる。これにより、ノード N H は、抵抗素子 R B を介してバイアス電圧 V B S に設定され、送信信号 S T X のバイアス電圧設定が行われる。

50

【 0 0 4 8 】

一方、低インピーダンス設定期間 T_F 、 T_B においては、信号 S_{GB} が H レベル（アクティブ）になり、スイッチ素子 S_{WB} がオンになる。これにより、チャンネル CH のノード NH は、バイアス電圧 V_{BS} の電位に設定される。即ち、ノード NH は、送信信号出力期間 T_Q では抵抗素子 R_B を介してバイアス電圧 V_{BS} に設定される一方で、低インピーダンス設定期間 T_F 、 T_B では、抵抗素子 R_B を介さずにバイアス電圧 V_{BS} の電位に設定され、低インピーダンスに設定される。

【 0 0 4 9 】

また、低インピーダンス設定期間 T_F の前の期間、或いは低インピーダンス設定期間 T_B の後ろの期間である非駆動期間 T_N では、信号 S_{GB} が L レベル（非アクティブ）になり、スイッチ素子 S_{WB} がオフになる。また、非駆動期間 T_N では、信号 S_{GH} 、 S_{GL} も L レベル（非アクティブ）になり、スイッチ素子 S_{WH} 、 S_{WL} がオフになるため、送信回路 112 による駆動は行われない。従って、ノード NB が抵抗素子 R_B を介さずにバイアス電圧 V_{BS} の電位に設定される低インピーダンス設定期間 T_F 、 T_B では、非駆動期間 T_N に比べて、チャンネル CH 側からみたインピーダンスが低くなる。

【 0 0 5 0 】

なお、送信回路 112、インピーダンス設定回路 114 の構成は図 2（A）に限定されず、その構成要素の一部を省略・変更したり、他の構成要素を追加するなど種々の変形実施が可能である。例えば送信回路 112 に対して、送信信号のダンピング用のスイッチ素子を設けてもよい。

【 0 0 5 1 】

また図 2（C）に示すように、低インピーダンス設定期間 T_F 、 T_B において、スイッチ素子 S_{WB} を介して、バイアス電圧 V_{BS} とは別の固定電位 V_{FX} をノード NH に供給するようにしてもよい。即ち図 2（C）では、スイッチ素子 S_{WB} は、バイアス電圧 V_{BS} とは異なる固定電位 V_{FX} の供給ノードとノード NH との間に、抵抗素子 R_B と並列に設けられている。そして低インピーダンス設定期間 T_F 、 T_B においてスイッチ素子 S_{WB} がオンになることで、ノード NH が固定電位 V_{FX} の供給ノードに接続されて、ノード NH の低インピーダンス化が実現される。

【 0 0 5 2 】

図 3 に送信信号の詳細な信号波形例を示す。送信期間では、バイアス電圧 V_{BS} を基準として高電位側電圧 V_H をピークとする正極性の送信パルスと、バイアス電圧 V_{BS} を基準として低電位側電圧 V_L をピークとする負極性のパルスとからなる送信信号が出力される。受信期間においては、チャンネル CH のノード NH に対して、超音波トランスデューサデバイス 100 から受信信号（受信エコー）が出力される。

【 0 0 5 3 】

図 3 のように送信信号のバイアス電圧 V_{BS} を設定することで、素子特性に合った送信信号を超音波トランスデューサデバイス 100 に対して供給できるようになる。例えば、バイアス電圧 V_{BS} の設定により、負極性の送信パルスのときにも送信信号が負の電圧にならないようにする。こうすることで、超音波トランスデューサデバイス 100 に対して負の電圧が供給されて特性が悪化するなどの事態を防止できる。

【 0 0 5 4 】

そして本実施形態では、送信信号のバイアス電圧設定回路の回路構成を有効活用してインピーダンス設定回路を実現している。例えば図 2（A）では、バイアス電圧設定回路に用いられる抵抗素子 R_B に並列にスイッチ素子 S_{WB} を設けることで、バイアス電圧設定回路をインピーダンス設定回路として機能させている。従って、元々あった回路構成を有効活用してインピーダンス設定回路を実現できるという利点がある。

【 0 0 5 5 】

図 2（A）の構成では、別の固定電位 V_{FX} の電源を設けなくても済むため、回路構成等をシンプルにすることができるという利点がある。また図 2（A）の構成では、ノード NH の電位が過渡的に変化するバイアス電圧の過渡応答の発生を抑止できるという利点がある。

ある。

【 0 0 5 6 】

例えば超音波の送信回路においては、送信フォーカス制御やビームのステアリング制御のための送信信号の遅延制御が行われる。このため、隣接するチャンネルの送信信号は同位相の信号にはならず、送信パルスのエッジ等が時間的にずれた信号になる。従って、図 1 (B) の期間 T F や期間 T B において、隣接するチャンネルの送信信号の送信パルスのエッジ等が存在するようになる。この結果、この送信パルスのエッジによる電位変化が、素子列間や信号線間の寄生容量等を介して当該チャンネルに伝達されて、当該チャンネルの送信信号に対してグリッジ等が乗るクロストークが発生する。このような送信信号のクロストークが発生すると、例えばフォーカス点のずれや、送信ビーム形状の崩れが発生して、受信信号により生成される画像の解像度等の品質が劣化するなどの問題が生じる。

10

【 0 0 5 7 】

この点、本実施形態の超音波送信回路によれば、図 1 (B) に示すように、送信信号出力期間の前後の期間が低インピーダンス設定期間 T F 、 T B に設定されて、チャンネル C H のノード N H のインピーダンスが低インピーダンスに設定される。例えば図 2 (A) 、図 2 (C) に示すように、ノード N H が V B S や V F X の固定電位に設定される。従って、隣接するチャンネルの送信パルスのエッジ等が、期間 T F 、 T B に存在したとしても、期間 T F 、 T B でのノード N H のインピーダンスが低インピーダンス (固定電位) に設定されるため、送信パルスのエッジの電位変化がノード N H に伝達されてグリッジ等が発生するのを、効果的に抑制できる。従って、送信信号のクロストークの発生を抑制できるため、放射ビームプロファイルが適正化され、分解能 (方位分解能、深さ方向の分解能) の高い画像を取得できるようになる。特に、図 2 (A) 等では、元々あるバイアス電圧設定回路の回路構成を有効活用しているため、最小限の回路の追加で、図 2 (B) のようなインピーダンス設定を行うインピーダンス設定回路 1 1 4 を実現できるという利点がある。

20

【 0 0 5 8 】

2 . 詳細な構成例

図 4 に本実施形態の超音波測定装置、超音波送信回路の詳細な第 1 の構成例を示す。図 4 の超音波測定装置は、送信回路 1 1 2 、インピーダンス設定回路 1 1 4 、スイッチ回路 1 2 0 を含む。また超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 や受信回路 1 5 0 や送受信制御部 1 6 0 を含むことができる。例えば図 4 の送信回路 1 1 2 とインピーダンス設定回路 1 1 4 により本実施形態の超音波送信回路が実現される。

30

【 0 0 5 9 】

超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 は、複数の超音波トランスデューサ素子 (超音波素子アレイ) と、複数の開口がアレイ状に配置された基板とを有する。複数の超音波トランスデューサ素子の各超音波トランスデューサ素子は、複数の開口の各開口を塞ぐ振動膜と、振動膜の上に設けられた下部電極、上部電極及び圧電体膜を備える圧電素子部とを有する。超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 の詳細については後述する。なお、超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 としては後述するような圧電素子 (薄膜圧電素子) を用いるタイプのトランスデューサを採用できるが、本実施形態はこれに限定されない。例えば c - M U T (Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducers) などの容量性素子を用いるタイプのトランスデューサを採用してもよい。

40

【 0 0 6 0 】

送信回路 1 1 2 は、送信部 T X 1 ~ T X 6 4 (広義には第 1 ~ 第 K の送信部。 K は 2 以上の整数) を含む。送信部 T X 1 ~ T X 6 4 は、超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 のチャンネル C H 1 ~ C H 6 4 (広義には第 1 ~ 第 N のチャンネル。 N は 2 以上の整数) に対して送信信号を出力する。送信部 T X 1 ~ T X 6 4 は、例えば超音波のパルス信号を送信信号として出力するパルサー等により構成される。また、チャンネル C H 1 ~ C H 6 4 は、超音波の送信信号が入力されたり、受信信号を出力される超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 の端子や信号線に相当する。

【 0 0 6 1 】

50

なお、以下ではチャンネル数が64 ($N = 64$)である場合を例にとり説明するが、本実施形態はこれに限定されず、チャンネル数は64より少なくてもよいし、多くてもよい。また図4では送信回路112の送信部(TX1~TX64)の個数とチャンネル(CH1~CH64)の数が等しい場合($K = N$)の例であるが、後述する図5の第2の構成例のように送信部(TX1~TX8)の個数がチャンネル(CH1~CH64)の数より少ない場合($K < N$)であってもよい。

【0062】

送信回路112と超音波トランスデューサデバイス100との間にはインピーダンス設定回路114が設けられている。インピーダンス設定回路114の詳細については後述する。

10

【0063】

スイッチ回路120(マルチプレクサー)は、送受信制御部160により制御されてスイッチ動作を行う回路である。本実施形態では、このスイッチ回路120が、送信部TX1~TX64(第1~第Kの送信回路)の出力ノードNQ1~NQ64(広義には第1~第Kの出力ノード)と受信回路150との間に設けられる。具体的には、スイッチ回路120の一端は、送信部TX1~TX64の出力ノードNQ1~NQ64に電氣的に接続される。スイッチ回路120の他端は、受信回路150に電氣的に接続される。

【0064】

例えば後述する図5の第2の構成例では、マルチプレクサー116が送信回路112の出力ノードと超音波トランスデューサデバイス100との間に設けられているが、図4では、このようなマルチプレクサーは存在せず、その代わりにスイッチ回路120が、送信部TX1~TX64の出力ノードNQ1~NQ64と受信回路150との間に設けられる。そして送信部TX1~TX64は、マルチプレクサーを介さずに送信信号を超音波トランスデューサデバイス100のチャンネルCH1~CH64に対して出力する。

20

【0065】

そしてスイッチ回路120は、送信期間においては、送信部TX1~TX64からの送信信号の受信回路150への信号伝達を非伝達にする動作を行う。つまりスイッチ回路120は、受信期間においては受信信号が受信回路150に伝達するようにする一方で、送信期間においては送信信号が受信回路150に伝達しないようにする。

【0066】

またスイッチ回路120は、受信期間においては、チャンネルCH1~CH64の中から選択されたチャンネル(少なくとも1つのチャンネル)からの受信信号を、受信回路150に出力するスイッチ動作(マルチプレクサーの動作)を行う。即ち、複数のチャンネルCH1~CH64から所定のチャンネル数のチャンネル(受信チャンネル)を選択し、選択されたチャンネルからの受信信号を受信回路150に出力する。

30

【0067】

例えば、超音波測定装置のスキャンモードとしては、図6(A)に示すリニアスキャンモードや、図6(B)に示すセクタスキャンモードがある。スイッチ回路120は、図6(A)のリニアスキャンモードにおける受信期間においては、チャンネルCH1~CH64の中からリニアスキャンの対象となる複数のチャンネルを順次シフト(例えば順次1チャンネルずつシフト)させて、選択するスイッチ動作を行う。

40

【0068】

例えばスイッチ回路120は、図6(A)のリニアスキャンモードにおける受信期間においては、チャンネルCH1~CH64の中から選択されたりニアスキャンの対象となる8個(広義にはL個。Lは $L < N$ となる2以上の整数)のチャンネルからの受信信号を、受信回路150の8個の入力ノード(広義には第1~第Lの入力ノード)に出力するマルチプレクサーの動作を行う。

【0069】

一方、スイッチ回路120は、図6(B)のセクタスキャンモードにおける受信期間においては、チャンネルCH1~CH64からの受信信号を、受信回路150の64個の

50

入力ノード（広義には第１～第Ｎの入力ノード）に出力するスイッチ動作を行う。

【００７０】

具体的には、リニアスキャンモードにおける受信期間では、スイッチ回路１２０は、まず、チャンネルＣＨ１～ＣＨ８をリニアスキャン対象のチャンネルとして選択する。これにより、チャンネルＣＨ１～ＣＨ８からの受信信号が、受信回路１５０に出力される。次にスイッチ回路１２０は、チャンネルＣＨ２～ＣＨ９をリニアスキャン対象のチャンネルとして選択する。これにより、チャンネルＣＨ２～ＣＨ９からの受信信号が、受信回路１５０に出力される。同様にしてスイッチ回路１２０は、次はチャンネルＣＨ３～ＣＨ１０、その次はチャンネルＣＨ４～ＣＨ１１というように、順次１チャンネルずつシフトさせて、選択する。そして、最後にチャンネルＣＨ５～ＣＨ１２を選択し、これによりチャンネルＣＨ５～ＣＨ１２からの受信信号が、受信回路１５０に出力される。

10

【００７１】

一方、セクタスキャンモードにおける受信期間では、スイッチ回路１２０は、チャンネルＣＨ１～ＣＨ６４からの受信信号を、受信回路１５０の６４個の入力ノードに出力する。即ち、送信信号が入力された全てのチャンネルＣＨ１～ＣＨ６４からの受信信号を、そのまま受信回路１５０に出力する。なお、超音波トランスデューサデバイス１００の全チャンネルＣＨ１～ＣＨ６４を送受信に用いなくてもよい。例えば送信にはチャンネルＣＨ９からチャンネルＣＨ５６までの４８チャンネルを用いて、受信にはチャンネルＣＨ１からチャンネルＣＨ６４までの全チャンネルを用いるなどの手法も考えられる。これは送受信で開口幅を変化させる手法であり、このような手法にも本発明は対応可能である。

20

【００７２】

送受信制御部１６０は、超音波の送受信等のための各種の制御を行う。例えば送信部ＴＸ１～ＴＸ６４を制御して、送信部ＴＸ１～ＴＸ６４の送信信号の送信タイミング等を制御する。また送受信制御部１６０は、スイッチ回路１２０のスイッチ制御を行い、スイッチ回路１２０が有するスイッチ素子のオンオフを制御する。また送受信制御部１６０は受信回路１５０の制御も行う。送受信制御部１６０は、例えばゲートアレイ等の論理回路又はＣＰＵ等のプロセッサにより実現できる。

【００７３】

送受信制御部１６０は送信ビームフォーマー１６２、受信ビームフォーマー１６４を含む。送信ビームフォーマー１６２は、送信フォーカス制御やビーム・ステアリング制御等のための送信信号の位相調整を行うものであり、例えば、送信信号の遅延制御を行う信号遅延回路等により実現される。受信ビームフォーマー１６４は、超音波の受信信号の位相調整や位相調整後の受信信号の加算処理等を行うものである。

30

【００７４】

受信回路１５０は、超音波トランスデューサデバイス１００からスイッチ回路１２０を介して入力される受信信号の受信処理を行う。具体的には、受信回路１５０は、受信信号の信号増幅、ゲイン調整、フィルタ処理、Ａ／Ｄ変換等の受信処理を行う。受信回路１５０は、例えばＬＮＡ（低雑音増幅器）、ＰＧＡ（プログラマブルゲインアンプ）、フィルタ部、Ａ／Ｄ変換器などにより構成できる。

【００７５】

次に図４の第１の構成例の動作について詳細に説明する。

40

【００７６】

まず、リニアスキャンモードの送信期間において、送受信制御部１６０の制御により、送信部ＴＸ１～ＴＸ６４のうちのＴＸ１～ＴＸ８が、チャンネルＣＨ１～ＣＨ６４のうちのリニアスキャン対象のチャンネルＣＨ１～ＣＨ８に対して送信信号を出力する。具体的には、超音波の送信フォーカス制御のための信号遅延処理が送信信号に対して行われ、信号遅延処理が施された送信信号が、チャンネルＣＨ１～ＣＨ８に出力される。これにより、例えば図６（Ａ）の超音波ビームＢＭ１が出射される。この際に、スイッチ回路１２０は、送信部ＴＸ１～ＴＸ８からの送信信号が受信回路１５０に伝達されないように動作する。

50

【 0 0 7 7 】

そして、受信期間では、スイッチ回路 1 2 0 は、リニアスキャン対象のチャンネル C H 1 ~ C H 8 を選択するスイッチ動作を行う。これにより、チャンネル C H 1 ~ C H 8 からの受信信号が、スイッチ回路 1 2 0 を介して受信回路 1 5 0 に出力される。

【 0 0 7 8 】

次の送信期間において、送受信制御部 1 6 0 の制御により、送信部 T X 1 ~ T X 6 4 のうちの T X 2 ~ T X 9 が、リニアスキャン対象のチャンネル C H 2 ~ C H 9 に対して送信信号を出力する。これにより、例えば図 6 (A) の超音波ビーム B M 2 が出射される。この際に、スイッチ回路 1 2 0 は、送信部 T X 2 ~ T X 9 からの送信信号が受信回路 1 5 0 に伝達されないように動作する。

10

【 0 0 7 9 】

そして、受信期間では、スイッチ回路 1 2 0 は、リニアスキャン対象のチャンネル C H 2 ~ C H 9 を選択するスイッチ動作を行う。これにより、チャンネル C H 2 ~ C H 9 からの受信信号が、スイッチ回路 1 2 0 を介して受信回路 1 5 0 に出力される。

【 0 0 8 0 】

以上のようなリニアスキャンによる送信、受信が順次行われ、最後の送信期間において、送信部 T X 5 7 ~ T X 6 4 が、チャンネル C H 5 7 ~ C H 6 4 に対して送信信号を出力する。これにより図 6 (A) の超音波ビーム B M j が出射される。そして、受信期間では、チャンネル C H 5 7 ~ C H 6 4 が選択されて、チャンネル C H 5 7 ~ C H 6 4 からの受信信号が受信回路 1 5 0 に出力される。これにより、1 回目のスキャン (リニアスキャン) が終了し、次に 2 回目のスキャンが行われる。

20

【 0 0 8 1 】

一方、セクタスキャンモードにおける送信期間では、送信部 T X 1 ~ T X 6 4 がチャンネル C H 1 ~ C H 6 4 に対して送信信号を出力する。これにより図 6 (B) の超音波ビーム B M 1 ~ B M j が送信される。そして受信期間では、スイッチ回路 1 2 0 は、チャンネル C H 1 ~ C H 6 4 からの受信信号を、受信回路 1 5 0 (入力ノード N I 1 ~ N I 6 4) に対してそのまま出力する。

【 0 0 8 2 】

この場合に、セクタスキャンモードでは、送信部 T X 1 ~ T X 6 4 の送信信号の送信開始タイミングの遅延制御を行うことで、図 6 (B) に示した方向に超音波ビーム B M 1 ~ B M j が送信されるようになる。例えば図 6 (B) の超音波ビーム B M 1 の送信は、紙面において左側の超音波トランスデューサ素子の送信開始タイミングを遅くし、右側の超音波トランスデューサ素子の送信開始タイミングを早くすることで実現される。一方、超音波ビーム B M j の送信は、紙面において左側の超音波トランスデューサ素子の送信開始タイミングを早くし、右側の超音波トランスデューサ素子の送信開始タイミングを遅くすることで実現される。

30

【 0 0 8 3 】

なお、図 6 (A) のリニアスキャンモードでは、選択されたチャンネル (例えばチャンネル C H 1 ~ C H 8) の幅に対応する出射幅 W S の超音波ビームが超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 から出射される。また図 6 (B) のセクタスキャンモードでは、ライン状のデバイス幅全体 (或いはセクタスキャンの対象チャンネルの幅) にわたる出射幅 W S の超音波ビームが超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 から出射される。そして図 6 (C) に示すように、送信信号の遅延制御や音響レンズ等により、スキャン方向での幅がフォーカス点 F P において集束するように超音波ビームの送信フォーカス制御が行われる。

40

【 0 0 8 4 】

以上の第 1 の構成例によれば、送信回路 1 1 2 は、マルチプレクサーのスイッチ素子 (アナログスイッチ) を介さずに、直接に送信信号を超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 に出力して超音波トランスデューサ素子を駆動できる。従って、スイッチ素子のオン抵抗を原因とする送信信号のロスを抑制することができ、所望の超音波音圧 (送信パワ

50

ー)を容易に得ることが可能になる。即ち、送信ロスが抑えられ、送信信号の電圧の低下を最小限に抑えることができるため、所望の超音波音圧を容易に得ることが可能になる。また、送信ロスが抑えられることから、超音波測定装置を実現する集積回路装置の製造プロセスとして、例えば15V程度というように、それほど耐圧が高くないCMOSの高耐圧プロセスを採用することが可能になる。例えば、15Vの高耐圧プロセスで送信回路を形成し、送信回路が例えば12V程度の電圧振幅の送信信号を出力したとしても、送信ロスが最小限に抑えられることにより、超音波トランスデューサー素子に対して例えば10V程度の印加電圧を印加して、所望の超音波音圧を得られるようになる。従って、例えば20V以上の高耐圧プロセスを使用する場合に比べて、集積回路装置のレイアウト面積を小さくすることが可能になる。また、回路のレイアウト面積が小さくなることで、1つの集積回路装置(IC)に集積させることができる送信チャンネル数を増やすことが可能になり、送信系回路の全体のコンパクト化を図れる。

10

【0085】

そして第1の構成例では、このように送信ロスの低減等を図りながら、スイッチ回路120のスイッチ動作(マルチプレクサーの動作)により、図6(A)、図6(B)に示すリニアスキャンモードやセクタスキャンモードについても実現することが可能になる。そして、このスイッチ回路120は、送信回路112の出力ノードと超音波トランスデューサーデバイス100との間ではなく、送信回路112の出力ノードと受信回路150との間に設けられる。従って、スイッチ回路120のスイッチ素子のオン抵抗が、送信経路に乗ることないため、送信ロスが生じるのを効果的に抑制できる。

20

【0086】

図5に本実施形態の超音波測定装置、超音波送信回路の詳細な第2の構成例を示す。この超音波測定装置は、送信回路112、インピーダンス設定回路114、マルチプレクサー116、送受信切替回路118を含む。また、超音波トランスデューサーデバイス100や、受信回路150や、送受信制御部160などを含むことができる。

【0087】

図5の第2の構成例では、送信回路112からの送信信号は、マルチプレクサー116を介して超音波トランスデューサーデバイス100に出力される。この場合に、送受信切替回路118は、送信回路112からの送信信号が受信回路150に信号伝達されないようにする回路動作を行う。なお、第2の構成例では、インピーダンス設定回路114は、超音波トランスデューサーデバイス100とマルチプレクサー116との間に設けられている。

30

【0088】

一方、受信期間においては、超音波トランスデューサーデバイス100からの受信信号は、マルチプレクサー116、送受信切替回路118を介して、受信回路150に入力される。

【0089】

マルチプレクサー116は、図6(A)のリニアスキャンモードにおいて、チャンネルCH1~CH64の中から、リニアスキャンの対象となるチャンネルを選択する動作を行う。

40

【0090】

例えば、まず、チャンネルCH1~CH8がリニアスキャンの対象として選択され、送信回路112の送信部TX1~TX8からの送信信号が、マルチプレクサー116を介して超音波トランスデューサーデバイス100のチャンネルCH1~CH8に出力される。そして、チャンネルCH1~CH8からの受信信号が、マルチプレクサー116、送受信切替回路118を介して、受信回路150に入力される。受信回路150は、受信信号の信号増幅、ゲイン調整、フィルター処理、A/D変換等の受信処理を行う。

【0091】

次に、チャンネルCH2~CH9がリニアスキャンの対象として選択され、送信回路112の送信部TX1~TX8からの送信信号がチャンネルCH2~CH9に出力される。

50

そして、チャンネルCH2～CH9からの受信信号が受信回路150に入力される。このようにして、リニアスキャンによるチャンネルの選択が順次行われ、最後はチャンネルCH57～CH64が選択される。

【0092】

前述したように第2の構成例では、マルチプレクサー116を構成するスイッチ素子のオン抵抗等が原因となって、超音波トランスデューサデバイス100の超音波トランスデューサ素子に印加される送信信号の電圧が低下してしまい、所望の超音波音圧を得られない場合がある。例えば後述する薄膜圧電方式の超音波トランスデューサ素子は、バルク方式に比べて、素子の容量成分が大きいいため、使用する周波数でのインピーダンスが小さい。従って、バルク方式用の送信回路を用いて薄膜圧電方式の超音波トランスデューサ素子を駆動すると、駆動ラインにのって来る抵抗成分の影響を受けやすくなる。このため、所望の超音波音圧を得るためには、その抵抗成分の影響を打ち消すために、駆動電圧を高くする必要がある。一方、送信回路を、CMOSの集積回路装置(IC)に内蔵させた場合には、CMOSの高耐圧プロセスの限界から、送信信号の電圧をそれほど高くできないという制約がある。例えば15V程度の耐圧のCMOSの高耐圧プロセスを用いて、送信信号の電圧を10～12Vとした場合に、マルチプレクサー116のオン抵抗が主な要因となって、超音波トランスデューサ素子の印加電圧は、例えば5～6V程度になってしまう。従って、超音波トランスデューサ素子の印加電圧が低くなりすぎて、所望の超音波音圧を得ることができない。この場合、より高い耐圧のCMOSの高耐圧プロセスを用いる手法も考えられるが、この手法によると、より高耐圧のトランジスタを用いることになるため、当該トランジスタにより構成される送信回路等のレイアウト面積が大きくなってしまう。この意味においては、図4の第1の構成例の方が図5の第2の構成例に比べて有利な構成になる。

【0093】

図7は、図4の第1の構成例における送信回路112、インピーダンス設定回路114の詳細な構成やその接続関係を示す図である。

【0094】

送信回路112は送信部TX1、TX2、TX3、TX4・・・を含む。送信部TX1、TX2、TX3、TX4は、超音波トランスデューサデバイス100のチャンネルCH1、CH2、CH3、CH4に対して送信信号を出力する。

【0095】

インピーダンス設定回路114は、抵抗素子RB1、RB2、RB3、RB4・・・と、スイッチ素子SWB1、SWB2、SWB3、SWB4・・・を含む。抵抗素子RB1、RB2、RB3、RB4は、バイアス電圧VBSの供給ノードと、チャンネルCH1、CH2、CH3、CH4のノードNH1、NH2、NH3、NH4との間に設けられる。スイッチ素子SWB1、SWB2、SWB3、SWB4は、抵抗素子RB1、RB2、RB3、RB4と並列に、バイアス電圧VBSの供給ノードとノードNH1、NH2、NH3、NH4との間に設けられる。

【0096】

TX1、TX2、TX3、TX4の各送信部は、各送信信号出力期間において、送信信号の送信パルスを出力する。送信フォーカス制御のための送信信号の遅延制御により、これらの送信信号出力期間は、互いに時間(位相)がずれた期間になる。スイッチ素子SWB1、SWB2、SWB3、SWB4は、低インピーダンス設定期間においてオンになり、これによりチャンネルCH1、CH2、CH3、CH4のノードNH1、NH2、NH3、NH4のインピーダンスが低インピーダンスに設定される。

【0097】

図8は、図5の第2の構成例における送信回路112、インピーダンス設定回路114、マルチプレクサー116の詳細な構成やその接続関係を示す図である。

【0098】

図8では、送信回路112とインピーダンス設定回路114との間にマルチプレクサー

116 が設けられる。マルチプレクサー 116 は、スイッチ素子 SM1、SM2、SM3、SM4・・・SM64 を含む。

【0099】

スイッチ素子 SM1、SM2・・・SM8 の一端は、送信部 TX1、TX2・・・TX8 の出力ノードに接続され、他端は、チャンネル CH1、CH2・・・CH8 のノード NH1、NH2・・・NH8 に接続される。スイッチ素子 SM9、SM10・・・SM16 の一端は、送信部 TX1、TX2・・・TX8 の出力ノードに接続され、他端は、チャンネル CH9、CH10・・・CH16 のノード NH9、NH10・・・NH16 に接続される。他のスイッチ素子 SM17～SM64 の接続関係も同様である。

【0100】

前述の図6(A)のリニアスキャンモードでは、まず、スイッチ素子 SM1、SM2・・・SM8 がオンになって、他のスイッチ素子がオフになる。そして送信部 TX1、TX2・・・TX8 からの送信信号が、スイッチ素子 SM1、SM2・・・SM8 を介して、チャンネル CH1、CH2・・・CH8 に出力される。

【0101】

次に、スイッチ素子 SM2、SM3・・・SM9 がオンになって、他のスイッチ素子がオフになる。そして、送信部 TX2、TX3・・・TX8 からの送信信号が、スイッチ素子 SM2、SM3・・・SM8 を介して、チャンネル CH2、CH3・・・CH8 に出力される。また送信部 TX1 からの送信信号が、スイッチ素子 SM9 を介して、チャンネル CH9 に出力される。

【0102】

次に、スイッチ素子 SM3、SM4・・・SM10 がオンになって、他のスイッチ素子がオフになる。そして、送信部 TX3、TX4・・・TX8 からの送信信号が、スイッチ素子 SM3、SM4・・・SM8 を介して、チャンネル CH3、CH4・・・CH8 に出力される。また送信部 TX1、TX2 からの送信信号が、スイッチ素子 SM9、SM10 を介して、チャンネル CH9、CH10 に出力される。

【0103】

以下、同様の動作が行われ、最後にスイッチ素子 SM57、SM58・・・SM64 がオンになり、送信部 TX1、TX2・・・TX8 からの送信信号が、スイッチ素子 SM57、SM58・・・SM64 を介して、チャンネル CH57、CH58・・・CH64 に出力される。これにより、1回目のリニアスキャンが完了し、次の2回目のリニアスキャンが行われる。

【0104】

インピーダンス設定回路 114 は、抵抗素子 RB1、RB2・・・RB64 と、スイッチ素子 SWB1、SWB2・・・SWB64 を含む。そして図7の第1の構成例と同様に、抵抗素子 RB1、RB2・・・RB64、スイッチ素子 SWB1、SWB2・・・SWB64 は、各々、バイアス電圧 VBS の供給ノードとチャンネル CH1、CH2・・・CH64 のノード NH1、NH2・・・NH64 との間に設けられる。そしてスイッチ素子 SWB1、SWB2・・・SWB64 は低インピーダンス設定期間においてオンになる。

【0105】

図9は本実施形態の第1の構成例や第2の構成例の動作を説明する信号波形例である。

【0106】

図9において、送信回路 112 の第1の送信部 TX1 は、超音波トランスデューサデバイス 100 の第1のチャンネル CH1 に対して、第1の送信信号出力期間 TQ1 において第1の送信信号 STX1 を出力する。第2の送信部 TX2 は、第2のチャンネル CH2 に対して、第2の送信信号出力期間 TQ2 において第2の送信信号 STX2 を出力する。第3の送信部 TX3 は、第3のチャンネル CH3 に対して、第3の送信信号出力期間 TQ3 において第3の送信信号 STX3 を出力する。

【0107】

なお、ここでは説明の簡素化のために、第1、第2、第3の送信部が送信部 TX1、T

10

20

30

40

50

X 2、T X 3であり、第 1、第 2、第 3 のチャンネルがチャンネル C H 1、C H 2、C H 3である場合を例にとり説明するが、本実施形態はこれに限定されるものではない。即ち、広義の意味では、第 1、第 2、第 3 の送信部は、第 i 、第 $i + 1$ 、第 $i + 2$ の送信部 T X i 、T X $i + 1$ 、T X $i + 2$ (i は自然数) であり、第 1、第 2、第 3 のチャンネルは、第 j 、第 $j + 1$ 、第 $j + 2$ のチャンネル C H j 、C H $j + 1$ 、C H $j + 2$ (j は自然数) である。

【0108】

図 9 に示すように、インピーダンス設定回路 114 は、第 1 の送信信号出力期間 T Q 1 の前及び後ろ（前及び後ろの少なくとも一方）に設定された第 1 の低インピーダンス設定期間 T F 1、T B 1 において、第 1 のチャンネル C H 1 のノード N H 1 を、第 1 の非駆動期間 T N 1 におけるインピーダンスよりも低いインピーダンスに設定する。第 1 の非駆動期間 T N 1 は、送信期間のうち、第 1 の送信信号 S T X 1 の送信パルスが出力されない非駆動期間であって、期間 T F 1、T B 1 の前又は後ろの期間（時間的に前又は後ろの期間）である。

10

【0109】

また、インピーダンス設定回路 114 は、第 2 の送信信号出力期間 T Q 2 の前及び後ろに設定された第 2 の低インピーダンス設定期間 T F 2、T B 2 において、第 2 のチャンネル C H 2 のノード N H 2 を、第 2 の非駆動期間 T N 2 におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定する。第 2 の非駆動期間 T N 2 は、送信期間のうち、第 2 の送信信号 S T X 2 の送信パルスが出力されない非駆動期間であって、期間 T F 2、T B 2 の前又は後ろの期間である。

20

【0110】

また、インピーダンス設定回路 114 は、第 3 の送信信号出力期間 T Q 3 の前及び後ろに設定された第 3 の低インピーダンス設定期間 T F 3、T B 3 において、第 3 のチャンネル C H 3 のノード N H 3 を、第 3 の非駆動期間 T N 3 におけるインピーダンスよりも、低いインピーダンスに設定する。第 3 の非駆動期間 T N 3 は、送信期間のうち、第 3 の送信信号 S T X 3 の送信パルスが出力されない非駆動期間であって、期間 T F 3、T B 3 の前又は後ろの期間である。

【0111】

図 9 に示すように、送信部 T X 1 ~ T X 3 がチャンネル C H 1 ~ C H 3 に出力する送信信号 S T X 1 ~ S T X 3 は、送信フォーカス制御等により、時間的に位相がずれた信号になっている。このため、例えばチャンネル C H 1 の送信信号 S T X 1 の A 1 に示す送信パルスのエッジの電位変化が、隣接するチャンネル C H 2（隣接する素子列）の送信信号 S T X 2 にグリッジとして乗るというクロストークが発生する。また、チャンネル C H 2 の送信信号 S T X 2 の A 2 に示す送信パルスのエッジの電位変化が、隣接するチャンネル C H 1 の送信信号 S T X 1 にグリッジとして乗るというクロストークが発生する。特に、超音波トランスデューサデバイス 100 が、高集積の薄膜圧電素子タイプの素子で構成される場合には、隣接する素子列間の距離や送信信号の信号線間の距離が短くなり、素子列間や信号線間の寄生容量により、このようなクロストークが発生し易くなる。

30

【0112】

この点、本実施形態では、インピーダンス設定回路 114 が、送信信号出力期間の前後の期間において、チャンネルのノードを低インピーダンスに設定している。これにより、上記のような隣接するチャンネルの電位変化を要因とするクロストークの発生を効果的に抑制できる。

40

【0113】

具体的にはインピーダンス設定回路 114 は、図 9 の B 1 に示すように、第 2 の送信信号出力期間 T Q 2 の前の期間のうち、少なくとも、第 1 の送信信号出力期間 T Q 1 と時間がオーバーラップする期間に対して、第 2 の低インピーダンス設定期間 T F 2 を設定している。即ち、期間 T F 2 は、第 1 の送信信号出力期間 T Q 1 と時間がオーバーラップする期間を含む期間になっている。このような期間 T F 2 においてチャンネル C H 2 を低イン

50

ピーダンスに設定すれば、隣接するチャンネルＣＨ１においてＡ１に示すような送信パルス等による急激な電位変化があった場合にも、この電位変化がグリッジ等としてチャンネルＣＨ２に乘るのを抑制できる。従って、クロストークによる悪影響を低減できる。

【０１１４】

またインピーダンス設定回路１１４は、図９のＢ２に示すように、第１の送信信号出力期間ＴＱ１の後ろの期間のうち、少なくとも、第２の送信信号出力期間ＴＱ２と時間がオーバーラップする期間に対して、第１の低インピーダンス設定期間ＴＢ１を設定している。即ち、期間ＴＢ１は、第２の送信信号出力期間ＴＱ２と時間がオーバーラップする期間を含む期間になっている。このような期間ＴＢ１においてチャンネルＣＨ１を低インピーダンスに設定すれば、隣接するチャンネルＣＨ２においてＡ２に示すような送信パルス等による急激な電位変化があった場合にも、この電位変化がグリッジ等としてチャンネルＣ

10

【０１１５】

またインピーダンス設定回路１１４は、図９のＢ３に示すように、第３の送信信号出力期間ＴＱ３の前の期間のうち、第２の送信信号出力期間ＴＱ２と時間がオーバーラップする期間に対して、第３の低インピーダンス設定期間ＴＦ３を設定している。このような期間ＴＦ３においてチャンネルＣＨ３を低インピーダンスに設定すれば、隣接するチャンネルＣＨ２においてＡ３に示すような送信パルス等による急激な電位変化があった場合にも、この電位変化がグリッジ等としてチャンネルＣＨ３に乘るのを抑制できる。

【０１１６】

20

またインピーダンス設定回路１１４は、図９のＢ４に示すように、第２の送信信号出力期間ＴＱ２の後ろの期間のうち、第３の送信信号出力期間ＴＱ３と時間がオーバーラップする期間に対して、第２の低インピーダンス設定期間ＴＢ２を設定している。このような期間ＴＢ２においてチャンネルＣＨ２を低インピーダンスに設定すれば、隣接するチャンネルＣＨ３においてＡ４に示すような送信パルス等による急激な電位変化があった場合にも、この電位変化がグリッジ等としてチャンネルＣＨ２に乘るのを抑制できる。

【０１１７】

以上のように本実施形態では、送信信号出力期間の前後に、隣接するチャンネルの送信信号出力期間との時間的なオーバーラップを考慮した低インピーダンス設定期間を設定している。これにより、隣接するチャンネルの電位変化を原因とするクロストークの発生を効果的に抑制できる。従って、クロストークを原因としてフォーカス点のずれや送信ビーム形状の崩れが生じて生成画像の解像度等の品質が劣化するという問題を解消できる。そして、放射ビーブプロファイルを最適化でき、方位方向や深さ方向での分解能が高い画像を取得できるようになる。

30

【０１１８】

なお、低インピーダンス設定期間の長さは、固定であってもよいが、可変にしてもよい。例えば送信フォーカス制御等による送信信号の遅延時間の変化と連動して、低インピーダンス設定期間の長さを可変に制御してもよい。具体的には、隣接するチャンネル間の送信信号の遅延時間が長い場合には、低インピーダンス設定期間も長くし、遅延時間が短い場合には、低インピーダンス設定期間も短くする。低インピーダンス設定期間の長さの調整は、例えば図２（Ａ）等において、スイッチ素子ＳＷＢのオン期間を調整することで実現できる。このオン期間の調整は送受信制御部１６０のスイッチ制御により実現できる。

40

【０１１９】

３．超音波トランスデューサー素子

図１０（Ａ）～図１０（Ｃ）に、超音波トランスデューサーデバイス１００の超音波トランスデューサー素子１０の構成例を示す。この超音波トランスデューサー素子１０は、振動膜（メンブレン、支持部材）５０と圧電素子部とを有する。圧電素子部は、第１電極層（下部電極）２１、圧電体層（圧電体膜）３０、第２電極層（上部電極）２２を有する。

【０１２０】

50

図 10 (A) は、基板 (シリコン基板) 60 に形成された超音波トランスデューサー素子 10 の、素子形成面側の基板 60 に垂直な方向から見た平面図である。図 10 (B) は、図 10 (A) の A - A' に沿った断面を示す断面図である。図 10 (C) は、図 10 (A) の B - B' に沿った断面を示す断面図である。

【0121】

第 1 電極層 21 は、振動膜 50 の上層に例えば金属薄膜で形成される。この第 1 電極層 21 は、図 10 (A) に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波トランスデューサー素子 10 に接続される配線であってもよい。

【0122】

圧電体層 30 は、例えば PZT (ジルコン酸チタン酸鉛) 薄膜により形成され、第 1 電極層 21 の少なくとも一部を覆うように設けられる。なお、圧電体層 30 の材料は、PZT に限定されるものではなく、例えばチタン酸鉛 ($PbTiO_3$)、ジルコン酸鉛 ($PbZrO_3$)、チタン酸鉛ランタン ($(Pb, La)TiO_3$) などを用いてもよい。

【0123】

第 2 電極層 22 は、例えば金属薄膜で形成され、圧電体層 30 の少なくとも一部を覆うように設けられる。この第 2 電極層 22 は、図 10 (A) に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波トランスデューサー素子 10 に接続される配線であってもよい。

【0124】

振動膜 (メンブレン) 50 は、例えば SiO_2 薄膜と ZrO_2 薄膜との 2 層構造により開口 40 を塞ぐように設けられる。この振動膜 50 は、圧電体層 30 及び第 1、第 2 電極層 21、22 を支持すると共に、圧電体層 30 の伸縮に従って振動し、超音波を発生させることができる。

【0125】

開口 (空洞領域) 40 は、基板 60 にアレイ状に配置される。開口 40 は、基板 60 (シリコン基板) の裏面 (素子が形成されない面) 側から反応性イオンエッチング (RIE) 等によりエッチングすることで形成される。この開口 40 の形成によって振動可能になった振動膜 50 のサイズによって超音波の共振周波数が決定され、その超音波は圧電体層 30 側 (図 10 (A) において紙面奥から手前方向) に放射される。

【0126】

超音波トランスデューサー素子 10 の下部電極 (第 1 電極) は、第 1 電極層 21 により形成され、上部電極 (第 2 電極) は、第 2 電極層 22 により形成される。具体的には、第 1 電極層 21 のうちの圧電体層 30 に覆われた部分が下部電極を形成し、第 2 電極層 22 のうちの圧電体層 30 を覆う部分が上部電極を形成する。即ち、圧電体層 30 は、下部電極と上部電極に挟まれて設けられる。

【0127】

圧電体層 30 は、下部電極と上部電極との間、即ち第 1 電極層 21 と第 2 電極層 22 との間に電圧が印加されることで、面内方向に伸縮する。超音波トランスデューサー素子 10 は、薄手の圧電素子 (圧電体層 30) と金属板 (振動膜 50) を貼り合わせたモノモルフ (ユニモルフ) 構造を用いており、圧電体層 30 が面内で伸び縮みすると貼り合わせた振動膜 50 の寸法はそのままであるため反りが生じる。圧電体層 30 に交流電圧を印加することで、振動膜 50 が膜厚方向に対して振動し、この振動膜 50 の振動により超音波が放射される。

【0128】

この圧電体層 30 に印加される電圧は、例えば 10 ~ 30 V であり、周波数は例えば 1 ~ 10 MHz である。即ち、バルクの圧電素子を用いる場合に比べて低電圧で駆動することができ、駆動 IC を低耐圧の半導体プロセスで製造することが可能となる。これにより、超音波測定装置のコンパクト化や多チャンネル化を図ることが可能となる。

【0129】

また超音波トランスデューサー素子 10 は、出射された超音波が対象物で反射されて戻

10

20

30

40

50

ってくる超音波エコーを受信する受信素子としても動作する。超音波エコーにより振動膜 50 が振動し、この振動によって圧電体層 30 に応力が加わり、下部電極と上部電極との間に電圧が発生する。この電圧を受信信号として取り出すことができる。

【0130】

4. 超音波トランスデューサーデバイス

図 11 に、超音波トランスデューサーデバイス 100 (素子チップ) の構成例を示す。本構成例の超音波トランスデューサーデバイス 100 は、複数の超音波トランスデューサー素子群 UG1 ~ UG64、駆動電極線 DL1 ~ DL64 (広義には第 1 ~ 第 n の駆動電極線。n は 2 以上の整数)、コモン電極線 CL1 ~ CL8 (広義には第 1 ~ 第 m のコモン電極線。m は 2 以上の整数) を含む。なお、駆動電極線の本数 (n) やコモン電極線の本数 (m) は、図 11 に示す本数には限定されない。

10

【0131】

複数の超音波トランスデューサー素子群 UG1 ~ UG64 は、第 2 の方向 D2 (スキャン方向) に沿って 64 列に配置される。UG1 ~ UG64 の各超音波トランスデューサー素子群は、第 1 の方向 D1 (スライス方向) に沿って配置される複数の超音波トランスデューサー素子を有する。

【0132】

図 12 (A) に、超音波トランスデューサー素子群 UG (UG1 ~ UG64) の例を示す。図 12 (A) では、超音波トランスデューサー素子群 UG は第 1 ~ 第 4 の素子列により構成される。第 1 の素子列は、第 1 の方向 D1 に沿って配置される超音波トランスデューサー素子 UE11 ~ UE18 により構成され、第 2 の素子列は、第 1 の方向 D1 に沿って配置される超音波トランスデューサー素子 UE21 ~ UE28 により構成される。第 3 の素子列 (UE31 ~ UE38)、第 4 の素子列 (UE41 ~ UE48) も同様である。これらの第 1 ~ 第 4 の素子列には、駆動電極線 DL (DL1 ~ DL64) が共通接続される。また、第 1 ~ 第 4 の素子列の超音波トランスデューサー素子にはコモン電極線 CL1 ~ CL8 が接続される。

20

【0133】

そして図 12 (A) の超音波トランスデューサー素子群 UG が、超音波トランスデューサーデバイス 100 の 1 チャンネルを構成する。即ち、駆動電極線 DL が 1 チャンネルの駆動電極線に相当し、送信回路からの 1 チャンネルの送信信号は駆動電極線 DL に入力される。また駆動電極線 DL からの 1 チャンネルの受信信号は駆動電極線 DL から出力される。なお、1 チャンネルを構成する素子列数は図 12 (A) のような 4 列には限定されず、4 列よりも少なくてもよいし、4 列よりも多くてもよい。例えば図 12 (B) に示すように、素子列数は 1 列であってもよい。

30

【0134】

図 11 に示すように、駆動電極線 DL1 ~ DL64 (第 1 ~ 第 n の駆動電極線) は、第 1 の方向 D1 に沿って配線される。駆動電極線 DL1 ~ DL64 のうちの第 j (j は 1 ≤ j ≤ n である整数) の駆動電極線 DLj (第 j のチャンネル) は、第 j の超音波トランスデューサー素子群 UGj の超音波トランスデューサー素子が有する第 1 の電極 (例えば下部電極) に接続される。

40

【0135】

超音波を出射する送信期間には、送信信号 VT1 ~ VT64 が駆動電極線 DL1 ~ DL64 を介して超音波トランスデューサー素子に供給される。また、超音波エコー信号を受信する受信期間には、超音波トランスデューサー素子からの受信信号 VR1 ~ VR64 が駆動電極線 DL1 ~ DL64 を介して出力される。

【0136】

コモン電極線 CL1 ~ CL8 (第 1 ~ 第 m のコモン電極線) は、第 2 の方向 D2 に沿って配線される。超音波トランスデューサー素子が有する第 2 の電極は、コモン電極線 CL1 ~ CL8 のうちのいずれかに接続される。具体的には、例えば図 11 に示すように、コモン電極線 CL1 ~ CL8 のうちの第 i (i は 1 ≤ i ≤ m である整数) のコモン電極線 C

50

L i は、第 i 行に配置される超音波トランスデューサー素子が有する第 2 の電極（例えば上部電極）に接続される。

【0137】

コモン電極線 C L 1 ~ C L 8 には、コモン電圧 V C O M が供給される。このコモン電圧 V C O M は一定の直流電圧であればよく、0 V、即ちグランド電位（接地電位）でなくてもよい。

【0138】

そして送信期間では、送信信号電圧とコモン電圧との差の電圧が超音波トランスデューサー素子に印加され、所定の周波数の超音波が放射される。

【0139】

なお、超音波トランスデューサー素子の配置は、図 1 1 に示すマトリックス配置に限定されず、いわゆる千鳥配置等であってもよい。

【0140】

また図 1 0 (A) ~ 図 1 2 (B) では、1 つの超音波トランスデューサー素子が送信素子及び受信素子の両方に兼用される場合について示したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば送信素子用の超音波トランスデューサー素子、受信素子用の超音波トランスデューサー素子を別々に設けて、アレイ状に配置してもよい。

【0141】

5. 超音波測定装置

図 1 3 は、本実施形態の超音波測定装置（超音波診断装置）の全体的な構成を示すブロック図である。図 1 3 の超音波測定装置は、超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 と集積回路装置 1 1 0 を含む。また処理装置 1 4 0 を含むことができる。例えば超音波測定装置が超音波診断装置として用いられる場合には、超音波診断装置は表示部 1 9 0 を含むことができる。なお、本実施形態の超音波測定装置は図 1 3 の構成には限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0142】

集積回路装置 1 1 0 は、前述した送信回路 1 1 2 (T X 1 ~ T X 6 4)、スイッチ回路 1 2 0 を含む。集積回路装置 1 1 0 は、例えば C M O S のプロセスで形成される半導体 I C (半導体チップ) である。

【0143】

処理装置 1 4 0 は、超音波測定装置の各種の制御処理や、超音波の送受信制御などを行う。この処理装置 1 4 0 は、受信回路 1 5 0、送受信制御部 1 6 0、画像処理部 1 7 0、表示制御部 1 8 0 を含む。なお、送受信制御部 1 6 0 の一部の機能を有する制御回路を、集積回路装置 1 1 0 に設けてもよい。

【0144】

受信回路 1 5 0 は、受信処理を行うものであり、複数の受信部を有する。各受信部は各チャンネルごとに設けられたアナログフロントエンド回路 (A F E) である。送受信制御部 1 6 0 は超音波の送受信のための各種の制御を行う。例えば送信ビームフォーマーの制御処理や受信ビームフォーマーの制御処理などを行う。画像処理部 1 7 0 は、超音波の受信信号 (A モード波形データ) に基づいて、B モード画像などの画像を生成したり、生成された画像に対する各種の画像処理を行う。表示制御部 1 8 0 は、超音波の受信信号により生成された画像等を表示部 1 9 0 に表示するための制御を行う。

【0145】

本実施形態の超音波プローブは超音波測定装置を含む。この場合に超音波プローブは、超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 と集積回路装置 1 1 0 だけを含んでもよいし、これに加えて処理装置 1 4 0 や表示部 1 9 0 を含んでもよい。

【0146】

図 1 4 (A) ~ 図 1 4 (D) は、超音波測定装置の具体的な実装形態の例を説明する図である。図 1 4 (A) では、超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 に対して、フレキ

10

20

30

40

50

シブル基板 210、212 が接続されている。フレキシブル基板 210 には、本実施形態の集積回路装置 110 が実装されている。超音波トランスデューサデバイス 100 は、その長辺に沿って配置される複数の端子（チャンネル端子）を有し、集積回路装置 110 も、その長辺に沿って配置される複数の端子（チャンネル端子）を有する。そして超音波トランスデューサデバイス 100 の複数の端子と、集積回路装置 110 の複数の端子は、フレキシブル基板 210 上に形成された複数の信号線により接続される。これらの複数の信号線は第 1 の方向 DR1 に沿って配線される。集積回路装置 110 は、第 1 の方向 DR1 に直交（交差）する第 2 の方向 DR2 に、その長辺方向が沿うようにフレキシブル基板 210 に実装される。

【0147】

なお集積回路装置 110 の複数の端子は例えばバンプ端子である。また集積回路装置 110 のフレキシブル基板 210 への実装は、例えば異方性導電フィルム（ACF）等を用いたフリップチップ実装（ベアチップ実装）により実現できる。また図 14（A）では、集積回路装置 110 が、フレキシブル基板 210 にだけ実装されているが、フレキシブル基板 210、212 の両方に集積回路装置を実装してもよい。例えばフレキシブル基板 210 に第 1 の集積回路装置を実装し、フレキシブル基板 212 に第 2 の集積回路装置を実装する。

【0148】

この場合には、超音波トランスデューサデバイス 100 には、フレキシブル基板 210 に実装された第 1 の集積回路装置の端子群に信号線を介して電氣的に接続される第 1 の端子群が設けられる。また、フレキシブル基板 212 に実装された第 2 の集積回路装置の端子群に信号線を介して接続される第 2 の端子群が設けられる。そして第 1 の集積回路装置からの送信信号は、超音波トランスデューサデバイス 100 の第 1 の端子群に入力され、受信信号は第 1 の端子群から第 1 の集積回路装置に出力される。また第 2 の集積回路装置からの送信信号は、超音波トランスデューサデバイス 100 の第 2 の端子群に入力され、受信信号は第 2 の端子群から第 2 の集積回路装置に出力される。

【0149】

図 14（B）は、本実施形態の超音波プローブ 200 の構成例を示す断面図である。図 14（B）では、図 14（A）のように超音波トランスデューサデバイス 100 に対してフレキシブル基板 210、212 が接続され、フレキシブル基板 210 には集積回路装置 110 が実装されている。超音波トランスデューサデバイス 100 の表面側には、音響整合層（音響レンズ）102 が設けられる。超音波トランスデューサデバイス 100 の裏面側には、バックプレート 104 が設けられる。超音波トランスデューサデバイス 100（及びバックプレート）は、回路基板 220、222 に取り付けられた支持部材 106 により支持される。

【0150】

回路基板 220、222 は例えばリジッド基板（プリント基板）である。回路基板 220 と回路基板 222 とは、コネクタ 224 を介して信号線が接続される。そしてフレキシブル基板 210 は、超音波トランスデューサデバイス 100 と回路基板 220 に接続される。またフレキシブル基板 212 は、超音波トランスデューサデバイス 100 と回路基板 222 に接続される。

【0151】

回路基板 220、222 には、例えば図 13 の処理装置 140 の一部又は全部を実現する IC（集積回路装置）等が実装される。例えば回路基板 220 には、少なくとも受信回路 150 を実現する IC 等が実装される。また回路基板 220、222 には、送受信制御部 160、画像処理部 170、表示制御部 180 を実現する IC 等が実装される。

【0152】

このように図 14（A）、図 14（B）では、送信回路 112 やスイッチ回路 120 を有する集積回路装置 110 が、フレキシブル基板 210 に実装されるため、送信信号の送信口ス等を最小限に抑えることが可能になる。一方、アナログ回路により構成される受信

10

20

30

40

50

回路 150 については、リジッド基板である回路基板 220 に実装することで、アナログ回路の性能維持や安定したアナログ回路の動作を実現できるようになる。

【0153】

図 14 (C) では、フレキシブル基板 210、212 に対して集積回路装置 110 は実装されておらず、図 14 (D) に示すように集積回路装置 110 は回路基板 220 に実装されている。そして超音波プローブ 200 (回路基板 220、222) は、ケーブル 240 (同軸ケーブル) を介して、超音波測定装置 (超音波診断装置) の本体装置 250 に接続される。即ち、図 14 (B) は、プローブ・本体一体型の例であり、図 14 (D) は、プローブ・本体別体型の例である。図 14 (B) の一体型では、コンパクトな機器構成が可能になるという利点がある。図 14 (D) の別体型では、負荷の重い処理であっても、本体装置 250 で処理できるという利点がある。なお図 14 (B)、図 14 (D) において、回路基板 220、222 の 2 枚構成としているが、回路基板を 1 枚で構成してもよいし、3 枚以上で構成してもよい。

10

【0154】

図 15 は、集積回路装置 110 の IC のレイアウト配置例を示す図である。図 15 に示すように集積回路装置 110 の送信回路は、第 1 ~ 第 K の送信部 TX1 ~ TXK を含む。第 1 ~ 第 K の送信部 TX1 ~ TXK は、超音波トランスデューサデバイス 100 の第 1 ~ 第 N (N は 2 以上の整数。K は $K \leq N$ となる整数) のチャンネル CH1 ~ CHN に対して、第 1 ~ 第 K の送信信号出力期間において第 1 ~ 第 K の送信信号を出力する。例えば図 4、図 7 の第 1 の構成例の場合には、 $K = N$ となる。即ち送信部の個数とチャンネル数は等しくなる。一方、図 5、図 8 の第 2 の構成例の場合には、 $K < N$ となる。即ち、第 2 の構成例ではマルチプレクサー 116 が設けられるため、送信部の個数はチャンネル数よりも少なくなる。

20

【0155】

そして図 15 に示すように第 1 ~ 第 K の送信部 TX1 ~ TXK は、集積回路装置 110 の長辺方向 (第 2 の方向 DR2) に沿って配置される。即ち、集積回路装置 110 の半導体チップの回路レイアウトにおいて、送信部 TX1 ~ TXK の回路ブロックが、チップの長辺方向 (長手方向) に沿ってレイアウト配置される。例えば、送信部 TX1 ~ TXK のうちの隣接する送信部同士は、その間に他の回路ブロックを介さずにレイアウト配置される。

30

【0156】

このようにすれば、集積回路装置 110 の送信部 TX1 ~ TXK からの信号線を、超音波トランスデューサデバイス 100 のチャンネル CH1 ~ CHN の端子に対して、効率的なレイアウト配線で接続できるようになる。例えば図 14 (A) では、集積回路装置 110 の長辺方向が、超音波トランスデューサデバイス 100 の長辺方向と沿うように、集積回路装置 110 がフレキシブル基板 210 に実装されている。このような場合に、集積回路装置 110 での送信部 TX1 ~ TXK の配置を図 15 のようなレイアウト配置にすれば、フレキシブル基板 210 上での信号線のショートパスでの接続等が可能になり、効率的なレイアウト配線を実現できる。

【0157】

また図 15 のようなレイアウト配置は、送信部 TX1 ~ TXK が集積回路装置 110 において隣接して配置されるため、信号線間の距離が短くなり、前述したようなクロストークが発生し易い配置になる。この点、本実施形態では、前述したような低インピーダンス設定期間を設定することで、図 15 のようなレイアウト配置においてもクロストークの発生を効果的に抑制できる。

40

【0158】

なお、以上のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語 (第 1 ~

50

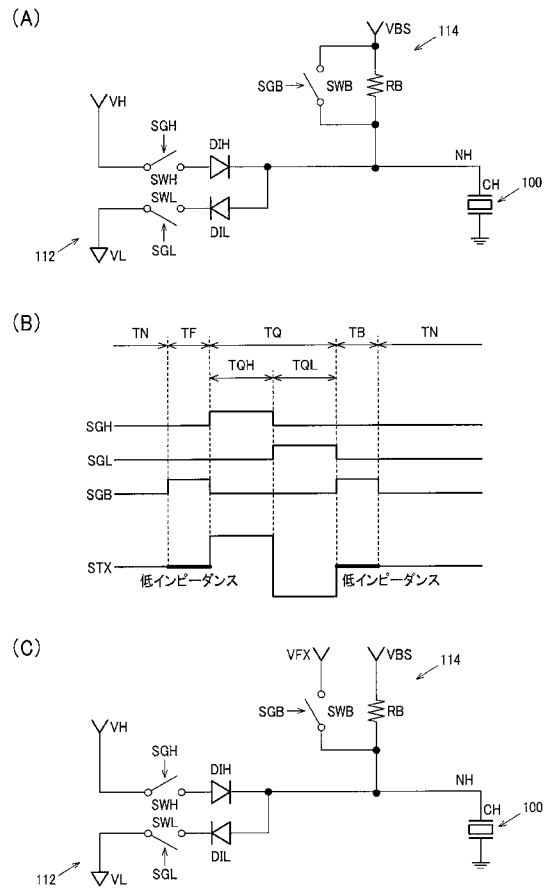
第 K の送信回路、第 1 ～ 第 N のチャンネル等) と共に記載された用語 (送信部 TX 1 ～ TX 6 4、チャンネル CH 1 ～ CH 6 4 等) は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また超音波送信回路、集積回路装置、超音波測定装置、超音波プローブ、超音波トランスデューサーデバイス、超音波トランスデューサー素子等の構成、動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

【符号の説明】

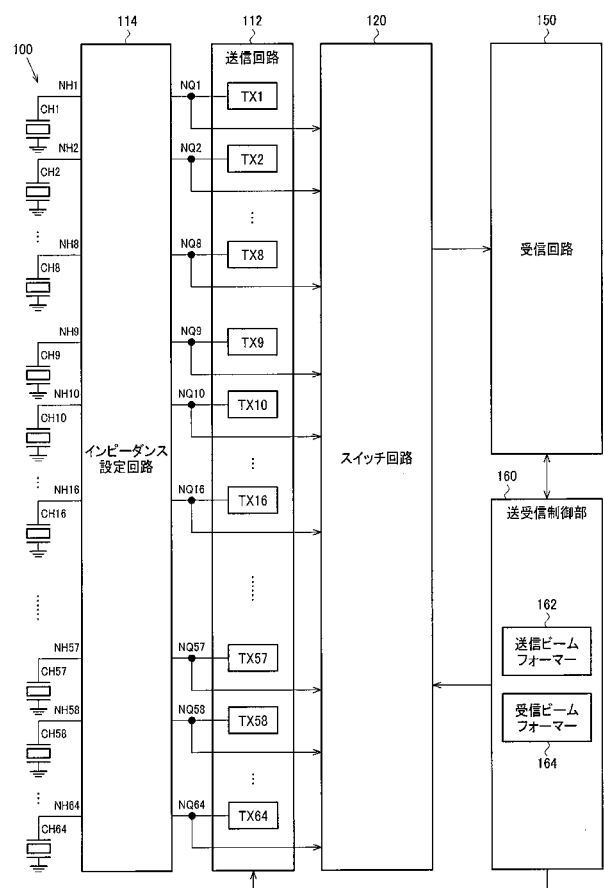
【0159】

CH、CH 1 ～ CH 6 4 チャンネル、NH、NH 1 ～ NH 6 4 ノード、
TX 1 ～ TX 6 4 送信部、NQ 1 ～ NQ 6 4 出力ノード、
TQ、TQ 1 ～ TQ 3 送信信号出力期間、TN、TN 1 ～ TN 3 非駆動期間、
TF、TF 1 ～ TF 3、TB、TB 1 ～ TB 3 低インピーダンス設定期間、
SWH、SWL、SWB、SWB 1 ～ SWB 6 4 SM 1 ～ SM 6 4 スイッチ素子、
RB、RB 1 ～ RB 6 4 抵抗素子、DIH、DIL ダイオード、
DL 1 ～ DL 6 4 駆動電極線、CL 1 ～ CL 8 コモン電極線、VBS バイアス電圧、
VT 1 ～ VT 6 4 送信信号、VR 1 ～ VR 6 4 受信信号、VCOM コモン電圧、
10 超音波トランスデューサー素子、21 第 1 電極層、22 第 2 電極層、
30 圧電体層、40 開口、45 開口部、50 振動膜、60 基板、
100 超音波トランスデューサーデバイス、102 音響整合層、
104 バックプレート、106 支持部材、110 集積回路装置、
112 送信回路、114 インピーダンス設定回路、116 マルチプレクサー、
118 送受信切替回路、120 スイッチ回路、140 処理装置、150 受信回路、
160 送受信制御部、162 送信ビームフォーマー、164 受信ビームフォーマー、
170 画像処理部、180 表示制御部、190 表示部、200 超音波プローブ、
210、212 フレキシブル基板、220、222 回路基板、
240 ケーブル、250 本体装置

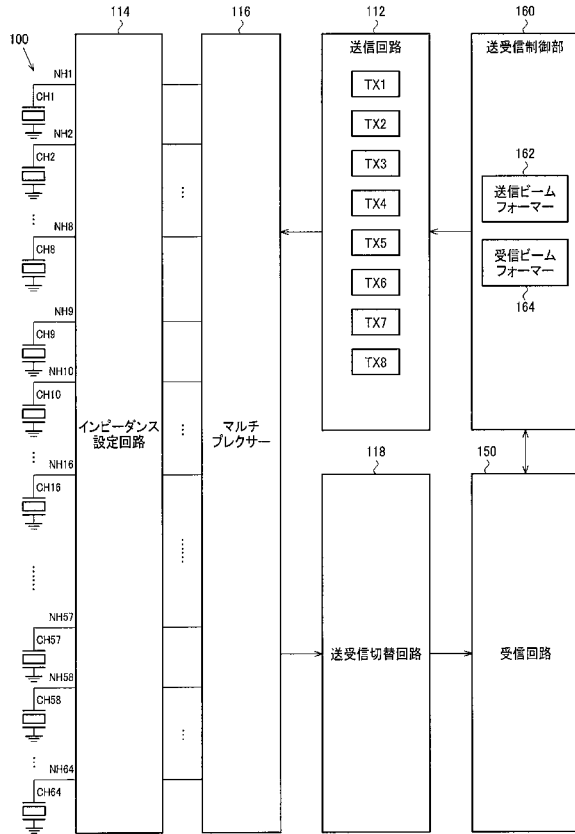
【圖 2】



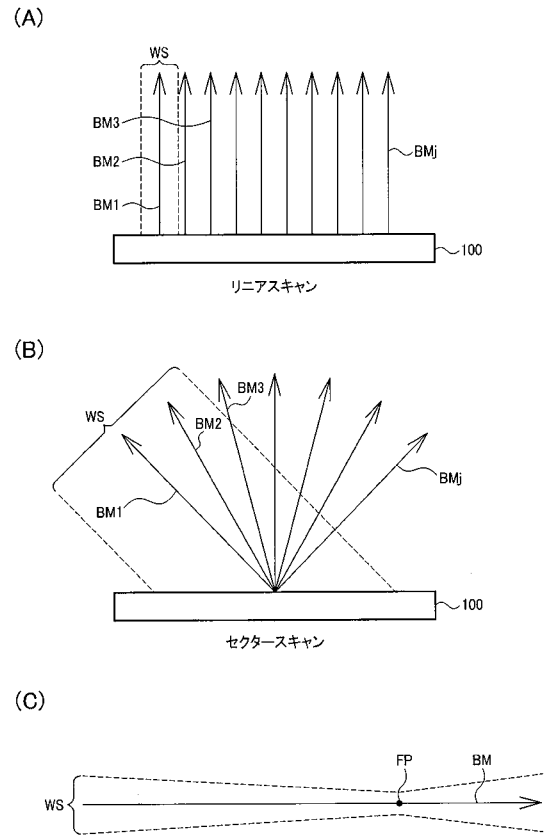
【 図 4 】



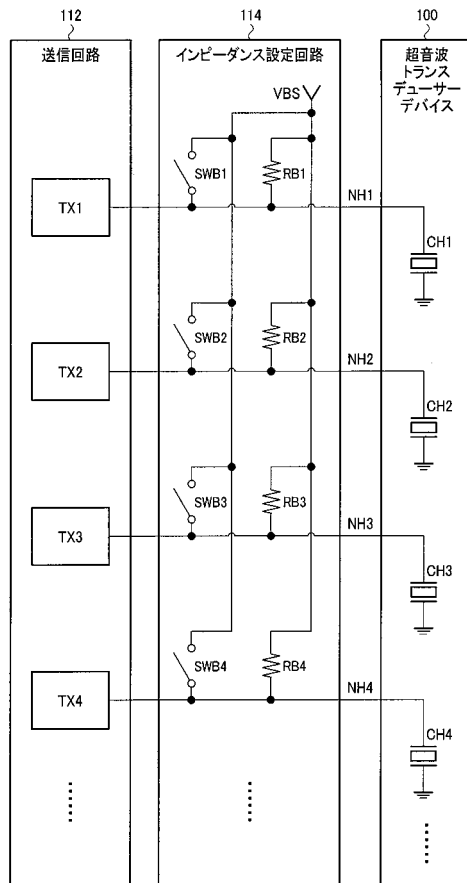
【図 5】



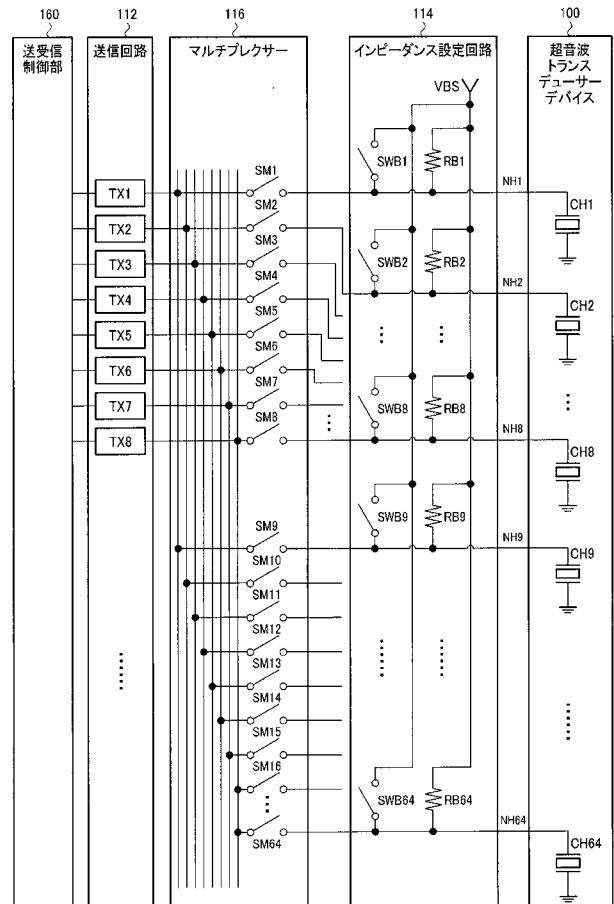
【図 6】



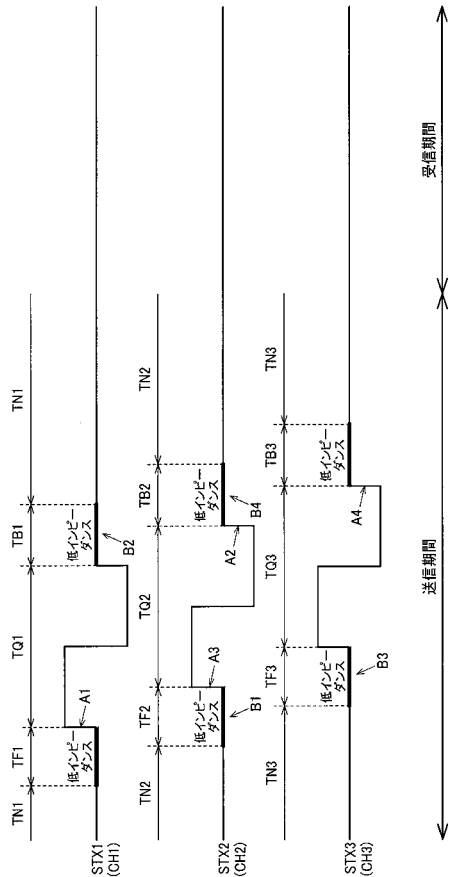
【図 7】



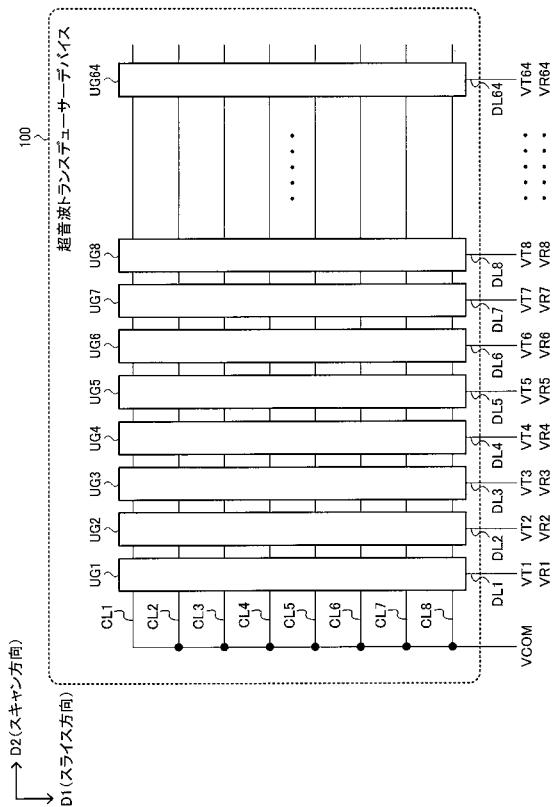
【図 8】



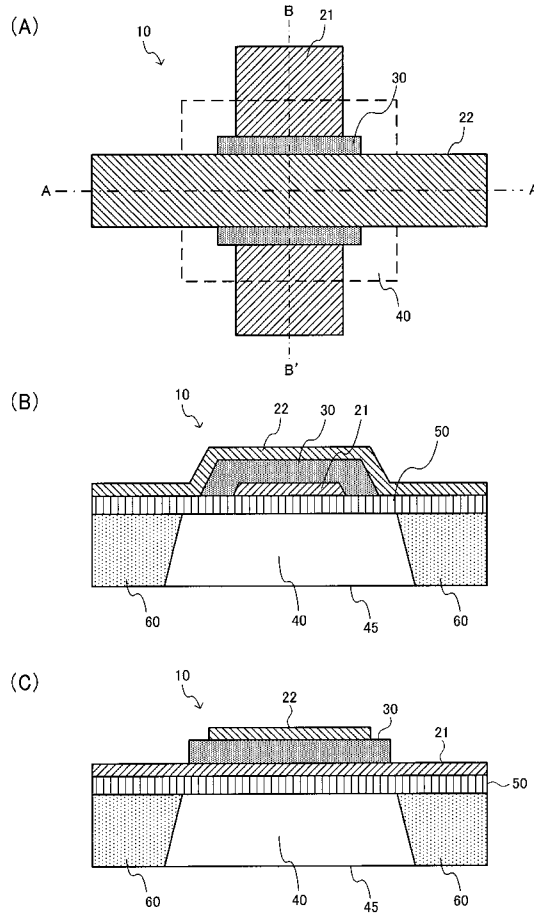
【図 9】



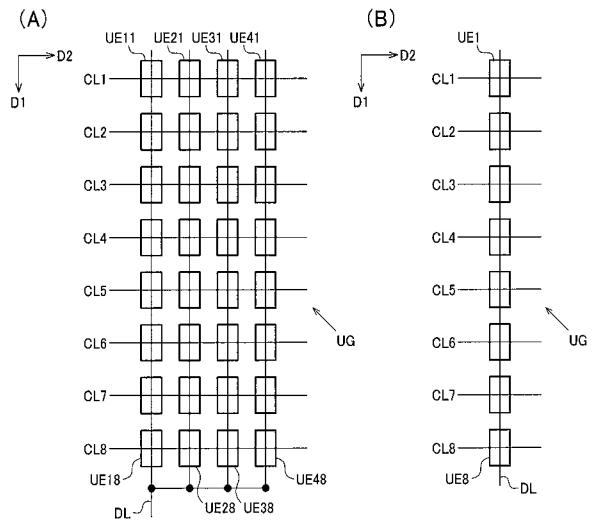
【図 1 1】



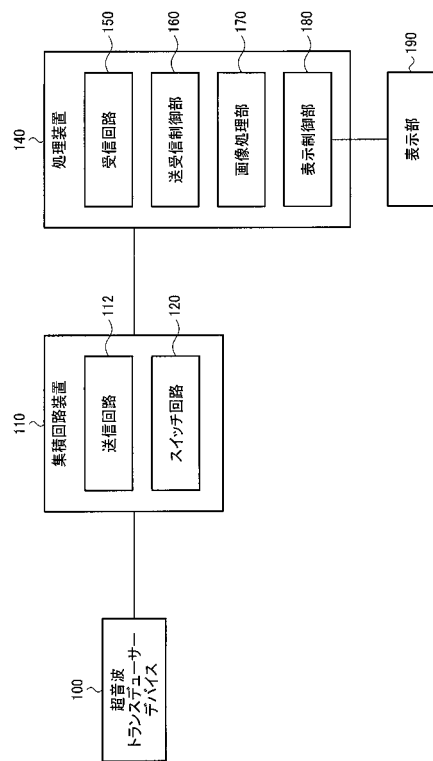
【図 1 0】



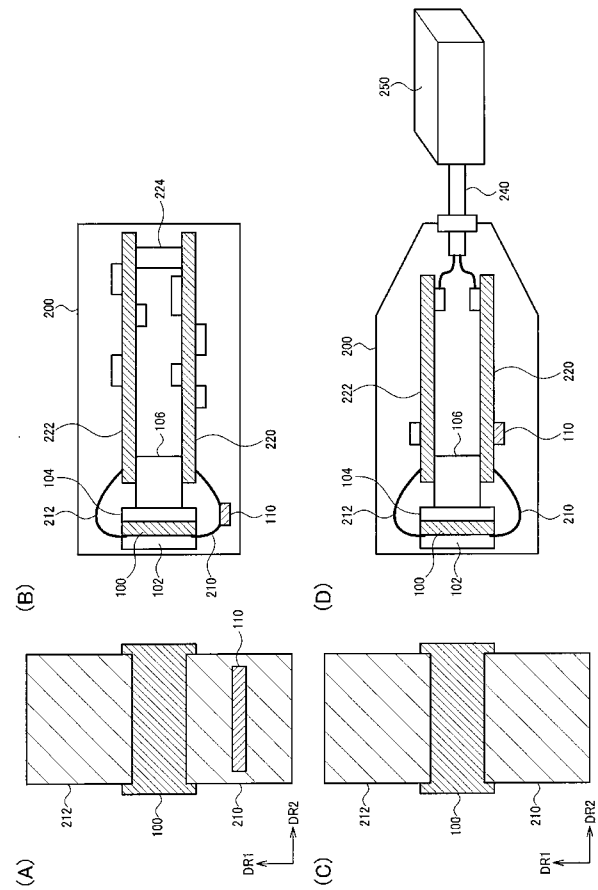
【図 1 2】



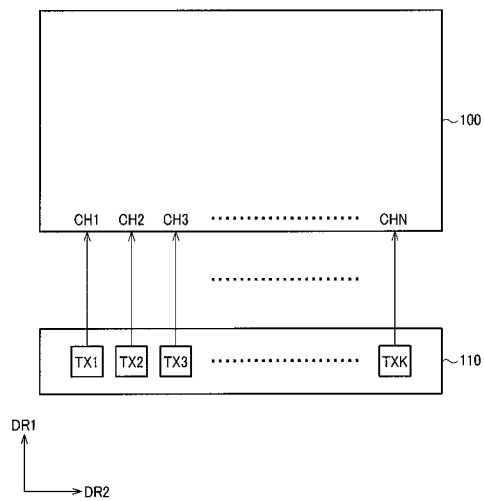
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



专利名称(译)	超声波传输电路，集成电路装置，超声波测量装置，超声波探头和超声波诊断装置		
公开(公告)号	JP2014124427A	公开(公告)日	2014-07-07
申请号	JP2012284466	申请日	2012-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	宮澤孝雄		
发明人	宮澤 孝雄		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/44		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/22.501 G01N29/24 G01N29/34		
F-TERM分类号	2G047/BA03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA07 2G047/GB02 2G047/GB21 2G047/GF06 4C601/EE04 4C601/GB03 4C601/GB20 4C601/HH01 4C601/HH04		
代理人(译)	宮坂和彦 渡边和明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够抑制发送期间的信号串扰的超声波发送电路，集成电路装置，超声波测量装置，超声波探头，超声波诊断装置等。传输电路包括：传输电路112，用于将传输信号输出到超声换能器装置100的通道CH；以及 阻抗设定电路114用于设定超声波换能器装置100的通道CH的节点NH的阻抗。阻抗设定电路114将超声波换能器装置100的通道CH的节点NH的阻抗设定得较低。传输电路112的非驱动时段TN中的阻抗比传输电路输出的非驱动时段TN中的阻抗低，该非驱动时段TN是至少在传输信号输出时段之前或之后设置的低阻抗设置时段TF，TB中的低阻抗设置时段TF，TB之后的矿石之前的时段 TQ用于输出传输信号。

