

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6003466号
(P6003466)

(45) 発行日 平成28年10月5日 (2016. 10. 5)

(24) 登録日 平成28年9月16日 (2016. 9. 16)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006. 01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 16 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2012-210462 (P2012-210462)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成24年9月25日 (2012. 9. 25)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-64629 (P2014-64629A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成26年4月17日 (2014. 4. 17)	(74) 代理人	100116665
審査請求日	平成27年9月2日 (2015. 9. 2)		弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(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
		審査官	森口 正治
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の超音波トランスデューサー素子を有する超音波トランスデューサーデバイスの第1のチャンネル～第K（Kは2以上の整数）のチャンネルに対して、送信信号を出力する第1の送信回路～第Kの送信回路と、

スイッチ動作を行うスイッチ回路と、

を含み、

前記スイッチ回路は、

前記第1の送信回路～前記第Kの送信回路の第1の出力ノード～第Kの出力ノードと受信回路との間に設けられ、

送信期間においては、前記第1の送信回路～前記第Kの送信回路からの送信信号の前記受信回路への信号伝達を非伝達にする動作を行い、

受信期間においては、前記第1のチャンネル～前記第Kのチャンネルの中から選択されたチャンネルからの受信信号を、前記受信回路に出力するスイッチ動作を行うことを特徴とする集積回路装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記スイッチ回路は、

リニアスキャンモードにおける受信期間においては、前記第1のチャンネル～前記第Kのチャンネル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させて

、選択するスイッチ動作を行うことを特徴とする集積回路装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記スイッチ回路は、

リニアスキャンモードにおける受信期間においては、前記第 1 のチャンネル～前記第 K のチャンネルの中から選択されたリニアスキャンの対象となる L 個（L は、 $L < K$ となる 2 以上の整数）のチャンネルからの受信信号を、前記受信回路の第 1 の入力ノード～第 L の入力ノードに出力し、

セクタスキャンモードにおける受信期間においては、前記第 1 のチャンネル～前記第 K のチャンネルからの受信信号を、前記受信回路の前記第 1 の入力ノード～第 K の入力ノードに出力することを特徴とする集積回路装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 において、

前記スイッチ回路のスイッチ制御を行う制御回路を含み、

前記スイッチ回路は、

前記第 1 の送信回路～前記第 K の送信回路の前記第 1 の出力ノード～第 K の出力ノードと前記受信回路との間に設けられ、前記制御回路によりオンオフ制御される第 1 のスイッチ素子～第 K のスイッチ素子を含むことを特徴とする集積回路装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、

20

前記第 1 の出力ノード～前記第 K の出力ノードは、各出力ノード群が L 個の出力ノードから構成される第 1 の出力ノード群～第 M（L、M は、 $L < K$ 、 $M < K$ となる 2 以上の整数）の出力ノード群にグルーピングされ、

前記第 1 のスイッチ素子～前記第 K のスイッチ素子は、各スイッチ素子群が L 個のスイッチ素子から構成される第 1 のスイッチ素子群～第 M のスイッチ素子群にグルーピングされ、

前記第 1 のスイッチ素子群～前記第 M のスイッチ素子群のうちの第 i （ $1 \leq i \leq M$ ）のスイッチ素子群は、第 1 の出力ノード群～第 M の出力ノード群のうちの第 i の出力ノード群と、前記受信回路の第 1 の入力ノード～第 L の入力ノードとの間に設けられることを特徴とする集積回路装置。

30

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記制御回路は、

送信期間においては、前記第 1 のスイッチ素子～前記第 K のスイッチ素子をオフにするスイッチ制御を行い、

受信期間においては、前記第 1 のスイッチ素子～前記第 K のスイッチ素子の中から、リニアスキャンの対象となる L 個のスイッチ素子を順次シフトさせて、選択し、選択された L 個のスイッチ素子をオンにするスイッチ制御を行うことを特徴とする集積回路装置。

【請求項 7】

請求項 5 において、

40

前記第 1 の出力ノード～前記第 K の出力ノードと前記第 1 のスイッチ素子～前記第 K のスイッチ素子との間に設けられ、送信期間において、前記第 1 の送信回路～前記第 K の送信回路からの送信信号の前記受信回路への信号伝達を非伝達にするための第 1 の送受信切替回路～第 K の送受信切替回路を含み、

前記制御回路は、

受信期間においては、前記第 1 のスイッチ素子～前記第 K のスイッチ素子の中から、リニアスキャンの対象となる L 個のスイッチ素子を順次シフトさせて、選択し、選択された L 個のスイッチ素子をオンにするスイッチ制御を行うことを特徴とする集積回路装置。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 において、

50

選択されたL個のスイッチ素子からの受信信号を信号増幅し、信号増幅後の受信信号を前記受信回路の前記第1の入力ノード～前記第Lの入力ノードに出力する第1の増幅回路～第Lの増幅回路を含むことを特徴とする集積回路装置。

【請求項9】

請求項5乃至8のいずれかにおいて、

前記スイッチ回路は、スキャンモード切替回路を含み、

前記第1のスイッチ素子～前記第Kのスイッチ素子は、前記第1の出力ノード～前記第Kの出力ノードと、第1の接続ノード～第Kの接続ノードとの間に設けられ、

前記第1の接続ノード～前記第Kの接続ノードは、各接続ノード群がL個の接続ノードから構成される第1の接続ノード群～第Mの接続ノード群にグルーピングされ、

10

前記スキャンモード切替回路は、

リニアスキャンモードにおいて、前記第1の接続ノード群の各接続ノードを、第2の接続ノード群～前記第Mの接続ノード群のうちの、前記各接続ノードに対応する接続ノードに対して接続するスイッチ動作を行うことを特徴とする集積回路装置。

【請求項10】

請求項1乃至9のいずれかにおいて、

前記第1の送信回路～前記第Kの送信回路は、マルチプレクサーを介さずに送信信号を前記第1のチャンネル～前記第Kのチャンネルに対して出力することを特徴とする集積回路装置。

【請求項11】

20

請求項1乃至10のいずれかにおいて、

前記複数の超音波トランスデューサー素子の各超音波トランスデューサー素子は、基板に形成された複数の開口の各開口を塞ぐ振動膜と、前記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ことを特徴とする集積回路装置。

【請求項12】

請求項1乃至11のいずれか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、

超音波トランスデューサー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。

30

【請求項14】

請求項13において、

受信回路が実装される回路基板を含み、

前記フレキシブル基板は、前記超音波トランスデューサーデバイスと前記回路基板に接続される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】

40

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、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

50

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。このような超音波装置では、超音波ビームを出射する超音波トランスデューサー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（パルサー）や、各チャンネルからの受信信号（超音波エコー信号）を受信する受信回路が設けられる。

【0003】

一方、超音波測定装置のスキャンモードとしては、リニアスキャンモードやセクタースキャンモードなどがある。リニアスキャンモードでは、超音波トランスデューサーデバイスの複数のチャンネルの中から、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が行われる。そして、例えば特許文献1では、このマルチプレクサーが送信回路の出力ノードと超音波トランスデューサーデバイスとの間に設けられている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-244415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、この特許文献1の従来技術では、マルチプレクサーを構成するスイッチ素子のオン抵抗等が原因で、超音波トランスデューサー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おそれがあることが判明した。

20

【0006】

本発明の幾つかの態様によれば、超音波トランスデューサーデバイスへの超音波の送信信号の効率良い伝達等を可能にする集積回路装置、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、複数の超音波トランスデューサー素子を有する超音波トランスデューサーデバイスの第1のチャンネル～第K（Kは2以上の整数）のチャンネルに対して、送信信号を出力する第1の送信回路～第Kの送信回路と、スイッチ動作を行うスイッチ回路と、を含み、前記スイッチ回路は、前記第1の送信回路～前記第Kの送信回路の第1の出力ノード～第Kの出力ノードと受信回路との間に設けられ、送信期間においては、前記第1の送信回路～前記第Kの送信回路からの送信信号の前記受信回路への信号伝達を非伝達にする動作を行い、受信期間においては、前記第1のチャンネル～前記第Kのチャンネルの中から選択されたチャンネルからの受信信号を、前記受信回路に出力するスイッチ動作を行う集積回路装置に関係する。

30

【0008】

本発明の一態様によれば、スイッチ回路が、第1～第Kの送信回路の第1～第Kの出力ノードと受信回路との間に設けられる。そして第1～第Kの送信回路が、送信期間において、超音波トランスデューサーデバイスの第1～第Kのチャンネルに対して送信信号を出力すると、これらの送信信号が受信回路に信号伝達されないように、スイッチ回路が動作する。そして受信期間では、第1～第Kのチャンネルの中から選択されたチャンネルからの受信信号が受信回路に供給されるように、スイッチ回路がスイッチ動作を行う。

40

【0009】

このように本発明の一様では、スイッチ回路は、第1～第Kの送信回路の第1～第Kの出力ノードと超音波トランスデューサーデバイスとの間ではなく、第1～第Kの出力ノードと受信回路との間に設けられる。従って、第1～第Kの送信回路からの送信信号を、例えばマルチプレクサーのスイッチ素子等を介さずに、超音波トランスデューサーデバイスの第1～第Kのチャンネルに入力できるようになる。これにより、超音波トランスデューサーデバイスへの超音波の送信信号の効率良い伝達等が可能になる。また、スイッチ回路

50

の動作により、送信信号が受信回路に信号伝達されてしまう事態も防止できる。更に、受信期間においては、第1～第Kのチャンネルの中から選択されたチャンネルからの受信信号を、受信回路に供給できるため、超音波の受信信号の適切な受信処理を実現できる。

【0010】

また本発明の一態様では、前記スイッチ回路は、リニアスキャンモードにおける受信期間においては、前記第1のチャンネル～前記第Kのチャンネル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させて、選択するスイッチ動作を行ってもよい。

【0011】

このようにすれば、順次シフトさせて、選択された複数のチャンネルからの受信信号を受信回路に供給することが可能になり、リニアスキャンモードにおける適切な受信処理を実現できるようになる。

【0012】

また本発明の一態様では、前記スイッチ回路は、リニアスキャンモードにおける受信期間においては、前記第1のチャンネル～前記第Kのチャンネルの中から選択されたリニアスキャンの対象となるL個（Lは、 $L < K$ となる2以上の整数）のチャンネルからの受信信号を、前記受信回路の第1の入力ノード～第Lの入力ノードに出力し、セクタスキャンモードにおける受信期間においては、前記第1のチャンネル～前記第Kのチャンネルからの受信信号を、前記受信回路の前記第1の入力ノード～第Kの入力ノードに出力してもよい。

【0013】

このようにすれば、リニアスキャンモードにおいては、リニアスキャンの対象として選択されたL個のチャンネルからの受信信号を、受信回路の第1～第Lの入力ノードに供給できる。一方、セクタスキャンモードにおいては、第1～第Kのチャンネルからの受信信号を、受信回路の第1～第Kの入力ノードに供給できる。従って、リニアスキャンモードとセクタスキャンモードの両方のスキャンモードを効率良く実現できるようになる。

【0014】

また本発明の一態様では、前記スイッチ回路のスイッチ制御を行う制御回路を含み、前記スイッチ回路は、前記第1の送信回路～前記第Kの送信回路の前記第1の出力ノード～第Kの出力ノードと前記受信回路との間に設けられ、前記制御回路によりオンオフ制御される第1のスイッチ素子～第Kのスイッチ素子を含んでもよい。

【0015】

このようにすれば、第1～第Nの送信回路と第1～第Kの出力ノードの間に設けられた第1～第Kのスイッチ素子のオンオフ制御を行うことで、第1～第Kのチャンネルの中から選択されたチャンネルからの受信信号を、受信回路に供給できるようになる。

【0016】

また本発明の一態様では、前記第1の出力ノード～前記第Kの出力ノードは、各出力ノード群がL個の出力ノードから構成される第1の出力ノード群～第M（L、Mは、 $L < K$ 、 $M < K$ となる2以上の整数）の出力ノード群にグルーピングされ、前記第1のスイッチ素子～前記第Kのスイッチ素子は、各スイッチ素子群がL個のスイッチ素子から構成される第1のスイッチ素子群～第Mのスイッチ素子群にグルーピングされ、前記第1のスイッチ素子群～前記第Mのスイッチ素子群のうちの第i（ $1 \leq i \leq M$ ）のスイッチ素子群は、第1の出力ノード群～第Mの出力ノード群のうちの第iの出力ノード群と、前記受信回路の第1の入力ノード～第Lの入力ノードとの間に設けられてもよい。

【0017】

このようにすれば、L個の第iの出力ノード群と第1～第Lの入力ノードとの間に設けられた第iのスイッチ素子群のオンオフ制御を行うことで、第1～第Kのチャンネルの中から選択されたチャンネルからの受信信号を、受信回路に供給できるようになる。

【0018】

また本発明の一態様では、前記制御回路は、送信期間においては、前記第1のスイッチ

10

20

30

40

50

素子～前記第Kのスイッチ素子をオフにするスイッチ制御を行い、受信期間においては、前記第1のスイッチ素子～前記第Kのスイッチ素子の中から、リニアスキャンの対象となるL個のスイッチ素子を順次シフトさせて、選択し、選択されたL個のスイッチ素子をオンにするスイッチ制御を行ってもよい。

【0019】

このようにすれば、送信期間においては、第1～第Kのスイッチ素子をオフにすることで、送信信号が受信回路に伝達されないようにすることができる。一方、受信期間においては、L個のスイッチ素子を順次シフトさせて、選択してオンにすることで、リニアスキャンにおける受信チャンネルの選択を実現できるようになる。

【0020】

10

また本発明の一態様では、前記第1の出力ノード～前記第Kの出力ノードと前記第1のスイッチ素子～前記第Kのスイッチ素子との間に設けられ、送信期間において、前記第1の送信回路～前記第Kの送信回路からの送信信号の前記受信回路への信号伝達を非伝達にするための第1の送受信切替回路～第Kの送受信切替回路を含み、前記制御回路は、受信期間においては、前記第1のスイッチ素子～前記第Kのスイッチ素子の中から、リニアスキャンの対象となるL個のスイッチ素子を順次シフトさせて、選択し、選択されたL個のスイッチ素子をオンにするスイッチ制御を行ってもよい。

【0021】

このようにすれば、送信期間においては、第1～第Kの送受信切替回路により、送信信号が受信回路に伝達されないようにすることができる。一方、受信期間においては、L個のスイッチ素子を順次シフトさせて、選択してオンにすることで、リニアスキャンにおける受信チャンネルの選択を実現できるようになる。

20

【0022】

また本発明の一態様では、選択されたL個のスイッチ素子からの受信信号を信号増幅し、信号増幅後の受信信号を前記受信回路の前記第1の入力ノード～前記第Lの入力ノードに出力する第1の増幅回路～第Lの増幅回路を含んでもよい。

【0023】

このようにすれば、選択されたL個のスイッチ素子からの受信信号を第1～第Lの増幅回路により増幅して、受信回路の第1～第Lの入力ノードに供給できる。これにより、寄生容量等を原因とする信号劣化等を低減することが可能になる。

30

【0024】

また本発明の一態様では、前記スイッチ回路は、スキャンモード切替回路を含み、前記第1のスイッチ素子～前記第Kのスイッチ素子は、前記第1の出力ノード～前記第Kの出力ノードと、第1の接続ノード～第Kの接続ノードとの間に設けられ、前記第1の接続ノード～前記第Kの接続ノードは、各接続ノード群がL個の接続ノードから構成される第1の接続ノード群～第Mの接続ノード群にグルーピングされ、前記スキャンモード切替回路は、リニアスキャンモードにおいて、前記第1の接続ノード群の各接続ノードを、第2の接続ノード群～前記第Mの接続ノード群のうちの、前記各接続ノードに対応する接続ノードに対して接続するスイッチ動作を行ってもよい。

【0025】

40

このようにすれば、リニアスキャンモードにおいては、第1の接続ノード群の各接続ノードと、第2～第Mの接続ノード群のうちの対応する接続ノードとを、スキャンモード切替回路により接続することで、リニアスキャンにおける受信チャンネルの選択を実現できるようになる。

【0026】

また本発明の一態様では、前記第1の送信回路～前記第Kの送信回路は、マルチプレクサーを介さずに送信信号を前記第1のチャンネル～前記第Kのチャンネルに対して出力してもよい。

【0027】

このようにすれば、マルチプレクサーのスイッチ素子のオン抵抗等を原因とする送信信

50

号の信号ロスを最小限に抑えることが可能になる。

【0028】

また本発明の一態様では、前記複数の超音波トランスデューサー素子の各超音波トランスデューサー素子は、基板に形成された複数の開口の各開口を塞ぐ振動膜と、前記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してもよい。

【0029】

このような薄膜圧電方式の超音波トランスデューサー素子では、寄生容量が大きいため、第1～第Kの送信回路と超音波トランスデューサー素子との間の寄生容量が問題となるが、本発明の一態様によればこのような問題を解消できる。

10

【0030】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の集積回路装置を含む超音波測定装置に関係する。

【0031】

また本発明の他の態様では、超音波トランスデューサー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。

【0032】

また本発明の他の態様では、受信回路が実装される回路基板を含み、前記フレキシブル基板は、前記超音波トランスデューサーデバイスと前記回路基板に接続されてもよい。

20

【0033】

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関係する。

【0034】

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関係する。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本実施形態の比較例の構成例。

【図2】比較例の問題点についての説明図。

【図3】本実施形態の集積回路装置、超音波測定装置の構成例。

30

【図4】図4（A）、図4（B）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5】本実施形態の詳細な第1の構成例。

【図6】受信回路の受信部の構成例。

【図7】本実施形態の詳細な第2の構成例。

【図8】本実施形態の詳細な第3の構成例。

【図9】送受信切替回路の構成例。

【図10】本実施形態の詳細な第4の構成例。

【図11】図11（A）～図11（C）は、超音波トランスデューサー素子の構成例。

【図12】超音波トランスデューサーデバイスの構成例。

40

【図13】図13（A）、図13（B）は、各チャンネルに対応して設けられる超音波トランスデューサー素子群の構成例。

【図14】本実施形態の超音波測定装置（超音波診断装置）の構成例。

【図15】図15（A）～図15（D）は超音波測定装置の具体的な実装形態の説明図。

【図16】図16（A）～図16（C）は超音波測定装置の具体的な機器構成の例。

【発明を実施するための形態】

【0036】

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。

50

【0037】

1. 比較例

図1に本実施形態の比較例の超音波測定装置の構成例を示す。この超音波測定装置は、超音波トランスデューサデバイス100、送信回路500、マルチプレクサ510、送受信切替回路512、受信回路520を有する。

【0038】

図1の比較例では、送信期間においては、パルサー等により構成される送信回路500からの送信信号は、マルチプレクサ510を介して超音波トランスデューサデバイス100に出力される。この場合に、送受信切替回路512は、送信回路500からの送信信号が受信回路520に信号伝達されないようにする回路動作を行う。

10

【0039】

一方、受信期間においては、超音波トランスデューサデバイス100からの受信信号は、マルチプレクサ510、送受信切替回路512を介して、受信回路520に入力される。

【0040】

図1において、マルチプレクサ510は、例えば後述する図4(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。

【0041】

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500からの送信信号（送信パルス）が、マルチプレクサ510を介して超音波トランスデューサデバイス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510、送受信切替回路512を介して、受信回路520に入力される。受信回路520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。

20

【0042】

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500からの送信信号がチャンネルCH2～CH9に出力される。そして、チャンネルCH2～CH9からの受信信号が受信回路520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。

30

【0043】

しかしながら、図1の比較例では、マルチプレクサ510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おそれがあることが判明した。

【0044】

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と、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いという問題がある。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。図2は、送信系ラインにのる抵抗成分の様子を示す図である。

40

【0045】

例えば送信系ラインにおいて、図2のA1から見た場合の測定結果（周波数＝3.5MHz）は、容量値が例えば2000pF程度であるので、3.5MHzでのインピーダンスが20Ω程度である。ここでケーブル抵抗は数Ω、マルチプレクサのスイッチ素子のオン抵抗は10～20Ω、FPC（フレキシブル基板）の配線抵抗は数Ωである。このような送信系ラインの抵抗成分により、超音波トランスデューサ素子（UE）に印加される電圧は、送信回路が出力する送信信号の電圧の1/2以下になってしまう。このように

50

、超音波トランスデューサー素子の印加電圧が低下すると、所望の超音波音圧を得られない結果となる。

【0046】

そして図2に示すように、このような超音波トランスデューサー素子の印加電圧の低下の主な要因は、マルチプレクサーのオン抵抗（スイッチ素子のオン抵抗）であることが判明した。例えばバルク方式の場合には、送信回路の送信信号の電圧を高くするのは比較的容易であり、超音波トランスデューサー素子の容量成分も、薄膜圧電方式に比べて小さいため、使用する周波数でのインピーダンスが大きい。従って、マルチプレクサーのオン抵抗が、送信回路と超音波トランスデューサー素子の間に介在しても、それほど問題にならなかった。

10

【0047】

これに対して、薄膜圧電方式では、超音波トランスデューサー素子の容量成分が大きい。また、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ー素子の印加電圧は、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ー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ーを用いることになるため、当該トランジスター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り、集積回路装置の回路面積の大規模化を招く。

20

【0048】

2. 集積回路装置、超音波測定装置の構成

図3に本実施形態の集積回路装置及び超音波測定装置の基本的な構成例を示す。本実施形態の集積回路装置110は、送信回路TX1～TX64と、スイッチ動作を行うスイッチ回路120を含む。また、送信回路TX1～TX64やスイッチ回路120を制御する制御回路130を含むことができる。また、超音波測定装置は集積回路装置110を含む。また、複数の超音波トランスデューサー素子を有する超音波トランスデューサーデバイス100や、受信回路150などを含むことができる。なお本実施形態の集積回路装置、超音波測定装置は図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。

30

【0049】

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（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ー素子の各超音波トランスデューサー素子は、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ーデバイス100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ーデバイス100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ーを採用できるが、本実施形態はこれに限定されない。例えばc-MUT（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ーを採用してもよい。

40

【0050】

送信回路TX1～TX64（広義には第1～第Kの送信回路。Kは2以上の整数）は、超音波トランスデューサーデバイス100のチャンネルCH1～CH64（広義には第1～第Kのチャンネル）に対して送信信号を出力する。送信回路TX1～TX64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CH1～CH64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ーデバイス100の端子や信号線に相当する。

【0051】

50

なお、以下ではチャンネル数が64 ($K=64$)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より少なくともよいし、多くてもよい。また、信号のACカップリングやバイアス点調整のためのキャパシターや抵抗は、図3では集積回路装置110の外付け部品として設けられているが、これらのキャパシター及び抵抗の少なくとも一方を集積回路装置110に内蔵させてもよい。

【0052】

スイッチ回路120 (マルチプレクサー) は、制御回路130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、送信回路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、送信回路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、集積回路装置110の外部の受信回路150に電氣的に接続される。

10

【0053】

例えば図1の比較例ではマルチプレクサー510が送信回路500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た。これに対して図3の本実施形態では、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、送信回路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。そして送信回路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

【0054】

そして本実施形態ではスイッチ回路120は、送信期間においては、送信回路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。即ち、送信回路TX1~TX64からの送信信号が受信回路150に伝達されるのを阻止 (抑制) するための動作を行う。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。

【0055】

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

【0056】

例えば、超音波測定装置のスキャンモードとしては、図4 (A) に示すリニアスキャンモードや、図4 (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4 (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

【0057】

後述する図5、図7、図8、図10を例にとれば、スイッチ回路120は、図4 (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 $L < K$ 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の入力ノードNI1~NI8 (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。

【0058】

一方、スイッチ回路120は、図4 (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の入力ノードNI1~NI64 (広義には第1~第Kの入力ノード) に出力するスイッチ動作を行う

50

。

【0059】

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～CH64（第1～第Kのチャンネル）のうちのチャンネルCH1～CH8（第1～第Lのチャンネル）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（第2～第L+1のチャンネル）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（第3～第L+2のチャンネル）、その次はチャンネルCH4～CH11（第4～第L+3のチャンネル）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CH57～CH64（第K-L+1～第Kのチャンネル）を選択し、これによりチャンネルCH57～CH64からの受信信号が、受信回路150に出力される。

10

【0060】

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の入力ノードNI1～NI64（図10参照）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

【0061】

制御回路130は、集積回路装置110の各種の制御を行う。例えば送信回路TX1～TX64を制御して、送信回路TX1～TX64の送信信号の送信タイミング等を制御する。また制御回路130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。制御回路130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。

30

【0062】

受信回路150は、超音波トランスデューサデバイス100から集積回路装置110（スイッチ回路120）を介して入力される受信信号（超音波エコー信号）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。なお図3では、受信回路150が集積回路装置110の外部に設けられているが、受信回路150の少なくとも一部の回路を集積回路装置110の内部に設けてもよい。

【0063】

次に本実施形態の動作について詳細に説明する。

40

【0064】

まず、リニアスキャンモードの送信期間において、制御回路130の制御により、送信回路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、超音波フォーカシング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。この際に、スイッチ回路120は、送信回路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。

【0065】

そして、受信期間では、スイッチ回路120は、リニアスキャン対象のチャンネルCH

50

1～CH8を選択するスイッチ動作を行う。これにより、チャンネルCH1～CH8からの受信信号が、スイッチ回路120を介して受信回路150（入力ノードNI1～NI8）に出力される。

【0066】

次の送信期間において、制御回路130の制御により、送信回路TX1～TX64のうちのTX2～TX9が、リニアスキャン対象のチャンネルCH2～CH9に対して送信信号を出力する。この際に、スイッチ回路120は、送信回路TX2～TX9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。

【0067】

そして、受信期間では、スイッチ回路120は、リニアスキャン対象のチャンネルCH2～CH9を選択するスイッチ動作を行う。これにより、チャンネルCH2～CH9からの受信信号が、スイッチ回路120を介して受信回路150に出力される。

【0068】

次の送信期間において、制御回路130の制御により、送信回路TX3～TX10が、チャンネルCH3～CH10に対して送信信号を出力する。この際に、スイッチ回路120は、送信回路TX3～TX10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。

【0069】

そして、受信期間では、スイッチ回路120は、リニアスキャン対象のチャンネルCH3～CH10を選択するスイッチ動作を行う。これにより、チャンネルCH3～CH10からの受信信号が、スイッチ回路120を介して受信回路150に出力される。

【0070】

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、送信回路TX57～TX64が、チャンネルCH57～CH64に対して送信信号を出力する。そして、受信期間では、チャンネルCH57～CH64が選択されて、チャンネルCH57～CH64からの受信信号が受信回路150に出力される。

【0071】

一方、セクタスキャンモードにおける送信期間では、送信回路TX1～TX64がチャンネルCH1～CH64に対して送信信号を出力する。そして受信期間では、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（入力ノードNI1～NI64）に対してそのまま出力する。

【0072】

以上の本実施形態によれば、送信回路は、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防止することができ、所望の超音波音圧（送信パワー）を容易に得ることが可能になる。

【0073】

即ち、送信回路の出力と超音波トランスデューサデバイスとの間にマルチプレクサーが介在すると、図2で説明したように、マルチプレクサーの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素子の印加電圧が低下してしまい、所望の超音波音圧を得ることができなくなる。

【0074】

この点、本実施形態では図3に示すように、送信回路からの送信信号はマルチプレクサーを介さずに、直接に超音波トランスデューサデバイスに出力される。従って、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、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

10

20

30

40

50

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り、例えばポータブルの超音波測定装置等に好適な集積回路装置を提供できるようになる。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。

【0075】

そして本実施形態では、このように送信ロスの低減や集積回路装置のコンパクト化を図りながら、スイッチ回路のスイッチ動作(マルチプレクサの動作)により、図4(A)、図4(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、このスイッチ回路は、送信回路の出力ノードと超音波トランスデューサーデバイスとの間ではなく、送信回路の出力ノードと受信回路との間に設けられる。従って、スイッチ回路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、図1の比較例のような送信ロスが生じるのを効果的に抑制できる。

【0076】

3. 第1の構成例

図5に本実施形態の詳細な第1の構成例を示す。図5では、スイッチ回路120の詳細な構成例が示されている。

【0077】

図5に示すように、スイッチ回路120は、スイッチ素子SA1~SA64(広義には第1~第Kのスイッチ素子)を含む。これらのスイッチ素子SA1~SA64は、送信回路TX1~TX64(第1~第Kの送信回路)の出力ノードNQ1~NQ64(第1~第Kの出力ノード)と受信回路150との間に設けられ、制御回路130によりオンオフ制御される。スイッチ素子SA1~SA64は、例えばトランスファークロスタック等のアナログスイッチにより実現できる。

【0078】

具体的には、スイッチ素子SA1~SA8の一端は、送信回路TX1~TX8の出力ノードNQ1~NQ8に電氣的に接続され、スイッチ素子SA1~SA8の他端は、受信回路150の入力ノードNI1~NI8に電氣的に接続される。入力ノードNI1~NI8は、受信回路150が有する受信部RX1~RX8への受信信号の入力ノードである。

【0079】

またスイッチ素子SA9~SA16の一端は、送信回路TX9~TX16の出力ノードNQ9~NQ16に電氣的に接続され、スイッチ素子SA9~SA16の他端は、受信回路150の入力ノードNI1~NI8に電氣的に接続される。同様に、スイッチ素子SA17~SA24の一端は、送信回路TX17~TX24の出力ノードNQ17~NQ24に電氣的に接続され、スイッチ素子SA17~SA24の他端は、受信回路150の入力ノードNI1~NI8に電氣的に接続される。他のスイッチ素子SA25~SA64の接続関係も同様である。

【0080】

例えば図5においては、出力ノードNQ1~NQ64(第1~第Kの出力ノード)は、各出力ノード群が8個(L個)の出力ノードから構成される出力ノード群NG1~NG8(広義には第1~第Mの出力ノード群。L、Mは、 $L < K$ 、 $M < K$ となる2以上の整数。 $K = L \times M$)にグルーピングすることができる。例えば、出力ノードNQ1~NQ8は出力ノード群NG1に属し、出力ノードNQ9~NQ16は出力ノード群NG2に属し、出力ノードNQ17~NQ24は出力ノード群NG3に属する。他の出力ノードNQ25~NQ64も同様である。

【0081】

また、スイッチ素子SA1~SA64(第1~第Kのスイッチ素子)も、各スイッチ素子群が8個(L個)のスイッチ素子から構成されるスイッチ素子群SG1~SG8(広義

10

20

30

40

50

には第1～第Mのスイッチ素子群)にグルーピングできる。例えばスイッチ素子SA1～SA8はスイッチ素子群SG1に属し、スイッチ素子SA9～SA16はスイッチ素子群SG2に属し、スイッチ素子SA17～SA24はスイッチ素子群SG3に属する。他のスイッチ素子SA25～SA64も同様である。

【0082】

この場合に、スイッチ素子群SG1～SG8のうちのスイッチ素子群SG1(広義には第iのスイッチ素子群。 $1 \leq i \leq M$)は、出力ノード群NG1～NG8のうちの出力ノード群NG1(広義には第iの出力ノード群)と、受信回路150の入力ノードNI1～NI8(第1～第Lの入力ノード)との間に設けられる。例えば、スイッチ素子群SG1の一端は出力ノード群NG1に電氣的に接続され、他端は受信回路150の入力ノードNI1～NI8に電氣的に接続され、スイッチ素子群SG1は出力ノード群NG1と入力ノードNI1～NI8との間の接続のオンオフを行う。

10

【0083】

また、スイッチ素子群SG2(第iのスイッチ素子群)は、出力ノード群NG2(第iの出力ノード群)と、受信回路150の入力ノードNI1～NI8との間に設けられる。例えば、スイッチ素子群SG2の一端は出力ノード群NG2に電氣的に接続され、他端は受信回路150の入力ノードNI1～NI8に電氣的に接続され、スイッチ素子群SG2は出力ノード群NG2と入力ノードNI1～NI8との間の接続のオンオフを行う。他のスイッチ素子群SG3～SG8の接続構成も同様である。

20

【0084】

そして制御回路130は、送信期間においては、スイッチ素子SA1～SA64をオフにするスイッチ制御を行う。これにより、送信回路TX1～TX64からの送信信号が、受信回路150に伝達されるのが防止される。

【0085】

一方、制御回路130は、リニアスキャンモードの受信期間においては、スイッチ素子SA1～SA64の中から、リニアスキャンの対象となる8個(L個)のスイッチ素子を順次シフトさせて、選択し、選択された8個(L個)のスイッチ素子をオンにするスイッチ制御を行う。

【0086】

具体的には、まず、制御回路130の制御により、送信回路TX1～TX8が送信信号をチャンネルCH1～CH8に出力する。この際に、制御回路130は、スイッチ素子SA1～SA64をオフにする。なお、受信回路150に使用されないチャンネルを接続すると、ノイズ等が乗って好ましくないため、ここでは、送信信号を出力していない送信回路TX9～TX64に接続されるスイッチ素子SA9～SA64についてもオフにしている。但し、送信信号を出力する送信回路TX1～TX8に接続されるスイッチ素子SA1～SA8だけをオフにすることも可能である。そして制御回路130は、その後の受信期間において、8個(L個)のスイッチ素子SA1～SA8をオンにする。これによりチャンネルCH1～CH8からの受信信号が、スイッチ素子SA1～SA8を介して受信回路150の入力ノードNI1～NI8に入力される。そして受信回路150の受信部RX1～RX8は、入力ノードNI1～NI8に入力された受信信号に対して、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。

30

40

【0087】

次に、制御回路130の制御により、送信回路TX2～TX9が送信信号をチャンネルCH2～CH9に出力する。この際に、制御回路130は、スイッチ素子SA1～SA64(SA2～SA9)をオフにする。そして制御回路130は、その後の受信期間において、8個のスイッチ素子SA2～SA9をオンにする。これによりチャンネルCH2～CH8からの受信信号が、スイッチ素子SA2～SA8を介して入力ノードNI2～NI8に入力され、チャンネルCH9からの受信信号が、スイッチ素子SA9を介して入力ノードNI1に入力される。そして受信部RX2～RX8は、入力ノードNI2～NI8に入力されたチャンネルCH2～CH8の受信信号の受信処理を行い、受信部RX1は、入力

50

ノードN I 1に入力されたチャンネルC H 9の受信信号の受信処理を行う。

【0088】

次に、制御回路130の制御により、送信回路T X 3～T X 10が送信信号をチャンネルC H 3～C H 10に出力する。この際に、制御回路130は、スイッチ素子S A 1～S A 64（S A 3～S A 10）をオフにする。制御回路130は、その後の受信期間において、8個のスイッチ素子S A 3～S A 10をオンにする。これによりチャンネルC H 3～C H 8からの受信信号が、スイッチ素子S A 3～S A 8を介して入力ノードN I 3～N I 8に入力され、チャンネルC H 9、C H 10からの受信信号が、スイッチ素子S A 9、S A 10を介して入力ノードN I 1、N I 2に入力される。そして受信部R X 3～R X 8は、入力ノードN I 3～N I 8に入力されたチャンネルC H 3～C H 8の受信信号の受信処理を行い、受信部R X 1、R X 2は、入力ノードN I 1、N I 2に入力されたチャンネルC H 9、C H 10の受信信号の受信処理を行う。

10

【0089】

以上のように制御回路130は、スイッチ素子S A 1～S A 64の中から、順次シフトさせて、8個のスイッチ素子を選択してオンにして行く。そして、制御回路130は、スキャン動作の最後の受信期間において、スイッチ素子S A 57～S A 64をオンにする。これによりチャンネルC H 57～C H 64からの受信信号が、スイッチ素子S A 57～S A 64を介して入力ノードN I 1～N I 8に入力される。そして受信部R X 1～R X 8は、入力ノードN I 1～N I 8に入力されたチャンネルC H 57～C H 64の受信信号の受信処理を行う。

20

【0090】

なお、図6に受信回路150の受信部R X（R X 1～R X 8）の構成例を示す。図6に示すように、受信部R Xは、L N A（低雑音増幅器）、P G A（プログラマブルゲインアンプ）、L P F（フィルタ部）、A D C（A/D変換器）を含む。L N Aは受信信号の信号増幅を行い、P G A（V C A）は、信号増幅後の信号のゲイン調整（電圧調整）を行う。L P Fは、フィルタ処理（ローパスフィルタ）を行い、A D Cは、フィルタ処理後の信号のA/D変換を行う。

【0091】

以上に説明した図5の第1の構成例によれば、スキャンモード時のスイッチ動作をスイッチ回路120のスイッチ素子S A 1～S A 64により実現できる。また、この第1の構成例では、送信信号が受信回路150に入力されるのを阻止する送受信切替機能を、スイッチ素子S A 1～S A 64のスイッチ動作により兼用して実現できる。従って、回路の小規模化や簡素化等を図れるようになる。

30

【0092】

4. 第2の構成例

図7に本実施形態の詳細な第2の構成例を示す。図7の第2の構成例では、図5の第1の構成例に対して、増幅回路L N A 1～L N A 8の構成要素が追加されている。

【0093】

ここで、増幅回路L N A 1～L N A 8（広義には第1～第Lの増幅回路）は、例えば低雑音で信号増幅を行うオペアンプ等により実現される。そして増幅回路L N A 1～L N A 8は、リニアスキャンモードにおいて選択された8個（L個）のスイッチ素子からの受信信号を信号増幅する。そして、信号増幅後の受信信号を受信回路150の入力ノードN I 1～N I 8（第1～第Lの入力ノード）に出力する。

40

【0094】

例えば、リニアスキャンモードでスイッチ素子S A 1～S A 8が選択されてオンになった場合には、増幅回路L N A 1～L N A 8は、スイッチ素子S A 1～S A 8からのチャンネルC H 1～C H 8の受信信号を信号増幅する。次に、スイッチ素子S A 2～S A 9が選択されてオンになった場合には、増幅回路L N A 2～L N A 8が、スイッチ素子S A 2～S A 8からのチャンネルC H 2～C H 8の受信信号を信号増幅し、増幅回路L N A 1が、スイッチ素子S A 9からのチャンネルC H 9の受信信号を信号増幅する。次に、スイッチ

50

素子 S A 3 ～ S A 1 0 が選択されてオンになった場合には、増幅回路 L N A 3 ～ L N A 8 が、スイッチ素子 S A 3 ～ S A 8 からのチャンネル C H 3 ～ C H 8 の受信信号を信号増幅し、増幅回路 L N A 1、L N A 2 が、スイッチ素子 S A 9、S A 1 0 からのチャンネル C H 9、C H 1 0 の受信信号を信号増幅する。

【0095】

例えば、集積回路装置 1 1 0 の受信回路 1 5 0 への出力端子に対して大きな寄生容量が存在すると、図 5 の第 1 の構成例では、受信信号の振幅が低下するなどの信号劣化が生じるおそれがある。例えば、後述する図 1 5 (B) では、受信回路 1 5 0 は、ケーブル 2 4 0 を介して超音波プローブ 2 0 0 に接続される本体装置 2 5 0 内に設けられる。従って、ケーブル 2 4 0 (同軸ケーブル等) の寄生容量等が原因となって、信号劣化が生じてしま

10

【0096】

この点、図 7 の第 2 の構成例では、信号の駆動能力を有する増幅回路 L N A 1 ～ L N A 8 が設けられ、これらの増幅回路 L N A 1 ～ L N A 8 により受信信号が増幅される。従って、集積回路装置 1 1 0 の受信回路 1 5 0 への出力端子に対して大きな寄生容量等が存在する場合にも、受信信号の振幅の低下等の信号劣化を最小限に抑えることが可能になる。

【0097】

5. 第 3 の構成例

図 8 に本実施形態の詳細な第 3 の構成例を示す。図 8 の第 3 の構成例では、図 5 の第 1 の構成例に対して、送受信切替回路 T R S W 1 ～ T R S W 6 4 の構成要素が追加されている。

20

【0098】

図 8 ではスイッチ回路 1 2 0 は、送受信切替回路 T R S W 1 ～ T R S W 6 4 (広義には第 1 ～第 K の送受信切替回路) を有する。送受信切替回路 T R S W 1 ～ T R S W 6 4 は、出力ノード N Q 1 ～ N Q 6 4 (第 1 ～第 K の出力ノード) とスイッチ素子 S A 1 ～ S A 6 4 (第 1 ～第 K のスイッチ素子) との間に設けられる。例えば、送受信切替回路 T R S W 1 ～ T R S W 6 4 の一端は、送信回路 T X 1 ～ T X 6 4 の出力ノード N Q 1 ～ N Q 6 4 に電氣的に接続され、送受信切替回路 T R S W 1 ～ T R S W 6 4 の他端は、スイッチ素子 S A 1 ～ S A 6 4 の一端に電氣的に接続される。

【0099】

30

そして送受信切替回路 T R S W 1 ～ T R S W 6 4 は、送信期間において、送信回路 T X 1 ～ T X 6 4 からの送信信号の受信回路 1 5 0 への信号伝達を非伝達にする。即ち、送信期間において送信信号が受信回路 1 5 0 に伝達されないようにする回路動作を行う。図 5 の第 1 の構成例では、送信期間においてスイッチ素子 S A 1 ～ S A 6 4 がオフになることで、送信信号が受信回路 1 5 0 に入力されるのを阻止する送受信切替機能を実現していた。これに対して図 8 の第 3 の構成例では、スイッチ素子 S A 1 ～ S A 4 の前段側に設けられた送受信切替回路 T R S W 1 ～ T R S W 6 4 により、上述の送受信切替機能を実現する。そして、この第 3 の構成例においても、受信期間では、制御回路 1 3 0 は、スイッチ素子 S A 1 ～ S A 6 4 の中から、リニアスキャンの対象となる 8 個 (L 個) のスイッチ素子を順次シフトさせて、選択し、選択されたスイッチ素子をオンにするスイッチ制御を行う。このようにすることで、スイッチ回路 1 2 0 の送受信切替機能とリニアスキャン機能とを実現できるようになる。

40

【0100】

図 9 に送受信切替回路 T R S W (T R S W 1 ～ T R S W 6 4) の構成例を示す。この送受信切替回路 T R S W は、抵抗 R B 1、R B 2 と、ダイオード D I 1 ～ D I 6 を有する。

【0101】

抵抗 R B 1 は、高電位側電源 V P とノード N B 1 との間に設けられ、抵抗 R B 2 は、ノード N B 2 と低電位側電源 V N との間に設けられる。

【0102】

ダイオード D I 1 は、ノード N B 1 と、送信回路 T X の出力ノード N Q (N Q 1 ～ N Q

50

64)との間に設けられ、ノードNB1からNQ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DI2は、ノードNB1と、スイッチ素子SA(SA1~SA64)の一端が接続されるノードNB3との間に設けられ、ノードNB1からNB3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DI3は、出力ノードNQとノードNB2との間に設けられ、ノードNQからNB2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DI4は、ノードNB3とノードNB2との間に設けられ、ノードNB3からNB2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DI5、DI6は、ノードNB3とGNDとの間に設けられるダイオードである。

【0103】

図9の送受信切替回路TRSWでは、送信回路TXが、高い振幅電圧の送信信号(パルス信号)を出力した場合に、この送信信号の電圧のクランプ処理等を行って、送信信号が受信回路150に伝達するのを阻止(抑制)する回路動作を行う。なお、送受信切替回路TRSWは図9の回路構成には限定されず、送受信切替回路TRSWを、トランスファークラップ等のアナログのスイッチ素子などにより実現してもよい。

【0104】

6. 第4の構成例

図10に本実施形態の詳細な第4の構成例を示す。図10の第4の構成例は、リニアスキャンモードとセクタスキャンモードの両方を実現するスイッチ回路120の例を示すものである。図10の第4の構成例では、スキャンモードの切替回路122の構成要素が追加されている。

【0105】

図10ではスイッチ回路120は、スキャンモード切替回路122を含む。またスイッチ素子SA1~SA64は、送信回路TX1~TX64の出力ノードNQ1~NQ64と接続ノードNC1~NC64(広義には第1~第Kの接続ノード)との間に設けられる。

【0106】

ここで、接続ノードNC1~NC64は、各接続ノード群が8個(L個)の接続ノードから構成される接続ノード群NH1~NH8(広義には第1~第Mの接続ノード群)にグルーピングできる。例えば接続ノードNC1~NC8は接続ノード群NH1に属し、接続ノードNC9~NC16は接続ノード群NH2に属し、接続ノードNC17~NC24は接続ノード群NH3に属する。他の接続ノードNC25~NC64も同様である。

【0107】

そしてスキャンモード切替回路122は、リニアスキャンモードにおいて、接続ノード群NH1の各接続ノード(NC1~NC8)を、接続ノード群NH2~NH8のうちの、各接続ノード(NC1~NC8)に対応する接続ノード(NC9~NC16、NC17~NC24、NC25~NC32...NC57~NC64)に対して接続するスイッチ動作を行う。

【0108】

具体的には、スキャンモード切替回路122は、接続ノード群NH1の接続ノードNC1を、接続ノード群NH2~NH8の接続ノードNC9、NC17、NC25...NC57に接続するスイッチ動作を行う。このスイッチ動作は、スキャンモード切替回路122が有するスイッチ素子S11、S12、S13...S18により実現される。例えばスイッチ素子S11~S18がオンになることで、接続ノードNC1が接続ノードNC9、NC17、NC25...NC57に接続されるようになる。

【0109】

またスキャンモード切替回路122は、接続ノード群NH1の接続ノードNC2を、接続ノード群NH2~NH8の接続ノードNC10、NC18、NC26...NC58に接続するスイッチ動作を行う。このスイッチ動作は、スキャンモード切替回路122が有するスイッチ素子S21、S22、S23...S28により実現される。例えばスイッチ素子S21~S28がオンになることで、接続ノードNC2が接続ノードNC10、NC18、NC26...NC58に接続されるようになる。

【0110】

またスキャンモード切替回路122は、接続ノード群NH1の接続ノードNC3を、接続ノード群NH2～NH8の接続ノードNC11、NC19、NC27・・・NC59に接続するスイッチ動作を行う。このスイッチ動作は、スキャンモード切替回路122が有するスイッチ素子S31、S32、S33・・・S38により実現される。例えばスイッチ素子S31～S38がオンになると、接続ノードNC3が接続ノードNC11、NC19、NC27・・・NC59に接続されるようになる。接続ノード群NH1の接続ノードNC4～NC8と、接続ノード群NH2～NH8の他の接続ノードとの接続も同様である。

【0111】

10

図10の第4の構成例では、スキャンモード切替回路122のスイッチ素子S11～S88（S11～S18、S21～S28・・・S81～S88）がオンになることで、スイッチ素子SA1～SA64と受信回路150の入力ノードNI1～NI8との間の接続構成が、図5と同様の接続構成になる。即ち、図5の回路と等価な接続構成になる。従って、リニアスキャンモードにおいては、スキャンモード切替回路122のスイッチ素子S11～S88がオンになることで、図5で説明した動作と同様の動作で、リニアスキャンモードでのチャンネル選択を実現できる。そして、チャンネルCH1～CH64の中から選択されたリニアスキャンの対象となる8個（L個）のチャンネルからの受信信号を、受信回路150の入力ノードNI1～NI8に入力できるようになる。

【0112】

20

一方、セクタースキャンモードにおいては、スキャンモード切替回路122のスイッチ素子S11～S88はオフになる。そして、送信期間においては、スイッチ素子SA1～SA64がオフになることで、受信回路150への送信信号の伝達が阻止され、送受信切替機能を実現される。また、受信期間においては、スイッチ素子SA1～SA64が全てオンになる。これにより、チャンネルCH1～CH64からの受信信号は、スイッチ回路120のスイッチ素子SA1～SA64を介して、そのまま受信回路150の受信部RX1～RX64に入力される。そして、受信部RX1～RX64が、チャンネルCH1～CH64からの受信信号の受信処理を行うことになる。

【0113】

即ち、図10の第4の構成例では、セクタースキャンモードを実現するために、64チャンネル分の受信部RX1～RX64が設けられる。そして、リニアスキャンモードでは、図5の第1の構成例と同様に、これらの受信部RX1～RX64のうちの受信部RX1～RX8が、リニアスキャンで選択されたチャンネルからの受信信号の受信処理を行う。一方、セクタースキャンモードでは、スイッチ素子SA1～SA64が全てオンになることで、チャンネルCH1～CH64からの受信信号が受信部RX1～RX64に入力されて、これらの受信信号の受信処理が行われることになる。

【0114】

30

以上のように図10の第4の構成例によれば、図5の第1の構成例等で実現されるリニアスキャンモードに加えて、セクタースキャンモードも実現できるようになるため、汎用性の高い超音波測定装置を実現することが可能になる。

40

【0115】

なお、本実施形態の構成は、以上に説明した第1～第4の構成例には限定されず、種々の変形実施が可能である。例えば第1～第4の構成例を組み合わせた変形実施も可能である。例えば図4の第4の構成例において、スイッチ素子SA1～SA64の後段に、受信信号を増幅するための増幅回路（LNA）を設けたり、スイッチ素子SA1～SA64の前段に、送受信切替回路を設けるなどの変形実施も可能である。

【0116】

7. 超音波トランスデューサ素子

図11（A）～図11（C）に、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10の構成例を示す。この超音波トランスデューサ素子10は、

50

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。

【0117】

図11（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11（B）は、図11（A）のA-A'に沿った断面を示す断面図である。図11（C）は、図11（A）のB-B'に沿った断面を示す断面図である。

【0118】

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11（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。

10

【0119】

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。

【0120】

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11（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。

20

【0121】

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。

【0122】

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の開口部45のサイズによって超音波の共鳴周波数が決定され、その超音波は圧電体層30側（図11（A）において紙面奥から手前方向）に放射される。

30

【0123】

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。

【0124】

40

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。圧電体層30の一方の面は第1電極層21を介して振動膜50に接合されているが、他方の面には第2電極層22が形成されるものの、第2電極層22上には他の層が形成されていない。そのため圧電体層30の振動膜50側が伸縮しにくく、第2電極層22側が伸縮し易くなる。従って、圧電体層30に電圧を印加すると、開口40側に凸となる撓みが生じ、振動膜50を撓ませる。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。

【0125】

この圧電体層30に印加される電圧は、例えば10～30Vであり、周波数は例えば1

50

～10MHz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。

【0126】

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。

【0127】

8. 超音波トランスデューサーデバイス

10

図12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12に示す本数には限定されない。

【0128】

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。

20

【0129】

図13（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13（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。

30

【0130】

そして図13（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13（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13（B）に示すように、素子列数は1列であってもよい。

【0131】

40

図12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。

【0132】

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。

50

【0133】

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12に示すように、コモン電極線CL1～CL8のうちの第i（ i は $1 \leq i \leq m$ である整数）のコモン電極線CLi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。

【0134】

コモン電極線CL1～CL8には、コモン電圧VCOMが供給される。このコモン電圧VCOMは一定の直流電圧であればよく、0V、即ちグラウンド電位（接地電位）でなくてもよい。

10

【0135】

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。

【0136】

なお、超音波トランスデューサー素子の配置は、図12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。

【0137】

また図11（A）～図13（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。

20

【0138】

9. 超音波測定装置

図14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14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100と集積回路装置110を含む。また処理装置140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190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14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。

30

【0139】

集積回路装置110は、前述した送信回路112（TX1～TX64）、スイッチ回路120、制御回路130を含む。集積回路装置110は、例えばCMOSのプロセスで形成される半導体IC（半導体チップ）である。

【0140】

処理装置140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140は、受信回路150、送受信制御部160、画像処理部170、表示制御部180を含む。

【0141】

40

受信回路150は、受信処理を行うものであり、図6で説明した複数の受信部RXを有する。受信部RX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（AFE）である。送受信制御部160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170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180は、超音波の受信信号により生成された画像等を表示部190に表示するための制御を行う。

【0142】

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、図14の超音波トランスデューサーデバイス100と集積回路装置110だけを含んでも

50

よいし、これに加えて処理装置 140 や表示部 190 を含んでもよい。

【0143】

図 15 (A) ~ 図 15 (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 15 (A) では、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。

10

【0144】

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 15 (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。

20

【0145】

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。

30

【0146】

図 15 (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 15 (B) では、図 15 (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。

40

【0147】

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。

【0148】

回路基板 220、222 には、例えば図 14 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。

50

【0149】

このように図15(A)、図15(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、送信信号の送信ロ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。

【0150】

図15(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15(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15(B)は、プローブ・本体一体型の例であり、図15(D)は、プローブ・本体別体型の例である。図15(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15(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15(B)、図15(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。

【0151】

図16(A)～図16(C)は、本実施形態の超音測定装置(広義には電子機器)の具体的な機器構成の例である。図16(A)はハンディタイプの超音波測定装置400の例であり、図16(B)は据置タイプの超音測定装置400の例である。図16(C)は超音波プローブ300が本体に内蔵された一体型の超音波測定装置400の例である。

【0152】

図16(A)、図16(B)の超音波測定装置400は、超音波プローブ300と本体装置401を含み、超音波プローブ300と本体装置401はケーブル312により接続される。超音波プローブ300の先端部分には、プローブヘッド320が設けられており、本体装置401には、画像を表示する表示部440が設けられている。図16(C)では、表示部440を有する超音波測定装置400に超音波プローブ300が内蔵されている。図16(C)の場合、超音波測定装置400は、例えばスマートフォンなどの汎用の携帯情報端末により実現できる。

【0153】

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～第Kの送信回路、第1～第Kの出力ノード、第1～第Kのチャンネル、第1～第Lの入力ノード等)と共に記載された用語(送信回路TX1～TX64、出力ノードNQ1～NQ64、チャンネルCH1～CH64、入力ノードNI1～NI8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限定されず、種々の変形実施が可能である。

【符号の説明】

【0154】

TX1～TX64 送信回路、NQ1～NQ64 出力ノード、
CH1～CH64 チャンネル、NI1～NI64 入力ノード、
RX1～RX64 受信部、LNA1～LNA8 増幅回路、
TRSW1～TRSW64 送受信切替回路、
SA1～SA64 スイッチ素子(スイッチ回路)、
S11～S81 スイッチ素子(スキャンモード切替回路)、

10

20

30

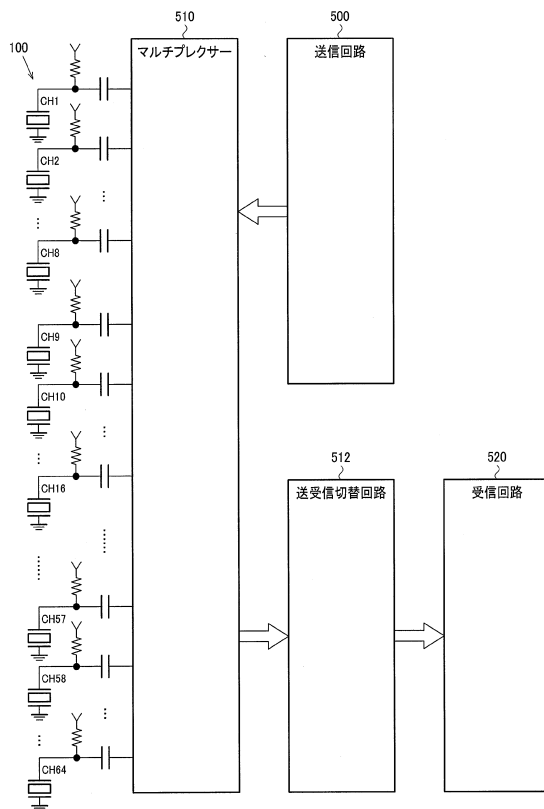
40

50

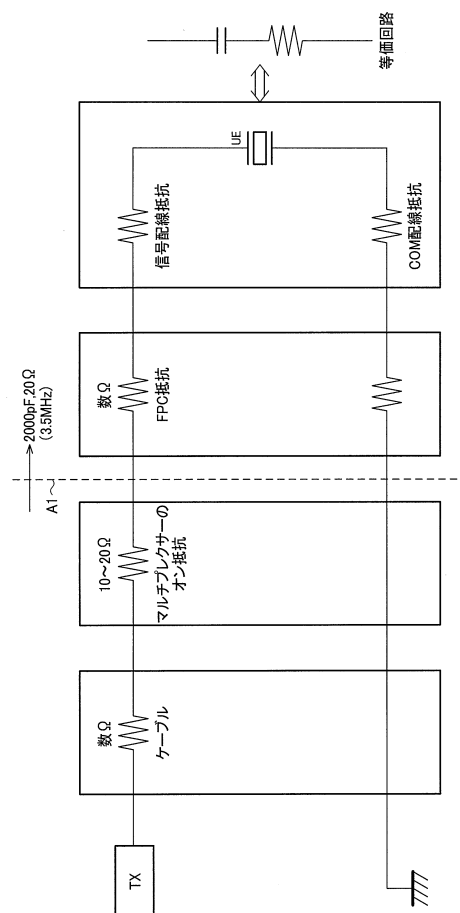
S G 1 ～ S G 8 スイッチ素子群、N G 1 ～ N G 8 出力ノード群、
 N H 1 ～ N H 8 接続ノード群、N C 1 ～ N C 6 4 接続ノード、
 D L 1 ～ D L 6 4 駆動電極線、C L 1 ～ C L 8 コモン電極線、
 V T 1 ～ V T 6 4 送信信号、V R 1 ～ V R 6 4 受信信号、V C O M コモン電圧、
 1 0 超音波トランスデューサー素子、2 1 第 1 電極層、2 2 第 2 電極層、
 3 0 圧電体層、4 0 開口、4 5 開口部、5 0 振動膜、6 0 基板、
 1 0 0 超音波トランスデューサーデバイス、1 0 2 音響整合層、
 1 0 4 バックプレート、1 0 6 支持部材、1 1 0 集積回路装置、
 1 2 0 スイッチ回路、1 2 2 スキャンモード切替回路、1 3 0 制御回路、
 1 4 0 処理装置、1 5 0 受信回路、1 6 0 送受信制御部、1 7 0 画像処理部、
 1 8 0 表示制御部、1 9 0 表示部、2 0 0 超音波プローブ、
 2 1 0、2 1 2 フレキシブル基板、2 2 0、2 2 2 回路基板、
 2 4 0 ケーブル、2 5 0 本体装置、
 3 0 0 超音波プローブ、3 1 2 ケーブル、3 2 0 プローブヘッド、
 4 0 0 超音波測定装置、4 0 1 本体装置、4 4 0 表示部

10

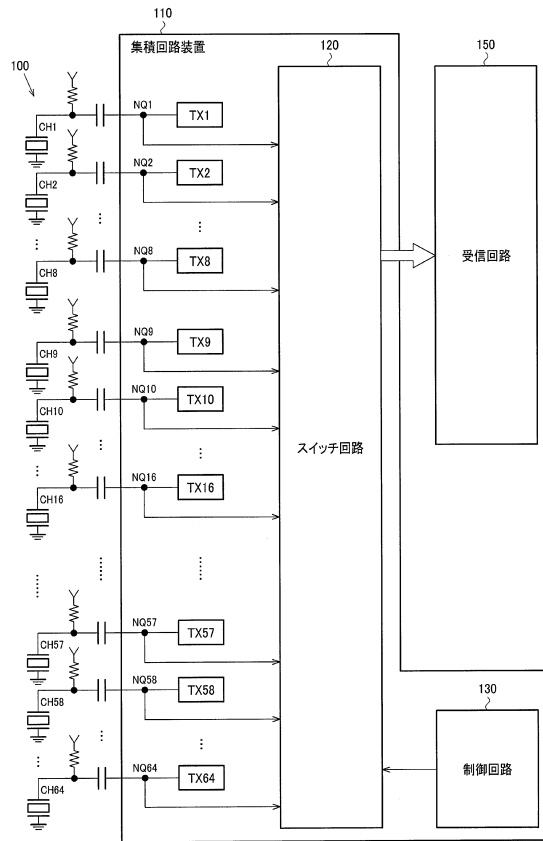
【図 1】



【図 2】

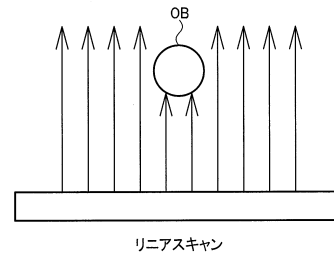


【図 3】

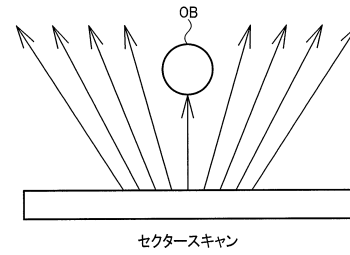


【図 4】

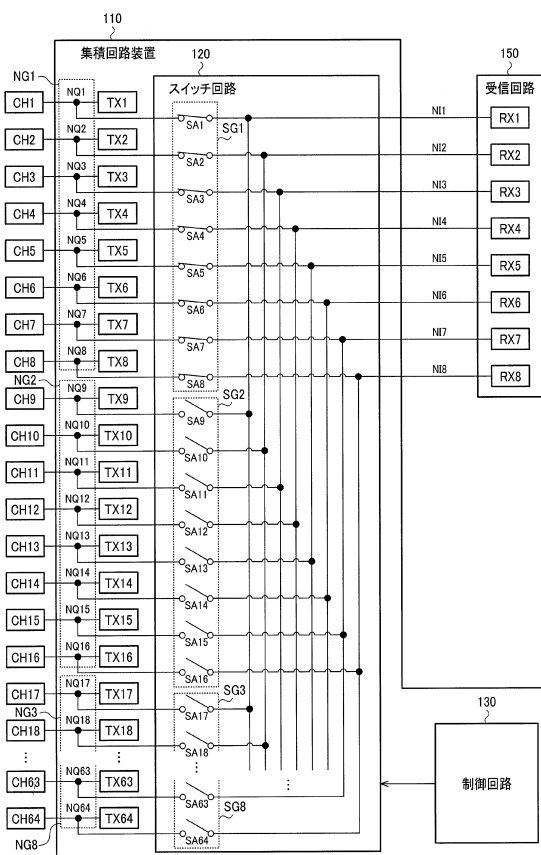
(A)



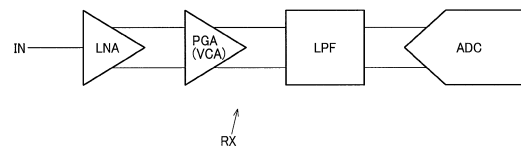
(B)



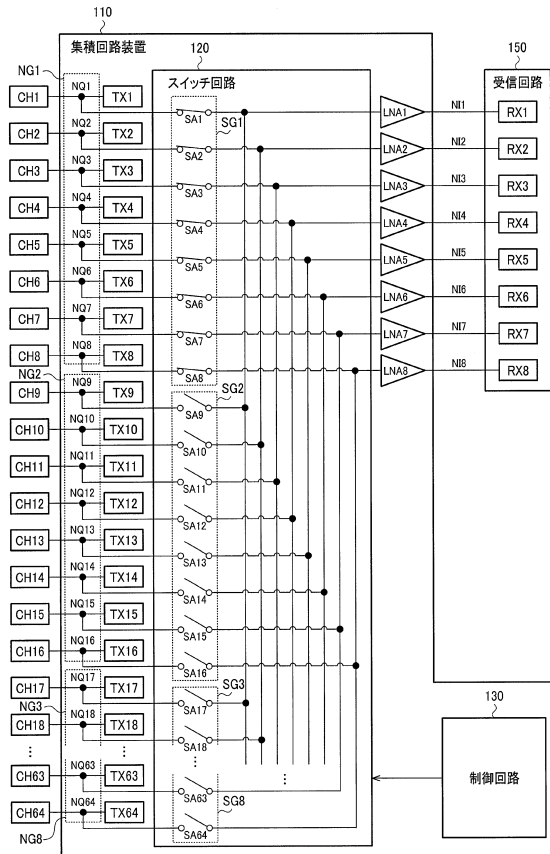
【図 5】



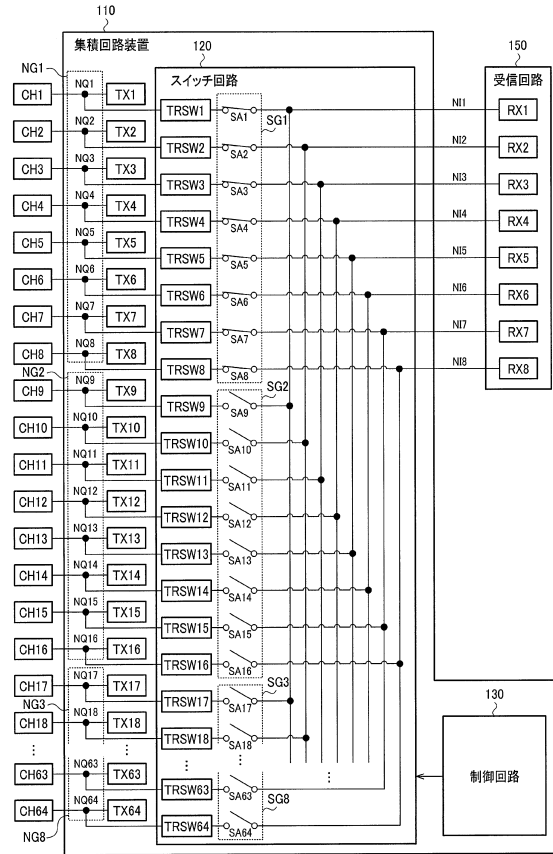
【図 6】



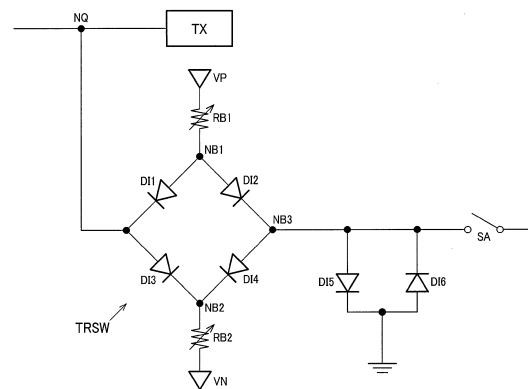
【図 7】



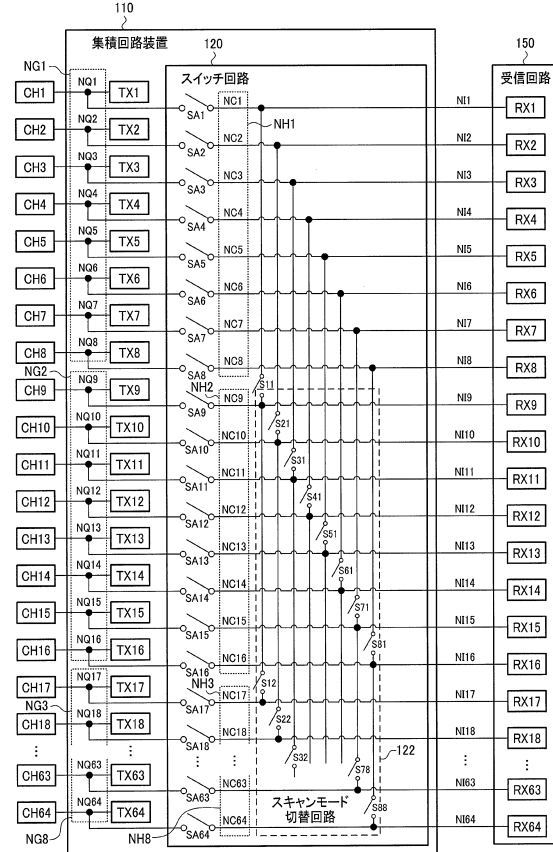
【図 8】



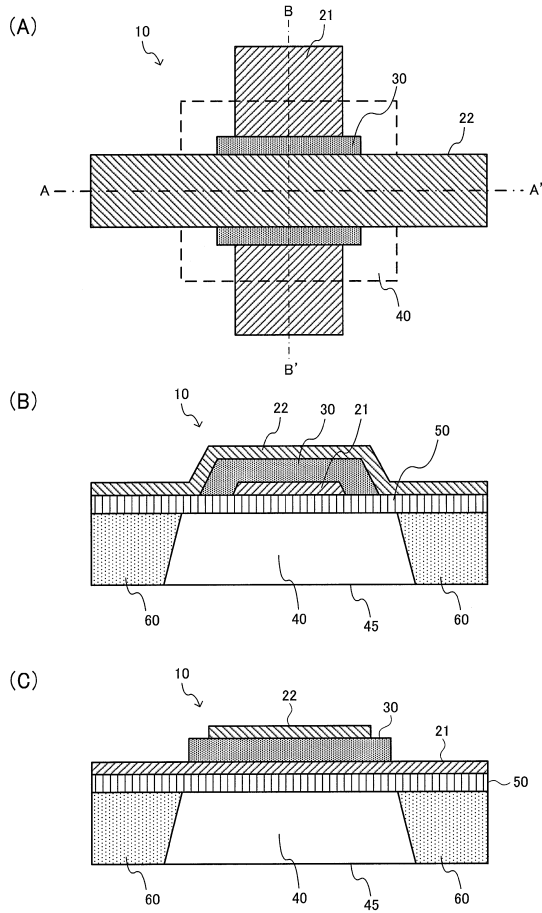
【図 9】



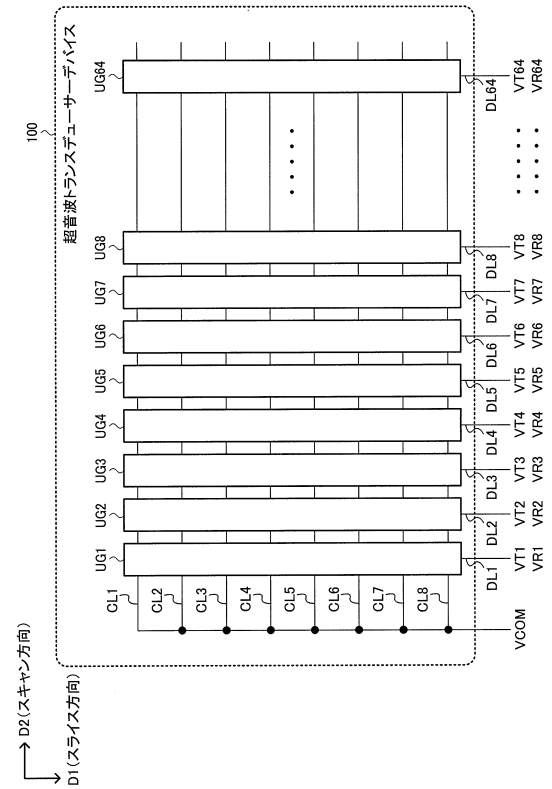
【図 10】



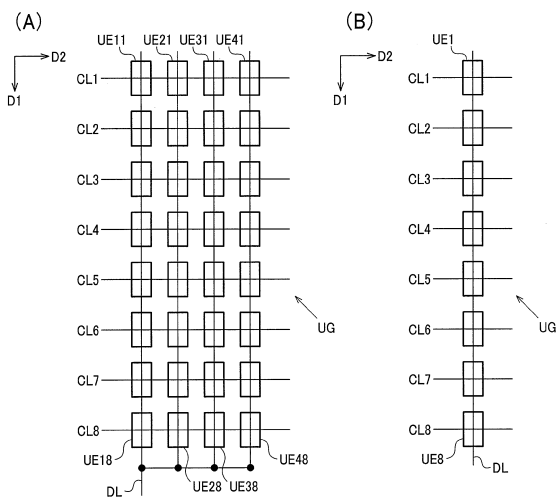
【図 1 1】



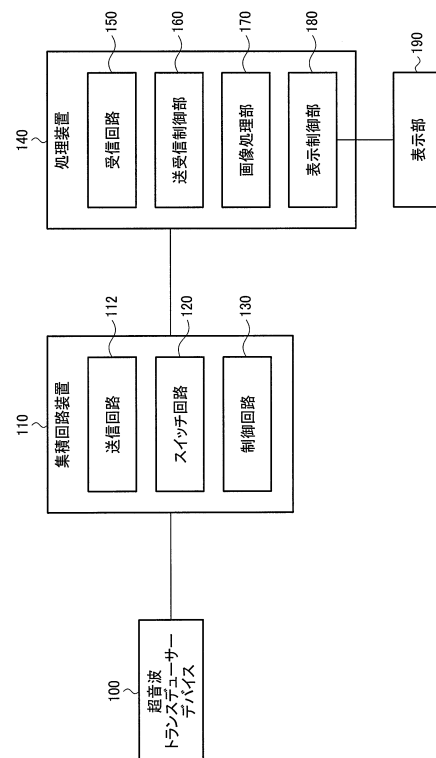
【図 1 2】



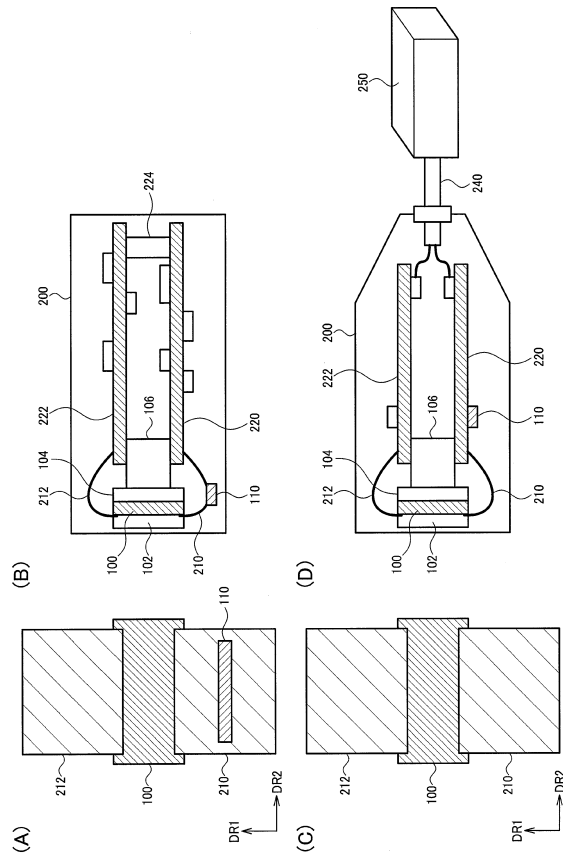
【図 1 3】



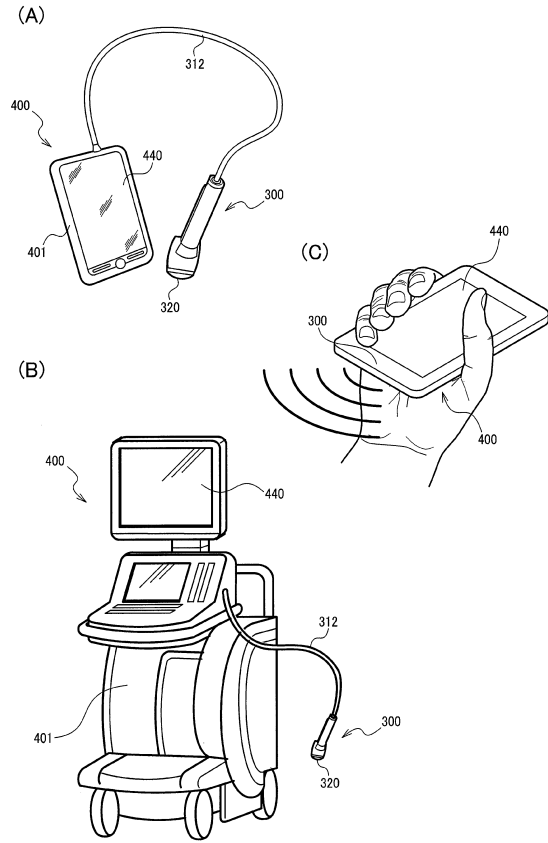
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平5-103397 (J P, A)
特開2011-71842 (J P, A)
特開2012-152319 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5

专利名称(译)	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	JP6003466B2	公开(公告)日	2016-10-05
申请号	JP2012210462	申请日	2012-09-25
[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		
当前申请(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	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4405 A61B8/4427 A61B8/4494 B06B1/0207 G01S15/8915 G01S15/8927 G10K11/346 A61B8/4483 H02N2/181		
FI分类号	A61B8/14 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB07 4C601/BB08 4C601/BB21 4C601/BB23 4C601/EE09 4C601/EE13 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB21		
代理人(译)	渡边和明 西田圭介 仲井 智至		
其他公开文献	JP2014064629A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：提供一种集成电路装置，超声波测量装置等，能够将超声波传输信号有效地传输到超声波换能器装置。解决方案：集成电路装置110包括：传输电路TX1至TX64，用于将传输信号输出到具有多个超声换能器元件的超声换能器装置100的通道CH1至CH64；以及用于执行开关操作的开关电路120。开关电路120设置在发送电路TX1至TX64的输出节点NQ1至NQ64与接收电路150之间，并且在发送时段期间，其执行停止从发送电路TX1至TX64到接收的信号发送的操作。在传输信号的电路150中，并且在接收时段期间，它执行开关操作以将从信道CH1至CH64中选择的信道的接收信号输出到接收电路150。

【 図 2 】

