

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5552062号
(P5552062)

(45) 発行日 平成26年7月16日 (2014. 7. 16)

(24) 登録日 平成26年5月30日 (2014. 5. 30)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-549460 (P2010-549460)	(73) 特許権者	000153498
(86) (22) 出願日	平成22年2月2日 (2010. 2. 2)		株式会社日立メディコ
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/051367		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(87) 国際公開番号	W02010/090160	(72) 発明者	押木 光博
(87) 国際公開日	平成22年8月12日 (2010. 8. 12)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
審査請求日	平成24年9月20日 (2012. 9. 20)		株式会社日立メディコ内
(31) 優先権主張番号	特願2009-26066 (P2009-26066)	(72) 発明者	鈴木 篤史
(32) 優先日	平成21年2月6日 (2009. 2. 6)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		株式会社日立メディコ内
		(72) 発明者	畑山 奏子
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
			株式会社日立メディコ内
		(72) 発明者	麻殖生 健二
			東京都杉並区宮前2-17-18

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送信し、また、超音波を受信する振動子を内蔵する探触子と、超音波診断装置本体と、当該探触子と当該超音波診断装置本体との間で信号の受け渡しを行うケーブルとからなる超音波診断装置において、

超音波送信信号を生成する送信信号生成部と、生成された超音波送信信号を増幅する送信回路と、超音波送信信号のタイミングを調整する送信整相回路とを、前記探触子に内蔵し、前記送信整相回路が、送信クロック信号の周期以下の微小遅延を生成するDLL回路およびDLL回路の出力を選択して出力する選択回路とから構成されていることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

超音波を送信し、また、超音波を受信する振動子を内蔵する探触子と、超音波診断装置本体と、当該探触子と当該超音波診断装置本体との間で信号の受け渡しを行うケーブルとからなる超音波診断装置において、

超音波送信信号を生成する送信信号生成部と、生成された超音波送信信号を増幅する送信回路と、超音波送信信号のタイミングを調整する送信整相回路とを、前記探触子に内蔵し、前記送信整相回路が、基本クロック単位の遅延量を格納する遅延メモリと、基本クロック以下の微小遅延を生成するDLL回路およびDLL回路の出力を選択して出力する選択回路とから構成されていることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項2記載の超音波診断装置において、

前記DLL回路が、位相比較器と、遅延制御回路と、可変遅延回路とから構成されており

、

前記位相比較器が、入力信号の位相と前記可変遅延回路の出力の位相とを比較するものであり、前記遅延制御回路が、前記位相比較器による比較結果を入力し、前記可変遅延回路の遅延量を制御するものであり、前記可変遅延回路が、前記遅延制御回路の出力により、入力信号を遅延するものであることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】

請求項3記載の超音波診断装置において、

前記可変遅延回路が、複数のインバータを直列に接続し、各インバータの出力として遅延信号を出力するものであることを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項5】

請求項1乃至4の何れか一項記載の超音波診断装置において、

前記探触子が複数の振動子を内蔵するものであり、振動子毎に独立して、前記送信信号生成部と前記送信回路と前記送信整相回路とを有するものであることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項6】

請求項1乃至4の何れか一項記載の超音波診断装置において、

デジタル伝送ケーブルにより、前記超音波診断装置本体と前記探触子間の信号の送受信を行うことを特徴とする超音波診断装置。

20

【請求項7】

請求項1乃至4の何れか一項記載の超音波診断装置において、

前記送信信号生成部は、送信信号波形を格納するメモリを有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項8】

請求項7記載の超音波診断装置において、

前記送信信号波形を格納するメモリが、シフトレジスタであることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項9】

請求項1乃至4の何れか一項記載の超音波診断装置において、

さらに、受信アンプ回路を、前記探触子に内蔵したことを特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項10】

請求項9記載の超音波診断装置において、さらに、

受信アンプ回路の出力を、加算回路で加算して超音波診断装置本体へ伝送するようにしたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項11】

請求項1乃至4の何れか一項記載の超音波診断装置において、さらに、

前記振動子が、CMUTであることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項12】

請求項11記載の超音波診断装置において、

CMUTの基板に、半導体回路製法により前記送信信号生成部と前記送信回路と前記送信整相回路とを搭載したことを特徴とする超音波診断装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に関し、さらに詳しくは、超音波を送受信する探触子内に、振動子を駆動する送信回路と、送信波形格納メモリ等からなる送信信号生成部を持つことを特徴とし、さらに、送信整相機能も内蔵とすることで、装置本体からの高圧送信信号を前記探触子に伝送するアナログ線無くすることが可能な超音波診断装置に関する。

【背景技術】

50

【0002】

超音波診断装置は、主には圧電材料にて構成された振動子に電圧を印加し、それにより発生する超音波を被検体に送信して、その反射波より様々な情報を取り出し、被検体内の情報を得るものである。

【0003】

従来、振動子に電圧を印加する送信回路は装置本体に設置され、一般に数十chの整相口径数分をもつ。探触子内の振動子数が、整相口径数よりも多い場合は、1chの送信回路と複数の振動子を、装置内に設置されたスイッチにより切り換えて使用する。

また、近年、振動子が2次元に並ぶ2次元アレイ超音波探触子が開発されているが、例えば振動子を32×32素子に配列した構成をとると、振動子総数は1024素子にもなる。全振動子を駆動することを考えると、駆動振動子と、装置本体に設置された数十chの送信回路との間で、スイッチには、複雑な制御を要するマトリックス型のスイッチなどを要する。

10

【0004】

このような構成をとると、スイッチのもつ入力容量などが問題となり、実用的でないため、各送信回路が送信する素子のうちの有効な素子の一部に限定するなどの処置がとられることになると考えられるが、いずれにせよ、複雑な制御を要するマトリックススイッチの制御が必要となる。

【0005】

このように、従来は数多くの振動子を駆動するために、超音波診断装置本体から探触子へ、ケーブルを介して、診断画像を得るに十分な振幅をもち、送信回路数分のアナログ送信信号の伝送が必要であった。

20

【0006】

特許文献1では、探触子に内蔵可能な送信回路の発明がなされている。

特許文献1記載の送信回路では、送信回路をスイッチ構成にすることで、小型化を図り、探触子に内蔵可能としている。これにより、超音波診断装置本体から、大きな振幅をもつアナログ信号送信は不要になると考えられる。

しかしながら、回路数分の送信入力信号を伝送する数多くの信号線が、ケーブル内に必要である。

また、切換スイッチの活用は、送信回路数と、振動子数の差を埋めるため依然として必要である。

30

さらに、特許文献1には、超音波診断装置において、本体からの内蔵送信回路への制御方法や、送信回路と振動子との数的な関係、送信整相に関する記述は無い。

【0007】

また、特許文献2では、送信整相における遅延制御として、基本クロックに対し、それぞれ時間的に遅延をさせた4相クロックを用いることで、実際送信に使用されるサンプリングクロック周期の1/4の精度で前記超音波信号の送信タイミングを制御する手段を備えた送信手段が公開されている。

しかしながら、本提案においては、遅延精度がサンプリングクロック周期の1/4の精度に特化されているため、より細かな精度に対応する遅延を実現できない。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】 米国特許第7022074号明細書

【特許文献2】 特開2006-288851号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述したように、従来技術では送信回路の探触子内蔵化に関する発明はあるが、その具体的な制御方法と、送信整相機能と一緒に内蔵化する技術に関する開示は無い。

また、従来例にある発明では、内蔵する送信回路数の増加に伴い、診断装置本体から探

50

触子へ信号伝送するための配線数が増加する。

さらに、数多くの振動子がありながら、実際に超音波信号を送信可能な振動子は、振動子よりも数の少ない送信回路数にて制限される。

【0010】

本発明は、超音波診断装置において、送信信号生成部や送信回路などの回路を探触子内に内蔵可能とすることより、超音波診断装置本体からの高圧信号伝送を不要とし、また、従来必要とした、送信ケーブルの数を減少させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、超音波を送信し、また、超音波を受信する振動子を内蔵する探触子と、超音波診断装置本体と、当該探触子と当該超音波診断装置本体との間で信号の受け渡しを行うケーブルとからなる超音波診断装置において、超音波送信信号を生成する送信信号生成部と、生成された超音波送信信号を増幅する送信回路と、超音波送信信号のタイミングを調整する送信整相回路とを、前記探触子に内蔵し、前記送信整相回路が、送信クロック信号の周期以下の微小遅延を生成するDLL回路およびDLL回路の出力を選択して出力する選択回路とから構成されていることを特徴とするものである。

10

【0012】

また、超音波を送信し、また、超音波を受信する振動子を内蔵する探触子と、超音波診断装置本体と、当該探触子と当該超音波診断装置本体との間で信号の受け渡しを行うケーブルとからなる超音波診断装置において、超音波送信信号を生成する送信信号生成部と、生成された超音波送信信号を増幅する送信回路と、超音波送信信号のタイミングを調整する送信整相回路とを、前記探触子に内蔵し、前記送信整相回路が、基本クロック単位の遅延量を格納する遅延メモリと、基本クロック以下の微小遅延を生成するDLL回路およびDLL回路の出力を選択して出力する選択回路とから構成されていることを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

【0022】

以上、本発明によれば、超音波診断装置において、送信整相回路と、送信信号生成部と、送信回路を探触子内に内蔵可能となる。これにより、超音波診断装置本体からの高圧信号伝送が不要となる。

30

また、装置本体からは、基本クロックと、電源信号と、データバスを介し、デジタル送信信号伝送のみを必要とするため、アナログ送信信号伝送が不要となり、従来必要とした、送信回路数分の送信ケーブルが減少できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第一の実施形態による超音波診断装置のブロック図

【図2】本発明の第二の実施形態による超音波診断装置のブロック図

【図3】本発明の第三の実施形態による超音波診断装置のブロック図

【図4】本発明の、超音波診断装置の探触子に内蔵する回路を示すブロック図

【図5】超音波診断装置の送波整相の原理を示す図

40

【図6】DLL回路を用いた微小遅延回路

【図7】DLL回路を用いた微小遅延回路

【図8】図7のDLL回路の出力を示す図

【図9】図7のDLL回路により出力される遅延された送信信号を示す図

【図10】微小遅延選択信号および送波サンプリングCLK作成の実施例を示すブロック図

【図11】本発明の第四の実施形態による超音波診断装置のブロック図

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、図面を参照して、本発明を好ましい実施形態により説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

50

【0025】

{第一の実施形態}

図1に、本発明の第一の実施形態による超音波診断装置を示す。

本回路構成は、探触子01と、ケーブル06と、超音波診断装置本体100とを備えて構成されており、探触子01は、振動子05と、送信整相回路02と、送信回路03と、送信信号生成部14と、送受分離回路04を内蔵している。そして、本体100には、受信アンプ回路07と、受信整相回路08と、信号処理回路09と、画像処理回路10と、表示モニタ11とを備えている。また、本体100は、コントロール回路12と電源13を備えている。

【0026】

振動子05は、一般に送信回路03から入力されるパルス波、または、連続波の送波信号を超音波に変換して被検体に送信する機能と、被検体の内部から反射する超音波を受けて、これを電気信号へ変換して出力する機能を有して形成されている。

10

【0027】

送信整相回路02は、被検体に送信ビームを形成する際に、駆動する振動子毎で、電圧印加するタイミングを振動子毎に調整するためのものである。一般に、駆動振動子において、フォーカスする位置より遠い振動子ほど早い時間に電圧を印加するようにタイミングを制御する。

【0028】

送信回路03は、送信信号生成部14により形成された送信信号波形を、振動子05を駆動して、超音波信号を生成するために十分な大きさまで増幅して出力するためのものである。

20

【0029】

送信信号生成部14は、送信波形形状を決定するものである。例えば、メモリを具備し、1つ、もしくは複数の送信波形を格納する。超音波診断装置本体100のコントロール回路12により、波形を選択可能とする。または、超音波診断装置本体100から、ケーブル06を介し、波形を送信信号生成の度に転送して格納しても良い。

【0030】

送受分離回路04は、送信回路03により送信された信号と、本信号により振動子05を駆動して送信される超音波信号が、対象物に当たって反射した受信信号を、受信アンプ回路07に導く際に、回路上、その信号経路を切り換えるものである。これにより、送信回路03からの信号が、受信アンプ回路07に印加されることなく、振動子に伝えられ、また、被検体からの信号が振動子を介し送信回路03の影響を受けることなく受信アンプ回路07に導くことが可能となる。

30

【0031】

受信アンプ回路07は、被検体から得られた超音波信号を増幅するものであり、時間毎にその増幅率を変更可能とする機能を併せ持つものである。

【0032】

受信整相回路08は、送信整相回路02と同様に、ビーム形成を行う機能を具備するものである。受信ビームを形成する際に、被検体から信号を得る、全振動子からの信号加算タイミングを、振動子毎に調整するためのものである。フォーカスする位置に近い振動子ほど遅延時間を大きくして、フォーカス位置より遠い振動子を得る受信信号との加算タイミングをあわせる。

40

【0033】

信号処理回路09、画像処理回路10は、整相加算された信号を、検波処理などして輝度情報に変換する信号処理を行い、その他、 γ 処理などに代表される画像信号処理を施し、探触子の種類に応じ座標変換処理を行うためのものである。ここで、処理された信号は、表示モニタ11にて、診断画像として表示される。

【0034】

また、上記各構成回路はコントロール回路12より、基本クロック信号をもらい、各部位のタイミング制御などが行われている。具体的には、送受信の切換制御だったり、診断モードの切換だったりする。

50

【0035】

また、電源13は、コントロール回路12により様々な電源値を出すように制御される。ここで生成された、様々な値をもつ電源は、図示しないが各回路部へと供給される。

【0036】

図4には、本発明に関わる部位の詳細ブロック図を示す。

図4の超音波診断装置は、探触子01と、超音波診断装置本体100と、両者を結ぶケーブル06とで構成されている。

【0037】

送信信号生成部14は、例えばシフトレジスタにて構成され、そのデータは予め書き込まれたものであっても良いし、または、超音波診断装置本体100より、定期的にデータバス101を介し、転送されたデータが書き込まれても良い。または、予め複数の送信波形が書き込まれたり、超音波診断装置本体100により定期的に転送され、コントロール回路12により、どの送信波形を選ぶか選択することも可能である。

【0038】

送信回路03では、送信信号生成部14にて生成、決定される送信信号を入力信号として、その信号を増幅し、振動子05を駆動する。駆動するタイミングは、送信整相回路02により決定される。

【0039】

送信整相回路02は、この実施例では、遅延メモリ17と、DLL回路18と、選択回路19とで構成されている。

【0040】

図5は送信整相の原理を示すものである。振動子05がB1～Bnまでn個配列して形成されているとする。ビームのフォーカス点16をFとすると、各振動子からフォーカス点Fまでの距離はL1～Lnと表すことが出来る。

【0041】

振動子n個のうち、フォーカス点から最も近い振動子をBkとして、ここからフォーカス点までの距離をLkとする。Lkを基準とする各振動子からフォーカス点Fまでの距離差 ΔLn は

$$\Delta Ln = Ln - Lk \quad (\text{式1})$$

と表すことが出来る。フォーカス点Fにて各振動子からの信号を同相で揃えようとする、この ΔLn の違いを考慮して振動子毎の信号駆動タイミングを考慮する必要がある。具体的には、BkとBnを同相にて駆動すると、Bkからの信号がFに到達するタイミングではBnからの信号は ΔLn 手前にしか存在しない。よって、Bnからの信号は、この ΔLn に相当する時間分早めて駆動する必要がある。

【0042】

ここで、被検体の音速を v_{sound} とすると、

$$\Delta Ln = \Delta Tn \times v_{\text{sound}} \quad (\text{式2})$$

$$\Delta Tn = M \times t_{\text{clk}} + \Delta tn \quad (\text{式3})$$

である。ここで、 ΔTn は、各振動子Bnから、フォーカス点Fまでの音波伝搬時間であり、 t_{clk} は超音波診断装置本体のコントロール回路12から出力される基本クロックの周期であり、Mは整数である。また Δtn は、基本クロック周期 t_{clk} 以下の時間を示す。

【0043】

この例では、Bnの振動子は、基準となるBkの振動子よりも ΔLn だけフォーカス点Fよりも遠いため、時間にして ΔTn だけBkよりも早く駆動する必要がある。この ΔTn は、本案による超音波診断装置では、基本クロック間隔でM回と Δtn の和に相当する。

【0044】

以上より、振動子Bnでは、これに接続する送信回路03を ΔTn だけ早く動作させる必要がある。このためには、Bnに接続される、例えばシフトレジスタで構成される送信信号生成部14に供給するクロックを ΔTn だけBkに比して早めれば良い。

【0045】

10

20

30

40

50

結果、同一のフォーカス点16に、複数振動子から位相を合わせた信号を送信するためには、遅延時間として、基本クロックtclk単位の値と、基本クロック以下の微小時間の付与が必要となる。この遅延時間を、以下フォーカスデータと呼ぶ。

【0046】

フォーカスデータ=基本クロック×M +微小遅延 (式4)

M=0,1,2,・・・ 整数

図4に示すように、本実施例では、基本クロック単位の遅延量は遅延メモリ17にて扱う。これもシフトレジスタへのデータ転送同様、予め遅延メモリ17に書き込まれていても良いし、超音波診断装置本体100内より、任意のタイミングで転送しても良い。超音波診断装置本体100には、予め遅延量を、図示しないメモリに格納しておいても良いし、例えば

10

【0047】

なお、この基本クロック単位の遅延量制御は、送信フォーカスの位置により成されない場合も存在する。例えば、振動子ピッチに比し、フォーカス位置が十分に遠方に配置されている場合には、隣接素子間における時間差が、基本クロック以下となり、この精度による遅延は不要となる。この場合、遅延メモリ17には、遅延データとして0が付与される。

【0048】

遅延データは、フォーカス位置により異なるため、そのデータを使用するかはフォーカスの都度、コントロール回路12により指示される。

【0049】

20

また、基本クロックtclk以下の遅延時間である、微小遅延は送信整相回路02にて生成する。以下、図を用いて、より好適な実施例を示す。

【0050】

図6には、DLL(Delay Locked Loop)回路の原理図を例に微小遅延を作成する方法を示す。DLL回路は、信号入力部300(Ckin)と、位相比較器301と、遅延制御回路302と、可変遅延回路303とからなる。可変遅延回路303の遅延量は、遅延制御回路302が出力する値によって決定される。

【0051】

位相比較器301は、信号入力部300より入力された信号の位相と、可変遅延回路出力がフィードバックされたフィードバック信号304の位相を比較し、その比較結果を遅延制御回路302に出力する。遅延制御回路は、自回路が保持する値を可変遅延回路303に出力することで、可変遅延回路303の遅延量を制御する。

30

【0052】

また、位相比較器301による、信号入力部300より入力される信号の位相と、フィードバック信号303の位相との比較結果に基づいて、それらの位相差をなくすように遅延制御回路302にて制御される。

【0053】

可変遅延回路の構成例も図6に示す。この図において、可変遅延回路303は、例えばインバータからなる遅延器305が、1～Nまで直列に接続したチェーンによって、信号入力部300から入力される信号を遅延させている。

40

図6の構成では、遅延段数としてN個あるので、入力クロック(Ckin)に対してN等分までの細かさにて、遅延制御できることを示すものである。

【0054】

より具体的な例を図7により説明する。

図7では、遅延段数として、4段の場合を想定している。図8には、信号入力部300より入力されるクロック信号として、CKinを最上段に示す。今、遅延器が4段あるため、それぞれの遅延器出力では、CKinの信号を $360^\circ/4=90^\circ$ ずつ位相をずらして出力することが可能である。そのため図8にあるように、CK1～CK3では、それぞれ位相が 90° ずれて出力される。CK4の出力では、入力が連続波では、ちょうど重なって出力される。

【0055】

50

より好適な実施例を図9により説明する。図9では、上述したシフトレジスタ14より出力される送信信号が遅延されている様子を示すものである。シフトレジスタ14には、図9に示すように送信信号として1周期分の波形データが格納されている場合を考える。送信信号は、シフトレジスタに入力されるクロック信号のタイミングにより出力されるため、送信信号の遅延のためには、シフトレジスタに入力されるクロックを遅延すれば良いことになる。

【0056】

今、信号入力部300に、送信信号周波数 f_0 の4倍の周波数をもつクロックが入力されたとする。ここで、図7に示すように、遅延器が4つの場合は $f_0 \times 4 \times 4$ 倍($16 \times f_0$)の遅延精度を持つことになる。

10

【0057】

よって、仮に f_0 が5MHzとして、装置サンプリングクロックが20MHzとする。この場合、図9中の●の間隔が、装置の基本クロックであり、最大20MHz単位までのサンプリング周期となる。しかし、このDLLを用いた遅延付与構成では、図8に示すように基本クロックに対し4倍の遅延精度を持つため、 $16 \times f_0 = 80\text{MHz}$ までの遅延精度を付与可能なこととなる。そのため、図9に示すように、本例では、装置サンプリング周期である●の4倍細かな周期による遅延付与が可能となる。DLLにて遅延回路の設計による分だけ、細かなクロック遅延を実現でき、この遅延クロックで、図4に示すシフトレジスタ14に挿入することになる。

【0058】

このようにDLL回路を用いて遅延信号を得ることにより、高速のクロックを用いる必要がなく、安価で簡単な回路構成で送信整相機能を実現できる。

20

【0059】

前述のように、ビーム形成の際、使用する全ての振動子毎で遅延量が変わってくる。よって、振動子毎に固有の値を付与する必要がある。図4に示す送信整相回路02内では、接続する振動子数 n と、クロック遅延分割数に相当する k のマトリクス構成を実現する必要がある。

【0060】

振動子数 n × クロック分割数 k (式5)

選択回路19を構成するマトリクスの出力は、それぞれが図4に示すように振動子毎の送信波信号生成部14に接続される。

30

【0061】

図10に、微小遅延選択信号および送信サンプリングCLK作成の実施例を示す。

送信信号の遅延処理は、2段階で構成される。システムクロック単位(メモリ空間200に格納)と、システムクロック単位以下(メモリ空間201に格納)の遅延量付与である。

【0062】

チャンネル毎の信号を整相するために必要な遅延量は、遅延量計算部103により計算され、結果は遅延メモリ104に格納される。若しくは、超音波診断装置外部システムにより計算され、結果のみ遅延メモリ104に転送しても良い。遅延メモリ104内には、システムCLK単位の遅延(粗遅延)と、それ以下の遅延を格納するそれぞれのメモリ空間200と201が存在する。ただし、これは一例であり、メモリに蓄えられなくとも、それぞれの値を保持できるシステムであればよい。送信波形サンプリングCLK生成部105は、送信信号のサンプリングCLKを生成する箇所であり、任意に選択される。例えば、 $2\text{MHz}/3$ 波の送信信号を生成したい場合、最低 4MHz のサンプリングCLKが6点必要となる。この点数は、アプリケーション毎に必要なとする数を適宜選択可能とする。

40

【0063】

送信波形サンプリングCLK生成部105には、遅延メモリ104から、チャンネル毎に必要なシステムCLK単位の遅延データが転送され、遅延波形サンプリングCLK106が生成される。

【0064】

これが、DLL回路18へと入力される。DLL回路18では、予め設定された送信1CLK内の位相

50

分割数Kだけ、システムCLKを等分割されたタイミングで、送信サンプリングCLKがチャンネル毎に出力される。K分割された内、どのタイミング信号を得るかは、遅延メモリ104内のメモリ空間201のデータを基に決定される。メモリ空間201に蓄えられた値は、システムCLKの分割数Kに、規格化部202により規格化されて、微小遅延選択信号102として、選択回路19へ転送される。これにより、チャンネル毎の微小遅延量が選択され、結果としてシステムCLK単位で遅延された送信波形サンプリングCLKは、システムCLK単位以下の精度で遅延され、出力される。このCLKは、シフトレジスタ14に入力され、ここに予め転送されている送信波形データを読み出すことで、各チャンネル毎に最適に遅延された送信波形の生成が可能となる。

【0065】

10

送波回路03は、探触子内蔵を前提とするため、例えば図10に示すようなNMOSのみを使った構成が考えられる。送波回路03の主要部は、NMOSソースフォロア、および立下がり出力時のみ動作するNMOSスイッチである。

【0066】

以上、図1を基本構成とする場合について述べた。本実施の形態においては、送信回路03を振動子05毎に固有に持つことができる。さらに、送信信号生成部14と、送信整相回路02と一緒に形成可能なため、超音波診断装置本体100からは、従来あるような、送信の高圧信号を探触子01に伝送するためのアナログ信号ケーブルは不要となる。

【0067】

{第二の実施形態}

20

図2に、本発明の第二の実施の形態を示す。この実施形態では、受信アンプ回路07を送信回路03と共に探触子01に内蔵している。

この場合、振動子05毎に送信回路03と、受信アンプ回路07を固有に持つ構成が可能となる。

【0068】

{第三の実施形態}

図3に、本発明の第三の実施の形態を示す。さらに、振動子05の数が多くなり、第二の実施形態に記載のような受信アンプ回路07の信号を全てケーブルにて超音波診断装置本体100に伝送することが難しくなった場合、受信アンプ回路07の出力のいくつかを加算回路15にて加算して、本体100に伝送するように構成している。

30

本実施の形態では、探触子01から超音波診断装置本体に信号を伝送するケーブルの伝送本数を絞ることが可能である。

【0069】

{第四の実施形態}

図11に、本発明による送信整相機能を具備した、探触子内蔵可能な送信増幅回路を、CMUT(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer:容量性マイクロマシン超音波トランスデューサ)に実装する例を示す。

CMUTは、半導体基板401と、半導体化合物からなる薄膜402、および壁403から構成されており、それらに囲まれる部分は真空、もしくは何かしらのガスにより充填されている。

【0070】

40

電気的にはちょうどコンデンサのような構造をとる。半導体基板401と、半導体薄膜402にバイアス電圧を印加することで、電界を生み、これにより半導体薄膜402の緊張度を制御する。この状態において、超音波周波数をもつ電気信号を印加することで、薄膜が励振され、印加されたバイアス電圧の大きさに応じた、電気・音響変換効率により超音波が励振されるものである。

【0071】

図11に示す半導体基板下の電極下に、半導体回路製法により本提案回路を搭載した半導体基板401を生成する。例えば、その下面より超音波診断装置本体からケーブルを介して信号線404などを接続する。

【0072】

50

この実施の形態のように、本発明をCMUTに代表される、半導体製造手法を応用した探触子において適応する場合、本提案回路を容易に集積化実装できる利点がある。

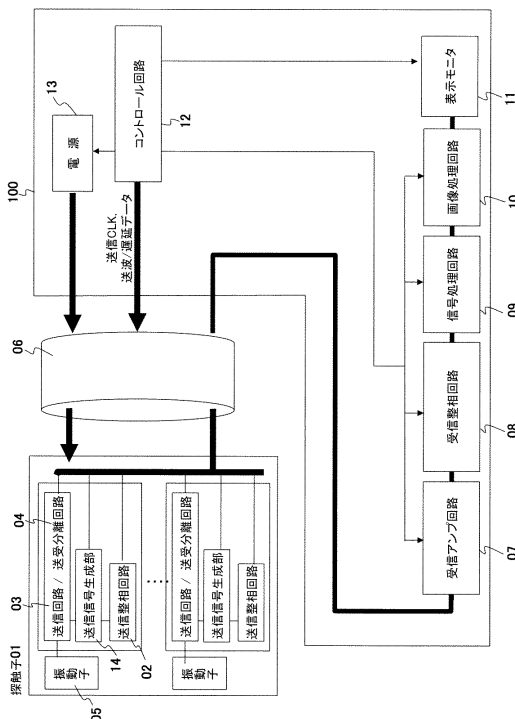
【符号の説明】

【0073】

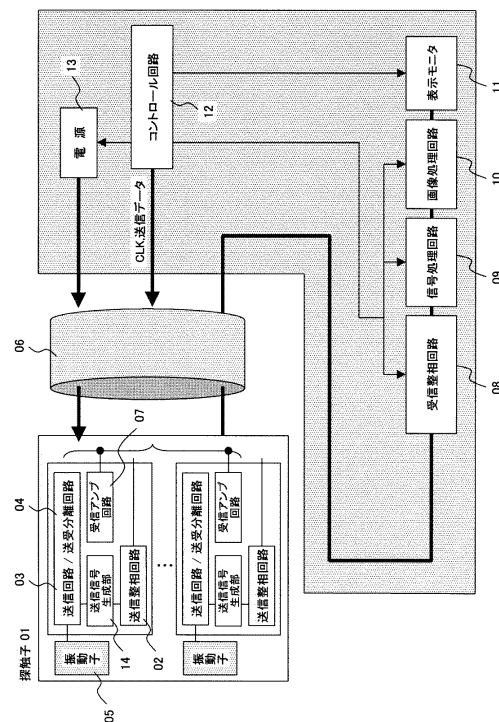
01 探触子、02 送信整相回路、03 送信回路、04 送受分離回路、05 振動子、06 探触子ケーブル、07 受信アンプ回路、08 受信整相回路、09 信号処理回路、10 画像処理回路、11 表示モニタ、12 コントロール回路、13 電源、14 送信信号生成部、15 加算回路、16 フォーカス点F、17 遅延メモリ、18 DLL回路、19 選択回路、100 超音波診断装置本体、101 データバス、102 微小遅延選択信号、103 遅延量計算部、104 遅延メモリ、105 送信波形サンプリングCLK生成部、106 送信波形サンプリングCLK

10

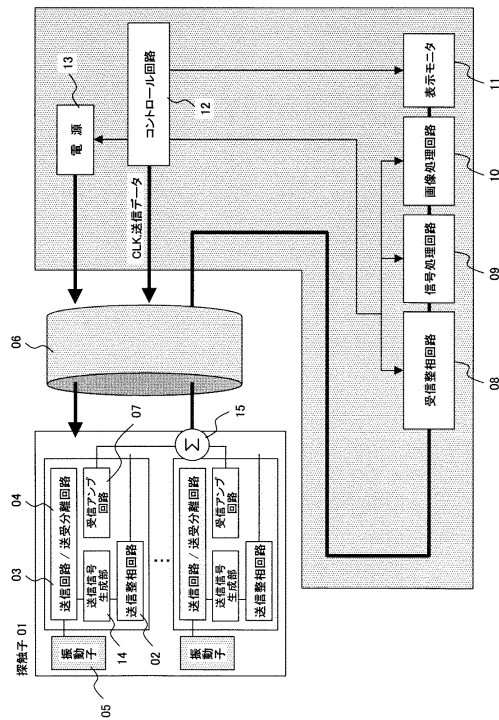
【図1】



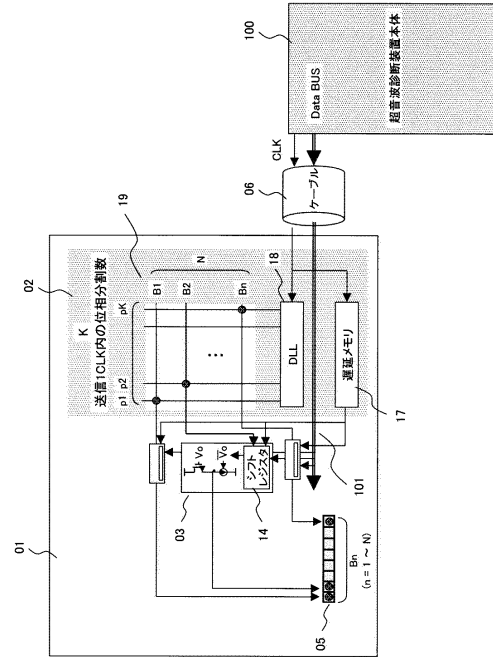
【図2】



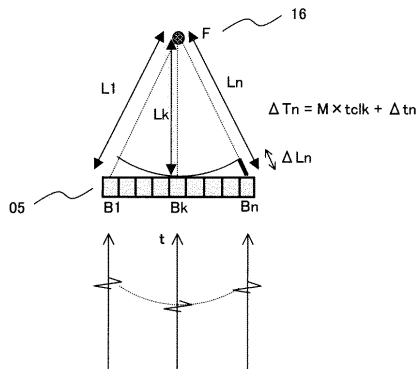
【図 3】



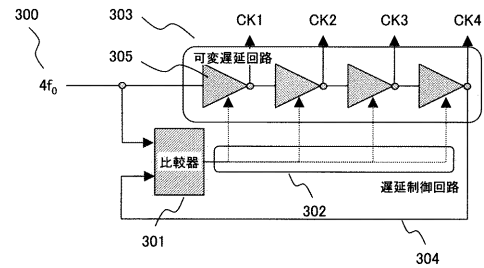
【図 4】



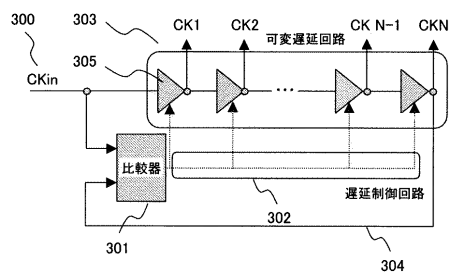
【図 5】



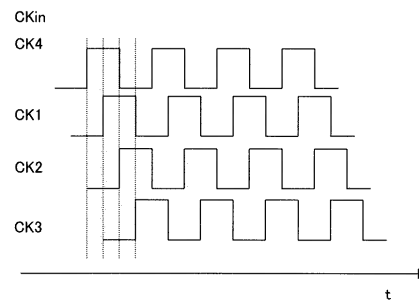
【図 7】



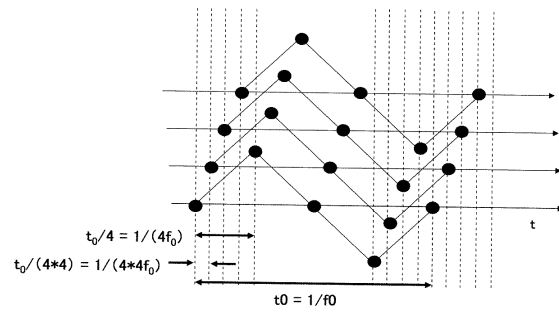
【図 6】



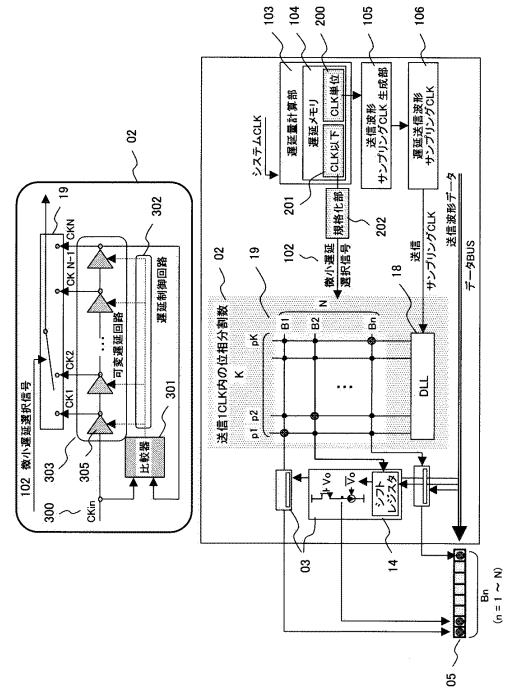
【図 8】



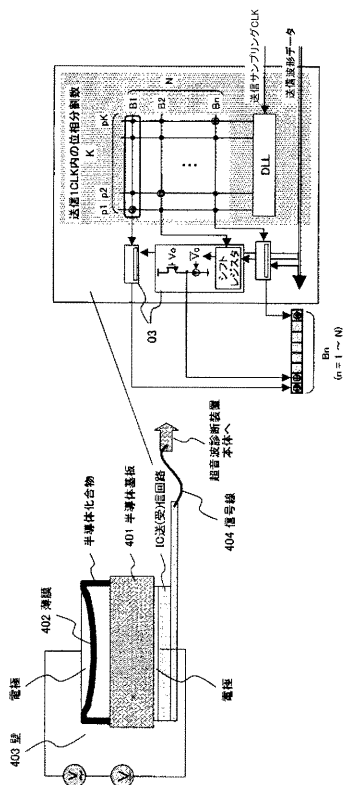
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 後藤 順也

- (56)参考文献 特開2007-325937 (JP, A)
特開2005-152450 (JP, A)
国際公開第2005/120359 (WO, A1)
特開平07-051266 (JP, A)
特開2000-033087 (JP, A)
特開2001-104303 (JP, A)
特開昭62-084747 (JP, A)
特開2004-194981 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00

在超声诊断设备中，通过为探头的每个换能器结合配备有定相功能的发射电路，不需要从诊断设备主体到探头的高压信号传输，并且通常必须为了减少传输电缆的数量，传输信号发生单元14为探头01中的每个换能器产生超声波传输信号，该探头包括多个发射和接收超声波的换能器05，以及结合了用于放大发送信号的发送电路03和用于调整发送信号的定时的发送定相电路02。传输信号生成单元14由例如存储传输信号波形的移位寄存器构成。传输定相电路02包括：DLL电路18，其产生等于或小于传输时钟信号的周期的微小延迟；以及选择电路19，其选择并输出DLL电路的输出，并且通过输出信号调整移位寄存器的读取定时。到。结果，探头电缆06不需要高压信号传输，并且可以减少传统上所需的传输电缆的数量。

