

(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2008-194290

(P2008-194290A)

(43) 公開日 平成20年8月28日(2008.8.28)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

テーマコード (参考)

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-33483 (P2007-33483)
(22) 出願日 平成19年2月14日 (2007.2.14)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(71) 出願人 594164542
東芝メディカルシステムズ株式会社
栃木県大田原市下石上1385番地
(74) 代理人 100078765
弁理士 波多野 久
(74) 代理人 100078802
弁理士 関口 俊三
(74) 代理人 100077757
弁理士 猿渡 章雄
(74) 代理人 100130731
弁理士 河村 修

最終頁に続く

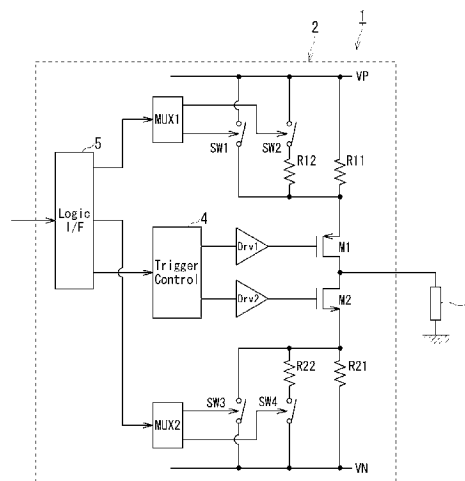
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 送信回路の回路規模や電源の数を増加させることなく、複数の異なる電圧レベルの送信パルスを発生させることが可能な超音波診断装置を提供することである。

【解決手段】 超音波診断装置1は超音波の送受信を行う複数の超音波振動子3と、複数の超音波振動子3をそれぞれ駆動させる複数の送信回路2とを備える。そして、送信回路2に送信回路2の出力抵抗値を可変させる抵抗値可変手段SW1, SW2, SW3, SW4, R11, R12, R21, R22を設けた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波の送受信を行う複数の超音波振動子と、

前記複数の超音波振動子にそれぞれ送信パルスを印加する複数の送信回路とを備え、

前記送信回路に前記送信回路の出力抵抗値を可変させる抵抗値可変手段を設けたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記抵抗値可変手段は、使用する超音波プローブの種類に応じて前記出力抵抗値を切換えるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記抵抗値可変手段は、映像モード、送信シーケンスおよび送信繰返し周期の少なくとも 1 つに応じて前記出力抵抗値を切換えるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記抵抗値可変手段は、前記送信パルスの送信チャンネルごとに前記出力抵抗値を可変させるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記抵抗値可変手段は、前記送信パルスの波形上において前記出力抵抗値を切換えるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記送信パルスのパルス幅変調を行う変調手段を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記抵抗値可変手段を前記送信パルスの送信チャンネルごとに、または複数の送信チャンネルごとに設けたことを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記抵抗値可変手段は、前記出力抵抗値を切換えることによって前記送信パルスの立ち上がり時間および立ち下がり時間の長さを調整し、前記送信パルスの出力電圧を制御するように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記抵抗値可変手段は、並列接続された抵抗をスイッチにより切換えることによって前記出力抵抗値を可変させるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記抵抗値可変手段は、並列接続された抵抗をスイッチとして機能するトランジスタにより切換えることによって前記出力抵抗値を可変させるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記抵抗値可変手段は、トランジスタの ON 抵抗を可変させることにより前記出力抵抗値を可変させるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波プローブにより被検体内に超音波を送受信することによって、被検体内の断層像や 3 次元画像等の生体情報を収集および表示させる超音波診断装置に係り、特に送信するための単一の超音波振動子に異なる複数の電圧レベルの送信パルスを印加することが可能な送信回路を備えた超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、被検体内に超音波を送受信することによって、被検体内の組織の断

10

20

30

40

50

層像を無侵襲に得る画像診断装置である（例えば特許文献1参照）。超音波診断装置の送信回路は、バイポーラトランジスタやFET(Field-Effect Transistor)等のスイッチを用いてDC (Direct Current)電源電圧をオン/オフすることによって超音波を送受信する圧電セラミックアレイ超音波振動子を高電圧でパルス駆動するものである。

【0003】

送信回路は圧電セラミックアレイ超音波振動子毎に設けられるが、2次元アレイ超音波振動子のようにアレイ超音波数が多い場合には、複数の超音波振動子を送信回路に並列接続したり、送信回路に接続する超音波振動子をスイッチで切換えることにより送信回路の数を低減する技術が考案されている。

【0004】

一方、超音波断層像の画質を向上させるため、或いは各種の超音波映像化技術を実現するために異なるパルス電圧の送信パルスを超音波振動子に出力する送信回路が考案されている。具体的には、1波目の送信パルスと2波目の送信パルスのパルス電圧、すなわち振幅をそれぞれ制御するために複数のパルスを単一の超音波振動子に並列接続し、各パルスをそれぞれ個別の電源に接続することによって超音波振動子に送信パルスを出力するパルスを切換える方法が考案されている。

【0005】

図9は従来の超音波診断装置における送信回路の構成を示す回路図である。

【0006】

図9に示すように従来の超音波診断装置における送信回路では、圧電セラミックであるチタンジルコン垂鉛(PZT)やMUT(micromachined ultrasonic transducers)で構成される超音波振動子にP (positive)チャンネルのFET M1のドレイン電極およびN (negative)チャンネルのFET M2のドレイン電極が接続される。PチャンネルのFET M1およびNチャンネルのFET M2のソース電極にはそれぞれ、電源VP,VNが接続される。さらに、PチャンネルのFET M1およびNチャンネルのFET M2のそれぞれのゲートを駆動するゲートドライブ回路Drvがトリガコントロール回路4 (Trigger Control)と接続される。そして、送信回路は、トリガコントロール回路4からゲートドライブ回路Drvに制御信号が与えられることによってPチャンネルのFET M1およびNチャンネルのFET M2のどちらか一方がONするように構成されている。

【0007】

図10は図9に示す送信回路の動作を示すタイミングチャートである。

【0008】

PチャンネルのFET M1側のゲート電圧G1が立ち下がるとPチャンネルのFET M1はONし、電源電圧VPが超音波振動子に供給される。また、PチャンネルのFET M1側のゲート電圧G1を戻し、NチャンネルのFET M2側のゲート電圧G2を立ち上げることによってNチャンネルのFET M2がONし、超音波振動子に加わる電圧は電源電圧VNとなる。この結果、送信回路から所定の出力電圧(OUTPUT)の送信パルスが超音波振動子に印加される。すなわち電源電圧VNがGNDレベルの電圧であれば、超音波振動子には、PチャンネルのFET M1側のゲート電圧G1が立ち下がった時間だけ、出力電圧の送信パルスが印加されることになる。

【0009】

そして、PチャンネルのFET M1およびNチャンネルのFET M2にそれぞれ供給されるゲート電圧G1,G2を時間的に線御することで超音波振動子に所望のパルス数の送信パルスを所望のパルス幅で加えることができる。また、電源電圧VP,VNを変えれば送信パルスの出力電圧を変えることができる。

【0010】

図11は従来の超音波診断装置における別の送信回路の構成を示す回路図である。

【0011】

図11に示す送信回路では、PZTやMUTで構成される超音波振動子に2つのPチャンネルのFET M11,M21の各ドレイン電極および2つのNチャンネルのFET M12,M22の各ドレイン電極が接続される。2つのPチャンネルのFET M11,M21および2つのNチャンネルのFET M12,M

10

20

30

40

50

22の各ソース電極にはそれぞれ、別の電源VP1,VP2,VN1,VN2が接続される。さらに、PチャンネルのFET M11,M21およびNチャンネルのFET M12,M22の各のゲートを駆動するゲートドライブ回路Drvがトリガコントロール回路4 (Trigger Control)と接続される。

【0012】

そして、送信回路は、トリガコントロール回路4からゲートドライブ回路Drvに制御信号が与えられることによってPチャンネルのFET M11,M21およびNチャンネルのFET M12,M22のいずれかがONするように構成されている。図11に示す送信回路では、1つの超音波振動子がFET M11,M21, M12,M22を介して合計4種類の電源VP1,VP2,VN1,VN2と接続されているため、4種類の出力電圧の送信パルスを超音波振動子に出力することができる。

【0013】

10

図12は、図11に示す送信回路の動作を示すタイミングチャートである。

【0014】

トリガコントロール回路4から各ゲートドライブ回路Drvに制御信号が与えられることによって、例えば図12に示すように各ゲートドライブ回路Drvから対応するFET M11,M22,M21,M12のゲート電極にゲート電圧G11,G22,G21,G12が供給される。すなわち、4つのFET M11,M22,M21,M12を順にON/OFFし、Pチャンネルの一方の電源VP1、Nチャンネルの一方の電源VN2、Pチャンネルの他方の電源VP2、Nチャンネルの他方の電源VN1から順に電圧が超音波振動子に供給されるように制御される。この結果、4つの異なる電圧レベルVP1,VN2,VP2,VN1の出力電圧(OUTPUT)を有する送信パルス列を超音波振動子に印加することができる。

20

【0015】

すなわち、FETおよび電源を増やすことにより送信回路からより多くの異なる電圧レベルの送信パルス列を超音波振動子に印加することが可能となる。

【特許文献1】特開平11-290321号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

しかしながら、従来の超音波診断装置における送信回路では、画質を向上させるために、すなわち複数の異なる電圧レベルの送信パルスを出力するために、各超音波振動子に並列接続されるパルサ、FET、電源の数や種類を、制御可能な送信パルスの電圧レベルの振幅の種類に応じて増加させる必要がある。さらに、電源が増加すると、電源の制御回路も増加することとなる。この結果、送信回路の回路規模、製造コスト、消費電力および超音波診断装置のサイズが増えるという問題がある。

30

【0017】

このような背景の下、送信パルスの電圧の制御範囲が大きい程、画質が向上し、表示可能な機能が増加するものの、大型で価格が高い高級機の超音波診断装置にしか送信パルスの電圧制御機能が搭載されていないのが現状である。

【0018】

また、特に2次元(2D: 2 dimensional)アレイプローブを備えた超音波診断装置のように、多数の超音波振動子を有する超音波診断装置の場合には、超音波振動子ごとに複数のパルサや電源を備えることが困難である。

40

【0019】

本発明はかかる従来の事情に対処するためになされたものであり、送信回路の回路規模や電源の数を増加させることなく、複数の異なる電圧レベルの送信パルスを発生させることが可能な超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明に係る超音波診断装置は、上述の目的を達成するために、請求項1に記載したように、超音波の送受信を行う複数の超音波振動子と、前記複数の超音波振動子をそれぞれ駆動させる複数の送信回路とを備え、前記送信回路に前記送信回路の出力抵抗値を可変さ

50

せる抵抗値可変手段を設けたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る超音波診断装置においては、送信回路の回路規模や電源の数を増加させることなく、複数の異なる電圧レベルの送信パルスが発生させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明に係る超音波診断装置の実施の形態について添付図面を参照して説明する。

【0023】

図1は本発明に係る超音波診断装置の第1の実施形態を示す構成図である。

10

【0024】

超音波診断装置1は、送信回路2および超音波振動子3を備えている。超音波振動子3は複数設けられ、各超音波振動子3にそれぞれ対応する送信回路2が接続される。図1では、単一の超音波振動子3および対応する送信回路2のみ図示している。各送信回路2は、図示しないシステム制御経路と接続される。超音波振動子3はPZTやMUT等の圧電セラミックで構成され、送信回路2から印加された送信パルスを超音波パルスに変換して図示しない被検体に送信する一方、被検体内で発生した超音波エコーを受信し、図示しない受信回路に電気信号として出力する機能を備えている。

【0025】

送信回路2は、PチャンネルのFET M1、NチャンネルのFET M2、Pチャンネル側の2つのスイッチSW1、SW2、2つの抵抗R11、R12、電源VP、Nチャンネル側の2つのスイッチSW3、SW4、2つの抵抗R21、R22、電源VN、各FET M1、M2にそれぞれ対応するゲートドライブ回路Drv1、Drv2、Pチャンネル側の2つのスイッチSW1、SW2に対応するマルチプレクサ（多重化装置： MUltipleXer）MUX1、Nチャンネル側の2つのスイッチSW3、SW4に対応するマルチプレクサMUX2、トリガコントロール回路4 (Trigger Control)、ロジックインターフェイス回路5 (Logic I/F)を備えている。

20

【0026】

PチャンネルのFET M1のドレイン電極およびNチャンネルのFET M2のドレイン電極は超音波振動子3と接続される。PチャンネルのFET M1のソース電極およびNチャンネルのFET M2のソース電極には、それぞれ3系統の回路が並列接続される。並列接続された回路の他端

30

【0027】

すなわち、PチャンネルのFET M1のソース電極には、抵抗R11を経由して電源VPと接続される第1の系統、抵抗R12およびスイッチSW2を経由して電源VPと接続される第2の系統並びにスイッチSW1のみを経由して電源VPと接続される第3の系統が接続される。同様に、NチャンネルのFET M2のソース電極には、抵抗R21を経由して電源VNと接続される第4の系統、抵抗R22およびスイッチSW4を経由して電源VNと接続される第5の系統並びにスイッチSW3のみを経由して電源VNと接続される第6の系統が接続される。

【0028】

Pチャンネル側の2つのスイッチSW1、SW2には共通のマルチプレクサMUX1が、Nチャンネル側の2つのスイッチSW3、SW4には共通のマルチプレクサMUX2がそれぞれ接続される。また、PチャンネルのFET M1のゲート電極およびNチャンネルのFET M2のゲート電極には、それぞれ対応するゲートドライブ回路Drv1、Drv2が接続される。さらに、2つのゲートドライブ回路Drv1、Drv2は、共通のトリガコントロール回路4と接続される。そして、トリガコントロール回路4および各マルチプレクサMUX1、MUX2は、共通のロジックインターフェイス回路5と接続される。

40

【0029】

トリガコントロール回路4は、2つのゲートドライブ回路Drv1、Drv2に制御信号を与えることによって、PチャンネルのFET M1およびNチャンネルのFET M2のいずれか一方のみがONするように制御する機能を備えている。

50

【0030】

Pチャンネル側のマルチプレクサMUX1は、対応する2つのスイッチSW1, SW2のON/OFFを制御し、双方のスイッチSW1, SW2をOFFにする第1のモード、抵抗R12が接続されていない側のスイッチSW1のみONにする第2のモードおよび抵抗R12が接続されている側のスイッチSW2のみONにする第3のモードの3種類のモードを選択できるように構成される。同様に、Nチャンネル側のマルチプレクサMUX2は、対応する2つのスイッチSW3, SW4のON/OFFを制御し、双方のスイッチSW3, SW4をOFFにする第4のモード、抵抗R22が接続されていない側のスイッチSW3のみONにする第5のモードおよび抵抗R22が接続されている側のスイッチSW4のみONにする第6のモードの3種類のモードを選択できるように構成される。

【0031】

トリガコントロール回路4から各ゲートドライブ回路Drv1, Drv2に与えられる制御信号および各マルチプレクサMUX1, MUX2からそれぞれ対応するスイッチSW1, SW2, SW3, SW4に与えられる制御信号は、図示しないシステム制御回路からロジックインターフェイス回路5を経由してトリガコントロール回路4および各マルチプレクサMUX1, MUX2に与えられる。

【0032】

また、ロジックインターフェイス回路5には、タイミングテーブルが設けられる。タイミングテーブルには、送信回路2から出力される送信パルスのパルス幅を制御する際に必要となるタイミング情報が記憶される。そして、所望のパルス幅の送信パルスを作成するためのタイミング情報がタイミングテーブルから各ゲートドライブ回路Drv1, Drv2に与えられ、各ゲートドライブ回路Drv1, Drv2がタイミング情報に従って所要のタイミングで各FET M1, M2のON/OFF制御を行うことによって送信パルスのパルス幅変調(PWM: Pulse Width Modulation)を行うことができるように構成されている。

【0033】

次に上述した超音波診断装置1の送信回路2における動作シーケンスについて説明する。

【0034】

図2は、図1に示す送信回路2の動作を示すタイミングチャートである。

【0035】

Pチャンネル側およびNチャンネル側において、それぞれ抵抗R12, R22が接続されていない側のスイッチSW1, SW3がONの場合には、FET M1, M2の各ソース電極はそれぞれ電源VP, VNと接続される。この状態の送信回路2は、図1に示す従来の超音波診断装置の送信回路と同じ回路構成となる。

【0036】

そして、2つのゲートドライブ回路Drv1, Drv2からの制御信号によって、PチャンネルのFET M1側のゲート電圧G1が立ち下がるとPチャンネルのFET M1はONし、電源電圧VPが超音波振動子3に供給される。また、PチャンネルのFET M1側のゲート電圧G1を戻し、NチャンネルのFET M2側のゲート電圧G2を立ち上げることによってNチャンネルのFET M2がONし、超音波振動子3に加わる電圧は電源電圧VNとなる。この結果、送信回路2から所定の出力電圧OUTPUT 1の送信パルスが超音波振動子3に印加される。すなわち電源電圧VNがGNDレベルの電圧であれば、超音波振動子3には、PチャンネルのFET M1側のゲート電圧G1が立ち下がった時間だけ、出力電圧OUTPUT 1の送信パルスが印加されることになる。

【0037】

そして、PチャンネルのFET M1およびNチャンネルのFET M2にそれぞれ供給されるゲート電圧G1, G2を時間的に制御することで超音波振動子3に所望のパルス数の送信パルスを所望のパルス幅で加えることができる。また、電源電圧VP, VNを変えれば送信パルスの出力電圧を変えることができる。

【0038】

つまり、抵抗R12, R22が接続されていない側のスイッチSW1, SW3がONの場合には、図10に示す従来の超音波診断装置の送信回路において出力可能な出力電圧OUTPUTと同様な出

10

20

30

40

50

力電圧OUTPUT 1の送信パルスを超音波振動子 3 に印加することができる。

【0039】

一方、抵抗R12, R22が接続されていない側のスイッチSW1, SW3をそれぞれOFFにし、抵抗R12, R22が接続されている側のスイッチSW2, SW4をそれぞれONにすると、PチャンネルのFET M1のソース電極は並列接続された2つの抵抗R11, R12を経由して電源VPと接続され、NチャンネルのFET M2のソース電極は並列接続された2つの抵抗R21, R22を経由して電源VNと接続される。

【0040】

この場合に抵抗R12, R22が接続されていない側のスイッチSW1, SW3のみをそれぞれONにした場合と同様なゲート電圧G1, G2でそれぞれ2つのFET M1, M2を制御すると、図2に示すように抵抗R12, R22が接続されていない側のスイッチSW1, SW3のみをそれぞれONにした場合における出力電圧OUTPUT 1よりも立ち上がり時間および立ち下がり時間がそれぞれ長い出力電圧OUTPUT 2の送信パルスを超音波振動子 3 に印加することができる。

【0041】

また、全てのスイッチSW1, SW2, SW3, SW4をOFFにした場合には、PチャンネルのFET M1のソース電極は抵抗R11を経由して電源VPと接続され、NチャンネルのFET M2のソース電極は抵抗R21を経由して電源VNと接続される。

【0042】

この場合に前述と同様なゲート電圧G1, G2でそれぞれ2つのFET M1, M2を制御すると、図2に示すように抵抗R12, R22が接続されている側のスイッチSW2, SW4のみをそれぞれONにした場合における出力電圧OUTPUT 2よりも更に立ち上がり時間および立ち下がり時間がそれぞれ長い出力電圧OUTPUT 3の送信パルスを超音波振動子 3 に印加することができる。

【0043】

送信パルスのパルス幅は、超音波振動子 3 が送信する超音波の周波数帯域によって決定される。図2に示すように3種類の送信パルスの出力電圧OUTPUT 1, OUTPUT 2, OUTPUT 3を選択することができる場合、送信パルスのパルス幅が送信される超音波の周波数帯域内のパルス幅(1/2ラムダ)であれば送信パルスは周波数帯域の中心においてほぼ同じ音響出力に変換される。

【0044】

一方、送信回路2側からみると、出力電圧OUTPUT 1, OUTPUT 2, OUTPUT 3が急峻な波形である程、送信回路2の出力付近における寄生インピーダンス等の影響により送信回路2におけるロスが大きい。また、急峻な電流による電磁放射の影響も大きくなる。つまり、音響出力が同じなら、できるだけ出力電圧の立ち上がりおよび立ち下がり遅延を遅くしたほうが送信効率が良く、かつ電磁環境両立性(EMC: Electro Magnetic Compatibility)に対する影響が少ない。

【0045】

出力電圧の立ち上がり時間および立ち下がり時間は各FET M1, M2に並列接続される抵抗R11, R12, R21, R22の値と超音波振動子 3 の負荷インピーダンスによって決まる。超音波振動子 3 は圧電セラミクスで構成されており、共振型の負荷インピーダンスを有する。すなわち、各超音波振動子 3 の材料が同じであれば、各超音波振動子 3 の面積がそれぞれ大きく、周波数が高いほど容量が大きい。従って、使用する超音波プローブによって送信回路2における抵抗R11, R12, R21, R22の値の設定やスイッチSW1, SW2, SW3, SW4の切換を行えばよい。

【0046】

超音波診断装置1による診断では、使用目的により複数の超音波プローブが使い分けられる。超音波プローブの種類としては、低周波プローブや高周波プローブのようにプローブ周波数の他、開口の大きさや超音波振動子 3 の材料が異なるものがある。また、1Dアレイの超音波プローブ、1.5Dアレイ超音波プローブ、2Dアレイ超音波プローブがある。

【0047】

超音波振動子 3 と送信回路2の電源VP, VN間における抵抗は、超音波プローブを超音波

10

20

30

40

50

診断装置 1 に取り付けの際に超音波プローブの種類に応じてプリセットしておくことで、EMC に対する影響が少なく、効率の良い超音波送信を行うことができる。

【0048】

図 1 には、超音波振動子 3 と送信回路 2 の電源 VP, VN 間における抵抗値を 3 段階で切換える送信回路 2 を示したが、使用される超音波プローブの種類の数によっては、さらにスイッチ SW や抵抗 R を増やし、4 段階以上で切換えられるように送信回路 2 を構成してもよい。例えば、3 ビットの制御が可能な送信回路 2 であれば、8 種類の抵抗値を設定可能であり、4 ビットの制御が可能な送信回路 2 であれば、16 種類の抵抗値を設定することが可能である。

【0049】

また、スイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 の切換は使用する超音波プローブの種類に応じて行う他、別の目的で行うこともできる。超音波振動子 3 と電源 VP, VN 間における抵抗値を大きくする程、送信パルスの出力電圧の立ち上がり時間および立ち下がり時間が長くなる。この送信パルスの出力電圧の立ち上がり時間および立ち下がり時間を、パルス幅を変えずにさらに長くすると、出力電圧が電源電圧 VP まで到達しないこととなる。この原理を利用して、送信パルスの出力電圧の値を制御することができる。

【0050】

図 3 は、図 1 に示す送信回路 2 から出力される送信パルスの出力電圧の立ち上がり時間および立ち下がり時間を長くすることによって出力電圧の値を制御する方法を説明する図である。

【0051】

図 3 に示すように、送信パルス P の出力電圧の立ち上がり時間および立ち下がり時間を長くしていくと、出力電圧の値が小さくなる。このため、送信パルスの出力電圧の立ち上がり時間および立ち下がり時間を変えることによって、出力電圧の値を制御することができる。

【0052】

送信パルスの出力電圧の制御は、複数の超音波振動子 3 から送信される超音波パルスの振幅に重み付けを行う送信ウェイトイングを行う場合に有用である。送信ウェイトイングは複数の超音波振動子 3 によって形成した超音波送信ビームでスキャンする場合に、超音波送信ビームの焦点と異なる場所に発生するサイドローブを低減する際に有効である。送信ウェイトイングの各重みは、一般的には、超音波アレイの中心に対応する超音波振動子 3 から送信される超音波パルスの電圧が高く、超音波アレイの中心から離れた超音波振動子 3 から送信される超音波パルスの電圧ほど、より小さくなるように sinc 関数で決定される。

【0053】

図 4 は図 1 に示す送信回路 2 を用いて送信ウェイトイング用に送信パルスの出力電圧の値を制御する場合における回路構成を示すブロック図である。

【0054】

図 4 に示すように、アレイ状に配置された複数の超音波振動子 3 には、それぞれ送信パルスを印加するためのパルサ 10 が 1 対 1 で接続される。すなわち、図 4 における各パルサ 10 は、図 1 に示す送信回路 2 に相当している。従って、各パルサ 10 では、図 1 に示す送信回路 2 と同様に、スイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 の切換による抵抗値の切換が可能である。

【0055】

各パルサ 10 は、共通のトリガ制御回路 11 Trig. および共通のマルチプレクサ 12 Apod. MUX と接続される。そして、トリガ制御回路 11 Trig. からの制御信号によって各パルサ 10 が制御される。

【0056】

また、Apod. MUX により、パルサ 10 ごとにスイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 を個別に切換えることによって各パルサ 10 における抵抗値を互いに異なる値に設定することができる。

10

20

30

40

50

このため、超音波アレイの端部側の超音波振動子3に接続される抵抗値が超音波アレイの中心側の超音波振動子3に接続される抵抗値よりも大きくなるようにスイッチSW1, SW2, SW3, SW4を個別に切換えることによって、或いは超音波振動子3に接続される抵抗Rの値を決定することによって送信ウェイトングを実現することができる。

【0057】

このように単一の超音波振動子3に対してのみならず、送信チャンネルごとに各パルス10の出力抵抗値を可変させることができる。

【0058】

ここまでは、超音波プローブを超音波診断装置1に取り付けた後、スイッチSW1, SW2, SW3, SW4の切換を行わない場合について説明したが、送信シーケンスを用いてスイッチSW1, SW2, SW3, SW4を動的に切換えることもできる。 10

【0059】

図5は、図1に示す送信回路2において、スイッチSW1, SW2, SW3, SW4の切換を行うタイミングを説明するための送信パルスの電圧変化を示すタイミングチャートである。

【0060】

図5のタイミングチャートは、超音波送信ビームの送信ごとに電圧を変化させた場合における電圧変化を示している。図5に示すように、コントラスト造影モードの1手法として、高音圧の超音波送信ビームBhと低音圧の超音波送信ビームBlとを切換えて送信する場合がある。

【0061】

例えば、最初に高電圧の超音波送信ビームBhを送信し、2回目から4回目の送信では、それぞれ低電圧の超音波送信ビームBlが、5回目の送信では、再び高電圧の超音波送信ビームBhが送信される場合がある。この場合、2回目から4回目の送信の前にスイッチSW1, SW2, SW3, SW4を切換えることによって、電源電圧VP, VNを変えることなく高電圧の超音波送信ビームBhの送信と低電圧の超音波送信ビームBlの送信とを切換えることができる。 20

【0062】

このようにコントラスト造影モードを始めとするBモード、カラーモード、Flashモード、Monitorモード等の映像モードの他、使用する送信シーケンスの種類や送信パルスの送信繰返し周期に応じて送信回路2の出力抵抗値を可変させることができる。

【0063】

さらに、送信される超音波が、1波でない複数の波で構成されるバースト波である場合には、バースト波の送信波形上でスイッチSW1, SW2, SW3, SW4を切換えることもできる。 30

【0064】

図6は、図1に示す送信回路2において、送信波形上でスイッチSW1, SW2, SW3, SW4の切換を行うことによって出力されるバースト波の波形を示す図である。

【0065】

各FET M1, M2は交互にONするように動作するため、各FET M1, M2のOFF期間中、すなわち他方がON期間中である場合に、スイッチSW1, SW2, SW3, SW4を切換えることによって次のON時には、別の抵抗を選択して各FET M1, M2することができる。このため、送信パルスのパルス幅を制御することによって、図6に示すように、バースト波BWの前後の部分における電圧を低くすることができる。そして、バースト波BWの前後の部分における電圧がガウス分布に従うように制御すれば送信パルスのうち2次高調波成分を抑圧することが可能である。このような送信パルスの電圧制御は、2次高調波成分を映像化する表示モードにおいて効果的である。 40

【0066】

つまり以上のような超音波診断装置1は、出力抵抗値を切換えることが可能な送信回路2を備えたものである。そして、超音波診断装置1では、送信回路2の出力抵抗値が、使用する超音波プローブごとに、超音波送信ビームごとに、走査モードごとに、送信チャンネルごとに或いは送信波形上において等、様々な条件に応じて変更される。

【0067】

これにより、例えば、送信チャンネルごとに送信回路 2 の出力抵抗値を変更すれば送信ウェイトニングを行うことが可能となり、バースト波の 1 波目と 2 波目の間の波形上で送信回路 2 の出力抵抗値を変更すれば、2 次高調波を抑圧した送信により均一な音場を形成することが可能となる。また、超音波プローブごとに送信回路 2 の出力抵抗値を変更すれば出力部分の寄生容量に流れ込む電流が減り、送信効率を向上させることができる。このため送信回路 2 の省電力化を図ることができる。さらに、送信パルスの立ち上がり時間を長くすることにより、不要のノイズをもたらす電磁放射が減り EMC 性能を向上させることができる。

【0068】

そして、超音波診断装置 1 によれば、1 系統のパルサにより生成される送信パルスの振幅を異なる複数の値に制御することができるため、単一の電源で複数の電圧レベルの送信パルスを出力することが可能である。すなわち、超音波診断装置 1 によれば、送信回路 2 の回路規模、製造コスト、消費電力および超音波診断装置 1 のサイズを増加させることなく、複数の異なる電圧レベルの送信パルスを発生させることができる。

【0069】

また、超音波診断装置 1 では、PWM と組合せることにより、送信パルスの電圧の可変範囲を広くすることが可能である。また、より細かく高精度な送信パルスの電圧制御を実現することができる。

【0070】

図 7 は本発明に係る超音波診断装置の第 2 の実施形態を示す構成図である。

【0071】

図 7 に示された、超音波診断装置 1 A では、送信回路 2 A の 4 つのスイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 をそれぞれ FET M11, M12, M21, M22 で構成した点が図 1 に示す超音波診断装置 1 と相違する。他の構成および作用については図 9 に示す超音波診断装置 1 と実質的に異なるため同一の構成については同符号を付して説明を省略する。

【0072】

すなわち超音波診断装置 1 A では、スイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 がそれぞれ FET M11, M12, M21, M22 で構成される。すなわち、P チャンネル側の 2 つの FET M11, M12 は、P チャンネル側のマルチプレクサ MUX1 からの制御信号により ON/OFF 動作させることによりスイッチとして機能する。同様に N チャンネル側の 2 つの FET M21, M22 は、N チャンネル側のマルチプレクサ MUX2 からの制御信号により ON/OFF 動作させることによりスイッチとして機能する。このため、超音波診断装置 1 A では、実用的なスイッチ操作が可能である。

【0073】

送信パルスの電圧は、100V 以上の高電圧であるため出力側の 2 つの FET M1, M2 は高耐圧の FET である必要があるものの、出力抵抗値可変用のスイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 としてそれぞれ用いる各 FET M11, M12, M21, M22 は、低電圧用の FET で十分である。従って、出力抵抗値可変用のスイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 としてそれぞれ用いる各 FET M11, M12, M21, M22 には、小さな FET を選択することが可能であり、送信回路 2 A の回路規模や製造コストの増加を僅かな程度に抑えることができる。

【0074】

尚、出力抵抗値可変用のスイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 としてそれぞれ用いる各 FET M11, M12, M21, M22 には、ON 抵抗の小さいものを選択することが可能であるが、各 FET M11, M12, M21, M22 のゲート電圧を変化させることで ON 抵抗自体を可変させることができる。

【0075】

図 8 は本発明に係る超音波診断装置の第 3 の実施形態を示す構成図である。

【0076】

図 8 に示された、超音波診断装置 1 B では、送信回路 2 B の 4 つのスイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 および抵抗 R11, R12, R21, R22 を P チャンネル側の抵抗可変用の FET M11 および N チャンネル側の抵抗可変用の FET M21 に置換した点並びに各マルチプレクサ MUX1, MUX2 をそれぞれバイアスコントロール回路 BiasCont1, BiasCont2 に置換した点が図 1 に示す超音波

10

20

30

40

50

診断装置 1 と相違する。他の構成および作用については図 9 に示す超音波診断装置 1 と実質的に異ならないため同一の構成については同符号を付して説明を省略する。

【0077】

すなわち、図 8 に示された超音波診断装置 1 B の送信回路 2 B には、送信回路 2 B の出力抵抗を可変させるための P チャンネル側の FET M11 が電圧供給用の FET M1 のソース電極に接続される。同様に、送信回路 2 B の出力抵抗を可変させるための N チャンネル側の FET M21 が電圧供給用の FET M2 のソース電極に接続される。抵抗可変用の各 FET M11 , M21 のゲート電極にはそれぞれバイアスコントロール回路 BiasCont1, BiasCont2 が接続される。

【0078】

各バイアスコントロール回路 BiasCont1, BiasCont2 は、離散的または連続的にバイアス電圧を変化させてそれぞれ対応する抵抗可変用の各 FET M11 , M21 に与える。これにより、抵抗可変用の各 FET M11 , M21 の ON 抵抗が変化する。つまり、送信回路 2 B の出力抵抗値を可変させることができる。

【0079】

超音波診断装置 1 B の送信回路 2 B のように、送信回路 2 B の出力抵抗値をスイッチ SW1, SW2, SW3, SW4 および抵抗 R11, R12, R21, R22 を用いる代わりに FET M11 , M21 の ON 抵抗を変化させることにより実現することができる。このような超音波診断装置 1 B の送信回路 2 B では、出力抵抗値の可変範囲を広げることができる。

【0080】

また、抵抗可変用の各 FET M11 , M21 に限らず、電圧供給用の FET M1, M2 の ON 抵抗も変えることができる。従って、各ゲートドライブ回路 Drv1, Drv2 からそれぞれ対応する電圧供給用の FET M1, M2 に印加されるゲートドライブ電圧を可変させることによって送信回路の出力抵抗値を制御することが可能である。

【0081】

以上の各実施形態の超音波診断装置 1、1 A、1 B では、超音波振動子 3 が圧電セラミック振動子である場合を想定して説明したが、超音波振動子 3 が容量型マイクロマシンド超音波トランスデューサ (cMUT: capacitive MUT) である場合にも同様に送信回路の出力抵抗値の制御を行うことができる。cMUT は、シリコン基板上に静電気力で機械振動するダイアフラムをアレイ状に配列した超音波振動子 3 である。超音波振動子 3 が cMUT である場合には、cMUT を構成するシリコン基板上や、シリコン基板の背面に配置した別の基板上に出力抵抗値を可変させることが可能な送信回路を設けることができる。超音波振動子 3 が cMUT のように容量性の大きい負荷を有するものである場合には、送信回路における出力抵抗値の可変機能は特に有効である。

【0082】

また、送信回路は、装置本体側および超音波プローブ内のいずれに設けてもよい。さらに、出力抵抗値を任意に可変させることが可能な送信回路は、必ずしも全ての受信チャンネルに設ける必要はなく、複数の受信チャンネルごとに送信回路の出力抵抗を可変させるように送信回路を構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図 1】 本発明に係る超音波診断装置の第 1 の実施形態を示す構成図。

【図 2】 図 1 に示す送信回路の動作を示すタイミングチャート。

【図 3】 図 1 に示す送信回路から出力される送信パルスの出力電圧の立ち上がり時間および立ち下がり時間を長くすることによって出力電圧の値を制御する方法を説明する図。

【図 4】 図 1 に示す送信回路を用いて送信ウェイトイング用に送信パルスの出力電圧の値を制御する場合における回路構成を示すブロック図。

【図 5】 図 1 に示す送信回路において、スイッチの切換を行うタイミングを説明するための送信パルスの電圧変化を示すタイミングチャート。

【図 6】 図 1 に示す送信回路において、送信波形上でスイッチの切換を行うことによって出力されるバースト波の波形を示す図。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明に係る超音波診断装置の第 2 の実施形態を示す構成図。

【図 8】本発明に係る超音波診断装置の第 3 の実施形態を示す構成図。

【図 9】従来の超音波診断装置における送信回路の構成を示す回路図。

【図 10】図 9 に示す送信回路の動作を示すタイミングチャート。

【図 1 1】従来の超音波診断装置における別の送信回路の構成を示す回路図。

【図 1 2】 図 1 1 に示す送信回路の動作を示すタイミングチャート。

【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

1、1A、1B 超音波診断装置

2、2A、2B 送信回路

3 超音波振動子

4 トリガコントロール回路

5 ロジックインターフェイス回路

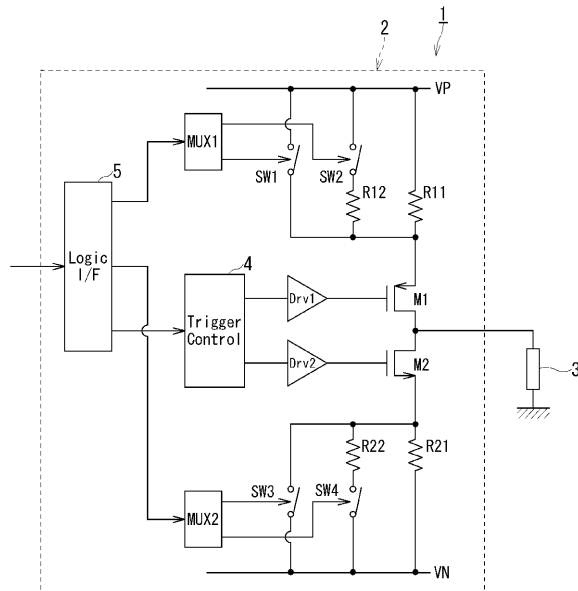
10 パルサ

1 1 トリガ制御回路

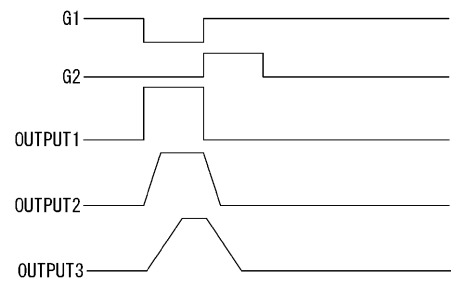
1 2 マルチプレクサ

10

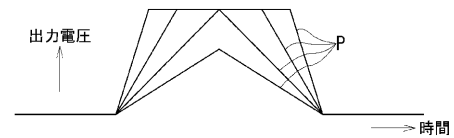
【 図 1 】



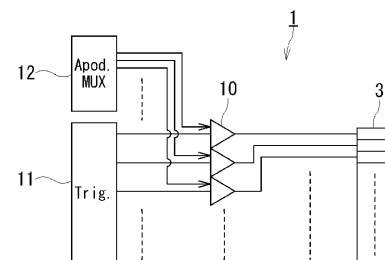
【図 2】



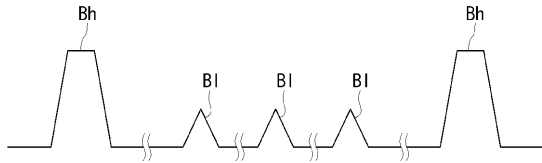
【図 3】



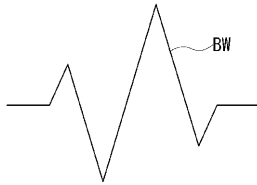
【図 4】



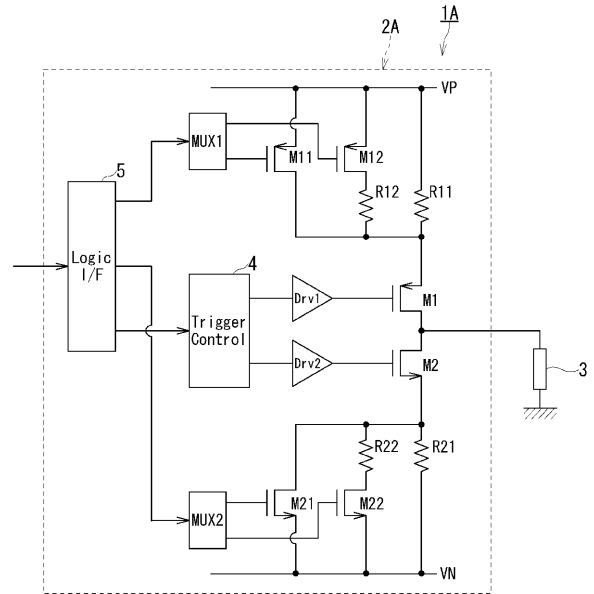
【図 5】



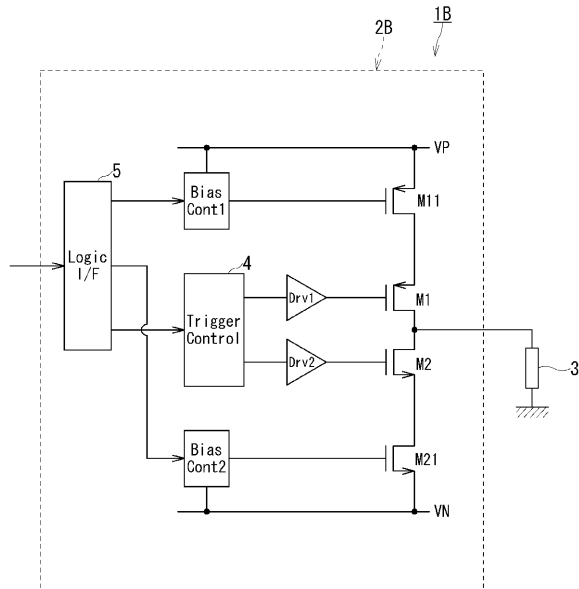
【図 6】



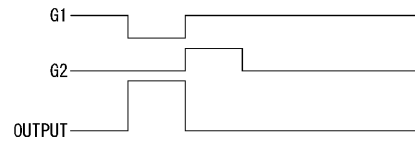
【図 7】



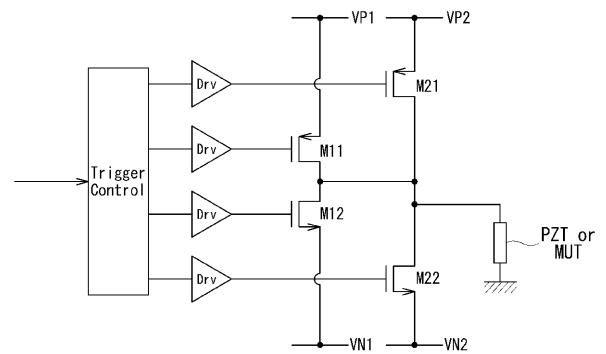
【図 8】



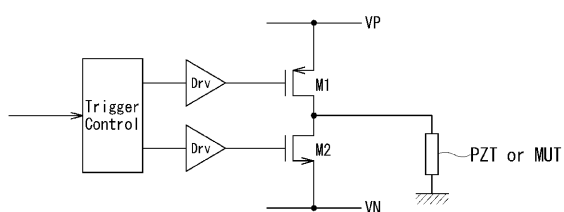
【図 10】



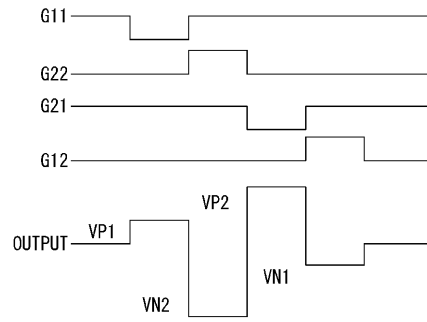
【図 11】



【図 9】



【図 12】



フロントページの続き

(74)代理人 100136504

弁理士 山田 毅彦

(72)発明者 岩間 信行

栃木県大田原市下石上1385番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 4C601 EE13 EE14 EE15 HH01 HH05 HH07

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2008194290A	公开(公告)日	2008-08-28
申请号	JP2007033483	申请日	2007-02-14
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	岩間信行		
发明人	岩間 信行		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE13 4C601/EE14 4C601/EE15 4C601/HH01 4C601/HH05 4C601/HH07		
代理人(译)	波多野尚志 河村修		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波诊断装置，该超声波诊断装置能够在不增加发送电路的电路规模或电源数量的情况下生成具有不同电压电平的多发送脉冲。 超声诊断设备（1）包括用于发送和接收超声波的多个超声换能器（3）以及用于驱动多个超声换能器（3）的多个发送电路（2）。发送电路2设置有电阻值改变装置SW1，SW2，SW3，SW4，R11，R12，R21，R22，用于改变发送电路2的输出电阻值。 [选型图]图1

