

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4673596号
(P4673596)

(45) 発行日 平成23年4月20日(2011.4.20)

(24) 登録日 平成23年1月28日(2011.1.28)

(51) Int.Cl. F1
A61B 8/00 (2006.01) A61B 8/00

請求項の数 5 (全 14 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2004-275686 (P2004-275686) | (73) 特許権者 | 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 |
| (22) 出願日 | 平成16年9月22日(2004.9.22) | (73) 特許権者 | 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 |
| (65) 公開番号 | 特開2006-87604 (P2006-87604A) | (74) 代理人 | 100078765 弁理士 波多野 久 |
| (43) 公開日 | 平成18年4月6日(2006.4.6) | (74) 代理人 | 100078802 弁理士 関口 俊三 |
| 審査請求日 | 平成19年9月14日(2007.9.14) | (74) 代理人 | 100077757 弁理士 猿渡 章雄 |
| | | (74) 代理人 | 100122253 弁理士 古川 潤一 |

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】

送信信号を超音波パルスに変換して被検体に送信するとともに反射波を受信して前記送信信号より小さい電圧振幅を有する受信信号を生成する圧電振動子と、前記圧電振動子に前記送信信号を送信する送信回路と、前記圧電振動子から前記受信信号を受ける受信回路と、前記受信回路側に設けられ、前記送信信号に対してはインピーダンスが大きくなる一方、前記受信信号に対してはインピーダンスが小さくなるよう、前記受信信号の経路に対して直列に互いに逆向きに接続された複数のダイオードにより構成された振幅依存性回路と、前記振幅依存性回路のインピーダンスが変化する振幅を決定するクランプ回路とを備え、前記振幅依存性回路とともに前記送信信号に対してインピーダンスとして働くことにより前記送信信号の前記受信回路への到達を抑制するインダクタを前記振幅依存性回路に並列接続したことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

前記インダクタに抵抗を並列または直列に接続して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3】

前記振幅依存性回路は、ダイオードでブリッジ状に構成してバイアス電流供給回路から前記受信信号の経路に交差してバイアス電流を供給するようにされ、かつ前記バイアス電流の供給ルートにインダクタを設けて構成し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 4】

前記振幅依存性回路に並列接続されたインダクタは、

前記振幅依存性回路に比べ前記受信信号に対するインピーダンスが大きい、

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

送信信号を超音波パルスに変換して被検体に送信するとともに反射波を受信して前記送信信号より小さい電圧振幅を有する受信信号を生成する圧電振動子と、前記圧電振動子に前記送信信号を送信する送信回路と、前記圧電振動子から前記受信信号を受ける受信回路と、前記受信回路側に設けられ、前記送信信号に対してはインピーダンスが大きくなる一方、前記受信信号に対してはインピーダンスが小さくなるよう、前記受信信号の経路に対して直列に互いに逆向きに接続された複数のダイオードにより構成された振幅依存性回路と、前記振幅依存性回路のインピーダンスが変化する振幅を決定するクランプ回路とを備え、前記振幅依存性回路とともに前記送信信号に対してインピーダンスとして働くことにより前記送信信号の前記受信回路への到達を抑制する抵抗を前記振幅依存性回路に並列接続したことを特徴とする超音波診断装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被検体に超音波信号を送信し、反射波を受信して解析することにより被検体内の情報を得る超音波診断装置に係り、特に、反射波を受信する受信回路にリミッタを設けて S / N 比を改善した超音波診断装置に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

超音波診断装置は、超音波プローブに内蔵された圧電振動子から被検体内に超音波パルスを照射し、被検体内で生じた反射波を圧電振動子で受信して各種処理を行なうことにより被検体内の断層画像や血流情報等の生体情報を得る装置である。

【0003】

図 3 は、従来の超音波診断装置の構成例で 1 チャンネル分を抜き出して示した図である（例えば特許文献 1 参照）。

【0004】

30

従来の超音波診断装置 1 は、超音波プローブ 2、受信回路 3 および送信回路 4 を備え、受信回路 3 および送信回路 4 は図示しない制御系と接続される。受信回路 3 および送信回路 4 は超音波プローブ 2 内の圧電振動子 5 と電氣的に接続される。従って、圧電振動子 5 からの信号線 6 は分岐して一方は受信回路 3 に、他方は送信回路 4 に接続される構成となる。

【0005】

尚、一般的な超音波診断装置では、超音波プローブ 2 内に複数の圧電振動子が備えられ、各圧電振動子の数に応じた数の送信回路および受信回路がスイッチ等を介して接続されるが、図 3 では簡単のため圧電振動子を 1 つとしている。

【0006】

40

そして、送信回路 4 から圧電振動子 5 に電気パルスが印加され、圧電振動子 5 において電気パルスが超音波パルスに変換されて図示しない被検体内に送信される。さらに、被検体内で生じた反射波が圧電振動子 5 により受信され、電気信号に変換されて受信回路 3 に与えられる。受信回路 3 では、電気信号の増幅やデジタル化等の各種信号処理が行なわれ、各種信号処理後の電気信号は図示しない制御系に与えられて被検体の各種生体情報の元データとされる。

【0007】

つまり超音波診断装置 1 では、超音波パルスを発生させるために電気パルスとして圧電振動子 5 に印加される送信信号と、圧電振動子 5 において反射波として受信される受信信号が共通の信号線 6 を介して伝送される。

50

【 0 0 0 8 】

送信回路 4 から圧電振動子 5 に与えられる送信信号は、反射波を十分な信号強度で受信するために、圧電振動子 5 に十分なパワーが投入されるような信号、例えば最大数 1 0 0 V p p で周波数が 1 M H z ~ 1 0 数 M H z の信号とされる。そして、このような送信信号の条件により、受信信号はノイズレベルが 1 ~ 2 n V / r t H z 程度で振幅がノイズレベルから数 1 0 m V p p 程度までの信号として得ることができる。

【 0 0 0 9 】

従って、受信信号に対して振幅が大きい送信信号が送信回路 4 から受信回路 3 に入らないような回路構成とする必要がある。そこで、受信回路 3 側の信号線 6 には、送信信号と受信信号とを分離するためのダイオードリミッタ 7 が設けられる。ダイオードリミッタ 7 は、互いに逆向きにアノード側で接続された 2 つのダイオード D 1、D 2 を備える。各ダイオード D 1、D 2 のアノード側には、抵抗 R 1 を介して電源電圧 V c c (> 0) が印加される一方、カソード側は、それぞれ抵抗 R 2、R 3 を介して接地される。

10

【 0 0 1 0 】

そして、振幅が大きい送信信号に対しては、ダイオード D 1 またはダイオード D 2 が O F F (高インピーダンス) になる一方、各ダイオード D 1、D 2 とともに順バイアスされるような小振幅の受信信号に対しては、各ダイオード D 1、D 2 が低インピーダンスになって、損失なく受信回路 3 に導かれるように構成される。

【 0 0 1 1 】

また、従来の超音波診断装置の別の構成例としては、リミッタを受信回路側に設けたものがある。

20

【 0 0 1 2 】

図 4 は、従来の超音波診断装置の別の構成例を示す図である。

【 0 0 1 3 】

図 4 に示す超音波診断装置 1 A では、図 3 に示す超音波診断装置 1 と同様に、超音波プローブ 2 内の圧電振動子 5 に接続された信号線 6 が分岐して受信回路 3 および送信回路 4 と接続する構成であるが、リミッタ 8 が受信回路 3 側に設けられる。

【 0 0 1 4 】

リミッタ 8 は、複数のダイオードや抵抗等の回路要素により構成され、振幅依存性回路 8 a とクランプ回路 8 b とを有する。振幅依存性回路 8 a は、4 つのダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 がブリッジ状に接続されて構成される。そして、2 つのダイオード D H 1、D H 2 は互いにアノード側で逆向きに接続され、残りの 2 つのダイオード D L 1、D L 2 は互いにカソード側で逆向きに接続される。さらに、逆向きに接続された 2 組のダイオード D H 1、D H 2 およびダイオード D L 1、D L 2 は、それぞれのカソード側とアノード側とで接続される。

30

【 0 0 1 5 】

また、ダイオード D H 1、D H 2 のアノード側には、抵抗 R H を介して直列 (D C) の電源電圧 P V が印加される。同様に、ダイオード D L 1、D L 2 のカソード側には、抵抗 R L を介して D C の電源電圧 M V が印加される。電源電圧 P V、M V は、例えば + 5 V、- 5 V といった低電圧の D C 電圧とされ、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 の順方向にバイアス電流を供給することができる。つまり、バイアス電流の供給により、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 の O N 抵抗を低減することができる。

40

【 0 0 1 6 】

そして、ダイオード D H 1、D H 2 の各カソード側およびダイオード D L 1、D L 2 の各アノード側はそれぞれ振幅依存性回路 8 a の入力側および出力側を形成する。

【 0 0 1 7 】

さらに、振幅依存性回路 8 a の出力側にクランプ回路 8 b が設けられる。クランプ回路 8 b は、互いに逆向きに並列接続して接地された 2 つのダイオード D 3、D 4 で構成される。

【 0 0 1 8 】

50

そして、このように構成されたリミッタ 8 は、受信信号から一定の閾値外の高電圧および低電圧のノイズ成分を除去する機能を有する。すなわち、例えば各ダイオード DH 1、DH 2、DL 1、DL 2 の順方向の電圧 $\pm V_F$ 以内の振幅の小さい受信信号が超音波プローブ 2 側から振幅依存性回路 8 a の入力側に入力されて、各ダイオード DH 1、DH 2、DL 1、DL 2 に導かれると、各ダイオード DH 1、DH 2、DL 1、DL 2 は順方向のバイアス状態を維持しながら受信信号を受信回路 3 側に通過させる。

【0019】

各ダイオード DH 1、DH 2、DL 1、DL 2 を通過した受信信号は、クランプ回路 8 b 側に導かれるが、クランプ回路 8 b の各ダイオード D 3、D 4 のインピーダンスが電圧が $\pm V_F$ 以内の受信信号に対して十分大きいため受信信号には影響しない。このため、振幅の小さい受信信号は、リミッタ 8 を経由して受信回路 3 に導かれる。

10

【0020】

一方、超音波プローブ 2 側から、電圧が $\pm V_F$ の範囲外の振幅の大きい送信信号が振幅依存性回路 8 a の入力側に入力すると、受信回路 3 がクランプ回路 8 b の各ダイオード D 3、D 4 によりクランプされているため、各ダイオード DH 1、DH 2 のアノード側の電位は $+2V_F$ 程度までしか上がらない。同様に、各ダイオード DL 1、DL 2 のカソード側の電位は $-2V_F$ 程度までしか下がらない。

【0021】

このため、送信信号によりダイオード DH 1 のカソード側における電位が上がり、ダイオード DH 1 のカソード側の電位が $+V_F$ を超えるとダイオード DH 1 に十分な順方向の電圧が印加されなくなる。従って、ダイオード DH 1 のインピーダンスは急激に上昇することになる。このとき、ダイオード DL 2 のカソード側における電位も上がるため、ダイオード DL 2 にも十分な順方向の電圧が印加されなくなる。従って、ダイオード DL 2 のインピーダンスも急激に上昇することになる。

20

【0022】

逆に、送信信号によりダイオード DH 1、DL 2 のカソード側における電位が下がり、ダイオード DH 1、DL 2 のカソード側の電位が $-V_F$ 未満となるとダイオード DL 1、DH 2 に十分な順方向の電圧が印加されなくなる。従って、ダイオード DL 1、DH 2 のインピーダンスは急激に上昇することになる。

【0023】

この結果、振幅依存性回路 8 a に電圧が $+V_F$ を超えるような振幅の大きい送信信号が入力したとしても、クランプ回路 8 b における各ダイオード D 3、D 4 のクランプ電圧程度に制限することができる。また、リミッタ 8 により、受信信号からは高電圧成分が除去されて、十分に低電圧となって受信回路 3 に導かれる。

30

【特許文献 1】特開平 8 - 131440 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

図 3 に示す従来の超音波診断装置 1 では、圧電振動子 5 と受信回路 3 とを接続する信号線 6 に 2 つのダイオード D 1、D 2 が挿入されているため、これらの ON 抵抗が S/N 劣化の要因になるという問題がある。各ダイオード D 1、D 2 の ON 抵抗の大きさは電源電圧 V_{cc} と各抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 によって決定される順方向バイアス電流の大きさに依存する。各ダイオード D 1、D 2 の ON 抵抗を小さくするためには、各抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 を小さくする必要がある。

40

【0025】

しかし、各抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 を小さくすると、各抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 の逆数の平方根に比例して電流性ノイズが増加し、S/N を劣化させることになる。

【0026】

また、図 4 に示す超音波診断装置 1 A では、振幅依存性回路 8 a の各ダイオード DH 1、DH 2、DL 1、DL 2 にバイアス電圧が印加されても、振幅依存性回路 8 a の入力側

50

および出力側のそれぞれの電位が略0Vになるように、各ダイオードDH1, DH2, DL1, DL2の配置や向きが対称となるように設定されて振幅依存性回路8aが構成されている。

【0027】

しかし、超音波診断装置1Aにおいても、各ダイオードDH1, DH2, DL1, DL2のON抵抗が並列合成されてS/N劣化の要因となる。また、振幅依存性回路8aにおけるバイアス電流を決めている抵抗RH, RLは、電流性ノイズの抑制という観点から小さくすることが困難である。すなわち、各抵抗RH, RLを小さくすると、電流性ノイズが増加し、S/Nの劣化に繋がる。

【0028】

以上のように、従来のいずれの構成の超音波診断装置1, 1Aにおいても、受信信号のS/Nの改善が困難であり、より良好なS/Nの受信信号を得ることが可能な回路構成の考案が望まれる。

【0029】

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、送信信号と受信信号とを適切に分離して、よりS/Nが高い受信信号を得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】

【0030】

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、送信信号を超音波パルスに変換して被検体に送信するとともに反射波を受信して前記送信信号より小さい電圧振幅を有する受信信号を生成する圧電振動子と、前記圧電振動子に前記送信信号を送信する送信回路と、前記圧電振動子から前記受信信号を受ける受信回路と、前記受信回路側に設けられ、前記送信信号に対してはインピーダンスが大きくなる一方、前記受信信号に対してはインピーダンスが小さくなるよう、前記受信信号の経路に対して直列に互いに逆向きに接続された複数のダイオードにより構成された振幅依存性回路と、前記振幅依存性回路のインピーダンスが変化する振幅を決定するクランプ回路とを備え、前記振幅依存性回路とともに前記送信信号に対してインピーダンスとして働くことにより前記送信信号の前記受信回路への到達を抑制するインダクタを前記振幅依存性回路に並列接続したことを特徴とするものである。

【0031】

また、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5に記載したように、送信信号を超音波パルスに変換して被検体に送信するとともに反射波を受信して前記送信信号より小さい電圧振幅を有する受信信号を生成する圧電振動子と、前記圧電振動子に前記送信信号を送信する送信回路と、前記圧電振動子から前記受信信号を受ける受信回路と、前記受信回路側に設けられ、前記送信信号に対してはインピーダンスが大きくなる一方、前記受信信号に対してはインピーダンスが小さくなるよう、前記受信信号の経路に対して直列に互いに逆向きに接続された複数のダイオードにより構成された振幅依存性回路と、前記振幅依存性回路のインピーダンスが変化する振幅を決定するクランプ回路とを備え、前記振幅依存性回路とともに前記送信信号に対してインピーダンスとして働くことにより前記送信信号の前記受信回路への到達を抑制する抵抗を前記振幅依存性回路に並列接続したことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0033】

本発明に係る超音波診断装置においては、送信信号と受信信号とを適切に分離して、よりS/Nが高い受信信号を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

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。

【0035】

10

20

30

40

50

図1は本発明に係る超音波診断装置の実施の形態を示す構成図である。

【0036】

超音波診断装置10は、超音波プローブ11、受信回路12および送信回路13を備え、受信回路12および送信回路13は図示しない制御系と接続される。超音波プローブ11は、単一あるいは複数の圧電振動子14を備え、受信回路12および送信回路13は超音波プローブ11のシールドケーブルT1によって保護された信号線15を介して超音波プローブ11内の圧電振動子14と接続される。従って、圧電振動子14と接続された信号線15は分岐して一方は受信回路12に、他方は送信回路13に接続される構成となる。受信回路12、送信回路13および図示しない制御系は、装置本体16内に収納される。

10

【0037】

尚、一般的な超音波診断装置では、超音波プローブ11内に複数の圧電振動子14が備えられ、各圧電振動子14の数に応じた数の送信回路12および受信回路13が接続されるが、図1では簡単のため単一の圧電振動子14を抜き出して示している。

【0038】

従って、超音波プローブ11内に複数の圧電振動子14が備えられる場合には、圧電振動子14の数だけ信号線15が存在することになる。この場合には、各圧電振動子14に接続された複数の信号線15が、多芯の一括シールドケーブルT1にまとめられる。図1では、単一の圧電振動子14に対応する1CH分の回路構成のみ図示しており、ある圧電振動子14に接続された1つの信号線15のみ示されている。

20

【0039】

送信回路13は、送信信号として電気パルスを生成し、信号線15を介して超音波プローブ11内の圧電振動子14内に印加する機能を有する。送信回路13は、例えば送信用トランス駆動回路V1の出力側にトランスK1を接続して構成される。そして、送信用トランス駆動回路V1により出力された電気パルスをトランスK1で昇圧して送信信号として超音波プローブ11内の圧電振動子14内に印加するように構成される。

【0040】

圧電振動子14は、送信回路13から受けた送信信号である電気パルスを超音波パルスに変換して図示しない被検体内に送信する機能と、被検体内において生じた反射波を受信して電気信号に変換し、受信信号として信号線15を介して受信回路12に与える機能とを有する。

30

【0041】

受信回路12は、入力インピーダンスZIN、プリアンプX1や図示しないA/D変換器等の回路を備え、圧電振動子14から受けた受信信号の増幅やA/D変換等の各種信号処理を行なってデジタル信号としての反射波信号を生成し、後段の図示しない制御系に与える機能を有する。

【0042】

さらに、超音波プローブ11側の他端において分岐した信号線15の送信回路13側には、送受分離回路17が設けられる。送受分離回路17は、圧電振動子14から信号線15を介して受信回路12に伝送される受信信号に対して、送信回路13並びに送信回路13側の信号線15における容量性負荷等の影響を与えないように、送信回路13側の線路を受信回路12側における受信信号の伝送線路から電気的に分離する機能を有する。

40

【0043】

送受分離回路17は、例えばダイオードD5、D6を互いに逆向きに並列接続して構成される。受信信号は、振幅がノイズレベルから数10mVpp程度までの信号であるため、送受分離回路17を構成するダイオードD5、D6のインピーダンスが十分に高く、送信回路13側の負荷が受信信号に与える影響が十分に低減される。一方、送信信号は、ダイオードD5、D6がON状態となり低インピーダンスになる電圧より大きいいため、ダイオードD5、D6を通過して超音波プローブ11内の圧電振動子14に到達することができる。

50

【 0 0 4 4 】

さらにまた、超音波プローブ 1 1 側の他端において分岐した信号線 1 5 の受信回路 1 2 側には、リミッタ 1 8 が設けられる。リミッタ 1 8 は、複数のダイオードや抵抗等の回路要素により構成される。

【 0 0 4 5 】

リミッタ 1 8 は、振幅依存性回路 1 9 とクランプ回路 2 0 とを備える。振幅依存性回路 1 9 はクランプ回路 2 0 と組み合わせられることにより、送信信号に対してはインピーダンスが大きくなる一方、受信信号に対してはインピーダンスが小さくなるように構成される。

【 0 0 4 6 】

振幅依存性回路 1 9 は、4 つのダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 がブリッジ状に接続されて構成される。すなわち、2 つのダイオード D H 1、D H 2 は互いにアノード側で逆向きに接続され、残りの 2 つのダイオード D L 1、D L 2 は互いにカソード側で逆向きに接続される。さらに、逆向きに接続された 2 組のダイオード D H 1、D H 2 およびダイオード D L 1、D L 2 は、それぞれのカソード側とアノード側とで接続される。

【 0 0 4 7 】

また、ダイオード D H 1 のアノード側とダイオード D H 2 のカソード側との間には、第 1 のバイアス電流供給回路 2 1 が接続される。同様に、ダイオード D L 1 のカソード側とダイオード D L 2 のアノード側との間にも第 2 のバイアス電流供給回路 2 2 が接続される。第 1 のバイアス電流供給回路 2 1 および第 2 のバイアス電流供給回路 2 2 は、それぞれ直列 (D C) の電源電圧 P V、M V に抵抗 R H、R L とインダクタ L 1、L 2 とを直列に接続して構成される。そして、例えば図 1 に示すように第 1 のバイアス電流供給回路 2 1 のインダクタ L 1 側が、ダイオード D H 1 のアノード側とダイオード D H 2 のカソード側との間に接続され、第 2 のバイアス電流供給回路 2 2 のインダクタ L 2 側が、ダイオード D L 1 のカソード側とダイオード D L 2 のアノード側との間に接続される。

【 0 0 4 8 】

第 1 のバイアス電流供給回路 2 1 および第 2 のバイアス電流供給回路 2 2 の電源電圧 P V、M V は、例えば + 5 V、- 5 V といった低電圧の D C 電圧とされる。そして、このように構成された第 1 のバイアス電流供給回路 2 1 および第 2 のバイアス電流供給回路 2 2 は、それぞれ振幅依存性回路 1 9 にダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 のアノード側からカソード側に向かうバイアス電流を供給する機能を有する。

【 0 0 4 9 】

すなわち、振幅依存性回路 1 9 には、抵抗 R H、R L およびインダクタ L 1、L 2 を介して D C の電源電圧 P V、M V が印加され、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 の順方向にバイアス電流が供給される。そして、振幅依存性回路 1 9 へのバイアス電流の供給により、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 の O N 抵抗を小さく抑えることができるように構成される。

【 0 0 5 0 】

一方、ダイオード D H 1、D H 2 の各カソード側およびダイオード D L 1、D L 2 の各アノード側はそれぞれ振幅依存性回路 1 9 の入力側および出力側を形成する。そして、振幅依存性回路 1 9 には、インダクタ L 3 が並列接続される。すなわち、ダイオード D H 1 のカソード側とダイオード D L 1 のアノード側との間にインダクタ L 3 の一端が接続され、ダイオード D H 2 のカソード側とダイオード D L 2 のアノード側との間にインダクタ L 3 の他端が接続される。

【 0 0 5 1 】

振幅依存性回路 1 9 に並列接続されるインダクタ L 3 には、送信信号および受信信号の周波数帯域において十分にインピーダンスが大きいものが使用される。

【 0 0 5 2 】

さらに、振幅依存性回路 1 9 の出力側には、クランプ回路 2 0 が設けられる。クランプ回路 2 0 は、互いに逆向きに並列接続して接地された 2 つのダイオード D 3、D 4 で構成

10

20

30

40

50

される。

【 0 0 5 3 】

次に、超音波診断装置 1 0 の作用について説明する。

【 0 0 5 4 】

まず、第 1 のバイアス電流供給回路 2 1 および第 2 のバイアス電流供給回路 2 2 から、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 にバイアス電流が順方向に供給される。

【 0 0 5 5 】

一方、図示しない制御系から送信回路 1 3 に制御信号が与えられ、送信回路 1 3 において送信信号が生成される。すなわち、送信回路 1 3 の送信用トランス駆動回路 V 1 から数 M H z から十数 M H z の電気パルスが出力され、トランス K 1 で昇圧される。この結果、数百 V p p もの電気パルスが送信信号として生成される。

10

【 0 0 5 6 】

送信回路 1 3 において生成された送信信号は、信号線 1 5 を介して送受分離回路 1 7 に導かれる。送信信号の電圧はダイオード D 5、D 6 が O N 状態となり低インピーダンスになる電圧より大きいいため、ダイオード D 5、D 6 を通過することができる。

【 0 0 5 7 】

送受分離回路 1 7 を通過した送信信号は、受信回路 1 2 側の信号線 1 5 と送信回路 1 3 側の信号線 1 5 との合流点に到達し、送信信号および受信信号を伝送するための共通の信号線 1 5 を介して超音波プローブ 1 1 側に伝送される。

【 0 0 5 8 】

ここで、仮にリミッタ 1 8 がない場合、送信信号の電圧が受信回路 1 2 に印加される恐れがある。そして、仮に送信信号の電圧が例えば受信回路 1 2 のプリアンプ X 1 に印加されると、プリアンプ X 1 が破壊されてしまう。

20

【 0 0 5 9 】

しかし、送信信号は振幅が大きいいため、受信回路 1 2 側に設けられたリミッタ 1 8 のダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 のインピーダンスを大きくして O F F にさせる。すなわち、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 の順方向の電圧を $\pm V F$ とすると、送信信号の電圧は $\pm V F$ の範囲外と大きい。このため、送信信号が振幅依存性回路 1 9 の入力側に入力すると、受信回路 1 2 がクランプ回路 2 0 の各ダイオード D 3、D 4 によりクランプされているため、各ダイオード D H 1、D H 2 のアノード側の電位は + 2 V F 程度までしか上がらない。同様に、各ダイオード D L 1、D L 2 のカソード側の電位は - 2 V F 程度までしか下がらない。

30

【 0 0 6 0 】

このため、送信信号によりダイオード D H 1 のカソード側における電位が上がり、ダイオード D H 1 のカソード側の電位が + V F を超えるとダイオード D H 1 に十分な順方向の電圧が印加されなくなる。従って、ダイオード D H 1 のインピーダンスは急激に上昇することになる。このとき、ダイオード D L 2 のカソード側における電位も上がるため、ダイオード D L 2 にも十分な順方向の電圧が印加されなくなる。従って、ダイオード D L 2 のインピーダンスも急激に上昇することになる。

【 0 0 6 1 】

逆に、送信信号によりダイオード D H 1、D L 2 のカソード側における電位が下がり、ダイオード D H 1、D L 2 のカソード側の電位が - V F 未満となるとダイオード D L 1、D H 2 に十分な順方向の電圧が印加されなくなる。従って、ダイオード D L 1、D H 2 のインピーダンスは急激に上昇することになる。

40

【 0 0 6 2 】

さらに、送信信号は周波数が数 M H z から十数 M H z と高く、送信信号の周波数では振幅依存性回路 1 9 に並列接続されたインダクタ L 3 のインピーダンスが十分に高くなる。この結果、送信信号は、直接受信回路 1 2 のプリアンプ X 1 に入ることなくアッテネート（減衰）されるため、プリアンプ X 1 が破壊されることはない。

【 0 0 6 3 】

50

しかして、受信回路 1 2 に悪影響を与えることなく超音波プローブ 1 1 に導かれた送信信号は、圧電振動子 1 4 に印加される。圧電振動子 1 4 は、送信回路 1 3 から受けた送信信号である電気パルスを超音波パルスに変換して図示しない被検体内に送信する。すると、被検体内において反射波が生じ、被検体内において生じた反射波は、圧電振動子 1 4 により受信されて電気信号に変換される。

【 0 0 6 4 】

圧電振動子 1 4 において得られた反射波の電気信号は、振幅が数十 mV p 程度の受信信号となって、信号線 1 5 を介してリミッタ 1 8 側に伝送される。このとき、受信信号は、振幅がノイズレベルから数 1 0 mV p p 程度までの信号であるため、送受分離回路 1 7 を構成するダイオード D 5、D 6 のインピーダンスが十分に高くなる。このため、送信回路 1 3 側の線路が受信回路 1 2 側における受信信号の伝送線路から電氣的に分離され、送信回路 1 3 側の負荷が受信信号に与える影響が十分に低減される。

10

【 0 0 6 5 】

そして、送信信号は、受信回路 1 2 側に分岐する信号線 1 5 に導かれ、リミッタ 1 8 の振幅依存性回路 1 9 の入力側に到達する。

【 0 0 6 6 】

また、一方で第 1 のバイアス電流供給回路 2 1 および第 2 のバイアス電流供給回路 2 2 から、抵抗 R H、R L の作用により各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 の ON 抵抗が十分に小さくなるようなバイアス電流が順方向に供給されている。このとき、供給されるバイアス電流を増やすと、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 の ON 抵抗を、より小さくすることができる。

20

【 0 0 6 7 】

各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 に供給されるバイアス電流を増やすための方法としては、DC 電源電圧 P V、M V 間における電圧を大きくする方法や、あるいは抵抗 R H、R L の値を小さくする方法がある。このため、例えばバイアス電流を供給するための DC 電源電圧 P V、M V 間における電圧が大きく設定される。

【 0 0 6 8 】

このとき、バイアス電流の増加に伴って電流性ノイズが増大する恐れがあるが、抵抗 R H、R L に直列インダクタ L 1、L 2 を挿入することによって、電流性ノイズの増加が抑制される。この結果、バイアス電流に起因する電流性ノイズによる受信信号の S / N への影響が低減される。

30

【 0 0 6 9 】

また、振幅依存性回路 1 9 と並列接続されたインダクタ L 3 は、周波数の数 MHz から十数 MHz の受信信号に対しても送信信号と同様に高いインピーダンスとなる。従って、受信信号に対しては、振幅依存性回路 1 9 の ON 抵抗が支配的となり、インダクタ L 3 の影響はほとんど無視できることになる。

【 0 0 7 0 】

この結果、振幅依存性回路 1 9 の入力側に到達した受信信号は、ON 抵抗が十分に小さくなった振幅依存性回路 1 9 の各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 を経由して振幅依存性回路 1 9 の出力側から受信回路 1 2 のプリアンプ X 1 に導かれる。

40

【 0 0 7 1 】

すなわち、受信信号の電圧は、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 の順方向の電圧 $\pm V F$ 以内の小さい振幅であるため、各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 は順方向のバイアス状態を維持しながら受信信号を振幅依存性回路 1 9 の出力側に通過させる。各ダイオード D H 1、D H 2、D L 1、D L 2 を通過した受信信号は、クランプ回路 2 0 側に導かれるが、クランプ回路 2 0 の各ダイオード D 3、D 4 のインピーダンスは、電圧が $\pm V F$ 以内の受信信号に対して十分大きいため受信信号には影響しない。このため、振幅の小さい受信信号は、リミッタ 1 8 を経由して受信回路 1 2 に導かれる。

【 0 0 7 2 】

そして、このように受信回路 1 2 に導かれた受信信号は、プリアンプ X 1 や図示しない

50

A/D変換器等の回路において増幅やA/D変換等の各種信号処理に施され、デジタル信号としての反射波信号に変換される。さらに、反射波信号は、後段の図示しない制御系に与えられ、断層画像情報や血流情報の取得用の元データとして利用される。

【0073】

ところで、仮に振幅依存性回路19にインダクタL3が並列接続されない場合には、送信信号の送信直後において、振幅依存性回路19の入力側は、送信トランスでオーバーシュートあるいはアンダーシュートが発生し、すぐには各ダイオードDH1、DH2、DL1、DL2のON抵抗が小さくなるような受信状態には復帰しない。

【0074】

アンダーシュートの場合、ダイオードDL1が順方向にバイアスされないことにより、インピーダンスが増加する。ダイオードDL1が順方向に正しくバイアスされる状態にするには、抵抗RHおよびダイオードDH1を経由して電源電圧PVから電流を供給するか、あるいは送信回路13の抵抗R1から電流を供給することが必要である。

【0075】

従って、インダクタL3がない場合に振幅依存性回路19を早く受信状態に復帰させるためには、電源電圧PVから電流を供給する場合には、抵抗RHの値を小さくすればよいが、受信時における電流性ノイズが大きくなるため、あまり小さくすることができない。また、送信回路13の抵抗R1から電流を供給する場合には、抵抗R1の値を小さくすればよい。しかし、受信信号の受信時には、受信系が送受分離回路17のダイオードD5、D6により分離されているため受信信号へのノイズには影響ないものの、送信用トランス駆動回路V1の負荷が重くなり消費電流による発熱等の問題が起こり得る。

【0076】

このような背景から、抵抗RHや抵抗R1の値はあまり小さい値にすることができず、結果として振幅依存性回路19の受信状態への復帰時間が長くなってしまふ。このため、振幅依存性回路19に受信信号が通らない時間が長くなり、特に被検体の浅部における画像を得る場合において、十分な感度が得られないことになる。

【0077】

しかし、超音波診断装置10では、振幅依存性回路19の入力側と出力側とをバイパスするようにインダクタL3が挿入されているため、アンダーシュートにより発生したバイアス点のずれを、インダクタL3およびダイオードD3を介してグランドから供給された電流により復帰させることができる。つまり、インダクタL3は送信信号および受信信号の周波数帯域(1MHz~10数MHz程度)ではインピーダンスが大きい、アンダーシュートによるバイアス点のずれ(DCから数百kHz程度)に対しては、インピーダンスが小さい特性を持つため、振幅依存性回路19の入力バイアスを、より素早く正常な受信状態に復帰させることができる。

【0078】

また、オーバーシュートの場合についてもアンダーシュートの場合と極性が異なるのみであるため、アンダーシュートの場合と同様に、インダクタL3によって振幅依存性回路19の入力バイアスを、より素早く正常な受信状態に復帰させることができる。

【0079】

以上のような超音波診断装置10によれば、送信信号が受信回路12に入らないように受信回路12側に設けられたリミッタ18において、振幅依存性回路19にバイアス電流を供給するための第1のバイアス電流供給回路21および第2のバイアス電流供給回路22に抵抗RH、RLと直列にインダクタL1、L2を接続したことにより、バイアス電流による電流性ノイズを低減し、受信信号のS/Nを改善することができる。

【0080】

また、リミッタ18の振幅依存性回路19と並列にインダクタL3を接続したため、S/Nを劣化させずに、受信信号の通過後におけるバイアス変動を早期に復帰させることができる。

【0081】

振幅依存性回路 19 を図 1 に示す回路構成としたが、信号の振幅に依存してインピーダンスが変化し、振幅の小さい受信信号を受信回路 12 に通過させる一方、振幅の大きい送信信号を受信回路 12 への到達を抑制できる回路構成であれば、他の回路構成であってもよい。振幅依存性回路 19 を図 1 に示す回路構成以外の回路構成にしたとしても、インダクタ L3 を並列に接続すれば、バイアス変動を早期に復帰させることができる。

【0082】

そして、特に振幅依存性回路 19 をダイオード DH1、DH2、DL1、DL2 でブリッジ状に構成し、受信信号の経路に交差してバイアス電流供給回路 21、22 からバイアス電流を供給するようにした場合には、バイアス電流の供給ルートに少なくとも 1 つ以上のインダクタ (L1 や L2) を設けることにより電流性ノイズを低減させることができる。この場合、バイアス電流供給回路 21、22 の回路構成は、図 1 に示す回路構成以外の回路構成としてもよい。従って、電流性ノイズは抵抗 RH、RL の熱雑音に起因するものに限らず、トランジスタ等の他の構成要素に起因するものであっても低減させることができる。

10

【0083】

また、超音波診断装置 10 の一部、例えば送受分離回路 17 を省略して構成してもよい。逆に、複数の圧電振動子 14 への送信信号や圧電振動子 14 からの受信信号を切り換えるためのスイッチのように、必要に応じて各種回路を付加して構成してもよい。さらに、必要に応じて超音波診断装置 10 の構成要素の一部を他の構成要素に置換してもよい。

【0084】

特に振幅依存性回路 19 に並列接続される回路は、インダクタ L3 のみとする場合に限らず、種々の変形が可能である。

20

【0085】

図 2 は、図 1 に示す超音波診断装置 10 の振幅依存性回路 19 に並列接続される回路の変形例を示す図である。

【0086】

例えば、図 2 (a) に示すように、振幅依存性回路 19 に並列接続されたインダクタ L3 と直列に抵抗 R3 を接続してもよい。インダクタ L3 と直列に抵抗 R3 を接続すれば、ダンピングとして、過剰な電流が流れるのを防止することができる。

【0087】

また図 2 (b) に示すように、振幅依存性回路 19 にインダクタ L3 とともに抵抗 R3 を並列接続してもよい。図 2 (b) のように抵抗 R3 とインダクタ L3 とを並列接続した場合にも、抵抗 R3 とインダクタ L3 とを直列接続した場合と同様に、ダンピングとして働く。

30

【0088】

さらに、図 2 (c) に示すように、振幅依存性回路 19 にインダクタ L3 の代わりに抵抗 R3 を並列接続しても、インダクタのようなインピーダンスの周波数特性はないものの送信信号を抑制しつつ、バイアス変動による過渡応答を早期に収束させて、受信信号の S/N を向上させる効果を得ることができる。また、受信時は、ダイオードの ON 抵抗でバイパスされるため、比較的小さい抵抗値のものを選んで受信信号には影響がなく、送信回路 13 における駆動回路の消費電流が許容できれば同様な目的で使用可能である。

40

【0089】

ただし、図 2 (c) に示すように、振幅依存性回路 19 に抵抗 R3 を並列接続した場合には、送信信号を抑制するために抵抗 R3 の値を大きくする必要がある。しかし、一方で、振幅依存性回路 19 のバイアス変動を復帰させるには抵抗 R3 の値を小さくする必要がある。このため、送信信号の抑制効果とバイアス変動の復帰効果のいずれか一方の効果低減を甘受することが必要となる。

【0090】

この点、図 1、図 2 (a)、図 2 (b) に示すように振幅依存性回路 19 に抵抗 R3 ではなく、インダクタ L3 を並列接続すれば、送信信号の抑制効果とバイアス変動の復帰効

50

果の双方を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の実施の形態を示す構成図。

【図2】図1に示す超音波診断装置の振幅依存性回路に並列接続される回路の変形例を示す図。

【図3】従来の超音波診断装置の構成例で1チャンネル分を抜き出して示した図。

【図4】従来の超音波診断装置の別の構成例を示す図。

【符号の説明】

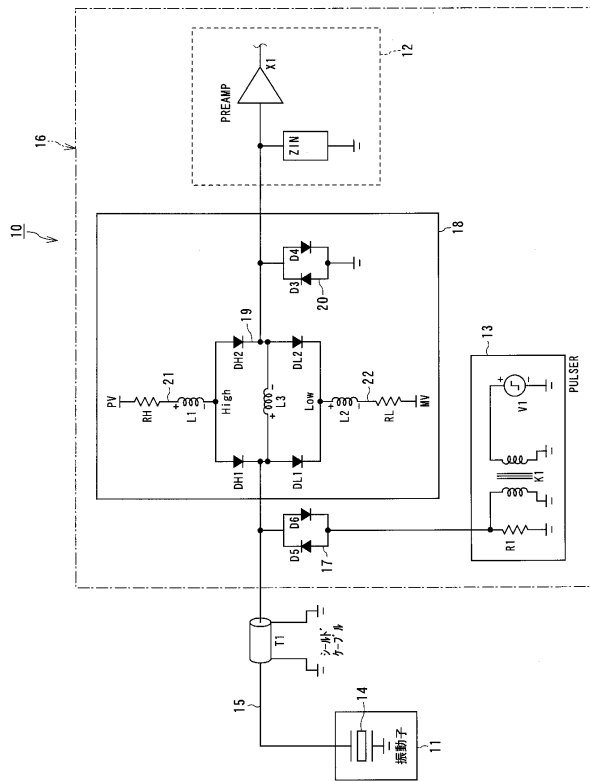
【0092】

- 10 超音波診断装置
- 11 超音波プローブ
- 11 a シールドケーブル
- 12 受信回路
- 13 送信回路
- 14 圧電振動子
- 15 信号線
- 16 装置本体
- 17 送受分離回路
- 18 リミッタ
- 19 振幅依存性回路
- 20 クランプ回路
- 21 第1のバイアス電流供給回路
- 22 第2のバイアス電流供給回路

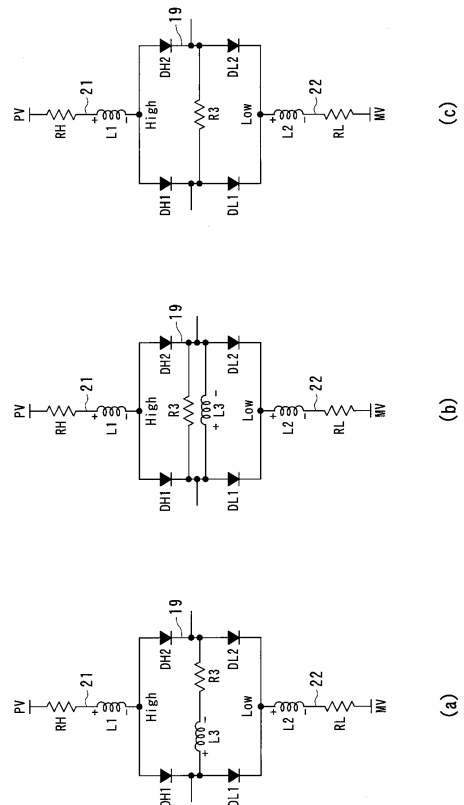
10

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 亀石 渉

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 本社内

審査官 川上 則明

(56)参考文献 特開平11-188037(JP,A)

特開昭62-259075(JP,A)

特開昭63-015942(JP,A)

特開平08-131440(JP,A)

特開平01-160535(JP,A)

特開平11-174128(JP,A)

実開昭60-086962(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 超声诊断设备 | | |
| 公开(公告)号 | JP4673596B2 | 公开(公告)日 | 2011-04-20 |
| 申请号 | JP2004275686 | 申请日 | 2004-09-22 |
| [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 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 东芝公司 东芝医疗系统有限公司 | | |
| [标]发明人 | 亀石 涉 | | |
| 发明人 | 亀石 涉 | | |
| IPC分类号 | A61B8/00 | | |
| FI分类号 | A61B8/00 G01N29/22.501 | | |
| F-TERM分类号 | 2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/CA01 2G047/EA04 4C601/EE02 4C601/HH05 4C601/JB11 | | |
| 代理人(译) | 波多野尚志 古川纯一 | | |
| 审查员(译) | 川上 則明 | | |
| 其他公开文献 | JP2006087604A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

一个适当的分开发送和接收信号是超声波诊断装置，其能够更S/N以获得高的接收信号。一种超声波诊断装置10发送的发送信号向压电振子14通过接收反射波以生成接收到的信号并且将转换并受超声波脉冲向压电振子14用于相对于传输信号，其接收从压电振子14接收到的信号的接收电路12，在接收电路12一侧提供的，而阻抗增大到传输信号时，阻抗对所接收的信号的发送电路13和钳位电路20，用于确定幅度依赖电路19的阻抗变化的幅度。然后，电感器L3充分阻抗是在发送信号的发送和接收频带大，并且接收的信号被并联连接到振幅依赖性电路19。点域1

