

(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2017-12596

(P2017-12596A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F I
A61B 8/00テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-134526 (P2015-134526)
(22) 出願日 平成27年7月3日(2015.7.3)(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 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74) 代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74) 代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74) 代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74) 代理人 100179062
弁理士 井上 正

最終頁に続く

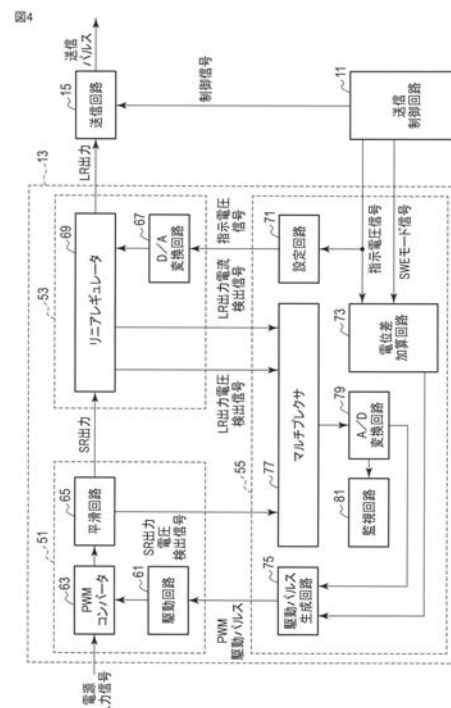
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】冷却のためのサイズやコストを増大させることなく、送信電源回路からの出力電圧の降下を送信モードに依らずに防止できる超音波診断装置を提供する。

【解決手段】第1のレギュレータ回路51は、電源入力を駆動パルス信号に応じて変換して第1の出力信号を生成する。第2のレギュレータ回路53は、第1のレギュレータ回路51からの第1の出力信号を、所望の送信パルスの波高値に対応する第1の指示電圧信号に応じて変換して第2の出力信号を生成する。送信回路15は、第2のレギュレータ回路53からの第2の出力信号を、超音波プローブを駆動するための送信パルスに変換する。制御回路55は、送信回路15に所定の強度以上の送信パルスを生成させる場合、所定の強度以下の送信パルスを生成させる場合に比して、第2のレギュレータ回路53に関する第1の出力信号と第2の出力信号との電位差が増加するための駆動パルス信号を生成する。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電源入力を駆動パルス信号に応じて変換して第 1 の出力信号を生成する第 1 のレギュレータ回路と、

前記第 1 のレギュレータ回路からの第 1 の出力信号を、所望の送信パルスの波高値に対応する第 1 の指示電圧信号に応じて変換して第 2 の出力信号を生成する第 2 のレギュレータ回路と、

前記第 1 のレギュレータ回路からの第 2 の出力信号を、超音波プローブを駆動するための送信パルスに変換する送信回路と、

前記送信回路に所定の強度以上の送信パルスを生成させる場合、前記所定の強度以下の送信パルスを生成させる場合に比して、前記第 2 のレギュレータ回路に関する前記第 1 の出力信号と前記第 2 の出力信号との電位差が増加するための前記駆動パルス信号を生成する制御回路と、

を具備する超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記制御回路は、

前記電位差を調節するための調節用電圧値を前記第 1 の指示電圧信号に加算して第 2 の指示電圧信号を生成する加算回路と、

前記第 2 の指示電圧信号と前記第 1 の出力信号との比較に基づいて前記駆動パルス信号を生成する生成回路と、を有し、

20

前記加算回路は、前記所定の強度以上の送信パルスを生成させる場合、前記所定の強度以下の送信パルスを生成させる場合に比して前記調節用電圧値を増加させる、

請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記加算回路は、前記所定の強度以上の送信パルスを生成させる場合における前記第 1 の出力信号の電圧値が前記第 2 の出力信号の電圧値を下回らないように前記調節用電圧値を増加させる、請求項 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記制御回路は、

前記所定の強度以上の送信パルスを生成させる場合、所定のデューティ比を有する前記駆動パルス信号を生成する生成回路を有する、

30

請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記制御回路は、

前記電位差を調節するための調節用電圧値を前記第 1 の指示電圧信号に加算して第 2 の指示電圧信号を生成する加算回路と、

前記所定の強度以下の送信パルスを生成させる場合、前記第 2 の指示電圧信号と前記第 1 の出力信号とに基づくフィードバック制御により前記駆動パルス信号を生成し、前記所定の強度以上の送信パルスを生成させる場合、前記所定の強度以上の送信パルスを生成指示後の所定の時間に限定して所定のデューティ比を有する前記駆動パルス信号を生成する生成回路とを有する、

40

請求項 4 記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記所定の時間は、デューティ比が前記フィードバック制御により決定される場合においてデューティ比が初期値から目標値になるまでの時間に設定される、請求項 5 記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記生成回路は、前記第 2 のレギュレータ回路からの第 2 の出力信号の電流値が閾値に達した場合、前記所定のデューティ比を有する前記駆動パルス信号を生成する、請求項 4 記載の超音波診断装置。

50

【請求項 8】

前記所定の強度以上の送信パルスは、シェアウェイブのための送信パルス又は超音波造影剤に含まれる気泡の破壊のための送信パルスである、請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記第 1 のレギュレータ回路は、スイッチングレギュレータ回路であり、
前記第 2 のレギュレータ回路は、リニアレギュレータ回路である、
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】**

本発明の実施形態は、超音波診断装置に関する。

【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振動素子から発生する超音波パルス（送信超音波）を被検体内に放射し、被検体組織の音響インピーダンスの差異によって生ずる反射波（受信超音波）を上記振動素子により電気信号に変換して表示機器に表示する。

【0003】

超音波プローブの各振動素子は各送信回路に接続されている。各送信回路は、直流電源からの出力の波高値に応じた送信パルスを生成する。送信パルスの波高値を任意に可変する必要性と送信パルスのばらつきを低減する必要性とのため、上記直流電源は、高効率化、小型化及び低価格化が可能なスイッチングレギュレータと当該スイッチングレギュレータからの出力を入力とするリニアレギュレータとにより構成される場合がある。

【0004】

リニアレギュレータの入出力間の電位差は、ある出力電圧において、ある一意の値になるように設定及び制御される。通常、送信パルスの時間長は $10\ \mu\text{s}$ 程度である。この場合、スイッチングレギュレータからの出力の低下は、一時的であるため、リニアレギュレータの入出力間の電位差を超えることはない。そのためリニアレギュレータの出力そのものが低下することは無い。

【0005】

しかしながら、シェアウェイブエラストグラフィモード（以下、SWEモードと呼ぶ）では、送信パルスの時間長は、 $1000\ \mu\text{s}$ 程度になるため、スイッチングレギュレータの出力電圧の低下がリニアレギュレータの入出力間の電位差を超えてしまい、リニアレギュレータの出力そのものが低下してしまう。

【0006】

リニアレギュレータの出力が低下すると送信パルスの強度が送信の途中で低下してしまう。送信パルスの強度がMI値で制約されている場合において強度が送信途中で低下すると、本来送信可能なエネルギーを供給できないので、超音波診断装置の感度が低下してしまう。

【0007】

スイッチングレギュレータの出力電圧の低下がリニアレギュレータの入出力間の電位差を超えることを回避するためにリニアレギュレータの入出力間の電位差を大きくした場合、SWEモード以外のリニアレギュレータの損失が大きくなり、直流電源の冷却のためのサイズやコストが増大してしまう。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

実施形態の目的は、冷却のためのサイズやコストを増大させることなく、送信電源からの出力電圧の降下を送信モードに依らずに防止可能な超音波診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

本実施形態に係る超音波診断装置は、電源入力を駆動パルス信号に応じて変換して第1の出力信号を生成する第1のレギュレータ回路と、前記第1のレギュレータ回路からの第1の出力信号を、所望の送信パルスの波高値に対応する第1の指示電圧信号に応じて変換して第2の出力信号を生成する第2のレギュレータ回路と、前記第1のレギュレータ回路からの第2の出力信号を、超音波プローブを駆動するための送信パルスに変換する送信回路と、前記送信回路に所定の強度以上の送信パルスを生成させる場合、前記所定の強度以下の送信パルスを生成させる場合に比して、前記第2のレギュレータ回路に関する前記第1の出力信号と前記第2の出力信号との電位差が増加するための前記駆動パルス信号を生成する制御回路と、を具備する。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 図 1 は、本実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 の送信回路の構成を示す図である。

【 図 3 】 図 3 は、図 1 の送信回路による送信パルスの送信タイミングを示す図である。

【 図 4 】 図 4 は、図 1 の送信電源回路の構成を示す図である。

【 図 5 】 図 5 は、実施例 1 に係る送信電源回路と送信回路との通常モードにおけるタイミングチャートを示す図である。

【 図 6 】 図 6 は、通常モードにおける調節用電圧値のもとでの強パルスモードにおけるタイミングチャートを示す図である。

20

【 図 7 】 図 7 は、SWEモードにおける調節用電圧値のもとでの実施例 1 に係る送信電源回路 13 と送信回路 15 とのSWEモードにおけるタイミングチャートを示す図である。

【 図 8 】 図 8 は、実施例 2 に係る送信電源回路の構成を示す図である。

【 図 9 】 図 9 は、実施例 2 に係るSWEモードのタイミングチャートを示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照しながら本実施形態に係わる超音波診断装置を説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 は、本実施形態に係る超音波診断装置 1 の構成を示す図である。図 1 に示すように、超音波診断装置 1 は、超音波プローブ 3 と装置本体 5 とを有している。

30

【 0 0 1 3 】

超音波プローブ 3 は、プローブヘッドを有している。プローブヘッドには、振動素子アレイが内蔵されている。振動素子アレイは、一次元状または二次元状に配列された複数の振動素子を有している。プローブヘッドの基部には、プローブケーブルの一端が取り付けられている。プローブケーブルの他端にはプローブコネクタが取り付けられている。プローブコネクタは装置本体 5 に装着される。プローブコネクタが装置本体 5 に装着されている状態において、超音波プローブ 3 と装置本体 5 との間で種々の電気信号の送受信が行われる。

【 0 0 1 4 】

振動素子は超音波の送受信を行う。具体的には、振動素子は、装置本体 5 からプローブケーブルを介して送信パルスの印加を受ける。送信パルスの印加を受けて振動素子は、超音波を送信し、被検体により反射された超音波を受信し、受信された超音波に応じたエコー信号を発生する。発生されたエコー信号は、プローブケーブルを介して装置本体 5 に供給される。エコー信号の振幅は、反射された不連続面における音響インピーダンスの差に依存する。また、移動している血流や心臓壁等の移動体の表面で超音波が反射された場合、エコー信号は、ドプラ効果により、移動体の超音波送信方向の速度成分に依存した周波数偏移を受ける。

40

【 0 0 1 5 】

装置本体 5 は、超音波プローブ 3 を制御し、超音波プローブ 3 からのエコー信号を信号処理するコンピュータ装置である。装置本体 5 は、具体的には、送信制御回路 11、送信

50

電源回路 13、送信回路 15、受信回路 17、Bモード回路 19、ドプラモード回路 21、画像生成回路 23、画像処理回路 25、表示処理回路 27、表示機器 29、入力機器 31、主記憶回路 33 及びシステム制御回路 35 を備えている。送信制御回路 11、Bモード回路 19、ドプラモード回路 21、画像生成回路 23、画像処理回路 25、表示処理回路 27、表示機器 29、入力機器 31、主記憶回路 33 及びシステム制御回路 35 は、互いにバスを介して通信可能に接続されている。

【0016】

送信制御回路 11 は、送信回路 15 と送信電源回路 13 とを個別に制御する。例えば、送信制御回路 11 は、所定の送信方向及び送信強度を有する送信超音波ビームを超音波プローブ 3 が送信するために送信回路 15 に制御信号を供給する。また、送信制御回路 11 は、所定の強度以上の送信パルスを生成させるスキャンモードを示す信号（以下、強パルスモード信号と呼ぶ）を送信電源回路 13 に供給する。所定の強度以上の送信パルスは、例えば、シェアウェイブエラストグラフィモード（以下、SWEモードと呼ぶ）のための送信パルスや超音波造影剤に含まれる気泡の破壊のための送信パルス等が挙げられる。所定の強度の送信パルスは、Bモードのための送信パルスやドプラモードのための送信パルス等の、SWEモードのための送信パルスや超音波造影剤に含まれる気泡の破壊のための送信パルス等以外の送信パルスである。以下、所定の強度の送信パルスを送信するモードを通常モードと呼ぶことにする。

10

【0017】

送信電源回路 13 は、外部電源からの直流入力等の入力信号に基づいて、送信回路 15 に供給する出力信号（以下、電源出力と呼ぶ）を生成する。送信電源回路 13 は、強パルスモード信号の供給の有無に応じて電源出力の生成態様を切り替える。電源出力は、送信回路 15 に供給される。

20

【0018】

送信回路 15 は、送信制御回路 11 からの制御信号に従い、送信電源回路 13 からの電源出力に基づいて送信パルスを生成する。生成された送信パルスは、駆動対象の振動素子に供給される。送信パルスを受けた振動素子は、送信パルスを受けて超音波を発生する。

【0019】

図 2 は、送信回路 15 の構成を示す図である。図 3 は、送信回路 15 による送信パルスの送信タイミングを示す図である。図 2 に示すように、超音波診断装置には、N（整数）個の送信回路 15 が設けられ、N 個の送信回路 15 は送信電源回路 13 に接続されている。例えば、送信回路 15 は送信チャンネル毎に設けられる。図 3 に示すように、送信回路 15 は、送信制御回路 11 による制御に従うタイミングで送信パルスを接続先の振動素子に送信する。

30

【0020】

受信回路 17 は、図示しないアンプ回路、A/D変換器、遅延回路、及び加算器等を有している。アンプ回路は、超音波プローブを介して取り込まれたエコー信号をチャンネル毎に増幅する。A/D変換器は、増幅されたアナログのエコー信号をデジタルのエコー信号に変換する。遅延回路は、デジタル変換されたエコー信号に対し受信指向性を決定し、受信ダイナミックフォーカスを行うのに必要な遅延時間を与え、その後加算器において加算処理を行う。この加算により、エコー信号の受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調され、受信指向性と送信指向性とにより超音波送受信の総合的なビームが形成される。

40

【0021】

Bモード回路 19 は、受信回路 17 からのエコー信号に対数増幅や包絡線検波処理などを施し、信号強度が輝度の明るさで表現される Bモードデータを生成する。

【0022】

ドプラモード回路 21 は、受信回路 17 からのエコー信号に自己相関演算を施し、ドプラ効果による血流や組織、造影剤エコー成分を抽出し、平均速度や分散、パワー等の血流情報の強度をカラーで表現するドプラデータを発生する。

【0023】

50

画像生成回路 23 は、B モード回路 19 又はドブラモード回路 21 から受け取ったデータを用いて、超音波走査線により規定される RAW データを生成する。画像生成回路 23 は、RAW データに RAW - ピクセル変換を施すことにより、2 次元状に配列された複数のピクセルから構成される 2 次元画像データを生成する。あるいは、画像生成回路 23 は、RAW データに RAW - ボクセル変換を施すことにより、3 次元状に配列された複数のボクセルから構成される 3 次元画像データを生成する。例えば、画像生成回路 23 は、スキャンコンバータにより実現される。

【0024】

画像処理回路 25 は、画像生成回路 23 により生成された 2 次元画像データ又は 3 次元画像データ等の画像データに各種の画像処理を施す。例えば、画像処理回路 25 は、3 次元画像データに対してボリュームレンダリング、多断面変換表示 (MPR: multi planar reconstruction)、最大値投影表示 (MIP: maximum intensity projection) 等の画像処理を行い、2 次元画像データを生成する。

【0025】

表示処理回路 27 は、画像生成回路 23 又は画像処理回路 25 により生成された画像データに対し、ダイナミックレンジ、輝度 (ブライトネス)、コントラスト、γカーブ補正、RGB 変換等の各種の表示処理を実行する。

【0026】

表示機器 29 は、表示処理回路 27 から供給された表示処理後の画像データを表示画像として表示する。表示機器 29 としては、例えば、CRT ディスプレイや液晶ディスプレイ、有機 EL ディスプレイ、LED ディスプレイ、プラズマディスプレイ、又は当技術分野で知られている他の任意のディスプレイが適宜利用可能である。

【0027】

入力機器 31 は、ユーザからの各種指令や情報入力を受け付ける。入力機器 31 としては、キーボードやマウス、タッチパネル、トラックボール、各種スイッチ等が利用可能である。

【0028】

主記憶回路 33 は、種々の情報を記憶する HDD (hard disk drive) や SSD (solid state drive)、集積回路記憶装置等の記憶装置である。また、主記憶回路 33 は、CD - ROM ドライブや DVD ドライブ、フラッシュメモリ等の可搬性記憶媒体との間で種々の情報を読み書きする駆動装置等であっても良い。例えば、主記憶回路 33 は、画像データや超音波スキャンの制御プログラム等を記憶する。

【0029】

システム制御回路 35 は、本実施形態に係る超音波診断装置の中核として機能する。具体的には、システム制御回路 35 は、主記憶回路 33 に記憶されている制御プログラムを読み出してメモリ上に展開し、展開された制御プログラムに従って超音波診断装置の各部を制御する。

【0030】

なお、B モード回路 19、ドブラモード回路 21、画像生成回路 23、画像処理回路 25、表示処理回路 27 及びシステム制御回路 35 は、ハードウェア資源として、CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit)、GPU (graphics processing unit) 等の処理装置 (プロセッサ) と ROM (Read Only Memory) や RAM (Random Access Memory) 等の記憶装置 (メモリ) とを有する。また、B モード回路 19 は、特定用途向け集積回路 (Application Specific Integrated Circuit: ASIC) やフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ (Field Programmable Logic Device: FPGA)、他の複合プログラマブル論理デバイス (Complex Programmable Logic Device: CPLD)、単純プログラマブル論理デバイス (Simple Programmable Logic Device: SPLD) により実現されても良い。上記処理装置は、上記記憶装置に保存されたプログラムを読み出して実行することで上記機能を実現する。なお、上記記憶装置にプログラムを保存する代わりに、上記処理装置の回路内にプログラムを直接組み込むように構成しても構

10

20

30

40

50

わない。この場合、上記処理装置は、当該回路内に組み込まれたプログラムを読み出して実行することで上記機能を実現する。

【0031】

Bモード回路19、ドブラモード回路21、画像生成回路23、画像処理回路25、表示処理回路27及びシステム制御回路35は、単一の上記処理装置に組み込まれても良いし複数の上記処理装置に組み込まれても良い。また、Bモード回路19、ドブラモード回路21、画像生成回路23、画像処理回路25、表示処理回路27及びシステム制御回路35は、単一の基板に実装されても良いし複数の基板に実装されても良い。

【0032】

次に、本実施形態に係る送信電源回路13について実施例1と実施例2とに分けて説明する。

【0033】

(実施例1)

図4は、実施例1に係る送信電源回路13の構成を示す図である。図4に示すように、送信電源回路13は、送信制御回路11と送信回路15とに接続されている。送信制御回路11は、所望の送信パルスの波高値に対応する指示電圧信号と強パルスモード信号とを送信電源回路13に供給する。送信電源回路13は、外部電源等からの直流電源入力を、送信制御回路11からの指示電圧信号に応じた波高値を有する電源出力(LR出力)に変換する。

【0034】

具体的には、送信電源回路13は、第1のレギュレータ回路51、第2のレギュレータ回路53及びレギュレータ制御回路55を有する。第1のレギュレータ回路51は、直流電源を、レギュレータ制御回路55から供給される駆動パルス信号に従い出力信号を生成する。第1のレギュレータ回路51は、具体的には、PWM(pulse width modulation)により出力信号を生成する。そのため、レギュレータ制御回路55からの駆動パルス信号をPWM駆動パルス信号と呼ぶことにする。第1のレギュレータ回路51からの出力信号は、第2のレギュレータ回路53に供給される。第2のレギュレータ回路53は、第1のレギュレータ回路51からの出力信号を、所望の送信パルスの波高値に対応する指示電圧信号に応じて変換して電源出力を生成する。電源出力は、送信回路15に供給される。レギュレータ制御回路55は、送信制御回路11からの指示電圧信号に対応する送信パルス

【0035】

第1のレギュレータ回路51と第2のレギュレータ回路53とは如何なるレギュレータでも良いが、第1のレギュレータ回路51と第2のレギュレータ回路53との組み合わせは、第1のレギュレータ回路51として高効率化、小型化及び低価格化が可能なスイッチングレギュレータ回路51、第2のレギュレータ回路53としてリニアレギュレータ回路53が好適である。以下、第1のレギュレータ回路51はスイッチングレギュレータ回路51であり、第2のレギュレータ回路53はリニアレギュレータ回路53であるとする。また、スイッチングレギュレータ回路51からの出力信号をSR出力と呼び、リニアレギュレータ回路53からの出力信号をLR出力と呼ぶことにする。

【0036】

スイッチングレギュレータ回路51は、駆動回路61、PWMコンバータ63及び平滑回路65を有する。なお、スイッチングレギュレータ回路51は、降圧型でも良いし昇圧

型でも良い。駆動回路 6 1 は、レギュレータ制御回路 5 5 からの P W M 駆動パルスに応じて P W M コンバータ 6 3 を駆動する。P W M コンバータ 6 3 は、直流電源入力に基づいて、P W M 駆動パルスのパルス幅に応じたパルス幅を有する一連のパルス信号を生成する。具体的には、P W M コンバータ 6 3 は、スイッチを有する。P W M コンバータ 6 3 は、P W M 駆動パルスのパルス幅に応じたスイッチング周波数でスイッチングすることにより、直流電源入力を P W M 駆動パルスのパルス幅に応じたパルス幅で繰り返し切り出し、当該パルス幅を有する一連のパルス信号を生成する。平滑回路 6 5 は、インダクタとコンダクタとを有する回路である。平滑回路 6 5 は、P W M コンバータ 6 3 からのパルス信号を平滑化して S R 出力を生成する。S R 信号は、リニアレギュレータ回路 5 3 とレギュレータ制御回路 5 5 とに供給される。また、S R 出力の電圧の検出値を示す S R 出力電圧検出信号は、レギュレータ制御回路 5 5 に供給される。

10

【 0 0 3 7 】

リニアレギュレータ回路 5 3 は、D / A 変換回路 6 7 とリニアレギュレータ 6 9 とを有する。D / A 変換回路 6 7 は、レギュレータ制御回路 5 5 からの指示電圧信号をデジタルからアナログに変換する。リニアレギュレータ 6 9 は、シャント型やシリーズ型でも良いし、三端子型や L D O 型でも良く如何なる型のものでも良い。リニアレギュレータ 6 9 は、平滑回路 6 5 からの S R 出力を、指示電圧信号に応じた電圧値を有する L R 出力に変換する。リニアレギュレータ 6 9 は、典型的には、リニアレギュレータ 6 9 は、S R 信号の電圧値を指示電圧信号に応じた電圧値まで負荷により降下させることにより L R 出力を生成する。すなわち、入力信号 (S R 出力) と出力信号 (L R 出力) との差が損失となり、この損失に起因してリニアレギュレータ 6 9 に熱が発生する。L R 出力は、送信回路 1 5 に供給される。また、L R 出力の電流の検出値を示す L R 出力電流検出信号と電圧の検出値を示す L R 出力電圧検出信号とは、レギュレータ制御回路 5 5 に供給される。

20

【 0 0 3 8 】

レギュレータ制御回路 5 5 は、設定回路 7 1、電位差加算回路 7 3、駆動パルス生成回路 7 5、マルチプレクサ 7 7、A / D 変換回路 7 9 及び監視回路 8 1 を有する。

【 0 0 3 9 】

設定回路 7 1 は、送信制御回路 1 1 からの指示電圧信号に基づいて、当該指示電圧信号に応じた送信パルスを送信回路 1 5 が生成するための L R 出力の設定電圧値に応じた指示電圧信号を生成する。生成された指示電圧信号は、リニアレギュレータ 6 9 に供給される。

30

【 0 0 4 0 】

電位差加算回路 7 3 は、送信制御回路 1 1 からの指示電圧信号を入力とし駆動パルス生成用の指示電圧信号を生成する。電位差加算回路 7 3 は、リニアレギュレータ 6 9 の入出力間の電位差を調節するための電圧値を指示電圧信号に加算して駆動パルス生成用の指示電圧信号を生成する。生成された指示電圧信号は、駆動パルス生成回路 7 5 に供給される。具体的には、電位差加算回路 7 3 は、通常モードのための調節用電圧値と S W E モードのための調節用電圧値とをメモリ等の記憶装置に記憶している。強パルスモードが供給された場合、電位差加算回路 7 3 は、強パルスモードのための調節用電圧値を指示電圧信号に加算する。強パルスモードが供給されない場合、電位差加算回路 7 3 は、通常モードのための調節用電圧値を指示電圧信号に加算する。

40

【 0 0 4 1 】

マルチプレクサ 7 7 は、平滑回路 6 5 からの S R 出力電圧検出信号と、リニアレギュレータ 6 9 からの L R 出力電圧検出信号と L R 出力電流検出信号とを A / D 変換回路 7 9 に供給する。A / D 変換回路 7 9 は、マルチプレクサ 7 7 からの S R 出力電圧検出信号、L R 出力電圧検出信号及び L R 出力電流検出信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する。S R 出力電圧検出信号、L R 出力電圧検出信号及び L R 出力電流検出信号は、監視回路 8 1 と駆動パルス生成回路 7 5 とに供給される。監視回路 8 1 は、S R 出力電圧検出信号、L R 出力電圧検出信号及び L R 出力電流検出信号を監視する。

【 0 0 4 2 】

50

駆動パルス生成回路 75 は、電位差加算回路 73 から駆動パルス生成用の指示電圧信号と S R 出力信号又は L R 出力との比較に基づいて P W M 駆動パルスを生成する。より詳細には、駆動パルス生成回路 75 は、駆動パルス生成用の指示電圧信号を目標値とし、S R 出力電圧検出信号、L R 出力電圧検出信号及び L R 出力電流検出信号をフィードバックとするフィードバック制御により P W M 駆動パルスを生成する。駆動パルス生成回路 75 は、具体的には、エラーアンプ、位相補償フィルタ及び P W M パルス生成回路を有する。エラーアンプは、S R 出力電圧検出信号又は L R 出力電圧検出信号と指示電圧信号とを比較する。位相補償フィルタは、エラーアンプの出力信号に位相補償を行う。P W M パルス生成回路は、位相補償がされた出力信号を、P W M 駆動パルスのパルス幅に変調することにより P W M 駆動パルスを生成する。生成された P W M 駆動パルスは、駆動回路 61 に供給される。

10

【0043】

次に、送信電源回路 13 の動作例について説明する。

【0044】

図 5 は、実施例 1 に係る送信電源回路 13 と送信回路 15 との通常モードにおけるタイミングチャートを示す図である。なお、通常モードのための調節用電圧値を用いた場合における P W M 駆動パルスの非変調時の S R 出力電圧の電圧値を V_c と称し、L R 出力電圧の電圧値を V_o と称する。通常モードの場合、送信制御回路 11 は、通常モード用の送信パルスを送信回路 15 が生成するための指示電圧信号を電位差加算回路 73 に供給する。また、送信制御回路 11 は、S W E モード信号を供給しない。通常モードでの送信パルスの生成指示がなされた場合、すなわち、S W E モード信号が送信制御回路 11 から供給されない場合、電位差加算回路 73 は、送信制御回路 11 からの指示電圧信号に通常モードのための調節用電圧値を加算して、駆動パルス生成用の指示電圧信号を生成する。通常モードのための調節用電圧値は、 V_c と V_o との差分に対応する。

20

【0045】

図 5 に示すように、駆動パルス生成回路 75 は、フィードバック制御のもと、通常モード用の送信パルスを送信回路 15 が生成するためのデューティ比を有する P W M 駆動パルスを生成する。具体的には、駆動パルス生成回路 75 は、P W M 駆動パルスのデューティ比を大きくする。なお、デューティ比は、P W M 駆動パルスの O F F 信号のパルス幅に対する O N 信号のパルス幅の比、すなわち、O N デューティ比を意味する。P W M 駆動パルスを受けたスイッチングレギュレータ回路 51 は S R 出力を生成する。デューティ比が大きくなるにつれて S R 出力電圧が低下する。リニアレギュレータ回路 53 は、S R 出力に応じた L R 出力を生成する。S R 出力電圧が L R 出力電圧を上回っている場合、リニアレギュレータ回路 53 は、指示電圧信号に応じた L R 出力を生成することができる。なお、通常モードにおける送信パルスのパルス幅は、10 μ s 程度である。このため、通常モードにおいて送信パルスを生成する場合、S R 出力電圧の降下が僅かであるため、S R 出力電圧が降下しても L R 出力電圧 V_o を下回ることではない。また、S R 出力電圧の降下が僅かであるため、電位差加算回路 73 により指示電圧信号に加算される調節用電圧値（すなわち、 V_c と V_o との差分）は比較的小さい値に設定される。

30

【0046】

図 6 は、通常モードにおける調節用電圧値のもとでの S W E モードにおけるタイミングチャートを示す図である。図 6 に示すように、駆動パルス生成回路 75 は、フィードバック制御のもと、S W E モード用の送信パルスを生成回路が生成可能なデューティ比を有する P W M 駆動パルスを生成する。具体的には、駆動パルス生成回路 75 は、P W M 駆動パルスのデューティ比を大きくする。S R 出力の生成に伴い S R 出力電圧 V_c が降下する。リニアレギュレータ回路 53 は、送信パルスの生成期間において、スイッチングレギュレータ回路 51 からの S R 出力に応じて L R 出力を生成する。L R 出力電流が流れている期間において送信回路 15 により送信パルスが生成される。S W E モードにおける送信パルスのパルス幅は、1000 μ s 程度である。このため、S W E モードにおいて送信パルスを生成する場合、S R 出力電圧 V_c の降下が大きいため、通常モードと同じ調節用電圧値

40

50

の場合、SR出力電圧 V_c がLR出力電圧 V_o を下回ってしまう。SR出力電圧 V_c がLR出力電圧 V_o を下回ると送信パルスの強度が低下してしまい、設定値に比して超音波の強度が低下してしまう。

【0047】

SWEモードにおいてSR出力電圧 V_c がLR出力電圧 V_o を下回ることを防止するため、本実施形態に係るレギュレータ制御回路55は、通常モードに比してSWEモードの調節用電圧値を増加させる。

【0048】

図7は、SWEモードにおける調節用電圧値のもとでの実施例1に係る送信電源回路13と送信回路15とのSWEモードにおけるタイミングチャートを示す図である。なお、SWEモードのための調節用電圧値を用いた場合におけるPWM駆動パルスの非変調時のSR出力電圧の電圧値を V_c' と称する。SWEモードの場合、送信制御回路11は、SWEモード用の送信パルスを送信回路15が生成するための指示電圧信号を電位差加算回路73に供給する。また、送信制御回路11は、SWEモード信号を電位差加算回路73に供給する。SWEモード信号が供給された場合、電位差加算回路73は、送信制御回路11からの指示電圧信号にSWEモードのための調節用電圧値を加算して駆動パルス生成用の指示電圧信号を生成する。SWEモードのための調節用電圧値は、 V_c' と V_o との差分に対応する。

10

【0049】

SWEモードのための調節用電圧値は、SR出力電圧が最小値に達した場合であってもLR出力電圧 V_o を上回る値に設定される。換言すれば、SWEモードのための調節用電圧値は、 V_c' とPWM駆動パルスの変調時のSR出力電圧の最低値との差分よりも大きい値に設定される。また、 V_c' と V_o との差分が大きいとリニアレギュレータ69による損失が大きいため、SWEモードのための調節用電圧値は、SR出力電圧の最小値が V_o を上回り且つ V_o に近い値に設定されると良い。これにより、SWEモード時におけるリニアレギュレータ69による損失を低減させることができる。具体的には、SWEモードのための調節用電圧値は、スイッチングレギュレータ回路51とリニアレギュレータ回路53との回路設計に基づいて決定される。あるいは、SWEモードのための調節用電圧値は、超音波プローブ3や開口チャンネル数、指示電圧信号の電圧値に応じて異なる値に設定されても良い。

20

30

【0050】

駆動パルス生成回路75は、フィードバック制御のもと、SWEモード用の送信パルスを生成回路が生成するためのデューティ比を有するPWM駆動パルスを生成する。具体的には、駆動パルス生成回路75は、フィードバック制御のもと、PWM駆動パルスのデューティ比を大きくする。典型的には、PWM駆動パルスのデューティ比は略最大値まで拡大される。デューティ比が大きくなるにつれてスイッチングレギュレータ回路51からのSR出力電圧が低下する。しかしながら、指示電圧信号にSWEモードのための調節用電圧値が加算されているので、SR出力電圧が低下しても V_o を下回ることではない。そのため、図7に示すように、時間軸方向に関して矩形を有するような、一定の強度の送信パルスを生成することができる。

40

【0051】

上記の通り、実施例1に係るレギュレータ制御回路55は、SWEモードの場合、通常モードに比して大きい調節用電圧値を設定し、リニアレギュレータ回路53の入出力間の電位差を拡大する。これにより、SR出力電圧が降下した場合であっても常にLR出力電圧を上回ることができるので送信回路15は、時間軸方向に関して矩形を有する送信パルスを生成することができる。そのため、SWEモードと通常モードとにおいて共通の調節用電圧値を用いる場合に比して、通常モードの場合における調節用電圧値を小さくすることができるので、リニアレギュレータ回路53の冷却のためのサイズ及びコストを低減させることができる。

50

(実施例2)

実施例 1 において送信電源回路 13 はフィードバック制御により P W M 駆動パルスのデューティ比を最大にしている。この場合、P W M 駆動パルスのデューティ比が最大値になるまでの遅延時間があるため、S R 出力電圧と L R 出力電圧との電位差を大きくする必要があった。実施例 2 において送信電源回路 13 はフィードバック制御によらずに P W M 駆動パルスのデューティ比を最大にする。以下、実施例 2 に係る送信電源回路 13 について説明する。なお以下の説明において、実施例 1 と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【 0 0 5 2 】

図 8 は、実施例 2 に係る送信電源回路 13 の構成を示す図である。図 8 に示すように、送信電源回路 13 は、送信制御回路 11 と送信回路 15 とに接続されている。送信制御回路 11 は、指示電圧信号と S W E モード信号とに加え、S W E モードの送信パルスに同期した S W E 送信タイミング信号を送信電源回路 13 に供給する。S W E 送信タイミング信号の信号長は、送信パルスの送信期間に一致する。S W E 送信タイミング信号の信号長は、予め設定される。

【 0 0 5 3 】

駆動パルス生成回路 75 は、S W E 送信タイミング信号が供給されていない場合、フィードバック制御により駆動パルス信号を生成する。駆動パルス生成回路 75 は、S W E 送信タイミング信号が供給された場合、フィードバック制御を停止し、所定のデューティ比を有する駆動パルス信号を強制的に生成する。所定のデューティ比は、フィードバック制御により P W M 駆動パルスのデューティ比が目標値に達するよりも短い時間で当該目標値に達することができる値に設定されると良い。所定のデューティ比は、例えば、略最大値に設定されると良い。以下、所定のデューティ比は最大値であるとする。なお、所定のデューティ比は必ずしも最大値に設定される必要なく、S W E モードにおける送信パルスの設定強度が比較的低い場合等、最大値よりも小さい値に設定されても良い。

【 0 0 5 4 】

図 9 は、実施例 2 に係る S W E モードのタイミングチャートを示す図である。なお、実施例 2 において P W M 駆動パルスは、フィードバック制御に依らず、強制的にデューティ比を最大に固定することにより生成される。すなわち、図 9 に示すフィードバック制御 P W M 駆動パルスは、デューティ比最大固定駆動パルスとの比較のために図示している。

【 0 0 5 5 】

実施例 2 において送信制御回路 11 は、S W E モードの場合、指示電圧信号及び S W E モード信号に加え、S W E 送信タイミング信号を電位差加算回路 73 に供給する。図 9 に示すように、送信制御回路 11 から S W E 送信タイミングが供給されると、P W M 駆動パルス最大固定信号を一定期間に亘りアクティブに切り替える。レギュレータ制御回路 55 は、P W M 駆動パルス最大固定信号がアクティブの期間、フィードバック制御を停止し、デューティ比を強制的に最大値に切り替えた状態で P W M 駆動パルスを生成する。P W M 駆動パルス最大固定信号のアクティブの期間（最大保持時間）は、フィードバック制御により P W M 駆動パルスのデューティ比が最大値に達するまでの時間よりも短い時間に設定される。換言すれば、P W M 駆動パルス最大固定信号のアクティブの期間は、最大定格負荷において、P W M コンバータ 63 出力電圧から導出される P W M 駆動パルスが最大になるまでの期間であれば十分である。P W M 駆動パルス最大固定信号のアクティブの期間は、実験的に定められる。

【 0 0 5 6 】

実施例 2 においてレギュレータ制御回路 55 は、P W M 駆動パルス最大固定信号がアクティブの期間、フィードバック制御を停止し、デューティ比を強制的に最大値に切り替えた状態で P W M 駆動パルスを生成される。S R 出力の生成に伴い S R 出力電圧が $V_{c'}$ から降下する。しかしながら、実施例 2 の場合、瞬時に P W M 駆動パルスのデューティ比を最大にすることができるので、実施例 1 に比して、S W E モードにおける送信パルスの生成に伴う S R 出力電圧の降下が小さくて済む。そのため、実施例 2 に係るリニアレギュレータ回路 53 の入出力間の電位差（すなわち、 $V_{c'}$ と V_o との差分）を実施例 1 に比し

て小さくすることができる。換言すれば、実施例 2 に係る調節用電圧値は、実施例 1 に係る調節用電圧値に比して、小さい値に設定することができる。これにより S R 出力電圧が V_o を下回ることを防止し、時間軸方向に関して矩形を有するような、一定の強度の送信パルスを生成することができる。

【0057】

上記の通り、実施例 2 に係るレギュレータ制御回路 55 は、SWE モードの場合、PWM 駆動パルスのデューティ比を強制的に略最大値に切り替える。これにより、フィードバック制御によりデューティ比を略最大値まで上昇させる場合に比して S R 出力電圧の降下を低減することができるので、実施例 2 の場合、実施例 1 に比してリニアレギュレータ回路 53 の入出力間の電位差を低減することができる。よって、リニアレギュレータ回路 53 の冷却のためのサイズ及びコストを更に低減させることができる。

10

【0058】

換言すれば、実施例 1 に係るリニアレギュレータ回路 53 は、実施例 2 とは異なり SWE 送信タイミング信号に同期してフィードバック制御の実行と停止とを切り替える仕組みなく、リニアレギュレータ回路 53 の入出力間の電位差を低減することができる。すなわち、実施例 1 に係るリニアレギュレータ回路 53 は、実施例 2 に比して回路設計を簡易にすることができる。

【0059】

(変形例 1)

上記の実施例 2 において通常モードと SWE モードとにおいて調節用電圧値を異なる値に設定するものとした。しかしながら、通常モードと SWE モードとで調節用電圧値を異なる値に設定しなくても、SWE モードにおいて S R 出力電圧が L E 出力電圧 V_o を下回らない場合であれば、通常モードと SWE モードとで調節用電圧値を共通にしても良い。

20

【0060】

(変形例 2)

上記の実施例 2 において駆動パルス生成回路 75 は、SWE 送信タイミング信号に同期してデューティ比を所定のデューティ比(上記の説明における略最大値)に切り替えるものとした。しかしながら、本実施形態はこれに限定されない。例えば、駆動パルス生成回路 75 は、SWE モード信号が供給された場合、フィードバック制御によりデューティ比を上昇させながら、L R 出力電流の電流値をモニタリングする。そして駆動パルス生成回路 75 は、L R 出力電流の電流値が閾値を超えたことを契機としてフィードバック制御を停止し、デューティ比を略最大値等の所定のデューティ比に設定する。これにより、変形例 2 に係るレギュレータ制御回路 55 は、実施例 2 に比して制御を簡易にすることができる。一方、実施例 2 に係るレギュレータ制御回路 55 は、変形例 2 に比して、L R 出力電流の電流値が閾値を超えることを待機することなく瞬時にデューティ比を切り替えることができる。よって、実施例 2 の場合、変形例 2 に比して、リニアレギュレータ 69 の入出力間の電位差を低減することができる。

30

【0061】

(総括)

上記の説明の通り、本実施形態に係る超音波診断装置は、第 1 のレギュレータ回路 51、第 2 のレギュレータ回路 53、送信回路 15 及びレギュレータ制御回路 55 を有する。第 1 のレギュレータ回路 51 は、電源入力を駆動パルス信号に応じて変換して第 1 の出力信号を生成する。第 2 のレギュレータ回路 53 は、第 1 のレギュレータ回路 51 からの第 1 の出力信号を、所望の送信パルスの波高値に対応する第 1 の指示電圧信号に応じて変換して第 2 の出力信号を生成する。送信回路 15 は、第 2 のレギュレータ回路 53 からの第 2 の出力信号を、超音波プローブを駆動するための送信パルスに変換する。制御回路は、送信回路 15 に所定の強度以上の送信パルスを生成させる場合、所定の強度以下の送信パルスを生成させる場合に比して、第 2 のレギュレータ回路 53 に関する第 1 の出力信号と第 2 の出力信号との電位差が増加するための駆動パルス信号を生成する。

40

50

【 0 0 6 2 】

上記の構成により、第2のレギュレータ回路53の入出力間の電位差を、所定の強度以上の送信パルスを作成させる場合と所定の強度以下の送信パルスを作成させる場合とで切り替えることができるので、所定の強度以下の送信パルスを作成させる場合において第2のレギュレータ回路53の損失を抑制しつつ、所定の強度以上の送信パルスを作成させる場合において第2のレギュレータ回路53への入力信号の電圧値が出力信号の設定電圧値を下回ることを防止することができる。

【 0 0 6 3 】

かくして、冷却のためのサイズやコストを増大させることなく、送信電源回路13からの出力電圧の降下を送信モードに依らずに防止することが可能となる。また、送信パルスの送信途中における強度の低下を防止することができ、ひいては、超音波診断装置の感度の低減を防止することが可能となる。

10

【 0 0 6 4 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【 符号の説明 】

20

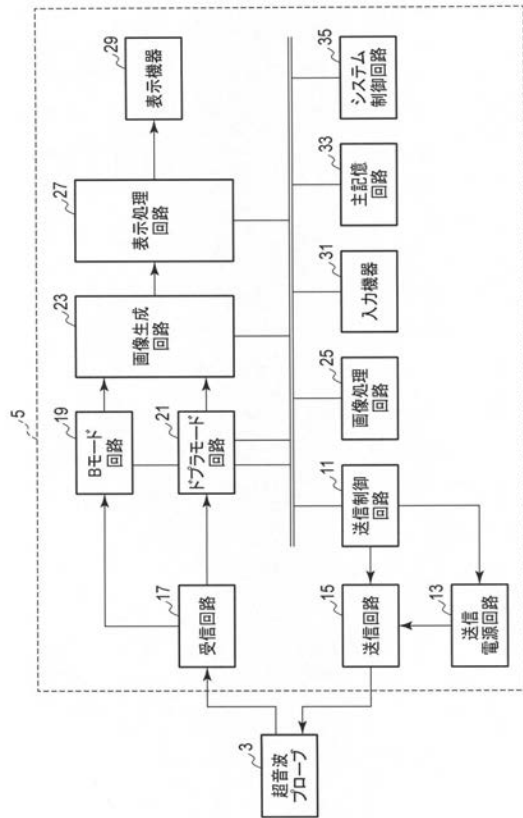
【 0 0 6 5 】

3 ... 超音波プローブ、5 ... 装置本体、11 ... 送信制御回路、13 ... 送信電源回路、15 ... 送信回路、17 ... 受信回路、19 ... Bモード回路、21 ... ドプラモード回路、23 ... 画像生成回路、25 ... 画像処理回路、27 ... 表示処理回路、29 ... 表示機器、31 ... 入力機器、33 ... 主記憶回路、35 ... システム制御回路、51 ... 第1のレギュレータ回路（スイッチングレギュレータ回路）、53 ... 第2のレギュレータ回路（リニアレギュレータ回路）、55 ... レギュレータ制御回路、61 ... 駆動回路、63 ... PWMコンバータ、65 ... 平滑回路、67 ... D/A変換回路、69 ... リニアレギュレータ、71 ... 設定回路、73 ... 電位差加算回路、75 ... 駆動パルス生成回路、77 ... マルチプレクサ、79 ... A/D変換回路、81 ... 監視回路

30

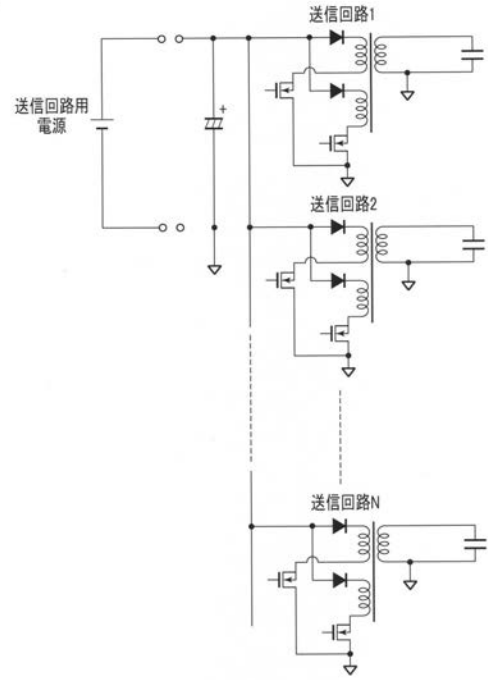
【図 1】

図 1



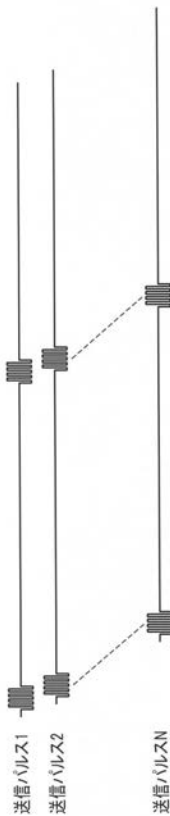
【図 2】

図 2



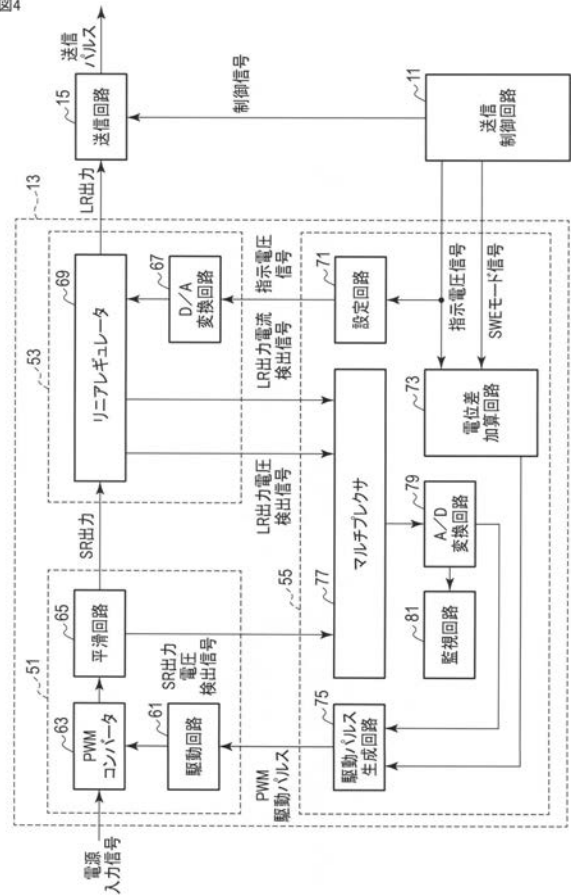
【図 3】

図 3

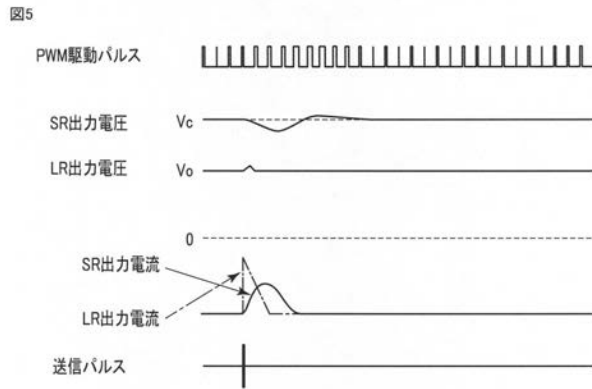


【図 4】

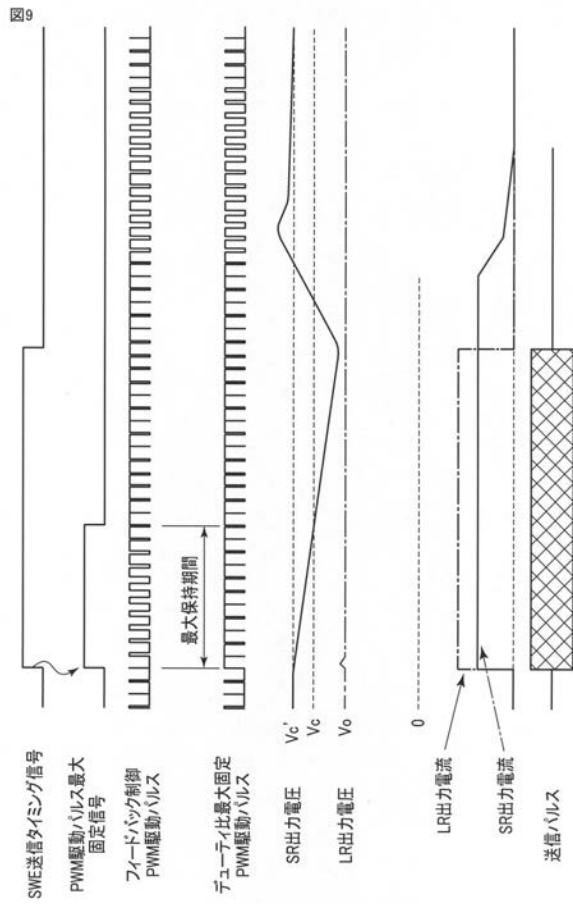
図 4



【 図 5 】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073

弁理士 堀内 美保子

(72)発明者 藤原 周太

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 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 HH05 LL40

要解决的问题：提供一种超声波诊断装置，防止来自发送电源电路的输出电压的下降，而不管传输模式如何，而不增加冷却的尺寸或成本。解决方案：第一调节器电路51根据a转换电力输入。驱动脉冲信号以产生第一输出信号。第二调节器电路53根据对应于期望发送脉冲的峰值的第一指令电压信号转换来自第一调节器电路51的第一输出信号，以产生第二输出信号。传输电路15将来自第二调节器电路53的第二输出信号转换为用于驱动超声波探头的传输脉冲。当使发送电路15产生强度高于规定值的发送脉冲时，控制电路55产生用于增加第一输出信号和第二输出信号之间关于第二调节器电路53的电位差的驱动脉冲信号。使传输电路产生强度低于规定值的传输脉冲的情况。图4：图4

