

(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2019-13671
(P2019-13671A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int. Cl.
A61B 8/14 (2006.01)

F I
A61B 8/14

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2017-134944 (P2017-134944)
(22) 出願日 平成29年7月10日 (2017.7.10)

(71) 出願人 000001270
コニカミノルタ株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(74) 代理人 100105050
弁理士 鷲田 公一
(74) 代理人 100155620
弁理士 木曾 孝
(72) 発明者 太田 和志
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
ニカミノルタ株式会社内
(72) 発明者 川端 章裕
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
ニカミノルタ株式会社内

最終頁に続く

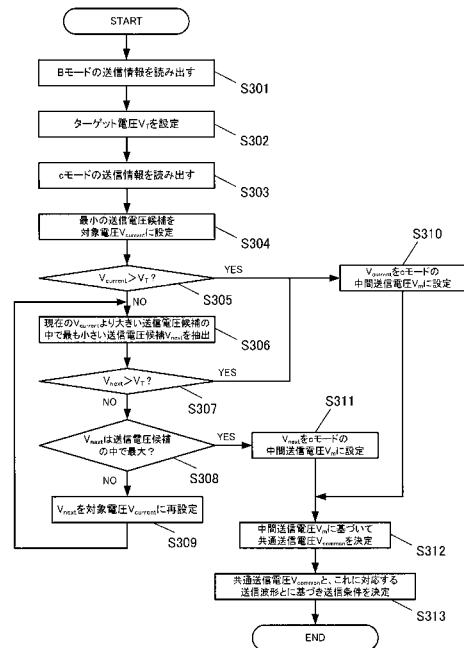
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、送信条件設定方法、およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】モード毎に送信電圧をより好適に制御することで、より良好な超音波画像を取得することができる超音波診断装置、送信条件設定方法、およびプログラムを提供する。

【解決手段】表示モード毎に最適な送信電圧と送信波形とが互いに関連付けられた第1送信情報と、表示モード毎に複数の送信電圧候補と送信電圧候補のそれぞれに対応するようにPWM制御されたPWM送信波形とが互いに関連付けられた第2送信情報と、を用いて、複数の表示モードのうち第1表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、複数の表示モードのうち第2表示モードの第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、第1表示モードの最適な送信電圧および/または最大の送信電圧候補に基づいて、第1表示モードと第2表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の表示モードの超音波画像を同時に表示できる超音波診断装置であって、
表示モード毎に最適な送信電圧と送信波形とが互いに関連付けられた第 1 送信情報と、
表示モード毎に複数の送信電圧候補と前記送信電圧候補のそれぞれに対応するように P W M (Pulse Width Modulation) 制御された P W M 送信波形または P W M 送信波形における 0 レベルでない区間の割合である P W M 比とが互いに関連付けられた第 2 送信情報と、を記憶する送信情報記憶部と、

前記複数の表示モードのうちの第 1 表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、前記複数の表示モードのうちの第 2 表示モードの前記第 2 送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、前記第 1 表示モードの最適な送信電圧および / または前記最大の送信電圧候補に基づいて、前記第 1 表示モードと前記第 2 表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する送信電圧決定部と、

を有する超音波診断装置。

【請求項 2】

前記第 1 表示モードの送信条件として、前記共通送信電圧と、前記第 1 表示モードの第 1 送信情報に含まれる前記送信波形とを設定し、前記第 2 表示モードの送信条件として、前記共通送信電圧と、前記第 2 表示モードの第 2 送信情報に含まれる前記 P W M 送信波形とを設定する送信条件設定部、

をさらに有する、請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記送信電圧決定部は、前記最大の送信電圧候補を前記共通送信電圧とする、
請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記送信電圧決定部は、前記第 1 表示モードの最適な送信電圧と、前記最大の送信電圧候補と、前記第 1 表示モードおよび前記第 2 表示モードの送信間隔と、前記第 1 表示モードおよび前記第 2 表示モードの単位時間あたりの送信回数と、のうちの少なくともいずれかに基づいて、前記共通送信電圧を決定する、

請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記送信電圧決定部は、

前記超音波診断装置に接続された超音波探触子から、

前記共通送信電圧および当該共通送信電圧に対応する前記第 1 表示モードの送信波形を用いて、第 1 表示モードの送信間隔で第 1 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記共通送信電圧および当該共通送信電圧に対応する前記第 2 表示モードの送信波形とを用いて、第 2 表示モードの送信間隔で第 2 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、を繰り返したとき、前記超音波探触子から送信される超音波の音響出力および / または前記超音波探触子の温度上昇が、

前記第 1 表示モードの最適な送信電圧および当該送信電圧に対応する送信波形を用いて、前記第 1 表示モードの送信間隔で前記第 1 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記最大の送信電圧および当該最大の送信電圧に対応する前記第 2 表示モードの送信波形とを用いて、前記第 2 表示モードの送信間隔で前記第 2 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、を繰り返したとき、前記超音波探触子から送信される超音波の音響出力および / または前記超音波探触子の温度上昇を超えないように、

前記第 1 表示モードの送信間隔、前記第 1 表示モードの単位時間あたりの送信回数、前記第 2 表示モードの送信間隔、および前記第 2 表示モードの単位時間あたりの送信回数を設定することで、前記共通送信電圧を決定する、

請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記送信電圧決定部は、前記第 2 表示モードの前記第 2 送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち最小の送信電圧候補が前記第 1 表示モードの最適な送信電圧より大きい場合には、前記第 1 表示モードの最適な送信電圧に基づいて前記共通送信電圧を決定する、請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記送信電圧決定部は、前記複数の表示モードのうち第 1 表示モードの最適な送信電圧と、前記複数の表示モードのうち第 2 表示モードの最適な送信電圧と、のうちのいずれか低い方の送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、前記複数の表示モードのうち第 3 表示モードの前記第 2 送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、前記第 1 表示モードの最適な送信電圧と、前記第 2 表示モードの最適な送信電圧と、前記最大の送信電圧候補と、の少なくともいずれかに基づいて、前記第 1 表示モード、前記第 2 表示モードおよび前記第 3 表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する、請求項 1 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 8】

前記第 1 表示モードの送信条件として、前記共通送信電圧と、前記第 1 表示モードの第 1 送信情報に含まれる前記送信波形とを設定し、前記第 2 表示モードの送信条件として、前記共通送信電圧と、前記第 2 表示モードの第 1 送信情報に含まれる前記送信波形とを設定し、前記第 3 表示モードの送信条件として、前記共通送信電圧と、前記第 3 表示モードの第 2 送信情報に含まれる前記 P W M 送信波形とを設定する送信条件設定部、をさらに有する、請求項 7 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 9】

前記送信電圧決定部は、前記最大の送信電圧候補を前記共通送信電圧とする、請求項 7 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記送信電圧決定部は、前記第 1 表示モードの最適な送信電圧と、前記第 2 表示モードの最適な送信電圧と、前記最大の送信電圧候補と、前記第 1 表示モード、前記第 2 表示モードおよび前記第 3 表示モードの送信間隔と、前記第 1 表示モード、前記第 2 表示モードおよび前記第 3 表示モードの単位時間あたりの送信回数と、のうちの少なくともいずれかに基づいて、前記共通送信電圧を決定する、請求項 7 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 11】

前記送信電圧決定部は、

前記超音波診断装置に接続された超音波探触子から、

前記共通送信電圧および当該共通送信電圧に対応する前記第 1 表示モードの送信波形を用いて、前記第 1 表示モードの送信間隔で前記第 1 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記共通送信電圧および当該共通送信電圧に対応する前記第 2 表示モードの送信波形とを用いて、前記第 2 表示モードの送信間隔で前記第 2 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記共通送信電圧および当該共通送信電圧に対応する前記第 3 表示モードの送信波形を用いて、前記第 3 表示モードの送信間隔で前記第 3 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、を繰り返したとき、前記超音波探触子から送信される超音波の音響出力および / または前記超音波探触子の温度上昇が、

40

前記第 1 表示モードの最適な送信電圧および当該送信電圧に対応する送信波形を用いて、前記第 1 表示モードの送信間隔で前記第 1 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記第 2 表示モードの最適な送信電圧および当該送信電圧に対応する送信波形を用いて、前記第 2 表示モードの送信間隔で前記第 2 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記最大の送信電圧および当該最大の送信電圧に対応する前記第 3 表示モードの送信波形とを用いて、前記第 3 表示モードの送信間隔で前記第 3 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、を繰り返したとき、前記超音波探触子から送信される超音波の音響出力および / または前記超音波探触子の温度上

50

昇を超えないように、

前記第 1 表示モードの送信間隔、前記第 1 表示モードの単位時間当たりの送信回数、前記第 2 表示モードの送信間隔、前記第 2 表示モードの単位時間当たりの送信回数、前記第 3 表示モードの送信間隔、および前記第 3 表示モードの単位時間当たりの送信回数を設定することで、前記共通送信電圧を決定する、

請求項 7 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 2】

前記送信電圧決定部は、前記複数の表示モードのうちの第 2 表示モードの前記第 2 送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち、前記複数の表示モードのうちの第 1 表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を抽出し、前記複数の表示モードのうちの第 3 表示モードの前記第 2 送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち、前記複数の表示モードのうちの第 1 表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を抽出し、前記第 1 表示モードの最適な送信電圧と、前記第 2 表示モードにおける前記最大の送信電圧候補と、前記第 3 表示モードにおける前記最大の送信電圧候補と、の少なくともいずれかに基づいて、前記第 1 表示モード、前記第 2 表示モードおよび前記第 3 表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する、

請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 表示モードの送信条件として、前記共通送信電圧と、前記第 1 表示モードの第 1 送信情報に含まれる前記送信波形とを設定し、前記第 2 表示モードの送信条件として、前記共通送信電圧と、前記第 2 表示モードの第 2 送信情報に含まれる前記 P W M 送信波形とを設定し、前記第 3 表示モードの送信条件として、前記共通送信電圧と、前記第 3 表示モードの第 2 送信情報に含まれる前記 P W M 送信波形とを設定する送信条件設定部、

をさらに有する、請求項 1 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 4】

前記送信電圧決定部は、前記共通送信電圧を、前記第 2 表示モードにおける最大の送信電圧候補と、前記第 3 表示モードにおける最大の送信電圧候補と、のうち小さい方の送信電圧とする、

請求項 1 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 5】

前記送信電圧決定部は、前記第 1 表示モードの最適な送信電圧と、前記第 2 表示モードにおける最大の送信電圧候補と、前記第 3 表示モードにおける最大の送信電圧候補と、前記第 1 表示モード、前記第 2 表示モードおよび前記第 3 表示モードの送信間隔と、前記第 1 表示モード、前記第 2 表示モードおよび前記第 3 表示モードの単位時間あたりの送信回数と、のうちの少なくともいずれかに基づいて、前記共通送信電圧を決定する、

請求項 1 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 6】

前記送信電圧決定部は、

前記超音波診断装置に接続された超音波探触子から、

前記共通送信電圧および当該共通送信電圧に対応する前記第 1 表示モードの送信波形を用いて、前記第 1 表示モードの送信間隔で前記第 1 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記共通送信電圧および当該共通送信電圧に対応する前記第 2 表示モードの送信波形とを用いて、前記第 2 表示モードの送信間隔で前記第 2 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記共通送信電圧および当該共通送信電圧に対応する前記第 3 表示モードの送信波形を用いて、前記第 3 表示モードの送信間隔で前記第 3 表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、を繰り返したとき、前記超音波探触子から送信される超音波の音響出力および / または前記超音波探触子の温度上昇が、

前記第 1 表示モードの最適な送信電圧および当該送信電圧に対応する送信波形を用いて、前記第 1 表示モードの送信間隔で前記第 1 表示モードの単位時間あたりの送信回数だ

10

20

30

40

50

け送信することと、前記第2表示モードにおける最大の送信電圧および当該最大の送信電圧に対応する送信波形を用いて、前記第2表示モードの送信間隔で前記第2表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、前記第3表示モードにおける最大の送信電圧および当該最大の送信電圧に対応する前記第3表示モードの送信波形とを用いて、前記第3表示モードの送信間隔で前記第3表示モードの単位時間あたりの送信回数だけ送信することと、を繰り返したとき、前記超音波探触子から送信される超音波の音響出力および/または前記超音波探触子の温度上昇を超えないように、

前記第1表示モードの送信間隔、前記第1表示モードの単位時間当たりの送信回数、前記第2表示モードの送信間隔、前記第2表示モードの単位時間当たりの送信回数、前記第3表示モードの送信間隔、および前記第3表示モードの単位時間当たりの送信回数を設定することと、前記共通送信電圧を決定する、

10

請求項12に記載の超音波診断装置。

【請求項17】

前記送信条件設定部が設定した送信条件に従って生成された駆動信号によって送信された超音波の反射波に基づいて生成された受信信号に基づいて前記表示モードに対応した超音波画像を生成する画像処理部をさらに有し、

前記画像処理部は、前記共通送信電圧が最適な送信電圧よりも低くなった表示モードに対応した超音波画像を生成する際に、前記受信信号に対するゲイン補償を行う、

請求項1から16のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項18】

20

前記第1表示モードはBモードであり、

前記第2表示モードはカラードブラモード、パルスドブラモード、M(Motion)モード、E(Elastography)モードの少なくともいずれかであり、

前記第3表示モードはカラードブラモード、パルスドブラモード、Mc(Motion + CFM)モードのうち、前記第2表示モード以外の少なくともいずれかである、

請求項1から17のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項19】

複数の表示モードの超音波画像を同時に表示できる超音波診断装置の送信条件設定方法であって、

前記複数の表示モードのうちの第1表示モードに対応する、最適な送信電圧と送信波形とが互いに関連付けられた第1送信情報を読み出し、

30

前記複数の表示モードのうちの第2表示モードに対応する、複数の送信電圧候補と前記送信電圧候補のそれぞれに対応するようにPWM(Pulse Width Modulation)制御されたPWM送信波形またはPWM送信波形における0レベルでない区間の割合であるPWM比とが互いに関連付けられた第2送信情報を読み出し、

前記第1表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、前記複数の表示モードのうちの第2表示モードの前記第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、前記第1表示モードの最適な送信電圧および/または前記最大の送信電圧候補に基づいて、前記第1表示モードと前記第2表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する、

40

送信条件設定方法。

【請求項20】

複数の表示モードの超音波画像を同時に表示できる超音波診断装置が有するコンピュータの実行するプログラムであって、

前記複数の表示モードのうちの第1表示モードに対応する、最適な送信電圧と送信波形とが互いに関連付けられた第1送信情報を読み出す手順と、

前記複数の表示モードのうちの第2表示モードに対応する、複数の送信電圧候補と前記送信電圧候補のそれぞれに対応するようにPWM(Pulse Width Modulation)制御されたPWM送信波形またはPWM送信波形における0レベルでない区間の割合であるPWM比とが互いに関連付けられた第2送信情報を読み出す手順と、

50

前記第 1 表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、前記複数の表示モードのうちの第 2 表示モードの前記第 2 送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、前記第 1 表示モードの最適な送信電圧および/または前記最大の送信電圧候補に基づいて、前記第 1 表示モードと前記第 2 表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する手順と、

を前記コンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の表示モードを同時に表示することができる超音波診断装置、送信条件設定方法、およびプログラムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、超音波探触子から被検体内部に超音波を照射させ、その反射波を受信して解析することにより被検体内部の検査を行う超音波診断装置が普及している。超音波診断装置は、被検体を非破壊、非侵襲で調べることができるので、医療診断において広く用いられている。

【0003】

一般に、画質のよい超音波画像を生成するためには、超音波探触子へ供給する送信電圧をできるだけ高くすることが望ましい。しかしながら、送信電圧を高くしすぎると、超音波を送信する超音波探触子（圧電振動子）が高温となったり、送信超音波が被検体（生体）に与える影響が大きくなったりするため、送信電圧にはあらかじめ制限が設けられている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 7 - 155324 号公報

【特許文献 2】特開平 3 - 261466 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

ところで、超音波診断装置には、送信する超音波ビーム（パルス波）のパルス幅、波数、振幅等を変更することで、複数の表示モードの超音波画像を生成することができるものがある。表示モード毎に最適な送信電圧は異なるため、表示モードが切り替えられる度に、送信電圧が切り替えられることが望ましい。複数の電源系統を有していれば、電源を切り替えるだけで送信電圧を切り替えることができるが、電源を 1 系統しか備えていない小型で省スペースの超音波診断装置では、表示モード毎に最適な送信電圧に切り替えることが困難である。

【0006】

このような問題点を解決する技術として、例えば特許文献 1 および特許文献 2 に開示された技術がある。特許文献 1 には、表示モード毎に送信パルスデューティを可変させることで、送信電圧を変化させることなく、表示モードを円滑且つ高速に行うことができる超音波診断装置が開示されている。また、特許文献 2 には、パルサから出力される駆動パルスのパルス幅あるいはデューティ比を可変制御することで、一定の送信電圧であっても実時間で送信系の送信エネルギーを好適に制御することができる超音波診断装置が開示されている。

40

【0007】

しかしながら、モード毎に送信電圧をより好適に制御することで、より良好な超音波画像を取得することができる超音波診断装置が要望されている。

【0008】

50

本発明は、モード毎に送信電圧をより好適に制御することで、より良好な超音波画像を取得することができる超音波診断装置、送信条件設定方法、およびプログラム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】

【0009】

本発明の超音波診断装置は、複数の表示モードの超音波画像を同時に表示できる超音波診断装置であって、表示モード毎に最適な送信電圧と送信波形とが互いに関連付けられた第1送信情報と、表示モード毎に複数の送信電圧候補と前記送信電圧候補のそれぞれに対応するようにPWM (Pulse Width Modulation) 制御されたPWM送信波形またはPWM送信波形における0レベルでない区間の割合であるPWM比とが互いに関連付けられた第2送信情報と、を記憶する送信情報記憶部と、前記複数の表示モードのうちの第1表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、前記複数の表示モードのうちの第2表示モードの前記第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、前記第1表示モードの最適な送信電圧および/または前記最大の送信電圧候補に基づいて、前記第1表示モードと前記第2表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する送信電圧決定部と、を有する。

10

【0010】

本発明の送信条件設定方法は、複数の表示モードの超音波画像を同時に表示できる超音波診断装置の送信条件設定方法であって、前記複数の表示モードのうちの第1表示モードに対応する、最適な送信電圧と送信波形とが互いに関連付けられた第1送信情報を読み出し、前記複数の表示モードのうちの第2表示モードに対応する、複数の送信電圧候補と前記送信電圧候補のそれぞれに対応するようにPWM (Pulse Width Modulation) 制御されたPWM送信波形またはPWM送信波形における0レベルでない区間の割合であるPWM比とが互いに関連付けられた第2送信情報を読み出し、前記第1表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、前記複数の表示モードのうちの第2表示モードの前記第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、前記第1表示モードの最適な送信電圧および/または前記最大の送信電圧候補に基づいて、前記第1表示モードと前記第2表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する。

20

【0011】

本発明のプログラムは、複数の表示モードの超音波画像を同時に表示できる超音波診断装置が有するコンピュータの実行するプログラムであって、前記複数の表示モードのうちの第1表示モードに対応する、最適な送信電圧と送信波形とが互いに関連付けられた第1送信情報を読み出す手順と、前記複数の表示モードのうちの第2表示モードに対応する、複数の送信電圧候補と前記送信電圧候補のそれぞれに対応するようにPWM (Pulse Width Modulation) 制御されたPWM送信波形またはPWM送信波形における0レベルでない区間の割合であるPWM比とが互いに関連付けられた第2送信情報を読み出す手順と、前記第1表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、前記複数の表示モードのうちの第2表示モードの前記第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、前記第1表示モードの最適な送信電圧および/または前記最大の送信電圧候補に基づいて、前記第1表示モードと前記第2表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する手順と、を前記コンピュータに実行させる。

30

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、モード毎に送信電圧をより好適に制御することで、より良好な超音波画像を取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態に係る超音波診断装置の概略構成を示す図

【図2】超音波診断装置の主要な機能構成を示すブロック図

【図3】Duplexモードにおける送信条件の設定方法を説明するためのフローチャー

50

ト

【図４Ａ】送信電圧決定部による送信電圧の決定について視覚化した概念図

【図４Ｂ】送信電圧決定部による送信電圧の決定について視覚化した概念図

【図４Ｃ】送信電圧決定部による送信電圧の決定について視覚化した概念図

【図４Ｄ】送信電圧決定部による送信電圧の決定について視覚化した概念図

【図５】Triplexモードにおける送信条件の第１の設定方法を説明するためのフローチャート

【図６】Triplexモードにおける送信条件の第２の設定方法を説明するためのフローチャート

【発明を実施するための形態】

10

【００１４】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置について、図面を参照して説明する。ただし、発明の範囲は図示した例に限定されない。なお、以下の説明において、同一の機能および構成を有するものについては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【００１５】

[超音波診断装置の構成]

図１は、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置１の概略構成を示す図である。図２は、超音波診断装置１の主要な機能構成を示すブロック図である。

【００１６】

図１に示すように、超音波診断装置１は、超音波診断装置本体１０と、ケーブル４０を介して超音波診断装置本体１０に接続された超音波探触子３０とを備える。超音波診断装置本体１０には、操作入力部１８と、画像表示部１９ａおよびタッチパネル１９ｂを有する表示部１９とが設けられている。

20

【００１７】

超音波診断装置本体１０の制御部１５は、キーボードやマウス等の入力デバイスである操作入力部１８に対する操作者の入力操作や、表示部１９のタッチパネル１９ｂに対する操作者の接触操作に基づき、超音波探触子３０に駆動信号を出力して超音波を出力させ、また、超音波探触子３０から超音波受信に係る受信信号を取得して各種処理を行い、必要に応じて画像表示部１９ａに結果を表示させる。

【００１８】

超音波診断装置本体１０は、図２に示すように、送信電圧決定部２０と、送信情報記憶部２１と、送信条件設定部２２と、送信駆動部１２と、受信信号処理部１３と、送受信切替部１４と、制御部１５と、画像処理部１６と、記憶部１７と、操作入力部１８と、表示部１９等を備えている。

30

【００１９】

送信電圧決定部２０は、送信情報記憶部２１を参照して、超音波探触子３０に供給するパルス信号（駆動信号）の電圧（送信電圧）を決定する。送信情報記憶部２１は、送信電圧決定部２０が送信電圧を決定する際に用いられる情報を記憶している。送信条件設定部２２は、送信情報記憶部２１に記憶された所定の情報、および、送信電圧決定部２０が決定した送信電圧に基づいて送信条件を設定する。なお、本発明において送信条件とは、超音波探触子３０から送信される超音波を制御するための設定条件を意味しており、例えばあらかじめ設定された送信開口、焦点位置、送信間隔、等の所定の情報、および、駆動信号の送信電圧および送信波形を含む。送信電圧決定部２０および送信条件設定部２２による送信条件の設定方法についての詳細は、後述する。

40

【００２０】

送信駆動部１２は、送信条件設定部２２により設定された送信条件に従って超音波探触子３０に供給するパルス信号（駆動信号）を出力する。送信駆動部１２は、例えば、クロック発生回路、パルス発生回路、パルス幅設定部、および、遅延回路を備えている。クロック発生回路は、パルス信号の送信タイミングや送信周波数を決定するクロック信号を発生させる回路である。パルス発生回路は、送信条件に基づく送信電圧の矩形波パルスを発

50

生させる回路である。パルス幅設定部は、送信条件に含まれる送信波形に基づいてパルス発生回路から出力される矩形波パルスのパルス幅を設定する。パルス発生回路で生成された矩形波パルスは、パルス幅設定部への入力前または入力後に、超音波探触子30の個々の振動子31毎に異なる配線経路に分離される。遅延回路は、生成された矩形波パルスを各振動子31に送信するタイミングに応じて、これらの配線経路毎に設定された遅延時間それぞれ遅延させて出力させる回路である。

【0021】

なお、ここでは、送信駆動部12が生成するパルス信号を矩形波パルスとして説明したが、送信駆動部12は、矩形波以外のパルス信号（例えば正弦波、三角波等）を生成してもよい。

10

【0022】

また、図示は省略するが、送信駆動部12は1系統の電源を備える、あるいは1系統の電源と接続され、当該電源に基づいて駆動信号を生成するものとする。

【0023】

受信信号処理部13は、制御部15の制御に従って超音波探触子30から入力された受信信号を取得する回路である。受信信号処理部13は、例えば、増幅器、A/D変換回路、整相加算回路を備えている。増幅器は、超音波探触子30の各振動子31により受信された超音波に応じた受信信号をあらかじめ設定された所定の増幅率でそれぞれ増幅する回路である。A/D変換回路は、増幅された受信信号を所定のサンプリング周波数でデジタルデータに変換する回路である。整相加算回路は、A/D変換された受信信号に対して、振動子31毎に対応した配線経路毎に遅延時間を与えて時相を整え、これらを加算（整相加算）して音線データを生成する回路である。

20

【0024】

送受信切替部14は、制御部15の制御に基づいて、振動子31から超音波を発振する場合に駆動信号を送信駆動部12から振動子31に送信させる一方、振動子31が射出した超音波に係る信号を取得する場合に受信信号を受信信号処理部13に出力させるための切り替え動作を行う。

【0025】

制御部15は、CPU151（Central Processing Unit）、HDD152（Hard Disk Drive）、およびRAM153（Random Access Memory）等を備えている。CPU151は、HDD152に記憶されている各種プログラムを読み出してRAM153に展開し、展開したプログラムに従って超音波診断装置1の各部の動作を統括制御する。HDD152は、超音波診断装置1を動作させる制御プログラムおよび各種処理プログラム、各種設定データ、超音波診断装置1で生成された画像ファイル等を記憶する。これらのプログラムや設定データは、HDD152の他、例えば、フラッシュメモリ等の不揮発性メモリを用いた補助記憶装置に読み書き更新可能に記憶させることとしてもよい。RAM153は、SRAMやDRAM等の揮発性メモリであり、CPU151に作業用のメモリ空間を提供し、一時データを記憶する。

30

【0026】

画像処理部16は、超音波の受信データに基づく超音波画像を生成するための演算処理を行う。この超音波画像には、表示部19に実時間で表示させる画像データやその一連の動画データ、スナップショットの静止画データ等が含まれる。なお、この演算処理はCPU151により行われる構成であってもよい。

40

【0027】

記憶部17は、例えば、DRAM（Dynamic Random Access Memory）等の揮発性メモリである。あるいは、高速書き換えが可能な各種不揮発性メモリであってもよい。この記憶部17は、画像処理部16で処理されたリアルタイム表示用の超音波画像の画像データをフレーム単位で記憶する。記憶部17に記憶された画像データは、制御部15の制御に従って読み出され、画像表示部19aに送信されたり、通信部（図示略）を介して超音波診断装置1の外部に出力されたりする。このとき、画像表示部19aの表示方式がテレ

50

ビジョン方式の場合には、記憶部 17 と画像表示部 19 a との間に D S C (Digital Signal Converter : 図示略) が設けられて、走査フォーマットが変換された後に出力されればよい。

【0028】

操作入力部 18 は、押しボタンスイッチ、キーボード、マウス、若しくはトラックボール、または、これらの組み合わせを備えており、操作者の入力操作を操作信号に変換して制御部 15 に出力する。

【0029】

表示部 19 の画像表示部 19 a は、LCD (Liquid Crystal Display)、有機 EL (Electro-Luminescence) ディスプレイ、無機 EL ディスプレイ、プラズマディスプレイ、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイといった種々の表示方式のうち、いずれかを用いた表示画面とその駆動部を備える。画像表示部 19 a は、CPU 151 から出力された制御信号や、画像処理部 16 で生成された画像データに従って表示画面 (各表示画素) の駆動信号を生成し、表示画面上に超音波診断に係るメニュー、ステータスや、受信された超音波に基づく超音波画像等の計測データの表示を行う。

【0030】

表示部 19 のタッチパネル 19 b は、画像表示部 19 a の表示画面上に重ねられて配置された静電容量方式のタッチパネルである。タッチパネル 19 b は、表面が操作者の指先等により接触されることによる内部の導電膜と表面との間の静電容量の変化に基づいて当該接触を検出し、検出された位置を示す信号を操作信号として制御部 15 に出力する。なお、タッチパネル 19 b の方式は静電容量方式に限られず、抵抗膜方式、電磁誘導方式等の他の方式であってもよい。

【0031】

これらの操作入力部 18 や表示部 19 は、超音波診断装置本体 10 の筐体に一体となって設けられたものであってもよいし、USB ケーブル等を介して外部に取り付けられるものであってもよい。また、超音波診断装置本体 10 に操作入力端子や表示出力端子が設けられていれば、これらの端子に従来の操作および表示用の周辺機器を接続して利用するものであってもよい。

【0032】

超音波探触子 30 は、超音波 (例えば 1 ~ 30 MHz 程度) を発振して生体等の被検体に対して送信 (射出) するとともに、送信した超音波のうち被検体で反射された反射波 (エコー) を受信して電気信号に変換する音響センサーとして機能する。この超音波探触子 30 は、超音波を送受信する複数の振動子 31 の配列である振動子配列 310 を備えている。

【0033】

振動子配列 310 は、圧電体と、当該圧電体の変形 (伸縮) により電荷が現れる圧電体の両端に設けられた電極とを有する圧電素子を備えた複数の振動子 31 の配列である。振動子 31 に電圧パルス (パルス信号) が供給されることで各圧電体に生じる電界に応じて圧電体の変形し、超音波が発信される。また、振動子 31 に所定の周波数帯の超音波が入射すると、その音圧により圧電体の厚さが変動 (振動) することで当該変動量に応じた電荷が圧電体の厚さ変動方向両端に現れ、圧電素子両端の電極には、当該電荷に応じた量の電荷が誘起される。

【0034】

本実施形態の超音波探触子 30 では、振動子配列 310 には、所定の振動子配列方向に 1 次元配列された百個前後から数百個の振動子 31 が含まれる。あるいは、振動子 31 は、振動子配列方向と直交する方向にも配列されて 2 次元配列されていてもよい。また、振動子 31 の個数を任意に設定することができる。本実施形態の超音波探触子 30 は、送信駆動部 12 からのパルス信号に基づきこの百個前後から数百個の振動子 31 のうちの連続する一組の振動子 31 から超音波を送信する。そして、超音波を発生させる毎に超音波を送信する振動子 31 の組を振動子配列方向に所定数の振動子 31 の分だけずらすことで、

10

20

30

40

50

振動子配列方向に平行な走査方向SDに走査（スキャン）を行う。また、本実施形態では、異なるタイミングで送信される超音波の送信方向が互いに平行となるリニア電子走査方式の超音波探触子30が用いられる。なお、超音波探触子30は、セクター電子走査方式、コンベックス電子走査方式等の各種電子走査方式や、リニア走査方式、セクター走査方式、アーク走査方式、ラジアル走査方式等の各種機械走査方式のいずれの方式を採用したものであってもよい。また、超音波探触子30における超音波の受信周波数の帯域幅を任意に設定することができる。

【0035】

また、この超音波診断装置1は、診断対象に応じて異なる複数の超音波探触子30のいずれかを超音波診断装置本体10に接続して利用可能な構成としてもよい。

10

【0036】

ケーブル40は、その一端に超音波診断装置本体10とのコネクタ（図示略）を有し、超音波探触子30は、このケーブル40により超音波診断装置本体10に対して着脱可能に構成されている。

【0037】

[超音波診断装置の動作]

次に、超音波診断装置1の動作について説明する。超音波診断装置1は、複数種類の超音波画像の表示モードを選択できるように構成されている。超音波診断装置1が備える表示モードとしては、例えばBモード、カラードブラモード、パルスドブラモード（ドブラモード）、M（Motion）モード、E（Elastography）モード、Mモードにカラードブラを重畳したMcモード等の単一モードの他、複数のモードを組み合わせて表示する複合モードがある。本実施の形態において、複合モードは2つを複合させたモード（Duplexモードと称する）と3つを複合させたモード（Triplexモードと称する）を含むものとする。Duplexモードの例としては、例えばBモード画像にカラードブラモード画像を重畳したBcモードや、Bモード画像とパルスドブラモード画像とを同時に表示するBDモード、Bモード画像とMモード画像とを同時に表示するBMモード、Bモード画像とEモード画像とを同時に表示するBeモード等がある。Triplexモードの例としては、Bモード画像にカラードブラモード画像を重畳し、さらにパルスドブラモード画像を同時に表示するBcDモードや、Bモード画像にカラードブラモード画像を重畳し、さらにMcモード画像を同時に表示するBcMcモードがある。

20

30

【0038】

<単一モード>

単一モードが選択された場合の超音波診断装置1の動作は、例えば以下の通りである。操作入力部18により、表示モードが選択される。ここでは、単一モードとして、Bモードが選択された場合を説明する。

【0039】

送信電圧決定部20は、送信情報記憶部21にあらかじめ記憶された情報を用いて、Bモードに対応した送信電圧を決定する。なお、あらかじめ送信情報記憶部21に記憶された情報とは、表示モード毎の最適な送信電圧と、その送信電圧に対応した送信波形とがあらかじめ関連付けられた情報（以下、送信情報と称する）である。

40

【0040】

そして、送信条件設定部22は、決定された送信条件を設定する。さらに、送信駆動部12は、設定された送信条件に従って駆動信号を超音波探触子30に対して出力する。

【0041】

超音波探触子30は、駆動信号に基づいて超音波を送信し、被検体内で反射されたエコーを受信する。超音波探触子30は、受信したエコーに基づき受信信号を生成し、受信信号処理部13へ出力する。受信信号処理部13は、受信信号に基づき音線データを生成し、画像処理部16へ出力する。画像処理部16は、音線データに基づき超音波画像を生成する。生成された超音波画像は、表示部19に表示される。なお、送受信切替部14により、超音波診断装置本体10から超音波探触子30への駆動信号の出力と受信信号の入力

50

とが適宜切り替えられる。

【0042】

< 発明に至る経緯 >

次に、複合モードの動作について説明するが、その前に本発明に至る経緯について説明する。以下の経緯においては、複合モードとして、Bcモード、すなわちBモードとカラードプラモードとが重畳されたモードが選択された場合に生じる事態について説明しているが、その他の複合モードが選択された場合でも同様の事態が発生する。なお、Bcモードとは、Bモード送信サイクルと、カラードプラ送信サイクルとを短時間で交互に切り替えて得られたBモード画像とカラードプラ画像とを合成してリアルタイムで表示するモードである。

10

【0043】

一般に、Bモードでは、高画質の画像を生成するため、分解能に優れる広帯域信号、換言すれば、短パルス波の駆動信号が使用される。一方、カラードプラモードでは、主に受信信号の位相関係を利用して血流動態や血流スペクトルを得るためのモードであることから、特定の周波数帯の信号（狭帯域信号）、換言すれば長パルス波の駆動信号が使用される。パルスドプラモード、およびEモードの場合もカラードプラモードと同様に長パルス波の駆動信号が使用される。

【0044】

ここで、高画質の超音波画像を生成するため、すなわち受信信号のS/N比を良くするためには、駆動信号の電圧（送信電圧）を高くして圧電振動子に印加するパルスの振幅を大きくすることが望ましい。

20

【0045】

しかしながら、高出力の超音波エネルギーによる生体への影響を軽減するため、超音波プローブから発される送信超音波の音響出力（超音波出力）にはモードに対応した規制が設けられている。送信超音波のエネルギーは駆動信号の電圧振幅および振動数（パルスの長さ）に応じて決まるため、長パルス波の駆動信号を使用するカラードプラモードやパルスドプラモードでは、Bモードと比較して送信電圧を低くする必要がある。従って、異なるモードの画像を高速で切り替えて同時に表示する複合モードでは、サイクル毎に送信電圧を高速で変化させる必要がある。

【0046】

例えば複数の電源系統を備えた超音波診断装置では、例えばスイッチング制御によりBモードサイクルとそれ以外のモードのサイクルとでモード毎にあらかじめ対応した電源に切り替えることで、サイクル毎に送信電圧を変化させることができる。しかしながら、本実施の形態では、上記したように電源を1系統しか有しないので、この方法を採用できない。電源1系統でサイクル毎に送信電圧を変化させる方法としては、例えば送信駆動部12のパルス発生回路が発生する送信電圧をサイクル毎に上下させることにより、各モードに対応した送信電圧を生成する方法がある。

30

【0047】

しかしながら、このような方法を採用した場合、パルス生成を高速で行うことにより振動子31から熱が発生し、超音波探触子30の表面温度が上昇したり、パルス生成の時間応答が間に合わず、実時間でサイクル毎の送信電圧の切り替えが困難となったりすることがある。この問題を解決する方法として、Duplexモードにおいても、モード毎に送信電圧を変化させずに共通の送信電圧（以下、共通送信電圧と記載する）を生成する方法がある。

40

【0048】

上記したように、規制によりカラードプラモードの送信電圧はBモードの送信電圧と比較して低くしなければならないため、Bモードとカラードプラモードとで同じ送信電圧（共通送信電圧）を使用しようとする、より低いカラードプラモードの電圧に合わせる必要がある。しかしながら、カラードプラモードに対応した送信電圧でBモード画像を生成すると、S/N比が低下してBモード画像の画質が劣化してしまうことがある。

50

【0049】

このような経緯から、本実施の形態に係る超音波診断装置1は、共通の送信電圧で複合モードの表示を行う場合でも、好適な画質の超音波画像を生成することを目的とする。

【0050】

<複合モード(Duplexモード)>

以下では、複合モードのうち、Duplexモードにおける超音波診断装置1の動作について説明する。操作入力部18により、例えばBcモードが選択されると、送信電圧決定部20により、Bcモードに対応した送信条件が設定される。以下の説明では、DuplexモードとしてBcモードが選択された場合について説明する。

【0051】

Bcモードにおいては、単一モードの場合と同様に、送信電圧決定部20は、あらかじめ送信情報記憶部21に記憶された、Bcモードに対応する送信情報に基づいて送信条件を決定する。ただし、複合モードの場合は、単一モードの場合とは異なる送信情報が使用される。

【0052】

共通の送信電圧で複合モードの表示を行う場合でも好適な画質の超音波画像を生成するためには、BcモードにおいてBモードサイクルとカラードプラモードサイクルの両方で使用される共通送信電圧を、カラードプラモードに最適な送信電圧よりも高くすることが望ましいが、カラードプラモードにおける超音波の音響出力がカラードプラモードにおける規制値を超過しないようにする必要がある。超音波の音響出力を上昇させずに送信電圧を高くするために、本実施の形態に係る超音波診断装置1では、カラードプラモードに対してパルス幅変調(PWM:Pulse Width Modulation)制御を適用する。

【0053】

PWM制御では、電圧を一定値とし、PWM比により決まる波形を変化させることで出力値の制御を行う。すなわち、送信電圧決定部20は、カラードプラモードの送信情報として、取り得る送信電圧の候補と、各送信電圧に対応するPWM波形とを用いることで、カラードプラモードにおける超音波の音響出力を上昇させずに送信電圧を上昇させることができる。ここで、PWM比とは、メインパルスに対して0レベルでない区間がどの程度の割合で含まれるかを表す数値である。また、PWM波形とは、メインパルスの波形に対してPWM比を適用した波形である。すなわち、送信情報記憶部21には、カラードプラモードにおける複数の送信電圧候補と、各送信電圧候補に対応するPWM波形とが互いに関連付けられて例えばテーブル形式で記憶されている。

【0054】

以下の説明において、PWM制御が適用された送信情報をPWM送信情報と記載し、PWM制御が適用されない送信情報と区別する。なお、PWM制御が適用されない送信情報は本発明の第1送信情報の一例であり、PWM送信情報は本発明の第2送信情報の一例である。なお、上記説明において、送信情報記憶部21には、PWM送信情報として、複数の送信電圧候補と、各送信電圧候補に対応するPWM波形とが互いに関連付けられて記憶されるとしたが、PWM波形の代わりにPWM比が記憶されていてもよい。

【0055】

送信電圧決定部20は、送信情報記憶部21からカラードプラモードに対応したPWM送信情報を読み出し、複数の送信電圧候補のうち、できるだけ高い送信電圧候補を選択して、選択した送信電圧候補とこれに対応した送信波形とを送信条件として決定することにより、Bcモードにおいて使用される共通送信電圧を、できるだけ高い送信電圧とすることができる。

【0056】

そして、送信条件設定部22は、送信電圧決定部20が決定した送信条件を設定し、送信駆動部12は設定された送信条件に従って駆動信号を出力する。ここで、送信駆動部12は、Bモード送信サイクルではBモード用送信パルスが、カラードプラサイクルではカラードプラ用送信パルスが、それぞれ生成される。Duplexモードにおける送信条件

10

20

30

40

50

の設定方法の詳細については後述する。

【0057】

超音波探触子30は、駆動信号に基づいて超音波を送信し、被検体内で反射されたエコーを受信する。超音波探触子30は、受信したエコーに基づき受信信号を生成し、受信信号処理部13へ出力する。受信信号処理部13は、受信信号に基づき音線データを生成し、画像処理部16へ出力する。画像処理部16は、音線データに基づき超音波画像を生成する。生成された超音波画像は、表示部19に表示される。なお、送受信切替部14により、超音波診断装置本体10から超音波探触子30への駆動信号の出力と受信信号の入力とが適宜切り替えられる。

【0058】

なお、画像処理部16が超音波画像を生成する際に、PWM制御が適用されていないBモードのゲインに対して補償を行うようにしてもよい。具体的には、Bモードのゲインを（Bモードの最適な送信電圧）/（共通送信電圧）倍（この倍率を以下では倍と記載する）することにより、共通送信電圧を採用することで低下していたBモードのゲインを補償することができる。ただし、通常Bモード画像は画像処理部16において受信信号をLog圧縮して生成するので、Log圧縮後の信号に対するゲイン補償量で考えると、倍をデシベル（dB）に変換した値を加えることに相当する。あるいは、BモードがTHI（Tissue Harmonic Imaging）による高調波イメージングである場合には、Bモードのゲインをの2乗倍（Log圧縮後では倍をデシベル変換した値の2倍を加える）してもよい。あるいは、THIが否かに関わらず（Bモードの最適な送信電圧）と（共通送信電圧）を入力とするその他の関数でゲインの補償量を決定してもよい。これにより、Bモードの画質劣化をより軽減することができる。

【0059】

<送信条件の設定方法（Duplexモード）>

Duplexモードにおける送信条件の設定方法について説明する。図3は、Duplexモードにおける送信条件の設定方法を説明するためのフローチャートである。

【0060】

ステップS301において、送信電圧決定部20は、Bモードに対応した送信情報、すなわち、Bモードに最適な送信電圧と、その送信電圧に対応した送信波形とが含まれる情報を送信情報記憶部21から読み出す。

【0061】

ステップS302において、送信電圧決定部20は、Bモードに最適な送信電圧をターゲット電圧 V_T に設定する。

【0062】

ステップS303において、送信電圧決定部20は、カラードプラモード（以下、cモードと記載する）に対応したPWM送信情報を送信情報記憶部21から読み出す。上記したように、cモードに対応したPWM送信情報には、複数の送信電圧候補と、各送信電圧候補に対応するPWM波形とが例えばテーブル形式で含まれている。

【0063】

ステップS304において、送信電圧決定部20は、ステップS303で読み出したcモードに対応したPWM送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち、最も小さい送信電圧候補（最小電圧）を処理対象に設定する。以下、処理対象となる送信電圧候補を対象電圧 $V_{current}$ と記載する。

【0064】

ステップS305において、送信電圧決定部20は、対象電圧 $V_{current}$ とステップS302で設定したターゲット電圧 V_T とを比較する。比較の結果、対象電圧 $V_{current}$ の方が大きい場合（ステップS305：YES）、処理はステップS310に進み、そうでない場合（ステップS305：NO）、処理はステップS306に進む。

【0065】

ステップS306において、送信電圧決定部20は、ステップS303で読み出したc

10

20

30

40

50

モードに対応したPWM送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち、現在の対象電圧 $V_{current}$ より大きい送信電圧候補の中で最も小さい送信電圧候補 V_{next} を抽出する。

【0066】

ステップS307において、送信電圧決定部20は、ステップS306で抽出した V_{next} とターゲット電圧 V_T とを比較する。比較の結果、 V_{next} の方が大きい場合（ステップS307：YES）、処理はステップS310に進み、そうでない場合（ステップS307：NO）、処理はステップS308に進む。

【0067】

ステップS308において、送信電圧決定部20は、 V_{next} が、ステップS303で読み出したcモードに対応したPWM送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち最も大きい送信電圧候補であるか否かを判定する。 V_{next} が複数の送信電圧候補のうち最も大きい送信電圧候補である場合（ステップS308：YES）、処理はステップS311に進み、そうでない場合（ステップS308：NO）、処理はステップS309に進む。

10

【0068】

ステップS309において、送信電圧決定部20は、対象電圧 $V_{current}$ を V_{next} に再設定してステップS306に戻る。

【0069】

ステップS310において、送信電圧決定部20は、 $V_{current}$ をcモードにおける中間送信電圧 V_m に設定する。cモードにおける中間送信電圧 V_m は、Bモードにおける共通送信電圧 V_{common} を決定するために使用される、仮の送信電圧である。

20

【0070】

ステップS311において、送信電圧決定部20は、 V_{next} をcモードにおける中間送信電圧 V_m に設定する。

【0071】

ステップS312において、送信電圧決定部20は、ターゲット電圧 V_T および/または中間送信電圧 V_m に基づいて、共通送信電圧 V_{common} を決定する。

【0072】

ターゲット電圧 V_T および/または中間送信電圧 V_m に基づいて共通送信電圧 V_{common} を決定する方法については、例えば以下のような方法を採用すればよい。1つ目の方法として、単純に共通送信電圧 V_{common} をターゲット電圧 V_T とcモードの中間送信電圧 V_m のうち小さい方とする方法が挙げられる。ここで、ターゲット電圧 V_T の方が小さい場合とは、ステップS305における比較の結果、対象電圧 $V_{current}$ の方がターゲット電圧 V_T より大きい場合に相当する。また、2つ目の方法として、共通送信電圧 V_{common} を最適化する方法が挙げられる。最適化の条件は、Bモードとcモードの各モードにおける超音波の音響出力が各モードの規制値を超過せず、かつできるだけ高い電圧となることである。以下では、この条件を条件1と記載する。

30

【0073】

共通送信電圧 V_{common} の最適化は、例えば、ターゲット電圧 V_T および中間送信電圧 V_m 、Bモードおよびcモードの送信間隔、Bモードおよびcモードの単位時間あたりの送信回数等に基づいて行われればよい。

40

【0074】

例えば、探索によって上記の条件1を満たす共通送信電圧 V_{common} を求め、その中で最大の送信電圧を共通送信電圧 V_{common} としてもよい。あるいは、取り得る送信電圧の候補をあらかじめ実験等によって用意して送信情報記憶部21等に記憶させておき、その中で条件1を満たす最大の送信電圧を共通送信電圧 V_{common} としてもよい。

【0075】

上記の条件1を満たす共通送信電圧 V_{common} を決定するためには、例えばBモー

50

ドの送信間隔および単位時間あたりの送信回数、cモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数を調整しながら、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ が最も高くなるパラメータを探索すればよい。

【0076】

より具体的には、上記の条件1を満たす共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を決定するためには、例えば以下のような方法を採用すればよい。1つ目の方法として、プローブに搭載可能なセンサー等を用いて、超音波の音響出力およびプローブ表面温度上昇を実際に測定する方法がある。

【0077】

すなわち、Bモードの送信電圧とBモードの送信間隔で、Bモードの単位時間あたりの送信回数だけ、Bモードの波形で送信し、cモードのPWM波形に対応する送信電圧とcモードの送信間隔で、cモードの単位時間あたりの送信回数だけ、cモードのPWM波形で送信することを繰り返したときの超音波の音響出力およびプローブ表面温度上昇をあらかじめ測定した結果が、送信情報記憶部21に保持されている。この超音波の音響出力およびプローブ表面温度上昇の測定結果は、Bモードの送信電圧、Bモードの送信間隔、Bモードの単位時間あたりの送信回数、Bモードの波形、cモードのPWM波形に対応する送信電圧、cモードの送信間隔、cモードの単位時間あたりの送信回数、cモードのPWM波形の可能な組み合わせ毎に保持されている。

10

【0078】

ステップS312より前のステップで、ターゲット電圧 V_T と中間送信電圧 V_m が定まると、送信電圧決定部20は、Bモードの送信電圧をターゲット電圧 V_T 、cモードの送信電圧を中間送信電圧 V_m として、そのときのBモードの送信間隔、Bモードの単位時間あたりの送信回数、Bモードの波形、cモードの送信間隔、cモードの単位時間あたりの送信回数、中間送信電圧 V_m に対応するcモードのPWM波形を用いて、超音波の音響出力、および、プローブ表面温度上昇を、送信情報記憶部21から取得する。

20

【0079】

そして、送信電圧決定部20は、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ の初期値を仮決めし、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を用いて、Bモードの送信間隔でBモードの単位時間あたりの送信回数だけ、Bモードの波形で送信し、cモードの送信間隔でcモードの単位時間あたりの送信回数だけ、cモードのPWM波形で送信することを繰り返して、超音波の音響出力、およびプローブ表面温度上昇をセンサーで測定しつつ、送信情報記憶部21から取得した値を超えない範囲で共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ が最も高くなるように調整する。共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ の初期値の例として、ターゲット電圧 V_T とcモードの中間送信電圧 V_m のうち小さい方とすることができる。

30

【0080】

また、2つ目の方法として、超音波の音響出力およびプローブ表面温度上昇をモデル化して、計算によって共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を算出する方法がある。

【0081】

超音波の音響出力およびプローブ表面温度上昇は、送信電圧が高いほど、送信間隔が短いほど、ともに高くなる。また、波形のパルス長が長いほど、超音波の音響出力、プローブ表面温度上昇ともに高くなる。換言すれば、超音波の音響出力、および、プローブ表面温度上昇は、送信電圧、送信間隔、および波形の影響を受ける。2つ目の方法では、このような性質を利用して、計算によって共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を算出する。

40

【0082】

まず、送信電圧と超音波の音響出力およびプローブ表面温度上昇との関係、送信間隔と超音波の音響出力およびプローブ表面温度上昇との関係を、波形毎にモデル化して、送信情報記憶部21に保持しておく。

【0083】

また、複合モードで例えばBモード送信サイクルとcモード送信サイクルとを短時間で交互に切り替えるとき、これらのモードの単位時間あたりの送信回数および送信間隔やこ

50

これらの組み合わせ比率と、超音波の音響出力およびプローブ表面温度上昇との関係もモデル化して、送信情報記憶部 21 に保持しておく。例えば、超音波の音響出力、および、プローブ表面温度上昇が高いモードの送信期間の比率が長いほど、複合モードの超音波の音響出力、および、プローブ表面温度上昇が高くなる。

【0084】

ステップ S 3 1 2 より前のステップで、ターゲット電圧 V_T と中間送信電圧 V_m が定まると、送信電圧決定部 20 は、Bモードの送信電圧とBモードの送信間隔で、Bモードの単位時間あたりの送信回数だけ、Bモードの波形で送信し、中間送信電圧 V_m とcモードの送信間隔で、cモードの単位時間あたりの送信回数だけ、cモードの波形で送信することを繰り返したときの超音波の音響出力、および、プローブ表面温度上昇を、送信情報記憶部 21 に保持されたモデルを参照して算出し、基準とする。

10

【0085】

そして、送信電圧決定部 20 は、共通送信電圧 V_{common} を用いて、Bモードの送信間隔でBモードの単位時間あたりの送信回数だけ、Bモードの波形で送信し、cモードの送信間隔でcモードの単位時間あたりの送信回数だけ、cモードのPWM波形で送信することを繰り返したときの超音波の音響出力、および、プローブ表面温度上昇も、送信情報記憶部 21 に保持されたモデルを参照して算出することができる。換言すれば、送信電圧決定部 20 は、共通送信電圧 V_{common} を変化させて超音波の音響出力、および、プローブ表面温度上昇を算出し、前記の基準を超えない共通送信電圧 V_{common} を探索によって求める。なお、送信電圧決定部 20 は、共通送信電圧 V_{common} を、あらかじめ用意した取り得る送信電圧の候補の中から、上記の条件 1 を満たす最大の送信電圧を探索して求めてもよい。

20

【0086】

ステップ S 3 1 3 において、送信条件設定部 22 は、ステップ S 3 1 2 で決定した共通送信電圧 V_{common} と、これに対応するモード毎の送信波形とに基づいて送信条件を設定する。すなわち、送信条件設定部 22 は、送信情報記憶部 21 から読み出したモード毎の送信情報に基づいて、Bモードサイクルにおける送信波形を、共通送信電圧 V_{common} に対応するBモードの送信波形に設定し、cモードサイクルにおける送信波形を、共通送信電圧 V_{common} に対応するcモードのPWM送信波形に設定する。

30

【0087】

図 4 A ~ 図 4 D は、上記説明した送信電圧決定部 20 による送信電圧の決定について視覚化した概念図である。図 4 A は、Bモードおよびcモードそれぞれの最適な送信電圧を示している。なお、ここで言う最適な送信電圧とは、超音波の音響出力がモード毎の規制値を超えず、かつできるだけ高い送信電圧であることを意味する。図 4 A に示すように、cモードよりBモードの方が最適な送信電圧は高くなっている。

【0088】

図 4 B は、1系統の電源でBモードとcモードの両方に対応するため、共通送信電圧 V_{common} をBモードの最適な送信電圧(上記ターゲット電圧 V_T)とした場合を示している。しかしながら、cモードにおける超音波の音響出力がcモードの規制値を超えてしまうので、共通送信電圧 V_{common} をターゲット電圧 V_T とすることは適切ではない。

40

【0089】

図 4 C は、cモードにPWM制御を適用することで、cモードにおける超音波の音響出力を規制値以下に抑えつつ、cモードの送信電圧をできるだけ高くした場合を示している。図 4 C におけるBモードおよびcモードの電圧は、図 3 のステップ S 3 1 1 で設定した中間送信電圧 V_m に相当する。

【0090】

図 4 C に示すように、中間送信電圧 V_m は、cモードの最適な送信電圧よりは高いものの、Bモードの最適な送信電圧であるターゲット電圧 V_T よりは低くなっている。このため、中間送信電圧 V_m を共通送信電圧 V_{common} とした場合、Bモードの画質が通常

50

時と比較して劣化してしまうことがある。

【0091】

図4Dに示すように、Bモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数、cモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数を調整して、最適な共通送信電圧 V_{common} を決定することで、Bモードの画質劣化を軽減できる。図4Dにおいて説明した、最適な共通送信電圧 V_{common} を決定する動作は、図3のステップS312に相当している。

【0092】

このように、Bモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数、cモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数を調整して最適な共通送信電圧 V_{common} を決定することにより、Bモードとcモードの各モードにおける超音波の音響出力が各モードの規制値を超過せず、かつできるだけ高い電圧となる共通送信電圧 V_{common} とすることができる。

10

【0093】

なお、図4A～図4Dにおいては、cモードの送信電圧候補がターゲット電圧 V_T より低い場合が想定されているが、cモードの送信電圧候補の方がターゲット電圧 V_T より高い場合は、図3のステップS310のように、中間送信電圧 V_m をcモードの送信電圧候補のうち最も低い電圧とすればよい。

【0094】

なお、上記Duplexモードの説明では、Bcモードが選択された場合について説明したが、他のDuplexモードが選択された場合もほぼ同様の動作が実行される。具体的には、Bモードにおける動作は上記と同様とし、カラードブラモードにおける動作の代わりに、パルスドブラモード、Mモード、Eモード等の動作が行われればよい。

20

【0095】

<複合モード(Triplexモード)>

次に、Triplexモードにおける超音波診断装置1の動作について説明する。操作入力部18により、Triplexモード、例えばBCDモードが選択されると、送信電圧決定部20により、BCDモードに対応した送信条件が設定される。以下の説明では、TriplexモードとしてBCDモードが選択された場合について説明する。

【0096】

BCDモードにおいては、単一モードおよびDuplexモードの場合と同様に、送信電圧決定部20は、あらかじめ送信情報記憶部21に記憶された、Bモード、cモード、およびパルスドブラモード(Dモード)に対応する送信情報に基づいて送信条件を決定する。この際、cモードおよび/またはDモードにPWM制御を適用する。

30

【0097】

そして、送信条件設定部22は、送信電圧決定部20が決定した送信条件を設定し、送信駆動部12は設定された送信条件に従って駆動信号を出力する。ここで、送信駆動部12は、Bモード送信サイクルではBモード用送信パルスが、カラードブラサイクル(またはパルスドブラサイクル)ではカラードブラ用送信パルス(またはパルスドブラ用送信パルス)が、それぞれ生成される。Triplexモードにおける送信条件の設定方法の詳細については後述する。

40

【0098】

超音波探触子30は、駆動信号に基づいて超音波を送信し、被検体内で反射されたエコーを受信する。超音波探触子30は、受信したエコーに基づき受信信号を生成し、受信信号処理部13へ出力する。受信信号処理部13は、受信信号に基づき音線データを生成し、画像処理部16へ出力する。画像処理部16は、音線データに基づき超音波画像を生成する。生成された超音波画像は、表示部19に表示される。なお、送受信切替部14により、超音波診断装置本体10から超音波探触子30への駆動信号の出力と受信信号の入力が適宜切り替えられる。

【0099】

50

なお、画像処理部16が超音波画像を生成する際に、PWM制御が適用されていないモードのゲインに対して補償を行うようにしてもよい。具体的には、DモードにのみPWM制御が適用された場合、Bモードのゲインを(Bモードの最適な送信電圧)/(共通送信電圧)倍し、cモードのゲインを(cモードの最適な送信電圧)/(共通送信電圧)倍することにより、共通送信電圧を採用することで低下していたBモードおよびcモードのゲインを補償することができる。なお、ここではBモードとcモードの両方のゲインを補償する例について説明したが、いずれか一方のみ(例えばBモードのみ)を補償するようにしてもよい。また、cモードおよびDモードにPWM制御が適用された場合、Bモードのゲインを(Bモードの最適な送信電圧)/(共通送信電圧)倍することにより、共通送信電圧を採用することで低下していたBモードのゲインを補償することができる。

10

【0100】

ここで、Log圧縮後の信号に対するゲイン補償量で考えると、上述の倍数をデシベル(dB)に変換した値を加えることに相当すること、BモードがTHIによる高調波イメージングである場合には上述の倍数の2乗倍としてもよいこと、および、THIか否かに関わらず(上述の各モードの最適な送信電圧)と(共通送信電圧)を入力とするその他の関数でゲインの補償量を決定してもよいこと等は、上記説明した複合モード(Duplexモード)の場合と同様である。

【0101】

<送信条件の設定方法(Triplexモード)>

Triplexモードにおける送信条件の設定方法について説明する。なお、Triplexモードでは、cモードまたはDモードの送信電圧制御のうち、いずれかにのみPWM制御を用いる第1の方法と、cモードとDモードの両方にPWM制御を用いる第2の方法と、がある。

20

【0102】

[第1の方法]

図5は、Triplexモードにおける送信条件の第1の設定方法を説明するためのフローチャートである。以下説明する第1の方法では、Dモードに対してのみPWM制御を適用する場合について説明する。

【0103】

ステップS501において、送信電圧決定部20は、Bモードおよびcモードに対応した送信情報、すなわち、Bモードに最適な送信電圧と、その送信電圧に対応した送信波形、および、cモードに最適な送信電圧と、その送信電圧に対応した送信波形、とが含まれる情報を送信情報記憶部21から読み出す。

30

【0104】

なお、上記図3にて説明したDuplexモード(Bcモード)における送信条件の設定方法では、cモードに対してPWM制御が適用されていたので、cモードに対応したPWM送信情報には、複数の送信電圧候補と、各送信電圧候補に対応したPWM波形とが含まれていた。しかしながら、ここではcモードに対してPWM制御が適用されないため、ステップS501において読み出される、cモードに対応した送信情報は、cモードに最適な送信電圧と、その送信電圧に対応した送信波形とが含まれる情報である。すなわち、送信情報記憶部21には、あるモードに対応したPWM送信情報と、PWM制御を適用しない場合の当該モードに対応した送信情報と、の両方があらかじめ記憶されている。

40

【0105】

ステップS502において、送信電圧決定部20は、Bモードにおける最適な送信電圧と、cモードにおける最適な送信電圧とを比較し、いずれか低い方の送信電圧をターゲット電圧 V_T に設定する。

【0106】

ステップS503において、送信電圧決定部20は、Dモードに対応したPWM送信情報を送信情報記憶部21から読み出す。Dモードに対応したPWM送信情報には、複数の送信電圧候補と、各送信電圧候補に対応するPWM波形とが例えばテーブル形式で含まれ

50

ている。

【0107】

ステップS504において、送信電圧決定部20は、ステップS503で読み出したDモードに対応した送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち、最も小さい送信電圧候補（最小電圧）を処理対象の対象電圧 $V_{current}$ に設定する。

【0108】

ステップS505において、送信電圧決定部20は、対象電圧 $V_{current}$ とステップS502で設定したターゲット電圧 V_T とを比較する。比較の結果、対象電圧 $V_{current}$ の方が大きい場合（ステップS505：YES）、処理はステップS510に進み、そうでない場合（ステップS505：NO）、処理はステップS506に進む。

10

【0109】

ステップS506において、送信電圧決定部20は、ステップS503で読み出したDモードに対応したPWM送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち、現在の対象電圧 $V_{current}$ より大きい送信電圧候補の中で最も小さい送信電圧候補 V_{next} を抽出する。

【0110】

ステップS507において、送信電圧決定部20は、ステップS506で抽出した V_{next} とターゲット電圧 V_T とを比較する。比較の結果、 V_{next} の方が大きい場合（ステップS507：YES）、処理はステップS510に進み、そうでない場合（ステップS507：NO）、処理はステップS508に進む。

20

【0111】

ステップS508において、送信電圧決定部20は、 V_{next} が、ステップS503で読み出したcモードに対応したPWM送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち最も大きい送信電圧候補であるか否かを判定する。 V_{next} が複数の送信電圧候補のうち最も大きい送信電圧候補である場合（ステップS508：YES）、処理はステップS511に進み、そうでない場合（ステップS508：NO）、処理はステップS509に進む。

【0112】

ステップS509において、送信電圧決定部20は、対象電圧 $V_{current}$ を、現在の対象電圧 $V_{current}$ の次に小さい送信電圧候補 V_{next} に再設定してステップS506に戻る。

30

【0113】

ステップS510において、送信電圧決定部20は、 $V_{current}$ をDモードにおける中間送信電圧 V_m に設定する。Dモードにおける中間送信電圧 V_m は、BCDモードにおける共通送信電圧 V_{common} を決定するために使用される仮の送信電圧である。

【0114】

ステップS511において、送信電圧決定部20は、 V_{next} をDモードにおける中間送信電圧 V_m に設定する。

【0115】

ステップS512において、送信電圧決定部20は、ターゲット電圧 V_T および/または中間送信電圧 V_m に基づいて、共通送信電圧 V_{common} を決定する。

40

【0116】

ターゲット電圧 V_T および/または中間送信電圧 V_m に基づいて共通送信電圧 V_{common} を決定する方法については、上記図3のステップS312において説明した、Duplexモードと同様の方法を採用すればよい。

【0117】

すなわち、1つ目の方法として、単純に共通送信電圧 V_{common} をターゲット電圧 V_T とDモードの中間送信電圧 V_m のうち小さい方とする方法が挙げられる。ここで、ターゲット電圧 V_T の方が小さい場合とは、ステップS505における比較の結果、対象電圧 $V_{current}$ の方がターゲット電圧 V_T より大きい場合に相当する。また、2つ目

50

の方法として、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を最適化する方法が挙げられる。最適化の条件は、Bモード、cモードおよびDモードの各モードにおける超音波の音響出力が各モードの規制値を超過しないように、かつできるだけ高い電圧となることである。この条件を、以下では条件2と記載する。

【0118】

共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ の最適化は、例えば、ターゲット電圧 V_T および中間送信電圧 V_m 、Bモード、cモードおよびDモードの送信間隔、Bモード、cモードおよびDモードの単位時間あたりの送信回数等に基づいて、計算によって行われればよい。あるいは、探索によって上記の条件2を満たす共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を求め、その中で最大の送信電圧を共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ としてもよい。あるいは、取り得る送信電圧の候補をあらかじめ実験等によって用意して送信情報記憶部21等に記憶させておき、その中で条件2を満たす最大の送信電圧を共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ としてもよい。

10

【0119】

上記の条件2を満たす共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を決定するためには、例えばBモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数、cモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数、およびDモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数を調整しながら、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ が最も高くなるパラメータを探索すればよい。

【0120】

上記の条件2を満たす共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を決定する方法としては、上記図3のステップS312において説明した、Duplexモードと同様の方法を採用すればよい。

20

【0121】

なお、Duplexモードの場合、PWM制御が適用されないBモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、Bモードの波形で送信し、さらにPWM制御が適用されたcモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、cモードのPWM波形で送信することを繰り返した場合のプローブ表面温度上昇をセンサーで測定する、あるいは計算によって算出することで、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を決定していた。しかしながら、Triplexモードの第1の方法においては、PWM制御が適用されないBモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、Bモードの波形で送信し、PWM制御が適用されないcモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、cモードの波形で送信し、さらにPWM制御が適用されたDモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、DモードのPWM波形で送信することを繰り返した場合のプローブ表面温度上昇をセンサーで測定する、あるいは計算によって算出することで、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ を決定すればよい。

30

【0122】

ステップS513において、送信条件設定部22は、ステップS512で決定した共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ と、これに対応する送信波形とに基づいて送信条件を設定する。すなわち、送信条件設定部22は、送信情報記憶部21から読み出したモード毎の送信情報に基づいて、Bモードサイクルにおける送信波形を、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ に対応するBモードの送信波形に設定し、cモードサイクルにおける送信波形を、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ に対応するcモードの送信波形に設定し、Dモードサイクルにおける送信波形を、共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ に対応するDモードのPWM送信波形に設定する。

40

【0123】

このような送信条件の設定方法により、Bモード、cモードとDモードの各モードにおける超音波の音響出力が各モードの規制値を超過せず、かつできるだけ高い電圧となる共通送信電圧 $V_{c.o.m.m.o.n}$ とすることができる。

【0124】

[第2の方法]

図6は、Triplexモードにおける送信条件の第2の設定方法を説明するためのフ

50

ローチャートである。以下説明する第2の方法では、cモードとDモードとに対してPWM制御を適用する場合について説明する。

【0125】

ステップS601において、送信電圧決定部20は、Bモードに対応した送信情報、すなわち、Bモードに最適な送信電圧と、その送信電圧に対応した送信波形とが含まれる情報を送信情報記憶部21から読み出す。

【0126】

ステップS602において、送信電圧決定部20は、Bモードにおける最適な送信電圧をターゲット電圧 V_T に設定する。

【0127】

ステップS603において、送信電圧決定部20は、cモードに対応したPWM送信情報と、Dモードに対応したPWM送信情報とを送信情報記憶部21から読み出す。各PWM送信情報には、複数の送信電圧候補と、各送信電圧候補に対応するPWM波形とが例えばテーブル形式で含まれている。

【0128】

ステップS604において、送信電圧決定部20は、cモードにおける中間送信電圧 V_{m_c} と、Dモードにおける中間送信電圧 V_{m_D} とを設定する。cモードにおける中間送信電圧 V_{m_c} と、Dモードにおける中間送信電圧 V_{m_D} との設定は、上記図3のステップS304~S311(あるいは図5のステップS504~S511)の処理を、cモードとDモードの両方に対して個別に行えばよい。

【0129】

ステップS605において、送信電圧決定部20は、ターゲット電圧 V_T および/または中間送信電圧 V_{m_c} 、 V_{m_D} に基づいて、共通送信電圧 V_{common} を決定する。

【0130】

ターゲット電圧 V_T および/または中間送信電圧 V_{m_c} 、 V_{m_D} に基づいて共通送信電圧 V_{common} を決定する方法については、以下のような方法を採用すればよい。

【0131】

すなわち、1つ目の方法として、ターゲット電圧 V_T と、cモードの中間送信電圧 V_{m_c} と、Dモードの中間送信電圧 V_{m_D} とのうち、最も小さい電圧を共通送信電圧 V_{common} とする方法が挙げられる。

【0132】

2つ目の方法として、共通送信電圧 V_{common} を最適化する方法が挙げられる。最適化の条件は、Bモード、cモードとDモードの各モードにおける超音波の音響出力が各モードの規制値を超過せず、かつできるだけ高い電圧となることである。この条件を、以下では条件3と記載する。

【0133】

共通送信電圧 V_{common} の最適化は、例えば、ターゲット電圧 V_T および中間送信電圧 V_{m_c} 、 V_{m_D} 、Bモード、cモードおよびDモードの送信間隔、Bモード、cモードおよびDモードの単位時間あたりの送信回数等に基づいて、計算によって行われればよい。あるいは、探索によって上記の条件3を満たす共通送信電圧 V_{common} を求め、その中で最大の送信電圧を共通送信電圧 V_{common} としてもよい。あるいは、取り得る送信電圧の候補をあらかじめ実験等によって用意して送信情報記憶部21等に記憶させておき、その中で条件3を満たす最大の送信電圧を共通送信電圧 V_{common} としてもよい。

【0134】

上記の条件3を満たす共通送信電圧 V_{common} を決定するためには、例えばBモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数、cモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数、およびDモードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数を調整しながら、共通送信電圧 V_{common} が最も高くなるパラメータを探索すればよい。

【0135】

10

20

30

40

50

上記の条件 3 を満たす共通送信電圧 V_{common} を決定する方法としては、上記図 3 のステップ S 3 1 2 において説明した、Duplexモードと同様の方法を採用すればよい。

【0136】

なお、Duplexモードの場合、PWM制御が適用されないBモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、Bモードの波形で送信し、さらにPWM制御が適用されたcモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、cモードのPWM波形で送信することを繰り返した場合のプローブ表面温度上昇をセンサーで測定する、あるいは計算によって算出することで、共通送信電圧 V_{common} を決定していた。しかしながら、Triplexモードの第2の方法においては、PWM制御が適用されないBモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、Bモードの波形で送信し、PWM制御が適用されたcモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、cモードのPWM波形で送信し、さらにPWM制御が適用されたDモードの送信電圧、送信間隔、単位時間あたりの送信回数だけ、DモードのPWM波形で送信することを繰り返した場合のプローブ表面温度上昇をセンサーで測定する、あるいは計算によって算出することで、共通送信電圧 V_{common} を決定すればよい。

10

【0137】

ステップ S 6 0 6 において、送信条件設定部 2 2 は、ステップ S 6 0 5 で決定した共通送信電圧 V_{common} と、これに対応する送信波形とに基づいて送信条件を設定する。すなわち、送信条件設定部 2 2 は、送信情報記憶部 2 1 から読み出したモード毎の送信情報に基づいて、Bモードサイクルにおける送信波形を、共通送信電圧 V_{common} に対応するBモードの送信波形に設定し、cモードサイクルにおける送信波形を、共通送信電圧 V_{common} に対応するcモードの送信波形に設定し、Dモードサイクルにおける送信波形を、共通送信電圧 V_{common} に対応するDモードのPWM送信波形に設定する。

20

【0138】

このような送信条件の設定方法により、Bモード、cモードおよびDモードの各モードにおける超音波の音響出力が各モードの規制値を超過せず、かつできるだけ高い電圧となる共通送信電圧 V_{common} とすることができる。

【0139】

なお、上記Triplexモードの説明では、BcDモードが選択された場合について説明したが、他のTriplexモードが選択された場合もほぼ同様の動作が実行される。具体的には、Bモードにおける動作は上記と同様とし、カラードプラモードにおける動作の代わりに、パルスドプラモード、Mcモード、Eモード等の動作が行われるようにし、パルスドプラモードにおける動作の代わりに、カラードプラモード、Mcモード、Eモード等の動作が行われるようにすればよい。

30

【0140】

<作用・効果>

以上説明したように、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置 1 は、複数の表示モードの超音波画像を同時に表示できる超音波診断装置であって、表示モード毎に最適な送信電圧と送信波形とが互いに関連付けられた第1送信情報と、表示モード毎に複数の送信電圧候補と送信電圧候補のそれぞれに対応するようにPWM(Pulse Width Modulation)制御されたPWM送信波形またはPWM送信波形における0レベルでない区間の割合であるPWM比とが互いに関連付けられた第2送信情報と、を記憶する送信情報記憶部 2 1 と、複数の表示モードのうちの第1表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、複数の表示モードのうちの第2表示モードの第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、第1表示モードの最適な送信電圧および/または最大の送信電圧候補に基づいて、第1表示モードと第2表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する送信電圧決定部 2 0 と、を有する。

40

【0141】

50

このような構成により、第2表示モードにPWM制御を適用することで、第2表示モードにおける超音波の音響出力を規制値以下に抑えつつ、第1表示モードと第2表示モード共通の送信電圧をできるだけ高く決定することができる。このため、1系統の電源で2つ以上の表示モードの送信電圧を好適に決定することができるので、超音波診断装置1の小型化と各表示モードにおける好適な画質とを両立させることができる。

【0142】

また、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置1において、送信電圧決定部20は、第1表示モードの最適な送信電圧と、最大の送信電圧候補と、第1表示モードおよび第2表示モードの送信間隔と、第1表示モードおよび第2表示モードの単位時間あたりの送信回数と、のうちの少なくともいずれかに基づいて、共通送信電圧を決定する。

10

【0143】

このような構成により、第1表示モードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数、第2表示モードの送信間隔および単位時間あたりの送信回数に基づいて、最も高くなる共通送信電圧を決定するので、第2表示モードにおける超音波の音響出力を規制値以下に抑えつつ、第2表示モードの送信電圧をできるだけ高く決定することができる。

【0144】

また、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置1は、第1表示モードの送信条件として、共通送信電圧と、第1表示モードの第1送信情報に含まれる送信波形とを設定し、第2表示モードの送信条件として、共通送信電圧と、第2表示モードの第2送信情報に含まれるPWM送信波形とを設定する送信条件設定部22をさらに有する。

20

【0145】

このような構成により、送信電圧決定部20が決定した送信電圧と、これに対応する送信波形とに基づく送信条件を設定することができる。

【0146】

また、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置1は、送信条件設定部が設定した送信条件に従って生成された駆動信号によって送信された超音波の反射波に基づいて生成された受信信号に基づいて表示モードに対応した超音波画像を生成する画像処理部16をさらに有し、画像処理部16は、共通送信電圧が最適な送信電圧よりも低くなった表示モードに対応した超音波画像を生成する際に、受信信号に対するゲイン補償を行う。

30

【0147】

このような構成により、共通送信電圧が最適な送信電圧より低くなってしまった表示モードのゲイン補償を行い、画質劣化を軽減することができる。

【0148】

また、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置1において、送信電圧決定部20は、複数の表示モードのうちの第1表示モードの最適な送信電圧と、複数の表示モードのうちの第2表示モードの最適な送信電圧と、のうちのいずれか低い方の送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を、複数の表示モードのうちの第3表示モードの第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補の中から抽出し、第1表示モードの最適な送信電圧と、第2表示モードの最適な送信電圧と、最大の送信電圧候補と、の少なくともいずれかに基づいて、第1表示モード、第2表示モードおよび第3表示モードで共通に使用される共通送信電圧を決定する。

40

【0149】

また、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置1において、送信電圧決定部20は、複数の表示モードのうちの第2表示モードの第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち、複数の表示モードのうちの第1表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を抽出し、複数の表示モードのうちの第3表示モードの第2送信情報に含まれる複数の送信電圧候補のうち、複数の表示モードのうちの第1表示モードの最適な送信電圧を超えない最大の送信電圧候補を抽出し、第1表示モードの最適な送信電圧と、第2表示モードにおける最大の送信電圧候補と、第3表示モードにおける最大の送信電圧候補と、の少なくともいずれかに基づいて、第1表示モード、第2表示モードおよび第3表示モ

50

ードで共通に使用される共通送信電圧を決定する。

【0150】

このような構成により、第1から第3の表示モードの表示を同時に行う場合でも、共通送信電圧をできるだけ高く設定することができる。これにより、超音波診断装置1の小型化と各表示モードにおける好適な画質とを両立させることができる。

【0151】

以上、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。特許請求の範囲の記載範囲内において、当業者が想到できる各種の変更例または修正例についても、本発明の技術的範囲に含まれる。また、開示の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

10

【0152】

上記実施の形態における、超音波診断装置本体10が各制御ブロック（送信電圧決定部20、送信情報記憶部21、送信条件設定部22、送信駆動部12、受信信号処理部13、送受信切替部14、画像処理部16等）を独立して備えた構成について説明したが、本発明はこれに限定されない。これらの各制御ブロックは、例えばハードウェア的に実現されてもよいし、例えばCPU151が読み込んだプログラムを実行することでソフトウェア的に実現されてもよい。また、ハードウェア的に実現される制御ブロックと、ソフトウェア的に実現される制御ブロックとが混在してもよい。

【0153】

上記実施の形態では、単一モード、2つのモードを複合させたDuplexモード、および3つのモードを複合させたTriplexモードについて説明したが、本発明はこれに限定されない。本発明は、例えば4つ以上のモードを複合させたモードに適用させてもよい。

20

【産業上の利用可能性】

【0154】

本発明は、複数の表示モードの超音波画像を同時に表示可能な超音波診断装置に好適である。

【符号の説明】

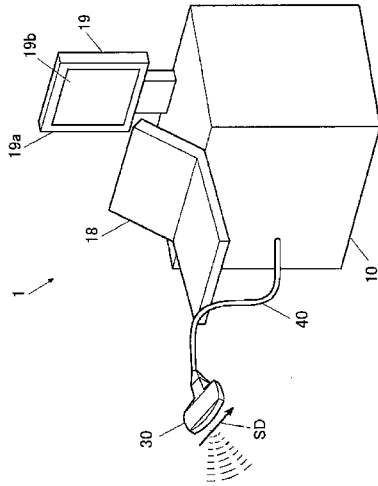
【0155】

- 1 超音波診断装置
- 10 超音波診断装置本体
- 12 送信駆動部
- 13 受信信号処理部
- 14 送受信切替部
- 15 制御部
- 16 画像処理部
- 17 記憶部
- 18 操作入力部
- 19 表示部
- 19 a 画像表示部
- 19 b タッチパネル
- 20 送信電圧決定部
- 21 送信情報記憶部
- 22 送信条件設定部
- 30 超音波探触子
- 31 振動子
- 310 振動子配列
- 40 ケーブル

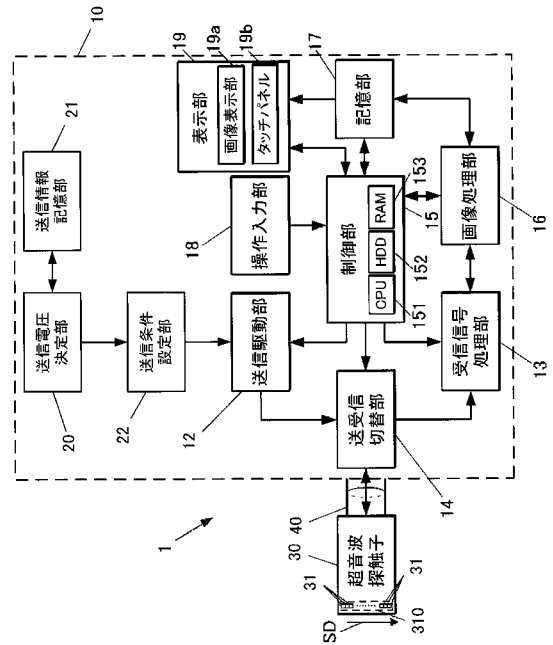
30

40

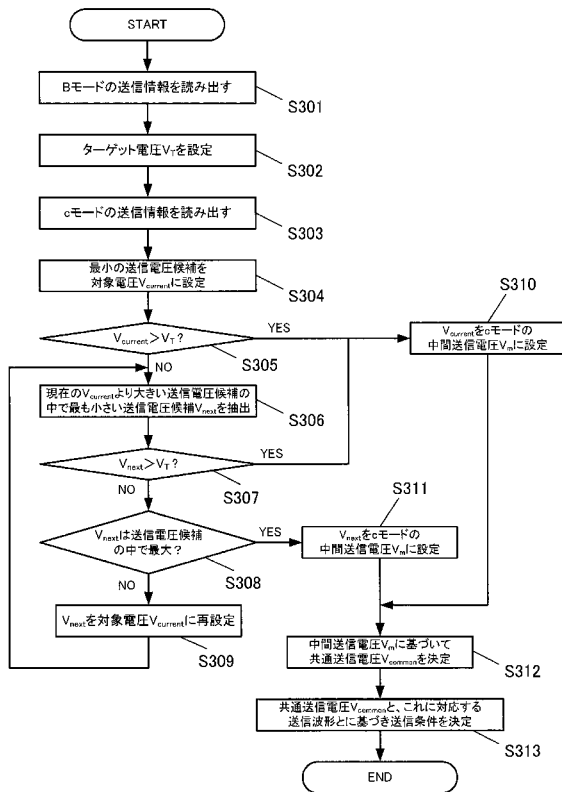
【図1】



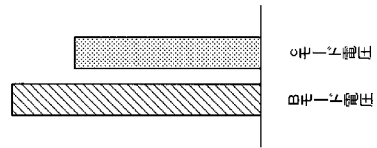
【図2】



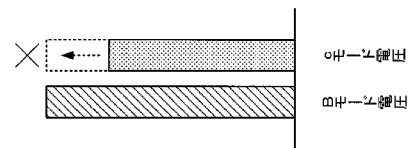
【図3】



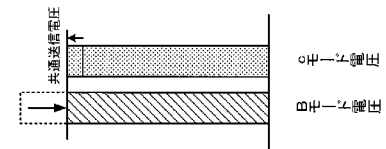
【図4A】



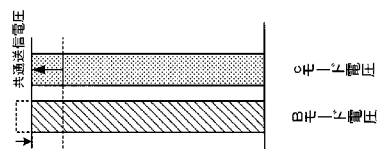
【図4B】



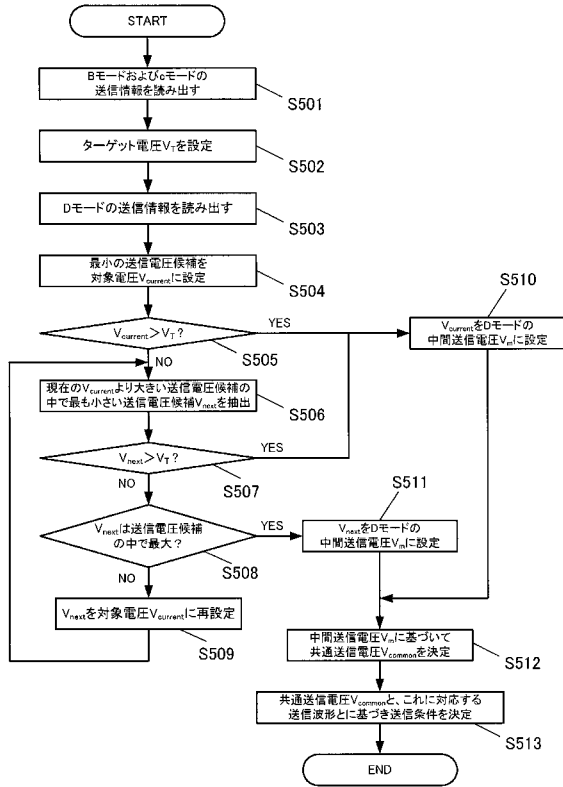
【図4C】



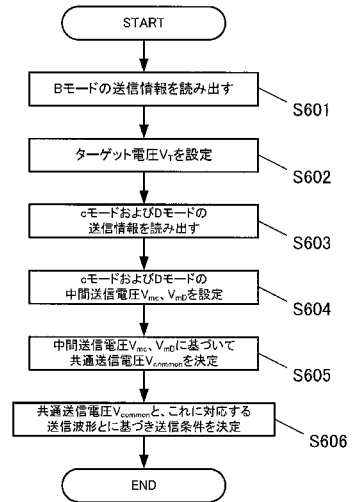
【図4D】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 酒井 智仁

東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

(72)発明者 酒井 崇

東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 4C601 DE03 DE04 DE09 EE09 EE22 HH04 HH05 HH14 KK12 KK13
KK23

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 超声波诊断装置，传输条件设定方法和程序 | | |
| 公开(公告)号 | JP2019013671A | 公开(公告)日 | 2019-01-31 |
| 申请号 | JP2017134944 | 申请日 | 2017-07-10 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 柯尼卡株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 柯尼卡美能达有限公司 | | |
| [标]发明人 | 太田和志 川端章裕 酒井智仁 酒井崇 | | |
| 发明人 | 太田 和志 川端 章裕 酒井 智仁 酒井 崇 | | |
| IPC分类号 | A61B8/14 | | |
| CPC分类号 | A61B8/5246 A61B8/463 A61B8/485 A61B8/486 A61B8/488 A61B8/5207 A61B8/546 G01S7/5202 G01S7/52038 G01S7/52046 G01S15/8915 G01S15/8988 | | |
| FI分类号 | A61B8/14 | | |
| F-TERM分类号 | 4C601/DE03 4C601/DE04 4C601/DE09 4C601/EE09 4C601/EE22 4C601/HH04 4C601/HH05 4C601/HH14 4C601/KK12 4C601/KK13 4C601/KK23 | | |
| 代理人(译) | 木曾隆 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

阿通过更适当地控制传输电压对于每个模式，这提供了更好的超声图像可以被获取的超声波诊断装置，发送条件设定方法，以及程序。对于每个显示模式和所述第一传输信息和传输波形的最佳发送电压被彼此相关联，它被PWM控制，以便对应于每个所述多个传输电压候选传输电压候选的每个显示模式和第二传输信息和彼此PWM发射波形相关联，与该最大传输电压候选第一不超过多个显示模式中，多个显示模式中的显示模式的最佳传输电压从所述多个传输电压候选的第二提取物包含在显示模式的第二传输信息的基础上，最佳的传输电压和/或最大传输电压候选在第一显示模式中，的第一显示模式常用于第一显示模式和第二显示模式。点域

