

(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2020-18845  
(P2020-18845A)

(43) 公開日 令和2年2月6日(2020.2.6)

(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 16 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2019-131939(P2019-131939)  
 (22) 出願日 令和1年7月17日(2019.7.17)  
 (31) 優先権主張番号 特願2018-137258(P2018-137258)  
 (32) 優先日 平成30年7月20日(2018.7.20)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 日本国(JP)

(71) 出願人 594164542  
 キヤノン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 100179062  
 弁理士 井上 正  
 (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 100162570  
 弁理士 金子 早苗

最終頁に続く

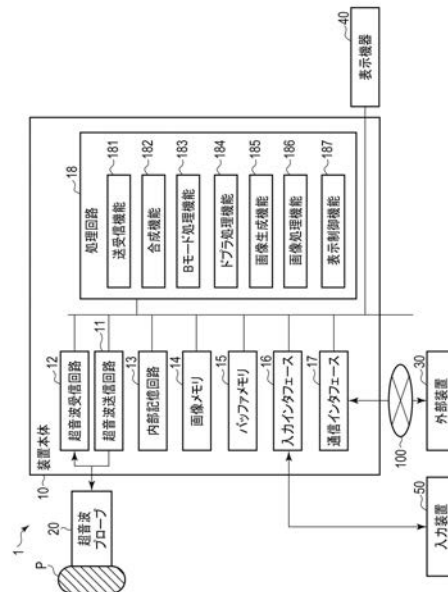
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び制御プログラム

(57) 【要約】

【課題】 高品質な画像を得ること。

【解決手段】 超音波診断装置は、送受信部及び合成部を備える。送受信部は、アジマス方向とエレベーション方向に沿って設けられた複数の振動子を含む超音波プローブを介して、第1の送信ビーム群及び第2の送信ビーム群を連続して送信し、送信ビーム毎に少なくとも1つの受信ビームを受信する。合成部は、前記第1の送信ビーム群に含まれる第1送信ビームに基づく第1受信ビーム、及び前記第2送信ビーム群に含まれる第2送信ビームに基づく第2受信ビームを合成する。前記アジマス方向又は前記エレベーション方向に隣り合う送信ビームは、異なる送信ビーム群に属する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

アジマス方向とエレベーション方向に沿って設けられた複数の振動子を含む超音波プローブを介して、第 1 の送信ビーム群及び第 2 の送信ビーム群を連続して送信し、送信ビーム毎に少なくとも 1 つの受信ビームを受信する送受信部と、

前記第 1 の送信ビーム群に含まれる第 1 送信ビームに基づく第 1 受信ビーム、及び前記第 2 の送信ビーム群に含まれる第 2 送信ビームに基づく第 2 受信ビームを合成する合成部と

を備え、

前記アジマス方向又は前記エレベーション方向に隣り合う送信ビームは、異なる送信ビーム群に属する超音波診断装置。

10

**【請求項 2】**

前記送受信部は、前記第 1 の送信ビーム群、前記第 2 の送信ビーム群、及び第 3 の送信ビーム群を順々に送信し、送信ビーム毎に少なくとも 1 つの受信ビームを形成し、

前記合成部は、前記第 1 受信ビーム、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 の送信ビーム群に含まれる第 3 送信ビームに基づく第 3 受信ビームを合成する請求項 1 記載の超音波診断装置。

**【請求項 3】**

前記送受信部は、前記第 1 の送信ビーム群の最後の第 1 送信ビームを送信した後、前記第 2 の送信ビーム群の最初の第 2 送信ビームを連続して送信する請求項 1 記載の超音波診断装置。

20

**【請求項 4】**

前記送受信部は、前記第 1 の送信ビーム群の最後の第 1 送信ビームを送信した後、前記第 2 の送信ビーム群の最初の第 2 送信ビームを連続して送信し、前記第 2 の送信ビーム群の最後の第 2 送信ビームを送信した後、前記第 3 の送信ビーム群の最初の第 3 送信ビームを連続して送信する請求項 2 記載の超音波診断装置。

**【請求項 5】**

前記送受信部は、前記アジマス方向又は前記エレベーション方向に沿ってビーム形成位置が互い違いになるように、各送信ビーム群を形成する請求項 2 又は 4 に記載の超音波診断装置。

30

**【請求項 6】**

前記送受信部は、前記第 1 の送信ビーム群、前記第 2 の送信ビーム群、及び前記第 3 の送信ビーム群それぞれを形成する上で、ビーム形成位置を初期位置から前記エレベーション方向に移動させてから前記アジマス方向に移動させる請求項 2、4、及び 5 のいずれかに記載の超音波診断装置。

**【請求項 7】**

前記送受信部は、前記第 1 の送信ビーム群、前記第 2 の送信ビーム群、及び前記第 3 の送信ビーム群それぞれを形成する上で、ビーム形成位置を初期位置から前記アジマス方向に移動させてから前記エレベーション方向に移動させる請求項 2、4、及び 5 のいずれかに記載の超音波診断装置。

40

**【請求項 8】**

前記送受信部は、前記第 1 送信ビーム、前記第 2 送信ビーム、及び前記第 3 送信ビームとそれぞれ同じ位置に、前記第 1 受信ビーム、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 受信ビームを形成する請求項 2、4 乃至 7 のいずれかに記載の超音波診断装置。

**【請求項 9】**

前記送受信部は、前記第 1 送信ビーム、前記第 2 送信ビーム、及び前記第 3 送信ビームとそれぞれ異なる位置に、前記第 1 受信ビーム、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 受信ビームを形成する請求項 2、4 乃至 7 のいずれかに記載の超音波診断装置。

**【請求項 10】**

前記送受信部は、前記第 1 受信ビーム、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 受信ビーム

50

を同じ位置に形成する請求項 2、4 乃至 7 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 1 1】

前記送受信部は、前記第 2 の送信ビーム群を形成した後で、前記第 1 の送信ビーム群とビーム形成位置が同一の第 3 の送信ビーム群を形成し、

前記合成部は、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 の送信ビーム群に含まれる第 3 送信ビームに基づく第 3 受信ビームを合成する請求項 1 又は 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 2】

前記送受信部は、前記第 3 の送信ビーム群を形成した後で、前記第 1 の送信ビーム群と送信ビームの分布が同一の第 4 の送信ビーム群を形成し、

前記合成部は、前記第 2 受信ビーム、前記第 3 受信ビーム、及び前記第 4 の送信ビーム群に含まれる第 4 送信ビームに基づく第 4 受信ビームを合成する請求項 2、4 乃至 10 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 受信ビーム、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 受信ビームを保持し、前記第 1 受信ビーム、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 受信ビームが前記合成部によって合成された後も、少なくとも前記第 2 受信ビーム及び前記第 3 受信ビームの保持を継続するメモリをさらに備える請求項 1 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 受信ビーム、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 受信ビームの合成結果に基づいて、2次元画像を生成する画像生成部をさらに備える請求項 2、4 乃至 10、12、及び 13 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 受信ビーム、前記第 2 受信ビーム、及び前記第 3 受信ビームの合成結果に基づいて、3次元画像を生成する画像生成部をさらに備える請求項 2、4 乃至 10、12、及び 13 のいずれかに記載の超音波診断装置。

【請求項 1 6】

アジマス方向とエレベーション方向に沿って設けられた複数の振動子を含む超音波プローブを介して、第 1 の送信ビーム群、第 2 の送信ビーム群、及び第 3 の送信ビーム群を、前記アジマス方向又は前記エレベーション方向に隣り合う送信ビームが異なる送信ビーム群に属するように、順々に送信する処理と、

送信ビーム毎に少なくとも 1 つの受信ビームを受信する処理と、

前記第 1 の送信ビーム群に含まれる第 1 送信ビームに基づく第 1 受信ビーム、前記第 2 の送信ビーム群に含まれる第 2 送信ビームに基づく第 2 受信ビーム、及び前記第 3 の送信ビーム群に含まれる第 3 送信ビームに基づく第 3 受信ビームを合成する処理とをプロセッサに実行させる制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、超音波診断装置及び制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

複数の超音波振動子がマトリックス状に配列された 2次元アレイプローブを備えた超音波診断装置が開発されている。2次元アレイプローブを備えた超音波診断装置は、1回の超音波の送信で複数の走査線上に生じた反射波信号を同時に受信する並列同時受信を実施することが可能である。

【0003】

超音波診断装置は、例えば、比較的広域な音場の送信ビームを形成し、比較的狭域な音場の受信ビームを異なる複数の位置に同時に形成する。超音波診断装置は、送信ビームの形成と、受信ビームの形成とを、映像化の対象となる空間内で位置をずらしながら繰り返すことで画像を生成する。このとき、画像に、ビームの形成方向（走査線方向）に沿った

10

20

30

40

50

スジが生じることがある。このスジを目立たなくするために、後処理として画像をスムージングする方法があるが、このような方法では空間分解能が劣化するという別の課題が生じてしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-113794号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

発明が解決しようとする課題は、高品質な画像を得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施形態によれば、超音波診断装置は、送受信部及び合成部を備える。送受信部は、アジマス方向とエレベーション方向に沿って設けられた複数の振動子を含む超音波プローブを介して、第1の送信ビーム群及び第2の送信ビーム群を連続して送信し、送信ビーム毎に少なくとも1つの受信ビームを受信する。合成部は、前記第1の送信ビーム群に含まれる第1送信ビームに基づく第1受信ビーム、及び前記第2送信ビーム群に含まれる第2送信ビームに基づく第2受信ビームを合成する。前記アジマス方向又は前記エレベーション方向に隣り合う送信ビームは、異なる送信ビーム群に属する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【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ブロック図である。

【図2】図2は、図1に示される超音波診断装置の走査領域において形成される送信ビームの空間配置例を説明するための図である。

【図3】図3は、図1に示される超音波送信回路により形成される送信ビーム群の分布を表す図である。

【図4】図4は、図1に示される超音波送信回路により送信ビームが形成される順序を表す図である。

【図5】図5は、図1に示される超音波診断装置がボリュームデータを生成する際の処理を表す図である。

【図6】図6は、図1に示される処理回路により規定される送信ビーム群のその他の分布例を表す図である。

【図7】図7は、図1に示される超音波送信回路により送信ビームが形成される順序のその他の例を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0009】

図1は、本実施形態に係る超音波診断装置1の構成例を示すブロック図である。図1に示されるように、超音波診断装置1は、装置本体10、及び超音波プローブ20を備える。装置本体10は、ネットワーク100を介して外部装置30と接続される。また、装置本体10は、表示機器40及び入力装置50と接続される。

【0010】

超音波プローブ20は、例えば、装置本体10からの制御に従い、生体P内のスキャン領域について超音波スキャンを実行する。超音波プローブ20は、複数の超音波振動子、超音波振動子に設けられる整合層、及び超音波振動子から後方への超音波の伝播を防止するバック材等を有する。本実施形態に係る超音波プローブ20は、例えば、複数の超音波振動子がマトリクス状に配置される2次元アレイプローブである。より具体的には、超音波プローブ20は、例えば、方位（アジマス）方向に複数列の超音波振動子と、仰

10

20

30

40

50

角（エレベーション）方向に複数行の超音波振動子を有する。超音波プローブ20は、装置本体10と着脱自在に接続される。

【0011】

複数の圧電振動子は、装置本体10が有する超音波送信回路11から供給される駆動信号に基づき超音波を発生する。これにより、超音波プローブ20から生体Pへ超音波が送信される。超音波プローブ20から生体Pへ超音波が送信されると、送信された超音波は、生体Pの体内組織における音響インピーダンスの不連続面で次々と反射され、反射波信号として超音波プローブ20が有する複数の圧電振動子にて受信される。受信される反射波信号の振幅は、超音波が反射される不連続面における音響インピーダンスの差に依存する。送信された超音波パルスが、移動している血流や心臓壁等の表面で反射された場合の反射波信号は、ドプラ効果により、移動体の超音波送信方向に対する速度成分に依存して周波数偏移を受ける。超音波プローブ20は、生体Pからの反射波信号を受信して電気信号に変換する。

10

【0012】

図1に示される装置本体10は、超音波プローブ20により受信された反射波信号に基づいて超音波画像を生成する装置である。装置本体10は、図1に示されるように、超音波送信回路11、超音波受信回路12、内部記憶回路13、画像メモリ14（シネメモリ）、バッファメモリ15、入力インタフェース16、通信インタフェース17、及び処理回路18を有する。

20

【0013】

超音波送信回路11は、超音波プローブ20に駆動信号を供給するプロセッサである。超音波送信回路11は、例えば、トリガ発生回路、遅延回路、及びパルサ回路等により実現される。トリガ発生回路は、例えば、処理回路18により設定される所定のレート周波数で、送信超音波を形成するためのレートパルスを繰り返し発生する。遅延回路は、超音波プローブ20から発生される超音波をビーム状に集束して送信指向性を決定するために必要な圧電振動子毎の遅延時間を、トリガ発生回路が発生する各レートパルスに対して与える。遅延時間は、例えば、処理回路18により設定される。パルサ回路は、レートパルスに基づくタイミングで、超音波プローブ20に設けられる複数の超音波振動子へ駆動信号（駆動パルス）を印加する。遅延回路により各レートパルスに対し与える遅延時間を変化させることで、圧電振動子面からの送信方向が任意に調整可能となる。

30

【0014】

超音波受信回路12は、超音波プローブ20が受信した反射波信号に対して各種処理を施し、受信信号を生成するプロセッサである。超音波受信回路12は、例えば、アンプ回路、A/D変換器、受信遅延回路、及び加算器等により実現される。アンプ回路は、超音波プローブ20が受信した反射波信号をチャンネル毎に増幅してゲイン補正処理を行う。A/D変換器は、ゲイン補正された反射波信号をデジタル信号に変換する。受信遅延回路は、デジタル信号に受信指向性を決定するのに必要な遅延時間を与える。遅延時間は、例えば、処理回路18により設定される。加算器は、遅延時間が与えられた複数のデジタル信号を加算する。加算器の加算処理により、受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調された受信信号が発生する。超音波送信回路11、及び超音波受信回路12は、送受信部の一例である。超音波送信回路11、及び超音波受信回路12は、少なくとも一部が共通化されていてもよい。反射波信号を用いてソフトウェアビームフォーミングを行う場合、例えば上述の超音波受信回路12の機能のうち少なくとも一部（例えば、受信ビームフォーミングに係る機能）を後述の処理回路18に代行させてもよい。つまり、処理回路18も送受信部の一例になり得る。

40

【0015】

なお、超音波送信回路11、及び超音波受信回路12の少なくとも一部は、超音波プローブ20に設けられても構わない。

【0016】

内部記憶回路13は、例えば、磁氣的若しくは光学的記録媒体、又は半導体メモリ等の

50

プロセッサにより読み取り可能な記録媒体等を有する。内部記憶回路 13 は、超音波送受信を実現するためのプログラム等を記憶している。また、内部記憶回路 13 は、診断情報（例えば、患者 ID、医師の所見等）、診断プロトコル、送信条件、受信条件、信号処理条件、画像生成条件、画像処理条件、ボディマーク生成プログラム、表示条件、及び映像化に用いるカラーデータの範囲を診断部位毎に予め設定する変換テーブル等の各種データを記憶している。なお、上記プログラム、及び各種データは、例えば、内部記憶回路 13 に予め記憶されていてもよい。また、例えば、非一過性の記憶媒体に記憶されて配布され、非一過性の記憶媒体から読み出されて内部記憶回路 13 にインストールされてもよい。

【0017】

なお、内部記憶回路 13 は、CD-ROMドライブ、DVDドライブ、及び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よい。内部記憶回路 13 は、記憶しているデータを可搬性記憶媒体へ書き込み、可搬性記憶媒体を介してデータを外部装置 30 に記憶させることも可能である。

10

【0018】

画像メモリ 14 は、例えば、磁氣的若しくは光学的記録媒体、又は半導体メモリ等のプロセッサにより読み取り可能な記録媒体等を有する。画像メモリ 14 は、入力インタフェース 16 を介して入力されるフリーズ操作直前の複数フレームに対応する画像データを保存する。画像メモリ 14 に記憶されている画像データは、例えば、連続表示（シネ表示）される。

【0019】

バッファメモリ 15 は、例えば、磁氣的若しくは光学的記録媒体、又は半導体メモリ等のプロセッサにより読み取り可能な記録媒体等を有する。バッファメモリ 15 は、例えば、予め設定された容量のデータを上書きしながら記憶するリングバッファにより実現される。バッファメモリ 15 では、例えば、予め設定された容量を超えて新たな受信信号が入力された場合、古いデータから上書きされる。バッファメモリ 15 は、処理回路 18 の指示に応じ、保持している受信信号を出力する。

20

【0020】

内部記憶回路 13、画像メモリ 14、及びバッファメモリ 15 は、必ずしもそれぞれが独立した記憶装置により実現される訳ではない。内部記憶回路 13、画像メモリ 14、及びバッファメモリ 15 は単一の記憶装置により実現されても構わない。また、内部記憶回路 13、画像メモリ 14、及びバッファメモリ 15 は、それぞれが複数の記憶装置により実現されても構わない。

30

【0021】

入力インタフェース 16 は、入力装置 50 を介し、操作者からの各種指示を受け付ける。入力装置 50 は、例えば、マウス、キーボード、パネルスイッチ、スライダスイッチ、トラックボール、ロータリーエンコーダ、操作パネル、及びタッチコマンドスクリーン（TCS）である。入力インタフェース 16 は、例えばバスを介して処理回路 18 に接続され、操作者から入力される操作指示を電気信号へ変換し、電気信号を処理回路 18 へ出力する。なお、本実施形態において入力インタフェース 16 は、マウス及びキーボード等の物理的な操作部品と接続するものだけに限られない。例えば、超音波診断装置 1 とは別体に設けられた外部の入力機器から入力される操作指示に対応する電気信号を受け取り、この電気信号を処理回路 18 へ出力する回路も入力インタフェース 16 の例に含まれる。

40

【0022】

通信インタフェース 17 は、ネットワーク 100 等を介して外部装置 30 と接続され、外部装置 30 との間でデータ通信を行う。外部装置 30 は、例えば、各種の医用画像のデータを管理するシステムである PACS（Picture Archiving and Communication System）、医用画像が添付された電子カルテを管理する電子カルテシステム等のデータベースである。なお、外部装置 30 との通信の規格は、如何なる規格であってもよいが、例えば、DICOM（digital imaging and communication in medicine）が挙げられる。

【0023】

50

処理回路 18 は、例えば、超音波診断装置 1 の中枢として機能するプロセッサである。処理回路 18 は、内部記憶回路 13 に記憶されているプログラムを実行することで、当該プログラムに対応する機能を実現する。処理回路 18 は、例えば、送受信機能 181、合成機能 182、Bモード処理機能 183、ドプラ処理機能 184、画像生成機能 185、画像処理機能 186、及び表示制御機能 187 を有する。

#### 【0024】

送受信機能 181 は、超音波送信回路 11、及び超音波受信回路 12 を制御することで、超音波プローブ 20 に超音波スキャンを実行させる機能である。送受信機能 181 において処理回路 18 は、内部記憶回路 13 から読み出したプログラムに基づき、超音波送信回路 11 による超音波の送信、及び超音波受信回路 12 による反射波信号の受信を制御する。

10

#### 【0025】

具体的には、処理回路 18 は、超音波送信回路 11 が各超音波振動子に対して、各々の遅延時間が与えられた駆動信号を印加するように、超音波送信回路 11 を制御する。各超音波振動子は、与えられた遅延時間に従うタイミングで超音波を送信する。各超音波振動子から送信された超音波が合成された結果として送信ビームが形成され、設定された方向に超音波が送信されることになる。

#### 【0026】

また、処理回路 18 は、超音波走査によって映像化される領域（走査領域）において、超音波走査の結果、複数の送信ビームが所定の規則で形成されるように、超音波送受信に関する制御を行う。

20

#### 【0027】

図 2 は、図 1 に示される超音波診断装置 1 による超音波走査の結果として、走査領域において形成される複数の送信ビームの空間配置例を説明するための図であり、例えば超音波プローブの中心軸に対して垂直であり、複数の送信ビームを横切る断面を模式的に示した図である。図 2 において、丸は送信ビームの形成位置を示している。

#### 【0028】

図 2 に示すように、複数の送信ビームの形成位置は、走査領域において、エレベーション方向及びアジマス方向に沿って、一定の規則に従って周期的に配置されている。例えば、複数の送信ビームの形成位置は、エレベーション方向に平行し、かつ、アジマス方向について等間隔に配列された複数の直線上において一定間隔に配置されている。また、複数の送信ビームの形成位置は、例えば、アジマス方向について隣り合う二つの直線上において、エレベーション方向に関する送信ビームの配列間隔（配列周期）が半分だけずれるように配列されている。なお、図 2 では、0.5 間隔分ずらした例を示している。本実施形態では、このような送信ビームの形成位置の配列を「アジマス方向に関して互い違いの配列」と呼ぶことにする。また、送信ビームの配列間隔が半分だけずれた配列を「0.5 ビーム分ずれた配列」と呼ぶことにする。

30

#### 【0029】

なお、図 2 では、送信ビームがエレベーション方向に直線状に配列され、アジマス方向に互い違いに配列されるように形成される場合を例に示した。しかしながら、当該例に限定されず、例えば、図 2 の例においてエレベーション方向及びアジマス方向について対称とした配列としてもよい。すなわち、例えば、複数の送信ビームの形成位置を、アジマス方向に平行し、かつ、エレベーション方向について等間隔に配列された複数の直線上において一定間隔に配置する。そして、エレベーション方向について隣り合う二つの直線上において、アジマス方向に関する送信ビームの配列間隔（配列周期）が半分だけずれるように配列してもよい。本実施形態では、このような送信ビームの形成位置の配列を「エレベーション方向に関して互い違いの配列」と呼ぶことにする。

40

#### 【0030】

超音波送信回路 11 が形成する複数の送信ビームは、例えば送信方向の分布に応じて少なくとも 3 種類の群に分類される。つまり、形成される送信ビームは、少なくとも 3 種類

50

の送信ビーム群のいずれかに属するようになる。このとき、例えば、1つの送信ビームが異なる2種類以上の送信ビーム群に属することはなく、また、同一種類の送信ビーム群に属する送信ビーム同士は、少なくともアジマス方向又はエレベーション方向において隣接しないことが望ましい。

#### 【0031】

図3は、図1に示される処理回路18により規定される送信ビーム群の分布例を表す模式図である。図3において、ドット柄の円形が第1の送信ビーム群に分類される送信ビームを表す。ストライプ柄の円形が第2の送信ビーム群に分類される送信ビームを表す。黒色の円形が第3の送信ビーム群に分類される送信ビームを表す。図3によれば、エレベーション方向に形成される送信ビームは、エレベーション方向の順方向（図3において、紙面下側から上側へ向かう方向）に沿い、第1の送信ビーム群に属する送信ビーム、第2の送信ビーム群に属する送信ビーム、及び第3の送信ビーム群に属する送信ビームの順で配置される。また、アジマス方向に隣り合う2つの列において、同一種類の送信ビーム群に分類される送信ビームは、エレベーション方向へ1.5ビーム分ずれる。例えば、第1の列上に形成される第1の送信ビーム群に属する送信ビームAのエレベーション方向における位置は、第1の列に隣り合う第2の列上に形成された第1の送信ビーム群に属する送信ビームのうち、該送信ビームAに最も近い送信ビームBのエレベーション方向における位置に対して、1.5ビーム分異なる。各送信ビーム群に属する送信ビームが上記のように配置されることで、アジマス方向又はエレベーション方向に隣り合う送信ビームが、異なる送信ビーム群に属することになる。なお、図3は、図2と同様に、送信ビームの2次元的空间分布を表している。一方で、各送信ビームは、奥行きを有する立体的な構造である。そうすると、図3は、第1乃至第3の送信ビーム群の3次元的空间分布を表すと換言可能である。

10

20

#### 【0032】

また、処理回路18は、図2に示される走査領域における複数の送信ビームが所定の順序に従って形成されるように、超音波送受信に関する制御を行う。このとき、処理回路18は、規定する複数種類、例えば、3種類の送信ビーム群が所定の順序で繰り返して切り替えられるように、超音波送受信に関する制御を行う。これにより、送信ビーム群がサイクリックに切り替わりながら、図2の配列規則に従う複数の送信ビームが、所定の順序に従って走査領域に形成される。なお、隣接する送信ビームは、連続して形成されないことが望ましい。

30

#### 【0033】

図4は、図1に示される超音波送信回路11により送信ビームが形成される順序の例を表す模式図である。ここでは、走査領域について16の送信ビームを形成する場合について説明する。図4において、送信ビームは、ドット柄の第1の送信ビーム群に属する送信ビームT1から順に形成される。送信ビームT1が形成された後、ビーム形成位置はエレベーション方向へ移動し、送信ビームT2が形成される。送信ビームT2が形成された後、ビーム形成位置はエレベーション方向及びアジマス方向へ移動し、送信ビームT3が形成される。送信ビームT3が形成された後、ビーム形成位置はエレベーション方向及びアジマス方向へ移動し、送信ビームT4が形成される。送信ビームT4が形成された後、ビーム形成位置はエレベーション方向へ移動し、送信ビームT5が形成される。送信ビームT5が形成された後、ビーム形成位置はエレベーション方向及びアジマス方向へ移動し、送信ビームT6が形成される。

40

#### 【0034】

第1の送信ビーム群に属する送信ビームT1～T6が形成されると、ストライプ柄の第2の送信ビーム群に属する送信ビームの形成が開始され、第2の送信ビーム群に属する送信ビームT7～T10が、この番号に沿った順序で形成される。第2の送信ビーム群に属する送信ビームT7～T10が形成されると、黒丸の第3の送信ビーム群に属する送信ビームの形成が開始され、第3の送信ビーム群に属する送信ビームT11～T16が、この番号に沿った順序で形成される。第3の送信ビーム群に属する送信ビームT11～T16

50

が形成されると、図4に不図示の、第1の送信ビーム群と同一の種類第4の送信ビーム群に属する送信ビームの形成が開始される。

【0035】

図4によれば、ビーム形成位置は、第1乃至第3の送信ビーム群それぞれで、初期位置から少なくともエレベーション方向へ1回移動されてからアジマス方向へ1回移動され、その動作が繰り返される。また、隣接する送信ビーム同士形成順序は、例えば、送信ビームT3に対して送信ビームT7, T8, T9, T11, T12, T14のように、偏りのない、適度なばらつきのある順序となっている。

【0036】

なお、ビーム形成位置の移動方向は、まずエレベーション方向へ移動された後にアジマス方向へ移動されることに限定されない。送信ビームがアジマス方向に直線状に配列され、エレベーション方向に互い違いに配列されるように形成される場合、ビーム形成位置の移動方向は、まずアジマス方向へ少なくとも1回移動された後に、エレベーション方向へ1回移動され、その動作が繰り返されても構わない。

10

【0037】

また、処理回路18は、例えば、超音波プローブ20により受信された反射波信号に対して受信指向性を考慮した遅延時間を与え、遅延時間を与えた反射波信号を加算することで少なくとも1つの受信信号を発生させる。これにより、1つの送信ビームに対し、少なくとも1つの受信ビームが形成される。なお、1つの送信ビームに対して形成される受信ビームの数は、1つに限定されず、複数であっても構わない。

20

【0038】

超音波受信回路12は、複数の方向へ送信する超音波それぞれの反射波信号に基づき、少なくとも1つの受信信号を発生させる。つまり、各送信ビームに対し、少なくとも1つの受信ビームが形成される。本実施形態では、送信ビームと受信ビームとの形成位置が同じ場合について説明する。なお、送信ビームと受信ビームとの形成位置は一致していなくてもよく、例えば各受信ビームの形成位置が同一であってもよい。

【0039】

処理回路18は、例えば、発生した受信信号を、形成された受信ビームの位置、及び送信ビームが属する送信ビーム群と関連付けてバッファメモリ15に記憶させる。

【0040】

合成機能182は、超音波受信回路12で生成された受信信号を合成する機能であり、合成部の一例である。合成機能182において処理回路18は、例えば、バッファメモリ15に記憶されている、複数種類の送信ビーム群にそれぞれ含まれる送信ビームと対応する受信ビーム(受信信号)を合成する。

30

【0041】

具体的には、例えば、処理回路18は、3種類目の送信ビーム群に由来する受信信号が超音波受信回路12で生成されると、合成機能182を実行する。合成機能182を実行すると処理回路18は、1~3種類目の送信ビーム群にそれぞれ由来する3種類の受信信号を合成し、受信データを生成する。

【0042】

例えば、処理回路18は、第3受信信号が生成されると、第1受信信号、第2受信信号、及び第3受信信号をバッファメモリ15から読み出す。ここで、第1受信信号は、第1の送信ビーム群に含まれる第1送信ビームと対応する第1受信ビームを表す。また、第2受信信号は、第2の送信ビーム群に含まれる第2送信ビームと対応する第2受信ビームを表す。また、第3受信信号は、第3の送信ビーム群に含まれる第3送信ビームと対応する第3受信ビームを表す。第1乃至第3受信信号を取得すると処理回路18は、例えば第1乃至第3受信信号を合成し、新たな受信信号を生成する。

40

【0043】

超音波受信回路12は、第3受信信号を生成した後、第4受信信号を生成する。第4受信信号は、第1の送信ビーム群と同一種類の第4の送信ビーム群に含まれる第4送信ビ-

50

ムと対応する第4受信ビームを表す。第4受信信号が生成されると処理回路18は、第2受信信号、第3受信信号、及び第4受信信号をバッファメモリ15から読み出す。第2乃至第4受信信号を取得すると処理回路18は、第2乃至第4受信信号に基づき、第1乃至第3受信信号の合成と同様に、新たな受信信号を生成する。

【0044】

Bモード処理機能183は、合成機能182で生成された受信信号に基づき、3次元のBモードデータを生成する機能である。例えば、処理回路18は、Bモード処理機能183により、合成機能182で生成された受信信号、及びバッファメモリ15から読み出した受信信号に基づいて、3次元のBモードデータを生成する。Bモード処理機能183において処理回路18は、例えば、受信信号に対して包絡線検波処理、及び対数増幅処理等を施し、信号強度が輝度の明るさで表現されるデータ(Bモードデータ)を生成する。生成されたBモードデータは、3次元的な超音波走査線上のBモードRAWデータとして不図示のRAWデータメモリに記憶される。

10

【0045】

ドブラ処理機能184は、合成機能182で生成された受信信号を周波数解析することで、スキャン領域に設定されるROI(Region Of Interest: 関心領域)内にある移動体のドブラ効果に基づく運動情報を抽出したデータ(ドブラデータ)を生成する機能である。具体的には、ドブラ処理機能184において処理回路18は、例えば、移動体の運動情報として、平均速度、平均分散値、平均パワー値等を、複数のサンプル点それぞれで推定したドブラデータを生成する。ここで、移動体とは、例えば、血流、心壁等の組織、及び造影剤等である。本実施形態では、処理回路18は、血流の運動情報(血流情報)として、血流の平均速度、血流の平均分散値、血流の平均パワー値等を、複数のサンプル点それぞれで推定したドブラデータを生成する。生成されたドブラデータは、3次元的な超音波走査線上のドブラRAWデータとして不図示のRAWデータメモリに記憶される。

20

【0046】

また、処理回路18は、カラードブラ法により血流情報を算出してもよい。カラードブラ法では、超音波の送受信が同一の走査線上で複数回行なわれる。処理回路18は、同一位置のデータ列に対してMTI(Moving Target Indicator)フィルタを掛けることで、静止している組織、又は動きの遅い組織に由来する信号(クラッタ信号)を抑制し、血流に由来する信号を抽出する。なお、MTIフィルタは、合成機能182による受信信号の合成前に掛けられてもよいし、合成後に掛けられても構わない。そして、処理回路18は、抽出した血流信号から血流の速度、血流の分散、血流のパワー等の血流情報を推定する。

30

【0047】

画像生成機能185は、Bモード処理機能183、及びドブラ処理機能184により生成されたデータに基づき、画像データを生成する機能であり、画像生成部の一例である。例えば、画像生成機能185において処理回路18は、RAWデータメモリに記憶されたBモードRAWデータに対し、空間的な位置情報を加味した補間処理を含むRAW-ボクセル変換を実行することで、複数のボクセルから構成される3次元Bモード画像データを生成する。

40

【0048】

また、処理回路18は、RAWデータメモリに記憶されたドブラRAWデータに対してRAW-ボクセル変換を実行することで、血流情報が映像化された3次元ドブラ画像データを生成する。3次元ドブラ画像データは、速度画像データ、分散画像データ、パワー画像データ、又はこれらを組み合わせた画像データを含む。本実施形態において、例えば、3次元Bモード画像データ、及び3次元ドブラ画像データは、ボリュームデータを表す。ボリュームデータ内の1つのラインデータには、複数の送信ビーム群からの情報が均等に含まれている。

【0049】

画像処理機能186は、3次元Bモード画像データ、及び3次元ドブラ画像データに対

50

し、所定の画像処理を施す機能である。具体的には、画像処理機能186において処理回路18は、例えば、3次元Bモード画像データ、及び3次元ドブラ画像データを、表示機器40にて2次元表示するためのレンダリング処理を実施する。レンダリング処理には、例えば、ポリウムレンダリング処理、サーフェスレンダリング処理、及び多断面変換処理(MPR:Multi Planar Reconstruction)等が含まれる。また、処理回路18は、3次元Bモード画像データ、又は3次元ドブラ画像データにおける複数の画像フレームを用いて輝度の平均値画像を再生成する画像処理(平滑化処理)、画像内で微分フィルタを用いる画像処理(エッジ強調処理)等を実施してもよい。

#### 【0050】

表示制御機能187は、画像処理機能186で生成・処理された3次元Bモード画像データ、及び3次元ドブラ画像データの表示機器40における表示を制御する機能である。表示制御機能187において処理回路18は、例えば、3次元Bモード画像データ、又は3次元ドブラ画像データに対し、ダイナミックレンジ、輝度(ブライトネス)、コントラスト、カーブ補正、及びRGB変換等の各種処理を実行することで、画像データをビデオ信号に変換する。処理回路18は、ビデオ信号を表示機器40に表示させる。なお、処理回路18は、操作者が入力装置50により各種指示を入力するためのユーザインタフェース(GUI:Graphical User Interface)を生成し、GUIを表示機器40に表示させてもよい。表示機器40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。

10

20

#### 【0051】

以上のように、本実施形態では、超音波プローブ20は、アジマス方向、及びエレベーション方向に沿って設けられた複数の振動子を有する。超音波診断装置1の超音波送信回路11は、第1の送信ビーム群、第2の送信ビーム群、及び第3の送信ビーム群にそれぞれ含まれる複数の送信ビームが分散して分布し、アジマス方向又は前記エレベーション方向に隣り合う送信ビームが異なる送信ビーム群に属するように、超音波プローブ20を介して超音波を送信する。また、超音波受信回路12は、送信ビーム毎に少なくとも1つの受信ビームを形成する。そして、処理回路18は、合成機能182により、第1の送信ビーム群に含まれる第1送信ビームに基づく第1受信ビーム、第2送信ビーム群に含まれる第2送信ビームに基づく第2受信ビーム、及び第3送信ビーム群に含まれる第3送信ビームに基づく第3受信ビームを合成する。これにより、例えば、送信ビーム間のビームの曲がり、又は複数の送信ビームを形成する間の時間差に起因してポリウムデータに現れるスジの発生を抑制することが可能となる。

30

#### 【0052】

また、本実施形態では、超音波診断装置1の超音波送信回路11は、アジマス方向、又はエレベーション方向におけるビーム形成位置が互い違いになるように、各送信ビーム群を形成する。これにより、ポリウムデータに現れるスジの発生をより効果的に抑制することが可能となる。

#### 【0053】

また、本実施形態では、超音波診断装置1は、バッファメモリ15を備え、少なくとも3種類の送信ビーム群に由来する受信信号をバッファメモリ15に保持できるようにしている。これにより、処理回路18は、3種類の送信ビーム群に由来する受信信号を合成した後、このうちの2種類の送信ビーム群に由来する受信信号を、少なくとも次の送信ビーム群に由来する受信信号が生成され、次の合成処理の実行されるまで保持することが可能となる。

40

#### 【0054】

また、本実施形態では、処理回路18は、送受信機能181により、第3の送信ビーム群を形成させた後、第1の送信ビーム群と送信ビームの分布が同一の第4の送信ビーム群を形成させる。そして、処理回路18は、合成機能182により、第2受信ビーム、第3受信ビーム、及び第4の送信ビーム群に含まれる第4送信ビームに基づく第4受信ビーム

50

を合成するようにしている。

【0055】

図5は、図1に示される超音波診断装置1がボリュームデータを生成する際の処理の例を表す模式図である。これにより、超音波診断装置1は、1つの送信ビーム群に由来する受信信号を新たに生成する度に、新たなボリュームデータを生成することが可能となる。したがって、3次元スキャンのボリュームレートを向上させることが可能となる。

【0056】

また、本実施形態では、処理回路18は、送受信機能181により、隣接する送信ビーム同士の形成順序がばらつくようにしている。これにより、送信ビームの時間的な対称性のため、検査対象が時間的に動く場合、この動きがボリュームデータへ与える影響を軽減することが可能となる。

10

【0057】

なお、本実施形態では、超音波診断装置1がボリュームデータを生成する場合を例に説明した。しかしながら、超音波診断装置1が生成するデータは、ボリュームデータに限定されない。超音波診断装置1は、処理回路18での合成処理により得られた受信信号に基づいて、2次元データを生成しても構わない。このとき、例えば、処理回路18は、Bモード処理機能183により、例えばアジマス方向に沿って2列にわたり形成された複数の送信ビーム、又はエレベーション方向に沿って2行にわたり形成された複数の送信ビームに由来する複数の受信ビームに基づいて、2次元のBモードRAWデータを生成する。また、例えば、処理回路18は、ドブラ処理機能184により、アジマス方向に沿って2列

20

【0058】

また、本実施形態では、超音波送信回路11が形成する複数の送信ビームが、少なくとも3種類の群に分類される場合を例に説明した。しかしながら、超音波送信回路11が形成する複数の送信ビームは、2種類の群に分類されても構わない。このとき、例えば、1つの送信ビームが他の種類の送信ビーム群に属することはなく、また、同一種類の送信ビーム群に属する送信ビーム同士は、少なくともアジマス方向又はエレベーション方向において隣接しないことが望ましい。

30

【0059】

図6は、図1に示される処理回路18により規定される送信ビーム群のその他の分布例を表す模式図である。図6において、ドット柄の円形が第1の送信ビーム群に分類される送信ビームを表す。また、黒色の円形が第2の送信ビーム群に分類される送信ビームを表す。図6によれば、エレベーション方向に形成される送信ビームは、エレベーション方向の順方向（図6において、紙面下側から上側へ向かう方向）に沿い、第1の送信ビーム群に属する送信ビームと、第2の送信ビーム群に属する送信ビームとが交互に配置される。また、アジマス方向に形成される送信ビームは、アジマス方向の順方向（図6において、紙面左側から右側へ向かう方向）に沿い、第1の送信ビーム群に属する送信ビームと、第2の送信ビーム群に属する送信ビームとが交互に配置される。各送信ビーム群に属する送信ビームが上記のように配置されることで、アジマス方向又はエレベーション方向に隣り合う送信ビームが、異なる送信ビーム群に属することになる。なお、図6は、送信ビームの2次元的な空間分布を表している。一方で、各送信ビームは、奥行きを有する立体的な構造である。そうすると、図6は、第1及び第2の送信ビーム群の3次元的な空間分布を表すと換言可能である。

40

【0060】

また、処理回路18は、走査領域における複数の送信ビームが所定の順序に従って形成されるように、超音波送受信に関する制御を行う。このとき、処理回路18は、規定する複数種類、例えば、2種類の送信ビーム群が所定の順序で繰り返して切り替えられるように、超音波送受信に関する制御を行う。これにより、送信ビーム群がサイクリックに切り

50

替わりながら、複数の送信ビームが、所定の順序に従って走査領域に形成される。なお、隣接する送信ビームは、連続して形成されないことが望ましい。

【0061】

図7は、図1に示される超音波送信回路11により送信ビームが形成される順序のその他の例を表す模式図である。ここでは、走査領域について20の送信ビームを形成する場合について説明する。図7において、送信ビームは、ドット柄の第1の送信ビーム群に属する送信ビームT1から順に形成される。送信ビームT1が形成された後、ビーム形成位置はエレベーション方向及び/又はアジマス方向へ移動し、送信ビームT2～T10が順次形成される。

【0062】

第1の送信ビーム群に属する送信ビームT1～T10が形成されると、黒丸の第2の送信ビーム群に属する送信ビームの形成が開始され、第2の送信ビーム群に属する送信ビームT11～T20が、この番号に沿った順序で形成される。第2の送信ビーム群に属する送信ビームT11～T20が形成されると、図7に不図示の、第1の送信ビーム群と同一の種類第3の送信ビーム群に属する送信ビームの形成が開始される。

【0063】

処理回路18は、合成機能182により、例えば、バッファメモリ15に記憶されている、複数種類の送信ビーム群にそれぞれ含まれる送信ビームと対応する受信ビーム(受信信号)を合成する。具体的には、例えば、処理回路18は、2種類目の送信ビーム群に由来する受信信号が超音波受信回路12で生成されると、合成機能182を実行する。合成機能182を実行すると処理回路18は、1、2種類目の送信ビーム群にそれぞれ由来する2種類の受信信号を合成し、受信データを生成する。

【0064】

例えば、処理回路18は、第2受信信号が生成されると、第1受信信号、及び第2受信信号をバッファメモリ15から読み出す。第1受信信号、及び第2受信信号を読み出すと処理回路18は、例えば第1受信信号、及び第2受信信号を合成し、新たな受信信号を生成する。

【0065】

超音波受信回路12は、第2受信信号を生成した後、第3受信信号を生成する。第3受信信号は、第1の送信ビーム群と同一種類第3の送信ビーム群に含まれる第3送信ビームと対応する第3受信ビームを表す。第3受信信号が生成されると処理回路18は、第2受信信号、及び第3受信信号をバッファメモリ15から読み出す。第2受信信号、及び第3受信信号を読み出すと処理回路18は、第2受信信号、及び第3受信信号に基づき、第1受信信号、及び第2受信信号の合成と同様に、新たな受信信号を生成する。

【0066】

以上説明した少なくとも一つの実施形態によれば、超音波診断装置1は、生成するボリュームデータの精度を向上させることができる。

【0067】

実施形態の説明において用いた「プロセッサ」という文言は、例えば、CPU(central processing unit)、GPU(Graphics Processing Unit)、或いは、特定用途向け集積回路(Application Specific Integrated Circuit: ASIC)、プログラマブル論理デバイス(例えば、単純プログラマブル論理デバイス(Simple Programmable Logic Device: SPLD)、複合プログラマブル論理デバイス(Complex Programmable Logic Device: CPLD)、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ(Field Programmable Gate Array: FPGA)等の回路を意味する。プロセッサは記憶回路に保存されたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。なお、記憶回路にプログラムを保存する代わりに、プロセッサの回路内にプログラムを直接組み込むよう構成しても構わない。この場合、プロセッサは回路内に組み込まれたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。なお、上記各実施形態の各プロセッサは、プロセッサごとに単一の回路として構成される場合に限らず、複数の独立した回路を組み合わせるとして一つのプロセッサとして構成

10

20

30

40

50

し、その機能を実現するようにしてもよい。さらに、上記各実施形態における複数の構成要素を1つのプロセッサへ統合してその機能を実現するようにしてもよい。

【0068】

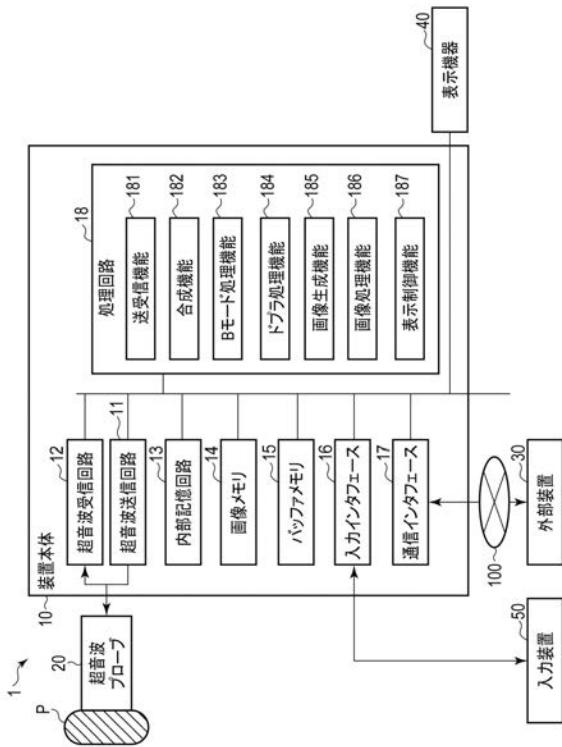
本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

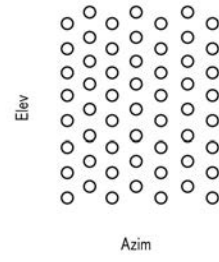
【0069】

1 ... 超音波診断装置	
10 ... 装置本体	
11 ... 超音波送信回路	
12 ... 超音波受信回路	
13 ... 内部記憶回路	
14 ... 画像メモリ	
15 ... バッファメモリ	
16 ... 入力インタフェース	
17 ... 通信インタフェース	
18 ... 処理回路	20
181 ... 送受信機能	
182 ... 合成機能	
183 ... Bモード処理機能	
184 ... ドブラ処理機能	
185 ... 画像生成機能	
186 ... 画像処理機能	
187 ... 表示制御機能	
20 ... 超音波プローブ	
30 ... 外部装置	
40 ... 表示機器	30
50 ... 入力装置	
100 ... ネットワーク	

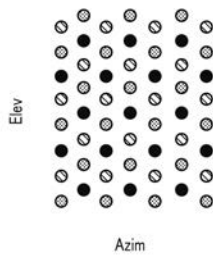
【 図 1 】



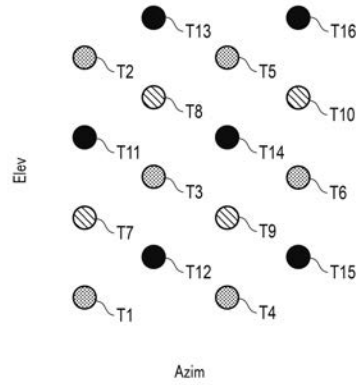
【 図 2 】



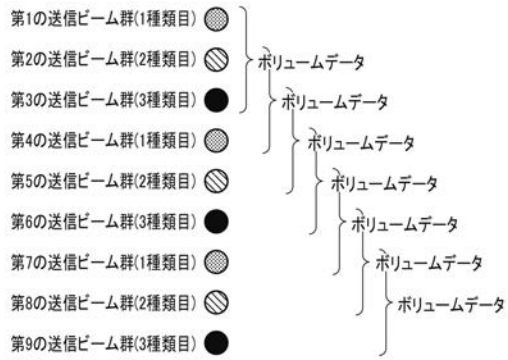
【 図 3 】



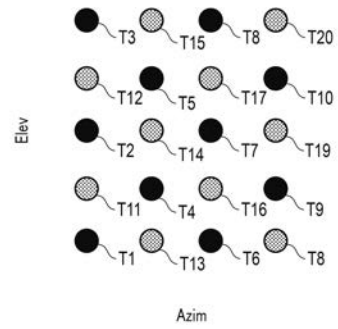
【 図 4 】



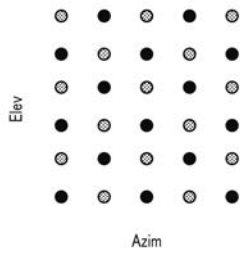
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 今村 智久

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 キヤノンメディカルシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 4C601 BB03 DD03 DE04 EE04 GB06 HH02 HH16 JB30 JB45

专利名称(译)	超声波诊断装置及控制程序		
公开(公告)号	<a href="#">JP2020018845A</a>	公开(公告)日	2020-02-06
申请号	JP2019131939	申请日	2019-07-17
[标]发明人	今村智久		
发明人	今村 智久		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/DD03 4C601/DE04 4C601/EE04 4C601/GB06 4C601/HH02 4C601/HH16 4C601/ JB30 4C601/ JB45		
代理人(译)	井上 正 河野直树 金子早苗		
优先权	2018137258 2018-07-20 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：要获得高质量的图像。超声诊断设备包括发送/接收单元和组合单元。发射/接收单元通过包括沿方位角方向和仰角方向设置的多个换能器的超声探头连续发射第一发射束组和第二发射束组，并发射发射束组。每个波束至少接收一个接收波束。组合单元组合基于第一发送波束组中包括的第一发送波束的第一接收波束和基于第二发送波束组中包括的第二发送波束的第二接收波束。在方位角方向或仰角方向上彼此相邻的透射束属于不同的透射束组。[选择图]图1

