

(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2015-112496

(P2015-112496A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

(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2014-251945 (P2014-251945)
(22) 出願日 平成26年12月12日(2014.12.12)
(31) 優先権主張番号 10-2013-0154977
(32) 優先日 平成25年12月12日(2013.12.12)
(33) 優先権主張国 韓国(KR)

(71) 出願人 390019839
三星電子株式会社
Samsung Electronics
Co., Ltd.
大韓民国京畿道水原市靈通区三星路129
129, Samsung-ro, Yeon
gtong-gu, Suwon-si, G
yeonggi-do, Republic
of Korea

(74) 代理人 110000051
特許業務法人共生国際特許事務所

(72) 発明者 金培ヒョン
大韓民国 京畿道 龍仁市 器興区 上葛
洞 グムハマウルージュゴン3次アパート
#305-1403

最終頁に続く

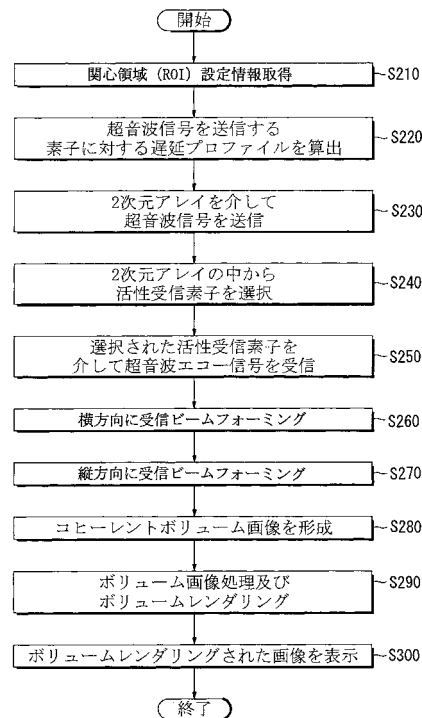
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】2次元超音波トランスデューサーアレイを用いた3次元超音波画像の生成時に、画像の解像度及びスキヤニング速度を向上させることができる超音波診断装置及びその制御方法を提供する。

【解決手段】本発明による超音波診断装置は、複数の超音波トランスデューサー素子が平面的に行列配列された2次元超音波トランスデューサーアレイと、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての前記超音波トランスデューサー素子が超音波信号を送信するように制御し、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に超音波エコー信号を受信するよう制御する制御部とを備える。

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の超音波トランスデューサー素子が平面的に行列配列された 2 次元超音波トランスデューサーアレイと、

前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての前記超音波トランスデューサー素子が超音波信号を送信するように制御し、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に超音波エコー信号を受信するよう制御する制御部とを備えることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記超音波信号の送信時に、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子が、デフォーカスされた (d e f o c u s e d) 平面波を送信するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記超音波信号の送信時に、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に、デフォーカスされた平面波を送信するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記超音波信号の送信時に、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子を介して超音波を送信固定集束するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記超音波信号の送信時に、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子を順次に用いて超音波を送信固定集束するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記超音波エコー信号の受信時に、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された 1 個又は複数個の超音波トランスデューサー素子が順次に超音波エコー信号を受信するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記超音波エコー信号の受信時に、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行ずつ縦方向に順次にスイッチングして前記超音波エコー信号を受信するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記制御部は、縦方向に配列されて一つの列をなす複数個の超音波トランスデューサー素子の構成を有し、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が、順次に前記超音波エコー信号を用いて縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を形成するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記形成された縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を用いて縦方向に対する動的受信集束又は合成口径集束を行うよう制御することを特徴とする請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記制御部は、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の

10

20

30

40

50

一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に前記超音波エコー信号及び前記形成された縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号に基づいてボリュームビームフォーミングを行うように制御することを特徴とする請求項 9 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 1】

複数の超音波トランスデューサー素子が平面的に行列配列された 2 次元超音波トランスデューサーアレイを備える超音波診断装置の制御方法であって、

前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子が超音波信号を送信するよう制御する段階と、

前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に超音波エコー信号を受信するよう制御する段階とを有することを特徴とする超音波診断装置の制御方法。

10

【請求項 1 2】

前記超音波信号を送信するよう制御する段階は、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子が、デフォーカスされた平面波を送信するよう制御する段階を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項 1 3】

前記超音波信号を送信するよう制御する段階は、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に、デフォーカスされた平面波を送信するよう制御する段階を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波診断装置の制御方法。

20

【請求項 1 4】

前記超音波信号を送信するよう制御する段階は、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子を介して超音波を送信固定集束するよう制御する段階を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項 1 5】

前記超音波信号を送信するよう制御する段階は、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子を順次に用いて超音波を送信固定集束するよう制御する段階を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波診断装置の制御方法。

30

【請求項 1 6】

前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階は、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された 1 個又は複数個の超音波トランスデューサー素子が順次に前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項 1 7】

前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階は、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行ずつ縦方向に順次にスイッチングして前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波診断装置の制御方法。

40

【請求項 1 8】

前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階は、縦方向に配列されて一つの列をなす複数個の超音波トランスデューサー素子の構成を有し、前記 2 次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が、順次に前記超音波エコー信号を用いて縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を形成するよう制御する段階を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項 1 9】

50

前記縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を形成するよう制御する段階は、前記形成された縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を用いて前記縦方向に対する動的受信集束又は合成口径集束を行うよう制御する段階を含むことを特徴とする請求項18に記載の超音波診断装置の制御方法。

【請求項20】

前記縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を形成するよう制御する段階は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に前記超音波エコー信号及び前記形成された縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号に基づいてボリュームビームフォーミングを行うように制御する段階をさらに含むことを特徴とする請求項19に記載の超音波診断装置の制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を用いて対象体内部の画像を生成する超音波診断装置及びその制御方法に関し、特に画像の解像度及びスキャニング速度を向上させることができる超音波診断装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、対象体（例えば、人体）の体表から体内の目標部位に向かって超音波信号を照射し、反射された超音波信号（超音波エコー信号）の情報を用いて軟部組織の断層や血流に関するイメージを非侵襲（non-invasive）で得る装置である。

20

【0003】

このような超音波診断装置は、X線診断装置、X線CTスキャナー（Computerized Tomography Scanner）、MRI（Magnetic Resonance Image）、核医学診断装置（SPECT-PET）などの他の画像診断装置に比べて、小型で安価であり、リアルタイム表示が可能であり、X線などの被爆がないため安全性が高いという利点を有しており、心臓、腹部、泌尿器及び産婦人科の診断に広く用いられている。

30

【0004】

既存の一般的な超音波診断装置では、1次元トランスデューサーアレイ（1D transducer array）を用いて対象体内部の断面に関する情報を2次元画像として提供し、1次元トランスデューサーアレイを、使用者（診断者、主に医者）の手で移動させたり又は機械的に移動（free-hand scan又はmechanical scan）させながら対象体内部のボリューム（volume）情報（3次元情報）を取得する方式が主に用いられている。

【0005】

しかしながら、このような1次元トランスデューサーアレイの手動的移動や機械的移動による3次元画像の取得方式は、画像形成速度である時間解像度（temporal resolution）や空間解像度（spatial resolution）の側面においてその性能が制限されざるを得ず、2次元トランスデューサーアレイを用いた3次元画像取得技術への関心が高まっている。

40

【0006】

一方、2次元トランスデューサーアレイを用いて取得できる3次元画像を実際に臨床で用いるには、画像の解像度及びスキャニング（scanning）速度の向上（システム性能の向上）、並びにコンパクトなサイズのシステム（システム複雑度の増加の防止）を同時に達成しなければならないが、現在のシステムにおいてこれらの要件を満足させるのは難しいという問題があった。

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は上記従来の超音波診断装置における問題点に鑑みてなされたものであって、本発明の目的は、2次元超音波トランスデューサーアレイを用いた3次元超音波画像の生成時に、画像の解像度及びスキャニング速度を向上させることができる超音波診断装置及びその制御方法を提供することにある。

また、2次元超音波トランスデューサーアレイを用いた3次元超音波画像の生成時に、コンパクトなサイズのシステム（複雑度の低いシステム）によっても対象体に対する3次元超音波画像を生成することができる超音波診断装置及びその制御方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するためになされた本発明による超音波診断装置は、複数の超音波トランスデューサー素子が平面的に行列配列された2次元超音波トランスデューサーアレイと、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての前記超音波トランスデューサー素子が超音波信号を送信するように制御し、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に超音波エコー信号を受信するよう制御する制御部とを備えることを特徴とする。

【0009】

前記制御部は、前記超音波信号の送信時に、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子が、デフォーカスされた（*d e f o c u s e d*）平面波を送信するよう制御することが好ましい。

20

前記制御部は、前記超音波信号の送信時に、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に、デフォーカスされた平面波を送信するよう制御することが好ましい。

前記制御部は、前記超音波信号の送信時に、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子を介して超音波を送信固定集束するよう制御することが好ましい。

前記制御部は、前記超音波信号の送信時に、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子を順次に用いて超音波を送信固定集束するよう制御することが好ましい。

30

前記制御部は、前記超音波エコー信号の受信時に、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された1個又は複数個の超音波トランスデューサー素子が順次に超音波エコー信号を受信するよう制御することが好ましい。

前記制御部は、前記超音波エコー信号の受信時に、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行ずつ縦方向に順次にスイッチングして前記超音波エコー信号を受信するよう制御することが好ましい。

前記制御部は、縦方向に配列されて一つの列をなす複数個の超音波トランスデューサー素子の構成を有し、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子が、順次に前記超音波エコー信号を用いて縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を形成するよう制御することが好ましい。

40

前記制御部は、前記形成された縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を用いて縦方向に対する動的受信集束又は合成口径集束を行うよう制御することが好ましい。

前記制御部は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に前記超音波エコー信号及び前記形成された縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号に基づいてボリュームビームフォーミングを行うよう制御することが好ましい。

【0010】

50

上記目的を達成するためになされた本発明による超音波診断装置の制御方法は、複数の超音波トランスデューサー素子が平面的に行列配列された2次元超音波トランスデューサーアレイを備える超音波診断装置の制御方法であって、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子が超音波信号を送信するよう制御する段階と、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に超音波エコー信号を受信するよう制御する段階とを有することを特徴とする。

【0011】

前記超音波信号を送信するよう制御する段階は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子が、デフォーカスされた平面波を送信するよう制御する段階を含むことが好ましい。

10

前記超音波信号を送信するよう制御する段階は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に、デフォーカスされた平面波を送信するよう制御する段階を含むことが好ましい。

前記超音波信号を送信するよう制御する段階は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する全ての超音波トランスデューサー素子を介して超音波を送信固定集束するよう制御する段階を含むことが好ましい。

前記超音波信号を送信するよう制御する段階は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子を順次に用いて超音波を送信固定集束するよう制御する段階を含むことが好ましい。

20

前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された1個又は複数個の超音波トランスデューサー素子が順次に前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階を含むことが好ましい。

前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行ずつ縦方向に順次にスイッチングして前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階を含むことが好ましい。

前記超音波エコー信号を受信するよう制御する段階は、縦方向に配列されて一つの列をなす複数個の超音波トランスデューサー素子の構成を有し、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子が、順次に前記超音波エコー信号を用いて縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を形成するよう制御する段階を含むことが好ましい。

30

前記縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を形成するよう制御する段階は、前記形成された縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を用いて前記縦方向に対する動的受信集束又は合成口径集束を行うよう制御する段階を含むことが好ましい。

前記縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号を形成するよう制御する段階は、前記2次元超音波トランスデューサーアレイを構成する複数の行の内の一の行に配列された超音波トランスデューサー素子が順次に前記超音波エコー信号及び前記形成された縦方向の受信ビームフォーミングのための超音波エコー信号に基づいてボリュームビームフォーミングを行うように制御する段階をさらに含むことが好ましい。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る超音波診断装置及びその制御方法によれば、2次元超音波トランスデューサーアレイを用いた3次元超音波画像の生成時に、画像の解像度及びスキャンング速度を向上させることができるという効果がある。

また、2次元超音波トランスデューサーアレイを用いた3次元超音波画像の生成時に、コンパクトなサイズのシステム（複雑度の低いシステム）によっても対象体に対する3次元超音波画像を生成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 超 音 波 診 断 装 置 の 外 観 斜 視 図 で あ る 。

【 図 2 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ の 構 造 及 び 配 列 方 向 を 説 明 す る た め の 図 で あ る 。

【 図 3 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ 方 式 及 び 送 / 受 信 ビ ー ム フ ォ ー ミ ン グ 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 4 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ 方 式 及 び 送 信 / 受 信 ビ ー ム フ ォ ー ミ ン グ 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 5 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ 方 式 及 び 送 信 / 受 信 ビ ー ム フ ォ ー ミ ン グ 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 6 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ 方 式 及 び 送 信 / 受 信 ビ ー ム フ ォ ー ミ ン グ 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 7 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ 方 式 及 び 送 信 / 受 信 ビ ー ム フ ォ ー ミ ン グ 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 8 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ 方 式 及 び 送 信 / 受 信 ビ ー ム フ ォ ー ミ ン グ 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 9 A 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ の た め の 超 音 波 送 信 / 受 信 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 9 B 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ の た め の 超 音 波 送 信 / 受 信 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 9 C 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ の た め の 超 音 波 送 信 / 受 信 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 9 D 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 2 次 元 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ を 用 い た 3 次 元 超 音 波 ス キ ャ ニ ン グ の た め の 超 音 波 送 信 / 受 信 方 式 の 様 々 な 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 1 0 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 超 音 波 診 断 装 置 の 制 御 を 説 明 す る た め の 構 成 ブ ロ ッ ク 図 で あ る 。

【 図 1 1 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 超 音 波 診 断 装 置 の 制 御 方 法 を 説 明 す る た め の フ ロ ー チャートである。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 1 4 】

次 に、本 発 明 に 係 る 超 音 波 診 断 装 置 及 び そ の 制 御 方 法 を 実 施 す る た め の 形 態 の 具 体 例 を 図 面 を 参 照 し な が ら 説 明 す る 。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 超 音 波 診 断 装 置 の 外 観 斜 視 図 で あ る 。

図 1 に 示 す よ う に、本 発 明 の 一 実 施 形 態 に よ る 超 音 波 診 断 装 置 1 0 0 は、対 象 体 に 超 音 波 を 送 信 し、対 象 体 か ら エ コ ー 超 音 波 を 受 信 し て 電 気 的 信 号、す な わ ち、超 音 波 信 号 に 変 換 す る 超 音 波 プ ロ ー プ (p) と、超 音 波 プ ロ ー プ (p) と 接 続 し、入 力 部 (i) 及 び 表 示 部 (d) が 設 け ら れ た 本 体 (m) と を 備 え る 。

【 0 0 1 6 】

超 音 波 プ ロ ー プ (p) の 端 部 に は 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ (t a) が 設 け ら れ て い る 。

超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー ア レ イ (t a) は、複 数 の 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー 素 子 (t) を 配 列 し た も の を 意 味 す る 。

複 数 の 超 音 波 ト ラ ン ス デ ュ ー サ ー 素 子 (t) は、図 1 に 示 す よ う に 曲 線 に 配 列 (c o n

10

20

30

40

50

vex array) されてもよく、直線に配列 (linear array) されてもよい。

【0017】

図2は、本発明の一実施形態による2次元超音波トランスデューサーアレイの構造及び配列方向を説明するための図である。

図2に示すように、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) は、総数 $L (= M \times N)$ 個の超音波トランスデューサー素子 (t) が平面的に配列された構造を有する。

【0018】

本実施例では、総数 8192 (64×128) 個の超音波トランスデューサー素子 (t) を持つ2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を取り上げて説明するものとする。

ここで、横方向 (Lateral or Transversal or Azimuth Direction) を x 軸、縦方向 (Elevation or Longitudinal Direction) を y 軸、放射の軸方向 (Axial or Depth Direction) を z 軸にしたとき、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成しつつ横方向 (x 軸方向) に配列された一つの行 (row) には 128 個 ($N = 128$) の超音波トランスデューサー素子 (t) が配列され、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成しつつ縦方向 (y 軸方向) に配列された一つの列 (column) には 64 個 ($M = 64$) の超音波トランスデューサー素子 (t) が配列される。

【0019】

そして、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する各超音波トランスデューサー素子 (t) から送信 (放射) される超音波信号は、軸方向 (z 軸方向) に進行する。

以下では、図2に示す ($M \times N$) 個の超音波トランスデューサー素子 (t) で構成された2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を取り上げて、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を用いた3次元 (ボリューム) 超音波スキャニング方式及び送/受信ビームフォーミング方式の様々な実施例を詳しく説明する。

【0020】

図3～図8は、本発明の一実施形態による2次元超音波トランスデューサーアレイを用いた3次元超音波スキャニング及び送/受信ビームフォーミング方式の様々な例を示す図である。

【0021】

図3は、2次元超音波トランスデューサーアレイを介して、デフォーカスされた平面波 (defocused plane wave) を送信し、反射された信号 (超音波エコー信号) を2次元超音波トランスデューサーアレイを形成する各行 (row) の超音波トランスデューサー素子 (t) を用いて受信した後、これらの受信信号を用いて動的受信集束を行う方式を説明するための図である。

図3で、太い実線で表した部分は活性素子 (active element) 又は活性チャネル (active channel) を意味する。また、図3で、上下方向に並んで示した2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) のうち、上段に示したアレイ (ta) は送信 (transmit、Tx) 時のアレイを表し、下段に示したアレイ (ta) は受信 (receive、Rx) 時のアレイを表す。

【0022】

図3に示すように、最初の送受信イベント (1^{st} Tx/Rx Event) では、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する全ての超音波トランスデューサー素子 (t) を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する最初の行 (r1) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信して、最初の平面 (1^{st} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する最初の行 (r

10

20

30

40

50

1) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) の受信信号で形成される横方向の平面 (Transverse Plane) (P1) を取得する。

【0023】

次に、2番目の送受信イベント (2^{nd} Tx/Rx Event) では、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する全ての超音波トランスデューサー素子 (t) を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する2番目の行 (r2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信して、2番目の平面 (2^{nd} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する2番目の行 (r2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) の受信信号で形成される横方向の平面 (P2) を取得する。

10

【0024】

同様の方式により、M番目の送受信イベント (M^{th} Tx/Rx Event)、例えば、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) が総数64個の行を有する場合に、Mは64となる。) では、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する全ての超音波トランスデューサー素子 (t) を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するM番目の行 (rM) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信して、M番目の平面 (M^{th} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するM番目の行 (rM) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) の受信信号で形成される横方向の平面 (Transverse Plane) (PM) を取得する。

20

【0025】

超音波エコー信号の受信時には、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する行 (r1, r2, ..., rM)、すなわち、横方向に配列された一つの行を構成するN個 (例えば、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) が総数128個の列を有する場合に、Nは128となる。) の超音波トランスデューサー素子 (t) を順次にスイッチング (すなわち、1番目の行に配列された素子をスイッチング 2番目の行に配列された素子をスイッチング ... M番目の行に配列された素子をスイッチング) して縦方向に位置を移動しつつ超音波エコー信号を受信する。

30

【0026】

また、図3の右側に示すように、縦方向に配列され一つの列 (column) を形成するM個の超音波トランスデューサー素子 (t) で構成され、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する各行別に順次に受信した超音波エコー信号を利用 (再利用) して、縦方向の受信ビーム集束のための超音波エコー信号を形成する。

すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するそれぞれの行 (r1, r2, ..., rM) から順次に受信された超音波エコー信号を、縦方向に配列され一つの列を形成するそれぞれの超音波トランスデューサー素子 (t) に対応する位置に順次に保存して縦方向のフルアパーチャ (full aperture) を構成し、これを用いて縦方向に対する動的受信集束又は合成口径集束を行うことによって、縦方向の平面 (Longitudinal Plane) P_L を生成する。

40

【0027】

換言すれば、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する最初の行に配列された超音波トランスデューサー素子を介して受信された超音波エコー信号は、縦方向に配列される一つの列をなす最初の超音波トランスデューサー素子 (t) に対応する位置に保存し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する2番目の行に配列された超音波トランスデューサー素子を介して受信した超音波エコー信号は、縦方向に配列される一つの列をなす2番目の超音波トランスデューサー素子 (t) に対応する位置に保存し、同様の方法により、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するM番目の行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して受信した超音波エ

50

コー信号は、縦方向に配列される一つの列をなすM番目の超音波トランスデューサー素子(t)に対応する位置に保存して高度方向のフルアパーチャを構成し、これを用いて縦方向に対する動的受信集束又は合成口径集束を行うことによって、縦方向の平面 P_L を生成する。

【0028】

64番目の送受信イベントが全て完了すると、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する各行(r_1, r_2, \dots, r_M)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して受信された超音波エコー信号に基づいて生成された横方向の平面(P_1, P_2, \dots, P_M)、及び各行別に順次に受信した超音波エコー信号を利用(再利用)して形成した縦方向に対する超音波エコー信号(縦方向のフルアパーチャ)に基づいて、縦方向に対して動的受信集束又は合成口径集束して生成された縦方向の平面(P_L)を用いて、関心領域(region of interest; ROI)に対する3次元(ボリューム)ビームフォーミング及び3次元(ボリューム)画像生成を行う。

10

【0029】

図4は、2次元超音波トランスデューサーアレイを用いて超音波を送信固定集束し、反射された信号(超音波エコー信号)を、2次元超音波トランスデューサーアレイを形成する各行(row)の超音波トランスデューサー素子(t)を用いて受信した後、これらの受信信号を用いて動的受信集束を行う方式を説明するための図である。

図4で、太い実線で示した部分は、活性素子又は活性チャネルを意味する。また、図4で、上下方向に並んで示した2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)のうち、上段に示したアレイ(ta)は送信(Tx)時のアレイを表し、下段に示したアレイ(ta)は受信(Rx)時のアレイを表す。

20

【0030】

図4に示すように、最初の平面(1^{st} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r_1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)の受信信号で形成される横方向の平面(P_1)を取得するために、最初の送受信イベント(1^{st} Tx/Rx Event)では、最初の角度操向(1^{st} angle steering)をする第1の遅延プロファイル(dp1)に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)に配列された全ての超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r_1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

30

【0031】

次に、2番目の送受信イベント(2^{nd} Tx/Rx Event)では、2番目の角度操向(2^{nd} angle steering)をする第1の遅延プロファイル(dp1)に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)に配列された全ての超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r_1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

【0032】

同様の方式により、N番目の送受信イベント(N^{th} Tx/Rx Event、例えば、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)が総128個の列を有する場合に、Nは128となる。)では、N番目の角度操向(N^{th} angle steering)をする第1の遅延プロファイル(dp1)に基づいて超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r_1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

40

【0033】

上述の方式により、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r_1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信し、受信した超音波エコー信号を動的受信集束することで、最初の平面(1^{st}

50

Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)の受信信号で形成される横方向の平面(P1)を取得する。

【0034】

次に、2番目の平面(2nd Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)の受信信号で形成される横方向の平面(P2)を取得するために、最初の送受信イベント(1st Tx/Rx Event)では、最初の角度操向(1st angle steering)をする第2の遅延プロファイル(dp2)に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)に配列された全ての超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

10

【0035】

次に、2番目の送受信イベント(2nd Tx/Rx Event)では、2番目の角度操向(2nd angle steering)をする第2の遅延プロファイル(dp2)に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)に配列された全ての超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

20

【0036】

同様の方式により、N番目の送受信イベント(Nth Tx/Rx Event)では、N番目の角度操向(Nth angle steering)をする第2の遅延プロファイル(dp2)に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)に配列された全ての超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

【0037】

上述の方式により、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信し、受信した超音波エコー信号を動的受信集束することで、2番目の平面(2nd Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)の受信信号で形成される横方向の平面(P2)を取得する。

30

【0038】

同様の方式により、M番目の平面(Mth Plane、例えば、2次元超音波トランスデューサーアレイtaが総64個の行を持つ場合に、Mは64となる。)すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成するM番目の行(rM)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)の受信信号で形成される横方向の平面(PM)を取得するために、最初の送受信イベント(1st Tx/Rx Event)では、最初の角度操向(1st angle steering)をする第Mの遅延プロファイル(dpM)に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)に配列された全ての超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成するM番目の行(rM)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

40

【0039】

次に、2番目の送受信イベント(2nd Tx/Rx Event)では、2番目の角度操向(2nd angle steering)をする第Mの遅延プロファイル(dpM)に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)に配列された全ての超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

50

ンスデューサーアレイ (t a) を形成する M 番目の行 (r M) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信する。

【 0 0 4 0 】

同様の方式により、N 番目の送受信イベント (N^{t h} T x / R x E v e n t) では N 番目の角度操向 (N^{t h} a n g l e s t e e r i n g) をする第 M の遅延プロファイル (d p M) に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) に配列された全ての超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を送信固定集束し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する M 番目の行 (r M) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信する。

【 0 0 4 1 】

上述の方式により、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する M 番目の行 (r M) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信し、受信した超音波エコー信号を動的受信集束することで、M 番目の平面 (M^{t h} P l a n e) 、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する M 番目の行 (r M) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) の受信信号で形成される横方向の平面 (P M) を取得する。

【 0 0 4 2 】

また、図 4 の右側に示すように、縦方向に配列されて一つの列 (c o l u m n) をなす M 個の超音波トランスデューサー素子 (t) を構成し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する各行別に順次に受信した超音波エコー信号を利用 (再利用) して縦方向の受信ビーム集束のための超音波エコー信号を形成する。

縦方向の受信ビーム集束に関する内容は、図 3 の右側部分の説明で述べた通りであり、ここではその詳細な説明を省略するものとする。

【 0 0 4 3 】

図 5 は、2次元超音波トランスデューサーアレイを形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波を送信固定集束し、反射された信号 (超音波エコー信号) を 2次元超音波トランスデューサーアレイを形成する各行 (r o w) の超音波トランスデューサー素子 (t) を用いて受信した後、これらの受信信号を用いて動的受信集束を行う方式を説明するための図である。

図 5 で、太い実線で示した部分は、活性素子又は活性チャネルを意味する。また、図 5 で、上下方向に並んで示した 2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) のうち、上段に示したアレイ (t a) が送信 (T x) 時のアレイを表し、下段に示したアレイ (t a) が受信 (R x) 時のアレイを表す。

【 0 0 4 4 】

図 5 に示す 3次元超音波スキヤニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式は、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波を送信固定集束する (2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する最初の行 (r 1) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を送信固定集束 2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する 2 番目の行 (r 2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を送信固定集束 ... 2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する M 番目の行 (r M) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を送信固定集束する) 以外は、図 4 に示した 3次元超音波スキヤニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式と同一であり、ここでは、図 5 の 3次元超音波スキヤニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式については詳細な説明を省略するものとする。

【 0 0 4 5 】

図 6 は、2次元超音波トランスデューサーアレイを形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて、デフォーカスされた平面波 (d e f o c u s e d p l a n e w a v e) を送信し、反射された信号 (超音波

10

20

30

40

50

エコー信号)を2次元超音波トランスデューサーアレイを形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を順次に用いて受信した後、これらの受信信号を用いて動的受信集束を行う方式を説明するための図である。

図6で、太い実線で示した部分は、活性素子又は活性チャンネルを意味する。また、図6で、上下方向に並んで示した2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)のうち、上段に示したアレイ(ta)が送信(Tx)時のアレイを表し、下段に示したアレイ(ta)が受信(Rx)時のアレイを表す。

【0046】

図6に示すように、最初の平面(1^{st} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)の受信信号で形成される横方向の平面(P1)を取得するために、最初の送受信イベント(1^{st} Tx/Rx Event)では、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

10

【0047】

次に、2番目の送受信イベント(2^{nd} Tx/Rx Event)では、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

20

【0048】

同様の方式により、M番目の送受信イベント(M^{th} Tx/Rx Event)では、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成するM番目の行(rM)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成するM番目の行(rM)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

【0049】

上述の方式により、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信し、受信した超音波エコー信号を動的受信集束することで、最初の平面(1^{st} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)の受信信号で形成される横方向の平面(P1)を取得することができる。

30

【0050】

次に、2番目の平面(2^{nd} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)の受信信号で形成される横方向の平面(P2)を取得するために、最初の送受信イベント(1^{st} Tx/Rx Event)では、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する最初の行(r1)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

40

【0051】

次に、2番目の送受信イベント(2^{nd} Tx/Rx Event)では2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する2番目の行(r2)に配列された超音波トランスデューサー素子(t)を介して超音波エコー信号を受信する。

50

【0052】

同様の方式により、M番目の送受信イベント (M^{th} Tx/Rx Event) では、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する2番目の行 (r2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するM番目の行 (rM) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信する。

【0053】

上述の方式により、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する最初の行 (r1) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信し、受信した超音波エコー信号を動的受信集束することで、2番目の平面 (2nd Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する2番目の行 (r2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) の受信信号で形成される横方向の平面 (P2) を取得する。

10

【0054】

同様の方式により、M番目の平面 (M^{th} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するM番目の行 (rM) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) の受信信号で形成される横方向の平面 (PM) を取得するために、最初の送受信イベント (1^{st} Tx/Rx Event) では、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する最初の行 (r1) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する最初の行 (r1) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信する。

20

【0055】

次に、2番目の送受信イベント (2^{nd} Tx/Rx Event) では、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する2番目の行 r2 に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する2番目の行 (r2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信する。

【0056】

同様の方式により、M番目の送受信イベント (M^{th} Tx/Rx Event) では、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する2番目の行 (r2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して、デフォーカスされた平面波を送信し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するM番目の行 (rM) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信する。

30

【0057】

上述の方式により、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するM番目の行 (rM) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波エコー信号を受信し、受信した超音波エコー信号を動的受信集束することで、M番目の平面 (M^{th} Plane)、すなわち、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成するM番目の行 (rM) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) の受信信号で形成される横方向の平面 (PM) を取得する。

40

【0058】

また、図6の右側に示すように、縦方向に配列されて一つの列 (column) をなすM個の超音波トランスデューサー素子 (t) を構成し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (ta) を形成する各行別に順次に受信した超音波エコー信号を利用 (再利用) して縦方向の受信ビーム集束のための超音波エコー信号を形成する。

縦方向の受信ビーム集束に関する内容は、図3の右側部分の説明で述べた通りであり、ここではその詳細な説明を省略するものとする。

【0059】

図7は、2次元超音波トランスデューサーアレイを形成する複数の行の内の一つの行に

50

配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波を近距離音場 (n e a r s o u n d f i e l d) に対して送信固定集束し、すなわち、ポイント (シングル) 送信でビームを広げて送信し、反射された信号 (超音波エコー信号) を 2 次元超音波トランスデューサーアレイを形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて受信した後、これらの受信信号を用いて動的受信集束を行う方式を説明するための図である。

図 7 で、太い実線で示した部分は、活性素子又は活性チャネルを意味する。また、図 7 で、上下方向に並んで示す 2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) のうち、上段に示したアレイ (t a) が送信 (T x) 時のアレイを表し、下段に示したアレイ (t a) が受信 (R x) 時のアレイを表す。

10

【 0 0 6 0 】

図 7 に示す 3 次元超音波スキャンニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式は、2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波を近距離音場に対して送信固定集束する (2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する最初の行 (r 1) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を近距離音場に対して送信固定集束 2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する 2 番目の行 (r 2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を近距離音場に対して送信固定集束 ... 2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する M 番目の行 (r M) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を近距離音場に対して送信固定集束する) 以外は、図 6 に示した 3 次元超音波スキャンニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式と同一であり、ここでは図 7 の 3 次元超音波スキャンニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式については詳細な説明を省略する。

20

【 0 0 6 1 】

図 8 は、2 次元超音波トランスデューサーアレイを形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波を遠距離音場 (f a r s o u n d f i e l d) に対して送信固定集束し、すなわち、ポイント (シングル) 送信でビームを広げて送信し、反射された信号 (超音波エコー信号) を 2 次元超音波トランスデューサーアレイを形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて受信した後、これらの受信信号を用いて動的受信集束を行う方式を説明するための図である。

30

図 8 で、太い実線で示した部分は、活性素子又は活性チャネルを意味する。また、図 8 で、上下方向に並んで示す 2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) のうち、上段に示したアレイ (t a) が送信 (T x) 時のアレイを表し、下段に示したアレイ (t a) が受信 (R x) 時のアレイを表す。

【 0 0 6 2 】

図 8 に示す 3 次元超音波スキャンニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式は、2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波を遠距離音場に対して送信固定集束する (2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する最初の行 (r 1) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を遠距離音場に対して送信固定集束 2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する 2 番目の行 (r 2) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を遠距離音場に対して送信固定集束 ... 2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する M 番目の行 (r M) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を遠距離音場に対して送信固定集束する) 以外は、図 6 に示した 3 次元超音波スキャンニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式と同一であり、ここでは図 8 の 3 次元超音波スキャンニング方式及び送 / 受信ビームフォーミング方式については詳細な説明を省略する。

40

50

【 0 0 6 3 】

図 9 A ~ 図 9 D は、本発明の一実施形態による 2 次元超音波トランスデューサーアレイを用いた 3 次元超音波スキャンニングのための超音波送信 / 受信方式の様々な例を示す図である。

【 0 0 6 4 】

図 3 ~ 図 8 を参照して説明した通り、2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する複数の行 (r 1 ~ r M) の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波エコー信号を受信する。

しかし、必ずしも 2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する全ての行 (r 1 ~ r M) に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を用いて受信する必要はなく、1 行目、3 行目、5 行目、... に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に利用 (奇数行に配列された超音波トランスデューサー素子のみを順次に利用) して超音波エコー信号を受信したり、又は 2 行目、4 行目、6 行目、... に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に利用 (偶数行に配列された超音波トランスデューサー素子のみを順次に利用) して超音波エコー信号を受信してもよい。

【 0 0 6 5 】

また、2 次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する複数の行 (r 1 ~ r M) の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波エコー信号を受信するとき、各行に配列された全ての超音波トランスデューサー素子 (t) を用いてもよく、一つ又は複数個の超音波トランスデューサー素子 (t) を用いてもよい。

【 0 0 6 6 】

超音波エコー信号の受信時に使用しようとする行 (例 : アレイをなす全ての行、1 , 3 , 5 , ... 行、又は 2 , 4 , 6 , ... 行) 及び各行で使用しようとする超音波トランスデューサー素子 (t) の個数 (例 : 超音波トランスデューサーアレイを形成する各行で 5 個の素子又は 1 個の素子) の設定は、スキャンニング速度及びビームフォーミング性能と密接な関係がある。

すなわち、超音波エコー信号の受信時に使用しようとする行の個数や各行で使用しようとする超音波トランスデューサー素子 (t) の個数が少ないときは、スキャンニング速度は向上するが、ビームフォーミング性能が低下し、逆に、超音波エコー信号の受信時に使用しようとする行の個数や各行で使用しようとする超音波トランスデューサー素子 (t) の個数が多いときは、ビームフォーミング性能は向上するが、スキャンニング速度が低下する。

【 0 0 6 7 】

超音波エコー信号の受信時に使用しようとする行及び各行で使用しようとする超音波トランスデューサー素子 (t) の個数は、スキャンニング速度及びビームフォーミング性能を考慮して使用者が設定できるように、設定に必要な事項をグラフィックユーザインターフェース (graphical user interface) などを用いて表示部 (d) に表示する。

【 0 0 6 8 】

図 9 A に示す例では、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する全ての超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を送信し、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する全ての行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波エコー信号を受信するが、一つの行に配列された複数の超音波トランスデューサー素子の中で 5 個の素子のみを用いて超音波エコー信号を受信している。

このとき、各行で超音波エコー信号の受信時に使用される 5 個の素子は、送受信イベントが進行するにつれて右側方向に 1 列ずつ移動する。

【 0 0 6 9 】

一方、図 9 B に示す例では、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する全て

の超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を送信し、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する奇数行 1 行目, 3 行目, 5 行目, ... の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波エコー信号を受信するが、一つの行に配列された複数の超音波トランスデューサー素子の中で 5 個の素子のみを用いて超音波エコー信号を受信している。

このとき、各行で超音波エコー信号の受信時に使用される 5 個の素子は、送受信イベントが進行するにつれて右側方向に 2 列ずつ移動する。

【 0 0 7 0 】

図 9 A に示した 3 次元超音波スキャンニングのための超音波送信 / 受信方式と図 9 B に示した 3 次元超音波スキャンニングのための超音波送信 / 受信方式とを比較してみると、図 9 A に示した方式の方が、スキャンニング速度は遅いが、ビームフォーミング性能は高い。

10

【 0 0 7 1 】

図 9 C に示す例では、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する全ての超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を送信し、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する全ての行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波エコー信号を受信するが、一つの行に配列された複数の超音波トランスデューサー素子の中で一つの素子のみを用いて超音波エコー信号を受信している。

このとき、各行で超音波エコー信号の受信時に使用される一つの素子は、送受信イベントが進行するにつれて右側方向に 1 列ずつ移動する。

20

【 0 0 7 2 】

一方、図 9 D に示す例では、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する全ての超音波トランスデューサー素子 (t) を介して超音波を送信し、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する奇数行 1 行目, 3 行目, 5 行目, ... のうち一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を順次に用いて超音波エコー信号を受信するが、一つの行に配列された複数の超音波トランスデューサー素子 (t) の中の一つの素子のみを用いて超音波エコー信号を受信している。

このとき、各行で超音波エコー信号の受信時に使用される一つの素子は、送受信イベントが進行するにつれて右側方向に 2 列ずつ移動する。

【 0 0 7 3 】

図 9 C に示した 3 次元超音波スキャンニングのための超音波送信 / 受信方式と図 9 D に示した 3 次元超音波スキャンニングのための超音波送信 / 受信方式とを比較してみると、図 9 C に示した方式の方が、スキャンニング速度は遅いが、ビームフォーミング性能が高い。

30

【 0 0 7 4 】

図 1 0 は、本発明の一実施形態による超音波診断装置の制御を説明するための構成ブロック図である。

図 1 0 に示すように、超音波プローブ (p) は、超音波トランスデューサーアレイ (t a)、超音波送信部 (T)、送受信スイッチ部 1 4 0、及び超音波受信部 (R) を備える。

【 0 0 7 5 】

超音波トランスデューサーアレイ (t a) は、印加される電圧又は電流によって超音波を生成し、生成した超音波を対象体内部の少なくとも一つの目標部位 (t a r g e t s i t e) に送信し、対象体の少なくとも一つの目標部位から反射されたエコー超音波を受信して電氣的信号に変換する複数の超音波トランスデューサー素子 (t) を含む。

40

複数の超音波トランスデューサー素子 (t) が配列 (a r r a y) されてなる超音波トランスデューサーアレイ (t a) は、図 1 に示すように、超音波プローブ (p) の先端部に設けられる。また、超音波トランスデューサーアレイ (t a) は、図 1 0 に示すように、複数の超音波トランスデューサー素子 (t) が 2 次元的に、すなわち、平面的に配列される 2 次元超音波トランスデューサーアレイの形態とすることができる。

【 0 0 7 6 】

50

トランスデューサーとは、所定形態のエネルギーを他の形態のエネルギーに変換させる装置のことを意味する。

ここでの超音波トランスデューサーは、電気エネルギーと振動エネルギーとを相互変換させることができる。

そのため、超音波トランスデューサーは、超音波発生素子の機能も、超音波受信素子の機能も行うことができる。

【0077】

超音波トランスデューサーアレイ (t a) は、本体 (m) に設けられた制御部 110 の制御信号に応じて超音波トランスデューサーアレイ (t a) に印加するパルス信号又は交流電流によって振動することにより超音波を生成する。

生成した超音波は、対象体内部の目標部位に送信される。この場合、超音波トランスデューサーアレイ (t a) で生成された超音波は、対象体内部の複数の目標部位を焦点として送信してもよい。

すなわち、生成された超音波は、複数の目標部位にマルチフォーカシング (m u l t i - f o c u s i n g) して送信してもよい。

【0078】

超音波トランスデューサーアレイ (t a) で発生した超音波は、対象体内部の少なくとも一つの目標部位から反射して再び超音波トランスデューサーアレイ (t a) に帰還する。

超音波トランスデューサーアレイ (t a) は、少なくとも一つの目標部位から反射して帰還するエコー超音波を受信する。

エコー超音波が超音波トランスデューサーアレイ (t a) に到達すると、超音波トランスデューサーアレイ (t a) はエコー超音波の周波数に対応する所定の周波数で振動しながら、超音波トランスデューサーアレイ (t a) の振動周波数に対応する周波数の交流電流を出力する。これによって、超音波トランスデューサーアレイ (t a) は、受信したエコー超音波を所定の電氣的信号に変換することが可能になる。

【0079】

それぞれの超音波トランスデューサー素子 (t) は、外部からの超音波を受信して電氣的信号を出力するため、超音波トランスデューサーアレイ (t a) は、複数チャンネルの電氣的信号を出力するようにすればよい。

このとき、チャンネルの個数は、超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する超音波トランスデューサー素子 (t) の個数と同一である。

【0080】

超音波トランスデューサー素子 (t) は、圧電振動子や薄膜を含み得る。

仮に、外部の電源供給装置や内部の蓄電装置、例えば、バッテリーなどのような電源 (図示せず) から交流電流が超音波トランスデューサー素子 (t) の圧電振動子や薄膜に印加されると、印加された交流電流によって圧電振動子や薄膜などが所定の周波数で振動し、振動する周波数に応じて所定周波数の超音波が生成される。

逆に、所定周波数のエコー超音波が圧電振動子や薄膜に到達すると、圧電振動子や薄膜はエコー超音波によって振動する。

この時、圧電振動子や薄膜は振動周波数に対応する周波数の交流電流を出力する。

【0081】

ここで、超音波トランスデューサーとしては、例えば、磁性体の磁歪効果を用いる磁歪超音波トランスデューサー (M a g n e t o s t r i c t i v e U l t r a s o n i c T r a n s d u c e r) 、圧電物質の圧電効果を用いる圧電超音波トランスデューサー (P i e z o e l e c t r i c U l t r a s o n i c T r a n s d u c e r) 、及び微加工された数百又は数千個の薄膜の振動を用いて超音波を送受信する静電容量型微加工超音波トランスデューサー (C a p a c i t i v e M i c r o m a c h i n e d U l t r a s o n i c T r a n s d u c e r ; c M U T) などを用いることができる。

これに限定されず、電氣的信号によって超音波を生成したり、又は超音波によって電気

10

20

30

40

50

的信号を生成できる他の種類のトランスデューサーを用いてもよい。

【0082】

超音波送信部(T)は、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を介して対象体内の目標部位に超音波信号を送信する構成部であり、送信ビームフォーミング部120及び送信信号生成部130を備える。

【0083】

送信ビームフォーミング部120は、制御部110の制御信号によって送信ビームを形成して送信信号生成部130に出力する。

ここで、送信ビームフォーミングとは、複数個のトランスデューサー素子(t)を用いて信号を送信する際に重畳(superposition)させる方式を用いて信号の強度を強くすることをいう。

送信ビームフォーミング部120は、制御部110によって算出された2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成するそれぞれの超音波トランスデューサー素子(t)に対する時間遅延値に基づいて送信ビームを形成し、形成された送信ビームを送信信号生成部130に伝送する。

【0084】

送信信号生成部130は、送信ビームフォーミング部120で形成された送信ビームを用いて超音波送信信号を生成する。

さらにいうと、送信信号生成部130は、超音波プローブ(p)を介して対象体に送信する送信パルスを生成する。

例えば、送信信号生成部130は、超音波送信パルスを生成する超音波送信パルサー(pulsar)(波形生成器)であってよい。

【0085】

送受信スイッチ部140は、制御部110から伝送された制御信号(送信制御信号又は受信制御信号)に応じて、送信信号生成部130で生成された超音波送信パルスを超音波プローブ(p)における超音波トランスデューサーアレイ(ta)に伝送したり、超音波トランスデューサーアレイ(ta)から受信した超音波エコー信号を超音波受信部(R)側に伝送するようにスイッチングする。

【0086】

超音波受信部(R)は、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)から受信した超音波エコー信号(対象体内の目標部位に送信されて目標部位の表面から反射された超音波信号)に対する所定の処理作業を行う構成部であり、マルチプレクサ150、受信信号処理部160、及び受信ビームフォーミング部170を備える。

【0087】

マルチプレクサ150は、複数の入力線の中から一つを選択して単一出力線に接続する組合回路である。

2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する複数の行(横配列、rows)がそれぞれ受信した超音波エコー信号をマルチプレクサ150の入力信号とすると、マルチプレクサ150は、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する複数の行がそれぞれ受信した超音波エコー信号の中からいずれか1行が受信した超音波エコー信号のみを選択して受信信号処理部160に出力する。

マルチプレクサ150は、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する複数の行から入力される信号のいずれか1行から入力される信号のみを選択して出力するため、行選択器(row selector)としての役割を担う。

【0088】

受信信号処理部160は、超音波プローブ(p)における超音波トランスデューサーアレイ(ta)から受信した超音波エコー信号に対して所定の処理作業を行う。

例えば、受信信号処理部160は、超音波トランスデューサーアレイ(ta)から受信したアナログ信号に対して雑音を減少させる低雑音増幅器(low noise amplifier; LNA)(図示せず)、及び入力された信号に対し利得(gain)値を

10

20

30

40

50

制御する可変利得増幅器 (variable gain amplifier; VGA) (図示せず)を備えることができる。

このとき、可変利得増幅器は、集束点との距離による利得を補償するTGC (Time Gain compensation)であればよいが、これに限定されない。

【0089】

受信ビームフォーミング部170は、超音波トランスデューサーアレイ (t a) から伝達される複数チャンネルの超音波信号、すなわち、超音波エコー信号に基づいてビームフォーミングを行う。

ここで、受信ビームフォーミングとは、複数個のトランスデューサー素子 (t) を用いて信号を受信する際に、重畳させる方式を用いて信号の強度を強くすることをいう。

すなわち、受信ビームフォーミングは、複数のチャンネルで入力される複数の受信信号を集束して対象体 (o b) の内部に対する適切な超音波画像を取得できるようにする。

受信ビームフォーミング部170は、制御部110によって算出された2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成するそれぞれの超音波トランスデューサー素子 (t) に対する時間遅延値に基づいて受信集束ビームを形成し、形成された受信集束ビームを本体 (m) における画像処理部180に伝送する。

【0090】

一方、本体 (m) は、図10に示すように、制御部110、画像処理部180、入力部 (i)、及び表示部 (d) を備える。

【0091】

制御部110は、本体 (m) の全般的な動作を制御する。

具体的には、制御部110は、本体 (m) の各構成要素、一例として、図10に示した、超音波送信部 (T)、送受信スイッチ部140、超音波受信部 (R)、画像処理部180、及び表示部 (d) などに関する所定の制御信号を生成して、本体 (m) の各構成要素の動作を制御する。

【0092】

特に、制御部110は、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する複数の超音波トランスデューサー素子 (t) に対する遅延プロファイル (d e l a y p r o f i l e) を算出し、算出された遅延プロファイルに基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) 内に含まれる複数の超音波トランスデューサー素子 (t) と対象体の集束点 (f o c a l p o i n t) との距離差による時間遅延値を算出し、算出された時間遅延値によって送受信ビームが形成され、これによって送受信信号が生成されるように制御する。

【0093】

また、制御部110は、あらかじめ定められた設定によって、又は、別の入力部 (i) から入力される使用者の指示又は命令によって、本体 (m) の各構成要素に対する所定の制御命令を生成して超音波診断装置100を制御することができる。

【0094】

画像処理部180は、受信ビームフォーミング部170によって集束された (ビームフォーミングされた) 超音波信号に基づいて、対象体内の目標部位に対する3次元超音波画像を生成する構成部であり、画像形成部181、信号処理部182、スキャンコンバータ183、保存部184、及びボリュームレンダリング部185を備える。

【0095】

画像形成部181は、受信ビームフォーミング部170によって集束された (ビームフォーミングされた) 超音波信号に基づいて、対象体内の目標部位に対するコヒーレント (c o h e r e n t) 2次元画像又は3次元 (ボリューム) 画像を生成する。

【0096】

信号処理部182は、画像形成部181によって生成されたコヒーレント画像情報を、「B - モード」や「ドップラーモード」などの診断モードによる超音波画像情報に変換する。

10

20

30

40

50

例えば、信号処理部 182 は、診断モードが「B - モード」に設定されている場合は、A / D 変換処理などの処理を行って、「B - モード」画像用の超音波画像情報をリアルタイムで作成する。

また、信号処理部 182 は、撮影モードが「D - モード（ドップラーモード）」に設定されている場合は、超音波エコー信号から位相変化情報を抽出し、速度、パワー、分散のような撮影断面の各点に対応する流れ（血流など）の情報を算出して、「D - モード」画像用の超音波画像情報をリアルタイムで作成する。

【0097】

スキャンコンバータ 183 は、信号処理部 182 から入力される変換された超音波画像情報、又は保存部 184 に保存されている変換された超音波画像情報を表示部（モニター）（d）用の一般ビデオ信号に変換（画面フォーマットにフォーマット変換）してボリュームレンダリング部 185 に伝送する。

10

【0098】

保存部 184 は、信号処理部 182 によって変換された超音波画像情報を一時的又は非一時的に保存する。

【0099】

ボリュームレンダリング部 185 は、スキャンコンバータ 183 から伝送されたビデオ信号に基づいてボリュームレンダリングを行い、レンダリングされた画像情報を補正して最終的な結果画像を生成した後、生成された結果画像を表示部（d）に伝送する。

【0100】

入力部（i）は、使用者が超音波診断装置 100 の動作に関する命令を入力するための構成部である。

20

使用者は、入力部（i）を介して、超音波診断開始命令、「A - モード」（Amplitude mode）、「B - モード」（Brightness mode）、「カラーモード」（Color mode）、「D - モード」（Doppler mode）、及び「M - モード」（Motion mode）などの診断モード選択命令、関心領域（region of interest；ROI）の大きさ及び位置を含む関心領域（ROI）設定情報、及び 2 次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）内で超音波エコー信号の受信時に使用しようとする行（例：アレイをなす全ての行、1, 3, 5, ... 行、又は 2, 4, 6, ... 行）、各行で使用しようとする超音波トランスデューサー素子の個数（例：超音波トランスデューサーアレイをなす各行において 5 個の素子又は 1 個の素子）に関する情報などを入力、設定することができる。

30

ここで、入力部（i）には、例えば、キーボード、マウス、トラックボール（track ball）、タブレット（tablet）又はタッチスクリーンモジュールなどのように、使用者がデータ、指示や命令を入力できる様々な手段を適用することができる。

【0101】

表示部（d）は、超音波診断に必要なメニューや案内事項及び超音波診断工程で取得した超音波画像などを表示する。

表示部（d）は、画像処理部 180 で生成された対象体内の目標部位に対する超音波画像を表示することができる。

40

表示部（d）に表示される超音波画像は、「A - モード」の超音波画像や「B - モード」の超音波画像であってもよく、3 次元立体超音波画像であってもよい。

ここで、表示部（d）は、例えば、ブラウン管（Cathod Ray Tube；CRT）、液晶表示装置（Liquid Crystal Display；LCD）などによって具現することができる。

【0102】

図 11 は、本発明の一実施形態による超音波診断装置の制御方法を説明するためのフローチャートである。

まず、本体（m）における制御部 110 は、入力部（i）から、超音波診断開始命令、2 次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）内で超音波エコー信号の受信時に使用し

50

ようとする行（例：アレイをなす全ての行、1, 3, 5, ...行、又は2, 4, 6, ...行）及び各行で使用しようとする超音波トランスデューサー素子の個数（例：超音波トランスデューサーアレイをなす各行において5個の素子又は1個の素子）に関する情報、及び関心領域ROI設定情報を取得する（ステップS210）。

関心領域設定情報は、基準断面画像に設定される関心領域の位置及び大きさを含む。ここで、基準断面画像とは、超音波信号を送受信する超音波プローブ（p）と対象体との接触面に垂直な断面の画像を指す。

【0103】

次に、制御部110は、超音波信号を送信するために、2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）を形成する複数の超音波トランスデューサー素子（t）に対する遅延プロファイルを算出する（ステップS220）。

また、制御部110は、算出された遅延プロファイルに基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）内に含まれた複数の超音波トランスデューサー素子（t）と対象体の集束点との距離差による時間遅延値を算出し、算出された時間遅延値を超音波プローブ（p）における送信ビームフォーミング部120に伝送する。

図3及び図7に示した方式のように、デフォーカスされた平面波を送信する場合は、遅延プロファイル及び時間遅延値を算出する必要がないため、ステップS220を省略することができる。

【0104】

次に、制御部110は、送信ビームフォーミング部120及び送信信号生成部130に制御信号を送り、2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）が対象体（ob）に向かって超音波信号を送信するように制御する（ステップS230）。

この時、制御部110は、図3及び図4に示したように、2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）を形成する全ての超音波トランスデューサー素子（t）を用いて超音波信号を送信するように制御してもよく、図5～図8に示したように、2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）を形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子（t）を順次に用いて超音波信号を送信するように制御してもよい。

【0105】

次に、制御部110は、入力部（i）から受信した2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）内で超音波エコー信号の受信時に使用しようとする行、及び各行で使用しようとする超音波トランスデューサー素子の個数に関する情報に基づいて、2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）内に配列された複数の超音波トランスデューサー素子（t）のうち、超音波エコー信号の受信時に活性化しようとする素子、すなわち、活性受信素子を選択する（ステップS240）。

制御部110は、選択した超音波トランスデューサー素子を活性化するための制御信号を生成してマルチプレクサ150に伝送する。

【0106】

次に、選択された活性受信素子を介して超音波エコー信号を受信する（ステップS250）。

受信した超音波エコー信号は、受信信号処理部160で所定の処理作業後に受信ビームフォーミング部170に伝送される。

【0107】

次に、受信ビームフォーミング部170は、2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）を形成する複数の行の内の一つの行に配列された超音波トランスデューサー素子（t）を順次に用いて受信した超音波エコー信号に基づいて横方向に受信ビームフォーミングを行う（ステップS260）。

すなわち、受信ビームフォーミング部170は、2次元超音波トランスデューサーアレイ（ta）を形成する各行に配列された超音波トランスデューサー素子（t）を介して受信した超音波エコー信号を用いて横方向への動的受信集束を行うことによって、2次元超

10

20

30

40

50

音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する各行に対応する横方向の平面 (P 1 ~ P M) を取得する。

【 0 1 0 8 】

続いて、受信ビームフォーミング部 1 7 0 は、縦方向に配列されて一つの列 (c o l u m n) をなす M 個の超音波トランスデューサー素子 (t) を構成し、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する各行別に順次に受信した超音波エコー信号を利用して縦方向に受信ビームフォーミングを行う (ステップ S 2 7 0) 。

すなわち、受信ビームフォーミング部 1 7 0 は、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成するそれぞれの行 (r 1 、 r 2 、 ... 、 r M) から順次に受信された超音波エコー信号を、縦方向に配列され一つの列をなすそれぞれの超音波トランスデューサー素子に対応する位置に順次に保存して縦方向のフルアパーチャを構成し、これを用いて縦方向に対する動的受信集束又は合成口径集束を行うことによって、縦方向の平面 (L o n g i t u d i n a l P l a n e) (P _L) を取得する。

10

【 0 1 0 9 】

複数回の送受信イベントが全て完了すると、受信ビームフォーミング部 1 7 0 は、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する各行に配列された超音波トランスデューサー素子を介して受信した超音波エコー信号を動的受信集束して生成した横方向の平面 (P 1 、 P 2 、 ... 、 P M) 、及び各行別に順次に受信した超音波エコー信号を利用して形成した縦方向への超音波エコー信号 (縦方向のフルアパーチャ) に基づいて縦方向に対して動的受信集束又は合成口径集束して生成された縦方向の平面 (P _L) を用いて、関心領域に対する3次元 (ボリューム) ビームフォーミングを行う。

20

受信ビームフォーミング部 1 7 0 は、3次元ビームフォーミングされた超音波信号を画像形成部 1 8 1 に伝送する。

【 0 1 1 0 】

次に、画像形成部 1 8 1 は、受信ビームフォーミング部 1 7 0 によって集束された (ビームフォーミングされた) 超音波信号に基づいて関心領域 R O I に対するコヒーレント3次元 (ボリューム) 画像を形成する (ステップ S 2 8 0) 。

画像形成部 1 8 1 は、形成された3次元 (ボリューム) 画像を信号処理部 1 8 2 に伝送する。

30

【 0 1 1 1 】

次に、信号処理部 1 8 2 は、画像形成部 1 8 1 から伝達された3次元 (ボリューム) 画像情報に対する画像処理を行い、ボリュームレンダリング部 1 8 5 は、画像処理及びフォーマット変換の行われた3次元画像情報に基づいてボリュームレンダリングを行う (ステップ S 2 9 0) 。

ボリュームレンダリング部 1 8 5 は、レンダリングされた画像情報を補正して最終的な結果画像を生成した後、生成された結果画像を表示部 (d) に伝送する。

【 0 1 1 2 】

次に、ボリュームレンダリング部 1 8 5 によって生成された関心領域に対する3次元超音波画像ボリュームレンダリングされた画像は、制御部 1 1 0 の制御信号によって表示部 (d) で表示する (ステップ S 3 0 0) 。

40

【 0 1 1 3 】

開示した発明では、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する全ての超音波トランスデューサー素子 (t) 又は2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を形成する複数の行の内の一つ以上の行に配列された超音波トランスデューサー素子 (t) を用いて超音波信号を送信し、2次元トランスデューサーアレイ (t a) を形成する複数の行の内の一つの行に配列された一つ以上の超音波トランスデューサー素子 (t) を用いて超音波エコー信号を受信する。

これによって、開示した発明は、2次元超音波トランスデューサーアレイ (t a) を用いる場合にも、1次元超音波トランスデューサーアレイを用いる場合と同一のシステムチャンネル数を維持するため、超音波プローブ (p) とシステム本体間の接続ケーブルの数を

50

増加させないとともに、ボリュームビームフォーミング時に超音波画像の解像度を極大化することが可能になる。

【0114】

上述した実施形態では、超音波信号の送信時に、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する全ての超音波トランスデューサー素子(t)又は2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する複数の行の内の一つ以上の行に配列された超音波トランスデューサー素子(t)から超音波信号の送信が可能となるように超音波トランスデューサー素子(t)とシステムチャンネルとを接続し、超音波エコー信号の受信時には、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する複数の行の内の一つの行ずつスイッチングして超音波エコー信号を受信するように制御することによって、受信チャンネル数を減らし、且つボリューム画像の解像度を向上させる方式について説明した。

10

【0115】

一方、ボリュームレート(volume rate)を増加させるには、超音波信号の送信時に、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する複数の行の内の一つの行ずつスイッチングして超音波信号を送信するように制御し、超音波信号の受信時に、2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する全ての超音波トランスデューサー素子(t)又は2次元超音波トランスデューサーアレイ(ta)を形成する複数の行の内の一つ以上の行に配列された超音波トランスデューサー素子(t)が超音波エコー信号を受信するようにしてもよい。

20

【0116】

尚、本発明は、上述の実施形態に限られるものではない。本発明の技術的範囲から逸脱しない範囲内で多様に変更実施することが可能である。

【符号の説明】

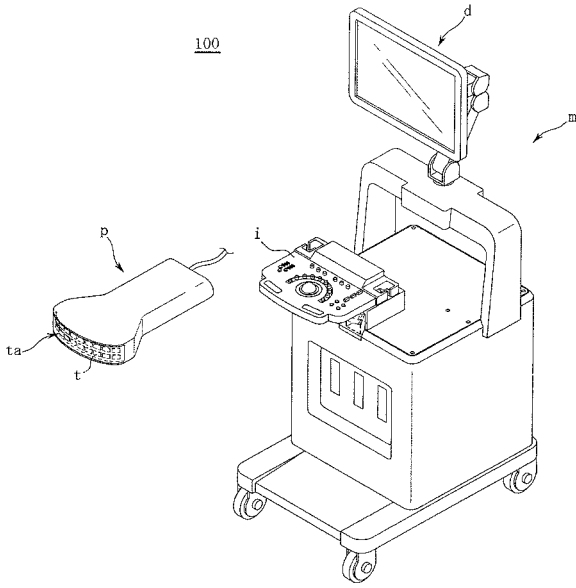
【0117】

- 100 超音波診断装置
- 110 制御部
- 120 送信ビームフォーミング部
- 130 送信信号生成部
- 140 送受信スイッチ部
- 150 マルチプレクサ
- 160 受信信号処理部
- 170 受信ビームフォーミング部
- 180 画像処理部
- 181 画像形成部
- 182 信号処理部
- 183 スキャンコンバータ
- 184 保存部
- 185 ボリュームレンダリング部
- d 表示部
- i 入力部
- m 本体
- p 超音波プローブ
- R 超音波受信部
- T 超音波送信部
- t 超音波トランスデューサー素子
- ta 超音波トランスデューサーアレイ

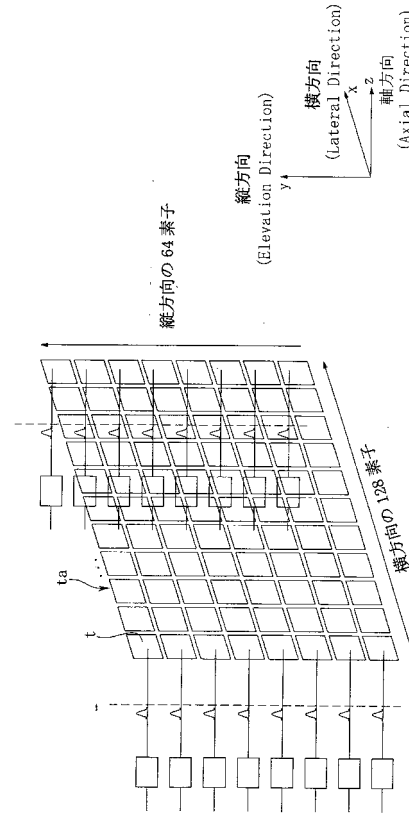
30

40

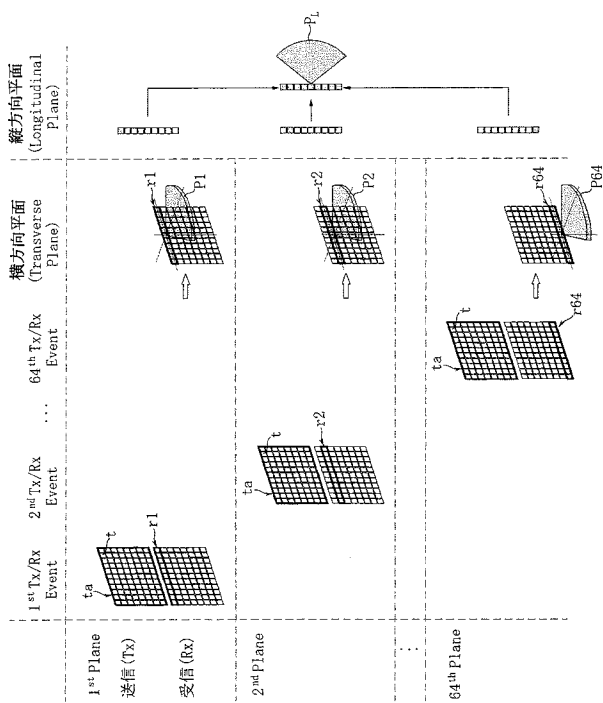
【 図 1 】



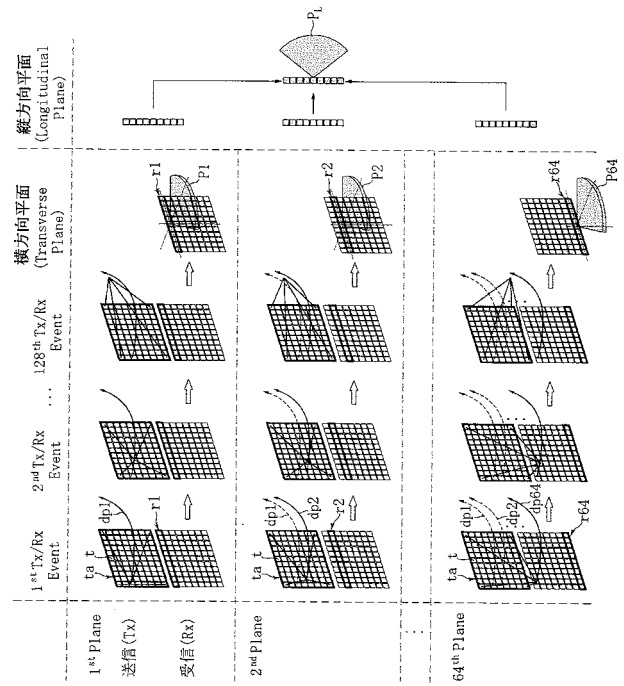
【 図 2 】



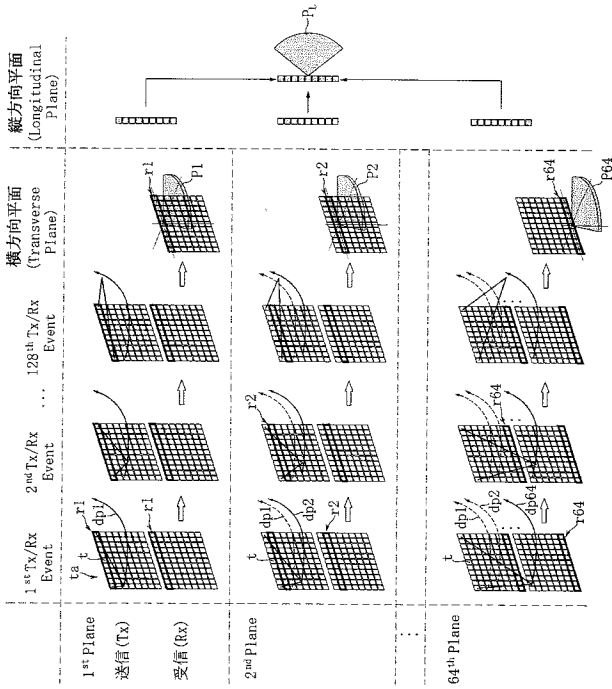
【 図 3 】



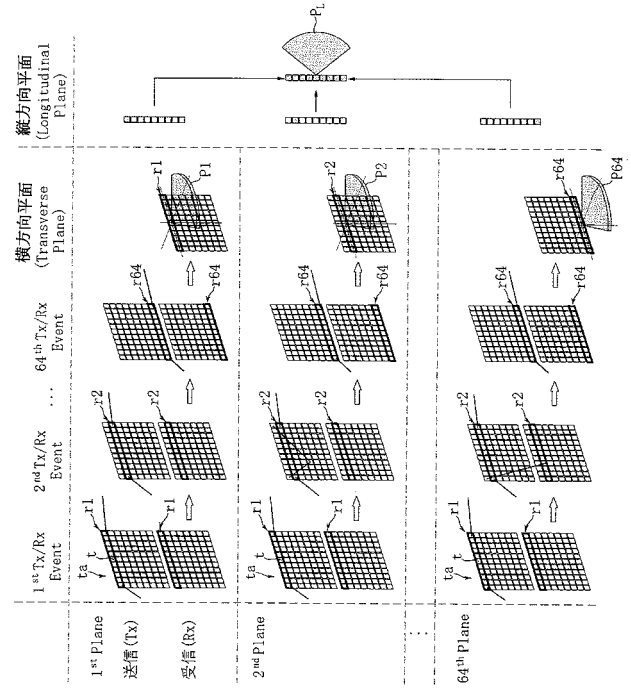
【 図 4 】



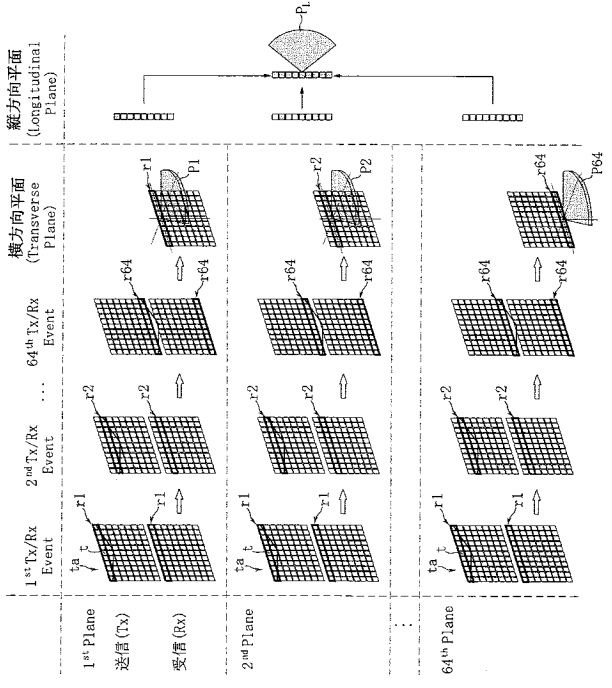
【 図 5 】



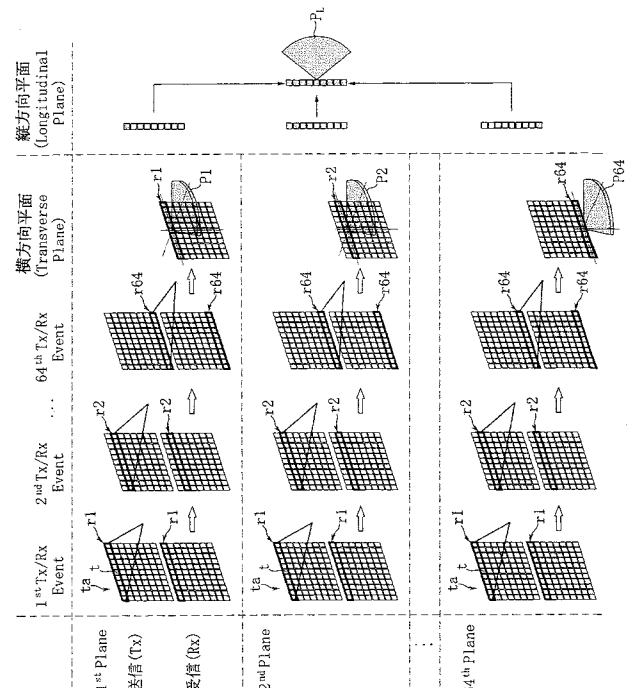
【 図 6 】



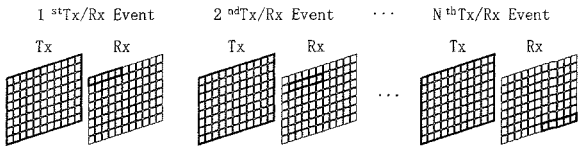
【 図 7 】



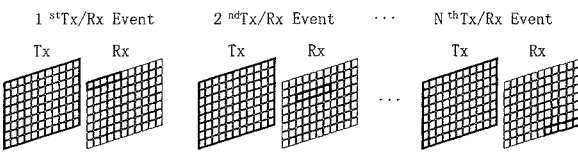
【 図 8 】



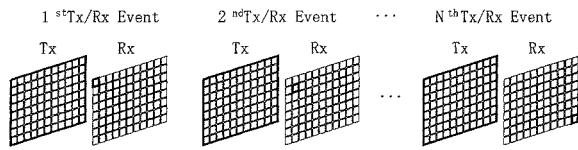
【図9A】



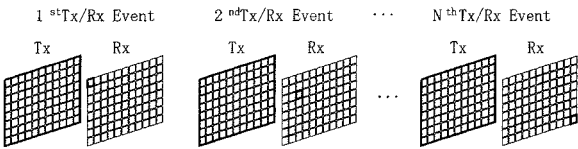
【図9B】



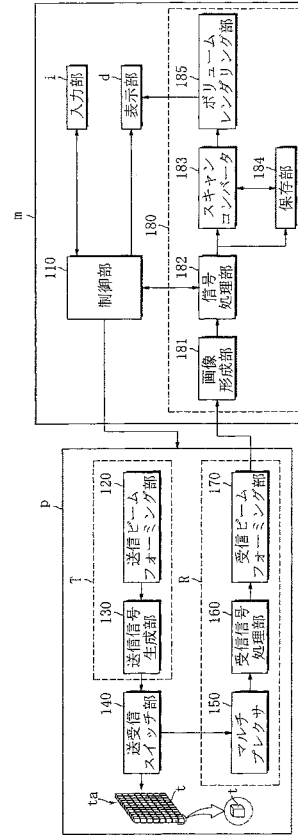
【図9C】



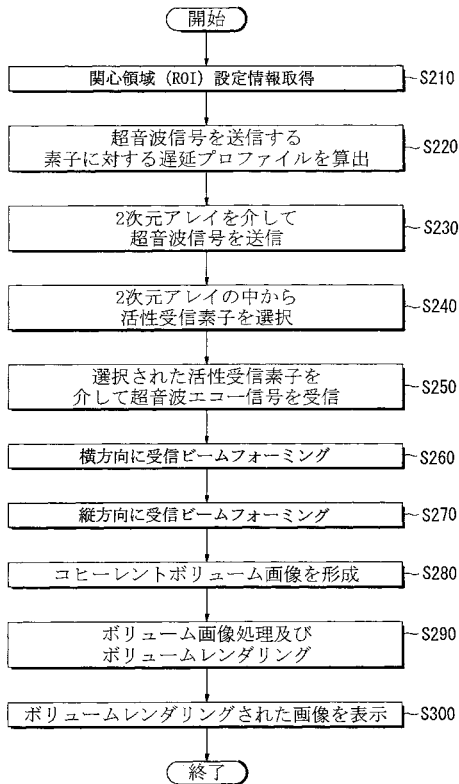
【図9D】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 金 永 一

大韓民国 京畿道 水原市 長安区 泉川洞 554 チョンチョン - レミアンアパート #104-1303

(72)発明者 宋 宗 根

大韓民国 京畿道 龍仁市 水枝区 竹田洞 コツメマウルヒョンダイホームタウン4次アパート #437-304

(72)発明者 李 承 憲

大韓民国 京畿道 城南市 盆唐区 九美洞 12 カッチマウルクンヨンビレ #508-401

(72)発明者 趙 庚 一

大韓民国 ソウル特別市 松坡区 五輪洞 オリンピック - ソンスウチョンアパート #229-5002

Fターム(参考) 4C601 BB03 EE01 EE07 EE12 GB06 HH38 JC29

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 超声波诊断装置及其控制方法 | | |
| 公开(公告)号 | JP2015112496A | 公开(公告)日 | 2015-06-22 |
| 申请号 | JP2014251945 | 申请日 | 2014-12-12 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 三星电子株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 三星电子株式会社 | | |
| [标]发明人 | 金培ヒョン 金永一 宋宗根 李承憲 趙庚一 | | |
| 发明人 | 金培ヒョン 金永一 宋宗根 李承憲 趙庚一 | | |
| IPC分类号 | A61B8/14 | | |
| CPC分类号 | A61B8/4483 G01S7/52047 G01S7/52085 G01S15/8925 G01S15/8927 G01S15/8993 G01S15/8997 A61B8/145 A61B8/4494 A61B8/483 A61B8/54 G10K11/346 | | |
| FI分类号 | A61B8/14 | | |
| F-TERM分类号 | 4C601/BB03 4C601/EE01 4C601/EE07 4C601/EE12 4C601/GB06 4C601/HH38 4C601/JC29 | | |
| 优先权 | 1020130154977 2013-12-12 KR | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波诊断设备及其控制方法，该超声波诊断设备在使用二维超声波换能器阵列生成三维超声波图像时能够提高图像分辨率和扫描速度。根据本发明的超声诊断设备包括：二维超声换能器阵列，所有二维超声换能器阵列，在该二维超声换能器阵列中，多个超声换能器元件在平面内以矩阵形式布置。控制超声换能器元件以发送超声信号，并且依次布置布置在形成二维超声换能器阵列的多行之一中的超声换能器元件。控制单元，用于控制接收超声回波信号。[选择图]图11

