

(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2012-66051

(P2012-66051A)

(43) 公開日 平成24年4月5日(2012.4.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/26 (2006.01)	G 0 1 N 29/26 5 0 3	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-150107 (P2011-150107)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成23年7月6日 (2011.7.6)		株式会社東芝
(31) 優先権主張番号	12/888,276		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(32) 優先日	平成22年9月22日 (2010.9.22)	(71) 出願人	594164542
(33) 優先権主張国	米国 (US)		東芝メディカルシステムズ株式会社
			栃木県大田原市下石上1385番地
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100159651
			弁理士 高倉 成男
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波撮像方法及び超音波プローブ

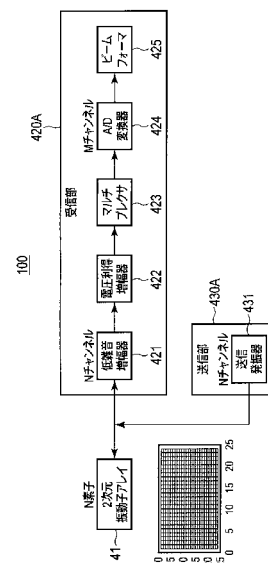
(57) 【要約】

【課題】 超音波検査のワークフローの改善。

【解決手段】 2次元振動子アレイ41は、被検体に向けて超音波パルスを送信するための複数の送信素子と、前記被検体からの超音波エコーを受信して前記受信された超音波エコーを前記第1の個数のチャンネル信号に変換するための第1の個数の受信素子とを有する。前処理部421、422は、第1の個数のチャンネル信号を前処理し、第1の個数の前処理されたチャンネル信号を発生する。接続切替部423は、第1の個数の前処理されたチャンネル信号を、第1の個数よりも少ない第2の個数の出力チャンネル信号に統合する。

【選択図】 図4

図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

振動子アレイに含まれる複数の送信素子から被検体に向けて超音波パルスを送信し、
前記被検体からの超音波エコーを、前記振動子アレイに含まれる第 1 の個数の受信素子により受信することであって、前記受信された超音波エコーは、前記第 1 の個数のチャンネル信号に変換され、

前記第 1 の個数のチャンネル信号から前記第 1 の個数の前処理されたチャンネル信号を発生するために、前記第 1 の個数のチャンネル信号を前処理し、

前記第 1 の個数の前処理されたチャンネル信号を、前記第 1 の個数よりも少ない第 2 の個数の出力チャンネル信号に統合すること、

を具備する超音波撮像方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 の個数は、前記振動子アレイに含まれる全ての受信素子の個数である、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

【請求項 3】

前記第 1 の個数は、前記振動子アレイに含まれる全ての受信素子の個数よりも少ない、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

【請求項 4】

前記統合することは、前記第 2 の個数と前記振動子アレイにおける前記受信素子の配置との組み合わせに応じて変更可能である、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

20

【請求項 5】

前記前処理することは、前記第 1 の個数のチャンネル信号に低雑音増幅を施すこと、をさらに備える、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

【請求項 6】

前記前処理することは、前記第 1 の個数のチャンネル信号に電圧利得増幅を施すこと、をさらに備える、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

【請求項 7】

前記前処理することは、前記第 1 の個数のチャンネル信号に低雑音増幅と電圧利得増幅とを施すこと、をさらに備える、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

【請求項 8】

前記第 2 の個数の出力チャンネル信号をデジタル信号に変換し、

前記デジタル信号に基づいて超音波受信ビームを形成する、

ことをさらに備える、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

30

【請求項 9】

前記変換することに関する分解能は、前記第 2 の個数と前記第 1 の個数との比率に応じて決定される、請求項 8 記載の超音波撮像方法。

【請求項 10】

前記統合することは、所望の超音波ビームに沿う信号の忠実度を最適化するために実行される、請求項 1 記載の超音波撮像方法。

【請求項 11】

被検体に向けて超音波パルスを送信するための複数の送信素子と、前記被検体からの超音波エコーを受信して前記受信された超音波エコーを前記第 1 の個数のチャンネル信号に変換するための第 1 の個数の受信素子とを有する振動子アレイと、

前記第 1 の個数のチャンネル信号を前処理し、前記第 1 の個数の前処理されたチャンネル信号を発生する前処理部と、

前記第 1 の個数の前処理されたチャンネル信号を、前記第 1 の個数よりも少ない第 2 の個数の出力チャンネル信号に統合する接続切替え部と、

を具備する超音波プローブ。

40

【請求項 12】

前記第 1 の個数は、前記振動子アレイに含まれる全ての受信素子の個数である、請求項

50

1 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 3】

前記第 1 の個数は、前記振動子アレイに含まれる全ての受信素子の個数よりも少ない、請求項 1 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 4】

前記接続切替え部は、前記第 2 の個数と前記振動子アレイにおける前記受信素子の配置との組み合わせに応じて変更可能である、請求項 1 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 5】

前記前処理部は、前記第 1 の個数のチャンネル信号に低雑音増幅を施す低雑音増幅器を有する、請求項 1 1 記載の超音波プローブ。

10

【請求項 1 6】

前記前処理部は、前記第 1 の個数のチャンネル信号に電圧利得増幅を施す電圧利得増幅器をさらに有する、請求項 1 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 7】

前記前処理部は、
前記第 1 の個数のチャンネル信号に低雑音増幅を施す低雑音増幅器と、
前記低雑音増幅を施されたチャンネル信号に電圧利得増幅を施す電圧利得増幅器と、を有する、
請求項 1 1 記載の超音波プローブ。

20

【請求項 1 8】

前記接続切替え部に接続され、前記接続切替え部からの前記第 2 の個数の出力チャンネル信号をデジタル信号に変換する A / D 変換器と、
前記 A / D 変換器に接続され、前記 A / D 変換器からのデジタル信号に基づいて超音波受信ビームを形成するビームフォーマと、をさらに備える、
請求項 1 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 9】

前記 A / D 変換器のダイナミックレンジは、前記第 2 の個数と前記第 1 の個数との比率に応じて決定される、請求項 1 8 記載の超音波プローブ。

【請求項 2 0】

前記接続切替え部は、所望の超音波ビームに沿う信号の忠実度を最適化するために実行される、請求項 1 1 記載の超音波プローブ。

30

【請求項 2 1】

被検体に向けて超音波パルスを送信するための複数の送信素子と、前記被検体からの超音波エコーを受信して前記受信された超音波エコーを前記第 1 の個数のチャンネル信号に変換するための第 1 の個数の受信素子とを有する振動子アレイと、

前記振動子アレイに接続され、前記第 1 の個数のチャンネル信号を前処理し、前記第 1 の個数の前処理されたチャンネル信号を発生する前処理部と、

前記前処理部に接続され、前記第 1 の個数の前処理されたチャンネル信号を、前記第 1 の個数よりも少ない第 2 の個数の出力チャンネル信号に統合する接続切替え部と、

前記接続切替え部に接続され、前記接続切替え部からの前記第 2 の個数の出力チャンネル信号をデジタル信号に変換する部であって、前記第 2 の個数と前記第 1 の個数との比率に応じてダイナミックレンジが決定される A / D 変換部と、

40

を具備する超音波プローブ。

【請求項 2 2】

被検体に向けて超音波パルスを送信するための複数の送信素子と、前記被検体からの超音波エコーを受信して前記受信された超音波エコーを前記第 1 の個数のチャンネル信号に変換するための第 1 の個数の受信素子とを有する振動子アレイと、

前記振動子アレイに接続され、前記第 1 の個数のチャンネル信号を、前記第 1 の個数よりも少ない第 2 の個数の出力チャンネル信号に統合する接続切替え部と、

前記接続切替え部に接続され、前記接続切替え部からの前記第 2 の個数の出力チャンネ

50

ル信号をデジタル信号に変換する部であって、前記第 2 の個数と前記第 1 の個数との比率に応じてダイナミックレンジが決定される A / D 変換部と、

を具備する超音波プローブ。

【請求項 2 3】

振動子アレイに含まれる複数の送信素子から被検体に向けて超音波パルスを送信し、
前記被検体からの超音波エコーを、前記振動子アレイに含まれる第 1 の個数の受信素子により受信することであって、前記受信された超音波エコーは、前記第 1 の個数のチャンネル信号に変換され、

前記第 1 の個数のチャンネル信号から前記第 1 の個数の前処理されたチャンネル信号を発生するために、前記第 1 の個数のチャンネル信号を前処理し、

前記第 1 の個数の前処理されたチャンネル信号を、前記第 1 の個数よりも少ない第 2 の個数の出力チャンネル信号に統合し、

前記第 2 の個数の出力チャンネル信号をデジタル信号に変換することであって、前記第 2 の個数と前記第 1 の個数との比率に応じてダイナミックレンジが決定される、

を具備する超音波撮像方法。

【請求項 2 4】

振動子アレイに含まれる複数の送信素子から被検体に向けて超音波パルスを送信し、
前記被検体からの超音波エコーを、前記振動子アレイに含まれる第 1 の個数の受信素子により受信することであって、前記受信された超音波エコーは、前記第 1 の個数のチャンネル信号に変換され、

前記第 1 の個数のチャンネル信号を、前記第 1 の個数よりも少ない第 2 の個数の出力チャンネル信号に統合し、

前記第 2 の個数の出力チャンネル信号をデジタル信号に変換し、

前記デジタル信号に基づいて超音波受信ビームに関するデジタル信号を生成すること、
を具備する超音波撮像方法。

【請求項 2 5】

被検体に向けて超音波パルスを送信するための複数の送信素子と、前記被検体からの超音波エコーを受信して前記受信された超音波エコーを前記第 1 の個数のチャンネル信号に変換するための第 1 の個数の受信素子とを有する振動子アレイと、

前記第 1 の個数のチャンネル信号を、前記第 1 の個数よりも少ない第 2 の個数の出力チャンネル信号に統合する接続切替え部と、

前記第 2 の個数の出力チャンネル信号をデジタル信号に変換する A / D 変換部と、

前記デジタル信号に基づいて超音波受信ビームに関するデジタル信号を生成するビームフォーマと、

を具備する超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、超音波撮像方法及び超音波プローブに関する。

【背景技術】

【0002】

図 1 は、従来例に係る超音波診断装置の構成を示す図である。図 1 に示すように、従来例に係る超音波診断装置は、システム装置 10、ケーブル 30、及び超音波プローブ 40 を有している。超音波プローブ 40 は、ケーブル 30 を介してシステム装置 10 に接続されている。システム装置 10 は、被検体中の関心領域への超音波パルスの送信と被検体により反射された超音波エコーの受信とのために、超音波プローブ 40 内の振動子アレイ 41 を制御する。振動子アレイ 41 は、例えば、2 次元配列である。システム装置 10 は、関心領域に関する超音波画像の表示のような後処理のために、リアルタイムで超音波エコーを受信する。

【0003】

10

20

30

40

50

振動子アレイ 41 は、複数の振動子を有している。複数の振動子は、超音波パルスを送信するためのチャンネルと超音波エコーを受信するためのチャンネルとに区分されている。2次元撮像データを収集する場合、チャンネル数は、典型的には、64から256までの範囲の数に設定されている。3次元撮像データを収集する場合、チャンネル数は、典型的には、1000以上が要求されている。リアルタイム撮像のため、超音波プローブ 40 は、大量のエコーデータをケーブル 30 を介してシステム装置 10 に供給している。

【0004】

超音波診断装置の臨床における有用性を高めるため、4次元撮像の検査時間を縮小することが求められている。他の画像診断装置と比較して、ユーザは、比較的長時間に亘って超音波診断装置を操作することが要求され、被検体は、比較的長時間に亘って拘束されることが要求される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第7,280,435号明細書

【特許文献2】米国特許第5,832,923号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

目的は、超音波検査のワークフローの改善を実現する超音波撮像方法及び超音波プローブを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本実施形態に係る超音波プローブは、被検体に向けて超音波パルスを送信するための複数の送信素子と、前記被検体からの超音波エコーを受信して前記受信された超音波エコーを前記第1の個数のチャンネル信号に変換するための第1の個数の受信素子とを有する振動子アレイと、前記第1の個数のチャンネル信号を前処理し、前記第1の個数の前処理されたチャンネル信号を発生する前処理部と、前記第1の個数の前処理されたチャンネル信号を、前記第1の個数よりも少ない第2の個数の出力チャンネル信号に統合する接続切替部と、を具備する。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】従来例に係る超音波診断装置の構成を示す図。

【図2】従来例に係る超音波プローブの構成を示す図。

【図3】第1実施形態に係る超音波プローブの構成を示す図。

【図4】第1実施形態に係る超音波プローブの詳細な構成を示す図。

【図5】第2実施形態に係る超音波プローブの詳細な構成を示す図。

【図6】第3実施形態に係る超音波プローブの詳細な構成を示す図。

【図7】本実施形態に係る超音波プローブに含まれる2次元振動子アレイの一例を模式的に示す図。

40

【図8】本実施形態に係るサーベイモードにおける入力チャンネルと出力チャンネルとの電気接続例を模式的に示す図。

【図9】本実施形態に係る他のサーベイモードにおける入力チャンネルと出力チャンネルとの電気接続例を模式的に示す図。

【図10】本実施形態に係る他のサーベイモードにおける入力チャンネルと出力チャンネルとの電気接続例を模式的に示す図。

【図11A】第1実施形態に係る超音波プローブの更なる詳細な構成を示す図。

【図11B】第1実施形態に係る超音波プローブの他の更なる詳細な構成を示す図。

【図12】本実施形態に係る超音波プローブによる超音波撮像処理の典型的な流れを示す図。

50

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照しながら本実施形態に係わる超音波撮像方法及び超音波プローブを説明する。

【0010】

本実施形態に係る超音波プローブは、超音波プローブ、処理部、及びケーブルを有している。ケーブルは、超音波プローブと処理部とを接続している。典型的には、本実施形態に係る超音波プローブは、超音波パルスを発生し、発生された超音波パルスを被検体の関心領域に送信する。また、本実施形態に係る超音波プローブは、被検体から反射された超音波エコーを受信する。本実施形態に係る超音波プローブは、典型的には携帯型であるが、携帯型でなくとも良い。

10

【0011】

本実施形態に係る超音波プローブは、さらに、2次元撮像データ、3次元撮像データ、あるいは4次元撮像データを処理するための少なくとも一つの前処理部を有している。「前処理」部という用語は、2次元振動子アレイに含まれる振動子から前処理部へ直接的に入力された入力信号を処理するための装置又は回路と同義である。換言すれば、前処理部は、2次元振動子に含まれる受信素子に接続される。受信素子と前処理部との間には、前処理部への個々の入力信号と個々のチャンネルとの一対一対応の関係を維持するように、クロスポイントスイッチやマルチプレクサのような他の電子部品は設けられていない。

【0012】

20

図2は、従来例に係る超音波プローブの構成を示す図である。図2に示すように、従来例に係る超音波プローブは、2次元振動子アレイ41、受信部42、及び送信部43を有している。2次元振動子アレイ41は、N個の振動子を有している。送信部43は、N本のチャンネルの超音波パルスを送信するために、2次元振動子アレイ41にN本のチャンネルの駆動信号を発生する送信発振器43-1を有している。受信部42は、前処理部42-1を有している。前処理部42-1は、具体的には、N本のチャンネルからの信号に対する低雑音増幅器(LNA: low noise amplifier)や電圧利得増幅器(VGA: voltage gain amplification)を含む。さらに受信部42は、A/D変換器(ADC: analog-to-digital converter)42-2とビームフォーマ42-3とを含んでいる。A/D変換器42-2は、前処理部42-1からのアナログ信号をデジタル信号に変換する。ビームフォーマ42-3は、A/D変換器42-2からのデジタル信号に基づいて、超音波受信ビームを表現するデジタル信号を生成する。

30

【0013】

このように従来に係る超音波プローブにおいては、N個の振動子の各々について低雑音増幅器や電圧利得増幅器、A/D変換器が設けられている。

【0014】

図3は、第1実施形態に係る超音波プローブ100の構成を示す図である。超音波プローブ100は、2次元振動子アレイ41、送信部430、及び受信部420を含んでいる。2次元振動子アレイ41は、送信部430と受信部420との両方に、2次元振動子アレイ41が被検体の関心領域に向けて送信素子から超音波パルスを送信し、被検体の関心領域から反射された超音波エコーが2次元振動子アレイ41内の第1の既定数の受信素子で受信され、受信された超音波エコーが第1の既定数のチャンネル信号に変換されるように接続される。

40

【0015】

ここで、2次元振動子アレイ41は、2次元状に配列されたN個の振動子を有するとする。超音波パルスの送信に利用される振動子を送信素子と呼び、超音波エコーの受信に利用される振動子を受信素子と呼ぶことにする。一個の振動子を送信素子と受信素子との何れか一方として機能させてもよいし、一個の振動子を送信素子と受信素子との両方として機能させてもよい。送信素子の個数は、受信素子の個数よりも多くてもよいし、少なくともよい。また、送信素子の個数と受信素子の個数とは、同一であってもよい。なお、本実

50

施形態は、２次元振動子アレイ４１のみに限定されず、１次元振動子アレイにも適用可能である。以下、説明を具体的に行うため、送信素子の個数と受信素子の個数とは、同数であり、Ｎ個であるとする。

【００１６】

図４は、第１実施形態に係る超音波プローブ１００の詳細な構成を示す図である。図４に示すように、超音波プローブ１００は、２次元振動子アレイ４１、送信部４３０Ａ、及び受信部４２０Ａを有する。図４の受信部４２０Ａは、図３の受信部４２０の一例である。２次元振動子アレイ４１は、送信部４３０Ａと受信部４２０Ａとの両方に、２次元振動子アレイ４１が被検体の関心領域に向けて送信素子から超音波パルスを送信し、被検体の関心領域から反射された超音波エコーが２次元振動子アレイ４１内のＮ個の受信素子で受信され、受信された超音波エコーがＮ個の電気信号に変換されるように接続される。

10

【００１７】

Ｎ個の受信素子は、Ｎ本の入力チャンネルにそれぞれ接続されている。すなわち、複数の受信素子と複数の入力チャンネルとは、一対一対応で接続されている。Ｎ本の入力チャンネルは、受信部４２０Ａに接続されている。ここで、超音波エコーの受信に起因して受信素子において発生され、入力チャンネルに供給されるアナログの電気信号をチャンネル信号と呼ぶことにする。

【００１８】

受信部４２０Ａは、２次元振動子アレイ４１からのチャンネル信号に対して既定の一連の信号処理を施す。２次元振動子アレイ４１は、予め設定されたＮ個の受信素子を利用する。Ｎ個の受信素子は、Ｎ個のチャンネル信号をそれぞれ出力する。なお、２次元振動子アレイ４１に含まれる全ての受信素子の個数よりも少ない個数の受信素子が選択的に利用されてもよい。このように受信部４２０Ａは、図４の矢印で示される接続を介して２次元振動子アレイ４１からＮ個のチャンネル信号を受信する。一例として、受信部４２０Ａは、低雑音増幅器４２１と電圧利得増幅器４２２とのような電子部品を含む前処理部を有している。それに加え受信部４２０Ａは、マルチプレクサ４２３、Ａ／Ｄ変換器４２４、及びビームフォーマ４２５を含んでいる。

20

【００１９】

低雑音増幅器４２１は、２次元振動子アレイ４１から直接的に受信したＮ個のチャンネル信号に低雑音増幅を施す。換言すれば、２次元振動子アレイ４１と低雑音増幅器４２１との間にＮ個のチャンネル信号に対するスイッチング（接続切替え）や他の信号処理は行われない。低雑音増幅器４２１は、Ｓ／Ｎ比及び帯域幅を最大化するために、入力インピーダンスを素子インピーダンスに整合させながらチャンネル信号を増幅する。電圧利得増幅器４２２は、Ｎ本の入力チャンネルを介して低雑音増幅器４２１に接続されている。電圧利得増幅器４２２は、低雑音増幅器４２１から出力されたＮ個のチャンネル信号に電圧利得増幅を施す。電圧利得増幅器４２２は、時間や視野深度（depth）に対する信号値の変化を増幅するようにチャンネル信号を増幅する。このようにして、２次元振動子アレイ４１からのチャンネル信号の各々に対して低雑音増幅器４２１と電圧利得増幅器４２２とにより前処理が施される。前処理が施されたチャンネル信号は、マルチプレクサ４２３に供給される。

30

40

【００２０】

マルチプレクサ４２３は、Ｎ本の入力チャンネルを介して電圧利得増幅器４２２に接続されている。マルチプレクサ４２３は、マルチプレクサ４２３からの出力チャンネルの個数が入力チャンネルの個数よりも少なくなるようにチャンネルの接続切替えを実行する。換言すれば、マルチプレクサ４２３は、前処理されたＮ個のチャンネル信号に対して多重化を施し、Ｍ個のチャンネル信号を出力する。ここで、マルチプレクサ４２３の出力側のチャンネルを出力チャンネルと呼ぶことにする。出力チャンネル数Ｍは、入力チャンネル数Ｎよりも少ない。上記の接続切替え操作は、チャンネルの削減数と２次元振動子アレイ４１における受信素子の配置との組み合わせに応じて適宜変更可能である。多重化の結果、Ｎ個の受信素子からのオリジナルのチャンネル信号は、Ｍ個のチャンネル信号に統合さ

50

れる。例えば、入力チャンネルと出力チャンネルとの間の接続の組合せは、走査面の位置に応じて設定される。上記の接続切替え操作は、関心のある超音波ビーム方向に沿う信号の忠実度を最適化するために実行される。なお、マルチプレクサ423は、クロスポイントスイッチ426等の他の接続切替え装置に適宜置き換えられても良い。接続切替え操作の詳細については後述する。

【0021】

多重化処理の後、受信部420Aは、超音波プローブ100においてさらなる信号処理を実行する。具体的には、マルチプレクサ423からのM個のチャンネル信号は、A/D変換器424においてA/D変換される。A/D変換の分解能は、出力チャンネル数と入力チャンネル数との比率に応じて決定される。ビームフォーマ425は、A/D変換器424からのデジタル信号を受信する。ビームフォーマ425は、超音波受信ビームを形成するために、受信されたデジタル信号に遅延加算を施し、超音波受信ビームに関するデジタル信号を生成する。

10

【0022】

上記の説明において受信部420Aは、低雑音増幅器421、電圧利得増幅器422、マルチプレクサ423、A/D変換器424、及びビームフォーマ425を有するとした。しかしながら、本実施形態を実践するための構成要素の組み合わせはこれに限定されない。また、これら構成要素は、必ずしも超音波プローブ100に配置されなくてもよい。

【0023】

図4に示すように、第1実施形態に係る超音波プローブ100は、さらに送信部430Aを含んでいる。送信部430Aは、送信発振器431を有している。送信部430Aから2次元振動子アレイ41への矢印で示しているように、送信発振器431は、2次元振動子アレイ41における既定のN個のチャンネルの送信素子からの超音波パルスの発生を制御している。例えば、送信部430Aは、上記の受信部420Aにおける前処理に等価又は関連する処理を実行しない。なお、送信部430Aは、送信チップに電子機器を配置することにより前処理を施しても良い。例えば、送信チップに低雑音増幅器を配置することにより送信部430Aにおいて低雑音増幅処理が実行されてもよい。

20

【0024】

図5は、第2実施形態に係る超音波プローブ200の詳細な構成を示す図である。図5に示すように、第2実施形態に係る超音波プローブ200は、2次元振動子アレイ41、送信部430A、及び受信部420Bを有している。図5の受信部420Bは、図3の受信部420の一例である。2次元振動子アレイ41は、送信部430Aと受信部420Bとの両方に、2次元振動子アレイ41が被検体の関心領域に向けて送信素子から超音波パルスを送信し、被検体の関心領域から反射された超音波エコーが2次元振動子アレイ41内の第1の既定数の受信素子で受信され、受信された超音波エコーが第1の既定数のチャンネル信号に変換されるように接続される。しかしながら、本実施形態はこれに限定されず、送信素子の個数と受信素子の個数とは、同一であってもよい。さらに、本実施形態は、2次元振動子アレイ41のみに限定されず、1次元振動子アレイにも適用可能である。

30

【0025】

受信部420Bは、2次元振動子アレイ41からのチャンネル信号に対して既定の一連の信号処理を施す。2次元振動子アレイ41は、予め設定されたN個の受信素子を利用する。N個の受信素子は、N個のチャンネル信号を出力する。例えば、2次元振動子アレイ41は、利用可能な受信素子の個数よりも少ない個数の受信素子を選択的に利用する。このように受信部420Bは、図5の矢印で示される接続を介して2次元振動子アレイ41からN個のチャンネル信号を受信する。一例として、受信部420Bは、電圧利得増幅器422、マルチプレクサ423、A/D変換器424、及びビームフォーマ425を含んでいる。次に電圧利得増幅器422は、2次元振動子アレイ41から直接的に受信したN個のチャンネル信号に電圧利得増幅を施す。電圧利得増幅器422は、時間や視野深度に対する信号値の変化を増幅するように信号を増幅する。換言すれば、2次元振動子アレイ41と電圧利得増幅器422との間にN個のチャンネル信号に対する接続切替えや他の信

40

50

号処理は行われない。

【0026】

2次元振動子アレイ41からのチャンネル信号の各々に対して電圧利得増幅器422により前処理が施された後、マルチプレクサ423は、マルチプレクサ423からの出力チャンネルの個数がマルチプレクサ423への入力チャンネルの個数よりも少なくなるようにチャンネルの接続切替えを実行する。換言すれば、マルチプレクサ423は、前処理されたチャンネル信号に対して多重化を施す。上記の接続切替え操作は、チャンネルの削減数と2次元振動子アレイ41における受信素子の配置との組み合わせに応じて適宜変更可能である。受信部420Bにおける多重化の結果、N個の受信素子からのオリジナルのチャンネル信号は、M個のチャンネル信号に統合される。なおMは、Nよりも少ない。上記の接続切替え操作は、関心のある超音波ビーム方向に沿う信号の忠実度を最適化するために実行される。なお、マルチプレクサ423は、クロスポイントスイッチ426等の他の接続切替え装置に適宜置き換えられても良い。

10

【0027】

多重化処理の後、受信部420Bは、超音波プローブ200においてさらなる信号処理を実行する。具体的には、マルチプレクサ423からのM個のチャンネル信号は、A/D変換器424においてA/D変換される。A/D変換の分解能は、出力チャンネル数と入力チャンネル数との比率に応じて決定される。ビームフォーマ425は、A/D変換器424からのデジタル信号を受信する。ビームフォーマ425は、超音波受信ビームを形成するために、受信されたデジタル信号に遅延加算を施し、超音波受信ビームに関するデジタル信号を生成する。

20

【0028】

上記の説明において受信部420Bは、電圧利得増幅器422、マルチプレクサ423、A/D変換器424、及びビームフォーマ425を有するとした。しかしながら、本実施形態を实践するための構成要素の組み合わせはこれに限定されない。例えば、電圧利得増幅器422の代わりに低雑音増幅器がもうけられても良い。また、これら構成要素は、必ずしも超音波プローブ200に配置されなくてもよい。

【0029】

図5に示すように、第2実施形態に係る超音波プローブ200は、さらに送信部430Aを含んでいる。送信部430Aは、送信発振器431を有している。送信部430Aから2次元振動子アレイ41への矢印で示しているように、送信発振器431は、2次元振動子アレイ41における既定のN個のチャンネルの送信素子からの超音波パルスの発生を制御している。例えば、送信部430Aは、上記の受信部420Bにおける前処理に等価又は関連する処理を実行しない。なお、送信部430Aは、送信チップに電子機器を配置することにより前処理を施しても良い。例えば、送信チップに低雑音増幅器を配置することにより送信部430Aにおいて低雑音増幅処理が実行されてもよい。

30

【0030】

図6は、第3実施形態に係る超音波プローブ300の詳細な構成を示す図である。図6に示すように、第3実施形態に係る超音波プローブ300は、2次元振動子アレイ41、送信部430A、及び受信部420Cを有している。図6の受信部420Cは、図3の受信部420の一例である。2次元振動子アレイ41は、送信部43と受信部420Cとの両方に、2次元振動子アレイ41が被検体の関心領域に向けて送信素子から超音波パルスを送信し、被検体の関心領域から反射された超音波エコーが2次元振動子アレイ41内の第1の既定数の受信素子で受信され、受信された超音波エコーが第1の既定数のチャンネル信号に変換されるように接続される。しかしながら、本実施形態はこれに限定されず、送信素子の個数と受信素子の個数とは、同一であってもよい。さらに、本実施形態は、2次元振動子アレイ41のみに限定されず、1次元振動子アレイにも適用可能である。

40

【0031】

受信部420Cは、2次元振動子アレイ41からの入力信号に対して既定の一連の信号処理を施す。例えば、2次元振動子アレイ41は、アジマス方向に沿って24列、エレベ

50

ーション方向に沿って24列の振動子を有している。この場合、2次元振動子アレイ41は、576個の受信素子を利用し、同数の576個のチャンネル信号を出力する。例えば、2次元振動子アレイ41は、利用可能な受信素子の個数よりも少ない個数の受信素子を選択的に利用してもよい。このように受信部420Cは、図6の矢印で示される接続を介して2次元振動子アレイ41からN個のチャンネル信号を受信する。一例として、受信部420Cは、低雑音増幅器421、クロスポイントスイッチ426、電圧利得増幅器422、A/D変換器424、及びビームフォーマ425を含んでいる。低雑音増幅器421は、2次元振動子アレイ41から直接的に受信したN個のチャンネル信号に低雑音増幅を施す。換言すれば、2次元振動子アレイ41と低雑音増幅器421との間にN個のチャンネル信号に対する接続切替えや他の信号処理は行われない。低雑音増幅器421は、S/N比及び帯域幅を最大化するために、入力インピーダンスを素子インピーダンスに整合させながらチャンネル信号を増幅する。

10

20

30

40

50

【0032】

2次元振動子アレイ41からのチャンネル信号の各々に対して低雑音増幅器421により前処理が施された後、クロスポイントスイッチ426は、クロスポイントスイッチ426からの出力チャンネルの個数がクロスポイントスイッチ426への入力チャンネルの個数よりも少なくなるようにチャンネルの接続切替えを実行する。換言すれば、クロスポイントスイッチ426は、前処理されたチャンネル信号のみ接続する。上記の接続切替え操作は、チャンネルの削減数と2次元振動子アレイ41における受信素子の配置との組み合わせに応じて適宜変更可能である。受信部420Cにおける接続の結果、576個の受信素子からのオリジナルのチャンネル信号は、24個のチャンネル信号に統合される。この入力信号数と出力信号数との比率は、既定の576:24の比率に従う。上記の接続切替え操作は、関心のある超音波ビーム方向に沿う信号の忠実度を最適化するために実行される。

【0033】

接続処理の後、受信部420Cは、超音波プローブ300においてさらなる信号処理を実行する。具体的には、24個のチャンネル信号は、電圧利得増幅器422に入力される。電圧利得増幅器422は、入力された24個のチャンネル信号に電圧利得増幅処理を施す。電圧利得増幅器422は、時間や視野深度に対する信号値の変化を増幅するように信号を増幅する。次に、A/D変換器424は、電圧利得増幅器422からの出力信号にA/D変換を施す。A/D変換の分解能は、出力チャンネル数と入力チャンネル数との比率に応じて決定される。ビームフォーマ425は、A/D変換器424からのデジタル信号を受信する。ビームフォーマ425は、超音波受信ビームを形成するために、受信されたデジタル信号に遅延加算を施し、超音波受信ビームに関するデジタル信号を生成する。

【0034】

上記の説明において受信部420Cは、低雑音増幅器421、クロスポイントスイッチ426、電圧利得増幅器422、A/D変換器424、及びビームフォーマ425を有するとした。しかしながら、本実施形態を实践するための構成要素の組み合わせはこれに限定されない。また、これら構成要素は、必ずしも超音波プローブ300に配置されなくてもよい。

【0035】

図6に示すように、第3実施形態に係る超音波プローブ300は、さらに送信部430Aを含んでいる。送信部430Aは、送信発振器431を有している。送信部430Aから2次元振動子アレイ41への矢印で示しているように、送信発振器431は、2次元振動子アレイ41における既定のN個のチャンネルの送信素子からの超音波パルスの発生を制御している。例えば、送信部430Aは、上記の受信部420Cにおける前処理に等価又は関連する処理を実行しない。

【0036】

次に、マルチプレクサ423又はクロスポイントスイッチ426による接続切替え操作の詳細について説明する。まずは、図7を参照しながら2次元振動子アレイ41について

説明する。図 7 は、本実施形態に係る超音波プローブに含まれる 2 次元振動子アレイ 4 1 の一例を模式的に示す図である。2 次元振動子アレイ 4 1 には、2 次元状に配列された複数の振動子が含まれる。複数の振動子は、複数の振動子縦列と複数の振動子横列とにより電氣的に構成される。各振動子縦列は、エレベーション方向に沿って配列された 2 4 個の振動子を含んでいる。各振動子横列は、アジマス方向に沿って配列された 2 4 個の振動子を含んでいる。なお図 7 においては、各振動子に、1 から 5 7 6 までの何れかの数字が順番に割り振られている。この番号は、マルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 への入力チャンネルの番号に対応する。すなわち、振動子と入力チャンネルとは、一対一対応で接続されている。

【0037】

2 次元振動子アレイ 4 1 は、全ての振動子を独立に制御するために電氣的に構成される。これにより、2 次元振動子アレイ 4 1 は、2 次元撮像データや 3 次元撮像データ、4 次元撮像データを提供することができる。一方、サーベイモード (survey mode) と呼ばれる撮像モードが知られている。サーベイモードは、単一の走査面に関する 2 次元撮像モードである。サーベイモードに係る走査面は、典型的には、走査面の中心線が 2 次元振動子アレイ 4 1 の中心軸を通るように設定される。サーベイモードは、3 次元撮像や 4 次元撮像を実行する前において、被検体の器官のような関心領域の位置や超音波プローブの被検体への当接位置を決定するために行われる。本実施形態に係る超音波プローブは、サーベイモード、3 次元撮像モード、及び 4 次元撮像モードのいずれにも適用可能である。サーベイモードにおいては、関心領域に関する 2 次元画像がリアルタイムで発生されディスプレイに表示される。ユーザは、この 2 次元画像を観察しながら、関心領域や超音波プローブの当接位置を決定する。このようにして、関心領域や超音波プローブの当接位置が決定されると、ユーザは、3 次元撮像や 4 次元撮像を任意のタイミングで開始する。

【0038】

本実施形態に係る超音波プローブは、サーベイモードにおいて、同一のグループに属する複数の入力チャンネルをマルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 により単一の出力チャンネルに統合する。マルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 は、低雑音増幅器 4 2 1 の後段に設けられる。これにより、超音波検査に関するワークフローを改善することができる。

【0039】

次に、マルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 による入力チャンネルと出力チャンネルとの接続切替えについて詳細に説明する。図 8 は、本実施形態に係るサーベイモードにおける入力チャンネルと出力チャンネルとの電気接続例を模式的に示す図である。図 8 に係るサーベイモードは、アジマスサーベイモードであるとする。アジマスサーベイモードに係る走査面は、アジマス方向に平行に設定されている。アジマスサーベイモードを実行する場合、走査面に直交する各振動子縦列に含まれる複数の振動子が同一のグループに設定される。すなわち、アジマスサーベイモードを実行する場合、各振動子縦列に属する複数の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに接続可能にマルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 が設けられている。この場合、同一のアジマス番号に属する複数の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに接続される。

【0040】

アジマスサーベイモードの実行中においては、送信部 4 3 0 A により、アジマス方向に平行な走査面の位置が決定され、決定された走査面に超音波パルスが送信される。この際、2 次元振動子アレイ 4 1 に含まれる N 個の振動子が送信素子として利用される。超音波パルスが送信されると、マルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 が作動される。マルチプレクサ 4 2 3 やクロスポイントスイッチ 4 2 6 が作動された場合、同一の振動子縦列に属する 2 4 本の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに電気接続される。受信時においては、例えば、N 個の振動子が受信素子として利用される。これにより、N 個の受信素子は、超音波エコーを受信し、N 個のチャンネル信号を発生する。N 個のチャンネル信号は、N 本の入力チャンネルにそれぞれ出力される。低雑音増幅器 4 2 1 や電

10

20

30

40

50

圧利得増幅器 4 2 2 により前処理されたチャンネル信号は、エレベーション方向に沿って配列された 2 4 本の入力チャンネルを統合する単一の出力チャンネルにまとめて出力される。この結果、図 7 の 5 7 6 本の入力チャンネルは、図 8 に示すように、2 4 本の出力チャンネルに削減される。このように、全てのチャンネル信号がマルチプレクサ 4 2 3 やクロスポイントスイッチ 4 2 6 のような接続切替え部に統合される前に前処理に供される。

【 0 0 4 1 】

なお、図示はしないが、2 次元振動子アレイ 4 1 の上部には、音響整合層や球面の音響レンズが取り付けられている。音響レンズは、エレベーション方向とアジマス方向との両方向に沿って厚みが増減する凸形状を有している。従って、アジマスサーベイモードにおいても、送信超音波ビームをエレベーション方向に関して集束させることができる。従って、アジマスサーベイモードにより発生される 2 次元画像の画質は、従来のアジマスサーベイモードにより発生される 2 次元画像の画質に比して極端に劣化することはない。

【 0 0 4 2 】

本実施形態に係るサーベイモードは、アジマスサーベイモードのみに限定されない。図 9 は、本実施形態に係る他のサーベイモードにおける入力チャンネルと出力チャンネルとの電気接続例を模式的に示す図である。図 9 に係るサーベイモードは、エレベーションサーベイモードであるとする。エレベーションサーベイモードに係る走査面は、エレベーション方向に平行に設定されている。エレベーションサーベイモードを実行する場合、走査面に直交する各振動子横列に含まれる複数の振動子が同一のグループに設定される。すなわち、エレベーションサーベイモードを実行する場合、各振動子横列に属する複数の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに接続可能にマルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 が設けられている。この場合、同一のエレベーション番号に属する複数の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに接続される。

【 0 0 4 3 】

エレベーションサーベイモードの実行中においては、送信部 4 3 0 A により、エレベーション方向に平行な走査面の位置が決定され、決定された走査面に超音波パルスが送信される。この際、2 次元振動子アレイ 4 1 に含まれる N 個の振動子が送信素子として利用される。超音波パルスが送信されると、マルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 が作動される。マルチプレクサ 4 2 3 やクロスポイントスイッチ 4 2 6 が作動された場合、同一の振動子横列に属する 2 4 本の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに電気接続される。受信時においては、例えば、N 個の振動子が受信素子として利用される。これにより、N 個の受信素子は、超音波エコーを受信し、N 個のチャンネル信号を発生する。N 個のチャンネル信号は、N 本の入力チャンネルにそれぞれ出力される。低雑音増幅器 4 2 1 や電圧利得増幅器 4 2 2 により前処理されたチャンネル信号は、アジマス方向に沿って複数の入力チャンネルを統合する単一の出力チャンネルにまとめて出力される。すなわち、図 7 の 5 7 6 本の入力チャンネルは、図 9 に示すように、2 4 本の出力チャンネルに削減される。

【 0 0 4 4 】

なお、上述のように、2 次元振動子アレイ 4 1 の上部には、球面の音響レンズが取り付けられている。従って、エレベーションサーベイモードにおいても、送信超音波ビームをアジマス方向に関して集束させることができる。従って、エレベーションサーベイモードにより発生される 2 次元画像の画質は、従来のエレベーションサーベイモードにより発生される 2 次元画像の画質に比して極端に劣化することはない。

【 0 0 4 5 】

上述の図 8 及び 9 においては、1 列に配列された複数の入力チャンネルが同一のグループに属するとした。しかしながら、本実施形態はこれに限定されない。図 1 0 は、本実施形態に係るサーベイモードにおける他の電気接続例を模式的に示す図である。図 1 0 に係るサーベイモードは、サブアレイモードであるとする。サブアレイモードにおいては、N 個の振動子が矩形状の L 個のサブアレイに区分されている。ここで L は、N より小さい。図 1 0 の場合、5 7 6 個の振動子が 3 6 個のサブアレイに区分されている。サブアレイモ

ードに係る走査面は、任意の方向に設定可能である。サブアレイに含まれる複数の振動子が同一のグループに設定される。サブアレイモードを実行する場合、各サブアレイに属する複数の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに接続可能にマルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 が設けられている。この場合、同一のサブアレイに属する複数の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに接続される。

【 0 0 4 6 】

サブアレイモードの実行中においては、送信部 4 3 0 A により、任意の位置に走査面が決定され、決定された走査面に超音波パルスが送信される。この際、2 次元振動子アレイ 4 1 に含まれる N 個の振動子が送信素子として利用される。超音波パルスが送信されると、マルチプレクサ 4 2 3 又はクロスポイントスイッチ 4 2 6 が作動される。マルチプレクサ 4 2 3 やクロスポイントスイッチ 4 2 6 が作動された場合、同一のサブアレイに属する 1 6 本の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに電気接続される。受信時には、例えば、N 個の振動子が受信素子として利用される。これにより、N 個の受信素子は、超音波エコーを受信し、N 個のチャンネル信号を発生する。N 個のチャンネル信号は、N 本の入力チャンネルにそれぞれ出力される。低雑音増幅器 4 2 1 や電圧利得増幅器 4 2 2 により前処理されたチャンネル信号は、各サブアレイに属する複数の入力チャンネルを統合する単一の出力チャンネルにまとめて出力される。すなわち、図 7 の 5 7 6 本の入力チャンネルは、図 1 0 に示すように、3 6 本の出力チャンネルに削減される。サブアレイモードにおいては、アジマスサーベイモードやエレベーションサーベイモードに比して、チャンネルの削減数が少ない。換言すれば、サブアレイモードにおいては、アジマスサーベイモードやエレベーションサーベイモードに比して、各マルチプレクサ 4 2 3 やクロスポイントスイッチ 4 2 6 が統合する入力チャンネルの数を減少することができる。従って、サブアレイモードにおいては、アジマスサーベイモードやエレベーションサーベイモードに比して、マルチプレクサ 4 2 3 やクロスポイントスイッチ 4 2 6 を小規模にすることができる。なおサブアレイモードにおいて、走査面を中心線周りに回転することにより 3 次元撮像を行うことが可能である。

【 0 0 4 7 】

以上で本実施形態に係る入力チャンネルと出力チャンネルとの電気接続についての説明を終了する。

【 0 0 4 8 】

上述のように本実施形態においては、マルチプレクサ 4 2 3 やクロスポイントスイッチ 4 2 6 によりチャンネル数を削減することができる。従って、マルチプレクサ 4 2 3 やクロスポイントスイッチ 4 2 6 を設けない場合に比して、受信部 4 2 0 における電力の消費量が削減される。本実施形態に係る超音波プローブは、チャンネル数の削減に伴う余剰電力を各チャンネルに関するダイナミックレンジの向上に利用する。以下、ダイナミックレンジの向上を第 1 実施形態に係る超音波プローブ 1 0 0 を具体例に挙げて説明する。

【 0 0 4 9 】

図 1 1 A 及び 1 1 B は、第 1 実施形態に係る超音波プローブ 1 0 0 の更なる詳細な構成を示す図である。図 1 1 A に示すように、超音波プローブ 1 0 0 は、2 次元振動子アレイ 4 1、送信部 4 3 0 A、及び受信部 4 2 0 D を有する。受信部 4 2 0 D は、図 3 の受信部 4 2 0 の実施例を示す。2 次元振動子アレイ 4 1 は、送信部 4 3 0 A と受信部 4 2 0 D との両方に、2 次元振動子アレイ 4 1 が被検体の関心領域に向けて送信素子から超音波パルスを送信し、被検体の関心領域から反射された超音波エコーが 2 次元振動子アレイ 4 1 内の第 1 の既定数の受信素子で受信され、受信された超音波エコーが第 1 の既定数のチャンネル信号に変換されるように接続される。

【 0 0 5 0 】

受信部 4 2 0 D において、マルチプレクサ 4 2 3 A は、出力チャンネルの個数が入力チャンネルの個数よりも少なくなるようにチャンネルの接続切替えを実行する。換言すれば、マルチプレクサ 4 2 3 A は、N 個の入力チャンネルを M 個の出力チャンネルに統合する。なお M は、N よりも少ない。なお、マルチプレクサ 4 2 3 A は、クロスポイントスイッ

チ 4 2 6 等の他の接続切替え装置に適宜置き換えられても良い。

【 0 0 5 1 】

マルチプレクサ 4 2 3 A からの M 個のチャンネル信号は、10 ビットの A / D 変換器 4 2 4 A において A / D 変換される。A / D 変換の分解能は、出力チャンネル数と入力チャンネル数との比率に応じて決定される。10 ビットの A / D 変換器 4 2 4 A は、比率 M / N に適している。ビームフォーマ 4 2 5 は、10 ビットの A / D 変換器 4 2 4 A からのデジタル信号を受信し、超音波ビームを形成するために、受信されたデジタル信号に遅延加算を施す。この超音波プロープ 1 0 0 において、送信部 4 3 0 A は、上記の受信部 4 2 0 D における前処理に等価又は関連する処理を実行しない。

【 0 0 5 2 】

図 1 1 A の受信部 4 2 0 D と比較して、図 1 1 B の受信部 4 2 0 E は、マルチプレクサ 4 2 3 B と A / D 変換器 4 2 4 B とを除いて同様の処理を実行する。図 1 1 B に示すように、マルチプレクサ 4 2 3 B は、N 個の入力チャンネルを M / 16 個のチャンネルに統合する。なお M / 16 は、N よりも少ない。すなわち、マルチプレクサ 4 2 3 B は、図 1 1 A のマルチプレクサ 4 2 3 A よりも、チャンネルの削減数が多く、具体的には、チャンネルの削減数が 16 倍に増加している。

【 0 0 5 3 】

図 1 1 B に示すように、マルチプレクサ 4 2 3 B からの M / 16 個のチャンネル信号は、A / D 変換器 4 2 4 B において A / D 変換される。マルチプレクサ 4 2 3 B がマルチプレクサ 4 2 3 A よりもチャンネル削減数が多いので、A / D 変換器 4 2 4 B のビットカウン

【 0 0 5 4 】

以上でダイナミックレンジの向上についての説明を終了する。なお、上述のように、ダイナミックレンジの向上を、第 1 実施形態に係る超音波プロープ 1 0 0 を具体例に挙げて説明した。しかしながら、上述のダイナミックレンジの向上に関する実施形態は、第 2 及び第 3 実施形態についても同様に適用可能である。

【 0 0 5 5 】

次に、本実施形態に係る超音波プロープによる超音波撮像処理の流れについて説明する。なお以下の説明を具体的に行うため、第 1 実施形態に係る超音波プロープ 1 0 0 を具体例に挙げて本実施形態に係る超音波撮像処理を説明する。

【 0 0 5 6 】

図 1 2 は、本実施形態に係る超音波プロープによる超音波撮像処理の典型的な流れを示す図である。なお図 1 2 の処理の流れは、典型的には、受信素子（入力チャンネル）毎に行われる。ステップ S 1 0 0 において、2 次元振動子アレイ 4 1 における受信素子により超音波エコーが受信される。例えば、2 次元振動子アレイ 4 1 は、N 個の受信素子から N 個のチャンネル信号を出力する。受信部 4 2 0 A は、2 次元振動子アレイ 4 1 から N 個のチャンネル信号を受信する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 2 0 0 において、受信された N 個のチャンネル信号は、前処理される。具体的には、ステップ S 2 0 0 において、N 個のチャンネル信号は、低雑音増幅器 4 2 1 と電圧利得増幅器 4 2 2 とに順番に供される。例えば、まず低雑音増幅器 4 2 1 は、2 次元振動子アレイ 4 1 から直接的に受信された N 個のチャンネル信号に低雑音増幅を施す。この際、2 次元振動子アレイ 4 1 と低雑音増幅器 4 2 1 との間において N 個のチャンネル信号に対する接続切替えや他の信号処理は行われない。次に電圧利得増幅器 4 2 2 は、低雑音増幅器 4 2 1 からのチャンネル信号に電圧利得増幅を施す。なおステップ S 2 0 0 における前処理は、低雑音増幅と電圧利得増幅との組み合わせに限定されず、他の前処理がステ

10

20

30

40

50

ップ S 2 0 0 に組み込まれても良い。前処理によりチャンネル信号の雑音が減少する。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 2 0 0 において前処理が施された後、ステップ S 3 0 0 において、各入力チャンネルについて接続切替え処理（スイッチング処理）が行われるか否かが決定される。ステップ S 3 0 0 において接続切替え処理が行われると決定された場合、ステップ S 4 0 0 が実行される。一方、ステップ S 3 0 0 において接続切替え処理が行われないと決定された場合、ステップ S 4 0 0 が実行されず、ステップ S 5 0 0 が実行される。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 3 0 0 において接続切替え処理が行われた場合（ステップ S 3 0 0 : Y E S）、ステップ S 4 0 0 において、マルチプレクサ 4 2 3 により同一グループに属する複数の入力チャンネルが単一の出力チャンネルに統合される。マルチプレクサ 4 2 3 は、出力チャンネルの本数を入力チャンネルの本数よりも減少させる。このようにして、マルチプレクサ 4 2 3 への N 個のチャンネル信号は、M 個のチャンネル信号に統合される。なお、マルチプレクサ 4 2 3 は、クロスポイントスイッチ 4 2 6 等の他の接続切替え装置により実現されても良い。

10

【 0 0 6 0 】

ステップ S 4 0 0 が行われた場合またはステップ S 3 0 0 において接続切替えを行わないと決定された場合（S 3 0 0 : N O）、さらなる信号処理がステップ S 5 0 0 において超音波プローブ内または超音波プローブの外部で実行される。例えば、マルチプレクサ 4 2 3 からの M 個のチャンネル信号は、A / D 変換器 4 2 4 により A / D 変換され、ビームフォーマ 4 2 5 により遅延加算される。A / D 変換の分解能は、出力チャンネル数と入力チャンネル数との比率に応じて決定される。ビームフォーマ 4 2 5 は、A / D 変換器 4 2 4 からのデジタル信号を受信し、超音波ビームを形成するために、受信されたデジタル信号に遅延加算を施す。なおステップ S 5 0 0 における後処理は、上記の処理のみに限定されない。

20

【 0 0 6 1 】

ステップ S 5 0 0 の後、ステップ S 6 0 0 において超音波撮像処理を終了するか否かが決定される。例えば、ユーザにより撮像終了指示がなされた場合、超音波撮像処理を終了すると決定される。撮像終了指示がなされない場合、超音波撮像処理を継続すると決定される。超音波撮像処理を継続すると決定された場合、ステップ S 1 0 0 に進む。このようにして、ステップ S 6 0 0 において、超音波撮像処理を終了すると決定されるまで、超音波撮像が繰り返し行われる。そしてステップ S 6 0 0 において、超音波撮像処理を終了すると決定された場合、超音波撮像処理が終了される。

30

【 0 0 6 2 】

以上で本実施形態に係る超音波プローブによる超音波撮像処理の流れについての説明を終了する。なお、上述のように、超音波撮像処理を、第 1 実施形態に係る超音波プローブ 1 0 0 を具体例に挙げて説明した。しかしながら、上述の超音波撮像処理は、第 2 及び第 3 実施形態についても同様に適用可能である。

【 0 0 6 3 】

上記の説明のように、本実施形態に係る超音波プローブは、受信部 4 2 0 に接続切替え部 4 2 3 または 4 2 6 を設けている。より具体的には、ビームフォーマ 4 2 5 の前段に接続切替え部 4 2 3 または 4 2 6 が設けられている。これにより受信部 4 2 0 におけるチャンネル数や各種信号処理のための電子部品数を減少させることができる。従って、受信部 4 2 0 に要する電力を削減することができたり、受信部 4 2 0 から発生する熱量を低減させたりすることができる。また、接続切替え部 4 2 3 または 4 2 6 の後段のチャンネル数の削減により、単一の走査面を利用するサーベイモードにおけるフレームレートが向上する。より詳細には、本実施形態に係る接続切替え部 4 2 3 または 4 2 6 は、低雑音増幅器 4 2 1 や電圧利得増幅器 4 2 2 の後段に設けられている。従って本実施形態に係る超音波プローブは、低雑音増幅器 4 2 1 や電圧利得増幅器 4 2 2 の前段に接続切替え部 4 2 3 または 4 2 6 が設けられている場合に比して、接続切替え部 4 2 3 または 4 2 6 が発生する

40

50

ノイズやインピーダンス変化による感度低下を低減することができる。また、接続切替え部 4 2 3 または 4 2 6 の後段のチャンネル数の削減に伴い、超音波プローブの製造コストを低減したり、超音波プローブを小型化したりすることができる。また、接続切替え部 4 2 3 または 4 2 6 の後段のチャンネル数の削減に伴う余剰電力を、ダイナミックレンジの向上や A / D 変換の分解能の向上のために割り当てることができ、結果的に画質が向上する。

【 0 0 6 4 】

本実施形態によれば、サーベイモードにおいて画質が改善されることに伴い、超音波検査のワークフローを改善及び効率化することができる。X 線診断装置や X 線コンピュータ断層撮影装置、磁気共鳴イメージング装置のような他の画像診断装置と同様に、改善されたワークフローは、出来るだけ速くデータを収集するように被検体を超音波診断装置により検査することができる。これにより、被検体が検査を終えた後、診断画像は、可能な限り早く事後的に画像処理されたり画像解析されたりする。ポリウム撮像（または超音波断層撮影）の登場により、2 次元アレイの超音波プローブを利用した 1 回の超音波走査により、事後的な画像処理や画像解析に必要な全てのデータを収集することができる。診断に必要なポリウムデータを収集するために、サーベイモードが 3 次元撮像モードや 4 次元撮像モードの前に実行される。サーベイモードにより、ユーザは、3 次元撮像モードや 4 次元撮像モードにおける超音波プローブの適切な位置やスキャンパラメータの適切な設定値を決定することができる。結果的に、改善されたワークフローは、画像診断装置の有用性を向上させる。また、超音波検査全体の消費電力を削減することができる。

10

20

【 0 0 6 5 】

かくして、超音波検査のワークフローの改善を実現する超音波撮像方法及び超音波プローブを提供することが可能となる。

【 0 0 6 6 】

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

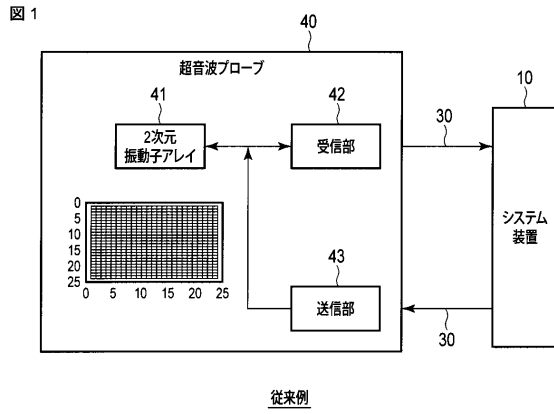
30

【 符号の説明 】

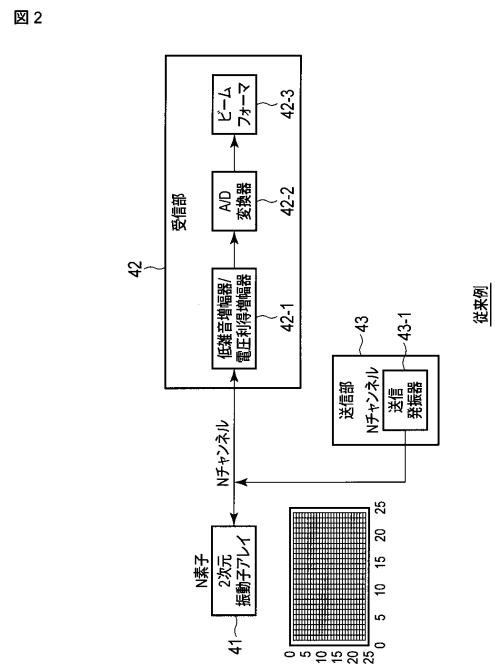
【 0 0 6 7 】

4 1 ... 2 次元振動子アレイ、4 2 0 A ... 受信部、4 2 1 ... 低雑音増幅器、4 2 2 ... 電圧利得増幅器、4 2 3 ... マルチプレクサ、4 2 4 ... A / D 変換器、4 2 5 ... ビームフォーマ、4 3 0 A ... 送信部、4 3 1 ... 送信発振器

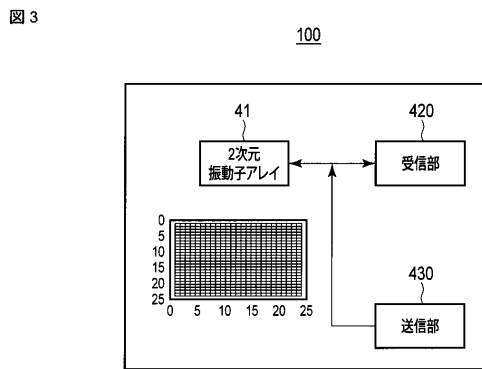
【図 1】



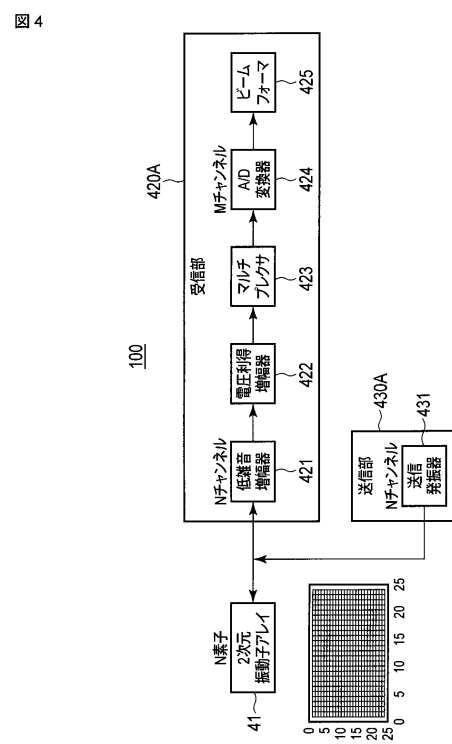
【図 2】



【図 3】

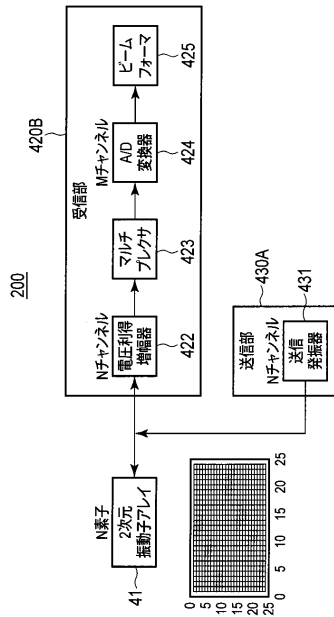


【図 4】



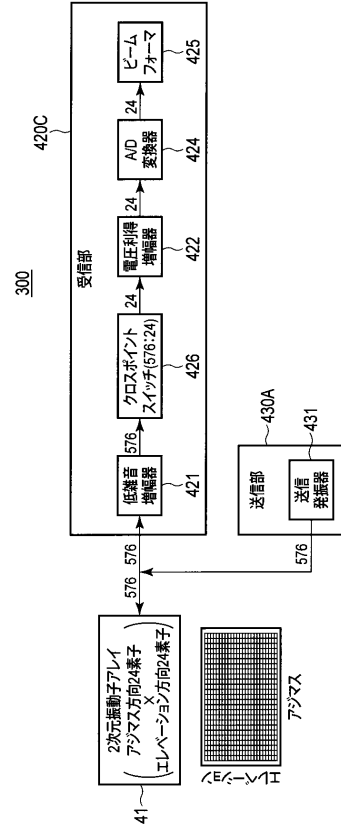
【図 5】

図 5



【図 6】

図 6



【図 7】

図 7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
3	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
4	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
5	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
6	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
7	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
8	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
9	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
10	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
11	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
12	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
13	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
14	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336
15	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
16	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384
17	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408
18	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432
19	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456
20	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
21	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504
22	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528
23	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552
24	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576

アジマス

【図 8】

図 8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
21	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
23	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

アジマス

【図 9】

図 9

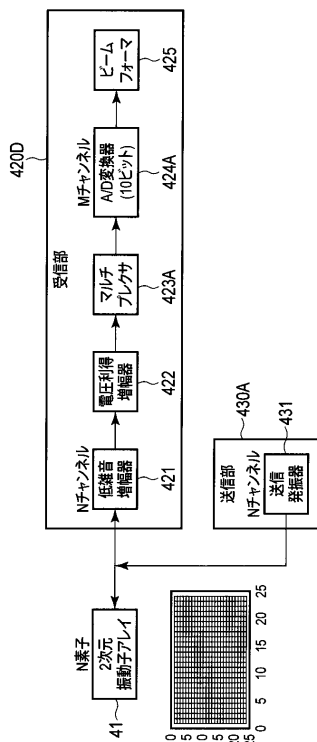
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

受信部

送信部

【図 1 1 A】

図 11A



【図 1 0】

図 10

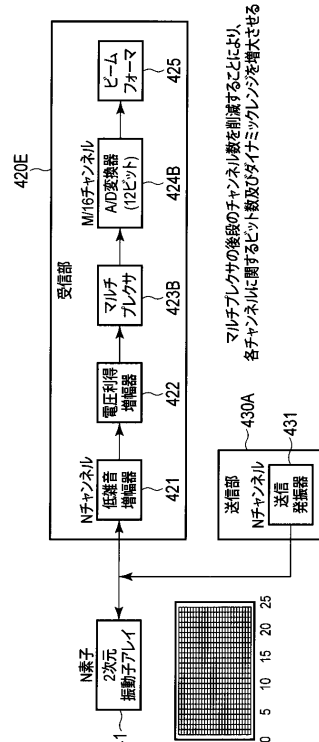
1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18
13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18
13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18
19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24
19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24
19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24
25	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	29	30	30	30	30
25	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	29	30	30	30	30
25	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	29	30	30	30	30
31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33	34	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	36
31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33	34	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	36
31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33	34	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	36
31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33	34	34	34	34	35	35	35	35	36	36	36	36

エレベーション

アジマス

【図 1 1 B】

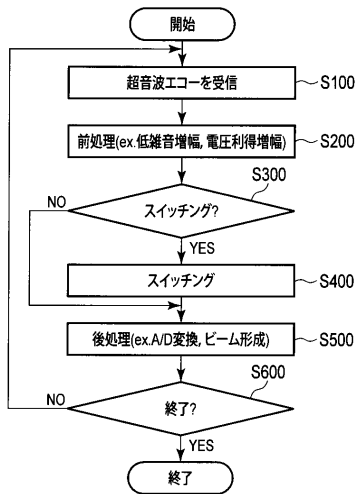
図 11B



マルチプレクサの後段のチャンネル数削減することにより、各チャンネルに関するビット数及びダイナミックレンジを増大させる

【図 12】

図 12



フロントページの続き

- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 グレッグ・ミラー
アメリカ合衆国、 イリノイ州 60061、 バーン・ヒルズ、 ディアパス・ドライブ 7
06 東芝メディカルリサーチ・アメリカ社内
- (72)発明者 クリストファー・ジェイ・サンダース
アメリカ合衆国、 イリノイ州 60061、 バーン・ヒルズ、 ディアパス・ドライブ 7
06 東芝メディカルリサーチ・アメリカ社内
- F ターム(参考) 2G047 BA03 BC13 CA01 DB02 DB14 EA11 GB02 GB17 GF01 GF20
GF22 GF31
4C601 BB03 EE10 GB06 HH01 HH14 HH22 JB03 JB07 JB08 JB11
JC37

专利名称(译)	超声成像方法和超声探头		
公开(公告)号	JP2012066051A	公开(公告)日	2012-04-05
申请号	JP2011150107	申请日	2011-07-06
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	グレッグミラー クリストファー・ジェイ・サンダース		
发明人	グレッグ・ミラー クリストファー・ジェイ・サンダース		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/26		
CPC分类号	G01S7/5208 G01S15/8915		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/26.503		
F-TERM分类号	2G047/BA03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/DB02 2G047/DB14 2G047/EA11 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GF01 2G047/GF20 2G047/GF22 2G047/GF31 4C601/BB03 4C601/EE10 4C601/GB06 4C601/HH01 4C601/HH14 4C601/HH22 4C601/JB03 4C601/JB07 4C601/JB08 4C601/JB11 4C601/JC37		
代理人(译)	河野 哲 中村 誠 河野直树 岡田 隆		
优先权	12/888276 2010-09-22 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：改善超声检查的工作流程。二维换能器阵列（41）包括：多个发送元件，用于将超声波脉冲发送给被检体；以及超声波回波，其通过从被检体接收超声波回波而接收。至第一数量的信道信号和第一数量的接收元件。预处理器421和422预处理第一数量的信道信号以生成第一数量的预处理的信道信号。连接切换单元423将第一数量的预处理通道信号积分为小于第一数量的第二数量的输出通道信号。[选择图]图4

