

(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2012-66078

(P2012-66078A)

(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	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 2 Y	5 D 0 1 9
H 0 1 L 41/08 (2006.01)	H 0 1 L 41/08 Z	
H 0 1 L 41/09 (2006.01)	H 0 1 L 41/08 C	
	H 0 1 L 41/08 U	
審査請求 未請求 請求項の数 31 O L (全 39 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-200008 (P2011-200008)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成23年9月13日 (2011.9.13)		株式会社東芝
(31) 優先権主張番号	12/887,050		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(32) 優先日	平成22年9月21日 (2010.9.21)	(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】 超音波プローブ及び超音波診断装置

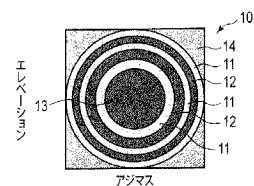
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 近距離音場に関する画質向上。

【解決手段】 超音波プローブは、配列面に2次元状に配列された複数の振動子10を有する。複数の振動子10のうちの複数の送信専用素子は、配列面に設けられた第1環領域11に配列される。複数の振動子10のうちの複数の受信専用素子は、配列面に設けられ、第1環領域11に隣り合わせに配置され、第1環領域11と同一の同心円中心を有する第2環領域12に配列される。

【選択図】 図2

図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

配列面に 2 次元状に配列された複数の振動子を具備する超音波プローブであって、
前記複数の振動子のうちの複数の送信専用素子は、前記配列面に設けられた第 1 環領域に配列され、

前記複数の振動子のうちの複数の受信専用素子は、前記配列面に設けられ、前記第 1 環領域に隣り合わせに配置され、前記第 1 環領域と同一の同心円中心を有する第 2 環領域に配列される、

ことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記第 1 環領域が前記第 2 環領域の内側に設けられている場合、前記複数の振動子のうちの複数の受信専用素子は、さらに、前記配列面に設けられ前記同心円中心にオーバーラップする中心領域に配列され、

前記第 1 環領域が前記第 2 環領域の外側に設けられている場合、前記複数の振動子のうちの複数の送信専用素子は、さらに、前記中心領域に配列される、

請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記配列面には、前記同心円中心にオーバーラップし、アラゴスポットとして機能する中心領域が設けられる、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記中心領域に前記複数の振動子のうちの複数の受信専用素子が配列されている場合、前記中心領域のサイズは、焦点深さとステアリング角度との組み合わせに応じて動的に変化する、請求項 3 記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記配列面には、前記同心円中心にオーバーラップし、前記複数の送信専用素子と前記複数の受信専用素子とのうちのいずれも配列されず、アラゴスポットとして機能する中心領域が設けられる、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記配列面には、前記第 1 環領域及び前記第 2 環領域の外側に設けられた第 4 の環領域が設けられ、前記第 4 の環領域には、前記複数の振動子のうちの複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちのいずれか一方が配列される、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記第 4 の環領域に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちのいずれか一方は、機能しない、請求項 6 記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記配列面には、前記第 1 環領域及び前記第 2 環領域の外側に設けられた第 4 の環領域が設けられ、前記第 4 の環領域には、前記複数の振動子のうちの複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちのいずれも配列されていない、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域とは、径方向に沿って繰り返し設けられる、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との両方は、円環形状を有し、

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との各々は、 n が整数であり、 λ が超音波の波長であり、 f が前記配列面の中心から焦点までの距離である場合において、

10

20

30

40

【数 1】

$$r_n = \sqrt{n\lambda f + \frac{n^2 \lambda^2}{4}}$$

により規定される半径 r_n を有する、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 1】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との少なくとも一方においては、前記複数の振動子は互いに間隔を空けて配列されている、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 2】

前記複数の送信専用素子への駆動信号または前記複数の受信専用素子からの受信信号は、既定のアポダイゼーション関数により近似されている、請求項 1 1 記載の超音波プローブ。

10

【請求項 1 3】

前記アポダイゼーション関数は、焦点深さに応じて変化する、請求項 1 2 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 4】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との何れか一方は、前記複数の受信専用素子が配列されている場合、ステアリング角度に応じて動的に変化する、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 5】

前記ステアリング角度は、空間コンパウンド開口についての複数の受信動作期間の各々において、既定の角度に変化する、請求項 1 4 記載の超音波プローブ。

20

【請求項 1 6】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との何れか一方に前記複数の受信専用素子が配列され、前記複数の受信専用素子のうちの一部分は、合成開口を生成するための複数の受信動作期間の各々において駆動される、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 7】

前記配列面には、前記第 1 環領域及び前記第 2 環領域の内側に設けられ、前記同心円中心にオーバーラップし、アラゴスポットとして機能する中心領域が設けられる、請求項 1 記載の超音波プローブ。

30

【請求項 1 8】

前記配列面には、前記第 1 環領域及び前記第 2 環領域の内側に設けられ、前記同心円中心にオーバーラップする中心領域が設けられ、前記複数の振動子のうちの複数の受信専用素子は、前記中心領域に配列され、前記中心領域は、アラゴスポットとして機能する、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 1 9】

前記配列面には、前記第 1 環領域及び前記第 2 環領域の内側に設けられ、前記同心円中心にオーバーラップする中心領域が設けられ、前記複数の振動子のうちの複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との何れか一方は、前記中心領域に配列される、請求項 1 記載の超音波プローブ。

40

【請求項 2 0】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との両方に関するサイズは、焦点深さとステアリング角度とに応じて変化する、請求項 1 記載の超音波プローブ。

【請求項 2 1】

配列面に 2 次元状に配列された複数の送受信素子と、
前記複数の送受信素子に超音波送信のための駆動信号を供給する送信部と、
前記複数の送受信素子からのエコー信号を超音波受信のために信号処理する受信部と、
前記複数の送受信素子のうち的一部分から構成される振動子パターンが送受信動作期間毎に前記配列面を一方向に沿って既定量だけ移動するように前記送信部と前記受信部とを制御する制御部とを具備する超音波診断装置であって、

50

前記振動子パターンは、前記複数の送受信振動子のうちの超音波送信に利用される複数の送信専用素子が配列された第 1 環領域と、

前記第 1 環領域に隣り合わせに配置され、前記第 1 環領域と同一の同心円中心を有し、前記複数の送受信振動子のうちの超音波受信に利用される複数の受信専用素子が配列される第 2 環領域と、を有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2 2】

前記制御部は、前記複数の送信専用素子に駆動信号を供給するように前記送信部を制御し、前記複数の受信専用素子からのエコー信号を信号処理するように前記受信部を制御する、ことを特徴とする請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

10

【請求項 2 3】

前記制御部は、前記配列面に搭載される前記複数の送受信素子のうちの前記振動子パターンを構成する送受信素子以外の送受信素子を超音波送信と超音波受信との両方に利用しないように前記送信部と前記受信部とを制御する、ことを特徴とする請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 2 4】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との両方のサイズは、焦点深さとステアリング角度との両方に応じて動的に変化する、ことを特徴とする請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 2 5】

前記振動子パターンは、前記第 1 環領域及び前記第 2 環領域の内側に設けられ、前記同心円中心にオーバーラップする中心領域を有し、

20

前記制御部は、前記第 1 環領域が前記第 2 環領域の内側に設けられている場合、前記中心領域に含まれる複数の送受信素子を複数の受信専用素子に割り当て、前記第 1 環領域が前記第 2 環領域の外側に設けられている場合、前記中心領域に含まれる複数の送受信素子を複数の送信専用素子に割り当てる、

ことを特徴とする請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 2 6】

前記振動子パターンは、前記第 1 環領域及び前記第 2 環領域の内側に設けられ、前記同心円中心にオーバーラップする中心領域を有し、

前記制御部は、前記中心領域をアラゴスポットとして利用するために、前記中心領域に含まれる複数の送受信素子を送信専用素子と受信専用素子との両方に割り当てない、

30

ことを特徴とする請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 2 7】

前記振動子パターンは、前記第 1 環領域及び前記第 2 環領域の外側に設けられた第 4 の環領域を有し、

前記制御部は、前記中心領域に含まれる複数の送受信素子を送信専用素子と受信専用素子との両方に割り当てない、

ことを特徴とする請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 2 8】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域とは、径方向に沿って繰り返し設けられる、ことを特徴とする請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

40

【請求項 2 9】

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との両方は、円環形状を有し、

前記第 1 環領域と前記第 2 環領域との各々は、 n が整数であり、 λ が超音波の波長であり、 f が前記振動子パターンの中心から焦点までの距離である場合において、

【数 2】

$$r_n = \sqrt{n\lambda f + \frac{n^2\lambda^2}{4}}$$

により規定される半径 r_n を有する、

50

ことを特徴とする請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3 0】

前記制御部は、前記第 2 環領域に含まれる前記複数の受信専用素子のうちの一部分を、合成開口を生成するために、複数の受信動作期間の各々において駆動する、請求項 2 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3 1】

2 次元状に配列された複数の振動子と、

前記複数の振動子のうちの第 1 の環領域に配列された振動子に送信機能を割り付け、前記複数の振動子のうちの第 2 の環領域に配列された振動子に受信機能を割り付ける制御部であって、前記第 2 の環領域は、前記第 1 環領域に隣り合わせに配置され、前記第 1 環領域と同一の同心円中心を有する制御部と、

前記複数の振動子のうちの送信機能が割り付けられた振動子に駆動信号を供給する送信部と、

前記複数の振動子のうちの受信機能が割り付けられた振動子からのエコー信号に基づいて受信信号を生成する受信部と、

を具備する超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の実施形態は、超音波プローブ及び超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

図 2 5 に示すように、超音波診断装置は、処理装置、表示装置、ケーブル、及び超音波プローブを含んでいる。超音波プローブは、ケーブルを介して処理装置に接続されている、処理装置は、典型的には、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、超音波プローブ内の複数の振動子を制御する。処理装置は、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。

【0 0 0 3】

より詳細には、複数の振動子は、超音波信号を送受信するための複数のチャンネルに接続されている。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、6 4 から 2 5 6 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、1 0 0 0 以上が要求されている。上記の超音波診断装置において、超音波プローブは、超音波信号の送受信のための回路や他の要素のような多数の電気部品を収容している。より詳細には、超音波プローブは、超音波パルスの発生と超音波エコーの受信とを実行するために、振動子とそれに対応する回路とを含んでいる。

【0 0 0 4】

典型的には、振動子は、単一の素子で送信機能と受信機能とを実行する送受信素子として機能する。複雑な回路構成のため、送受信素子を搭載する超音波プローブは、高コストであり、電力消費量が高い。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

目的は、近距離音場に関する画質向上を可能とする超音波プローブ及び超音波診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

本実施形態に係る超音波プローブは、配列面に 2 次元状に配列された複数の振動子を具備する超音波プローブであって、前記複数の振動子のうちの複数の送信専用素子は、前記配列面に設けられた第 1 環領域に配列され、前記複数の振動子のうちの複数の受信専用素

10

20

30

40

50

子は、前記配列面に設けられ、前記第 1 環領域に隣り合わせに配置され、前記第 1 環領域と同一の同心円中心を有する第 2 環領域に配列される、ことを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図。

【図 2】第 1 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 3】第 2 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 4】第 3 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 5】第 4 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 6】第 5 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 7】第 6 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 8】第 7 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 9】第 8 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 10】第 9 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイの配列パターンを模式的に示す図。

【図 11A】第 4 実施形態に係る超音波診断装置によるダイナミックスポットスキャンを説明するための図。

【図 11B】第 4 実施形態に係る超音波診断装置によるダイナミックスポットスキャンを説明するための他の図。

【図 11C】第 4 実施形態に係る超音波診断装置によるダイナミックスポットスキャンを説明するための他の図。

【図 12】第 7 実施形態に係る超音波診断装置によるダイナミックスポットスキャンを説明するための図。

【図 13】第 8 実施形態に係る超音波診断装置によるダイナミックスポットスキャンを説明するための図。

【図 14】第 1 実施形態に係る超音波診断装置による動作例 4 を説明するための図。

【図 15】第 2 実施形態に係る超音波診断装置による動作例 4 を説明するための図。

【図 16】第 3 実施形態に係る超音波診断装置による動作例 4 を説明するための図。

【図 17A】本実施形態に係る超音波診断装置による空間コンパウンド開口技術を説明するための図。

【図 17B】本実施形態に係る超音波診断装置による空間コンパウンド開口技術を説明するための他の図。

【図 17C】本実施形態に係る超音波診断装置による空間コンパウンド開口技術を説明するための他の図。

【図 18A】本実施形態に係る超音波診断装置による合成開口技術を説明するための図。

【図 18B】本実施形態に係る超音波診断装置による合成開口技術を説明するための他の図。

【図 18C】本実施形態に係る超音波診断装置による合成開口技術を説明するための他の図。

【図 19A】本実施形態の変形例の動作例 1 に係る超音波診断装置の動作例を説明するための図。

【図 19B】本実施形態の変形例の動作例 1 に係る超音波診断装置の動作例を説明するた

10

20

30

40

50

めの他の図。

【図 19C】本実施形態の変形例の動作例 1 に係る超音波診断装置の動作例を説明するための他の図。

【図 20A】本実施形態の変形例の動作例 2 に係る超音波診断装置の動作例を説明するための図。

【図 20B】本実施形態の変形例の動作例 2 に係る超音波診断装置の動作例を説明するための他の図。

【図 20C】本実施形態の変形例の動作例 2 に係る超音波診断装置の動作例を説明するための他の図。

【図 21A】本実施形態の変形例の動作例 3 に係る超音波診断装置によるダイナミックスポットスキンの動作例を説明するための図。

【図 21B】本実施形態の変形例の動作例 3 に係る超音波診断装置によるダイナミックスポットスキンの動作例を説明するための他の図。

【図 21C】本実施形態の変形例の動作例 3 に係る超音波診断装置によるダイナミックスポットスキンの動作例を説明するための他の図。

【図 22A】本実施形態の変形例の動作例 4 に係る超音波診断装置による非対称開口技術を利用したスキンの動作例を説明するための図。

【図 22B】本実施形態の変形例の動作例 4 に係る超音波診断装置による非対称開口技術を利用したスキンの動作例を説明するための他の図。

【図 23】本実施形態の変形例の動作例 4 に係る超音波診断装置による他の非対称開口技術を利用したスキンの動作例を説明するための図。

【図 24】本実施形態の変形例の動作例 5 に係る超音波診断装置による移動開口スキンの動作例を説明するための図。

【図 25】従来例に係る超音波診断装置の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照しながら本実施形態に係わる超音波プローブ及び超音波診断装置を説明する。

【0009】

図 1 は、本実施形態に係る超音波診断装置 1 の構成を示す図である。図 1 に示すように、本実施形態に係る超音波診断装置 1 は、超音波プローブ 2、送信部 3、受信部 4、制御部 5、信号処理部 6、画像発生部 7、記憶部 8、及び表示部 9 を有している。

【0010】

超音波プローブ 2 は、振動子配列面を有している。振動子配列面には、複数の振動子が 2 次元状に配列されている。すなわち、本実施形態に係る超音波プローブ 2 は、2 次元アレイ型である。複数の振動子の集合は、振動子アレイと呼ばれている。超音波プローブ 2 は、典型的には、超音波送信専用の複数の振動子と超音波受信専用の複数の振動子とを含んでいる。ここで、送信機能のみを実行するための送信専用の振動子を送信専用素子と呼び、受信機能のみを実行するための受信専用の振動子を受信専用素子と呼ぶ。また、超音波プローブ 2 は、超音波送信と超音波受信との両方を実行するための振動子を有している。ここで、送信機能と受信機能との両方を実行するための振動子を送受信素子と呼ぶ。配列面には、既定の環形状を有する複数の環領域が設けられている。環形状は、具体的には、円環形状、楕円環形状、及び多角形環形状のうちの何れか一つの形状を有している。各環領域には、複数の送信専用素子、複数の受信専用素子、及び複数の送受信素子のうちの何れか一種類の振動子が排他的に配列されている。各環領域の配置、すなわち、振動子の配列パターンは、例えば、光学回折理論の干渉パターンに従って決定されている。

【0011】

本実施形態に係る振動子は、圧電振動子、静電容量型マイクロマシン超音波振動子 (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer: cMUT)、圧電型マイクロマシン超音波振動子 (Piezoelectr

10

20

30

40

50

ic Micromachined Ultrasonic Transducer: p MUT)、あるいは、他の適切な種類の振動子のうちのいずれの種類の振動子にも適用可能である。

【0012】

送信部3は、制御部5による制御に従って、既定のタイミングでレートパルスをチャンネル毎に繰り返し発生する。送信部3は、発生された各レートパルスに対して、既定の送信方向と送信焦点とに関する超音波送信ビーム(以下、送信ビームと呼ぶ。)を形成するのに必要な遅延時間を与える。この遅延時間は、例えば、ステアリング角度と送信焦点深さとに応じてチャンネル毎に決定される。そして送信部3は、各遅延されたレートパルスに基づくタイミングで駆動信号を発生する。発生された駆動信号は、超音波送信に利用する振動子、すなわち、送信専用素子または送受信素子に供給される。駆動パルスの供給を受けた各振動子は、超音波を発生する。構造的には、送信部3は、複数の送信回路を搭載している。各送信回路は、駆動信号を発生する。各送信回路は、超音波送信に利用される振動子、すなわち、送信専用素子または送受信素子にチャンネルを介して接続されている。各送信回路は、発生された駆動信号を送信専用素子または送受信素子にチャンネルを介して供給する。

10

【0013】

受信部4は、制御部5による制御に従って、超音波受信に利用する振動子、すなわち、受信専用素子または送受信素子からエコー信号を受信する。そして、受信部4は、受信されたエコー信号を信号処理し、超音波受信ビーム(以下、受信ビームと呼ぶ。)に関する受信信号を生成する。より詳細には受信部4は、受信されたエコー信号を増幅し、増幅されたエコー信号をアナログからデジタルに変換する。受信部4は、デジタルに変換されたエコー信号に、既定のステアリング角度と受信焦点深さとに応じた必要な遅延時間を与え、遅延時間が与えられたエコー信号を加算する。この遅延加算処理は、受信ビームに沿って受信焦点深さを変更しながら繰り返される。これにより、受信部4は、受信ビームに関するエコー信号(以下、受信信号と呼ぶ。)を生成する。受信信号の生成は、受信ビームの形成とも呼ばれている。生成された受信信号は、信号処理部6に供給される。構造的には、受信部4は、複数の受信回路を搭載している。各受信回路は、受信専用素子または送受信素子にチャンネルを介して接続されている。各受信回路は、受信専用素子または送受信素子からチャンネルを介して供給されたエコー信号に信号処理を施す。

20

30

【0014】

なお、各振動子は、隙間なく配列されても良いし、隙間を空けて配列されても良い。各振動子が隙間を空けて配列される場合、受信部4は、受信ビームプロファイルを形成することを目的として、受信専用素子または送受信素子からの受信信号に所定のアボダイゼーション関数を適用し、受信信号の重み付けを行う。このアボダイゼーション関数は、受信焦点深さに応じて変化する重み関数である。なお、送信部3により、送信ビームプロファイルを形成することを目的として、送信専用素子または送受信素子への駆動信号に所定のアボダイゼーション関数が適用されてもよい。このアボダイゼーション関数は、送信焦点深さに応じて変化する重み関数である。

【0015】

40

制御部5は、送信動作期間において、超音波送信に利用する振動子(送信専用素子または送受信素子)に駆動信号を供給するように送信部3を制御する。受信動作期間において、制御部5は、超音波受信に利用する振動子(受信専用素子または送受信素子)からのエコー信号を信号処理するように受信部4を制御する。例えば、制御部5は、送受信素子に対するスイッチングを制御する。送受信素子は、チャンネルを介して送信回路と受信回路とにスイッチを経由して選択的に接続されている。送信動作期間において制御部5は、送受信素子と送信回路とが接続され、送受信素子と受信回路とが遮断されるようにスイッチを切替える。受信動作期間において制御部5は、送受信素子と送信回路とが遮断され、送受信素子と受信回路とが接続されるようにスイッチを切替える。なお、送信専用素子は、送信回路のみにチャンネルを介して接続されている。同様に、受信専用素子は、受信回路のみ

50

にチャンネルを介して接続されている。

【 0 0 1 6 】

上述のように、本実施形態においては、超音波プローブ 2 に搭載される複数の振動子の中に送信専用素子と受信専用素子とが含まれている。従って、本実施形態は、超音波プローブ 2 に搭載されている振動子が全て送受信素子の場合に比べて、送信部 3 と受信部 4 とに係る回路構成が単純である。従って、本実施形態に係る超音波プローブ 2 及び超音波診断装置 1 は、従来に比べて、コストが低く、消費電力が低い。

【 0 0 1 7 】

信号処理部 6 は、受信部 4 からの受信信号に B モード処理を施し、B モード信号を生成する。また、信号処理部 6 は、受信部 4 からの受信信号にカラードブラモード処理を施し、カラードブラモード信号を生成することもできる。

【 0 0 1 8 】

画像発生部 7 は、信号処理部 6 からの B モード信号に基づいて B モード画像を発生する。また、画像発生部 7 は、信号処理部 6 からのカラードブラモード信号に基づいてカラードブラモード画像を発生する。B モード画像とカラードブラモード画像とは、記憶部 8 に記憶される。

【 0 0 1 9 】

表示部 9 は、画像発生部 7 または記憶部 8 からの B モード画像を表示する。また、表示部 9 は、画像発生部 7 または記憶部 8 からのカラードブラモード画像を表示する。

【 0 0 2 0 】

以上で本実施形態に係る超音波診断装置 1 の構成の説明を終了する。

【 0 0 2 1 】

本実施形態に係る振動子の配列パターンは、幾つかの利点を有する。この利点としては、例えば、スイッチングと電子フォーカシングとに関連する電子部品数の削減、大開口径での近距離の撮像性能の向上、中心周波数と帯域幅との最適化のための振動子スタックアップの分離、および高調波信号周波数の増強が挙げられる。上記の利点のうちの電子部品数の削減は、製造コスト、消費電力、及び超音波プローブのサイズの削減に寄与する。送受信のための振動子スタックアップの分離は、個々の環領域についての音響整合層や P Z T 変化を介した振動子アレイの各部分に対して中心周波数と帯域幅とを最適化しうる。

【 0 0 2 2 】

(超音波プローブの実施形態)

以下、本実施形態に係る超音波プローブ 1 の構成を複数の実施形態に分けて説明する。なお、以下の説明において、振動子配列面上の一方の方向をエレベーション方向と呼び、もう一方の方向をアジマス方向と呼ぶ。エレベーション方向とアジマス方向とは、互いに直交する。

【 0 0 2 3 】

[第 1 実施形態]

図 2 は、第 1 実施形態に係る超音波プローブにおける振動子アレイ 10 の配列パターンを模式的に示す図である。振動子アレイ 10 は、2 次元状に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

【 0 0 2 4 】

図 2 に示すように、振動子アレイ 10 には、径方向に沿って交互に配列された第 1 環領域 11 と第 2 環領域 12 とが設けられている。ここで、径方向とは、環領域 11, 12 の径方向である。第 1 環領域 11 と第 2 環領域 12 は、円環形状を有している。第 1 環領域 11 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 12 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。ここで、第 1 環領域 11 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 12 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との各々は、円環状に配列される。すなわち、第 1 環領域 11 は、円環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 12 は、円環形状に配列され

10

20

30

40

50

た複数の受信専用素子の集合であるとする。第 2 環領域 1 2 は、第 1 環領域 1 1 に接するように設けられ、第 1 環領域 1 1 と略同一中心点を有している。

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、複数の第 1 環領域 1 1 と複数の第 2 環領域 1 2 とは、同心円中心を共有する同心円環領域である。各第 2 環領域 1 2 は、内側の第 1 環領域 1 1 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 1 1 の外周に接するように設けられている。

【 0 0 2 6 】

「環領域」という用語は、略並行の外周線と内周線との対により規定される領域、あるいは、既定の中心部分またはドーナツ状の穴部を囲む帯形状の領域を意味する。環領域は、円環リング、楕円環リング、及び多角形環リングを含むが、これら特定の形状のリングのみに限定されず、異なる形状のリングの任意の組み合わせであってもよい。例えば、多角形環リングの場合、多角形状を規定する一対の多角形状の外周である。また、環領域は、特定の形状やサイズに限定されない。さらに上記の定義は、振動子の空間的位置関係についてのものであり、送信動作期間における超音波の送信における送信専用素子の駆動パターンあるいはシーケンスに制限される必要はない。同様に、上記の定義は、受信動作期間における超音波の受信における受信専用素子の駆動パターンあるいはシーケンスに制限される必要はない。

【 0 0 2 7 】

図 2 に示すように、振動子アレイ 1 0 は、さらに中心領域 1 3 とマージン領域 1 4 とを有している。中心領域 1 3 は、最内の第 1 環領域 1 1 の内側に設けられている。中心領域 1 3 は、複数の第 1 環領域 1 1 と複数の第 2 環領域 1 2 との同心円中心をオーバーラップするように設けられている。中心領域 1 3 は、第 1 環領域 1 1 の内周に接するように設けられる。もしくは、中心領域 1 3 は、第 1 環領域 1 1 との間に隙間を空けて設けられてもよい。中心領域 1 3 には、第 2 環領域 1 2 に配列されている振動子と同種類の振動子が排他的に配列されている。例えば、第 2 環領域 1 2 に複数の受信専用素子が配列されている場合、中心領域 1 3 にも複数の受信専用素子が配列される。

【 0 0 2 8 】

環領域 1 1、1 2 は、フレネル回折の原理に従う空間的位置関係を有している。内側から n 番目の環領域 1 1、1 2 は、下記の方程式 (1) で規定される半径 r_n にオーバーラップするように設けられる。なお半径 r_n は振動子アレイ 1 0 の中心点からの距離である。

【 数 1 】

$$r_n = \sqrt{n\lambda f + \frac{n^2 \lambda^2}{4}} \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 9 】

ここで、n は整数であり、 λ は超音波の波長である。f は、振動子アレイ 1 0 の中心点から送信焦点までの距離である。振動子アレイ 1 0 が距離 f に比べて短い場合、半径 r_n は、下記の近似式 (2) で表される。

【 数 2 】

$$r_n \cong \sqrt{n\lambda f} \quad \dots (2)$$

【 0 0 3 0 】

同心円中心から n 番目の環領域 1 1、1 2 は、振動子アレイ 1 0 上の第 n 次のフレネルゾーン (フレネルリング) にそれぞれ一致するように設けられる。各次のフレネルゾーンには、径方向に沿って複数の送信専用振動子と複数の受信専用振動子とが交互に配列されるように、複数の送信専用振動子または複数の受信専用振動子が排他的に配列される。同一のフレネルゾーンから送信される超音波は、送信焦点において位相の正負が一致する。各フレネルゾーン (第 1 環領域 1 1) は、一個おきに配列されている。従って各第 1 環領域 1 1 から送信される超音波は、送信焦点において 1 波長づつずれている。すなわち、送信部 3 は、第 1 環領域 1 1 毎に同一の駆動信号を供給することにより、送信焦点 f に収束

10

20

30

40

50

する超音波を送信することができる。この際、各第1環領域11に供給される駆動信号への送信遅延時間は、中心周波数の一周分だけずらされる。このように、第1環領域11毎に送信遅延時間を変化させればよいので、複雑な送信遅延時間の制御が必要なくなる。また、これに伴い、同一の第1環領域11内の送信専用素子を共通接続することが可能となる。このフレネルゾーンの原理を利用することにより、送信に関する電子回路規模を大幅に削減することができる。

【0031】

また、各次のフレネルゾーン（第2環領域12）には、反射源から位相の正負が揃った超音波が到達する。隣り合うフレネルゾーンに到達する超音波の位相は、正負が反転している。受信時においては、ダイナミックフォーカスを利用するため、受信焦点の深さが変化する。中心軸上の任意点からの超音波は、各第2環領域12内の複数の受信専用素子で同時刻に受信される。受信部4は、同一の第2環領域12からのエコー信号に、受信焦点からの伝搬時間差に応じた共通の受信遅延時間を与える。従って、本実施形態によれば、受信遅延時間の制御が無くなる。また、これに伴い、同一の第2環領域12内の受信専用素子を共通接続することが可能となる。また、受信部4は、受信遅延時間を与える前に、エコー信号を加算することができる。このように、フレネルゾーンの原理を利用することにより、受信に関する電子回路規模を大幅に削減することができる。

10

【0032】

マージン領域14は、振動子アレイ10のうちの、最外の環領域11の外側に設けられている。マージン領域14は、送信専用素子及び受信専用素子等の振動子を含まなくても良いし、機能不能な振動子を含んでも良い。機能不能な振動子とは、例えば、送信回路との接続が遮断されている送信専用素子、受信回路との接続が遮断されている受信専用素子である。あるいは、マージン領域14には、機能可能な送信専用素子または機能可能な受信専用素子が配列されていなくてもよい。あるいは、マージン領域14は、強度を向上するために複数の送信専用素子を含んでも良いし、感度を向上するために複数の受信専用素子を含んでも良い。

20

【0033】

例えば、振動子アレイ10は、10,000個の振動子を含んでいる。具体的には、アジマス方向に100個の振動子が、エレベーション方向に100個の振動子が配列される。10,000個の振動子にM個の送信専用素子、N個の受信専用素子、O個の機能不能な振動子が含まれているものとする。MとNとOとの合計は10,000である。例えば、M個は3,750個であり、N個は3,750個であり、O個は2,500個である。さらに、3,750個の送信専用素子は、任意に各第1環領域11に分配される。各第1環領域11は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。同様に、3,750個の受信専用素子は、任意に各第2環領域12に分配される。各第2環領域12は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。なお、受信専用素子は、中心領域13に配列されても良い。

30

【0034】

一般的に、平面波中に円形状を有する遮断領域がある場合、この遮断領域の中心軸上に強い輝点が発生する。この輝点は、アラゴスポットと呼ばれている。近距離に送信焦点を有する送信ビームを形成するためには、この送信焦点を通る軸を中心とする円形の送信開口を有する振動子群を駆動する必要がある。各振動子が送信する球面波の等位相面が1点で強め合うことにより焦点を結ぶ。ここで、円形の送信開口のうち、例えば開口中心に位置する振動子が放射する球面波（以下、中心の球面波）を考える。この中心の球面波は、ビーム送信方向に対して左右方向（走査方向）の収束にほとんど寄与しない。これは、送信焦点付近における中心の球面波の等位相面は、左右方向に大きく広がっていることから明らかである。

40

【0035】

そこで、本実施形態に係る超音波診断装置1及び超音波プローブ2は、上述したような左右方向の収束に寄与しない振動子を超音波送信に利用しないようにすることで、よりビ

50

ーム幅の狭いビームを形成することができる。すなわち、開口中心を超音波送信に利用しないことで、開口中心にアラゴスポットを発生させることにより、近距離でも比較的細いビームを得ることができる。本実施形態においては、中心領域 1 3 は、送信専用素子または受信専用素子を排他的に含んでいる。中心領域 1 3 が受信専用素子を排他的に含んでいる場合、中心領域 1 3 は、送信に利用されない。従って、この場合、中心領域 1 3 は、送信動作期間においてアラゴスポットとして機能する。中心領域 1 3 を送信に利用しない場合、アラゴスポットの効果により、比較的細い送信ビームを形成することができる。一方、中心領域 1 3 が送信専用素子を排他的に含んでいる場合、中心領域 1 3 は、受信に利用されない。従って、この場合、中心領域 1 3 は、受信動作期間においてアラゴスポットとして機能する。中心領域 1 3 を受信に利用しない場合、アラゴスポットの効果により、比較的細い受信ビームを形成することができる。従って、中心領域を送信と受信との両方に利用する場合に比して、本実施形態に係る超音波診断装置 1 及び超音波プローブ 2 は、画質を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

[第 2 実施形態]

図 3 は、第 2 実施形態に係る超音波プローブにおける振動子アレイ 2 0 の配列パターンを模式的に示す図である。振動子アレイ 2 0 は、2 次元状に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

【 0 0 3 7 】

図 3 に示すように、振動子アレイ 2 0 には、径方向に沿って交互に配列された第 1 環領域 2 1 と第 2 環領域 2 2 とが設けられている。ここで、径方向とは、環領域 2 1 , 2 2 の径方向である。第 1 環領域 2 1 と第 2 環領域 2 2 は、楕円環形状を有している。第 1 環領域 2 1 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 2 2 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。ここで、第 1 環領域 2 1 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 2 2 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との各々は、楕円環状に配列される。すなわち、第 1 環領域 2 1 は、楕円環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 2 2 は、楕円環形状に配列された複数の受信専用素子の集合であるとする。第 2 環領域 2 2 は、第 1 環領域 2 1 に接するように設けられ、第 1 環領域 2 1 と略同一中心点を有している。

【 0 0 3 8 】

図 3 に示すように、複数の第 1 環領域 2 1 と複数の第 2 環領域 2 2 とは、同心円中心を共有する楕円環領域である。各第 2 環領域 2 2 は、内側の第 1 環領域 2 1 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 2 1 の外周に接するように設けられている。

【 0 0 3 9 】

図 3 に示すように、振動子アレイ 2 0 は、さらに中心領域 2 3 とマージン領域 1 4 とを有している。中心領域 2 3 は、第 1 環領域 2 1 の内側であって、少なくとも同心円中心を含むように配置される。中心領域 2 3 は、第 1 環領域 2 1 の内周に接するように設けられる。もしくは、中心領域 2 3 は、中心領域 2 3 と第 1 環領域 2 1 との間に隙間を空けて設けられる。中心領域 2 3 には、第 2 環領域 2 2 と同様に、複数の送信専用素子あるいは複数の受信専用素子が排他的に配列される。マージン領域 1 4 は、振動子アレイ 2 0 のうちの、最外の環領域 2 1 の外側に設けられる。

【 0 0 4 0 】

[第 3 実施形態]

図 4 は、第 3 実施形態に係る超音波プローブにおける振動子アレイ 3 0 の配列パターンを模式的に示す図である。典型的には、振動子アレイ 3 0 は、2 次元状に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

【 0 0 4 1 】

図 4 に示すように、振動子アレイ 3 0 には、径方向に沿って交互に配列された第 1 環領域 3 1 と第 2 環領域 3 2 とが設けられている。ここで、径方向とは、環領域 3 1 , 3 2 の

径方向である。第 1 環領域 3 1 と第 2 環領域 3 2 は、多角環形状を有している。多角環形状は、円形状の近似として利用される。第 1 環領域 3 1 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 3 2 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。ここで、第 1 環領域 3 1 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 3 2 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との各々は、多角環状に配列される。すなわち、第 1 環領域 3 1 は、楕円環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 3 2 は、多角環形状に配列された複数の受信専用素子の集合であるとする。第 2 環領域 3 2 は、第 1 環領域 3 1 に接するように設けられ、第 1 環領域 3 1 と略同一中心点を有している。

10

【 0 0 4 2 】

図 4 に示すように、複数の第 1 環領域 3 1 と複数の第 2 環領域 3 2 とは、同心円中心を共有する多角環領域である。各第 2 環領域 3 2 は、内側の第 1 環領域 3 1 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 3 1 の外周に接するように設けられている。

【 0 0 4 3 】

図 4 に示すように、振動子アレイ 3 0 は、さらに中心領域 3 3 とマージン領域 1 4 とを有している。中心領域 3 3 は、第 1 環領域 3 1 の内側であって、少なくとも同心円中心にオーバーラップするように配置される。中心領域 3 3 は、第 1 環領域 3 1 の内周に接するように並べて設けられる。もしくは、中心領域 3 3 は、第 1 環領域 3 1 との間に隙間を空けて設けられてもよい。中心領域 3 3 には、第 2 環領域 3 2 に配列されている振動子と同種類の振動子が排他的に配列されている。マージン領域 1 4 は、振動子アレイ 3 0 のうちの、最外の環領域 3 1 の外側に設けられる。

20

【 0 0 4 4 】

なお、振動子アレイ 3 0 における M 個の送信専用素子、N 個の受信専用素子、及び O 個の機能不能な振動子の個数の対応関係は、第 1 実施形態と同様である。また、各第 1 環領域 3 1 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。同様に、各第 2 環領域 3 2 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。

【 0 0 4 5 】

[第 4 実施形態]

図 5 は、第 4 実施形態に係る超音波プローブにおける振動子アレイ 4 0 の配列パターンを模式的に示す図である。典型的には、振動子アレイ 4 0 は、2 次元状に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

30

【 0 0 4 6 】

図 5 に示すように、振動子アレイ 4 0 には、径方向に沿って交互に配列された第 1 環領域 4 1 と第 2 環領域 4 2 とが設けられている。ここで、径方向とは、環領域 4 1 , 4 2 の径方向である。第 1 環領域 4 1 と第 2 環領域 4 2 は、円環形状を有している。第 1 環領域 4 1 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 4 2 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。ここで、第 1 環領域 4 1 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 4 2 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との各々は、円環状に配列される。すなわち、第 1 環領域 4 1 は、円環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 4 2 は、円環形状に配列された複数の受信専用素子の集合であるとする。第 2 環領域 4 2 は、第 1 環領域 4 1 に接するように設けられ、第 1 環領域 4 1 と略同一中心点を有している。

40

【 0 0 4 7 】

図 5 に示すように、複数の第 1 環領域 4 1 と複数の第 2 環領域 4 2 とは、同心円中心を共有する同心円環領域である。各第 2 環領域 4 2 は、内側の第 1 環領域 4 1 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 4 1 の外周に接するように設けられている。

【 0 0 4 8 】

図 5 に示すように、振動子アレイ 4 0 は、さらに中心領域 4 3 とマージン領域 1 4 とを

50

有している。中心領域 4 3 は、円形状を有している。中心領域 4 3 は、第 1 環領域 4 1 の内側であって、少なくとも同心円中心をオーバーラップするように配置される。中心領域 4 3 は、第 1 環領域 4 1 の内周に接するように設けられる。もしくは、中心領域 4 3 は、第 1 環領域 4 1 との間に隙間を空けて設けられてもよい。中心領域 4 3 には、送信専用素子と受信専用素子との両方が設けられていない。あるいは、中心領域 4 3 には、機能不能な振動子が設けられていてもよい。中心領域 4 3 に配列される振動子の個数は、他の領域に配列される振動子よりも疎に配列されてもよい。これにより、電気回路のコスト、電力消費量、及びサイズが削減される。中心領域 4 3 により、ビーム幅を改善し、エレベーション方向及びアジマス方向に沿う近距離音場の分解能を改善し、結果的に画質を向上させることができる。中心領域 4 3 は、光学回折理論におけるアラゴスポットを生起する第 1 フレネルゾーンの内側の不透明な光学的円盤領域に対応する。中心領域 4 3 は、アラゴスポットとして機能する。マージン領域 1 4 は、振動子アレイ 4 0 のうちの、最外の環領域 4 2 の外側に設けられる。

10

【0049】

環領域 4 1、4 2 は、フレネル回折の原理に従う所定の空間的位置関係を有している。内側から n 番目の環領域 4 1、4 2 は、上記の方程式 (1) で規定される半径 r_n にオーバーラップするように設けられる。ここで、 n は整数であり、 λ は超音波の波長であり、 f は振動子アレイ 4 0 の中心点から送信焦点までの距離である。振動子アレイ 4 0 の長さが距離 f に比べて短い場合、半径 r_n は、上記の近似式 (2) で表される。

20

【0050】

同心円中心から n 番目の環領域 4 1、4 2 は、振動子アレイ 4 0 上の第 n 次のフレネルゾーンにそれぞれ一致するように設けられる。各次のフレネルゾーンには、径方向に沿って複数の送信専用振動子と複数の受信専用振動子とが交互に配列されるように、複数の送信専用振動子または複数の受信専用振動子が排他的に配列される。各次のフレネルゾーンには、反射源から位相の正負が揃った超音波が到達する。隣り合うフレネルゾーンに到達する超音波の位相は、正負が反転している。従って、各環領域 4 1、4 2 を第 n フレネルゾーンに一致させることにより、近距離音場の画質性能が向上する。

【0051】

例えば、振動子アレイ 4 0 は、10,000 個の振動子を含んでいる。具体的には、アジマス方向に 100 個の振動子が、エレベーション方向に 100 個の振動子が配列される。10,000 個の振動子に M 個の送信専用素子、 N 個の受信専用素子、0 個の機能不能な振動子が含まれているものとする。 M と N と 0 との合計は 10,000 である。例えば、 M 個は 3,750 個であり、 N 個は 3,750 個であり、0 個は 2,500 個である。さらに、3,750 個の送信専用素子は、任意に第 1 環領域 4 1、4 1 A、及び 4 1 B に分配される。各第 1 環領域 4 1 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。同様に、3,750 個の受信専用素子は、任意に第 2 環領域 4 2 に分配される。各第 2 環領域 4 2 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。

30

【0052】

アラゴスポットの効果により、中心領域 4 3 を送信に利用しない場合、比較的細い送信ビームを形成することができる。また、中心領域 4 3 を受信に利用しない場合、アラゴスポットの効果により、比較的細い受信ビームを形成することができる。従って、アラゴスポットがない場合に比して、第 4 実施形態に係る超音波プローブ 2 は、画質を向上させることができる。

40

【0053】

[第 5 実施形態]

図 6 は、第 5 実施形態に係る超音波プローブにおける振動子アレイ 5 0 の配列パターンを模式的に示す図である。典型的には、振動子アレイ 5 0 は、2 次元状に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

【0054】

図 6 に示すように、振動子アレイ 5 0 には、径方向に沿って交互に配列された第 1 環領

50

域 5 1 と第 2 環領域 5 2 とが設けられている。ここで、径方向とは、環領域 5 1 , 5 2 の径方向である。第 1 環領域 5 1 と第 2 環領域 5 2 は、楕円環形状を有している。第 1 環領域 5 1 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 5 2 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。ここで、第 1 環領域 5 1 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 5 2 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との各々は、楕円環状に配列される。すなわち、第 1 環領域 5 1 は、楕円環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 5 2 は、楕円環形状に配列された複数の受信専用素子の集合であるとする。第 2 環領域 5 2 は、第 1 環領域 5 1 に接するように設けられ、第 1 環領域 5 1 と略同一中心点を有している。

10

【 0 0 5 5 】

図 6 に示すように、複数の第 1 環領域 5 1 と複数の第 2 環領域 5 2 とは、同心円中心を共有する楕円環領域である。各第 2 環領域 5 2 は、内側の第 1 環領域 5 1 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 5 1 の外周に接するように設けられている。

【 0 0 5 6 】

図 6 に示すように、振動子アレイ 5 0 は、さらに中心領域 5 3 とマージン領域 1 4 とを有している。中心領域 5 3 は、楕円形状を有している。中心領域 5 3 は、第 1 環領域 5 1 の内側であって、同心円中心にオーバーラップをするように配置される。中心領域 5 3 は、第 1 環領域 5 1 の内周に接するように設けられる。もしくは、中心領域 5 3 は、第 1 環領域 5 1 との間に隙間を空けて設けられてもよい。中心領域 5 3 は、アラゴスポットとして機能する。このため、中心領域 5 3 には、例えば、送信専用素子と受信専用素子との両方が配列されていない。あるいは、中心領域 5 3 には、機能不能な振動子が配列されていてもよい。あるいは、中心領域 5 3 には、複数の振動子が疎に配列されていてもよい。これにより、電気回路のコスト、電力消費量、及びサイズが削減される。中心領域 5 3 により、ビーム幅を改善し、エレベーション方向及びアジマス方向に関する近距離音場の分解能を改善し、結果的に画質を向上させることができる。マージン領域 1 4 は、振動子アレイ 5 0 のうちの、最外の環領域 5 2 の外側に設けられる。

20

【 0 0 5 7 】

なお、振動子アレイ 5 0 における M 個の送信専用素子、N 個の受信専用素子、及び O 個の機能不能な振動子の個数の対応関係は、第 1 実施形態と同様である。また、各第 1 環領域 5 1 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。同様に、各第 2 環領域 5 2 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。

30

【 0 0 5 8 】

[第 6 実施形態]

図 7 は、第 6 実施形態に係る超音波プローブにおける振動子アレイ 6 0 の配列パターンを模式的に示す図である。典型的には、振動子アレイ 6 0 は、2 次元状に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

【 0 0 5 9 】

図 7 に示すように、振動子アレイ 6 0 には、径方向に沿って交互に配列された第 1 環領域 6 1 と第 2 環領域 6 2 とが設けられている。ここで、径方向とは、環領域 6 1 , 6 2 の径方向である。第 1 環領域 6 1 と第 2 環領域 6 2 は、多角環形状を有している。第 1 環領域 6 1 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 6 2 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。ここで、第 1 環領域 6 1 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 6 2 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との各々は、多角環形状に配列される。すなわち、第 1 環領域 6 1 は、多角環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 6 2 は、多角環形状に配列された複数の受信専用素子の集合であるとする。第 2 環領域 6 2 は、第 1 環領域 6 1 に接するように設けられ、第 1 環領域 6 1 と略同一中心点を有している。

40

【 0 0 6 0 】

50

図 7 に示すように、複数の第 1 環領域 6 1 と複数の第 2 環領域 6 2 とは、同心円中心を共有する多角環領域である。各第 2 環領域 6 2 は、内側の第 1 環領域 6 1 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 6 1 の外周に接するように設けられている。

【 0 0 6 1 】

図 7 に示すように、振動子アレイ 6 0 は、さらに中心領域 6 3 とマージン領域 1 4 とを有している。中心領域 6 3 は、多角環形状を有している。中心領域 6 3 は、第 1 環領域 6 1 の内側であって、少なくとも同心円中心をオーバーラップするように設けられている。中心領域 6 3 は、第 1 環領域 6 1 に接するように設けられる。もしくは、中心領域 6 3 は、第 1 環領域 6 1 との間に隙間を空けて設けられる。中心領域 6 3 は、アラゴスポットとして機能する。このため、中心領域 6 3 には、例えば、送信専用素子と受信専用素子との両方が設けられていない。あるいは、中心領域 6 3 には、機能不能の振動子が配列されていてもよい。あるいは、複数の振動子が疎に配列されてもよい。このような構成により、電気回路のコスト、電力消費量、及びサイズが削減される。中心領域 6 3 により、ビーム幅を改善し、エレベーション方向及びアジマス方向に関する近距離音場の分解能を改善し、結果的に画質を向上させることができる。マージン領域 1 4 は、振動子アレイ 6 0 のうちの、最外の環領域 6 1 の外側に設けられる。

【 0 0 6 2 】

なお、振動子アレイ 6 0 における M 個の送信専用素子、N 個の受信専用素子、及び 0 個の機能不能な振動子の個数の対応関係は、第 1 実施形態と同様である。また、各第 1 環領域 6 1 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。同様に、各第 2 環領域 6 2 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。

【 0 0 6 3 】

[第 7 実施形態]

図 8 は、第 7 実施形態に係る超音波プローブにおける振動子アレイ 7 0 の配列パターンを模式的に示す図である。典型的には、振動子アレイ 7 0 は、2 次元状に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

【 0 0 6 4 】

図 8 に示すように、振動子アレイ 7 0 には、径方向に沿って交互に配列された第 1 環領域 7 1 と第 2 環領域 7 2 とが設けられている。ここで、径方向とは、環領域 7 1, 7 2 の径方向である。第 1 環領域 7 1 と第 2 環領域 7 2 は、円環形状を有している。第 1 環領域 7 1 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 7 2 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。ここで、第 1 環領域 7 1 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 7 2 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との各々は、円環状に配列される。すなわち、第 1 環領域 7 1 は、円環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 7 2 は、円環形状に配列された複数の受信専用素子の集合であるとする。第 2 環領域 7 2 は、第 1 環領域 7 1 に接するように設けられ、第 1 環領域 7 1 と略同一中心点を有している。

【 0 0 6 5 】

図 8 に示すように、複数の第 1 環領域 7 1 と複数の第 2 環領域 7 2 とは、同心円中心を共有する同心円環領域である。各第 2 環領域 7 2 は、内側の第 1 環領域 7 1 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 7 1 の外周に接するように設けられている。

【 0 0 6 6 】

図 8 に示すように、振動子アレイ 7 0 は、第 1 環領域 7 1 と第 2 環領域 7 2 との間に任意の環領域 7 5 を有している。第 3 環領域 7 5 には、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方が配列されている。第 3 環領域 7 5 における送信専用素子または受信専用素子は、機能不能であっても機能可能であってもどちらでもよい。あるいは、第 3 環領域 7 5 には、送信専用素子と受信専用素子とのいずれも配列されていなくてもよい。

【 0 0 6 7 】

図 8 に示すように、振動子アレイ 7 0 は、さらに中心領域 7 3 とマージン領域 1 4 とを

有している。中心領域 7 3 は、円形状を有している。中心領域 7 3 は、第 1 環領域 7 1 の内側であって、少なくとも同心円中心をオーバーラップするように設けられる。中心領域 7 3 は、第 1 環領域 7 1 の内周に接するように設けられる。もしくは、中心領域 7 3 は、第 1 環領域 7 1 との間に隙間を空けて設けられる。中心領域 7 3 は、アラゴスポットとして機能する。このため、中心領域 7 3 には、例えば、送信専用素子と受信専用素子との両方が設けられていない。あるいは、中心領域 7 3 には、機能不能な振動子が配列されていてもよい。または、中心領域 7 3 には、複数の振動子が疎に配列されていてもよい。このような構成により、電気回路のコスト、電力消費量、及びサイズが削減される。中心領域 7 3 により、ビーム幅を改善し、エレベーション方向及びアジマス方向に沿う近距離音場の分解能を改善し、結果的に画質を向上させることができる。マージン領域 1 4 は、振動子アレイ 7 0 のうちの、最外の環領域 7 2 の外側に設けられる。

10

【 0 0 6 8 】

なお、振動子アレイ 7 0 における M 個の送信専用素子、N 個の受信専用素子、及び 0 個の機能不能な振動子の個数の対応関係は、第 1 実施形態と同様である。また、各第 1 環領域 7 1 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。同様に、各第 2 環領域 7 2 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。

【 0 0 6 9 】

上記の説明において、第 7 実施形態に係る環領域は、円環領域であるとした。しかしながら、第 7 実施形態に係る環領域は、楕円環領域であっても多角環領域であってもよい。楕円環領域の場合、送信専用素子と受信専用素子とは、楕円環領域の第 1 環領域と楕円環領域の第 2 環領域とに個別に配置される。また、中心領域、マージン領域、及び第 5 の領域はそれぞれ、楕円環領域であってもよい。同様に、多角環領域の場合、送信専用素子と受信専用素子とは、多角環領域の第 1 環領域と多角環領域の第 2 環領域とに個別に配置される。また、中心領域、マージン領域、及び第 5 の領域はそれぞれ、多角環領域であってもよい。なお、環領域が楕円環領域や多角環領域の場合の第 7 実施形態は、図示せず、図 8 の第 7 実施形態の説明とこの段落の説明とにおいて開示したこととする。

20

【 0 0 7 0 】

[第 8 実施形態]

図 9 は、第 8 実施形態に係る超音波プローブにおける振動子アレイ 8 0 の配列パターンを模式的に示す図である。典型的には、振動子アレイ 8 0 は、2 次元状に配列された複数の送受信素子と複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

30

【 0 0 7 1 】

図 9 に示すように、振動子アレイ 8 0 には、第 1 環領域 8 1、第 2 環領域 8 2、及び第 4 環領域 8 6 が設けられている。例えば、環領域 8 1、第 4 環領域 8 6、及び第 2 環領域 8 2 が径方向に沿って順番に配列される。ここで径方向とは、環領域 8 1、8 2、8 6 の径方向である。第 1 環領域 8 1、第 2 環領域 8 2、及び第 4 環領域 8 6 は、円環形状を有している。第 1 環領域 8 1 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 8 2 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。第 4 環領域 8 6 は、複数の送受信素子を含む。ここで、第 1 環領域 8 1 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 8 2 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子と複数の送受信素子との各々は、円環状に配列される。すなわち、第 1 環領域 8 1 は、円環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 8 2 は、円環形状に配列された複数の受信専用素子の集合であり、第 4 環領域 8 6 は、円環形状に配列された複数の送受信素子の集合であるとする。第 4 環領域 8 6 は、第 1 環領域 8 1 の外周に接するように設けられる。第 2 環領域 8 2 と第 4 環領域 8 6 とは、第 1 環領域 8 1 と略同一の同心円中心を有している。

40

【 0 0 7 2 】

図 9 に示すように、複数の第 1 環領域 8 1 と複数の第 2 環領域 8 2 と複数の環領域 8 6 とは、同心円中心を共有する同心円環領域である。各第 2 環領域 7 2 は、内側の第 4 環領域

50

域 8 6 よりも径が大きく、内側の第 4 環領域 8 6 の外周に接するように設けられている。各第 4 環領域 8 6 は、内側の第 1 環領域 8 1 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 8 1 の外周に接するように設けられている。

【 0 0 7 3 】

図 9 に示すように、振動子アレイ 8 0 は、さらに中心領域 8 3 とマージン領域 1 4 とを有している。中心領域 8 3 は、円形状を有している。中心領域 8 3 は、第 1 環領域 8 1 の内側であって、少なくとも同心円中心にオーバーラップするように設けられる。中心領域 8 3 は、第 1 環領域 8 1 に接するように設けられる。もしくは、中心領域 8 3 は、第 1 環領域 8 1 との間に隙間を空けて設けられる。中心領域 8 3 には、アラゴスポットとして機能する。このため、例えば、中心領域 8 3 には、送信専用素子と受信専用素子との両方が設けられていない。あるいは、中心領域 8 3 には、機能不能な振動子が配列されていてもよい。あるいは、中心領域 8 3 には、複数の振動子が疎に配列されてもよい。このような構成により、電気回路のコスト、電力消費量、及びサイズが削減される。中心領域 8 3 により、ビーム幅を改善し、エレベーション方向及びアジマス方向に関する近距離音場の分解能を改善し、結果的に画質を向上させることができる。

10

【 0 0 7 4 】

なお、振動子アレイ 8 0 における M 個の送信専用素子、N 個の受信専用素子、及び O 個の機能不能な振動子の個数の対応関係は、第 1 実施形態と同様である。また、各第 1 環領域 8 1 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。同様に、各第 2 環領域 8 2 は、同一のサイズであっても同一のサイズでなくてもよい。

20

【 0 0 7 5 】

上記の説明において、第 8 実施形態に係る環領域は、円環領域であるとした。しかしながら、第 8 実施形態に係る環領域は、楕円環領域であっても多角環領域であってもよい。楕円環領域の場合、送信専用素子と受信専用素子とは、楕円環領域の第 1 環領域と楕円環領域の第 2 環領域とに個別に配置される。また、中心領域及びマージン領域はそれぞれ、楕円環領域であってもよい。同様に、多角環領域の場合、送信専用素子と受信専用素子とは、多角環領域の第 1 環領域と多角環領域の第 2 環領域とに個別に配置される。また、中心領域及びマージン領域はそれぞれ、多角環領域であってもよい。なお、環領域が楕円環領域や多角環領域の場合の第 7 実施形態は、図示せず、図 9 の第 8 実施形態の説明とこの段落の説明とにおいて開示したこととする。

30

【 0 0 7 6 】

[第 9 実施形態]

図 1 0 は、第 9 実施形態に係る超音波プローブの振動子アレイ 9 0 の配列パターンを示す図である。第 9 実施形態に係る振動子アレイ 9 0 は、アラゴスポットが欠落した図 8 の第 7 実施形態に係る振動子アレイに対応する。振動子アレイ 9 0 は、複数のオーバーラップしない環領域を有している。典型的には、振動子アレイ 9 0 は、2 次元状に配列された複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とを有している。

【 0 0 7 7 】

図 1 0 に示すように、振動子アレイ 9 0 には、径方向に沿って交互に配列された第 1 環領域 9 1 と第 2 環領域 9 2 とが設けられている。ここで、径方向とは、環領域 9 1 , 9 2 の径方向である。第 1 環領域 9 1 と第 2 環領域 9 2 は、円環形状を有している。第 1 環領域 9 1 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方を排他的に含み、第 2 環領域 9 2 は、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの他方を排他的に含む。ここで、第 1 環領域 9 1 には、複数の送信専用素子が配列され、第 2 環領域 9 2 には、複数の受信専用素子が配列されているとする。換言すれば、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子との各々は、円環状に配列される。すなわち、第 1 環領域 9 1 は、円環形状に配列された複数の送信専用素子の集合であり、第 2 環領域 9 2 は、円環形状に配列された複数の受信専用素子の集合であるとする。第 2 環領域 9 2 は、第 1 環領域 9 1 に接するように設けられ、第 1 環領域 9 1 と略同一中心点を有している。

40

【 0 0 7 8 】

50

図 10 に示すように、振動子アレイ 90 は、第 1 環領域 91 と第 2 環領域 92 との間に任意の環領域 95 を有している。環領域 95 には、複数の送信専用素子と複数の受信専用素子とのうちの一方が配列されている。環領域 95 における送信専用素子または受信専用素子は、機能不能であっても機能可能であってもどちらでもよい。あるいは、環領域 95 には、送信専用素子と受信専用素子とのいずれも配列されていなくてもよい。

【0079】

図 10 に示すように、複数の第 1 環領域 91 と複数の第 2 環領域 92 と複数の環領域 95 とは、同心円中心を共有する同心円環領域である。各第 2 環領域 92 は、内側の第 1 環領域 91 よりも径が大きく、内側の第 1 環領域 91 の外周に接するように設けられている。

10

【0080】

図 10 に示すように、振動子アレイ 90 は、さらに中心領域 93 とマージン領域 14 とを有している。中心領域 93 は、円形状を有している。中心領域 93 は、第 1 環領域 91 の内側であって、少なくとも同心円中心を含むように配置される。中心領域 93 は、第 1 環領域 91 に隣り合わせに並べて設けられる。もしくは、中心領域 93 は、第 1 環領域 91 との間に隙間を空けて設けられる。中心領域 93 は、第 2 環領域 92 と同一の振動子を含んでいる。マージン領域 14 は、振動子アレイ 90 のうちの、最外の環領域 91 の外側に設けられる。

【0081】

(超音波診断装置の動作例)

20

以下、第 1 ～ 第 9 実施形態に係る超音波診断装置 1 の動作を複数の動作例に分けて説明する。

【0082】

[動作例 1]

動作例 1 に係る超音波診断装置 1 は、電氣的に超音波ビームをステアリングさせることにより、スキャン領域を 2 次元的または 3 次元的にスキャンする。動作例 1 は、第 1 ～ 9 実施形態に係る超音波プローブの全てに適用可能である。しかし、以下の説明を具体的に行うため、動作例 1 に係る超音波プローブとして、第 1 実施形態に係る超音波プローブを例に挙げる。なお、図 2 の第 1 環領域 11 は送信専用素子を含み、第 2 環領域 12 は受信専用素子を含み、中心領域 13 は受信専用素子を含むものとする。

30

【0083】

超音波スキャンの開始指示がなされたことを契機として、制御部 5 は、超音波スキャンを開始する。超音波スキャンにおいて制御部 5 は、超音波ビームをステアリングしながら超音波ビームでスキャン領域を繰り返しスキャンするように送信部 3 と受信部 4 とを制御する。なお、送信動作と受信動作とは交互に行われる。

【0084】

制御部 5 は、既定のスキャンシーケンスに従って、超音波送信のために送信部 3 を制御し、超音波受信のために受信部 4 を制御する。以下、送信部 3 と受信部 4 との動作についてより詳細に説明する。

【0085】

40

送信動作において送信部 3 は、超音波送信のために、第 1 環領域 11 内の送信専用素子を作動する。具体的には、送信部 3 は、送信ビームのステアリング角度と送信焦点深さに応じた送信ビームを送信するための遅延時間を、各駆動信号に与える。遅延時間が与えられた駆動信号は、各送信専用素子に供給される。駆動信号の送信専用素子への供給により、送信ステアリング角度と送信焦点深さに応じた送信ビームが超音波プローブ 2 から送信される。なお送信ビームのステアリング角度は、振動子配列面の中心軸から送信ビームの中心軸への角度に規定される。なお振動子配列面の中心軸は、振動子配列面に直交し、振動子配列面の中心点を通る軸である。

【0086】

受信動作において受信部 4 は、超音波受信のために、第 2 環領域 12 及び中心領域 13

50

に含まれる受信専用素子を作動する。具体的には、受信専用素子は、被検体により反射された超音波を受信し、受信された超音波に応じたエコー信号を発生する。エコー信号は、受信チャンネルを介して受信部 4 に供給される。受信部 4 は、各受信チャンネル（すなわち、受信専用素子毎）からのエコー信号に、受信ビームのステアリング角度と受信焦点深さに応じた受信ビームを形成するための遅延時間を与える。遅延時間が与えられたエコー信号は、受信部 4 により加算される。この遅延加算処理により、受信ビームのステアリング角度と受信焦点深さに応じた受信ビームが電氣的に形成される。すなわち、遅延加算処理により、受信ビームに関する受信信号が発生される。受信信号は、信号処理部 6 に供給される。

【 0 0 8 7 】

このように動作例 1 において制御部 5 は、スキャンシーケンスに従って、ステアリング角度と焦点深さを変更しながら、送信動作と受信動作とを繰り返す。これにより動作例 1 に係る超音波診断装置は、スキャン領域を超音波で繰り返しスキャンすることができる。なお中心領域 1 3 には送信専用素子が含まれないので、中心領域 1 3 は、送信時においてアラゴスポットとして機能する。従って、振動子アレイ 1 0 から送信される送信ビームは、中心領域 1 2 に送信専用素子が含まれる場合に比して細くなる。

【 0 0 8 8 】

[動作例 2]

動作例 2 に係る超音波診断装置 1 は、中心領域が送受信に利用されない超音波プローブ 2 を利用して超音波スキャンを実行する。動作例 2 は、第 4 ~ 8 実施形態に係る超音波プローブ 2 により利用可能である。以下の説明を具体的に行うため、動作例 2 に係る超音波プローブ 2 として、第 4 実施形態に係る超音波プローブ 2 を例に挙げる。なお、図 5 の第 1 環領域 4 1 は送信専用素子を含み、第 2 環領域 4 2 は受信専用素子を含み、中心領域（アラゴスポット）4 3 は振動子を含まないものとする。また、動作例 2 は、動作例 1 と略同一である。同一の処理内容は、必要な箇所を除いて説明を省略する。

【 0 0 8 9 】

超音波スキャンの開始指示がなされたことを契機として、制御部 5 は、動作例 2 に係る超音波スキャンを開始する。動作例 2 に係る超音波スキャンにおいて制御部 5 は、既定のスキャン領域を超音波で繰り返しスキャンするように送信部 3 と受信部 4 とを制御する。

【 0 0 9 0 】

送信動作において送信部 3 は、超音波送信のために、各第 1 環領域 4 1 に含まれる送信専用素子を作動する。送信専用素子の作動により、スキャンシーケンスに従うステアリング角度と送信焦点深さに応じた送信ビームが超音波プローブ 2 から送信される。中心領域 4 3 には送信専用素子が含まれていないので、中心領域 4 3 からは送信ビームが送信されない。中心領域 4 3 は、アラゴスポットとして機能するので、超音波プローブ 2 からの送信ビームの送信焦点が近距離音場において最適化されている。従って送信ビームの指向性が向上している。

【 0 0 9 1 】

受信動作において受信部 4 は、超音波受信のために、各第 2 環領域 4 2 に含まれる受信専用素子からのエコー信号に遅延加算処理を施す。受信部 4 による遅延加算処理により、受信ビームに関する受信信号が発生される。中心領域には受信専用素子が含まれていないので、中心領域 4 3 からは受信部 4 にエコー信号が供給されない。中心領域 4 3 は、アラゴスポットとして機能するので、受信ビームの受信焦点が近距離音場において最適されている。従って、受信ビームの指向性が向上している。

【 0 0 9 2 】

このように動作例 2 に係る超音波診断装置 1 及び超音波プローブ 2 は、送信時と受信時との両方においてアラゴスポットとして機能する中心領域 4 3 を有している。従って、動作例 2 に係る超音波診断装置 1 及び超音波プローブ 2 は、送信ビームと受信ビームとの両方を細くすることができる。

【 0 0 9 3 】

〔動作例 3〕

動作例 3 に係る超音波診断装置 1 は、ダイナミックスポットスキャンを実行する。動作例 3 は、第 4 ～ 8 実施形態に係る超音波プローブ 2 により利用可能である。なお以下の説明を具体的に行うため、動作例 3 に係る超音波プローブ 2 として、第 4 実施形態に係る超音波プローブを例に挙げる。なお以下の説明において、第 4 実施形態と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【0094】

図 11A は、第 4 実施形態に係る超音波診断装置 1 によるダイナミックスポットスキャンを説明するための図である。ダイナミックスポットスキャンにおいては、送信動作と受信動作とが交互に繰り返される。ダイナミックスポットスキャンは、アラゴスポットのサイズを受信動作期間において動的に変化させるスキャン方式である。アラゴスポットのサイズを変化させるためには、中心領域 43 は、受信専用素子及び送受信素子のような受信機能を有する振動子を含んでいる必要がある。以下の説明を具体的に行うため、図 5 の中心領域 43 は、受信専用素子を含んでいるものとする。また、図 5 の第 1 環領域 41 は送信専用素子を含み、第 2 環領域 42 は受信専用素子を含むものとする。

10

【0095】

超音波スキャンの開始指示がなされたことを契機として、制御部 5 は、ダイナミックスポットのための超音波スキャンを開始する。送信動作について制御部 5 は、動作例 2 と同様の方法で送信部 3 を制御する。受信動作について制御部 5 は、ダイナミックスポットのためのスキャンシーケンスに従って受信部 4 を制御する。以下、受信動作における受信部 4 の動作についてより詳細に説明する。

20

【0096】

受信動作において受信部 4 は、超音波受信のために、第 2 環領域 42 及び中心領域 43 に含まれる受信専用素子を作動する。各第 2 環領域 42 に含まれる受信専用素子に関する受信動作は、動作例 2 と同一であるので、ここでの説明を省略する。ここでは、中心領域 43 に含まれる受信専用素子に関する受信動作について説明する。ダイナミックスポット実現のため、受信部 4 は、中心領域 43 内の受信専用素子を個別に作動させたり停止させたりすることができる。作動している受信専用素子は超音波受信に機能し、停止している受信専用素子は超音波受信に機能しない。すなわち、受信部 4 は、受信動作においてアラゴスポットのサイズが時間経過に伴って動的に変化するように、中心領域 43 内の受信専用素子を個別に作動させたり停止させたりする。具体的には、アラゴスポットのサイズを増大させる場合、受信部 4 は、超音波受信に機能しない受信専用素子の占有範囲を同心円中心側から外側へ向けて拡大させる。反対に、アラゴスポットのサイズを減少させる場合、受信部 4 は、超音波受信に機能しない受信専用素子の占有範囲を外側から同心円中心へ向けて縮小させる。受信部 4 は、各時点におけるアラゴスポットのサイズは、受信ビームの形成におけるステアリング角度と受信焦点深さとの組み合わせに応じて決定する。

30

【0097】

例えば、アラゴスポット 43 のサイズは、第 1 のサイズ 43A から第 2 のサイズ 43B へ、あるいは、第 2 のサイズ 43B から第 1 のサイズ 43A へ変化する。サイズは、図 11A に示す二つのサイズのみに限定されず、図 11A よりも大きくても小さくてもよい。

40

【0098】

受信動作において受信部 4 は、超音波受信に機能している受信専用素子からエコー信号が供給される。そして動作例 2 と同様にして受信部 4 は、供給されたエコー信号に遅延加算処理を施すことにより、受信ビームに関する受信信号を発生する。受信信号は、信号処理部 6 に供給される。受信動作が終了すると制御部 5 は、送信動作を開始する。

【0099】

このように動作例 3 において制御部 5 は、送信動作と受信動作とを交互に繰り返すことにより、ダイナミックスポットを実現しながらスキャン領域を超音波で繰り返しスキャンすることができる。

【0100】

50

なお、上記の動作説明においては、円環形状の環領域を有する実施形態 4 に係る超音波プローブを例に挙げて説明した。しかしながら、ダイナミックスポットスキャンは、これに限定されず、図 1 1 B に示すような楕円環領域を有する第 5 実施形態に係る超音波プローブ 2 にも、図 1 1 C に示すような多角環領域を有する第 6 実施形態に係る超音波プローブ 2 でも実現可能である。第 5 実施形態においてダイナミックスポットを実現するために受信部 4 は、上述の方法により、中心領域 5 3 に含まれる受信専用素子を個別に作動させたり停止させたりする。この作動と停止とにより、アラゴスポットのサイズは、図 1 1 B に示すように、例えば、第 1 のサイズ 5 3 A から第 2 のサイズ 5 3 B へ、あるいは、第 2 のサイズ 5 3 B から第 2 のサイズ 5 3 A へ動的に変化する。同様に、第 6 実施形態においてダイナミックスポットを実現するために受信部 4 は、上述の方法により、中心領域 6 3 に含まれる受信専用素子を個別に作動させたり停止させたりする。この作動と停止とにより、アラゴスポットのサイズは、図 1 1 C に示すように、例えば、第 1 のサイズ 6 3 A から第 2 のサイズ 6 3 B へ、あるいは、第 2 のサイズ 6 3 B から第 2 のサイズ 6 3 A へ動的に変化する。

10

20

30

40

50

【0101】

また、ダイナミックスポットスキャンは、図 1 2 に示すような、任意の種類の振動子を配列可能な第 3 環領域 7 5 を有する第 7 実施形態に係る超音波プローブ 2 でも実現可能である。第 7 実施形態においてダイナミックスポットを実現するために受信部 4 は、上述の方法により、中心領域 7 3 に含まれる受信専用素子を個別に作動させたり停止させたりする。この作動と停止とにより、アラゴスポットのサイズは、図 1 2 に示すように、例えば、第 1 のサイズ 7 3 A から第 2 のサイズ 7 3 B へ、あるいは、第 2 のサイズ 7 3 B から第 2 のサイズ 7 3 A へ動的に変化する。また、ダイナミックスポットスキャンは、図 1 3 に示すような、送受信素子を配列可能な環領域 8 6 を有する第 8 実施形態に係る超音波プローブ 2 でも実現可能である。第 8 実施形態においてダイナミックスポットスキャンを実現するために受信部 4 は、上述の方法により、中心領域 8 3 に含まれる受信専用素子を個別に作動させたり停止させたりする。この作動と停止とにより、アラゴスポットのサイズは、図 1 3 に示すように、例えば、第 1 のサイズ 8 3 A から第 2 のサイズ 8 3 B へ、あるいは、第 2 のサイズ 8 3 B から第 2 のサイズ 8 3 A へ動的に変化する。

【0102】

[動作例 4]

動作例 4 に係る超音波診断装置 1 は、環領域のサイズを変化させるリングサイズ変化スキャンを実行する。環領域のサイズは、静的または動的に変化される。動作例 4 は、第 1 ~ 9 実施形態に係る超音波プローブ 2 により利用可能である。なお以下の説明を具体的に行うため、動作例 4 に係る超音波プローブ 2 として、第 1 実施形態に係る超音波プローブ 2 を例に挙げる。なお以下の説明において、第 1 実施形態と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【0103】

図 1 4 は、第 1 実施形態に係る超音波診断装置 2 による動作例 4 を説明するための図である。環領域 1 1 , 1 2 のサイズの動的な変化とは、時間経過に伴って連続的に変化することを意味し、静的な変化とは、所定のタイミングで離散的に変化することを意味する。以下の説明を具体的に行うため、第 1 環領域 1 1 は送信専用素子を含み、第 2 環領域 1 2 は受信専用素子を含むものとする。

【0104】

超音波スキャンの開始指示がなされたことを契機として、制御部 5 は、リングサイズ変化スキャンを開始する。スキャン期間において制御部 5 は、リングサイズ変化スキャンのためのスキャンシーケンスに従って送信部 3 と受信部 4 とを制御する。動作例 4 においては、送信動作と受信動作とが交互に実行される。超音波送信時において、送信部 3 は、第 1 環領域 1 1 のサイズを静的に変化する。超音波受信時において、受信部 4 は、第 2 環領域 1 2 のサイズを静的に変化させることもできるし、または動的に変化させることもできる。

【0105】

各環領域 1 1 , 1 2 は、スキャン期間における焦点深さに従ってサイズが変化される。例えば、送信部 3 は、スキャン期間における送信焦点深さ又は時間に応じた所定のシーケンスで、第 1 環領域 1 1 内の所定部分の送信専用素子を作動または停止することにより、第 1 環領域 1 1 のサイズを変化する。例えば、図 1 4 に示すように、第 1 環領域 1 1 の内周部分の送信専用素子を停止することにより、第 1 のサイズ 1 1 L から第 2 のサイズ 1 1 S に切替える。また、送信部 3 は、図 1 4 に示すように、第 1 環領域 1 1 内の外周側部分の送信専用素子を駆動することにより、第 2 のサイズ 1 1 S から第 1 のサイズ 1 1 L に切替える。サイズの切替えは、超音波送信の合間に行われる。サイズの切替えは、1 回超音波を送信する毎に行われても良いし、所定回数超音波を送信する毎に行われても良い。サイズの変化は、上述の 2 つのサイズ間の変化に限定されない。有効なサイズ変化は、上述の方程式 (1) により表現される条件により決定される。簡単のため、図 1 4 においては、最内の環領域 1 1 のサイズ変化のみを図示している。しかしながら、他の環領域 1 1 , 1 2 のサイズ変化も同様に行われる。

10

【 0 1 0 6 】

なお、受信部 4 も同様の方法により第 2 環領域 1 1 のサイズを変化させることができる。すなわち、受信部 4 は、スキャン期間における受信焦点深さ又は時間に応じた所定のシーケンスで、第 2 環領域 1 2 内の所定部分の受信専用素子を作動または停止することにより、第 2 環領域 1 2 のサイズを変化する。

【 0 1 0 7 】

サイズの変化の態様は、変化対象の環領域 1 1 , 1 2 内の振動子の種類に応じて異なる。典型的には、送信専用素子が配列されている第 1 環領域 1 1 の場合、送信部 3 は、視野深度 (表示される画像の最大深さ) 、焦点深さ (送信焦点位置。映像モードやユーザにより任意に選択可能である) 、及び映像モードに応じて第 1 環領域 1 1 のサイズを変化する。受信専用素子が配列されている第 2 環領域 1 2 の場合、受信部 4 は、視野深度、焦点深さ、及び映像モードに応じて第 2 環領域 1 2 のサイズを変化する。また、受信部 4 は、アラゴスポットのように、スキャン期間において第 2 環領域 1 2 のサイズを動的に変化させることもできる。端的には、第 1 環領域 1 1 の場合、ビームラインのためにリングトポロジーが静的に変化し、第 2 環領域 1 2 の場合、ビームライン内においてリングトポロジーが動的に変化する。

20

【 0 1 0 8 】

例えば、第 1 環領域 1 1 と第 2 環領域 1 2 とは、ユーザによる視野深度または異なる映像モードの選択に応じた焦点深さの変化に応じてサイズが変化する。さらに第 2 環領域 1 2 は、ユーザによる画像深さ又は異なる映像モードの選択に応じた焦点深さだけでなく、受信動作期間における同一受信ビームについての受信焦点深さの変化に応じてサイズが動的に変化する。動的変化に関して、第 1 環領域 1 1 において、受信専用素子は、既定の同心円中心からの相対的な位置又はリングの厚さを変化させる。

30

【 0 1 0 9 】

リングサイズ変化スキャンにおいて、送信部 3 は、送信ビームをステアリングさせても、ステアリングさせなくてもよい。ステアリングさせない場合、送信ビームは、既定の一方方向に送信され続ける。この場合、送信部 3 は、第 1 環領域のサイズを切り替えことにより、送信焦点深さを切替えながら、送信ビームを送信することができる。すなわち、一定方向に送信ビームを送信しながら送信焦点深さを変化させることができる。同様に受信部 4 は、第 2 環領域のサイズを切り替えことにより、受信焦点深さを切替えながら、受信ビームを形成することができる。従って、超音波診断装置 1 は、画質の良い一方方向の超音波スキャンを実行することができる。ユーザにより超音波プローブ 2 が動かされることにより、超音波診断装置 1 は、任意の 2 次元状または 3 次元状のスキャン領域をスキャンすることができる。

40

【 0 1 1 0 】

なお、上記の動作説明においては、円環形状の環領域を有する実施形態 4 に係る超音波プローブを例に挙げて説明した。しかしながら、環領域のサイズの変化は、これに限定さ

50

れず、図 15 に示すような楕円環領域を有する第 2 実施形態に係る超音波プローブ 2 にも、図 16 に示すような多角環領域を有する第 3 実施形態に係る超音波プローブ 2 でも同様に実現可能である。第 2 実施形態の場合、例えば、受信部 4 は、受信焦点深さ又は時間に応じた所定のシーケンスで、第 2 環領域 22 内の所定部分の受信専用素子を作動または停止するこの作動または停止により、図 15 に示すように、第 2 環領域 22 のサイズは、第 1 のサイズ 21 L から第 2 のサイズ 21 S へ、または、第 2 のサイズ 21 S から第 1 のサイズ 21 L へ切替えられる。また、第 3 実施形態の場合、例えば、送信部 3 は、送信焦点深さ又は時間に応じた所定のシーケンスで、第 1 環領域 31 内の所定部分の送信専用素子を作動または停止する。この作動または停止により、図 16 に示すように、第 1 環領域 31 のサイズは、第 1 のサイズ 31 L から第 2 のサイズ 31 S へ、または、第 2 のサイズ 31 S から第 1 のサイズ 31 L へ切替えられる。

10

【0111】

〔動作例 5〕

動作例 5 においては、空間コンパウンド開口 (spatial compounding aperture) 技術について説明する。空間コンパウンド開口技術は、第 1 ~ 9 実施形態に係る超音波プローブ 2 の全てについて適用可能である。しかしながら、以下の説明を具体的に行うため、空間コンパウンド開口技術を第 2 実施形態に係る超音波プローブ 2 を具体例に挙げて説明する。なお以下の説明において、第 2 実施形態と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【0112】

20

空間コンパウンド開口技術は、単一の送信ビーム方向の超音波送信に対して、複数の受信ビーム方向で超音波受信を行い、画質を向上させる技術である。空間コンパウンド開口技術を利用したスキャンにおいて制御部 5 は、空間コンパウンド開口技術のためのスキャンシーケンスに従って送信部 3 と受信部 4 とを制御する。空間コンパウンド開口技術においても、送信動作と受信動作とが交互に繰り返される。送信動作においては、単一の送信ビーム方向の超音波送信が送信動作期間毎に繰り返し行われる。受信動作においては、異なる受信ビーム方向に関する超音波受信が受信動作期間毎に順番に行われる。このように受信ビームのステアリング角度は、受信動作期間毎に既定の角度に送信部 3 により変化される。以下の詳細な説明においては、説明の簡単のため、受信ビーム方向が 2 方向であるとする。なお、受信ビーム方向の数は、2 方向に限定されず、2 方向以上であっても良い。

30

【0113】

送信動作において送信部 3 は、既定のステアリング角度 (送信ビーム方向) で送信ビームを送信するように送信専用素子を作動する。図 17 A は、送信動作期間における送信開口と送信ビームのビーム方向とを示している。図 17 A に示すように、送信動作期間において、既定のステアリング角度 (送信ビーム方向) だけステアリングされた送信ビームが送信される。送信動作期間が終了すると、制御部 5 は、第 1 の受信動作を開始する。

【0114】

第 1 の受信動作期間において受信部 4 は、第 1 のステアリング角度 (受信ビーム方向) で受信ビームを形成する。より詳細には、受信専用素子からのエコー信号に基づいて、受信部 4 は、第 1 のステアリング角度だけステアリングされた受信ビームに関する受信信号を生成する。図 17 B は、第 1 の受信動作期間における受信開口と受信ビームのビーム方向とを示している。この受信ビーム方向は、一回目の送信動作における送信ビーム方向から反時計回りに 30 度だけ回転させた方向である。図 17 B に示すように、第 1 の受信動作期間において、第 1 のステアリング角度だけステアリングされた受信ビームが形成される。第 1 の受信動作期間が終了すると、制御部 5 は、送信動作を開始する。

40

【0115】

次の送信動作は、前回の送信動作と同様に行われる。すなわち、前回の送信ビーム方向と同一の送信ビーム方向に送信ビームが送信される。送信動作期間が終了すると制御部 5 は、第 2 の受信動作を開始する。

50

【 0 1 1 6 】

第 2 の受信動作において受信部 4 は、第 2 のステアリング角度（受信ビーム方向）で受信ビームを形成する。より詳細には、受信専用素子からのエコー信号に基づいて、受信部 4 は、第 2 のステアリング角度だけステアリングされた受信ビームに関する受信信号を生成する。図 1 7 C は、第 2 の受信動作期間における受信開口と受信ビームのビーム方向とを示している。この受信ビーム方向は、二回目の送信動作におけるビーム方向から時計回りに 3 0 度だけ回転させた方向である。図 1 7 C に示すように、第 2 の受信動作期間において、第 2 のステアリング角度だけステアリングされた受信ビームに関する第 2 の受信信号が生成される。第 2 の受信動作期間が終了すると、制御部 5 は、送信動作を開始する。

【 0 1 1 7 】

このように、送信動作、第 1 の受信動作、送信動作、及び第 2 の受信動作が順番に繰り返される。一回の超音波送信に対して全ての超音波受信が行われると、送信ビーム方向を変更して再び上述の送受信動作が制御部 5 により繰り返される。このようにして制御部 5 は、空間コンパウンド開口技術を利用したスキャンにより、スキャン領域を超音波でスキャンすることができる。

【 0 1 1 8 】

〔動作例 6〕

動作例 6 においては、合成開口（synthetic aperture）技術について説明する。合成開口技術は、第 1 ～ 9 実施形態に係る超音波プローブ 2 の全てについて適用可能である。しかしながら、以下の説明を具体的に行うため、合成開口技術を第 2 実施形態に係る超音波プローブを具体例に挙げて説明する。なお以下の説明において、第 2 実施形態と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【 0 1 1 9 】

動作例 6 において制御部 5 は、合成開口技術を利用したスキャンのためのスキャンシーケンスに従って送信部 3 と受信部 4 とを制御する。受信部 4 は、受信動作期間毎に、第 2 環領域 2 2 及び中心領域 2 3 内の受信専用素子の一部分を合成開口を生成するために作動し、残りの受信専用素子を停止する。

【 0 1 2 0 】

図 1 8 A は、送信動作における送信開口を示す図である。略同一の送信動作が既定の回数だけ繰り返される。図 1 8 B は、第 1 の受信動作における受信開口を示す図である。振動子アレイに含まれる受信専用素子のうちの左半分の受信専用素子が、第 1 の送信動作により送信された送信ビームに対応する超音波を受信するために使用される。図 1 8 C は、第 2 の受信動作における受信開口を示す図である。振動子アレイに含まれる受信専用素子のうちの右半分の受信専用素子が、第 2 の送信動作により送信された送信ビームに対応する超音波を受信するために使用される。

【 0 1 2 1 】

上述のように、送信専用素子の活性化パターンは、特定のシーケンスのみに限定されない。合成開口技術の他の例は、図示しないが、以下に例示する。

【 0 1 2 2 】

1 . 第 1 の送信動作において、振動子アレイの第 1 の半分領域（例えば、左半分）に配列された送信専用素子（ t_1 ）が、超音波を送信するために作動される。第 1 の送信動作と同時に、第 1 の半分領域に配列された受信専用素子（ r_1 ）が、超音波を受信するために作動される。

【 0 1 2 3 】

2 . 第 2 の送信動作において、第 1 の半分領域に配列された送信専用素子（ t_1 ）が、超音波を送信するために作動される。第 2 の送信動作と同時に、振動子アレイの第 2 の半分領域（例えば、右半分）に配列された受信専用素子（ r_2 ）が、超音波を受信するために作動される。

【 0 1 2 4 】

3 . 第 3 の送信動作において、第 2 の半分領域に配列された送信専用素子（ t_2 ）が、

10

20

30

40

50

超音波を送信するために作動される。第 3 の送信動作と同時に、振動子アレイの第 1 の半分領域に配列された受信専用素子 (r 1) が、超音波を受信するために作動される。

【 0 1 2 5 】

4 . 第 4 の送信動作において、第 2 の半分領域に配列された送信専用素子 (t 2) が、超音波を送信するために作動される。第 4 の送信動作と同時に、振動子アレイの第 2 の半分領域に配列された受信専用素子 (r 2) が、超音波を受信するために作動される。

【 0 1 2 6 】

(本実施形態の効果)

上述の通り、本実施形態に係る超音波プローブ 2 は、送信専用素子と受信専用素子とを備えている。また、超音波プローブ 2 は、アラゴスポットを有していても良い。従って、送受信素子のみを備える従来の超音波プローブに比べて、送受信のための回路構成が単純である。また、送信専用素子と受信専用素子とは、光学回折理論に従う配列パターンで配列されている。送信動作や受信動作に関して、ビーム幅は、近距離音場に最適化され、最適化されたビーム幅は、結果的に画質を向上させる。サイドローブは、近距離音場に最適化され、最適化されたサイドローブは、結果的に画像のノイズを低減させる。従って、本実施形態に係る近距離音場の性能は、従来に比して近距離音場の性能が向上する。これに伴い、受信ビーム形成のための回路構成をハイスpekにする必要がなくなるため、本実施形態に係る超音波プローブ 2 及び超音波診断装置 1 は、近距離音場における画質向上や、コスト低減、消費電力の削減を実現することができる。

10

20

【 0 1 2 7 】

(変形例)

上述の第 1 ~ 9 実施形態に係る超音波プローブは、送信専用素子と受信専用素子とを有しているとした。しかしながら、本実施形態に係る超音波プローブは、これに限定されない。変形例に係る超音波プローブは、送受信素子のみを有している。以下、変形例に係る超音波プローブ及び超音波診断装置について説明する。なお以下の説明において、第 1 ~ 第 9 実施形態と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

30

40

50

【 0 1 2 8 】

変形例に係る制御部 5 は、第 1 ~ 9 実施形態に係る配列パターンに従って複数の送受信素子の各々について送信機能と受信機能とを個別に割り付ける。すなわち、第 1 ~ 9 実施形態に係る配列パターンにおいて送信専用素子が設けられている場合、その位置に対応する変形例 1 に係る送受信素子には送信機能が割り付けられ、受信専用素子が設けられている場合、その位置に対応する変形例 1 に係る送受信素子には受信機能が割り付けられる。なお、第 1 ~ 9 実施形態に係る配列パターンにおいて送受信素子が設けられている場合、その位置に対応する変形例に係る送受信素子にはスキャンシーケンスに従って送信機能と受信機能とが割り付けられる。また、振動子が設けられていない場合、その位置に対応する変形例に係る送受信素子には、送信機能と受信機能との両方を解除する。

【 0 1 2 9 】

なお送信機能を割り付けることは、送受信素子に駆動信号を供給可能とすること同義である。具体的には、送信機能を割り付けることは、送受信素子と送信回路とを接続すること、あるいは、電氣的制御により送信回路から送受信素子への駆動信号の供給を可能とすることである。逆に送信機能を解除することは、送受信素子に駆動信号を供給不能とすること同義である。具体的には、送信機能を解除することは、送受信素子と送信回路との接続を遮断すること、あるいは、電氣的制御により送信回路から送受信素子への駆動信号の供給を不可能とすることである。受信機能を割り付けることは、送受信素子からのエコー信号を処理可能とすること同義である。具体的には、受信機能を割り付けることは、送受信素子と受信回路とを接続すること、あるいは、送受信素子からのエコー信号を受信回路が処理可能とすることである。逆に、受信機能を解除することは、送受信素子からのエコー信号を処理不能とすること同義である。具体的には、受信機能を解除することは、送受信素子と受信回路との接続を遮断すること、あるいは、送受信素子からのエコー信号を受

信回路等により消去することである。

【 0 1 3 0 】

このように各送受信素子に送信機能や受信機能が割り付けられることにより、送受信素子のみが搭載された超音波プローブ 2 であっても、上記の第 1 ～ 9 実施形態と同様の動作を実行することができる。すなわち、変形例に係る超音波診断装置 1 は、上記の本実施形態の動作例 1 ～ 5 を実行することが可能である。

【 0 1 3 1 】

従って変形例に係る超音波診断装置 1 は、アラゴスポットの効果により、中心領域を送信に利用しない場合、送信ビームを細くすることができ、中心領域を受信に利用しない場合、受信ビームを細くすることができる。従って、変形例に係る超音波診断装置 1 は、近距離音場における画質を向上することができる。

10

【 0 1 3 2 】

次に変形例に係る超音波診断装置に特有の動作について複数の動作例に分けて説明する。

【 0 1 3 3 】

[変形例の動作例 1]

変形例の動作例 1 に係る制御部 5 は、ステアリング角度と焦点深さとの組み合わせに応じて、送信機能が割り付けられた送受信素子の占有領域と受信機能が割り付けられた送受信素子の占有領域との形状を動的に変化させる。以下、図 19 A、19 B、及び 19 C を参照しながら、変形例の動作例 1 に係る超音波診断装置 1 の動作を説明する。

20

【 0 1 3 4 】

図 19 A は、変形例の動作例 1 に係る送受信機能の第 1 の割付けパターンを示す図である。変形例の動作例 1 に係る超音波プローブ 2 の振動子配列面 109 には、複数の送受信素子が 2 次元状に配列されている。複数の送受信素子が振動子アレイ 100 を構成している。振動子アレイ 100 は、複数の第 1 環領域 101 と複数の第 2 環領域 102 とを有している。第 1 環領域 101 と第 2 環領域 102 とは、径方向に沿って交互に配列されている。複数の第 1 環領域 101 と複数の第 2 環領域 102 とは、同一の同心円中心を有している。第 1 環領域 101 と第 2 環領域 102 とは、互いに接している。第 1 環領域 101 に配列されている送受信素子には、送信機能と受信機能とのうちの一方が割り付けられる。第 2 領域 102 に配列されている送受信素子には、送信機能と受信機能とのうちの他方が割り付けられる。振動子アレイ 100 は、最内の第 1 環領域 101 の内側に中心領域 103 を有している。中心領域 103 には、第 2 領域 102 に配列されている送受信素子に割り付けられている機能と同一の機能が割り付けられる。ここで、第 1 環領域 101 内の送受信素子に送信機能が割り付けられ、第 2 環領域 102 内の送受信素子に受信機能が割り付けられ、中心領域 103 内の送受信素子に受信機能が割り付けられるとする。また、振動子アレイ 100 は、最外の環領域（図 19 A においては最外の第 1 環領域 101）の外側にマージン領域 104 を有している。マージン領域 104 に配列されている送受信素子には、送信機能と受信機能との両方が割り付けられていない。

30

【 0 1 3 5 】

以下、必要に応じて、送信機能が割り付けられた送受信素子の占有領域である第 1 環領域 102 を送信領域 101 と呼び、受信機能が割り付けられた送受信素子の占有領域である第 2 環領域 102 と中心領域 103 とをまとめて受信領域 102、103 と呼ぶ。

40

【 0 1 3 6 】

各受信動作期間において制御部 5 は、超音波送信に関するステアリング角度と受信焦点深さとに基づいて、受信領域 102、103 の形状を決定する。決定された形状に基づいて制御部 5 は、振動子アレイ 100 に占める受信領域 102、103 の存在範囲を決定する。また、制御部 5 は、受信領域 102、103 の存在範囲に基づいて、送信領域 101 の存在範囲を決定する。送信領域 101 の存在範囲は、例えば、中心領域 103 と最内の第 2 環領域 102 との間の領域、第 2 環領域 102 間の領域、第 2 環領域とマージン領域 104 との間の領域に決定される。なお、振動子アレイ 100 のうちの受信領域 102、

50

103の存在範囲と送信領域101の存在範囲と以外の残りは、マージン領域104の存在範囲に決定される。

【0137】

各領域101, 102, 103, 104の存在範囲が決定されると制御部5は、決定された存在範囲に応じて送受信素子の送受信機能の割付と解除とが個別に実行される。具体的には、制御部5は、決定された受信領域102, 103の存在範囲内の送受信素子に受信機能を割り付け、決定された送信領域101の存在範囲内の送受信素子に送信機能を割り付ける。また、制御部5は、決定されたマージン領域104の存在範囲内の送受信素子に送信機能と受信機能との両方を割り付けない。すなわち、送受信素子に送信機能が割り付けられていた場合、送信機能が解除され、送受信素子に受信機能が割り付けられていた場合、受信機能が解除される。

10

【0138】

典型的には、ステアリング角度に応じて各領域101, 102, 103の形状が変化する。すなわち、ステアリング角度が0度から大きくなるにつれて、各領域101, 102, 103が傾き方向に伸張される。ここで、送信ビームの中心軸に直交し、同心円環形状の配列パターンが描写された仮想的な平面を考える。仮想的な平面に描出された配列パターンを、ステアリングされた送信ビームの中心軸に沿って振動子アレイ100上に投影する。振動子アレイ100の各領域101, 102, 103の形状は、投影により生成される環形状と同一の形状に変化される。例えば、図19Aに示すように、第1環領域101、第2環領域102、及び中心領域103は、円形状を有している。図19Aに示す割付パターンは、0度のステアリング角度（振動子アレイ100の直交軸からの傾き角度）に対応する。図19Bは、変形例2に係る送受信機能の第2の割付けパターンを示す図である。図19Bに示される第1環領域101、第2環領域102、及び中心領域103は、楕円形状を有している。図19Bに示す割付パターンは、エレベーション方向に関して0度且つアジマス方向に関して30度に対応する。図19Cは、変形例2に係る送受信機能の第3の割付けパターンを示す図である。図19Cに示される第1環領域101、第2環領域102、及び中心領域103は、楕円形状を有している。図19Cに示す割付パターンは、エレベーション方向に関して30度且つアジマス方向に関して30度に対応する。

20

【0139】

送受信機能の割付が行われると、超音波の送受信が行われる。すなわち、送信領域101から超音波が発生され、受信領域102, 103により超音波が受信される。

30

【0140】

このようにして制御部5は、受信動作期間毎にステアリング角度と焦点深さとに応じて、送信領域101と受信領域102, 103との形状を変化させることができる。

【0141】

[変形例の動作例2]

変形例の動作例2に係る超音波プローブは、送信時と受信時との両方においてアラゴスポットとして機能する中心領域を有している。以下、図20A、20B、及び20Cを参照しながら、変形例の動作例2に係る超音波診断装置1の動作例を説明する。なお、以下の説明において、変形例の動作例1と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

40

【0142】

図20Aは、変形例の動作例2に係る送受信機能の第1の割付けパターンを示す図である。変形例の動作例2に係る超音波プローブの振動子アレイ100は、アラゴスポットとして機能する中心領域105を有している。中心領域105に配列されている送受信素子には、送信機能と受信機能との両方が割り付けられていない。中心領域105は、最内の第2環領域102の内周の内側に設けられている。

【0143】

各受信動作期間において制御部5は、超音波受信に関するステアリング角度と受信焦点深さとの組み合わせに基づいて、中心領域105の形状と大きさを決定する。決定され

50

た形状に基づいて制御部 5 は、振動子アレイ 100 に占める中心領域 105 の存在範囲を決定する。そして、制御部 5 は、中心領域 105 の形状（あるいは存在範囲）に基づいて、送信領域 101 の存在範囲と受信領域 102 の存在範囲とを決定する。例えば、送信領域 101 の存在範囲と受信領域 102 の存在範囲とは、送信領域 101 と受信領域 102 とが中心領域 105 を取り囲むように決定される。この際、送信領域 101 と受信領域 102 との各々の動径方向の長さが一定となるように決定されるとよい。また、制御部 5 は、変形例の動作例 1 と同様の方法により、マージン領域 104 の存在範囲を決定する。

【0144】

あるいは、制御部 5 は、まず初めに、超音波受信に関するステアリング角度と受信焦点深さとに基づいて、受信領域 102 の形状を決定してもよい。この場合、決定された形状に基づいて、振動子アレイ 100 に占める受信領域 102 の存在範囲を決定する。そして制御部 5 は、決定された中心領域 105 の存在範囲に基づいて、送信領域 101 の存在範囲、マージン領域 104、及び中心領域 105 の存在範囲を決定する。中心領域の存在範囲は、最内の送信領域 101 の内周の内側に決定される。初めに決定される存在範囲の種類は、任意に選択可能である。

【0145】

各領域 101, 102, 104, 105 の存在範囲が決定されると制御部 5 は、決定された存在範囲に応じて送受信素子の送受信機能の割付と解除とを個別に実行する。具体的には、制御部 5 は、決定された受信領域 102 の存在範囲内の送受信素子に受信機能を割り付け、決定された送信領域 101 の存在範囲内の送受信素子に送信機能を割り付け、決定されたマージン領域 104 の存在範囲内の送受信素子には送信機能と受信機能との両方を割り付けない。また、制御部 5 は、決定された中心領域 105 の存在範囲内の送受信素子にも送信機能と受信機能との両方を割り付けない。

【0146】

典型的には、ステアリング角度に応じて各領域 101, 102, 105 の形状が変化する。すなわち、ステアリング角度が 0 度から大きくなるにつれて、中心領域 105 がステアリング角度の傾き方向に伸張される。受信焦点深さが浅くなる（受信焦点が振動子アレイ 100 に接近する）につれて、各中心領域 105 の大きさが小さくなる。例えば、図 20A に示すように、第 1 環領域 101、第 2 環領域 102、及び中心領域 105 は、円形状を有している。図 20A に示す割付パターンは、0 度のステアリング角度に対応する。図 20B は、変形例の動作例 2 に係る送受信機能の第 2 の割付けパターンを示す図である。図 20B に示される第 1 環領域 101、第 2 環領域 102、及び中心領域 105 は、楕円形状を有している。図 20B に示す割付パターンは、エレベーション方向に関して 0 度且つアジマス方向に関して 30 度に対応する。図 20C は、変形例の動作例 2 に係る送受信機能の第 3 の割付けパターンを示す図である。図 20C に示される第 1 環領域 101、第 2 環領域 102、及び中心領域 105 は、楕円形状を有している。図 20C に示す割付パターンは、エレベーション方向に関して 30 度且つアジマス方向に関して 30 度に対応する。

【0147】

[変形例の動作例 3]

変形例の動作例 3 に係る超音波診断装置は、ダイナミックスポットスキャンを実行する。以下、図 21A、21B、及び 21C を参照しながら、変形例の動作例 3 に係る超音波プローブ及び超音波診断装置の動作例を説明する。なお、以下の説明において、変形例の動作例 2 と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【0148】

図 21A は、変形例の動作例 3 に係る送受信機能の第 1 の割付けパターンを示す図である。変形例の動作例 3 に係る超音波プローブの振動子アレイ 100 は、アラゴスポットとして機能する中心領域 105 を有している。

【0149】

各受信動作期間において制御部 5 は、ダイナミックスポット実現のため、中心領域 105 内の送受信素子を個別に作動させたり停止させたりする。具体的には、制御部 5 は、受信動作期間において、中心領域 105 のサイズが時間経過に伴って動的に変化するように、中心領域 105 に含まれる送受信素子に受信機能を割り付けたり解除したりする。中心領域 105 (アラゴスポット) のサイズを減少させる場合、制御部 5 は、中心領域 105 の外縁側から中心に向けて、中心領域 105 内の送受信素子に受信機能を割り付ける。反対に、中心領域 105 (アラゴスポット) のサイズを増大させる場合、制御部 5 は、最内の第 2 環領域 102 の内周側から外周側に向けて、最内の第 2 環領域 102 内の送受信素子の受信機能を解除する。各時点における中心領域 105 (アラゴスポット) のサイズは、受信ビームの形成におけるステアリング角度と受信焦点深さとの組み合わせに応じて決定される。

10

【0150】

例えば、中心領域 105 (アラゴスポット) のサイズは、第 1 のサイズ 105 A から第 2 のサイズ 105 B へ、あるいは、第 2 のサイズ 105 B から第 2 のサイズ 105 A へ変化する。サイズは、図 21A に示す二つのサイズのみ限定されない。

【0151】

このようにして各受信動作期間において、中心領域 105 (アラゴスポット) の大きさが時間経過に伴って動的に変化させることができる。従って変形例 4 に係る超音波診断装置 1 は、ダイナミックスポットスキャンを実行することができる。

20

【0152】

[変形例の動作例 4]

変形例の動作例 4 に係る超音波診断装置 1 は、非対称開口技術を利用したスキャンを実行する。非対称開口技術は、第 1 ~ 9 実施形態に係る配列パターンの全てについて適用可能である。しかしながら、以下の説明を具体的に行うため、非対称開口技術を第 2 実施形態に係る配列パターンを具体例に挙げて説明する。なお以下の説明において、変形例の動作例 1 と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【0153】

図 22A は、ビームが振られずに中央に位置する場合における対称開口の一例を示す図である。図 22B は、スキャン範囲の増大のための仮想尖点モード (virtual apex mode) における非対称開口の一例を示す図である。この場合、ビームの起点は、振動子アレイにおける、3 次元音場内のステアリング角度に基づく異なる位置に交差する。それに加え、図 22B は、送信動作期間と受信動作期間とにおける非対称開口の一例を示す図である。ビームが振動子アレイの中心から離反し且つ走査面の端部にステアリングされた場合、開口は、振動子アレイの端部から離反し、結果的に非対称開口を生成する。

30

【0154】

次に図 23 を参照しながら、楕円配置の振動子アレイにおける他の非対称開口技術について説明する。図 23 における振動子アレイは、楕円環領域を含み、図 3 の第 2 実施形態の振動子アレイと同様の構造を有している。なお、非対称開口技術は、第 2 実施形態だけでなく第 1 ~ 第 9 実施形態の全ての実施形態に適用可能である。

40

【0155】

図 23 (a) は、ビームが図 23 (a) の矢印のようにステアリングされた場合における対称開口の一例を示す図である。楕円配置の中心またはビームの起点は、図 23 (b) 及び (c) に伸びる点線により示される。近距離音場においてビームが振られた場合、開口のうちの焦点に近い端部は、大きくなる。典型的には、音場のより深い部分から超音波を受信すると、アポダイゼーション関数の中心は、図 23 (b) 及び (c) に示すように、よりビームの起点に近づく。

【0156】

図 23 (b) は、音場の第 1 深さ位置における楕円配置の非対称開口の一例を示す図である。第 1 の深さ位置において、開口は、点線で示すように、ビームの起点の中心から離

50

反し、各振動子にアポダイゼーション重み付けが適用された後において非対称開口を生成する。対照的に、図 2 3 (c) は、音場の第 2 深さ位置における楕円配置の非対称開口の一例を示す図である。第 1 の深さ位置において、開口は、点線で示すように、ビームの起点の中心からより離反し、各振動子にアポダイゼーション重み付けが適用された後においてより対照的な開口を生成する。結果的に、深さ位置が変化するにつれ、その効果は、各振動子にアポダイゼーション重み付けが適用された後の効果的な対称性を歪める。

【 0 1 5 7 】

[変形例の動作例 5]

変形例の動作例 5 に係る超音波診断装置 1 は、移動開口 (walking aperture) 技術を利用した超音波スキャン (以下、移動開口スキャンと呼ぶ。) を実行する。以下、図 2 4 を参照しながら、変形例の動作例 5 に係る超音波診断装置 1 の動作例を説明する。

10

【 0 1 5 8 】

図 2 4 に示すように、変形例の動作例 5 に係る超音波プローブ 2 は、振動子アレイ 2 4 0 を有している。振動子アレイ 2 4 0 は、2 次元状に配列された複数の送受信素子を有している。振動子アレイ 2 4 0 には、送受信素子のみが配列されている。振動子アレイ 2 4 0 は、少なくとも一方方向に沿って比較的大きな開口サイズを有している。例えば、振動子アレイ 2 4 0 は、図 2 4 に例示しているように、アジマス方向に関して比較的大きな開口サイズを有している。振動子アレイ 2 4 0 の水平方向に関する幅は、アジマス方向に関する最大開口幅に対応する。

20

【 0 1 5 9 】

図 2 4 に示されるように、変形例の動作例 5 に係る制御部 5 は、変形例 1 と同様にして、第 1 ~ 9 実施形態に係る、同心円環形状を有する配列パターン 2 5 0 を割り付ける。すなわち、制御部 5 は、第 1 ~ 9 実施形態に係る配列パターンに従って、振動子アレイ 2 4 0 の局所部分内の複数の送受信素子の各々に送信機能と受信機能とを個別に割り付ける。これにより局所部分に配列パターン 2 5 0 が構築される。換言すれば、振動子アレイ 2 4 0 は、配列パターン 2 5 0 よりも十分大きな開口サイズを有している。なお、振動子アレイ 2 4 0 のちの配列パターン 2 5 0 以外の領域に含まれる送受信素子には、送信機能と受信機能との両方の機能が割り付けられていない。局所部分の位置は、移動開口スキャンに関するスキャンシーケンスに従って決定される。ここで、以下の説明を具体的に行うため、配列パターン 2 5 0 は、第 1 実施形態に係る配列パターンであるとする。

30

【 0 1 6 0 】

図 2 4 の (a) おいて、振動子アレイ 2 4 0 の第 1 の局所部分には、第 1 のビーム B E A M 1 を送受信するための配列パターン 2 5 0 が構成される。図 2 4 の (b) おいて、振動子アレイ 2 4 0 の第 2 の局所部分には、第 2 のビーム B E A M 2 を送受信するための既定の配列パターン 2 5 0 が構成される。図 2 4 の (c) おいて、振動子アレイ 2 4 0 の第 3 の局所部分には、第 3 のビーム B E A M 3 を送受信するための既定の配列パターン 2 5 0 が構成される。これら第 1 の局所部分、第 2 の局所部分、及び第 3 の局所部分は、既定の時間シーケンスにおいて対応するビームを受信するために連続的に構築される。図 2 4 においては、3 つの局所部分における配列パターン 2 5 0 が例示されているが、一連の付加的な部分がこれに対応するビームを送受信するために任意に構築される。

40

【 0 1 6 1 】

次に、制御部 5 による制御のもとに行われる、移動開口スキャンにおける動作の流れについて説明する。移動開口スキャンの開始指示がなされたことを契機として、制御部 5 は、移動開口スキャンを開始する。移動開口スキャンにおいて制御部 5 は、図 2 4 に示すように、配列パターン 2 5 0 が振動子アレイ 2 4 0 を既定の方向に沿って移動するように、送信部 3 と受信部 4 とを制御する。配列パターン 2 5 0 の移動方向は、配列パターン 2 5 0 が移動可能な長さを有する方向に設定される。配列パターン 2 5 0 は、2 次元スキャンのために一次元状に移動されても、3 次元スキャンのために 2 次元状に移動されてもよい。図 2 4 においては、移動方向は、アジマス方向である。制御部 5 は、送受信期間毎に配列パターン 2 5 0 が超音波を送受信するように送信部 3 と受信部 4 とを制御する。送受信方

50

法は、上述の変形例 1 ~ 5 の全てが適用可能である。以下、移動開口スキンの具体例を説明する。

【0162】

典型的には、制御部 5 は、配列パターン 250 に、振動子アレイ 240 のアジマス方向に関する一端部と他端部との間を往復移動させる。配列パターン 250 は、時間経過に伴って連続的に移動しても、所定の送受信回数毎に一定距離だけ移動してもどちらでもよい。所定の送受信回数は、1 回でも良いし、複数回であっても良い。各位置における送受信回数は、任意に設定可能である。送信ビームの送信方向は、移動開口スキン全体に亘って一定であるとする。送信方向は、例えば、振動子アレイ 240 の配列面の直交方向、すなわち、ステアリング角度 0 度に設定される。

10

【0163】

例えば、制御部 5 は、送受信期間毎に配列パターン 250 をアジマス方向に沿って一定量だけ移動させる。配列パターン 250 の移動後において、制御部 5 は、超音波を送受信するように送信部 3 と受信部 4 とを制御する。送信動作期間において送信部 3 は、送信領域 101 から送信ビームを送信する。上述のように、第 1 環領域 101 と第 2 環領域 102 とは、フレネルゾーン（フレネルリング）の原理に従って配列されている。従って、送信部 3 は、第 1 環領域 101 毎に同一の駆動信号を供給することにより、送信焦点 f に収束する超音波を送信することができる。この際、各第 1 環領域 101 に供給される駆動信号への送信遅延時間は、中心周波数の一周分だけずらされる。このように、第 1 環領域 101 毎に送信遅延時間を変化させればよいので、複雑な送信遅延時間の制御が必要なくなる。また、これに伴い、同一の第 1 環領域 101 内の送受信素子を共通接続することが可能となる。このフレネルゾーンの原理を利用することにより、送信に関する電子回路規模を大幅に削減することができる。

20

【0164】

受信動作期間において受信部 4 は、受信領域 102 からのエコー信号に基づいて受信ビームを形成する。上述のように、中心軸上の任意点からの超音波は、各第 2 環領域 102 内の複数の送受信素子で同時刻に受信される。受信部 4 は、同一の第 2 環領域 102 からのエコー信号に、受信焦点からの伝搬時間差に応じた共通の受信遅延時間を与える。従って、同一の第 2 環領域 102 内の送受信素子に対する受信遅延時間の制御を無くすることができる。また、これに伴い、同一の第 2 環領域 102 内の受信専用素子を共通接続することが可能となる。また、受信部 4 は、受信遅延時間を与える前に、エコー信号を加算することができる。このように、フレネルゾーンの原理を利用することにより、受信に関する電子回路規模を大幅に削減することができる。

30

【0165】

送信動作と受信動作とが完了すると、制御部 5 は、配列パターン 250 をアジマス方向に沿って一定量だけ移動させる。配列パターン 250 の移動は、送受信素子への送受信機能の割付と解除とにより行われる。より詳細には、制御部 5 は、配列パターン 250 の現在位置と移動量とに従って、振動子アレイ 240 上における移動後の配列パターン 250 の存在範囲を特定する。そして制御部 5 は、配列パターン 250 に従って、特定された存在範囲内の各送受信素子に対して送信機能と受信機能との少なくとも一方を割り付ける。また、特定された存在範囲外の各送受信素子に送信機能または受信機能が割り付けられている場合、制御部 5 は、その送信機能または受信機能を解除する。これにより配列パターン 250 の移動が行われる。

40

【0166】

このように、移動開口スキンにおいて制御部 5 は、移動方向に沿って配列パターン 250 を移動させながら超音波の送受信を行うように送信部 3 と受信部 4 とを制御する。従って、変形例の動作例 5 に係る超音波診断装置 1 は、送信ビームを一方方向に固定してスキャンを行う場合であっても、超音波プローブ 2 を移動させなくても、2 次元状あるいは 3 次元状のスキャン領域をスキャンすることができる。

【0167】

50

(変形例の効果)

上述の通り、変形例に係る超音波プローブ 2 は、送受信素子のみを備えている。しかしながら、変形例に係る超音波診断装置は、第 1 ～ 9 実施形態における光学回折理論に従う配列パターンに従って、送受信素子の送信機能と受信機能とを個別に切替えることができる。従って、変形例に係る超音波診断装置 1 は、第 1 ～ 9 実施形態と同様に、近距離音場に最適化された超音波送受信を実行することができる。

【 0 1 6 8 】

かくして、本実施形態によれば、近距離音場に関する画質向上を可能とする超音波プローブ及び超音波診断装置を提供することが可能となる。

【 0 1 6 9 】

なお、説明の簡単のため、本実施形態に係る動作例 1 ～ 6 と変形例の動作例 1 ～ 5 とを個別に説明したが、本実施形態に係る超音波診断装置 1 は、本実施形態に係る動作例 1 ～ 6 と変形例の動作例 1 ～ 5 との各々を適宜組み合わせることで実行可能である。

【 0 1 7 0 】

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

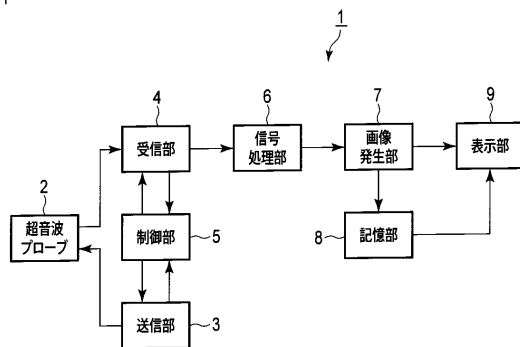
【 符号の説明 】

【 0 1 7 1 】

1 ... 超音波診断装置、2 ... 超音波プローブ、3 ... 送信部、4 ... 受信部、5 ... 制御部、6 ... 信号処理部、7 ... 画像発生部、8 ... 記憶部、9 ... 表示部、10 ... 振動子アレイ、11 ... 第 1 環領域、12 ... 第 2 環領域、13 ... 中心領域、14 ... マージン領域

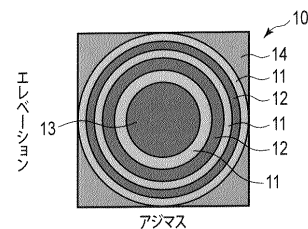
【 図 1 】

図 1



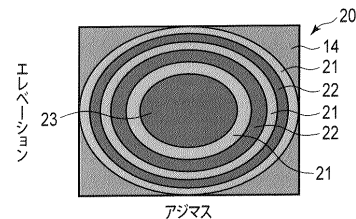
【 図 2 】

図 2



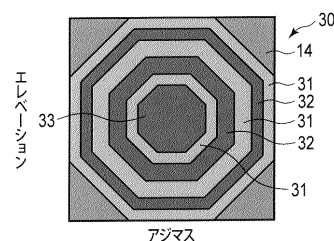
【 図 3 】

図 3



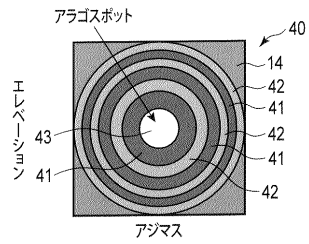
【 図 4 】

図 4



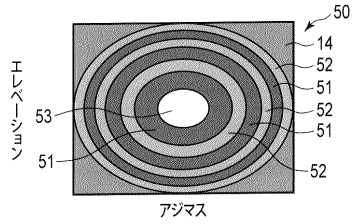
【図 5】

図 5



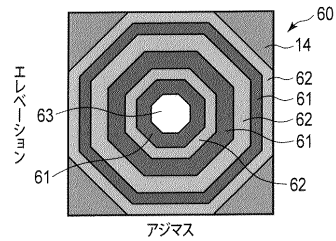
【図 6】

図 6



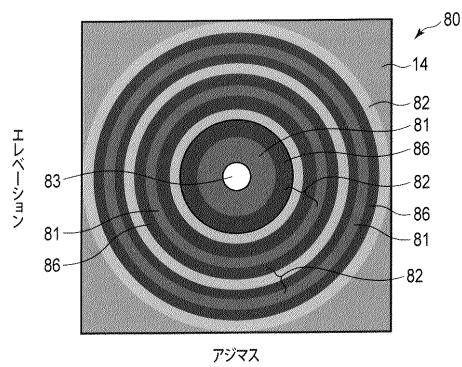
【図 7】

図 7



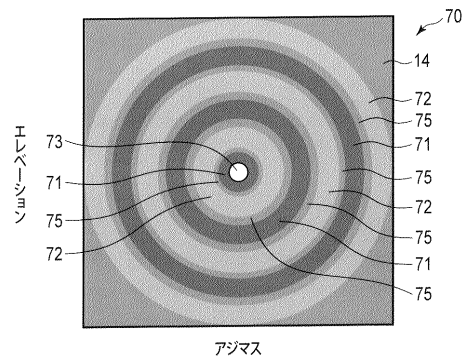
【図 9】

図 9



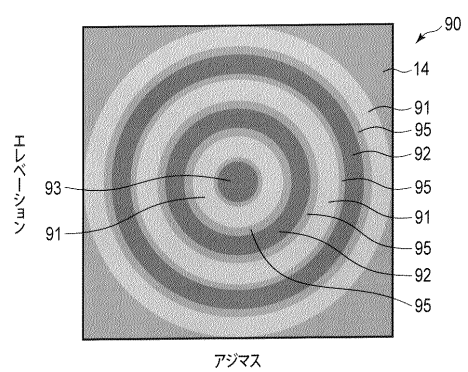
【図 8】

図 8



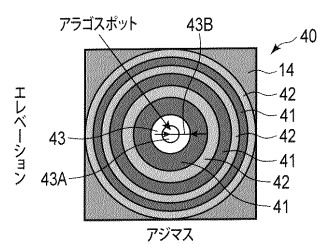
【図 10】

図 10



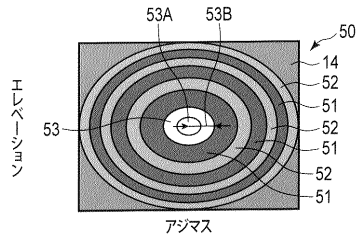
【図 11 A】

図 11A



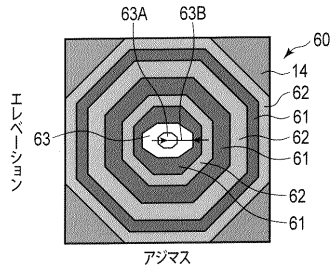
【図 1 1 B】

図 11B



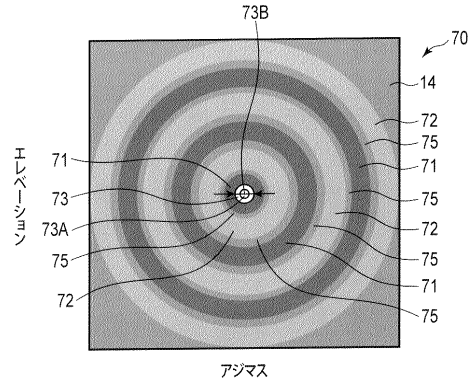
【図 1 1 C】

図 11C



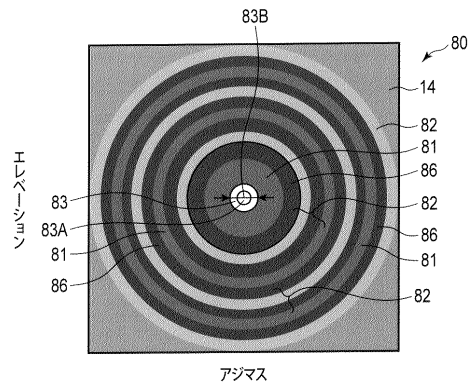
【図 1 2】

図 12



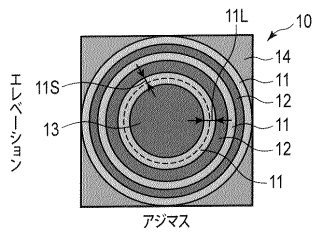
【図 1 3】

図 13



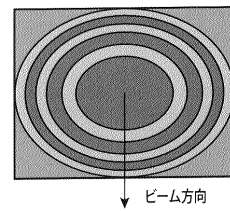
【図 1 4】

図 14



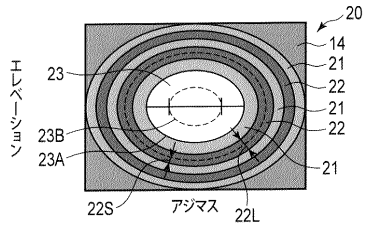
【図 1 7 A】

図 17A



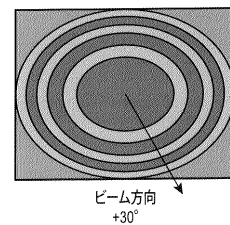
【図 1 5】

図 15



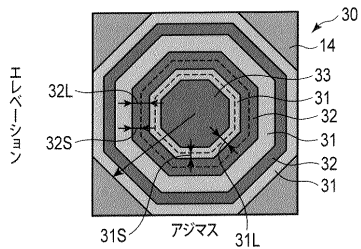
【図 1 7 B】

図 17B



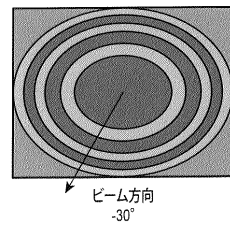
【図 1 6】

図 16



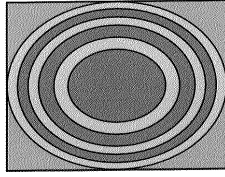
【図 1 7 C】

図 17C



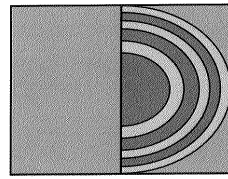
【図 18 A】

図 18A



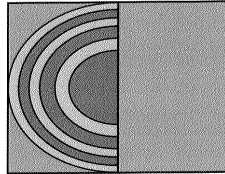
【図 18 C】

図 18C



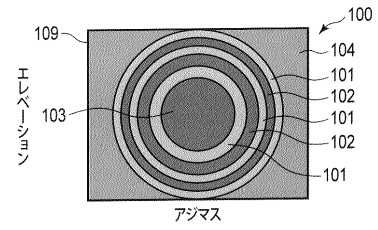
【図 18 B】

図 18B



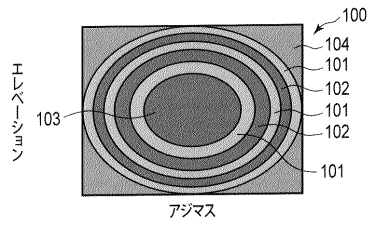
【図 19 A】

図 19A



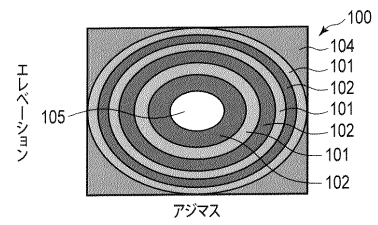
【図 19 B】

図 19B



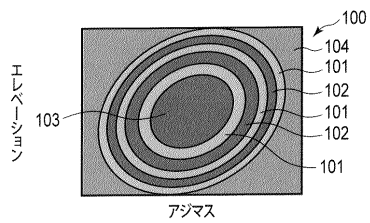
【図 20 B】

図 20B



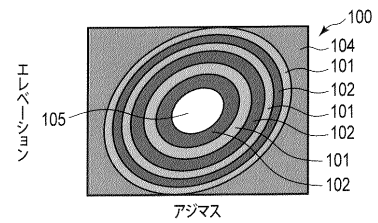
【図 19 C】

図 19C



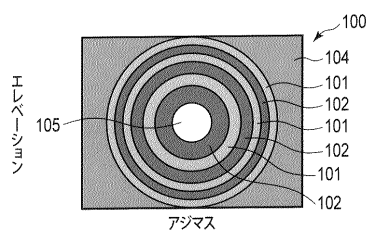
【図 20 C】

図 20C



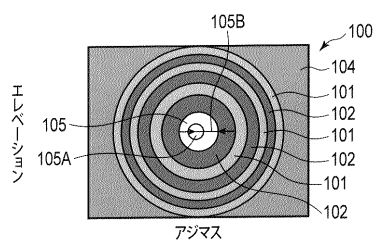
【図 20 A】

図 20A

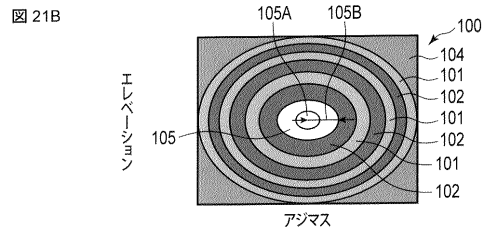


【図 21 A】

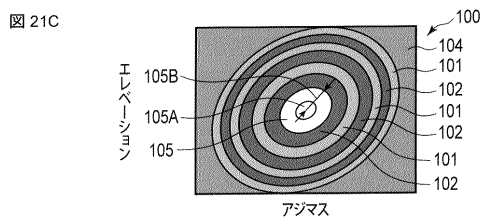
図 21A



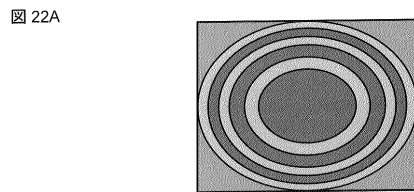
【図 2 1 B】



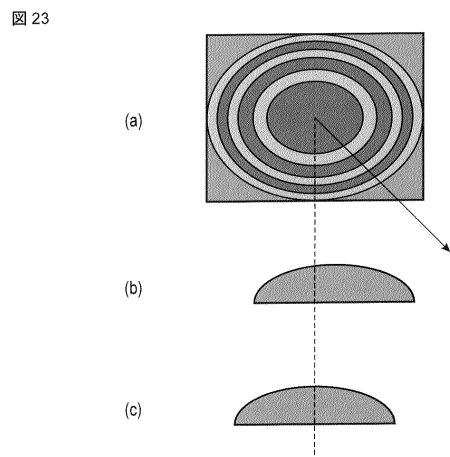
【図 2 1 C】



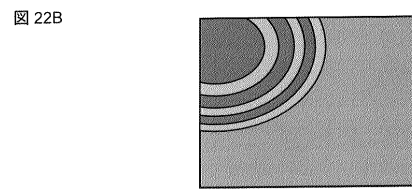
【図 2 2 A】



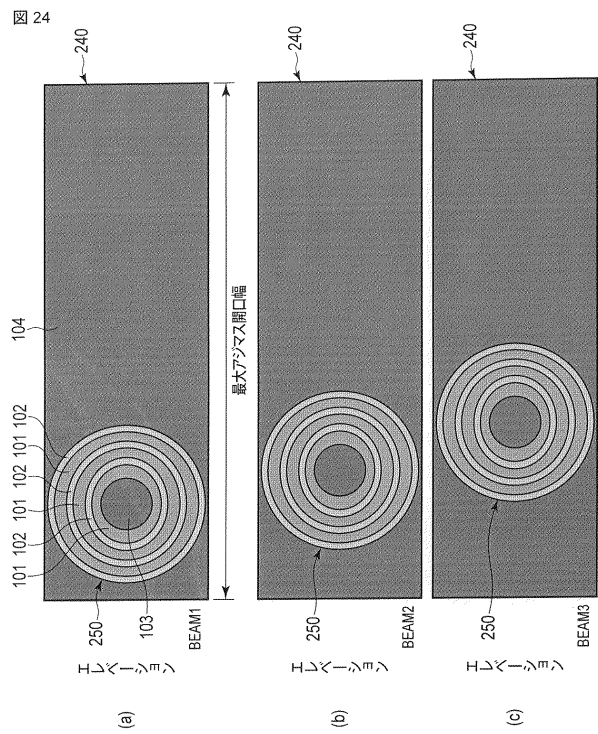
【図 2 3】



【図 2 2 B】

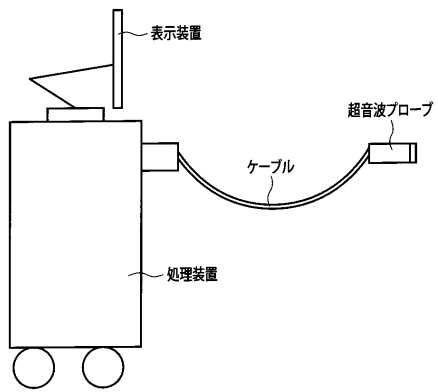


【図 2 4】



【 図 2 5 】

図 25



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 1 L 41/08 J

(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 6 0 0 6 1、 バーン・ヒルズ、 ディアパス・ドライブ 7
0 6 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 6 0 0 6 1、 バーン・ヒルズ、 ディアパス・ドライブ 7
0 6 東芝メディカルリサーチ・アメリカ社内

F ターム(参考) 4C601 EE01 EE04 GB13 HH25 HH30
5D019 AA21 BB10 BB20 FF04

专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	JP2012066078A	公开(公告)日	2012-04-05
申请号	JP2011200008	申请日	2011-09-13
[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 H04R17/00 H01L41/08 H01L41/09		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/4444 A61B8/4488 B06B1/0625 G01S15/8913 G01S15/8922 G01S15/8925		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.332.Y H01L41/08.Z H01L41/08.C H01L41/08.U H01L41/08.J		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/GB13 4C601/HH25 4C601/HH30 5D019/AA21 5D019/BB10 5D019/BB20 5D019/FF04		
代理人(译)	河野 哲 中村 诚 河野直树 冈田 隆		
优先权	12/887050 2010-09-21 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在近场中提高图像质量。超声探头具有以二维方式布置在布置表面上的多个换能器10。多个换能器10的多个仅传输元件被布置在设置在布置表面上的第一环形区域11中。多个换能器10的多个仅接收元件设置在阵列表面上，布置成与第一环形区域11相邻，并且在第二环形区域12中具有与第一环形区域11相同的同心中心。安排好了 [选择图]图2

