

(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2012-120603

(P2012-120603A)

(43) 公開日 平成24年6月28日 (2012. 6. 28)

(51) Int. Cl.
A61B 8/00 (2006.01)

F I
A61B 8/00

テーマコード (参考)
4C601

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2010-272123 (P2010-272123)
(22) 出願日 平成22年12月7日 (2010. 12. 7)

(71) 出願人 300019238
ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー
アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・710・3000
(74) 代理人 100106541
弁理士 伊藤 信和
(72) 発明者 雨宮 慎一
東京都日野市旭ヶ丘4丁目7番地の127
GEヘルスケア・ジャパン株式会社内
Fターム(参考) 4C601 BB03 BB06 EE01 GB06 GB21 HH22

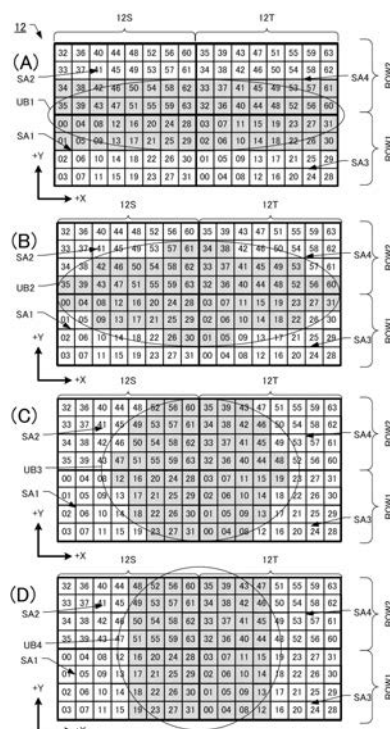
(54) 【発明の名称】 超音波プローブ及び超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 1つの超音波プローブでアジマス方向又はエレベーション方向の性能を変えることができる超音波プローブを提供する。

【解決手段】 超音波プローブ(10)は、N/2個(Nは自然数)のチャンネルを有し、各チャンネルで第1極と第2極とにスイッチングするスイッチング部(16)と、第1極に接続されX軸及びY軸で定義される二次元に配列されたN/2個の第1トランスデューサ素子(12S)と、第2極に接続されX軸及びY軸で定義される二次元に配列されたN/2個の第2トランスデューサ素子(12T)と、を備える。そして超音波プローブは、スイッチング部のスイッチングにより第1トランスデューサ素子と第2トランスデューサ素子とを合わせてN/2個を使用して超音波ビームのアーチャーの形状を変更する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波診断装置に接続され、被検体に超音波ビームを送波する超音波プローブであって

、
N / 2 個 (N は自然数) のチャンネルを有し、各チャンネルで第 1 極と第 2 極とにスイッチングするスイッチング部と、

前記第 1 極に接続され、X 軸及び Y 軸で定義される二次元に配列された N / 2 個の第 1 トランスデューサ素子と、

前記第 2 極に接続され、X 軸及び Y 軸で定義される二次元に配列された N / 2 個の第 2 トランスデューサ素子と、を備え、

前記第 1 トランスデューサ素子のチャンネル番号の配列と前記第 2 トランスデューサ素子のチャンネル番号の配列とが前記 X 軸又は Y 軸方向に異なっている超音波プローブ。

【請求項 2】

前記 N 個の前記第 1 トランスデューサ素子及び前記第 2 トランスデューサ素子を Y 軸方向に二つに分け、第 1 行と第 2 行とに区別する場合に、

前記第 1 行において、前記第 1 トランスデューサ素子のチャンネル番号は + Y 軸方向に且つ ± X 軸方向にチャンネル番号が増えていき、前記第 2 トランスデューサ素子のチャンネル番号は - Y 軸方向に且つ ± X 軸方向にチャンネル番号が増えていくように前記 N 個のトランスデューサ素子が配列されている請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記スイッチング部は変更された前記アパーチャーの形状を維持したまま前記 ± X 軸方向にスキャンする請求項 2 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記 N 個の前記第 1 トランスデューサ素子及び前記第 2 トランスデューサ素子を Y 軸方向に二つに分け、第 1 行と第 2 行と区別する場合に、

前記第 1 行において前記第 1 トランスデューサ素子のチャンネル番号は + X 軸方向に且つ ± Y 軸方向にチャンネル番号が増えていき、前記第 2 行において前記第 2 トランスデューサ素子のチャンネル番号は + X 軸方向に且つ ± Y 軸方向にチャンネル番号が増えていくように前記 N 個のトランスデューサ素子が配列されている請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記 N 個の前記第 1 トランスデューサ素子及び前記第 2 トランスデューサ素子を Y 軸方向に二つに分け、第 1 行と第 2 行と区別する場合に、

前記第 1 行において前記第 1 トランスデューサ素子のチャンネル番号は - X 軸方向に且つ ± Y 軸方向にチャンネル番号が増えていき、前記第 2 行において前記第 2 トランスデューサ素子のチャンネル番号は - X 軸方向に且つ ± Y 軸方向にチャンネル番号が増えていくように前記 N 個のトランスデューサ素子が配列されている請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記スイッチング部は変更された前記アパーチャーの形状を維持したまま前記 ± Y 軸方向にスキャンする請求項 4 又は請求項 5 に記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記スイッチング部は変更された前記アパーチャーの形状を維持したまま前記 ± X 軸方向にスキャンする請求項 4 から請求項 6 のいずれか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

被検体に超音波ビームを送波するアパーチャーを可変する超音波診断装置において、

N / 2 個 (N は自然数) のチャンネルを有し、各チャンネルで第 1 極と第 2 極とにスイッチングするスイッチング部と、X 軸及び Y 軸で定義される二次元に配列され前記第 1 極に接続される N / 2 個 (N は自然数) の第 1 トランスデューサ素子と、前記 X 軸及び Y 軸で定義される二次元に配列され前記第 2 極に接続される N / 2 個の第 2 トランスデューサ

10

20

30

40

50

素子とで構成される超音波プローブと、

前記スイッチング部を介して前記N個のトランスデューサ素子に対して駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、

前記スイッチング部が前記N/2個のチャンネルをスイッチングすることにより前記第1トランスデューサ素子と前記第2トランスデューサ素子とを合わせてN/2個を使用して前記超音波ビームのアパーチャーの形状を変更する超音波診断装置。

【請求項9】

前記第1トランスデューサ素子のチャンネル番号と前記第2トランスデューサ素子のチャンネル番号とが、前記X軸又はY軸方向に異なる請求項8に記載の超音波診断装置。

【請求項10】

前記スイッチング部は変更された前記アパーチャーの形状を前記±Y軸方向にスキャンする請求項8又は請求項9に記載の超音波診断装置。

【請求項11】

前記スイッチング部は変更された前記アパーチャーの形状を維持したまま前記±X軸方向にスキャンする請求項8ないし請求項10のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波プローブ及び超音波診断装置に関し、特に、送波される超音波ビームのアパーチャーの形状を変更する超音波プローブ及び超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

被検体に超音波ビームを送波し、その反射エコー(echo)を画像化する超音波診断装置においては、超音波ビームの送受波を行う超音波プローブが超音波診断装置本体と接続されている。列方向にトランスデューサ素子が配列された一次元(1D)型プローブは、優れたアジマス(Azimuth)方向の分解能を有しているが、エレベーション(Elevation)方向の性能は、固定されたレンジに集束している固定されたアパーチャーによって決定されている。一方、エレベーション方向の性能を向上させるために、二次元の2D型プローブを含めた様々な形式の多数行型のプローブが開発されている。

【0003】

超音波診断装置がBモード等の二次元の超音波画像を作成する場合にはアジマス方向の分解能の高い細長い楕円状の超音波ビームを送波する1D型プローブを使用することが好ましい。また超音波診断装置が2D型プローブを用いて三次元の超音波画像を作成する場合にはアジマス方向及びエレベーション方向の性能が等しい真円状の超音波ビームを送波する2D型プローブ(多数行型のプローブ)を使用することが好ましい。2D型プローブは例えば特許文献1に開示される。特許文献1に開示される2D型プローブは、マトリクススイッチを使って二次元状に配列されてトランスデューサアレイを制御する技術を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-290228号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、2D型プローブなどの多数行型のプローブを使用して超音波画像を作成しても、アジマス方向の分解能が低いという課題があった。このため、多数行型のプローブでアジマス方向の性能を変えることが望まれている。そこで、多数行型のプローブでアジマス方向の性能を向上させることができる超音波プローブ及び超音波診断装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

第1の観点の超音波プローブは、超音波診断装置に接続され被検体に超音波ビームを送波する。超音波プローブは、 $N/2$ 個 (N は自然数)のチャンネルを有し、各チャンネルで第1極と第2極とにスイッチングするスイッチング部と、第1極に接続され X 軸及び Y 軸で定義される二次元に配列された $N/2$ 個の第1トランスデューサ素子と、第2極に接続され X 軸及び Y 軸で定義される二次元に配列された $N/2$ 個の第2トランスデューサ素子と、を備える。そして超音波プローブは、第1トランスデューサ素子のチャンネル番号と第2トランスデューサ素子のチャンネル番号とが X 軸又は Y 軸方向に異なっている。

【 0 0 0 7 】

第2の観点の超音波プローブは、 N 個の第1トランスデューサ素子及び第2トランスデューサ素子を Y 軸方向に二つに分け、第1行と第2行とに区分けする場合に、第1行において、第1トランスデューサ素子のチャンネル番号は $+Y$ 軸方向に且つ $\pm X$ 軸方向にチャンネル番号が増えていき、第2トランスデューサ素子のチャンネル番号は $-Y$ 軸方向に且つ $\pm X$ 軸方向にチャンネル番号が増えていくように N 個のトランスデューサ素子が配列されている。

10

この超音波プローブにおいては、スイッチング部は変更されたアパーチャーの形状を維持したまま $\pm X$ 軸方向にスキャンできる。

【 0 0 0 8 】

第3の観点の超音波プローブは、 N 個の第1トランスデューサ素子及び第2トランスデューサ素子を Y 軸方向に二つに分け、第1行と第2行と区分けする場合に、第1行において第1トランスデューサ素子のチャンネル番号は $+X$ 軸方向に且つ $\pm Y$ 軸方向にチャンネル番号が増えていき、第2行において第2トランスデューサ素子のチャンネル番号は $+X$ 軸方向に且つ $\pm Y$ 軸方向にチャンネル番号が増えていくように N 個のトランスデューサ素子が配列されている。

20

【 0 0 0 9 】

第4の観点の超音波プローブは、 N 個の第1トランスデューサ素子及び第2トランスデューサ素子を Y 軸方向に二つに分け、第1行と第2行と区分けする場合に、第1行において第1トランスデューサ素子のチャンネル番号は $-X$ 軸方向に且つ $\pm Y$ 軸方向にチャンネル番号が増えていき、第2行において第2トランスデューサ素子のチャンネル番号は $-X$ 軸方向に且つ $\pm Y$ 軸方向にチャンネル番号が増えていくように N 個のトランスデューサ素子が配列されている。

30

この超音波プローブにおいては、スイッチング部は変更されたアパーチャーの形状を維持したまま $\pm Y$ 軸方向にスキャンすることができる。

また、スイッチング部は変更されたアパーチャーの形状を維持したまま $\pm X$ 軸方向にスキャンすることができる。

【 0 0 1 0 】

第5の観点の超音波診断装置は、被検体に超音波ビームを送波するアパーチャーを可変する。その超音波診断装置は、 $N/2$ 個 (N は自然数)のチャンネルを有し、各チャンネルで第1極と第2極とにスイッチングするスイッチング部と、 X 軸及び Y 軸で定義される二次元に配列され第1極に接続される $N/2$ 個 (N は自然数)の第1トランスデューサ素子と、 X 軸及び Y 軸で定義される二次元に配列され第2極に接続される $N/2$ 個の第2トランスデューサ素子とで構成される超音波プローブと、スイッチング部を介して N 個のトランスデューサ素子に対して駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備える。そしてスイッチング部が $N/2$ 個のチャンネルをスイッチングすることにより第1トランスデューサ素子と第2トランスデューサ素子とを合わせて $N/2$ 個を使用して超音波ビームのアパーチャーの形状を変更する。

40

【 0 0 1 1 】

第6の観点の超音波診断装置は、第1トランスデューサ素子のチャンネル番号と第2トランスデューサ素子のチャンネル番号とが、 X 軸又は Y 軸方向に異なる。

そしてスイッチング部は変更されたアパーチャーの形状を $\pm Y$ 軸方向にスキャンするこ

50

とができる。

また、スイッチング部は変更されたアパーチャーの形状を維持したまま \pm X軸方向にスキャンすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】超音波診断装置100の構成を示すブロック図である。

【図2】制御信号分配部14及びマルチプレクサ16の接続例を示す図である。

【図3】(A)は、超音波プローブ10とエコー空間ESとの関係を示した図である。

(B)は、4つのサブアレイを有する超音波トランスデューサ12の平面図である。

【図4】アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第1例である。

10

【図5】第1例において、(A)~(D)はアパーチャーが順にX軸方向に移動していく状態を示した図である。

【図6】8つのサブアレイを有する超音波トランスデューサ12の第2例の平面図である。

。

【図7】アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第2例である。

【図8】アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第3例である。

【図9】4つのサブアレイを有する超音波トランスデューサ12の第4例の平面図である。

20

。

【図10】アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第4例である。

【図11】第4例において、(A)~(D)はアパーチャーが順にX軸方向に移動していく状態を示した図である。

【図12】第4例において、(A)~(D)はアパーチャーが順にY軸方向に移動していく状態を示した図である。

【図13】8つのサブアレイを有する超音波トランスデューサ12の第5例の平面図である。

【図14】アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第5例である。

30

【図15】アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第6例である。

【図16】アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第1例と第4例とを数式化した例である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

< 超音波診断装置100の構成 >

図1は、本実施形態に係る超音波診断装置100の構成を示すブロック図である。この超音波診断装置100は、超音波プローブ10と、走査制御部21と、送信制御部22と、駆動信号発生部23とを有している。さらに、超音波診断装置100は、受信信号処理部32と、受信制御部33と、ローデータ(Raw Data)メモリ34と、受信ビームフォーマ35と、画像生成部36と、制御部40と、入力部45と、記憶部50と、表示部60とを有している。

40

【0014】

超音波プローブ10は、印加される複数の駆動信号に従って被検体に向けて超音波を送波すると共に、被検体から反射した超音波エコーを受波することにより複数の受信信号を出力する複数の超音波トランスデューサ12を含んでいる。本実施形態では超音波トランスデューサ12は、二次元状に配列されたN個(Nは、2以上の自然数)のトランスデューサ素子からなる。Nが奇数である場合には、最も端にある超音波トランスデューサ12

50

は使用されない。また超音波プローブ10は、制御信号分配部14及び1個のマルチプレクサ(MUX)16を有している。これらの詳細については後述する。

【0015】

超音波トランスデューサ12は、例えば、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛:Pb(lead) zirconatetitanate)などの圧電セラミック等の圧電材料の両端に電極を形成したトランスデューサ素子によって構成されている。トランスデューサ素子の電極に、パルス状又は連続波の電圧を印加するとトランスデューサ素子が伸縮する。この伸縮により、それぞれのトランスデューサ素子からパルス状又は連続波の超音波が発生し、それらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれのトランスデューサ素子は、超音波エコーを受波することによって伸縮し電気信号を発生する。それらの電気信号は、超音波エコーの受信信号として出力される。

10

【0016】

走査制御部21は、被検体内の所定のイメージングエリアを超音波ビームによって走査する場合に、超音波プローブ10から送波される超音波ビームの送信方向、受信方向及び焦点深度を設定する。また走査制御部21は、超音波トランスデューサ12のアーチャーの形状を設定することができる。走査制御部21は、それらの設定に基づいて、制御信号分配部14、送信制御部22、マルチプレクサ(MUX)16、受信制御部33、及び受信ビームフォーマ35を制御する。

【0017】

送信制御部22は、走査制御部21によって設定された超音波ビームの送波方向、焦点深度、及びアーチャーの形状に従って、複数の駆動信号に与えるべき遅延時間(遅延パターン)を設定する。

20

【0018】

駆動信号発生部23は、 $N/2$ 個(N は、2以上の自然数)のチャンネルを有しており、各チャンネルは、送信制御部22において設定された遅延時間に基づいて、超音波トランスデューサ12のうち選択されたトランスデューサ素子($N/2$ 個)に供給すべき駆動信号を発生するパルス等を含んでいる。マルチプレクサ16は、選択されたトランスデューサ素子($N/2$ 個)を複数の駆動信号発生部23に接続する。

【0019】

受信信号処理部32は、 $N/2$ 個(N は、2以上の自然数)のチャンネルを有している。マルチプレクサ16は、走査制御部21の制御の下で、超音波トランスデューサ12のうち選択されたトランスデューサ素子を受信信号処理部32に接続する。

30

【0020】

受信信号処理部32の各チャンネルは、超音波トランスデューサ12から出力される受信信号を増幅しデジタルの受信信号(ローデータ)に変換する。受信制御部33は、受信信号をローデータメモリ34に記憶する。走査制御部21、送信制御部22、及び受信制御部33は、超音波診断装置100の送受信動作を制御する。

【0021】

受信ビームフォーマ35は、超音波エコーの受信方向及び焦点深度に応じた複数の遅延パターン(位相整合パターン)を有しており、走査制御部21によって設定された受信方向及び焦点深度に従って、ローデータメモリ34から読み出された複数の受信信号にそれぞれの遅延を与え、それらの受信信号を加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号(音線データ)が形成される。

40

【0022】

画像生成部36は、音線信号に包絡線検波処理を施し、さらに、Log(対数)圧縮やゲイン調整等の処理を施して、Bモード画像データを生成する。また画像生成部36は、生成されたBモード画像データを通常のテレビジョン信号の走査方式に従う表示用の画像信号に変換する。これにより、表示部60において、Bモードの超音波画像が表示される。また、必要に応じてBモード画像データは記憶部50に記憶される。

50

【 0 0 2 3 】

入力部 4 5 は、キーボード、マウス等の入力手段を含んでおり、オペレータが命令や情報を超音波診断装置に入力する際に用いられる。制御部 4 0 は、入力部 4 5 を用いて入力された命令や情報に基づいて、超音波診断装置 1 0 0 の各部を制御する。本実施形態においては、走査制御部 2 1、送信制御部 2 2、受信制御部 3 3、受信ビームフォーマ 3 5、画像生成部 3 6 及び制御部 4 0 が、中央演算装置 (CPU) と、CPU に各種の処理を行わせるためのソフトウェアとによって構成される。ソフトウェアは、ハードディスク等の記憶部 5 0 に記憶される。

【 0 0 2 4 】

本実施形態においては、送信制御部 2 2 は、超音波トランスデューサ 1 2 のうちの選択された複数のトランスデューサ素子から超音波ビームを送波するように駆動信号発生部 2 3 を制御する。これにより超音波トランスデューサ 1 2 は、複数の異なるアパーチャーの形状で超音波ビームを被検体に送波することができる。また、送信制御部 2 2 は、所定のアパーチャーの形状を保持しながら所定方向に走査するように駆動信号発生部 2 3 を制御することもできる。

10

【 0 0 2 5 】

図 2 は、図 1 に示す制御信号分配部 1 4 及びマルチプレクサ 1 6 の接続例を示す図である。図 2 においては、チャンネル数 1 2 8 個 (N = 1 2 8) の超音波トランスデューサ 1 2 が示されている。超音波トランスデューサ 1 2 は第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) と第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T (T 0 0 ~ T 6 3) とに分けられる。また、マルチプレクサ 1 6 は、6 4 個の 2 極スイッチ S W 0 ~ S W 6 3 を含んでいる。2 極スイッチ S W 0 ~ S W 6 3 の第 1 極は第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) に接続され、2 極スイッチ S W 0 ~ S W 6 3 の第 2 極は第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T (T 0 0 ~ T 6 3) に接続される。

20

【 0 0 2 6 】

そして、2 極スイッチ S W 0 によって一つのトランスデューサ素子 S 0 0 と一つのトランスデューサ素子 T 0 0 とが切り換えられ、2 極スイッチ S W 1 によってトランスデューサ素子 S 0 1 とトランスデューサ素子 T 0 1 とが切り換えられる。同様にして、2 極スイッチ S W 6 3 によってトランスデューサ素子 S 6 3 とトランスデューサ素子 T 6 3 とが切り換えられる。

30

【 0 0 2 7 】

図 2 に示されるマルチプレクサ 1 6 によって 2 極スイッチ S W 0 ~ 2 極スイッチ S W 6 3 が切り替えられ、第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) からいくつかの素子が、また第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T (T 0 0 ~ T 6 3) からいくつかの素子が選択される。選択されたトランスデューサ素子の数は常に 6 4 個であり、それら 6 4 個のトランスデューサ素子に駆動信号が供給され、それらのトランスデューサ素子から送波される超音波ビームは所定のアパーチャーの形状を形成する。

【 0 0 2 8 】

< 超音波ビームの形状 >

図 3 (A) は、超音波プローブ 1 0 とエコー空間 E S との関係が示されている。超音波エコー空間 E S の底面として模式的に表されているマトリクスは、投影されたチャンネル数 1 2 8 の超音波トランスデューサ 1 2 ' を示している。図 3 においては、X 軸方向に 1 6 個、Y 軸方向に 8 個のトランスデューサアレイが配列され、合計 1 2 8 個のトランスデューサ素子 1 2 が示されている。

40

【 0 0 2 9 】

超音波トランスデューサ 1 2 は、選択された選択されたトランスデューサ素子に応じて、複数の異なるアパーチャーの形状で被検体に超音波ビームを送波することができる。例えば超音波トランスデューサ 1 2 は、図 3 (A) に描かれるような細長い楕円形の超音波ビーム U B 1 を送波したり、真円形の超音波ビーム U B 4 を送波したりする。

【 0 0 3 0 】

50

超音波診断装置 100 が表示部 60 に B モード等の二次元の超音波画像を表示する際には、画面内の X 軸方向（アジマス方向）の分解能が良い方が好ましく、画面に対して Y 軸方向（エレベーション方向）に対してはさほど要求されない。すなわち、アパーチャ面積が一定の場合、X 軸方向（アジマス方向）に対しては大きなアパーチャ、Y 軸方向（エレベーション方向）に対しては狭いアパーチャの方が良い。このため、二次元の超音波画像を表示する際には、細長い楕円形の超音波ビーム UB1 を被検体に送波することが好ましい。この超音波ビーム UB1 は、通常の 1D 型プローブ又は 1.25D 型などから送波される超音波ビームとほぼ同じである。一方、超音波診断装置 100 が表示部 60 にリアルタイムに三次元の超音波画像を表示する際には、超音波ビームの指向性が均一な円形が好まれる。このため、真円形の超音波ビーム UB4 を被検体に送波することが好ましい。

10

【0031】

図 3 (B) には、超音波トランスデューサ 12 の平面図が示されている。超音波トランスデューサ 12 は、例えば、X 軸方向に 16 個のトランスデューサ素子が配列され且つ Y 軸方向に 8 個のトランスデューサ素子が配列される。その超音波トランスデューサ 12 に対して複数のブロックに区分けされ、複数のサブアレイが設定される。図 3 (B) においては、4 ブロックに区分けされたサブアレイ (SA1 ~ SA4) は互いに隣り合うように配列されている。図 3 (B) においては、1 つのサブアレイ (SA1 ~ SA4) は X 軸方向に 8 個のトランスデューサ素子が配列され且つ Y 軸方向に 4 個のトランスデューサ素子が配列される。トランスデューサ素子の配列は一例である。

20

【0032】

図 3 (B) に示されるように、理解を助けるため、1 つ 1 つのトランスデューサ素子にチャンネル番号が描かれている。図 3 (B) に左半分の 2 つのサブアレイ (SA1 ~ SA2) は第 1 群のトランスデューサ素子 12 S (S00 ~ S63) であり、図 2 に示されたようにマルチプレクサ 16 のスイッチ SW0 ~ SW63 の第 1 極に接続されている。右半分の 2 つのサブアレイ (SA3 ~ SA4) は第 2 群のトランスデューサ素子 12 T (T00 ~ T63) であり、マルチプレクサ 16 のスイッチ SW0 ~ SW63 の第 2 極に接続されている。

【0033】

図 3 (A)、(B) に示されたように、図 4 以降でトランスデューサ素子の配列を説明するために、説明の便宜上、超音波トランスデューサ 12 の左下を原点として、水平方向を X 軸方向（アジマス方向）、垂直方向を Y 軸方向（エレベーション方向）とする。また、下半分のサブアレイ (SA1 及び SA3) を第 1 行 (ROW1) と呼び、上半分のサブアレイ (SA2 及び SA4) を第 2 行 (ROW2) と呼ぶ。以下の複数の実施形態において、トランスデューサ素子の配列が異なっても下半分のサブアレイを第 1 行 (ROW1) と呼び、上半分のサブアレイを第 2 行 (ROW2) と呼ぶこととする。

30

【0034】

（超音波トランスデューサの配列：第 1 例）

図 4 は、アパーチャ面積が一定のままアパーチャの形状を変更していく第 1 例である。図 4 (A) ~ (D) に描かれた超音波トランスデューサ 12 は、トランスデューサ素子が次のように配列されている。

40

【0035】

第 1 群のトランスデューサ素子 12 S (S00 ~ S63) は、2 つのサブアレイ (SA1 ~ SA2) から構成される。第 1 行のサブアレイ SA1 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S00 から S31 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。第 2 行のサブアレイ SA2 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S32 から S63 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。

【0036】

第 2 群のトランスデューサ素子 12 T (T00 ~ T63) では、第 1 行のサブアレイ S

50

A 3のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X軸方向且つ+ Y軸方向に行くに従い、T 0 0からT 3 1のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。第2行のサブアレイS A 4のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X軸方向且つ+ Y軸方向に行くに従い、T 3 2からT 6 3のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。

【0037】

図4(A)では、走査制御部21(図2を参照)の制御信号に基づいてマルチプレクサ16が2極スイッチSW0~2極スイッチSW63を切り替え、グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子が駆動されている。具体的には、第1群のトランスデューサ素子12SのS00、S01、S04、S05...、S58、S59、S62、S63が駆動され、第2群のトランスデューサ素子12TのT02、T03、T06、T07...、T56、T57、T60、T61が駆動されている。

10

【0038】

図4(A)で示されたように、トランスデューサ素子S00が駆動されていれば、2極スイッチSW0(図2を参照)で切り換えられるトランスデューサ素子T00は駆動されていない。同様に、トランスデューサ素子T03が駆動されていれば、2極スイッチSW3(図2を参照)で切り換えられるトランスデューサ素子S03は駆動されていない。

【0039】

グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子は、X軸方向に広くY軸方向に狭いアパーチャーを形成している。そのため、超音波トランスデューサ12は、細長い楕円形の超音波ビームUB1を送波することができる。

20

【0040】

図4(B)では、走査制御部21の制御信号に基づいてマルチプレクサ16が2極スイッチSW0~2極スイッチSW63を切り替え、グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子が駆動されている。具体的には、第1群のトランスデューサ素子12SのS00、S04、S08、S09...、S59、S60、S62、S63が駆動され、第2群のトランスデューサ素子12TのT02、T03、T06、T07...、T52、T53、T56、T60が駆動されている。

【0041】

トランスデューサ素子S61が駆動されていれば、2極スイッチSW61で切り換えられるトランスデューサ素子T61は駆動されていない。同様に、トランスデューサ素子T60が駆動されていれば、2極スイッチSW60で切り換えられるトランスデューサ素子S60は駆動されていない。

30

【0042】

グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子は、菱形のアパーチャーを形成している。そのため、超音波トランスデューサ12は、超音波ビームUB1よりも太くなった楕円形の超音波ビームUB2を送波することができる。

【0043】

図4(C)も同様に、走査制御部21の制御信号に基づいてマルチプレクサ16が2極スイッチSW0~2極スイッチSW63を切り替える。そして、グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子が駆動されている。グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子は、正方形に近いアパーチャーを形成している。そのため、超音波トランスデューサ12は、超音波ビームUB2よりも太くなった楕円形の超音波ビームUB3を送波することができる。

40

【0044】

図4(D)も同様に、走査制御部21の制御信号に基づいてマルチプレクサ16が2極スイッチSW0~2極スイッチSW63を切り替える。そして、グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子が駆動されている。グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子は、正方形のアパーチャーを形成している。そのため、超音波トランスデューサ12は、円形の超音波ビームUB4を送波することができる。

50

【 0 0 4 5 】

図 5 (A) ~ (D) は、図 4 (C) で示されたグレーに色付けされた合計 6 4 個のトランスデューサ素子からなるアパーチャーが順に移動していく状態を示した図である。図 5 (A)、図 5 (B)、図 5 (C)、図 5 (D) の順で、楕円形の超音波ビーム U B 3 が - X 軸方向に走査されている。

【 0 0 4 6 】

図 5 (A) では、第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S の S 1 2、S 1 6、S 1 7、S 1 8 ……、S 6 0、S 6 1、S 6 2、S 6 3 が駆動され、第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T の T 0 1、T 0 2、T 0 3、T 0 4 ……、T 4 4、T 4 5、T 4 6、T 4 8 が駆動されている。トランスデューサ素子 S 5 2 が駆動されていれば、2 極スイッチ S W 5 2 で切り換えられるトランスデューサ素子 T 5 2 は駆動されていない。同様に、トランスデューサ素子 T 4 8 が駆動されていれば、2 極スイッチ S W 4 8 で切り換えられるトランスデューサ素子 S 4 8 は駆動されていない。

10

【 0 0 4 7 】

図 5 (B) では、図 5 (A) でグレーに色付けされた合計 6 4 個のトランスデューサ素子が、すべて左側に一つずつずれて駆動されている。図 5 (C) では、図 5 (B) でグレーに色付けされた合計 6 4 個のトランスデューサ素子が、すべて左側に一つずつずれて駆動されている。さらに、図 5 (D) では、図 5 (C) でグレーに色付けされた合計 6 4 個のトランスデューサ素子が、すべて左側に一つずつずれて駆動されている。

【 0 0 4 8 】

図 5 (D) では、第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T の T 0 1、T 0 2、T 0 3、T 0 7、T 3 2、T 3 3、T 3 4、T 3 6 が駆動されているが、第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S の S 0 1、S 0 2、S 0 3、S 0 7、S 3 2、S 3 3、S 3 4、S 3 6 が駆動されていない状態である。

20

【 0 0 4 9 】

図示しないが、図 4 (A) で示された超音波ビーム U B 1、図 4 (B) で示された超音波ビーム U B 2、及び図 4 (D) で示された超音波ビーム U B 4 も同様に、X 軸方向に走査することができる。なお、図 4 (A)、(B) で示されたトランスデューサ素子 S 0 0、S 3 5、T 6 0、T 6 1 など、X 軸方向の端領域のトランスデューサ素子まで駆動されている。このため、図 4 に描かれたチャンネル数では超音波ビーム U B 1 又は超音波ビーム U B 2 を ± X 軸方向に走査できない。しかし、2 極スイッチ S W の代わりに 3 極スイッチを使用したり、トランスデューサ素子の素子数を増やしたりすれば、超音波ビーム U B 1 又は超音波ビーム U B 2 を走査することができる。

30

【 0 0 5 0 】

(超音波トランスデューサの配列：第 2 例)

図 6 及び図 7 は、アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第 2 例で、第 1 例の変形例である。図 7 (A) ~ (D) に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 は、トランスデューサ素子が図 6 に示されるように配列されている。

【 0 0 5 1 】

図 6 に示されるように、第 2 例の超音波トランスデューサ 1 2 は 8 つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 8) から構成される。

40

第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) は、4 つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 4) から構成される。第 1 行のサブアレイ S A 1 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 3 2 から S 4 7 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 2 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 4 8 から S 6 3 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 3 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 0 0 から S 1 5 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 4 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 1 6 から S 3 2 が配列されている。

50

【 0 0 5 2 】

第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T (T 0 0 ~ T 6 3) では、第 1 行のサブアレイ S A 5 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ + Y 軸方向に行くに従い、T 3 2 から T 4 7 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 6 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、T 4 8 から T 6 3 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 7 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ + Y 軸方向に行くに従い、T 0 0 から T 1 5 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 8 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、T 1 6 から T 3 1 が配列されている。

【 0 0 5 3 】

以上のように、図 6 に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 のトランスデューサ素子の配列は、図 4 に描かれたトランスデューサ素子の配列とは、サブアレイの数が異なっている。またトランスデューサ素子 S 0 0 の位置が第 1 行と第 2 行とにある点で異なっており、さらに、サブアレイ内で S 0 0 から S 0 1 へのチャンネル番号の増え方が - Y 軸方向と + X 軸方向に配列されている点でも異なっている。このような配列であっても、図 7 (A) ~ (D) に示されるように、6 4 個のトランスデューサ素子の駆動領域を変えて、超音波ビーム U B 1 ~ 超音波ビーム U B 4 を送波することができる。また図示しないが、図 5 に描かれた超音波ビーム U B 2 と同様に、図 7 に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 は、超音波ビーム U B 1 ~ 超音波ビーム U B 4 を X 軸方向に走査することができる。

【 0 0 5 4 】

(超音波トランスデューサの配列：第 3 例)

図 8 は、アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第 3 例で、第 1 例の変形例である。図 8 (A) ~ (D) に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 は、第 2 例と同様に 8 つのサブアレイから構成される。トランスデューサ素子は次のように配列されている。

【 0 0 5 5 】

第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) では、第 1 行のサブアレイ S A 1 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 4 7 から S 3 2 のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイ S A 2 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 6 3 から S 4 8 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 3 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 1 5 から S 0 0 のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイ S A 4 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 3 2 から S 1 6 が配列されている。

【 0 0 5 6 】

第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T (T 0 0 ~ T 6 3) では、第 1 行のサブアレイ S A 5 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ + Y 軸方向に行くに従い、T 4 7 から T 3 2 のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイ S A 6 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、T 6 3 から T 4 8 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 7 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ + Y 軸方向に行くに従い、T 1 5 から T 0 0 のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイ S A 8 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、T 3 1 から T 1 6 が配列されている。

【 0 0 5 7 】

以上のように、図 8 に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 のトランスデューサ素子の配列は、図 7 に描かれたトランスデューサ素子の配列とは、サブアレイ内でチャンネル番号の増え方が逆転している。このような配列であっても、図 8 (A) ~ (D) に示されるように、6 4 個のトランスデューサ素子の駆動領域を変えて、超音波ビーム U B 1 ~ 超音波ビーム U B 4 を送波することができる。また図示しないが、図 5 に描かれた超音波ビーム U B 2 と同様に、図 8 に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 は、超音波ビーム U B 1

10

20

30

40

50

～超音波ビームUB4をX軸方向に走査することができる。

【0058】

(超音波トランスデューサの配列：第4例)

図9及び図10は、アパーチャー面積が一定のままでアパーチャーの形状を変更していく第4例である。第1例～第3例と異なり、第1群のトランスデューサ素子12Sの第1行と第2群のトランスデューサ素子12Tの第2行とが対応するように配列されている。図9及び図10(A)～(D)に描かれた超音波トランスデューサ12は、トランスデューサ素子が次のように配列されている。

【0059】

図9に示されるように、第4例の超音波トランスデューサ12は4つのサブアレイ(SA1～SA4)から構成される。

第1群のトランスデューサ素子12Sにおいて、第1行のサブアレイSA1のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+X軸方向且つ-Y軸方向に行くに従い、S00からS31のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。第2行のサブアレイSA2のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+X軸方向且つ-Y軸方向に行くに従い、S32からS63のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。

【0060】

第2群のトランスデューサ素子12T(T00～T63)では、第2行のサブアレイSA4のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+X軸方向且つ-Y軸方向に行くに従い、T00からT31のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。第1行のサブアレイSA3のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+X軸方向且つ-Y軸方向に行くに従い、T32からT63のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。

【0061】

図10(A)では、走査制御部21(図2を参照)の制御信号に基づいてマルチプレクサ16が2極スイッチSW0～2極スイッチSW63を切り替え、グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子が駆動されている。具体的には、第1群のトランスデューサ素子12SのS00、S01、S04、S05……、S58、S59、S62、S63が駆動され、第2群のトランスデューサ素子12TのT02、T03、T06、T07……、T56、T57、T60、T61が駆動されている。

【0062】

図10(A)で示されたように、トランスデューサ素子S00が駆動されていれば、2極スイッチSW0(図2を参照)で切り換えられるトランスデューサ素子T00は駆動されていない。同様に、トランスデューサ素子T03が駆動されていれば、2極スイッチSW3(図2を参照)で切り換えられるトランスデューサ素子S03は駆動されていない。

【0063】

グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子は、X軸方向に広くY軸方向に狭いアパーチャーを形成している。そのため、超音波トランスデューサ12は、細長い楕円形の超音波ビームUB1を送波することができる。

【0064】

図10(B)も同様に、走査制御部21(図2を参照)の制御信号に基づいてマルチプレクサ16が2極スイッチSW0～2極スイッチSW63を切り替える。そして、グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子が駆動されている。グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子は、菱形のアパーチャーを形成している。そのため、超音波トランスデューサ12は、超音波ビームUB1よりも太くなった楕円形の超音波ビームUB2を送波することができる。

【0065】

図10(C)も同様に、走査制御部21(図2を参照)の制御信号に基づいてマルチプレクサ16が2極スイッチSW0～2極スイッチSW63を切り替える。そして、グレーに色付けされた合計64個のトランスデューサ素子が駆動されている。グレーに色付けさ

10

20

30

40

50

れた合計 64 個のトランスデューサ素子は、正方形に近いアパーチャーを形成している。そのため、超音波トランスデューサ 12 は、超音波ビーム UB 2 よりも太くなった楕円形の超音波ビーム UB 3 を送波することができる。

【0066】

図 10 (D) も同様に、走査制御部 21 (図 2 を参照) の制御信号に基づいてマルチプレクサ 16 が 2 極スイッチ SW 0 ~ 2 極スイッチ SW 63 を切り替える。そして、グレーに色付けされた合計 64 個のトランスデューサ素子が駆動されている。グレーに色付けされた合計 64 個のトランスデューサ素子は、正方形のアパーチャーを形成している。そのため、超音波トランスデューサ 12 は、円形の超音波ビーム UB 4 を送波することができる。

10

【0067】

図 11 (A) ~ (D) は、図 10 (C) で示されたグレーに色付けされた合計 64 個のトランスデューサ素子からなるアパーチャーが順に移動していく状態を示した図である。図 11 (A)、図 11 (B)、図 11 (C)、図 11 (D) の順で、楕円形の超音波ビーム UB 3 が - X 軸方向に走査されている。

【0068】

図 11 (A) では、第 1 群のトランスデューサ素子 12 S の S 15、S 16、S 17、S 18 ……、S 59、S 61、S 62、S 63 が駆動され、第 2 群のトランスデューサ素子 12 T の T 00、T 01、T 02、T 03 ……、T 45、T 46、T 47、T 60 が駆動されている。トランスデューサ素子 S 15 が駆動されていれば、2 極スイッチ SW 15 で切り換えられるトランスデューサ素子 T 15 は駆動されていない。同様に、トランスデューサ素子 T 60 が駆動されていれば、2 極スイッチ SW 60 で切り換えられるトランスデューサ素子 S 60 は駆動されていない。

20

【0069】

図 11 (B) では、図 11 (A) でグレーに色付けされた合計 64 個のトランスデューサ素子が、すべて左側に一つずつずれて駆動されている。図 11 (C) では、図 11 (B) でグレーに色付けされた合計 64 個のトランスデューサ素子が、すべて左側に一つずつずれて駆動されている。さらに、図 11 (D) では、図 11 (C) でグレーに色付けされた合計 64 個のトランスデューサ素子が、すべて左側に一つずつずれて駆動されている。

30

【0070】

図 11 (D) では、第 2 群のトランスデューサ素子 12 T の T 00、T 01、T 04、T 08、T 36、T 40、T 44、T 45 が駆動されているが、第 1 群のトランスデューサ素子 12 S の S 00、S 01、S 04、S 08、S 36、S 40、S 44、S 45 が駆動されていない状態である。

【0071】

図示しないが、図 10 (A) で示された超音波ビーム UB 1、図 10 (B) で示された超音波ビーム UB 2、及び図 10 (D) で示された超音波ビーム UB 4 も同様に、X 軸方向に走査することができる。

【0072】

図 12 (A) ~ (C) は、図 10 (A) で示されたグレーに色付けされた合計 64 個のトランスデューサ素子からなるアパーチャーが順に移動していく状態を示した図である。図 12 (A)、(B)、(C) の順で、細長い楕円形の超音波ビーム UB 1 が - Y 軸方向に走査されている。第 4 例の配列は、第 1 例 ~ 第 3 例と異なり、超音波ビームの Y 軸方向への走査も可能である。

40

【0073】

図 12 (A) では、第 1 群のトランスデューサ素子 12 S の S 00、S 01、S 04、S 05 ……、S 58、S 59、S 62、S 63 が駆動され、第 2 群のトランスデューサ素子 12 T の T 02、T 03、T 06、T 07 ……、T 56、T 57、T 60、T 61 が駆動されている。トランスデューサ素子 S 00 が駆動されていれば、2 極スイッチ SW 00 で切り換えられるトランスデューサ素子 T 00 は駆動されていない。

50

【 0 0 7 4 】

図 1 2 (B) では、図 1 2 (A) でグレーに色付けされた合計 6 4 個のトランスデューサ素子が、すべて下側に一つずつずれて駆動されている。図 1 2 (C) では、図 1 2 (B) でグレーに色付けされた合計 6 4 個のトランスデューサ素子が、すべて下側に一つずつずれて駆動されている。図 1 2 (C) では、第 1 行 (R O W 1) の第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S 及び第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T が駆動されている。

【 0 0 7 5 】

図示しないが、図 1 0 (B) で示された超音波ビーム U B 2、図 1 0 (C) で示された超音波ビーム U B 3、及び図 1 0 (D) で示された超音波ビーム U B 4 も同様に、Y 軸方向に走査することができる。なお、図 1 0 (C)、(D) では Y 軸方向の端領域のトランスデューサ素子まで駆動されている。このため、図 1 0 に描かれたチャンネル数では超音波ビーム U B 3 又は超音波ビーム U B 4 を ± Y 軸方向に走査できない。しかし、トランスデューサ素子の素子数を増やしたりすれば、超音波ビーム U B 3 又は超音波ビーム U B 4 を走査することができる。

【 0 0 7 6 】

(超音波トランスデューサの配列：第 5 例)

図 1 3 及び図 1 4 は、アパーチャー面積が一定のままでアパーチャーの形状を変更していく第 5 例で、第 4 例の変形例である。図 1 3 及び図 1 4 (A) ~ (D) に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 は、トランスデューサ素子が次のように配列されている。

【 0 0 7 7 】

図 1 3 に示されるように、第 5 例の超音波トランスデューサ 1 2 は 8 つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 8) から構成される。

第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) は、4 つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 4) から構成される。第 1 行のサブアレイ S A 1 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 3 2 から S 4 7 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 2 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 4 8 から S 6 3 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 3 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 0 0 から S 1 5 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 4 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 1 6 から S 3 2 が配列されている。

【 0 0 7 8 】

第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T (T 0 0 ~ T 6 3) では、第 1 行のサブアレイ S A 5 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、T 0 0 から T 1 5 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 6 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、T 1 6 から T 3 1 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 7 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、T 3 2 から T 4 7 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 8 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、T 4 8 から T 6 3 が配列されている。

【 0 0 7 9 】

以上のように、図 1 4 に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 のトランスデューサ素子の配列は、図 1 0 に描かれたトランスデューサ素子の配列とは、サブアレイの数が異なっている、またサブアレイ内で S 0 0 から S 0 1 へのチャンネル番号の増え方が - Y 軸方向と + X 軸方向に配列されている点でも異なっている。このような配列であっても、図 1 4 (A) ~ (D) に示されるように、6 4 個のトランスデューサ素子の駆動領域を変えて、超音波ビーム U B 1 ~ 超音波ビーム U B 4 を送波することができる。また図示しないが、図 1 1 又は図 1 2 に描かれた超音波ビームと同様に、図 1 4 に描かれた超音波トランスデューサ 1 2 は、超音波ビーム U B 1 ~ 超音波ビーム U B 4 を X 軸方向及び Y 軸方向に走査することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

(超音波トランスデューサの配列：第6例)

図15は、アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第6例で、第4例の変形例である。図15(A)～(D)に描かれた超音波トランスデューサ12は、第5例と同様に8つのサブアレイから構成される。トランスデューサ素子は次のように配列されている。

【 0 0 8 1 】

第1群のトランスデューサ素子12S(S00～S63)は、4つのサブアレイ(SA1～SA4)から構成される。第1行のサブアレイSA1のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+X軸方向且つ-Y軸方向に行くに従い、S47からS32のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイSA2のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S63からS48が配列されている。第2行のサブアレイSA3のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+X軸方向且つ-Y軸方向に行くに従い、S15からS00のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイSA4のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S32からS16が配列されている。

10

【 0 0 8 2 】

第2群のトランスデューサ素子12T(T00～T63)では、第1行のサブアレイSA5のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+X軸方向且つ-Y軸方向に行くに従い、T15からT00のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイSA6のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、T31からT16が配列されている。第2行のサブアレイSA7のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+X軸方向且つ-Y軸方向に行くに従い、T47からT32のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイSA8のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、T63からT48が配列されている。

20

【 0 0 8 3 】

以上のように、図15に描かれた超音波トランスデューサ12のトランスデューサ素子の配列は、図10に描かれたトランスデューサ素子の配列とは、サブアレイ内でチャンネル番号の増え方が逆転している。このような配列であっても、図15(A)～(D)に示されるように、64個のトランスデューサ素子の駆動領域を変えて、超音波ビームUB1～超音波ビームUB4を送波することができる。また図示しないが、図11又は図12に描かれた超音波ビームと同様に、図15に描かれた超音波トランスデューサ12は、超音波ビームUB1～超音波ビームUB4をX軸方向及びY軸方向に走査することができる。

30

【 0 0 8 4 】

(超音波トランスデューサの配列の数式)

図16は、アパーチャー面積が一定のままアパーチャーの形状を変更していく第1例と第4例とを数式化した例である。図16に描かれた超音波トランスデューサ12は、トランスデューサ素子の配列が(i, j)で示されている。

【 0 0 8 5 】

<第1例の場合>

第1群のトランスデューサ素子12Sに対して、トランスデューサ素子(i, j)のチャンネル番号を順に整数番号順に付けていくと、第2群のトランスデューサ素子12Tのトランスデューサ素子のチャンネル番号は次のように表現できる。

40

【 0 0 8 6 】

トランスデューサ素子(i, j)のチャンネル番号は、

$j < Y/2$ である場合に、対応するトランスデューサ素子((n-1)K+i, Y/2-j)のチャンネル番号に対応する。

$j > Y/2$ である場合に、対応するトランスデューサ素子((n-1)K+i, 3Y/2-j)のチャンネル番号に対応する。

ここで、Kはマルチプレクサのチャンネル数をZとすると、 $K = Z/Y$ の値である。例

50

えば、図 2 で説明したようにチャンネル数が 64 であり、図 3 で説明したように Y 軸方向に 8 個のトランスデューサ素子が配列されていると、 $K = 8$ となる。また、 n は 1 チャンネルの極数である。図 4 では 2 極スイッチ SW (図 2 を参照) で説明した。

【 0 0 8 7 】

< 第 4 例の場合 >

第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S に対して、トランスデューサ素子 (i, j) のチャンネル番号を順に整数番号順に付けていくと、第 2 群のトランスデューサ素子 1 2 T のトランスデューサ素子のチャンネル番号は次のように表現できる。

【 0 0 8 8 】

トランスデューサ素子 (i, j) のチャンネル番号は、

$j < Y / 2$ である場合に、対応するトランスデューサ素子 $((n - 1)K + i, Y / 2 - j)$ のチャンネル番号に対応する。

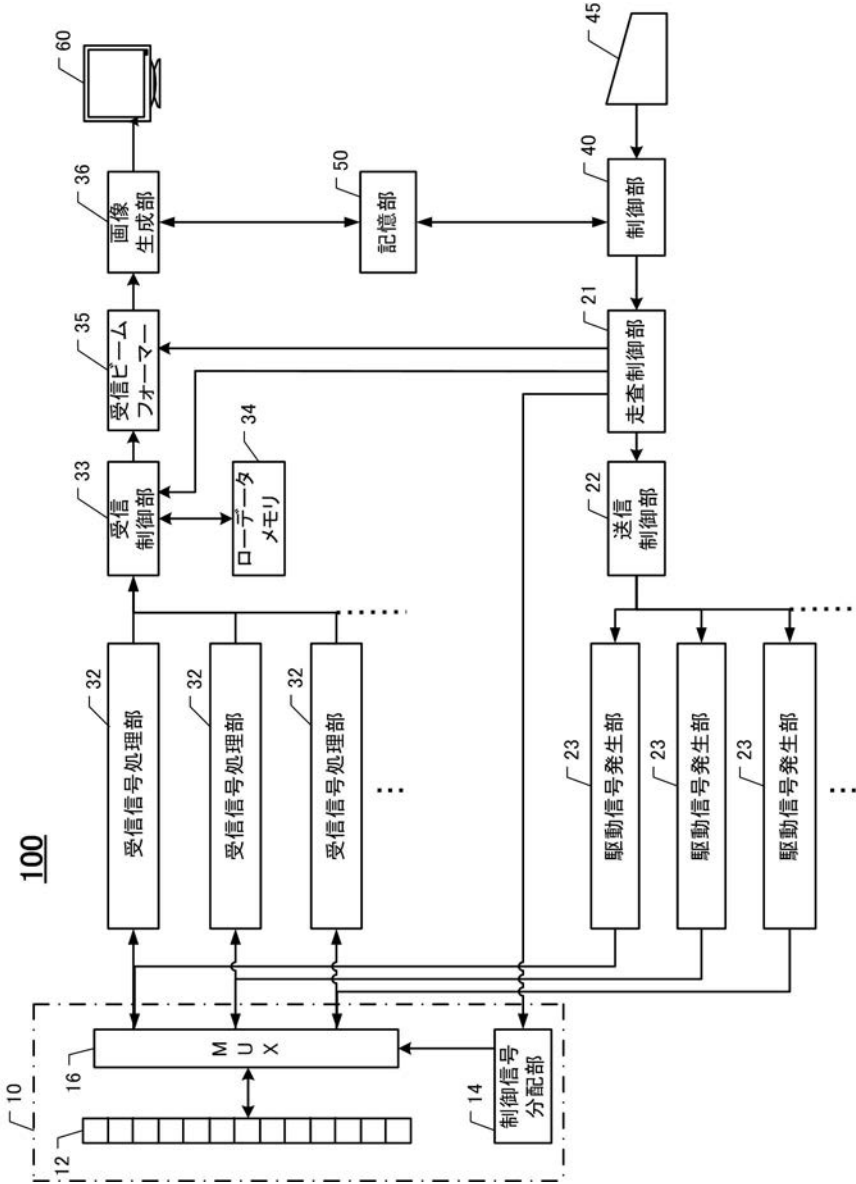
$j > Y / 2$ である場合に、対応するトランスデューサ素子 $((n - 1)K + i, -Y / 2 - j)$ のチャンネル番号に対応する。

【 符号の説明 】

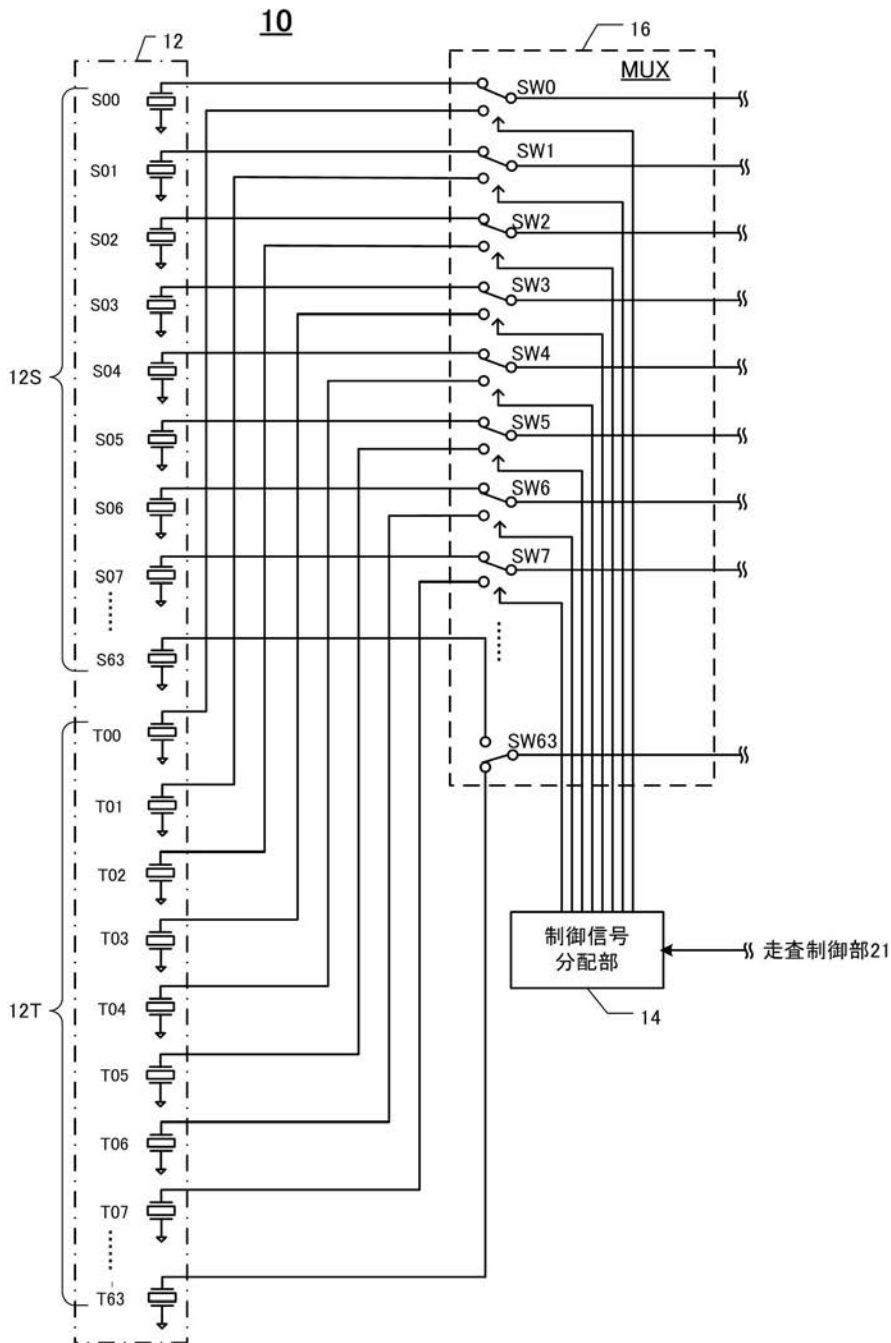
【 0 0 8 9 】

1 0	...	超音波プローブ		
1 2	...	超音波トランスデューサ		
1 2 S	...	第 1 群のトランスデューサ素子		
(S 0 0 ~ S 6 3	...	トランスデューサ素子)		20
1 2 T	...	第 2 群のトランスデューサ素子		
(T 0 0 ~ T 6 3	...	トランスデューサ素子)		
1 4	...	制御信号分配部		
1 6	...	マルチプレクサ (M U X)		
2 1	...	走査制御部、	2 2	...
				送信制御部
2 3	...	駆動信号発生部		
3 2	...	受信信号処理部、	3 3	...
				受信制御部
3 4	...	ローデータメモリ、	3 5	...
				受信ビームフォーマ
3 6	...	画像生成部		
4 0	...	制御部、	4 5	...
				入力部
5 0	...	記憶部		
6 0	...	表示部		
1 0 0	...	超音波診断装置		
SW	...	2 極スイッチ		
UB	...	超音波ビーム		30

【図 1】

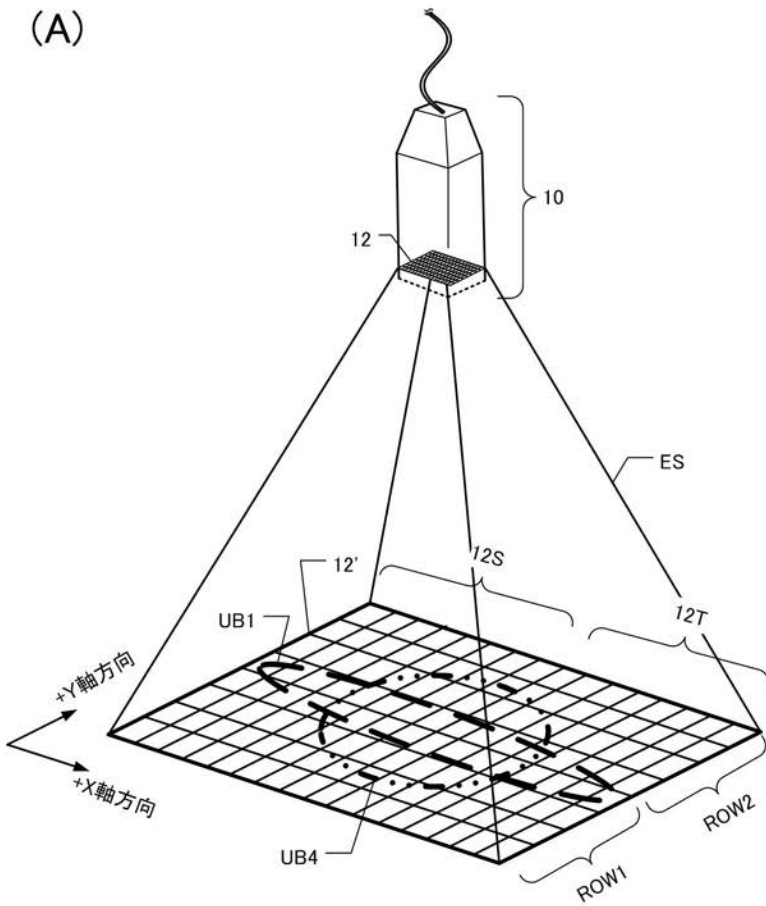


【 図 2 】



【図3】

(A)

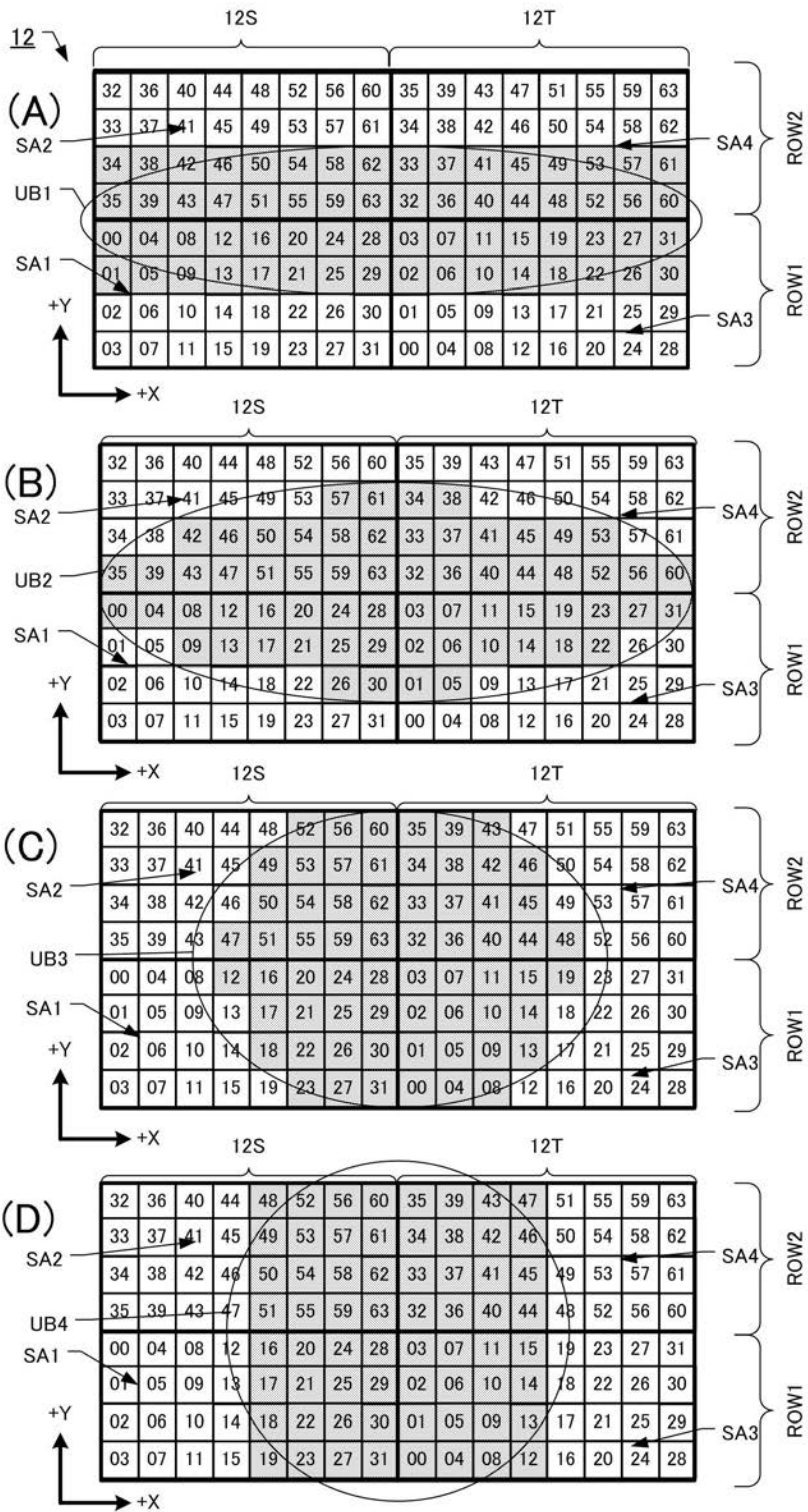


(B)

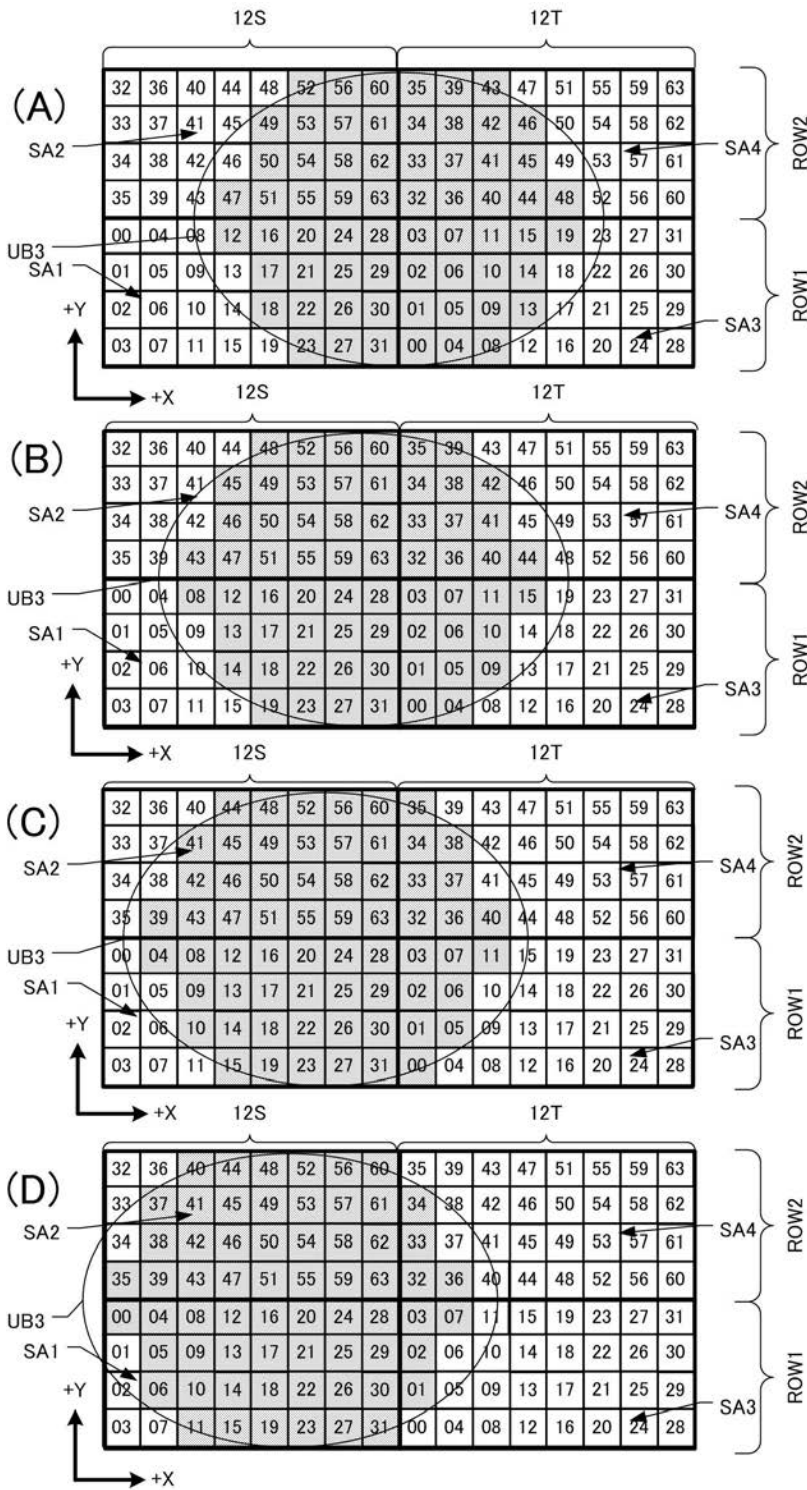
12S												12T				12
SA1				SA2				SA3				SA4				
32	36	40	44	48	52	56	60	35	39	43	47	51	55	59	63	
33	37	41	45	49	53	57	61	34	38	42	46	50	54	58	62	
34	38	42	46	50	54	58	62	33	37	41	45	49	53	57	61	
35	39	43	47	51	55	59	63	32	36	40	44	48	52	56	60	
00	04	08	12	16	20	24	28	03	07	11	15	19	23	27	31	
01	05	09	13	17	21	25	29	02	06	10	14	18	22	26	30	
02	06	10	14	18	22	26	30	01	05	09	13	17	21	25	29	
03	07	11	15	19	23	27	31	00	04	08	12	16	20	24	28	

Diagram (B) shows a 2D grid of numbers. The grid is divided into two rows (ROW1, ROW2) and four sub-areas (SA1, SA2, SA3, SA4). The grid is labeled with coordinate axes +X and +Y.

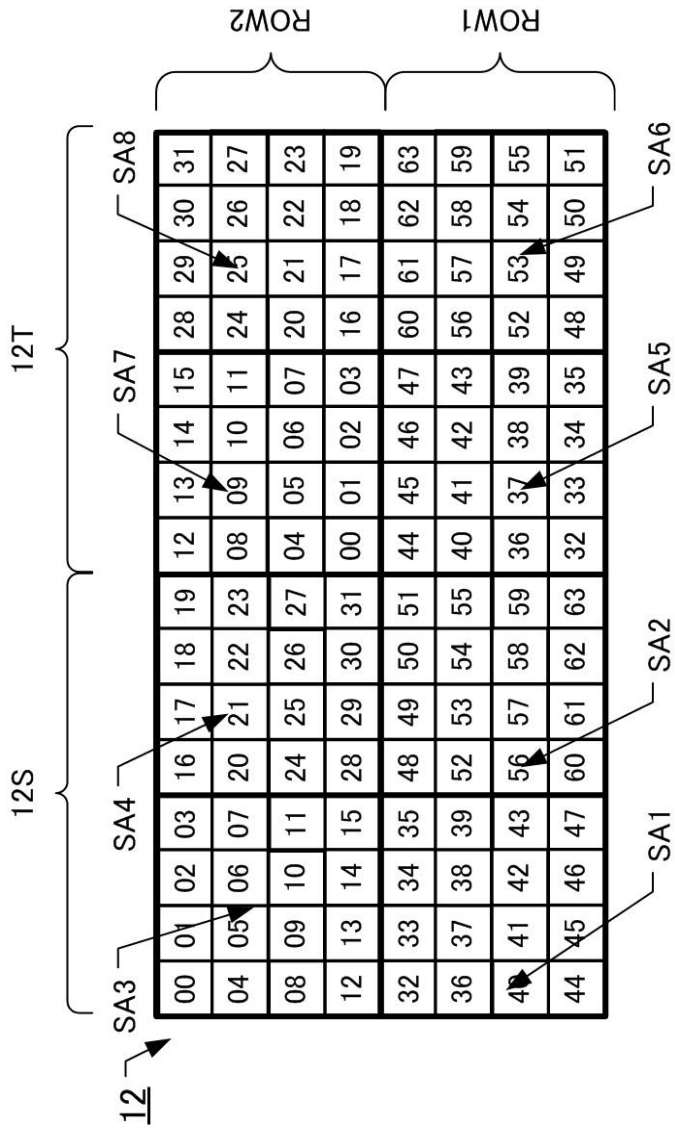
【 図 4 】



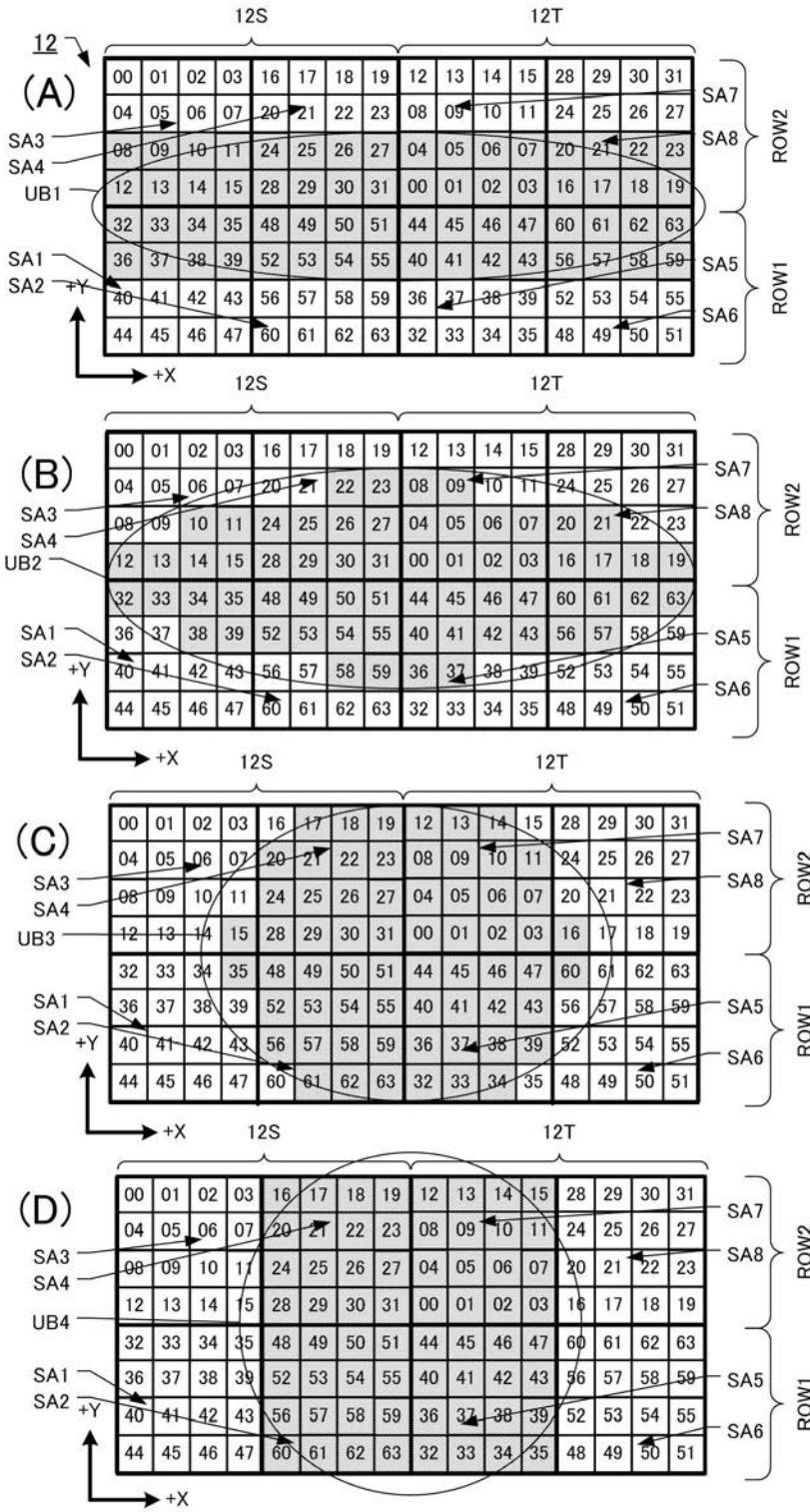
【 図 5 】



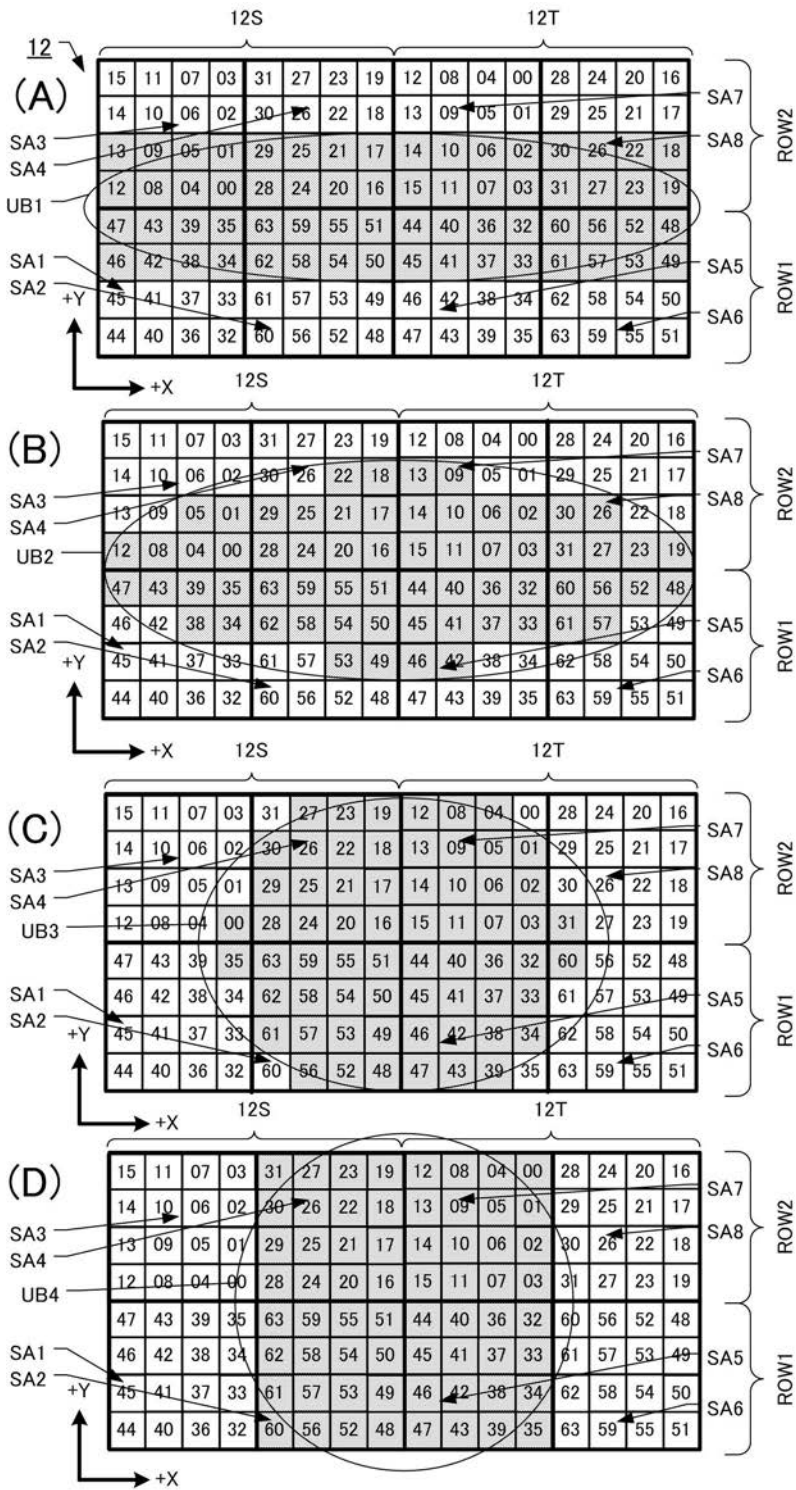
【 図 9 】



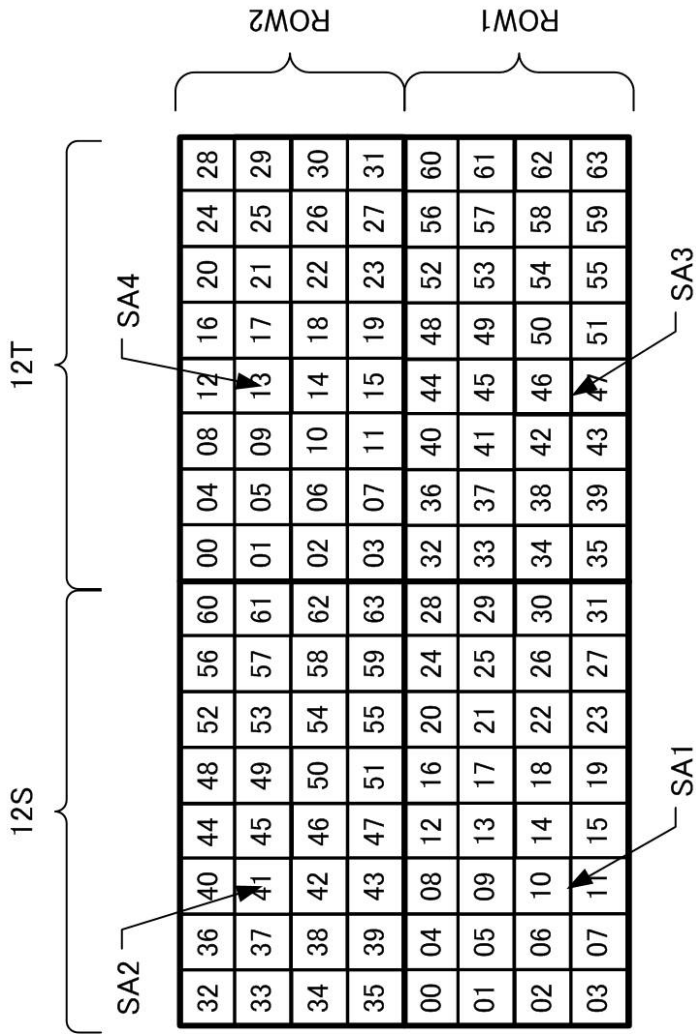
【 図 7 】



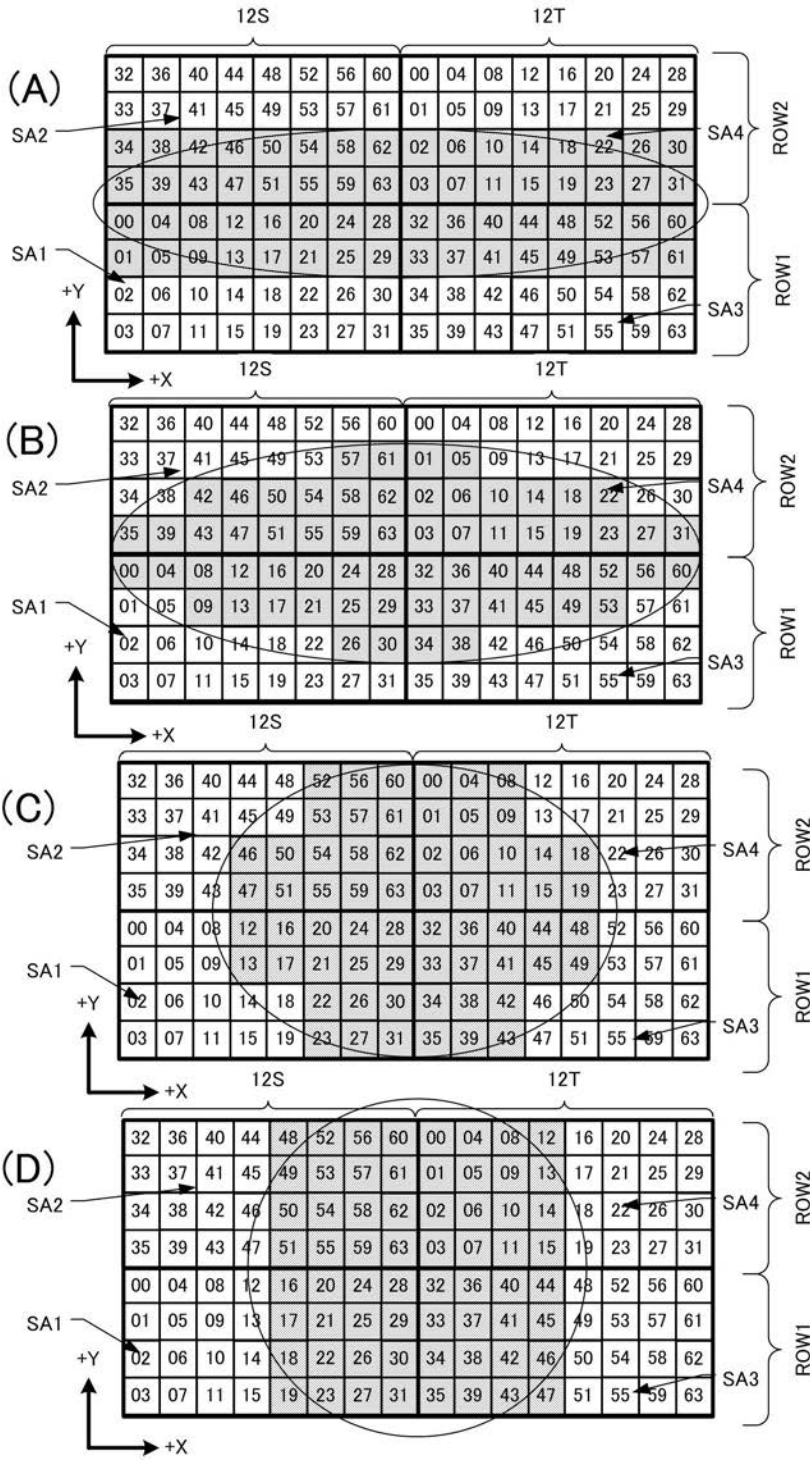
【 図 8 】



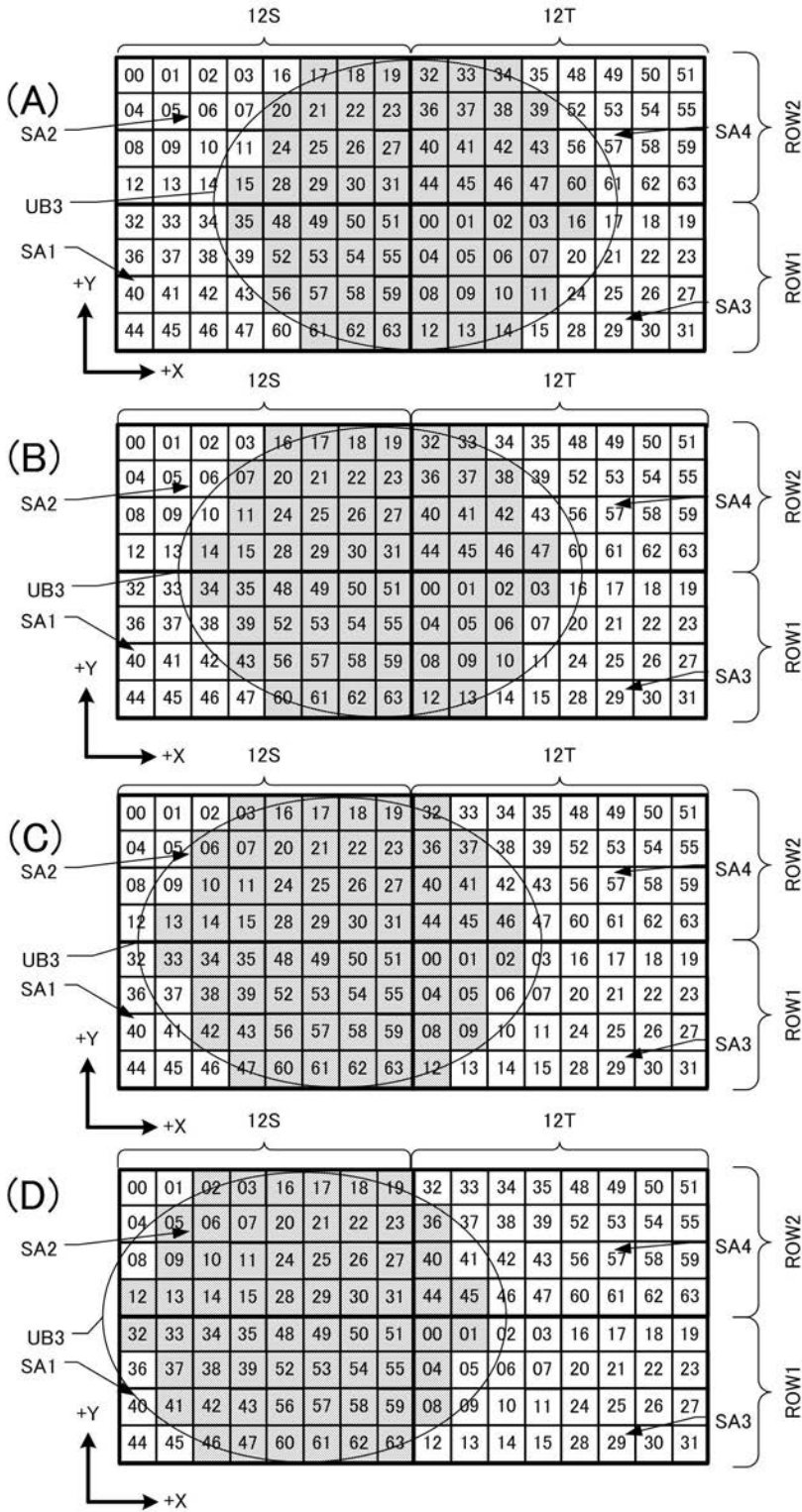
【 6 図 】



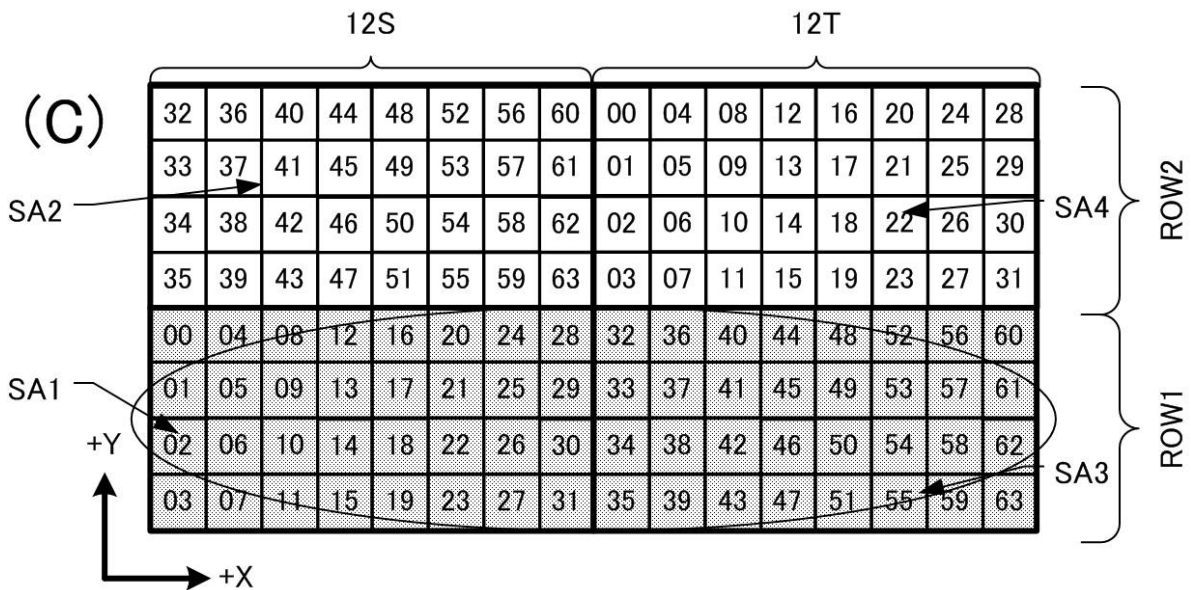
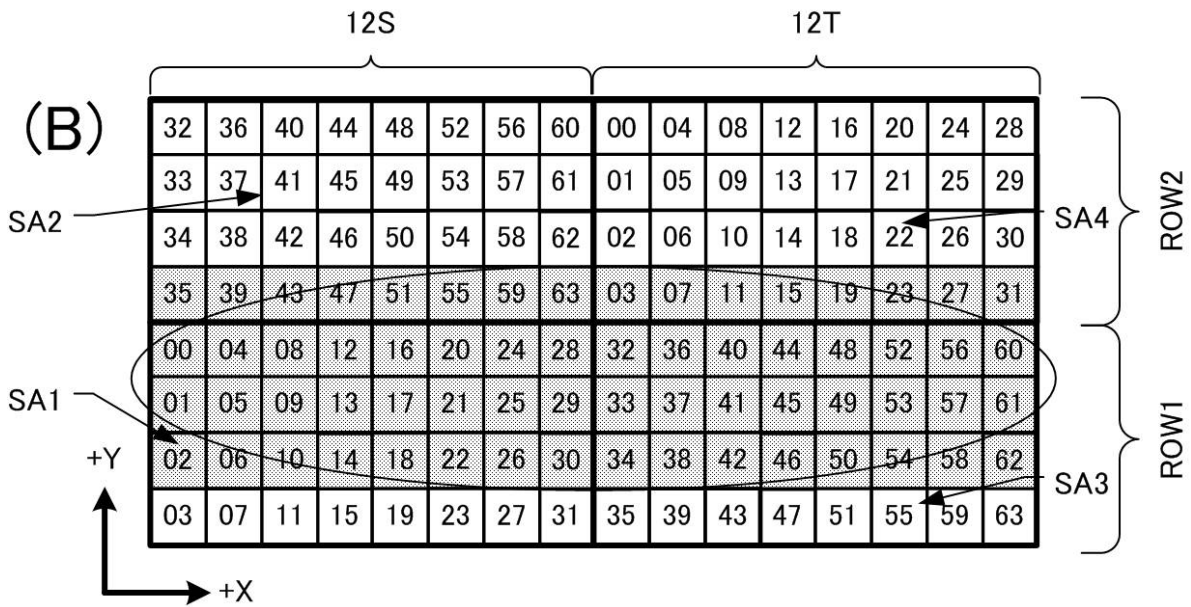
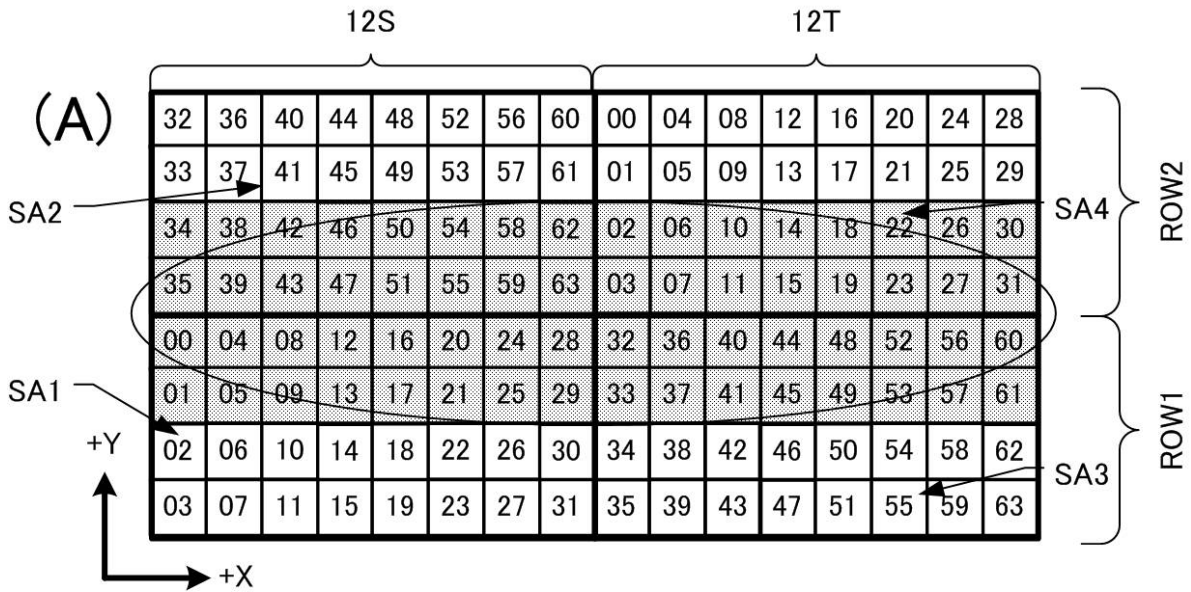
【 図 1 0 】



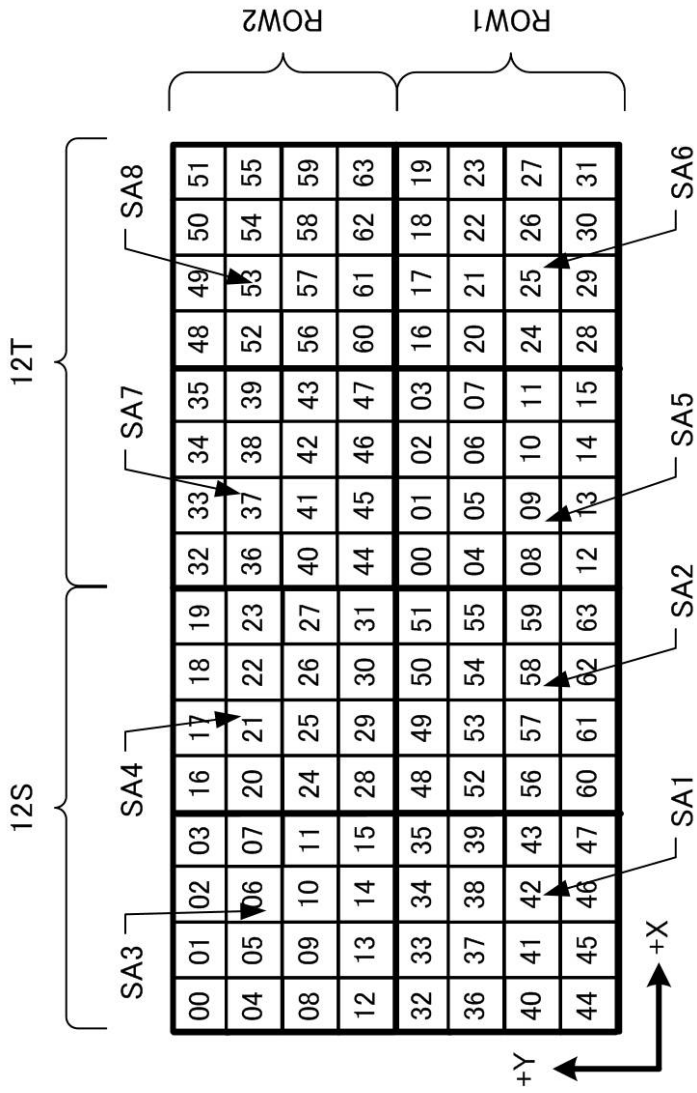
【 図 1 1 】



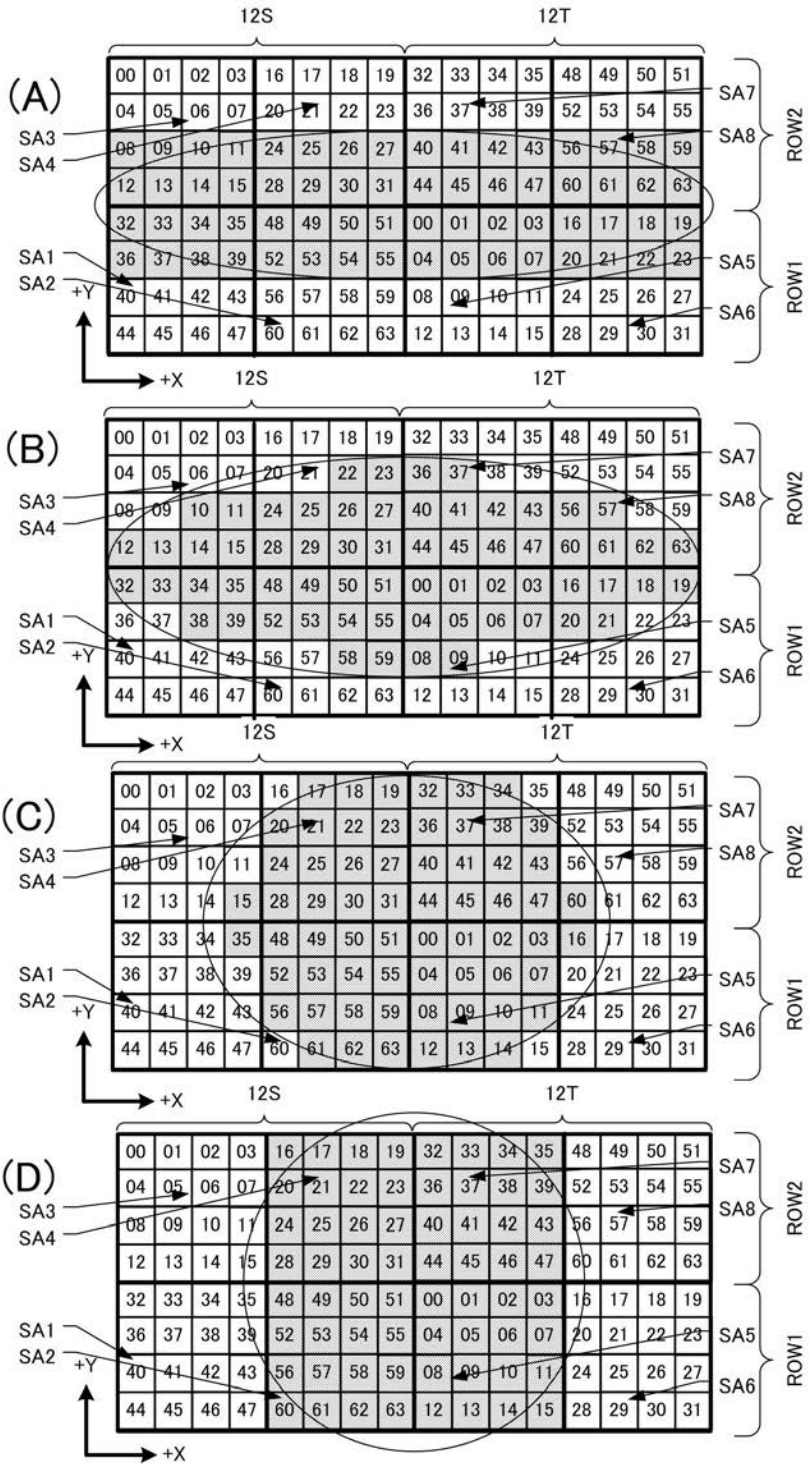
【図 1 2】



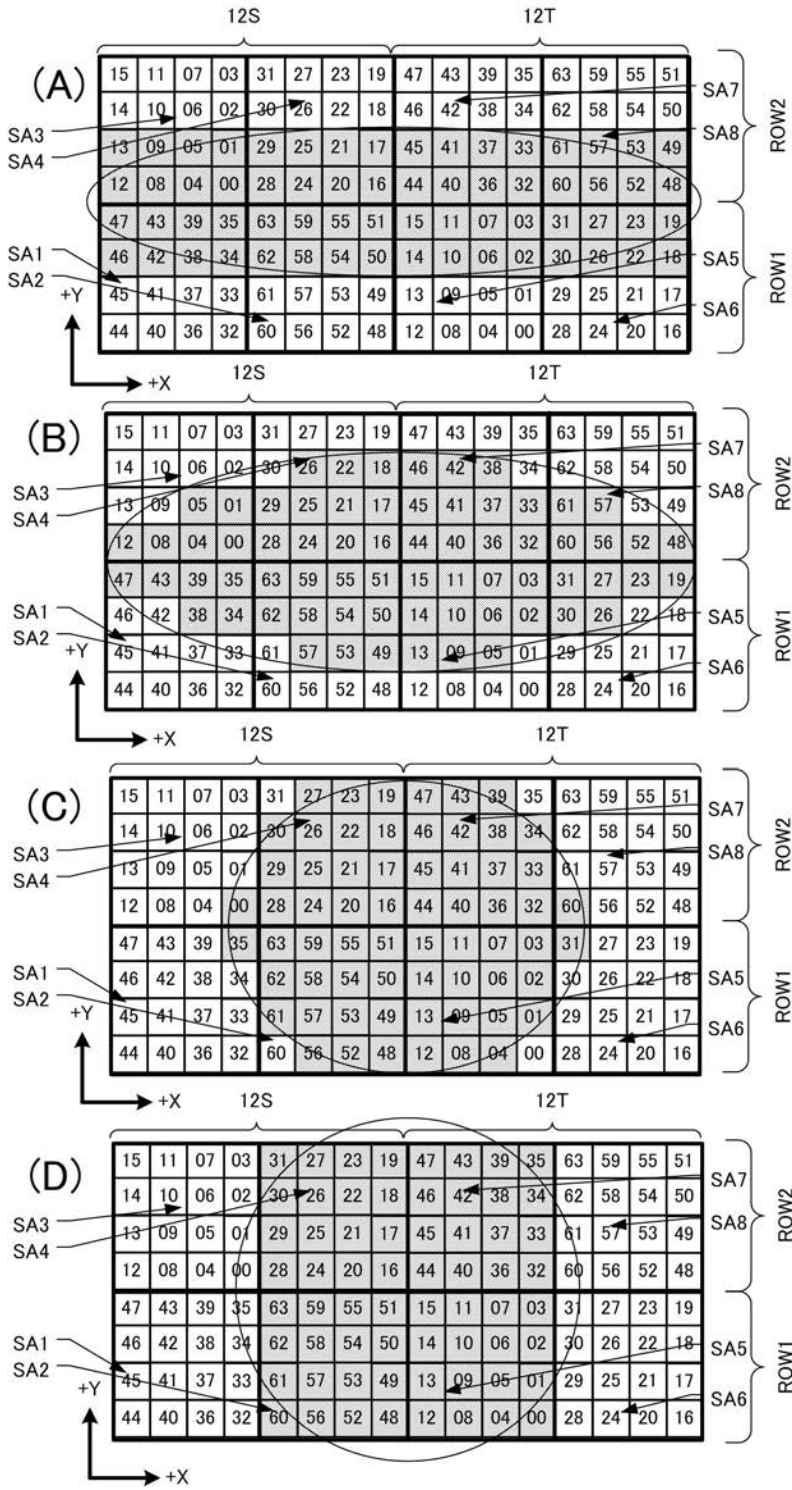
【 図 1 3 】



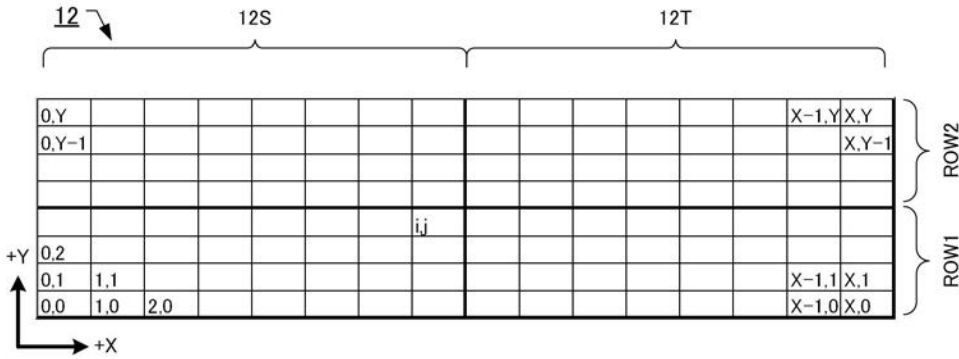
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



第1例を式で表す

トランスデューサ素子 (i, j) のチャンネル番号は、
 $j < Y/2$ である場合に、対応するトランスデューサ素子 $((n-1)K+i, Y/2-j)$ のチャンネル番号になる。
トランスデューサ素子 (i, j) のチャンネル番号は、
 $j > Y/2$ である場合に、対応するトランスデューサ素子 $((n-1)K+i, 3Y/2-j)$ のチャンネル番号になる。
 K はマルチプレクサのチャンネル数を Z (例えば64) とすると、 $K=Z/Y$ の値 (例えば $Y=8$ であれば $K=8$) である。
 n は1チャンネルの極数 (例えば2極)

第4例を式で表す

トランスデューサ素子 (i, j) のチャンネル番号は、
 $j < Y/2$ である場合に、対応するトランスデューサ素子 $((n-1)K+i, Y/2+j)$ のチャンネル番号になる。
トランスデューサ素子 (i, j) のチャンネル番号は、
 $j > Y/2$ である場合に、対応するトランスデューサ素子 $((n-1)K+i, -Y/2+j)$ のチャンネル番号になる。
 K はマルチプレクサのチャンネル数を Z とすると、 Z/Y の値である。
 n は1チャンネルの極数

【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成23年5月10日 (2011.5.10)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 1

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 5 1 】

図6に示されるように、第2例の超音波トランスデューサ12は8つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 8) から構成される。

第1群のトランスデューサ素子12S (S 0 0 ~ S 6 3) は、4つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 4) から構成される。第1行のサブアレイS A 1のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 3 2 からS 4 7のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイS A 2のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 4 8 からS 6 3が配列されている。第2行のサブアレイS A 3のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 0 0 からS 1 5のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイS A 4のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 1 6 からS 3 1が配列されている。

【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 5

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 5 5 】

第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) では、第 1 行のサブアレイ S A 1 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 4 7 から S 3 2 のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイ S A 2 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 6 3 から S 4 8 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 3 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 1 5 から S 0 0 のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイ S A 4 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 3 1 から S 1 6 が配列されている。

【 手 続 補 正 3 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 7 7

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 7 7 】

図 1 3 に示されるように、第 5 例の超音波トランスデューサ 1 2 は 8 つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 8) から構成される。

第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) は、4 つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 4) から構成される。第 1 行のサブアレイ S A 1 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 3 2 から S 4 7 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 2 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 4 8 から S 6 3 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 3 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 0 0 から S 1 5 のようにチャンネル番号が増えるように配列されている。サブアレイ S A 4 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 1 6 から S 3 1 が配列されている。

【 手 続 補 正 4 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 8 1

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 8 1 】

第 1 群のトランスデューサ素子 1 2 S (S 0 0 ~ S 6 3) は、4 つのサブアレイ (S A 1 ~ S A 4) から構成される。第 1 行のサブアレイ S A 1 のトランスデューサ素子のチャンネル番号は、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 4 7 から S 3 2 のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイ S A 2 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 6 3 から S 4 8 が配列されている。第 2 行のサブアレイ S A 3 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、+ X 軸方向且つ - Y 軸方向に行くに従い、S 1 5 から S 0 0 のようにチャンネル番号が減るように配列されている。サブアレイ S A 4 のトランスデューサ素子のチャンネル番号も同様に、S 3 1 から S 1 6 が配列されている。

专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	JP2012120603A	公开(公告)日	2012-06-28
申请号	JP2010272123	申请日	2010-12-07
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	雨宫慎一		
发明人	雨宫 慎一		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S15/8927 G01S7/52047 Y10T29/49002		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/EE01 4C601/GB06 4C601/GB21 4C601/HH22		
代理人(译)	伊藤亲		
其他公开文献	JP5574936B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够用一个超声波探头改变方位角方向或仰角方向性能的超声波探头。超声波探头(10)具有N/2个通道(N是自然数)，用于在每个通道中的第一极和第二极之间进行切换的切换单元(16)以及第一部分。二维排列的N/2个第一换能器元件(12S)连接到一个磁极并由X和Y轴定义，二维连接到第二个磁极并由X和Y轴定义并排列N/2个第二换能器元件(12T)。然后，通过切换单元的切换，通过组合使用N/2个第一换能器元件和第二换能器元件，超声波探头改变超声波束的孔径形状。[选择图]图4

