

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5101529号

(P5101529)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

請求項の数 20 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-556884 (P2008-556884)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成19年2月20日(2007.2.20)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2009-528114 (P2009-528114A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成21年8月6日(2009.8.6)		オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/IB2007/050543		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02007/099473		1
(87) 国際公開日	平成19年9月7日(2007.9.7)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	平成22年2月19日(2010.2.19)		弁理士 伊東 忠彦
(31) 優先権主張番号	60/777,830	(74) 代理人	100091214
(32) 優先日	平成18年3月1日(2006.3.1)		弁理士 大貫 進介
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断用撮像システム及び受信アパーチャを並進させる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一連の並進される受信アパーチャを用いて体積領域を撮像する超音波診断用撮像システムであって、

或る寸法の幅を有する要素のパッチが局部群に含まれているトランスデューサ要素の二次元アレイと、

ビームフォーミングにより形成された出力信号を生成するマルチチャネルビームフォーマと、

複数の遅延線を有するマイクロビームフォーマであって、該遅延線の各々は、アレイ要素に結合された入力と、前記マルチチャネルビームフォーマの2つのチャンネルの内の一方にスイッチにより方向付けられた遅延信号を生成する出力とを有する、マイクロビームフォーマと、

前記マイクロビームフォーマに結合された制御信号のソースであって、前記マルチチャネルビームフォーマのチャンネルへの前記遅延線の出力を方向付けるように前記スイッチを制御するソースと

を有し、複数のパッチの前記要素により形成される受信アパーチャは、前記トランスデューサ要素の二次元アレイにおける第1のビームのための第1の受信アパーチャの位置から、第2のビームのための、前記トランスデューサ要素の二次元アレイにおける部分的に重複した第2の受信アパーチャの位置へ、要素群のパッチの幅より小さいステップの分だけ並進させられ、前記第1及び第2の受信アパーチャは共に同数の要素を含む、超音波診

10

20

断用撮像システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断用撮像システムであって、異なるパッチの要素に結合された遅延線の前記出力は、前記マルチチャネルビームフォーマの共通チャネルに結合される、超音波診断用撮像システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の超音波診断用撮像システムであって、前記遅延線の前記出力は、スイッチと等価な機能により前記マルチチャネルビームフォーマのチャンネルに結合される、超音波診断用撮像システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波診断用撮像システムであって、前記遅延線は許可信号に応答し、前記制御信号の前記ソースは、前記遅延線に対して許可信号を与える、超音波診断用撮像システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の超音波診断用撮像システムであって、許可信号は、前記マルチチャネルビームフォーマのチャンネルに遅延線の遅延信号を結合させよう機能し、許可信号は、閉状態のスイッチと等価な機能を与える、超音波診断用撮像システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の超音波診断用撮像システムであって、許可信号がないことは、開状態のスイッチと等価な機能を与える、超音波診断用撮像システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の超音波診断用撮像システムであって、所定のパッチの前記要素からの前記遅延信号は共通ビームフォーマチャンネルに方向付けられることが可能である、超音波診断用撮像システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の超音波診断用撮像システムであって、制御信号の前記ソースからの前記制御信号は、所定のパッチの前記要素からのどの遅延信号が前記共通ビームフォーマチャンネルに方向付けられるかを決定する、超音波診断用撮像システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の超音波診断用撮像システムであって、前記の複数のパッチの要素により形成される受信アパーチャは、前記トランスデューサ要素の二次元アレイにおける或るビームのための或るアパーチャ位置から、前記トランスデューサ要素の二次元アレイにおける他のビームのための他のアパーチャ位置へ、1 要素の分だけ並進させられる、超音波診断用撮像システム。

【請求項 10】

超音波トランスデューサ要素の二次元アレイの受信アパーチャを並進させる方法であって、前記受信アパーチャは要素の群であり、前記受信アパーチャの前記要素は、或る幅寸法を有するパッチの局部群の中に設けられ、パッチの前記要素はスイッチによりマルチチャネルビームフォーマのチャンネルに選択的に結合され、当該方法は、

前記二次元アレイにおける第 1 位置に位置する受信アパーチャの前記要素から信号を受信する段階と、

前記第 1 位置から選択された方向に並進させられた部分的に重なり合う第 2 位置へ、前記受信アパーチャを前記第 1 位置から並進させる段階と

を有し、前記並進させる段階は、

前記の 2 つの受信アパーチャの位置に共通の要素から信号を受信すること、

付加要素に結合されるようにスイッチを設定することで、前記選択された方向にある前記第 1 位置における前記受信アパーチャの一方の側に隣接していた新たに加わった前記付加要素からの信号を受信すること、及び

除外要素と結合しているスイッチをリセットすることで、前記第 1 位置における前記受信アパーチャの反対側に前記除外要素から信号を受信しないようにすること

10

20

30

40

50

を実行することで行われ、

前記選択された方向における付加要素の寸法は、パッチの前記幅寸法より少ない方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の方法であって、受信アパーチャのパッチ各々の前記要素は、個別に遅延させられ、遅延させられた信号は加算ノードにおいて共に加算される、方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の方法であって、前記受信アパーチャに含まれない複数のパッチの前記要素は前記受信アパーチャに含まれるパッチの前記加算ノードを共有し、加算ノードを共有する前記パッチは同時にアクティブにされない、方法。

10

【請求項 13】

請求項 10 に記載の方法であって、前記付加要素からの信号を受信することが、前記付加要素に結合されるようにスイッチを設定することで、前記受信アパーチャの一方の側における第 1 パッチの内の一部の前記要素を前記受信アパーチャに付加することを含み、前記除外要素から信号を受信しないようにすることが、前記受信アパーチャの反対側にある要素に結合しているスイッチをリセットすることで、前記受信アパーチャの前記反対側における第 2 パッチの内の同数の要素から信号を受信しないことを含む、方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の方法であって、複数の遅延線が前記二次元アレイの前記要素のそれぞれに結合されており、パッチの前記要素の前記遅延線の出力は共通加算ノードに結合され、前記第 1 パッチ及び前記第 2 パッチは同じ加算ノードに結合される、方法。

20

【請求項 15】

請求項 14 に記載の方法であって、信号を受信する前記段階において、受信アパーチャに含まれる前記要素の前記遅延線からの信号を前記スイッチの設定により通過できるようにする、方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の方法であって、信号を受信する前記段階において、前記遅延信号が加算ノードに与えられるように、前記遅延線により遅延した信号をスイッチングする、方法。

【請求項 17】

30

請求項 16 に記載の方法であって、前記マルチチャネルビームフォーマが複数のビームフォーマチャネルを有し、前記ビームフォーマチャネルの各々は、それぞれの加算ノードにより受信される前記信号に対して応答する、方法。

【請求項 18】

請求項 10 に記載の方法であって、前記マルチチャネルビームフォーマが複数のビームフォーマチャネルを有し、前記ビームフォーマチャネルの各々は、要素のパッチそれぞれにより受信される前記信号に対して応答する、方法。

【請求項 19】

請求項 15 に記載の方法であって、前記信号を前記スイッチの設定により通過できるようにする際に、単極の単投スイッチと機能的に等価なものを閉状態にする、方法。

40

【請求項 20】

請求項 10 に記載の方法であって、前記第 2 位置は、前記第 1 位置に関連する 2 つの直交する方向の内の 1 つの方向にある、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療診断用超音波システム、特に、マイクロビームフォーマ (micro beam former) を有する線形アレイ超音波トランスデューサに関する。

【背景技術】

【0002】

50

超音波アレイトランスデューサは、トランスデューサアレイの要素から受け入れられる超音波エコー信号を受け入れて、適切に遅延させるように、ビームフォーマを用いる。その遅延は、ビームフォーマにより生成されるビームの（操舵）方向及びフォーカシングを考慮して選択される。各々の要素からの信号がビームフォーマのチャンネルにより適切に遅延された後、その遅延された信号は、適切に操舵され、フォーカシングされたコヒーレントエコー信号のビームを生成するように結合される。その遅延の選択は、ビームにより送られる画像フィールドの及びアレイ要素の形状から決定できることが知られている。従来の超音波システムにおいては、アレイトランスデューサは、撮像中に患者の体に対して位置付けられているプローブ内に位置し、調整要素、スイッチ及び増幅装置等の一部の電子構成要素を有する。遅延及び信号結合は、超音波システムメインフレームに含まれるビームフォーマにより実行され、その超音波システムメインフレームに、プローブはケーブルで結合されている。

10

【 0 0 0 3 】

アレイトランスデューサ及びビームフォーマについての上記のシステムアーキテクチャは、一次元（1D）トランスデューサアレイに対してはかなり十分であり、トランスデューサ要素の数及びビームフォーマチャンネルの数は程同様である。トランスデューサ要素の数がビームフォーマの数を上回るとき、多重化が、一般に、用いられ、トランスデューサの要素の全数の副集合のみが、何れかの時点でビームフォーマに接続されることが可能である。1Dアレイにおける要素の数は、百以下から数百までの範囲内であることが可能であり、典型的なビームフォーマは128個のビームフォーマチャンネルを有する。このシステムアーキテクチャ解決方法は、三次元（3D）撮像のための二次元（2D）アレイトランスデューサの出現で受け入れられなくなっている。これは、2Dアレイトランスデューサ等が、体積領域において方位角及び仰角の両方においてビームを操舵し、フォーカシングするためである。このビーム生成のために必要なトランスデューサ要素の数は、通常、千のオーダーである。その課題の重要点は、その場合、ビームフォーマが位置付けられているシステムメインフレームにプローブを接続するケーブルになる。良好な導電性のフィラメントの数千の導体から成るケーブルは太くて、扱い難く、不可能でない場合でも、そのプローブの製造を厄介なものにする。

20

【 0 0 0 4 】

この課題に対する解決方法については、米国特許第5,299,933号明細書（Larson, IIIによる）に記載されているように、プローブ自体においてビームフォーミングの少なくとも一部を実行するようになっている。この特許文献に示されている超音波システムにおいては、そのビームフォーミングは、プローブとシステムメインフレームとの間で区切られている。要素の群の最初のビームフォーミングはプローブにおいて行われ、そのプローブにおいて、部分的にビームフォーミングされた和が生成される。それらの部分的にビームフォーミングされた和は、トランスデューサ要素の数に比べて数が少なく、妥当な寸法のケーブルを介してシステムメインフレームに結合されていて、そのケーブルにおいて、ビームフォーミング処理が終わり、最終的なビームが生成される。プローブにおける一部のビームフォーミングは、内部の処理機としてLarson, IIIが記載しているもの、又はアレイトランスデューサに取り付けられたマイクロエレクトロニクスの形にあるマイクロビームフォーマにより行われる。また、米国特許第5,997,479号明細書（Savord等による）、米国特許第6,013,032号明細書（Savordによる）、米国特許第6,126,602号明細書（Savord等による）及び米国特許第6,375,617号明細書（Fraserによる）を参照されたい。2Dトランスデューサアレイとマイクロビームフォーマとの間の数千の接続は、微細回路及びアレイピッチの小さい寸法においてなされている一方、マイクロビームフォーマとシステムメインフレームのビームフォーマとの間のケーブル接続は、従来のケーブル技術によりなされている。種々のプレーナアレイフォーマット及び曲面化アレイフォーマットが、米国特許出願公開第60/706,190号明細書（Kunkelによる）及び米国特許出願公開第60/706,208号明細書（Davidsenによる）に示されている曲面

30

40

50

化アレイのようなマイクロビームフォーマと共に用いられることが可能である。

【 0 0 0 5 】

上記の特許文献において示されているマイクロビームフォーマは、“パッチ”といわれる連続的な要素群から一部が遅延した和信号を生成することにより動作する。パッチの要素の全てにより受け入れられる信号は、適切に個別に遅延され、次いで、部分和信号に結合される。パッチの方法の派生的なことは、アパーチャのデザインがアレイパッチの数、大きさ及び形状に基づいていることである。このことは、2Dフェーズドアレイトランスデューサに対してかなり良好に作用し、その2Dフェーズドアレイトランスデューサにおいては、フルアレイアパーチャが、エコー受信時、用いられる。しかし、アクティブアレイアパーチャが2Dアレイに亘って並進される線形アレイ動作については、パッチの大きさ及び寸法は、アパーチャのへ並進を制約する可能性がある。アクティブなアパーチャのステップ化は、一般に、例えば、上記の米国特許第6,013,032号明細書(Savordによる)に示されているパッチの大きさの漸進が行われる必要がある。更に、2Dアレイが、マイクロビームフォーマを複雑にすることなく、より小さい漸進でアパーチャの並進について動作可能であることは好ましいことである。線形アレイか又はフェーズドアレイのどちらかの動作について同じマイクロビームフォーマを動作させることができることは更に、好ましいことである。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の原理に従って、二次元アレイ及びマイクロビームフォーマが、体積領域の線形アレイ走査のために動作される。アクティブなアレイのアパーチャは、要素パッチの寸法に比べて小さい漸進の状態、アレイに亘ってステップ化され、単独のトランスデューサ要素と同程度に小さいことが可能である。1つ以上のパッチからの部分和信号が、同時に、同じ導体において衝突信号をもたらさないパッチ及びアパーチャ構成を用いるシステムメインフレームビームフォーマに対して同じ導体において結合されることが可能である。従って、パッチの数は、ミラー対象でない(非対称の)アパーチャに対してさえ、ケーブル導体及びメインフレームビームフォーマチャンネルの数を上回ることが可能である。本発明の実施形態は、かなり多くの数の要素を有するアレイが従来の大きさのメインフレームビームフォーマと共に用いられることを可能にする。本発明の実施形態は、動作の線形アレイモードか又はフェーズドアレイモードのどちらかで用いることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 7 】

先ず、図1を参照するに、本発明の原理に従って構築された超音波システムがブロック図の形式で示されている。プローブ10は、上記のDavidsonの特許文献に示されているように、高さ寸法において曲面化した二次元アレイトランスデューサ12を有する。アレイにおける要素は、トランスデューサアレイの背後のプローブにおいて位置付けられているマイクロビームフォーマ14に結合されている。マイクロビームフォーマは、アレイの前の三次元画像フィールドにおける好ましい焦点及び好ましい方向にビームを送信するように、アレイの要素に対してタイミング調整された送信パルスを適用する。送信ビームからのエコーは、アレイ要素により受信され、マイクロビームフォーマ14のチャンネルに結合され、そのマイクロビームフォーマにおいて、それらのエコーは個別に遅延される。トランスデューサ要素の連続的なパッチからの遅延信号は、そのパッチについての部分信号を生成するように結合される。下の実施例においては、パッチの要素から共通バスに遅延信号を結合することにより結合がなされ、加算回路又は他の複雑な回路の必要性を除去する。各々のパッチのバスはケーブル16の導体に結合され、そのケーブルは、システムメインフレームに部分和パッチ信号を伝送する。システムメインフレームにおいては、部分和信号はデジタル化され、システムビームフォーマ22のチャンネルに結合され、そのシステムビームフォーマ22は、各々の部分信号を適切に遅延させる。その遅延された部分信号は、その場合、コヒーレントな操舵及びフォーカシング受信ビームを生成

するように結合される。３Ｄ画像フィールドからのビーム信号は、画像ディスプレイ３０における表示のために２Ｄ又は３Ｄ画像を生成するように、信号及び画像処理器２４により処理される。プローブ選択、ビーム操舵及びフォーカシング、並びに信号及び画像処理等の超音波システムパラメータの制御は、システムの種々のモジュールに結合されている制御器２６の制御下で行われる。プローブ１０の場合、この制御情報の一部は、ケーブル１６のデータ線においてシステムメインフレームから供給される。ユーザは、制御パネルによりそれらの動作パラメータを制御する。

【０００８】

図２は、部分マイクロビームフォーマの概念を示している。図２は、破線３２及び３４により３つの領域に区分化されている。プローブ１０の構成要素は、線３２の左側に示され、システムメインフレームの構成要素は線３４の右側に示され、そしてケーブル１６はそれらの２つの線の間に示されている。プローブの二次元アレイ１２は、連続的なトランスデューサ要素のパッチに分割されている。アレイ１２の５つのパッチがその図に示されていて、それらのアレイの各々は９つの隣接する要素を有する。パッチ１２ａ、１２ｃ及び１２ｅのマイクロビームフォーマのチャンネルがその図に示されている。パッチ１２ａの９つの要素は、ＤＬ１において位置付けられているマイクロビームフォーマの９つの遅延線に結合されている。同様に、パッチ１２ｃ及び１２ｅの９つの要素は、ＤＬ２及びＤＬ３において示されている遅延線に結合されている。それらの遅延線により与えられる遅延は、アレイの大きさ、要素ピッチ、パッチの間隔及び寸法、ビーム操舵の範囲等のような多くの変数の関数である。遅延線群ＤＬ１、ＤＬ２及びＤＬ３の各々は、パッチについての共通時間基準に対するそれらのそれぞれのパッチの要素からの信号を遅延させる。遅延線の各々の群からの９つの遅延信号は、その場合、それらの要素のパッチからアレイの部分信号を生成するように、それぞれの加算器Σにより結合される。各々の部分信号は、別個のバス１５ａ、１５ｂ及び１５ｃに置かれ、それらの各々はケーブル１６の導体に結合され、そのケーブルは、システムメインフレームに部分信号を伝送する。システムメインフレームにおいては、各々の部分信号は、システムビームフォーマ２２の遅延線２２ａ、２２ｂ、２２ｃに適用される。それらの遅延線は、システムビームフォーマ加算器２２ｓの出力において共通ビームに部分信号をフォーカシングする。完全生成ビームは、その場合、更なる処理及び遅延のために、信号及び画像処理器に転送される。図２の実施例は９つの要素のパッチを示しているが、構築されるマイクロビームフォーマシステムは、一般に、１２個、２０個、４８個又は７０個又はそれ以上の多数の要素を有するパッチを有することが理解できるであろう。パッチにおける要素は、互いに隣接する、距離を置く、又は一のパッチにおいて結合された“奇数”要素及び他のパッチにおいて結合された“偶数”要素によるチェッカーボードパターン状に混ぜられることが可能である。それらのパッチは、正方形、長方形、菱形、六角形又は何れかの他の所望の形状であることが可能である。

【０００９】

図３は、本発明の二次元アレイトランスデューサ及びマイクロビームフォーマ１４の他の実施例を示している。この図は、二次元アレイトランスデューサ１２の３つの行Ｒ１、Ｒ２及びＲ３を示している。この実施例においては、要素のパッチは４つの要素より成り、要素ｅ１乃至ｅ４はパッチを構成し、要素ｅ５乃至ｅ８は他のパッチを構成し、要素ｅ９乃至ｅ１２は更に他のパッチを構成する、等である。各々のパッチの要素は、マイクロビームフォーマ１４の遅延線の群の遅延線に結合されている。例えば、要素ｅ１乃至ｅ４は、遅延線群ＤＬ１の４つの遅延線に結合され、要素ｅ５乃至ｅ８は、遅延線群ＤＬ２の４つの遅延線に結合される、等である。遅延線群からの遅延信号は、遅延線出力に共に接続する出力バスにおいて結合される。例えば、群ＤＬ１の４つの遅延線出力は全てバスｂ１に結合され、群ＤＬ２の４つの遅延線出力は全てバスｂ２に結合される、等である。各々のバスは、ケーブル１６の個別の導体に接続されている。バスｂ１はケーブルの導体１６ａに接続され、バスｂ２はケーブルの導体１６ｂに接続される、等である。各々のケーブル導体は、システムメインフレームビームフォーマのチャンネルに繋がっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

送信中、アレイの要素の群は、好ましい方向に好ましいビームを送信するようにアクティブにされる。送信のために選択される群は、一般に、近視野フォーカシングビームについては小さく、遠視野ビームについては全体のアレイと同程度に大きいことが可能である。送信アパーチャといわれる、送信ビームについてアクティブにされる要素は、アレイにおける要素の何れかの形状又はパターンを占めることが可能である。次第に深くなる焦点領域においてフォーカシングされるゾーンフォーカシングスキームは、例えば、各々のより深い領域について次第に大きくなる送信アパーチャを用いることが可能である。送信ビームは、まっすぐに操舵される（アレイの表面に対して垂直に）、又はアレイ表面に対してある角度で操舵されることが可能である。上記のDavidsonによる特許文献に示されているプローブにおいては、ビームは、より広い視野をもたらすように、アレイの内部で、及びアレイの外周の周りの外側へのカント角においてまっすぐに操舵される。

10

【 0 0 1 1 】

図3のトランスデューサアレイ及びマイクロビームフォーマは、線形アレイ又はフェーズドアレイとして動作されることが可能である。線形アレイの動作は、アレイの表面に沿って動かされるアパーチャからのビームを送信することにより、そして、アレイの表面に沿っても動かされる受信アパーチャにおいてそれらのビームからのエコーを受信することにより行われる。その図に示している実施例においては、受信アパーチャの大きさは、その図の最上部において括弧でくくられ、この実施例においては、幅が3つのパッチ（12個の要素）であるように示されている。この実施例においては、受信アパーチャが、単独の行（R1）の高さであるように示されているが、代替としては、高さが複数の行であることが可能である。第1受信ビームは、この実施例においては、要素e1乃至e12により受信される。この受信アパーチャはアレイの行R1において最初の3つのパッチを有するため、マイクロビームフォーマにおけるそれらの最初の3つの群の遅延線DL1、DL2及びDL3（図示せず）はこのビームについて有効である。それらの遅延線は、この実施例においては、参照番号42、44及び46で示されている各々の遅延線に接続された有効な線Enにより有効にされる。要素e1乃至e4及び遅延線群DL1からの4つの遅延信号はバスb1に接続され、そのバスにおいて、それらの信号は、第1パッチからの部分信号を生成するように結合される。同様に、要素e5乃至e8及び遅延線群DL2からの4つの遅延信号はバスb2において結合され、要素e9乃至e12及び遅延線群DL3からの4つの遅延信号はバスb3（図示せず）において結合される。それらのバスは、この実施例において部分信号の生成のための加算ノードとして機能する。それらの3つのバス及びケーブル導体は、メインビームフォーマの3つのチャンネルに3つの部分的にビームフォーミングされた信号を伝送する。

20

30

【 0 0 1 2 】

次のビームは、この実施例において受信アパーチャを右に操舵することにより取得される。そのビームは、例えば、超音波システムメインフレーム又はケーブルコネクタにおけるマルチプレクサを用いて全体のパッチによりステップ化されることが可能であり、その結果、要素e5乃至e16を有する受信アパーチャにより取得される次のビームが得られる。しかしながら、この全体のパッチ幅の並進は、画像フィールドにおける粗いビーム間隔をもたらす。この実施例においては、精細な間隔のビームが、全部のパッチの寸法より小さい寸法により、好適には、単独の要素の幅により、受信アパーチャをステップ化することにより得られる。次のビームは、それ故、要素e2乃至e13により得られる。要素e1からの信号はこのビームには寄与しないため、この要素についてのマイクロビームフォーマに対して有効な線は、このような次のビームへの寄与からこの遅延線を無効にする。要素e2乃至e4からの遅延信号のみがバスb1において結合される。要素e13からの信号はこのビームに寄与するため、この要素についてのマイクロビームフォーマの遅延線は有効であり、その遅延信号は、その遅延線群についてのバスb4（図示せず）に位置している。4つのバスにおける部分信号、即ち、要素e2乃至e4からのバスb1における3つの結合された信号、バスb2及びb3における4つの結合された信号並びにバス

40

50

b 4における要素e 1 3からの信号は、ビーム生成処理の完了のためのメインビームフォーマに結合される。アポダイゼーション重み付けが、異なるパスにおける等しくない信号重み付けの役割を果たすメインビームフォーマにおいて用いられる。

【0013】

アレイにおける受信アパーチャのステップ化はこのようにして続けられる。次のビームは、受信アパーチャについての要素e 3乃至e 1 4を用い、後続するビームは要素e 4乃至e 1 5を用い、続くビームは、受信のために要素e 5乃至e 1 6を用いる。このステップ化が生じるため、第1パッチDL 1の遅延線は次第に無効になる一方、要素e 1 3乃至e 1 6に接続された第4パッチの遅延線は次第に有効になる。それらのビームの最後のビームは、第1パッチからの要素を用いないことが理解できる。要素e 6乃至e 1 7のアパーチャに対する次のビームステップにより、遅延線群DL 5の第1遅延線が有効であることが理解できる。この第5遅延線群の出力は、この実施例においては、バスb 1に接続されていて、その理由は、そのアパーチャは同じビームについての第1パッチ及び第5パッチの両方からの要素を決して用いないためである。それ故、第1パッチの遅延線が完全に無効になるために、第5遅延線群DL 5の遅延線は、遅延線群DL 1により予め用いられた同様のバスb 1を用い始める。それらの2つの群は、それらの部分信号がメインビームフォーマにおけるビーム生成のために異なる遅延を必要とするため、同時に同じバスを用いることはできない。それらの部分信号が共通バスにおいて結合される場合、それらの信号は、それらの処理における必要な遅延差の影響下に置かれられないことが可能である。それ故、アレイにより用いられるアパーチャを考慮することにより、複数のパッチが、メインビームフォーマに対して同様のケーブル導体に接続されることが可能であり、そのことは、パッチの数が、ケーブルにおける導体の数を上回っていることを意味する。より多くの数のアレイパッチは、それ故、所定のケーブル及びシステムビームフォーマにより適応されることが可能である。所定のアレイについてのパッチの数を増加させる能力により、パッチの大きさは減少され、それにより、マイクロビームフォーマにおいて必要な遅延長を短縮することが可能である。

【0014】

この実施形態においては、アレイの右側のパッチについての遅延線群DL 9はまた、バスb 1に接続されることが可能である。遅延線群DL 5は、要素e 2 9乃至e 3 2についての遅延線群が次第に有効になるにつれて、次第に無効になる。遅延線群DL 5が完全に無効になった後、群DL 6の遅延線が次第に無効になり、群DL 9の遅延線が次第に有効になるにつれて、アパーチャは右の方に進む。両方の群DL 1及びDL 5は、アパーチャの後のステップ化中、無効であるため、遅延線群DL 9は、この時間にはバスb 1に接続され、バスb 1を自由に使用することができる。

【0015】

受信アパーチャは、このようにして、アレイにおいてステップ化を継続し、この実施例においては、アパーチャがアレイの右側に達する前に、25個の異なるビーム位置において25個の異なるビームを得る。このステップ化処理は、その場合、アレイの第2行R 2、次いで、第3行R 3において繰り返されることが可能である。このようにして、アレイの前の体積フィールドは3D撮像のために走査される。図示しているアパーチャに対する変形について、当業者は容易に発想することができる。例えば、アパーチャは、単独の行の高さに比べて高いことが可能である。アパーチャは、第1行R 1の要素e 1乃至e 1 2及び行R 2の最初の12個の要素から初めることが可能である。この24個の要素のアパーチャは、そのアレイにおいてステップ化され、次いで、一行を単位としてステップ化されることが可能である。次の並進は、アクティブなアパーチャとして各々の行R 2及びR 3の各々の最初の12個の要素から初め、その場合、アレイにおいてステップ化する。種々のアパーチャの並進パターンがまた、用いられることが可能である。例えば、アクティブなアパーチャが、アレイの最下部から始まり、そのアレイの最上部の方に、次いでそのアレイを横断し、下がって、ステップ化されることが可能である。粗く対角線方向において横断して上がるようにアパーチャをステップ化する並進シーケンスがまた、用いられる

ことが可能である。アパーチャの並進パターンは、例えば、画像フィールドの領域において動きアーティファクトが最小化されるように選択されることが可能である。

【 0 0 1 6 】

本発明のシステムの遅延線は、信号が遅延線に先行してデジタル化されるかどうかに応じて、デジタル遅延線か又はアナログ遅延線のどちらかであることが可能である。好適なアナログ遅延線を図4に示す。この遅延線は、トランスデューサ要素からコンデンサバンクのコンデンサに連続信号を結合することにより生成される。そのようなコンデンサバンクの3つのコンデンサ52、54、56が図4に示されている。コンデンサバンクにおけるコンデンサの数は、必要な最大遅延長及び用いられるサンプリングレートを考慮して選択される。より長い遅延及び/又はより精細な分解能(例えば、ナイキスト基準を満足する)は、多数のコンデンサを必要とする。遅延線の時間遅延、即ち、遅延時間を与える書き込みと読み出しとの間の漸進時間は、初期の時間においてトランスデューサ要素 e_n からコンデンサに電圧サンプルを書き込み、次いで、後の時間に、そのコンデンサから電圧サンプルを読み出すことによりもたらされる。コンデンサバンクは、図4に示す並列構成において、又は、米国特許第6,126,602号明細書(Savord等による)において記載されているCCD電荷バケットブリッジの方式で直列構成において備えられることが可能である。

10

【 0 0 1 7 】

図4の構成においては、トランスデューサ要素 e_n からのエコー信号は、入力スイッチ64のバンクの入力にバッファ増幅器68を介して適用される。各々のスイッチの閉状態は、ライトポインタ60からの制御信号により制御される。例えば、第1信号サンプルは、入力スイッチの一時的閉状態により、コンデンサ52に記憶されることが可能であり、第2サンプルはコンデンサ54に記憶され、第3サンプルはコンデンサ56に記憶される、等である。好ましい遅延時間により決定される後の時間に、サンプルは、スイッチ66の出力バンクを制御するリードポインタ62からの制御信号により決定されるシーケンスにおいてコンデンサから読み出される。図示されている実施例においては、エコー信号サンプルはコンデンサ52に対して書き込まれる一方、エコー信号サンプルはコンデンサ54から読み出される。出力スイッチが閉じているとき、コンデンサにおける信号サンプルが、ケーブル導体16nに信号を伝送する出力バスbnに適用される。図4の遅延線からのサンプルが出力バスbnに適用される一方、パッチの遅延線群の他の遅延線からのサンプルは同時に、同様のバスbnに適用される。そのような信号の同時の適用は、それ故、パッチの要素からの遅延サンプルの和をもたらす。

20

30

【 0 0 1 8 】

本発明の原理に従って、図4の実施例においては、リードポインタ62は、リードポインタの右側に示しているように全て0に設定されることが可能である。この設定により、要素 e_n からの信号サンプルは出力バスbnに適用されないために、遅延線は無効である。他の技術が、代替として、アレイ要素からの信号がバスに置かれないように、用いられることが可能である。図5の実施例においては、パスゲートのような単独のスイッチが、遅延線の出力において用いられている。この構成は、並列に又は直列に構成された遅延線で用いるために適切である。図6に示す他の技術はトラিসテートバッファ74を用いることである。トラিসテートバッファ74は、遅延線からトラিসテートバッファ出力に信号を送信するか又は、トラিসテートバッファを高出力インピーダンスに設定するかのどちらかであるように、制御線76により制御される。制御線76の位置設定においては、トラিসテートバッファは、エコー信号又は高(例えば、開回路)インピーダンス出力により決定される高電圧又は低電圧若しくは電流信号を生成する。パスゲート及びトラিসテートバッファは、マイクロビームフォーマで用いるために適切な微細回路において容易に実行されることが可能である。

40

【 0 0 1 9 】

図7は、同様のメインビームフォーマのチャンネルにバスにより接続された2つのパッチを有する、本発明の二次元アレイ及びマイクロビームフォーマの組み合わせのためのデザ

50

インを示している。この実施例においては、2つのパッチ P_1 及び P_n のマイクロビームフォーマの遅延チャンネルは、共通バス b_n に結合され、メインフレームビームフォーマのチャンネルにケーブル導体 16_n により結合されている。図7は、二次元アレイの平面図であり、アレイの底部に備えられたマイクロビームフォーマを有するが、この図においては示されていない。この実施例における各々のパッチは、4つの行(r_1 乃至 r_4)と4つの列(c_1 乃至 c_4)より成るパッチにおいて備えられている16個の要素を有する。従って、32個のトランスデューサ要素が、この実施例において同じメインビームフォーマのチャンネルに接続されている、パッチ P_1 及び P_n は同じビームフォーマのチャンネルを共有するため、それらの2つのパッチの1つのみの要素は何れかの処置の時間にバス b_n を使用することが可能である。このことは、要素の3つの列の長さの要素の“バッファ”が、括弧で印付けされた“バッファ”により示されているように、第2相互接続パッチ P_n から最大アパーチャ長さ、離れる必要があることを意味する。最大受信アパーチャサイズは、それ故、その図に示すように、最大長さ A_L 及び最大高さ A_H を有する。例えば、最初の受信アパーチャは、バッファ領域の左側まで、パッチ P_1 の要素及びパッチの要素全てを有することが可能である。このアパーチャは右側の方にステップ化されるため、パッチ P_1 の列 c_1 乃至 c_4 は、バッファ領域における要素の対応する4つの列が連続的に有効であるために、各々のステップにより連続的に無効になる。この4ビームのステップの第3ステップの終了時には、パッチ P_1 の列 c_4 の要素のみが有効であり、そのバッファ領域の要素の3つの列全ては有効であり、アクティブなアパーチャに対して寄与する。そのアパーチャの次の右方向へのステップにより、パッチ P_1 の最後の列 c_4 はオフに切り換えられ、パッチ P_n の最初の列 c_1 はオンに切り換えられる。この時点で、アクティブなアパーチャは、それ故、パッチ P_1 の右の方の要素全てを有し、パッチ P_n の第1列までを有する。それ故、両方のバスにより共通に接続されるパッチからの要素が、同時にバスを用いる時間は決して存在しない。この実施例についてのデザインルールは、バッファ領域の大きさはパッチ引く1の列の数に少なくとも等しいものである。

【0020】

この実施例においては、パッチは、高さ寸法において、同じバスを共有していない。従って、高さ寸法において、アクティブなアパーチャの最大の大きさに関する制約は存在しない。高さ寸法におけるアパーチャの最大の大きさ A_H は、従って、二次元アレイの全高さ寸法に等しい。

【0021】

図8は、4つのパッチが同じメインビームフォーマのチャンネルを共有する二次元アレイについてのデザインを示している。図7におけるように、図8の二次元アレイは、アレイの下に位置付けられたマイクロビームフォーマを伴って、平面図で示されている。4つのパッチ P_1 、 P_2 、 P_3 及び P_4 は全て、バス b_{n1} 、 b_{n2} 、 b_{n3} 及び b_{n4} のそれぞれによりバス b_n に結合されている。同時に、現在の信号は、バスにおいて加算され、ケーブル16の導体 16_n によりメインビームフォーマのチャンネルに結合されている。アレイの最大受信アパーチャは、 A_L 及び A_H の寸法を示す。最大アパーチャは、アパーチャ A_{p1} 、 A_{p2} 、 A_{p3} 及び A_{p4} としてアレイの角に位置付けられるときに示される。最大アパーチャ位置は、長さ寸法で b_{ufL} のバッファ領域及び高さ寸法で b_{ufH} のバッファ領域だけ分離されている。 b_{ufL} 領域の水平方向の長さはパッチの水平方向の長さに比べて小さい1要素であり、 b_{ufH} 領域の鉛直方向の長さはパッチの鉛直方向の長さに比べて小さい1要素である。パッチ及び要素が正方形である場合、それらの領域は同じ大きさを有する。パッチの寸法及び/又は要素の寸法は、それらの領域の大きさが異なる正方形ではない。図8の実施例においては、受信アパーチャが位置 A_{p1} から開始し、右の方にステップ化されるとき、 P_1 パッチ(及びアパーチャにおけるそれの上のパッチ全て)の列は、 b_{ufL} 領域における要素の列が連続的に有効になるにつれて、連続的に無効になる。アパーチャが、パッチ P_1 の右側に十分にステップ化され、全体のパッチが無効であるとき、共通にバスにより接続されるパッチ P_2 の最も左側の列は有効である。アクティブなアパーチャは、このようにして右側に継続してステップ化され、最終のア

パーチャの位置は $A p 2$ で示されている。従って、パッチ P_1 及び P_2 からの要素が同時に有効である時間は決して存在しない。共通にバスにより接続されるパッチ P_3 及び P_4 は、アクティブなアパーチャの最上部の範囲はそれらのパッチの下であるため、この時点では、無効である。アクティブなアパーチャの最大の高さは、この実施例においては、 A_H として示されているため、アパーチャが右側にステップ化される場合に、この寸法は $b u f_H$ 領域の高さだけ増加することが可能であることが理解できる。

【 0 0 2 2 】

従って又は代替として、アパーチャは、 $A p 1$ 位置から上方にステップ化されることが可能である。アパーチャが、ある時間に、パッチの行を上方にステップ化されるとき、パッチ P_1 の要素の行は最下部から最上部の方に連続的に無効になり、アパーチャ領域 $A p 1$ の上の $b u f_H$ 領域における要素の行は、対応して連続的に有効になる。($m - 1$) 個のそのようなステップの後、パッチ P_1 の上部の行 (及び、アパーチャにおけるパッチ P_1 の右側の方のパッチ全て) のみが有効になり、アパーチャ領域 $A p 1$ の上の $b u f_H$ 領域における要素の全ての ($m - 1$) 個の行全てが有効になる。次のアパーチャのステップ (ステップの総数を m にする) により、パッチ P_1 の全ての m 個の行は無効になり、パッチ P_3 の最初の行は、アパーチャにおける $b u f_H$ 領域の行の全てと共に、有効になる。従って、 P_1 及び P_3 の両方のパッチからの要素がビームに寄与する時間は決して存在しない。

アパーチャの上方へのステップ化は、このようにして、アパーチャが位置 $A p 3$ の上限に達するまで続く。水平方向の並進の場合のように、この状況におけるアパーチャの長さは、 A_L 足す $b u f_L$ の長さに等しいことが可能であることが理解できる。

【 0 0 2 3 】

水平方向及び鉛直方向 (高さ及び長さ) の寸法の両方におけるバッファ領域を可能にすることは、対角線方向の並進を含む、何れかの方向における最大アパーチャの並進を可能にする。例えば、アパーチャは、各々のステップにおいて 1 要素だけ右上の方にアパーチャを同時に移動させることにより、位置 $A p 1$ から対角線方向にステップ化されることが可能である。アパーチャは、このようにして、最終的なアパーチャの位置 $A p 4$ の方に、対角線方向に連続して移動されることが可能である。破線のアパーチャの輪郭 $A p D$ で示しているように、図示している $A_L \times A_H$ の最大のアパーチャの大きさ及びバッファ領域を有し、単独のパッチからの要素のみが、このアパーチャの並進の間に、何れかの時点において、バス b_n における信号に寄与する。破線の輪郭 $A p D$ は、4 つの共通のバスにより接続されるパッチのパッチ P_1 の右上の角の要素のみがバス b_n における信号に対して寄与する、位置を離れた直後であって、ここでは、パッチ P_4 の左下の角の要素のみがバス b_n における信号に寄与する、位置に位置付けられているアパーチャを示している。図 8 の実施例は、パッチの数がケーブル導体及びメインビームフォーマチャネルの数の 4 倍 (バッファの寸法を除いて) である、二次元マイクロビーム形成アレイにおける最大受信アパーチャの水平方向、鉛直方向及び径方向ステップ化を可能にする。メインビームフォーマチャネルに対するパッチの 4 : 1 パターンは、図 8 の二次元アレイの全体に亘って対称的に拡張されることが可能である。最大アパーチャサイズに対するアレイサイズの更に大きい比を用いる場合、図 3 の実施例の水平方向の寸法における 3 つのパッチの共通の接続により示しているように、より多い数のパッチが相互接続されることが可能である。

【 0 0 2 4 】

図 4、5 及び 6 に示すスイッチ要素は、単極の単投スイッチと機能的に同等である。本発明の次の実施例は、受信アパーチャを移動させるように、単極の双投スイッチと機能的に同等であるものを用いる。それらの実施例は、アパーチャが移動されるときに、パッチの境界が有効に再位置付けされるという有利点を与える。次の実施例の更なる有利点は、同数の要素信号が、各々のメインビームフォーマチャネルについて維持されることが可能であり、異なる数の信号を有するチャネルについてのアポダイゼーション重み付け調整を実行する必要性を除去している。図 9 は、図 3 と同じ二次元アレイ構成を用いる、1 つのそのような実施例を示している。行 $R 1$ における各々の要素についての遅延線 $D L$ が、行

10

20

30

40

50

R 1のそれぞれの要素に取り付けられて示されている。単極の双投スイッチング要素 S w が、各々の遅延線 D L の出力において接続されている。3つのスイッチング要素の出力は、スイッチアームの設定に応じて、2つの有効なバスの1つ、ケーブル導体及びメインビームフォーマチャネルに遅延線を接続している。この実施例においては、各々のパッチは5つの要素を有し、スイッチ S w が図9に示すように設定されているとき、要素 e 6乃至 e 10 についての遅延線は全て、それらの5つの要素からの信号を合計するバス b 2 に結合されている。それらの5つの要素のパッチは、二次元アレイ 1 2 において延びている破線 1 0 2、1 0 4 で示されている。バス b 2 において合計された信号は、ビーム形成の終了のために目心ビームフォーマのチャネルにケーブル導体 1 6 b により結合されている。同様に、破線 1 0 4 と 1 0 6 との間の要素 e 1 1 乃至 e 1 5 を有するパッチは、バス b 3 に結合された受信信号を有し、そのバス b 3 において合計され、その場合、メインビームフォーマチャネルにケーブル導体 b 3 により結合されている。同様に、5つの要素のパッチの信号はバス b 4 (e 1 6 乃至 e 2 0) 及び b 5 (e 2 1 乃至 e 2 5) において合計され、メインビームフォーマチャネルに導体 1 6 d 及び 1 6 e において結合されている。バスの下の矢印は、アパーチャの移動における他のときに、同じバス及びメインビームフォーマチャネルを共有する他のパッチからの遅延線への接続を示している。この実施例においては、各々のバスは、5つの要素の全補集合からの信号を合計し、そのパッチのサイズがこの実施例においては、用いられている。

【 0 0 2 5 】

スイッチング要素 S w は、機能的には、単極の双投スイッチと同等である。即ち、遅延線の出力は、そのスイッチの設定に応じて、2つの出力バスの1つ及びメインビームフォーマチャネルに結合されている。この構成は、スイッチの設定に応じて、パッチの境界を全く任意にする。図 1 0 は、遅延線 D L からの信号がバス x に結合されるかバス y に結合されるかのどちらかを判定するアーム 1 2 2 を有する単極の双投スイッチ 1 2 0 の基本的な形を示している、図 1 1 は、単極の双投スイッチの機能が、2つの並列の単極の単投スイッチ 1 2 4 及び 1 2 6 により与えられる他の実施例を示している。図 9 の実施例においては、全パッチを構成する要素の数、この実施例においては5つに等しい要素の全補集合は、各々のメインビームフォーマチャネルに結合されている。特定の要素についてのスイッチ S w の設定は、要素が結合され、それ故、要素が所定の時点で寄与するものになっているパッチ群であるメインビームフォーマチャネルを決定する。

【 0 0 2 6 】

図 1 2 は、オリジナルのパッチの境界線 1 0 2、1 0 4 等に関して、破線 1 0 2'、1 0 4' 等により示しているように、アパーチャが1要素だけ左側に移動された後の図 9 の構成を示している。遅延線 5 についてのスイッチ S w は、その代替の設定に対してリセットされ、信号を遅延線 5 から導体 1 6 b に結合する。遅延線 1 0 からのスイッチ S w はまた、リセットされ、導体 1 6 b から導体 1 6 c に遅延線 1 0 からの信号を再方向付けする。同様に、図示している遅延線 1 5 及び 2 0 を含む、各々の5番目の遅延線についてのスイッチ S w は、それらの代替の設定に対してリセットされる。それらのスイッチの設定は、導体 1 6 b における要素 e 5 乃至 e 9 からの信号、導体 1 6 c における要素 e 1 0 乃至 e 1 4 からの信号、導体 1 6 d における要素 e 1 5 乃至 e 1 9 からの信号、等を結合する。図 9 の導体における信号と比較して、各々の導体における要素のグループ化は、1要素だけ左側に移動され、それ故、全体のアパーチャは1アレイ要素だけ左側に移動される。

【 0 0 2 7 】

図 1 3 においては、アパーチャは、パッチの境界 1 0 0'、1 0 2'、1 0 4'、1 0 6' 等で示すように、図 9 における開始位置に対して右側に1要素だけ移動されている。遅延線 6、1 1、1 6 及び 2 1 に付いて図示しているスイッチ S w のみがオリジナルの設定にあり、他のスイッチの全てはリセットされている。このリセットは、遅延線 7、8 及び 9 からの信号が、それらのバス b 2 への前の結合に代えて、バス b 3 の延長 b 3' に結合されるようにする。その結果、要素 e 7 乃至 e 1 1 からの信号は、ここでは、バス b 3 において結合され、導体 1 6 c を介してメインビームフォーマチャネルに結合さ

れている。同様に、要素 e 2 乃至 e 6 からの信号は導体 1 6 b に結合され、要素 e 1 2 乃至 e 1 6 からの信号は導体 1 6 d に結合される、等である。導体における各々のパッチのグループ化は、オリジナルの設定に比べて、1 要素だけ右側に移動され、それ故、全体のアパーチャは、1 要素だけ右側に移動されることが理解できる。

【 0 0 2 8 】

図 1 4 は、アパーチャが図 1 3 に関して右側に他の要素を移動させるときのスイッチ S w の設定を示している。図 1 4 のスイッチ S w の位置は、遅延線 7、1 2、1 7 及び 2 2 についてのスイッチがそれらの代替の設定に対しては、リセットされている点で、図 1 3 のスイッチの位置と異なっている。このことは、要素 e 3 乃至 e 7 からの信号が導体 1 6 b の方に方向付けられるようにする、要素 e 1 3 乃至 e 1 7 からの信号が導体 1 6 d の方に方向付けられるようにする、等である。全体のアパーチャは、破線 1 0 0 ' ' '、1 0 2 ' ' '、1 0 4 ' ' ' 等により示すように、他の要素だけ右側に移動されている。

【 0 0 2 9 】

次の繰り返しにおいて遅延線 8、1 3、1 8 及び 2 3 からのスイッチ S w を設定することにより、アパーチャは、更なる要素だけ右側に移動される。アパーチャは、このようにして、アレイにおいて移動されることが可能である。全ての場合、アレイの物理的エッジを除いて、要素信号の同等な補集合が、各々のアパーチャ位置の各々のメインビームフォーマチャネルに常に存在する。その技術は、アパーチャが、位置方向、即ち、方位角方向のみにおいて移動されるようになっていて一次元アレイと共に用いられることが可能である。その技術は、更に、最初のスイッチに対して、直交するように構成される並列の単極の双投スイッチを付加すること、又は各々の要素について単極の 3 投スイッチ又はそれと同等のものをを用いることにより、二次元アレイにおいて直交（仰角）方向にアパーチャを更に移動させるように用いられることが可能である。方位角方向及び仰角方向の並進に加えて、対角線方向の並進を適応させるように、単極の 4 投スイッチ又はそれと同等のものが、4 つの有効なケーブルの何れかの一及びメインビームフォーマチャネルに要素を接続するように用いられることが可能である。単極の n 投スイッチの各々の出力は、異なるケーブル導体に、それ故、メインビームフォーマチャネルに接続される。

【 0 0 3 0 】

多くの線形アレイの実施においては、ビームは常に（又は、殆どの場合）、アレイの表面に対してまっすぐに、即ち、垂直に操舵される。そのようなまっすぐなビーム操舵の実施形態において軸ずれ操舵が行われないうとき、アパーチャ遅延は、アパーチャの中心について対称性を有することが可能である。このことは、アパーチャの中心の何れの側にも等しい距離にあるパッチは同様のメインビームフォーマ遅延を用い、それ故、同様のメインビームフォーマチャネルに結合されることが可能であることを意味している。当業者は、そのような実施形態は、そのような対称性のために、上記のパッファ領域を用いる必要はないことを理解することができるであろう。別個のパッチの同様のメインビームフォーマチャネルへの結合は、三次元におけるビームの操舵がフェーズドアレイアパーチャにおいて連続的な遅延微分を必要とするとき、そのシステムについてのフェーズドアレイの必要性をまた、考慮して、行われる必要がある。

【 0 0 3 1 】

上記の本発明の原理の種々の適用及び修正は、当業者は容易に発想することができるであろう。上記のように、2 D アレイのトランスデューサは、平坦（平ら）である、曲がっている、又は一の方法又は複数の方向に曲面化されていることが可能である。エコー信号のデジタル化は、プローブ又はシステムメインフレームにおいて実行されることが可能である。プローブ、システムメインフレーム、又はそれらの両方において、増幅が用いられることが可能である。エコー受信のための上記のマイクロビームフォーマ回路がまた、送信ビーム形成のために一部で用いられることが可能である。更なる修正は、本発明の範囲内に含まれるものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 2 】

【図 1】本発明の 2 D 曲面化アレイトランスデューサ及びマイクロビームフォーマプロープをブロック図の形式で示す図である。

【図 2】部分ビーム和マイクロビームフォーマの概念を示すブロック図である。

【図 3】本発明の原理に従って構成された 2 D アレイトランスデューサ及びマイクロビームフォーマの一実施例のブロック図である。

【図 4】マイクロビームフォーマ遅延線の詳細な例を示す図である。

【図 5】マイクロビームフォーマ遅延線の詳細な例を示す図である。

【図 6】マイクロビームフォーマ遅延線の詳細な例を示す図である。

【図 7】本発明の原理に従って構成された 2 D アレイトランスデューサ及びマイクロビームフォーマの第 2 実施例を示す図である。

10

【図 8】本発明の原理に従って構成された 2 D アレイトランスデューサ及びマイクロビームフォーマの第 3 実施例を示す図である。

【図 9】パッチの境界が任意にされる本発明の更なる実施例を示す図である。

【図 10】図 9、12、13 及び 14 の実施例で用いる適切なスイッチ構成を示す図である。

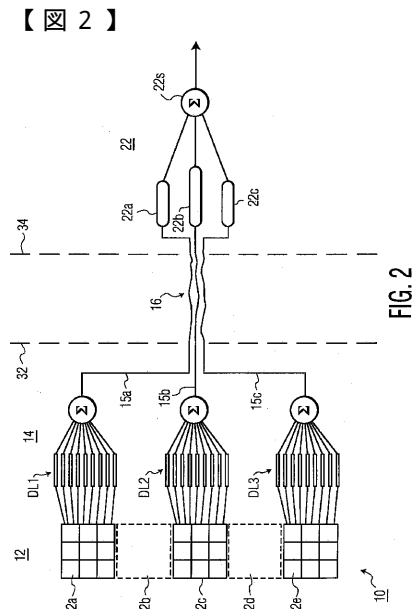
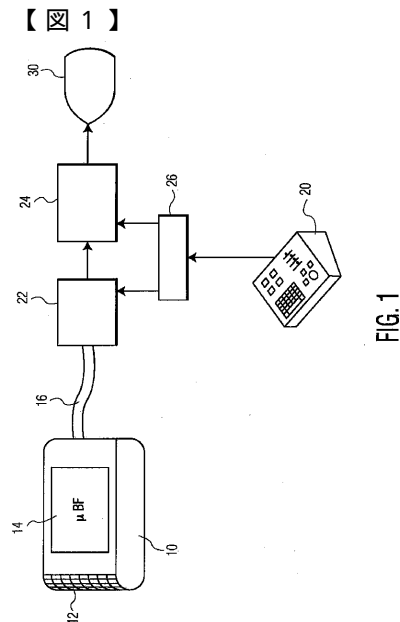
【図 11】図 9、12、13 及び 14 の実施例で用いる適切なスイッチ構成を示す図である。

【図 12】パッチの境界が任意にされる本発明の更なる実施例を示す図である。

【図 13】パッチの境界が任意にされる本発明の更なる実施例を示す図である。

【図 14】パッチの境界が任意にされる本発明の更なる実施例を示す図である。

20



【図 3】

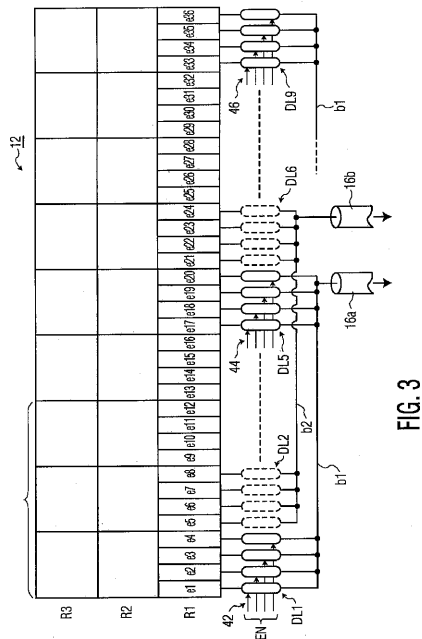


FIG. 3

【図 4】

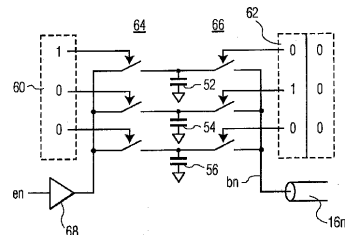


FIG. 4

【図 5】

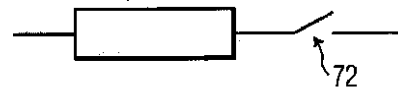


FIG. 5

【図 6】

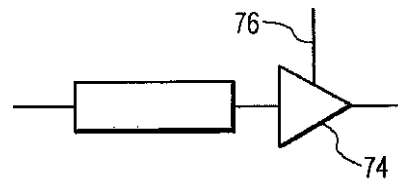


FIG. 6

【図 7】

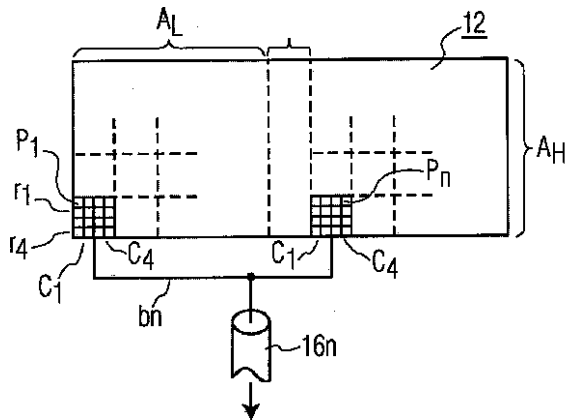


FIG. 7

【図 8】

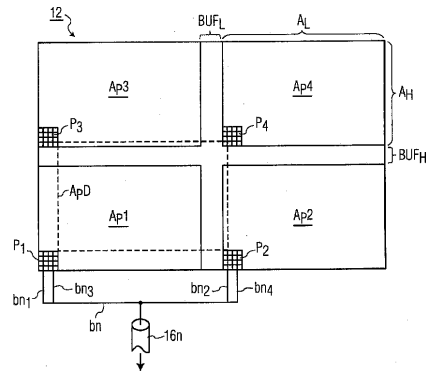


FIG. 8

【図 9】

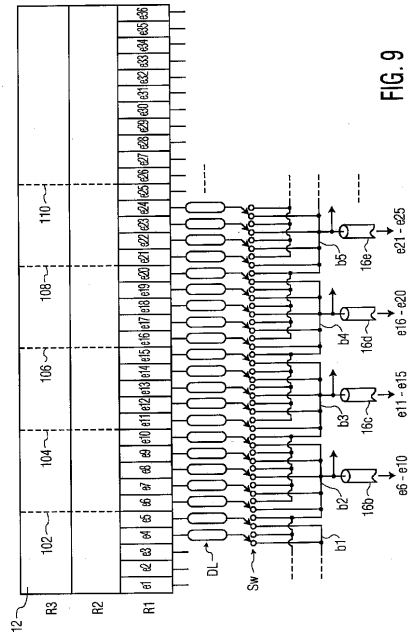


FIG. 9

【図 10】

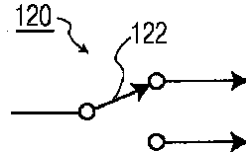


FIG. 10

【図 11】

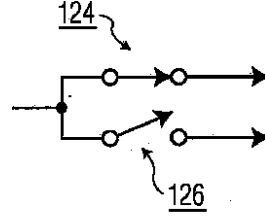


FIG. 11

【図 12】

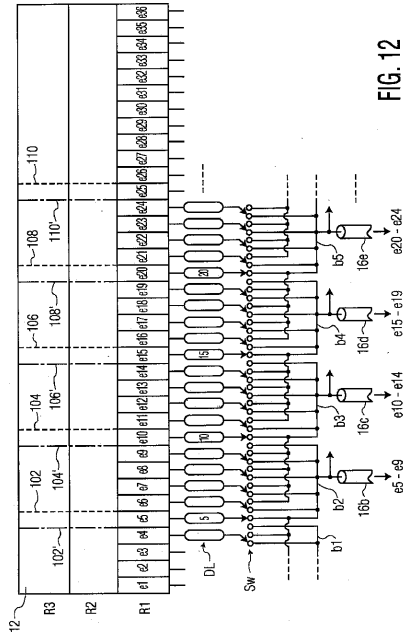


FIG. 12

【図 13】

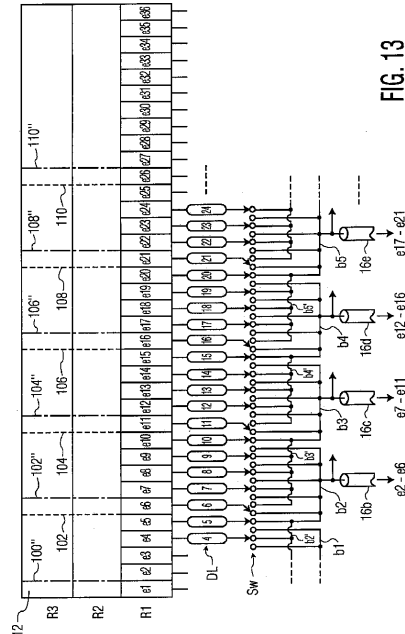
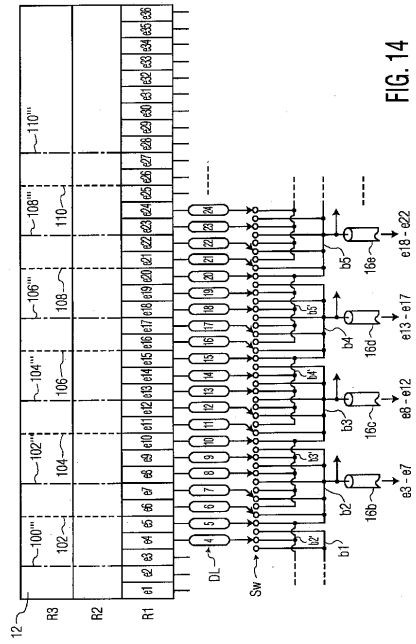


FIG. 13

【図 14】



フロントページの続き

- (72)発明者 ロビンソン, アンドリュー エル
アメリカ合衆国, 9 8 0 4 1 - 3 0 0 3 ワシントン州, ボセル, ピー・オー・ボックス 3 0 0
3
- (72)発明者 フリーマン, スティーヴン
アメリカ合衆国, 9 8 0 4 1 - 3 0 0 3 ワシントン州, ボセル, ピー・オー・ボックス 3 0 0
3
- (72)発明者 サヴォード, バーナード
アメリカ合衆国, 9 8 0 4 1 - 3 0 0 3 ワシントン州, ボセル, ピー・オー・ボックス 3 0 0
3

審査官 樋口 宗彦

- (56)参考文献 国際公開第2 0 0 5 / 0 2 7 7 4 7 (W O , A 1)
米国特許出願公開第2 0 0 5 / 0 2 4 3 8 1 2 (U S , A 1)
特開平0 1 - 1 5 3 1 4 6 (J P , A)
米国特許第0 6 0 8 9 0 9 6 (U S , A)
特表2 0 0 9 - 5 2 8 1 1 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A61B8/00-8/15

超声诊断成像系统具有配备有多片换能器元件的二维阵列。每个换能器元件贴片耦合到一组微波束形成器延迟线,其具有耦合到系统波束形成器的通道的输出,并且系统波束形成器将每个贴片的部分和波束转换成最终波束生成信号光束被生成以。在有源接收孔径中不同时使用的多个贴片的输出被组合成公共波束形成器通道,该通道允许阵列中的贴片数量超过系统波束形成器中的通道数量而不使用多路复用器它有。

