

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-535480

(P2015-535480A)

(43) 公表日 平成27年12月14日(2015. 12. 14)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

F I

A 6 1 B 8/14

テーマコード (参考)

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-544597 (P2015-544597)
 (86) (22) 出願日 平成25年11月29日 (2013. 11. 29)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年5月29日 (2015. 5. 29)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2013/060499
 (87) 国際公開番号 WO2014/087306
 (87) 国際公開日 平成26年6月12日 (2014. 6. 12)
 (31) 優先権主張番号 61/732, 519
 (32) 優先日 平成24年12月3日 (2012. 12. 3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 KONINKLIJKE PHILIPS
 N. V.
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 High Tech Campus 5,
 NL-5656 AE Eindhove
 n
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチラインイメージング用のマイクロビームフォーマを備える超音波トランスデューサプローブ

(57) 【要約】

アレイトランスデューサプローブは、複数のトランスデューサ素子からなる群のうちの隣接するパッチ(62, 64, 66)内に配置されたトランスデューサ素子を有する。当該プローブ内のマイクロビームフォーマは、超音波ビームを送信し、かつ、前記トランスデューサ素子によって受信されるエコー信号を遅延させるように前記アレイの素子に結合される。標準的な構成では、各パッチ(62, 64, 66)の素子は、そのパッチの加算ノード(72, 74, 76)に結合される。各パッチ(62, 64, 66)の素子はまた、1つ以上の隣接するパッチの加算ノードに結合されても良い。マルチライン(4', 6')受信のため、能動的アパーチャの素子の一部は一のパッチの加算ノードに結合され、かつ、能動的アパーチャの素子の他の一部は他のパッチの加算ノードに結合される。このような結合によって、マルチライン処理のために、システムビームフォーマのチャネル(82, 84)へ少なくとも2つの異なるパッチ信号が供される。

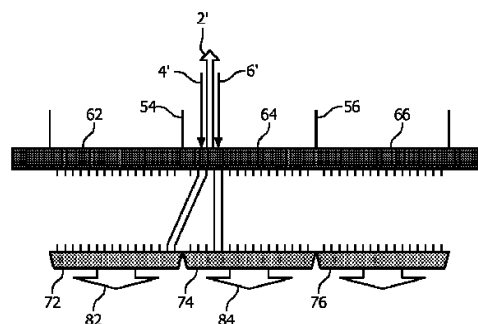


FIG. 5A

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

トランスデューサ素子の複数の隣接するパッチとして構成されるトランスデューサ素子のアレイ、

マトリックスアレイの前記トランスデューサ素子に結合されるマイクロビームフォーマであって、

遅延エコー信号を生成するように前記アレイの素子に結合される複数の制御可能なディレイ、

遅延エコー信号を所与のパッチの加算ノードに、又は前記所与のパッチに隣接する加算ノードに案内するように結合される複数の制御可能なスイッチ、及び、

各加算ノードから結合されるマイクロビームフォーマ出力、

を有するマイクロビームフォーマ、及び、

複数のチャンネルを有し、各チャンネルはマイクロビームフォーマ出力から部分ビーム加算信号を受信するように結合されるシステムビームフォーマ、

を有する超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 2】

前記トランスデューサ素子のアレイと前記マイクロビームフォーマが前記超音波トランスデューサプロブ内に設けられ、

前記システムビームフォーマは前記超音波システム内に設けられる、

請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 3】

前記マイクロビームフォーマが、前記制御可能なディレイ及び前記制御可能なスイッチを制御するマイクロビームフォーマ制御装置をさらに有する、請求項2に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 4】

前記トランスデューサ素子のアレイが、トランスデューサ素子の2次元アレイをさらに有する、請求項2に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 5】

前記トランスデューサ素子のアレイが、トランスデューサ素子の1次元アレイをさらに有する、請求項2に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 6】

前記加算ノードが、マイクロビームフォーマ出力ラインをさらに有する、請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 7】

前記加算ノードが、マイクロビームフォーマ出力バスをさらに有する、請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 8】

前記トランスデューサ素子のアレイが、前記所与のパッチ上で中心をとるビームを送信するように動作可能で、

第1複数の制御可能なスイッチは、前記ビームの中心の第1側部の素子からの信号を、前記所与のパッチの加算ノードへ案内するように制御され、

第2複数の制御可能なスイッチは、前記ビームの中心の第2側部の素子からの信号を、隣接するパッチの前記加算ノードへ案内するように制御され、かつ、

前記システムビームフォーマは、パッチから受信されるビーム加算信号を処理してマルチライン信号を生成するように構成される、

請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 9】

前記システムビームフォーマが、前記の送信されたビームの中心のいずれかの側部に位置するマルチラインに沿って受信されるように受信エコー信号を操作するようにさらに構成される、請求項8に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

各パッチが公称数のトランスデューサ素子を有し、
前記所与のパッチの第1複数の遅延エコー信号が、前記所与のパッチの加算ノードへ案内され、
前記所与のパッチの第2複数の遅延エコー信号が、第1隣接パッチの前記加算ノードに結合され、
前記所与のパッチの第3複数の遅延エコー信号が、第2隣接パッチの前記加算ノードに結合され、かつ、
前記システムビームフォーマが、前記公称数のトランスデューサ素子のよりも小さなパッチサイズで動作するように構成される、
請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

10

【請求項 11】

前記トランスデューサ素子の公称数が16である、請求項10に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 12】

前記公称数よりも小さな前記パッチサイズが8つのトランスデューサ素子である、請求項11に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項 13】

各パッチが公称数のトランスデューサ素子を有し、
前記所与のパッチの複数の遅延エコー信号が前記所与のパッチの加算ノードへ案内され、
前記所与のパッチの複数の遅延エコー信号が前記所与のパッチの加算ノードに結合され、
第2隣接パッチの複数の遅延エコー信号が、前記所与のパッチの加算ノードに結合され、かつ、
前記システムビームフォーマが、前記公称数のトランスデューサ素子のよりも大きなパッチサイズで動作するように構成される、
請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

20

【請求項 14】

前記公称数が16である、請求項13に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

30

【請求項 15】

前記公称数よりも大きな前記パッチサイズが32のトランスデューサ素子のパッチである、請求項13に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療診断超音波システムに関し、具体的には、マルチラインイメージング用のマイクロビームフォーマを備える超音波トランスデューサプロブに関する。

40

【背景技術】

【0002】

超音波アレイトランスデューサは、2次元(2D)画像平面を可視化するための複数のトランスデューサ素子からなる単一の列として、又は、3次元領域を可視化するための複数のトランスデューサ素子からなる2次元(2D)アレイとして構成されて良い。2Dアレイは、方位方向と仰角方向の両方に延びる複数の素子を有する。前記複数の素子は、方位方向と仰角方向のいずれにおいてもビームを集束及び操作するように、完全に独立して操作可能である。これらのアレイは、平坦な配向(orientation)又は曲率を有する配向のいずれかをとりて良い。本発明は、単一の送信事象に応じて複数の受診ラインを生成するために素子の群の一部をビーム生成するアレイ素子の群と結合するマイクロビームフォーマを用い

50

るアレイトランスデューサに関する。

【0003】

2次元(2D)アレイトランスデューサのみならず多数の素子を有する1次元(1D)アレイトランスデューサも、多数のトランスデューサ素子を有することによる問題に直面している。これらの素子の各々は送受信の際に各独立して制御されなければならないので、別個の信号ラインが、各素子に供されなければならない。1Dアレイは100~200個の素子からなる列を有し、100~200本の信号ラインを必要とする。この信号ラインは、比較的小さくて軽いプローブケーブル内に収容可能であるが、チャンネルが比較的少ないシステムビームフォーマで動作することが必要になると考えられる。2Dアレイは、一の次元において100~200列の素子を有し、かつ、他の次元において100~200列の素子を有し得るので、合計で数千もの各独立する素子になる。何千もの信号ラインのケーブルは、ハンドヘルドであって超音波診断技師によって操作されなければならないプローブには実用的ではない。本発明の実施例は、パッチと呼ばれる複数の素子の群の部分ビーム生成を実行するトランスデューサアレイに取り付けられたマイクロビームフォーマ集積回路を使用することによって、これらの問題を解決する。各パッチの各独立して遅延及び加算された信号は、標準サイズのケーブルを介して、超音波システムビームフォーマへ伝えられる。超音波システムビームフォーマでは各パッチからの加算された信号が、システムビームフォーマのチャンネルへ印加される。加算信号がシステムビームフォーマのチャンネルへ印加されることで、ビーム生成操作は完了する。プローブ内のマイクロビームフォーマとシステムビームフォーマのチャンネルとの間でのビーム生成操作全体をこのように分けることで、プローブと超音波システムビームフォーマとの間で相対的に少ない数の信号ラインを有するケーブルの使用が可能となることは、たとえば特許文献1乃至4に記載されている。

10

20

【0004】

ディスプレイのフレーム速度を増大させるため、又は、走査ライン密度を増大させるため、単一の送信事象に応じて複数の走査ラインを受信することが通常は望ましい。複数の受信ラインは、複数の方法によって少数の送信事象から生成されて良い。一の方法は、特許文献5に記載されているように実際の受信ライン間で合成受信ラインを補間することである。特許文献5で示された実施例では、2つの合成受信ラインが、実際の受信ラインの各対間で補間される。他のマルチライン受信方法は、前に受信されたラインのバッファリングを必要としないものであるが、エコーが一の送信事象から受信される際に、受信されたエコー信号の別個の異なる遅延を適用することによって、複数のラインをビーム生成することである。各異なる遅延は、各異なる方向に進行するように操作される複数の各異なるビームを生成し得る。一の方法は、特許文献6に記載されているように複数の走査ラインの位置に超音波を照射する「太い」ビームを送信することである。複数のビームは、複数の走査ラインに沿って受信されるエコーから生成される。他の方法は、特許文献7に記載されているように、各異なる方向に複数のビームを同時に送信し、かつ、複数の方向の受信ビームを同時に生成することである。いずれの場合でも、エコーは、受信される際に各異なる遅延によって各異なるように遅延され、その後別個に加算されて、複数の受信ビームが同時に生成される。

30

【0005】

マイクロビームフォーマを備える超音波プローブは一般的に、対応するシステムビームフォーマの構成で動作する、所定の構成を有するように設計される。マイクロビームフォーマを備える市販されたプローブは、システムビームフォーマのチャンネル数と一致するマイクロビームフォーマの出力数を有するマイクロビームフォーマを有する。たとえば64個の素子を有する1Dアレイプローブは、各々が8の各独立するトランスデューサ素子で構成される、8のパッチを備えるように構成されて良い。8チャンネルシステムビームフォーマの8のチャンネルに結合される8のパッチ出力から8の一部がビーム生成された信号が供される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】米国特許第5229933号明細書

【特許文献 2】米国特許第5997479号明細書

【特許文献 3】米国特許第6013032号明細書

【特許文献 4】米国特許第6126602号明細書

【特許文献 5】米国特許第5318033号明細書

【特許文献 6】米国特許第4644795号明細書

【特許文献 7】米国特許第7537567号明細書

【特許文献 8】米国特許第7927280号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしシステムビームフォーマがマルチラインビーム生成を実行するときに問題が生じる。その場合、各異なるシステムビームフォーマチャネルは、各異なる遅延を部分的にビーム生成された信号に与えることで、各異なった方向に向けられたマルチライン - たとえば、あるビームは送信ビームの中心の左へ向けられ、別なビームは中心の右へ向けられる - を生成する。ビーム生成は、受信の際に拡張するアパーチャを用いる。具体的にはビーム生成は、近接場での受信開始用には小さなアパーチャの状態を開始し、エコーが増大する場の深度から受信される際には、さらなる素子をアパーチャへ加えることによってそのアパーチャを拡張させる。そのため問題が生じる。送信ビームと受信ビームの位置に依存して、受信中に近接場において用いられる少数の素子は、システムビームフォーマの単一チャネルにのみ接続される同一のマイクロビームフォーマであって良い。よって単一チャネルの単一の遅延のみが、近接場において受信されるエコーには与えられて良い。アパーチャが拡張することで、加えられた素子は結局、各異なるシステムビームフォーマチャネルに結合される隣接するパッチの素子となることで、各異なる遅延を与えることが可能となり、問題が解決される。ビームの位置にかかわらず、それによりマルチラインが、たとえ近接場からであっても常にエコー受信の初めから生成され得るように、複数のマイクロビームフォーマパッチの素子によって近接場信号を常に受信することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の原理によると、超音波トランスデューサプローブは、システムビームフォーマのチャネルと結合する部分ビーム加算パッチ出力を有するマイクロビームフォーマを備えるアレイトランスデューサを利用する。各パッチの素子は、従来のパッチ構成をとる標準的な接続を有するが、少なくとも1つの隣接するパッチの加算ノードに接続されるように選択的に切り換えられても良い。これにより、従来のパッチの素子は、各異なるパッチ、つまりはシステムビームフォーマの複数の独立するチャネルへ選択的に結合することが可能となる。よって当該システムビームフォーマは、たとえ近接場でも複数の受信マルチラインを同時に生成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の2Dの曲率を有するアレイトランスデューサとマイクロビームフォーマプローブをブロック図で表している。

【図 2】部分ビーム加算マイクロビームフォーマの基本概念を表すブロック図である。

【図 3】標準的なマイクロビームフォーマの構成の3つのパッチを表している。

【図 4】標準的なマイクロビームフォーマの構成によるマルチラインビーム生成の問題を表している。

【図 5 A】本発明の原理に従った、拡張するアパーチャによるマルチライン生成のためにエコーを受信するときの、本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図 5 B】本発明の原理に従った、拡張するアパーチャによるマルチライン生成のためにエコーを受信するときの、本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図5C】本発明の原理に従った、拡張するアパーチャによるマルチライン生成のためにエコーを受信するときの、本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図5D】本発明の原理に従った、拡張するアパーチャによるマルチライン生成のためにエコーを受信するときの、本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図6】本発明の原理に従って構築されたマイクロビームフォーマをブロック図で表している。

【図7】多数のチャンネルのシステムビームフォーマで動作するように構成されるときの本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図8】少数のチャンネルのシステムビームフォーマで動作するように構成されるときの本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【発明を実施するための形態】

【0010】

最初に図1を参照すると、本発明の原理に従って構築された超音波システムが示されている。プローブ10は、2次元トランスデューサ12を有する。2次元トランスデューサ12は、この例では、たとえば特許文献8で示されているように仰角方向で曲率を有する。アレイの素子は、プローブ中のトランスデューサアレイ後方に設けられるマイクロビームフォーマ14に結合される。マイクロビームフォーマは、所定期間の送信パルスのアレイの素子へ与えることで、所望の方向のビームを、アレイ前方の3次元画像領域内の所望の集束点へ送信する。送信されたビームからのエコーは、アレイ素子によって受信され、かつ、マイクロビームフォーマ14の遅延に結合される。マイクロビームフォーマ14では、送信されたビームからのエコーは各独立して遅延される。パッチを含む複数のトランスデューサ素子の群の遅延された信号は、パッチ用の部分加算信号を生成するように結合される。この実施例におけるパッチの素子は、共に動作し、そのパッチの素子の信号を、参照信号に対して各独立に遅延させ、その後マイクロビームフォーマによって結合することで、プローブ導体用のパッチ又は超音波システムビームフォーマチャンネルから一の信号を生成する。典型的な実施例では、結合は、パッチの素子からの遅延された信号を共通のバス又は加算ノードへ結合することによって行われる。その結果、加算回路又は他の複雑な回路は不要となる。各パッチの加算ノードは、ケーブル16の導体に結合される。前記導体は、部分加算ビームのパッチ信号をシステムのメインフレームへ伝える。システムのメインフレームでは、パッチ信号は、デジタル化され、かつ、システムビームフォーマ22のチャンネルに結合される。システムビームフォーマ22は、各パッチ信号を適切に遅延させる。遅延された信号はその後、コヒーレントに操作及び集束された受信ビームを生成するように結合される。3D画像領域からのビーム信号は、画像表示装置30上で表示するために2D又は3D画像を生成するように、システム画像処理装置24によって処理される。超音波システムパラメータ - たとえばプローブ選択、ビームの操作及び集束、並びに、信号及び画像の処理 - の制御は、システムの様々なモジュールと結合する制御装置26の制御下で行われる。プローブ10の場合では、この制御情報の一部は、システムメインフレームからケーブル16のデータラインを介して供される。ユーザーは、制御パネル20の手段によってこれらの動作パラメータの多くを制御する。

【0011】

図2は、部分加算マイクロビームフォーマの基本概念を表している。図2は、破線33と35によって3つの領域に区分されている。プローブ10の構成要素は破線33の左側に示されている。システムメインフレームの構成要素は破線35の右側に示されている。ケーブル16は破線33と35との間に示されている。プローブのトランスデューサアレイ12の素子は、連続するトランスデューサ素子のパッチに分けられる。アレイ12の5つのパッチが図示されている。各パッチは9の隣接する素子を含む。パッチ12a, 12c及び12e用のマイクロビームフォーマチャンネルが図示されている。パッチ12aの9の素子は、DL1で示されるマイクロビームフォーマの9の遅延ラインに結合される。同様に、パッチ12cと12eの9の素子は、DL2とDL3で示される遅延ラインにそれぞれ結合される。これらの遅延ラインによって与えられる遅延は、多数の変数 - たとえばアレイのサイズ、素子のピッチ、パッチの間隔と寸法、ビ

10

20

30

40

50

ーム操作と集束の範囲等 - の関数である。遅延ライン群DL1,DL2,DL3の各々は、各パッチの素子からパッチ用の共通期間又は参照位相への信号を遅延させる。続いて遅延ラインの各群からの9の遅延された信号は、素子のパッチからのアレイの部分加算信号を生成するように、各対応する加算器シグマによって結合される。各部分加算信号は、別個のバス15a,15b,及び15cに移される。別個のバス15a,15b,及び15cの各々は、ケーブル16の導体に結合される。ケーブル16は、部分加算信号をシステムメインフレームへ伝える。システムメインフレームでは、各部分加算信号が、システムビームフォーマ22のチャンネルの遅延ライン22a,22b,22cに与えられる。これらの遅延ラインは、部分加算信号を操作して、システムビームフォーマ加算器22sの出力で共通ビームとなるように集束させる。続いて十分に生成されたビームは、さらなる信号処理と表示のためにシステム画像処理装置へ送られる。図2の例は9の素子からなるパッチを有するものが示されているが、構築されたマイクロビームフォーマシステムは通常、9よりも多い数 - たとえば16,32,48,若しくは70又はそれ以上 - の素子を備えるパッチを有する。パッチの素子は、互いに隣接して良いし、離間して良いし、又さらには、チェッカー盤のパターンで混合されても良い。この場合、「奇数」の番号が付された素子は一のパッチで結合され、かつ、「偶数」の番号が付された素子は他のパッチで結合される。パッチは、正方形、長方形、菱形、六角形、又は、他の任意の所望の形状であって良い。

【0012】

図3は、標準的な構成のプロープアレイトランスデューサとマイクロビームフォーマの簡略図である。線52,54,56,及び58は、マイクロビームフォーマの3つのパッチ間の境界を表している。暗い領域62,64,及び66は、各パッチの素子とディレイラインを表している。この例では、各パッチは、16の素子とディレイラインを含む。各パッチの素子とディレイラインは、72,74,76で示された3つのパッチの加算ノードに結合される。加算ノードは、16の素子の信号とパッチのディレイラインとを結合し、かつ、出力の矢印82,84,及び86で示されたシステムビームフォーマのチャンネルに結合される一のビーム加算出力信号を生成する。

【0013】

この説明と共に、図4は、標準的な構成のマイクロビームフォーマによってマルチラインビームを生成しようとするときに直面する問題を表している。図4では、影付けされた三角形63,65,67は、3つのパッチの16の素子とディレイラインを描いている。各パッチの素子とディレイラインは共通の加算出力に結合される。上方を指し示す広い矢印2,2',及び2''は、3つの送信ビームを示している。前記3つの送信ビームは、アレイ前方の画像領域を走査するため、アレイに沿って各異なる回数及び各異なる地点から送信される。この例では、各送信ビームは、その送信ビームの中心の各側部に位置するマルチライン位置4(4',4'')及び6(6',6'')に照射される。続いて2つのマルチライン - 2xマルチラインと呼ばれる - は、各送信ビームに応じて受信される。より高次のマルチライン - たとえば4x,8x,又は16xマルチライン - が用いられても良い。送信ビーム2が送信された後、エコーが受信される。エコーは、近接場で開始され、かつ、システムビームフォーマ内で各異なるように遅延及び加算される。その結果受信マルチラインは、受信のため、2つのマルチライン位置に沿うように操作される。

【0014】

送信ビーム2''はパッチ65の中心に位置するのがわかる。エコーが、このパッチ位置周辺の素子によって受信されることで受信マルチライン4''と6''となると、受信マルチライン4''と6''は、少なくとも近接場では、同一のパッチ65の素子によって受信される。よって近接場において受信される信号は、遅延され、かつ、パッチの出力84で一のビーム加算信号となるように結合され、かつ、システムビームフォーマの単一のチャンネルに結合される。システムビームフォーマの単一のチャンネルは、信号に遅延を与える。同様に、送信ビーム2'のいずれかの側部の2つのマルチライン位置4'と6'では、近接場エコーは、パッチ65の素子のみによって受信される。この問題は、パッチ63と65との間の境界で中心をとる送信ビーム2の場合には起こらない。送信ビームの中心のいずれか側部で

10

20

30

40

50

あるマルチライン位置4と6からの近接場エコーは、パッチ63と65の素子によって受信され、かつ、2つのシステムビームフォーマチャネルに結合される。2つのシステムビームフォーマチャネルでは、各異なる遅延が、別個のビーム加算信号に与えられて良い。この特別な送信ビームとそのマルチラインには、各異なるマルチラインのビーム操作が近接場で始まる際の近接場アーティファクトが存在しない。

【0015】

図5A-5Dは、どのようにしてこの近接場マルチラインビーム操作問題が、本発明に従って解決され得るのかを表している。図5Aでは、パッチ64上で中心をとるビーム2'が送信された。マルチライン4'と6'は、送信ビームの中心のいずれかの側部で受信される。近接場では、エコー受信は最初、パッチ64の4つの素子とディレイ - 2つは送信ビームの中心の左側に位置し、2つは送信ビームの中心の右側に位置する - のみによって実行される。ビームの中心の右側に位置する2つの素子は、標準的な構成においてパッチ64の加算ノードに結合される。しかしビームの中心の右側に位置する2つの素子は、パッチ64の左側に位置するパッチ62の加算ノードに結合される。加算ノード74に結合される2つの受信及び遅延信号を加算したものはビーム加算出力84で生成される。加算ノード72に結合される2つの受信及び遅延信号を加算したものは、ビーム加算出力82で生成される。これら2つの出力がシステムビームフォーマの各異なるチャネルに結合されるので、これら2つの出力は、システムビームフォーマによって各異なるように遅延され得る。それにより受信されたエコー信号を送信ビームの中心のいずれかの側部へ並進させることが可能となる。送信ビームの中心の左側に位置する素子からの受信及び遅延信号を、隣接するパッチ62の加算ノード72へ接続するため、各信号路について2つの位置を備えるスイッチが用いられて良い。スイッチが公称位置に設定されているとき、素子からの信号は、公称配置において、パッチ64の加算ノード74に結合される。スイッチが第2の位置に設定されているとき、信号は、隣接するパッチ62の加算ノード72に結合される。

【0016】

前述したように、エコーがより深くから受信されることで、ビームフォーマシステムの受信アパーチャは拡張される。この例では、エコーがより深くから受信される際に、アパーチャは続いて、本来の4つの素子のいずれかの側部に追加の素子を加えることによって拡張される。図5Bは、送信ビームの中心の右側の3つの素子が加算ノード74のパッチ64に結合され、かつ、送信ビームの中心の左側の3つの素子が加算ノード72のパッチ62に結合される様子を表している。2つのビーム加算は、出力82と84からのシステムビームフォーマの2つのチャネルに結合される。図5C及び図5Dに示されているように、このようなアパーチャの拡張は、送信ビームの中心のいずれかの側部に一の素子が追加され、続いて他の素子が追加されることで、より深くでも続く。この例の最初にあるように、ビームの中心の左側の素子とディレイはすべて隣接するパッチ62の加算ノード72とビーム加算出力82に結合され、かつ、ビームの中心の右側の素子とディレイはすべてマイクロビームフォーマのパッチ64の加算ノード74とビーム加算出力84に結合される。よってシステムビームフォーマは、たとえ最も浅い深さでのエコー受信の場合でさえも、ビームの中心の適切な側部に沿って各マルチラインを連続的に操作することが可能である。

【0017】

このような受信エコー信号の分離を可能にする本発明の実施例のブロック図が図6に表されている。アレイトランスデューサ12の素子が、超音波プローブのマイクロビームフォーマ14の遅延DLに結合した状態で示されている。マイクロビームフォーマ制御装置40は、遅延制御ライン44によって示されているように、遅延制御部を介して与えられる遅延の大きさを制御する。マイクロビームフォーマ制御装置は、メインシステムから1つ以上のライン42を介して制御信号を受信する。スイッチマトリックス32は、各々が各対応する遅延DLから信号を受信するように結合するスイッチを有する。スイッチが機械的スイッチとして形成される一方で、構築された実施例では、スイッチは、アナログのバスタードとして半導体で作製される。この好適実施例での各スイッチのアームは、3つのとり得る設定 - 位置a,b及びc - を有する。位置bは、素子とディレイを通常の加算ノードに結合する公称

10

20

30

40

50

上の真っ直ぐ先の位置である。これまでの例では、このことは、スイッチがこの位置に設定されているときには、パッチ64の素子とディレイが、加算ノード74と出力84に結合されることを意味する。スイッチを位置aに設定することで、素子とディレイは真っ直ぐ先のパッチの一の側部に位置するパッチへ結合され、かつ、スイッチを位置cに設定することで、素子とディレイは真っ直ぐ先のパッチの他の側部に位置するパッチへ結合される。たとえば、パッチ64のスイッチが位置aに設定されるときには、スイッチの信号は、左側に位置するパッチ62の加算ノード72に結合され、かつ、パッチ64のスイッチが位置cに設定されるときには、そのスイッチの信号は、右側に位置するパッチ66の加算ノード76に結合される。図6の実施例では、スイッチマトリックスの上部に示されるスイッチのすべてを位置bに設定することで、ディレイDLはマイクロビームフォーマの出力ライン34bに結合される。出力ライン34bは、ケーブル16のラインを介してシステムマイクロビームフォーマの一のチャンネルに結合される。これらのスイッチのすべてが出力ライン34bに結合されるとき、それらの信号のすべては、そのライン上で一のビーム加算信号となるように結合される。同様に、スイッチが上部で位置aに設定されるときには、それらの信号は、出力ライン34a上で結合され、かつ、ケーブルを介してシステムビームフォーマの他のチャンネルに結合され、かつ、スイッチが位置cに設定されるときには、それらの信号は、出力ライン34c上で結合され、かつ、ケーブルを介してシステムビームフォーマの第3チャンネルに結合される。スイッチマトリックス中で3つの位置を備えるスイッチを用いることで、2つの隣接するパッチのいずれかへ信号を案内する機能が供され、かつ、後述する例で示されるように、部分ビーム加算の自由度が大きくなる。マイクロビームフォーマ制御装置からのライン46上でのパッチ切り換え制御信号によって可能となるこの制御設定は、パッチが両側部に他のパッチを有している限り可能であることに留意して欲しい。アレイの端部では、パッチは、そのパッチの端部を超えた位置にパッチを有していないので、この制御は完全に実行できない。このような境界条件を除けば、この制御は、アレイとそのパッチの長さの他の部分に勝る。

【0018】

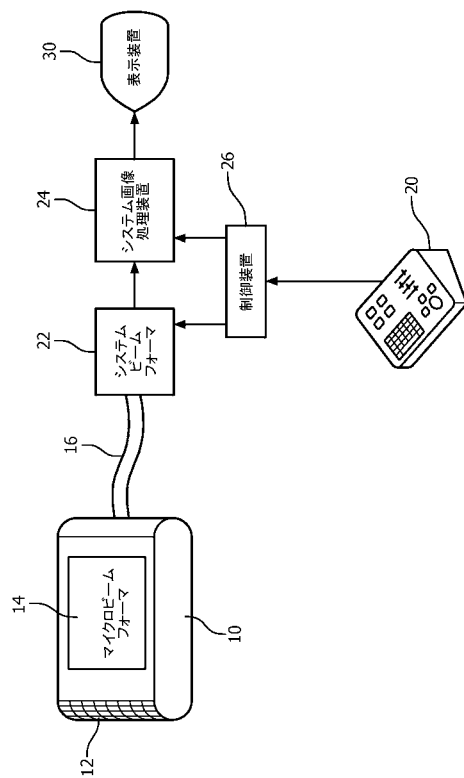
パッチの素子からの信号を、その信号自身のパッチだけではなく、いずれかの側部に隣接するパッチへ結合する機能によって、各異なるシステムビームフォーマの構成用にパッチを再構成することが可能となる。これまでの例では、各パッチは公称上、16の素子を有するので、マイクロビームフォーマは、公称パッチサイズから16:1のビーム加算を精製することがわかる。たとえばプローブが、2倍のチャンネル数のシステムビームフォーマと共に動作する場合、図7に示されているように、8:1のビーム加算に切り換えることによってチャンネル数が増大するという利点を得ることができる。この例では、中央のパッチ64の8つの素子とディレイが、パッチの加算ノード74と出力84に結合されることがわかる。パッチの4つの素子とディレイは、パッチ62の4つの素子とディレイと共に、左側のパッチ62の加算ノード72とその出力82に結合される。同様に、パッチ64の他の4つの素子とディレイは、パッチ66の4つの素子とディレイと共に、右側のパッチ66の加算ノード76とその出力86に結合される。このようなアレイ素子からの信号の切り換えは、8:1の加算信号を生成し、プローブのアーチャの再画定する。

【0019】

図8の装置は、チャンネル数の減少したシステムビームフォーマの状況を与えている。この例では、第1例のチャンネル数のわずか半分のシステムビームフォーマが利用可能である。よってシステムビームフォーマチャンネルによって処理される信号数は、この例で示されているようにスイッチを設定して信号を結合することによって2倍になり得る。パッチ64の素子とディレイのすべては、公称位置bに設定される。それによりすべての信号は、パッチの加算ノード74と出力84に結合される。それに加えて、隣接するパッチ62の8つの素子とディレイもまた、スイッチを位置cに設定することによって加算ノード74に結合され、かつ、他の隣接するパッチ66の8つの素子とディレイもまた、スイッチを位置aに設定することによって加算ノード74に結合される。よって32:1のビーム加算信号が、マイクロビームフォーマ出力84に生成され、かつ、システムビームフォーマチャンネルに結合される。

ここでシステムビームフォーマチャネルは、プローブ内においてより大きなパッチサイズで動作する。

【図 1】



【図 2】

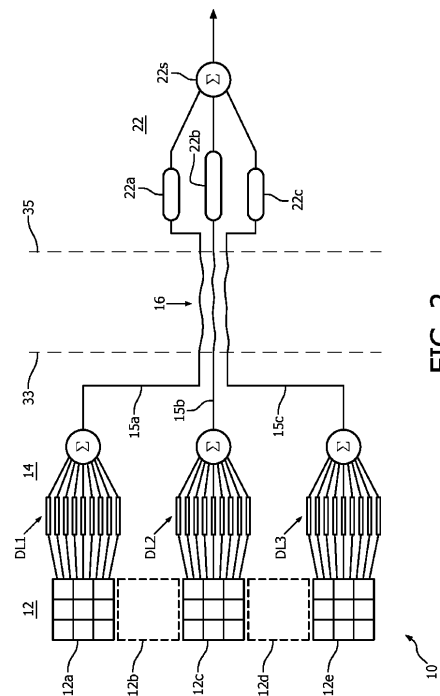


FIG. 2

【図 3】

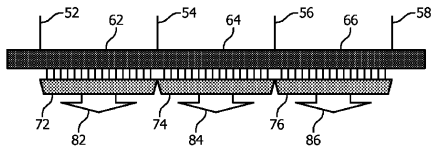


FIG. 3

【図 4】

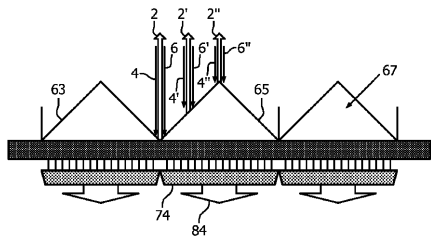


FIG. 4

【図 5 A】

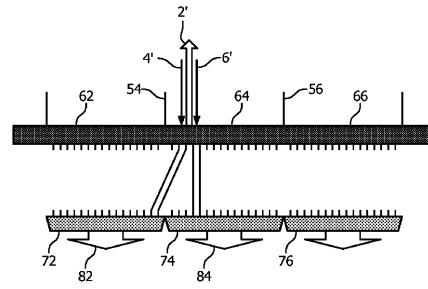


FIG. 5A

【図 5 B】

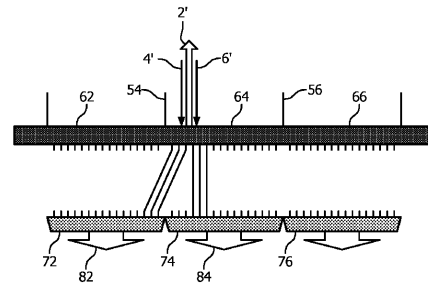


FIG. 5B

【図 5 C】

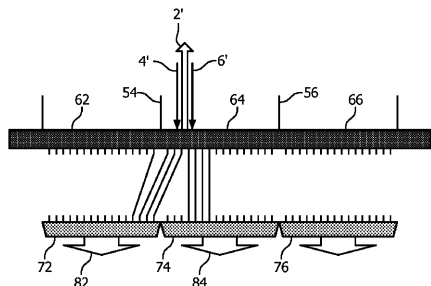


FIG. 5C

【図 5 D】

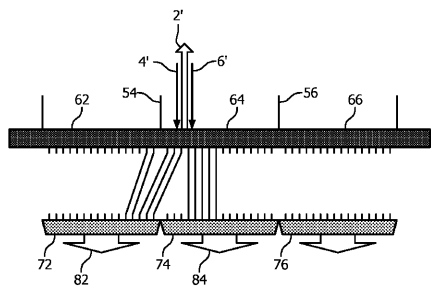
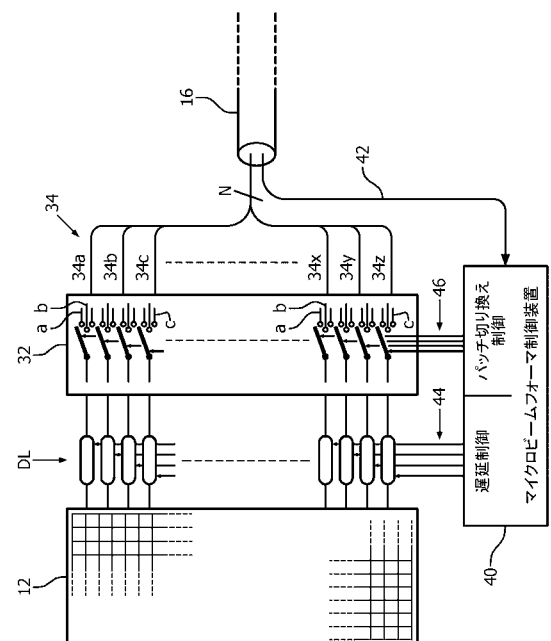


FIG. 5D

【図 6】



【図 7】

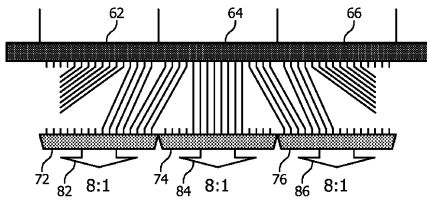


FIG. 7

【図 8】

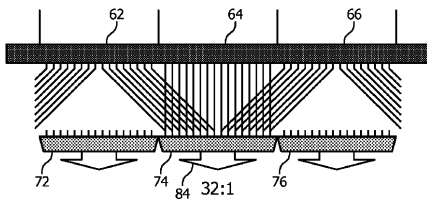


FIG. 8

【手続補正書】

【提出日】平成27年6月4日(2015.6.4)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トランスデューサ素子の複数の隣接するパッチとして構成されるトランスデューサ素子のアレイ、

マトリックスアレイの前記トランスデューサ素子に結合されるマイクロビームフォーマであって、

遅延エコー信号を生成するように前記アレイの素子に結合される複数の制御可能なディレイ、

遅延エコー信号を所与のパッチの加算ノードに、又は前記所与のパッチに隣接する加算ノードに案内するように結合される複数の制御可能なスイッチ、及び、

各加算ノードから結合されるマイクロビームフォーマ出力、

を有するマイクロビームフォーマ、及び、

複数のチャンネルを有し、各チャンネルはマイクロビームフォーマ出力から部分ビーム加算信号を受信するように結合されるシステムビームフォーマ、

を有し、

前記トランスデューサ素子のアレイが、前記所与のパッチ上で中心をとるビームを送信するように動作可能で、

第1複数の制御可能なスイッチは、前記ビームの中心の第1側部の素子からの信号を、前

記所与のパッチの加算ノードへ案内するように制御され、

第2複数の制御可能なスイッチは、前記ビームの中心の第2側部の素子からの信号を、隣接するパッチの前記加算ノードへ案内するように制御され、かつ、

前記システムビームフォーマは、パッチから受信されるビーム加算信号を処理してマルチライン信号を生成するように構成される、

ことを特徴とする超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項2】

前記トランスデューサ素子のアレイと前記マイクロビームフォーマが前記超音波トランスデューサプロブ内に設けられ、

前記システムビームフォーマは前記超音波システム内に設けられる、

請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項3】

前記マイクロビームフォーマが、前記制御可能なディレイ及び前記制御可能なスイッチを制御するマイクロビームフォーマ制御装置をさらに有する、請求項2に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項4】

前記トランスデューサ素子のアレイが、トランスデューサ素子の2次元アレイをさらに有する、請求項2に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項5】

前記トランスデューサ素子のアレイが、トランスデューサ素子の1次元アレイをさらに有する、請求項2に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項6】

前記加算ノードが、マイクロビームフォーマ出力ラインをさらに有する、請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項7】

前記加算ノードが、マイクロビームフォーマ出力バスをさらに有する、請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【請求項8】

前記システムビームフォーマが、前記の送信されたビームの中心のいずれかの側部に位置するマルチラインに沿って受信されるように受信エコー信号を操作するようにさらに構成される、請求項1に記載の超音波トランスデューサプロブ及び超音波システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療診断超音波システムに関し、具体的には、マルチラインイメージング用のマイクロビームフォーマを備える超音波トランスデューサプロブに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波アレイトランスデューサは、2次元(2D)画像平面を可視化するための複数のトランスデューサ素子からなる単一の列として、又は、3次元領域を可視化するための複数のトランスデューサ素子からなる2次元(2D)アレイとして構成されて良い。2Dアレイは、方位方向と仰角方向の両方に延びる複数の素子を有する。前記複数の素子は、方位方向と仰角方向のいずれにおいてもビームを集束及び操作するように、完全に独立して操作可能である。これらのアレイは、平坦な配向(orientation)又は曲率を有する配向のいずれかをとり、本発明は、単一の送信事象に応じて複数の受診ラインを生成するために素

子の群の一部をビーム生成するアレイ素子の群と結合するマイクロビームフォーマを用いるアレイトランスデューサに関する。

【0003】

2次元(2D)アレイトランスデューサのみならず多数の素子を有する1次元(1D)アレイトランスデューサも、多数のトランスデューサ素子を有することによる問題に直面している。これらの素子の各々は送受信の際に各独立して制御されなければならないので、別個の信号ラインが、各素子に供されなければならない。1Dアレイは100~200個の素子からなる列を有し、100~200本の信号ラインを必要とする。この信号ラインは、比較的小さくて軽いプローブケーブル内に収容可能であるが、チャンネルが比較的少ないシステムビームフォーマで動作することが必要になると考えられる。2Dアレイは、一の次元において100~200列の素子を有し、かつ、他の次元において100~200列の素子を有し得るので、合計で数千もの各独立する素子になる。何千もの信号ラインのケーブルは、ハンドヘルドであって超音波診断技師によって操作されなければならないプローブには実用的ではない。本発明の実施例は、パッチと呼ばれる複数の素子の群の部分ビーム生成を実行するトランスデューサアレイに取り付けられたマイクロビームフォーマ集積回路を使用することによって、これらの問題を解決する。各パッチの各独立して遅延及び加算された信号は、標準サイズのケーブルを介して、超音波システムビームフォーマへ伝えられる。超音波システムビームフォーマでは各パッチからの加算された信号が、システムビームフォーマのチャンネルへ印加される。加算信号がシステムビームフォーマのチャンネルへ印加されることで、ビーム生成操作は完了する。プローブ内のマイクロビームフォーマとシステムビームフォーマのチャンネルとの間でのビーム生成操作全体をこのように分けることで、プローブと超音波システムビームフォーマとの間で相対的に少ない数の信号ラインを有するケーブルの使用が可能となることは、たとえば特許文献1乃至4に記載されている。

【0004】

ディスプレイのフレーム速度を増大させるため、又は、走査ライン密度を増大させるため、単一の送信事象に応じて複数の走査ラインを受信することが通常は望ましい。複数の受信ラインは、複数の方法によって少数の送信事象から生成されて良い。一の方法は、特許文献5に記載されているように実際の受信ライン間で合成受信ラインを補間することである。特許文献5で示された実施例では、2つの合成受信ラインが、実際の受信ラインの各対間で補間される。他のマルチライン受信方法は、前に受信されたラインのバッファリングを必要としないものであるが、エコーが一の送信事象から受信される際に、受信されたエコー信号の別個の異なる遅延を適用することによって、複数のラインをビーム生成することである。各異なる遅延は、各異なる方向に進行するように操作される複数の各異なるビームを生成し得る。一の方法は、特許文献6に記載されているように複数の走査ラインの位置に超音波を照射する「太い」ビームを送信することである。複数のビームは、複数の走査ラインに沿って受信されるエコーから生成される。他の方法は、特許文献7に記載されているように、各異なる方向に複数のビームを同時に送信し、かつ、複数の方向の受信ビームを同時に生成することである。いずれの場合でも、エコーは、受信される際に各異なる遅延によって各異なるように遅延され、その後別個に加算されて、複数の受信ビームが同時に生成される。

【0005】

マイクロビームフォーマを備える超音波プローブは一般的に、対応するシステムビームフォーマの構成で動作する、所定の構成を有するように設計される。マイクロビームフォーマを備える市販されたプローブは、システムビームフォーマのチャンネル数と一致するマイクロビームフォーマの出力数を有するマイクロビームフォーマを有する。たとえば64個の素子を有する1Dアレイプローブは、各々が8の各独立するトランスデューサ素子で構成される、8のパッチを備えるように構成されて良い。8チャンネルシステムビームフォーマの8のチャンネルに結合される8のパッチ出力から8の一部がビーム生成された信号が供される。

特許文献9は、複数のトランスデューサ素子の複数のパッチ内に配置される2次元アレイ

を有する超音波診断イメージングシステムを開示している。トランスデューサ素子のパッチの各々は、各パッチの部分加算ビームを最終的なビーム状信号となるようにビーム生成するシステムビームフォーマの選ばれたチャンネルに結合可能な出力を有するビームフォーマディレイラインの群に結合される。トランスデューサ素子から選ばれたビームフォーマチャンネルへ遅延信号を案内する機能によって、アパーチャがアレイにわたって並進される際に、パッチの境界を変化させることが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第5229933号明細書

【特許文献2】米国特許第5997479号明細書

【特許文献3】米国特許第6013032号明細書

【特許文献4】米国特許第6126602号明細書

【特許文献5】米国特許第5318033号明細書

【特許文献6】米国特許第4644795号明細書

【特許文献7】米国特許第7537567号明細書

【特許文献8】米国特許第7927280号明細書

【特許文献9】米国特許第7927280号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしシステムビームフォーマがマルチラインビーム生成を実行するときに問題が生じる。その場合、各異なるシステムビームフォーマチャンネルは、各異なる遅延を部分的にビーム生成された信号に与えることで、各異なった方向に向けられたマルチライン - たとえば、あるビームは送信ビームの中心の左へ向けられ、別なビームは中心の右へ向けられる - を生成する。ビーム生成は、受信の際に拡張するアパーチャを用いる。具体的にはビーム生成は、近接場での受信開始用には小さなアパーチャの状態を開始し、エコーが増大する場の深度から受信される際には、さらなる素子をアパーチャへ加えることによってそのアパーチャを拡張させる。そのため問題が生じる。送信ビームと受信ビームの位置に依存して、受信中に近接場において用いられる少数の素子は、システムビームフォーマの単一チャンネルにのみ接続される同一のマイクロビームフォーマであって良い。よって単一チャンネルの単一の遅延のみが、近接場において受信されるエコーには与えられて良い。アパーチャが拡張することで、加えられた素子は結局、各異なるシステムビームフォーマチャンネルに結合される隣接するパッチの素子となることで、各異なる遅延を与えることが可能となり、問題が解決される。ビームの位置にかかわらず、それによりマルチラインが、たとえ近接場からであっても常にエコー受信の初めから生成され得るように、複数のマイクロビームフォーマパッチの素子によって近接場信号を常に受信することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の原理によると、超音波トランスデューサプロブは、システムビームフォーマのチャンネルと結合する部分ビーム加算パッチ出力を有するマイクロビームフォーマを備えるアレイトランスデューサを利用する。各パッチの素子は、従来のパッチ構成をとる標準的な接続を有するが、少なくとも1つの隣接するパッチの加算ノードに接続されるように選択的に切り換えられても良い。これにより、従来のパッチの素子は、各異なるパッチ、つまりはシステムビームフォーマの複数の独立するチャンネルへ選択的に結合することが可能となる。よって当該システムビームフォーマは、たとえ近接場でも複数の受信マルチラインを同時に生成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の2Dの曲率を有するアレイトランスデューサとマイクロビームフォーマブ

ローブをブロック図で表している。

【図2】部分ビーム加算マイクロビームフォーマの基本概念を表すブロック図である。

【図3】標準的なマイクロビームフォーマの構成の3つのパッチを表している。

【図4】標準的なマイクロビームフォーマの構成によるマルチラインビーム生成の問題を表している。

【図5A】本発明の原理に従った、拡張するアパーチャによるマルチライン生成のためにエコーを受信するときの、本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図5B】本発明の原理に従った、拡張するアパーチャによるマルチライン生成のためにエコーを受信するときの、本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図5C】本発明の原理に従った、拡張するアパーチャによるマルチライン生成のためにエコーを受信するときの、本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図5D】本発明の原理に従った、拡張するアパーチャによるマルチライン生成のためにエコーを受信するときの、本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図6】本発明の原理に従って構築されたマイクロビームフォーマをブロック図で表している。

【図7】多数のチャンネルのシステムビームフォーマで動作するように構成されるときの本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【図8】少数のチャンネルのシステムビームフォーマで動作するように構成されるときの本発明のマイクロビームフォーマを表している。

【発明を実施するための形態】

【0010】

最初に図1を参照すると、本発明の原理に従って構築された超音波システムが示されている。プローブ10は、2次元トランスデューサ12を有する。2次元トランスデューサ12は、この例では、たとえば特許文献8で示されているように仰角方向で曲率を有する。アレイの素子は、プローブ中のトランスデューサアレイ後方に設けられるマイクロビームフォーマ14に結合される。マイクロビームフォーマは、所定期間の送信パルスのアレイの素子へ与えることで、所望の方向のビームを、アレイ前方の3次元画像領域内の所望の集束点へ送信する。送信されたビームからのエコーは、アレイ素子によって受信され、かつ、マイクロビームフォーマ14の遅延に結合される。マイクロビームフォーマ14では、送信されたビームからのエコーは各独立して遅延される。パッチを含む複数のトランスデューサ素子の群の遅延された信号は、パッチ用の部分加算信号を生成するように結合される。この実施例におけるパッチの素子は、共に動作し、そのパッチの素子の信号を、参照信号に対して各独立に遅延させ、その後マイクロビームフォーマによって結合することで、プローブ導体用のパッチ又は超音波システムビームフォーマチャンネルから一の信号を生成する。典型的な実施例では、結合は、パッチの素子からの遅延された信号を共通のバス又は加算ノードへ結合することによって行われる。その結果、加算回路又は他の複雑な回路は不要となる。各パッチの加算ノードは、ケーブル16の導体に結合される。前記導体は、部分加算ビームのパッチ信号をシステムのメインフレームへ伝える。システムのメインフレームでは、パッチ信号は、デジタル化され、かつ、システムビームフォーマ22のチャンネルに結合される。システムビームフォーマ22は、各パッチ信号を適切に遅延させる。遅延された信号はその後、コヒーレントに操作及び集束された受信ビームを生成するように結合される。3D画像領域からのビーム信号は、画像表示装置30上で表示するために2D又は3D画像を生成するように、システム画像処理装置24によって処理される。超音波システムパラメータ - たとえばプローブ選択、ビームの操作及び集束、並びに、信号及び画像の処理 - の制御は、システムの様々なモジュールと結合する制御装置26の制御下で行われる。プローブ10の場合では、この制御情報の一部は、システムメインフレームからケーブル16のデータラインを介して供される。ユーザーは、制御パネル20の手段によってこれらの動作パラメータの多くを制御する。

【0011】

図2は、部分加算マイクロビームフォーマの基本概念を表している。図2は、破線33と35

によって3つの領域に区分されている。プローブ10の構成要素は破線33の左側に示されている。システムメインフレームの構成要素は破線35の右側に示されている。ケーブル16は破線33と35との間に示されている。プローブのトランスデューサアレイ12の素子は、連続するトランスデューサ素子のパッチに分けられる。アレイ12の5つのパッチが図示されている。各パッチは9の隣接する素子を含む。パッチ12a,12c及び12e用のマイクロビームフォーマチャネルが図示されている。パッチ12aの9の素子は、DL1で示されるマイクロビームフォーマの9の遅延ラインに結合される。同様に、パッチ12cと12eの9の素子は、DL2とDL3で示される遅延ラインにそれぞれ結合される。これらの遅延ラインによって与えられる遅延は、多数の変数 - たとえばアレイのサイズ、素子のピッチ、パッチの間隔と寸法、ビーム操作と集束の範囲等 - の関数である。遅延ライン群DL1,DL2,DL3の各々は、各パッチの素子からパッチ用の共通期間又は参照位相への信号を遅延させる。続いて遅延ラインの各群からの9の遅延された信号は、素子のパッチからのアレイの部分加算信号を生成するように、各対応する加算器シグマによって結合される。各部分加算信号は、別個のバス15a,15b,及び15cに移される。別個のバス15a,15b,及び15cの各々は、ケーブル16の導体に結合される。ケーブル16は、部分加算信号をシステムメインフレームへ伝える。システムメインフレームでは、各部分加算信号が、システムビームフォーマ22のチャネルの遅延ライン22a,22b,22cに与えられる。これらの遅延ラインは、部分加算信号を操作して、システムビームフォーマ加算器22sの出力で共通ビームとなるように集束させる。続いて十分に生成されたビームは、さらなる信号処理と表示のためにシステム画像処理装置へ送られる。図2の例は9の素子からなるパッチを有するものが示されているが、構築されたマイクロビームフォーマシステムは通常、9よりも多い数 - たとえば16,32,48,若しくは70又はそれ以上 - の素子を備えるパッチを有する。パッチの素子は、互いに隣接して良いし、離間して良いし、又さらには、チェッカー盤のパターンで混合されても良い。この場合、「奇数」の番号が付された素子は一のパッチで結合され、かつ、「偶数」の番号が付された素子は他のパッチで結合される。パッチは、正方形、長方形、菱形、六角形、又は、他の任意の所望の形状であって良い。

【 0 0 1 2 】

図3は、標準的な構成のプローブアレイトランスデューサとマイクロビームフォーマの簡略図である。線52,54,56,及び58は、マイクロビームフォーマの3つのパッチ間の境界を表している。暗い領域62,64,及び66は、各パッチの素子とディレイラインを表している。この例では、各パッチは、16の素子とディレイラインを含む。各パッチの素子とディレイラインは、72,74,76で示された3つのパッチの加算ノードに結合される。加算ノードは、16の素子の信号とパッチのディレイラインとを結合し、かつ、出力の矢印82,84,及び86で示されたシステムビームフォーマのチャネルに結合される一のビーム加算出力信号を生成する。

【 0 0 1 3 】

この説明と共に、図4は、標準的な構成のマイクロビームフォーマによってマルチラインビームを生成しようとするときに直面する問題を表している。図4では、影付けされた三角形63,65,67は、3つのパッチの16の素子とディレイラインを描いている。各パッチの素子とディレイラインは共通の加算出力に結合される。上方を指し示す広い矢印2,2',及び2''は、3つの送信ビームを示している。前記3つの送信ビームは、アレイ前方の画像領域を走査するため、アレイに沿って各異なる回数及び各異なる地点から送信される。この例では、各送信ビームは、その送信ビームの中心の各側部に位置するマルチライン位置4(4',4'')及び6(6',6'')に照射される。続いて2つのマルチライン - 2xマルチラインと呼ばれる - は、各送信ビームに応じて受信される。より高次のマルチライン - たとえば4x,8x,又は16xマルチライン - が用いられても良い。送信ビーム2が送信された後、エコーが受信される。エコーは、近接場で開始され、かつ、システムビームフォーマ内で異なるように遅延及び加算される。その結果受信マルチラインは、受信のため、2つのマルチライン位置に沿うように操作される。

【 0 0 1 4 】

送信ビーム2'はパッチ65の中心に位置するのがわかる。エコーが、このパッチ位置周辺の素子によって受信されることで受信マルチライン4'と6'となると、受信マルチライン4'と6'は、少なくとも近接場では、同一のパッチ65の素子によって受信される。よって近接場において受信される信号は、遅延され、かつ、パッチの出力84でのビーム加算信号となるように結合され、かつ、システムビームフォーマの単一のチャンネルに結合される。システムビームフォーマの単一のチャンネルは、信号に遅延を与える。同様に、送信ビーム2'のいずれかの側部の2つのマルチライン位置4'と6'では、近接場エコーは、パッチ65の素子のみによって受信される。この問題は、パッチ63と65との間の境界で中心をとる送信ビーム2'の場合には起こらない。送信ビームの中心のいずれか側部であるマルチライン位置4と6からの近接場エコーは、パッチ63と65の素子によって受信され、かつ、2つのシステムビームフォーマチャンネルに結合される。2つのシステムビームフォーマチャンネルでは、各異なる遅延が、別個のビーム加算信号に与えられて良い。この特別な送信ビームとそのマルチラインには、各異なるマルチラインのビーム操作が近接場で始まる際の近接場アーティファクトが存在しない。

【0015】

図5A-5Dは、どのようにしてこの近接場マルチラインビーム操作問題が、本発明に従って解決され得るのかを表している。図5Aでは、パッチ64上で中心をとるビーム2'が送信された。マルチライン4'と6'は、送信ビームの中心のいずれかの側部で受信される。近接場では、エコー受信は最初、パッチ64の4つの素子とディレイ-2つは送信ビームの中心の左側に位置し、2つは送信ビームの中心の右側に位置する-のみによって実行される。ビームの中心の右側に位置する2つの素子は、標準的な構成においてパッチ64の加算ノードに結合される。しかしビームの中心の右側に位置する2つの素子は、パッチ64の左側に位置するパッチ62の加算ノードに結合される。加算ノード74に結合される2つの受信及び遅延信号を加算したものはビーム加算出力84で生成される。加算ノード72に結合される2つの受信及び遅延信号を加算したものは、ビーム加算出力82で生成される。これら2つの出力がシステムビームフォーマの各異なるチャンネルに結合されるので、これら2つの出力は、システムビームフォーマによって各異なるように遅延され得る。それにより受信されたエコー信号を送信ビームの中心のいずれかの側部へ並進させることが可能となる。送信ビームの中心の左側に位置する素子からの受信及び遅延信号を、隣接するパッチ62の加算ノード72へ接続するため、各信号路について2つの位置を備えるスイッチが用いられて良い。スイッチが公称位置に設定されているとき、素子からの信号は、公称配置において、パッチ64の加算ノード74に結合される。スイッチが第2の位置に設定されているとき、信号は、隣接するパッチ62の加算ノード72に結合される。

【0016】

前述したように、エコーがより深くから受信されることで、ビームフォーマシステムの受信アパーチャは拡張される。この例では、エコーがより深くから受信される際に、アパーチャは続いて、本来の4つの素子のいずれかの側部に追加の素子を加えることによって拡張される。図5Bは、送信ビームの中心の右側の3つの素子が加算ノード74のパッチ64に結合され、かつ、送信ビームの中心の左側の3つの素子が加算ノード72のパッチ62に結合される様子を表している。2つのビーム加算は、出力82と84からのシステムビームフォーマの2つのチャンネルに結合される。図5C及び図5Dに示されているように、このようなアパーチャの拡張は、送信ビームの中心のいずれかの側部に一の素子が追加され、続いて他の素子が追加されることで、より深くでも続く。この例の最初にあるように、ビームの中心の左側の素子とディレイはすべて隣接するパッチ62の加算ノード72とビーム加算出力82に結合され、かつ、ビームの中心の右側の素子とディレイはすべてマイクロビームフォーマのパッチ64の加算ノード74とビーム加算出力84に結合される。よってシステムビームフォーマは、たとえ最も浅い深さでのエコー受信の場合でさえも、ビームの中心の適切な側部に沿って各マルチラインを連続的に操作することが可能である。

【0017】

このような受信エコー信号の分離を可能にする本発明の実施例のブロック図が図6に表

されている。アレイトランスデューサ12の素子が、超音波プローブのマイクロビームフォーマ14の遅延DLに結合した状態で示されている。マイクロビームフォーマ制御装置40は、遅延制御ライン44によって示されているように、遅延制御部を介して与えられる遅延の大きさを制御する。マイクロビームフォーマ制御装置は、メインシステムから1つ以上のライン42を介して制御信号を受信する。スイッチマトリックス32は、各々が各対応する遅延DLから信号を受信するように結合するスイッチを有する。スイッチが機械的スイッチとして形成される一方で、構築された実施例では、スイッチは、アナログのパスゲートとして半導体で作製される。この好適実施例での各スイッチのアームは、3つのとり得る設定 - 位置a,b及びc - を有する。位置bは、素子とディレイを通常の加算ノードに結合する公称上の真っ直ぐ先の位置である。これまでの例では、このことは、スイッチがこの位置に設定されているときには、パッチ64の素子とディレイが、加算ノード74と出力84に結合されることを意味する。スイッチを位置aに設定することで、素子とディレイは真っ直ぐ先のパッチの一の側部に位置するパッチへ結合され、かつ、スイッチを位置cに設定することで、素子とディレイは真っ直ぐ先のパッチの他の側部に位置するパッチへ結合される。たとえば、パッチ64のスイッチが位置aに設定されるときには、スイッチの信号は、左側に位置するパッチ62の加算ノード72に結合され、かつ、パッチ64のスイッチが位置cに設定されるときには、そのスイッチの信号は、右側に位置するパッチ66の加算ノード76に結合される。図6の実施例では、スイッチマトリックスの上部に示されるスイッチのすべてを位置bに設定することで、ディレイDLはマイクロビームフォーマの出力ライン34bに結合される。出力ライン34bは、ケーブル16のラインを介してシステムマイクロビームフォーマの一のチャンネルに結合される。これらのスイッチのすべてが出力ライン34bに結合されるとき、それらの信号のすべては、そのライン上で一のビーム加算信号となるように結合される。同様に、スイッチが上部で位置aに設定されるときには、それらの信号は、出力ライン34a上で結合され、かつ、ケーブルを介してシステムビームフォーマの他のチャンネルに結合され、かつ、スイッチが位置cに設定されるときには、それらの信号は、出力ライン34c上で結合され、かつ、ケーブルを介してシステムビームフォーマの第3チャンネルに結合される。スイッチマトリックス中で3つの位置を備えるスイッチを用いることで、2つの隣接するパッチのいずれかへ信号を案内する機能が供され、かつ、後述する例で示されるように、部分ビーム加算の自由度が大きくなる。マイクロビームフォーマ制御装置からのライン46上でのパッチ切り換え制御信号によって可能となるこの制御設定は、パッチが両側部に他のパッチを有している限り可能であることに留意して欲しい。アレイの端部では、パッチは、そのパッチの端部を超えた位置にパッチを有していないので、この制御は完全に行うことができない。このような境界条件を除けば、この制御は、アレイとそのパッチの長さの他の部分に勝る。

【0018】

パッチの素子からの信号を、その信号自身のパッチだけではなく、いずれかの側部に隣接するパッチへ結合する機能によって、各異なるシステムビームフォーマの構成用にパッチを再構成することが可能となる。これまでの例では、各パッチは公称上、16の素子を有するので、マイクロビームフォーマは、公称パッチサイズから16:1のビーム加算を精製することがわかる。たとえばプローブが、2倍のチャンネル数のシステムビームフォーマと共に動作する場合、図7に示されているように、8:1のビーム加算に切り換えることによってチャンネル数が増大するという利点を得ることができる。この例では、中央のパッチ64の8つの素子とディレイが、パッチの加算ノード74と出力84に結合されることがわかる。パッチの4つの素子とディレイは、パッチ62の4つの素子とディレイと共に、左側のパッチ62の加算ノード72とその出力82に結合される。同様に、パッチ64の他の4つの素子とディレイは、パッチ66の4つの素子とディレイと共に、右側のパッチ66の加算ノード76とその出力86に結合される。このようなアレイ素子からの信号の切り換えは、8:1の加算信号を生成し、プローブのアーチャを再画定する。

【0019】

図8の装置は、チャンネル数の減少したシステムビームフォーマの状況を与えている。こ

の例では、第1例のチャンネル数のわずか半分のシステムビームフォーマが利用可能である。よってシステムビームフォーマチャンネルによって処理される信号数は、この例で示されているようにスイッチを設定して信号を結合することによって2倍になり得る。パッチ64の素子とディレイのすべては、公称位置bに設定される。それによりすべての信号は、パッチの加算ノード74と出力84に結合される。それに加えて、隣接するパッチ62の8つの素子とディレイもまた、スイッチを位置cに設定することによって加算ノード74に結合され、かつ、他の隣接するパッチ66の8つの素子とディレイもまた、スイッチを位置aに設定することによって加算ノード74に結合される。よって32:1のビーム加算信号が、マイクロビームフォーマ出力84に生成され、かつ、システムビームフォーマチャンネルに結合される。ここでシステムビームフォーマチャンネルは、プローブ内においてより大きなパッチサイズで動作する。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2013/060499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01S7/52 G01S15/89 G10K11/34 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPO		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S G10K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EP0-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/099474 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; SAVORD BERNARD [US]) 7 September 2007 (2007-09-07) abstract; figures 1, 3, 9, 12-14 page 5, line 19 - page 6, line 13 page 8, line 5 - line 28 page 9, line 25 - page 10, line 6 page 10, line 23 - line 34 page 20, line 10 - page 21, line 8 page 21, line 31 - page 23, line 27 -----	1-7 8,9
A		
A	WO 02/17296 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 28 February 2002 (2002-02-28) abstract; figures 16, 17, 18b, 18d page 14, line 17 - page 16, line 16 page 19, line 14 - page 20, line 5 ----- -/--	1-9
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
9 April 2014		11/07/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Kno11, Bernhard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IB2013/060499

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/003621 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; HUNT THOMAS J [US]) 12 January 2006 (2006-01-12) abstract; figure 1 page 2, line 10 - page 3, line 19 -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2013/060499

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 5.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-9

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/1B2013/060499

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-9

formation of multiline signals

2. claims: 10-15

adaption of the microbeamformer output to different system
beamformer configurations

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2013/060499

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007099474 A1	07-09-2007	CN 101416070 A EP 1994429 A1 JP 5371448 B2 JP 2009528115 A US 2009171213 A1 WO 2007099474 A1	22-04-2009 26-11-2008 18-12-2013 06-08-2009 02-07-2009 07-09-2007
WO 0217296 A1	28-02-2002	AT 313143 T DE 60115837 T2 EP 1242991 A1 JP 2004506496 A WO 0217296 A1	15-12-2005 17-08-2006 25-09-2002 04-03-2004 28-02-2002
WO 2006003621 A1	12-01-2006	JP 2008504855 A US 2008092660 A1 WO 2006003621 A1	21-02-2008 24-04-2008 12-01-2006

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 フリーマン, スティーヴン ラッセル

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5

(72)発明者 サヴォード, ベルナルト ヨーゼフ

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5

Fターム(参考) 4C601 GB06 GB18 HH28 JB03 JB08

专利名称(译)	带有微波束形成器的超声波换能器探头，用于多线成像		
公开(公告)号	JP2015535480A	公开(公告)日	2015-12-14
申请号	JP2015544597	申请日	2013-11-29
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	フリーマン スティーヴン ラッセル サヴォード ベルナルト ヨーゼフ		
发明人	フリーマン, スティーヴン ラッセル サヴォード, ベルナルト ヨーゼフ		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/145 A61B8/4444 G01S7/5208 G01S7/52095 G01S15/8925 G01S15/8927 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/GB06 4C601/GB18 4C601/HH28 4C601/JB03 4C601/JB08		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	61/732519 2012-12-03 US		
其他公开文献	JP6295267B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译) 阵列换能器探头具有设置在一组换能器元件的相邻贴片 (62,64,66) 内的换能器元件。探头中的微波束形成器耦合到阵列的元件以发射超声波束并延迟由换能器元件接收的回波信号。在标准配置中，每个贴片 (62,64,66) 的元件耦合到贴片的求和节点 (72,74,76)。每个贴片 (62,64,66) 的元件也可以耦合到一个或多个相邻贴片的求和节点。对于多线 (4<#39; , 6<#39;) 接收，有源孔径元件的一部分耦合到一个贴片的求和节点，并且有源孔径元件的另一部分被添加耦合到节点。这种组合向系统波束形成器通道 (82,84) 提供至少两个不同的贴片信号，用于多线处理。	(21) 出願番号 特願2015-544597 (P2015-544597) (86) (22) 出願日 平成25年11月29日 (2013.11.29) (85) 翻訳文提出日 平成27年5月29日 (2015.5.29) (86) 国際出願番号 PCT/182013/060499 (87) 国際公開番号 WO2014/087306 (87) 国際公開日 平成26年6月12日 (2014.6.12) (31) 優先権主張番号 61/732,519 (32) 優先日 平成24年12月3日 (2012.12.3) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 590000248 コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ KONINKLIJKE PHILIPS N. V. オランダ国 5656 アーエー アイ ドーフエン ハイテック キャンパス 5 High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven n (74) 代理人 100107766 弁理士 伊藤 忠彦 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊藤 忠彦
---	---	---