

(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2018-508309

(P2018-508309A)

(43) 公表日 平成30年3月29日 (2018.3.29)

(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 28 頁)

(21) 出願番号 特願2017-549178 (P2017-549178)
 (86) (22) 出願日 平成28年3月16日 (2016.3.16)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年11月14日 (2017.11.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/022723
 (87) 国際公開番号 WO2016/149427
 (87) 国際公開日 平成28年9月22日 (2016.9.22)
 (31) 優先権主張番号 62/135,066
 (32) 優先日 平成27年3月18日 (2015.3.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 517299294
 ディスィジョン サイエンス メディカル
 カンパニー, エルエルシー
 アメリカ合衆国 92064 カリフォル
 ニア州, ポーウェイ, スイート 100,
 ファースト アメリカン ウェイ 123
 45
 (74) 代理人 110002572
 特許業務法人平木国際特許事務所
 (72) 発明者 ヘイズ, ジェイムズ, ジェイ.
 アメリカ合衆国 92064 カリフォル
 ニア州, ポーウェイ, スイート 100,
 ファースト アメリカン ウェイ 123
 45

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合成アパーチャ超音波システム

(57) 【要約】

合成アパーチャ音響イメージング、レンジドップラ測定、及び治療のためのシステム、デバイス、及び方法を開示する。合成アパーチャ音響システムは、合成アパーチャ超音波 (SAU) アプリケーションにおいて使用される、コヒーレントな、スペクトル拡散、広瞬時帯域、符号化波形の生成、送信、受信、及び処理を可能にするように設計された波形発生及び処理デバイス及び音響プローブデバイスを含む。

【選択図】 図 1 2

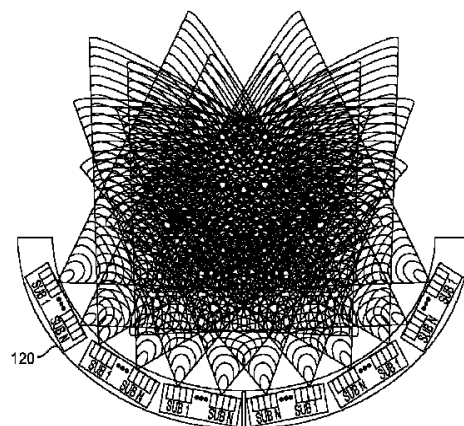


FIG. 12

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

(i) 波形発生器によって提供される波形情報に基づいて 1 つ以上の波形を生成する 1 つ以上の波形合成器と通信する波形発生器と、

データを保存するためのメモリ、及び前記メモリに接続されてデータを処理する処理ユニットを含むコントローラユニットとを含む

波形発生及び処理デバイスと、

(i i) 生体被験者の身体構造とインタフェースする成形セクションを含む筐体と、前記筐体の成形セクションに配置されたトランスデューサ素子のアレイを含み、前記波形発生及び処理デバイスによって生成された 1 つ以上の波形に対応する音響波形を、前記生体被験者におけるターゲットボリュームに向けて送信し、前記ターゲットボリュームの少なくとも一部から戻ってくる戻り音響波形を受信する 1 つ以上のトランスデューサセグメントと、

前記生体被験者の身体構造が音響結合コンポーネントと接触しているとき、前記トランスデューサ素子と前記生体被験者の身体構造との間で音響波形を伝導する音響結合コンポーネントと、

前記コントローラユニット及び前記トランスデューサ素子のアレイと通信し、前記波形を前記対応する音響波形に変換するための前記アレイの 1 つ以上のトランスデューサ素子を選択し、及び前記戻り音響波形を受信するための前記アレイの 1 つ以上の変換素子を選択する多重化ユニットとを含む

音響プローブデバイスと、を備え、

前記波形発生及び処理デバイスは、

前記音響プローブデバイスのトランスデューサ素子のアレイによって受信される前記受信した戻り音響波形を、前記ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含む受信波形として、アナログフォーマットからデジタルフォーマットに変換するアナログ - デジタル (A / D) コンバータのアレイと、

前記 1 つ以上の波形合成器と通信し、前記音響プローブデバイスに供給される個別の直交符号化波形を送信のために変更する 1 つ以上の増幅器と、

前記音響プローブデバイス及び前記 A / D コンバータのアレイと通信し、前記 A / D コンバータに供給された受信された戻り音響波形を変更する 1 つ以上の前置増幅器と、を含む合成アパーチャ音響波形システム。

【請求項 2】

前記コントローラユニットの処理ユニットは、前記受信した戻り音響波形を処理して、前記ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含むデータセットを生成するように動作可能である請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記保存されたデータは、デジタルフォーマットで、前記受信された戻り音響波形、対応する合成波形、並びにそれぞれ送信位置及び受信位置において送信動作を行ったトランスデューサ素子及び受信動作を行ったトランスデューサ素子の対応する位置データを含む請求項 1 記載のシステム。

【請求項 4】

前記処理ユニットは、デジタル信号プロセッサを含む請求項 1 記載のシステム。

【請求項 5】

前記波形発生及び処理デバイスは、前記コントローラユニットと通信し、前記システムの少なくとも 1 つの要素における時間を同期させるマスタクロックを含む請求項 1 記載のシステム。

【請求項 6】

前記波形発生及び処理デバイスは、プロセッサ及びメモリを含むコンピュータと通信し、前記波形発生処理ユニットのコントローラユニットは、前記ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含む処理済みデータを前記コンピュータに転送するように構成され

10

20

30

40

50

ている請求項 1 記載のシステム。

【請求項 7】

前記コンピュータは、前記情報に基づいて前記ターゲットボリュームの少なくとも一部の画像を生成するように構成され、前記コンピュータは、前記画像を表示するための視覚的ディスプレイと、前記システムの動作の動作モードを含むユーザ入力データを受信するためのユーザ入力端末とを含む請求項 6 記載のシステム。

【請求項 8】

前記コントローラユニットの処理ユニットは、前記受信された戻り音響波形を処理し、前記ターゲットの少なくとも一部からのレンジデータ及び関連するレンジレートデータを含む、前記ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含むデータセットを生成するように動作可能である請求項 1 記載のシステム。

10

【請求項 9】

前記音響波形を送信するように選択されたトランスデューサ素子は、前記音響波形を送信する 1 つ以上の送信位置に 1 次元、2 次元、又は 3 次元で移動するように動作可能である請求項 1 記載のシステム。

【請求項 10】

前記戻り音響波形を受信するように選択されたトランスデューサ素子は、前記戻り音響波形を受信する 1 つ以上の受信位置に 1 次元、2 次元、又は 3 次元で移動するように動作可能である請求項 1 記載のシステム。

【請求項 11】

20

前記音響波形を送信し、前記戻り音響波形を受信するように選択されたトランスデューサ素子は、前記音響波形を送信する 1 つ以上の送信位置及び前記戻り音響波形を受信する 1 つ以上の受信位置のそれぞれに 1 次元、2 次元、又は 3 次元で移動するように動作可能である請求項 1 記載のシステム。

【請求項 12】

前記トランスデューサ素子は、他のトランスデューサセグメントから 1 次元、2 次元、又は 3 次元で独立して移動することができる請求項 1 記載のシステム。

【請求項 13】

前記音響波形を送信するように選択されたトランスデューサ素子の数は、前記戻り音響波形を送信するように選択されたトランスデューサ素子の数よりも多い請求項 1 記載のシステム。

30

【請求項 14】

前記戻り音響波形を受信するように選択されたトランスデューサ素子の数は、前記音響波形を送信するように選択されたトランスデューサ素子の数よりも多い請求項 1 記載のシステム。

【請求項 15】

前記生体被験者は、ヒト及びヒト以外の動物を含む請求項 1 記載のシステム。

【請求項 16】

前記ターゲットボリュームは、前記生体被験者の組織構造を含み、前記プローブデバイスの成形セクションは、前記生体被験者の身体構造に接触する請求項 1 記載のシステム。

40

【請求項 17】

前記身体構造は、腹部、胸部、咽喉を含む首、腕、脚、膝関節、股関節、足関節、肘関節、肩関節、手首関節、乳房、性器、又は頭蓋骨を含む頭部である請求項 16 記載のシステム。

【請求項 18】

前記成形セクションは、前記筐体の湾曲セクションを含み、前記湾曲セクションは、前記音響結合コンポーネントが前記身体構造の皮膚と直接的に接触するように、前記身体構造との完全な接触を容易にするための曲率を有する請求項 16 記載のシステム。

【請求項 19】

前記生体被験者の組織構造は、癌性又は非癌性の腫瘍、内部腹部、結合組織捻挫、組織

50

開裂、又は骨を含む請求項 16 記載のシステム。

【請求項 20】

前記波形発生及び処理デバイスは、数学的關係に基づいて特徴付けられる任意の波形を生成するように動作可能である請求項 1 記載のシステム。

【請求項 21】

前記波形発生及び処理デバイスは、前記任意の波形をビームフォーミング及び操縦するように動作可能である請求項 20 記載のシステム。

【請求項 22】

前記任意波形は、矩形パルス、三角波パルス、ガウスパルス、正弦波パルス、 sinc パルス、メキシカンハットウェーブレットパルス、Haarウェーブレットパルス、線形 FM チャープパルス、双曲線 FM チャープパルス、又はこれらの組み合わせを含む請求項 20 記載のシステム。

10

【請求項 23】

前記波形発生及び処理デバイスは、前記波形発生器によって提供される前記波形情報に基づいて前記 1 つ以上の波形合成器によって生成された、異なる周波数帯域に対応する 2 つ以上の独立した直交符号化波形を含む合成波形を生成するように動作可能であり、前記個別の直交符号化波形は、互いに直交しており、それぞれ異なる周波数帯域に対応し、前記個別の直交符号化波形のそれぞれが、対応する位相を有する固有の周波数を含む請求項 1 記載のシステム。

【請求項 24】

前記個別の直交符号化波形は、それぞれ個別に振幅重み付けされ、個別に位相重み付けされた複数の振幅及び複数の位相を含む請求項 23 記載のシステム。

20

【請求項 25】

前記波形発生及び処理デバイスは、前記個別の直交符号化波形のそれぞれの周波数帯域、振幅、時間 - 帯域幅積パラメータ、及び位相パラメータを決定するように動作可能である請求項 23 記載のシステム。

【請求項 26】

前記位相パラメータは、擬似乱数の集合又は決定的な数の集合から決定される請求項 25 記載のシステム。

【請求項 27】

前記個別の直交符号化波形は、コヒーレント波形を含む請求項 23 記載のシステム。

30

【請求項 28】

前記波形発生及び処理デバイスと通信し、前記音響波形を送信し、前記戻り音響波形を受信する第 2 の音響プローブデバイスを更に備える請求項 23 記載のシステム。

【請求項 29】

前記波形発生及び処理デバイスと通信し、前記 1 つ以上の波形を前記音響プローブデバイス又は複数の音響プローブデバイスに供給するための追加のチャンネルを提供する第 2 の波形発生及び処理デバイスを更に備える請求項 23 記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

関連出願への相互参照

本出願は、2015 年 3 月 18 日に出願された米国仮特許出願第 62 / 135,066 号の優先権を主張する。この特許文献の全内容は、本明細書の開示の一部として参照により援用される。

技術分野

本出願は、音響エネルギー診断及び治療のためのシステム、デバイス、及びプロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

50

音響イメージングは、媒質を伝播する音波の特性を用いて、視覚的な画像を生成するイメージング方式である。高周波音響イメージングは、数十年に亘って、様々な生医学的分野において、動物及び人間の内部構造及び機能を視覚化するイメージング方式として使用されている。生医学的なイメージングにおいて使用される高周波音響波は、例えば、1～20MHz又はこれより高い異なる周波数で動作することができ、超音波と呼ばれることも多い。従来の超音波イメージングの技術は、空間的分解能及び組織弁別が不十分であることを含む幾つかの要因のために、望ましい画質が得られないばかりか、多くの臨床的適応又は応用の用途が制限されることがある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

10

【0003】

合成アパーチャ音響イメージング、レンジドップラ測定、及び治療のためのシステム、デバイス、及び方法を開示する。一実施形態では、合成アパーチャ音響波形システムは、波形発生及び処理デバイス、及び音響プローブデバイスを含む。波形発生及び処理デバイスは、波形発生器によって提供される波形情報に基づいて1つ以上の波形を生成する1つ以上の波形合成器と通信する波形発生器と、データを保存するためのメモリ、及びメモリに接続されてデータを処理する処理ユニットを含むコントローラユニットとを含む。音響プローブデバイスは、生体被験者の身体構造とインタフェースする成形セクションを含む筐体と、筐体の成形セクションに配置されたトランスデューサ素子のアレイを含み、波形発生及び処理デバイスによって生成された1つ以上の波形に対応する音響波形を、生体被験者におけるターゲットボリュームに向けて送信し、ターゲットボリュームの少なくとも一部から戻ってくる戻り音響波形を受信する1つ以上のトランスデューサセグメントとを含む。音響プローブデバイスは、更に、生体被験者の身体構造が音響結合コンポーネントと接触しているとき、トランスデューサ素子と生体被験者の身体構造との間で音響波形を伝導する音響結合コンポーネントと、コントローラユニット及びトランスデューサ素子のアレイと通信し、波形に対応する音響波形に変換するためのアレイの1つ以上のトランスデューサ素子を選択し、及び戻り音響波形を受信するためのアレイの1つ以上の変換素子を選択する多重化ユニットとを含む。

20

【0004】

この実施形態において、波形発生及び処理デバイスは、音響プローブデバイスのトランスデューサ素子のアレイによって受信される受信した戻り音響波形を、ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含む受信波形として、アナログフォーマットからデジタルフォーマットに変換するアナログ-デジタル(A/D)コンバータのアレイと、1つ以上の波形合成器と通信し、音響プローブデバイスに供給される個別の直交符号化波形を送信のために変更する1つ以上の増幅器とを含む。波形発生及び処理ユニットは、更に、音響プローブデバイス及びA/Dコンバータのアレイと通信し、A/Dコンバータに供給された受信された戻り音響波形を変更する1つ以上の前置増幅器を含む。

30

【図面の簡単な説明】

【0005】

40

【図1】開示技術の合成アパーチャ音響システムの一実施形態のブロック図である。

【図2A】64チャンネル送信/受信電子モジュール(TREM)の例示的アーキテクチャのブロック図である。

【図2B】例示的なTREMユニットの斜視図である。

【図2C】プリント回路基板上のTREMユニットのバックプレーンの一例を示す図である。

【図2D】例示的な合成アパーチャ音響システムのデータフロー図である。

【図3A】TREMユニットの例示的な制御ユニットのブロック図である。

【図3B】制御ユニットを用いたクロッキングのブロック図である。

【図3C】TREMユニットの制御ユニットを含む例示的なプリント回路基板設計を示す図である。

50

【図 4 A】T R E M ユニットの T x / R x カードの例示的な回路を示すブロック図である。

【図 4 B】T x / R x 回路の 16 チャンネル選択回路のブロック図である。

【図 4 C】T x / R x カードを介して動作するクロッキングのブロック図である。

【図 4 D】T R E M ユニットの T x / R x カードの例示的なプリント回路基板設計を示す図である。

【図 5】T R E M ユニットの電力増幅器の例示的なプリント回路基板設計を示す図である。

【図 6】T R E M ユニットのプローブインタフェースアダプタの例示的なプリント回路基板設計を示す図である。

【図 7 A】例示的な音響プローブデバイスの分解図である。

【図 7 B】音響プローブデバイスの例示的な実施形態の概略図である。

【図 8】例示的な音響プローブデバイスのトランスデューサアレイ L 0 プローブユニットの例示的なプリント回路基板設計を示す図である。

【図 9】T R E M ユニットと例示的なプローブデバイスとの間のプローブデータの例示的なデータフロー図である。

【図 10】例示的なプローブデバイスのマルチプレクサユニットのブロック図である。

【図 11】トランスデューサセグメント上のトランスデューサ素子構成の一例のブロック図である。

【図 12】音響プローブの 180° の湾曲に沿った複数の送信位置から合成アパーチャビームを形成する複数のトランスデューサセグメント上のトランスデューササブアレイによって生成された例示的な複合超音波ビームを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

この説明において、「例示的」という語は、具体例、実例、又は説明の役割を果たすことを意味する。本明細書で「例示的」と記述される実施形態又は設計は、必ずしも他の実施形態又は設計よりも好ましい又は有利であると解釈されるべきではない。すなわち、例示的とは、具体的な手法で概念を提示することを意図している。

【0007】

音響イメージングは、組織を含む生物学的媒質等の物理的弾性媒質内に音響波形（例えば、パルス）を放射することによって実行することができる。音響波形は、トランスデューサ素子（例えば、トランスデューサ素子のアレイ）からターゲットである関心ボリューム（volume of interest: V O I）に向けて出射される。媒質内で音響波形を関心ボリュームに伝播させると、音響波形が 2 つの媒質（例えば、異なる生体組織構造）間の境界で部分的に反射され、部分的に透過される構造に遭遇することがある。送信された音響波形の反射は、（例えば、2 つの異なるタイプの生体組織間の境界面における）2 つの媒質間の音響インピーダンスの差に依存することがある。例えば、送信された音響波形の音響エネルギーの一部は、散乱されて、受信すべき界面におけるトランスデューサに戻され、情報を抽出するために処理され、残りの音響エネルギーは、次の媒質に伝播して到達することがある。幾つかの例では、散乱中心として作用する反射媒質に含まれる 2 つ以上のインピーダンスの結果として反射の散乱が生じる。更に、例えば、媒質の特性及び音響波の性質に基づいて、音響エネルギーが屈折、回折、遅延、又は減衰することがある。

【0008】

音響イメージングシステムのトランスデューサは、圧電素子のアレイを使用して、ターゲット V O I（例えば、ターゲット生体組織）に向けて音響パルスを送信し、ターゲット V O I 内の散乱構造から戻ってくる戻り音響信号（エコー）を受信する。このようなシステムでは、トランスデューサアレイは、イメージングシステムのアパーチャとして機能する。音響波形（例えば、超音波パルス）は、平面又は立体を通過するシーケンスパルスとして電子的に操縦及びフォーカシングされ、戻りエコーの 1 D、2 D 及び / 又は 3 D マップを生成し、ターゲットの画像を形成するために使用される。ビームフォーミングは、送

10

20

30

40

50

信及び受信の両方で行うことができる。例えば、送信において、ビームフォーミングは、チャンネル間の位相差を利用して、ビームを形成し、フォーカシングし、操縦することを含むことができる。幾つかの具体例では、トランスデューサアレイにおいて送信及び受信された超音波パルス及び戻りエコーは、アレイの各トランスデューサにおいて個別に時間的に遅延させることができ、トランスデューサアレイをフェイズドアレイとして機能させることができる。

【 0 0 0 9 】

従来の実アパーチャ (real aperture) 超音波撮像システムでは、画像の品質は、超音波システムのトランスデューサによって生成される音響場に直接依存し、画像は、典型的には、一度に1つのアキシャル画像ライン (すなわち、スライス毎のターゲットエリア範囲のスキャン) 毎に順次的に取得される。これにより、イメージング中のフレームレートが制限され、例えば、動きがあるターゲットの撮像を含む様々なリアルタイム超音波撮像アプリケーションにおいて不利となる場合がある。

10

【 0 0 1 0 】

従来の実アパーチャ (real aperture) 超音波イメージングの制約を克服するために、合成アパーチャ (synthetic aperture) 超音波イメージングを使用して、超音波イメージの品質を改善することができる。「合成アパーチャ」とは、位相中心が特定の又は任意の形状の既知の1次元 (1D)、2次元 (2D) 及び/又は3次元 (3D) 経路に沿って移動される、VOIを検査するための1つ以上のより小さい実アパーチャ (サブアパーチャ) の連続使用によって、画像を取得するためのより大きな有効 (非実) アパーチャを実現する概念を意味する。合成アパーチャは、電気音響トランスデューサ (例えば、トランスデューサアレイ) の空間位置を、連続的なビーム送信及び/又は受信位置に機械的に変更することによって、又は電気音響トランスデューサアレイ上の連続するビーム送信及び/又は受信位置の位相中心を電子的に変更することによって、或いはこれらの組合せによって形成することができる。合成アパーチャベースのイメージングは、当初、航空機によって上空から地上の関心領域を走査して、地上の広い領域をイメージングするレーダシステムで使用されたものである。超音波イメージングにおける合成アパーチャのフォーカシングは、超音波送信要素からVOIの位置への及びこの位置から超音波受信素子に戻るまでの幾何学的な距離に基づく。超音波イメージングでは、合成アパーチャを使用することによって、全方向から、複数の送受信位置のそれぞれで記録された応答エコー (例えば、モノスタティック (mono-static) 及びバイスタティック (bi-static) エコー) の受信された振幅及び位相データを解析することによって、ターゲット領域内の点へのフォーカシングが可能になり、これによって、全領域に関する情報を提供することができる。応答エコーの方向は、1つの受信チャンネルのみからでは判定することができないので、多くの受信チャンネルを用いて、応答エコーに含まれる情報を判定し、この情報をチャンネルの一部又は全部に亘って処理し、ターゲット領域の画像を生成するために使用される情報を最終的にレンダリングする。

20

30

【 0 0 1 1 】

合成アパーチャ音響イメージング、レンジドップラ測定、及び治療のためのシステム、デバイス、及び方法を開示する。幾つかの具体例では、ここに開示する合成アパーチャ音響システムは、合成アパーチャ超音波 (synthetic aperture ultrasound: SAU) アプリケーションにおいて、コヒーレントな、スペクトル拡散、広瞬時帯域、符号化波形を生成し、送信し、受信し、処理するように設計されたアーキテクチャを含む。

40

【 0 0 1 2 】

ここに開示するSAUシステムは、例えば、既存の超音波イメージング技術と比較して、高精細度 (HD) 及び高い画質、コントラスト及び解像度を提供することができ、ターゲットVOIにおける画像化された構造の組織弁別及び分類を可能にする。ここに開示するSAUシステムは、例えば、任意の線形又は非線形波形、又は符号化波形を含む複数のタイプの波形を生成し、送受信し、処理するための特別なハードウェア設計を含む。任意の波形又は符号化波形 (coded waveform) は、コヒーレントであってもよく、瞬時的に送

50

受信されてもよく、及び／又は選択された１つ以上のスペクトル領域に亘って拡散してもよい。ここに開示する技術のＳＡＵシステムは、選択されたトランスデューサ素子において個別の任意の波形又は符号化波形を生成し、１つ以上の合成波形を形成することができ、合成波形は、それぞれ、２つ以上の個別の波形から形成され、ＳＡＵシステムのトランスデューサアレイの１つ以上の送信位置からターゲットＶＯＩに向けて（音波波形として）送信され、また、ＳＡＵシステムは、トランスデューサアレイの１つ以上の受信位置から返された音響波形を受信する。一例では、３つの個別の任意波形の合成波形（一部又は全部が符号化波形であってもよい。）は、ここに開示するＳＡＵシステムによって生成され、様々な選択されたトランスデューサ素子における送信／受信位置から送受信され、ここで、第１の個別の任意波形又は符号化波形は、第１の中心周波数 ω_1 を含み、第２の個別の任意波形又は符号化波形は、第２の中心周波数 ω_2 を含み、第３の個別の任意波形又は符号化波形は、第３の中心周波数 ω_3 を含み、各個別の波形は、同じ又は異なる振幅又は位相で生成される。

10

【００１３】

例えば、システムアーキテクチャは、ビームフォーミングされ、送信され、操縦及び／又はフォーカシングされる任意の（例えば、数学的に記述される）波形を生成する能力を提供する。同様に、例えば、システムは、ターゲットＶＯＩに向けて送信され、ターゲットＶＯＩから受信される２つ以上の個別の符号化波形から構成される複合波形を生成することができる。複合波形の個別の符号化波形は、互いに直交し、異なる周波数帯域にあり、互いに直交する個別の符号化波形のそれぞれは、対応する位相を有する固有の周波数を有する。トランスデューサアレイの送信位置及び受信位置は、それぞれ、トランスデューサアレイのトランスデューサ素子の選択されたトランスデューササブアレイから送信及び受信された合成波形について、ターゲットＶＯＩに対するトランスデューサアレイの空間位置を含むことができる。トランスデューサアレイの送信位置及び受信位置は、それぞれ、トランスデューサアレイから選択されたトランスデューササブアレイから送信及び受信された複合波形について、トランスデューサアレイの選択されたビーム位相中心位置を含んでいてもよい。

20

【００１４】

ここに開示するコヒーレントな、スペクトル拡散された、広瞬時帯域の符号化波形に関する更なる情報は、米国特許第 8, 939, 909 号及び米国特許出願番号第 14 / 479, 249 号、発明の名称「COHERENT SPREA/D-SPECTRUM CODED WAVEFORMS IN SYNTHETIC APERTURE IMAGE FORMATION」（米国特許出願公開第 2015 / 0080725 号として公開）に記載されており、これらの特許文献は、参照により、本明細書の本開示の一部として援用される。

30

【００１５】

ここに開示するＳＡＵシステムのコヒーレント波形を使用することによって、エコー応答の一部又は全部を、選択された基準信号、例えば、送信波形に複素相関させることができる。このようなコヒーレントな複素相関によって、画像及び信号のアーチファクトを低減することができ、及び低い信号対雑音比及び干渉の存在下でデータを抽出することができる。

40

【００１６】

ここに開示するＳＡＵシステムの実現例におけるスペクトル拡散信号の使用によって、意図的で明示的な振幅及び位相周波数コンテンツを有する音響波形の決定的な設計が可能になる。例えば、スペクトル拡散複合音響波形の各周波数成分の振幅及び／又は位相を明示的に定義することによって、信号及び情報処理技術を用いて、例えば、数学的な限界に近い最大限の量の情報をエコー応答から抽出することができる。

【００１７】

ここに開示するＳＡＵシステムの実現例における瞬時的な、コヒーレントな、広帯域のスペクトル拡散符号化波形の使用によって、各送信－受信間隔の間に、利用可能な全ての情報を捕捉でき、これによって、例えば、生体の生物学的試料の不均質で動的な性質によ

50

る、及び収集プロセスの動作によって誘導されるアーチファクトによる反射信号の劣化を最小化することができる。更に、ここに開示する技術に基づく信号及び情報処理方法を用いて、例えば、基本的な物理的パラメータ（例えば、バルク率、密度、減衰、音響インピーダンス、振幅反射、グループ遅延等）を抽出し、V O I の組織を弁別及び分化することができる。例えば、ここに開示する S A U 技術の幾つかの信号及び情報処理方法は、V O I の組織を弁別及び / 又は分類するための、受信した周波数及び角度依存広帯域、スペクトル拡散、合成アパーチャ受信信号エコーに対する数学的逆算法、並びに専門的システム技術、例えば、決定論的な、サポートベクトルネットワーク及びニューラルネットワーク技術を含む。

【 0 0 1 8 】

ここに開示する S A U システムの実現例における波形の各周波数成分の明示的な振幅及び / 又は位相符号化は、複数の利益を提供することができる。例えば、振幅符号化により、トランスデューサアレイ及び音響伝播チャンネルの周波数分散特性の明示的な補償が可能になる。各周波数成分の振幅及び / 又は位相符号化によって、広瞬時帯域幅波形の決定的なビームフォーミング及び操縦が可能になる。例示的な送信信号の各周波数成分の明示的な振幅及び位相符号化によって、ピーク - 平均パワー比 (peak-to-average power ratio : P A P R) を最小化でき及び音響パワーを広帯域に広げることができ、例えば、有害な生物学的影響を最小にすることができる。例えば、スペクトル拡散信号の各周波数成分の振幅及び / 又は位相を明示的に定義することによって、同時に送信でき、互いの干渉が最小化された複数の波形を構築することができ、これによって、信号及び情報処理技術を用いて、個別の送信波形に関連する受信信号を復元することができる。更に、ここに開示する S A U 技術の符号化されたスペクトル拡散音響波形によって、これらの波形の特定の曖昧性 (ambiguity properties) のために、動き補償を行うことができる。

【 0 0 1 9 】

図 1 は、ここに開示する技術に基づく合成アパーチャ音響システム 1 0 0 の例示的な実施形態のブロック図を示している。図 1 に示すように、S A U システム 1 0 0 は、送信 / 受信電子モジュール (transmit/receive electronics module : T R E M) 1 1 0 と、これと電気的に通信する音響プローブデバイス 1 2 0、及びデータ処理ユニット又はコンピュータ 1 3 0 を含む。T R E M 1 1 0 は、個別に生成された符号化波形に基づいて、1 つ以上の合成波形 (例えば、コヒーレント、スペクトル拡散、広瞬時帯域、符号化波形) を送受信するために、複数のチャンネル上で、プローブデバイス 1 2 0 に転送される個別の符号化波形を生成するように構成されている。T R E M 1 1 0 は、関数発生器及び任意波形発生器 (arbitrary waveform generator : A W G) を含む波形発生器ユニットを含む。T R E M 1 1 0 は、個別の符号化波形の合成のために波形発生器ユニットを制御するシステム制御ユニットを含む。T R E M 1 1 0 は、アナログ及びデジタル信号を増幅、選択、及び / 又は変換する信号調整及び処理回路を含み、例えば、アナログ / デジタルコンバータ、マルチプレクサ、増幅器等を含むことができる。T R E M 1 1 0 は、コンピュータ 1 3 0 の中央処理ユニット (C P U) と、データ、例えば、波形合成又はプローブ制御に関する実行可能命令、及び / 又は取得又は処理されたデータ等を送受するように構成されたデータ処理ユニット (例えば、プロセッサ又はマイクロコントローラ、及びメモリ) を含む。

【 0 0 2 0 】

T R E M 1 1 0 は、高度に並列化された高帯域幅信号処理システムであり、以下のサブシステムを含む。T R E M 1 1 0 は、関数発生器及び / 又は任意波形発生器 (arbitrary waveform generator : A W G) 1 1 0 (a) を含み、これは、ハードウェアのデジタル - アナログコンバータ (D A C) 及びシーケンシングロジック / メモリ / ファームウェアを含む。図 2 A に示すように、T R E M 1 1 0 は、6 4 チャンネルを含むように構成されているが、1 2 8 チャンネルを提供するように構成してもよい。他の例では、T R E M 1 1 0 の波形発生器は、1 2 8 以上、例えば 2 5 6、5 1 2 以上のチャンネルを提供することができる。T R E M 1 1 0 は、他のサブシステムのリアルタイム構成を担うシステムシー

10

20

30

40

50

ケンサ 1 1 0 (b) を含む。T R E M 1 1 0 は、一次送信機 / 受信機を複数の個別の要素、例えば、理論上数万個の要素にルーティングするために使用されるチャンネル多重化回路 1 1 0 (c) を含む。一例では、T R E M 1 1 0 は、例えば、一方のアレイが 1 5 3 6 個のトランスデューサ素子を含み、他方のアレイが約 8 0 0 0 個のトランスデューサ素子を含む 2 つのアレイ (例えば、それぞれ個別のトランスデューサセグメント上の個別のアレイに編成された送信アレイ及び受信アレイ) から選択することができる。両方のアレイが同じ又は隣接する V O I に対して動作することができる。チャンネル多重化回路は、T R E M 1 1 0 及び音響プローブデバイス 1 2 0 の間に亘って設けることができる。T R E M 1 1 0 は、内部サブシステムを極めて正確な / 低ジッタクロックネットワーク及びトリガ分布と同期させるために使用されるトリガ及びクロッキングシステム 1 1 0 (d) を含む。クロック及びトリガは、C C U (例えば、制御ユニットとも呼ばれる) 内で生成され、或いは外部デバイス又はシステム (スレーブ時) から供給され、T R E M 1 1 0 のバックプレーンに配分される。T R E M 1 1 0 は、圧電素子を駆動するために使用される、高線形トランスに結合された電力増幅器を含む送信ドライバ 1 1 0 (e) を含む。幾つか例では、T R E M 1 1 0 は、6 4 個の送信ドライバを含むことができ、他の例では、1 2 8 個の送信ドライバを含むことができる。T R E M 1 1 0 は、フロントエンド受信機及び A D C 1 1 0 (f) を含み、これは、ハードウェアアナログ - デジタルコンバータ (A D C) 、シーケンシングロジック / メモリ / ファームウェア及び D M A ベースのデータ配信チェーンを含む。T R E M 1 1 0 は、デバイス間通信チャンネル 1 1 0 (g) を含み、これらは、システム 1 0 0 のバックプレーンの一部であり、例えば、幾つかの具体例では、各トランスミッタカード (C T M あたり 8 個の T x / R x) とシステムコントローラ (C T M あたり 1 個の C C U) との間に非常に広い帯域幅を提供するザイリンクス (X i l i n x) シリアル物理層上でオーロラ (Aurora) と呼ばれる標準的なシリアルシグナリングプロトコルを利用するように構成されている。トリガ及びクロックに加えて、C C U は、各 T x / R x カードのメモリ空間にアクセスし、外部 P C I E x p r e s s リンクを介して、これらのデバイスからホスト P C への D M A 転送を調整する。T R E M 1 1 0 は、プローブチャンネル選択 / シーケンシングに使用できるプローブ制御及びデータ経路 1 1 0 (h) を含む。これに加えて又はこれに代えて、例えば、プローブ 1 2 0 は、チャンネル選択 / シーケンシングのために使用されるオンボードの F P G A を含むこともできる。ただし、このデバイスは、中速シリアルリンクで接続されており、波形発生及びキャプチャ (A D C / D A C) は、プローブヘッドにローカルに設けてもよい。これにより、例えば、T R E M 1 1 0 の現在の設計で使用されるアナログ接続及び回路の大部分をなくすることができる。T R E M 1 1 0 は、ホストインタフェース 1 1 0 (i) を含み、これにより、C C U は、G e n 2 4 x P C I E x p r e s s 外部接続を介して、コンピュータ 1 3 0 、例えば、互換性のあるホストコンピュータに接続する。これにより、T R E M 1 1 0 からのホストコンピュータ 1 3 0 へのダイレクトメモリアクセスと、T R E M 1 0 0 からホストコンピュータ 1 3 0 へのダイレクトメモリアクセスが提供される。この双方向システムは、ホストへの構成アクセス及び T R E M 1 1 0 への D M A データ転送を提供し、ホストプロセッサのオーバヘッドを最小化する。T R E M 1 1 0 は、A u x サブシステム 1 1 0 (j) を含む。例えば、プライマリサブシステムと共に機能する様々なメモリ及びデバイスがあり、これらは、ハードウェアとして存在し、又は F P G A ファブリック内でインスタンス化されて動作を実現する。

【 0 0 2 1 】

システム 1 0 0 の T R E M 1 1 0 は、任意のタイプの音響プローブ上で波形の送信及び受信を行うことができるモジュール式システムアーキテクチャを提供する。T R E M 1 1 0 は、上述したサブシステムに基づいて、任意のサイズ、幾何学的構成、又は回路複雑性を有する単一又は複数のチャンネルプローブとインタフェース可能な柔軟なアーキテクチャを含む。更に、システム 1 0 0 としてここに開示するアーキテクチャは、診断用途 (例えば、超音波イメージング、ドップラ距離測定等) 及び治療用途 (例えば、高強度集束超音波 (high intensity focused ultrasound : H I F U) 等) の両方を実現する能力を提

10

20

30

40

50

供する。

【 0 0 2 2 】

T R E M 1 1 0 は、リアルタイム速度での大量データ転送及び受信データ信号の並列計算が可能である。例えば、T R E M 1 1 0 は、受信 R F データに対してリアルタイムで複数の複素相関を同時に行うことができる（これは、例えば、後に図 2 A を用いて説明するように、T x / R x カード毎に 1 つの合計 8 個の F P G A、C C U 上のマスタ F P G A、及びプローブヘッド自体のスレーブ F P G A のシステム内で合計 1 0 個の F P G A によって実行される）。

【 0 0 2 3 】

T R E M 1 1 0 は、所与のチャンネル又は可変チャンネルの複数の T R E M ユニットのモジュール式拡張が可能なアーキテクチャを含む。例えば、T R E M 1 1 0 において F P G A を使用することにより、システム 1 0 0 をアップスケールして、理論的に無制限の数の超音波波形の離散チャンネルの生成、送信 / 受信、及び処理を管理することができる。T R E M 1 1 0 は、データ処理能力に加えて、自らを迅速に再構成することができるので、構成を次の構成に迅速に切り替えることができるように設計される。例示的な具体例では、ここに開示する技術の H D 超音波画像を生成するために、単一の H D 画像を、それぞれ再構成が必要な数千のサブフレーム（例えば、4 0 0 0 サブフレーム等）から形成することができる。再構成時間は、組織の動きを最小にするために、最小限にする必要がある。例えば、再構成は、個別の要素に対処するためにマルチプレクサを構成する（例えば、割り当てる）こと、幾つかシナリオにおいて、必要 / 適用可能であれば、音響プローブデバイス 2 0 0 の特定の受信チャンネルを有効化 / 無効化すること、A W G チャンネルのビームフォーミングパラメータ（例えば、位相）を設定すること、A W G チャンネルの送信波形の波形情報データをロードすること、電圧制御減衰器の時間利得曲線を設定すること、A D C フロントエンドのキャプチャパラメータ、例えば、サンプル数等を設定すること、及び / 又は各受信シーケンスの D M A アドレス及び転送サイズを設定することを含むことができる。

【 0 0 2 4 】

T R E M 1 1 0 は、例えば、高インピーダンスアレイ設計、低インピーダンス標準設計、低インピーダンス / 低周波数設計等の複数の音響プローブ設計をサポートするように構成される。例えば、T R E M 1 1 0 は、U l t r a s o n i x S o n i x T o u c h H W と互換性を有するように構成することができる。幾つかの具体例では、T R E M 1 1 0 は、全てのチャンネルにおいて送信用の任意の波形を生成するように構成される。T R E M 1 1 0 は、R F ベースの波形発生を可能にし（例えば、R F データ利用可能性）、これはソフトウェアエンドポイントを介して実現することができる。

【 0 0 2 5 】

図 2 A は、6 4 チャンネル T R E M 1 1 0 の例示的アーキテクチャのブロック図である。図 2 B は、部分的に筐体内に収納された例示的な送信 / 受信電子モジュールの外観を示しており、ここでは、プローブデバイス 1 2 0 及びコンピュータ 1 3 0 と通信するための様々なデータポートが示されている。筐体は、例えば、病院のベッドの下、移動可能な又は固定されたラック又は棚等、所望のセッティングへの統合を可能にするために、特定のフォームファクタに設計された収容体を提供することができる。また、図 2 B に示すように、システムアーキテクチャは、（筐体内で）様々な T x / R x カードを T R E M 1 1 0 に取り付け、取り外すことができるようにされており、これにより、カスタマイズ可能なアーキテクチャが提供されている。図 2 A に示すように、例示的な 6 4 チャンネル T R E M 1 1 0 は、8 個の 8 チャンネル送受信サブモジュールを含み、これらは、8 個の電力増幅器（例えば、送信波形用）及び 8 チャンネルマルチプレクサに接続された 8 チャンネル A F E と通信する処理ユニット（例えば、F P G A）を含む。例示的な 6 4 チャンネル T R E M 1 1 0 は、マスタクロック（例えば、クロッキングインタフェース）、並びに P C I E x p r e s s インタフェース、バックプレーンインタフェース、及びプローブインタフェースを含む複数のインタフェースと通信する処理ユニット（例えば、F P G A 及び

／又はARMプロセッサ)を含む制御ユニットを含む。例示的な64チャンネルTREM 110は、8個の8チャンネルTx/Rxサブモジュール及び制御ユニットとの通信を実現し、並びにアダプタ(例えば、ZIF156アダプタ)及びプローブデバイス120との通信を実現するバックプレーンを含む。例えば、ZIF156アダプタは、「パススルー」信号アダプタとして使用される受動デバイスである。幾つかの具体例では、例えば、TREM 110のバックプレーンは、モジュール式に構成でき、Ultrasonix Moduloとの直接互換性を有し、全ての128チャンネル(例えば、カード毎に16チャンネル)への完全な送信/受信アクセスを有し、制御ユニットマスタデータ及び電源インタフェースをサポートし、及び/又は55dB以上の信号分離を有するように構成することができる。TREM 110は、1つ以上の電源ユニットを含み、例えば、12V@750W/-12V@150W電源及び/又は24V@1200W電源を含むことができる。TREM 110のバックプレーンを有するプリント回路基板設計の一例を図2Cに示す。

10

【0026】

図2Dは、TREM 110、音響プローブデバイス120、及びホストコンピュータ130の間のデータフローを含む、システム100のデータフロー図である。また、図2Dは、共に接続されるオプションの更なるTREM 110ユニットとのデータフロー接続も示している。この図に示すように、データフローは、コンピュータ130の制御ホストプロセッサによって開始され、終了することができる。構成データは、ホストコンピュータ130から、TREM 110の制御ユニット、TREM 110のTx/Rxユニットの1つ、又はプローブデバイス120に存在するメモリ及び/又はデバイスに直接書き込まれる。構成データがプログラムされると、画像シーケンスを開始することができる。シーケンスが開始されると、TREM 110の制御ユニットから、同時に、グローバルトリガがTx/Rxモジュール及びプローブデバイス120に分配される。例えば、特定のチャンネルから送信するようにプログラムされている場合、Tx/Rxカードは、必要なDACフロントエンドを有効化し、任意の波形シーケンスを生成する。Tx/Rxカードから出射されたアナログ信号は、バックプレーンを通してプローブデバイス120に進み、関心ボリュームに向けて送信される音響信号として変換される。関心ボリュームからの戻り音響信号は、プローブデバイス120に戻り、プローブデバイス120によって電気信号に変換され、TREM 110に伝達され、同じ(又は隣接する)アナログ信号経路に沿って、Tx/Rxカードに戻り、ADCフロントエンドによってデジタル化される。ADCフロントエンドからの信号は、DMAを介して大きなローカルメモリにストリーミングされ、ここで、制御ユニットDMAによって転送され、割り当てられたホストメモリに戻される。システム100は、データの複数のフレーム(Tx、Rxシーケンス)をバッファリングして、高速取得及びより遅いホストデータ転送/処理を可能にする能力を有する。また、制御ユニットは、例えば、クロック及びトリガ出力を含む、最大3個の更なるTREMをスレーブするのに適した外部接続を実装することができる。

20

30

【0027】

TREM 110の制御ユニットは、Tx/Rxカードへのトリガ、Tx/Rxカードへの構成データ(configuration data)、及びTx/Rxカードへの波形データを提供するように構成される。制御ユニットは、例えば、RFベースの波形データをインプリメントするために、コンピュータ130に高速IO機能を提供するように構成される。例えば、図2Aに示すように、TREM 110の制御ユニットは、PCI Express外部バスを介してコンピュータ130と通信する。制御ユニットは、システム構成及びシーケンシング(例えば、送信及び受信のための波形のシーケンシング)を管理するように構成されている。幾つかの具体例では、TREM 110の制御ユニットは、デジタル-アナログコンバータ(DAC)及び/又はアナログ-デジタルコンバータ(ADC)動作のために、安定性が高い100MHzクロックをTx/Rxカードに供給するように構成することができる。幾つかの具体例では、TREM 110の制御ユニットは、Tx/RxカードからのフロントエンドADCデータを同期させるように構成することができる。

40

50

【 0 0 2 8 】

図 3 A は、T R E M 1 1 0 の例示的な制御ユニットのブロック図であり、制御ユニットの F P G A への及び制御ユニットの F P G A からのデバイス接続を示している。図 3 B は、制御ユニットによって行われるクロッキング動作及びトリガリング分配動作のブロック図であり左から右に進むクロック経路及びトリガ経路を示している。図 3 C は、T R E M 1 1 0 の制御ユニットを含む例示的なプリント回路基板設計を示す図であり、制御ユニットの様々なサブコンポーネントの配置及び接続を示している。

【 0 0 2 9 】

T R E M 1 1 0 は、例えば、5 0 M H z の A D C / 1 6 ビット / 3 0 0 μ s / チャンネルあたり 1 5 , 0 0 0 サンプル、フレームあたり 2 4 , 5 7 6 の受信波（例えば、1 6 T x トランスデューサ $\times$ 1 2 セグメント $\times$ 1 2 8 R x トランスデューサ）、及び 2 9 . 3 k B / 波といった例示的な速度でデータを処理するように構成することができる。T R E M 1 1 0 は、受信した戻り音響波形を、例えば、7 0 3 M B / フレームといった例示的な速度で処理するように構成することができ、ここで、T x / R x カードは、合計 4 , 0 9 6 M B の R A M 及び C C U 内に 5 1 2 M B を有し、常に 5 . 8 2 フレームをバッファリングし、フレームデータ転送は、2 . 2 7 5 / 秒（例えば、2 . 0 G B / 秒）である。

【 0 0 3 0 】

T R E M 1 1 0 の T x / R x カードは、アナログフロントエンド（analog front end : A F E ）及びデジタル - アナログコンバータ（D A C ）への低ジッタクロック分割 / 分配を提供するように構成される。T R E M 1 1 0 の T x / R x カードは、A F E 及び電源アダプタ（P A ）に電力及び制御を提供するように構成されている。T R E M 1 1 0 の T x / R x カードは、任意の波形シーケンスを送信し、A F E 及びソースから C C U へのデータシンクを受信するように構成されている。

【 0 0 3 1 】

図 4 A は、T R E M 1 1 0 の T x / R x カードの例示的な回路のブロック図であり、F P G A で開始及び終了する信号チャンネルループを示している。図 4 B は、T x / R x 回路の 1 6 チャンネル選択回路のブロック図である。図 4 C は、T x / R x カード上のクロック分配動作を説明する図である。図 4 D は、T R E M 1 1 0 の T x / R x カードの例示的なプリント回路基板設計を示す図である。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、T R E M 1 1 0 の電力増幅器ユニットの例示的なプリント回路基板設計を示す図である。電力増幅器は、例えば、7 5 Ω への 8 0 V p p 、5 0 0 V / μ s のスルーレート、P R F 7 k H z 、シャットダウン、エラー信号、低歪み、5 0 Ω 入力への 1 V p p 、及び 2 5 0 k H z から 1 0 M H z の帯域幅（3 d B ）といった特性を有するように構成することができる。

【 0 0 3 3 】

図 6 は、T R E M 1 1 0 のプローブインタフェースアダプタ（probe interface adapter）ユニットの例示的なプリント回路基板設計を示している。プローブインタフェースアダプタは、例えば、1 2 V デジタル（3 0 W ）、7 V / - 7 V アナログ（例えば、各チャンネル 1 0 W ）、4 8 V / - 4 8 V アナログ（例えば、各チャンネル 2 W ）の電圧仕様、差動デジタル信号（例えば、1 イン、1 アウト、1 クロック）、電源 / 構成デジタルリセット制御、コモンモードフィルタリングといった特性を有するように構成することができる。

【 0 0 3 4 】

再び図 1 を参照すると、音響プローブデバイス 1 2 0 は、T R E M 1 1 0 によって提供される任意波形又は符号化波形に基づいて、1 つ以上のトランスデューサセグメント上に配置されたトランスデューサ素子の高密度アレイに沿って、被験者のターゲット V O I において、音響信号を同時に送受信するように構成することができる。図 1 に示す例では、音響プローブデバイス 1 2 0 は、各プローブトランスデューサセグメントと通信するプローブインタフェースユニットと通信するプローブコントローラユニットを含む。送信のた

10

20

30

40

50

めに、プローブコントローラは、TREM 110とプローブデバイス120との間の複数の通信チャンネルで搬送され、プローブトランスデューサセグメント上のトランスデューサ素子によって変換される、生成された離散波形の波形情報をTREM 110から受信するように動作可能である。プローブインタフェースは、選択されたトランスデューサ素子に波形信号をルーティングするための多重化回路を含む。例えば、図2Dの右端に示すように、制御経路は、TREM 110の制御ユニットからプローブコントローラ構成情報を直接提供し、これは、例えば、ホストコンピュータ130によって判定することができる。幾つかの具体例では、例えば、ホストコンピュータ130は、多数のプリセットを用いて、プローブデバイス120を直接的に効果的にプリロードすることができ、制御ユニット内のシーケンサは、各送信/受信動作の間にこれらを繰り返すことができる。プローブデバイス120は、システム100のインプリメント中に被験者の身体構造に接触する、特定の形状を有する筐体の部分に配置された1つのトランスデューサセグメント又は複数のトランスデューサセグメントのアレイを含むことができる。幾つかの実施形態では、この部分は、例えば、平坦な形状を含むことができ、他の実施形態では、この部分は、湾曲した形状を含むことができる。プローブコントローラ及び/又はプローブインタフェース上に設けられた多重化回路に基づいて、1つ以上のトランスデューサセグメントがTREM 110の任意の又は全てのチャンネルと通信することができる。

10

【0035】

図7Aは、180°の曲率を有する音響プローブデバイス120の例示的な実施形態の分解図であり、ターゲットVOIが存在する被験者の身体構造とインタフェースするためのトランスデューサアレイを表している。図7Aに示す音響プローブデバイス120の例示的な実施形態は、(少なくとも一部が示されている)筐体構造121と、トランスデューサとインタフェースするためのプローブ電子回路122と、個別のトランスデューサ素子アレイを含み、180°の曲率で配列された12個のトランスデューサセグメント123のアレイと、トランスデューサ123をターゲットVOIの受信媒質に音響的に結合するためのカプラントとを含む。他の具体例では、例えば、音響プローブデバイス120は、プローブデバイス120の360°の湾曲に沿って配置された24個のトランスデューサセグメントを含む360°プローブを含むことができる。例えば、ここに開示するシステムの音響信号伝送カプラントデバイスの例示的な実施形態を含む、ここに開示する合成アパーチャ超音波システム技術の音響プローブデバイス120に関連する更なる情報は、米国仮特許出願第62/120,839号、発明の名称「ACOUSTIC SIGNAL TRANSMISSION COUPLANTS」の添付書類に記載されており、これは、本出願の開示の一部として援用される。

20

30

【0036】

図7Bは、例えば、トランスデューサセグメント123を含むプローブデバイス120のコンポーネントを、プローブデバイス120が接続されているターゲットVOIの受信媒質に対して制御可能に移動させるステップモータ駆動ユニット125を含む、音響プローブデバイス120の例示的な実施形態の概略図である。幾つかの具体例では、例えば、音響プローブデバイス120は、保護筐体126を含み、保護筐体126は、筐体構造121、プローブ電子回路122、及びトランスデューサセグメント123のアレイを少なくとも部分的に包囲している。他の例示的な実施形態では、プローブデバイス120を物理的に移動させ、慣性運動ユニット(inertial motion unit: IMU)を使用してプローブデバイス120の動きを追跡することによって、プローブデバイス120のトランスデューサの送信及び受信位置を移動させることができる。

40

【0037】

システム110の幾つかの実施形態では、システム110は、協働する4つのTREM 100ユニットを含み、これらは、それぞれ、例えば、180°ハーフリング、360°リング、及びより複雑な表面、例えば、180°ハーフリングの上位セット等(例えば、脚部、脊柱部、頭部等の大きな領域を走査するためのハーフパイプを形成する4つの湾曲したリングコンポーネント等)の様々な構成で最大12個のトランスデューサセグメント

50

をサポートすることができる。ここに開示するシステムアーキテクチャは、より多くの T R E M 1 1 0 ユニットを単一の大規模なスキャナに組み込むことができる。

【 0 0 3 8 】

図 8 は、T R E M 1 1 0 のアダプタと通信する音響プローブデバイス 1 2 0 のトランスデューサアレイ L 0 プローブユニットのための例示的なプリント回路基板設計を示している。図 9 は、T R E M 1 1 0 とプローブデバイス 1 2 0 との間のプローブデータの例示的なデータフロー図であり、T R E M、プローブコントローラ、及びアレイ P C A 間の信号レベル相互接続構成を示している。図 1 0 は、プローブデバイス 1 2 0 内のマルチプレクサユニットのブロック図である。

【 0 0 3 9 】

幾つかの具体例では、例えば、音響波形を送信し、戻り音響波形を受信するために、1 つ以上のトランスデューサセグメント 1 2 3 上の様々なアレイを選択することができる。このような選択されたアレイは、1 つ以上のサブアレイのトランスデューサ素子の様々な組み合わせを含むことができ、1 つ以上のトランスデューサセグメント 1 2 3 上で選択して、任意波形又は直交符号化音響波形を生成することができる。図 1 1 は、ここに開示する技術の複合超音波ビームを生成するために使用される、複数のトランスデューサセグメント 1 2 3 a、1 2 3 b 上の特定のトランスデューサ素子の選択されたサブアレイを含む例示的な選択されたトランスデューサアレイを示している。例えば、サブアレイは、図 1 1 に示すように、1 つのトランスデューサセグメント上又は複数のトランスデューサセグメント内の個別のトランスデューサ素子の組み合わせを含むことができる。図 1 1 に示すように、選択されたトランスデューサアレイは、複数のトランスデューサ素子 1 2 3 a、1 2 3 b の 8 個のサブアレイに配置された 7 9 個の個別のトランスデューサ素子を含む。この例では、個別の波形又は複合波形のアスペクトを（例えば、連続的に、同時に又はランダムに）送信するように 7 9 個の個別のトランスデューサ素子が選択され、ここで、個別の波形は、個別の任意の波形又は個別の直交する符号化された音響波形を含むことができる。例えば、サブアレイ 1 は、トランスデューサセグメント 1 2 3 a 上の（行，列）1，1；1，2；2，1；2，2；3，1；3，2 及びトランスデューサセグメント 1 2 3 b 上の（行，列）1，1；1 4，1 4；1 4，1 5；1 5，1 4；1 5，1 5；1 6，1 4；1 6，1 5 における 9 個のトランスデューサ素子を含む。サブアレイ 2 は、トランスデューサセグメント 1 2 3 a 上の（行，列）1，1 4；1，1 5；1，1 6；2，1 4；2，1 5；2，1 6；3，1 4；3，1 5；3，1 6 におけるトランスデューサ素子を含む。サブアレイ 3 は、トランスデューサセグメント 1 2 3 a 上の（行，列）1 5，1；1 5，2；1 6，1；1 6，2 におけるトランスデューサ素子を含む。サブアレイ 4 は、トランスデューサセグメント 1 2 3 a 上の（行，列）1 5，1 4；1 5，1 5；1 5，1 6；1 6，1 4；1 6，1 5；1 6，1 6 におけるトランスデューサ素子を含む。サブアレイ 5 は、トランスデューサセグメント 1 2 3 b 上の（行，列）1，1 4；1，1 5；1，1 6；2，1 4；2，1 5；2，1 6 におけるトランスデューサ素子を含む。サブアレイ 6 は、トランスデューサセグメント 1 2 3 b 上の（行，列）1 4，1；1 4，2；1 4，3；1 5，1；1 5，2；1 5，3；1 6，1；1 6，2；1 6，3 におけるトランスデューサ素子を含む。サブアレイ 7 は、トランスデューサセグメント 1 2 3 a 上の（行，列）1 4，1；1 4，2；1 4，3；．．．1 4，1 6 におけるトランスデューサ素子を含む。サブアレイ 8 は、トランスデューサセグメント 1 2 3 b 上の（行，列）1，4；2，4；3，4；．．．1 6，4 におけるトランスデューサ素子を含む。サブアレイの構成は、図 1 に示すように、波形発生器とトランスデューサアレイとの間でインタフェースされるスイッチング素子（例えば、マルチプレクサユニット等）を使用して生成することができる。

【 0 0 4 0 】

図 1 2 は、音響プローブ 1 2 0 の 1 8 0 ° の湾曲に沿った複数の送信位置から合成アパーチャビームを形成する複数のトランスデューサセグメント上のトランスデューササブアレイによって生成された例示的な複合超音波ビームを示す図である。この図に示すように

10

20

30

40

50

、音響プローブ 120 は、1つ以上のトランスデューサセグメント 123 上に配置され、1つ以上の実アパーチャサブアレイ Sub 1、Sub 2、... Sub N を形成するために使用される複数のトランスデューサセグメント 123 を含む。トランスデューサアレイを形成するトランスデューサ素子の一部又は全部は、複数のサブアレイ位相中心位置からターゲット V O I に、互いに直交する符号化された音響波形の 1つ以上の合成音響波形を（例えば、連続的に、同時に又はランダムに）送信し、超音波イメージングのための合成アパーチャを形成することができる。幾つかの具体例では、トランスデューサセグメント 123 上の異なるトランスデューサ素子を選択して、（個別の、互いに直交する、符号化された音響波形に基づいて形成される）送信音響波形に対応する戻り音響波形を受信する受信アレイを形成することができ、ここで受信される音響波形は、V O I の少なくとも一部から（例えば、反射、屈折、回折、遅延、及び / 又は減衰され）散乱され戻される。また、幾つかの具体例では、送信アレイを形成するトランスデューサ素子の幾つか又は全ては、送信音響波形に対応する戻り音響波形を受信することもできる。これによって、受信された個別の音響波形は、送信複合音響波形に対応する 1つ以上の受信複合波形を形成する。複合音響波形は、個別の音響波形を生成するために使用された複数の拡散スペクトル、広瞬時帯域、符号化波形から形成された合成波形に基づいて生成することができる。個別の合成音響波形は、トランスデューサアレイの 1つ以上のサブアレイによって変換してもよい。トランスデューサアレイは、既知の経路に沿った複数の物理的位置及び / 又は複数のビームステアリング位置に配置することができ、例えば、位相中心が機械的に、電子的に、又は機械的且つ電子的に連続した位置に配置され、合成アパーチャを形成するように配置することができる。

10

20

【0041】

実施例

以下の実施例は、本技術の幾つかの実施形態を例示するものである。本技術の他の例示的な実施形態は、以下にリストする実施例の前に、又は以下にリストする実施例の後に示す実施形態も含まれる。

【0042】

本技術の一例（実施例 1）では、合成アパーチャ音響波形システムは、（i）波形発生及び処理デバイスと、（ii）音響プローブデバイスとを含む。（i）波形発生及び処理デバイスは、波形発生器によって提供される波形情報に基づいて 1つ以上の波形を生成する 1つ以上の波形合成器と通信する波形発生器と、データを保存するためのメモリ、及びメモリに接続されてデータを処理する処理ユニットを含むコントローラユニットとを含む。（ii）音響プローブデバイスは、生体被験者の身体構造とインタフェースする成形セクションを含む筐体と、筐体の成形セクションに配置されたトランスデューサ素子のアレイを含み、波形発生及び処理デバイスによって生成された 1つ以上の波形に対応する音響波形を、生体被験者におけるターゲットボリュームに向けて送信し、ターゲットボリュームの少なくとも一部から戻ってくる戻り音響波形を受信する 1つ以上のトランスデューサセグメントと、生体被験者の身体構造が音響結合コンポーネントと接触しているとき、トランスデューサ素子と生体被験者の身体構造との間で音響波形を伝導する音響結合コンポーネントと、コントローラユニット及びトランスデューサ素子のアレイと通信し、波形に対応する音響波形に変換するためのアレイの 1つ以上のトランスデューサ素子を選択し、及び戻り音響波形を受信するためのアレイの 1つ以上の変換素子を選択する多重化ユニットとを含む。（i）波形発生及び処理デバイスは、音響プローブデバイスのトランスデューサ素子のアレイによって受信される受信した戻り音響波形を、ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含む受信波形として、アナログフォーマットからデジタルフォーマットに変換するアナログ - デジタル（A / D）コンバータのアレイと、1つ以上の波形合成器と通信し、音響プローブデバイスに供給される個別の直交符号化波形を送信のために変更する 1つ以上の増幅器と、音響プローブデバイス及び A / D コンバータのアレイと通信し、A / D コンバータに供給された受信された戻り音響波形を変更する 1つ以上の前置増幅器とを含む。

30

40

50

【 0 0 4 3 】

実施例 2 は、実施例 1 のシステムを含み、コントローラユニットの処理ユニットは、受信した戻り音響波形を処理して、ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含むデータセットを生成するように動作可能である。

【 0 0 4 4 】

実施例 3 は、実施例 1 のシステムを含み、保存されたデータは、デジタルフォーマットで、受信された戻り音響波形、対応する合成波形、並びにそれぞれ送信位置及び受信位置において送信動作を行ったトランスデューサ素子及び受信動作を行ったトランスデューサ素子の対応する位置データを含む。

【 0 0 4 5 】

実施例 4 は、実施例 1 のシステムを含み、処理ユニットは、デジタル信号プロセッサを含む。

【 0 0 4 6 】

実施例 5 は、実施例 1 のシステムを含み、波形発生及び処理デバイスは、コントローラユニットと通信し、システムの少なくとも 1 つの要素における時間を同期させるマスタクロックを含む。

【 0 0 4 7 】

実施例 6 は、実施例 1 のシステムを含み、波形発生及び処理デバイスは、プロセッサ及びメモリを含むコンピュータと通信し、波形発生処理ユニットのコントローラユニットは、ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含む処理済みデータをコンピュータに転送するように構成されている。

【 0 0 4 8 】

実施例 7 は、実施例 6 のシステムを含み、コンピュータは、情報に基づいてターゲットボリュームの少なくとも一部の画像を生成するように構成され、コンピュータは、画像を表示するための視覚的ディスプレイと、システムの動作の動作モードを含むユーザ入力データを受信するためのユーザ入力端末とを含む。

【 0 0 4 9 】

実施例 8 は、実施例 1 のシステムを含み、コントローラユニットの処理ユニットは、受信された戻り音響波形を処理し、ターゲットの少なくとも一部からのレンジデータ及び関連するレンジレートデータ、例えば、ドップラ周波数シフトデータと呼ばれるデータを含む、ターゲットボリュームの少なくとも一部の情報を含むデータセットを生成するように動作可能である。

【 0 0 5 0 】

実施例 9 は、実施例 1 のシステムを含み、音響波形を送信するように選択されたトランスデューサ素子は、音響波形を送信する 1 つ以上の送信位置に 1 次元、2 次元、又は 3 次元で移動するように動作可能である。

【 0 0 5 1 】

実施例 10 は、実施例 1 のシステムを含み、戻り音響波形を受信するように選択されたトランスデューサ素子は、戻り音響波形を受信する 1 つ以上の受信位置に 1 次元、2 次元、又は 3 次元で移動するように動作可能である。

【 0 0 5 2 】

実施例 11 は、実施例 1 のシステムを含み、音響波形を送信し、戻り音響波形を受信するように選択されたトランスデューサ素子は、音響波形を送信する 1 つ以上の送信位置及び戻り音響波形を受信する 1 つ以上の受信位置のそれぞれに 1 次元、2 次元、又は 3 次元で移動するように動作可能である。

【 0 0 5 3 】

実施例 12 は、実施例 1 のシステムを含み、トランスデューサ素子は、他のトランスデューサセグメントから 1 次元、2 次元、又は 3 次元で独立して移動することができる。

【 0 0 5 4 】

実施例 13 は、実施例 1 のシステムを含み、音響波形を送信するように選択されたトラ

10

20

30

40

50

ンスデューサ素子の数は、戻り音響波形を送信するように選択されたトランスデューサ素子の数よりも多い。

【 0 0 5 5 】

実施例 1 4 は、実施例 1 のシステムを含み、戻り音響波形を受信するように選択されたトランスデューサ素子の数は、音響波形を送信するように選択されたトランスデューサ素子の数よりも多い。

【 0 0 5 6 】

実施例 1 5 は、実施例 1 のシステムを含み、生体被験者は、ヒト及びヒト以外の動物を含む。

【 0 0 5 7 】

実施例 1 6 は、実施例 1 のシステムを含み、ターゲットボリウムは、生体被験者の組織構造を含み、プローブデバイスの成形セクションは、生体被験者の身体構造に接触する。

【 0 0 5 8 】

実施例 1 7 は、実施例 1 6 のシステムを含み、身体構造は、腹部、胸部、咽喉を含む首、腕、脚、膝関節、股関節、足関節、肘関節、肩関節、手首関節、乳房、性器、又は頭蓋骨を含む頭部である。

【 0 0 5 9 】

実施例 1 8 は、実施例 1 6 のシステムを含み、成形セクションは、筐体の湾曲セクションを含み、湾曲セクションは、音響結合コンポーネントが身体構造の皮膚と直接的に接触するように、身体構造との完全な接触を容易にするための曲率を有する。

【 0 0 6 0 】

実施例 1 9 は、実施例 1 6 のシステムを含み、生体被験者の組織構造は、癌性又は非癌性の腫瘍、内部腹部、結合組織捻挫、組織開裂、又は骨を含む。

【 0 0 6 1 】

実施例 2 0 は、実施例 1 のシステムを含み、波形発生及び処理デバイスは、数学的關係に基づいて特徴付けられる任意の波形を生成するように動作可能である。

【 0 0 6 2 】

実施例 2 1 は、実施例 2 0 のシステムを含み、波形発生及び処理デバイスは、任意の波形をビームフォーミング及び操縦するように動作可能である。

【 0 0 6 3 】

実施例 2 2 は、実施例 2 0 のシステムを含み、任意波形は、矩形パルス、三角波パルス、ガウスパルス、正弦波パルス、 sinc パルス、メキシカンハットウェーブレットパルス、Haarウェーブレットパルス、線形FMチャープパルス、双曲線FMチャープパルス、又はこれらの組み合わせを含む。

【 0 0 6 4 】

実施例 2 3 は、実施例 1 のシステムを含み、波形発生及び処理デバイスは、波形発生器によって提供される波形情報に基づいて 1 つ以上の波形合成器によって生成された、異なる周波数帯域に対応する 2 つ以上の独立した直交符号化波形を含む合成波形を生成するように動作可能であり、個別の直交符号化波形は、互いに直交しており、それぞれ異なる周波数帯域に対応し、個別の直交符号化波形のそれぞれが、対応する位相を有する固有の周波数を含む。

【 0 0 6 5 】

実施例 2 4 は、実施例 2 3 のシステムを含み、個別の直交符号化波形は、それぞれ個別に振幅重み付けされ、個別に位相重み付けされた複数の振幅及び複数の位相を含む。

【 0 0 6 6 】

実施例 2 5 は、実施例 2 3 のシステムを含み、波形発生及び処理デバイスは、個別の直交符号化波形のそれぞれの周波数帯域、振幅、時間 - 帯域幅積パラメータ、及び位相パラメータを決定するように動作可能である。

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

実施例 26 は、実施例 25 のシステムを含み、位相パラメータは、擬似乱数の集合又は決定的な数の集合から決定される。

【0068】

実施例 27 は、実施例 23 のシステムを含み、個別の直交符号化波形は、コヒーレント波形を含む。

【0069】

実施例 28 は、実施例 23 のシステムを含み、波形発生及び処理デバイスと通信し、音響波形を送信し、戻り音響波形を受信する第 2 の音響プローブデバイスを更に備える。

【0070】

実施例 29 は、実施例 23 のシステムを含み、波形発生及び処理デバイスと通信し、1 つ以上の波形を音響プローブデバイス又は複数の音響プローブデバイスに供給するための追加のチャンネルを提供する第 2 の波形発生及び処理デバイスを更に備える。

【0071】

本明細書に開示した主題の具体例及び機能的動作、例えば様々なモジュールは、デジタル電子回路で実現してもよく、本明細書に開示した構造及びこれらの構造的な均等物を含むコンピュータソフトウェア、ファームウェア又はハードウェアで実現してもよく、これらの 1 つ以上の組合せで実現してもよい。ここに開示した主題の具体例は、1 つ以上のコンピュータプログラム製品、例えば、実体がある不揮発性の媒質内に符号化され、データ処理ユニットによって実行され、又はデータ処理ユニットの動作を制御するコンピュータプログラム命令の 1 つ以上のモジュールとして実現することもできる。コンピュータが読取り可能な媒質は、機械可読のストレージデバイス、機械可読のストレージ基板、メモリデバイス、機械可読の伝播信号に作用する組成物又はこれらの 1 つ以上の組合せであってもよい。用語「データ処理ユニット」は、データを処理するための全ての装置、デバイス及び機械を包含し、一例としてプログラミング可能なプロセッサ、コンピュータ、複数のプロセッサ又はコンピュータがこれに含まれる。装置は、ハードウェアに加えて、当該コンピュータプログラムの実行環境を作成するコード、例えば、プロセッサファームウェアを構成するコード、プロトコルスタック、データベース管理システム、オペレーティングシステム又はこれらの 1 つ以上の組合せを含むことができる。

【0072】

コンピュータプログラム（プログラム、ソフトウェア、ソフトウェアアプリケーション、スクリプト又はコードとも呼ばれる。）は、コンパイラ言語又はインタープリタ言語を含む如何なる形式のプログラミング言語で書いてもよく、例えば、スタンドアロンプログラムとして、若しくはモジュール、コンポーネント、サブルーチン又は演算環境での使用に適する他のユニットとして、如何なる形式で展開してもよい。コンピュータプログラムは、必ずしもファイルシステム内のファイルに対応していなくてもよい。プログラムは、他のプログラム又はデータを含むファイル（例えば、マークアップ言語文書内に保存された 1 つ以上のスクリプト）の一部に保存してもよく、当該プログラムに専用の単一のファイルに保存してもよく、連携する複数のファイル（例えば、モジュール、サブプログラム又はコードの一部を保存する 1 つ以上のファイル）に保存してもよい。コンピュータプログラムは、1 つのコンピュータ上で実行されるように展開してもよく、1 つの場所に設けられた又は複数の場所に亘って分散され、通信ネットワークによって相互接続された複数のコンピュータ上で実行されるように展開してもよい。

【0073】

本明細書に開示したプロセス及びロジックフローは、入力データを処理し、出力を生成することによって機能を実現する 1 つ以上のコンピュータプログラムを実行する 1 つ以上のプログラミング可能なプロセッサによって実現してもよい。プロセス及びロジックフローは、例えば、フィールドプログラマブルゲートアレイ（field programmable gate array: FPGAs）又は特定用途向け集積回路（application specific integrated circuit: ASIC）等の専用論理回路等として実現できる装置によって実行してもよい。

【0074】

10

20

30

40

50

コンピュータプログラムの実行に適するプロセッサには、一例として、汎用マイクロプロセッサ及び専用マイクロプロセッサの両方、例えば、デジタルシグナルプロセッサ(digital signal processor: DSP)並びにあらゆる種類のデジタルコンピュータの1つ以上のプロセッサの何れかを含ませてもよい。プロセッサは、通常、読出専用メモリ若しくはランダムアクセスメモリ、又はこれらの両方から命令及びデータを受け取る。コンピュータの基本的な要素は、命令を実行するプロセッサと、命令及びデータを保存する1つ以上のメモリデバイスである。また、コンピュータは、通常、データを保存するための1つ以上の大容量記憶装置、例えば、磁気ディスク、光磁気ディスク又は光ディスクを含み、若しくは、大容量記憶装置からデータを受信し、大容量記憶装置にデータを送信し、又はこの両方の動作を行うように大容量記憶装置に動作的に接続されている。但し、コンピュータは、必ずしもこのような装置を有する必要はない。コンピュータプログラム命令及びデータの格納に適するコンピュータ可読媒質には、一例として挙げれば、半導体記憶デバイス、例えば、EPROM、EEPROM及びフラッシュメモリデバイスを含む全ての形式の不揮発性メモリが含まれる。プロセッサ及びメモリは、専用論理回路によって補ってもよく、専用論理回路に組み込んでもよい。

10

【0075】

本明細書は、多くの詳細事項を含んでいるが、これらの詳細事項は、特許請求している又は特許請求することができる本発明の範囲を限定するものとは解釈されず、本発明の特定の実施形態の特定の特徴の記述として解釈される。本明細書において、別個の実施形態の文脈で開示した幾つの特徴を組み合わせ、単一の実施形態として実現してもよい。逆に、単一の実施形態の文脈で開示した様々な特徴は、複数の実施形態に別個に具現化してもよく、適切な如何なる部分的組合せとして具現化してもよい。更に、以上では、幾つの特徴を、ある組合せで機能するものと説明しているが、初期的には、そのように特許請求している場合であっても、特許請求された組合せからの1つ以上の特徴は、幾つの場合、組合せから除外でき、特許請求された組合せは、部分的組合せ又は部分的な組合せの変形に変更してもよい。

20

【0076】

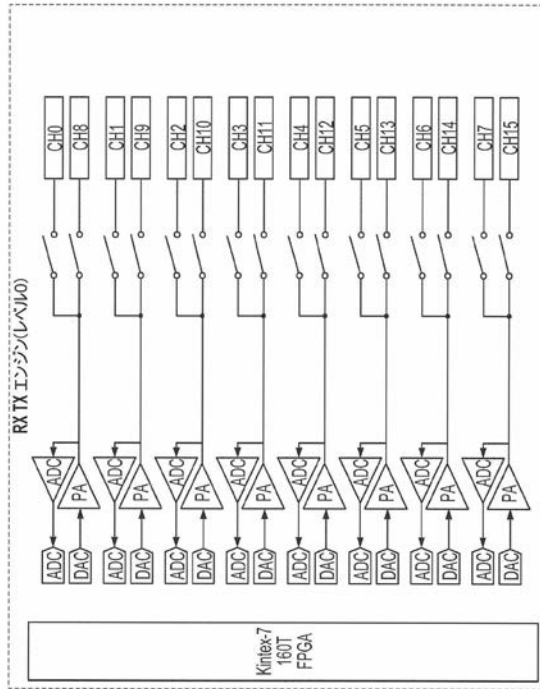
同様に、図面では、動作を特定の順序で示しているが、このような動作は、所望の結果を達成するために、図示した特定の順序又は順次的な順序で行う必要はなく、また、図示した全ての動作を行う必要もない。更に、上述した実施形態における様々なシステムのコンポーネントの分離は、全ての実施形態においてこのような分離が必要であることを意図してはいない。

30

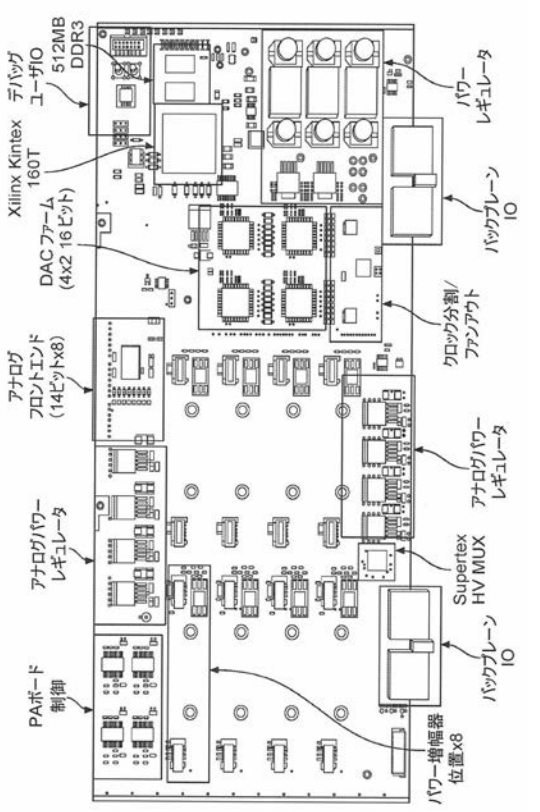
【0077】

幾つかの具体例及び実施例のみを開示したが、この特許文献に記述し例示した内容に基づいて、他の具体例、拡張例及び変形例を想到することができる。

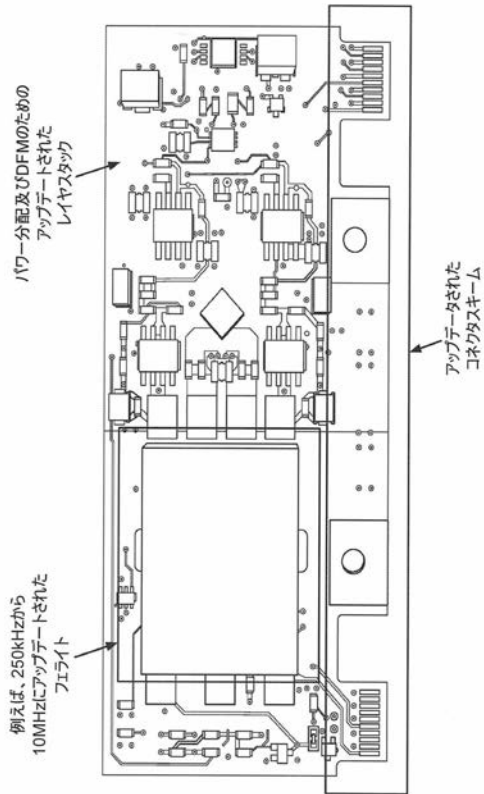
【 図 4 B 】



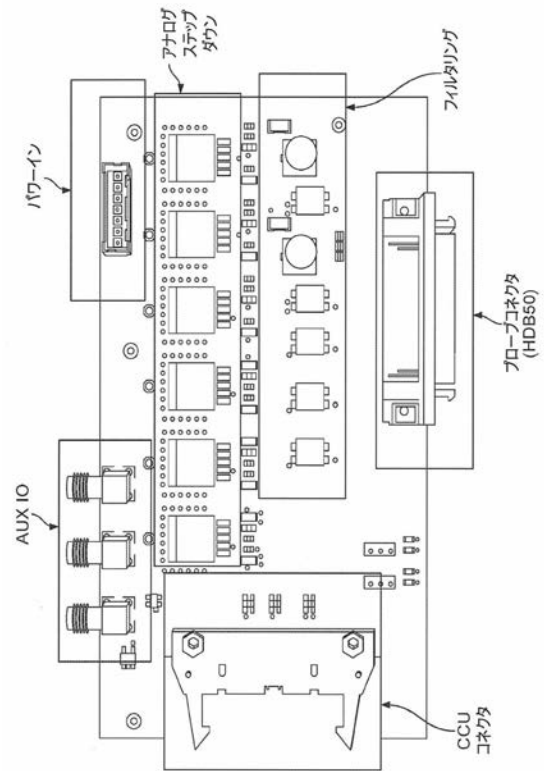
【 ㊦ 4 D 】



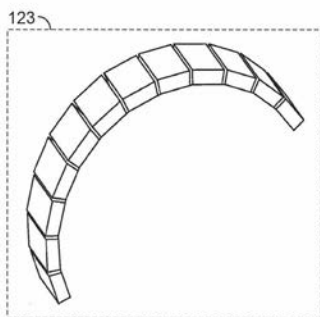
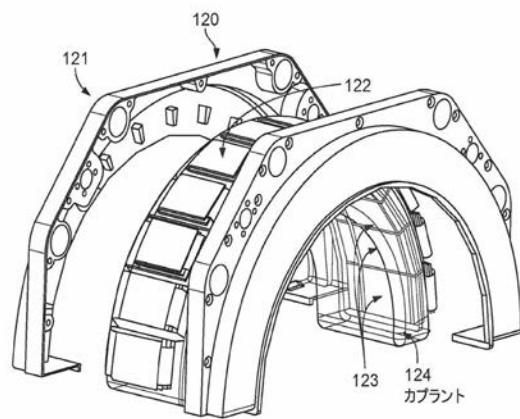
【図 5】



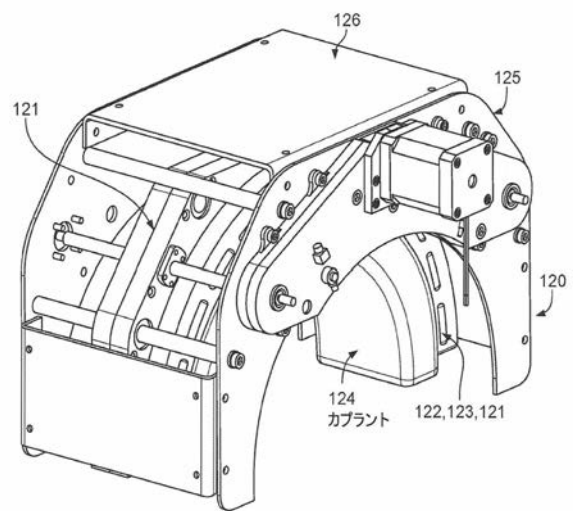
【図 6】



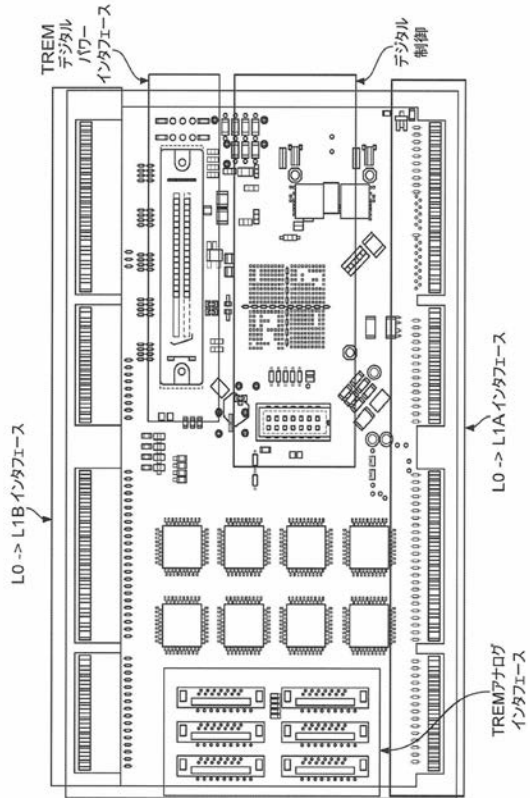
【図 7 A】



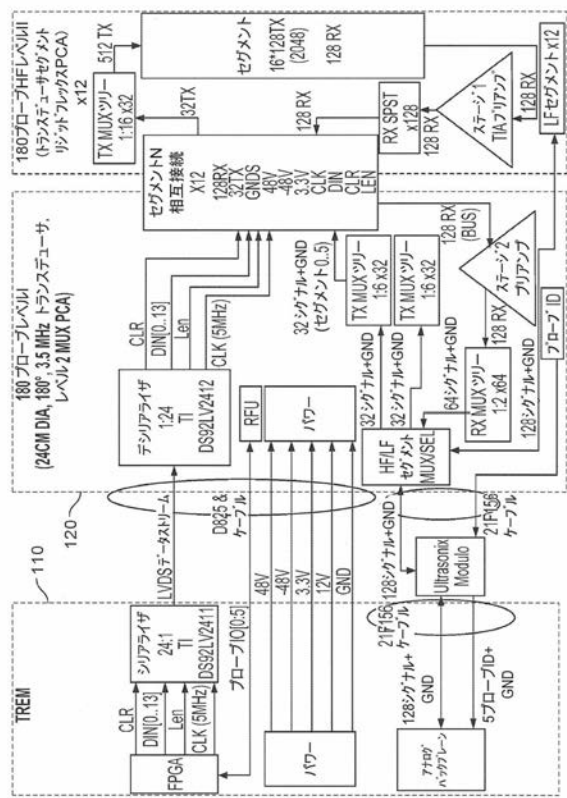
【図 7 B】



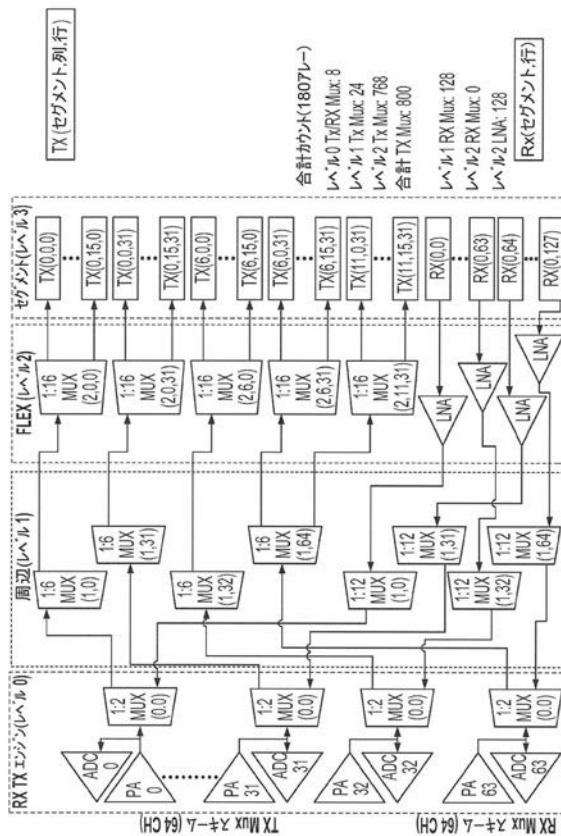
【 図 8 】



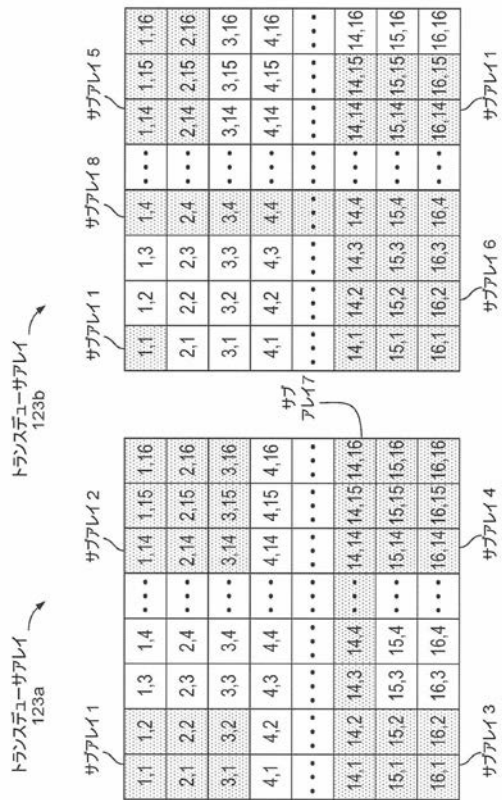
【 図 9 】



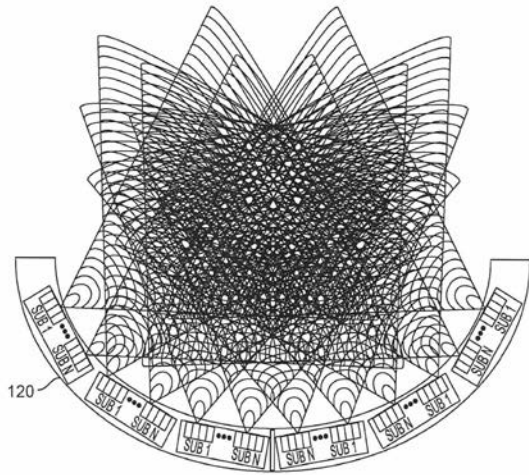
【 ㊦ 1 0 】



【 ㊦ 1 1 】



【図 12】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US16/22723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - A61B 8/14, 8/00, 8/08 (2016.01) CPC - A61B 8/14, 8/4461, 8/4488 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - A61B 8/14, 8/00, 8/08 (2016.01) CPC - A61B 8/14, 8/4461, 8/4488 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) PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, RU, AT, CH, TH, BR, PH, SE, NO, DK, FI, BE, NL, LU, MX, INPADO Data); Google Patent/Google Scholar; IP.com; IEEE.org; synthetic, aperture, acoustic, waveform, control, generat, process, probe, transducer, transduc master clock, clock, probe, digital, AD, converter, orthogonal, analog to digital, abdomen, body, neck, head		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2013/0123635 A1 (DECISION SCIENCES INTERNATIONAL CORPORATION) May 16, 2013, Figure 1, paragraphs [0020]-[0031], [0042], [0052], [0058], [0060]	1-29
Y	US 2010/0286527 A1 (CANNON, M et al.) November 11, 2010, Figure 6; paragraphs [0031]-[0032], [0066], [0077], [0116]	1-29
A	US 7,066,886 B2 (SONG T. et al.) June 27, 2006, entire document	1-29
☐ 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 doubts 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 "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 May 2016 (20.05.2016)		Date of mailing of the international search report 05 AUG 2016
Name and mailing address of the ISA/ Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

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, ST, 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, 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

(72)発明者 フライブルク, エヴァン

アメリカ合衆国 9 2 0 6 4 カリフォルニア州, ポーウェイ, スイート 1 0 0, ファースト
アメリカン ウェイ 1 2 3 4 5

(72)発明者 クルーゼ, ダスティン

アメリカ合衆国 9 2 0 6 4 カリフォルニア州, ポーウェイ, スイート 1 0 0, ファースト
アメリカン ウェイ 1 2 3 4 5

F ターム(参考) 4C601 BB03 EE01 EE04 GB03 GB09 HH04 HH10 HH11 HH26 HH38

专利名称(译)	合成孔径超声系统		
公开(公告)号	JP2018508309A	公开(公告)日	2018-03-29
申请号	JP2017549178	申请日	2016-03-16
[标]发明人	ヘイズジェイムズジェイ フライブルクエヴァン クルーゼダスティン		
发明人	ヘイズ,ジェイムズ,ジェイ. フライブルク,エヴァン クルーゼ,ダスティン		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4461 A61B8/5207 A61B8/5223 A61B8/54 G01S7/52079 G01S7/52082 G01S15/8927 G01S15/8934 G01S15/8959 G01S15/8997		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/GB03 4C601/GB09 4C601/HH04 4C601/HH10 4C601/HH11 4C601/HH26 4C601/HH38		
优先权	62/135066 2015-03-18 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了用于合成孔径声成像，距离多普勒测量和治疗的系统，设备和方法。合成孔径声学系统旨在实现相干，扩展频谱，宽瞬时频带，编码波形的生成，传输，接收和合成孔径超声（SAU）应用中使用的处理。包括波形生成和处理设备以及声学探头设备。[选择图]图12

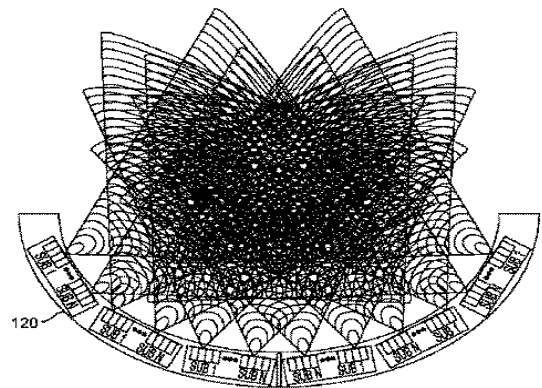


FIG. 12