

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7391083号  
(P7391083)

(45)発行日 令和5年12月4日(2023.12.4)

(24)登録日 令和5年11月24日(2023.11.24)

(51)国際特許分類 F I  
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14  
A 6 1 B 8/08 (2006.01) A 6 1 B 8/08

請求項の数 18 (全24頁)

(21)出願番号	特願2021-509160(P2021-509160)	(73)特許権者	590000248 コーニクレッカ フィリップス エヌ ヴェ Koninklijke Philips N.V. オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2 High Tech Campus 5 2 , 5 6 5 6 AG Eindhoven , N etherlands
(86)(22)出願日	令和1年8月23日(2019.8.23)	(74)代理人	110001690 弁理士法人M&Sパートナーズ
(65)公表番号	特表2021-534860(P2021-534860 A)	(72)発明者	ホープ シンプソン デービッド オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン ドーフエン ハイ テック キャンパス 5 最終頁に続く
(43)公表日	令和3年12月16日(2021.12.16)		
(86)国際出願番号	PCT/EP2019/072604		
(87)国際公開番号	WO2020/039078		
(87)国際公開日	令和2年2月27日(2020.2.27)		
審査請求日	令和4年8月18日(2022.8.18)		
(31)優先権主張番号	62/721,741		
(32)優先日	平成30年8月23日(2018.8.23)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 並進アンサンブル超音波イメージング並びに関連するデバイス、システム、及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のパルスシーケンスと前記第1のパルスシーケンスに関して時間オフセットされた第2のパルスシーケンスとを含む送信パルスシーケンスを生成する、シーケンス生成構成要素と、

前記シーケンス生成構成要素及び超音波イメージング構成要素と通信している送信機であって、前記送信機が、前記超音波イメージング構成要素において解剖学的物体への超音波放出をトリガするために前記超音波イメージング構成要素に前記送信パルスシーケンスを送信する、送信機と、

前記超音波イメージング構成要素から、前記送信パルスシーケンスに応答した超音波エコー信号を受信する、受信機と、

前記受信機と通信しており、受信された前記超音波エコー信号に基づいて、前記解剖学的物体に関連する構造データ及び動きデータの両方を生成する、処理構成要素と、を備え、

前記第1のパルスシーケンスが、第1の時間間隔だけ互いに離間されたパルスのセットを含み、前記シーケンス生成構成要素がさらに、

前記第2のパルスシーケンスを形成するために前記第1のパルスシーケンスを時間シフトすることと、

前記送信パルスシーケンスを形成するために前記第1のパルスシーケンスに前記第2のパルスシーケンスを時間インターリーブすることと、によって前記送信パルスシーケンスを生成する、超音波イメージングシステム。

10

20

## 【請求項 2】

前記送信パルスシーケンスが、前記第 1 の時間間隔と同じ持続時間を含む第 2 の時間間隔だけ離間された 2 つのパルスと、前記第 1 の時間間隔とは異なる持続時間を含む第 3 の時間間隔だけ離間された 2 つのパルスとを含む、請求項 1 に記載の超音波イメージングシステム。

## 【請求項 3】

前記シーケンス生成構成要素がさらに、前記第 1 のパルスシーケンスの少なくとも 2 つの連続するパルスに前記第 2 のパルスシーケンスの少なくとも 2 つの連続するパルスを時間インターリーブすることによって前記送信パルスシーケンスを生成する、請求項 1 に記載の超音波イメージングシステム。

10

## 【請求項 4】

前記シーケンス生成構成要素がさらに、前記時間インターリーブすることの前に、前記第 2 のパルスシーケンスのパルスに位相シフト又は振幅スケーリングのうちの少なくとも 1 つを適用することによって前記送信パルスシーケンスを生成する、請求項 1 に記載の超音波イメージングシステム。

## 【請求項 5】

前記処理構成要素がさらに、前記第 1 のパルスシーケンスに関連する前記超音波エコー信号の第 1 のサブセットに対してビームフォーミングを実行することと、前記第 2 のパルスシーケンスに関連する前記超音波エコー信号の第 2 のサブセットに対してビームフォーミングを実行することとによって前記構造データと前記動きデータとを生成する、請求項 1 に記載の超音波イメージングシステム。

20

## 【請求項 6】

前記処理構成要素がさらに、前記構造データを作り出すために時間領域において前記超音波エコー信号に第 1 のフィルタを適用することと、前記動きデータを作り出すために前記時間領域において前記超音波エコー信号に第 2 のフィルタを適用することとによって前記構造データと前記動きデータとを生成する、請求項 1 に記載の超音波イメージングシステム。

## 【請求項 7】

前記処理構成要素がさらに、前記構造データ又は前記動きデータのうちの少なくとも 1 つを作り出すために、さらに空間領域において前記超音波エコー信号に第 3 のフィルタを適用することによって前記構造データと前記動きデータとを生成する、請求項 6 に記載の超音波イメージングシステム。

30

## 【請求項 8】

前記処理構成要素がさらに、前記第 1 のフィルタの出力信号に対してビームフォーミングを実行することと、前記第 2 のフィルタの出力信号に対してビームフォーミングを実行することとによって前記構造データと前記動きデータとを生成する、請求項 6 に記載の超音波イメージングシステム。

## 【請求項 9】

前記処理構成要素がさらに、  
前記構造データに基づいて前記解剖学的物体に関連する解剖学的情報を表す第 1 の画像を生成することと、

40

前記動きデータに基づいて前記解剖学的物体に関連する動き情報を表す第 2 の画像を生成することと、

複合画像を作り出すために前記第 1 の画像と前記第 2 の画像とを合成することとを行う、請求項 1 に記載の超音波イメージングシステム。

## 【請求項 10】

前記処理構成要素に結合され、前記複合画像を表示するディスプレイをさらに備える、請求項 9 に記載の超音波イメージングシステム。

## 【請求項 11】

前記解剖学的物体が血管を備え、前記第 1 の画像が、時間間隔中の前記血管の組織情報

50

を含み、前記第 2 の画像が、同じ前記時間間隔中の前記血管に関連する動き情報を含む、請求項 9 に記載の超音波イメージングシステム。

【請求項 1 2】

シーケンス生成構成要素が、第 1 のパルスシーケンスと前記第 1 のパルスシーケンスに関して時間オフセットされた第 2 のパルスシーケンスとを含む送信パルスシーケンスを生成するステップと、

前記シーケンス生成構成要素に結合された送信機が、超音波イメージング構成要素において解剖学的物体への超音波放出をトリガするために、前記超音波イメージング構成要素に前記送信パルスシーケンスを送信するステップと、

受信機が、前記超音波イメージング構成要素から、前記送信パルスシーケンスに応答した超音波エコー信号を受信するステップと、

前記受信機に結合された処理構成要素が、受信された前記超音波エコー信号に基づいて、前記解剖学的物体に関連する構造データ及び動きデータの両方を生成するステップと、を有し、

前記第 1 のパルスシーケンスが、第 1 の時間間隔だけ互いに離間されたパルスのセットを含み、前記送信パルスシーケンスを生成するステップが、

前記第 2 のパルスシーケンスを形成するために前記第 1 のパルスシーケンスを時間シフトするステップと、

前記送信パルスシーケンスを形成するために前記第 1 のパルスシーケンスに前記第 2 のパルスシーケンスを時間インターリーブするステップと、

を有する、超音波イメージングの方法。

【請求項 1 3】

前記送信パルスシーケンスを生成するステップが、前記第 1 のパルスシーケンスの少なくとも 2 つの連続するパルスに前記第 2 のパルスシーケンスの少なくとも 2 つの連続するパルスを時間インターリーブするステップを有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記送信パルスシーケンスを生成するステップが、前記時間インターリーブするステップの前に、前記第 2 のパルスシーケンスのパルスに位相シフト又は振幅スケーリングのうちの少なくとも 1 つを適用するステップを有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記構造データと前記動きデータとを生成するステップが、

ビームフォーミングされた信号を作り出すために前記超音波エコー信号に対してビームフォーミングを実行するステップと、

前記構造データを作り出すために時間領域又は空間領域のうちの少なくとも 1 つにおいて前記ビームフォーミングされた信号に第 1 のフィルタを適用するステップと、

前記動きデータを作り出すために前記時間領域又は前記空間領域のうちの少なくとも 1 つにおいて前記ビームフォーミングされた信号に第 2 のフィルタを適用するステップとを有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記構造データと前記動きデータとを生成するステップが、

時間領域又は空間領域のうちの少なくとも 1 つにおいて前記超音波エコー信号に第 1 のフィルタを適用するステップと、

前記時間領域又は前記空間領域のうちの少なくとも 1 つにおいて前記超音波エコー信号に第 2 のフィルタを適用するステップと、

前記構造データを作り出すために前記第 1 のフィルタの出力信号に対してビームフォーミングを実行するステップと、

前記動きデータを作り出すために前記第 2 のフィルタの出力信号に対してビームフォーミングを実行するステップと

を有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 7】

10

20

30

40

50

前記処理構成要素が、前記構造データに基づいて前記解剖学的物体に関連する組織情報を表す第1の画像を生成するステップと、

前記処理構成要素が、前記動きデータに基づいて前記解剖学的物体に関連する動き情報を表す第2の画像を生成するステップと、

前記処理構成要素が、複合画像を作り出すために前記第1の画像と前記第2の画像とを合成するステップと、

前記処理構成要素に結合されたディスプレイが、前記組織情報のグレースケール表現と前記動き情報のカラー表現とを含む前記複合画像を表示するステップと

をさらに有する、請求項1\_2に記載の方法。

【請求項18】

前記処理構成要素が、前記動きデータに基づいて前記解剖学的物体に関連するフロー測定を決定するステップをさらに有する、請求項1\_2に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本開示は、一般に超音波イメージングに関し、詳細には、同時の輝度モード（Bモード）イメージング及び動きに敏感なイメージングのためのパルス化シーケンスを生成することに関する。

【背景技術】

【0002】

[0002] 超音波イメージングは、医師が病状を診断し、治療するのに助ける非侵襲性医療検査である。超音波イメージングは、人体内の組織、器官、及び/又は血流の画像を作り出すために高周波音波を使用する。超音波イメージングシステムは、ターゲット身体部位（例えば、組織及び器官）のほうへ音波を送るように励起又はトリガされ得、反射されたエコーを記録し、したがってターゲット身体部位のサイズ、形状及び質量を画定する、超音波トランスデューサデバイス又はトランスデューサアレイを備える。超音波イメージングシステムは、Bモード及びドップラーフローなど、様々なイメージングモードを使用する。Bモードイメージングの場合、超音波イメージングシステムは組織の2次元画像を作成し、ピクセルの輝度は反射されたエコーの強度に基づく。ドップラーフローイメージングの場合、超音波システムはドップラー効果に基づく流体（例えば、血液）又は組織の運動を決定し、反射されたエコーは入射波に関して周波数がシフトされる。

【0003】

[0003] 超音波システムは、異なるイメージングモードについて超音波トランスデューサデバイスを励起するために、（例えば、異なるパルス繰返し間隔を含む）異なる送信パルスシーケンスを使用する。従来の超音波イメージングシステムは、Bモードフレームをキャプチャするために及びドップラーフレームをキャプチャするために別個の送信パルスシーケンスを送る。例えば、従来の超音波イメージングシステムは、超音波デバイスに、1つ又は複数のBモード送信パルスシーケンスを送り、その後1つ又は複数のドップラー送信パルスシーケンスを送る。さらに、従来の超音波イメージングシステムは、Bモードイメージング視野全体にわたるのではなく、Bモードイメージング視野の一部におけるドップラー情報を提供する。

【発明の概要】

【0004】

[0004] 既存の超音波イメージングは、医療診断及び治療のために役立っているが、組織情報と血管情報の両方が同様の解像度で提示される解剖学的画像を生成しようとして、Bモードイメージングとフローイメージングとに同様のパルスシーケンスを与えるための改善されたシステム及び技法が依然として必要である。本開示の実施形態は、Bモードイメージング視野全体にわたる、動きに敏感なイメージングを伴う同時のBモードイメージングのための機構を提供する。開示される実施形態は、解剖学的物体をイメージングするために、イメージングデバイス（例えば、超音波トランスデューサアレイ）上で、並進ア

10

20

30

40

50

ンサンプルパルスシーケンスを採用する。並進アンサンプルパルスシーケンスの生成は、ベースパルスシーケンスに、ベースパルスシーケンスの1つ又は複数の時間シフトされたバージョンを時間インターリーブすることを含む。ベースパルスシーケンスは、任意の望ましい超音波イメージングモード（例えば、Bモード）のための送信パルスシーケンスである。時間シフトされたパルスシーケンスのための（例えば、パルスの単位での）時間オフセットは、解剖学的物体の任意の望ましい時間変動情報（例えば、フロー動き）をキャプチャするように構成され得る。並進アンサンプルパルスシーケンスをイメージングデバイスに送った後に、エコー信号が収集され得る。エコー信号は、同じイメージング視野にわたる解剖学的物体に関連する動きの速い構造（例えば、血液）と動きの遅い構造（例えば、組織）の両方からの解剖学的（例えば、構造）情報及び動き情報を含むことができる。さらに、動き情報からフロー測定が算出され得る。解剖学的情報、動き情報、及びフロー測定は同時に表示され得る。

10

## 【0005】

【0005】一実施形態では、超音波イメージングシステムは、第1のパルスシーケンスと第1のパルスシーケンスに関して時間オフセットされた第2のパルスシーケンスとを含む送信パルスシーケンスを生成するように構成されたシーケンス生成構成要素と、シーケンス生成構成要素及び超音波イメージング構成要素と通信している送信機であって、送信機が、超音波イメージング構成要素において解剖学的物体への超音波放出をトリガするために超音波イメージング構成要素に送信パルスシーケンスを送信するように構成された、送信機と、超音波イメージング構成要素から、送信パルスシーケンスに応答した超音波エコー信号を受信するように構成された受信機と、受信機と通信しており、受信された超音波エコー信号に基づいて解剖学的物体に関連する構造データ、動きデータ、又はそれらの組合せ（例えば、構造データ及び/又は動きデータ）を生成するように構成された処理構成要素とを備える。

20

## 【0006】

【0006】いくつかの実施形態では、第1のパルスシーケンスは、第1の時間間隔だけ互いに離間されたパルスのセットを含み、シーケンス生成構成要素はさらに、第2のパルスシーケンスを形成するために第1のパルスシーケンスを時間シフトすることと、送信パルスシーケンスを形成するために第1のパルスシーケンスに第2のパルスシーケンスを時間インターリーブすることとによって、送信パルスシーケンスを生成するように構成される。いくつかの実施形態では、送信パルスシーケンスは、第1の時間間隔と同じ持続時間を含む第2の時間間隔だけ離間された2つのパルスと、第1の時間間隔とは異なる持続時間を含む第3の時間間隔だけ離間された2つのパルスとを含む。いくつかの実施形態では、シーケンス生成構成要素はさらに、第1のパルスシーケンスの少なくとも2つの連続するパルスに第2のパルスシーケンスの少なくとも2つの連続するパルスを時間インターリーブすることによって送信パルスシーケンスを生成するように構成される。いくつかの実施形態では、シーケンス生成構成要素はさらに、時間インターリーブすることの前に、第2のパルスシーケンスのパルスに位相シフト、振幅スケーリング、又はそれらの組合せ（例えば、位相シフト及び/又は振幅スケーリング）を適用することによって送信パルスシーケンスを生成するように構成される。いくつかの実施形態では、処理構成要素はさらに、第1のパルスシーケンスに関連する超音波エコー信号の第1のサブセットに対してビームフォーミングを実行することと、第2のパルスシーケンスに関連する超音波エコー信号の第2のサブセットに対してビームフォーミングを実行することとによって構造データと動きデータとを生成するように構成される。いくつかの実施形態では、処理構成要素はさらに、構造データを作り出すために時間領域において超音波エコー信号に第1のフィルタを適用することと、動きデータを作り出すために時間領域において超音波エコー信号に第2のフィルタを適用することとによって構造データと動きデータとを生成するように構成される。いくつかの実施形態では、処理構成要素はさらに、構造データ、動きデータ、又はそれらの組合せを作り出すために、さらに空間領域において超音波エコー信号に第3のフィルタを適用することによって構造データと動きデータとを生成するように構成される。

30

40

50

いくつかの実施形態では、処理構成要素はさらに、第1のフィルタの出力信号に対してビームフォーミングを実行することと、第2のフィルタの出力信号に対してビームフォーミングを実行することとによって構造データと動きデータとを生成するように構成される。いくつかの実施形態では、処理構成要素はさらに、構造データに基づいて解剖学的物体に関連する解剖学的情報を表す第1の画像を生成することと、動きデータに基づいて解剖学的物体に関連する動き情報を表す第2の画像を生成することと、複合画像を作り出すために第1の画像と第2の画像とを合成することとを行うように構成される。いくつかの実施形態では、本システムはさらに、処理構成要素に結合され、複合画像を表示するように構成されたディスプレイを備える。いくつかの実施形態では、解剖学的物体は血管を備え、第1の画像は、時間間隔中の血管の組織情報を含み、第2の画像は、同じ時間間隔中の血管に関連する動き情報を含む。

10

## 【0007】

[0007] 一実施形態では、超音波イメージングの方法は、シーケンス生成構成要素によって、第1のパルスシーケンスと第1のパルスシーケンスに関して時間オフセットされた第2のパルスシーケンスとを含む送信パルスシーケンスを生成するステップと、シーケンス生成構成要素に結合された送信機によって、超音波イメージング構成要素において解剖学的物体への超音波放出をトリガするために、超音波イメージング構成要素に送信パルスシーケンスを送信するステップと、受信機によって超音波イメージング構成要素から、送信パルスシーケンスに応答した超音波エコー信号を受信するステップと、受信機に結合された処理構成要素によって、受信された超音波エコー信号に基づいて、解剖学的物体に関連する構造データ、動きデータ、又はそれらの組合せ（例えば、構造データ及び/又は動きデータ）を生成するステップとを有する。

20

## 【0008】

[0008] いくつかの実施形態では、第1のパルスシーケンスは、第1の時間間隔だけ互いに離間されたパルスのセットを含み、送信パルスシーケンスを生成するステップは、第2のパルスシーケンスを形成するために第1のパルスシーケンスを時間シフトするステップと、送信パルスシーケンスを形成するために第1のパルスシーケンスに第2のパルスシーケンスを時間インターリーブするステップとを有する。いくつかの実施形態では、送信パルスシーケンスを生成するステップは、第1のパルスシーケンスの少なくとも2つの連続するパルスに第2のパルスシーケンスの少なくとも2つの連続するパルスを時間インターリーブするステップを有する。いくつかの実施形態では、送信パルスシーケンスを生成するステップは、時間インターリーブするステップの前に、第2のパルスシーケンスのパルスに位相シフト、振幅スケールリング、又はそれらの組合せ（例えば、位相シフト及び/又は振幅スケールリング）を適用するステップを有する。いくつかの実施形態では、構造データと動きデータとを生成するステップは、ビームフォーミングされた信号を作り出すために超音波エコー信号に対してビームフォーミングを実行するステップと、構造データを作り出すために時間領域、空間領域、又はそれらの組合せ（例えば、時間領域及び/又は空間領域）においてビームフォーミングされた信号に第1のフィルタを適用するステップと、動きデータを作り出すために時間領域、空間領域、又はそれらの組合せにおいてビームフォーミングされた信号に第2のフィルタを適用するステップとを有する。いくつかの実施形態では、構造データと動きデータとを生成するステップは、時間領域、空間領域、又はそれらの組合せにおいて超音波エコー信号に第1のフィルタを適用するステップと、時間領域、空間領域、又はそれらの組合せにおいて超音波エコー信号に第2のフィルタを適用するステップと、構造データを作り出すために第1のフィルタの出力信号に対してビームフォーミングを実行するステップと、動きデータを作り出すために第2のフィルタの出力信号に対してビームフォーミングを実行するステップとを有する。いくつかの実施形態では、本方法はさらに、処理構成要素によって、構造データに基づいて解剖学的物体に関連する組織情報を表す第1の画像を生成するステップと、処理構成要素によって、動きデータに基づいて解剖学的物体に関連する動き情報を表す第2の画像を生成するステップと、処理構成要素によって、複合画像を作り出すために第1の画像と第2の画像とを合成

30

40

50

するステップと、処理構成要素に結合されたディスプレイによって、組織情報のグレースケール表現と動き情報のカラー表現とを含む複合画像を表示するステップとを有する。いくつかの実施形態では、本方法はさらに、処理構成要素によって、動きデータに基づいて解剖学的物体に関連するフロー測定を決定するステップを有する。

【0009】

[0009] 本開示の追加の態様、特徴、及び利点は、以下の詳細な説明から明らかになる。

【0010】

[0010] 添付の図面を参照しながら、本開示の例示的な実施形態が説明される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】[0011] 本開示の態様による、超音波イメージングシステムの概略図である。

【図2】[0012] 本開示の態様による、超音波イメージングのためのパルス化方式を示す図である。

【図3】[0013] 本開示の態様による、同時の動きに敏感なイメージング及び輝度モード（Bモード）イメージングを実施する超音波イメージングシステムの概略図である。

【図4】[0014] 本開示の態様による、並進アンサンブルパルスシーケンス生成方式の構成要素を示す概略図である。

【図5】[0015] 本開示の態様による、並進アンサンブルパルスシーケンス生成方式を示す概略図である。

【図6】[0016] 本開示の態様による、同時の動きに敏感なイメージング及びBモードイメージング方式を示す概略図である。

【図7】[0017] 本開示の態様による、混合の並進アンサンブルパルスシーケンス生成方式を示す概略図である。

【図8】[0018] 本開示の態様による、変調された並進アンサンブルシーケンス生成方式を示す概略図である。

【図9】[0019] 本開示の態様による、同時の動きに敏感なイメージング及びBモードイメージングを実施する超音波イメージングシステムの概略図である。

【図10】[0020] 本開示の態様による、超音波イメージング方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[0021] 本開示の原理の理解を促進するために、次に、図面に示されている実施形態への言及がなされ、実施形態について説明するために特定の言い回しを使用される。それにもかかわらず、本開示の範囲に対する限定が意図されないことを理解されたい。説明されるデバイス、システム、及び方法への任意の変更及びさらなる修正、並びに本開示の原理の任意のさらなる適用は、本開示が関係する当業者にとって通常生じるであろうものとして、十分に企図され、本開示内に含まれる。特に、一実施形態に関して説明される特徴、構成要素、及び/又はステップは、本開示の他の実施形態に関して説明される特徴、構成要素、及び/又はステップと組み合わせられることが十分に企図される。ただし、簡潔のために、これらの組合せの多数の反復は、別々に説明されない。

【0013】

[0022] 図1は、本開示の態様による、超音波イメージングシステム100の概略図である。システム100は、患者の身体のエリア又はボリュームを走査するために使用される。システム100は、通信インターフェース又はリンク120を介してホスト130と通信している超音波イメージングプローブ110を備える。プローブ110は、トランスデューサアレイ112と、ビームフォーマ114と、処理構成要素116と、通信インターフェース118とを備える。ホスト130は、UI/ディスプレイユニット132と、通信インターフェース136とを備える。

【0014】

[0023] プローブ110は、患者の身体の内側又は外側に配置されている間に患者の様々な身体部位をイメージングするための任意の好適な形態のものである。例えば、プロー

10

20

30

40

50

ブ110は、管腔内デバイス、血管内超音波（IVUS）カテーテル、心内心エコー検査（ICE）カテーテル、経食道心エコー検査（TEE）プローブ、経胸壁心エコー検査（TTE）プローブ、エンドキャビティプローブ、ハンドヘルド超音波トランスデューサ、患者の身体に隣接して又は接触して配置されるように構成された外部超音波プローブ、又はパッチベース超音波デバイスの形態のものである。

【0015】

[0024] トランスデューサ112は、解剖学的物体105のほうへ超音波信号を放出し、物体105からトランスデューサ112に反射されたエコー信号を受信する。物体105は、組織及び血管を含むことができ、血液が血管を流れている。超音波信号の放出は、パルスの形態のものである。トランスデューサ112は、1つ又は複数の音響要素及び/又は複数の音響要素を含む、任意の好適な数の音響要素を含むことができる。いくつかの事例では、トランスデューサ112は単一の音響要素を含む。いくつかの事例では、トランスデューサ112は、任意の好適な構成で任意の数の音響要素をもつ音響要素のアレイを含む。例えば、トランスデューサ112は、2つの音響要素、4つの音響要素、36個の音響要素、64個の音響要素、128個の音響要素、500個の音響要素、812個の音響要素、及び/又はより大きい値とより小さい値の両方の他の値などの値を含む、1つから1000個の間の音響要素を含むことができる。いくつかの事例では、トランスデューサ112は、線形アレイ、平面アレイ、曲面アレイ、曲線アレイ、円周アレイ、環状アレイ、フェーズドアレイ、マトリックスアレイ、1次元（1D）アレイ、1.x次元アレイ（例えば、1.5Dアレイ）、又は2次元（2D）アレイなど、任意の好適な構成で任意の数の音響要素をもつ音響要素のアレイを含む。音響要素のアレイ（例えば、1つ又は複数の行、1つ又は複数の列、及び/或いは1つ又は複数の配向）は、一様に又は独立して、制御及びアクティブ化され得る。トランスデューサ112は、患者の解剖学的構造の1次元、2次元、及び/又は3次元画像のシーケンスを取得するように構成され得る。いくつかの実施形態では、トランスデューサアレイ112の要素は、圧電微細加工超音波トランスデューサ（PMUT）、容量性微細加工超音波トランスデューサ（CMUT）、単結晶、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、PZT複合材料、他の好適なトランスデューサタイプ、及び/又はそれらの組合せを含む。

【0016】

[0025] ビームフォーマ114は、トランスデューサアレイ112に結合される。ビームフォーマ114は、例えば、超音波信号の送信及び超音波エコー信号の受信のためにトランスデューサアレイ112を制御する。ビームフォーマ114は、応答又は受信された超音波エコー信号に基づいて、処理構成要素116にビームフォーミングされたエコー信号を与える。ビームフォーマ114は、ビームフォーミングの複数の段階を含む。一実施形態では、ビームフォーマ114は、音響要素からの超音波ビームの送信及び/又はエコーの受信を遅延させること、及び音響要素によって検出された超音波エコーの受信を加算することを行うように構成された、遅延及び加算構成要素である。いくつかの実施形態では、ビームフォーマ114と組み合わせたトランスデューサアレイ112は、超音波イメージング構成要素と呼ばれる。

【0017】

[0026] 処理構成要素116は、ビームフォーマ114に結合される。処理構成要素116は、ビームフォーミングされたエコー信号から画像信号を生成する。処理構成要素116は、ソフトウェア構成要素とハードウェア構成要素との組合せとして実施される。一実施形態では、処理構成要素116は、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）上で実施され、画像信号へのビームフォーミングされたエコー信号の処理及び変換を制御するためのプログラマブル状態機械を含む。例えば、処理構成要素116は、画像信号を調整するためにフィルタ処理及び/又は直交復調を実行する。

【0018】

[0027] 通信インターフェース118は、処理構成要素116に結合される。通信インターフェース118は、1つ又は複数の送信機、1つ又は複数の受信機、1つ又は複数の

10

20

30

40

50

トランシーバ、並びに / 或いは通信信号を送信及び / 又は受信するための回路を含む。通信インターフェース 118 は、通信リンク 120 を介してホスト 130 に信号をトランスポートするのに好適な特定の通信プロトコルを実施する、ハードウェア構成要素及び / 又はソフトウェア構成要素を含むことができる。通信インターフェース 118 は、通信デバイス又は通信インターフェースモジュールと呼ばれることがある。

【0019】

[0028] 通信リンク 120 は、任意の好適な通信リンクである。例えば、通信リンク 120 は、ユニバーサルシリアルバス (USB) リンク又はイーサネットリンクなど、ワイヤードリンクである。代替的に、通信リンク 120 は、超広帯域 (UWB) リンク、米国電気電子技術者協会 (IEEE) 802.11 Wi-Fi リンク、又は Bluetooth リンクなど、ワイヤレスリンクである。

10

【0020】

[0029] ホスト 130 において、通信インターフェース 136 は画像信号を受信する。ホスト 130 は、ワークステーション、パーソナルコンピュータ (PC)、ラップトップ、タブレット、又はモバイルフォンなど、任意の好適なコンピューティング及びディスプレイデバイスである。通信リンク 120 は、任意の好適な通信リンクである。例えば、通信リンク 120 は、ユニバーサルシリアルバス (USB) リンク又はイーサネットリンクなど、ワイヤードリンクである。代替的に、通信リンク 120 は、超広帯域 (UWB) リンク、米国電気電子技術者協会 (IEEE) 802.11 Wi-Fi リンク、又は Bluetooth リンクなど、ワイヤレスリンクである。

20

【0021】

[0030] 処理構成要素 134 は、通信インターフェース 136 に結合される。処理構成要素 134 は、ソフトウェア構成要素とハードウェア構成要素との組合せとして実施される。処理構成要素 134 は、中央処理ユニット (CPU)、デジタル信号プロセッサ (DSP)、グラフィカル処理ユニット (GPU)、特定用途向け集積回路 (ASIC)、コントローラ、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、別のハードウェアデバイス、ファームウェアデバイス、又は本明細書で説明される動作を実行するように構成されたそれらの任意の組合せを含む。処理構成要素 134 はまた、コンピューティングデバイスの組合せ、例えば、DSP 及びマイクロプロセッサ、GPU 及びマイクロプロセッサ、複数のマイクロプロセッサ、DSP コアと連携した 1 つ又は複数のマイクロプロセッサの組合せ、或いは任意の他のそのような構成として実施される。処理構成要素 134 は、プローブ 110 から受信された画像信号から画像データを生成するように構成され得る。処理構成要素 134 は、高度信号処理及び / 又は画像処理技法を画像信号に適用することができる。いくつかの実施形態では、処理構成要素 134 は、画像データから 3 次元 (3D) ボリューム画像を形成することができる。いくつかの実施形態では、処理構成要素 134 は、走査フォーマット変換を画像データに対して実行する。例えば、処理構成要素 134 は、表示されたデータに画像データを補間する。

30

【0022】

[0031] ユーザインターフェース (UI) / ディスプレイユニット 132 は、処理構成要素 134 に結合される。UI / ディスプレイユニット 132 は、モニタ、タッチスクリーン、キーボード、マウス、又は任意の好適なディスプレイ及びユーザ入力構成要素を含む。UI / ディスプレイユニット 132 は、ユーザ入力を受信し、並びに / 或いは処理構成要素 134 によって処理された画像及び / 又は診断結果を表示するように構成される。

40

【0023】

[0032] いくつかの実施形態では、プローブ 110 のいくつかの熱、次元、及び / 又はコストの制約を満たすために、ビームフォーミング及び信号調整実装形態のうちの少なくともいくつかは、プローブ 110 内の処理構成要素 116 から、処理構成要素 134 にオフロードされる。すなわち、プローブ 110 は、何らかの利得制御及び / 又はフィルタ処理を伴うアナログ又はデジタル超音波エコーチャネル信号、或いはビームフォーミングされた信号をホスト 130 に転送する。さらに、プローブ 110 における通信インターフェ

50

ース 1 1 8 は、業界標準物理的コネクタ及び/又はプロプライエタリ物理的コネクタであり、通信リンク 1 2 0 は、任意の業界標準ケーブル、同軸ケーブル、及び/又はプロプライエタリケーブルを含む。概して、システム 1 0 0 は、任意のタイプの超音波イメージングシステムを表し、超音波イメージング機能は、(例えば、トランスデューサ 1 1 2 を含む)プローブ、ホスト、及び/又はプローブとホストとの間の任意の中間処理サブシステムにわたって任意の好適な様式で区分される。

#### 【 0 0 2 4 】

[0033] いくつかの実施形態では、システム 1 0 0 は、トランスデューサアレイ 1 1 2 における超音波信号放出をトリガするために、並進アンサンブルパルスシーケンスを生成することによって同時の輝度モード ( B モード ) イメージング及び動きに敏感なイメージング (例えば、ドップラーフロー及びカラードップラーフロー) を実行するように構成される。並進アンサンブルパルスシーケンスの生成は、ベース B モード送信パルスシーケンスからのパルスと B モード送信パルスシーケンスの 1 つ又は複数のインスタンスとを時間オフセットを伴って時間的にインターリーブングすることを含む。並進アンサンブルパルスシーケンスの生成は、プローブ 1 1 0 における処理構成要素 1 1 6 によって、及び/又はホスト 1 3 0 における処理構成要素 1 3 4 によって実行され得る。同時の B モードイメージング及び動きに敏感なイメージングは、B モードイメージング視野全体にわたる動き情報 (例えば、流体フロー及び組織の運動) と解剖学的構造情報 (例えば、組織) とを提供することができる。並進アンサンブルパルスシーケンスを生成するための機構並びに関連するビームフォーミング、信号処理、及び画像処理が、本明細書でより詳細に説明される。

10

20

#### 【 0 0 2 5 】

[0034] 図 2 は、本開示の態様による、超音波イメージングのためのパルス化方式 2 0 0 を示す。方式 2 0 0 は、画像フレームを生成するためにシステム 1 0 0 によって採用される。図 2 では、y 軸は、何らかの任意の単位における時間を表す。例えば、トランスデューサアレイ 1 1 2 は、複数の超音波トランスデューサ要素 2 0 2 を含む。例えば、トランスデューサアレイ 1 1 2 は、N 個の要素 2 0 2 を含む。要素 2 0 2 は、励起又はトリガパルスを受信すると超音波又はパルスを放出する。要素 2 0 2 はまた、反射されたエコーを受信するように構成又はアクティブ化される。イメージング中に、超音波パルスを放出するために一度に 1 つ又は複数の要素 2 0 2 がアクティブ化され、跳ね返されたエコーを受信するために一度に 1 つ又は複数の要素 2 0 2 がアクティブ化される。いくつかの事例では、受信要素 2 0 2 は送信要素 2 0 2 と同じである。いくつかの他の事例では、受信要素 2 0 2 は送信要素 2 0 2 とは異なる。送受信周期又はパルスエコープロセスは、所望の視野をキャプチャするために要素 2 0 2 の異なるセットを用いて繰り返される。受信されたエコー信号は、画像フレームを作成するためにコヒーレントに加算され得る。

30

#### 【 0 0 2 6 】

[0035] 方式 2 0 0 は、物体 1 0 5 のほうへ超音波パルスを送信するように一度に 1 つの要素 2 0 2 がトリガされ、すべての要素 2 0 2 が、物体 1 0 5 から反射されたエコー信号を受信するように構成された一例を示す。方式 2 0 0 は、時間にわたる送信構成 2 1 0 と対応する受信構成 2 2 0 とを示す。送信構成 2 1 0 は、時間にわたる超音波放出のための要素 2 0 2 のアクティブ化を示し、ここで、模様がある ( p a t t e r n e d f i l l e d ) ボックスはアクティブ送信 ( T x ) 要素 2 0 2 を表し、模様がない ( e m p t y - f i l l e d ) ボックスは非アクティブ送信 ( T x ) 要素 2 0 2 を表す。受信構成 2 2 0 は、時間にわたるエコー受信のための要素 2 0 2 のアクティブ化を示し、模様があるボックスはアクティブ受信 ( R x ) 要素 2 0 2 を表し、模様がないボックスは非アクティブ受信 ( R x ) 要素 2 0 2 を表す。

40

#### 【 0 0 2 7 】

[0036] 第 1 の時間間隔  $2 3 0 T_{(1)}$  において、要素  $2 0 2_{(1)}$  における超音波放出をトリガするために送信パルス  $2 0 4_{(1)}$  が送られ、すべての要素 2 0 2 が、反射されたエコーを受信するように構成される。反射されたエコーは、イメージング視野中の走査線

50

の第1のセットを形成する。

【0028】

[0037] 第2の時間間隔 $230_T(2)$ において、要素 $202(2)$ における超音波放出をトリガするために送信パルス $204(2)$ が送られ、すべての要素 $202$ が、反射されたエコーを受信するように構成される。反射されたエコーは、イメージング視野中の走査線の第2のセットを形成する。

【0029】

[0038] 各時間間隔 $230$ において、1つの送信パルス $204$ が、1つの要素 $202$ における超音波放出をアクティブ化するために送られる。要素 $202$ は、走査線の $N$ 個のセットを作成するために、トランスデューサアレイ $112$ にわたって連続的にアクティブ化され、ここで、 $N$ は正の整数である。走査線の $N$ 個のセットは、画像フレームを形成するためにコヒーレントに加算される。

10

【0030】

[0039] いくつかの実施形態では、送信パルス $204$ は、ある深度におけるイメージングのためにある周波数において生成される。いくつかの実施形態では、受信エコー信号は、集束のために遅延される。送信パルス $204$ の周波数又はパルス繰返し間隔(例えば、時間間隔 $230$ )は、イメージングモードに応じて異なる実施形態について異なる。例えば、動きに敏感な又はフローイメージングは、血流などの動き(例えば、動きの速い)情報をキャプチャするために、短いパルス繰返し間隔を伴う送信パルスシーケンスを使用する。代替的に、Bモードイメージングは、組織などの解剖学的構造情報をキャプチャするために、より長いパルス繰返し間隔を伴う送信パルスシーケンスを使用する。従来の超音波イメージングシステムは、Bモードイメージング及び動きに敏感なイメージングのために別個の送信パルスシーケンスを生成する。

20

【0031】

[0040] 方式 $200$ は特定のパルス化パターンについて説明されるが、連続する送信イベント(時間間隔 $230$ )間のタイミングは、一様又は非一様であることに留意されたい。さらに、送信開口は、単一の送受信周期中に励起されたトランスデューサ $112$ の1つの要素 $202$ 、(必ずしも連続するとは限らない)いくつかの要素 $202$ 又はすべての要素 $202$ からなる。同様に、受信開口は、単一の送受信周期中のトランスデューサ $112$ の1つの要素 $202$ 、(必ずしも連続するとは限らない)いくつかの要素 $202$ 又はすべての要素 $202$ からなる。いくつかの実施形態では、受信開口は、単一の送受信周期にわたって時間とともに、例えば、増加する数のアクティブ要素 $202$ とともに、変動する。さらに、送信開口及び/又は受信開口は、送受信周期ごとに、一様に又は非一様に並進される。

30

【0032】

[0041] 概して、パルス化方式は、複数の送受信周期から構築される。単一の送受信周期中に、一般に電気波形を送信開口の各要素に適用することによって、送信開口を形成するアレイ(例えば、トランスデューサアレイ $112$ )の1つ又は複数の要素(例えば、要素 $202$ )によって音波が媒体(例えば組織)に送信される。いくつかの実施形態では、同じ波形が各要素に適用される。いくつかの他の実施形態では、異なる波形が異なる要素に適用される。送信開口によって生成された得られた音波を誘導するか又は導くために、アレイにわたって異なる遅延が適用される。音の送信に続いて、送信された音波によって媒体中で生成されたエコーが、アレイの1つ又は複数の要素を備える受信開口によって検出(受信)される。このようにして音の送信及び受信を含む時間間隔は、送受信周期として知られている。送受信周期の受信部分に費やされる時間間隔は、任意の所望の長さであり得るが、一般に、組織内からのすべての関心エコーが受信開口に伝搬するのに十分な時間を提供するために、媒体中の音速の知識を使用して選定される。単一の送受信周期の長さは、例えば、より深い組織からのエコーが次の送受信周期より前に消え去ることを可能にするために、必要に応じてさらに増加される。

40

【0033】

50

[0042] パルス化方式は、必ずしも同じとは限らない1つ又は複数の送受信周期の時間シーケンスを含む。パルスシーケンスは任意の複雑さ及び長さのものであるが、パルス化方式は、一般に、2次元平面又はボリュームなど、身体内の関心領域を音響的に調べる (interrogate) ように設計される。一般的な動作では、パルス化方式は、関心領域内の媒体の時間的に変動する音響応答の表現を形成するために、時間的に何度も繰り返される。

【0034】

[0043] 図3～図6は、同時のBモードイメージング及び動きに敏感なイメージングの一例をまとめて示す。図4～図6では、x軸は、時間的に連続する送受信周期を表す。図3は、本開示の態様による、同時の動きに敏感なイメージング及び輝度モード (Bモード) イメージングを実施する超音波イメージングシステム300の概略図である。図4は、本開示の態様による、並進アンサンブルパルスシーケンス生成方式400の構成要素を示す概略図である。図5は、本開示の態様による、並進アンサンブルパルスシーケンス生成方式500を示す概略図である。図6は、本開示の態様による、同時の動きに敏感なイメージング及びBモードイメージング方式600を示す概略図である。

10

【0035】

[0044] システム300は、システム100と実質的に同様であるが、内部機能構成要素のより詳細な図を提供する。システム300は、イメージングデバイス310と、パルサー320と、受信機322と、シーケンス生成器330と、複数のビームフォーマ340と、アンサンブルプロセッサ350と、フロープロセッサ360と、1つ又は複数の画像プロセッサ370と、画像合成器380と、ディスプレイ390とを備える。イメージングデバイス310は、トランスデューサアレイ112と実質的に同様である。

20

【0036】

[0045] シーケンス生成器330は、並進アンサンブルパルスシーケンスを生成するように構成されたハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素を含む。シーケンス生成器330は、N個の送信パルス (例えば、送信パルス204) の順序付きセットを含むベースパルスシーケンスを生成し、ここで、Nは正の整数である。ベースパルスシーケンスは、送受信間隔の任意の好適な組合せを含む。ベースパルスシーケンスは、イメージングデバイス310の要素 (例えば、要素202) のための任意の好適な送信トリガリングパターンを含む。ベースパルスシーケンスは、 $\{P_0\}$  として示され、

30

$$\{P_0(p) \mid p = 1, 2, \dots, N\}, \quad (1)$$

によって表され、ここで、pは、1からNまで変動するパルスインデックスを表し、 $P_0(p)$  は、ベースパルスシーケンス $\{P_0\}$  中のp番目の送信パルスを表す。

【0037】

[0046] シーケンス生成器330は、ベースパルスシーケンスの複数の時間シフトされたバージョンを生成する。例えば、シーケンス生成器330は、ベースパルスシーケンスのコピーを生成し、ベースパルスシーケンス1つ又は複数のパルスを時間シフトする。時間シフトは、パルスのグラニュラリティにおけるものであり得る。言い換えれば、時間シフトされたパルスシーケンスは、ベースパルスシーケンス中の異なるパルスから開始する。時間シフトされたパルスシーケンスは、 $\{P_k\}$  として示され、

40

$$\{P_k(p) \mid p = 1, 2, \dots, N\} = \{P_0[(p + k - 1) \text{ modulo } N] + 1 \mid p = 1, 2, \dots, N\} \quad (2)$$

によって表され、ここで、kは、ベースパルスシーケンスに対する時間シフトを表す - NからNの間で変動することができる、正の整数である。演算  $a \text{ modulo } b$  は、ベースbに対するaのモジュラス (例えば、aがbで除算されたときの剰余) を指す。

【0038】

[0047] 図4の方式400は、10個のパルスを含む (例えば、 $\{P_0\}$  として示されている) ベースパルスシーケンス410 (例えば、 $N = 0$ ) と、ベースパルスシーケンス410の時間シフトされたバージョンとの一例を示す。図示のように、(例えば、 $\{P_1\}$  として示されている) 第1の時間シフトされたパルスシーケンス420が、1の時間オ

50

フセット又はパルスオフセットを有する（例えば、 $k = 1$ ）。（例えば、 $\{P_2\}$ として示されている）第2の時間シフトされたパルスシーケンス422が、2の時間オフセット又はパルスオフセットを有する（例えば、 $k = 2$ ）。（例えば、 $\{P_3\}$ として示されている）第3の時間シフトされたパルスシーケンス424が、3の時間オフセット又はパルスオフセットを有する（例えば、 $k = 3$ ）。（例えば、 $\{P_{-1}\}$ として示されている）第4の時間シフトされたパルスシーケンス426が、-1の時間オフセット又はパルスオフセットを有する（例えば、 $k = -1$ ）。説明目的のために、ベースパルスシーケンス410はイタリック体によって表され、時間シフトされたシーケンス420は太字のイタリック体によって表され、時間シフトされたシーケンス422は非イタリック体によって表され、時間シフトされたシーケンス424は太字の非イタリック体によって表され、時間シフトされたシーケンス426は下線及びイタリック体によって表される。

10

## 【0039】

【0048】シーケンス生成器330は、ベースパルスシーケンスのパルス（例えば、 $P_0(p)$ ）に、ベースパルスシーケンスの1つ又は複数の時間シフトされたバージョンのパルス（例えば、 $P_k(p)$ ）を時間インターリーブすることによって、並進アンサンブルパルスシーケンスを生成する。したがって、並進アンサンブルパルスシーケンスは $m$ 個のベースシーケンスを含み、ここで、 $m$ は1よりも大きい正の整数である。

## 【0040】

【0049】図5の方式500は、ベースシーケンス410と、時間シフトされたパルスシーケンス420と、時間シフトされたパルスシーケンス424とから形成された、並進アンサンブルシーケンス530の一例を示す。言い換えれば、 $m = 3$ である。図5では、各列が、単一のパルスエコー間隔を表す。並進アンサンブルシーケンス530は、 $\{P_{0,1,3}\}$ として示される。説明の簡単のために、パルス $P_0(p)$ は、対応するインデックス $p$ によって表される。図示のように、ベースシーケンス410のパルスと、時間シフトされたシーケンス420のパルスと、時間シフトされたシーケンス424のパルスとは、時間インターリーブされ、ベースパルスシーケンス410中の各パルスについて $m$ 個のアンサンブルを形成する。

20

## 【0041】

【0050】ベースパルスシーケンス410のパルス繰返し間隔が、一様な期間 $T$ （例えば、時間期間506）であるとき、時間シフトされたパルスシーケンス420は $2 \times T$ （例えば、時間期間504）だけ時間的にシフトされ、時間シフトされたパルスシーケンス424は $7 \times T$ （例えば、時間期間502）だけ時間的にシフトされる。概して、時間シフトされたシーケンス中の各パルス（例えば、 $P_k(p)$ ）が、ベースパルスシーケンス410に対して $(m \times k - i) \times T$ だけ遅延される。並進アンサンブルシーケンス530は、時間的に繰り返される。方式500は、ベースパルスシーケンス410が一様なパルス繰返し間隔を有するものとして示されているが、いくつかの実施形態では、ベースパルスシーケンスは、変動するパルス繰返し間隔を有する。

30

## 【0042】

【0051】図3に戻ると、シーケンス生成器330はパルサー320に結合される。シーケンス生成器330は、並進アンサンブルパルスシーケンスのパルス化及びシーケンス化（sequencing）情報をパルサー320に送る。

40

## 【0043】

【0052】パルサー320は、パルス化及びシーケンス化情報を受信し、対応する励起パルスをイメージングデバイス310の要素（例えば、要素202）に送るように構成されたハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素を含む。イメージングデバイス310は、励起パルスに基づいて患者の身体（例えば、物体105）又は他の媒体に超音波パルスを送信し、対応するエコー信号を検出又は受信する。受信機322は、イメージングデバイス310に結合される。受信機322は、エコーを受信し、受信されたエコー信号を増幅、デジタル化、及び/又は調整するように構成されたハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素を含む。

50

## 【 0 0 4 4 】

【0053】 ビームフォーマ340は、受信機322に結合される。ビームフォーマ340は、エコー信号に対してビームフォーミングを実行するように構成されたハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素を含む。ビームフォーマ340は、ビームフォーマ114と実質的に同様であり得る。例えば、システム300は、 $340(1) \sim 340(m)$ として示されているm個の複数のビームフォーマ340を備える。各ビームフォーマ340は、並進アンサンブルパルスシーケンスを形成するm個のシーケンスのうちの1つのシーケンスに対応するエコー信号に対して動作する。各ビームフォーマ340は、ベースパルスシーケンスに好適なビームフォーミングを適用する。ビームフォーミングのいくつかの例は、遅延及び加算ビームフォーミング、直交帯域通過フィルタ処理、並びにデシメーションを含む。

10

## 【 0 0 4 5 】

【0054】 例えば、並進アンサンブルパルスシーケンスが、アンサンブルパルスシーケンス530に対応するとき、ここで、 $m = 3$ であり、第1のビームフォーマ340は、ベースパルスシーケンス410に対応するエコー信号に対して動作し、第2のビームフォーマ340は、時間シフトされたパルスシーケンス420に対応するエコー信号に対して動作し、第3のビームフォーマ340は、時間シフトされたパルスシーケンス424に対応するエコー信号に対して動作する。

## 【 0 0 4 6 】

【0055】 いくつかの他の実施形態では、ビームフォーマ340のうちの1つ又は複数が、修正されたビームフォーミングを実行するように構成される。例えば、複数のビームフォーマ340が、相互相関による二重アポダイゼーション(DAX)又は関係する技法など、適応ビームフォーミングを実行するように構成される。適応ビームフォーミングは、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、「Sidelobe Suppression in Ultrasound Imaging using Dual Apodization with Cross-correlation」、Chi Hyung Seo及びJesse T. Yen、IEEE Trans Ultrason Ferr oelectr Freq Control. 2008 Oct 55(10) 2198-2210, doi 10.1109/TUFFC.919において説明されているものであり得る。そのような実施形態では、ビームフォーマ340の数は、mよりも小さいことも大きいこともある。

20

30

## 【 0 0 4 7 】

【0056】 アンサンブルプロセッサ350は、ビームフォーマ340に結合される。アンサンブルプロセッサ350は、ビームフォーマ340によって出力されたビームフォーミングされた信号に対して時間フィルタ処理又は時空間フィルタ処理を実行するように構成されたハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素を含む。アンサンブルプロセッサ350は、異なる時間変動をもつ画像情報を区別するために、1つ又は複数の行列ウォールフィルタ(例えば、ハイパスフィルタ(HPF)及び/又はローパスフィルタ(LPF))を実施する。流体フロー又は血流など、動きの速い又は動き情報をキャプチャするために、ビームフォーミングされた信号にわたってHPFが適用される。組織及び血管など、動きの遅い又は解剖学的構造情報をキャプチャするために、ビームフォーミングされた信号にわたってLPFが適用される。LPFは、雑音を低減するための平均化関数として動作し、したがって、解剖学的構造画像情報の信号対雑音比を改善する。アンサンブルプロセッサ350は、図6の方式600を実施する。

40

## 【 0 0 4 8 】

【0057】 方式600は、 $630(1) \sim 630(m)$ として示されているビームフォーミングされた信号630のm個のセットにわたってHPF640及びLPF650を適用する。例えば、ビームフォーミングされた信号630は、並進アンサンブルパルスシーケンス610がイメージングデバイス310をトリガするために使用されるとき、ビームフォーマ340の出力に対応する。並進アンサンブルパルスシーケンス610は、ベースパル

50

スシーケンス 6 1 2 (例えば、ベースシーケンスパルスシーケンス 4 1 0) と、ベースパルスシーケンス 6 1 2 の時間シフトされたバージョンに対応する (m - 1) 個のパルスシーケンス 6 1 4 (例えば、時間シフトされたパルスシーケンス 4 2 0、4 2 2、4 2 4、及び 4 2 6) とを含む。ビームフォーミングされた信号 6 3 0 の各セットは、並進アンサンブルパルスシーケンス 6 1 0 のパルスシーケンス 6 1 2 及びパルスシーケンス 6 1 4 のうちの 1 つに対応する。例えば、ビームフォーミングされた信号 6 3 0 (1) のセットは、ベースパルスシーケンス 6 1 2 に応答してキャプチャされたエコー信号からビームフォーミングされる。ビームフォーミングされた信号 6 3 0 (2) のセットは、時間シフトされたパルスシーケンス 6 1 4 (1) に応答してキャプチャされたエコー信号からビームフォーミングされる。ビームフォーミングされた信号 6 3 0 (m) のセットは、時間シフトされたパルスシーケンス 6 1 4 (m - 1) に応答してキャプチャされたエコー信号からビームフォーミングされる。ビームフォーミングされた信号 6 3 0 の各セットは、走査線 6 3 2 を同じイメージング視野中に含む画像フレームに対応する。

10

#### 【0049】

[0058] ビームフォーミングされた信号 6 3 0 の m 個のセットは、イメージング視野中の各走査線 6 3 2 に沿った各ポイントについての時間変動情報を提供する。HPF 6 4 0 は、イメージング視野中の各走査線 6 3 2 に沿った各ポイントについての動き情報又は動きデータ 6 4 2 (例えば、血流) を提供するために、ビームフォーミングされた信号 6 3 0 の m 個のセットにわたって適用され得る。LPF 6 5 0 は、イメージング視野中の各走査線 6 3 2 に沿った各ポイントについての解剖学的構造情報又はデータ 6 5 2 (例えば、組織) を提供するために、ビームフォーミングされた信号 6 3 0 の m 個のセットにわたって適用され得る。

20

#### 【0050】

[0059] いくつかの実施形態では、HPF 6 4 0 及び LPF 6 5 0 は、行列フィルタとして実施される。例えば、ビームフォーミングされた信号 6 3 0 の各セットは、イメージング視野中の走査線のセットに沿った空間ポイントについてのイメージング情報を含み、ここで、走査線 j に沿ったポイント i が、 $X(i, j)$  によって表される。ビームフォーミングされた信号 6 3 0 の各セットのポイント  $X(i, j)$  にわたって、フィルタ処理動作が適用される。

#### 【0051】

[0060] 図 3 に戻ると、アンサンブルプロセッサ 3 5 0 は、フロープロセッサ 3 6 0 と、 $3 7 0(1) \sim 3 7 0(n)$  として示されている 1 つ又は複数の副画像プロセッサ 3 7 0 とに結合される。アンサンブルプロセッサ 3 5 0 は、動きデータ 6 4 2 と解剖学的構造データ 6 5 2 とを副画像プロセッサ 3 7 0 に送る。アンサンブルプロセッサ 3 5 0 は随意に、動きデータ 6 4 2 をフロープロセッサ 3 6 0 に送る。

30

#### 【0052】

[0061] フロープロセッサ 3 6 0 は、フロー関係処理を動きデータ 6 4 2 のフロー依存特性に適用するように構成されたハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素を含む。例えば、フロープロセッサ 3 6 0 は、動きデータ 6 4 2 によってキャプチャされた動きの平均速度、ドップラーパワー、及び/又はドップラー分散を算出することができる。フロープロセッサ 3 6 0 は、副画像プロセッサ 3 7 0 に結合される。フロープロセッサ 3 6 0 は、決定されたフロー情報を 1 つ又は複数の副画像プロセッサ 3 7 0 に送ることができる。

40

#### 【0053】

[0062] 副画像プロセッサ 3 7 0 は、検出、圧縮、空間信号処理、及び/又は走査変換などの信号処理を構造データ 6 5 2、動きデータ 6 4 2、及び/又はフロー情報に対して実行するように構成されたハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素を含む。副画像プロセッサ 3 7 0 は、画像合成器 3 8 0 に結合される。

#### 【0054】

[0063] 画像合成器 3 8 0 は、イメージング視野内からの臨床的に関連する情報を表す複合画像を時間的に形成するために、セグメンテーション、マスキング、及び/又は融合

50

の任意の組合せを解剖学的構造データ 6 5 2 及び動きデータ 6 4 2 に対して実行するように構成されたハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素を含む。例えば、画像合成器 3 8 0 は、(例えば、解剖学的構造データ 6 5 2 に基づく)動きの遅い組織のグレースケール画像を、(例えば、動きデータ 6 4 2 に基づく)動く血液からのパワードップラー信号のカラー表現と融合する。画像合成器 3 8 0 は、ディスプレイ 3 9 0 (例えば、ディスプレイユニット 1 3 2)に結合される。画像合成器 3 8 0 は、表示のためにディスプレイ 3 9 0 に複合画像を送ることができる。いくつかの実施形態では、画像合成器 3 8 0 は、他の外部デバイスに結合され、記憶及び/又はオフライン分析のために他の外部デバイスに複合画像を送る。例えば、シネループストレージが、受信信号経路に沿った任意の所望のロケーションに配置される。

10

## 【0055】

[0064] システム 3 0 0 に見られるように、同じイメージング視野中の構造情報(例えば、Bモードイメージング)と動き情報(例えば、動きに敏感なイメージング)とを同時に取得するようにイメージングデバイス 3 1 0 をトリガするために、並進アンサンプルシーケンス(例えば、並進アンサンプルシーケンス 5 3 0)が使用され得る。概して、N個のパルスの所与のベースパルスシーケンス(例えば、ベースパルスシーケンス 4 1 0)について、及びmのターゲットアンサンプル長について、シーケンス生成器 3 3 0 は、長さ  $m \times N$  の並進アンサンプルパルスシーケンスを生成することができる。並進アンサンプルパルスシーケンスは、ベースパルスシーケンス中の各パルスについてm個のアンサンプルを含むことができる。各アンサンプル内のパルス間隔(例えば、時間期間 5 0 2 及び 5 0 4)又はアンサンプル内遅延は、ベースパルスシーケンスの時間シフトされたバージョンのための好適な時間オフセットを選択することによって、フレキシブルに調節され得る。アンサンプル内遅延は、出力画像フレームサイズとは無関係である。システム 3 0 0 は、 $1 / (T \times m \times N)$  の固定フレームレートにおいてベースパルスシーケンスのイメージング視野全体をカバーする解剖学的情報と動き情報の両方のための画像フレームを生成することができる。アンサンプル生成機構は、イメージング視野内の時間変動をキャプチャするためのベースパルスシーケンスとして任意の超音波イメージングシーケンスを使用することができる。アンサンプルを形成するために必要とされるパルスの最小数 ( $m \times N$ ) を越えて、追加のパルス又は送受信周期が必要とされない。

20

## 【0056】

[0065] 従来のカラードップラーモードでは、アンサンプル内のパルス間隔は固定又は一様である。したがって、(例えば、長い最大パルス間隔を必要とする)低フロー感度と(例えば、短いパルス間隔を必要とする)高速度エイリアシング(aliasing)限界の両方を達成するために、多数のパルスが必要とされる。並進アンサンプルパルスシーケンス化を使用して、従来のアンサンプルが生成される。例えば、シーケンス {  $P_0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$  } は、従来の7パルスアンサンプルを生じることになる。上記で説明された並進アンサンプルパルスシーケンス化機構は、シーケンスタイミングにおけるギャップを残すことなしに個々に及びフレキシブルにパルス間隔が適合されることを可能にする。アンサンプル内のパルス間隔を変動させることによって、パルス化シーケンスは、(例えば、高速度エイリアシング限界を生じる)間隔が密なパルスと、(例えば、低速度感度を生じる)長いパルス間隔とを含むように構築され得る。アンサンプル内のパルス遅延の適切な選択によって、最小数のパルスをもつパルス化シーケンスが、広範囲のパルス間隔を含むように構築される。その各々の全体が参照により本明細書に組み込まれる、「Ultrasonic diagnostic imaging system for low flow rate contrast agents」と題する米国特許第 6, 6 2 0, 1 0 3 (B)号及び「Nonredundant Arrays」、Vertatschitch E、Haykin S、Proc IEEE 74(1): p. 217、1986において説明される機構が、アンサンプル内のパルス遅延を選択するために使用される。例えば、パルス化シーケンス {  $P_0, 1, 4, 6$  } は、4のアンサンプル長を有するが、Tだけ3、7、11、14、18、及び21のアンサンプル内パルス間

30

40

50

間隔又はラグを含み、ここで、 $T$ は、対応するベースシーケンスのパルス繰返し間隔である。一様なパルス間遅延を伴う8パルスの従来のアンサンブルは、一般に、同じ範囲のラグをカバーすることが必要とされる。4パルスのスパースな並進アンサンブルパルスシーケンス $\{P_{0,1,4,6}\}$ は、従来の8パルスのアンサンブルシーケンスと同じ範囲の速度又は動き感度を提供することができるが、一様なパルス間遅延を伴う従来のアンサンブルの場合のような8回のフレーム間隔の代わりに、ベースパルスシーケンスの4回のフレーム間隔において動作する。

#### 【0057】

【0066】 図7は、本開示の態様による、混合の並進アンサンブルパルスシーケンス生成方式700を示す概略図である。図7では、 $x$ 軸は、何らかの一定の単位における時間を表す。方式700は、システム300によって採用され得る。特に、シーケンス生成器330は、例えば、パルス平均化が必要とされるマルチゾーンイメージングのために、方式700を実施することができる。方式700は、方式500と実質的に同様である。例えば、方式700は、ベースパルスシーケンス410と時間シフトされたパルスシーケンス420及び424とから、並進アンサンブルシーケンス730を形成する。しかしながら、方式700は、各シーケンス410、420、及び424から一度に $m$ 個のパルスをインターリーブする。一例として、方式700は、並進アンサンブルシーケンス730を形成するために各シーケンス410、420、及び424から一度に2つのパルス(例えば、 $m=2$ )をインターリーブする。図7では、各列が、単一のパルスエコー間隔を表す。並進アンサンブルシーケンス730は、 $\{P_{0,1,3;2}\}$ によって表される。並進アンサンブルシーケンス730は、マルチゾーンイメージングのためにイメージングデバイス310をトリガするために使用され得る。

#### 【0058】

【0067】 図8は、本開示の態様による、変調された並進アンサンブルシーケンス生成方式800を示す概略図である。図8では、 $x$ 軸は、何らかの一定の単位における時間を表す。方式800は、システム300によって採用され得る。特に、シーケンス生成器330は、例えば、パルス反転が必要とされる微小気泡造影イメージングのために、方式800を実施することができる。方式800は、ベースパルスシーケンス410とパルスシーケンス824とから、並進アンサンブルシーケンス830を形成する。パルスシーケンス824は、 $\{P_{3-}\}$ によって表される3の時間オフセットを伴うベースパルスシーケンス410の否定(negation)である。方式800は、並進アンサンブルシーケンス830を形成するために、ベースパルスシーケンス410のパルスに、時間シフトされた反転されたパルスシーケンス824を時間インターリーブする。並進アンサンブルシーケンス830は、 $\{P_{0,3-}\}$ によって表される。並進アンサンブルシーケンス830は、造影イメージングのためにイメージングデバイス310をトリガするために使用され得る。

#### 【0059】

【0068】 図4、図5、図7、及び図8に関して上記で説明された方式400、500、700、及び800からわかるように、並進アンサンブルシーケンス生成機構は、任意の同時超音波マルチモードイメージングのためにベースパルスシーケンスの1つ又は複数の時間シフトされた、位相変調された、及び/又は振幅変調されたバージョンをベースパルスシーケンスに時間インターリーブすることによって超音波送信トリガパルスシーケンスを生成するために使用され得る。

#### 【0060】

【0069】 一実施形態では、その全体が参照により本明細書に組み込まれる米国特許第5,577,505号において説明される開口変調が、方式400、500、700、及び800におけるものと同様の機構を使用することによって生成され得る。例えば、開口変調のためのインターリーブされた送信シーケンスは、各ベースシーケンス410のあらゆる第2の要素(例えば、奇数番号のパルス1、3、5、7、9、...)が送信開口アクティブである第1の送信シーケンスと、ベースシーケンス410と同等の第2の送信シー

10

20

30

40

50

ケンスと、第1の送信シーケンスに対して相補的に各ベースシーケンス410のあらゆる第2の要素（例えば、偶数番号のパルス2、4、6、8、...）が送信開口アクティブである第3の送信シーケンスとを含む。第1の送信シーケンス及び/又は第3の送信シーケンスは、ゼロの振幅スケールングを対応する非アクティブパルスに適用することによって形成され得る。概して、第1の及び/又は第3のシーケンス中のパルスのサブセットは、ゼロの振幅スケールングを対応する非アクティブパルスに適用することによって非アクティブ化され得る。

#### 【0061】

[0070] 図9は、本開示の態様による、同時の動きに敏感なイメージング及びBモードイメージングを実施する超音波イメージングシステム900の概略図である。システム900は、システム300と実質的に同様であり、図4、図5、図6、図7、及び図8に関して上記で説明された方式400、500、600、700、及び800の任意の組合せを採用する。ただし、システム900では、アンサンブルプロセッサ350は受信機322に結合され、アンサンブル処理がビームフォーミング前にエコー信号に対して実行される。したがって、アンサンブルプロセッサ350は、時間フィルタ処理及び/又は時空間フィルタ処理を事前ビームフォーミングされたエコー信号に対して実行する。システム300と同様に、システム900中のアンサンブルプロセッサ350は、方式600を使用してLPF及びHPFを適用する。ただし、LPF及びHPFは、ビームフォーミングされた信号の代わりに、事前ビームフォーミングされたエコー信号に適用される。いくつかの実施形態では、（例えば、LPF650を使用して）雑音抑制及び動く血液抑制のために、及び受信信号経路に沿ったダウストリーム処理要件を低減するために、等時的にアンサンブル内エコーが合計される。

#### 【0062】

[0071] 図10は、本開示の態様による、超音波イメージング方法1000のフロー図である。方法1000のステップは、プローブ110など、超音波イメージングプローブのコンピューティングデバイス（例えば、プロセッサ、処理回路、及び/又は他の好適な構成要素）、或いはシステム100、300、又は900などのシステム中のホスト130などのホストによって実行され得る。方法1000は、それぞれ図4、図5、図6、図7、及び図8に関して説明された方式400、500、600、700、及び800におけるものと同様の機構を採用する。図示のように、方法1000はいくつかの列挙されたステップを有するが、方法1000の実施形態は、列挙されたステップの前に、後に、及びそれらの間に追加のステップを有する。いくつかの実施形態では、列挙されたステップのうちの1つ又は複数が、省略され、又は異なる順序で実行される。

#### 【0063】

[0072] ステップ1010において、方法1000は、シーケンス生成構成要素によって、第1のパルスシーケンスと第1のパルスシーケンスに関して時間オフセットされた第2のパルスシーケンスとを含む送信パルスシーケンスを生成するステップを有する。シーケンス生成構成要素は、シーケンス生成器330と同様である。送信パルスシーケンスは、並進アンサンブルパルスシーケンス530、610、730、及び830と同様である。第1のパルスシーケンスは、ベースパルスシーケンス410及び612と同様である。第2のパルスシーケンスは、時間シフトされたパルスシーケンス420、422、424、426、614、及び824と同様である。

#### 【0064】

[0073] ステップ1020において、方法1000は、シーケンス生成構成要素に結合された送信機によって、超音波イメージング構成要素において解剖学的物体への超音波放出をトリガするために、超音波イメージング構成要素に送信パルスシーケンスを送信するステップを有する。送信機は、パルサー320と同様である。超音波イメージング構成要素は、トランスデューサアレイ112及びイメージングデバイス310と同様である。解剖学的物体は、物体105と同様であり得る（例えば、血管と、血管を通して流れる血液とを含む）。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 5 】

[0074] ステップ 1 0 3 0 において、方法 1 0 0 0 は、受信機によって超音波イメージング構成要素から、送信パルスシーケンスに応答した超音波エコー信号を受信するステップを有する。受信機は、受信機 3 2 2 と同様であり得る。

## 【 0 0 6 6 】

[0075] ステップ 1 0 4 0 において、方法 1 0 0 0 は、受信機に結合された処理構成要素によって、受信された超音波エコー信号に基づいて、解剖学的物体に関連する構造データ又は動きデータのうちの少なくとも 1 つ（例えば、構造データ、動きデータ、又はそれらの組合せ）を生成するステップを有する。処理構成要素は、プローブ（例えば、プローブ 1 1 0）及び/又はホスト（例えば、ホスト 1 3 0）内に位置するプロセッサ（例えば、処理構成要素 1 1 6 及び 1 3 4）を含むことができる。動きデータは、動きデータ 6 4 2 と同様であり得る。構造データは、構造データ 6 5 2 と同様であり得る。一実施形態では、システム 3 0 0 は構造データのみを出力するように構成され得る。例えば、I V U S イメージングの場合、システム 3 0 0 は遅延  $P_k$  を広げて、時間シフトされたパルスシーケンスを形成し、フロープロセッサ 3 6 0 においてローパスフィルタ処理を適用して、血管腔内の動く血液からのエコーを抑制するように構成され得る。

10

## 【 0 0 6 7 】

[0076] いくつかの実施形態では、第 1 のパルスシーケンスは、第 1 の時間間隔（例えば、時間期間 5 0 6、 $T$ ）だけ互いに離間されたパルスのセットを含む。送信パルスシーケンスは、第 2 のパルスシーケンス（例えば、時間シフトされたパルスシーケンス 4 2 0、4 2 2、4 2 4、4 2 6、及び 8 2 4）を形成するために第 1 のパルスシーケンスを時間シフトすることと、送信パルスシーケンスを形成するために第 1 のパルスシーケンスに第 2 のパルスシーケンスを時間インターリーブすることとによって生成され得る。いくつかの実施形態では、送信パルスシーケンスは、例えば、方式 7 0 0 に示されているように、第 1 のパルスシーケンスの少なくとも 2 つの連続するパルスに第 2 のパルスシーケンスの少なくとも 2 つの連続するパルスを時間インターリーブすることによって生成され得る。いくつかの実施形態では、送信パルスシーケンスは、例えば、方式 8 0 0 又は開口変調に示されているように、時間インターリーブすることの前に、第 2 のパルスシーケンスのパルスに位相シフト又は振幅スケージングのうちの少なくとも 1 つ（例えば、位相シフト、振幅スケージング、又はそれらの組合せ）を適用することによって生成され得る。

20

30

## 【 0 0 6 8 】

[0077] いくつかの実施形態では、構造データ及び動きデータは、ビームフォーミングされた信号（例えば、ビームフォーミングされた信号 6 3 0）を作り出すために、超音波エコー信号に対してビームフォーミングを実行することによって生成され得る。ビームフォーミングされた信号を生成した後に、第 1 のフィルタ（例えば、フィルタ 6 4 0）及び第 2 のフィルタ（例えば、フィルタ 6 5 0）が、時間領域又は空間領域のうちの少なくとも 1 つ（例えば、時間領域、空間領域、又はそれらの組合せ）においてビームフォーミングされた信号に適用され得る。第 1 のフィルタの出力は構造データに対応する。第 2 のフィルタの出力は動きデータに対応する。

## 【 0 0 6 9 】

[0078] いくつかの実施形態では、構造データ及び動きデータは、第 1 のフィルタ（例えば、フィルタ 6 4 0）及び第 2 のフィルタ（例えば、フィルタ 6 5 0）を時間領域又は空間領域のうちの少なくとも 1 つ（例えば、時間領域、空間領域、又はそれらの組合せ）において超音波エコー信号に適用することによって生成され得る。第 1 のフィルタ及び第 2 のフィルタを適用した後に、構造データ及び動きデータをそれぞれ作り出すために第 1 のフィルタの出力信号及び第 2 のフィルタの出力信号にビームフォーミングが適用され得る。

40

## 【 0 0 7 0 】

[0079] いくつかの実施形態では、処理構成要素はさらに、構造データに基づいて解剖学的物体に関連する組織情報を表す第 1 の画像を生成することができる。処理構成要素は

50

さらに、動きデータに基づいて解剖学的物体に関連する動き情報を表す第2の画像を生成することができる。処理構成要素はさらに、複合画像を作り出すために第1の画像と第2の画像とを合成することができる。処理構成要素は、表示のために複合画像をディスプレイ（例えば、ディスプレイ132及び390）に送ることができる。例えば、表示は、組織情報のグレースケール表現と、動き情報のカラー表現とを含む。

#### 【0071】

[0080] 本開示の態様は、いくつかの利益を提供することができる。例えば、並進アンサンブルパルスシーケンスの使用により、同じイメージング視野にわたる複数の超音波イメージングモードの同時のイメージングが可能になり得る。ベースパルスシーケンスの時間シフトされたバージョンの生成における時間オフセットの使用と、ベースパルスシーケンスからのパルスに時間シフトされたシーケンスからのパルスを時間インターリーブすることとは、超音波イメージングモード要件の任意の組合せを満たすためにシステムティックにアンサンブル内パルス間隔を制御することにおけるフレキシビリティを提供する。アンサンブルパルス化機構は、超音波イメージングシステムが、従来の超音波イメージングシステムのフレームレートの何分の1かの固定フレームレートにおいて解剖学的情報と動き情報の両方を含むイメージングフレームを作り出すことを可能にすることができる。アンサンブルパルス化機構は、任意のビームフォーミング技法、信号処理技法、及びイメージング技法と組み合わせられ得る。開示される実施形態は、集束送信及び受信イメージング、2次元（2D）イメージング、3次元（3D）イメージング、平面波又は発散ビームイメージング、合成開口イメージング、パルス平均化、マルチラインビームフォーミング、送信ビーム再構築イメージング、（例えば、パルス反転及びパワー変調を含む）振幅及び/又は位相変調パルス化、マルチゾーンイメージング、空間コンパウンドイメージング、コード化又はチャープパルス化、ハーモニックイメージング、並びに/或いは適応ビームフォーミングなど、任意の超音波イメージングに適用され得る。開示される実施形態は、カラードップラーイメージング、カラーフローを用いたXBRイメージング、sonocTカラーイメージング、ベクトルドップラーイメージング、パワードップラーイメージング、適応ビームフォーミングを用いた又は用いない動く血流抑制を伴う組織イメージング、合成開口脈管内超音波（IVUS）イメージング、2D、3D、及び4次元（4D）イメージング、並びに/或いは組織ドップラーイメージングなど、様々な臨床適用例に適用され得る。

#### 【0072】

[0081] 上記で説明された装置、システム、及び方法が様々なやり方で修正され得ることを、当業者は認識するであろう。したがって、本開示に包含される実施形態は上記で説明された特定の例示的实施形態に限定されないことを、当業者は理解されよう。その点において、例示的な実施形態が図示及び説明されたが、広範囲の修正、変更、及び置換が上記の開示において企図される。そのような変形は、本開示の範囲から逸脱することなしに上記に対して行われることを理解されたい。したがって、添付の特許請求の範囲が、広く、本開示に従う様式で解釈されることが適切である。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

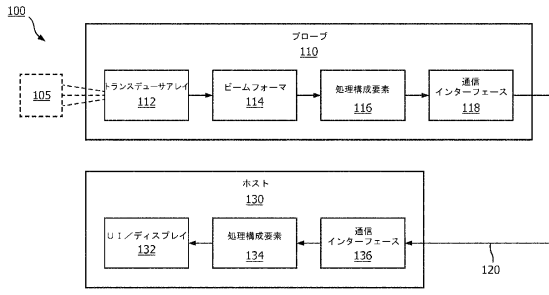


図 1

【図 2】

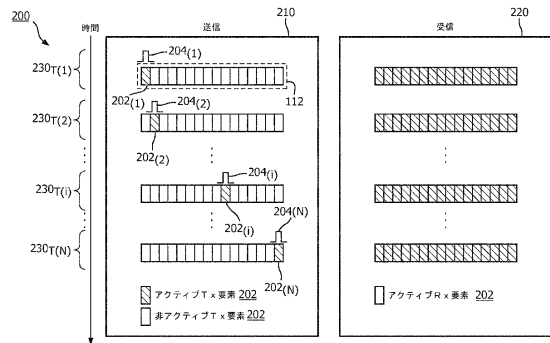


図 2

【図 3】

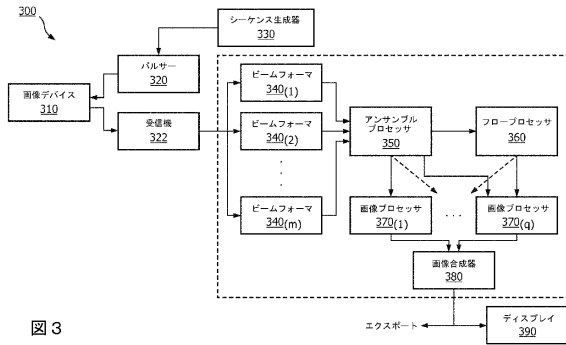


図 3

【図 4】

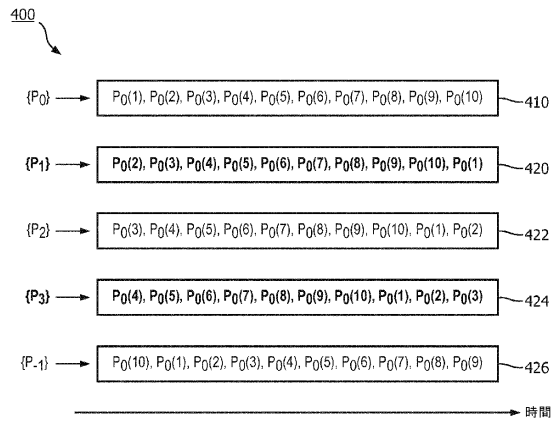


図 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

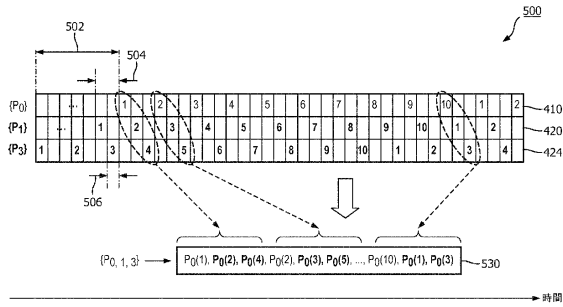


図 5

【 図 6 】

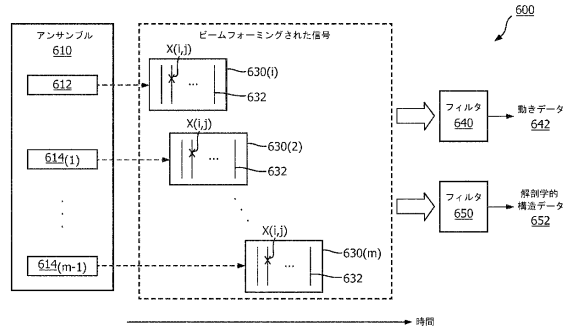


図 6

10

【 図 7 】

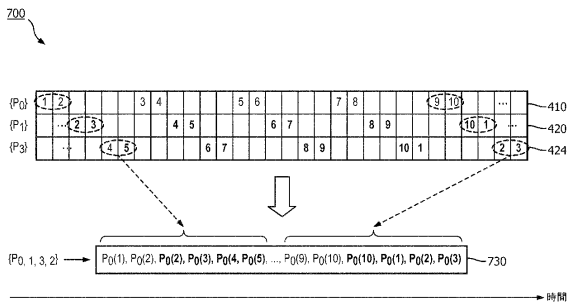


図 7

【 図 8 】

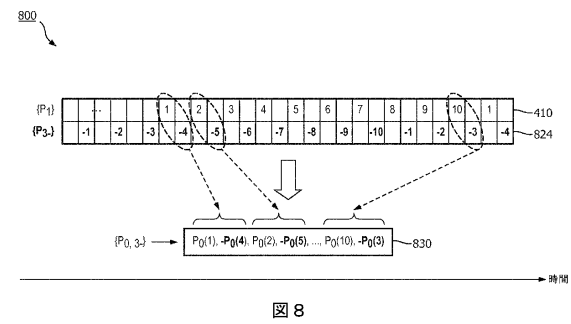


図 8

20

30

40

50

【 図 9 】

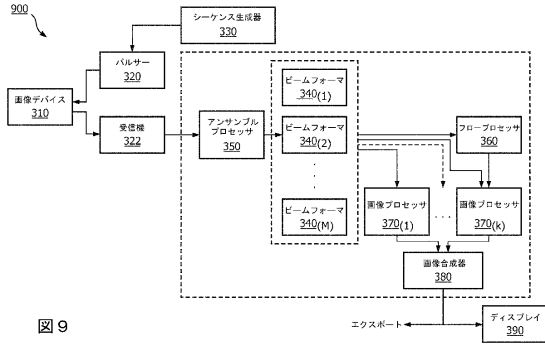


図 9

【 図 10 】

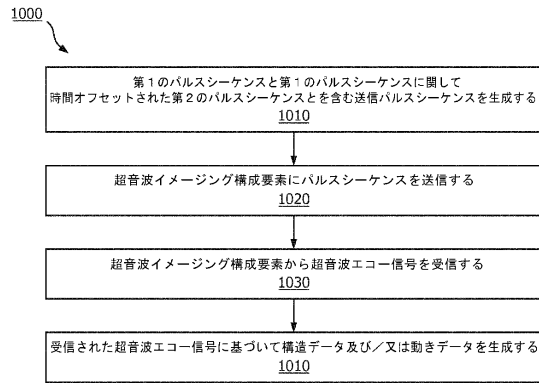


図 10

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

審査官 富永 昌彦

- (56)参考文献 特開2005-319177(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0298707(US,A1)  
特表2004-512857(JP,A)  
国際公開第01/064108(WO,A1)  
特開2017-055846(JP,A)  
国際公開第2018/130704(WO,A1)  
特開2014-018663(JP,A)  
米国特許第09084576(US,B2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A61B 8/00 - 8/15