

(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2015-526206

(P2015-526206A)

(43) 公表日 平成27年9月10日 (2015.9.10)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**A 6 1 B 8/12 (2006.01)** A 6 1 B 8/12 4 C 6 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 80 頁)

(21) 出願番号 特願2015-528688 (P2015-528688)  
 (86) (22) 出願日 平成25年8月23日 (2013.8.23)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年4月23日 (2015.4.23)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/056405  
 (87) 国際公開番号 WO2014/031967  
 (87) 国際公開日 平成26年2月27日 (2014.2.27)  
 (31) 優先権主張番号 61/693, 118  
 (32) 優先日 平成24年8月24日 (2012.8.24)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 509127376  
 ヴォルカノ コーポレイション  
 VOLCANO CORPORATION  
 アメリカ合衆国 92130 カリフォル  
 ニア, サン ディエゴ, バレー センター  
 ドライブ 3661, スイート 200  
 (74) 代理人 110000523  
 アクシス国際特許業務法人  
 (72) 発明者 アンドリュー・ハンコック  
 アメリカ合衆国95826カリフォルニア  
 州サクラメント、ファバージ・ウェイ36  
 21  
 Fターム(参考) 4C601 BB06 BB24 BB26 DD14 EE01  
 EE07 FE04 GB05 HH21 HH25  
 JB05 JB10

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波画像データを集束させるためのシステム及び方法

(57) 【要約】

固体血管内超音波 (IVUS) イメージング装置、システム及び方法が提供される。本発明のいくつかの実施形態は、特に、ポリマー圧電微細加工超音波トランスデューサ (CMUT) を含めたトランスデューサから受信したIVUSエコーデータを集束するための柔軟かつ効率的なシステムに関する。一実施形態では、超音波処理システムは、エンジン調節装置に接続された第1及び第2開口エンジンを備え、このものは、第1及び第2開口エンジンに開口割り当てを与える。開口エンジンは、この割り当て及びAラインデータの一部を受信し、該受信されたAラインデータについて1以上の集束処理を実行し、そして開口割り当てに従って集束データを生成する。いくつかの実施形態では、開口エンジンが集束データを生成したら、エンジン調節装置は、開口エンジンをクリアにし、そして別の開口を割り当てる。

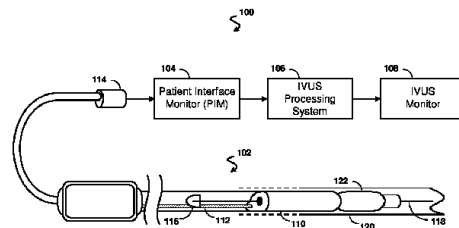


Fig. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

超音波処理システムであって、

第 1 及び第 2 開口エンジン；

該第 1 及び第 2 開口エンジンに A ラインデータの少なくとも一部を提供する A ラインデータインタフェース；及び

該第 1 及び第 2 開口エンジンに通信可能に接続されたエンジン制御装置を備え、

該エンジン制御装置は、それぞれ該第 1 及び第 2 開口エンジンに該 A ラインデータの部分を指定する少なくとも第 1 及び第 2 開口割り当てを与え；

該第 1 及び第 2 開口エンジンは、

それぞれ該第 1 及び第 2 開口割り当てを受信し、

該 A ラインデータの少なくとも一部を受信し、

該受信された A ラインデータについて 1 以上の集束処理を実行し、そして

それぞれ該第 1 及び第 2 開口割り当てに応じて集束データを生成する、

超音波処理システム。

**【請求項 2】**

前記エンジン制御装置を、前記第 1 及び第 2 開口エンジンの一つがいつ集束データを生成するのかを決定するためにさらに監視し、そして、該第 1 及び第 2 開口エンジンの一つが集束データを生成したと決定されたときに該第 1 及び第 2 開口エンジンの一つに第 3 開口割り当てを与える、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 3】**

前記第 1 及び第 2 開口エンジンの一つが集束データを生成したと決定されたときに、前記エンジン制御装置が、記憶された A ラインデータを第 1 及び第 2 開口エンジンの一つからさらに消去する、請求項 2 に記載のシステム。

**【請求項 4】**

共通の A ラインデータバスをさらに備え；

前記 A ラインデータインタフェースは、該共通の A ラインデータバスを介して前記第 1 及び第 2 開口エンジンに該 A ラインデータの少なくとも一部を提供し；及び

該第 1 及び第 2 開口エンジンは、該 A ラインデータの実質的に全てを受信する、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 5】**

前記第 1 及び第 2 開口エンジンのそれぞれがアポダイゼーションユニットを備え；及び前記 1 以上の集束処理がアポダイゼーション処理を含む、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 6】**

前記エンジン制御装置がアポダイゼーション係数テーブルを含み；

更に該エンジン制御装置が該アポダイゼーション係数テーブルからの第 1 及び第 2 アポダイゼーション係数をそれぞれ前記第 1 及び第 2 開口エンジンに提供し；及び

該第 1 及び第 2 開口エンジンがそれぞれ該第 1 及び第 2 アポダイゼーション係数に基づいてアポダイゼーション処理を実行する、請求項 5 に記載のシステム。

**【請求項 7】**

前記第 1 及び第 2 開口エンジンのそれぞれが飛行時間型ユニットを備え；及び

前記 1 以上の集束処理が飛行時間型調整を含む、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 8】**

前記エンジン制御装置が飛行時間オフセットテーブルを含み；

更に該エンジン制御装置が該飛行時間オフセットテーブルからの第 1 及び第 2 飛行時間オフセットをそれぞれ前記第 1 及び第 2 開口エンジンに提供し；及び

該第 1 及び第 2 開口エンジンがそれぞれ該第 1 及び第 2 飛行時間オフセットに基づいて飛行時間型調整を実行する、請求項 7 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 9】

前記第 1 及び第 2 開口エンジンのそれぞれが再サンプリングユニットを備え；及び  
前記 1 以上の集束処理が再サンプリング処理を含む、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 10】

前記エンジン制御装置が再サンプリングレートのセットを含み；

更に該エンジン制御装置が該再サンプリングレートのセットからの第 1 及び第 2 再サンプリングレートをそれぞれ前記第 1 及び第 2 開口エンジンに提供し；及び

該第 1 及び第 2 開口エンジンがそれぞれ第 1 及び第 2 再サンプリング加重に基づいて再サンプリング処理を実行する、請求項 9 に記載のシステム。

## 【請求項 11】

10

前記第 1 再サンプリングレートが、表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて決定される、請求項 10 に記載のシステム。

## 【請求項 12】

ピクセル当たりのサンプルの比率が 1 : 1 である、請求項 11 に記載のシステム。

## 【請求項 13】

前記表示装置が高精細表示装置である、請求項 11 に記載のシステム。

## 【請求項 14】

前記第 1 及び第 2 開口エンジンのそれぞれが前記受信 A ラインデータの合計を実行する、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 15】

20

前記システムが開口エンジンの総数を備え；

該開口エンジンの総数が開口内のトランスデューサの総数に相当する、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 16】

前記トランスデューサの総数が少なくとも 128 である、請求項 15 に記載のシステム。

## 【請求項 17】

前記第 1 開口割り当てが前記第 1 開口割り当てによって識別される開口内の集束 A ラインのサブセットを指定する、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 18】

30

前記第 1 開口割り当てが前記第 1 開口割り当てによって識別される開口内の集束 A ラインの焦点範囲のサブセットを指定する、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 19】

超音波エコーデータを集束する方法であって、

開口エンジンのセットに開口セットを割り当て；

該開口セット内の 1 個以上のトランスデューサについての超音波データセットを該開口エンジンのセット内の該開口エンジンのそれぞれに提供し；

該開口エンジンのセットの第 1 開口エンジンが集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータ有することを決定したときに該集束 A ラインデータセットを生成し；

その後、該第 1 開口エンジンに別の開口を割り当てることを含む方法。

40

## 【請求項 20】

前記第 1 開口エンジンが集束データを生成したと決定されたときに、記憶された A ラインデータを該第 1 開口エンジンから消去することをさらに含む、請求項 19 に記載の方法。

## 【請求項 21】

前記超音波データセットの提供が、該超音波データセットの実質的に全てを、共通のデータバスを介して前記開口エンジンのセット内の前記開口エンジンのそれぞれに提供する、請求項 19 に記載の方法。

## 【請求項 22】

50

前記集束 A ラインデータセットの生成が、アポダイゼーション係数のセットに従って前記超音波データセットについてアポダイゼーション処理を実行することを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 23】

前記集束 A ラインデータセットの生成が、飛行時間オフセットに従って前記超音波データセットについて飛行時間型調整を実行することを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 24】

前記集束 A ラインデータセットの生成が、再サンプリングレートのセットに従って前記超音波データセットについて再サンプリング処理を実行することを含む、請求項 19 に記載の方法。

10

【請求項 25】

前記再サンプリングレートのセットを、表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて決定する、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

ピクセル当たりのサンプルの比率が 1 : 1 である、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 27】

前記表示装置が高精細表示装置である、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 28】

前記集束 A ラインデータセットの生成が前記超音波データセットの合計を実行することを含む、請求項 19 に記載の方法。

20

【請求項 29】

前記開口エンジンのセットが該開口エンジンの総数を含み；

該開口エンジンの総数が開口内のトランスデューサの総数に相当する、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 30】

前記トランスデューサの総数が少なくとも 128 である、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

エコーデータを処理するためのシステムであって、

エコーデータセットについて集束処理を実行するための手段；

該集束処理を実行するための手段に通信可能に接続された該エコーデータセットの少なくとも一部をスムーズに提供するための手段；及び

30

該集束処理を実行するための手段に該エコーデータセットの部分を指定する構成情報を提供することにより開口のラウンドロビン割り当てを実行するための手段；を備え、該ラウンドロビン割り当てを実行するための手段が該集束処理を実行するための手段に通信可能に接続されているシステム。

【請求項 32】

前記ラウンドロビン割り当てを実行するための手段は、前記集束処理を実行するための手段が該集束処理を実行したときに、記憶されたデータを、該集束処理を実行するための手段から消去するための手段を含む、請求項 31 に記載のシステム。

【請求項 33】

前記エコーデータセットの少なくとも一部を提供するための手段が、前記集束処理を実行するための手段に前記エコーデータセットの実質的に全てを提供する、請求項 31 に記載のシステム。

40

【請求項 34】

集束処理を実行するための手段がアポダイゼーション係数のセットに従ってアポダイゼーション処理を実行するための手段を含み；及び

前記ラウンドロビン割り当てを実行するための手段が該アポダイゼーション処理を行うための手段に該アポダイゼーション係数のセットを提供するための手段を含む、請求項 31 に記載のシステム。

【請求項 35】

50

前記集束処理を実行するための手段が飛行時間オフセットに従って飛行時間型調整を実行するための手段を含み；及び

前記ラウンドロビン割り当てを実行するための手段が該飛行時間型調整を実行するための手段に該飛行時間オフセットを提供するための手段を含む、請求項 3 1 に記載のシステム。

【請求項 3 6】

前記集束処理を実行するための手段が、再サンプリングレートのセットに従って前記エコーデータセットを再サンプリングするための手段を含み；及び

前記ラウンドロビン割り当てを実行するための手段が、前記再サンプリングを実行する手段に前記再サンプリングレートのセットを提供するための手段を含む、請求項 3 1 に記載のシステム。

10

【請求項 3 7】

前記ラウンドロビン割り当てを実行するための手段が、表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて前記再サンプリングレートのセットを決定するための手段をさらに含む、請求項 3 6 に記載のシステム。

【請求項 3 8】

ピクセル当たりのサンプルの比率が 1 : 1 である、請求項 3 7 に記載のシステム。

【請求項 3 9】

前記表示装置が高精細表示装置である、請求項 3 7 に記載のシステム。

【請求項 4 0】

20

超音波システムであって、

第 1 レベル開口エンジンのセット；

該第 1 レベル開口エンジンのセットの一つ以上に通信可能に接続された第 2 レベル開口エンジンのセット；

該第 1 レベル開口エンジンのセットの各エンジンに A ラインデータの少なくとも一部を提供する A ラインデータインタフェース；及び

該第 1 レベル開口エンジンのセットの各エンジンに通信可能に接続されたエンジン制御装置

を備え；

該エンジン制御装置は、該第 1 レベル開口エンジンのセットの各エンジンに該 A ラインデータの部分を指定するサブ開口割り当てを提供し；

30

該第 1 レベル開口エンジンのセットの該エンジンは、それぞれ、

提供されたサブ開口割り当てを受信し、

該 A ラインデータの少なくとも一部を受信し、

該受信された A ラインデータについて 1 以上の第 1 レベル集束処理を実行し、そして

該提供されたサブ開口の割り当てに従って部分的に集束したデータを生成し；

しかも、該第 2 レベル開口エンジンのセットの該エンジンは、それぞれ、

該第 1 レベル開口エンジンのセットの該接続エンジンから部分に集束したデータを受信し、

該受信した部分に集束したデータについて 1 以上の第 2 レベル集束処理を実行し、そして

40

集束した開口データを生成する

超音波システム。

【請求項 4 1】

前記エンジン制御装置は、いつ前記第 1 レベル開口エンジンのセットのうちの 1 つのエンジンが部分的に集束したデータを生成するのかを決定するようにさらに監視し、該 1 つのエンジンが部分的に集束したデータを生成したと決定されたときに該第 1 レベル開口エンジンのセットのうちの 1 つのエンジンに別のサブ開口割り当てを提供する、請求項 4 0 に記載のシステム。

【請求項 4 2】

50

前記エンジン制御装置は、前記1つのエンジンが部分的に集束したデータを生成したと決定されたときに、記憶されたAラインデータを前記第1レベル開口エンジンのセットのうちの一つのエンジンから消去する、請求項41に記載のシステム。

【請求項43】

共通のAラインデータバスをさらに備え；

前記Aラインデータインタフェースが、該共通のAラインデータバスを介して前記第1レベル開口エンジンのセットの各エンジンに前記Aラインデータの少なくとも一部を提供し；及び

前記第1レベル開口エンジンのセットの各エンジンが該Aラインデータの実質的に全てを受信する、請求項40に記載のシステム。

10

【請求項44】

前記第1レベル開口エンジンのセットの各エンジン及び前記第2レベル開口エンジンのセットの各エンジンがアポダイゼーションユニットを備え；及び

前記1以上の第1レベル集束処理及び前記1以上の第2レベル集束処理がアポダイゼーション処理を含む、請求項40に記載のシステム。

【請求項45】

前記第1レベル開口エンジンのセットの各エンジン及び前記第2レベル開口エンジンのセットの各エンジンが飛行時間型ユニットを備え；及び

前記1以上の第1レベル集束処理及び前記1以上の第2レベル集束処理が飛行時間型調整を含む、請求項40に記載のシステム。

20

【請求項46】

前記第1レベル開口エンジンのセットの各エンジンが再サンプリングユニットを備え；及び

前記1以上の第1レベル集束処理が再サンプリング処理を含む、請求項40に記載のシステム。

【請求項47】

前記再サンプリング処理が、表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に相当するサンプリングレートに基づいて実行される、請求項46に記載のシステム。

【請求項48】

ピクセル当たりのサンプルの比率が1：1である、請求項47に記載のシステム。

30

【請求項49】

前記表示装置が高精細表示装置である、請求項47に記載のシステム。

【請求項50】

超音波エコーデータを集束する方法であって、

第1レベル開口エンジンのセットにサブ開口のセットを割り当て；

該第1レベル開口エンジンのセットの各エンジンに超音波データセットの少なくとも一部分を提供し；

該第1レベル開口エンジンのセットの第1の第1レベル開口エンジンが部分的に集束したAラインデータセットを生成するのに十分なデータを有すると決定されたときに、該部分的に集束したAラインデータセットを生成し；

40

その後、該第1の第1レベル開口エンジンに別のサブ開口を割り当て；

該第2レベル開口エンジンのセットの第1の第2レベル開口エンジンで該部分的に集束したAラインデータセットを受信し；そして

該第1の第2レベル開口エンジンが集束Aラインデータセットを生成するのに十分なデータを有すると決定されたときに該集束Aラインデータセットを生成することを含む方法。

【請求項51】

前記第1の第1レベル開口エンジンが部分的に集束したデータを生成したと決定されたときに、該第1の第1レベル開口エンジンをクリアにすることをさらに含む、請求項50に記載の方法。

50

**【請求項 5 2】**

前記超音波データセットの提供が、前記超音波データセットの実質的に全てを、共通のデータバスを介して前記第 1 レベル開口エンジンのセットの各エンジンに提供する、請求項 5 0 に記載の方法。

**【請求項 5 3】**

前記部分的に集束した A ラインデータセットの生成が、アポダイゼーション係数のセットに従って前記超音波データセットについてアポダイゼーション処理を実行することを含む、請求項 5 0 に記載の方法。

**【請求項 5 4】**

前記集束 A ラインデータセットの生成がアポダイゼーション係数の別のセットに従って前記部分的に集束した A ラインデータセットについてアポダイゼーション処理を実行することを含む、請求項 5 3 に記載の方法。

10

**【請求項 5 5】**

前記部分的に集束した A ラインデータセットの生成が飛行時間オフセットに従って前記超音波データセットについて飛行時間型調整を実行することを含む、請求項 5 0 に記載の方法。

**【請求項 5 6】**

前記集束 A ラインデータセットの生成が、別の飛行時間オフセットに従って前記部分的に集束した A ラインデータセットについて飛行時間型調整を実行することを含む、請求項 5 5 に記載の方法。

20

**【請求項 5 7】**

前記部分的に集束した A ラインデータセットの生成が、再サンプリングレートのセットに従って前記超音波データセットについて再サンプリング処理を実行することを含む、請求項 5 0 に記載の方法。

**【請求項 5 8】**

前記再サンプリングレートのセットを、表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて決定する、請求項 5 7 に記載の方法。

**【請求項 5 9】**

ピクセル当たりのサンプルの比率が 1 : 1 である、請求項 5 8 に記載の方法。

**【請求項 6 0】**

前記表示装置が高精細表示装置である、請求項 5 8 に記載の方法。

30

**【請求項 6 1】**

前記第 2 レベル開口エンジンのセットがエンジンの総数を含み；

該エンジンの総数が開口内のトランスデューサの総数に相当する、請求項 5 0 に記載の方法。

**【請求項 6 2】**

前記トランスデューサの総数が少なくとも 128 である、請求項 6 1 に記載の方法。

**【請求項 6 3】**

システムであって、

エミッタ/レシーバトランスデューサのペアを特定するトランスデューサ構成を受信し、かつ、該トランスデューサ構成に基づいてパンプマップを生成するパンプマップ発生器；クロック周波数を有する固定周波数クロックを生成するクロック信号発生器；及び該エミッタ/レシーバトランスデューサペアに対応するアナログデータを受信し、該固定周波数クロック及び該パンプマップによって決定されるサンプルレートを有する該アナログデータに基づいてデジタルデータを生成するアナログ・デジタル変換器を備えるシステム。

40

**【請求項 6 4】**

前記パンプマップが、前記アナログデータをサンプリングしていない初期期間を指定する、請求項 6 3 に記載のシステム。

**【請求項 6 5】**

50

前記バンプマップが、前記アナログデータを前記クロック周波数よりも低い周波数でサンプリングする期間を指定する、請求項 6 3 に記載のシステム。

【請求項 6 6】

前記バンプマップが、前記アナログデータを前記クロック周波数でサンプリングする期間を指定する、請求項 6 3 に記載のシステム。

【請求項 6 7】

前記バンプマップが

前記アナログデータをサンプリングしない初期期間；

該アナログデータを前記クロック周波数よりも低い周波数でサンプリングする第 1 アクティブ期間；及び

該アナログデータを該クロック周波数でサンプリングする第 2 アクティブ期間を指定する、請求項 6 3 に記載のシステム。

【請求項 6 8】

前記初期期間、前記第 1 アクティブ期間及び前記第 2 アクティブ期間が、超音波エコーの予想到達時間に基づいて決定される、請求項 6 7 に記載のシステム。

【請求項 6 9】

前記バンプマップ生成器が、更にエミッタ/レシーバトランスデューサペアのセットに対応するバンプマップのセットを生成し；及び

該バンプマップのセットの各バンプマップが同数のサンプルを指定する、請求項 6 3 に記載のシステム。

【請求項 7 0】

前記バンプマップが、前記エミッタ/レシーバトランスデューサペアを含むトランスデューサ複合体の形状に基づいて決定される、請求項 6 3 に記載のシステム。

【請求項 7 1】

前記バンプマップが、エミッタ/レシーバトランスデューサペアに含まれるトランスデューサの特性に基づいて決定される、請求項 6 3 に記載のシステム。

【請求項 7 2】

前記バンプマップが、エミッタ/レシーバトランスデューサペアを含む開口の特性に基づいて決定される、請求項 6 3 に記載のシステム。

【請求項 7 3】

前記アナログ・デジタル変換器が、さらに、

前記固定周波数クロックに基づいて前記アナログデータをサンプリングして中間デジタルデータを生成し、そして

該バンプマップに従って該中間データのサンプルを破棄してデジタルデータを生成する、請求項 6 3 に記載のシステム。

【請求項 7 4】

エミッタ/レシーバトランスデューサペアに対応するアナログエコーデータを受信し；クロック周波数を有する固定周波数基準クロックを受信し；

該エミッタ/レシーバトランスデューサペアに基づいてトランスデューサ構成を受信し；

該トランスデューサ構成からバンプマップを決定し；そして

該アナログエコーデータをデジタル化してデジタルエコーデータを生成することを含み、該デジタルエコーデータは、該固定周波数基準クロック及び該バンプマップによって決定されるサンプリング間隔を有する方法。

【請求項 7 5】

前記バンプマップの決定が、前記アナログエコーデータをサンプリングしない初期期間を決定することを含む、請求項 7 4 に記載の方法。

【請求項 7 6】

前記バンプマップの決定が、前記アナログエコーデータを前記クロック周波数よりも低い周波数でサンプリングする期間を決定することを含む、請求項 7 4 に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 77】

前記パンプマップの決定が、前記アナログエコーデータを前記クロック周波数でサンプリングする期間を決定することを含む、請求項 74 に記載の方法。

## 【請求項 78】

前記パンプマップの決定が、

前記アナログエコーデータをサンプリングしない初期期間；

該アナログエコーデータを前記クロック周波数よりも低い周波数でサンプリングする第 1 アクティブ期間；及び

該アナログエコーデータを該クロック周波数でサンプリングする第 2 アクティブ期間を決定することを含む、請求項 74 に記載の方法。

10

## 【請求項 79】

前記初期期間、前記第 1 アクティブ期間及び前記第 2 アクティブ期間のそれぞれの決定が超音波エコーの予想到達時間に基づく、請求項 74 に記載の方法。

## 【請求項 80】

前記パンプマップの決定が、エミッタ/レシーバトランスデューサペアのセットについての多数のサンプルを同期させる、請求項 74 に記載の方法。

## 【請求項 81】

前記パンプマップの決定を、エミッタ/レシーバトランスデューサペアを含むトランスデューサ複合体の形状に基づいて実行する、請求項 74 に記載の方法。

## 【請求項 82】

前記パンプマップの決定を、前記エミッタ/レシーバトランスデューサペアに含まれるトランスデューサの特性に基づいて実行する、請求項 74 に記載の方法。

20

## 【請求項 83】

前記パンプマップの決定を、前記エミッタ/レシーバトランスデューサペアを含む開口の特性に基づいて実行する、請求項 74 に記載の方法。

## 【請求項 84】

前記デジタル化が、

前記固定周波数基準クロックに従って前記アナログエコーデータをサンプリングして中間デジタルエコーデータを生成し、そして

前記パンプマップに従って該中間エコーデータの部分を破棄して前記デジタルエコーデータを生成することを含む、請求項 74 に記載の方法。

30

## 【請求項 85】

超音波処理システムであって、

デジタル超音波エコーデータを受信するデジタルデータインタフェースと、該デジタルデータインタフェースに通信可能に接続された周波数変換器とを備え、

該周波数変換器は、該デジタル超音波エコーデータ及び表示画像についての解像度の測定値を受信し、該デジタル超音波エコーデータを再度サンプリングして該解像度の測定値に基づいて所定のサンプリング間隔を有する再サンプリングデジタル超音波エコーデータを生成するシステム。

## 【請求項 86】

前記周波数変換器が、前記解像度の測定値によって決定されたピクセル当たりのサンプルの比率を有する再サンプリングデジタル超音波エコーデータを生成する、請求項 85 に記載のシステム。

40

## 【請求項 87】

ピクセル当たりのサンプルの比率が 1 : 1 である、請求項 85 に記載のシステム。

## 【請求項 88】

前記解像度の測定値が高精細ディスプレイの特性である、請求項 85 に記載のシステム。

## 【請求項 89】

前記周波数変換器に通信可能に接続され、かつ、前記再サンプリングデジタル超音波エ

50

コーデータを受信するアポダイゼーションユニットをさらに備える、請求項 85 に記載のシステム。

【請求項 90】

デジタル超音波エコーデータを受信し；  
表示画像についての解像度の測定値を受信し；そして  
該解像度の測定値に基づいて該デジタル超音波エコーデータを再サンプリングすることを含む方法。

【請求項 91】

前記再サンプリングが、さらに、前記解像度の測定値によって決定されたピクセル当たりのサンプルの比率に基づく、請求項 90 に記載の方法。

【請求項 92】

ピクセル当たりのサンプルの比率が 1 : 1 である、請求項 91 に記載の方法。

【請求項 93】

前記解像度の測定値が高精細ディスプレイ装置の特性である、請求項 90 に記載の方法。

。

【請求項 94】

前記方法は、前記再サンプリングデジタル超音波エコーデータをアポダイゼーション回路に提供することをさらに含む、請求項 90 に記載の方法。

【請求項 95】

超音波データを再サンプリングためのシステムであって、  
超音波データストリームを受信する信号インタフェース；  
加重係数のセットを受信する係数インタフェース；及び  
該信号インタフェース及び該係数インタフェースに通信可能に接続された加重補間ネットワーク

を備え、該加重補間ネットワークは、

超音波データストリームを遅延させる複数の遅延装置であって、その遅延が複数の遅延超音波データストリームを生成するものと、

該複数の遅延超音波データストリームに該加重係数のセットを適用する複数の加重ユニットであって、該適用が複数の加重超音波データストリームを生成するものと、

該複数の加重超音波データストリームを追加して再サンプリングされた超音波データストリームを生成する合計ユニットと

を備えるシステム。

【請求項 96】

前記加重係数のセットが、前記受信超音波データストリームについて飛行時間型調整を実行するように決定される、請求項 95 に記載のシステム。

【請求項 97】

前記加重係数のセットが、前記超音波データストリームに 1 以上の位相オフセットを適用するように決定される、請求項 95 に記載のシステム。

【請求項 98】

前記加重補間ネットワークが第 1 加重補間ネットワークであり；

前記加重係数のセットが加重係数の第 1 セットであり；及び

前記再サンプリング超音波データストリームが第 1 再サンプリング超音波データストリームであり；

該システムは、

該信号インタフェース及び係数インタフェースに通信可能に接続され、かつ、加重係数の第 2 セットに従って該受信超音波データストリームから第 2 再サンプリング超音波データストリームを生成する第 2 加重補間ネットワーク；及び

該第 1 及び第 2 加重補間ネットワークに接続され、かつ、該第 1 再サンプリング超音波データストリームと該第 2 再サンプリング超音波データストリームとの間で選択する切替ユニット

10

20

30

40

50

をさらに含む、請求項 9 5 に記載のシステム。

【請求項 9 9】

前記加重係数の第 1 及び第 2 のセットが、前記受信超音波データストリームについて飛行時間型調整を実行するように決定される、請求項 9 8 に記載のシステム。

【請求項 1 0 0】

前記加重係数の第 1 及び第 2 セットが、前記超音波データストリームに第 1 及び第 2 位相オフセットを適用するように決定される、請求項 9 8 に記載のシステム。

【請求項 1 0 1】

前記システムが、

それぞれ、前記信号インタフェース及び前記係数インタフェースに通信可能に接続され、かつ、加重係数の第 3 及び第 4 セットに従って前記受信超音波データストリームから第 3 及び第 4 再サンプリング超音波データストリームを生成する第 3 及び第 4 加重補間ネットワークを備え；

前記切替ユニットが、該第 3 及び第 4 加重補間ネットワークにさらに接続され、かつ、前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 再サンプリング超音波データストリーム間でさらに選択する、請求項 9 8 に記載のシステム。

【請求項 1 0 2】

前記加重係数の第 1、第 2、第 3 及び第 4 セットが、前記超音波データストリームに対して、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$  及び  $270^\circ$  の位相オフセットを適用するように決定される、請求項 1 0 1 に記載のシステム。

【請求項 1 0 3】

前記システムが前記加重補間ネットワークに通信可能に接続されたデシメーションユニットをさらに備え、該デシメーションユニットは、デシメーション係数を受信し、そして該デシメーション係数に従って前記再サンプリング超音波データストリームからデータサンプルを削除してデシメート超音波データストリームを生成する、請求項 9 5 に記載のシステム。

【請求項 1 0 4】

該デシメーション係数が、所定の画像解像度を生成するように決定される、請求項 1 0 3 に記載のシステム。

【請求項 1 0 5】

前記所定の画像の解像度が高精細超音波イメージングシステムの解像度に相当する、請求項 1 0 4 に記載のシステム。

【請求項 1 0 6】

前記デシメーション係数が表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて決定される、請求項 1 0 3 に記載のシステム。

【請求項 1 0 7】

前記比率が 1 : 1 である、請求項 1 0 6 に記載のシステム。

【請求項 1 0 8】

超音波データの処理方法であって、

デジタル超音波データを受信し；

該デジタル超音波データを第 1 遅延量で遅延させて第 1 遅延デジタル超音波データを生成し；

該第 1 遅延デジタル超音波データに第 1 加重を適用して第 1 加重超音波データを生成し

；

該デジタル超音波データを第 2 遅延量で遅延させて第 2 遅延デジタル超音波データを生成し；

該第 2 遅延デジタル超音波データに第 2 加重を適用して第 2 加重超音波データを生成し

；そして

該第 1 及び第 2 加重超音波データを追加して再サンプリングデジタル超音波データを生成すること

10

20

30

40

50

を含む方法。

【請求項 1 0 9】

前記第 1 及び第 2 加重の適用が飛行時間型調整を実行する、請求項 1 0 8 に記載の方法。

【請求項 1 1 0】

前記第 1 及び第 2 加重の適用が位相オフセットを適用する、請求項 1 0 8 に記載の方法。

【請求項 1 1 1】

前記再サンプリングデジタル超音波データが第 1 再サンプリングデジタル超音波データであり、該方法は、第 2 再サンプリングデジタル超音波データを生成し；そして該第 1 再サンプリング超音波データ及び該第 2 再サンプリング超音波データとの間で選択することをさらに含む、請求項 1 0 8 に記載の方法。

10

【請求項 1 1 2】

前記第 1 及び第 2 再サンプリングデジタル超音波データが前記受信超音波データストリームに対する飛行時間型調整である、請求項 1 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 1 3】

前記第 1 及び第 2 再サンプリングデジタル超音波データが前記受信超音波データストリームに対する位相オフセットである、請求項 1 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 1 4】

前記方法が第 3 及び第 4 再サンプリングデジタル超音波データを生成することをさらに含み、前記選択が前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 再サンプリングデジタル超音波データ間でさらに選択する、請求項 1 1 1 に記載の方法。

20

【請求項 1 1 5】

前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 再サンプリングデジタル超音波データが前記受信超音波データストリームに対して  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$  の位相オフセットである、請求項 1 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 1 6】

前記方法が

デシメーション係数を受信し；

前記デシメーション係数に従って前記再サンプリング超音波データストリームからデータサンプルを除去してデシメート超音波データストリームを生成することをさらに含む、請求項 1 0 8 に記載の方法。

30

【請求項 1 1 7】

該デシメーション係数を、所定の画像解像度を生成するように決定する、請求項 1 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 1 8】

前記所定の画像の解像度が高精細超音波イメージングシステムの解像度に相当する、請求項 1 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 1 9】

前記デシメーション係数を表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて決定する、請求項 1 1 6 に記載の方法。

40

【請求項 1 2 0】

前記比率が 1 : 1 である、請求項 1 1 9 に記載の方法。

【請求項 1 2 1】

超音波処理システムであって、

第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジン；

該第 1 及び第 2 開口エンジンに A ラインデータの少なくとも一部を提供する A ラインデータインタフェース；及び

該第 1 及び第 2 開口エンジンに通信可能に接続されたエンジン制御装置を備え、

50

該エンジン制御装置は、該 A ラインデータの部分を指定する第 1 及び第 2 開口割り当てをそれぞれ該第 1 及び第 2 開口エンジンに与え、

該第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンは、それぞれ該第 1 及び第 2 開口割り当てを受信し；

該 A ラインデータの少なくとも一部を受信し、該受信された A ラインデータについて 1 以上のベースバンド集束処理を実行し；及び

それぞれ第 1 及び第 2 開口割り当てに応じて集束データを生成するシステム。

【請求項 1 2 2】

前記エンジン制御装置は、更に前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンの一つがいくつか集束データを生成するのかを決定するように監視し、そして該第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンの一つが集束データを生成したと決定されたときに該第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンの一つに第 3 開口割り当てを与える、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

10

【請求項 1 2 3】

前記エンジン制御装置は、更に前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンの一つが集束データを生成したと決定されたときに、記憶された A ラインデータを該第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンの一つから消去する、請求項 1 2 2 に記載のシステム。

【請求項 1 2 4】

共通の A ラインデータバスをさらに備え；

前記 A ラインデータインタフェースが、該共通の A ラインデータバスを介して前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンに前記 A ラインデータの少なくとも一部を提供し；及び

20

該第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンが該 A ラインデータの実質的に全てを受信する、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

【請求項 1 2 5】

前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンのそれぞれが直交変調器、同相変調器、ローパスフィルタ及び位相回転を含むベースバンド変調器を備え；及び

前記 1 以上の集束処理が前記 A ラインデータのベースバンド変調を含む、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

30

【請求項 1 2 6】

前記エンジン制御装置が、更にそれぞれ前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンに位相シフト値の第 1 及び第 2 セットを提供し；及び

前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンが、それぞれ前記位相シフト値の第 1 及び第 2 セットに従って位相回転をさらに実行する、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

【請求項 1 2 7】

前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンのそれぞれが複合アポダイゼーションユニットを備え；及び

前記 1 以上の集束処理が複合アポダイゼーション処理を含む、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

40

【請求項 1 2 8】

前記エンジン制御装置がアポダイゼーション係数テーブルを含み；

該エンジン制御装置が、更にそれぞれ前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンに前記アポダイゼーション係数テーブルからの第 1 及び第 2 複合アポダイゼーション係数を提供し；及び

前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンが、それぞれ前記第 1 及び第 2 複合アポダイゼーション係数に基づいて複合アポダイゼーション処理を実行する、請求項 1 2 7 に記載のシステム。

【請求項 1 2 9】

前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンのそれぞれが再サンプリングユニットを備

50

え；及び

前記 1 以上の集束処理が再サンプリング処理を含む、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3 0】

前記エンジン制御装置がサンプリングレートのセットを含み；

該エンジン制御装置が、それぞれ前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンに前記再サンプリングレートのセットからの第 1 及び第 2 再サンプリングレートをさらに提供し；  
及び

前記第 1 及び第 2 ベースバンド開口エンジンが、それぞれ前記第 1 及び第 2 再サンプリング加重に基づいて再サンプリング処理を実行する、請求項 1 2 9 に記載のシステム。

【請求項 1 3 1】

前記第 1 再サンプリングレートが、表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて決定される、請求項 1 3 0 に記載のシステム。

【請求項 1 3 2】

ピクセル当たりのサンプルの比率が 1 : 1 である、請求項 1 3 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3 3】

前記表示装置が高精細表示装置である、請求項 1 3 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3 4】

前記システムがベースバンド開口エンジンの総数を備え；

前記ベースバンド開口エンジンの総数が開口内のトランスデューサの総数に相当する、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3 5】

前記トランスデューサの総数が少なくとも 1 2 8 である、請求項 1 3 4 に記載のシステム。

【請求項 1 3 6】

前記第 1 開口割り当てが該第 1 開口割り当てによって識別される開口内の集束 A ラインのサブセットを指定する、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3 7】

前記第 1 開口割り当てが該第 1 開口割り当てによって識別される開口内の集束 A ラインの焦点範囲のサブセットを指定する、請求項 1 2 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3 8】

超音波エコーデータを集束する方法であって、

ベースバンド開口エンジンのセットに開口のセットを割り当て；

該ベースバンド開口エンジンのセット内の該ベースバンド開口エンジンのそれぞれに、該開口セット内の 1 以上のトランスデューサについての超音波データセットを提供し；

該ベースバンド開口エンジンのセットの第 1 エンジンが集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有すると決定されたときに該集束 A ラインデータセットを生成し；

その後該第 1 のエンジンに別の開口を割り当てることを含む方法。

【請求項 1 3 9】

前記第 1 エンジンが集束データを生成したと決定されたときに、該第 1 エンジンから記憶された A ラインのデータを消去することをさらに含む、請求項 1 3 8 に記載の方法。

【請求項 1 4 0】

前記超音波データセットの提供が、前記超音波データセットの実質的に全てを、共通のデータバスを介して前記ベースバンド開口エンジンのセット内の該エンジンのそれぞれに提供する、請求項 1 3 8 に記載の方法。

【請求項 1 4 1】

前記集束 A ラインデータセットの生成が、前記超音波データセットのベースバンド変調を実行し、そして位相シフト値のセットに従って該ベースバンド変調超音波データセットの位相回転を実行することを含む、請求項 1 3 8 に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 4 2】

前記集束 A ラインデータセットの生成が、アポダイゼーション係数のセットに従って前記超音波データセットについてアポダイゼーション処理を実行することを含む、請求項 1 3 8 に記載の方法。

## 【請求項 1 4 3】

前記集束 A ラインデータセットの生成が、再サンプリングレートのセットに従って前記超音波データセットについて再サンプリング処理を実行することを含む、請求項 1 3 8 に記載の方法。

## 【請求項 1 4 4】

前記再サンプリングレートのセットを、表示装置のピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて決定する、請求項 1 4 3 に記載の方法。

10

## 【請求項 1 4 5】

ピクセル当たりのサンプルの比率が 1 : 1 である、請求項 1 4 4 に記載の方法。

## 【請求項 1 4 6】

前記表示装置が高精細表示装置である、請求項 1 4 4 に記載の方法。

## 【請求項 1 4 7】

前記ベースバンド開口エンジンのセットがベースバンド開口エンジンの総数を備え；  
前記ベースバンド開口エンジンの総数が開口内のトランスデューサの総数に相当する、  
請求項 1 3 8 に記載の方法。

## 【請求項 1 4 8】

前記トランスデューサの総数が少なくとも 1 2 8 である、請求項 1 4 7 に記載の方法。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

## 技術分野

本発明は、血管内超音波 (IVUS) イメージングに関し、特に、超音波情報を受信し、かつ集束させて画像を生成することに関する。様々な実施形態では、この集束システムは、圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ (PMUT)、静電容量型超音波トランスデューサ (CMUT)、圧電ジルコン酸塩トランスデューサ (PZT) などの超音波トランスデューサのレイから情報を受信する。この集束システムは、データを処理して超音波画像を生成する。例えば、本発明のいくつかの実施形態では、ヒトの血管を画像化するのに特に適した IVUS イメージングシステムを提供する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

## 背景

血管内超音波 (IVUS) イメージングは、治療の必要性を決定し、インターベンションを案内し、及び/又はその有効性を評価するために、ヒトの体内における動脈など罹患血管を評価するための診断ツールとして心臓インターベンションで広く使用されている。1 個以上の超音波トランスデューサを含む IVUS 装置は、血管に通され、そして画像化される領域に導かれる。トランスデューサは、関心のある血管の画像を作成するために超音波エネルギーを放射する。超音波は、組織構造 (血管壁の様々な層など)、赤血球及び関心のある他の特徴により生じる不連続性によって部分的に反射する。反射波からのエコーは、トランスデューサによって受信され、そして IVUS イメージングシステムに伝えられる。イメージングシステムは、受信された超音波エコーを処理して、装置が配置されている血管の断面画像を生成する。

40

## 【0003】

現在 2 つの一般的なタイプの IVUS 装置が存在する：回転及び固体 (合成開口フェーズドアレイとしても知られている)。典型的な回転 IVUS 装置については、単一の超音波トランスデューサ素子が、問題の血管に挿入されたプラスチックシースの内側で回転する可撓性ドライブシャフトの先端に配置されている。このトランスデューサ素子は、超音

50

波ビームが装置の軸に対してほぼ垂直に伝播するように方向付けされている。液体が満たされたシースは、回転するトランスデューサ及びドライブシャフトから血管組織を保護すると共に、超音波信号をトランスデューサから組織に伝播させ、そして戻すことを可能にする。ドライブシャフトが回転すると、トランスデューサは、高電圧パルスで周期的に励起されて超音波の短いパーストを放射する。その後、同じトランスデューサは、様々な組織構造から反射した戻りエコーを待つ。IVUSイメージングシステムは、トランスデューサの単一の回転の間に発生する一連のパルス/取得サイクルから血管断面の二次元表示を組み立てる。

#### 【0004】

これに対し、固体IVUS装置は、トランスデューサ制御装置のセットに接続された装置の周囲に配置された超音波トランスデューサのアレイを備えるトランスデューサ集合体を保持する。トランスデューサ制御装置は、超音波パルスを送信しかつエコー信号を受信するために個々のトランスデューサを選択する。一連の送信-受信ペアによる工程を経ることによって、固体IVUSシステムは、機械的にスキャンされたトランスデューサ素子の効果を、部品を移動させることなく合成することができる。回転機械部材が存在しないため、トランスデューサアレイは、最小限の血管外傷リスクで血液及び血管組織に直接接触して配置できる。さらに、回転部材がないため、接合部分が単純化される。固体スキャナは、イメージングシステムに単純な電気ケーブル及び標準的な着脱自在電気コネクタにより直接接続できる。

10

#### 【発明の概要】

20

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

従来の固体IVUSイメージングシステムは、広く受け入れられるにもかかわらず、受信したエコーから焦点画像を形成するのに必要な処理により控えられてきた。超音波データを処理し集束させることには、典型的には、大容量のメモリバンクに接続された高速高性能の計算コアを伴う。このようなハードウェアは、製造するのが高価であるため、生成される画像の品質を制限している。このように、既存のIVUSイメージングシステムは有用であることが証明されてはいるが、より経済的なシステムで提供できるときには特に改善された解像度及び性能の必要性が依然として存在する。したがって、固体IVUS信号処理システムの改善に対する要望が存在する。

30

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

#### 概要

本発明の実施形態は、固体血管内超音波イメージングシステムなどの用途に使用できる高性能、高効率の時間的集束エンジンを提供する。

#### 【0007】

いくつかの実施形態では、超音波処理システムが提供される。このシステムは、第1及び第2開口エンジン；該第1及び第2開口エンジンにAラインデータの少なくとも一部を提供するAラインデータインタフェース；及び該第1及び第2開口エンジンに通信可能に接続されたエンジン制御装置を備える。このエンジン制御装置は、それぞれ第1及び第2開口エンジンにAラインデータの部分（一部）を指定する少なくとも第1及び第2開口割り当てを与える。第1及び第2開口エンジンは、それぞれ第1及び第2開口割り当てを受信し、Aラインデータの少なくとも一部を受信し、受信されたAラインデータについて1以上の集束処理を実行し、そしてそれぞれ第1及び第2開口割り当てに応じて集束データを生成する。このような一実施形態では、エンジン制御装置はさらに監視を行い、いつ第1及び第2開口エンジンの一つが集束データを生成するのかを決定し、そして、第1及び第2開口エンジンの一つが集束データを生成したと決定される場合には、第1及び第2開口エンジンの一つに第3開口割り当てを与える。

40

#### 【0008】

いくつかの実施形態では、超音波エコーデータを集束する方法が提供される。この方法

50

は、開口エンジンのセットに開口セットを割り当て、開口セット内の1個以上のトランスデューサのための超音波データセットを開口エンジンのセット内の開口エンジンのそれぞれに提供し、開口エンジンのセットの第1開口エンジンが集束Aラインデータセットを生成するのに十分なデータを有することを決定したときに集束Aラインデータセットを生成し、その後、第1開口エンジンに別の開口を割り当てることを含む。

【0009】

いくつかの実施形態では、エコーデータを処理するためのシステムが提供される。このシステムは、エコーデータセットに集束処理を実行するための手段；集束処理を実行するための手段に通信可能に接続されたエコーデータセットの少なくとも一部をスムーズに提供するための手段；及び集束処理を実行するための手段にエコーデータセットの部分（一部）を指定する構成情報を提供することにより開口のラウンドロビン割り当てを実行するための手段；を備える。ラウンドロビン割り当てを実行するための手段は、集束処理を実行するための手段に通信可能に接続されている。

10

【0010】

いくつかの実施形態では、超音波システムが提供され、該システムは、第1レベル開口エンジンのセット；第1レベル開口エンジンのセットの一つ以上に通信可能に接続された第2レベル開口エンジンのセット；第1レベル開口エンジンのセットの各エンジンにAラインデータの少なくとも一部を提供するAラインデータインタフェース；及び第1レベル開口エンジンのセットの各エンジンに通信可能に接続されたエンジン制御装置を備える。エンジン制御装置は、第1レベル開口エンジンのセットの各エンジンにAラインデータの部分（一部）を指定するサブ開口割り当てを提供する。この第1レベル開口エンジンのセットのエンジンは、それぞれ、提供されたサブ開口割り当てを受信し、Aラインデータの少なくとも一部を受信し；受信されたAラインデータについて1以上の第1レベル集束処理を実行し；そして提供されたサブ開口の割り当てに従って部分的に集束したデータを生成する。第2レベル開口エンジンのセットのエンジンは、それぞれ、第1レベル開口エンジンのセットの接続エンジンから部分に集束したデータを受信し、受信した部分的に集束したデータについて1以上の第2レベル集束処理を実行し、そして集束した開口データを生成する。このような一実施形態では、エンジン制御装置は第1レベルの開口エンジンのセットのうちの1個のエンジンがいつ部分的に集束されたデータを生成するのかを決定するようにさらに監視し、そして該1個のエンジンが部分的に集束したデータを生成したと決定された場合には、第1レベル開口エンジンのセットのうちの1個のエンジンに別のサブ開口割り当てを提供する。

20

30

【0011】

いくつかの実施形態では、超音波エコーデータを集束する方法が提供され、この方法は、第1レベル開口エンジンのセットにサブ開口のセットを割り当て；第1レベル開口エンジンのセットの各エンジンに超音波データセットの少なくとも一部分を提供し、第1レベル開口エンジンのセットの第1の第1レベル開口エンジンが部分的に集束したAラインデータセットを生成するのに十分なデータを有すると決定された場合には、部分的に集束したAラインデータセットを生成し；その後、第1の第1レベル開口エンジンに他のサブ開口を割り当て；第2レベル開口エンジンのセットの第1の第2レベル開口エンジンで部分的に集束したAラインデータセットを受信し；そして第1の第2レベル開口エンジンが集束したAラインデータセットを生成するのに十分なデータを有すると決定された場合には集束Aラインデータセットを生成することを含む。

40

【0012】

いくつかの実施形態では、エミッタ/レシーバトランスデューサのペアを特定し、かつ、該トランスデューサ構成に基づいてパンプマップを生成するトランスデューサ構成を受信するパンプマップ発生器；クロック周波数を有する固定周波数クロックを生成するクロック信号発生器；及び該エミッタ/レシーバトランスデューサペアに対応するアナログデータを受信し、該固定周波数クロック及び該パンプマップによって決定されるサンプリングレートに有する該アナログデータに基づいてデジタルデータを生成するアナログ・デジ

50

タル変換器を備えるシステムが提供される。

【0013】

いくつかの実施形態では、エミッタ/レシーバトランスデューサペアに対応するアナログエコーデータを受信し；クロック周波数を有する固定周波数基準クロックを受信し；該エミッタ/レシーバトランスデューサペアに基づいてトランスデューサ構成を受信し；該トランスデューサ構成からパンプマップを決定し；そして該アナログエコーデータをデジタル化してデジタルエコーデータを生成することを含む方法が提供される。このデジタルエコーデータは、固定周波数基準クロック及びパンプマップによって決定されるサンプリング間隔を有する。

【0014】

いくつかの実施形態では、超音波処理システムが提供される。このシステムは、デジタル超音波エコーデータを受信するデジタルデータインタフェースと、該デジタルデータインタフェースに通信可能に接続された周波数変換器とを備える。この周波数変換器は、デジタル超音波エコーデータ及び表示画像の解像度の測定値を受信し、デジタル超音波エコーデータを再サンプリングして該解像度の測定値に基づいて所定のサンプリング間隔を有する再サンプリングデジタル超音波エコーデータを生成する。

【0015】

いくつかの実施形態では、デジタル超音波エコーデータを受信し；表示画像についての解像度の測定値を受信し；そして該解像度の測定値に基づいて該デジタル超音波エコーデータを再サンプリングすることを含む方法が提供される。

【0016】

いくつかの実施形態では、超音波データを再サンプリングするためのシステムが提供される。このシステムは、超音波データストリームを受信する信号インタフェース；加重係数のセットを受信する係数インタフェース；該信号インタフェース及び該係数インタフェースに通信可能に接続された加重補間ネットワークを備える。この加重補間ネットワークは、超音波データストリームを遅延させる複数の遅延装置であって、その遅延が複数の遅延超音波データストリームを生成するものと、該複数の遅延超音波データストリームに該加重係数のセットを適用する複数の加重ユニットであって、該適用が複数の加重超音波データストリームを生成するものと、該複数の加重超音波データストリームを追加して再サンプリング超音波データストリームを生成する合計ユニットとを備える。

【0017】

いくつかの実施形態では、超音波データの処理方法が提供される。この方法は、デジタル超音波データを受信し；該デジタル超音波データを第1遅延量で遅延させて第1遅延デジタル超音波データを生成し；該第1遅延デジタル超音波データに第1加重を適用して第1加重超音波データを生成し；該デジタル超音波データを第2遅延量で遅延させて第2遅延デジタル超音波データを生成し；該第2遅延デジタル超音波データに第2加重を適用して第2加重超音波データを生成し；そして該第1及び第2加重超音波データを追加して再サンプリングデジタル超音波データを生成することを含む。

【0018】

いくつかの実施形態では、超音波処理システムが提供される。このシステムは、第1及び第2ベースバンド開口エンジン；該第1及び第2開口エンジンにAラインデータの少なくとも一部を提供するAラインデータインタフェース；及び該第1及び第2開口エンジンに通信可能に接続されたエンジン制御装置を備える。このエンジン制御装置は、Aラインデータの部分を指定する第1及び第2開口割り当てをそれぞれ第1及び第2開口エンジンに与える。この第1及び第2ベースバンド開口エンジンは、それぞれ第1及び第2開口割り当てを受信し；該Aラインデータの少なくとも一部を受信し、該受信されたAラインデータについて1以上のベースバンド集束処理を実行し；そしてそれぞれ第1及び第2開口割り当てに応じて集束データを生成する。このような一実施形態では、エンジン制御装置は、第1及び第2ベースバンド開口エンジンの一つがいつ集束データを生成するのかを決定するように更に監視し、そして該第1及び第2ベースバンド開口エンジンの一つが集束

10

20

30

40

50

データを生成すると決定された場合には、該第1及び第2ベースバンド開口エンジンの一つに第3開口割り当てを与える。

【0019】

いくつかの実施形態では、超音波エコーデータを集束する方法が提供される。この方法は、ベースバンド開口エンジンのセットに開口のセットを割り当て；該ベースバンド開口エンジンのセット内のベースバンド開口エンジンのそれぞれに、該開口セット内の1以上のトランスデューサのための超音波データセットを提供し；該ベースバンド開口エンジンのセットの第1エンジンが集束Aラインデータセットを生成するのに十分なデータを有すると決定された場合には、集束Aラインデータセットを生成し；その後該第1のエンジンに別の開口を割り当てることを含む。

10

【0020】

本発明のいくつかの実施形態は、高いリソース使用率及び最適なスループットを達成するために、ラウンドロビン開口割り当てに従って集束計算を実行する開口エンジンの並列配置を組み込む。集束エンジンの並列配置は、集束処理の高度に並列な性質を利用する。いくつかの実施形態では、開口エンジンは、開口割り当てに基づいて共通のバスからエコーデータを選択的に取得するところ、これにより、データステアリング回路の必要性が回避される。この単純化されたデータバスは、より多くの実施オプションを可能にする。例えば、いくつかの実施形態では、各開口エンジンは、ASIC、FPGA、DSP、マイクロコントローラ、又はCPUなどの別個の低コスト装置で実施される一方、いくつかの実施形態では、複数の開口エンジンは、ASIC、FPGA、DSP、マイクロコントローラ又はCPUなど単一の装置で実施される。

20

【0021】

さらなる実施形態は、集束計算を分割するために並行な開口エンジンの階層構造を利用する。この構成は、実施におけるさらなる柔軟性を可能にする。例えば、いくつかの実施形態では、より低いレベルの集束をトランスデューサの近くで、例えばトランスデューサ複合体中で又はワイヤ上で実施できる。トランスデューサに近いエコーデータのデジタル化は、ライン損失及び伝送ノイズを低減することができ、また、このような実施形態は、IVUS装置とIVUSシステムの残りの部分との間のインタフェースを単純化することができる。いくつかの実施形態では、低位エンジンは、無菌パッケージの一部であり、無菌領域内で動作するのに対し、上位エンジンは、無菌領域の外部、例えば隣接する観察領域内に位置する。階層構成の簡略化されたインタフェースは、無菌境界を横切る配線の数を減少させる。無線インタフェースを利用する実施形態では、潜在的な汚染経路がさらに減少する。

30

【0022】

様々な実施形態が高機能再サンプリングを利用して、デジタル化されたエコーデータを表すのに必要なデータセットを減少させる。いくつかの実施形態では、これは、データ処理を軽減し、それにより、バス幅、バス速度、バスバッファリング及び/又はデータストレージの削減を可能にする。いくつかの実施形態では、減少されたデータサイズは、飛行時間型調整、アポダイゼーション及び合計などの集束タスクに割り当てられた処理リソースの減少を可能にする。同様に、これは、より小さく、より経済的で、かつ、よりエネルギー効率の高い実施を実現できる。本発明のいくつかの実施形態では、アナログエコーデータの可変レートデジタル化を利用することによって、集束エコーデータの品質に悪影響を与えることなくエコーデータセットのサイズを減少させる。いくつかの実施形態では、可変レートデジタル化は、パンプマップを使用することにより固定レート構成要素を利用して実行される。この実施は、追加の利点を伝えることができる。というのは、固定レート構成要素は、電力消費がより少なく、複雑な制御回路を回避することができ、しかも可変レート均等物と比較して改善された耐久性及び寿命を示すことができるからである。

40

【0023】

本発明のいくつかの実施形態は、最終画像の解像度を考慮することにより、エコーデータセットのサイズを減少させる。最終画像は、均一な色及び強度の領域であるピクセルか

50

ら構成される。したがって、いくつかの実施形態では、ピクセルを決定するのに必要な量を超えるデータを、最終画像に影響を与えることなく破棄することができる。これにより、効率の改善、システムサイズの減少及びコストの低減をもたらすことができる。実施形態では、ピクセルごとの再サンプリングにより、ミッドレンジの画像化システムが高解像度画像（このようなものは高精細ディスプレイ用に配置される）を生成することを可能にする。

【0024】

本発明のいくつかの実施形態は、アップサンプリングの代わりとして補間位相シフトを行うことにより、エコーデータセットのサイズを管理する。補間位相シフトは、アップサンプリングに関連したより高いデータレートなしに、増大したデータ粒度を与える。いくつかの実施形態では、これは、低いクロック周波数、データステアリングの減少、回路の複雑性の減少及びメモリ要件の減少を含めて低いビットレートの利点を保持する。別の利点として、所定の集束ステップは、データ粒度の増大の恩恵を受けることができる一方で、他のものは低いビットレートの恩恵を受けることができる。各集束ステップの前に再サンプリングすることの代わりに、いくつかの実施形態では、アップサンプリング処理（その後ダウンサンプリング処理が続く）の代わりに補間位相シフトを行う。

10

【0025】

さらなる実施形態は、ラウンドロビンアーキテクチャ及びスケジューリングをエコーデータのベースバンド集束に拡張する。エコーデータのベースバンド表現は低い特性周波数を有するため、デジタルサンプリングレートを減少させることができる。それに応じて、減少したサンプリングレートは、他の集束のステップに必要なバス速度、データストレージ要件、クロック周波数、消費電力及び/又は処理ハードウェアを削減することができる。

20

【0026】

本発明の追加の態様、特徴及び利点は、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【0027】

本発明の例示実施形態を添付の図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】図1は、本発明の態様に係るイメージングシステムの概略図である。

30

【図2】図2は、本発明の態様に係る超音波データを生成する方法のフロー図である。

【図3】図3は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体の一部の径方向断面図である。

【図4】図4は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体の一部の径方向断面図である。

【図5】図5は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体の開口図である。

【図6】図6は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体の一部の径方向断面図である。

【図7】図7は、本発明の態様に従って複数の開口についての超音波データを同時に収集する方法のフロー図である。

40

【図8】図8は、本発明の態様に係る経時的受信トランスデューサエコーデータのグラフ図である。

【図9a】図9aは、本発明の態様に係る可変クロックレートデジタイザの概略図である。

【図9b】図9bは、本発明の態様に係る可変クロックレートデジタイザの概略図である。

【図10】図10は、本発明の態様に係る可変レートデジタル化超音波データを生成する方法のフロー図である。

【図11】図11は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体の集束開口の断面図である。

50

- 【図 1 2】図 1 2 は、本発明の態様に係る集束システムの概略図である。
- 【図 1 3】図 1 3 は、本発明の態様に係る開口エンジンの概略図である。
- 【図 1 4】図 1 4 は、本発明の態様に係る T O F 及びアポダイゼーションユニットの概略図である。
- 【図 1 5】図 1 5 は、本発明の態様に係る血管内超音波イメージングシステムによって生成された超音波画像の図である。
- 【図 1 6】図 1 6 は、本発明の態様に係る経時的受信トランスデューサエコーデータのグラフ図である。
- 【図 1 7】図 1 7 は、本発明の態様に係る再サンプリング装置の概略図である。
- 【図 1 8】図 1 8 は、本発明の態様に係る再サンプリングネットワークの概略図である。
- 【図 1 9】図 1 9 は、本発明の態様に係る超音波データを再サンプリングする方法のフロー図である。
- 【図 2 0】図 2 0 は、本発明の態様に係る開口エンジンを利用して集束データを生成する方法のフロー図である。
- 【図 2 1】図 2 1 は、本発明の態様に係る集束システムの概略図である。
- 【図 2 2】図 2 2 は、本発明の態様に係る複数の開口を集束するための方法のフロー図である。
- 【図 2 3】図 2 3 は、本発明の態様に係る集束システムの概略図である。
- 【図 2 4】図 2 4 は、本発明の態様に係る階層的に配置された集束システムの概略図である。
- 【図 2 5】図 2 5 は、本発明の態様に係る階層的集束を実行するための方法のフロー図である。
- 【図 2 6 a】図 2 6 a は、本発明の態様に係るベースバンド変調器の概略図である。
- 【図 2 6 b】図 2 6 b は、本発明の態様に係るベースバンド変調器の概略図である。
- 【図 2 7】図 2 7 は、本発明の態様に係るベースバンド開口エンジンの概略図である。
- 【図 2 8】図 2 8 は、本発明の態様に係るベースバンド開口集束の方法のフロー図である。
- 【図 2 9】図 2 9 は、本発明の態様に係るベースバンド集束システムの概略図である。
- 【図 3 0】図 3 0 は、本発明の態様に係る複数の開口を集束するための方法のフロー図である。
- 【図 3 1】図 3 1 は、本発明の態様に係る I V U S 装置を利用する方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

詳細な説明

本発明の原理の理解を促す目的のために、図面に示す実施形態について参照しており、特定の用語は、同じものを説明するために使用されている。それにもかかわらず、本発明の範囲の限定は意図されないと解される。本発明が関連する当業者であれば通常思いつくように、記載された装置、システム及び方法に対する任意の変更及び更なる修正、並びに本発明の原理のさらなる適用が完全に意図され、本発明の範囲内に含まれる。例えば、集束システムは、心臓血管イメージングに関して説明されるが、これは、この用途に限定されるものではないことが分かる。このシステムは、同様に、制限された腔内の画像化を必要とする任意の用途に適する。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、本発明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てもよいことが完全に企図される。しかし、簡潔にするために、これらの組み合わせの多数については個別に繰り返して説明しない。

【0030】

図 1 は、本発明の態様に係る血管内超音波 ( I V U S ) 画像化システム 1 0 0 の概略模式図である。本発明のいくつかの実施形態では、I V U S 画像化システム 1 0 0 は、圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ ( P M U T ) 固体 I V U S イメージングシステム

である。いくつかの実施形態では、IVUS画像化システム100は、CMUT又はPZT固体IVUSイメージングシステムである。IVUSイメージングシステム100は、カテーテル、ガイドワイヤ若しくはガイドカテーテルなどのIVUS装置102、患者インタフェースモジュール(PIM)104、IVUS処理システム又はコンソール106、及び/又はモニタ108を備えることができる。

#### 【0031】

高レベルでは、IVUS装置102は、装置の先端付近にあるトランスデューサ複合体110から超音波エネルギーを放射する。超音波エネルギーは、トランスデューサ複合体110を取り囲む環境内の構造によって反射される。また、トランスデューサ複合体110は、反射波を受信し測定する。

10

#### 【0032】

PIM104は、トランスデューサ複合体110の動作を制御するように、IVUSコンソール106とIVUS装置102との間で信号の通信を促進する。これは、IVUSコンソール106にトランスデューサ複合体110で検出されたエコーデータを転送することを含む。この点で、PIM104は、受信したエコーデータを転送し、いくつかの実施形態では、コンソール106にデータを送信する前にエコーデータの予備的処理を実行する。このような実施形態の例では、PIM104は、データの増幅、フィルタリング及び/又は集計を実行する。また、実施形態では、PIM104は、トランスデューサ複合体110内の回路を含めた装置102の動作をサポートするために、高及び低電圧直流電源を供給する。

20

#### 【0033】

IVUSコンソール106は、PIM104によりトランスデューサ複合体110からエコーデータを受信し、そしてデータを処理してトランスデューサ複合体110の周囲の環境の画像を作成する。また、コンソール106は、モニタ108に画像を表示することもできる。

#### 【0034】

いくつかの実施形態では、IVUS装置は、ヴォルカノ社から入手できるEagle Eye(登録商標)カテーテル及び米国特許第7846101号に開示されているもの(その全体を本明細書で引用により援用する)などの従来の固体IVUSカテーテルに類似するいくつかの特徴を有する。例えば、IVUS装置102は、装置102の遠位端にトランスデューサ複合体110を備え、かつ、装置102の長手方向の本体に沿って延在する伝送線束112を備える。伝送線束112は、PIMケーブル114において装置102の近位端で終了する。PIMケーブル114は、伝送線束112をPIM104に電気的に接続させ、かつ、IVUS装置102をPIM104に物理的に連結する。実施形態では、IVUS装置102は、ガイドワイヤ出口ポート116をさらに備える。したがって、いくつかの例では、IVUS装置は迅速交換カテーテルである。ガイドワイヤ出口ポート116は、装置102を管120に通すために、ガイドワイヤ118を遠位端に向かって挿入するのを可能にする。管120は、画像化できる生体内にある天然及び人工の流体で満たされた又は取り囲まれた構造を表し、例えば、限定されないが、肝臓、心臓、腎臓、胆嚢、膵臓、肺を含めた臓器; 導管; 腸; 脳、硬膜嚢、脊髄及び末梢神経を含めた神経系構造; 尿路並びに身体の血液又は他の系内にある弁などの構造が挙げられる。天然構造を画像化することに加えて、画像は、心臓弁、ステント、シャント、フィルタ又は身体内に設置された他の装置、例えば、ガイドワイヤ又はガイドカテーテル(ただしこれらに限定されない)などの人工構造物を画像化することを含むことができる。実施形態では、IVUS装置102は、遠位先端部の近くに膨張可能なバルーン部分122を備える。バルーン部分122は、IVUS装置の長さに沿って移動しかつ膨張ポート(図示せず)で終了するダクトに開口している。バルーン122は、膨張ポートを介して選択的に膨張及び収縮できる。

30

40

#### 【0035】

IVUS処理システム106は、IVUS装置102と連動して動作して狭い通路内か

50

ら高解像度画像を生成するように設計されている。現在の技術水準と比較してIVUSイメージング装置の性能を向上させるために、本発明の実施形態は、広い帯域幅 (> 100%) 及び球状集束開口を与えるPMUTなどの高度なトランスデューサ技術を取り入れる。この広い帯域幅は、短い超音波パルスを生成して径方向での最適な解像度を達成するために重要であり、また、球状集束開口は、横方向及び上方向の次元で最適な解像度を与える。PMUT及び他の高度な超音波トランスデューサ技術が提供する改善された解像度は、良好な診断精度を促進させ、異なる組織型を識別する能力を高め、そして血管内腔の境界を正確に把握する能力を高める。また、本発明の実施形態は、より効率的でかつより経済的な部品を利用しつつ焦点解像度を向上させ、ノイズ及びアーチファクトを減少させ、しかも解像度及びフレームレートの増加を実現する、IVUS処理システム106内での改善された焦点エンジンを提供する。

10

#### 【0036】

超音波データを収集する方法を、図2、図3、図4を参照して説明する。図2は、本発明の態様に係る超音波データを生成する方法200のフロー図である。方法200のステップの前、その間及びその後追加のステップを与えることができ、また、説明されたステップの一部をこの方法の他の実施形態と交換し又は排除することができる。図3及び図4は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体110の一部分の径方向断面図である。

#### 【0037】

トランスデューサ複合体110はトランスデューサ302のアレイを収容しており、そのうちの13個を図3に示している。トランスデューサ302は、開口304a、304b及び304cを含む開口304にグループ化される。いくつかの実施形態では、各トランスデューサ302は、1個以上の開口304の一部とすることができる。例えばトランスデューサ302cは、開口304a、304b及び304cに含まれる。非限定的な例として、示された実施形態では、各開口304は、9個のトランスデューサ302を備える。他の開口幅が企図される。例えば、さらなる実施形態は、8、10、12、14、16、又は32個のトランスデューサ302を含む開口304を有する。実施形態では、開口304は、128個のトランスデューサ302を含む。

20

#### 【0038】

ブロック202及び図3を参照すると、開口304及び該開口内の関連トランスデューサ302が特定されている。これは、どの特定のトランスデューサを開口の各端部に配置するのかを決定することを含むことができる。図3を参照すると、例示開口304aについて、トランスデューサ302aが第1端部にあり、トランスデューサ302iが第2端部に配置される。ブロック204において、初期の放射及び受信トランスデューサが指定される。放射及び受信トランスデューサのグループ化をAラインと呼ぶ。Aライン内では、複数の放射トランスデューサ及び複数の受信トランスデューサは、一緒に作用するように構成できる。さらに、いくつかの実施形態では、トランスデューサは、放射及び受信トランスデューサの両方として指定できる。したがって、代表的な発射では、トランスデューサ302aは、初期放射トランスデューサと初期受信トランスデューサの両方である。

30

#### 【0039】

ブロック206において、指定された放射トランスデューサ(本例では、トランスデューサ302a)又は複数のトランスデューサを、超音波エネルギーを放射するように始動させる。超音波エネルギーの一部(例えば、矢印306によって示される線に沿って方向付けられた部分)は、トランスデューサ複合体110を取り巻く環境に位置する標的構造308によって反射する。ブロック208において、指定された受信トランスデューサ(本例では、トランスデューサ302a)又は複数のトランスデューサは、反射した超音波エコーを受信する(矢印310aで示す)。本発明の目的のために、トランスデューサによる受信行為は、超音波エコーなどのエネルギーインパルスを経験すること、受信されたインパルスを電位などの信号に変換すること、変換された信号を送信すること、変換された信号を測定すること及び/又は他の好適な受信ステップを含むことができる。いくつか

40

50

の実施形態では、複数の放射エミッタを一組として発射する。複数のトランスデューサを一組として発射すると、より強力な超音波送信が生じる。特に、比較的小さな放射トランスデューサを使用する実施形態及び/又は比較的長い距離を画像化する実施形態(ただしこれらに限定されない)では、より強い放射は信号対雑音比を改善させる。同様に、いくつかの実施形態では、複数の受信トランスデューサを一組として受信するように設定する。この複数トランスデューサのグループは、単独で作用する個々のトランスデューサよりも良好な結像特性を有する強力な電位を生成することができる。

#### 【0040】

図示した実施形態では、一連の発射を、一連の受信トランスデューサを使用して各放射トランスデューサについて生じさせる。受信トランスデューサは、歩行パターンに応じてステップスルーされる。前方歩行を示すことができる例示歩行パターンは、トランスデューサを任意の第1の方向に進める(例えば、トランスデューサ302a~302b~302cまで)。後方歩行は、トランスデューサを第1の方向とは反対の方向に進める(例えば、トランスデューサ302c~302b~302aまで)。他の歩行パターンは、複数の方向を利用し、トランスデューサをスキップし、トランスデューサを繰り返し、トランスデューサをグループ化し及び/又は任意の他の好適なパターンに従って動作する。受信サイクルが完了したら、次の放射トランスデューサを選択する。

10

#### 【0041】

したがって、ブロック210で、現在の受信トランスデューサ又は複数のトランスデューサが歩行パターンにおける最終トランスデューサであるかどうか決定される。いくつかの典型的なパターンでは、そのパターンにおける最終トランスデューサは、開口の端のトランスデューサである(例えば、開口304aについてのトランスデューサ302a及び/又はトランスデューサ302i)。いくつかの典型的なパターンでは、最終受信トランスデューサは、放射トランスデューサである。受信トランスデューサがそのパターンにおける最終トランスデューサでない場合には、ブロック212で、次の受信トランスデューサ又は複数のトランスデューサが歩行パターンに従って指定される。前方歩行パターンに従う図3に示す実施形態では、トランスデューサ302bが次の受信トランスデューサとして指定される。

20

#### 【0042】

ブロック212から、ブロック206及び208の送信及び受信の連続を、新たに指定されたエミッタとレシーバのペアを使用して繰り返す。図3の例示実施形態では、トランスデューサ302aからの放射(矢印306で示す)は、標的構造308によって反射する。反射を受信しトランスデューサ302bで変換する(矢印310bで示す)。次の反復で、トランスデューサ302aからの放射をトランスデューサ302cで受信する(矢印310cで示す)。これは、前方歩行パターンが、開口304aにおける最終受信トランスデューサであるトランスデューサ302iに達するまで進行する(矢印310iで示す)。こうして、放射トランスデューサ302aのための受信サイクルを完了させる。

30

#### 【0043】

受信サイクルが完了すると、この方法は、ブロック210からブロック214に進み、そこで、放射トランスデューサ又は複数のトランスデューサがエミッタ歩行パターンに応じて最終放射トランスデューサであるかどうか決定される。いくつかの実施形態では、そのパターンにおける最終放射トランスデューサは、開口の端にあるトランスデューサである。放射トランスデューサが最終トランスデューサでない場合は、ブロック216において、次の放射トランスデューサが指定される。いくつかの実施形態では、これは、同様に、レシーバ歩行パターンのアスペクトを修正することを含む。受信トランスデューサの歩行パターンを、例えば前方歩行パターンから後方歩行パターンに切り替えることにより、切り替えてもよい。また、新たな受信トランスデューサを指定することもできる。例えば、受信トランスデューサは、放射トランスデューサが変化する場合、トランスデューサ302iから302aに変更できる。他の実施形態は、受信シーケンスに対してさらに変更を取り入れる。

40

50

## 【0044】

ここで図4を参照すると、例示実施形態では、トランスデューサ302bは、次の放射トランスデューサと指定され、そしてレシーバ歩行パターンを後方歩行パターンに切り替える。この実施形態では、指定された受信トランスデューサ302iは変わらないままである。ブロック206において、放射トランスデューサ302bは、超音波放射を生じさせ（矢印406で示す）、これは、標的構造308によって反射しかつトランスデューサ302iによって受信される（矢印410iで示す）。後方歩行パターンのため、次の反復で、トランスデューサ302bからの放射は、トランスデューサ302h（矢印410hで示す）によって受信され、その後トランスデューサ302g（矢印410gで示す）によって受信される。この方法は、最終放射トランスデューサが受信サイクルを完了するまで継続し、そして、いくつかの実施形態では、開口内の放射トランスデューサ及び受信トランスデューサのAラインの組み合わせが使い尽くされる。

10

## 【0045】

指定された放射トランスデューサのために受信トランスデューサをステップスルーする観点から方法200を開示することは純粹に任意であることが分かる。いくつかの実施形態では、受信トランスデューサが指定され、方法200は、新たな受信トランスデューサを指定する前に、一連の放射トランスデューサのシーケンスを介して進行する。さらに、図3~4を参照して開示されたエミッタ及びレシーバ歩行パターンが、説明を明確にするため選択された例である。他の歩行パターンも企図されかつ提供される。

## 【0046】

図から分かるように、例示的な9個のトランスデューサ開口304のそれぞれについて、81個のトランスデューサの組み合わせ（又はA-ライン）が存在する。いくつかの実施形態では、Aラインの発射数を、Aラインデータが相反性を示すと仮定することによって減少させる。言い換えれば、トランスデューサ302aよって放射されかつトランスデューサ302iによって受信された信号は、トランスデューサ302iによって放射されかつトランスデューサ302aによって受信される信号のための好適な代替物である。したがって、いくつかの実施形態では、それぞれの逆数Aライン対に対して1つのみのAラインを生成する。

20

## 【0047】

図5は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体110の開口図500である。図5は、トランスデューサペア（Aライン）と関連する開口との関係及び隣接する開口間の関係を示す図である。図から分かるように、図5の開口図500は、Aライン発射の数を減らすために、データの逆数的（相互的）性質を活用する。例示実施形態では、N個のトランスデューサ及びiの初期トランスデューサ指数を有する開口について、トランスデューサ $T_i$ によって生成された信号は、 $T_i$ と $T_{i+N-1}$ との間にある各トランスデューサにより受信される。後のトランスデューサ $T_{i+1}$ によって生成された信号は、 $T_{i+1}$ と $T_{i+N-1}$ との間にある各トランスデューサによって受信されるが、必ずしも $T_i$ によって受信されるわけではない。というのは、 $T_i$ から $T_{i+1}$ への好適な代替データが存在するからである。したがって、 $T_{i+N-1}$ によって生成された信号は、 $T_{i+N-1}$ で受信されるが、必ずしも他のトランスデューサで受信されるわけではない。図5との関連で言えば、第1の例示の9個のトランスデューサ開口は、トランスデューサ $T_A \sim T_I$ を備え、三角形502aで表される。トランスデューサ $T_A$ によって生成された信号は、トランスデューサ $T_A \sim T_I$ によって受信される。トランスデューサ $T_B$ により生成された信号は、トランスデューサ $T_B \sim T_I$ などによって受信される。図から分かるように、発射パターンは、81回の代わりにわずか45回の発射を取り入れる。これは、開口データセットを取得するために要する時間を測定可能な程度に短縮できる。

30

40

## 【0048】

図6は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体110の一部の径方向断面図である。いくつかの実施形態では、データ収集は、複数の開口304についてのデータを同時に収集することによって促進される。前述したように、各トランスデューサは、複数の開

50

口の一部であってもよく、それに応じて、それぞれのAライン(トランスデューサの組み合わせ)は、複数の開口の一部であってもよい。トランスデューサ302b~302iで受信されたトランスデューサ302bからのAラインは、開口304a及び304bの一部である。トランスデューサ302bからトランスデューサ302jまでの単一の追加Aライン測定610jは、放射トランスデューサ302bに関して両方の開口についての完全なデータセットを提供するのに十分である。したがって、ある実施形態では、トランスデューサ302bの発射パターンは、開口304a及び304bの両方に必要なデータを生成する。

#### 【0049】

再度図5を参照すると、例示的な第1の9個のトランスデューサ開口は、三角形502aで示されるように、トランスデューサ $T_A \sim T_I$ を備える。第2隣接開口は、三角502bで示されるように、トランスデューサ $T_B \sim T_J$ を備える。したがって、実施形態では、放射トランスデューサ $T_B$ の受信サイクル中に、受信トランスデューサ $T_J$ のために追加の発射を実行する。これは、第1及び第2開口502a及び502bについてのデータを生成する。さらに、放射トランスデューサ $T_C$ のための受信サイクルは、第1及び第2開口502a及び502b並びに三角形502cによって表される第3のものについてのデータを生成するために、受信トランスデューサ $T_C \sim T_K$ を備える。換言すれば、N個のトランスデューサ及びiの初期トランスデューサ指数を有する所定の開口について、トランスデューサ $T_i$ によって生成された信号は、 $T_i$ と $T_{i+N-1}$ との間にある各トランスデューサで受信される。トランスデューサ $T_{i+1}$ によって生成された信号は、 $T_{i+N}$ が第1開口に含まれていないという事実にもかかわらず、 $T_{i+1}$ と $T_{i+N}$ との間にある各トランスデューサで受信される。このシーケンスは、所定の開口についての完全なデータセットが収集されるまで継続し、その時に、部分データがN-1の他の開口のために収集されることになる。いくつかの実施形態は、複数の開口に関連するデータの同時収集を活用して開口処理を並行して実行する。一例として、トランスデューサ $T_C$ についての信号データを、開口502a、502b及び502cに使用する。したがって、いくつかの実施形態では、トランスデューサ $T_C$ についての信号データを、開口502a、502b及び502cのために同時に処理することができる。

#### 【0050】

図7は、本発明の態様に係る複数の開口304についての超音波データを同時に収集する方法700のフロー図である。方法700のステップの前、その間及びその後に追加のステップを与えることができ、説明されたステップの一部を方法700の他の実施形態と交換する又は排除することができる。ブロック702を参照すると、開口304及び該開口内の関連のトランスデューサ302が特定される。これは、開口の各端部に位置するトランスデューサを識別することを含むことができる。ブロック704において、初期放射及び受信トランスデューサを指定する。一実施形態では、開口の端部にあるトランスデューサは、第1放射及び第1受信トランスデューサの両方として指定される。ブロック706では、指定された放射トランスデューサ又は複数のトランスデューサは、超音波エネルギーを放射するように始動される。ブロック708では、指定された受信トランスデューサ又は複数のトランスデューサは、反射した超音波エコーを受信し、そして受信エネルギーをエコーデータに変換する。ブロック710で、このエコーデータを、指定されたトランスデューサを収容する開口などの複数の開口での処理のために提供する。

#### 【0051】

ブロック712において、指定された受信トランスデューサが歩行パターンでの最終トランスデューサがあるかどうか決定される。受信トランスデューサが歩行パターンにおける最終トランスデューサでない場合には、ブロック714において、次の受信トランスデューサ又は複数のトランスデューサをそのパターンに応じて指定する。このような実施形態では、第1方向へ進めることを前方歩行と指定するのに対し、第2方向へ進めることを後方歩行と指定する。ブロック706及び708の発射及び受信連続を、新たに指定された送信機と受信機のグループを使用して繰り返す。

## 【 0 0 5 2 】

ブロック 7 1 2 において、受信トランスデューサがそのパターンにおける最終トランスデューサである場合には、受信サイクルを放射トランスデューサについて完了させる。受信サイクルが完了すると、この方法は、ブロック 7 1 2 からブロック 7 1 6 に進み、ここで、現在の放射トランスデューサがエミッタ歩行パターンにおける最終トランスデューサであるかどうか判定される。そうでない場合には、ブロック 7 1 8 において、次の放射トランスデューサ又は複数のトランスデューサが指定される。ブロック 7 1 8 で、次の受信トランスデューサ又は複数のトランスデューサは、レシーバ歩行パターンに従って、同様に指定できる。いくつかの実施形態では、ブロック 7 2 0 において、歩行パターンを変更する（例えば、前方歩行と後方歩行との間で交互に）。次に、この方法はブロック 7 1 4

10

## 【 0 0 5 3 】

開口の最終放射トランスデューサが受信サイクルを完了するまで、方法 7 0 0 は継続する。これが生じるときに、方法 7 0 0 はブロック 7 1 6 からブロック 7 2 2 に進み、そこで、開口のための集束 A ラインのデータを送信する。次に、方法 7 0 0 はブロック 7 1 8 に進み、そこで、放射及び受信トランスデューサがインクリメントされ、そしてデータ収集をその後の開口について実行する。このデータ収集方法が第 1（最初の）開口データセットを収集するための時間を改善しない場合であっても、複数の開口に関連するデータの同時収集のため、その後の開口データセットを得るために必要な時間を短縮することができる。

20

## 【 0 0 5 4 】

指定された放射トランスデューサのために受信トランスデューサをステップスルーする観点から方法 7 0 0 を開示することは純粹に任意であることが分かる。いくつかの実施形態では、受信トランスデューサを指定し、そして方法 7 0 0 は、新たな受信トランスデューサを指定する前に、一連の放射トランスデューサを通して進む。さらに、開示された歩行パターンは、説明を明確にするために選択された例である。他の歩行パターンが企図され、提供される。

## 【 0 0 5 5 】

図 8 は、本発明の態様に係る経時受信トランスデューサエコーデータ 8 0 2 のグラフ図である。多くの実施形態では、アナログトランスデューサエコーデータ 8 0 2 をデジタル領域でのさらなる処理のためにデジタル化する。ライン 8 0 4 によって示されるように、デジタル化は、所定時間内における離散点でアナログデータサンプルを取得することを含む場合が多い。このデジタル化は、I V U S 装置 1 0 2 内、P I M 1 0 4 内、I V U S 処理システム 1 0 6 内で及び / 又は別の I V U S 部材内における別の好適な位置で行うことができる。いくつかの実施形態では、デジタル化は、固定クロック・レート・デジタイザを用いて行われる。これは、時間の増分値当たりの定数のデジタルサンプルを生成する。しかし、メモリ、処理リソース及び処理時間は、エコーデータが受信トランスデューサに到達し、かつ、他の場所にはほとんど又は全く到達しないと予想される期間中にエコーデータを頻繁にサンプリングすることによって低減できる。したがって、いくつかの実施形態では、デジタル化は、可変周波数デジタイザを使用して実行される。これは、デジタル化されたエコーデータのサンプル数を減少させることができ、かつ、エコーデータを処理するためのシステム要件を減少させることができる。

30

40

## 【 0 0 5 6 】

図 8 を参照すると、エコーデータについてのサンプリングパターンは、受信トランスデューサによって生成される信号が関連しない初期期間 8 0 6 を含むことができる。したがって、初期期間 8 0 6 中のサンプルを省略することができる。例えば、この初期期間 8 0 6 は、超音波放射の反射がまだ到着していない時間に相当する場合があるため、あらゆる測定値はバックグラウンドノイズである。また、サンプリングパターンは、エコーデータ 8 0 2 を様々な周波数でサンプリングする 1 以上のアクティブ期間 8 0 8 及び 8 1 0 を含むこともできる。実施形態では、信号データが関連性の低い第 1 アクティブ期間 8 0 8 中

50

に、データは、第2アクティブ期間810中よりも相対的に低い周波数でサンプリングされる。多くの要因がデータの関連性に影響を与える可能性がある。例えば、目的の範囲外の集束範囲に相当する期間は、関連性の低いものであることができる。さらなる例として、エミッタがピーク出力に達する前に生成されたデータに相当する期間は、減少した信号対雑音比を示すため、関連性が低い。このサンプリングパターンは、これらの関連性の要因などを説明することができる。様々な実施形態では、アクティブ期間808及び810のタイミング及び持続時間並びにアクティブ期間中のサンプリングレートは、サンプルサイズとデータ品質とのバランスをとるように選択される。

#### 【0057】

可変周波数サンプリングは、可変周波数オシレータを利用して実施できる。このような実施形態では、デジタイザ設計の単純さは、見込まれる欠点に対してバランスをとらなければならない。例えば、可変周波数オシレータは、複雑な制御ロジックを必要とする場合があり、固定周波数オシレータよりも多くの電力を必要とする場合があり、固定周波数オシレータよりも多くの熱を発生させる場合があり、しかも信頼性を低下させる場合がある。

10

#### 【0058】

図9a及び図9bは、本発明の態様に係る可変クロックレートデジタイザの概略図である。図9aのデジタイザ900は、固定レートオシレータ902及びパンプマップ生成器904を内蔵する。デジタイザ900は、アナログエコーデータ906を単独で又はエコーデータ906を生成するために使用されるAラインのトランスデューサ構成908と共に受信する。例えば、トランスデューサ構成908は、エコーデータ906を生成したAライン又はエミッタ/レシーバのペアを示すことができる。トランスデューサ構成908から、パンプマップ生成器904は、エコーデータについてのサンプリングパターンを決定する。

20

#### 【0059】

サンプリングパターンは、トランスデューサ複合体110の幾何学的形状（例えば、弧度、トランスデューサの間隔、エミッタとレシーバとの間の距離、信号線の長さなど）、トランスデューサの特性（例えば、発射遅延、感度など）、開口の特性（例えば、幅、トランスデューサ複合体上の位置など）及び/又は到達時間、信号品質、信号の関連性などに影響を与える他の関連する要因に基づくことができる。例示実施形態では、エミッタ及びレシーバの両方として機能する単一のトランスデューサを有するAラインは、さらに間隔の開いたトランスデューサペアよりも標的構造への及びそれからの短い距離を有することができる。それに応じてサンプリングパターンを構成することができる。別の例示実施形態では、サンプリングパターンは、製造のばらつきに相当する。様々な他の実施形態では、サンプリングパターンの時間的位置は、エコーデータを受信する時間に影響を与える測定されかつ計算された他の影響に相当する。

30

#### 【0060】

いくつかの実施形態では、サンプルの総数は、基準Aラインによって決定される。このような一実施形態では、基準Aライン用パンプマップは、合計3000のサンプルを特定する。実施形態では、他の関連Aライン用のパンプマップは、全サンプルの同じ数を特定するが、時間の配置は変更できる。

40

#### 【0061】

このサンプリングパターンを使用して、開口内の様々なAラインから収集されたエコーデータ906を整列させることができる。いくつかの実施形態では、これは、Aライン間でのエコーデータ906の時間的アラインメントを実行するために初期期間806を含めてサンプリングパターンの期間を選択することにより実行される。いくつかの実施形態では、サンプリングパターンの期間のサンプルレートは、エコーデータの時間的アラインメントを実行するために計算される。

#### 【0062】

パンプマップ生成器904は、サンプリングパターンに対応するパンプマップ910を

50

作成する。いくつかの実施形態では、パンプマップ 910 は、バイナリデータ（複数の 0 及び 1）を含み、ここで、1 は、アナログデータのサンプルが対応するクロックパルスで得られるはずであることを示し、0 は、新たなサンプルが対応するクロックパルスでは得られないはずであることを示す。別の実施形態では、1 は、新たなサンプルが対応するクロックパルスで得られるはずではないこと、及びその逆を示す。

#### 【0063】

固定レートオシレータ 902 によって生成されるパンプマップ 910 及びクロックは、アナログ・デジタル変換器 912 に提供される。アナログ・デジタル変換器 912 は、クロックとパンプマップ 910 との組み合わせによって決定されるクロックレートでアナログエコーデータをサンプリングする。いくつかの実施形態では、パンプマップ 910 はクロックをマスクする。例えば、パンプマップ 910 及びクロックは、アナログ・デジタル変換器 912 内の AND ゲートへの入力として供給できる。AND ゲートの出力は、アナログエコーデータをサンプリングするためにアナログ・デジタル変換器 912 によって使用されるサンプルクロックとして機能することができる。このように、アナログ・デジタル変換器 912 は、デジタル化されたエコーデータ 914 を、クロックとパンプマップ 910 との組み合わせによって決定されるサンプル周波数を有するアナログエコーデータ 906 から生成する。

#### 【0064】

また、図 9b のデジタイザ 950 は、固定レートオシレータ 902 及びパンプマップ 910 も内蔵する。デジタイザ 950 は、指摘されている場合を除き、デジタイザ 900 と実質的に類似する。違いの一つは、デジタイザ 950 が、固定レートオシレータ 902 によって生成されたクロックに基づいて固定周波数でサンプリングするアナログ・デジタル変換器 912 を内蔵していることである。固定レートオシレータと同様に、固定周波数のアナログ・デジタル変換器は、複雑さが少ない場合があり、エネルギー消費が少ない場合があり、熱の生成が少ない場合があり、及び / 又は可変レートの変形例よりも信頼性が高い場合がある。したがって、デジタイザ 950 は、サイズ、複雑さ及び / 又は電力消費を低減でき、かつ、別の設計と比較して信頼性が向上できる。

#### 【0065】

アナログ・デジタル変換器 912 は、固定レートデジタル化エコーデータ 952 を生成し、これをパンプマップ 910 に従ってレート変換器 954 によって可変レートデジタル化データ 956 に変換する。その際に、レート変換器 954 は、固定レートデータ 952 に対してダウンサンプリング、アップサンプリング、補間及び / 又は他の修正を実行することができる。したがって、いくつかの実施形態では、レート変換器 954 は、固定レートデジタル化エコーデータ 952 からのサンプルを破棄して可変レートデジタル化エコーデータ 956 を生成する。いくつかの実施形態では、レート変換器は再サンプリングし、そしてそれによって固定レートデジタル化エコーデータ 952 にサンプルを追加する。いくつかの実施形態では、レート変換器は、固定レートデジタル化エコーデータ 952 のサンプルからの値を補間して可変レートデジタル化エコーデータ 956 を生成する。

#### 【0066】

図 10 は、本発明の態様に係る可変レートデジタル化超音波データを生成する方法 1000 のフロー図である。追加のステップを、方法 1000 のステップの前、その間、及びその後と与えることができ、また、説明されたステップの一部を方法 1000 の他の実施形態と交換し又は排除することができることが分かる。ブロック 1002 を参照すると、アナログエコーデータを A ライントランスデューサのグループから受信する。このアナログエコーデータは、A ラインのトランスデューサ 302 或いは増幅器、フィルタ、信号調整器及び / 又は他の好適なインタフェースシステムから直接受信できる。ブロック 1004 では、固定周波数基準クロックを受信する。基準クロックの周波数は、可変レートデジタル化データの生成中に使用される最大のサンプリング周波数に対応することができる。ブロック 1006 において、A ラインのいくつかの側面を特定するトランスデューサ構成が受信される。このトランスデューサ構成は、A ラインのトランスデューサ、トランスデ

10

20

30

40

50

ユーサ複合体 110 の形状、トランスデューサの特性、開口の特性、及び / 又はエコーデータの時間的特性を決定することができる他の関連する要因を特定することができる。

【0067】

ブロック 1008 では、パンプマップは、トランスデューサ構成から決定される。パンプマップは、デジタル化エコーデータのサンプリング間隔を特定し、そしてこれを使用して、アナログエコーデータがサンプリングされない初期間隔、エコーデータを減少周波数でサンプリングするアクティブ間隔、エコーデータを増加周波数でサンプリングするアクティブ間隔及び他の重要な時間間隔を特定することができる。

【0068】

いくつかの実施形態では、これらの間隔は、エコーデータが期待される期間中にサンプリングレートを増大させるように選択される。他の場所でのサンプル数を減らすことによって、パンプマップは、データの取り扱いと集束のためのメモリ、処理リソース、クロック速度及び消費電力を低減することができる。いくつかの実施形態では、パンプマップは、複数の A ライン間のサンプル総数を調整する。例えば、全サンプルは基準 A ラインによって設定でき、また、開口内の他の A ラインについてのパンプマップは、基準合計に従ってもよい。いくつかの実施形態では、パンプマップを使用して A ラインにわたるエコーデータの時間的アラインメントを実行する。

【0069】

いくつかの実施形態では、パンプマップは、一連のバイナリデータ（複数の 0 及び 1）を含み、ここで、1 は、アナログデータのサンプルが対応するクロックパルスで得られるはずであることを示し、0 は、新たなサンプルが対応するクロックパルスでは得られないはずであることを示す。別の実施形態では、1 は、新たなサンプルが対応するクロックパルスで得られるはずであることを示す。

【0070】

ブロック 1010 において、アナログのエコーデータを基準クロック及びパンプマップに応じてデジタル化して可変レートデジタルエコーデータを生成する。いくつかの実施形態では、パンプマップを使用して基準クロックをゲートし、かつ、サンプリングのための可変レートクロックを生成する。さらなる実施形態では、アナログデータをまず基準クロック周波数でサンプリングすることによってデジタル化し、そしてこの固定周波数データを、パンプマップに従ってダウンサンプリング、アップサンプリング、補間及び / 又はそうでなければ修正する。パンプマップを利用することにより、デジタルエコーデータセットを、データの品質に悪影響を与えることなく、かつ、複雑な制御ロジックを必要とする場合があり、固定周波数均等物よりも多くの電力を必要とする場合があり、しかも低下した信頼性を実証する場合がある可変周波数装置を使用することなく減少させることが可能になる。

【0071】

図 11 は、本発明の態様に係るトランスデューサ複合体 110 の集束開口 304 の断面図である。開口データが収集されたら、該データは、数学的集束処理を受けることができる。集束は、A ライントランスデューサの組合せから収集されたデータを調節し組み合わせることによって画像品質を改善する。集束の効果は、開口 304 内の所定位置からの幅狭放射であってトランスデューサ複合体 110 上の所定位置で受信されたものを、トランスデューサ 302 が実際にこれらの位置に存在するかどうか又はこのような幅狭放射を生成することができるかどうかにかかわらずシミュレートするデータセットに A ラインデータを組み合わせることである。いくつかの実施形態では、複数の集束 A ラインが開口 304 ごとに生成される。様々な集束 A ラインを、トランスデューサ複合体 110 の表面から異なる角度に向けることができる。例えば、集束は、A ライン 1102 a、1102 b 及び 1102 c についてのデータを生成することができる。これら様々な集束 A ラインは、集束 A ラインデータの様々なフレーバと呼ぶこともできる。いくつかの実施形態では、焦点の計算は、範囲に影響を受けやすい。例えば、所定の集束 A ライン（例えば、A ライン 1102 a）は、範囲 1104 a のための因子の一方のセット、1104 b のための別の

10

20

30

40

50

セット及び1104cのための別のセットを使用して計算できる。さらなる非限定的な例では、所定の集束Aラインは、2、4、5、6及び9を含めた、範囲1104の他の数に対して計算される。実施形態では、範囲1104の数は、測定された(集束しない)Aラインのために収集したサンプルの数である。範囲の他の好適な数が提供される。したがって、集束は、範囲、フレーバ及び/又は生成される集束Aラインの他の側面で割った計算のセットを含むことができる。

#### 【0072】

集束の処理は、データの時空間アライメント(径方向集束、すなわち矢印1106で示された径方向)並びにデータの空間的アライメント(方位角度集束、すなわち矢印1108で示される方位角方向)を含むことができる。第1のタイプのアライメント、すなわち時空間アライメントは、飛行時間型調整を含むことができる。Aライン間の異なる飛行経路のため、受信エコーは、異なる時間にトランスデューサに到達する場合がある。飛行時間型調整は、これらの信号を開口内の他のAラインの信号に整列させる時間内に受信応答をシフトさせる。第2のタイプのアライメント、すなわち空間的アライメントは、振幅バランス及びアポダイゼーションを含むことができる。振幅バランスの一つのタイプは、トランスデューサの特性に基づいて、振幅調整を受信応答に適用する。例えば、トランスデューサは、斜めの角度に向けた信号に対する感度が低下している場合がある。こうして、指向性増幅率を、放射トランスデューサに対する受信トランスデューサの位置に基づいて決定することができる。さらなる例では、製造のばらつきに起因する場合のあるものなどの感度の低いトランスデューサを補正するために調整を加えることができる。アポダイゼーションは、別のタイプの振幅加重であり、これを使用してイメージングプロセスからのグレーティング及びサイドローブ効果並びに他のアーチファクトを低減することができる。アポダイゼーションは、時間窓のいずれかの側での受信応答の振幅を漸減させることを含むことができる。これは、その窓のピーク中における応答性を強調する。代表的なアポダイゼーション加重としては、ボックスカー、ハン、ハミング、余弦、ルートレイズ余弦及び半余弦ウィンドウ関数が挙げられる。

#### 【0073】

図12は、本発明の態様に係る集束システム1200の概略図である。集束システム1200の一部は、IVUS処理システム106、患者インタフェースモニタ(PIM)104及び/又はIVUS画像化システム100の他の構成要素に取り入れられることができる。様々な実施形態では、集束システム1200は、開口304内のトランスデューサ302からAラインデータを集束して開口304についての集束データセットを生成する。集束システム1200は、Aラインデータステアリングインタフェース1204を介してAラインデータ1202を受け取る。いくつかの実施形態では、インタフェース1204は、トランスデューサ複合体110からAラインデータ1202を受信する。いくつかのこのような実施形態では、Aラインインタフェース1204は、トランスデューサ複合体110のトランスデューサ302から直接データを受信する。いくつかの実施形態では、Aラインインタフェース1204は、データバッファなどのメモリサブシステム、アナログ・デジタル変換器、アナログ及び/又はデジタルアンプ、フィルタ、信号調整器、及び/又は他の好適なインタフェースシステムからデータを受信する。Aラインデータステアリングインタフェース1204は、適切な飛行時間型(TOF)調整ユニット1206に受信したデータを向ける。

#### 【0074】

飛行時間型調整ユニット1206は、Aラインデータを時間内に整列させる。例示実施形態では、集束システム1200は、開口内の各Aラインのための飛行時間型調整ユニット1206を備えるが、明確化のために4つしか示されていない。他の実施形態は、わずか1つの飛行時間型調整ユニット1206を組み込む。飛行時間型調整ユニット又はその複数のユニット1206は、オフセットに従って時間内で信号をシフトさせることによってAラインデータを整列させる。いくつかの実施形態では、ユニット1206によって適用される特定のオフセットは、トランスデューサ複合体110の形状(例えば、弧度、ト

10

20

30

40

50

ランスデューサの間隔、エミッタとレシーバとの間の距離、信号線の長さなど)、トランスデューサの特性(例えば、発射遅延、感度など)、開口の特性(例えば、トランスデューサ複合体上の幅、位置など)及び/又は到達時間に影響を及ぼす他の関連要因に基づいて決定される。いくつかの実施形態では、例えば、集束Aラインが距離範囲1104又はフレバに基づいて複数の計算に分割される場合、個別の飛行時間オフセットを、各特定の集束範囲1104又はフレバのために供給する。いくつかの実施形態では、飛行時間オフセットは、予め決定された値を利用することに加えて又はその代わりに、ピーク検出などの方法により、入ってくるAラインのデータの分析によって決定される。オフセットを適用した後に、整列Aラインデータをアポダイゼーションユニット1208に供給する。

10

**【0075】**

アポダイゼーションユニット1208は、グレーティング及びサイドロープの影響を補正するために振幅加重のセットを適用する。このような加重は、典型的には、時間窓のいずれかの側での受信応答の振幅を漸減させ、ボックスカー、ハン、ハミング、余弦、平方根二乗余弦、半余弦窓関数及び/又は他の好適なアポダイゼーション関数などのアポダイゼーション関数から導出できる。また、アポダイゼーションユニット1208は、トランスデューサ特性に基づいて振幅調整を実行することもできる。例えば、振幅調整は、感度の低下したトランスデューサを補正することができる。得られた整列及びアポダイズデータを合計ユニット1210に供給し、これは、非集束Aラインからのデータを追加して開口についての集束Aラインデータを生成する。

20

**【0076】**

図13は、本発明の態様に係る開口エンジン1300の概略図である。開口エンジン1300の部分、IVUS処理システム106、患者インタフェースモニタ(PIM)104、及び/又はIVUSイメージングシステム100の他の構成要素に組み込むことができる。いくつかの実施形態では、開口エンジン1300は、集束計算の並列性を強化して集束スループットを改善する。システム1200の集束とは対照的に、開口エンジン1300は、実行合計ユニット1306及び効率化インタフェースを並列化アーキテクチャと共に内蔵する。図示した実施形態では、開口エンジン1300は、集束AラインデータのN回の並列計算を実行し、そのうちの3つが示されている。さらなる実施形態は、TOFとアポダイゼーションユニット1304と実行合計ユニット1306とについて、他の

30

**【0077】**

開口エンジン1300は、集束のために生Aラインデータを受信する。このデータは、トランスデューサ複合体110、メモリサブシステム、アナログ・デジタル変換器、アナログ及び/若しくはデジタルアンプ、フィルタ、信号調整器、並びに/又は他の好適なインタフェースシステムから受信できる。その後、受信Aラインデータ1302を、1以上の飛行時間(TOF)及びアポダイゼーションユニット1304に分配する。図示した実施形態では、各ユニット1304は、集束Aラインのデータのサブセットに対応する。様々な例では、これらのサブセットは、範囲及び/又はフレバによって分割されるが、明らかに他の分割も与えられる。各TOF及びアポダイゼーションユニット1304は、TOF調整1308及びアポダイゼーション係数1310のセットを受信する。このセット内のTOF調整1308及びアポダイゼーション係数1310の値は、TOF及びアポダイゼーションユニット1304に割り当てられた集束Aラインデータのサブセットに基づいて決定できる。例えば、TOF調整1308及びアポダイゼーション係数1310の第1セットは、第1フレバ及び範囲の組み合わせに相当することができる。次に、ユニット1304は、TOF調整因子1308に従ってAラインデータサンプルを時間内に整列させることができ、かつ、アポダイゼーション係数1310に従ってアポダイゼーション関数及び/又は振幅バランスを適用することができる。

40

50

## 【0078】

1以上のTOF及びアポダイゼーションユニット1304によって生成される整列及びアポダイズAラインデータを、対応する実行合計ユニット1306に入力する。実行合計ユニット1306は、開口を構成するAラインについての整列及びアポダイズデータを追加する。実行合計ユニット1306が十分なデータを蓄積した場合には、ユニット1306は、集束Aラインデータ1312を生成する。このデータ1312は、開口についての合計集束Aラインデータのサブセットであることができる（例えば、フレバ及び/又は範囲を選択する）。複数のTOF及びアポダイゼーションユニット1304及び実行合計ユニット1306を設けることによって、開口エンジン1300は、こうしてデータ1312の複数のサブセットを同時に生成することができる。

10

## 【0079】

並列化の利点に加えて、このアーキテクチャの別の利点は、いくつかの実施形態では、Aラインのデータがデータステアリングインタフェースなしに任意の数のTOF及びアポダイゼーションユニット1304に分配されることである。この効率化された(streamlined)インタフェースは、各データサブセットを生成するための回路（関連するTOF及びアポダイゼーションユニット1304及び実行合計ユニット1306を含む）を、個別のコンピューティングハードウェア装置（例えば、汎用プロセッサ、グラフィック処理ユニット、ASIC、FPGA、DSP、マイクロコントローラなど）に実装するのを可能にすることができる。代わりに、いくつかの実施形態では、複数のデータサブセットを計算するための回路が単一のコンピューティングハードウェア装置に実装される。さらに、いくつかの実施形態では、ステアリング回路の排除により、完全開口エンジン1300を、単一のコンピューティングハードウェア装置に実装することが可能になる。このように、本発明は、複数のフレバ、範囲又は他の分割に対応する集束Aラインデータセットを同時に生成することのできるスケーラブル開口エンジン1300を提供し、かつ、単一のチップ並びに複数のチップの実装を可能にする効率的なインタフェースを提供する。

20

## 【0080】

図14は、本発明の態様に係るTOF及びアポダイゼーションユニット1400の概略図である。TOF及びアポダイゼーションユニット1400は、図13を参照して開示されたような開口エンジン1300での使用に好適である。TOF及びアポダイゼーションユニット1400は、図12を参照して説明したものと実質的に同様の飛行時間型調整ユニット1206及びアポダイゼーションユニット1208を備える。TOF及びアポダイゼーションユニットは、予備TOF再サンプルユニット1402及び/又は予備アポダイゼーション再サンプルユニット1404を備えることができる。様々な実施形態では、再サンプルユニット1402及び1404は、アップサンプリング又はダウンサンプリングによってデータを調整するために使用される。

30

## 【0081】

予備TOF再サンプルユニット1402は、図9を参照して開示されたAラインデータの可変レートデジタル化及び/又は可変レート変換を実行することができる。このような実施形態では、予備TOF再サンプルユニット1402は、サンプリングパターンを示すパンプマップ910を受信することができる。サンプリングパターンは、トランスデューサ複合体110の幾何学的形状（例えば、弧度、トランスデューサの間隔、エミッタとレシーバとの間の距離、信号線の長さなど）、トランスデューサの特性（例えば、発射遅延、感度など）、開口の特性（例えば、トランスデューサ複合体上の幅、位置など）及び/又は到達時間、信号品質、関連信号などに影響を及ぼす他の関連因子に基づくことができる。サンプリングパターンにおけるサンプルの総数は、基準Aラインに基づいて決定できる。例えば、関連Aラインについてのパンプマップは、同じ合計サンプル数を有するサンプリングパターンを指定することができるが、時間内での配置を変更することができる。また、サンプリングパターンは、開口内の様々なAラインから収集したエコーデータを整列させることもできる。サンプリングパターンを指定するパンプマップ910を受信する代わりに、予備TOF再サンプルユニット1402は、パンプマップ910を決定するた

40

50

めに使用されるパラメータを受信することができる。

【0082】

いくつかの実施形態では、予備TOF再サンプルユニット1402は、Aラインデータの有効サンプルレートを増加させることによって、飛行時間型調整の精度を向上させるために使用される。再サンプリングは、より高いデータレートに関連付けられた高度なハードウェア要件なしに、より高いサンプリングレートの利点のいくつかを達成する。また、予備TOF再サンプルユニット1402を使用して、TOF調整ユニット1206で加えられる調整に加えて又はその代わりに飛行時間型調整を加えることもできる。

【0083】

例示的な実施形態では、200メガサンプル/秒でサンプリングされるAラインデータは、予備TOF再サンプルユニット1402で受信される。この予備TOF再サンプルユニット1402は、Aラインデータを4倍で再サンプリングし、それによってTOF調整ユニット1206に800メガサンプル/秒でサンプリングされたAラインデータを提供する。任意の好適な再サンプリングフィルタを含む任意の好適な再サンプリングアルゴリズムを使用してデータを再サンプリングすることができる。再サンプリングアルゴリズムは、当業者に知られている。再サンプリングアルゴリズムの非限定的な例としては、線形補間、ラグランジュ補間、キュービックスプライン補間、多相補間及び/又は他の好適なアルゴリズムが挙げられる。このような実施形態では、予備TOF再サンプルユニット1402は、再サンプリングレートを特定する再サンプル係数1406、再サンプリングアルゴリズムのための係数及び/又は他の再サンプリング構成データのセットを受信する。

【0084】

Aラインのデータの完全なアップサンプリングを実行する代わりに、いくつかの実施形態では、予備TOF再サンプリングユニット1402は、補間された位相シフトを実行する。補間された位相シフトは、入力データと同じサンプルレートで出力データを生成するが、ただしサンプルが時間内でのシフトに対応するようにシフトした時間で生成する。例えば、4倍補間位相シフトは、0°、90°、180°及び270°の位相シフトを生成することができる。時間の整数値（例えば、1、2、3、4、5、6など）でのサンプルでAラインデータを入力したとすると、90°の位相シフトは、同じサンプルレートで、ただし1.25、2.25、3.25、4.25など倍数での振幅値に対応するサンプルでのAラインデータ出力を生成するであろう。これらの中間の振幅値は、任意の好適な再サンプリングアルゴリズムを使用して計算できる。180°の位相シフトは、同じサンプルレートで、ただし1.5、2.5、3.5、4.5などでの振幅値に対応するサンプルで出力Aラインデータを生成するであろう。270°の位相シフトは、1.75、2.75、3.75、4.75などでの値に対応する出力Aラインデータを生成するであろう。この位相シフトは、より高いデータレートなしにデータ粒度の増加をもたらす。さらなるデータ粒度を与えるために、(180°、90°、0°、270°、180°、0°)などの位相シフトシーケンスを使用して、入力と同じサンプルレートで、ただし1.5、2.25、3、4.75、5.5、6などの倍数での振幅値に対応するサンプルで出力Aラインデータを生成することができる。様々な実施形態では、補間は、低いクロック周波数、低減したデータステアリング、減少した回路の複雑さ及び/又は減少したメモリ要件などのより低いビットレートの利点を保持する。さらに、図から分かるように、この位相シフトは、飛行時間型調整の一部として組み込まれてもよい。いくつかの実施形態では、いくつかのAラインの構成について、この位相シフトは、データを整列させるのに十分であり、それによって、さらなる飛行時間型調整は必要とされない。別の利点は、いくつかの実施形態は、所定の集束ステップがデータ粒度の増大の恩恵を受けるのに対し、他はその恩恵を受けないことである。したがって、単一の補間位相シフトを行うことで、アップサンプリング処理、その後のダウンサンプリング処理を回避することができる。

【0085】

さらなるデータ粒度を与えるために、いくつかの実施形態では、位相シフトは、各サンプルについて変更できる。例えば、位相シフトシーケンス(180°、90°、0°、2

10

20

30

40

50

70°、180°、0°)を使用して、入力と同じサンプルレートで、ただし1.5、2.25、3、4.75、5.5、6の倍数での振幅値に対応するサンプルで出力Aラインデータを生成することができる。

【0086】

様々な実施形態では、予備TOF再サンプルユニット1402は、再サンプリングレートを特定し、位相シフトを特定し、補間アルゴリズムについての係数を特定し及び/又は他の再サンプリング構成データを特定する再サンプリング係数1406のセットを受信する。いくつかの実施形態では、予備TOF再サンプルユニット1402は、図9a及び図9bを参照して説明した固定・可変レートエコーデータ変換を実行する。このような実施形態では、再サンプル係数1402は、バンプマップ910及び/又はバンプマップ910を決定することができる構成データを含むことができる。

10

【0087】

予備アポダイゼーション再サンプルユニット1404は、予備TOF再サンプルユニット1402に関して説明したのと実質的に同様のアップサンプリング及び/又は補間位相シフトを実行することができる。あるいは、いくつかの実施形態では、予備アポダイゼーション再サンプルユニット1404は、飛行時間型調整エコーデータのダウンサンプリングを実行する。集束は、補間によって生じた精度向上による利益を受けることができるのに対し、アポダイゼーション及び加重はその利益を受けることができない。いくつかの実施形態では、アポダイゼーション精度は、最終画像の解像度に部分的に基づく閾値を越えた任意のサンプルレートでは改善されない。

20

【0088】

図15は、本発明の態様に係る血管内超音波イメージングシステム100によって生成される超音波画像1500の説明図である。当業者であれば、画像1500から、トランスデューサ複合体110、血管1502の境界、ブランク1504、血液1506及び/又は関心のある他の構造を含む構造を識別することができる。画像1500を含むデジタル画像は、ピクセル1508のセットから構成されている(明瞭にするために拡大されている)。ピクセル1508は均一な色及び輝度の領域であるため、ピクセルについて色及び/又は強度を決定するのに必要な量を超えるデータを、最終画像1500に影響を与えずに破棄することができる。仮想的Aライン(例えば、破線1510によって表されるAライン)について、どれだけ多くのピクセル1508を交差させるのか及びそれに応じてどれだけ多くのサンプルを必要とするのかについて決定することができる。いくつかの実施形態では、サンプリングレートは、ピクセルあたりのサンプルの比に基づいて決定される。このような一実施形態では、Aラインデータは、ピクセル当たり1個のサンプルの割合でサンプリングされる。ピクセルについてのサンプルの比に基づくサンプリングを、ピクセル単位再サンプリング又はピクセルを意識した再サンプリングとすることができる。最終画像ピクセル単位再サンプリングには影響を及ぼさないサンプルを省略することで、コンピューティングハードウェア、例えばアポダイゼーションユニット1208を減少させることが可能になる。というのは、操作されるデータセットがより小さくなるからである。これは、改善された効率、システムサイズの低下及びコストの低減をもたらすことができる。実施形態では、ピクセルごとのサンプリングにより、ミッドレンジの画像化システムが高解像度画像(このようなものは高精細ディスプレイのために構成される)を生成することが可能になる。

30

40

【0089】

画像1500は極座標データセットのデカルト表現であるときに、Aラインとピクセルとの交点を計算でき、或いはデカルト座標及び/又は極近似のセットを使用することができる。デカルト近似は、角度に基づいて各Aラインについてのサンプルの固有数を決定するために三角法原理に依存することができる。ピクセルの行又は列(例えば、水平及び垂直Aライン)に対して垂直に向かうラインは、ピクセルの最も少ない数と交差するのに対し、垂直なAラインに対して45°に向かうラインは、最も多く交差することが想定できる。したがって、デカルト近似を使用するいくつかの実施形態では、垂直なAラインは、

50

サンプルの第 1 数を有するように再サンプリングされるのに対し、他の A ラインについてのサンプル数は、垂直 A ラインに対する角度に基づくことになる。例示の極近似では、各集束 A ラインは、同じサンプル数で再サンプリングされる。特定のサンプルの数は、典型的な A ラインで決定される。典型的な A ラインは、最も多くの交差、平均（平均又は中央値）交差数又は他の好適な交差数を有する A ラインとすることができる。これらの例示近似は限定ではなく、他の好適な近似を利用する実施形態が企図され、提供される。例えば、いくつかの実施形態では、面積基準近似は、A ラインのうち、画像 1500 についての総ピクセル数を配分し、ここで、A ライン当たりのサンプル数は、集束 A ラインの総数で割った画像中の総ピクセル数に相当する。

#### 【0090】

いくつかの実施形態では、動作パラメータが変更されたときにピクセル対サンプルの関係性を再評価する。例えば、視野を大きくすると、画像当たりのサンプル数を増加させることができるのに対し、画像におけるピクセル数は同じままである。したがって、ピクセル対サンプル比は、視野の変化として再計算できる。他の動作パラメータは、収集された又は集束されたサンプルの数、画像の解像度及び / 又は目標サンプル対ピクセル比に影響を及ぼす場合がある。

#### 【0091】

図 16 は、本発明の態様に係る経時的受信トランスデューサエコーデータ 1600 のグラフ図である。トランスデューサエコーデータ 1600 は、ライン 1602 によって示されるように時間内において離散点でサンプリングされる。このデジタル化は、I V U S 装置 102 内、I V U S 処理システム 106 内、P I M 104 内で及び / 又は別の I V U S 部品内の他の好適な位置で実行できる。図示した実施形態では、時間 1602 における点を最終画像の解像度に基づいて決定する。例えば、時間 1602 における点を、1 : 1 などのピクセル当たりのサンプルの比率に基づいて決定する。いくつかの実施形態では、サンプルは、固定間隔ではなく、その代わりに 1 以上のピクセルに対する A ラインのアライメントに相当する。

#### 【0092】

図 14 を再び参照すると、実施形態では、予備アポダイゼーション再サンプルユニット 1404 は、再サンプリングレート、補間係数、位相調整、サンプル数、画像又はディスプレイ解像度、ピクセル当たりのサンプルの比及び / 又は他のサンプリング構成データを含むことができる再サンプル係数 1408 のセットを受信する。予備アポダイゼーション再サンプルユニット 1404 は、再サンプル係数 1408 に従って飛行時間型調整データを再サンプリングし、アポダイゼーションユニット 1208 にこの再サンプルデータを提供する。例えば、図 12 を参照して実質的に説明したように、その後、アポダイゼーションユニット 1208 は、再サンプリングされた A ラインデータについてアポダイゼーション及び振幅修正を実行することができる。

#### 【0093】

当業者であれば、再サンプリングを含めた（ただしこれに限定されない）追加の処理が、アポダイゼーションユニット 1208 によって生成される調整 A ラインデータについて実行できることが分かるであろう。例えば、いくつかの実施形態では、ピクセルを意識した再サンプリングを調整 A ラインデータに対して実行する。これは、後の画像形成ステップに必要な処理を減らすことができる。別の例として、いくつかの実施形態では、フィルタリングをアポダイゼーションユニット 1208 によって生成された調整 A ラインデータに対して実行する。さらなる処理ステップは、当業者に公知であろう。

#### 【0094】

図 17 は、本発明の態様に係る再サンプリング装置 1700 の概略図である。再サンプリング装置 1700 は、図 14 を参照して説明したように、予備飛行時間再サンプルユニット 1402 及び / 又は予備アポダイゼーション再サンプルユニット 1404 での使用に好適である。図示した再サンプリング装置 1700 は、多相補間装置の一種である。再サンプリング装置 1700 は、A ラインデータのセットなどの入力データストリーム 170

10

20

30

40

50

2を受信し、これを遅延要素1704のセットを介して配信して遅延データストリームのセットを生成する。図示した実施形態では、遅延要素1704は、遅延データのセットを生成するために連鎖されている。いくつかの実施形態では、連鎖の実施は、ネットワークを構成する個々の遅延要素1704のサイズ及び/又は複雑さを減少させる。他の実施形態では、別個の並行な遅延要素1704を使用してそれぞれの遅延の大きさについてよりうまく制御することを可能にする。

#### 【0095】

加重要素1706は、遅延データストリームのセットに加重係数を適用し、得られた加重データストリームを、合計要素1708によって合計して再サンプリングデータストリーム1710を生成する。遅延要素1706によって適用された加重係数は、再サンプリングデータストリーム1710と入力データストリーム1702との関係を決定する。いくつかの実施形態では、再サンプリング装置1700は、帯域通過、低域及び/又は高域フィルタリングなどのフィルタリング機能を実行する。このような一実施形態では、サンプリング装置1700は、シンク関数から導出された加重係数を利用してローパスフィルタ処理を実行する。これは、いくつかの再サンプリング方法によって導入された高周波ノイズを除去するために有用である。また、再サンプリング装置1700を使用して部分的な位相シフトを実行することもできる。例えば、加重係数は、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 及び/又は $270^\circ$ の位相シフトを実行するように選択できる。一実施形態では、再サンプリング装置1700は、トランスデューサ複合体110の形状、トランスデューサの特性、開口の特性及び/又は他の関連要因に基づいて選択された位相シフトに対応する加重係数を受信する。

10

20

#### 【0096】

図18は、本発明の態様に係る再サンプリングネットワーク1800の概略図である。再サンプリングネットワーク1800は、図14を参照して説明したような予備飛行時間型再サンプルユニット1402及び/又は予備アポダイゼーション再サンプルユニット1404での使用に好適である。再サンプリングネットワーク1800は、図17に関して説明した再サンプリング装置1700などの1個以上の再サンプリング装置1700を備えることができる。再サンプリング装置1700は、それぞれ、入力データストリーム(例えば、入力Aラインデータストリーム)及び加重係数1802のセットを受信する。加重係数1802のセットは、装置1700間で異なる場合がある。また、再サンプリングネットワーク1800は、再サンプリングデータストリームのどれを出力データストリームとして選択するのかを決定するマルチプレクサ1804を備える。このように、マルチプレクサ1804は、入力データストリームの異なる加重及び再サンプリングバージョン間で選択する。

30

#### 【0097】

例示実施形態では、再サンプリングネットワーク1800は、4個の再サンプリング装置1700を備える。Aライントランスデューサのペアに対応するデータストリームを、再サンプリング装置1700で加重係数1802のセットとともに受信する。加重係数の4つのセットは、データストリームのサンプル期間に対して $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 及び $270^\circ$ の位相シフトに相当する。したがって、再サンプリング装置1700は、4つの位相シフトに相当する加重再サンプリングデータストリームを生成する。マルチプレクサ1804を使用して、トランスデューサ複合体110の形状、トランスデューサの特性、開口の特性及び/又は他の関連要因などの要因に基づいて出力に適切な位相シフトを選択する。実施形態では、位相シフトシーケンスをマルチプレクサ1804に供給し(例えば、 $180^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $270^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $0^\circ$ に相当するシーケンス)、そしてマルチプレクサ1804によって使用して入力と同じサンプルレートで、ただし1.5、2.25、3、4.75、5.5、6の倍での振幅値に相当するサンプルで出力Aラインデータを生成する。

40

#### 【0098】

このような再サンプリングネットワーク1800は、図14の予備TOF再サンプルユ

50

ニット1402に関連して説明した予備TOF再サンプリングを実行できる。入力データストリームと同じサンプリング周波数を有する入力データストリームの位相シフトバージョンを生成することによって、再サンプリングネットワーク1800は、より高いサンプリング周波数に関連したデータハンドリングオーバーヘッドの増加なしにアップサンプリングの大きなデータ粒度を与える。その結果は、データ精度の改善された軽量で効率的なデータパスである。

#### 【0099】

図19は、本発明の態様に係る超音波データを再サンプリングする方法1900のフロー図である。追加のステップを方法1900のステップの前、その間、及びその後と与えることができ、説明されたステップの一部を方法1900の他の実施形態と交換し又は省略することができる。ブロック1902を参照すると、超音波エコーデータストリームを受信する。この超音波エコーデータストリームは、Aラインエコーデータに相当することができる。ブロック1904において、超音波データを第1遅延量で遅延させて第1遅延データストリームを生成する。ブロック1906では、第1加重値を、第1加重データストリームを生成するために第1遅延データストリームに加える。第1加重値は、補間フィルタの一部であってもよい。例えば、加重値はシンク関数に基づくことができる。第1加重値は、位相シフト成分を含むことができる。

10

#### 【0100】

ブロック1908において、超音波データを第2遅延量で遅延させて第2遅延データストリームを生成する。ブロック1910において、第2加重値を第2遅延データストリームに適用する。第1加重値と同様に、この第2値は、補間フィルタに基づく成分及び/又は位相シフトに基づく成分を有することができる。ブロック1912において、第1及び第2加重のデータを追加して再サンプリング超音波データストリームを生成する。いくつかの実施形態では、ブロック1902~1912の処理手順を並行して複数回実行して複数の再サンプリング超音波データストリームを生成する。再サンプリングデータストリームは、トランスデューサ複合体110の幾何学的形状、トランスデューサの特性、開口の特性及び/又は他の関連要因などのアナログデータストリームを生成したAラインの一側面に従って複数のストリームから選択できる。図から分かるように、この方法は、より高いサンプリングレートの負担なしに、データ粒度の増大を実現する。

20

#### 【0101】

図20は、本発明の態様に係る開口エンジン1300を利用して集束データを生成する方法2000のフロー図である。追加のステップを、方法2000のステップの前、その間、及びその後と与えることができ、説明されたステップの一部を方法2000の他の実施形態と交換すること又は省略することができる。ブロック2002を参照すると、Aラインエコーデータを受信する。ブロック2004において、予備飛行時間型再サンプリングを、再サンプリング係数の第1セットに従って実行することができる。再サンプリング係数は、算出される集束Aラインデータの範囲及び/又はフレーバに部分的に依存する場合があります。及び/又はAラインデータを生成したトランスデューサ若しくは複数のトランスデューサの構成に部分的に依存する場合があります。再サンプリング係数は、バンプマップを指定することができる又はバンプマップを決定することができる構成データを含むことができる。したがって、いくつかの実施形態では、予備飛行時間型再サンプリングは、図10の方法1000に実質的に開示されているように、可変レートデジタル化データを生成するためにバンプマップを作成しかつ適用することを含む。同様に、いくつかの実施形態では、予備飛行時間型再サンプリングは、図19の方法1900に実質的に開示されているように、位相シフトあり又はなしでの補間及び再サンプリングを含む。

30

40

#### 【0102】

ブロック2006において、飛行時間型調整は、飛行時間オフセットに従ってAラインデータについて実行される。飛行時間オフセットは、トランスデューサ複合体の形状、トランスデューサの特性、開口の特性及び/又は他の関連要素に相当することができる。また、飛行時間オフセットは、算出されるフレーバ及び/又は範囲に相当することができる

50

。ブロック2008において、予備アポダイゼーション再サンプリングを再サンプリング係数の第2セットに従って飛行時間型調整データに対して実行することができる。様々な実施形態において、再サンプリング係数の第2セットは、トランスデューサ複合体の幾何学的形状、トランスデューサの特性、開口の特性、算出されるフレバ及び/又は範囲、及び/又は他の関連要因に依存する。ブロック2010において、アポダイゼーションをアポダイゼーション係数のセットに従ってAラインデータに対して実行する。様々な実施形態では、アポダイゼーション係数は、トランスデューサ複合体の幾何学的形状、トランスデューサの特性、開口の特性、算出されるフレバ若しくは範囲、及び/又は他の関連要因に依存する。ブロック2012において、集束Aラインデータを開口割り当てに従って生成する。

10

#### 【0103】

図21は、本発明の態様に係る集束システム2100の概略図である。集束システム2100の部分、IVUS処理システム106、患者インタフェースモニタ(PIM)104及び/又はIVUSイメージングシステム100の他の構成要素に組み込むことができる。集束システム2100は、飛行時間型調整、増幅、アポダイゼーション及び合計などの開口処理タスクを実行する複数の開口エンジン1300を備える。好適な例示開口エンジン1300は、図13~18を参照して開示された開口エンジン1300を備える。図示の実施形態では、集束システム2100は、N個の開口エンジン1300を備え、そのうちの5個が示されている。いくつかの実施形態では、集束システム2100に含まれる開口エンジン1300の数は、開口304内のトランスデューサ302の数と同等である。

20

#### 【0104】

集束計算を、集束エンジン1300に開口を割り当てることにより開口に従って分割することができる。そうするために、開口エンジン1300は、エンジン制御装置2102から開口の割り当てを受信する。開口の割り当ては、エンジン1300が処理すべき開口を指定し、それに応じて集束計算に使用すべき受信Aラインデータの一部を指定する。受信Aラインデータは、トランスデューサ複合体、メモリサブシステム、アナログ・デジタル変換器、アナログ及び/又はデジタルアンプ、フィルタ、信号調整器、及び/又は他の好適なインタフェースシステムから受信できる。いったん受信されたら、AラインデータをAラインデータバス2104上に配置し、それによって、各開口エンジン1300に分配される。受信データの一部のみが各開口、すなわち各開口エンジン1300に関連し得る。しかし、いくつかの実施形態では、開口エンジン1300は、データバス2104を介して、Aラインの全て又は実質的に全てのデータを受信する。その後、エンジン1300は、受信した開口割り当てに従ってバス2104からデータを引き出す。様々な実施形態では、割り当てられた開口の一部ではないAラインのデータを破棄することができ、省略することができ、無視することができ、適用されたゼロ値係数を有することができ、及び/又は別のカリング処理を受けることができる。このアーキテクチャの利点の一つは、エンジン1300でのデータ選択が、バス2104での複雑なデータステアリング又はフィルタリング回路の必要性を回避することである。電位配線、レイアウト及び電力の利点に加えて、ルーティング及びステアリング回路を省略することで、より柔軟な実施が可能になる。例えば、様々な実施形態は、開口エンジン1300、複数の開口エンジン1300、及び/又は全体的な集束システム2100は、汎用プロセッサ、グラフィック処理ユニット、ASIC、FPGA、DSP、マイクロコントローラ又は他の好適なコンピューティング装置などの単一の個別のコンピューティングハードウェア装置に実装される。

30

40

#### 【0105】

開口の割り当てに加えて、エンジン制御装置2102は、開口エンジン1300に、再サンプリング係数、TOF調整、アポダイゼーション係数及びAラインのデータを処理するために使用される他のパラメータを与えることもできる。いくつかの実施形態では、エンジン制御装置2102は、パンプマップを生成するために使用されるトランスデューサ構成のセットを備える。また、エンジン制御装置2102は、パンプマップ自体を備えること

50

もできる。いくつかの実施形態では、エンジン制御装置 2102 は、エミッタ/トランスデューサペアによって相互参照されるアポダイゼーション係数を含むアポダイゼーション係数テーブルを備える。いくつかの実施形態では、エンジン制御装置 2102 は、エミッタ/トランスデューサペアによって相互参照される飛行時間オフセットを含む飛行時間オフセットテーブルを備える。いくつかの実施形態では、エンジン制御装置 2102 は、再サンプリングレートのセットを備える。アポダイゼーション係数テーブル内のアポダイゼーション係数と、テーブル内の飛行時間オフセットと、再サンプリングレートとを含むこれらの提供されたパラメータは、トランスデューサ複合体 110 の幾何学的形状、トランスデューサの特性、開口の特性及び/又は飛行時間に影響を与える他の関連する要因に基づいて決定できる。再サンプリングレートは、表示ユニットのピクセル当たりのサンプルの比に基づいて決定できる。一つの例示的な比は 1 : 1 であるが、他の比率も意図され、提供される。

#### 【0106】

図から分かるように、集束システム 2100 のアーキテクチャは、システム 2100 が複数の開口を並行に処理することを可能にする。開口エンジン 1300 は、A ラインデータが到達したときに処理し、そして任意の開口エンジン 1300 が割り当てられた開口についての完全 A ラインデータセットを受信した後に、エンジン 1300 は、その開口についての集束 A ラインデータを出力することができる。次に、開口エンジン 1300 はフラッシュされ、そして別の開口について A ラインデータを収集し、そして処理するのを開始することができる。エンジン 1300 に対する開口のこのラウンドロビン割り当ては、無駄なアイドル状態のリソースなしに高い利用度を与える（いくつかの実施形態では、エンジンの完全な利用）。

#### 【0107】

図 22 は、本発明の態様に係る複数の開口を集束するための方法 2200 のフロー図である。追加のステップを、方法 2200 のステップの前、その間、及びその後と与えることができ、説明されたステップの一部を方法の他の実施形態と交換し又は省略することができる。方法 2200 は、図 21 に関して開示した集束システム 2100 などのシステムを使用する実施に好適である。

#### 【0108】

ブロック 2202 において、開口 304 のセットを、開口エンジン 1300 のセットに割り当てる。いくつかの実施形態では、開口のセット内の開口の数は、該エンジンセットを有するエンジンの数に相当し、これはさらに、開口 304 のそれぞれにおけるトランスデューサ 302 の数に相当する。例えば、9 個のトランスデューサ開口を取り入れる実施形態では、9 個の隣接する開口を 9 個の開口エンジン 1300 に割り当てる。この例では、開口 1 を開口エンジン 1 に割り当て、開口 2 を開口エンジン 2 に割り当てる（以下同様）。ブロック 2204 において、開口の 1 個以上内にあるトランスデューサ 302 についての超音波データセットを開口エンジン 1300 に提供する。データセットは、受信トランスデューサから直接得ることができ、又はメモリサブシステム、アナログ・デジタル変換器、アナログ及び/又はデジタルアンプ、フィルタ、信号調整器、及び/又は他の好適なインタフェースシステムなどの仲介を介して得ることができる。超音波データセットは、それが割り当てられた開口には関連のない可能性がある場合であっても開口エンジン 1300 に提供される。この例を続けると、第 1 放射トランスデューサの受信の組み合わせの全てに相当する第 1 データセットは、たまたま開口 1 のみに関連する。参考のため、図 5 を再び参照すると、例示第 1 放射トランスデューサは、開口 502 a の一部であるトランスデューサ  $T_A$  に類似する。図 22 のブロック 2206 では、開口エンジン 1300 のいずれが集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有するかどうか判断される。この例では、最初のパスでは、エンジンのいずれも集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有していない。したがって、方法 2200 は、ブロック 2204 に戻り、そこで別の超音波データセットを与える。この例では、第 2 超音波データセットは、開口 1 及び 2 に関連する。参考までに、例示第 2 放射トランスデューサは、開口

502 a 及び 502 b の一部である図 5 のトランスデューサ  $T_B$  に類似する。この時点で、いずれの開口も集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有していない。

【0109】

この例では、この処理を第 9 反復まで繰り返す。第 9 反復では、例示開口エンジン 1 は集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有し、例示開口エンジン 2 は、8 ~ 9 個の放射トランスデューサについてのデータを有し、開口エンジン 3 は、7 ~ 9 個のトランスデューサについてのデータを有している（以下同様）。ブロック 2208 において、十分なデータを有する開口エンジンは集束 A ラインデータセットを生成する。ブロック 2210 において、集束 A ラインデータセットを生成した開口エンジンは、保存されたデータを消去する。ブロック 2212 において、消去済み開口エンジンを次の開口に割り当てる。この例では、開口エンジン 1 を開口 10 に割り当てる。この方法は、ブロックに 2204 戻り、そこで、別の超音波データセットを与える。この例を続けると、その際、開口エンジン 2 は、開口 2 についての集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有する。それに応じて、開口エンジン 2 は集束 A ラインデータセットを生成し、フラッシュされ、そして開口 11 に割り当てられる。開口のこのラウンドロビン割り当ては、利用可能な開口エンジン 1300 の高い利用度を可能にする。

10

【0110】

上記のように構造的集束は、様々な空間角度及び位置からの A ラインを組み合わせる。これらの角度及び空間的相違のため、飛行時間型調整は、時間内のサンプルを整列させるために実行できる。その後、A ラインを指向角に従って加重し、そして合計することができる。加重合計は、フィルタ操作であると理解できる。このように、加重は、サンプル当たり又はゾーン単位でかつ加重係数が A ラインで変化する間に行われる。

20

【0111】

構造的集束に加えて、超音波集束システムは、動きを検出する能力を有することができる。画像形成領域の動きを決定する方法の一つはパワーフローである。パワーフローアルゴリズムの例は ChromaFlo（登録商標）（ヴォルカノ社の商標）である。散乱体の反射強度を測定するための集束空間的 A ラインデータとは対照的に、パワーフローアルゴリズムは、散乱体の流量及びスペクトル強度を決定するために時間的 A ラインデータを集束することができる。言い換えると、開口内の複数の集束 A ラインの代わりに、単一の A ラインを発射させ、複数回撮影する。発射間における A ラインの信号の変化を散乱の動きに相関させることができる。多くの実施形態では、パワーフローイメージングに使用される A ラインは、複数の放射トランスデューサと複数の受信トランスデューサを含むことに留意すべきである。エミッタ及びレシーバは同時に動作し、これらは信号対雑音比を改善することができる。

30

【0112】

一連の A ライン発射についての時間内変化を決定するために、データを加重し、そして合計することができる。加重係数は、範囲成分のみならず時間成分を有することができる。例えば、適用される加重は、典型的な血流速度などの変化の予想レートに連動する整合フィルタを備えることができる。これは、血流の典型的な動きを強調しかつ生物学的環境における一般的な他の動きを強調しない効果を有する。この例では、フィルタの出力振幅は、流量及び散乱強度に相関する。散乱体が同様の強度のものであるとすると、フィルタの出力は、レート変化又は速度に比例し、所定の血管断面積に対して、流量を導出することができる。流量の導出に加えて、加重データは、正常な流れパターン並びにブラーク負荷、ステント付着不良からの血管流れを確立するのに有用である。これらの問題は、患者の健康に重大であると認められる。

40

【0113】

パワーフロー加重及び合計処理は、空間モードで動作する開口エンジン、例えば集束システム 2100 のエンジン 1300 によって実行されるアポダイゼーション及び実行合計に直接的に類似する。この開口エンジンは集束空間的シリーズには限定されないため、い

50

くつかの実施形態では、集束システム 2 1 0 0 のエンジン制御装置 2 1 0 2 は、パワーフローモードで開口エンジン 1 3 0 0 の一つ以上を動作させるように構成される。いくつかの実施形態では、A ラインの時系列は、飛行時間型調整を必要としないため、開口エンジン又は複数の開口エンジン 1 3 0 0 の飛行時間型調整ユニットは、このモードでバイパスされる。実施形態は、空間的集束及び時間的集束の両方をサポートする集束システム 2 1 0 0 を有する実施形態は、コンピューティングリソースの有意な増加なしに機能を追加することができる。このように、開口エンジン 1 3 0 0 の柔軟性を活用して、追加コストなしに追加の機能を与えることができる。

#### 【0114】

図 2 3 は、本発明の態様に係る集束システム 2 3 0 0 の概略図である。集束システム 2 3 0 0 の部分を、IVUS 処理システム 1 0 6、患者インタフェースモニタ (PIM) 1 0 4、及び/又は IVUS イメージングシステム 1 0 0 の他の構成要素に組み込むことができる。特に指摘した場合を除き、集束システム 2 3 0 0 は、図 2 1 を参照して開示された集束システム 2 1 0 0 と実質的に同じである。いくつかの実施形態では、各開口エンジン 1 3 0 0 に 1 個の開口 3 0 4 を割り当てることが有益であることが実証できるのに対し、他の実施形態は、別の構成の恩恵を受ける。例えば、開口を、複数の開口エンジンにわたる集束範囲又は A ラインフレーバで分割することができる。図示した実施形態では、開口エンジン 1 3 0 0 を備える集束システム 2 3 0 0 は、ペアにグループ化され (例えば、開口エンジン 1 - A 及びエンジン 1 - B) するが、任意の大きさのグループも企図される。集束システム 2 3 0 0 は、開口内のトランスデューサ数に相当するグループ数を含むことができる。グループの開口エンジン 1 3 0 0 は、まとめて、開口 3 0 4 についての完全集束 A ラインデータセットを生成することができる。したがって、各開口エンジン 1 3 0 0 は、全データの一部を生成する。この処理を、任意の好適な分割によってグループ内の開口 1 3 0 0 エンジン間で配分できる。いくつかの実施形態では、各開口エンジン 1 3 0 0 は、完全集束 A ラインデータセットにおける全フレーバのサブセットに対応するデータを生成する。いくつかの実施形態では、各開口エンジン 1 3 0 0 は、完全集束 A ラインデータセットにおける全範囲 1 1 0 4 のサブセットに相当するデータを生成する。いくつかの実施形態では、各開口エンジン 1 3 0 0 は、完全集束 A ラインデータセットにおける全フレーバ及び範囲のサブセットに相当するデータを生成する。

#### 【0115】

したがって、エンジン制御装置 2 1 0 2 は、開口エンジン 1 3 0 0 のそれぞれに開口の少なくとも一部を割り当てる。開口エンジン 2 1 0 2 は、開口割り当てを使用して A ラインデータバス 2 1 0 4 からの関連データを識別し処理する。開口の割り当てに加えて、エンジン制御装置 2 1 0 2 は、開口エンジン 1 3 0 0 に、再サンプル係数、TOF 調整、アポダイゼーション係数及び A ラインデータを処理するために使用される他のパラメータを与えることができる。

#### 【0116】

この開口の分割は、様々な実施形態において様々な利点を与える。いくつかの実施形態では、集束エンジンのサブセットを処理するように構成された開口エンジン 1 3 0 0 は、開口エンジン 1 3 0 0 が完全集束データセットを生成するように構成された設計よりも物理的に小型である。この小型開口エンジンは、小型で少し性能が低い回路装置上の実装できる。これは、コスト削減及び省電力化につながる可能性がある。このような一実施形態では、開口エンジン 1 3 0 0 は、小型で、低コストでエネルギー効率のよい FPG A (フィールドプログラマブルゲートアレイ) 上で実装できる。いくつかの実施形態では、この小型開口エンジン 1 3 0 0 は、それぞれの入力及び出力の近くに配置でき、それによってシステム性能を向上させることができる。いくつかの実施形態では、小型開口エンジン 1 3 0 0 は、IVUS 装置 1 0 2 内、例えばトランスデューサ複合体 1 1 0 内又は伝送線束 1 1 2 内に収容できる。これを「ワイヤ上」処理と呼ぶことができる。

#### 【0117】

図 2 4 は、本発明の態様に係る階層的に構成された集束システム 2 4 0 0 の概略図であ

10

20

30

40

50

る。特に示した場合を除き、集束システム 2400 は、図 21 及び 23 に関して開示された集束システムと実質的に同じである。集束システム 2400 は、開口エンジンの 1 以上の階層レベルを組み込むが、そのうちの 2 つの階層レベルが図示されている（第 1 レベルエンジン 2402 及び第 2 レベルエンジン 2404 で示す）。さらなる実施形態は、3、4 及び 8 並びに他のレベル数を含めて階層的な開口エンジンの他の数を使用する。A ラインデータを、第 1 レベル開口エンジン 2402 に供給する。図 21 のエンジン制御装置 2102 と実質的に同様であってもよいエンジン制御装置 2406 は、第 1 レベル開口エンジン 2402 にサブ開口（開口内にある A ラインのサブセット）に割り当てることができる。サブ開口をここで及び他の場所で共アレイと呼ぶことができる。サブ開口への開口の様々な分割が意図される。例えば、開口を、放射トランスデューサ、受信トランスデューサ及び / 又は他の好適な識別子によって分割できる。開口は、さらに、焦点範囲及び / 又は A ラインフレバによって第 1 レベルエンジン 2402 間で分割できる。さらに、第 1 レベルエンジンは、補間、デシメーション、再サンプリング、飛行時間型調整、アポダイゼーション、合計及び / 又は他の集束処理などの集束処理のサブセットのみを割り当てることができる。例示実施形態では、第 1 レベル開口エンジンを割り当てて飛行時間型調整を実施するが、サブ開口内の焦点範囲のサブセットでのアポダイゼーションは実行しない。その他の分割も企図され、提供される。

10

**【0118】**

第 1 レベル開口エンジン 2402 は、実質的に開口エンジン 1300 が開口割り当てに従って割り当て集束タスクを実行するとき、サブ開口割り当てに従って割り当て集束タスクを実行する。その後、この第 1 レベル開口エンジン 2402 は、第 2 レベル開口エンジン 2404 に部分集束データを提供することができる。この第 2 レベル開口エンジン 2404 は、補間、デシメーション、再サンプリング、飛行時間型調整、アポダイゼーション、合計、及び / 又は他の焦点処理を含めたさらなる集束処理を実行することができる。いくつかの実施形態では、第 2 レベルエンジンは、エンジン制御装置 2406 から開口の割り当てを受信し、そしてそれに応じて第 2 レベル集束処理を実行する。部分集束データは、集束システム 2400 の最終階層レベル（図示した実施形態では、開口エンジン 2404 の第 2 のレベル）に到達するまで開口エンジンの階層レベルを介して伝播する。最終階層レベルの開口エンジンは、開口についての完全集束 A ラインデータを生成する。

20

**【0119】**

階層間での処理負担を一部分割するため、1 階層レベルの開口エンジン（例えば、エンジン 2402）は、別のレベルのエンジン（例えば、エンジン 2404）と同一、類似又は異なってもよい。いくつかの実施形態では、集束システム 2400 の全ての開口エンジンは、図 13 ~ 18 に関連して説明したものの開口エンジン特性である。これは実施において均一性及びシンプルさを与える。さらなる実施形態、特に開口エンジンが集束処理のサブセットを実行する場合の実施形態では、開口エンジンは、関連の回路をしか備えないため、レベル間で構造が異なる。例えば、第 1 レベルの開口エンジンは、フィルタを適用することによってデータを調整して信号対ノイズ比を向上させることができる。このようなフィルタとしては、バンドパスフィルタ、励起パルスに連動した整合フィルタ、及び当業者に公知の他のフィルタが挙げられる。この調整を後のレベル開口エンジンで繰り返す必要がない場合には、回路を省略してもよく、電力及び回路面積を節約することができる。この特殊化は、エンジンがより小型で、より効率的で、より経済的なコンピューティング装置に実装されることを可能にし、また開口エンジンを単一の装置に組み合わせることを可能にすることができる。集束システム 2400 の構造は、開口エンジンの並列処理の利点を活用すると共に、物理的制限、アルゴリズム制限及び任意の 1 個の開口エンジンの機能を制約する可能性のある他の制限を適応させることができる。

30

40

**【0120】**

例えば、いくつかの実施形態において、開口エンジンを実施するために選択された装置は、全開口を集束するためにコンピューティングリソースを保持していなくてもよい。サブ開口に従って集束タスクを分割することで、データ及び処理をより効果的に配分し分散

50

させることが可能になる。いくつかの実施形態では、飛行時間型調整のデータベースなどの共有リソースの近くの回路をグループ化することによってパフォーマンスが改善される。したがって、いくつかの実施形態では、いくつかの開口エンジンは、飛行時間型回路のみを含み、それに応じてグループ化される。他のエンジンは、アポダイゼーションなどの他のタスクを実行するための他の回路を有することができ、同様にそれに応じてグループ化できる。

#### 【0121】

いくつかの実施形態では、第1レベル開口エンジン2402などの開口エンジンのレベルは、第2レベル開口エンジン2404などの他のレベルのものから物理的に離れている。これらの実施形態は様々な形態をとる。このような一実施形態では、第1レベル開口エンジン2402は、IVUS装置102内、例えばトランスデューサ複合体110内又は伝送線束112内に配置される。これを「ワイヤ上」処理と呼ぶことができる。ワイヤ上処理は、IVUS装置102とIVUSシステム100の残りの部分との間のインタフェースを単純化することができる。また、ワイヤ上処理は、トランスデューサ複合体110に近いAラインデータ信号をデジタル化し、それによってライン損失及び伝導ノイズを低減することもできる。いくつかの物理的に分離した実施形態では、第1レベル開口エンジン2402は、無菌領域内に位置するシステムの一部であるのに対し、第2レベル開口エンジン2404は、隣接する観察領域内などの無菌領域の外側に位置する。これは、無菌境界と交差するワイヤの数を減少させることができる。第1及び第2レベル開口エンジンが無線通信媒体を介して通信する関連する実施形態では、汚染につながる潜在的な経路をさらに減少させることができる。いくつかの実施形態では、第1レベル開口エンジン2402は、無菌パッケージの一部である。無菌パッケージは、化学的、放射線、熱、及び殺菌の他のモードを受けることができる無菌製造のために設計でき、及び/又は使い捨て可能とすることができる。

10

20

#### 【0122】

図25は、本発明の態様に係る階層的集束を実行するための方法2500のフロー図である。追加のステップを、方法2500のステップの前、間、及び後に設けることができ、説明されたステップの一部をこの方法の他の実施形態で置き換え又は省略することができる。方法2500は、図24に関して説明した階層的集束システム2400などのシステムを使用した実施に好適である。

30

#### 【0123】

ブロック2502において、サブ開口のセットを第1レベル開口エンジン2402のセットに割り当てる。実施形態では、サブ開口の割り当ては、エンジン制御装置2406によって実行される。各割り当ては、集束タスクのサブセット、焦点範囲のサブセット、Aラインフレバのサブセット及び/又は他の好適な分割基準でサブ開口をさらに分けることができる。ブロック2504において、開口のセットを第2レベル開口エンジン2404のセットに割り当てることができる。実施形態では、この開口の割り当ては、エンジン制御装置2406によって実行される。各開口の割り当ては、集束タスクのサブセット、焦点範囲のサブセット、ラインフレバのサブセット及び/又は他の好適な分割基準によって開口をさらに分けることができる。例示実施形態では、9個の隣接9トランスデューサ開口のそれぞれを、3個のサブ開口に分ける。したがって、3個の第1レベル開口エンジンは、第1開口の三分の一（それぞれサブ開口1個全部）で様々な集束タスクを実行するように割り当てられ、3個の第1レベル開口エンジンは、第2開口の3個のサブ開口に割り当てられる（以下同様）。ブロック2506において、開口の1個以上内のトランスデューサ302についての超音波データセットを開口エンジン2402に与える。ブロック2508において、第1レベル開口エンジン2402のいずれが部分集束Aラインデータセットを生成するのに十分なデータを有するかが判断される。この判断は、各第1レベルエンジン2402を別々に分析することによって及び/又はグループ分析によって行うことができる。グループ分析は、関連集束タスクを割り当てられた他の第1レベルエンジンが部分集束Aラインデータセットを生成するのに十分なデータを有するかどうか

40

50

を決定することを含むことができる。例えば、このデータの生成は、開口内のサブ開口間で同期できる。このような一実施形態では、ブロック 2508 の決定は、開口内のサブ開口を割り当てられたエンジンのそれぞれが部分集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有するまでこの方法をブロック 2510 に進めない。

【0124】

エンジン 2402 が集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有しない場合に、方法 2500 はブロック 2506 に戻り、そこで別の超音波データセットが与えられる。1 個以上のエンジン 2402 が集束 A ラインデータセットの割り当て部分を生成するのに十分なデータを有したら、この方法はブロック 2510 に進み、そこで、十分なデータを有する第 1 レベル開口エンジン又は複数のエンジン 2402 は、それぞれのデータセットを生成する。ブロック 2512 において、データを生成した第 1 レベルエンジン 2402 は、保存された A ラインデータを消去する。ブロック 2514 において、消去された第 1 レベルエンジンは、エンジン制御装置 2406 により、次のサブ開口が割り当てられる。

【0125】

ブロック 2516 において、部分集束 A ラインデータセットを第 2 レベル開口エンジン 2404 によって受信する。ブロック 2518 において、任意の第 2 レベル開口エンジン 2404 が集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有するかどうかを決定する。そうでない場合には、方法はブロック 2506 に進み、そこで追加の A ラインデータが受信される。一方、第 2 レベル開口エンジン 2404 が各割り当てデータセットを生成するのに十分なデータを有する場合には、ブロック 2520 において、上記集束データが生成される。ブロック 2522 において、データセットを生成した第 2 レベル開口エンジン 2404 は、記憶された部分集束データを削除する。ブロック 2522 において、次のサブ開口を、エンジン制御装置 2406 によってこの削除第 2 レベル開口エンジン 2404 に割り当てることができる。この方法は、ブロック 2506 に戻り、そこで別の超音波データセットが与えられる。

【0126】

これまで、実施形態を RF モードのデータ処理の文脈で説明してきた。しかしながら、本発明の原理は、ベースバンドデータ処理の実施形態にも同様に当てはまる。簡潔に言えば、ベースバンドデータ処理は、A ラインエコーデータなどの高周波信号をダウンミックスして複合的な低周波信号のセットを生成する。得られた信号は低い特性周波数を有するため、デジタルサンプリングレートを低減させることができる。

【0127】

トランスデューサ 302 は、特性中心周波数  $f$  で音響パルスを放射する。超音波用途では、代表的な中心周波数は、典型的には 2 MHz ~ 50 MHz の範囲である。しかし、この範囲をかなり超える周波数が企図され、提供される。また、放射されたパルスは、比帯域幅  $bw$  のガウス振幅エンベロープ内の他の周波数も含む。点散乱体によって生成されかつ受信トランスデューサ 302 によって受信された反射パルスは、次式で概算できる：

【数 1】

$$p(r, t) = Au(\phi_t)u(\phi_r) \cos(\omega t - k(|R_t| + |R_r|)) \exp\left(\frac{-(t - \tau)^2}{\sigma^2}\right)$$

ここで、

$\phi_t$  はエミッタ指向性、すなわち放射トランスデューサと点散乱体との間の入射角であり

、

$\phi_r$  はレシーバ指向性、すなわち点散乱体と受信トランスデューサとの間の入射角であり

、

A は、散乱強度及び弾性波の分散に依存する定数であり、

k は波数であり、

10

20

30

40

【数 2】

$$\tau = (|R_t| + |R_r|) / V_{sound}$$

であり、

【数 3】

$$\sigma = \frac{\log(0.5)}{bw * f}$$

10

であり、そして

【数 4】

$$u(\phi) = \cos(\phi) \sin\left(\frac{\pi w \sin(\phi)}{\lambda}\right) / \left(\frac{\pi w \sin(\phi)}{\lambda}\right)$$

すなわち、特定のトランスデューサからの放射についての代表的な近似値である。

【0128】

20

パルスは、受信トランスデューサによって時間変動電圧に変換され、そして得られた信号を余弦信号 ( $\cos(\quad t)$ ) とミキシングして同相信号を生成する：

【数 5】

$$I(r, t) \propto p(r, t) \cos(\omega t)$$

【0129】

その後、この信号をローパスフィルタ処理して高周波成分を除去する。同様に、正弦波 ( $\sin(\quad t)$ ) と混合することによって、直交信号を生成する：

30

【数 6】

$$Q(r, t) \propto p(r, t) \sin(\omega t)$$

【0130】

また、この信号をローパスフィルタリングする。いくつかの実施形態では、これら2つを組み合わせ、複素包絡線とトランスデューサによって受信されたエコーの相を含む複素振幅  $D(r, t)$  を形成させる。

【数 7】

40

$$D(r, t) = I(r, t) + iQ(r, t)$$

【0131】

さらなる実施形態では、同相成分及び直交成分を集束処理中に別々のチャンネルとして保持する。集束が完了したら、複素包絡線及び位相を導出することができる：

【数 8】

$$Env = \sqrt{I(r,t)^2 + Q(r,t)^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}(Q(r,t)/I(r,t))$$

【0132】

複素包絡線は、典型邸には構造イメージングで使用される。この相は、組織分類、歪みイメージング及びフローイメージングなどの用途で使用できる。

【0133】

画像化されるフィールドは、変動強度及び密度分布の点散乱体のアマalgamとして大まかに近似できる。各散乱体は、エコー及び結果のデータを生成し、直線的に組み合わせる。集束処理は、関心のある点での散乱体の寄与を分離することにより空間内の特定の点で散乱体密度/強度を測定する。ベースバンド環境では、これは、信号を複素集束係数で乗算することによって各送信・受信ペアで記録された信号の位相を回転させることによって達成できる。複素振幅信号の位相角はエコー経路の形状に大きく依存する（音の不均一な速度のため影響を無視する）ため、予測可能である。係数の位相は、関心領域内の散乱体からのエコーがそれぞれ送受信の組み合わせのために整列した位相となるように選択できる。位相回転後、信号を合計することができる。焦点での散乱体によるエコーは一貫して追加するのに対し、媒体における別の場所から到達するエコーは追加しない。得られた信号は、焦点での散乱体密度/強度の尺度である。

【0134】

図26a及び26bは、本発明の態様に係るベースバンド変調器の概略図である。図から分かるように、ベースバンド変換は、デジタル又はアナログデータ信号のいずれかを用いて実行できる。まず図26aを参照すると、ベースバンド変調器2600は、アナログAラインデータを受信する。受信Aラインデータは、トランスデューサ複合体110、アナログ増幅器、フィルタ、信号調整器及び/又は他の好適なインタフェースシステムから受信できる。同相変調器2602は、着信データと余弦波信号( $\cos(t)$ )とをミキシングして同相信号を生成する。得られた信号をローパスフィルタ2606に通す。同様に、直交変調器2604は、着信データと正弦波信号( $\sin(t)$ )とをミキシングして直交信号を生成する。この信号をローパスフィルタ2606に通す。

【0135】

集束処理は、Aラインデータから個々の散乱体により生じたエコー信号を分離し、それによって所定の場所で散乱密度を測定しようとする。ベースバンド環境では、これは、受信Aラインデータの同相成分及び直交成分をシフトしかつ整列させる時間で実行できる。当業者であれば、RFの実施形態に関連して開示されたベースバンド時間シフトと飛行時間型調整との間の類似性を認識するであろう。ベースバンドの実施形態では、時間シフトは、2つの異なるステップで実施できる。位相回転器2610を使用して1未満のサンプルの度単位でアナログデータをシフトさせることができる。例えば、 $180^\circ$ の位相シフトは、サンプリング間隔の半分の時間で着信Aラインデータをシフトすることができる。位相回転器2610によって使用される位相シフト値2608は、トランスデューサ複合体110の幾何学的形状、トランスデューサの特性、開口の特性及び/又は到達時間に影響を与える他の関連要因に基づくことができる。1を超えるサンプルのタイムアラインメントは、例えば参照図9a及び図9bで説明したように、パンプマップを使用して実行できる。同時に、位相回転器2610及びパンプマップ変換器2620はRFドメインにおいて飛行時間型補正を補足し又は置き換えることができる。

【0136】

図26aの実施形態では、アナログ同相及び直交信号を、位相シフト値2608に従って位相回転器2610によって位相調整し、1個以上のアナログ・デジタル変換器2612によってデジタル化し、そしてパンプマップ変換器2620によって再サンプリングし

10

20

30

40

50

てデジタル化ベースバンドAラインデータを生成する。様々な関連する実施形態において、アナログ・デジタル変換器及びパンプマップ変換器2620を可変クロックレートデジタイザに統合する。

【0137】

図26aの実施形態とは対照的に、アナログ・デジタル変換は、先にベースバンドデータフローで実行できる。図26bは、ベースバンドデータ処理の大部分をデジタル化データについて実行する実施形態を示す。図26bのベースバンド変調器2650は、特に記載した場合を除き、図26aのベースバンド変調器2600と実質的に同様である。図示した実施形態では、アナログAラインデータは、アナログ・デジタル変換器2614によって受信され、そこでデジタル化される。受信Aラインデータは、トランスデューサ複合体110、アナログ増幅器、フィルタ、信号調整器及び/又は他の好適なインタフェースシステムから受信できる。デジタル化Aラインデータは、デジタル同相2602及び直交変調器2604に与えられる。変調された信号は、デジタルローパスフィルタ2606に与えられる。フィルタリングされた信号は、位相シフト値2608に従って位相回転器2610で回転される。

10

【0138】

いくつかの実施形態では、合計された信号のサンプリング周波数をデシメータ2616によって減少させる。これは、図26a及び26bの両方の実施形態によって利用できるベースバンドのデータ処理に対する利点のため、精度の有意な損失なしに実行できる。同相及び直交信号を形成するプロセスは、Aラインデータストリームを中心周波数によってダウンミキシングする。その結果は、より低い有効周波数の信号である。この低周波数信号は、半帯域幅を加えた中心周波数の代わりに半帯域幅に比例したサンプリングレートを使用してデジタル化できる。ナイキスト・レート、すなわちエイリアシングを回避するのに必要な最小サンプリングレートは、最も高い関心周波数の2倍であるため、サンプル数の減少はかなりのものになる場合がある。それに応じて、減少サンプリングレートは、バス速度、データストレージ要件、クロック周波数、消費電力及び/又は他の集束のステップに必要な処理ハードウェアを減少させることができる。

20

【0139】

デシメーション後、1個以上のパンプマップ変換器2620は、同相及び直交ベースバンドデータをシフトするさらなる時間を行う。デシメーション及びパンプマップ変換は、単一プロセスの一部として実行できることが分かるであろう。したがって、いくつかの実施形態では、パンプマップ変換器2620は、デシメーションのみならず時間シフトを実行するように構成されたパンプマップを受信する。さらなる実施形態では、パンプマップ変換器2620は、前にデータフローに配置されたアナログ・デジタル変換器2614に統合されている。このような実施形態では、パンプマップを介した時間調整を、変調、フィルタリング及び位相シフト前に実行する。これら及び他の構成は、本発明の範囲内に包含される。

30

【0140】

図27は、本発明の態様に係るベースバンド開口エンジン2700の概略図である。ベースバンド開口エンジン2700の部分を、IVUS処理システム106、患者インタフェースモニタ(PIM)104及び/又はIVUSイメージングシステム100の他の構成要素に組み込むことができる。いくつかの実施形態では、ベースバンド開口エンジン2700は、処理スループットを向上させるためにIVUSシステム100で使用される並列化集束エンジンを設けて複数の開口の同時処理を活用する。多くの態様において、ベースバンド開口エンジン2700は、図13~18に関連して開示された開口エンジン1300と実質的に同様である。

40

【0141】

ベースバンド開口エンジン2700は、直交データ成分2701及び/又は同相データ成分2702を含むことができるベースバンドAラインデータを受信する。このデータは、トランスデューサ複合体110、メモリサブシステム、アナログ・デジタルコンバータ

50

、アナログ及び/又はデジタルアンプ、フィルタ、信号調整器、及び/又は他の好適なインタフェースシステムから受信できる。受信されたAラインデータは、ベースバンドユニット2704に提供される。好適なベースバンドユニットは、図23a及び23bに関して記載されたものを含む。ベースバンドユニット2704は、フィルタリング、受信位相シフト値2706に従う位相回転、複素合計、アナログ・デジタル変換及び/又は図23a及び23bに関して説明した受信Aラインデータ2702に対するバンプマップを使用した再サンプリングを適用することができる。

#### 【0142】

予備アポダイゼーション再サンプルユニット2708を組み込んだ実施形態では、ベースバンドAラインデータは、アナログ及び/又はデジタル形式で供給でき、かつ、別個の同相と直交成分として及び/又は2成分の複素合計として供給できる。アナログベースバンドAラインデータが提供されると、再サンプルユニット2708は、アナログデータをデジタル化することができる。また、デジタルAラインデータの再サンプリングも、再サンプルユニット2708によって実行することができる。このように、いくつかの実施形態の再サンプルユニット2708は、図14の予備アポダイゼーション再サンプリングユニット1404とかなり類似していてもよい。様々な実施形態では、再サンプリングとしては、完全アップサンプリング及び補間位相シフトなどのアップサンプリング、及び/又はデシメーションなどのダウンサンプリングが挙げられる。再サンプリングアルゴリズムは、当業者に公知である。再サンプリングアルゴリズムの非限定的な例としては、線形補間、ラグランジュ補間、キュービックスプライン補間、多相補間及び/又は他の好適なアルゴリズムが挙げられる。予備アポダイゼーション再サンプルユニット2708は、再サンプル係数2712のセットに基づいてデジタルAラインデータを再サンプリングすることができる。再サンプル係数2712は、再サンプリングレートを特定することができ、再サンプリングアルゴリズムを特定することができ、再サンプリングアルゴリズムの係数を供給することができ、及び/又は他の再サンプリング構成データを供給することができる。いくつかの実施形態では、所定の上限を超えるサンプリングレートは、最終集束画像の品質を改善しない。このような実施形態では、上限は、最終画像の解像度又はピクセル数によって部分的に決定される。したがって、予備アポダイゼーションユニットは、ピクセル当たりのサンプルの比率に応じてデシメーション処理を実行することによってベースバンドAラインデータのサンプリング周波数を減少させることができる。例えば、ピクセル当たりのサンプルの比率は1:1とすることができる。

#### 【0143】

上で開示したように、サンプリング周波数を減少させることで、より効率的なアーキテクチャを得ることができる。いくつかの実施形態では、ダウンサンプリングは、より低いバス速度、より少ないデータバッファリング、減少したクロック周波数、データ格納用の低いメモリ要件、及び/又は低減された電力包絡線を可能にする。また、減少したデータ処理要件は、汎用プロセッサ、グラフィック処理ユニット、ASIC、FPGA、DSP及びマイクロコンピュータなどのコンピューティング装置のうちハードウェアのより柔軟な分割を可能にすることもできる。これらの利点は、データパイプラインでの改善された効率に限定されない。また、データセットの減少は、複合アポダイゼーションユニット2710などの機能回路のサイズ及び複雑さを低減させ、追加のサイズ、電力及びコストの削減を与えることができる。

#### 【0144】

複合アポダイゼーションユニット2710は、ベースバンドユニット2704及び/又は予備アポダイゼーション再サンプルユニット2708からベースバンドAラインデータを受信し、かつ、図12に関連して開示されたアポダイゼーションユニット1208と同様に、サイドローブ効果及び格子効果といった影響を低減するために加重された振幅バランス及び/又はアポダイゼーション関数を実行することができる。アポダイゼーション関数としては、ボックスカー、ハン、ハミング、余弦、半余弦窓関数及び/又は他の好適なアポダイゼーション関数が挙げられる。いくつかの実施形態では、複合アポダイゼーショ

ンユニット 2710 は、指向性振幅調整、感度調整及び / 又は他の振幅変更を適用する。これらは、1 以上のアポダイゼーション係数 2714 によって特定できる。ベースバンド A ラインデータは同相及び直交成分のセット又はこれらの成分の複素合計であることができるため、供給されたアポダイゼーション係数 2714 は、同相及び直交値のセットを含むことができ、及び / 又は複素数値を含むことができる。

#### 【0145】

得られたアポダイズベースバンド A ラインデータを実行中の合計ユニット 2716 に供給し、そこで開口内の他の A ラインについてのアポダイズベースバンド A ラインデータと共に付加される。適切なデータを処理し合計したときに、開口についての集束 A ラインデータ 2718 を生成することができる。集束 A ラインデータ 2718 は、ベースバンド又は R F の形式であることができ、かつ、別個の同相及び直交成分として又はこれらの成分の複素合計として表すことができる。

10

#### 【0146】

図 28 は、本発明の態様に係る集束ベースバンド開口の方法 2800 のフロー図である。追加のステップを方法 2800 のステップの前、その間、及びその後と与えることができ、説明されたステップの一部を方法 2800 の他の実施形態と交換し又は排除することができることが分かる。ブロック 2802 を参照すると、開口の割り当て及び A ラインデータが受信される。開口の割り当ては、割り当てられた開口に関連する受信 A ラインデータの一部を指定する。ブロック 2804 において、ベースバンド変調を少なくとも指定 A ラインデータについて実行する。ベースバンド変調は、同相成分及び直交成分を別々又は複素合計として生成する。ブロック 2806 において、位相変調を、位相変調値に従って変調 A ラインデータに対して実行する。

20

#### 【0147】

ブロック 2808 において、予備アポダイゼーション再サンプリングを、再サンプリング係数のセットに従って位相変調 A ラインデータについて実行できる。ブロック 2810 において、複合アポダイゼーションをベースバンド A ラインデータに対して実行する。予備アポダイゼーション再サンプリングを行ういくつかの実施形態では、アポダイゼーション（アポダイゼーション及び振幅変調を含む）をブロック 2808 で生成された再サンプリングデータに対して実行する。代替の実施形態では、アポダイゼーションをブロック 2806 の位相変調ベースバンドデータに対して実行する。ブロック 2812 では、集束 A ラインデータを開口割り当てに従って生成する。

30

#### 【0148】

図 29 は、本発明の態様に係るベースバンド集束システム 2900 の概略図である。集束システム 2900 を I V U S 処理システムに組み込むことができる。ベースバンド集束システム 2900 は、図 21 を参照して開示された集束システム 2100 と実質的に同様である。ベースバンド集束システム 2900 は、位相回転、増幅、アポダイゼーション及び合計などの開口処理タスクを実行する多数のベースバンド開口エンジン 2700 を備える。好適な代表的ベースバンド開口エンジン 2700 としては、図 27 を参照して開示されたエンジンが挙げられる。図示した実施形態では、集束システム 2900 は、N 個のベースバンド開口エンジン 2700 を備え、そのうちの 5 個が示されている。いくつかの実施形態では、ベースバンド集束システム 2900 に含まれるベースバンド開口エンジン 2700 の数は、開口 304 内のトランスデューサ 2700 の数と同等である。この構造は、ベースバンド集束システム 2900 が複数の開口を並行して処理することを可能にする。

40

#### 【0149】

集束計算は、集束エンジン 2700 に開口を割り当てることにより開口に応じて分割できる。そうするために、開口エンジン 2700 は、図 21 のエンジン制御装置 2102 と実質的に同様であってよいエンジン制御装置 2902 から開口割り当てを受信する。開口の割り当ては、エンジン 2700 が処理すべき開口を指定し、それに応じて集束計算に使用される受信 A ラインデータの一部を指定する。受信 A ラインデータを、A ラインデータ

50

バス 2104 に配置し、そして各開口エンジン 2700 に分配する。受信 A ラインデータは、トランスデューサ複合体 110、メモリサブシステム、アナログ・デジタル変換器、アナログ及び/又はデジタルアンプ、フィルタ、信号調整器、及び/又は他の好適なインタフェースシステムから受信できる。受信データの一部のみが各開口、すなわち各開口エンジン 2700 に関連する。したがって、開口エンジン 2700 は、開口割り当てを使用して A ラインデータバス 2104 からの関連データを識別し処理する。様々な実施形態では、割り当てられた開口の一部ではない A ラインデータを破棄することができ、省略することができ、無視することができ、適用されたゼロ値係数を有することができ、及び/又は別のカリング処理を受けることができる。このアーキテクチャの利点の一つは、エンジン 2700 でのデータの選択がバス 2104 上での複雑なデータステアリング又はフィルタ回路の必要性を回避することである。電位配線、レイアウト及び電力の利点に加えて、ルーティング及びステアリング回路の省略は、より柔軟な実施を可能にする。例えば、様々な実施形態では、開口エンジン 2700、複数の開口エンジン 2700 及び/又は全集束システム 2900 は、汎用プロセッサ、グラフィック処理ユニット、ASIC、FPGA、DSP、マイクロコントローラ又は他の好適なコンピューティング装置といった単一の個別のコンピューティングハードウェア装置で実施される。

10

**【0150】**

開口の割り当てに加えて、エンジン制御装置 2902 は、開口エンジン 2700 に、再サンプル係数、位相シフト値、アボダイゼーション係数及び A ラインデータを処理するために使用される他のパラメータを与えることもできる。任意の開口エンジン 2700 が割り当て開口についての A ラインデータセットを受信すると、このエンジン 2700 は、その開口についての集束 A ラインデータを生成する。次に、開口エンジン 2700 はフラッシュされ、かつ、他の開口についての A ラインデータを収集し処理することを開始できる。エンジン 2700 に対する開口のこのラウンドロビン割り当ては、無駄なアイドルリソースなしで高い使用率を与える。

20

**【0151】**

図 30 は、本発明の態様に係る複数の開口を集束するための方法 3000 のフロー図である。追加のステップを方法 3000 のステップの前、その間及びその後に行うことができ、説明されたステップの一部をこの方法の他の実施形態と交換し又は除去することができることが分かる。方法 3000 は、図 29 に関して開示したベースバンド集束システム 2900 などのシステムを使用した実施に好適である。

30

**【0152】**

ブロック 3002 において、開口 304 のセットをベースバンド開口エンジン 2700 のセットに割り当てる。いくつかの実施形態では、この割り当ては、エンジン制御装置 2902 によって実行される。いくつかの実施形態では、開口のセット内の開口の数は、エンジンのセットを有するエンジンの数に相当し、これはさらに開口 304 の各トランスデューサ 302 の数に相当する。ブロック 3004 において、開口の 1 個以上内のトランスデューサ 302 についての超音波データセットを、ベースバンド開口エンジン 3006 に提供する。このデータセットは、エコーデータから直接得ることができ、又はメモリサブシステム、アナログ・デジタル変換器、アナログ及び/又はデジタルアンプ、フィルタ、信号調整器、及び/又は他の好適なインタフェースシステムなどの仲介物によって得ることができる。超音波データセットは、割り当てられた開口に関連しない可能性があったとしても、ベースバンド開口エンジン 2700 に提供できる。

40

**【0153】**

ブロック 3006 では、開口エンジン 2700 のうち任意のものが集束 A ラインデータセットを生成するのに十分なデータを有するかどうか決定される。ブロック 3008 において、十分なデータを持つ開口エンジンは集束 A ラインデータセットを生成する。ブロック 3010 において、集束 A ラインデータセットを生成した開口エンジンは、保存されたデータが削除される。ブロック 3012 において、削除された開口エンジンは、次の開口が割り当てられる。この方法は、ブロック 3004 に戻り、そこで別の超音波データセ

50

ットが与えられる。

【0154】

IVUS装置102を利用する方法3100を、図31を参照しかつ再度図1を参照して開示する。図31は、本発明の実施形態に係るIVUS装置102を利用する方法のフロー図である。追加のステップを方法3100のステップの前、その間及びその後に与えることができ、説明されたステップの一部をこの方法の他の実施形態と交換し又は除去することができることが分かる。

【0155】

図31のブロック3102及び図1を参照すると、このシステムの典型的な環境及び用途の例示例において、外科医は、血管構造120内にガイドワイヤ118を配置する。ガイドワイヤ118を、ガイドワイヤ118の配置前、その間又はその後のいずれかにIVUS装置102の遠位端の少なくとも一部に通す。図31のブロック3104を参照すると、ガイドワイヤ118を配置したら、IVUS装置102をガイドワイヤにわたって前進させる。ブロック3106を参照すると、トランスデューサ複合体110を作動させる。伝送線束112を介してPIM104からトランスデューサ複合体110に送信された信号は、複合体110内のトランスデューサに特定超音波波形を放射させる。この超音波波形は、血管構造120によって反射する。図31のブロック3108を参照すると、この反射は、複合体110内のトランスデューサによって受信され、伝送線束112による送信のために増幅される。エコーデータは、伝送線束112上に配置され、そしてPIM104に送信される。PIM104は、エコーデータを増幅し、及び/又はいくつかの例では、予備的な前処理を実行する。図31のブロック3110を参照すると、PIM104は、エコーデータをIVUSコンソール106に再送する。図31のブロック3112を参照すると、IVUSコンソール106は、受信したエコーデータを集めそして組み立てて、モニタ108上での表示用の血管構造120の画像を作成する。いくつかの例示的な用途では、IVUS装置は、トランスデューサ複合体110が動作しているときに、画像化される血管構造120の領域を越えて前進させ、そして引き戻して、それによって血管構造120の長手方向を露出させ画像化する。一定速度を確保するために、いくつかの例では引き戻し機構を使用する。典型的な引き戻し速度は、0.5mm/秒であるが、ビーム形状、サンプル速度、及びシステムの処理能力に基づいて他の速度も可能である。いくつかの実施形態では、装置102は、膨張可能なバルーン部分122を備える。治療手順の一部として、この装置を、血管構造120内の狭窄(狭窄部)又は閉塞ブランクに隣接して配置し、そして血管構造120の制限区域を広げるために膨張させることができる。

【0156】

当業者であれば、上記装置、システム及び方法を様々に変更できることが分かるであろう。したがって、当業者であれば、本発明が包含する実施形態は、上記特定の例示実施形態に限定されるものではないことが分かるであろう。その点で、例示実施形態を示し説明してきたが、広範囲の修正、変更及び置換が上記開示において意図される。このような変形を、本発明の範囲から逸脱することなく、上記のものになすことができると解される。したがって、特許請求の範囲は広くかつ本発明と一致する態様で解釈することが妥当である。

【0157】

本発明は、主として超音波イメージングに関するものであるが、本明細書に開示されたシステムは、任意の種類フェーズドアレイデータの集束によく適している。これは、超音波トランスデューサ、無線周波数トランスデューサ及びX線トランスデューサによって生成され収集されたデータを含む。このような用途としては、断層撮影が挙げられる(例えば、CT(コンピュータ断層撮影)、マイクロCT、PET(陽電子放射断層撮影)及びマイクロPET)。医療画像化を越えて、セルラ通信、衛星通信、衛星画像、レーダLADAR及び他の技術で集束を行うことができる。当業者は、これら及び他の学問分野にわたる本発明の原理の応用を認識するであろう。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

【0158】

- 100 血管内超音波 (IVUS) 画像化システム
- 102 IVUS 装置
- 104 患者インターフェースモジュール (PIM)
- 106 IVUS 処理システム
- 108 モニタ
- 110 トランスデューサ複合体
- 112 伝送線束
- 114 PIMカブラ
- 116 ガイドワイヤ出口ポート
- 118 ガイドワイヤ
- 120 管
- 122 バルーン部分

【図3】

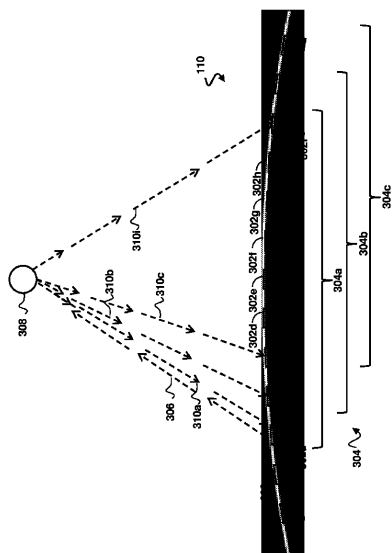


Fig. 3

【図4】

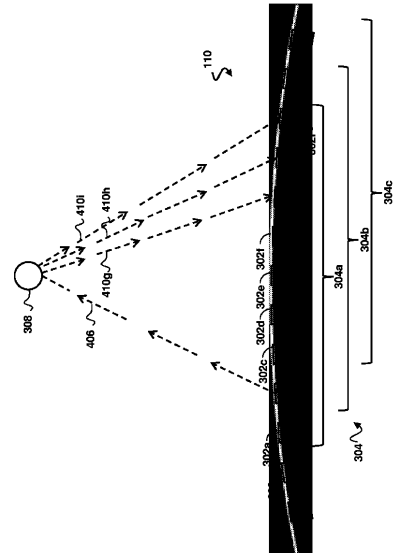


Fig. 4

【 図 6 】

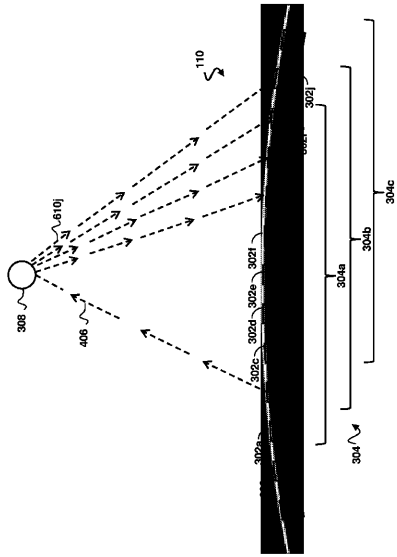


Fig. 6

【 図 1 1 】

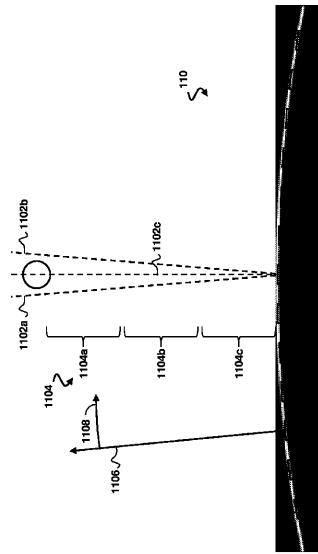


Fig. 11

【 図 1 5 】

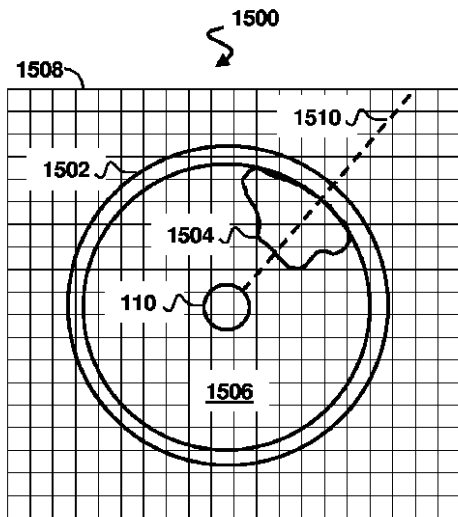


Fig. 15

【 図 1 】

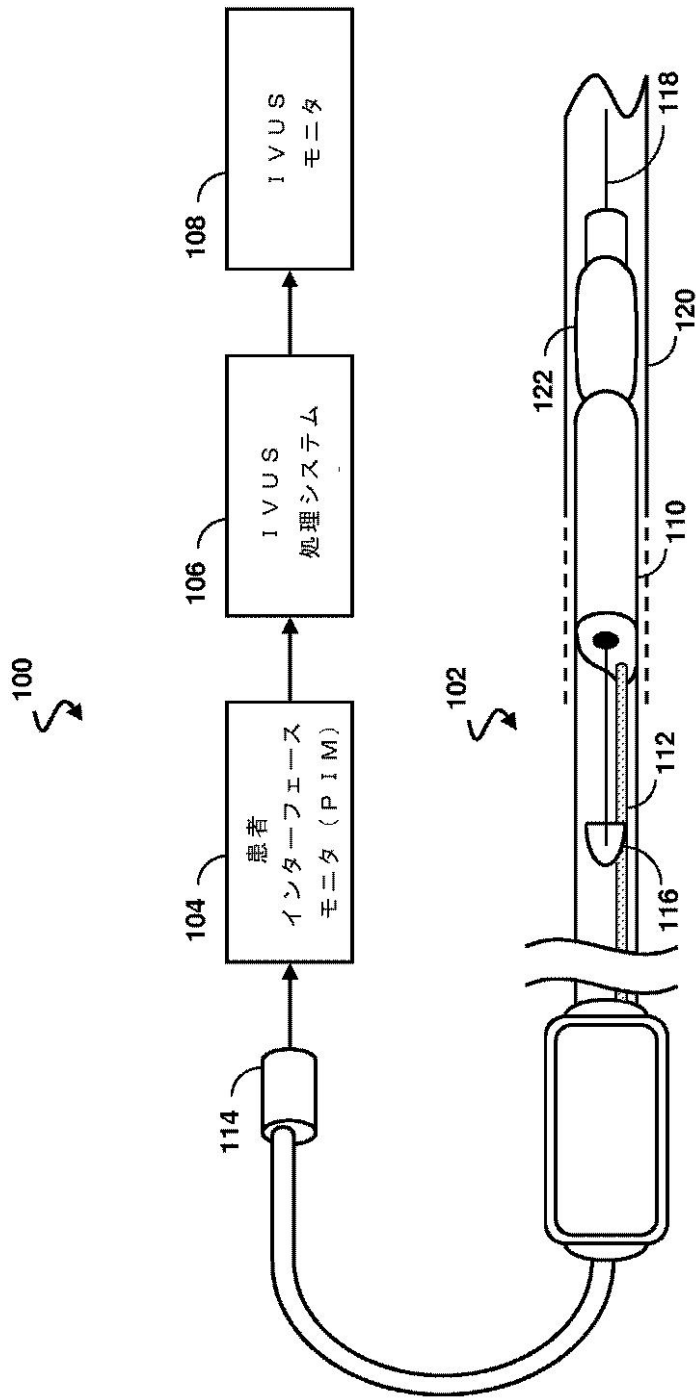


Fig. 1

【 図 2 】

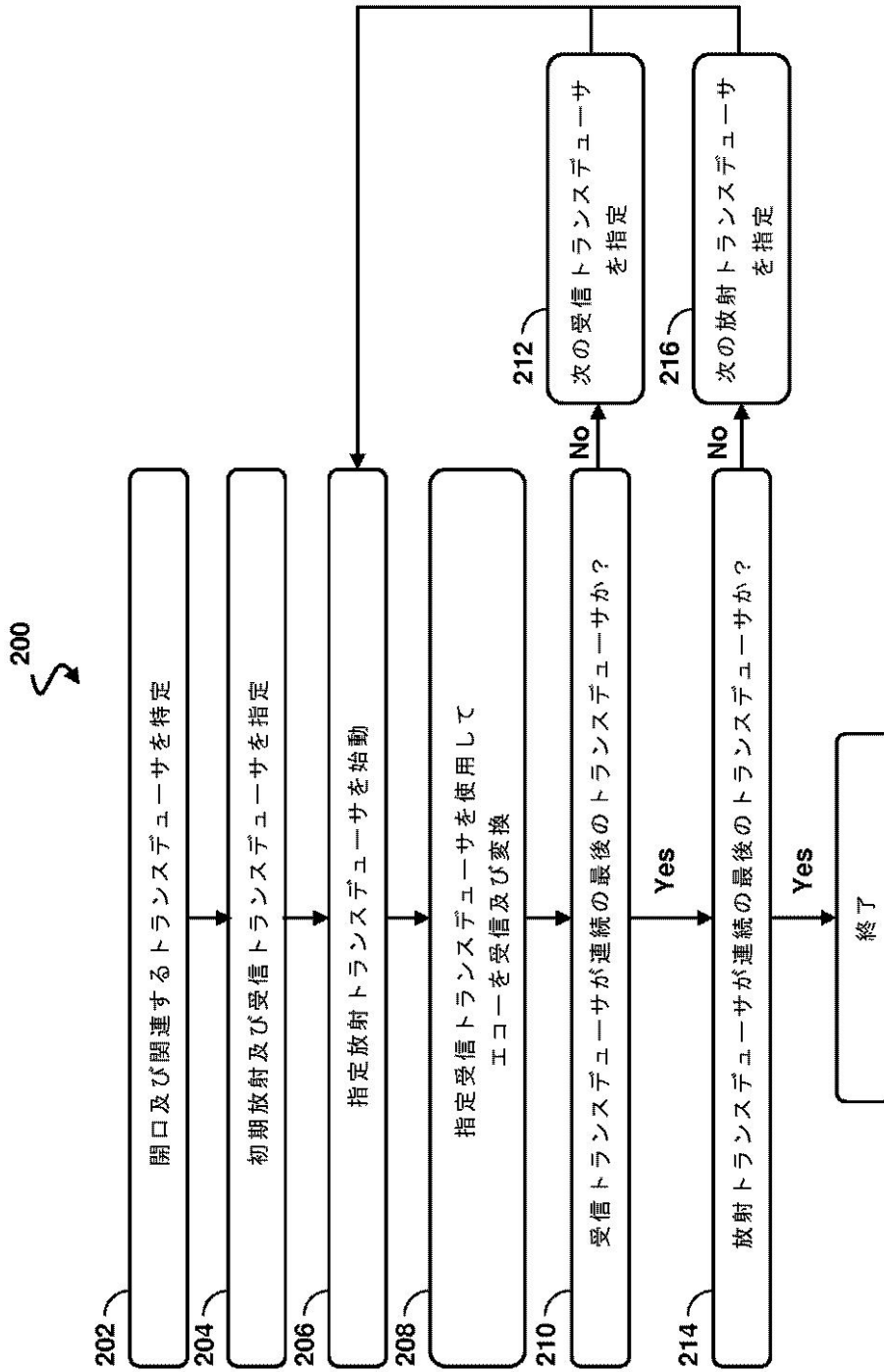


Fig. 2

【 図 5 】

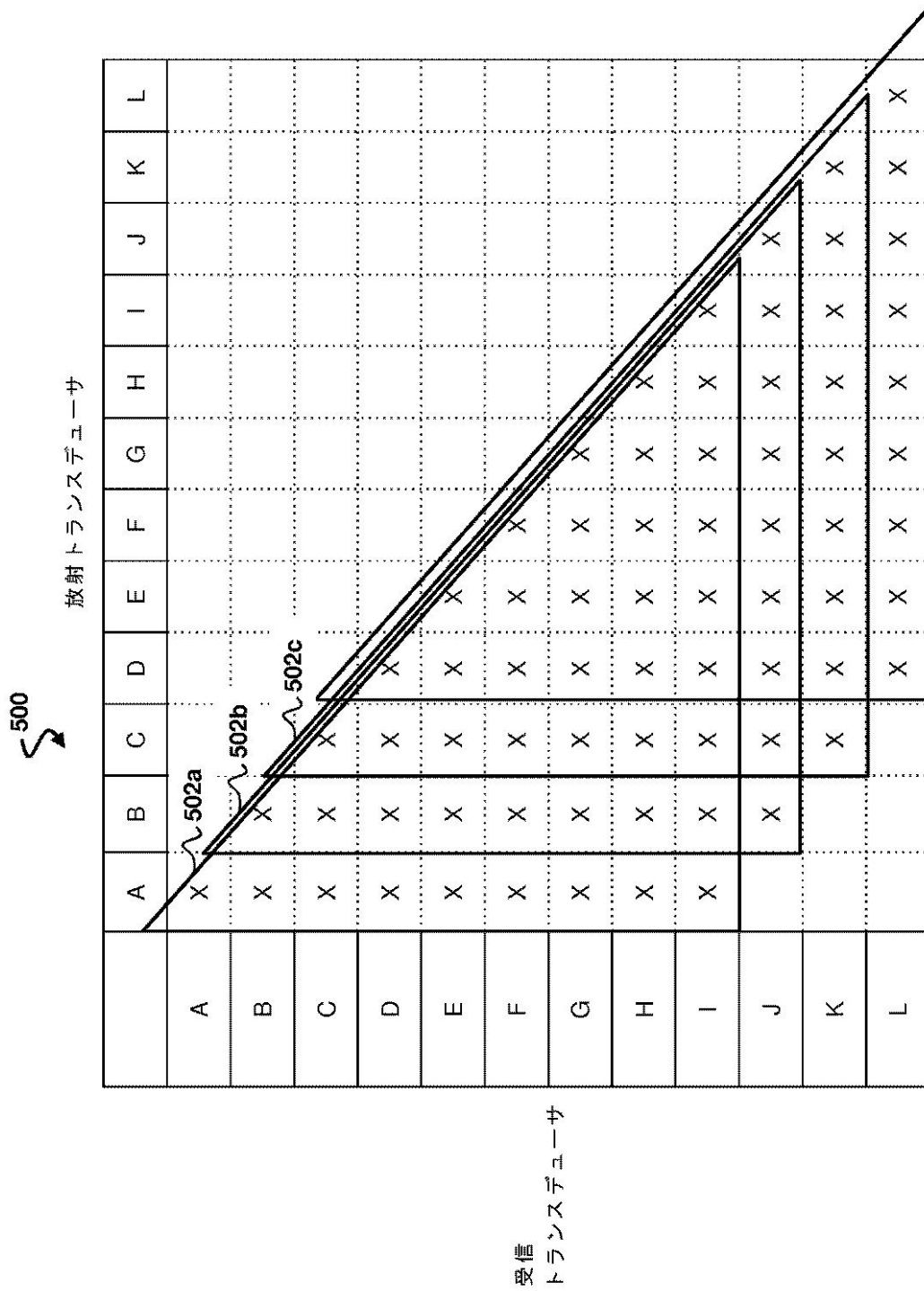


Fig. 5

【 図 7 】

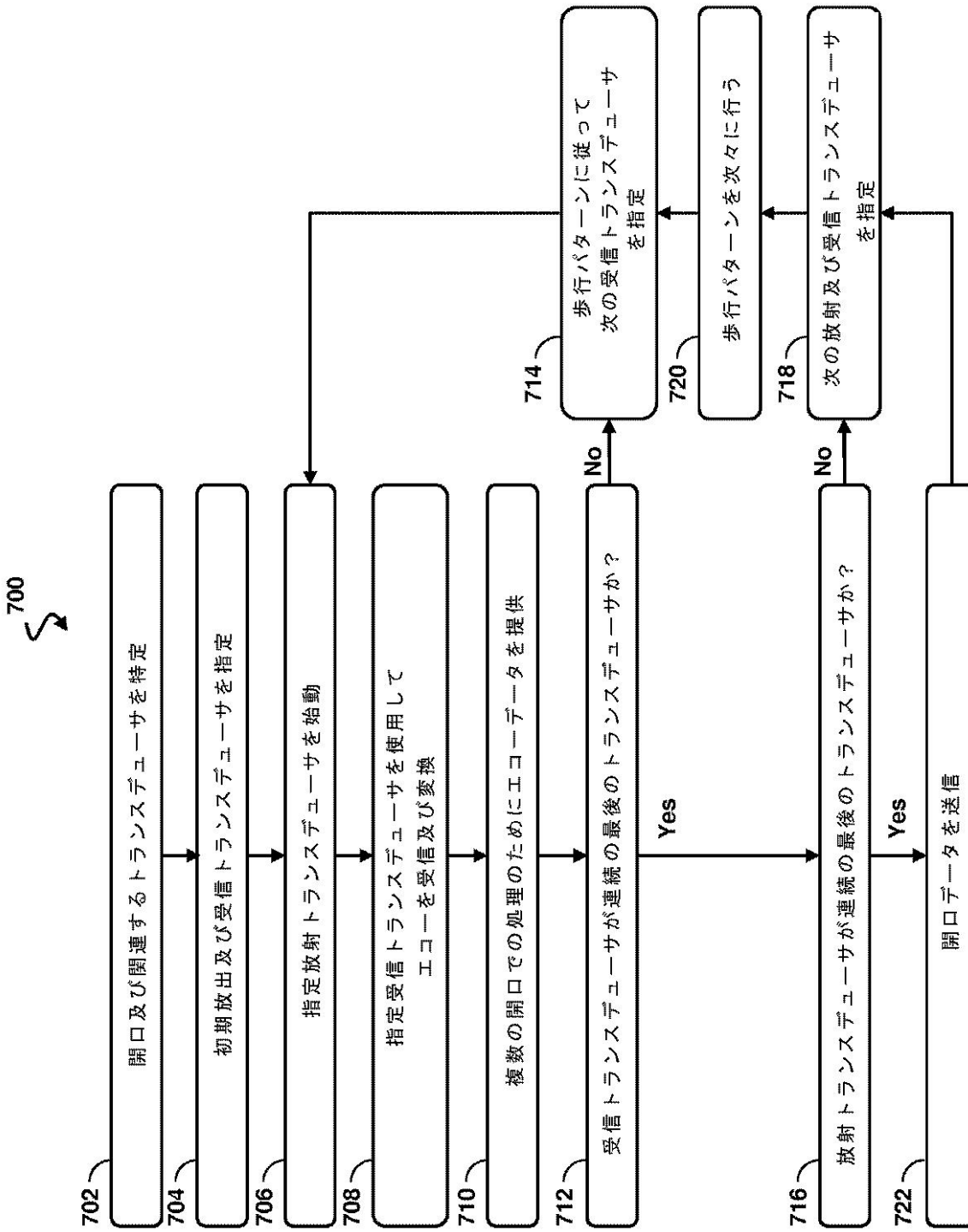


Fig. 7

【 図 8 】

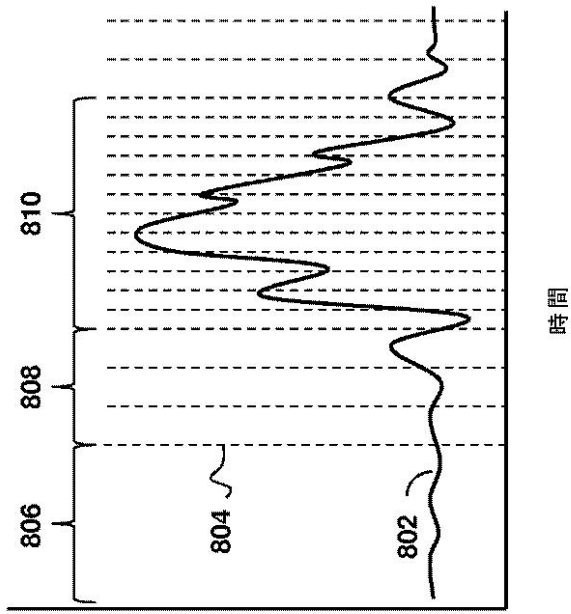


Fig. 8

【 図 9 a 】

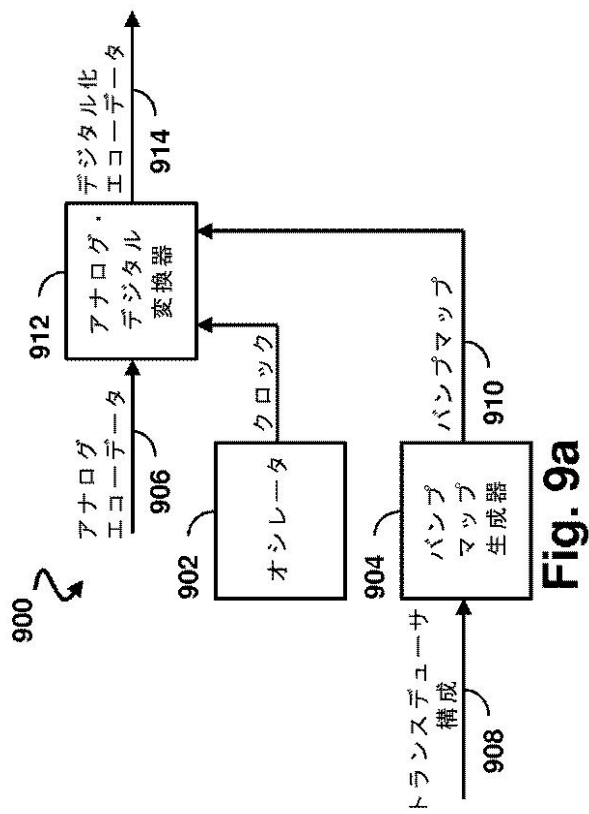


Fig. 9a

【 図 9 b 】

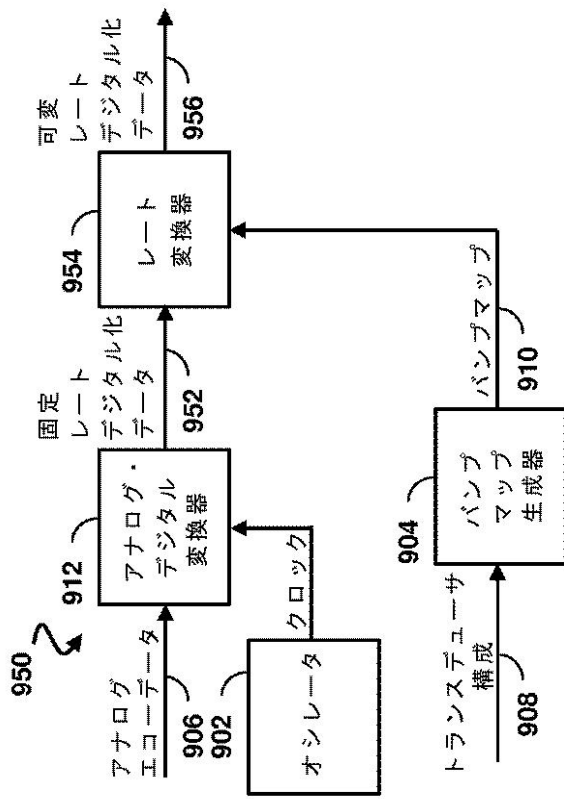


Fig. 9b

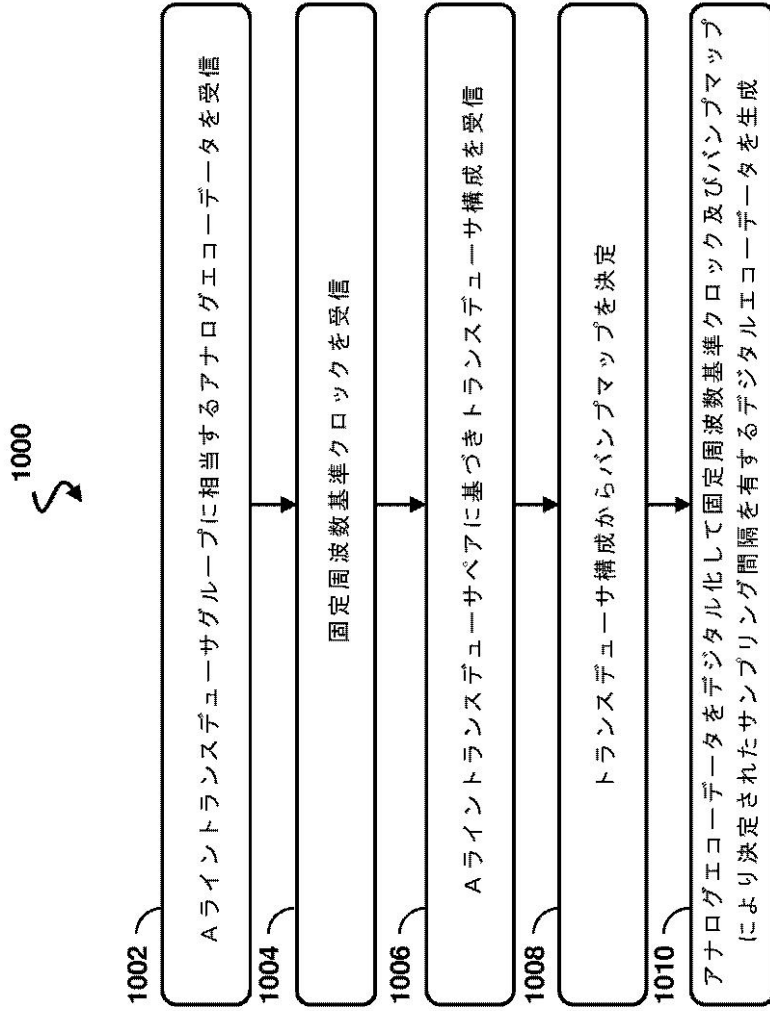


Fig. 10

【 図 1 2 】

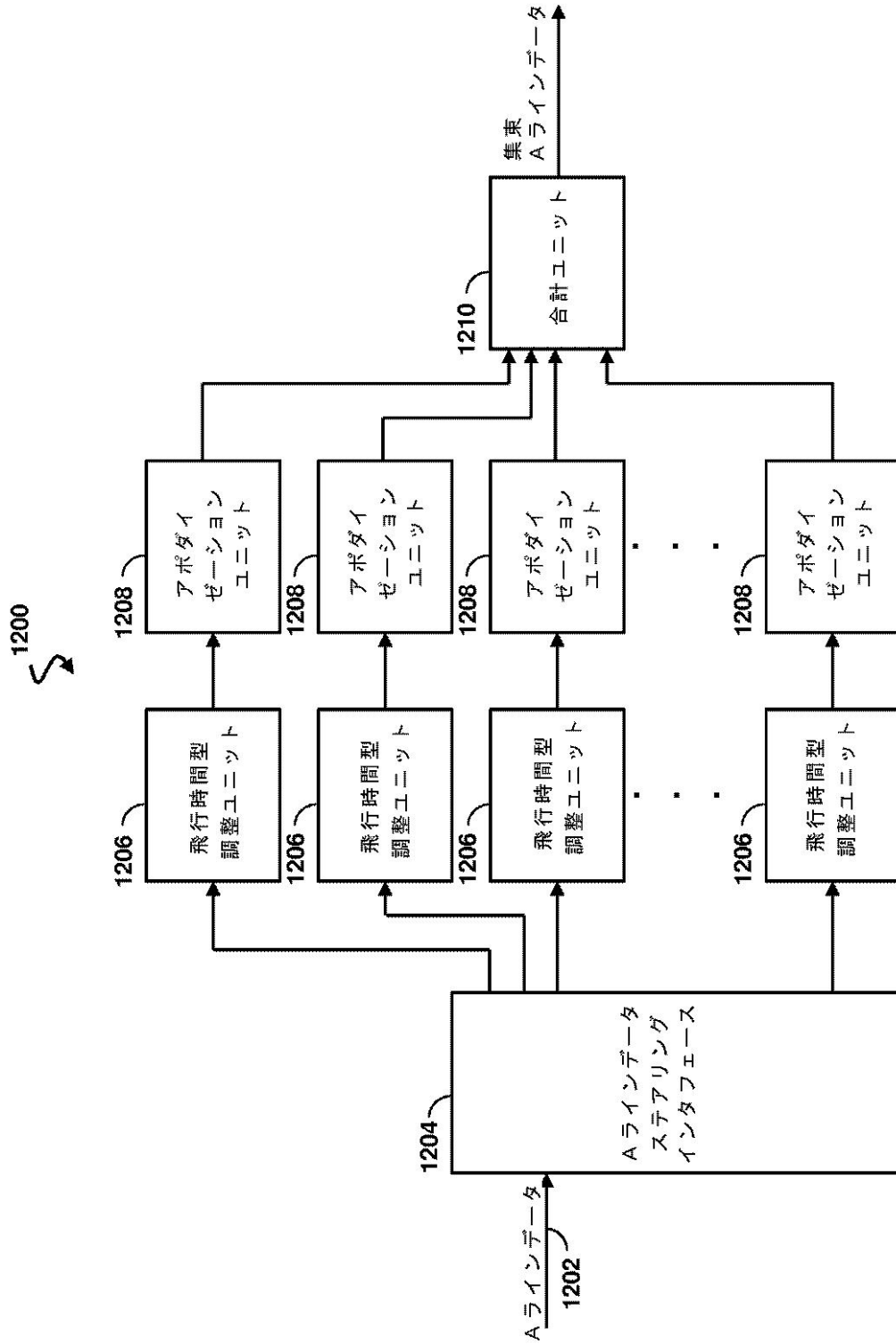


Fig. 12

【 図 1 3 】

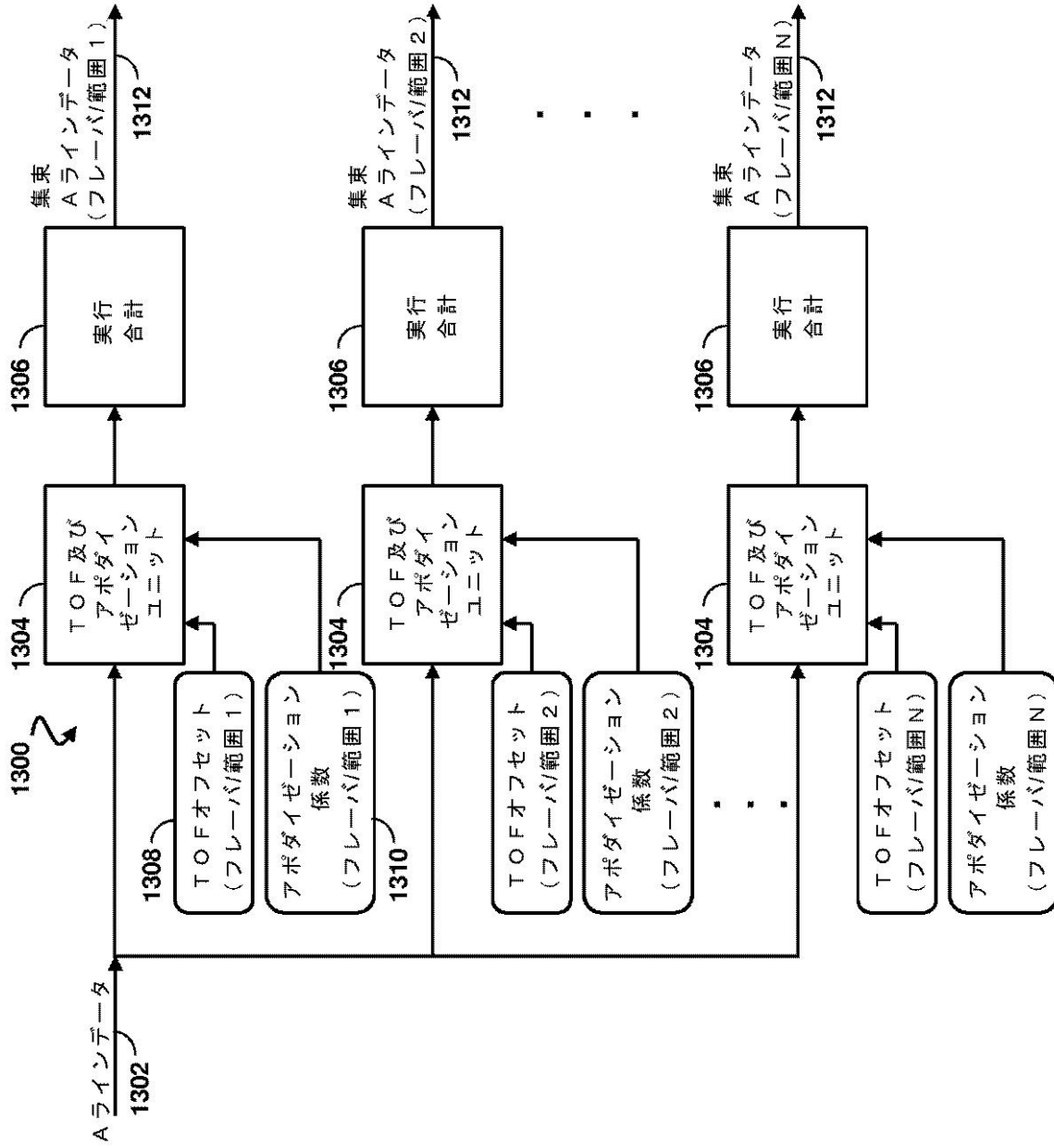


Fig. 13

【 図 1 4 】

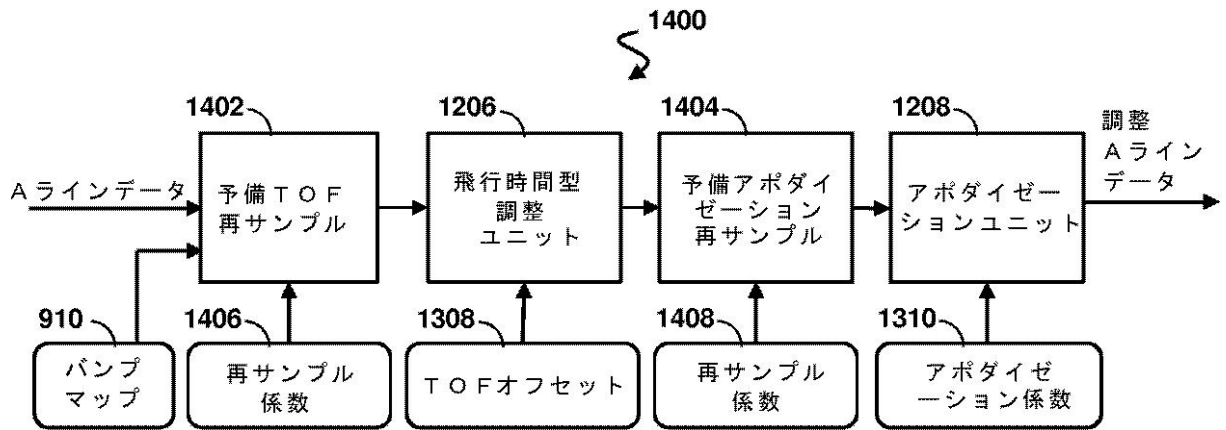


Fig. 14

【 図 1 6 】

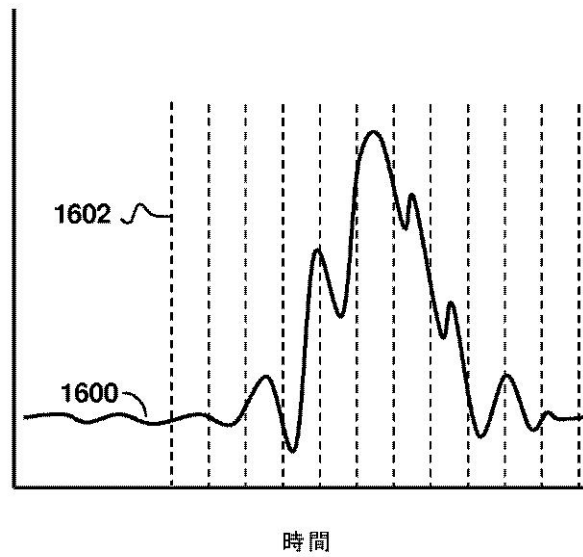


Fig. 16

【 図 1 7 】

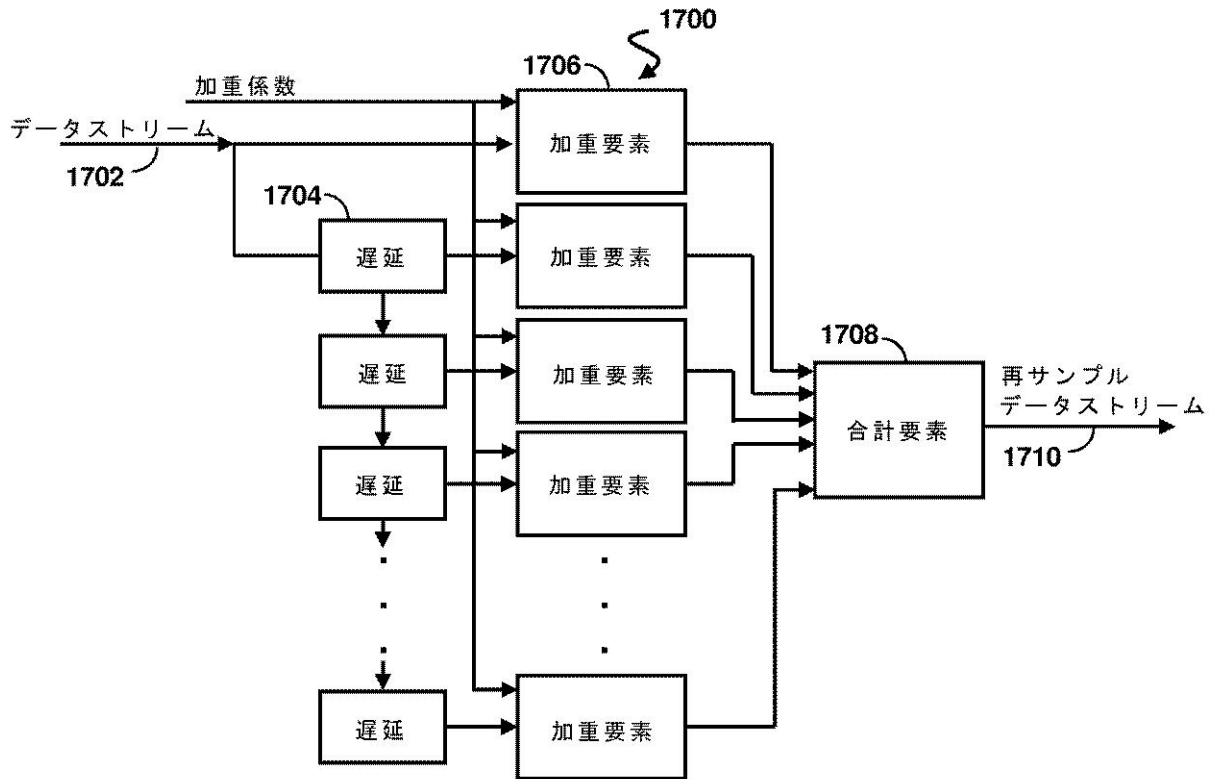


Fig. 17

【 図 1 8 】

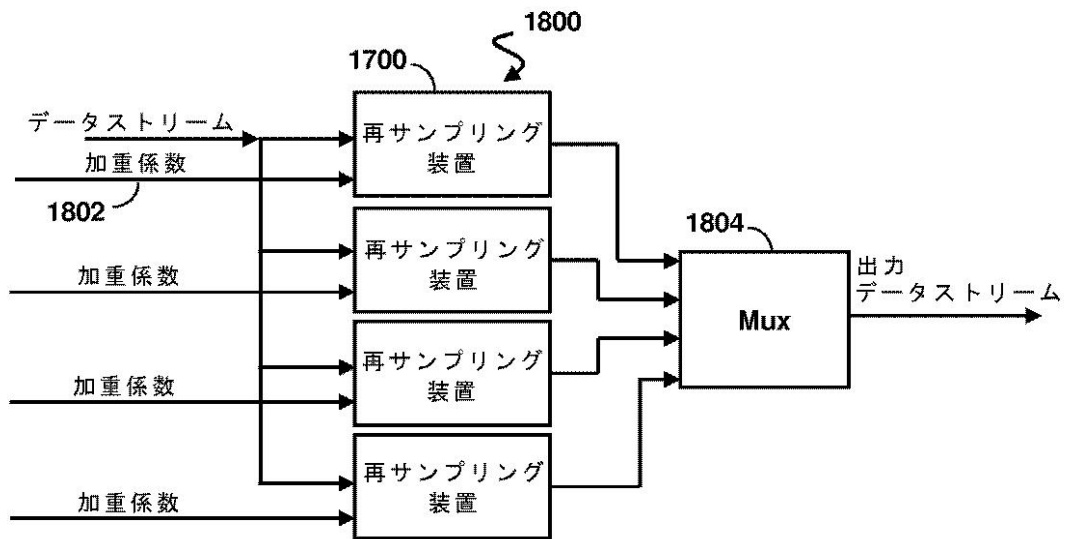


Fig. 18

【 図 1 9 】

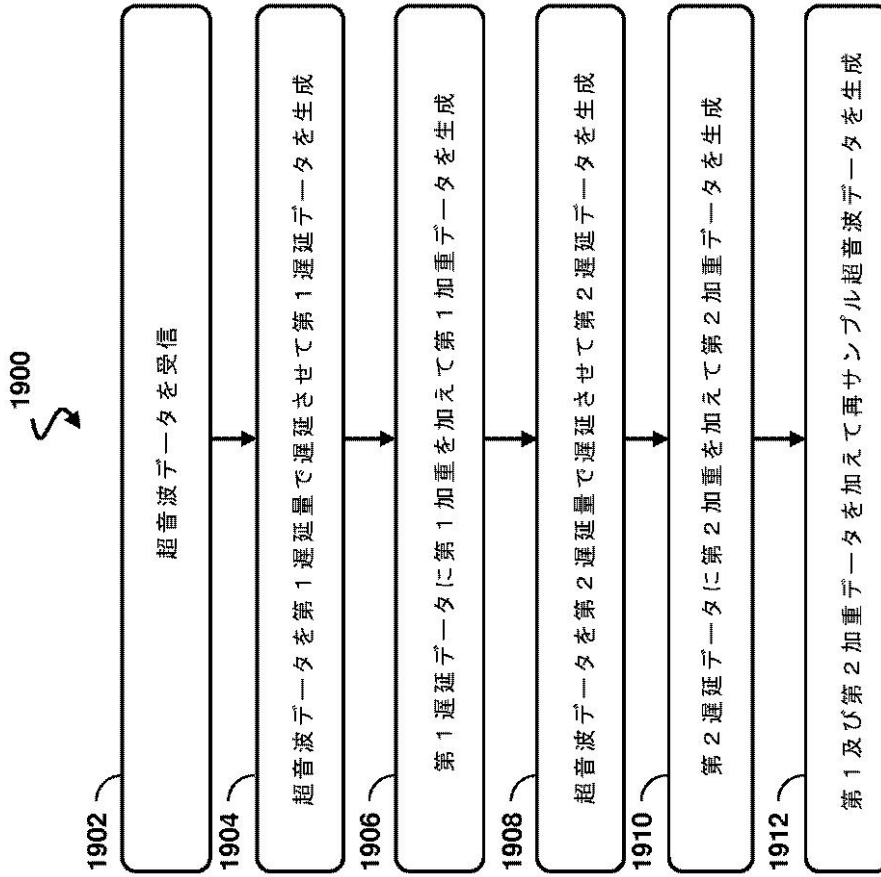


Fig. 19

【 図 2 0 】

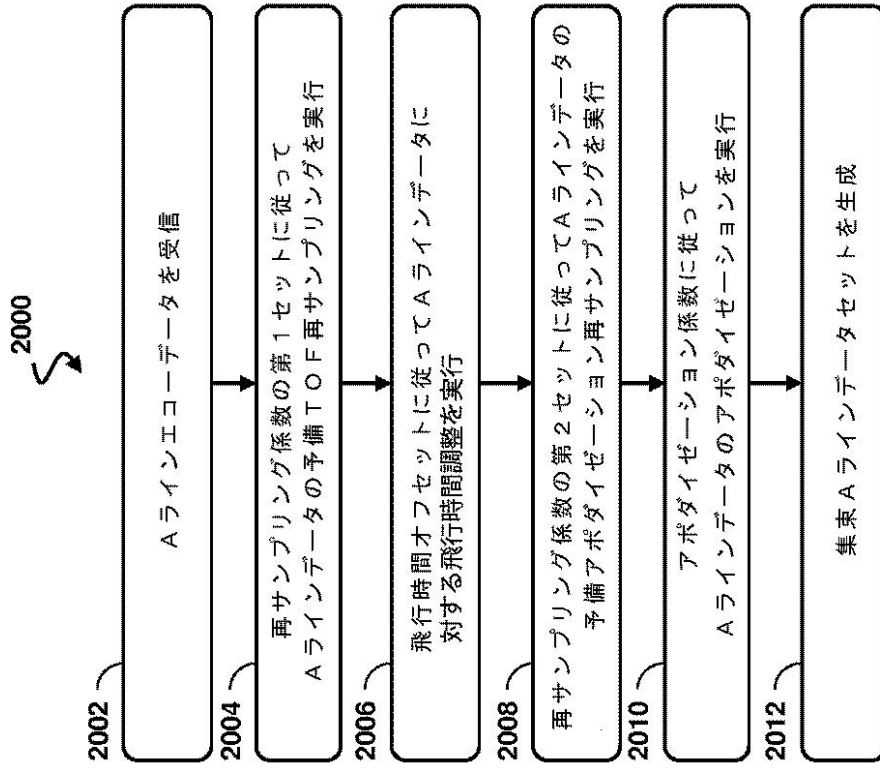


Fig. 20

【 図 2 1 】

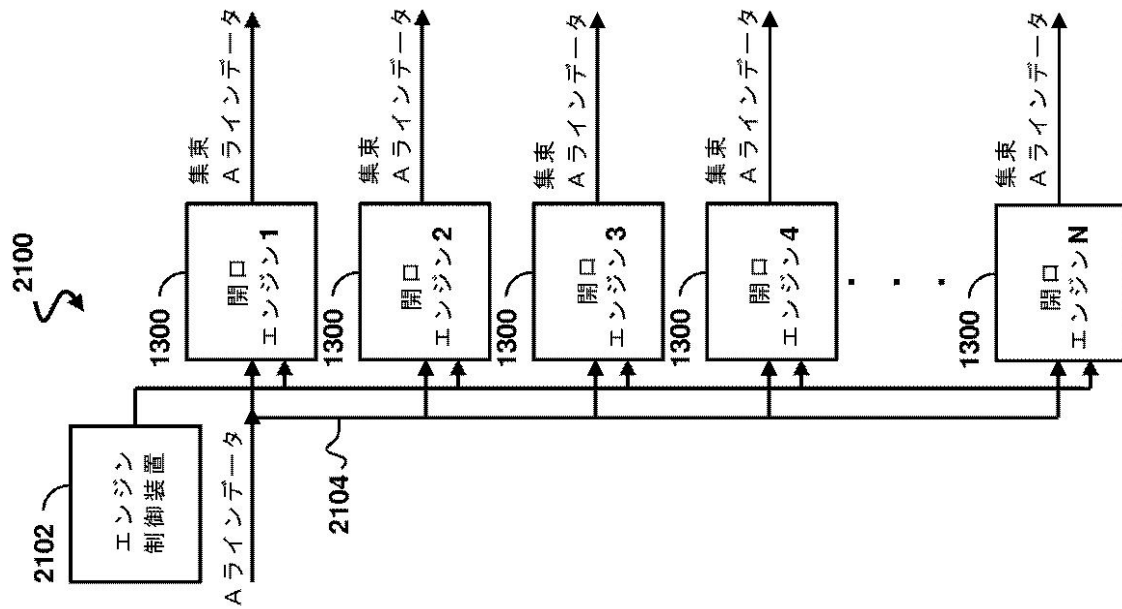


Fig. 21

【 図 2 2 】

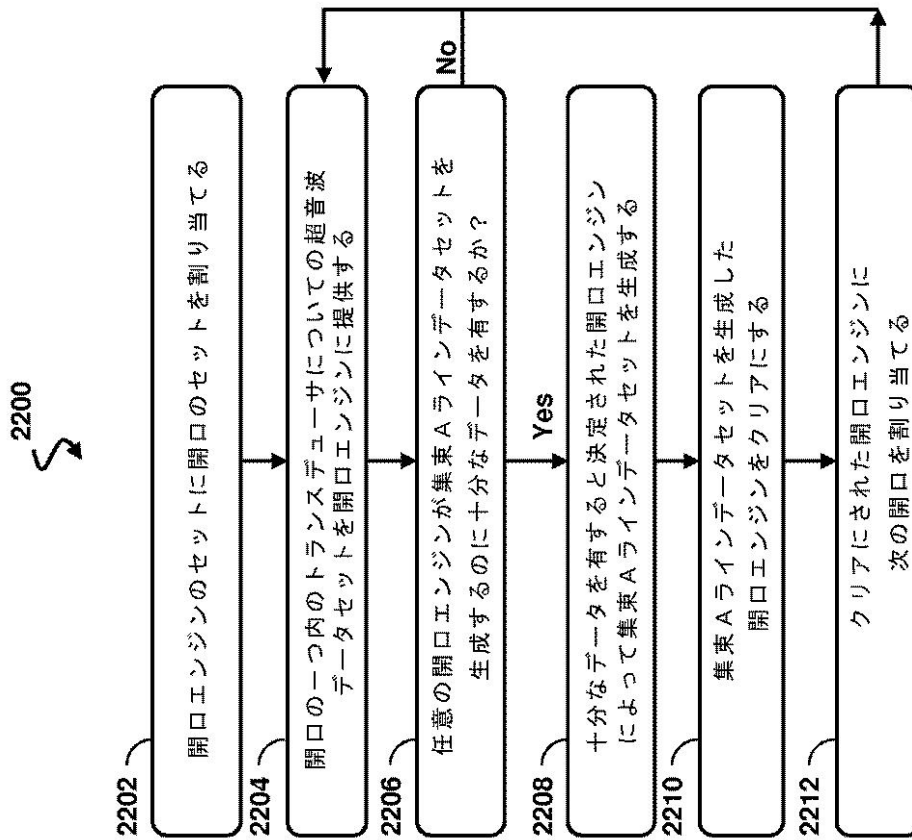


Fig. 22

【 図 2 3 】

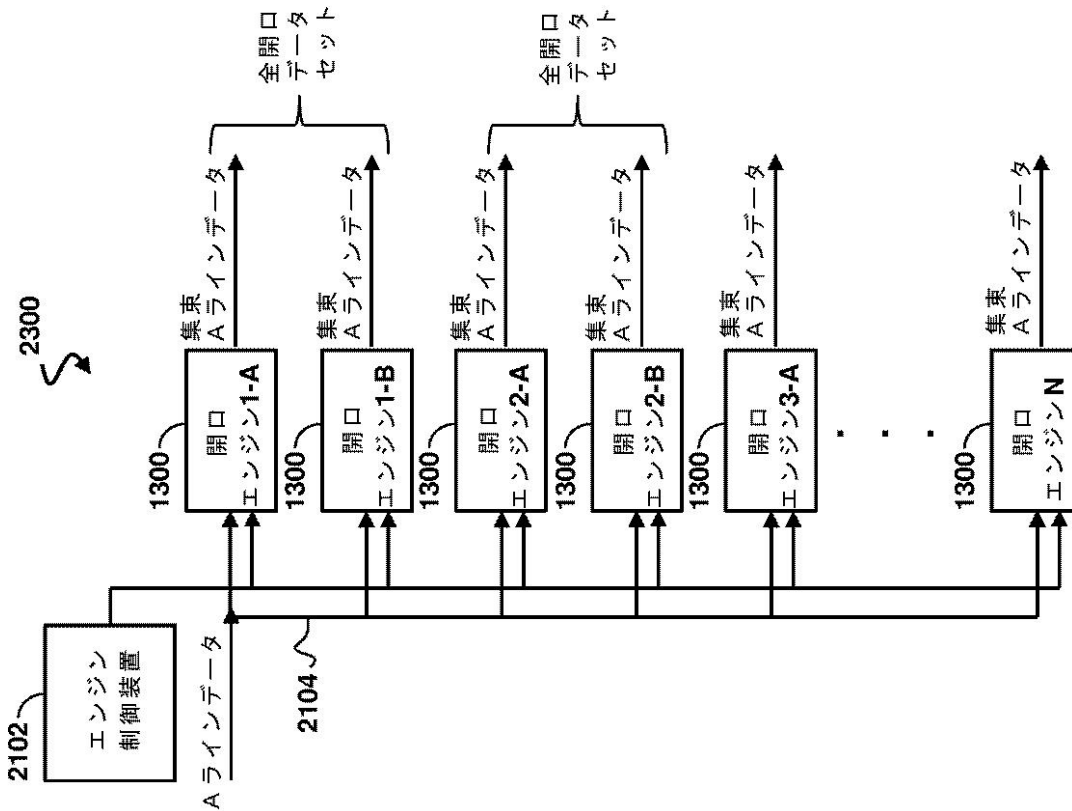


Fig. 23

【 図 2 4 】

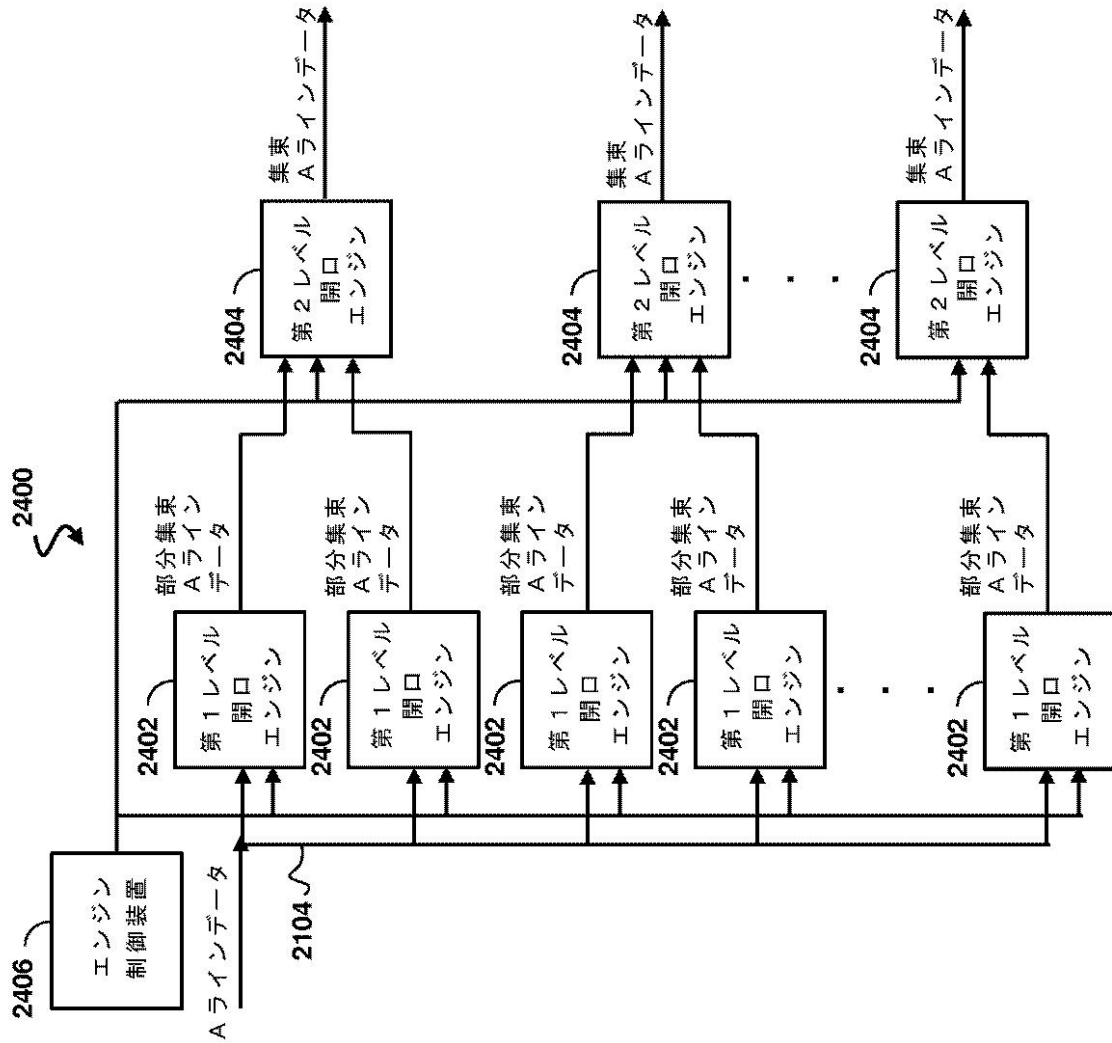


Fig. 24

【 図 2 5 】

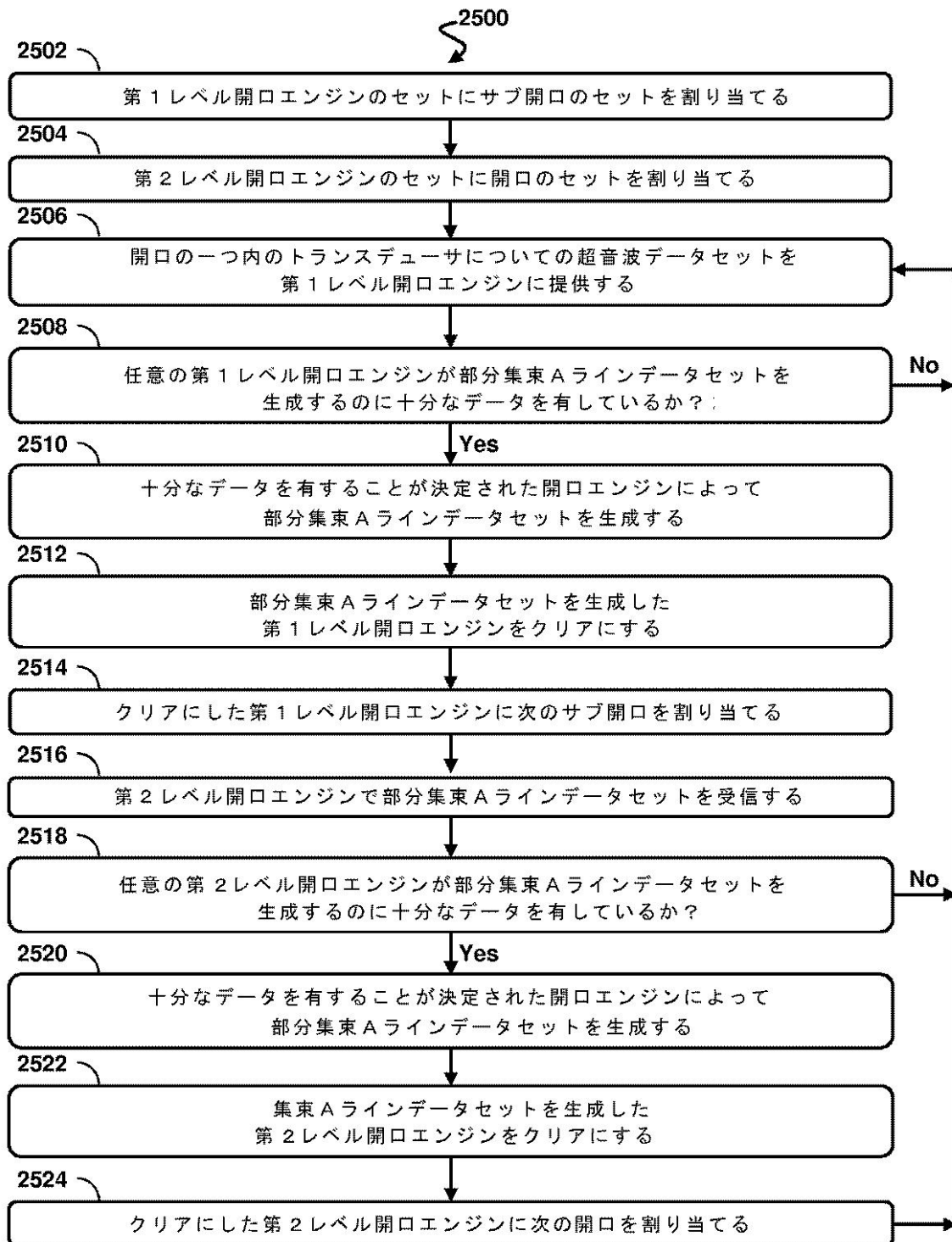


Fig. 25

【 図 2 6 a 】

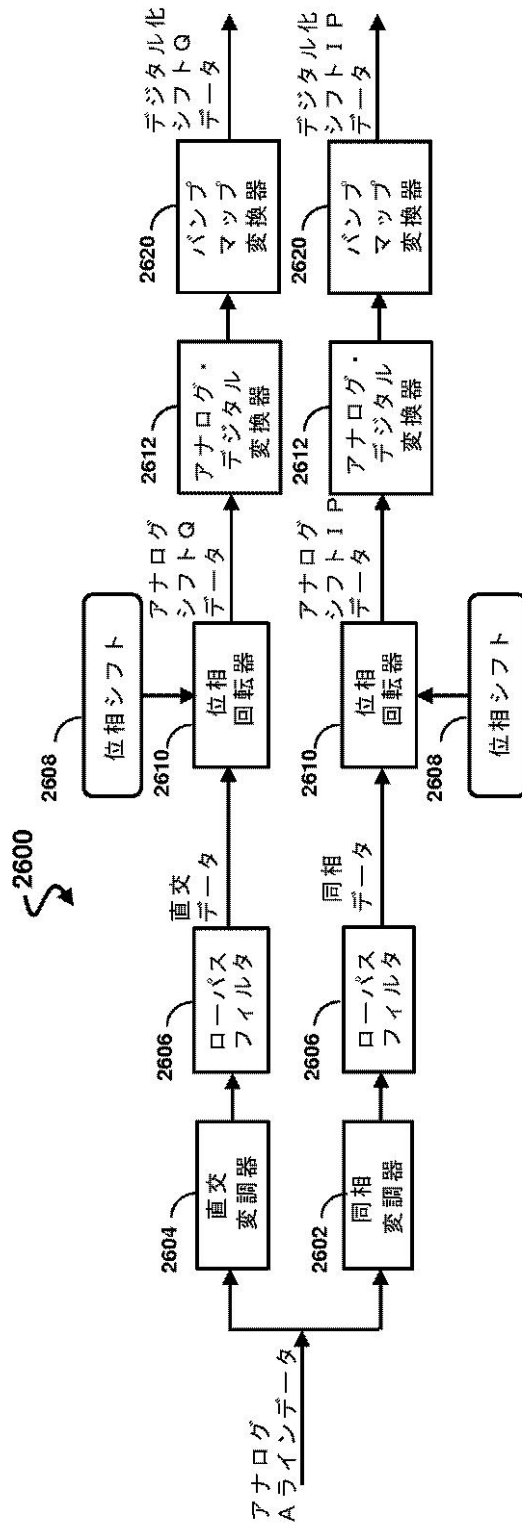


Fig. 26a

【図 26b】

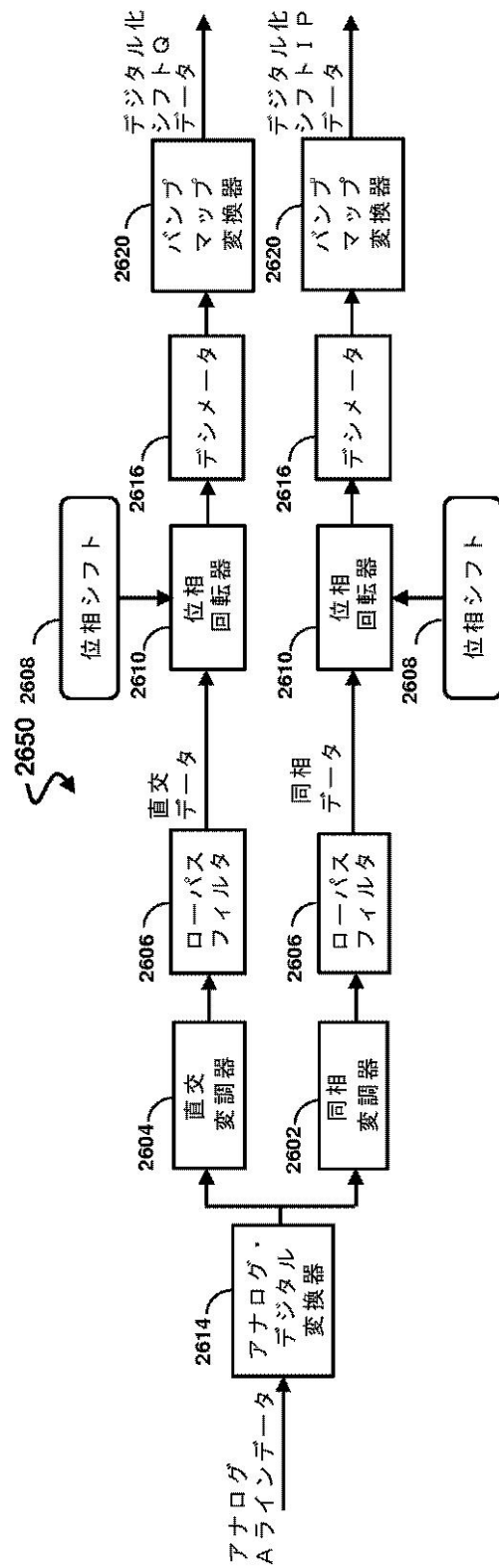


Fig. 26b

【図 27】

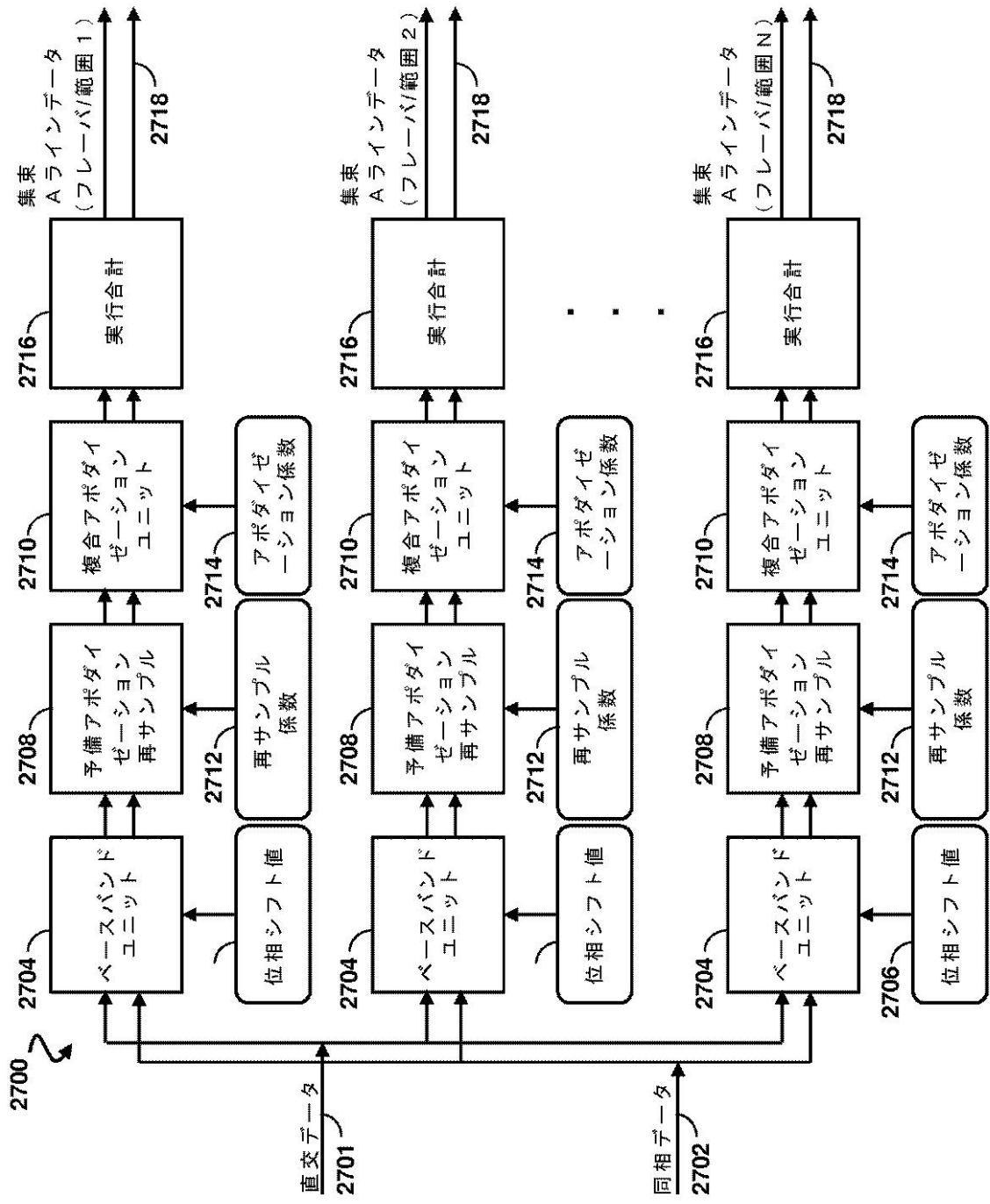


Fig. 27

【 図 2 8 】

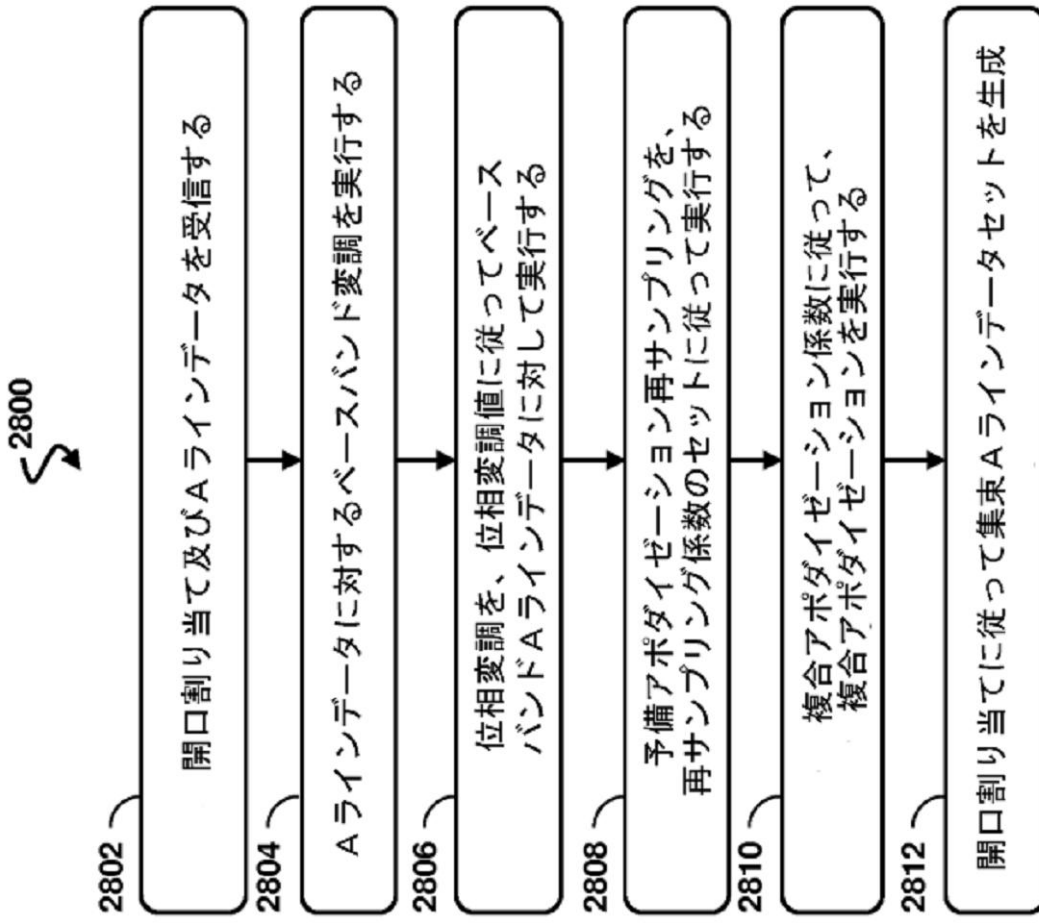


Fig. 28

【 図 2 9 】

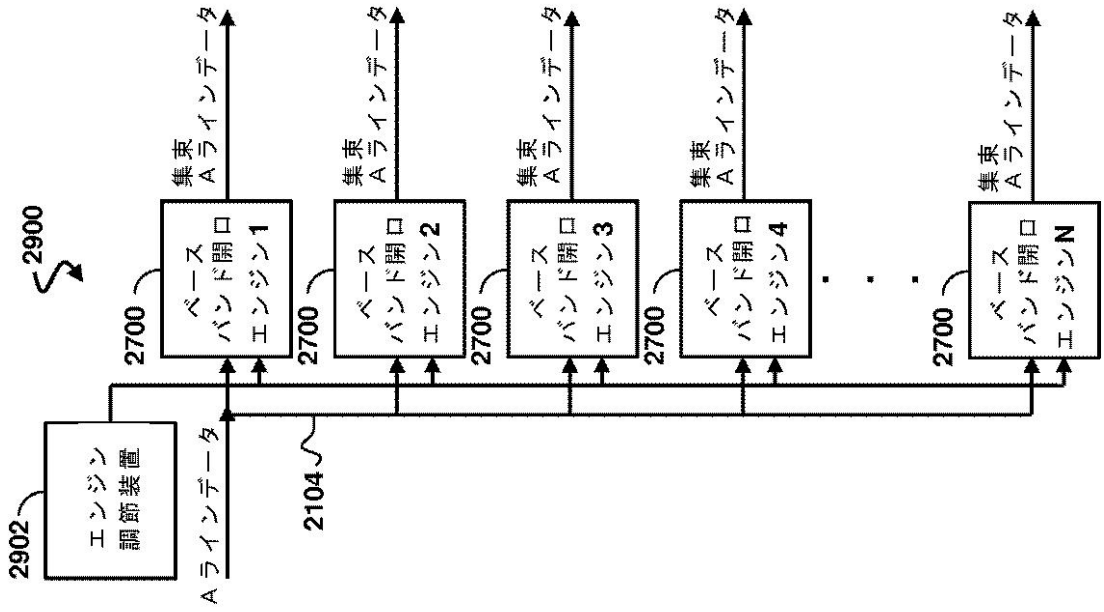


Fig. 29

【 図 3 0 】

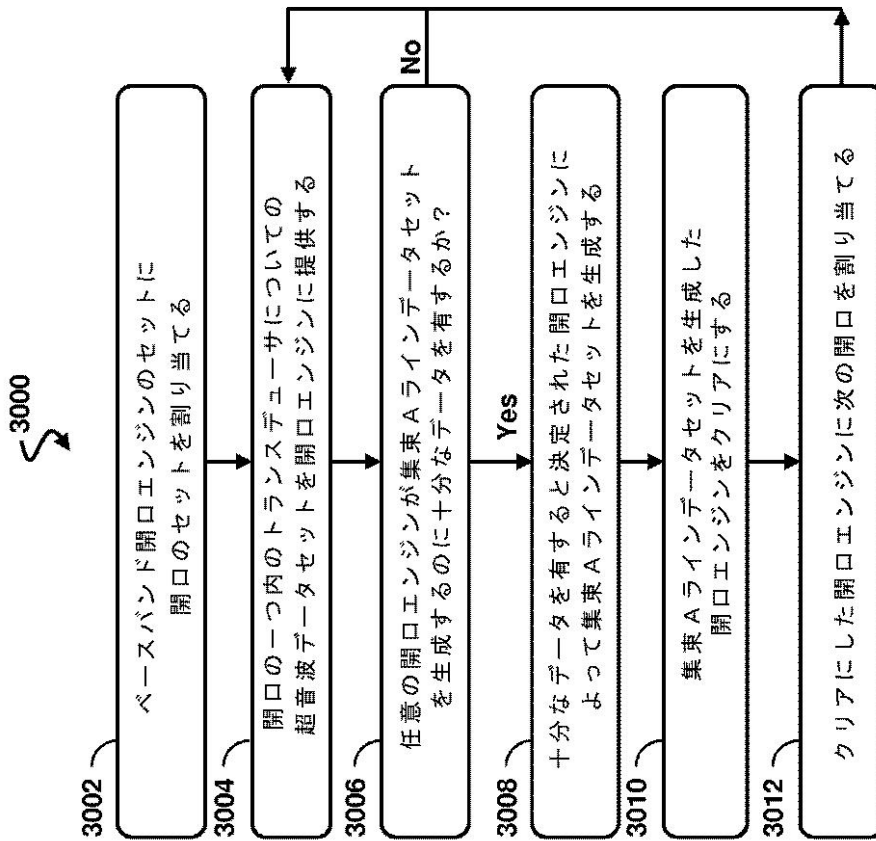


Fig. 30

【 図 3 1 】

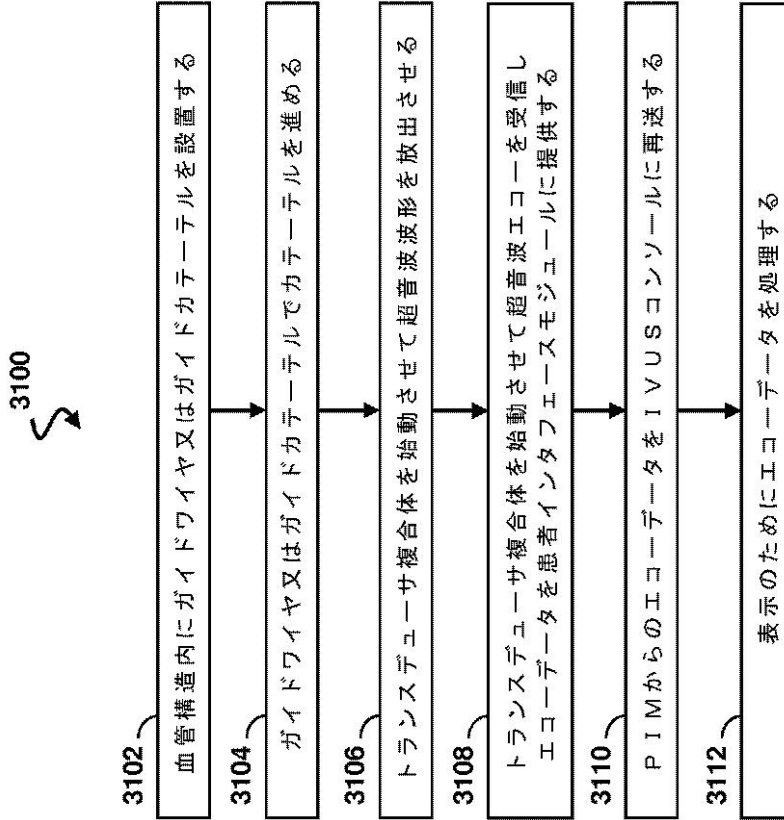




Fig. 31

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2013/056405</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>A61B 8/12(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B 8/12; A61B 8/14; A61B 8/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: ultrasound, aperture, focusing, controller		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003-0149362 A1 (TAKASHI AZUMA et al.) 07 August 2003 See abstract, paragraphs [0038]-[0043], and claim 1 and figures 3-6.	1-3, 5-8, 14-20 , 22-23, 28-30 , 121-123, 125-128 , 134-139, 141-142 , 147-148
Y		9-13, 24-27, 129-133 , 143-146
A		4, 21, 31-120, 124 , 140
X	US 2008-0114247 A1 (JOSEPH A. URBANO et al.) 15 May 2008 See abstract, paragraphs [0158], [0174] and claims 1, 34-35, 58, 94.	85-94
Y		9-13, 24-27, 103-107 , 116-120, 129-133 , 143-146
A		1-8, 14-23, 28-84 , 95-102, 108-115 , 121-128, 134-142 , 147-148
X	US 2009-0069692 A1 (CLIFFORD COOLEY et al.) 12 March 2009 See abstract, paragraphs [0024]-[0035] and figure 5-6B.	95-97, 108-110
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 11 December 2013 (11.12.2013)		Date of mailing of the international search report <b>11 December 2013 (11.12.2013)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer  KIM, Tae Hoon  Telephone No. +82-42-481-8407  

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/US2013/056405**

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A		103-107, 116-120 1-94, 98-102 , 111-115, 121-148
A	US 2011-0077526 A1 (GIL ZWIRN) 31 March 2011 See paragraphs [0132]-[0214] and figures 2-6.	1-148
A	US 2003-0045794 A1 (MOO HO BAE) 06 March 2003 See abstract, paragraphs [0020]-[0033] and figures 3-5.	1-148

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2013/056405**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003-0149362 A1	07/08/2003	JP 2003-225237 A	12/08/2003
		JP 3910860 B2	25/04/2007
		US 6926671 B2	09/08/2005
US 2008-0114247 A1	15/05/2008	WO 2008-060420 A2	22/05/2008
		WO 2008-060420 A3	07/08/2008
		WO 2008-060420 A8	11/12/2008
		WO 2008-060420 A9	18/09/2008
US 2009-0069692 A1	12/03/2009	BR PI0711595 A2	16/11/2011
		CN 101442938 A	27/05/2009
		CN 101442939 A	27/05/2009
		CN 101442939 B	30/05/2012
		CN 101453955 A	10/06/2009
		CN 101453955 B	04/07/2012
		EP 2019600 A2	04/02/2009
		EP 2019624 A2	04/02/2009
		EP 2019624 A4	21/03/2012
		EP 2019626 A2	04/02/2009
		EP 2019626 A4	21/03/2012
		JP 2009-536853 A	22/10/2009
		JP 2009-536855 A	22/10/2009
		JP 2009-536856 A	22/10/2009
		JP 5238692 B2	17/07/2013
		US 2009-0069693 A1	12/03/2009
		US 2009-0182235 A1	16/07/2009
		US 8137272 B2	20/03/2012
		US 8317704 B2	27/11/2012
		US 8317712 B2	27/11/2012
WO 2007-133878 A2	22/11/2007		
WO 2007-133878 A3	10/04/2008		
WO 2007-133881 A2	22/11/2007		
WO 2007-133881 A3	11/12/2008		
WO 2007-133882 A2	22/11/2007		
WO 2007-133882 A3	20/11/2008		
US 2011-0077526 A1	31/03/2011	EP 2303130 A2	06/04/2011
		US 2013-079641 A1	28/03/2013
		US 8465433 B2	18/06/2013
		WO 2009-144717 A2	03/12/2009
		WO 2009-144717 A3	28/01/2010
US 2003-0045794 A1	06/03/2003	JP 2003-079623 A	18/03/2003
		JP 4227783 B2	18/02/2009
		KR 10-0406099 B1	14/11/2003
		KR 10-2003-0021287 A	15/03/2003
		US 6669640 B2	30/12/2003

---

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, 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, UZ

专利名称(译)	用于聚焦超声图像数据的系统和方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2015526206A</a>	公开(公告)日	2015-09-10
申请号	JP2015528688	申请日	2013-08-23
[标]申请(专利权)人(译)	火山公司		
申请(专利权)人(译)	火山公司		
[标]发明人	アンドリュー・ハンコック		
发明人	アンドリュー・ハンコック		
IPC分类号	A61B8/12		
CPC分类号	A61B8/5207 A61B8/0891 A61B8/12 A61B8/445 A61B8/448 A61B8/4494 A61B8/56 G01S7/52034 G01S15/8927 G01S15/8997		
FI分类号	A61B8/12		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/BB24 4C601/BB26 4C601/DD14 4C601/EE01 4C601/EE07 4C601/FE04 4C601/GB05 4C601/HH21 4C601/HH25 4C601/JB05 4C601/JB10		
优先权	61/693118 2012-08-24 US		
其他公开文献	JP6295255B2 JP2015526206A5		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

<b>摘要(译)</b> 提供了销售状态的血管内超声 ( IVUS ) 成像装置 , 系统和方法。本公开的一些实施例特别涉及用于聚焦从包括聚合物压电微机械超声换能器 ( PMUT ) 的换能器接收的IVUS回波数据的灵活且有效的系统。在一个实施例中, 超声处理系统包括耦合到发动机控制器的第一和第二孔径引擎, 其为第一和第二孔径引擎提供孔径分配。孔径引擎接收分配和一部分A线数据, 对接收的A线数据执行一个或多个聚焦处理, 并根据孔径分配产生聚焦数据。在一些实施例中, 一旦光圈引擎产生聚焦数据, 发动机控制器就清除光圈引擎并分配另一个光圈。	(21) 出願番号 特願2015-528688 (P2015-528688) (86) (22) 出願日 平成25年8月23日 (2013. 8. 23) (85) 翻訳文提出日 平成27年4月23日 (2015. 4. 23) (86) 国際出願番号 PCT/US2013/056405 (87) 国際公開番号 WO2014/031967 (87) 国際公開日 平成26年2月27日 (2014. 2. 27) (31) 優先権主張番号 61/693, 118 (32) 優先日 平成24年8月24日 (2012. 8. 24) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 509127376 ヴォルカノ コーポレーション VOLCANO CORPORATION アメリカ合衆国 92130 カリフォルニア, サン ディエゴ, バレー センター ドライブ 3661, スイート 200 (74) 代理人 110000523 アクシス国際特許業務法人 (72) 発明者 アンドリュー・ハンコック アメリカ合衆国95826カリフォルニア州サクラメント、ファバージ・ウェイ3621 Fターム(参考) 4C601 BB06 BB24 BB26 DD14 EE01 EE07 FE04 GB05 HH21 HH25 JB05 JB10 最終頁に続く
--	---	---