

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6898946号  
(P6898946)

(45) 発行日 令和3年7月7日(2021.7.7)

(24) 登録日 令和3年6月15日(2021.6.15)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/12 (2006.01)

A 6 1 B 8/12

請求項の数 15 (全 15 頁)

|                    |                               |           |                     |
|--------------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号          | 特願2018-563779 (P2018-563779)  | (73) 特許権者 | 590000248           |
| (86) (22) 出願日      | 平成29年6月15日 (2017.6.15)        |           | コーニンクレッカ フィリップス エヌ  |
| (65) 公表番号          | 特表2019-517877 (P2019-517877A) |           | ヴェ                  |
| (43) 公表日           | 令和1年6月27日 (2019.6.27)         |           | KONINKLIJKE PHILIPS |
| (86) 国際出願番号        | PCT/EP2017/064727             |           | N. V.               |
| (87) 国際公開番号        | W02017/216322                 |           | オランダ国 5656 アーヘー アイン |
| (87) 国際公開日         | 平成29年12月21日 (2017.12.21)      |           | ドーフエン ハイテック キャンパス 5 |
| 審査請求日              | 令和2年5月21日 (2020.5.21)         |           | 2                   |
| (31) 優先権主張番号       | 62/351,450                    | (74) 代理人  | 100122769           |
| (32) 優先日           | 平成28年6月17日 (2016.6.17)        |           | 弁理士 笛田 秀仙           |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国 (US)                       | (74) 代理人  | 100163809           |
|                    |                               |           | 弁理士 五十嵐 貴裕          |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 患者の血行動態パラメータを決定するシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

患者の血行動態パラメータを決定するシステムであって、

圧電要素のマトリックスアレイを備える超音波トランスデューサを含む経食道心エコー検査プローブであって、前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを単一の位置から取得する、経食道心エコー検査プローブと、

前記経食道心エコー検査プローブに動作可能に接続される 1 つ又は複数のプロセッサとを有し、前記 1 つ又は複数のプロセッサが、

前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得るため、前記超音波トランスデューサにより提供される超音波ビームを電子的に操縦することにより前記経食道心エコー検査プローブを制御し、

前記経食道心エコー検査プローブにより提供される前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを受信し、及び

前記患者の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューに基づき、前記患者の心臓の 1 つ又は複数の血行動態パラメータを決定する機械可読命令により構成される、システム。

【請求項 2】

前記経食道心エコー検査プローブが、前記複数の臨床的に関連するビューを取得する間、単一の位置に静止している、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

10

20

前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューが、食道ビュー及び上大静脈ビューを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記患者の心臓の前記複数の臨床的に関連するビューを受信することが、  
前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを切り替えることと、  
前記患者の血行動態状態における変化が検出されるよう、前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューのフレームレート更新を調整することとを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記複数の臨床的に関連するビューの切り替えが、時間多重方式で行われる、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記フレームレート更新が、前記測定された血行動態パラメータからの情報を用いて調整される、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記患者の 1 つ又は複数の血行動態パラメータを決定することが、前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを分析し、心拍出量、一回拍出量、駆出率、又は上大静脈直径の変動の 1 つ又は複数を含む血行動態パラメータを抽出することを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記患者の 1 つ又は複数の血行動態パラメータを決定することが、自動境界抽出と、異常な壁の動きの決定とを含み、前記自動境界抽出は、前記 1 つ又は複数の血行動態パラメータが導出されるよう心臓チャンバの境界を描写する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記 1 つ又は複数のプロセッサが更に、  
前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューに対応する画像のディスプレイにおける提示を実現し、及び / 又は  
前記決定された血行動態パラメータのディスプレイにおける提示を実現する機械可読命令により構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記患者の心臓の前記複数の臨床的に関連するビューのそれぞれに費やされた時間の有効デューティサイクルのユーザによる制御を容易にするユーザインタフェースを更に有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記プロセッサが、前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューの各ビューのリアルタイムのアニメーション画像データを提供する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記経食道心エコー検査プローブの制御が、前記ビームのビューへの操縦と画像のキャプチャとを繰り返すことにより行われる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記プロセッサが、加重ラウンドロビン又は加重公平キューイングスケジューリングアルゴリズムのいずれかを用いて、前記超音波トランスデューサにより提供される超音波ビームを操縦する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 14】

システムを用いて患者の血行動態パラメータを決定する方法において、前記システムが、  
圧電要素のマトリックスアレイを備える超音波トランスデューサを含む経食道心エコー検査プローブであって、前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを単一の位置から取得する、経食道心エコー検査プローブと、  
前記経食道心エコー検査プローブに動作可能に接続される 1 つ又は複数のプロセッサで

10

20

30

40

50

あって、機械可読命令により構成される１つ又は複数のプロセッサとを含み、

前記方法は、前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得るため、前記超音波トランスデューサにより提供される超音波ビームを電子的に操縦することにより、前記経食道心エコー検査プローブを前記１つ又は複数のプロセッサにより制御するステップと、

前記経食道心エコー検査プローブにより提供される患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを、前記１つ又は複数のプロセッサにより受信するステップと、

前記患者の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューに基づき、前記患者の心臓の１つ又は複数の血行動態パラメータを、前記１つ又は複数のプロセッサにより決定するステップとを有する、方法。

【請求項１５】

患者の血行動態パラメータを決定するシステムであって、

前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを単一の位置から取得する手段と、

前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得る手段を制御する手段であって、前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得る手段により提供される超音波ビームを電子的に操縦する手段を含む、制御する手段と、

前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得る手段により提供される前記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを受信する手段と、

前記患者の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューに基づき、前記患者の心臓の１つ又は複数の血行動態パラメータを決定する手段とを有する、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、画像データをキャプチャし、及び患者の血行動態パラメータを決定するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

集中治療室におけるクリティカルな患者は、心臓及び循環に関連する血行動態パラメータを介して監視される生理学的機能を持つ。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

不安定な患者の場合、心拍出量（ＣＯ）、卒中容積（ＳＶ）及び駆出率（ＥＦ）などの血行動態パラメータの連続的な監視が行われる。更に、血行動態的に不安定な患者を治療するため、上大動脈直径（ＳＶＣ）の変動に基づき決定され得る流体状態が監視される。なぜなら、投与流体が患者を回復させるのに役立つ一方、投与量が多すぎると患者にとって有害であり得るからである。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

従って、本開示の１つ又は複数の態様は、患者の血行動態パラメータを決定するよう構成されたシステムに関する。このシステムは、圧電要素のマトリックスアレイを備える超音波トランスデューサを含む経食道心エコー検査（ＴＥＥ）プローブと、上記経食道心エコー検査（ＴＥＥ）プローブ及び／又は他の要素に動作可能に接続される１つ又は複数のプロセッサとを有する。経食道心エコー（ＴＥＥ）プローブは、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを単一の位置から得るよう構成される。１つ又は複数のプロセッサは、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを取得するため、超音波トランスデューサにより提供される超音波ビームを電子的に操縦することにより経食道心エコー（ＴＥＥ）プローブを制御し、上記経食道心エコー検査（ＴＥＥ）プローブにより提供される患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを受信し、及び上記患者の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューに基づき、上記患者の心臓の１つ又は複数の生理学的パラメータを決定する機械可読命令により構成される。

## 【 0 0 0 5 】

本開示の別の態様は、システムを用いて患者の血行動態パラメータを決定する方法に関する。このシステムは、圧電要素のマトリックスアレイを備える超音波トランスデューサを含む経食道心エコー検査（ＴＥＥ）プローブであって、上記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを単一の位置から取得する、経食道心エコー検査（ＴＥＥ）プローブと、上記経食道心エコー検査（ＴＥＥ）プローブに動作可能に接続される１つ又は複数のプロセッサであって、機械可読命令により構成される１つ又は複数のプロセッサとを有する。この方法は、上記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得るため、上記超音波トランスデューサにより提供される超音波ビームを電子的に操縦することにより、上記経食道心エコー検査（ＴＥＥ）プローブを上記１つ又は複数のプロセッサにより制御するステップと、上記経食道心エコー検査（ＴＥＥ）プローブにより提供される患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを、上記１つ又は複数のプロセッサにより受信するステップと、上記患者の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューに基づき、上記患者の心臓の１つ又は複数の生理的パラメータを、上記１つ又は複数のプロセッサにより決定するステップとを有する。

10

## 【 0 0 0 6 】

本開示の更に別の態様は、患者の血行動態パラメータを決定するシステムに関する。このシステムは、上記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを単一の位置から取得する手段と、上記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得る手段を制御する手段であって、上記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得る手段により提供される超音波ビームを電子的に操縦する手段を含む、制御する手段と、上記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得る手段により提供される上記患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを受信する手段と、上記患者の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューに基づき、上記患者の心臓の１つ又は複数の生理学的パラメータを決定する手段とを有する。

20

## 【 0 0 0 7 】

本発明のこれら及び他の目的、特徴及び特性が、この構造の関連要素及び部品の組合せにおける動作方法及び機能、並びに製造コストと共に、対応する図面を参照して以下の明細書及び添付の特許請求の範囲を考慮することにより、一層明らかになるだろう。図面、明細書及び特許請求の範囲はすべて、この明細書の一部を形成する。同様な参照符号は、さまざまな図面における対応する部分を表す。しかしながら、図面が図示及び説明のためにだけあること、及び本発明の範囲を規定するものとして意図されないことは、明示的に理解されたい。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 8 】

【図１】経胸壁心エコー検査（ＴＴＥ）処置中のＴＴＥプローブの位置及び対応する心臓のビューを示す図である。

【図２】は、経食道心エコー（ＴＥＥ）処置中のＴＥＥプローブの位置を示す図である。

【図３】患者の血行動態パラメータを決定するよう構成されたシステムの概略説明を示す図である。

40

【図４】１つ又は複数の実施形態による超音波トランスデューサの電子ビーム操縦を示す図である。

【図５】１つ又は複数の実施形態による電子ビーム操縦を伴う経食道心エコー（ＴＥＥ）手順を示す図である。

【図６】患者の血行動態パラメータを決定する方法を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 0 9 】

本書における、単数形の「a」、「an」、及び「the」は、文脈が他の態様を明確に記載しない限り、複数の参照を含む。本書で使用される、２つ又はこれ以上の部分又は要素が「結合される」という記載は、その部分が接続されること、又は、リンクが発生す

50

る限り、その部分が、直接又は間接的に、即ち1つ若しくは複数の中間的な部分若しくは要素を介して一緒に作動することを意味する。本書で使用される、「直接結合される」は、2つの要素が直接的に互いに接触していることを意味する。本書で使用される、「固定して結合される」又は「固定される」は、互いに対して一定の方向を維持しつつ、2つの要素が1つとして動くよう結合されることを意味する。

#### 【0010】

本書で使用される、「ユニタリ」という単語は、ある要素が、単一のピース又はユニットとして作成されることを意味する。即ち、別々に作成されて、ユニットとして一緒に結合されるピースを含む要素は、「ユニタリ」要素又は体ではない。本書で使用される、2つ又はこれ以上の部分又は要素が互いに「係合する」との記載は、この部分が直接、又は1つ若しくは複数の中間的な部分若しくは要素を介して、互いに対して力を及ぼすことを意味する。本書で使用される、「数」という用語は、1又は1より大きい整数（即ち、複

10

#### 【0011】

本書で使用される指向性フレーズは、例えば以下に限定されるものではないが、上面、底面、左、右、上部、下部、前、後及びこれらの派生用語は、図面に示される要素の方向に関連するものであり、明示的に記載されない限り、請求項を限定するものではない。

#### 【0012】

図1は、経胸壁心エコー（TTE）処置中のTTEプローブの位置及び対応する心臓のビューを示す。経胸壁心エコー（TTE）は、心臓の解剖学及び機能の定量的及び定性的評価に関する非侵襲的撮像手順である。TTE手順の間に、TTEトランスデューサ102を4つのウィンドウ：胸骨内104a、尖端104c、肋骨下104b、及び胸骨上平面（図示省略）における患者の胸部に直接的に配置することにより、心臓が複数の視野角104a、104b、104c等から撮像されることができる。TTEは、右心室、右心室流出路、肺動脈弁、及び前心膜などの前方構造の優れた分解能を提供する。TTE先端ビューは、心膜及び左心室頂点の優れた撮像を提供する。しかしながら、超音波によるより深い浸透を達成するためのより低い超音波周波数（3～5MHz）の使用が原因で、空間分解能が低下する場合がある。TTEの非侵襲性のため、超音波は、皮膚、筋肉、及び/又は骨組織を通過しなければならない。従って、トランスデューサが胸壁に置かれるとき、体重過多であること又は特定の肺疾患を持つことは、心臓の画像を妨害する可能性がある。

20

30

#### 【0013】

左心房、僧帽弁及び小結節装置、心房中隔及び左心房付属器のような後部構造の撮像は、経食道心エコー（TEE）により最良に達成される。図2は、経食道心エコー（TEE）処置中のTEEプローブの位置を示す。経食道心エコー（TEE）手順中に、柔軟な超音波胃鏡202（例えば、内視鏡の端部に取り付けられた超音波トランスデューサ）が、心臓を撮像するため、食道（喉を胃に接続する管）に沿って胃まで進められる。TEE処置の性質及びTEEプローブの心臓への近接性のために、超音波によるより少ない深度の侵入が必要とされる。従って、トランスデューサは、後部心臓構造の優れた空間分解能を提供するため、より高い周波数（5～7MHz）を利用することができる。TEEプローブは、所望の画像若しくはビューを取得するため、又は曲がった通路内をナビゲートするため、プローブが曲がることを可能にする曲げネックアセンブリを含むことができる。典型的には、図2に示されるように、TEEプローブは、心臓の経胃ビューを得るために1つの位置204aに、心臓の食道ビューを得るための別の位置204bに、及び心臓のSVCビューを得るための更に別の位置204cにあることを必要とされる。

40

#### 【0014】

血行動態パラメータを測定するための現在の解決策は、複数の動脈ライン（例えば、Swan-Ganz、PiCCO）を必要とする非常に侵襲的であるか、又は連続測定（例えば、PiCCO、経胸腔超音波）を提供しないか、又は不安定な患者に対して正確ではない（Finapres、ClearSightなど）。更に、経胸腔鏡（TTE）超音

50

波は、肥満患者に関して確実に機能するものではない。更に、一般的に使用されるTEEプローブ（例えば、ImaCorにより提供されるプローブ）は、連続的な監視をサポートしない。なぜなら、血行動態パラメータを決定するのに必要なビューを得るため、プローブが食道の異なる位置に手動で移動される必要があるからである。例えば、プローブが手動で位置を循環される場合、「同じ」ビューは、毎回わずかに異なる位置からキャプチャされる。これは、同じパラメータの連続する各測定間にかなりの差異をもたらす。

#### 【0015】

図3は、患者36の血行動態パラメータを決定するよう構成されたシステム10の概略図である。システム10は、プローブを再配置する必要なしにTEEプローブで得られた患者36の心臓の複数のビューから患者36の血行動態パラメータを監視することを容易にし、これにより血行動態パラメータの連続的な監視が可能にされる。

10

#### 【0016】

システム10は、ユーザ34の介入及び/又はプローブの再配置を必要とせずに、長時間にわたる患者36の血行動態監視を容易にするよう構成される。患者36の血行動態監視は、経食道心エコー（TEE）プローブ22を使用して、異なる血行動態パラメータを実質的に連続的に測定することを含むことができる。斯かる監視に使用される経食道心エコー（TEE）プローブ22は、TEEプローブ上に配置された個々の圧電トランスデューサにより放出される超音波ビームを電子的に操縦する手段を含むことができる。その結果、患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューが得られることができる。画像解析アルゴリズムを使用して患者36の心臓の複数の関連するビューを分析することにより、異なる生理学的パラメータが患者36の心臓の複数の関連ビューから得られることができる。いくつかの実施形態では、システム10は、プロセッサ12、電子ストレージ14、外部リソース16、コンピューティングデバイス18、TEEプローブ22、及び/又は他の要素の1つ又は複数を含む。

20

#### 【0017】

経食道心エコー（TEE）プローブ22は、マトリックス構成に配置された複数の音響要素を含む2次元トランスデューサアレイで形成されることができる。マトリクスアレイは、超音波ビームの3次元操縦を容易にし、その結果、単一のトランスデューサを使用することが、可変角度での検査に十分であり得る。更に、マトリックスアレイは、複雑な形状を備える対象及び/又は器官のより迅速な検査を容易にすることができる。音響要素は、異なる時間に独立して波を送信/受信することができる圧電結晶を含むことができる。電気駆動信号に基づき、音響要素は機械的に変形し、これにより、トランスデューサから媒体（例えば、患者36の心臓）に伝搬する音響波（例えば、超音波）が生成される。媒体における異なる音響インデックスを備える異なるインタフェースに遭遇すると、波のエコーが生成され、トランスデューサアレイの個々の要素に向けて伝搬（例えば、反射）される。反射波の受信に基づき、トランスデューサの個々の要素が変形し、これにより、電気信号が生成される。これは、処理され、デジタル画像に変換され、及び/又は生理学的パラメータを決定するために分析され得る。トランスデューサアレイの個々の要素において受信された反射波に対応する電気駆動信号及び/又は電気信号の時間遅延を調整することにより、トランスデューサアレイから放射される超音波ビームが電子的に操縦及び/又は焦点合わせされることができる。例えば、超音波ビームの操縦をもたらす波面の強め合い干渉を生成するため、この要素に時間遅延が適用されることができる。いくつかの実施形態では、経食道心エコー（TEE）プローブは、患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューを取得しながら、単一の位置に静止している。いくつかの実施形態では、TEEプローブ22による撮像セッション中に、患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューが得られる。撮像セッションは、経食道心エコー（TEE）プローブ22が患者36の食道に挿入されたときに始まり、経食道心エコー（TEE）プローブ22が患者36の食道から除去されるとき終了する。いくつかの実施形態では、経食道心エコー（TEE）プローブ22は、（例えば、撮像セッション中にプローブを再配置する必要なく）撮像セッション中単一の位置に静止している。

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

プロセッサ 1 2 は、システム 1 0 において情報処理能力を提供するよう構成される。そのようなものとして、プロセッサ 1 2 は、デジタルプロセッサ、アナログプロセッサ、情報を処理するように設計されたデジタル回路、情報を処理するように設計されたアナログ回路、状態機械、及び / 又は情報を電子的に処理する他の機構の 1 つ又は複数を有することができる。プロセッサ 1 2 が図 3 に 1 つのエンティティとして示されるが、これは、説明のためだけのものである。いくつかの実施形態では、プロセッサ 1 2 は、複数の処理ユニットを有することができる。これらの処理ユニットは、物理的に同じデバイス（例えばサーバ）に配置されることができ、又はプロセッサ 1 2 は、協調して動作する複数のデバイス（例えば、サーバ、ユーザ 3 4 に関連付けられたコンピュータデバイス 1 8、外部リソース 1 6 の一部であるデバイス、及び / 又は他のデバイス）の処理機能を表すことができる。

10

## 【 0 0 1 9 】

図 3 に示されるように、プロセッサ 1 2 は、1 つ又は複数のコンピュータプログラム要素を実行する機械可読命令 2 4 を介して構成される。斯かる命令 2 4 は、L 1 / L 2 / 等キャッシュのような非一時的記憶媒体、システムメモリ、又はストレージデバイスに記憶されてもよい。本書で使用される「非一時的機械可読記憶媒体」という用語は、揮発性メモリ（例えば、S R A M 及び D R A M）及び不揮発性メモリ（例えば、フラッシュメモリ、磁気メモリ、及び光学メモリ）の両方を含むが、一時的な信号それ自体を除外すると理解される。1 つ又は複数のコンピュータプログラム要素は、T E E プローブ制御要素 2 6、心臓撮像要素 2 8、画像解析要素 3 0、提示要素 3 2、及び / 又は他の要素の 1 つ又は複数を有することができる。プロセッサ 1 2 は、ソフトウェア；ハードウェア；ファームウェア；ソフトウェア、ハードウェア、及び / 若しくはファームウェアのいくつかの組み合わせ；並びに / 又はプロセッサ 1 2 における処理能力を構成する他の機構により要素 2 6、2 8、3 0 及び / 又は 3 2 を実行するよう構成されてもよい。

20

## 【 0 0 2 0 】

要素 2 6、2 8、3 0 及び 3 2 は、図 3 において単一の処理ユニットに共に配置されるものとして示されるが、プロセッサ 1 2 が複数の処理ユニットを含む実施形態では、要素 2 6、2 8、3 0 及び / 又は 3 2 の 1 つ又は複数が、他の要素から離れて配置されてもよい点を理解されたい。以下に説明される異なる要素 2 6、2 8、3 0 及び / 又は 3 2 により提供される機能性の説明は、説明目的のためのものであり、限定を意図するものではない。なぜなら、要素 2 6、2 8、3 0、及び / 又は 3 2 のいずれかは、説明されるより多くの又はより少ない機能を提供する場合があるからである。例えば、要素 2 6、2 8、3 0 及び / 又は 3 2 の 1 つ又は複数が削除され、その機能の一部又は全部は他の要素 2 6、2 8、3 0 及び / 又は 3 2 により提供されることができる。別の例として、プロセッサ 1 2 は、要素 2 6、2 8、3 0、及び / 又は 3 2 の 1 つに起因する機能の一部又は全部を実行することができる 1 つ又は複数の追加要素を実行するよう構成されてもよい。

30

## 【 0 0 2 1 】

T E E プローブ制御要素 2 6 は、患者 3 6 の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得るため、超音波トランスデューサにより提供される超音波ビームを電子的に操縦することにより、経食道心エコー（T E E）プローブを制御するよう構成される。超音波ビームを電子的に操縦することによる T E E プローブの電子制御は、T E E プローブの物理的な曲げ及び / 又は再配置なしに、患者 3 6 の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得ることを容易にする。斯かる制御は、トランスデューサアレイの個々の要素に対応する駆動信号に関する時間遅延を提供することにより容易にされ得る。T E E プローブ制御要素 2 6 は、媒体における最大音響パワー伝播の経路を生成するため、互いに対して駆動信号の時間遅延を調整してもよい。結果として生じる伝播波は、送信要素により送信された個々の波の合計（例えば、送信のために選択された要素の音響寄与）を表すことができる。反射波の受信に基づき、T E E プローブ制御要素 2 6 は、対応する要素により生成される個々の信号を時間調整することができる。その結果、変化する送信角（操縦されたビーム）が考

40

50

慮される。非限定的な例として、図4は、1つ又は複数の実施形態による超音波トランスデューサの電子ビーム操縦を示す。図4に示されるように、アレイ402における個々の要素404により送信される信号に異なる遅延406が適用される。この例では、アレイ402の個々の要素404に非対称の湾曲した遅延プロファイル408が適用され、結果のビーム410が水平軸414から角度412で偏向される。遅延プロファイル408は、既知の時間遅延回路を用いて得られることができる。これらの時間遅延は、特定の深さ及び方向でビームが強め合い干渉することをもたらす。画像の平面を作成するため、遅延プロファイルが調整され、ビームが画像平面内で連続的に異なる方向に操縦されることができる。マトリックスアレイを使用することは、3Dボリウム内の任意の画像平面の選択における柔軟性を提供する。

10

#### 【0022】

図3に戻ると、心臓撮像要素28は、経食道心エコー（TEE）プローブ22により提供される患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューを受信するよう構成される。いくつかの実施形態では、心臓撮像要素28は、患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューを時間多重方式で容易に切り替えるよう構成されることができる。いくつかの実施形態では、心臓撮像要素28は、患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューのフレームレート更新を調整することを容易にすることができる。その結果、患者36の血行動態状態における変化が検出される。例えば、患者36の心臓の左心室における第1のビューは、壁の動きの変化が検出されるよう、高いフレームレートで更新されることがあり得る。上大静脈（SVC）撮像に関する第2のビューは、直径における呼吸変動が検出される限り、より低いフレームレートを必要とする場合がある。異なるビューに関するフレームレート更新は、ルックアップテーブルにおいて先験的に選択されてもよい。いくつかの実施形態では、ユーザ34は、ユーザインタフェース20に含まれるダイヤルを利用することにより、フレームレート更新を選択することができる。フレームレート更新はまた、測定された生理学的パラメータからの情報を用いて調整されてもよい。例えば、1つのパラメータがより迅速に変化する場合、心臓撮像要素28は、そのパラメータを提供するビューのフレームレート更新を増加させることにより、フレームレート更新を調整することができる。非限定的な例として、図5は、1つ又は複数の実施形態による電子ビーム操縦を伴う経食道心エコー検査（TEE）手順を示す。図5に示されるように、電子ビーム操縦を使用することにより、2つの臨床的に関連するビュー（左ビュー504a：食道、右ビュー504b：SVC）がTEEプローブ502の同じ位置506から得られることができる（例えばTEEプローブは、食道及びSVCの両方のビューに関して、心臓の大動脈/上大静脈近くのまっすぐな位置にある）。

20

30

#### 【0023】

図3に戻ると、画像解析要素30は、患者36の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューに基づき、患者36の心臓の1つ又は複数の生理学的パラメータを決定するよう構成される。いくつかの実施形態では、患者36の1つ又は複数の生理学的パラメータを決定することが、患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューを分析して、心拍出量（CO）、一回拍出量（SV）、駆出率（EF）、上大静脈（SVC）直径変動、及び/又は他のパラメータの1つ又は複数の含む血行動態パラメータを抽出することを含むよう、画像解析要素30は構成され得る。いくつかの実施形態では、画像解析30は、患者36の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューから血行動態パラメータを決定するアルゴリズムを利用することができる。いくつかの実施形態では、アルゴリズムは、1つ又は複数の血行動態パラメータが導出されるよう心臓チャンバの境界を描写するよう構成された自動境界抽出アルゴリズムと、異常な心臓壁の動きを決定するよう構成された領域壁モーションアルゴリズムとを含むことができる。心臓チャンバの境界は、モデルベースのセグメンテーションアプローチを使用して決定されることができる。ここで、心臓チャンバに適合させるために心臓モデルが使用されることができる。使用可能な他のパラメータは、強度レベル及びスペckルパターンを含む。いくつかの実施形態では、画像解析要素30は、患者36の流体状態（例えば、患者36が適切に水和されているか否か）を

40

50



決定するよう構成されてもよい。患者36の流体状態は、監視されてもよい。なぜなら、流体の投与は、患者36の回復を助けることができる一方で、投与量が多すぎると患者36に有害であり得るからである。画像解析要素30は、上大静脈(SVC)における直径変動(例えば、静脈脈動)を解析することにより、患者36の流体状態を決定することができる。例えば、患者36が脱水状態にある及び/又は相当量の血液を失っている場合、SVCの直径変動は、SVCの異常で頻繁な脈動を表し、患者36が水分過剰である場合、SVCの直径変動は、SVCの非常に貧弱でまれな脈動を表す場合がある(例えば、SVCは非常に堅いかもしれない)。

#### 【0024】

いくつかの実施形態では、提示要素32は、コンピューティングデバイス18により提供されるディスプレイにおける患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューに対応する画像の提示を実現するよう構成される。提示を実行することは、決定されたパラメータの1つ又は複数に関連する情報、患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューに対応する画像、及び/又は他の情報をユーザ34に伝達する1つ又は複数のフィールド(後述)を備える1つ又は複数のビュー(以下に説明する)をGUIが表示することをもたらし、ことを有する。いくつかの実施形態では、提示要素32は、コンピューティングデバイス18により提供されるディスプレイにおいて、決定された生理学的パラメータの提示を実現するよう構成される。非限定的な例として、図5は、心臓の中咽頭ビュー504a及びSVCビュー504bに対応する心エコー画像を示す。いくつかの実施形態では、心室、静脈、動脈、及び/又は他の心臓解剖学的構造は、ラベル付けされる(例えば、中咽頭ビュー504aでは、右心房(RA)、右心室(RV)、左心房(LA)及び左心室(LV)がラベル付けされ、SVCビュー504bでは、右肺動脈(RPA)、上大静脈(SVC)、及び大動脈(AO)がラベル付けされる)。いくつかの実施形態では、図5に示されるビューは、心拍周期(例えば、心拍)を視覚的に示す心拍フィールドを含むことができる。いくつかの実施形態では、図5は、決定された血行動態パラメータの1つ又は複数を表示するよう構成された1つ又は複数のパラメータフィールドを含むことができる。いくつかの実施形態では、決定された血行動態パラメータの1つ又は複数が1つのパラメータフィールドに表示されることができる。いくつかの実施形態では、ユーザ34は、1つ又は複数のパラメータフィールドに表示される個々の決定された血行動態パラメータを選択することができる。

#### 【0025】

図3に戻ると、電子ストレージ14は、電子的に情報を記憶する電子記憶媒体を含む。電子ストレージ14の電子記憶媒体は、システム10と一体的に(即ち、実質的に取り外し不能に)提供されるシステムストレージ、及び/又は例えばポート(例えば、USBポート、ファイヤーワイヤポートなど)若しくはドライブ(例えば、ディスクドライブなど)を介してシステム10に取り外し可能に接続可能なリムーバブルストレージであってもよい。電子ストレージ14は、システム10における(完全な若しくは部分的な)別個の要素であってもよく、又は電子ストレージ14は、システム10の1つ若しくは複数の他の要素(例えば、コンピューティングデバイス18、プロセッサ16など)と(完全に若しくは部分的に)一体的に提供されることができる。いくつかの実施形態では、電子ストレージ14は、プロセッサ12を備えるサーバ、外部リソース16の一部であるサーバ、ユーザ34及び/若しくは他のユーザに関連付けられる並びに/又は他の場所にあるコンピューティングデバイス18に配置されることができる。電子ストレージ14は、光学的に読み出し可能な記憶媒体(例えば、光ディスクなど)、磁氣的に読み出し可能な記憶媒体(例えば、磁気テープ、磁気ハードディスクドライブ、フロッピードライブなど)、電荷ベースの記憶媒体(例えば、EPROM、RAMなど)、ソリッドステート記憶媒体(例えば、フラッシュドライブなど)、及び/又は他の電子的に読み出し可能な記憶媒体の1つ又は複数を含むことができる。電子ストレージ14は、ソフトウェアアルゴリズム、プロセッサ12により決定された情報、コンピューティングデバイス18及び/若しくは他の外部コンピューティングシステムを介して受信される情報、外部リソース16から

10

20

30

40

50

受信される情報、並びに／又はシステム 10 が本書で説明されるように機能することを可能にする他の情報を格納することができる。非限定的な例として、電子ストレージ 14 は、患者 36 の心臓の複数の臨床的に関連するビューに対応する画像及び／又は他の情報を記憶することができる。

#### 【0026】

外部リソース 16 は、情報源（例えば、データベース、ウェブサイトなど）、システム 10 に参加する外部エンティティ（例えば、患者 36 に関する以前の血行動態パラメータ測定値、診断、症状などを記憶する医療提供者の医療記録システム）、システム 10 の外部の 1 つ又は複数のサーバ、ネットワーク（例えば、インターネット）、電子ストレージ、Wi-Fi 技術に関連する機器、Bluetooth（登録商標）技術に関連する機器、データ入力デバイス、個々のユーザに関連付けられるコンピューティングデバイス、及び／又は他の資源を含む。例えば、いくつかの実施形態では、外部リソース 16 は、患者 36 に関連する病状、症状及び／若しくは他の情報を含む医療記録が格納されるデータベース、並びに／又は他の情報源を含むことができる。いくつかの実現では、本書において外部リソース 16 に帰属される機能の一部又は全部は、システム 10 に含まれるリソースにより提供されてもよい。外部リソース 16 は、有線及び／若しくは無線接続を介して、ネットワーク（例えば、ローカルエリアネットワーク及び／若しくはインターネット）を介して、セルラー技術を介して、Wi-Fi 技術を介して、並びに／又は他のリソースを介して、プロセッサ 12、コンピューティングデバイス 18、電子ストレージ 14、及び／又はシステム 10 の他の要素と通信するよう構成されてもよい。

#### 【0027】

コンピューティングデバイス 18 は、ユーザ 34 及び／又は他のユーザとシステム 10 との間のインタフェースを提供するよう構成される。コンピューティングデバイス 18 は、ユーザ 34 及び／若しくは他のユーザに情報を提供し、並びに／又はユーザ 34 及び／若しくは他のユーザから情報を受信するよう構成される。例えば、コンピューティングデバイス 18 は、患者 36 の心臓の複数の臨床的に関連するビューのそれぞれに費やされた時間の有効デューティサイクルのユーザ 34 による制御を容易にするため、ユーザインタフェース 20 をユーザ 34 に提示するよう構成される。いくつかの実施形態では、ユーザインタフェース 20 は、コンピューティングデバイス 18、プロセッサ 12 及び／又はシステム 10 の他の要素に関連付けられる複数の別個のインタフェースを含む。

#### 【0028】

いくつかの実施形態では、コンピューティングデバイス 18 は、ユーザインタフェース 20、処理能力、データベース、及び／又は電子ストレージをシステム 10 に提供するよう構成される。そのようなものとして、コンピューティングデバイス 18 は、プロセッサ 12、電子ストレージ 14、外部リソース 16、及び／又はシステム 10 の他の要素を含むことができる。いくつかの実施形態では、コンピューティングデバイス 18 は、ネットワーク（例えば、インターネット）に接続される。いくつかの実施形態では、コンピューティングデバイス 18 は、プロセッサ 12、電子ストレージ 14、外部リソース 16、及び／又はシステム 10 の他の要素を含まず、代わりにネットワークを介してこれらの要素と通信する。ネットワークへの接続は、無線又は有線であってもよい。例えば、プロセッサ 12 は、遠隔サーバに配置されてもよく、及びコンピューティングデバイス 18 においてユーザ 34 へのユーザインタフェース 20 の表示を無線で引き起こしてもよい。いくつかの実施形態では、コンピューティングデバイス 18 は、ラップトップ、パーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレットコンピュータ、及び／又は他のコンピューティングデバイスである。本開示はまた、コンピューティングデバイス 18 がリムーバブルストレージインターフェースを含むことを意図している。この例では、ユーザ 34 及び／又は他のユーザがコンピューティングデバイス 18 の実現をカスタマイズすることを可能にするリムーバブルストレージ（例えば、スマートカード、フラッシュドライブ、リムーバブルディスク）から情報がコンピューティングデバイス 18 にロードされることができる。コンピューティングデバイス 18 と共に使用するのに適した他の例示的な入力デバイス及

び技術は、以下に限定されるものではないが、RS-232ポート、RFリンク、IRリンク、モデム（電話、ケーブルなど）及び／又は他のデバイスを含む。

【0029】

ユーザインタフェース20に含めるのに適したユーザ入力デバイスは、タッチスクリーン、キーボード、タッチセンシティブ及び／若しくは物理的ボタン、スイッチ、キーボード、ノブ、ダイヤル、レバー、ディスプレイ、グラフィカルユーザインターフェイス（GUI）、スピーカ、マイクロフォン、インジケータライト、可聴アラーム、プリンタ、並びに／又は他のインターフェースデバイスを含むことができる。ユーザインタフェース20は、ユーザ34及び／若しくは他のユーザに情報を提供し、並びに／又はユーザ34及び／若しくは他のユーザから情報を受信するよう構成される。いくつかの実施形態では、ディスプレイは、決定されたパラメータの1つ又は複数に関連する情報、患者36の心臓の複数の臨床的に関連するビューに対応する画像、及び／又は他の情報をユーザ34に伝える1つ又は複数のフィールドを備える1つ又は複数のビューを含むグラフィカルユーザインターフェイス（GUI）を提示する。

10

【0030】

図6は、システムを用いて患者の血行動態パラメータを決定する方法600を示す。このシステムは、圧電要素のマトリクスアレイを備える超音波トランスデューサを含む経食道心エコー（TEE）プローブと、経食道心エコー（TEE）プローブ及び／又は他の要素に動作可能に接続された1つ又は複数のプロセッサとを有する。経食道心エコー（TEE）プローブは、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを単一の位置から得るよう構成される。1つ又は複数のハードウェアプロセッサは、コンピュータプログラム要素を実行するための機械可読命令により構成される。コンピュータプログラム要素は、TEEプローブ制御要素、心臓撮像要素、画像解析要素、提示要素、及び／又は他の要素を含む。以下に示される方法600の動作は、例示的なものであることが意図される。いくつかの実施形態では、方法600は、説明されていない1つ若しくは複数の追加の動作を伴い、及び／又は1つ若しくは複数の説明された動作なしで実現されることができる。更に、方法600の動作が図6に示される順序は、以下で説明するが、限定を意図するものではない。

20

【0031】

いくつかの実施形態では、方法600は、1つ又は複数の処理デバイス（例えば、デジタルプロセッサ、アナログプロセッサ、情報を処理するように設計されたデジタル回路、情報を処理するように設計されたアナログ回路、状態機械、及び／又は情報を電子的に処理する他のメカニズム）において実現されることができる。1つ又は複数の処理デバイスは、電子ストレージ媒体に電子的に格納される命令に基づき、方法600の処理の一部又は全部を実行する1つ又は複数のデバイスを含むことができる。1つ又は複数の処理デバイスは、方法600の処理の1つ又は複数の実行に関して特別に設計されるハードウェア、ファームウェア及び／又はソフトウェアを介して構成される1つ又は複数のデバイスを含むことができる。

30

【0032】

ステップ602において、経食道心エコー（TEE）プローブが、1つ又は複数のプロセッサにより制御される。いくつかの実施形態では、経食道心エコー（TEE）プローブを制御することは、超音波トランスデューサにより提供される超音波ビームを電子的に操縦して、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを得ることを含む。いくつかの実施形態では、経食道心エコー（TEE）プローブは、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを取得する間、単一の位置に静止している。いくつかの実施形態では、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューが、撮像セッション中に取得される。いくつかの実施形態では、撮像セッションは、経食道心エコー（TEE）プローブが患者の食道に挿入されるとき開始し、撮像セッションは、食道心エコー（TEE）プローブが患者の食道から除去されるとき終了する。いくつかの実施形態では、経食道心エコー（TEE）プローブは、撮像セッション中に単一位置に静止している。いくつかの実施形態では、患者の心臓の

40

50

複数の臨床的に関連するビューのそれぞれに費やされた時間の実効デューティサイクルのユーザによる制御が、ユーザインタフェースにより容易にされる。いくつかの実施形態では、ステップ602は、TEEプローブ制御要素26（図3に示され、本書に記載される）と同じ又は同様のプロセッサ要素により実行される。

#### 【0033】

いくつかの実施形態では、プロセッサは、ビームを操縦する、又は他の態様でTEEプローブを制御し、複数のビューを循環させ、各ビューのリアルタイムのアニメーション画像データを提供することができる。例えば、TEEプローブが3つの異なるビューをキャプチャする場合、プロセッサは、ビームを第1のビューに向け、画像をキャプチャし、第2のビューに向け、画像をキャプチャし、第3のビューに向け、画像をキャプチャし、撮像が停止されるまで無期限にこのシーケンスを繰り返す。これらの3つの画像ストリームは次に、3つのアニメ化されたビューを表示し、それからパラメータを導出するため、順番に表示されてもよい。斯かるアプローチは、異なる数のビューに容易に適合されることができ、例えば、各ビューが同じフレームレートで取得されることができるときに有益である。各ビューに関して異なるフレームレートが望まれる場合、より複雑なスケジューリングアルゴリズムが、使用されることができ、例えば、第1のビューが第2及び第3のビューのフレームレートの2倍でキャプチャされるべきである場合、プロセッサは、第1のビュー、第2のビュー、第1のビュー、第3のビューをキャプチャするようプローブを操縦し、無期限に繰り返す。監視されるビューのセット又はそのフレームレートが動作中に変化する場合（例えば、上記のように）、ビームを操縦するための新しい順序を決定するため、スケジューリングアルゴリズムが再実行されることができ、例えば、加重ラウンドロビン又は加重公平キューイングのような、様々なスケジューリングアルゴリズムが採用されることができ、いくつかの実施形態では、設定されたフレームレートは、離散的な目標ではなく、最小の許容可能なフレームレートを表すことができる。そのようなものとして、いくつかの選択されたスケジューリングアルゴリズムは、プロセッサ又は時間リソースが許すとき、設定されたフレームレートよりも高いフレームレートでアニメーションを提供することができる。

#### 【0034】

ステップ604において、経食道心エコー（TEE）プローブにより提供される患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューが、1つ又は複数のプロセッサにより受信される。いくつかの実施形態では、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを受信するステップは、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューの間を1つ又は複数のプロセッサにより切り替え、患者の血行動態状態における変化が検出されるよう、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューのフレームレート更新を1つ又は複数のプロセッサにより調整することを含む。いくつかの実施形態では、ステップ604は、心臓撮像要素28（図3に示され、本書に記載される）と同じ又は同様のプロセッサ要素により実行される。

#### 【0035】

ステップ606において、患者の心臓の1つ又は複数の生理的パラメータが、患者の心臓の受信された複数の臨床的に関連するビューに基づき決定される。いくつかの実施形態では、患者の心臓の1つ又は複数の生理学的パラメータを決定することは、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューを分析し、心拍出量（CO）、一回拍出量（SV）、駆出率（EF）、又は上大静脈（SVC）直径の変動の1つ又は複数を含む血行動態パラメータを抽出することを含む。いくつかの実施形態では、ステップ606は、画像解析要素30（図3に示され、本書で説明される）と同じ又は同様のプロセッサ要素により実行される。

#### 【0036】

ステップ608において、患者の心臓の複数の臨床的に関連するビューに対応する画像及び/又は決定された生理学的パラメータが、ディスプレイに提示される。いくつかの実施形態では、ステップ608は、提示要素32（図3に示され、本書に記載される）と同じ又は同様のプロセッサ要素により実行される。

## 【 0 0 3 7 】

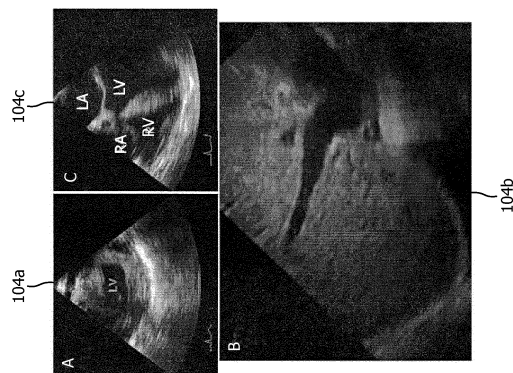
請求項において、括弧内に配置されるいかなる参照符号も請求項を限定するものとして解釈されるべきではない。「有する」又は「含む」という単語は、請求項に記載される要素又はステップ以外の要素又はステップの存在を除外するものではない。複数の手段を列挙するデバイスクレームにおいて、これらの手段の複数の1つの同じハードウェアアイテムにより実現されることができる。ある要素に先行する「a」又は「an」という語は、斯かる要素が複数存在することを除外するものではない。複数の手段を列挙するデバイスクレームにおいて、これらの手段の複数の1つの同じハードウェアアイテムにより実現されることができる。特定の要素が相互に異なる従属項において記載されるという単なる事実、これらの要素が組合せにおいて用いられることができないことを示すものではない。

10

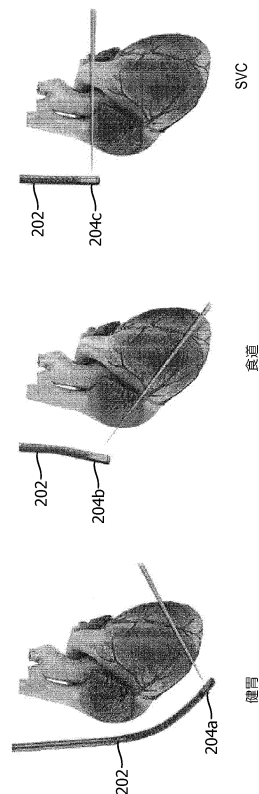
## 【 0 0 3 8 】

最も実際的かつ好ましい実施形態であると現在考慮されるものに基づき、本発明が説明目的で詳述されたが、斯かるその詳細は、単に説明目的のためだけにあること、及び本発明は、開示された実施形態に限定されず、添付の特許請求の範囲の主旨及び範囲内にある修正及び均等な構成を覆うよう意図されることを理解されたい。例えば、本開示は、可能な限り、任意の実施形態の1つ又は複数の特徴が他の任意の実施形態の1つ又は複数の特徴と組み合わせられることができることを意図する点を理解されたい。

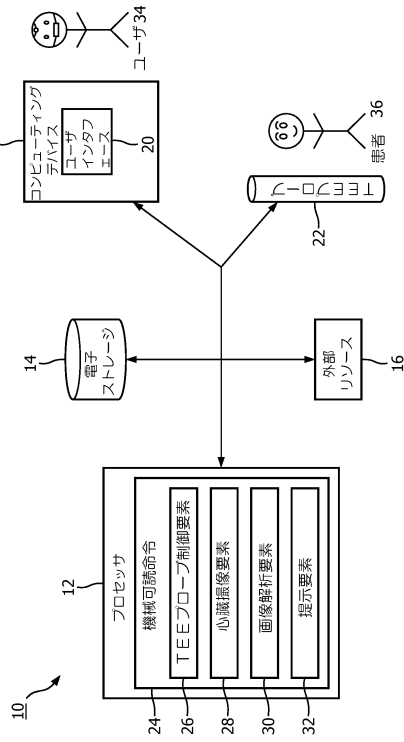
【 図 1 】



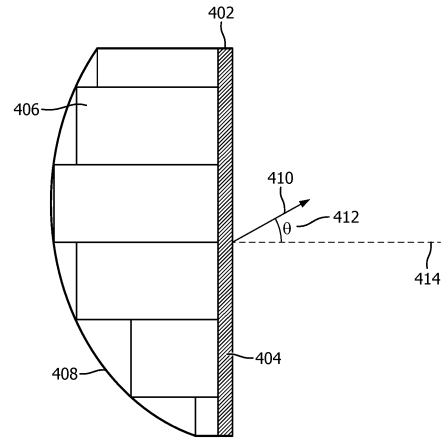
【 図 2 】



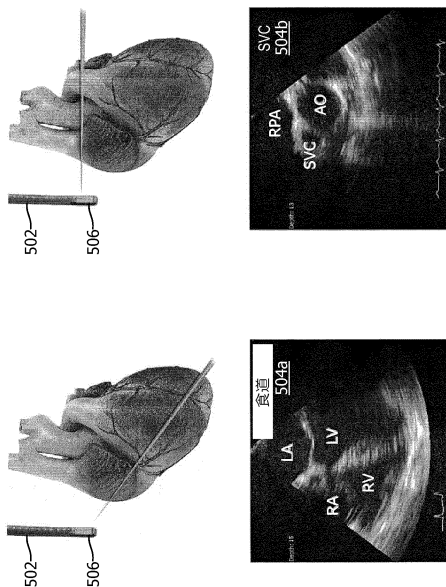
【図 3】



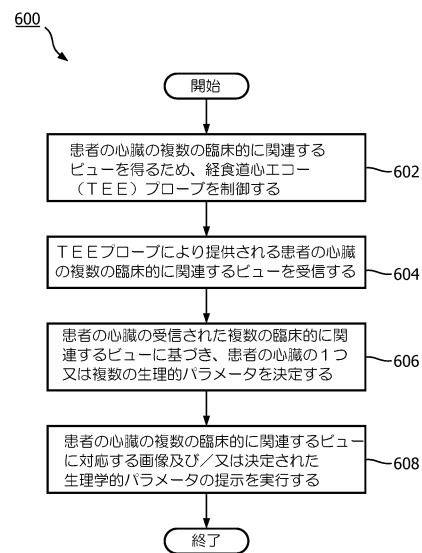
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ビンフレイ ペーター  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ラジュ バラサンダル イイヤヴ  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

審査官 宮川 哲伸

- (56)参考文献 特表 2 0 0 5 - 5 2 0 5 9 2 ( J P , A )  
特表 2 0 1 6 - 5 1 4 5 6 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 6 - 2 2 0 8 4 9 ( J P , A )  
米国特許第 5 9 0 6 5 7 8 ( U S , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
A 6 1 B 8 / 1 2