

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7687340号
(P7687340)

(45)発行日 令和7年6月3日(2025.6.3)

(24)登録日 令和7年5月26日(2025.5.26)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 8/14 (2006.01)

A 6 1 B 8/14

請求項の数 18 (全22頁)

(21)出願番号	特願2022-552407(P2022-552407)	(73)特許権者	590000248
(86)(22)出願日	令和3年3月4日(2021.3.4)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65)公表番号	特表2023-516044(P2023-516044		ヴェ
	A)		Koninklijke Philips
(43)公表日	令和5年4月17日(2023.4.17)		N.V.
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/055409		オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン
(87)国際公開番号	WO2021/175965		ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2
(87)国際公開日	令和3年9月10日(2021.9.10)		High Tech Campus 5 2 ,
審査請求日	令和6年2月27日(2024.2.27)		5 6 5 6 AG Eindhoven , N
(31)優先権主張番号	62/985,596		etherlands
(32)優先日	令和2年3月5日(2020.3.5)	(74)代理人	100122769
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 笛田 秀仙
		(74)代理人	100163809
			弁理士 五十嵐 貴裕
		(72)発明者	ウェブ ベネロベ ユージニア
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波画像ガイド、関連する装置、システム、及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波撮像プロシージャをガイドするための装置であって、前記装置は、
超音波トランスデューサと通信するように構成されるプロセッサ回路であって、前記プロセッサ回路は、

ユーザインターフェースから、前記超音波トランスデューサの所望の姿勢に関連する入力を受信し、前記超音波トランスデューサは、現在の姿勢に位置決めされ、前記姿勢は前記超音波トランスデューサの位置及び向きを示し、

前記超音波トランスデューサから、前記現在の姿勢における前記超音波トランスデューサの視野を表す超音波撮像データを受信し、

前記超音波撮像データ及び前記入力に基づいて、前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢を前記所望の姿勢に位置合わせするための動きを決定し、

前記動きのグラフィカル表現を生成し、前記グラフィカル表現は、
前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の第1のインジケータと、
前記動きを示すために前記第1のインジケータに対して位置決めされ、方向付けられる前記超音波トランスデューサの前記所望の姿勢の第2のインジケータとを有し、

前記プロセッサ回路と通信するディスプレイに前記グラフィカル表現を出力し、
前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢が前記所望の姿勢と位置合わせされていることを決定し、

前記現在の姿勢が前記所望の姿勢と位置合わせされていることを決定することに応答して、画像フレームを前記プロセッサ回路のメモリに保存するように構成される、プロセッサ回路を有する、装置。

【請求項 2】

前記プロセッサ回路は、

前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の変化を検出し、

前記検出される現在の姿勢の変化に基づいて、前記グラフィカル表現の前記第1のインジケータ又は前記第2のインジケータの少なくとも1つを更新するように構成される、請求項1に記載の装置。

10

【請求項 3】

前記プロセッサ回路は、前記検出される現在の姿勢の変化に基づいて前記第1のインジケータをリアルタイムで更新するように構成される、請求項2に記載の装置。

【請求項 4】

前記プロセッサ回路は、機械学習アルゴリズムを使用して前記超音波撮像データに基づいて前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の変化を検出するように構成される、請求項2に記載の装置。

【請求項 5】

前記装置は前記超音波トランスデューサの位置データを取得するように構成される位置センサをさらに有し、前記プロセッサ回路は前記位置データに基づいて前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の変化を検出するように構成される、請求項2に記載の装置。

20

【請求項 6】

前記第1のインジケータ及び前記第2のインジケータは、同じ形状を有する、請求項1に記載の装置。

【請求項 7】

前記動きは、横方向スライド運動、掃引運動、揺動運動、扇形編出運動、回転運動、圧縮運動、又は減圧運動を含む、前記超音波トランスデューサの2つ以上の運動を有し、前記第2のインジケータは、前記超音波トランスデューサの前記2つ以上の運動を同時にグラフィカルに表現する、請求項1に記載の装置。

【請求項 8】

30

前記ユーザインターフェースはタッチスクリーンディスプレイを備え、前記入力の前記タッチスクリーンディスプレイ上で選択されるビューに基づいて受信される、請求項1に記載の装置。

【請求項 9】

前記第2のインジケータは、揺動運動又は扇形運動の少なくとも1つを表す傾斜を備える、請求項1に記載の装置。

【請求項 10】

超音波撮像プロシーチャをガイドするための方法であって、

ユーザインターフェースから、超音波トランスデューサの所望の姿勢に関連する入力を受信するステップであって、前記超音波トランスデューサは、現在の姿勢に位置決めされ、前記姿勢は前記超音波トランスデューサの位置及び向きを示す、ステップと、

40

前記超音波トランスデューサから、現在の姿勢における前記超音波トランスデューサの視野を表す超音波撮像データを受信するステップと、

前記超音波撮像データ及び前記入力に基づいて、前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢を前記所望の姿勢に位置合わせするための動きを決定するステップと、

前記動きのグラフィカル表現を生成するステップであって、前記グラフィカル表現は、

前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の第1のインジケータと、

前記動きを示すために前記第1のインジケータに対して位置決めされ、方向付けられる前記超音波トランスデューサの前記所望の姿勢の第2のインジケータとを有する、ステップと、

50

前記グラフィカル表現をディスプレイに出力するステップと、
前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢が前記所望の姿勢と位置合わせされていることを決定するステップと、
前記現在の姿勢が前記所望の姿勢と位置合わせされていることを決定するステップに
答して、画像フレームをメモリデバイスに保存するステップと
を有する、方法。

【請求項 11】

前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の変化を検出するステップと、
前記検出される現在の姿勢の変化に基づいて、前記グラフィカル表現の前記第1のイン
ジケータ又は前記第2のインジケータの少なくとも1つを更新するステップと
をさらに有する、請求項 10 に記載の方法。

10

【請求項 12】

前記第1のインジケータ又は前記第2のインジケータの前記少なくとも1つを更新するス
テップは、前記検出される現在の姿勢の変化に基づいて、前記第1のインジケータをリア
ルタイムで更新するステップを有する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の変化を検出するステップは、機械学習
アーキテクチャを使用して前記超音波撮像データに基づいて前記超音波トランスデューサ
の前記現在の姿勢の変化を検出するステップを有する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

20

前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の変化を検出するステップは、位置セン
サから受信される位置データに基づいて前記超音波トランスデューサの前記現在の姿勢の
変化を検出するステップを有する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記第1のインジケータ及び前記第2のインジケータは同じ形状を有する、請求項 10 に
記載の方法。

【請求項 16】

前記動きは、横方向の摺動運動、掃引運動、揺動運動、扇形編出運動、回転運動、又は
圧縮運動を含む、前記超音波トランスデューサの2つ以上の運動を含み、前記第2のインジ
ケータは、前記超音波トランスデューサの前記2つ以上の運動を同時にグラフィカルに表
す、請求項 10 に記載の方法。

30

【請求項 17】

前記第2のインジケータは、揺動運動又は扇形編出運動の少なくとも1つを表す傾斜を備
える、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 18】

超音波撮像システムであって、
超音波トランスデューサアレイを有する超音波プローブと、
グラフィカルユーザインタフェースを表示するように構成されるユーザディスプレイと、
一つ又はそれより多くの入力を受信するように構成されるユーザインターフェースデバ
イスと、

40

前記超音波プローブ、前記ユーザインターフェースデバイス、及び前記ユーザディスプ
レイと通信するプロセッサ回路であって、前記プロセッサ回路は、

前記ユーザインターフェースデバイスから、超音波トランスデューサの所望の姿勢に
関連する入力を受信し、前記超音波トランスデューサは、現在の姿勢に位置決めされ、前
記姿勢は前記超音波トランスデューサの位置及び向きを示し、

前記超音波トランスデューサから、前記現在の姿勢における前記超音波トランスデュー
サの視野を表す超音波撮像データを受信し、

前記超音波撮像データに基づいて、前記超音波プローブの前記現在の姿勢を決定し、

前記現在の姿勢及び前記所望の姿勢に基づいて、前記超音波プローブの前記現在の姿
勢を前記所望の姿勢に位置合わせするための動きを計算し、

50

前記動きのグラフィカル表現を生成し、前記グラフィカル表現は、
座標系と、
前記座標系上にオーバーレイされる前記超音波プローブの前記現在の姿勢の第1のインジケータと、
前記座標系上にオーバーレイされ、前記動きを示すために前記第1のインジケータに対して位置決めされ、方向付けられる前記超音波プローブの前記所望の姿勢の第2のインジケータと
を有し、
前記グラフィカル表現を前記ユーザディスプレイに出力する
ように構成される、プロセッサ回路と

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は概して、超音波画像の取得及び処理に関し、特に、取得される超音波画像に基づいて超音波撮像プロシーダをガイドするためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波撮像は、患者の内部解剖学的構造の画像を取得するために頻繁に使用される。超音波システムは、典型的にはプローブハウジングに結合されるトランスデューサアレイを含む超音波トランスデューサプローブを含む。トランスデューサアレイは超音波周波数で振動して患者の解剖学的構造内に超音波エネルギーを送信し、次いで、患者の解剖学的構造によって反射又は後方散乱される超音波エコーを受信して画像を生成するように作動される。そのようなトランスデューサアレイは、所望の圧力波を生成するために印加電圧に応答して振動する、圧電材料を有するいくつかを含む、様々な層を含み得る。これらのトランスデューサは、身体の様々な組織を通していくつかの超音波圧力波を連続的に送信及び受信するために使用され得る。様々な超音波応答は身体の様々な構造及び組織を表示するために、超音波撮像システムによってさらに処理され得る。

20

【0003】

超音波検査者は器官の状態を評価し、及び/又は器官の測定値を行うために、器官の特定のビュー又は撮像面を表す超音波画像を取得することを望む場合がある。例えば、超音波検査者が得ることを望み得る心臓の特定の音響撮像ウィンドウは、「心尖」、「肋骨下」(剣状突起下)、「胸骨傍」、及び「胸骨上」ウィンドウを含む。ソノグラファーが各アクセスウィンドウで得ることができる規格撮像面又はビューは、頂端4チャンバー(A4C)、頂端2チャンバー(A2C)、頂端3チャンバー(A3C)、頂端5チャンバー(A5C)、胸骨傍長軸(PLAX)、胸骨傍短軸(PSSA)、肋骨下長軸(SCLA)、及び肋骨下4チャンバー(SC4C)ビューを含む。各ビューでは、僧帽弁、大動脈弁、アペックス、及び乳頭筋レベルでの胸骨傍短軸ビューを含む1つ又は複数のサブビューも取得され得る。これらのビューを取得することは、患者の身体の特定の領域に超音波プローブを位置決めすることと、所望のビューで画像を取得するようにプローブを配向することを含む。探触子を位置し、方向付けるために超音波検査者によって使用される動きは、複雑であってもよく、3次元空間におけるいくつかの自由度を伴ってもよい。したがって、経験の浅い超音波検査者にとって、所望のビューを達成することは困難であり得る。

30

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示の態様は、超音波撮像システム、ならびに関連するデバイス及び方法のためのガイドランスを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

50

例示的な実施形態では、誘導システムが超音波トランスデューサの現在の位置及び向き(姿勢)を検出し、患者の解剖学的構造の所望のビュー又は撮像平面に関連する所望の姿勢を達成するための動きを決定するように構成される。例示的な実施形態では、プロセッサ回路が超音波トランスデューサによって取得される超音波撮像データに基づいて超音波トランスデューサの現在の姿勢を検出し、解剖学的構造の所望のビュー(例えば、心尖ビュー)に関連する姿勢を識別する。いくつかの実施形態では、所望の姿勢がモデルベースのアプローチ、人工知能、機械学習、ニューラルネットワークなどを使用して決定され得る。決定される動きに基づいて、プロセッサ回路は患者の生体構造の所望のビューを達成するために、超音波トランスデューサの現在の姿勢を表す第1のインジケータと、超音波トランスデューサの所望の姿勢を表す第2のインジケータとを含む、2次元グラフィカルユーザインタフェース又は3次元グラフィカルユーザインタフェースなどのグラフィカルユーザインタフェースを生成する。第2のインジケータは横方向の摺動、掃引、回転、揺動、扇形編出、及び/又は圧縮などの、動きに関連する1つ又は複数の調整を示すために、第1のインジケータに対して位置決めされ、配向される。それに関して、本開示の実施形態は、有利にはオペレータが画面上の指示に従い超音波トランスデューサを動かすためのより少ない精神的操作又は変換を伴う、超音波画像プロシージャをガイドするための直感的なプローブ中心インターフェースを提供する。

【0006】

本開示の一実施形態によれば、超音波画像プロシージャをガイドするための装置は、超音波トランスデューサと通信するように構成されるプロセッサ回路を含む。プロセッサ回路はユーザインターフェースから、超音波トランスデューサの所望の姿勢に関連付けられた入力を受信し、超音波トランスデューサは現在の姿勢に位置付けられ、現在の姿勢における超音波トランスデューサの視野を表す超音波撮像データを超音波トランスデューサから受信し、超音波撮像データ及び入力に基づいて、超音波トランスデューサの現在の姿勢を所望の姿勢と位置合わせするための動きを決定し、動きのグラフィカル表現を生成するように構成される。グラフィック表現は、超音波トランスデューサの現在の姿勢の第1のインジケータと、動きを示すために第1のインジケータに対して位置決めされ、配向される超音波トランスデューサの所望の姿勢の第2のインジケータとを含む。プロセッサ回路は、プロセッサ回路と通信するディスプレイにグラフィカル表現を出力するようにさらに構成される。

【0007】

いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が超音波トランスデューサの現在の姿勢の変化を検出し、検出される現在の姿勢の変化に基づいて、グラフィック表現の第1のインジケータ又は第2のインジケータの少なくとも1つを更新するように構成される。いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が現在の姿勢の検出される変化に基づいて第1のインジケータをリアルタイムで更新するように構成される。いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が機械学習アルゴリズムを使用して、超音波撮像データに基づいて、超音波トランスデューサの現在の姿勢の変化を検出するように構成される。いくつかの実施形態では装置が超音波トランスデューサの位置データを取得するように構成される位置センサをさらに備え、プロセッサ回路は位置データに基づいて超音波トランスデューサの現在の姿勢の変化を検出するように構成される。いくつかの実施形態では、第1のインジケータ及び第2のインジケータが同じ形状を含む。いくつかの実施形態では、動きは横方向スライド動き、掃引動き、揺動動き、扇形編出動き、回転動き、圧縮動き、又は減圧動きを含む、超音波トランスデューサの2つ以上の調整を含む。いくつかの実施形態では、第2のインジケータが超音波トランスデューサの2つ以上の調整を同時にグラフィカルに表す。

【0008】

いくつかの実施形態ではユーザインターフェースがタッチスクリーンディスプレイを備え、入力はタッチスクリーンディスプレイ上で選択されるビューに基づいて受け取られる。いくつかの実施形態では、第2のインジケータが揺動運動又は扇形運動の少なくとも1つを表す傾斜を備える。いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が超音波トランスデュー

10

20

30

40

50

サの現在の姿勢が所望の姿勢と位置合わせされていることを決定することと、現在の姿勢が所望の姿勢と位置合わせされていることを決定することに応答して、画像フレームをプロセッサ回路のメモリに保存することとを行うように構成される。

【0009】

本開示の別の実施形態によれば、超音波画像プロシーダを誘導するための方法はユーザインターフェースから、超音波トランスデューサの所望の姿勢に関連付けられた入力を受信することと、超音波トランスデューサから、現在の姿勢における超音波トランスデューサの視野を表す超音波撮像データを受信することと、超音波撮像データ及び入力に基づいて、超音波トランスデューサの現在の姿勢を所望の姿勢と位置合わせするための動きを決定することと、動きのグラフィカル表現を生成することとを含む。グラフィック表現は、超音波トランスデューサの現在の姿勢の第1のインジケータと、動きを示すために第1のインジケータに対して位置決めされ、配向される超音波トランスデューサの所望の姿勢の第2のインジケータとを含む。本方法は、グラフィカル表現をディスプレイに出力することとをさらに含む。

10

【0010】

いくつかの実施形態では、方法が超音波トランスデューサの現在の姿勢の変化を検出することと、現在の姿勢の検出される変化に基づいて、グラフィック表現の第1のインジケータ又は第2のインジケータの少なくとも1つを更新することとをさらに含む。いくつかの実施形態では、第1のインジケータ又は第2のインジケータの少なくとも1つを更新することは現在の姿勢の検出される変化に基づいて第1のインジケータをリアルタイムで更新することを含む。いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサの現在の姿勢の変化を検出することは機械学習アーキテクチャを使用して超音波撮像データに基づいて超音波トランスデューサの現在の姿勢の変化を検出することを含む。いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサの現在の姿勢の変化を検出することは位置センサから受信される位置データに基づいて超音波トランスデューサの現在の姿勢の変化を検出することを含む。

20

【0011】

いくつかの実施形態では、第1のインジケータ及び第2のインジケータが同じ形状を含む。いくつかの実施形態では動きは横方向スライド動き、掃引動き、揺動動き、扇形編出動き、回転動き、又は圧縮動きを含む、超音波トランスデューサの2つ以上の調整を含み、第2のインジケータは超音波トランスデューサの2つ以上の調整を同時にグラフィカルに表す。いくつかの実施形態では、第2のインジケータが揺動運動又は扇形運動の少なくとも1つを表す傾斜を備える。いくつかの実施形態では、本方法が超音波トランスデューサの現在の姿勢が所望の姿勢と位置合わせされていることを決定することと、現在の姿勢が所望の姿勢と位置合わせされていることを決定することに応答して、画像フレームをメモリ装置に保存することとをさらに含む。

30

【0012】

本開示の別の実施形態によれば、超音波撮像システムは、超音波トランスデューサアレイを備える超音波プローブと、グラフィカルユーザインターフェースを表示するように構成されるユーザディスプレイと、1つ又は複数の入力を受信するように構成されるユーザインターフェース装置と、超音波プローブ、ユーザインターフェース装置、及びユーザディスプレイと通信するプロセッサ回路とを含む。プロセッサ回路はユーザインターフェースから、超音波トランスデューサの所望の姿勢に関連する入力を受信し、超音波トランスデューサは現在の姿勢に位置決めされ、超音波トランスデューサから、現在の姿勢における超音波トランスデューサの視野を表す超音波撮像データを受信し、超音波撮像データに基づいて、超音波プローブの現在の姿勢を決定し、現在の姿勢及び所望の姿勢に基づいて、超音波プローブの現在の姿勢を所望の姿勢と位置合わせするための動きを計算し、動きのグラフィカル表現を生成するように構成される。グラフィック表現は、座標系と、座標系上にオーバーレイされる超音波プローブの現在の姿勢の第1のインジケータと、座標系上にオーバーレイされ、動きを示すために第1のインジケータに対して位置決めされ、配向される超音波プローブの所望の姿勢の第2のインジケータとを含む。プロセッサ回路は

40

50

、グラフィカル表現をユーザディスプレイに出力するようにさらに構成される。

【0013】

本開示のさらなる態様、特徴、及び利点は、以下の詳細な説明から明らかになる。

【0014】

本開示の例示的な実施形態は、添付の図面を参照して説明される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本開示の実施形態による超音波撮像システムの概略図である。

【図2】本開示の実施形態による、プロセッサ回路の概略図である。

【図3】本開示の態様による、超音波画像プロシージャをガイドするためのグラフィカルユーザインターフェースを生成するための方法のフロー図である。

10

【図4A】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャのビュー選択ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

【図4B】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャのビュー選択ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

【図5】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャ中に得られる超音波画像に適用されるビュー識別アルゴリズムの概略図である。

【図6】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャ中に決定される様々なタイプの超音波プローブの動きの概略図である。

【図7】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャの誘導ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

20

【図8】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャの横方向摺動ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

【図9】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャの回転ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

【図10】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャの扇形編出ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

【図11】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャの完了した動きインジケータを示すグラフィカルユーザインターフェースである。

【図12】図12は、本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャのトラブルシューティングステップを示すグラフィカルユーザインターフェースである。

30

【図13】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャの誘導ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

【図14】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャの誘導ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

【図15】本開示の態様による、画像ガイド超音波撮像プロシージャの誘導ステップのグラフィカルユーザインターフェースである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本開示の原理の理解を促進する目的で、ここで、図面に示される実施形態を参照し、特定の言語を使用して、本開示の原理を説明する。それにもかかわらず、本開示の範囲に対する限定は意図されないことが理解される。記載される装置、システム、及び方法に対する任意の変更及びさらなる修正、ならびに本開示の原理の任意のさらなるアプリケーションは本開示が関連する当業者が通常想起するように、完全に企図され、本開示内に含まれる。特に、一実施形態に関して説明した特徴、構成要素、及び/又はステップは、本開示の他の実施形態に関して説明した特徴、構成要素、及び/又はステップと組み合わせることができることが十分に企図される。しかしながら、簡潔にするために、これらの組合せの多数の反復は、別々に説明されない。

40

【0017】

図1には、本開示の実施形態による超音波システム100がブロック図形式で示されてい

50

る。超音波プローブ10は、複数の超音波トランスデューサ素子又は音響素子を含むトランスデューサアレイ12を有する。いくつかの例では、アレイ12が任意の数の音響素子を含むことができる。たとえば、アレイ12は、2つの音響要素、4つの音響要素、36つの音響要素、64つの音響要素、128個の音響要素、300個の音響要素、812個の音響要素、3000個の音響要素、9000個の音響要素、30,000個の音響要素、65,000個の音響要素、及び/又はより大きい及びより小さい他の値などの値を含む、1つの音響要素と100,000個の間の音響要素を含むことができる。いくつかの例では、アレイ12の音響素子が線形アレイ、平面アレイ、湾曲アレイ、曲線アレイ、円周アレイ、環状アレイ、フェーズドアレイ、マトリクスアレイ、一次元(1D)アレイ、1.X次元アレイ(例えば、1.5Dアレイ)、又は二次元(2D)アレイなどの任意の適切な構成で配列され得る。音響素子のアレイ(例えば、1つ以上の行、1つ以上の列、及び/又は1つ以上の向き)は、均一に又は独立して制御及び活性化することができる。アレイ12は、患者の解剖学的構造の1次元、2次元、及び/又は3次元画像を取得するように構成することができる。

【0018】

本開示は外部超音波プローブを使用する合成開口外部超音波画像に言及するが、本開示の1つ又は複数の態様は外部超音波プローブ及び管腔内超音波プローブを含む、任意の適切な超音波画像プローブ又はシステムにおいて実装され得ることが理解されよう。例えば、本開示の態様は、機械的にスキャンされる外部超音波撮像プローブ、心臓内(ICE)心エコー検査カテーテル及び/又は経食道心エコー検査(TEE)プローブ、回転血管内超音波(IVUS)撮像カテーテル、位相ドアレイIVUS撮像カテーテル、経胸壁心エコー検査(TTE)撮像デバイス、又は任意の他の適切なタイプの超音波撮像デバイスを使用して、超音波撮像システムにおいて実施することができる。

【0019】

再び図1を参照すると、アレイ12の音響素子は、1つ以上の圧電/ piezo抵抗素子、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)、圧電微細加工超音波トランスデューサ(PMUT)素子、容量性微細加工超音波トランスデューサ(CMUT)素子、及び/又は任意の他の適切なタイプの音響素子を含み得る。アレイ12の1つ以上の音響素子は電子回路14と通信する(例えば、電気的に結合される)。図1の実施形態などのいくつかの実施形態では、電子回路14がマイクロビームフォーマ(μ BF)を備えることができる。他の実施形態では、電子回路がマルチプレクサ回路(MUX)を含む。電子回路14は、プローブ10内に配置され、トランスデューサアレイ12に通信可能に結合される。いくつかの実施形態では、電子回路14の1つ又は複数の構成要素をプローブ10内に配置することができる。いくつかの実施形態では、電子回路14の1つ又は複数の構成要素が計算装置又は処理システム28内に配置することができる。計算装置28は、メモリと通信する1つ又は複数のプロセッサなどのプロセッサであり得るか、又はそれを含み得る。以下でさらに説明するように、計算装置28は、図2に示すようなプロセッサ回路を含むことができる。いくつかの態様では電子回路14のいくつかの構成要素がプローブ10内に配置され、電子回路14の他の構成要素は計算装置28内に配置される。電子回路14は1つ又は複数の電気スイッチ、トランジスタ、プログラマブルロジックデバイス、又は複数の入力の各々から1つ又は複数の共通通信チャネルを介して信号を送信するために、複数の入力を結合及び/又は連続的に切り替えるように構成される他の電子コンポーネントを備え得る。電子回路14は、複数の通信チャネルによってアレイ12の要素に結合され得る。電子回路14は、超音波撮像データを含む信号を計算装置28に送信するケーブル16に結合される。

【0020】

計算装置28では、信号はデジタル化され、各信号を適切に遅延させるシステムビームフォーマ22のチャネルに結合される。次いで、遅延される信号は、結合されて、コヒーレントなステアリングされ、集束される受信ビームを形成する。システムビームフォーマは、電子ハードウェアコンポーネント、ソフトウェアによって制御されるハードウェア、又はビームフォーミングアルゴリズムを実行するマイクロプロセッサを備え得る。この点に関して、ビームフォーマ22は、電子回路として参照され得る。いくつかの実施形態ではビー

10

20

30

40

50

ムフォーマ22が図1のシステムビームフォーマ22などのシステムビームフォーマであってもよく、又は超音波プローブ10内の回路によって実装されるビームフォーマであってもよい。いくつかの実施形態では、システムビームフォーマ22がプローブ10内に配置されるマイクロビームフォーマ(例えば、電子回路14)と連動して動作する。ビームフォーマ22は、いくつかの実施形態ではアナログビームフォーマ、又はいくつかの実施形態ではデジタルビームフォーマとすることができる。デジタルビームフォーマの場合、システムは、アレイ12からのアナログ信号をサンプリングされるデジタルエコーデータに変換するA/D変換器を含む。ビームフォーマ22は一般に、エコーデータをコヒーレントエコー信号データに処理するために、1つ又は複数のマイクロプロセッサ、シフトレジスタ、及び/又はデジタル又はアナログメモリを含む。遅延は受信信号のサンプリング時、メモリーに一時的に記憶されるデータの書き込み/読み出しインターバル、又は米国特許第4,173,007号(McKeighenら)に記載されているようなシフトレジスタの長さ又はクロックレートなどの様々な手段によってもたらされる。さらに、いくつかの実施形態では、ビームフォーマがアレイ12によって生成される信号の各々に適切な重みを適用することができる。画像フィールドからのビームフォーミングされる信号は、信号及び画像プロセッサ24によって処理されて、画像ディスプレイ30上に表示するための2D又は3D画像を生成する。信号及び画像処理装置24は、電子ハードウェア構成要素、ソフトウェアによって制御されるハードウェア、又は画像処理アルゴリズムを実行するマイクロプロセッサを備え得る。それは、一般に、受信されるエコーデータを、スキャンコンバータなどの所望の表示フォーマットの画像のための画像データに処理する特殊なハードウェア又はソフトウェアも含む。いくつかの実施形態では、ビームフォーミング関数が異なるビームフォーミングコンポーネント間で分割することができる。例えば、いくつかの実施形態では、システム100がプローブ10内に配置され、システムビームフォーマ22と通信するマイクロビームフォーマを含むことができる。マイクロビームフォーマは、計算装置28に受信信号を送信するために必要とされる通信チャネルの数を低減することができる、予備ビームフォーミング及び/又は信号処理を実行することができる。

【0021】

スキャンモード(例えば、Bモード、Mモード)、プローブ選択、ビームステアリング及び集束、並びに信号及び画像処理のような超音波システムパラメータの制御は、システム100の様々なモジュールに結合されるシステムコントローラ26の制御下で行われる。システムコントローラ26は、特定用途向け集積回路(ASIC)又はマイクロプロセッサ回路と、RAM、ROM、又はディスクドライブなどのソフトウェアデータ記憶装置とによって形成され得る。プローブ10の場合、この制御情報の一部は、ケーブル16を介して計算装置28から電子回路14に提供され、特定のスキャンプロシージャに必要なアレイの動作のために電子回路14を調整することができる。ユーザはユーザインターフェース装置20の手段により、これらの動作パラメータを入力する。

【0022】

いくつかの実施形態では、画像処理装置24がさらに分析されるか又はディスプレイ30に出力される異なるモードの画像を生成するように構成される。例えば、いくつかの実施形態では、画像プロセッサが患者の解剖学的構造の、ライブBモード画像などのBモード画像をコンパイルするように構成され得る。他の実施形態では、画像処理装置24がMモード画像を生成又はコンパイルするように構成される。Mモード画像は、単一のスキャン線に沿った撮像される解剖学的構造の時間的变化を示す画像として説明することができる。

【0023】

計算装置28は、コンピュータプロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、キャパシタ、抵抗器、及び/又は他の電子装置、ソフトウェア、又はハードウェアとソフトウェアとの組合せなどのハードウェア回路を備え得ることを理解される。いくつかの実施形態では、計算装置28が単一の計算装置である。他の実施形態では、計算装置28が互いに通信する別個のコンピュータデバイスを備える。

【0024】

10

20

30

40

50

計算装置28は誘導システム25をさらに含み、誘導システムは、ユーザが超音波プローブ10を所望の又は選択される姿勢に動かすための誘導命令を生成ポーズ出力するために使用される。誘導システム25は、インターフェース装置20からの入力、超音波プローブ10からの超音波撮像データ、システムビームフォーマ22、及び/又は信号及び画像処理装置24を含む、システムからの様々な入力を受信するように構成され得る。いくつかの実施形態では、誘導システム25が所望の又は選択される解剖学的構造のビューに対応する入力をインターフェース装置20から受信するように構成される。解剖学的構造の所望の又は選択されるビューは、超音波プローブ10の所望の又は選択される姿勢を含むか、又はそれに関連付けられる。誘導システム25は超音波撮像データ及び/又はポジショニングシステムもしくはセンサ(例えば、医療用ポジショニングシステム(MPS)、光学画像センサ、加速度計、ジャイロスコープ)からの位置データに基づいて、超音波プローブ10の現在の姿勢を決定することができる。例えば、いくつかの実施形態では誘導システム25がカメラなどの光学撮像センサを含み、位置データは患者に対して位置決めされる超音波プローブの画像を含む。この実施形態では、誘導システムが画像を画像処理することによって、患者の解剖学的構造に対する超音波プローブの姿勢を決定するように構成される。

【0025】

一実施形態では、誘導システム25が解剖学的構造に対する1つ又は複数の物理的寸法に関して超音波プローブ10の姿勢を決定する。例えば、誘導システム25は、解剖学的構造に対するxyz座標、ロッキング角、ファンニング角、回転角などに関してプローブの姿勢を決定することができる。いくつかの実施形態では、誘導システム25が超音波プローブ10の現在の姿勢を決定するために解剖学的モデルを使用する。いくつかの実施形態では、誘導システム25が人工知能(AI)、機械学習、ディープラーニング、及び/又はニューラルネットワークアーキテクチャを含む、様々な画像処理技術を使用して現在の姿勢を決定するように構成される。例えば、いくつかの実施形態では、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)が使用される。超音波プローブ10の決定される現在の姿勢及び選択される又は所望の姿勢に基づいて、誘導システム25は超音波プローブ10の現在の姿勢を所望の姿勢に位置合わせするための動きを計算し、その動きのグラフィカル表現をディスプレイ30に出力する。

【0026】

図2は、本開示の実施形態による、プロセッサ回路150の概略図である。プロセッサ回路150は、図1の計算装置28、信号及び画像処理装置24、コントローラ26、及び/又はプローブ10において実装され得る。図示のように、プロセッサ回路150は、プロセッサ160と、メモリ164と、通信モジュール168とを含み得る。これらの要素は例えば、1つ又は複数のバスを介して、互いに直接的又は間接的に通信することができる。

【0027】

プロセッサ160は、本明細書で説明する動作を実行するように構成される中央処理装置(CPU)、デジタル信号プロセッサ(DSP)、ASIC、コントローラ、FPGA、別のハードウェアデバイス、ファームウェアデバイス、又はそれらの任意の組合せを含み得る。プロセッサ160はまた、計算デバイスの組み合わせ、たとえば、DSPとマイクロプロセッサとの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1つ又は複数のマイクロプロセッサ、又は任意の他のそのような設定として実装され得る。

【0028】

メモリ164はキャッシュメモリ(たとえば、プロセッサ160のキャッシュメモリ)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、磁気抵抗RAM(MRAM)、読み取り専用メモリ(ROM)、フィールドプログラマブルゲートアレイ読み取り専用メモリ(PROM)、消去可能フィールドプログラマブルゲートアレイ読み取り専用メモリ(EPROM)、電氣的消去可能フィールドプログラマブルゲートアレイ読み取り専用メモリ(EEPROM)、フラッシュメモリ、ソリッドステートメモリ装置、ハードディスクドライブ、他の形態の揮発性及び不揮発性メモリ、又は異なるタイプのメモリの組合せを含み得る。一実施形態では、メモリ164が非一時的コンピュータ可読媒体を含む。メモリ164は、命令166を記憶することができる。命令166

10

20

30

40

50

はプロセッサ160によって実行されるとき、プロセッサ160に、計算装置28及び／又はプローブ10(図1)を参照しながら本明細書で説明する動作を実行させる命令を含み得る。命令166は、コードと呼ばれることもある。「命令」及び「コード」という用語は、任意のタイプのコンピュータ可読ステートメントを含むように広く解釈されるべきである。たとえば、「命令」及び「コード」という用語は1つ又は複数のプログラム、ルーチン、サブルーチン、関数、プロシージャなどを指すことがあり、「命令」及び「コード」は、単一のコンピュータ可読ステートメント又は多くのコンピュータ可読ステートメントを含み得る。

【0029】

通信モジュール168は、計算装置28、プローブ10、及び／又はディスプレイ30の間のデータの直接的又は間接的な通信を容易にするための任意の電子回路及び／又は論理回路を含むことができる。この点に関して、通信モジュール168は、入出力(I/O)デバイスとすることができる。いくつかの事例では、通信モジュール168がプロセッサ回路150及び／又は処理システム106(図1A)の様々な要素間の直接的又は間接的な通信を容易にする。

【0030】

超音波検査者は器官の状態を評価し、及び／又は器官の測定値を行うために、器官の特定のビュー又は撮像面(例えば、心臓の頂点ビュー)を表す超音波画像を取得することを望むことがある。しかしながら、プローブを位置決めし、方向付けるために関与する動きは、複雑であり得、3次元空間におけるいくつかの自由度の調整を含み得る。したがって、未経験の超音波検査者にとって、所望のビューを達成することは困難であり得る。ガイダンス計画又はプロシージャを使用して、超音波プローブを所望の位置及び向き(すなわち、姿勢)に位置付けることができる。したがって、本開示は、超音波検査者のためのより少ない精神的な変換を伴う直感的な方法で、所望のビューに関連する動きを表示するガイダンスインターフェースを説明する。

【0031】

図3は、超音波プローブ及びディスプレイを使用して所望のビューを達成するために画像ベースのガイダンスを提供するための方法200を示すフロー図である。方法200は、図1に示されるシステム100などの超音波撮像デバイス及び／又は超音波撮像システムを使用して実行され得ることが理解されるのであろう。たとえば、方法200の1つ又は複数のステップは、図2に関して説明されるプロセッサ回路150の1つ又は複数の特徴を含み得る、上記で説明されるようなシステム100の誘導システム25を使用して実行され得る。

【0032】

ステップ210において、誘導システムのプロセッサ回路は、超音波画像トランスデューサによって得られた視野を表す超音波撮像データを受信する。超音波撮像データは、生のアナログ超音波信号、デジタル超音波信号又はデータ、フィルタリングされるデータ、ビームフォーミングされるデータ、又は任意の他の適切なタイプのデータを含むことができる。いくつかの実施形態では、超音波撮像データが撮像プローブ又は撮像装置によって取得されるBモードデータを含み得る。いくつかの実施形態では、超音波撮像データがパワーブラ又はカラードブラなどのドブラデータ、Mモードデータ、又は任意の他の適切なタイプの撮像データを含み得る。

【0033】

ステップ220において、プロセッサ回路は超音波トランスデューサの所望の姿勢を示す入力を受信し、所望の姿勢は、心臓の心尖ビューなどの所望のビューに関連付けられた超音波トランスデューサの位置及び／又は配向を表す。上述のように、所望の姿勢はxyz座標、角度(例えば、扇形編出、回転、揺動)、球面座標、円筒座標などの1つ以上の物理的寸法又は幾何学的パラメータに関連する値を含む位置情報によって表され得る。所望の姿勢及び／又は位置情報は、プロセッサ回路のメモリに記憶され、入力の受信に応答してメモリから呼び出されるか又は取り出され得る。

【0034】

入力は、図1に示されるシステム100のユーザインターフェースなどのユーザインター

10

20

30

40

50

フェース装置プロセッサ回路によって受信され得る。いくつかの実施形態では、ユーザインターフェース装置が異なる心エコー画像ウィンドウのリスト又は選択を含むグラフィカルディスプレイ又はインターフェースを示すタッチスクリーンディスプレイを備える。いくつかの実施形態では、ユーザインターフェースデバイスがMicrosoft, Inc.によって製造されるHOLOLENSディスプレイなどのタッチレス拡張現実ディスプレイ(例えば、眼鏡又はスクリーン)を備える。図4Aは、所望のウィンドウを示す入力を受信するために使用されるグラフィカルユーザインタフェース222を示す。グラフィカルインターフェースは、患者の解剖学的構造の概略図224と、インターフェース内の解剖学的構造224の対応する位置にオーバーレイされる複数のウィンドウインジケータ226とを含む。ユーザは、タッチスクリーンディスプレイ上のウィンドウインジケータ226をタップすることによって、マウス、トラックボール、キーボード入力、音声コマンド、又は任意の他の適切なタイプの入力を使用して、入力を選択することができる。いくつかの実施形態では、ウィンドウインジケータ226が選択されると、典型的にはスキャンプロトコルによって定義されるビューのセットがビューインジケータの形態で表示される。例えば、頂点ウィンドウが選択される場合、ユーザは、関連するビューインジケータを選択することによって、A4C、A2C、A3C、又はA5Cビューを切り替えるオプションを提供され得る。いくつかの実施形態ではユーザによってビュー選択が提供されない場合、システムは以前に選択される音響ウィンドウにおいて取得可能で一般的に使用される又は事前定義されるビューを自動的に選択する。いくつかの実施形態では、ユーザがウィンドウインジケータ226を選択すると、標準ビューの一例がユーザに示される。いくつかの実施形態では、例示的な標準ビューが選択されるウィンドウ及び/又はビューにおいて取得される以前に取得される画像を含む。いくつかの実施形態では、例示的な標準ビューが標準ビューの説明又は漫画である。例示的な標準ビューは、プロセッサと通信しているメモリに保存され得る。いくつかの実施形態では、インジケータ226はビューインジケータを含む。いくつかの実施形態では、インジケータ226がウィンドウインジケータとビューインジケータとの組合せを備える。

【0035】

いくつかの実施形態では、ウィンドウ及び/又はビューを選択する入力が画像処理アルゴリズムを使用して自動的に作成される。例えば、プロセッサ回路は超音波撮像信号の画像処理によって、患者の解剖学的構造に対する超音波トランスデューサの姿勢を決定し、決定される姿勢に基づいてウィンドウ又はビューを自動的に選択することができる。例えば、プロセッサ回路は、超音波トランスデューサが達成するのに最も近いビューに基づいて入力を生成することができる。別の例では、プロセッサ回路が分類アルゴリズムを使用して、音響ウィンドウのタイプを決定し、予測に基づいてそのようなウィンドウを選択し得る。

【0036】

いくつかの実施形態では所望の姿勢又はビューがプロセッサ回路によって受信又は決定されると、プロセッサ回路は患者の解剖学的構造上の特定の位置及び/又は向きに超音波トランスデューサを配置するためのユーザ指示を出力する。図4Bは、患者の解剖学的構造と、患者の解剖学的構造224に対して所望の姿勢で位置決めされる超音波プローブ又は超音波トランスデューサとの概略図を示す例示的なグラフィカルユーザインタフェース232を示す。グラフィカルユーザインタフェースは超音波トランスデューサのインジケータ234に、インジケータに対応するテキスト命令を含む。いくつかの実施形態では、グラフィカルユーザインタフェース232が超音波トランスデューサのインジケータ234又はテキスト命令のみを含む。他の実施形態では、ユーザ指示が可聴命令、触覚命令、又は任意の他の適切なタイプの命令を含む。

【0037】

いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が超音波撮像データを受信する前に、所望の姿勢又は撮像平面を示す入力を受信する。例えば、超音波検査者は所望のウィンドウ及び/又はビュー(例えば、心尖ウィンドウ及びA4Cビュー)を選択することによって撮像プロシージャを開始し、次いで、超音波撮像データを取得するようにトランスデューサを位置

10

20

30

40

50

付けることができる。いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が超音波撮像データの連続ストリームを受信するように構成され、超音波撮像データと同時に所望のビューを示す入力を受信することができる。

【0038】

ステップ230において、プロセッサ回路は、ステップ210において受信される超音波撮像データ及びステップ220において受信される入力に基づいて、超音波トランスデューサの現在の姿勢を所望の姿勢に位置合わせするための動きを決定する。言い換えれば、ステップ230は、ステップ220で受信される入力に関連するビュー又はポーズを達成するための動きを決定することを含む。例示的な実施形態では、ステップ230が超音波撮像データを画像処理することによって、超音波トランスデューサの現在の姿勢を決定することを含む。いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が超音波トランスデューサの現在の姿勢を決定するために、人工知能(AI)、機械学習、及び/又は深層学習アーキテクチャを使用する。一実施形態では、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)アーキテクチャが所定の基準面に対する超音波トランスデューサの相対姿勢を予測するように訓練される。このようなアルゴリズムは例えば、「ニューラルネットワーク及び関連する装置、システム、及び方法のための超音波画像プレーンガイド」と題される2018年3月12日出願の米国仮特許出願第62/641,540号、「ニューラルネットワークと関連するデバイス、システム、及び方法を使用した超音波イメージング平面アライメント」と題される2018年3月12日出願の米国仮特許出願第62/641,508号、「ニューラルネットワークトレーニング及び関連する装置、システム、及び方法のための超音波撮像データセット取得」と題される2018年3月12日出願の米国仮特許出願第62/641,493号、「深層学習による超音波イメージングと関連するデバイス、システム、方法」と題される2018年7月20日出願の米国仮特許出願第62/700,960号、「超音波イメージング及び関連するデバイス、システム、及び方法におけるターゲット位置特定のための自動閉ループ超音波平面ステアリング」と題される2019年9月26日出願の米国仮特許出願第62/906,368号、「深層学習ベースの超音波画像ガイダンスと関連するデバイス、システム、及び方法」と題される2018年10月16日出願の米国仮特許出願第62/746,042号に記載されており、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0039】

その点に関して、図5は、超音波トランスデューサの現在の姿勢を決定するためのアルゴリズムに従って処理されている超音波画像242の概略図である。画像242は、僧帽弁、大動脈弁、中隔などの解剖学的特徴と組み合わせて、超音波トランスデューサの現在の姿勢又はビューを識別するために使用され得る、器官、心臓のチャンバなどの解剖学的特徴の輪郭244を含む。プロセッサ回路は、AI、機械学習、ディープラーニング、及び/又はニューラルネットワークを含む、上記のアーキテクチャの1つ又は複数を採用し得る。いくつかの実施形態では、識別される解剖学的特徴が現在の姿勢又はビューを決定するために、解剖学的特徴のモデルと比較され得る。いくつかの実施形態では、複数の異なる姿勢又はビューに関連付けられる複数の例示的な画像フレームを含む状態マシンを使用して、患者の解剖学的特徴に対する超音波トランスデューサの現在の姿勢又はビューを決定する。

【0040】

プロセッサ回路によって決定される超音波トランスデューサの現在の姿勢又はビューを用いて、プロセッサ回路は、所望の姿勢又はビューを達成するための超音波トランスデューサの動きを決定する。動きは、1つ又は複数の自由度におけるいくつかの物理的調整を含むか、又は含むことができる。動きは、現在の姿勢を所望の姿勢と比較することによって決定され得る。その点に関して、プロセッサは、xyz座標、回転角度、扇形編出角度、ロッキング角度など、現在の姿勢に関連する複数の次元値を決定することができる。次いで、これらの次元値は、xyz座標、回転角度、扇形編出角度、ロッキング角度などの所望の姿勢に関連する次元値と比較することができる。次いで、この比較に基づいて、例えば、所望のプロースの寸法値から現在の姿勢の寸法値を減算することによって、動きを決定することができる。したがって、いくつかの実施形態では、動きは現在の姿勢と所望の姿

勢との直接的な比較に基づいて決定される。他の実施形態では、動きは基準座標系における超音波トランスデューサの現在の姿勢を決定し、基準座標系における現在の姿勢を基準座標系における所望の姿勢と比較することによって計算される。

【0041】

ステップ240において、プロセッサ回路は、ステップ230において決定される動きのグラフィカル表現を生成する。グラフィカルインジケータは、超音波トランスデューサの現在の姿勢の第1のインジケータと、動きを示すために第1のインジケータに対して配向されて配置される超音波トランスデューサの所望の姿勢の第2のインジケータとを含み得る。インジケータの1つ又は両方は1つ又は複数の自由度における1つ又は複数の調整が示されるように、動きを示し得る。いくつかの実施形態では、複数の自由度における複数の調整が第1及び／又は第2のインジケータによって示される。

10

【0042】

図6は、複数の超音波トランスデューサの動きと、動きに関連するグラフィックインジケータとの概略図である。グラフィカルインジケータの形状は、超音波トランスデューサの超音波トランスデューサアレイに近似するか、又はそれを表すことができる。動きには、摺動、揺動、掃引、扇形編出、圧縮、及び回転が含まれる。摺動は、超音波トランスデューサの角度方向が実質的に変化しないままであるトランスデューサの横方向の並進運動を伴う。スライド移動は、望ましい横方向位置を代表する第2のインジケータ310bから隔てられた超音波トランスデューサの第1のインジケータ310aを含む横方向並進として示されている。ロッキングは超音波トランスデューサの横軸(すなわち、より長い寸法)に沿った超音波トランスデューサの横傾斜を伴う。ロッキング運動は、インジケータ312のより暗い側が所望の姿勢又はビューを達成するためのロッキング又は傾斜の所望の方向を表す傾斜を使用して示される。掃引は、超音波トランスデューサの前方又は後方並進を伴う。スウィープ動きは、第1指標314aと、第1指標314aから隔てられた第2指標314bにより、スウィープ方向(例えば前方／後方)で示される。ファンニングは、横軸に垂直な横軸に沿った超音波トランスデューサの前方又は後方傾斜を伴う。扇形編出動作は、インジケータ316がインジケータ316のより暗い側が所望の姿勢又はビューを達成するための扇形編出又は傾斜の所望の方向を表す傾斜を含むという点で、揺動の表現と同様に示されている。圧縮は、超音波プローブの垂直軸に沿って超音波トランスデューサを患者に押し込むことを含む。したがって、圧縮は、縦軸に沿って下方向に増加した力を超音波プローブに印加することを伴う。対照的に、減圧は、超音波プローブによって患者に加えられる圧力又は力を低減することを伴う。圧縮運動は、超音波トランスデューサのインジケータ318の周りに表示される輪郭によって示される。減圧動きは、インジケータ321の周りの破線の輪郭によって示されている。いくつかの態様では輪郭の太さ、幅、色、又は他の視覚的態様は所望のビューを達成するために必要とされる圧縮／解凍の量に対応し得る。回転運動は、超音波プローブの垂直軸を中心として超音波トランスデューサを特定の角度方向に回転させることを含む。回転運動は、第2のインジケータなどのインジケータ320が他のインジケータに対して、所望の姿勢に関連する角度方向に向けられ、又は回転されることによって示され得る。いくつかの実施形態では、回転を表すインジケータ320が矢印を含む。しかしながら、他の実施形態では、インジケータ320が矢印を含まない。

20

30

40

【0043】

再び図3を参照すると、ステップ250において、プロセッサ回路は、動きのグラフィック表現を、プロセッサ回路と通信するディスプレイに出力する。その点で、図7—12は、本開示の態様による、所望の姿勢又はビューを達成するように決定される動きのグラフィカル表現を含む例示的なグラフィカルユーザインタフェースである。いくつかの実施形態では、プロセッサ回路がユーザが図4A及び／又は図4Bに示されるグラフィカルインターフェースに示される位置に超音波トランスデューサを配置すると、図7乃至図12のグラフィカルユーザインタフェースを表示するように構成される。図7乃至図12のグラフィカルユーザインタフェースは、2次元座標系、具体的にはデカルト平面を使用して示される。しかしながら、他の実施形態では、様々な異なる座標系(例えば、極性、円筒形、球形)

50

を使用する他のタイプのインターフェースを示すことができる。

【 0 0 4 4 】

図7は、本開示の態様による、超音波画像ガイダンスプロシージャにおいて使用されるグラフィカルユーザインタフェース410の例示的な図である。図7は、デカルト座標系を中心とする超音波トランスデューサの現在の姿勢の第1のインジケータ412を示す。いくつかの態様では、超音波トランスデューサの現在の姿勢を少なくとも最初にデカルト平面の中心に示すことは有利にはトランスデューサを移動させるために表示されるべきより直感的な命令を提供することができる。例えば、図7に示されるトランスデューサ中心のアプローチでは、トランスデューサのオペレータが現在の姿勢を所望の姿勢と位置合わせするようにトランスデューサを移動させるために表示されるインジケータ412に従うことによって、より少ない精神的変換又は変形で、指示される移動を実行することが可能であり得る。しかしながら、他の実施形態では、超音波トランスデューサの初期又は現在のビューを示すインジケータ412がデカルト平面の中心にないことが理解されよう。例えば、いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサの所望の姿勢に関連する第2のインジケータがデカルト平面の中心に表示される。

【 0 0 4 5 】

図8は、本開示の態様によるグラフィカルユーザインタフェース420を示す。その点に関して、図8は図7のように、デカルト平面の中心における超音波トランスデューサの現在及び/又は初期姿勢の第1のインジケータ412を示し、第1のインジケータ412に対して離間される超音波トランスデューサの所望の姿勢に関連する第2のインジケータ414をさらに含む。図示の実施形態では、第1のインジケータ412及び第2のインジケータ414が超音波トランスデューサアレイの形状を表す同じ形状を備える。しかしながら、いくつかの実施形態では、インジケータの一方又は両方が異なる形状を備えてもよい。第2のインジケータ414は、第1のインジケータ412から横方向に離間され、超音波トランスデューサを横方向に右にスライドさせる命令を表す。第2のインジケータ414は、超音波トランスデューサの横軸に沿った右への揺動運動を表す、第2のインジケータの右側のより暗い色を示す傾斜をさらに含む。したがって、第2のインジケータはオペレータによって同時に又は別々に実行され得る複数のタイプの動き(すなわち、摺動及び揺動)を表す。グラフィカルユーザインタフェース420はまた、超音波トランスデューサをその初期又は現在の姿勢から所望の姿勢にするために、部分的に透明な追跡又は移動経路を含む第3のインジケータ416を有する。いくつかの実施形態では、第3のインジケータ416が矢印又は別のタイプの方向インジケータを備える。他の実施形態では、第3のインジケータ416は図示されていない。

【 0 0 4 6 】

いくつかの実施形態ではインジケータ412、414、416の1つ又は複数の超音波トランスデューサが移動したことを検出するプロセッサ回路にตอบสนองして、プロセッサ回路によって更新される。例えば、いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が超音波撮像データの連続ストリームを受信し、超音波トランスデューサの姿勢の変化を検出し、第1のインジケータ412を更新して、所望の姿勢に対する超音波トランスデューサの姿勢のリアルタイムビューを提供するように構成される。いくつかの実施形態では、第2のインジケータ414がデカルト平面に対する第2のインジケータ414の位置及び/又は向きが変化しないように、所望の姿勢を達成することに関与するすべての動き又は調整(たとえば、スライド、扇形編出、揺動、掃引など)が一度に示されるように表示され得る。しかしながら、他の実施形態では第2のインジケータ414の位置、向き、傾斜などの1つ又は複数の態様は超音波トランスデューサがナビゲーション中に異なるステップに進むにつれて、段階的又は増分的に更新される。その点に関して、図9は、図8のグラフィカルユーザインタフェース420によって指示されるように超音波トランスデューサが動かされることを検出することによって、第1及び第2のインジケータ412、414が更新されるグラフィカルユーザインタフェース430を示す。具体的には、第1のインジケータ412が第2のインジケータ414と部分的に重なるものとして図9に示されている。第2のインジケータ414はまた、約120度の時計

10

20

30

40

50

回りの動きにおける超音波トランスデューサの回転を伴う、後続の移動命令を表すように更新される。さらに、第2のインジケータ414は、第2のインジケータ414の横軸にわたって印加される傾斜による揺動運動を同時に示す。

【0047】

オペレータが、図8及び図9に示されるインジケータ412、414によって指示される動きを完了すると、第2のインジケータ414は図10のグラフィカルユーザインタフェース440に示されるように、扇形編出動きを行うようにオペレータに指示するように更新される。扇形編出運動は、超音波トランスデューサのインジケータ412/414の横軸に沿った傾斜によって表される。いくつかの実施形態では、傾斜がインジケータの複数の色、暗度値、強度、グレースケール、パターン、又は他の視覚的特徴を含む。いくつかの実施形態では、扇形編出が矢印、インジケータの異なる形状、及び/又は任意の他の適切なタイプのグラフィカル表現など、他のタイプのグラフィカルインジケータによって表され得る。所望の撮像面の画像が取得され得るように所望の姿勢が達成されると、グラフィカルユーザインタフェース440は、動きが完了したことを示すように更新される。図11は、本開示の一実施形態による、動きがプロセッサ回路によって完全であると決定される、更新されるグラフィカルユーザインタフェース450を示す。図示の実施形態では、単一のインジケータ418のみが所望の姿勢で示されている。動きが完了し、所望の姿勢が達成されるので、さらなる視覚的インジケータ又はグラフィック表現(例えば、傾斜、矢印、部分的に透明な経路)は示されていない。いくつかの実施形態では、プロセッサ回路が視覚インジケータ、可聴インジケータ、及び/又は触覚インジケータを含む、所望の姿勢が達成されることをオペレータに通知するための他のタイプのインジケータを提供するように構成される。例えば、いくつかの実施形態では、所望の姿勢が達成されることを示すテキストインジケータが表示される。他の実施形態では、所望の姿勢が達成されることを示すために、光が活性化されるか、又は音声スピーカによって再生される。

【0048】

いくつかの事例では、プロセッサ回路が超音波トランスデューサの現在の姿勢を決定することができないことがあり、又は移動中に超音波トランスデューサの現在の姿勢の追跡を失うことがある。例えば、いくつかの例では、肋骨又は他の解剖学的特徴が超音波トランスデューサの視野の一部を遮断し得る。他の事例では、超音波トランスデューサがプロセッサが視野内の解剖学的特徴を解決することができないように、患者との不十分な接触又は音響結合を有し得る。したがって、いくつかの実施形態では、プロセッサ回路は、プロセッサ回路が超音波トランスデューサの現在の姿勢を決定することを可能にする1つ又は複数の動きを実行するようにユーザに命令するように、グラフィカルユーザインターフェースを更新するように構成される。その点で、図12は、デカルト座標系の中心に配置される第1のインジケータ412と、患者の解剖学的構造に対する超音波トランスデューサの現在の姿勢を決定するためにプロセッサ回路を支援するためにS字形経路422に沿って超音波トランスデューサを移動させる命令とを含むグラフィカルユーザインタフェース460の例示的な実施形態を示す。他の実施形態では、図8の経路、斜めの経路、横方向の経路、長手方向の経路、円形の経路など、他のタイプの経路が表示される。さらに、いくつかの実施形態では、グラフィカルユーザインタフェース460がプローブ空間において、超音波トランスデューサを患者に対してファン、スweep、ロック、回転、及び/又は圧縮するための命令を含む。命令はまた、患者又は心臓の解剖学的空間において提供され得る。例えば、ユーザは、プローブを胸骨に向かって左にスライドさせるか、又はプローブを反時計回りにわずかに回転させて、プローブマーカを右肩に位置合わせさせ、右心室が見えるようになるようにすぐに停止するように指示され得る。また、患者の位置決めに関する命令を提供することもできる。例えば、画像の品質が悪い場合(例えば、不十分な圧縮のため)、患者を仰臥位に配置し、患者の左腕を外転させて肋間筋空間を開けるように命令を与えることができる。また、深度、ゲイン、TGC曲線など、アルゴリズムの性能にも影響を及ぼし得る撮像設定の調整に関する命令を提供することができる。グラフィカルユーザインタフェース460は例えば、プロセッサ回路によって分析される超音波画像又は撮像データ

10

20

30

40

50

がモデル又はデータベースの既知のビューと相関付けられ得ない故障状態に応答して、ビューが自動的に検出可能でないことを示すように更新され得る。同様に、現在のビューを再び検出すると、プロセッサ回路は、グラフィカルユーザインタフェース460を自動的に更新して、ガイダンスプロセスにおける次の移動命令を示すことができる。

【0049】

図13乃至15は、超音波ガイダンスプロシージャにおいて使用されるグラフィカルユーザインタフェースの追加の実施形態を示す。その点で、図13は、超音波トランスデューサの現在の姿勢に対応する第1のインジケータ512がデカルト座標系の中心から離間され、超音波トランスデューサの所望の姿勢に対応する第2のインジケータ514がデカルト座標系の中心に置かれるグラフィカルユーザインタフェース500である。図13に示されるグラフィカルユーザインタフェース500は、超音波トランスデューサの現在及び所望の姿勢、インジケータの形状、デカルト座標系、様々な動きの傾斜及びグラフィカル表現などのための別個のインジケータ512、514を含む、図7乃至12に示される実施形態との多くの類似点を含む。図14に示されるグラフィカルユーザインタフェース600は、動きを示すために同様に使用され得る複数の徐々に変化する色、濃淡、及び/又はパターンによって示される傾斜フィールド612を含む。例えば、グラフィカルユーザインタフェース600の領域614は、より明るい領域614に向かってトランスデューサを移動させることをオペレータに示す、より明るい色又は陰影を備え得る。ユーザがトランスデューサを領域614に向かって動かすと、グラフィカルユーザインタフェース600はより明るい領域614がより小さくなり、超音波トランスデューサの周りに収束するように更新され得る。より明るい領域614の形状は、扇形編出、揺動、及び/又は回転などの他のタイプの動きを示し得る。図15は、異なるタイプの動きを示すために矢印716が使用される、超音波誘導プロシージャにおいて使用されるグラフィカルユーザインタフェース700の別の実施形態を図示する。図示の実施形態では、矢印716が超音波トランスデューサの現在の姿勢を表す第1のインジケータ712と、超音波トランスデューサの所望の姿勢を表す第2のインジケータ714との周りに示されている。その点に関して、矢印は、インジケータ712、714に加えて、又はその代わりに使用され得る。

【0050】

当業者は上に例示される特定の実施形態が例示的であり、本開示の範囲を限定することを意図するものではないことを理解するのであろう。その点に関して、本開示の範囲から逸脱することなく、上述の実施形態に関して様々な修正、置換、及び/又は組合せを行うことができる。上述の方法200のステップの1つ又は複数は、プロセッサ又はプロセッサ回路、マルチプレクサ、ビームフォーマ、信号処理ユニット、画像処理ユニット、又はシステムの任意の他の適切なコンポーネント要素など、超音波撮像システムの1つ又は複数の構成要素によって実行され得ることも理解されよう。たとえば、上記で説明した1つ又は複数のステップは、図2に関して説明したプロセッサ回路150によって実行され得る。システムの処理コンポーネントは外部コンソール内に含まれる超音波画像デバイス内に統合することができ、又はシステムの様々な構成要素間で分散させることができる。上述のグラフィカルユーザインターフェース、インジケータ、及び表現の例の1つ又は複数は2次元として示され、2次元表示装置のためにフォーマットされ得るが、上述のグラフィカルユーザインターフェース、インジケータ、及び表現はまた、拡張現実デバイス、仮想現実デバイス、3D対応モニタなどの3次元表示装置のためにフォーマットされる3次元視覚化を備え得る。

【0051】

当業者は、上述の装置、システム、及び方法が様々な方法で変更され得ることを認識するのであろう。したがって、当業者は、本開示によって包含される実施形態が上記の特定の例示的な実施形態に限定されないことを理解するのであろう。その点に関して、例示的な実施形態が示され、説明されてきたが、広範囲の修正、変化、及び置換が、前述の開示において企図される。そのような変形は、本開示の範囲から逸脱することなく、前述になされ得ることが理解される。したがって、添付の特許請求の範囲は、広く、本開示と一致

10

20

30

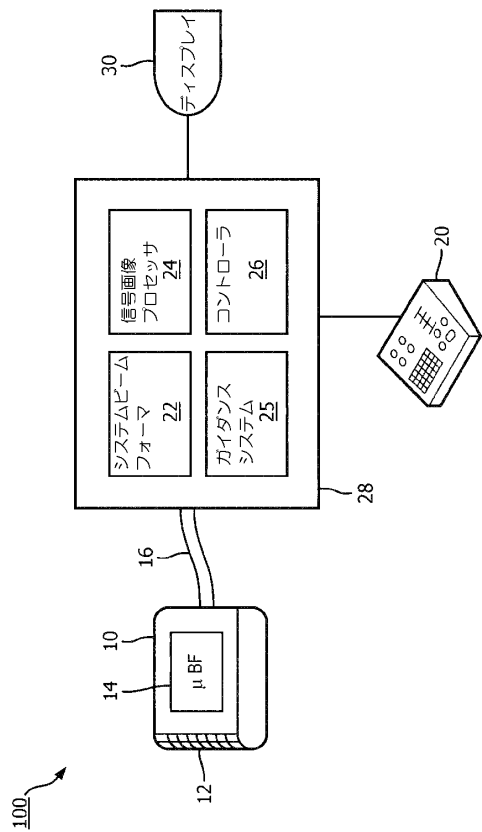
40

50

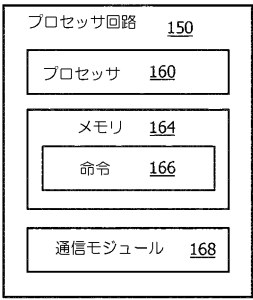
するように解釈されることが適切である。

【図面】

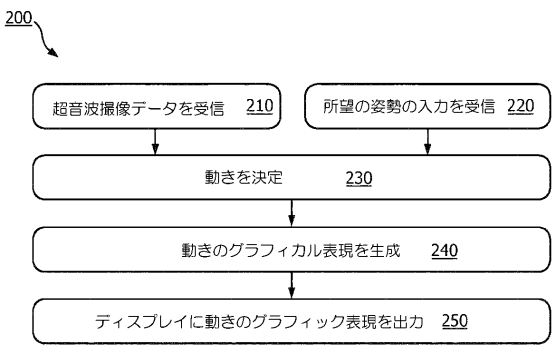
【図 1】



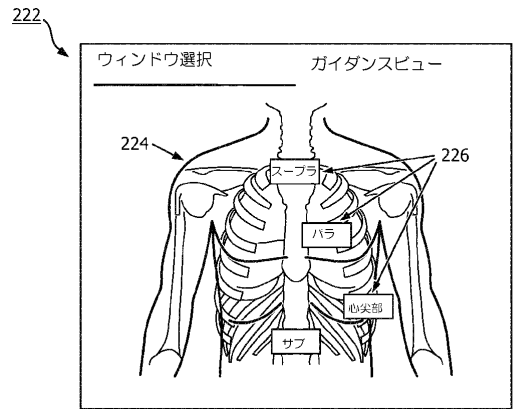
【図 2】



【図 3】



【図 4 A】



10

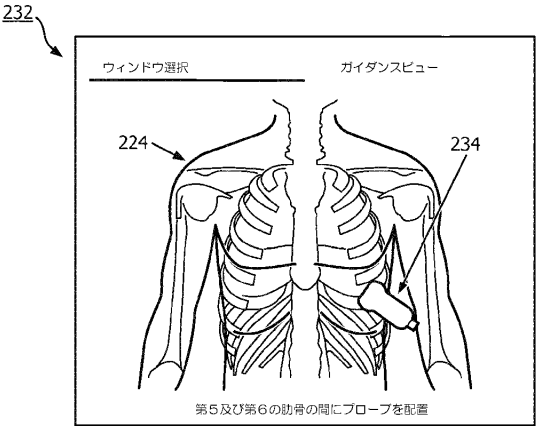
20

30

40

50

【図 4 B】

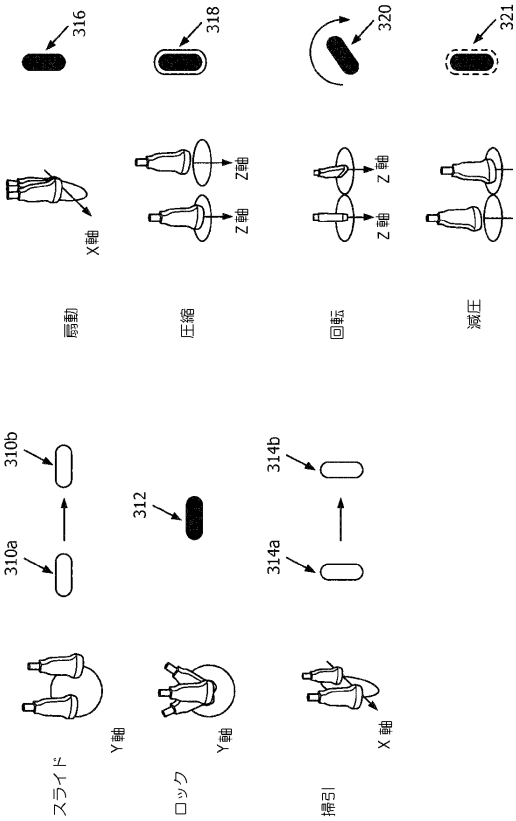


【図 5】

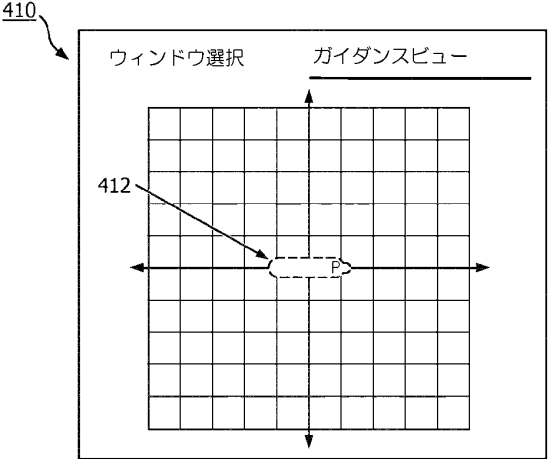


FIG. 5

【図 6】



【図 7】



10

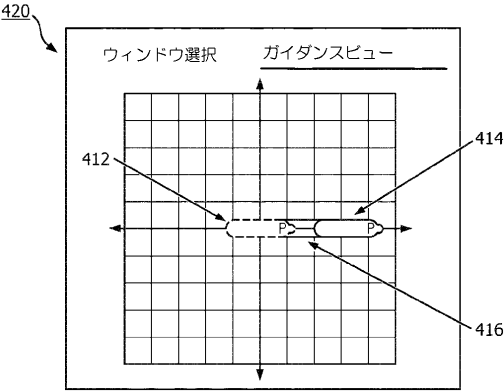
20

30

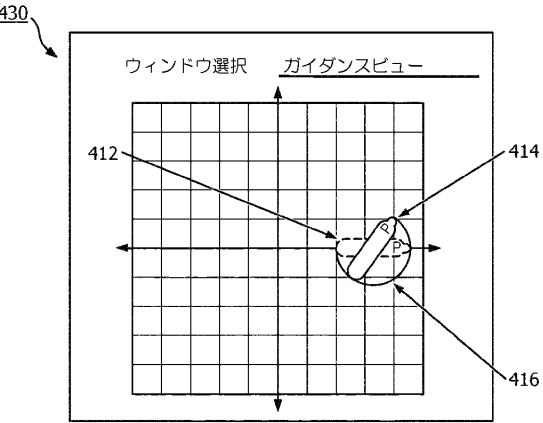
40

50

【図 8】

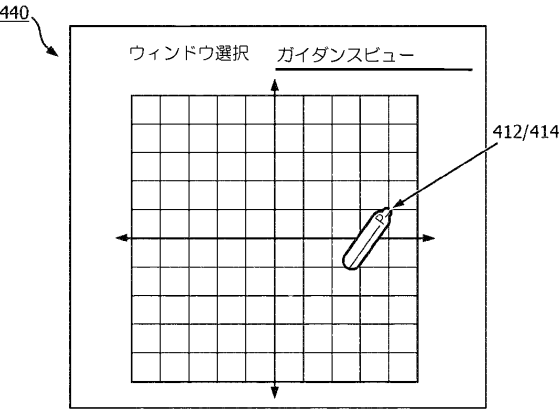


【図 9】

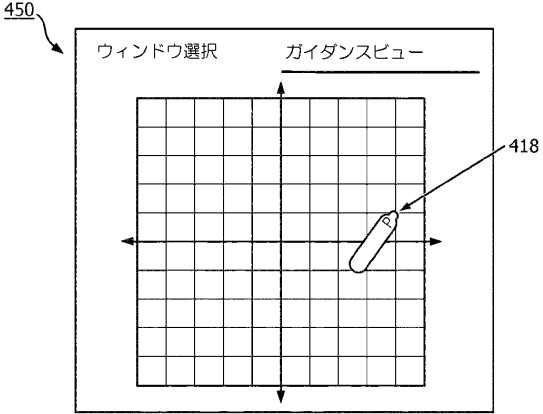


10

【図 10】



【図 11】



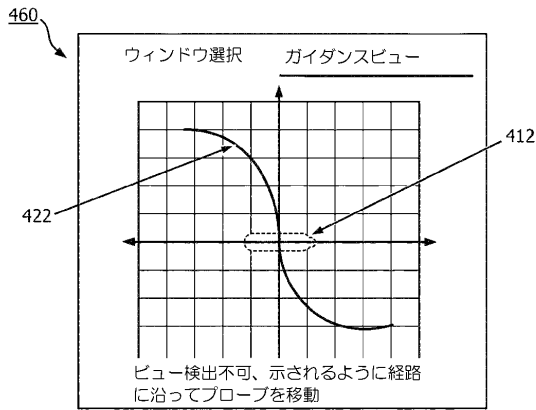
20

30

40

50

【図 1 2】



【図 1 3】

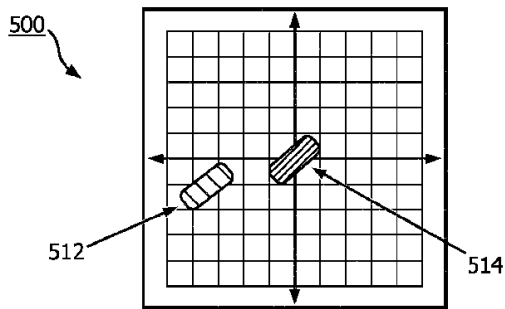


FIG. 13

【図 1 4】

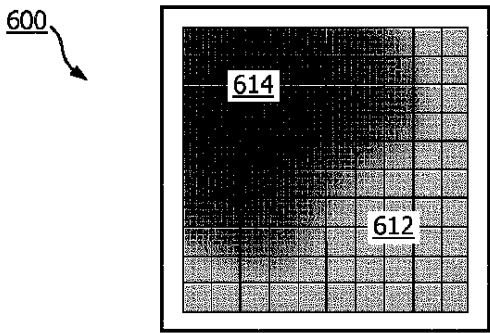


FIG. 14

【図 1 5】

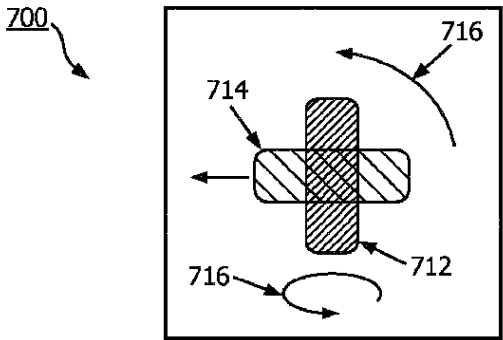


FIG. 15

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 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 フィリップス インターナショナル ベー ヴェ インテレクチュアル プロパティ アンド スタンダーズ
- (72)発明者 トポレク グルゼゴルズ アンドルゼジ
- 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 フィリップス インターナショナル ベー ヴェ インテレクチュアル プロパティ アンド スタンダーズ
- (72)発明者 スリニヴァサ ナイドゥ レグハヴェンド
- オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5 フィリップス インターナショナル ベー ヴェ インテレクチュアル プロパティ アンド スタンダーズ
- (72)発明者 ラジュ バラスンダル 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 フィリップス インターナショナル ベー ヴェ インテレクチュアル プロパティ アンド スタンダーズ
- 審査官 井海田 隆
- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 3 4 3 8 6 (J P , A)
特表 2 0 1 6 - 5 0 1 6 0 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 9 / 1 5 0 7 1 5 (W O , A 1)
特開 2 0 1 4 - 1 5 8 6 9 3 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 0 4 8 2 1 1 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 2 4 7 1 2 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5