

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5639764号
(P5639764)

(45) 発行日 平成26年12月10日(2014.12.10)

(24) 登録日 平成26年10月31日(2014.10.31)

(51) Int. Cl.	F I	
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00	3 3 0 A
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05	3 1 0
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	A 6 1 B 6/03	3 7 0 B
A 6 1 F 2/24 (2006.01)	A 6 1 B 6/00	3 3 1 E
A 6 1 M 29/00 (2006.01)	A 6 1 F 2/24	

請求項の数 15 (全 56 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-552328 (P2009-552328)	(73) 特許権者	509251187
(86) (22) 出願日	平成20年3月9日(2008.3.9)		シンク-アールエックス, リミテッド
(65) 公表番号	特表2010-521198 (P2010-521198A)		イスラエル国, 4 2 5 0 5 ネタンヤ, ポ
(43) 公表日	平成22年6月24日(2010.6.24)		スト オフィス ボックス 8 0 7 2
(86) 国際出願番号	PCT/IL2008/000316	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開番号	W02008/107905		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開日	平成20年9月12日(2008.9.12)	(74) 代理人	100092624
審査請求日	平成23年3月9日(2011.3.9)		弁理士 鶴田 準一
(31) 優先権主張番号	60/906,091	(74) 代理人	100122965
(32) 優先日	平成19年3月8日(2007.3.8)		弁理士 水谷 好男
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100141162
(31) 優先権主張番号	60/924,609		弁理士 森 啓
(32) 優先日	平成19年5月22日(2007.5.22)	(72) 発明者	イダン, ガブリエル
(33) 優先権主張国	米国 (US)		イスラエル国, 3 4 6 0 2 ハイファ, ア
			インシュタイン ストリート 4 4 エー
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 運動する器官と共に使用するイメージング及びツール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する前記対象者の身体の一部と共に使用される装置であって、

前記対象者の身体の前記一部分の複数の画像フレームを取得する撮像装置と、

前記周期的活動の位相を検知するセンサと、

前記対象者の身体の前記一部分との関係において機能を実行するように構成された医療ツールと、

制御ユニットであって、前記制御ユニットは、

前記対象者の前記一部分内に配設された前記医療ツールの安定化されたビデオストリームを生成するように構成され、前記安定化されたビデオストリームは、

取得した前記複数の画像フレームを前記対象者の身体の前記一部分の運動に対応する 1 個またはそれ以上の生理学的信号又はプロセスに対してゲーティングし、および/または、

取得した前記画像フレームを互いにアライメントすることによって、生成されるものであり、前記制御ユニットは更に、

前記周期的活動がその所定の位相にあることを前記センサが検知するのに対応し、前記医療ツールが前記機能を実行するようにおよび/または前記医療ツールが前記対象者の身体の一部に対して運動するように、前記医療ツールを作動させ、且つ、

前記周期的活動が前記所定の位相にないことを前記センサが検知するのに対応し、

10

20

前記医療ツールが前記機能を実行することを禁止しおよび/または前記医療ツールが前記対象者の身体の一部に対して運動するのを禁止するように構成されている、前記制御ユニットと、

前記対象者の身体の前記一部分内に配置された前記医療ツールの前記安定化されたビデオストリームを表示することにより、前記ツールの使用を円滑にするように構成されたディスプレイと、を有する装置。

【請求項 2】

前記ツールは、前記一部分内において拡張することによって前記対象者の身体の前記一部分内に埋植されるように構成された弁を有し、且つ、前記制御ユニットは、前記弁を拡張させることによって前記弁を作動させるように構成される請求項 1 記載の装置。

10

【請求項 3】

前記ツールは、前記一部分内において拡張することによって前記対象者の身体の前記一部分内に埋植されるように構成された中隔閉鎖装置を有し、且つ、前記制御ユニットは、前記中隔閉鎖装置を拡張させることによって前記中隔閉鎖装置を作動させるように構成される請求項 1 記載の装置。

【請求項 4】

前記ツールは、前記対象者の身体の前記一部分の管腔内において膨張することによって前記機能を実行するように構成されたバルーンを有する請求項 1 記載の装置。

【請求項 5】

前記ツールは、前記対象者の身体の前記一部分内において血管の閉塞をバイパスさせるように構成された管状構造を有する請求項 1 記載の装置。

20

【請求項 6】

前記ツールは、前記対象者の身体の前記一部分内において個々の治療サイトに血管再生治療を順番に適用するように構成された心筋血管再生ツールを有し、

前記制御ユニットは、前記ツールを作動させて血管再生治療を治療サイトに適用させることにより、前記ツールを作動させて前記機能を実行させ、且つ、前記血管再生ツールの少なくとも一部分を連続した治療サイトに向かって運動させることにより、前記ツールを運動させるように構成される請求項 1 記載の装置。

【請求項 7】

前記ツールは、前記対象者の身体の前記一部分内において個々の切除サイトを順番に切除するように構成された切除ツールを有し、

30

前記制御ユニットは、前記ツールを作動させて切除サイトを切除させることにより、前記ツールを作動させて前記機能を実行させ、且つ、前記切除ツールの少なくとも一部分を連続した切除サイトに向かって運動させることにより、前記ツールを運動させるように構成される請求項 1 記載の装置。

【請求項 8】

前記ツールは、前記対象者の身体の前記一部分内において物質を注入するように構成された注入ツールを有し、且つ、

前記制御ユニットは、前記ツールを作動させて前記物質を注入させることにより、前記ツールを作動させて前記機能を実行させ、且つ、前記ツールの少なくとも一部分を注入サイトに向かって運動させることにより、前記ツールを運動させるように構成される請求項 1 記載の装置。

40

【請求項 9】

前記ツールは、前記対象者の身体の前記一部分内において組織を縫合するように構成された針を有し、且つ、

前記制御ユニットは、前記ツールを作動させて前記組織を縫合させることにより、前記ツールを作動させて前記機能を実行させ、且つ、前記針を連続した縫合サイトに向かって運動させることにより、前記ツールを運動させるように構成される請求項 1 記載の装置。

【請求項 10】

前記ツールは、前記対象者の身体の前記一部分内の吸引サイトから組織を吸引するよう

50

に構成された針を有し、且つ、

前記制御ユニットは、前記針を作動させて前記組織を吸引させることにより、前記針を作動させて前記機能を実行させ、且つ、前記針を前記吸引サイトに向かって運動させることにより、前記針を運動させるように構成される請求項 1 記載の装置。

【請求項 1 1】

前記ツールは、前記対象者の身体の前記一部分の管腔の少なくとも部分的な閉塞に対して閉塞開放アクションを実行することにより、前記機能を実行するように構成された閉塞開放ツールを有する請求項 1 ~ 1 0 の中のいずれか一項記載の装置。

【請求項 1 2】

前記ツールは、前記閉塞に向かって運動することにより、前記閉塞開放アクションを実行するように構成され、且つ、第 1 周期の前記所定の位相において前記ツールを作動させた後に、且つ、後続の周期の前記所定の位相における前記ツールの前記作動の前に、前記制御ユニットは、前記閉塞から前記ツールを退却させるように構成される請求項 1 1 記載の装置。

10

【請求項 1 3】

前記周期的な活動は、前記対象者の心臓周期を含み、且つ、前記センサは、前記対象者の心臓周期の位相を検知するセンサを有する請求項 1 ~ 1 0 の中のいずれか一項記載の装置。

【請求項 1 4】

ユーザーによって操作されるように構成された器具を更に有し、前記制御ユニットは、(a) 前記周期的活動が前記その所定の位相にあることを前記センサが検知するのに対応し、且つ、(b) 前記器具が前記ユーザーによって操作されるのに対応し、前記ツールを作動させて前記機能を実行させるように構成される請求項 1 ~ 1 0 の中のいずれか一項記載の装置。

20

【請求項 1 5】

前記器具は、前記周期的活動とは独立したフォースフィードバックを前記ユーザーに提供するように構成される請求項 1 4 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

30

本発明は、一般に、医療装置に関する。更に詳しくは、本発明は、周期的に運動する身体の一部のイメージング(以後、撮像と記す)の安定化と、ツールの作動及び/又は運動と周期的に運動する身体の一部の周期的な運動との同期化に関する。

(関連出願に対する相互参照)

本特許出願は、いずれも「Apparatuses and methods for performing medical procedures on cyclically-moving body organs」という名称の2007年3月8日付けで出願された米国仮特許出願第60/906,091号、2007年3月22日付けで出願された第60/924,609号、2007年6月15日付けで出願された第60/929,165号、2007年9月6日付けで出願された第60/935,914号、及び2007年12月4日付けで出願された第60/996,746号の利益を主張するものであり、これらの出願の内容は、いずれも、本引用により、本明細書に包含される。

40

【背景技術】

【0 0 0 2】

心臓、胸腔、気道、眼、又は心血管系に対して実行される処置(procedure)などの多数の医療処置の過程においては、通常、周期的に運動する身体器官の連続した画像が表示される。このような画像は、通常、絶えずシフトしており、且つ、不鮮明になりやすい。従って、このような画像は、通常、観察しづらく、且つ、(処置の持続時間の全体などの)長期にわたって臨床的な判断を下す際に使用するのに不便である。

【0 0 0 3】

50

例えば、運動する血管内へのバルーン及びステントの挿入などの多くの処置は、運動する身体の一部との関係において実行されている。このような処置に伴う問題点は、運動する身体の一部との関係におけるツールの狙いどおりの配備及び/又は作動である。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 は、E C G 信号と同時に受信された画像データを受け入れるべきかどうかを判定するように、E C G 信号の 2 つのパラメータを試験する複数の多次元ウィンドウを使用したデータ選択方法及びシステムについて記載しており、この内容は、本引用より、本明細書に含まれる。これらの複数のウィンドウは、様々なパラメータを有する複数のウィンドウのそれぞれのものを通じた関連する E C G 信号の通過に基づいて、画像データをゲーティング及びソートする能力を提供すると記載されている。この結果、異常に短い又は長い心臓周期の母集団について、画像が共通データプールから再構築されると記載されている。

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 は、心臓周期内の異なるポイントに対応する画像空間に分割されたスキャンコンバータストレージ表面について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。タイミング回路によって画像空間に対してオフセットされた空間的 x、y 掃引により、心臓構造からの超音波エコーを画像空間内にプロットしている。

【 0 0 0 6 】

特許文献 3 は、例えば、心臓及び関連する血管のような変化する運動状態における人間の器官の個別の画像を生成する X 線装置及び方法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。それぞれの画像は、心臓周期に関係した選択された時間において導出される。画像は、共通画像プレーン内の個々の個別のエリア上に独立的に提示される。X 線の供給源が器官を照射する。生理学的同期装置が、例えば、拡張末期及び収縮末期における器官を通じた X 線ビームの伝送の周期を制御するように、心臓周期内においてタイミング信号を生成する。散乱防止マスキングフレームは、交互に変化する平行なスリット及びバーを等しい間隔で具備し、これにより、例えば、拡張期において、交互に変化する等しく離隔したエリアストリップにより、X 線感応フィルムの実質的に半分の提示エリアを露出させる。フレームは、収縮期においては、バーがフィルムの感応したエリアをカバーし、且つ、フィルムの残りの半分が実質的に露出するようにフィルムとの関係において作動するように、同期装置からの信号に応答して再配置される。画像要素は、拡張期及び収縮期をインターレースされたパターンにおいて提示するように、櫛歯状に並置されている。並置された画像要素から、心臓周期における器官の相対的な変位を判定可能である。

20

30

【 0 0 0 7 】

特許文献 4 は、E C G、動脈圧、及び機械的心臓支援装置の動作状態、並びに、例えば、E G C トレースと同期した状態で C R T の前面に跨って掃引する「タイミングバー」を表す複数の波形を C R T の前面に同時に表示可能であるシステムについて記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。光検出器を起動するように、光学ピックアップが、「タイミングバー」の経路に跨って C R T の前面に隣接した状態で、摺動自在に取り付けられており、これらの光検出器は、E C G 又は圧カトレースに沿った任意の所望のポイントにおいて機械的支援装置の膨張及び収縮を開始する。心臓支援の使用の前の心臓の状態のトレースと増強後の状態のトレースの間における比較を円滑に実行するように、圧力又は E C G トレースのいずれのものも、ディスプレイの前面上において「凍結」可能である。近接した配置と、場合によっては、複数のトレースの重畳を許容して視覚的な比較を更に円滑に実行するように、すべてのトレースをディスプレイの前面上の任意の場所に自由に移動可能である。又、患者の心拍数を制御すると共に心臓不応期を延長することによって支援装置が低速で動作できるようにするように、タイミングバーを利用して電氣的なペーシング支援を提供することも可能である。

40

【 0 0 0 8 】

特許文献 5 は、以前の呼吸履歴から導出された処理済みの電気信号に基づいた呼吸ウイ

50

ンドウの様々な特徴生成、呼吸信号用のデジタルオフセット補正回路、及び以前の心臓周期履歴に基づいた心臓タイミング信号の生成を特徴とする、対象者の選択された生理学的状態に応じて、生物学的撮像、計測、又は治療装置をタイミング設定するシステムについて記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。

【 0 0 0 9 】

特許文献 6 は、吸気圧の上昇前線が調節可能なレベルに到達した際に始まる調節可能な遅延の末尾として、呼吸周期の進展における選択期間を定義する回路と、血圧の微分 dV/dt が調節可能なレベルに到達した際に始まる調節可能な遅延の末尾として、心臓周期の進展における選択期間を定義する回路とを含む呼吸及び心臓周期を相関させる装置について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。調節可能な遅延の後に、且つ、調節可能な期間において、これらの 2 つの期間が時間的に一致した際に、ターミナルリレーなどのオペレータが起動される。

10

【 0 0 1 0 】

特許文献 7 は、撮像対象の物体の定期的な運動に起因した断面撮影投影撮像システム内における画像アーチファクトを低減する方法について記載しており、これは、定期的な運動を表す信号の取得を含んでおり、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。休止期間内に中心がくるように投影データの取得を調節することができるように、この信号を使用し、定期的な運動の休止期間を識別している。

【 0 0 1 1 】

特許文献 8 は、心臓の視覚画像を記録及び保存してマスクシーケンスを生成し、コントラスト媒体の注入の後に心臓の別の動的視覚画像を記録及び保存することによってコントラストシーケンスを生成し、2 つのシーケンスの異なる持続時間をマッチングし、且つ、マスクシーケンスからコントラストシーケンスを減算してロードマップシーケンスを生成することにより、冠状動脈系の動的冠状ロードマップを生成する方法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。次いで、このロードマップシーケンスを再生し、且つ、鼓動する心臓のライブ蛍光透視画像に追加する。ロードマップシーケンスの再生は、ECG の R 波の受信によって起動される。この結果は、到来する鼓動する心臓の蛍光透視画像と正確に同期した状態で運動する動的に運動する冠状ロードマップ画像であると記載されている。

20

【 0 0 1 2 】

特許文献 9 は、観察対象の患者の動的な身体周期において得られた個々の X 線ビデオ信号を保存するためのいくつかのアドレスを具備した X 線画像増強管ビデオチェーンの出力に接続された画像メモリを具備する減算血管撮像法のための X 線診断設備について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。差分ユニットは、画像メモリからの保存された信号と現在のビデオ信号を受信し、且つ、これらの信号を減算して重畳画像を形成する。画像メモリとの間における信号の入力及び読み出しは、例えば、観察対象の身体周期における選択された発生を識別するための EKG 回路を通じて患者に接続された制御ユニットの制御下にある。これにより、画像メモリからのデータの入力及び読み出しは、周期内における選択された発生と同期した状態において制御される。

30

【 0 0 1 3 】

特許文献 10 は、ビデオ信号のフレームからの要素を保存して基準フレームを確立し、且つ、後続のフレームからの要素を、保存された基準フレームと比較して、シーンの相対運動の方向及び角度距離を示す信号を導出することにより、相対的に運動するシーンを自動的に追跡する相互相関ビデオトラック及び方法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に含まれる。2 つの既定の反対の相対的なシフトにおける後続のフレーム要素の相関に依存した相互相関信号のペアと保存された基準要素の間の差を表す相互相関差信号が生成される。回路が、この差信号に応答し、後続のフレームとの関係において保存された基準フレームをセンタリングするのに必要なシフト量を表す誤差信号を生成する。

40

【 0 0 1 4 】

50

特許文献 11 は、バルーン型カテーテル上のエクспанダを膨張させ、且つ、カテーテルを通じて流体を注入してその遠端から放出するための手で操作するタイプの装置について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。

【0015】

特許文献 12 は、作動圧付近への迅速な膨張と、これに続く最終的な望ましい圧力への微細な、但し、低速の調節を許容する血管形成術バルーンカテーテル用の膨張/収縮装置について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。

【0016】

特許文献 13 は、生理学的ゲーティングのための方法及びシステムについて記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。生理学的活動又は運動の規則的な周期を検出及び推定する方法及びシステムも開示されている。別の開示されている実施例は、ゲーティングシステムコンポーネントの予測的作動を対象としている。更に別の開示されている実施例は、生理学的活動の位相に基づいた放射線治療の生理学的ゲーティングを対象としている。ゲーティングは、放射線治療又は撮像を含む任意のタイプの処置に対して、或いは、PET、MRI、SPECT、及びCTスキャンなどのその他のタイプの医療装置及び処置に対して、予想的又は遡及的に実行可能である。

【0017】

特許文献 14 は、3D 追跡及び撮像システムを使用して医療処置を実行する方法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。カテーテル、プローブ、センサ、ペースメーカーリード、針、又はこれらに類似したものなどの手術器具が生体内に挿入され、且つ、身体構造内の媒体を通じて運動するのに伴って、手術器具の位置が追跡される。その隣接する環境との関係における手術器具の場所を表示し、手術器具を正確に配置する医師の能力を向上させる。狙いを定めた薬剤の供給、糸の縫合、循環系からの障害物の除去、生検、羊水穿刺、脳手術、子宮頸部膨張の計測、膝の安定性の評価、心筋の収縮性の査定、眼科手術、前立腺手術、心筋横断血管再生(TMR)、ロボット手術、及びRF伝送の評価を含む。

【0018】

特許文献 15 は、カテーテルに結合された医療装置を患者の身体の管腔内の選択された位置に供給する方法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。本方法は、三次元座標系を二次元座標系とレジスタリングする段階であって、三次元座標系は、医療位置決めシステム(MPS)と関連付けられており、二次元座標系は、管腔の二次元画像と関連付けられており、二次元画像は、患者の器官の器官タイミング信号と更に関連付けられている段階と、管腔内の複数のポイントのそれぞれのMPSデータを取得する段階であって、ポイントのそれぞれのものは、三次元座標系と関連付けられており、ポイントのそれぞれのものは、器官の個々の活動状態と更に関連付けられている段階と、個々の活動状態と関連付けられた取得されたMPSデータから個々の活動状態のそれぞれのものの時間的な三次元軌跡表現を判定する段階と、個々の活動状態に応じて、時間的な三次元軌跡表現を二次元画像上に重畳する段階と、時間的な三次元軌跡表現に沿ったポイントの中の少なくとも1つのものを選択することにより、選択された位置を表す位置データを受領する段階と、選択された少なくとも1つのポイントから、三次元座標系内の選択された位置の座標を判定する段階と、医療装置の近傍のカテーテルに装着されたMPSセンサの出力に応じて、三次元座標系内の医療装置の現在の位置を選択する段階と、選択された位置との関係における現在の位置に応じて、選択された位置に向かって、管腔を通じて医療装置を操作する段階と、現在の位置が選択された位置と実質的にマッチングした際に通知出力を生成する段階とを有する。

【0019】

特許文献 16 は、経皮的な心筋血管再生(PMR)を実行する装置及び方法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。第1電極が心臓の壁に接触していることをセンサブロック出力信号が通知した際に切除コントローラの検出器が検出信号を提供する実施例が記載されている。又、切除コントローラは、心臓の心室が収縮

10

20

30

40

50

している際のように、心臓が、心臓リズムのあまり脆弱ではない部分にある際にも検出信号を提供可能である。従って、切除コントローラは、第1電極が心臓壁との接触状態にある際を識別し、これにより、第1電極が心臓の心内膜との接触状態にない際に切除がトリガされ、この結果、心臓内の血液の血小板が損傷する可能性を低減するのに有用であると記載されている。

【0020】

特許文献17は、少なくとも心室バルーンを搬送する柔軟なカテーテルを含む心臓支援装置について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含され、このバルーンは、支援対象の心臓内の左心室のサイズ及び形状にサイズ及び形状において対応しており、心室バルーンは、カテーテル又はその他の場所からの心臓信号に応答する制御コンソールにより、漸次膨張されて波様のプッシング効果を生成し、且つ、同期的且つ自動的に収縮される。

10

【0021】

特許文献18は、低インピーダンス結合を通じて切除電源に結合された遠端に切除電極を具備した切除カテーテルについて記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。いくつかの実施例においては、切除は、心臓が心臓周期の望ましい部分にある際のみ発生し、切除パワーインターバルは、R波の検出と同期したタイミングパルスによってトリガされる。この作動モードは、切除エネルギーの供給の前に、心臓が基本的に静止状態にあり、従って、不注意によって健康な組織を切除するリスクが最小化されることを保証すると記載されている。

20

【0022】

非特許文献1は、経皮的冠動脈形成(PCI)を支援するように、対象の領域において血管撮像画像を安定化させるシステムについて記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。

【0023】

非特許文献2は、磁気追跡システムによって計測された介入(インターベンショナル)装置の場所を器官運動について補正し、且つ、従って、これを3D仮想ロードマップに動的にレジスタリングする方法を提示しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。運動補償は、ECG信号又は超音波隔膜追跡から導出された呼吸センサ信号によって駆動される弾性運動モデルを使用することによって実現されている。

30

【0024】

非特許文献3は、運動補償された3D静的ロードマップ上において心臓インターベンショナルナビゲーションを可能にする方法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。

【0025】

非特許文献4は、ロードマッピングと呼ばれる技法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。蛍光透視下におけるカテーテルの後続の操作のための動脈ロードマップは、まず、造影剤を前述の動脈内に注入し、且つ、結果的に得られた「強調表示」された動脈画像をカテーテル処置のリアルタイムの蛍光透視撮像に対する背景として使用することにより、生成される。

40

【0026】

非特許文献5は、テレビスタジオにおいて使用されていたビデオ画像の背景減算及び置換の技法について記載しており、この内容は、本引用により、本明細書に包含される。

【0027】

特許文献19~72も、興味深いものであり、これらの内容は、本引用により、本明細書に包含される。

【0028】

非特許文献6~16も、興味深いものであり、これらの内容は、本引用により、本明細書に包含される。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0029】

- 【特許文献1】米国特許第4,865,043号明細書
- 【特許文献2】米国特許第3,954,098号明細書
- 【特許文献3】米国特許第4,382,184号明細書
- 【特許文献4】米国特許第4,016,871号明細書
- 【特許文献5】米国特許第3,871,360号明細書
- 【特許文献6】米国特許第4,031,884号明細書
- 【特許文献7】米国特許第4,994,965号明細書
- 【特許文献8】米国特許第4,878,115号明細書 10
- 【特許文献9】米国特許第4,709,385号明細書
- 【特許文献10】米国特許第4,270,143号明細書
- 【特許文献11】米国特許第4,758,223号明細書
- 【特許文献12】米国特許第4,723,938号明細書
- 【特許文献13】米国特許第6,937,696号明細書
- 【特許文献14】米国特許第6,246,898号明細書
- 【特許文献15】米国特許出願公開第2006/0058647号明細書
- 【特許文献16】米国特許第6,666,863号明細書
- 【特許文献17】米国特許第5,176,619号明細書
- 【特許文献18】PCT公開第WO 94/010904号パンフレット 20
- 【特許文献19】米国特許第5,830,222号明細書
- 【特許文献20】米国特許第4,245,647号明細書
- 【特許文献21】米国特許第4,316,218号明細書
- 【特許文献22】米国特許第4,849,906号明細書
- 【特許文献23】米国特許第5,062,056号明細書
- 【特許文献24】米国特許第5,630,414号明細書
- 【特許文献25】米国特許第6,442,415号明細書
- 【特許文献26】米国特許第6,473,635号明細書
- 【特許文献27】米国特許第4,920,413号明細書
- 【特許文献28】米国特許第6,233,478号明細書 30
- 【特許文献29】米国特許第5,764,723号明細書
- 【特許文献30】米国特許第5,619,995号明細書
- 【特許文献31】米国特許第4,991,589号明細書
- 【特許文献32】米国特許第5,538,494号明細書
- 【特許文献33】米国特許第5,020,516号明細書
- 【特許文献34】米国特許第7,209,779号明細書
- 【特許文献35】米国特許第6,858,003号明細書
- 【特許文献36】米国特許第6,786,896号明細書
- 【特許文献37】米国特許第6,999,852号明細書
- 【特許文献38】米国特許第7,155,315号明細書 40
- 【特許文献39】米国特許第5,971,976号明細書
- 【特許文献40】米国特許第6,377,011号明細書
- 【特許文献41】米国特許第6,711,436号明細書
- 【特許文献42】米国特許第7,269,457号明細書
- 【特許文献43】米国特許第6,959,266号明細書
- 【特許文献44】米国特許第7,191,100号明細書
- 【特許文献45】米国特許第6,708,052号明細書
- 【特許文献46】米国特許第7,180,976号明細書
- 【特許文献47】米国特許第7,085,342号明細書
- 【特許文献48】米国特許第6,731,973号明細書 50

- 【特許文献49】米国特許第6,728,566号明細書
- 【特許文献50】米国特許第5,766,208号明細書
- 【特許文献51】米国特許第6,704,593号明細書
- 【特許文献52】米国特許第6,973,202号明細書
- 【特許文献53】米国特許出願公開第2007/0173861号明細書
- 【特許文献54】米国特許出願公開第2007/0208388号明細書
- 【特許文献55】米国特許出願公開第2007/0219630号明細書
- 【特許文献56】米国特許出願公開第2004/0176681号明細書
- 【特許文献57】米国特許出願公開第2005/0090737号明細書
- 【特許文献58】米国特許出願公開第2006/0287595号明細書 10
- 【特許文献59】米国特許出願公開第2007/0142907号明細書
- 【特許文献60】米国特許出願公開第2007/0106146号明細書
- 【特許文献61】米国特許出願公開第2005/0054916号明細書
- 【特許文献62】米国特許出願公開第2003/0018251号明細書
- 【特許文献63】米国特許出願公開第2002/0049375号明細書
- 【特許文献64】米国特許出願公開第2005/0137661号明細書
- 【特許文献65】米国特許出願公開第2005/0143777号明細書
- 【特許文献66】米国特許出願公開第2004/0077941号明細書
- 【特許文献67】PCT公開第WO 06/066122号パンフレット
- 【特許文献68】PCT公開第WO 06/066124号パンフレット 20
- 【特許文献69】PCT公開第WO 05/026891号パンフレット
- 【特許文献70】PCT公開第WO 01/43642号パンフレット
- 【特許文献71】PCT公開第WO 03/096894号パンフレット
- 【特許文献72】PCT公開第WO 05/124689号パンフレット
- 【非特許文献】
- 【0030】
- 【非特許文献1】Boyle他著、「Assessment of a Novel Angiographic Image Stabilization System for Percutaneous Coronary Intervention」(Journal of Interventional Cardiology、第20巻、第2号、2007年)という名称の文献 30
- 【非特許文献2】Timinger他著、「Motion compensated coronary interventional navigation by means of diaphragm tracking and elastic motion models」(Phys Med Biol、2005年2月7日、50(3)、491~503頁)という名称の文献
- 【非特許文献3】Timinger他著、「Motion compensation for interventional navigation on 3D static roadmaps based on an affine model and gating」(Phys Med Biol、2004年3月7日、49(5)、719~732頁)という名称の文献 40
- 【非特許文献4】Turski他著、「Digital Subtraction Angiography 'Road Map」(American Journal of Roentgenology、1982年)という名称の文献
- 【非特許文献5】Iddan他著、「3D imaging in the studio and elsewhere」(SPIE Proceedings、第4298巻、2001年)という名称の文献
- 【非特許文献6】Zorcolo他著、「Catheter Insertion Simulation with Combined Visual and Haptic Feedback」(Center for Advanced Studies、 50

Research and Development in Sardinia)

【非特許文献7】Tokuda他著、「New 4-D imaging for real-time intraoperative MRI: adaptive 4-D scan」(Med Image Comput Assist Interv Int Conf. 2006年、9(Pt 1)、454~61頁)

【非特許文献8】Schulz他著、「Real-time interactive viewing of 4D kinematic MR joint studies」(Med Image Comput Assist Interv Int Conf.、2005年、8(Pt 1)、467~73頁)

【非特許文献9】Shechter他著、「Prospective motion correction of X-ray images for coronary interventions」(IEEE Trans Med Imaging、2005年4月、24(4)、441~50頁)

10

【非特許文献10】Elizabeth Morgan著、「Cardiac Imaging: We Got the Beat!」(Medical Imaging、2005年3月)

【非特許文献11】Achenbach他著、「Noninvasive Coronary Angiography by Retrospectively ECG-Gated Multislice Spiral CT」(Circulation、2000年12月5日、102(23)、2823~8)

20

【非特許文献12】Ramsey他著、「Full-scale clinical implementation of a video based respiratory gating system」(Engineering in Medicine and Biology Society、2000年、Proceedings of the 22nd Annual International Conference of the IEEE、2000年、第3巻、3、2141-2144頁)

【非特許文献13】Brankov他著、「Spatially-adaptive temporal smoothing for reconstruction of dynamic and gated image sequences」(Nuclear Science Symposium Conference Record、2000 IEEE、2000年、第2巻、15/146~15/150頁)

30

【非特許文献14】Brankov著、「4D smoothing of gated SPECT images using a left-ventricle shape model and a deformable mesh」(Nuclear Science Symposium Conference Record, 2004 IEEE、2004年10月、第5巻、2845~2848頁)

【非特許文献15】Lee他著、「4D-CT imaging of a volume influenced by respiratory motion on multi-slice CT Tinsu Pan」(Medical Physics、2004年2月、第31巻、第2号、333~340頁)

40

【非特許文献16】Post他著、「Three-Dimensional Respiratory-Gated MR Angiography of the Coronary Arteries: Comparison with Conventional Coronary Angiography」(AJR、1996年、166、1399~1404頁)

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0031】

本発明のいくつかの実施例においては、装置及び方法は、周期的に運動する器官に対して実行される医療処置を円滑に実行するように使用され、この結果、このような処置は、

50

このような器官の部分的又は全体的な仮想的安定化の下に実行されることになる。いくつかの実施例においては、安定化は、器官の運動との関係において観察される1つ又は複数の画像の安定化と、器官の運動と同期された状態において器官に対して適用される1つ又は複数のツールの作動と、という要素の中の少なくとも1つのものを有する。

【0032】

いくつかの実施例においては、周期的に運動する器官の連続的に生成された画像フレームは、1つ又は複数の生理学的信号又はプロセスに対してゲーティングされ、この場合に、このような信号又はプロセスの1つ又は複数の周期は、撮像対象の器官の運動周期に対応している。この結果、器官の表示されたゲーティング済みの画像フレームは、通常、そのすべてが、器官の運動周期の選択された同一の位相に位置している。

10

【0033】

いくつかの実施例においては、ゲーティング済みの画像は、それらの間のギャップを充填して合成された連続ビデオストリームを生成することにより、遷移がスムージングされた状態において表示される。

【0034】

いくつかの実施例においては、画像追跡を、運動する器官の連続的に生成された画像に適用し、これらの画像を互いにアライメントしている。このような追跡が適用される運動は、周期的なものであってよく、或いは、非周期的なものであってよく、或いは、これらの組み合わせであってもよい。このような運動の視覚的な影響は、通常、画像追跡によって低減される。

20

【0035】

いくつかの実施例においては、前述のゲーティング、追跡、及び/又はギャップ充填の組み合わせを適用し、安定化された画像ストリームを生成する。

【0036】

いくつかの実施例においては、ロードマッピングを安定化された画像ストリームに適用している。いくつかの実施例においては、ロードマッピングを安定化された画像ストリームに適用し、運動する器官に実行される医療処置を円滑に実行している。

【0037】

いくつかの実施例においては、周期的に運動する器官に適用された1つ又は複数の医療ツールの作動又は運動を、その1つ又は複数の周期が器官の運動周期に対応している1つ又は複数の生理学的信号と同期させている。この結果、ツールは、通常、器官の運動周期における1つ又は複数の選択された同一位相においてのみ作動する。いくつかの実施例においては、医療ツールの同期された作動により、線形運動、角度運動、及びエネルギーの印加、物質の供給、或いは、これらの任意の組み合わせを制御している。

30

【0038】

いくつかの実施例においては、前述の安定化された撮像及び同期されたツールの適用を周期的に運動する器官に対して同時に適用している。いくつかの実施例においては、器官の画像を周期の所定の位相との関連において安定化させ、且つ、ツールの作動を同一の位相に対して同期させている。いくつかの実施例においては、これは、運動する及び/又は適用される器官及びツールの撮像の両方との関係における周期的に運動する器官の仮想的な安定化に結び付く。

40

【0039】

但し、本発明の範囲は、本明細書に記載された安定化された画像を伴わない場合にも、或いは、撮像が存在しない場合にも、本明細書に記載された技法を使用し、周期的に運動する器官との関係における同期されたツールの適用及び/又は運動を含むことに留意されたい。

【0040】

いくつかの実施例においては、前述の技法は、例えば、神経の周期的活動を経験する器官などのように、周期的に運動してはいないが、周期的にアクティブである器官に対して適用される。

50

【0041】

従って、本発明の一実施例によれば、対象者の第1身体システムの周期的活動の結果として運動し、且つ、追加の運動をも経験する対象者の身体の一部を撮像する装置が提供され、この装置は、対象者の身体の一部の複数の画像フレームを取得する撮像装置と、第1身体システムの周期的活動の位相を検知するセンサと、第1身体システムの周期的活動の所定の位相を識別し、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を出力し、且つ、少なくとも画像フレームの組を画像追跡して追加の運動と関連付けられた対象者の身体の一部の撮像された運動を低減することにより、対象者の身体の一部の画像フレームの安定された組を生成するように構成された制御ユニットと、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を表示するように構成されたディスプレイとを含む。

10

【0042】

一実施例においては、制御ユニットは、ゲーティング信号を使用して周期的活動の所定の位相を識別するように構成されており、且つ、ディスプレイは、画像フレームの安定化された組を表示すると同時に、ゲーティング信号の表現を表示するように構成されている。

【0043】

一実施例においては、ディスプレイは、対象者の身体の一部内の領域の画像フレームの拡大された安定化済みの組を表示するように構成されている。

【0044】

一実施例においては、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように、制御ユニットは、所定の位相において取得された第1画像フレームを識別し、次いで、識別された第1画像フレームを画像追跡し、次いで、所定の位相において取得された第2画像フレームを識別し、且つ、次いで、識別された第2画像フレームを画像追跡するように構成されている。

20

【0045】

一実施例においては、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように、制御ユニットは、第1画像フレームを画像追跡し、次いで、画像追跡された第1フレームが所定の位相において取得されたものであった場合には、画像フレームの安定化された組内に、画像追跡された第1フレームを配置し、次いで、第2画像フレームを画像追跡し、且つ、次いで、画像追跡された第2フレームが所定のフレームにおいて取得されたものであった場合には、画像フレームの安定化された組内に、画像追跡された第2フレームを配置するように構成されている。

30

【0046】

一実施例においては、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように、制御ユニットは、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する複数の画像フレームの画像フレームのゲーティングされた組を生成し、且つ、次いで、画像フレームのゲーティングされた組を画像追跡するように構成されている。

【0047】

一実施例においては、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように、制御ユニットは、対象者の身体の一部の複数の画像フレームを画像追跡し、且つ、次いで、所定の位相において取得された一部分の追跡された画像フレームのものに対応する画像フレームの組を生成するように構成されている。

40

【0048】

一実施例においては、制御ユニットは、エッジトラッカ、重心トラッカ、相関トラッカ、及びオブジェクトトラッカからなるグループから選択されたビデオトラッカを含み、且つ、制御ユニットは、選択されたビデオトラッカを使用し、少なくとも画像フレームの組を画像追跡するように構成されている。

【0049】

一実施例においては、制御ユニットは、周期的活動が所定の位相にある際のみ、撮像

50

装置を制御して複数の画像フレームを取得することにより、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を生成するように構成されている。

【0050】

一実施例においては、撮像装置は、周期的活動の全体にわたって複数の画像フレームを取得するように構成されており、且つ、制御ユニットは、複数の画像フレームから所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームを選択することにより、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を生成するように構成されている。

【0051】

一実施例においては、装置は、ユーザーインターフェイスを更に含み、且つ、制御ユニットは、ユーザーインターフェイスを介してユーザーから入力を受領し、且つ、入力に回答して、所定の位相として周期的活動の位相を選択するように構成されている。

10

【0052】

一実施例においては、ディスプレイは、画像フレームの安定化された組を表示すると同時に複数の取得された画像フレームを表示するように構成されている。

【0053】

一実施例においては、装置は、撮像装置による複数の画像フレームの取得との関係においてリアルタイムでディスプレイが画像フレームの安定化された組を表示するように構成されている。

【0054】

20

一実施例においては、装置は、撮像装置が複数の画像フレームを撮像した4秒以内にディスプレイが画像フレームの安定化された組を表示するように構成されている。

【0055】

一実施例においては、装置は、撮像装置が複数の画像フレームを撮像した後に周期的活動の2つ未満の周期内においてディスプレイが画像フレームの安定化された組を表示するように構成されている。

【0056】

一実施例においては、装置は、撮像装置が複数の画像フレームを撮像する医療処置の最中においてディスプレイが画像フレームの安定化された組を表示するように構成されている。

30

【0057】

一実施例においては、装置は、撮像装置が複数の画像フレームを撮像する医療処置の後に画像フレームの安定化された組を表示するように構成されている。

【0058】

一実施例においては、装置は、画像フレームの安定化された組を保存するように構成されたデータストレージユニットを更に含む。

【0059】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの安定化された組を画像処理することにより、画像フレームの安定化された組を機能強化するように構成されている。

【0060】

40

一実施例においては、追加の運動は、対象者の身体の周期的活動と関連しておらず、且つ、制御ユニットは、少なくとも画像フレームの組を画像追跡することにより、周期的活動と関連していない追加の運動と関連する撮像された運動を低減するように構成されている。

【0061】

一実施例においては、追加の運動は、対象者の全身運動と関連しており、且つ、制御ユニットは、少なくとも画像フレームの組を画像追跡することにより、全身運動と関連する撮像された運動を低減するように構成されている。

【0062】

一実施例においては、装置は、造影剤と、造影剤を対象者の身体の一部内の空間に注

50

入るように構成された注入ツールとを更に含み、且つ、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が空間内に存在している時点において、所定の位相において、空間の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成され、且つ、ディスプレイは、画像フレームの安定化された組の少なくとも1つの同一のものの上にオーバーレイされた空間の少なくとも1つの画像フレームを表示するように構成されている。

【0063】

一実施例においては、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が空間内に存在する時点において、周期的活動の第1周期の所定の位相において、空間の第1画像フレームを取得するように構成され、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が空間内に存在する時点において、周期的活動の第2周期の所定の位相において、空間の第2画像フレームを取得するように構成されており、且つ、ディスプレイは、画像フレームの安定化された組の少なくとも1つの同一のフレーム上にオーバーレイされた空間の第1及び第2画像フレームを表示するように構成されている。

10

【0064】

一実施例においては、空間は、閉塞を含む管腔を含み、注入ツールは、閉塞の近位側部及び閉塞の遠位側部において管腔内に造影剤を注入するように構成されており、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が閉塞の近位側部において管腔内に存在する時点において、周期的活動の周期の所定の位相において、閉塞の近位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成され、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が閉塞の遠位側部において管腔内に存在する時点において、周期の所定の位相において、閉塞の遠位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成されており、且つ、ディスプレイは、画像フレームの安定化された少なくとも1つの同一フレーム上にオーバーレイされた閉塞の近位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレーム及び閉塞の遠位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを表示するように構成されている。

20

【0065】

一実施例においては、空間は、閉塞を含む管腔を含み、注入ツールは、造影剤を閉塞の近位側部及び閉塞の遠位側部において管腔内に注入するように構成され、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が閉塞の近位側部において管腔内に存在する時点において、周期的活動の第1周期の所定の位相において、閉塞の近位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成され、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が閉塞の遠位側部において管腔内に存在する時点において、周期的活動の第2周期の所定の位相において、閉塞の遠位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成され、且つ、ディスプレイは、画像フレームの安定化された組の少なくとも1つの同一フレーム上にオーバーレイされた閉塞の近位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレーム及び閉塞の遠位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを表示するように構成されている。

30

【0066】

一実施例においては、空間は、閉塞を含む管腔を含み、注入ツールは、造影剤を閉塞の近位側部において管腔内に注入するように構成され、装置は、閉塞の遠位側部において管腔内に造影剤を注入するように構成された第2注入ツールを更に含み、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が閉塞の近位側部において管腔内に存在する時点において、周期的活動の周期の所定の位相において、閉塞の近位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成され、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が閉塞の遠位側部において管腔内に存在する時点において、周期の所定の位相において、閉塞の遠位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成されており、且つ、ディスプレイは、画像フレームの安定化された組の少なくとも1つの同一フレーム上にオーバーレイされた閉塞の近位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームと閉塞の遠位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを表示するように構成されている。

40

50

【 0 0 6 7 】

－実施例においては、空間は、閉塞を含む管腔を含み、注入ツールは、閉塞の近位側部において管腔内に造影剤を注入するように構成され、装置は、造影剤を閉塞の遠位側部において管腔内に注入するように構成された第2注入ツールを更に含み、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が閉塞の近位側部において管腔内に存在する時点において、周期的活動の第1周期の所定の位相において、閉塞の近位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成され、撮像装置は、造影剤の少なくとも一部分が閉塞の遠位側部において管腔内に存在する時点において、周期的活動の第2周期の所定の位相において、閉塞の遠位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを取得するように構成され、且つ、ディスプレイは、画像フレームの安定化された組の少なくとも1つの同一フレーム上にオーバーレイされた閉塞の近位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレーム及び閉塞の遠位側部における管腔の少なくとも1つの画像フレームを表示するように構成されている。

10

【 0 0 6 8 】

－実施例においては、撮像装置は、蛍光透視鏡を含む。

【 0 0 6 9 】

－実施例においては、空間は、対象者の心臓のチャンバ、対象者の冠状血管の管腔、及び対象者の大動脈の管腔からなる群から選択された空間を含み、且つ、注入ツールは、造影剤を選択された空間内に注入するように構成されている。

【 0 0 7 0 】

－実施例においては、制御ユニットは、造影剤の少なくとも一部分が空間内に存在する時点において取得された画像フレームに基づいて、所定の位相において、空間の少なくとも1つの三次元画像フレームを構築するように構成されている。

20

【 0 0 7 1 】

－実施例においては、装置は、空間内に挿入されるように構成された医療ツールを更に含み、装置は、ツールが空間内にある際にツールの画像を取得するように構成され、且つ、ディスプレイは、空間の画像フレーム上にオーバーレイされたツールの画像を表示するように構成されている。

【 0 0 7 2 】

－実施例においては、制御ユニットは、空間の画像フレームの組を画像処理することにより、注入ツールが造影剤を注入する際を識別するように構成されている。

30

【 0 0 7 3 】

－実施例においては、制御ユニットは、注入ツールの遠端の近傍に対応する複数の画像フレームの少なくともいくつかのものの領域を具体的に分析することにより、注入ツールが造影剤を注入する際を識別するように構成されている。

【 0 0 7 4 】

－実施例においては、制御ユニットは、注入ツールの遠端の近傍に対応する複数の画像フレームの少なくともいくつかのものの領域の暗さのレベルを判定することにより、注入ツールが造影剤を注入する際を識別するように構成されている。

【 0 0 7 5 】

－実施例においては、装置は、ユーザーインターフェイスを更に含み、且つ、ディスプレイは、ユーザーインターフェイスを介してユーザーから入力を受領し、且つ、入力に回答して、画像フレームの安定化された組内の対象者の身体の一部内の所定の位置にマーキングを表示するように構成されている。

40

【 0 0 7 6 】

－実施例においては、ディスプレイは、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組の複数のビューを表示し、且つ、画像フレームの安定化された組の個々のビュー内の所定の位置にマーキングを表示するように構成されている。

【 0 0 7 7 】

－実施例においては、撮像装置は、対象者の身体の一部内に配設された医療ツールの

50

複数の画像を撮像するように更に構成され、且つ、制御ユニットは、医療ツールの画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

【0078】

一実施例においては、医療ツールは、対象者の身体の一部の内部に埋植される医療ツールを含み、且つ、撮像装置は、埋植された医療ツールの複数の画像を撮像するように構成されている。

【0079】

一実施例においては、医療ツールは、対象者の身体の一部内に一時的に挿入される医療ツールを含み、且つ、撮像装置は、一部分内に挿入されている間に医療ツールの複数の画像を撮像するように構成されている。

10

【0080】

一実施例においては、制御ユニットは、医療ツールの画像フレームの安定化された組を画像処理することにより、医療ツールの画像フレームの安定化された組を機能強化するように構成されている。

【0081】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの安定化された組を分析することにより、対象者の生理学的パラメータを判定するように構成されている。

【0082】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの安定化された組を分析することにより、対象者の心臓機能に関するパラメータを判定するように構成されている。

20

【0083】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの安定化された組を分析することにより、対象者の呼吸機能に関するパラメータを判定するように構成されている。

【0084】

一実施例においては、画像フレームの安定化された組を生成する際に、制御ユニットは、フレームの組の連続したフレーム間における遷移をスムージングするように構成されている。

【0085】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの安定化された組のフレームを画像処理することによって画像フレームの安定化された組内における物体の運動の特性を判定し、物体が判定されたプロファイルに従って運動を継続すると仮定することによって物体のシミュレートされた画像を生成し、且つ、連続した画像フレームの間の中間画像として物体のシミュレートされた画像を使用することにより、連続したフレーム間における遷移をスムージングするように構成されている。

30

【0086】

一実施例においては、制御ユニットは、第1ゲーティング済み画像フレームの後において、且つ、第2ゲーティング済み画像フレームの前において取得されたゲーティングされていない画像フレーム内の物体の位置を判定し、且つ、第2ゲーティング済み画像フレームが画像フレームの安定化された組内において生成される前に、画像フレームの安定化された組内に物体の表現を生成することにより、連続したフレームの間における遷移をスムージングするように構成されている。

40

【0087】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの安定化された組を分析することにより、対象者の身体の一部内の領域の寸法を判定するように構成されている。

【0088】

一実施例においては、制御ユニットは、対象者の身体の一部内の領域との関係における医療ツールのサイズの標識を出力するように構成されている。

【0089】

一実施例においては、装置は、対象者の身体の一部内に挿入されるように構成され、且つ、既知の寸法を具備する医療ツールを更に含み、且つ、制御ユニットは、画像フレー

50

ムの安定化された組内のツールの寸法を既知の寸法と比較することにより、領域の寸法を判定するように構成されている。

【 0 0 9 0 】

一実施例においては、医療ツールは、マーカーを含み、マーカーは、既知の距離だけ互いに離隔しており、且つ、制御ユニットは、既知の距離との関係において画像フレームの安定化された組内において観察されるマーカーの間の距離を判定することにより、医療ツールが対象者の身体の一部内において配設されている向きを判定するように構成されている。

【 0 0 9 1 】

一実施例においては、制御ユニットは、距離の判定に応答し、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組内においてその向きに配設された仮想的な医療ツールのシミュレートされた画像を生成するように構成されている。

10

【 0 0 9 2 】

一実施例においては、装置は、ユーザーインターフェイスを更に含み、且つ、制御ユニットは、ユーザーインターフェイスを介してユーザーから入力を受領し、且つ、入力を受領に応答し、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組内に配設された仮想的な医療ツールのシミュレートされた画像を生成するように構成されている。

【 0 0 9 3 】

一実施例においては、制御ユニットは、仮想的な医療ツールのシミュレートされた画像に対応する実際の医療ツールの寸法を出力するように構成されている。

20

【 0 0 9 4 】

一実施例においては、制御ユニットは、仮想的な医療ツールがシミュレートされた画像内において配設される向きを考慮することにより、実際の医療ツールの寸法を出力するように構成されている。

【 0 0 9 5 】

一実施例においては、制御ユニットは、仮想的な医療ツールがシミュレートされた画像内において配設される対象者の身体の一部の領域の曲がり方を考慮することにより、実際の医療ツールの寸法を出力するように構成されている。

【 0 0 9 6 】

一実施例においては、制御ユニットは、ユーザーから第1及び第2入力を受領し、且つ、入力を受領に応答し、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組内に配置される第1及び第2医療ツールの個々のシミュレートされた画像を生成するように構成されている。

30

【 0 0 9 7 】

一実施例においては、撮像装置は、複数の撮像装置を含み、且つ、制御ユニットは、対象者の身体の一部の画像フレームの複数の安定化された組を生成するように構成されており、画像フレームの組は、複数の撮像装置の個々の撮像装置によって撮像されている。

【 0 0 9 8 】

一実施例においては、複数の撮像装置の中の第1撮像装置は、医療処置の前に対象者の身体の一部を撮像するように構成されており、複数の造影装置の中の第2撮像装置は、医療処置の最中に対象者の身体の一部を撮像するように構成されており、且つ、制御ユニットは、医療処置の最中に画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

40

【 0 0 9 9 】

一実施例においては、複数の撮像装置の中の第1撮像装置は、対象者の身体の一部の外部から対象者の身体の一部を撮像するように構成されており、且つ、複数の撮像装置の中の第2撮像装置は、第2撮像装置が対象者の身体の一部の内部の個々の場所に配設されている間に対象者の身体の一部の内部の領域を撮像するように構成されている。

【 0 1 0 0 】

一実施例においては、制御ユニットは、(a) 第2撮像装置の個々の場所に対応する第

50

1 撮像装置によって取得された安定化された画像フレーム内の場所を (b) 第 2 撮像装置が個々の場所に配設されている間に第 2 撮像装置によって取得された個々の画像フレームと関連付けるように構成されている。

【 0 1 0 1 】

一実施例においては、装置は、第 2 撮像装置が個々の場所に配設されていない間に対象者の身体の一部内の個々の場所の近傍に挿入されるように構成された医療ツールを更に含み、且つ、制御ユニットは、(b) 医療ツールが個々の場所の近傍に配設されている際に、第 2 画像装置が個々の場所に配設されていた間に (a) 第 2 撮像装置によって取得された個々の画像フレームを生成するように構成されている。

【 0 1 0 2 】

一実施例においては、第 1 撮像装置は、蛍光透視鏡を含み、且つ、第 2 撮像装置は、血管内超音波プローブを含む。

【 0 1 0 3 】

一実施例においては、第 1 撮像装置は、CT スキャナを含み、且つ、第 2 撮像装置は、血管内超音波プローブを含む。

【 0 1 0 4 】

一実施例においては、第 1 撮像装置は、第 2 撮像装置が対象者の身体の一部内の領域を撮像する前に、複数の画像フレームを取得するように構成されている。

【 0 1 0 5 】

一実施例においては、第 1 撮像装置は、第 2 撮像装置が対象者の身体の一部内の領域を撮像している間に複数の画像フレームを取得するように構成されており、且つ、第 1 撮像装置は、一部分内に配設された第 2 撮像装置の複数の画像フレームを取得することにより、複数の画像フレームを取得するように構成されている。

【 0 1 0 6 】

一実施例においては、画像フレームの安定化された組は、画像フレームの第 1 の安定化された組を定義しており、且つ、制御ユニットは、第 1 身体システムの周期的な活動の更なる所定の位相を識別し、且つ、更なる所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの追加の組を生成し、且つ、画像フレームの追加の組の少なくともいくつかのものを画像追跡して追加の運動に関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減することにより、対象物の身体の一部の画像フレームの追加の安定化された組を生成するように構成されている。

【 0 1 0 7 】

一実施例においては、所定の位相は、対象者の心臓周期の収縮位相を含み、且つ、更なる所定の位相は、対象者の心臓周期の拡張位相を含み、且つ、制御ユニットは、対象者の心臓周期の収縮及び拡張位相に対して個々に安定化された画像フレームの組を生成するように構成されている。

【 0 1 0 8 】

一実施例においては、装置は、ユーザーインターフェイスを更に含み、制御ユニットは、ユーザーインターフェイスを介してユーザーから入力を受領し、且つ、入力を受領に回答し、所定の位相及び更なる所定の位相において対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組内に配設された仮想的な医療ツールのシミュレートされた画像を生成するように構成されている。

【 0 1 0 9 】

一実施例においては、装置は、対象者の身体の一部内に配設される医療ツールを更に含み、且つ、制御ユニットは、それぞれ、所定の位相及び更なる所定の位相において対象者の身体の一部内に配設された医療ツールの安定化された画像を生成するように構成されている。

【 0 1 1 0 】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの追加の安定化された組を画像フレームの第 1 の安定化された組と比較することにより、対象者の生理学的パラメータを判

10

20

30

40

50

定するように構成されている。

【0111】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの追加の安定化された組を画像フレームの第1の安定化された組と比較することにより、対象者の心臓機能に関するパラメータを判定するように構成されている。

【0112】

一実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの追加の安定化された組を画像フレームの第1の安定化された組と比較することにより、対象者の呼吸機能に関するパラメータを判定するように構成されている。

【0113】

一実施例においては、周期的活動は、対象者の心臓周期を含み、且つ、センサは、対象者の心臓周期の位相を検知するセンサを含む。

10

【0114】

一実施例においては、所定の位相は、対象者の心臓周期の拡張末期位相を含み、且つ、制御ユニットは、対象者の心臓周期の拡張末期位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

【0115】

一実施例においては、センサは、血圧センサを含む。

【0116】

一実施例においては、センサは、ECGセンサを含む。

20

【0117】

一実施例においては、センサは、複数の画像フレームの画像フレームを複数の画像フレームの画像フレームの少なくとも1つのものと比較することにより、対象者の心臓周期の位相を検知するように構成された画像プロセッサを含む。

【0118】

一実施例においては、周期的活動は、対象者の呼吸周期を含み、且つ、センサは、対象者の呼吸周期の位相を検知するセンサを含む。

【0119】

一実施例においては、センサは、複数の画像フレームの画像フレームを複数の画像フレームの画像フレームの少なくとも1つものものと比較することにより、対象者の呼吸周期の位相を検知するように構成された画像プロセッサを含む。

30

【0120】

一実施例においては、追加の運動は、対象者の第2身体システムの周期的活動の結果であり、且つ、制御ユニットは、少なくとも画像フレームの組を画像追跡することにより、第2身体システムの周期的活動と関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減するように構成されている。

【0121】

一実施例においては、第1身体システムの周期的活動は、第2身体システムの周期的活動よりも大きな頻度を具備し、且つ、制御ユニットは、第1身体システムの周期的活動の所定の位相を識別し、且つ、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を出力し、且つ、少なくとも画像フレームの組を画像追跡して第2身体システムの周期的活動と関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減することにより、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

40

【0122】

一実施例においては、第1身体システムの周期的活動は、第2身体システムの周期的活動の頻度よりも低い頻度を具備し、且つ、制御ユニットは、第1身体システムの周期的活動の所定の位相を識別し、且つ、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を出力し、且つ、少なくとも画像フレームの組を画像追跡して第2身体システムの周期的活動と関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減

50

することにより、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

【0123】

一実施例においては、第1身体システムの周期的活動は、対象者の心臓周期を含み、第2身体システムの周期的活動は、対象者の呼吸周期を含み、且つ、制御ユニットは、心臓周期の所定の位相を識別し、且つ、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を出力し、且つ、少なくとも画像フレームの組を画像追跡して呼吸周期と関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減することにより、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

【0124】

一実施例においては、第1身体システムの周期的活動は、対象者の呼吸周期を含み、第2身体システムの周期的活動は、対象者の心臓周期を含み、且つ、制御ユニットは、呼吸周期の所定の位相を識別し、且つ、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を出力し、且つ、少なくとも画像フレームの組を画像追跡して心臓周期と関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減することにより、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

【0125】

本発明の一実施例によれば、対象者の第1身体システムの周期的活動の結果として運動し、且つ、追加的な運動をも経験する対象者の身体の一部を撮像する装置であって、対象者の身体の一部の複数の画像フレームを取得する撮像装置、第1身体システムの周期的活動の位相を検知するセンサ、及び対象者の身体の一部の画像フレームを表示するように構成されたディスプレイと共に使用される装置が更に提供され、装置は、第1身体システムの周期的活動の所定の位相を識別し、且つ、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を出力し、且つ、少なくとも画像フレームの組を画像追跡して追加の運動と関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減することにより、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように構成された制御ユニットを含み、制御ユニットは、ディスプレイに表示されるように画像フレームの安定化された組を出力するように構成されている。

【0126】

本発明の一実施例によれば、対象者の心臓の周期的活動の結果として運動し、且つ、少なくとも部分的に対象者の呼吸周期の結果である追加の運動を経験する対象者の身体の一部を撮像する装置が更に提供され、装置は、対象者の身体の一部の複数の画像フレームを取得する撮像装置と、心臓の周期的活動の位相を検知するセンサと、心臓の周期的活動の所定の位相を識別し、且つ、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を出力し、且つ、少なくとも画像フレームの組を画像追跡して追加の運動と関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減することにより、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成するように構成された制御ユニットと、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を表示するように構成されたディスプレイとを含む。

【0127】

本発明の一実施例によれば、対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する対象者の身体の一部と共に使用される装置が更に提供され、装置は、周期的活動の位相を検知するセンサと、対象者の身体の一部との関係において機能を実行するように構成された医療ツールと、周期的活動の第1周期においては、周期的活動がその第1の所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答し、所定の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させ、第1周期内の所定の位相の後に、且つ、周期的活動の後続の周期内における所定の位相の発生の前に、ツールの少なくとも一部分の運動を禁止し、且つ、周期的活動の第2周期内においては、運動の禁止の後に、周期的活動の第2周期がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答し、所定の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させ、(a)第1周期内において所定の方向においてツールの少なくとも一

10

20

30

40

50

部分を運動させる段階と (b) 第 2 周期内において所定の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させる段階の間において、所定の方向の反対の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させることのないように、構成された制御ユニットとを含む。

【 0 1 2 8 】

一実施例においては、制御ユニットは、所定の方向においてツールの一部分を運動させることにより、ツールの中心を運動させるように構成されている。

【 0 1 2 9 】

一実施例においては、ツールは、ユーザーによって遠隔制御されるように構成されたツールを含む。

【 0 1 3 0 】

一実施例においては、制御ユニットは、反転可能にツールに結合されるように構成されている。

【 0 1 3 1 】

一実施例においては、制御ユニットは、ツール内に統合されている。

【 0 1 3 2 】

一実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内において運動するように構成されたガイドワイヤを含む。

【 0 1 3 3 】

一実施例においては、ツールは、管腔を通じて前進することにより、対象者の身体の一部の管腔の閉塞を貫通するように構成されている。

【 0 1 3 4 】

一実施例においては、ツールは、一部分内において拡張することにより、対象者の身体の一部内に埋植されるように構成された弁を含み、且つ、制御ユニットは、拡張に関係した方向において弁の少なくとも一部分を運動させることにより、所定の方向において弁の少なくとも一部分を運動させるように構成されている。

【 0 1 3 5 】

一実施例においては、ツールは、一部分内において拡張することにより、対象者の身体の一部内に埋植されるように構成された中隔閉鎖装置を含み、且つ、制御ユニットは、拡張に関係する方向において中隔閉鎖装置の少なくとも一部分を運動させることにより、所定の方向において中隔閉鎖装置の少なくとも一部分を運動させるように構成されている。

【 0 1 3 6 】

一実施例においては、周期的活動は、対象者の呼吸周期を含み、且つ、センサは、呼吸周期の位相を検知するように構成されている。

【 0 1 3 7 】

一実施例においては、センサは、対象者の身体の一部の複数の画像フレームの画像フレームを複数の画像フレームの画像フレームの少なくとも 1 つのものと比較することにより、対象者の呼吸周期の位相を検知するように構成された画像プロセッサを含む。

【 0 1 3 8 】

一実施例においては、周期的活動は、対象者の心臓周期を含み、且つ、センサは、心臓周期の位相を検知するように構成されている。

【 0 1 3 9 】

一実施例においては、センサは、血圧センサを含む。

【 0 1 4 0 】

一実施例においては、センサは、複数の画像フレームの画像フレームを複数の画像フレームの画像フレームの少なくとも 1 つのものと比較することにより、対象者の心臓周期の位相を検知するように構成された画像プロセッサを含む。

【 0 1 4 1 】

一実施例においては、センサは、対象者の E C G 信号を検出することにより、心臓周期の位相を検知するように構成された E C G センサを含む。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 2 】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部の管腔の内部において膨張するように構成されたバルーンを含み、且つ、制御ユニットは、膨張に関係する方向においてバルーンの表面を運動させることにより、所定の方向においてバルーンの少なくとも一部分を運動させるように構成されている。

【 0 1 4 3 】

－実施例においては、制御ユニットは、周期的活動の第1周期の前に、ある期間にわたって連続的にバルーンを膨張させるように構成されている。

【 0 1 4 4 】

－実施例においては、制御ユニットは、周期的活動の第2周期の後に、ある期間にわたって連続的にバルーンを膨張させるように構成されている。

10

【 0 1 4 5 】

－実施例においては、装置は、ステントを更に含み、且つ、ステントは、バルーンの膨張を介して管腔の壁に対して配置されるように構成されている。

【 0 1 4 6 】

－実施例においては、装置は、バルーンの表面上に配設された弁を更に含み、且つ、弁は、バルーンの膨張を介して拡張するように構成されている。

【 0 1 4 7 】

－実施例においては、装置は、バルーンに対する流れを制御するように構成された弁を更に含み、且つ、制御ユニットは、弁を制御することにより、膨張に関係する方向においてバルーンの表面の運動を調節するように構成されている。

20

【 0 1 4 8 】

－実施例においては、装置は、バルーンに流体を供給するように構成されたチューブを更に含み、装置は、チューブの周りに配設された1つ又は複数の圧搾表面を更に含み、且つ、制御ユニットは、圧搾表面が同時に圧搾することを引き起こす流れを駆動することにより、膨張と関係した方向におけるバルーンの表面の運動を禁止するように構成されている。

【 0 1 4 9 】

－実施例においては、周期的活動は、対象者の心臓周期を含み、対象者の身体の一部は、対象者の心臓周期の結果として運動する対象者の心血管系の一部を含み、且つ、バルーンは、心血管系の一部内において膨張するように構成されている。

30

【 0 1 5 0 】

－実施例においては、心臓周期の所定の位相は、拡張末期を含み、且つ、制御ユニットは、センサが拡張末期を検知するのに応答し、膨張と関係する方向においてバルーンの表面を運動させるように構成されている。

【 0 1 5 1 】

－実施例においては、装置は、ユーザーによって操作されるように構成された器具を更に含み、且つ、制御装置は、(a) 周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答し、且つ、(b) 器具がユーザーによって操作されるのに応答し、所定の方向においてツールの一部分を運動させるように構成されている。

40

【 0 1 5 2 】

－実施例においては、器具は、周期的活動とは独立したフォースフィードバックをユーザーに提供するように構成されている。

【 0 1 5 3 】

－実施例においては、器具は、周期的活動との関係においてスムージングされたフォースフィードバックをユーザーに提供するように構成されている。

【 0 1 5 4 】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内において血管の閉塞をバイパスするように構成された管状構造を含む。

【 0 1 5 5 】

50

一実施例においては、管状構造は、血管グラフトを含む。

【0156】

一実施例においては、制御ユニットは、(a)閉塞の近位側部における血管内から、(b)血管の外部へ方向に管状構造の遠端を運動させることにより、所定方向において管状構造を運動させるように構成されている。

【0157】

一実施例においては、制御ユニットは、(a)血管の外部から、(b)閉塞の遠位側部における血管の内部へ方向に管状構造の遠端を運動させることにより、所定方向において管状構造を運動させるように構成されている。

【0158】

本発明の一実施例によれば、対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する対象者の身体の一部と共に使用される装置が更に提供され、装置は、周期的活動の位相を検知するセンサと、対象者の身体の一部との関係において周期的活動の単一の周期においてアクションを機械的に実行するように構成された医療ツールと、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、ツールを作動させてアクションを機械的に実行させるように構成された制御ユニットとを含む。

【0159】

一実施例においては、ツールは、周期的な活動がその所定の位相にあることをセンサが検出するのに対応して膨張することにより、単一周期において対象者の身体の一部の管腔に対して自身を付着させるように構成されたバルーンを含む。

【0160】

一実施例においては、バルーンは、単一周期において膨張することによってバルーンが自身を管腔に付着させる前に、ある期間にわたって連続的に膨張するように構成されている。

【0161】

一実施例においては、バルーンは、単一周期において膨張することによってバルーンが自身を管腔に付着させた後に、ある期間にわたって連続的に膨張するように構成されている。

【0162】

一実施例においては、ツールは、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検出するのに対応し、周期的活動の単一の周期において対象者の身体の一部の管腔内において膨張することにより、対象者の身体の一部の管腔に対して自身を付着させるように構成されたステントを含む。

【0163】

一実施例においては、ステントは、対象者の身体の一部の管腔内において自己拡張するように構成された自己拡張可能な部分を含む。

【0164】

一実施例においては、ツールは、一部分内において機械的に拡張することにより、対象者の身体の一部内に埋植されるように構成された弁を含み、且つ、制御ユニットは、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、弁を作動させて拡張させるように構成されている。

【0165】

一実施例においては、周期的活動は、対象者の心臓周期を含み、且つ、制御ユニットは、心臓周期がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、弁を作動させて拡張させるように構成されている。

【0166】

一実施例においては、所定の位相は、心臓周期の拡張末期位相を含み、且つ、制御ユニットは、心臓周期の拡張末期位相をセンサが検知するのに対応し、弁を作動させて拡張させるように構成されている。

【0167】

10

20

30

40

50

一実施例においては、ツールは、心臓内において機械的に拡張することにより、対象者の心臓内に埋植されるように構成された中隔閉鎖装置を含み、且つ、制御ユニットは、対象者の心臓の周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、中隔閉鎖装置を作動させて拡張させるように構成されている。

【0168】

一実施例においては、所定の位相は、心臓周期の拡張末期位相を含み、且つ、制御ユニットは、心臓周期の拡張末期位相をセンサが検知するのに対応し、中隔閉鎖装置を作動させて拡張させるように構成されている。

【0169】

本発明の一実施例によれば、神経の周期的活動を経験する対象者の身体の一部と共に使用される装置が更に提供され、装置は、神経の周期的活動の位相を検知するセンサと、対象者の身体の一部との関係において機能を実行するように構成された医療ツールと、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、ツールを作動させて機能を実行するように構成された制御ユニットとを含む。

【0170】

本発明の一実施例によれば、対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する対象者の身体の一部と共に使用され、且つ、周期的活動の位相を検知するセンサと共に使用され、且つ、対象者の身体の一部との関係において機能を実行するように構成された医療ツールと共に使用される装置が更に提供され、装置は、周期的活動の第1周期においては、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、所定の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させ、第1周期内の所定の位相の後に、且つ、周期的活動の後続の周期内における所定の位相の発生の前に、ツールの少なくとも一部分の運動を禁止し、且つ、周期的活動の第2周期においては、運動の禁止の後に、周期的活動の第2周期がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、所定の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させ、(a)第1周期内において所定の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させる段階と、(b)第2周期内において所定の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させる段階の間において、所定の方向の反対の方向においてツールの少なくとも一部分を運動させることがないように、構成された制御ユニットを含む。

【0171】

本発明の一実施例によれば、対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する対象者の身体の一部と共に使用される装置が更に提供され、装置は、周期的活動の位相を検知するセンサと、対象者の身体の一部との関係において機能を実行するように構成された医療ツールと、周期的活動の第1周期においては、周期的活動がその第1の所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、ツールを運動させ、周期的活動の後続の周期においては、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、ツールを作動させて、機能の実行と運動からなる群から選択されたアクションを実行し、後続の周期内の所定の位相の後に、且つ、周期的活動の更に後続の周期内における所定の位相の発生の前に、ツールの選択されたアクションを禁止し、且つ、周期的活動の更に後続の周期においては、アクションの禁止の後に、且つ、周期的活動の更に後続の周期がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、ツールを作動させて、群から選択されたアクションを実行するように構成された制御ユニットとを含む。

【0172】

一実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内の個々の治療サイトに対して血管再生治療を順番に適用するように構成された心筋血管再生ツールを含み、且つ、制御ユニットは、ツールを作動させて血管再生治療を治療サイトに適用させることにより、ツールを作動させて機能を実行させ、且つ、連続的な治療サイトに向かって血管再生ツールの少なくとも一部分を運動させることにより、ツールを運動させるように構成されている。

【0173】

－実施例においては、制御ユニットは、ツールを運動させて治療サイトの定義されたパターンを生成することにより、ツールを運動させるように構成されている。

【0174】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内の個々の切除サイトを順番に切除するように構成された切除ツールを含み、且つ、制御ユニットは、ツールを作動させて切除サイトを切除させることにより、ツールを作動させて機能を実行させ、且つ、連続した切除サイトに向かって切除ツールの少なくとも一部分を運動させることにより、ツールを運動させるように構成されている。

【0175】

－実施例においては、切除ツールは、レーザー切除、電気焼灼、RF切除、極低温切除、及び超音波切除からなる群から選択された切除技法を使用して切除サイトを切除するように構成されている。

【0176】

－実施例においては、制御ユニットは、ツールの少なくとも一部分を運動させて切除サイトの定義されたパターンを生成することにより、ツールの少なくとも一部分を運動させるように構成されている。

【0177】

－実施例においては、制御ユニットは、ツールの少なくとも一部分を連続した切除サイトに向かって運動させることにより、Maze処置を切除サイトに適用するように構成されている。

【0178】

－実施例においては、切除ツールは、ツールの少なくとも一部分を連続した隔離サイトに向かって運動させることにより、対象者の心臓に対して肺静脈隔離技法を適用するように構成されている。

【0179】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内に物質を注入するように構成された注入ツールを含み、且つ、制御ユニットは、ツールを作動させて物質を注入させることにより、ツールを作動させて機能を実行させ、且つ、注入サイトに向かってツールの少なくとも一部分を運動させることにより、ツールを運動させるように構成されている。

【0180】

－実施例においては、物質は、DNA分子を含み、且つ、注入ツールは、DNA分子を対象者の心臓組織内に注入するように構成されている。

【0181】

－実施例においては、物質は、幹細胞を含み、且つ、注入ツールは、幹細胞を対象者の心臓組織内に注入するように構成されている。

【0182】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内において組織を縫合するように構成された針を含み、且つ、制御ユニットは、ツールを作動させて組織を縫合させることにより、ツールを作動させて機能を実行させ、且つ、針を連続した縫合サイトに向かって運動させることにより、ツールを運動させるように構成されている。

【0183】

－実施例においては、組織は、心臓組織及び冠状組織からなる群から選択された対象者の組織を含み、且つ、針は、選択された組織を縫合するように構成されている。

【0184】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内の吸引サイトから組織を吸引するように構成された針を含み、且つ、制御ユニットは、針を作動させて組織を吸引させることにより、針を作動させて機能を実行させ、且つ、針を吸引サイトに向かって運動させることにより、針を運動させるように構成されている。

【0185】

－実施例においては、針は、経胸針吸引を実行するように構成されている。

10

20

30

40

50

【0186】

一実施例においては、針は、経気管支針吸引を実行するように構成されている。

【0187】

本発明の一実施例によれば、対象者の身体の管腔の少なくとも部分的な閉塞を開放する装置が更に提供され、装置は、周期的活動の位相を検知するセンサと、閉塞を開放するように構成された閉塞開放ツールと、周期的活動の第1周期においては、周期的活動がその第1の所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、ツールを作動させて閉塞開放アクションを実行させ、第1周期内の所定の位相の後に、且つ、周期的活動の後続の周期内における所定の位相の発生の前に、ツールのアクションを禁止し、且つ、周期的活動の第2周期内においては、アクションの禁止の後に、且つ、周期的活動の第2周期が所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、ツールを作動させてアクションを実行させるように構成された制御ユニットとを含む。

10

【0188】

一実施例においては、第1周期の所定の位相においてツールを作動させた後に、且つ、後続の周期の所定の位相におけるツールの作動の前に、制御ユニットは、閉塞からツールを退却させるように構成されている。

【0189】

一実施例においては、閉塞開放ツールは、音波を閉塞に向かって導波することにより、閉塞を開放するように構成されたツールを含む。

【0190】

本発明の一実施例によれば、対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する対象者の身体の一部と共に使用される装置が更に提供され、装置は、対象者の身体の一部の複数の画像フレームを取得する撮像装置と、周期的活動の位相を検知するセンサと、対象者の身体の一部との関係において機能を実行するように構成された医療ツールと、対象者の身体の一部内に配設された医療ツールの画像フレームの安定化された組を生成し、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに対応し、ツールを作動させて、機能の実行と運動から構成された群から選択されたアクションを実行させ、且つ、周期的活動が所定の位相にないことをセンサが検知するのに対応し、ツールがアクションを実行することを禁止するように構成された制御ユニットと、対象者の身体の一部内に配設された医療ツールの画像フレームの安定化された組を表示することにより、ツールの使用を円滑にするように構成されたディスプレイとを含む。

20

30

【0191】

一実施例においては、装置は、ユーザーインターフェイスを更に含み、且つ、制御ユニットは、ユーザーインターフェイスを介してユーザーから入力を受領し、且つ、入力に対応して所定の位相を指定するように構成されている。

【0192】

一実施例においては、ツールは、一部分内において拡張することにより、対象者の身体の一部内に埋植されるように構成された弁を含み、且つ、制御ユニットは、弁を拡張させることによって弁を作動させるように構成されている。

【0193】

一実施例においては、ツールは、一部分内において拡張することにより、対象者の身体の一部内に埋植されるように構成された中隔閉鎖装置を含み、且つ、制御ユニットは、中隔閉鎖装置を拡張させることにより、中隔閉鎖装置を作動させるように構成されている。

40

【0194】

一実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部の管腔内において膨張することにより、機能を実行するように構成されたバルーンを含む。

【0195】

一実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内において血管の閉塞をバイパスするように構成された管状構造を含む。

50

【0196】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内の個々の治療サイトに血管再生治療を順番に適用するように構成された心筋血管再生ツールを含み、且つ、制御ユニットは、ツールを作動させて血管再生治療を治療サイトに適用することにより、ツールを作動させて機能を実行させ、且つ、血管再生ツールの少なくとも一部分を連続した治療サイトに向かって運動させることにより、ツールを運動させるように構成されている。

【0197】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内の個々の切除サイトを順番に切除するように構成された切除ツールを含み、且つ、制御ユニットは、ツールを作動させて切除サイトを切除させることにより、ツールを作動させて機能を実行させ、且つ、連続した切除サイトに向かって切除ツールの少なくとも一部分を運動させることにより、ツールを運動させるように構成されている。

10

【0198】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内に物質を注入するように構成された注入ツールを含み、且つ、制御ユニットは、ツールを作動させて物質を注入させることにより、ツールを作動させて機能を実行させ、且つ、ツールの少なくとも一部分を注入サイトに向かって運動させることにより、ツールを運動させるように構成されている。

【0199】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内の組織を縫合するように構成された針を含み、且つ、制御ユニットは、ツールを作動させて組織を縫合させることにより、ツールを作動させて機能を実行させ、且つ、針を連続した縫合サイトに向かって運動させることにより、ツールを運動させるように構成されている。

20

【0200】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部内の吸引サイトから組織を吸引するように構成された針を含み、且つ、制御ユニットは、針を作動させて組織を吸引させることにより、針を作動させて機能を実行させ、且つ、針を吸引サイトに向かって運動させることにより、針を運動させるように構成されている。

【0201】

－実施例においては、ツールは、対象者の身体の一部の管腔の少なくとも部分的な閉塞に閉塞開放アクションを実行することにより、機能を実行するように構成された閉塞開放ツールを含む。

30

【0202】

－実施例においては、ツールは、閉塞に向かって運動することにより、閉塞開放アクションを実行するように構成されており、且つ、第1周期の所定の位相においてツールを作動させた後に、且つ、後続の周期の所定の位相におけるツールの作動の前に、制御ユニットは、閉塞からツールを退却させるように構成されている。

【0203】

－実施例においては、制御ユニットは、複数の画像フレームの少なくともいくつかのものを画像追跡して周期的活動と関連する対象者の身体の一部の撮像された運動を低減することにより、画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

40

【0204】

－実施例においては、制御ユニットは、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する追跡済みの画像フレームの組を生成することにより、画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

【0205】

－実施例においては、制御ユニットは、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を生成することにより、画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

【0206】

－実施例においては、制御ユニットは、画像フレームの組を画像追跡することにより、

50

対象者の身体の一部の運動と関連付けられた対象者の身体の一部の撮像された運動を低減するように構成されている。

【0207】

一実施例においては、制御ユニットは、周期的活動が所定の位相にある際のみ撮像装置を作動させて複数の画像フレームを取得することにより、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を生成するように構成されている。

【0208】

一実施例においては、撮像装置は、周期的活動の全体を通じて複数の画像フレームを取得するように構成され、且つ、制御ユニットは、複数の画像フレームから所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームを選択することにより、所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を生成するように構成されている。

10

【0209】

一実施例においては、制御ユニットは、身体システムの周期的活動の更なる所定の位相を識別し、且つ、更なる所定の位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの組を生成することにより、対象者の身体の一部の画像フレームの追加の安定化された組を生成するように構成されている。

【0210】

一実施例においては、周期的活動は、対象者の心臓周期を含み、且つ、センサは、対象者の心臓周期の位相を検知するセンサを含む。

20

【0211】

一実施例においては、所定の位相は、対象者の心臓周期の拡張末期位相を含み、且つ、制御ユニットは、対象者の心臓周期の拡張末期位相において取得された一部分の画像フレームに対応する画像フレームの安定化された組を生成するように構成されている。

【0212】

一実施例においては、センサは、複数の画像フレームの画像フレームを複数の画像フレームの少なくとも1つのものと比較することにより、対象者の身体の一部の運動を検知するように構成された画像プロセッサを含む。

【0213】

一実施例においては、周期的活動は、対象者の呼吸周期を含み、且つ、センサは、対象者の呼吸周期の位相を検知するセンサを含む。

30

【0214】

一実施例においては、センサは、複数の画像フレームの画像フレームを複数の画像フレームの少なくとも1つのものと比較することにより、対象者の身体の一部の運動を検知するように構成された画像プロセッサを含む。

【0215】

一実施例においては、装置は、ユーザーによって操作されるように構成された器具を更に含み、且つ、制御ユニットは、(a) 周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答し、且つ、(b) 器具がユーザーによって操作されるのに応答し、ツールを作動させて機能を実行するように構成されている。

40

【0216】

一実施例においては、器具は、周期的活動とは独立したフォースフィードバックをユーザーに提供するように構成されている。

【0217】

一実施例においては、器具は、周期的活動との関係においてスムーズなフォースフィードバックをユーザーに提供するように構成されている。

【0218】

本発明の一実施例によれば、対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する対象者の身体の一部と共に使用され、且つ、対象者の身体の一部の複数の画像フレームを取得する撮像装置、周期的活動の位相を検知するセンサ、対象者の身体の一部との

50

関係において機能を実行するように構成された医療ツール、及び対象者の身体の一部の画像フレームを表示することによってツールの使用を円滑にするように構成されたディスプレイと共に使用される装置が更に提供され、装置は、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成し、画像フレームの安定化された組をディスプレイに出力し、周期的活動が周期的活動の所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答してツールを作動させて機能を実行させ、且つ、周期的活動が所定の位相にないことをセンサが検知するのに応答してツールが機能を実行することを禁止するように構成された制御ユニットを含む。

【0219】

本発明の一実施例によれば、対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する対象者の身体の一部と共に使用される装置が更に提供され、装置は、対象者の身体の一部の複数の画像フレームを取得する撮像装置と、周期的活動の位相を検知するセンサと、対象者の身体の一部との関係において周期的活動の単一の周期においてアクションを機械的に実行するように構成された医療ツールと、対象者の身体の一部の画像フレームの安定化された組を生成し、且つ、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答し、ツールを作動させてアクションを機械的に実行させるように構成された制御ユニットとを含む。

10

【0220】

一実施例においては、制御ユニットは、周期的活動の所定の位相との関係において安定化された画像フレームの組を生成することにより、画像フレームの安定化された組を生成

20

【0221】

一実施例においては、ツールは、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答して膨張することにより、単一周期において対象者の身体の一部の管腔に自身を付着させるように構成されたバルーンを含む。

【0222】

一実施例においては、ツールは、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答し、周期的活動の単一の周期において対象者の身体の一部の管腔内において拡張することによって埋植されるように構成されたステントを含む。

【0223】

一実施例においては、ツールは、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答し、周期的活動の単一の周期において一部分内において機械的に拡張することにより、対象者の身体の一部内に埋植されるように構成された弁を含む。

30

【0224】

一実施例においては、ツールは、周期的活動がその所定の位相にあることをセンサが検知するのに応答し、対象者の心臓の周期的活動の単一の周期において心臓内において機械的に拡張することにより、対象者の心臓内に埋植されるように構成された中隔閉鎖装置を含む。

【0225】

添付の図面との関係において、その実施例の以下の詳細な説明を参照することにより、本発明について更に十分に理解することができよう。

40

【図面の簡単な説明】

【0226】

【図1】本発明の一実施例による対象者の身体の一部の安定化された画像を生成する装置の概略図である。

【図2】心臓周期と関連するECG信号と対比させた心臓周期の様々な位相における心臓の概略図である。

【図3】本発明の一実施例に従って生理学的周期の位相に対してゲーティングされる対象者の心臓の画像フレームの概略図である。

【図4】本発明の一実施例に従って画像追跡される対象者の心臓の画像フレームの概略図

50

である。

【図 5】本発明の一実施例に従って、(a)生理学的周期の位相に対してゲーティングされ、且つ、(b)画像追跡される対象者の心臓の画像フレームの概略図である。

【図 6】本発明の一実施例に従って医療装置の作動を生理学的周期と同期させる装置の概略図である。

【図 7 A】7 A は本発明の一実施例による生理学的周期と同期した状態にあるバルーンの膨張の作動の概略図である。

【図 7 B】7 B は本発明の一実施例による生理学的周期と同期した状態にあるバルーンの膨張の作動の概略図である。

【図 7 C】7 C は本発明の一実施例による時間の関数としてのバルーンの圧力を概略的に示すグラフである。

10

【図 8】本発明の一実施例によるバルーンの同期した膨張を円滑に実行する装置の概略図である。

【図 9】本発明の別の実施例によるバルーンの同期した膨張を円滑に実行する装置の概略図である。

【図 10】本発明の別の実施例によるバルーンの同期した膨張を円滑に実行する装置の概略図である。

【図 11】本発明の別の実施例によるバルーンの同期した膨張を円滑に実行する装置の概略図である。

【図 12】本発明の更なる実施例によるバルーンの同期した膨張を円滑に実行する装置の概略図であり、装置は、膨張装置内に組み込まれている。

20

【図 13】本発明の一実施例による血管の閉塞の貫通と血管の周期的運動の同期化の概略図である。

【図 14】本発明の一実施例による血管の閉塞の貫通を血管の周期的運動と同期させるモジュレータの概略図である。

【図 15】本発明の一実施例による図 14 に示されたモジュレータを有するハンドヘルド型アクチュエータの概略図である。

【図 16】本発明の一実施例による冠状バイパスグラフトの経管的配置と対象者の身体の一部の周期的運動の同期化の概略図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0227】

本明細書において使用される用語の定義は、以下の通りである。

【0228】

「生理学的信号又はプロセス」という用語は、限定を伴うことなしに、ECG、血圧（例えば、収縮期及び拡張期）、末梢動脈音、EEG、呼吸、器官のシフト/拡張/収縮、前述の信号又はプロセスを観察可能である取得画像、或いは、これらの任意の組み合わせ、派生、外挿、又は操作を含む患者の身体内の任意の周期的な生理学的信号又はプロセスを意味する。

【0229】

「医療ツール」、「ツール」、及び「プローブ」という用語は、限定を伴うことなしに、心血管カテーテル、ステント供給及び/又は配置及び/又は回収ツール、バルーン供給及び/又は配置及び/又は回収ツール、弁供給及び/又は配置及び/又は回収ツール、グラフト供給及び/又は配置及び/又は回収ツール、埋植可能な装置又はこのような装置の部品を供給及び/又は配置及び/又は回収するためのツール、埋植可能な装置又はその部品、ガイドワイヤ、縫合ツール、生検ツール、吸引ツール、ナビゲーションツール、ローカリゼーションツール、1つ又は複数の場所センサを有するプローブ、組織特徴判定プローブ、流体分析用のプローブ、計測プローブ、電気生理学的プローブ、刺激プローブ、切除ツール、血管内の部分的な又は完全な閉塞を貫通又は開放するツール、薬剤又は物質供給ツール、化学療法ツール、光線力学療法ツール、小線源療法ツール、局所的照射ツール、レーザー装置、エネルギーを供給するツール、マーカー又はバイオマーカーを供給する

40

50

ツール、生物学的接着剤を供給するツール、灌注装置、吸引装置、換気装置、電気生理学的装置のリードを供給及び/又は配置及び/又は回収する装置、電気生理学的装置のリード、ペーシング装置、撮像装置、検知プローブ、光ファイバを有するプローブ、ロボットツール、遠隔制御されたツール、又はこれらの任意の組み合わせを含む診断又は治療又はその他の機能的ツールの任意のタイプを意味する。

【0230】

「画像」及び「撮像」という用語は、画像のシーケンスとして通常は提示され、且つ、イオン化放射、非イオン化放射、ビデオ、蛍光透視法、血管造影法、超音波、CT、MRI、PET、PET-CT、CT血管造影法、SPECT、ガンマカメラ撮像、光学コヒーレンストモグラフィー(OCT)、振動応答撮像(VRI)、光学撮像、赤外線撮像、電気マッピング撮像、その他の形態の機能的撮像、又はこれらの任意の組み合わせ又は融合を含む任意のタイプの医療撮像を意味する。超音波撮像の例は、EBUS(Endo-Bronchial Ultrasound)、TTE(Trans-Thoracic Echo)、TEE(Trans-Esophageal Echo)、IVUS(Intra-Vascular Ultrasound)、ICE(Intra-Cardiac Ultrasound)などを含む。

10

【0231】

「定期的」及び「周期的」という用語は、身体器官の運動の文脈で使用された際には、相互交換可能である。

【0232】

「ゲーティング」及び「同期化」という用語及びこれらの様々な派生物は、画像表示と1つ又は複数の生理学的信号又はプロセスの間、或いは、医療ツールの作動と1つ又は複数の生理学的信号又はプロセスの間における同期化の文脈において使用された際には、相互交換可能である(「コヒーレンス」という用語も、同一のものを意味することが知られている)。

20

【0233】

「静止した」及び「安定化された」という用語は、表示された画像の文脈において使用された際には、撮像対象の1つ又は複数の身体器官の定期的又は周期的運動が、通常、部分的又は全体的に、低減されるか又は観察者にとって目立たないような方式における一連の画像の表示を意味する。通常、このような画像は、その1つ又は複数の周期が撮像対象の器官の運動周期に対応する1つ又は複数の生理学的信号又はプロセスに対してゲーティングされる。

30

【0234】

「仮想的安定化」という用語は、運動する器官を参照する際に使用された際には、前述の器官の表示された画像が、器官の運動との関係において、部分的又は全体的に安定化され、且つ/又は、器官に適用された1つ又は複数のツールが、器官の運動の選択された位相と同期した状態において作動する状況を意味する(器官の運動は、周期的及び非周期的運動を有することができる)。従って、運動する器官は、通常、(部分的な又は完全な)仮想的安定化状況にあるかのように、観察され、且つ/又は、作用される。

【0235】

「同期化」及び「ゲーティング」という用語及びこれらの派生物は、画像ストリームを参照する際に使用された際には、このような画像ストリームからの個々の画像フレームの識別及び選択を意味しており、このようなフレームは、周期的な生理学的信号又はプロセスの複数の発生において同一の選択された位相において取得される。

40

【0236】

「ゲーティング」という用語及びこの派生物は、医療ツールを参照する際に使用された際には、周期的な生理学的信号又はプロセスの複数の発生における同一の選択された位相におけるツールの運動及び/又は適用を意味している。

【0237】

「画像追跡」という用語は、大部分の又はすべての画像において観察可能である対象の

50

1つ又は複数の特徴又は領域を画像間においてアライメントすることにより、(器官の運動において異なる位相において取得された画像を含む)画像を互いにアライメントするプロセスを意味するように使用される。この用語は、「ビデオ追跡」、「フレーム追跡」、及び「オブジェクト追跡」という用語と同義であるものと解釈することを要する。

【0238】

「リアルタイム」という用語は、仮想的な安定化又はその要素の適用を参照する際に使用された際には、目立った遅延を伴わないことを意味する。

【0239】

「ニアリアルタイム」という用語は、仮想的な安定化及びその要素の適用を参照する際に使用された際には、短い目立った遅延を有することを意味する(この遅延は、例えば、適用可能な器官の略1又は2運動周期であり、且つ、その運動が主に心臓周期の結果である器官又は血管に係する処置の場合には、4秒未満である)。

10

【0240】

いくつかの実施例においては、周期的に運動する器官に対して実行される医療処置を円滑に実行する装置及び方法が提供され、この結果、このような処置は、このような器官の部分的又は完全な仮想的安定化の下に実行される。仮想的安定化は、通常、2つの要素、即ち、(a)器官の1つ又は複数の画像の安定化と(b)作動及び/又は運動する1つ又は複数のツールの同期化を有する。これら2つの主要な要素の少なくとも1つものが適用される。

【0241】

20

周期的に運動する器官の例は、限定を伴うことなしに、心臓、冠状血管、大動脈、特定のその他の血管(例えば、腎臓、頸動脈)、気道の大部分、消化管の特定の部分(例えば、胃、小腸)、胸部の特定の部分(例えば、横隔膜)、眼などを含む。以下の説明は、心臓及び/又は冠状血管である身体器官の例に主に関係しており、このような例において同期化又はゲーティングに使用される生理学的信号は、通常、ECGである。しかしながら、本発明の範囲は、後述する装置及び方法を、対象者の身体システムの周期的活動の結果として運動する対象者の身体の任意の部分に適用する段階を含む。

【0242】

まず、図1を参照すれば、これは、本発明の一実施例による対象者の心臓の一部分の画像フレームを取得する装置の概略図である。血管撮像/蛍光透視カメラ11は、心臓の周期的活動の全体を通じて複数の画像フレームを取得する。画像フレームを安定化させなければ、撮像対象の心臓の周期的な運動に起因して、ぼやけた画像又はビデオストリーム14が生成される。

30

【0243】

いくつかの実施例においては、装置は、ECG信号12、血圧センサ、変位センサ、振動センサ、及び/又はこれらの任意の組み合わせ又は派生物にตอบสนองしてプロセッサ13によって実行されるゲーティング手順により、安定化されたビデオストリーム15を生成し、これにより、前述の安定化された画像又はビデオストリームが得られる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、画像フレームは、対象者の呼吸周期との関係においてゲーティングされる。いくつかの実施例においては、対象者の呼吸周期は、ストレッチベルト、変位センサ、振動センサ、及び/又はこれらの組み合わせ又は派生物などの呼吸センサによって検出される。

40

【0244】

いくつかの実施例においては、前述のゲーティングは、心臓周期における心筋の実際の拡張プロセスを蛍光透視/血管撮像カメラによって観察し、これにより、冠状血管などの識別可能な特徴間における相対的な距離を画像処理することによって識別するのに伴って、心臓周期における心筋の実際の拡張及び収縮との関連において直接的に実行される。

【0245】

いくつかの実施例においては、ゲーティングは、当初、ECG信号、又は心臓の運動に対応するその他の信号、及び/又はこれらの信号の任意の組み合わせ又は派生物との関係

50

において実行されるが、この後には、ゲーティングは、画像処理によって実行される。例えば、ECG信号内の選択された位相に対応する画像フレームを識別し、且つ、「ベースライン画像フレーム」として判定する。このような「ベースライン画像フレーム」の識別が実現された後に、観察対象の解剖構造の形状がベースライン画像フレーム内において観察される形状と同一であるか又はほとんど類似している画像フレームを選択することにより、後続の画像ストリームのゲーティングを実行する。

【0246】

いくつかのアプリケーションにおいては、前述のゲーティングは、例えば、(ゲーティング済みの)画像フレームの取得が望ましい心臓周期内の1つ又は複数の特定の位相又はその直前においてのみ撮像が間欠的に実行されるように、蛍光透視/血管撮像カメラの放射源に対して直接的に適用される。

10

【0247】

本明細書において前述した及び後述される技法は、本出願の背景の節において引用した参考文献の1つ又は複数ものに記載されている技法との組み合わせにおいて実施可能である。

【0248】

安定化された画像フレームは、通常、患者の心拍数のレートで生成される。結果的に得られるフレームレートは、通常、1又は2フレーム/秒であり、これは、人間の眼が連続的であると解釈するものと比べて低フレームレートであると考えられる。いくつかの実施例においては、表示するようにゲーティングによって選択された画像フレームの間にギャップ充填法を適用している。追加の中間画像フレームが生成され、これにより、可視フレームレートが増大され、この結果、通常、ゲーティング及び表示された画像の間の遷移がスムージングされ、且つ、画像ストリームの観察が容易になる。いくつかの実施例においては、このようなギャップ充填は、ブレンディング、モーフィング、又はこれらの組み合わせなどの画像処理法を利用している。

20

【0249】

いくつかの実施例においては、ギャップ充填法は、最新のゲーティング及び表示された画像フレームの後に、但し、次のゲーティング及び表示される画像フレームの前に、画像フレームを生成するように適用される予測アルゴリズムを含む。例えば、画像プロセッサは、予め取得した画像フレームに基づいて、ツールの運動の特徴を判定する。ツールが、判定されたプロファイルに従って運動を継続するものと仮定することにより、運動プロファイルを外挿し、ツールのシミュレートされた画像フレームを生成する。次いで、シミュレートされた画像フレームを、連続した画像フレームの間の中間画像として使用する。

30

【0250】

ギャップ充填のいくつかの実施例においては、オリジナルの画像ストリームにおいて取得され、但し、ゲーティングされた画像ストリーム内に表示されない画像からの視覚的な情報を使用し、最新のゲーティング及び表示された画像以降に発生した変化のいくつかのものを識別可能である。次いで、これらの変化を最新のゲーティング及び表示された画像に対して適用し、次のゲーティング及び表示される画像の前に、新しい画像フレームを生成する。例えば、その内部において医療ツールが操作されている鼓動する心臓内においては、このような視覚的な情報は、心臓と共に運動する可視的な解剖構造ランドマークとの関係におけるツールの位置の変化を有することができる。次いで、このような変化を最新のゲーティング及び表示された画像に適用することにより、次のゲーティング及び表示される画像フレームの前に、安定化されたビデオストリーム内にツールの表現が生成及び表示されることになる。

40

【0251】

前述のギャップ充填は、プロセッサ13によって適用される。通常、これは、それぞれの2つの連続したゲーティング済みの画像フレームの間の遷移に適用される。結果的に得られる安定化されたビデオストリームは、通常、処置の最中に、且つ、通常は、リアルタイムで、或いは、ニアリアルタイムで、表示される。

50

【 0 2 5 2 】

いくつかの実施例においては、安定化されたビデオストリームは、保存され、且つ、画像フレームを取得する処置の後に表示される。

【 0 2 5 3 】

いくつかの実施例においては、オリジナルの「ガタガタ (j u m p y) 」とした画像と「スムージング」されたゲーティング済みの画像を含む複数の画像ストリームが並べた状態で表示される (これは、複数の別個の物理的なディスプレイを使用して、或いは、同一の物理的なディスプレイ内の複数のソフトウェアウィンドウを使用して、実現可能である)。

【 0 2 5 4 】

いくつかの実施例においては、「スムージング」されたゲーティング済みの画像ストリームは、冠状カテーテル挿入室内の既存の「メイン」又は「基準」又は「リループ」ディスプレイなどの手術室においてその他の目的に使用される同一のディスプレイ上に共有方式において表示される。

【 0 2 5 5 】

次に、図 2 を参照すれば、これは、心臓周期と関連付けられた E C G 信号と対比させた心臓周期の様々な位相における心臓の概略図である。図 2 は、E C G トレース内のトリガポイント 2 1、2 2、及び 2 3 と心臓周期内の位相 2 4、2 5、及び 2 6 の間の対応を示している。E C G トレース内の異なるポイントは、通常、心臓周期内の異なる位相に対応する。心臓の容積及び形状は、通常、心臓周期の全体を通じて変化する。鼓動する心臓の表示画像は、これらのポイント又は位相の任意のものに対してゲーティング可能である。従って、いくつかの実施例においては、心臓を特定の容積及び / 又は形状において連続的に観察可能である。

【 0 2 5 6 】

いくつかの実施例においては、オペレータ (例えば、インターベンショナル心臓内科医) は、プロセッサ 1 3 (図 1 に示されている) への入力を介して、位相のポイントをシフトさせ、E C G 信号の周期内の任意の所望の位相において心臓画像を観察する。いくつかの実施例においては、表示画像をゲーティングさせる心臓周期の特定の位相は、画像の観察の最中にオペレータによって変更可能である。

【 0 2 5 7 】

いくつかの実施例においては、安定化されたビデオストリームは、具体的には、心臓周期の拡張末期位相に対してゲーティングされる (拡張末期位相においては、心室は、そのピーク容積を有する)。更には、本発明者らは、冠状血管は、心臓周期の拡張末期位相においては広がり、且つ、これは、例えば、血管形成処置の場合には、医師によって最も望ましい画像であろうと考える。或いは、この代わりに、安定化されたビデオストリームは、例えば、収縮期や拡張期の間などの対象者の心臓周期の異なる位相に対してゲーティングされる。

【 0 2 5 8 】

いくつかの実施例においては、複数の安定化されたビデオストリームが同時に表示される。例えば、心臓周期の拡張位相における安定化されたビデオストリームが、心臓周期の収縮位相における別の安定化されたビデオストリームと共に同時に表示される。

【 0 2 5 9 】

いくつかの実施例においては、心臓周期の異なる位相におけるゲーティング済みの画像は、例えば、心臓の駆出率などの対象者の心血管系のパラメータを (当技術分野において既知の画像処理法を必要な変更を加えることによって使用して) 判定するための基礎を形成する。いくつかの実施例においては、画像ストリームを対象者の呼吸周期の複数の位相との関係において安定化させ、且つ、例えば、画像ストリームを互いに比較することにより、画像ストリームの 1 つ又は両方を使用して対象者の呼吸周期のパラメータを判定している。例えば、対象者の呼吸周期の呼気位相の末尾における対象者の肺のサイズと、周期の吸気位相の末尾における対象者の肺のサイズを判定することにより、対象者の一回の換

10

20

30

40

50

気量を画像ストリームから判定可能である。

【0260】

いくつかの実施例においては、プロセッサ13(図1)は、一部分の追加の運動との関係において、対象者の身体の一部の画像を安定化させている。いくつかの生理学的信号又はプロセスは、撮像対象の器官の形状の変化に対応している。その他の信号又はプロセスは、主に、このような器官の場所の変化に対応しており、これらの形状に対する対応性は乏しい。いくつかのケースにおいては、これら2つのカテゴリーの信号又はプロセスを同時に特定の1つ又は複数の器官に適用している。例えば、心臓及び冠状血管の場合には、これらの器官は、通常、心臓周期の過程において、捩れ、収縮し、且つ、拡張すると同時に(これは、ECG信号にも対応している)、これらは、通常、呼吸周期の過程において、シフトアップ及びシフトダウンしている。更には、このような器官は、例えば、対象者が咳をしたり又は自身のベッド上において運動するなどの対象者の「全身運動」に起因して非周期的な方式でシフトする可能性もある(「全身運動」とは、対象者の全身の運動を伴わない場合にも、対象者の身体の外部の一部分の非周期的な目立った運動を意味するものとして理解されたい)。

10

【0261】

いくつかの実施例においては、撮像対象の1つ又は複数の器官の安定化されたビデオストリームを生成するように、通常はこのような1つ又は複数の器官の1つ又は複数の形状の変化に対応している周期的信号又はプロセスをゲーティングによって処理している。この後に、通常はこのような器官の場所の変化に主に対応している別の信号又はプロセスを画像トラックによって処理している。例えば、心臓及び/又は関連する血管の場合には、ECG信号に対してゲーティングを適用して1つ又は複数のビデオストリームを生成し、これらのそれぞれのものを心臓周期内の特定の位相との関係において安定化させる。次いで、呼吸周期との関係において1つ又は複数のストリームを更に安定化させるように、画像追跡を前述のゲーティング済みの1つ又は複数のビデオストリームに適用する。

20

【0262】

いくつかの実施例においては、個々のゲーティング済みのフレームが、次のゲーティング対象のフレームが取得される前に、画像追跡されるように、ゲーティング及びこれに後続する画像追跡を、フレームごとに、個々の画像フレームに対して適用している。或いは、この代わりに、ゲーティングを画像フレームのバッチに適用し、ゲーティング済みの画像フレームの組を生成する。次いで、ゲーティング済みの画像フレームの組に画像追跡を適用する。

30

【0263】

いくつかの実施例においては、処置の最中における患者の全身運動などの通常は周期的特性を具備していない運動に画像トラックを適用している。この結果、このような患者の運動は、医師が観察する安定化された画像ストリーム内から除去されるか又は大幅に低減される。

【0264】

前述のゲーティング、画像追跡、及びギャップ充填を、取得したオリジナルの画像ストリーム内の画像に適用するシーケンスは、変化可能である。

40

【0265】

いくつかの実施例においては、周期的に運動する器官の安定化されたビデオストリームを生成するように、前述の器官の2つの生理学的信号又はプロセスの中の通常は高い頻度の運動に対応するものをゲーティングし、且つ、この後に、前記器官の通常は低い頻度の信号又はプロセス及び/又は任意の追加の運動を画像追跡によって処理する。例えば、このようなシーケンスは、画像の安定化に必要な演算リソースを低減可能である。或いは、この代わりに、2つの生理学的信号又はプロセスの中の通常は低い頻度のものをゲーティングし、且つ、器官の通常は高い頻度の信号又はプロセス及び/又は任意の追加の運動を画像追跡によって処理する。

【0266】

50

いくつかの実施例においては、ゲーティングによる第1の前述の信号又はプロセスの処理の前に（この後にはではない）、画像追跡によって第2の前述の信号又はプロセスを処理することにより、周期的に運動する器官のビデオストリームの安定化を実現している。例えば、このようなシーケンスは、前述のギャップ充填アルゴリズムのいくつかのものにおいて有用であろう。具体的には、いくつかのアプリケーションにおいては、解剖構造的ランドマークとの関係におけるツールの位置の変化に関する視覚的な情報は、画像をゲーティングする前の画像追跡済みの画像内におけるほうが容易に識別される。

【0267】

いくつかの実施例においては、画像追跡及びこれに後続するゲーティングを（通常は、リアルタイム又はニアリアルタイムで）個々の画像フレームに適用している。或いは、この代わりに、画像フレームのバッチを画像追跡し、且つ、この後に、追跡済みの画像フレームをゲーティングしている。

10

【0268】

いくつかの実施例においては、画像フレームを呼吸周期との関係においてゲーティングし、且つ、対象者の心臓周期と関係した運動との関係において画像追跡している。

【0269】

前述の実施例において適用される画像トラッカは、エッジトラッカ、重心トラッカ、相関トラッカ、オブジェクトトラッカ、又はこれらの任意の組み合わせであってよい。このような画像トラッカは、通常、安定化されたビデオストリームの観察者の眼から見た撮像対象の器官の場所の変化を中立化し、これにより、撮像対象の器官が一定の運動状態にある場合にも、ディスプレイ上の（その中心などの）所望の場所に器官を維持する。

20

【0270】

次に、図3を参照すれば、これは、本発明の一実施例に従って対象者の心臓周期の位相に対してゲーティングされる対象者の心臓のビデオストリーム33の概略図である。ビデオカメラ31は、対象者の心臓のビデオストリーム33を取得する。ECG32は、対象者の心臓周期を検出する。制御ユニット13（図1）のゲーティングプロセッサ34は、ECG32の所定のポイントにおいて反映された心臓周期の所定の位相に対応する画像フレーム35を選択する。いくつかの実施例においては、画像35の間の遷移をギャップ充填するように、バッファ36を使用している。結果的に得られた安定化されたビデオストリームは、ディスプレイ37上に提示される。次に、図4を参照すれば、これは、本発明の一実施例に従って画像追跡される対象者の心臓のビデオストリーム41の概略図である。通常は、ビデオストリーム41は、ゲーティングプロセッサ34の出力である（図3）。マスク45は、対象者の心臓のビデオストリーム41の画像フレームから生成される。マスク45及び画像フレームの両方が相関器42に供給される。相関器42は、それぞれの新しい画像フレーム内においてマスク45を識別し、且つ、これにより、現在の画像フレーム内のマスクの場所の逸脱を以前の画像フレーム内のその位置との関係において識別する。画像補正器43は、それぞれの新しい画像フレーム内のマスク45の相対的な場所が一定に留まるように、それぞれの新しい画像フレームをリアライメントするように、相関器42の出力を利用する。この結果、追跡済みのビデオストリーム44が生成される。相関器42及び画像補正器43に対する入力がゲーティングプロセッサ34（図3）の出力である実施例においては、ビデオストリーム44に対して、画像追跡及びECG内の所定のポイントに対するゲーティングの両方が実行される。

30

40

【0271】

次に、図5を参照すれば、これは、本発明の一実施例に従って、（a）（図3を参照して説明したように）生理学的周期の位相に対してゲーティング51され、且つ、（b）（図4によって説明したように）画像追跡52される対象者の心臓のビデオストリームの概略図である。プロセス51及び52を組み合わせたアプリケーションは、通常、撮像対象の1つ又は複数の器官の形状及び場所の変化との関係において安定化されたビデオストリームを結果的にもたらす。

【0272】

50

通常、図5に示されたシーケンスと同様のゲーティング及び画像追跡を組み合わせたアプリケーションを使用する際には、選択された画像フレーム間の变化における前述のスムージング及びギャップ充填は、ゲーティング及び画像追跡の出力（即ち、図5の出力）に対して実行される。このような場合には、ゲーティングの出力であるそれぞれの個々の画像フレームは、画像追跡用の入力として機能する。ゲーティング及び画像追跡の両方を経た後に、それぞれの個別のフレームは、ゲーティング及び画像追跡の両方が完了した状態となり、且つ、連続したゲーティング及び画像追跡されたフレームの間の变化に対してギャップ充填が実行される。

【0273】

前述のように、本発明の範囲は、ゲーティングの実行の前に画像追跡を実行する段階をも含むことに留意されたい（この構成は、図示されていない）。この場合には、本明細書に記載されているスムージングアルゴリズムは、一般的に、ゲーティングの出力に対して適用される。

【0274】

いくつかの実施例においては、ツールを心臓及び/又は冠状血管内の所望の場所に通過させるための経路が生成される。いくつかの実施例においては、このような経路も表示される。

【0275】

いくつかの実施例においては、冠状血管、肺静脈、大動脈、及び/又は心臓自体などの周期的に運動する器官に対して安定化されたロードマッピングを適用している。ロードマッピングは、通常、放射時間及び/又は医療処置を円滑に実行するように使用される造影剤の量の低減に有用である。ロードマッピングは、一般に、四肢内の血管などの処置の全体を通じて運動しない状態に通常は留まる器官内におけるカテーテル法に使用される。ロードマッピングの一実施例は、DSA (Digital Subtraction Angiography) と呼ばれている。

【0276】

履歴ロードマップと表示画像が、通常、大部分の時間において互いにアライメントしていないため、ロードマッピングの使用は、通常、従来の絶えず運動している心臓画像の場合には、困難である。従って、ロードマッピングは、通常、冠動脈インターベンションなどの運動する器官に対して実行される処置においては使用されていない。

【0277】

本発明のいくつかの実施例においては、表示された安定化済みのビデオストリームがゲーティングされたものと同じの心臓周期の位相において、且つ、同一の視角において生成された履歴ロードマップを、リアルタイムの安定化済みのビデオストリームに対するバックグラウンドとして表示している（又、いくつかの実施例においては、例えば、呼吸周期の効果を補償するように、前述の画像追跡の使用をも適用している）。ロードマッピングは、通常、造影剤によって強調表示された冠状血管の画像を生成する。従って、このような血管を通じて挿入されたツールのリアルタイム画像は、通常、心臓周期内の同一のゲーティング位相における同一の血管のロードマップ上に重畳されたものとして観察される。いくつかの実施例においては、安定化されたロードマップを生成することにより、ツールの操作が容易になると共に/又は、処置の全体を通じた累積放射線が低減されると共に/又は、処置の全体を通じて注入される造影剤の累積量が減少している。

【0278】

通常は、造影剤は、対象者の心臓のチャンバ、冠状血管、及び/又は対象者の大動脈などの対象者の心血管系内の空間内に注入される。

【0279】

いくつかの実施例においては、ロードマッピングの使用により、事前膨張の事前段階を必要とすることなしに、対象者の冠動脈の直接的なステント留置が容易になっている。このような実施例においては、ロードマップは、通常、ステントを正確に配置する能力を向上させ、且つ、従って、ステント自体の配備の前に、ステントを搬送しないバルーンを膨

10

20

30

40

50

張させるニーズを低減する。そして、この結果、通常、処置の時間及び/又はコストが低減される。

【0280】

いくつかの実施例においては、本明細書に記載されている直接的なステント留置は、後続のステントの配備場所とはわずかに異なる場所において事前膨張が実行された場合にさもなければ生成される塞栓のリスクを低減する能力を有する。このような場所の違いが存在する場合には、事前膨張バルーンによって膨張及び断片化された閉塞物質又は組織が、この後にステントによって同じ位置に維持されることになり、且つ、従って、塞栓が形成されることになる。

【0281】

前述のロードマップの生成は、通常、造影剤が注入される時点に関する知識をシステムが有している場合に、有利である。いくつかの実施例においては、前述のロードマップを生成するように、注入サブシステムの作動を通知する電気信号を介して、血管を強調表示するための造影剤の注入を検知している。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、血管を強調表示するための造影剤の注入は、画像処理によって識別される。更には、この代わりに、又はこれに加えて、血管を強調表示するための造影剤の注入は、通常は造影剤が放出される（冠状ロードマッピングの場合のガイドカテーテルなどの）カテーテルの遠端の領域の（ヒストグラムを介したものなどの）画像の変化を分析することにより、識別される。画像の変化は、画像ピクセルの相対的に大きな数及び/又は部分の色及び/又はグレーレベル（暗さ）における、或いは、画像内の血管様の特徴の外観などにおける、或いは、これらの任意の組み合わせにおける相対的に突然の変化を含む。暗さのレベルを査定して造影剤の注入の時点を識別することにより、制御ユニットは、造影剤が暗く又は明るく表現されているかどうかに応じて、画像の暗いエリア又は画像の明るいエリアを識別可能であることに留意されたい。尚、カテーテルの遠端の領域を具体的に査定することにより、通常、信号対雑音が改善されるが（この理由は、この領域が突然の変化を示す可能性が非常に大きいためである）、本発明の範囲は、すべての取得された画像データを査定して造影剤の注入を識別する段階をも含むことに更に留意されたい。

【0282】

いくつかの実施例においては、安定化されたビデオストリームとの関係において表示されるロードマップは、造影剤の注入及び放散プロセスにおける異なる時点の複数の画像間においてループしており、これらの画像は、いずれも、現在表示されている安定化されたビデオストリームが元々ゲーティングされた心臓周期の同一位相に対してゲーティングされたものである。

【0283】

いくつかの実施例においては、安定化されたビデオストリームとの関係において表示されるロードマップは、造影剤自体の画像を有する。いくつかの実施例においては、ロードマップは、コンピュータグラフィックス及び/又は画像処理法を使用して造影剤の注入及び/又は放散から取得された視覚的情報に基づいて生成された1つ又は複数の合成されたバックグラウンド、1つ又は複数の機能拡張、1つ又は複数の輪郭、1つ又は複数のパターン、1つ又は複数のテクスチャ、1つ又は複数のシェード、及び/又は1つ又は複数の色を有する。いくつかの実施例においては、ロードマップが暗いバックグラウンドに対して明るく表示されるように、ロードマップのグレーレベルを反転させている。

【0284】

いくつかの実施例においては、処置の異なる時点における2つのロードマップの加算又は組み合わせを表示している。いくつかの実施例においては、第1心臓周期の所定の位相において生成されたロードマップを第2（通常は、直後の）心臓周期の同一の位相において生成されたロードマップと加算し、より多くの冠状血管を表示すると共に/又はより明瞭に冠状血管を表示する合成されたロードマップを生成している。いくつかの実施例においては、冠状血管内の完全な又は部分的な閉塞の場合に、合成されたロードマップは、閉塞への近位的な造影剤の注入から生成されたロードマップと、側副血管を介した及び/又

10

20

30

40

50

は後退方向におけるものなどの閉塞への遠位的な造影剤の注入から生成された第2のロードマップの加算又は合成を有することができる。これらの実施例においては、近位及び遠位的に注入された造影剤に基づいたロードマップは、必ずしも隣接した心臓周期ではない1つ又は複数の心臓周期の同一の位相において生成される。

【0285】

いくつかの実施例においては、通常は30度以上だけ異なる視角から記録された複数の二次元ロードマップを合成することにより、三次元ロードマップを構築している。いくつかの実施例においては、2つの二次元ロードマップ（これらから三次元ロードマップが構築される）をパイプライン蛍光透視システムによって2つの異なる視角から同時に記録している。いくつかの実施例においては、三次元ロードマップをCT血管撮像画像から生成し（これは、通常は、事前に行われる）、且つ、次いで、処置の最中に実行される血管造影法から生成されたリアルタイムの二次元ロードマップと関連させている。いくつかの実施例においては、三次元ロードマップを、同一の視角から、但し、心臓周期の異なる位相において取得された複数の異なる画像から構築している。

10

【0286】

いくつかの実施例においては、安定化された画像に対してマーキングを適用している。例えば、冠状血管形成術の場合には、このようなマーキングは、閉塞の長手方向のエッジに、或いは、事前膨張が実行された領域などに適用可能である。いくつかの実施例においては、このようなマーキングは、コンピュータのマウスなどの入力装置により、或いは、タブレットコンピュータの場合には、スタイレットにより、手作業で適用可能である。いくつかの実施例においては、このようなマーキングは、タッチスクリーン上において手によって適用されている。いくつかの実施例においては、このようなマーキングは、視角及び/又はズームレベル或いは蛍光透視法/血管造影法システムの後続の変化の全体を通じて、まるで、それらが、参照している血管に付着した状態に留まっているかのように、観察者には見える。このような仮想的な付着は、通常、画像処理によって実行される。いくつかの実施例においては、マーキングは、画像の寸法を医師に通知するように、安定化された画像上に生成されたスケール又はグリッドを有する。

20

【0287】

いくつかの実施例においては、（例えば、サイズ、流れ、駆出率などの）オンラインの幾何学的及び/又は血流力学的計測が、実行されると共に/又は、安定化された画像上に表示される。この文脈における「オンライン」とは、画像ストリームから抽出された凍結された画像上において実行されるのとは対照的に、安定化された画像ストリーム上において計測が実行されることを意味している。例えば、血管形成術の場合には、QCA（Quantitative Coronary Analysis）とも呼ばれるこのような計測は、閉塞の長さ及び1つ又は複数の内部直径を包含可能であり、且つ、これらは、バルーン及び/又はステントを選択するための入力として使用可能である。いくつかの実施例においては、導入カテーテルの外部直径などの安定化された画像内において観察される物体の既知のサイズ、又は患者の胸に接着されたパッチのサイズ、又はツール上の放射線不透過性マーカーの間の距離が、このような計測を実行する際の基準として使用される。いくつかの実施例においては、マーカー間の既知の距離との関係において画像フレームの安定化された組内におけるツール上の放射線不透過性マーカー間の明らかな距離を判定することにより、医療ツールが対象者の身体内に配設された向きを判定している。いくつかの実施例においては、撮像システムから判明する画像ピクセルに対応する物理的なサイズを基準として使用している（この場合には、物理的な基準物体は不要である）。

30

40

【0288】

いくつかの実施例においては、例えば、バルーンやステントなどの血管内装置の配備を、実際に実行する前に、仮想的にシミュレートしている。例えば、選択された長さ及び直径の仮想的なステントを、まるで閉塞のサイトに配置されているかのように、安定化された画像ストリーム内に仮想的に配置及び表示可能である。この結果、医師は、物理的なステントを選択及び配置する前に、仮想的なステントに伴って観察される意図された寸法の

50

適切性を仮想的に検証可能である。いくつかのアプリケーションの場合には、例えば、1つの物理的なステントがそれぞれの分岐に必要とされる血管分岐部のステント留置のための準備段階において、それらを実際に配備する前に、複数の仮想的なステントを相互に仮想的に配置及びマッチングさせている。いくつかの実施例においては、第2の物理的なステントを配備する前に、2つが互いにマッチングすることを検証するように、既に配備済みの物理的なステントの近傍に仮想的なステントを配置している。

【0289】

いくつかの実施例においては、それぞれが心臓周期の異なる位相に対応する2つの安定化された画像ストリーム上において観察することにより、仮想的なツールの適切な配備を推定している。いくつかの実施例においては、このような位相の1つは、拡張期であり、第2の位相は、収縮期である。いくつかの実施例においては、(例えば、カテーテルなどの)実際の医療ツールが対象物の身体内に配設される向きの判定に応答し、対応する(例えば、同一の)向きにおいて仮想的なツールを配備している。

10

【0290】

いくつかの実施例においては、オペレータは、仮想的なツールが適切な寸法を具備する時点まで、安定化された画像ストリーム内に配備された仮想的なツールの画像を操作する。仮想的なステントの寸法に最良に対応する実際のツールの参照符号を生成する(この参照番号は、例えば、実際のツールのカタログ番号であってよい)。この代わりに、又はこれに加えて、仮想的なツールの寸法に対応する実際のツールの寸法を生成する。いくつかの実施例においては、仮想的なステントのシミュレートされた画像に画像処理を適用して仮想的なステントが配備される領域の曲がり判定し、且つ、この領域の曲がり内蔵した実際のツールの寸法を生成している。いくつかの実施例においては、対応する実際のツールの寸法を生成するように、仮想的なツールが配備される領域の向きを判定している。

20

【0291】

いくつかの実施例においては、それぞれが心臓周期の異なる位相に対応する2つの安定化された画像ストリーム内においてステントを観察することにより、実際のステントの適切な配備を評価している。いくつかの実施例においては、このような位相の1つは、拡張期であり、第2の位相は、収縮期である。

【0292】

いくつかの実施例においては、画像処理技法を適用し、安定化された画像ストリーム内における(a)血管内装置及び/又は(b)装置が有する放射線不透過性マーカ及び/又は(c)装置が配置される血管の壁の画像を機能強化している。例えば、装置は、対象者の身体内に埋植される又は対象者の身体内に一時的に配置されるバルーン及び/又はステントであってよい。通常、このような機能強化は、機能強化対象の物体が絶えずシフトしている安定化されていない画像ストリームよりも、機能強化対象の物体が相対的に安定している安定化されたビデオストリーム内においてより容易に生成される。本発明の実施例によれば、このような機能強化は、安定化された画像ストリーム内においてオンライン状態で実行可能である。この結果、このような実施例においては、配備対象の血管内装置の適切な配備を処置の最中に医師が検証可能である。

30

【0293】

いくつかの実施例においては、造影剤が既知の距離を移動するのに所要する時間を計測することにより、安定化された画像ストリームを使用し、血管内の流れをオンライン計測している。いくつかの実施例においては、安定化された画像ストリームを使用し、心筋などの狙いを定めた組織内における造影剤の浸透をオンライン計測している。

40

【0294】

いくつかの実施例においては、安定化されたビデオストリームがゲーティングされる心臓周期の同一又は類似した位相においてその他の様式によって生成された画像などの追加の画像と一緒に表示している。いくつかのアプリケーションの場合には、このような画像は、手術前、手術中、或いは、これら2つの組み合わせである。この代わりに、又はこれに加えて、このような画像は、二次元又は三次元である。このような画像が生成される様

50

式は、冠状処置の前又は最中に使用され、且つ、限定を伴うことなしに、蛍光透視法、CT、MRI、CT血管撮像術、TEE (Trans Esophageal Echo)、TTE (Trans Thoracic Echo)、IVUS (Intra Vascular Ultrasound)、ICU (Intra Cardiac Ultrasound) (これは、ICE (Intra Cardiac Echo)とも呼ばれる)、光学コヒーレンストモグラフィ、血管内MRI、又はこれらの任意の組み合わせを含む。いくつかの実施例においては、前述のゲーティングされたビデオストリームと、このような画像の同時表示は、画像間レジストレーション法を使用し、(例えば、画像オーバーレイなどの)融合によって実行される。このような同時表示は、通常、機能強化された臨床情報をオペレータに提供する(本明細書及び請求項の全体を通じて、「オーバーレイ」という用語及びこの派生物は、複数の画像が合成される特定の順序を表すものとして理解してはならない。むしろ、これは、空間内においてオーバーレイされる複数の画像の合成を全般的に意味している)。

10

【0295】

いくつかの実施例においては、画像の第1の組は、例えば、CTにより、或いは、蛍光透視鏡を使用することにより、対象者の身体の一部の外部から第1撮像装置によって取得される。画像の第2の組は、例えば、血管内超音波プローブ又は血管内MRIプローブを使用し、対象者の身体の一部の内部から第2撮像装置によって取得される。いくつかの実施例においては、画像の第1の組は、画像の第2の組が取得される前に取得され、且つ、画像の2つの組は、互いにレジスタリングされる。或いは、この代わりに、第1撮像装置及び第2撮像装置は、画像フレームの個々の組を同時に取得する。

20

【0296】

いくつかの実施例においては、冠状血管内において(IVUSなどの)超音波プローブによって生成された画像は、以下の方式により、(安定化された蛍光透視画像ストリームなどの)安定化された画像ストリームとの関連において使用される。

【0297】

i. 蛍光透視画像ストリームを安定化させる。

【0298】

ii. IVUSカテーテルを蛍光透視撮像下において閉塞のサイトに挿入し、腔内解剖構造を検査する。

30

【0299】

iii. IVUSによって生成された画像スライスを蛍光透視法によって観察されたIVUSカテーテルの遠端の(表示座標などの)視覚的な位置と共に記録及び保存する。

【0300】

iv. IVUSカテーテルを回収し、バルーン/ステント配備用の余地を生成する。

【0301】

v. バルーン及び/又はステントを有するカテーテルを蛍光透視撮像下において閉塞のサイトに挿入する。

【0302】

vi. バルーン及び/又はステントを搬送するカテーテルの遠端の場所を(例えば、表示座標によって)視覚的に認識する。

40

【0303】

vii. 同一の場所において予め記録されたIVUS画像を蛍光透視画像と共に表示する。いくつかの実施例においては、IVUS画像を別個のウィンドウ内に(但し、蛍光透視画像と同一のスクリーン上に)表示している。いくつかの実施例においては、IVUS画像を別個のスクリーン上に表示している。いくつかの実施例においては、表示されるIVUS画像は、二次元である(これは、「スライス」とも呼ばれる)。いくつかの実施例においては、血管(又は、その一部分)のIVUS画像の三次元の「トンネル」様の再構築を表示している。いくつかの実施例においては、IVUS画像を蛍光透視画像上にオーバーレイしている。いくつかの実施例においては、IVUS画像を蛍光透視画像と融合し

50

ている。

【0304】

v i i i . この結果、リアルタイムの蛍光透視画像と以前に（例えば、数分前に）記録されたIVUS画像のオンライン合成に基づいて、バルーン及び/又はステントを配備可能である。

【0305】

主に、心臓、（例えば、大動脈及び肺の）接続血管、及び冠状血管を参照し、本発明の実施例について説明したが、本発明の実施例は、定期的な運動及び/又は定期的な活動の影響を受ける任意のその他の器官にも同様に適用可能である。後者の例は、脳であろう。

【0306】

次に、図6を参照すれば、これは、本発明の一実施例に従って医療装置の作動を生理学的周期と同期させる装置の概略図である。周期的に運動する器官61が撮像装置62によって撮像される。ゲーティングされていない画像フレームがディスプレイ64上に表示される。同期化のために使用される周期的な生理学的信号がライン68を介してプロセッサ63に伝送される。ゲーティングされた画像フレームが、プロセッサ63に接続されたディスプレイ66上に表示される。いくつかの実施例においては、ゲーティングされた画像フレームにギャップ充填を適用している。又、いくつかの実施例においては、このような画像を画像追跡している。アクチュエータ65は、ライン69を介してプロセッサ63から転送される同期信号との関係において同期した方式において作動する。そして、アクチュエータ65は、器官61に適用されるツール67を制御している。

【0307】

本発明の範囲は、対象者の身体の一部の画像を安定化させることなしに、その一部分に対して機能を実行する医療装置の作動及び/又は運動を生理学的周期との関係において同期化させる段階を含む。

【0308】

本発明の範囲は、対象者の身体の一部の画像を安定化させる段階との組み合わせにおいて、その一部分に対して機能を実行する医療装置の作動及び/又は運動を生理学的な周期との関係において同期化させる段階を含む。

【0309】

本発明の範囲は、生理学的周期の所定の位相との関係において対象者の身体の一部に対して機能を実行する医療装置の作動及び/又は運動を同期化させる段階と、周期の同一の所定の位相との関係において一部分の画像を安定化させる段階とを含む。

【0310】

図7A～図7C及び図8～図12は、本発明の個々の実施例に従って、患者の心臓周期と同期した状態において、冠状血管内の閉塞を広げるためなどの、バルーンの膨張用の装置の概略図である。いくつかの実施例においては、バルーンを膨張させることにより、バルーンの周囲に配置されたステントを拡張している。いくつかの実施例においては、前述の安定化された撮像法との組み合わせにおいて、図7～図12に示された実施例を実施している。

【0311】

通常、バルーンの配置及び膨張は、心臓周期の同一の選択された特定の位相において実行される。これは、通常、所定の場所におけるバルーンの配置精度に結び付く。

【0312】

単一の心臓周期が、冠状バルーンを容易且つ安全に膨張させるのに所要する時間よりも短い場合には、いくつかの実施例においては、複数の心臓周期の同一の選択された位相において間欠的な（即ち、段階的な）方式によって膨張を実行している（図7C）。

【0313】

その他の実施例においては、バルーンの膨張の1つ又は複数のセグメントは、連続的に（即ち、心臓周期と同期しない状態で）実行され、且つ、バルーンの膨張の1つ又は複数のセグメントは、前述の同期した段階的な方式において実行される。一実施例においては

10

20

30

40

50

、管腔の内壁に対して固定された状態になる時点まで同期した状態でバルーンを膨張させた後に、ターゲット直径又は容積に膨張する時点まで連続にバルーンを膨張させている。別の実施例においては、所定の容積に到達したが、まだ、管腔の内壁には固定されていない時点までバルーンを連続的に膨張させた後に、管腔の内壁に固定された状態になる時点まで同期した状態において膨張させている。第3の実施例においては、まず、所定の容積に到達する時点までバルーンを連続的に膨張させた後に、管腔の内壁に付着した状態となる時点まで同期した方式において膨張させ、次いで、所望の直径又は容積に到達する時点まで再度連続的に膨張させている。

【0314】

いくつかの実施例においては、図1を参照して説明した前述の安定化された画像を観察しつつ、前述の同期した配置及び膨張を実行している。

10

【0315】

いくつかの実施例においては、バルーンの膨張が同期化される特定の位相は、心臓周期の拡張末期位相である。心臓周期の拡張末期位相においては、心室は、通常、その最大限に充填された容積を有する。更には、本発明者らは、心臓周期の拡張末期位相においては、冠状動脈は、通常、最も広がっており、且つ、通常は、1秒未満にわたってこの状況に留まるものと考えている。このようなタイミングは、バルーン上に配置されたステントの正しい付着のために更に有用であろう。この代わりに、又はこれに加えて、バルーンの膨張は、例えば、拡張中間位相又は収縮中間位相などの対象者の心臓周期の異なる位相に対してケーティングされる。

20

【0316】

次に、図7A～図7Bを参照すれば、これは、本発明の一実施例による生理学的周期と同期した状態のバルーン73の膨張の作動の概略図である。図7Aに示されているように、血管71は、閉塞物質又は組織72によって塞がれている。バルーン73は、閉塞に配置され、且つ、チューブを介してアクチュエータ75によって膨張する。本発明のいくつかの実施例によれば、患者のECGから導出された同期信号がライン74を介して提供されている。ECG信号を使用し、段階的な方式でバルーン73の膨張圧力の上昇をトリガし、この場合に、それぞれの段階は、ECG周期の同一の選択された位相において発生する。この結果が、シーケンス76(図7B)であり、これは、バルーンが、通常、所望の程度まで膨張し、且つ、所望の場所に位置する時点までのバルーンの安定し且つ同期した段階的な膨張を示している。

30

【0317】

いくつかの実施例においては、アクチュエータ75は、通常は同期していない膨張装置に接続されている。別の実施例においては、アクチュエータ75及び膨張装置は、単一の同期した膨張装置として1つに統合されている。

【0318】

次に、図7Cを参照すれば、これは、本発明の一実施例による時間の関数としてのバルーンの圧力77を示すグラフである。

【0319】

次に、図8を参照すれば、これは、本発明の一実施例によるバルーン82の同期した膨張を円滑に実行する装置の概略図である。装置のオペレータは、バルーン82を膨張させるように、(例えば、回転を介して)ハンドル81を作動させる。ハンドル81は、制御回路83により、ドライバ84に対して指示する。ドライバ84は、トルクモーターに同期出力を生成するように、(前述のようにECGから生成される)パルス列85によって同期化されている。トルクモーターは、固定子86及び回転子87を有する。トルクモーターは、親ねじ88を回転させる。静止した駆動ナット89は、親ねじ88の回転運動をピストン810の直線運動に変換する。シリンダ811内におけるピストン810の運動により、シリンダ811の遠位部分に収容された流体は、膨張チューブ812内に、そして、そこからバルーン82内に押し出される。

40

【0320】

50

図9～図11は、本発明の別の実施例によるバルーンの同期した膨張を円滑に実行する装置の概略図である。膨張装置91及びバルーンカテーテル92は、通常、同期していないバルーンの膨張のために従来使用されているものと同じである。いくつかの実施例においては、患者の心臓周期に対するバルーンの膨張の同期化は、通常は、膨張装置91とバルーンカテーテル92の間に接続される、追加されたアキュムレータ-モジュレータ93によって可能となる。膨張装置91の出力は、通常は膨張流体の形態であり、アキュムレータ-モジュレータ93に供給される。アキュムレータ-モジュレータ93の出力は、通常は膨張流体の形態であり、バルーンカテーテル92に供給される。

【0321】

アキュムレータ-モジュレータ93の目的は、段階的な方式で、且つ、患者のECG信号と同期した状態において、全体的に又は部分的に実行される間欠的なバルーンの膨張を実現することにある。93のモジュレータ部分は、通常、主には、ECGに対する膨張の同期化の責任を担っている。93のアキュムレータ部分は、通常、主には、(全体的に又は部分的に)膨張それ自体が間欠的であるにも拘わらず、膨張圧力の連続的な蓄積を維持する責任を担っている(アキュムレータが存在しなければ、望ましくない膨張圧力の増大又は減少が発生するおそれがある)。

【0322】

図10は、図9との関係において説明したアキュムレータ-モジュレータ93の一実施例の概略図である。アキュムレータユニットは、装填されたピストン101を有する。モジュレータユニットは、弁102、ドライバ回路103、及び内部電源104を有する。内部電源104は、外部電源の代わりになるものであり、任意選択である。ドライバ回路103には、ライン107を介してECGから導出された同期信号が供給されており、且つ、ドライバ回路はその信号に基づいて、駆動弁102を開放位置及び閉鎖位置にする。一実施例においては、アキュムレータ-モジュレータは、入口105を介して、膨張装置から、膨張流体の形態であるその入力を通常は受け取る。アキュムレータ-モジュレータは、出口106を通じて、通常は膨張流体の形態であるその出力を通常はバルーンカテーテルに提供する。

【0323】

前述のように、図9及び図10との関係において説明したアキュムレータ-モジュレータのモジュレータユニットは、通常はECGから導出された同期信号に従って開閉する弁を有し、これを通じて膨張流体が往来する。このような弁は、任意のタイプ(例えば、ボールチェック、ダックビル、スウィングチェック、クラップ、ストップチェック)の逆止弁、リーフ弁、或いはこれらを任意に組み合わせた公知の実装品で構成することができるであろう。

【0324】

図11は、本発明の一実施例による図9及び図10との関係において説明したアキュムレータ-モジュレータの詳細な概略図である。膨張流体は、アキュムレータ-モジュレータの出口に向かうその途上において柔軟なチューブ111を往来する。チューブ111は、このような流体の流れのために、開放と閉鎖の間において間欠的に変化する。軸115上の回りを回動する2つのアーム112は、チューブ111を間欠的に圧搾及び開放する。コイル113に通電すると、磁界の磁気抵抗を極小化するようにアーム112が互いに引っ張り合って接近し、この結果、チューブ111を圧搾して閉鎖する。コイル113への通電を停止すると、アーム112が(任意選択のリコイルスプリング114の補助力によって)引き離され、且つ、チューブ111が膨張流体を通過させるために開放される。

【0325】

次に、図12を参照すれば、これは、本発明の更なる実施例によるバルーンの同期した膨張を円滑に実行する装置の概略図であり、この装置は、膨張装置内に内蔵される。圧力信号125が膨張メカニズム126によって生成される。ECGから導出された同期信号121と圧力信号125は、いずれも、コントローラ122に供給される。同期した作動信号123が、コントローラ122から弁モジュレータ124に供給される。弁モジュレ

10

20

30

40

50

ータ 1 2 4 の出力は通常は膨張流体の形態であり、遠位置において通常は膨張装置に接続されているバルーンカテーテルに供給される。この結果、バルーンは、段階的な方式により、所望のサイズに徐々に膨張する。

【 0 3 2 6 】

図 7 ~ 図 1 2 との関係において説明した前述のバルーン膨張装置及び方法のそれぞれのもは、患者の E C G 信号、血圧信号、変位信号、振動信号、又は患者の心臓周期に対応する異なる信号、或いは、これらの組み合わせ、派生物、外挿、又は操作のいずれかに対して同期化可能である。

【 0 3 2 7 】

いくつかの実施例においては、図 7 ~ 図 1 2 との関係において説明した前述のバルーン膨張装置及び方法は、バルーンの配置及び膨張のみならず、バルーン上に配置されたステントの配備にも適用される。通常、仮想的に安定した環境内におけるステントの配備は、所定の場所におけるステントの相対的に高い配置精度に結びつく。いくつかの実施例においては、バルーン上に配置されたその他の医療ツールをバルーンの膨張によって配備している。例えば、弁、グラフト、中隔閉鎖装置、及び / 又は別の医療ツールをバルーンの膨張によって配備可能である。

【 0 3 2 8 】

いくつかの実施例においては、図 7 ~ 図 1 2 との関係において説明した前述のバルーン膨張装置及び方法は、E C G 信号と同期した状態で段階的な方式によってバルーンを膨張させつつ、膨張の際に連続したフォースフィードバックを膨張装置のオペレータに提供している。この結果、膨張装置のオペレータは、プロセス又はその一部分が実際には間欠的であるにも拘わらず、通常、バルーン膨張プロセスが連続的であるかのように感じる。いくつかの実施例においては、装置は、オペレータへのフォースフィードバックに対する段階的な膨張の影響が低減されるように、膨張がゲーティングされる生理学的周期との関係においてフォースフィードバックをスムージングしている。

【 0 3 2 9 】

生理学的周期に対するツールの作動及び / 又は運動の同期化の実施例をバルーンとの関係において説明したが、本発明の範囲は、これらの実施例を本明細書に記載されているその他の医療ツールに対して適用する段階をも含む。

【 0 3 3 0 】

図 1 3 ~ 図 1 5 は、本発明に係る実施例における冠状血管内の閉塞を開放するためなどのガイドワイヤの同期した適用の実施例を開示している。いくつかの実施例においては、ガイドワイヤの適用を、患者の E C G 信号に、或いは、患者の心臓周期に対応する異なる信号に、或いは、これらの任意の組み合わせ、派生、外挿、又は操作に対して同期化している。

【 0 3 3 1 】

次に、図 1 3 を参照すれば、これは、本発明の一実施例による血管 1 3 1 の閉塞 1 3 2 の貫通と血管の周期的運動との同期化の概略図である。完全な又は略完全な閉塞の場合には、通常、バルーンの膨張及び / 又はステントの配置よりも、このような貫通が先行する。ワイヤ 1 3 3 は、同期した段階的な方式によって閉塞を貫通する。患者の E C G から到来する信号 1 3 4 によって同期したアクチュエータ 1 3 5 を使用し、概略シーケンス 1 3 6 において示される段階的な前進運動を生成する。通常、このようなワイヤ 1 3 3 の同期した前進運動により、本発明のこれらの実施例は、ガイドワイヤによる血管 1 3 1 の穿孔や切開の可能性を低減することが可能である。逆に、従来処置においては、心臓周期の位相において、閉塞の表面上の望ましい進入地点に向かってではなく、ワイヤが実際に血管の壁に向いている状態でワイヤを押し進めることに通常は起因する、穿孔又は切開が発生することが知られている。

【 0 3 3 2 】

いくつかの実施例においては、冠状動脈が通常最大限に膨張し、且つ、従って、最大の断面を有する際に、心臓周期の位相に対する同期化を実施している。このようなタイミン

10

20

30

40

50

グは、閉塞の開放に有用であろう。

【0333】

いくつかの実施例においては、アクチュエータによってワイヤがECG信号と同期した状態で間欠的に押し出されている間に、オペレータは、自身がワイヤを連続的に押し出しているかのように感じる。

【0334】

いくつかの実施例においては、前述の同期化を、閉塞を拡げる又は開放するように使用されるツールに対して適用しており、この場合に、ツールは、ガイドワイヤではない。いくつかの実施例においては、同期化を、閉塞内におけるツールの運動に対して適用している。いくつかの実施例においては、例えば、ジャックハンマーのような機能を具備するツールなどの閉塞開放ツールを個々の周期の所定の位相において閉塞に向かって運動させている。通常は、ツールは、ツールが第1周期の所定の位相において閉塞に向かって運動した後に、且つ、ツールが後続の周期の所定の位相において閉塞に向かって運動する前に、閉塞から退却する。別の実施例においては、同期化を使用し、例えば、閉塞を拡げる又は開放することを目的とした超音波エネルギーなどのエネルギーの放出を制御している。

10

【0335】

次に、図14を参照すれば、これは、本発明の一実施例によるワイヤ141による血管の閉塞の貫通を血管の周期的運動と同期させるためのモジュレータの概略図である。モジュレータは、ワイヤ141の段階的な運動を生成する。本明細書に開示されているモジュレータは、コイルプランジャ145及び永久磁石固定子146を内蔵するボイスコイルによって駆動される自己ロッキングクランプ143に基づいた実施例である。リターンリング142も内蔵されている。当技術分野において既知の定期的な運動を生成する能力を有するその他のモジュレータは、限定を伴うことなしに、ローラーホイール、グリッパ、或いは、圧電又は磁気歪効果に基づいたものを含む。モジュレータは、通常、シェル又はハウジング144内に收容される。例えば、インターベンショナル心臓内科医がワイヤを閉塞まで既にずっと押し出した後に、ワイヤに沿った任意の所望の位置においてワイヤ141をモジュレータ内に配置可能である。

20

【0336】

いくつかの実施例においては、トルクジェネレータをモジュレータに追加することにより、類似したモジュレーティングヘッドによってワイヤの回転運動を実現している。

30

【0337】

次に、図15を参照すれば、これは、本発明の一実施例による図14との関係において説明したモジュレータを有するハンドヘルド型アクチュエータの概略図である。電子回路152は、図14との関係において既に説明した方式により、駆動信号をモジュレータ153に伝達する。制御スティック151は、ガイドワイヤ155の動作を制御する。例えば、オペレータがスティック151を前方に押し出すか又はトリガを起動した際には、アクチュエータは、対応するパルス列をモジュレータ153に伝達する。これらのパルスは、ライン154を介して基準信号に対して同期化されている。パルス列は、モジュレータに供給された際に、同期した段階的な方式により、ガイドワイヤの前方への移動を生成する。通常は、オペレータが制御スティック151を強く押し出すほど、パルスが強力になり、従って、ワイヤ155が、より強力なペースで前方に移動することになる。スティック151を後方に引っ張ることにより、ガイドワイヤは、相応して後方に移動することになる。いくつかの実施例においては、制御スティック151に与えられるフォースフィードバックは、スプリングによって付勢されたものである。いくつかの実施例においては、ワイヤ155のオリジナルのフォースフィードバックによく似たフォースフィードバックを生成している。例えば、血管の周期的活動との関係において変化しないフォースフィードバック、或いは、血管の運動との関係においてスムージングされたフォースフィードバックを生成可能である。

40

【0338】

いくつかの実施例においては、オペレータは、直接的に、即ち、前述のような制御ステ

50

ィック 1 5 1 を介して間接的にではなく、ガイドワイヤ 1 5 5 に対して力を作用させている。

【 0 3 3 9 】

いくつかの実施例においては、アクチュエータは、より大きな親しみをオペレータに提供することによって通常そのユーザーフレンドリー性を向上させるカスタムフォースフィードバックを提供している。いくつかの実施例においては、アクチュエータ（並びに、具体的には、制御スティック）は、特定の医療ツールの触覚フィードバックを再現し、これにより、オペレータに対するその有用性を増大させている。いくつかの実施例においては、ツール固有のフォースフィードバックのデジタルライブラリがアクチュエータに接続されている。いくつかの実施例においては、それぞれのツールに固有のフォースフィードバックをオペレータが選択している。いくつかの実施例においては、アクチュエータがツールを（例えば、特定のコードを介して）識別するのに伴って、それぞれのツールに固有のフォースフィードバックを自動的に選択している。

10

【 0 3 4 0 】

いくつかの実施例においては、前述のアクチュエータは、次のアプリケーションを制御している。

- ・直線運動
- ・角度運動（例えば、貫通装置の先端を回転させるため、且つ、例えば、心臓周期と同期した状態で冠状血管内の閉塞を貫通してドリルを案内するため）
- ・エネルギー（例えば、心臓周期と同期した高周波切除のため、又は心臓周期と同期したレーザーの適用を介した経皮的な心筋血管再生のため）
- ・物質供給（例えば、心臓周期と同期した心臓血管再生のための遺伝子治療）
- ・バルーン及び/又はステントを膨張させるためなどの圧力
- ・これらの任意の組み合わせ

20

【 0 3 4 1 】

いくつかの実施例においては、前述のアクチュエータは、再使用可能な要素、再使用が制限された要素、使い捨て要素、又はこれらの任意の組み合わせを有する。いくつかの実施例においては、アクチュエータ又はこの要素は、その最初の活性化以降に、既定の期間及び/又は既定の使用回数にわたってのみ使用可能である。いくつかの実施例においては、期間及び使用回数は、アクチュエータ内に内蔵された（メモリチップなどの）メモリ素子内にコーディングされている。

30

【 0 3 4 2 】

次に、図 1 6 を参照すれば、これは、本発明の一実施例に係る冠状血管 1 6 1 内における、閉塞 1 6 2 をバイパスするための冠状バイパスグラフト 1 6 3 の段階的な経管的配置の概略図である。従来技術においては、このような体内移植は、通常、開胸心臓手術において実行されている。このような手術においては、血管内の（完全閉塞などの）主要な欠陥の近位側部と遠位側部の間にバイパスを通すことが行われている。本発明の実施例は、前述のように完全な又は部分的な仮想的安定化を提供することにより、開胸手術を伴うことなしに、欠陥（閉塞） 1 6 2 の近位側部と遠位側部を接続することを可能にする。血管 1 6 1 の安定化された画像とグラフトを供給及び配置する 1 つ又は複数のツールの（信号 1 6 4 に基づいた及びアクチュエータ 1 6 5 による）同期した動作の組み合わせに基づいて、欠陥の 2 つの側部を経管的に接続する。通常、（バイプレーン蛍光透視システムによって同時に提供されるものなどの）2 つの別個の視野から順番に又は同時に生成された画像を使用する。このような視野は、通常、少なくとも 3 0 度だけ、互いに異なっており、且つ、いくつかの実施例においては、これらは、垂直である。いくつかの実施例においては、グラフトは、生物学的グラフトである。或いは、この代わりに、グラフトは、合成グラフトである。

40

【 0 3 4 3 】

いくつかの実施例においては、前述のモジュレータ、モジュレータ - アキュムレータ、及び/又はアクチュエータは、ハンドヘルド型ではない。いくつかの実施例においては、

50

前述のモジュレータ、モジュレータ - アキュムレータ、又はアクチュエータは、医療ロボットに接続されるか又はこれによって操作されている。いくつかの実施例においては、前述のモジュレータ、モジュレータ - アキュムレータ、及び/又はアクチュエータは、(例えば、テレオペレーションなどのように)通信ネットワークを介してリモート方式で作動している。

【0344】

いくつかのアプリケーションの場合には、前述の技法は、周期的に運動してはいないが、周期的にアクティブである(脳などの)器官に適用される。

【0345】

いくつかの実施例においては、本発明によって開示された同期したツールは、医療ロボットに接続されるか又はこれによって操作されている。

10

【0346】

本発明の範囲は、以上において詳述したものの以外のアプリケーションのために前述のツールの同期した作動法を使用する段階を含む。一般に、これらの技法は、周期的に運動する器官の安定化された撮像のために、前述の技法との組み合わせにおいて使用可能である。いくつかの実施例においては、所定の方向における又は所望のパターンに沿ったツールの運動を生理学的周期と同期させている。通常、ツールは、所定の方向におけるツールの運動の間に所定の方向とは反対の方向においてツールを運動させることなしに、個々の生理学的周期の所定の位相において所定の方向に運動する。

【0347】

20

いくつかの実施例においては、ツールは、ツールの中心を運動させることにより、所定の方向において運動する。いくつかの実施例においては、生理学的周期の個々の周期の所定の位相において、ツールは、機能を実行するか又は運動するように作動する。いくつかのアプリケーションの場合には、生理学的周期の単一の周期の所定の位相において、ツールは作動し、周期の結果として運動する対象者の身体の一部との関係において機能を機械的に実行する。例えば、前述の技法は、以下の追加の処置に対して適用可能である。

【0348】

大動脈弁、僧帽弁、肺弁、又は三尖弁などの心臓弁の経皮的配置、交換又は修理。経皮的なアプローチは、経血管的なものであるか、又は(経心尖部的なものなどの)切り込みを通じたものであってよい。周囲の解剖構造との関係において弁を正確に配備することが重要である。鼓動する心臓又は血管内においてこれを実行することは、しばしば、困難である。本発明のいくつかの実施例によれば、弁を搬送するツールは、心臓周期の選択された位相と同期した状態において所望の解剖構造の場所に導かれ、且つ/又は、ここに配置され、且つ/又は、ここに弁を配備するように作動する。いくつかの実施例においては、選択された位相は、対応する解剖構造がピーク寸法を有する時点である。いくつかの実施例においては、周期の選択された位相は、対応する解剖構造が、最大の持続時間にわたって、安定した又は相対的に安定した状態に留まる時点である。いくつかの実施例においては、心臓周期の同一の選択された位相において安定化された画像ストリームにおいて、ツール及び解剖構造を観察している。いくつかの実施例においては、ツールが運動、配置、作動、又は適用される選択された位相は、観察対象の画像ストリームが安定化される同一の選択された位相である。いくつかの実施例においては、単一周期における選択された位相において弁を拡張することにより、弁を配備している。或いは、この代わりに、複数の周期における選択された位相において段階的な方式によって弁を拡張させることにより、弁を配備している。

30

40

【0349】

冠状動脈の文脈において前述した(例えば、ガイドワイヤ、バルーン、ステント、閉塞開放装置などの)ツール及び技法を適用する肺動脈のカテーテル法。いくつかの実施例においては、このような処置は、前述の安定化された撮像との関連において実行される。別の実施例においては、このような処置は、バルーン又はステントの改善された配備又は閉塞のより良好な貫通を実現するように、安定化された撮像との関連においてはなく、但し

50

、心臓周期との同期された状態において、実行される。

【0350】

周期的に運動する心臓内におけるPFO(Patent Foramen Ovale)及びASD(Atrial Septal Defect)などの中隔壁内の孔の閉鎖。本発明の実施例によれば、通常は心臓周期内の選択された同一の位相において安定化される画像ストリーム内において搬送体と心臓解剖構造の両方を観察しつつ、閉鎖装置を搬送する搬送体を(中隔内の孔のサイトなどの)望ましい解剖構造場所に導き、且つ、配置している。次に、心臓周期の選択された位相において、閉鎖装置を所望の解剖構造場所に配備する(これは、その組立、拡張、及び/又は搬送体からの解放を含む)。このような選択された位相は、通常、画像ストリームの安定化のために選択された位相と同一である。いくつかの実施例においては、単一周期において選択された位相において閉鎖装置を拡張することにより、閉鎖装置を配備している。或いは、この代わりに、複数の周期における選択された位相において段階的な方式によって閉鎖装置を拡張することにより、閉鎖装置を配備する。

10

【0351】

腹部大動脈瘤を治療するための周期的に運動する大動脈内におけるステントグラフトの配置。本発明の実施例によれば、心臓周期内の選択された同一の位相において通常は安定化される画像ストリーム内において搬送体と大動脈解剖構造の両方を観察しつつ、ステントグラフトを搬送する搬送体を(動脈瘤のサイトなどの)所望の解剖構造の場所に導き、且つ、配置している。次に、心臓周期の選択された位相において、ステントグラフトを所望の解剖構造場所に配備する(これは、その組立、拡張、及び/又は搬送体からの解放を含む)。このような選択された位相は、通常は、画像ストリームの安定化のために選択された位相と同一である。本発明のその他の実施例においては、安定化された撮像を観察することなしに、(例えば、対象の血管の対応する部分があるピーク寸法にある時点の)心臓周期の選択された位相において、グラフトを所望の解剖構造の場所に配備している。いくつかの実施例においては、ステントは、自己拡張可能なステントである。

20

【0352】

心臓内のものなどの組織に対する局所的なエネルギーの印加(例えば、心臓の不整脈を解決するための高周波切除、極低温切除、レーザー、電気焼灼、又は超音波によって実行される心臓の切除)。いくつかの実施例においては、本発明は、例えば、連続したライン又は一連のラインなどの所望のパターンにおいて心内膜の組織の切除を円滑に実行し、Maze処置を組織に対して適用する。いくつかの実施例においては、切除ツールの運動は、心臓周期内の選択された位相と同期した状態において実行される。いくつかの実施例においては、エネルギーの供給は、心臓周期の選択された位相と同期した状態において実行される。いくつかの実施例においては、心臓周期の選択された位相において安定化された画像ストリームを介して心内膜の組織を観察し、且つ、切除(又は、その他の)ツールの運動及び/又は作動を複数の心臓周期の同一の選択された位相において適用している。

30

【0353】

所望のパターンにおいて心筋内に孔を生成することによる、並びに、エネルギー供給又は機械的な穿孔ツールによるものなどの経皮的な心筋血管再生術。いくつかの実施例においては、ツールの運動は、心臓周期の選択された位相と同期した状態において実行される。いくつかの実施例においては、ツールは、心臓周期の選択された位相と同期した状態において(例えば、エネルギーを供給するか又は孔をあけるように)作動する。いくつかの実施例においては、心臓周期の選択された位相において安定化された画像ストリームを介して心内膜の組織を観察し、且つ、ツールの運動及び/又は作動を複数の心臓周期の同一の選択された位相において適用している。

40

【0354】

例えば、心筋内の特定の場所への遺伝子治療又は幹細胞などの材料又は物質の供給。いくつかの実施例においては、本発明は、表面エリアに跨って拡散した一連のポイントなどの所望のパターンにおける心筋内への物質の注入を円滑に実行する。いくつかの実施例に

50

おいては、物質の供給は、心臓周期の選択された位相と同期した状態において実行される。いくつかの実施例においては、物質の供給は、心臓周期の選択された位相と同期した状態において実行される。いくつかの実施例においては、心臓周期の選択された位相において安定化された画像ストリームを介して心内膜の組織を観察し、且つ、ツールの運動及び/又は物質の供給を複数の心臓周期の同一の選択された位相において適用している。

【0355】

バイパス又は弁又はグラフト内におけるものなどの周期的に運動する器官内の組織の縫合。いくつかの実施例においては、縫合ツールの運動は、心臓周期の選択された位相と同期した状態において実行される。いくつかの実施例においては、縫合は、心臓周期の選択された位相と同期した状態において実行される。いくつかの実施例においては、心臓周期の選択された位相において安定化された画像ストリームを介して心内膜の組織を観察し、且つ、ツールの運動及び/又は縫合を複数の心臓周期の同一の選択された位相において適用している。

10

【0356】

(生命にとって極めて重要な器官の誤貫通を回避しつつ)肺内の周期的に運動する損傷の採取を要する際などのTTNA(Trans Thoracic Needle Aspiration)。本発明の実施例においては、通常は呼吸及び/又は心臓周期の選択された同一の位相において安定化された(CT画像などの)画像ストリーム内においてツールと胸部解剖構造の両方を観察しつつ、吸引針を胸部内の(肺の損傷などの)所望の解剖構造の場所に導き、且つ、配置している。次に、心臓及び/又は呼吸周期の選択された位相において、吸引を所望の解剖構造の場所において実行している。選択された位相は、通常は、画像ストリームの安定化のために選択された位相と同一である。

20

【0357】

(生命にとって極めて重要な器官の誤貫通を回避しつつ)肺内の周期的に運動する損傷の採取を要する際などのTBNA(Trans Bronchial Needle Aspiration)。

【0358】

EEG信号によってゲーティングされたその活性化による脳内の神経刺激。

【0359】

周期的に運動する器官の上又はその内部における所望の場所におけるツールの装着又は配置。

30

【0360】

周期的に運動する器官の上又はその内部における所望の場所へのツールの運動又は案内。

【0361】

これらの任意の組み合わせ。

【0362】

当業者であれば、本発明は、以上において具体的に図示及び説明した内容に限定されないことを理解するであろう。むしろ、本発明の範囲は、前述の様々な特徴の組み合わせ及びサブ組み合わせの両方、並びに、上述の説明を参照することによって当業者が想起するであろう従来技術には含まれないその変形又は変更をも包含している。

40

【 図 1 】

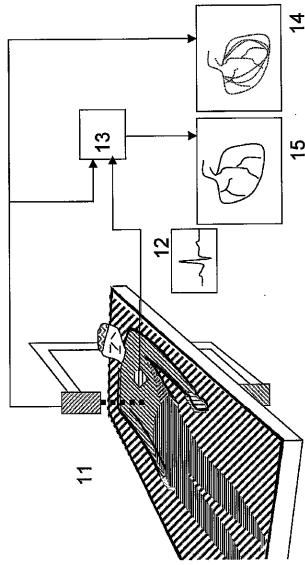


FIG. 1

【 図 2 】

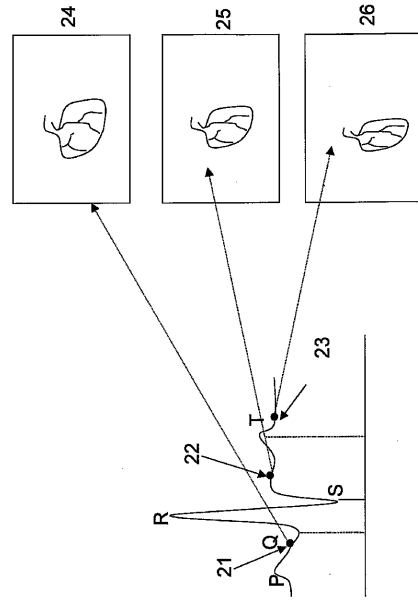


FIG. 2

【 図 3 】

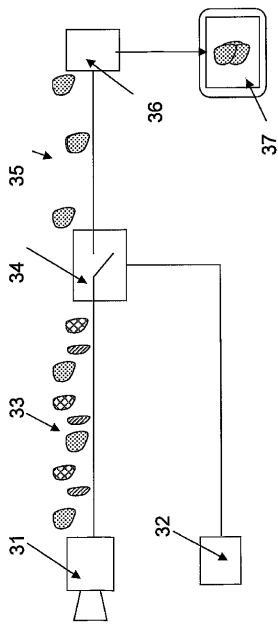


FIG. 3

【 図 4 】

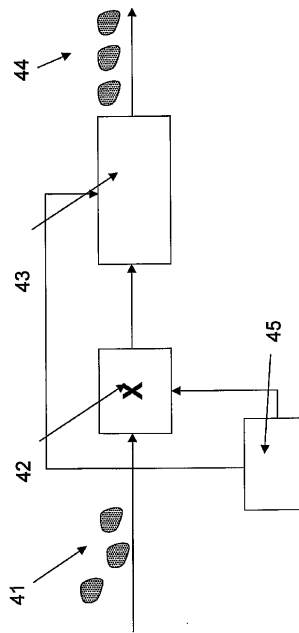


FIG. 4

【 図 5 】

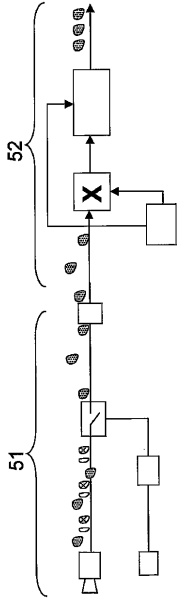


FIG. 5

【 図 6 】

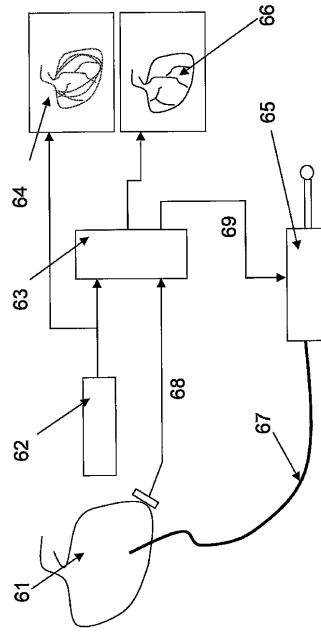


FIG. 6

【 図 7 A 】

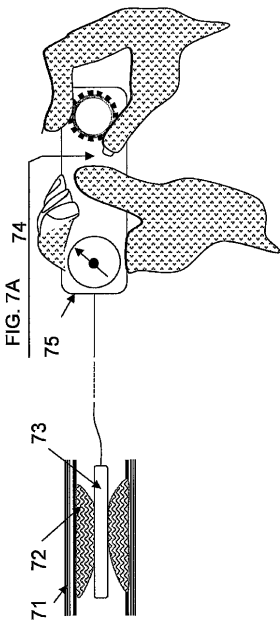


FIG. 7A

【 図 7 B 】

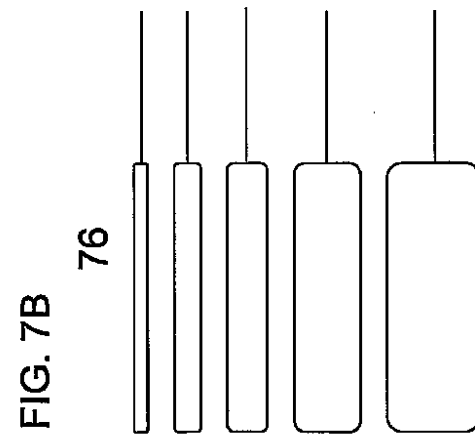


FIG. 7B

【 図 7 C 】

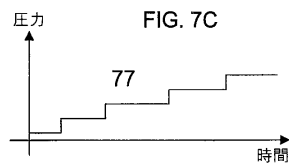


FIG. 7C

【 8 】

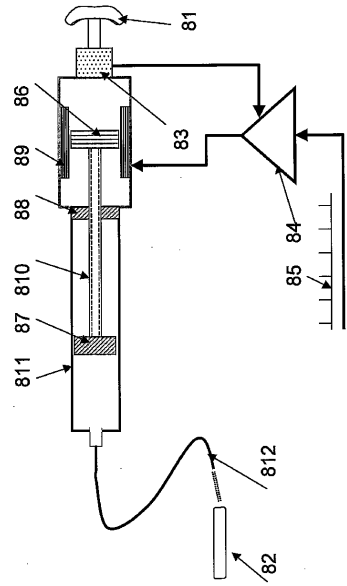


FIG.8

【 9 】

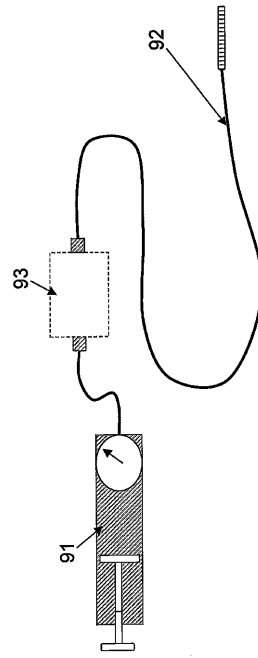


FIG. 9

【 10 】

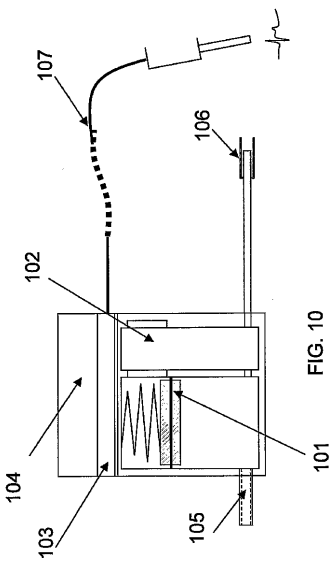


FIG. 10

【 11 】

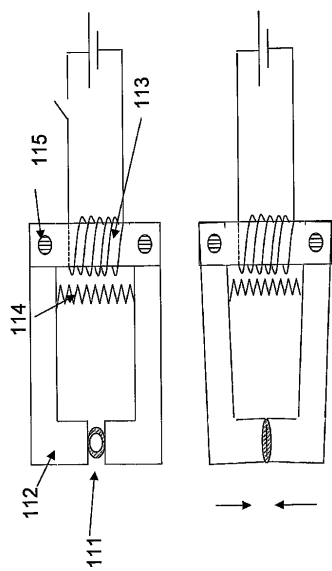


FIG. 11

【 1 2 】

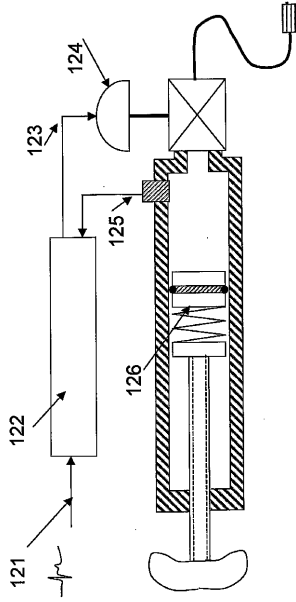


FIG. 12

【 1 3 】

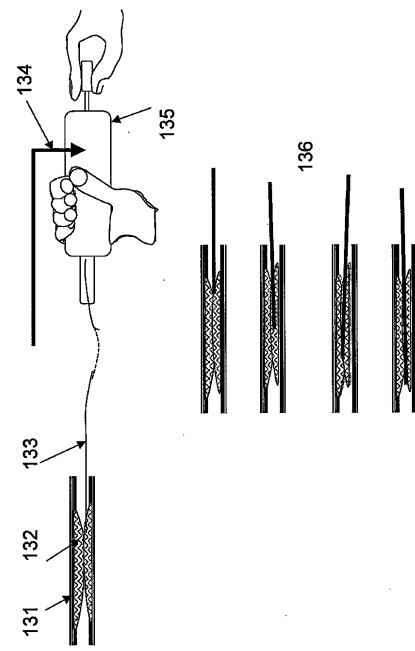


FIG. 13

【 1 4 】

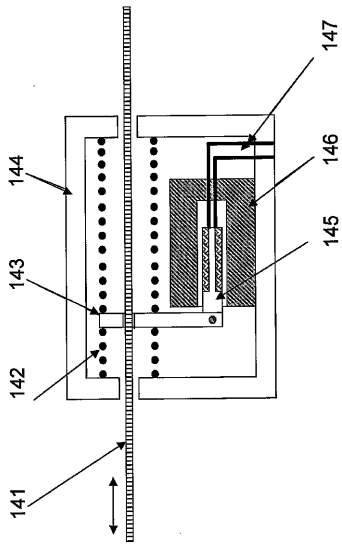


FIG. 14

【 1 5 】

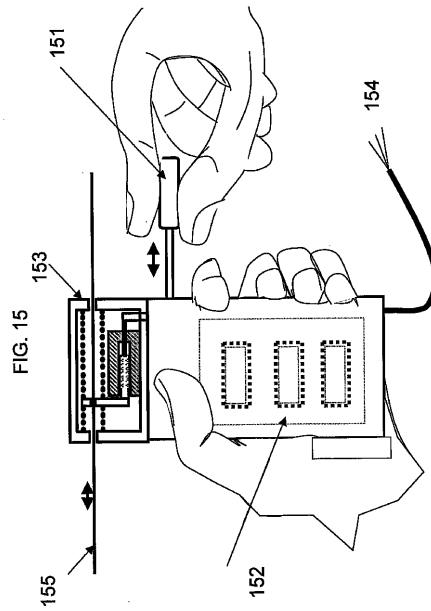


FIG. 15

【 16 】

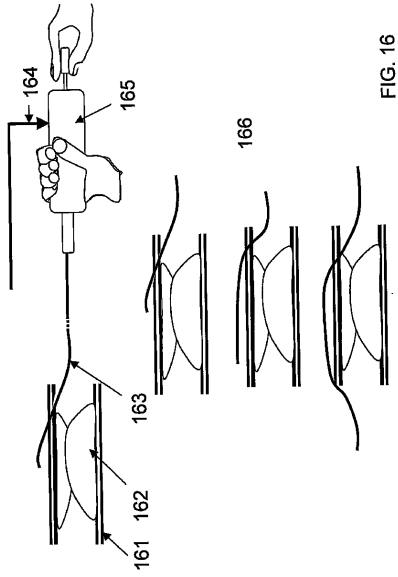


FIG. 16

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
 A 6 1 M 25/10 (2013.01) A 6 1 M 29/00
 A 6 1 M 25/00 4 1 0 P

- (31)優先権主張番号 60/929,165
 (32)優先日 平成19年6月15日(2007.6.15)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/935,914
 (32)優先日 平成19年9月6日(2007.9.6)
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (31)優先権主張番号 60/996,746
 (32)優先日 平成19年12月4日(2007.12.4)
 (33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 トルコウスキー, デイビッド
 イスラエル国, 6 9 3 9 5 テル アビブ, ラブ アシ ストリート 3 / 8 4

審査官 安田 明央

- (56)参考文献 国際公開第2006/027781(WO, A2)
 国際公開第2007/014028(WO, A1)
 特表2001-513495(JP, A)
 国際公開第2005/051452(WO, A2)
 特表2003-506131(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 A 6 1 B 6 / 0 0 - 6 / 1 4
 A 6 1 B 5 / 0 5 5
 A 6 1 F 2 / 2 4
 A 6 1 M 2 5 / 1 0
 A 6 1 M 2 9 / 0 0