

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6785656号
(P6785656)

(45) 発行日 令和2年11月18日 (2020. 11. 18)

(24) 登録日 令和2年10月29日 (2020. 10. 29)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 34/20 (2016. 01)	A 6 1 B 34/20
A 6 1 M 25/095 (2006. 01)	A 6 1 M 25/095

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-534794 (P2016-534794)	(73) 特許権者	510253996
(86) (22) 出願日	平成26年8月12日 (2014. 8. 12)		インテュイティブ サージカル オペレー
(65) 公表番号	特表2016-529999 (P2016-529999A)		ションズ, インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成28年9月29日 (2016. 9. 29)		アメリカ合衆国 94086 カリフォル
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/050715		ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ
(87) 国際公開番号	W02015/023665		ード 1020
(87) 国際公開日	平成27年2月19日 (2015. 2. 19)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成29年8月7日 (2017. 8. 7)		弁理士 伊東 忠重
審査番号	不服2019-7899 (P2019-7899/J1)	(74) 代理人	100070150
審査請求日	令和1年6月13日 (2019. 6. 13)		弁理士 伊東 忠彦
(31) 優先権主張番号	61/866, 327	(74) 代理人	100091214
(32) 優先日	平成25年8月15日 (2013. 8. 15)		弁理士 大貫 進介
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カテーテルの位置付け及び挿入のためのグラフィカル・ユーザインターフェイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

システムであって、当該システムは：

患者の解剖学的構造内に介入器具を案内するためのコンピュータ実行可能命令を含む非一時的なコンピュータ可読媒体を有しており、前記コンピュータ実行可能命令は：

前記患者の解剖学的構造内の標的位置を処理するための命令と；

前記患者の解剖学的構造内の位置における介入器具のチップ部分の位置を受信するための命令と；

前記チップ部分の位置と前記標的位置との間の3次元距離を測定するための命令と

；

前記標的位置を表すシンボル、前記介入器具の前記チップ部分を表すシンボル、及び前記介入器具のチップ部分を表すシンボルと前記標的位置を表すシンボルとの間に延び、前記介入器具の前記チップ部分と前記標的位置との間の方向を表すシンボルを表示するための命令と；

前記チップ部分の機構の展開に関して、前記介入器具の長手方向軸線回りの回転配置を示す回転補助シンボルを表示するための命令と；を含む、

システム。

【請求項 2】

前記チップ部分の位置と前記標的位置との間の方向を示すシンボルは、直線状のシンボルである、

10

20

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記 3 次元距離の挿入距離の成分を表すシンボルを表示するための命令をさらに含む、
請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記挿入距離の成分を表すシンボルは、前記標的位置を表すシンボルと同心である、
請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記挿入距離の成分を表すシンボルは、前記チップ部分を表すシンボルと同心である、
請求項 3 に記載のシステム。

10

【請求項 6】

前記挿入距離の成分を表すシンボルのサイズが、拡大縮小可能である、
請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記チップ部分の位置と前記標的位置との間の前記 3 次元距離を変化させる際に、前記
挿入距離の成分を表すシンボルのサイズを変更するための命令をさらに含む、
請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記表示するための命令は、前記標的位置及び前記チップ部分を表すシンボルを 2 次元
座標系に表示することを含む、
請求項 1 に記載のシステム。

20

【請求項 9】

前記標的位置及び前記チップ部分を表すシンボルをディスプレイの第 1 のウィンドウに
表示するための命令と、2 次的な案内画像を前記ディスプレイの第 2 のウィンドウに表示
するための命令とをさらに含む、
請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

第 1 のウィンドウ内の前記シンボルは、第 2 のウィンドウ内の前記 2 次的な案内画像と
回転によって位置合わせされる、
請求項 9 に記載のシステム。

30

【請求項 11】

前記チップ部分を前記標的位置に向けて導くための方向案内情報を第 2 のウィンドウに
表示するための命令をさらに含む、
請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記 2 次的な案内画像は、内視鏡カメラ画像又は仮想内視鏡画像である、
請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記 2 次的な案内画像は、前記標的位置にマークを含む前記患者の解剖学的構造の手術
前画像又は仮想経路画像である、
請求項 9 に記載のシステム。

40

【請求項 14】

前記チップ部分を前記標的位置に向けて導くための方向案内情報を提供するための命令
をさらに含み、前記方向案内情報は、触覚フィードバックを含む、
請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記チップ部分を前記標的位置に向けて導くための方向案内情報を提供するための命令
をさらに含み、前記方向案内情報は、音声フィードバックを含む、
請求項 1 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本開示は、低侵襲性手術を行うために患者の解剖学的構造をナビゲートするためのシステム及び方法を対象としており、具体的には、介入器具の案内を支援するためにグラフィカル・ユーザインターフェイスを使用する装置及び方法を対象としている。

【背景技術】

【0002】

低侵襲性医療技術は、介入手術中に損傷を受ける組織量を低減することを目的としており、それによって患者の回復時間、不快感及び有害な副作用が低減される。このような低侵襲性技術は、患者の解剖学的構造の自然(natural)オリフィスを通じて、又は1つ又は複数の外科的切開部を通じて行ってもよい。これらの自然オリフィス又は切開部を通じて、臨床医は、(外科用、診断用、治療用、又は生検用器具を含む)介入器具を挿入して、標的組織の位置に到達させることができる。標的組織の位置に到達させるために、低侵襲性介入器具が、肺、結腸、腸、腎臓、心臓、循環器系等の解剖学系における自然の又は外科的に形成された経路にナビゲートされる。遠隔操作介入システムを使用して、患者の解剖学的構造内に介入器具を挿入し且つ位置付けしてもよい。位置案内システムは、介入手術が行われる患者の解剖学的構造内の位置に介入器具を案内する際に臨床医を支援するために必要とされている。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

本発明の実施形態は、詳細な説明に続く特許請求の範囲によって要約される。

一実施形態では、患者の解剖学的構造内に介入器具を案内する方法は、患者の解剖学的構造内の標的位置を処理するステップと、患者の解剖学的構造内の第1の位置における介入器具のチップ部分の位置を受信するステップとを含む。この方法はまた、第1の位置と標的位置との間の3次元距離を測定するステップと、標的位置を表すシンボル及び介入器具のチップ部分を表すシンボルを表示するステップとを含む。

【0004】

別の実施形態では、システムは、患者の解剖学的構造内に介入器具を案内するためのコンピュータ実行可能命令を含む非一時的なコンピュータ可読媒体を有しており、コンピュータ実行可能命令は、患者の解剖学的構造内の標的位置を処理するための命令を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体は、患者の解剖学的構造内の第1の位置における介入器具のチップ部分の位置を受信し、第1の位置と標的位置との間の3次元距離を測定し、標的位置を表すシンボル及び介入器具のチップ部分を表すシンボルを表示するためのコンピュータ実行可能命令をさらに含む。

30

【0005】

別の実施形態では、患者の解剖学的構造内に介入器具を案内する方法は、患者の解剖学的構造内の標的位置を処理するステップと、患者の解剖学的構造内の第1の位置における介入器具のチップ部分の第1の位置指示を受信するステップとを含む。この方法はナビゲーション支援画像を同時に表示するステップを含み、同時に表示するステップは、標的位置を表すシンボル、介入器具のチップ部分を表すシンボル、第1の位置と標的位置との間の方向を示すシンボル、及び第1の位置と標的位置との間の挿入距離の成分を表すシンボルを第1のウィンドウに；内視鏡カメラ画像を第2のウィンドウに；モデル化した仮想内視鏡画像を第3のウィンドウに；モデル化した仮想経路画像を第4のウィンドウに；標的位置にマークを含む患者の解剖学的構造の手術前画像を内の第5のウィンドウに；同時に表示するステップをさらに含む。

40

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

【図面の簡単な説明】

【0006】

50

【図 1】本開示の実施形態に係るロボット介入システムを示す図である。

【図 2】本開示の態様を利用する介入器具システムを示す図である。

【図 3】介入器具システムの位置付けガイダンスに関する情報を表示するためのグラフィカル・ユーザインターフェイスを示す図である。

【図 4】本開示の一実施形態に係るグラフィカル・ユーザインターフェイスのナビゲーション支援を示す図である。

【図 5】図 4 のナビゲーション支援の図を異なる状態の情報表示で示す図である。

【図 6】図 4 のナビゲーション支援の図をさらに別の状態の情報表示で示す図である。

【図 7】本開示の別の実施形態に係るグラフィカル・ユーザインターフェイスのナビゲーション支援を示す図である。

【図 8】図 7 のナビゲーション支援の図を異なる状態の情報表示で示す図である。

【図 9】図 7 のナビゲーション支援の図をさらに別の状態の情報表示で示す図である。

【図 10】本開示の実施形態に係るグラフィカル・ユーザインターフェイスを使用して、介入器具システムの位置付けガイダンスに関する情報を表示する方法を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0007】

本開示の態様は、添付の図面と併せて確認すると、以下の詳細な説明から最も良く理解される。この業界の一般的な慣例に従って、様々な特徴について一定の縮尺で描いていないことを強調しておく。実際には、様々な特徴の寸法は、議論を明確にするために適宜拡大又は縮小することがある。また、本開示は、様々な実施例において参照数字及び／又は記号を繰り返して使用し得る。この繰返しは、簡略化及び明確化を目的として行われており、議論される様々な実施形態及び／又は構成の間の関係をそれ自体で規定するものではない。

【0008】

本発明の態様の以下の詳細な説明において、開示された実施形態の完全な理解を提供するために、多数の特定の詳細について説明する。しかしながら、本開示の実施形態がこれら特定の詳細がなくても実施できることは当業者には明らかであろう。他の例では、周知の方法、手順、構成要素、及び回路は、本発明の実施形態の態様を不必要に曖昧にしないように詳細に説明していない。また、説明の不要な重複を避けるために、例示的な一実施形態について説明した 1 つ又は複数の構成要素又は動作は、他の例示的な実施形態について適宜使用又は省略され得る。

【0009】

以下の実施形態は、3次元空間内の状態の観点から、様々な器具及び器具の部分について説明する。本明細書で使用される場合に、用語「位置」は、3次元空間（例えば、デカルト座標 X , Y , Z に沿った並進 3 自由度）における対象物又は対象物の一部の位置を指す。本明細書で使用される場合に、用語「向き」は、対象物又は対象物の一部の回転配置（例えば、ロール、ピッチ、及びヨーの回転 3 自由度）を指す。本明細書で使用される場合に、用語「姿勢」は、少なくとも 1 つの並進自由度における対象物又は対象物の一部の位置、及び少なくとも 1 つの回転自由度における対象物又は対象物の一部の向き（合計 6 つの自由度まで）を指す。本明細書で使用される場合に、用語「形状」は、細長い対象物に沿って測定された姿勢、位置、又は向きのセットを指す。

【0010】

図 1 を参照すると、例えば、外科用、診断用、治療用、又は生検用処置において使用されるロボット介入システムが、参照符号 100 によって概して示されている。説明するように、本開示のロボット介入システムは、一般的に外科医の遠隔操作制御下にある。しかしながら、いくつかの手術又はサブ手術について、ロボット介入システムは、手術又はサブ手術を実施するようにプログラムされたコンピュータの部分的又は完全な制御下であってもよい。図 1 に示されるように、ロボット介入システム 100 は、一般的に、患者 P が配置される手術台 O に又はこの近くに取り付けられたロボットアセンブリ 102 を含む。

10

20

30

40

50

介入器具システム 104 が、ロボットアセンブリ 102 に作動可能に結合される。オペレータ入力装置 106 によって、外科医又は他の分野の臨床医 S が手術部位を確認して、介入器具システム 104 の動作を制御することが可能になる。

【0011】

オペレータ入力装置 106 は、通常、手術台 O と同じ部屋に位置するような外科医コンソールに配置することができる。もっとも、外科医 S は、患者 P とは異なる部屋に又は完全に異なる建物に位置し得ることを理解すべきである。オペレータ入力装置 106 は、一般的に、介入器具システム 104 を制御するための 1 つ又は複数の制御装置（複数可）を含む。制御装置（複数可）は、ハンドグリップ、ジョイスティック、トラックボール、データグローブ、トリガガン、手動操作制御装置、音声認識装置、タッチスクリーン、身体動き又は存在センサー等の多数の様々な入力装置を含んでもよい。いくつかの実施形態では、制御装置（複数可）は、ロボットアセンブリの介入器具と同じ自由度で提供され、テレプレゼンス、外科医が器具を直接的に制御する強い感覚を有するよう制御装置（複数可）が器具と一体化されるような知覚、を外科医に提供する。他の実施形態では、制御装置（複数可）は、関連する介入器具より多い又は少ない自由度を有しており、依然としてテレプレゼンスを外科医に提供することができる。いくつかの実施形態では、制御装置（複数可）は、6 つの自由度で動く手動入力装置であり、（例えば、顎部を把持して閉じる、電位を電極に印加する、薬物療法を送達する等をするための）器具を作動するための作動ハンドルも含み得る。

【0012】

ロボットアセンブリ 102 は、介入器具システム 104 をサポートしており、且つ 1 つ又は複数の非サーボ制御リンク（例えば、所定の位置に手動で位置付けされ且つロックされる 1 つ又は複数のリンク、一般的にセットアップ構造と呼ばれる）及びロボットマニピュレータの運動学的構造を含むことができる。ロボットアセンブリ 102 は、介入器具 104 の入力装置を駆動させる複数のアクチュエータ（例えば、モータ）を含む。これらのモータは、制御システム（例えば、制御システム 112）からのコマンドに応答して、能動的に動く。モータは、介入器具 104 に結合された場合に、自然に又は外科的に形成された解剖学的オリフィス内に介入器具を前進させる及び／又は介入器具の先端を複数の自由度で動かすことができる駆動システムを含むことができ、その複数の自由度は、3 つの自由度の直線運動（例えば、X、Y、Z デカルト軸に沿った直線運動）及び 3 つの自由度の回転運動（例えば、X、Y、Z デカルト軸回りの回転）を含むことができる。また、モータを使用して、生検装置等の顎部で組織を把持するための、器具の関節接合可能なエンドエフェクタを作動させることができる。

【0013】

ロボット介入システム 100 は、ロボットアセンブリの器具に関する情報を受信するための 1 つ又は複数のサブシステムを含むセンサーシステム 108 も有する。このようなサブシステムは、位置センサーシステム（例えば、電磁（EM）センサーシステム）；カテーテルチップの及び／又は器具 104 の可撓性本体に沿った 1 つ又は複数のセグメントの、位置、向き、速度、姿勢、及び／又は形状を判定するための形状センサーシステム；及び／又はカテーテルシステムの先端から画像を取り込むための可視化システムを含んでもよい。

【0014】

ロボット介入システム 100 は、センサーシステム 108 のサブシステムによって生成された手術部位及び介入器具 104 の画像を表示するための表示システム 110 も含む。ディスプレイ 110 及びオペレータ入力装置 106 は、オペレータが、実質的に真のものが作業空間に存在しているかのように視認して、介入器具システム 104 及びオペレータ入力装置 106 を制御できるように向き合わせされる。真のものの存在は、表示される組織画像が、オペレータに、このオペレータが画像位置に物理的に存在しており且つ画像の視点から組織を直接的に視認しているかのように表示されることを意味する。

【0015】

代替的に又は追加的に、表示システム 110 は、コンピュータ断層撮影 (CT)、磁気共鳴画像診断 (MRI)、X 線透視法、サーモグラフィ、超音波、光コヒーレンストモグラフィ (OCT)、赤外線画像、インピーダンスイメージング、レーザーイメージング、ナノチューブ X 線イメージング等の撮像技術を使用して手術前に又は手術中に記録され及び / 又はモデル化された手術部位の画像を提示することができる。提示された手術前又は手術中画像は、2 次元、3 次元、又は 4 次元 (例えば、時間ベース又は速度ベースの情報を含む) 画像及びモデルを含むことができる。

【0016】

いくつかの実施形態では、表示システム 110 は、介入器具の実際の位置が手術前の又は同時の画像と共に記録され (例えば、動的に参照され)、外科用器具のチップの位置における内部手術部位のバーチャル画像を外科医に提示するような仮想の可視化画像を表示することができる。

10

【0017】

他の実施形態では、表示システム 110 は、介入器具の実際の位置が、(手術前に記録された画像を含む) 以前の画像又は同時画像と共に記録され、手術部位における介入器具のバーチャル画像を外科医に提示するような仮想の可視化画像を表示することができる。介入器具を制御する外科医を支援するために、介入器具 104 の一部の画像をバーチャル画像に重畳してもよい。

【0018】

ロボット介入システム 100 は、制御システム 112 も含む。制御システム 112 は、介入器具システム 104、オペレータ入力装置 106、センサーシステム 108、及び表示システム 110 の間で制御を行うための少なくとも 1 つのプロセッサ (図示せず)、典型的には複数のプロセッサと、少なくとも 1 つのメモリとを含む。制御システム 112 は、プログラムされた命令 (例えば、命令を格納するコンピュータ可読媒体) も含み、本明細書で説明される方法の一部又は全てを実行する。制御システム 112 が、図 1 の簡略化した概略図に単一のブロックとして示されているが、このシステムは、多数のデータ処理回路を含んでもよく、その処理の一部は、必要に応じて、ロボットアセンブリ 102 で又はこれに隣接して実行され、一部は、オペレータ入力装置 106 等で実行される。多種多様の集中型又は分散型データ処理アーキテクチャのいずれかをを用いてもよい。同様に、プログラムされた命令は、多数の別々のプログラム又はサブルーチンとして実装してもよく、又はそれら命令は、本明細書で説明するロボットシステムの多数の他の態様に組み込んでもよい。一実施形態では、制御システム 112 は、ブルートゥース (登録商標)、IrDA、ホーム RF、IEEE 802.11、DECT 及び無線テレメトリ等の無線通信プロトコルをサポートする。

20

30

【0019】

いくつかの実施形態では、制御システム 112 は、1 つ又は複数のサーボ制御装置を含んでおり、介入器具システム 104 からオペレータ入力装置 106 の対応する 1 つ又は複数のサーボモータに力及びトルクフィードバックを提供することができる。サーボ制御装置 (複数可) は、ロボットアセンブリ 102 に命令する信号を送信して、患者の身体の開口部を介してこの身体内の内部手術部位内に延びる介入器具 104 を移動させることもできる。任意の適切な従来の又は専用のサーボ制御装置を使用してもよい。サーボ制御装置は、ロボットアセンブリ 102 から分離される、又はロボットアセンブリ 102 と一体化することができる。いくつかの実施形態では、サーボ制御装置及びロボットアセンブリは、患者の身体に隣接して位置付けされたロボットアームカートの一部として設けられる。

40

【0020】

制御システム 112 は、仮想可視化システムをさらに含み、介入器具 104 にナビゲーション支援を提供することができる。仮想可視化システムを使用する仮想ナビゲーションは、解剖学的経路の 3 次元構造に関連した取得されたデータセットに対する参照に基づくものである。具体的には、仮想可視化システムは、コンピュータ断層撮影 (CT)、磁気共鳴画像診断 (MRI)、X 線透視法、サーモグラフィ、超音波、光コヒーレンストモグラフ

50

ィー（OCT）、赤外線画像、インピーダンスイメージング、レーザーイメージング、ナノチューブX線イメージング等の撮像技術を使用して記録され及び／又はモデル化された手術部位の画像を処理する。ソフトウェアを使用して、記録した画像を、部分的な又は全体的な解剖学的臓器又は解剖学的領域の2次元又は3次元モデルに変換する。このモデルは、経路及びそれら接続部の様々な位置や形状を示す。モデルを生成するために使用した画像を、臨床診断中に手術前又は手術中に記録してもよい。代替実施形態では、仮想可視化システムは、標準的なモデル（すなわち、特定の患者ではない）、又は標準モデル及び患者固有のデータのハイブリッドを使用してもよい。モデル及びこのモデルによって生成されたバーチャル画像は、運動の1つ又は複数の段階の間に（例えば、肺の吸気／呼気サイクルの間に）、変形し易い解剖学的領域の静的な姿勢を表すことができる。

10

【0021】

仮想ナビゲーション手順の間に、センサーシステム108を使用して、患者の解剖学的構造に対する器具のおおよその位置を計算することができる。この位置を使用して、患者の解剖学的構造のマクロレベル追跡画像と患者の解剖学的構造の内部バーチャル画像との両方を生成することができる。仮想可視化システム等からの手術前に記録された手術画像と一緒に介入実装形態を記録し且つ表示するために光ファイバセンサーを使用する様々なシステムが、知られている。このようなシステムは、例えば、2011年5月13日に出願された、“Medical System Providing Dynamic Registration of a Model of an Anatomical Structure for Image-Guided Surgery”を開示する米国特許出願第13/107,562号に記載されており、この文献は、その全体を参照することにより本明細書に組み込まれる。

20

【0022】

ロボット介入システム100は、照明システム、操縦制御システム、洗浄システム、及び／又は吸引システム等のオプションのオペレーション及びサポートシステム（図示せず）をさらに含んでもよい。代替実施形態では、ロボットシステムは、複数のロボットアセンブリ及び／又は複数のオペレータ入力システムを含んでもよい。マニピュレータアセンブリの正確な数は、他の要因の中でもとりわけ、外科手術及び手術室内の空間的制約に依存する。オペレータ入力システムを併置してもよく、又はそれらを別々の位置に配置してもよい。複数のオペレータ入力システムによって、複数のオペレータが1つ又は複数のマニピュレータアセンブリを種々の組合せで制御することを可能にする。

30

【0023】

図2には、ロボット介入システム100の介入器具システム104として使用される介入器具システム200が示されている。あるいはまた、介入器具システム200は、非ロボット診査処置、又は内視鏡検査等の従来の手動操作の介入器具を伴う処置で使うことができる。

【0024】

器具システム200は、器具本体204に結合されたカテーテルシステム202を含む。カテーテルシステム202は、基端部217及び先端部又はチップ部分218を含む細長い可撓性カテーテル本体216を有する。一実施形態では、可撓性本体216は、約3mmの外径を有する。他の可撓性本体の外径は、これよりも大きくても小さくてもよい。カテーテルシステム202は、必要に応じて、先端部218におけるカテーテルチップの及び／又は本体216に沿った1つ又は複数のセグメント224の、位置、向き、速度、姿勢、及び／又は形状を判定するための形状センサー222を含んでもよい。先端部218と基端部217との間の本体216の全長を、複数のセグメント224に効果的に分割することができる。器具システム200がロボット介入システム100の介入器具システム104である場合に、形状センサー222は、センサーシステム108の構成要素であってもよい。器具システム200が手動操作される又は他に非ロボット処置で使われる場合に、形状センサー222を、形状センサーに問い合わせして受信した形状データを処理するような追跡システムに結合することができる。

40

【0025】

50

形状センサーシステム 222 は、可撓性カテーテル本体 216 と整列した（例えば、内部チャネル（図示せず）内に設けられ又は外付けされた）光ファイバを含んでもよい。一実施形態では、光ファイバは、約 200 μm の直径を有する。他の実施形態では、この寸法は、これよりも大きくても小さくてもよい。

【0026】

形状センサーシステム 222 の光ファイバは、カテーテルシステム 202 の形状を判定するための光ファイバの曲げセンサーを形成する。1つの代替形態では、ファイバブラッグ回折格子 (FBGs) を含む光ファイバが、1つ又は複数の次元における構造のひずみ測定を提供するために使用される。光ファイバの形状及び相対位置を3次元で監視するための様々なシステム及び方法が、2005年7月13日に出版された、“Fiber optic position and shape sensing device and method relating thereto”を開示する米国特許出願第 11 / 180,389 号、2004年7月16日に出版された、“Fiber-optic shape and relative position sensing”を開示する米国仮特許出願第 60 / 588,336 号、1998年6月17日に出版された、“Optical Fibre Bend Sensor”を開示する米国特許第 6,389,187 号に記載されており、これらの文献は、それら全体を参照することにより本明細書に組み込まれる。他の代替形態では、レイリー散乱、ラマン散乱、ブリルアン散乱、及び蛍光散乱等の他のひずみ感知技術を用いるセンサーが適している。他の代替形態では、カテーテルの形状は、他の技術を用いて判定してもよい。

例えば、カテーテルの先端チップ姿勢の履歴が、時間間隔に亘って保存される場合に、姿勢履歴を使用して、その時間間隔に亘ってこのデバイスの形状を再構築することができる。別の例として、過去の姿勢、位置、又は向きデータは、呼吸等の交互に行われる動作サイクルに従った器具の既知の点として保存することができる。この保存データを使用して、カテーテルに関する形状情報を開発することができる。あるいはまた、カテーテルに沿って配置された EM センサー等の一連の位置センサーを、形状検知のために使用することができる。あるいはまた、手術中に器具上の EM センサー等の位置センサーからの履歴データを使用して、特に解剖学的経路が略静止している場合には、器具の形状を表すことができる。あるいはまた、外部磁場により制御される位置又は向きを有する無線装置を、形状検出のために使用することができる。その位置の履歴を使用して、ナビゲートする経路の形状を判定することができる。

【0027】

この実施形態では、光ファイバは、単一クラッド (cladding) 内に複数のコアを含んでもよい。各コアは、十分な距離を有しており且つクラッドによってコアを分離するシングルモードであってもよく、それによって各コアの光は、他のコアで搬送される光と殆ど相互作用しない。他の実施形態では、コアの数は変化してもよく、又は各コアを別個の光ファイバに含めてもよい。

【0028】

いくつかの実施形態では、FGB のアレイが各コア内に設けられる。各 FGB は、屈折率の空間周期性を生成するように、コアの屈折率の一連の変調を含む。各屈折率変化による部分的な反射が狭帯域の波長についてコヒーレントとなるように追加されるように、間隔が選択され、こうしてより広帯域を通過させながら、この狭帯域の波長のみを反射することができる。FGB の製造中に、変調によって、既知の距離だけ間隔が置かれ、こうして既知の帯域幅の波長の反射を引き起こす。しかしながら、ひずみがファイバコアに誘起された場合に、変調の間隔は、コア内のひずみ量に応じて変化する。あるいはまた、光ファイバの屈曲に伴って変化する後方散乱又は他の光学的現象を使用して、各コア内のひずみを決定することができる。

【0029】

こうして、ひずみを測定するために、光をファイバに送り、戻ってくる光の特性を測定する。例えば、FGB は、ファイバのひずみとその温度との関数である反射波長を生成する。この FGB 技術は、英国のブラックネルにある Smart Fibres Ltd. 等の様々な供給

先から市販されている。ロボット手術について F G B 技術の位置センサーでの使用は、2006 年 7 月 20 日に出願された、"Robotic Surgery System Including Position Sensors Using Fiber Bragg Gratings" を開示する米国特許第 7,930,065 号に記載されており、この文献は、その全体を参照することにより本明細書に組み込まれる。

【0030】

マルチコア光ファイバに力を加えた場合に、光ファイバの曲げによって、コアにひずみが誘起され、このひずみは、各コアにおける波長シフトを監視することによって測定される。ファイバの軸線から外れて配置された 2 つ以上のコアを有することにより、光ファイバの曲げによって、各コアに異なるひずみが誘起される。これらのひずみは、ファイバの局所的な曲げの程度の関数である。そのため、例えば F G B を含むコアの領域が、ファイバが曲げられる点に位置する場合に、このコアの領域を、これらの点での曲げ量を決定するために使用することができる。F G B 領域の既知の間隔と組み合わせられるこれらのデータを使用して、ファイバの形状を再構築することができる。このようなシステムは、バージニア州のブラックスバーグの Luna Innovation, Inc. によって説明されている。

【0031】

説明したように、光ファイバを使用して、カテーテルシステム 202 の少なくとも一部の形状を監視することができる。具体的には、光ファイバを通過する光は、カテーテルシステム 202 の形状を検出するために処理され、その情報を利用して外科手術を支援する。センサーシステム（例えば、センサーシステム 108）は、カテーテルシステム 202 の形状を判定するために使用される光を生成し且つ検出するためのデータ取得(interrogation)システムを含むことができる。次に、この情報を使用して、介入器具の部品の手速度及び加速度等の関連する他の変数を決定することができる。センシング（感知）は、ロボットシステムによって作動される自由度にだけ限定することができる、又は受動（例えば、関節同士間の剛性部材の非作動状態の曲げ）及び能動（例えば、器具の作動状態の運動）の両方の自由度に適用することができる。

【0032】

介入器具システムは、必要に応じて、位置センサーシステム 220 を含んでもよい。位置センサーシステム 220 は、1 つ又は複数の導電性コイルを含み、外部で発生した電磁場を受ける電磁 (EM) センサーシステムであってもよい。次に、EM センサーシステム 220 の各コイルは、外部で発生した電磁場に対してコイルの位置及び向きが依存するような特性を有する誘導電気信号を生成する。一実施形態では、EM センサーシステムは、6 つの自由度、例えば 3 つの位置座標 X, Y, Z 及び基点のピッチ、ヨー、及びロールを示す 3 つの方位角、又は 5 つの自由度、例えば 3 つの位置座標 X, Y, Z 及び基点のピッチ及びヨーを示す 2 つの方位角を測定するように構成され且つ位置付けすることができる。EM センサーシステムについての更なる説明は、1999 年 8 月 11 日に出願された、"Six-Degree of Freedom Tracking System Having a Passive Transponder on the Object Being Tracked" を開示する米国特許第 6,380,732 号に提供されており、この文献は、その全体を参照することにより本明細書に組み込まれる。

【0033】

可撓性カテーテル本体 216 は、補助ツール 226 を受容するようにサイズ決めされ且つ形状が形成されたチャネルを含む。補助ツールは、例えば画像捕捉プローブ、生検装置、レーザーアブレーションファイバ、又は他の外科用、診断用、又は治療用ツールを含んでもよい。補助ツールは、メス、ブレード、光ファイバ、又は電極等の単一の作業部材を有するエンドエフェクタを含んでもよい。他のエンドエフェクタは、例えば鉗子、把持器、はさみ、又はクリップアプライヤ等のペアの又は複数の作業部材を含んでもよい。電氣的に作動されるエンドエフェクタの例として、電気外科電極、トランスデューサ、センサー等が挙げられる。様々な実施形態では、補助ツール 226 は、表示するために処理される画像（映像を含む）を取り込むために、可撓性カテーテル本体 216 の先端部 218 近傍に配置された立体又は単眼カメラを先端部分に含むような画像捕捉プローブであっても

よい。画像捕捉プローブは、取り込まれた画像データを送信するための、カメラに結合されたケーブルを含んでもよい。あるいはまた、画像捕捉装置は、撮像システムに結合するファイバースコープ等の光ファイバ束であってもよい。画像取込装置は、例えば、画像データを可視スペクトルで取り込む又は画像データを可視及び赤外又は紫外スペクトルで取り込むような単一又はマルチスペクトルとすることができる。

【0034】

可撓性カテーテル本体216は、器具本体204と先端部218との間に延びるケーブル、リンク機構、又は他の操縦制御装置（図示せず）を収容してもよく、例えば先端部の点線の回転(versions)により示されるように、先端部218を制御可能に曲げる又は回転させることができる。器具システム200がロボットアセンブリによって作動される実施形態では、器具本体204は、ロボットアセンブリの電動駆動要素に結合する駆動入力部を含んでもよい。器具システム200が手動で操作される実施形態では、器具本体204は、器具システムの動作を手動で制御するための、把持機構、手動アクチュエータ、及び他の構成要素を含んでもよい。カテーテルシステムは、操縦可能であってもよく、又は代替的に、オペレータ制御によって器具を曲げるための組込メカニズムを有していないような操縦不能であってもよい。更に又は代替的に、可撓性本体216は、介入器具が標的の手術部位で展開され且つ使用されるような1つ又は複数の管腔を規定することができる。

【0035】

様々な実施形態では、介入器具システム200は、肺の検査、診断、生検、又は治療に使用される気管支鏡又は気管支カテーテル等の可撓性気管支用器具であってもよい。このシステムは、結腸、腸、腎臓、脳、心臓、循環器系等含む様々な解剖学系において、自然に又は外科的に形成された接続経路を介した、他の組織のナビゲーションや処置にも適している。

【0036】

介入器具システム200を患者内で操作する際に、本明細書に記載されるように、外科医が、操作に関連した様々な形式のデータに同時アクセスすることが望ましいことがある。例えば、介入器具を呼吸器系等の解剖学的構造の特定の部分を通して案内する際に、内視鏡は、介入器具システム200と一緒に解剖学的構造を通して安全にフィットさせるには大き過ぎる可能性がある。このような操作では、外科医は、内視鏡用カメラの表示を上記したタイプの手術前画像の表示で補完することもできる。さらに、外科医は、内視鏡カメラの表示を、解剖学的構造内の手術部位や特定の標的位置に対する介入器具の位置の定型化表現の表示で補完することを望んでもよい。

【0037】

図3には、表示システム110上に表示可能な2次元グラフィカル・ユーザインターフェイス(GUI)300が示されている。GUI300は、表示システム110を介して外科医が同時に視認することができる複数のウィンドウを含む。これらのウィンドウは、患者の解剖学的構造を示す画像、介入器具の位置を示す画像、外科医への案内情報、及び操作に関連する他の情報を表示することができる。図3の実施形態では、GUIは、患者の解剖学的構造内の内視鏡カメラによって生成された内視鏡カメラ画像302、仮想可視化システムによって処理された手術前又は手術中イメージングから生成された仮想内視鏡画像304、解剖学的経路システムの概観を提供し且つ仮想可視化システムによって処理された手術前又は手術中イメージングから生成された仮想概観経路画像306、記録された姿勢の位置において手術前又は手術中の画像セットの断面を示す多平面再構成画像308、及びナビゲーション支援用画像314を含む。

【0038】

この実施形態では、GUI300は、画像304及び306に示されるようなGUIの画像上に重ね合わされた仮想ロードマップ310の形式の案内情報をさらに含む。仮想ロードマップ310は外科医によって使用され、手術前又は手術中に特定される標的位置312に到達させるために、介入器具200の挿入を案内する。このような標的位置312は、また、画像306及び308に示されるようなGUIの任意の画像内に組み込む（例

10

20

30

40

50

えば、重ね合わせ、重畳、他の方法での組み合わせる)こともできる。標的位置は、例えば、外科医が除去又は生検しようとする腫瘍、外科医が介入器具システム200の装置を用いて撮像又は分析しようとする解剖学的構造の一部、解剖学的経路内の分岐、解剖学的経路の管腔、又は外科医が介入器具を患者の解剖学的構造を通して間接的な経路を経て最終的な標的位置に向けてナビゲートするのを可能する仮想ロードマップ上の中間点の位置を含むことができる。GUI300の1つ又は複数の構成画像は、仮想内視鏡画像又は内視鏡画像に重畳された又は他の方法で組み込まれた介入器具313のバーチャル画像を含んでもよい。GUIは、介入器具200の先端部218(チップ部分とも呼ばれる)から標的位置312までの残りの距離を示す距離表示316等の手術に関連する他の情報も含んでもよい。この実施形態では、表示された距離316は、チップ部分と標的位置との間のユークリッド距離として計算することができる。

10

【0039】

GUI300は、介入器具のチップ部分の位置に基づいて、トリガされた案内情報を外科医に提供することもできる。例えば、チップ部分が解剖学的な標的を通過した場合に、設けられたアラートによって、カテーテルを後退させるように外科医に指示し、こうして、外科医が介入器具をさらに間違った経路に送ること又は介入器具を健全な組織に導くことによって患者が負傷することを防止する。いくつかの実施形態では、このトリガされた案内情報は、GUI300の複数のウィンドウのうちのいずれかに表示してもよい。例えば、解剖学的な標的や岐路が迂回されたことを外科医に警告する視覚的な合図(例えば、点滅アイコン、色の変化、又は英数字メッセージ)を、仮想概観経路画像306上に表示してもよい。あるいはまた、例えば、ディスプレイ上の点滅アイコンやディスプレイの背景を覆う点滅色ブロックを含むトリガされた案内情報を、GUI300上の他の位置に視覚的に提供してもよい。さらに他の実施形態では、トリガされたフィードバックは、例えば、警告又はボイス記録の再生を含む可聴警報の形態を取ってもよい。さらに他の実施形態では、トリガされたフィードバックは、例えば、入力システム106の制御装置における振動部を含む触覚フィードバックの形態を取ってもよい。いくつかの実施形態では、チップ部分が標的位置に近づいているとき、チップ部分が標的位置を通過したとき、チップ部分が標的位置に直接向かって移動しているとき、又はチップ部分が標的位置から離れる方向に移動しているとき、フィードバックをトリガしてもよい。単一の実施形態は、様々な条件に基づいてトリガされた複数の異なるタイプのフィードバックを含んでもよい。

20

30

【0040】

ここで図4を参照すると、ナビゲーション支援画像314の実施形態の詳細図が示されている。ナビゲーション支援画像314は、介入器具のチップ部分218を標的位置に案内する際に、外科医が使用するための距離及び方向に関する情報を提供するような適合標的システムを提供する。チップ部分218が患者の解剖学的構造内で移動され、標的位置に対するチップ部分の位置及び向きに関する現行情報を外科医に提供する際に、画像314が更新される。この画像は、介入器具のチップ部分218を標的位置312に案内するための方向及び位置情報を外科医に提供する。介入器具のチップ部分218の位置を表すシンボル400が、画像314の中心部に位置している。この実施形態では、シンボル400は、十字線のセットの中心にあるが、代替実施形態では、介入器具のチップ部分218の位置を表すために他のアイコン又は形状を使用してもよい。十字線のライン406は、上/下方向、すなわちY軸方向の並進自由度と整列する一方、十字線のライン408は、右/左方法、すなわちX軸方向の、介入器具のチップ部分218の並進自由度と整列する。シンボル402は、標的位置312を示す。この実施形態では、シンボル402は、円形をしているが、他の形状又はアイコンを代替的に使用してもよい。シンボル404によって、チップ部分のシンボル400と標的位置のシンボル402とが接続され、このシンボル404は、標的位置312に向けて移動させるために、チップ部分を案内する必要がある方向指示を提供する。この実施形態では、シンボル404はラインであるが、代替形態では、方向指示シンボルは、矢印や別のタイプのアイコンであってもよい。介入器具のチップ部分218のZ軸(2次元画像314の面内の又は面外の)に沿った第3の並進

40

50

自由度、挿入／摘出、又は距離は、シンボル 4 1 0 で示される。この実施形態では、シンボル 4 1 0 は、標的位置のシンボル 4 0 2 と同心の円形であるが、代替実施形態では、介入器具のチップ部分 2 1 8 と標的位置との間の挿入距離を示すために他のアイコン又は形状を使用してもよい。

【 0 0 4 1 】

必要に応じて、ナビゲーション支援画像 3 1 4 は、チップ部分 2 1 8 と標的位置 3 1 2 との間の距離を数値で、つまり X 次元距離成分、Y 次元距離成分、及び／又は Z 次元距離成分で表示することができる。使用する距離計算式は、

【 数 1 】

$$\text{標的までの距離} = \sqrt{((x2 - x1)^2 + (y2 - y1)^2 + (z2 - z1)^2)}$$

であり、ここで、(x 2 , y 2 , z 2) は標的位置であり、(x 1 , y 1 , z 1) はチップ部分の位置である。

【 0 0 4 2 】

外科医が介入器具のチップ部分 2 1 8 を X 及び Y 次元に作動させる際に、チップ部分のシンボル 4 0 0 に対する標的位置のシンボル 4 0 2 の位置は、ナビゲーション支援画像 3 1 4 内で適宜変化する。この実施形態では、チップ部分のシンボル 4 0 0 は、画像 3 1 4 の基準フレームであるので、標的位置のシンボル 4 0 2 は、実際の標的位置 3 1 2 に対するチップ部分の新しい位置を表すために移動する。方向指示のシンボル 4 0 4 は、チップ部分のシンボル 4 0 0 を中心に回転して外科医に X - Y 方向を示すことができ、カテーテルのチップ部分 2 1 8 を標的位置 3 1 2 に直接向けて操縦させることができる。いくつかの実施形態では、方向指示のシンボル 4 0 4 は、標的位置 3 1 2 に直接向けてポインティングするためにチップ部分を移動しなければならない X 及び Y 次元における残りの距離を表すために、チップ部分が移動する際に長さを計測することができる。

【 0 0 4 3 】

外科医が介入器具のチップ部分 2 1 8 を Z 次元に作動させる際に、距離表示 3 1 6 は、チップ部分と標的位置 3 1 2 との間の変化する距離を表示する。さらに、挿入寸法のシンボル 4 1 0 は、例えば、チップ部分 2 1 8 と標的位置 3 1 2 と間の距離が減少するほど小さくなり、この距離が増大するほど長くなるようにサイズを拡大縮小することができる。様々な実施形態では、距離指標 3 1 6 , 4 1 0 の一方又は両方は、オプションであってもよい。様々な他の実施形態では、3 次元ディスプレイを設けてもよく、これによって外科医が、チップ部分と 3 次元ディスプレイの Z 次元における標的位置との間の計測された距離を確認することが可能になる。

【 0 0 4 4 】

図 5 には、図 4 と比較した際の、標的位置 3 1 2 に対するチップ部分 2 1 8 の位置変化が示されている。ナビゲーション支援用画像 3 1 4 のこのビューでは、チップ部分 2 1 8 と標的位置 3 1 2 との間の Z 距離が減少している。Z 次元のシンボル 4 1 0 は、チップ部分 2 1 8 が Z 次元に沿って標的位置 3 1 2 に近いことを示すために、標的位置のシンボル 4 0 2 と略同じサイズに縮小される。しかしながら、標的位置 3 1 2 に到達するために、方向指示のシンボル 4 0 4 によって示されるように X 及び Y 次元に依然としてチップ部分を案内しなければならない。

【 0 0 4 5 】

外科医が介入器具のチップ部分 2 1 8 を患者の解剖学的構造を通して案内する際に、外科医は、チップ部分を回転自由度で、すなわち Z 軸回りの回転により作動させることもできる。器具の先端チップ部分 2 1 8 が、円形でない、すなわち展開について好ましい回転角を有する場合に、先端チップ部分 2 1 8 の機構の回転方向は、ナビゲーション支援用画像によって、回転補助のシンボル 4 1 8 と一緒に表示してもよい。例えば、生検器具が側面開口部を有する場合に、開口部を有する側面は、ナビゲーション支援画像上に回転補助のシンボル 4 1 8 と一緒に示すことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

図 6 には、図 4 及び図 5 と比較した際の、標的位置 3 1 2 に対するチップ部分 2 1 8 の位置変化が示されている。ナビゲーション支援画像 3 1 4 のこのビューでは、介入器具のチップ部分 2 1 8 は、標的位置 3 1 2 に到達している。チップ部分は、図 5 に示されるように最小化された Z 次元のシンボル 4 1 0 に加えて、標的位置のシンボル 4 0 2 がチップ部分のシンボル 4 0 0 上に中心決めされたように示されるように、X 及び Y 次元において標的位置 3 1 2 と一緒に直接的に整列される。標的位置 3 1 2 が腫瘍又は他の手術部位等の（中間点又は他の中間点以外の）最終標的であった場合に、次に、システムは、その旨の表示を（例えば、色の変化やシンボルで）表示することができ、外科医は、手術を実施することができる。標的位置 3 1 2 が仮想ロードマップ 3 1 0 に沿った中間点にいた場合に、システムは、標的位置 3 1 2 を次の中間点に更新することができ、ナビゲーション支援用画像 3 1 4 及び距離表示 3 1 6 を同様に更新して、外科医が介入器具のチップ部分 2 1 8 を次の標的位置に案内するのを補助する。

10

【 0 0 4 7 】

図 7 には、ナビゲーション支援画像 3 1 4 の代替実施形態が示されている。この実施形態では、標的位置のシンボル 5 0 2 は、基準フレームであり、こうして、画像 3 1 4 の中心にロックされる。この実施形態では、標的位置のシンボル 5 0 2 は、円形であるが、代替実施形態では、異なるタイプの形状やシンボルであってもよい。Z 次元のシンボル 5 1 0 は、標的位置のシンボル 5 0 2 と同心である。Z 次元のシンボルは、図 4 の Z 次元シンボル 4 1 0 と同様に機能し、器具のチップ部分 2 1 8 と標的位置 3 1 2 との間の Z 次元距離を示す。チップ部分のシンボル 5 0 0 は、ライン 5 0 6 及び 5 0 8 がチップ部分の Y 及び X の並進自由度とそれぞれ整列した状態の十字線の中心として表される。外科医が介入器具のチップ部分 2 1 8 を作動するとき、チップ部分のシンボル 5 0 0 は、標的位置のシンボル 5 0 2 に対して移動して、標的位置 3 1 2 に対するチップ部分の X 及び Y 次元の変化を示す。さらに、X 及び Y の自由度のシンボル 5 0 6 , 5 0 8 は、これらの自由度のシンボルがチップ部分のシンボル 5 0 0 において中心決めされたままの状態となるように移動する。これによって、外科医が、標的位置 3 1 2 の近くに移動させるのにチップ部分をどの次元で作動しなければならないかの経過を追うことを可能にする。

20

【 0 0 4 8 】

図 8 には、図 7 と比較した際の、標的位置 3 1 2 に対するチップ部分 2 1 8 の位置変化が示されている。ナビゲーション支援画像 3 1 4 のこのビューでは、Z 距離は、挿入寸法のシンボル 5 1 0 のより小さいサイズによって表されるように、最小化される。しかしながら、チップ部分は、X 及び Y 次元において標的位置 3 1 2 と依然として整列していない。方向指示のシンボル 5 0 4 は、標的位置 3 1 2 に到達させるために、外科医がチップ部分をどこに案内する必要があるかを示す。

30

【 0 0 4 9 】

図 9 には、図 7 及び図 8 と比較した際の、標的位置 3 1 2 に対するチップ部分 2 1 8 の位置変化が示されている。ナビゲーション支援画像 3 1 4 のこのビューでは、チップ部分のシンボル 5 0 6 が標的位置のシンボル 5 0 2 上に中心決めされ且つ図 5 に示されるように挿入次元のシンボル 5 1 0 の小さなサイズで示される場合に、介入器具のチップ部分 2 1 8 は、標的位置 3 1 2 に到達している。このシステムによって、外科医が、外科医の好みに合うようにナビゲーション支援画像 3 1 4 の実施形態を動的に選択するのを可能にする。

40

【 0 0 5 0 】

外科医が介入器具のチップ部分を患者の解剖学的構造を通して案内する際に、この外科医は、チップ部分を回転自由度で、すなわち Z 軸回りの回転によって作動させることができる。器具の先端チップ部分 2 1 8 が、円形でない、すなわち展開について好ましい回転角を有する場合に、先端チップ部分 2 1 8 の機構の回転方向は、ナビゲーション支援用画像によって回転補助のシンボル 5 1 8 と一緒に表示される。例えば、生検器具が側面開口部を有する場合に、この開口部を含む側面は、ナビゲーション支援画像上に回転補助のシ

50

ンボル 5 1 8 と一緒に示すことができる。

【 0 0 5 1 】

様々な実施形態では、G U I 3 0 0 の複合ウィンドウに表示される画像が回転によって位置合わせされる。例えば図 4 において、標的位置シンボル 4 0 2 がチップ部分のシンボル 4 0 0 に対して + X , - Y 象限にあるときに、内視鏡画像 3 0 2 及び / 又は仮想可視化画像 3 0 4 内の標的に関連した画像やアイコンは、画像の右下部分に配置されることになる。さらに、仮想概観経路画像 3 0 6 や手術前画像 3 1 2 等の G U I 3 0 0 内の他の画像は、チップ部分の向きを反映するように適宜回転される。これによって、外科医が、複数のナビゲーション支援画像から患者の解剖学的構造内の介入器具の向きや位置合わせを一貫して知覚することができる。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 0 には、介入器具のチップ部分を患者の解剖学的構造内の標的位置に案内するのを支援するために G U I 3 0 0 を使用方法 6 0 0 を説明するフローチャートが示されている。6 0 2 において、方法 6 0 0 は、患者の解剖学的構造内の標的位置を処理するステップを含む。これは、例えば、標的位置を選択又は特定するステップ、又は別のプロセスによって予め決定された標的位置を受信するステップを含んでもよい。上述したように、標的位置は、生検部位、手術部位、仮想ロードマップに沿って手術部位で終了する中間点等であってもよい。6 0 4 において、方法 6 0 0 は、患者の解剖学的構造内での介入器具のチップ部分の位置指示を受信するステップを含む。6 0 6 において、方法 6 0 0 は、チップ部分の位置と標的位置との間の 3 次元距離を測定するステップを含む。6 0 8 において、方法 6 0 0 は、標的位置を表すシンボル（例えば、標的位置のシンボル 4 0 2 又は 5 0 2 ）をナビゲーション支援画像 3 1 4 上にグラフィカルに表示するステップを含む。6 1 0 において、方法 6 0 0 は、介入器具のチップ部分を示すシンボル（例えば、チップ部分のシンボル 4 0 0 又は 5 0 0 ）をグラフィカルに表示するステップを含む。6 1 2 において、方法 6 0 0 は、挿入寸法を表すシンボル（例えば、2 次元シンボル 4 1 0 又は 5 1 0 ）をナビゲーション支援用画像 3 1 4 上にグラフィカルに表示するステップを含む。外科医がナビゲーション支援画像 3 1 4 を確認しながら介入器具のチップ部分を標的位置に向けて案内する際に、画像 3 1 4 は、現在のナビゲーション支援を提供するように更新される。チップ部分が標的に到達すると、視覚的な合図（例えば、ナビゲーション支援画面上での色の变化、ナビゲーション支援画面上でのアイコンの変化）によって、標的に到達したことを外科医に警告する。器具のチップ部分に対する標的位置は、いくつかの処置において、アクセスされる組織から離れていてもよい。例えば、生検処置において、チップ部分に対する標的位置は、ニードルがこのニードルを覆うカテーテルから伸長するのを可能にするために、生検組織から十分な間隔を有してもよい。

20

30

【 0 0 5 3 】

本発明の実施形態における 1 つ又は複数の要素は、制御システム 1 1 2 等のコンピュータシステムのプロセッサで実行されるようなソフトウェアで実現してもよい。ソフトウェアで実現した場合に、本発明の実施形態の要素は、本質的に、必要なタスクを実行するためのコードセグメントである。伝送媒体又は通信リンクを介して搬送波で具現化されるコンピュータデータ信号によってダウンロードされたプログラム又はコードセグメントは、プロセッサ可読記憶媒体又は装置に記憶することができる。プロセッサ可読記憶装置は、光媒体、半導体媒体、及び磁気媒体を含む情報を格納できる任意の媒体であってもよい。プロセッサ可読記憶装置の例としては、電子回路；半導体装置、半導体メモリ装置、読み出し専用メモリ（ROM）、フラッシュメモリ、消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（EPROM）；フロッピーディスク、C D - R O M、光ディスク、ハードディスク、又は他の記憶装置；を含む。コードセグメントは、インターネット、イントラネット等のコンピュータネットワークを介してダウンロードしてもよい。

40

【 0 0 5 4 】

提示されるプロセス及び表示は、本質的に、特定のコンピュータ又は他の装置に関連しなくてもよいことに留意されたい。これらの様々なシステムに必要な構造は、請求項にお

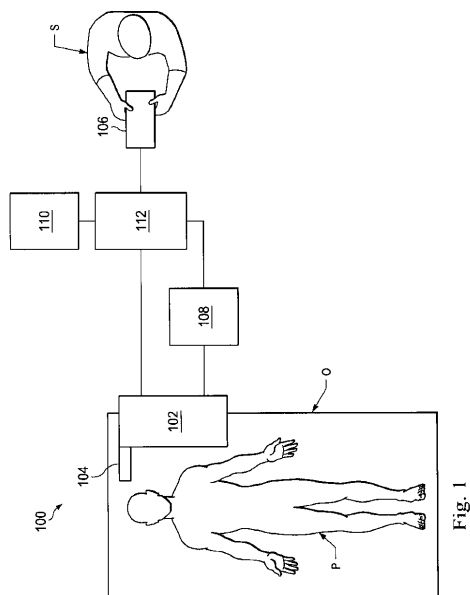
50

ける要素として表される。また、本発明の実施形態は、特定のプログラミング言語を参照して記述されていない。様々なプログラミング言語が、本明細書に説明される本発明の教示を実現するために使用され得ることが理解されるであろう。

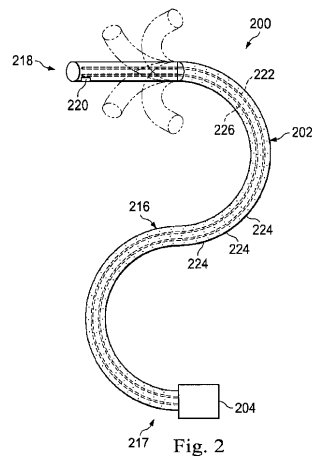
【 0 0 5 5 】

本発明の特定の例示的な実施形態について説明し、且つ添付の図面に示したが、このような実施形態は、広範な本発明の単なる例示であり、広範な本発明に対する限定ではないこと、及び様々な他の修正が当業者によって想起されるので、本発明の実施形態は、図示及び説明された特定の構成及び配置に限定されないことを理解すべきである。

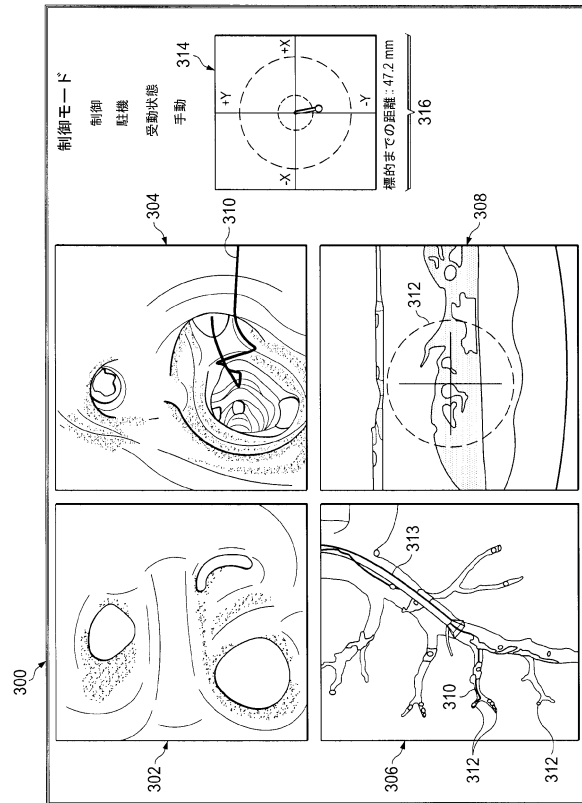
【 図 1 】



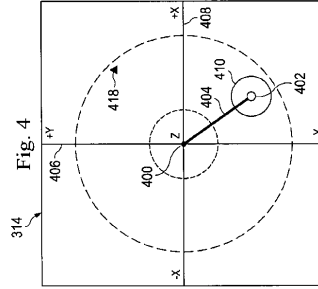
【 図 2 】



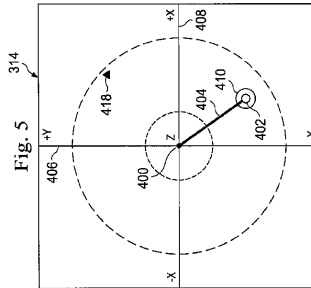
【図 3】



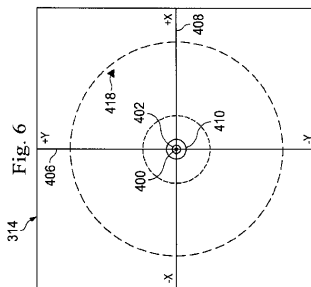
【図 4】



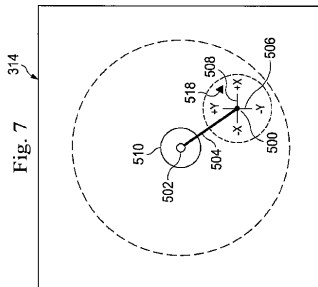
【図 5】



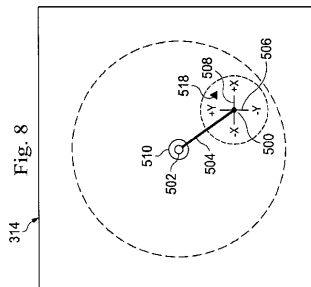
【図 6】



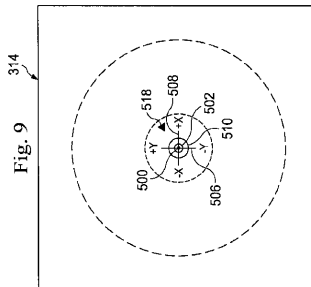
【図 7】



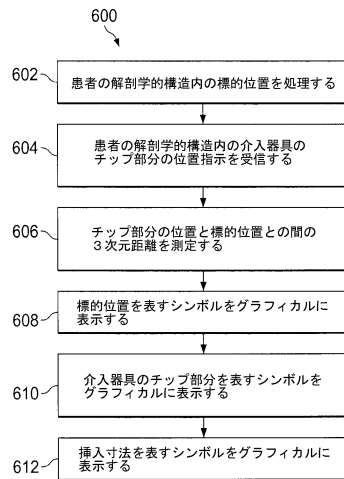
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 デュインダム, ヴィンセント
アメリカ合衆国 94040 カリフォルニア州, マウンテンビュー, カリフォルニア・ストリート 2005, アpartment 5
- (72)発明者 レイリー, キャロル
アメリカ合衆国 94107 カリフォルニア州, サンフランシスコ, ミネソタ・ストリート 1280, アpartment 204

合議体

審判長 高木 彰
審判官 栗山 卓也
審判官 和田 将彦

- (56)参考文献 米国特許第5638819 (US, A)
特表2004-513684 (JP, A)
米国特許出願公開第2010/0179418 (US, A1)
特開平8-332191 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B17/00
A61B34/00