

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4776944号  
(P4776944)

(45) 発行日 平成23年9月21日(2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int.Cl. F 1  
A 6 1 M 25/01 (2006.01) A 6 1 M 25/00 3 0 9 B

請求項の数 6 外国語出願 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2005-45786 (P2005-45786)	(73) 特許権者	508080229
(22) 出願日	平成17年2月22日(2005.2.22)		バイオセンス・ウエブスター・インコーポ
(65) 公開番号	特開2005-237964 (P2005-237964A)		レーテッド
(43) 公開日	平成17年9月8日(2005.9.8)		アメリカ合衆国カリフォルニア州9176
審査請求日	平成20年2月21日(2008.2.21)		5ダイヤモンドバー・ダイヤモンドキヤニ
(31) 優先権主張番号	785162	(74) 代理人	100088605
(32) 優先日	平成16年2月23日(2004.2.23)		弁理士 加藤 公延
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	アサフ・ゴバリ
			イスラエル国、34400 ハイファ、ピ
		(72) 発明者	アンドレス・クラウディオ・アルトマン
			イスラエル国、34614 ハイファ、シ
			ムジョン 13/9

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットガイドカテーテル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

人間が制御可能であり操縦できるカテーテルと共に使用するためのロボットであって、  
前記カテーテルの先端部の曲げを手動で制御するように適合されたサムコントロールと、  
6つの位置及び向きを指示する位置情報を生成するように適合されている位置センサ  
とを含み、

前記位置センサは前記カテーテルの前記先端部の近傍に固定されて、位置情報を生成し

前記ロボットは、前記サムコントロールに結合するように適合されたエンドエフェクタ  
及び、前記位置信号を受け取るように適合された制御部を有し、

前記位置信号は6つの位置及び向きを指示し、

前記制御部は、前記位置信号にตอบสนองして前記サムコントロールを非手動で操作すること  
に適合されており、前記カテーテルの前記先端部を所望の部位に配置するため、前記6つ  
の位置及び向きを指示する情報に基づき前記エンドエフェクタを作動させる、ロボット。

【請求項2】

前記制御部が、前記エンドエフェクタを作動させて前記カテーテルの長手方向の軸に対  
して前記サムコントロールを長手方向に移動させ、前記先端部を曲げるように適合されて  
いることを特徴とする請求項1に記載のロボット。

【請求項3】

前記カテーテルが、前記先端部のロールを制御するように適合されたハンドルを含み、

前記ロボットが、前記ハンドルに結合するように適合されたハンドルエンドエフェクタを含み、

前記制御部が、前記ハンドルエンドエフェクタを作動させ、前記ハンドルを操作して前記先端部をロールさせるように適合されていることを特徴とする請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記カテーテルが、そのカテーテルを前進及び後退させるように適合されたハンドルを含み、

前記ロボットが、前記ハンドルに取り付けできるように適合されたハンドルエンドエフェクタを含み、

前記制御部が、前記ハンドルエンドエフェクタを作動させて、前記ハンドルを操作して前記カテーテルの前進及び前記カテーテルの後退から選択される少なくとも 1 つの動作を実行するように適合されていることを特徴とする請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 5】

前記所望の部位への前記先端部の配置の遅延が検出された場合に、前記制御部は、前記先端部が捕捉された組織から前記先端部が解放されるように、前記エンドエフェクタを作動させることを特徴とする請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 6】

前記制御部が、前記エンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の前記サムコントロールの一部の動きに類似した前記サムコントロールの一部の動きを引き起こして前記先端部を曲げるように適合されていることを特徴とする請求項 1 に記載のロボット

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、侵襲性医療器具に関し、詳細には、診断及び治療目的でカテーテルを操作及び操縦するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

治療、診断、及び外科目的で生組織内でカテーテルなどの侵襲性医療器具を移動、案内、及び/または操舵するための機構は当分野で周知である。カテーテルの先端部などの装置における 1 点の向きを決定することを含め、体内に挿入された医療装置の位置決定及び追跡を可能にする技術が開発されてきた。生組織内の外科用物体の位置決定は、様々な形態の電磁エネルギーや超音波エネルギーの使用を含め、様々な方法で達成することができる。様々なカテーテルの操縦及び曲げ機構は当分野で周知である。

【0003】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする、本願の譲受人に譲渡された特許文献 1 に、通常は組織の内腔から生体組織内に挿入する先端部を備えた細長い可撓性プローブが開示されている。このプローブは、その近傍の組織の特徴を示す信号を生成するセンサ、及びその信号に応答してプローブの先端部を曲げる整合機構を含む。この信号は、腔内の障害物や開いた通路の方向を示すことができる。

【0004】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 2 に、サーボ型システムによって体腔内部での方向の制御によって案内されるカテーテルが開示されている。このサーボ型システムは、通常はエラー検出アルゴリズムでプログラムされたマイクロプロセッサ及び動作制御システムに位置、向き、または速度の情報を送信するためにセンサを含む。動作制御システムは、所定の経路に沿ってカテーテルを案内するため、または標的部位に対する位置を連続的に調節するために必要な位置、向き、または速度の変化を表す信号を生成する。この信号は、方向操縦システムまたは前進駆動システム、或いはこれらの両方のシステムに送信され、位置、向き、または速度が変えられる。この結果、

10

20

30

40

50

閉ループサーボシステムが得られる。この閉ループサーボシステムでは、予めプログラムされた自動前進が可能であり、かつ/または分岐した螺旋状の通路を介してカテーテルの先端部を治療処置が必要または診断情報を得る部位へ配置することができる。

【0005】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献3に、所定の空間内に医療器具を選択的に配置するための遠隔制御装置が開示されている。この装置は、回動可能に取り付けられた2つの要素を有するクランプを含む。この2つの要素により、クランプを開位置または閉位置にすることができる。それぞれの要素は、クランプが閉じた状態の時に医療器具を受容する弧状の溝を有する駆動輪を含む。それぞれの駆動輪は結合歯車を含む。結合歯車は、クランプが開位置では歯車の歯が互いに噛合した状態で回動して離れるように配置及び構成されている。駆動輪の一方は、クランプの一方の要素内に受容されたモータによって直接駆動される。

10

【0006】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献4に、器具駆動装置に結合された遠隔制御外科器具を含む外科システムが開示されている。器具駆動装置は、遠隔制御外科器具を回転及び作動させることができる。遠隔制御外科器具は、エンドエフェクタに結合され、かつプッシュロッドに取り外し可能に接続されたアクチュエータロッドを含む。プッシュロッドは、ハンドルに対して移動してエンドエフェクタを作動させることができる。ハンドルは、遠隔制御外科器具及び器具駆動装置の両方に形成された対応するスロット内にピンを挿入して器具駆動装置に固定することができる。

20

【0007】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献5に、外科医が足で操作できるフットペダルの作動にตอบสนองして外科器具を動かすロボットシステムが開示されている。ロボットシステムは、内視鏡などの外科器具を保持するように適合されたエンドエフェクタを有する。エンドエフェクタは、患者に対して内視鏡を移動させることができるロボットアーム組立体に結合されている。ロボットシステムは、フットペダルから受け取った入力信号にตอบสนองしてロボットアームの動きを制御するコンピュータを含む。

【0008】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献6及び7に、患者の小さな経皮的刺入部から送達できるように構成された内視鏡器具などの外科器具を取り外し可能に保持するための技術が開示されている。この器具は、一对の取付けピンを備えた細長いシャフトを含む。一对の取付けピンは、基端部と先端部の間のシャフトから横方向に延びている。器具ホルダーが、器具のシャフト及び取付けピンのそれぞれを受容する中心孔及び軸方向に延びたスロットを備えた支持体を含む。一对の固定スロットが、軸スロットに対して横方向に、その軸スロットに連通するように支持体に形成されており、これにより取付けピンが固定スロット内で回動可能である。器具支持体は更に、取付けピンを固定スロット内に自動的に固定して器具を器具ホルダーに取り外し可能に結合するためのラッチ組立体を含む。このツイスト固定動作で、外科医が、開放手術、腹腔鏡手術、または胸腔鏡手術などの外科手術中にホルダーに対して様々な器具を迅速に取り付けたり取り外したりできる。

30

40

【0009】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献8に、患者の体内に細長い可撓性プローブを制御可能に挿入する推進装置を含む遠隔制御カテーテルシステムが開示されている。推進装置に接続された制御コンソールがユーザー制御部を含む。患者から離れたシステムの使用者がこのユーザー制御部を操作して、推進装置によって患者の体内へのプローブの挿入を制御することができる。

【0010】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献9に、心臓組織などの組織の伝導経路を外科医がアブレーションするのを支援する技術が開示されている。組織表面に取り付けて外科医が伝導経路を容易に切断して所望の部位に外傷を形成でき

50

るテンプレートとして機能するように装置を構成することができる。具体的には、このテンプレートを用いて、外科医による所望のアブレーション経路に沿った外科器具の使用を案内することができる。場合によっては、テンプレートは、アブレーション経路に沿って移動できるように外科器具を構造的に支持する金物を含むことができる。

【0011】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献10に、対称な円柱制御ハンドル、細長いチューブ状カテーテル本体、及び可撓性カテーテル先端部を含むカテーテルが開示されている。このカテーテル先端部は、その軸からずれた内腔を有する。制御ハンドルは、先端部にピストン室を有するハウジングを含む。ピストンは、ピストン室に配置され、長手方向に移動することができる。カテーテル本体の基端部は、ピストンの先端部に固定されている。引張りワイヤがハウジングに取り付けられている。このワイヤは、ピストンを経てカテーテル本体の中を同軸的に通ってカテーテル先端部の軸外内腔まで延び、カテーテル先端部の壁部に取り付けられている。ピストンがハウジングに対して長手方向に移動するとカテーテル先端部が曲がる。

10

【0012】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献11に、細長い本体、先端部分、及び制御ハンドルを含む2方向カテーテルが開示されている。細長い本体は、内部を通る少なくとも1つの内腔を有する。先端部分は、カテーテル本体の先端部に取り付けられ、少なくとも2つの正反対の軸外内腔を有する。第1の内腔は第2の内腔よりも小さい。制御ハンドルは、第1の位置と第2の位置との間で長手方向に移動可能な少なくとも2つの部材を含む。カテーテルは更に、第1の引張りワイヤ及び第2の引張りワイヤを含む。それぞれの引張りワイヤの基端部は、制御ハンドルの関連可動部材に連結されている。それぞれの引張りワイヤは、制御ハンドルからカテーテル本体の内腔に延びている。第1の引張りワイヤは、先端部分の第1の内腔内に延びており、第2の引張りワイヤは、先端部分の第2の内腔内に延びている。それぞれの引張りワイヤの基端部は、先端部分に固定されている。可動部材がカテーテル本体に対して基端側に移動すると、可動部材に連結された引張りワイヤがカテーテル本体に対して基端側に移動し、これにより先端部分が、その引張りワイヤが延在する内腔の方向に曲がる。

20

【0013】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献12及び13に、全方向操縦可能カテーテルが開示されており、言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献14及び15に、2方向操縦可能カテーテルが開示されている。

30

【0014】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献16に、360度案内可能な先端部を備えた操縦可能なカテーテルが開示されている。この案内は、カテーテルの長さに沿って延在し、対で別々に作動する4本のガイドワイヤによって行われる。

【0015】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献17に、カテーテルの内腔にワイヤ部材が緩く配置されたカテーテルが開示されている。ワイヤ部材は、カテーテルの軸から径方向に離間したカテーテルの先端部近傍に固定されている。ワイヤ部材はカテーテルの内腔を通りその基端部から延出しているため、そのワイヤ部材を引張ってカテーテルの先端部を曲げることができる。

40

【0016】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献18 25に、操縦可能なカテーテルが開示されている。

【0017】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献26に、形状記憶合金(SMA)を用いて曲げられる内視鏡が開示されている。内視鏡の挿入部分の先端

50

部は、複数のセグメントに分割されている。それぞれのセグメントは、軸に対して対称に配置された、密着して曲がった形状を記憶している一対のSMAコイルを含む。SMAコイルが記憶した形状に戻ると、挿入部分の先端部が曲がる。SMAコイルは、電源回路によって通電加熱されると記憶した形状に戻る。電源回路は、前側セグメントの曲げ角度の目標値を入力するための入力ユニット、挿入部分の挿入距離を検出するためのセンサ、それぞれのセグメントの曲げ角度を検出するための検出回路、及びSMAコイルの曲げ角度が目標値に一致するように供給する電流を調節する手段を含む。入力した角度を前側セグメントの目標角度と設定し、それぞれのセグメントの検出した曲げ角度をそれぞれの後続セグメントの目標角度と設定する。この設定値は、挿入部分の挿入距離が所定の距離に達する度に更新する。

10

## 【0018】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする非特許文献1に、内視鏡用のSMAばねで作動する多関節運動装置(polyarticulated device)が記載されている。

## 【0019】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする非特許文献2に、SMAコイルアクチュエータを含む多数の結合部を有するアクティブカテーテルが記載されている。

## 【0020】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする非特許文献3に、基本的なSMAの概念の考察及びSMAの適用例を含め、SMAの分野における近年の進歩の概要が記載されている。

20

## 【0021】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする非特許文献4に、カテーテル操縦要素への電気駆動型ポリマー(EAP)の適用を含め、EAPの分野における現在の試みや課題の概要が記載されている。

## 【0022】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする非特許文献5に、電気特性及び機械特性を定量するためのEAPの曲げについての新規の試験方法が記載されている。

30

## 【0023】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする非特許文献6に、高分子網目における陽イオンの移動の結果として電気活性に応答して曲がるイオン電気駆動型ポリマー(イオンEAP、またはイオン導電性ポリマー-金属接合体(IPMC)とも呼ばれる)の概要が記載されている。

## 【0024】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献27に、長手方向の軸、先端部、及び少なくとも1つの曲げ機構を有する細長いプローブが開示されている。この機構は、先端部及び基端部を備えた、所定の曲げ剛性を有する弾性可撓性部材を含む。この可撓性部材は、その長手方向の軸に概ね平行なプローブ内に固定されている。プローブは更に、可撓性部材の先端部に結合された先端部及びプローブを曲げるために長手方向に引張られる先端部を有する引張りワイヤを含む。

40

## 【0025】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献28に、3Dトラッキング/イメージングシステムを用いて医療処置を実施するための方法が開示されている。カテーテル、プローブ、センサ、ペースメーカー配線、または針などの外科器具を生体内に挿入し、外科器具が体内の媒質を移動する時にその外科器具の位置を追跡する。周囲に対する外科器具の位置が表示されるため、外科医が外科器具をより正確に配置することができる。この方法は、ロボット外科手術と一体化できると開示されている。

## 【0026】

50

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献29に、被検者に挿入される、細長い器具本体を有する医療器具が開示されている。この細長い本体は、連続的に配置された多数の硬質部分からなり、それぞれの連続部分が、互いに対して角度をなすことができる関節結合部によって互いに連結されている。この外科器具は、ロボットアームの形態或いは手動で案内される器具とすることができる。

【0027】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献30に、患者に医療処置を実施するための遠隔制御可能な柔軟機器システムが開示されている。この機器システムは、先端部を患者の体内に配置するために患者に挿入できる、先端部及び基端部を備えた器具シャフトと、その器具シャフトの基端部で器具シャフトに結合されたシャフト取付け部と、そのシャフト取付け部に駆動可能に結合された駆動ユニットとを含む。この器具シャフトは、体内の標的部位で医療処置を実施するために医療処置機構を支持する細長いシャフトを含む。この細長いシャフトは、容易に曲がって患者の体内の通路を無外傷的に通れるようにそのシャフトの所定の長さがその性質から十分に変形するように構成及び配置されている。この器具は更に、電気制御部に接続されたユーザー入力装置を有する遠隔ユーザーインターフェイスを含む。電気制御部は、ユーザー入力装置から命令を受け取り、ユーザーによるユーザー入力装置の操作に従って駆動ユニットに信号を送信する。電気制御部は、ユーザーによるユーザー入力装置の操作に従って細長いシャフトの1または複数の変形部分の曲げと医療処置機構の動きを制御する命令処理機構を含む。

【0028】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献31に、テレプレゼンスを備えた遠隔操作システムが開示されている。このシステムは、コンピュータを含むサーボ機構を用いて左右のマニプレータを制御するための左右の制御部を含む。遠隔操作システムは、内視鏡外科手術に適した内視鏡外科器具を含む。この外科器具は、挿入部分を操作する制御サーボ機構を含む。この挿入部分は、前腕部、リスト部、及びエンドエフェクタを含む。このエンドエフェクタは、リトラクター、電気外科カッター、電気外科凝固装置、鉗子、針ホルダー、鋏、ブレード、及びイルリガートルなどの修正外科器具である。

【0029】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献32に、外科医が操作する操作ユニット及びその操作ユニットから離れて形成された患者を治療するための治療部分を含む医療装置と、患者と治療部分との接触の状態を検出するための検出器すなわち圧力センサと、外科医が接触の状態を知覚できるように検出器の出力に従って小さな接触圧力を増幅して接触の状態を再現するための再現機構とを含む医療システムが開示されている。

【0030】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献33に、所望の標的生体組織部位に医療器具を配置するための技術が開示されている。このシステムは、可撓性先端部を有する細長いシースを含む。この先端部は、所定の標的組織表面の近傍に曲げた部分を配置できるように、外科処置中に医療器具の少なくとも一部を曲げるか或いは他の方法で配置するように構成されている。この医療器具に位置合わせシステムを組み入れることができる。医療器具は、アブレーションシステムとすることができる。医療器具は、ロボット式低侵襲性外科処置の際にロボットで制御することができる。このロボットは、医療器具を遠隔から移動または回転させてアブレーションシース及びアブレーション要素を配置し、組織を正確にアブレーションすることができる。

【0031】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献34に、コンピュータ制御定位外科手術の方法が開示されている。この方法は、画像装置、ロボットアーム、及びロボットアームを制御するための手段を利用する。画像装置は、手術すべき部位の体内構造についての情報を提供する。ロボットアームは、外科手術または関連処置の実

10

20

30

40

50

施に用いられる外科器具または他の器具を正確に配置するために用いられる。コンピュータなどの制御手段が、画像装置から受け取った情報を単独で用いて或いは他の情報と共に用いてロボットアームを制御する。

【 0 0 3 2 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 3 5 に、患者への医療処置または外科処置に用いるシステムが開示されている。このシステムは、このような処置の前にスキャナで生成したスキャン画像を用いて、処置中の 1 または複数の体の構成要素の位置を表す画像を生成する。この画像データセットは、それぞれの体の構成要素に対する基準点を有し、それぞれの構成要素の基準点が特定の体の構成要素に対して固定された空間的關係を有する。このシステムは、表示される体の各構成要素の各基準点の相対位置を処置中に特定する装置を含む。

10

【 0 0 3 3 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 3 6 に、生体組織の接触面の選択した部分をアブレーションするための技術が開示されている。このシステムは、組織の接触面に実質的に一致するように予め成形された所定の形状を有する細長いアブレーションシースを含む。アブレーションシースは、細長いアブレーション装置を長手方向にスライド可能に受容できる大きさのアブレーション内腔を画定している。アブレーション装置は、組織をアブレーションできる十分に強いアブレーションの場を選択的に生成する可撓性アブレーション要素を含む。アブレーション要素をアブレーションシースのアブレーション内腔内をスライドさせて前進させ、所定の表面が接触面に好適に接触したら、接触面にアブレーションを案内するべくアブレーション経路に沿ってアブレーション要素を選択的に配置する。ロボット式低侵襲性外科処置では、アブレーションシースまたはアブレーション要素をロボットで制御することができる。このロボットは、アブレーションシース及びアブレーション要素を遠隔制御（移動/回転）してアブレーションシース及びアブレーション要素を配置して組織を正確にアブレーションすることができる。

20

【 0 0 3 4 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 3 7 に、患者の体内の内視鏡治療システムの位置を検出するために利用するコンピュータ制御画像システムが開示されている。好適な実施形態では、このシステムは、治療システムの位置及び/またはその治療システムに対する患者の位置を維持及び調整するためにリアルタイムコンピュータ制御を提供し、オプションとして、治療システム自体の操作のリアルタイムコンピュータ制御を提供することもできる。他の実施形態は、外部の磁界によって作動する回転可能なアブレーション部材を有する操縦可能なカテーテルシステムを含む。

30

【 0 0 3 5 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 3 8 に、検査する物体内において挿入本体を案内するためのガイド装置が開示されている。このガイド装置は、案内部分と、その部分を電磁的に案内するように適合された、検査する物体の外部に設けられたガイド装置を含む。このガイド装置は、少なくとも 2 方向に案内部分を移動させるための駆動装置を含む。

【 0 0 3 6 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 3 9 4 2 に、外科的に埋め込まれた磁気材料を含む物体を移動または案内するために磁界を変更する、対話式ディスプレイを含む方法が開示されている。

40

【 0 0 3 7 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 4 3 に、機械的に押す力を加えて体内のインプラントを移動させ、外部から加えられる磁気システムを変更して所定の経路に磁氣的にインプラントを進める方法が開示されている。

【 0 0 3 8 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 4 4 に、磁気システムを用いて体内での磁気物体の位置及び動きを観察する方法が開示されている。

50

## 【 0 0 3 9 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 4 5 4 9 に、位置及び向きを磁氣的に決定するための方法及び装置が開示されている。

## 【 0 0 4 0 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする、本願の譲受人に譲渡された特許文献 5 0 5 2 に、心臓内の正確な位置の関数として局所活動時間などの心臓組織の電気特性を検出する方法が開示されている。心臓に送る先端部に電気センサ及び位置センサを備えたカテーテルでデータを収集する。心臓の電気活動を検出する技術は、言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする特許文献 5 3 5 8 にも開示されている。

10

## 【 0 0 4 1 】

このようなデータに基づいて心臓の電気活動の地図を作成する方法が、言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする、本願の譲受人に譲渡された特許文献 5 9 6 0 に開示されている。これらの特許文献に記載されているように、位置及び電気活動は通常、心臓の内面の約 1 0 点～約 2 0 点で初めに測定される。これらのデータ点は通常、十分に質の高い心臓表面の予備的な再現すなわち地図を作成するのに十分である。臨床現場では、心室の電気活動のより全体的な地図を作成するために 1 0 0 点以上のデータを収集するのは珍しくない。作成された詳細な地図が、例えば、心臓の電気活動の伝導を変更して正常な心臓のリズムを回復させる組織アブレーションなどの治療方法を決定する際の基礎となる。心臓の地図の作成方法は、言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする、本願の譲受人に譲渡された特許文献 6 1 6 4 に開示されている。

20

## 【 0 0 4 2 】

言及することを以ってその開示の全てを本明細書の一部とする本願の譲受人に譲渡された、ベンハイム (Ben-Haim) らによる欧州特許出願第 1 1 2 5 5 4 9 号及び対応する米国特許出願第 0 9 / 5 0 6 , 7 6 6 号に、心室の電気地図を迅速に作成する方法が開示されている。このような方法に用いるカテーテルは、その先端部に接触電極を備え、その先端部近傍のカテーテルシャフトにアレイ状に配置された非接触電極を備えている。このようなカテーテルはまた、少なくとも 1 つの位置センサを含む。非接触電極及び接触電極からの情報を用いて心室の幾何学的電気地図を作成する。

【特許文献 1】米国特許第 6 , 0 8 3 , 1 7 0 号明細書

30

【特許文献 2】米国特許第 5 , 4 9 2 , 1 3 1 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5 , 7 7 9 , 6 2 3 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 6 , 4 3 6 , 1 0 7 号明細書

【特許文献 5】米国特許第 5 , 7 5 4 , 7 4 1 号明細書

【特許文献 6】米国特許第 5 , 6 4 9 , 9 5 6 号明細書

【特許文献 7】米国特許第 6 , 4 6 1 , 3 7 2 号明細書

【特許文献 8】国際公開第 9 9 / 4 5 9 9 4 号パンフレット

【特許文献 9】米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 4 3 3 2 6 号明細書

【特許文献 1 0】米国特許第 R E 3 4 , 5 0 2 号明細書

【特許文献 1 1】米国特許第 6 , 2 1 0 , 4 0 7 号明細書

40

【特許文献 1 2】米国特許第 6 , 0 6 6 , 1 2 5 号明細書

【特許文献 1 3】米国特許第 6 , 1 2 3 , 6 9 9 号明細書

【特許文献 1 4】米国特許第 6 , 1 8 3 , 4 6 3 号明細書

【特許文献 1 5】米国特許第 6 , 1 9 8 , 9 7 4 号明細書

【特許文献 1 6】米国特許第 3 , 4 7 0 , 8 7 6 号明細書

【特許文献 1 7】米国特許第 4 , 9 2 0 , 9 8 0 号明細書

【特許文献 1 8】米国特許第 5 , 4 8 9 , 2 7 0 号明細書

【特許文献 1 9】米国特許第 5 , 8 9 7 , 5 2 9 号明細書

【特許文献 2 0】米国特許第 5 , 9 3 8 , 6 0 3 号明細書

【特許文献 2 1】米国特許第 5 , 9 6 4 , 7 5 7 号明細書

50



- 【特許文献22】米国特許第6,171,277号明細書
- 【特許文献23】米国特許第6,210,362号明細書
- 【特許文献24】米国特許第6,402,719号明細書
- 【特許文献25】米国特許第6,165,139号明細書
- 【特許文献26】米国特許第4,930,494号明細書
- 【特許文献27】国際公開第98/43530号パンフレット
- 【特許文献28】米国特許第6,246,898号明細書
- 【特許文献29】米国特許第6,470,205号明細書
- 【特許文献30】国際公開第02/074178号パンフレット
- 【特許文献31】米国特許第5,808,665号明細書 10
- 【特許文献32】米国特許第5,339,799号明細書
- 【特許文献33】米国特許出願公開第2002/0128636号明細書
- 【特許文献34】米国特許第5,078,140号明細書
- 【特許文献35】米国特許第6,490,467号明細書
- 【特許文献36】米国特許出願公開第2002/0087151号明細書
- 【特許文献37】米国特許第6,400,980号明細書
- 【特許文献38】米国特許第5,681,260号明細書
- 【特許文献39】米国特許第6,507,751号明細書
- 【特許文献40】米国特許第6,014,580号明細書
- 【特許文献41】米国特許第6,212,419号明細書 20
- 【特許文献42】米国特許第6,157,853号明細書
- 【特許文献43】米国特許第6,475,223号明細書
- 【特許文献44】米国特許第5,125,888号明細書
- 【特許文献45】米国特許第4,173,228号明細書
- 【特許文献46】米国特許第5,558,091号明細書
- 【特許文献47】米国特許第5,729,129号明細書
- 【特許文献48】米国特許第5,752,513号明細書
- 【特許文献49】米国特許第5,833,608号明細書
- 【特許文献50】米国特許第5,546,951号明細書
- 【特許文献51】米国特許第6,066,094号明細書 30
- 【特許文献52】欧州特許第0776176号明細書
- 【特許文献53】米国特許第5,471,982号明細書
- 【特許文献54】米国特許第5,391,199号明細書
- 【特許文献55】米国特許第6,066,094号明細書
- 【特許文献56】米国特許第6,052,618号明細書
- 【特許文献57】国際公開第94/06349号パンフレット
- 【特許文献58】国際公開第97/24981号パンフレット
- 【特許文献59】米国特許第6,226,542号明細書
- 【特許文献60】米国特許第6,301,496号明細書
- 【特許文献61】米国特許第5,391,199号明細書 40
- 【特許文献62】米国特許第6,285,898号明細書
- 【特許文献63】米国特許第6,368,285号明細書
- 【特許文献64】米国特許第6,385,476号明細書
- 【非特許文献1】クール・シー (Kuhl C) ら著、「仮想内視鏡：アクティブ内視鏡のシミュレーションから最適化まで (Virtual endoscopy: from simulation to optimization of an active endoscope)」、イーエスエーアイエム：プロシーディングス (ESAIM: Proceedings) 12号、2002年11月、p. 84-93
- 【非特許文献2】ハガ・ワイ (Haga Y) ら著、「形状記憶合金コイルを用いた小径アクティブカテーテル (Small diameter active catheter using shape memory alloy coils)」、電気学会論文誌 120 - E 巻 11号 (Trans. IEE of Japan 120-E (No.11))、20 50

00年、p.509 514

【非特許文献3】オツカ・ケー (Otsuka K) 著、「形状記憶合金の科学技術：進展 (Science and technology of shape-memory alloys: new development)」、エムアールエス・ブレイク (MRS Bulletin) 27号、2002年2月、p.91-00

【非特許文献4】バー・コーヘン・ワイ (Bar-Cohen Y) 著、「EAP材料が目新しさから実用化の段階に変わったか? (Transition of EAP material from novelty to practical applications are we there yet?)」、イーエーピーエーディーのプロシーディングス紙第4329-02号 (Proceedings of EAPAD, Paper No.4329-02)、2001年3月

【非特許文献5】バー・コーヘン・ワイ (Bar-Cohen Y) 著、「電気駆動型ポリマー (EAP) の特徴付け方法 (Electroactive polymers (EAP) characterization methods)」、プロシーディングス・オブ・SPIEの第7回年次国際シンポジウム (スマート構造及び材料について) 第3987-04号 (Proceedings of SPIE's 7th Annual International Symposium on Smart Structures and Materials, Paper No. 3987-04)、2000年3月

【非特許文献6】ラジャビンジャド・エー (Razavinejad A) 著、「イオンポリマー金属接合体 (Ionic polymer metal composites)」、ELF482 BME セミナー (ELF 482 BME Seminar)、2002年3月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0043】

カテーテルの先端部を自由に曲げることができるカテーテル、制御機構、及びコンソールを含むロボットガイドカテーテルシステム及び方法を提供すること。

【課題を解決するための手段】

【0044】

本発明の実施形態では、ロボットガイドカテーテルシステムはカテーテル、制御機構、及びコンソールを含む。カテーテルは通常、カテーテルの先端部近傍に配置された少なくとも1つの位置センサを含む。医療処置では、カテーテルを、体腔 (例えば、心臓) や体内腔 (例えば、血管や消化管) などの患者の標的領域内に挿入し、コンソールがその標的領域の地図を作成する。システムの利用者が先端部を配置する位置を指示し、コンソールが制御機構を動作させて先端部をその所望の位置に配置する。

【0045】

本発明のある実施形態では、カテーテルは、広く流通し現在使用されているカテーテルなどの利用者が手で操作できる人間制御操縦可能カテーテルを含む。制御機構は、制御ハンドル及び/またはサムコントロールなどのカテーテルの先端部を曲げるための手動制御手段を含む。制御機構は更に、外科医の手の動きを概ね模倣してカテーテルを保持及び操作するように適合されたロボット制御機構を含む。

【0046】

本発明のある実施形態では、カテーテルは、主にロボットの的に制御されるように適合された自動カテーテルを含む。制御機構は、例えば4本の複数の引張りワイヤを有する一体型ロボット制御機構を含む。引張りワイヤは、カテーテルの周辺部に配置され、通常はカテーテルの長さに沿ってそれぞれの内腔に延在する。モータが、それぞれの引張りワイヤを張ったり緩めたりできる。通常は、それぞれのモータの選択的な作動により、制御機構がカテーテルの先端部を360度曲げることができる。別法では、一体型ロボット制御機構は、形状記憶合金 (SMA)、電気駆動型ポリマー (EAP)、及び/またはイオンポリマー金属接合体 (IPMC) を利用する操縦機構を含む。

【0047】

本発明のある実施形態では、位置センサが、通常は連続的に6つの位置及び向きを生成するように適合されている。コンソールは、その6つの情報を用いてカテーテル先端部の近傍のカテーテルのロールを決定するように適合されている。制御機構及びカテーテルは通常、(a) 先端部の所定のロールに対して1方向、または (b) 先端部の所定の

10

20

30

40

50

ロールに対して互いに反対方向の2方向に先端部を曲げるためのロボット手段を含む。所望の標的部に先端部を配置するために、コンソールは、制御機構を作動させて標的部の近傍に先端部をロボットの的に移動させ、先端部のロールによって先端部が曲がることのできる点によって画定される曲線に標的部位が交差するようにカテーテルをロールさせ、その標的部位まで先端部を曲げるように適合されている。

**【0048】**

本発明のある実施形態では、制御機構がカテーテルの先端部をロールさせる場合に、制御機構の近傍のカテーテルの基端部を回動させても、先端部のロールに等しく伝達されないことがある。例えば、先端部が、目的の領域の組織に僅かに係合してしまうことがある。制御機構が基端部を回動させると、先端部が組織から解放されて急に回動を始めるのに十分なトルクになるまでカテーテルにトルクが蓄積される。本発明のある実施形態では、位置センサは、通常は連続的に6つの位置及び向きを生成するように適合されている。コンソールは、その6つの位置及び向きを用いて先端部の近傍のカテーテルのロールを決定するように適合されている。コンソールが制御機構を作動させてカテーテルを回動させる場合、コンソールは、カテーテルのロールを決定するのと実質的に同時に、このロールをカテーテルの基端部の既知の回動に基づいて推定されるロールと比較する。コンソールがカテーテルの基端部の回動に対する先端部のロールの遅延を検出すると、コンソールは制御機構を作動させて、先端部が係合したと思われる組織から先端部を外すために先端部を移動させる。例えば、コンソールは、制御機構を作動させて、(a)先端部を真直または曲線状にする、(b)基端部を迅速かつ反復的に、規則的または不規則的に数度の範囲で往復方向に回動させるなどして、先端部が組織から外れるまでその先端部を揺する、(c)先端部を往復(例えば、左/右または上/下)移動させる、かつ/または(d)先端部を前進及び/または後退させることができる。

**【0049】**

従って、本発明の一実施形態に従って、カテーテルの先端部の曲げを制御するように適合されたサムコントロールを含む操縦可能なカテーテルに用いる装置を提供する。この装置は、サムコントロールに結合するように適合されたエンドエフェクタと、このエンドエフェクタを作動させて、サムコントロールを操作して先端部を曲げるように適合された制御部とを有するロボットを含む。

**【0050】**

ある適用例では、制御部は、エンドエフェクタを作動させてカテーテルの長手方向の軸に対してサムコントロールを長手方向に移動させ、先端部を曲げるように適合されている。

**【0051】**

ある適用例では、カテーテルは、先端部のロールを制御するように適合されたハンドルを含む。ロボットは、ハンドルに結合するように適合されたハンドルエンドエフェクタを含む。制御部は、ハンドルエンドエフェクタを作動させて、ハンドルを操作して先端部をロールさせるように適合されている。これに加えて或いは別法では、カテーテルは、そのカテーテルを前進及び後退させるように適合されたハンドルを含む。ロボットは、このハンドルに取り付けできるように適合されたハンドルエンドエフェクタを含む。制御部は、このハンドルエンドエフェクタを作動させて、ハンドルを操作してカテーテルの前進及びカテーテルの後退から選択される少なくとも1つの動作を実行するように適合されている。

**【0052】**

本発明の一実施形態では、この装置は更に、先端部の所望の位置の指示を受け取るように適合されたコンピュータ位置指示装置を含む。カテーテルは、先端部の近傍に固定された、位置信号を生成するように適合された位置センサを含む。制御部は、位置信号を受け取りその位置信号に応答してエンドエフェクタを作動させ、先端部を所望の位置に配置するように適合されている。

**【0053】**

本発明の一実施形態に従って、操縦可能なカテーテル及びロボットを含む装置を提供する。操縦可能なカテーテルは、その先端部の曲げを制御するように適合されたサムコントロールを含む。ロボットは、サムコントロールに結合するように適合されたエンドエフェクタと、エンドエフェクタを作動させてサムコントロールを操作して先端部を曲げるように適合された制御部とを含む。

【0054】

本発明の一実施形態に従って、操縦可能なカテーテルの先端部の曲げを制御するように適合され、人間の手で操作し易いように最適化された制御装置を含む、操縦可能なカテーテルに使用する装置を提供する。この装置はロボットを含む。このロボットは、制御装置の少なくとも一部分に結合するように適合された少なくとも1つのエンドエフェクタと、制御装置が、少なくとも1つのエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の制御装置の一部の動きに類似した制御装置の一部の動きを引き起こして先端部を曲げるように適合された制御部とを含む。

10

【0055】

ある適用例では、制御部は、エンドエフェクタを作動させて、カテーテルの長手方向の軸に対して制御装置の一部を長手方向に移動させて先端部を曲げるように適合されている。

【0056】

ある適用例では、制御装置は、先端部のロールを制御するように適合されており、ロボットは、制御装置に結合するように適合されたロールエンドエフェクタを含む。制御部は、ロールエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の制御装置の動きに類似した制御装置の一部の動きを引き起こして先端部をロールするように適合されている。これに加えて或いは別法では、制御部装置は、カテーテルを前進及び後退させるように適合されている。ロボットは、制御部に結合するように適合された長手方向移動エンドエフェクタを含む。制御部は、長手方向移動エンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の制御装置の動きに類似した制御装置の一部の動きを引き起こして、カテーテルの前進及びカテーテルの後退から選択される少なくとも1つの動作を実行するように適合されている。

20

【0057】

本発明の一実施形態では、この装置は更に、先端部の所望の位置の指示を受け取るように適合されたコンピュータ位置指示装置を含む。カテーテルは、先端部の近傍に固定された、位置信号を生成するように適合された位置センサを含む。制御部は、位置信号を受け取りその信号に応答してエンドエフェクタを作動させ、先端部を所望の位置に配置するように適合されている。

30

【0058】

本発明の一実施形態に従って、操縦可能なカテーテル及びロボットを含む装置を提供する。操縦可能なカテーテルは、その先端部の曲げを制御するように適合された、人間の手で操作し易いように最適化された制御装置を含む。ロボットは、制御装置の少なくとも一部分に結合するように適合された少なくとも1つのエンドエフェクタと、少なくとも1つのエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の制御装置の一部の動きに類似した制御装置の一部の動きを引き起こして先端部を曲げるように適合された制御部とを含む。

40

【0059】

更に本発明の一実施形態に従って、操縦可能なカテーテル、ロボット、及び制御ユニットを含む装置を提供する。操縦可能なカテーテルは、先端部及び位置センサを含む。先端部は、その所定の回動で先端部が曲げることができる一連の全ての点が所定の回動の移動曲線を形成するように、所定の回動に対して二方向にのみ制御可能に曲げることができるように適合されている。位置センサは、先端部の近傍に固定され、位置信号を生成するように適合されている。ロボットは、カテーテルの基端部を操作するように適合されている。制御ユニットは、位置信号を受け取り、ロボットを作動させて、位置信号に応答して標

50

的部位の近傍に先端部を配置し、基端部を回動させて、位置信号に応答して決定される、移動曲線が標的部位を含む回動まで先端部をロールさせ、先端部を移動曲線に沿って標的部位まで曲げて、標的部位に先端部を配置するように適合されている。

【0060】

ある適用例では、先端部は、その所定の回動に対して一方向にのみ制御可能に曲がるように適合されている。ある適用例では、制御ユニットは、先端部の少なくとも1つの回動の移動曲線が標的部位を含むように先端部を配置して、標的部位の近傍に先端部を配置するように適合されている。

【0061】

ある適用例では、この装置は更に、標的部位の位置の指示を受け取るように適合されたコンピュータ位置指示装置を含む。制御ユニットは、位置センサに응答してロボットを作動させ、標的部位の位置に先端部を配置するように適合されている。

10

【0062】

ある適用例では、位置センサは、6つの位置及び向きを有する位置信号を生成するように適合されている。

【0063】

更に本発明の一実施形態に従って、操縦可能なカテーテル、ロボット、及び制御ユニットを含む装置を提供する。この装置は、操縦可能なカテーテルが先端部を有し、先端部の近傍に固定された、位置信号を生成するように適合された位置センサを含む。ロボットは、カテーテルの基端部に結合するように適合されている。制御ユニットは、ロボットを作動させてカテーテルの基端部を回動させ、位置信号を受け取り、位置信号に응答して先端部のロールを決定し、回動に対するロールの遅延の決定に응答して、ロボットを作動させてカテーテルの基端部の一部を動かすように適合されている。

20

【0064】

ある適用例では、制御ユニットは、ロボットを作動させてカテーテルの基端部の一部を移動させ、先端部を真直にすること及び先端部を曲げることから選択される少なくとも1つの動作を実行するように適合されている。これに加えて或いは別法では、制御ユニットは、ロボットを作動させてカテーテルの基端部の一部を移動させ、先端部を前進及び後退させるように適合されている。更にこれに加えて或いは別法では、制御ユニットは、ロボットを作動させてカテーテルの基端部の一部を移動させ、先端部の前進及び先端部の後退から選択される少なくとも1つの動作を実行するように適合されている。

30

【0065】

ある適用例では、位置センサは、6つの位置及び向きを有する位置信号を生成するように適合されている。

【0066】

ある適用例では、制御ユニットは、先端部を僅かに揺らすためにカテーテルの基端部の一部を移動させることができるように適合されている。例えば、制御ユニットは、カテーテルの基端部を回動させて先端部を僅かに揺らすことができる。

【0067】

更に本発明の一実施形態に従って、操縦可能なカテーテルの先端部の曲げを制御するように適合されたサムコントロールを含む操縦可能なカテーテルに使用する方法を提供する。この方法は、ロボットエンドエフェクタをサムコントロールに結合するステップと、エンドエフェクタを作動させてサムコントロールを操作して先端部を曲げるステップとを含む。

40

【0068】

更に本発明の一実施形態に従って、操縦可能なカテーテルの先端部の曲げを制御するように適合された、人間の手で操作し易いように最適化された制御装置を含む、操縦可能なカテーテルに使用する方法を提供する。この方法は、少なくとも1つのロボットエンドエフェクタを制御装置の少なくとも一部に結合するステップと、少なくとも1つのエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の制御装置の一部の動きに類似した制御

50

装置の一部の動きを引き起こして先端部を曲げるステップとを含む。

【0069】

更に本発明の一実施形態に従って、先端部を有する操縦可能なカテーテルに使用する方法を提供する。先端部は、その所定の回動で先端部が曲がることのできる一連の全ての点が所定の回動の移動曲線を形成するように、所定の回動に対して二方向にのみ制御可能に曲げることができるように適合されている。この方法はまた、先端部の近傍から位置信号を受け取るステップと、標的部位に先端部をロボットの的に配置するステップであって、位置信号に応答して標的部位の近傍に先端部をロボットの的に配置し、カテーテルの基端部をロボットの的に回動させて、位置信号に応答して決定される、移動曲線が標的部位を含む回動まで先端部をロールさせ、先端部を移動曲線に沿ってロボットの的に標的部位まで曲げる、前記ステップとを含む。

10

【0070】

更に本発明の一実施形態に従って、先端部及び基端部を有する操縦可能なカテーテルに使用する方法を提供する。この方法は、カテーテルの基端部をロボットの的に回動させるステップと、カテーテルの先端部の近傍から位置信号を受け取るステップと、位置信号に応答して先端部のロールを決定するステップと、回動に対するロールの遅延の決定に応答して、カテーテルの基端部の位置をロボットの的に移動させるステップとを含む。

【0071】

添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明を読めば、本発明をより良く理解できるであろう。

20

【発明の効果】

【0072】

カテーテルの先端部を自由に曲げることができるカテーテル、制御機構、及びコンソールを含むロボットガイドカテーテルシステム及びその方法が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0073】

図1に、本発明の実施形態に従ったロボットガイドカテーテルシステム10が模式図が示されている。カテーテルシステム10は、カテーテル20、制御機構22、及びコンソール24を含む。カテーテル20は、体腔（例えば、心臓）や生理学的内腔（例えば、血管または消化管）などの患者の目的の領域25内に挿入するように適合されている。コンソール24は通常、ディスプレイモニタ26及びコンピュータ28を含む。コンピュータ28は、ここに記載する機能を実行するためにソフトウェア及び/またはハードウェアにプログラムされている。このようなソフトウェアは、例えばネットワークを介して電子的にコンピュータにダウンロードしたり、または磁気メディアや光メディアなどの有形メディア、または他の不揮発性メモリーに保存することができる。ある適用例では、コンピュータ28は汎用コンピュータを含む。

30

【0074】

カテーテル20は通常、少なくとも1つの位置センサ30及び少なくとも1つの器具32を含み、これらはカテーテルの先端部34の近傍に配置されている。例えば、器具32は、検出電極、アブレーション要素、温度センサ、または超音波トランスデューサを含むことができる。

40

【0075】

位置センサ30は、カテーテル20の位置及び向きを決定するために用いる信号を生成する或いは受け取る。好適な位置センサは、言及することをもってその開示の全てを本明細書の一部とする、本願の譲受人に譲渡された上記した特許文献52及び54、並びに2001年12月21日出願の同時係属中の米国特許出願第10/029,473号（名称「無線位置センサ（Wireless position sensor）」）及び/または2001年12月21日出願の同時係属中の米国特許出願第10/029,595号（名称、「移植/挿入なタグ（Implantable and insertable tags）」）に開示されている。これに加えて或いは別法では、当分野で周知の実質的にあらゆる好適な他の種類の位置/座標検出装置を位置検

50

出に用いることができる。これに加えて或いは更なる別法として、体外から位置を検出できる1または複数のマーカーをカテーテル20に設けることができる。好適なマーカーには、放射線透視測定を容易にする放射線不透過性マーカーが含まれる。位置センサ30について最大6つの位置及び向きを連続的に生成できる位置検出技術を用いるのが好ましい。

【0076】

一般に、カテーテルシステム10は更に、一連の外部放射器36を含む。これらの外部放射器36はそれぞれ、目的の領域25の近傍の患者の外部に配置するように適合されている。ある適用例では、放射器36は、位置センサ30に向けて電磁界などの場を生成するように適合されている。位置センサ30は、このような場を検出するように適合されている。別法では、位置センサ30は、放射器36によって検出される場を生成する。ある適用例では、基準位置センサを、目的の領域25に対して固定された位置に維持する。基準位置センサは通常、患者の対外に取り付けられた外部適用基準パッチまたはカテーテル内部に配置される。カテーテル20の位置と基準カテーテルの位置とを比較することにより、カテーテル20の座標を、患者の動きに関係なく目的の領域に対して正確に決定することができる。別法では、任意の他の好適な方法を用いてこのような患者の動きを補正することができる。

10

【0077】

医療処置の間、カテーテル20は目的の領域25内に挿入されている。コンソール34は通常、目的の領域の地図37を作成する。ここに記載されている技術と共に用いることができるように適合された、例えば、上記した特許文献59及び60、ベンハイム(Ben-Haim)らによる欧州特許出願第1125549号及び対応する米国特許出願第09/506,766号、及び/または言及することをもってその開示の全てを本明細書の一部とする同時継続中のゴバリ(Govari)による米国特許出願第09/598,862号に開示されている技術を用いることができる。別法では、例えばイメージング手段などの当分野で周知の技術を地図37の作成に用いられる。地図37は、モニタ26に表示され、通常は位置センサ30から生成された位置情報を用いてカテーテル20の先端部34の位置がその地図37に重ねられる。

20

【0078】

本発明の一実施形態では、コンピュータ28は、先端部34の現在の位置の近傍にその先端部を再配置できる可能性のある位置を計算で求める。このような可能性のある位置は地図37に表示される。システムの利用者が、マウス、キーボード、ジョイスティック、またはタッチセンサスクリーンなどのコンピュータ位置指示装置を用いて、これらの可能性のある1つの位置またはその近傍にカーソルをポイントすることができる。コンピュータ28は、制御機構22を駆動して先端部34をその所望の位置に配置する。

30

【0079】

ある適用例では、制御機構22を作動させるためにコンピュータ28はアルゴリズムを実行する。このアルゴリズムは、各プロセスで位置センサ30によって生成された位置情報に回答して所望の位置に先端部26を案内する繰り返しプロセスを用いる。先端部34の位置を連続的にチェックして制御機構を好適に作動させることにより、コンピュータは、カテーテル20の構造や所定の時間のカテーテル20の周囲組織の特性にかかわらず、先端部34の位置を正確に制御することができる。加えて、ある適用例では、コンピュータ28は、繰り返しプロセス中に生成される先端部34の位置及び動きについての情報を用いて、システムの連続的なリアルタイムの較正を行い、カテーテルが案内される組織の特性にかかわらずシステムを確実にかつ正確に保つことができる。

40

【0080】

ここで図2を参照されたい。図2は、本発明の一実施形態に従った、カテーテル20に取り付けられたロボット制御機構28の模式図である。この実施形態では、カテーテル20は、一般に流通し現在使用されているカテーテルなどの、外科医が手動で操作できる人間制御操縦可能カテーテル40を含む。カテーテル40は、制御ハンドル44及び/また

50

はサムコントロール 46 などのカテーテルの先端部 42 を曲げるための手動制御手段を含む。例えば、カテーテルは、上記した特許文献 10 25 及び / または上記した特許文献 27 の 1 または複数の特許文献に開示されている技術を用いることができる。

【0081】

制御機構 22 は、人間制御カテーテル 40 を保持及び操作するために適合されたロボット制御機構 38 を含む。これにより、手動制御手段が外科医の手で操作された場合の動作を模倣した手動制御手段の動作を誘導することができる。ロボット制御機構 38 は、制御部 48 と、基端グリッパー 50 及び先端グリッパー 52 などの 1 または複数のエンドエフェクタを含む。図 2 に示されている例示的な構造では、基端グリッパー 50 は、ハンドル 44 を把持してそのハンドルを先端方向及び基端方向に移動させたり、ハンドルを回動できるように適合されている。ロボット制御機構 38 は、基端グリッパー 50、従ってカテーテル 40 を回動させるためのモータ 58 または他のアクチュエータを含む（分かり易くするために、一部の支持構造は図示していない）。ハンドル及びサムコントロール 46 が先端方向に移動するとカテーテルの先端部 42 が前進し、基端方向に移動すると後退する。ハンドル 44 を回動させるとカテーテルの先端部 42 も回動する。先端グリッパー 52 は、カテーテル 40 の 1 または複数の内腔（不図示）を通る 1 または複数の引張りワイヤを操作するために通常は基端グリッパー 50 を固定したまま、サムコントロール 46 を把持してサムコントロールを先端方向及び基端方向に移動させるように適合されている。別法では、1 または複数の引張りワイヤを操作するためにサムコントロール 46 を固定したまま、基端グリッパー 50 を移動させる。引張りワイヤを操作して、先端部 42 を弧状に曲げることができる。別法では、ハンドル 44 及び / またはサムコントロール 46 は、カテーテル 40 の操作及び / または先端部 42 の曲げのために当分野で周知の他の技術を用いる。本明細書を読んだ当業者には、図 2 に示されている例示的な実施形態以外の、カテーテルを操作及び制御するための制御機構 22 の適合が明らかであろう。例えば、制御機構は、X 軸方向及び Y 軸方向に別々に先端部 42 を曲げるように適合することができる。必ずしも必要ではないが一般に、初めに外科医が手動でカテーテル 40 を目的の領域 25 内に挿入し、次いで外科医がカテーテル 40 にロボット制御機構 38 のエンドエフェクタを取り付ける。

【0082】

ここで図 3 を参照されたい。図 3 は、本発明の一実施形態に従った一体型ロボット制御機構 82 の模式図である。この実施形態では、カテーテル 20 は、主にロボット制御されるように適合された自動カテーテル 80 を含む。制御機構 22 は、例えば 4 本の複数の引張りワイヤ 83 を有する一体型ロボット制御機構 82 を含む。引張りワイヤ 83 は、カテーテルの周辺部に配置され、カテーテルの長さに沿って、それぞれの内腔 84 内に延在する。一般に、カテーテルはスパイン（spine）86 も含む（分かり易くするために、図 3 には 3 本の引張りワイヤ及び 2 つの内腔 84 のみが示されている）。引張りワイヤ 83 の先端部は、カテーテル 80 の先端部 90 の近傍のそれぞれの点 88 に取り付けられており、引張りワイヤの基端部はそれぞれのモータ 92 に接続されている。モータ 92 は、対応する引張りワイヤを張ったり緩めたりできる（ワイヤ材料の特性によっては、押したり引いたりする）。この方式では、制御機構 82 は、対応するモータ 92 を選択的に作動させて先端部 90 を 360 度曲げることができる。制御機構 82 は、一部または全ての引張りワイヤ 83 を同時に引張ってカテーテル 80 を基端方向に引き戻すことができる。制御機構は、一部または全てのワイヤ及び / またはスパイン 86 を延ばしてカテーテルを先端方向に進めることができる。

【0083】

これに加えて或いは別法では、自動カテーテル 80 及び / または一体型ロボット制御機構 82 は、例えば、特許文献 2、8、30、33、34、及び / または 36 に開示されているような当分野で周知のロボット制御技術を用いる。

【0084】

本発明の一実施形態では、一体型ロボット制御機構 82 は、引張りワイヤ 83 の代わり

10

20

30

40

50



に、形状記憶合金（SMA s）、電気駆動型ポリマー（EAP s）、及び/またはイオンポリマー金属接合体（IPMC s）を用いる操縦機構を含む。例えば、特許文献26及び非特許文献16の1または複数の文献に記載されている技術及び/または材料を用いることができる。

#### 【0085】

ここで図4を参照されたい。図4は、本発明の一実施形態に従ったカテーテル20の先端部34の曲げを示す模式図である。この実施形態では、位置センサ30は、通常は連続的に6つの位置及び向きを生成するように適合されている。コンピュータ28（図1）は、この6つの情報を用いて先端部34の近傍におけるカテーテル20のロールを決定するように適合されている。この実施形態では、制御機構22（図1）及びカテーテル20は通常、先端部34を、（a）先端部の任意のロールに対して矢印100に示されているように一方向、または（b）先端部の任意のロールに対して矢印100及び矢印102に示されているように互いに反対の二方向に曲げるためのロボット手段を含む。制御機構22は、（a）図2を用いて説明したロボット制御機構38、（b）図3を用いて説明した一体型ロボット制御機構82、または（c）本発明の背景技術の部分で参照した文献に開示されているロボット制御機構を含め、当分野で周知の他のロボット制御機構を含む。

#### 【0086】

コンピュータ28は、所望の標的部104に先端部34を配置するために、制御機構22を作動させてロボットの、（a）標的部104の近傍に先端部34をロボットで移動させ、（b）先端部のロールによって先端部が曲がることのできる各点によって画定される曲線106に標的部が交差するようにカテーテル20をロールさせ、（c）先端部34を標的部40に曲げるように適合されている。コンピュータ28は、位置センサ30によって生成される6つの位置情報を用いてロールを決定する。必要に応じて、コンピュータ28は、更に制御機構22を作動させて先端部34を前進または後退させ、曲線106が標的部104に交差するように先端部34を配置する。

#### 【0087】

再び図1を参照されたい。制御機構22がカテーテル20の先端部をロールさせる場合、制御機構22近傍のカテーテル20の基端部120の回動が、先端部34のロールに等しく伝達されないことがある。例えば、先端部34は、目的の領域25の組織に僅かに係合してしまうことがある。制御機構22が基端部120を回動させると、先端部34が組織から解放されて急に回動を始めるのに十分なトルクになるまでカテーテルにトルクが蓄積される。

#### 【0088】

本発明の一実施形態では、位置センサ30は、通常は連続的に6つの位置及び向きを生成するように適合されている。コンピュータ28は、この6つの情報を用いて先端部34近傍のカテーテル20のロールを決定するように適合されている。コンピュータ28が制御機構22を作動させてカテーテル20を回動させる場合、コンピュータが先端部34のロールを決定するのと実質的に同時に、このロールをカテーテル20の基端部120の既知の回動に基づいて推定されるロールと比較する。コンピュータが、基端部120の回動に対する先端部34のロールの遅延を検出すると、コンピュータは制御機構22を作動させて、先端部34が捕捉されたと思われる組織から先端部34を解放するためにカテーテルを移動させる。例えば、コンピュータは、制御機構を作動させて、（a）先端部34を真直または曲線状にする、（b）基端部120を迅速かつ反復的に、規則的または不規則的に数度の範囲で往復方向に回動させるなどして先端部34が組織から外れるまでその先端部34を揺する、（c）先端部34を往復移動させる、かつ/または（d）先端部34を前進及び/または後退させることができる。

#### 【0089】

ある適用例では、コンピュータ28は、基端部120の回動に対する先端部34のロールの遅延を評価するエキスパートシステムを実行する。遅延の程度及び/またはタイミングなどの測定または計算によって得た変化に回答して、コンピュータ28は、カテーテル

10

20

30

40

50

に対する機械的な刺激、このような刺激の大きさ、及び/またはこのような刺激のタイミングを決定する。ある適用例では、エキスパートシステムはルックアップテーブルを用いることができる。

【0090】

当業者であれば、図面を用いてここに説明した実施形態に限定されるものではないことを理解できよう。むしろ、本発明の範囲は、本明細書を読んだ当業者が容易に想到するような、上記した様々な構造の組み合わせ及び部分的な組み合わせ、並びに従来技術にないこれらの変更形態及び変形形態を含むものとする。

【0091】

本発明の実施態様は以下の通りである。

(1) カテーテルの先端部の曲げを制御するように適合されたサムコントロールを含む操縦可能なカテーテルに用いる装置であって、

前記サムコントロールに結合するように適合されたエンドエフェクタと、前記エンドエフェクタを作動させて、前記サムコントロールを操作して前記先端部を曲げるように適合された制御部とを含むロボットを含むことを特徴とする装置。

(2) 前記制御部が、前記エンドエフェクタを作動させて前記カテーテルの長手方向の軸に対して前記サムコントロールを長手方向に移動させ、前記先端部を曲げるように適合されていることを特徴とする実施態様(1)に記載の装置。

(3) 前記カテーテルが、前記先端部のロールを制御するように適合されたハンドルを含み、

前記ロボットが、前記ハンドルに結合するように適合されたハンドルエンドエフェクタを含み、

前記制御部が、前記ハンドルエンドエフェクタを作動させ、前記ハンドルを操作して前記先端部をロールさせるように適合されていることを特徴とする実施態様(1)に記載の装置。

(4) 前記カテーテルが、そのカテーテルを前進及び後退させるように適合されたハンドルを含み、

前記ロボットが、前記ハンドルに取り付けできるように適合されたハンドルエンドエフェクタを含み、

前記制御部が、前記ハンドルエンドエフェクタを作動させて、前記ハンドルを操作して前記カテーテルの前進及び前記カテーテルの後退から選択される少なくとも1つの動作を実行するように適合されていることを特徴とする実施態様(1)に記載の装置。

(5) 更に、前記先端部の所望の位置の指示を受け取るように適合されたコンピュータ位置指示装置を含み、

前記カテーテルが、前記先端部の近傍に固定された、位置信号を生成するように適合された位置センサを含み、

前記制御部が、前記位置信号を受け取りその位置信号に応答して前記エンドエフェクタを作動させ、前記先端部を前記所望の位置に配置するように適合されていることを特徴とする実施態様(1)に記載の装置。

【0092】

(6) 操縦可能なカテーテル及びロボットを含む装置であって、

前記操縦可能なカテーテルが、その先端部の曲げを制御するように適合されたサムコントロールを含み、

前記ロボットが、

前記サムコントロールに結合するように適合されたエンドエフェクタと、

前記エンドエフェクタを作動させて、前記サムコントロールを操作して前記先端部を曲げるように適合された制御部とを含むことを特徴とする装置。

(7) 操縦可能なカテーテルの先端部の曲げを制御するように適合され人間の手で操作し易いように最適化された制御装置を含む、前記操縦可能なカテーテルに使用する装置であって、

10

20

30

40

50

前記装置がロボットを含み、前記ロボットが、

前記制御装置の少なくとも一部分に結合するように適合された少なくとも1つのエンドエフェクタと、

前記制御装置が、前記少なくとも1つのエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の前記制御装置の一部の動きに類似した前記制御装置の一部の動きを引き起こして前記先端部を曲げるように適合された制御部とを含むことを特徴とする装置。

(8) 前記制御部が、前記エンドエフェクタを作動させて、前記カテーテルの長手方向の軸に対して前記制御装置の一部を長手方向に移動させて前記先端部を曲げるように適合されていることを特徴とする実施態様(7)に記載の装置。

(9) 前記制御装置が前記先端部のロールを制御するように適合されており、

前記ロボットが、前記制御装置に結合するように適合されたロールエンドエフェクタを含み、

前記制御部が、前記ロールエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の前記制御装置の動きに類似した前記制御装置の一部の動きを引き起こして前記先端部をロールするように適合されていることを特徴とする実施態様(7)に記載の装置。

(10) 前記制御部装置が、前記カテーテルを前進及び後退させるように適合されており、

前記ロボットが、前記制御部に結合するように適合された長手方向移動エンドエフェクタを含み、

前記制御部が、前記長手方向移動エンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の前記制御装置の動きに類似した前記制御装置の一部の動きを引き起こして、前記カテーテルの前進及び前記カテーテルの後退から選択される少なくとも1つの動作を実行するように適合されていることを特徴とする実施態様(7)に記載の装置。

【0093】

(11) 更に、前記先端部の所望の位置の指示を受け取るように適合されたコンピュータ位置指示装置を含み、

前記カテーテルが、前記先端部の近傍に固定された、位置信号を生成するように適合された位置センサを含み、

前記制御部が、前記位置信号を受け取りその信号にตอบสนองして前記エンドエフェクタを作動させ、前記先端部を前記所望の位置に配置するように適合されていることを特徴とする実施態様(7)に記載の装置。

(12) 操縦可能なカテーテル及びロボットを含む装置であって、

前記操縦可能なカテーテルが、その先端部の曲げを制御するように適合された、人間の手で操作し易いように最適化された制御装置を含み、

前記ロボットが、

前記制御装置の少なくとも一部分に結合するように適合された少なくとも1つのエンドエフェクタと、

前記少なくとも1つのエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の前記制御装置の一部の動きに類似した前記制御装置の一部の動きを引き起こして前記先端部を曲げるように適合された制御部とを含むことを特徴とする装置。

(13) 操縦可能なカテーテル、ロボット、及び制御ユニットを含む装置であって、

前記操縦可能なカテーテルが先端部及び位置センサを含み、

前記先端部が、その所定の回動で前記先端部が曲ることができる一連の全ての点が前記所定の回動の移動曲線を形成するように、前記所定の回動に対して二方向にのみ制御可能に曲げることができるように適合されており、

前記位置センサが、前記先端部の近傍に固定され、位置信号を生成するように適合されており、

前記ロボットが、前記カテーテルの基端部を操作するように適合されており、

前記制御ユニットが、前記位置信号を受け取り、前記ロボットを作動させて、

前記位置信号にตอบสนองして標的部位の近傍に前記先端部を配置し、

10

20

30

40

50

前記基端部を回動させて、前記位置信号に応答して決定される、移動曲線が前記標的部位を含む回動まで前記先端部をロールさせ、

前記先端部を前記移動曲線に沿って前記標的部位まで曲げて、前記標的部位に前記先端部を配置するように適合されていることを特徴とする装置。

(14) 前記先端部が、その所定の回動に対して一方向にのみ制御可能に曲がるように適合されていることを特徴とする実施態様(13)に記載の装置。

(15) 前記制御ユニットが、前記先端部の少なくとも1つの回動の移動曲線が前記標的部位を含むように前記先端部を配置して、前記標的部位の近傍に前記先端部を配置するように適合されていることを特徴とする実施態様(13)に記載の装置。

【0094】

(16) 更に、前記標的部位の位置の指示を受け取るように適合されたコンピュータ位置指示装置を含み、前記制御ユニットが、前記位置センサに응答して前記ロボットを作動させ、前記標的部位の前記位置に前記先端部を配置するように適合されていることを特徴とする実施態様(13)に記載の装置。

(17) 前記位置センサが、6つの位置及び向きを有する位置信号を生成するように適合されていることを特徴とする実施態様(13)に記載の装置。

(18) 操縦可能なカテーテル、ロボット、及び制御ユニットを含む装置であって、前記操縦可能なカテーテルが先端部を有し、前記先端部の近傍に固定された、位置信号を生成するように適合された位置センサを含み、

前記ロボットが、前記カテーテルの基端部に結合するように適合されており、前記制御ユニットが、

前記ロボットを作動させて前記カテーテルの前記基端部を回動させ、

前記位置信号を受け取り、

前記位置信号に응答して前記先端部のロールを決定し、

前記回動に対する前記ロールの遅延の決定に응答して、前記ロボットを作動させて前記カテーテルの前記基端部の一部を動かすように適合されていることを特徴とする装置。

(19) 前記制御ユニットが、前記ロボットを作動させて前記カテーテルの前記基端部の一部を移動させ、前記先端部を真直にすること及び前記先端部を曲げることから選択される少なくとも1つの動作を実行するように適合されていることを特徴とする実施態様(18)に記載の装置。

(20) 前記制御ユニットが、前記ロボットを作動させて前記カテーテルの前記基端部の一部を移動させ、前記先端部を前進及び後退させるように適合されていることを特徴とする実施態様(18)に記載の装置。

【0095】

(21) 前記制御ユニットが、前記ロボットを作動させて前記カテーテルの前記基端部の一部を移動させ、前記先端部の前進及び前記先端部の後退から選択される少なくとも1つの動作を実行するように適合されていることを特徴とする実施態様(18)に記載の装置。

(22) 前記位置センサが、6つの位置及び向きを有する位置信号を生成するように適合されていることを特徴とする実施態様(18)に記載の装置。

(23) 前記制御ユニットが、前記先端部を僅かに揺らすために前記カテーテルの前記基端部の一部を移動させることができるように適合されていることを特徴とする実施態様(18)に記載の装置。

(24) 前記制御ユニットが、前記カテーテルの前記基端部を回動させて前記先端部を僅かに揺らすことができるように適合されていることを特徴とする実施態様(23)に記載の装置。

(25) 操縦可能なカテーテルの先端部の曲げを制御するように適合されたサムコントロールを含む前記操縦可能なカテーテルに使用する方法であって、

ロボットエンドエフェクタを前記サムコントロールに結合するステップと、

前記エンドエフェクタを作動させて、前記サムコントロールを操作して前記先端部を曲

10

20

30

40

50

げるステップとを含むことを特徴とする方法。

【 0 0 9 6 】

( 2 6 ) 前記サムコントロールを操作するステップが、前記サムコントロールを前記カテーテルの長手方向の軸に対して長手方向に移動させるステップを含むことを特徴とする実施態様 ( 2 5 ) に記載の方法。

( 2 7 ) 前記カテーテルが前記先端部のロールを制御するように適合されたハンドルを含み、前記方法が更に、

ハンドルエンドエフェクタを前記ハンドルに結合するステップと、

前記ハンドルエンドエフェクタを作動させて、前記ハンドルを操作して前記先端部をロールさせるステップとを含むことを特徴とする実施態様 ( 2 5 ) に記載の方法。

10

( 2 8 ) 前記カテーテルが、そのカテーテルを前進及び後退させるように適合されたハンドルを含み、前記方法が更に、

ハンドルエンドエフェクタを前記ハンドルに結合するステップと、

前記ハンドルの操作により前記ハンドルエンドエフェクタを作動させ、前記カテーテルの前進及び後退から選択される少なくとも1つの動作を実行するステップとを含むことを特徴とする実施態様 ( 2 5 ) に記載の方法。

( 2 9 ) 更に、前記先端部の所望の位置の指示を受け取るステップと、

前記先端部の近傍から生成された位置信号を受け取るステップと、

前記位置信号に回答して前記エンドエフェクタを作動させ、前記所望の位置に前記先端部を配置するステップとを含むことを特徴とする実施態様 ( 2 5 ) に記載の方法。

20

( 3 0 ) 操縦可能なカテーテルの先端部の曲げを制御するように適合された、人間の手で操作し易いように最適化された制御装置を含む、前記操縦可能なカテーテルに使用方法であって、

少なくとも1つのロボットエンドエフェクタを前記制御装置の少なくとも一部に結合するステップと、

前記少なくとも1つのエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の前記制御装置の一部の動きに類似した前記制御装置の一部の動きを引き起こして前記先端部を曲げるステップとを含むことを特徴とする方法。

【 0 0 9 7 】

( 3 1 ) 前記制御装置の一部の動きを引き起こす前記ステップが、前記制御装置の一部を前記カテーテルの長手方向の軸に対して長手方向に移動させるステップを含むことを特徴とする実施態様 ( 3 0 ) に記載の方法。

30

( 3 2 ) 前記制御装置が前記先端部のロールを制御するように適合されており、前記方法が更に、

ロールエンドエフェクタを前記制御装置に結合するステップと、

前記ロールエンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の前記制御装置の動きに類似した前記制御装置の動きを引き起こして前記先端部をロールさせるステップとを含むことを特徴とする実施態様 ( 3 0 ) に記載の方法。

( 3 3 ) 前記制御装置が前記カテーテルを前進及び後退させることができるように適合されており、前記方法が更に、

40

長手方向移動エンドエフェクタを前記制御装置に結合するステップと、

前記長手方向移動エンドエフェクタを作動させて、人間の手で操作された時の前記制御装置の動きに類似した前記制御装置の動きを引き起こして、前記カテーテルの前進及び後退から選択される少なくとも1つの動作を実行するステップとを含むことを特徴とする実施態様 ( 3 0 ) に記載の方法。

( 3 4 ) 更に、前記先端部の所望の位置の指示を受け取るステップと、

前記先端部の近傍から生成された位置信号を受け取るステップと、

前記位置信号に回答して前記エンドエフェクタを作動させ、前記所望の位置に前記先端部を配置するステップとを含むことを特徴とする実施態様 ( 3 0 ) に記載の方法。

( 3 5 ) 先端部を有する操縦可能なカテーテルに使用方法であって、前記先端部が

50

、その所定の回動で前記先端部が曲がることのできる一連の全ての点が前記所定の回動の移動曲線を形成するように、前記所定の回動に対して二方向にのみ制御可能に曲げることができるように適合されており、前記方法が、

前記先端部の近傍から位置信号を受け取るステップと、

標的部位に前記先端部をロボットの的に配置するステップであって、

前記位置信号に応答して前記標的部位の近傍に前記先端部をロボットの的に配置し、

前記カテーテルの基端部をロボットの的に回動させて、前記位置信号に応答して決定される、移動曲線が前記標的部位を含む回動まで前記先端部をロールさせ、

前記先端部を前記移動曲線に沿ってロボットの的に前記標的部位まで曲げる、前記ステップとを含むことを特徴とする方法。

10

#### 【0098】

(36) 前記標的部位の近傍に前記先端部をロボットの的に配置する前記ステップが、前記先端部の少なくとも1つの回動の移動曲線が前記標的部位を含むように前記先端部をロボットの的に配置するステップを含むことを特徴とする実施態様(35)に記載の方法。

(37) 更に、前記標的部位の位置の指示を受け取るステップを含み、前記先端部をロボットの的に曲げる前記ステップが、前記位置信号に応答して前記先端部を前記標的部位の前記位置までロボットの的に曲げるステップを含むことを特徴とする実施態様(35)に記載の方法。

(38) 前記位置信号を受け取る前記ステップが、6つの位置及び向きを有する位置信号を受け取るステップを含むことを特徴とする実施態様(35)に記載の方法。

20

(39) 先端部及び基端部を有する操縦可能なカテーテルに使用方法であって、

前記カテーテルの前記基端部をロボットの的に回動させるステップと、

前記カテーテルの前記先端部の近傍から位置信号を受け取るステップと、

前記位置信号に応答して前記先端部のロールを決定するステップと、

前記回動に対する前記ロールの遅延の決定に応答して、前記カテーテルの前記基端部の位置をロボットの的に移動させるステップとを含むことを特徴とする方法。

(40) 前記カテーテルの前記基端部の一部をロボットの的に移動させる前記ステップが、前記先端部を真直にすること及び前記先端部を曲げることから選択される少なくとも1つの動作をロボットの的に実行するステップを含むことを特徴とする実施態様(39)に記載の方法。

30

#### 【0099】

(41) 前記カテーテルの前記基端部の一部をロボットの的に移動させる前記ステップが、前記先端部をロボットの的に往復移動させるステップを含むことを特徴とする実施態様(39)に記載の方法。

(42) 前記カテーテルの前記基端部の一部をロボットの的に移動させる前記ステップが、前記先端部の前進及び後退から選択される少なくとも1つの動作をロボットの的に実行するステップを含むことを特徴とする実施態様(39)に記載の方法。

(43) 前記位置信号を受け取る前記ステップが、6つの位置及び向きを有する位置信号を受け取るステップを含むことを特徴とする実施態様(39)に記載の方法。

(44) 前記カテーテルの前記基端部の一部をロボットの的に移動させる前記ステップが、前記先端部をロボットの的に僅かに揺らすステップを含むことを特徴とする実施態様(39)に記載の方法。

40

(45) 前記先端部をロボットの的に僅かに揺らす前記ステップが、前記カテーテルの前記基端部をロボットの的に回動させるステップを含むことを特徴とする実施態様(44)に記載の方法。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0100】

【図1】本発明の一実施形態に従ったロボットガイドシステムの模式図である。

【図2】本発明の一実施形態に従ったロボット制御機構の模式図である。

【図3】本発明の一実施形態に従った別のロボット制御機構の模式図である。

50

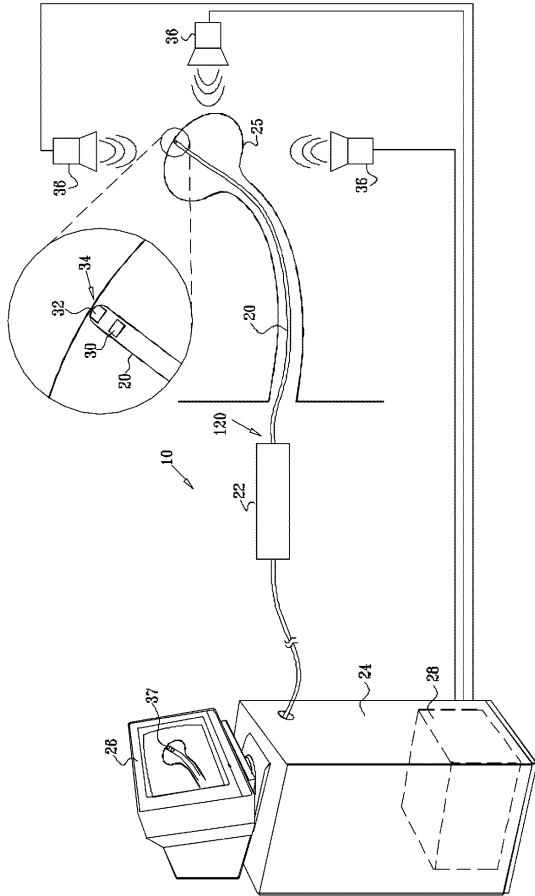
【図4】本発明の一実施形態に従ったカテーテル先端部の曲げを示す模式図である。

【符号の説明】

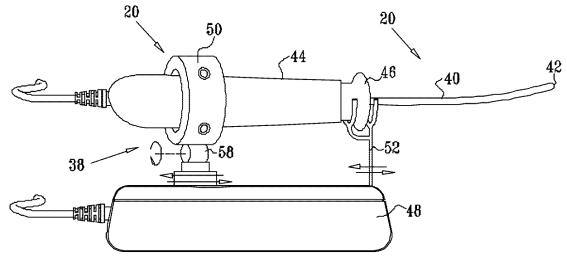
【0101】

10	ロボットガイドカテーテルシステム	
20	カテーテル	
22	制御機構	
24	コンソール	
26	ディスプレイモニタ	
28	コンピュータ	
30	位置センサ	10
32	器具	
34	カテーテル先端部	
36	外部放射器	
37	地図	
38	ロボット制御機構	
40	カテーテル	
42	カテーテル先端部	
44	ハンドル	
46	サムコントロール	
48	制御部	20
50	基端グリッパー	
52	先端グリッパー	
58	モータ	
80	自動カテーテル	
82	一体型ロボット制御機構	
83	引張りワイヤ	
84	カテーテル内腔	
86	スパイン	
90	カテーテル先端部	
92	モータ	30
104	標的部位	
106	移動曲線	

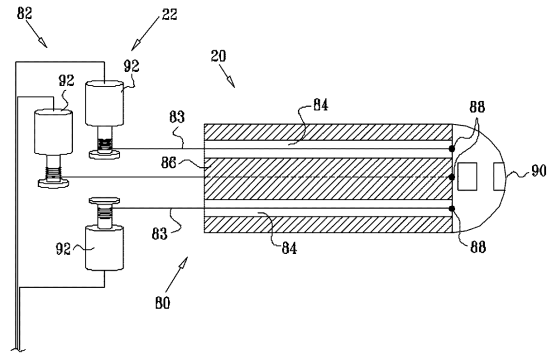
【図1】



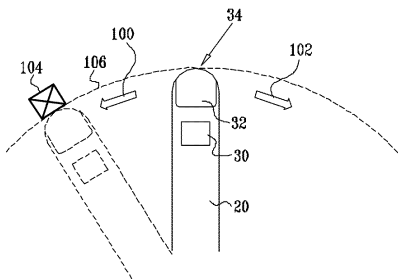
【図2】



【図3】



【図4】





---

フロントページの続き

(72)発明者 ヤロン・エフラス  
イスラエル国、37501、カークア、ハブラチャ 138

審査官 毛利 大輔

(56)参考文献 特表平07-504363(JP,A)  
特開平11-188102(JP,A)  
特開平07-059863(JP,A)  
特表2000-514320(JP,A)  
特開平07-255855(JP,A)  
特表2002-522105(JP,A)  
特表2004-532074(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61M 25/01