(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7648102号
(P7648102)

(45)発行日　令和7年3月18日(2025.3.18)

(24)登録日　令和7年3月10日(2025.3.10)

(51)国際特許分類
Ａ６１Ｂ　34/30　(2016.01)

ＦＩ
Ａ６１Ｂ　34/30

請求項の数　6　（全56頁）

(21)出願番号　特願2022-559640(P2022-559640)
(86)(22)出願日　令和3年3月30日(2021.3.30)
(65)公表番号　特表2023-519714(P2023-519714A)
(43)公表日　令和5年5月12日(2023.5.12)
(86)国際出願番号　PCT/IB2021/052625
(87)国際公開番号　WO2021/198906
(87)国際公開日　令和3年10月7日(2021.10.7)
審査請求日　令和6年3月19日(2024.3.19)
(31)優先権主張番号　63/001,870
(32)優先日　令和2年3月30日(2020.3.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　17/208,874
(32)優先日　令和3年3月22日(2021.3.22)
最終頁に続く

(73)特許権者　518083032
オーリス ヘルス インコーポレイテッド
アメリカ合衆国、９５０５４ カリフォルニア州、サンタ・クララ、グレート・アメリカ・パークウェイ ５４９０
(74)代理人　100088605
弁理士　加藤 公延
(74)代理人　100130384
弁理士　大島 孝文
(72)発明者　アイバリ・エリフ
アメリカ合衆国、９４０６５ カリフォルニア州、レッドウッド・シティ、ショアライン・ドライブ １５０
(72)発明者　イ・メンロン
アメリカ合衆国、９４０６５ カリフォルニア州、レッドウッド・シティ、ショアライン・ドライブ １５０
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　標的解剖学的特徴の位置特定

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
制御システムが実行する、標的乳頭を位置特定する方法であって、
前記制御システムが、尿路の少なくとも一部を通って腎臓の標的杯まで前進した尿管鏡に関連する１つ以上の位置センサと前記標的杯内で少なくとも部分的に露出している前記腎臓の前記標的乳頭との間の位置オフセットを決定することと、
前記制御システムが、前記１つ以上の位置センサの現在位置のうちの１つ以上又は前記位置オフセットに少なくとも部分的に基づいて経皮的アクセス標的を決定することと、を含む、方法。
【請求項２】
前記制御システムが、前記標的乳頭と接触させることに関連する前記尿管鏡の位置を決定することと、
前記制御システムが、前記標的乳頭から前記尿管鏡を後退させて離すことに応答して、前記位置オフセットに関連するオフセット位置に前記尿管鏡が駐留していることを決定すること、を更に含む、請求項１に記載の制御システムが実行する、方法。
【請求項３】
前記制御システムが、前記標的乳頭の位置及び向きと、前記尿管鏡の位置及び向きに基づいて前記位置オフセットを決定する、請求項１に記載の制御システムが実行する、方法。
【請求項４】
コンピュータ可読媒体であって、制御システムの１つ以上のプロセッサによって実行され

ると、前記制御システムに、
尿路の少なくとも一部を通って腎臓の標的杯まで前進した尿管鏡に関連する１つ以上の位置センサと前記標的杯内で少なくとも部分的に露出している前記腎臓の標的乳頭との間の位置オフセットを決定させることと、
前記１つ以上の位置センサの現在位置のうちの１つ以上又は前記位置オフセットに少なくとも部分的に基づいて経皮的アクセス標的を決定させることと、
を実行させる命令を記憶する、コンピュータ可読媒体。
【請求項５】
前記命令を実行することが、さらに前記制御システムに、
前記標的乳頭と接触させることに関連する前記尿管鏡の位置を決定させ、
前記標的乳頭から前記尿管鏡を後退させて離すことに応答して、前記位置オフセットに関連するオフセット位置に前記尿管鏡が駐留していることを決定させる、請求項４に記載のコンピュータ可読媒体。
【請求項６】
前記制御システムが、前記標的乳頭の位置及び向きと、前記尿管鏡の位置及び向きに基づいて前記位置オフセットを決定する、請求項４に記載のコンピュータ可読媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
（関連出願の相互参照）
本出願は、２０２０年３月３０日に出願され、「ＴＡＲＧＥＴ　ＡＮＡＴＯＭＩＣＡＬ　ＦＥＡＴＵＲＥ　ＬＯＣＡＬＩＺＡＴＩＯＮ」と題する米国特許仮出願第６３／００１，８７０号の優先権を主張するものであり、その開示は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。
【０００２】
（発明の分野）
本発明は、医療処置の分野に関する。
【背景技術】
【０００３】
様々な医療手技は、１つ以上のスコープ及び／又は経皮的アクセス器具の使用を伴う。かかるデバイスの不適切な位置決め又は前進は、特定の生理学的合併症及び手技上の合併症をもたらし得る。
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本明細書に記載するのは、例えば、スコープデバイス又は他の医療器具を使用して取得され得る、特定のセンサベース及び／又は画像ベースの位置情報に基づいて、様々な解剖学的特徴の識別、追跡、及び標的化を容易にするシステム、デバイス、及び方法である。本開示の態様による標的解剖学的特徴の位置特定は、例えば、腎解剖学的構造にアクセスする腎臓鏡検査又は他の手技など医療手技に関連して解剖学的特徴の標的化を容易にすることができる。
【０００５】
いくつかの実装形態では、本開示は、標的乳頭を位置特定する方法に関する。本方法は、患者の尿路の少なくとも一部を通って患者の腎臓の標的杯まで尿管鏡を前進させることと、尿管鏡に関連する１つ以上の位置センサと標的杯内で少なくとも部分的に露出している腎臓の標的乳頭との間の位置オフセットを決定することと、１つ以上の位置センサの現在位置のうちの１つ以上及びオフセットに少なくとも部分的に基づいて経皮的アクセス標的を決定することと、を含む。
【０００６】
本方法は、経皮的アクセス標的を標的化することによって、標的杯まで経皮的アクセス

器具を前進させることを更に含み得る。いくつかの実施形態では、本方法は、標的乳頭を尿管鏡と接触させることと、当該接触に関連する尿管鏡の位置を記録することと、尿管鏡を後退させて標的乳頭から離すことと、位置オフセットに関連するオフセット位置に尿管鏡を駐留させることと、を更に含む。位置オフセットは、例えば、少なくとも５自由度を示し得る。

【０００７】

いくつかの実装では、本開示は、外科用器具を位置決めする方法に関する。本方法は、患者の治療部位まで医療器具を前進させることであって、医療器具は、カメラを備える、ことと、医療器具のカメラを使用して治療部位のリアルタイムビデオを生成することと、ユーザインターフェースのウィンドウにリアルタイムビデオを含むユーザインターフェースを表示することと、ユーザインターフェースのウィンドウの中心に解剖学的特徴標的化アイコンを投影することと、を含む。

【０００８】

標的化アイコンは、十字線など任意のタイプの形態若しくは形状、又はこれらの組み合わせを含み得る。本方法は、医療器具を操作して、リアルタイムビデオの標的解剖学的特徴の表現の上で標的化アイコンを中心に配置することを更に含み得る。例えば、本方法は、ユーザインターフェースのウィンドウ内でウィンドウのほぼ中心に１つ以上の境界特徴を投影することを含み得、１つ以上の境界特徴は、医療器具の位置と無関係のサイズを有する。いくつかの実施形態では、本方法は、医療器具を操作して、標的解剖学的特徴の表現を１つ以上の境界特徴内に収めることを更に含む。医療器具を操作して、標的解剖学的特徴の表現を１つ以上の境界特徴内に収めることは、標的解剖学的特徴の表現がユーザインターフェースのウィンドウ内で縮小するように、医療器具を後退させて標的解剖学的特徴から離すことを伴い得る。いくつかの実施形態では、１つ以上の境界特徴は、少なくとも部分的な箱形態を有する。

【０００９】

本方法は、電磁場内の経皮的アクセス針の三次元位置を示すセンサデータを受信することと、センサデータに少なくとも部分的に基づいて、カメラに対する針の遠位端の位置を決定することと、リアルタイムビデオに対する針の遠位端の位置を示す針予測アイコンを、ユーザインターフェースのウィンドウ内に表示することと、を更に含み得る。いくつかの実施形態は、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）への予測針進入点を表す１つ以上のアイコンの提示を伴う。例えば、インジケータは、針の進入位置を表示することによって針の場所を表して、状況認識及び／又は針軌道に関する情報を提供することができる。針予測／軌道インジケータは、針の向きを線種形態／形状として表示することができる。例えば、針の近位点及び遠位点の一方又は両方は、線種表現で予測され得る、及び／又は線種表現と結びつき得る。

【００１０】

本方法は、針の遠位端の位置がユーザインターフェースのウィンドウの外側であることを決定することを更に含み得、針予測アイコンは、ウィンドウに対する針の遠位端の位置の方向を示す。いくつかの実施形態では、本方法は、医療器具を操作して、ユーザインターフェースのウィンドウ内で針予測アイコンを中心に配置することを更に含む。いくつかの実施形態では、本方法は、カメラの像空間内で針に関連するセンサを較正することを更に含む。本方法は、医療器具への針の遠位端の接近に応答して、針予測アイコンの形態を修正することを含み得る。

【００１１】

針予測アイコンのサイズは、決定した針予測／予測精度に基づいて変更／修正され得る。針予測の誤差をもたらし得る、相当な解剖学的運動が存在する場合、針予測アイコンは比較的大きいサイズで提示されて、針予測／軌道に対する比較的大きい、決定誤差を提示し得る。いくつかの実施形態では、針予測アイコンの形態は、医療器具からの針の遠位端の距離を示す。

【００１２】

いくつかの実装では、本開示は、解剖学的特徴を標的化する方法に関する。本方法は、患者の標的解剖学的管腔内へと内視鏡を前進させることであって、内視鏡は、内視鏡の遠位端部に関連する位置センサを備える、ことと、位置センサを使用して、標的解剖学的管腔内の内視鏡の複数の位置に関連する位置データを記録することと、位置データに少なくとも部分的に基づいて、標的解剖学的管腔の表面を推定することと、標的解剖学的管腔の推定した表面に少なくとも部分的に基づいて、標的解剖学的管腔の軸を決定することと、を含む。

【００１３】

本方法は、標的解剖学的管腔の決定した軸に少なくとも部分的に基づいて、経皮的アクセス針を用いて標的解剖学的管腔を標的化することを更に含み得る。例えば、標的解剖学的管腔を標的化することは、標的解剖学的管腔の決定した軸に実質的に平行である経路に沿って経皮的アクセス針を前進させることを伴い得る。いくつかの実施形態では、位置センサは電磁センサデバイスであり、位置データを記録することは、少なくとも部分的に患者の外部に配設された電磁場発生器を使用して実行される。

【００１４】

いくつかの実施形態では、標的解剖学的管腔の表面を推定することは、位置データを補間することを伴い得る。標的解剖学的管腔の軸を決定することは、標的解剖学的管腔の推定表面に関連する複数の表面法線ベクトルを決定することを伴い得る。例えば、本方法は、複数の表面法線ベクトルを平均化することを含み得る。いくつかの実施形態では、標的解剖学的管腔の軸を決定することは、標的解剖学的管腔のマップ及び内視鏡の軌道のうちの１つ以上に少なくとも部分的に基づく。

【００１５】

いくつかの実装態様では、本開示は、患者の標的解剖学的管腔にアクセスするように構成された内視鏡であって、内視鏡は、カメラと、その遠位端に関連する電磁位置センサと、を有する、内視鏡と、内視鏡からビデオデータを受信するように構成された通信インターフェースと、電子ディスプレイデバイスと、通信インターフェース及び電子ディスプレイデバイスに通信可能に結合されている制御回路と、を備える医療システムに関する。制御回路は、通信インターフェースの内視鏡から、患者の内部の治療部位のリアルタイムビデオデータを受信し、ユーザインターフェースのウィンドウ内にリアルタイムビデオを含むユーザインターフェースを電子ディスプレイに表示させ、解剖学的特徴標的化アイコンをユーザインターフェースのウィンドウの中心に表示させるように構成されている。標的化アイコンは、例えば、十字線及び／又は同等物を含み得る。

【００１６】

制御回路は、ユーザインターフェースのウィンドウ内でウィンドウのほぼ中心に１つ以上の境界特徴を表示させるように更に構成され得る。リアルタイムビデオの標的解剖学的特徴の表現に対する１つ以上の境界特徴のサイズは、内視鏡のカメラからの標的解剖学的特徴の距離に基づき得る。いくつかの実施形態では、１つ以上の境界特徴は、少なくとも部分的な箱形態を有する。

【００１７】

制御回路は、電磁場内の経皮的アクセス針の三次元位置を示すセンサデータを受信し、センサデータに少なくとも部分的に基づいて、内視鏡に対する針の遠位端の位置を決定し、ユーザインターフェースのウィンドウ内に針予測アイコンを表示させるように更に構成され得る。針予測アイコンは、リアルタイムビデオに対する針の遠位端の位置を示し得る。

【００１８】

いくつかの実装態様では、本開示は、内視鏡インターフェースと、１つ又は２つ以上のプロセッサ及び１つ又は２つ以上のデータ記憶デバイスを含む制御回路とを備える、コンピューティングデバイスに関する。制御回路は、患者の標的解剖学的管腔内に配設された内視鏡から位置データを受信するように構成され、位置データは、内視鏡の遠位端部に関連する位置センサの複数の位置を示す。本明細書に記載の位置及び位置センサの本明細書に記載の他の全ての説明と同様に、かかる位置は、位置及び向きの態様／情報を含み得る

。制御回路は、位置データに少なくとも部分的に基づいて、標的解剖学的管腔の表面を推定し、標的解剖学的管腔の推定表面に少なくとも部分的に基づいて、標的解剖学的管腔の軸を決定するように更に構成されている。

【００１９】

いくつかの実施形態では、制御回路は、少なくとも部分的に位置データを補間することによって、標的解剖学的管腔の表面を推定するように構成されている。いくつかの実施形態では、制御回路は、少なくとも部分的に標的解剖学的管腔の推定表面に関連する複数の表面法線ベクトルを決定することによって、標的解剖学的管腔の軸を決定するように構成されている。

【００２０】

本開示を要約する目的のために、ある特定の態様、利点、及び新規のフィーチャーが記載されている。必ずしも全てのかかる利点が任意の特定の実施形態に従って達成され得るわけではないことを理解されたい。したがって、開示された実施形態は、本明細書で教示又は提案され得るような他の利点を必ずしも達成することなく、本明細書で教示されるような１つの利点又は利点の群を達成又は最適化する様式で、実行され得る。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

様々な実施形態が、例証目的のために添付の図面に描写され、決して本発明の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。加えて、異なる開示された実施形態の様々な特徴は、本開示の一部である追加の実施形態を形成するために組み合わせることができる。図面の全体を通して、参照番号は、参照要素間の対応を示すために再利用され得る。

【図１】１つ又は２つ以上の実施形態による、ロボット医療システムの実施形態を図示する。

【図２】１つ以上の実施形態による、図１の医療システムに実装され得る例示的ロボットシステムを図示する。

【図３】１つ以上の実施形態による、図１の医療システムに実装され得る例示的制御システムを図示する。

【図４】１つ以上の実施形態による、患者の泌尿器系の部分に配設された尿管鏡を図示する。

【図５－１】１つ以上の実施形態による、誘導型経皮的腎結石摘出術を実施するためのプロセスを図示するフロー図を提示する。

【図５－２】１つ以上の実施形態による、誘導型経皮的腎結石摘出術を実施するためのプロセスを図示するフロー図を提示する。

【図６－１】１つ以上の実施形態による、それぞれ図５－１及び図５－２のプロセスに関連する様々なブロック、状態、及び／又は動作に対応する特定の画像を示す。

【図６－２】１つ以上の実施形態による、それぞれ図５－１及び図５－２のプロセスに関連する様々なブロック、状態、及び／又は動作に対応する特定の画像を示す。

【図７】１つ以上の実施形態による、標的解剖学的特徴の位置特定のためのプロセスを図示するフロー図である。

【図８】１つ以上の実施形態による、標的の位置特定のために標的杯内に配設されたスコープデバイスを示す。

【図９】１つ以上の実施形態による、患者内のスコープのナビゲーションを容易にするように配置されたロボット医療システムを図示する。

【図１０Ａ】１つ以上の実施形態による、尿管鏡が様々な位置に駐留されている、腎解剖学的構造を示す。

【図１０Ｂ】１つ以上の実施形態による、尿管鏡が様々な位置に駐留されている、腎解剖学的構造を示す。

【図１１】１つ以上の実施形態による、スコープ標的化特徴を含むスコープカメラビュー／ウィンドウの構成を図示する。

【図１２Ａ】１つ以上の実施形態による、標的境界特徴を含むスコープカメラビュー／ウ

ィンドウの構成を図示する。
【図１２Ｂ】１つ以上の実施形態による、標的境界特徴を含むスコープカメラビュー／ウィンドウの構成を図示する。
【図１３】１つ以上の実施形態による、患者の腎解剖学的構造の経皮的アクセスを容易にするように配置されたロボット医療システムを図示する。
【図１４－１】１つ以上の実施形態による、１つ以上の針軌道特徴を含むスコープカメラビュー／ウィンドウの構成を図示する。
【図１４－２】１つ以上の実施形態による、１つ以上の針軌道特徴を含むスコープカメラビュー／ウィンドウの構成を図示する。
【図１５】１つ以上の実施形態による、杯マッピングのために標的腎解剖学的構造内に配設されたスコープデバイスを示す。
【図１６】１つ以上の実施形態による、画像ベースの標的位置特定システムに関する画像を示す。
【図１７】１つ以上の実施形態による、記録されたスコープ位置から形成された杯マップを示す。
【図１８】１つ以上の実施形態による、表面法線及び杯軌道インジケータを含む杯表面マップを示す。
【図１９】１つ以上の実施形態による、距離測定ツールを含む内視鏡の遠位部を示す。
【発明を実施するための形態】
【００２２】
本明細書で提供される見出しは、単に便宜上のものであり、特許請求される発明の範囲又は意味に必ずしも影響を及ぼさない。特定の好ましい実施形態及び実施例が以下に開示されるが、発明の主題は、具体的に開示された実施形態を超えて他の代替実施形態及び／又は用途まで、並びにそれらの修正及び均等物まで拡張する。したがって、本明細書から生じ得る特許請求の範囲は、以下に記載される特定の実施形態のうちのいずれかによって限定されない。例えば、本明細書に開示される任意の方法又はプロセスでは、方法又はプロセスの行為又は動作は、任意の好適な順序で実施され得、必ずしも任意の特定の開示された順序に限定されない。様々な動作が、特定の実施形態を理解することに役立ち得る様式で、複数の別個の動作として説明され得る。しかしながら、説明の順序は、これらの動作が順序依存的であることを暗示すると解釈されるべきではない。加えて、本明細書に記載の構造、システム、及び／又はデバイスは、統合された構成要素として、又は別個の構成要素として具現化され得る。様々な実施形態を比較する目的のために、これらの実施形態の特定の態様及び利点が記載される。必ずしも全てのそのような態様又は利点が、任意の特定の実施形態によって達成されるわけではない。したがって、例えば、様々な実施形態は、本明細書で同様に教示又は提案され得るような他の態様又は利点を必ずしも達成することなく、本明細書で教示されるような１つの利点又は利点の群を達成又は最適化する様式で、実行され得る。
【００２３】
場所の特定の標準的な解剖学的用語が、本明細書では、好ましい実施形態に関して、動物、すなわち、ヒトの解剖学的構造を指すために使用される。「外側」、「内側」、「上側」、「下側」、「下方」、「上方」、「垂直」、「水平」、「上部」、「底部」、及び同様の用語などの特定の空間的に相対的な用語は、本明細書では、１つの装置／要素又は解剖学的構造の別の装置／要素又は解剖学的構造との空間的関係を説明するために使用されるが、これらの用語は、図面に図示されるように、要素／構造の間の位置関係を説明するための説明を容易にするために本明細書で使用されることが理解される。空間的に相対的な用語は、図面に描写される配向に加えて、使用又は動作時の要素／構造の異なる配向を包含することを意図していると理解されたい。例えば、別の要素／構造の「上方」として記載される要素／構造は、対象患者又は要素／構造の代替配向に対してそのような他の要素／構造の下方にある、又はその傍にある位置を表し得、逆もまた同様である。
【００２４】

概論

本開示は、特定の医療手技を補助するために患者の標的解剖学的特徴を位置特定し、標的化するためのシステム、デバイス、及び方法に関する。本開示の特定の態様は、腎臓結石の除去／治療手技など腎臓、泌尿器、及び／又は腎臓学的手技の文脈において本明細書に詳述するが、かかる文脈は、便宜上及び明確性のために提供され、本明細書に開示する解剖学的特徴の位置特定及び標的化概念は、任意の好適な医療手技に適用可能であることを理解されたい。しかしながら、記述されたように、腎臓／泌尿器系の解剖学的構造並びに関連する医学的問題及び手技の説明が、本明細書に開示される発明の概念の説明を補助するために以下に提示される。

【００２５】

尿路結石症としても知られる腎臓結石病は、比較的よく見られる医学的状態であり、「腎臓結石」、「尿路結石」、「腎結石」、「腎臓結石症」、又は「腎結石症」と称される固体材料片の尿路内の形成を伴う。尿路結石は、腎臓、尿管、及び膀胱内で形成され、かつ／又は見出され得る（「膀胱結石」と称される）。尿路結石は、濃縮された鉱物の結果として形成し、尿管又は尿道を通した尿流を妨げるために十分なサイズに達すると、著しい腹痛を引き起こし得る。尿路結石は、カルシウム、マグネシウム、アンモニア、尿酸、システイン、及び／又は他の化合物から形成され得る。

【００２６】

膀胱及び尿管から尿結石を除去するために、外科医は、尿道を通って尿路に尿管鏡を挿入し得る。典型的には、尿管鏡は、尿路の可視化を可能にするように構成された内視鏡をその遠位端に含む。尿管鏡はまた、尿路結石を捕捉又は破砕するための結石摘出機構を含むこともできる。尿管鏡検査手技中に、１人の医師／技師が、尿管鏡の位置を制御し得る一方で、もう１人の他の医師／技師は、結石摘出機構を制御し得る。

【００２７】

腎臓から比較的大きな結石（すなわち、「腎臓結石」）を除去するために、医師は、皮膚を通して（すなわち、経皮的に）腎臓鏡を挿入して結石を破壊及び／又は除去することを伴う、経皮的腎石切除（percutaneous nephrolithotomy、「ＰＣＮＬ」）技法を使用し得る。いくつかの実施態様では、腎臓結石を位置特定することは、腎臓鏡の挿入のための標的を提供するために、蛍光透視法を使用して達成され得る。しかしながら、蛍光透視法は、蛍光透視鏡自体のコスト、並びに蛍光透視鏡を操作する技師のコストにより、腎石切除手技のコストを概して増加させる。蛍光透視法はまた、比較的長期間にわたって患者を放射線に曝露する。蛍光透視法でさえも、腎臓結石にアクセスするための経皮的切開を正確に加えることは、困難であり、不必要に不正確であり得る。更に、いくつかの腎石切除技法は、２日間又は３日間の入院を伴う。要するに、特定の腎石切除ソリューションは、比較的高価であり、患者にとって問題となり得る。

【００２８】

本開示の態様による特定の外科的手技によると、内視鏡（例えば、尿管鏡）は、１つ以上の位置センサを装備することができ、センサの位置は、ＰＣＮＬのためなど経皮的アクセスのための標的として使用される。例えば、電磁センサを装備した尿管鏡及び／又は電磁センサを装備した経皮的アクセス針が、腎臓結石の除去及び／又は同等物のための経皮的腎臓アクセスを誘導するために使用され得る。そのような手技では、外科医／医師は、腎臓の標的杯に尿管鏡を駆動し、針のための経皮的アクセス標的として尿管鏡の遠位端／先端と関連付けられた電磁センサ（例えば、ビーコン）を使用することができる。概して、標的杯に対する経皮軸の有効性は、例えば、それを通して経皮的アクセスが標的杯に対して行われ得る標的杯及び／又は乳頭の位置及び／又は先頭方位に対して、医師が尿管鏡を位置決めする／駐留させる場所に少なくとも部分的に依拠し得る。尿管鏡の遠位端／先端が経皮的アクセス標的として使用される、いくつかの手技について、経皮的アクセス／接近中に尿管鏡の遠位先端が可能な限り乳頭／杯の近くにあることが望ましくあり得る。

【００２９】

「スコープ」及び「内視鏡」という用語は、それらの広義かつ通常の意味に従って本明

細書で使用され、画像生成、視認、及び／又は捕捉機能を有し、かつ身体の任意のタイプの器官、空洞、管腔、小室、又は空間に導入されるように構成された任意のタイプの細長い医療器具を指し得る。例えば、本明細書でのスコープ又は内視鏡の言及は、尿管鏡、膀胱鏡、腎臓鏡、気管支鏡、関節鏡、結腸鏡、腹腔鏡、ボアスコープ、又は同等物を指し得る。スコープ／内視鏡は、いくつかの事例では、剛性又は可撓性チューブを備えてもよく、外側シース、カテーテル、導入器、若しくは他の管腔型デバイス内を通過させられるように定寸され得るか、又はそのようなデバイスを用いることなく使用され得る。

【００３０】

ロボット支援型経皮的手技は、腎臓結石除去手技など様々な医療手技に関連して実装することができ、ロボットツールは、医師／泌尿器科医が内視鏡（例えば、尿管鏡）標的アクセス並びに経皮的アクセス／治療を実施することを可能にすることができる。有利なことに、本開示の態様は、医療手技におけるリアルタイム標的追跡／位置特定に関し、これは、経皮的アクセス器具（例えば、針又は他の剛性ツール）を方向付けるために、かつ／又はかかるリアルタイム標的追跡情報に応答して、内視鏡位置並びに／若しくは整合を自動的に調整することなどによって、ロボット計装を誘導するために、操作する医師によって利用され得る。かかる機能を促進するために、本開示の実施形態は、腎臓鏡検査など様々な外科手術のための比較的に効率の良い、かつ正確な経皮的アクセスを達成するように医師（例えば、泌尿器科医）を支援するための解剖学的特徴の標的の位置特定、追跡、及び／又は三次元位置推定のための機構を有利に提供し得る。本開示の態様は、便宜上、尿管鏡誘導型腎臓鏡検査の文脈において本明細書に記載されているが、本開示の発明の態様は、ロボットであるか否かにかかわらず、任意の好適な又は望ましいタイプの経皮的及び／又は内視鏡的医療手技で実装され得ることを理解されたい。

【００３１】

医療システム

図１は、本開示の態様による、様々な医療手技を実施するための例示的医療システム１００を図示する。医療システム１０は、例えば、尿管鏡手技に使用され得る。上記で言及し、説明したように、特定の尿管鏡手技は、尿管の異常の調査及び／又は腎臓結石の治療／除去を伴う。いくつかの実施態様では、腎臓結石治療は、図１に示し、以下に詳述するものと同様であり得るものなど、特定のロボット技術／デバイスの支援から利益を得ることができる。ロボット医療ソリューションは、特定の器具に対して比較的より高い精度、より優れた制御、及び／又はより優れた視覚と手との協調をもたらし得る。例えば、いくつかの手技による、腎臓へのロボット支援型経皮的アクセスは、泌尿器科医が標的内視鏡アクセス及び経皮的アクセスの両方を実行することを有利に可能にすることができる。しかしながら、いくつかのソリューションによると、経皮的腎臓アクセスは、標的尿管鏡の適切な整合／位置決め、並びに／又は標的漏斗、杯、及び／若しくは乳頭と実質的に一致する標的経皮的アクセス経路の決定に関して特定の困難に悩まされ得る。いくつかの実装態様では、本開示は、尿管鏡及び／又は経皮的アクセス器具（例えば、針）をインテリジェントに誘導するためのシステム（例えば、システム１００）、デバイス、及び方法に関する。例えば、本開示の実施形態は、特定の自動標的位置特定、追跡、及び／又は３Ｄ医師推定機能を組み込むシステム、デバイス、及び方法に関し、これらは、腎臓への効率的かつ正確な経皮的アクセスを達成する際に泌尿器科医又は他の技師を有利に支援し得る。本開示の実施形態は、尿管鏡及び／又は人間の腎解剖学的構造の文脈で提示されているが、本明細書に開示する原理は、任意のタイプの内視鏡手技で実施され得ることを理解されたい。

【００３２】

医療システム１００は、医療器具３２（例えば、尿管鏡）と係合し、かつ／又はそれを制御し、患者１３で手技を実施するように構成されたロボットシステム１０を含む。医療システム１０はまた、ロボットシステム１０とのインターフェースを有し、手技に関する情報を提供し、かつ／又は種々の他の動作を実施するように構成された制御システム５０も含む。例えば、制御システム５０は、医師５及び／又は他の技師若しくは個人を支援す

るために特定の情報を提示するように構成された１つ以上のディスプレイ４２を含み得る。医療システム１０は、患者１３を保持するように構成された台１５を含み得る。システム１０は、ロボットシステム１０のロボットアーム１２のうちの１つ以上によって保持され得るか、又は独立型デバイスであり得る、電磁（electromagnetic、ＥＭ）場発生器１８を更に含み得る。

【００３３】

いくつかの実装では、システム１０は、経皮的腎石切除術（ＰＣＮＬ）などの経皮的手技を実施するために使用され得る。例証すると、患者１３が、大きすぎて除去することができない／尿路（６０、６３、６５）を通過させることができない腎臓結石８０を有する場合、医師５は、患者１３の脇腹／側部に関連する経皮的アクセス点／経路を通って腎臓結石８０を除去するための手技を実施することができる。いくつかの実施形態では、医師５は、制御システム５０及び／又はロボットシステム１０と相互作用してロボットシステム１０に、尿道６５から、膀胱６０を通って、尿管６３の上方へと、かつ結石８０が位置する腎臓７０の杯網内へと医療器具３２（例えば、スコープ）を前進させ、ナビゲートすることができる／ロボットシステム１０をそのように制御することができる。制御システム５０は、医師５が医療器具をナビゲートする／制御することを支援するために、それを用いて捕捉されたリアルタイム内視鏡画像など医療器具３２に関連する情報をディスプレイ４２を介して提供することができる。

【００３４】

腎解剖学的構造は、本発明の概念の態様に関連する特定の医療手技に関して参考のために本明細書に記載されている。図１の典型的な解剖学的位置に大まかに示された腎臓７０は、概して、後腹膜腔内でそれぞれ左側及び右側に位置する２つの豆形状の器官を含む。成人のヒトでは、腎臓は、概して、高さ／長さが約１１ｃｍである。腎臓は、対の腎動脈から血液を受容し、血液は、視覚的に明確にするためにいずれも図１に示していない対の腎静脈を介して、腎臓から出る。各腎臓７０は、腎臓７０から膀胱６０に排泄された尿を運搬する管を概して備える、尿管６３と流体結合している。

【００３５】

腎臓７０は、典型的には、腹腔内で比較的高く位置し、わずかに斜めの角度で後腹膜位置にある。概して肝臓の位置によって生じる腹腔内の非対称性は、（図１に詳細に示すように）典型的には、右腎臓を左よりわずかに低く、かつ小さくし、左腎臓よりもわずかに中央に配置させる。各腎臓の上部には、副腎（図示せず）がある。腎臓の上部は、第１１肋骨及び第１２肋骨によって部分的に保護される。その副腎を伴う各腎臓は、脂肪の２つの層、すなわち、腎筋膜と腎被膜との間に存在する腎周囲脂肪、及び腎筋膜の上方にある腎傍脂肪によって概して囲繞される。

【００３６】

腎臓７０は、様々な体液区画の体積、流体浸透圧、酸塩基平衡、様々な電解質濃度、及び毒素の除去の制御に関与する。腎臓７０は、特定の物質を分泌し、他の物質を再吸収することによって、濾過機能を提供する。尿中に分泌される物質の例は、水素、アンモニウム、カリウム、及び尿酸である。加えて、腎臓はまた、ホルモン合成及びその他などの様々な他の機能も実行する。

【００３７】

腎臓７０の凹状境界上の陥凹領域は、腎動脈（図示せず）が腎臓７０に進入し、腎静脈（図示せず）及び尿管６３が退出する、腎門７８である。腎臓７０は、頑丈な線維組織である、腎被膜７４によって囲繞され、これは、それ自体が腎周囲脂肪、腎筋膜、及び腎傍脂肪によって囲繞される。これらの組織の前（正）面が、腹膜である一方で、後（裏）面は、横筋筋膜である。

【００３８】

腎臓７０の機能基質又は実質は、２つの主要な構造、すなわち、外側腎皮質７７及び内側腎髄質８７に分割される。これらの構造は、それぞれ、腎錐体７２と呼ばれる髄質の一部を囲繞する腎皮質を含有する、複数の概円錐形の腎葉の形状をとる。腎錐体７２の間に

は、腎柱７３と呼ばれる皮質の突起がある。腎臓の尿産生機能構造である、ネフロン（図１に詳細に図示せず）は、皮質７７及び髄質８７にまたがる。ネフロンの初期フィルタリング部分は、皮質に位置する腎小体であり、皮質から髄様ピラミッドの奥へと入る腎管が続く。腎皮質の一部である、髄線は、単一の集合管の中に排出する尿細管の集合である。

【００３９】

各錐体の先端／頂部又は乳頭７９は、尿をそれぞれの小腎杯７５に出し、小腎杯７５は、大腎杯７６の中に出し、大腎杯７６は、尿管６３に移行する腎盂７１の中に出す。腎門７８では、尿管６３及び腎静脈が腎臓から出て、腎動脈が入る。腎門脂肪及びリンパ節を伴うリンパ組織は、これらの構造を囲繞する。腎門脂肪は、腎洞と呼ばれる脂肪で充填された空洞と隣接している。腎洞は、腎盂７１及び杯７５、７６を集合的に含有し、これらの構造を腎髄組織から分離する。杯に関連する漏斗状／管状解剖学的構造は、漏斗と称され得る。すなわち、漏斗は概して、乳頭が杯内で曝露される杯の終端部をもたらす。

【００４０】

医療システム１０を更に参照すると、医療器具（例えば、スコープ）３２は、尿路を通して腎臓７０の中に前進させることができる。腎臓結石８０の部位に（例えば、それを通って結石８０がアクセス可能である腎臓７０の標的杯７５内に）来ると、医療器具３２は、腎臓７０への経皮的アクセスのための標的場所を指定する／タグ付けするために使用することができる。腎臓及び／又は周辺解剖学的構造への損傷を最小限に抑えるために、医師５は、経皮的アクセス器具（例えば、針（図示せず）、例えば、図１３を参照）を用いて腎臓７０に進入するための標的場所／解剖学的特徴として腎臓７０の特定の乳頭７９を指定することができる。しかしながら、他の標的場所も、指定又は決定することができる。経皮的アクセス器具が標的場所（例えば、杯７５）に到達すると、利用された経皮的アクセス経路は、患者１３から腎臓結石８０を摘出するために使用され得る。「経皮的アクセス器具」という用語は、本明細書では、その広範な通常の意味に従って使用され、針、メス、ガイドワイヤなどヒトの皮膚及び／又は他の組織／解剖学的構造を通って穿刺又は挿入されるように構成されている外科用ツール又はデバイスを指し得る。しかしながら、経皮的アクセス器具は、本開示の文脈において他のタイプの医療器具を指し得ることを理解されたい。

【００４１】

図１の例では、医療器具３２は、スコープとして実装される。しかしながら、医療器具３２はそれぞれ、カテーテル、ガイドワイヤ、砕石器、バスケット回収デバイスなどの任意の好適なタイプの医療器具として実装することができる。いくつかの実施形態では、医療器具３２は操縦可能なデバイスである。

【００４２】

システム１００のスコープ３２などスコープは、ヒトの解剖学的構造の自然口又は管腔内などヒトの解剖学的構造内でナビゲートするように構成され得る。スコープは、例えば、（例えば、尿路にアクセスするための）尿管鏡、腹腔鏡、（例えば、腎臓にアクセスするための）腎臓鏡、（例えば、気管支などの気道にアクセスするための）気管支鏡、（例えば、結腸にアクセスするための）結腸鏡、（例えば、関節にアクセスするための）関節鏡、（例えば、膀胱にアクセスするための）膀胱鏡などを含むことができる。

【００４３】

図１及び本開示の１つ以上の実施形態による、図１のロボットシステム１０の例示的実施形態を示す図２を参照すると、ロボットシステム１０は、医療手技の実施を少なくとも部分的に容易にするように構成され得る。ロボットシステム１０は、特定の手技に応じて種々の方法で配置され得る。ロボットシステム１０は、例えば、スコープ３２（及び／又は経皮的アクセス器具、図示せず）と係合し、かつ／又はそれを制御して、手技の１つ以上の態様を実施するように構成された、１つ以上のロボットアーム１２を含み得る。図示するように、各ロボットアーム１２は、複数の移動度／自由度を提供し得る、関節に結合された複数のアームセグメント２３を含み得る。図１の例では、ロボットシステム１０は、患者の脚に近接して位置決めされ、ロボットアーム１２は、患者１３の尿道６５などア

クセス点へのアクセスのために、スコープ３２と係合し、それを位置決めするように作動される。ロボットシステム１００が適切に位置決めされると、スコープ３２は、ロボットアーム１２を使用してロボット制御で、医師５によって手動で、又はそれらの組み合わせで、患者１３に挿入することができる。

【００４４】

ロボットシステム１０は、制御システム５０、台１５、ＥＭ場発生器１８、スコープ３２、及び／又は経皮的アクセス器具（例えば、針、図１２を参照）など医療システム１００の任意の構成要素に結合され得る。いくつかの実施形態では、ロボットシステム１０は、制御システム５０に通信可能に結合されている。例えば、ロボットシステム１０は、制御システム５０から制御信号を受信して、特定の様式で１つ以上のロボットアーム１２を位置決めする、スコープ３２を操作するなど動作を実施するように構成され得る。それに応答して、ロボットシステム１０は、ロボットシステム１０の特定の制御回路２０２、アクチュエータ２０７、及び／又は他の構成要素を使用して、ロボットシステム１０の構成要素を制御して、動作を実施することができる。いくつかの実施形態では、ロボットシステム１０は、患者１３の解剖学的内部構造、すなわち、図１の特定の描写に関する泌尿器系を表す画像及び／若しくは画像データをスコープ３２から受信し、かつ／又は画像／画像データを制御システム５０に送信する（これは、次いで、ディスプレイ４２又は他の出力デバイスに表示され得る）ように構成されている。更に、いくつかの実施形態では、ロボットシステム１０は、流体、光学系、電力、又は同等物がそこから受容されることを可能にするような様式で、制御システム５０など医療システム１０の構成要素に結合される。ロボットシステム１０は、１つ以上の通信インターフェース２０６、電源／インターフェース、電子ディスプレイ２４２、及び／又は他の入力／出力構成要素２１０を含み得る。

【００４５】

図１及び本開示の１つ以上の実施形態による、図１の制御システム５０の例示的実施形態を示す図３を参照すると、制御システム５０は、様々な機能を提供して医療手技の実施時に支援するように構成され得る。いくつかの実施形態では、制御システム５０は、ロボットシステム１０に結合され、ロボットシステム１０と協働して動作して、患者１３で医療手技を実施することができる。例えば、制御システム５０は、（例えば、ロボットシステム１０及び／又はスコープ３２を制御する、スコープ３２によって捕捉された画像を受信するなどのために）無線又は有線接続を介してロボットシステム１０と通信する、１つ以上の流体チャネルを介してロボットシステム１０に流体を提供する、１つ以上の電気接続を介してロボットシステム１０に電力を提供する、１つ以上の光ファイバ若しくは他の構成要素を介してロボットシステム１０に光学系を提供することなどができる。更に、いくつかの実施形態では、制御システム５０は、針及び／又は腎臓鏡と通信して、そこから位置データを受信することができる。更に、いくつかの実施形態では、制御システム５０は、テーブル１５と通信して、テーブル１５を特定の配向に位置決めするか、又は別様にテーブル１５を制御することができる。更に、いくつかの実施形態では、制御システム５０は、ＥＭ場発生器１８と通信して、患者１３の周囲の領域内のＥＭ場の生成を制御することができる。

【００４６】

システム１０は、ロボットシステム１０の制御回路２０２及び／又は制御システム５０の制御回路３０２など本明細書に記載の特定の機能を実施するように構成された、特定の制御回路を含み得る。つまり、システム１０の制御回路は、ロボットシステム１０、制御システム５０、又は両方の一部であり得る。したがって、本明細書における制御回路への全ての言及は、ロボットシステム、制御システム、又は図１に示す医療システム１００など医療システムの任意の他の構成要素に具現化された回路を指し得る。「制御回路」という用語は、その広義かつ通常の意味に従って本明細書で使用され、プロセッサ、処理回路、処理モジュール／ユニット、チップ、ダイ（例えば、１つ又は２つ以上の能動及び／又は受動デバイス並びに／若しくは接続性回路を含む、半導体ダイ）、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ、マイクロコンピュータ、中央処理ユ

ニット、フィールドプログラマブルゲートアレイ、プログラマブル論理デバイス、状態機械（例えば、ハードウェア状態機械）、論理回路、アナログ回路、デジタル回路、及び／又は回路のハードコーディング並びに／若しくは動作命令に基づいて信号（アナログ及び／又はデジタル）を操作する任意のデバイスの任意の集合を指し得る。本明細書で言及される制御回路は、１つ又は２つ以上の回路基板（例えば、プリント回路基板）、導電性トレース及びビア、及び／又は搭載パッド、コネクタ、並びに／若しくは構成要素を更に含んでもよい。本明細書で言及される制御回路は、単一のメモリデバイス、複数のメモリデバイス、及び／又はデバイスの埋め込まれた回路で具現化され得る、１つ又は２つ以上の記憶デバイスを更に備えてもよい。そのようなデータ記憶装置は、読み取り専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、スタティックメモリ、ダイナミックメモリ、フラッシュメモリ、キャッシュメモリ、データ記憶レジスタ、及び／又はデジタル情報を記憶する任意のデバイスを備えてもよい。制御回路が、ハードウェア及び／又はソフトウェア状態機械、アナログ回路、デジタル回路、並びに／若しくは論理回路を備える、実施形態では、任意の関連動作命令を記憶するデータ記憶デバイス／レジスタは、状態機械、アナログ回路、デジタル回路、及び／又は論理回路を備える回路内に埋め込まれるか、又はその外部にあり得ることに留意されたい。

【００４７】

制御回路２０２及び／又は３０２は、本図のうちの１つ以上に図示する、及び／又は本明細書に記載するステップ及び／又は機能のうちの少なくともいくつかに対応する、ハードコード化及び／又は動作命令を記憶する、及び／又はそれらを記憶するように構成されたコンピュータ可読媒体を備え得る。そのようなコンピュータ可読媒体は、いくつかの事例では、製造物品に含めることができる。制御回路２０２／３０２は、完全にローカルに維持／配設され得るか、又は少なくとも部分的に遠隔に位置し得る（例えば、ローカルエリアネットワーク及び／又は広域ネットワークを介して間接的に通信可能に結合されている）。

【００４８】

ロボットシステム１０に関して、制御回路２０２の少なくとも一部分は、ロボットシステム１０のベース２５、列１４、及び／若しくはコンソール１６、並びに／又はロボットシステム１０に通信可能に結合されている別のシステムと統合され得る。制御システム５０に関して、制御回路３０２の少なくとも一部は、制御システム５０のコンソール基部５１及び／又はディスプレイユニット４２と統合され得る。本明細書における機能的制御回路又は関連機能の任意の説明は、ロボットシステム１０、制御システム５０、若しくはその両方のいずれかで、及び／又は少なくとも部分的に１つ以上の他のローカル若しくは遠隔システム／デバイスで具現化されると理解されたい。

【００４９】

図２を参照すると、ロボットシステム１０は、概して、細長い支持構造１４（「カラム」とも称される）、ロボットシステム基部２５、及びカラム１４の上部にあるコンソール１６を含む。カラム１４は、１つ又は２つ以上のロボットアーム１２（図２には３つが示されている）の展開を支持するための１つ又は２つ以上のアーム支持体１７（「キャリッジ」とも称される）を含んでもよい。アーム支持体１７は、患者に対するより良好な位置決めのために、垂直軸に沿って回転してロボットアーム１２の基部を調整する、個別に構成可能なアームマウントを含んでもよい。アーム支持体１７はまた、アーム支持体１７がカラム１４に沿って垂直方向に並進することを可能にする、カラムインターフェース１９も含む。

【００５０】

いくつかの実施形態では、カラムインターフェース１９は、アーム支持体１７の垂直方向の並進を誘導するためにカラム１４の両側に位置決めされる、スロット２０などのスロットを通してカラム１４に接続することができる。スロット２０は、ロボットシステム基部２５に対して様々な垂直方向の高さにおいてアーム支持体１７を位置決めし、保持するための垂直方向の並進インターフェースを含有する。アーム支持体１７の垂直方向の並進

は、ロボットシステム１０が、種々の台の高さ、患者のサイズ、及び医師の選好を満たすようにロボットアーム１２の到達範囲を調整することを可能にする。同様に、アーム支持体１７上の個別に構成可能なアームマウントは、ロボットアーム１２のロボットアーム基部２１が種々の構成で角度付けられることを可能にすることができる。

【００５１】

ロボットアーム１２は、概して、各関節が１つ以上の独立したアクチュエータ２０７を備える、一連の関節２４によって接続される一連のリンケージ２３によって分離されたロボットアーム基部２１及びエンドエフェクタ２２を備え得る。各アクチュエータは、独立して制御可能なモータを備えてもよい。各独立して制御可能な関節２４は、ロボットアームに利用可能な独立した自由度を提供するか、又は表すことができる。いくつかの実施形態では、アーム１２の各々は、７つの関節を有し、したがって、「冗長」自由度を含む７つの自由度を提供する。冗長自由度は、ロボットアーム１２が、異なる結合位置及び関節角度を使用して空間内の特定の位置、配向、及び軌道で、それらのそれぞれのエンドエフェクタ２２を位置決めすることを可能にする。これにより、システムが空間内の所望のポイントから医療器具を位置決めし、方向付けることが可能になると同時に、医師がアーム関節を患者から離れる臨床的に有利な位置へと移動させて、アームの衝突を回避しながらよりよいアクセスを生み出すことを可能にする。

【００５２】

ロボットシステム基部２５は、床の上のカラム１４、アーム支持体１７、及びアーム１２の重量の平衡を保つ。したがって、ロボットシステム基部２５は、電子機器、モータ、電源、並びに移動を選択的に可能にするか、又はロボットシステムを固定化する構成要素などのより重い構成要素を収容し得る。例えば、ロボットシステム基部２５は、手技前にロボットシステムが部屋中をあちこちに容易に移動することを可能にする、ホイール形状のキャスタ２８を含む。適切な位置に到達した後、キャスタ２８は、手技中にロボットシステム１０を定位置に保持するためのホイールロックを使用して、固定化され得る。

【００５３】

カラム１４の上端に位置決めされると、コンソール１６は、ユーザ入力を受信するためのユーザインターフェース並びに術前及び術中データの両方を医師ユーザに提供するための表示画面（又は、例えば、タッチスクリーン２６などの二重目的デバイス）の両方を可能にする。タッチスクリーン２６上の潜在的な術前データは、術前計画、術前コンピュータ断層撮影（computerized tomography、ＣＴ）スキャンから導出されたナビゲーション及びマッピングデータ、並びに／又は術前の患者への問診からのメモを含んでもよい。ディスプレイ上の術中データは、ツールから提供される光学情報、センサからのセンサ及び座標情報、及び呼吸、心拍数、及び／又はパルスなどの不可欠な患者統計を含んでもよい。コンソール１６は、医師がアーム支持体１７の反対側のカラム１４側からコンソールにアクセスすることを可能にするように位置決めされ、傾転され得る。この位置から、医師は、コンソール１６をロボットシステム１０の背後から操作しながら、コンソール１６、ロボットアーム１２、及び患者を視認し得る。図示するように、コンソール１６はまた、ロボットシステム１０の操作及び安定化を支援するためのハンドル２７を含み得る。

【００５４】

ロボットアーム１２の各々のエンドエフェクタ２２は、機構交換器インターフェース（mechanism changer interface、ＭＣＩ）を使用して取り付けられ得る、器具デバイスマニピュレータ（instrument device manipulator、ＩＤＭ）を備えてもよい。いくつかの実施形態では、ＩＤＭは、除去され、異なるタイプのＩＤＭと交換することができ、例えば、第１のタイプのＩＤＭが、内視鏡を操作し得る一方で、第２のタイプのＩＤＭは、腹腔鏡を操作し得る。ＭＣＩは、空気圧、電力、電気信号、及び／又は光信号をロボットアーム１２からＩＤＭに伝達するためのコネクタを含むことができる。ＩＤＭは、例えば、直接駆動、高調波駆動、ギア駆動、ベルト及びプーリ、磁気駆動、及び同等物を含む技法を使用して、スコープ３２などの医療器具（例えば、外科用ツール／器具）を操作するように構成され得る。

【００５５】
図３を参照すると、制御システム５０は、医療手技の実施時に医師５又は他者を支援するように構成された様々なＩ／Ｏ構成要素３１０を含み得る。例えば、入力／出力（Ｉ／Ｏ）構成要素３１０は、ユーザ入力が、患者１３内でスコープ３２をナビゲートするなどスコープ３２を制御することを可能にするように構成され得る。いくつかの実施形態では、例えば、医師５は、制御システム５０及び／又はロボットシステム１０に入力を提供することができ、かかる入力に応答して、制御信号をロボットシステム１０に送信して、スコープ３２を操作することができる。図１にも示すように、制御システム５０は、手技に関する様々な情報を提供するために１つ以上のディスプレイデバイス４２を含み得る。例えば、ディスプレイ４２は、スコープ３２に関する情報を提供し得る。例えば、制御システム５０は、スコープ３２によって捕捉されたリアルタイム画像を受信し、ディスプレイ４２を介してリアルタイム画像を表示することができる。追加的又は代替的に、制御システム５０は、患者１３に関連する医療モニタ及び／又はセンサから信号（例えば、アナログ、デジタル、電気、音響／音波、空気圧、触覚、油圧など）を受信することができ、ディスプレイ４２は、患者１３の健康又は環境に関する情報を提示することができる。かかる情報は、例えば、心拍数（例えば、ＥＣＧ、ＨＲＶなど）、血圧／血流速度、筋肉生体信号（例えば、ＥＭＧ）、体温、血液酸素飽和度（例えば、SpO_2）、CO_2、脳波（例えば、ＥＥＧ）、環境及び／又は局所若しくは中核体温に関する情報など、医療モニタを介して表示される情報を含み得る。

【００５６】
制御システム５０の機能を促進するために、制御システムは、様々な構成要素（「サブシステム」と称されることもある）を含むことができる。例えば、制御システム５０は、制御電子機器／回路３０２、並びに１つ以上の電源／インターフェース３０８、空気圧デバイス、光源、アクチュエータ、データ記憶デバイス３０４、及び／又は通信インターフェース３０６を含み得る。いくつかの実施形態では、制御システム５０は、実行されると、本明細書に記載の機能に関連する様々な動作を実施させる、実行可能な命令を記憶するように構成されている、コンピュータベースの制御システムを備える、制御回路を含む。いくつかの実施形態では、制御システム５０が、可動である一方で、他の実施形態では、制御システム５０は、実質的に静止したシステムである。様々な機能及び構成要素が、制御システム５０によって実装されるものとして論じているが、かかる機能及び／又は構成要素のうちのいずれかは、例えば、ロボットシステム１０、台１５、又は他のものなど他のシステム及び／又はデバイスに統合され、かつ／若しくはそれによって実施することができる。

【００５７】
更に図１を参照すると、医療システム１０は、手技の実施時に医師を支援するために誘導（例えば、器具追跡、器具整合情報など）を提供すること、医師がぎこちないアーム運動及び／又は位置を必要とすることなく人間工学的位置から手技を実施することを可能にすること、１人の医師が１つ以上の医療器具を用いて手技を実施することを可能にすること、（例えば、蛍光透視技法に関連する）放射線曝露を回避すること、手技技が単一動作設定で実施されることを可能にすること、連続吸引を提供し、より効率的に物体を除去する（例えば、腎臓結石を除去する）ことなどの種々の利益を提供することができる。例えば、医療システム１００は、出血及び／又は解剖学的構造（例えば、決定器官、血管など）への損傷を最小限に抑えながら、医師が様々な医療器具を使用して、標的解剖学的特徴にアクセスすることを支援するための誘導情報を提供することができる。更に、医療システム１００は、医師及び患者の放射線への曝露を低減し、かつ／又は手術室内の機器の量を低減するための非放射線ベースのナビゲーション並びに／若しくは位置特定技法を提供することができる。更に、医療システム１００は、少なくとも制御システム５０と、独立して可動であり得るロボットシステム１０との間に分散する機能を提供することができる。機能性及び／又は移動性のかかる分散は、制御システム５０及び／又はロボットシステム１０が、特定の医療手技に対して最適である場所に配置されることを可能にすることが

できる、これにより、患者の周囲の作業領域を最大化し、及び／又は医師が処置を実行するための最適化された場所を提供することが可能になる。

【００５８】

システム１００の様々な構成要素は、ネットワーク上で相互に通信可能に結合することができ、これは、無線及び／又は有線ネットワークを含み得る。例示的なネットワークは、１つ又は２つ以上のパーソナルエリアネットワーク（ＰＡＮ）、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）、広域ネットワーク（ＷＡＮ）、インターネットエリアネットワーク（ＩＡＮ）、セルラーネットワーク、インターネットなどを含む。更に、いくつかの実施形態では、システム１０の様々な構成要素は、１つ又は２つ以上の支持ケーブル、管、又は同等物を介して、データ通信、流体／ガス交換、電力交換などのために接続することができる。

【００５９】

ロボットシステム１０及び／又は制御システム５０は、１つ以上のボタン、キー、ジョイスティック、ハンドヘルドコントローラ（例えば、ビデオゲーム型コントローラ）、コンピュータマウス、トラックパッド、トラックボール、制御パッド、並びに／又は手のジェスチャ及び指のジェスチャを捕捉するセンサ（例えば、モーションセンサ若しくはカメラ）など任意のタイプのユーザ入力（及び／又は出力）デバイス若しくはデバイスイインターフェース、並びに／又はそのためのインターフェース／コネクタを備え得る、特定のユーザ制御装置２４６、３４６を含む。ユーザ制御装置２４６、３４６は、それぞれ制御回路２０２、３０２の少なくとも一部に通信可能に、及び／又は物理的に結合される。

【００６０】

いくつかの実施形態では、ユーザ制御装置２４６、３４６、及び／又は関連する制御回路は、ユーザが、少なくとも部分的にロボットシステム（例えば、内視鏡又は腎鏡）によって操作可能な器具など医療器具を制御して、制御装置を使用して器具の遠位端のピッチ及びヨー運動を制御することを可能にするように構成されている。例えば、ジョイスティック上の移動は、スコープ／デバイスの遠位端におけるヨー及びピッチ移動にマッピングされ得る。いくつかの実施形態では、ユーザ制御装置は、ユーザに触覚フィードバックを提供するように構成されている。例えば、ジョイスティック又は他の制御機構は、無効又は潜在的に問題のある入力を示すために振動し得る。いくつかの実施形態では、制御システム５０及び／又はロボットシステム１０はまた、ロボット動作に関連する問題を示すために、視覚フィードバック（例えば、ポップアップメッセージ）及び／又は音声フィードバック（例えば、ビープ音）を提供し得る。

【００６１】

いくつかの実施形態では、制御回路２０２／３０２は、患者の解剖学的構造の三次元（３Ｄ）マップ及び／又は患者の所定のコンピュータモデルを使用して、医療器具（例えば、内視鏡）を制御し得る。例えば、制御回路２０２は、ロボットシステム１０のロボットアーム１２に制御信号を提供して、関連する器具を操作し、標的場所、位置、及び／又は向き／整合で同器具を位置決めするように構成することができる。３Ｄマッピングを実装する実施形態については、位置制御モードは、患者の解剖学的構造の十分に正確なマッピングを必要とし得る。

【００６２】

いくつかの実施形態では、ユーザは、電子ユーザ制御装置を使用することなく、ロボットシステム１０のロボットアーム１２を手動で操作することができる。例えば、外科手術室内の設定中に、ユーザは、ロボットアーム１２及び／又は任意の他の医療器具を動かして、患者への所望のアクセスを提供し得る。ロボットシステム１０は、ユーザからの力フィードバック及び慣性制御に依拠して、ロボットアーム１２及び関連計装の適切な構成を決定し得る。

【００６３】

制御システム５０のディスプレイデバイス４２は、例えば、ユーザ入力を提供するタッチスクリーンを伴うタブレットデバイスとして、ユーザ制御装置３４６と統合され得る。

ディスプレイデバイス４２は、統合されたディスプレイタッチ制御装置を使用して、ロボットシステム１０にデータ及び入力コマンドを提供するように構成することができる。ディスプレイデバイス４２は、１つ以上の位置センサによって提供された情報に基づいて、患者及び／又はシステム内で動作する様々な器具の位置及び向きに関する情報を示す、グラフィカルユーザインターフェースを表示するように構成することができる。いくつかの実施形態では、医療器具（例えば、内視鏡）と関連付けられた位置センサは、位置を示す信号を生成し、センサに結合されたワイヤ及び／又は伝送機上で同信号を伝送するように構成され得る。かかる接続性構成要素は、制御回路３０２によるその処理のために、及びディスプレイデバイスを介した提示のために、位置情報をコンソール基部５１に伝送するように構成され得る。

【００６４】

図３の実施例では、制御システム５０は、１つ以上のホイール３１２とともに移動可能なカートベースのシステムとして例示されている。しかしながら、制御システム５０は、固定システムとして実装され、別のシステム／デバイスなどに統合され得る。制御システム５０の特定の構成要素を図３に図示しているが、図示していない追加の構成要素が本開示による実施形態に含まれ得ることを理解されたい。更に、いくつかの実施形態では、例示される構成要素のうちのいくつかは、省略され得る。制御回路３０２は、図３の図において別個の構成要素として図示しているが、制御システム５０の残りの構成要素のうちのいずれか又は全てが、制御回路３０２に少なくとも部分的に具現化され得ることを理解されたい。

【００６５】

位置特定構成要素３１４は、１つ以上の位置特定技法を実行させて、医療器具など物体、及び／又は標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）の位置及び／又は向きを決定する及び／又は追跡するように構成され得る。例えば、位置特定構成要素３１４は、入力データ（例えば、医療器具からのセンサデータ、患者の解剖学的構造に関するモデルデータ、患者の位置データ、術前データ、ロボットコマンド、及び／又は運動学データなど）を処理して、１つ以上の医療器具の位置／向きデータ３２０を生成することができる。位置／向きデータ３２０は、視座に対する１つ以上の医療器具の場所及び／又は向きを示すことができる。視座は、患者の解剖学的構造、既知の物体（例えば、ＥＭ場発生器）、座標系／空間、ロボットシステム／カートで画定された座標枠などに対する視座であり得る。

【００６６】

いくつかの実施形態では、位置特定構成要素３１４は、術前データを処理して物体の位置及び／又は向きを決定することができる。術前データ（「マッピングデータ」と称されることもある）は、低用量ＣＴスキャンなどのコンピュータ断層撮影（ＣＴ）スキャンを実行することによって生成することができる。いくつかの実施形態では、本開示は、標的解剖学的構造（例えば、患者の腎臓の杯網）内に配設された内視鏡電磁センサを使用して記録された電磁場位置データに基づいて、マッピングデータを決定／生成するための機構を提供する。更に、いくつかの実施形態では、位置特定構成要素３１４は、標的解剖学的特徴の位置及び／又は向きを決定するために視覚ベースの技術を指示することができる。例えば、医療器具は、視覚データの形態でセンサデータを提供するために、カメラ、距離センサ（「深さセンサ」と称されることもある）、レーダデバイスなどを備えることができる。

【００６７】

位置特定構成要素３１４は、視覚データの処理を指示して、医療器具の視覚ベースの場所追跡を容易にすることができる。例えば、術前モデルデータを視覚データとともに使用して、医療器具（例えば、内視鏡）のコンピュータ視覚ベースの追跡を可能にすることができる。更に、いくつかの実施形態では、物体の位置及び／又は向きを判定するために、他のタイプの視覚ベースの技術が実行され得る。例えば、医療システム１０は、画像センサ（例えば、カメラ又は他のセンサ）の運動、したがって、画像センサに関連する医療器具を決定するために追跡するように構成され得る。マッピングデータの使用はまた、視覚

ベースのアルゴリズム又は技法を強化することができる。更に、位置特定構成要素３１４は、光学フロー処理、別のコンピュータ視覚ベースの技法の使用を指示して、視覚データ内のビデオシーケンス内の画像ピクセルの変位及び／又は並進を分析してカメラ移動を推測することができる。光学フロー技法の例としては、動き検出、オブジェクトセグメンテーション計算、輝度、動き補償符号化、立体視差測定などを挙げることができる。

【００６８】

いくつかの実施形態では、位置特定構成要素３１４及び制御回路３０２は、電磁追跡を使用して、物体の位置及び／又は向きを決定することができる。例えば、位置特定構成要素３１４は、リアルタイムＥＭ追跡を使用して、患者の解剖学的構造に記録され得る、座標系／空間における医療器具のリアルタイムの場所を決定することができ、この場所は、術前モデル又は他のモデルによって表され得る。ＥＭ追跡では、１つ又は２つ以上のセンサコイルを含むＥＭセンサ（又はトラッカ）が、医療器具（例えば、スコープ、針など）内の１つ又は２つ以上の場所及び／又は向きに埋め込まれ得る。ＥＭセンサは、既知の場所に位置決めされた１つ又は２つ以上の静的ＥＭ場発生器によって作り出されたＥＭ場の変動を測定することができる。ＥＭセンサによって検出された場所情報は、ＥＭデータとして記憶され得る。位置特定構成要素３１４は、ＥＭデータを処理して、医療器具など物体の位置及び／又は向きを決定することができる。ＥＭ場生成器（又は送信機）は、ＥＭセンサが検出することができる低強度磁場を作り出すために、患者の近くに（例えば、所定の距離内に）配置することができる。磁場は、ＥＭセンサのセンサコイル内に小電流を誘導することができ、これを分析して、ＥＭセンサとＥＭ場生成器との間の距離及び角度を判定することができる。これらの距離及び向きは、座標系内の単一の場所を患者の解剖学的構造の術前モデルにおける位置と位置合わせする幾何学的変換を判定するために、患者の解剖学的構造（例えば、術前モデル）に術中「記録」され得る。記録されると、医療器具の１つ又は２つ以上の位置（例えば、内視鏡の遠位先端、針など）におけるＥＭセンサ（例えば、埋め込まれたＥＭトラッカ）は、患者の解剖学的構造を通る医療器具の位置及び／又は向きのリアルタイム示唆を提供することができる。

【００６９】

いくつかの実施形態では、位置特定構成要素３１４及び制御回路３０２は、入力データを組み合わせて使用することができる。例えば、制御回路３０２は、信頼重みが複数の形態の入力データから決定された位置／向きに割り当てられる確率的手法を使用することができる。例示するために、ＥＭデータが（ＥＭ干渉がある場合のように）信頼できない場合、ＥＭデータは比較的低い信頼値と関連付けられ得、視覚データ、ロボットコマンド、運動学的データなどの他の形態の入力データに依拠することができる。

【００７０】

標的／軌道構成要素３１６は、ヒトの解剖学的構造及び／又は座標空間／座標系内の標的場所の位置を決定するように構成され得る。本開示に記載の「標的」はまた、乳頭の表面など解剖学的領域／特徴に対する言及であり得ることを理解されたい。例えば、いくつかの実施形態では、標的の位置及び標的の位置に関連する不確実性の両方は、センサ較正などの誤差の源に基づいて捕捉され得る。標的場所は、人体解剖学的構造及び／又は座標空間／座標系内の点／点セットを表すことができる。例えば、標的／軌道構成要素３１６は、座標系内の標的場所の１つ以上の点を識別し、１つ以上の点の座標（例えば、各点のＸ、Ｙ、Ｚ座標）を識別し、座標を標的場所と関連付けることができる。いくつかの実施形態では、標的／軌道構成要素３１６は、医療器具の位置及び／又は向きを使用して、標的場所の位置を決定することができる。例えば、スコープは、標的場所に接触するか、又は近接範囲内にある（例えば、標的場所の前に静止状態にある）ようにナビゲートされ得る。

【００７１】

標的場所は、人体解剖学的構造及び／又は座標空間／座標系内の固定点又は可動点を表すことができる。例えば、乳頭が最初に標的場所として指定されている場合、処置が進行し、（例えば、医療器具の挿入に起因して）乳頭が移動するときに、標的場所の座標が判

定及び更新され得る。ここで、スコープの場所（乳頭の近接範囲内にあり得る）は、標的場所の座標を更新するために経時的に追跡され、使用され得る。いくつかの実施形態では、標的／軌道構成要素３１６は、標的場所（例えば、標的解剖学的特徴）の位置を推定／決定することができる。

【００７２】

いくつかの実施形態では、標的軌道及び／又は医療器具の軌道は、１つ又は２つ以上の解剖学的平面／軸に関して画定／表現され得る。例えば、軌道は、冠状／矢状／横断面又は別の平面／軸に対する角度（例えば、２０度の頭側－尾側角度、１０度の内側－外側角度など）として画定／表現され得る。例示するために、制御システム５０は、ＥＭ場発生器に対する医療器具の姿勢及び／又はＥＭ場発生器に対する標的の場所を決定することができる。制御システム５０はまた、ロボット運動学に基づいて、ロボットシステムに対するＥＭ場発生器の姿勢を決定することができる。場合によっては、制御システム５０は、ロボットシステムがベッドに対して平行であると推測／決定することができる。かかる情報に基づいて、制御システム５０は、ベッド上の患者の解剖学的平面に対する角度など、解剖学的平面に対する標的軌道及び／又は医療器具の軌道を決定することができる。

【００７３】

標的／軌道構成要素３１６はまた、医療器具又は別の物体の標的軌道を決定するように構成され得る。標的軌道は、標的場所及び／又は解剖学的特徴にアクセスするための所望の経路を表すことができる。標的軌道は、医療器具（例えば、針、スコープなど）の位置、人体解剖学的構造内の標的場所、患者の位置及び／又は向き、患者の解剖学的構造（例えば、標的場所に対する患者内の臓器の場所）などの様々な情報に基づいて判定され得る。例えば、標的軌道は、医療器具の位置及び／又は患者の皮膚上の場所から患者内の標的場所の位置まで／そこを通って延伸するラインを含むことができる。実施例では、医師は、人体解剖学的構造の画像又はモデルを分析し、患者の内部解剖学的構造の画像上にラインを描くことなどによって、標的軌道を指定する入力を提供することができる。いくつかの実施形態では、標的／軌道構成要素３１６は、最初に標的軌道を計算し、及び／又は処置全体を通して標的軌道を更新することができる。例えば、標的場所が処置中に移動するとき、標的軌道は、標的場所の位置の変化に起因して更新され得る。標的場所が推定される実施例では、標的軌道は、標的場所に到達するために推定経路を表すことができる。

【００７４】

ユーザインターフェース構成要素３１８は、１つ以上のユーザインターフェース（「１つ以上のグラフィカルユーザインターフェース（graphical user interface、ＧＵＩ）」とも称される）を容易にするように構成され得る。例えば、ユーザインターフェース構成要素３１８は、医療器具の向き及び／又は位置を示すために、１つ以上の視覚化を含むスコープ誘導及び／又は針誘導インターフェース３２４を表すユーザインターフェースデータ３２２を生成することができる。ユーザインターフェース構成要素３１８は、１つ以上の医療器具に関する位置／向きデータ３２０、標的場所に関する情報、及び／又は標的軌道に関する情報を使用して、インターフェースデータ３２２によって表されるように、標的スコープ位置、針軌道、及び／又は同等物を示す１つ以上の視覚的特徴／アイコンを示すことができる。更に、かかるアイコン／特徴は、相対的に示される／表される、及び／又はスコープビジョン／画像データ／表現に重ねて表示され得る。例えば、針誘導特徴及び／又はスコープ誘導特徴は、スコープ画像ウィンドウに重ねて表示されて、拡張されたスコープ画像ビュー／ウィンドウを提供することができる。ユーザインターフェース構成要素３１８は、ユーザインターフェースデータ３２２又は他のデータを、その表現を表示するために１つ以上のディスプレイ４２及び／又は別のディスプレイに提供することができる。

【００７５】

１つ以上の通信インターフェース３０６は、無線及び／又は有線ネットワーク接続などで１つ以上のデバイス／センサ／システムと通信するように構成することができる。本開示の実施形態によるネットワークは、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）、ワイドエ

リアネットワーク（ＷＡＮ）（例えば、インターネット）、パーソナルエリアネットワーク（ＰＡＮ）、ボディエリアネットワーク（body area network、ＢＡＮ）などを含むことができる。いくつかの実施形態では、１つ又は２つ以上の通信インターフェース１２０６は、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ、Ｗｉ－Ｆｉ、近距離無線通信（near field communication、ＮＦＣ）などの無線技術を実装することができる。

【００７６】

図３には図示していないが、制御システム５０は、制御された灌注能力及び／又は吸引能力を医療器具（例えば、スコープ）、医療器具を通して展開され得るデバイスなどに提供するために、１つ以上のポンプ、流量計、バルブ制御装置、及び／又は流体アクセス構成要素など他の構成要素を含み、及び／又は制御することができる。いくつかの実施形態では、灌注能力及び吸引能力は、別個のケーブルを通して医療器具に直接送達され得る。いくつかの実施形態では、制御システム５０は、１つ以上のケーブル又は接続（図示せず）を介して、ロボットシステム１０、台１５、並びに／又はスコープ３２及び／若しくは針若しくは他の経皮的アクセス器具（図示せず）など医療器具に結合され得る。

【００７７】

図４は、本開示の１つ以上の実施形態による、患者の泌尿器系の部分に配設された尿管鏡４４０を図示する。上記で参照されるように、尿管鏡手技は、ヒトの尿管内の異常を調査し、かつ／又は同異常を治療するために実装することができる。例えば、尿管鏡手技は、腎臓結石を治療及び／又は除去するために実装することができる。かかる手技は、少なくとも部分的に手動で実施され得、かつ／又は図１に示すロボットシステム１０などロボット技術を少なくとも部分的に使用して実施され得る。例えば、特定の内視鏡手技のためのロボットデバイス及び／又はシステムの使用は、厳密に手動の手技と比較して、比較的高い精度、制御、及び／又は協調を提供することができる。いくつかの実施形態では、スコープ４４０は、医療器具（例えば、砕石器、バスケットデバイス、鉗子など）、灌注、及び／又は吸引をスコープの遠位端における動作領域に展開するための作業チャネル４４４を含む。

【００７８】

スコープ４４０は、スコープがヒトの解剖学的構造内で操縦され得るように、スコープの少なくとも遠位部などに対して関節運動可能であり得る。いくつかの実施形態では、スコープ４４０は、例えば、ＸＹＺ座標移動、並びにピッチ及びヨーを含む、５自由度で関節運動されるように構成される。いくつかの実施形態では、針センサは、Ｘ、Ｙ、及びＺ縦座標位置、並びにピッチ、ロー、及びヨーを含む、６自由度を提供する。スコープ４４０の位置センサは同様に、それらが生成／提供する位置情報に関して同様の自由度を有し得る。図は、いくつかの実施形態による、スコープ４４０の複数の運動度を図示する。図４に示すように、スコープ４４０の先端４４２は、その縦軸４０６（「ロール軸」とも称される）に対してゼロの偏向で配向することができる。

【００７９】

先端４４２の異なる向きにおいて画像を捕捉するために、ロボットシステムは、先端４４２を正のヨー軸４０２、負のヨー軸４０３、正のピッチ軸４０４、負のピッチ軸４０５、又はロール軸４０６上で偏向させるように構成され得る。スコープ４４２の先端４４２又は本体４４５は、縦軸４０６、ｘ軸４０８、又はｙ軸４０９において伸長又は並進され得る。スコープ４４０は、スコープの位置を較正するための参照構造（図示せず）を含み得る。例えば、ロボットシステムは、参照構造に対するスコープ４４０の偏向を測定し得る。参照構造は、例えば、内視鏡４４０の近位端上に位置することができ、キー、スロット、又はフランジを含み得る。参照構造は、初期較正のために第１の駆動機構に結合し、かつ外科手技を実施するために第２の駆動機構に結合することができる。

【００８０】

ロボット実装のために、ロボットシステムのロボットアームは、細長い移動部材を使用してスコープ４４０を操作するように構成される／構成可能であり得る。細長い移動部材は、１つ又は２つ以上のプルワイヤ（例えば、プル若しくはプッシュワイヤ）、ケーブル

、ファイバ、及び／又は可撓性シャフを含んでもよい。例えば、ロボットアームは、スコープ４４０に結合された複数のプルワイヤ（図示せず）を作動させて、スコープ４４０の先端４４２を偏向させるように構成され得る。プルワイヤは、ステンレス鋼、ケブラー、タングステン、炭素繊維、及び同等物などの金属及び非金属材料などの任意の好適な又は望ましい材料を含んでもよい。いくつかの実施形態では、スコープ４４０は、細長い移動部材によって印加された力に応答して、非直線的挙動を呈するように構成されている。非直線的挙動は、スコープの剛性及び圧縮性、並びに異なる細長い移動部材間の緩み又は剛性の変動性に基づき得る。

【００８１】

スコープ（例えば、内視鏡／尿管鏡）４４０は、解剖学的構造の画像を捕捉するために患者の解剖学的構造に挿入されるように構成されている、管状かつ可撓性の医療器具を備え得る。いくつかの実施形態では、スコープ４４０は、光学カメラなど撮像デバイス４４８を含み得る、光学アセンブリ及びスコープ４４０の遠位端４４２に／から信号を伝達するためのワイヤ及び／又は光ファイバを収容することができる。

【００８２】

カメラ／撮像デバイス４４８を使用して、腎臓７０の標的杯／乳頭など内部解剖学的空間の画像を捕捉することができる。スコープ４４０は、発光ダイオードなど近位に位置する光源からスコープの遠位端４４２に光を搬送するための光ファイバを収容するように更に構成され得る。スコープ４４０の遠位端４４２は、カメラ／撮像デバイスを使用するときに解剖学的空間を照明するための光源用のポートを含み得る。いくつかの実施形態では、スコープ４４０は、図１及び図２に示すロボットシステム１０と１つ以上の点で同様のロボットシステムによって制御されるように構成される。撮像デバイスは、光ファイバ、ファイバアレイ、及び／又はレンズを備えてもよい。光学構成要素は、スコープの先端の移動が撮像デバイス４４８によって捕捉された画像に変化をもたらすように、スコープ４４０の先端とともに移動する。

【００８３】

経皮的腎石切除（ＰＣＮＬ）手技については、患者の皮膚及び介在組織を通して標的杯の中にアクセスが行われる。一般に、腎臓の杯への好ましいアクセスは、軟部組織乳頭構造を通したものであり、そのような組織を通したアクセスは、一般に、出血及び／又は他の合併症のリスクの低下と関連付けられ得る。針が乳頭構造を通して挿入される場合、出血がないことに加えて、そのような経路は、腎臓の相互接続された内部チャネル（例えば、杯）への完全なアクセスを提供することができる。

【００８４】

ＰＣＮＬは、大きな腎結石を治療するための比較的に有効な方法を表すが、多くの医師は、標的乳頭／杯を正確に標的化することの困難に部分的に起因して、他の手技を選択する。より具体的には、ＰＣＮＬを実施することは、患者の脇腹を通した腎臓の標的杯への経皮的アクセスを獲得するために針を使用することを伴う。このステップは、医師が、周辺器官を横断せず、また、剛性器具が尿路結石に到達して治療することを可能にする、腎臓への針経路を選択しなければならないため、手技の最終的な成功にとって極めて重要と見なされ得る。医師が効果的にそのようにすることができない場合、内臓若しくは胸膜損傷を引き起こすか、又は結石を完全に治療することができないリスクがある。これらの課題により、好適な患者位置（例えば、修正された仰臥位）においてＰＣＮＬを実施するために経皮針アクセスを獲得することと関連付けられた学習曲線は、非常に高い。

【００８５】

いくつかの手技では、医師は、患者の術前コンピュータ断層撮影（ＣＴ）画像を研究して、尿路結石の場所、周辺器官及び骨構造の場所を決定し、杯の形態測定を調べる。この知識を用いて、医師は、経皮的針経路のための術前計画を思考的に生成し得る。典型的には、医師は、剛性器具を収容するために穿刺する後部杯を識別しなければならない。具体的には、後部杯は、一般に、腎盂の中への比較的に直線的な発射を提供する。医師は、腎血管系を損傷し、出血を引き起こすことを避けるために、乳頭を通して腎臓の中に針を挿

入しようとしなければならない。術中に、医師は、いくつかの手技では、標的杯への針の整合及び挿入を誘導するために、蛍光透視法又は超音波に依拠する。しかしながら、そのような撮像技法と関連付けられた解像度及び解釈の困難は、針穿刺を十分に実行する際に比較的高い程度の困難をもたらし得る。したがって、乳頭及び杯などの標的解剖学的特徴の改善された追跡及び視覚化を提供する本開示の実施形態は、手術結果を改善し、他のＰＣＮＬ方法論よりも更なる一部の医師の興味を引くことができる。

【００８６】

いくつかの実施形態では、医療器具（例えば、スコープ）４４０は、センサ位置データを生成し、かつ／又は別のデバイスに送信するように構成されているセンサを含む。センサ位置データは、医療器具４４０（例えば、その遠位端４４２）の位置及び／又は向きを示すことができ、かつ／若しくは医療器具の位置／向きを決定／推定するために使用することができる。例えば、センサ（「位置センサ」と称されることもある）は、導電性材料のコイルを伴う電磁（electromagnetic、ＥＭ）センサ、又はアンテナの他の形態／実施形態を含むことができる。

【００８７】

図４は、医療器具上のＥＭセンサによって検出されるＥＭ場９０をブロードキャストするように構成されている、ＥＭ場発生器４１５を示す。磁場９０は、ＥＭセンサとＥＭ場発生器４１５との間の距離及び／又は角度／向きを決定するために分析され得る、わずかな電流をＥＭ位置センサのコイル内で誘導することができる。更に、医療器具／スコープ４４０は、形状感知ファイバ、加速度計、ジャイロスコープ、衛星ベースの測位センサ（例えば、全地球測位システム（global positioning system、ＧＰＳ）センサ）、高周波トランシーバなど他のタイプのセンサを含み得る。いくつかの実施形態では、医療器具上のセンサは、センサデータを制御システムに提供することができ、これは、次いで、医療器具の位置及び／又は配向を決定するために使用される。いくつかの実施形態では、位置センサが、医療器具４４０の遠位端４４２上に位置決めされる一方で、他の実施形態では、センサは、医療器具上の別の場所に位置決めされる。尿管鏡は、標的乳頭に近接する位置に駆動され得る。

【００８８】

いくつかの実装形態では、以下で更に詳述するように、尿管鏡４４０の遠位端は、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）に接触するように前進させられ得る。スコープ４４０の遠位端に関連する位置センサが標的解剖学的特徴に接触している、及び／又は近接していると、スコープ４４０の遠位端の位置は、経皮的アクセス器具（例えば、針）が乳頭を通って標的杯にアクセスするように方向付けられ得る、標的経皮的アクセス位置として記録され得る。

【００８９】

本開示の特定の実施形態は、有利には、標的解剖学的特徴への経皮的アクセスを獲得するためのプロセスを通して自動化し、医師を誘導することに役立つ。例えば、電磁測位及びスコープ画像をともに使用して、針の患者への挿入を誘導することができる。そのような解決策は、非熟練医師が、例えば、修正された仰臥位で腎臓の中へのアクセスを獲得すること、及びＰＣＮＬを実施することを可能にすることができる。

【００９０】

本開示の特定の実施形態は、腎臓内の標的場所などの標的治療部位への位置センサ誘導型経皮的アクセスを伴う。例えば、スコープ４４０が、１つ以上の電磁センサを装着され、腎臓鏡アクセス針が、１つ以上の電磁センサを更に含み、かかるセンサが、電場発生器４１５によって作成された電磁場９０に曝される場合、関連システム制御回路は、それらの場所を検出し、追跡するように構成することができる。いくつかの実施形態では、尿管鏡４４０の先端は、ユーザが経皮的アクセス針を挿入している間に誘導ビーコンとして作用する。そのような解決策は、ユーザが種々のアプローチから標的に命中することを可能にし、それによって、蛍光透視又は超音波画像診断法に依拠する必要性を排除することができる。

【００９１】
いくつかの実施形態では、スコープ４４０に関連する制御システム（図４には図示せず）は、スコープ４４０及び／又は経皮的アクセス針（図示せず）など医療器具の場所／位置を決定並びに／若しくは追跡するために、位置特定／位置決め技法を実施するように構成されている。いくつかの例では、上記のように、ＥＭ場発生器４１５は、患者の環境内にＥＭ場９０を設けるように構成されている。スコープ４４０及び／又は経皮的アクセス針は、ＥＭ信号を検出し、検出したＥＭ信号に関するセンサデータを制御システムに送信するように構成されている、ＥＭセンサを含み得る。制御システムは、センサデータを分析して、スコープ４４０の位置及び／又は向き（例えば、ＥＭセンサとＥＭ場発生器４１５との間の距離及び／又は角度／向き）を決定することができる。代替的又は追加的に、いくつかの例では、制御システムは、他の技法を使用して、スコープ４４０の位置及び／又は向きを決定することができる。例えば、スコープ４４０（及び／又は針）は、形状感知ファイバ、加速度計、ジャイロスコープ、加速度計、衛星ベースの測位センサ（例えば、全地球測位システム（ＧＰＳ））、高周波トランシーバなどを含み得る。制御システムは、スコープ４４０からセンサデータを受信し、その位置及び／又は向きを決定することができる。いくつかの実施形態では、制御システムは、患者の座標系及び／又は解剖学的構造に対してスコープ４４０の位置及び／又は向きをリアルタイムで追跡することができる。

【００９２】
スコープ４４０は、ユーザ入力に基づいて、又は自動的にいずれかで、任意の好適な又は望ましい方法で制御可能であり得る。制御装置４１１、４１２は、ユーザ入力を受信するために使用され得る例を提供する。いくつかの実施形態では、スコープ４４０の制御装置は、スコープの近位ハンドル上に位置し、このことにより、尿管鏡の向きが変化するにつれて、いくつかの手技姿勢／位置で把持することが比較的困難であり得る。いくつかの実施形態では、スコープ４４０は、画像４１２のように、両手コントローラを使用して制御される。コントローラ４１１、４１２は、ハンドヘルドコントローラとして示されているが、ユーザ入力は、タッチスクリーン／パッド、マウス、キーボード、マイクロフォンなど任意のタイプのＩ／Ｏデバイスを使用して受信され得る。

【００９３】
図５（部分５－１及び部分５－２に表される）は、本開示の１つ以上の実施形態による、患者の標的杯又は他の器官にアクセスするためのプロセス５００を図示するフロー図である。図６（部分６－１及び部分６－２に表される）は、１つ以上の実施形態による、図５のプロセスに関連する様々なブロック、状態、及び／又は動作に対応する特定の画像を示す。プロセス５００は、腎臓結石の除去（例えば、ＰＣＮＬ）のための腎臓７０への経皮的アクセスを伴い得る。かかる経皮的アクセスは、尿管鏡を介した除去が非現実的であるか、又は望ましくないほど十分に大きい結石の摘出のために望ましくあり得る。例えば、結石は、直径が２ｃｍより大きくあり得る一方で、特定の尿管鏡は、それを通して約１．２ｍｍの直径を有する結石又は断片が除去され得る作業チャネルを有する。尿管鏡検査を介した除去のために結石をより小さな断片に破砕することは、多くの事例で功を奏するが、研究は、残りの結石の破片が、しばしば新しい結石の形成源であり、将来の同様の治療を必要とすることを示している。本明細書に記載のプロセスは、尿管鏡の文脈で記載されているが、乳頭又は尿路結石などの標的解剖学的特徴を追跡するための位置センサ（例えば、電磁場センサ）及び／又はカメラを利用する、任意の他のタイプの外科手技に適用され得る。

【００９４】
ブロック５０２では、プロセス５００は、上記のように、尿管鏡５４０を使用して、患者の尿管を通って腎臓にアクセスすることを伴う。具体的には、ブロック５０２の動作は、尿管６３を通って、腎盂７１を越えて、１つ以上の杯若しくはその付近の領域内へとスコープ５４０を前進させることを伴い得る。

【００９５】

ブロック５０４では、プロセス５００は、内視鏡の遠位端５４２に関連する画像捕捉デバイス（例えば、カメラ）を使用して、患者が治療を受ける腎臓結石５８０を位置特定することを伴う。例えば、腎臓結石５８０は、少なくとも部分的にプロセス５００の目的として摘出され得る。

【００９６】

ブロック５０６では、プロセス５００は、それを通って腎臓結石５８０へのアクセスが達成され得る、標的杯５７５内で露出する標的乳頭５７９を識別することを伴う。標的乳頭５７９を識別することは、それを通って腎臓結石５８０へのアクセスが経皮的アクセスを介して行われ得る、作業可能な管を作成するために重要であり得る。例えば、それを通って腎臓結石５８０に到達し得る杯（例えば、小腎杯５７５）にアクセスするような方法で、比較的剛性の腎臓鏡によるアクセスのために適切である角度を決定する必要があり得る。いくつかの実装形態では、腎盂尿管移行部７１への十分に直線的なアクセスを提供するために、後部杯を通って腎臓結石５８０に到達することが望ましいか、又は必要であり得る。一般に、標的小腎杯は、比較的小さい標的と見なされ得る。例えば、かかる杯は、直径が約５～８ｍｍであり得る。したがって、腎臓結石を効果的に摘出するためには、精密な標的化が重要であり得る。

【００９７】

それを通って標的杯５７５への針／腎臓鏡アクセスが達成される経路は、それを通って針／腎臓鏡が位置決めされ得る乳頭５７９に関連する腎錐体５７６の周囲の血管に命中することを回避するために、有利には、可能な限り直線的であり得る。更に、患者の様々な重要な解剖学的構造の位置は、患者の組織／解剖学的構造の制約された窓を通したナビゲーションを必要とし得る。例えば、第１２肋骨の下方にある下極杯は、肺胸膜を回避するために好適なアクセスを提供し得る。更に、このアクセス経路は、結腸及び／又は傍脊椎筋を回避するために、有利には、後腋窩線の内側（例えば、第１２肋骨の先端の約１ｃｍ下方かつ１ｃｍ内側）にあり得る。加えて、このアクセス経路は、有利には、肋骨の近接内に来ることを回避し、肋間神経を回避し得る。更に、進入を杯５７５の軸方向中心の領域内に標的化することによって、いくつかの事例では、主幹動脈及び／又は他の血管を回避することができる。

【００９８】

ブロック５０８では、プロセス５００は、それを通って所望のアクセスが達成されるべき標的杯５７９内の露出した乳頭５７９の位置をタグ付けする／記録することを伴う。例えば、位置情報／データは、電磁場空間又はロボット空間（例えば、座標枠）など三次元空間で表され得る／識別可能であり得る。

【００９９】

乳頭５７９の位置を記録するために、スコープ５４０は、前進したスコープ先端５４３によって示すように、標的乳頭５７９に物理的に触れる／接触するまで前進させられ得、それに関連して、かかる接触位置は、スコープ５４０及び／若しくはオペレータによって標的位置として識別され、かつ／又は別様に示され得る。いくつかの実装形態では、尿管鏡の遠位端／先端５４２に関連する電磁ビーコン又は他のセンサデバイスは標的位置を示し、それによって、電磁場空間内の標的位置を記録し得る。乳頭５７９に接触し／触れ、位置を記録した後、スコープの端部５４２は、後退させられ得、かかる後退の深さは、ある様式で測定され得る。いくつかの実装形態では、オペレータは、概して、接触が行われたときに閉塞した／真っ暗になった状態になり得、それによって生成されたカメラ画像を監視することによって、スコープ５４０の遠位端５４３が乳頭５７９に接触していることを通知され得る。いくつかの実装形態では、ユーザ入力デバイス（例えば、ペンダント型）を使用して、標的解剖学的特徴と接触していることをシステムに通知することができる。

【０１００】

ブロック５１０では、プロセス５００は、針など医療器具５５０を患者に経皮的に導入することを伴う。例えば、そのようなアクセスは、いくつかの実装では、患者の脇腹を介して行われ得る。ブロック５１２では、プロセス５００は、標的位置に向かって経皮的に

前進した医療器具５５０を方向付け、最終的に標的乳頭５７９を横断し、それを通って標的杯５７５にアクセスすることを伴う。

【０１０１】

いくつかの実施形態では、標的杯５７５内への針５５０の先端の進入の視覚的確認は、スコープ５４０のカメラによって提供され得る。例えば、スコープ５４０は、上記のように、標的位置から後退させられ、それによって、針５５０の先端が乳頭５７９の表面を通って突出するにつれて見えるように、杯５７５内の乳頭５７９を含む視野を提供し得る。

【０１０２】

標的場所が記録されると、経皮的に挿入された医療器具（例えば、針５５０）は、記録された位置に向かって方向付けられ得る。しかしながら、そのような記録された位置が静的である場合、標的位置の記録後に生じる解剖学的運動は、それを通してアクセスが所望される標的解剖学的特徴と関連付けられたリアルタイム位置を正確に反映しない、標的位置をもたらし得る。例えば、針５５０を患者に挿入する行為は、標的器官（例えば、腎臓７０）の周囲の特定の解剖学的構造及び／若しくは標的器官自体を移動させ、かつ／又はある様式で歪曲した／不格好な状態にさせ、それによって、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭５７９）に、標的アクセス位置が記録された時間とは異なる位置／形状をとらせ得る。腎臓手技に関して、尿管鏡５４０は、尿管鏡に対する腎臓７０の変形及び／又は運動がかかる標的位置破損をもたらし得るように、腎盂７１の位置に固定され得る。したがって、乳頭５７９は、解剖学的運動がシステムに導入されると、正確に追跡されない場合がある。

【０１０３】

杯５７５への針のアクセスが行われると、より大きな直径のデバイスが針５５０と交換されて、結石除去のためにより大きなポートを提供し得る。いくつかの実装形態では、針５５０は、スタイレット及びカニューレを備える。スタイレットは、針先端が杯５７５内へと前進した状態で除去されて、腎臓結石の場所への開放ポートを形成するためにカニューレを残し得る。ガイドワイヤは、結石５８０を除去するプロセスの残りを実施するためにカニューレを通って配置され、使用され得る。例えば、ガイドワイヤは、収縮したバルーン又は拡張器をワイヤに沿って通過させるために使用することができる。バルーン又は拡張器は、腎瘻管など中空吸引チューブを杯５７５に直接導入するために十分に大きなポートを作成するために拡張することができる。この時点で、腎臓鏡又はいくつかの他の器具のうちのいずれか１つが、結石５８０の除去を支援するために、吸引チューブに導入され得る。例えば、砕石機、レーザ、超音波、バスケット、把持器、ドレナージ管などが、結石又はその断片を除去するために使用され得、かつ／又は腎瘻カテーテルなどのドレナージ管が、腎内圧力を低減するために吸引チューブの下に展開され得る。かかる機能の任意の組み合わせが、腎臓鏡（図示せず）及び／又は尿管鏡５４０で具現化され得る。

【０１０４】

標的の位置特定

本開示の様々な態様は、医療手技に関連する標的（例えば、標的解剖学的特徴）の位置特定のためのシステム、デバイス、及び方法に関する。具体的には、本開示による標的の位置特定は、内視鏡（例えば、尿管鏡）を使用した標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）の位置の記録／タグ付け、標的解剖学的特徴と物理的に接触していない内視鏡の位置に基づいて標的解剖学的特徴の位置を決定する目的での、標的解剖学的特徴部と内視鏡（例えば、それに関連する位置センサ）との間の位置オフセット／並進の決定／記録、並びに／又は尿管鏡に関連する電磁センサ及び／若しくはカメラデータに基づいた、標的解剖学的特徴に関連する標的位置の動的更新など様々なステップ及び／又は機能を伴い得る。記載されるように、静的位置マーカが、標的解剖学的特徴／目印と関連付けられた標的位置を識別するように位置合わせ／記録され得る。いくつかの実施形態では、本開示は、特定の標的位置特定技法を考慮して、少なくとも部分的に静的位置マーカに基づいて、内視鏡及び／又は経皮的アクセス器具を誘導及び／又は自動化するためのシステム、デバイス、及び方法を提供する。本開示の実施形態による標的の位置特定は、任意のタイプのロボット内

視鏡検査手技に適用することができる。

【０１０５】

図７は、１つ以上の実施形態による、標的解剖学的特徴の位置特定のためのプロセス７００を図示するフロー図である。一般に、標的の位置特定は、尿管鏡に対する標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）の位置を特定するために実施され得る。標的位置は、電磁場発生器／空間、ロボット座標枠、及び／又は例えば、腎臓マッピングによって画定される解剖学的座標枠に関して記録／保存され得る。ブロック７１０では、プロセス７００は、少なくとも部分的に標的器官内に配設された管腔又は小室など治療部位までスコープ（例えば、尿管鏡）など医療器具を前進させることを伴う。例えば、ブロック７１０の動作は、患者の腎臓の標的杯まで医療器具を前進させることを伴い得る。

【０１０６】

上述のように、本開示の態様による、ロボット内視鏡誘導型経皮的アクセスは、標的解剖学的特徴に対して標的位置特定技術を用いて、標的解剖学的特徴／部位にアクセスするための経皮的アクセス経路を誘導／決定することができる。例えば、医療器具（例えば、スコープ）及び／又は経皮的アクセス器具（例えば、針）の遠位端に関連する位置追跡機構／センサは、経皮的アクセス器具を治療部位（例えば、標的杯）と整合させる際に、医師／技師を誘導するために実装することができる。本開示の態様によって可能になるような、正確なリアルタイム標的位置特定／追跡は、治療部位への比較的精密な単一穿刺アクセスを可能にすることができる。

【０１０７】

ブロック７２０では、プロセス７００は、標的解剖学的特徴の位置を決定することを伴う。例えば、標的解剖学的特徴の位置を決定することは、それぞれ、ブロック７２４及び７２３に関連して以下に説明する、少なくとも部分的に接触ベースの位置決定サブプロセス７２２を使用すること、又は少なくとも部分的に画像ベースの位置決定サブプロセス７２１を使用することなど任意の好適な又は望ましい方法で実施することができる。

【０１０８】

特定の接触ベースの位置決定プロセスに関して、ブロック７２２では、プロセス７００は、治療部位の標的解剖学的特徴を医療器具の遠位端と接触させることを伴う。例えば、医療器具は、医療器具の遠位端の位置を示し得る、電磁センサ／ビーコンなどセンサデバイスを備え得、したがって、医療器具の遠位端が標的解剖学的特徴に接して、及び／又は隣接して配置されると、かかる位置測定値は、標的解剖学的特徴の現在位置を示すものとして依拠することができる。標的の３Ｄ場所／位置を提供するために画像処理アプローチが実施されるときに、接触ベースの位置決定が不要な場合がある。例えば、ブロック７２３では、プロセス７００は、内視鏡カメラからの画像データ入力を使用して、標的解剖学的特徴の位置を決定することを伴う。

【０１０９】

プロセス７００は、標的解剖学的特徴の方向のアクセス経路上を／これに沿って針又は同等物など経皮的アクセス器具を前進させつつ、手術期間にわたって標的解剖学的特徴を追跡／位置特定することを伴い得る、サブプロセス７３０に進む。いくつかの実装形態では、電磁（ＥＭ）位置検知技術を使用して、標的解剖学的特徴を追跡／位置特定する。例えば、上述のように、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）は、１つ以上の位置／領域でスコープの遠位端部分に接触され得、標的特徴の局所位置及び向き（例えば、漏斗軸）は、スコープの位置に対してそれに基づいて決定され得る。いくつかの実施形態では、図１５～図１７に関して以下で更に詳述するように、標的部位（例えば、標的杯／乳頭及び関連する漏斗）のマッピングは、ＥＭセンサデータからの複数の記録された位置に基づいて生成され得る。

【０１１０】

サブプロセス７３０は、様々な方法で実施され得る。例えば、サブプロセス７３２として示されるように、ライブ直接器具（例えば、スコープ）標的化／追跡が、標的解剖学的特徴の動作追跡を提供するように実施され得る。例えば、関連する手術期間を通して、医

療器具の遠位端は、医療器具によって示される位置センサデータが、標的解剖学的特徴のリアルタイムの正確な場所を提供し得るように、標的解剖学的特徴と接触した状態で維持され得る（ブロック７３４）。したがって、ブロック７３６に示すように、医療器具のライブ位置は、所望の経皮的アクセス経路を提供するように標的化され得る。しかしながら、医療器具の遠位端が標的解剖学的特徴と近接／接触していると、標的解剖学的特徴のリアルタイム視覚化は、カメラの視野内の特徴自体による標的解剖学的特徴の閉塞に起因して、可能ではないか、又は十分に明確ではない場合がある。すなわち、局所器具と関連付けられたカメラは、標的解剖学的特徴の塊によって十分に遮断されるか、又は隠され得、それによって、医師／ユーザが経皮的アクセス器具（例えば、針）による標的解剖学的特徴の貫通の視覚的確認を有することを妨げる。

【０１１１】

代替サブプロセス７３１が、経皮的アクセス器具の接近中に標的解剖学的特徴の明確な視覚を依然として維持しながら、標的解剖学的特徴を追跡するために示されている。サブプロセス７３１は、スコープの位置と標的解剖学的特徴の位置との間の決定された位置オフセット／並進を使用して標的解剖学的特徴を位置特定し、オフセット／並進をスコープの現在の位置に適用することによって標的解剖学的特徴のライブ／現在位置を決定することを伴う。

【０１１２】

ブロック７３３では、サブプロセス７３１は、上記のブロック７２０の動作に関連して実施された標的解剖学的特徴との接触に関連する標的特徴の接触位置の決定した位置を記録することを伴い得る。一例として、ユーザは、ある様式で、標的解剖学的特徴の露出面（例えば、標的杯内で露出した乳頭面）の位置をタグ付け／記録することによって、標的解剖学的特徴の特徴接触位置を関連する制御／医療システムに通知するための入力を提供し得る。そのようなタグ付けは、ある様式でユーザ入力の提供を通して実装され得るか、又は知覚された組織接触若しくは同等物に基づいて実質的に自動的であり得る。位置データは、本明細書に示し、記載するように、特定の制御回路の揮発性及び／又は不揮発性データ記憶装置で入手され得る。

【０１１３】

標的解剖学的特徴の場所／位置の決定後、スコープは、ブロック７３５に示すように、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）に面してそれらの視覚化を提供するように、後退及び／又は駐留され得る。かかる駐留は、図９～図１３に関して以下に詳述する、カメラビューインターフェースウィンドウ又はその付近に提示される特定のスコープ誘導特徴／オーバーレイの助けを借りて実施され得る。

【０１１４】

サブプロセス７３２と同様に医療器具（例えば、スコープ）を標的解剖学的特徴と接触させた／近接させた状態を維持してライブ動作追跡を提供するのではなく、サブプロセス７３１は、駐留したスコープの位置／向きと標的解剖学的特徴の位置／向きとの間の決定した位置オフセット／並進に基づいて、標的解剖学的特徴の位置を決定することを伴い得る。スコープを駐留させるとき、スコープは、標的解剖学的特徴からある距離だけ（例えば、近位方向に）離れるように後退させられて、それにより医療器具が、それに関連するカメラの視野内で標的解剖学的特徴を明確に捕捉することが可能になり得る。例えば、いくつかの実装態様では、医師／ユーザは、医療器具が標的解剖学的特徴から望ましい距離だけ離れた距離に駐留されると、ある様式でシステムに通知し得る。

【０１１５】

明確にするために、サブプロセス７３１、７３２は、サブプロセス７３０の代替実施形態を表すことに留意されたい。すなわち、プロセス７００は、概して、サブプロセス７３２又はサブプロセス７３１の両方ではなく、いずれかの実施を伴い得る。

【０１１６】

場合によっては、スコープが標的杯の内側に留まるために、乳頭とスコープとのオフセット／並進が概して長期間維持されると想定され得る。スコープ位置センサに対する標的

解剖学的特徴の相対的移動がない場合、標的位置は、決定された現在のスコープ位置に基づいて連続的に更新することができる。スコープの後退／再方向付けに関連して収集された位置データ（例えば、ＥＭデータ）は、スコープに対する乳頭の場所／向きのオフセット／並進を決定するために使用され得る。例えば、１つの使用事例によると、スコープの後退／位置決めは、乳頭の前方に約５ｍｍ及び左に２ｍｍであり得る。そのような位置オフセットは、スコープの現在の位置に対する標的の位置を決定するために使用され得る。並進／オフセット情報は、向き情報を更に組み込むことができ、これは、任意の好適な又は望ましい方法で可能になり得る。標的解剖学的特徴とスコープとの間に相対的運動がある場合、決定したオフセット／並進の信頼性がなくなり得る。いくつかの実装形態では、スコープと標的解剖学的特徴との間の相対位置／向きが変化するときには、オフセット／並進を補償する、及び／又は調整するために相対運動補償が実施され得る。

【０１１７】

サブプロセス７３１は、接触７２４及び後退７３５ステップを含む／伴う場合とそうではない場合があり、ユーザは、標的乳頭の場所に物理的に接触し、スコープの視野内に乳頭を示すためにスコープを後退させる。例えば、画像ベースのタグ付け７２１がブロック７２０に関連して実施される場合、標的解剖学的特徴に物理的に接触して、その位置／場所を決定する必要がない場合がある。むしろ、位置／場所は、スコープ／器具の１つ以上のカメラによって捕捉／生成された画像データに基づいて、標的識別機構を使用して決定され得る。例えば、いくつかの実施形態では、標的は、画像／視覚及び／又は位置（例えば、ＥＭ）データの複数のフレームを使用して識別及び追跡される。かかる標的位置決定の例は、図１８に関連して以下に記載する。いくつかの実装形態では、図１８に関して以下に記載するように、２つの明確に異なる位置及び／又は整合から標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）を見ることによって、三次元空間に対して標的位置を推定／決定することができる。

【０１１８】

ブロック７３９では、サブプロセス７３１は、経皮的アクセス器具を用いて標的解剖学的特徴の追跡した場所を標的化することを伴う。例えば、治療部位のリアルタイム画像内の識別された乳頭形状又は形態の重心は、経皮的アクセス器具のための標的位置において使用され得る。ブロック７４０では、プロセス７００は、プロセス７００の特定の実施に応じて、サブプロセス７３２に関連して標的解剖学的特徴を視覚的に確認せずに、又はサブプロセス７３１によって視覚的に確認してのいずれかで、標的解剖学的特徴を穿刺することを伴う。

【０１１９】

ブロック７３３で特徴接触位置を決定／記録するか、又はブロック７３６でライブ器具位置を標的化するためなど、本開示の実施形態に関連して使用される様々な位置センサは、任意のタイプの位置センサであり得る。一例として、そのようなセンサは、電磁（ＥＭ）センサ／プローブであり得る。スコープに関して、位置センサは、その先端の近位に取り付けられるか、又は統合され得る。代替として、センサは、コイルにおいて生成され、ワイヤを辿って渡された電気信号を解釈するように構成された外部制御回路に接続される、スコープの長さに延設される電気ワイヤに接続されたコイルを備えてもよい。本開示の実施形態に関連して実装され得る位置センサデバイスのタイプの例としては、加速度計、ジャイロスコープ、磁力計、光ファイバ形状感知（例えば、ブラッグ格子、レイリー散乱、干渉測定、又は関連技法を介した）などが挙げられるが、これらに限定されない。実装形態に応じて、ＣＴスキャンなどの患者画像の別個の形態への位置合わせは、患者内の尿路結石を位置特定するための基準枠を提供するために必要である場合とそうではない場合がある。

【０１２０】

コイル又は他のアンテナなどのＥＭ型センサに関して、そのようなセンサデバイスは、ＥＭセンサがフィールド内で（例えば、腎臓内で）移動するにつれてＥＭ場の変化を検出するように構成することができる。したがって、特定の実施形態は、ＥＭセンサによって

拾われる／影響されるＥＭ場を放出するように構成された１つ以上のＥＭ発生器を使用して実施される。ＥＭ発生器は、それらの放出されたＥＭ場がＥＭセンサによって捕捉され／影響され、適切な制御回路によって処理されるときに、異なるＥＭ発生器からの信号が、位置情報の追加の次元／自由度を提供するために分離可能であるように、任意の好適な又は望ましい方法で変調され得る。ＥＭ発生器は、時間又は周波数を変調され得、各信号が、可能性として時間的に重複するにもかかわらず、各他の信号から完全に分離可能であるように、直交変調を使用し得る。更に、別個のＥＭ発生器は、ＥＭセンサの配向の変化が、ＥＭセンサに、任意の瞬間にＥＭ発生器のうちの少なくとも１つから少なくともある信号を受信させるように、ゼロではない非直交角度においてデカルト空間内で相互に対して配向され得る。

【０１２１】

図７のブロック７３３における特徴接触位置を記録することを更に参照すると、ＥＭ位置データが、ＥＭデータのための基準枠／空間を確立するために、ＣＴスキャンなどＥＭ以外の異なる技法を用いて捕捉された患者の画像に記録され得る（又はあらゆる機構が整合センサのデータを捕捉するために使用される）。スコープに加えて、経皮的アクセス針は、ＥＭセンサなどの１つ又は２つ以上の位置／整合センサを含んでもよい。針ＥＭセンサから受信された位置／整合データは、上記に記載されるように、スコープ位置データと同様に受信及び処理され得る。本明細書に記載の様々なプロセスは、完全若しくは部分的に手動で、及び／又は完全若しくは部分的にロボットを使用して、実施され得ることを理解されたい。

【０１２２】

本明細書に開示されるプロセスは、胆嚢結石除去、肺（肺／経胸腔）腫瘍生検、及びその他などの腎臓結石除去手技以外の手技に関連して実装され得る。一般に、任意のタイプの経皮手技が、本開示の実施形態によるニューラルネットワーク処理を使用して、特徴識別及び追跡のための画像データを捕捉するように構成された内視鏡を使用することによって、実施され得る。追加の例としては、胃の手術、食道及び肺の手術などが挙げられる。更に、除去される物体は、必ずしも尿路結石である必要はなく、それらは、人体内で生成される異物又は物体などの任意の物体であり得る。

【０１２３】

プロセス７００は、本明細書に開示する実施形態のいずれかと関連して実施され得るように、標的解剖学的特徴からのスコープのオフセット／並進の決定に少なくとも部分的に基づいて、標的解剖学的特徴を位置特定するために実施され得る。尿管鏡の遠位端部に組み込まれた電磁センサは、１つ以上の導体コイル、リング、シリンダ、及び／又は同等物など任意の好適な又は望ましい形態及び／又は構成を有し得、かかる導体素子によって生じたブロードキャスト電磁場における局所歪みは、その位置に関する情報を提供し得る。

【０１２４】

電磁場発生器及び１つ以上の電磁センサ／ビーコンなど電磁位置決めシステムを使用して、乳頭の現在位置を追跡して、経皮的アクセス器具（例えば、針）による乳頭のリアルタイム標的化を容易にすることができる。例えば、乳頭の標的化位置は、内視鏡の遠位端に関連する１つ以上のセンサ／ビーコンに関連するリアルタイム電磁センサデータなど電磁センサデータに基づいてリアルタイムで更新され得る。いくつかの実装形態では、スコープ及び標的解剖学的特徴に関連するリアルタイムの視覚的確認及び／又は他の画像データが不在の場合でも、スコープの位置及び／又は向きに基づいて、標的解剖学的特徴のリアルタイム追跡場所が決定され得る。

【０１２５】

内視鏡及び標的特徴位置の並進

図８は、１つ以上の実施形態による、標的の位置特定のために標的杯８１２内に配設されたスコープデバイス８４０を示す。特定のプロセスは、記録した乳頭接触位置８０１と、内視鏡８４０の遠位端８４７の現在位置との間の既知のオフセットP_{offset}を決定する、及び／又は維持するために実施され得る。スコープ８４０の位置センサ／ビーコン

は、スコープ８４０の位置に対して５又は６の自由度（degrees-of-freedom、ＤＯＦ）を示すセンサデータを提供するように構成され得る。例えば、コイル又は他のタイプのセンサデバイスは、円筒型の形状、又は三次元位置データ並びにヨー及び／又はピッチデータを可能にする任意の他の形状を有し得る。いくつかの実施形態では、５ＤＯＦセンサを含む実施形態でのように、位置センサ／ビーコンは、ロール情報を提供しない。いくつかの実施形態では、複数の５ＤＯＦセンサを、互いに対して相対的な軸方向角度で使用して／組み合わせて配設し得、かかる位置センサ／ビーコンに基づいて提供された／生成された合成データは、スコープロール情報を提供する６ＤＯＦを構築するために使用することができる平面を画定し得る。

【０１２６】

いくつかの実装形態では、スコープのオフセットの決定／メンテナンスプロセスの少なくとも一部の間に、患者に対して息止めが実行され得、これにより、肺サイクルに関連する解剖学的運動の考慮を不要にしてかかる動作を実行できるようにし得る。例えば、患者は、少なくともプロセスのタグ付け及び後退部分の間に息止めの対象となり得る。いくつかの実装形態では、オフセットの決定後に経験した任意の解剖学的運動が、駐留された内視鏡及び標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）に同様に影響し得ると見なされても、決定した並進Ｐｏｆｆｓｅｔをリアルタイムで更新する必要がない場合があり、したがって、２つの位置の間での変換／並進は、解剖学的運動及び／又は他の要因とは無関係であり、実質的に一定であると見なされ得る。

【０１２７】

駐留されたスコープ端部８４７と以前に記録した乳頭接触位置８０１との間での相対的変換Ｐｏｆｆｓｅｔの決定は、厳密な電磁位置センサデータを使用して決定することができるか、又は本明細書に記載の画像処理を使用して決定し得る。例えば、電磁場空間に対するスコープカメラの較正は、接触位置８０１と後退位置８４７との間の距離及び／又は位置変化の視覚的決定を可能にし得る。

【０１２８】

スコープの位置８４１とスコープの位置８４０との間の後退の経路８０８は、線形であっても、又は線形でなくてもよい。下部極標的杯／乳頭に関する実装形態などいくつかの実装形態では、後退経路は、少なくとも部分的に円弧状であり得る。したがって、並進Ｐｏｆｆｓｅｔは、単に直線距離に対して決定され得るだけでなく、スコープの向き及び／又は他の位置関連パラメータを組み込み得る。したがって、いくつかの実装形態では、並進Ｐｏｆｆｓｅｔは、６自由度並進／変換と見なされ得る。かかる並進決定は、少なくとも部分的に、標的杯８１２及び／又は関連する漏斗が、スコープ８４０によって取られた後退経路と必ずしも整合しない中心軸／重心を有し得る事例を少なくとも部分的に説明する。したがって、６以上の自由度に関する並進は、位置８０１と位置８４７との間の位置オフセットＰｏｆｆｓｅｔを十分に正確に表すマッピング並進／変換を生成するために望ましい場合がある。

【０１２９】

いくつかの実装では、特定の画像データを収集し、標的解剖学的特徴を識別するために使用することができる。例えば、本開示のシステム、デバイス、及び方法は、リアルタイム内視鏡画像内の標的解剖学的特徴の識別を提供し得、画像内の標的解剖学的特徴の識別は、特定の応答アクションを促し得る。例えば、ロボット内視鏡検査及び／又は経皮的アクセスデバイスに通信可能に結合されている制御回路は、標的特徴の移動を追跡し、内視鏡の１つ以上の部分（例えば、遠位端部８４７）を関節運動させること、又は標的位置データを調整することなどの措置を講じるように構成され得る。例えば、制御回路は、内視鏡カメラのインターフェース及び／若しくは画像フィールドの視野の中心又はその付近で標的位置／点を中心に置くように、並びに／又はスコープと標的解剖学的特徴の間で所望の位置オフセット（例えば、Ｐｏｆｆｓｅｔ）を維持するように、内視鏡を関節運動させるように構成され得る。

【０１３０】

ロボット支援型経皮的アクセスを利用することにより、医師は、動作標的アクセス及び治療を実施することが可能であり得る。更に、経皮的アクセスは、以下で更に詳細に記載される本開示の態様による自動標的識別及び追跡を利用して、更に支援することができ、これは、経皮的アクセス誘導のための標的位置を正確に維持するために依拠され得る。本開示の態様による、スコープ対応標的追跡によって誘導される経皮的アクセスは、技能集約度が比較的低くあり得る。いくつかの実装では、単一のオペレータ又はロボットシステムが、プロセスを実行し得る。更に、蛍光透視法の必要性を排除することができる。

【０１３１】

スコープのオフセット／駐留誘導

上記のように、本開示の本発明の特徴は、経皮的腎アクセスのために内視鏡／尿管鏡ベースの標的化で用いられ得、電磁ビーコン／センサを装備した尿管鏡及び／又は電磁ビーコン／センサを装備した経皮的アクセス器具（例えば、針）が、標的乳頭を通っての標的杯内への経皮的腎アクセスを得るために使用される。スコープ標的化手技に関して、スコープが駐留されている標的杯へのアクセスなど、標的場所／部位への経皮的アクセスの有効性は、医師／技師が標的杯／乳頭に対してスコープの遠位端を駐留する場所に依拠し得る。具体的には、本開示の実施形態に従って記載するように、内視鏡／尿管鏡の遠位端の駐留は、経皮的アクセスを行うことができる標的乳頭に対する尿管鏡の遠位端の位置及び／又は先頭方位に関連し得る。本明細書に開示する様々なスコープ駐留特徴に更なる文脈を提供するために、内視鏡駐留に関して特定の外科システム及び環境について以下に記載する。

【０１３２】

図９は、１つ以上の実施形態による、患者内のスコープのナビゲーションを容易にするように配置されたロボット医療システム９００を図示する。例えば、医師５は、スコープ９２をロボットシステム１０のロボットアーム１２（ｃ）に接続し、並びに／又はスコープ９２を少なくとも部分的に医療器具（例えば、カテーテル／シース）及び／又は患者１３内に位置決めすることができる。スコープ９２は、手技前又は手技中（例えば、ロボットシステム１０を位置決め後）など任意の時点においてロボットアーム１１２（ｃ）に接続され得る。次いで、医師５は、スコープ９２を患者１３内でナビゲートするために、Ｉ／Ｏデバイス４６など制御システム５０と対話することができる。例えば、医師５は、尿道６５、膀胱６０、尿管６３を通って腎臓７０までスコープ９２をナビゲートするために、Ｉ／Ｏデバイス４６を介して入力を提供して、ロボットアーム１１２（ｃ）を制御することができる。

【０１３３】

図示するように、制御システム５０は、スコープ９２によって捕捉されたリアルタイムのカメラ画像／ビュー９５２を視認するために、ディスプレイ４２を介して、１つ以上のスコープ誘導インターフェース９５０を含む画面９１０を提示して、スコープ９２の制御時に医師５を支援することができる。医師５は、スコープ９２をナビゲートして、例えば、腎臓結石、標的解剖学的特徴、及び／又は同等物の位置を特定することができる。いくつかの実施形態では、制御システム５０は、特定の位置特定技法を実施してスコープ９２の位置及び／又は向きを決定するように構成され得、これは、ディスプレイ１４２を通して医師５によって視認され、スコープ９２の制御時に支援することもできる。更に、いくつかの実施形態では、スコープ９２の制御時に医師５を支援するために、患者１３の内部解剖学的構造のＸ線画像など、他のタイプの情報がディスプレイ４２を通して提示され得る。

【０１３４】

医師５は、制御装置４６を使用してスコープ９２を駆動して、除去／治療のために標的化された腎臓結石９０８又は他のアーチファクトを見出し／識別することができる。医師５は、スコープを更に駆動して、標的乳頭を位置特定し、所望の駐留位置を占めることができる。かかるスコープの駆動は、スコープ誘導インターフェース９５０のスコープ駐留誘導特徴９５４によって少なくとも部分的に誘導され得、これについては以下に詳述する。

【０１３５】
図１０Ａ及び図１０Ｂは、１つ以上の実施形態による、尿管鏡が様々な位置に駐留されている、腎解剖学的構造を示す。図１０Ａは、腎臓１０１０の尿管６３、腎盂７１、及び／又は杯（例えば、大杯及び／又は小杯）内に配設された尿管鏡１０４０を示す。例えば、オペレータ／医師は、スコープ１０４０を杯１０１２へと駆動し、経皮的アクセス器具（例えば、針）が方向付けられ得る標的として、スコープ１０４０の遠位端／先端に関連する電磁ビーコンを使用し得る。いくつかの実施形態では、スコープ１０４０は、標的乳頭１０７９の位置を記録するために使用され、その後、スコープ１０４０は、ある程度後退させられ、乳頭１０７９からある距離だけ離れて駐留されて、スコープ１０４０のカメラを使用して経皮的アクセスを視覚化するためにスコープの所望の位置を提供する。いくつかの実装形態では、経皮的アクセス器具（図示せず）によって標的化される標的位置は、標的乳頭１０７９又は他の解剖学的特徴に対するスコープ１０４０の既知のオフセット距離、向き、及び／又は位置に基づいて決定され得る。したがって、本明細書に開示する機能は、本明細書に記載するように、動的標的化目的で実施され、依拠され得るスコープデバイスの適切な／所望の駐留を容易にすることができる。
【０１３６】
腎臓結石に到達する／腎臓結石を治療するために実施され得るなどの杯の経皮的アクセスに関して、腎錐体１０５７／乳頭１０７９を通るアクセスは、過度に出血することなく標的杯１０１２にアクセスするために必要であるか、又は望ましい場合がある。更に、乳頭１０７９を通るアクセスは、腎臓１０１０の杯網への完全なアクセスを与えることができる。
【０１３７】
標的杯１０１２は、乳頭１０７９（すなわち、腎錐体、明確にするために図１０Ａ及び図１０Ｂの破線形態で示す）を囲繞しており、これを通って標的杯１０１２への適切な経皮的アクセスが得られ得る。概して、スコープ１０４０の遠位先端／端部又はその付近の１つ以上の点は、経皮的アクセスのための標的として使用され得る。例えば、上述のように、スコープ１０４０の遠位先端／端部は、電磁場内のその位置／向きを決定するために、それに関連する１つ以上の電磁センサ又はビーコンを有し得る。図１０Ａの図は、スコープ１０４０の遠位端の３つの異なる可能な例示的駐留位置（１０４２、１０４４、１０４６）を示す。図１０Ａは、スコープの駐留位置のそれぞれに関連する、それぞれの同軸軌道（１００２、１００４、１００６）を更に示す。かかる軌道は、スコープの駐留位置のそれぞれに関連する、導出された位置及び／又は向き／整合情報に基づいて決定され得、それに沿って経皮的腎アクセスが誘導／達成され得る、可能な経路を表し得る。
【０１３８】
図１０Ａは、スコープ１０４０の遠位端が、概して、標的杯１０１２及び／又は関連する漏斗の中心軸１００６と整合している駐留位置１０４６を示す。図１０Ａは、スコープ１０４０の遠位端が乳頭１０７９から不必要に離れた距離ｄ２に位置付けられている、かつ／又は標的杯１０１２及び／若しくは関連する漏斗の中心軸と整合されていない、別の駐留位置１０４２を更に示す。例えば、軌道１００２として示すように、駐留位置１０４２は、概して、乳頭１０７９及び／又は関連する腎錯体を中心としない標的軌道１００２を生成し得る。図１０は、標的杯１０１２、乳頭１０７９、及び／又は関連する漏斗の軸と整合していない別の駐留位置１０４４を更に示す。
【０１３９】
図１０Ｂは、図示した例示的スコープ駐留位置のそれぞれに対応する最小経皮的アクセス管経路を示す。具体的には、図１０は、駐留位置１０４２に関連する最小管経路１００１を示し、スコープ１０４０は、標的乳頭１０７９から不必要に離れて駐留され、及び／又はその中心と整合していない。図１０Ｂは、不整合駐留位置１０４４に関連する最小管経路１００５を更に示す。駐留位置１０４６に関連するアクセス経路１００３は、概して、杯１０１２の中央領域と整合し得る。図１０Ａ及び図１０Ｂに示すアクセス経路に基づいて、駐留位置１０４６は、杯１０１２を視認及び／又はアクセスするために好適な、又

は望ましい駐留位置と見なすことができる。

【０１４０】

本開示の特定の実施形態は、有利には、標的杯／乳頭の位置を推定又は決定するための様々な機構及び手段、並びに特定の視覚化機構／手段を提供して、経皮的アクセス標的化に有効な位置、整合、及び／又は向きで尿管鏡を標的杯に正しく留置するようにオペレータを誘導することを容易にする。本開示の実施形態は、患者の腎臓内の標的杯、又はその付近における尿管鏡の駐留など標的部位における内視鏡の有効な駐留を容易にするために、特定の視覚的誘導／支援特徴及び／又は機能を有利に提供する。

【０１４１】

図１１、図１２Ａ、図１２Ｂ、図１４－１、及び図１４－２は、標的乳頭に関して望ましい位置に内視鏡を駐留／位置決めする際にオペレータ／医師を誘導するために使用され得る、特定のスコープ誘導特徴を示す。かかる特徴は、任意の好適な又は望ましい様式又は形態で生成され得る、及び／又は表示され得る。例えば、１つ以上のマーカ／アイコンは、ロボット制御システムに関連するディスプレイデバイスに提示されたカメラビューに、又はその付近に生成され得る、及び／又は表示され得、かかるマーカ／アイコンは、好適な、又は最も効果的な駐留位置に内視鏡の遠位端を位置決めするために内視鏡をどのように操作するべきか、又は作動させるべきかに関して医師／オペレータに指示する。スコープ駐留誘導特徴は、例えば、尿管鏡の遠位端の位置が経皮的アクセス器具（例えば、針）を使用して事実上標的化され得るように、尿管鏡を標的乳頭と整合させるようにユーザ／オペレータに指示することができる。

【０１４２】

図１１は、本開示の１つ以上の実施形態による、尿管鏡などの内視鏡の遠位端に関連するカメラからの例示的画像１１０１を示す。画像１１０１は、図９に示し、上述したように、スコープ誘導インターフェースに提示され得る。画像１１０１は、内視鏡に関連するカメラの視野の少なくとも一部を含むカメラビューを表示するように構成されたウィンドウ又はウィンドウ一部（例えば、サブウィンドウ）を表し得る。

【０１４３】

いくつかの実施形態では、カメラビューインターフェース／ウィンドウ１１０１は、カメラビュー１１０１内で標的解剖学的特徴の標的位置を示す１つ以上のアイコン又は特徴１１５０をその上に重ねて表示し得る。標的アイコン／特徴１１５０は、内視鏡の遠位端の標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）との適切な整合に関してオペレータを誘導するのに役立ち得る。いくつかの実施形態では、標的解剖学的特徴整合誘導アイコン／特徴１１５０は、スコープの移動時にウィンドウ１１０１に表示されたカメラ画像が移動するか、又は変化しても、アイコン／特徴１１５０がウィンドウ１１０１内のほぼ同じ位置に留まるように生成され得る、及び／又は表示され得る。すなわち、スコープのオペレータは、スコープの遠位端を操作して／作動させて、それにより、カメラの視野及び／又はその視野に捕捉される代表的な解剖学的構造を変更することができる。カメラの視野１１０１が変化するにつれて、アイコン／特徴１１５０は、図１１に示すように、ウィンドウ／画像１１０１の中心又はその付近に重ねて表示される表現のままであり得る。したがって、オペレータは、乳頭又は他の解剖学的特徴など目的の標的解剖学的特徴の上でアイコン／特徴１１５０を選択的に位置決めするために、スコープの位置を変更することなどによって、カメラの視野を移動させることができ得る。

【０１４４】

整合アイコン／特徴１１５０は、アイコン／特徴１１５０を目的の解剖学的特徴１１１６（例えば、乳頭）の上で位置付ける、及び／又は中心に配置するように、カメラの視野を位置決めするようにオペレータに指示し得る。例えば、オペレータによるスコープの移動後のスコープに関連するカメラの変更された視野を表す画像１１０３に示すように、アイコン／特徴１１５０を使用して、標的乳頭１１１６の上でアイコン／特徴１１５０を中心に配置するようにオペレータを誘導し得、その一方、最初の視野１１０１では、標的乳頭１１１６は、概して、カメラの視野内で、又は標的化アイコン／特徴１１５０に関して

、概して中心に配置されていない。画像１１０３に示すようにアイコン／特徴１１５０を中心に配置するように視野を変更するために、アイコン１１４０によって表すように、内視鏡の遠位端及び／又はそれに関連するカメラは、例えば、画像１１０１と比較して画像１１０３に示すように、標的乳頭／特徴１１１６をカメラの視野に入れるように左にパンされ得る。

【０１４５】

アイコン／特徴１１５０は、任意の好適な又は望ましい形状、形態、構成、及び／又は数の視覚的特徴を有し得る。例えば、図１１に示す実施形態などいくつかの実施形態は、外挿された線の交点によって画定される中心点を示す十字型の特徴又は２つ以上の軸で配向された他の特徴を含む。図示するアイコン／特徴１１５０は、図示するように、１つ以上の円形態を追加的又は代替的に含み得、その中心軸は、アイコン／特徴１１５０の中心点を表す。概して、アイコン／特徴１１５０は、オペレータが、アイコン／特徴１１５２の中心点を、標的解剖学的特徴１１１６の中心（例えば、容積及び／又は幾何学的中心）と概ね整合させるべきであることを示す。

【０１４６】

図１１に示すアイコン／特徴１１５０は、標的解剖学的特徴に対する内視鏡の適切な整合を容易にすることができる。整合誘導に加えて（又は代替として）、本開示の実施形態は、内視鏡の、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭１１１６）からのその距離／深さに対する適切な位置決めを容易にする内視鏡駐留誘導特徴に関する。いくつかの実施形態では、特定のアイコン／特徴は、カメラビューの上に生成及び／又は表示され、このアイコン／特徴は、カメラビュー内の標的解剖学的特徴の表現のサイズと比較したその相対サイズが、スコープは適切な距離／深さに位置決めされているかどうか、及び／又はスコープは標的解剖学的特徴から適切な距離／深さで到達するためにどのように移動されるべきかを示すように構成されている。更に、いくつかの実施形態では、深さ位置決めアイコン／特徴は、整合誘導も示すアイコン／特徴を更に含むことができる。

【０１４７】

図１２Ａ及び図１２Ｂは、１つ以上の実施形態による、標的境界特徴１２６０を含むスコープカメラビュー／ウィンドウの構成を示し、標的境界特徴１２６０は、スコープの適切な深さ／オフセット位置に関してオペレータを誘導する。図１２Ａ及び図１２Ｂは、本開示の１つ以上の実施形態による、尿管鏡などの内視鏡の遠位端に関連するカメラからの例示的画像１２０１ａ、１２０１ｂを示す。画像１２０１ａ、１２０１ｂは、図９に示し、上述したように、スコープ誘導インターフェースに提示され得る。画像１２０１ａ、１２０１ｂは、内視鏡に関連するカメラの視野の少なくとも一部を含むカメラビューを表示するように構成されたウィンドウ又はウィンドウの一部（例えば、サブウィンドウ）を表し得る。

【０１４８】

いくつかの実施形態では、カメラビューインターフェース／ウィンドウ１２０１ａ、１２０１ｂは、カメラビュー１２０１ａ、１２０１ｂ内で標的解剖学的特徴１２１６の標的深さを示す１つ以上のアイコン又は特徴１２６０をその上に重ねて表示し得る。オフセットアイコン／特徴１２６０は、例えば、１つ以上のブラケット、境界ボックス、及び／又はかかるアイコン／特徴の間若しくは中に表示される画像コンテンツを閉じ込めていることを表す他の形状若しくは特徴を含むことができる。境界ボックス又は他の同様の特徴は、カメラの視野及び／又はカメラビューを示すウィンドウの中心に、又はその付近に表示され得、かかる特徴は、オペレータが標的解剖学的特徴の全て又は少なくとも一部（例えば、少なくとも中央部分）を境界ボックス形態／特徴内に維持して、内視鏡が標的解剖学的特徴１２１６に近すぎる位置に駐留しないように示すか、又は指示することができる。例えば、いくつかの実施形態では、境界ボックス特徴１２６０は、オペレータが、カメラ画像に表される解剖学的特徴１２１６の領域の少なくとも大部分を、１つ以上の軸に対して（例えば、水平及び／又は垂直に）オフセット誘導特徴１２６０によって画定される、及び／又は示される境界内に維持するべき、及び／又は収めるべきであるとオペレータに

指示し得る、及び／又は示し得る。内視鏡が標的解剖学的特徴部１２１６に近すぎる位置に駐留する可能性を低減することに加えて、オフセット特徴／アイコン１２６０の境界領域を標的解剖学的特徴で実質的に埋めるようにオペレータに指示すること、又はオフセット特徴／アイコン１２６０によって囲まれた領域の大部分が標的解剖学的特徴（例えば乳頭）の代表的な画像で埋められる／覆われるように、カメラをある位置に維持するようにオペレータに指示することにより、オフセット特徴／アイコン１２６０は、内視鏡が標的解剖学的特徴１２１６から遠すぎる位置に駐留する可能性を低減することができるだろう。

【０１４９】

図１２Ａ及び図１２Ｂに示す画像１２０１ａ、１２０１ｂ、及び１２０３に関して、画像１２０１ａ、１２０１ｂは、ウィンドウ１２０１ａ、１２０１ｂのほぼ中心に構成された、及び／又は位置する、オフセット特徴／アイコン１２６０を示す。図示するように、画像１２０１ａでは、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）１２１６は、オフセット将来１２６０の範囲を十分には埋めていない。後続の画像１２０３は、画像１２４０ａで表すように、内視鏡及び／又は関連するカメラを標的解剖学的特徴１２１６に近づける内視鏡の操作から生じ得、したがって、結果として生じる画像１２０３は、オフセット特徴／アイコン１２６０の範囲をほぼ埋める標的解剖学的特徴１２１６を示す。

【０１５０】

図１２Ｂに関して、画像１２０１ｂは、内視鏡カメラが標的解剖学的特徴１２１６に近すぎるため、標的解剖学的特徴１２１６の表現がオフセット特徴１２６０の範囲の実質的に外側に延在しており、したがって、標的解剖学的特徴部１２１６が、経皮的アクセス器具（例えば、針）によるその内部での／それを通る前進の結果として変形したときなどに標的解剖学的特徴１２１６の視認性を妨げる可能性があるオフセット特徴／アイコン１２６０を示す。

【０１５１】

後続の画像１２０３は、画像１２４０ｂで表すように、標的解剖学的特徴１２１６から内視鏡を引き離す内視鏡の操作から生じ得、したがって、標的解剖学的特徴１２１６、又はその関連部分の大部分は、画像１２０４の一方又は両方の寸法／軸に対してオフセット特徴／アイコン１２６０の範囲内にある。

【０１５２】

特定の実施形態では、図１２Ａ及び図１２Ｂに示すように、境界ボックス１２６０は、ビューウィンドウ（１２０１ａ、１２０１ｂ、１２０３）の中心又はその付近に表示されて、それによって、標的解剖学的特徴１２１６（例えば、乳頭）のビュー表現を全体的に、又は少なくとも部分的に（例えば、半分以上）境界ボックス１２６０の範囲内に維持するようにユーザに指示する／命令することができ、これにより、画像１２０１でのように、並びに／若しくは図１０Ａ及び図１０Ｂに示すスコープ位置１０４２に関する遠すぎる位置、又は図１２Ｂの画像１２０１でのように、並びに／若しくは図１０Ａ及び図１０Ｂに示すスコープ位置１０４４に関する近すぎる位置のいずれかにスコープが駐留される事象及び／又は可能性を有利に低減し得る。

【０１５３】

境界ボックス特徴１２６０は、異なるサイズ及び異なる患者の標的解剖学的特徴に対して異なるユーザ／医師がスコープを動作させる方法の標準化を有利に促進することができ、それにより、スコープの好適な位置が達成され、医師の技量及び／若しくは経験、並びに／又は患者の特定の解剖学的構造に対する依存性を低減させる。いくつかの実施形態では、スコープ管理システムは、スコープの自動位置決めを少なくとも部分的に実施して、標的解剖学的特徴を少なくとも部分的に境界ボックス特徴の範囲内に位置決め及び／又は維持するように構成されたデバイスを備える。したがって、スコープのカメラに対する標的解剖学的特徴の相対変位をもたらす解剖学的運動は、画像処理機能及び／又は境界ボックス特徴に対する標的解剖学的特徴の相対位置を自動的に決定するための他の手段若しくは機構を使用することで自動的に補償され得る。

【０１５４】

いくつかの実施形態では、境界ボックス特徴１２６０のサイズ及び／又は他の特徴は、患者の特定の解剖学的仕様に少なくとも部分的に依拠し得る。例えば、比較的小さな杯内に位置決めされたスコープは、スコープの滑動／移動のリスクを低減するために、標的乳頭の比較的近くに位置決めされることが望ましい場合がある。例えば、内視鏡ビューウィンドウに重ね合わされる／表示される誘導特徴（例えば、境界ボックス特徴）は、固定サイズ（例えば、ピクセルサイズ）を有し得る。これにより、ユーザはより小さい杯についてより近くに駐留にするように誘導されることが可能になり得る。すなわち、比較的より小さい乳頭を境界、オフセット誘導アイコン内に収めるためには、スコープを比較的近くに駐留させることが必要であり得る。杯が小さい場合、スコープは杯から外れる傾向にあり得、このため、より近い駐留が望ましい。したがって、標的杯／乳頭のサイズが不明である場合でも、固定サイズの標的／境界アイコン／特徴を実装し、アイコン／特徴が標的解剖学的特徴／領域で実質的に（例えば、５０％、６０％、７５％、８０％、９０％、又は他の割合）埋まるようにスコープを駐留させるようにユーザに指示することによって、異なる杯に対して、適応的駐留距離が可能になり得る。かかる例は、境界ボックス特徴の特性が、技師によって手動で入力された患者の解剖学的構造及び／又はパラメータの特定の決定された特性に少なくとも部分的に依拠して生成される、及び／又は提示される、多くの可能な例のうちの１つであることを理解されたい。図１２Ａ及び図１２Ｂに関して上述した様々なオフセット誘導特徴は、標的解剖学的特徴に対するスコープの距離及び／又は位置の範囲を制御することによって、経皮的アクセス標的化の潜在的な誤差を有利に抑制する／限定することができる。

【０１５５】

図１３は、１つ以上の実施形態による、患者の腎解剖学的構造の経皮的アクセスを容易にするように配置されたロボット医療システムを図示する。図１３に示すように、医師５は、標的場所への挿入のために針１７を位置決めすることによって、経皮的ジンアクセスを実施することができる。いくつかの実施形態では、医師５は、患者１３の解剖学的構造に関する知識、以前に手技を実行した経験、ＣＴ／Ｘ線画像の分析、又は患者１３の他の術前情報などに基づいて、自身の最良の判断を使用して、切開部位で患者１３に針１７を配置することができる。更に、いくつかの実施形態では、制御システム５０は、針１７を患者１３に配置する場所に関する情報を提供することができる。医師５は、肺、胸膜、結腸、傍脊椎筋、肋骨、肋間神経など患者１３の重要な解剖学的構造を回避しようと試みることができる。いくつかの実施例では、制御システム５０は、ＣＴ／Ｘ線／超音波画像を使用して、針１７を患者１３に配置する場所に関する情報を提供することができる。

【０１５６】

制御システム５０は、医師５が標的場所（すなわち、乳頭９１４）に到達するのを支援するために、針１７を挿入するための標的軌道９０２を決定するように構成された制御回路を含み得る。標的軌道９０２は、標的場所にアクセスするための所望の経路を表すことができる。標的軌道９０２は、１つ以上の医療器具（例えば、針１７、スコープ９２など）の位置、患者の解剖学的構造内の標的場所、患者１３の位置及び／又は向き、患者の解剖学的構造（例えば、標的場所に対する患者内の器官の場所）に基づいて決定することができる。いくつかの実装形態では、標的軌道９０２は、乳頭９１４及び針１７の点を通過する直線を表す。軌道は、概して、標的杯に関連する漏斗の軸と一致し得る。しかしながら、標的軌道５０２は、湾曲経路など他の形態をとることができ、及び／又は別様に画定されることができる。いくつかの例では、針１７は、少なくとも部分的に可撓性の針、及び／又は先端が傾斜した針で実装される。制御システム５０は、針軌道のずれを補償するため、又はユーザを標的軌道上に維持するためなど、針を前進させる際にユーザ／医師５を誘導するための情報を提供するように構成され得る。

【０１５７】

図１３の例は乳頭９１４を通って同軸に延伸する標的軌道９０２を例示するが、標的軌道９０２は、別の位置、角度、及び／又は形態を有し得る。例えば、標的軌道は、図１３に示す腎臓結石９０８の下に位置する乳頭を通るなど下部極アクセス点とともに実装され

、乳頭を通る非同軸角度を有し得、これは、股関節を回避するために使用され得る。いくつかの実装形態では、最小管経路／軌道は、標的杯／乳頭にアクセスする際に取られる。

【０１５８】

上述したように、制御システム５０は、スコープ９２によって捕捉されたリアルタイムのカメラ画像／ビュー９５２を視認するために、ディスプレイ４２を介して、１つ以上のスコープ誘導インターフェース９５０を含む画面９１０を提示して、スコープ９２の制御時に医師５を支援することができる。図１３に示すように、経皮的アクセス中に、スコープ９２は、標的杯内に駐留され、標的乳頭９１４の視認性を提供し得る。針１７が標的乳頭９１４の方向に前進すると、スコープ９２の調整は、少なくとも部分的に１つ以上の針軌道整合／位置誘導特徴部９５６によって誘導され得る。これについては、以下で詳述する。かかる特徴９５６は、標的杯内の針１７の予測表現（例えば、スコープカメラ画像ウィンドウで予測された針先端位置）を示すアイコンをスコープカメラの視野９５２内に含める方法で、スコープ９２の位置決めを容易にすることができる。例えば、標的杯に入り、及び／又は標的乳頭９１４を通る予測針進入点がスコープカメラの視野９５２の外側にある場合、インターフェース特徴９５６は、スコープ９２を移動させて、予測針進入点をカメラビュー９５２内に入れることができる方向を医師５に通知することができる。

【０１５９】

標的場所に針１７が到達すると、医師５は、カテーテル、バキューム、腎盂尿管鏡などの別の医療器具を、針１７によって作り出された経路に、並びに／又はアクセス経路に配設された針１７及び／若しくは拡張器（図示なし）の上を通って挿入することができる。医師５は、他の医療器具及び／又はスコープ９２を使用して、腎臓７０から腎臓結石の破片を断片化して除去することができる。

【０１６０】

いくつかの実施形態では、医療器具の位置は、点／点セットで表され得、及び／又は医療器具の向きは、軸／平面に対する角度／オフセットとして表され得る。例えば、医療器具の位置は、座標系内の点／点セットの座標（例えば、１つ以上のＸ、Ｙ、Ｚ座標）で表され得、及び／又は医療器具の向きは、座標系の軸／平面に対する角度（例えば、Ｘ軸／平面、Ｙ軸／平面、及び／又はＺ軸／平面に対する角度）で表され得る。ここで、医療器具の向きの変化は、軸／平面に対する医療器具の角度の変化に対応することができる。更に、いくつかの実施形態では、医療器具の向きは、ヨー、ピッチ、及び／又はロール情報で表される。

【０１６１】

いくつかの実施形態では、軌道は、姿勢を指す。例えば、医療器具の軌道は、医療器具の位置及び向きの両方を含む／示唆する、医療器具の姿勢を指すことができる。同様に、標的軌道は、所望の経路の位置及び向きの両方を含む／示唆する標的姿勢を指すことができる。しかしながら、他の実施形態では、軌道は、向き又は位置のいずれかを指す。

【０１６２】

いくつかの実施形態では、尿管鏡９２及び針又は他の経皮的アクセス器具１７は、共通の位置決め座標系を有する。これは、例えば、電磁場発生器１８が利用され、スコープ９２及び針１７のそれぞれが、共通の電磁場空間内のスコープ９２及び針１７のそれぞれの位置を決定するために用いることができる、関連するそれぞれの電磁センサ／ビーコンを有する実装形態などである。例えば、内視鏡及び／又は経皮的アクセス針の使用を伴う医療手技の前に、スコープの遠位端に関連するセンサ／ビーコンは、カメラの視覚画像空間と、描写される、及び／又はカメラの画像領域に別様に現れる画像／特徴に関連する電磁場内の位置との間の変換／関係を決定するようにスコープのカメラで較正され得る。かかる較正は、カメラの画像空間（例えば、視野）内の特徴／物体表現の位置、サイズ、及び／又は構成／向きに基づいて、位置情報を決定及び／又は予測することを可能にし得る。したがって、経皮針の位置が、それに関連する電磁センサ／ビーコンによって示されるように、カメラ及び／又は関連するセンサ／ビーコンの位置に対して決定される、及び／又は予測される場合、かかる位置は、上述のように、カメラの較正に少なくとも部分的に基

づいて、スコープカメラビューインターフェース９５２に表示される視野画像の上に決定され得る／生成され得る、及び／又は表示され得る。例えば、以下でより詳細に説明するように、カメラ較正は、カメラビューウィンドウで針軌道アイコン／特徴を重ね合わせる／提示することに依拠し得、かかるアイコン／特徴は、針が標的に接近すると、経皮針が予測される／現れることが予想される視野内で／視野によって予想／予測位置を示す。

【０１６３】

スコープ誘導インターフェース９５０は、スコープカメラビュー／ウィンドウ９５２に関連して（例えば、重ね合わされる、又は隣接する）提示され得る、特定の針軌道整合／位置誘導特徴９５６を示すように構成され得る。例えば、針軌道整合／位置誘導特徴９５６は、インターフェース９５０の一部として表示され、経皮的アクセス器具（例えば、針）がカメラの視野に入り、及び／又は標的解剖学的特徴／乳頭を穿刺することが予想される、カメラビュー９５２に対する位置を示す１つ以上のアイコン又は特徴を含み得る。かかる針軌道整合／位置誘導機構は、スコープのオペレータが経皮的アクセス器具の予測進入点をカメラの視野９５２内に維持をすることを容易にすることができる。経皮的アクセス器具の予測位置を示す特徴９５６は、本明細書に開示する他のインターフェースアイコン／特徴と同様に、任意の好適な又は望ましい形状、形態、及び／又は表現を有し得る。

【０１６４】

図１４－１及び図１４－２は、１つ以上の実施形態による、１つ以上の針軌道特徴を含むスコープカメラビュー／ウィンドウの構成を図示する。図１４－１は、本開示の１つ以上の実施形態による、尿管鏡などの内視鏡の遠位端に関連するカメラからの例示的画像１４０１を示す。画像１４０１は、図１３に示し、上述したように、針軌道スコープ誘導インターフェースに提示され得る。画像１４０１は、内視鏡（例えば、尿管鏡）に関連するカメラの視野の少なくとも一部を含むカメラビューを表示するように構成されたウィンドウ又はウィンドウの一部（例えば、サブウィンドウ）を表し得る。

【０１６５】

標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）１４１６の位置は追跡され／位置特定され、小室導管又は内視鏡が配設／駐留された他の領域（例えば、杯）への経皮的アクセスの標的として使用され得る。例えば、いくつかの実装形態では、標的解剖学的特徴１４１６（例えば、乳頭）の位置は、乳頭を内視鏡の遠位端と接触させることと、かかる接触に関連して内視鏡に関連する位置情報を記録することと、を伴う実装形態による、記録した乳頭の接触位置、並びにカメラの較正に基づいて位置情報を提供し得る、カメラの画像／視野内の標的解剖学的特徴１４１６のサイズ、形状、及び／又は構成／向きのうちの１つ以上に少なくとも部分的に基づいて決定され得る。カメラ較正情報に依拠する実施形態に関しては、スコープが標的解剖学的特徴１４１６との接触からある程度後退させられた／引き出された後の以降の時点におけるその視覚的特性と比較した、標的解剖学的特徴の相対サイズ、形状、及び／又は向き／構成は、標的解剖学的特徴１４１６の現在位置を示す情報を提供し得る。カメラ画像及び電磁場空間の較正は、任意の好適な又は望ましい様式で達成され得る、及び／又は実行され得る。例えば、いくつかの実装形態では、市松模様型、又は既知の形状、サイズ、及び／若しくは構成の他の物体／パターンを使用して、カメラ画像内の物体表現の位置を決定し得る。

【０１６６】

いくつかの実装形態では、カメラ空間における三次元電磁空間位置決めと位置／構成との間での並進の決定を利用して、図１４のカメラ画像ウィンドウ１４０１、１４０３などカメラ画像ウィンドウで針軌道アイコン／特徴／特徴を生成／表示することができる。例えば、経皮針（図示せず）の先端の現在位置及び／又は予測位置は、カメラウィンドウ１４０１、１４０３で視覚化／表現されて、針が解剖学的特徴１４１６及び／又は周囲の解剖学的構造を穿刺するときに、スコープカメラがその視野内で針を捕捉する位置に関してオペレータに方向を提供することができる。針軌道整合／位置誘導特徴／アイコン９５６を提示することにより、経皮針のアクセス／穿刺の成功及び／又は失敗を確認して、標的解剖学的部位にアクセスすることを容易にすることができる。

【０１６７】
針の位置を示すアイコン／特徴（例えば、１４７０、１４７５、１４８０）の表現は、経皮針が標的解剖学的特徴／組織の内部を通る／それを通過するときに標的解剖学的特徴／組織が少なくとも部分的に変形し、場合によっては、視覚的妨害をもたらし得る状況において、役立ち得る。すなわち、針がより近くに前進すると、標的解剖学的特徴の視認性がより不確実になり得る。したがって、経皮針による標的化の成否の確認は、本開示の態様による針軌道特徴を使用せずに決定することが困難であり得る。
【０１６８】
画像１４０１は、予測針位置及び／又は現在針位置がカメラ視野１４０１の外側にある文脈における、例示的画像及び関連する針軌道／位置特徴部１４７０、１４７５を示す。かかる状況では、アイコン／特徴１４７０、１４７５は、方向を示すように生成され得る、及び／若しくは表示され得る、並びに／又は視野１４０１に対して位置決めされ得、針の予測位置又は現在位置が画像１４０１の現在の視野に対してである。例えば、矢印又は他のアイコン１４７０は、針軌道に関連するウィンドウ１４０１の外側の方向／位置を示すウィンドウ１４０１の外側の領域に表示され得る。代替的又は追加的に、１つ以上のアイコン／特徴１４７５は、画像１４０１の視野の方向及び／又は画像１４０１の視野の外側の位置を示すように画像１４０１に重ね合わされ得、画像１４０１の視野のサイズが大きかった場合には針位置が予測される。
【０１６９】
画像１４０３は、スコープ及び／又は関連するカメラの遠位端の特定の関節運動／動き後のカメラビューを示す。例えば、画像１４０１に図示する、示された針軌道（例えば、１４７０又は１４７５）によると、アイコン１４４０によって表されるカメラは、示された針軌道の方向にパンされて、針の予測位置をカメラの視野内に入れ得る。画像１４０３は更に、スコープ／カメラ１４４０のわずかな上向きピッチを反映して、針軌道アイコン／特徴１４８０を更にカメラの視野内へと、及び／又は概してその中心方向にもたらすことができる。アイコン／特徴１４８０は、針先端の位置を表すか、若しくはそれに対応することができるか、又は予測進入点に対応することができる。
【０１７０】
いくつかの実施形態では、針軌道アイコン１４８０は、サイズ、色、形状、及び／又はその１つ以上の他の特徴／特性に関して変化するように構成可能であって、距離、整合、及び／又は針の先端の他の位置関連特性を表し得る。いくつかの実施形態では、針先端がスコープ／カメラに接近するにつれて、アイコン１４８０は大きくなる（又は小さくなる）。いくつかの実施形態では、アイコン１４８０は、針が比較的離れると、大きくなって予測針先端部の位置の誤差範囲を表し得、一方、針先端がスコープ／カメラに接近するにつれて、標的解剖学的構造を穿刺したときに針が現れるであろう特定の位置に関する確実性がより高くなり得、したがって、アイコン１４８０の領域は、針が現れ得る領域を反映するように小さくなり得る。概して、いくつかの実施形態は、カメラの二次元画像空間に表されるように、針の三次元整合、向き、形状、及び／又は位置を表す特定の視覚的特性を有するアイコンを含み得る。例えば、円錐アイコン又は頂点若しくは他の方向性を有する形状／特徴など他のアイコンは、針の予測位置、又は決定位置に対する深さ知覚を示すために生成され得る、及び／又は提示され得る。いくつかの実施形態では、特定の陰影特徴が針軌道アイコン／特徴（例えば、１４７０、１４７５、及び／又は１４８０）に組み込まれて、針に関する追加の位置決め、整合、及び／又は向き情報を示す。
【０１７１】
針整合／位置誘導特徴９５６は、画像１４０１及び／又は１４０３に表されるように針軌道アイコンを含み得、経皮針の前進方向を提供して、針を追跡された標的解剖学的特徴に向けて方向付ける、特定の視覚表現／インターフェースを更に含み得る。例えば、１つ以上の針視点インターフェース特徴は、針の整合、向き、及び／又は位置決めを指示してその前進を誘導するために提供され得、一方、追加のスコープ視点インターフェース及び関連する針軌道アイコン／特徴は、追加の確認及び／又はスコープのカメラに対する針の

位置決めを示す誘導を提供するために提示され得る。

【０１７２】

針予測アイコン１４８０のサイズは、決定した針予測／予測精度に基づいて変更／修正され得る。針予測の誤差をもたらし得る、相当な解剖学的運動が存在する場合、針予測アイコンは比較的大きいサイズで提示されて、針予測／軌道に対する比較的大きい、決定された誤差を提示し得る。

【０１７３】

図１４－２は、針予測アイコン１４８０から視覚的に予測する針軌道予測特徴１４８３を含む画像１４０５を示す。特徴１４８３は、針１４７５の移動が予測される経路に沿った針の三次元予測を示す特定の視覚的特性を有し得る。画像１４０７は、解剖学的特徴１４１６を穿刺する針１４７５及び予測特徴１４８３によって示される経路に沿った予測を示す。すなわち、画像１４０５では、針先端は、解剖学的特徴１４１６の内側／背後にあり、画像１４０７は、解剖学的特徴１４１６を貫通し、治療部位に入った後の針先端１４７５を示す。画像１４０５は、針姿勢を示すために、先端場所アイコン１４８０及び針シャフト上のオーバーレイ１４８３の両方を含む。画像１４０７は、先端が存在する場所の向きインジケータ、並びに針姿勢の三次元知覚を示すための針シャフト上のオーバーレイの両方を示す。

【０１７４】

乳頭の位置特定のための杯／漏斗軸の推定

乳頭の位置特定／追跡のために乳頭オフセット軌道情報を提供するために、本明細書に開示する実施形態のいずれかに関連して、杯及び／又は漏斗軸の推定が実施され得る。杯及び／又は関連する漏斗の軸は、様々な方法で推定／決定され得る。例えば、杯マッピングは、以下に詳述するように、杯／漏斗の軸を決定するステップとして実施され得る。

【０１７５】

本開示の実施形態による、経皮的アクセス針標的化及び／又は標的の位置特定の目的で、腎臓マッピングを使用して、標的乳頭を位置特定することができる。いくつかの実装形態では、本明細書に開示する方法のいずれかを使用して生成され得る腎臓マップを使用して、標的杯に関連する表面法線を推定／決定することができ、この表面法線は次に、杯／漏斗軸を決定するために使用され得る。いくつかの実装形態では、標的解剖学的部位への経皮的アクセス経路が決定され得る、及び／又は標的乳頭／杯の向きと整合され得、この向きは、場合によって、関連する漏斗の中心軸と概ね一致し得る。いくつかの実装形態では、標的杯／乳頭に至る内視鏡の遠位端部の軌道を使用して、標的杯に関連する漏斗の軸を決定する、及び／又は推定することができる。例えば、スコープの経路は、何らかの方法で線形化されて、軸経路／推定を生成し得る。内視鏡が標的乳頭／杯と整合していない場合でも、本開示の態様は、標的杯／乳頭の向きを決定するための機構を提供し、経皮的アクセスのため、及び／又は標的の位置特定のための標的軌道として使用され得る。

【０１７６】

図１５は、１つ以上の実施形態による、杯マッピングのために標的腎解剖学的構造内に配設されたスコープデバイス１５５０を示す。図１５を参照すると、腎臓の杯のマッピングは、杯網内で尿管鏡１５５０を前進させること、及び／又は操作することを伴い得る。例えば、尿管鏡１５５０は、１つ以上の杯の終端点（例えば、それぞれの乳頭で）まで、及び／又は杯の壁若しくは他の境界に接して前進させられ得、周期的又は散発的な位置のタグ付け／記録１５０１～１５０４を実施して、杯の横断領域の骨格マッピングを生成し得る。例えば、尿管鏡１５４０のオペレータは、スコープを関節運動させて、標的杯の内側で複数の点１５０１～１５０４をタグ付けするように指示され得る。かかる点１５０１～１５０４は、杯の形状を構築するために使用され得、構築された杯の中心は、経皮的アクセスの標的として使用され得る、及び／又は現在のスコープ位置をオフセット距離／位置だけ並進させて乳頭を位置特定するときに辿られ得る。いくつかの実装形態では、スコープ１５５０は、図示するように、弧を描く運きで関節運動して、横断領域の輪郭を描き得る／横断領域を覆い得る。

【０１７７】
いくつかの実装形態では、杯のマッピングを使用して、漏斗の軸及び／又は向きを決定し得る。例えば、腎臓の杯網のほぼ全て、又は杯網のサブセットがマッピングされ得る。いくつかの実装形態では、標的杯及び／又は関連する漏斗のみがマッピングされて、杯及び／又は漏斗の向き／軸を決定し得る。乳頭標的化軌道及び／又は乳頭オフセットの位置特定は、決定した杯／漏斗軸及び／又は標的杯／乳頭に関連する他の局所的トポロジに少なくとも部分的に基づいて決定され得る。例えば、図８に関して上記で詳述したように、標的乳頭の位置特定は、乳頭－スコープオフセット並進（例えば、Ｐｏｆｆｓｅｔ）を実施し、内視鏡の現在位置に（例えば、電磁場空間内で）並進／オフセットを適用することによって少なくとも部分的に達成され得る。スコープ－乳頭オフセット／並進の決定は、杯及び／又は関連する漏斗の軸に少なくとも部分的に基づき得る。すなわち、標的杯が指している軌道の決定は、スコープの遠位端からの標的乳頭のオフセットを決定するために使用され得る。例えば、決定したスコープのオフセットは、標的位置を決定するために、杯又は漏斗の向き／軸の方向でスコープの現在位置に追加され得る。場合によっては、標的杯は、関連する漏斗と概して同一の方向／向きで配向され得る。しかしながら、概して腎臓及び／又は杯網の下部極においてより一般的であり得る、融合杯に関して、杯の向きは、漏斗軸に関係なく依拠され得る。

【０１７８】
スコープを標的乳頭／杯へと駆動している間に、スコープの遠位端部に関連する複数の位置を経路に沿ってタグ付け／記録して、杯網の少なくとも一部（例えば、標的杯及び／又は関連漏斗）の散乱プロット型マッピングを提供することができる。例えば、図１６は、尿管１６６３から通じる複数の杯（大杯及び小杯の両方）を含む杯網のマップ１６００を示す。図１６に示す様々な杯軸１６１５は、スコープ（図示せず）の移動経路に沿った、記録したスコープ位置に基づいて決定され得る。具体的には、個々の図示した円（例えば、１６１０）は、スコープのタグ付き／記録した位置を表し得る。いくつかの実装形態では、ガウス補間は、標的杯１６１２及び／又は関連漏斗１６１３内の報告した軌道又はその一部に沿って実施され得、かかる補間は、杯網の少なくとも一部に対する表面推定値を生成するために使用される。

【０１７９】
いくつかの実装形態では、表面及び／又は容積推定アルゴリズム／機構を実施して、標的杯及び／又は関連漏斗の中心／軸を決定し得る。図１７は、ガウス補間を使用するなど、任意の好適な様式で生成された生成された三次元表面マップ１７００を示す。例えば、杯及び／又は漏斗表面を決定する／杯及び／又は漏斗表面が生成されると、杯／漏斗軸１７１５は、推定表面に少なくとも部分的に基づいて決定され得る。いくつかの実施形態では、複数の表面法線１７０１は、表面１７０５の様々な領域に対して決定され得、表面法線１７０１は、それぞれの表面法線１７０１に関連する起点において表面１７０５に対して実質的に直交するベクトル／軌道である。漏斗／杯の内部軸は、形態／構造体１７００の周囲に、及び／又は両側に延在する表面法線の平均化に少なくとも部分的に基づいて決定され得る。例えば、表面法線ベクトルを合計して、杯網１７００のそれぞれの部分ごとに中心軸を決定し得る。かかる軸を外挿して、杯軌道１７１５を提供することができる。いくつかの実施形態では、杯軌道の決定は、表面法線ベクトルの合計及び／又は杯／漏斗軸の決定に少なくとも部分的に基づき得る。

【０１８０】
いくつかの実施形態では、図１５に示すように、円運動がスコープ内で生じて、標的杯の十分な位置プロットを生成し得、杯マップがそこから形成される。杯の向き１７１５は、杯マップ１７００から推定され得、かかる軌道１７１５は経路を提供することができ、スコープ／乳頭のオフセットは、この経路に沿って予測／決定され得る。これにより、針挿入中の組織変形に起因してスコープ先端部が杯、漏斗、及び／又は乳頭軸に対して変化する場合に、標的位置をより確実に更新することが可能になり得る。特定の手技によっては、経皮的アクセス標的化の目的で腎臓の杯網全体をマッピングする必要がない場合があ

る。例えば、いくつかの実装形態では、標的乳頭に関連する杯のみがマッピングされ得る。いくつかの実装形態では、複数の杯がマッピングされて、増加した空間情報／マッピングを提供し得る。

【０１８１】

本開示の実施形態は、標的化目的で標的杯の位置を見出すために蛍光透視法を実施するソリューションと比較して、標的乳頭／杯の場所及び向きを決定するために、収集システムの１つ以上の蛍光透視画像を異なる角度で取得する必要性を排除することができる。更に、本開示の実施形態は、標的解剖学的特徴を視覚化するために造影剤又は空気の逆行性注入を必要とせずに、標的解剖学的特徴の標的化を有利に提供し得る。したがって、本開示の実施形態は、従来の膀胱鏡検査及び／又は尿管カテーテル法を必要とせずに実施され得る。標的化目的で標的杯の決定を決定することを目的として超音波検査を実施するソリューションと比較して、超音波検査は、収集システムの二次元画像のみを示し得、並びに／又は尿管の比較的限定的な視覚化をスコープ及び／若しくは経皮的アクセス針に提供し得る。

【０１８２】

視覚ベースの標的の位置特定

いくつかの実装形態では、スコープが標的杯／乳頭へと駆動されている間に実施されるプロセスなど視覚ベースのプロセスを実施して、漏斗／杯の方向／軸を決定することができる。例えば、内視鏡に関する複数のカメラ画像及びＥＭベースの位置データは、標的乳頭に対して明確な位置／向きで得ることができ、スコープに関する乳頭の三次元（３Ｄ）場所は、かかるデータに基づいて決定され得る。

【０１８３】

標的解剖学的特徴（例えば、標的乳頭）の位置特定は、任意の好適な画像処理機構／機能を使用して達成され得る。例えば、医療システムの制御回路は、スコープカメラから画像データを受信し、そこで特定の画像処理プロセス／機能を実行して、標的解剖学的特徴を識別し得る。いくつかの実装形態では、標的解剖学的特徴の少なくとも２つの別個の画像が、その位置を追跡するために処理される。例えば、図１８に示すように、標的解剖学的特徴１８０６を含む画像１８０１は、スコープカメラの第１の視点／位置１８０７から捕捉され得、第２の画像１８０２は、第１の画像１８０１の捕捉前又は捕捉後のいずれかにスコープカメラによって捕捉され得、第２の画像１８０２は、スコープカメラの異なる視点／位置１８０８から捕捉される。いくつかの実装形態では、Ｓｔｒｕｃｔｕｒｅ－ｆｒｏｍ－Ｍｏｔｉｏｎ技法を実施して、画像１８０１、１８０２に少なくとも部分的に基づいて、標的解剖学的特徴１８０６の三次元位置を決定することができる。画像１８０１、１８０２は、マスクされた、又は別様に解析／処理された特徴描写画像を表し得、標的解剖学的特徴１８０６は、図１８に示すように画定される。本明細書に開示する位置特定及び標的化プロセスに関連して、任意のコンピュータ視覚アルゴリズム又はプロセスが実施され得る。例えば、かかる画像処理プロセスは、比較的精巧な輪郭検出プロセス、ブラックボックス機械学習プロセス、及び／又は同等物であり得る。

【０１８４】

本開示の態様による、標的解剖学的特徴の位置特定を目的とする三次元（３Ｄ）位置推定は、任意の好適な又は望ましい技法又は機構に従って実施され得る。例えば、いくつかの実施形態では、内視鏡カメラと標的解剖学的特徴との間の距離は、画像内の解剖学的特徴１８０６の代表的なサイズに基づいて推定され得る。

【０１８５】

いくつかの実施形態では、スコープ及び／又は解剖学的特徴の移動の角度に関する情報は、３Ｄ位置を決定するために使用され得る。例えば、電磁場／空間内の電磁センサ／ビーコンは、そのような移動角度情報を提供することができる。電磁センサデータを画像データと組み合わせることにより、標的解剖学的特徴からの距離と、かかる距離の移動後に捕捉された、結果として生じる画像における標的解剖学的特徴のサイズとの間のマッピングを使用して、後続の画像における特徴の深さ／距離を推定することができる。いくつか

の実施形態では、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）に接触し、スコープを後退させてかかる特徴から離し、望ましい視野を提供する位置にスコープを駐留させると、移動距離は、例えば、電磁センサデータを使用して記録され得る。更に、後続の画像は、かかる画像にどの程度大きい解剖学的特徴が現れるかに関連する情報を提供することができ、したがって、特徴サイズと距離との間の関係／マッピングを決定して、将来の位置決定に使用することができる。本明細書に記載のカメラ較正は、かかる目的で実施され得る。いくつかの実装では、機械学習が、画像を分類し、そのような画像内の特徴のサイズに基づいて位置情報を決定するために利用され得る。

【０１８６】

いくつかの実施形態では、医療器具（例えば、スコープ）に関連する特定のセンサを、標的の３Ｄ場所を取得するために利用することができる。例えば、構造化照明センサ及び／又は飛行時間センサを、３Ｄ測位の決定で使用することができる。いくつかの実施形態によると、幾何学的並進アプローチが、標的解剖学的特徴の３Ｄ位置を検出するために実施され得る。例えば、本開示の特定の他の実施形態と同様に、別個のタイムスタンプと関連付けられる潜在的な画像１８０１、１８０２が捕捉され得る。かかる画像に関連して、任意の好適な又は望ましいセンサ又はデバイスからのセンサ情報に基づいて決定され得る、カメラ（１８０７、１８０８）に関する回転並進情報が、３Ｄ空間内のかかる画像の位置を三角測量及び／又は決定し、それによって、３Ｄ空間内の標的解剖学的特徴１８０６の３Ｄ場所を示す情報を提供するために使用され得る。回転並進情報は、カメラ及び／又はスコープと関連付けられ、電磁場空間内のカメラの位置を示す、電磁ビーコンデバイスからなどのロボットアクチュエータ移動並びに／若しくは位置センサ情報に基づき得る。

【０１８７】

カメラ（１８０７、１８０８）の内因性及び外因性パラメータ（主点、焦点距離及び歪み係数、相対運動）を考慮すると、画像１８０１、１８０２上の追跡された標的二次元（２Ｄ）場所に少なくとも部分的に基づいて、標的解剖学的特徴１８０６の３Ｄ場所を計算することができる。固有パラメータについては、カメラ主点及び焦点距離が、考慮され得る。考慮され得る追加のデータは、半径方向及び接線の歪み係数を含み得る。センサ測定値（例えば、ロボットベース及び／又はＥＭベース）に基づいて、２つの画像が撮影された場所間のスコープの回転Ｒ及び並進Ｔを含む、外因性パラメータも取得され得る。便宜上、Ｋは、内因性パラメータを含有するマトリックスとして表され得、Ｈは、第１の画像のカメラ位置（C_t）と第２の画像のカメラ位置（C_{t+1}）との間の外因性回転及び並進を含有する４×４マトリックスとして表され得る。

【０１８８】

Ｃｔについては、３Ｄと２Ｄの投影関係は、$x_t = KX$として表すことができ、式中、Ｘは、３Ｄ座標ｗ．ｒ．ｔ．である。C_t及びx_tは、画像ｔ上の２Ｄ座標（標的の検出された重心）である。ここで、Ｋは、以下のように表現され得る３×４マトリックスであり、

【０１８９】

【数１】

$$K = \begin{bmatrix} K_{(1)} \\ K_{(2)} \\ K_{(3)} \end{bmatrix}$$

$K_{(n)}$は、Ｋの中の第ｎ行である。

【０１９０】

同様に、C_{t+1}については、$x_{t+1} = K'X$であり、

【０１９１】

【数２】

$$K' = KH = \begin{bmatrix} K'_{(1)} \\ K'_{(2)} \\ K'_{(3)} \end{bmatrix}$$

である。

【０１９２】

x_t及びＫＸが並列ベクトルであるため、$x_t \times KX = 0$であり、同様に、$x_{t+1} \times K'X = 0$である。ここで、「×」は、クロス積演算子である。したがって、

【０１９３】

【数３】

$$x_t \times KX = 0 \Rightarrow det \begin{bmatrix} i & j & k \\ u_t & v_t & 1 \\ K_{(1)}X & K_{(2)}X & K_{(3)}X \end{bmatrix} = 0$$

である。

【０１９４】

上記は、$i(v_t K_{(3)}X - K_{(2)}X) - j(u_t K_{(3)}X - K_{(1)}X) + k(u_t K_{(2)}X - v_t K_{(1)}X) = 0$を生成し得、式中、$u_t$及び$v_t$は、$x_t$の２Ｄ座標である。したがって、

$v_t K_{(3)}X - K_{(2)}X = 0$

$u_t K_{(3)}X - K_{(1)}X = 0$

$u_t K_{(2)}X - v_t K_{(1)}X = 0$

【０１９５】

ここで、第３の方程式が最初の２つの線形結合であるため、最初の２つの方程式のみが必要とされ得る。同様に、C_{t+1}については、以下の２つの方程式を得ることができる。

$v_{t+1} K'_{(3)}X - K'_{(2)}X = 0$

$u_{t+1} K'_{(3)}X - K'_{(1)}X = 0$

【０１９６】

C_t及びC_{t+1}の方程式を積み重ねた後、以下が生成され得る。

$AX = 0$

式中、Ａは、４×４マトリックスである。

【０１９７】

【数４】

$$A = \begin{bmatrix} v_t K_{(3)} - K_{(2)} \\ u_t K_{(3)} - K_{(1)} \\ v_{t+1} K'_{(3)} - K'_{(2)} \\ u_{t+1} K'_{(3)} - K'_{(1)} \end{bmatrix}$$

【０１９８】

Ａ内の要素は既知である（検出された２Ｄ座標、内因性及び外因性パラメータ）ため、Ｘは、Ａで特異値分解（singular value decomposition、ＳＶＤ）を実行することによって計算することができる。

$A = U \Sigma V^T$

Ｖの最後の列は、Ｘの解である。

【０１９９】

したがって、前述の開示を考慮して、本明細書に開示する様々な発明の概念は、自動標的検出、標的追跡、及び／又は三次元位置推定など自動標的位置特定を実施するために利

用され得る。いくつかの実施形態では、本開示の態様は、有利には、標的解剖学的特徴との物理的接触を必要とすることなく、標的解剖学的特徴追跡を可能にし、これは、尿管鏡の使用の改良された人間工学を促進し得る。

【０２００】

いくつかの実装形態では、光干渉断層撮影又は他の干渉法など構造化光及び／又は他の非接触光感知機構が用いられ得、深さ／オフセット情報を決定するために使用されてもよい。かかる技法は、３Ｄ乳頭／杯位置情報を有利に提供し得る。しかしながら、構造化様デバイスは、比較的大きいことがあり、それとともに構成された尿管鏡のプロファイルを増大させ得る。いくつかの実施形態では、尿管鏡は、光を入れて（admit fight）、その反射を受けるように構成されたＴｉｍｅ－ｏｆ－Ｆｌｉｇｈｔカメラを備え、発光と受光との間の時間は、腎臓内の距離情報を決定するために使用され得る。

【０２０１】

距離／角度測定ツール

図１９は、本開示の１つ以上の態様による、オフセット距離測定ツール１９７０を装備した、尿管鏡など内視鏡１９４０の遠位端部を示す。例えば、オフセット距離測定ツール１９７０は、定規型距離測定ツール及び／又は角度測定ツールであり得、スコープ１９４０の作業チャネル１９４４から延出するように構成され得る。スコープ１９４０の遠位端からの測定ツール１９７０の延出／突出は、測定ツール１９７０が標的乳頭に接触する、及び／又は近接するのに十分に遠いと予測されるときに、乳頭の位置特定を目的として、スコープから乳頭までの距離を推定するための機構を提供することができる。

【０２０２】

いくつかの実施形態では、測定ツール１９７０は、測定ツール１９７０の遠位部及び／又は近位部（図示せず）に関連する特定の視覚マーキングを含む。かかるマーキングは、カメラ１９４８及び／又はスコープ１９４０の遠位端を越えて突出する測定ツール１９７０の距離／長さＬの量を示し得る。ツール１９７０の遠位端部に任意の好適な又は望ましい形態を有し得るマーキング１９７１を示しているが、いくつかの実施形態では、マーキングは、ツール１９７０の遠位端に存在せず、むしろ、スコープ１９４０の図示部分の近位にあるツールの一部に関連する。例えば、マーキングは、スコープ１９４０に近位に露出し得るツール１９７０の一部に関連し得、したがって、スコープ１９４０の近位にあるツール１９７０の相対運動は、ツール１９７０がスコープ１９４０の遠位端から突出する程度を示すことができる。いくつかの実施形態では、マーキングは、スコープ１９４０の遠位端からの延出前及び／又はツール１９７０と標的解剖学的特徴との接触後に、測定ツール１９７０の近位部及び／又は遠位部でその位置に対して手動で作製され得る。

【０２０３】

いくつかの実装形態では、電磁センサは、標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）に配設され得る、及び／又は別様にそれに取り付けられるか、若しくは結合され得る。例えば、電磁可視ワイヤは、スコープ１９４０を通して（例えば、作業チャネル１９４４内で）誘導され、標的解剖学的特徴に少なくとも部分的に埋め込まれ得、したがって、その電磁センサ／ビーコン特徴部は、標的化／位置特定プロセスを通して標的解剖学的特徴との接触、又はそれに対する近接性を維持し得、それによって、経皮的アクセスのための正確なリアルタイム標的を提供する。いくつかの実施形態では、電磁センサ／ビーコンデバイスは、接着剤又は他の取り付け手段を使用して、標的解剖学的特徴に結合され得る。いくつかの実施形態では、導電接着剤が標的解剖学的特徴に塗布され得、導電接着剤自体は、電磁場空間内で可視電磁材料として機能する。いくつかの実施形態では、バルーン型デバイスが標的解剖学的特徴（例えば、乳頭）内に少なくとも部分的に植え込まれ／埋め込まれ得、バルーンは、標的解剖学的特徴内で拡張し、それによって自身をその特徴に固定するように構成され得る。かかるバルーン型電磁センサ／ビーコン、又は他の拡張可能な機械的電磁センサ／ビーコンデバイスは、標的に対する経皮的アクセス器具（例えば、針）に比較的大きな標的を有利に提供し得る。少なくとも部分的に標的解剖学的特徴に対して結合される、及び／又は埋め込まれるように構成された電磁センサ／ビーコンデバイスの実施形

態は、標的解剖学的特徴の移動及び／又は変形と併せて移動することが許可され得る／そのような傾向にあり得、それによって、標的解剖学的特徴の変形及び／又は移動に関して比較的強力な位置特定／標的化ソリューションを提供する。

【０２０４】

追加の実施形態

実施形態に応じて、本明細書に記載されるプロセス又はアルゴリズムのうちのいずれかの特定の行為、事象、又は機能は、異なる順序で実施することができ、追加、マージ、又は完全に除外され得る。したがって、特定の実施形態では、全ての記載された行為又は事象が、プロセスの実践のために必要であるわけではない。

【０２０５】

とりわけ、「することができる（can）」、「することができる（could）」、「し得る（might）」、「し得る（may）」、「例えば（e.g.）」、及び同等物などの本明細書で使用される仮定的な言語は、別途具体的に記述されない限り、又は使用される文脈内で別途理解されない限り、その通常の意味で意図され、一般的に、ある特定の実施形態が、ある特定の特徴、要素、及び／又はステップを含むが、他の実施形態が含まないことを伝えることを意図している。したがって、そのような仮定的な言語は、一般的に、特徴、要素、及び／又はステップが、１つ又は２つ以上の実施形態のために任意の方法で必要とされること、又は１つ又は２つ以上の実施形態が、オーサ入力若しくはプロンプティングの有無を問わず、これらの特徴、要素、及び／又はステップが任意の特定の実施形態に含まれるか、若しくは実施されるかどうかを判断するための論理を必ず含むことを暗示することを意図しない。「備える（comprising）」、「含む（including）」、「有する（having）」、及び同等物などの用語、それらの通常の意味で使用され、非限定的な様式で包括的に使用され、追加の要素、特徴、行為、動作などを除外しない。また、「又は」という用語は、使用される場合、例えば、要素の列挙を接続するために、「又は」という用語は、列挙された要素のうちの１つ、いくつか、又は全てを意味するように、その包含的な意味で（かつその排他的な意味ではなく）使用される。別途具体的に記述されない限り、「Ｘ、Ｙ及びＺのうちの少なくとも１つ」という語句などの接続言語は、アイテム、用語、要素などがＸ、Ｙ、又はＺのいずれかであり得ることを伝えるために、一般的に使用されるような文脈で理解される。したがって、そのような接続言語は、一般に、特定の実施形態が、Ｘのうちの少なくとも１つ、Ｙのうちの少なくとも１つ、及びＺのうちの少なくとも１つが、それぞれ存在することを要求することを暗示することを意図しない。

【０２０６】

実施形態の上記の説明では、様々な特徴は、時として、本開示を合理化し、様々な発明の態様のうちの１つ又は２つ以上の理解を補助する目的で、単一の実施形態、図、又はその説明においてともにグループ化されることを理解されたい。しかしながら、本開示の方法は、任意の請求項がその請求項に明示的に記載されているよりも多くの特徴を必要とするという意図を反映すると解釈されるべきではない。更に、本明細書の特定の実施形態に図示及び／又は記載される任意の構成要素、特徴、又はステップは、任意の他の実施形態に適用されるか、又はそれとともに使用することができる。更に、いずれの構成要素、特徴、ステップ、又は構成要素、特徴、若しくはステップの群も、各実施形態のために必要又は不可欠ではない。したがって、本明細書に開示さて、以下に特許請求される本発明の範囲は、上記の特定の実施形態によって限定されるべきではなく、以下の特許請求の範囲を公正に読むことによってのみ判定されるべきであることが意図される。

【０２０７】

特定の序数用語（例えば、「第１」又は「第２」）が参照を容易にするために提供され得、必ずしも物理的特性又は順序付けを暗示するわけではないことを理解されたい。したがって、本明細書で使用される場合、構造、構成要素、動作などの要素を修正するために使用される序数用語（例えば、「第１」、「第２」、「第３」など）は、必ずしも任意の他の要素に対する要素の優先順位又は順序を示すわけではなく、むしろ、一般に、要素を（序数用語の使用を別として）同様又は同一の名称を有する別の要素と区別し得る。更に

、本明細書で使用される場合、不定冠詞（「ａ」及び「ａｎ」）は、「１つ」ではなく「１つ又は２つ以上」を示し得る。更に、条件又は事象に「基づいて」実施される動作はまた、明示的に列挙されていない１つ又は２つ以上の他の条件又は事象に基づいて実施され得る。

【０２０８】

別途定義されない限り、本明細書で使用されている全ての用語（技術的及び科学的用語を含む）は、例示的実施形態が属する分野の当業者によって一般的に理解されるものと同じ意味を有している。一般的に使用される辞書で定義されているものなどの用語は、関連技術の文脈におけるそれらの意味と一致する意味を有するものとして解釈されるべきであり、本明細書で明示的にそのように定義されない限り、理想的な意味又は過度に形式的な意味で解釈されるべきではないことを更に理解されたい。

【０２０９】

「外側」、「内側」、「上側」、「下側」、「下方」、「上方」、「垂直」、「水平」という空間的に相対的な用語、及び同様の用語は、図面に図示されるような１つの要素又は構成要素と別の要素又は構成要素との間の関係を説明するための説明を容易にするために、本明細書で使用され得る。空間的に相対的な用語は、図面に描写される配向に加えて、使用又は動作時のデバイスの異なる配向を包含することを意図していると理解されたい。例えば、図面に示されるデバイスが反転される場合、別のデバイスの「下方」又は「下に」位置決めされたデバイスは、別のデバイスに「上方」に配置され得る。したがって、「下方」という例示的用語は、下側及び上側位置の両方を含み得る。デバイスはまた、他の方向に配向され得、したがって、空間的に相対的な用語は、配向に応じて異なって解釈され得る。

【０２１０】

別途明記されない限り、「より少ない」、「より多い」、「より大きい」などの比較及び／又は定量的用語は、平等の概念を包含することを意図している。例えば、「より少ない」は、厳密な数学的意味では「より少ない」だけでなく、「以下」も意味することができる。

【０２１１】

〔実施の態様〕

（１）　標的乳頭を位置特定する方法であって、

患者の尿路の少なくとも一部を通って前記患者の腎臓の標的杯まで尿管鏡を前進させることと、

前記尿管鏡に関連する１つ以上の位置センサと前記標的杯内で少なくとも部分的に露出している前記腎臓の標的乳頭との間の位置オフセットを決定することと、

前記１つ以上の位置センサの現在位置のうちの１つ以上及び前記オフセットに少なくとも部分的に基づいて経皮的アクセス標的を決定することと、を含む、方法。

（２）　前記経皮的アクセス標的を標的化することによって、経皮的アクセス器具を前記標的杯まで前進させることを更に含む、実施態様１に記載の方法。

（３）　前記標的乳頭を前記尿管鏡と接触させることと、

前記接触させることに関連する前記尿管鏡の位置を記録することと、

前記尿管鏡を後退させて前記標的乳頭から離すことと、

前記位置オフセットに関連するオフセット位置に前記尿管鏡を駐留させることと、を更に含む、実施態様１に記載の方法。

（４）　前記位置オフセットは、少なくとも５自由度を示す、実施態様１に記載の方法。

（５）　外科用器具を位置決めする方法であって、

患者の治療部位まで医療器具を前進させることであって、前記医療器具は、カメラを備える、ことと、

前記医療器具の前記カメラを使用して、前記治療部位のリアルタイムビデオを生成することと、

前記リアルタイムビデオを含むユーザインターフェースを前記ユーザインターフェース

のウィンドウに表示することと、
前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウの中心に解剖学的特徴標的化アイコンを投影することと、を含む、方法。
【０２１２】
（６） 前記標的化アイコンは十字線を含む、実施態様５に記載の方法。
（７） 前記医療器具を操作して、前記リアルタイムビデオの標的解剖学的特徴の表現の上で前記標的化アイコンを中心に配置することを更に含む、実施態様５に記載の方法。
（８） 前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウ内で前記ウィンドウのほぼ中心に１つ以上の境界特徴を投影することを更に含み、前記１つ以上の境界特徴は、前記医療器具の位置とは無関係のサイズを有する、実施態様７に記載の方法。
（９） 前記医療器具を操作して、前記標的解剖学的特徴の前記表現を前記１つ以上の境界特徴内に収めることを更に含む、実施態様８に記載の方法。
（１０） 前記医療器具を操作して、前記標的解剖学的特徴の前記表現を前記１つ以上の境界特徴内に収めることは、前記標的解剖学的特徴の前記表現が前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウ内で縮小するように、前記医療器具を後退させて前記標的解剖学的特徴から離すことを伴う、実施態様９に記載の方法。
【０２１３】
（１１） 前記１つ以上の境界特徴は、少なくとも部分的な箱形態を有する、実施態様８に記載の方法。
（１２） 電磁場内の経皮的アクセス針の三次元位置を示すセンサデータを受信することと、
前記センサデータに少なくとも部分的に基づいて、前記カメラに対する前記針の遠位端の位置を決定することと、
前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウ内に、前記リアルタイムビデオに対する前記針の前記遠位端の位置を示す針予測アイコンを表示することと、を更に含む、実施態様５に記載の方法。
（１３） 前記針の前記遠位端の前記位置が前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウの外側であることを決定することを更に含み、前記針予測アイコンは、前記ウィンドウに対して前記針の前記遠位端の前記位置の方向を示す、実施態様１２に記載の方法。
（１４） 前記医療器具を操作して、前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウ内で前記針予測アイコンを中心に配置することを更に含む、実施態様１２に記載の方法。
（１５） 前記カメラの像空間内で前記針に関連するセンサを較正することを更に含む、実施態様１２に記載の方法。
【０２１４】
（１６） 前記医療器具への前記針の前記遠位端の接近に応答して、前記針予測アイコンの形態を修正することを更に含む、実施態様１２に記載の方法。
（１７） 前記針予測アイコンの形態は、前記医療器具からの前記針の前記遠位端の距離を示す、実施態様１２に記載の方法。
（１８） 解剖学的特徴を標的化する方法であって、
患者の標的解剖学的管腔内へと内視鏡を前進させることであって、前記内視鏡は、前記内視鏡の遠位端部に関連する位置センサを備える、ことと、
前記位置センサを使用して、前記標的解剖学的管腔内の前記内視鏡の複数の位置に関連する位置データを記録することと、
前記位置データに少なくとも部分的に基づいて、前記標的解剖学的管腔の表面を推定することと、
前記標的解剖学的管腔の推定した前記表面に少なくとも部分的に基づいて、前記標的解剖学的管腔の軸を決定することと、を含む、方法。
（１９） 前記標的解剖学的管腔の決定した前記軸に少なくとも部分的に基づいて、経皮的アクセス針を用いて前記標的解剖学的管腔を標的化することを更に含む、実施態様１８に記載の方法。

（２０）　前記標的解剖学的管腔を標的化することは、前記標的解剖学的管腔の決定した前記軸に実質的に平行である経路に沿って経皮的アクセス針を前進させることを伴う、実施態様１９に記載の方法。
【０２１５】
（２１）　前記位置センサは電磁センサデバイスであり、
　前記位置データを記録することは、少なくとも部分的に前記患者の外部に配設された電磁場発生器を使用して実行される、実施態様１８に記載の方法。
（２２）　前記標的解剖学的管腔の前記表面を推定することは、前記位置データを補間することを伴う、実施態様１８に記載の方法。
（２３）　前記標的解剖学的管腔の前記軸を決定することは、前記標的解剖学的管腔の推定した前記表面に関連する複数の表面法線ベクトルを決定することを伴う、実施態様１８に記載の方法。
（２４）　前記複数の表面法線ベクトルを平均化することを更に含む、実施態様２３に記載の方法。
（２５）　前記標的解剖学的管腔の前記軸を決定することは、前記標的解剖学的管腔のマップ及び前記内視鏡の軌道のうちの１つ以上に少なくとも部分的に基づく、実施態様１８に記載の方法。
【０２１６】
（２６）　医療システムであって、
　患者の標的解剖学的管腔にアクセスするように構成された内視鏡であって、前記内視鏡は、カメラと、その遠位端に関連する電磁位置センサと、を有する、内視鏡と、
　前記内視鏡からビデオデータを受信するように構成された通信インターフェースと、
　電子ディスプレイデバイスと、
　制御回路であって、前記通信インターフェース及び前記電子ディスプレイデバイスに通信可能に結合されており、かつ
　　前記通信インターフェースの前記内視鏡から、前記患者の内部の治療部位のリアルタイムビデオデータを受信し、
　　ユーザインターフェースのウィンドウ内に前記リアルタイムビデオを含む前記ユーザインターフェースを前記電子ディスプレイに表示させ、
　　前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウの中心に解剖学的特徴標的化アイコンを表示させるように構成されている、制御回路と、を備える、医療システム。
（２７）　前記標的化アイコンは十字線を含む、実施態様２６に記載の医療システム。
（２８）　前記制御回路は、前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウ内で前記ウィンドウのほぼ中心に１つ以上の境界特徴を表示させるように更に構成されている、実施態様２６に記載の医療システム。
（２９）　前記リアルタイムビデオの標的解剖学的特徴の表現に対する前記１つ以上の境界特徴のサイズは、前記内視鏡の前記カメラからの前記標的解剖学的特徴の距離に基づく、実施態様２８に記載の医療システム。
（３０）　前記１つ以上の境界特徴は、少なくとも部分的な箱形態を有する、実施態様２９に記載の医療システム。
【０２１７】
（３１）　前記制御回路は、
　電磁場内の経皮的アクセス針の三次元位置を示すセンサデータを受信し、
　前記センサデータに少なくとも部分的に基づいて、前記内視鏡に対する前記針の遠位端の位置を決定し、
　前記ユーザインターフェースの前記ウィンドウ内で針予測アイコンを表示させるように更に構成されており、
　前記針予測アイコンは、前記リアルタイムビデオに対する前記針の前記遠位端の位置を示す、実施態様２６に記載の医療システム。
（３２）　コンピューティングデバイスであって、

内視鏡インターフェースと、

１つ以上のプロセッサ及び１つ以上のデータ記憶デバイスを含む、制御回路であって、

患者の標的解剖学的管腔内に配設された内視鏡から、前記内視鏡の遠位端部に関連する位置センサの複数の位置を示す位置データを受信し、

前記位置データに少なくとも部分的に基づいて、前記標的解剖学的管腔の表面を推定し、

前記標的解剖学的管腔の推定した前記表面に少なくとも部分的に基づいて、前記標的解剖学的管腔の軸を決定するように構成されている、制御回路と、を備える、コンピューティングデバイス。

（３３） 前記制御回路は、少なくとも部分的に前記位置データを補間することによって、前記標的解剖学的管腔の前記表面を推定するように構成されている、実施態様３２に記載のコンピューティングデバイス。

（３４） 前記制御回路は、少なくとも部分的に前記標的解剖学的管腔の推定した前記表面に関連する複数の表面法線ベクトルを決定することによって、前記標的解剖学的管腔の前記軸を決定するように構成されている、実施態様３２に記載のコンピューティングデバイス。

【図面】

【図１】

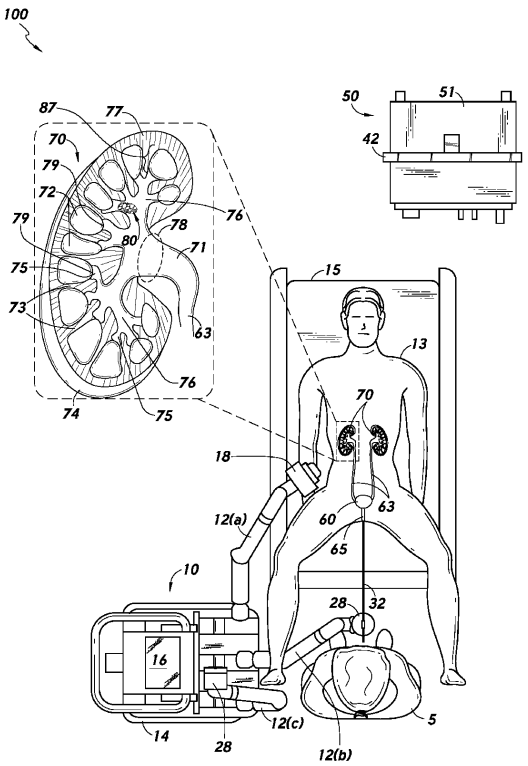
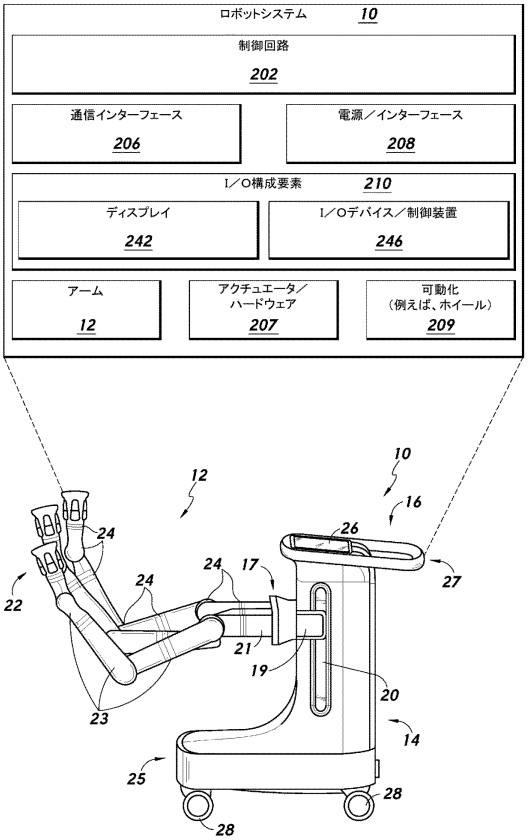
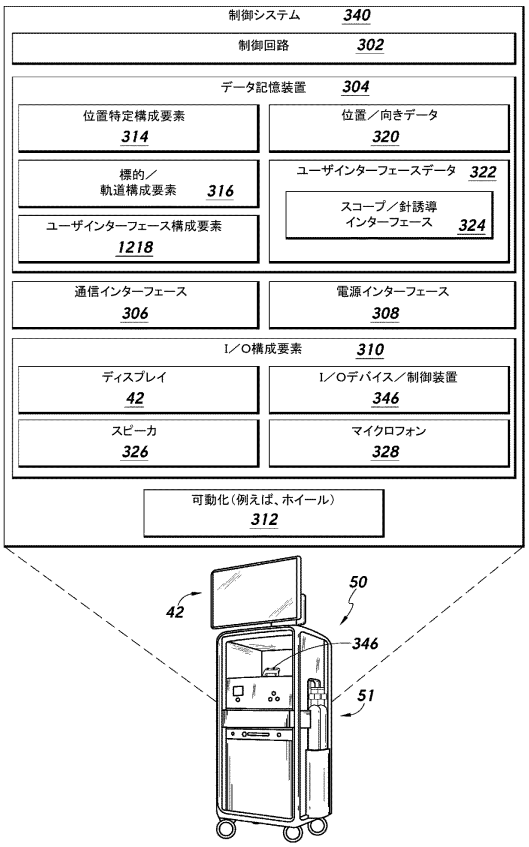


FIG. 1

【図２】



【図３】



【図４】

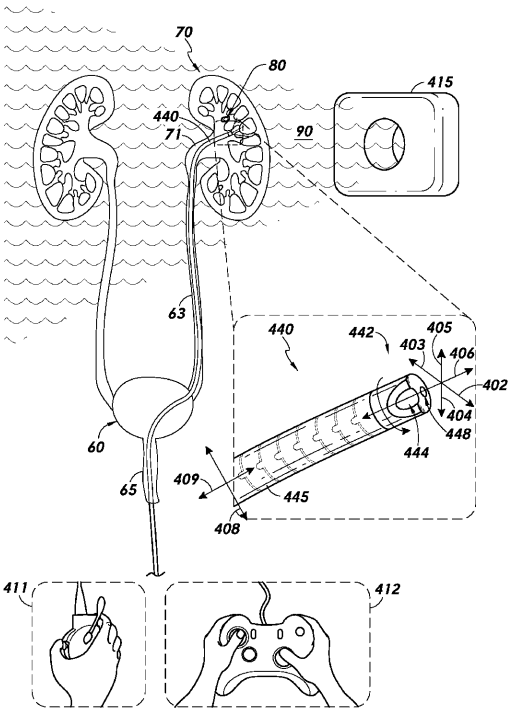
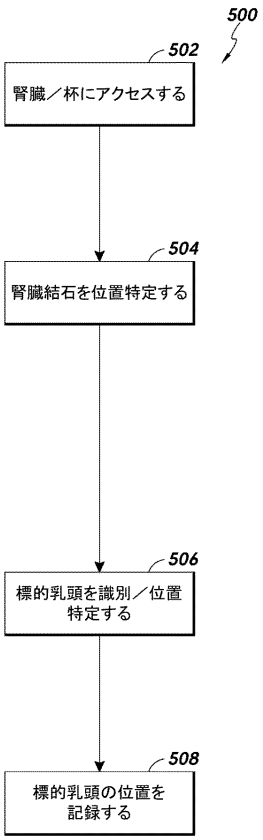
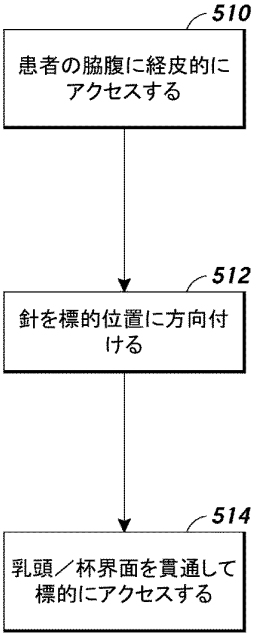


FIG. 4

【図５－１】



【図５－２】



【図６－１】

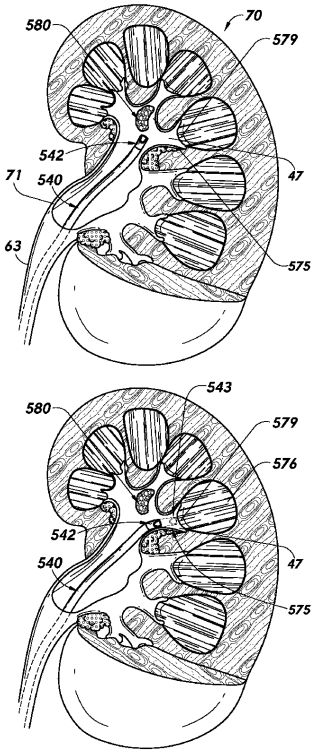


FIG. 6-1

【図６－２】

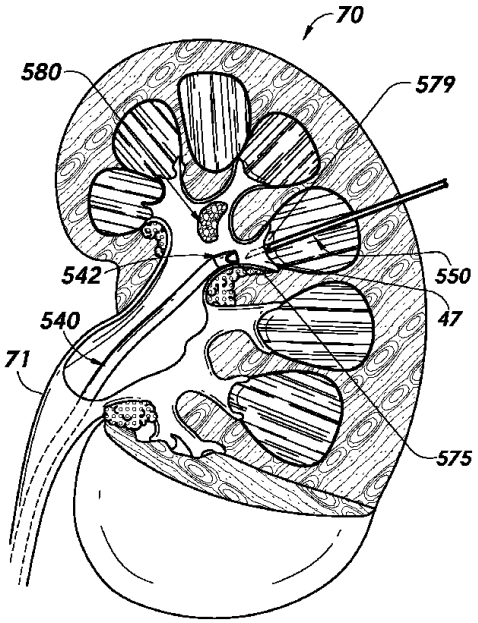
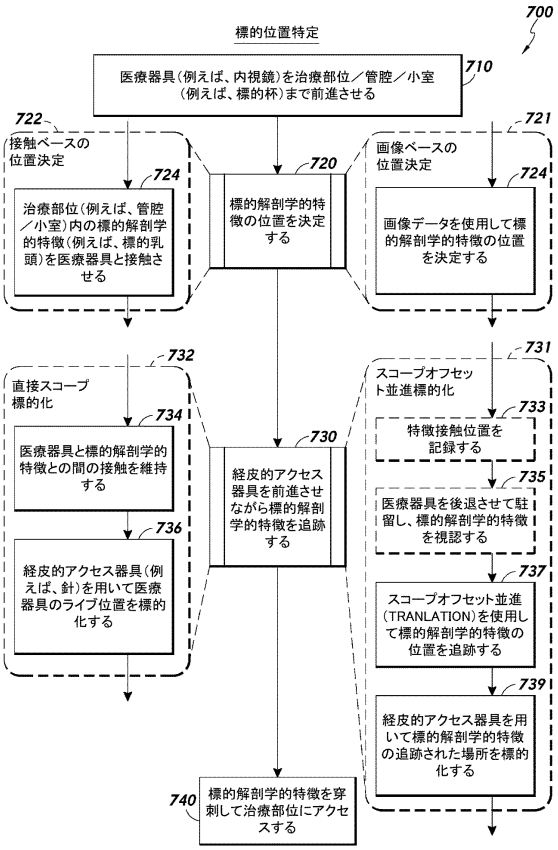


FIG. 6-2

【図７】



【図８】

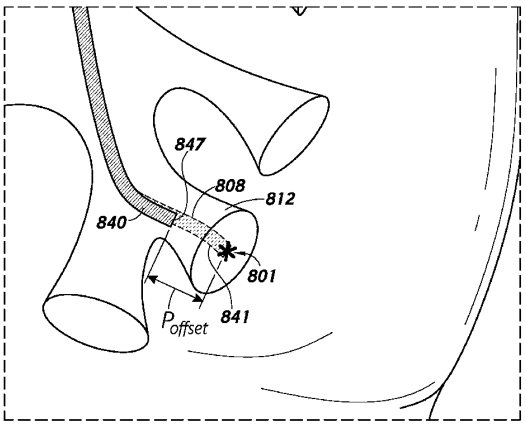
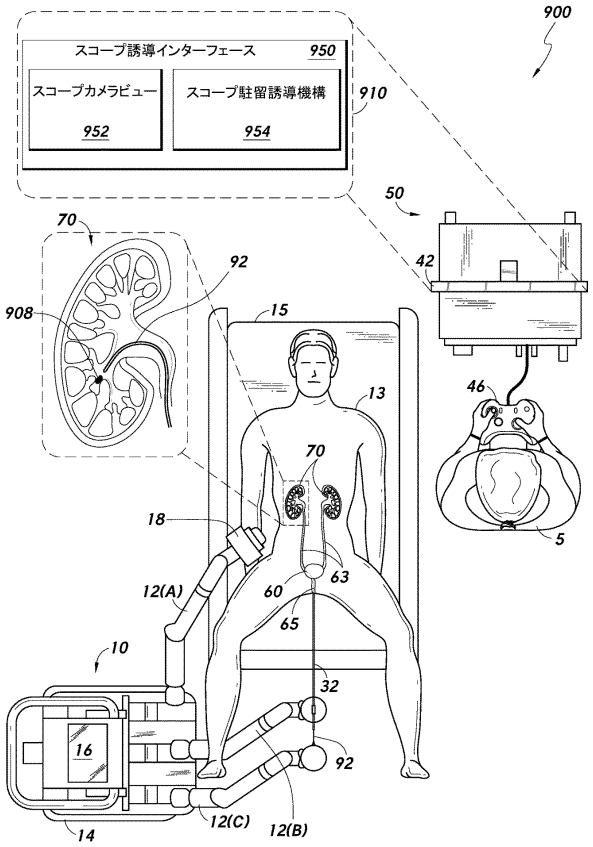


FIG. 8

【図９】



【図１０Ａ】

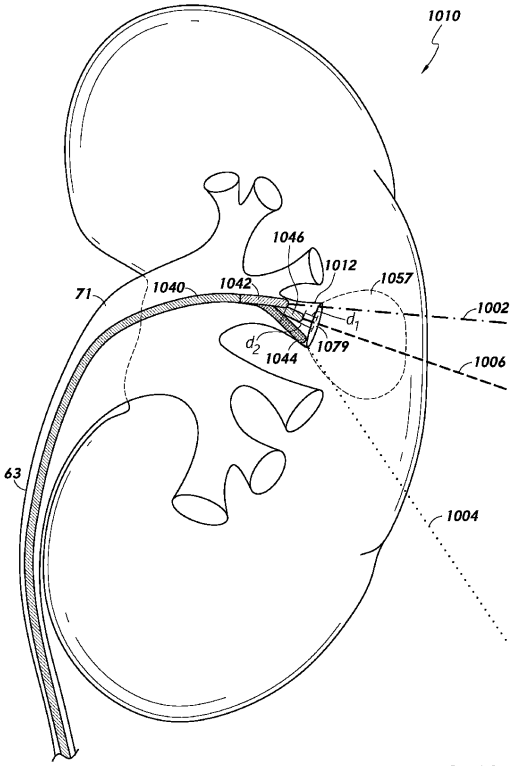


FIG. 10A

【図１０Ｂ】

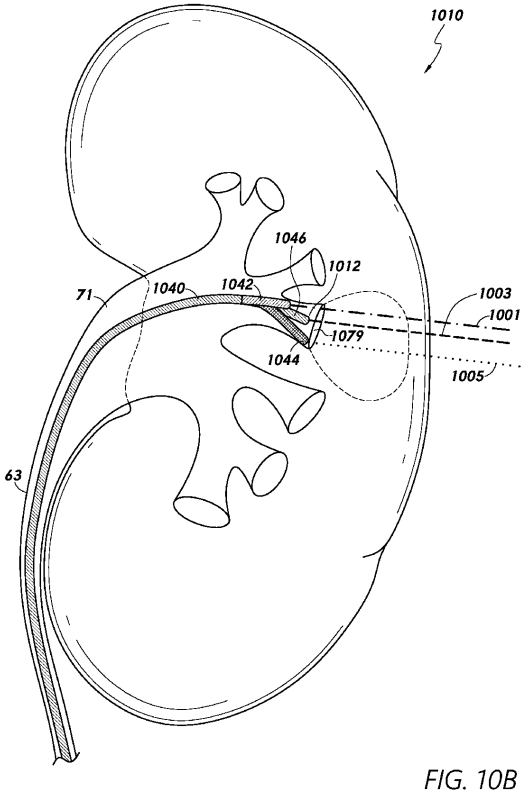


FIG. 10B

【図１１】

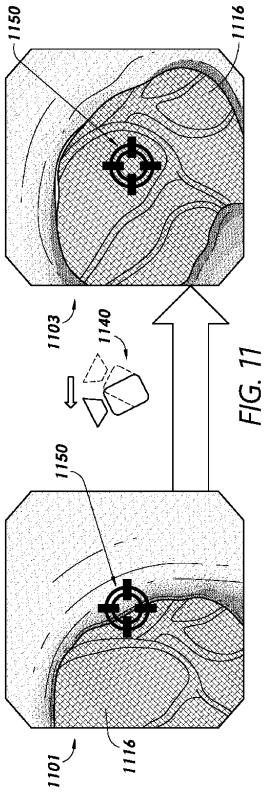


FIG. 11

【図１２Ａ】

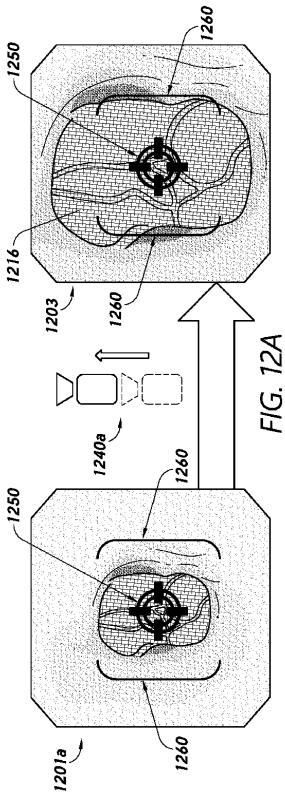


FIG. 12A

【図１２Ｂ】

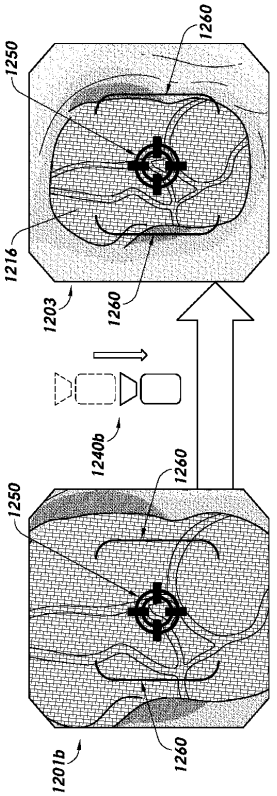
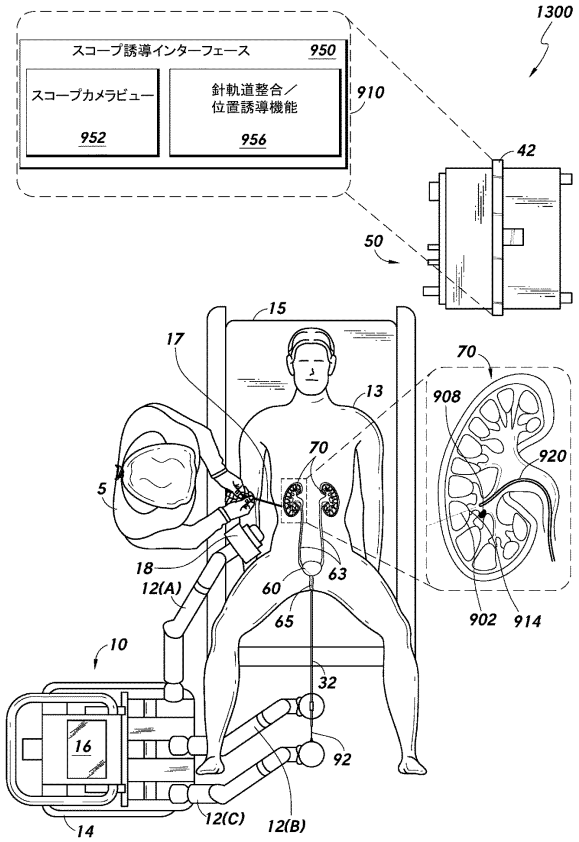
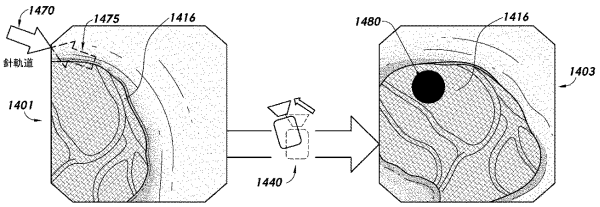


FIG. 12B

【図１３】



【図１４－１】



【図１４－２】

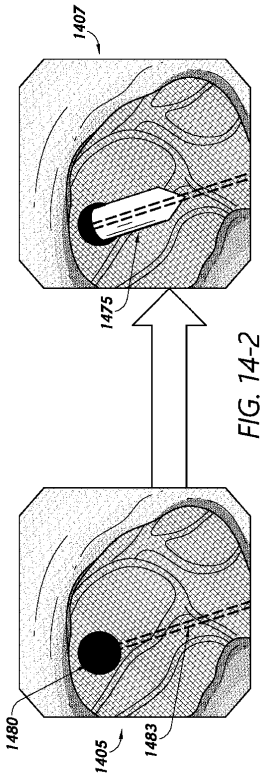


FIG. 14-2

【図１５】

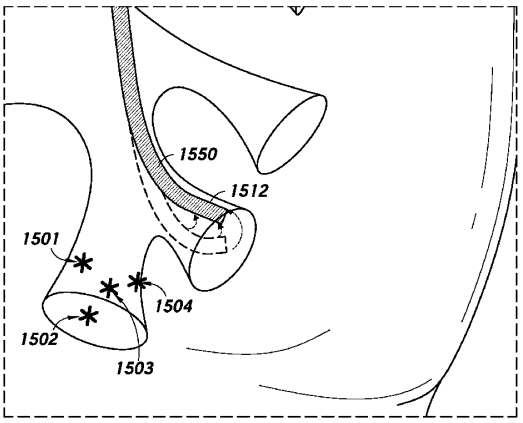


FIG. 15

【図１６】

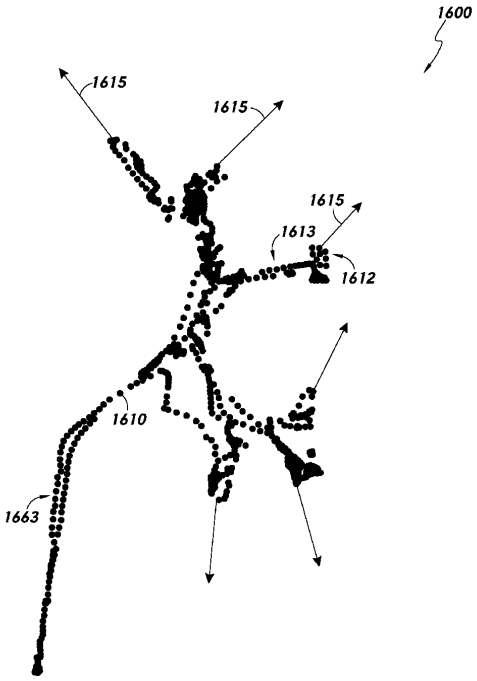


FIG. 16

【図１７】

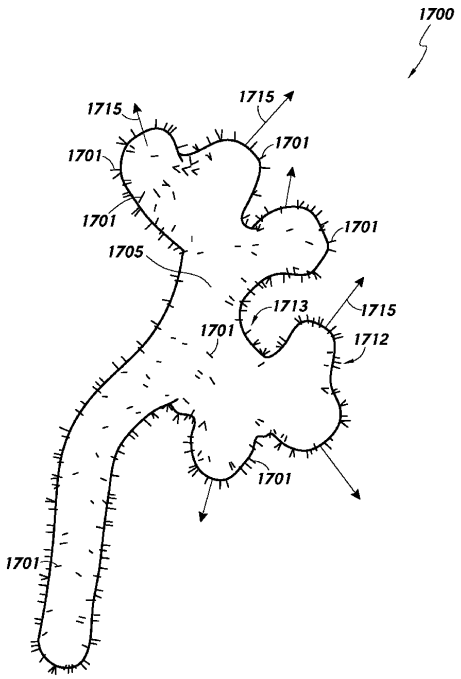


FIG. 17

【図１８】

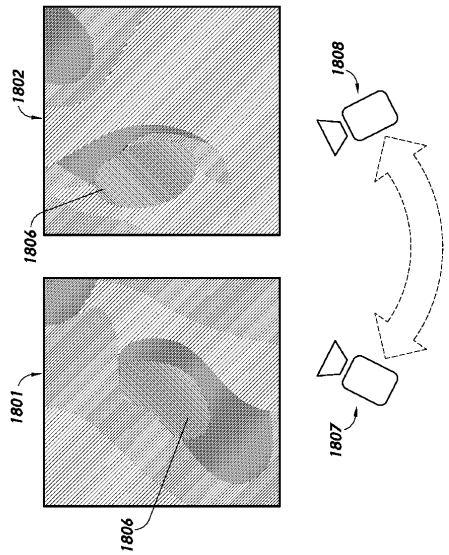


FIG. 18

【図１９】

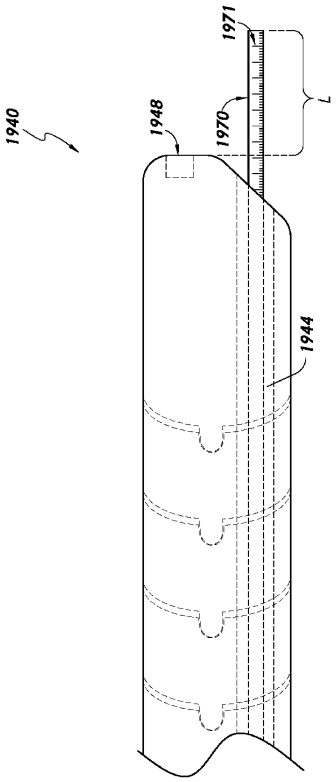


FIG. 19

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
ルニア州、レッドウッド・シティ、ショアライン・ドライブ １５０
(72)発明者 イブラギモフ・ボラート
アメリカ合衆国、９４０６５ カリフォルニア州、レッドウッド・シティ、ショアライン・ドライブ １５０
(72)発明者 バーマン・デイビッド・バーディック
アメリカ合衆国 ９４４０１ カリフォルニア州、サン・マテオ、ローレル・アベニュー ８０８、ナンバー１０７

審査官 滝沢 和雄

(56)参考文献
特表２０１９－５０５２４５（ＪＰ，Ａ）
特表２０１６－５２９９９９（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１７／０２０２６２４（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１７／００８４０２７（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１９／０２９８４５８（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ ３４／３０
Ａ６１Ｂ ３４／２０
Ａ６１Ｂ ３４／００
Ａ６１Ｂ １７／２２