

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2022-554422

(P2022-554422A)

(43)公表日 令和4年12月28日(2022.12.28)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 34/30 (2016.01)	A 6 1 B 34/30	4 C 1 6 0
A 6 1 B 17/32 (2006.01)	A 6 1 B 17/32	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全36頁)

(21)出願番号	特願2022-552685(P2022-552685)	(71)出願人	322004636
(86)(22)出願日	令和2年11月4日(2020.11.4)		プロセプト バイオリボティクス コーポ
(85)翻訳文提出日	令和4年7月5日(2022.7.5)		レイション
(86)国際出願番号	PCT/US2020/058884		アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0
(87)国際公開番号	WO2021/096741		6 5, レッドウッド シティ, アイラ
(87)国際公開日	令和3年5月20日(2021.5.20)		ンド ドライブ 9 0 0, スイート 2 1 0
(31)優先権主張番号	62/933,721	(74)代理人	100078282
(32)優先日	令和1年11月11日(2019.11.11)		弁理士 山本 秀策
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100113413
			弁理士 森下 夏樹
(31)優先権主張番号	16/939,972	(74)代理人	100181674
(32)優先日	令和2年7月27日(2020.7.27)		弁理士 飯田 貴敏
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100181641
			弁理士 石川 大輔
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA	(74)代理人	230113332
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボットアームを用いた組織切除のための外科的プローブ

(57)【要約】

エネルギー源が、ロボットアーム上に搭載されるプローブに結合され、プロセッサが、ロボットアームおよびプローブの移動と協調して組織を切除するためにエネルギーを放出するための命令で構成される。組織は、患者の画像に基づいて決定され得る定義された組織切除体積に従って切除されることができる。プローブは、ロボットアームの遠位端の移動に伴って複数の位置に移動させられ、組織は、治療計画に従って切除されることができる。ロボットアームの遠位端は、複数の場所および向きに移動し、プローブ先端およびエネルギー源の適切な位置および向きを提供するように構成されることができる。プロセッサは、患者の内部場所等の巡回軸の近傍の組織移動を減少させる場所でプローブを巡回させるための命令で構成されることができる。

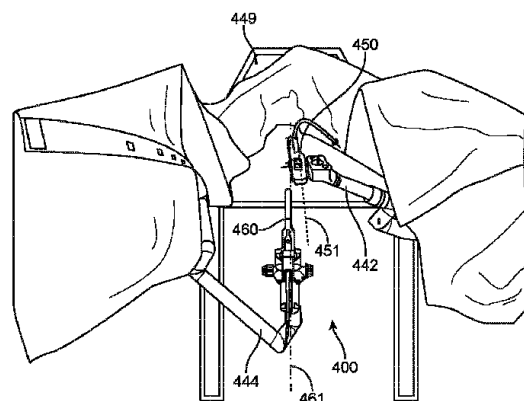


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

組織切除のための装置であって、前記装置は、
ロボットアームと、
前記ロボットアームに結合されたエネルギー源を備えている治療プローブと、
前記プローブを位置付けるために前記ロボットアームに結合されたプロセッサと
を備えている、装置。

【請求項 2】

前記ロボットアームは、3以上の自由度を伴って前記プローブの近位端を移動させることによって組織を切除するための位置および向きを伴って前記エネルギー源を位置付けるように構成され、随意に、前記エネルギー源は、水噴射を備えている、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 3】

前記ロボットアームは、前記プローブの近位端を移動させることによって、前記エネルギー源を位置付けるように構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記治療プローブは、剛体の治療プローブを備えている、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記ロボットアームは、前記プローブに沿って延びている伸長軸の周りで前記プローブを回転させるように構成されている、請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 6】

前記治療プローブは、前記ロボットアームの姿勢が固定されたままである間、前記プローブの伸長軸の周りで回転するように構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記エネルギー源は、前記プローブの伸長軸を横断して向けられる水噴射を備え、前記プローブの側面に前記水噴射を放出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記エネルギー源は、前記プローブの伸長軸に沿って向けられる水噴射を備え、前記伸長軸に沿った方向に前記組織に向かって前記水噴射を放出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記治療プローブは、灌注管腔と、内視鏡と、水噴射に結合された高圧管腔と、切除された組織を除去するための吸引管腔とを備えている、請求項 1 に記載の装置。

30

【請求項 10】

前記治療プローブは、灌注管腔と、内視鏡と、水噴射を放出するためのノズルに結合された高圧管腔と、超音波トランスデューサと、切除された組織を除去するための吸引管腔とを備えている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

前記エネルギー源は、水噴射を備え、膠原組織より速く腺組織を除去するための流量でオリフィスから前記水噴射を放出し、随意に、前記膠原組織は、血管組織を備えている、請求項 1 に記載の装置。

40

【請求項 12】

前記プロセッサは、複数の連続した層を伴う前記組織を除去するための命令を備え、前記複数の連続した層の各々は、前記水噴射の走査パターンを用いて除去される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記プロセッサは、前記アームの遠位端を移動させるための命令で構成され、移動は、前記複数の層の各々のための前記走査パターンに対応する、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】

前記プロセッサは、前記アームの遠位端を移動させることによって後続層の切除のために前記プローブを前進させるための命令で構成されている、請求項 13 に記載の装置。

50

【請求項 15】

前記プロセッサは、後続層の切除のために水噴射の流量を増加させるための命令で構成されている、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 16】

前記プロセッサは、前記アームの遠位端を移動させることによって組織切除境界に沿って前記プローブを前進させるための命令で構成され、前記プロセッサは、前記組織切除境界に沿って延びているように前記プローブを向けるように前記アームの遠位端を向けるように構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 17】

前記組織の表面上に流体充填環境を提供するための障壁材料を備えている封入体をさらに備えている、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 18】

前記封入体は、前記治療プローブを受け取るための開口を備えている、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 19】

前記プロセッサは、前記治療プローブを受け取るようにサイズを決定された前記封入体の開口の近傍で前記治療プローブを旋回させるための命令を備えている、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 20】

前記治療プローブは、開口を通して前記封入体の中に延び、前記封入体内に流体を提供するようにサイズを決定された管腔を備え、前記治療プローブは、前記封入体の中に延び、組織切除生成物を除去するようにサイズを決定された吸引管腔を備えている、請求項 17 に記載の装置。

20

【請求項 21】

前記治療プローブは、患者の皮膚における切開部から器官まで延びているようにサイズを決定された細長いプローブを備えている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 22】

前記治療プローブは、外部オリフィスから器官まで延びているようにサイズを決定された細長いプローブを備えている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 23】

前記プロセッサは、旋回軸でのプローブ移動を減少させるために、前記プローブの近位端と前記プローブの遠位端との間で前記プローブを旋回させるように前記アームの前記遠位端を移動させ、向けるための命令で構成されている、請求項 1 に記載の装置。

30

【請求項 24】

前記プロセッサは、血管の場所に対応する入力を受信するための命令で構成され、前記プロセッサは、前記血管から離れた場所で前記プローブを旋回させるための命令で構成されている、請求項 23 に記載の装置。

【請求項 25】

前記プロセッサは、恥骨の近傍の場所に対応する入力を受信するための命令で構成され、前記プロセッサは、前記恥骨の近傍で前記プローブの移動を減少させるための前記場所で前記プローブを旋回させるための命令で構成されている、請求項 23 に記載の装置。

40

【請求項 26】

前記治療プローブは、尿道の開口部から前立腺まで延びているようにサイズを決定された細長いプローブを備え、前記プロセッサは、前記前立腺の精丘、前記尿道の外括約筋、または前記精丘と前記外括約筋との間の場所のうちの 1 つ以上のものの近傍の場所で前記プローブを旋回させるための命令で構成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 27】

前記旋回場所の近位の前記プローブの一部は、前記プローブの遠位端の反対の方向に移動するように構成され、随意に、前記尿道への外部開口部は、前記プローブの前記遠位端と反対の方向に移動する、請求項 1 に記載の装置。

50

【請求項 28】

前記プローブは、偏向可能先端部分を備えている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 29】

前記偏向可能先端部分は、可撓性先端部分を備えている、請求項 28 に記載の装置。

【請求項 30】

偏向可能先端は、組織界面に沿って被膜組織から腺組織を分離するように構成されている、請求項 28 に記載の装置。

【請求項 31】

偏向可能先端は、前記プロセッサへのユーザ入力に応答して偏向するように構成され、随意に、前記偏向可能先端は、前記ユーザ入力に応答して前記先端を偏向させるための複数の細長い要素を備えている、請求項 28 に記載の装置。

10

【請求項 32】

偏向可能先端は、管腔と、流体流を放出するためのノズルとを備え、随意に、前記管腔は、高圧管腔を備え、前記流体流は、前記ノズルから放出される水噴射を備えている、請求項 28 に記載の装置。

【請求項 33】

前記プローブは、脳、心臓、肺、腸、眼、皮膚、腎臓、肝臓、脾臓、胃、子宮、卵巣、睾丸、膀胱、耳、鼻、口、骨髄、脂肪組織、筋肉、腺および粘膜組織、脊髄および神経組織、軟骨等の軟質組織、歯、骨等の硬質生物学的組織、および洞、尿管、結腸、食道、肺通路、血管、および喉等の身体管腔および通路のうちの 1 つ以上の挿入のために構成されている、請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 34】

前記プロセッサは、ディスプレイ上でユーザに器官の画像を提示し、前記ユーザから入力を受信し、組織切除境界、切除されるべき組織の領域、または切除されるべきではない組織の領域のうちの 1 つ以上のものを識別するための命令を備え、随意に、前記切除されるべきではない組織の領域は、前記切除されるべき組織の境界内にある、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 35】

前記プロセッサは、複数の画像をユーザに提供するための命令を備え、前記複数の画像は、複数のトモグラフィ画像スライスを備え、前記プロセッサは、前記複数の画像に関して前記ユーザから入力を受信し、3D 組織切除境界、切除されるべき組織の 3D 領域、または切除されるべきではない組織の 3D 領域のうちの 1 つ以上のものを発生させるように構成され、随意に、前記切除されるべきではない組織の 3D 領域は、前記切除されるべき組織の 3D 境界内にある、請求項 1 に記載の装置。

30

【請求項 36】

前記プロセッサは、患者の複数の画像を受信するための命令を備え、前記複数の画像は、複数のトモグラフィ画像スライスを備え、前記プロセッサは、組織切除境界、切除されるべき組織の領域、または切除されるべきではない組織の領域のうちの 1 つ以上のものを識別するように構成され、随意に、前記切除されるべきではない組織の領域は、前記複数の画像の前記切除されるべき組織の境界内にある、請求項 1 に記載の装置。

40

【請求項 37】

前記プロセッサは、3D 組織切除境界、切除されるべき組織の 3D 領域、または切除されるべきではない組織の 3D 領域のうちの 1 つ以上のものを発生させるための命令で構成され、随意に、前記切除されるべきではない組織の 3D 領域は、前記切除されるべき組織の 3D 境界内にある、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 38】

方法であって、前記方法は、請求項 1 - 37 のいずれか 1 項に記載の装置を提供すること、または使用することを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

(関連出願)

本願は、その全開示が、参照することによって本明細書に組み込まれる2019年11月11日に出願され、「Surgical Probes for Tissue Resection with Robotic Arms」と題された米国仮特許出願第62/933,721号の35 U.S.C. § 119(e)に基づく利益を主張する2020年7月27日に出願された米国特許出願第16/939,972号の優先権を主張する。

【背景技術】

【0002】

組織を切除するための以前の方法および装置は、少なくともいくつかの点において理想的ではないこともある。ロボットアームが、外科手術のために使用されているが、ロボットアームに結合される以前の外科的器具は、少なくともいくつかの事例において理想的ではないこともある。例えば、ロボットアームに結合される以前の外科的器具のうちの少なくともいくつかは、少なくともいくつかの事例において組織を非選択的に切除し得る。以前の外科的器具は、ロボットアーム上に設置されるときに理想的であろうものより若干複雑でもあり得る。

【0003】

以前のロボットアームは、オペレータがコントローラを用いてロボットアーム上の外科的器具を移動させて外科手術を実施するように使用されているが、以前のアプローチのうちの少なくともいくつかは、組織を切除する標的部位にプローブを誘導するために、撮像および画像誘導を理想的に使用していない。

【0004】

上記に照らして、改良された組織切除のための改良されたシステム、方法、および装置が、有益であろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示されるシステム、方法、および装置は、改良された外科的手技を提供するために使用されることができる。いくつかの実施形態では、エネルギー源が、ロボットアーム上に搭載されるプローブに結合され、プロセッサが、ロボットアームおよびプローブの移動と協調して組織を選択的に切除するようにエネルギーを放出するための命令で構成される。組織は、患者の画像に基づいて決定され得る定義された組織切除体積に従って切除されることができる。プローブは、ロボットアームの遠位端の移動に伴って複数の位置に移動させられ、組織は、治療計画に従って切除されることができる。ロボットアームの遠位端は、複数の場所および向きに移動し、プローブ先端およびエネルギー源の適切な位置および向きを提供するように構成されることができる。いくつかの実施形態では、プロセッサは、旋回軸の近傍の組織移動を減少させる場所でプローブを旋回させるための命令で構成され、旋回場所は、患者の内部場所を備え得る。いくつかの実施形態では、治療プローブのエネルギー源は、ロボットアームの遠位端が、固定された場所および向きに留まる間、回転するように構成される。代替として、ロボットアームは、治療プローブの伸長軸の周りでエネルギー源を回転させるように、回転するように構成されることができる。

【0006】

いくつかの実施形態では、ロボットアームの遠位端に結合されるプローブは、灌注管腔と、吸引管腔と、内視鏡と、エネルギー源とを備えている。灌注管腔および吸引管腔は、組織が除去される場所で有益な環境を提供するために使用されることができる。いくつかの実施形態では、カップ等の封入体が、治療プローブを受け取るための開口を備え、封入体は、吸引管腔によって提供される流体を含むための障壁材料を備えている。

【0007】

(参照による組み込み)

本明細書に参照および識別される全ての特許、出願、および刊行物は、その全体として参照することによって本明細書に組み込まれ、本願の別の場所に参照される場合であっても、参照することによって完全に組み込まれると見なされるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0008】

本開示の特徴、利点、および原理のより深い理解が、例証的实施形態を記載する以下の詳細な説明および付随の図面を参照することによって取得されるであろう。

【0009】

【図1】図1は、いくつかの実施形態による、患者において組織切除を実施するためのシステムの正面図を示す。

【0010】

【図2】図2は、いくつかの実施形態による、患者において組織切除を実施するためのシステムを図式的に図示する。

【0011】

【図3】図3Aおよび3Bは、いくつかの実施形態による、1つ以上のロボットアームを支持するための共通基部またはマウントの斜視図を示す。

【0012】

【図4A】図4Aおよび4Bは、いくつかの実施形態による、それぞれ、移動式基部を備えている患者において組織切除を実施するためのシステムの斜視図および側面図を図示する。

【0013】

【図4B】図4Aおよび4Bは、いくつかの実施形態による、それぞれ、移動式基部を備えている患者において組織切除を実施するためのシステムの斜視図および側面図を図示する。

【0014】

【図5A】図5Aは、いくつかの実施形態による、ロボットアームの遠位端が6自由度を伴って治療プローブの近位端を移動させるように構成されたロボットアームに結合された治療プローブを示す。

【0015】

【図5B】図5Bは、いくつかの実施形態による、治療プローブの遠位端部分が偏向可能先端を備えている図5Aにおけるようなロボットアームに結合された治療プローブを示す。

【0016】

【図5C】図5Cは、いくつかの実施形態による、ある場所の周りで旋回するプローブを示す。

【0017】

【図6】図6は、いくつかの実施形態による、治療プローブが、灌注、吸引、ロボットエネルギー源、またはカメラのうちの1つ以上のものを備えているロボットアームの遠位端に結合された治療プローブを示す。

【0018】

【図7A】図7Aは、いくつかの実施形態による、組織切除プロファイルを示す。

【0019】

【図7B】図7Bは、いくつかの実施形態による、腫瘍から離れるように組織を除去するための組織切除プロファイルを示す。

【0020】

【図7C】図7Cは、いくつかの実施形態による、腫瘍から離れるように組織を除去するための腫瘍の周りの3D組織切除プロファイルを示す。

【0021】

【図7D】図7Dは、いくつかの実施形態による、腫瘍から離れるように組織を除去するための円錐形組織切除プロファイルを示す。

【0022】

10

20

30

40

50

【図 8】図 8 は、いくつかの実施形態による、図 5 におけるようなロボットアームの遠位端に結合される回転するエネルギー源を備えている治療プローブを示す。

【0022】

【図 9】図 9-12B は、いくつかの実施形態による、水噴射を用いた組織切除の方法を示す。

【図 10】図 9-12B は、いくつかの実施形態による、水噴射を用いた組織切除の方法を示す。

【図 11】図 9-12B は、いくつかの実施形態による、水噴射を用いた組織切除の方法を示す。

【図 12】図 9-12B は、いくつかの実施形態による、水噴射を用いた組織切除の方法を示す。

10

【0023】

【図 13】図 13 は、いくつかの実施形態による、3D 体積撮像を用いた 3D 組織除去に関する器官からの望ましくない組織の選択的組織切除および除去を示す。

【0024】

【図 14】図 14 は、いくつかの実施形態による、3D 体積撮像を用いた 3D 組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓の右肝静脈および中肝静脈の画像を示す。

【0025】

【図 15】図 15 は、いくつかの実施形態による、3D 体積撮像を用いた 3D 組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓の血管腫の画像を示す。

20

【0026】

【図 16】図 16 は、いくつかの実施形態による、3D 体積撮像を用いた腫瘍から離れるような 3D 組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓癌腫瘍の画像を示す。

【0027】

【図 17】図 17 は、いくつかの実施形態による、3D 体積撮像を用いた 3D 組織除去に関するディスプレイ上に示される除去のための硬変肝臓組織を示す。

【0028】

【図 18】図 18 は、いくつかの実施形態による、3D 体積撮像を用いた 3D 組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓組織の CT 走査を示す。

【0029】

【図 19】図 19A、19B、19C、および 19D は、いくつかの実施形態による、3D 体積撮像を用いた 3D 組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓の MRI を示す。

30

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下の詳細な説明は、本明細書に開示される実施形態による、本開示に説明される発明の特徴および利点のより深い理解を提供する。詳細な説明は、多くの具体的実施形態を含むが、これらは、例としてのみ提供され、本明細書に開示される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。

【0031】

本開示の実施形態は、前立腺組織切除等の組織切除を実施するための改良された方法および装置を提供する。本明細書に開示される方法および装置は、多くのタイプの外科的手技に非常に適しており、多くの以前のシステムおよび方法の中に組み込まれることができる。本開示のいくつかの実施形態は、前立腺の経尿道治療を対象とするが、本開示のいくつかの側面は、他の組織および関連付けられる器官を治療および修正するためにも使用され得る。これらの他の組織および関連付けられる器官は、限定ではないが、脳、心臓、肺、腸、眼、皮膚、腎臓、肝臓、脾臓、胃、子宮、卵巣、睾丸、膀胱、耳、鼻、口、骨髄、脂肪組織、筋肉、腺および粘膜組織、脊髄および神経組織、軟骨等の軟質組織、歯、骨等の硬質生物学的組織、および洞、尿管、結腸、食道、肺通路、血管、および喉等の身体管腔および通路を含む。本明細書に開示されるデバイスは、既存の身体管腔を通して挿入さ

40

50

れ得るか、または、身体組織内に作成される開口部を通して挿入され得る。

【0032】

本開示される方法および装置は、エネルギー源を用いて多くのタイプの組織を治療するために非常に適している。組織は、例えば、腺組織または被膜組織等の軟質組織、または骨または腎臓結石等の妨害物等の硬質組織を備え得る。エネルギー源は、レーザビーム、水噴射、電極、超音波、高強度集束超音波、機械的振動、無線周波数（RF）エネルギー、超音波トランスデューサ、マイクロ波エネルギー、空洞形成水噴射または超音波キャビテーション等の空洞形成エネルギー、放射性同位体からの電離放射線等の放射線、またはイオン化電極からのイオンエネルギー、またはプラズマ電極からのプラズマエネルギーのうちの1つ以上のものを備え得る。本開示される方法および装置は、例えば、碎石術を実施し、腎臓結石を破壊するために非常に適している。本開示される方法および装置は、治療プローブ上の放射性同位体等の放射線を用いた治療のために非常に適している。放射線治療は、例えば癌の治療のために、プローブ上に提供されること、プローブを用いて除去されること、または治療プローブから埋め込まれることができる。

10

【0033】

いくつかの実施形態では、画像誘導治療システムは、治療プローブと、撮像プローブとを備えている。撮像プローブは、治療プローブが標的組織の切除を実施している間、標的部位の画像を提供するように構成され得る。治療プローブおよび撮像プローブの各々は、アームのうちの一方または両方のより精密に制御された移動を可能にするために、かつ治療システムを使用する治療の安全性および効率を改良するために、1つ以上のコンピューティングデバイスの制御下でロボットアームに結合され得る。

20

【0034】

図1は、患者において組織切除を実施するためのシステム400の例示的实施形態を示す。システム400は、治療プローブ450と、撮像プローブ460とを備え得る。治療プローブ450は、第1のアーム442に結合され得、撮像プローブ460は、第2のアーム444に結合され得る。第1のアーム442および第2のアーム444のうちの一方または両方は、ロボットアームを備え得、ロボットアームの移動は、アームと動作可能に結合される1つ以上のコンピューティングデバイスによって制御され得る。治療プローブ450は、患者内の標的部位から標的組織を除去するためのデバイスを備え得る。治療プローブ450は、標的組織を除去するために十分なエネルギーを治療プローブ450から標的組織に送達するように構成され得る。例えば、治療プローブ450は、電気外科的アブレーションデバイス、レーザアブレーションデバイス、経尿道針アブレーションデバイス、水噴射アブレーションデバイス、超音波アブレーショントランスデューサ、またはそれらの任意の組み合わせを備え得る。撮像プローブ460は、標的組織を撮像するために十分なエネルギーを撮像プローブ460から標的組織に送達するように構成され得る。撮像プローブ460は、例えば、超音波プローブ、磁気共鳴プローブ、内視鏡、または蛍光透視法プローブを備え得る。第1のアーム442および第2のアーム444は、独立して調節可能であるように、固定関係に従って調節可能であるように、ユーザ選択関係に従って調節可能であるように、独立して係止可能であるように、または同時に係止可能であるように、またはそれらの任意の組み合わせであるように構成され得る。第1のアーム442および第2のアーム444は、それぞれ、治療プローブ450および撮像プローブ460を操作するための複数の自由度、例えば、6自由度を有し得る。治療システム400は、患者の前立腺等の患者の器官において組織切除を実施するために使用され得る。患者は、ベッド、テーブル、椅子、またはプラットフォーム等の患者支持体449上に位置付けられ得る。治療プローブ450は、治療プローブの伸長軸451と一致する進入軸に沿って患者の標的部位の中に挿入され得る。例えば、治療プローブ450は、患者の前立腺内に治療プローブのエネルギー送達領域を位置付けるように、患者の尿道の中への挿入のために構成され得る。撮像プローブ460は、撮像プローブの伸長軸461と一致する進入軸に沿って、患者の標的部位において、または標的部位に隣接する部位において、患者の中に挿入され得る。例えば、撮像プローブ460は、患者の前立腺および周辺組織を視認

30

40

50

するように患者の直腸の中への挿入のために構成される、経直腸超音波（TRUS）プローブを備え得る。図1に示されるように、第1のアーム442および第2のアーム444は、無菌手術環境を提供し、ロボットアームを清潔に保ち、ロボットアームを損傷させる危険性を低減させるように、無菌ドレープで覆われ得る。本明細書に開示されるような実施形態と組み込むために好適なシステム400の種々のコンポーネントに関するさらなる詳細が、米国特許第7,882,841号、米国特許第8,814,921号、米国特許第9,364,251号、およびPCT公開第WO2013/130895号（その全開示は、参照することによって本明細書に組み込まれる）に見出され得る。

【0035】

図2は、患者において組織切除を実施するためのシステム400の例示的实施形態を図式的に図示する。システム400は、治療プローブ450を備え、随意に、撮像プローブ460を備え得る。治療プローブ450は、コンソール420および連鎖部430に結合される。連鎖部430は、ロボットアーム442の1つ以上のコンポーネントを備え得る。撮像プローブ460は、撮像コンソール490に結合される。撮像プローブは、例えば、第2のロボットアーム444に結合され得る。患者治療プローブ450および撮像プローブ460は、共通基部440に結合されることができる。患者は、患者支持体449を用いて支持される。治療プローブ450は、第1のアーム442を用いて基部440に結合される。撮像プローブ460は、第2のアーム444を用いて基部440に結合される。第1のアーム442および第2のアーム444のうち的一方または両方は、ロボットアームを備え得、ロボットアームの移動は、本明細書にさらに詳細に説明されるように、アームと動作可能に結合される1つ以上のコンピューティングデバイスによって制御され得る。

10

20

【0036】

共通基部が参照されるが、ロボットアームは、ロボットアームの基部を支持するように、ベッドレール、コンソール、または任意の好適な支持構造に結合されることができる。

【0037】

いくつかの実施形態では、システム400は、ユーザがロボットアーム上の外科的器具を操作するためのプロセッサ423に結合されたユーザ入力デバイス496を備えている。いくつかの実施形態では、ユーザ入力デバイスは、ユーザ入力デバイスの機械的移動に応答した移動で治療プローブまたは撮像プローブの端部を移動させるためのコントローラを備えている。プローブの端部は、ディスプレイ425上に示されることができ、ユーザは、プローブの端部を操作することができる。例えば、ユーザ入力デバイスは、ユーザが6自由度で入力デバイスを移動させることが可能であり、プローブの遠位端がコントローラの移動に応答して移動する6自由度入力コントローラを備え得る。いくつかの実施形態では、6自由度は、3平行移動自由度と、3回転自由度とを備えている。プロセッサは、プローブ制御が、例えば、ユーザ入力デバイスのユーザ移動により、エネルギー源を用いた自動化画像誘導治療とエネルギー源を用いた治療との間で切り替えるための命令で構成されることができる。

30

【0038】

患者は、治療プローブ450および超音波プローブ460が患者の中に挿入され得るように、患者支持体449上に設置される。患者は、例えば、腹臥、仰臥、直立、または傾斜等の多くの体位のうちの1つ以上のもので設置されることができる。いくつかの実施形態では、患者は、碎石位で設置され、例えば、あぶみが、使用され得る。いくつかの実施形態では、治療プローブ450は、患者の第1の側で第1の方向へ患者の中に挿入され、撮像プローブは、患者の第2の側で第2の方向へ患者の中に挿入される。例えば、治療プローブは、患者の前側から患者の尿道の中に挿入されることができ、撮像プローブは、患者の後側から患者の腸の中に経直腸的に挿入されることができる。治療プローブおよび撮像プローブは、それらの間に尿道組織、尿道壁組織、前立腺組織、腸組織、または腸壁組織のうちの1つ以上のものが延びている状態で、患者内に設置されることができる。

40

【0039】

50

治療プローブ４５０および撮像プローブ４６０は、多くの方法のうちの１つ以上の方法で患者の中に挿入されることができる。挿入の間、第１および第２のアームの各々は、治療または撮像プローブが、プローブを患者の中に挿入するために望ましく回転および平行移動させられ得るように、実質的に係止解除された構成を備え得る。プローブが所望の場所に挿入されているとき、アームは、係止されることができる。係止構成では、プローブは、例えば、平行、ねじれ、水平、斜角、または非平行等の多くの方法のうちの１つ以上の方法で互いに関連して向けられることができる。撮像プローブの画像データを治療プローブ座標基準にマップするために、本明細書に説明されるような角度センサを用いてプローブの向きを決定することが、有用であり得る。組織画像データが治療プローブ座標参照空間にマップされるようにすることは、医師等のオペレータによる治療のために識別される組織の正確な標的化および治療を可能にすることができる。

10

【００４０】

いくつかの実施形態では、治療プローブ４５０は、撮像プローブ４６０からの画像に基づいて治療をプローブ４５０と整列させるために、撮像プローブ４６０に結合される。結合は、示されるように共通基部４４０を用いて達成されることができる。代替として、または組み合わせて、治療プローブおよび／または撮像プローブは、患者の組織を通じた整列にプローブを保持するための磁石を備え得る。いくつかの実施形態では、第１のアーム４４２は、治療プローブ４５０が患者内の所望の場所に位置付けられ得るように、移動可能かつ係止可能なアームである。プローブ４５０が、患者の所望の場所に位置付けられると、第１のアーム４４２は、アームロック４２７を用いて係止されることができる。撮像プローブは、第２のアーム４４４を用いて基部４４０に結合されることができ、第２のアームは、治療プローブが定位置で係止されたときに撮像プローブの整列を調節するために使用されることができる。第２のアーム４４４は、例えば、撮像システム、またはコンソール、およびユーザインターフェースの制御下で、係止可能かつ移動可能なアームを備え得る。移動可能アーム４４４は、撮像プローブ４４０が、例えば、治療プローブ４５０に関連して１ミリメートル程度のわずかな移動で調節され得るように、微細作動可能であり得る。

20

【００４１】

いくつかの実施形態では、治療プローブ４５０および撮像プローブ４６０は、治療が、撮像プローブ４６０および治療プローブ４５０の整列に基づいて制御され得るように、角度センサに結合される。第１の角度センサ４９５は、支持体４３８を用いて治療プローブ４５０に結合され得る。第２の角度センサ４９７は、撮像プローブ４６０に結合され得る。角度センサは、多くのタイプの角度センサのうちの１つ以上のものを備え得る。例えば、角度センサは、ゴニオメータ、加速度計、およびそれらの組み合わせを備え得る。いくつかの実施形態では、第１の角度センサ４９５は、３次元で治療プローブ４５０の向きを決定するための３次元加速度計を備えている。いくつかの実施形態では、第２の角度センサ４９７は、３次元で撮像プローブ４６０の向きを決定するための３次元加速度計を備えている。代替として、または組み合わせて、第１の角度センサ４９５は、治療プローブの伸長軸４５１に沿った治療プローブ４５０の角度を決定するためのゴニオメータを備え得る。第２の角度センサ４９７は、撮像プローブ４６０の伸長軸４６１に沿った撮像プローブ４６０の角度を決定するためのゴニオメータを備え得る。第１の角度センサ４９５は、治療コンソール４２０のコントローラ４２４に結合される。撮像プローブの第２の角度センサ４９７は、撮像コンソール４９０のプロセッサ４９２に結合される。代替として、または組み合わせて、第２の角度センサ４９７は、治療コンソール４２０のコントローラ４２４に結合され得る。

30

40

【００４２】

コンソール４２０は、治療プローブ４５０を制御するために使用されるプロセッサシステムおよびコンポーネントに結合される、ディスプレイ４２５を備えている。コンソール４２０は、メモリ４２１を有するプロセッサ４２３を備えている。通信回路４２２は、プロセッサ４２３およびコントローラ４２２に結合される。通信回路４２２は、撮像コンソ

50

ールの通信回路 494 を介して、撮像コンソール 490 に結合される。コンソール 420 のアームロック 427 は、第 1 のアームを係止するように、または第 1 のアームが、プローブ 450 を患者の中に挿入するために自由に移動可能であることを可能にするように、第 1 のアーム 442 に結合され得る。

【0043】

随意に、コンソール 420 は、治療プローブ 450 のアンカ 24 に結合される、内視鏡 426 のコンポーネントを備え得る。内視鏡 426 は、コンソール 420 のコンポーネントと、患者を治療するように治療プローブ 450 とともに挿入可能な内視鏡とを備えていることができる。

【0044】

随意に、コンソール 420 は、治療プローブを用いた治療の側面を制御するように治療プローブ 450 と動作可能に結合される、モジュールのうちの 1 つ以上のものを備え得る。例えば、コンソール 420 は、エネルギーを治療プローブに提供するためのエネルギー源 22、標的治療部位において治療プローブを定着させるために使用されるバルーンの膨張に影響を及ぼすためのバルーン膨張制御装置 26、プローブの注入および洗除を制御するための注入／洗除制御装置 28、プローブによる吸引を制御するための吸引制御装置 30、標的治療部位（例えば、前立腺）の吹送を制御するための吹送制御装置 32、または光学エネルギーを治療プローブに提供するための赤外線、可視光、または紫外線光源等の光源 33 のうちの 1 つ以上のものを備え得る。

【0045】

プロセッサ、コントローラ、および制御電子機器および回路は、1 つ以上のプロセッサ、1 つ以上のフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、および 1 つ以上のメモリ記憶デバイス等の多くの好適なコンポーネントのうちの 1 つ以上のものを含むことができる。いくつかの実施形態では、制御電子機器は、ユーザ規定治療パラメータに従って手技前計画を提供するように、および外科的手技に対するユーザ制御を提供するように、グラフィックユーザインターフェース（以降では「GUI」）のコントロールパネルを制御する。

【0046】

治療プローブ 450 は、アンカ 24 を備え得る。アンカ 24 は、エネルギーがプローブ 450 を用いてエネルギー送達領域 20 に送達されている間、プローブ 450 の遠位端を定着させることができる。プローブ 450 は、ノズル 200 を備え得る。

【0047】

治療プローブ 450 は、連鎖部 430 を用いて第 1 のアーム 442 に結合され得る。連鎖部 430 は、例えば、患者の画像に基づいて、エネルギー送達領域 20 を患者の所望の標的場所まで移動させるためのコンポーネントを備え得る。連鎖部 430 は、第 1 の部分 432 と、第 2 の部分 434 と、第 3 の部分 436 とを備え得る。第 1 の部分 432 は、実質的に固定された定着部分を備え得る。実質的に固定された定着部分 432 は、支持体 438 に固定され得る。支持体 438 は、連鎖部 430 の基準フレームを備え得る。支持体 438 は、第 1 のアーム 442 を治療プローブ 450 に堅くまたは剛に結合するための堅いシャシまたはフレームまたは筐体を備え得る。第 1 の部分 432 が、実質的に固定されたままであることができる一方、第 2 の部分 434 および第 3 の部分 436 は、移動し、プローブ 450 から患者にエネルギーを方向付けることができる。第 1 の部分 432 は、アンカ 24 までの実質的に一定の距離 437 に固定され得る。アンカ 24 と連鎖部の固定された第 1 の部分 432 との間の実質的に固定された距離 437 は、治療が正確に設置されることを可能にする。第 1 の部分 424 は、治療プローブ 450 の伸長軸 451 に沿った所望の軸方向位置において、エネルギー送達領域 20 内に高圧ノズル 200 を正確に位置付けるための線形アクチュエータを備え得る。

【0048】

治療プローブ 450 の伸長軸 451 は、概して、連鎖部 430 の近傍のプローブ 450 の近位部分と、取り付けられたアンカ 24 を有する遠位端との間に延びている。第 3 の部

10

20

30

40

50

分 4 3 6 は、伸長軸 4 5 1 の周りの回転角 4 5 3 を制御することができる。患者の治療中、エネルギー送達領域 2 0 と連鎖部の第 1 の部分 4 3 2 との間の距離 4 3 9 は、アンカ 2 4 に関して変動し得る。距離 4 3 9 は、アンカ 2 4 に関して治療プローブの伸長軸 4 5 1 に沿って標的場所を設定するように、コンピュータ制御に応答した様式 4 1 8 で調節され得る。連鎖部の第 1 の部分が、固定されたままである一方、第 2 の部分 4 3 4 は、軸 4 5 1 に沿ったエネルギー送達領域 2 0 の位置を調節する。連鎖部の第 3 の部分 4 3 6 は、治療の角度における軸に沿った距離が、アンカ 2 4 に関して非常に正確に制御され得るように、コントローラ 4 2 4 に応答して軸の周りの角度 4 5 3 を調節する。プローブ 4 5 0 は、連鎖部 4 3 0 からアンカ 2 4 までの距離が、治療中に実質的に一定のままであるように、支持体 4 3 8 とアンカ 2 4 との間に延びているスパイン等の剛体部材を備え得る。治療プローブ 4 5 0 は、噴射からの機械エネルギー、電極からの電気エネルギー、またはレーザー源等の光源からの光学エネルギー等の 1 つ以上の形態のエネルギーを用いた治療を可能にするように、本明細書に説明されるような治療コンポーネントに結合される。光源は、赤外線、可視光、または紫外線光を備え得る。エネルギー送達領域 2 0 は、意図される形態のエネルギーを患者の標的組織に送達する等のために、連鎖部 4 3 0 の制御下で移動させられることができる。

10

【0049】

撮像コンソール 4 9 0 は、メモリ 4 9 3 と、通信回路 4 9 4 と、プロセッサ 4 9 2 とを備え得る。対応する回路内のプロセッサ 4 9 2 は、撮像プローブ 4 6 0 に結合される。アームコントローラ 4 9 1 が、撮像プローブ 4 6 0 を精密に位置付けるようにアーム 4 4 4 に結合される。撮像コンソールは、ディスプレイ 4 2 5 をさらに備え得る。

20

【0050】

患者の治療中に治療プローブおよび／または撮像プローブの精密な制御を促進するために、治療プローブおよび撮像プローブの各々は、ロボットのコンピュータ制御可能アームに結合され得る。例えば、図 2 に示されるシステム 4 0 0 を参照すると、治療プローブ 4 5 0 に結合される第 1 のアーム 4 4 2 および撮像プローブ 4 6 0 に結合される第 2 のアーム 4 4 4 のうちの一方または両方は、ロボットのコンピュータ制御可能アームを備え得る。ロボットアームは、ロボットアームの移動を制御するように構成された 1 つ以上のコンピューティングデバイスと動作可能に結合され得る。例えば、第 1 のロボットアーム 4 4 2 は、コンソール 4 2 0 のプロセッサ 4 2 3 と動作可能に結合され得るか、または、第 2 のロボットアーム 4 4 4 は、撮像コンソール 4 9 0 のプロセッサ 4 9 2 と、および／またはコンソール 4 2 0 のプロセッサ 4 2 3 に動作可能に結合され得る。プロセッサ 4 2 3 および 4 9 2 等の 1 つ以上のコンピューティングデバイスは、1 つ以上のロボットアームの移動を制御するためのコンピュータ実行可能命令を備え得る。第 1 および第 2 のロボットアームは、構造および機能が実質的に類似し得るか、または、それらは、治療プローブ対撮像プローブの移動を制御するための具体的機能要件に適応するように異なり得る。

30

【0051】

ロボットアームは、アームがコンピュータ制御下で移動することを可能にするための 6 つ、または 7 つ、またはそれを上回る継手を備え得る。好適なロボットアームは、R o b o D K I n c . , K i n o v a I n c . およびいくつかの他の製造業者等のいくつかの製造業者から商業的に入手可能である。

40

【0052】

第 1 および第 2 のロボットアームに動作可能に結合される 1 つ以上のコンピューティングデバイスは、治療プローブおよび／または撮像プローブの移動を自動的に制御するように構成され得る。例えば、ロボットアームは、1 つ以上の事前プログラムされたパラメータに従って、患者の治療中に治療プローブおよび／または撮像プローブの位置および／または向きを自動的に調節するように構成され得る。ロボットアームは、1 つ以上のコンピューティングデバイスのメモリ上に記憶され得る事前計画またはプログラムされた治療または走査プロファイルに沿って、治療プローブおよび／または撮像プローブを自動的に移動させるように構成され得る。ロボットアームの自動調節の代替として、またはそれに加

50

えて、1つ以上のコンピューティングデバイスは、例えば、治療装置のグラフィカルユーザインターフェースを通して、ユーザ入力にตอบสนองして、治療プローブおよび／または撮像プローブの移動を制御するように構成され得る。ロボットアームの自動調節の代替として、またはそれに加えて、1つ以上のコンピューティングデバイスは、リアルタイム測位情報にตอบสนองして、例えば、撮像プローブまたは他の撮像源（それから、治療プローブおよび／または、撮像プローブの許容可動域が確立され得る）によって捕捉される1つ以上の画像内で認識される解剖学的構造、および／またはプローブおよび／またはロボットアームに結合される1つ以上のセンサからの治療プローブおよび／または撮像プローブの位置情報にตอบสนองして、治療プローブおよび／または撮像プローブの移動を制御するように構成され得る。

10

【0053】

図3Aおよび3Bは、本明細書に開示されるような画像誘導治療システムの1つ以上のロボットアームを支持するための共通基部またはマウント440の例示的实施形態を示す。図3Aは、1つ以上のレール452を備えている患者支持体449を示す。患者支持体449は、手術台またはプラットフォームを備え得る。治療プローブまたは撮像プローブのうちの1つ以上のものに関連付けられた1つ以上のロボットアームは、レールが、共通基部440として機能するように、レール452に搭載され得る。図3Bは、治療プローブに接続される第1のロボットアームおよび／または撮像プローブに接続される第2のロボットアームに結合するように構成される床スタンド454を備えている共通基部440を示す。床スタンド454は、治療手技中、患者の脚の間に位置付けられ得る。

20

【0054】

図4Aおよび4Bは、移動式基部470を備えている本明細書に説明されるような治療システム400の例示的实施形態を図示する。図4Aは、治療システム400の正面図であり、図4Bは、その側面図である。治療システム400は、第1のロボットアーム442に結合された治療プローブ450と、第2のロボットアーム444に結合された撮像プローブ460とを備えている。第1のロボットアーム442および第2のロボットアーム444の各々は、近位端と遠位端とを備え、遠位端は、それぞれ、治療プローブ450および撮像プローブ460に結合され、近位端は、移動式基部470を備えている共通基部440に結合されている。第1のロボットアーム442は、治療プローブ450に結合するための第1のアーム結合構造504を備え得、第2のロボットアーム444は、撮像プローブ460に結合するための第2のアーム結合構造505を備え得る。治療プローブ450は、本明細書に説明されるような治療プローブの移動（例えば、回転、平行移動、ピッチ等）をもたらすように構成される連鎖部を備え得る取り付けデバイス500を介して第1のロボットアーム442の遠位端に結合され得る。第1のロボットアーム442への治療プローブ450の結合は、固定され得るか、解放可能であり得るか、またはユーザ調節可能であり得る。同様に、第2のロボットアーム444への撮像プローブ460の結合は、固定され得るか、解放可能であり得るか、またはユーザ調節可能であり得る。

30

【0055】

第1のロボットアーム442は、1つ以上の第1のアーム継手443において関節動作し得る。撮像アーム444は、1つ以上の第2のアーム継手445において関節動作し得る。各アーム継手443または445は、継手における移動に影響を及ぼすためのステップモータ等のコンピュータ制御可能アクチュエータと動作可能に結合され得る。各アーム継手443または445は、限定ではないが、角柱、回転、平行円柱、円柱、球状、平面、縁スライダ、円柱スライダ、点スライダ、球状スライダ、または交差円柱継手、またはそれらの任意の組み合わせを含む種々の運動学的継手のうちの1つを備え得る。さらに、各アーム継手443または445は、線形、直交、回転、捻じり、または回転式継手、またはそれらの任意の組み合わせを備え得る。

40

【0056】

システム400は、移動式基部470と別個の移動式支持体480によって支持され得る本明細書に説明されるようなコンソール420をさらに備え得る。コンソール420は

50

、第1のロボットアームを介して移動式基部に結合された治療プローブ450の制御を可能にするように、電力および通信ケーブル475を介して移動式基部470と動作可能に結合され得る。治療コンソール420は、プロセッサと、図2を参照して本明細書に説明されるようなエネルギー源、注入／洗除制御装置、吸引制御装置、および他のコンポーネント等の治療コンソールの種々のモジュールまたは機能を制御するように、プロセッサによる実行のためのコンピュータ実行可能命令をその上に記憶しているメモリとを備えている。治療コンソール420は、プロセッサと通信するディスプレイ425をさらに備え得る。ディスプレイ425は、例えば、心拍数、呼吸数、温度、血圧、酸素飽和度、または任意の生理学的パラメータ、またはそれらの任意の組み合わせ等の対象バイタルサイン；手技のステータス；1つ以上のビューからの治療部位の1つ以上の前もって撮影された画像または一続きの画像、撮像プローブ460によって入手される1つ以上のビューからの治療部位の1つ以上のリアルタイムの画像または一続きの画像；限定ではないが、切断または凝固等の治療モード、治療の強度、治療中に経過した時間、治療中に残っている時間、治療の深度、治療された治療部位の面積または体積、治療されるであろう治療部位の面積、治療されないであろう治療部位の面積または体積、治療プローブ450または撮像プローブ460または両方の場所情報を含む治療パラメータの組；治療の深度、治療の強度、治療プローブ450の場所および／または向き、撮像の深度、または撮像プローブ460の場所および／または向き、またはそれらの任意の組み合わせを調節するための手段等の治療調節制御装置；またはシステム構成パラメータのうちの1つ以上のものを表示するように構成され得る。

10

20

【0057】

移動式基部470はさらに、1つ以上のロボットアームの動作を制御するための1つ以上のコンピューティングデバイスを備え得る。例えば、移動式基部は、プロセッサと、1つ以上のプロセッサによる実行のためのコンピュータ実行可能命令をその上に記憶しているメモリとを備え得る。メモリは、移動式基部に結合される1つ以上のロボットアームを動作させるための命令をその上に記憶している場合がある。プロセッサは、ロボットアームの移動に影響を及ぼすように、好適な電気機械コンポーネントを介してロボットアームと動作可能に結合され得る。例えば、ロボットアームの1つ以上の継手の各々は、ステップモータを備え得、プロセッサは、規定方向への規定増分によってモータを作動させるように、各継手においてステップモータと動作可能に結合され得る。代替として、1つ以上のロボットアームは、コンソール420または別個の撮像コンソール（図2に示される撮像コンソール490等）の1つ以上のプロセッサと動作可能に結合され得、1つ以上のコンソールプロセッサは、1つ以上のロボットアームの移動を制御するための命令を実行するように構成され得、通信回路（コンソール420の通信回路422または図2に示されるコンソール490の通信回路494）を介して命令をロボットアームに通信し得る。ロボットアームの移動を制御するためのコンピュータ実行可能命令は、事前プログラムされ、メモリ上に記憶され得るか、または、治療システムを使用する患者の治療の前または間、1つ以上のユーザ入力を介してユーザによって提供され得る。

30

【0058】

第1および／または第2のロボットアームと動作可能に結合された1つ以上のコンピューティングデバイスは、標的部位に沿った治療プローブおよび／または撮像プローブのピッチ、ヨー、ロール、および／または線形位置を調節するように、アームの移動を制御するように構成され得る。

40

【0059】

移動式基部470は、ユーザがコンピュータ命令下でロボットアームの移動を制御することを可能にするための1つ以上のユーザ入力デバイスを備え得る。例えば、図4Aおよび4Bに示されるように、移動式基部は、キーボード474および／またはフットスイッチ471を備え得、フットスイッチは、フットスイッチケーブル472を介して移動式基部と動作可能に結合される。キーボード474およびフットスイッチ471は、独立して、または組み合わせて、例えば、1つ以上の継手における一方または両方のロボットアーム

50

ムの関節動作を介して、第1のロボットアーム442および／または第2のロボットアーム444の動作を制御するように構成され得る。キーボードおよびフットスイッチは、ロボットアームの移動を制御するように構成された1つ以上のプロセッサと通信し得る。ユーザがキーボードおよび／またはフットスイッチに命令を入力すると、ユーザ命令は、1つ以上のプロセッサによって受信され、電気信号に変換されることができ、電気信号は、1つ以上のロボットアームと動作可能に結合された1つ以上のコンピュータ制御可能アクチュエータに伝送され得る。キーボードおよび／またはフットスイッチは、治療位置、着目位置、所定の場所、またはユーザ規定場所、またはそれらの任意の組み合わせに向かって、または、それから離れるように、一方または両方のアームの移動を制御し得る。

【0060】

随意に、キーボード474およびフットスイッチ471は、独立して、または組み合わせて、治療プローブ450および／または撮像プローブ460の動作を制御するように構成され得る。例えば、キーボード474および／またはフットスイッチ471は、治療プローブを用いた治療を開始、停止、一時停止、または再開するように構成され得る。キーボード474および／またはフットスイッチ471は、撮像を始めるように、または、撮像プローブによって前もって入手された、または現在入手されている画像または一続きの画像をフリーズ、保存、またはディスプレイ425上に表示するように構成され得る。

【0061】

コンソール420の移動式基部470および移動式支持体480は、プラットフォーム等の患者支持体449によって支持される患者の周囲に独立して位置付け可能であり得る。例えば、第1および第2のロボットアームおよび治療および撮像プローブを支持する移動式基部470は、患者の脚の間に位置付けられ得る一方、コンソール420およびディスプレイ425を運ぶ移動式支持体480は、患者の胴体の近傍等の患者の側面に位置付けられ得る。移動式基部470または移動式支持体480は、複数の車輪等の基部または支持体が移動することを可能にする1つ以上の移動可能要素を備え得る。移動式基部470は、汚染および流体浸入を防止するために、治療手技の全体を通して無菌ドレーピングで覆われ得る。

【0062】

図5Aは、ロボットアーム442に結合された治療プローブ450を示し、ロボットアームの遠位端は、6自由度で本明細書に説明されるように治療プローブの近位端を移動させるように構成されている。治療プローブ450およびロボットアーム442は、本明細書に説明されるようなシステム400の1つ以上のコンポーネントを備え得る。プローブの近位端のこれらの移動は、プローブの遠位端の近傍のエネルギー源455の移動に対応する。いくつかの実施形態では、ロボットアームは、6自由度を備え、プローブは、プログラムされた治療計画の命令を備え得るプロセッサからの命令に従って、またはユーザ入力制御に応答して移動させられる。プローブ先端462は、ロボットアーム442の移動に伴って、組織600を切除するように複数の場所に移動させられることができる。いくつかの実施形態では、封入体602が、組織切除のための組織600に有益な流体環境を提供するために、切除される組織600の上に設置される。代替として、プローブ先端462は、患者の中への開口部を通して、本明細書に説明されるような器官608等の患者内の陥凹に挿入されることができ、それは、有益な流体環境を提供することができる。いくつかの実施形態では、プローブは、剛体のプローブを備え、それは、プローブの先端462の位置が、ロボットアームの遠位端の位置および向きに依存して、正確に位置付けられ、向けられることを可能にする。代替として、プローブは、プローブの少なくとも一部が可撓性である可撓性プローブを備え得る。治療プローブ450の先端462の近傍のエネルギー源455は、本明細書に説明されるような任意のエネルギー源455を備え得る。

【0063】

組織アクセス部位は、多くの方法のうちの1つ以上のものにおいて、例えば、切開部を通した開放手術アクセスを用いて、小さい切開部を通したアクセスを用いて、または尿道

10

20

30

40

50

等の身体管腔の外部開口部を通した挿入を用いてアクセスされることができる。アクセスは、例えば、開放前立腺切除術または開放腎摘出術のためのアクセスを備え得る。

【0064】

封入体602は、プラスチック、シリコン、または他の材料等の適切な環境が組織600に提供されることを可能にする任意の好適な障壁材料を備え得る。いくつかの実施形態では、封入体602は、可撓性材料を備え、可撓性材料は、それが設置されている組織600の表面に対して変形および輪郭形成可能である。

【0065】

図5Bは、治療プローブの遠位端部分が、偏向可能先端462を備えている図5Aにおけるようなロボットアーム442に結合された治療プローブ450を示す。治療プローブ450およびロボットアーム400は、本明細書に説明されるようなシステム400の1つ以上のコンポーネントを備え得る。偏向可能先端462は、多くの方法で構成されることができる。例えば、偏向可能先端462は、患者の内部管腔に応答して曲がることおよび偏向することが可能な可撓性の細長い管状部材を備え得る。いくつかの実施形態では、偏向可能先端462は、偏向の量604が命令に応答して制御され得る制御可能先端を備えている。例えば、先端462は、偏向の角度が、例えば、プロセッサ、ユーザインターフェース、またはユーザ入力デバイスのうちの1つ以上のものに応答して制御されることを可能にするプルワイヤまたは他の細長い要素を備え得る。いくつかの実施形態では、プローブは、制御された位置に偏向されるとき、剛体のプローブを備えている。治療プローブ450は、エネルギーを標的化された組織場所に方向付けるために、本明細書に説明されるようなロボットアームの端部の移動と組み合わせて、プローブの伸長軸の周りで回転するように構成されることができる。いくつかの実施形態では、プローブは、プローブの伸長軸の周りのプローブの回転に伴って、エネルギーを標的化された組織場所に方向付けるために、遠位端を偏向させるように構成される。いくつかの実施形態では、プローブは、プローブから放出される水噴射からの力に抵抗するために、剛体の偏向体を備えている。いくつかの実施形態では、プローブは、複数の開口部を備え、1つの開口部は、組織に向かって方向付けられ、別の水噴射が、反対方向に、例えば、遮蔽物に向かって向けられ、水噴射の力に対向する力を提供する。

【0066】

図5Cは、場所610の周りの治療プローブ450のプローブ旋回を示す。プロセッサは、任意の好適な場所を備え得る旋回場所610の周りでプローブ450を旋回させるための命令で構成されることができる。例えば、旋回場所610は、封入体の開口部または内部身体管腔への開口部に対応し得る。いくつかの実施形態では、旋回場所610は、患者の精丘の近傍、尿道の外括約筋の近傍、または精丘と外括約筋との間にある。代替として、または組み合わせて、いくつかの実施形態では、外科手術の旋回場所610は、恥骨に対応する。

【0067】

旋回移動は、多くの方法で構成されることができるが、旋回移動は、エネルギーを標的化された組織場所に方向付けるために、対応する経路に沿ってプローブの先端462を移動させるように、経路606に沿ってプローブの近位端を移動させるように構成されることができる。近位端の経路606は、囲まれた体積を定義し得、遠位端の経路608は、器官608等の周辺組織から除去されるべき組織600を分離するために、除去されるべき組織600の周りの囲まれた体積を定義し得る。例えば、治療プローブは、前立腺被膜内に位置するエネルギー源455を用いて、良性前立腺肥大症が前立腺等の器官から除去されている間、旋回場所610の周りで旋回し得る。尿道の外部開口部の端部の近傍の組織は、典型的には、尿道の開放端の近傍で可撓性であるので、尿道の開放端の近傍の組織は、プローブの近位端と同様に移動することができ、旋回場所610は、尿道の近位端とプローブの遠位端との間にある。いくつかの実施形態では、組織治療エリア、例えば、前立腺は、走査パターンを用いて走査され、尿道への外部開口部は、対応するパターンで移動し、旋回場所610は、それらの間にある。

10

20

30

40

50

【0068】

プローブの偏向可能先端462は、多くの方法で使用されることができる。例えば、可撓性プローブ先端462は、本明細書に説明されるようなレーザエネルギー源等のエネルギー源455を用いて腺組織から被膜組織を分離するために使用されることができる。いくつかの実施形態では、偏向可能プローブ先端462は、被膜組織から腺組織を分離するために、例えば、前立腺の腺組織から前立腺の被膜を分離するために使用されることができる。いくつかの実施形態では、プローブ先端462は、腺組織の抵抗と比べた移動に対する被膜の増加させられた抵抗に応答して偏向する。いくつかの実施形態では、プローブ先端462は、腺前立腺組織から被膜を分離するために、被膜の内部境界に沿って移動するようにシステムオペレータによって制御されることができる。実施形態に関連する研究は、被膜組織が、被膜と腺組織との間の界面に沿って腺組織に緩く接続されており、それによって、被膜組織が被膜組織の内部に沿った機械的力を用いて腺組織から分離され得ることを示唆している。いくつかの実施形態では、偏向可能先端462は、ユーザが、偏向の量604を制御し得るように、ユーザ制御下で、例えば、偏向可能先端462に沿って延びている細長い要素を用いて偏向するように構成される。偏向可能プローブ先端462は、本明細書に説明されるようなエネルギー源455を備え得るか、または、腺組織から被膜組織を分離するように、先端462の移動に伴って先端462に機械的エネルギーを伝達し得る。

10

【0069】

いくつかの実施形態では、プローブ450は、腺組織からの被膜の分離を促進するために、切除されるべき器官608の被膜上に設置され、引っ張られる。

20

【0070】

図6は、図5におけるようなロボットアームの遠位端に結合された治療プローブ450を示す。治療プローブは、灌注管腔612および送達ポート等の流体送達管腔、手術部位を視認するためのカメラ等の内視鏡614、ロボット水噴射デバイス等のエネルギー送達チャネル、および水噴射等のエネルギー源455、および吸引管腔618のうちの1つ以上のものを備えている。プローブは、細長いプローブを備え得、プローブの近位端からプローブの遠位端までの約5cm〜約50cmの範囲内の距離に延びることができる。封入体は、組織切除のために有益な環境を作成するために、組織を流体的に分離するために組織の上に設置されることができる。例えば、流体送達管腔612は、ガス、例えば、CO₂、または液体、例えば、水または生理食塩水等の流体の源に接続されることができる。いくつかの実施形態では、エネルギー源455は、プローブの端部から放出される水噴射を備えている。例えば、エネルギー源455は、例えば、エネルギー送達チャネルの端部の外に一直線に、エネルギー送達チャネルの軸と同軸に整列させられたエネルギーを方向付けることができる。エネルギー送達チャネルは、光エネルギーを送達するための1つ以上の光ファイバ、水噴射エネルギーを送達するための管、治療部位への電気エネルギーまたは焼灼または超音波エネルギーのためのワイヤ等のエネルギーを送達するための任意の好適な構造を備え得る。

30

【0071】

いくつかの実施形態では、治療プローブ450は、実質的に直線状の剛体のプローブを備え、水噴射が、プローブの端部から放出される。水噴射455は、ロボットアームの移動に応答して、組織を選択に切除するように走査されることができる。例えば、ロボットアーム442は、ロボットアームに結合されたプローブの近位端を移動させることによって、走査パターンを用いてプローブの遠位端を移動させるように構成されることができる。6自由度を伴うロボットアームが参照されているが、ロボットアームは、より少ない自由度、例えば、走査パターンにおいてプローブから水噴射を移動させるための3平行移動自由度を備え得る。

40

【0072】

いくつかの実施形態では、1つ以上の超音波プローブ620が、組織600に結合される。例えば、1つ以上の超音波プローブ620は、患者の皮膚を通して組織600に結合

50

される外部超音波プローブを備え得る。代替として、1つ以上の超音波プローブ600は、患者の中に挿入されるプローブを備え得る。超音波プローブ600は、例えば、3次元撮像を提供するように構成されることができる。

【0073】

いくつかの実施形態では、1つ以上の撮像マーカ622が、組織600の移動を追跡し、治療プローブ620と標的組織との整列を維持するために、組織600上に設置されることができる。

【0074】

いくつかの実施形態では、造影剤が、組織または血管のうちの1つ以上のものの撮像を改良するために、動脈等の血管の中に注入される。

【0075】

いくつかの実施形態では、ロボットアーム442およびプローブ450は、プローブの先端462およびエネルギー源455の位置正確度を所望の許容誤差以内で、例えば、プローブの端部の意図される標的位置の約2mm以内で提供するように構成される。

【0076】

組織切除プロファイル700は、ロボットアームの近位端を移動させ、プローブの先端および水噴射を適切な場所に移動させ、走査パターン702を用いて組織を走査することによって、走査パターン702において組織を移動させるためのプロセッサ上の命令を用いて発生させられることができる。

【0077】

図7Bは、癌性または良性腫瘍を備え得る腫瘍等の望ましくない組織から離れるように組織600を除去するための組織切除プロファイル700を示す。本開示に関連する研究は、腫瘍を実質的に無傷のままにするように、腫瘍の境界の周りの組織を切除することが有用であり得ることを示唆している。本明細書に説明されるような硬変組織または他の組織等の他の望ましくない組織も、同様に除去されることができる。組織切除プロファイル700は、ロボットアームの近位端を移動させ、プローブの先端および水噴射を切除境界704の周りの適切な場所に移動させることによって、走査パターン702において組織を移動させるためのプロセッサ上の命令を用いて発生させられることができる。組織600が、健常組織から腫瘍を分離するように切除境界704の周囲で切除されると、望ましくない組織は、除去されることができる。図7Bは、切除の層に沿った組織切除を図示するが、いくつかの実施形態では、組織は、複数の除去層を伴って順次切除される。例えば、第1の層が、組織が切除境界600まで切除されて除去され、第2の除去層が、第2の除去境界まで切除されることができる。3D組織切除に関して、複数の除去層および境界600が、3D組織切除プロファイルを用いて3D境界に沿って組織を除去するように定義されることができる。

【0078】

図7Cは、腫瘍から離れるように組織を除去するための腫瘍の周りの3D組織切除プロファイル700を示す。ロボットアーム上のプローブは、プロセッサからの命令に応答して、3D走査パターン702を用いて走査されることができる。例えば、プローブの近位端は、5または6自由度を伴って、それに応じてロボットアームを移動させることによって移動させられ、水噴射等のエネルギー源を標的組織部位に方向付けることができる。いくつかの実施形態では、水噴射は、プローブの軸と整列させられるプローブの端部から外に、例えば、実質的に直線状に方向付けられる。プローブの近位端は、平行移動させられ、3次元組織切除境界704に沿った切除を提供するように回転することができる。いくつかの実施形態では、組織600は、実質的に等しい深さの複数の層内で切除されることができる。プローブは、組織が前の層に関する境界に沿って切除された後、各後続層を除去する。プローブの伸長軸の角度は、例えば、プローブが境界704に沿って組織の中にさらに挿入されるにつれて、プローブに伴う組織の移動を減少させるように、組織切除境界704に沿って種々の角度において傾斜させられることができる。

【0079】

図7Dは、腫瘍から離れるように組織600を除去するための円錐形組織切除プロファイル700を示す。プローブは、組織切除境界704に沿ってエネルギー源、例えば、水噴射を方向付けるために、走査パターン702に沿って移動させられること、向けられることができる。例えば、プローブは、エネルギー源、例えば、水噴射を用いて円錐切除境界704を切除するように、円錐体632の円錐台に対応する複数の位置および向き640に移動方向630において移動させられることができる。

【0080】

図8は、ロボットアーム442の遠位端に結合される水噴射等の回転するエネルギー源455を備えている治療プローブ450を示す。プローブは、図5を参照して本明細書に説明されるようなプローブ450の1つ以上のコンポーネントを備えている。いくつかの実施形態では、プローブは、水噴射等のエネルギー源を用いた組織切除を撮像するために、超音波撮像トランスデューサ620を備えている。いくつかの実施形態では、エネルギー源455は、例えば、組織およびロボットアームの端部に対するエネルギー源の回転、平行移動、回転振動、または平行移動振動のうちの1つ以上のものを用いて、ロボットアームの端部に対して独立して移動するように構成される。

【0081】

いくつかの実施形態では、封入体602が、組織切除のための組織600に有益な流体環境を提供するために、切除される組織600の上に設置される。封入体602は、プラスチック、シリコン、または他の材料等の適切な環境が組織600に提供されることを可能にする任意の好適な障壁材料を備え得る。いくつかの実施形態では、封入体602は、それが設置されている組織600の表面に対して変形し、輪郭形成し得る可撓性材料を備えている。いくつかの実施形態では、障壁は、カップまたは吸引カップであり得る。

【0082】

図9-12Bは、ロボットアームを用いた水噴射を用いた組織切除の方法を示す。いくつかの実施形態では、組織が、複数の層の各々における水噴射の走査を用いて、複数の切除層に順次切除される。

【0083】

図9に示されるステップにおいて、器官608の実質組織等の組織600は、例えば、内視鏡、超音波撮像、超音波、MRI、またはCT走査撮像のうちの1つ以上のものを用いて等、本明細書に説明されるような撮像を用いて可視化される。撮像は、神経血管束、静脈、また血管634の可視化を含み得る。いくつかの実施形態では、1つ以上のマーカ622が、組織の移動を識別し、治療を組織と位置合わせするために、組織600上に設置される。

【0084】

図10に示されるようなステップにおいて、エネルギー源455からのエネルギーを用いた組織切除が、開始され、実質のアブレーションおよび組織内のくぼみの作成を開始することによって等、組織600の第1の層を切除する。組織は、組織を選択的に切除するためのより低い圧力の水噴射および小血管643の露出および可視化のための低圧等の低出力エネルギー源を用いて切除されることができる。例えば、腺組織が、血管組織が無傷の間である間に選択的に切除されることができる。血管組織を実質的に無傷のままにするための選択的組織除去および水噴射流量の例が、2015年11月25日に出願され、2019年4月4日に付与され、「Multifluid tissue resection methods and devices」と題された、米国特許第10,251,665号（その全開示が参照することによって本明細書に組み込まれる）に説明されている。選択的に露出させられた血管は、ステープル留め、クリップ留め、または焼灼のうちの1つ以上のものを行われることができる。

【0085】

図11に示されるステップにおいて、水噴射等のエネルギー源455からのエネルギーを用いた、例えば、噴射アブレーションを使用した選択的組織切除が、実質組織内のより大きい血管634を露出させるために続く。

【0086】

図12Aに示されるステップにおいて、実質組織等の非血管組織が、選択的に切除され、図12Bに示されるような非切除組織の支持層601を伴って、血管634を露出させる。これらのより大きい血管634は、ステープル留め、切断、または焼灼のうちの1つ以上のものを行われることができる。組織切除は、器官の残りの部分および除去された器官の一部を通して継続することができる。器官の一部は、器官の葉を備え得る。器官の除去された部分は、望ましくない組織または、例えば、組織採取、例えば、器官提供のために好適な組織を備え得る。いくつかの実施形態では、エネルギー源によって提供されるエネルギーおよびエネルギー源位置は、血管を包囲する実質がアブレーションされ、神経血管束の切開および結果として生じる残りの葉のステープル閉鎖のために主要血管を露出させることを可能にするために制御され得る。採取された、または移植葉は、廃棄され得、および／または、吻合準備が、実施され得る。

10

【0087】

図9-12Bは、組織切除および除去の方法を図示するが、ドナー組織が、組織を受け取る器官を準備するために、類似するステップで移植されることができる。

【0088】

図13は、3D体積撮像を用いた3D組織除去に関する器官からの望ましくない組織の選択的組織切除および除去を示す。器官の組織は、3Dトモグラフィ、例えば、超音波、CT走査、またはMRI撮像等の体積撮像を用いて撮像されることができる。切除されるべき組織の画像は、ユーザにディスプレイ425上で示されることができる。ユーザは、切除されるべき組織600、切除境界704プロファイル、および血管634を選択および識別することができる。例えば、ユーザは、タッチスクリーンディスプレイを使用し、組織切除境界を入力することができる。複数の画面を提供することによって、ユーザは、3D組織切除境界、3D治療プロファイル、および血管等の切除されるべきではない組織の3D形状プロファイル、および組織切除のための走査パターン702を定義するために、複数の画面の各々の上でこれらの構造を識別することができる。

20

【0089】

図14は、3D体積撮像を用いた3D組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓の右肝静脈(rhv)および中肝静脈(mhv)の超音波画像を示す。画像は、ディスプレイ上に示されることができ、ユーザは、切除されるべき組織の領域706とともに、血管等の水源を伴う切除されるべきではない組織の周りの組織切除境界704を入力することができる。いくつかの実施形態では、組織切除領域は、切除されるべきではない組織の境界の周囲に延びている。

30

【0090】

図15は、3D体積撮像を用いた3D組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓の血管腫の超音波画像を示す。画像は、ディスプレイ上に示されることができ、ユーザは、組織切除境界704を入力することができる。

【0091】

図16は、3D体積撮像を用いた3D組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓癌腫瘍の超音波画像を示す。画像は、ディスプレイ上に示されることができ、ユーザは、組織切除境界704を入力することができる。

40

【0092】

図17は、3D体積撮像を用いた3D組織除去に関するディスプレイ上に示される除去のための硬変肝臓組織を示す。組織除去境界704および組織除去領域706は、ディスプレイ上でユーザによって識別される。組織は、組織切除境界に沿って切除され、硬変組織は、例えば、水噴射によるアブレーションを用いて、またはエネルギー源を用いて非硬変肝臓から分離されている硬変肝臓の無傷の部分の除去によって除去されることができる。

【0093】

図18は、3D体積撮像を用いた3D組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓

50

組織のCT走査を示す。ユーザは、切除されるべきではない組織の周りの組織切除境界704および組織切除領域706を入力することができる。

【0094】

図19A-Dは、3D体積撮像を用いた3D組織除去に関するディスプレイ上に示される肝臓のMRIおよび組織切除領域の切除境界704を示す。

【0095】

図15-19は、組織切除プロファイルおよび境界を発生させるためのディスプレイ上に示される画像を示す。プロセッサが、多くの方法で体積切除を実施するための命令で構成されることができる。例えば、画像は、トモグラフィ画像を備え得、ユーザは、複数の画像スライスを視認し、組織切除プロファイル700、組織切除領域706、または切除されるべきではない組織の組織切除境界704のうちの1つ以上のものを識別する。切除されるべきではない組織の境界は、組織切除領域の境界内に位置し得る。複数のスライスのうちの各々に関して、ユーザは、1つ以上の領域の各々を識別することができる。いくつかの実施形態では、畳み込みニューラルネットワーク等の人工知能アルゴリズムが、複数の画像の各々から境界のうちの1つ以上のもの、例えば、血管の境界を識別するように訓練および使用されることができる。複数のスライスのうちの各々に関する識別された領域から、プロセスは、組織切除領域の境界内の3D組織切除プロファイル、3D組織切除領域、または切除されるべきではない組織の3D組織切除境界のうちの1つ以上のものを3Dで発生させることができる。3D体積切除領域、組織切除境界、および組織を残しておく領域が、識別されると、プロセッサは、ロボットアームを複数の場所に移動させ、本明細書に説明されるように組織を除去するための命令で構成されることができる。

【0096】

組織は、多くの方法で撮像されることができるが、いくつかの実施形態では、組織は、超音波剪断波エラストグラフィ等の癌性組織を識別するための超音波を用いて撮像される。組織は、血管を識別するために、ドップラ超音波または3Dドップラ超音波を用いて撮像されることができる。超音波トランスデューサは、例えば、治療プローブ450の先端の近傍に位置することができる。代替として、または組み合わせて、超音波トランスデューサは、別の超音波プローブまたは外部超音波トランスデューサとともに患者に結合されることができる。

【0097】

いくつかの実施形態では、器官または流体充填封入体の中に放出される流体は、化学療法剤を備えている。例えば、水噴射を用いて放出される流体は、化学療法剤を備えている。

【0098】

本明細書に説明されるように、本明細書に説明および／または図示されるコンピューティングデバイスおよびシステムは、広義には、本明細書に説明されるモジュール内に含まれるもの等のコンピュータ読み取り可能な命令を実行することが可能な任意のタイプまたは形態のコンピューティングデバイスまたはシステムを表す。それらの最も基本的な構成では、これらのコンピューティングデバイスの各々は、少なくとも1つのメモリデバイスと、少なくとも1つの物理的プロセッサとを備え得る。

【0099】

本明細書で使用されるような用語「メモリ」または「メモリデバイス」は、概して、データおよび／またはコンピュータ読み取り可能な命令を記憶することが可能な任意のタイプまたは形態の揮発性または不揮発性記憶デバイスまたは媒体を表す。一例では、メモリデバイスは、本明細書に説明されるモジュールのうちの1つ以上のものを記憶、ロード、および／または維持し得る。メモリデバイスの例は、限定ではないが、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読取専用メモリ(ROM)、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブ(HDD)、ソリッドステートドライブ(SSD)、光ディスクドライブ、キャッシュ、同部分のうちの1つ以上のものの変形例または組み合わせ、または任意の他の好適な記憶メモリを備えている。

【0100】

加えて、本明細書に使用されるような用語「プロセッサ」または「物理的プロセッサ」は、概して、コンピュータ読み取り可能な命令を解釈および／または実行することが可能な任意のタイプまたは形態のハードウェア実装処理ユニットを指す。一例では、物理的プロセッサは、上で説明されるメモリデバイス内に記憶された1つ以上のモジュールにアクセスする、および／またはそれを修正し得る。物理的プロセッサの例は、限定ではないが、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、中央処理ユニット（CPU）、ソフトコアプロセッサを実装するフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、特定用途向け集積回路（ASIC）、同一物のうちの1つ以上のものの一部、同一物のうちの1つ以上のものの变形例または組み合わせ、または任意の他の好適な物理的プロセッサを備えている。

10

【0101】

別個の要素として図示されるが、本明細書に説明および／または図示される方法ステップは、単一の用途の一部を表し得る。加えて、いくつかの実施形態では、これらのステップのうちの1つ以上のものは、コンピューティングデバイスによって実行されると、コンピューティングデバイスに方法ステップ等の1つ以上のタスクを実施させ得る1つ以上のソフトウェアアプリケーションまたはプログラムを表すか、または、それに対応し得る。

【0102】

加えて、本明細書に説明されるデバイスのうちの1つ以上のものは、データ、物理的デバイス、および／または物理的デバイスの表現を1つの形態から別の形態に変換し得る。加えて、または代替として、本明細書に列挙されるモジュールのうちの1つ以上のものは、コンピューティングデバイス上で実行すること、コンピューティングデバイス上にデータを記憶すること、および／または別様にコンピューティングデバイスと相互作用することによって、プロセッサ、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、および／または物理的コンピューティングデバイスの任意の他の部分を、1つの形態のコンピューティングデバイスから別の形態のコンピューティングデバイスに変換し得る。

20

【0103】

本明細書に使用されるような用語「コンピュータ読み取り可能な媒体」は、概して、コンピュータ読み取り可能な命令を記憶または搬送することが可能な任意の形態のデバイス、キャリア、または媒体を指す。コンピュータ読み取り可能な媒体の例は、限定ではないが、搬送波等の伝送型媒体、および磁気記憶媒体（例えば、ハードディスクドライブ、テープドライブ、およびフロッピー（登録商標）ディスク）、光学記憶媒体（例えば、コンパクトディスク（CD）、デジタルビデオディスク（DVD）、およびBLU-RAY（登録商標）ディスク）、電子記憶媒体（例えば、固体ドライブおよびフラッシュ媒体）、および他の分配システム等の非一過性型媒体を備えている。

30

【0104】

当業者は、本明細書に開示される任意のプロセスまたは方法が、多くの方法で修正され得ることを認識するであろう。本明細書に説明および／または図示されるプロセスパラメータおよび一続きのステップは、例としてのみ与えられ、所望に応じて変動されることができる。例えば、本明細書に図示および／または説明されるステップは、特定の順序で示され、または議論され得るが、これらのステップは、必ずしも図示または議論される順序で実施される必要はない。

40

【0105】

本明細書に説明および／または図示される種々の例示的方法はまた、本明細書に説明または図示されるステップのうちの1つ以上のものを省略し、または、開示されるものに加えて追加のステップを備え得る。さらに、本明細書に開示されるような任意の方法のステップが、本明細書に開示されるような任意の他の方法のいずれかの1つ以上のステップと組み合わせられることができる。

【0106】

本明細書に説明されるようなプロセッサは、本明細書に開示される任意の方法の1つ以

50

上のステップを実施するように構成されることができる。代替として、または組み合わせて、プロセッサは、本明細書に開示されるような1つ以上の方法の1つ以上のステップを組み合わせるように構成されることができる。

【0107】

別様に記述されない限り、本明細書および請求項に使用されるような用語「～に接続される」および「～に結合される」（およびそれらの派生語）は、直接および間接的（すなわち、他の要素またはコンポーネントを介した）接続の両方を許容するものとして解釈されるものである。加えて、本明細書および請求項に使用されるような用語「a」または「an」は、「～のうちの少なくとも1つ」を意味するものとして解釈されるものである。最後に、使用を容易にするために、本明細書および請求項に使用されるような用語「～を含む」および「～を有する」（およびそれらの派生語）は、単語「～を備えている」と同義的であり、それと同一の意味を有するものとする。

10

【0108】

本明細書に開示されるようなプロセッサは、本明細書に開示されるような任意の方法のいずれか1つ以上のステップを実施するための命令で構成されることができる。

【0109】

用語「第1」、「第2」、「第3」等は、事象のいずれの特定の順序またはシーケンスも参照することなく、種々の層、要素、コンポーネント、領域、または区分を説明するために本明細書に使用され得ることを理解されたい。これらの用語は、単に、1つの層、要素、コンポーネント、領域、または区分を、別の層、要素、コンポーネント、領域、または区分と区別するために使用される。本明細書に説明されるような第1の層、要素、コンポーネント、領域、または区分は、本開示の教示から逸脱することなく、第2の層、要素、コンポーネント、領域、または区分と称され得る。

20

【0110】

本明細書に使用されるように、用語「または」は、代替として、および組み合わせて、アイテムを指すために包括的に使用される。

【0111】

本明細書に使用されるように、番号等の文字は、同様の要素を指す。

【0112】

本開示は、以下の付番された付記を含む。

30

【0113】

付記1．組織切除のための装置であって、装置は、ロボットアームと、ロボットアームに結合されたエネルギー源を備えている治療プローブと、プローブを位置付けるためにロボットアームに結合されたプロセッサとを備えている、装置。

【0114】

付記2．ロボットアームは、3以上の自由度を伴ってプローブの近位端を移動させることによって組織を切除するための位置および向きを伴ってエネルギー源を位置付けるように構成され、随意に、エネルギー源は、水噴射を備えている、付記1に記載の装置。

【0115】

付記3．ロボットアームは、プローブの近位端を移動させることによって、エネルギー源を位置付けるように構成されている、付記1に記載の装置。

40

【0116】

付記4．治療プローブは、剛体の治療プローブを備えている、付記3に記載の装置。

【0117】

付記5．ロボットアームは、プローブに沿って延びている伸長軸の周りでプローブを回転させるように構成されている、付記1に記載の装置。

【0118】

付記6．治療プローブは、ロボットアームの姿勢が固定されたままである間、プローブの伸長軸の周りで回転するように構成されている、付記1に記載の装置。

【0119】

50

付記 7. エネルギー源は、プローブの伸長軸を横断して向けられる水噴射を備え、プローブの側面に水噴射を放出する、付記 1 に記載の装置。

【0120】

付記 8. エネルギー源は、プローブの伸長軸に沿って向けられる水噴射を備え、伸長軸に沿った方向に組織に向かって水噴射を放出する、付記 1 に記載の装置。

【0121】

付記 9. 治療プローブは、灌注管腔と、内視鏡と、水噴射に結合された高圧管腔と、切除された組織を除去するための吸引管腔とを備えている、付記 1 に記載の装置。

【0122】

付記 10. 治療プローブは、灌注管腔と、内視鏡と、水噴射を放出するためのノズルに結合された高圧管腔と、超音波トランスデューサと、切除された組織を除去するための吸引管腔とを備えている、付記 1 に記載の装置。

【0123】

付記 11. エネルギー源は、水噴射を備え、膠原組織より速く腺組織を除去するための流量でオリフィスから水噴射を放出し、随意に、膠原組織は、血管組織を備えている、付記 1 に記載の装置。

【0124】

付記 12. プロセッサは、複数の連続した層を伴う組織を除去するための命令を備え、複数の連続した層の各々は、水噴射の走査パターンを用いて除去される、付記 11 に記載の装置。

【0125】

付記 13. プロセッサは、アームの遠位端を移動させるための命令で構成され、移動は、複数の層の各々のための走査パターンに対応する、付記 12 に記載の装置。

【0126】

付記 14. プロセッサは、アームの遠位端を移動させることによって後続層の切除のためにプローブを前進させるための命令で構成されている、付記 13 に記載の装置。

【0127】

付記 15. プロセッサは、後続層の切除のために水噴射の流量を増加させるための命令で構成されている、付記 13 に記載の装置。

【0128】

付記 16. プロセッサは、アームの遠位端を移動させることによって組織切除境界に沿ってプローブを前進させるための命令で構成され、プロセッサは、アームの遠位端を向け、組織切除境界に沿って延びるようにプローブを向けるように構成されている、付記 1 に記載の装置。

【0129】

付記 17. 組織の表面上に流体充填環境を提供するための障壁材料を備えている封入体をさらに備えている、付記 1 に記載の装置。

【0130】

付記 18. 封入体は、治療プローブを受け取るための開口を備えている、付記 17 に記載の装置。

【0131】

付記 19. プロセッサは、治療プローブを受け取るようにサイズを決定された封入体の開口の近傍で治療プローブを旋回させるための命令を備えている、付記 17 に記載の装置。

【0132】

付記 20. 治療プローブは、開口を通して封入体の中に延び、封入体内に流体を提供するようにサイズを決定された管腔を備え、治療プローブは、封入体の中に延び、組織切除生成物を除去するようにサイズを決定された吸引管腔を備えている、付記 17 に記載の装置。

【0133】

10

20

30

40

50

付記 2 1 . 治療プローブは、患者の皮膚における切開部から器官まで延びているようにサイズを決定された細長いプローブを備えている、付記 1 に記載の装置。

【 0 1 3 4 】

付記 2 2 . 治療プローブは、外部オリフィスから器官まで延びているようにサイズを決定された細長いプローブを備えている、付記 1 に記載の装置。

【 0 1 3 5 】

付記 2 3 . プロセッサは、旋回軸でのプローブ移動を減少させるために、プローブの近位端とプローブの遠位端との間でプローブを旋回させるようにアームの遠位端を移動させ、向けるための命令で構成されている、付記 1 に記載の装置。

【 0 1 3 6 】

付記 2 4 . プロセッサは、血管の場所に対応する入力を受信するための命令で構成され、プロセッサは、血管から離れた場所でプローブを旋回させるための命令で構成されている、付記 2 3 に記載の装置。

【 0 1 3 7 】

付記 2 5 . プロセッサは、恥骨の近傍の場所に対応する入力を受信するための命令で構成され、プロセッサは、恥骨の近傍でプローブの移動を減少させるためのその場所でプローブを旋回させるための命令で構成されている、付記 2 3 に記載の装置。

【 0 1 3 8 】

付記 2 6 . 治療プローブは、尿道の開口部から前立腺まで延びているようにサイズを決定された細長いプローブを備え、プロセッサは、前立腺の精丘、尿道の外括約筋、または精丘と外括約筋との間の場所のうちの 1 つ以上のものの近傍の場所でプローブを旋回させるための命令で構成されている、付記 1 に記載の装置。

【 0 1 3 9 】

付記 2 7 . 旋回場所の近位のプローブの一部は、プローブの遠位端の反対の方向に移動するように構成され、随意に、尿道への外部開口部は、プローブの遠位端と反対の方向に移動する、付記 1 に記載の装置。

【 0 1 4 0 】

付記 2 8 . プローブは、偏向可能先端部分を備えている、付記 1 に記載の装置。

【 0 1 4 1 】

付記 2 9 . 偏向可能先端部分は、可撓性先端部分を備えている、付記 2 8 に記載の装置。

【 0 1 4 2 】

付記 3 0 . 偏向可能先端は、組織界面に沿って被膜組織から腺組織を分離するように構成されている、付記 2 8 に記載の装置。

【 0 1 4 3 】

付記 3 1 . 偏向可能先端は、プロセッサへのユーザ入力に応答して偏向するように構成され、随意に、偏向可能先端は、ユーザ入力に応答して先端を偏向させるための複数の細長い要素を備えている、付記 2 8 に記載の装置。

【 0 1 4 4 】

付記 3 2 . 偏向可能先端は、管腔と、流体流を放出するためのノズルとを備え、随意に、管腔は、高圧管腔を備え、流体流は、ノズルから放出される水噴射を備えている、付記 2 8 に記載の装置。

【 0 1 4 5 】

付記 3 3 . プローブは、脳、心臓、肺、腸、眼、皮膚、腎臓、肝臓、脾臓、胃、子宮、卵巣、睾丸、膀胱、耳、鼻、口、骨髄、脂肪組織、筋肉、腺および粘膜組織、脊髄および神経組織、軟骨等の軟質組織、歯、骨等の硬質生物学的組織、および洞、尿管、結腸、食道、肺通路、血管、および喉等の身体管腔および通路のうちの 1 つ以上のものの挿入のために構成されている、付記 1 に記載の装置。

【 0 1 4 6 】

付記 3 4 . プロセッサは、ディスプレイ上でユーザに器官の画像を提示し、ユーザから

10

20

30

40

50

入力を受信し、組織切除境界、切除されるべき組織の領域、または切除されるべきではない組織の領域のうちの1つ以上のものを識別するための命令を備え、随意に、切除されるべきではない組織の領域は、切除されるべき組織の境界内にある、付記1に記載の装置。

【0147】

付記35. プロセッサは、複数の画像をユーザに提供するための命令を備え、複数の画像は、複数のトモグラフィ画像スライスを備え、プロセッサは、複数の画像に関してユーザから入力を受信し、3D組織切除境界、切除されるべき組織の3D領域、または切除されるべきではない組織の3D領域のうちの1つ以上のものを発生させるように構成され、随意に、切除されるべきではない組織の3D領域は、切除されるべき組織の3D境界内にある、付記1に記載の装置。

10

【0148】

付記36. プロセッサは、患者の複数の画像を受信するための命令を備え、複数の画像は、複数のトモグラフィ画像スライスを備え、プロセッサは、組織切除境界、切除されるべき組織の領域、または切除されるべきではない組織の領域のうちの1つ以上のものを識別するように構成され、随意に、切除されるべきではない組織の領域は、複数の画像の切除されるべき組織の境界内にある、付記1に記載の装置。

【0149】

付記37. プロセッサは、3D組織切除境界、切除されるべき組織の3D領域、または切除されるべきではない組織の3D領域のうちの1つ以上のものを発生させるための命令で構成され、随意に、切除されるべきではない組織の3D領域は、切除されるべき組織の3D境界内にある、付記36に記載の装置。

20

【0150】

付記38. 方法であって、方法は、先述の付記のいずれか1項に記載の装置を提供すること、または使用することを含む、方法。

【0151】

本開示の実施形態は、本明細書に記載されるように示され、説明され、例としてのみ提供される。当業者は、本開示の範囲から逸脱することなく、多数の適合、変更、変形例、および代用を認識するであろう。本明細書に開示される実施形態のいくつかの代替および組み合わせが、本開示および本明細書に開示される発明の範囲から逸脱することなく、利用され得る。したがって、本開示される発明の範囲は、添付される請求項の範囲およびその均等物によってのみ定義されるものとする。

30

40

50

【図面】

【図 1】

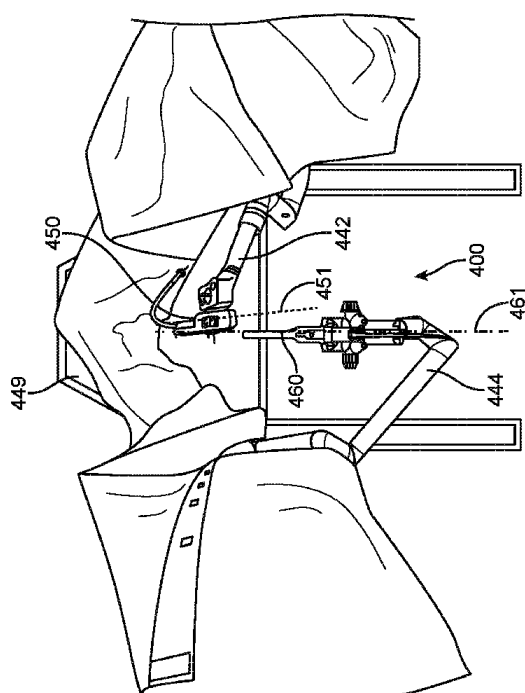


FIG. 1

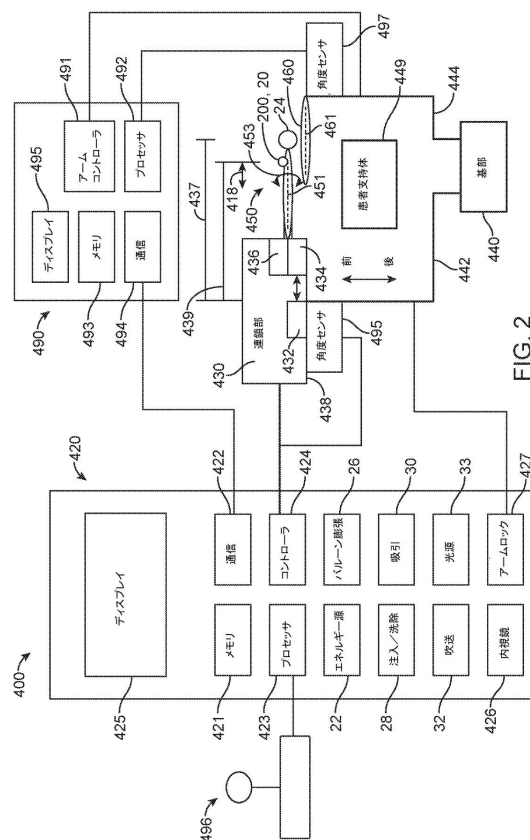


FIG. 2

10

20

【図 3 A】

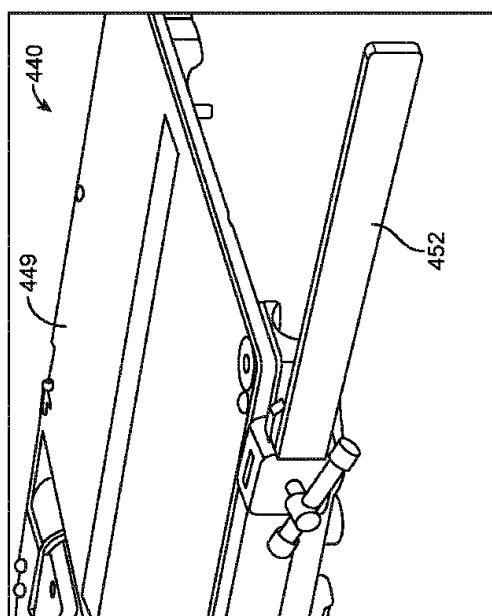


FIG. 3A

【図 3 B】

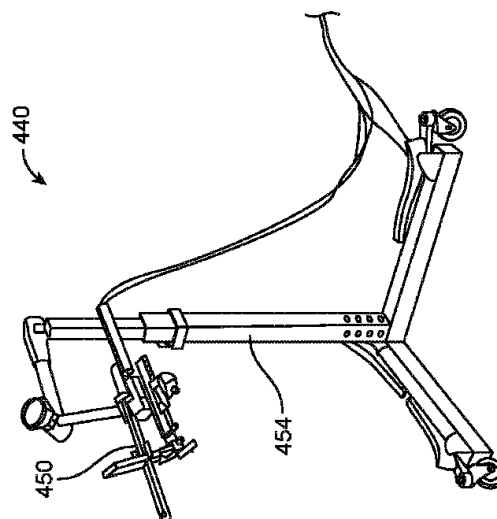


FIG. 3B

30

40

【図 4 A】

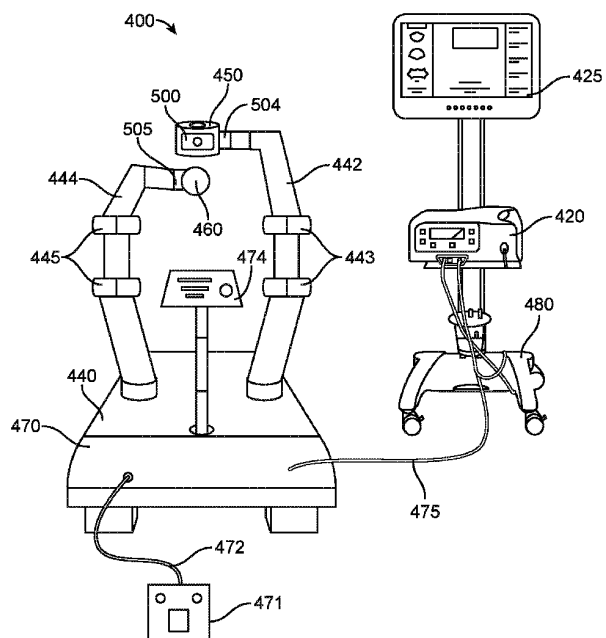


FIG. 4A

【図 4 B】

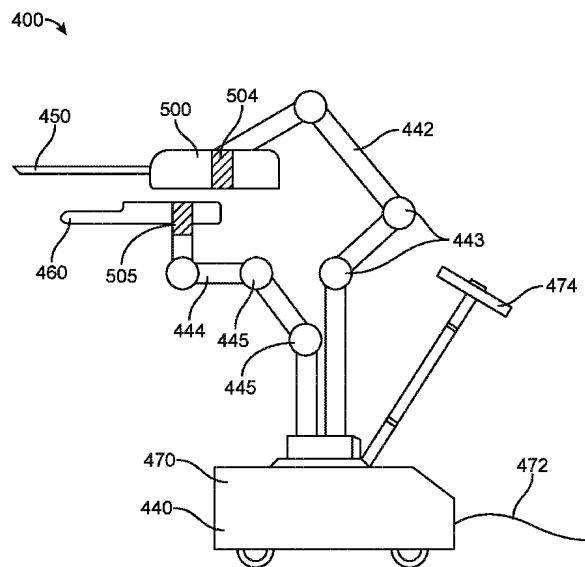


FIG. 4B

【図 5 A】

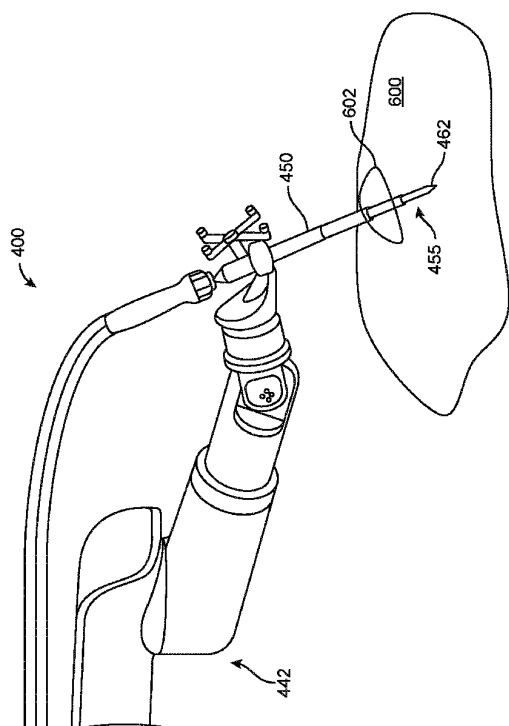


FIG. 5A

【図 5 B】

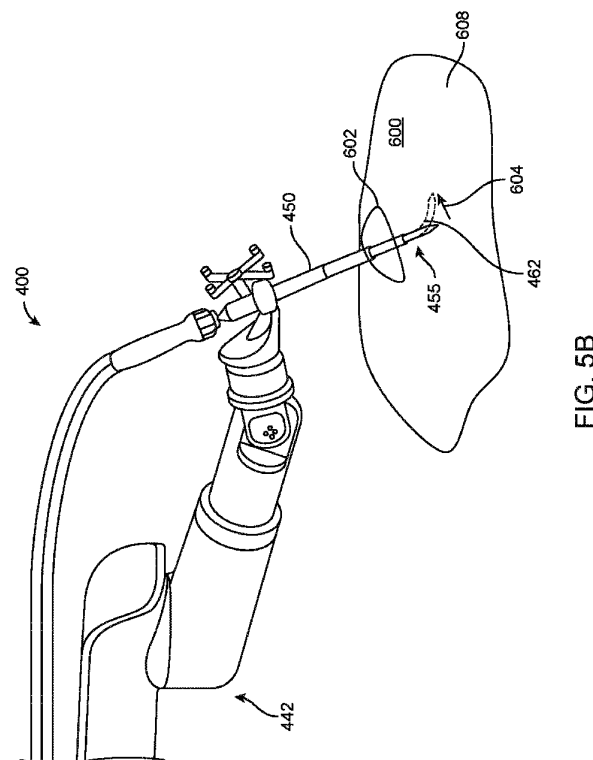


FIG. 5B

10

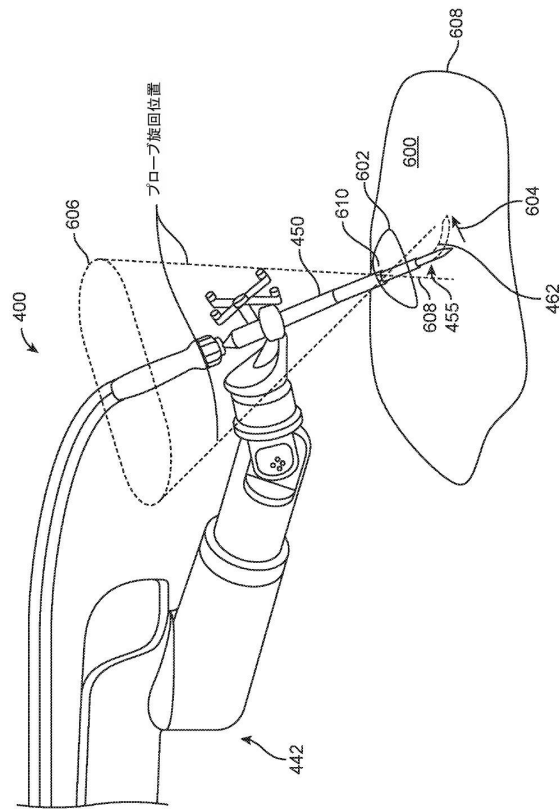
20

30

40

50

【図 5 C】



【図 6】

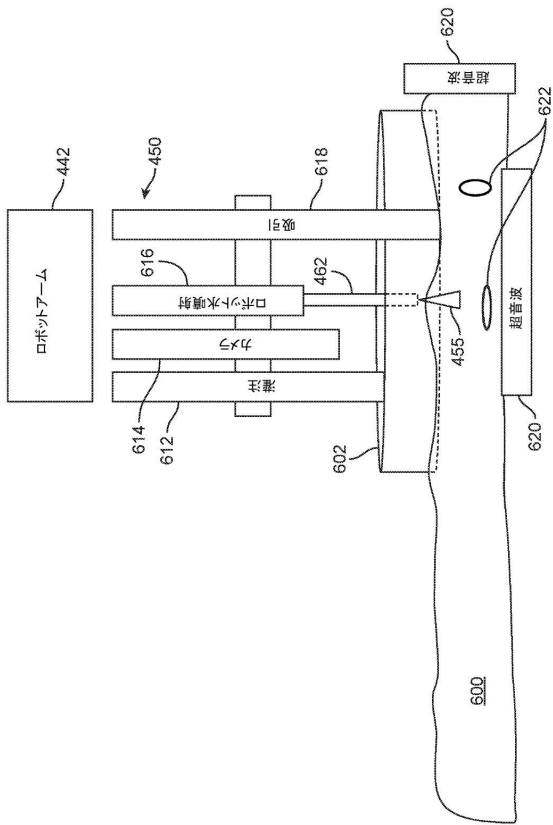


FIG. 5C

FIG. 6

【図 7 A】

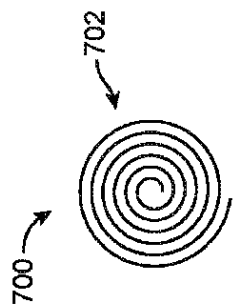


FIG. 7A

【図 7 B】

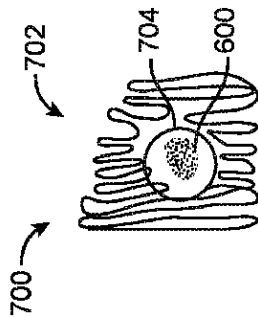


FIG. 7B

10

20

30

40

50

【図 7 C】

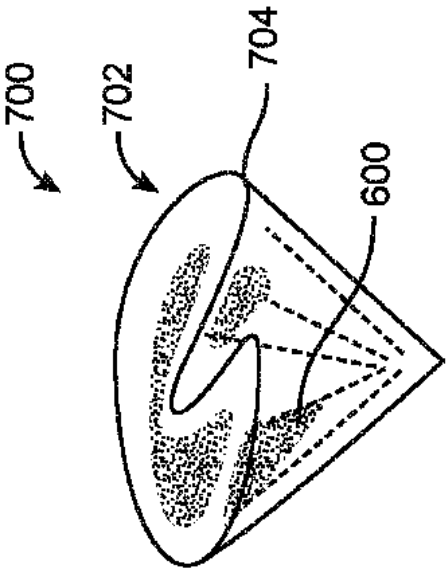


FIG. 7C

【図 7 D】

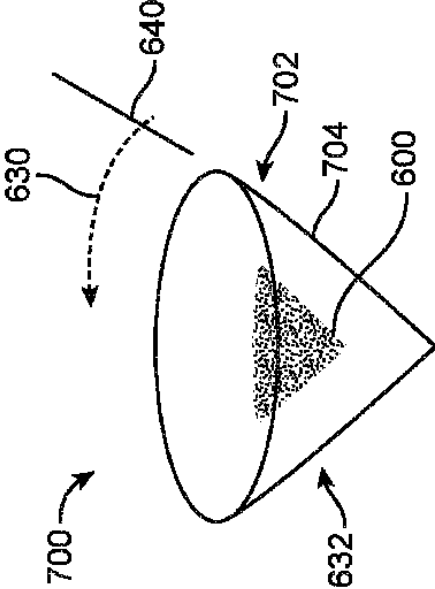


FIG. 7D

【図 8】

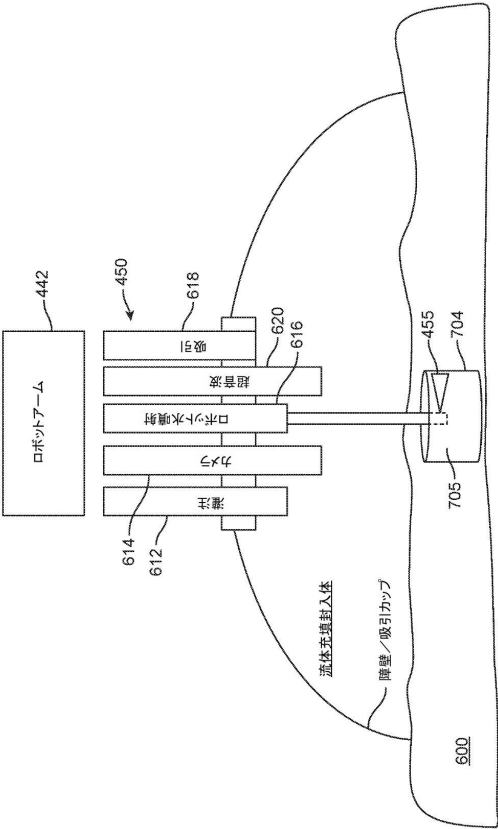


FIG. 8

【図 9】

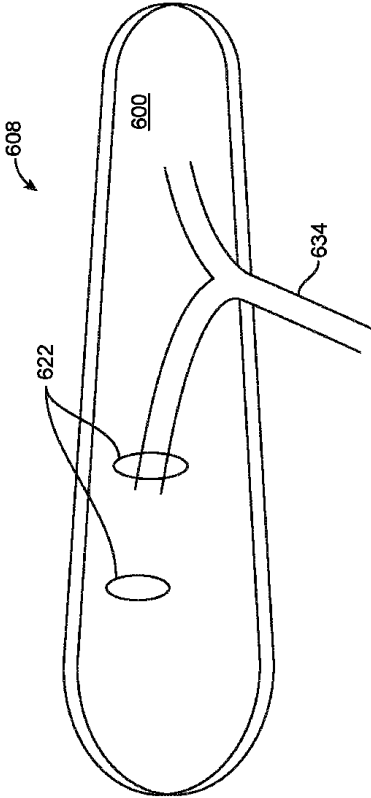


FIG. 9

10

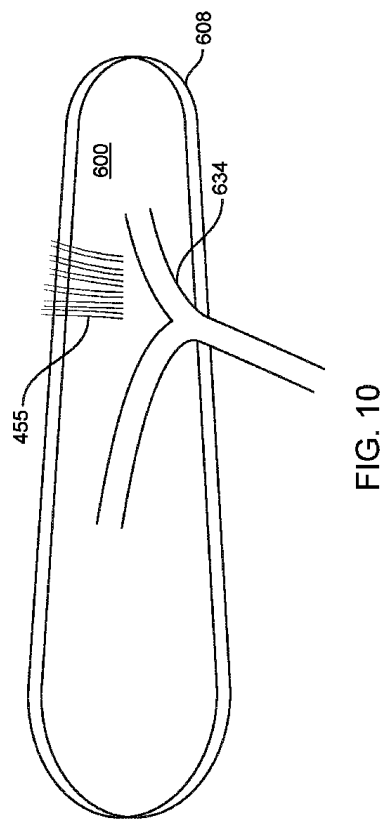
20

30

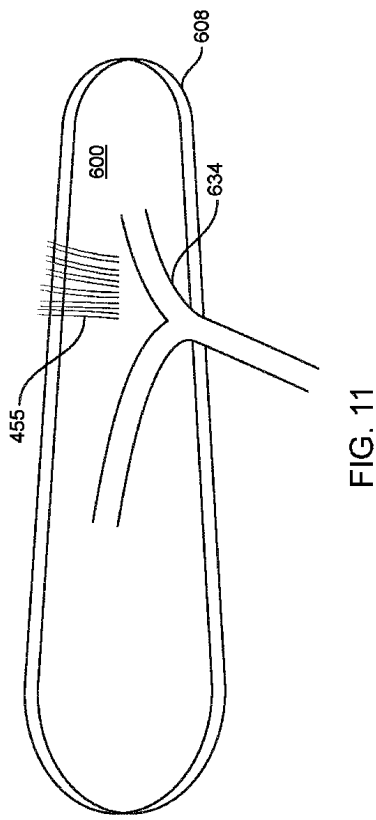
40

50

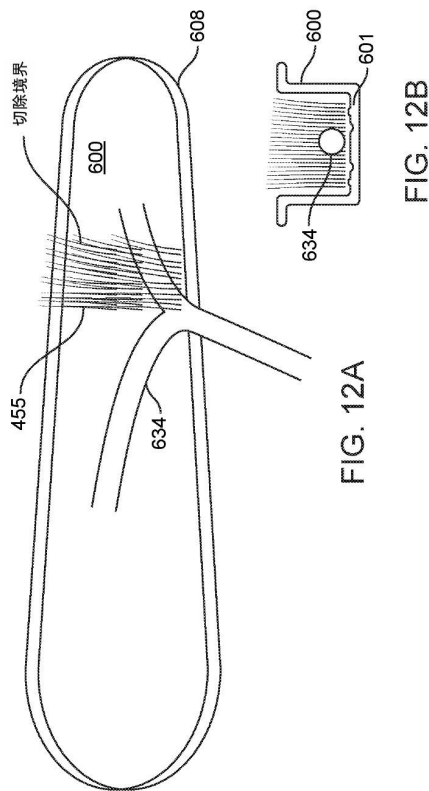
【図 10】



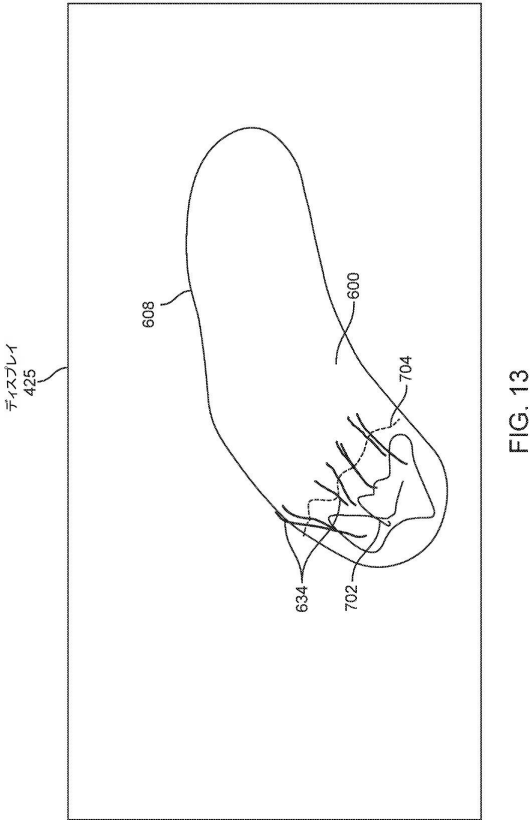
【図 11】



【図 12】



【図 13】



10

20

30

40

50

【 図 1 4 】

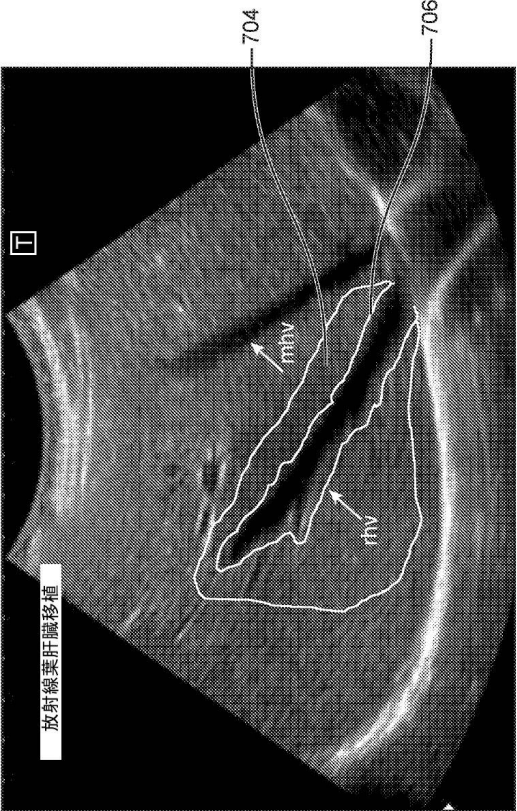


FIG. 14

【 図 1 5 】

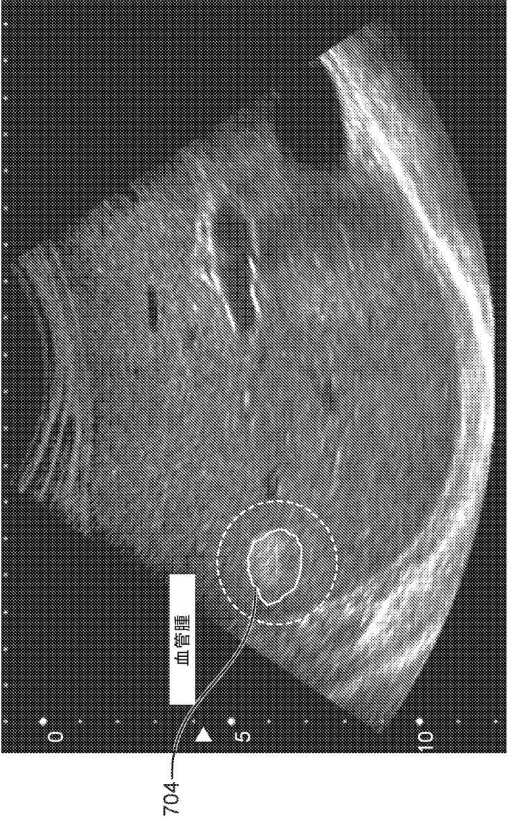


FIG. 15

【 図 1 6 】

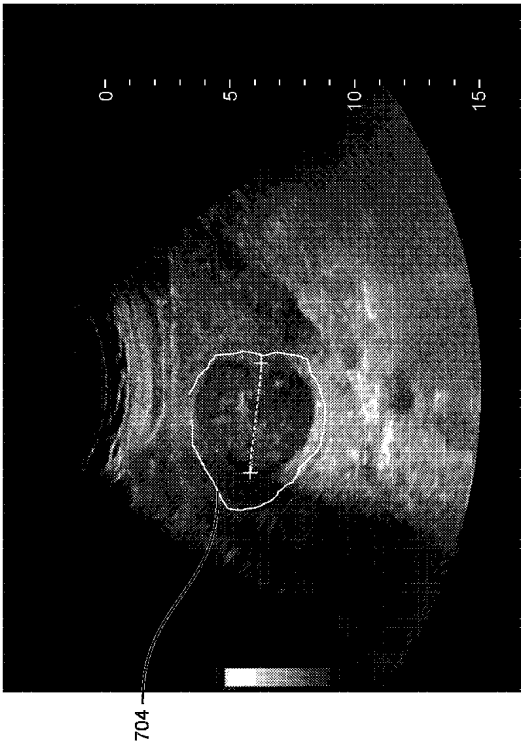


FIG. 16

【 図 1 7 】

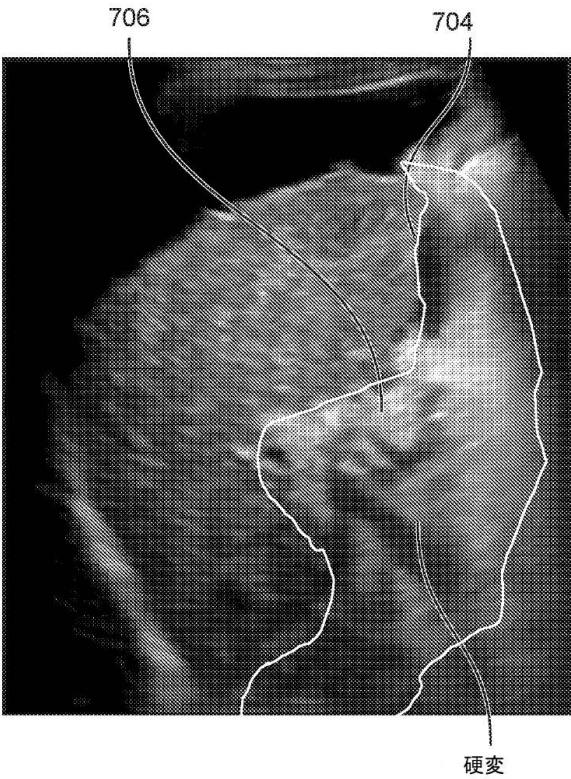


FIG. 17

10

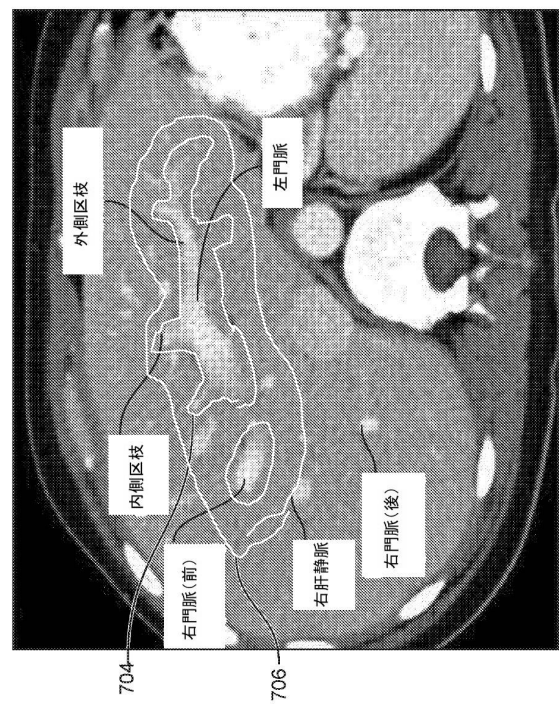
20

30

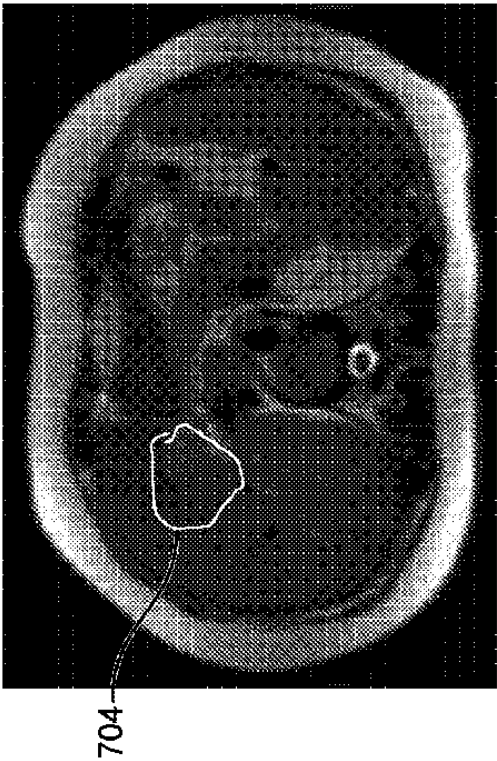
40

50

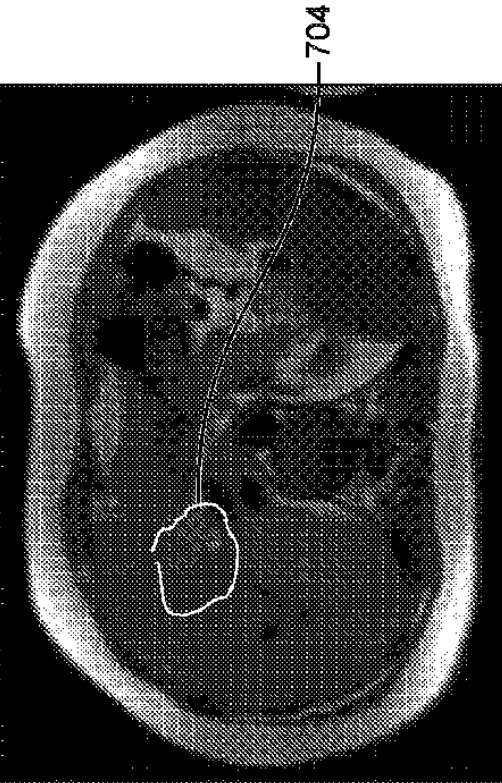
【 図 1 8 】



【 図 1 9 A 】



【 図 1 9 B 】



【 図 1 9 C 】



10

20

30

40

50

【図 19 D】



FIG. 19D

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 20/58884																														
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC - A61B 8/00; A61B 8/12 (2020.01) CPC - A61B 1/00147; A61B 1/00149; A61B 1/015; A61B 17/320016; A61B 17/32; A61B 2017/00725; A61B 2034/2048; A61B 2034/2046; A61B 2034/2055; A61B 2034/2059; A61B 2034/2065; A61B 2034/301; A61B 2034/303; A61B 2090/064; A61B 2090/065; A61B 2090/378; A61B 90/50; A61B 90/57; A61B 2090/571; A61B 2217/005; A61B 2217/002; A61B 2217/007; A61B 34/20 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																																
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) See Search History document Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History document Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History document																																
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2019/0105023 A1 (PROCEPT23 BioRobotics Corporation) 11 April 2019 (11.04.2019), entire document, especially Fig 1-7A; para [0048]-[0078]</td> <td>1, 3-4, 6-7, 17-19, 21-28, 32-33, 38/(1, 3-4, 6-7, 17-28, 32-33)</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>2, 8-15, 20, 38/(2, 8-15, 20)</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2019/0336238 A1 (Auris Health, Inc.) 07 November 2019 (07.11.2019), entire document, especially Fig 1, 20A-20B, 30C; para [0081], [0160]-[0161] and [0224]</td> <td>1, 5, 16, 28-31, 38/(1, 5, 16, 28-31)</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>2 and 38/(2)</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2018/0263647 A1 (PROCEPT BIROBOTICS CORPORATION) 20 September 2018 (20.09.2018), entire document, especially Fig 13A-13B, 21A-21I and 61; para [0201]-[0206], [0303]-[0319] and [0450]-[0454]</td> <td>1, 34-37, 38/(1, 34-37)</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>8-15, 38/(8-15)</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 4,932,956 A (Reddy et al.) 12 June 1990 (12.06.1990), entire document, especially Fig 1; col 3, ln 59 - col 4, ln 7</td> <td>20, 38/(20)</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 9,737,371 B2 (AURIS SURGICAL ROBOTICS, INC.) 22 August 2017 (22.08.2017), entire document</td> <td>1-38</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016/0262827 A1 (COVIDIEN LP) 15 September 2016 (15.09.2016), entire document</td> <td>1-38</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 2019/0105023 A1 (PROCEPT23 BioRobotics Corporation) 11 April 2019 (11.04.2019), entire document, especially Fig 1-7A; para [0048]-[0078]	1, 3-4, 6-7, 17-19, 21-28, 32-33, 38/(1, 3-4, 6-7, 17-28, 32-33)	Y		2, 8-15, 20, 38/(2, 8-15, 20)	X	US 2019/0336238 A1 (Auris Health, Inc.) 07 November 2019 (07.11.2019), entire document, especially Fig 1, 20A-20B, 30C; para [0081], [0160]-[0161] and [0224]	1, 5, 16, 28-31, 38/(1, 5, 16, 28-31)	Y		2 and 38/(2)	X	US 2018/0263647 A1 (PROCEPT BIROBOTICS CORPORATION) 20 September 2018 (20.09.2018), entire document, especially Fig 13A-13B, 21A-21I and 61; para [0201]-[0206], [0303]-[0319] and [0450]-[0454]	1, 34-37, 38/(1, 34-37)	Y		8-15, 38/(8-15)	Y	US 4,932,956 A (Reddy et al.) 12 June 1990 (12.06.1990), entire document, especially Fig 1; col 3, ln 59 - col 4, ln 7	20, 38/(20)	A	US 9,737,371 B2 (AURIS SURGICAL ROBOTICS, INC.) 22 August 2017 (22.08.2017), entire document	1-38	A	US 2016/0262827 A1 (COVIDIEN LP) 15 September 2016 (15.09.2016), entire document	1-38
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																														
X	US 2019/0105023 A1 (PROCEPT23 BioRobotics Corporation) 11 April 2019 (11.04.2019), entire document, especially Fig 1-7A; para [0048]-[0078]	1, 3-4, 6-7, 17-19, 21-28, 32-33, 38/(1, 3-4, 6-7, 17-28, 32-33)																														
Y		2, 8-15, 20, 38/(2, 8-15, 20)																														
X	US 2019/0336238 A1 (Auris Health, Inc.) 07 November 2019 (07.11.2019), entire document, especially Fig 1, 20A-20B, 30C; para [0081], [0160]-[0161] and [0224]	1, 5, 16, 28-31, 38/(1, 5, 16, 28-31)																														
Y		2 and 38/(2)																														
X	US 2018/0263647 A1 (PROCEPT BIROBOTICS CORPORATION) 20 September 2018 (20.09.2018), entire document, especially Fig 13A-13B, 21A-21I and 61; para [0201]-[0206], [0303]-[0319] and [0450]-[0454]	1, 34-37, 38/(1, 34-37)																														
Y		8-15, 38/(8-15)																														
Y	US 4,932,956 A (Reddy et al.) 12 June 1990 (12.06.1990), entire document, especially Fig 1; col 3, ln 59 - col 4, ln 7	20, 38/(20)																														
A	US 9,737,371 B2 (AURIS SURGICAL ROBOTICS, INC.) 22 August 2017 (22.08.2017), entire document	1-38																														
A	US 2016/0262827 A1 (COVIDIEN LP) 15 September 2016 (15.09.2016), entire document	1-38																														
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.																																
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																																
Date of the actual completion of the international search 10 December 2020		Date of mailing of the international search report 01 FEB 2021																														
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Lee Young Telephone No. PCT Helpdesk: 571-272-4300																														

フロントページの続き

,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,D
K,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),O
A(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,B
B,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD
,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,
LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,
RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,Z
W

弁護士 山本 健策

(72)発明者 ステイド, ケビン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01852, ローエル, ダットン ストリート 265

(72)発明者 マントリ, スラグ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94303, イースト パロ アルト, テイト ストリート 1944

(72)発明者 アルジュリ, ニコライ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94010, ヒルズバラ, サウスダウン ロード 1212

Fターム (参考) 4C160 FF23 JJ12 JJ15