

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6938634号
(P6938634)

(45) 発行日 令和3年9月22日(2021.9.22)

(24) 登録日 令和3年9月3日(2021.9.3)

| | |
|-------------------------|-----------------|
| (51) Int. Cl. | F I |
| A 6 1 B 34/30 (2016.01) | A 6 1 B 34/30 |
| A 6 1 B 34/35 (2016.01) | A 6 1 B 34/35 |
| A 6 1 B 90/40 (2016.01) | A 6 1 B 90/40 |
| B 2 5 J 15/04 (2006.01) | B 2 5 J 15/04 A |

請求項の数 14 (全 47 頁)

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2019-529255 (P2019-529255) | (73) 特許権者 | 516133124 |
| (86) (22) 出願日 | 平成29年12月19日 (2017.12.19) | | バーブ サージカル インコーポレイテッド |
| (65) 公表番号 | 特表2020-511178 (P2020-511178A) | | Verb Surgical Inc. |
| (43) 公表日 | 令和2年4月16日 (2020.4.16) | | アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ グレート アメリカ パークウェイ 5490 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2017/067320 | (74) 代理人 | 100088605 |
| (87) 国際公開番号 | W02018/118922 | | 弁理士 加藤 公延 |
| (87) 国際公開日 | 平成30年6月28日 (2018.6.28) | (74) 代理人 | 100130384 |
| 審査請求日 | 令和1年5月30日 (2019.5.30) | | 弁理士 大島 孝文 |
| (31) 優先権主張番号 | 62/436,957 | (72) 発明者 | シェイブ チャールズ ジェイ. |
| (32) 優先日 | 平成28年12月20日 (2016.12.20) | | アメリカ合衆国 オハイオ州 45140 ラブランド ドンウィドル ドライブ 11329 |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国 (US) | | 最終頁に続く |
| (31) 優先権主張番号 | 62/436,965 | | |
| (32) 優先日 | 平成28年12月20日 (2016.12.20) | | |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国 (US) | | |

(54) 【発明の名称】 ロボット外科用システムで使用するための無菌アダプタ制御システム及び通信インターフェース

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボット外科用システムで使用するためのシステムであって、
無菌アダプタを介して、外科用ツールに取り付けられるように構成されたツールドライバであって、

第1の光導波路を備える第1のハウジングと、

前記第1の光導波路に結合され、光を放射するように構成された照明源であって、前記第1の光導波路が、前記光を前記無菌アダプタに伝搬するように構成された、照明源と

前記第1のハウジングによって支持され、前記無菌アダプタを介して前記外科用ツールにトルクを伝達するように構成された、少なくとも1つの回転可能な出力ドライブと、

前記ツールドライバと前記無菌アダプタとの間の第1の取り付け状態に対応する第1のセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの無菌アダプタセンサ、及び前記ツールドライバと前記外科用ツールとの間の第2の取り付け状態に対応する第2のセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの外科用ツールセンサを備え、前記少なくとも1つの無菌アダプタセンサは、前記ツールドライバと前記外科用ツールとの間の完全な動作可能な結合の不存在における前記第1のセンサ信号を生成するように動作可能である、ツールドライバと、

前記ツールドライバに結合されたコントローラであって、前記コントローラが、プロセッサ及びメモリを備え、前記コントローラが、

10

20

前記第 1 及び第 2 のセンサ信号のうちの少なくとも 1 つを、前記少なくとも 1 つの無菌アダプタセンサ及び前記少なくとも 1 つの外科用ツールセンサのうちの少なくとも 1 つから受信すること、

前記第 1 及び第 2 のセンサ信号のうちの少なくとも 1 つを使用して、取り付けデータを生成することであって、前記取り付けデータが、前記ツールドライバ、前記無菌アダプタ、及び前記外科用ツールの間の少なくとも 1 つの取り付け状態を含む、生成すること、並びに

前記取り付けデータを使用して、前記ツールドライバを制御すること、を行うように構成される、コントローラと、を備える、システム。

【請求項 2】

10

前記コントローラは、前記取り付け状態が、前記無菌アダプタと前記ツールドライバとの間、又は前記外科用ツールと前記無菌アダプタとの間の部分的な取り付けを含むときに、前記ツールドライバの出力ドライブを作動させるように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記コントローラは、前記取り付け状態が、前記外科用ツールの前記無菌アダプタ及び前記ツールドライバへの完全な取り付けを含むときに、前記ツールドライバの出力ドライブを作動させて、前記外科用ツールを作動させるように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

20

前記コントローラは、前記取り付け状態が、前記ツールドライバ、前記無菌アダプタ、及び前記外科用ツールの間の取り外し及び不適切な取り付けのうちの 1 つを含むときに、前記ツールドライバの出力ドライブを阻害するように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記無菌アダプタセンサが、近接センサ、トルクセンサ、及び回転エンコーダのうちの少なくとも 1 つを含み、前記外科用ツールセンサが、近接センサを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記コントローラが、前記取り付けデータを操作者に出力するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 7】

ツールドライバに結合されたコントローラを含むロボット外科用システムを動作させる方法であって、

前記コントローラによって、前記ツールドライバと無菌アダプタとの間の第 1 の取り付け状態に対応する第 1 のセンサ信号を生成するように構成された、無菌アダプタセンサ、及び前記ツールドライバと外科用ツールとの間の第 2 の取り付け状態に対応する第 2 のセンサ信号を生成するように構成された、外科用ツールセンサのうちの少なくとも 1 つによって生成された少なくとも 1 つのセンサ信号を受信することと、

前記コントローラによって、前記第 1 及び第 2 のセンサ信号のうちの少なくとも 1 つを使用して、取り付けデータを生成することであって、前記取り付けデータが、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間の少なくとも 1 つの取り付け状態を含む、生成することと、

40

前記コントローラによって、前記取り付けデータを使用して、前記ツールドライバを制御することと、を含み、

前記ツールドライバが、

第 1 の光導波路を備える第 1 のハウジングと、

前記第 1 の光導波路に結合され、光を放射するように構成された照明源であって、前記第 1 の光導波路が、前記光を前記無菌アダプタに伝搬するように構成された、照明源と、

前記第 1 のハウジングによって支持され、前記無菌アダプタを介して前記外科用ツール

50

にトルクを伝達するように構成された、少なくとも1つの回転可能な出力ドライブと、を備える、
方法。

【請求項8】

前記ツールドライバを制御することが、前記ツールドライバの出力ドライブを作動させること、及び前記取り付け状態を操作者に通知することのうちの1つ以上を含む、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記ツールドライバを制御することは、前記取り付け状態が、前記無菌アダプタと前記ツールドライバとの間、又は前記外科用ツールと前記無菌アダプタとの間の部分的な取り付けを含むときに、前記ツールドライバの出力ドライブを作動させることを含む、請求項7に記載の方法。

10

【請求項10】

前記ツールドライバを制御することは、前記取り付け状態が、前記外科用ツールの前記無菌アダプタ及び前記ツールドライバへの完全な取り付けを含むときに、前記ツールドライバの出力ドライブを作動させて、前記外科用ツールを作動させることを含む、請求項7に記載の方法。

【請求項11】

前記ツールドライバを制御することは、前記取り付け状態が、前記ツールドライバ、前記無菌アダプタ、及び前記外科用ツールの間の取り外し及び不適切な取り付けのうちの1つを含むときに、前記ツールドライバの出力ドライブを阻害することを含む、請求項7に記載の方法。

20

【請求項12】

前記ツールドライバが、

前記無菌アダプタを介して、前記外科用ツールに取り付けるように構成された第1のハウジングであって、前記第1のハウジングが、前記第1のハウジングの表面から延在し、前記表面から離れる方向に付勢するように構成された、少なくとも1つの突起部を備え、前記突起部が、少なくとも1つの前記外科用ツールセンサを備える、第1のハウジングと、

前記第1のハウジングによって支持され、前記無菌アダプタを介して、前記外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成された、少なくとも1つの回転可能な出力ドライブと、を備える、請求項1に記載のシステム。

30

【請求項13】

前記ツールドライバが、

前記無菌アダプタに結合するように構成されたハウジングであって、前記無菌アダプタ上の対応するツールドライバ係合機構と嵌合可能な無菌アダプタ係合機構、及び少なくとも1つの前記無菌アダプタセンサを備える、ハウジングと、

前記ハウジングによって支持され、前記無菌アダプタを介して、外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成された、少なくとも1つの回転可能な出力ドライブと、を備える、請求項1に記載のシステム。

40

【請求項14】

前記ツールドライバが、

前記無菌アダプタを介して、前記外科用ツールに取り付けられるように構成された第1のハウジングと、

前記第1のハウジングによってそれぞれ支持された、対応する回転可能な出力ドライブディスクに結合された少なくとも1つの出力ドライブであって、前記出力ドライブが、前記無菌アダプタを介して、前記外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成された、少なくとも1つの出力ドライブと、

前記外科用ツールと無線通信し、前記出力ドライブディスクの平面内に実質的に配置されるように構成された、第1の電子通信装置と、を備える、請求項1に記載のシステム。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】****関連出願の相互対照**

本出願は、2016年12月20日に出願された米国特許出願第62/436,957号、2016年12月20日に出願された米国特許出願第62/436,965号、2016年12月20日に出願された米国特許出願第62/436,974号、及び2016年12月20日に出願された米国特許出願第62/436,981号に対する優先権を主張し、それぞれの内容は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

本発明は、概して、ロボット外科用システムの一部の周囲に無菌バリアを生成するための無菌アダプタを含むが、これらに限定されないロボット外科用システムに関する。

10

【背景技術】**【0002】**

腹腔鏡外科手術のような最小侵襲外科手術 (Minimally - Invasive Surgery, MIS) は、外科的処置中の組織損傷を低減することを目的とする技術を含む。例えば、腹腔鏡処置は、典型的には、(例えば、腹部において)患者における多数の小さな切開部を生じさせることを伴い、かつ切開部を介して、患者内へと1種以上の器具及び少なくとも1種の内視鏡カメラを導入することを伴う。外科的処置は、次に、カメラにより提供される視覚化補助を伴い、導入された器具を使用することにより実施される。一般的に、MISは、患者の癒痕化を減少させる、患者の痛みを軽減する、患者の回復期間を短縮する、及び患者の回復と関連付けられた薬物療法のコストを低減するなどの、複数の利点を提供する。

20

【0003】

MISは、非ロボットシステム又はロボットシステムで実行されてもよい。操作者からのコマンドに基づいてツールを操作するためのロボットアームを含み得る従来のロボットシステムは、外科医に対する要求を低減しながら、MISの多くの利益を提供することができる。このようなロボットシステムの制御は、ユーザーからの操作又はコマンドをロボットシステムの制御に変換する1つ以上のユーザーインターフェース装置を介して、ユーザー(例えば、外科医又は他の操作者)からの制御入力が必要とする場合がある。例えば、ユーザーコマンドにตอบสนองして、1つ以上のモータを有するツールドライバは、外科用ツールが患者の手術部位に位置付けられたときに、外科用ツールの1つ以上の自由度を作動させることができる。

30

【0004】

従来の外科的処置と同様に、ロボットMISの間、術野内の無菌環境を維持することが重要である。しかしながら、ツールドライバの様々な構成要素(例えば、モータ、エンコーダ、センサなど)及びロボット外科用システムの他の態様は、一般に、熱などの従来の滅菌方法を使用して、実用的に滅菌され得ない。無菌性を維持するための1つの解決策は、ツールドライバ(及びロボットアームなどの外科用分野に現れ得る他のシステム構成要素)と外科用ツールとの間に無菌バリアを提供することであり、それによって、ツールドライバのための「非滅菌」側、及び外科用ツールのための「滅菌」側を提供することである。しかしながら、無菌バリアは、一般的に、ツールドライバが外科用ツールを作動させる方法に干渉するべきではない。更に、ツールドライバが外科的処置を通して異なる外科用ツールを作動させる必要があり得るため、無菌バリアは、無菌バリアを損なうことなく、単純かつ効率的な外科用ツールのツールドライバ上での交換 (exchange) 又は交換 (swapping) を容易にし得る。外科用ツールのツールドライバへの適切な係合及び取り付けは、無菌バリアの形成を補助することができる。したがって、ロボット手術で使用するための無菌アダプタに関連する追加のシステム、装置、及び方法を提供することが望ましい場合がある。

40

【発明の概要】**【課題を解決するための手段】**

50

【0005】

本明細書に記載されるのは、ロボット外科用システムを制御するためのツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツール間の1つ以上の取り付け状態を決定して、システムへの無菌アダプタの適切な係合、及び無菌バリアの形成を促進するためのシステム、装置、及び方法である。これらのシステム及び方法はまた、操作者及び/又は他のユーザーがシステムの取り付け状態及び係合状態を効率的に理解するのを助けるために、無菌バリアの状態及びロボット外科用システムの動作を伝達するために使用されてもよい。本明細書に記載されるシステム及び方法は、例えば、無菌アダプタ、外科用ツール、及びツールドライバの間の適切な取り付けを手動で確認するために操作者に依存する代わりに、無菌アダプタ及び外科用ツール係合を実行する際に操作者を案内するために使用されてもよい。

10

【0006】

一般に、ロボット外科用システムで使用するための本明細書に記載されるシステム及び方法は、無菌アダプタ及び外科用ツールに結合するように構成されたツールドライバを使用することができる。ツールドライバは、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上の間の取り付け状態（例えば、存在、係合、取り付け、係合解除、取り外し、非存在など）に対応する少なくとも1つのセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの無菌アダプタセンサ及び外科用ツールセンサを含んでもよい。コントローラは、ツールドライバに結合されてもよく、コントローラは、プロセッサ及びメモリを含んでもよい。いくつかの変形例では、コントローラは、少なくとも1つのセンサ信号を受信し、センサ信号を使用して取り付けデータを生成するように構成されてもよい。取り付けデータは、ツールドライバと、無菌アダプタと、外科用ツールとの間の少なくとも1つの取り付け状態を含み得る。ツールドライバは、取り付けデータを使用して制御されてもよい。無菌バリアを形成する1つ以上の工程は、センサ信号から生成された取り付けデータに基づいて、システムによって自動的に実行されてもよい。これらの特徴は、例えば、外科用ツールの切り替えプロセスを改善し、無菌アダプタ及び外科用ツールをツールドライバに係合させるために適切な取り付けシーケンスが続くことを確実にすることによって、無菌バリアを形成する操作者のエラーを低減することができる。いくつかの変形例では、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間の完全な取り付けが決定されたときに、ツールドライバによって外科用ツールを作動させることができ、又は外科用ツールは、1つ以上のシステム構成要素が検知されていない及び/又は不適切に取り付けられているときに、ツールドライバによる作動を阻害され得る。

20

30

【0007】

いくつかの変形例では、ロボット外科用システムは、無菌アダプタを介して外科用ツールに取り付けるように構成された、第1のハウジングを備えるツールドライバを含んでもよい。第1のハウジングは、第1のハウジングの表面から延在し、表面から離れる方向に付勢するように構成された少なくとも1つの突起部を備えてもよい。突起部は、ツールドライバと外科用ツールとの間に少なくとも1つの取り付け状態を含むセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの第1の外科用ツールセンサを備えてもよい。少なくとも1つの回転可能な出力ドライブは、第1のハウジングによって支持されてもよく、無菌アダプタを介して外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成されてもよい。

40

【0008】

いくつかの変形例では、第1の外科用ツールセンサは、突起部の第1の端部に結合された磁石と、突起部の第2の端部に結合された磁場変換器とを備える近接センサを備えてもよい。突起部は、一対の回転可能な出力ドライブの間に配置されてもよい。第1のハウジングは、左右対称な配設で配設された複数の突起部を備えてもよい。突起部は、適合性材料を含んでもよい。突起部は、コイルばね及び板ばねのうちの少なくとも1つを備えてもよい。第2の外科用ツールセンサは、第1のハウジングの遠位端に配置されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかにおいて、第2の外科用ツールセンサは、磁場変換器を備える近接センサを備えてもよい。

50

【0009】

いくつかの変形例では、外科用ツールは、無菌アダプタに取り付けられるように構成された第2のハウジングを備えてもよい。第2のハウジングは、磁気突起部を含む無菌アダプタ係合機構を備えてもよい。少なくとも1つの入力ドライブは、第2のハウジングによって支持されてもよく、無菌アダプタを介してツールドライバの出力ドライブから伝達されるトルクを受容するように構成されてもよい。エンドエフェクタは、第2のハウジングから延在し、入力ドライブに動作可能に結合されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかにおいて、磁気突起部は、第1のテーパ面と、第1のテーパ面とは反対側の第2のテーパ面とを備えてもよい。これらの変形例のうちのいくつかにおいて、外科用ツールの遠位端は、無菌アダプタ係合機構を備えてもよい。

10

【0010】

いくつかの変形例では、ロボット外科用システムで使用するためのツールドライバは、無菌アダプタに結合するように構成されたハウジングを備えてもよい。ハウジングは、無菌アダプタ上の対応するツールドライバ係合機構と嵌合可能な無菌アダプタ係合機構と、ツールドライバ係合機構がその対応する無菌アダプタ係合機構と嵌合するときセンサ信号を生成するように構成された無菌アダプタセンサと、を備えてもよい。少なくとも1つの回転可能な出力ドライブは、ハウジングによって支持され、無菌アダプタを介して外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成されてもよい。

【0011】

いくつかの変形例では、ハウジングの遠位端は、無菌アダプタ係合機構及び無菌アダプタセンサを備えてもよい。無菌アダプタ係合機構は、凹部及び突起部のうちの1つ以上を備えてもよい。無菌アダプタセンサは、ツールドライバ係合機構が無菌アダプタセンサと接触するときセンサ信号を生成するように構成されてもよい。

20

【0012】

いくつかの変形例では、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上は、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間で取り付け状態を操作者に視覚的に伝達するように構成された光導波路をそれぞれ含む、それぞれのハウジングを備えてもよい。更に、ツールドライバは、光を無菌アダプタ及び外科用ツールに伝搬するように構成された光導波路に結合された照明源を含み得る。ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの互いへの取り付けは、ツールドライバによって生成された光がツールドライバ及び無菌アダプタを通った伝搬を介して外科用ツールの光導波路によって出力され得るように、それらの対応する光導波路と一緒に機械的に結合することができる。これらの特徴は、外科用システムの取り付け状態の直感的な指示を操作者に提供して、効率的なツールの切り替え及び無菌バリア形成を促進することができる。

30

【0013】

いくつかの変形例では、ツールドライバは、ツールドライバと外科用ツールとの間の取り付け状態に対応する少なくとも1つのセンサ信号を生成するように構成された、1つ以上の外科用ツールセンサを含んでもよい。例えば、外科用ツールセンサは、ツールドライバ内の1つ以上の付勢ペグ又は他の突起部内に配置されてもよく、1つ以上の付勢ペグは、無菌アダプタに接触し、ペグの少なくとも一部分をツールドライバから離れるように、かつ外科用ツールに向かって付勢するように構成されてもよい。外科用ツールセンサは、付勢ペグの所定の部分に配置されてもよく、センサ信号を生成するように構成されてもよい。センサ信号は、処理及び分析のために（例えば、ツールドライバと外科用ツールとの間の取り付け状態を決定するために）、コントローラに送信されてもよい。追加的に又は代替的に、外科用ツールは、外科用ツールの無菌アダプタへの取り付けを補助するように構成された磁気突起部を備える、少なくとも1つの無菌アダプタ係合機構を含んでもよい。磁気突起部は、センサ信号を生成するために、別の外科用ツールセンサによって検知されてもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバは、無菌アダプタ及びツールドライバのそれぞれの1つ以上の係合機構が嵌合するとき、センサ信号を生成するように構成された少なくとも1つの無菌アダプタセンサを含んでもよい。

40

50

【0014】

いくつかの変形例では、ロボット外科用システムは、無菌アダプタを介して外科用ツールに取り付けるように構成された第1のハウジングを備える、ツールドライバを含んでもよい。第1のハウジングは、第1のハウジングの表面から延在し、表面から離れる方向に付勢するように構成された少なくとも1つの突起部を備えてもよい。突起部は、ツールドライバと外科用ツールとの間に少なくとも1つの取り付け状態を含むセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの第1の外科用ツールセンサを備えてもよい。少なくとも1つの回転可能な出力ドライブは、第1のハウジングによって支持されてもよく、無菌アダプタを介して外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成されてもよい。

10

【0015】

いくつかの変形例では、第1の外科用ツールセンサは、突起部の第1の端部に結合された磁石と、突起部の第2の端部に結合された磁場変換器とを備える近接センサを備えてもよい。突起部は、一対の回転可能な出力ドライブの間に配置されてもよい。第1のハウジングは、左右対称な配設で配設された複数の突起部を備えてもよい。突起部は、適合性材料を含んでもよい。突起部は、コイルばね及び板ばねのうちの少なくとも1つを備えてもよい。第2の外科用ツールセンサは、第1のハウジングの遠位端に配置されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかにおいて、第2の外科用ツールセンサは、磁場変換器を備える近接センサを備えてもよい。

20

【0016】

いくつかの変形例では、外科用ツールは、無菌アダプタに取り付けられるように構成された第2のハウジングを備えてもよい。第2のハウジングは、磁気突起部を含む無菌アダプタ係合機構を備えてもよい。少なくとも1つの入力ドライブは、第2のハウジングによって支持されてもよく、無菌アダプタを介してツールドライバの出力ドライブから伝達されるトルクを受容するように構成されてもよい。エンドエフェクタは、第2のハウジングから延在し、入力ドライブに動作可能に結合されてもよい。

【0017】

いくつかの変形例において、磁気突起部は、第1のテーパ面と、第1のテーパ面とは反対側の第2のテーパ面とを備えてもよい。これらの変形例のうちのいくつかにおいて、外科用ツールの遠位端は、無菌アダプタ係合機構を備える。

30

【0018】

いくつかの変形例では、ロボット外科用システムで使用するためのツールドライバは、無菌アダプタに結合するように構成されたハウジングを備えてもよい。ハウジングは、無菌アダプタ上の対応するツールドライバ係合機構と嵌合可能な無菌アダプタ係合機構と、ツールドライバ係合機構がその対応する無菌アダプタ係合機構と嵌合するときにセンサ信号を生成するように構成された無菌アダプタセンサと、を備えてもよい。少なくとも1つの回転可能な出力ドライブは、ハウジングによって支持され、無菌アダプタを介して外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかにおいて、ハウジングの遠位端は、無菌アダプタ係合機構及び無菌アダプタセンサを備えてもよい。無菌アダプタ係合機構は、凹部及び突起部のうちの1つ以上を備えてもよい。無菌アダプタセンサは、ツールドライバ係合機構が無菌アダプタセンサと接触するときにセンサ信号を生成するように構成されてもよい。

40

【0019】

いくつかの変形例では、ツールドライバ及び外科用ツールのそれぞれのハウジングは、外科用ツールが無菌アダプタ及びツールドライバに取り付けられたときに、互いに近接して位置し得るそれぞれの電子通信装置を支持するための部分を画定してもよい。電子通信装置間の近接性は、信号干渉を低減し、電力効率を向上させ、ツールドライバ及び外科用ツール内に配置された電子装置間の無線電力伝達を可能にすることができる。例えば、ツールドライバの電子通信装置は、ツールドライバの回転可能な出力ドライブディスクと同じ平面内にあってもよい。外科用ツールの対応する電子通信装置は、ツールドライバに面

50

する側の外科用ツールハウジングの突起部に配置されてもよい。ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールが互いに取り付けられると、信号対雑音比 (Signal - to - Noise Ratio、SNR) 及び電力伝達効率のうちの1つ以上を改善するために、最小化されていない場合に、電子通信装置間の距離を低減することができる。

【0020】

いくつかの変形例では、ロボット外科用システムは、無菌アダプタを介して外科用ツールに取り付けるように構成された第1のハウジングを備える、ツールドライバを含んでもよい。少なくとも1つの出力ドライブは、対応する回転可能な出力ドライブディスクに結合されてもよく、それぞれ第1のハウジングによって支持される。出力ドライブは、無菌アダプタを介して、外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成されてもよい。第1の電子通信装置は、外科用ツールと無線通信し、実質的に出力ドライブディスクの平面内に配置されるように構成されてもよい。

10

【0021】

いくつかの変形例では、外科用ツールは、無菌アダプタに結合するように構成された第2のハウジングを備えてもよい。第2のハウジングは、突起部と、ツールドライバと無線通信するように構成された第2の電子通信装置とを備えてもよい。第2の電子通信装置は、突起部内に配置されてもよい。エンドエフェクタは、第2のハウジングから延在し、入力ドライブに動作可能に結合されてもよい。入力ドライブは、第2のハウジングによって支持されてもよく、無菌アダプタを介してツールドライバの出力ドライブから伝達されるトルクを受容するように構成されてもよい。

20

【0022】

いくつかの変形例では、無菌アダプタは、ツールドライバと外科用ツールとの間に介挿されるように構成されたフレームを備えてもよい。プレートアセンブリは、フレームに結合されてもよい。フレームは、外科用ツールが無菌アダプタに取り付けられ、プレートアセンブリがツールドライバに向かって付勢されるとき、外科用ツールの突起部をプレートアセンブリの平面内で実質的に支持するように構成された通信部分を備えてもよい。少なくとも1つの回転可能なカプラは、プレートアセンブリによって支持され、ツールドライバの出力ドライブから外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成されてもよい。

【0023】

第1のハウジングの近位端は、第1の電子通信装置を支持するように構成されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかにおいて、外科用ツールの近位端は、突起部を備えてもよい。これらの変形例のうちのいくつかにおいて、フレームの近位端は、通信部分を含んでもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】ツールドライバ、無菌アダプタ、無菌バリア、及び外科用ツールを示す、ロボット外科用システムの一部の例示的な概略図である。

【図2】ロボット外科用制御システムの例示的な状態図である。

【図3A】ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上を示す、ロボット外科用システムの変形例の斜視図である。図3Aは、ツールドライバの斜視図である。

40

【図3B】ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上を示す、ロボット外科用システムの変形例の斜視図である。図3Bは、ツールドライバに結合された無菌アダプタの斜視図である。

【図3C】ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上を示す、ロボット外科用システムの変形例の斜視図である。図3Cは、無菌アダプタ及びツールドライバに結合された外科用ツールの斜視図である。

【図4A】種々の構成のツールドライバの変形例の例示的な図である。図4Aは、ツールドライバの平面図である。

50

【図 4 B】種々の構成のツールドライバの変形例の例示的な図である。図 4 B は、図 4 A に示したツールドライバの断面側面図である。

【図 4 C】種々の構成のツールドライバの変形例の例示的な図である。図 4 C は、図 4 A に示したツールドライバの断面側面図である。

【図 4 D】種々の構成のツールドライバの変形例の例示的な図である。図 4 D は、図 4 B ~ 図 4 C のそれぞれの詳細な断面側面図である。

【図 4 E】種々の構成のツールドライバの変形例の例示的な図である。図 4 E は、図 4 B ~ 図 4 C のそれぞれの詳細な断面側面図である。

【図 5 A】ツールドライバ及び外科用ツールの変形例の例示的な図である。図 5 A は、ツールドライバの平面図である。

10

【図 5 B】ツールドライバ及び外科用ツールの変形例の例示的な図である。図 5 B は、図 5 A に示したツールドライバの断面側面図である。

【図 5 C】ツールドライバ及び外科用ツールの変形例の例示的な図である。図 5 C は、図 5 B に示した外科用ツール及びツールドライバの詳細な断面側面図及び一部分である。

【図 6 A】無菌アダプタ及び外科用ツールのいくつかの変形例の例示的な図である。図 6 A は、無菌アダプタ及び外科用ツールの一変形例の断面側面図である。

【図 6 B】無菌アダプタ及び外科用ツールのいくつかの変形例の例示的な図である。図 6 B は、無菌アダプタ及び外科用ツールの別の変形例の詳細な断面側面図である。

【図 7 A】ツールドライバ及び無菌アダプタの変形例の例示的な図である。図 7 A は、無菌アダプタに結合されたツールドライバの平面図である。

20

【図 7 B】ツールドライバ及び無菌アダプタの変形例の例示的な図である。図 7 B は、図 7 A に示したツールドライバ及び無菌アダプタの断面側面図である。

【図 7 C】ツールドライバ及び無菌アダプタの変形例の例示的な図である。図 7 C は、図 7 B に示したツールドライバ及び無菌アダプタの詳細な断面側面図である。

【図 8】それぞれの電子通信装置を含むツールドライバ及び外科用ツールの変形例の詳細な断面側面図である。

【図 9 A】ロボット外科用システムの変形例の概略的なブロック図である。

【図 9 B】ロボット外科用システムの変形例の概略的なブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

30

本明細書では、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールを使用してロボット外科用システムを制御するためのシステム、装置、及び方法が記載される。概して図 1 の概略図に示されるように、ロボット外科用システム(10)は、外科用ツール(120)を作動させるように構成されたツールドライバ(100)を備え得る。ツールドライバ(100)の1つ以上のドライブ出力部(102)は、例えば、外科用ツール(120)の近位部分(122)上の1つ以上のドライブ入力部(図示せず)を作動させて、それにより、ツールシャフト(124)の遠位端に位置するエンドエフェクタ(図示せず)の動き(例えば、把持、切断)を引き起こしてもよい。加えて、無菌バリア(150)は、ツールドライバ(100)と外科用ツール(120)との間に配置されてもよく、ツールドライバ(100)を含む内部の非無菌側と、例えば、無菌外科部位に位置し得る外科用ツール(120)を含む外部の無菌側との間にバリアを形成してもよい。無菌バリア(150)は、例えば、少なくともツールドライバ(100)を覆うように構成された滅菌ドレープ(130)と、無菌ドレープ(130)に結合され、かつツールドライバ(100)と外科用ツール(120)との間に位置する無菌アダプタ(110)と、を含んでもよい。無菌アダプタ(110)は、ツールドライバ(100)の少なくとも1つのドライブ出力部(102)から外科用ツール(120)の少なくとも1つのドライブ入力部に、作動力(例えば、回転トルク、直線運動)を伝達するか、又は別の方法で伝送するように構成されてもよい。ツールドライバ(100)、無菌アダプタ(110)、及び外科用ツール(120)の実施例は、本明細書でより詳細に説明される。

40

【0026】

50

一般に、本明細書に記載されるシステム及び方法は、無菌アダプタ及び外科用ツールをツールドライバに取り付けることを含み得る。ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上に配置された1つ以上のセンサは、取り付けプロセスを監視及び進めるために使用されるセンサ信号を生成するように構成されてもよい。例えば、ツールドライバへの無菌アダプタの取り付けは、ツールドライバ及び無菌アダプタのうちの1つ以上の光導波路（例えば、光パイプ）から出力された色分けされた光を介して、操作者に検知及び視覚的に伝達され得る。更に、無菌アダプタ取り付けを決定すると、ツールドライバは、外科用ツール取り付けのために外科用システムを準備するために、操作者の入力なしでツールドライバを作動させて、無菌アダプタをツールドライバに完全に係合させる（例えば、取り付け）ことができる。一方では、センサがツールドライバへの不適切な取り付けを検出すると、操作者は、ツールドライバの光導波路から出力された色分けされた光を介して、エラーを通知されてもよい。このような状況では、ツールドライバは、（例えば、システム及び/又は操作者への損傷を防止するために）動作を阻害することができる。外科用システムの係合解除及び/又は取り外しもまた、検知され、続いて操作者に伝達されてもよい（例えば、光導波路を使用して、視覚的に伝達されてもよい）。センサを使用して、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間の取り付け状態を決定し、取り付け状態を操作者に伝達することは、例えば、ツールの切り替え及び適切な無菌バリア形成を効率的に実行するのを促進することができる。

10

【0027】

いくつかの変形例では、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間の取り付け状態は、1つ以上の出力モダリティを使用して、ロボット外科用システムによって操作者に出力されてもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上は、取り付け状態を操作者に迅速かつ直感的に通信するための視覚的出力装置を含んでもよい。例えば、無菌アダプタ及び/又は外科用ツールをツールドライバに取り付けると、取り付けられた構成要素のそれぞれの光導波路は、取り付け状態を示し得る。追加的に又は代替的に、外科用システムは、ユーザーコンソール（例えば、外科医ブリッジ）及び/又は表示装置などの、他の視覚的出力装置を含んでもよい。操作者は、それぞれの音声及び触覚装置から、音声出力及び触覚出力を追加的に又は代替的に受信してもよい。

20

【0028】

取り付け状態データは、1つ以上のセンサ信号を使用して生成されてもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバは、ツールドライバと外科用ツールとの間の取り付け状態に対応するセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの外科用ツールセンサを含んでもよい。センサ信号は、取り付けデータを生成するために使用されてもよい。取り付けデータは、ツールドライバを制御するために、及び/又は取り付け状態を操作者に出力するために使用されてもよい。いくつかの変形例では、1つ以上の付勢された突起部（例えば、付勢ペグ）は、ツールドライバハウジングの表面から延在してもよい。突起部は、無菌アダプタの一部分に接触して、それをツールドライバハウジングから離れて、外科用ツールに向かって動かすように付勢されてもよい。第1の外科用ツールセンサ（例えば、近接センサ）は、突起内に配置されてもよく、ツールドライバハウジングに対する突起部の移動量を決定するように構成されてもよい。ツールドライバと外科用ツールとの間の取り付け状態は、外科用ツールのセンサデータから誘導されてもよい。

30

40

【0029】

いくつかの変形例では、ツールドライバは、外科用ツールと無菌アダプタとの間のツールドライバへの取り付けに対応する別のセンサ信号を生成するように構成された、第2の外科用ツールセンサを含んでもよい。いくつかの変形例では、第2の外科用ツールセンサは、外科用ツールの磁気突起部を検出するように構成された近接センサ（例えば、磁場変換器）であってもよい。他の実施例として、第2の外科用ツールセンサは、スイッチ（例えば、外科用ツール及び/又は無菌アダプタの間のツールに対する物理的接触を検出する）、光センサ、誘導センサ、及び/又は他の好適なセンサを含んでもよい。ツールドライ

50

バと外科用ツールとの間の取り付け状態は、第2の外科用ツールセンサから生成されたセンサ信号から誘導され得る。いくつかの変形例では、磁気突起部は、無菌アダプタ内の対応する凹部と嵌合するように構成されてもよい。突起部の表面は、外科用ツールの無菌アダプタへの取り付けを導くように構成されてもよい。したがって、突起部は、外科用ツールの無菌アダプタへの適切な位置合わせ及び取り付け（例えば、着座）を補助することができる。

【0030】

いくつかの変形例では、ツールドライバは、無菌アダプタがツールドライバに完全に取り付けられたときにセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの無菌アダプタセンサを含んでもよい。例えば、無菌アダプタセンサは、ツールドライバ及び無菌アダプタ上の対応する係合機構が接触して嵌合するときに、センサ信号を生成し得る。他の実施例では、無菌アダプタセンサは、追加的に又は代替的に、無菌アダプタがツールドライバに完全に取り付けられているときを検出するための別の好適なセンサ（例えば、近接センサ）を含んでもよい。センサ信号は、ツールドライバを制御するための取り付けデータを生成するために使用されてもよい。無菌アダプタセンサは、ツールドライバ（例えば、遠位端）のハウジングの一部分上に配置されてもよく、それにより、無菌アダプタのツールドライバへの不適切な接触及び/又は部分的な取り付けが、対応するセンサ信号を生成する。

【0031】

いくつかの変形例では、ツールドライバ及び外科用ツールは、ツール及びシステムデータを互いに通信するためにツールドライバ及び外科用ツール内に配置された電子通信装置を含んでもよい。通信装置は、外科用ツールが無菌アダプタ及びツールドライバに取り付けられたときに、近接する（例えば、数ミリメートル以内）ように構成され得る。電子通信装置間の近接性は、信号干渉の低減を可能にし、ツールドライバと外科用ツールとの間の無線電力伝達を可能にすることができる。ツールドライバの第1の電子通信装置は、第1の電子通信装置と外科用ツールとの間の距離を最小化するために、外科用ツールに面するツールドライバハウジングの側面に近接して配置されてもよい。同様に、外科用ツールの第2の電子通信装置は、第2の電子通信装置とツールドライバとの間の距離を最小化するために、ツールドライバに面する外科用ツールハウジングの側面に近接して配置されてもよい。無菌アダプタは、第2の電子通信装置を支持するように構成された通信部分を含んでもよく、これにより、無菌アダプタがそれらの間に介挿されると、外科用ツールとツールドライバとの間の距離が最小化される。

【0032】

I. 方法

本明細書では、本明細書に記載されるシステム及び装置を使用して、ロボット外科用システムを制御するための方法が記載される。一般に、本明細書に記載される方法は、外科用ツール、無菌アダプタ、及びツールドライバ間の取り付け状態を生成するために、1つ以上のセンサを使用することを含む。取り付け状態に応答して、コントローラは、ツールドライバの動作を制御し、取り付け状態を操作者に出力（例えば、通知）してもよい。例えば、本明細書に記載される方法は、無菌アダプタのツールドライバへの部分的な取り付けを決定することと、続いて、ツールドライバの出力ドライブを作動させて、無菌アダプタをツールドライバに完全に付けることと、を含んでもよい。システムは、音声出力、視覚出力、及び触覚出力のうちの一つ以上を使用して、取り付け状態（例えば、部分的な取り付け、完全な取り付け、部分的な取り外し、完全な取り外し、不適切な取り付け）を操作者に通知することができる。本明細書に記載される装置及びシステムのいずれも、本明細書で論じられる方法を実行するために使用されてもよい。例えば、システムは、無菌アダプタを介して外科用ツールに取り付けるように構成されたツールドライバを含んでもよい。ツールドライバは、少なくとも1つの無菌アダプタセンサ及び/又は少なくとも1つの外科用ツールセンサを備えてもよい。これらのセンサは、システムの取り付け状態を生成するために使用される少なくとも1つのセンサ信号を生成するように構成されても

10

20

30

40

50

よい（例えば、無菌アダプタセンサは、ツールドライバと無菌アダプタとの間の取り付け状態に対応するセンサ信号を生成するように構成されてもよく、及び／又は外科用ツールセンサは、外科用ツール／無菌アダプタとツールドライバとの間の取り付け状態に対応するセンサ信号を生成するように構成されてもよい）。プロセッサ及びメモリを備えるコントローラは、ツールドライバに結合され、ツールドライバの作動を制御するために使用されてもよい。

【 0 0 3 3 】

一般に、本明細書に記載される方法は、ツールドライバの1つ以上のセンサによって生成されたセンサ信号を受信することと、センサ信号を使用して取り付けデータを生成することと、を含んでもよい。例えば、コントローラは、センサ信号を受信及び処理して、取り付けデータを生成することができる。取り付けデータは、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間に少なくとも1つの取り付け状態を含んでもよい。ツールドライバ動作及び／又は操作者通知は、取り付けデータに基づいてもよい。本明細書に記載される方法は、例えば、無菌バリアを形成するために、外科用ツール及び無菌アダプタのツールドライバへの適切な係合を促進することができる。これは、効率的なツールの切り替え及び無菌バリア形成、並びにシステムが取り付け状態の操作者の確認に頼る必要がないことに従う安全性の増大などの1つ以上の利益を有し得る。図2は、本明細書に記載されるシステムを制御する例示的な方法を説明する状態図である。当然ながら、図2に記載される例示的な変形例は、例示的な説明のために提供され、非限定的である。

【 0 0 3 4 】

いくつかの変形例では、システムの取り付け状態は、1つ以上の出力方法（例えば、図3A～図3Cに関して詳細に説明される）を使用して、操作者に伝達されてもよい。例えば、システムの状態は、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上のそれぞれの光導波路（例えば、光パイプ）から放射される一組の光パターンを使用して、操作者に伝達されてもよい。本明細書に記載される光パターンは、例えば、点滅光、明暗光、等相光などのうちの1つ以上、及び／又は任意の好適な明暗パターンの光を含んでもよい。例えば、点滅光は、各期間における光の全持続時間が暗さの全持続時間より短く、光の点滅が等しい持続時間である、リズム光に対応してもよい。明暗光は、各期間における光の持続時間が暗さの全持続時間よりも長い、リズム光に対応し得る。等相光は、等しい長さの暗い及び明るい期間を有する光に対応し得る。光パルスパターンは、1つ

【 0 0 3 5 】

別の実施例として、システムの取り付け状態は、追加的に又は代替的に、表示装置を使用して操作者に視覚的に伝達されてもよい。システムの表示装置の変形例は、本明細書で更に詳細に説明され、例えば、LEDディスプレイ、タッチスクリーンディスプレイ、ユーザーコンソール、バーチャルリアリティヘッドセット、及び他の好適な表示装置のうちの1つ以上を含んでもよい。

【 0 0 3 6 】

別の実施例として、システムの取り付け状態は、音声装置を使用して、追加的に又は代替的に可聴伝達されてもよい。システムの音声装置の変形例は、本明細書で更に詳細に説明され、例えば、スピーカー、ユーザーコンソール、バーチャルリアリティヘッドセット、及び他の好適な音声装置のうちの1つ以上を含んでもよい。

【 0 0 3 7 】

更に別の実施例として、システムの取り付け状態は、触覚装置を使用して、追加的に又は代替的に触覚的に伝達されてもよい。システムの触覚装置の変形例は、本明細書で更に詳細に説明され、例えば、ツールドライバ、アームの遠位部分、入力装置（例えば、ハンドヘルドコントローラ）、及び他の好適な触覚装置のうちの少なくとも1つにおいて、振

10

20

30

40

50

動モータを備えてもよい。

無菌アダプタ準備状態

【0038】

いくつかの変形例では、制御プロセス(200)は、無菌アダプタ及び外科用ツールの両方がツールドライバから完全に取り外される無菌アダプタ準備状態(202)を含んでもよい。1つ以上の外科用ツールセンサ(例えば、図4D、図4E及び図6Bに詳細に説明される)は、ツールドライバと外科用ツールとの間の取り外し状態に対応するセンサ信号を出力してもよい。無菌アダプタ取り付けセンサ(例えば、図7Cに関して詳細に説明される)は、ツールドライバと無菌アダプタとの間の取り外し状態に対応するセンサ信号を出力してもよい。その結果、ツールドライバは、これらのセンサ信号に基づいて、無菌アダプタ準備状態(202)内で出力ドライブを駆動することから阻害され得る。

10

【0039】

図2を再び参照すると、ツールドライバは、無菌アダプタ準備状態(202)に対応する第1の光パターン(220)を出力してもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバは、ツールドライバの第1の光導波路を使用して、所定の光強度で着色光(例えば、青色光)の低速パルスを出力することができる(例えば、図3Aを参照)。例えば、第1の光パターンは、約半分の第2以上の持続時間を有する光のパルスを含んでもよい。追加的に又は代替的に、表示装置は、システムがツールドライバへの無菌アダプタの取り付けの準備ができていることを示すテキスト又は画像を出力してもよい。例えば、システムに結合されたユーザーコンソール(例えば、外科医ブリッジ)は、「無菌アダプタをツールドライバに取り付けてください」及び/又は「無菌アダプタ取り付けの準備完了」などのメッセージを操作者に表示してもよい。いくつかの変形例では、無菌アダプタ準備状態(202)は、音声出力及び触覚出力を阻止する第1の音声パターン及び第1の触覚パターンに対応してもよい。他の変形例では、音声装置は、所定の時間間隔で音声効果(例えば、ピング、ピング、ビーブなど)及び/又は口頭メッセージを出力して、操作者に無菌アダプタをツールドライバに取り付けるようにリマインドすることができる。

20

【0040】

無菌アダプタ係合状態

操作者は、ツールドライバに無菌アダプタを少なくとも部分的に取り付けることができる。これにตอบสนองして、コントローラは、システムが無菌アダプタ準備状態(202)から、無菌アダプタのツールドライバへの部分的な取り付けに対応する無菌アダプタ係合状態(204)に移行したことを決定することができる。いくつかの変形例では、無菌アダプタのツールドライバへの部分的な取り付けは、無菌アダプタの少なくとも一部分がツールドライバに取り付けられ得るが、無菌アダプタの少なくとも別の部分が、ツールドライバから取り外されても、又は係合解除されてもよいことを意味し得る。

30

【0041】

例えば、ツールドライバが少なくとも1つの回転可能な出力ドライブ(例えば、回転軸ドライブ)を含む変形形態では、無菌アダプタは、フレームと、回転可能な出力ドライブから外科用ツールにトルクを伝達するように構成された少なくとも1つの回転可能なカブラとを含み得る。無菌アダプタのツールドライバへの部分的な取り付けは、フレームがツールドライバに取り付けられ得るが、無菌アダプタの少なくとも1つの回転可能なカブラが、ツールドライバの対応する出力ドライブと動作可能に結合されなくてもよい(それによって、トルクを伝達できない)ことを意味し得る。例えば、図7A~図7Bは、例示的な無菌アダプタのツールドライバへの取り付けを示す。いくつかの変形例では、操作者は、無菌アダプタの遠位端の取り付けの前に、無菌アダプタの近位端をツールドライバに取り付けることができる。次いで、システムは、無菌アダプタのツールドライバ(222)への部分的な取り付けに対応するセンサ信号が無菌アダプタセンサによって生成されるとき、準備完了状態(202)から係合状態(204)への移行を決定し得る。1つ以上の外科用ツールセンサ(例えば、図4D、図4E、及び図5Cを参照)は、外科用ツールとツールドライバとの間の取り外しに対応するセンサ信号を生成することができる。このセ

40

50

ンサ信号の組み合わせは、無菌アダプタがツールドライバに部分的に取り付けられているが、外科用ツール装填(206)の準備ができていない部分的取り付けに対応し得る。

【0042】

無菌アダプタのツールドライバ(222)への部分的な取り付けに応答して、システムのコントローラは、ツールドライバの1つ以上の回転可能な出力ドライブを作動させて、ツールドライバの回転可能な出力ドライブを、無菌アダプタ(224)の対応する回転可能なカプラに物理的に係合させることができる。例えば、無菌アダプタは、フレームと、フレームに結合されたプレートアセンブリとを備えてもよい。プレートアセンブリは、フレームの平面に対して垂直な可動域を有するように構成されてもよい。プレートアセンブリは、プレートアセンブリによって支持される少なくとも1つの回転可能なカプラを備えてもよい。回転可能なカプラは、ツールドライバの出力ドライブからのトルク出力を伝達するように構成されてもよい。ツールドライバ及び無菌アダプタの他の変形例を含むシステムでは、システムのコントローラは、出力ドライブを無菌アダプタの対応する部分に係合するように、ツールドライバの少なくとも一部分を任意の好適な様式で作動させてもよい。例えば、少なくとも1つの線形出力ドライブを有するツールドライバと、線形出力ドライブと係合するように構成された少なくとも1つの線形移動可能なカプラ又は他のインターフェースを有する無菌アダプタと、を含むシステムにおいて、コントローラは、線形出力ドライブと線形移動可能なカプラとを係合するように、線形出力ドライブ(例えば、軸方向に遠位及び/又は近位側)を作動させることができる。

【0043】

いくつかの変形例では、ツールドライバは、無菌アダプタの部分的取り付け状態を決定することに対応して、第2の光パターンを出力してもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバは、ツールドライバの光導波路を使用して、所定の光強度で着色光(例えば、青色光)の高速パルスを出力することができる。例えば、第2の光パターンは、約半分未満の第2の(例えば、約1/4秒)の持続時間を有する光のパルスを含んでもよい。いくつかの変形例では、本明細書に更に記載されるように、無菌アダプタのツールドライバへの取り付けは、無菌アダプタ及びツールドライバの光導波路(例えば、光パイプ)と一緒に機械的に結合することができ、それにより、ツールドライバの照明源によって放射された光は、無菌アダプタの光導波路を通して伝搬され、それによって分配され得る。無菌アダプタによって出力された光は、無菌アダプタがツールドライバに取り付けられていることを操作者に確認させる。これにより、操作者は、ツールドライバ及び無菌アダプタによって出力された複数の視覚的インジケータ(例えば、色、パルス周波数、光分布など)を見ることによって、無菌アダプタ係合状態(204)を迅速に識別することができる。

【0044】

追加的に又は代替的に、表示装置は、無菌アダプタが、無菌アダプタ係合状態(204)においてツールドライバに部分的に取り付けられていることを示す、テキスト又は画像を出力してもよい。例えば、システムに結合されたユーザーコンソールは、「無菌アダプタが検出された」、「無菌アダプタがツールドライバに取り付けられた」、及び/又は「無菌アダプタディスクに係合する」などのメッセージを操作者に表示してもよい。いくつかの変形例では、音声装置は、無菌アダプタ係合状態に対応する第2の音声パターンを出力することができる。例えば、音声装置は、所定の長さの時間にわたって所定の周波数及び音量で、一組の高速、短音、又は他の好適な音効果を出力してもよい。第2の触覚パターンは、無菌アダプタ係合状態に対応し、触覚出力を阻害することができる。他の変形例では、音声装置は、無菌アダプタの取り付けに応じて、ユーザーコンソールによって表示されたメッセージを出力し、及び/又はツールドライバの動作工程を言葉で出力することができる(例えば、「係合無菌アダプタディスク」)。

【0045】

逆に、操作者は、例えば、ツールドライバの遠位端から無菌アダプタを回転的に持ち上げることによって、無菌アダプタをツールドライバから取り外すことができる。システムは、無菌アダプタとツールドライバとの間の取り外し(226)に対応する無菌アダプタ

10

20

30

40

50

センサからのセンサ信号が生成されると、無菌アダプタ係合状態(204)から無菌アダプタ準備状態(202)に移行してもよい。同様に、1つ以上の外科用ツールセンサは、外科用ツールとツールドライバとの間の取り外しに対応するセンサ信号を生成してもよい。ツールドライバは、無菌アダプタ取り外し状態(226)において、出力ドライブを作動させることを阻害することができる。いくつかの変形例では、無菌アダプタの取り外しが検知される(226)と、視覚的、聴覚的、及び触覚的出力のうちの1つ以上もまた、阻害され得る。

【0046】

外科用ツール装填準備状態

無菌アダプタ係合状態(204)から、コントローラは、システムの外科用ツール装填準備状態(206)への移行を決定し得る。例えば、コントローラは、ツールドライバの回転可能な出力ドライブを、1つ以上の方向(例えば、時計回り、反時計回り)に所定の回転数で回転させて、無菌アダプタをツールドライバに完全にに取り付けることができる。ツールドライバ及び無菌アダプタは、無菌アダプタの回転可能なカブラがツールドライバのそれらの対応する回転可能な出力ドライブと完全に物理的に係合されたときに、ツール装填準備状態(206)にあってもよい。完全に取り付けられると、出力ドライブによって生成されたトルクは、無菌アダプタのカブラに伝達され得る。いくつかの変形例では、回転可能な出力ドライブは、1つ以上のトルクセンサ及び回転エンコーダを使用して、出力ドライブ内でトルクの変化が検出されるまで回転してもよい。トルクの変化は、回転可能なカブラがツールドライバの対応する出力ドライブと物理的に係合していることを示す、回転可能なカブラからの付加抵抗に対応し得る。

【0047】

いくつかの変形例では、ツールドライバ及び無菌アダプタのうちの1つ以上は、システムから第3の光パターンを出力して、ツール装填準備状態(206)を操作者に通知することができる。いくつかの変形例では、ツールドライバ及び無菌アダプタのうちの1つ以上は、ツールドライバ及び/又は無菌アダプタの光導波路を使用して、所定の光強度で固体着色光(例えば、青色光)を出力してもよい。追加的に又は代替的に、表示装置は、システムが無菌アダプタ及びツールドライバに外科用ツールを取り付ける準備ができていることを示す、テキスト又は画像を出力してもよい。例えば、システムに結合されたユーザーコンソールは、「外科用ツールをツールドライバに取り付けてください」及び/又は「ツール装填の準備完了」などのメッセージを操作者に表示してもよい。いくつかの変形例では、音声装置は、ツール装填準備状態(206)に対応する第3の音声パターンを出力することができる。例えば、音声装置は、所定の長さの時間にわたって所定の周波数及び音量で、1つ以上の拡張ピング(短いピングより長い持続時間を有する)を出力することができる。第3の触覚パターンは、外科用ツール装填準備状態に対応し、触覚出力を阻害することができる。他の変形例では、音声装置は、ツール装填準備状態(206)に応じて、ユーザーコンソールによって表示されたメッセージを出力し、及び/又はツールドライバの作動を言葉で説明することができる。

【0048】

いくつかの状況では、無菌アダプタをツールドライバに取り付けた後、操作者は、無菌アダプタをツールドライバから取り外すことができる。システムは、無菌アダプタセンサによって生成されたセンサ信号がツールドライバからの無菌アダプタの取り外し(226)に対応するとき、ツール装填準備状態(206)から無菌アダプタ準備状態(202)に移行してもよい。同様に、1つ以上の外科用ツールセンサは、ツールドライバからの外科用ツールの取り外しに対応するセンサ信号を生成してもよい。

【0049】

外科用ツール係合状態

無菌アダプタがツールドライバに完全に取り付けられると、操作者は、外科用ツールを無菌アダプタに部分的に取り付けることができる。これにตอบสนองして、コントローラは、システムが外科用ツール装填準備状態(206)から、外科用ツールの無菌アダプタへの部

10

20

30

40

50

部分的な取り付けに対応する外科用ツール係合状態(208)に移行したことを決定することができる(228)。いくつかの変形例では、外科用ツールの無菌アダプタへの部分的な取り付けは、外科用ツールの少なくとも一部分が無菌アダプタに取り付けられてもよく、一方で、外科用ツールの別の部分が、無菌アダプタから取り外されても、又は係合解除されてもよいことを意味し得る。例えば、外科用ツールのハウジングは、ツールドライバに対する無菌アダプタのフレームに取り付けられてもよいが、外科用ツールの入力ドライブは、無菌アダプタの対応する回転可能なカプラと動作可能に結合されなくてもよい。次いで、システムは、準備状態(206)から、1つ以上の外科用ツールセンサによって生成される外科用ツールと無菌アダプタとの間の部分的な取り付けに対応するセンサ信号のツール係合状態(208)に移行してもよい(228)。ツールドライバの1つ以上の突起部(例えば、付勢ペグ)(例えば、図4B~図4E及び本明細書の添付の説明を参照)は、(操作者が外科用ツールを無菌アダプタの表面の上で長手方向に押すのに従って、)瞬間的にツールドライバの表面に向かって下方に押されている突起部に対応するセンサ信号を生成することができる。次いで、突起部は、(外科用ツールが無菌アダプタのプレートアセンブリ内に着座する際に)ツールドライバの表面から離れるように付勢することができる。例えば、無菌アダプタの表面は、不均一な表面を形成し、無菌アダプタ上の対応する嵌合機構(例えば、凹部)と嵌合するように構成された、嵌合機構(例えば、突起部)を備えてもよい。操作者が外科用ツールを無菌アダプタ上で摺動させると、突起部は、プレートアセンブリを瞬間的に下方に押すように、プレートアセンブリの表面上を不均一に摺動し得る。突起部が対応する凹部に嵌合すると、プレートアセンブリは、上向きに付勢されてもよい。

10

20

【0050】

いくつかの変形例では、外科用ツールの嵌合機構を使用して、外科用ツールの取り付け状態を決定することができる。例えば、ツールドライバの遠位端上に配置され、無菌アダプタに面する第2の外科用ツールセンサ(例えば、近接センサ)は、外科用ツールの磁気突起部が無菌アダプタの対応する凹部内に摺動されるときに、外科用ツールの存在に対応するセンサ信号を生成し得る(例えば、図6A及び図6B並びに本明細書の添付の説明を参照)。例えば、第2の外科用ツールセンサの出力は、外科用ツールが、入力ドライブ結合の準備が整うように、無菌アダプタに取り付けられ、かつ完全に着座されていることを示してもよい。

30

【0051】

いくつかの変形例では、ツールドライバは、ツールドライバと無菌アダプタとの間の取り付け状態に対応するセンサ信号を生成するように構成された、無菌アダプタセンサを更に備えてもよい。例えば、図7A~図7Cを参照して本明細書に更に記載されるように、いくつかの変形例では、無菌アダプタの遠位端は、ツールドライバに機械的にラッチされて、無菌アダプタセンサと係合してもよい。これらの外科用ツールと無菌アダプタのセンサ信号との組み合わせは、システムをツール装填準備状態(206)からツール係合状態(208)に移行させるために、コントローラによって使用され得る。

【0052】

いくつかの変形例では、ツールドライバ及び外科用ツールはそれぞれ、互いに通信し、及び/又は近接している(例えば、数センチメートル以内)ときに無線で電力を伝達するように構成された、無線通信装置などのそれぞれの電子通信装置を備えてもよい。外科用ツールの無菌アダプタ及びツールドライバへの取り付けは、電子通信装置が互いに所定の範囲内になることに対応し得る。このようなそれぞれの電子通信装置を有する例示的な構成を、図8を参照して以下に説明する。

40

【0053】

ツール係合状態(208)にตอบสนองして、システムのコントローラは、ツールドライバの1つ以上の回転可能な出力ドライブを作動させて、ツールドライバの回転可能な出力ドライブを、外科用ツールの対応する回転可能な入力ドライブと物理的に係合させることができる。いくつかの変形例では、ツールドライバは、外科用ツールの部分的な取り付け状態

50

にตอบสนองして、第4の光パターンを出力してもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上は、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの1つ以上の光導波路を使用して、所定の光強度で、着色された光（例えば、緑色光）の高速パルスを出力してもよい。例えば、第4の光パターンは、約半分未満の第2の（例えば、約1/4秒）の持続時間を有する光のパルスを含んでもよい。いくつかの変形例では、外科用ツールを無菌アダプタに取り付けることは、外科用ツール、無菌アダプタ、及びツールドライバの導波路と一緒に機械的に結合することができ、それにより、ツールドライバによって生成された光は、無菌アダプタ及び/又は外科用ツールの光導波路に伝搬され、それによって分配され得る。これにより、操作者が、どのシステム構成要素が光を放射しているかを単に見ることにより、ツールドライバと外科用ツールとの間のツール係合状態（208）を迅速に確認することを可能にし得る。

10

【0054】

追加的に又は代替的に、表示装置は、ツール係合状態（208）において、外科用ツールがツールドライバに部分的に取り付けられていることを示す、テキスト又は画像を出力してもよい。例えば、システムに結合されたユーザーコンソールは、「外科用ツールが検出された」、「外科用ツールがツールドライバに取り付けられた」、及び/又は「外科用ツール入力ドライブを係合する」などのメッセージを操作者に表示してもよい。いくつかの変形例では、音声装置は、ツール係合状態（208）に対応する第4の音声パターンを出力することができる。例えば、音声装置は、所定の周波数（例えば、第2の音声パターンの周波数とは異なる）で、所定の長さの時間にわたって所定の音量で、一組の高速の短いピングを出力することができる。触覚装置は、ツール係合状態（208）に対応する第4の触覚パターンを出力してもよい。例えば、ツールドライバ及び外科用ツールのうちの1つ以上の触覚装置は、小さい振動を出力してもよい。他の変形例では、音声装置は、ユーザーコンソールによって表示されたメッセージを出力し、及び/又は外科用ツール取り付け（例えば、1つ以上の出力ドライブの作動）にตอบสนองして、ツールドライバの作動を言葉で説明してもよい。いくつかの変形例では、ツール係合状態にある外科用ツールの電子通信装置（例えば、無線通信装置）は、ツール機能及び他のデータ（例えば、セキュリティデータ、利用データ、診断データ、製造データなど）をツールドライバの電子通信装置に送信してもよい。次に、外科用ツールの電子通信装置は、外科用ツールのメモリに記憶され得る、認証データ及び/又は他のデータ（較正データ、使用データ、ログデータ、外科用システムデータ、患者データ、手技データ、規制データなど）を受信してもよい。

20

30

外科用ツール準備状態

【0055】

コントローラは、ツール係合状態（208）内のシステムを制御して、外科用ツール、無菌アダプタ、及びツールドライバ間の完全な取り付け状態に対応する外科用ツール準備状態（210）に移行する（230）ことができる。例えば、ツールドライバは、1つ以上の方向（例えば、時計回り、反時計回り）の所定の回転数で回転可能な出力ドライブを回転させて、外科用ツールを無菌アダプタ内に完全に着座させることができる。ツール準備状態（210）における外科用ツールは、次いで、ツールドライバを介して作動されて、外科用ツールを操作者のガイダンス下で作動することができる。ツールドライバ及び外科用ツールは、外科用ツールの回転可能な入力ドライブがツールドライバのそれらの対応する回転可能な出力ドライブと完全に物理的に係合された（例えば、完全に取り付けられた）とき、ツール準備状態（210）にあってもよい。外科用ツールが完全に取り付けられる（例えば、完全に着座される）とき、出力ドライブによって生成されたトルクは、ツールドライバの入力ドライブに伝達され得る。いくつかの変形例では、回転可能な出力ドライブは、1つ以上のトルクセンサ及び回転エンコーダを使用して、出力ドライブ内でトルクの所定の変化が検出されるまで回転してもよい。トルクの低減は、外科用ツールの入力ドライブが抵抗を受け、ツールドライバのそれらの対応する出力ドライブと物理的に係合していることを示し得る。

40

【0056】

50

いくつかの変形例では、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上は、ツール準備状態(210)を示すために、第5の光パターンを出力してもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上は、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上の光導路を使用して、所定の光強度で固体着色光(例えば、緑色光)を出力することができる。追加的に又は代替的に、表示装置は、「ツールの使用準備が整った」及び/又は「ツールが完全に取り付けられた」などのメッセージを操作者に表示してもよい。いくつかの変形例では、音声装置は、所定の周波数(第3の音声パターンとは異なる)、及び所定の長さの時間の音量で、1つ以上の拡張ピング(短いピングよりも長い)を出力することができる。第5の触覚パターンは、触覚出力を阻害することができる。他の変形例では、音声装置は、ツール準備状態(210)に応じて、ユーザーコンソールによって表示されたメッセージを出力し、及び/又はツールドライバの作動を言葉で説明することができる。いくつかの変形例では、外科用ツールの電子通信装置(例えば、無線通信装置)は、ツール機能及び他のデータ(例えば、セキュリティデータ、使用データ、ログデータ、診断データ、製造データなど)を、ツールドライバの電子通信装置に送信してもよい。次に、外科用ツールの電子通信装置は、外科用ツールのメモリに記憶され得る、認証データ及び/又は他のデータ(較正データ、使用データ、外科用システムデータ、患者データ、手技データ、規制データなど)を受信してもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバは、近距離無線電力伝達システムを使用して、外科用ツール準備状態において、ツールドライバから外科用ツールに無線で電力を伝達するように構成されてもよい。

【0057】

外科用ツール解放状態

本明細書に記載される方法はまた、外科用ツール及び/又は無菌アダプタを、ツールドライバから操作者が解放することに応答して、ツールドライバを制御してもよい。一般に、操作者は、ツールドライバからの外科用ツール及び/又は無菌アダプタの部分的な取り外し(例えば、外科用ツール解放機構を作動させることによる)、又は完全な取り外し(例えば、持ち上げ及び/又は引っ張りによる物理的取り外し)を通じて、外科用ツール及び/又は無菌アダプタのうちの1つ以上をツールドライバから取り外すことができる。部分的な取り外しは、部分的な取り付けと類似していてもよい。例えば、操作者は、ツール係合状態(208)又はツール準備状態(210)のいずれかから、外科用ツール解放状態(212)に移行するために、ツールドライバから無菌アダプタ(部分的に、又は完全にそこに取り付けられた外科用ツールを有する)を取り外す(232)ことができる。外科用ツール解放状態(212)内の無菌アダプタは、ツールドライバに位置するように部分的に取り外されてもよいが、ツールドライバによって伝達されるトルクを出力しない。次いで、操作者は、外科用ツール解放状態(212)から外科用ツール取り除き状態(214)に移行するために、外科用ツール及び無菌アダプタをツールドライバから完全に取り除くことができる。

【0058】

図2に示すように、部分的に取り付けられた外科用ツール(例えば、ツール係合状態(208)における)は、ツールドライバからの無菌アダプタの部分的な取り外し(232)、又は無菌アダプタからの外科用ツールの部分的な取り外し(234)のいずれかを通じて、外科用ツール解放状態(212)に移行し得る。例えば、操作者が外科用ツールを外科用システムから取り外すとき(例えば、ツール交換のために)、操作者は、外科用ツール上のツール解放機構(図示せず)を作動させて、外科用ツールの一部分を無菌アダプタから離れるように付勢することができる。すなわち、外科用ツールの作動機構(例えば、レバー、ボタン)は、外科用ツールを無菌アダプタから解放及び/又は部分的に分離し得る。これは、ツール係合状態(208)又はツール準備状態(210)から外科用ツール解放状態(212)への移行に対応する。いくつかの変形例では、ツール係合状態(208)又はツール解放状態(210)のいずれかからツール解放状態(212)への移行は、外科用ツールと無菌アダプタ(234)との間の分離に対応する、1つ以上の外科用

ツールセンサからのセンサ信号の生成に対応し得る。例えば、ツールドライバの1つ以上の突起部（例えば、付勢ペグ）は、取り外されたときに、ツールドライバの表面に向かって付勢されている（例えば、無菌アダプタは、ツールドライバに対して下向きの力を部分的に及ぼす）少なくとも1つの突起部に対応する、センサ信号を生成することができる。

【0059】

いくつかの変形例では、ツールドライバの遠位端上に配置された第2の外科用ツールセンサ（例えば、近接センサ、磁場変換器、ホール効果センサ）は、外科用ツールの存在に対応するセンサ信号を生成し得る。この信号は、外科用ツールが無菌アダプタと少なくとも部分的に接触していることを示し得る。無菌アダプタセンサは、ツールドライバと無菌アダプタとの間の取り付けに対応するセンサ信号を生成してもよい。これらの外科用ツールと無菌アダプタのセンサ信号との組み合わせは、システムを外科用ツール解放状態（212）に移行させるために、コントローラによって使用され得る。いくつかの変形例では、ツールドライバ及び外科用ツールの電子通信装置は、それらが依然として互いにごく近接しているため、互いに電力を伝達及び/又は伝送することができる。

【0060】

いくつかの変形例では、無菌アダプタは、ツールドライバから無菌アダプタの遠位端を持ち上げ、分離する（例えば、ロック解除する）ことによって、ツールドライバから部分的に取り外されてもよい。例えば、ツール係合状態（208）又はツール準備状態（210）からツール解放状態（212）への移行は、無菌アダプタとツールドライバ（232）との間の取り外しに対応する無菌アダプタセンサからのセンサ信号の生成に対応してもよい。この状態で、外科用ツールは依然として、無菌アダプタに完全に、又は部分的に取り付けられていてもよい。同様に、1つ以上の外科用ツールセンサは、外科用ツールとツールドライバとの間の取り外しに対応するセンサ信号を出力し得る。これにตอบสนองして、ツールドライバは、出力ドライブを駆動することを阻害することができる。センサ信号のこの組み合わせは、部分的な取り外しを含んでもよい。例えば、無菌アダプタは、ツールドライバ上に位置してもよいが、ツールドライバから機能的に分離されてもよい。ツール解放状態（212）にตอบสนองして、コントローラは、ツールドライバの回転可能な出力ドライブの作動を阻害し得る。

【0061】

いくつかの変形例では、ツールドライバは、部分的な取り外し状態にตอบสนองして、第6の光パターンを出力してもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバ及び無菌アダプタのうちの1つ以上は、ツールドライバ及び無菌アダプタの1つ以上の光導波路を使用して、所定の光強度で、着色光（例えば、赤色光）の高速パルスを出力してもよい。例えば、第6の光パターンは、約半分未満の第2の（例えば、約1/4秒）の持続時間を有する光のパルスを含んでもよい。いくつかの変形例では、無菌アダプタからの外科用ツールの取り外しは、ツールドライバによって生成された光が、ツールドライバの第1の光導波路及び/又は無菌アダプタの第2の光導波路のみによって、分配され、及び出力され得るように、外科用ツールの第3の光導波路を、無菌アダプタの第2の光導波路から機械的に分離することができる。これにより、操作者は、どのシステム構成要素が光を放射しているかに基づいて、ツール解放状態（212）を迅速に確認することができる。

【0062】

追加的に又は代替的に、表示装置は、ツール解放状態（212）において、外科用ツールが無菌アダプタ又はツールドライバから部分的に取り外されていることを示すテキスト又は画像を出力してもよい。例えば、システムに結合されたユーザーコンソールは、「外科用ツールが係合解除されている、外科用ツールを取り除いてください」、「無菌アダプタが係合解除されている、無菌アダプタを取り除いてください」、及び/又は「外科用ツールを取り除きますか？」などのメッセージを操作者に表示してもよい。いくつかの変形例では、音声装置は、ツール解放状態（212）に対応する第6の音声パターンを出力することができる。例えば、音声装置は、所定の周波数（第2及び第4の音声パターンの周波数とは異なる）で、所定の長さの時間にわたる音量で、一組の高速の短いピングを出力

10

20

30

40

50

することができる。触覚装置は、ツール係合状態(208)に対応する第6の触覚パターンを出力してもよい。例えば、ツールドライバの触覚装置は、小さい振動を出力することができる。他の変形例では、音声装置は、ユーザーコンソールによって表示されたメッセージを出力し、及び/又は操作者の取り外しに対するツールドライバ応答を言葉で説明することができる。

【0063】

外科用ツール取り除き状態

操作者は、外科用ツール及び/又は無菌アダプタをツールドライバから完全に取り外すことができる。これに応答して、コントローラは、システムが外科用ツール解放状態(212)から、ツールドライバからの外科用ツールの完全な取り外しに対応する外科用ツール取り除き状態(214)に移行したことを決定することができる(236)。ツール解放状態(212)からツール取り除き状態(214)への移行は、ツールドライバからの外科用ツールの取り外しに対応する1つ以上の外科用ツールセンサからのセンサ信号の生成に基づいてもよい(236)。例えば、ツールドライバの1つ以上の付勢された突起部は、ツールドライバの突起部との接触から引き抜かれる外科用ツールに対応するセンサ信号を生成することができる。更に、ツールドライバの遠位端上に配置された第2の外科用ツールセンサは、外科用ツールの磁気突起部が検出されないときに、外科用ツールの不存在に対応するセンサ信号を出力してもよい。これらの外科用ツールセンサ信号の組み合わせは、システムをツール取り除き状態(214)に移行させるために、コントローラによって使用され得る。いくつかの変形例では、ツールドライバ及び外科用ツールの電子通信装置は、取り除き状態(214)において互いの範囲外に移動し得る。

【0064】

外科用ツール取り除き状態(214)に応答して、コントローラは、ツールドライバの回転可能な出力ドライブの作動を阻害し得る。いくつかの変形例では、ツールドライバは、ツール取り除きに応答して、第7の光パターンを出力してもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバ及び無菌アダプタのうち1つ以上は、ツールドライバ及び/又は無菌アダプタのそれぞれの光導波路を使用して、所定の光強度で固体着色光(例えば、青色光)を出力してもよい。

【0065】

追加的に又は代替的に、表示装置は、ツール取り除き状態(214)において、外科用ツールがツールドライバから取り除かれたことを示すテキスト又は画像を出力してもよい。例えば、システムに結合されたユーザーコンソールは、「外科用ツールが取り除かれた」及び/又は「外科用ツールを取り付けてください」などのメッセージを操作者に表示してもよい。いくつかの変形例では、音声及び触覚出力は、ツール取り除き状態(214)において阻害され得る。他の変形例では、音声装置は、ユーザーコンソールによって表示されたメッセージを出力し、及び/又は操作者の取り外しに対するそのツールドライバ応答を言葉で説明することができる。

【0066】

外科用ツールが取り除かれると、操作者は、別の外科用ツール及び/又は無菌アダプタをツールドライバに取り付けることができる。例えば、コントローラは、無菌アダプタセンサによって生成されたセンサ信号が、無菌アダプタとツールドライバとの間の取り外しに対応するとき、システムをツール取り除き状態(214)から無菌アダプタ準備状態(202)に移行させてもよい(238)。ツールドライバは、無菌アダプタ取り外し状態において、出力ドライブを駆動することを阻害することができる(238)。いくつかの変形例では、無菌アダプタが取り外されたときに、視覚的、聴覚的、及び触覚的出力のうち1つ以上もまた阻害され得る(238)。

【0067】

いくつかの変形例では、コントローラは、ツール取り除き状態(214)からツール装填準備状態(206)に移行してもよい。ツール取り除き状態(214)からツール装填準備状態(206)への移行は、無菌アダプタとツールドライバとの間の完全な取り付け

10

20

30

40

50

に対応する無菌アダプタセンサによって生成されたセンサ信号によって、トリガされてもよい(240)。無菌アダプタ取り付け(240)に 응답して、コントローラは、ツールドライバの回転可能な出力ドライブの作動を阻害し得る。いくつかの変形例では、ツールドライバは、無菌アダプタ取り付け状態(240)に 응답して、第3の光パターンを出力してもよい。例えば、ツールドライバは、ツールドライバ及び/又は無菌アダプタの光導波路を使用して、所定の光強度で固体着色光(例えば、青色光)を出力することができる。

【0068】

追加的に又は代替的に、表示装置は、システムが無菌アダプタ及びツールドライバに外科用ツールを取り付ける準備ができて示す、テキスト又は画像を出力してもよい。例えば、システムに結合されたユーザーコンソールは、「外科用ツールをツールドライバに取り付けてください」及び/又は「ツール装填の準備完了」などのメッセージを操作者に表示してもよい。いくつかの変形例では、音声装置は、本明細書に記載されるように、ツール装填準備状態(206)に対応する第3の音声パターンを出力することができる。触覚出力は、第3の触覚パターンと同様に阻害されてもよい。

10

【0069】

いくつかの変形例では、ツールドライバの制御は、取り付け状態及び時間に基づいてもよい。例えば、無菌アダプタ及び外科用ツールのうちの1つ以上のツールドライバへの部分的な取り付けが、所定の期間及び/又は所定の回数の試行内で完全な取り付けに移行しない場合、コントローラはその場合、ツールドライバ出力を阻害し、取り付けエラーを操作者に通知することができる。これに 응답して、操作者は、取り付けプロセスを繰り返すことができる。

20

【0070】

II. 装置

ロボット外科用システムは、本明細書に記載される装置を使用して、ロボット手術を実行するために必要な構成要素のうちの1つ以上を含んでもよい。一般に、ロボット外科用システムで使用するための本明細書に記載される装置は、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上を含み得る。ツールドライバは、無菌アダプタを通じて外科用ツールにトルクを伝達するように構成された、少なくとも1つの回転可能な出力ドライブを含み得る。無菌アダプタは、ツールドライバと外科用ツールとの間に介挿されるように構成されたフレームを含み得る。プレートアセンブリは、フレームに結合されてもよく、少なくとも1つの回転可能なカプラは、プレートアセンブリによって支持され、ツールドライバの出力ドライブから外科用ツールにトルクを伝達するように構成されてもよい。外科用ツールは、ツールドライバから伝達されるトルクを受容するように構成された、少なくとも1つの入力ドライブを含み得る。外科用ツールは、入力ドライブに動作可能に結合されたエンドエフェクタを更にも含み得る。

30

【0071】

いくつかの変形例では、ツールドライバは、光を放射するように構成された照明源と、放射された光を無菌アダプタに伝搬するように構成された光導波路とを含み得る。無菌アダプタ及び外科用ツールは、受容された光を受容し、伝搬し、分配するように構成された、それぞれの光導波路を含み得る。いくつかの変形例では、ツールドライバは、取り付けデータを生成するために順に使用されるセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの無菌アダプタセンサ及び外科用ツールセンサを含んでもよい。ツールドライバ及び外科はそれぞれ、無線通信及び/又は無線電力伝達用に構成された電子装置を更にも備えてもよい。電子装置は、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールが互いに取り付けられたときに、電子装置が互いに近接しているように、それぞれのハウジング内に配置されてもよい。

40

【0072】

光導波路

本明細書に記載されるようなツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールは、取

50

り付け状態、システム又は装置状態、及び他の情報（例えば、患者データ、手技データなど）などの情報を、操作者に伝達するように構成された1つ以上の出力装置を含んでもよい。情報は、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上によって視覚的に伝達され、効率的なツール切り替え及び無菌バリア形成を促進するために、外科用システムの取り付け状態の直感的な指示を提供することができる。例えば、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの1つ以上は、システムによって生成された取り付け状態情報を操作者が可視化することを可能にするための、光導波路（例えば、光パイプ、光分配ガイドなど）を含んでもよい。1つ以上の光導波路は、光出力パラメータ（例えば、波長、周波数、強度、パターン、持続時間）の所定の組み合わせを使用して、光源（例えば、ツールドライバの照明源）からの光を受容して、無菌バリア及び/又はロボット外科用システムの形成状態を確認することができる。

10

【0073】

いくつかの変形例では、光導波路は、ロボット外科用システムの別の光導波路に機械的に取り付けられると、それらが光通信状態になるように、照明源からの光を受容し、及び伝搬するように構成されてもよい。例えば、ツールドライバ光導波路は、ツールドライバへの取り付け時に、無菌アダプタ光導波路の入力に光を出力するように構成されてもよい。すなわち、ツールドライバによって放射及び伝搬された光は、無菌アダプタがツールドライバに適切に取り付けられた後にのみ無菌アダプタによって受容されてもよい。これにより、操作者は、一組の光導波路からの光出力に基づいて、取り付け状態を容易に確認することができる。光導波路は、製造を簡略化し、コンパクトな設計及び最小限の電力使用を可能にするために、システムのハウジングと一体的に形成されてもよい。追加的に又は代替的に、システムは、追加の視覚出力装置（例えば、表示装置）を有する、ユーザーコンソールを含んでもよい。いくつかの変形例では、操作者は、本明細書に記載されるように、システムの取り付け状態に対応する音声及び触覚フィードバックを受けてもよい。

20

【0074】

A. ツールドライバ

図3Aは、出力された光を使用して、システムの取り付け状態をユーザー（例えば、操作者）に伝達するための第1の光導波路（320）を備える、ツールドライバ（310）の斜視図である。図3Aに示す変形例に示されるように、ツールドライバ（310）は、第1のハウジング（312）と、一組の外科用ツールセンサ（314）と、一組の回転可能な出力ドライブ（316）とを備えてもよい。一組の出力ドライブ（316）は、第1のハウジング（312）によって支持されてもよく、無菌アダプタ（図3B及び図3Cに示される）を介して、外科用ツールにトルクを伝達するように構成されてもよい。ツールドライバ（310）は、例えば、ロボットアーム（図示せず）の遠位端に結合されてもよい。第1のハウジング（312）は、第1の光導波路（320）を備えてもよい。光導波路は、受信された電磁波を受動的に伝搬及び分配させるための、可視光スペクトル波などの電磁波を誘導する物理的構造を指し得る。光導波路の非限定的な実施例としては、光ファイバー、矩形導波路、光チューブ、光パイプ、これらの組み合わせなどが挙げられる。例えば、光パイプは、全内反射を通して光を伝搬するように構成された反射性のライニング又は透明な固体を有する、中空構造体を含んでもよい。本明細書に記載される光導波路は、任意の好適な材料又は材料の組み合わせで作製することができる。例えば、いくつかの変形例では、光導波路は、光学等級のポリカーボネートから作製されてもよい。いくつかの変形例では、本明細書に記載されるようなハウジング及びフレームは、光導波路を形成するために共射出成形されてもよい。他の変形例では、光導波路は、別個に形成され、それぞれのハウジング又はフレームに結合されてもよい。

30

40

【0075】

図3Aに示すように、第1の光導波路（320）は、第1のハウジング（312）の外面に沿って配置されてもよい。例えば、第1の光導波路（320）は、第1のハウジング（312）の外面と同一平面上にあってよい。別の例では、第1の光導波路（320）は、第1のハウジング（312）の外表面から少なくとも部分的に窪んでいてもよく、又は

50

少なくとも部分的に投射されてもよい。いくつかの変形例では、第1の光導波路(320)は、複数の部分(例えば、ツールドライバ(310)の両側に配置される)を備えてもよい。例えば、図3Aに示すように、第1の光導波路(320)は、第1のハウジング(312)の近位端に少なくとも部分的に位置するストリップを含んでもよい。ストリップは、第1のハウジング(312)の第1の側(例えば、左側)上に少なくとも部分的に延在する第1の端部と、第1のハウジング(312)の第2の側(例えば、右側)上に少なくとも部分的に延在する第2の端部と、を含んでもよい。別の例として、第1の光導波路(320)は、第1のハウジング(312)の外部の実質的な部分(例えば、近位部分、側面部分)を覆ってもよい。

【0076】

いくつかの変形例では、本明細書に記載される光導波路は、光を放射するように構成された1つ以上の部分を含み得る。例えば、部分のうちの少なくとも1つは、例えば、円、三角形、矩形、ダイヤモンド、多角形、記号(例えば、プラス/マイナス記号、矢印、ロックなど)、これらの組み合わせ等を含む1つ以上の形状を含んでもよい。例えば、第1の光導波路(320)は、第1のハウジング(312)の第1及び第2の側面のそれぞれの上に3つの円を備えてもよい。円は、本明細書で詳細に説明されるように、対応する照明源に結合されてもよく、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのそれぞれの状態に対応する光を出力するように構成されてもよい。例えば、ツールドライバが動作しているとき、及び無菌アダプタの準備完了状態(202)にあるときに、第1の円は、青色光をパルスし、一方で、第2及び第3の円は、固体赤色光を放射してもよい。これらの光パターンは、準備完了状態のツールドライバ、並びにツールドライバに取り付けられていない無菌アダプタ及び外科用ツールに対応し得る。いくつかの変形例では、第1の光導波路(320)は、複数の視点から同時に容易に見られるように、第1のハウジング(312)上に置かれてもよい。

【0077】

いくつかの変形例では、本明細書に記載される光導波路は、例えば、所定の視点からの視認性を高めるように構成された多面的な表面を含む、表面テクスチャを含んでもよい。例えば、第1の光導波路(320)は、凸状の形状を備えてもよい。

【0078】

ハウジング(312)は、第1の光導波路(320)に結合された1つ以上の照明源(図示せず)を更に備えてもよい。例えば、照明源は、ハウジングの左側、右側、近位端、及び遠位端のうちの1つ以上に配置されてもよい。照明源は、ロボットアームを介して電源に結合され、光出力パラメータ(例えば、波長、周波数、強度、パターン、持続時間など)の所定の組み合わせを使用して、光を放射するように構成されてもよい。例えば、照明源は、本明細書に記載されるように、異なる取り付け状態に対応する異なる色を有する複数の光パターンを放射するように、コントローラによって制御されてもよい。いくつかの変形例では、光(例えば、色、パターンなど)の特性は、例えば、図2に関して説明されるように、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールのうちの少なくとも2つの間の取り付け状態に対応し得る。照明源の非限定的な実施例としては、白熱、電気放電(例えば、エキシマランプ、蛍光灯、電気ガス放電ランプ、プラズマランプなど)、エレクトロルミネセンス(例えば、発光ダイオード、有機発光ダイオード、レーザーなど)、誘導照明、及び光ファイバーが挙げられる。図3Aでは、照明源は、第1のハウジング(312)内に配置されてもよいが、いくつかの変形例では、第1のハウジング(312)の外部に配置されてもよい。いくつかの変形例では、照明源は、第1のハウジング(312)の近位端内に配置されてもよい。

【0079】

第1の光導波路(320)は、(例えば、照明源の上に配置されたベゼル又は他の好適な構造体として)照明源によって放射された光を受容するように構成されてもよい。いくつかの変形例では、第1の光導波路(320)は、照明源から受容された所定の割合の光を放射し、残りの割合の光を無菌アダプタ(330)(図3Bに示される)の第2の光導

10

20

30

40

50

波路(340)に伝搬するように構成されてもよい。例えば、第1の光導波路(320)は、照明源から受容された光の約10%~約100%を放射するように構成されてもよい。いくつかの変形例では、第1の光導波路(320)は、受容された光の約33%を放射するように構成されてもよく、第2の光導波路(340)は、照明源から放射された光の約66%を受容するように構成されてもよい。いくつかの他の変形例では、第1の光導波路(320)は、受容された光の約50%を放射するように構成されてもよく、第2の光導波路(340)は、照明源から放射された光の約50%を受容するように構成されてもよい。

【0080】

いくつかの変形例では、第1の光導波路(320)は、第1の光導波路(320)と第2の光導波路(340)との間の光伝達を可能にするように、第2の光導波路(340)の対応する入力と物理的に嵌合するように構成された、1つ以上の出力部を備えてもよい。例えば、第1の光導波路(320)の出力部と第2の光導波路(340)の対応する入力部との間の嵌合は、相補的かつ対応する特徴(例えば、ラッチ、インターロックタブ、タブ及びスロット整列特徴部、嵌合可能な隆起部及び溝インターフェース、並びに/又は他の好適な嵌合機構など)で容易にすることができる。いくつかの変形例では、ツールドライバ及び無菌アダプタが互いに適切に(例えば、完全かつ動作的に)係合されるか、又は取り付けられているときにのみ、第1の光導波路(320)の1つ以上の出力部は、第2の光導波路(340)の対応する入力部と物理的に嵌合することができる。例えば、無菌アダプタがツールドライバに部分的にのみ係合されるか、又は取り付けられている場合、第1及び第2の光導波路(320、340)は、位置合わせされていなくてもよく、それによって、第1の光導波路(320)から第2の光導波路(340)への光伝搬を低減及び/又は防止し、それによって、無菌アダプタ(330)がツールドライバ(310)に適切に取り付けられていないという視覚的インジケータを操作者に提供する。

【0081】

無菌アダプタ(330)がツールドライバ(310)に取り付けられると、ツールドライバ(310)の照明源から放射された光は、以下で更に詳細に説明するように、第1及び第2の光導波路(320、340)を通して伝搬されてもよい。いくつかの変形例では、第1の光導波路(320)は、照明源から受容された実質的に全ての光を放射することができる。

【0082】

B. 無菌アダプタ

図3Bは、ツールドライバ(310)に結合された無菌アダプタ(330)の斜視図である。いくつかの変形例では、無菌アダプタ(330)は、出力された光を使用して、操作者などのユーザーにシステム(例えば、無菌アダプタ)の取り付け状態を伝達するための第2の光導波路(340)を備えてもよい。図3Bに示すように、無菌アダプタ(330)は、フレーム(332)と、フレーム(332)に結合されたプレートアセンブリ(334)と、プレートアセンブリ(334)によって支持される少なくとも1つの回転可能なカブラ(336)と、を備えてもよい。プレートアセンブリ(334)は、所定の運動範囲内でフレーム(332)に対して上下に移動するように構成されてもよく、回転可能なカブラ(336)は、プレートアセンブリ(334)に対して上下に回転及び移動するように同様に構成されてもよい。無菌アダプタ(330)は、外科用ツールセンサ(314)及び出力ドライブ(316)の上に配置されてもよい。例えば、無菌アダプタ(330)がツールドライバ(310)及び外科用ツール(350)(図3Cに示すような)に取り付けられるとき、フレーム(332)は、ツールドライバ(310)と外科用ツール(350)との間に介挿されるように構成されてもよい。回転可能なカブラ(336)は、ツールドライバ(310)の出力ドライブ(316)によって生成されたトルクを外科用ツール(350)に伝達するように構成されてもよい。

【0083】

フレーム(332)は、第2の光導波路(340)を備えてもよい。図3Bに示される

ように、第2の光導波路(340)は、フレーム(332)の外面に沿って(例えば、フレーム(332)の外周の少なくとも一部分の周りで、無菌アダプタ(330)の長手方向の側部に沿ってなど)、配置されてもよい。例えば、第2の光導波路(340)は、フレーム(332)の第1の側(例えば、左側)上に少なくとも部分的に、かつフレーム(332)の第2の側(例えば、右側)上に少なくとも部分的に延在するストリップを含んでもよい。ストリップは、第2の光導波路(340)の第1及び第2の側面を結合するように、フレーム(332)の遠位側に少なくとも部分的に更に延在してもよい。図示のように、第2の光導波路(340)は、フレーム(332)と同一平面であってもよい。いくつかの変形例では、第2の光導波路(340)は、複数の視点から同時に容易に見ることができるように、フレーム(332)上に配置されてもよい。

10

【0084】

第2の光導波路(340)は、第1の光導波路(320)の出力部から放射された光を受容するように構成されてもよい。例えば、第2の光導波路(340)は、無菌アダプタ(330)をツールドライバ(310)に取り付けた際に、ツールドライバ(310)から放射された光を受容するように構成されてもよく、そのため第2の光導波路(340)は、ツールドライバ(310)から放射され、及び第1の光導波路(320)によって第2の光導波路(340)へと伝搬された光を介して、光を分配する(例えば、照明する)。いくつかの変形例では、第2の光導波路(340)は、第1の光導波路(320)から受容された所定の割合の光を放射し、残りの割合の光を外科用ツール(350)(図3Cに示される)の第3の光導波路(360)に伝搬するように構成されてもよい。いくつか

20

【0085】

いくつかの変形例では、第2の光導波路(340)は、第3の光導波路(360)の対応する入力と物理的に嵌合する(例えば、本明細書に記載されるように、第1の光導波路と第2の光導波路との間の嵌合と同様の様式で)ように構成された、1つ以上の出力部を備えてもよい。例えば、第2の光導波路(340)の出力部と第3の光導波路(360)の対応する入力部との間の嵌合は、相補的かつ対応する特徴(例えば、インターロックタブ、タブ及びスロット整列特徴部、嵌合可能な隆起部及び溝インターフェース、並びに/又は他の好適な嵌合機構など)で容易にすることができる。いくつかの変形例では、第2の光導波路(340)の1つ以上の出力部は、無菌アダプタ及び外科用ツールが互いに適切に(例えば、完全かつ動作的に)係合されるか、又は取り付けられているときにのみ、第3の光導波路(360)の対応する入力部と物理的に嵌合することができる。例えば、外科用ツール(350)が無菌アダプタ(330)に部分的にのみ係合されるか、又は取り付けられている場合、第2及び第3の光導波路(340、360)は、位置合わせされていなくてもよく、それによって、第2の光導波路(340)から第3の光導波路(360)への光伝搬が防止され、それによって、外科用ツール(350)が無菌アダプタ(330)に適切に取り付けられていないという視覚的インジケータを提供する。

30

40

【0086】

外科用ツール(350)が無菌アダプタ(330)に取り付けられ、無菌アダプタ(330)がツールドライバ(310)に取り付けられるときに、ツールドライバ(310)の照明源から放射された光は、第1、第2、及び第3の光導波路(320、340、360)を通じて伝搬され得る。いくつかの変形例では、第2の光導波路(340)は、第1の光導波路(320)から受容された実質的に全ての光を放射することができる。

【0087】

いくつかの変形例では、無菌アダプタ(330)は、第2の照明源(図示せず)を備えてもよく、そのため第2の光導波路(340)は、第2の照明源によって放射された光を

50

受容するように構成されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかでは、第2の光導波路(340)は、ツールドライバ(310)の第1の照明源ではなく、第2の照明源からのみ光を受容してもよい。いくつかの変形例では、第2の照明源は、電池給電されてもよい。いくつかの変形例では、第2の光導波路(340)は、第2の照明源から受容された所定の割合の光を放射し、残りの割合の光を第3の光導波路(360)に伝搬するように構成されてもよい。例えば、第2の光導波路(340)は、第2の照明源から受容された光の約10%~約100%を放射するように構成されてもよい。いくつかの他の変形例では、第2の光導波路(340)は、受容された光の約50%を放射するように構成されてもよく、第3の光導波路(360)は、第2の照明源から放射された光の約50%を受容するように構成されてもよい。いくつかの変形例では、第2の光導波路(340)及び第2の照明源は、第1及び第3の光導波路(320、360)に光を伝搬するように構成されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかでは、第2の光導波路(320)は、受容された光の約33%を放射するように構成されてもよく、第1及び第3の光導波路(320、360)は、第2の照明源から放射された光の約33%をそれぞれ放射するように構成されてもよい。

10

【0088】

いくつかの変形例では、無菌アダプタ(330)は、第2の光導波路(340)のツールドライバの少なくとも一部分(例えば、ツールドライバの遠位端、第1の光導波路など)への物理的な取り付けに伴って、第2の照明源を作動させるように構成されたスイッチを備えてもよい。スイッチは、例えば、導電性接触スイッチ、機械的接触スイッチ(例えば、スライドスイッチ)などであってもよい。したがって、第2の光導波路(340)は、ツールドライバ(310)と無菌アダプタ(330)とが、互いに適切に(例えば、完全かつ動作的に)取り付け係合されるか、又は取り付けられて、スイッチが作動されるときにのみ、第2の照明源から受容された光を放射することができる。

20

【0089】

C. 外科用ツール

図3Cは、無菌アダプタ(330)及びツールドライバ(310)に結合された外科用ツール(350)の斜視図である。いくつかの変形例では、外科用ツール(350)は、取り付け状態を操作者に伝達するための第3の光導波路(360)を備えてもよい。図3Cに示すように、外科用ツール(350)は、無菌アダプタ(330)に結合するように構成された第2のハウジング(352)を備えてもよい。外科用ツール(350)は、第2のハウジング(352)によって支持され、ツールドライバ(310)の出力ドライブから伝達されるトルクを受容するように構成された、少なくとも1つの入力ドライブ(図示せず)を備えてもよい。外科用ツール(350)は、第2のハウジング(352)から延在し、少なくとも1つの入力ドライブに動作可能に結合され得る、エンドエフェクタ(図示せず)を更に備えてもよい。

30

【0090】

第2のハウジング(352)は、第2の光導波路(340)から光を受容するように構成された第3の光導波路(360)を備えてもよい。図3Cに示すように、第3の光導波路(360)は、第2のハウジング(352)の外面に沿って(例えば、無菌アダプタ(330)の第2の光導波路(340)に対して幅方向及び垂直に延在して)、配置されてもよい。例えば、第3の光導波路(360)は、第2のハウジング(352)の第1の側(例えば、左側)上に少なくとも部分的に、かつ第2のハウジング(352)の第2の側(例えば、右側)上に少なくとも部分的に延在するストリップを含んでもよい。ストリップは、第3の光導波路(360)の第1及び第2の側面を結合するように、第2のハウジング(352)の第3の側面(例えば、上側)上に少なくとも部分的に更に延在してもよい。

40

【0091】

第3の光導波路(360)は、無菌アダプタ(330)の第2の光導波路(340)の出力から放射された光を受容するように構成されてもよい。例えば、第3の光導波路(3

50

60)は、無菌アダプタ(330)がツールドライバ(310)に取り付けられたときに、外科用ツール(350)を無菌アダプタ(330)に取り付ける際に、ツールドライバ(310)から放射された光を受容するように構成されてもよく、そのため第3の光導波路(360)は、ツールドライバ(310)から放射され、及び第1及び第2の光導波路(320、340)によって第3の光導波路(360)へと伝搬された光を介して、光を分配する(例えば、照明する)。別の言い方をすると、外科用ツール(350)が無菌アダプタ(330)に取り付けられ、無菌アダプタ(330)がツールドライバ(310)に取り付けられるときに、ツールドライバ(310)の照明源から放射された光は、第1、第2、及び第3の光導波路(320、340、360)を通じて伝搬され得る。いくつかの変形例では、第3の光導波路(360)は、第2の光導波路(340)から受容された実質的に全ての光を放射することができる。

10

【0092】

いくつかの変形例では、外科用ツール(350)は、第3の照明源(図示せず)を備えてもよく、そのため第3の光導波路(360)は、第3の照明源によって、放射された光を受容するように構成されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかでは、第3の光導波路(360)は、第1及び/又は第2の照明源ではなく、第3の照明源からのみ光を受容してもよい。いくつかの変形例では、第3の照明源は、図8に関して詳細に説明されるように、電子装置を使用して、電池給電又は無線給電されてもよい。いくつかの変形例では、第3の光導波路(360)は、第3の照明源から放射された実質的に全ての光を放射することができる。いくつかの変形例では、第3の光導波路(360)は、第3の照明源から受容された所定の割合の光を放射し、残りの割合の光を、第1及び/又は第2の光導波路(320、340)に伝搬するように構成されてもよい。例えば、第3の光導波路(360)は、第3の照明源から受容された光の約10%~約100%を放射するように構成されてもよい。いくつかの他の変形例では、第3の光導波路(360)は、放射された光の約50%を放射するように構成されてもよく、第2の光導波路(340)は、第3の照明源から放射された光の約50%を放射するように構成されてもよい。いくつかの変形例では、第3の光導波路(360)及び第3の照明源は、第2及び/又は第1の光導波路(340、320)に光を伝搬するように構成されてもよい。これらの変形例のうちのいくつかでは、第3の光導波路(360)は、放射された光の約33%を放射するように構成されてもよく、第1及び第2の光導波路(320、340)は、第3の照明源から放射された光の約33%をそれぞれ放射するように構成されてもよい。

20

30

【0093】

いくつかの変形例では、外科用ツール(350)は、第3の光導波路(360)の無菌アダプタの少なくとも一部分(例えば、無菌アダプタの遠位端、第2の光導波路など)への物理的な取り付けに伴って、第3の照明源を作動させるように構成されたスイッチを備えてもよい。スイッチは、例えば、導電性接触スイッチ、機械的接触スイッチ(例えば、スライドスイッチ)などであってもよい。したがって、第3の光導波路(360)は、外科用ツール(350)と無菌アダプタ(330)とが、互いに適切に(例えば、完全かつ動作的に)取り付け係合されるか、又は取り付けられて、スイッチが作動されるときのみ、第3の照明源から受容された光を放射することができる。

40

【0094】

いくつかの変形例では、ツールドライバ(310)、無菌アダプタ(330)、及び外科用ツール(350)の光導波路は、取り付けられた装置構成要素の識別を促進するために、システムの異なる部分に沿って配置されてもよい。例えば、第1の光導波路(320)は、ツールドライバ(310)の端部に配置されてもよく、第2の光導波路(340)は、無菌アダプタ(330)の長さに沿って配置されてもよく、第3の光導波路(360)は、第2の光導波路(340)に対して垂直かつ外科用ツール(350)の上部にわたって配置されてもよい。他の変形例では、3つの光導波路は、遠位端、中間部分、及び近位端にそれぞれ配置されてもよい。

【0095】

50

追加的に又は代替的に、1つ以上の光導波路は、ロボットアーム、ディスプレイ、外科用プラットフォームなどのうちの1つ以上に沿って配置されてもよい。例えば、ロボットアームの1つ以上の部分に配置された光導波路は、ロボットアームの取り付け状態をツールドライバに伝達するように構成されてもよい。別の例として、外科用プラットフォームは、プラットフォームの上面の外周に沿って配置された1つ以上の光導波路を備えてもよく、ロボット外科用システムの動作状態、取り付け状態、手技状態などのうちの1つ以上を伝達するように構成されてもよい。本明細書に記載される光導波路のうちのいずれかは、システムの構成要素のうちのいずれかの状態を伝達することができる。

【0096】

外科用ツールセンサ

本明細書に記載されるツールドライバは、ツールドライバと外科用ツールとの間の取り付け状態（例えば、部分的な取り付け、完全な取り付け、部分的な取り外し、完全な取り外し、不適切な取り付け）に対応するセンサ信号を生成するように構成された、1つ以上の外科用ツールセンサを含んでもよい。本明細書に記載される外科用ツールセンサは、ツールドライバに対する外科用ツールの近接性を直接的、又は間接的に決定するために使用され得る。取り付け状態は、ツールドライバを制御するために使用されてもよく、及び/又は操作者に通知されてもよい。外科用ツールセンサは、例えば、ツールドライバに対する外科用ツールの位置を決定するために使用され得る、近接センサであってもよい。例えば、外科用ツールセンサは、ツールドライバハウジングの表面から離れて、かつ外科用ツールに向かって付勢するように構成された、1つ以上の突起部（例えば、円筒状ペグ）内に配置されてもよい。無菌アダプタが取り付けのためにツールドライバに結合されると、突起部は、プレートアセンブリをツールドライバから上方及び離れる方向に付勢するために、無菌アダプタに接触するように構成されてもよい。外科用ツールが無菌アダプタに取り付けられると、外科用ツールは、プレートアセンブリをツールドライバに向かって付勢し、突起高さを低減する。突起部のうちの1つ以上内に外科用ツールセンサを置くことによって、突起部の高さの変化、及びツールドライバと外科用ツールとの間の取り付け状態に対応する、センサ信号を生成することができる。

【0097】

図4A～図4Eは、無菌アダプタを介して、外科用ツールに取り付けるように構成されたツールドライバ(400)の例示的な変形例の例示的な図である。図4Aは、ツールドライバ(400)の平面図である。ツールドライバ(400)は、無菌アダプタを介して外科用ツールに取り付けられるように構成された、第1のハウジング(402)を備えてもよい。ツールドライバ(400)は、第1のハウジング(402)によって支持される1つ以上の回転可能な出力ドライブ(410)を備えてもよく、出力ドライブ(410)は、無菌アダプタを介して、外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達するように構成されてもよい。出力ドライブ(410)のうちの1つ以上は、出力ドライブ(410)のトルクの変化を決定するために使用される1つ以上のセンサ信号を生成するように構成された、トルクセンサ(440)及び回転出力エンコーダ(460)のうちの1つ以上を備えてもよい。いくつかの変形例では、無菌アダプタセンサは、トルクセンサ(440)及び回転出力エンコーダ(460)(図4B及び図4C)のうちの少なくとも1つを備えてもよい。トルクの変化は、無菌アダプタの回転可能なカプラとツールドライバ(400)の回転可能な出力ドライブ(410)との間の係合(例えば、取り付け、取り外し)の変化に対応し得る。図4Aは、左右対称な配設で第1のハウジング(402)の表面上に配設された6つの出力ドライブ(410)を示す。同様に、4つの突起部(420)は、左右対称な配設で配設されてもよく、また出力ドライブ(410)の対の間に配置されてもよい。この配列は、無菌アダプタ及びツールドライバのうちの1つ以上のツールドライバ(400)に対する横方向及び/又は長手方向の位置ずれの検出を促進することができる。突起部(420)のそれぞれからのセンサ信号は、取り付けデータを生成するために一緒に使用されてもよい。図4Aは、6つの回転出力ドライブ(410)及び4つの突起部(420)を有するツールドライバを示すが、他の変形例では、ツールドライバは、より

10

20

30

40

50

少ない又はより多くの出力ドライブ（４１０）及び／又は突起部（４２０）を含んでもよいことを理解されたい。追加的に又は代替的に、ツールドライバ（４００）は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１７年１１月３日に出願された、「TOOL DRIVE WITH LINEAR DRIVES FOR USE IN ROBOTIC SURGERY」と題する米国特許出願第１５／８０３，６５９号に記載されているような、少なくとも１つの線形出力ドライブ（例えば、軸方向に移動する出力を提供するドライブ）を含んでもよい。

【００９８】

ツールドライバ（４００）のいくつかの変形例は、外科用ツールセンサ（４２４）を有する単一の突起部（４２０）を備えてもよいが、複数の離間した第１の外科用ツールセンサ（４２４）は、システムが無菌アダプタフレームに対するプレートアセンブリの向きを決定することを可能にし得る。すなわち、無菌アダプタとツールドライバ（４００）との間の取り付け状態の知識は、複数の第１の外科用ツールセンサを使用することによって改善され得る。例えば、外科用ツールは、４つ未満の突起部（４２０）が所定の高さに押圧されたときに、無菌アダプタ及びツールドライバ（４００）に不適切に取り付けられてもよい。３つの突起部のみが、第４の突起部がより高い位置にある状態で下方に付勢される場合、その場合、第１の外科用ツールセンサ（４２４）によって出力されるセンサ信号は、外科用ツールが無菌アダプタに対して傾いている不適切な取り付け状態に対応し得る。この位置では、回転可能ブラ（４１０）のうち１つ以上は、外科用ツールの入力ドライブにトルクを伝達することができない場合がある。

【００９９】

図４Ｂ～図４Ｃは、図４Ａに示すＨ－Ｈ線に沿ったツールドライバ（４００）の断面側面図である。ツールドライバ（４００）は、図４Ｂに示すように、第１のハウジング（４０２）によって支持される少なくとも１つの回転可能な出力ドライブ（４１０）と、第１のハウジング（４０２）の表面から延在し、表面から離れる方向に付勢するように構成された少なくとも１つの突起部（４２０）とを備えてもよい。いくつかの変形例では、突起部（４２０）は、ツールドライバ（４００）と外科用ツールとの間に少なくとも１つの取り付け状態を含むセンサ信号を生成するように構成された、第１の外科用ツールセンサ（４２４）を備えてもよい。いくつかの変形例では、第１の外科用ツールセンサ（４２４）は、突起部（４２０）の第２の端部に対する突起部（４２０）の第１の端部の近接性を決定するように構成された、近接センサであってもよい。図４Ｄ及び図４Ｅに示されるように、近接センサは、第１のハウジング（４０２）の外側に配置された突起部（４２０）の第１の端部に結合された磁石（４２２）と、第１のハウジング（４０２）の内側に配置された突起部（４２０）の第２の端部に結合された磁場変換器（４２５）とを備えてもよい。いくつかの変形例では、磁場変換器は、アナログセンサであってもよい。いくつかの変形例では、突起部（４２０）は、突起部（４２０）の第１の端部を第１のハウジング（４０２）から離れるように付勢するように構成された、適合性材料を含んでもよい。例えば、適合性材料は、突起部（４２０）の第１の端部と第１のハウジング（４０２）の表面との間に結合された、コイルばね（４１４）（図４Ｄ及び図４Ｅ）であってもよい。他の変形例では、突起部（４２０）は、板ばねを備えてもよい。

【０１００】

図４Ａ、図４Ｂ、及び図４Ｄは、突起部（４２０）がハウジング（４０２）の表面から完全に離れるように付勢されている第１の構成における突起部（４２０）を示す。例えば、第１の構成では、突起部（４２０）は、無菌アダプタ又は外科用ツールのいずれとも接触していない。突起部（４２０）の第１の構成は、例えば、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間の取り外し状態に対応する。図４Ａ、図４Ｃ、及び図４Ｅは、突起部（４２０）が、外科用ツール及び無菌アダプタ（図示せず）の取り付けからなどの圧縮力により、突起部（４２０）が第１のハウジング（４０２）の表面に向かって完全に後退している、第２の構成の突起部（４２０）を示す。突起部（４２０）の第２の構成は、例えば、無菌アダプタ及び／又は外科用ツールの取り付け状態に対応する。

【 0 1 0 1 】

いくつかの変形例では、取り付け状態は、経時的な突起部（４２０）の位置に対応してもよい。例えば、第１の外科用ツールセンサ（４２０）が、所定の長さの時間にわたって第１又は第２の構成にあるとき、センサ信号は、取り外された状態又は取り付けられた状態のいずれかに対応し得る。無菌アダプタは、突起部（４２０）が第１の構成から第２の構成へ素早く移行し、第１の構成に戻るとき、部分的な取り付け状態にあり得る。例えば、操作者は、突起部（４２０）の上で無菌アダプタを回転させて、突起部を第２の構成に向けて付勢することによって、無菌アダプタをツールドライバに取り付けることができる。無菌アダプタのフレームがツールドライバにラッチされると、その際、突起部（４２０）は、第１の構成に向かって付勢されてもよい。

10

【 0 1 0 2 】

いくつかの変形例では、突起部の近接センサは、ホール効果センサを含んでもよい。磁石は、任意の好適な材料又は材料の組み合わせで作製することができる。例えば、いくつかの変形例では、磁石は、永久磁石、強磁性磁気、及び常磁性磁石であってもよく、アルミニウム、白金、鉄、ニッケル、コバルト、銅、チタン、合金、又はこれらの組み合わせなどから作製されてもよい。

【 0 1 0 3 】

いくつかの変形例では、ツールドライバは、ツールドライバと外科用ツールとの間の取り付け状態に対応するセンサ信号を生成するために使用される外科用ツールの位置を直接検知するように構成された、少なくとも１つの第２の外科用ツールセンサを備えてもよい。図５Ａは、第１のハウジング（５１２）と、一組の出力ドライブ（５１４）と、第１のハウジング（５１２）の表面上に配置された一組の突起部（５１６）と、第１のハウジング（５１２）の遠位端上に配置された無菌アダプタセンサ（５１８）と、第１のハウジング（５１２）の近位端（５２２）とを備える、ツールドライバ（５１０）の平面図である。いくつかの変形例では、電子装置（図示せず）は、近位端（５２２）内に描かれてもよい。図５Ｂは、図５Ａに示すＭ－Ｍ線に沿ったツールドライバ（５００）の断面側面図である。図５Ｂは、第１のハウジング（５１２）の遠位端内に配置された第２の外科用ツールセンサ（５２０）を示す。

20

【 0 1 0 4 】

いくつかの変形例では、無菌アダプタは、無菌アダプタの遠位端をツールドライバ（５１０）の遠位端に取り付ける前に、無菌アダプタの近位端をツールドライバの近位端（５２２）に取り付けることによって、ツールドライバ（５１０）に取り付けるように構成されてもよい。同様に、外科用ツールの近位端は、外科用ツールの遠位端を無菌アダプタの遠位端に取り付ける前に、無菌アダプタの近位端に取り付けられてもよい。したがって、ツールドライバ（５１０）の第２の外科用ツールセンサ（５２０）が外科用ツールの遠位端の存在を検知するとき、センサ信号は、外科用ツール、無菌アダプタ、及びツールドライバ（５１０）の間の取り付けに対応し得る。

30

【 0 1 0 5 】

図５Ｃは、図５Ｂに示されるツールドライバ（５１０）の詳細な断面側面図であり、第２の外科用ツールセンサ（５２０）のセンサ範囲内の外科用ツール（５３０）の遠位端を示す。図５Ｃでは、第２の外科用ツールセンサ（５２０）は、ツールドライバ（５１０）の第１のハウジング（５１２）の遠位端内に配置されてもよい。いくつかの変形例では、第２の外科用ツールセンサ（５２０）は、近接センサを備えてもよい。例えば、近接センサは、ホール効果センサなどの磁場変換器であってもよい。第２の外科用ツールセンサ（５２０）の反対側に、外科用ツール（５３０）の遠位端は、無菌アダプタ（明瞭さのために図示されない）に取り付けられるように構成された、第２のハウジング（５３２）を備えてもよい。外科用ツール（５３０）の第２のハウジング（５３２）は、無菌アダプタ内の対応する凹部と嵌合するように構成された、磁気突起部（５４２）を備えてもよい。磁気突起部（５４２）は、本明細書に記載されるような磁石を備えてもよい。磁気突起部（５４２）は、第１のテーパ面（５４４）と、第１のテーパ面（５４４）とは反対側の第２

40

50

のテーパ面（５４６）とを備えてもよい。

【０１０６】

無菌アダプタ係合機構（５４０）は、磁気突起部（５４２）を含む外科用ツール（５３０）の遠位端を備えてもよい。磁気突起部（５４２）は、外科用ツール（５３０）の表面から延在し、図６Ａ及び図６Ｂに関してより詳細に説明されるように、無菌アダプタの一部を覆って摺動し、無菌アダプタの凹部内に配置されるように構成されてもよい。本明細書で説明されるように、外科用ツール（５３０）は、外科用ツール（５３０）のハウジングによって支持される少なくとも１つの入力ドライブを備えてもよく、無菌アダプタを介して、ツールドライバ（５１０）の出力ドライブ（５１４）から伝達されるトルクを受容するように構成されてもよい。エンドエフェクタ（図示せず）は、外科用ツールハウジングから延在し、入力ドライブに動作可能に結合されてもよい。

10

【０１０７】

図６Ａ及び図６Ｂは、無菌アダプタ（６１０）、及び外科用ツール（６２０）を無菌アダプタ（６１０）に所望の配向で嵌合するための対応する係合機構を備える外科用ツール（６２０）の断面側面図である。例えば、１つ以上の係合機構は、操作者が外科用ツールの遠位端を無菌アダプタの近位端に取り付けることを防止するように構成され得る。いくつかの変形例では、外科用ツール（６２０）の無菌アダプタ係合機構（６４０）は、本明細書に記載され、ツールドライバの第２の外科用ツールセンサ（６９０）によって直接検知されるように構成されるような磁石を備えた、磁気突起部（６４２）（図６Ｂを参照）を備えてもよい。例えば、第２の外科用ツールセンサ（６９０）は、誘導センサ、光学センサ、磁気センサ、導電性接触スイッチ、及び／又は機械的接触スイッチのうちの少なくとも１つを含んでもよい。図６Ａに示すように、外科用ツール（６２０）は、外科用ツール（６２０）の表面から突出し、無菌アダプタ（６１０）の表面と係合するように構成され得る、無菌アダプタ係合機構（６４０）を備えてもよい。無菌アダプタ係合機構（６４０）及び外科用ツール係合機構（６５０）は、外科用ツール（６２０）及び無菌アダプタ（６１０）のそれぞれの遠位端に配置されてもよい。無菌アダプタ（６１０）は、フレーム（６７０）に結合されたプレートアセンブリ（６８０）と、プレートアセンブリ（６８０）内に配置され、かつ無菌アダプタ係合機構（６４０）と嵌合するように構成された外科用ツール係合機構（６５０）と、を備えてもよい。いくつかの変形例では、外科用ツール（６２０）の近位端は、図８に関してより詳細に説明されるように、外科用ツール（６２０）の電子通信装置を支持するように構成された突起部を備えてもよい。

20

30

【０１０８】

図６Ｂは、外科用ツール（６２０）及び無菌アダプタ（６１０）の遠位端の詳細断面図である。本明細書で説明されるように、無菌アダプタ係合機構（６４０）は、無菌アダプタ（６２０）の表面から突出してもよい。これらの変形例のうちのいくつかでは、無菌アダプタ係合機構（６４０）は、第１のテーパ面（６４４）、及び第１のテーパ面（６４４）とは反対側の第２のテーパ面（６４６）を含む、磁気突起部（６４２）を備えてもよい。テーパ面（６４４、６４６）は、磁気突起部（６４２）が外科用ツール係合機構（６５０）と嵌合する（例えば、摺動する）まで、外科用ツール（６２０）が無菌アダプタ（６１０）の１つ以上の部分の上を摺動することを可能にするように角度付けられてもよい。例えば、無菌アダプタ係合機構（６４０）は、台形の形状を備えてもよい。外科用ツール係合機構（６５０）は、無菌アダプタ係合機構（６４０）を保持し、無菌アダプタ（６１０）に対する外科用ツール（６２０）の移動を制限するように構成された、凹部を備えてもよい。凹部は、出力ドライブディスク（６８２）に対して遠位であってもよい。本明細書に記載されるように、ツールドライバの第２の外科用ツールセンサ（６９０）は、外科用ツール係合機構（６５０）と重なっていてもよい（例えば、下方に配置される）。いくつかの変形例では、外科用ツール（６２０）及び無菌アダプタ（６１０）は、複数の離間した係合機構を備えてもよい。いくつかの変形例では、外科用ツール係合機構（６４０）は凹部を備えてもよく、一方で、無菌アダプタ（６５０）は、突起部を備えてもよい。

40

【０１０９】

50

無菌アダプタセンサ

いくつかの変形例では、ツールドライバは、無菌アダプタがツールドライバに完全に取
り付けられたときにセンサ信号を生成するように構成された、少なくとも1つの無菌アダ
プタセンサを含んでもよい。例えば、無菌アダプタセンサは、無菌アダプタがツールドラ
イバの遠位部分上に物理的にラッチされたときに、センサ信号を生成し得る。センサ信号
は、ツールドライバと無菌アダプタとの間の取り付け状態（例えば、完全な取り付け、完
全な取り外し）に対応し得る。ツールドライバ及び無菌アダプタはそれぞれ、無菌アダ
プタとツールドライバとの間の一方向の係合のみを可能にするように構成されてもよい。す
なわち、無菌アダプタの遠位端は、無菌アダプタ及びツールドライバの近位端が互いに嵌
合していない限り、ツールドライバと係合する（例えば、ラッチする）ことがない。取り
付け状態は、ツールドライバを制御するために、及び/又はシステムの取り付け状態を操
作者に通知するために使用されてもよい。無菌アダプタセンサは、例えば、無菌アダプタ
と物理的に接触すると、センサ信号を生成するように構成されたスイッチセンサであって
もよい。

【0110】

いくつかの変形例では、図4Aに示すように、第1のハウジング(402)は、第1の
ハウジング(402)の遠位端に配置された無菌アダプタセンサ(430)を備えてもよい。無菌アダ
プタセンサ(430)は、ツールドライバ(400)と無菌アダプタ(明瞭
さのために図示されない)との間の取り付け状態に対応するセンサ信号を生成するよう
に構成されてもよい。無菌アダプタセンサの変形例は、図7A~図7Cに関連して本明細書
でより詳細に説明される。いくつかの変形例では、第1のハウジング(402)の近位端
(470)は、図8に関して本明細書でより詳細に記載されるように、ツールドライバ(4
00)の電子通信装置を支持するように構成されてもよい。

【0111】

図7Aは、無菌アダプタ(720)に結合されたツールドライバ(710)の平面図で
ある。無菌アダプタ(720)は、フレーム(722)に結合されたプレートアセンブリ
(724)を備えてもよい。フレーム(722)は、ツールドライバ(710)と外科用
ツール(明瞭さのために図示されない)との間に介挿されるように構成されてもよい。一
組の回転可能なカブラ(726)は、プレートアセンブリ(724)によって支持され、
ツールドライバ(710)の出力ドライブ(714)から、外科用ツールにトルクを伝達
するように構成されてもよい。

【0112】

図7B~図7Cは、図7AのK-K線に沿った無菌アダプタ(720)及びツールドラ
イバ(710)の断面側面図である。ツールドライバ(710)は、無菌アダプタ(72
0)に結合するように構成されたハウジング(712)を備えてもよい。ハウジング(7
12)は、無菌アダプタ(720)上の対応するツールドライバ係合機構(750)と嵌
合可能な無菌アダプタ係合機構(740)を備えてもよい。無菌アダプタセンサ(730
)は、無菌アダプタ係合機構(740)に結合され、ツールドライバ機構係合機構(75
0)がその対応する無菌アダプタ係合機構(740)と嵌合したときに、センサ信号を生
成するように構成されてもよい。すなわち、無菌アダプタセンサ(730)は、無菌アダ
プタがツールドライバに確実に取り付けられるまで、センサ信号を生成しない位置に配置
される。いくつかの変形例では、無菌アダプタ係合機構(740)及び無菌アダプタセン
サ(730)はそれぞれ、回転可能な出力ドライブ(714)に垂直なツールドライバハ
ウジングの側で、ツールドライバ(710)の遠位端上に配置されてもよい。図7Cに示
すように、無菌アダプタ係合機構(740)は、突起部を備えてもよく、ツールドライバ
係合機構(750)は、凹部を備えてもよい。突起部は、無菌アダプタ(720)が突起
部の上を摺動することを可能にするように構成されてもよい(例えば、先細になっている
)。その際、突起部は、ツールドライバ係合機構(750)の凹部と嵌合することができる。
例えば、無菌アダプタ係合機構(740)の突起部は、一方の側にテーパ面、及びテ
ーパ面とは反対側の平坦な表面を備えてもよい。ツールドライバ係合機構(750)の凹

10

20

30

40

50

部は、ツールドライバ（710）に対する無菌アダプタ（720）の移動を制限するように構成されてもよい。

【0113】

いくつかの変形例では、フレームアセンブリ（724）の平面から垂直に突出し、ツールドライバ係合機構（750）を備えるフレーム（722）の遠位部分は、それぞれの係合機構を使用して、操作者が無菌アダプタをツールドライバに嵌合することを促進することができる、適合性材料を含んでもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバ（710）及び無菌アダプタ（720）は、複数の離間した係合機構を備えてもよい。いくつかの変形例では、無菌アダプタ係合機構（740）は、凹部を備えてもよく、一方で、ツールドライバ係合機構（740）は、突起部を備えてもよい。無菌アダプタ係合機構（740）及びツールドライバ係合機構（750）を回転可能なプレートアセンブリ（724）から更に離れるように配置することは、係合機構（740、750）の嵌合が、無菌アダプタ（720）のツールドライバ（710）への適切な取り付けに対応することを確実にする助けとなり得る。したがって、係合機構（740、750）は、無菌アダプタ（720）がツールドライバ（720）に取り付けられたときに互いに結合する無菌アダプタ（720）及びツールドライバ（710）の最終的な部分であることが好ましい。

10

【0114】

いくつかの変形例では、無菌アダプタセンサ（730）は、無菌アダプタ係合機構（740）とツールドライバ係合機構（750）との間の取り付けを検出するように構成された、近接センサを備えてもよい。例えば、近接センサは、導電性接触スイッチ、機械的接触スイッチ（例えば、スライドスイッチ）、ホール効果センサ、力センサ、光センサ、これらの組み合わせなどのうちの少なくとも1つを含んでもよい。図7Cでは、無菌アダプタセンサ（730）は、スイッチ（732）を備えてもよく、それはスイッチ（732）を初期のリセット位置に付勢するように構成されたトーションばねを含む。いくつかの変形形態では、スイッチ（732）は、係合機構（740、750）が嵌合するときにスイッチ（732）が押し下げられるように、無菌アダプタ係合機構（740）に隣接して配置されてもよい。

20

【0115】

電子装置

いくつかの変形例では、ツールドライバ及び外科用ツールのうちの少なくとも1つは、データを互いに送信するように構成された1つ以上の電子通信装置を含んでもよい。一般に、ツールドライバ及び外科用ツールは、外科用ツールが無菌アダプタ及びツールドライバに取り付けられたときに、互いにごく近接するそれぞれの通信装置を含み得る。通信性能は、ツールドライバ及び外科用ツール内の通信装置の配置に少なくとも部分的に依存し得る。例えば、電子通信装置間の距離を最小化することにより、信号対雑音比（SNR）及び電力効率のうちの1つ以上を改善することができる。いくつかの変形例では、電子装置は、無線電力伝達システムを備え得る。

30

【0116】

A. ツールドライバ

いくつかの変形例では、ツールドライバは、外科用ツールの対応する電子通信装置と無線通信するように構成された、電子通信装置を備えてもよい。これにより、システムが外科用ツールと共に多数の機能を実行することを可能にし得る。例えば、ツールドライバは、外科用ツールと通信して、外科用ツールを識別及び認証すること、適合性を決定すること、ツール使用情報（例えば、ログデータ）をダウンロードすること、外科用ツールの設定を構成すること、校正データを通信すること等を行い得る。図8は、無菌アダプタ（840）を介して、外科用ツール（850）に結合されたツールドライバ（810）の変形例の断面側面図である。図8に示すように、ツールドライバ（810）は、無菌アダプタ（840）を介して、外科用ツール（850）に取り付けるように構成された第1のハウジング（812）を備えてもよい。ツールドライバ（810）は、第1のハウジング（812）によってそれぞれ支持された対応する回転可能な出力ドライブディスク（820）

40

50

に結合される、少なくとも1つの出力ドライブ(822)を更に備え得る。出力ドライブ(822)は、無菌アダプタ(840)を介して、外科用ツール(850)の入力ドライブ(図示せず)にトルクを伝達するように構成されてもよい。第1のハウジング(812)は、出力ドライブディスク(820)の平面内に実質的に配置された、第1の電子通信装置(830)を備えてもよい。第1の電子通信装置(830)は、外科用ツール(850)と無線通信するように構成されてもよい。

【0117】

いくつかの変形例では、第1のハウジング(812)の近位端は、第1の通信部分(814)内の第1の通信装置(814)を支持するように構成されてもよい。例えば、第1のハウジング(812)の近位端は、突起部(例えば、第1の通信部分(814))を備えてもよい。出力ドライブディスク(830)及び第1の通信部分(814)は、実質的に同じ高さを有してもよい。

10

【0118】

いくつかの変形例では、電子通信装置は、受信機、送信機、並びに/又は光(例えば、赤外線)受信機及び送信機のうちの1つ以上を含む無線周波数(Radio frequency、RF)回路(例えば、RF送受信機)を備える、無線通信ボードを備えてもよい。RF回路は、外科用ツール及び他の装置からRF信号(例えば、電磁信号)を受信及び送信することができる。RF回路は、電気信号と電磁信号との間を変換し、電磁信号を使用して、その他の通信装置と通信する。RF回路は、アンテナシステム、RF送受信機、1つ以上の増幅器、チューナ、1つ以上の発振器、デジタル信号プロセッサ、コーデックチップセット、加入者識別モジュール(Subscriber Identity Module、SIM)カード、メモリなどのうちの1つ以上を含んでもよい。

20

【0119】

電子通信装置を使用する近距離無線通信は、Bluetooth(登録商標)、近距離通信(Near-Field Communication、NFC)、及び無線周波数識別(Radio-Frequency Identification、RFID)を含むがこれらに限定されない、1つ以上の通信規格、プロトコル及び技術を使用することができる。いくつかの変形例では、電子通信装置は、バッテリーによって給電されてもよい。

【0120】

30

B. 無菌アダプタ

いくつかの変形例では、無菌アダプタは、ツールドライバと外科用ツールとの間に介挿され、それらの対応する電子通信装置間の距離を最小化するような様式で形成されるように構成されてもよい。図8に示すように、無菌アダプタ(840)は、ツールドライバ(810)と外科用ツール(850)との間に介挿されるように構成された、フレーム(842)を備えてもよい。フレーム(842)は、プレートアセンブリ(図8に示されない)に結合されてもよい。無菌アダプタ(840)のフレーム(842)は、外科用ツール(850)の突起部(854)を支持するように構成された通信部分(846)を備えてもよい。突起部(854)は、外科用ツール(850)が無菌アダプタ(840)に取り付けられ、プレートアセンブリがツールドライバ(810)に向かって付勢されるときに、プレートアセンブリの平面内に実質的に存在し得る。したがって、第2の電子通信装置(832)が突起部(854)内に配置されると、第2の電子通信装置(832)は、実質的にプレートアセンブリの平面内にあってもよい。少なくとも1つの回転可能なカブラ(844)は、プレートアセンブリによって支持され、ツールドライバ(810)の出力ドライブ(822)から、外科用ツール(850)の入力ドライブにトルクを伝達するように構成されてもよい。

40

【0121】

図8に示すように、フレーム(842)の近位端は、通信部分(846)を備えてもよい。いくつかの変形例では、通信部分(846)は、第1の通信部分(814)の近位端に取り付けられてもよい。通信部分(846)は、外科用ツールハウジング(852)の

50

突起部（８５４）を更に支持し得る。いくつかの変形例では、フレーム（８４２）の通信部分（８４６）は、通信装置（８３０、８３２）間の距離を低減するために、フレーム（８４２）の他の部分よりも薄くてもよい。いくつかの変形例では、無菌アダプタ（８４０）のフレーム（８４２）は、通信部分（８４６）がなく形成されてもよく、それにより、ツールドライバ（８１０）及び外科用ツール（８５０）の近位端を互いに近付けることができる。

【０１２２】

C．外科用ツール

いくつかの変形例では、外科用ツールは、ツールドライバの対応する電子通信装置と無線通信するように構成された、電子通信装置を備えてもよい。これにより、外科用ツールが多数の機能を実行することを可能にし得る。例えば、外科用ツールは、ツールドライバと通信して、それにより、ツールドライバ及び／又は外科用システムを識別及び認証すること、適合性を決定すること、較正データを通信すること等を行うことができる。図８に示すように、外科用ツール（８５０）は、無菌アダプタ（８４０）に結合するように構成された第２のハウジング（８５２）を備えてもよい。第２のハウジング（８５２）は、突起部を備えてもよい。いくつかの変形例では、エンドエフェクタ（図示せず）は、第２のハウジング（８５２）から延在し、外科用ツール（８５０）の入力ドライブに動作可能に結合されてもよい。入力ドライブは、第２のハウジング（８５２）によって支持されてもよく、無菌アダプタ（８４０）を介してツールドライバ（８１０）の出力ドライブ（８２２）から伝達されたトルクを受容するように構成されてもよい。第２のハウジング（８５２）は、ツールドライバ（８１０）と無線通信するように構成された第２の通信装置（８３２）を備えてもよい。第２の通信装置（８３２）は、突起部（８５４）内に配置されてもよい。第２の通信装置（８３２）は、本明細書に記載される第１の通信装置（８３０）と同じ又は異なる構成であってもよい。

【０１２３】

いくつかの変形例では、外科用ツール（８５０）の近位端は、突起部（８５４）を備えてもよい。例えば、外科用ツール（８５０）の突起部（８５４）は、第２の通信装置（８３２）を支持するように構成されてもよい。出力ドライブディスク（８３０）及び第１のハウジング（８１２）の近位端は、実質的に同じ高さを有してもよい。突起部（８５４）及び第２の通信装置（８３２）のうちの１つ以上は、回転可能なカブラ（８４４）と実質的に同じ平面内に配置されてもよい。外科用ツール（８５０）から離れる方向に延在する突起部（８５４）内に第２の電子通信装置（８３２）を提供することによって、外科用ツールの内部構成は、電子通信装置を収容するように変更される必要はない。いくつかの変形例では、第２の通信装置（８３２）を有する突起部（８５４）は、外科用ツール（８５０）から取り外し可能に取り付けられてもよい。例えば、外科用ツール（８５０）に面する突起部（８５４）の表面は、外科用ツール（８５０）の下面及び無菌アダプタ（８４０）のフレーム（８４２）のうちの１つ以上に結合するように構成された、１つ以上の締結具（例えば、フック）を備えてもよい。

【０１２４】

いくつかの変形例では、外科用ツール（８５０）及び無菌アダプタ（８４０）がツールドライバ（８１０）に取り付けられるとき、第１の通信装置（８３０）と第２の通信装置（８３２）間の距離は、約１０mm未満であってもよい。いくつかの変形例では、第１の通信装置（８３０）と第２の通信装置（８３２）との間の距離は、約６mm未満であってもよい。いくつかの変形例では、第１の通信装置（８３０）と第２の通信装置（８３２）との間の距離は、約３mm～約６mmであってもよい。一般に、無菌アダプタ（８４０）のプレートアセンブリは、フレーム（８４２）に対して約５mmを超えて移動することができる。電子通信装置間のこれらの短距離は、通信装置及び／又はセンサなどの外科用ツールの１つ以上の装置への無線電力伝達を可能にし得る。いくつかの変形例では、電子装置は、誘導結合及び容量結合のうちの１つ以上を使用して電力を伝達することができる。

【０１２５】

III. システム

一般に、本明細書に記載されるロボット外科用システムは、ロボットアームと、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールに結合された対応する制御システムと、を含んでもよい。いくつかの変形例では、ツールドライバは、センサ信号を生成するように構成された1つ以上のセンサを備えてもよい。これらの信号は、コントローラによって受信され、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間の取り付け状態に対応する取り付けデータを生成するために使用されてもよい。したがって、制御システムは、取り付けデータを使用して、ロボットアーム及びツールドライバのうちの1つ以上を制御することができる。本明細書でより詳細に記載されるように、コントローラは、ネットワークインターフェースを使用して1つ以上のネットワークに結合されてもよい。コントローラは、ユーザーインターフェースを備える通信インターフェースに結合された、プロセッサ及びメモリを含んでもよい。コントローラは、無菌バリア形成プロセスの1つ以上の工程を自動的に実行し、したがって、無菌アダプタ及び外科用ツールをツールドライバに係合するための適切な取り付けシーケンスに従うことによって、外科用ツールの切り替えプロセスを改善し、操作者のエラーを低減することができる。

【0126】

図9A及び図9Bは、ロボット外科用システム(900)の変形例のブロック図である。システム(900)は、ロボットアーム(910)、ツールドライバ(912)、無菌アダプタ(914)、及び外科用ツール(916)のうちの1つ以上を制御するように構成された、制御システム(920)を備え得る。ロボットアーム(910)は、遠位端にツールドライバ(912)、無菌アダプタ(914)、及び外科用ツール(916)(例えば、エンドエフェクタ)のうちの1つ以上を取り付けた、外科用プラットフォーム(例えば、テーブル、ベッドなど)に置かれてもよい。ロボットアーム(910)は、ツールドライバ(912)を位置決め及び配向するように作動される、複数のリンクを含んでもよい。ロボットアーム(916)は、テーブル上、カート内、天井、側壁、又は他の好適な支持面に取り付けられてもよい。

【0127】

いくつかの変形例では、システム(900)は、ツールドライバ(912)、無菌アダプタ(914)、及び外科用ツール(916)の2つ以上の間の取り付け状態に対応するセンサ信号を生成するように構成された、1つ以上のセンサを含んでもよい。例えば、センサは、ツールドライバ内に配置され、ツールドライバの無菌アダプタ及び外科用ツールに対する存在、係合、及び/又は取り付けのうちの1つ以上を検知するように構成されてもよい。ツールドライバ(912)、無菌アダプタ(914)、及び外科用ツール(916)は、1つ以上の有線又は無線通信チャネルを通じて制御システム(920)に結合されてもよい。任意の有線接続が、床及び/又は壁又は天井に任意選択的に構築されてもよい。制御システム(920)は、1つ以上のネットワーク(970)、データベース(940)、及び/又はサーバ(950)に結合されてもよい。ネットワーク(970)は、1つ以上のデータベース(940)及びサーバ(950)を含んでもよい。いくつかの変形例では、遠隔操作者(図示せず)は、ユーザーコンソール(960)(例えば、外科医ブリッジ)を通じて、1つ以上のネットワーク(970)、データベース(940)、及びサーバ(950)に結合され得る。いくつかの変形例では、ツールドライバ(912)及び外科用ツール(916)のうちの1つ以上は、ネットワーク(970)、データベース(940)、サーバ(950)のいずれかに、又は互いに直接的に結合されてもよい。処理、データ生成、及び分析は、システム(900)の装置のうちのいずれか1つで実行されてもよく、又は複数の装置全体にわたって分散されてもよい。

【0128】

ユーザー(例えば、外科医又は他の操作者)は、ユーザーコンソール(960)を使用して、ロボットアーム(910)及び/又は外科用ツール(916)を遠隔で操作してもよい(例えば、テレオペレーション)。ユーザーコンソール(960)は、ロボット外科用システム(900)と同じ手技室、隣接する部屋又は近傍の部屋に配置されてもよく、

10

20

30

40

50

又は異なる建物、都市、国などの遠隔地から遠隔操作されてもよい。いくつかの変形例では、複数のユーザーコンソール（960）は、例えば、追加の外科用ツールを制御するために、及び/又は1つ以上の外科用ツールを1次ユーザーコンソールで制御するために提供されてもよい。これにより、例えば、外科医が、外科的処置中に、ある技術を引き継ぎ、又は医学生及びトレーニング中の医師に示すことができ、又は同時に、又は連携した様式で作業する複数の外科医を必要とする複雑な手術中に補助することができる。

【0129】

制御システム

本明細書に記載されるツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールは、1つ以上の制御システム（例えば、コンピュータシステム）、及び/又はネットワークに結合することができる。図9Bは、制御システム（920）のブロック図である。制御システム（920）は、プロセッサ（924）とメモリ（926）とを備えるコントローラ（922）を備え得る。いくつかの変形例では、制御システム（920）は、通信インターフェース（930）のうちの1つ以上を更に備えてもよい。コントローラ（922）は、通信インターフェース（930）に結合されて、操作者が制御システム（920）、ロボットアーム（910）、ツールドライバ（912）、外科用ツール（916）、センサ、及びシステム（900）の任意の他の構成要素を遠隔制御することを可能にし得る。通信インターフェース（930）は、制御システム（920）を、有線及び/又は無線ネットワーク上で別のシステム（例えば、インターネット、リモートサーバ、データベース）に接続するように構成された、ネットワークインターフェース（932）を備えてもよい。通信インターフェース（930）は、操作者が制御システム（920）を直接制御することを可能にするように構成された、ユーザーインターフェース（934）を更に備えてもよい。

【0130】

A. コントローラ

図9Bに示されるような制御システム（920）は、ロボット外科用システム（900）（例えば、ロボットアーム（910）、ツールドライバ（912）、外科用ツール（916））と通信するコントローラ（922）を備えてもよい。コントローラ（920）は、1つ以上のプロセッサ（924）と、1つ以上のプロセッサ（924）と通信する1つ以上の機械可読メモリ（926）とを備えてもよい。プロセッサ（924）は、メモリ（926）から受信したデータ、及びシステム（900）を制御するための操作者入力を組み込んでよい。メモリ（926）は、プロセッサ（924）に、システム（900）に関連付けられたモジュール、プロセス、及び/又は機能を実行させる命令を更に記憶してもよい。コントローラ（922）は、有線及び/又は無線通信チャネルによって、ロボットアーム（910）、ツールドライバ（912）、及び外科用ツール（916）のうちの1つ以上に接続されてもよい。コントローラ（922）は、例えば、ロボットアーム（910）、ツールドライバ（912）、外科用ツール（916）、通信インターフェース（930）などのシステム（900）の1つ以上の構成要素を制御するように構成されてもよい。

【0131】

コントローラ（922）は、多数の汎用又は専用コンピューティングシステム又は構成と一致して実装されてもよい。本明細書で開示されるシステム及び装置と共に使用するのに好適であり得る様々な例示的なコンピューティングシステム、環境、及び/又は構成としては、これらに限定されるものではないが、外科医ブリッジ、サーバ、又はルーティング/コネクティビティコンポーネント、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベースのシステム、分散コンピューティングネットワーク、パーソナルコンピューティング装置、ネットワーク機器、ポータブル（例えば、ハンドヘルド）若しくはラップトップ装置などのサーバコンピューティング装置内の、又はそれに具現化されるソフトウェア又は他のコンポーネントが含まれ得る。ポータブルコンピューティング装置の例としては、スマートフォン、携帯情報端末（Personal Digital Assistants、PDA）、携帯電話、タブレットPC、スマートウォッチなどの形態をとるウェア

10

20

30

40

50

ラブルコンピュータ、並びにセンサを介して操作者の環境とインターフェースして、可視化、視線追跡及びユーザー入力のためのヘッドマウントディスプレイを使用することができるポータブル又はウェアラブルな拡張現実装置が含まれる。

【0132】

i. プロセッサ

プロセッサ(924)は、一組の命令又はコードを動作させる、及び/又は実行するように構成された任意の好適な処理装置であってもよく、1つ以上のデータプロセッサ、画像プロセッサ、グラフィックス処理ユニット、物理学処理ユニット、デジタル信号プロセッサ、及び/又は中央処理ユニットを含んでもよい。プロセッサ(924)は、例えば、汎用プロセッサ、フィールドプログラマブルゲートアレイ(Field Programmable Gate Array、FPGA)、特定用途向け集積回路(Application Specific Integrated Circuit、ASIC)などであってもよい。プロセッサ(924)は、アプリケーションプロセス及び/又は他のモジュール、システム及び/又はそれに関連するネットワークに関連するプロセス及び/又は機能を実行及び/又は実行するように構成され得る。根底となるデバイス技術は、様々な相補的な金属酸化物半導体(Complementary Metal-Oxide Semiconductor、CMOS)のような金属酸化物半導体電界効果トランジスタ(Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor、MOSFET)技術、エミッタ結合論理(Emitter-Coupled Logic、ECL)のようなバイポーラ技術、ポリマー技術(例えば、ケイ素共役ポリマー及び金属共役ポリマー-金属構造)、混合アナログ及びデジタル、これらの組み合わせなどを含む様々な構成要素タイプで提供され得る。

【0133】

ii. メモリ

いくつかの変形例では、メモリ(926)は、データベース(図示せず)を含んでもよく、例えば、ランダムアクセスメモリ(Random Access Memory、RAM)、メモリバッファ、ハードドライブ、消去可能なプログラマブル読み出し専用メモリ(Erasable Programmable Read-Only Memory、EPROM)、電氣的消去可能読み出し専用メモリ(Electrically Erasable Read-Only Memory、EEPROM)、読み出し専用メモリ(Read-Only Memory、ROM)、フラッシュメモリ、これらの組み合わせなどであってもよい。本明細書で使用するとき、データベースは、データ記憶リソースを指す。メモリ(926)は、プロセッサ(924)に、無菌バリア形成、通知、ロボットアーム制御、ツールドライバ制御、外科用ツール制御、センサ制御、センサ信号処理、通信、認証、又はユーザー設定などの制御システム(920)に関連付けられたモジュール、プロセス、及び/又は機能を実行させる命令を記憶してもよい。いくつかの変形例では、ストレージは、ネットワークベースであり、1人以上の認可されたユーザーにとってアクセス可能であってもよい。ネットワークベースのストレージは、リモートデータストレージ又はクラウドデータストレージと称され得る。クラウドデータストレージ(例えば、データベース)内に記憶されたセンサ信号及び取り付けデータは、インターネットなどのネットワークを介して、それぞれのユーザーにアクセス可能であり得る。いくつかの変形例では、データベース(940)は、クラウドベースのFPGAであってもよい。

【0134】

本明細書に記載のいくつかの変形例は、様々なコンピュータ実装動作を実行するための命令又はコンピュータコードをその上に有する、非一時的コンピュータ可読媒体(非一時的プロセッサ可読媒体とも称され得る)を有するコンピュータ記憶製品に関する。コンピュータ可読媒体(又はプロセッサ可読媒体)は、それ自体が一時的に伝搬する信号(例えば、空間又はケーブルなどの伝送媒体上で情報を搬送する伝搬電磁波)を含まないという意味で、非一時的である。媒体及びコンピュータコード(コード又はアルゴリズムとも呼ばれることもある)は、特定の目的(複数可)のために設計及び構築されたものであって

もよい。

【0135】

非一時的コンピュータ可読媒体の例には、これらに限定されないが、ハードディスク、フロッピーディスク及び磁気テープなどの磁気記憶媒体、コンパクトディスク/デジタルビデオディスク (Compact Disc/Digital Video Disc、CD/DVD) などの光学記憶媒体、コンパクトディスク読み取り専用メモリ (Compact Disc-Read Only Memory、CD-ROM)、ホログラフィック装置、光学ディスクなどの光磁気記憶媒体、ソリッドステートドライブ (Solid State Drive、SSD) 及びソリッドステートハイブリッドドライブ (Solid State Hybrid Drive、SSHHD) などのソリッドステート記憶装置、搬送波信号処理モジュール、並びに特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラム可能論理装置 (Programmable Logic Device、PLD)、読み取り専用メモリ (ROM)、及びランダムアクセスメモリ (RAM) 装置などのプログラムコードを記憶及び実行するように特別に構成されたハードウェア装置が含まれる。本明細書に記載される他の変形例は、例えば、本明細書に開示される命令及び/又はコンピュータコードを含み得る、コンピュータプログラム製品に関する。

10

【0136】

本明細書に記載されるシステム、装置、及び方法は、ソフトウェア (ハードウェア上で実行される)、ハードウェア、又はそれらの組み合わせによって実行されてもよい。ハードウェアモジュールには、例えば、汎用プロセッサ (又は、マイクロプロセッサ又はマイクロコントローラ)、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) などが含まれ得る。ソフトウェアモジュール (ハードウェア上で実行される) は、C、C++、Java (登録商標)、Python、Ruby、Visual Basic (登録商標)、及び/又は他のオブジェクト指向、手続き型、若しくは他のプログラミング言語、並びに開発ツールを含む、様々なソフトウェア言語 (例えば、コンピュータコード) で表現されてもよい。コンピュータコードの例としては、マイクロコード又はマイクロ命令、コンパイラによって生成されるものなどの機械命令、ウェブサービスを生成するために使用されるコード、及びインタプリタを使用してコンピュータによって実行されるより高レベルの命令を含むファイルが含まれるが、これらに限定されない。コンピュータコードの追加的な例としては、制御信号、暗号化コード、及び圧縮コードが含まれるが、これらに限定されない。

20

30

【0137】

B. 通信インターフェース

通信インターフェース (930) は、操作者がシステム (900) と直接及び/又は遠隔で相互作用する及び/又は制御することを可能にし得る。例えば、システム (900) のユーザーインターフェース (934) は、操作者がコマンドを入力するための入力装置と、操作者及び/又は他のユーザー (例えば、技術者) がシステム (900) の動作に関する出力 (例えば、ディスプレイ装置上の患者データの閲覧) を受信するための出力装置と、を含むことができる。いくつかの変形例では、ネットワークインターフェース (932) は、制御システム (920) が、本明細書でより詳細に説明されるように、ネットワーク (970) (例えば、インターネット)、リモートサーバ (950) 及びデータベース (940) のうちの1つ以上と通信することを可能にし得る。

40

【0138】

i. ユーザーインターフェース

ユーザーインターフェース (934) は、ユーザー (例えば、操作者) と制御システム (920) との間の通信インターフェースとして機能し得る。いくつかの変形例では、ユーザーインターフェース (934) は、入力装置及び出力装置 (例えば、タッチスクリーン及びディスプレイ) を備えてもよく、1つ以上のセンサ、入力装置、出力装置、ネットワーク (970)、データベース (940)、及びサーバ (950) から入力データ及び/又は出力データを受信するように構成されてもよい。例えば、無菌アダプタセンサ及び

50

外科用ツールセンサによって生成されたセンサ信号は、プロセッサ(924)及びメモリ(926)によって処理され、1つ以上の出力装置(例えば、光導波路)によって視覚的に出力されてもよい。センサ信号及び/又は取り付けデータは、ユーザーインターフェース(934)によって受信され、1つ以上の出力装置を通じて、視覚的、聴覚的、及び/又は触覚フィードバックによって出力されてもよい。別の実施例として、入力装置(例えば、ジョイスティック、キーボード、タッチスクリーン)の操作者制御は、ユーザーインターフェース(934)によって受信され、次いで、ユーザーインターフェース(934)用のプロセッサ(924)及びメモリ(926)によって処理されて、ロボットアーム(910)、ツールドライバ(912)、及び外科用ツール(916)のうちの1つ以上に制御信号を出力することができる。いくつかの変形例では、ユーザーインターフェース(934)は、入力及び出力装置の両方(例えば、制御信号を生成しながら、触覚フィードバックも操作者に提供するように構成されたハンドヘルドコントローラ)として機能し得る。

10

【0139】

いくつかの変形例では、装置、システム、及び方法は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、2017年9月21日に出願された「USER CONSOLE SYSTEM FOR ROBOTIC SURGERY」という名称の米国特許出願第15/712,052号に記載されている1つ以上の要素を備える。

【0140】

1. 出力装置

ユーザーインターフェース(934)の出力装置は、患者及び/又はシステム(900)に対応するセンサデータを出力することができ、光導波路、表示装置、音声装置、及び触覚装置のうちの1つ以上を備えてもよい。表示装置は、グラフィカルユーザーインターフェース(Graphical User Interface、GUI)を表示するように構成されてもよい。ユーザーコンソール(960)は、インターネット又はネットワークを介してアクセス可能なリモートディスプレイを含む1つ以上の一般的なディスプレイに出力するように接続され得る、一体型ディスプレイ及び/又はビデオ出力を含んでもよい。ビデオ出力又はビデオフィードは、プライバシーを確保するために暗号化されてもよく、ビデオ出力の全て又は一部が、サーバ又は電子健康管理記録システムに保存されてもよい。表示装置は、操作者が、手技データ、取り付けデータ、システムデータ、ツールデータ、患者データ、及び/又はコントローラ(922)によって処理された他のデータを見ることを可能にし得る。いくつかの変形例では、出力装置は、発光ダイオード(Light Emitting Diode、LED)、液晶ディスプレイ(Liquid Crystal Display、LCD)、エレクトロルミネセントディスプレイ(Electroluminescent Display、ELD)、プラズマディスプレイパネル(Plasma Display Panel、PDP)、薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor、TFT)、有機発光ダイオード(Organic Light Emitting Diode、OLED)、電子ペーパー/電子インクディスプレイ、レーザーディスプレイ、及び/又はホログラフィックディスプレイのうちの少なくとも1つを含む表示装置を備えてもよい。

20

30

40

【0141】

音声装置は、患者データ、ツールデータ、取り付けデータ、センサデータ、システムデータ、警報、及び/又は警告を可聴出力することができる。例えば、音声装置は、ツールドライバ、無菌アダプタ、及び外科用ツールの間で不適切な取り付けが生じるときに、可聴警告を出力してもよい。いくつかの変形例では、音声装置は、スピーカー、圧電音声装置、磁歪スピーカー、及び/又はデジタルスピーカーのうちの少なくとも1つを含んでもよい。いくつかの変形例では、操作者は、音声装置及び通信チャネルを使用して、他のユーザーと通信することができる。

【0142】

触覚装置は、入力及び出力装置のうちの1つ以上に組み込まれて、追加的な感覚出力(

50

例えば、カフィードバック)を操作者に提供することができる。例えば、触覚装置は、入力装置(例えば、ジョイスティック、キーボード、タッチ面)への操作者入力を確認するための触知応答(例えば、振動)を生成することができる。いくつかの変形例では、触覚装置は、触覚型触知フィードバックをユーザーに提供するように構成された、振動モータを含んでもよい。触覚フィードバックは、一部の変形例では、無菌アダプタ又は外科用ツールのツールドライバへの取り付け及び取り外しを確認し得る。追加的に又は代替的に、触覚フィードバックは、操作者及び/又はシステムへの潜在的な危害を防止するために、不適切な取り付け及び/又は取り外しに起因して、ツールドライバの動作が出力ドライブを駆動することから阻止されたことを通知してもよい。

【0143】

いくつかの変形例では、装置、システム、及び方法は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、2016年12月9日に出願された「USER INTERFACE DEVICES FOR USE IN ROBOTIC SURGERY」という名称の米国特許出願第62/432,538号に記載されている1つ以上の要素を備える。

【0144】

2. 入力装置

入力装置のいくつかの変形例は、制御信号を生成するように構成された少なくとも1つのスイッチを備えてもよい。いくつかの変形例では、入力装置は、制御信号をコントローラ(922)の有線及び/又は無線受信機に送信するように構成された、有線及び/又は無線送信機を備えてもよい。例えば、入力装置は、制御信号に対応する入力(例えば、タッチ面への指接触)を提供するための操作者用のタッチ面を備えてもよい。タッチ面を備える入力装置は、容量性、抵抗性、赤外線、光学イメージング、分散信号、音響パルス認識、及び表面音響波技術を含む複数のタッチ感度技術のうちのいずれかを使用して、タッチ面上の接触及び移動を検出するように構成されてもよい。少なくとも1つのスイッチを備える入力装置の変形例では、スイッチは、例えば、ボタン(例えば、ハードキー、ソフトキー)、タッチ面、キーボード、アナログスティック(例えば、ジョイスティック)、指向性パッド、ポインティング装置(例えば、マウス)、トラックボール、ジョグダイヤル、ステップスイッチ、ロッカスイッチ、ポインタ装置(例えば、スタイラス)、モーションセンサ、画像センサ、及びマイクロフォンのうちの少なくとも1つを含んでもよい。モーションセンサは、光学センサから操作者の動きデータを受信し、操作者のジェスチャを制御信号として分類することができる。マイクロフォンは、音声を受信し、制御信号として操作者の声を認識することができる。

【0145】

ii. ネットワークインターフェース

図9Aに示すように、本明細書に記載される制御システム(920)は、ネットワークインターフェース(932)を介して、1つ以上のネットワーク(970)及びコンピュータシステム(950)と通信してもよい。いくつかの変形例では、制御システム(920)は、1つ以上の有線及び/又は無線ネットワークを介して他の装置と通信してもよい。ネットワークインターフェース(932)は、他の装置に直接的に、又はネットワーク(例えば、インターネット、無線LAN)を介して間接的に結合するように構成された、1つ以上の外部ポート(例えば、ユニバーサルシリアルバス(Universal Serial Bus, USB)、マルチピンコネクタ)を介して他の装置との通信を容易にすることができる。

【0146】

いくつかの変形例では、ネットワークインターフェース(932)は、1つ以上の装置及び/又はネットワークと通信するように構成された、無線周波数受信機、送信機、並びに/又は光(例えば、赤外線)受信機及び送信機を含んでもよい。ネットワークインターフェース(932)は、センサ、ユーザーインターフェース(934)、ネットワーク(970)、データベース(940)、及びサーバ(950)のうちの1つ以上と有線及び/又は無線で通信することができる。

10

20

30

40

50

【0147】

いくつかの変形例では、ネットワークインターフェース(930)は、1つ以上の装置及び/又はネットワークと通信するように構成された受信機、送信機、並びに/又は光(例えば、赤外線)受信機及び送信機のうちの1つ以上を含む、無線周波数(RF)回路(例えば、RF送受信機)を含んでもよい。RF回路は、RF信号(例えば、電磁信号)を受信及び送信することができる。RF回路は、電磁信号に/から電気信号を変換し、電磁信号を介して通信ネットワーク及び他の通信装置と通信する。RF回路は、アンテナシステム、RF送受信機、1つ以上の増幅器、チューナ、1つ以上の発振器、デジタル信号プロセッサ、コーデックチップセット、加入者識別モジュール(SIM)カード、メモリなどのうちの1つ以上を含んでもよい。無線ネットワークは、任意の種類のケーブルによって接続されていない、任意のタイプのデジタルネットワークを指し得る。

10

【0148】

無線ネットワーク内の無線通信の実施例としては、セルラー通信、無線通信、衛星通信、及びマイクロ波通信が含まれるが、これらに限定されない。無線通信は、移動通信用のグローバルシステム(Global System for Mobile Communication、GSM(登録商標))、拡張データGSM環境(Enhanced Data GSM Environment、EDGE)、高速ダウンリンクパケット接続(High-Speed Downlink Packet Access、HSDPA)、広帯域符号分割多元接続(Wideband Code Division Multiple Access、W-CDMA)、符号分割多元接続(Code Division Multiple Access、CDMA)、時分割多元接続(Time Division Multiple Access、TDMA)、Bluetooth(登録商標)、近距離通信(NFC)、無線周波数識別(RFID)、無線フィデリティ(Wireless Fidelity、Wi-Fi)(例えば、IEEE802.11a、IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11n)、ボイスオーバーインターネットプロトコル(Voice over Internet Protocol、VoIP)、Wi-MAX、電子メール用プロトコル(例えば、インターネットメッセージアクセスプロトコル(Internet Message Access Protocol、IMAP)、ポストオフィスプロトコル(Post Office Protocol、POP)、インスタントメッセージング(例えば、拡張可能なメッセージング及びプレゼンスプロトコル(extensible Messaging and Presence Protocol、XMPP)、瞬間メッセージングのためのセッション開始プロトコル、プレゼンス活用拡張(Session Initiation Protocol for Instant Messaging、Presence Leveraging Extension、SIMPLE)、インスタントメッセージング及びプレゼンスサービス(Instant Messaging and Presence Service、IMPS)、ショートメッセージサービス(Short Message Service、SMS)、又は任意の他の好適な通信プロトコルを含むがこれに限定されない、複数の通信規格、プロトコル、及び技術のうちのいずれかを使用することができる。いくつかの無線ネットワーク配備は、複数のセルラーネットワークからネットワークを組み合わせ、又はセルラー通信、Wi-Fi通信、及び衛星通信の混合を使用する。

20

30

40

【0149】

いくつかの変形例では、無線ネットワークは、インターネット、他のキャリア音声及びデータネットワーク、事業ネットワーク、並びにパーソナルネットワークとインターフェースするために、有線ネットワークに接続することができる。有線ネットワークは、典型的には、銅ツイストペア、同軸ケーブル、及び/又は光ファイバーケーブルを介して行われる。広域ネットワーク(Wide Area Network、WAN)、メトロポリタンエリアネットワーク(Metropolitan Area Network、MAN)、ローカルエリアネットワーク(Local Area Network、LAN)

50

、インターネットエリアネットワーク（Internet Area Network、IAN）、キャンパスエリアネットワーク（Campus Area Network、CAN）、グローバルエリアネットワーク（Global Area Network、GAN）、インターネットのようなグローバルエリアネットワーク（GAN）、及び仮想プライベートネットワーク（Virtual Private Network、VPN）を含む、多くの異なる種類の有線ネットワークが存在する。本明細書で使用する時、ネットワークは、統一ネットワーキング及び情報アクセスシステムを提供するために、インターネットを通じて典型的に相互接続される無線、有線、公衆及びプライベートデータネットワークの任意の組み合わせを指す。

【0150】

前述の説明は、説明目的であり、特定の専門用語を使用して、本発明の徹底した理解を提供するものである。しかし、特定の詳細が、本発明の実施のために必ずしも必要ではないことが、当業者に明らかであろう。したがって、本発明の特定の变形例の前述の説明は、例示及び説明の目的で提示されている。これらは、網羅的であること、又は開示される正確な形態に本発明を限定することを意図するものではなく、明らかに、上記の教示を考慮することで、多くの修正及び变形が可能である。本变形例は、本発明の原理及びその実際的な用途の最良の説明を提供し、またそれにより、それらは、当業者が本発明を種々の実装にて、また企図される特定の用途に適するように種々の変更を行って最良に利用できるように、選択されかつ説明された。以下の特許請求の範囲及びその均等物が、本発明の範囲を規定することを意図している。

10

20

【図1】

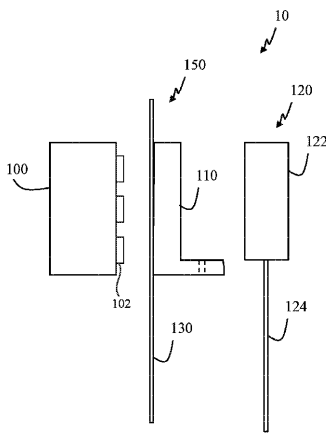
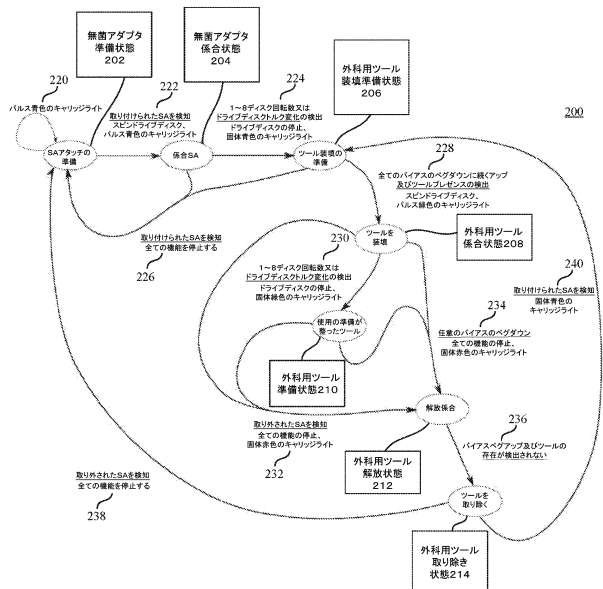


FIG. 1

【図2】



200

【図3A】

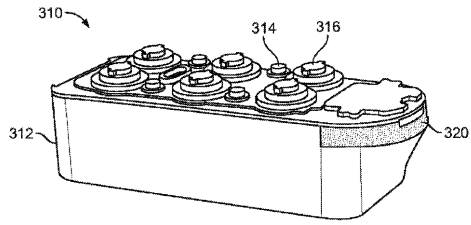


FIG. 3A

【図3C】

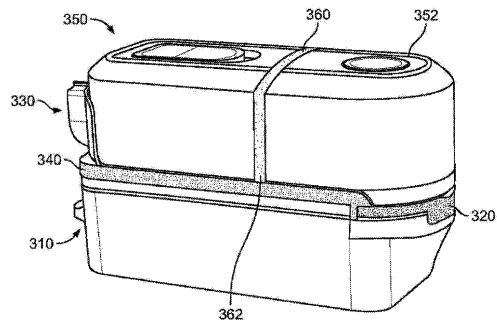


FIG. 3C

【図3B】

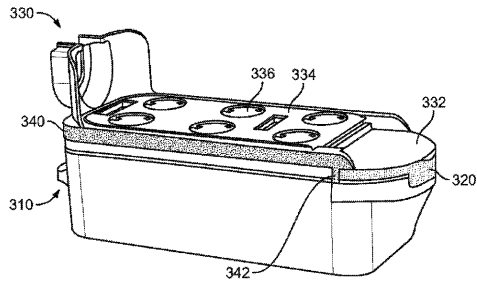


FIG. 3B

【図4A】

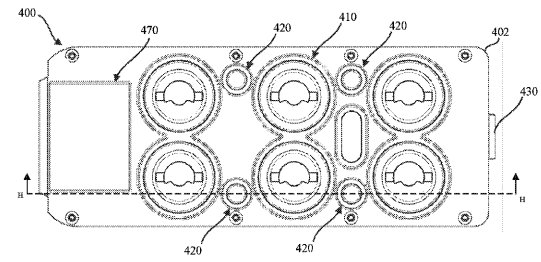
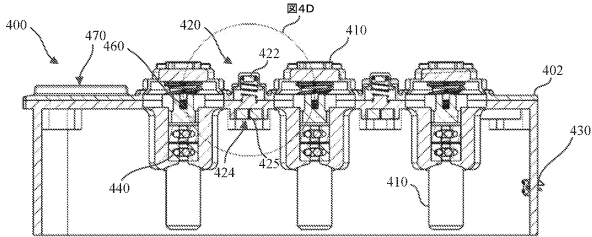


FIG. 4A

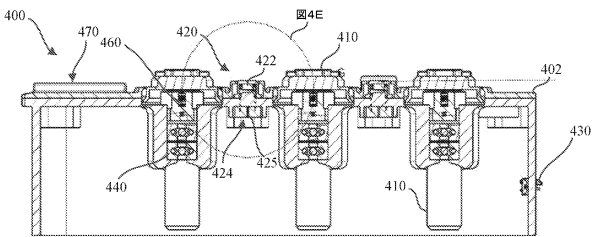
【図4B】

第1の構成



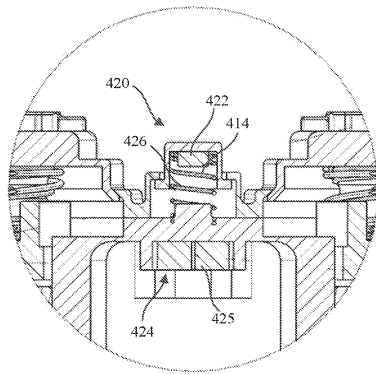
【図4C】

第2の構成



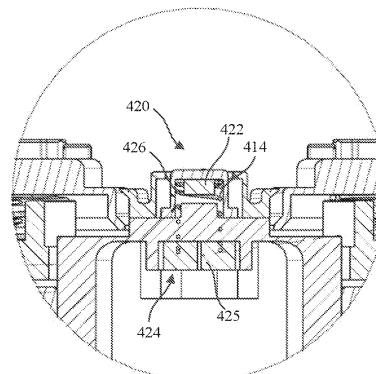
【図4D】

第1の構成



【図4E】

第2の構成



【図5A】

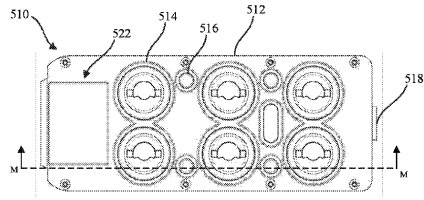
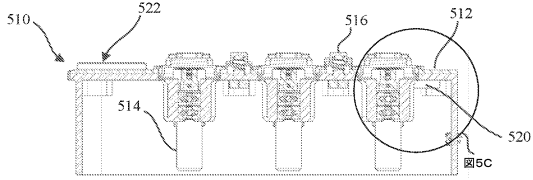


FIG. 5A

【図5B】



【図5C】

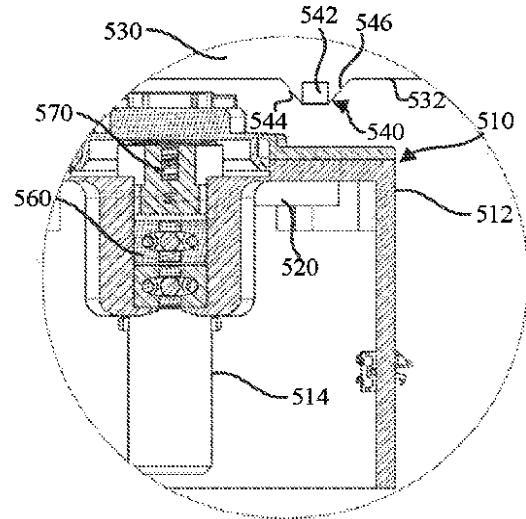


FIG. 5C

【図6A】

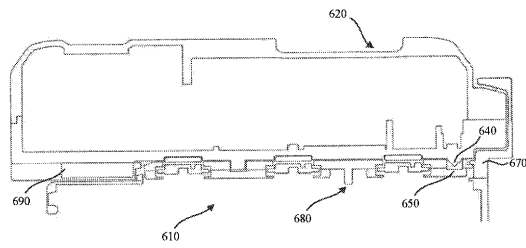


FIG. 6A

【図6B】

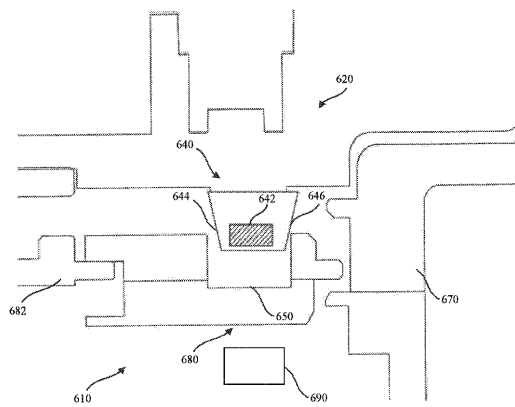


FIG. 6B

【図7A】

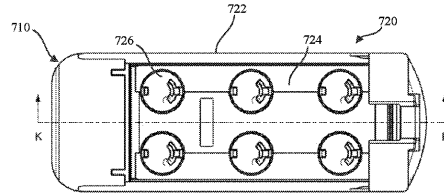


FIG. 7A

【図7B】

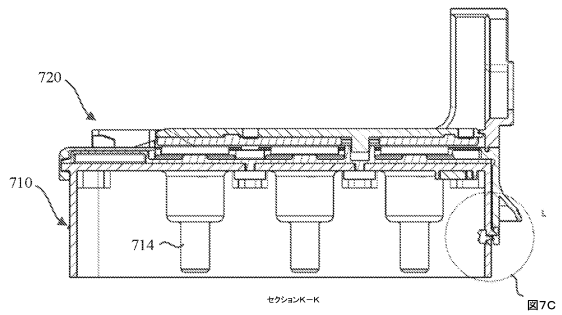


図7C

【図7C】

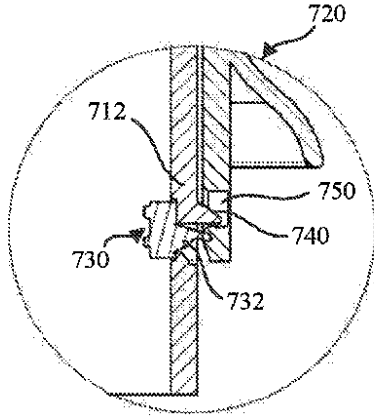


FIG. 7C

【図8】

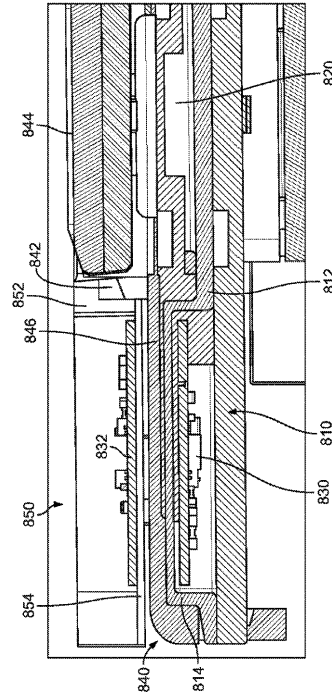
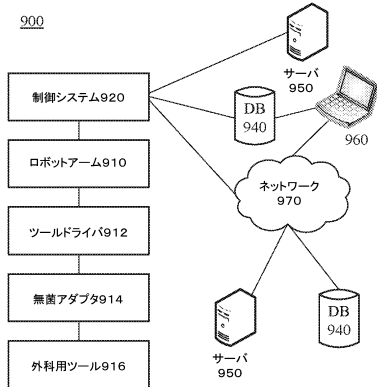
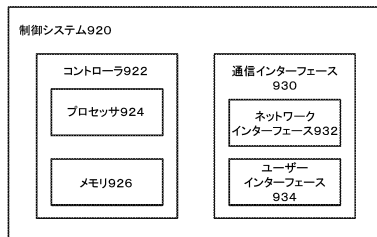


FIG. 8

【図9A】



【図9B】



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 62/436,974
 (32)優先日 平成28年12月20日(2016.12.20)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)
- (31)優先権主張番号 62/436,981
 (32)優先日 平成28年12月20日(2016.12.20)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)

前置審査

- (72)発明者 ヴァーガス マシュー コリン
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94102 サンフランシスコ リンデン ストリート 5
 30
- (72)発明者 バジョ アンドレア
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94306 パロ アルト アルマ ストリート 2899
- (72)発明者 サヒン コライ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94043 マウンテン ビュー タマルパイス ストリー
 ト 2419
- (72)発明者 ヘルナンデス ジャイム
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95123 サンノゼ ロマ プリエタ ドライブ 599
 4
- (72)発明者 デコウ ロバート エリオット
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94061 レッドウッド シティ ヴァロタ ロード 1
 550

審査官 山口 賢一

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0032452(US,A1)
 米国特許出願公開第2010/0170519(US,A1)
 米国特許出願公開第2015/0202009(US,A1)
 米国特許出願公開第2015/0257841(US,A1)
 米国特許出願公開第2016/0000449(US,A1)
 米国特許第06331181(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 34/30
 A61B 34/35
 A61B 90/40
 B25J 15/04