(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7342004号
(P7342004)

(45)発行日　令和5年9月11日(2023.9.11)

(24)登録日　令和5年9月1日(2023.9.1)

(51)国際特許分類

Ａ６１Ｂ　17/072 (2006.01)		Ａ６１Ｂ	17/072
Ａ６１Ｂ　18/12　(2006.01)		Ａ６１Ｂ	18/12
Ａ６１Ｂ　17/285 (2006.01)		Ａ６１Ｂ	17/285
Ａ６１Ｂ　34/35　(2016.01)		Ａ６１Ｂ	34/35
Ｇ１６Ｙ　10/60　(2020.01)		Ｇ１６Ｙ	10/60

ＦＩ

請求項の数　20　（全200頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2020-535569(P2020-535569)
(86)(22)出願日　平成30年9月21日(2018.9.21)
(65)公表番号　特表2021-509042(P2021-509042A)
(43)公表日　令和3年3月18日(2021.3.18)
(86)国際出願番号　PCT/IB2018/057326
(87)国際公開番号　WO2019/130086
(87)国際公開日　令和1年7月4日(2019.7.4)
審査請求日　令和3年9月21日(2021.9.21)
(31)優先権主張番号　62/611,339
(32)優先日　平成29年12月28日(2017.12.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　62/611,340
(32)優先日　平成29年12月28日(2017.12.28)
最終頁に続く

(73)特許権者　517076008
エシコン エルエルシー
Ｅｔｈｉｃｏｎ ＬＬＣ
アメリカ合衆国、プエルトリコ米国自治連邦区、００９６９ グアイナボ、ロス・フライレス・インダストリアル・パーク、ストリート・シー ナンバー４７５、スイート ４０１
＃４７５ Ｓｔｒｅｅｔ Ｃ，Ｓｕｉｔｅ ４０１，Ｌｏｓ Ｆｒａｉｌｅｓ Ｉｎｄｕｓｔｒｉａｌ Ｐａｒｋ，Ｇｕａｙｎａｂｏ，Ｐｕｅｒｔｏ Ｒｉｃｏ ００９６９，Ｕｎｉｔｅｄ Ｓｔａｔｅｓ ｏｆ Ａｍｅｒｉｃａ
(74)代理人　100088605
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　スマート電動外科用ステープル留めのための安全システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

外科用システムであって、

制御回路と、

外科用器具であって、

前記外科用器具に交換可能に接続可能な複数の構成要素であって、前記外科用器具の前記複数の構成要素の各々が装置パラメータを含み、前記装置パラメータは前記複数の構成要素のうちの各々の構成要素を識別する、複数の構成要素と、

センサであって、

前記外科用器具の提案される機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、

検出された前記組織パラメータを前記制御回路に送信するように構成されたセンサと、を備える、外科用器具と、を備え、

前記制御回路は、

前記複数の構成要素のうちの構成要素の、前記外科用器具への接続を検出し、

接続された前記構成要素に関連付けられた装置パラメータに基づいて、接続された前記構成要素の識別要素に関連付けられた固有の識別子を記録し、

前記固有の識別子に基づいて、接続された前記構成要素に関するシステム定義の制約を決定し、

前記システム定義の制約と連携して、検出された前記組織パラメータの分析をするように構成されており、前記システム定義の制約は、各々の送信された装置パラメータと関

連付けられた、所定の組織パラメータ又は所定の組織パラメータ範囲のうちの少なくとも一方を含み、かつ

前記複数の構成要素を含む前記外科用器具が、前記分析の結果に基づき、前記提案される機能を実行するのに適切であるかどうかを示すように構成されたユーザインターフェースを備え、

検出された前記組織パラメータは、組織の圧縮特性、又は、組織の位置のうちの少なくとも１つを含む、外科用システム。

【請求項２】

前記外科用器具の前記複数の構成要素は、ステープルカートリッジを含み、前記装置パラメータは、前記ステープルカートリッジの種類、前記ステープルカートリッジの色、前記ステープルカートリッジに対する補助部、前記ステープルカートリッジの掴持負荷限界、前記ステープルカートリッジの間隙範囲、及び前記ステープルカートリッジの発射速度のうちの少なくとも１つを含む、請求項１に記載の外科用システム。

【請求項３】

前記外科用器具の前記複数の構成要素はエンドエフェクタを含み、検出された前記組織パラメータは、組織上の前記エンドエフェクタの閉鎖角度、前記エンドエフェクタの組織接触面と接触する組織の長さ、及び前記エンドエフェクタ内の組織を圧縮する力のうちの少なくとも１つを含む、請求項１に記載の外科用システム。

【請求項４】

前記制御回路は、少なくとも１つの検出された前記組織パラメータに基づいて、組織を血管、結腸、肺、又は胃として識別するように更に構成されている、請求項３に記載の外科用システム。

【請求項５】

前記組織が、肺であり、前記外科用システムは、正常な肺と石灰化された肺とを識別するように構成されている、請求項４に記載の外科用システム。

【請求項６】

前記制御回路は、前記提案される機能を実行するために前記外科用器具と共に使用するための少なくとも１つの代替の構成要素を推奨するように更に構成されている、請求項１に記載の外科用システム。

【請求項７】

前記制御回路は、前記システム定義の制約を超えたときに前記提案される機能を阻止するように更に構成されている、請求項１に記載の外科用システム。

【請求項８】

前記ユーザインターフェースは、前記外科用器具の前記提案される機能を可能にするために、前記制御回路をオーバーライドするように選択可能なユーザインターフェース要素を備える、請求項７に記載の外科用システム。

【請求項９】

前記外科用器具の前記提案される機能は、組織を掴持すること、組織を凝固させること、組織を切断すること、及び組織をステープル留めすることのうちの１つ又は２つ以上を含む、請求項１に記載の外科用システム。

【請求項１０】

前記外科用器具に通信可能に結合された外科用ハブを更に備え、前記外科用ハブは前記制御回路を備える、請求項１に記載の外科用システム。

【請求項１１】

前記外科用器具又は前記外科用ハブのうちの１つは、前記ユーザインターフェースを含む、請求項１０に記載の外科用システム。

【請求項１２】

前記外科用器具は、長さ方向を有する第１の顎部及び第２の顎部を備えるエンドエフェクタを備え、前記第１の顎部又は前記第２の顎部は、前記長さ方向における中央部近傍に前記センサを備え、前記センサは前記第１の顎部又は前記第２の顎部の歪みの大きさを測

定するように構成された歪みゲージを備える、請求項１に記載の外科用システム。
【請求項１３】
前記外科用器具は、長さ方向を有する第１の顎部及び第２の顎部を備えるエンドエフェクタを備え、前記第１の顎部又は前記第２の顎部は、前記長さ方向において複数のセグメントに分割されるセグメント化フレキシブル回路を備え、前記複数のセグメントの各々は前記第１の顎部と前記第２の顎部との間における組織の存在又は不在を検出するように構成された前記センサを備える、請求項１に記載の外科用システム。
【請求項１４】
外科用システムであって、
クラウドコンピューティングシステムと通信する外科用ハブと、
前記外科用ハブに通信可能に結合された外科用器具であって、
前記外科用器具に交換可能に接続可能な複数の構成要素であって、前記外科用器具の前記複数の構成要素の各々が装置パラメータを含み、前記装置パラメータは前記複数の構成要素のうちの各々の構成要素を識別する、複数の構成要素と、
センサであって、
前記外科用器具の提案される機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、
検出された前記組織パラメータを前記外科用ハブに送信するように構成されたセンサと、を備える、外科用器具と、を備え、
前記外科用ハブは、
プロセッサと、
前記プロセッサに結合されたメモリであって、
前記複数の構成要素のうちの構成要素の、前記外科用器具への接続を検出し、
接続された前記構成要素に関連付けられた接続された装置パラメータに基づき、接続された前記構成要素の識別要素に関連付けられた固有の識別子を記録し、
前記固有の識別子に基づいて、接続された前記構成要素に関するシステム定義の制約を決定し、
前記システム定義の制約と連携して、検出された前記組織パラメータの分析をするように、前記プロセッサによって実行可能な命令を記憶するメモリと、を備えており、前記システム定義の制約は、各々の送信された前記装置パラメータと関連付けられた、所定の組織パラメータ又は所定の組織パラメータ範囲のうちの少なくとも一方を含み、かつ
前記複数の構成要素を含む前記外科用器具が、前記分析の結果に基づき、前記提案される機能を実行するのに適切であるかどうかを示すように構成されたユーザインターフェースを備え、
検出された前記組織パラメータは、組織の圧縮特性、又は、組織の位置のうちの少なくとも１つを含む、外科用システム。
【請求項１５】
前記外科用器具の前記複数の構成要素は、ステープルカートリッジを含み、前記装置パラメータは、前記ステープルカートリッジの種類、前記ステープルカートリッジの色、前記ステープルカートリッジに対する補助部、前記ステープルカートリッジの掴持負荷限界、前記ステープルカートリッジの間隙範囲、及び前記ステープルカートリッジの発射速度のうちの少なくとも１つを含む、請求項１４に記載の外科用システム。
【請求項１６】
前記外科用器具の前記複数の構成要素は、エンドエフェクタを含み、検出された前記組織パラメータは、組織上の前記エンドエフェクタの閉鎖角度、前記エンドエフェクタの組織接触面と接触する組織の長さ、及び前記エンドエフェクタ内の組織を圧縮する力のうちの少なくとも１つを含む、請求項１４に記載の外科用システム。
【請求項１７】
前記命令は、前記提案される機能を実行するために前記外科用器具と共に使用するための少なくとも１つの代替の構成要素を推奨するように、前記外科用ハブの前記プロセッサによって更に実行可能である、請求項１４に記載の外科用システム。

【請求項１８】
前記命令は、前記システム定義の制約を超えたときに前記提案される機能を阻止するように、前記外科用ハブの前記プロセッサによって更に実行可能である、請求項１４に記載の外科用システム。
【請求項１９】
コンピュータ可読命令を記憶する非一時的コンピュータ可読媒体であって、
前記コンピュータ可読命令は、実行されると、マシンに、
構成要素の、外科用器具への接続を検出することと、
接続された前記構成要素により前記マシンに送信された装置パラメータに基づき、接続された前記構成要素の識別要素に関連付けられた固有の識別子を記録することと、
前記固有の識別子に基づいて、接続された前記構成要素に関するシステム定義の制約を決定することと、
前記システム定義の制約と連携して、検出された組織パラメータを分析することであって、検出された前記組織パラメータは、前記外科用器具の提案される機能にさらに関連付けられており、前記外科用器具は、
前記マシンに連結される前記外科用器具に交換可能に接続可能な複数の構成要素であって、各構成要素がそれぞれの前記装置パラメータを前記マシンに送信するように構成された、複数の構成要素と、
検出された前記組織パラメータを検出し、検出された前記組織パラメータを前記マシンに送信するように構成されたセンサであって、前記システム定義の制約は、送信された前記装置パラメータの各々に関連付けられた、所定の組織パラメータ又は所定の組織パラメータ範囲のうちの少なくとも一方を含む、センサと、
を含んでいる、前記分析することと、
前記複数の構成要素を含む前記外科用器具が、前記外科用器具の前記提案される機能を実行するのに適切であるかどうかの指示を提供するユーザインターフェースを生成することと、を行わせ、
検出された前記組織パラメータは、組織の圧縮特性、又は、組織の位置のうちの少なくとも１つを含む、非一時的コンピュータ可読媒体。
【請求項２０】
前記コンピュータ可読命令は、実行されると、前記マシンに更に、
前記ユーザインターフェース上に、前記外科用器具の前記提案される機能を可能にするように選択可能なオーバーライド要素を生成させる、請求項１９に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
（関連出願の相互参照）
本出願は、米国特許法第１１９条（ｅ）の下で、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＩＮＴＥＲＲＵＰＴＩＯＮ ＯＦ ＥＮＥＲＧＹ ＤＵＥ ＴＯ ＩＮＡＤＶＥＲＴＥＮＴ ＣＡＰＡＣＩＴＩＶＥ ＣＯＵＰＬＩＮＧ」と題する２０１８年６月２８日出願の米国仮特許出願第６２／６９１，２２７号に対する優先権を主張する。
【０００２】
本出願は更に、米国特許法第１１９条（ｅ）の下で、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭＳ ＷＩＴＨ ＯＰＴＩＭＩＺＥＤ ＳＥＮＳＩＮＧ ＣＡＰＡＢＩＬＩＴＩＥＳ」と題する２０１８年３月３０日出願の米国仮特許出願第６２／６５０，８８７号、「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＥＮＳＩＮＧ ＡＮＤ ＣＯＮＴＲＯＬＳ」と題する２０１８年３月３０日出願の米国仮特許出願第６２／６５０，８７７号、「ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＭＯＤＵＬＥ ＦＯＲ ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する２０１８年３月３０日出願の米国仮特許出願第６２／６５０，８８２号、及び「ＣＡ

ＰＡＣＩＴＩＶＥ ＣＯＵＰＬＥＤ ＲＥＴＵＲＮ ＰＡＴＨ ＰＡＤ ＷＩＴＨ ８８２Ｓ ＥＰＡＲＡＢＬＥ ＡＲＲＡＹ ＥＬＥＭＥＮＴＳ」と題する２０１８年３月３０日出願の米国仮特許出願第６２／６５０，８９８号の優先権の利益を主張する。

【０００３】

本出願は更に、米国特許法第１１９条（ｅ）の下で、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＴＥＭＰＥＲＡＴＵＲＥ ＣＯＮＴＲＯＬ ＩＮ ＵＬＴＲＡＳＯＮＩＣ ＤＥＶＩＣＥ ＡＮＤ ＣＯＮＴＲＯＬ ＳＹＳＴＥＭ ＴＨＥＲＥＦＯＲ」と題する２０１８年３月８日出願の米国仮特許出願第６２／６４０，４１７号、及び「ＥＳＴＩＭＡＴＩＮＧ ＳＴＡＴＥ ＯＦ ＵＬＴＲＡＳＯＮＩＣ ＥＮＤ ＥＦＦＥＣＴＯＲ ＡＮＤ ＣＯＮＴＲＯＬ ＳＹＳＴＥＭ ＴＨＥＲＥＦＯＲ」と題する２０１８年３月８日出願の米国仮特許出願第６２／６４０，４１５号の優先権の利益を主張する。

【０００４】

本出願は更に、米国特許法第１１９条（ｅ）の下で、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する２０１７年１２月２８日出願の米国仮特許出願第６２／６１１，３４１号、「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ ＭＥＤＩＣＡＬ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ」と題する２０１７年１２月２８日出願の米国仮特許出願第６２／６１１，３４０号、及び「ＲＯＢＯＴ ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する２０１７年１２月２８日出願の米国仮特許出願第６２／６１１，３３９号の優先権の利益を主張する。

【０００５】

（発明の分野）

本開示は種々の外科用システムに関する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００６】

外科用システムは、制御回路と、外科用器具と、を備える。外科用器具は、複数の構成要素と、センサと、を備える。外科用器具の複数の構成要素の各々は、装置パラメータを含む。各構成要素は、そのそれぞれの装置パラメータを制御回路に送信するように構成されている。センサは、外科用器具の提案される機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータを制御回路に送信するように構成されている。制御回路は、システム定義の制約に基づいて、各々のそれぞれの装置パラメータと連携して、検出された組織パラメータを分析するように構成されている。外科用システムは、複数の構成要素を含む外科用器具が提案される機能を実行するのに適切であるかどうかを示すように構成されたユーザインターフェースを更に備える。

【０００７】

外科用システムは、外科用ハブと、外科用ハブに通信可能に結合された外科用器具と、を備える。外科用器具は、複数の構成要素と、センサと、を備える。外科用器具の複数の構成要素の各々は、装置パラメータを含む。各構成要素は、そのそれぞれの装置パラメータを外科用ハブに送信するように構成されている。センサは、外科用器具の提案される機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータを外科用ハブに送信するように構成されている。外科用ハブは、プロセッサと、プロセッサに結合されたメモリと、を備える。メモリは、システム定義の制約に基づいて、各々のそれぞれの装置パラメータと連携して、検出された組織パラメータを分析するように、プロセッサによって実行可能な命令を記憶する。外科用システムは、複数の構成要素を含む外科用器具が提案される機能を実行するのに適切であるかどうかを示すように構成されたユーザインターフェースを更に備える。

【０００８】

非一時的コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読命令を記憶し、コンピュータ可読命令は、実行されると、マシンに、システム定義の制約に基づいて、外科用システムの外科用器具の複数の構成要素の各々の装置パラメータと連携して、検出された組織パラメー

タを分析させ、検出された組織パラメータは、外科用器具の提案される機能と関連付けられている。外科用システムは、複数の構成要素を含む外科用器具を含む。各構成要素は、そのそれぞれの装置パラメータをマシンに送信するように構成されている。外科用システムは、検出された組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータをマシンに送信するように構成されたセンサを更に含む。命令は、実行されると、マシンに、複数の構成要素を含む外科用器具が外科用システムの提案される機能を実行するのに適切であるかどうかの指示を提供するユーザインターフェースを生成することを更に行わせる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

様々な態様の特徴が、添付された特許請求の範囲で詳細に説明される。ただし、機構、及び動作の方法の両方についての様々な態様は、それらの更なる目的及び利点と共に、以降の添付図面と併せて、以下の説明を参照することにより最もよく理解することができる。

【図１】本開示の少なくとも１つの態様による、コンピュータ実装インタラクティブ外科システムのブロック図である。

【図２】本開示の少なくとも１つの態様による、手術室内で外科処置を行うために使用される外科用システムである。

【図３】本開示の少なくとも１つの態様による可視化システム、ロボットシステム、及びインテリジェント器具とペアリングされた外科用ハブである。

【図４】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用ハブ筐体、及び外科用ハブ筐体のドロアー内に摺動可能に受容可能な組み合わせ生成器モジュールの部分斜視図である。

【図５】本開示の少なくとも１つの態様による、双極、超音波、及び単極接点、並びに排煙構成要素を備える組み合わせ生成器モジュールの斜視図である。

【図６】本開示の少なくとも１つの態様による、複数のモジュールを受容するように構成された横方向モジュール式ハウジングの複数の横方向ドッキングポートの個々の電力バスアタッチメントを示す。

【図７】本開示の少なくとも１つの態様による、複数のモジュールを受容するように構成された垂直モジュール式ハウジングを示す。

【図８】本開示の少なくとも１つの態様による、医療施設の１つ又は２つ以上の手術室、又は外科処置のための専門設備を備えた医療施設内の任意の部屋に配置されたモジュール式装置をクラウドに接続するように構成されたモジュール式通信ハブを備える外科用データネットワークを示す。

【図９】本開示の少なくとも１つの態様による、コンピュータ実装インタラクティブ外科システムを示す。

【図１０】本開示の少なくとも１つの態様による、モジュール式制御タワーに連結された複数のモジュールを備える外科用ハブを示す。

【図１１】本開示の少なくとも１つの態様による、ユニバーサルシリアルバス（ＵＳＢ）ネットワークハブ装置の一態様を示す。

【図１２】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具又はツールの制御システムの論理図を示す。

【図１３】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具又はツールの態様を制御するように構成された制御回路を示す。

【図１４】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具又はツールの態様を制御するように構成された組み合わせ論理回路を示す。

【図１５】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具又はツールの態様を制御するように構成された順序論理回路を示す。

【図１６】本開示の少なくとも１つの態様による、様々な機能を実行するために起動され得る複数のモータを備える外科用器具又はツールを示す。

【図１７】本開示の少なくとも１つの態様による、本明細書で説明される外科用ツールを操作するように構成されたロボット外科用器具の回路図である。

【図１８】本開示の少なくとも１つの態様による、変位部材の遠位並進を制御するように

プログラムされた外科用器具のブロック図を示す。
【図１９】本開示の少なくとも１つの態様による、様々な機能を制御するように構成された外科用器具の回路図である。
【図２０】関節運動角度に基づいて掴持組立体のストロークの長さを修正する制御システムの一例を示すストロークの長さのグラフである。
【図２１】関節運動角度に基づいて閉鎖管組立体の長手方向位置を修正する制御システムの一例を示す閉鎖管組立体位置付けグラフである。
【図２２】制御された組織圧縮を用いたステープル留め方法と、制御された組織圧縮を用いないステープル留め方法との比較の図である。
【図２３】セクションＡに示される力グラフ、及びセクションＢに示される関連する変位グラフであり、力グラフ及び変位グラフは、時間を画定するｘ軸を有し、変位グラフのｙ軸は、発射ロッドの移動変位を定義し、力グラフのｙ軸は、発射ロッドを前進させるように構成されたモータに対する感知されたねじり力を定義する。
【図２４】一対の離間した接触プレートとの接触時の回路の完成を示す組織接触回路の概略図である。
【図２５】本開示の少なくとも１つの態様による、動作可能にそこに連結された交換式シャフト組立体を有する外科用器具の斜視図である。
【図２６】本開示の少なくとも１つの態様による、図２５の外科用器具の一部の分解組立図で示した組立体の図である。
【図２７】本開示の少なくとも１つの態様による、交換式シャフト組立体の一部の分解組立図で示した組立体の図である。
【図２８】本開示の少なくとも１つの態様による、図２５の外科用器具のエンドエフェクタの分解組立図である。
【図２９Ａ】本開示の少なくとも１つの態様による、２つの図面にまたがる、図２５の外科用器具の制御回路のブロック図である。
【図２９Ｂ】本開示の少なくとも１つの態様による、２つの図面にまたがる、図２５の外科用器具の制御回路のブロック図である。
【図３０】本開示の一少なくとも１つの態様による、ハンドル組立体と電源アセンブリとの間、並びにハンドル組立体と交換式シャフト組立体との間のインターフェースを示す、図２５の外科用器具の制御回路のブロック図である。
【図３１】本開示の１つ又は複数の態様を含み得る一例の医療装置を描く図である。
【図３２】本開示の１つ又は複数の態様による、組織を取り囲む医療装置の一例のエンドエフェクタを描く図である。
【図３３】本開示の１つ又は複数の態様による、組織を圧縮する医療装置の一例のエンドエフェクタを描く図である。
【図３４】本開示の１つ又は複数の態様による、組織を圧縮する医療装置のエンドエフェクタによって及ぼされる一例の力を描く図である。
【図３５】これもまた、本開示の１つ又は複数の態様による、組織を圧縮する医療装置のエンドエフェクタによって及ぼされる一例の力を描く図である。
【図３６】本開示の１つ又は複数の態様による一例の組織圧縮センサシステムを描く図である。
【図３７】これもまた、本開示の１つ又は複数の態様による一例の組織圧縮センサシステムを描く図である。
【図３８】これもまた、本開示の１つ又は複数の態様による一例の組織圧縮センサシステムを描く図である。
【図３９】これもまた、本開示の１つ又は複数の態様による一例の回路図を描く図である。
【図４０】これもまた、本開示の１つ又は複数の態様による一例の回路図を描く図である。
【図４１】本開示の１つ又は複数の態様による一例の周波数変調を描くグラフである。
【図４２】本開示の１つ又は複数の態様による、合成されたＲＦ信号を描くグラフである。
【図４３】本開示の１つ又は複数の態様による、フィルタ処理されたＲＦ信号を描くグラ

フである。
【図４４】関節運動可能な交換式シャフトを備えた外科用器具の斜視図である。
【図４５】外科用器具の先端部の側面図である。
【図４６】空隙サイズの経時的な変化（図４６）、発射電流の経時的変化（図４７）、組織圧縮の経時的な変化（図４８）、アンビル歪みの経時的変化（図４９）、及びトリガ力の経時的変化（図５０）をプロットするグラフである。
【図４７】空隙サイズの経時的な変化（図４６）、発射電流の経時的変化（図４７）、組織圧縮の経時的な変化（図４８）、アンビル歪みの経時的変化（図４９）、及びトリガ力の経時的変化（図５０）をプロットするグラフである。
【図４８】空隙サイズの経時的な変化（図４６）、発射電流の経時的変化（図４７）、組織圧縮の経時的な変化（図４８）、アンビル歪みの経時的変化（図４９）、及びトリガ力の経時的変化（図５０）をプロットするグラフである。
【図４９】空隙サイズの経時的な変化（図４６）、発射電流の経時的変化（図４７）、組織圧縮の経時的な変化（図４８）、アンビル歪みの経時的変化（図４９）、及びトリガ力の経時的変化（図５０）をプロットするグラフである。
【図５０】空隙サイズの経時的な変化（図４６）、発射電流の経時的変化（図４７）、組織圧縮の経時的な変化（図４８）、アンビル歪みの経時的変化（図４９）、及びトリガ力の経時的変化（図５０）をプロットするグラフである。
【図５１】正常な組織についての組織圧縮を関数として組織変位をプロットするグラフである。
【図５２】正常な組織と病変組織を見分けるために組織圧縮の関数として組織変位をプロットするグラフである。
【図５３】第１のセンサ及び第２のセンサを備えるエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図５４】図５３に示されるエンドエフェクタの第２のセンサからの入力に基づいて第１のセンサの測定値を調節するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図５５】第２のセンサからの入力に基づいて第１のセンサのルックアップテーブルを決定するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図５６】第２のセンサからの入力に応答して第１のセンサを校正するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図５７】エンドエフェクタのアンビルとステープルカートリッジとの間に掴持された組織の一部分の厚さを判定し表示するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図５８】エンドエフェクタのアンビルとステープルカートリッジとの間に掴持された組織の一部分の厚さを判定し表示するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図５９】調節されたホール効果厚さ測定値と、無修正のホール効果厚さ測定値との比較を示すグラフである。
【図６０】第１のセンサ及び第２のセンサを備えるエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図６１】第１のセンサ及び複数の第２のセンサを備えるエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図６２】複数の二次センサに応答して第１のセンサの測定値を調節するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図６３】第１のセンサ及び複数の二次センサからの信号をプロセッサによって受信可能なデジタル信号に変換するように構成された回路の一実施形態を示す図である。
【図６４】複数のセンサを備えるエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図６５】複数のセンサに基づいて１つ又は複数の組織特性を判定するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図６６】第２の顎部材に結合された複数のセンサを備えるエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図６７】中に一体式に形成された複数のセンサを備えるステープルカートリッジの一実

施形態を示す図である。
【図６８】エンドエフェクタ内で掴持された組織の一部分の１つ又は２つ以上のパラメータを判定するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図６９】複数の冗長センサを備える別のエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図７０】複数の冗長センサから最も信頼性が高い出力を選択するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図７１】疑似信号を制限又は排除する特定のサンプリング率を含むセンサを備えるエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図７２】エンドエフェクタのアンビルとステープルカートリッジとの間に位置する組織の一部分の厚さ測定値を生成するためのプロセスの一実施形態を示す論理図である。
【図７３】異なるタイプのステープルカートリッジを識別するためのセンサを備えるエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図７４】異なるタイプのステープルカートリッジを識別するためのセンサを備えるエンドエフェクタの一実施形態を示す図である。
【図７５】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタの顎部材に固定式に取り付けられるように構成されたセグメント化フレキシブル回路の一態様を示す図である。
【図７６】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタの顎部材に取り付けられるように構成されたセグメント化フレキシブル回路の一態様を示す図である。
【図７７】本開示の少なくとも１つの態様による、組織間隙ＧＴを測定するように構成されたエンドエフェクタの一態様を示す図である。
【図７８】本開示の少なくとも１つの態様による、セグメント化フレキシブル回路を備えるエンドエフェクタの一態様を示す図である。
【図７９】本開示の少なくとも１つの態様による、顎部材とステープルカートリッジとの間に組織を掴持している顎部材を備える、図７８に示されるエンドエフェクタを示す図である。
【図８０】本開示の少なくとも１つの態様による、センサ機構を備える制御されたモータ駆動回路構成を備える、外科用器具の絶対位置決めシステムの図である。
【図８１】本開示の少なくとも１つの態様による、磁気回転絶対位置決めシステムを備える位置センサの図である。
【図８２】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタ内に把持された組織に対する発射部材ストロークを示す、外科用器具のエンドエフェクタの断面図である。
【図８３】閉鎖段階における厚い組織及び薄い組織上で閉鎖するように閉鎖部材に加えられる力を描く２つの閉鎖力（ＦＴＣ）プロットの第１のグラフと、発射段階における厚い組織及び薄い組織を貫通するように発射するように発射部材に加えられる力を図示する２つの発射力（ＦＴＦ）プロットの第２のグラフである。
【図８４】本開示の少なくとも１つの態様による、発射部材が遠位に前進し、掴持アーム内に連結する発射ストローク中に閉鎖部材の漸進的な閉鎖を行うことで、閉鎖部材上の閉鎖力負荷を所望の比率で低下させ、発射部材上の発射力負荷を減少させるように構成された制御システムのグラフである。
【図８５】本開示の少なくとも１つの態様による、比例積分微分（ＰＩＤ）コントローラフィードバック制御システムを例示する図である。
【図８６】本開示の少なくとも一態様による、閉鎖部材の速度を判定するための制御プログラム又は論理構成のプロセスを描く論理フロー図である。
【図８７】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用ハブの状況認識を示す時間線である。
【図８８】本開示の少なくとも１つの態様による、外科機能を制御するように構成された外科用システムのブロック図である。
【図８９】本開示の少なくとも１つの態様による、外科機能を制御するように構成された状況認識外科用システムのブロック図である。
【図９０】本開示の少なくとも１つの態様による、外科機能を制御するためのアルゴリズ

ムに基づいた状況認識を描く論理フロー図である。
【図９１】本開示の少なくとも１つの態様による、外科機能を制御するためのアルゴリズムを描く論理フロー図である。
【図９２】本開示の少なくとも１つの態様による、腫瘍、並びに腫瘍に関して定義された手術マージンを含む患者組織の一部分を示す図である。
【図９３】本開示の少なくとも１つの態様による、装置選択問題に対処するための制御プログラム又は論理構成のプロセス背背宇を描く論理フロー図である。
【図９４】本開示の少なくとも１つの態様による、装置パラメータ及び感知されたパラメータに基づいて、外科用器具の妥当性を判定するように構成された外科用システムのブロック図である。
【図９５】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具のブロック図である。
【図９６】本開示の少なくとも１つの態様による、掴持された組織の整合性に従って外科用器具を制御するためのプロセスの論理フロー図である。
【図９７】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の例示的な発射のための閉鎖するためのエンドエフェクタの力と時間を描く第１のグラフである。
【図９８】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の例示的な発射のためのエンドエフェクタの力と時間を描く第２のグラフである。
【図９９】本開示の少なくとも１つの態様による、掴持された組織の生理学的タイプに従って外科用器具を制御するためのプロセスの論理フロー図である。
【図１００Ａ】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタが軟組織との初期接触位置にある、軟組織を把持するエンドエフェクタの側部立面図である。
【図１００Ｂ】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタが閉鎖されている、軟組織を把持するエンドエフェクタの側部立面図である。
【図１０１Ａ】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタが血管との初期接触位置にある、血管を把持するエンドエフェクタの側面立面図である。
【図１０１Ｂ】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタが閉鎖されている、血管を把持するエンドエフェクタの側面図である。
【図１０２】本開示の少なくとも１つの態様による、軟組織を把持する外科用器具の例示的な発射に関する、閉鎖するためのエンドエフェクタの力及び閉鎖速度それぞれと、時間を描く第１のグラフ及び第２のグラフである。
【図１０３】本開示の少なくとも１つの態様による、血管を把持する外科用器具の例示的な発射に関する、閉鎖するためのエンドエフェクタの力及び閉鎖速度それぞれと、時間を描く第３のグラフ及び第４のグラフである。
【図１０４】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の例示的な発射に関する、閉鎖するためのエンドエフェクタの力及び閉鎖速度と時間を描く第５のグラフを示す図である。
【図１０５】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の例示的な発射に関する、閉鎖するためのエンドエフェクタの力及び閉鎖速度それぞれと、時間を示す第５のグラフである。
【図１０６】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の例示的な発射に関する、閉鎖するためのエンドエフェクタの力及び閉鎖速度それぞれと、時間を示す第５のグラフである。
【図１０７】本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の顎部が組織及び／又はステープルと接触するときを判定するインピーダンスと時間を描くグラフである。
【図１０８】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタの閉鎖を制御するための様々な組織閉鎖閾値を描く第１のグラフである。
【図１０９】本開示の少なくとも１つの態様による、エンドエフェクタの閉鎖を制御するための様々な組織閉鎖閾値を描く第２のグラフである。
【図１１０】本開示の少なくとも１つの態様による、閉鎖速度アルゴリズムを調節するための制御プログラム又は論理構成のプロセスを描く論理フロー図である。

【発明を実施するための形態】
【００１０】
本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年６月２９日出願の以下の米国特許出願を所有する。
・ＣＡＰＡＣＩＴＩＶＥ ＣＯＵＰＬＥＤ ＲＥＴＵＲＮ ＰＡＴＨ ＰＡＤ ＷＩＴＨ ＳＥＰＡＲＡＢＬＥ ＡＲＲＡＹ ＥＬＥＭＥＮＴＳと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４２ＵＳＮＰ／１７０７５５、
・ＣＯＮＴＲＯＬＬＩＮＧ Ａ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ ＡＣＣＯＲＤＩＮＧ ＴＯ ＳＥＮＳＥＤ ＣＬＯＳＵＲＥ ＰＡＲＡＭＥＴＥＲＳと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４３ＵＳＮＰ／１７０７６０、
・ＳＹＳＴＥＭＳ ＦＯＲ ＡＤＪＵＳＴＩＮＧ ＥＮＤ ＥＦＦＥＣＴＯＲ ＰＡＲＡＭＥＴＥＲＳ ＢＡＳＥＤ ＯＮ ＰＥＲＩＯＰＥＲＡＴＩＶＥ ＩＮＦＯＲＭＡＴＩＯＮと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４３ＵＳＮＰ１／１７０７６０－１、
・ＳＡＦＥＴＹ ＳＹＳＴＥＭＳ ＦＯＲ ＳＭＡＲＴ ＰＯＷＥＲＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＴＡＰＬＩＮＧと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４３ＵＳＮＰ２／１７０７６０－２、
・ＳＡＦＥＴＹ ＳＹＳＴＥＭＳ ＦＯＲ ＳＭＡＲＴ ＰＯＷＥＲＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＴＡＰＬＩＮＧと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号第ＥＮＤ８５４３ＵＳＮＰ３／１７０７６０－３、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭＳ ＦＯＲ ＤＥＴＥＣＴＩＮＧ ＥＮＤ ＥＦＦＥＣＴＯＲ ＴＩＳＳＵＥ ＤＩＳＴＲＩＢＵＴＩＯＮ ＩＲＲＥＧＵＬＡＲＩＴＩＥＳと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４３ＵＳＮＰ４／１７０７６０－４、
・ＳＹＳＴＥＭＳ ＦＯＲ ＤＥＴＥＣＴＩＮＧ ＰＲＯＸＩＭＩＴＹ ＯＦ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＮＤ ＥＦＦＥＣＴＯＲ ＴＯ ＣＡＮＣＥＲＯＵＳ ＴＩＳＳＵＥと題される、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４３ＵＳＮＰ５／１７０７６０－５、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ ＳＥＮＳＯＲ ＡＳＳＥＭＢＬＩＥＳと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号、ＥＮＤ８５４３ＵＳＮＰ６／１７０７６０－６、
・ＶＡＲＩＡＢＬＥ ＯＵＴＰＵＴ ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ ＳＥＮＳＯＲ ＡＳＳＥＭＢＬＹと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号、ＥＮＤ８５４３ＵＳＮＰ７／１７０７６０－７－７、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ ＨＡＶＩＮＧ Ａ ＦＬＥＸＩＢＬＥ ＥＬＥＣＴＲＯＤＥと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号、ＥＮＤ８５４４ＵＳＮＰ／１７０７６１、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ ＨＡＶＩＮＧ Ａ ＦＬＥＸＩＢＬＥ ＣＩＲＣＵＩＴと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４４ＵＳＮＰ１／１７０７６１－１、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ ＷＩＴＨ Ａ ＴＩＳＳＵＥ ＭＡＲＫＩＮＧ ＡＳＳＥＭＢＬＹと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４４ＵＳＮＰ２／１７０７６１－２、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭＳ ＷＩＴＨ ＰＲＩＯＲＩＴＩＺＥＤ ＤＡＴＡ ＴＲＡＮＳＭＩＳＳＩＯＮ ＣＡＰＡＢＩＬＩＴＩＥＳと題される、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４４ＵＳＮＰ３／１７０７６１－３、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＥＮＳＩＮＧ ＡＮＤ ＭＯＴＯＲ ＣＯＮＴＲＯＬと題される、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４５ＵＳＮＰ／１７０７６２、

・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＥＮＳＯＲ ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号、ＥＮＤ８５４５ＵＳＮＰ１／１７０７６２－１、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＦＬＯＷ ＰＡＴＨＳと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号、ＥＮＤ８５４５ＵＳＮＰ２／１７０７６２－２、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＥＮＳＩＮＧ ＡＮＤ ＧＥＮＥＲＡＴＯＲ ＣＯＮＴＲＯＬと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４５ＵＳＮＰ３／１７０７６２－３、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＥＮＳＩＮＧ ＡＮＤ ＤＩＳＰＬＡＹと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４５ＵＳＮＰ４／１７０７６２－４、
・ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＯＦ ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＹＳＴＥＭ ＰＡＲＡＭＥＴＥＲＳ ＴＯ ＨＵＢ ＯＲ ＣＬＯＵＤ ＩＮ ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＭＯＤＵＬＥ ＦＯＲ ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４６ＵＳＮＰ／１７０７６３、
・「ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＹＳＴＥＭ ＩＮＣＬＵＤＩＮＧ Ａ ＳＥＧＭＥＮＴＥＤ ＣＯＮＴＲＯＬ ＣＩＲＣＵＩＴ ＦＯＲ ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４６ＵＳＮＰ１／１７０７６３－１、
・ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＹＳＴＥＭ ＷＩＴＨ Ａ ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＣＩＲＣＵＩＴ ＦＯＲ ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＢＥＴＷＥＥＮ Ａ ＦＩＬＴＥＲ ＡＮＤ Ａ ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＤＥＶＩＣＥ」と題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４７ＵＳＮＰ／１７０７６４、及び
・ＤＵＡＬ ＩＮ－ＳＥＲＩＥＳ ＬＡＲＧＥ ＡＮＤ ＳＭＡＬＬ ＤＲＯＰＬＥＴ ＦＩＬＴＥＲＳと題する、米国特許出願第＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿号、代理人整理番号ＥＮＤ８５４８ＵＳＮＰ／１７０７６５。

【００１１】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年６月２８日出願の以下の米国仮特許出願を所有する。
・「Ａ ＭＥＴＨＯＤ ＯＦ ＵＳＩＮＧ ＲＥＩＮＦＯＲＣＥＤ ＦＬＥＸ ＣＩＲＣＵＩＴＳ ＷＩＴＨ ＭＵＬＴＩＰＬＥ ＳＥＮＳＯＲＳ ＷＩＴＨ ＥＬＥＣＴＲＯＳＵＲＧＩＣＡＬ ＤＥＶＩＣＥＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６９１，２２８号、
・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ ＨＡＶＩＮＧ Ａ ＦＬＥＸＩＢＬＥ ＥＬＥＣＴＲＯＤＥ」と題する米国仮特許出願第６２／６９１，２３０号、
・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＥＮＳＩＮＧ ＡＮＤ ＭＯＴＯＲ ＣＯＮＴＲＯＬ」と題する米国仮特許出願第６２／６９１，２１９号、
・「ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＯＦ ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＹＳＴＥＭ ＰＡＲＡＭＥＴＥＲＳ ＴＯ ＨＵＢ ＯＲ ＣＬＯＵＤ ＩＮ ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＭＯＤＵＬＥ ＦＯＲ ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する米国仮特許出願第６２／６９１，２５７号、
・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＳＹＳＴＥＭ ＷＩＴＨ Ａ ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＣＩＲＣＵＩＴ ＦＯＲ ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＢＥＴＷＥＥＮ Ａ ＦＩＬＴＥＲ ＡＮＤ Ａ ＳＭＯＫＥ ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ ＤＥＶＩＣＥ」と題する米国仮特許出願第６２／６９１，２６２号、及び
・「ＤＵＡＬ ＩＮ－ＳＥＲＩＥＳ ＬＡＲＧＥ ＡＮＤ ＳＭＡＬＬ ＤＲＯＰＬＥＴ ＦＩＬＴＥＲＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６９１，２５１号。

【００１２】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年３月２９日出願の以下の米国特許出願を所有する。

・「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭＳ ＷＩＴＨ ＥＮＣＲＹＰＴＥＤ ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＣＡＰＡＢＩＬＩＴＩＥＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６４１号、

・「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭＳ ＷＩＴＨ ＣＯＮＤＩＴＩＯＮ ＨＡＮＤＬＩＮＧ ＯＦ ＤＥＶＩＣＥＳ ＡＮＤ ＤＡＴＡ ＣＡＰＡＢＩＬＩＴＩＥＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６４８号、

・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢ ＣＯＯＲＤＩＮＡＴＩＯＮ ＯＦ ＣＯＮＴＲＯＬ ＡＮＤ ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＯＦ ＯＰＥＲＡＴＩＮＧ ＲＯＯＭ ＤＥＶＩＣＥＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６５６号、

・「ＳＰＡＴＩＡＬ ＡＷＡＲＥＮＥＳＳ ＯＦ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢＳ ＩＮ ＯＰＥＲＡＴＩＮＧ ＲＯＯＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６６６号、

・「ＣＯＯＰＥＲＡＴＩＶＥ ＵＴＩＬＩＺＡＴＩＯＮ ＯＦ ＤＡＴＡ ＤＥＲＩＶＥＤ ＦＲＯＭ ＳＥＣＯＮＤＡＲＹ ＳＯＵＲＣＥＳ ＢＹ ＩＮＴＥＬＬＩＧＥＮＴ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６７０号、

・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢ ＣＯＮＴＲＯＬ ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６７７号、

・「ＤＡＴＡ ＳＴＲＩＰＰＩＮＧ ＭＥＴＨＯＤ ＴＯ ＩＮＴＥＲＲＯＧＡＴＥ ＰＡＴＩＥＮＴ ＲＥＣＯＲＤＳ ＡＮＤ ＣＲＥＡＴＥ ＡＮＯＮＹＭＩＺＥＤ ＲＥＣＯＲＤ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６３２号、

・「ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＨＵＢ ＡＮＤ ＳＴＯＲＡＧＥ ＤＥＶＩＣＥ ＦＯＲ ＳＴＯＲＩＮＧ ＰＡＲＡＭＥＴＥＲＳ ＡＮＤ ＳＴＡＴＵＳ ＯＦ Ａ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＤＥＶＩＣＥ ＴＯ ＢＥ ＳＨＡＲＥＤ ＷＩＴＨ ＣＬＯＵＤ ＢＡＳＥＤ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＳＹＳＴＥＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６４０号、

・「ＳＥＬＦ ＤＥＳＣＲＩＢＩＮＧ ＤＡＴＡ ＰＡＣＫＥＴＳ ＧＥＮＥＲＡＴＥＤ ＡＴ ＡＮ ＩＳＳＵＩＮＧ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６４５号、

・「ＤＡＴＡ ＰＡＩＲＩＮＧ ＴＯ ＩＮＴＥＲＣＯＮＮＥＣＴ Ａ ＤＥＶＩＣＥ ＭＥＡＳＵＲＥＤ ＰＡＲＡＭＥＴＥＲ ＷＩＴＨ ＡＮ ＯＵＴＣＯＭＥ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６４９号、

・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢ ＳＩＴＵＡＴＩＯＮＡＬ ＡＷＡＲＥＮＥＳＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６５４号、

・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭ ＤＩＳＴＲＩＢＵＴＥＤ ＰＲＯＣＥＳＳＩＮＧ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６６３号、

・「ＡＧＧＲＥＧＡＴＩＯＮ ＡＮＤ ＲＥＰＯＲＴＩＮＧ ＯＦ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢ ＤＡＴＡ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６６８号、

・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢ ＳＰＡＴＩＡＬ ＡＷＡＲＥＮＥＳＳ ＴＯ ＤＥＴＥＲＭＩＮＥ ＤＥＶＩＣＥＳ ＩＮ ＯＰＥＲＡＴＩＮＧ ＴＨＥＡＴＥＲ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６７１号、

・「ＤＩＳＰＬＡＹ ＯＦ ＡＬＩＧＮＭＥＮＴ ＯＦ ＳＴＡＰＬＥ ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ ＴＯ ＰＲＩＯＲ ＬＩＮＥＡＲ ＳＴＡＰＬＥ ＬＩＮＥ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６８６号、

・「ＳＴＥＲＩＬＥ ＦＩＥＬＤ ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＣＯＮＴＲＯＬ ＤＩＳＰＬＡＹＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，７００号、

・「ＣＯＭＰＵＴＥＲ ＩＭＰＬＥＭＥＮＴＥＤ ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６２９号、

・「ＵＳＥ ＯＦ ＬＡＳＥＲ ＬＩＧＨＴ ＡＮＤ ＲＥＤ－ＧＲＥＥＮ－ＢＬＵＥ ＣＯＬＯＲＡＴＩＯＮ ＴＯ ＤＥＴＥＲＭＩＮＥ ＰＲＯＰＥＲＴＩＥＳ ＯＦ ＢＡＣＫＳＣＡＴＴＥＲＥＤ ＬＩＧＨＴ」と題する米国特許出願第１５／９４０，７０４号、

・「ＣＨＡＲＡＣＴＥＲＩＺＡＴＩＯＮ ＯＦ ＴＩＳＳＵＥ ＩＲＲＥＧＵＬＡＲＩＴＩＥＳ ＴＨＲＯＵＧＨ ＴＨＥ ＵＳＥ ＯＦ ＭＯＮＯ－ＣＨＲＯＭＡＴＩＣ ＬＩＧＨＴ ＲＥＦＲＡＣＴＩＶＩＴＹ」と題する米国特許出願第１５／９４０，７２２号、及び
・「ＤＵＡＬ ＣＭＯＳ ＡＲＲＡＹ ＩＭＡＧＩＮＧ」と題する米国特許出願第１５／９４０，７４２号。

【００１３】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年３月２９日出願の以下の米国特許出願を所有する。

・「ＡＤＡＰＴＩＶＥ ＣＯＮＴＲＯＬ ＰＲＯＧＲＡＭ ＵＰＤＡＴＥＳ ＦＯＲ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＤＥＶＩＣＥＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６３６号、
・「ＡＤＡＰＴＩＶＥ ＣＯＮＴＲＯＬ ＰＲＯＧＲＡＭ ＵＰＤＡＴＥＳ ＦＯＲ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６５３号、
・「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ ＭＥＤＩＣＡＬ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＦＯＲ ＣＵＳＴＯＭＩＺＡＴＩＯＮ ＡＮＤ ＲＥＣＯＭＭＥＮＤＡＴＩＯＮＳ ＴＯ Ａ ＵＳＥＲ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６６０号、
・「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ ＭＥＤＩＣＡＬ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＦＯＲ ＬＩＮＫＩＮＧ ＯＦ ＬＯＣＡＬ ＵＳＡＧＥ ＴＲＥＮＤＳ ＷＩＴＨ ＴＨＥ ＲＥＳＯＵＲＣＥ ＡＣＱＵＩＳＩＴＩＯＮ ＢＥＨＡＶＩＯＲＳ ＯＦ ＬＡＲＧＥＲ ＤＡＴＡ ＳＥＴ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６７９号、
・「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ ＭＥＤＩＣＡＬ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＦＯＲ ＭＥＤＩＣＡＬ ＦＡＣＩＬＩＴＹ ＳＥＧＭＥＮＴＥＤ ＩＮＤＩＶＩＤＵＡＬＩＺＡＴＩＯＮ ＯＦ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ ＦＵＮＣＴＩＯＮ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６９４号、
・「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ ＭＥＤＩＣＡＬ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＦＯＲ ＳＥＣＵＲＩＴＹ ＡＮＤ ＡＵＴＨＥＮＴＩＣＡＴＩＯＮ ＴＲＥＮＤＳ ＡＮＤ ＲＥＡＣＴＩＶＥ ＭＥＡＳＵＲＥＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６３４号、
・「ＤＡＴＡ ＨＡＮＤＬＩＮＧ ＡＮＤ ＰＲＩＯＲＩＴＩＺＡＴＩＯＮ ＩＮ Ａ ＣＬＯＵＤ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＮＥＴＷＯＲＫ」と題する米国特許出願第１５／９４０，７０６号、及び
・「ＣＬＯＵＤ ＩＮＴＥＲＦＡＣＥ ＦＯＲ ＣＯＵＰＬＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＤＥＶＩＣＥＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６７５号。

【００１４】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年３月２９日出願の以下の米国特許出願を所有する。

・「ＤＲＩＶＥ ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６２７号、
・「ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６３７号、
・「ＣＯＮＴＲＯＬＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６４２号、
・「ＡＵＴＯＭＡＴＩＣ ＴＯＯＬ ＡＤＪＵＳＴＭＥＮＴＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６７６号、
・「ＣＯＮＴＲＯＬＬＥＲＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６８０号、
・「ＣＯＯＰＥＲＡＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＡＣＴＩＯＮＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６８３号、

・「ＤＩＳＰＬＡＹ ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，６９０号、及び
・「ＳＥＮＳＩＮＧ ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国特許出願第１５／９４０，７１１号。

【００１５】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年３月２８日出願の以下の米国仮特許出願を所有する。

・「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭＳ ＷＩＴＨ ＥＮＣＲＹＰＴＥＤ ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ ＣＡＰＡＢＩＬＩＴＩＥＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３０２号、
・「ＤＡＴＡ ＳＴＲＩＰＰＩＮＧ ＭＥＴＨＯＤ ＴＯ ＩＮＴＥＲＲＯＧＡＴＥ ＰＡＴＩＥＮＴ ＲＥＣＯＲＤＳ ＡＮＤ ＣＲＥＡＴＥ ＡＮＯＮＹＭＩＺＥＤ ＲＥＣＯＲＤ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，２９４号、
・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢ ＳＩＴＵＡＴＩＯＮＡＬ ＡＷＡＲＥＮＥＳＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３００号、
・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＨＵＢ ＳＰＡＴＩＡＬ ＡＷＡＲＥＮＥＳＳ ＴＯ ＤＥＴＥＲＭＩＮＥ ＤＥＶＩＣＥＳ ＩＮ ＯＰＥＲＡＴＩＮＧ ＴＨＥＡＴＥＲ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３０９号、
・「ＣＯＭＰＵＴＥＲ ＩＭＰＬＥＭＥＮＴＥＤ ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３１０号、
・「ＵＳＥ ＯＦ ＬＡＳＥＲ ＬＩＧＨＴ ＡＮＤ ＲＥＤ－ＧＲＥＥＮ－ＢＬＵＥ ＣＯＬＯＲＡＴＩＯＮ ＴＯ ＤＥＴＥＲＭＩＮＥ ＰＲＯＰＥＲＴＩＥＳ ＯＦ ＢＡＣＫＳＣＡＴＴＥＲＥＤ ＬＩＧＨＴ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，２９１号、
・「ＡＤＡＰＴＩＶＥ ＣＯＮＴＲＯＬ ＰＲＯＧＲＡＭ ＵＰＤＡＴＥＳ ＦＯＲ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＤＥＶＩＣＥＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，２９６号、
・「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ ＭＥＤＩＣＡＬ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＦＯＲ ＣＵＳＴＯＭＩＺＡＴＩＯＮ ＡＮＤ ＲＥＣＯＭＭＥＮＤＡＴＩＯＮＳ ＴＯ Ａ ＵＳＥＲ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３３３号、
・「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ ＭＥＤＩＣＡＬ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＦＯＲ ＳＥＣＵＲＩＴＹ ＡＮＤ ＡＵＴＨＥＮＴＩＣＡＴＩＯＮ ＴＲＥＮＤＳ ＡＮＤ ＲＥＡＣＴＩＶＥ ＭＥＡＳＵＲＥＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３２７号、
・「ＤＡＴＡ ＨＡＮＤＬＩＮＧ ＡＮＤ ＰＲＩＯＲＩＴＩＺＡＴＩＯＮ ＩＮ Ａ ＣＬＯＵＤ ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ ＮＥＴＷＯＲＫ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３１５号、
・「ＣＬＯＵＤ ＩＮＴＥＲＦＡＣＥ ＦＯＲ ＣＯＵＰＬＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＤＥＶＩＣＥＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３１３号、
・「ＤＲＩＶＥ ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３２０号、
・「ＡＵＴＯＭＡＴＩＣ ＴＯＯＬ ＡＤＪＵＳＴＭＥＮＴＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３０７号、及び
・「ＳＥＮＳＩＮＧ ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳ ＦＯＲ ＲＯＢＯＴ－ＡＳＳＩＳＴＥＤ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＬＡＴＦＯＲＭＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６４９，３２３号。

【００１６】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年４月１９日出願の以下の米国仮特許出願を所有する。

・「ＭＥＴＨＯＤ　ＯＦ　ＨＵＢ　ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ」と題する米国仮特許出願第６２／６５９，９００号。

【００１７】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年３月３０日出願の以下の米国仮特許出願を所有する。

・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＳＹＳＴＥＭＳ　ＷＩＴＨ　ＯＰＴＩＭＩＺＥＤ　ＳＥＮＳＩＮＧ　ＣＡＰＡＢＩＬＩＴＩＥＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６５０，８８７号、

・「ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＳＭＯＫＥ　ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ　ＳＥＮＳＩＮＧ　ＡＮＤ　ＣＯＮＴＲＯＬＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６５０，８７７号。

・「ＳＭＯＫＥ　ＥＶＡＣＵＡＴＩＯＮ　ＭＯＤＵＬＥ　ＦＯＲ　ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する米国仮特許出願第６２／６５０，８８２号、及び

・「ＣＡＰＡＣＩＴＩＶＥ　ＣＯＵＰＬＥＤ　ＲＥＴＵＲＮ　ＰＡＴＨ　ＰＡＤ　ＷＩＴＨ　ＳＥＰＡＲＡＢＬＥ　ＡＲＲＡＹ　ＥＬＥＭＥＮＴＳ」と題する米国特許出願第６２／６５０，８９８号。

【００１８】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１８年３月８日出願の以下の米国仮特許出願を所有する。

・「ＴＥＭＰＥＲＡＴＵＲＥ　ＣＯＮＴＲＯＬ　ＩＮ　ＵＬＴＲＡＳＯＮＩＣ　ＤＥＶＩＣＥ　ＡＮＤ　ＣＯＮＴＲＯＬ　ＳＹＳＴＥＭ　ＴＨＥＲＥＦＯＲ」と題する米国仮特許出願第６２／６４０，４１７号、及び

・「ＥＳＴＩＭＡＴＩＮＧ　ＳＴＡＴＥ　ＯＦ　ＵＬＴＲＡＳＯＮＩＣ　ＥＮＤ　ＥＦＦＥＣＴＯＲ　ＡＮＤ　ＣＯＮＴＲＯＬ　ＳＹＳＴＥＭ　ＴＨＥＲＥＦＯＲ」と題する米国仮特許出願第６２／６４０，４１５号。

【００１９】

本願の出願人は、各開示の全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１７年１２月２８日出願の以下の米国仮特許出願を所有する。

・「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する米国仮特許出願第６２／６１１，３４１号、

・「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ　ＭＥＤＩＣＡＬ　ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６１１，３４０号、及び

・「ＲＯＢＯＴ　ＡＳＳＩＳＴＥＤ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する米国仮特許出願第６２／６１１，３３９号。

【００２０】

外科用装置及び発生器の様々な態様を詳細に説明する前に、例示される実施例は、適用又は用途において、添付の図面及び説明で示される部品の構造及び配置の詳細に限定されないことに留意すべきである。例示的な実施例は、他の態様、変形形態、及び修正で実施されるか、又はそれらに組み込まれてもよく、様々な方法で実施又は実行されてもよい。更に、特に明記しない限り、本明細書で用いられる用語及び表現は、読者の便宜のために例示的な実施例を説明する目的で選択されたものであり、それらを限定するためのものではない。更に、以下に記述される態様、態様の具現、及び／又は実施例のうち１つ又は２つ以上を、以下に記述される他の態様、態様の具現、及び／又は実施例のうち任意の１つ又は２つ以上と組み合わせることができるものと理解されたい。

【００２１】

外科用装置及び発生器の様々な態様を詳細に説明する前に、例示される実施例は、適用又は用途において、添付の図面及び説明で示される部品の構造及び配置の詳細に限定されないことに留意すべきである。例示的な実施例は、他の態様、変形形態、及び修正で実施されるか、又はそれらに組み込まれてもよく、様々な方法で実施又は実行されてもよい。更に、特に明記しない限り、本明細書で用いられる用語及び表現は、読者の便宜のために例示的な実施例を説明する目的で選択されたものであり、それらを限定するためのもので

はない。更に、以下に記述される態様、態様の具現、及び／又は実施例のうち１つ又は２つ以上を、以下に記述される他の態様、態様の具現、及び／又は実施例のうち任意の１つ又は２つ以上と組み合わせることができるものと理解されたい。

【００２２】

以下に、本明細書で開示する装置及び方法の構造、機能、製造、及び使用の原理の全体的な理解が得られるように、特定の例示的な態様を説明する。これらの態様の１つ又は２つ以上の例が、添付の図面に例示されている。当業者であれば、本明細書に具体的に記載され、添付図面に例示される装置及び方法が、非限定的な例示的な態様であり、様々な態様の範囲が請求項によってのみ規定されることを理解するであろう。１つの例示的な態様に関連して例示又は説明される特徴は、他の態様の特徴と組み合わせることができる。このような改変及び変形形態は、「特許請求の範囲」の範囲内に含まれるものとする。

【００２３】

図１を参照すると、コンピュータ実装インタラクティブ外科用システム１００は、１つ又は２つ以上の外科用システム１０２と、クラウドベースのシステム（例えば、ストレージ装置１０５に連結されたリモートサーバ１１３を含み得るクラウド１０４）と、を含む。各外科用システム１０２は、リモートサーバ１１３を含み得るクラウド１０４と通信する少なくとも１つの外科用ハブ１０６を含む。一実施例では、図１に示すように、外科用システム１０２は、互いに、及び／又はハブ１０６と通信するように構成された、可視化システム１０８と、ロボットシステム１１０と、ハンドヘルド式インテリジェント外科用器具１１２と、を含む。いくつかの態様では、外科用システム１０２は、Ｍ個のハブ１０６と、Ｎ個の可視化システム１０８と、Ｏ個のロボットシステム１１０と、Ｐ個のハンドヘルド式インテリジェント外科用器具１１２と、を含んでもよく、ここでＭ、Ｎ、Ｏ、及びＰは１以上の整数である。

【００２４】

図３は、外科手術室１１６内の手術台１１４上に横たわる患者に対して外科処置を実施するために使用される外科用システム１０２の一例を示す。ロボットシステム１１０は、外科処置において外科用システム１０２の一部として使用される。ロボットシステム１１０は、外科医のコンソール１１８と、患者側カート１２０（外科用ロボット）と、外科用ロボットハブ１２２と、を含む。患者側カート１２０は、患者の身体の低侵襲切開中に、外科医が外科医のコンソール１１８を介して手術部位を見る間、少なくとも１つの取り外し可能に連結された外科用ツール１１７を操作することができる。手術部位の画像は医療用撮像装置１２４によって得ることができ、医療用撮像装置１２４は撮像装置１２４を配向するために患者側カート１２０によって操作され得る。ロボットハブ１２２は、外科医のコンソール１１８を介して外科医に対するその後の表示のために、手術部位の画像を処理するよう用いることができる。

【００２５】

他のタイプのロボットシステムを、外科用システム１０２と共に使用するために容易に適合させることができる。本開示と共に使用するのに好適なロボットシステム及び外科用ツールの様々な例は、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１７年１２月２８日出願の「ＲＯＢＯＴ　ＡＳＳＩＳＴＥＤ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する米国仮特許出願第６２／６１１，３３９号に記載されている。

【００２６】

クラウド１０４によって実施され、本開示と共に使用するのに好適なクラウドベース分析の様々な例は、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１７年１２月２８日出願の「ＣＬＯＵＤ－ＢＡＳＥＤ　ＭＥＤＩＣＡＬ　ＡＮＡＬＹＴＩＣＳ」と題する米国仮特許出願第６２／６１１，３４０号に記載されている。

【００２７】

様々な態様では、撮像装置１２４は、少なくとも１つの画像センサと１つ又は２つ以上の光学構成要素とを含む。好適な画像センサとしては、電荷結合素子（ＣＣＤ）センサ及び相補型金属酸化膜半導体（ＣＭＯＳ）センサが挙げられるが、これらに限定されない。

【００２８】
撮像装置１２４の光学構成要素は、１つ若しくは２つ以上の照明光源及び／又は１つ若しくは２つ以上のレンズを含んでもよい。１つ又は２つ以上の照明光源は、手術野の一部を照明するように方向付けられてもよい。１つ又は２つ以上の画像センサは、組織及び／又は外科用器具から反射又は屈折された光を含む、手術野から反射又は屈折された光を受信することができる。
【００２９】
１つ又は２つ以上の照明光源は、可視スペクトル及び不可視スペクトル内の電磁エネルギーを放射するように構成され得る。光学スペクトル又は発光スペクトルと呼ばれることもある可視スペクトルは、人間の目に可視の（すなわち、人間の目で検出可能な）電磁スペクトルの一部分であり、可視光、又は単に光と呼ばれることがある。典型的な人間の目は、空気中の約３８０ｎｍ～約７５０ｎｍの波長に反応する。
【００３０】
不可視スペクトル（すなわち、非発光スペクトル）は、可視スペクトルの下方及び上方に位置する電磁スペクトルの一部分である（すなわち、約３８０ｎｍ未満及び約７５０ｎｍ超の波長）。不可視スペクトルは、人間の目で検出可能ではない。約７５０ｎｍを超える波長は、赤色可視スペクトルよりも長く、これらは不可視赤外線（ＩＲ）、マイクロ波、及び無線電磁放射線になる。約３８０ｎｍ未満の波長は、紫色スペクトルよりも短く、これらは不可視紫外線、Ｘ線、及びガンマ線電磁放射線になる。
【００３１】
様々な態様では、撮像装置１２４は、低侵襲性手術で使用するように構成されている。本開示と共に使用するのに好適な撮像装置の例としては、関節鏡、血管鏡、気管支鏡、胆道鏡、結腸鏡、サイトスコープ（cytoscope）、十二指腸鏡、腸鏡、食道胃十二指腸鏡（胃鏡）、内視鏡、喉頭鏡、鼻咽喉－腎盂鏡（nasopharyngo-neproscope）、Ｓ状結腸鏡、胸腔鏡、及び尿管鏡が挙げられるが、これらに限定されない。
【００３２】
一態様では、撮像装置は、トポグラフィーと下層構造とを区別するためにマルチスペクトルモニタリングを用いる。マルチスペクトル画像は、電磁スペクトルにわたって特定の波長範囲内の画像データを取り込むものである。波長は、フィルタによって、又は可視光範囲を超える周波数、例えば、ＩＲ及び紫外光を含む特定の波長からの光に感受性の器具を使用することによって分離することができる。スペクトル撮像法は、人間の目がその赤色、緑色、及び青色の受容体で捕捉することのできない追加情報の抽出を可能にすることができる。マルチスペクトル撮像法の使用は、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる２０１７年１２月２８日出願の「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する米国仮特許出願第６２／６１１，３４１号の「Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｉｍａｇｉｎｇ　Ａｃｑｕｉｓｉｔｉｏｎ　Ｍｏｄｕｌｅ」の項で詳細に説明されている。マルチスペクトルモニタリングは、１つの手術作業が完了した後に、処置された組織上で上述の試験の１つ又は２つ以上を実施するために手術野を再配置するのに有用なツールであり得る。
【００３３】
いかなる外科手術においても手術室及び外科用器具の厳格な滅菌が必要であることは自明である。「手術現場（surgical theater）」、すなわち手術室又は処置室に必要とされる厳格な衛生及び滅菌条件は、全ての医療装置及び機器の最大級の滅菌性を必要とする。その滅菌プロセスの一部は、撮像装置１２４並びにその付属品及び構成要素を含む、患者と接触する、又は滅菌野に侵入するあらゆるものを滅菌する必要性である。滅菌野は、トレイ内又は滅菌タオル上などの、微生物を含まないとみなされる特定の領域とみなされ得ること、又は滅菌野は、外科処置のために準備された患者のすぐ周囲の領域とみなされ得ることは理解されよう。滅菌野は、適切な衣類を着用した洗浄済みのチーム構成員、並びにその領域内の全ての備品及び固定具を含み得る。
【００３４】

様々な態様では、可視化システム１０８は、図２に示されるように、滅菌野に対して戦略的に配置された１つ又は２つ以上の撮像センサと、１つ又は２つ以上の画像処理ユニットと、１つ又は２つ以上のストレージアレイと、１つ又は２つ以上のディスプレイと、を含む。一態様では、可視化システム１０８は、ＨＬ７、ＰＡＣＳ、及びＥＭＲのインターフェースを含む。可視化システム１０８の様々な構成要素については、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる２０１７年１２月２８日出願の「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する米国仮特許出願第６２／６１１，３４１号の「Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｉｍａｇｉｎｇ　Ａｃｑｕｉｓｉｔｉｏｎ　Ｍｏｄｕｌｅ」の項で説明されている。

【００３５】

図２に示すように、一次ディスプレイ１１９は、手術台１１４に位置する操作者に可視であるように、滅菌野内に配置される。加えて、可視化タワー１１１は、滅菌野の外に位置付けられる。可視化タワー１１１は、互いに離れる方に面する第１の非滅菌ディスプレイ１０７及び第２の非滅菌ディスプレイ１０９を含む。ハブ１０６によって誘導される可視化システム１０８は、ディスプレイ１０７、１０９、及び１１９を使用して、滅菌野の内側及び外部の操作者に対する情報フローを調整するように構成されている。例えば、ハブ１０６は、可視化システム１０８に、一次ディスプレイ１１９上の手術部位のライブ映像を維持させながら、撮像装置１２４によって記録される手術部位のスナップショットを非滅菌ディスプレイ１０７又は１０９上に表示させることができる。非滅菌ディスプレイ１０７又は１０９上のスナップショットは、例えば、非滅菌操作者が外科処置に関連する診断工程を実施することを可能にすることができる。

【００３６】

一態様では、ハブ１０６は、滅菌野内で、可視化タワー１１１に位置する非滅菌操作者によって入力された診断入力又はフィードバックを滅菌領域内の一次ディスプレイ１１９に送り、これを手術台に位置する滅菌操作者が見ることができるようにも構成される。一実施例では、入力は、ハブ１０６によって一次ディスプレイ１１９に送ることのできる、非滅菌ディスプレイ１０７又は１０９上に表示されるスナップショットに対する修正の形態であってもよい。

【００３７】

図２を参照すると、外科用器具１１２は、外科処置において外科用システム１０２の一部として使用されている。ハブ１０６はまた、外科用器具１１２のディスプレイへの情報フローを調整するようにも構成されている。例えば、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する２０１７年１２月２８日出願の米国仮特許出願第６２／６１１，３４１号における。可視化タワー１１１の位置で非滅菌操作者によって入力される診断入力又はフィードバックは、滅菌野内でハブ１０６によって外科用器具ディスプレイ１１５に送られてもよく、ここで診断入力又はフィードバックは外科用器具１１２の操作者によって見られてもよい。外科用システム１０２と共に用いるのに好適な例示的外科用器具については、例えば、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、「Ｓｕｒｇｉｃａｌ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔ　Ｈａｒｄｗａｒｅ」の項目、及び「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する２０１７年１２月２８日出願の米国仮特許出願第６２／６１１，３４１号で説明されている。

【００３８】

ここで図３を参照すると、ハブ１０６が、可視化システム１０８、ロボットシステム１１０、及びハンドヘルド式インテリジェント外科用器具１１２と通信している状態で示されている。ハブ１０６は、ハブディスプレイ１３５、撮像モジュール１３８、発生器モジュール１４０、通信モジュール１３０、プロセッサモジュール１３２、及びストレージアレイ１３４を含む。特定の態様では、図３に示すように、ハブ１０６は、排煙モジュール１２６及び／又は吸引／灌注モジュール１２８を更に含む。

【００３９】

外科処置中、封止及び／又は切断のため組織へのエネルギー印加は、一般に、排煙、過剰な流体の吸引、及び／又は組織の灌注を伴う。異なる供給源からの流体、電力、及び／又はデータラインは、外科処置中に絡まり合うことが多い。外科処置中にこの問題に対処することで貴重な時間が失われる場合がある。ラインの絡まりをほどくには、それらの対応するモジュールからラインを抜くことが必要となる場合があり、そのためにはモジュールをリセットすることが必要となる場合がある。ハブのモジュール式筐体１３６は、電力、データ、及び流体ラインを管理するための統一環境を提供し、このようなライン間の絡まりの頻度を低減させる。

【００４０】

本開示の態様は、手術部位における組織へのエネルギー印加を伴う外科処置において使用するための外科用ハブを提示する。外科用ハブは、ハブ筐体と、ハブ筐体のドッキングステーション内に摺動可能に受容可能な組み合わせ生成器モジュールと、を含む。ドッキングステーションはデータ及び電力接点を含む。組み合わせ生成器モジュールは、単一ユニット内に収容された、超音波エネルギー発生器構成要素、双極ＲＦエネルギー発生器構成要素、及び単極ＲＦエネルギー発生器構成要素のうちの２つ以上を含む。一態様では、組み合わせ生成器モジュールは、更に、排煙構成要素と、組み合わせ生成器モジュールを外科用器具に接続するための少なくとも１つのエネルギー供給ケーブルと、組織への治療エネルギーの印加によって発生した煙、流体、及び／又は微粒子を排出するように構成された少なくとも１つの排煙構成要素と、遠隔手術部位から排煙構成要素まで延在する流体ラインと、を含む。

【００４１】

一態様では、流体ラインは第１の流体ラインであり、第２の流体ラインは、遠隔手術部位から、ハブ筐体内に摺動可能に受容される吸引及び灌注モジュールまで延在する。一態様では、ハブ筐体は、流体インターフェースを備える。

【００４２】

特定の外科処置は、２つ以上のエネルギータイプを組織に印加することを必要とする場合がある。１つのエネルギータイプは、組織を切断するのにより有益であり得るが、別の異なるエネルギータイプは、組織を封止するのにより有益であり得る。例えば、双極発生器は組織を封止するために使用することができ、一方で、超音波発生器は封止された組織を切断するために使用することができる。本開示の態様は、ハブのモジュール式筐体１３６が様々な発生器を収容して、これらの間の双方向通信を促進するように構成される解決法を提示する。ハブのモジュール式筐体１３６の利点の１つは、様々なモジュールの迅速な取り外し及び／又は交換を可能にすることである。

【００４３】

本開示の態様は、組織へのエネルギー印加を伴う外科処置で使用するためのモジュール式外科用筐体を提示する。モジュール式外科用筐体は、組織に印加するための第１のエネルギーを発生させるように構成された第１のエネルギー発生器モジュールと、第１のデータ及び電力接点を含む第１のドッキングポートを備える第１のドッキングステーションとを含み、第１のエネルギー発生器モジュールは、電力及びデータ接点と電気係合するように摺動可能に移動可能であり、また第１のエネルギー発生器モジュールは、第１の電力及びデータ接点との電気係合から外れるように摺動可能に移動可能である。

【００４４】

上記に加えて、モジュール式外科用筐体は、第１のエネルギーとは異なる、組織に印加するための第２のエネルギーを発生させるように構成された第２のエネルギー発生器モジュールと、第２のデータ及び電力接点を含む第２のドッキングポートを備える第２のドッキングステーションと、を更に含み、第２のエネルギー発生器モジュールは、電力及びデータ接点と電気係合するように摺動可能に移動可能であり、また第２のエネルギー発生器モジュールは、第２の電力及びデータ接点との電気係合から外れるように摺動可能に移動可能である。

【００４５】

更に、モジュール式外科用筐体は、第１のエネルギー発生器モジュールと第２のエネルギー発生器モジュールとの間の通信を容易にするように構成された、第１のドッキングポートと第２のドッキングポートとの間の通信バスを更に含む。

【００４６】

図３～図７を参照すると、発生器モジュール１４０と、排煙モジュール１２６と、吸引／灌注モジュール１２８と、のモジュール式統合を可能にするハブのモジュール式筐体１３６に関する本開示の態様が提示される。ハブのモジュール式筐体１３６は、モジュール１４０、１２６、１２８間の双方向通信を更に促進する。図５に示すように、発生器モジュール１４０は、ハブのモジュール式筐体１３６に摺動可能に挿入可能な単一のハウジングユニット１３９内に支持される、統合された単極、双極、及び超音波構成要素を備える発生器モジュールであってもよい。図５に示すように、発生器モジュール１４０は、単極装置１４６、双極装置１４７、及び超音波装置１４８に接続するように構成され得る。或いは、発生器モジュール１４０は、ハブのモジュール式筐体１３６を介して相互作用する一連の単極、双極、及び／又は超音波発生器モジュールを備えてもよい。ハブのモジュール式筐体１３６は、複数の発生器が単一の発生器として機能するように、複数の発生器の挿入と、ハブのモジュール式筐体１３６にドッキングされた発生器間の双方向通信と、を促進するように構成されてもよい。

【００４７】

一態様では、ハブのモジュール式筐体１３６は、モジュール１４０、１２６、１２８の取り外し可能な取り付け及びそれらの間の双方向通信を可能にするために、外部及び無線通信ヘッダを備えるモジュール式電力及び通信バックプレーン１４９を備える。

【００４８】

一態様では、ハブのモジュール式筐体１３６は、モジュール１４０、１２６、１２８を摺動可能に受容するように構成された、本明細書ではドロアーとも称されるドッキングステーション又はドロアー１５１を含む。図４は、外科用ハブ筐体１３６、及び外科用ハブ筐体１３６のドッキングステーション１５１に摺動可能に受容可能な組み合わせ生成器モジュール１４５の部分斜視図を示す。組み合わせ生成器モジュール１４５の後側に電力及びデータ接点を有するドッキングポート１５２は、組み合わせ生成器モジュール１４５がハブのモジュール式筐体１３６の対応するドッキングステーション１５１内の位置へと摺動されると、対応するドッキングポート１５０をハブのモジュール式筐体１３６の対応するドッキングステーション１５１の電力及びデータ接点と係合するように構成される。一態様では、組み合わせ生成器モジュール１４５は、図５に示すように、双極、超音波、及び単極モジュールと、単一のハウジングユニット１３９と共に一体化された排煙モジュールと、を含む。

【００４９】

様々な態様では、排煙モジュール１２６は、捕捉／回収された煙及び／又は流体を手術部位から遠ざけて、例えば、排煙モジュール１２６へと搬送する流体ライン１５４を含む。排煙モジュール１２６から発生する真空吸引は、煙を手術部位のユーティリティ導管の開口部に引き込むことができる。流体ラインに連結されたユーティリティ導管は、排煙モジュール１２６で終端する可撓管の形態であってもよい。ユーティリティ導管及び流体ラインは、ハブ筐体１３６内に受容される排煙モジュール１２６に向かって延在する流体経路を画定する。

【００５０】

様々な態様では、吸引／灌注モジュール１２８は、吸い込み（aspiration）流体ライン及び吸引（suction）流体ラインを含む外科用ツールに連結される。一実施例では、吸い込み及び吸引流体ラインは、手術部位から吸引／灌注モジュール１２８に向かって延在する可撓管の形態である。１つ又は２つ以上の駆動システムは、手術部位への、及び手術部位からの流体の灌注及び吸い込みを引き起こすように構成され得る。

【００５１】

一態様では、外科用ツールは、その遠位端にエンドエフェクタを有するシャフトと、エ

ンドエフェクタに関連付けられた少なくとも１つのエネルギー処置部と、吸い込み管と、灌注管と、を含む。吸い込み管は、その遠位端に入口ポートを有することができ、吸い込み管はシャフトを通って延在する。同様に、灌注管はシャフトを通って延在することができ、かつ、エネルギー送達器具に近接した入口ポートを有することができる。エネルギー送達器具は、超音波及び／又はＲＦエネルギーを手術部位に送達するように構成され、最初にシャフトを通って延在するケーブルによって発生器モジュール１４０に連結される。

【００５２】

灌注管は流体源と流体連通することができ、吸い込み管は真空源と流体連通することができる。流体源及び／又は真空源は、吸引／灌注モジュール１２８内に収容され得る。一実施例では、流体源及び／又は真空源は、吸引／灌注モジュール１２８とは別にハブ筐体１３６内に収容され得る。このような実施例では、流体インターフェースは、吸引／灌注モジュール１２８を流体源及び／又は真空源に接続するように構成され得る。

【００５３】

一態様では、モジュール１４０、１２６、１２８及び／又はハブのモジュール式筐体１３６上のそれらの対応するドッキングステーションは、モジュールのドッキングポートを位置合わせして、ハブのモジュール式筐体１３６のドッキングステーション内でこれらの対応部品と係合させるように構成された位置合わせ機構を含み得る。例えば、図４に示すように、組み合わせ生成器モジュール１４５は、ハブのモジュール式筐体１３６の対応するドッキングステーション１５１の対応するブラケット１５６と摺動可能に係合するように構成された側部ブラケット１５５を含む。ブラケットは協働して、組み合わせ生成器モジュール１４５のドッキングポート接点をハブのモジュール式筐体１３６のドッキングポート接点と電気係合させるように誘導する。

【００５４】

いくつかの態様では、ハブのモジュール式筐体１３６のドロアー１５１はサイズが同じ又は実質的に同じであり、モジュールはドロアー１５１内に受容されるサイズに調整される。例えば、側部ブラケット１５５及び／又は１５６は、モジュールのサイズに応じてより大きくなっても小さくなってもよい。他の態様では、ドロアー１５１はサイズが異なり、それぞれ特定のモジュールを収容するように設計される。

【００５５】

更に、適合しない接点を備えるドロアーにモジュールを挿入することを避けるために、特定のモジュールの接点を、特定のドロアーの接点と係合するように鍵付きにしてもよい。

【００５６】

図４に示されるように、１つのドロアー１５１のドッキングポート１５０は、通信リンク１５７を介して別のドロアー１５１のドッキングポート１５０に連結されて、ハブのモジュール式筐体１３６内に収容されたモジュール間の双方向通信を容易にすることができる。或いは又は更に、ハブのモジュール式筐体１３６のドッキングポート１５０は、ハブのモジュール式筐体１３６内に収容されたモジュール間の無線双方向通信を容易にしてもよい。例えば、Ａｉｒ　Ｔｉｔａｎ－Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈなどの任意の好適な無線通信を用いてもよい。

【００５７】

図６は、外科用ハブ２０６の複数のモジュールを受容するように構成された横方向モジュール式ハウジング１６０の複数の横方向ドッキングポートの個々の電力バスアタッチメントを示す。横方向モジュール式ハウジング１６０は、モジュール１６１を横方向に受容して相互接続するように構成される。モジュール１６１は、モジュール１６１を相互接続するためのバックプレーンを含む横方向モジュール式ハウジング１６０のドッキングステーション１６２内に摺動可能に挿入される。図６に示すように、モジュール１６１は、横方向モジュール式ハウジング１６０内で横方向に配置される。或いは、モジュール１６１は、横方向モジュール式ハウジング内で垂直方向に配置されてもよい。

【００５８】

図７は、外科用ハブ１０６の複数のモジュール１６５を受容するように構成された垂直

モジュール式ハウジング１６４を示す。モジュール１６５は、モジュール１６５を相互接続するためのバックプレーンを含む垂直モジュール式ハウジング１６４のドッキングステーション又はドロアー１６７内に摺動可能に挿入される。垂直モジュール式ハウジング１６４のドロアー１６７は垂直方向に配置されているが、特定の場合では、垂直モジュール式ハウジング１６４は、横方向に配置されたドロアーを含んでもよい。更に、モジュール１６５は、垂直モジュール式ハウジング１６４のドッキングポートを介して互いに相互作用し得る。図７の実施例では、モジュール１６５の動作に関連するデータを表示するためのディスプレイ１７７が提供される。加えて、垂直モジュール式ハウジング１６４は、マスタモジュール１７８内に摺動可能に受容される複数のサブモジュールを収容するマスタモジュール１７８を含む。

【００５９】

様々な態様では、撮像モジュール１３８は、内蔵型のビデオプロセッサ及びモジュール式光源を備え、様々な撮像装置と共に使用するように適合されている。一態様では、撮像装置は、光源モジュール及びカメラモジュールと共に組み立てることが可能なモジュール式ハウジングで構成される。ハウジングは、使い捨て式ハウジングであってもよい。少なくとも１つの実施例では、使い捨て式ハウジングは、再利用可能なコントローラ、光源モジュール、及びカメラモジュールと取り外し可能に連結される。光源モジュール及び／又はカメラモジュールは、外科処置の種類に応じて選択的に選択することができる。一態様では、カメラモジュールはＣＣＤセンサを含む。別の態様では、カメラモジュールはＣＭＯＳセンサを含む。別の態様では、カメラモジュールは走査されたビームの撮像用に構成される。同様に、光源モジュールは、外科処置に応じて白色光又は異なる光を送達するように構成することができる。

【００６０】

外科処置中に、手術野から外科用装置を除去して異なるカメラ又は異なる光源を含む別の外科用装置と交換することは非効率的であり得る。手術野の視野を一時的に喪失することは、望ましからぬ結果をもたらし得る。本開示のモジュール撮像装置は、手術野から撮像装置を除去する必要なく、外科処置中に光源モジュール又はカメラモジュール中間体（midstream）の交換を可能にするように構成される。

【００６１】

一態様では、撮像装置は、複数のチャネルを含む管状ハウジングを備える。第１のチャネルは、第１のチャネルとスナップ嵌め係合するように構成され得るカメラモジュールを摺動可能に受容するように構成されている。第２のチャネルは、第２のチャネルとスナップ嵌め係合するように構成され得る光源モジュールを摺動可能に受容するように構成されている。別の実施例では、カメラモジュール及び／又は光源モジュールは、これらの対応するチャネル内の最終位置へと回転させることができる。スナップ嵌め係合の代わりにねじ係合が採用されてもよい。

【００６２】

様々な実施例で、複数の撮像装置が、複数の視野を提供するために手術野内の様々な位置に位置決めされる。撮像モジュール１３８は、最適な視野を提供するために撮像装置間を切り替えるように構成することができる。様々な態様では、撮像モジュール１３８は、異なる撮像装置からの画像を統合するように構成することができる。

【００６３】

本開示と共に使用するのに好適な様々な画像プロセッサ及び撮像装置は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる「ＣＯＭＢＩＮＥＤ　ＳＢＩ　ＡＮＤ　ＣＯＮＶＥＮＴＩＯＮＡＬ　ＩＭＡＧＥ　ＰＲＯＣＥＳＳＯＲ」と題する２０１１年８月９日発行の米国特許第７，９９５，０４５号に記載されている。更に、その全体が参照により本明細書に組み込まれる「ＳＢＩ　ＭＯＴＩＯＮ　ＡＲＴＩＦＡＣＴ　ＲＥＭＯＶＡＬ　ＡＰＰＡＲＡＴＵＳ　ＡＮＤ　ＭＥＴＨＯＤ」と題する２０１１年７月１９日発行の米国特許第７，９８２，７７６号は、画像データからモーションアーチファクトを除去するための様々なシステムについて記載している。こうしたシステムは、撮像モジュール１３８と一体化され得る。

更に、「ＣＯＮＴＲＯＬＬＡＢＬＥ ＭＡＧＮＥＴＩＣ ＳＯＵＲＣＥ ＴＯ ＦＩＸＴＵＲＥ ＩＮＴＲＡＣＯＲＰＯＲＥＡＬ ＡＰＰＡＲＡＴＵＳ」と題する２０１１年１２月１５日公開の米国特許出願公開第２０１１／０３０６８４０号、及び「ＳＹＳＴＥＭ ＦＯＲ ＰＥＲＦＯＲＭＩＮＧ Ａ ＭＩＮＩＭＡＬＬＹ ＩＮＶＡＳＩＶＥ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＰＲＯＣＥＤＵＲＥ」と題する２０１４年８月２８日公開の米国特許出願公開第２０１４／０２４３５９７号は、そのそれぞれの開示が、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【００６４】

図８は、医療施設の１つ又は２つ以上の手術室、又は外科処置のための専門設備を備えた医療施設内の任意の部屋に配置されたモジュール式装置をクラウドベースのシステム（例えばストレージ装置２０５に連結されたリモートサーバ２１３を含み得るクラウド２０４）に接続するように構成されたモジュール式通信ハブ２０３を備える外科用データネットワーク２０１を示す。一態様では、モジュール式通信ハブ２０３は、ネットワークルータと通信するネットワークハブ２０７及び／又はネットワークスイッチ２０９を備える。モジュール式通信ハブ２０３は更に、ローカルコンピュータ処理及びデータ操作を提供するために、ローカルコンピュータシステム２１０に連結することができる。外科用データネットワーク２０１は、受動的、インテリジェント、又は切替式として構成されてもよい。受動的外科用データネットワークはデータの導管として機能し、データが１つの装置（又はセグメント）から別の装置（又はセグメント）に、及びクラウドコンピューティングリソースに行くことを可能にする。インテリジェントな外科用データネットワークは、トラフィックが監視対象の外科用データネットワークを通過することを可能にし、ネットワークハブ２０７又はネットワークスイッチ２０９内の各ポートを構成する追加の機構を含む。インテリジェントな外科用データネットワークは、管理可能なハブ又はスイッチと称され得る。スイッチングハブは、各パケットの宛先アドレスを読み取り、次いでパケットを正しいポートに転送する。

【００６５】

手術室に配置されるモジュール式装置１ａ～１ｎは、モジュール式通信ハブ２０３に連結されてもよい。ネットワークハブ２０７及び／又はネットワークスイッチ２０９は、ネットワークルータ２１１に連結されて、装置１ａ～１ｎをクラウド２０４又はローカルコンピュータシステム２１０に接続することができる。装置１ａ～１ｎに関連付けられたデータは、遠隔データ処理及び操作のためにルータを介してクラウドベースのコンピュータに転送されてもよい。装置１ａ～１ｎに関連付けられたデータはまた、ローカルでのデータ処理及び操作のためにローカルコンピュータシステム２１０に転送されてもよい。同じ手術室に位置するモジュール式装置２ａ～２ｍもまた、ネットワークスイッチ２０９に連結されてもよい。ネットワークスイッチ２０９は、ネットワークハブ２０７及び／又はネットワークルータ２１１に連結されて、装置２ａ～２ｍをクラウド２０４に接続することができる。装置２ａ～２ｎに関連付けられたデータは、データ処理及び操作のためにネットワークルータ２１１を介してクラウド２０４に転送されてもよい。装置２ａ～２ｍに関連付けられたデータはまた、ローカルでのデータ処理及び操作のためにローカルコンピュータシステム２１０に転送されてもよい。

【００６６】

複数のネットワークハブ２０７及び／又は複数のネットワークスイッチ２０９を複数のネットワークルータ２１１と相互接続することによって、外科用データネットワーク２０１が拡張され得ることが理解されるであろう。モジュール式通信ハブ２０３は、複数の装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍを受容するように構成されたモジュール式制御タワー内に収容され得る。ローカルコンピュータシステム２１０もまた、モジュール式制御タワーに収容されてもよい。モジュール式通信ハブ２０３は、ディスプレイ２１２に接続されて、例えば外科処置中に、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍのうちのいくつかによって取得された画像を表示する。様々な態様では、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍとしては、外科用データネットワーク２０１のモジュール式通信ハブ２０３に接続され得るモジュール式装置の中でも

とりわけ、例えば、内視鏡に連結された撮像モジュール１３８、エネルギーベースの外科用装置に連結された発生器モジュール１４０、排煙モジュール１２６、吸引／灌注モジュール１２８、通信モジュール１３０、プロセッサモジュール１３２、ストレージアレイ１３４、ディスプレイに連結された外科用装置、及び／又は非接触センサモジュールなどの様々なモジュールが挙げられ得る。

【００６７】

一態様では、外科用データネットワーク２０１は、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍをクラウドに接続する、ネットワークハブ（複数可）、ネットワークスイッチ（複数可）、及びネットワークルータ（複数可）との組み合わせを含んでもよい。ネットワークハブ又はネットワークスイッチに連結された装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍのいずれか１つ又は全ては、リアルタイムでデータを収集し、データ処理及び操作のためにデータをクラウドコンピュータに転送することができる。クラウドコンピューティングは、ソフトウェアアプリケーションを取り扱うために、ローカルサーバ又はパーソナル装置を有するのではなく、共有コンピューティングリソースに依存することは理解されるであろう。用語「クラウド」は「インターネット」の隠喩として用いられ得るが、この用語はそのように限定はされない。したがって、用語「クラウドコンピューティング」は、本明細書では「インターネットベースのコンピューティングの一種」を指すために用いることができ、この場合、サーバ、ストレージ、及びアプリケーションなどの様々なサービスは、手術現場（例えば、固定式、移動式、一時的、又は現場の手術室又は空間）に位置するモジュール式通信ハブ２０３及び／又はコンピュータシステム２１０に、かつインターネットを介してモジュール式通信ハブ２０３及び／又はコンピュータシステム２１０に接続された装置に送達される。クラウドインフラストラクチャは、クラウドサービスプロバイダによって維持され得る。この文脈において、クラウドサービスプロバイダは、１つ又は２つ以上の手術室内に位置する装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍの使用及び制御を調整する事業体であり得る。クラウドコンピューティングサービスは、スマート外科用器具、ロボット、及び手術室内に位置する他のコンピュータ化装置によって収集されたデータに基づいて、多数の計算を実行することができる。ハブハードウェアは、複数の装置又は接続部がクラウドコンピューティングリソース及びストレージと通信するコンピュータに接続することを可能にする。

【００６８】

装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍによって収集されたデータにクラウドコンピュータデータ処理技術を適用することで、外科用データネットワークは、外科的成果の改善、コスト低減、及び患者満足度の改善を提供する。組織の封止及び切断処置後に、組織の状態を観察して封止された組織の漏出又は灌流を評価するために、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍのうちの少なくともいくつかを用いることができる。クラウドベースのコンピューティングを使用して、身体組織の試料の画像を含むデータを診断目的で検査して疾患の影響などの病状を特定するために、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍのうちの少なくともいくつかを用いることができる。これは、組織及び表現型の位置特定及びマージン確認を含む。撮像装置と一体化された様々なセンサ、及び複数の撮像装置によってキャプチャされた画像をオーバーレイするなどの技術を使用して、身体の解剖学的構造を特定するために、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍのうちの少なくともいくつかを用いることができる。画像データを含む、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍによって収集されたデータは、画像処理及び操作を含むデータ処理及び操作のために、クラウド２０４若しくはローカルコンピュータシステム２１０又はその両方に転送されてもよい。データは、組織特異的部位及び状態に対する内視鏡的介入、新興技術、標的化放射線、標的化介入、及び精密ロボットの適用などの更なる治療を遂行できるかを判定することによって、外科処置の結果を改善するために分析することができる。こうしたデータ分析は、予後分析処理を更に採用してもよく、標準化されたアプローチを使用することは、外科治療及び外科医の挙動を確認するか、又は外科治療及び外科医の挙動に対する修正を提案するかのいずれかのために有益なフィードバックを提供することができる。

【００６９】

一実装態様では、手術室装置１ａ～１ｎは、ネットワークハブに対する装置１ａ～１ｎの構成に応じて、有線チャネル又は無線チャネルを介してモジュール式通信ハブ２０３に接続されてもよい。ネットワークハブ２０７は、一態様では、開放型システム間相互接続（ＯＳＩ）モデルの物理層上で機能するローカルネットワークブロードキャスト装置として実装されてもよい。ネットワークハブは、同じ手術室ネットワーク内に位置する装置１ａ～１ｎに接続性を提供する。ネットワークハブ２０７は、パケット形態のデータを収集し、それらを半二重モードでルータに送信する。ネットワークハブ２０７は、装置データを転送するための任意の媒体アクセス制御／インターネットプロトコル（ＭＡＣ／ＩＰ）は記憶しない。装置１ａ～１ｎのうちの１つのみが、ネットワークハブ２０７を介して一度にデータを送信することができる。ネットワークハブ２０７は、情報の送信先に関する経路選択テーブル又はインテリジェンスを有さず、全てのネットワークデータを各コネクション全体、及びクラウド２０４上のリモートサーバ２１３（図９）にブロードキャストする。ネットワークハブ２０７は、コリジョンなどの基本的なネットワークエラーを検出することができるが、全ての情報を複数のポートにブロードキャストすることは、セキュリティリスクとなりボトルネックを引き起こす恐れがある。

【００７０】

別の実装形態では、手術室装置２ａ～２ｍは、有線チャネル又は無線チャネルを介してネットワークスイッチ２０９に接続されてもよい。ネットワークスイッチ２０９は、ＯＳＩモデルのデータリンク層内で機能する。ネットワークスイッチ２０９は、同じ手術室内に位置する装置２ａ～２ｍをネットワークに接続するためのマルチキャスト装置である。ネットワークスイッチ２０９は、フレームの形態のデータをネットワークルータ２１１に送信し、全二重モードで機能する。複数の装置２ａ～２ｍは、ネットワークスイッチ２０９を介して同時にデータを送信することができる。ネットワークスイッチ２０９は、データを転送するために装置２ａ～２ｍのＭＡＣアドレスを記憶かつ使用する。

【００７１】

ネットワークハブ２０７及び／又はネットワークスイッチ２０９は、クラウド２０４に接続するためにネットワークルータ２１１に連結される。ネットワークルータ２１１は、ＯＳＩモデルのネットワーク層内で機能する。ネットワークルータ２１１は、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍのいずれか１つ又は全てによって収集されたデータを更に処理及び操作するために、ネットワークハブ２０７及び／又はネットワークスイッチ２１１から受信したデータパケットをクラウドベースのコンピュータリソースに送信するための経路を作成する。ネットワークルータ２１１は、例えば、同じ医療施設の異なる手術室、又は異なる医療施設の異なる手術室に位置する異なるネットワークなどの、異なる位置に位置する２つ以上の異なるネットワークを接続するために用いられてもよい。ネットワークルータ２１１は、パケット形態のデータをクラウド２０４に送信し、全二重モードで機能する。複数の装置が同時にデータを送信することができる。ネットワークルータ２１１は、データを転送するためにＩＰアドレスを使用する。

【００７２】

一実施例では、ネットワークハブ２０７は、複数のＵＳＢ装置をホストコンピュータに接続することを可能にするＵＳＢハブとして実装されてもよい。ＵＳＢハブは、装置をホストシステムコンピュータに接続するために利用可能なポートが多くなるように、単一のＵＳＢポートをいくつかの階層に拡張することができる。ネットワークハブ２０７は、有線チャネル又は無線チャネルを介して情報を受信するための有線又は無線能力を含むことができる。一態様では、無線ＵＳＢ短距離高帯域無線通信プロトコルが、手術室内に位置する装置１ａ～１ｎと装置２ａ～２ｍとの間の通信のために使用されてもよい。

【００７３】

他の実施例では、手術室装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍは、固定及びモバイル装置から短距離にわたってデータを交換し（２．４～２．４８５ＧＨｚのＩＳＭ帯域における短波長ＵＨＦ電波を使用して）、かつパーソナルエリアネットワーク（ＰＡＮ）を構築するために、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ無線技術規格を介してモジュール式通信ハブ２０３と通信するこ

とができる。他の態様では、手術室装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍは、Ｗｉ－Ｆｉ（ＩＥＥＥ８０２．１１ファミリー）、ＷｉＭＡＸ（ＩＥＥＥ８０２．１６ファミリー）、ＩＥＥＥ８０２．２０、ロング・ターム・エボリューション（ＬＴＥ）、並びにＥｖ－ＤＯ、ＨＳＰＡ＋、ＨＳＤＰＡ＋、ＨＳＵＰＡ＋、ＥＤＧＥ、ＧＳＭ、ＧＰＲＳ、ＣＤＭＡ、ＴＤＭＡ、ＤＥＣＴ、及びこれらのイーサネット派生物、のみならず３Ｇ、４Ｇ、５Ｇ、及びそれ以降と指定される任意の他の無線及び有線プロトコルが挙げられるがこれらに限定されない数多くの無線又は有線通信規格又はプロトコルを介してモジュール式通信ハブ２０３と通信することができる。コンピューティングモジュールは、複数の通信モジュールを含んでもよい。例えば、第１の通信モジュールは、Ｗｉ－Ｆｉ及びＢｌｕｅｔｏｏｔｈなどの短距離無線通信専用であってもよく、第２の通信モジュールは、ＧＰＳ、ＥＤＧＥ、ＧＰＲＳ、ＣＤＭＡ、ＷｉＭＡＸ、ＬＴＥ、Ｅｖ－ＤＯなどの長距離無線通信専用であってもよい。

【００７４】

モジュール式通信ハブ２０３は、手術室装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍの１つ又は全ての中央接続部として機能することができ、フレームとして知られるデータ型を取り扱う。フレームは、装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍによって生成されたデータを搬送する。フレームがモジュール式通信ハブ２０３によって受信されると、フレームは増幅されてネットワークルータ２１１へ送信され、ネットワークルータ２１１は本明細書に記載される数多くの無線又は有線通信規格又はプロトコルを使用することによってこのデータをクラウドコンピューティングリソースに転送する。

【００７５】

モジュール式通信ハブ２０３は、スタンドアロンの装置として使用されてもよく、又はより大きなネットワークを形成するために互換性のあるネットワークハブ及びネットワークスイッチに接続されてもよい。モジュール式通信ハブ２０３は、一般に据え付け、構成、及び維持が容易であるため、モジュール式通信ハブ２０３は手術室装置１ａ～１ｎ／２ａ～２ｍをネットワーク接続するための良好な選択肢となる。

【００７６】

図９は、コンピュータ実装インタラクティブ外科システム２００を示す。コンピュータ実装インタラクティブ外科システム２００は、多くの点で、コンピュータ実装インタラクティブ外科システム１００と類似している。例えば、コンピュータ実装インタラクティブ外科システム２００は、多くの点で外科システム１０２と類似する１つ又は２つ以上の外科用システム２０２を含む。各外科用システム２０２は、リモートサーバ２１３を含み得るクラウド２０４と通信する少なくとも１つの外科用ハブ２０６を含む。一態様では、コンピュータ実装インタラクティブ外科システム２００は、例えば、インテリジェント外科用器具、ロボット、及び手術室内に位置する他のコンピュータ化装置などの複数の手術室装置に接続されたモジュール式制御タワー２３６を備える。図１０に示されるように、モジュール式制御タワー２３６は、コンピュータシステム２１０に連結されたモジュール式通信ハブ２０３を備える。図９の実施例に例示するように、モジュール式制御タワー２３６は、内視鏡２３９に連結された撮像モジュール２３８、エネルギー装置２４１に連結された発生器モジュール２４０、排煙器モジュール２２６、吸引／灌注モジュール２２８、通信モジュール２３０、プロセッサモジュール２３２、ストレージアレイ２３４、任意でディスプレイ２３７に連結されたスマート装置／器具２３５、及び非接触センサモジュール２４２に連結される。手術室装置は、モジュール式制御タワー２３６を介してクラウドコンピューティングリソース及びデータストレージに連結される。ロボットハブ２２２もまた、モジュール式制御タワー２３６及びクラウドコンピューティングリソースに接続されてもよい。中でもとりわけ、装置／器具２３５、可視化システム２０８が、本明細書に記載される有線又は無線通信規格又はプロトコルを介してモジュール式制御タワー２３６に連結されてもよい。モジュール式制御タワー２３６は、撮像モジュール、装置／器具ディスプレイ、及び／又は他の可視化システム２０８から受信した画像を表示及びオーバーレイするためにハブディスプレイ２１５（例えば、モニタ、スクリーン）に連結されても

よい。ハブディスプレイはまた、画像及びオーバーレイ画像と共にモジュール式制御タワーに接続された装置から受信したデータを表示してもよい。

【００７７】

図１０は、モジュール式制御タワー２３６に連結された複数のモジュールを備える外科用ハブ２０６を示す。モジュール式制御タワー２３６は、例えばネットワーク接続装置などのモジュール式通信ハブ２０３と、例えば局所処理、可視化、及び撮像を提供するためのコンピュータシステム２１０と、を備える。図１０に示すように、モジュール式通信ハブ２０３は、モジュール式通信ハブ２０３に接続できるモジュール（例えば、装置）の数を拡張するために階層化構成で接続されて、モジュールに関連付けられたデータをコンピュータシステム２１０、クラウドコンピューティングリソース、又はその両方に転送することができる。図１０に示すように、モジュール式通信ハブ２０３内のネットワークハブ／スイッチのそれぞれは、３つの下流ポート及び１つの上流ポートを含む。上流のネットワークハブ／スイッチは、クラウドコンピューティングリソース及びローカルディスプレイ２１７への通信接続を提供するためにプロセッサに接続される。クラウド２０４への通信は、有線又は無線通信チャネルのいずれかを介して行うことができる。

【００７８】

外科用ハブ２０６は、非接触センサモジュール２４２を使用して、手術室の寸法を測定し、また超音波又はレーザ型非接触測定装置のいずれかを使用して手術現場のマップを生成する。その全体が参照により本明細書に組み込まれる「ＩＮＴＥＲＡＣＴＩＶＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する２０１７年１２月２８日出願の米国仮特許出願第６２／６１１，３４１号中の「Ｓｕｒｇｉｃａｌ　Ｈｕｂ　Ｓｐａｔｉａｌ　Ａｗａｒｅｎｅｓｓ　Ｗｉｔｈｉｎ　ａｎ　Ｏｐｅｒａｔｉｎｇ　Ｒｏｏｍ」の項で説明されるように、超音波ベースの非接触センサモジュールは、超音波のバーストを送信し、超音波のバーストが手術室の外壁に反射したときのエコーを受信することによって手術室を走査し、ここでセンサモジュールが、手術室のサイズを判定し、かつＢｌｕｅｔｏｏｔｈペアリングの距離限界を調整するように構成される。レーザベースの非接触センサモジュールは、例えば、レーザ光パルスを送信し、手術室の外壁に反射するレーザ光パルスを受信し、送信されたパルスの位相を受信したパルスと比較して、手術室のサイズを判定し、かつＢｌｕｅｔｏｏｔｈペアリング距離限界を調整することによって手術室を走査する。

【００７９】

コンピュータシステム２１０は、プロセッサ２４４とネットワークインターフェース２４５とを備える。プロセッサ２４４は、システムバスを介して、通信モジュール２４７、ストレージ２４８、メモリ２４９、不揮発性メモリ２５０、及び入力／出力インターフェース２５１に連結される。システムバスは、９ビットバス、業界標準アーキテクチャ（ＩＳＡ）、マイクロチャネルアーキテクチャ（ＭＳＡ）、拡張ＩＳＡ（ＥＩＳＡ）、インテリジェントドライブエレクトロニクス（ＩＤＥ）、ＶＥＳＡローカルバス（ＶＬＢ）、周辺装置相互接続（ＰＣＩ）、ＵＳＢ、アドバンスドグラフィックスポート（ＡＧＰ）、パーソナルコンピュータメモリカード国際協会バス（ＰＣＭＣＩＡ）、小型計算器システム・インターフェース（ＳＣＳＩ）、又は任意の他の独自バス（proprietary bus）が挙げられるがこれらに限定されない任意の様々なバスアーキテクチャを用いる、メモリバス若しくはメモリコントローラ、ペリフェラルバス若しくは外部バス、及び／又はローカルバスを含むいくつかのタイプのバス構造（複数可）のうちのいずれかであってもよい。

【００８０】

プロセッサ２４４は、Ｔｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓ製のＡＲＭ　Ｃｏｒｔｅｘの商品名で知られているものなど、任意のシングルコア又はマルチコアプロセッサであってもよい。一態様では、プロセッサは、例えば、その詳細が製品データシートで入手可能である、最大４０ＭＨｚの２５６ＫＢのシングルサイクルフラッシュメモリ若しくは他の不揮発性メモリのオンチップメモリ、性能を４０ＭＨｚ超に改善するためのプリフェッチバッファ、３２ＫＢのシングルサイクルシリアルランダムアクセスメモリ（ＳＲＡＭ）、ＳｔｅｌｌａｒｉｓＷａｒｅ（登録商標）ソフトウェアを搭載した内部読み出し専用メモリ

（ＲＯＭ）、２ＫＢの電気的消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（ＥＥＰＲＯＭ）、及び／又は、１つ若しくは２つ以上のパルス幅変調（ＰＷＭ）モジュール、１つ若しくは２つ以上の直交エンコーダ入力（ＱＥＩ）アナログ、１２個のアナログ入力チャネルを備える１つ若しくは２つ以上の１２ビットアナログ－デジタル変換器（ＡＤＣ）を含む、Ｔｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓから入手可能なＬＭ４Ｆ２３０Ｈ５ＱＲ　ＡＲＭ　Ｃｏｒｔｅｘ－Ｍ４Ｆプロセッサコアであってもよい。

【００８１】

一態様では、プロセッサ２４４は、同じくＴｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓ製のＨｅｒｃｕｌｅｓ　ＡＲＭ　Ｃｏｒｔｅｘ　Ｒ４の商品名で知られるＴＭＳ５７０及びＲＭ４ｘなどの２つのコントローラ系ファミリーを含む安全コントローラを含んでもよい。安全コントローラは、拡張性のある性能、接続性、及びメモリの選択肢を提供しながら、高度な集積型安全機構を提供するために、中でも特に、ＩＥＣ６１５０８及びＩＳＯ２６２６２の安全限界用途専用に構成されてもよい。

【００８２】

システムメモリとしては、揮発性メモリ及び不揮発性メモリが挙げられる。起動中などにコンピュータシステム内の要素間で情報を転送するための基本ルーチンを含む基本入出力システム（ＢＩＯＳ）は、不揮発性メモリに記憶される。例えば、不揮発性メモリとしては、ＲＯＭ、プログラマブルＲＯＭ（ＰＲＯＭ）、電気的プログラマブルＲＯＭ（ＥＰＲＯＭ）、ＥＥＰＲＯＭ、又はフラッシュメモリが挙げられ得る。揮発性メモリとしては、外部キャッシュメモリとして機能するランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）が挙げられる。更に、ＲＡＭは、ＳＲＡＭ、ダイナミックＲＡＭ（ＤＲＡＭ）、シンクロナスＤＲＡＭ（ＳＤＲＡＭ）、ダブルデータレートＳＤＲＡＭ（ＤＤＲ　ＳＤＲＡＭ）、エンハンスドＳＤＲＡＭ（ＥＳＤＲＡＭ）、シンクリンクＤＲＡＭ（ＳＬＤＲＡＭ）、及びダイレクトランバスＲＡＭ（ＤＲＲＡＭ）などの多くの形態で利用可能である。

【００８３】

コンピュータシステム２１０はまた、取り外し可能／取り外し不可能な揮発性／不揮発性コンピュータストレージ媒体、例えばディスクストレージなどを含む。ディスクストレージとしては、磁気ディスクドライブ、フロッピーディスクドライブ、テープドライブ、Ｊａｚドライブ、Ｚｉｐドライブ、ＬＳ－６０ドライブ、フラッシュメモリカード、又はメモリスティックのようなデバイスが挙げられるが、これらに限定されない。加えて、ディスクストレージは、ストレージ媒体を、独立して、又はコンパクトディスクＲＯＭ装置（ＣＤ－ＲＯＭ）、コンパクトディスク記録可能ドライブ（ＣＤ－Ｒドライブ）、コンパクトディスク書き換え可能ドライブ（ＣＤ－ＲＷドライブ）、若しくはデジタル多用途ディスクＲＯＭドライブ（ＤＶＤ－ＲＯＭ）などの光ディスクドライブが挙げられるがこれらに限定されない他のストレージ媒体との組み合わせで含むことができる。ディスクストレージ装置のシステムバスへの接続を容易にするために、取り外し可能な又は取り外し不可能なインターフェースが用いられてもよい。

【００８４】

コンピュータシステム２１０は、好適な動作環境で説明されるユーザと基本コンピュータリソースとの間で媒介として機能するソフトウェアを含むことを理解されたい。このようなソフトウェアとしてはオペレーティングシステムが挙げられる。ディスクストレージ上に記憶され得るオペレーティングシステムは、コンピュータシステムのリソースを制御及び割り当てするように機能する。システムアプリケーションは、システムメモリ内又はディスクストレージ上のいずれかに記憶されたプログラムモジュール及びプログラムデータを介して、オペレーティングシステムによるリソース管理を活用する。本明細書に記載される様々な構成要素は、様々なオペレーティングシステム又はオペレーティングシステムの組み合わせで実装することができることを理解されたい。

【００８５】

ユーザは、Ｉ／Ｏインターフェース２５１に連結された入力装置（複数可）を介してコンピュータシステム２１０にコマンド又は情報を入力する。入力装置としては、マウス、

トラックボール、スタイラス、タッチパッドなどのポインティングデバイス、キーボード、マイクロフォン、ジョイスティック、ゲームパッド、サテライト・ディッシュ、スキャナ、ＴＶチューナカード、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、ウェブカメラなどが挙げられるが、これらに限定されない。これら及び他の入力装置は、インターフェースポート（複数可）を介し、システムバスを通してプロセッサに接続する。インターフェースポート（複数可）としては、例えば、シリアルポート、パラレルポート、ゲームポート、及びＵＳＢが挙げられる。出力装置（複数可）は、入力装置（複数可）と同じ種類のポートのうちのいくつかを使用する。したがって、例えば、ＵＳＢポートを使用して、コンピュータシステムに入力を提供し、またコンピュータシステムからの情報を出力装置に出力してもよい。出力アダプタは、特別なアダプタを必要とする出力装置の中でもとりわけ、モニタ、ディスプレイ、スピーカー、及びプリンタなどのいくつかの出力装置が存在することを示すために提供される。出力アダプタとしては、例示としてのものであり限定するものではないが、出力装置とシステムバスとの間の接続手段を提供するビデオ及びサウンドカードが挙げられる。遠隔コンピュータ（複数可）などの他の装置及び／又は装置のシステムは、入力及び出力機能の両方を提供することに留意されたい。

【００８６】

コンピュータシステム２１０は、クラウドコンピュータ（複数可）などの１つ若しくは２つ以上の遠隔コンピュータ又はローカルコンピュータへの論理接続を使用するネットワーク化環境で動作することができる。遠隔クラウドコンピュータ（複数可）は、パーソナルコンピュータ、サーバ、ルータ、ネットワークＰＣ、ワークステーション、マイクロプロセッサベースの機器、ピア装置、又は他の一般的なネットワークノードなどであり得、典型的には、コンピュータシステムに関して説明される要素の多く又は全てを含む。簡潔にするために、遠隔コンピュータ（複数可）と共にメモリストレージ装置のみが示される。遠隔コンピュータ（複数可）は、ネットワークインターフェースを介してコンピュータシステムに論理的に接続され、続いて、通信接続を介して物理的に接続される。ネットワークインターフェースは、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）及びワイドエリアネットワーク（ＷＡＮ）などの通信ネットワークを包含する。ＬＡＮ技術としては、光ファイバ分散データインターフェース（ＦＤＤＩ）、銅線分散データインターフェース（ＣＤＤＩ）、Ｅｔｈｅｒｎｅｔ／ＩＥＥＥ８０２．３、Ｔｏｋｅｎ　Ｒｉｎｇ／ＩＥＥＥ８０２．５などが挙げられる。ＷＡＮ技術としては、ポイントツーポイントリンク、統合サービスデジタルネットワーク（ＩＳＤＮ）及びその変形などの回路交換ネットワーク、パケット交換ネットワーク、並びにデジタル加入者回線（ＤＳＬ）が挙げられるがこれらに限定されない。

【００８７】

様々な態様では、図１０のコンピュータシステム２１０、図９～図１０の撮像モジュール２３８、及び／又は可視化システム２０８、及び／又はプロセッサモジュール２３２は、画像プロセッサ、画像処理エンジン、メディアプロセッサ、又はデジタル画像の処理に使用される任意の専用デジタル信号プロセッサ（ＤＳＰ）を含んでもよい。画像プロセッサは、単一命令複数データ（ＳＩＭＤ）、又は複数命令複数データ（ＭＩＭＤ）技術を用いた並列コンピューティングを使用して速度及び効率を高めることができる。デジタル画像処理エンジンは、様々なタスクを実行することができる。画像プロセッサは、マルチコアプロセッサアーキテクチャを備えるチップ上のシステムであってもよい。

【００８８】

通信接続（複数可）とは、ネットワークインターフェースをバスに接続するために用いられるハードウェア／ソフトウェアを指す。例示の明瞭さのために通信接続はコンピュータシステム内部に示されているが、通信接続はコンピュータシステム２１０の外部にあってもよい。例示のみを目的として、ネットワークインターフェースへの接続に必要なハードウェア／ソフトウェアとしては、通常の電話グレードモデム、ケーブルモデム、及びＤＳＬモデムを含むモデム、ＩＳＤＮアダプタ、並びにイーサネットカードなどの内部及び外部技術が挙げられる。

【００８９】
図１１は、本開示の少なくとも１つの態様による、ＵＳＢネットワークハブ３００装置の一態様の機能ブロック図を示す。図示した態様では、ＵＳＢネットワークハブ装置３００は、Ｔｅｘａｓ Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓ製ＴＵＳＢ２０３６集積回路ハブを採用する。ＵＳＢネットワークハブ３００は、ＵＳＢ２．０規格に準拠する、上流ＵＳＢ送受信ポート３０２及び最大３つの下流ＵＳＢ送受信ポート３０４、３０６、３０８を提供するＣＭＯＳ装置である。上流ＵＳＢ送受信ポート３０２は、差動データプラス（ＤＰ０）入力とペアリングされた差動データマイナス（ＤＭ０）入力を含む差動ルートデータポートである。３つの下流ＵＳＢ送受信ポート３０４、３０６、３０８は、各ポートが差動データマイナス（ＤＭ１～ＤＭ３）出力とペアリングした差動データプラス（ＤＰ１～ＤＰ３）出力を含む差動データポートである。
【００９０】
ＵＳＢネットワークハブ３００装置は、マイクロコントローラの代わりにデジタル状態マシンを備えて実装され、ファームウェアのプログラミングを必要としない。完全準拠したＵＳＢ送受信機が、上流ＵＳＢ送受信ポート３０２及び全ての下流ＵＳＢ送受信ポート３０４、３０６、３０８の回路に統合される。下流ＵＳＢ送受信ポート３０４、３０６、３０８は、ポートに取り付けられた装置の速度に応じてスルーレートを自動的に設定することによって、最高速度及び低速の装置の両方をサポートする。ＵＳＢネットワークハブ３００装置は、バスパワーモード又はセルフパワーモードのいずれかで構成されてもよく、電力を管理するためのハブパワー論理３１２を含む。
【００９１】
ＵＳＢネットワークハブ３００装置は、シリアルインターフェースエンジン３１０（ＳＩＥ）を含む。ＳＩＥ３１０は、ＵＳＢネットワークハブ３００ハードウェアのフロントエンドであり、ＵＳＢ仕様書の第８章に記載されているプロトコルの大部分を取り扱う。ＳＩＥ３１０は、典型的には、トランザクションレベルまでのシグナリングを理解する。これが取り扱う機能としては、パケット認識、トランザクションの並べ替え、ＳＯＰ、ＥＯＰ、ＲＥＳＥＴ、及びＲＥＳＵＭＥ信号の検出／生成、クロック／データ分離、非ゼロ復帰逆転（ＮＲＺＩ）データ符号化／復号及びビットスタッフィング、ＣＲＣ生成及びチェック（トークン及びデータ）、パケットＩＤ（ＰＩＤ）の生成、及びチェック／復号、並びに／又はシリアル・パラレル／パラレル・シリアル変換が挙げられ得る。３１０はクロック入力３１４を受信し、ポート論理回路３２０、３２２、３２４を介して上流ＵＳＢ送受信ポート３０２と下流ＵＳＢ送受信ポート３０４、３０６、３０８との間の通信を制御するためにサスペンド／レジューム論理並びにフレームタイマー３１６回路及びハブリピータ回路３１８に連結される。ＳＩＥ３１０は、シリアルＥＥＰＲＯＭインターフェース３３０を介してシリアルＥＥＰＲＯＭからコマンドを制御するためのインターフェース論理を介してコマンドデコーダ３２６に連結される。
【００９２】
様々な態様では、ＵＳＢネットワークハブ３００は、最大６つの論理層（階層）内に構成された１２７個の機能を単一のコンピュータに接続することができる。更に、ＵＳＢネットワークハブ３００は、通信及び電力分配の両方を提供する標準化された４本のワイヤケーブルを使用して全ての周辺機器に接続することができる。電力構成は、バスパワーモード及びセルフパワーモードである。ＵＳＢネットワークハブ３００は、個々のポート電力管理又は連動ポート電力管理のいずれかを備えるバスパワーハブ、及び個々のポート電力管理又は連動ポート電力管理のいずれかを備えるセルフパワーハブの、電力管理の４つのモードをサポートするように構成されてもよい。一態様では、ＵＳＢケーブル、ＵＳＢネットワークハブ３００を使用して、上流ＵＳＢ送受信ポート３０２はＵＳＢホストコントローラにプラグ接続され、下流ＵＳＢ送受信ポート３０４、３０６、３０８はＵＳＢに互換性のある装置を接続するために露出される、といった具合である。
【００９３】
外科用器具のハードウェア

図１２は、本開示の１つ又は２つ以上の態様による、外科用器具又はツールの制御システム４７０の論理図を示す。システム４７０は制御回路を備える。制御回路は、プロセッサ４６２及びメモリ４６８を備えるマイクロコントローラ４６１を含む。例えば、センサ４７２、４７４、４７６のうちの１つ又は２つ以上が、プロセッサ４６２にリアルタイムなフィードバックを提供する。モータ駆動器４９２によって駆動されるモータ４８２は、長手方向に移動可能な変位部材に動作可能に連結してＩビームナイフ要素を駆動する。追跡システム４８０は、長手方向に移動可能な変位部材の位置を判定するように構成されている。位置情報は、プロセッサ４６２に提供され、プロセッサは、長手方向に移動可能な駆動部材の位置、並びに発射部材、発射バー、及びＩビームナイフ要素の位置を判定するようにプログラムされ得る又は構成され得る。追加のモータが、Ｉビームの発射、閉鎖管の移動、シャフトの回転、及び関節運動を制御するために、ツールドライバインターフェースに提供されてもよい。ディスプレイ４７３は、器具の様々な動作条件を表示し、データ入力のためのタッチスクリーン機能を含んでもよい。ディスプレイ４７３上に表示された情報は、内視鏡撮像モジュールを介して取得された画像とオーバーレイさせることができる。

【００９４】

一態様では、マイクロコントローラ４６１は、Ｔｅｘａｓ Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓ製のＡＲＭ Ｃｏｒｔｅｘの商品名で知られているものなど、任意のシングルコア又はマルチコアプロセッサであってもよい。一態様では、主マイクロコントローラ４６１は、例えば、その詳細が製品データシートで入手可能である、最大４０ＭＨｚの２５６ＫＢのシングルサイクルフラッシュメモリ若しくは他の不揮発性メモリのオンチップメモリ、性能を４０ＭＨｚ超に改善するためのプリフェッチバッファ、３２ＫＢのシングルサイクルＳＲＡＭ、ＳｔｅｌｌａｒｉｓＷａｒｅ（登録商標）ソフトウェアを搭載した内部ＲＯＭ、２ＫＢのＥＥＰＲＯＭ、１つ若しくは２つ以上のＰＷＭモジュール、１つ若しくは２つ以上のＱＥＩアナログ、及び／又は１２個のアナログ入力チャネルを備える１つ若しくは２つ以上の１２ビットＡＤＣを含む、Ｔｅｘａｓ Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓから入手可能なＬＭ４Ｆ２３０Ｈ５ＱＲ ＡＲＭ Ｃｏｒｔｅｘ－Ｍ４Ｆプロセッサコアであってもよい。

【００９５】

一態様では、マイクロコントローラ４６１は、同じくＴｅｘａｓ Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓ製のＨｅｒｃｕｌｅｓ ＡＲＭ Ｃｏｒｔｅｘ Ｒ４の商品名で知られるＴＭＳ５７０及びＲＭ４ｘなどの２つのコントローラ系ファミリーを含む安全コントローラを含んでもよい。安全コントローラは、拡張性のある性能、接続性、及びメモリの選択肢を提供しながら、高度な集積型安全機構を提供するために、中でも特に、ＩＥＣ６１５０８及びＩＳＯ２６２６２の安全限界用途専用に構成されてもよい。

【００９６】

マイクロコントローラ４６１は、ナイフ及び関節運動システムの速度及び位置に対する精密な制御など、様々な機能を実行するようにプログラムされてもよい。一態様では、マイクロコントローラ４６１は、プロセッサ４６２及びメモリ４６８を含む。電気モータ４８２は、ギアボックス、及び関節運動又はナイフシステムへの機械的連結部を備えたブラシ付き直流（ＤＣ）モータであってもよい。一態様では、モータ駆動器４９２は、Ａｌｌｅｇｒｏ Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，Ｉｎｃから入手可能なＡ３９４１であってもよい。他のモータ駆動器を、絶対位置決めシステムを備える追跡システム４８０で使用するために容易に置き換えることができる。絶対位置決めシステムの詳細な説明は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる「ＳＹＳＴＥＭＳ ＡＮＤ ＭＥＴＨＯＤＳ ＦＯＲ ＣＯＮＴＲＯＬＬＩＮＧ Ａ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＴＡＰＬＩＮＧ ＡＮＤ ＣＵＴＴＩＮＧ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ」と題する２０１７年１０月１９日公開の米国特許出願公開第２０１７／０２９６２１３号に記載されている。

【００９７】

マイクロコントローラ４６１は、変位部材及び関節運動システムの速度及び位置に対する正確な制御を提供するようにプログラムされてもよい。マイクロコントローラ４６１は

、マイクロコントローラ４６１のソフトウェア内で応答を計算するように構成されてもよい。計算された応答は、実際のシステムの測定された応答と比較されて「観測された」応答が得られ、これが実際のフィードバックの判定に用いられる。観測された応答は、シミュレーションによる応答の滑らかで連続的な性質と、測定による応答とのバランスをとる好適な調整された値であり、これはシステムに及ぼす外部の影響を検出することができる。

【００９８】

一態様では、モータ４８２は、モータ駆動器４９２によって制御されてもよく、外科用器具又はツールの発射システムによって使用され得る。様々な形態において、モータ４８２は、例えば、約２５，０００ＲＰＭの最大回転速度を有するブラシ付きＤＣ駆動モータであってもよい。別の構成において、モータ４８２には、ブラシレスモータ、コードレスモータ、同期モータ、ステッパモータ、又は任意の他の好適な電気モータが含まれてよい。モータ駆動器４９２は、例えば、電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）を含むＨブリッジ駆動器を備えてもよい。モータ４８２は、外科用器具又はツールに制御電力を供給するために、ハンドルアセンブリ又はツールハウジングに解除可能に装着された電源アセンブリによって給電され得る。電源アセンブリは、外科用器具又はツールに給電するための電源として使用され得る、直列に接続された多数の電池セルを含み得る電池を含んでもよい。特定の状況下では、電源組立体の電池セルは、交換可能及び／又は再充電可能であってよい。少なくとも１つの例では、電池セルは、電源アセンブリに連結可能かつ電源アセンブリから分離可能であり得るリチウムイオン電池であり得る。

【００９９】

モータ駆動器４９２は、Ａｌｌｅｇｒｏ Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，Ｉｎｃから入手可能なＡ３９４１であってもよい。Ａ３９４１　４９２は、特にブラシ付きＤＣモータなどの誘導負荷を目的として設計された外部Ｎチャネルパワー金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ（ＭＯＳＦＥＴ）と共に使用するためのフルブリッジコントローラである。駆動器４９２は、固有の電荷ポンプレギュレータを備え、これは、完全（＞１０Ｖ）ゲート駆動を７Ｖまでの電池電圧に提供し、Ａ３９４１が５．５Ｖまでの低減ゲート駆動で動作することを可能にする。ＮチャネルＭＯＳＦＥＴに必要な上記の電池供給電圧を与えるために、ブートストラップコンデンサが用いられてもよい。ハイサイド駆動用の内部電荷ポンプにより、ＤＣ（１００％デューティサイクル）動作が可能となる。フルブリッジは、ダイオード又は同期整流を用いて高速又は低速減衰モードで駆動され得る。低速減衰モードにおいて、電流の再循環は、ハイサイドのＦＥＴによっても、ローサイドのＦＥＴによっても可能である。電力ＦＥＴは、レジスタで調節可能なデッドタイムによって、シュートスルーから保護される。統合診断は、低電圧、温度過昇、及びパワーブリッジの異常を指示するものであり、ほとんどの短絡状態下でパワーＭＯＳＦＥＴを保護するように構成され得る。他のモータ駆動器を、絶対位置決めシステムを備えた追跡システム４８０で使用するために容易に置換することができる。

【０１００】

追跡システム４８０は、本開示の少なくとも１つの態様による、位置センサ４７２を備える制御されたモータ駆動回路構成を備える。絶対位置決めシステム用の位置センサ４７２は、変位部材の位置に対応する固有の位置信号を提供する。一態様では、変位部材は、ギア減速機アセンブリの対応する駆動ギアと噛合係合するための駆動歯のラックを備える長手方向に移動可能な駆動部材を表す。他の態様では、変位部材は、駆動歯のラックを含むように適合及び構成され得る発射部材を表す。更に別の態様では、変位部材は、発射バー又はＩビームを表し、それらの各々は、駆動歯のラックを含むように適合及び構成され得る。それに応じて、本明細書で使用されるとき、変位部材という用語は、駆動部材、発射部材、発射バー、Ｉビーム、又は変位され得る任意の要素など、外科用器具の任意の移動可能な部材を総称して指すために使用される。一態様では、長手方向に移動可能な駆動部材は、発射部材、発射バー、及びＩビームに連結される。したがって、絶対位置決めシステムは、実際には、長手方向に移動可能な駆動部材の直線変位を追跡することによって、Ｉビームの直線変位を追跡することができる。様々な他の態様では、変位部材は、直線

変位を測定するのに好適な任意の位置センサ４７２に連結されてもよい。したがって、長手方向に移動可能な駆動部材、発射部材、発射バー、若しくはＩビーム、又はそれらの組み合わせは、任意の好適な変位センサに連結されてよい。直線変位センサは、接触式又は非接触式変位センサを含んでよい。直線変位センサは、線形可変差動変圧器（linear variable differential transformers、ＬＶＤＴ）、差動可変磁気抵抗型変換器（differential variable reluctance transducers、ＤＶＲＴ）、スライドポテンショメータ、移動可能な磁石及び一連の直線上に配置されたホール効果センサを備える磁気感知システム、固定された磁石及び一連の移動可能な直線上に配置されたホール効果センサを備える磁気感知システム、移動可能な光源及び一連の直線上に配置された光ダイオード若しくは光検出器を備える光学検出システム、固定された光源及び一連の移動可能な直線上に配置された光ダイオード若しくは光検出器を備える光学検出システム、又はこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

【０１０１】

電気モータ４８２は、変位部材上の駆動歯のセット又はラックと噛合係合で装着されるギアアセンブリと動作可能にインターフェースする回転式シャフトを含んでもよい。センサ素子は、位置センサ４７２素子の１回転が、変位部材のいくらかの直線長手方向並進に対応するように、ギアアセンブリに動作可能に連結されてもよい。ギアリング及びセンサ機構を、ラックピニオン機構によって直線アクチュエータに、又はスパーギア若しくは他の接続によって回転アクチュエータに接続することができる。電源は、絶対位置決めシステムに電力を供給し、出力インジケータは、絶対位置決めシステムの出力を表示することができる。変位部材は、ギア減速機アセンブリの対応する駆動ギアと噛合係合するために、その上に形成された駆動歯のラックを備える長手方向に移動可能な駆動部材を表す。変位部材は、長手方向に移動可能な発射部材、発射バー、Ｉビーム、又はこれらの組み合わせを表す。

【０１０２】

位置センサ４７２に関連付けられたセンサ素子の１回転は、変位部材の長手方向の直線変位ｄ１に相当し、この場合ｄ１は、変位部材に連結されたセンサ素子が１回転した後、変位部材が点「ａ」から点「ｂ」まで移動する長手方向の直線距離である。センサ機構は、位置センサ４７２が変位部材のフルストロークに対して１回以上の回転を完了する結果をもたらすギアの減速を介して接続されてもよい。位置センサ４７２は、変位部材のフルストロークに対して複数回の回転を完了することができる。

【０１０３】

位置センサ４７２の２回以上の回転に対する固有の位置信号を提供するために、一連のスイッチ（ここでｎは１より大きい整数である）が、単独で用いられても、ギアの減速との組み合わせで用いられてもよい。スイッチの状態はマイクロコントローラ４６１にフィードバックされ、マイクロコントローラ４６１は論理を適用して、変位部材の長手方向の直線変位ｄ１＋ｄ２＋．．．ｄｎに対応する固有の位置信号を決定する。位置センサ４７２の出力はマイクロコントローラ４６１に提供される。センサ機構の位置センサ４７２は、位置信号又は値の固有の組み合わせを出力する、磁気センサ、電位差計などのアナログ回転センサ、又はアナログホール効果素子のアレイを備えてもよい。

【０１０４】

位置センサ４７２は、例えば、磁界の全磁界又はベクトル成分を測定するか否かに基づいて分類される磁気センサなどの、任意の数の磁気感知素子を備えてもよい。両タイプの磁気センサを生産するために用いられる技術は、物理学及び電子工学の多数の側面を含んでいる。磁界の感知に用いられる技術としては、とりわけ、探りコイル、フラックスゲート、光ポンピング、核摂動（nuclear precession）、ＳＱＵＩＤ、ホール効果、異方性磁気抵抗、巨大磁気抵抗、磁気トンネル接合、巨大磁気インピーダンス、磁歪／圧電複合材、磁気ダイオード、磁気トランジスタ、光ファイバ、磁気光学、及び微小電気機械システムベースの磁気センサが挙げられる。

【０１０５】

一態様では、絶対位置決めシステムを備える追跡システム４８０の位置センサ４７２は、磁気回転絶対位置決めシステムを備える。位置センサ４７２は、Ａｕｓｔｒｉａ Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，ＡＧから入手可能なＡＳ５０５５ＥＱＦＴシングルチップ磁気回転位置センサとして実装されてもよい。位置センサ４７２は、マイクロコントローラ４６１と連携して絶対位置決めシステムを提供する。位置センサ４７２は、低電圧低電力の構成要素であり、磁石の上方に位置する位置センサ４７２の領域に、４つのホール効果素子を含む。更に、高解像度ＡＤＣ及びスマート電力管理コントローラがチップ上に設けられている。加算、減算、ビットシフト、及びテーブル参照演算のみを必要とする、双曲線関数及び三角関数を計算する簡潔かつ効率的なアルゴリズムを実装するために、桁毎法（digit-by-digit method）及びボルダーアルゴリズム（Volder's algorithm）としても知られる、座標回転デジタルコンピュータ（ＣＯＲＤＩＣ）プロセッサが設けられる。角度位置、アラームビット、及び磁界情報は、シリアル周辺インターフェース（ＳＰＩ）インターフェースなどの標準的なシリアル通信インターフェースを介してマイクロコントローラ４６１に伝送される。位置センサ４７２は、１２ビット又は１４ビットの解像度を提供する。位置センサ４７２は、小型のＱＦＮ１６ピン４×４×０．８５mmパッケージで提供されるＡＳ５０５５チップであってもよい。

【０１０６】

絶対位置決めシステムを備える追跡システム４８０は、ＰＩＤ、状態フィードバック、及び適応コントローラなどのフィードバックコントローラを備えてもよく、かつ／又はこれを実装するようにプログラムされてもよい。電源が、フィードバックコントローラからの信号を、システムへの物理的入力、この場合は電圧へと変換する。他の例としては、電圧、電流、及び力のＰＷＭが挙げられる。位置センサ４７２によって測定される位置に加えて、物理的システムの物理パラメータを測定するために、他のセンサ（複数化）が設けられてもよい。いくつかの態様では、他のセンサ（複数可）としては、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＳＴＡＰＬＥ ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ ＴＩＳＳＵＥ ＴＨＩＣＫＮＥＳＳ ＳＥＮＳＯＲ ＳＹＳＴＥＭ」と題する２０１６年５月２４日発行の米国特許第９，３４５，４８１号、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＳＴＡＰＬＥ ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ ＴＩＳＳＵＥ ＴＨＩＣＫＮＥＳＳ ＳＥＮＳＯＲ ＳＹＳＴＥＭ」と題する２０１４年９月１８日公開の米国特許出願公開第２０１４／０２６３５５２号、及びその全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＴＥＣＨＮＩＱＵＥＳ ＦＯＲ ＡＤＡＰＴＩＶＥ ＣＯＮＴＲＯＬ ＯＦ ＭＯＴＯＲ ＶＥＬＯＣＩＴＹ ＯＦ Ａ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＴＡＰＬＩＮＧ ＡＮＤ ＣＵＴＴＩＮＧ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ」と題する２０１７年６月２０日出願の米国特許出願第１５／６２８，１７５号に記載されているものなどのセンサ機構を挙げることができる。デジタル信号処理システムでは、絶対位置決めシステムはデジタルデータ取得システムに連結され、ここで絶対位置決めシステムの出力は有限の解像度及びサンプリング周波数を有する。絶対位置決めシステムは、計算された応答を測定された応答に向けて駆動する加重平均及び理論制御ループなどのアルゴリズムを用いて、計算された応答を測定された応答と組み合わせるために、比較及び組み合わせ回路を備え得る。入力を知ることによって物理的システムの状態及び出力がどうなるかを予測するために、物理的システムの計算された応答は、質量、慣性、粘性摩擦、誘導抵抗などの特性を考慮に入れる。

【０１０７】

絶対位置決めシステムは、モータ４８２が単に前方又は後方に経たステップの数をカウントして装置アクチュエータ、駆動バー、ナイフなどの位置を推定する従来の回転エンコーダで必要となり得るような、変位部材をリセット（ゼロ又はホーム）位置へ後退又は前進させることなしに、器具の電源投入時に変位部材の絶対位置を提供する。

【０１０８】

例えば歪みゲージ又は微小歪みゲージなどのセンサ４７４は、例えば、アンビルに適用される閉鎖力を示すことができる、クランプ動作中にアンビルに及ぼされる歪みの振幅などのエンドエフェクタの１つ又は２つ以上のパラメータを測定するように構成される。測

定された歪みは、デジタル信号に変換されて、プロセッサ４６２に提供される。センサ４７４の代わりに、又はこれに加えて、例えば、負荷センサなどのセンサ４７６が、閉鎖駆動システムによってアンビルに適用される閉鎖力を測定することもできる。例えば、負荷センサなどのセンサ４７６は、外科用器具の発射ストローク中にＩビームに適用される発射力を測定することができる。Ｉビームは、楔形スレッドと係合するように構成されており、楔形スレッドは、ステープルドライバを上向きにカム作用して、ステープルを押し出してアンビルと変形接触させるように構成されている。Ｉビームはまた、Ｉビームを発射バーによって遠位に前進させる際に組織を切断するために使用することができる、鋭利な切刃を含む。或いは、モータ４８２による電流引き込みを測定するために、電流センサ４７８を用いることができる。発射部材を前進させるのに必要な力は、例えば、モータ４８２によって引き込まれる電流に相当し得る。測定された力は、デジタル信号に変換されて、プロセッサ４６２に提供される。

【０１０９】

一形態では、歪みゲージセンサ４７４を使用して、エンドエフェクタによって組織に加えられる力を測定することができる。治療される組織に対するエンドエフェクタによる力を測定するために、歪みゲージをエンドエフェクタに連結することができる。エンドエフェクタによって把持された組織に印加される力を測定するためのシステムは、例えば、エンドエフェクタの１つ又は２つ以上のパラメータを測定するように構成された微小歪みゲージなどの歪みゲージセンサ４７４を備える。一態様では、歪みゲージセンサ４７４は、掴持動作中にエンドエフェクタの顎部部材に及ぼされる歪みの振幅又は大きさを測定することができ、これは組織の圧縮の指標であり得る。測定された歪みはデジタル信号に変換されて、マイクロコントローラ４６１のプロセッサ４６２に提供される。負荷センサ４７６は、例えば、アンビルとステープルカートリッジとの間に捕捉された組織を切断するために、ナイフ要素を操作するのに用いられる力を測定することができる。磁界センサは、捕捉された組織の厚さを測定するために用いることができる。磁界センサの測定値もデジタル信号に変換されて、プロセッサ４６２に提供され得る。

【０１１０】

センサ４７４、４７６によってそれぞれ測定される、組織の圧縮、組織の厚さ、及び／又はエンドエフェクタを組織上で閉鎖するのに必要な力の測定値は、発射部材の選択された位置、及び／又は発射部材の速度の対応する値を特性決定するために、マイクロコントローラ４６１によって使用することができる。一例では、メモリ４６８は、評価の際にマイクロコントローラ４６１によって用いることができる技術、等式及び／又はルックアップテーブルを記憶することができる。

【０１１１】

外科用器具又はツールの制御システム４７０はまた、図８～図１１に示されるようにモジュール式通信ハブと通信するための有線又は無線通信回路を備えてもよい。

【０１１２】

図１３は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具又はツールの態様を制御するように構成された制御回路５００を示す。制御回路５００は、本明細書に記載される様々なプロセスを実装するように構成することができる。制御回路５００は、少なくとも１つのメモリ回路５０４に連結された１つ又は２つ以上のプロセッサ５０２（例えば、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ）を備えるマイクロコントローラを備えることができる。メモリ回路５０４は、プロセッサ５０２によって実行されると、本明細書に記載される様々なプロセスを実装するための機械命令をプロセッサ５０２に実行させる、機械実行可能命令を記憶する。プロセッサ５０２は、技術分野で既知の多数のシングル又はマルチコアプロセッサのうち任意の１つであってもよい。メモリ回路５０４は、揮発性及び不揮発性のストレージ媒体を含んでもよい。プロセッサ５０２は、命令処理ユニット５０６及び演算ユニット５０８を含んでよい。命令処理ユニットは、本開示のメモリ回路５０４から命令を受信するように構成されてもよい。

【０１１３】

図１４は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具又はツールの態様を制御するように構成された組み合わせ論理回路５１０を示す。組み合わせ論理回路５１０は、本明細書に記載される様々なプロセスを実装するように構成することができる。組み合わせ論理回路５１０は、入力５１４で外科用器具又はツールと関連付けられたデータを受信し、組み合わせ論理５１２によってデータを処理し、出力５１６を提供するように構成された組み合わせ論理５１２を含む有限状態マシンを含み得る。

【０１１４】

図１５は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具又はツールの態様を制御するように構成された順序論理回路５２０を示す。順序論理回路５２０又は組み合わせ論理５２２は、本明細書に記載される様々なプロセスを実装するように構成することができる。順序論理回路５２０は有限状態マシンを含んでもよい。順序論理回路５２０は、例えば、組み合わせ論理５２２、少なくとも１つのメモリ回路５２４、及びクロック５２９を含んでもよい。少なくとも１つのメモリ回路５２４は、有限状態マシンの現在の状態を記憶することができる。特定の例では、順序論理回路５２０は、同期式又は非同期式であってもよい。組み合わせ論理５２２は、入力５２６から外科用器具又はツールと関連付けられたデータを受信し、組み合わせ論理５２２によってデータを処理し、出力５２８を提供するように構成される。他の態様では、回路は、プロセッサ（例えば、図１３のプロセッサ５０２）と、本明細書の様々なプロセスを実装する有限状態マシンと、の組み合わせを含んでもよい。他の態様では、有限状態マシンは、組み合わせ論理回路（例えば図１４の組み合わせ論理回路５１０）と順序論理回路５２０の組み合わせを含むことができる。

【０１１５】

図１６は、様々な機能を実行するために起動され得る複数のモータを備える外科用器具又はツールを示す。特定の例では、第１のモータを起動させて第１の機能を実行することができ、第２のモータを起動させて第２の機能を実行することができ、第３のモータを起動させて第３の機能を実行することができ、第４のモータを起動させて第４の機能を実行することができる、といった具合である。特定の例では、ロボット外科用器具６００の複数のモータは個々に起動されて、エンドエフェクタにおいて発射運動、閉鎖運動、及び／又は関節運動を生じさせることができる。発射運動、閉鎖運動、及び／又は関節運動は、例えばシャフト組立体を介してエンドエフェクタに伝達することができる。

【０１１６】

特定の例では、外科用器具システム又はツールは発射モータ６０２を含んでもよい。発射モータ６０２は、具体的にはＩビーム要素を変位させるために、モータ６０２によって生じた発射運動をエンドエフェクタに伝達するように構成され得る発射モータ駆動アセンブリ６０４に動作可能に連結されてよい。特定の例では、モータ６０２によって生じた発射運動によって、例えば、ステープルをステープルカートリッジから、エンドエフェクタによって捕捉された組織内に配置させる、及び／又はＩビーム要素の切刃を前進させて捕捉された組織を切断してもよい。Ｉビーム要素は、モータ６０２の方向を逆転させることによって後退させることもできる。

【０１１７】

特定の例では、外科用器具又はツールは閉鎖モータ６０３を含んでもよい。閉鎖モータ６０３は、具体的には閉鎖管を変位させてアンビルを閉鎖し、アンビルとステープルカートリッジとの間で組織を圧縮するためにモータ６０３によって生成された閉鎖運動をエンドエフェクタに伝達するように構成され得る、閉鎖モータ駆動アセンブリ６０５と動作可能に連結されてもよい。閉鎖運動によって、例えば、エンドエフェクタが開放構成から接近構成へと遷移して組織を捕捉することができる。エンドエフェクタは、モータ６０３の方向を逆転させることによって開放位置に遷移され得る。

【０１１８】

特定の例では、外科用器具又はツールは、例えば、１つ又は２つ以上の関節運動モータ６０６ａ、６０６ｂを含んでもよい。モータ６０６ａ、６０６ｂは、モータ６０６ａ、６０６ｂによって生成された関節運動をエンドエフェクタに伝達するように構成され得る、

対応する関節運動モータ駆動アセンブリ６０８ａ、６０８ｂに動作可能に連結され得る。特定の例では、関節運動によって、例えば、エンドエフェクタがシャフトに対して関節運動することができる。

【０１１９】

上述したように、外科用器具又はツールは、様々な独立した機能を実施するように構成され得る複数のモータを含んでもよい。特定の例では、外科用器具又はツールの複数のモータは、他のモータが停止した状態を維持している間に、独立して又は別個に起動させて、１つ又は２つ以上の機能を実施することができる。例えば、関節運動モータ６０６ａ、６０６ｂを起動させて、発射モータ６０２が停止した状態を維持している間に、エンドエフェクタを関節運動させることができる。或いは、発射モータ６０２を起動させて、関節運動モータ６０６が停止している間に、複数のステープルを発射させ、及び／又は刃先を前進させることができる。更に、閉鎖モータ６０３は、本明細書の以下でより詳細に説明されるように、閉鎖管及びＩビーム要素を遠位に前進させるために、発射モータ６０２と同時に起動されてもよい。

【０１２０】

特定の例では、外科用器具又はツールは、外科用器具又はツールの複数のモータと共に用いることができる、共通の制御モジュール６１０を含んでもよい。特定の例では、共通の制御モジュール６１０は、一度に複数のモータのうちの１つに対応することができる。例えば、共通の制御モジュール６１０は、ロボット外科用器具の複数のモータ対して個々に連結及び分離が可能であってもよい。特定の例では、外科用器具又はツールの複数のモータは、共通の制御モジュール６１０などの１つ又は２つ以上の共通の制御モジュールを共有してもよい。特定の例では、外科用器具又はツールの複数のモータは、共通の制御モジュール６１０に独立してかつ選択的に係合することができる。特定の例では、共通の制御モジュール６１０は、外科用器具又はツールの複数のモータのうち一方との連携から、外科用器具又はツールの複数のモータのうちもう一方との連携へと選択的に切り替えることができる。

【０１２１】

少なくとも１つの例では、共通の制御モジュール６１０は、関節運動モータ６０６ａ、６０６ｂとの動作可能な係合と、発射モータ６０２又は閉鎖モータ６０３のいずれかとの動作可能な係合と、の間で選択的に切り替えることができる。少なくとも１つの実施例では、図１６に示すように、スイッチ６１４は、複数の位置及び／又は状態間を移動又は遷移させることができる。例えば、第１の位置６１６では、スイッチ６１４は、共通の制御モジュール６１０を発射モータ６０２と電気的に連結してもよく、第２の位置６１７では、スイッチ６１４は、共通の制御モジュール６１０を閉鎖モータ６０３と電気的に連結してもよく、第３の位置６１８ａでは、スイッチ６１４は、共通の制御モジュール６１０を第１の関節運動モータ６０６ａと電気的に連結してもよく、第４の位置６１８ｂでは、スイッチ６１４は、共通の制御モジュール６１０を第２の関節運動モータ６０６ｂと電気的に連結してもよい。特定の例では、同時に、別個の共通の制御モジュール６１０を、発射モータ６０２、閉鎖モータ６０３、及び関節運動モータ６０６ａ、６０６ｂと電気的に連結してもよい。特定の例では、スイッチ６１４は、機械的スイッチ、電気機械的スイッチ、固体スイッチ、又は任意の好適な切り替え機構であってもよい。

【０１２２】

モータ６０２、６０３、６０６ａ、６０６ｂのそれぞれは、モータのシャフト上の出力トルクを測定するためのトルクセンサを備えてもよい。エンドエフェクタ上の力は、ジョーの外側の力センサによって、又はジョーを作動させるモータのトルクセンサなどによって、任意の従来の方法で感知されてもよい。

【０１２３】

様々な例では、図１６に示されるように、共通の制御モジュール６１０は、１つ又は２つ以上のＨブリッジＦＥＴを備え得るモータ駆動器６２６を備えてもよい。モータ駆動器６２６は、例えば、マイクロコントローラ６２０（「コントローラ」）からの入力に基づ

いて、電源６２８から共通の制御モジュール６１０に連結されたモータへと伝達された電力を変調してもよい。特定の例では、上述したように、例えば、モータが共通の制御モジュール６１０に連結されている間にマイクロコントローラ６２０を用いて、モータによって引き込まれる電流を判定することができる。

【０１２４】

特定の例では、マイクロコントローラ６２０は、マイクロプロセッサ６２２（「プロセッサ」）と、１つ又は２つ以上の非一時的コンピュータ可読媒体又はメモリユニット６２４（「メモリ」）と、を含んでもよい。特定の例では、メモリ６２４は、様々なプログラム命令を記憶することができ、それが実行されると、プロセッサ６２２に、本明細書に記載される複数の機能及び／又は計算を実行させることができる。特定の例では、メモリユニット６２４の１つ又は２つ以上が、例えば、プロセッサ６２２に連結されてもよい。

【０１２５】

特定の例では、電源６２８を用いて、例えばマイクロコントローラ６２０に電力を供給してもよい。特定の例では、電源６２８は、例えばリチウムイオン電池などの電池（又は「電池パック」若しくは「パワーパック」）を含んでもよい。特定の例では、電池パックは、外科用器具６００に電力を供給するため、ハンドルに解除可能に装着されるように構成されてもよい。直列で接続された多数の電池セルを、電源６２８として使用してもよい。特定の例では、電源６２８は、例えば、交換可能及び／又は再充電可能であってもよい。

【０１２６】

様々な例では、プロセッサ６２２は、モータ駆動器６２６を制御して、共通の制御モジュール６１０に連結されたモータの位置、回転方向、及び／又は速度を制御することができる。特定の例では、プロセッサ６２２は、モータ駆動器６２６に信号伝達して、共通の制御モジュール６１０に連結されたモータを停止及び／又は使用不能にすることができる。用語「プロセッサ」は、本明細書で使用されるとき、任意の好適なマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、又は、コンピュータの中央処理装置（ＣＰＵ）の機能を１つの集積回路又は最大で数個の集積回路上で統合したその他の基本コンピューティング装置を含むと理解されるべきである。プロセッサは、デジタルデータを入力として受理し、メモリに記憶された命令に従ってそのデータを処理し、結果を出力として提供する、多目的のプログラマブルデバイスである。これは、内部メモリを有するので、逐次的デジタル論理の一例である。プロセッサは、二進数法で表される数字及び記号で動作する。

【０１２７】

一例では、プロセッサ６２２は、Ｔｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓ製のＡＲＭ　Ｃｏｒｔｅｘの商品名で知られているものなど、任意のシングルコア又はマルチコアプロセッサであってもよい。特定の例では、マイクロコントローラ６２０は、例えばＴｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓから入手可能なＬＭ　４Ｆ２３０Ｈ５ＱＲであってもよい。少なくとも１つの実施例では、Ｔｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓの ＬＭ４Ｆ２３０Ｈ５ＱＲは、製品データシートで容易に利用可能な特性の中でもとりわけ、最大４０ＭＨｚの２５６ＫＢのシングルサイクルフラッシュメモリ若しくは他の不揮発性メモリのオンチップメモリ、性能を４０ＭＨｚ超に改善するためのプリフェッチバッファ、３２ＫＢのシングルサイクルＳＲＡＭ、ＳｔｅｌｌａｒｉｓＷａｒｅ（登録商標）ソフトウェアを搭載した内部ＲＯＭ、２ＫＢのＥＥＰＲＯＭ、１つ又は２つ以上のＰＷＭモジュール、１つ又は２つ以上のＱＥＩアナログ、１２個のアナログ入力チャネルを備える１つ又は２つ以上の１２ビットＡＤＣを含むＡＲＭ　Ｃｏｒｔｅｘ－Ｍ４Ｆプロセッサコアである。他のマイクロコントローラが、モジュール４４１０と共に使用するのに容易に代用されてもよい。したがって、本開示は、この文脈に限定されるべきではない。

【０１２８】

特定の例では、メモリ６２４は、共通の制御モジュール６１０に連結可能な外科用器具６００のモータをそれぞれ制御するためのプログラム命令を含んでもよい。例えば、メモリ６２４は、発射モータ６０２、閉鎖モータ６０３、及び関節運動モータ６０６ａ、６０６ｂを制御するためのプログラム命令を含んでもよい。このようなプログラム命令は、プ

ロセッサ６２２に、外科用器具又はツールのアルゴリズム又は制御プログラムからの入力に従って、発射機能、閉鎖機能、及び関節運動機能を制御させることができる。

【０１２９】

特定の例では、例えば、センサ６３０などの、１つ又は２つ以上の機構及び／又はセンサを用いて、特定の設定で使用すべきプログラム命令を使用するようにプロセッサ６２２に警告することができる。例えば、センサ６３０は、エンドエフェクタの発射、閉鎖、及び関節運動に関連するプログラム命令を使用するようにプロセッサ６２２に警告することができる。特定の例では、センサ６３０は、例えば、スイッチ６１４の位置を感知するために用いることができる位置センサを備えてもよい。したがって、プロセッサ６２２は、例えば、センサ６３０を介してスイッチ６１４が第１の位置６１６にあることを検出すると、エンドエフェクタのＩビームの発射と関連付けられたプログラム命令を使用することができ、プロセッサ６２２は、例えば、センサ６３０を介してスイッチ６１４が第２の位置６１７にあることを検出すると、アンビルの閉鎖と関連付けられたプログラム命令を使用することができ、プロセッサ６２２は、例えば、センサ６３０を介してスイッチ６１４が第３の位置６１８ａ又は第４の位置６１８ｂにあることを検出すると、エンドエフェクタの関節運動と関連付けられたプログラム命令を使用することができる。

【０１３０】

図１７は、本開示の少なくとも１つの態様による、本明細書で説明される外科用ツールを操作するように構成されたロボット外科用器具７００の概略図である。ロボット外科用器具７００は、単一又は複数の関節運動駆動連結部のいずれかを用いて、変位部材の遠位／近位並進、閉鎖管の遠位／近位変位、シャフトの回転、及び関節運動を制御するようにプログラム又は構成されてもよい。一態様では、外科用器具７００は、発射部材、閉鎖部材、シャフト部材、及び／又は１つ若しくは２つ以上の関節運動部材を個別に制御するようにプログラムされる、又は構成されてもよい。外科用器具７００は、モータ駆動式の発射部材、閉鎖部材、シャフト部材、又は１つ若しくは２つ以上の関節運動部材を制御するように構成された制御回路７１０を備える。

【０１３１】

一態様では、ロボット外科用器具７００は、複数のモータ７０４ａ～７０４ｅを介して、エンドエフェクタ７０２のアンビル７１６及びＩビーム７１４（鋭い切刃を含む）部分、取り外し可能なステープルカートリッジ７１８、シャフト７４０、及び１つ又は２つ以上の関節運動部材７４２ａ、７４２ｂを制御するように構成された制御回路７１０を備える。位置センサ７３４は、Ｉビーム７１４の位置フィードバックを制御回路７１０に提供するように構成されてよい。他のセンサ７３８は、制御回路７１０にフィードバックを提供するように構成されてもよい。タイマー／カウンタ７３１は、制御回路７１０にタイミング及びカウント情報を提供する。モータ７０４ａ～７０４ｅを動作させるためにエネルギー源７１２が設けられてもよく、電流センサ７３６はモータ電流フィードバックを制御回路７１０に提供する。モータ７０４ａ～７０４ｅは、開ループ又は閉ループフィードバック制御において制御回路７１０によって個別に操作することができる。

【０１３２】

一態様では、制御回路７１０は、１つ又は２つ以上のマイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、又はプロセッサ若しくは複数のプロセッサに１つ又は２つ以上のタスクを実施させる命令を実行するための他の好適なプロセッサを備えてもよい。一態様では、タイマー／カウンタ回路７３１は、経過時間又はデジタルカウントなどの出力信号を制御回路７１０に提供して、位置センサ７３４によって判定されたＩビーム７１４の位置をタイマー／カウンタ回路７３１の出力と相関させ、その結果、制御回路７１０は、Ｉビーム７１４が開始位置に対して特定の位置にあるときの、開始位置又は時間（ｔ）に対する特定の時間（ｔ）におけるＩビーム７１４の位置を判定することができる。タイマー／カウンタ７３１は、経過時間を測定するか、外部イベントを計数するか、又は外部イベントの時間を測定するように構成されてよい。

【０１３３】

一態様では、制御回路７１０は、１つ又は２つ以上の組織状態に基づいてエンドエフェクタ７０２の機能を制御するようにプログラムされてもよい。制御回路７１０は、本明細書に説明されるように、直接又は間接のいずれかで厚さなどの組織の状態を感知するようにプログラムされてもよい。制御回路７１０は、組織状態に基づいて発射制御プログラム又は閉鎖制御プログラムを選択するようにプログラムされてもよい。発射制御プログラムは、変位部材の遠位運動を記述することができる。様々な組織状態をより良好に処理するために様々な発射制御プログラムを選択することができる。例えば、より厚い組織が存在する場合、制御回路７１０は、変位部材をより低速で、及び／又はより低電力で並進させるようにプログラムされてもよい。より薄い組織が存在する場合、制御回路７１０は、変位部材をより高速で、及び／又はより高電力で並進させるようにプログラムされてもよい。閉鎖制御プログラムは、アンビル７１６によって組織に加えられる閉鎖力を制御し得る。その他の制御プログラムは、シャフト７４０及び関節運動部材７４２ａ、７４２ｂの回転を制御する。

【０１３４】

一態様では、制御回路７１０は、モータ設定値信号を生成する場合もある。モータ設定値信号は、様々なモータコントローラ７０８ａ～７０８ｅに提供されてもよい。モータコントローラ７０８ａ～７０８ｅは、本明細書で説明するように、モータ７０４ａ～７０４ｅにモータ駆動信号を提供してモータ７０４ａ～７０４ｅを駆動するように構成された１つ又は２つ以上の回路を備えてもよい。いくつかの実施例では、モータ７０４ａ～７０４ｅはブラシ付きＤＣ電動モータであってもよい。例えば、モータ７０４ａ～７０４ｅの速度は、それぞれのモータ駆動信号に比例してもよい。いくつかの実施例では、モータ７０４ａ～７０４ｅはブラシレスＤＣ電動モータであってもよく、それぞれのモータ駆動信号は、モータ７０４ａ～７０４ｅの１つ又は２つ以上の固定子巻線に提供されるＰＷＭ信号を含んでもよい。また、いくつかの実施例では、モータコントローラ７０８ａ～７０８ｅは省略されてもよく、制御回路７１０がモータ駆動信号を直接生成してもよい。

【０１３５】

一態様では、制御回路７１０は、最初に、モータ７０４ａ～７０４ｅのそれぞれを、変位部材のストロークの第１の開ループ部分では開ループ構成で動作させてもよい。ストロークの開ループ部分の間のロボット外科用器具７００の応答に基づいて、制御回路７１０は、閉ループ構成の発射制御プログラムを選択してもよい。器具の応答としては、開ループ部分の間の変位部材の並進距離、開ループ部分の間に経過する時間、開ループ部分の間にモータ７０４ａ～７０４ｅのうちの１つに提供されるエネルギー、モータ駆動信号のパルス幅の合計などが挙げられ得る。開ループ部分の後で、制御回路７１０は、変位部材ストロークの第２の部分に対して選択された発射制御プログラムを実施してもよい。例えば、ストロークの閉ループ部分の間、制御回路７１０は、変位部材の位置を記述する並進データに基づいてモータ７０４ａ～７０４ｅのうちの１つを閉ループ式に変調して、変位部材を一定速度で並進させてもよい。

【０１３６】

一態様では、モータ７０４ａ～７０４ｅは、エネルギー源７１２から電力を受け取ることができる。エネルギー源７１２は、主交流電源、電池、超コンデンサ、又は任意の他の好適なエネルギー源によって駆動されるＤＣ電源であってもよい。モータ７０４ａ～７０４ｅは、それぞれの伝達装置７０６ａ～７０６ｅを介して、Ｉビーム７１４、アンビル７１６、シャフト７４０、関節運動部材７４２ａ及び関節運動部材７４２ｂなどの個々の可動機械的要素に機械的に連結されてよい。伝達装置７０６ａ～７０６ｅは、モータ７０４ａ～７０４ｅを可動機械的要素に連結するための１つ又は２つ以上のギア又は他の連結構成要素を含んでもよい。位置センサ７３４は、Ｉビーム７１４の位置を感知し得る。位置センサ７３４は、Ｉビーム７１４の位置を示す位置データを生成することができる任意の種類のセンサであってもよく、又はそれを含んでもよい。いくつかの例では、位置センサ７３４は、Ｉビーム７１４が遠位及び近位に並進するとき一連のパルスを制御回路７１０に提供するように構成されたエンコーダを含んでもよい。制御回路７１０は、パルスを追

跡してＩビーム７１４の位置を判定してよい。例えば近接センサを含む他の好適な位置センサが使用されてもよい。他の種類の位置センサが、Ｉビーム７１４の運動を示す他の信号を提供する場合もある。また、一部の実施例では、位置センサ７３４が省略される場合もある。モータ７０４ａ～７０４ｅのいずれかがステップモータである場合、制御回路７１０は、モータ７０４が実行するように指示されたステップの数及び方向を合計することによってＩビーム７１４の位置を追跡する場合もある。位置センサ７３４は、エンドエフェクタ７０２内、又は器具の任意の他の部分に配置されてよい。モータ７０４ａ～７０４ｅのそれぞれの出力は、力を感知するためのトルクセンサ７４４ａ～７４４ｅを含み、駆動シャフトの回転を感知するエンコーダを有する。

【０１３７】

一態様では、制御回路７１０は、エンドエフェクタ７０２のＩビーム７１４部分などの発射部材を駆動するように構成されている。制御回路７１０はモータ制御部７０８ａにモータ設定値を提供し、モータ制御部７０８ａはモータ７０４ａに駆動信号を提供する。モータ７０４ａの出力シャフトは、トルクセンサ７４４ａに連結される。トルクセンサ７４４ａは、Ｉビーム７１４に連結された伝達装置７０６ａに連結される。伝達装置７０６ａは、エンドエフェクタ７０２の長手方向の軸線に沿った遠位及び近位のＩビーム７１４の移動を制御するための回転要素及び発射部材などの可動機械的要素を備える。一態様では、モータ７０４ａは、第１のナイフ駆動ギア及び第２のナイフ駆動ギアを含むナイフギア減速セットを含むナイフギアアセンブリに連結されてもよい。トルクセンサ７４４ａは、制御回路７１０に発射力フィードバック信号を提供する。発射力信号は、Ｉビーム７１４を発射させる、又は変位させるために必要な力を表す。位置センサ７３４は、発射ストロークに沿ったＩビーム７１４の位置又は発射部材の位置をフィードバック信号として制御回路７１０に提供するように構成されてよい。エンドエフェクタ７０２は、制御回路７１０にフィードバック信号を提供するように構成された追加のセンサ７３８を含んでもよい。使用準備が整ったら、制御回路７１０は、モータ制御部７０８ａに発射信号を提供することができる。発射信号に応答して、モータ７０４ａは、発射部材をエンドエフェクタ７０２の長手方向軸線に沿って、近位のストローク開始位置からストローク開始位置の遠位にあるストローク終了位置まで遠位方向に駆動することができる。発射部材が遠位に並進するとき、遠位端に位置付けられた切断要素を備えるＩビーム７１４は、遠位に前進して、ステープルカートリッジ７１８とアンビル７１６との間に位置する組織を切断する。

【０１３８】

一態様では、制御回路７１０は、エンドエフェクタ７０２のアンビル７１６などの閉鎖部材を駆動するように構成されている。制御回路７１０は、モータ７０４ｂに駆動信号を提供するモータ制御部７０８ｂにモータ設定値を提供する。モータ７０４ｂの出力シャフトは、トルクセンサ７４４ｂに連結される。トルクセンサ７４４ｂは、アンビル７１６に連結された伝達装置７０６ｂに連結される。伝達装置７０６ｂは、開放位置及び閉鎖位置からのアンビル７１６の移動を制御するための回転要素及び閉鎖部材などの可動機械的要素を含む。一態様では、モータ７０４ｂは、閉鎖スパーギアと噛合係合して支持される閉鎖減速ギアセットを含む閉鎖ギアアセンブリに連結される。トルクセンサ７４４ｂは、制御回路７１０に閉鎖力フィードバック信号を提供する。閉鎖力フィードバック信号は、アンビル７１６に適用される閉鎖力を表す。位置センサ７３４は、閉鎖部材の位置をフィードバック信号として制御回路７１０に提供するように構成されてもよい。エンドエフェクタ７０２内の追加のセンサ７３８は、閉鎖力フィードバック信号を制御回路７１０に提供することができる。枢動可能なアンビル７１６は、ステープルカートリッジ７１８の反対側に位置付けられる。使用する準備が整うと、制御回路７１０は、モータ制御部７０８ｂに閉鎖信号を提供することができる。閉鎖信号に応答して、モータ７０４ｂは、閉鎖部材を前進させて、アンビル７１６とステープルカートリッジ７１８との間で組織を把持する。

【０１３９】

一態様では、制御回路７１０は、エンドエフェクタ７０２を回転させるためにシャフト７４０などのシャフト部材を回転させるように構成されている。制御回路７１０は、モー

タ制御部７０８ｃにモータ設定値を提供し、モータ制御部７０８ｃがモータ７０４ｃに駆動信号を提供する。モータ７０４ｃの出力シャフトは、トルクセンサ７４４ｃに連結される。トルクセンサ７４４ｃは、シャフト７４０に連結された伝達装置７０６ｃに連結される。伝達装置７０６ｃは、シャフト７４０の時計回り又は反時計回りの回転を３６０度まで、及びそれを超えて制御するために回転要素などの可動機械的要素を備える。一態様では、モータ７０４ｃは、ツール装着プレート上に動作可能に支持された回転ギアアセンブリによって動作可能に係合されるように、近位閉鎖管の近位端上に形成された（又はこれに取り付けられた）管状ギアセグメントを含む回転伝達装置アセンブリに連結される。トルクセンサ７４４ｃは、制御回路７１０に回転力フィードバック信号を提供する。回転力フィードバック信号は、シャフト７４０に適用される回転力を表す。位置センサ７３４は、閉鎖部材の位置をフィードバック信号として制御回路７１０に提供するように構成されてもよい。シャフトエンコーダなどの追加のセンサ７３８が、シャフト７４０の回転位置を制御回路７１０に提供してもよい。

【０１４０】

一態様では、制御回路７１０は、エンドエフェクタ７０２を関節運動させるように構成されている。制御回路７１０は、モータ制御部７０８ｄにモータ設定値を提供し、モータ制御部は、モータ７０４ｄに駆動信号を提供する。モータ７０４ｄの出力シャフトは、トルクセンサ７４４ｄに連結される。トルクセンサ７４４ｄは、関節運動部材７４２ａに連結された伝達装置７０６ｄに連結される。伝達装置７０６ｄは、エンドエフェクタ７０２の±６５°の関節運動を制御するための関節運動要素などの可動機械的要素を備える。一態様では、モータ７０４ｄは、関節運動ナットに連結され、関節運動ナットは、遠位スパイン部分の近位端部分上で回転可能に軸支され、遠位スパイン部分の近位端部分上で関節運動ギアアセンブリによって回転可能に駆動される。トルクセンサ７４４ｄは、制御回路７１０に関節運動力フィードバック信号を提供する。関節運動力フィードバック信号は、エンドエフェクタ７０２に適用される関節運動力を表す。関節運動エンコーダなどのセンサ７３８は、エンドエフェクタ７０２の関節運動位置を制御回路７１０に提供してもよい。

【０１４１】

別の態様では、ロボット外科システム７００の関節運動機能は、２つの関節運動部材、又は連結部７４２ａ、７４２ｂを含んでもよい。これらの関節運動部材７４２ａ、７４２ｂは、２つのモータ７０８ｄ、７０８ｅによって駆動されるロボットインターフェース（ラック）上の個別のディスクによって駆動される。個別の発射モータ７０４ａが提供されると、ヘッドが運動していないときにヘッドに抵抗保持運動及び負荷を提供するために、かつヘッドが関節運動しているときに関節運動を提供するために、関節運動連結部７４２ａ、７４２ｂのそれぞれは他の連結部に対して拮抗的に駆動され得る。関節運動部材７４２ａ、７４２ｂは、ヘッドが回転するときに固定された半径でヘッドに取り付けられる。したがって、ヘッドが回転すると、プッシュプル連結部の機械効率は変化する。この機械効率の変化は、他の関節運動連結部の駆動システムでより顕著であり得る。

【０１４２】

一態様では、１つ又は２つ以上のモータ７０４ａ～７０４ｅは、ギアボックス、及び発射部材、閉鎖部材、又は関節運動部材への機械的連結部を備えるブラシ付きＤＣモータを備えてもよい。別の例としては、変位部材、関節運動連結部、閉鎖管、及びシャフトなどの可動機械的要素を動作させる電気モータ７０４ａ～７０４ｅが挙げられる。外部影響とは、組織、周囲体、及び物理系上の摩擦などのものの、測定されていない予測不可能な影響である。こうした外部影響は、電気モータ７０４ａ～７０４ｅの１つに反して作用する障害（drag）と呼ばれることがある。障害などの外部影響は、物理系の動作を物理系の所望の動作から逸脱させることがある。

【０１４３】

一態様では、位置センサ７３４は、絶対位置決めシステムとして実装されてもよい。一態様では、位置センサ７３４は、Ａｕｓｔｒｉａ Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，ＡＧから入手可能なＡＳ５０５５ＥＱＦＴシングルチップ磁気回転位置センサとして実装される磁

気回転絶対位置決めシステムを備えてもよい。位置センサ７３４は、制御回路７１０と連携して絶対位置決めシステムを提供することができる。位置は、磁石の上方に位置し、加算、減算、ビットシフト、及びテーブル参照演算のみを必要とする、双曲線関数及び三角関数を計算する簡潔かつ効率的なアルゴリズムを実装するために設けられた、桁毎法及びボルダーアルゴリズムとしても知られるＣＯＲＤＩＣプロセッサに連結された、複数のホール効果素子を含み得る。

【０１４４】

一態様では、制御回路７１０は、１つ又は２つ以上のセンサ７３８と通信してもよい。センサ７３８は、エンドエフェクタ７０２上に位置付けられ、ロボット外科用器具７００と共に動作して、間隙距離対時間、組織圧縮対時間、及びアンビル歪み対時間などの様々な導出パラメータを測定するように適合されてもよい。センサ７３８は、磁気センサ、磁界センサ、歪みゲージ、ロードセル、圧力センサ、力センサ、トルクセンサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光学センサ、及び／又はエンドエフェクタ７０２の１つ又は２つ以上のパラメータを測定するための任意の他の好適なセンサを備えてもよい。センサ７３８は、１つ又は２つ以上のセンサを含み得る。センサ７３８は、分割電極を使用して組織の位置を判定するために、ステープルカートリッジ７１８のデッキ上に配置されてもよい。トルクセンサ７４４ａ～７４４ｅは、とりわけ、発射力、閉鎖力、及び／又は関節運動力などの力を感知するように構成されてもよい。したがって、制御回路７１０は、（１）遠位閉鎖管が受ける閉鎖負荷及びその位置、（２）ラックにある発射部材及びその位置、（３）ステープルカートリッジ７１８のどの部分がその上に組織を有しているか、及び（４）両方の関節運動ロッド上の負荷及び位置を感知することができる。

【０１４５】

一態様では、１つ又は２つ以上のセンサ７３８は、掴持状態の間のアンビル７１６における歪みの大きさを測定するように構成された微小歪みゲージなどの歪みゲージを備える場合もある。歪みゲージは、歪みの大きさに伴って振幅が変動する電気信号を提供する。センサ７３８は、アンビル７１６とステープルカートリッジ７１８との間で圧縮された組織の存在によって生じた圧力を検出するように構成された圧力センサを備えてもよい。センサ７３８は、アンビル７１６とステープルカートリッジ７１８との間に位置する組織の一部分のインピーダンスを検出するように構成されてもよく、このインピーダンスは、それらの間に位置する組織の厚さ及び／又は完全性を示す。

【０１４６】

一態様では、センサ７３８は、とりわけ、１つ又は２つ以上のリミットスイッチ、電気機械装置、固体スイッチ、ホール効果装置、磁気抵抗（ＭＲ）装置、巨大磁気抵抗（ＧＭＲ）装置、磁力計として実装されてもよい。他の実装形態では、センサ７３８は、とりわけ光センサ、ＩＲセンサ、紫外線センサなどの光の影響下で動作する固体スイッチとして実装されてもよい。更に、スイッチは、トランジスタ（例えば、ＦＥＴ、接合ＦＥＴ、ＭＯＳＦＥＴ、双極など）などの固体装置であってもよい。他の実装形態では、センサ７３８は、とりわけ、導電体非含有スイッチ、超音波スイッチ、加速度計、及び慣性センサを含んでもよい。

【０１４７】

一態様では、センサ７３８は、閉鎖駆動システムによってアンビル７１６に及ぼされる力を測定するように構成されてもよい。例えば、１つ又は２つ以上のセンサ７３８は、閉鎖管によってアンビル７１６に適用される閉鎖力を検出するために、閉鎖管とアンビル７１６との間の相互作用点に位置してもよい。アンビル７１６に及ぼされる力は、アンビル７１６とステープルカートリッジ７１８との間に捕捉された組織の一部分が受ける組織圧縮を表すものであり得る。１つ又は２つ以上のセンサ７３８を、閉鎖駆動システムに沿った様々な相互作用点に位置付けることで、閉鎖駆動システムによってアンビル７１６に適用される閉鎖力を検出することができる。１つ又は２つ以上のセンサ７３８は、制御回路７１０のプロセッサによるクランプ動作中にリアルタイムでサンプリングされてもよい。

制御回路７１０は、リアルタイムのサンプル測定値を受信して時間ベースの情報を提供及び分析し、アンビル７１６に適用される閉鎖力をリアルタイムで評価する。

【０１４８】

一態様では、電流センサ７３６を用いて、モータ７０４ａ～７０４ｅのそれぞれによって引き込まれる電流を測定することができる。Ｉビーム７１４などの可動機械的要素のいずれかを前進させるのに必要な力は、モータ７０４ａ～７０４ｅのうちの１つによって引き込まれる電流に対応する。この力はデジタル信号に変換されて、制御回路７１０に提供される。制御回路７１０は、器具の実際のシステムの応答をコントローラのソフトウェアでシミュレートするように構成され得る。変位部材を作動させて、エンドエフェクタ７０２内のＩビーム７１４を目標速度で又はそのあたりの速度で移動させることができる。ロボット外科用器具７００は、フィードバックコントローラを含むことができ、フィードバックコントローラは、例えば、ＰＩＤ、状態フィードバック、線形二次（ＬＱＲ）、及び／又は適応コントローラが挙げられるがこれらに限定されない任意のフィードバックコントローラのうちのいずれか１つであってもよい。ロボット外科用器具７００は、フィードバックコントローラからの信号を、例えば、ケース電圧、ＰＷＭ電圧、周波数変調電圧、電流、トルク、及び／又は力などの物理的入力に変換するための電源を含むことができる。更なる詳細は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１７年６月２９日出願の「ＣＬＯＳＥＤ　ＬＯＯＰ　ＶＥＬＯＣＩＴＹ　ＣＯＮＴＲＯＬ　ＴＥＣＨＮＩＱＵＥＳ　ＦＯＲ　ＲＯＢＯＴＩＣ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ」と題する米国特許出願第１５／６３６，８２９号に開示されている。

【０１４９】

図１８は、本開示の少なくとも１つの態様による、変位部材の遠位並進を制御するようにプログラムされた外科用器具７５０のブロック図を示す。一態様では、外科用器具７５０は、Ｉビーム７６４などの変位部材の遠位並進を制御するようにプログラムされる。外科用器具７５０は、アンビル７６６、Ｉビーム７６４（鋭い切刃を含む）、及び取り外し可能なステープルカートリッジ７６８を備えてよいエンドエフェクタ７５２を備える。

【０１５０】

Ｉビーム７６４などの直線変位部材の位置、移動、変位、及び／又は並進は、絶対位置決めシステム、センサ機構、及び位置センサ７８４によって測定することができる。Ｉビーム７６４は長手方向に移動可能な駆動部材に連結されているため、Ｉビーム７６４の位置は、位置センサ７８４を利用する長手方向に移動可能な駆動部材の位置を測定することによって判定することができる。したがって、以下の説明では、Ｉビーム７６４の位置、変位、及び／又は並進は、本明細書に記載されるような位置センサ７８４によって達成することができる。制御回路７６０は、Ｉビーム７６４などの変位部材の並進を制御するようにプログラムされてよい。いくつかの実施例では、制御回路７６０は、１つ又は２つ以上のマイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、又はプロセッサ若しくは複数のプロセッサに、記載される方法で変位部材、例えばＩビーム７６４を制御させる命令を実行するための他の好適なプロセッサを備えてもよい。一態様では、タイマー／カウンタ７８１は、経過時間又はデジタルカウントなどの出力信号を制御回路７６０に提供して、位置センサ７８４によって判定されたＩビーム７６４の位置をタイマー／カウンタ７８１の出力と相関させることで、制御回路７６０は、開始位置に対する特定の時間（ｔ）におけるＩビーム７６４の位置を判定することができる。タイマー／カウンタ７８１は、経過時間を測定するか、外部イベントを計数するか、又は外部イベントの時間を測定するように構成されてよい。

【０１５１】

制御回路７６０は、モータ設定値信号７７２を生成してもよい。モータ設定値信号７７２は、モータコントローラ７５８に提供されてもよい。モータコントローラ７５８は、本明細書で説明するように、モータ７５４にモータ駆動信号７７４を提供してモータ７５４を駆動するように構成された１つ又は２つ以上の回路を備えてもよい。いくつかの実施例では、モータ７５４は、ブラシ付きＤＣ電動モータであってもよい。例えば、モータ７５

４の速度は、モータ駆動信号７７４に比例してもよい。いくつかの例では、モータ７５４はブラシレスＤＣ電動モータであってもよく、モータ駆動信号７７４は、モータ７５４の１つ又は２つ以上の固定子巻線に提供されるＰＷＭ信号を含んでもよい。また、いくつかの実施例では、モータコントローラ７５８は省略されてもよく、制御回路７６０がモータ駆動信号７７４を直接生成してもよい。

【０１５２】

モータ７５４は、エネルギー源７６２から電力を受信してもよい。エネルギー源７６２は、電池、超コンデンサ、又は任意の他の好適なエネルギー源であってもよく、或いはそれを含んでもよい。モータ７５４は、伝達装置７５６を介してＩビーム７６４に機械的に連結されてよい。伝達装置７５６は、モータ７５４をＩビーム７６４に連結するための１つ又は２つ以上のギア又は他の連結構成要素を含んでもよい。位置センサ７８４は、Ｉビーム７６４の位置を感知してよい。位置センサ７８４は、Ｉビーム７６４の位置を示す位置データを生成することができる任意の種類のセンサであってよい、又はそれを含む場合もある。いくつかの例では、位置センサ７８４は、Ｉビーム７６４が遠位及び近位に並進するとき一連のパルスを制御回路７６０に提供するように構成されたエンコーダを含んでもよい。制御回路７６０は、パルスを追跡してＩビーム７６４の位置を判定してよい。例えば近接センサを含む他の好適な位置センサが使用されてもよい。他の種類の位置センサが、Ｉビーム７６４の運動を示す他の信号を提供する場合もある。また、一部の実施例では、位置センサ７８４が省略される場合もある。モータ７５４がステップモータである場合、制御回路７６０は、モータ７５４が実行するように指示されたステップの数及び方向を合計することによって、Ｉビーム７６４の位置を追跡する場合もある。位置センサ７８４は、エンドエフェクタ７５２内、又は器具の任意の他の部分に配置されてよい。

【０１５３】

制御回路７６０は、１つ又は２つ以上のセンサ７８８と通信してもよい。センサ７８８は、エンドエフェクタ７５２上に位置付けられ、外科用器具７５０と共に動作して、間隙距離と時間、組織圧縮と時間、及びアンビル歪みと時間などの様々な導出パラメータを測定するように適合され得る。センサ７８８は、磁気センサ、磁界センサ、歪みゲージ、圧力センサ、力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光学センサ、及び／又はエンドエフェクタ７５２の１つ又は２つ以上のパラメータを測定するための任意の他の好適なセンサを備えてもよい。センサ７８８は、１つ又は２つ以上のセンサを含んでもよい。

【０１５４】

１つ又は２つ以上のセンサ７８８は、掴持状態の間のアンビル７６６における歪みの大きさを測定するように構成された微小歪みゲージなどの歪みゲージを備えてよい。歪みゲージは、歪みの大きさに伴って振幅が変動する電気信号を提供する。センサ７８８は、アンビル７６６とステープルカートリッジ７６８との間で圧縮された組織の存在によって生じた圧力を検出するように構成された圧力センサを備えてもよい。センサ７８８は、アンビル７６６とステープルカートリッジ７６８との間に位置する組織の厚さ及び／又は完全性を示す、それらの間に位置する組織の一部分のインピーダンスを検出するように構成されてもよい。

【０１５５】

センサ７８８は、閉鎖駆動システムによってアンビル７６６上に及ぼされる力を測定するように構成されてもよい。例えば、１つ又は２つ以上のセンサ７８８は、閉鎖管によってアンビル７６６に適用される閉鎖力を検出するために、閉鎖管とアンビル７６６との間の相互作用点に位置してもよい。アンビル７６６に及ぼされる力は、アンビル７６６とステープルカートリッジ７６８との間に捕捉された組織部分が受ける組織圧縮を表すものであり得る。１つ又は２つ以上のセンサ７８８を、閉鎖駆動システムに沿った様々な相互作用点に位置付けることで、閉鎖駆動システムによってアンビル７６６に適用される閉鎖力を検出することができる。１つ又は２つ以上のセンサ７８８は、制御回路７６０のプロセッサによるクランプ動作中にリアルタイムでサンプリングされてもよい。制御回路７６０

は、リアルタイムのサンプル測定値を受信して時間ベースの情報を提供及び分析し、アンビル７６６に適用される閉鎖力をリアルタイムで評価する。

【０１５６】

モータ７５４によって引き込まれる電流を測定するために、電流センサ７８６を用いることができる。Ｉビーム７６４を前進させるのに必要な力は、モータ７５４によって引き込まれる電流に相当する。力はデジタル信号に変換されて、制御回路７６０に提供される。

【０１５７】

制御回路７６０は、器具の実際のシステムの応答をコントローラのソフトウェアでシミュレートするように構成され得る。変位部材を作動させて、エンドエフェクタ７５２内のＩビーム７６４を目標速度で又はそのあたりの速度で移動させることができる。外科用器具７５０は、フィードバックコントローラを含むことができ、フィードバックコントローラは、例えば、ＰＩＤ、状態フィードバック、ＬＱＲ、及び／又は適応コントローラが挙げられるがこれらに限定されない任意のフィードバックコントローラのうちのいずれか１つであってもよい。外科用器具７５０は、フィードバックコントローラからの信号を、例えば、ケース電圧、ＰＷＭ電圧、周波数変調電圧、電流、トルク、及び／又は力などの物理的入力に変換するための電源を含むことができる。

【０１５８】

外科用器具７５０の実際の駆動システムは、ギアボックス、並びに関節運動及び／又はナイフシステムへの機械的連結部を備えるブラシ付きＤＣモータによって、変位部材、切断部材、又はＩビーム７６４を駆動するように構成されている。別の例は、例えば交換式シャフト組立体の変位部材及び関節運動駆動器を操作する電気モータ７５４である。外部影響とは、組織、周囲体、及び物理系上の摩擦などのものの、測定されていない予測不可能な影響である。こうした外部影響は、電気モータ７５４に反して作用する障害と呼ばれることがある。障害などの外部影響は、物理系の動作を物理系の所望の動作から逸脱させることがある。

【０１５９】

様々な例示的態様は、モータ駆動の外科用ステープル留め及び切断手段を有するエンドエフェクタ７５２を備える外科用器具７５０を対象とする。例えば、モータ７５４は、エンドエフェクタ７５２の長手方向軸線に沿って遠位及び近位に変位部材を駆動してよい。エンドエフェクタ７５２は、枢動可能なアンビル７６６と、使用のために構成された場合、アンビル７６６の反対側に位置決めされるステープルカートリッジ７６８とを備えてよい。臨床医は、本明細書に記載されるように、アンビル７６６とステープルカートリッジ７６８との間に組織を把持することができる。器具７５０を使用する準備が整ったとき、臨床医は、例えば器具７５０のトリガを押すことによって発射信号を提供してよい。発射信号に応答して、モータ７５４は、変位部材をエンドエフェクタ７５２の長手方向軸線に沿って、近位のストローク開始位置から、ストローク開始位置の遠位にあるストローク終了位置まで遠位に駆動することができる。変位部材が遠位に並進するにつれて、遠位端に位置付けられた切断要素を有するＩビーム７６４が、ステープルカートリッジ７６８とアンビル７６６との間の組織を切断することができる。

【０１６０】

様々な実施例で、外科用器具７５０は、１つ又は２つ以上の組織状態に基づいて、例えば、Ｉビーム７６４などの変位部材の遠位並進を制御するようにプログラムされた制御回路７６０を備えてもよい。制御回路７６０は、本明細書に説明されるように、直接又は間接のいずれかで厚さなどの組織状態を感知するようにプログラムされてもよい。制御回路７６０は、組織状態に基づいて発射制御プログラムを選択するようにプログラムされてもよい。発射制御プログラムは、変位部材の遠位運動を記述することができる。様々な組織状態をより良好に処理するために様々な発射制御プログラムを選択することができる。例えば、より厚い組織が存在する場合、制御回路７６０は、変位部材をより低速で、かつ／又はより低電力で並進させるようにプログラムされてもよい。より薄い組織が存在する場合、制御回路７６０は、変位部材をより高速で、かつ／又はより高電力で並進させるよう

にプログラムされてもよい。

【０１６１】

いつくかの実施例では、制御回路７６０は、最初に、モータ７５４を、変位部材のストロークの第１の開ループ部分では開ループ構成で動作させてもよい。ストロークの開ループ部分の間の器具７５０の応答に基づいて、制御回路７６０は、発射制御プログラムを選択してもよい。器具の応答としては、開ループ部分の間の変位部材の並進距離、開ループ部分の間に経過する時間、開ループ部分の間にモータ７５４に提供されるエネルギー、モータ駆動信号のパルス幅の合計などが挙げられ得る。開ループ部分の後、制御回路７６０は、変位部材ストロークの第２の部分に対して選択された発射制御プログラムを実施してもよい。例えば、ストロークの閉ループ部分の間、制御回路７６０は、変位部材の位置を記述する並進データに基づいてモータ７５４を閉ループ式に変調して、変位部材を一定速度で並進させてもよい。更なる詳細は、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２９日出願の「ＳＹＳＴＥＭ ＡＮＤ ＭＥＴＨＯＤＳ ＦＯＲ ＣＯＮＴＲＯＬＬＩＮＧ Ａ ＤＩＳＰＬＡＹ ＯＦ Ａ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ」と題する米国特許出願第１５／７２０，８５２号に開示されている。

【０１６２】

図１９は本開示の少なくとも１つの態様による、様々な機能を制御するように構成された外科用器具７９０の概略図である。一態様では、外科用器具７９０は、Ｉビーム７６４などの変位部材の遠位並進を制御するようにプログラムされる。外科用器具７９０は、アンビル７６６と、Ｉビーム７６４と、ＲＦカートリッジ７９６（破線で示す）と交換することができる着脱可能なステープルカートリッジ７６８と、を備えてよいエンドエフェクタ７９２を備える。

【０１６３】

一態様では、センサ７８８は、とりわけ、リミットスイッチ、電気機械装置、固体スイッチ、ホール効果装置、ＭＲ装置、ＧＭＲ装置、磁力計として実装されてもよい。他の実装形態では、センサ６３８は、とりわけ光センサ、ＩＲセンサ、紫外線センサなどの光の影響下で動作する固体スイッチであってもよい。更に、スイッチは、トランジスタ（例えば、ＦＥＴ、接合ＦＥＴ、ＭＯＳＦＥＴ、双極など）などの固体装置であってもよい。他の実装形態では、センサ７８８は、とりわけ、導電体非含有スイッチ、超音波スイッチ、加速度計、及び慣性センサを含んでもよい。

【０１６４】

一態様では、位置センサ７８４は、Ａｕｓｔｒｉａ Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，ＡＧから入手可能なＡＳ５０５５ＥＱＦＴシングルチップ磁気回転位置センサとして実装される磁気回転絶対位置決めシステムを備える絶対位置決めシステムとして実装されてもよい。位置センサ７８４は、制御回路７６０と連携して絶対位置決めシステムを提供することができる。位置は、磁石の上方に位置し、加算、減算、ビットシフト、及びテーブル参照演算のみを必要とする、双曲線関数及び三角関数を計算する簡潔かつ効率的なアルゴリズムを実装するために設けられた、桁毎法及びボルダーアルゴリズムとしても知られるＣＯＲＤＩＣプロセッサに連結された、複数のホール効果素子を含み得る。

【０１６５】

一態様では、Ｉビーム７６４は、上に組織切断刃を動作可能に支持するナイフ本体を備えるナイフ部材として実装されてもよく、アンビル係合タブ又は機構と、通路係合機構又はフットを更に含んでよい。一態様では、ステープルカートリッジ７６８は、標準的な（機械的）外科用締結具カートリッジとして実装されてよい。一態様では、ＲＦカートリッジ７９６はＲＦカートリッジとして実装されてもよい。これら、及び他のセンサ構成は、その全体が本明細書に参照により組み込まれる、「ＴＥＣＨＮＩＱＵＥＳ ＦＯＲ ＡＤＡＰＴＩＶＥ ＣＯＮＴＲＯＬ ＯＦ ＭＯＴＯＲ ＶＥＬＯＣＩＴＹ ＯＦ Ａ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＴＡＰＬＩＮＧ ＡＮＤ ＣＵＴＴＩＮＧ ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ」と題する、２０１７年６月２０日出願された、所有者が共通の米国特許出願第１５／６２８，１７５号に記載されている。

【０１６６】
Ｉビーム７６４などの直線変位部材の位置、移動、変位、及び／又は並進は、絶対位置決めシステム、センサ構成、及び位置センサ７８４として表される位置センサによって測定することができる。Ｉビーム７６４は長手方向に移動可能な駆動部材に連結されているため、Ｉビーム７６４の位置は、位置センサ７８４を使用する長手方向に移動可能な駆動部材の位置を測定することによって判定することができる。したがって、以下の説明では、Ｉビーム７６４の位置、変位、及び／又は並進は、本明細書に記載される位置センサ７８４によって達成することができる。制御回路７６０は、本発明に記載されるようにＩビーム７６４などの変位部材の並進を制御するようにプログラムされてよい。いくつかの実施例では、制御回路７６０は、１つ又は２つ以上のマイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、又はプロセッサ若しくは複数のプロセッサに、記載される方法で変位部材、例えばＩビーム７６４を制御させる命令を実行するための他の好適なプロセッサを備えてもよい。一態様では、タイマー／カウンタ７８１は、経過時間又はデジタルカウントなどの出力信号を制御回路７６０に提供して、位置センサ７８４によって判定されたＩビーム７６４の位置をタイマー／カウンタ７８１の出力と相関させることで、制御回路７６０は、開始位置に対する特定の時間（ｔ）におけるＩビーム７６４の位置を判定することができる。タイマー／カウンタ７８１は、経過時間を測定するか、外部イベントを計数するか、又は外部イベントの時間を測定するように構成されてよい。

【０１６７】
制御回路７６０は、モータ設定値信号７７２を生成してもよい。モータ設定値信号７７２は、モータコントローラ７５８に提供されてもよい。モータコントローラ７５８は、本明細書で説明するように、モータ７５４にモータ駆動信号７７４を提供してモータ７５４を駆動するように構成された１つ又は２つ以上の回路を備えてもよい。いくつかの実施例では、モータ７５４は、ブラシ付きＤＣ電動モータであってもよい。例えば、モータ７５４の速度は、モータ駆動信号７７４に比例してもよい。いくつかの例では、モータ７５４はブラシレスＤＣ電動モータであってもよく、モータ駆動信号７７４は、モータ７５４の１つ又は２つ以上の固定子巻線に提供されるＰＷＭ信号を含んでもよい。また、いくつかの実施例では、モータコントローラ７５８は省略されてもよく、制御回路７６０がモータ駆動信号７７４を直接生成してもよい。

【０１６８】
モータ７５４は、エネルギー源７６２から電力を受信することができる。エネルギー源７６２は、電池、超コンデンサ、又は任意の他の好適なエネルギー源であってもよく、或いはそれを含んでもよい。モータ７５４は、伝達装置７５６を介してＩビーム７６４に機械的に連結されてよい。伝達装置７５６は、モータ７５４をＩビーム７６４に連結するための１つ若しくは２つ以上のギア又は他の連結構成要素を含んでもよい。位置センサ７８４は、Ｉビーム７６４の位置を感知し得る。位置センサ７８４は、Ｉビーム７６４の位置を示す位置データを生成することができる任意の種類のセンサであってもよい、又はそれを含んでもよい。いくつかの例では、位置センサ７８４は、Ｉビーム７６４が遠位及び近位に並進するとき一連のパルスを制御回路７６０に提供するように構成されたエンコーダを含んでもよい。制御回路７６０は、パルスを追跡してＩビーム７６４の位置を判定してよい。例えば近接センサを含む他の好適な位置センサが使用されてもよい。他の種類の位置センサが、Ｉビーム７６４の運動を示す他の信号を提供する場合もある。また、一部の実施例では、位置センサ７８４が省略される場合もある。モータ７５４がステップモータである場合、制御回路７６０は、モータが実行するように指示されたステップの数及び方向を合計することによって、Ｉビーム７６４の位置を追跡する場合もある。位置センサ７８４は、エンドエフェクタ７９２内、又は器具の任意の他の部分に配置されてよい。

【０１６９】
制御回路７６０は、１つ又は２つ以上のセンサ７８８と通信してもよい。センサ７８８は、エンドエフェクタ７９２上に位置付けられ、外科用器具７９０と共に動作して、間隙距離対時間、組織圧縮対時間、及びアンビル歪み対時間などの様々な導出パラメータを測

定するように適合され得る。センサ７８８は、磁気センサ、磁界センサ、歪みゲージ、圧力センサ、力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光学センサ、及び／又はエンドエフェクタ７９２の１つ若しくは２つ以上のパラメータを測定するための任意の他の好適なセンサを備えてもよい。センサ７８８は、１つ又は２つ以上のセンサを含む場合がある。

【０１７０】

１つ又は２つ以上のセンサ７８８は、掴持状態の間のアンビル７６６における歪みの大きさを測定するように構成された、微小歪みゲージなどの歪みゲージを備える場合もある。歪みゲージは、歪みの大きさに伴って振幅が変動する電気信号を提供する。センサ７８８は、アンビル７６６とステープルカートリッジ７６８との間で圧縮された組織の存在によって生じた圧力を検出するように構成された圧力センサを備えてもよい。センサ７８８は、アンビル７６６とステープルカートリッジ７６８との間に位置する組織の厚さ及び／又は完全性を示す、それらの間に位置する組織の一部分のインピーダンスを検出するように構成されてもよい。

【０１７１】

センサ７８８は、閉鎖駆動システムによって、アンビル７６６上に及ぼされる力を測定するように構成されてよい。例えば、１つ又は２つ以上のセンサ７８８は、閉鎖管によってアンビル７６６に適用される閉鎖力を検出するために、閉鎖管とアンビル７６６との間の相互作用点に位置してもよい。アンビル７６６に及ぼされる力は、アンビル７６６とステープルカートリッジ７６８との間に捕捉された組織の一部分が受ける組織圧縮を表すものであり得る。１つ又は２つ以上のセンサ７８８を、閉鎖駆動システムに沿った様々な相互作用点に位置付けることで、閉鎖駆動システムによってアンビル７６６に適用される閉鎖力を検出することができる。１つ又は２つ以上のセンサ７８８は、制御回路７６０のプロセッサ部分による掴持動作中にリアルタイムでサンプリングされてもよい。制御回路７６０は、リアルタイムのサンプル測定値を受信して時間ベースの情報を提供及び分析し、アンビル７６６に適用される閉鎖力をリアルタイムで評価する。

【０１７２】

モータ７５４によって引き込まれる電流を測定するために、電流センサ７８６を用いることができる。Ｉビーム７６４を前進させるのに必要な力は、モータ７５４によって引き込まれる電流に相当する。力はデジタル信号に変換されて、制御回路７６０に提供される。

【０１７３】

ＲＦエネルギー源７９４はエンドエフェクタ７９２に連結され、ＲＦカートリッジ７９６が、ステープルカートリッジ７６８の代わりにエンドエフェクタ７９２に装填される際、ＲＦカートリッジ７９６に適用される。制御回路７６０は、ＲＦエネルギーのＲＦカートリッジ７９６への送達を制御する。

【０１７４】

更なる詳細は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１７年６月２８日出願の「ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＹＳＴＥＭ ＣＯＵＰＬＡＢＬＥ ＷＩＴＨ ＳＴＡＰＬＥ ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ ＡＮＤ ＲＡＤＩＯ ＦＲＥＱＵＥＮＣＹ ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ，ＡＮＤ ＭＥＴＨＯＤ ＯＦ ＵＳＩＮＧ ＳＡＭＥ」と題する米国特許出願第１５／６３６，０９６号に開示されている。

【０１７５】

図２０は、制御システムが、関節運動角度θに基づいて閉鎖管組立体のストロークの長さをどのように修正することができるかを示すストロークの長さのグラフ２０７４０を示す。このようなストロークの長さの修正は、関節運動角度θが増加するにつれて（例えば、ｘ軸に沿って定義される）ように、ストロークの長さを補正後のストロークの長さ（例えば、ｙ軸に沿って定義される）に縮小することを含む。補正後のストロークの長さは、エンドエフェクタの顎部を閉鎖するための遠位方向への閉鎖管組立体の移動の長さを規定し、これの長さは関節運動角度θに依存しており、又閉鎖管組立体が過剰に移動し、外科用装置に対する損傷を引き起こすのを阻止する。

【０１７６】
例えば、ストロークの長さグラフ２０７４０に示されるように、閉鎖管組立体のストロークの長さは、エンドエフェクタが関節運動していないときに約０．２５０インチであり、関節運動角度θが約６０度であるとき、補正されたストロークの長さは約０．２４２インチである。このような測定は、一例としてのみ提供されており、本開示の範囲から逸脱することなく、様々な角度、並びに対応するストロークの長さ及び補正後のストロークの長さのいずれかを含めることができる。更に、関節運動角度θと補正後のストロークの長さの関係は非線形であり、関節運動角度が増加するにつれて、補正後のストロークの長さが短くなる比率も増加する。例えば、４５度～６０度の関節運動の補正後のストロークの長さの縮小は、ゼロ度～１５度の関節運動の補正後のストロークの長さの縮小よりも大きい。この手法では、制御システムは、関節運動角度θに基づいてストロークの長さを調節することで外科用装置への損傷（例えば、閉鎖管組立体の遠位端を遠位位置に詰まらせる）を防止してはいるが、遠位閉鎖管はそれでもなお関節運動中に前進することが可能であり、それによって顎部を少なくとも部分的に閉鎖する可能性がある。
【０１７７】
図２１は、制御システムが、関節運動角度θに基づいて閉鎖管組立体の長手方向位置を修正する一態様を示す閉鎖管組立体位置付けグラフ２０７５０を示す。閉鎖管組立体の長手方向位置のこのような修正は、閉鎖管組立体を、エンドエフェクタが関節運動するときの補正距離（例えば、ｙ軸に沿って規定される）だけ、関節運動角度θ（例えば、ｘ軸に沿って規定される）に基づいて近位に後退させることを含む。閉鎖管組立体が近位に後退される補正距離は、遠位にある閉鎖管の遠位の前進を阻止し、それによって関節運動中に顎部を開放位置に維持する。閉鎖管組立体を関節運動中に補正距離だけ近位に後退させることによって、閉鎖管組立体は、閉鎖組立体が作動すると、顎部を閉鎖するために、近位に後退した位置から始まるストロークの長さを進むことができる。
【０１７８】
例えば、閉鎖管組立体位置付けグラフ２０７５０に示されるように、エンドエフェクタが関節運動していないときの補正距離はゼロであり、関節運動角度θが約６０度であるときの補正距離は約０．００８インチである。この例では、閉鎖管組立体は、関節運動中に０．００８インチの補正距離だけ後退される。したがって、顎部を閉じるために、閉鎖管組立体は、この後退位置から始まるストロークの長さを前進することができる。このような測定値は、例えば目的のためのみで提供されており、本開示の範囲から逸脱することなく、様々な角度及び対応する補正距離のいずれかを含むことができる。図２１に示されるように、関節運動角度θと補正距離との関係は非線形であり、関節運動角度θが増加するにつれて補正距離が長くなる比率も増加する。例えば、４５度～６０度の補正距離の増加は、ゼロ度～１５度の補正距離の増加よりも大きい。
【０１７９】
患者の組織を掴持する際、掴持装置（例えば、リニアステープラ）を介して及ぼされる力は、容認できないほど高いレベルに達する場合がある。例えば、一定の閉鎖速度が採用された場合、力が、掴持された組織に対して過剰な外傷を引き起こすのに十分な大きさになる場合があり、掴持装置の変形を引き起こすことで、許容可能な組織の間隙がステープル留めの経路にわたって維持されない場合がある。図２２は、一定のアンビル閉鎖速度で（すなわち、制御された組織圧縮（ＣＴＣ）を利用しない）圧縮中に組織に加えられる電力と、可変のアンビル閉鎖速度（すなわち、ＣＴＣによる）で圧縮中に組織に加えられる電力を示すグラフである。閉鎖速度は、組織に付与される電力が圧縮の一部にわたって一定のままであるように、組織圧縮を制御するように調節されてよい。図２２による組織に付与されるピーク電力は、可変アンビル閉鎖速度が利用された場合、はるかに低くなる。付与される電力に基づいて、外科用装置によって及ぼされる力（力に関連するパラメータ又は力に比例するパラメータ）を計算することができる。この点に関して電力は、例えばリニアステープラの顎部などの外科用装置を介して及ぼされる力が、顎部が外に広がることで、完全に閉鎖した位置にあるとき、組織の間隙がステープル留めの長さ全体に沿って

許容可能な範囲内ではなくなる降伏力又は圧力を超えないように、制限されてよい。例えば、顎部は、組織間隙が、顎部の全長に沿った全てのステープル位置に対して許容可能な範囲又は標的範囲内に留まるように平行であるか、又は十分に近くなるべきである。更に、及ぼされる電力の制限は、組織に対する外傷又は損傷を回避するか、又は少なくとも最小限に抑える。

【０１８０】

図２２において、ＣＴＣを用いない方法において及ぼされる総エネルギーは、ＣＴＣを用いる方法において及ぼされる総エネルギーと同じである、すなわち、図２２の電力曲線下の領域は同じであるか、又は実質的に同じである。しかしながら、利用される電力プロファイルの差は、ＣＴＣを用いる例と比較して、ピーク電力がＣＴＣを用いる実施例ではるかに低いため、かなり大きい。

【０１８１】

電力の制限は、線２０７６０によって示されるように、閉鎖速度を減速させることによって、ＣＴＣを用いる実施例では達成される。圧縮時間Ｂ’は閉鎖時間Ｂよりも長いことに留意されたい。図２２に示されるように、一定の閉鎖速度を提供する装置及び方法（すなわち、ＣＴＣを用いない）は、可変閉鎖速度（すなわちＣＴＣを用いる）を提供する装置及び方法と同じ１ｍｍの組織間隙で同じ５０ｌｂの圧縮力を達成する。一定の閉鎖速度を提供する装置及び方法は、可変閉鎖速度を使用する装置及び方法と比較して、より短い期間で所望の組織間隙における圧縮力を達成することができるが、これは、図２２に示されるように、組織加えられる電力にスパイクをもたらすことになる。対照的に、ＣＴＣで示される例示的な態様は、閉鎖速度を減速させて、組織に加えられる電力の量を特定のレベルを超えないように制限する。組織に加えられる電力を制限することにより、ＣＴＣを使用しないシステム及び方法に関して組織の外傷を最小限に抑えることができる。

【０１８２】

図２２及び追加の例示は、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１２年６月１日出願の「ＤＥＶＩＣＥ ＡＮＤ ＭＥＴＨＯＤ ＦＯＲ ＣＯＮＴＲＯＬＬＩＮＧ ＣＯＭＰＲＥＳＳＩＯＮ ＯＦ ＴＩＳＳＵＥ」と題する、２０１３年８月６日発行の米国特許第８，４９９，９９２号に更に記載されている。

【０１８３】

いくつかの態様では、制御システムは、制御システムが、Ｅビームの位置及び／又は発射シャフトの関節運動を判定し、そのような判定に基づいて少なくとも１つのモータを適切に制御することを支援する複数の事前定義の力の閾値を含むことができる。例えば、力閾値は、発射シャフトを並進させるように構成された発射バーの移動の長さに応じて変化することができ、そのような力閾値は、制御システムと通信する１つ又は２つ以上のモータの測定されたねじり力と比較することができる。力閾値に対する測定されたねじり力の比較は、制御システムが、Ｅビームの位置及び／又はエンドエフェクタの関節運動を判定するために依存することが可能な方法を提供することができる。これにより、制御システムは、１つ又は２つ以上のモータを適切に制御する（例えば、ねじり荷重を低減又は停止する）して、発射組立体の適切な発射及びエンドエフェクタの関節運動を確実にすること、並びにシステムへの損傷を防止することを可能にする。

【０１８４】

図２３は、セクションＢにおける測定された変位に関連する、セクションＡにおける測定された力を含む、力と変位のグラフ２０８００を示す。セクションＡとＢは両方とも時間を定義する（例えば、秒）ｘ軸を有する。セクションＢのｙ軸は、発射ロッドの移動変位（例えばミリメートル単位）を定義し、セクションＡのｙ軸は、発射バーに加えられ、それによって発射シャフトを前進させる力を定義する。セクションＡに示されるように、第１の関節運動範囲２０９０２（例えば、最初のおよそ１２ｍｍの移動）内での発射バーの移動が、エンドエフェクタを関節運動させる。例えば、１２ｍｍの変位位置において、エンドエフェクタは、右に完全に関節運動しており、更に関節運動することは機械的に不可能である。完全に関節運動した結果として、モータに対するねじり力が増加し、制御シ

ステムは、セクションＡに示されるように、事前定義の関節運動閾値２０８０４を超える関節運動力ピーク２０８０２を感知することができる。制御システムは、２つ以上の最大関節運動方向（例えば、左関節運動及び右関節運動）を感知するための、２つ以上の事前定義の関節運動閾値２０８０４を含むことができる。制御システムが、所定の関節運動閾値２０８０４を超える関節運動力ピーク２０８０２を検出した後、制御システムは、モータの作動を低減又は停止し、それによって少なくともモータを損傷から保護することができる。

【０１８５】

発射バーが関節運動範囲２０９０２を越えて前進した後、外科用ステープラ内のシフト機構が、発射バーを更に遠位移動させることで発射シャフトの遠位移動を引き起こすことができる。例えば、セクションＢに示されるように、移動変位の約１２ｍｍ～７０ｍｍの移動は、Ｅビームを発射ストローク２０９０４に沿って前進させ、顎部の間に捕捉された組織を切断することができるが、他の移動の長さも本開示の範囲内である。この実施例では、Ｅビームの最大発射ストローク位置２０９０６は、７０ｍｍの移動のところで生じる。この時点で、Ｅビーム又はナイフはカートリッジ又は顎部の遠位端に当接し、それによってモータ上のねじり力を増加させ、セクションＡに示されるようなナイフ移動力ピーク２０８０６を制御システムによって感知させる。セクションＡに示すように、制御システムは、モータ閾値２０８０８と、モータ閾値２０８０８から分岐し、Ｅビームが最大発射ストローク位置２０９０６に近づくにつれて減少する（例えば、非線形に）、ナイフ移動閾値２０８１０とを含むことができる。

【０１８６】

制御システムは、最大発射ストローク位置２０９０６に到達する前に、Ｅビームの少なくとも遠位移動部の最後の部分２０９０７（例えば、発射ストローク９０４の最後の１０パーセント）の間に感知されたモータねじり力を監視するように構成され得る。遠位移動部のそのような最後の部分２０９０７に沿って監視する間、制御システムは、モータにねじり力を低減させ、それによってＥビーム上の負荷を低減させることができる。これは、Ｅビームが最大発射ストローク位置２０９０６に近づくにつれてＥビーム上の負荷を低減することによって、Ｅビームを含む外科用ステープラへの損傷を防御することができ、それによりカートリッジ又は顎部の遠位端に対するＥビームの衝撃が低減される。上述したように、このような衝撃は、ナイフ移動力ピーク２０８０６を引き起こし、これは、ナイフ移動閾値２０８１０を超える場合があるが、モータ閾値２０８０８を超えることはないため、モータを損傷させることがない。したがって、制御システムは、ナイフ移動力ピーク２０８０６がナイフ移動閾値２０８１０を超え、ナイフ移動力ピーク２０８０６がモータ閾値２０８０８を超える前に、モータの作動を停止し、それによってモータが損傷から保護される。更に、ナイフ移動閾値２０８１０の低減を大きくすることは、制御システムがＥビームが最大発射ストローク位置２０９０６に到達したことを事前に推論することを阻止する。

【０１８７】

制御システムがナイフ移動閾値２０８１０を超えるナイフ移動力ピーク２０８０６を検出した後、制御システムはＥビームの位置（例えば、７０ｍｍ変位及び／又は発射ストローク２０９０４の端部）を確認することができ、そのように変位位置を知ることに基づいて発射バーを後退させて、最も近位の位置２０９０８（例えば、０ｍｍ変位）でＥビームをリセットすることができる。最も近位の位置２０９０８において、セクションＡに示されるように事前定義のナイフ後退閾値２０８１４を超えるナイフ後退力ピーク２０８１２を制御システムによって感知することができる。この時点で、制御システムは、必要に応じて再校正することができ、発射ロッドの遠位方向へのその後の前進（例えば、およそ長さ約１２　ｍｍ）が、シフタを発射バーからＥビームの係合を解除させるホーム位置にあるように、Ｅビームの位置を関連付けることができる。係合が解除されると、発射バーが関節運動範囲２０９０２内を移動することで、エンドエフェクタの関節運動が再び引き起こされる。

【０１８８】
したがって、制御システムは、発射バーの移動を制御し、そのような感知されたねじり力を複数の閾値と比較して、Ｅビームの位置又はエンドエフェクタの関節運動角度を判定し、それによってモータを適切に制御してモータへの損傷を防止することができ、また発射バー及び／又はＥビームの位置付けを確認することもできる。
【０１８９】
上述したように、組織接触センサ又は圧力センサは、顎部材が組織「Ｔ」と最初に接触するときを判定する。これにより、外科医は、組織「Ｔ」の初期の厚さ及び／又は掴持前の組織「Ｔ」の厚さを判定することができる。上述の外科用器具の態様のいずれにおいても、図２４に示されるように、組織「Ｔ」との顎部材の接触は、顎部材上に設けられた一対の対向するプレート「Ｐ１、Ｐ２」との接触を確立することによって、そうでなければ開いている感知回路「ＳＣ」を閉じる。接触センサはまた、センサに適用される力の量を判定する力に敏感な変換器を含んでもよく、これは、組織「Ｔ」に加えられる力の量と同じであると仮定することができる。このような力が組織に加えられた後、組織圧縮の量に変換されてもよい。力センサは、組織が受ける圧縮の量を測定し、組織「Ｔ」に加えられる力に関する情報を外科医に提供する。過剰な組織圧縮は、手術されている組織「Ｔ」に悪影響を及ぼす可能性がある。例えば、組織「Ｔ」の過剰な圧縮は、組織壊死をもたらし、特定の処置では、ステープルラインの破損をもたらす場合もある。組織「Ｔ」に加えられる圧力に関する情報は、外科医が組織「Ｔ」に過剰な圧力が加えられていないことをより良好に判定することができる。
【０１９０】
本明細書に開示される任意の接触センサは、これに限定するものではないが、組織と接触しているときに、そうでなければ開いている感知回路を閉じる、顎部の内面に配置された電気接点を含み得る。接触センサはまた、掴持されている組織が圧縮に抵抗するときを検出する力に敏感な変換器を含んでもよい。力変換器としては、これに限定するものではないが、圧電素子、ピエゾ抵抗素子、金属膜又は半導体歪みゲージ、誘導圧センサ、容量性圧力センサ、及び、抵抗要素上のワイパーアームを駆動するためにブルドン管、カプセル又はふいごを使用する電位差圧変換器を挙げることができる。
【０１９１】
一態様では、前述の外科用器具のうちのいずれか１つは、顎部材上で発生する圧力の変化を検出するための１つ又は２つ以上の圧電素子を含んでもよい。圧電素子は、応力を電位に変換する双方向変換器である。元素は、金属化石英又はセラミックで構成されてもよい。動作中、結晶に応力が適用されると、材料の電荷分布が変化し、材料全体に電圧が発生する。圧電素子は、顎部材のいずれか１つ又は両方が組織「Ｔ」と接触し、接触が確立された後に組織「Ｔ」に及ぼされる圧力の量を示すために使用されてよい。
【０１９２】
一態様では、前述の外科用器具のうちのいずれか１つは、その本体内又はその本体の一部分上に配置された１つ又は２つ以上の金属歪みゲージを含んでもよい、又はこれらを備えてもよい。金属歪みゲージは、材料の抵抗が長さ、幅、及び厚さに依存する原理で動作する。したがって、金属歪みゲージの材料が歪みを受けると、材料の抵抗が変化する。したがって、この材料で作製された、回路に組み込まれた抵抗器は、歪みを電気信号の変化に変換する。望ましくは、歪みゲージは、組織に加えられる圧力が歪みゲージに影響を及ぼすように外科用器具上に配置されてもよい。
【０１９３】
或いは、別の態様では、１つ又は２つ以上の半導体歪みゲージが、上記の金属歪みゲージと同様の方法で使用される場合もあるが、変換のモードは異なる。動作中、適用される応力の結果として、半導体歪ゲージの結晶格子構造が変形すると、材料の抵抗が変化する。観察される現象は、「ピエゾ抵抗効果」と称されることがある。
【０１９４】
更に別の態様では、前述の外科用器具のうちの任意の１つは、圧力又は力を、誘導要素

の互いに対する運動に変換するために、１つ又は２つ以上の誘導圧センサを含んでもよい、又はそれを備えてもよい。この誘導要素の互いに対する運動は、全体的なインダクタンス又は誘導結合を変える。静電容量式圧力変換器も同様に、圧力又は力を、全体的な静電容量を変化させる容量性素子の運動に変換する。

【０１９５】

更に別の態様では、前述の外科用器具のうちの任意の１つは、圧力又は力を、全体的な静電容量を変化させる容量性素子の運動に変換するために、１つ又は２つ以上の静電容量式圧力変換器を含んでもよい、又はそれを備えてもよい。

【０１９６】

一態様では、前述の外科用器具のうちのいずれか１つは、圧力又は力を運動に変換するための１つ又は２つ以上の機械的圧力変換器を含んでもよい、又はそれを備えてもよい。使用中、機械的要素の運動は、ゲージ上でポインタ又はダイヤルを偏向させるために使用される。このポインタ又はダイヤルの移動は、組織「Ｔ」に加えられる圧力又は力を表すことができる。機械的要素の例としては、ブルドン管、カプセル又はふいごが挙げられるが、これらに限定されない。例として、機械的要素は、ポテンショメータ圧力変換器などの他の測定及び／又は感知素子と結合されてもよい。この実施例では、機械的要素は、可変抵抗器上のワイパーと連結される。使用中、圧力又は力は、加えられた圧力又は力を反映するためにポテンショメータ上でワイパーを偏向させ、これにより抵抗を変化させて加えられた圧力又は力を反映する機械的運動に変換されてもよい。

【０１９７】

上記の態様の組み合わせ、特に間隙と組織接触センサとの組み合わせは、手術部位及び／又は標的組織「Ｔ」の状態に関するフィードバック情報及び／又はリアルタイム情報を外科医に提供する。例えば、組織「Ｔ」の初期の厚さに関する情報は、適切なステープルサイズを選択する際に外科医を誘導することができ、組織「Ｔ」の掴持された厚さに関する情報は、選択されたステープルが適切に形成されるかどうかを外科医に知らせることができ、組織「Ｔ」の初期の厚さ及び掴持された厚さに関する情報を使用して、組織「Ｔ」に対する圧縮又は歪みの量を判定してもよく、また組織「Ｔ」に対する歪みに関連する情報を使用して、過剰な歪み値及び／又は過剰な歪みを受けた組織へのステープル留めを避けることもできる。

【０１９８】

加えて、力センサを使用して、組織に加えられる圧力の量を外科医に提供してもよい。外科医は、この情報を使用して、過剰な歪みを経験した組織「Ｔ」への過剰な圧力の適用を回避するために、この情報を使用してもよい。

【０１９９】

図２４及び追加の例示は、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、２０１１年６月２７日に出願され、「ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ　ＥＭＰＬＯＹＩＮＧ　ＳＥＮＳＯＲＳ」と題され、２０１２年５月５日に発行された米国特許出願第８，１８１，８３９，号に更に記載されている。

【０２００】

開示される装置及び方法の構造、機能、製造、及び使用の理解を提供するために、特定の態様が示され説明される。１つの実施例で示される又は説明される特徴は、他の実施例の特徴と組み合わされてもよく、修正形態及び変形形態は、本開示の範囲内にある。

【０２０１】

用語「近位」及び「遠位」は、外科用器具のハンドルを操作する臨床医に対する用語であり、「近位」は臨床医により近い部分を指し、「遠位」は、臨床医からより遠い部分を指す。外科用器具は様々な向き及び位置で使用され得るので、便宜上、図面に関して使用される空間的な用語「垂直」、「水平」、「上」、及び「下」は、限定及び／又は絶対的であることを意図していない。

【０２０２】

腹腔鏡下及び低侵襲性の外科的処置を行うための、例示的な装置及び方法が提供される

。しかし、そのような装置及び方法は、例えば開腹外科手術を含む、他の外科的処置及び用途に使用することができる。外科用器具は、自然開口部を通して、又は組織内に形成された切開又は穿刺穴を通して挿入することができる。器具の作用部分、すなわちエンドエフェクタ部分は、体内に直接に挿入することができ、又は、外科用器具のエンドエフェクタ及び細長いシャフトを前進させることが可能な作用通路を有するアクセスデバイスを通じて挿入することができる。

【０２０３】

図２５～図２８は、再利用され得る、又は再利用されない場合もある、切断及び締結用のモータ駆動式外科用器具１５００１０を描いている。図示した実施例では、外科用器具１５００１０は、臨床医によって把持され、操作され、作動されるように構成されたハンドル組立体１５００１４を備えるハウジング１５００１２を含む。ハウジング１５００１２は、１つ又は２つ以上の外科的タスク又は処置を行うように構成されたエンドエフェクタ１５０３００が動作可能に連結された交換式シャフト組立体１５０２００に動作可能に取り付けられるように構成されている。本開示によると、様々な形態の交換式シャフト組立体が、ロボット制御された外科用システムと関連させて効果的に使用され得る。したがって、「ハウジング」という用語は、交換式シャフト組立体を作動させるために利用できる少なくとも１つの制御運動を生成及び加えるように構成された少なくとも１つの駆動システムを収容するか又は動作可能に支持する、ロボットシステムのハウジング又は類似部分を包含することができる。「フレーム」という用語は、手持ち式外科用器具の一部分を指してもよい。「フレーム」という用語はまた、ロボット制御式の外科用器具の一部分、及び／又は外科用器具を動作可能に制御するために使用され得るロボットシステムの一部分を表す場合もある。交換式シャフト組立体は、その全体が参照として本明細書に組み込まれる、「ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＳＴＡＰＬＩＮＧ　ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴＳ　ＷＩＴＨ　ＲＯＴＡＴＡＢＬＥ　ＳＴＡＰＬＥ　ＤＥＰＬＯＹＭＥＮＴ　ＡＲＲＡＮＧＥＭＥＮＴＳ」と題される米国特許第９，０７２，５３５号に開示されている様々なロボットシステム、器具、構成要素、及び方法と共に用いられてもよい。

【０２０４】

図２５は、本開示の少なくとも一態様による、動作可能に連結された交換式シャフト組立体１５０２００を有する外科用器具１５００１０の斜視図である。ハウジング１５００１２は、外科用ステープルカートリッジ１５０３０４をその中で動作可能に支持するように構成された外科用切断及び締結装置を備えるエンドエフェクタ１５０３００を含む。ハウジング１５００１２は、様々なサイズ及び種類のステープルカートリッジを支持するように適合されたたエンドエフェクタを含み、様々なシャフトの長さ、サイズ及び種類を有する交換式シャフト組立体と接続して使用するように構成されてもよい。ハウジング１５００１２は、他の運動、並びに高周波（ＲＦ）エネルギー、超音波エネルギー及び／又は運動などの他の形態のエネルギーを、様々な外科用途及び処置に関連して用いるように適合されたエンドエフェクタ構成に適用するように構成された組立体を含めた、多様な交換式シャフト組立体と共に用いられてもよい。エンドエフェクタ、シャフト組立体、ハンドル、外科用器具、及び／又は外科用器具システムは、組織を締結するために任意の好適な締結具を利用できる。例えば、中に着脱可能に格納された複数の締結具を備える締結具カートリッジが、シャフト組立体のエンドエフェクタに着脱可能に挿入及び／又は装着され得る。

【０２０５】

ハンドル組立体１５００１４は、ねじ、スナップ機構、接着剤などで相互接続され得る一対の相互接続可能なハンドルハウジングセグメント１５００１６、１５００１８を備えてよい。ハンドルハウジングセグメント１５００１６、１５００１８は協働して、臨床医によって掴持され操作され得るピストルグリップ部分１５００１９を形成する。ハンドル組立体１５００１４は、制御運動を生成し、ハンドル組立体に動作可能に取り付けられた交換式シャフト組立体の対応する部分にこれを加えるように構成された複数の駆動システムを動作可能に支持している。ディスプレイがカバー１５００４５の下方に設けられても

よい。

【０２０６】

図２６は、本開示の少なくとも一態様による、図２５の外科用器具１５００１０の一部分の分解組立図で示した組立体の図である。ハンドル組立体１５００１４は、複数の駆動システムを動作可能に支持するフレーム１５００２０を含んでもよい。フレーム１５００２０は、「第１の」、すなわち閉鎖駆動システム１５００３０を動作可能に支持することができ、閉鎖駆動システムは、交換式シャフト組立体１５０２００に対して閉鎖及び開放運動を適用することができる。閉鎖駆動システム１５００３０は、フレーム１５００２０によって枢動可能に支持される閉鎖トリガ１５００３２などのアクチュエータを含んでもよい。閉鎖トリガ１５００３２は、枢動ピン１５００３３によってハンドル組立体１５００１４に枢動可能に結合されることで閉鎖トリガ１５００３２が臨床医によって操作されることを可能にする。臨床医がハンドル組立体１５００１４のピストルグリップ部分１５００１９を掴持する際、閉鎖トリガ１５００３２は、開始位置又は「非作動」位置から「作動」位置に、より具体的には完全に圧縮された位置又は完全に作動された位置に枢動することができる。

【０２０７】

ハンドル組立体１５００１４及びフレーム１５００２０は、それらに取り付けられた交換式シャフト組立体の対応する部分に発射運動を適用するように構成された発射駆動システム１５００８０を動作可能に支持してもよい。発射駆動システム１５００８０は、ハンドル組立体１５００１４のピストルグリップ部分１５００１９に設置された電気モータ１５００８２を利用してもよい。電気モータ１５００８２は、例えば約２５，０００ＲＰＭの最大回転スピードを有するブラシ付きＤＣモータであってもよい。その他の構成では、モータとしては、ブラシレスモータ、コードレスモータ、同期モータ、ステッパモータ、又はその他の任意の好適な電気モータを挙げてもよい。電気モータ１５００８２は、取り外し可能な電源パック１５００９２を備え得る電源１５００９０によって給電されてもよい。取り外し可能な電源パック１５００９２は、遠位ハウジング部分１５００９６に取り付けるように構成された近位ハウジング部分１５００９４を備えてもよい。近位ハウジング部分１５００９４及び遠位ハウジング部分１５００９６は、その中で複数の電池１５００９８を動作可能に支持するように構成される。電池１５００９８はそれぞれ、例えば、リチウムイオン（ＬＩ）又は他の好適な電池を含んでもよい。遠位ハウジング部分１５００９６は、制御回路基板１５０１００に取り外し可能かつ動作可能に取り付けられるように構成されており、制御回路基板は電気モータ１５００８２に動作可能に結合されている。直列に接続されたいくつかの電池１５００９８が、外科用器具１５００１０に給電することができる。電源１５００９０は、交換可能及び／又は再充電可能であってもよい。カバー１５００４５の下方に位置するディスプレイ１５００４３は、制御回路基板１５０１００に電気的に結合されている。ディスプレイ１５００４３を露出させるために、カバー１５００４５は取り除かれてもよい。

【０２０８】

電気モータ１５００８２は、長手方向に移動可能な駆動部材１５０１２０上にある駆動歯１５０１２２のセット又はラックと噛合係合で装着されるギア減速機アセンブリ１５００８４と動作可能に連携する回転式シャフト（図示せず）を含み得る。長手方向に移動可能な駆動部材１５０１２０は、ギア減速機アセンブリ１５００８４の対応する駆動ギア１５００８６と噛合係合するために、その上に形成された駆動歯１５０１２２のラックを有する。

【０２０９】

使用の際、電源１５００９０によって提供される電圧極性によって電気モータ１５００８２を時計方向に動作させることができるが、電池によって電気モータに印加される電圧極性は、電気モータ１５００８２を反時計方向に動作させるために反転させることもできる。電気モータ１５００８２が一方向に回転されると、長手方向に移動可能な駆動部材１５０１２０は、遠位方向「ＤＤ」に軸方向に駆動されることになる。電気モータ１５００

８２が反対の回転方向に駆動されると、長手方向に移動可能な駆動部材１５０１２０は、近位方向「ＰＤ」に軸方向に駆動されることになる。ハンドル組立体１５００１４は、電源１５００９０によって電気モータ１５００８２に印加される極性を反転させるように構成され得るスイッチを含むことができる。ハンドル組立体１５００１４は、長手方向に移動可能な駆動部材１５０１２０の位置、及び／又は長手方向に移動可能な駆動部材１５０１２０が移動される方向を検出するように構成されたセンサを含んでもよい。

【０２１０】

電気モータ１５００８２の作動は、ハンドル組立体１５００１４上に枢動可能に支持される発射トリガ１５０１３０によって制御され得る。発射トリガ１５０１３０は、非作動位置と作動位置との間で枢動されてよい。

【０２１１】

図２５に戻ると、交換式シャフト組立体１５０２００はエンドエフェクタ１５０３００を含み、エンドエフェクタ１５０３００は、外科用ステープルカートリッジ１５０３０４をその中で動作可能に支持するように構成された細長いチャネル１５０３０２を備える。エンドエフェクタ１５０３００は、細長いチャネル１５０３０２に対して枢動可能に支持されるアンビル１５０３０６を含んでもよい。交換式シャフト組立体１５０２００は、関節継手１５０２７０を含んでもよい。エンドエフェクタ１５０３００及び関節継手１５０２７０の構成及び動作は、その全体が参照として本明細書に組み込まれる、「ＡＲＴＩＣＵＬＡＴＡＢＬＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴ　ＣＯＭＰＲＩＳＩＮＧ　ＡＮ　ＡＲＴＩＣＵＬＡＴＩＯＮ　ＬＯＣＫ」と題される米国特許出願公開第２０１４／０２６３５４１号に記述されている。交換式シャフト組立体１５０２００は、ノズル部分１５０２０２、１５０２０３から構成される近位ハウジング又はノズル１５０２０１を含んでもよい。交換式シャフト組立体１５０２００は、シャフト軸ＳＡに沿って延びる閉鎖管１５０２６０を含んでもよく、閉鎖管１５０２６０はエンドエフェクタ１５０３００のアンビル１５０３０６を閉鎖及び／又は開放するために利用され得る。

【０２１２】

図２５に戻ると、前述の参考文献である米国特許出願公開第２０１４／０２６３５４１号に記載されている方法で、例えば閉鎖トリガ１５００３２の作動に応答して閉鎖管１５０２６０を遠位方向（方向「ＤＤ」）に並進させてアンビル１５０３０６を閉鎖する。アンビル１５０３０６は、閉鎖管１５０２６０を近位方向に並進させることによって開放される。アンビルの開放位置において、閉鎖管１５０２６０は、その近位位置へと動かされる。

【０２１３】

図２７は、本開示の少なくとも一態様による、交換式シャフト組立体１５０２００の一部分の別の分解組立図で示した組立体の図である。交換式シャフト組立体１５０２００は、スパイン１５０２１０の内部で軸方向に移動するように支持された発射部材１５０２２０を含んでもよい。発射部材１５０２２０は、遠位切断部分又はナイフバー１５０２８０に取り付けるように構成された中間発射シャフト１５０２２２を含む。発射部材１５０２２０は、「第２のシャフト」又は「第２のシャフト組立体」と呼ばれる場合もある。中間発射シャフト１５０２２２は、その遠位端に、ナイフバー１５０２８０の近位端１５０２８２にあるタブ１５０２８４を受容するように構成された長手方向スロット１５０２２３を含んでもよい。長手方向スロット１５０２２３及び近位端１５０２８２は、それらの間で相対移動が可能なように構成されてもよく、スリップ継手１５０２８６を備える場合もある。スリップ継手１５０２８６は、発射部材１５０２２０の中間発射シャフト１５０２２２が、ナイフバー１５０２８０を動かさずに、又は少なくとも実質的に動かさずに、エンドエフェクタ１５０３００を関節継手１５０２７０を中心に関節運動させることを可能にし得る。ひとたびエンドエフェクタ１５０３００が適切に配向されると、長手方向スロット１５０２２３の近位の側壁がタブ１５０２８４に接触するまで中間発射シャフト１５０２２２を遠位方向に前進させてナイフバー１５０２８０を前進させ、チャネル１５０３０２内に位置するステープルカートリッジを発射することができる。スパイン１５０２１

０は内部に細長い開口部又は窓１５０２１３を有することで、スパイン１５０２１０の中への中間発射シャフト１５０２２２の組み付け及び挿入を容易にする。ひとたび中間発射シャフト１５０２２２がそこに挿入されると、頂部フレームセグメント１５０２１５がシャフトフレーム１５０２１２と係合されて、中間発射シャフト１５０２２２及びナイフバー１５０２８０を中に封入し得る。発射部材１５０２２０の動作は、米国特許出願公開第２０１４／０２６３５４１号に見出すことができる。スパイン１５０２１０は、発射部材１５０２２０と、スパイン１５０２１０の周りに延びる閉鎖管１５０２６０とを摺動可能に支持するように構成され得る。スパイン１５０２１０は、関節運動駆動器１５０２３０を摺動可能に支持してもよい。

【０２１４】

交換式シャフト組立体１５０２００は、関節運動駆動器１５０２３０を発射部材１５０２２０に選択的かつ取り外し可能に連結するように構成されたクラッチ組立体１５０４００を含み得る。クラッチ組立体１５０４００は、発射部材１５０２２０の周りに位置付けられたロックカラー又はロックスリーブ１５０４０２を含み、ロックスリーブ１５０４０２は、ロックスリーブ１５０４０２が関節運動駆動器１５０２３０を発射部材１５０２２０に結合する係合位置と、関節運動駆動器１５０２３０が発射部材１５０２２０に動作可能に結合されない係合解除位置との間で回転させることができる。ロックスリーブ１５０４０２がその係合位置にあるときは、発射部材１５０２２０の遠位方向の移動によって、関節運動駆動器１５０２３０を遠位方向に移動させることができ、またそれに対応して、発射部材１５０２２０の近位方向の移動によって関節運動駆動器１５０２３０を近位方向に移動させることができる。ロックスリーブ１５０４０２がその係合が解除された位置にあるときは、発射部材１５０２２０の移動は関節運動駆動器１５０２３０に伝達されず、その結果、発射部材１５０２２０を関節運動駆動器１５０２３０とは無関係に移動させることができる。ノズル１５０２０１は、米国特許出願公開第２０１４／０２６３５４１号に記載されている様々な方式で、関節駆動システムと発射駆動システムとを動作可能に係合させ、かつ係合を解除させるために用いることができる。

【０２１５】

交換式シャフト組立体１５０２００は、スリップリング組立体１５０６００を備えることができ、スリップリング組立体１５０６００は、例えば、エンドエフェクタ１５０３００に及び／エンドエフェクタ１５０３００から電力を伝え、かつ／或いはエンドエフェクタ１５０３００に及び／又はエンドエフェクタ１５０３００から信号を通信するように構成することができる。スリップリング組立体１５０６００は、ノズル部分１５０２０２、１５０２０３内に画定されたスロットの内部に配置された近位コネクタフランジ１５０６０４及び遠位コネクタフランジ１５０６０１を備えることができる。近位コネクタフランジ１５０６０４は第１の面を備えることができ、遠位コネクタフランジ１５０６０１は、第１の面に隣接して配置され、第１の面に対して移動可能である第２の面を備えることができる。遠位コネクタフランジ１５０６０１は、シャフト軸線ＳＡ－ＳＡ（図２５）を中心にして近位コネクタフランジ１５０６０４に対して回転することができる。近位コネクタフランジ１５０６０４は、その第１の面に画定される、同心の、又は少なくとも実質的に同心の複数の導体１５０６０２を備えることができる。コネクタ１５０６０７は、遠位コネクタフランジ１５０６０１の近位側に装着することができ、複数の接点を有してもよく、各接点は、導体１５０６０２のうちの１つに対応し、それと電気的に接触している。そのような構成により、近位コネクタフランジ１５０６０４と遠位コネクタフランジ１５０６０１とが、それらの間の電気的接触を維持したまま相対的に回転することが可能になる。近位コネクタフランジ１５０６０４は、例えば、導体１５０６０２をシャフト回路基板と通信させることができる電気コネクタ１５０６０６を含み得る。少なくとも１つの事例では、複数の導体を備える配線用ハーネスが、電気コネクタ１５０６０６とシャフト回路基板との間に延びる場合がある。電気コネクタ１５０６０６は、シャーシ取り付けフランジ内に画定されたコネクタ開口部を通って近位方向に延びてもよい。「ＳＴＡＰＬＥ ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ ＴＩＳＳＵＥ ＴＨＩＣＫＮＥＳＳ ＳＥＮＳＯＲ ＳＹＳＴＥＭ」

と題する、米国特許出願公開第２０１４／０２６３５５１号が、その全体が参照として本明細書に組み込まれる。「ＳＴＡＰＬＥ　ＣＡＲＴＲＩＤＧＥ　ＴＩＳＳＵＥ　ＴＨＩＣＫＮＥＳＳ　ＳＥＮＳＯＲ　ＳＹＳＴＥＭ」と題する、米国特許出願公開第２０１４／０２６３５５２号が、その全体が参照として本明細書に組み込まれる。スリップリング組立体１５０６００に関する更なる詳細は、米国特許出願公開第２０１４／０２６３５４１号に見出されてよい。

【０２１６】

交換式シャフト組立体１５０２００は、ハンドル組立体１５００１４に固定可能に取り付けられている近位部分と、長手方向軸を中心に回転可能である遠位部分とを含み得る。回転可能な遠位シャフト部分は、スリップリング組立体１５０６００を中心にして近位部分に対して回転させることができる。スリップリング組立体１５０６００の遠位コネクタフランジ１５０６０１は、回転可能な遠位シャフト部分内に位置付けることができる。

【０２１７】

図２８は、本開示の少なくとも一態様による、図２５の外科用器具１５００１０のエンドエフェクタ１５０３００の一態様の分解組立図である。エンドエフェクタ１５０３００は、アンビル１５０３０６と、外科用ステープルカートリッジ１５０３０４とを含んでよい。アンビル１５０３０６は、細長いチャネル１５０３０２に結合されてよい。アンビル１５０３０６から延びるピン１５０１５２を受容するように、細長いチャネル１５０３０２の中に開口１５０１９９を画定することで、アンビル１５０３０６を細長いチャネル１５０３０２及び外科用ステープルカートリッジ１５０３０４に対して開放位置から閉鎖位置まで枢動させることを可能にすることができる。発射バー１５０１７２は、エンドエフェクタ１５０３００の中に長手方向に並進するように構成される。発射バー１５０１７２は、１つの中実部分から構築されてもよく、又は鋼板のスタックを含む積層材料を含んでもよい。発射バー１５０１７２は、Ｉビーム１５０１７８と、その遠位端にある切刃１５０１８２とを備える。発射バー１５０１７２の遠位方向に突出する端部をＩビーム１５０１７８に取り付けることで、アンビル１５０３０６が閉鎖位置にあるときに、細長いチャネル１５０３０２内に位置付けられた外科用ステープルカートリッジ１５０３０４から空間を空けてアンビル１５０３０６を配置するのを補助することができる。Ｉビーム１５０１７８は、Ｉビーム１５０１７８を発射バー１５０１７２によって遠位に前進させる際に組織を切断するために鋭利な切刃１５０１８２を含んでもよい。動作時に、Ｉビーム１５０１７８は、外科用ステープルカートリッジ１５０３０４を発射する場合がある、又は発射する。外科用ステープルカートリッジ１５０３０４は、ステープルドライバ１５０１９２上に載置された複数のステープル１５０１９１を、それぞれ上向きに開いたステープルくぼみ１５０１９５内に保持する成形されたカートリッジ本体１５０１９４を含むことができる。楔形スレッド１５０１９０がＩビーム１５０１７８によって遠位方向に駆動され、外科用ステープルカートリッジ１５０３０４のカートリッジトレイ１５０１９６上を摺動する。楔形スレッド１５０１９０は、Ｉビーム１５０１７８の切刃１５０１８２が掴持された組織を切断する間、ステープルドライバ１５０１９２を上向きにカム作用して、ステープル１５０１９１を押し出してアンビル１５０３０６と変形接触させる。

【０２１８】

Ｉビーム１５０１７８は、発射中、アンビル１５０３０６に係合する上部ピン１５０１８０を含むことができる。Ｉビーム１５０１７８は、カートリッジ本体１５０１９４、カートリッジトレイ１５０１９６、及び細長いチャネル１５０３０２の一部に係合するために中央ピン１５０１８４及び底部フット１５０１８６を含んでもよい。外科用ステープルカートリッジ１５０３０４が細長いチャネル１５０３０２内に配置されたとき、カートリッジ本体１５０１９４内に画定されたスロット１５０１９３を、カートリッジトレイ１５０１９６内に画定された長手方向スロット１５０１９７、及び細長いチャネル１５０３０２内に画定されたスロット１５０１８９と位置合わせすることができる。使用時、Ｉビーム１５０１７８は、位置合わせされた長手方向スロット１５０１９３、１５０１９７、及び１５０１８９を通って摺動することができ、図２８に示されるように、Ｉビーム１５０

１７８の底部フット１５０１８６は、スロット１５０１８９の長さに沿って細長いチャネル１５０３０２の底面に沿って通っている溝に係合することができ、中央ピン１５０１８４は、長手方向スロット１５０１９７の長さに沿ってカートリッジトレイ１５０１９６の上面に係合することができ、上部ピン１５０１８０は、アンビル１５０３０６に係合することができる。発射バー１５０１７２が遠位方向に前進して外科用ステープルカートリッジ１５０３０４からステープルを発射する際、及び／又はアンビル１５０３０６と外科用ステープルカートリッジ１５０３０４との間に捕捉された組織を切開するとき、Ｉビーム１５０１７８は、アンビル１５０３０６と外科用ステープルカートリッジ１５０３０４との間に間隔を空けるか、又はそれらの相対移動を制限することができる。発射バー１５０１７２及びＩビーム１５０１７８を近位方向に後退させ、それによりアンビル１５０３０６が開かれ、ステープル留めされ切断された２つの組織部分を解放することが可能になる。

【０２１９】

図２９Ａ及び図２９Ｂは、本開示の少なくとも一態様による、２枚の図面に及ぶ、図２５の外科用器具１５００１０の制御回路１５０７００のブロック図である。主に図２９Ａ及び図２９Ｂを参照すると、ハンドル組立体１５０７０２は、モータ１５０７１４を含んでよく、このモータは、モータ駆動器１５０７１５によって制御され得るものであり、また外科用器具１５００１０の発射システムによって利用することができる。様々な形態において、モータ１５０７１４は、約２５，０００ＲＰＭの最大回転速度を有するブラシ付きＤＣ駆動モータであってよい。別の構成において、モータ１５０７１４はブラシレスモータ、コードレスモータ、同期モータ、ステッパモータ、又は任意の他の好適な電気モータを含んでよい。モータ駆動器１５０７１５は、例えば、電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）１５０７１９を含むＨブリッジドライバを備えてもよい。モータ１５０７１４は、制御電力を外科用器具１５００１０に供給するためにハンドル組立体１５０２００に解放可能に取り付けられた電源組立体１５０７０６により給電されてもよい。電源組立体１５０７０６は、外科用器具１５００１０に給電するための電源として使用され得る、直列に接続された複数の電池を備えてもよい。特定の状況下では、電源組立体１５０７０６の電池セルは、交換可能及び／又は再充電可能であってよい。少なくとも１つの例では、電池セルは、電源組立体１５０７０６に別個に連結可能であり得るリチウムイオン電池であってよい。

【０２２０】

シャフト組立体１５０７０４は、シャフト組立体１５０７０４と電源組立体１５０７０６がハンドル組立体１５０７０２に連結されている間、インターフェースを介して安全コントローラ及び電力管理コントローラ１５０７１６と通信可能であるシャフト組立体コントローラ１５０７２２を含むことができる。例えば、インターフェースは、シャフト組立体１５０７０４及び電源組立体１５０７０６がハンドル組立体１５０７０２に連結されている間、シャフト組立体コントローラ１５０７２２と電力管理コントローラ１５０７１６との間の電気通信を可能にするために、対応するシャフト組立体電気コネクタとの連結係合のために１つ又は２つ以上の電気コネクタを含み得る第１のインターフェース部分１５０７２５と、対応する電源組立体電気コネクタとの連結係合のために１つ又は２つ以上の電気コネクタを含み得る第２のインターフェース部分１５０７２７とを備えてもよい。インターフェースを介して１つ又は２つ以上の通信信号を送信して、取り付けられた交換式シャフト組立体１５０７０４の１つ又は２つ以上の電力要件を電力管理コントローラ１５０７１６に伝達することができる。それに応じて、電力管理コントローラは、取り付けられたシャフト組立体１５０７０４の電力要件に従って、以下に更に詳細に記載されているように、電源組立体１５０７０６の電池の電力出力を変調してもよい。コネクタは、ハンドル組立体１５０７０２のシャフト組立体１５０７０４及び／又は電源組立体１５０７０６への機械的連結係合の後に作動されることで、シャフト組立体コントローラ１５０７２２と電力管理コントローラ１５０７１６との電気的通信を可能にすることがスイッチを備える。

【０２２１】

インターフェースは、例えば、ハンドル組立体１５０７０２の中にあるメインコントローラ１５０７１７を通して通信信号の経路指定を行うことにより、電力管理コントローラ１５０７１６とシャフト組立体コントローラ１５０７２２との間の１つ又は２つ以上の通信信号の伝達を容易にすることができる。他の状況下では、インターフェースは、シャフト組立体１５０７０４及び電源組立体１５０７０６がハンドル組立体１５０７０２に連結されている間、ハンドル組立体１５０７０２を介した電力管理コントローラ１５０７１６とシャフト組立体コントローラ１５０７２２との間の直接ラインの通信を容易にする場合もある。

【０２２２】

メインコントローラ１５０７１７は、Ｔｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓの商標名ＡＲＭ　Ｃｏｒｔｅｘとして知られるものなど、任意のシングルコア又はマルチコアプロセッサであってよい。一態様では、メインコントローラ１５０７１７は、例えば、その詳細が製品データシートで入手可能である、最大４０ＭＨｚの２５６ＫＢのシングルサイクルフラッシュメモリ若しくは他の不揮発性メモリのオンチップメモリ、性能を４０ＭＨｚ超に改善するためのプリフェッチバッファ、３２ＫＢのシングルサイクルシリアルランダムアクセスメモリ（ＳＲＡＭ）、ＳｔｅｌｌａｒｉｓＷａｒｅ（登録商標）ソフトウェアを搭載した内部読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）、２ＫＢの電気的消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（ＥＥＰＲＯＭ）、１つ又は２つ以上のパルス幅変調（ＰＷＭ）モジュール、１つ又は２つ以上の直交エンコーダ入力（ＱＥＩ）アナログ、１２個のアナログ入力チャネルを備える１つ又は２つ以上の１２ビットアナログ－デジタル変換器（ＡＤＣ）を含む、Ｔｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓから入手可能なＬＭ４Ｆ２３０Ｈ５ＱＲ　ＡＲＭ　Ｃｏｒｔｅｘ－Ｍ４Ｆプロセッサコアであってもよい。

【０２２３】

安全コントローラは、やはりＴｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓの商標名Ｈｅｒｃｕｌｅｓ　ＡＲＭ　Ｃｏｒｔｅｘ　Ｒ４として知られている、ＴＭＳ５７０及びＲＭ４ｘなど、２つのコントローラベースファミリを備える安全コントローラプラットフォームであってよい。安全コントローラは、拡張性のある性能、接続性、及びメモリの選択肢を提供しながら、高度な集積型安全機構を提供するために、中でも特に、ＩＥＣ６１５０８及びＩＳＯ２６２６２の安全限界用途専用に構成されてもよい。

【０２２４】

電源組立体１５０７０６は、電力管理コントローラ１５０７１６、電力変調器１５０７３８、及び電流感知回路１５０７３６を含み得る電力管理回路を含んでよい。シャフト組立体１５０７０４及び電源組立体１５０７０６がハンドル組立体１５０７０２に連結されている間、電力管理回路は、シャフト組立体１５０７０４の電力要件に基づいて電池の電力出力を変調するように構成され得る。電力管理コントローラ１５０７１６は、電源組立体１５０７０６の電力出力の電力変調器１５０７３８を制御するようにプログラムすることができ、電流感知回路１５０７３６を利用して、電源組立体１５０７０６の電力出力を監視して、電池の電力出力に関するフィードバックを電力管理コントローラ１５０７１６に提供することができることで、電力管理コントローラ１５０７１６は、電源組立体１５０７０６の電力出力を調節して、所望の出力を維持することができる。電力管理コントローラ１５０７１６及び／又はシャフト組立体コントローラ１５０７２２はそれぞれ、多数のソフトウェアモジュールを記憶可能な１つ若しくは２つ以上のプロセッサ、及び／又はメモリユニットを備えることができる。

【０２２５】

外科用器具１５００１０（図２５～図２８）は、感覚フィードバックをユーザに提供するための装置を含み得る出力装置１５０７４２を備えてもよい。このような装置は、例えば、視覚的フィードバック装置（例えば、ＬＣＤ表示画面、ＬＥＤインジケータ）、可聴フィードバック装置（例えば、スピーカー、ブザー）又は触覚フィードバック装置（例えば、触覚作動装置）を含んでもよい。特定の状況下では、出力装置１５０７４２は、ハンドル組立体１５０７０２に含まれ得るディスプレイ１５０７４３を備えてよい。シャフト

組立体コントローラ１５０７２２及び／又は電力管理コントローラ１５０７１６は、出力装置１５０７４２を介して外科用器具１５００１０のユーザにフィードバックを提供することができる。インターフェースは、シャフト組立体コントローラ１５０７２２及び／又は電力管理コントローラ１５０７１６を出力装置１５０７４２に接続するように構成することができる。出力装置１５０７４２は代わりに、電源組立体１５０７０６と一体化される場合もある。このような状況下では、シャフト組立体１５０７０４がハンドル組立体１５０７０２に連結される一方で、出力装置１５０７４２とシャフト組立体コントローラ１５０７２２との間の通信はインターフェースを介して成し遂げられてよい。

【０２２６】

制御回路１５０７００は、電動外科用器具１５００１０の動作を制御するように構成された回路セグメントを備える。安全コントローラセグメント（セグメント１）は、安全コントローラ、及びメインコントローラ１５０７１７セグメント（セグメント２）を備える。安全コントローラ及び／又はメインコントローラ１５０７１７は、加速度セグメント、ディスプレイセグメント、シャフトセグメント、エンコーダセグメント、モータセグメント、及び電力セグメントなどの１つ又は２つ以上の追加の回路セグメントと相互作用するように構成されている。回路セグメントのそれぞれは、安全コントローラ及び／又はメインコントローラ１５０７１７に連結されてよい。メインコントローラ１５０７１７もまた、フラッシュメモリに連結される。メインコントローラ１５０７１７は、シリアル通信インターフェースもまた備える。メインコントローラ１５０７１７は、例えば、１つ若しくは２つ以上の回路セグメント、電池、及び／又は複数のスイッチに連結された複数の入力を備える。セグメント化回路は、例えば、電動外科用器具１５００１０内のプリント回路基板組立体（ＰＣＢＡ）など、任意の好適な回路によって実装されてもよい。プロセッサという用語は、本明細書で使用するとき、任意のマイクロプロセッサ、プロセッサ、１つ若しくは複数のコントローラ、又は、コンピュータの中央処理装置（central processing unit、ＣＰＵ）の機能を１つの集積回路又は最大で数個の集積回路上に組み込んだ、他の基本コンピューティングデバイスを含むと理解されるべきである。メインコントローラ１５０７１７は、デジタルデータを入力として受理し、メモリに記憶された命令に従ってそのデータを処理し、結果を出力として提供する多目的のプログラム可能装置である。これは、内部メモリを有するので、逐次的デジタル論理の一例である。制御回路１５０７００は、本明細書で記載される１つ又は２つ以上のプロセスを実装するように構成されてもよい。

【０２２７】

加速度セグメント（セグメント３）は加速度計を備える。加速度計は、電動外科用器具１５００１０の移動又は加速度を検出するように構成されている。加速度計からの入力は、スリープモードとの間での遷移、電動外科用器具の配向の識別、及び／又は外科用器具が落下したときの識別に使用されてもよい。いくつかの例では、加速度セグメントは安全コントローラ及び／又はメインコントローラ１５０７１７に連結される。

【０２２８】

ディスプレイセグメント（セグメント４）は、メインコントローラ１５０７１７に連結されたディスプレイコネクタを備える。ディスプレイコネクタは、ディスプレイの１つ又は２つ以上の集積回路ドライバを通してメインコントローラ１５０７１７をディスプレイに連結している。ディスプレイの集積回路ドライバは、ディスプレイと一体化されてよく、かつ／又はディスプレイとは別個に配置されてよい。ディスプレイは、例えば、有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）ディスプレイ、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）、及び／又は任意の他の好適なディスプレイなど、任意の好適なディスプレイを含んでもよい。いくつかの例では、ディスプレイセグメントは安全コントローラに連結される。

【０２２９】

シャフトセグメント（セグメント５）は、外科用器具１５００１０（図２５～図２８）に連結された交換式シャフト組立体１５０２００（図２５及び図２７）用の制御部、及び／又は、交換式シャフト組立体１５０２００に連結されたエンドエフェクタ１５０３００

用の１つ若しくは２つ以上の制御部を備える。シャフトセグメントは、メインコントローラ１５０７１７をシャフトＰＣＢＡに連結するように構成されたシャフトコネクタを備える。シャフトＰＣＢＡは、強誘電性ランダムアクセスメモリ（ＦＲＡＭ）、関節運動スイッチ、シャフト解放ホール効果スイッチ、及びシャフトＰＣＢＡ　ＥＥＰＲＯＭを有する低電力マイクロコントローラを備える。シャフトＰＣＢＡ　ＥＥＰＲＯＭは、交換式シャフト組立体１５０２００及び／又はシャフトＰＣＢＡに固有の、１つ若しくは２つ以上のパラメータ、ルーチン、及び／又はプログラムを含む。シャフトＰＣＢＡは交換式シャフト組立体１５０２００に連結されてよい、及び／又は外科用器具１５００１０と一体であってもよい。いくつかの例では、シャフトセグメントは、第２のシャフトＥＥＰＲＯＭを備える。第２のシャフトＥＥＰＲＯＭは、電動外科用器具１５００１０と連携され得る１つ又は２つ以上のシャフト組立体１５０２００及び／又はエンドエフェクタ１５０３００に対応する複数のアルゴリズム、ルーチン、パラメータ、及び／又は他のデータを含む。

【０２３０】

位置エンコーダセグメント（セグメント６）は、１つ又は２つ以上の磁気式角度回転位置エンコーダを備える。１つ又は２つ以上の磁気式角度回転位置エンコーダは、外科用器具１５００１０（図２５～図２８）のモータ１５０７１４、交換式シャフト組立体１５０２００（図２５及び図２７）、及び／又はエンドエフェクタ１５０３００の回転位置を識別するように構成されている。いくつかの例では、磁気式角度回転位置エンコーダは、安全コントローラ及び／又はメインコントローラ１５０７１７に連結されてよい。

【０２３１】

モータ回路セグメント（セグメント７）は、電動外科用器具１５００１０（図２５～図２８）の移動を制御するように構成されたモータ１５０７１４を備える。モータ１５０７１４は、１つ又は２つ以上のＨブリッジ電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）、及びモータコントローラを備えるＨブリッジドライバにより主マイクロコントローラプロセッサ１５０７１７に連結される。Ｈブリッジドライバはまた、安全コントローラにも連結される。モータ電流センサは、モータの電引き込み電流を測定するため、モータと直列に連結している。モータ電流センサは、メインコントローラ１５０７１７及び／又は安全コントローラと信号通信している。いくつかの例では、モータ１５０７１４は、モータ電磁干渉（ＥＭＩ）フィルタに連結されている。

【０２３２】

モータコントローラは、第１のモータフラグ及び第２のモータフラグを制御して、モータ１５０７１４のステータス及び位置をメインコントローラ１５０７１７に示す。メインコントローラ１５０７１７は、バッファを介して、パルス幅変調（ＰＷＭ）高信号、ＰＷＭ低信号、方向信号、同期信号及びモータリセット信号をモータコントローラに提供する。電力セグメントは、セグメント電圧を回路セグメントのそれぞれに提供するように構成される。

【０２３３】

電力セグメント（セグメント８）は、安全コントローラ、メインコントローラ１５０７１７、及び追加の回路セグメントに連結された電池を備える。電池は、電池コネクタ及び電流センサによってセグメント化回路に連結されている。電流センサは、セグメント化回路の合計引き込み電流を測定するように構成されている。いくつかの例では、１つ又は２つ以上の電圧変換器が、所定の電圧値を１つ又は２つ以上の回路セグメントに提供するように構成されている。例えば、いくつかの例では、セグメント化回路は、３．３Ｖ電圧変換器及び／又は５Ｖ電圧変換器を備えてもよい。ブースト変換器は、例えば最大１３Ｖなど、既定量までのブースト電圧を提供するように構成されている。ブースト変換器は、電力集約的な動作の間、追加の電圧及び／又は電流を提供し、電圧低下又は低電力状態を防止するように構成されている。

【０２３４】

複数のスイッチが、安全コントローラ及び／又はメインコントローラ１５０７１７に結合されている。スイッチは、セグメント化回路の、外科用器具１５００１０（図２５～図

２８）の動作を制御する、及び／又は外科用器具１５００１０のステータスを示すように構成されてよい。緊急離脱ドアスイッチ、及び緊急離脱用のホール効果スイッチは、緊急離脱ドアのステータスを示すように構成される。例えば、左側関節運動左スイッチ、左側関節運動右スイッチ、左側関節運動中央スイッチ、右側関節運動左スイッチ、右側関節運動右スイッチ、及び右側関節運動中央スイッチなど、複数の関節運動スイッチが、交換式シャフト組立体１５０２００（図２５及び図２７）及び／又はエンドエフェクタ１５０３００（図２５及び図２８）の関節運動を制御するように構成されている。左側反転スイッチ及び右側反転スイッチが、メインコントローラ１５０７１７に結合される。左側関節運動左スイッチ、左側関節運動右スイッチ、左側関節運動中央スイッチ、及び左側反転スイッチを備える左側スイッチは、左側可撓コネクタによってメインコントローラ１５０７１７に結合される。右側関節運動左スイッチ、右側関節運動右スイッチ、右側関節運動中央スイッチ、及び右側反転スイッチを備える右側スイッチは、右側可撓コネクタによってメインコントローラ１５０７１７に結合される。発射スイッチ、掴持解除スイッチ、及びシャフト係合スイッチが、メインコントローラ１５０７１７に結合される。

【０２３５】

任意の好適な機械的スイッチ、電気機械的スイッチ、又は固体スイッチを用いて、任意の組み合わせで、複数のスイッチを実装してよい。例えば、スイッチは、外科用器具１５００１０（図２５～図２８）又は対象体の存在と関連付けられた構成要素の運動により作動される制限スイッチであってよい。このようなスイッチを用いて、外科用器具１５００１０と関連付けられた様々な機能を制御することができる。制限スイッチは、一組の接触部と機械的につながったアクチュエータからなる、電気機械装置である。対象体がアクチュエータと接触すると、装置はその接触部を操作して、電気的接続を作成する、又は破壊する。その丈夫さ、取り付けの容易さ、及び動作の信頼性により、制限スイッチは様々な用途及び環境で用いられる。制限スイッチは、対象体の有無、通過、配置、及び移動の終了を判定することができる。他の実装形態においては、スイッチは、とりわけホール効果装置、磁気抵抗性（ＭＲ）装置、巨大磁気抵抗性（ＧＭＲ）装置、磁力計などの、磁場の影響下にて稼働する、固体スイッチであってもよい。他の実装形態では、スイッチは、とりわけ光センサ、赤外線センサ、紫外線センサなどの光の影響下で動作する固体スイッチであってもよい。更に、スイッチは、例えばトランジスタ（例えば、ＦＥＴ、接合ＦＥＴ、金属酸化物半導体ＦＥＴ（ＭＯＳＦＥＴ）、バイポーラなど）などの固体装置であってもよい。他のスイッチは、とりわけ、無線スイッチ、超音波スイッチ、加速度計、慣性センサを含んでもよい。

【０２３６】

図３０は、本開示の少なくとも一態様により、ハンドル組立体１５０７０２と電源組立体１５０７０６との間のインターフェース、及びハンドル組立体１５０７０２と交換式シャフト組立体１５０７０４との間のインターフェースを示す、図２５の外科用器具の制御回路１５０７００の別のブロック図である。ハンドル組立体１５０７０２は、メインコントローラ１５０７１７、シャフト組立体コネクタ１５０７２６、及び電源組立体コネクタ１５０７３０を備えてよい。電源組立体１５０７０６は、電源組立体コネクタ１５０７３２と、電力管理コントローラ１５０７１６、電力変調器１５０７３８及び電流感知回路１５０７３６を備えてよい電力管理回路１５０７３４とを含んでよい。シャフト組立体コネクタ１５０７３０、１５０７３２はインターフェース１５０７２７を形成する。交換式シャフト組立体１５０７０４及び電源組立体１５０７０６がハンドル組立体１５０７０２に連結されている間、電力管理回路１５０７３４は、交換式シャフト組立体１５０７０４の電力要件に基づいて電池１５０７０７の電力出力を変調するように構成することができる。例えば、電力管理コントローラ１５０７１６は、電源組立体１５０７０６の電力出力の電力変調器１５０７３８を制御するようにプログラムすることができ、電流感知回路１５０７３６は、電源組立体１５０７０６の電力出力を監視して、電池１５０７０７の電力出力に関するフィードバックを電力管理コントローラ１５０７１６に提供するために利用することができることで、電力管理コントローラ１５０７１６は、電源組立体１５０７０６

の電力出力を調節して所望の出力を維持することができる。シャフト組立体１５０７０４は、不揮発性メモリ１５０７２１及びシャフト組立体コネクタ１５０７２８に連結されてシャフト組立体１５０７０４をハンドル組立体１５０７０２に電気的に連結する、シャフトプロセッサ１５０７２０を備える。シャフト組立体コネクタ１５０７２６、１５０７２８は、インターフェース１５０７２５を形成する。メインコントローラ１５０７１７、シャフトプロセッサ１５０７２０及び／又は電力管理コントローラ１５０７１６は、本明細書で記載されるプロセスの１つ又は２つ以上を実装するように構成することができる。

【０２３７】

外科用器具１５００１０（図２５～図２８）は、感覚フィードバックをユーザに送る出力装置１５０７４２を備えてもよい。このような装置は、視覚的フィードバック装置（例えば、ＬＣＤ表示画面、ＬＥＤインジケータ）、可聴フィードバック装置（例えば、スピーカー、ブザー）又は触覚フィードバック装置（例えば、触覚作動装置）を含んでよい。特定の状況下では、出力装置１５０７４２は、ハンドル組立体１５０７０２に含まれ得るディスプレイ１５０７４３を備えてもよい。シャフト組立体コントローラ１５０７２２及び／又は電力管理コントローラ１５０７１６は、出力装置１５０７４２を介して外科用器具１５００１０のユーザにフィードバックを提供し得る。インターフェース１５０７２７は、シャフト組立体コントローラ１５０７２２及び／又は電力管理コントローラ１５０７１６を出力装置１５０７４２に接続するように構成され得る。出力装置１５０７４２は電源組立体１５０７０６と一体化される場合もある。交換式シャフト組立体１５０７０４がハンドル組立体１５０７０２に連結されている間、出力装置１５０７４２とシャフト組立体コントローラ１５０７２２との通信はインターフェース１５０７２５を介して成し遂げられ得る。外科用器具１５００１０（図２５～図２８）の動作を制御するための制御回路１５０７００（図２９Ａ及び図２９Ｂ並びに図６）を記載したが、本開示はここから外科用器具１５００１０（図２５～図２８）及び制御回路１５０７００の様々な構成に転じる。

【０２３８】

図３１を参照すると、外科用ステープラ１５１０００は、ハンドル構成要素１５１００２、シャフト構成要素１５１００４及びエンドエフェクタ構成要素１５１００６を含んでよい。外科用ステープラ１５１０００は、図２５に関連して記載されるモータ駆動式外科用切断及び締結器具１５００１０と同様に構築され装備される。したがって、簡潔かつ明快にするため、動作及び構造の詳細はここでは繰り返さない。エンドエフェクタ１５１００６は、組織を圧縮、切断、又はステープル留めするために使用されてよい。次に、図３２を参照すると、エンドエフェクタ１５１０３０は、圧縮、切断、又はステープル留めの前に、医師によって組織１５１０３２を取り囲むように位置付けられてよい。図３２に示されるように、エンドエフェクタを使用する準備をしている間、組織に圧縮は加えなくてもよい。次に、図３３を参照すると、外科用ステープラのハンドル（例えば、ハンドル１５１００２）に係合することによって、医師は、エンドエフェクタ１５１０３０を使用して組織１５１０３２を圧縮してよい。一態様では、組織１５１０３２は、図３３に示すように、その最大閾値まで圧縮されてもよい。

【０２３９】

図３４を参照すると、エンドエフェクタ１５１０３０によって様々な力が組織１５１０３２に加えられる場合がある。例えば、組織１５１０３２がエンドエフェクタ１５１０３０のアンビル１５１０３４とチャネルフレーム１５１０３６との間で圧縮されるとき、垂直力Ｆ１及びＦ２がアンビル１５１０３４及びチャネルフレーム１５１０３６に加えられてよい。次に、図３５を参照すると、エンドエフェクタ１５１０３０によって圧縮される際、様々な斜め方向及び／又は横方向の力が組織１５１０３２に加えられる場合もある。例えば、力Ｆ３が適用されてよい。外科用ステープラ１５１０００などの医療装置を操作する目的のために、エンドエフェクタによって組織に加えられている様々な形態の圧縮を感知する、又は計算することが望ましい場合がある。例えば、垂直方向又は横方向の圧縮を知ることは、エンドエフェクタがステープルの動作をより精密に又はより正確に加えることを可能にし得る、或いは外科用ステープラをより適切に又はより安全に使用すること

ができるように外科用ステープラの情報を操作者に知らせる場合もある。
【０２４０】
組織１５１０３２を貫通する方向の圧縮は、組織１５１０３２のインピーダンスから判定されてよい。様々な圧縮水準において、組織１５１０３２のインピーダンスＺは増加又は減少し得る。電圧Ｖ及び電流Ｉを組織１５１０３２に印加することによって、組織１５１０３２のインピーダンスＺは、圧縮の様々な圧縮水準で判定されてよい。例えば、インピーダンスＺは、印加された電圧Ｖを電流Ｉで除することによって計算され得る。
【０２４１】
次に図３６を参照すると、一態様では、ＲＦ電極１５１０３８が、エンドエフェクタ１５１０３０の上（例えば、エンドエフェクタ１５１０３０のステープルカートリッジ、ナイフ、又はチャネルフレームの上）に位置付けられてよい。更に、電気接点１５１０４０が、エンドエフェクタ１５１０３０のアンビル１５１０３４の上に位置付けられてよい。一態様では、電気接点は、エンドエフェクタのチャネルフレームの上に位置付けられ得る。組織１５１０３２が、エンドエフェクタ１５１０３０のアンビル１５１０３４と、例えばチャネルフレーム１５１０３６との間で圧縮されるとき、組織１５１０３２のインピーダンスＺは変化する。エンドエフェクタ１５１０３０によって生じる垂直方向の組織圧縮１５１０４２は、組織１５１０３２のインピーダンスＺの関数として測定されてよい。
【０２４２】
次に図３７を参照すると、一態様では、ＲＦ電極１５１０３８が位置付けられるとき、電気接点１５１０４４は、エンドエフェクタ１５１０３０のアンビル１５１０３４の反対側の端部に位置付けられてもよい。組織１５１０３２がエンドエフェクタ１５１０３０のアンビル１５１０３４と、例えば、チャネルフレーム１５１０３６との間で圧縮されるとき、組織１５１０３２のインピーダンスＺは変化する。エンドエフェクタ１５１０３０によって生じる横方向の組織圧縮１５１０４６は、組織１５１０３２のインピーダンスＺの関数として測定されてよい。
【０２４３】
次に図３８を参照すると、一態様では、電気接点１５１０５０は、アンビル１５１０３４の上に位置付けられてもよく、電気接点１５１０５２は、チャネルフレーム１５１０３６においてエンドエフェクタ１５１０３０の反対端の上に位置付けられてもよい。ＲＦ電極１５１０４８は、エンドエフェクタ１５１０３０の中央部に側方に位置付けられ得る。組織１５１０３２がエンドエフェクタ１５１０３０のアンビル１５１０３４と、例えば、チャネルフレーム１５１０３６との間で圧縮されるとき、組織１５１０３２のインピーダンスＺは変化する。ＲＦ電極１５１０４８の両側における横方向の圧縮１５１０５４又は角度のある圧縮１５１０５６は、エンドエフェクタ１５１０３０によって生じてよく、ＲＦ電極１５１０４８、電気接点１５１０５０及び１５１０５２の相対的な位置付けに基づいて、組織１５１０３２の様々なインピーダンスＺの関数として測定されてよい。
【０２４４】
図３９に示されるように、周波数発生器１５１２２２は、電源１５１２２１から電力又は電流を受け取ってよく、１つ又は２つ以上のＲＦ信号を１つ又は２つ以上のＲＦ電極１５１２２４に供給してよい。上記で論じられたように、１つ又は２つ以上のＲＦ電極は、ステープルカートリッジ又はチャネルフレームなど、エンドエフェクタ又は外科用ステープラ上の様々な位置又は構成要素に位置付けられてよい。電気接点１５１２２６又は１５１２２８など、１つ又は２つ以上の電気接点は、エンドエフェクタのチャネルフレーム又はアンビルの上に位置付けられてよい。更に、フィルタ１５１２３０又は１５１２３２など、１つ又は２つ以上のフィルタが、電気接点１５１２２６又は１５１２２８と通信可能に結合され得る。フィルタ１５１２３０及び１５１２３２は、周波数発生器１５１２２２によって供給される１つ又は２つ以上のＲＦ信号を、単一のリターン経路１５１２３４に合流する前にフィルタ処理してよい。１つ又は２つ以上のＲＦ信号に関連付けられた電圧Ｖ及び電流Ｉは、１つ又は２つ以上のＲＦ電極１５１２２４と電気接点１５１２２６又は１５１２２８との間で圧縮され得る、及び／又は通信可能に結合され得る組織に関連した

インピーダンスＺを計算するために使用されてよい。

【０２４５】

更に図３９を参照すると、本明細書に記載される組織圧縮センサシステムの様々な構成要素は、外科用ステープラのハンドル１５１２３６内に配置されてよい。例えば、回路図１５１２２０ａに示されるように、周波数発生器１５１２２２は、ハンドル１５１２３６内に配置され、電源１５１２２１から電力を受け取ることができる。また、電流Ｉ１及び電流Ｉ２が、電気接点１５１２２８及び１５１２２６に対応するリターン経路上で測定され得る。供給経路とリターン経路との間で印加される電圧Ｖを使用して、インピーダンスＺ１及びＺ２が計算され得る。Ｚ１は、ＲＦ電極１５１２２４の１つ又は２つ以上と電気接点１５１２２８との間で圧縮される、及び／又は通信可能に結合される組織のインピーダンスに対応し得る。更に、Ｚ２は、ＲＦ電極１５１２２４の１つ又は２つ以上と電気接点１５１２２６との間で圧縮される、及び／又は通信可能に結合される組織のインピーダンスに対応し得る。式Ｚ１＝Ｖ／Ｉ１及びＺ２＝Ｖ／Ｉ２を適用すると、エンドエフェクタによって圧縮された組織の様々な圧縮水準に対応するインピーダンスＺ１及びＺ２が計算され得る。

【０２４６】

次に図４０を参照すると、本開示の１つ又は２つ以上の態様が回路図１５１２５０に記載されている。一実装形態では、外科用ステープラのハンドル１５１２５２にある電源は、周波数発生器１５１２５４に電力を供給し得る。周波数発生器１５１２５４は、１つ又は２つ以上のＲＦ信号を生成してよい。１つ又は２つ以上のＲＦ信号は、マルチプレクサ１５１２５６において多重化される、又は重ね合わされてもよく、マルチプレクサは、外科用ステープラのシャフト１５１２５８内にあり得る。このようにして、２つ又は３つ以上のＲＦ信号は、重ね合わされ（又は、例えば、共にネスト又は変調され）、エンドエフェクタに伝達され得る。１つ又は２つ以上のＲＦ信号は、外科用ステープラのエンドエフェクタ１５１２６２における（例えば、ステープルカートリッジ内に位置付けられる）１つ又は２つ以上のＲＦ電極１５１２６０に通電し得る。組織（図示せず）は、１つ又は２つ以上のＲＦ電極１５１２６０と１つ又は２つ以上の電気接点との間で圧縮される、及び／又は通信可能に結合され得る。例えば、組織は、１つ又は２つ以上のＲＦ電極１５１２６０と、エンドエフェクタ１５１２６２のチャネルフレーム内に位置付けられた電気接点１５１２６４又はエンドエフェクタ１５１２６２のアンビル内に位置付けられた電気接点１５１２６６との間で圧縮され得る、及び／又は通信可能に結合され得る。フィルタ１５１２６８は、電気接点１５１２６４に通信可能に結合されてよく、フィルタ１５１２７０は、電気接点１５１２６６に通信可能に結合されてよい。

【０２４７】

１つ又は２つ以上のＲＦ信号に関連した電圧Ｖ及び電流Ｉは、ステープルカートリッジ（及び１つ又は２つ以上のＲＦ電極１５１２６０に通信可能に結合され得る）と、チャネルフレーム又はアンビル（電気接点１５１２６４又は１５１２６６の１つ又は２つ以上に通信可能に結合され得る）との間で圧縮され得る組織に関連付けられたインピーダンスＺを計算するために使用され得る。

【０２４８】

一態様では、本明細書に記載される組織圧縮のセンサシステムの様々な構成要素は、外科用ステープラのシャフト１５１２５８内に配置され得る。例えば、回路図１５１２５０に示されるように（及び周波数発生器１５１２５４に加えて）、インピーダンス計算器１５１２７２、コントローラ１５１２７４、不揮発性メモリ１５１２７６、及び通信チャネル１５１２７８が、シャフト１５１２５８内に配置されてよい。一実施例では、周波数発生器１５１２５４、インピーダンス計算器１５１２７２、コントローラ１５１２７４、不揮発性メモリ１５１２７６、及び通信チャネル１５１２７８は、シャフト１５１２５８内の回路基板上に位置付けられる場合もある。

【０２４９】

２つ又は３つ以上のＲＦ信号は、電気接点を経由して共通経路上で返され得る。更に、

２つ又は３つ以上のＲＦ信号によって表される別々の組織インピーダンスを差異化するために、２つ又は３つ以上のＲＦ信号は、共通経路上でＲＦ信号が合流する前にフィルタ処理され得る。電流Ｉ１及び電流Ｉ２は、電気接点１５１２６４及び１５１２６６に対応するリターン経路上で測定され得る。供給経路とリターン経路との間で印加される電圧Ｖを使用して、インピーダンスＺ１及びＺ２が計算され得る。Ｚ１は、ＲＦ電極１５１２６０の１つ又は２つ以上と電気接点１５１２６４との間で圧縮される、及び／又は通信可能に結合される組織のインピーダンスに対応し得る。更に、Ｚ２は、ＲＦ電極１５１２６０の１つ又は２つ以上と電気接点１５１２６６との間で圧縮される、及び／又は通信可能に結合される組織のインピーダンスに対応し得る。式Ｚ１＝Ｖ／Ｉ１及びＺ２＝Ｖ／Ｉ２を適用すると、エンドエフェクタ１５１２６２によって圧縮された組織の様々な圧縮に対応するインピーダンスＺ１及びＺ２が計算され得る。実施例では、インピーダンスＺ１及びＺ２は、インピーダンス計算器１５１２７２によって計算され得る。インピーダンスＺ１及びＺ２は、組織の様々な圧縮水準を計算するために使用され得る。

【０２５０】

次に図４１を参照すると、周波数グラフ１５１２９０が示されている。周波数グラフ１５１２９０は、２つのＲＦ信号をネストする周波数変調を示す。２つのＲＦ信号は、上述したように、エンドエフェクタにあるＲＦ電極に到達する前にネストされ得る。例えば、周波数１を有するＲＦ信号及び周波数２を有するＲＦ信号は、共にネストされ得る。次に図４２を参照すると、結果として得られるネストされたＲＦ信号が、周波数グラフ１５１３００に示されている。周波数グラフ１５１３００に示される合成信号は、合成された、周波数グラフ１５１２９０の２つのＲＦ信号を含む。次に図４３を参照すると、周波数グラフ１５１４００が示されている。周波数グラフ１５１４００は、（例えば、フィルタ１５１２６８及び１５１２７０によって）フィルタ処理された後の、周波数１及び周波数２を有するＲＦ信号を示す。結果として得られるＲＦ信号は、上述したように、リターン経路上で別個のインピーダンス計算又は測定を行うために使用され得る。

【０２５１】

一態様では、フィルタ１５１２６８及び１５１２７０は、フィルタ範囲が狭くなり得るような（例えば、Ｑ＝１０）、高Ｑフィルタであり得る。Ｑは、中心周波数（Ｗｏ）／帯域幅（ＢＷ）によって定義され得、Ｑ＝Ｗｏ／ＢＷである。一実施例では、周波数１は１５０ｋＨｚであり得、周波数２は３００ｋＨｚであり得る。実行可能なインピーダンス測定範囲は、１００ｋＨｚ～２０ＭＨｚであり得る。様々な実施例では、ＲＦ信号を分離するために、相関、直交検波など、他の高度な技術が使用され得る。

【０２５２】

本明細書に記載の技術及び特徴のうちの１つ又は２つ以上を使用して、エンドエフェクタのステープルカートリッジ又は孤立したナイフの上にある単一の通電電極は、複数の組織圧縮測定を同時に行うために使用され得る。２つ又は３つ以上のＲＦ信号が、重ね合わされるか、多重化される（又はネストされるか、変調される）場合、それらは、エンドエフェクタの単一電源側に伝達され得、エンドエフェクタのチャネルフレーム又はアンビルのどちらかの上で折り返し得る。それらが共通リターン経路に合流する前に、アンビル及びチャネルの接点にフィルタが組み込まれていれば、両経路によって表される組織インピーダンスは差異化されることができる。これは、垂直方向の組織圧縮対横方向の組織圧縮の測定を提供し得る。この方法はまた、フィルタの配置及び金属リターン経路の位置に応じて近位及び遠位の組織圧縮も提供し得る。周波数発生器及び信号プロセッサは、（外科用ステープラ内に既に存在し得る）回路基板又はサブ基板上の１つ又は２つ以上のチップ上に配置され得る。

【０２５３】

一態様では、本開示は、様々な感知システムで構成される器具１５００１０（図２５～３０に関連して記載される）を提供する。したがって、簡潔かつ明快にするため、動作及び構造の詳細はここでは繰り返さない。一態様では、検出システムは、ナイフ加速度、インピーダンスの変化率、及び組織接触の変化率を監視するために、粘弾性／変化率検出シ

ステムを含む。一実施例では、ナイフ加速度の変化率は、組織タイプの測定として使用され得る。別の実施例では、インピーダンスの変化率は、パルスセンサで測定され得（can be measures）、圧縮率の測定として用いられ得る。最後に、組織接触の変化率は、ナイフ発射率に基づいて組織流動を測定するセンサで測定され得る。

【０２５４】

検出されたパラメータの変化率、又は別の方法で規定される、組織パラメータが漸近的な定常状態値に達するのにどのくらい時間が必要か、は、それ自体別個の測定であり、導出元の検出されたパラメータよりも貴重であり得る。測定を行う前に既定の時間を待つことなど、組織パラメータの測定を改良するために、本開示は、組織パラメータの変化率など、測定の微分係数を用いるための新規な技術を提供する。

【０２５５】

単独で用いてステープル形成を劇的に改良できる単一の測定は存在しないという理解のもと、微分技術又は変化率測定は最も有用となる。それは、測定を有効なものにする複数の測定の組み合わせである。組織の間隙の場合、関連する間隙測定を行うために、顎部が組織によってどのくらい覆われているかを知ることが役に立つ。インピーダンスの変化率測定は、アンビル及びステープルカートリッジなどのエンドエフェクタの顎部材間で把持される組織に加えられる力及び圧縮を関係付けるために、アンビルでの歪み測定と組み合わされてよい。変化率測定は、組織圧縮はもとより、組織タイプも決定するために、体内外科用デバイスによって用いられ得る。胃組織及び肺組織は、ときに類似の厚さを有し、また肺組織が石灰化したときに類似の圧縮特性さえも有するが、器具は、間隙、圧縮、加えられた力、組織接触面積、及び圧縮の変化率又は間隙の変化率などの測定の組み合わせを用いることによって、これらの組織タイプを見分けることが可能であり得る。これらの測定のいずれかが単独で使用された場合、体内外科用デバイスが組織タイプを見分けることは困難となり得る。圧縮の変化率はまた、組織が「正常」であるか否か、又は異常が存在するか否かをデバイスで判定可能にすることにも役に立ち得る。経過した時間だけでなく、センサ信号の変動も測定し、信号の微分係数を決定すると、体内外科用デバイスがその信号を測定することを可能にする別の測定が提供されるであろう。変化率情報はまた、いつ定常状態に達したのかを判定し、プロセスの次の工程に信号を送るためにも用いられ得る。例えば、アンビル及びステープルカートリッジなどのエンドエフェクタの顎部材間で組織を掴持した後、組織圧縮が定常状態に達すると（例えば、約１５秒）、デバイスの発射を開始するインジケータ又はトリガが使用可能にされ得る。

【０２５６】

本明細書ではまた、外科用器具動作中の組織の安定特性、クリープ特性、及び粘弾性特性を決定するセンサデータの時間依存性評価のための方法、デバイス、及びシステムも提供する。図２５に示されるステープラなどの外科用器具は、顎部の間隙の大きさ又は距離、発射電流、組織圧縮、組織によって覆われる顎部の量、アンビル歪み、及びトリガ力などの動作パラメータを測定するために多様なセンサを含むことができる。これらの検出された測定値は、外科用器具の自動制御のため、及びフィードバックを臨床医に提供するために重要である。

【０２５７】

図３０～４９に関連して示される実施例は、間隙距離対時間、組織圧縮対時間、及びアンビル歪み対時間などの様々な導出されたパラメータを測定するために用いられ得る。モータ電流は、電池２３０８と直列の電流センサを用いて監視されてもよい。

【０２５８】

次に図４４に移ると、再使用され得る、又は再利用されない場合のある、モータ駆動式外科用切断及び締結器具１５１３１０が描かれている。モータ駆動式外科用切断及び締結器具１５１３１０は、図２５～３０に関連して記載されるモータ駆動式外科用切断及び締結器具１５００１０と同様に構築され装備される。図４４に示される実施例では、器具１５１３１０は、臨床医によって把持され、操作され、作動されるように構成されたハンドル組立体１５１３１４を備えるハウジング１５１３１２を含む。ハウジング１５１３１２

は、１つ又は２つ以上の外科的タスク又は処置を行うように構成された外科用エンドエフェクタ１５１６００が動作可能に連結された交換式シャフト組立体１５１５００に動作可能に取り付けられるように構成されている。モータ駆動式外科用切断及び締結器具１５１３１０は、図２５～３０に関連して記載されるモータ駆動式外科用切断及び締結器具１５００１０と同様に構築され装備されるので、簡潔かつ明瞭にするために、ここでは動作及び構造の詳細を繰り返さない。

【０２５９】

図４４に描かれるハウジング１５１３１２は、外科用ステープルカートリッジ１５１３０４をその中で動作可能に支持するように構成された外科用切断及び締結装置を備えるエンドエフェクタ１５１６００を含む交換式シャフト組立体１５１５００と接続されて示されている。ハウジング１５１３１２は、様々なサイズ及びタイプのステープルカートリッジを支持するように適合されたエンドエフェクタを含み、様々なシャフトの長さ、サイズ、及びタイプなどを有する交換式シャフト組立体と接続して使用するように構成されてもよい。加えて、ハウジング１５１３１２はまた、他の運動、並びに高周波（ＲＦ）エネルギー、超音波エネルギー及び／又は運動などの他の形態のエネルギーを、様々な外科用途及び処置に関連して用いるように適合されたエンドエフェクタ構成に適用するように構成された組立体を含めた、多様な他の交換式シャフト組立体と共に用いられてもよい。更に、エンドエフェクタ、シャフト組立体、ハンドル、外科用器具、及び／又は外科用器具システムは、任意の好適な締結具を利用して組織を締結することができる。例えば、中に着脱可能に格納された複数の締結具を備える締結具カートリッジが、シャフト組立体のエンドエフェクタに着脱可能に挿入及び／又は装着され得る。

【０２６０】

図４４は、交換式シャフト組立体１５１５００が動作可能に連結された外科用器具１５１３１０を示している。図示の構成において、ハンドルハウジングは、臨床医によって掴持され、操作され得るピストルグリップ部分１５１３１９を形成する。ハンドル組立体１５１３１４は、様々な制御運動を生成し、ハンドル組立体に動作可能に取り付けられた交換式シャフト組立体の対応する部分に加えるように構成された複数の駆動システムを動作可能にその中に支持している。トリガ１５１３３２は、種々のこれらの制御運動を制御するために、ピストルグリップと動作可能に関連付けられる。

【０２６１】

続けて図４４を参照すると、交換式シャフト組立体１５１５００は、ステープルカートリッジ１５１３０４をその中で動作可能に支持するように構成された細長いチャネル１５１３０２を備える外科用エンドエフェクタ１５１６００を含む。エンドエフェクタ１５１６００は、細長いチャネル１５１３０２に対して枢動可能に支持されるアンビル１５１３０６を更に含んでもよい。

【０２６２】

本発明者らは、導出されたパラメータは、導出されたパラメータの基礎となる感知されたパラメータよりも、図４４に例示される器具などの外科用器具を制御するのに更に有用であり得ることを見出した。導出されたパラメータの非限定的な実施例には、検出されたパラメータの変化率（例えば、顎部間隙距離）及び組織パラメータが漸近的な定常状態値に達するまでの経過時間（例えば、１５秒）が挙げられる。変化率などの導出されたパラメータは、測定精度を劇的に向上させ、更に、他の形では検出されたパラメータから直接に明らかでない情報も提供することから、特に有用である。例えば、インピーダンス（例えば、組織圧縮）変化率は、アンビルの歪みと組み合わされて、圧縮及び力を関係付けることができ、これにより、マイクロコントローラが、組織圧縮の量はもとより、組織タイプも決定することが可能になる。この実施例は一例に過ぎず、いずれの導出されたパラメータも、１つ又は２つ以上の検出されたパラメータと組み合わされて、組織タイプ（例えば、胃と肺）、組織の健康状態（石灰化と正常）、及び外科用デバイスの動作状態（例えば、掴持完了）に関するより正確な情報を提供することができる。異なる組織は、独自の粘弾性特性及び独自の変化率を有し、したがって、これら及び本明細書に記載される他の

パラメータは、外科処置を監視し、自動的に調節するための有用なしるしとなる。

【０２６３】

図４６は、間隙距離の経時的変化を示している例示的なグラフであり、間隙とは、顎部間で、掴持された組織が占める空間である。垂直（ｙ）軸が距離であり、水平（ｘ）軸が時間である。具体的には、図４４及び４５を参照すると、間隙距離１５１３４０は、エンドエフェクタのアンビル１５１３０６と細長いチャネル１５１３０２との間の距離である。開放した顎部位置では、時間０において、アンビル１５１３０６と細長い部材との間の間隙１５１３４０は、その最大距離にある。間隙１５１３４０の幅は、組織を掴持している間など、アンビル１５１３０６が閉鎖するにつれて減少する。組織は非一様な弾力性を有するため、間隙距離変化率は変動し得る。例えば、ある組織タイプは、急速な圧縮を初期に示し、結果としてより速い変化率となる。しかしながら、組織が持続的に圧縮されると、組織の粘弾性特性により、組織がそれ以上圧縮できなくなるまで変化率が減少し得、それ以上圧縮できなくなると、間隙距離は実質的に一定のままになる。間隙は、組織がエンドエフェクタ１５１３４０のアンビル１５１３０６とステープルカートリッジ１５１３０４との間で押しつぶされるとき、時間の経過と共に減少する。例えば、磁界センサ、歪みゲージ、圧力センサ、力センサ、例えば渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は任意の他の好適なセンサなど、図３１～図４３に関連して記載される１つ又は２つ以上のセンサは、図４６にグラフで表されるように、アンビル１５１３０６とステープルカートリッジ１５１３０４との間の間隙距離「ｄ」を時間「ｔ」にわたって測定するように適合され構成されてよい。時間「ｔ」にわたる間隙距離「ｄ」の変化率は、図４６に示される曲線の勾配であり、勾配＝Δｄ／Δｔである。

【０２６４】

図４７は、エンドエフェクタの顎部の発射電流を示している例示的なグラフである。垂直（ｙ）軸が電流であり、水平（ｘ）軸が時間である。本明細書で論じられるように、図２５に関連して示され説明したような外科用器具及び／又はそのマイクロコントローラは、組織の掴持、切断、及び／又はステープル留めなど、様々な動作中に利用される電流を検出する電流センサを含み得る。例えば、組織の抵抗が増加すると、器具の電気モータは、組織を掴持、切断、及び／又はステープル留めするために、より多くの電流が必要になり得る。反対に、抵抗が減少すると、電気モータは、組織を掴持、切断、及び／又はステープル留めするために、より少ない電流が必要になり得る。結果として、発射電流は、組織の抵抗の近似として使用することができる。検出された電流は、単独で又はより好ましくは他の測定と組み合わせて使用して、標的組織に関するフィードバックを提供することができる。なおも図４７を参照すると、ステープル留めなど、いくつかの動作中、発射電流は、時間０では最初は高いが、時間の経過と共に減少する。他のデバイスの動作中、増大する機械負荷に打ち勝つために、モータがより多くの電流を引き出す場合、電流は時間の経過と共に増加し得る。加えて、発射電流の変化率は、組織がある状態から別の状態に遷移中であることのインジケータとして使用することができる。したがって、発射電流及び、とりわけ、発射電流の変化率は、デバイス動作を監視するために使用することができる。ナイフが組織を切り進むと、発射電流は時間の経過と供に減少する。切断されている組織が、組織の特性又はナイフ１５１３０５（図４５）の鋭さに起因してより大きい又はより小さい抵抗をもたらす場合、発射電流の変化率は変動し得る。切断条件が変動すると、モータによってなされる仕事は変動し、その結果、発射電流が時間の経過と共に変動する。電流センサを利用して、図４７にグラフで表されるように、ナイフ１５１３０５が発射している間の経時的な発射電流を測定するために利用されてよい。例えば、電流センサを用いてモータ電流が監視されてもよい。電流センサは、図４７にグラフで表されるように、モータ発射電流「ｉ」を時間「ｔ」にわたって測定するように適合され、構成され得る。時間「ｔ」にわたる発射電流「ｉ」の変化率は、図４７に示される曲線の勾配であり、勾配＝Δｉ／Δｔである。

【０２６５】

図４８は、インピーダンスの経時的変化の例示的なグラフである。垂直（ｙ）軸がイン

ピーダンスであり、水平（ｘ）軸が時間である。時間０においてインピーダンスは低いが、操作（例えば、掴持及びステープル留め）を受けて組織の圧力が増加すると、時間と共に上昇する。エンドエフェクタ１５１３４０のアンビル１５１３０６とステープルカートリッジ１５１３０４との間の組織はナイフによって切断される、又はエンドエフェクタ１５１３４０のアンビル１５１３０６とステープルカートリッジ１５１３０４との間に位置する電極間でＲＦエネルギーを用いて封着されるため、変化率は時間と共に変動する。例えば、組織が切断されるにつれ、電気インピーダンスは上昇し、組織がナイフによって完全に断絶されると無限大に達する。また、エンドエフェクタ１５１３４０が、ＲＦエネルギー源に連結された電極を含む場合も、エンドエフェクタ１５１３４０のアンビル１５１３０６とステープルカートリッジ１５１３０４との間の組織を通してエネルギーが送達されるとき、組織の電気インピーダンスは上昇する。組織を通るエネルギーが組織内の水分を蒸発させることによって組織を乾燥させるので、電気インピーダンスは上昇する。最終的に、好適な量のエネルギーが組織に送達されると、インピーダンスは非常に高い値まで、又は組織が断絶される場合は無限大まで、上昇する。加えて、図４８に示されるように、異なる組織は、圧縮率など、組織を区別する独自の圧縮特性を有し得る。組織インピーダンスは、第１の顎部材９０１４と第２の顎部材９０１６との間に把持される組織を通して副治療的なＲＦ電流を駆動することによって測定され得る。１つ又は２つ以上の電極は、アンビル１５１３０６及びステープルカートリッジ１５１３０４のいずれか又は両方の上に位置付けられ得る。アンビル１５１３０６とステープルカートリッジ１５１３０４との間にある組織の組織圧縮／インピーダンスは、図４８にグラフで表されるように時間と共に測定され得る。例えば、磁界センサ、歪みゲージ、圧力センサ、力センサ、例えば渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は任意の他の好適なセンサなど、図３１～図４３に関連して記載されるセンサは、組織圧縮／インピーダンスを測定するように適合され構成され得る。センサは、図４８にグラフで表されるように、組織インピーダンス「Ｚ」を時間「ｔ」にわたって測定するように適合され、構成され得る。

【０２６６】

図４９は、アンビル１５１３０６（図４４、図４５）の歪みの経時的変化の例示的なグラフである。垂直（ｙ）軸が歪みであり、水平（ｘ）軸が時間である。例えば、ステープル留め中、アンビル１５１３０６の歪みは最初は大きいが、組織が定常状態に達し、アンビル１５１３０６に及ぼす圧力が小さくなると減少する。アンビル１５１３０６の歪みの変化率は、アンビル１５１３０６とステープルカートリッジ１５１３０４との間に把持された組織に加えられる圧力又は歪みを測定するために、アンビル１５１３０６及びステープルカートリッジ１５１３０４（図４４、図４５）のいずれか又はその両方の上に位置付けられる圧力センサ又は歪みゲージによって測定され得る。アンビル１５１３０６の歪みは、図４９にグラフで表されるように経時的に測定され得る。時間「ｔ」にわたる歪み「Ｓ」の変化率は、図４９に示される曲線の勾配であり、勾配＝ΔＳ／Δｔである。

【０２６７】

図５０は、トリガ力の経時的変化の例示的なグラフである。垂直（ｙ）軸がトリガ力であり、水平（ｘ）軸が時間である。特定の実施例では、トリガ力は漸進的であり、臨床医に触覚フィードバックを提供する。したがって、時間０において、トリガ１５１３２０（図４４）の圧力はその最も低い値にあってよく、トリガ圧力は、動作（例えば、掴持、切断、又はステープル留め）の完了まで増加し得る。トリガ力の変化率は、アンビル１５１３０６とステープルカートリッジ１５１３０４との間に把持された組織を貫通するようにナイフ１５１３０５（図４５）を駆動するために必要な力を測定するために、器具１５１３１０（図４４）のハンドル１５１３１９のトリガ１５１３０２上に位置付けられる圧力センサ又は歪みゲージによって測定することができる。トリガ１５１３３２力は、図５０にグラフにより表されるように経時的に測定することができる。時間「ｔ」にわたる歪みトリガ力「Ｆ」の変化率は、図５０に示される曲線の勾配であり、勾配＝ΔＦ／Δｔである。

【０２６８】
例えば、胃組織及び肺組織は、これらの組織が類似の厚さを有し得、また肺組織が石灰化した場合に類似の圧縮特性を有し得るとしても、区別することができる。胃組織及び肺組織は、顎部間隙距離、組織圧縮、加えられた力、組織接触面積、圧縮の変化率、及び顎部間隙の変化率を分析することによって見分けることができる。例えば、図５１は、様々な組織の組織圧力「Ｐ」と、様々な組織の組織変位のグラフを示している。垂直（ｙ）軸が組織圧力であり、水平（ｘ）軸が組織変位である。組織圧力が０．５０～１００ポンド／平方インチ（ｐｓｉ））などの所定の閾値に達したとき、組織変位の量、並びに閾値に到達する前の組織変位率を使用して組織を区別することができる。例えば、血管組織は、結腸、肺、又は胃の組織よりも小さい組織変位及び速い変化率で既定の圧力閾値に到達する。加えて、血管組織の変化率（変位に対する組織圧力）は、閾値５０～１００ｐｓｉにおいてほぼ漸近的であるが、結腸、肺、及び胃は、閾値５０～１００ｐｓｉにおいて漸近的ではない。理解されるであろうが、例えば、１～１０００ｐｓｉ、より好ましくは１０～５００ｐｓｉ、及びより好ましくは更に５０～１００ｐｓｉなど、任意の圧力閾値が使用され得る。加えて、類似の粘弾性特性を有する組織タイプの更なる解決を提供するために、複数の閾値又は漸進的な閾値が使用され得る。

【０２６９】
圧縮変化率はまた、組織が「正常」であるか否か、又は石灰化など、異常が存在するか否かをマイクロコントローラで判定することも可能にし得る。例えば、図５２を参照すると、石灰化した肺組織の圧縮は、正常な肺組織の圧縮とは異なる曲線をたどる。したがって、組織変位及び組織変位の変化率は、石灰化肺組織を診断し、及び／又はそれを正常な肺組織と区別するために使用することができる。

【０２７０】
加えて、特定の検出された測定値は、追加の知覚入力から利益を受けることがある。例えば、顎部間隙の場合、顎部が組織によってどのくらい覆われているかを知れば、間隙測定をより有用かつ正確にすることができる。顎部の小部分が組織によって覆われている場合、組織圧縮は、顎部全体が組織で覆われている場合よりも小さいように見えることがある。したがって、顎部被覆量は、組織圧縮及び他の検出されたパラメータを分析するとき、マイクロコントローラによって考慮され得る。

【０２７１】
特定の状況では、経過時間もまた、重要なパラメータであり得る。検出されたパラメータと共に経過時間を測定すること及び微分係数パラメータ（例えば、変化率）は、更なる有用な情報をもたらす。例えば、設定期間（例えば、５秒）後に顎部間隙の変化率が一定のままである場合、このパラメータは漸近値に達している可能性がある。

【０２７２】
変化率情報はまた、いつ定常状態に達したのかを判定し、プロセスの次の工程に信号を送るためにも有用である。例えば、掴持中、組織圧縮が定常状態に達すると、例えば、設定期間後に有意な変化率が発生しないと、マイクロコントローラは、ステープル発射など、動作の次の工程を開始するよう臨床医に警告する信号をディスプレイに送信し得る。或いは、マイクロコントローラは、定常状態に達したら、動作の次の工程（例えば、ステープル発射）を自動的に開始するように、プログラムされ得る。

【０２７３】
同様に、インピーダンスの変化率は、アンビルの歪みと組み合わされて、力及び圧縮を関係付けることができる。変化率により、デバイスは、単に圧縮値を測定することが可能になるというよりはむしろ、組織タイプを決定することが可能になるであろう。例えば、胃及び肺は、ときに類似の厚さを有し、また肺が石灰化した場合に類似の圧縮特性さえも有する。

【０２７４】
１つ又は２つ以上の検出されたパラメータと導出されたパラメータの組み合わせは、組織タイプ及び組織の健康状態のより信頼できかつ正確な評価をもたらし、より効果的なデ

バイス監視、制御、及び臨床医へのフィードバックを可能にする。

【０２７５】

図５３は、第１のセンサ１５２００８ａ及び第２のセンサ１５２００８ｂを備えるエンドエフェクタ１５２０００の一実施形態を示している。エンドエフェクタ１５２０００は、上述したエンドエフェクタ１５０３００に類似している。エンドエフェクタ１５２０００は、第２の顎部材１５２００４に枢動可能に結合された、第１の顎部材、すなわちアンビル１５２００２を備える。第２の顎部材１５２００４は、中にステープルカートリッジ１５２００６を受容するように構成されている。ステープルカートリッジ１５２００６は、複数のステープル（図示せず）を含む。複数のステープルは、外科手術中、ステープルカートリッジ１５２００６から配備することが可能である。エンドエフェクタ１５２０００は、第１のセンサ１５２００８ａを備える。第１のセンサ１５２００８ａは、エンドエフェクタ１５２０００の１つ又は２つ以上のパラメータを測定するように構成されている。例えば、一実施形態では、第１のセンサ１５２００８ａは、アンビル１５２００２と第２の顎部材１５２００４との間の間隙１５２０１０を測定するように構成されている。第１のセンサ１５２００８ａは、例えば、第２の顎部材１５２００４及び／又はステープルカートリッジ１５２００６に埋め込まれた磁石１５２０１２によって生成される磁界を検出するように構成されたホール効果センサを備えてもよい。別の例として、一実施形態では、第１のセンサ１５２００８ａは、第２の顎部材１５２００４によって、及び／又はアンビル１５２００２と第２の顎部材１５２００４との間に掴持された組織によってアンビル１５２００２に及ぼされる１つ又は２つ以上の力を測定するように構成される。

【０２７６】

エンドエフェクタ１５２０００は、第２のセンサ１５２００８ｂを備える。第２のセンサ１５２００８ｂは、エンドエフェクタ１５２０００の１つ又は２つ以上のパラメータを測定するように構成されている。例えば、様々な実施形態では、第２のセンサ１５２００８ｂは、掴持された状態の間のアンビル１５２００２の歪みの大きさを測定するように構成された歪みゲージを備えてもよい。歪みゲージは、歪みの大きさに伴って振幅が変動する電気信号を提供する。様々な実施形態では、例えば、第１のセンサ１５２００８ａ及び／又は第２のセンサ１５２００８ｂは、例えばホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ、圧力センサ、力センサ、例えば渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又はエンドエフェクタ１５２０００の１つ又は２つ以上のパラメータを測定するための任意の他の好適なセンサを備えてもよい。第１のセンサ１５２００８ａ及び第２のセンサ１５２００８ｂは、直列構成及び／又は並列構成で配置されてもよい。直列構成では、第２のセンサ１５２００８ｂは、第１のセンサ１５２００８ａの出力に直接影響するように構成されてもよい。並列構成では、第２のセンサ１５２００８ｂは、第１のセンサ１５２００８ａの出力に間接的に影響するように構成されてもよい。

【０２７７】

一実施形態では、第１のセンサ１５２００８ａによって測定される１つ又は２つ以上のパラメータは、第２のセンサ１５２００８ｂによって測定される１つ又は２つ以上のパラメータと関連する。例えば、一実施形態では、第１のセンサ１５２００８ａは、アンビル１５２００２と第２の顎部材１５２００４との間の間隙１５２０１０を測定するように構成されている。間隙１５２０１０は、アンビル１５２００２とステープルカートリッジ１５２００６との間に掴持された組織の一部分の厚さ及び／又は圧縮性を表す。第１のセンサ１５２００８ａは、例えば、第２の顎部材１５２００４及び／又はステープルカートリッジ１５２００６に結合された磁石１５２０１２によって生成される磁界を検出するように構成されたホール効果センサを備えてもよい。単一箇所での測定は、組織の校正された完全な噛み合いの場合の圧縮された組織の厚さを正確に表現するが、組織の部分的な噛み合いがアンビル１５２００２と第２の顎部材１５２００４との間に位置する場合、不正確な結果がもたらされる場合がある。組織の部分的な噛み合いは、近位の部分的噛み合い又は遠位の部分的噛み合いのどちらでも、アンビル１５２００２の掴持の幾何学形状を変化させる。

【０２７８】
いくつかの実施形態では、第２のセンサ１５２００８ｂは、組織の噛み合いのタイプ、例えば完全な噛み合い、部分的な近位の噛み合い、及び／又は部分的な遠位の噛み合いを示す、１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。第２のセンサ１５２００８ｂの測定値は、近位又は遠位に位置付けられた部分的噛み合いにおける真の圧縮された組織の厚さを正確に表すように、第１のセンサ１５２００８ａの測定値を調節するのに使用されてよい。例えば、一実施形態では、第２のセンサ１５２００８ｂは、掴持された状態の間のアンビルにおける歪みの大きさを監視するように構成された、例えば微小歪みゲージなどの歪みゲージを備える。アンビル１５２００２の歪みの大きさは、近位又は遠位に位置付けられた部分的噛み合いにおける真の圧縮された組織の厚さを正確に表すように、第１のセンサ１５２００８ａ、例えばホール効果センサの出力を修正するのに使用される。第１のセンサ１５２００８ａ及び第２のセンサ１５２００８ｂは、掴持動作の中、リアルタイムで測定されてもよい。リアルタイムの測定によって、時間ベースの情報を、例えば一次プロセッサ（例えばプロセッサ４６２（図１２））によって分析することが可能になり、また組織の特徴及び掴持の位置付けを認識して組織の厚さの測定値を動的に調節するために、１つ又は２つ以上のアルゴリズム及び／又はルックアップテーブルを選択するのに使用することが可能になる。
【０２７９】
いくつかの実施形態では、第１のセンサ１５２００８ａの厚さ測定値は、エンドエフェクタ１５２０００に連結された外科用器具１５００１０の出力装置に提供されてもよい。例えば、一実施形態では、エンドエフェクタ１５２０００は、ディスプレイ（例、例えばディスプレイ４７３（図１２））を備える外科用器具１５００１０に連結されている。第１のセンサ１５２００８ａの測定値は、プロセッサに、例えば一次プロセッサに提供される。一次プロセッサは、第２のセンサ１５２００８ｂの測定値に基づいて第１のセンサ１５２００８ａの測定値を調節して、アンビル１５２００２とステープルカートリッジ１５２００６との間に掴持された組織の一部分の真の組織の厚さを反映させる。一次プロセッサは、調節された組織の厚さの測定値、及び完全な噛み合い又は部分的噛み合いの指示をディスプレイに対して出力する。操作者は、表示された値に基づいて、ステープルカートリッジ１５２００６内でステープルを配備するか否かを判断してもよい。
【０２８０】
いくつかの実施形態では、第１のセンサ１５２００８ａ及び第２のセンサ１５２００８ｂは、例えば、第１のセンサ１５２００８ａが患者の体内の治療部位に配置され、第２のセンサ１５２００８ｂが患者の体外に配置されるなど、異なる環境に配置されてもよい。第２のセンサ１５２００８ｂは、第１のセンサ１５２００８ａの出力を校正及び／又は修正するように構成されてもよい。第１のセンサ１５２００８ａ及び／又は第２のセンサ１５２００８ｂは、例えば、環境センサを備えてもよい。環境センサは、例えば、温度センサ、湿度センサ、圧力センサ、及び／又は任意の他の好適な環境センサを備えてもよい。
【０２８１】
図５４は、第２のセンサ１５２００８ｂからの入力に基づいて第１のセンサ１５２００８ａの測定値を調節するプロセス１５２０２０の一実施形態を示す論理図である。第１の信号１５２０２２ａは、第１のセンサ１５２００８ａによって捕捉される。第１の信号１５２０２２ａは、例えば、平滑化関数、ルックアップテーブル、及び／又は他の任意の好適な調整パラメータなど、１つ又は２つ以上の所定のパラメータに基づいて調整されてもよい。第２の信号１５２０２２ｂは、第２のセンサ１５２００８ｂによって捕捉される。第２の信号１５２０２２ｂは、１つ又は２つ以上の所定の調整パラメータに基づいて調整されてもよい。第１の信号１５２０２２ａ及び第２の信号１５２０２２ｂは、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。プロセッサは、第２のセンサからの第２の信号１５２０２２ｂに基づいて、第１の信号１５２０２２ａによって表されるような、第１のセンサ１５２００８ａの測定値を調節する。例えば、一実施形態では、第１のセンサ１５２００８ａはホール効果センサを備え、第２のセンサ１５２００８ｂは歪みゲージを備

える。第１のセンサ１５２００８ａの距離測定値を、第２のセンサ１５２００８ｂによって測定される歪みの大きさによって調節して、エンドエフェクタ１５２０００における組織の噛み合いの完全性が判定される。調節された測定値は、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって、操作者に対して表示される１５２０２６。

【０２８２】

図５５は、第２のセンサ１５２００８ｂからの入力に基づいて第１のセンサ１５２００８ａのルックアップテーブルを決定するプロセス１５２０３０の一実施形態を示す論理図である。第１のセンサ１５２００８ａは、エンドエフェクタ１５２０００の１つ又は２つ以上のパラメータを示す信号１５２０２２ａを捕捉する。第１の信号１５２０２２ａは、例えば、平滑化関数、ルックアップテーブル、及び／又は他の任意の好適な調整パラメータなど、１つ又は２つ以上の所定のパラメータに基づいて調整されてもよい。第２の信号１５２０２２ｂは、第２のセンサ１５２００８ｂによって捕捉される。第２の信号１５２０２２ｂは、１つ又は２つ以上の所定の調整パラメータに基づいて調整されてもよい。第１の信号１５２０２２ａ及び第２の信号１５２０２２ｂは、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。プロセッサは、第２の信号の値に基づいて、１つ又は２つ以上の利用可能なルックアップテーブル１５２０３４ａ、１５２０３４ｂからルックアップテーブルを選択する。選択されたルックアップテーブルは、第１の信号を、アンビル１５２００２とステープルカートリッジ１５２００６との間に位置する組織の厚さの測定値へと変換するのに使用される。調節された測定値は、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって、操作者に対して表示される１５２０２６。

【０２８３】

図５６は、第２のセンサ１５２００８ｂからの入力に応答して第１のセンサ１５２００８ａを校正するプロセス１５２０４０の一実施形態を示す論理図である。第１のセンサ１５２００８ａは、エンドエフェクタ１５２０００の１つ又は２つ以上のパラメータを示す信号１５２０２２ａを捕捉するように構成されている。第１の信号１５２０２２ａは、例えば、平滑化関数、ルックアップテーブル、及び／又は他の任意の好適な調整パラメータなど、１つ又は２つ以上の所定のパラメータに基づいて調整されてもよい。第２の信号１５２０２２ｂは、第２のセンサ１５２００８ｂによって捕捉される。第２の信号１５２０２２ｂは、１つ又は２つ以上の所定の調整パラメータに基づいて調整されてもよい。第１の信号１５２０２２ａ及び第２の信号１５２０２２ｂは、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは、第２の信号１５２０２２ｂに応答して第１の信号１５２０２２ａを校正する１５２０４２。第１の信号１５２０２２ａは、エンドエフェクタ１５２０００における組織の噛み合いの完全性を反映するように校正される１５２０４２。校正された信号は、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって、操作者に対して表示される１５２０２６。

【０２８４】

図５７は、エンドエフェクタ１５２０００のアンビル１５２００２とステープルカートリッジ１５２００６との間に掴持された組織の一部分の厚さを判定し表示するプロセス１５２０５０の一実施形態を示す論理図である。プロセス１５２０５０は、例えば、アンビル１５２００２の遠位先端に位置するホール効果センサを通して、ホール効果電圧１５２０５２を取得することを含む。ホール効果電圧１５２０５２は、アナログーデジタル変換器１５２０５４に提供され、デジタル信号に変換される。デジタル信号は、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは、ホール効果電圧１５２０５２信号の曲線入力を校正する１５２０５６。例えば、微小歪みゲージなどの歪みゲージ１５２０５８は、例えば、掴持動作の間にアンビル１５２００２に及ぼされる歪みの大きさなど、エンドエフェクタ１５２０００の１つ又は２つ以上のパラメータを測定するように構成されている。測定された歪みは、デジタル信号に変換され１５２０６０、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは１つ又は２つ以上のアルゴリズム及び／又はルックアップテーブルを使用して、歪みゲージ１５２０５８によって測定された歪みに応答してホール効果電圧１５２０５２を調節することで、アンビル１５２

００２及びステープルカートリッジ１５２００６によって掴持された組織の真の厚さ及びその噛み合いの完全性を反映させる。調節された厚さは、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって、操作者に対して表示される１５２０２６。

【０２８５】

いくつかの実施形態では、外科用器具は、ロードセル又は負荷センサ１５２０８２を更に備えることができる。負荷センサ１５２０８２は、例えば、上述したシャフト組立体１５０２００内に、又はこれもまた上述したハウジング１５００１２内に配置することができる。図５８は、エンドエフェクタ１５２０００のアンビル１５２００２とステープルカートリッジ１５２００６との間に掴持された組織の一部分の厚さを判定し表示するプロセス１５２０７０の一実施形態を示す論理図である。プロセスは、例えば、アンビル１５２００２の遠位先端に位置するホール効果センサを通して、ホール効果電圧１５２０７２を取得することを含む。ホール効果電圧１５２０７２は、アナログーデジタル変換器１５２０７４に提供され、デジタル信号に変換される。デジタル信号は、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは、ホール効果電圧１５２０７２信号の曲線入力を校正する１５２０７６。例えば微小歪みゲージなどの歪みゲージ１５２０７８は、例えば、掴持動作中にアンビル１５２００２に及ぼされる歪みの大きさなど、エンドエフェクタ１５２０００の１つ又は２つ以上のパラメータを測定するように構成されている。測定された歪みは、デジタル信号に変換され１５２０８０、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。負荷センサ１５２０８２は、ステープルカートリッジ１５２００６に対するアンビル１５２００２の掴持力を測定する。測定された掴持力は、デジタル信号に変換され１５２０８４、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは、１つ又は２つ以上のアルゴリズム及び／又はルックアップテーブルを使用して、歪みゲージ１５２０７８によって測定された歪み及び負荷センサ１５２０８２によって測定された掴持力に応答して、ホール効果電圧１５２０７２を調節することで、アンビル１５２００２及びステープルカートリッジ１５２００６によって掴持された組織の真の厚さ及びその噛み合いの完全性を反映させる。調節された厚さは、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって、操作者に対して表示される１５２０２６。

【０２８６】

図５９は、調節されたホール効果の厚さ測定値１５２０９２と無修正のホール効果の厚さ測定値１５２０９４との比較を示すグラフ１５２０９０である。単一のセンサでは遠位／近位の部分的な噛み合いを補正することができず、その結果として不正確な厚さの測定値がもたらされるため、図５９に示されるように、無修正のホール効果の厚さ測定値１５２０９４は、より厚い組織測定値を示す。調節された厚さ測定値１５２０９２は、例えば、図５７に示されるプロセス１５２０５０によって生成される。ホール効果の厚さ測定値１５２０９２は、例えば歪みゲージなど、１つ又は２つ以上の追加センサからの入力に基づいて校正される。調節されたホール効果の厚さ１５２０９２は、アンビル１５２００２とステープルカートリッジ１５２００６との間に位置する組織の真の厚さを反映する。

【０２８７】

図６０は、第１のセンサ１５２１０８ａ及び第２のセンサ１５２１０８ｂを備えるエンドエフェクタ１５２１００の一実施形態を示している。エンドエフェクタ１５２１００は、図５３に示されるエンドエフェクタ１５２０００と類似している。エンドエフェクタ１５２１００は、第２の顎部材１５２１０４に枢動可能に結合された第１の顎部材、すなわちアンビル１５２１０２を備える。第２の顎部材１５２１０４は、中にステープルカートリッジ１５２１０６を受容するように構成されている。エンドエフェクタ１５２１００は、アンビル１５２１０２に結合された第１のセンサ１５２１０８ａを備える。第１のセンサ１５２１０８ａは、例えば、アンビル１５２１０２とステープルカートリッジ１５２１０６との間の間隙１５２１１０など、エンドエフェクタ１５２１００の１つ又は２つ以上のパラメータを測定するように構成されている。間隙１５２１１０は、例えば、アンビル１５２１０２とステープルカートリッジ１５２１０６との間に掴持された組織の厚さに相

当し得る。第１のセンサ１５２１０８ａは、エンドエフェクタの１つ又は２つ以上のパラメータを測定する任意の好適なセンサを備えてもよい。例えば、様々な実施形態では、第１のセンサ１５２１０８ａは、ホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ、圧力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ及び／又は任意の他の好適なセンサを備えてもよい。

【０２８８】

いくつかの実施形態では、エンドエフェクタ１５２１００は、第２のセンサ１５２１０８ｂを備える。第２のセンサ１５２１０８ｂは、第２の顎部材１５２１０４及び／又はステープルカートリッジ１５２１０６に結合されている。第２のセンサ１５２１０８ｂは、エンドエフェクタ１５２１００の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。例えば、いくつかの実施形態では、第２のセンサ１５２１０８ｂは、例えば、第２の顎部材１５２１０４に結合されたステープルカートリッジ１５２１０６の色、ステープルカートリッジ１５２１０６の長さ、エンドエフェクタ１５２１００の掴持状態、エンドエフェクタ１５２１００及び／又はステープルカートリッジ１５２１０６、使用回数／残りの使用回数、並びに／或いは他の任意の好適な器具状態などの、１つ又は２つ以上の器具状態を検出するように構成されている。第２のセンサ１５２１０８ｂは、ホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ、圧力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は他の任意の好適なセンサなど、１つ又は２つ以上の器具状態を検出する任意の好適なセンサを備えてもよい。

【０２８９】

エンドエフェクタ１５２１００は、図５４～５７に示されるプロセスのいずれかと併せて使用されてもよい。例えば、一実施形態では、第２のセンサ１５２１０８ｂからの入力を使用して、第１のセンサ１５２１０８ａの入力が校正されてもよい。第２のセンサ１５２１０８ｂは、例えば、ステープルカートリッジ１５２１０６の色及び／又は長さなど、ステープルカートリッジ１５２１０６の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されてもよい。ステープルカートリッジ１５２１０６の色及び／又は長さなど、検出されたパラメータは、例えば、カートリッジデッキの高さ、ステープルカートリッジに使用可能／最適な組織の厚さ、及び／又はステープルカートリッジ１５２１０６内におけるステープルのパターンなど、カートリッジの１つ又は２つ以上の特性に相当してもよい。ステープルカートリッジ１５２１０６の既知のパラメータを使用して、第１のセンサ１５２１０８ａによって提供される厚さ測定値が調節されてもよい。例えば、ステープルカートリッジ１５２１０６がより高いデッキの高さを有する場合、第１のセンサ１５２１０８ａによって提供される厚さ測定値は、追加のデッキ高さを補正するために低減されてもよい。調節された厚さは、例えば、外科用器具１５００１０に結合されたディスプレイを通して、操作者に対して表示されてもよい。

【０２９０】

図６１は、第１のセンサ１５２１５８及び複数の第２のセンサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂを備えるエンドエフェクタ１５２１５０の一実施形態を示している。エンドエフェクタ１５２１５０は、第１の顎部材、すなわちアンビル１５２１５２と、第２の顎部材１５２１５４とを備える。第２の顎部材１５２１５４は、ステープルカートリッジ１５２１５６を受容するように構成されている。アンビル１５２１５２は、アンビル１５２１５２とステープルカートリッジ１５２１５６との間に組織を掴持するため、第２の顎部材１５２１５４に対して枢動式に可動である。アンビルは、第１のセンサ１５２１５８を備える。第１のセンサ１５２１５８は、例えば、アンビル１５２１５２とステープルカートリッジ１５２１５６との間の間隙１５２１１０など、エンドエフェクタ１５２１５０の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。間隙１５２１１０は、例えば、アンビル１５２１５２とステープルカートリッジ１５２１５６との間に掴持された組織の厚さに相当し得る。第１のセンサ１５２１５８は、エンドエフェクタの１つ又は２つ以上のパラメータを測定する任意の好適なセンサを備えてもよい。例えば、様々な実施形態では、第１のセンサ１５２１５８は、ホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ

、圧力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は任意の他の好適なセンサを備えてもよい。

【０２９１】

いくつかの実施形態では、エンドエフェクタ１５２１５０は、複数の二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂを備える。二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂは、エンドエフェクタ１５２１５０の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。例えば、いくつかの実施形態では、二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂは、掴持処置の間にアンビル１５２１５２に及ぼされる歪みの大きさを測定するように構成されている。様々な実施形態では、二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂは、ホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ、圧力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は任意の他の好適なセンサを備えてもよい。二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂは、アンビル１５２１５２の異なる位置における１つ又は２つ以上の同一のパラメータ、アンビル１５２１５２の同一の位置における異なるパラメータ、及び／又はアンビル１５２１５２の異なる位置における異なるパラメータを測定するように構成されてもよい。

【０２９２】

図６２は、複数の二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂに応答して第１のセンサ１５２１５８の測定値を調節するプロセス１５２１７０の一実施形態を示す論理図である。一実施形態では、ホール効果電圧は、例えば、ホール効果センサによって取得される１５２１７２。ホール効果電圧は、アナログ－デジタル変換器によって変換される１５２１７４。変換されたホール効果電圧信号が校正される１５２１７６。校正された曲線は、アンビル１５２１５２とステープルカートリッジ１５２１５６との間に位置する組織の一部分の厚さを表す。複数の二次測定値が、例えば複数の歪みゲージなど、複数の二次センサによって取得される１５２１７８ａ、１５２１７８ｂ。歪みゲージの入力は、例えば、複数の電子μ歪み変換回路によって、１つ又は２つ以上のデジタル信号に変換される１５２１８０ａ、１５２１８０ｂ。校正されたホール効果電圧及び複数の二次測定値は、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは、例えば、アルゴリズムの適用及び／又は１つ又は２つ以上のルックアップテーブルを適用することによって、二次測定値を利用してホール効果電圧を調節する１５２１８２。調節されたホール効果電圧は、アンビル１５２１５２とステープルカートリッジ１５２１５６との間に掴持された組織の真の厚さ及びその噛み合いの完全性さを表す。調節された厚さは、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって、操作者に対して表示される１５２０２６。

【０２９３】

図６３は、第１のセンサ１５２１５８及び複数の二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂからの信号を、例えば一次プロセッサなどのプロセッサが受信可能なデジタル信号に変換するように構成された回路１５２１９０の一実施形態を示している。回路１５２１９０は、アナログ－デジタル変換器１５２１９４を備える。いくつかの実施形態では、アナログ－デジタル変換器１５２１９４は、４チャネル１８ビットのアナログ－デジタル変換器を備える。アナログ－デジタル変換器１５２１９４は、１つ又は２つ以上の入力をアナログ信号からデジタル信号に変換する、任意の好適な数のチャネル及び／又はビットを備え得ることが当業者には認識されるであろう。回路１５２１９０は、例えばホール効果センサなど、第１のセンサ１５２１５８からの入力を受け入れるように構成された１つ又は２つ以上のレベルシフト抵抗１５２１９６を備える。レベルシフト抵抗１５２１９６は、第１のセンサからの入力を調節して、入力に応じて値を、より高い電圧へ、又はより低い電圧へとシフトさせる。レベルシフト抵抗１５２１９６は、第１のセンサ１５２１５８からのレベルシフトされた入力をアナログ－デジタル変換器に提供する。

【０２９４】

いくつかの実施形態では、複数の二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂは、回路１５２１９０内の複数のブリッジ１５２１９２ａ、１５２１９２ｂに結合されている。複

数のブリッジ１５２１９２ａ、１５２１９２ｂは、複数の二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂからの入力のフィルタ処理を提供してよい。入力信号をフィルタ処理した後、複数のブリッジ１５２１９２ａ、１５２１９２ｂは、複数の二次センサ１５２１６０ａ、１５２１６０ｂからの入力をアナログ－デジタル変換器１５２１９４に提供する。いくつかの実施形態では、１つ又は２つ以上のレベルシフト抵抗に結合されたスイッチ１５２１９８は、アナログ－デジタル変換器１５２１９４に結合されてもよい。スイッチ１５２１９８は、例えばホール効果センサからの入力など、１つ又は２つ以上の入力信号を校正するように構成されている。スイッチ１５２１９８は、例えばホール効果センサの入力を校正するなど、１つ又は２つ以上のレベルシフト信号を提供してセンサの１つ又は２つ以上の入力信号を調節するように係合されてもよい。いくつかの実施形態では、調節は必須ではなく、スイッチ１５２１９８は、レベルシフト抵抗を切り離すために開位置のままにされる。スイッチ１５２１９８は、アナログ－デジタル変換器１５２１９４に結合されている。アナログ－デジタル変換器１５２１９４は、例えば一次プロセッサなど、１つ又は２つ以上のプロセッサに出力を提供する。一次プロセッサは、アナログ－デジタル変換器１５２１９４からの入力に基づいて、エンドエフェクタ１５２１５０の１つ又は２つ以上のパラメータを計算する。例えば、一実施形態では、一次プロセッサは、１つ又は２つ以上のセンサ１５２１５８、１５２１６０ａ、１５２１６０ｂからの入力に基づいて、アンビル１５２１５２とステープルカートリッジ１５２１５６との間に位置する組織の厚さを計算する。

【０２９５】

図６４は、複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄを備えるエンドエフェクタ１５２２００の一実施形態を示している。エンドエフェクタ１５２２００は、第２の顎部材１５２２０４に枢動可能に結合されたアンビル１５２２０２を備える。第２の顎部材１５２２０４は、中にステープルカートリッジ１５２２０６を受容するように構成されている。アンビル１５２２０２は、その上に複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄを備える。複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄは、例えばアンビル１５２２０２など、エンドエフェクタ１５２２００の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄは、１つ又は２つ以上の同一のセンサ及び／又は異なるセンサを備えてもよい。複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄは、例えば、ホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ、圧力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は任意の他の好適なセンサ、或いはそれらの組み合わせを備えてもよい。例えば、一実施形態では、複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄは複数の歪みゲージを備えてもよい。

【０２９６】

一実施形態では、複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄにより、ロバストな組織の厚さの感知プロセスを実現することが可能になる。アンビル１５２２０２の長さに沿って様々なパラメータを検出することによって、複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄが、例えば部分的な噛み合い又は完全な噛み合いなどの噛み合いにかかわらず、例えば外科用器具１５００１０などの外科用器具が顎内における組織の厚さを計算することが可能になる。いくつかの実施形態では、複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄは、複数の歪みゲージを備える。複数の歪みゲージは、アンビル１５２２０２の様々な地点において歪みを測定するように構成されている。アンビル１５２２０２の様々な地点それぞれにおける歪みの大きさ及び／又は勾配は、アンビル１５２２０２とステープルカートリッジ１５２２０６との間の組織の厚さを判定するために使用することができる。複数の歪みゲージは、組織の厚さ、組織配置、及び／又は物質の特性を判断するため、掴持の力学に基づいて、大きさ及び／又は勾配の最大差を最適化するように構成されてもよい。掴持の間における複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄの時間ベースの監視によって、例えば一次プロセッサなどのプロセッサが、アルゴリズム及びルックアップテーブルを利用して、組織特徴及び掴持位置を認識し、エンドエフェクタ１５２２００、及び／又はアンビル１５２２０２とステープルカートリッジ１５２２０６との間に掴持された組

織を動的に調節することが可能になる。

【０２９７】

図６５は、複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄに基づいて１つ又は２つ以上の組織の特性を判定するプロセス１５２２２０の一実施形態を示す論理図である。一実施形態では、複数のセンサ１５２２０８ａ～１５２２０８ｄは、エンドエフェクタ１５２２００の１つ又は２つ以上のパラメータを示す複数の信号を生成する１５２２２２ａ～１５２２２２ｄ。複数の生成された信号は、デジタル信号に変換され１５２２２４ａ～１５２２２４ｄ、プロセッサに提供される。例えば、複数の歪みゲージを含む一実施形態では、複数の電子μ歪み（微小歪み）変換回路が、歪みゲージ信号をデジタル信号に変換する１５２２２４ａ～１５２２２４ｄ。デジタル信号は、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは、複数の信号に基づいて、１つ又は２つ以上の組織の特徴を判定する１５２２２６。プロセッサは、アルゴリズム及び／又はルックアップテーブルを適用することによって、１つ又は２つ以上の組織の特徴を判定してもよい。１つ又は２つ以上の組織特徴は、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって操作者に対して表示される１５２０２６。

【０２９８】

図６６は、第２の顎部材３２５４に結合された複数のセンサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄを備えるエンドエフェクタ１５２２５０の一実施形態を示している。エンドエフェクタ１５２２５０は、第２の顎部材１５２２５４に枢動可能に結合されたアンビル１５２２５２を備える。アンビル１５２２５２は、例えば組織の一部分１５２２６４などの１つ又は２つ以上の物質を間に掴持するように、第２の顎部材１５２２５４に対して移動可能である。第２の顎部材１５２２５４は、ステープルカートリッジ１５２２５６を受容するように構成されている。第１のセンサ１５２２５８は、アンビル１５２２５２に結合されている。第１のセンサは、例えば、アンビル１５２２５２とステープルカートリッジ１５２２５６との間の間隙１５２１１０など、エンドエフェクタ１５２１５０の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。間隙１５２１１０は、例えば、アンビル１５２２５２とステープルカートリッジ１５２２５６との間に掴持された組織の厚さに相当し得る。第１のセンサ１５２２５８は、エンドエフェクタの１つ又は２つ以上のパラメータを測定する任意の好適なセンサを備えてもよい。例えば、様々な実施形態では、第１のセンサ１５２２５８は、ホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ、圧力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は任意の他の好適なセンサを備えてもよい。

【０２９９】

複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄが、第２の顎部材１５２２５４に結合されている。複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄは、第２の顎部材１５２２５４及び／又はステープルカートリッジ１５２２５６と一体式に形成されてもよい。例えば、一実施形態では、複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄは、ステープルカートリッジ１５２２５６の外側列上に配設される（図６７を参照のこと）。複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄは、エンドエフェクタ１５２２５０、及び／又はアンビル１５２２５２とステープルカートリッジ１５２２５６との間に掴持される組織の一部分１５２２６４の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄは、例えば、ホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ、圧力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は任意の他の好適なセンサ、或いはそれらの組み合わせなど、エンドエフェクタ１５２２５０及び／又は組織の一部分１５２２６４の１つ又は２つ以上のパラメータを検出する任意の好適なセンサを備えてよい。複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄは、同一のセンサ及び／又は異なるセンサを備えてもよい。

【０３００】

いくつかの実施形態では、複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄは、２つの目的を兼ねたセンサ及び組織安定化要素を備える。複数の二次センサ１５２２６０ａ～

１５２２６０ｄは、例えば掴持動作中など、複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄが組織の一部分１５２２６４と係合されたとき、安定した組織状態を作り出すように構成された電極及び／又は感知形状を備える。いくつかの実施形態では、複数の二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄのうち１つ又は２つ以上が、非感知型の組織安定化要素と置き換えられてもよい。二次センサ１５２２６０ａ～１５２２６０ｄは、掴持、ステープル留め、及び／又は他の治療プロセス中の、組織フロー、ステープル形成、及び／又は他の状態を制御することによって安定した組織状態を作り出す。

【０３０１】

図６７は、中に一体式に形成された複数のセンサ１５２２７２ａ～１５２２７２ｈを備えるステープルカートリッジ１５２２７０の一実施形態を示している。ステープルカートリッジ１５２２７０は、ステープルを中に格納する複数の穴を包含する複数の列を備える。外側列１５２２７８の穴のうち１つ又は２つ以上が、複数のセンサ１５２２７２ａ～１５２２７２ｈのうち１つと置き換えられる。センサワイヤ１５２２７６ｂに結合されたセンサ１５２２７２ｆを示すため、切欠き部分が示されている。センサワイヤ１５２２７６ａ、１５２２７６ｂは、複数のセンサ１５２２７２ａ～１５２２７２ｈを、例えば外科用器具１５００１０など、外科用器具の１つ又は２つ以上の回路に結合するための複数のワイヤを備えてもよい。いくつかの実施形態では、複数のセンサ１５２２７２ａ～１５２２７２ｈのうち１つ又は２つ以上は、組織の安定化を提供するように構成された電極及び／又は感知形状を有する、２つの目的を兼ねたセンサ及び組織安定化要素を備える。いくつかの実施形態では、複数のセンサ１５２２７２ａ～１５２２７２ｈは、複数の組織安定化要素と置き換えられ、かつ／又は共同設置されてもよい。組織安定化は、例えば、掴持及び／又はステープル留めプロセスの間の、組織フロー及び／又はステープル形成を制御することによって提供されてもよい。複数のセンサ１５２２７２ａ～１５２２７２ｈは、外科用器具１５００１０の１つ又は２つ以上の回路に信号を提供して、ステープル留め性能及び／又は組織の厚さの感知のフィードバックを向上させる。

【０３０２】

図６８は、例えば図６６に示されるエンドエフェクタ１５２２５０などのエンドエフェクタ内で掴持された組織の一部分１５２２６４の１つ又は２つ以上のパラメータを判定するプロセス１５２２８０の一実施形態を示す論理図である。一実施形態では、第１のセンサ１５２２５８は、エンドエフェクタ１５２２５０、及び／又はアンビル１５２２５２とステープルカートリッジ１５２２５６との間に位置する組織の一部分１５２２６４の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。第１の信号が、第１のセンサ１５２２５８によって生成される１５２２８２。第１の信号は、第１のセンサ１５２２５８によって検出される１つ又は２つ以上のパラメータを示す。１つ又は２つ以上の二次センサ１５２２６０は、エンドエフェクタ１５２２５０及び／又は組織の一部分１５２２６４の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。二次センサ１５２２６０は、第１のセンサ１５２２５８と同じパラメータ、追加のパラメータ、又はそれとは異なるパラメータを検出するように構成されてもよい。二次信号１５２２８４が、二次センサ１５２２６０によって生成される。二次信号１５２２８４は、二次センサ１５２２６０によって検出される１つ又は２つ以上のパラメータを示す。第１の信号及び二次信号は、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。プロセッサは、二次センサ１５２２６０によって生成される入力に基づいて、第１のセンサ１５２２５８によって生成される第１の信号を調節する１５２２８６。調節された信号は、例えば、組織の一部分１５２２６４の厚さ及び噛み合いの完全性を示してもよい。調節された信号は、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって操作者に対して表示される１５２０２６。

【０３０３】

図６９は、複数の冗長センサ１５２３０８ａ、１５２３０８ｂを備えるエンドエフェクタ１５２３００の一実施形態を示している。エンドエフェクタ１５２３００は、第２の顎部材１５２３０４に枢動可能に結合された第１の顎部材、すなわちアンビル１５２３０２

を備える。第２の顎部材１５２３０４は、中にステープルカートリッジ１５２３０６を受容するように構成されている。アンビル１５２３０２は、アンビル１５２３０２とステープルカートリッジ１５２３０６との間に、例えば組織の一部分などの物質を把持するためにステープルカートリッジ１５２３０６に対して移動可能である。複数のセンサ１５２３０８ａ、１５２３０８ｂが、アンビルに結合されている。複数のセンサ１５２３０８ａ、１５２３０８ｂは、エンドエフェクタ１５２３００、及び／又はアンビル１５２３０２とステープルカートリッジ１５２３０６との間に位置する組織の一部分の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。いくつかの実施形態では、複数のセンサ１５２３０８ａ、１５２３０８ｂは、アンビル１５２３０２とステープルカートリッジ１５２３０６との間の間隙１５２３１０を検出するように構成されている。間隙１５２３１０は、例えば、アンビル１５２３０２とステープルカートリッジ１５２３０６との間に位置する組織の厚さに相当し得る。複数のセンサ１５２３０８ａ、１５２３０８ｂは、例えば、第２の顎部材１５２３０４に結合された磁石１５２３１２によって生成される磁界を検出することによって、間隙を１５２３１０を検出してもよい。

【０３０４】

いくつかの実施形態では、複数のセンサ１５２３０８ａ、１５２３０８ｂは、冗長センサを備える。冗長センサは、エンドエフェクタ１５２３００、及び／又はアンビル１５２３０２とステープルカートリッジ１５２３０６との間に位置する組織の一部分の同じ特性を検出するように構成されている。冗長センサは、例えば、アンビル１５２３０２とステープルカートリッジ１５２３０６との間の間隙１５２３１０を検出するように構成されたホール効果センサを備えてもよい。冗長センサは、例えば、一次プロセッサなどのプロセッサが、複数の入力を評価し、最も信頼性が高い入力を決定することを可能にする、１つ又は２つ以上のパラメータを表す信号を提供する。いくつかの実施形態では、冗長センサは、ノイズ、疑似信号、及び／又はドリフトを低減するために使用される。冗長センサはそれぞれ、掴持の間にリアルタイムで測定されて、時間ベースの情報を分析し、アルゴリズム及び／又はルックアップテーブルが、組織特徴及び掴持の位置付けを動的に認識することを可能にしてもよい。冗長センサのうち１つ又は２つ以上の入力が、調節される、及び／又は選択されて、アンビル１５２３０２とステープルカートリッジ１５２３０６との間に位置する組織の一部分の真の組織の厚さ及び噛み合いを識別してもよい。

【０３０５】

図７０は、例えば、図６９に示される複数のセンサ１５２３０８ａ、１５２３０８ｂなど、複数の冗長センサから最も信頼性が高い出力を選択するプロセス１５２３２０の一実施形態を示す論理図である。一実施形態では、第１の信号が、第１のセンサ１５２３０８ａによって生成される。第１の信号は、アナログ－デジタル変換器によって変換される１５２３２２ａ。１つ又は２つ以上の追加信号が、１つ又は２つ以上の冗長センサ１５２３０８ｂによって生成される。１つ又は２つ以上の追加信号は、アナログ－デジタル変換器によって変換される１５２３２２ｂ。変換された信号は、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは、冗長入力を評価して、最も信頼性が高い出力を決定する１５２３２４。最も信頼性が高い出力は、例えば、アルゴリズム、ルックアップテーブル、追加センサからの入力、及び／又は器具状態など、１つ又は２つ以上のパラメータに基づいて選択されてもよい。最も信頼性が高い出力を選択した後、プロセッサは、例えば、アンビル１５２３０２とステープルカートリッジ１５２３０６との間に位置する組織の一部分の真の厚さ及び噛み合いを反映させるために、１つ又は２つ以上の追加センサに基づいて出力を調節してもよい。調節された最も信頼性が高い出力は、例えば、外科用器具１５００１０に埋め込まれたディスプレイによって、操作者に対して表示される１５２０２６。

【０３０６】

図７１は、疑似信号を制限する、又は排除する固有のサンプリング率を備えるセンサ１５２３５８を備えるエンドエフェクタ１５２３５０の一実施形態を示している。エンドエフェクタ１５２３５０は、第２の顎部材１５２３５４に枢動可能に結合された、第１の顎

部材、すなわちアンビル１５２３５２を備える。第２の顎部材１５２３５４は、中にステープルカートリッジ１５２３５６を受容するように構成されている。ステープルカートリッジ１５２３５６は、アンビル１５２３５２とステープルカートリッジ１５２３５６との間に位置する組織の一部分に送達され得る複数のステープルを収容している。センサ１５２３５８は、アンビル１５２３５２に結合されている。センサ１５２３５８は、例えば、アンビル１５２３５２とステープルカートリッジ１５２３５６との間の間隙１５２３６４など、エンドエフェクタ１５２３５０の１つ又は２つ以上のパラメータを検出するように構成されている。間隙１５２３６４は、例えば組織の一部分などの物質の厚さ、及び／又はアンビル１５２３５２とステープルカートリッジ１５２３５６との間に位置する物質の噛み合いの完全性に対応し得る。センサ１５２３５８は、例えば、ホール効果センサなどの磁気センサ、歪みゲージ、圧力センサ、渦電流センサなどの誘導センサ、抵抗センサ、容量センサ、光センサ、及び／又は他の任意の好適なセンサなど、エンドエフェクタ１５２３５０の１つ又は２つ以上のパラメータを検出する任意の好適なセンサを備えてもよい。

【０３０７】

一実施形態では、センサ１５２３５８は、第２の顎部材１５２３５４及び／又はステープルカートリッジ１５２３５６に結合された電磁波源１５２３６０によって生成される、磁界を検出するように構成された磁気センサを備える。電磁波源１５２３６０は、センサ１５２３５８によって検出される磁界を生成する。検出された磁界の強度は、例えば、アンビル１５２３５２とステープルカートリッジ１５２３５６との間に位置する組織の厚さ及び／又は噛み合いの完全性に対応し得る。いくつかの実施形態では、電磁波源１５２３６０は、例えば１ＭＨｚなど、既知の周波数で信号を生成する。他の実施形態では、電磁波源１５２３６０によって生成される信号は、例えば、第２の顎部材１５２３５４に設置されたステープルカートリッジ１５２３５６のタイプ、１つ又は２つ以上の追加センサ、アルゴリズム、及び／又は１つ若しくは２つ以上のパラメータに基づいて調節可能であってよい。

【０３０８】

一実施形態では、信号プロセッサ１５２３６２は、例えばアンビル１５２３５２など、エンドエフェクタ１５２３５０に結合されている。信号プロセッサ１５２３６２は、センサ１５２３５８によって生成される信号を処理して、疑似信号を排除し、センサ１５２３５８からの入力を昇圧するように構成されている。いくつかの実施形態では、信号プロセッサ１５２３６２は、例えば、外科用器具１５００１０のハンドル１５００１４内など、エンドエフェクタ１５２３５０とば別個に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、信号プロセッサ１５２３６２は、例えば一次プロセッサなどの汎用プロセッサと一体式に形成され、かつ／又は汎用プロセッサによって実行されるアルゴリズムを含む。信号プロセッサ１５２３６２は、電磁波源１５２３６０によって生成される信号の周波数と実質的に等しい周波数でセンサ１５２３５８の信号を処理するように構成されている。例えば、一実施形態では、電磁波源１５２３６０は１ＭＨｚの周波数で信号を生成する。信号は、センサ１５２３５８によって検出される。センサ１５２３５８は、信号プロセッサ１５２３６２に提供される検出された磁界を示す信号を生成する。信号は、１ＭＨｚの周波数で信号プロセッサ１５２３６２によって処理されて、疑似信号が排除される。処理された信号は、例えば一次プロセッサなどのプロセッサに提供される。一次プロセッサは、受信した信号を、例えば、アンビル１５２３５２とステープルカートリッジ１５２３５６との間の間隙１５２３６４など、エンドエフェクタ１５２３５０の１つ又は２つ以上のパラメータに相関させる。

【０３０９】

図７２は、例えば図７１に示されるエンドエフェクタ１５２３５０など、エンドエフェクタのアンビルとステープルカートリッジとの間に位置する組織の一部分の厚さ測定値を生成するためのプロセス１５２３７０の一実施形態を示す論理図である。プロセス１５２３７０の一実施形態では、信号は、変調された電磁波源１５２３６０によって生成される１５２３７２。生成された信号は、例えば１ＭＨｚの信号を含んでもよい。磁気センサ１

５２３５８は、電磁波源１５２３６０によって生成される信号を検出するように構成されている１５２３７４。磁気センサ１５２３５８は、検出された磁界を示す信号を生成し、その信号を信号プロセッサ１５２３６２に提供する。信号プロセッサ１５２３６２は、信号を処理して１５２３７６、ノイズの除去、疑似信号の除去、及び／又は信号の昇圧を行う。処理された信号は、デジタル信号に変換するため１５２３７８、アナログ－デジタル変換器に提供される。デジタル信号は、例えば、校正曲線入力アルゴリズム及び／又はルックアップテーブルの適用によって校正されてもよい１５２３８０。信号の処理１５２３７６、変換１５２３７８、及び校正１５２３８０は、１つ又は２つ以上の回路によって行われてもよい。校正された信号は、例えば、外科用器具１５００１０と一体式に形成されたディスプレイによって、ユーザに対して表示される１５２０２６。

【０３１０】

図７３及び図７４は、異なるタイプのステープルカートリッジ１５２４０６を識別するセンサ１５２４０８を備えるエンドエフェクタ１５２４００の一実施形態を示している。エンドエフェクタ１５２４００は、第２の顎部材又は細長いチャネル１５２４０４に枢動可能に結合された第１の顎部材又はアンビル１５２４０２を備える。細長いチャネル１５２４０４は、ステープルカートリッジ１５２４０６をその中で動作可能に支持するように構成されている。エンドエフェクタ１５２４００は、近位領域に位置するセンサ１５２４０８を更に備える。センサ１５２４０８は、光センサ、磁気センサ、電気センサ、又は任意の他の好適なセンサのいずれかであり得る。

【０３１１】

センサ１５２４０８は、ステープルカートリッジ１５２４０６の特性を検出し、それによってステープルカートリッジ１５２４０６のタイプを識別するように動作可能であり得る。図７４は、センサ１５２４０８が光エミッタ／検出器１５２４１０である一例を示している。ステープルカートリッジ１５２４０６の本体は、色がステープルカートリッジ１５２４０６のタイプを識別するように、異なる色である場合がある。光エミッタ／検出器１５２４１０は、ステープルカートリッジ１５２４０６本体の色を問い合わせるように動作可能であり得る。例示される例では、光エミッタ／検出器１５２４１０は、等しい強度の赤色、緑色、及び青色スペクトルの反射光を受け取ることによって白色を検出することができる１５２４１２。光エミッタ／検出器１５２４１０は、緑色及び青色スペクトルの非常にわずかな反射光を受け取る一方で、より高い強度の赤色スペクトルの光を受け取ることによって赤色を検出することができる１５２４１４。

【０３１２】

代替的に、又はそれに加えて、光エミッタ／検出器１５２４１０、又は別の好適なセンサ１５２４０８は、ステープルカートリッジ１５２４０６上の他の何らかの記号若しくは印を問い合わせ、識別することができる。記号又は印は、バーコード、形若しくは文字、色別の模様、又は任意の他の好適な印のいずれか１つであることができる。センサ１５２４０８によって読み取られた情報は、例えばマイクロコントローラ（例、例えばマイクロコントローラ４６１（図１２））など、外科用デバイス１５００１０のマイクロコントローラに通信することができる。マイクロコントローラは、ステープルカートリッジ１５２４０６に関する情報を器具の操作者に通信するように構成することができる。例えば、識別されたステープルカートリッジ１５２４０６が、所与の用途に対して適切でない場合があり、そのような場合、器具の操作者に通知することができ、かつ／又は器具の機能が不適切である。かかる例では、マイクロコントローラは任意選択で、外科用器具の機能を使用不能にするように構成することができる。代替的に、又はそれに加えて、マイクロコントローラは、外科用器具１５００１０の操作者に、例えば、ステープルカートリッジ１５２４０６の長さなど、識別されたステープルカートリッジ１５２４０６のタイプのパラメータ、又は高さ及び長さなど、ステープルに関する情報を、通知するように構成することができる。

【０３１３】

図７５は、エンドエフェクタの顎部材１５３４３４に固定式に取り付けられるように構

成されたセグメント化フレキシブル回路１５３４３０の一態様を例示する。セグメント化フレキシブル回路１５３４３０は、局所的な組織の存在の検出を提供するために、個々にアドレス指定可能なセンサを含む遠位セグメント１５３４３２ａ及び側方セグメント１５３４３２ｂ、１５３４３２ｃを備える。セグメント１５３４３２ａ、１５３４３２ｂ、１５３４３２ｃは、セグメント１５３４３２ａ、１５３４３２ｂ、１５３４３２ｃの各々の内部に位置する個々のセンサに基づいて、組織を検出し、組織パラメータを測定するために個々にアドレス指定可能である。セグメント化フレキシブル回路１５３４３０のセグメント１５３４３２ａ、１５３４３２ｂ、１５３４３２ｃは、顎部材１５３４３４に取り付けられ、かつ導電性素子１５３４３６を介して電気回路などのエネルギー源に電気的に結合される。ホール効果センサ１５３４３８又は任意の好適な磁気センサが、顎部材１５３４３４の遠位端に配置される。ホール効果センサ１５３４３８は、別途、図７７に詳細に示される、それ以外では組織間隙と称され得る、顎部材１５３４３４によって画定された開口の測定値を提供するために磁石と共に機能する。セグメント化フレキシブル回路１５３４３０は、エンドエフェクタ内の組織の厚さ、力、変位、圧縮、組織インピーダンス、及び組織の場所を測定するために用いられてよい。

【０３１４】

図７６は、エンドエフェクタの顎部材１５３４４４に取り付けられるように構成されたセグメント化フレキシブル回路１５３４４０の一態様を例示する。セグメント化フレキシブル回路１５３４４０は、組織制御のために、個々にアドレス指定可能なセンサを含む遠位セグメント１５３４４２ａと、側方セグメント１５３４４２ｂ、１５３４４２ｃとを備える。セグメント１５３４４２ａ、１５３４４２ｂ、１５３４４２ｃは、組織を処置するために、またセグメント１５３４４２ａ、１５３４４２ｂ、１５３４４２ｃの各々の内部に位置する個々のセンサを読み取るために、個々にアドレス指定可能である。セグメント化フレキシブル回路１５３４４０のセグメント１５３４４２ａ、１５３４４２ｂ、１５３４４２ｃは、顎部材１５３４４４に取り付けられ、かつ導電性素子１５３４４６を介してエネルギー源に電気的に結合される。ホール効果センサ１５３４４８又は他の好適な磁気センサが、顎部材１５３４４４の遠位端に設けられる。ホール効果センサ１５３４４８は、図７７に詳細に示されるエンドエフェクタの顎部材１５３４４４によって画定された開口又は組織間隙の測定値を提供するために磁石と共に機能する。加えて、複数の側方の非対称型温度センサ１５３４５０ａ、１５３４５０ｂが、セグメント化フレキシブル回路１５３４４０上に取り付けられるか、又は形式的にそれと一体化されて組織温度フィードバックを制御回路に提供する。セグメント化フレキシブル回路１５３４４０は、エンドエフェクタ内の組織の厚さ、力、変位、圧縮、組織インピーダンス、及び組織の場所を測定するために用いられてよい。

【０３１５】

図７７は、組織間隙G_Tを測定するように構成されたエンドエフェクタ１５３４６０の一態様を例示する。エンドエフェクタ１５３４６０は、顎部材１５３４６２及び顎部材１５３４４４を備える。図７６に説明されるフレキシブル回路１５３４４０が、顎部材１５３４４４に取り付けられる。フレキシブル回路１５３４４０は、組織間隙G_Tを測定するために、顎部材１５３４６２に取り付けられた磁石１５３４６４と共に機能するホール効果センサ１５３４４８を備える。このような技法は、顎部材１５３４４４と顎部材１５３４６２との間に画定された開口を測定するために利用することができる。顎部材１５３４６２は、ステープルカートリッジであってもよい。

【０３１６】

図７８は、セグメント化フレキシブル回路１５３４６８を含むエンドエフェクタ１５３４７０の一態様を例示する。エンドエフェクタ１５３４７０は、顎部材１５３４７２及びステープルカートリッジ１５３４７４を備える。セグメント化フレキシブル回路１５３４６８は、顎部材１５３４７２に取り付けられる。セグメント１～５の内部に配設されたセンサの各々は、顎部材１５３４７２とステープルカートリッジ１５３４７４との間に位置付けられた組織の存在を検出し、組織区域１～５を表すように構成されている。図７８に

示された構成では、エンドエフェクタ１５３４７０は、顎部材１５３４７２とステープルカートリッジ１５３４７４との間に組織を受容するか、又は把持する準備ができている開放位置で示されている。セグメント化フレキシブル回路１５３４６８は、エンドエフェクタ１５３４７０内の組織の厚さ、力、変位、圧縮、組織インピーダンス、及び組織の場所を測定するために用いられてよい。

【０３１７】

図７９は、顎部材１５３４７２が、顎部材１５３４７２、例えばアンビルとステープルカートリッジとの間に組織１５３４７６を掴持している、図７８に示されるエンドエフェクタ１５３４７０を例示する。図７９に示されるように、組織１５３４７６は、セグメント１～３の間に位置決めされ、組織区域１～３を表す。したがって、組織１５３４７６は、セグメント１～３内のセンサによって検出され、組織の不在（空の状態）が、セグメント４～５によって区間１５３４６９において検出される。特定のセグメント１～３及び４～５内に位置決めされた組織１５３４７６の存在及び不在に関する情報は、それぞれ、例えばインターフェース回路を介して本明細書に説明されるような制御回路に伝達される。制御回路は、セグメント１～３内に位置する組織を検出するように構成されている。セグメント１～５は、ある特定のセグメント１～５内に位置する組織の組織パラメータを測定するための任意の好適な温度、力／圧力、及び／又はホール効果磁気センサと、ある特定のセグメント１～５内に位置する組織にエネルギーを送達するための電極とを収容してもよいことが理解されよう。セグメント化フレキシブル回路１５３４６８は、エンドエフェクタ１５３４７０内の組織の厚さ、力、変位、圧縮、組織インピーダンス、及び組織の場所を測定するために用いられてよい。

【０３１８】

図８０は、本開示による、外科用器具又はシステムと共に使用することができる絶対位置決めシステム１５３１００の図である。絶対位置決めシステム１５３１００は、本開示の少なくとも一態様による、センサ機構１５３１０２を備える制御されたモータ駆動回路構成を備える。絶対位置決めシステム１５３１００用のセンサ機構１５３１０２は、変位部材１５３１１１の位置に対応する固有の位置信号を提供する。一態様では、変位部材１５３１１１は、切断器具又はナイフ（例えば、切断器具、Ｉビーム、及び／又はＩビーム１５３５１４（図８２））に連結された長手方向に可動な駆動部材を表す。他の態様では、変位部材１５３１１１は、駆動歯のラックを含むように適合され構成され得る、切断器具又はナイフに連結された発射部材を表す。更に別の態様では、変位部材１５３１１１は、発射バー又はＩビームを表しており、それらの各々は、駆動歯のラックを含むように適合され構成され得る。

【０３１９】

したがって、本明細書で使用されるとき、変位部材という用語は、駆動部材、発射部材、発射バー、切断器具、ナイフ、及び／若しくはＩビーム、又は変位され得る任意の要素などの、外科用器具又はシステムの任意の可動部材を総じて指すために使用される。したがって、絶対位置決めシステム１５３１００は、実際には、長手方向に可動な駆動部材の変位を追跡することによって、Ｉビーム１５３５１４（図８２）の変位を追跡することができる。様々な他の態様では、変位部材１５３１１１は、変位を測定するために好適な任意のセンサに結合されてもよい。したがって、長手方向可動駆動部材、発射部材、発射バー、若しくはＩビーム、又はそれらの組み合わせは、任意の好適な変位センサに連結され得る。変位センサは、接触式又は非接触式変位センサを含んでよい。変位センサは、線形可変差動変圧器（linear variable differential transformers、ＬＶＤＴ）、差動可変磁気抵抗型変換器（differential variable reluctance transducers、ＤＶＲＴ）、スライドポテンショメータ、移動可能な磁石及び一連の直線上に配置されたホール効果センサを備える磁気感知システム、固定された磁石及び一連の移動可能な直線上に配置されたホール効果センサを備える磁気感知システム、移動可能な光源及び一連の直線上に配置された光ダイオード若しくは光検出器を備える光学検出システム、又は固定された光源及び一連の移動可能な直線上に配置された光ダイオード若しくは光検出器を備える光学検出シ

ステム、或いはこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

【０３２０】

電気モータ１５３１２０は、変位部材１５３１１１上の駆動歯のセット又はラックと噛合係合で装着されるギアアセンブリ１５３１１４と動作可能に連携する回転式シャフト１５３１１６を含み得る。センサ素子１５３１２６は、センサ素子１５３１２６の１回転が、変位部材１５３１１１のいくらかの直線の長手方向並進に対応するように、ギアアセンブリ１５３１１４に動作可能に連結されてもよい。ギアリング及びセンサ１５３１１８の構成は、ラックピニオン構成によって直線アクチュエータに、又はスパーギア若しくは他の接続によって回転アクチュエータに接続することができる。電源１５３１２９は、絶対位置決めシステム１５３１００に電力を供給し、出力インジケータ１５３１２８は、絶対位置決めシステム１５３１００の出力を表示することができる。

【０３２１】

位置センサ１５３１１２と関連付けられたセンサ素子１５３１２６の１回転は、変位部材１５３１１１の長手方向変位d_1に相当し、d_1は、変位部材１５３１１１に連結されたセンサ素子１５３１２６が１回転した後、変位部材１５３１１１が点「ａ」から点「ｂ」まで移動する長手方向の距離である。センサ機構１５３１０２は、位置センサ１５３１１２が変位部材１５３１１１のフルストロークに対して１回以上の回転を完了する結果をもたらすギアの減速を介して接続されてもよい。位置センサ１５３１１２は、変位部材１５３１１１のフルストロークに対して複数回の回転を完了することができる。

【０３２２】

位置センサ１５３１１２の２回以上の回転に対する固有の位置信号を提供するために、一連のスイッチ１５３１２２ａ～１５３１２２ｎ（ここでｎは１より大きい整数である）が、単独で用いられても、又はギア減速との組み合わせで用いられてもよい。スイッチ１５３１２２ａ～１５３１２２ｎの状態はコントローラ１５３１１０にフィードバックされ、コントローラは論理を適用して、変位部材１５３１１１の長手方向の変位$d_1+d_2+...d_n$に対応する固有の位置信号を決定する。位置センサ１５３１１２の出力１５３１２４は、コントローラ１５３１１０に提供される。センサ機構１５３１０２の位置センサ１５３１１２は、磁気センサ、電位差計などのアナログ回転センサ、アナログホール効果素子のアレイを備えてもよく、これらは位置信号又は値の固有の組み合わせを出力する。コントローラ１５３１１０は、マスターコントローラ内に収容されてもよく、又は本開示による外科用器具又はシステムの器具装着部ハウジング内に収容されてもよい。

【０３２３】

絶対位置決めシステム１５３１００は、モータ１５３１２０が単に前方又は後方に経たステップの数をカウントして装置アクチュエータ、駆動バー、ナイフなどの位置を推定する従来の回転エンコーダで必要となり得るような、変位部材１５３１１１をリセット（ゼロ又はホーム）位置へ後退又は前進させることなしに、外科用器具又はシステムの電源投入時に変位部材１５３１１１の絶対位置を提供する。

【０３２４】

コントローラ１５３１１０は、ナイフ及び関節運動システムの速度及び位置に対する精密制御など、様々な機能を実行するようにプログラムされてもよい。一態様では、コントローラ１５３１１０は、プロセッサ１５３１０８及びメモリ１５３１０６を含む。電気モータ１５３１２０は、ギアボックス、及び関節運動又はナイフシステムに対する機械的連結部を備えたブラシ付きＤＣモータであってもよい。一態様では、モータ駆動器１５３１１０は、Ａｌｌｅｇｒｏ　Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，Ｉｎｃから入手可能なＡ３９４１であってもよい。他のモータ駆動器を、絶対位置決めシステム１５３１００で使用するために容易に置き換えることができる。

【０３２５】

コントローラ１５３１１０は、変位部材１５３１１１及び関節運動システムの速度及び位置に対する精密な制御を提供するようにプログラムされてもよい。コントローラ１５３１１０は、コントローラ１５３１１０のソフトウェア内で応答を計算するように構成され

てもよい。計算された応答は、実際のシステムの測定された応答と比較されて「観測された」応答が得られ、これが実際のフィードバックの判定に用いられる。観測された応答は、シミュレーションによる応答の滑らかで連続的な性質を、測定による応答と釣り合わせる好適な同調された値であり、これはシステムに及ぼす外部の影響を検出することができる。

【０３２６】

絶対位置決めシステム１５３１００は、ＰＩＤ、状態フィードバック、及び適応コントローラなどのフィードバックコントローラを備えてもよく、かつ／又はこれらを実装するようにプログラムされてもよい。電源１５３１２９は、フィードバックコントローラからの信号を、システムへの物理的入力、この場合は、電圧へと変換する。他の例としては、電圧、電流、及び力のパルス幅変調（ＰＷＭ）が挙げられる。位置センサ１５３１１２で測定される位置に加えて、物理的システムの物理パラメータを測定するために、他のセンサ（複数可）１５３１１８が設けられてもよい。デジタル信号処理システムでは、絶対位置決めシステム１５３１００がデジタルデータ取得システムに連結され、ここで絶対位置決めシステム１５３１００の出力は有限の解像度及びサンプリング周波数を有する。絶対位置決めシステム１５３１００は、計算された応答を測定された応答に向けて駆動する加重平均及び理論制御ループなどのアルゴリズムを用いて、計算された応答を測定された応答と組み合わせるために、比較及び組み合わせ回路を備え得る。入力を知ることによって物理的システムの状態及び出力がどうなるかを予測するために、物理的システムの計算された応答は、質量、慣性、粘性摩擦、誘導抵抗などの特性を考慮に入れる。

【０３２７】

モータ駆動器１５３１１０は、Ａｌｌｅｇｒｏ Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，Ｉｎｃから入手可能なＡ３９４１であってもよい。Ａ３９４１駆動器１５３１１０は、特にブラシ付きＤＣモータなどの誘導負荷を目的として設計された外部Ｎチャネルパワー金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ（ＭＯＳＦＥＴ）と共に使用するためのフルブリッジコントローラである。駆動器１５３１１０は、固有の電荷ポンプレギュレータを備え、これは、全（＞１０Ｖ）ゲート駆動を７Ｖまでの電池電圧に提供し、Ａ３９４１が５．５Ｖまでの低減ゲート駆動で動作することを可能にする。ＮチャネルＭＯＳＦＥＴに必要な上記の電池供給電圧を提供するために、ブートストラップコンデンサが用いられてもよい。ハイサイド駆動用の内部電荷ポンプにより、ＤＣ（１００％デューティサイクル）動作が可能となる。フルブリッジは、ダイオード又は同期整流を用いて高速又は低速減衰モードで駆動され得る。低速減衰モードにおいて、電流の再循環は、ハイサイドのＦＥＴによっても、ローサイドのＦＥＴによっても可能である。電力ＦＥＴは、抵抗器で調節可能なデッドタイムによって、シュートスルーから保護される。統合診断は、低電圧、温度過昇、及びパワーブリッジの異常を指示するものであり、ほとんどの短絡状態下でパワーＭＯＳＦＥＴを保護するように構成され得る。他のモータ駆動器を、絶対位置決めシステム１５３１００で使用するために容易に置き換えることができる。

【０３２８】

図８１は、本開示の少なくとも一態様による、磁気回転絶対位置決めシステムを備える、絶対位置決めシステム１５３１００’用の位置センサ１５３２００の図である。絶対位置決めシステム１５３１００’は、多くの点で絶対位置決めシステム１５３１００と類似している。位置センサ１５３２００は、Ａｕｓｔｒｉａ Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，ＡＧから入手可能なＡＳ５０５５ＥＱＦＴシングルチップ磁気回転位置センサとして実装されてもよい。位置センサ１５３２００は、コントローラ１５３１１０と連携して絶対位置決めシステム１５３１００’を提供する。位置センサ１５３２００は、低電圧低出力の構成要素であり、例えば、ナイフ駆動ギア及び／又は閉鎖駆動ギアなどの変位部材と関連付けられた回転要素上に位置決めされた磁石の上方に位置する位置センサ１５３２００の領域１５３２３０に、４つのホール効果素子１５３２２８Ａ、１５３２２８Ｂ、１５３２２８Ｃ、１５３２２８Ｄを含み、それにより、発射部材及び／又は閉鎖部材の変位を精密に追跡することができる。高解像度ＡＤＣ １５３２３２及びスマート電力管理コントローラ１５

３２３８もまた、チップ上に設けられている。加算、減算、ビットシフト、及びテーブル参照操作のみを必要とする、双曲線関数及び三角関数を計算する簡潔かつ効率的なアルゴリズムを実装するために、１桁毎の方法とボルダーアルゴリズム（Volder's algorithm）としても知られる、ＣＯＲＤＩＣプロセッサ１５３２３６（座標回転デジタルコンピュータの略）が設けられる。角度位置、アラームビット、及び磁界情報は、ＳＰＩインターフェース１５３２３４などの標準的なシリアル通信インターフェースを介してコントローラ１５３１１０に伝送される。位置センサ１５３２００は、１２ビット又は１４ビットの解像度を提供する。位置センサ１５３２００は、小型のＱＦＮ１６ピン４×４×０．８５ｍｍパッケージで提供されるＡＳ５０５５チップであってもよい。

【０３２９】

ホール効果素子１５３２２８Ａ、１５３２２８Ｂ、１５３２２８Ｃ、１５３２２８Ｄは、回転磁石のすぐ上に設置されている。ホール効果は、周知の効果であり、便宜上、本明細書では詳細に説明されないが、一般に、ホール効果は、導体内の電流を横断する電気導体と、電流に直交する磁場との間の電圧差（ホール電圧）を生成する。ホール係数は、誘導電場と、電流密度に印加磁場を掛けたものとの比として定義される。その値は、電流を構成する電荷キャリアの種類、個数、及び特性に依存するので、ホール係数は、導体を作る材料の特徴を示す。ＡＳ５０５５位置センサ１５３２００において、ホール効果素子１５３２２８Ａ、１５３２２８Ｂ、１５３２２８Ｃ、１５３２２８Ｄは、磁石の絶対位置を、磁石の１回転にわたる角度で示す電圧信号を生成することが可能である。この角度値は固有の位置信号であり、ＣＯＲＤＩＣプロセッサ１５３２３６によって計算され、レジスタ又はメモリ内にＡＳ５０５５位置センサ１５３２００のオンボードで記憶される。一回転にわたる磁石の位置を示す角度値は、例えば電源投入時に、又はコントローラ１５３１１０によって要求されたときに、様々な技術でコントローラ１５３１１０に提供される。

【０３３０】

ＡＳ５０５５位置センサ１５３２００は、コントローラ１５３１１０に接続されているときは、動作するために少数の外部構成要素のみを必要とする。単一の電源を使用する単純な用途には、６本のワイヤ、すなわち電力用に２本のワイヤ、及びコントローラ１５３１１０とのＳＰＩインターフェース１５３２３４用に４本のワイヤ１５３２４０が必要とされる。割り込みをコントローラ１５３１１０に送信して、新たな有効な角度が読み込まれ得ることを知らせるために、７番目の接続が加えられてもよい。電源投入時に、ＡＳ５０５５位置センサ１５３２００は、１回の角度測定を含む全ての電源投入シーケンスを実施する。このサイクルの完了は、ＩＮＴ出力１５３２４２として示され、角度値は、内部レジスタに記憶される。この出力が設定されると、ＡＳ５０５５位置センサ１５３２００は一時停止してスリープモードに移る。コントローラ１５３１１０は、ＳＰＩインターフェース１５３２３４を介してＡＳ５０５５位置センサ１５３２００から角度値を読み取ることによって、ＩＮＴ出力１５３２４２におけるＩＮＴ要求に応答することができる。コントローラ１５３１１０によって角度値が読み取られると、ＩＮＴ出力１５３２４２が再びクリアされる。また、コントローラ１５３１１０によるＳＰＩインターフェース１５３２３４によって、「角度読み取り」コマンドを位置センサ１５３２００に送信すると、チップが自動的に電源投入され、別の角度測定が開始される。コントローラ１５３１１０が角度値の読み取りを完了すると、直ちに、ＩＮＴ出力１５３２４２がクリアされ、新たな結果が角度レジスタに記憶される。角度測定の完了は、ＩＮＴ出力１５３２４２及びステータスレジスタの対応するフラグを設定することによって再度示される。

【０３３１】

ＡＳ５０５５位置センサ１５３２００の測定原理により、単一の角度測定のみが、各電源投入シーケンス後のごく短い時間で（～６００μｓ）実施される。１つの角度の測定が完了するとすぐに、ＡＳ５０５５位置センサ１５３２００は一時停止して電源オフ状態に遷移する。デジタル平均化による角度値のオンチップフィルタリングは、複数回の角度測定を必要とし、その結果、電源投入時間がより長くなり、低電力用途には望ましくないので、このオンチップフィルタリングは実施されない。角度のジッターは、コントローラ１

５３１１０内でいくつかの角度サンプルを平均化することによって低減され得る。例えば、４つのサンプルを平均化すると、ジッターは、６ｄＢ（５０％）低減する。

【０３３２】

図８２は、本開示の少なくとも一態様による、エンドエフェクタ１５３５０２内に把持された組織１５３５２６に対するＩビーム１５３５１４の発射ストロークを示すエンドエフェクタ１５３５０２の断面図である。エンドエフェクタ１５３５０２は、本開示による外科用器具又はシステムのいずれかと共に動作するように構成されている。エンドエフェクタ１５３５０２は、アンビル１５３５１６及び細長いチャネル１５３５０３を備え、ステープルカートリッジ１５３５１８が細長いチャネル１５３５０３内に位置付けられている。発射バー１５３５２０は、エンドエフェクタ１５３５０２の長手方向軸１５３５１５に沿って遠位及び近位に並進可能である。エンドエフェクタ１５３５０２が関節運動していないとき、エンドエフェクタ１５３５０２は、器具のシャフトと一直線になっている。切刃１５３５０９を含むＩビーム１５３５１４が、発射バー１５３５２０の遠位部分に図示されている。楔形スレッド１５３５１３は、ステープルカートリッジ１５３５１８内に位置付けられている。Ｉビーム１５３５１４が遠位に並進すると、切刃１５３５０９が、アンビル１５３５１６とステープルカートリッジ１５３５１８との間に位置決めされた組織１５３５２６に接触し、それを切断し得る。また、Ｉビーム１５３５１４は、楔形スレッド１５３５１３に接触し、それを遠位に押し、楔形スレッド１５３５１３をステープルドライバ１５３５１１に接触させる。ステープルドライバ１５３５１１は、テープル１５３５０５内に入るように押し上げられ、ステープル１５３５０５を、組織を貫通しアンビル１５３５１６内に画定されたポケット１５３５０７内に進ませ、このポケットがステープル１５３５０５を成形する。

【０３３３】

例示的なＩビーム１５３５１４の発射ストロークは、エンドエフェクタ１５３５０２と整列されてチャート１５３５２９によって図示されている。例示的な組織１５３５２６もまた、エンドエフェクタ１５３５０２と整列されて示されている。発射部材のストロークは、ストローク開始位置１５３５２７及びストローク終了位置１５３５２８を含み得る。Ｉビーム１５３５１４の発射ストローク中、Ｉビーム１５３５１４は、ストローク開始位置１５３５２７からストローク終了位置１５３５２８まで遠位に前進してよい。Ｉビーム１５３５１４は、ストローク開始位置１５３５２７の１つの例示的な場所で示されている。Ｉビーム１５３５１４の発射部材ストロークチャート１５３５２９は、５つの発射部材ストローク領域１５３５１７、１５３５１９、１５３５２１、１５３５２３、１５３５２５を例示する。第１の発射ストローク領域１５３５１７では、Ｉビーム１５３５１４は、遠位に前進し始め得る。第１の発射ストローク領域１５３５１７では、Ｉビーム１５３５１４は、楔形スレッド１５３５１３に接触し、それを遠位に移動させ始め得る。しかしながら、第１の領域にある間、切刃１５３５０９は、組織に接触しない場合もあり、楔形スレッド１５３５１３が、ステープルドライバ１５３５１１に接触しない場合もある。静止摩擦に打ち勝った後は、第１の領域１５３５１７内のＩビーム１５３５１４を駆動する力は、実質的に一定であり得る。

【０３３４】

第２の発射部材ストローク領域１５３５１９では、切刃１５３５０９は、組織１５３５２６に接触して切断し始めてよい。また、楔形スレッド１５３５１３は、ステープル１５３５０５を駆動するためにステープルドライバ１５３５１１に接触し始め得る。Ｉビーム１５３５１４を駆動する力は、上昇し始めてよい。示されるように、最初にぶつかった組織は、アンビル１５３５１６がステープルカートリッジ１５３５１８に対して枢動する方式のために、圧縮され得る、及び／又はより薄くなる場合がある。第３の発射部材ストローク領域１５３５２１では、切刃１５３５０９は、組織１５３５２６と連続的に接触し、切断してよく、楔形スレッド１５３５１３は、ステープルドライバ１５３５１１に繰り返し接触し得る。Ｉビーム１５３５１４を駆動する力は、第３の領域１５３５２１内では横ばい状態であり得る。第４の発射ストローク領域１５３５２３によって、Ｉビーム１５３

５１４を駆動する力は、低下し始め得る。例えば、第４の発射領域１５３５２３に対応するエンドエフェクタ１５３５０２の部分における組織は、アンビル１５３５１６の枢動点により近い組織ほど圧縮されず、切断するのにより少ない力しか必要とされない場合がある。また、切刃１５３５０９及び楔形スレッド１５３５１３は、第４の領域１５３５２３にある間、組織１５３５２６の端に到達し得る。Ｉビーム１５３５１４が第５の領域１５３５２５に到達すると、組織１５３５２６は、完全に切断されてよい。楔形スレッド１５３５１３は、組織の端又はその近くで１つ又は２つ以上のステープルドライバ１５３５１１に接触し得る。Ｉビーム１５３５１４を第５の領域１５３５２５を通過するように前進させる力は低減されてよく、いくつかの例では、第１の領域１５３５１７内のＩビーム１５３５１４を駆動する力と同程度であってよい。発射部材のストロークの終わりに、Ｉビーム１５３５１４は、ストローク終了位置１５３５２８に到達し得る。図８２の発射部材のストローク領域１５３５１７、１５３５１９、１５３５２１、１５３５２３、１５３５２５の位置付けは、単なる一例である。いくつかの例では、例えば、アンビル１５３５１６とステープルカートリッジ１５３５１８との間の組織の位置付けに基づいて、異なる領域が、エンドエフェクタの長手方向軸１５３５１５に沿った異なる位置で開始してもよい。

【０３３５】

上記で論じたように、及びここで図８０～図８２を参照すると、エンドエフェクタ１５３５０２内に捕捉された組織をステープル留め及び／又は切開するために、外科用器具のマスターコントローラ内に位置決めされた電気モータ１５３１２０を利用して、Ｉビーム１５３５１４を含めた、シャフト組立体の発射システムを、シャフト組立体のエンドエフェクタ１５３５０２に対して前進させる、及び／又は後退させることができる。Ｉビーム１５３５１４は、所望の速度で、又は所望の速度の範囲内で前進される、又は後退されてよい。コントローラ１５３１１０は、Ｉビーム１５３５１４の速度を制御するように構成され得る。コントローラ１５３１１０は、例えば、電圧及び／若しくは電流などの、電気モータ１５３１２０に供給される電力の様々なパラメータ、並びに／又は電気モータ１５３１２０の他の動作パラメータ若しくは外部の影響に基づいて、Ｉビーム１５３５１４の速度を予測するように構成され得る。コントローラ１５３１１０はまた、電気モータ１５３１２０に供給される電流及び／又は電圧の以前の値、並びに／或いは速度、加速度、及び／又は位置など、システムの以前の状態に基づいて、Ｉビーム１５３５１４の現在の速度を予測するように構成され得る。コントローラ１５３１１０は、本明細書に記載される絶対位置決めセンサシステムを利用して、Ｉビーム１５３５１４の速度を感知するように構成され得る。コントローラは、Ｉビーム１５３５１４の予測された速度と、Ｉビーム１５３５１４の感知された速度とを比較して、電気モータ１５３１２０への電力を、Ｉビーム１５３５１４の速度を増加させるために増加させるべきか否か、及び／又はＩビーム１５３５１４の速度を低下させるために減少させるべきか否かを判定するように構成され得る。

【０３３６】

Ｉビーム１５３５１４に作用する力は、様々な技術を使用して判定され得る。Ｉビーム１５３５１４の力は、モータ１５３１２０の電流を測定することによって判定されてよく、モータ１５３１２０の電流は、遠位に前進するときのＩビーム１５３５１４が受ける負荷に基づいている。Ｉビーム１５３５１４の力は、駆動部材、発射部材、Ｉビーム１５３５１４、発射バー上、及び／又は切刃１５３５０９の近位端上に歪みゲージを位置決めすることによって判定され得る。Ｉビーム１５３５１４の力は、所定の経過期間T_1後にモータ１５３１２０の現在の設定速度に基づいて予測された速度で移動するＩビーム１５３５１４の実際の位置を監視し、Ｉビーム１５３５１４の実際の位置を、期間T_1終了時のモータ１５３１２０の現在の設定速度に基づくＩビーム１５３５１４の予測位置と比較することによって判定されてもよい。したがって、Ｉビーム１５３５１４の実際の位置が、Ｉビーム１５３５１４の予測された位置に満たない場合、Ｉビーム１５３５１４上の力は、公称力よりも大きい。逆に、Ｉビーム１５３５１４の実際の位置が、Ｉビーム１５３５１４の予期される位置を超過する場合、Ｉビーム１５３５１４上の力は、公称力よりも小

さい。Ｉビーム１５３５１４の実際の位置と予想された位置との差は、公称力からのＩビーム１５３５１４上の力の偏差に比例する。

【０３３７】

閉鎖管及び発射部材の閉ループ制御技術の説明を参照する前に、説明は、図８３を簡単に参照する。図８３は、閉鎖段階における厚い組織及び薄い組織上で閉鎖するように閉鎖部材に加えられる力を描く２つの閉鎖力（ＦＴＣ）プロット１５３６０６、１５３６０８を描くグラフ１５３６００と、発射段階における厚い組織及び薄い組織を貫通するように発射するように発射部材に加えられる力を描く２つの発射力（ＦＴＦ）プロット１５３６２２、１５３６２４を描くグラフ１５３６０１である。図８３を参照すると、グラフ１５３６００は、アンビル１５３５１６とステープルカートリッジ１５３５１８との間に把持された組織に対してエンドエフェクタ１５３５０２を閉鎖するために、閉鎖ストローク中に厚い組織及び薄い組織に加えられる力の例を描いており、この場合、閉鎖力は、時間の関数としてプロットされている。閉鎖力プロット１５３６０６、１５３６０８は、２つの軸上にプロットされている。縦軸１５３６０２は、ニュートン（Ｎ）単位のエンドエフェクタ１５３５０２の閉鎖力（ＦＴＣ）を示す。横軸１５３６０４は、秒単位で時間を示し、説明を明確にするために、t_0～t_{13}でラベル付けされている。第１の閉鎖力プロット１５３６０６は、アンビル１５３５１６とステープルカートリッジ１５３５１８との間に把持された組織に対してエンドエフェクタ１５３５０２を閉鎖するために閉鎖ストローク中に厚い組織に加えられる力の例であり、第２のプロット１５３６０８は、アンビル１５３５１６とステープルカートリッジ１５３５１８との間に把持された組織に対してエンドエフェクタ１５３５０２を閉鎖するために閉鎖ストローク中に薄い組織に加えられる力の例である。第１の閉鎖力プロット１５３６０６及び第２の閉鎖力プロット１５３６０８は、３つの段階、すなわち、閉鎖ストローク（閉鎖）、待機区間（待機）、及び発射ストローク（発射）に分割される。閉鎖ストロークの間、閉鎖管は、閉鎖モータによる閉鎖ストロークの作動に応答して、例えば、ステープルカートリッジ１５３５１８に対してアンビル１５３５１６を移動させるために遠位（方向「ＤＤ」）に並進される。他の例では、閉鎖ストロークは、閉鎖モータの作動に応答して、アンビル１５３５１６に対してステープルカートリッジ１５３５１８を移動させることを伴い、他の例では、閉鎖ストロークは、閉鎖モータの作動に応答して、ステープルカートリッジ１５３５１８と、アンビル１５３５１６を移動させることを伴う。第１の閉鎖力プロット１５３６０６を参照すると、閉鎖ストロークにおける閉鎖力１５３６１０は、０から最大力F_1まで、時間t_0～t_1で増加する。第２の閉鎖力グラフ１５３６０８を参照すると、閉鎖ストローク中の閉鎖力１５３６１６は、０から最大力F_3まで、時間t_0～t_1で増加する。最大力F_1とF_3との間の相対差は、薄い組織に対する厚い組織に必要な閉鎖力の差に起因するものであり、薄い組織に対して、厚い組織上でアンビルを閉鎖するためにより大きな力が必要とされる。

【０３３８】

第１の閉鎖力プロット１５３６０６及び第２の閉鎖力プロット１５３６０８は、エンドエフェクタ１５３５０２内の閉鎖力が、時間（t_1）で終了する初期掴持期間の間増加することを示す。閉鎖力は、時間（t_1）で最大力（F_1、F_3）に到達する。初期把持期間は、例えば、約１秒であり得る。待機区間が、発射ストロークを開始する前に適用され得る。待機区間は、エンドエフェクタ１５３５０２によって圧縮された組織からの流体排出を可能にし、これは、圧縮された組織の厚さを減少させ、アンビル１５３５１６とステープルカートリッジ１５３５１８との間のより小さい間隙及び待機区間終了時のより低下した閉鎖力をもたらす。第１の閉鎖力プロット１５３６０６を参照すると、t_1～t_4の待機区間中にF_1からF_2への閉鎖力１５３６１２のわずかな低下が生じている。同様に、第２の閉鎖力プロット１５３６０８を参照すると、閉鎖力１５３６１８は、t_1～t_4の待機区間中にF_3からF_4にわずかに低下する。いくつかの実施例では、約１０秒～約２０秒の範囲から選択される待機区間（t_1～t_4）が典型的に用いられる。第１の閉鎖力プロット１５３６０６及び第２の閉鎖力プロット１５３６０８の例では、約１５秒の期間が用いられる。待機区間の後は、発射ストロークであり、これは、例えば、約３秒から、

例えば、約５秒までの範囲から選択される期間で持続する。閉鎖力は、Ｉビーム１５３５１４が、発射ストロークの間エンドエフェクタに対して前進されると、減少する。第１の閉鎖力プロット１５３６０６及び第２の閉鎖力プロット１５３６０８の閉鎖力１５３６１４、１５３６２０によって示されるように、閉鎖管に及ぼされる閉鎖力１５３６１４、１５３６２０は、およそ時間t_4～およそ時間t_5まで急激に低下する。時間t_4は、Ｉビーム１５３５１４がアンビル１５３５１６内に結合し、閉鎖負荷を受け始める瞬間を表す。したがって、閉鎖力は、第１の発射力プロット１５３６２２及び第２の発射力プロット１５３６２４によって示されるように、発射力が増加するとき、減少する。

【０３３９】

図８３はまた、本開示による外科用器具又はシステムの発射ストローク中にＩビーム１５３５１４を前進させるために加えられる力をプロットする第１の発射力プロット１５３６２２及び第２の発射力プロット１５３６２４のグラフ１５３６０１を図示する。発射力プロット１５３６２２、１５３６２４が、２つの軸上にプロットされる。縦軸１５３６２６は、発射ストローク中にＩビーム１５３５１４を前進させるために適用されるニュートン（Ｎ）単位の発射力を示す。Ｉビーム１５３５１４は、ナイフ又は切断要素を前進させ、発射ストローク中にステープルを配備するためにドライバを推進するように構成されている。横軸１５３６０５は、上のグラフ１５３６００の横軸１５３６０４と同じ時間スケールでの秒単位の時間を示す。

【０３４０】

先に記載したように、閉鎖管力は、時間t_4～およそ時間t_5で急激に低下し、この時間は、第１の発射力プロット１５３６２２及び第２の発射力プロット１５３６２４によって示されるように、Ｉビーム１５３５１４がアンビル１５３５１６内に結合し、負荷を受け始め、発射力が増加する際に閉鎖力が減少する瞬間を表している。Ｉビーム１５３５１４は、時間t_4でのストローク開始位置から、薄い組織に対する発射力プロット１５３６２４のt_8～t_9、及び厚い組織に対する発射力プロット１５３６２２のt_{13}のストローク終了位置まで前進させられる。Ｉビーム１５３５１４が発射ストローク中に遠位に前進させられると、閉鎖組立体は、発射組立体に対するステープルカートリッジ１５３５１８及びアンビル１５３５１６の制御を放棄し、これにより、発射力を増加させ、閉鎖力を減少させる。

【０３４１】

発射区間（発射）中の厚い組織の発射力プロット１５３６２２では、プロット１５３６２２は、３つの別個のセグメントに分割される。第１のセグメント１５３６２８は、t_4での０からt_5の直前にピーク力F'_1まで増加するときの発射力を示す。第１のセグメント１５３６２８は、Ｉビーム１５３５１４が組織に接触するまで、Ｉビーム１５３５１４が閉鎖傾斜路の頂部から遠位に前進する、発射ストロークの初期段階における発射力である。第２のセグメント１５３６３０は、発射ストロークの第２の段階における発射力を示しており、Ｉビーム１５３５１４は、遠位に前進し、ステープルを配備し、組織を切断する。発射ストロークの第２の段階において、発射力は、およそt_{12}でF'_1からF'_2まで低下する。第３のセグメント１５３６３２は、発射ストロークの第３の、すなわち最終段階における発射力を示しており、Ｉビーム１５３５１４は、組織を離れて、組織が存在しない区域内のストロークの終わりまで前進する。発射ストロークの第３の段階において、発射力は、Ｉビーム１５３５１４がストロークの終わりに到達する、およそt_{13}でF'_2からゼロ（０）まで低下する。要約すると、発射ストローク中、発射力は、Ｉビーム１５３５１４が組織区域に進入するとき劇的に上昇し、ステープル留め及び切断動作中は組織区域内で徐々に減少し、Ｉビーム１５３５１４が組織区域を出て、ストロークの終わりに組織が存在しない区域に入るとき劇的に低下する。

【０３４２】

薄い組織の発射力プロット１５３６２４は、厚い組織の発射力プロット１５３６２２と同様のパターンをたどる。したがって、発射ストロークの第１の段階において、発射力１５３６３４は、およそt_5で０からF'_3まで劇的に増加する。発射ストロークの第２の段

階において、発射力１５３６３６は、Ｆ’3から、およそｔ8でのＦ’4まで一様に低下する。発射ストロークの最終段階では発射力１５３６３８は、ｔ8～ｔ9でＦ’4から０まで劇的に低下する。

【０３４３】

第１の発射力プロット１５３６２２及び第２の発射力プロット１５３６２４に示されるように、Ｉビーム１５３５１４がアンビル１５３５１６内に結合し、負荷を受け始め、発射力が増加するときに閉鎖力が減少する瞬間を表す時間ｔ4～およそ時間ｔ5の閉鎖力の急激な低下を克服するために、閉鎖管は、Ｉビーム１５３５１４などの発射部材が遠位に前進させられている間、遠位に前進させられてよい。閉鎖管は、アンビル１５３５１６に閉鎖力を加える伝達要素として表される。本明細書に説明されるように、制御回路は、モータ設定値をモータ制御部に適用し、これが、モータ制御信号をモータに適用して伝達要素を駆動させ、閉鎖管を遠位に前進させて、アンビル１５３５１６に閉鎖力を加える。モータの出力シャフトに結合されたトルクセンサは、閉鎖管に加えられる力を測定するために使用され得る。他の態様では、閉鎖力は、歪みゲージ、ロードセル、又は他の好適な力センサで測定され得る。

【０３４４】

図８４は、本開示の少なくとも一態様による、発射部材（例えば、Ｉビーム１５３５１４）が遠位に前進し、掴持アーム（例えば、アンビル１５３５１６）内に結合したときに、閉鎖部材（例えば、閉鎖管）に対する漸進的な閉鎖を行うことで、閉鎖部材上の閉鎖力負荷を所望の比率で低下させ、発射部材上の発射力負荷を減少させるように構成された制御システム１５３９５０の図である。一態様では、制御システム１５３９５０は、ネスト化ＰＩＤフィードバックコントローラとして実装されてもよい。ＰＩＤコントローラは、所望の設定点と測定されたプロセス変数との間の差として誤差値を連続的に計算するための制御ループフィードバック機構（コントローラ）であり、比例、積分、及び微分項（それぞれＰ、Ｉ、及びＤで示される場合がある）に基づいて補正を適用する。ネスト化ＰＩＤコントローラフィードバック制御システム１５３９５０は、一次（外側）フィードバックループ１５３９５４内の一次コントローラ１５３９５２と、二次（内側）フィードバックループ１５３９５６内の二次コントローラ１５３９５５とを含む。一次コントローラ１５３９５２は、図８４に示されるようなＰＩＤコントローラ１５３９７２であってもよく、二次コントローラ１５３９５５もまた、図８５に示されるようなＰＩＤコントローラ１５３９７２であってもよい。一次コントローラ１５３９５２は、一次プロセス１５３９５８を制御し、二次コントローラ１５３９５５は二次プロセス１５３９６０を制御する。一次プロセス１５３９５８の出力１５３９６６（出力）は、第１の加算器１５３９６２によって一次設定値SP_1から減算される。第１の加算器１５３９６２は、一次コントローラ１５３９５２に適用される単一の和出力信号を生成する。一次コントローラ１５３９５２の出力は、二次設定値SP_2である。二次プロセス１５３９６０の出力１５３９６８は、第２の加算器１５３９６４によって二次設定値SP_2から減算される。

【０３４５】

閉鎖管の変位を制御する文脈においては、制御システム１５３９５０は、一次設定値SP_1が所望の閉鎖力値であり、一次コントローラ１５３９５２が、閉鎖モータの出力に結合されたトルクセンサから閉鎖力を受け取り、閉鎖モータの設定値SP_2のモータ速度を決定するように構成されるように構成されてよい。他の態様では、閉鎖力は、歪みゲージ、ロードセル、又は他の好適な力センサで測定され得る。閉鎖モータの速度設定値SP_2は、二次コントローラ１５３９５５によって決定される閉鎖管の実際の速度と比較される。閉鎖管の実際の速度は、位置センサを用いた閉鎖管の変位の測定と、タイマー／カウンタを用いた経過時間の測定とを比較することによって測定され得る。リニアエンコーダ又は回転エンコーダなどの他の技術を用いて、閉鎖管の変位を測定することができる。二次プロセス１５３９６０の出力１５３９６８は、閉鎖管の実際の速度である。この閉鎖管の速度出力１５３９６８は、閉鎖管に作用する力を決定する一次プロセス１５３９５８に提供され、測定された閉鎖力を一次設定値SP_1から減算する加算器１５３９６２にフィー

ドバックされる。一次設定値ＳＰ$_1$は、上限閾値又は下限閾値であってもよい。加算器１５３９６２の出力に基づいて、一次コントローラ１５３９５２は閉鎖管モータの速度及び方向を制御する。二次コントローラ１５３９５５は、二次プロセス１５３９６０によって測定された閉鎖管の実際の速度と、実際の発射力と発射力の上限及び下限閾値との比較を元にした二次設定値ＳＰ$_2$とに基づいて、閉鎖モータの速度を制御する。

【０３４６】

図８５は、本開示の少なくとも一態様による、ＰＩＤフィードバック制御システム１５３９７０を例示する。一次コントローラ１５３９５２若しくは二次コントローラ１５３９５５、又はその両方は、ＰＩＤコントローラ１５３９７２として実装されてもよい。一態様では、ＰＩＤコントローラ１５３９７２は、比例要素１５３９７４（Ｐ）、積分要素１５３９７６（Ｉ）、及び微分要素１５３９７８（Ｄ）を含んでもよい。Ｐ要素１５３９７４、Ｉ要素１５３９７６、Ｄ要素１５３９７８の出力は、制御変数ｕ（ｔ）をプロセス１５３９８０に提供する加算器１５３９８６によって加算される。プロセス１５３９８０の出力は、プロセス変数ｙ（ｔ）である。加算器１５３９８４は、所望の設定値ｒ（ｔ）と測定されたプロセス変数ｙ（ｔ）との差を計算する。ＰＩＤコントローラ１５３９７２は、所望の設定値ｒ（ｔ）（例えば、閉鎖力閾値）と測定されたプロセス変数ｙ（ｔ）（例えば、閉鎖管の速度及び方向）との差として、誤差値ｅ（ｔ）（例えば、閉鎖力閾値と測定された閉鎖力との差）を継続的に計算し、それぞれ比例要素１５３９７４（Ｐ）、積分要素１５３９７６（Ｉ）、及び微分要素１５３９７８（Ｄ）によって計算された比例項、積分項、及び微分項に基づいた補正を適用する。ＰＩＤコントローラ１５３９７２は、制御変数ｕ（ｔ）（例えば、閉鎖管の速度及び方向）を調節することによって、経時的に誤差ｅ（ｔ）を最小限に抑えることを試みる。

【０３４７】

ＰＩＤアルゴリズムによると、「Ｐ」要素１５３９７４は、誤差の現在の値に相当する。例えば、誤差が大きくかつ正である場合、制御出力も大きくかつ正となる。本開示によれば、誤差項ｅ（ｔ）は、閉鎖管の所望の閉鎖力と測定された閉鎖力との間で異なる。「Ｉ」要素１５３９７６は、誤差の過去の値に相当する。例えば、電流出力が十分に強くない場合、誤差の積分は経時的に蓄積し、コントローラは、より強い動作を適用することによって応答する。「Ｄ」要素１５３９７８は、その現在の変化率に基づいて、誤差の可能な将来動向に相当する。例えば、上記のＰの例に戻ると、大きい正の制御出力が誤差をゼロに近づけることに成功すると、それはまた、プロセスを近い将来の大きな負の誤差に至る経路上に置く。この場合、微分は負になり、Ｄモジュールは、このオーバーシュートを防止するために動作の強さを低下させる。

【０３４８】

他の変数及び設定値が、フィードバック制御システム１５３９５０、１５３９７０に従って監視及び制御される場合もあることが理解されよう。例えば、本明細書に記載される適応型閉鎖部材速度制御アルゴリズムは、とりわけ、発射部材ストローク位置、発射部材負荷、切断要素の変位、切断要素の速度、閉鎖管ストローク位置、閉鎖管負荷のパラメータのうちの少なくとも２つを測定することができる。

【０３４９】

図８６は、本開示の少なくとも一態様による、閉鎖部材の速度を判定するための制御プログラム又は論理構成のプロセス１５３９９０を描く論理フロー図である。本開示による外科用器具又はシステムの制御回路は、閉鎖部材の実際の閉鎖力を判定するように構成されている１５３９９２。制御回路は、実際の閉鎖力を閾値閉鎖力と比較し１５３９９４、この比較に基づいて閉鎖部材を変位させるための設定値速度を決定する１５３９９６。制御回路は、設定値速度に基づいて、閉鎖部材の実際の速度を制御する１５３９９８。

【０３５０】

ここで図８４及び図８５も参照すると、一態様では、制御回路は、比例、積分、及び微分（ＰＩＤ）フィードバック制御システム１５３９５０、１５３９７０を備える。ＰＩＤフィードバック制御システム１５３９５０、１５３９７０は、一次ＰＩＤフィードバック

ループ１５３９５４及び二次ＰＩＤフィードバックループ１５３９５６を備える。一次フィードバックループ１５３９５４は、閉鎖部材の実際の閉鎖力と閾値閉鎖力SP_1との第１の誤差を判定し、第１の誤差に基づいて閉鎖部材速度設定値SP_2を設定する。二次フィードバックループ１５３９５６は、閉鎖部材の実際の速度と設定値速度との第２の誤差を判定し、第２の誤差に基づいて閉鎖部材速度を制御する。

【０３５１】

一態様では、閾値閉鎖力SP_1は、上側閾値及び下側閾値を含む。設定点速度SP_2は、実際の閉鎖力が下側閾値未満であるときに、閉鎖部材を遠位に前進させるように構成され、設定点速度は、実際の閉鎖力が下側閾値よりも大きいときに、閉鎖部材を近位に後退させるように構成されている。一態様では、設定点速度は、実際の閉鎖力が上側閾値と下側閾値との間にあるときに、閉鎖部材を定位置に保持するように構成されている。

【０３５２】

一態様では、制御システムは、制御回路に結合された力センサ（例、例えば、センサ４７２、４７４、４７６（図１２）のいずれか）を更に備える。力センサは、閉鎖力を測定するように構成される。一態様では、力センサは、閉鎖部材に結合されたモータの出力シャフトに結合されたトルクセンサを備える。一態様では、力センサは、閉鎖部材に連結された歪みゲージを備える。一態様では、力センサは、閉鎖部材に連結されたロードセルを含む。一態様では、制御システムは、閉鎖部材に連結された位置センサを含み、位置センサは、閉鎖部材の位置を測定するように構成されている。

【０３５３】

一態様では、制御システムは、閉鎖部材に結合するように構成された第１のモータを備え、制御回路は、発射ストロークの少なくとも一部分において閉鎖部材を前進させるように構成されている。

【０３５４】

本明細書に記載される機能又はプロセス１５３９９０は、本明細書に記載される処理回路のいずれかによって実行されてもよい。電動外科用器具の態様は、本明細書に開示される具体的な詳細を伴わずに実施されてもよい。いくつかの態様は、詳細ではなくブロック図として示されている。

【０３５５】

本開示の一部は、コンピュータメモリに格納されたデータ上で動作する命令として、表されてもよい。アルゴリズムとは、所望の結果につながる工程の自己無撞着シーケンスを指し、「工程」とは、記憶、伝達、結合、比較及び別様に操作されることが可能な電気又は磁気信号の形態をとることができる物理量の操作を指す。これらの信号は、ビット、値、要素、記号、文字、用語、数字と称され得る。これらの及び類似の用語は、適切な物理量と関連付けられてもよく、またこれらの量に適用される好都合な標識であるに過ぎない。

【０３５６】

一般に、広範囲のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はそれらの任意の組み合わせによって、個々にかつ／又は集合的に実装することができる、本明細書で説明する様々な態様を、様々な種類の「電気回路」から構成されるものとみなすことができる。結果として、「電気回路」は、少なくとも１つの個々の電気回路を有する電気回路、少なくとも１つの集積回路を有する電気回路、少なくとも１つの特定用途向け集積回路を有する電気回路、コンピュータプログラムで構成された汎用コンピューティングデバイス（例えば、汎用コンピュータ、又は、本明細書で説明したプロセス及び／若しくはデバイスを少なくとも部分的に実行するコンピュータプログラムで構成されたプロセッサ）を形成する電気回路、メモリデバイスを形成する（例えば、ランダムアクセスメモリの形態）電気回路、及び／又は、通信デバイス（例えばモデム、通信スイッチ、又は光学電気機器）を形成する電気回路を含む。これらの態様はアナログ形態若しくはデジタル形態、又はこれらの組み合わせで実装することができる。

【０３５７】

前述の説明は、１つ以上の機能及び／又は動作を含み得る、ブロック図、フローチャー

ト、及び／又は実施例の使用による、装置及び／又はプロセスの態様を説明している。このようなブロック図、フローチャート、又は実施例における各機能及び／又は動作は、広範囲のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又は実質上これらの任意の組み合わせにより、個別に、かつ／又は集合的に実装することができる。一態様では、本明細書で記載される主題のいくつかの部分は、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）、デジタル信号プロセッサ（ＤＳＰ）、プログラマブルロジック装置（ＰＬＤ）、回路、レジスタ及び／又はソフトウェア構成要素、例えばプログラム、サブルーチン、論理及び／又はハードウェアとソフトウェア構成要素の組み合わせを介して実装されてよい。論理ゲート、又は他の統合された形式。その全部か一部かを問わず、本明細書で開示される形態のいくつかの態様は、１台又は２台以上のコンピュータ上で稼働する１つ又は２つ以上のコンピュータプログラムとして（例えば、１台又は２台以上のコンピュータシステム上で稼働する１つ又は２つ以上のプログラムとして）、１つ又は２つ以上のプロセッサ上で稼働する１つ又は２つ以上のプログラムとして（例えば、１つ又は２つ以上のマイクロプロセッサ上で稼働する１つ又は２つ以上のプログラムとして）、ファームウェアとして、或いは、それらの実質的に任意の組み合わせとして、集積回路において等価に実装することができ、また、回路を設計すること、並びに／又はソフトウェア及び／若しくはファームウェアのコードを記述することは、本開示を鑑みれば当業者の技能の範囲内に含まれることが、当業者には理解されよう。

【０３５８】

開示される主題のメカニズムは、多様な形式でプログラム製品として配布されることが可能であり、本明細書に記載される主題の例示的な態様は、配布を実際に行うために使用される特定の種類の信号搬送媒体に関係なく用いられる。信号搬送媒体の例としては以下：記録可能型の媒体、フロッピーディスク、ハードディスクドライブ、コンパクトディスク（ＣＤ）、デジタルビデオディスク（ＤＶＤ）、デジタルテープ、コンピュータメモリなど、並びに伝送型の媒体、例えば、デジタル及び／又はアナログ通信媒体（例えば、光ファイバケーブル、導波管、有線通信リンク、無線通信リンク（例えば、送信機、受信機、送信論理、受信論理など）が挙げられる。

【０３５９】

これらの態様の前述の説明は、記載及び説明を目的として提示されている。包括的であることも、開示された厳密な形態に限定することも意図されていない。上記の教示を鑑みて、修正又は変形が可能である。これら態様は、原理及び実際の応用について例示し、それによって、様々な態様を様々な修正例と共に、想到される特定の用途に適するものとして当業者が利用できるようにするために、選択され記載されるものである。本明細書と共に提示される特許請求の範囲が全体的な範囲を定義することが意図される。

【０３６０】

状況認識

状況認識は、データベース及び／又は器具から受信したデータから外科処置に関連する情報を判定又は推定するための、外科用システムのいくつかの態様の能力である。情報は、実行される処置の種類、手術される組織の種類、又は処置の対象である体腔を含むことができる。外科処置に関連するコンテキスト情報により、外科用システムは、例えば、それに接続されたモジュール式装置（例えば、ロボットアーム及び／又はロボット外科用ツール）を制御し、外科処置の過程において外科医に状況にあてはまる情報又は提案を提供する方法を改善することができる。

【０３６１】

ここで図８７を参照すると、例えば、外科用ハブ１０６又は２０６などのハブの状況認識を示す時間線５２００が描かれている。時間線５２００は例示的な外科処置、及び外科用ハブ１０６、２０６が、外科処置の各工程でデータソースから受信したデータから導き出すことができるコンテキスト情報である。時間線５２００は、手術室を設置することから開始し、患者を術後回復室に移送することで終了する肺区域切除手術の過程で、看護師、外科医、及び他の医療関係者によってとられるであろう典型的な工程を示す。

【０３６２】
状況認識外科用ハブ１０６、２０６は、外科処置の過程全体にわたって、医療関係者が外科用ハブ１０６、２０６とペアリングされたモジュール式装置を使用するたびに生成されるデータを含むデータをデータソースから受信する。外科用ハブ１０６、２０６は、ペアリングされたモジュール式装置及び他のデータソースからこのデータを受信して、任意の所与の時間に処置のどの工程が実施されているかなどの新しいデータが受信されると、進行中の処置に関する推論（すなわち、コンテキスト情報）を継続的に導出することができる。外科用ハブ１０６、２０６の状況認識システムは、例えば、レポートを生成するために処置に関するデータを記録する、医療関係者によってとられている工程を検証する、特定の処置工程に関連し得るデータ又はプロンプトを（例えば、ディスプレイスクリーンを介して）提供する、コンテキストに基づいてモジュール式装置を調節する（例えば、モニタを起動する、医療用撮像装置の視界（ＦＯＶ）を調節する、又は超音波外科用器具若しくはＲＦ電気外科用器具のエネルギーレベルを変更するなど）、及び上記の任意の他のこうした動作を行うことが可能である。
【０３６３】
この例示的な処置における第１の工程５２０２として、病院職員は、病院のＥＭＲデータベースから患者のＥＭＲを読み出す。ＥＭＲにおける選択された患者データに基づいて、外科用ハブ１０６、２０６は、実行される処置が胸郭処置であることを判定する。
【０３６４】
第２の工程５２０４では、職員は、処置のために入来する医療用品をスキャンする。外科用ハブ１０６、２０６は、スキャンされた用品を様々な種類の処置で利用される用品のリストと相互参照し、用品の組み合わせ（mix of supplies）が胸郭処置に対応することを確認する。更に、外科用ハブ１０６、２０６はまた、処置が楔形処置ではないと判定することができる（入来する用品が、胸郭楔形処置に必要な特定の用品を含まないか、又は別の点で胸郭楔形処置に対応していないかのいずれかであるため）。
【０３６５】
第３の工程５２０６では、医療関係者は、外科用ハブ１０６、２０６に通信可能に接続されたスキャナを介して患者のバンドをスキャンする。続いて、外科用ハブ１０６、２０６は、スキャンされたデータに基づいて患者の識別情報を確認することができる。
【０３６６】
第４の工程５２０８では、医療スタッフが補助装置をオンにする。利用される補助装置は、外科処置の種類及び外科医によって使用される技術に従って変わり得るが、この例示的な場合では、これらとしては、排煙器、吸入器、及び医療用撮像装置が挙げられる。起動されると、モジュール式装置である補助装置は、その初期化プロセスの一部として、モジュール式装置の特定の近傍内に位置する外科用ハブ１０６、２０６と自動的にペアリングすることができる。続いて、外科用ハブ１０６、２０６は、この術前又は初期化段階中にそれとペアリングされるモジュール式装置の種類を検出することによって、外科処置に関するコンテキスト情報を導出することができる。この特定の実施例では、外科用ハブ１０６、２０６は、ペアリングされたモジュール式装置のこの特定の組み合わせに基づいて、外科処置がＶＡＴＳ手術であると判定する。患者のＥＭＲからのデータの組み合わせ、手術に用いられる医療用品のリスト、及びハブに接続するモジュール式装置の種類に基づいて、外科用ハブ１０６、２０６は、外科チームが実施する特定の処置を概ね推定することができる。外科用ハブ１０６、２０６が、何の特定の処置が実施されているかを知ると、続いて外科用ハブ１０６、２０６は、メモリから、又はクラウドからその処置の工程を読み出して、次に接続されたデータソース（例えば、モジュール式装置及び患者監視装置）からその後受信したデータを相互参照して、外科処置のどの工程を外科チームが実行しているかを推定することができる。
【０３６７】
第５の工程５２１０では、職員は、ＥＫＧ電極及び他の患者監視装置を患者に取り付ける。ＥＫＧ電極及び他の患者監視装置は、外科用ハブ１０６、２０６とペアリングするこ

とができる。外科用ハブ１０６、２０６が患者監視装置からデータの受信を開始すると、外科用ハブ１０６、２０６は患者が手術室にいることを確認する。

【０３６８】

第６の工程５２１２では、医療関係者は患者に麻酔を誘発する。外科用ハブ１０６、２０６は、例えば、ＥＫＧデータ、血圧データ、ベンチレータデータ、又はこれらの組み合わせを含む、モジュール式装置及び／又は患者監視装置からのデータに基づいて、患者が麻酔下にあることを推定することができる。第６の工程５２１２が完了すると、肺区域切除手術の術前部分が完了し、手術部分が開始する。

【０３６９】

第７の工程５２１４では、操作されている患者の肺が虚脱される（換気が対側肺に切り替えられる間に）。外科用ハブ１０６、２０６は、例えば、患者の肺が虚脱されたことをベンチレータデータから推定することができる。外科用ハブ１０６、２０６は、患者の肺が虚脱したのを検出したことを、処置の予期される工程（事前にアクセス又は読み出すことができる）と比較することができるため、処置の手術部分が開始したことを推定して、それによって肺を虚脱させることがこの特定の処置における第１の手術工程であると判定することができる。

【０３７０】

第８の工程５２１６では、医療用撮像装置（例えば、スコープ）が挿入され、医療用撮像装置からのビデオ映像が開始される。外科用ハブ１０６、２０６は、医療用撮像装置への接続を通じて医療用撮像装置データ（すなわち、ビデオ又は画像データ）を受信する。医療用撮像装置データを受信すると、外科用ハブ１０６、２０６は、外科処置の腹腔鏡部分が開始したことを判定することができる。更に、外科用ハブ１０６、２０６は、実施されている特定の処置が、肺葉切除とは対照的に区域切除術であると判定することができる（処置の第２の工程５２０４で受信したデータに基づいて、楔形処置は外科用ハブ１０６、２０６によって既に割り引かれていることに留意されたい）。医療用撮像装置１２４（図２）からのデータは、患者の解剖学的構造の可視化に関して配向されている医療用撮像装置の角度を判定することによる、用いられている（すなわち、起動されており、外科用ハブ１０６、２０６とペアリングされている）数又は医療用撮像装置を監視することによる、及び用いられている可視化装置の種類を監視することによる、ことを含む多くの異なる方法の中から実施されている処置の種類に関するコンテキスト情報を判定するために用いられ得る。例えば、ＶＡＴＳ肺葉切除術を実施するための１つの技術は、カメラを患者の胸腔の前下方角部の横隔膜上方に配置し、一方、ＶＡＴＳ区域切除術を実施するための１つの技術は、カメラを、区域裂に対して前肋間位置に配置する。例えば、パターン認識又は機械学習技術を使用して、状況認識システムは、患者の解剖学的構造の可視化に基づいて、医療用撮像装置の位置を認識するように訓練され得る。別の例として、ＶＡＴＳ肺葉切除術を実施するための１つの技術は単一の医療用撮像装置を利用するが、ＶＡＴＳ区域切除術を実施するための別の技術は複数のカメラを利用する。更に別の例として、ＶＡＴＳ区域切除術を実施するための１つの技術は、区域裂を可視化するために赤外線光源（可視化システムの一部として外科用ハブに通信可能に連結され得る）を使用し、これはＶＡＴＳ肺葉切除術では使用されない。医療用撮像装置からのこのデータのいずれか又は全てを追跡することによって、外科用ハブ１０６、２０６は、実行中の特定の種類の外科処置、及び／又は特定の種類の外科処置に使用されている技術を判定することができる。

【０３７１】

第９の工程５２１８で、外科チームは、処置の切開工程を開始する。外科用ハブ１０６、２０６は、エネルギー器具が発射されていることを示すＲＦ又は超音波発生器からのデータを受信するため、外科医が患者の肺を切開して分離するプロセスにあると推定することができる。外科用ハブ１０６、２０６は、受信されたデータを外科処置の読み出しされた工程と相互参照して、プロセスのこの時点（すなわち、上述された処置の工程が完了した後）で発射されているエネルギー器具が切開工程に対応していると判定することができる。特定の例では、エネルギー器具は、ロボット外科システムのロボットアームに取り付

けられたエネルギーツールであり得る。

【０３７２】

第１０の工程５２２０で、外科チームは、処置の結紮工程に進む。外科用ハブ１０６、２０６は、器具が発射されていることを示す外科用ステープル留め及び切断器具からのデータを受信するため、外科医が動脈及び静脈を結紮していると推定することができる。前工程と同様に、外科用ハブ１０６、２０６は、外科用ステープル留め及び切断器具からのデータの受信を、読み出しされたプロセス内の工程と相互参照することによって、この推定を導出することができる。特定の例では、外科用器具は、ロボット外科システムのロボットアームに取り付けられた外科用ツールであり得る。

【０３７３】

第１１の工程５２２２では、処置の区域切除部分が実施される。外科用ハブ１０６、２０６は、そのカートリッジからのデータを含む外科用ステープル留め及び切断器具からのデータに基づいて、外科医が実質組織を横切開していると推定することができる。カートリッジのデータは、例えば、器具によって発射されるステープルのサイズ又は種類に対応することができる。異なる種類のステープルが異なる種類の組織に利用されているため、カートリッジのデータは、ステープル留め及び／又は横切開されている組織の種類を示すことができる。この場合、発射されるステープルの種類は実質組織（又は他の同様の組織種）に用いられ、これにより、外科用ハブ１０６、２０６は、処置の区域切除部分が実行されていると推定することができる。

【０３７４】

続いて第１２の工程５２２４で、結節切開工程が実行される。外科用ハブ１０６、２０６は、ＲＦ又は超音波器具が発射されていることを示す発生器から受信したデータに基づいて、外科チームが結節を切開し、漏れ試験を実施していると推定することができる。この特定の処置の場合、実質組織が横切開された後に用いられるＲＦ又は超音波器具は結節切開工程に対応しており、この結節切開工程により外科用ハブ１０６、２０６がこの推定を行うことが可能となる。異なる器具が特定の作業に対してより良好に適合するため、外科医は、処置中の特定の工程に応じて、定期的に外科用ステープル留め／切断器具と外科用エネルギー（すなわち、ＲＦ又は超音波）器具との間で交互に切り替えることに留意されたい。したがって、ステープル留め／切断器具及び外科用エネルギー器具が使用される特定のシーケンスは、外科医が処置のどの工程を実施中であるかを示すことができる。更に、特定の例では、外科処置中の１つ又は２つ以上の工程にロボットツールを使用することができ、かつ／又は外科処置中の１つ又は２つ以上の工程にハンドヘルド外科用器具を使用することができる。外科医（複数可）は、例えば、ロボットツールとハンドヘルド外科用器具とを順に交代させることができ、かつ／又は、例えば、装置を同時に使用することができる。第１２の工程５２２４が完了すると、切開部が閉鎖され、処置の術後部分が開始する。

【０３７５】

第１３の工程５２２６では、患者の麻酔が逆転される。外科用ハブ１０６、２０６は、例えば、ベンチレータデータに基づいて（すなわち、患者の呼吸速度が増加し始める）、患者が麻酔から覚醒しつつあると推定することができる。

【０３７６】

最後に、第１４の工程５２２８は、医療関係者が患者から様々な患者監視装置を除去することである。したがって、外科用ハブ１０６、２０６は、ハブがＥＫＧ、ＢＰ、及び患者監視装置からの他のデータを喪失したとき、患者が回復室に移送されていると推定することができる。この例示的な処置の説明から分かるように、外科用ハブ１０６、２０６と通信可能に連結された各種データソースから受信されたデータに基づいて、外科用ハブ１０６、２０６は、所与の外科処置の各工程が発生しているときを判定又は推定することができる。

【０３７７】

状況認識については、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＩＮＴＥＲＡ

ＣＴＩＶＥ　ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＰＬＡＴＦＯＲＭ」と題する２０１７年１２月２８日出願の米国仮特許出願第６２／６１１，３４１号で更に説明されている。特定の例では、例えば本明細書で開示される様々なロボット外科システムを含むロボット外科システムの動作は、その状況認識、及び／又はその構成要素からのフィードバックに基づいて、並びに／或いはクラウド１０４からの情報に基づいてハブ１０６、２０６によって制御され得る。

【０３７８】

スマート電動外科用ステープル留めのための安全システム

本開示の様々な態様は、外科用器具の１つ又は２つ以上のセンサを介して検出された組織パラメータに応答して、外科用器具の内部駆動動作を適応させる、制御する、及び／又は同調させることが可能な改善された安全システムを対象とする。少なくとも１つの態様によれば、エンドエフェクタの顎部において、１つ又は２つ以上のセンサを介して検出される力は、エンドエフェクタの１つ又は２つ以上の後続の／更なる機能が実行されることを妨げる大きさである場合がある。別の態様によれば、１つ又は２つ以上のセンサを介して、エンドエフェクタの顎部内などで、エンドエフェクタの１つ又は２つ以上の後続の／更なる機能が実行されるのを妨げる金属製の物体が検出される場合もある。図８８は、外科用器具２３００２と、外科用ハブ２３００４と、ユーザインターフェース２３００６とを備える外科用システム２３０００を示す。そのような態様では、外科用器具２３００２は、１つ又は２つ以上のセンサ２３００８を備えてよく、外科用器具２３００２の１つ又は２つ以上のセンサ２３００８によって検出されたパラメータは、外科用ハブ２３００４の制御回路２３０１０に送信／通信（例えば、無線で）されてよい。更に、そのような態様では、外科用ハブ２３００４は、外科用器具２３００２の構成要素（例えばエンドエフェクタ、シャフトなど）と関連付けられた外科的機能（例えば、切開、掴持、凝固、ステープル留め、切断、回転、関節運動など）が、外科用器具２３００２の１つ又は２つ以上のセンサ２３００８によって検出されたパラメータに基づいて安全に実行され得るかどうかを判定するように構成されてもよい。特に、そのような態様では、外科用ハブ２３００４は、その判定に関連付けられた結果（複数可）（すなわち、外科的機能に関連する警告、外科的機能が阻止される理由など）をユーザインターフェース２３００６に伝達／通信するように構成されてよい。更に、様々な態様によれば、本明細書に開示される様々なユーザインターフェースは、任意の警告及び／又は阻止をサポートする理由があるにもかかわらず、外科的機能を進めるために選択可能なユーザインターフェース特徴部（例えば、オーバーライド要素２３０１２）を含んでもよい。特に、このような態様では、そのようなユーザインターフェース特徴部（例えば、オーバーライド要素２３０１２）は表示されない場合もある（例えば、外科的機能を行うことが、患者を危険にさらす可能性がある）。

【０３７９】

本開示の様々な態様にかかる図８９を参照すると、外科用システム２３１００は、制御回路と（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２、例えば任意の位置（複数可）を示すために仮想線での）、ユーザインターフェースと（２３１１８、２３１２８、２３１３８、２３１４８及び／又は２３１５８、例えば、任意の位置を示すために仮想線での）、例えば、ハンドル組立体２３１１０、シャフト組立体２３１２０、及びエンドエフェクタ組立体２３１３０を含む外科用器具２３１０２とを備えてよい。そのような態様では、制御回路は、外科用器具２３１０２の１つ又は２つ以上の構成要素（例えば、ハンドル組立体２３１１０、シャフト組立体２３１２０及び／又はエンドエフェクタ組立体２３１３０など）に組み込まれてもよく（例えば、２３１１２、２３１２２及び／又は２３１３２）、かつ／又は外科用器具２３１０２とペアリングされた（例えば、無線で）外科用ハブ２３１４０に組み込まれてもよい（例えば、２３１４２）。特に、様々な態様によると、外科用器具２３１０２及び／又は外科用ハブ２３１４０は、状況認識外科用器具及び／又は状況認識外科用ハブであってもよい。状況認識は、データベースから受信したデータ（例えば、外科処置に関連する履歴データ、例えば２３１４９及び／又は２３１５０）及び／又は外科用器具から受信したデータ（例えば、外科処置中のセンサデータ）から、外科処置に関する情報を判定する、又は推定する外科用システム、例えば２３１

００の能力を指す。例えば、判定された又は推定された情報は、実行される処置の種類、手術される組織の種類、処置の対象となる体腔などを含むことができる。外科処置に関連付けられたそのようなコンテキスト情報に基づいて、外科用システムは、例えば、ペアリングされた外科用器具２３１０２又はその構成要素（例えば、２３１１０、２３１２０及び／又は２３１３０）を制御することができ、及び／又は（例えば、ユーザインターフェース２３１１８、２３１２８、２３１３８、２３１４８及び／又は２３１５８を介して）外科処置の過程を通して、外科医に状況にあてはまる情報又は提案を提供することができる。状況認識に関する更なる詳細は、例えば、見出し「状況認識」の下に見出すことができる。

【０３８０】

また、一態様にかかる図８９では、状況認識外科用ハブ２３１４０は、外科処置を行うために利用される外科用器具２３１０２とペアリングされる（例えば、無線で）。そのような態様では、外科用器具２３１０２は、第１の顎部と、第１の顎部に枢動可能に結合された第２の顎部と、エンドエフェクタ２３１３０の機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）に関連付けられたパラメータを検出し、検出されたパラメータを外科用ハブ２３１４０の制御回路２３１４２に送信するように構成されたセンサ２３１３４とを含むエンドエフェクタ組立体２３１３０を備えてよい。

【０３８１】

更に、かかる態様では、外科用器具２３１０２は、シャフト組立体２３１２０の機能（例えば、回転、関節運動など）に関連付けられたパラメータを検出し、検出されたパラメータを外科用ハブ２３１４０の制御回路２３１４２に送信するように構成されたセンサ２３１２４を含むシャフト組立体２３１２０を更に備えてもよい。特に、本明細書及び他の開示される態様で参照されるセンサは、複数のエンドエフェクタ組立体及び／又はシャフト組立体機能に関連付けられた複数のパラメータを検出するように構成された複数のセンサを備える場合もあることを理解されたい。したがって、更に、そのような態様では、外科用ハブ制御回路２３１４２は、外科処置の過程を通して、そのようなセンサ２３１３４及び／又は２３１２４から検出されたパラメータ（例えば、センサデータ）を受信するように構成されてもよい。

【０３８２】

検出されたパラメータは、関連付けられたエンドエフェクタ組立体２３１３０の機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）及び／又は関連付けられたシャフト組立体２３１２０の機能（例えば、回転、関節運動など）が実行されるたびに受信され得る。外科用ハブ制御回路２３１４２は、内部データベース（例えば、外科用ハブデータベース２３１４９）及び／又は外部データベース（例えば、クラウドデータベース２３１５０から）からデータを受信するように更に構成されてもよい。様々な態様によれば、内部及び／又は外部データベースから受信されたデータは、処置データ（例えば、外科処置を実行する工程）及び／又は履歴データ（例えば、外科処置に関連付けられた履歴データに基づいて予測されたパラメータを示すデータ）を含み得る。

【０３８３】

様々な態様では、処置データは、外科処置のための現在の／認識された標準的な治療手順を含んでもよく、履歴データは、外科処置に関連付けられた履歴データ（例えば、システム定義の制約）に基づいて、好ましい／理想的なパラメータ及び／又は好ましい／理想的パラメータ範囲を含んでもよい。受信されたデータ（例えば、センサデータ、内部及び／又は外部データなど）に基づいて、外科用ハブ制御回路２３１４２は、進行中の外科処置に関する推論（例えば、コンテキスト情報）を継続的に導出するように構成されてよい。すなわち、状況認識外科用ハブは、例えば、レポートを生成するための外科処置に関するデータを記録し、外科医が外科処置を実施するためにとる工程を検証し、特定の処置工程に関連し得るデータ又はプロンプトを提供し（例えば、外科用ハブ及び／又は外科用器具に関連付けられたユーザインターフェース、例えば、２３１４８、２３１５８、２３１１８、２３１２８及び／又は２３１３８を介して）、外科用器具の機能を制御するなどに

構成されてよい。様々な態様によれば、状況認識外科用ハブ２３１４０は（例えば、エンドエフェクタ組立体２３１３０又はシャフト組立体２３１２０の最初の外科的機能が実行された後）、内部データベース２３１４９及び／又は外部データベース２３１５０から受信した処置データに基づいて実行される次の外科的機能を推定してよい。

【０３８４】

更に、そのような態様では、状況認識外科用ハブ２３１４０は、内部データベース２３１４９及び／又は外部データベース２３１５０から受信した履歴データ（例えば、好ましい／理想的なパラメータ）に基づいて、検出されたパラメータ（例えば、最初の外科的機能に応答してセンサ２３１３４及び／又は２３１２４から受信される）を評価することができる。ここで、検出されたパラメータが、好ましい／理想的なパラメータを超えず、かつ／又はそれぞれの好ましい／理想的パラメータ範囲内にある場合、状況認識外科用ハブ２３１４０は、次の外科的機能を実行することを可能にしてもよい、及び／又は次の外科的機能を実行することを阻止／制御しない場合もある。或いは、検出されたパラメータが好ましい／理想的なパラメータを超え、かつ／又はそれぞれの好ましい／理想的なパラメータ範囲内にない場合、状況認識外科用ハブ２３１４０は、次の手術機能が実行されることを先んじて防止することができる。

【０３８５】

本開示の別の態様によれば、状況認識外科用ハブ２３１４０は、特定の外科的機能が試されている／要求されている／行われていることの通信を（例えば、外科用器具２３１０２の構成要素、例えば、２３１３０及び／又は２３１２０から）受信し得る。そのような態様では、状況認識外科用ハブ２３１４０は、現在の／認識された標準的な治療手順に忠実であることを確実にするために、特定の外科的機能を推測された次の外科的機能と比較してもよい。その場合、状況認識外科用ハブ２３１４０は、次いで、（例えば、記載されるような）特定の外科的機能が進行することを可能にする前に、検出されたパラメータ（記載されるような）を評価することができる。そうでない場合、状況認識外科用ハブ２３１４０は、特定の外科的機能が実行されることを阻止するか、又は特定の外科的機能が、オーバーライドが受信されるまで実行されることを阻止してもよい（例えば、ユーザインターフェース２３１５８、２３１４８、２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８を介して、例えば、図８８の選択可能なユーザインターフェース要素２３０１２を参照されたい）。そのような態様では、オーバーライドが受信された場合、状況認識外科用ハブ２３１４０は、その後、特定の外科的機能が進行することを可能にする前に、検出されたパラメータを評価することができる。

【０３８６】

別の態様にかかる図８９を再び参照すると、状況認識外科用器具２３１０２を利用して外科処置を実施してもよい。そのような態様では、外科用器具２３１０２は、ハンドル組立体２３１１０と、シャフト組立体２３１２０と、エンドエフェクタ組立体２３１３０とを備えてよい。エンドエフェクタ組立体２３１３０は、第１の顎部と、第１の顎部に枢動可能に結合された第２の顎部と、エンドエフェクタ組立体２３１３０の機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）に関連付けられたパラメータを検出し、検出されたパラメータを制御回路（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２に、例えば、任意の位置（複数可）を示すために仮想線での）に送信するように構成されたセンサ２３１３４とを含んでよい。

【０３８７】

例えば、そのような態様において、検出されたパラメータは、エンドエフェクタ組立体２３１３０の制御回路２３１３２に送信されてもよい。ここで、エンドエフェクタ組立体制御回路２３１３２は、外科処置の過程にわたってセンサ２３１３４から検出されたパラメータ（例えば、センサデータ）を受信するように構成されてもよい。検出されたパラメータは、関連するエンドエフェクタ組立体２３１３０の機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）が実行されるたびに受信され得る。

【０３８８】

エンドエフェクタ組立体２３１３０は、外科処置の過程を通して、内部データベース（例えば、エンドエフェクタメモリ２３１３６）及び／又は外部データベース（例えば、外科用ハブデータベース２３１４９から外科用ハブ２３１４０を介してクラウドデータベース２３１５０から）データを受信するように更に構成されてもよい。様々な態様によれば、内部及び／又は外部データベースから受信されるデータは、ステープルカートリッジデータ（例えば、エンドエフェクタ組立体内に位置付けられたステープルカートリッジに関連付けられたステープルのサイズ及び／又はタイプ）及び／又は履歴データ（例えば、予測された組織、及び／又は履歴データに基づいたそのようなサイズ及び／又はタイプを有するステープル留めされる組織の種類を示すデータ）を含んでよい。様々な態様では、受信されるデータは、履歴データ（例えば、システム定義の制約）に基づいた、そのようなサイズ及び／又はタイプのステープル、或いはそのような予測された組織及び／又は組織の種類に関連付けられた好ましい／理想的なパラメータ及び／又は好ましい／理想的なパラメータ範囲を含み得る。受信したデータ（例えば、センサデータ、内部及び／又は外部データなど）に基づいて、エンドエフェクタ制御回路２３１３２は、進行中の外科処置に関する推論（例えば、コンテキスト情報）を継続的に導出するように構成されてもよい。特に、代替的な態様によれば、エンドエフェクタ組立体２３１３０のセンサ２３１３４は、検出されたパラメータを、別の外科用器具２３１０２構成要素、例えばハンドル組立体２３１１０及び／又はシャフト組立体２３１２０に関連付けられた制御回路（例えば、２３１１２及び／又は２３１２２）に送信してもよい。そのような態様では、他の外科用器具の構成要素の制御回路（例えば、２３１１２及び／又は２３１２２）は、上述のエンドエフェクタ制御回路２３１３２の様々な態様を実行するように同様に構成されてもよい。更に、様々な態様によれば、外科用器具２３１０２のシャフト組立体２３１２０は、シャフト組立体２３１２０の機能（例えば、回転、関節運動など）に関連付けられたパラメータを検出し、検出されたパラメータを、上述のエンドエフェクタ制御回路２３１３２の様々な態様を実行するように同様に構成された制御回路（例えば、２３１１２）に送信するように構成されたセンサ２３１２４を含んでもよい。最後に、状況認識外科用器具２３１０２は、例えば、そのユーザに不一致を警告するように構成されてよい（例えば、エンドエフェクタ組立体２３１３０のユーザインターフェース２３１３８を介して、別の外科用器具２３１０２の構成要素、例えばシャフト組立体２３１２０及び／又はハンドル組立体２３１１０のユーザインターフェース（例えば２３１２８及び／又は２３１１８）を介して、並びに／或いは外科用器具２３１０２に結合された外科用ハブ２３１４０に関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）。例えば、不一致には、検出されたパラメータが、これらのサイズ及び／又はタイプのステープル、或いはそれらの予想された組織及び／又は組織の種類に関連付けられた好ましい／理想的なパラメータ、及び／又は好ましい／理想的なパラメータ範囲を超えることが含まれてよい。更なる例として、状況認識外科用器具２３１０２は、不一致に基づいて外科用器具２３１０２の機能を制御するように構成されてもよい。少なくとも１つの態様によれば、状況認識外科用器具２３１０２は、不一致に基づいて外科的機能を阻止することができる。

【０３８９】

状況認識機能性制御

本明細書で強調されるように、本開示の様々な態様は、機能（例えば、掴持）を実行し、その機能に関連付けられたパラメータを検出し、状況認識態様を利用して、制御回路を介して、その検出されたパラメータが事前定義のパラメータ（例えば、理想的／好ましいとみなされる）未満である、又はそれを超える、或いはそのパラメータに関する事前定義の範囲（例えば正常とみなされる）未満である、又はそれを超えるかどうかを評価し、かつ検出されたパラメータが事前定義のパラメータ及び／又は事前定義のパラメータ範囲の外にあることに応答して、アクションを実行する（すなわち機能（複数可）を停止する、ユーザに警告する、ユーザに可能性のある原因を知らせるなど）外科用器具に関する。例えば、図９０は、制御回路が、外科用器具によって実行される外科的機能に関連付けられた検出されたパラメータ（複数可）を受信し２３２０２、内部及び／又は外部データベー

スから状況認識データを取り出す２３２０４、そのような態様を実施するアルゴリズム２３２００例示する。次いで、制御回路は、状況認識データを考慮して検出されたパラメータを評価し２３２０６、評価に基づいてアクションを実行する２３２０８。

【０３９０】

本開示の様々な態様によれば、エンドエフェクタ組立体の顎部において検出される力（例えば、１つ又は２つ以上のセンサを介して）は、エンドエフェクタ組立体の１つ又は２つ以上の後続の／更なる機能が実行されることを妨げる大きさである場合がある。例えば、図１２に戻って参照すると、力はセンサ４７４、４７６及び／又は４７８を介して検出されてもよい。そのような態様では、センサ４７４は、エンドエフェクタに結合された歪みゲージであってもよく、歪みゲージは、顎部（複数可）に加えられている閉鎖力を示す、エンドエフェクタの顎部（複数可）における歪みの大きさ／振幅を測定するように構成されている。更に、このような態様では、センサ４７６は、閉鎖駆動システムによって顎部に加えられる閉鎖力を測定するように構成された負荷センサであってもよい。更に、そのような態様では、センサ４７８は、顎部に加えられる閉鎖力に相関する、モータによって引き込まれる電流を測定するように構成された電流センサであってもよい。これに加えて、又は更なる例として、図１７に戻って参照すると、力はセンサ７４４ａ及び／又は７４４ｂを介して検出されてもよい。そのような態様では、センサ７４４ａ及び／又は７４４ｂは、閉鎖駆動システムによって顎部に加えられる閉鎖力を表す発射力フィードバック信号を提供するように構成されたトルクセンサであってよい。

【０３９１】

一態様では、図５８に戻って参照すると、負荷センサ１５２０８２（例えば、シャフト組立体又はハンドル組立体内に位置付けられる）は、シャフト組立体をハンドル組立体に取り付けた後、負荷を検出するように構成されてもよい。そのような態様では、検出された負荷は、事前定義の負荷及び／又は所定の負荷範囲を超える場合がある。そのような態様において、例えば、図８９を参照すると、外科用器具と関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、検出された負荷を評価し、（例えば、履歴データに基づいた）状況認識を使用して、シャフト組立体及び／又はエンドエフェクタ組立体が損傷を受けていること／損傷を受けているにちがいないことを判断することができる。そのような態様では、制御回路は、シャフト組立体２３１２０及び／又はエンドエフェクタ組立体２３１３０に関連付けられた固有の識別子を記録し、その固有の識別子を更なる使用及び／又はハンドル組立体２３１１０への取り付けが禁止されたものとして指定するように構成されてよい。

【０３９２】

別の態様では、例えば、図８９を参照すると、外科用器具と関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように１つ又は２つ以上のセンサを介して）評価し、エンドエフェクタ組立体の発射機能／サイクルを阻止するように決定するように構成されてもよい。具体的には、制御回路は、（例えば、履歴データに基づいた）状況認識を使用して、顎部で検出／感知された力（例えば、発射機能／サイクルが開始する前に検出された）が、事前定義の力及び／又は事前定義の力の範囲を超えることを判定してもよい。そのような態様では、制御回路は、発射機能／サイクルが開始することを阻止するように構成され得る。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は（例えば、外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）、発射機能／サイクルを実施することができないことユーザに警告する、及び／又はユーザに可能性のある原因を知らせるように構成されてもよい。様々な態様によれば、制御回路は、顎部で検出／感知された力が事前定義の力まで低下した場合、及び／又は事前定義の力の範囲内に低下した場合、発射機能／サイクルの開始

を可能にするように構成され得る。

【０３９３】

別の態様では、例えば、図８９を参照すると、外科用器具と関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように、１つ又は２つ以上のセンサ、例えば、負荷センサ、トルクセンサなどを介して）評価し、エンドエフェクタ組立体の発射機能／サイクルを可能にするように最初に決定してもよい。しかしながら、発射機能／サイクルを開始した後、制御回路は、（例えば、履歴データに基づいた）状況認識を使用して、発射するための力（例えば、発射機能／サイクル中に検出される）が、事前定義の発射するための力及び／又は事前定義の発射するための力の範囲を超えることを判定する場合もある。そのような態様では、制御回路は、発射機能／サイクルを停止するように構成されてもよい（例えば、発射機能／サイクルが継続するのを阻止する）。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は、限度を超えた発射するための力又は限度を超えた発射するための力の範囲に関して、外科医に警告を与える（例えば外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。様々な態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを受信して（例えば、ユーザインターフェース（複数可）を介して、図８８、選択可能なユーザインターフェース要素２３０１２を参照されたい）、発射機能／サイクルが継続することを可能にするように更に構成されてもよい。そのような態様では、制御回路は、（例えば、履歴データに基づいた）状況認識を使用して、第２の発射力（例えば、継続された発射機能／サイクル中に検出される）が、第２の所定の発射力及び／又は第２の所定の発射力の範囲（例えば、より高い閾値）を超えることを判定してもよい。そのような態様では、制御回路は、発射機能／サイクルを再び停止し、外科医に警告する、及び／又は記載されるようにオーバーライドコマンドを受信するように構成されてもよい。

【０３９４】

別の態様では、例えば、図８９を参照すると、外科用器具に関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように１つ又は２つ以上のセンサを介して）評価してもよい。加えて、制御回路は、シャフト組立体内で検出／感知された力を更に評価してもよい（すなわち、記載されるように、１つ又は２つ以上のセンサを介して）。ここで、様々な態様によれば、制御回路は、顎部で検出／感知された力、及び／又はシャフト組立体内で検出／感知された力を外科的処置が実行されている状態で相互に参照してもよい。このような態様によれば、制御回路は、（例えば、処置データ及び／又は履歴データに基づいた）状況認識を使用して、シャフト組立体内で検出／感知された力が事前定義のシャフト力及び／又は事前定義のシャフト力の範囲を超えることを判定してもよい。一実施例では、シャフト組立体は、特定の外科処置において特定の組織タイプと共に使用するように構成された特殊シャフト組立体を備えてもよい。そのような態様では、制御回路は、（例えば、処置データ及び／又は履歴データに基づいた）状況認識を使用して、特殊シャフト組立体内で検出／感知された力が高すぎること（例えば、事前定義のシャフト力及び／又は特殊シャフト組立体に関連付けられた事前定義のシャフト力の範囲を超える）、及び／又は顎部で検出／感知された力が、事前定義の力ではない、及び／又は事前定義の範囲内（例えば、実行されている外科処置に履歴的に関連付けられた予測された力）にないことを判定してよい。そのような態様では、制御回路は、発射機能／サイクルを停止するように構成されてもよい（例えば、発射機能／サイクルが開始及び／又は継続するのを阻止する）。更に、このような態様では、図８９を再び参照すると、制御回路は、限度を超えたシャフト力及び／又はシャフト力の範囲に関して、外科医に警告を与える（例えば外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並

びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。様々な態様では、警告は、外科医に、例えば、ハンドル組立体２３１１０から特殊なシャフト組立体２３１２０を取り外し、別のシャフト組立体のハンドル組立体２３１１０に取り付けること（例えば、検出／感知された力及び遭遇する組織に対して構成された規則的な再負荷）を外科医に知らせる場合もある。そのような態様では、制御回路は、適切なシャフト組立体が取り付けられたときに発射機能／サイクルが開始する、及び／又は継続することを可能にするように構成されてもよい。

【０３９５】

別の態様では、例えば、図８９を参照すると、外科用器具と関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、外科処置中に顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように１つ又は２つ以上のセンサを介して）評価してもよい。このような態様によれば、制御回路は、（例えば、処置及び／又は履歴データに基づいた）状況認識を使用して、組織クリープ待ち時間が、外科処置中に掴持されている特定の厚さ及び特定の組織に関連付けられた事前定義のクリープ待ち時間及び／又は事前定義のクリープ待ち時間の範囲を下回ることを判定してよい。別の言い方をすれば、本明細書の図８３及び図８４を考慮すると、初期の閉鎖するための力は、予想されるよりも早く減衰し、より低い閉鎖するための力でクリープ安定に達し得る。そのような態様では、制御回路は、発射機能／サイクルを停止する（例えば、発射機能／サイクルが開始する、及び／又は継続するのを阻止する）ように構成されてもよい。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は（例えば、外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）、短縮されたクリープ待ち時間に関する警告を外科医に与えるように構成されてもよい。様々な態様では、警告は、外科医に、例えば、ハンドル組立体からエンドエフェクタ組立体、例えば２３１３０を取り外し、別のエンドエフェクタ組立体（例えば、検出されたクリープ待ち時間を有する組織を処理するように構成されたエンドエフェクタ組立体）をハンドル組立体２３１１０に取り付けることを外科医に知らせる場合もある。そのような態様では、制御回路は、適切なエンドエフェクタ組立体が取り付けられたとき、発射機能／サイクルが開始及び／又は継続することを可能にするように構成されてもよい。

【０３９６】

別の態様では、例えば、図８９を参照すると、外科用器具に関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブの構成要素に組み込まれた２３１４２）は、顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように１つ又は２つ以上のセンサを介して）評価してもよい。加えて、制御回路は、関節運動部材に対して検出／感知された位置を（すなわち、１つ又は２つ以上のセンサを介して）更に評価することができる。例えば、図１２に戻って参照すると、位置は、関節運動部材に結合されたセンサ４７２によって検出／感知され得る。一態様では、センサ４７２は、直線変位を測定するように構成された位置センサであってもよく、センサ素子の単一の回転は、関節運動部材の特定の線形変位に対応する。別の実施例では、図１７に戻って参照すると、位置は、エンドエフェクタ内に位置する位置センサ７３４によって感知／検出されてよい。ここで、位置センサ７３４は、制御回路によって追跡可能な一連のパルスを提供して関節運動部材の位置を決定するように構成されたセンサであってもよい。ここで、様々な態様によれば、制御回路は、顎部で検出／感知された力、及び／又は外科処置が行われている関節運動部材に関して検出／感知された位置を相互に参照してもよい。このような態様によれば、制御回路は、（例えば、処置データ及び／又は履歴データに基づいた）状況認識を使用して、関節運動部材が所定の前進位置及び／又は所定の前進位置の範囲を超えて前進したことを（例えば、シャフト組立体内で）判定してよい。様々な態様では、所定の前進位置及び／又は所定の前進位

置の範囲は、顎部において検出／感知される閉鎖するための力に相関し得る。そのような態様では、指定された所定の前進位置を超えた状態で、制御回路は、発射機能／サイクルを停止する（例えば、発射機能／サイクルが開始する、及び／又は継続するのを防止する）ように構成され得る。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は（例えば、外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）、限度を超えた前進位置及び／又は前進位置の範囲に関する警告を外科医に与えるように構成されてもよい。様々な態様では、警告は、所定の前進位置まで、及び／又は所定の前進位置の範囲内に関節運動部材を後退させることを考慮するように外科医に知らせることができる。ここで、一実施例では、所定の前進位置及び／又は所定の前進位置の範囲は、対応する閉鎖するための力に関して、履歴により実現された所望の及び／又は成功した発射機能／サイクルを有し得る。そのような態様では、制御回路は、適切な前進位置が達成されるときに発射機能／サイクルが開始する、及び／又は継続することを可能にするように構成され得る。

【０３９７】

別の態様では、例えば、図８９を参照すると、外科用器具と関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、外科処置中に顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように１つ又は２つ以上のセンサを介して）評価してよい。このような態様によれば、制御回路は、（例えば、処置データ及び／又は履歴データに基づいた）状況認識を使用して、閉鎖するための力が、外科処置中に掴持されている特定の組織に関連付けられた事前定義の閉鎖するための力及び／又は事前定義の閉鎖するための力の範囲を上回ることを判定してよい。別の言い方をすれば、本明細書における図８３及び図８４に照らして、検出／感知された閉鎖するための力は、発射機能／サイクルが進行することを可能にするために予想されるものよりも高い。そのような態様では、制御回路は、発射機能／サイクルを停止する（例えば、発射機能／サイクルが開始する、及び／又は継続するのを防止する）ように構成され得る。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は、上昇した閉鎖するための力に関して、外科医に警告を与える（例えば、外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。様々な態様では、警告は、外科医に発射モータ速度を調節することを考慮することを通知してもよい。一実施例では、特定の組織が硬組織である場合、警告は、外科医が発射モータの速度を低下させて剛性組織が引き裂かれるのを回避することを提案し得る。そのような態様では、下方調節は、実施されている外科処置に関連する履歴データに基づいてもよい。別の実施例では、特定の組織が弱い剪断強度の柔らかい組織である場合、警告は、外科医が発射モータ速度を調整して組織が適切に掴持されていることを確実にすることを提案し得る。そのような態様では、上方調節は、実行されている外科処置に関連する履歴データに基づいてもよい。そのような態様では、制御回路は、適切な発射モータ速度が設定されたときに発射機能／サイクルが開始する、及び／又は継続することを可能にするように構成され得る。

【０３９８】

別の態様では、例えば、図８９を参照すると、外科用器具と関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、外科処置中に顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように１つ又は２つ以上のセンサを介して）評価してよい。このような態様によれば、制御回路は、（例えば、処置データ及び／又は履歴データに基づいた）状況認識を使用して、発射システム上の周期的な力が、外科処置中に事前定義の周期的な力及び／又は事前定義の周期的な力の範囲を上回ることを判定し得る。別の言い方をすれば、検出／感知された周期的な力が予想したものよりも高く、履

歴データに基づいてモータ故障が差し迫っていることを示す場合がある。そのような態様では、制御回路は、発射機能／サイクルを停止する（例えば、発射機能／サイクルの開始、及び／又は継続的な前進を阻止する）ように構成され得る。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は、上昇した周期的な力及び可能性のあるモータ障害に関して、外科医に警告を与える（例えば外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。様々な態様によれば、制御回路はオーバーライドコマンドを受信して、（例えば、ユーザインターフェースを介して、例えば図８８、選択可能なユーザインターフェース要素２３０１２を参照されたい）、発射機能／サイクルが継続することを許可するように更に構成されてもよい。そのような態様では、制御回路は、外科処置中に、発射システムに対する周期的な力が事前定義の周期的な力及び／又は事前定義の周期的な力の範囲を上回るかどうかを監視し続けることができる。そのような態様では、制御回路は、発射機能／サイクルを再び停止し、外科医に警告する、及び／又は記載されるようなオーバーライドコマンドを受信するように構成されてもよい。

【０３９９】

本開示の別の態様によれば、例えば、図８９を参照すると、外科用器具に関連する制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように１つ又は２つ以上のセンサを介して）評価してよい。加えて、制御回路は、エンドエフェクタ組立体２３１３０を関節運動させるための力／トルクを更に評価してもよい。そのような態様では、関節運動力／トルクは、１つ又は２つ以上のセンサ（例えば、関節運動部材に関連付けられた力センサ、関節運動部材に関連付けられたトルクセンサ、関節運動部材を駆動するように構成されたモータに関連付けられた電流センサなど）を介して検出されてもよい。例えば、図１７に戻って参照すると、関節運動力／トルクは、関節運動駆動システムに結合されたトルクセンサ７４４ｄ及び／又は７４４ｅによって検出／感知され得る。これに加えて、及び／又は代替として、再び図１７を参照すると、関節運動力／トルクは、センサ７３６によって測定される、モータ７０４ｄ及び／又は７０４ｅによって引き込まれる電流と相関されてもよい。ここで、様々な態様によれば、制御回路は、顎部で検出／感知された力、及び／又は外科処置が行われている関節運動部材に関して検出された関節運動力／トルクを相互に参照してもよい。このような態様によれば、制御回路は、（例えば、処置及び／又は履歴データに基づいた）状況認識を使用して、関節運動部材に関して検出された関節運動力／トルクが、事前定義の関節運動力／トルク及び／又は事前定義の関節運動力／トルク範囲を超えることを判定してもよい。様々な態様では、事前定義の関節運動力／トルク及び／又は事前定義の関節運動力／トルク範囲は、顎部において検出／感知された力に相関し得る。そのような態様では、指定された関節運動力／トルクを超えた場合、制御回路は、エンドエフェクタ組立体の関節運動を停止する（例えば、関節運動が継続するのを阻止する）ように構成されてもよい。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は、超音波力／トルク及び／又は関節運動力／トルク範囲に関して、外科医に警告を与える（例えば外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。様々な態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを受信して（例えば、ユーザインターフェースを介して、例えば、図８８、選択可能なユーザインターフェース要素２３０１２を参照されたい）、発射機能／サイクルが継続することを可能にするように更に構成されてもよい。そのような態様では、制御回路は、外科処置中に関節運動力／トルクが事前定義の関節運動力／トルク及び／又は事前定義の関節運動力／トルク範囲を上回るかどうかを監視し続けることができる。そのような態様では、制御回路は、関節運動を停止させ、外科医に警告する、及び／又は記載されるようにオーバーライドコマンドを受信するように構成されても

よい。

【０４００】

本開示の更に別の態様によれば、例えば、図８９を参照すると、外科用器具に関連する制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、或いは結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、顎部で検出／感知された力を（例えば、記載されるように１つ又は２つ以上のセンサを介して）評価してよい。加えて、制御回路は、シャフト組立体２３１２０（例えば、シャフト部材）を回転させるための力／トルクを更に評価してもよい。このような態様では、回転力／トルクは、１つ又は２つ以上のセンサ（例えば、回転／シャフト部材に関連付けられた力センサ、回転／シャフト部材に関連付けられたトルクセンサ、回転／シャフト部材を回転させるように構成されたモータに関連する電流センサなど）を介して検出されてもよい。例えば、図１７に戻って参照すると、回転／シャフト部材駆動システムに連結されたトルクセンサ７４４ｃによって回転力／トルクを検出／感知してもよい。これに加えて及び／又は代替として、再び図１７を参照すると、回転力／トルクは、センサ７３６によって測定される、モータ７０４ｃによって引き込まれる電流と相関されてもよい。ここで、様々な態様によれば、制御回路は、顎部で検出／感知された力、及び／又は外科処置が行われている回転／シャフト部材に関して検出された回転力／トルクを相互に参照してもよい。このような態様によれば、制御回路は、（例えば、処置データ及び／又は履歴データに基づいた）状況認識を使用して、回転／シャフト部材に関して検出された回転力／トルクが事前定義の回転力／トルク及び／又は事前定義の回転力／トルクの範囲を超えることを判定してもよい。様々な態様では、事前定義の回転力／トルク及び／又は事前定義の回転力／トルクの範囲は、顎部で検出／感知された力に相関し得る。他の態様では、事前定義の回転力／トルク及び／又は事前定義の回転力／トルクの範囲は、回転／シャフト部材自体が耐えることができる力／ねじれに対応してもよい。そのような態様では、指定された回転力／トルクを超えた場合、制御回路は、シャフト組立体の回転を停止する（例えば、回転／シャフト部材の回転が継続するのを阻止する）ように構成されてもよい。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は、超過した回転力／トルク及び／又は回転力／トルク範囲に関して、外科医に警告を与える（例えば外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。様々な態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを受信して（例えば、ユーザインターフェースを介して、例えば、図８８、選択可能なユーザインターフェース要素２３０１２を参照されたい）、回転が継続するのを可能にするように更に構成されてもよい。そのような態様では、制御回路は、外科処置中に、回転力／トルクが事前定義の回転力／トルク及び／又は事前定義の回転力／トルクの範囲を超えるかどうかを監視し続けることができる。そのような態様では、制御回路は、回転を再び停止し、外科医に警告する、及び／又は記載されるようにオーバーライドコマンドを受信するように構成されてもよい。

【０４０１】

本開示の更に別の態様によれば、例えば、図８９を参照すると、外科用器具と関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具の構成要素に組み込まれた２３１３２、２３１２２及び／又は２３１１２、及び／又は結合された外科用ハブに組み込まれた２３１４２）は、顎部で検出／感知された開放力を（例えば、記載されるように１つ以上のセンサを介して）評価し、顎部が開くことを阻止するように決定するように構成されてもよい。具体的には、制御回路は、（例えば、履歴データに基づいた）状況認識を使用して、顎部で検出／感知された開放力が事前定義の開放力及び／又は事前定義の開放力の範囲を超えることを判定してもよい。そのような態様では、制御回路は、顎部を、掴持された位置又はある程度掴持された位置に維持するように構成されてもよい。更に、このような態様では、再び図８９を参照すると、制御回路は（例えば、外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブに関連

付けられたユーザインターフェースを介して２３１４８及び／又は２３１５８を介して）、顎部を開くことができないことをユーザに警告する、及び／又は可能性のある原因をユーザに知らせる（例えば、ユーザが、顎部で検出／感知された開放力を低減しようと試みることができるように）ように構成されてもよい。様々な態様によれば、制御回路は、顎部で検出／感知された開放力が事前定義の開放力及び／又は事前定義の開放力の範囲内に低減された場合、顎部が開くことを可能にするように構成されてもよい。

【０４０２】

短絡検出及び機能性制御

本開示の様々な他の態様によれば、外科用器具の機能性は、短絡を検出するように構成された１つ又は２つ以上のセンサに基づいて制御されてもよい。すなわち、金属物体が顎部内で検出された場合、少なくとも１つの外科用器具の機能／作動（例えば、切断、凝固など）が阻止／禁止され得る。例えば、図９１は、制御回路が、短絡を示す検出されたパラメータ（複数可）を受信する２３３０２、そのような態様を実施するためのアルゴリズム２３３００を示す。制御回路はまた、内部及び／又は外部データベースデータを取り出してもよい２３３０４。次いで、制御回路は、検出されたパラメータ（複数可）及び／又はデータベースデータ２３３０６を評価し、評価に基づいてアクションを実行する２３３０８。

【０４０３】

本開示の態様による図８９を再び参照すると、外科用システム２３１００は、制御回路と（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２、例えば、任意の位置（複数可）を示すために仮想線での）、ユーザインターフェースと（２３１１８、２３１２８、２３１３８、２３１４８及び／又は２３１５８、例えば、任意の位置を示すために仮想線で）、例えばハンドル組立体２３１１０、シャフト組立体２３１２０、及びエンドエフェクタ組立体２３１３０を含む外科用器具２３１００とを備えてよい。そのような態様では、制御回路は、外科用器具２３１０２（例えば、２３１１２、２３１２２及び／又は２３１３２）の１つ又は２つ以上の構成要素（例えば、ハンドル組立体２３１１０、シャフト組立体２３１２０及び／又はエンドエフェクタ組立体２３１３０など）に組み込まれてもよく、及び／又は外科用器具２３１０２とペアリングされた（例えば、無線で）外科用ハブ２３１４０（例えば、２３１４２）に組み込まれてもよい。そのような態様では、エンドエフェクタ組立体２３１３０は、第１の顎部と、第１の顎部に枢動可能に結合された第２の顎部と、エンドエフェクタ組立体２３１３０の機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）に関連付けられたパラメータを検出し、検出されたパラメータを制御回路（例えば、２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）に送信するように構成されたセンサ２３１３４とを含んでもよい。様々な態様において、第１の顎部はアンビルを含んでもよく、第２の顎部は、ステープルカートリッジを受容するように構成された細長いチャネルを備えてもよい。更に、そのような態様では、外科用器具２３１０２は、シャフト組立体２３１２０の機能（例えば、回転、関節運動など）に関連付けられたパラメータを検出し、検出されたパラメータを制御回路（例えば、２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）に送信するように構成されたセンサ２３１２４を含むシャフト組立体２３１２０を更に備えてもよい。そのような態様では、制御回路は、外科的処置の過程を通して、そのようなセンサ、例えば、２３１３４及び／又は２３１２４から検出されたパラメータ（例えば、センサデータ）を受信するように構成され得る。検出されたパラメータは、関連するエンドエフェクタ組立体２３１３０の機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）及び／又は関連するシャフト組立体２３１２０の機能（例えば、回転、関節運動など）が実行されるたびに受信され得る。制御回路は、内部データベースから（例えば、外科用器具２３１３６、２３１２６及び／又は２３１１６の構成要素のメモリ内、或いは外科用ハブデータベース２３１４９）及び／又は外部データベース（例えば、外科用ハブデータベース２３１４９、クラウドデータベース２３１５０などから）データを受信するように更に構成されてもよい。様々な態様によれば、内部及び／又は外部データベースから受信されたデータは、処置デー

タ（例えば、外科処置を実行する工程）及び／又は履歴データ（例えば、外科処置に関連する履歴データに基づいて予測されるパラメータを示すデータ）を含み得る。様々な態様では、処置データは、外科処置のための現在の／認識された標準的な治療手順を含んでもよく、履歴データは、外科処置に関連する履歴データ（例えば、システム定義の制約）に基づいた好ましい／理想的なパラメータ及び／又は好ましい／理想的パラメータ範囲を含んでもよい。受信したデータ（例えば、センサデータ、内部及び／又は外部データなど）に基づいて、制御回路（例えば、２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）は、進行中の処置に関する推論（例えば、コンテキスト情報）を継続的に導出するように構成されてもよい。すなわち、外科用器具は、例えば、レポートを生成するための外科処置に関するデータを記録し、外科医が外科処置を実施するためにとる工程を検証し、特定の処置工程に関連し得るデータ又はプロンプトを提供し（例えば、外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８、並びに／或いは外科用器具に関連付けられたユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８を介して）、外科用器具２３１０２の機能を制御するなどに構成されてよい。

【０４０４】

一態様では、図８９を再び参照すると、エンドエフェクタ組立体の顎部の間で標的組織を掴持する間及び／又掴持した後に、制御回路（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）は、後続の機能（例えば、発射、凝固など）を可能にする前に、顎部間の連続性をチェックするように構成されてもよい。ここで、様々な態様によれば、外科用器具は、顎部のうちの少なくとも１つに電極を備える（例えば、アンビル及び／又はステープルカートリッジと一体化されている）電気外科用器具を備えてよい。このような態様では、電極間に短絡が存在する場合、顎部の間に把持された組織を電気外科エネルギー（例えば、ＲＦエネルギー）で治療することが困難になる場合がある。一実施例では、電極間の導電性物体（例えば、クリップ、ステープル、金属要素など）は、顎部間の連続性をもたらし得る。別の実施例では、顎部間に十分な間隙が存在しない場合（例えば、標的組織を掴持した後）、電極が接触して、顎部間の連続性をもたらす場合もある。図５３を再び参照すると、例えば、本開示の一態様では、センサ１５２００８ａは、エンドエフェクタの顎部間の間隙を測定するように構成されている。そのような態様では、第１の顎部のセンサ１５２００８ａは、第１の顎部と第２の顎部との間の間隙を測定するために、第２の顎部の磁石１５２０１２によって生成された磁場を検出するように構成されたホール効果センサを備えてもよい。特に、間隙は、第１の顎部と第２の顎部との間に掴持された組織の厚さを表すことができる。ここで、顎部の間に連続性が存在する場合、望ましくない外科的結果が（例えば、不完全な組織の治療、導電性物体の過剰な加熱など）もたらされる可能性がある。

【０４０５】

一態様（例えば、双極モード）によれば、第１の顎部はアンビルを含んでもよく、第２の顎部は、図２５に示されるようなステープルカートリッジを受容するように構成された細長いチャネルを備えてもよい。一実施例では、ステープルカートリッジは、把持された組織に電気外科エネルギー（例えば、ＲＦエネルギー）を送達するための活性電極を含んでもよく、アンビルの少なくとも一部分は、リターン電極として作用し得る。別の例では、アンビルが、電気外科エネルギー（例えば、ＲＦエネルギー）を把持された組織に送達するための活性電極を含んでもよく、細長いチャネルの少なくとも一部分は、リターン電極として作用し得る。別の態様（例えば、単極モード）によれば、第１の顎部はアンビルを含んでもよく、第２の顎部は、ステープルカートリッジを受容するように構成された細長いチャネルを備えてもよい。一実施例では、ステープルカートリッジは、把持された組織に電気外科エネルギー（例えば、ＲＦエネルギー）を送達するための活性電極を含んでもよく、リターン電極（例えば、接地パッド）は、患者の身体上に別々に配置されてもよい。別の例では、アンビルは、把持された組織に電気外科エネルギー（例えば、ＲＦエネルギー）を送達するための活性電極を含んでもよく、リターン電極（例えば、接地パッド）は、患者の身体上に別個に配置されてもよい。短絡を検出するための様々な構成は、そ

の開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＤＥＴＥＣＴＩＮＧ　ＳＨＯＲＴ　ＣＩＲＣＵＩＴＳ　ＩＮ　ＥＬＥＣＴＲＯＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＭＥＤＩＣＡＬ　ＤＥＶＩＣＥＳ」と題された、米国特許第９，５５４，８５４号に記載されている。

【０４０６】

様々な態様にかかる図８９を再び参照すると、制御回路（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）は、多くの方法で連続性を確認するように構成されてもよい。一態様では、電気外科エネルギーを生成する発生器及び／又は外科用器具に組み込まれたセンサ、例えば２３１３４は、電極間のインピーダンスが、閾値の期間にわたって閾値を下回るまで低下するとき（すなわち、短絡を示すインピーダンスの低下）を検出するように構成されてもよい。ここで、図４８に戻って参照すると、センサ、例えば２３１３４は、経時的なインピーダンスを測定するように構成されてもよい。一実施例では、電極が導電性ステープルのラインにぶつかったとき、電流がスパイクする可能性があり、一方、インピーダンス及び電圧は急激に低下する。別の実施例では、連続性は、電圧の変化を最小限に抑えた電流シンクとして存在してもよい。「ＤＥＴＥＣＴＩＮＧ　ＳＨＯＲＴ　ＣＩＲＣＵＩＴＳ　ＩＮ　ＥＬＥＣＴＲＯＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＭＥＤＩＣＡＬ　ＤＥＶＩＣＥＳ」と題された、米国特許第９，５５４，８５４号に記載されているものなど、連続性を確認する／短絡を検出するための様々な代替方法が、参照により本明細書に明示的に組み込まれる（例えば、一連のパルスのパルス内の異なる位置でのインピーダンス値を比較する）。

【０４０７】

そのような態様では、連続性が検出された場合、導電性物体（例えば、クリップ、ステープル、ステープルライン、金属要素など）が、顎部の間に把持された組織内に存在する／露出している可能性がある。特に、このような導電性物体は、現在の外科処置及び／又は以前の外科処置からのものである可能性がある。そのような態様では、制御回路は、導電性物体の検出に関して、外科医に警告を与える（例えば、外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは導電性物体の検出に関する外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。例えば、警告は、電極がいずれの導電性物体とも接触していないように、及び／又は短絡を引き起こす導電性物体を除去するように、外科医がエンドエフェクタ組立体２３１３０を再配置することを提案してもよい。様々な態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを受信して、例えば、ユーザインターフェースを介して、例えば図８８、選択可能なユーザインターフェース要素２３０１２を参照のこと）、導電性物体（例えば、クリップ、ステープル、ステープルライン、金属要素など）が検出されたにもかかわらず、その後の機能（例えば、切断、凝固など）を可能にするように更に構成されてもよい。

【０４０８】

一態様によれば、制御回路（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）は、クリップを横に切開するのを回避するための連続性をチェックするように構成されてもよい。そのような態様では、短絡が検出された後、制御回路は、顎部間の導電性物体の検出に関して、外科医に警告を与える（例えば外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。一態様では、外科医は、ユーザインターフェース（例えば、外科用器具上のインタラクティブユーザインターフェース要素、外科用ハブ、発生器など）を介して制御回路の感度を調節することができる。このような態様では、調節に基づいて、制御回路は、顎部間で導電性物体が検出された場合に発射を阻止するように構成されてもよい。

【０４０９】

別の態様にかかる図８９を再び参照すると、制御回路２３１４２は、電気外科用器具２３１０２とペアリングされた（例えば、無線で）外科用ハブ２３１４０に組み込まれても

よい。そのような態様では、外科用ハブ２３１４０は、顎部間の導電性物体の検出に関する外科医／ユーザ設定で予め装填されてもよい。一実施例では、外科医／ユーザ設定は、顎部間で導電性物体が検出された場合に発射を阻止することを含む。別の実施例では、外科医／ユーザ設定は、導電性物体が顎部の間で検出された場合に発射を許可する前に警告することを含む。更に別の態様では、外科医／ユーザ設定は、外科医／ユーザが警告をオーバーライドすることを可能にすることを含む。更に別の態様では、外科医／ユーザ設定は一時的なリセットを含み、外科医／ユーザは、連続性を再度チェックする前に、状況を改善する（例えば、顎部を移動させる、導電性物体を除去する）ことを可能にする一時リセットを含む。

【０４１０】

更に別の態様にかかる図８９を再び参照すると、制御回路（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）は、ステープルラインを意図的に横断するように連続性をチェックするように構成されてもよい。ここで、いくつかの外科処置では、連続する横切開（例えば、肺切除、特に複数の角度からの楔形、スリーブ処置など）を確実にするために、交差するステープルラインを有することが有益な場合がある。そのような態様では、連続性が検出された後、制御回路は、顎部間の導電性物体（例えば、既存のステープルライン）の検出に関して、外科医に警告（例えば、可聴及び／又は視覚的合図）を与える（（例えば、外科用器具の構成要素のユーザインターフェース２３１３８、２３１２８及び／又は２３１１８を介して、並びに／或いは外科用ハブと関連付けられたユーザインターフェース２３１４８及び／又は２３１５８を介して）ように構成されてもよい。

【０４１１】

他の態様にかかる図８９を再び参照すると、制御回路（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）は、外科処置の過程を通して、内部データベース（例えば、外科用器具の構成要素のメモリ２３１３６、２３１２６及び／又は２３１１６或いは外科用ハブデータベース２３１４９）、及び／又は外部データベース（例えば、外科用ハブデータベース２３１４９、クラウドデータベース２３１５０など）かたデータを受信するように構成されてもよい。様々な態様によれば、内部及び／又は外部データベースから受信されたデータは、手術履歴データ（例えば、患者に対して実行される以前の外科的処置に関するデータ、現在の外科処置に関するデータなど）を含み得る。一実施例において、手術履歴データは、ステープルが以前の手術で使用されたこと、及び／又はステープルがどこで使用されたかを示してよく、現在の外科処置データは、クリップを適用するためにクリップアプライヤが使用されたかどうかを示してよい。受信されたデータ（例えば、手術履歴データなど）に基づいて、制御回路（２３１１２、２３１２２、２３１３２及び／又は２３１４２）は、進行中の処置に関する推論（例えば、コンテキスト情報）を継続的に導出するように構成されてもよい。すなわち、外科用器具２３１２０は、状況に応じて認識してもよく、例えば、検出された連続性が、以前の外科処置からのステープルライン、又は現在の外科処置からのクリップであり得ることを推定／判定するように構成されてもよい。別の例として、患者がこれまで一度も外科処置を受けておらず、クリップアプライヤが現在の外科処置において使用されておらず、かつステープルカートリッジが現在の外科処置では発射されている場合、制御回路は、顎部間で検出された導電性物体は以前のステープルラインであると推定／判定するように構成されてよい。更に別の例として、患者がこれまで一度も外科処置を受けておらず、クリップアプライヤが現在の処置で使用されており、及びステープルカートリッジが現在の外科処置においてまだ発射されていない場合、制御回路は、顎部間で検出された導電性物体はクリップであると推測／判定するように構成されてよい。

【０４１２】

（実施例）

「スマート電動外科用ステープル留めのための安全システム」という見出しの下で本明細書に記載される主題の様々な態様は、以下の実施例に記載される。

実施例１－外科用システムは、制御回路と、外科用器具と、を備える。外科用器具は、

ハンドル組立体と、ハンドル組立体から遠位に延在するシャフト組立体と、シャフト組立体の遠位端に連結されたエンドエフェクタ組立体と、を備える。エンドエフェクタ組立体は、第１の顎部と、第１の顎部に枢動可能に結合された第２の顎部と、センサと、を備える。センサは、エンドエフェクタの機能に関連付けられたパラメータを検出し、検出されたパラメータを制御回路に送信するように構成されている。制御回路は、システム定義の制約に基づいて、検出されたパラメータを分析し、分析の結果に基づいて外科用器具の少なくとも１つの機能を阻止するように構成されている。外科用システムは、外科用器具の少なくとも１つの阻止された機能に関する現在の状態を提供するように構成されたユーザインターフェースを更に備える。

【０４１３】

実施例２－システム定義の制約は、外科用システムによって実行されている外科処置に関連付けられた履歴データに基づいて、事前定義のパラメータ又は事前定義のパラメータ範囲のうちの少なくとも１つを含む、実施例１に記載の外科用システム。

【０４１４】

実施例３－現在の状態は、外科用器具の少なくとも１つの機能が阻止されるという第１のメッセージと、外科用器具の少なくとも１つの機能が阻止される理由を示す第２のメッセージと、を含む、実施例１又は２に記載の外科用システム。

【０４１５】

実施例４－ユーザインターフェースは、外科用器具の少なくとも１つの機能を可能にするために、制御回路をオーバーライドするように選択可能なユーザインターフェース要素を備える、実施例１、２又は３に記載の外科用システム。

【０４１６】

実施例５ー－センサは、エンドエフェクタに結合された力センサを備え、検出されたパラメータは、エンドエフェクタの第１の顎部又は第２の顎部のうちの少なくとも１つに加えられる力を含み、制御回路を介して阻止される少なくとも１つの機能は、取り付けられたシャフトの使用を阻止すること、発射サイクルが開始することを阻止すること、エンドエフェクタの関節運動を阻止すること、シャフトの回転を阻止すること、或いは第１の顎部又は第２の顎部のうちの１つ又は２つ以上が開放するのを阻止することのうちの１つ又は２つ以上を含む、実施例１、２、３又は４に記載の外科用システム。

【０４１７】

実施例６－検出されたパラメータに関連付けられたエンドエフェクタの機能は、掴持機能を含み、制御回路を介して阻止される外科用器具の少なくとも１つの機能は、切開機能、凝固機能、ステープル留め機能、又は切断機能のうちの１つ又は２つ以上を含む、実施例１、２、３、４又は５に記載の外科用システム。

【０４１８】

実施例７－外科用器具に通信可能に結合された外科用ハブを更に備え、外科用ハブが制御回路を備える、実施例１、２、３、４、５又は６に記載の外科用システム。

【０４１９】

実施例８－ハンドル組立体又は外科用ハブのうちの１つは、ユーザインターフェースを備える、実施例７に記載の外科用システム。

【０４２０】

実施例９－外科用器具のハンドル組立体、シャフト組立体、又はエンドエフェクタ組立体のうちの１つは、制御回路を備える、実施例１、２、３、４、５、６、７又は８に記載の外科用システム。

【０４２１】

実施例１０－シャフト組立体は、シャフトの機能に関連付けられたシャフトパラメータを検出し、検出されたシャフトパラメータを制御回路に送信するように構成されたセンサを備える、実施例１、２、３、４、５、６、７、８又は９に記載の外科用システム。制御回路は、検出されたシャフトパラメータに更に基づいて、外科用器具の少なくとも１つの機能を阻止するように更に構成されている。

【０４２２】
実施例１１－外科用システムは、外科用ハブと、外科用ハブに通信可能に結合された外科用器具と、を備える。外科用器具は、ハンドル組立体と、ハンドル組立体から遠位に延在するシャフト組立体と、シャフト組立体の遠位端に連結されたエンドエフェクタ組立体と、を備える。エンドエフェクタ組立体は、第１の顎部と、第１の顎部に枢動可能に結合された第２の顎部と、センサと、を備える。センサは、エンドエフェクタの機能に関連付けられたパラメータを検出し、検出されたパラメータを外科用ハブに送信するように構成される。外科用ハブは、プロセッサと、プロセッサに結合されたメモリと、を備える。メモリは、システム定義の制約に基づいて、検出されたパラメータを分析し、分析の結果に基づいて外科用器具の少なくとも１つの機能を阻止するように、プロセッサによって実行可能な命令を記憶する。外科用システムは、外科用器具の少なくとも１つの阻止された機能に関する現在の状態を提供するように構成されたユーザインターフェースを更に備える。
【０４２３】
実施例１２－システム定義の制約は、外科用システムによって実行されている外科処置に関連付けられた履歴データに基づいて、事前定義のパラメータ又は事前定義のパラメータ範囲のうちの少なくとも１つを含む、実施例１１に記載の外科用システム。
【０４２４】
実施例１３－現在の状態は、外科用器具の少なくとも１つの機能が阻止されるという第１のメッセージと、外科用器具の少なくとも１つの機能が阻止される理由を示す第２のメッセージと、を含む、実施例１１又は１２に記載の外科用システム。
【０４２５】
実施例１４－ユーザインターフェースは、外科用器具の少なくとも１つの機能を可能にするために、外科用ハブをオーバーライドするように選択可能なユーザインターフェース要素を備える、実施例１１、１２又は１３に記載の外科用システム。
【０４２６】
実施例１５－センサは、エンドエフェクタに結合された力センサを備え、検出されたパラメータは、エンドエフェクタの第１の顎部又は第２の顎部のうちの少なくとも１つに加えられる力を含み、外科用ハブを介して阻止される少なくとも１つの機能は、取り付けられたシャフトの使用を阻止すること、発射サイクルが開始することを阻止すること、エンドエフェクタの関節運動を阻止すること、シャフトの回転を阻止すること、或いは第１の顎部又は第２の顎部のうちの１つ又は２つ以上が開放するのを防止することのうちの１つ又は２つ以上を含む、実施例１１、１２、１３又は１４に記載の外科用システム。
【０４２７】
実施例１６－検出されたパラメータに関連付けられたエンドエフェクタの機能は、掴持機能を含み、外科用ハブを介して阻止された外科用器具の少なくとも１つの機能が、切開機能、凝固機能、ステープル留め機能、又は切断機能のうちの１つ又は２つ以上を含む、実施例１１、１２、１３、１４又は１５に記載の外科用システム。
【０４２８】
実施例１７－ハンドル組立体又は外科用ハブのうちの少なくとも１つは、ユーザインターフェースを備える、実施例１１、１２、１３、１４、１５又は１６に記載の外科用システム。
【０４２９】
実施例１８－シャフト組立体は、シャフトの機能に関連付けられたシャフトパラメータを検出し、検出されたシャフトパラメータを外科用ハブに送信するように構成されたセンサを備える、実施例１１、１２、１３、１４、１５、１６又は１７に記載の外科用システム。メモリは、検出されたシャフトパラメータに更に基づいて外科用器具の少なくとも１つの機能を更に阻止するように、プロセッサによって実行可能な命令を更に記憶する。
【０４３０】
実施例１９－非一時的コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読命令を記憶し、コンピュータ可読命令は、実行されると、マシンに、システム定義の制約に基づいて、外科用

システムのエンドエフェクタの機能に関連付けられた検出されたパラメータを分析することであって、外科用システムは、ハンドル組立体と、ハンドル組立体から遠位に延在するシャフト組立体と、シャフト組立体の遠位端に連結されたエンドエフェクタ組立体とを含むことを行わせる。エンドエフェクタ組立体は、第１の顎部と、第１の顎部に枢動可能に結合された第２の顎部と、検出されたパラメータを検出し、検出されたパラメータを機械に送信するように構成されたセンサと、を備える。命令は、実行されると、マシンに、分析の結果に基づいて、更に機械に外科用システムの少なくとも１つの機能を阻止することと、ユーザインターフェースを生成することと、を行わせる。ユーザインターフェースは、外科用システムの少なくとも１つの阻止された機能に関する現在の状態を提供する。

【０４３１】

実施例２０－実施例１９の非一時的コンピュータ可読媒体は、実行されると、マシンに、ユーザインターフェース上に、オーバーライド要素を生成させる命令を更に含む。オーバーライド要素は、外科用システムの少なくとも１つの機能を可能にするように選択可能である。

【０４３２】

スマート電動外科用ステープル留めのための安全システム

動作パラメータを評価するための安全システム

本開示の様々な態様は、外科用器具の１つ又は２つ以上のセンサを介して検出された組織パラメータに応答して、外科用器具の内部駆動動作を適応させる、制御する、及び／又は同調させることが可能な改善された安全システムを対象とする。より具体的には、様々な態様は、組織パラメータを感知し、感知された組織パラメータに対する現在の装置パラメータの妥当性を示すことを目的とする。

【０４３３】

例えば、感知された組織パラメータは、組織の種類、組織の厚さ、組織の堅さ、患者の解剖学的な構造上の組織の位置、組織の血管新生などを含んでもよく、現在の装置パラメータとしては、カートリッジの色、カートリッジの種類、補助部、掴持負荷、間隙、発射速度などを含んでもよい。したがって、本開示の態様によれば、生理学的感知は、デバイス若しくはその構成要素の不適切な使用、及び／又は装置の不適切な位置決めを示す場合がある。

【０４３４】

一実施例では、外科用器具若しくはその構成要素の不適切な使用、及び／又は外科用器具の不適切な位置付けは、エンドエフェクタの顎部における１つ又は２つ以上のセンサを介して検出された生理学的感知に基づいて、関連付けられた制御回路を介して判定されてよい。そのような実施例では、不適切な使用の判定及び／又は不適切な位置決めの判定後、関連付けられた制御回路は、エンドエフェクタの１つ又は２つ以上の機能（例えば、ステープル留め）が実行されることを阻止することができる。更に、このような実施例では、関連付けられた制御回路は、関連付けられた制御回路が外科用器具若しくはその構成要素及び／又は外科用器具の位置決めが修正されたと判定した場合（例えば、不適切なステープルカートリッジの交換、外科用器具の再配置など）、又はオーバーライドが受信された（例えば、外科用器具上、外科用器具に結合された外科用ハブ上、手術室にあるユーザインターフェースを介して）と判定した場合、関連付けられた制御回路は、エンドエフェクタの１つ又は２つ以上の機能を可能にしてよい。

【０４３５】

本開示の様々な態様による図９４を参照すると、外科用システム２４２００は、制御回路と（２４２１２、２４２２２、２４２３２及び／又は２４２４２、例えば任意の場所（複数可）を示すために仮想線での）、ユーザインターフェースと（２４２１４、２４２２４、２２２３４、２４２４４及び／又は２４２５４、例えば、任意の場所（複数可）を示すために仮想線での）、外科用器具２４２０２とを備えてもよい。外科用器具２４２０２は、エンドエフェクタ組立体２４２１０の構成要素Ａ－２４２１６～構成要素－Ｎ　２４２１８と、同様に例示のために省略された形態での、それぞれシャフト組立体２４２２０

及びハンドル組立体２４２３０の構成要素－Ａ（Ｃ－Ａ）～構成要素－Ｎ（Ｃ－Ｎ）などの複数の構成要素を含む。様々な態様において、外科用器具２４２０２の各構成要素は、少なくとも１つの装置パラメータを含み得る。例えば、エンドエフェクタ組立体２４２１０の構成要素Ａ－２４２１６は、パラメータＰＡａ－ＰＡｎ２４２１７を含むことができ、エンドエフェクタ組立体２４２１０の構成要素－Ｎ　２４２１８は、パラメータＰＮａ－ＰＮｎ２４２１９を含むことができるなどである。別の例として、シャフト組立体２４２２０のＣ－Ａ～Ｃ－Ｎ、及びハンドル組立体２４２３０のＣ－Ａ～Ｃ－Ｎの各々も同様に、少なくとも１つの装置パラメータを含むことができる。各構成要素は、その対応する装置パラメータを制御回路に送信するように構成することができる。外科用器具２４２０２は、外科用器具の機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータを制御回路に送信するように構成されたセンサ（２４２１３、２４２２３及び／又は２４２３３）を更に含む。制御回路は、システム定義の制約に基づいて、各々のそれぞれの装置パラメータと連携して、検出された組織パラメータを分析するように構成され得る。

【０４３６】

再び図９４を参照すると、制御回路２４２１２、２４２２２及び／又は２４２３２（例えば、それぞれエンドエフェクタ組立体２４２１０、シャフト組立体２４２２０及びハンドル組立体２４２３０の要素としてそれぞれ示される）は、様々な態様において、外科用器具２４２０２の複数の構成要素のうちの１つ又は２つ以上（例えば、ハンドル組立体２４２３０のハンドル、シャフト組立体２４２２０のシャフト、エンドエフェクタ組立体２４２１０エンドエフェクタ、エンドエフェクタ組立体のステープルカートリッジなど）に組み込まれる、又は外科用器具２４２０２とペアリングされた（例えば無線で）外科用ハブ２４２４０に組み込まれてもよい（例えば２４２４２）。同様に、センサ（複数可）２４２１３、２４２２３及び／又は２４２３３、ユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４並びにメモリ２４２１５、２４２２５及び／又は２４２３５（例えば、それぞれ、エンドエフェクタ組立体２４２１０、シャフト組立体２４２２０及びハンドル組立体２４２３０の要素として示される）は、様々な態様において、複数の構成要素のうちの１つ又は２つ以上に組み込まれてもよい。特に、様々な態様によれば、外科用器具２４２０２及び／又は外科用ハブ２４２４０は、状況認識外科用器具及び／又は状況認識外科用ハブであってもよい。状況認識は、データベースから受信したデータ（例えば、外科処置に関連付けられた履歴データ）及び／又は外科用器具（例えば、外科処置中のセンサデータ）から受信したデータから外科処置に関連する情報を判定又は推定する外科用システム（例えば２４２００）の能力を指す。例えば、判定された又は推測された情報は、実行される処置の種類、操作される組織の種類、処置の対象となる体腔などを含むことができる。外科処置に関連するそのようなコンテキスト情報に基づいて、外科用システムは、例えば、ペアリングされた外科用器具又はその構成要素を制御することができ、及び／又は外科処置の過程を通して、外科医に状況にあてはまる情報又は提案を提供することができる。

【０４３７】

一態様によれば、状況認識外科用ハブ（例えば、２４２４０）は、外科処置を行うために利用される外科用器具２４２０２とペアリングされる（例えば、無線で）。そのような態様では、外科用器具２４２０２は、エンドエフェクタ（例えば、構成要素Ａ－２４２１６）を含む複数の構成要素を備えてもよい。エンドエフェクタ２４２１６は、第１の顎部と、第１の顎部に枢動可能に結合された第２の顎部と、切断ブレードと、エンドエフェクタ２４２１６の機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）に関連付けられた組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータを外科用ハブ２４２４０の制御回路２４２４２に送信するように構成された一体型センサ２４２１３と、を備えてもよい。エンドエフェクタ２４２１６を含む外科用器具２４２０２の複数の構成要素（例えば、構成要素－Ｎ　２４２１８、例えばステープルカートリッジなど）は、それぞれの装置パラメータ（例えば、それぞれ２４２１９及び２４２１７）を外科用ハブ２４２４０に

送信するように構成されている。特に、本明細書及び他の開示される態様で参照されるようなセンサ（例えば、２４２１３）は、複数のエンドエフェクタ２４２１６に関連付けられた複数の組織パラメータを検出するように構成された複数のセンサを備えてもよいことを理解されたい。したがって、更に、そのような態様では、外科用ハブ制御回路２４２４２は、外科的処置の過程を通して、そのようなパラメータデータ（例えば、検出された組織パラメータ（複数可）、エンドエフェクタを含む各構成要素の装置パラメータなど）を受信するように構成されてもよい。検出された組織パラメータは、関連付けられたエンドエフェクタ機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）が実行されるたびに受信され得る。外科用ハブ制御回路２４２４２は、内部データベース（例えば、外科用ハブデータベース２４２４９）及び／又は外部データベース（例えば、クラウドデータベース２４２６９から）からデータを受信するように更に構成されてもよい。様々な態様によれば、内部データベース２４２４９及び／又は外部データベース２４２６９から受信されたデータは、処置データ（例えば、外科処置を実行する工程、外科処置に関連するそれぞれの装置パラメータを示すデータ）及び／又は履歴データ（例えば、外科処置に関連する履歴データに基づいて予測される組織パラメータを示すデータ、患者の手術履歴データなど）を含んでよい。様々な態様では、処置データは、外科処置のための現在の／認識された標準的な治療手順を含んでもよく、履歴データは、外科処置に関連する履歴データ（例えば、システム定義の制約）に基づいた、それぞれの受信された装置パラメータに対する好ましい／理想的な組織パラメータ範囲を含み得る。受信されたデータ（例えば、パラメータデータ、内部及び／又は外部データなど）に基づいて、外科用ハブ制御回路２４２４２は、進行中の外科処置に関する推論（例えば、コンテキスト情報）を継続的に導出するように構成されてもよい。すなわち、状況認識外科用ハブは、例えば、レポートを生成するための外科処置に関するデータを記録し、外科医が外科処置を実施するためにとる工程を検証し、特定の処置工程に関連し得るデータ又はプロンプトを提供し（例えば、外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２４２４４及び／又は２４２５４、並びに／又は外科用器具に関連付けられたユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４を介して）、外科用器具の機能を制御するなどに構成されてよい。

【０４３８】

別の態様によれば、状況認識外科用器具（例えば、２４２０２）は、外科処置を行うために利用されてもよい。そのような態様では、本明細書に記載されるように、外科用器具２４２０２は、エンドエフェクタ２４２１６を含む複数の構成要素を備えてもよい。エンドエフェクタは、第１の顎部と、第１の顎部に枢動可能に結合された第２の顎部と、切断ブレードと、エンドエフェクタ２４２１６の機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）に関連付けられた組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータを制御回路に伝達するように構成された一体型センサ２４２１３と、を備えてもよい。特に、そのような態様では、検出された組織パラメータは、エンドエフェクタ２４２１６の一体化された制御回路２４２１２に送信されてもよい。エンドエフェクタ２４２１６を含む外科用器具の複数の構成要素（例えば、構成要素－Ｎ　２４２１８、例えばステープルカートリッジなど）のそれぞれは、そのそれぞれの装置パラメータを統合エンドエフェクタ制御回路２４２１２に送信するように構成されている。そのような態様では、統合されたエンドエフェクタ制御回路２４２１２は、外科的処置の過程を通して、そのようなパラメータデータ（例えば、検出された組織パラメータ（複数可）、エンドエフェクタを含む各構成要素の装置パラメータ（複数可））を受信するように構成されてもよい。検出された組織パラメータは、関連するエンドエフェクタ機能（例えば、切開、掴持、凝固、切断、ステープル留めなど）が実行されるたびに受信されてもよい。統合されたエンドエフェクタ制御回路２４２１２は、外科処置の過程を通して、内部データベース（例えば、エンドエフェクタメモリ２４２１５）及び／又は外部データベース（例えば、外科用ハブデータベース２４２４９から外科用ハブ２４２４０を介してクラウドデータベース２４２６９から）データを受信するように更に構成されてもよい。様々な態様によれば、内部データベース及び／又は外部データベースから受信されたデータは、ステープルカートリッジ

データ（例えば、エンドエフェクタ制御回路２４２１２によって装置パラメータ（複数可）が受信されたステープルカートリッジ（例えば２４２１８）に関連付けられたステープルのサイズ及び／又は種類）、及び／又は履歴データ（例えば、履歴データに基づいたそのようなサイズ及び／又は種類でステープル留めされるべき予測される組織及び／又は組織の種類を指すデータ）を含んでよい。様々な態様では、内部データ及び／又は外部データは、外科処置に関連付けられた履歴データ（例えば、システム定義の制約）に基づいた、それぞれの受信した装置パラメータに対する好ましい／理想的な組織パラメータ範囲を含み得る。一実施例では、内部データ及び／又は外部データは、好ましい／理想的な組織パラメータ、及び／又は予測される組織及び／又は組織の種類のための好ましい／理想的な組織パラメータ範囲、或いは履歴データ（例えば、システム定義の制約）に基づいて、ステープルカートリッジ（例えば、２４２１８）の装置パラメータに関連付けられたステープルのサイズ及び／又は種類のための好ましい／理想的な組織パラメータ範囲を含んでもよい。受信したデータ（例えば、パラメータデータ、内部データ及び／又は外部データなど）に基づいて、エンドエフェクタ制御回路２４２１２は、進行中の処置に関する推論（例えば、コンテキスト情報）を継続的に導出するように構成されてもよい。特に、代替の態様によれば、エンドエフェクタ２４２１６の一体化されたセンサ２４２１３は、検出された組織パラメータ（複数可）を、別の外科用器具の構成要素、例えばハンドル組立体２４２３０のハンドルに関連付けられた制御回路（例えば、２４２２２及び／又は２４２３２）に送信してもよい。そのような態様では、他の外科用器具の構成要素の制御回路（例えば、２４２２２及び／又は２４２３２）は、上述のようにエンドエフェクタ制御回路２４２１２の様々な態様を実行するように同様に構成されてもよい。最後に、状況認識外科用器具（例えば、２４２０２）は、そのユーザに不一致を警告する（例えば、エンドエフェクタ２４２１４のユーザインターフェースを介して、別の外科用器具の構成要素、例えばハンドレル組立体２４２３０のハンドレルのユーザインターフェース２４２２４及び／又は２４２３４を介して、或いは、外科用器具２４２０２に結合された外科用ハブ２４２４０に関連付けられたユーザインターフェース２４２４４を介して）ように構成されてよい。例えば、不一致には、検出された組織パラメータが、これらのサイズ及び／又はタイプのステープル、或いはそれらの予想される組織及び／又は組織の種類に関連付けられた好ましい／理想的な組織パラメータ、及び／又は好ましい／理想的な組織パラメータ範囲を超えることが含まれてよい。更なる例として、状況認識外科用器具（例えば、２４２０２）は、不一致に基づいて外科用器具の機能を制御するように構成されてもよい。少なくとも１つの態様によれば、状況認識外科用器具（例えば、２４２０２）は、不一致に基づいて手術機能を阻止することができる。

【０４３９】

不適切なデバイスの配置

本開示の様々な態様によれば、生理学的感知（例えば、１つ又は２つ以上のセンサを介して検出される）は、デバイス配置の懸念を示す場合がある。より具体的には、このような態様によれば、エンドエフェクタの第１の顎部及び第２の顎部内／それら間に（例えば、掴持後）、生理学的不適合が存在する場合があり、エンドエフェクタの更なる機能（例えば、凝固、切断、ステープル留めなど）が禁止／阻止され得る。

【０４４０】

様々な態様によれば、外科処置は、標的組織（例えば、腫瘍）の切除を含み得る。図９２を参照すると、例えば、患者組織２４０００の一部分は、腫瘍２４００２を含む場合がある。そのような態様では、手術マージン２４００４は、腫瘍２４００２を囲むように画定されてよい。特に、外科処置中に、腫瘍を取り囲む健康な組織の切除を回避及び／又は最小限にすることが理想的である。しかしながら、腫瘍の完全な除去を確実にするために、その外科処置に関連付けられた現在の／認識された標準的な治療手順は、腫瘍を取り囲む距離によって画定される所定の手術マージン、及び／又は腫瘍を取り囲む距離範囲によって画定される所定の手術マージンの切除を承認する場合がある。一態様では、承認される手術マージンは、腫瘍に依存してもよい（例えば、腫瘍の種類、腫瘍のサイズなどに基

づいて）。別の態様では、承認される手術マージンは、周囲組織への腫瘍の微小浸潤の程度に依存する場合もある。他の態様では、承認される手術マージンは、その腫瘍及び／又は外科処置に関連付けられた履歴データに基づいて、長期生存の改善に相関される場合もある。更に他の態様では、関連付けられた制御回路（例えば、図９４を考慮して、外科用器具内で、外科用器具の構成要素内の２４２１２、２４２２２、２４２３２、外科用器具に結合された外科用ハブ内２４２４２）は、内部２４２１５、２４２２５及び／又は２４２３５から、並びに／或いは外部データベース２４２４９及び／又は２４２６９から受信したデータ（例えば、クラウドから、外科用ハブなどからの患者の手術履歴データ、患者の病歴データ、再発腫瘍に関する標準的な治療手順）に基づいて承認される手術マージンを先んじて調節してもよい。そのような態様では、図９２に戻って参照すると、通常の最終的な手術マージン（例えば、２４００４）は、そのような受信されたデータに基づいて調節された手術マージン（例えば、２４０１２）に対して決定された量／距離（例えば２４０１０）だけ変更されてもよい（例えば、その患者の手術及び／又は病歴データは、腫瘍が周囲組織を更にわずかに冒している可能性があることを示唆する場合があり、その患者は、再発性腫瘍などの事例を既に有する可能性があることを示唆し得る）。

【０４４１】

更に、様々な態様では、外科処置のために標的手術マージン（例えば、２４００４及び／又は２４０１２）が確立された後、外科処置中に腫瘍及び／又はその標的の手術マージンを効率的かつ／又は正確に識別し切除することは困難な場合がある。本開示の様々な態様による図９４を再び参照すると、外科用器具２４２０２のエンドエフェクタ（例えば、２４２１６）は、第１の信号を測定し、関連付けられた制御回路（例えば外科用器具において、外科用器具の構成要素内の２４２１２、２４２２２及び／又は２４２３２、外科用器具に結合された外科用ハブ内の２４２４２）に第１の信号を送信するように構成された第１のセンサ（例えば、２４２１３）を備えてよい。そのような態様では、第２の信号を測定し、関連付けられた制御回路に第２の信号を送信するように構成された第２のセンサは、腫瘍を切除するために外科用器具を使用する前に、腫瘍上／内に配置されてよい（図９２を参照、例えば２４００６、腫瘍に対する中心位置）。ここで、様々な態様によれば、第２のセンサは、外科用器具とは別個であってもよい。加えて、及び／又は代替的に、そのような態様では、第２のセンサは、腫瘍を切除するために外科用器具を使用する前に、腫瘍の周辺に位置付けられたセンサを備えてもよい（図９２、例えば、２４００８参照）。別の態様によれば、複数の第２のセンサが、腫瘍の周辺部の周囲に配置されてもよい。ここで、このような態様では、制御回路は、第１の信号及び第２の信号に基づいて、第１のセンサと第２のセンサとの間の距離を動的に計算するように構成されてもよい。様々な態様によれば、第１のセンサは、エンドエフェクタの切断ブレードに／その近くに位置付けられてもよい。標的手術マージンを検出するための更なる例示的方法は、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＳＹＳＴＥＭ ＡＮＤ ＭＥＴＨＯＤ ＦＯＲ Ａ ＴＩＳＳＵＥ ＲＥＳＥＣＴＩＯＮ ＭＡＲＧＩＮ ＭＥＡＳＵＲＥＭＥＮＴ ＤＥＶＩＣＥ」と題された、米国特許出願公開第２０１６／０１９２９６０号に記載されている。

【０４４２】

一実施例では、第２のセンサが腫瘍上／内（例えば、中心位置２４００６）に位置付けられている場合、制御回路は、外科処置のために確立された第２のセンサと標的の手術マージンとの間のマージン距離を決定するように更に構成されてもよい。このような例では、制御回路は、動的に計算された距離（例えば、第１のセンサと第２のセンサとの間）を、その決定されたマージン距離と比較することで、エンドエフェクタ（例えば切断ブレード）を標的手術マージンに効率的かつ正確に配置することができる（例えば、動的に計算された距離が決定されたマージン距離に等しい、又は実質的に等しいとき、エンドエフェクタは適切に位置付けられる）。制御回路は、そのような技術を利用して、標的手術マージンの周囲（例えば、切除中）にエンドエフェクタ（例えば、切断ブレード）を効率的かつ正確に配置するように構成されてもよい。

【０４４３】

別の例では、第２のセンサが腫瘍の周辺に位置付けられるか、又は複数の第２のセンサが腫瘍の周辺部、例えば、２４００８の周りに配置される場合、制御回路は、第２のセンサと外科処置のために確立された標的手術マージンとの間のマージン距離を決定するように更に構成されてもよい。このような例では、制御回路は、動的に計算された距離（例えば、第１のセンサと第２のセンサとの間）を、その決定されたマージン距離と比較することで、エンドエフェクタを標的手術マージンに効率的かつ正確に配置することができる（例えば、動的に計算された距離が決定されたマージン距離に等しい、又は実質的に等しいとき、エンドエフェクタは適切に位置付けられる）。制御回路は、そのような技術を利用して、標的手術マージンの周囲（例えば、切除中）にエンドエフェクタ（例えば、切断ブレード）を効率的かつ正確に配置するように構成されてもよい。そのような態様は、腫瘍が異常な形になっているときに有益であり得る。

【０４４４】

再び図９４を参照すると、様々な態様によれば、制御回路は、エンドエフェクタ（例えば、又はその切断ブレード）が、標的手術マージン（例えば２４００４及び／又は２４０１２）に対して適切に配置された／位置付けられたとき、外科医に知らせるように構成されてよい（例えば、外科用器具上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４を介して、外科用器具に結合された外科用ハブ上のユーザインターフェース２４２４４、及び／又は手術室のユーザインターフェース２４２５４などを介してリアルタイムで）を通知するように構成されてもよい。例えば、ユーザインターフェースは、ｉ）エンドエフェクタ（例えば、２４２１６）が標的手術マージンに位置付けられていることを視覚的に確認するため、及び／又はエンドエフェクタ（例えば、又はその切断ブレード）を標的手術マージンに対して移動させるために、外科医に標的手術マージンを示すデジタルオーバーレイを備えた手術部位のビデオ画像、ｉｉ）エンドエフェクタの切断ブレードが標的手術マージンに位置付けられたことを示すために、外科用器具２４２０２自体にある触覚フィードバック、及び／又はｉｉｉ）エンドエフェクタの切断ブレードが標的手術マージンに位置付けられたことを示す聴覚フィードバックのうちの少なくとも１つを備えてよい。

【０４４５】

更なる態様にかかる図９４を再び参照すると、制御回路は、エンドエフェクタ（例えば、切断ブレード）が癌マージン（例えば、標的手術マージンの内側で、腫瘍によってわずかに冒された周囲組織に近接する）に近すぎる、及び／又はその範囲内にある場合、外科用器具２４２０２が発射するのを阻止するように構成され得る。このような態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを受信して（例えば、外科用器具にあるユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４、外科用器具に結合された外科用ハブ上のユーザインターフェース２４２４４、並びに／或いは手術室のユーザインターフェース２４２５４などを介して）、発射を継続することを可能にするように更に構成されてもよい。一実施例では、このようなユーザインターフェースは、発射が継続することを可能にするように選択可能なユーザインターフェース要素、例えば、２４２５１を含んでもよい。そのような態様では、制御回路は、癌マージンに対してエンドエフェクタ（例えば、その切断ブレード）を監視し続けることができる。更に、このような態様では、制御回路は、発射を再び停止する、外科医に警告する、及び／又は記載されるオーバーライドコマンドを受信するように構成されてもよい。他の態様によれば、制御回路は、リセットイベントが生じる（例えば、エンドエフェクタの顎部を開放し、癌マージンに対してエンドエフェクタの顎部を再配置する）まで発射を阻止するように構成されてもよい。

【０４４６】

本開示の他の態様による図９４を再び参照すると、外科用システム２４２００の１つ又は２つ以上のセンサは、エンドエフェクタ（例えば、２４２１６）の第１の顎部と第２の顎部との間に掴持された組織を通る血流を検出し得る（例えば、２４２１６）。例えば、ドップラー撮像検出器（例えば、外科用ハブに連結されたエンドエフェクタ上に組み込まれた２４２１３、例えばドップラー撮像検出器を備えるパラメータ感知構成要素２４２５

３など）は、そうでなければ手術部位で（例えば、赤色、緑色、及び／又は青色レーザ光を介して）見ることができない血管を特定し、識別するように構成されてよく、スペックルコントラスト分析を実行して、そのような血管を通る血流の量及び／又は速度を決定することができる。特に、一例では、いくつかの血管（例えば、腫瘍に関連付けられる）を封止するが、他のもの（例えば、健康な組織／臓器に関連付けられる）は封止しないことが望ましい場合がある。したがって、関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具において、外科用器具の構成要素内２４２１２、２４、２２２及び／又は２４２３２、外科用器具に結合された外科用ハブ内２４２４２など）は、血流が血流の所定量及び／又は速度を超えた場合に外科用器具２４２０２が発射することを阻止するように構成され得る。このような態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを（例えば、外科用器具２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４上のユーザインターフェース、外科用器具に結合された外科用ハブ上ユーザインターフェース２４２４４、並びに／或いは手術室のユーザ２４２５４などを介して）受信して、（例えば血流が腫瘍に関連する場合）発射を継続することを可能にするように更に構成されてもよい。一実施例では、このようなユーザインターフェースは、発射が継続することを可能にするように選択可能なユーザインターフェース要素、例えば、２４２５１を含んでもよい。このような態様では、制御回路は、血流のために掴持された組織を監視し続けることができる。更に、このような態様では、制御回路は、発射を再び停止する、外科医に警告する、及び／又は記載されるオーバーライドコマンドを受信するように構成されてもよい。他の態様によれば、制御回路は、リセットイベントが生じる（例えば、エンドエフェクタの顎部を開放し、血流の所定の量及び／又は速度を超える血流を有する血管に対してエンドエフェクタの顎部を再配置する）まで発射を阻止するように構成されてもよい。

【０４４７】

本開示の他の態様による図９４を再び参照すると、外科用システム２４２００の１つ又は２つ以上のセンサは、エンドエフェクタ（例えば、２４２１６）の第１の顎部と第２の顎部との間の組織の掴持と同時に、及び／又はその直後に、血圧の上昇を検出し得る。例えば、血圧モニタ（例えば、外科用ハブに結合される、例えば、血圧モニタを備えるパラメータ感知構成要素２４２５３など）は、掴持と同時に血圧の上昇を検出し得る。様々な態様によれば、外科用システム２４２００は、状況認識され、検出された血圧の増加が、エンドエフェクタの顎部の間／顎部内で組織を掴持することによって引き起こされたことを推測し得る。例えば、臨界血流を含む血管が顎部の間／顎部内に捕捉され、狭窄した血流をもたらす場合がある。そのため、様々な態様によれば、関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具において、外科用器具の構成要素内にある２４２１２、２４、２２２及び／又は２４２３２、外科用器具結合された外科用ハブ内の２４２４２など）、血圧上昇が所定の量及び／又は所定の範囲を超えた場合、外科用器具２４２０２が発射することを阻止するように構成され得る。そのような態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを（例えば、外科用器具上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４、並びに／或いは外科用器具に結合された外科用ハブ上のユーザインターフェース２４２４４、並びに或いは手術室のユーザインターフェース２４２５４などを介して）を受信して、発射が継続することを可能にするように更に構成されてもよい。（例えば、外科医は、組織がまだ掴持されている間に血圧が低下したことを観察し、状況に応じて外科用システムが、血圧の上昇が別の原因をもたらすなどと認識する）。一実施例では、このようなユーザインターフェースは、発射が継続することを可能にするように選択可能なユーザインターフェース要素、例えば、２４２５１を含んでもよい。このような態様では、制御回路は、患者の血圧を監視し続けることができる。更に、このような態様では、制御回路は、発射を再び停止する、外科医に警告する、及び／又は記載されるオーバーライドコマンドを受信するように構成されてもよい。他の態様によれば、制御回路は、リセットイベントが生じる（例えば、顎部を開放し、掴持された組織に対してエンドエフェクタの顎部を再配置する）まで発射を阻止するように構成されてもよい。

【０４４８】

本開示の他の態様による図９４を再び参照すると、外科用システムの１つ又は２つ以上のセンサは、エンドエフェクタ（例えば、２４２１６）の第１の顎部と第２の顎部との間に掴持された組織内の重要な神経束を検出することができる。例えば、心拍数モニタ（例えば、外科用ハブに結合されたエンドエフェクタ上に統合されている２４２１３、心拍数モニタを含むパラメータ感知構成要素２４２５３など）は、第１の顎部と第２の顎部との間の組織の掴持と同時に、及び／又は直後に心拍数の増加を検出してもよい。様々な態様によれば、外科用システム２４２００は、状況認識され、内部２４２１５、２４２２５、２４２３５、２４２４９及び／又は外部データベース２４２４９及び／又は２４２６９から受信したデータ（例えば、実施されている外科処置の手術部位に関連付けられた解剖学的情報）の文脈において、心拍数の検出された増加は、エンドエフェクタの顎部の間／顎部内で組織を掴持することによって引き起こされていることを推定してよい。そのような態様によれば、関連付けられた制御回路（例えば、外科用器具において、外科用器具の構成要素内の２４２１２、２４　２２２及び／又は２４２３２、外科用器具に結合された外科用ハブ内の２４２４２など）は、外科用器具２４２０２が推論に基づいて発射するのを阻止するように構成され得る。更にこのような態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを（例えば、外科用器具上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４、外科用器具に結合された外科用ハブ上のユーザインターフェース２４２４４、並びに／或いは手術室のユーザインターフェース２４２５４など）受信して、発射が継続することを可能にする（例えば、外科医は、組織が依然として掴持されている間に患者の心拍数が減少したことを観察し、外科用システムが、心拍数が別の原因に起因すると考えると状況認識する）ように構成されてよい。一実施例では、このようなユーザインターフェースは、発射が継続することを可能にするように選択可能なユーザインターフェース要素、例えば、２４２５１を含んでもよい。このような態様では、制御回路は、患者の心拍数を監視し続けることができる。更に、このような態様では、制御回路は、発射を再び停止する、外科医に警告する、及び／又は記載されるオーバーライドコマンドを受信するように構成されてもよい。他の態様によれば、制御回路は、リセットイベントが生じる（例えば、顎部を開放し、掴持された組織に対してエンドエフェクタの顎部を再配置する）まで発射を阻止するように構成されてもよいように構成されてもよい。

【０４４９】

本開示の他の態様による図９４を再び参照すると、外科用システム２４２００の１つ又は２つ以上のセンサは、外科用器具２４２０２が通電された装置（例えば、ＲＦ器具／装置）と接触していることを検出し得る。一実施例では、外科用器具及び通電された装置は、外科用システム２４２００内の外科用ハブ２４２４０に通信可能に結合されてもよい。例えば、図９に戻って参照すると、装置／器具２３５並びにエネルギー装置２４１は、外科用ハブ２０６のモジュール式制御タワー２３６に結合されてもよい。そのような実施例では、通電された装置２４１の電気外科エネルギーを生成する発生器２４０、及び／又は通電された装置に組み込まれたセンサは、通電されたデバイスに関連付けられたインピーダンスが、閾値の期間にわたって閾値を下回る場合（例えば、短絡を示すインピーダンス低下）を検出するように構成されてもよい。図４８と同様に、通電された装置の一体型センサは、経時的なインピーダンスを測定するように構成されてもよい。電気外科用医療装置における短絡を検出する、ＤＥＴＥＣＴＩＮＧ　ＳＨＯＲＴ　ＣＩＲＣＵＩＴＳ　ＩＮ　ＥＬＥＣＴＲＯＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＭＥＤＩＣＡＬ　ＤＥＶＩＣＥＳと題する米国特許第９，５５４，８５４号に記載されているものなどの、短絡を検出するための様々な代替方法が、参照により本明細書に明示的に組み込まれる（例えば、一連のパルスのパルス内の異なる位置におけるインピーダンス値を比較するなど）。様々な態様によれば、外科用システム２４２００は、状況認識され、検出された短絡が、内部２４２１５、２４２２５、２４２３５、２４２４９並びに／或いは外部データベース２４２４９及び／又は２４２６９から受信したデータ（例えば、外科処置の特定の工程及び／又は現在の工程が、別個の外科用器具（例えば、電気外科用器具／装置）の使用を伴うことを示す処置データ）の文脈で、別個の外科用器具の使用に関連する（例えば、外科用器具の導電性の表面が、通電装

置と接触して、短絡を引き起こす）ことを推定してよい。そのような態様によれば、関連する制御回路は（例えば、外科用器具において、外科用器具及び通電された装置の構成要素内の２４２１２、２４、２２２及び／又は２４２３２、外科用器具に結合された外科用ハブ内の２４２４２など）、外科用器具２４２０２が推論に基づいて発射することを阻止するように構成され得る。短絡が存在する場合、電気外科エネルギー（例えば、ＲＦエネルギー）で組織を治療（例えば、凝固）することが困難な場合があり、望ましくない外科的結果（例えば、不完全な組織治療、導電性物体の過剰な加熱など）を生じさせる場合がある。そのような文脈において、制御回路は、（例えば、外科用器具２４２４４に結合された外科用ハブ上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４、並びに／或いは手術室２４２５４のユーザインターフェースなどを介して、リアルタイムで）通知するように構成されてもよい。は、短絡が存在し、外科用器具２４２０２の発射が中断されていることを外科医に知らせるように構成されてよい。更にこのような態様によれば、制御回路は、オーバーライドコマンドを（例えば、外科用器具上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４、外科用器具に連結された外科用ハブ上のユーザインターフェース２４２４４、並びに／或いは手術室のユーザインターフェース２４２５４などを介して）を受信して、発射が継続することを可能にする（例えば、外科医は、短絡が存在せず、標的組織は低インピーダンスを含むことを検証するなど）ように構成されてもよい。一実施例では、このようなユーザインターフェースは、発射が継続することを可能にするように選択可能なユーザインターフェース要素、例えば、２４２５１を含んでもよい。このような態様では、制御回路は、短絡を監視し続けることができる。更に、このような態様では、制御回路は、発射を再び停止する、外科医に警告する、及び／又は記載されるオーバーライドコマンドを受信するように構成されてもよい。他の態様によれば、制御回路は、リセットイベントが発生する（例えば、再配置された外科用器具がもはや接触しないように、通電された装置に対して再配置される）まで発射を阻止するように構成されてもよい。

【０４５０】

不適切な装置の選択／提案される使用

本開示の様々な態様によれば、生理学的感知（例えば、１つ又は２つ以上のセンサを介して検出される）は、外科用器具／装置の選択に関する懸念を示し得る。より具体的には、このような態様によれば、外科用器具と組織の不適合が存在する場合があり、エンドエフェクタの更なる機能（例えば、凝固、切断、ステープル留めなど）が禁止／阻止される場合がある。

【０４５１】

本開示の一態様による図９４を更に参照すると、外科用器具２４２４２に連結された外科用ハブ内の制御回路は（例えば、外科用器具２４２１２、２４、２２２及び／又は２４２３２の構成要素内の）、組織に特異的ステープラ（例えば、血管ステープラ）、及び感知された情報の任意の組み合わせが（例えば、１つ又は２つ以上のセンサを介して検出された）、標的組織が、組織に特異的ステープラに不適切であり得る（例えば、反対のことを示す）ことを示唆する場合、警告を提供するように構成されてもよい。

【０４５２】

図９３は、本開示の様々な態様による装置選択の懸念に対処するための例示的な安全プロセス２４１００を示す。少なくとも１つの態様によれば、安全プロセス２４１００は、外科用システム（例えば、図９４の２４２００）の状況認識外科用ハブ（例えば、図９４の２４２４２）に関連付けられた制御回路によって実行／実施されてもよい（例えば、外科処置の間）。他の態様によれば、安全プロセス２４１００は、外科用システム（例えば、図９４の２４２００）の状況認識外科用器具（例えば、図９４の２４２１２、２４２２２及び／又は２４２３２）に関連付けられた制御回路によって実行／実施されてもよい（例えば、外科処置の間）。

【０４５３】

図９３を参照すると、組織識別プロセス２４１０８は、装置選択２４１０２（例えば、

ステープラ選択、例えば、軟組織に発射するのに適したステープラ、血管に発射するのに適したステープラ、気管支に発射するのに適したステープラなど）、１つ又は２つ以上のセンサによって検出された種々の装置測定値２４１０４（例えば、エンドエフェクタ閉鎖角度、エンドエフェクタと接触している組織の長さ、近接／圧縮曲線など）、及び状況認識情報２４１０６（例えば、手術情報、外科医の傾向など）を含む入力を受信してよい。

【０４５４】

図９３を考慮すると、デバイス選択２４１０２で、安全プロセス２４１００を実行／実施する制御回路は、選択されたステープラ／装置からの装置パラメータ、及び／又は選択されたステープラ／装置の各構成要素（例えば、ステープルカートリッジ）に関連付けられた装置パラメータを受信して装置選択を指示するように構成されてもよい。例えば、ステープルカートリッジに関連付けられた装置パラメータは、カートリッジの種類、カートリッジの色、カートリッジへの補助部、カートリッジの掴持負荷限界、カートリッジの間隙範囲、カートリッジの発射速度などを含んでもよい。一態様によれば、装置パラメータは、外科用システムに結合されると、ステープラ／装置によって制御回路に送信されてもよい。代替的な態様によれば、装置の選択は、ユーザインターフェース（例えば、外科用ハブ及び／又は手術室に関連付けられた、例えば図９４の２４２４４及び／又は２４２５４）を介して入力されてもよく、及び／又は内部及び／若しくは外部データベース（例えば、実施されている外科処置及び／又は利用できる外科用器具に関するデータ、例えば図９４の２４２４９及び／又は２４２６９）から受信されてもよい。

【０４５５】

更に図９３を考慮すると、装置測定値２４１０４は、エンドエフェクタ（例えば、図９４の構成要素－Ａ、２４２１６）及び／又は外科用器具の他の構成要素（例えば、図９４の構成要素－Ｎ、２４２１８、例えばステープルカートリッジ）に関連付けられた１つ又は２つ以上のセンサを介して（例えば、図１７、図１８、図５３、図７８などで本発明に記載されるように）検出されてよい。例えば、１つ又は２つ以上の組織センサが、エンドエフェクタと接触している組織の長さを評価するために、エンドエフェクタの長さに沿って連続性をチェックする、及び／又は組織インピーダンスを測定するように位置決めされ、構成されてもよい（例えば、分割電極を使用して組織の位置を判定する図１７のセンサ（複数可）７３８、及び／又はエンドエフェクタの長さに沿った組織の存在を判定するために組織インピーダンスを測定する図７８のセンサ１５３４６８など）。更なる例として、１つ又は２つ以上のセンサは、顎部／エンドエフェクタの閉鎖角度を検出／推定するように位置付けられ、構成されてもよい（例えば、掴持アクチュエータ／駆動部材の変異を検出する変位センサ、例えば図１７の位置センサ７３４、エンドエフェクタの第１の顎部と第２の顎部の間の間隙を検出するなど間隙センサ、例えば図５３のセンサ　１５２００８ａ）。更なる例として、１つ又は２つ以上のセンサは、第１の顎部と第２の顎部との間で組織を圧縮／閉鎖する力を検出するように位置付けられ、構成されてもよい（例えば、組織が掴持されるときの力を検出するために第１の顎部及び／又は第２の顎部の組織面上に力センサ、例えば力センサを備える図１７のセンサ７３８、組織に加えられる力に相関される駆動部材の電流引き込みを検出するセンサ、例えば図１７の電流センサ７３６、閉鎖するための力を測定するためのトルクセンサ、例えば図１７の７４４ｂなど）。エンドエフェクタ閉鎖角度、エンドエフェクタと接触している組織の長さ、及び閉鎖／圧縮する力を検出するための様々な更なる態様が本明細書の他の箇所で説明されている。

【０４５６】

次に、図９３を考慮すると、外科認識情報２４１０６は、図９４に照らして、外科用ハブ２４２４２に関連付けられた内部データベース２４２４９及び／若しくは外部データベース２４２６９を介して、並びに／又は外科用器具２４２０２に関連付けられた内部２４２１５、２４２２５、２４２３５及び／若しくは外部データベース２４２４９、２４２６９を介して受信されてよい。

【０４５７】

図９３に戻ると、組織識別プロセス２４１０８は、外科用器具（例えば、軟組織、血管

、血管、気管支など）が遭遇する組織タイプを決定するように構成されている。一実施例では、組織識別プロセス２４１０８は、様々な入力（例えば、顎部が完全に開いているとき、顎部の長さに沿って検出された組織接触、閉鎖と開口の曲線が、組織が軟組織と一致することを示唆するなど）に基づいて組織の種類が軟組織であると判定してよい。別の例では、組織識別プロセス２４１０８は、様々な入力（例えば、閉鎖中にほぼ直ちに検出された組織接触、ステープラの小さい領域の上でのみ検出され、かつ遠位側で区切られて検出された組織接触、初期に検出された閉鎖力は、組織構造が血管と一致すること示唆するなど）に基づいて、組織の種類が血管（例えば、ＰＡ／ＰＶ）であると判定する場合もある。更に別の例では、組織識別プロセス２４１０８は、様々な入力（例えば、閉鎖中にほぼ直ちに検出された組織接触、ステープラの小さい領域上でのみ検出され、かつ遠位側及び近位側の両方で区切られて検出された組織接触、初期に検出された閉鎖力は、組織構造が気管支と一致することを示唆するなど）に基づいて、組織の種類が気管支であると判定してもよい。様々な態様によれば、このような組織の種類の決定は、組織の厚さ、組織の堅さ、組織の位置（例えば、患者に対する）、及び本明細書に記載される１つ又は２つ以上のセンサによって取得された測定値から検出される、及び／又はそれに由来する組織内の血管新生を含む組織パラメータに更に基づいてもよい。特に、組織識別プロセス２４１０８は、組織識別の出力／結果に到達する前に、更なる入力（例えば、ステープラの選択、手術情報、外科医の傾向など）との関連で、そのような初期の組織決定を更に評価してもよい。そのような状況認識は、最終的には組織識別の出力／結果をもたらす。ここで、遭遇した組織を識別するための様々な態様が、本明細書の他の箇所で更に議論されている（例えば、胸部手術の例など）。

【０４５８】

図９３に戻って参照すると、組織識別の出力／結果は、選択されたステープラ／装置、及び／又は選択されたステープラ／装置の各構成要素が（例えば、ステープルカートリッジ、シャフトなど）、外科処置に対して最適であるかどうかを判定する２４１１０ために利用されてよい。そのような態様では、制御回路は、内部及び／又は外部データベース（例えば、図９４を参照して、外科用ハブ２４２４２に関連付けられた内部２４２４９及び／又は外部データベース２４２６９、並びに／或いは外科用器具２４２０２に関連付けられた内部２４２１５、２４２２５、２４２３５及び／又は外部データベース２４２４９、２４２６９）から更なる情報２４１１２を受信することができる。より具体的には、更なる情報２４１１２は、他の利用可能なステープラ、他の利用可能なエネルギー装置、他のステープラ構成要素（例えば、ステープルカートリッジ、シャフトなど）を含んでもよい。少なくとも１つの態様によれば、利用可能性は、手術場所における現在の在庫状況次第である場合もある。特に、更なる情報２４１１２はまた、各々の他の利用可能なステープラ、各々の他の利用可能なエネルギー装置、選択されたステープラ／装置と共に使用するために利用可能な各々の他のステープラ構成要素などを含み得る。

【０４５９】

様々な態様によれば、選択されたステープラ／装置が最適であるかどうかを評価するとき２４１１０、安全プロセス２４１００を実行／実施する制御回路は、システム定義の制約に基づいて、選択されたステープラ／装置２４１０２に関連付けられた各々受信した装置パラメータと連携して、各検出された各組織パラメータ（例えば、本発明に記載される１つ又は２つ以上のセンサを介して検出された）を分析するように構成されてよい。加えて、このような態様によれば、制御回路は、システム定義の制約に基づいて、各々の他の利用可能なステープラ、各々の他の利用可能なエネルギー装置、選択されたステープラ／装置と共に利用可能な各々の他のステープラ構成要素に関連付けられた受信した装置パラメータで、それぞれの検出された組織パラメータ（例えば、本明細書に記載される１つ又は２つ以上のセンサを介して検出された）を分析するように構成されてもよい。そのような態様によれば、制御回路は、検出された組織パラメータに基づいて、他の利用可能なステープラ、他の利用可能なエネルギー装置、及び／又は選択されたステープラ／装置と共に使用するために利用可能な他のステープラ構成要素のうちの１つ又は２つ以上が、選択

されたステープラ／装置２４１０２及び／又は選択されたステープラ／装置２４１０２の構成要素より最適であるかどうかを判定するように構成されてもよい。

【０４６０】

様々な態様では、検出された組織パラメータ（複数可）は、例えば、組織の種類、組織の厚さ、組織の堅さ、組織の位置、組織内の血管新生などを含んでよく、受信された装置パラメータは、例えば、ステープルカートリッジの種類、ステープルカートリッジの色、ステープルカートリッジに対する補助部、ステープルカートリッジの掴持負荷限界、ステープルカートリッジの間隙範囲、及びステープルカートリッジの発射速度などを含んでよい。様々な態様によれば、システム定義の制約は（例えば、状況認識外科用システムにおいてアクセスされる履歴データ及び／又は処置データに基づいた）、各受信された装置パラメータに対する好ましい／理想的な組織パラメータ及び／又は好ましい／理想的な組織パラメータ範囲を含んでもよい。例えば、好ましい／理想的な組織の厚さ及び／又は好ましい／理想的な組織の厚さの範囲は、各ステープルカートリッジの色と関連付けられてもよい。そのような例では、各ステープルカートリッジの色は、ステープルカートリッジ内のステープルの種類及び／又はサイズを示してもよい。ここで、短いステープルを含むステープルカートリッジは、厚い組織に対して最適ではない場合がある。更なる態様によれば、システム定義の制約（例えば、状況認識外科用システムにおいてアクセスされる履歴データ及び／又は処置データに基づいた）は、各検出された組織の種類に対して好ましい／理想的な掴持負荷限界及び／又は好ましい／理想的な掴持負荷限界範囲を含み得る。例えば、それぞれの掴持負荷限界に関連付けられた各ステープルカートリッジは、最適にステープルをステープル留めすることができる組織の種類を示し得る。ここで、受信した装置パラメータ（例えば、ステープルカートリッジの種類、ステープルカートリッジの色、ステープルカートリッジに対する補助部、ステープルカートリッジの掴持負荷限界、ステープルカートリッジの間隙範囲、ステープルカートリッジの発射速度など）、及び検出された組織パラメータ（例えば、組織の種類、組織の厚さ、組織の堅さ、組織の位置、組織内の血管新生など）、及び確立されたシステム定義の制約（例えば、状況認識外科用システムにおいてアクセスされる履歴データ及び／又は処置データに基づいて、受信した装置パラメータ及び／又は検出された組織パラメータに関連付けられた）が、本開示によって企図される。

【０４６１】

再び図９３を参照すると、選択された装置２４１０２が最適であると判定された場合、安全プロセス２４１００を実行／実施する制御回路は、最初は何もしない（例えば、後に推奨する）、及び／又は分析が実行されたことを実証するように構成されてもよい２４１１４。代わりに、選択されたデバイス２４１０２が最適でないと判定された場合、制御回路は、安全性の問題が存在するかどうかを判定するように構成されてもよい２４１１６。様々な態様によれば、選択されたステープラ／装置２４１０２に関して安全性の問題が存在するかどうかを評価するとき、制御回路は、システム定義の制約に基づいて、選択されたステープラ／装置２４１０２に関連付けられた各受信した装置パラメータと連携して各検出された組織パラメータを分析するように構成されてもよい。

【０４６２】

上記と同様に、検出された組織パラメータは、例えば、組織の種類、組織の厚さ、組織の堅さ、組織の位置、組織内の血管新生などを含んでよく、受信した装置パラメータは、例えば、ステープルカートリッジの種類、ステープルカートリッジの色、ステープルカートリッジに対する補助部、ステープルカートリッジの掴持負荷限界、ステープルカートリッジの間隙範囲、及びステープルカートリッジの発射速度などを含んでよい。様々な態様によれば、システム定義の制約（例えば、状況認識手術システムにおいてアクセスされる履歴データ及び／又は処置データに基づいた）は、それぞれの受信した装置パラメータに対する好ましい／理想的な組織パラメータ及び／又は好ましい／理想的な組織パラメータ範囲を含み得る。例えば、好ましい／理想的な組織の厚さ及び／又は好ましい／理想的な組織の厚さの範囲は、各ステープルカートリッジの色と関連付けられてもよい。そのよう

な例では、各ステープルカートリッジの色は、ステープルカートリッジ内のステープルの種類及び／又はサイズを示し得る。ここで、実施例を続けると、選択されたステープラ／装置２４１０２の受信した装置パラメータがステープルカートリッジの色（例えば、短いステープルを示す）を含み、検出された組織パラメータが、選択されたステープラ／装置２４１０２のステープルカートリッジの色に関連付けられた好ましい／理想的な組織の厚さ、及び／又は好ましい／理想的な組織の厚さの範囲を超える組織の厚さを示す場合、選択されたステープル／装置２４１０２には安全性の問題が存在する。不適切なステープルカートリッジを利用することにより、不十分な結果及び／又は望ましくない結果（例えば、ステープル留め、滲み出し、出血など）を招く恐れがある。そのような例において、制御回路は、安全性の問題を外科医に警告する２４１１８（例えば図９４を参照して、選択されたステープラ／装置上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４を介して、外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２４２４４を介して、手術室のユーザインターフェース２４２５４を介してなど）ように構成されてもよい。そのような態様では、制御回路は、オーバーライドコマンド２４１２０を受信して、（例えば、選択されたステープラ／装置上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４を介して、外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２４２４４を介して、手術室のユーザインターフェース２４２５４を介してなど）外科処置を進めることを可能にするように更に構成されてもよい。一実施例では、図９４を参照すると、そのようなユーザインターフェースは、例えば、続行することを可能にするために選択可能なユーザインターフェース要素、例えば２４２５１を含んでもよい。代替的な態様では、警告に応答して、外科医は、通知された安全性の問題を修正することができ、（例えば、不適切なステープルカートリッジを別のステープルカートリッジと交換する）、この時点で、装置選択安全プロセス２４１００は再び実行／実施され得る。

【０４６３】

上記と同様に、更なる態様によれば、システム定義の制約（例えば、状況認識外科用システムにおいてアクセスされる履歴データ及び／又は処置データに基づいた）は、検出された各組織タイプに対して好ましい／理想的な掴持負荷限界及び／又は好ましい／理想的な掴持負荷限界範囲を含み得る。例えば、それぞれの掴持負荷限界に関連付けられた各ステープルカートリッジは、最適にステープルをステープル留めすることができる組織の種類を示し得る。ここで、実施例を続けると、選択されたステープラ／装置２４１０２の受信した装置パラメータが、そのステープルカートリッジ掴持負荷限界を含み、組織識別プロセス２４１０８によって識別された組織が、より高い掴持負荷限界を有するステープルカートリッジを必要とする組織の種類を示す場合、選択されたステープラ／装置２４１０２には安全性の問題が存在する。不適切なステープルカートリッジを利用することにより、不十分な結果及び／又は望ましくない結果（例えば、ステープル留め、滲み出し、出血など）を招く恐れがある。そのような例において、制御回路は、安全性の問題を外科医に警告する２４１１８（例えば図９４を参照して、選択されたステープラ／装置上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４を介して、外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２４２４４を介して、手術室のユーザインターフェース２４２５４を介してなど）ように構成されてよい。そのような態様では、制御回路は、オーバーライドコマンド２４１２０を受信して（例えば、選択されたステープラ／装置上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４を介して、外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２４２４４を介して、手術室のユーザインターフェース２４２５４を介してなど）、外科処置を進めることを可能にするように更に構成されてもよい。一実施例では、図９４を参照すると、そのようなユーザインターフェースは、処置を続行することを可能にするために選択可能なユーザインターフェース要素、例えば、２４２５１を含んでもよい。代替的な態様では、警告に応答して、外科医は、（例えば、不適切なステープルカートリッジを別のステープルカートリッジと交換する）ことができ、この時点で、装置選択安全プロセス２４１００は再び実行／実施され得る。ここでもまた、受信した装置パラメータ（例えば、ステープルカートリッジの種類

、ステープルカートリッジの色、ステープルカートリッジに対する補助部、ステープルカートリッジの掴持負荷限界、ステープルカートリッジの間隙範囲、ステープルカートリッジの発射速度など）、及び検出された組織パラメータ（例えば、組織の種類、組織の厚さ、組織の堅さ、組織の位置、組織内の血管新生など）、及び確立されたシステム定義の制約（例えば、状況認識外科用システムにおいてアクセスされる履歴データ及び／又は処置データに基づいて、受信した装置パラメータ及び／又は検出された組織パラメータに関連付けられた）が、本開示によって企図される。

【０４６４】

再び図９３を参照すると、選択されたステープラ／装置に安全性の問題が存在しないと判定された場合２４１１６、安全プロセス２４１００を実行／実施する制御回路は、外科医に推奨を提供する２４１２２ように構成されてもよい。本開示の少なくとも１つの態様によれば、別の利用可能なステープラ、別の利用可能なエネルギー装置、及び／又は別のステープラ構成要素（例えば、選択されたステープラ／装置と共に使用するために利用可能なステープルカートリッジ、シャフトなど）２４１１２がより最適である、又は任意選択である場合、制御回路は、その利用可能性を外科医に気づかせ（例えば、図９４を参照すると、選択されたステープラ／装置上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４を介して、外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２４２４４を介して、手術室のユーザインターフェース２４２５４を介してなど）、現在の外科処置でのその使用を推奨するように構成されてもよい。そのような態様では、制御回路は、（例えば、選択されたステープラ／装置上のユーザインターフェース２４２１４、２４２２４及び／又は２４２３４を介して、外科用ハブに関連付けられたユーザインターフェース２４２４４を介して、手術室のユーザインターフェース２４２５４を介してなど）推奨の受諾を受け取るように更に構成されてもよい。受諾されると、制御回路は、より最適である他の利用可能なステープラ、他の利用可能なエネルギー装置、及び／又は他のステープラ構成要素２４１１２（例えば、図９４の構成要素Ａ～Ｎ、例えば、選択されたステープラ／装置と共に使用するために利用可能なステープルカートリッジ、シャフトなど）に関する情報を提示する２４１２４ように構成されてよい。拒絶されると、制御回路は、装置選択安全アルゴリズムを終了するように２４１２６、及び／又は後続のプロセスを実行するように構成されてもよい。

【０４６５】

様々な他の態様によれば、本明細書のステープラ／装置に関して具体的に論じられているが、本開示はそのように限定されるべきではない。より具体的には、開示される態様は、エネルギー装置（例えば、ＲＦ器具及び／若しくは超音波外科用器具）及び／又はそれらのそれぞれの構成要素並びに／或いは内視鏡デバイス及び／又はそれらのそれぞれの構成要素を含む他の外科用器具にも同様に適用される。

【０４６６】

（実施例）

本明細書に記載される主題の様々な態様「スマート電動外科用ステープル留めのための安全システム」は、以下の実施例において見出しの下に設定される。

実施例１ー外科用システムは、制御回路と、外科用器具と、を備える。外科用器具は、複数の構成要素と、センサと、を備える。外科用器具の複数の構成要素の各々が装置パラメータを含む。各構成要素は、そのそれぞれの装置パラメータを制御回路に送信するように構成されている。センサは、外科用器具の提案される機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータを制御回路に送信するように構成されている。制御回路は、システム定義の制約に基づいて、各々のそれぞれの装置パラメータと連携して、検出された組織パラメータを分析するように構成されている。外科用システムは、複数の構成要素を含む外科用器具が提案される機能を実行するのに適切であるかどうかを示すように構成されたユーザインターフェースを更に備える。

【０４６７】

実施例２－検出された組織パラメータは、組織の種類、組織の厚さ、組織の堅さ、組織

の位置、又は組織の血管新生のうちの少なくとも１つを含む、実施例１に記載の外科用システム。

【０４６８】

実施例３－外科用器具の構成要素はステープルカートリッジを含み、装置パラメータは、ステープルカートリッジの種類、ステープルカートリッジの色、ステープルカートリッジに対する補助部、ステープルカートリッジの掴持負荷限界、ステープルカートリッジの間隙範囲、及びステープルカートリッジの発射速度のうちの少なくとも１つを含む、実施例１又は２に記載の外科用システム。

【０４６９】

実施例４－外科用器具の構成要素はエンドエフェクタを含み、検出された組織パラメータは、組織上のエンドエフェクタの閉鎖角度、エンドエフェクタの組織接触面と接触する組織の長さ、及びエンドエフェクタ内の組織を圧縮するための力のうちの少なくとも１つを含む、実施例１、２又は３に記載の外科用システム。

【０４７０】

実施例５－制御回路は、少なくとも１つの検出された組織パラメータに基づいて、組織を軟組織、血管又は気管支として特定するように更に構成されている、実施例４に記載の外科用システム。

【０４７１】

実施例６－制御回路は、提案される機能を実行するために外科用器具と共に使用するための少なくとも１つの代替構成要素を推奨するように更に構成されている、実施例１、２、３、４又は５に記載の外科用システム。

【０４７２】

実施例７－システム定義の制約は、各送信された装置パラメータに関連付けられた所定の組織パラメータ又は所定の組織パラメータ範囲のうちの少なくとも１つを含む、実施例１、２、３、４、５又は６に記載の外科用システム。

【０４７３】

実施例８－制御回路は、システム定義の制約を超えたときに提案される機能を阻止するように更に構成されている、実施例１、２、３、４、５、６又は７に記載の外科用システム。

【０４７４】

実施例９－ユーザインターフェースは、外科用器具の提案される機能を可能にするために、制御回路をオーバーライドするように選択可能なユーザインターフェース要素を備える、実施例８に記載の外科用システム。

【０４７５】

実施例１０－外科用器具の提案される機能は、組織を掴持すること、組織を凝固させること、組織を切断すること、及び組織をステープル留めすることのうちの１つ又は２つ以上を含む、実施例１、２、３、４、５、６、７、８又は９に記載の外科用システム。

【０４７６】

実施例１１－外科用器具に通信可能に結合された外科用ハブを更に備え、外科用ハブは制御回路を備える、実施例１、２、３、４、５、６、７、８、９又は１０に記載の外科用システム。

【０４７７】

実施例１２－外科用器具又は外科用ハブのうちの１つは、ユーザインターフェースを備える、実施例１１に記載の外科用システム。

【０４７８】

実施例１３－外科用システムは、外科用ハブと、外科用ハブに通信可能に連結された外科用器具と、を備える。外科用器具は、複数の構成要素と、センサと、を備える。外科用器具の複数の構成要素の各々は装置パラメータを含む。各構成要素は、そのそれぞれの装置パラメータを外科用ハブに送信するように構成される。センサは、外科用器具の提案機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータを外科用ハブに

送信するように構成されている。外科用ハブは、プロセッサと、プロセッサに結合されたメモリと、を備える。メモリは、システム定義の制約に基づいて、各々のそれぞれの装置パラメータと連携して、検出された組織パラメータを分析するように、プロセッサによって実行可能な命令を記憶する。外科用システムは、複数の構成要素を含む外科用器具が、提案される機能を実行するのに適切であるかどうかを示すように構成されたユーザインターフェースを更に備える。

【０４７９】

実施例１４－検出された組織パラメータは、組織の種類、組織の厚さ、組織の剛性、組織の位置、又は組織の血管新生のうちの少なくとも１つを含む、実施例１３に記載の外科用システム。

【０４８０】

実施例１５－外科用器具の構成要素はステープルカートリッジを含み、装置パラメータは、ステープルカートリッジの種類、ステープルカートリッジの色、ステープルカートリッジに対する補助部、ステープルカートリッジの掴持負荷限界、ステープルカートリッジの間隙範囲、及びステープルカートリッジの発射速度のうちの少なくとも１つを含む、実施例１３又は１４に記載の外科用システム。

【０４８１】

実施例１６－外科用器具の構成要素はエンドエフェクタを含み、検出された組織パラメータは、組織上のエンドエフェクタの閉鎖角度、エンドエフェクタの組織接触面と接触する組織の長さ、及びエンドエフェクタ内の組織を圧縮するための力のうちの少なくとも１つを含む、実施例１３、１４又は１５に記載の外科用システム。

【０４８２】

実施例１７－命令は、提案される機能を実行するために外科用器具と共に使用するための少なくとも１つの代替構成要素を推奨するように、外科用ハブのプロセッサによって更に実行可能である、実施例１３、１４、１５又は１６に記載の外科用システム。

【０４８３】

実施例１８－命令は、システム定義の制約を超えたときに提案される機能を阻止するように、外科用ハブのプロセッサによって更に実行可能である、実施例１３、１４、１５、１６又は１７に記載の外科用システム。

【０４８４】

実施例１９－非一時的コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読命令を記憶し、コンピュータ可読命令は、実行されると、マシンに、システム定義の制約に基づいて、外科用システムの外科用器具の複数の構成要素の各々の装置パラメータと連携して、検出された組織パラメータを分析することであって、検出された組織パラメータは、外科用器具の提案される機能に関連付けられていることを行わせる。外科用システムは、複数の構成要素を含む外科用器具を含む。各構成要素は、そのそれぞれの装置パラメータをマシンに送信するように構成されている。外科用システムは、検出された組織パラメータを検出し、検出された組織パラメータを機械に送信するように構成されたセンサを更に含む。命令は、実行されると、マシンに更に、複数の構成要素を含む外科用器具が外科用システムの提案される機能を実行するのに適切であるかどうかの指示を提供するユーザインターフェースを生成させる。

【０４８５】

実施例２０－命令は、実行されると、マシンに更に、ユーザインターフェース上に、外科用器具の提案される機能を可能にするように選択可能なオーバーライド要素を生成させる、実施例１９に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

【０４８６】

感知された閉鎖パラメータによる外科用器具の制御

組織の整合性を判定するための圧縮率

様々な態様において、外科用器具は、外科用器具の顎部の閉鎖に関連付けられた様々な異なる変数又はパラメータを検出することができ、これを使用して、外科用器具がどのよ

うに機能するかを決定する様々な動作パラメータを調節する、又はそれに対して影響を与えることができる。外科用器具の顎部が、それらの間の組織を掴持するために開放位置から閉鎖位置へと遷移される速度は、掴持速度又は閉鎖速度として定義され得る。様々な態様では、閉鎖速度は、顎部閉鎖の例の課程において可変又は一定であり得る。顎部の閉鎖に関連付けられた特定のパラメータが比較される閾値は、閉鎖閾値として定義され得る。

【０４８７】

不適切な閉鎖速度で組織を掴持すること、又は不適切な閉鎖閾値で掴持することは、組織への損傷をもたらす可能性がある（例えば、組織に過度に強い力を加えることに起因して組織が裂かれる場合がある）、及び／又は外科用器具による動作障害が生じる恐れもある（例えば、ステープルが発射される際に組織が顎部によって固定されて保持されていないことに起因して、ステープルを変形させる場合がある）。したがって、いくつかの態様では、外科用器具は、外科用器具によって掴持されている組織の特徴を検出し、それに応じて閉鎖速度（複数可）、閉鎖閾値（複数可）、及び他の動作パラメータを調節するように構成される。更に、各外科処置は、複数の異なる組織の種類及び／又は異なる特徴を有する組織を含む場合がある。したがって、いくつかの態様では、外科用器具は、組織が掴持され、閉鎖速度（複数可）、閉鎖閾値（複数可）、及び他の動作パラメータをこれに対応して調節するたびに、組織の特徴を動的に検出するように構成される。

【０４８８】

本開示は、少なくとも１つの解決策を提供し、外科用器具は、エンドエフェクタによって掴持されている組織の圧縮に関連するパラメータを検出するように構成される。外科用器具は、検出された組織圧縮の特徴に従って異なる整合性を呈する組織を区別するように更に構成され得る。次いで、モータは、顎部の閉鎖速度に影響を及ぼすように、及び／又は組織の整合性に従ってフィードバックをユーザに提供するように制御され得る。例えば、検出された組織圧縮の特徴が組織が硬いことを示す場合、顎部の閉鎖速度を低下させる、及び／又は組織圧縮の特徴が組織が低い剪断強度を有することを示す場合、補助補強材を利用するようにユーザに提案を提供するように構成することができる。

【０４８９】

図９５は、本開示の少なくとも１つの態様にかかる、外科用器具２１０００の斜視図を示す。一態様では、外科用器具２１０００は、モータ２１００６に結合された制御回路２１００２と、ユーザインターフェース２１０１０と、センサ（複数可）２１００４とを含む。モータ２１００６は、モータ２１００６が、例えば図２６に関して論じられるようにエンドエフェクタ２１００８の顎部（例えば、図２５に示される外科用器具１５００１０のアンビル１５０３０６及び／又はチャネル１５０３０２）を第１の開放構成と第２の閉鎖構成との間で遷移させるように、エンドエフェクタ２１００８に結合されている。センサ（複数可）２１００４は、制御回路２１００２がデータ及び／又は信号を受信するように、制御回路２１００２に通信可能に結合され得る。制御回路２１００２は、例えば、センサ（複数可）２１００４から受信したデータ及び／又は信号に従って、制御回路２１００２がモータ２１００６の動作を制御するように、モータ２１００６に通信可能に結合されてよい。ユーザインターフェース２１０１０は、ディスプレイ又はスピーカーなどの外科用器具のユーザにフィードバックを提供するように構成された装置を含む。

【０４９０】

様々な態様では、センサ（複数可）２１００４は、エンドエフェクタで掴持された組織の圧縮パラメータを検出するように構成され得る。一態様では、センサ（複数可）２１００４は、エンドエフェクタ２１００８の顎部を閉鎖するための力（ＦＴＣ）、すなわち、顎部を開放構成から閉鎖構成に遷移させるために適用される力を検出するように構成され得る。例えば、センサ（複数可）２１００４は、図１２、図１８又は図１９に関して論じられるように、モータによって引き込まれた電流を検出するように構成されたモータ電流センサを含む場合もある。ＤＣモータの場合、モータによって引き込まれる電流は、モータトルク（例えば、モータ２１００６の出力シャフトのトルク）に対応し、これは、エンドエフェクタ２１００８のＦＴＣの代表的なものである。エンドエフェクタ２１００８が

組織上で閉鎖するとき、エンドエフェクタ２１００８のＦＴＣは、エンドエフェクタ２１００８から、掴持された組織に伝達される力を表すことから、ＦＴＣは掴持された組織の組織圧縮に対応している。組織に加えられる力が大きくなるほど、組織はより圧縮されることになる。別の態様では、センサ（複数可）２１００４は、図３６～図３８に関連して説明されるように、対応する第２の電極からＲＦ信号を受信するように構成された、エンドエフェクタ２１００８上に配置された第１の電極を含む。組織の電気インピーダンスは、その組織の厚さに対応することができ、組織の厚さは、掴持された組織の組織圧縮に対応し得る。更に別の態様では、センサ（複数可）２１００４は、図２４に関して論じたようなセンサ（複数可）２１００４に加えられている力の量を判定するように構成された力反応性変換器を含む。ＦＴＣに関する上記の考察と同様に、エンドエフェクタ２１００８が組織上で閉鎖するとき、変換器によって検出される力は、エンドエフェクタ２１００８から、掴持された組織に伝達される力を表す。組織に加えられる力が大きくなるほど、組織はより圧縮されることになる。ユーザインターフェース２１０１０は、ディスプレイ又はスピーカーなどの外科用器具のユーザにフィードバックを提供するように構成された装置を含む。更に他の態様では、センサ（複数可）２１００４は、上述したセンサと、エンドエフェクタで掴持された組織と関連付けられた圧縮パラメータを検出することが可能な他のそのようなセンサとの様々な組み合わせを含む場合がある。例えば、図５３に示されるエンドエフェクタ１５２００などのエンドエフェクタは、力反応性変換器を備える第１のセンサ１５２００８ａと、インピーダンスセンサを備える第２のセンサ１５２００８ｂとを含むことができる。

【０４９１】

制御回路２１００２は、異なる組織タイプに適応するようにエンドエフェクタ２１００８の顎部の閉鎖速度を調節するように構成され得る。制御回路２１００２は、初期圧縮期間にわたって、組織に及ぼされる圧縮力（例えばＦＴＣ）、又は組織の圧縮（例えば、組織インピーダンス）に関連付けられた別のパラメータ（例えば、組織インピーダンス）を監視し、組織圧縮パラメータの変化率に基づいて、顎部の閉鎖速度又は時間を適宜調節するように構成され得る。例えば、図２２に関して上記で論じたように、短期間の間に全圧縮力を適用するのではなく、より粘弾性の組織の場合には閉鎖速度を低下させるか、又は閉鎖時間を増加させることが有益であり得る。

【０４９２】

図９６は、本開示の少なくとも１つの態様による、掴持された組織の整合性に従って外科用器具を制御するためのプロセス２１０５０の論理フロー図を示す。プロセス２１０５０の以下の説明においては図９５も参照されたい。図示されるプロセスは、例えば、外科用器具２１０００の制御回路２１００２によって実行され得る。したがって、プロセスを実行する制御回路２１００２は、それによって感知された組織圧縮パラメータに関連するセンサ（複数可）２１００４からデータ及び／又は信号（例えば、デジタル又はアナログ）を受信する２１０５２。様々な態様では、組織圧縮パラメータは、そこで手術されている組織の特徴、種類、特性及び／又は状態に関連付けられたパラメータ、内部動作及び／又は外科用器具２１０００の特性に関連付けられたパラメータ又はその構成成分を含むことができる。一態様では、組織圧縮パラメータは、例えば、エンドエフェクタ２１００８のＦＴＣを含み得る。別の態様では、組織圧縮パラメータは、例えば、掴持された組織の厚さを含み得る。制御回路２１００２は、センサ（複数可）２１００４によって送信された１つ又は２つ以上の離散値としての組織圧縮パラメータに関するデータ、関連する値（複数可）にその後相関させることができる、センサ（複数可）２１００４によって送信された信号を受信することができる２１０５２。

【０４９３】

したがって、制御回路２１００２は、どのように感知された組織圧縮パラメータの値を１つ又は２つ以上の閾値と比較し、その後それに従って応答を生成するかを判定する。一態様では、制御回路２１００２は、感知された組織圧縮パラメータの値を第１の閾値に対して判定する２１０５４。例えば、制御回路２１００２は、感知された組織圧縮パラメー

タが第１の閾値又は上限閾値を超えるか、或いはそれよりも大きいかどうかを判定することができる２１０５４。一態様では、感知された組織圧縮パラメータが第１の閾値を超える場合、プロセス２１０５０は、はいの分岐に沿って進み、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して２１０５６、エンドエフェクタ２１００８の顎部を閉鎖する時間の長さを増加させる。制御回路２１００２は、例えば、顎部が閉鎖される速度を低下させる、顎部の移動が組織の初期の掴持後に休止される時間の長さ（すなわち、組織クリープ待ち時間）を増加する、又は掴持段階を終了させるための安定化閾値を下げることによって、顎部の閉鎖時間を増加させるようにモータ２１００６を制御することができる２１０５６。感知された組織圧縮パラメータが第１の閾値を超えない場合、このときプロセス２１０５０は、いいえの分岐に沿って進み、様々な態様では、プロセス２１０５０は終了することができる、又はプロセス２１０５０は続行することもでき、制御回路２１００２は、感知された組織圧縮の値を１つ又は２つ以上の追加の閾値と比較するか、又は組織パラメータデータ及び／又は信号の受信を継続する２１０５２こともできる。

【０４９４】

別の態様では、制御回路２１００２は、感知された組織圧縮パラメータの値を第２の閾値に対して更に判定する２１０５８。例えば、制御回路２１００２は、感知された組織圧縮パラメータが第２の閾値未満であるか、又は第２の閾値よりも小さいかを判定することができる２１０５８。一態様では、感知された組織パラメータが第２の閾値を下回る場合、プロセス２１０５０は、はいの分岐に沿って進み、制御回路２１００２は、例えばユーザインターフェース２１０１０を介して対応するフィードバックを提供する２１０６０。提供される２１０６０フィードバックは、例えば、スピーカーによって提供されるディスプレイ又は音声フィードバックを介して提供される視覚フィードバックを含むことができる。一態様では、フィードバックは、感知された組織圧縮パラメータが予想外に低い状態になる状況を改善するために、ユーザが１つ又は２つ以上の矯正処置をとることを示唆し得る。そのような矯正動作は、例えば、参照により本明細書に組み込まれる、ＴＩＳＳＵＥ ＴＨＩＣＫＮＥＳＳ ＣＯＭＰＥＮＳＡＴＯＲ ＦＯＲ Ａ ＳＵＲＧＩＣＡＬ ＳＴＡＰＬＥＲ」と題された、米国特許出願第８，６５７，１７６号に開示されているような補助補強材（すなわち、組織の厚さ補正器）を利用することを含み得る。補助補強材は、様々な態様において、アンビル１５０３０６（図２５）とステープルカートリッジ１５０３０４（図２５）との間に捕捉された組織に追加の圧縮力を適応する、及び／又は適用するように構成された圧縮性材料の層又は一連の層を含むことができる。

【０４９５】

上記で論じた閾値は、例えば、センサ（複数可）２１００４によって感知されたパラメータ（複数可）２１００４、及び／又はセンサ（複数可）２１００４によって感知されたパラメータ（複数可）の微分値（例えば、感知されたパラメータの時間の変化率）を含み得る。組織圧縮パラメータがエンドエフェクタ２１００８のＦＴＣを含む態様では、第１の閾値は、それを超えると、掴持された組織が堅いとみなされる記述を示し得る。硬組織は、組織上に顎部の機械的作用、又は再膨張中の肺組織のためのいずれかによって、比較的裂かれやすい場合がある。更に、第２の閾値は、掴持された組織が弱い剪断強度を有する（すなわち、柔らかい）とみなされる記述を示すことができる。弱い剪断強度を有する組織は、切断部材（すなわち、切断縁部１５０１８２を有するＩビーム１５０１７８）のステープル留め中及び／又は発射中に、エンドエフェクタ２１００８が定位置にしっかりと把持するか、ないしは別の方法で保持することが相対的に困難であり得る。

【０４９６】

図９６のプロセス２１０５０の特定の実施例の工程は、特定の順番又は順序で生じるものとして示されているが、そのような描写は単に例示の目的のためであり、特定の工程の特定の順序が上記の説明から明確に必要でない限り、プロセス２１０５０の特定の順序は意図されていないことに留意されたい。例えば、プロセス２１０５０の他の態様では、制御回路２１００２は、感知された組織圧縮パラメータが第１の閾値又は上限閾値を超えるかどうかを判定する２１０５４前に、感知された組織圧縮パラメータが第２の、又はより

低い閾値を下回るかどうかを判定する場合もある２１０５８。

【０４９７】

図９７は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具２１０００の例示的な発射のためのエンドエフェクタＦＴＣ　２１１０４と時間２１１０２を示す第１のグラフ２１１００を示す。第１のグラフ２１１００の以下の説明では、図９５～図９６も参照されたい。第１のグラフ２１１００は、図９６に関して上述したプロセス２１０５０を実行する制御回路２１００２によって制御された外科用器具２１０００による例示的な発射である第１の発射２１１１０及び第２の発射２１１１４を示す。この例示的な例では、第１の閾値２１１０６は、ＦＴＣの特定の時間の変化率（すなわち、ΔＦＴＣ）を含み、第２の閾値２１１０８は、特定のＦＴＣを含む。様々な態様では、閾値２１１０６、２１１０８は、１つ又は２つ以上の他の変数に関して定義されるか、又は外科用器具２１０００のユーザによってプログラム若しくは設定され得る。

【０４９８】

第１の発射２１１１０では、図９６に示すプロセスを実行する制御回路２１００２は、組織圧縮パラメータデータ及び／又は信号を受信し２１０５２、ＦＴＣが時間t_1において第２の閾値２１１０８を下回ることを判定する２１０５８。したがって、制御回路２１００２は、ユーザが特定の動作をとるための提案を含む、及び／又はエンドエフェクタ２１００８が低剪断強度を有する組織を把持していることを示すフィードバックをユーザに提供する２１０６０。一態様では、提供されるフィードバック２１０６０は、低剪断強度の組織を補強及び／又は補正するために、エンドエフェクタ２１００８に加えられた組織補正器（例えば、米国特許出願第８，６５７，１７６号に記載されている組織補正器）によってユーザが外科用器具２１０００の掴持を解除し、再度発射させることを示唆することができる。一態様では、制御回路２１００２は、ＦＴＣが第２の閾値を下回る場合、モータ２１００６にエンドエフェクタ２１００８の顎部の閉鎖を停止させるように更に構成され得る。別の態様では、制御回路２１００２は、ＦＴＣが第２の閾値を下回る場合、ユーザがエンドエフェクタ２１００８の顎部の閉鎖を停止することを示唆するように構成される場合もある。提供される２１０６０フィードバックは、例えば、手術室ディスプレイ１０７、１０９、１１９（図２）及び／又は外科用器具ディスプレイ上に表示されたプロンプト、手術室及び／又は外科用器具に位置するスピーカーを介して発せられる可聴メッセージ、外科用器具を介した触覚フィードバック、又はこれらの組み合わせを含む様々な形態をとることができる。

【０４９９】

第２の発射２１１１４（第１の発射２１１１０の後に組織補正器を利用する発射であってもよい）については、図９６に示されるプロセス２１０５０を実行する制御回路２１００２は、組織圧縮パラメータデータ及び／又は信号を受信し２１０５２、ＦＴＣが第２の閾値を下回ること、又はエンドエフェクタ２１００８を閉鎖する過程におけるいずれかの時点で第１の閾値を超えることは判定しない。したがって、制御回路２１００２は、顎部の閉鎖速度に影響を与えることはなく、ユーザにフィードバックを提供するか、又は任意の他のそのような動作を行う。

【０５００】

図９８は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具２１０００の例示的な発射のためのエンドエフェクタＦＴＣ　２１１０２のバース時間２１１０４を示す第２のグラフ２１１１６を示す。第２のグラフ２１１１６の以下の説明では、図９５～図９６も参照されたい。第２のグラフ２１１１６は、図９６に関して上述したプロセス２１０５０を実行する制御回路２１００２によって制御される外科用器具２１０００による例示的な発射である第３の発射２１１１８を示す。この例示的な実施例では、第１の閾値２１１０６は、ＦＴＣの特定の時間の変化率（すなわち、ΔＦＴＣ）を含む。

【０５０１】

第３の発射２１１１６では、図９６に示すプロセスを実行する制御回路２１００２は、組織圧縮パラメータデータ及び／又は信号を受信し２１０５２、ΔＦＴＣが時間t_2にお

いて第１の閾値２１１０６を超えることを判定する２１０５８。したがって、制御回路２１００２は、顎部の閉鎖速度を低下させることなどによって、顎部閉鎖時間を増加させるようにモータ２１００６を制御し２１０５６、それに応じて、ＦＴＣ　２１１０２が増加する比率も低下させる。顎部閉鎖時間を増加させることは、例えば、短い期間にわたって組織により大きい量の力が及ぼされることを阻止することによって、硬い組織に対して損傷を引き起こすのを回避することが有益であり得る。一態様では、第１の閾値２１１０６は、ＦＴＣ（ΔＦＴＣ$_D$）の規定値の変化率、すなわち、組織の種類及び他のそのようなパラメータに従う制御アルゴリズムによってＦＴＣに対するいかなる修正もない、外科用器具２１０００の規定値又はベースラインＦＴＣ比率を含むことができる。この態様では、外科処置の間に、外科用器具２１０００が受けるＦＴＣがＦＴＣ$_D$を超える場合、プロセス２１０５０を実行する制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して２１０５６顎部閉鎖時間を増加させることができる。

【０５０２】

前述のアルゴリズム又はプロセスを実行する制御回路２１００２がセンサ（複数可）２１００４によって感知されたパラメータを１つ又は２つ以上の閾値と比較する時間は、外科用器具２１０００の発射ストローク中に、発射ストローク中の一連の別々の実例、及び／又は発射ストローク中の連続する時間間隔を含むことができる。制御回路２１００２によって監視され、閾値と比較される組織圧縮パラメータは、例えば、ＦＴＣ値（例えば、図９７に示される第２の閾値２１１０８）又はΔＦＴＣ値（例えば、図９７～図９８に示される第１の閾値２１１０６）を含むことができる。

【０５０３】

一態様では、制御回路２１００２は、外科用器具２１０００の発射に関連するデータを保存し、次いで、任意選択的に、前の発射からのデータを利用して、掴持された組織の組織の整合性を判定するためのアルゴリズムを調節するように更に構成され得る。例えば、前の発射からのデータを利用して、図９６に示すプロセス２１０５０の第１及び／又は第２の閾値を調節することができる。一態様では、「状況認識」という見出しの下で上述したように、及びその全体が参照により本明細書に組み込まれる、「ＳＵＲＧＩＣＡＬ　ＨＵＢ　ＳＩＴＵＡＴＩＯＮＡＬ　ＡＷＡＲＥＮＥＳＳ」と題され、２０１８年３月２９日に出願された米国特許出願第１５／９４０，６５４号に記載されるように、外科用器具２１０００は、状況認識システムを実行する外科用ハブ１０６（図１～図３）と対をなすように構成される場合もある。この態様では、状況認識システムは、外科的処置中に手術されている組織の種類を判定し、それに応じて掴持される組織の整合性を判定するためのアルゴリズムを調節することができる。別の態様では、外科用器具２１０００は、手術されている組織の種類を示すユーザ入力を受信し、それに応じて組織の整合性を決定するためのアルゴリズムを調節するように構成される場合もある。例えば、外科用器具２１０００は、ユーザによって入力される組織の種類に従って、図９６に示されるプロセス２１０５０の第１及び／又は第２の閾値を規定値から調節するように構成され得る。

【０５０４】

上述の技術により、外科用器具２１０００は、掴持される組織の損傷を回避し、手術されている組織の特定の特徴にとって不適切であるか、又は理想的ではない顎部の閉鎖速度から生じる動作不良（例えば、成形不良ステープル）を防止することを可能にする。更に、本明細書に記載される技術は、外科処置の過程において遭遇する組織の特徴に適切に応答する外科用器具の能力を改善する。

【０５０５】

組織の種類を判定するための組織の初期接触

不適切な閉鎖速度で組織を掴持すること、又は不適切な閉鎖閾値で掴持することは、組織への損傷をもたらす（例えば、組織に過度に強い力を加えることによって組織が裂かれる場合がある）、及び／又は外科用器具による動作障害（例えば、ステープルが発射される際に組織が顎部によって固定されて保持されていないためにステープルが変形され得る）をもたらす場合がある。したがって、いくつかの態様では、外科用器具は、外科用器具

によって掴持されている組織の特徴を検出し、それに応じて閉鎖速度（複数可）、閉鎖閾値（複数可）、及び他の動作パラメータを調節するように構成される。更に、各外科処置は、複数の異なる組織の種類及び／又は異なる特徴を有する組織を含み得る。したがって、いくつかの態様では、外科用器具は、組織が掴持され、閉鎖速度（複数可）、閉鎖閾値（複数可）、及び他の動作パラメータをこれに対応して調節するたびに、組織の特徴を動的に検出するように構成される。

【０５０６】

本開示は、少なくとも１つの解決策を提供し、そこでは、外科用器具は、顎部の表面に対する組織の接触の度合い、及び組織と接触する最初の地点における顎部の相対位置に従って掴持されている組織の組織の種類を特徴付けるように構成されている。顎部の閉鎖速度及び顎部閉鎖速度を調節するための閾値を次いで、検出された組織の接触の度合い及び検出された顎部の位置によって特徴付けられる組織の種類に対して適切なレベルに設定することができる。例えば、外科用器具は、軟組織はより大きな度合いの顎部の表面と接触し、血管と比べて初期の接触点においてより大きい角度の顎部が接触するため、軟組織と血管を区別するように構成され得る。次いで、外科用器具は、検出された組織の種類に応じて、顎部の閉鎖速度及び調節閾値に影響を及ぼすようにモータを制御することができる。

【０５０７】

図９５を再び参照すると、一態様では、外科用器具２１０００は、モータ２１００６、ユーザインターフェース２１０１０、及びセンサ２１００４に連結された制御回路２１００２を含む。モータ２１００６が、エンドエフェクタ２１００８の顎部（例えば、図２５に示される外科用器具１５００１０のアンビル１５０３０６及び／又はチャネル１５０３０２）を、図２６に関して考察したように、第１の、すなわち開放構成と、第２の、すなわち閉鎖構成との間で遷移させるように、モータ２１００６は、エンドエフェクタ２１００８に結合される。センサ（複数可）２１００４は、制御回路２１００２がデータ及び／又は信号を受信するように、制御回路２１００２に通信可能に結合され得る。制御回路２１００２は、例えば、センサ（複数可）２１００４から受信したデータ及び／又は信号に従って、制御回路２１００２が、例えばセンサ負荷２１００４から受信したデータ及び／又は信号に従って、モータ２１００６の動作を制御するように、モータ２１００６に通信可能に結合され得る。

【０５０８】

様々な態様では、センサ（複数可）２１００４は、エンドエフェクタ２１００８の顎部の表面に対する組織の物理的接触を検出するように構成され得る。一態様では、センサ（複数可）２１００４は、アンビル及びカートリッジ又はチャネルなどのエンドエフェクタ２１００８の組織接触面に沿って配置された１つ又は２つ以上の組織接触センサを含むことができる。組織接触センサは、例えば、図７５～図７９に関連して上記で論じたように、組織がそこに当たるように位置付けられているかどうかを判定するようにそれぞれ構成された、顎部の表面に沿って連続して配置されたセグメント化回路の複数のセンサ又はセグメントを含むことができる。一態様では、センサ（複数可）２１００４は、図３６～頭３８に関して論じられるように、対向する顎部上に配置された対応する電極からＲＦ信号を受信するようにそれぞれ構成された複数の電極を含む。したがって、制御回路２１００２は、エンドエフェクタ２１００８の長さに沿って連続性試験を実行して、組織が、その対応する電極から信号を受信することができる各電極に対応する位置に組織が存在することを判定することができる（信号伝送媒体、すなわち、組織は、その対応する電極から信号を受信するために電極の間に配置されなければならないため）。別の態様では、センサ（複数可）２１００４は、図２４に関して説明されるように、センサ（複数可）２１００４に加えられている力の量を判定するようにそれぞれ構成されている、複数の力反応性変換器を含む。したがって、制御回路２１００２は、組織が、それに対するゼロ以外の力を検出する各力反応性変換器に対応する位置に存在すると判定することができる。他の態様では、センサ（複数可）２１００４は、複数のロードセル、圧力センサ、及び／又はそれに対する物理的接触を検出するように構成された他のセンサを含む。力反応性変換器に関

する上記の考察と同様に、制御回路２１００２は、組織が、各ロードセル、圧力センサ、及び／又はそれに対するゼロ以外の力を検出する他のセンサに対応する位置に存在すると判定することができる。更に別の態様では、センサ（複数可）２１００４は、図１２、１８又は１９に関して論じられるように、モータ２１００６によって引き込まれる電流の量を検出するように構成された電流センサを含む。したがって、制御回路２１００２は、図８３に関して説明されるように（すなわち、ＦＴＣは、顎部が組織を掴持するときに増加し１５３６１０、１５３６１６、ＦＴＣはモータ電流に対応している）、モータ２１００６によって引き込まれる電流が増加して、顎部が組織に接触するときにモータ２１００６が被る増加した掴持負荷を補正し、それに対して掴持力を及ぼし始めるときに従ってエンドエフェクタ２１００８の顎部が最初に組織に接触する点を判定することができる。上述の様々な態様は、エンドエフェクタ２１００８と、把持されている組織との初期の接触点及び／又は組織とエンドエフェクタ２１００８との接触の度合いを判定するために、個別に、又は他の態様と組み合わせて利用することができる。

【０５０９】

図９９は、本開示の少なくとも１つの態様による、掴持された組織の生理学的タイプに従って外科用器具を制御するためのプロセス２１２００の論理フロー図を示す。以下のプロセス２１２００の説明においては図９５も参照されたい。図示されるプロセスは、例えば、外科用器具２１０００の制御回路２１００２によって実行され得る。したがって、図示されるプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２は、上記で論じられ、図１００　Ａ～図１０１Ｂに描かれる組織接触センサなどのセンサ（複数可）２１００４から組織接触データ及び／又は信号を受信する２１２０２。受信した２１２０２組織接触データ及び／又は信号は、組織がセンサ２１００４の少なくとも１つに接触しているかどうかを示す。したがって、制御回路２１００２は、エンドエフェクタ２１００８と掴持されている組織との初期接触点を判定することができる２１２０４。一態様では、制御回路２１００２は、顎部のそれぞれに配置されたセンサ２１００４のうちの少なくとも１つが、そこに当たる組織接触を検出するときを検出することによって、初期組織接触が生じるときを判定する２１２０４。

【０５１０】

したがって、制御回路２１００２は、初期組織接触点における顎部の位置を判定する２１２０６。一態様では、制御回路２１００２は、図７７に関して論じられるように、対向する顎部上に配設された対応する磁気素子の相対位置を検出するように構成された、エンドエフェクタ２１００８の顎部のうちの１つの上に配設されたホール効果センサに通信可能に結合される。したがって、制御回路２１００２は、感知された距離又はそれらの間の間隙に従って顎部の位置を判定することができる２１２０６。別の態様では、制御回路２１００２は、図２０～図２１及び図２５に関して論じたように、閉鎖管が第１の位置又は近位位置から第２の又は遠位位置へと駆動されるときに顎部を閉じるように構成された閉鎖管の絶対位置又は相対位置を検出するように構成された位置センサに通信可能に結合される。したがって、制御回路２１００２は、閉鎖管の感知された位置に従って顎部の位置を判定することができる２１２０６。更に別の態様では、制御回路２１００２は、顎部の少なくとも１つが配向される角度を検出するように構成された、Ｉｎｆｉｎｅｏｎ　ＴｅｃｈｎｏｌｏｇｉｅｓからのＴＬＥ５０１２Ｂ　３６０°角度センサなどの角度センサに通信可能に結合される。したがって、制御回路２１００２は、顎部（複数可）が配向される感知された角度に従って顎部の位置を判定することができる２１２０６。

【０５１１】

したがって、制御回路２１００２は、把持された組織と顎部の組織接触面との接触の度合いを判定する２１２０８。組織接触の程度は、図７９に関して論じられるような組織の存在（又は非存在）を検出したセンサ２１００４の数又は比率に対応することができる。一態様では、制御回路２１００２は、組織の存在を検出しなかったセンサ（複数可）２１００４に対する組織の存在を検出したセンサ（複数可）２１００４の比率に従って、組織接触の程度を決定することができる。

【０５１２】
したがって、制御回路２１００２は、判定された顎部の２１２０６位置及び判定された組織接触の度合い２１２０８に従って、モータ２１００６のための制御パラメータを設定する２１２１０。モータ制御パラメータは、例えば、顎部を閉じるための時間及び／又は閉鎖閾値を含むことができる。一態様では、制御回路２１００２は、顎部の特定の位置及び様々なセンサを介して感知された組織接触の特定の度合いに関連付けられたモータ制御パラメータ（例えば、顎部閉鎖速度及び閉鎖閾値）を取得するために、メモリ（例えば、ルックアップテーブル）にアクセスするように構成され得る。様々な態様において、制御回路２１００２は、例えば、顎部が開放位置から閉鎖位置へと遷移される速度を調節すること、組織の初期の掴持の後（すなわち、組織クリープ待ち時間）に顎部が休止される時間の長さを調節すること、及び／又は掴持段階を終えるための安定化閾値を調整することとによって顎部閉鎖時間を調節するようにモータ２１００６を制御することができる。様々な態様において、閉鎖閾値（複数可）は、例えば、制御回路２１００２が顎部の閉鎖を駆動するモータ２１００６を停止するか、又は例えば、「組織の整合性を判定するための圧縮率」の見出しの下に上記で論じたように、他の動作をとる、最大の許容可能なＦＴＣエンドエフェクタ２１００８又はＦＴＣに関する変化率（すなわち、ΔＦＴＣ）を含み得る。制御回路２１００２は、次いで、プロセス２１２００によってモータ制御パラメータセット２１２１０に従ってモータ２１２０６を制御することができる。

【０５１３】
組織との接触の初期点における顎部の位置及び組織との接触の度合いは、把持される組織の厚さ又は幾何学的形状に対応しており、これは組織の生理学的タイプに対応している。したがって、制御回路２１００２は、組織の種類を区別し、次いでモータ２１００６の制御パラメータを適宜設定するように構成され得る２１２１０。例えば、制御回路２１００２は、軟組織又は血管組織がエンドエフェクタ２１００８によって把持されているかどうかを判定し、次いで、検出された組織の種類に適切なモータ制御パラメータを設定する２１２１０ように構成され得る。

【０５１４】
いくつかの態様では、顎部の閉鎖速度は、最大ＦＴＣを維持する、及び／又はΔＦＴＣを特定の閉鎖閾値下で維持するように各組織の種類に対して選択することができ、特定の閉鎖閾値も同様に、各組織の種類に対して選択され得る。一態様では、制御回路２１００２は、顎部の閉鎖運動が恒久的に停止されないように、最小の掴持率を設定するように構成され得る。一態様では、制御回路２１００２は、顎部の閉鎖が少なくとも規定値の速度で進行することを確実にするために最大休止時間を制御するように構成され得る。一態様では、制御回路２１００２は、閉鎖閾値（複数可）を超えたとき、又はそれ以外で外科用器具２１０００の使用中に行き詰まった場合、モータ２１００６を停止する、及び／又はユーザにフィードバックを提供するように構成され得る。

【０５１５】
図９９のプロセス２１２００の特定の実施例の工程は、特定の順番又は順序で生じるものとして示されているが、そのような描写は単に例示の目的のためであり特定の工程の特定の順序が上記の説明から明確に必要でない限り、プロセス２１２００の特定の順序は意図されていないことに留意されたい。例えば、プロセス２１２００の他の態様では、制御回路２１００２は、初期接触点における顎部の位置を判定する２１２０６の前に、組織の接触の度合いを決定することができる２１２０８。

【０５１６】
図１００Ａ～図１０１Ｂは、本開示の少なくとも１つの態様による、組織との初期の接触位置と閉鎖位置の両方における、軟組織２１０３０及び血管２１０３２を把持するエンドエフェクタ２１００８の種々の側部立面図を示す。描かれる態様では、エンドエフェクタ２１００８は、アンビル２１０１２と、チャネル２１０１４とを含む、顎部の組織接触面に沿って配置された複数の組織接触センサ２１０１６を含む。他の態様では、組織接触センサ２１０１６は、外科用器具２１０００のチャネル２１０１４に沿って配置されるの

に加えて、又はその代わりにカートリッジ１５０３０４（図２５）に沿って配置されてもよい。簡潔にするために、組織接触センサ２１０１６は、以下の説明ではチャネル２１０１４に沿って配置されるものとして論じられる。しかしながら、本明細書で論じられる概念は、組織接触センサ２１０１６がカートリッジ１５０３０４に沿って配置される態様にも同様に適用されることに留意されたい。組織接触センサ２１０１６は、例えば、上記で論じたように、インピーダンスセンサ、ロードセル、力反応性変換器、及びこれらの組み合わせを含むことができる。組織接触センサ２１０１６は、外科処置における外科用器具２１０００の使用する際の作動センサ２１０１８（すなわち、組織の存在を感知するセンサ）と、非作動センサ２１０２０（すなわち、組織の存在を感知しないセンサ）に視覚的に示すことができる。

【０５１７】

図１００Ａ及び図１０１Ａは、それぞれ、実質的に軟組織２１０３０及び血管２１０３２とのエンドエフェクタ２１００８の初期接触点を示す。一態様では、エンドエフェクタ２１００８と組織との間の初期接触点は、アンビル２１０１２及びチャネル２１０１４の両方に少なくとも１つの作動センサ２１０１８が存在する点として定義され得る。上述のように、組織の種類は、顎部（すなわち、アンビル２１０１２及び／又はチャネル２１０１４）の位置と、組織と組織との初期接触点における顎部との接触の度合いに従って区別することができる。例えば、図１００Ａ及び１０１Ａは、初期組織接触点においての作動センサ２１０１８の割合に基づいて、どのようにして軟組織２１０３０と血管２１０３２を区別することができるかを示す。すなわち、血管２１０３２を掴持することは、軟組織２１０３０を掴持するのに対して、作動されるセンサ２１０１８の数がより少なくなることになる。アンビル２１０１２上の作動された組織センサ２１０１８と、チャネル２１０１４上の作動された組織センサ２１０１８の数は、初期組織接触点において等しくなくてもよいことに更に留意されたい。更なる例として、図１００Ａ及び１０１Ａは、初期組織接触点において、アンビル２１０１２がチャネル２１０１４に対して配向される角度に基づいて、軟組織２１０３０と血管２１０３２をどのように区別することができるかを示す。すなわち、アンビル２１０１２は、軟組織２１０３０との初期接触点において第１の角度θ_1で、血管２１０３２との初期接触点において第２の角度θ_2で配向される。作動されるセンサ２１０１８の割合の差と、アンビル２１０１２が配向される角度の差を個別に、又は組み合わせて（例えば、図９９に示されるプロセス２１２００によって）利用して、掴持されている組織の生理学的種類を特徴付け、次いで適切な顎部の閉鎖速度、閉鎖閾値、及び組織の種類に対する他のモータ制御パラメータを設定することができる。

【０５１８】

図１００Ｂ及び図１０１Ｂは、エンドエフェクタ２１００８が、軟組織２１０３０及び血管２１０３２をそれぞれ完全に掴持した位置を示している。そこに見ることができるように、エンドエフェクタ２１００８が組織を掴持する際の作動センサ２１０１８及び非作動センサ２１０２０の数又は割合の変化を同様に利用して、組織の種類及び／又は組織の物理的特性、組織が圧縮される度合い、及び／又はアンビル２１０１２とチャネル２１０１４との間の距離、並びに様々な他のパラメータを決定することができる。例えば、血管２１０３２は、完全に掴持されたときに軟組織２１０３０よりも大きく変形し、これにより、エンドエフェクタ２１００８が血管２１０３２を掴持する際に、作動されるセンサ２１０１８の数は相対的に大きく変化することになる。いくつかの態様では、制御回路は、エンドエフェクタ２１００８を掴持させるときに作動されるセンサ２１０１８の数の変化又は変化率に従って、組織の種類（すなわち、生理学的組織の種類又は特定の物理的特徴を有す組織）を決定するプロセスを実行することができる。いくつかの態様では、制御回路は、エンドエフェクタ２１００８を把持させるときに作動されるセンサ２１０１８の数の変化又は変化率に従って、組織が圧縮及び／又は変形される度合いを決定するプロセスを実行することができる。

【０５１９】

外科用器具２１０００が、図９９に記載されたプロセス２１２００を実行する制御回路

２１００２を含むいくつかの態様では、顎部２１０１３が最初に組織に接触していると制御回路２１００２が判定したとき、制御回路２１００２は、顎部の間の隔たりθ、及び組織と顎部との間の組織接触の長さ又は度合いＬを検出する、又は測定するように構成され得る。閉鎖閾値（例えば、ＦＴＣ閾値又はΔＦＴＣ閾値）、初期閉鎖速度、及び調節された閉鎖速度（複数可）（すなわち、閉鎖閾値を超えた後に顎部２１０１３が閉鎖される閉鎖速度（複数可））はそれぞれ、θ及びＬの関数であり得る。図１００Ａ～図１００Ｂに示されるように、第１の組織（例えば、軟組織２１０３０）との初期接触点において、顎部の隔たりは、θ_1と定義することができ、組織接触の度合いは、L_1として定義することができる。図１０１Ａ～Ｂに示されるように、第２の組織（例えば、血管２１０３２）との初期接触点において、顎部の隔たりは、θ_2と定義することができ、組織接触の度合いは、L_2として定義することができる。したがって、$\theta_1 > \theta_2$及び$L_1 > L_2$であるいくつかの態様では、実質的に軟組織ＦＴＣ閾値FTC_p＞血管ＦＴＣ閾値FTC_vであり、軟組織ΔＦＴＣ閾値ΔFTC_p＞血管勾配閾値ΔFTC_v、及び血管初期閉鎖速度v_{V1}＞軟組織初期閉鎖速度v_{P1}である。これらの閾値間の機能上の違いは、図１０２～図１０３に関して以下に更に詳細に論じられる。

【０５２０】

図１０２は、本開示の少なくとも１つの態様による、軟組織２１０３０を把持する外科用器具２１０００の例示的な発射に関する、エンドエフェクタＦＴＣ２１３０４及び閉鎖速度２１３０６のそれぞれと、時間２１３０８を描く第１のグラフ２１３００及び第２のグラフ２１３０２を示す。第１のグラフ２１３００及び第２のグラフ２１３０２の以下の説明において、図９５及び図９９～図１００Ｂを参照するべきである。本明細書に記載される例示的な発射は、図９５及び図９９～図１００Ｂに関連して上記に論じた概念を実証する目的のためのものであり、いかなる方法でも限定するものとして解釈されるべきではない。

【０５２１】

外科用器具２１０００の第１の発射は、第１の発射の過程における経時的なＦＴＣ及び閉鎖速度の変化を示す、第１のＦＴＣ曲線２１３１０と、対応する第１速度曲線２１３１０によって表すことができる。第１の発射は、例えば、外科用器具２１０００、又は図９９に示されるプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２を含まない外科用器具２１０００の規定値の発射を表すことができる。外科用器具２１０００の発射が開始されると、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、アンビル２１０１４をその開放位置から駆動し始め、アンビル２１０１２の閉鎖速度を初期又は規定値の閉鎖速度v_{d1}に急増させる２１３１８。アンビル２１０１２が開放位置から駆動されると、それは、この特定の発射に関しては軟組織２１０３０である掴持された組織と接触する。アンビル２１０１２が時間t_0で掴持されている組織に接触すると、ＦＴＣは、時間t_1において、初期ＦＴＣ（例えば、ゼロ）からピーク２１３１４まで増加する２１３１２。時間t_1において、外科用器具２１０００の制御回路２１００２は、ＦＴＣがＦＴＣ閾値（例えば、組織の種類とは独立した規定値閾値であり得る）に達したか又は超えていることを判定し、モータ２１００６がアンビル２１０１２の移動を停止するように制御し、閉鎖速度をゼロに低下させる２１３２０。アンビル２１０１２の移動は、持続時間p_1の間に休止されてもよく、その間、閉鎖速度はゼロに維持される２１３２２。休止中、ＦＴＣは、掴持された組織が弛緩するにつれて徐々に減少する２１３１６。

【０５２２】

外科用器具２１０００の第２の発射は、第２の発射の過程の間の経時的なＦＴＣ及び閉鎖速度の変化を示す、第２のＦＴＣ曲線２１３２４と、対応する第１速度曲線２１３２４′によって表すことができる。第１の発射とは対照的に、第２の発射は、例えば、図９９に示すプロセスを実行する制御回路２１００２を含む外科用器具２１０００の発射を表すことができる。外科用器具２１０００の発射が開始されると、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御してアンビル２１０１４をその開放位置から駆動し始め、アンビル２１０１４の閉鎖速度を急増させる２１３３６。軟組織２１０３０の相対的な厚さ及び／

又は幾何学的形状により、組織（すなわち、軟組織２１０３０）と顎部２１０１３との初期接触点は、アンビル２１０１２がモータ２１００６によって駆動され始めた直後に生じる。したがって、図９９に示されるプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２は、軟組織２１０３０が掴持されていることをほぼ直ちに判定し、これに対応して、顎部を閉鎖するための時間、閉鎖閾値（複数可）、及び他の閉鎖パラメータを閉鎖プロセスにおける比較的早い時点で設定することが可能である。したがって、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、アンビル２１０１４の閉鎖速度を、軟組織２１３２０に固有の初期閉鎖速度v_{p1}まで急増させる２１３３６。

【０５２３】

アンビル２１０１２が開放位置から駆動されると、それは、この特定の発射に関しては軟組織２１０３０である掴持された組織と接触する。アンビル２１０１２が時間t_0で掴持されている組織に接触すると、ＦＴＣは、時間t_2において最初のＦＴＣ（例えば、ゼロ）から第１のピーク２１３２８まで増加する２１３２６。ＦＴＣは、第１の発射と比較して、第２の発射ではより時間をかけて増加するが２１３２６、これは、プロセス２１２００を実行する制御回路２１００２が、第２の発射では、掴持されている組織の種類に適した第１、すなわち初期閉鎖速度v_{p1}を選択するためであり、これにより、外科用器具２１０００の修正されない発射と比較して、組織に及ぼされる力の量が削減されることに留意されたい。時間t_2において、外科用器具２１０００の制御回路２１００２は、ＦＴＣがＦＴＣ閾値FTC_p（制御回路２１００２が、軟組織２１０３０が掴持されていると判定したとき、又はt_0後に、制御回路２１００２によって設定されている）に到達したか、又はこれを超えたと判定する。軟組織ＦＴＣ閾値FTC_pは、例えば、軟組織２１０３０に対して安全に又は望ましく及ぼされ得る最大力を表すことができる。したがって、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、アンビル２１０１２の移動を停止して閉鎖速度をゼロに低下させる２１３３８。アンビル２１０１２の移動は、持続時間p_2の間に休止されてもよく、その間、閉鎖速度はゼロに維持される２１３４０。休止中、ＦＴＣは、掴持された組織が弛緩するにつれて徐々に減少する２１３３０。休止持続時間p_2は、軟組織２１０３０に関して制御回路２１００２によって選択される既定値の休止持続時間（例えば、p_1）又は閉鎖パラメータと等しくなり得る。

【０５２４】

休止持続時間p_2が時間t_3において経過した後、制御回路２１００２はモータ２１００６に再び関与し、アンビル２１０１２を閉鎖することを再開する。したがって、閉鎖速度は、第２の閉鎖速度v_{p2}まで増加する２１３４２を。いくつかの態様では、軟組織ＦＴＣ閾値FTC_pを最初に超えた後、制御回路２１００２は、アンビル２１０１２が閉鎖される閉鎖速度を、軟組織２１０３０に特異的な第２の閉鎖速度v_{p2}まで低下させ、この場合に$v_{p2} < v_{p1}$である。制御回路２１００２は、軟組織ＦＴＣ閾値FTC_pを超えた後で、より低い速度でアンビル２１０１２を閉鎖するように構成することができ、その理由は、それは、検出された組織の種類について予測されるよりも、組織に厚みがある、又はそれ以外ではアンビル２１０１２からの閉鎖力に対してより抵抗力があることを示す場合があるためである。したがって、掴持されている組織に対してその後及ぼされる閉鎖力の量を削減しようと試みるために、閉鎖速度を低下させることが望ましい場合がある。

【０５２５】

アンビル２１０１２が時間t_3で閉鎖を再開すると、ＦＴＣは、時間t_4で２１３３２に達するまで再び増加し始め、再び軟組織閾値FTC_pに達するか又はそれを超える。時間t_4において、外科用器具２１０００の制御回路２１００２は、ＦＴＣがＦＴＣ閾値FTC_pに到達したか又は超えていると判定する。したがって、制御回路２１００２は、モータ２１００６がアンビル２１０１２の移動を停止し、閉鎖速度をゼロに低下させる２１３４６。アンビル２１０１２の移動は、持続時間p_3の間に休止されてもよく、その間、閉鎖速度はゼロに維持される２１３４８。休止中、ＦＴＣは、掴持された組織が弛緩するにつれてを徐々に減少する２１３３４。

【０５２６】

図１０３は、本開示の少なくとも１つの態様による、血管２１０３２を把持する外科用器具２１０００の例示的な発射に関するエンドエフェクタＦＴＣ２１３５４及び閉鎖速度２１３５６それぞれと、時間２１３５８を示す第３のグラフ２１３５０及び第４のグラフ２１３５２を示す。第３のグラフ２１３５０及び第２のグラフ２１３５２の以下の説明において、図９５、図９９、図１０１Ａ～図１０１Ｂも参照すべきである。本明細書に記載される例示的な発射は、図９５、図９９、図１０１Ａ～図１０１Ｂに関して上記で論じた概念を実証する目的のためであり、いかなる方法でも限定するものとして解釈されるべきではない。

【０５２７】

外科用器具２１０００の第３の発射は、第３の発射の過程における経時的なＦＴＣ及び閉鎖速度の変化を示す、第３のＦＴＣ曲線２１３６０と、対応する第１の速度曲線２１３６０’とによって表すことができる。第３の発射は、例えば、外科用器具２１０００の規定値発射、又は図９９に描かれるプロセスを実行する制御回路２１００２を含まない外科用器具２１０００の発射を表すことができる。外科用器具２１０００の発射が開始されると、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、アンビル２１０１４をその開放位置から駆動し始め、アンビル２１０１２の閉鎖速度を初期又は規定値の閉鎖速度v_{d2}に急増させる２１３７０。初期閉鎖速度v_{d2}は、図１０２の初期閉鎖速度v_{d1}と等しい場合、又は等しくない場合もある。アンビル２１０１２が開放位置から駆動されるとき、それは、この特定の発射に関しては血管２１０３２である掴持された組織と接触する前の一定期間の間移動する。これは、図１０２に描かれるように、外科用器具２１０００が軟組織２１０３０を掴持している発射とは対照的であることに留意されたい。血管２１０３２は比較的薄いため、アンビル２１０１２は概して、血管２１０３２との初期接触を行う前に一定の距離を移動する必要があり、その一方で、軟組織２１０３２は、血管２１０３２よりも概ね厚いため、アンビル２１０１２はほぼ直ちに血管２１０３２との接触を行う。したがって、組織に接触することなく、アンビル２１０１２が一定期間移動するため、ＦＴＣは最初は平坦なである２１３６２。アンビル２１０１２が時間t_0において組織に接触すると、ＦＴＣは、初期又は平坦な２１３７６　ＦＴＣ（例えば、ゼロ）から、時間t_2におけるピーク２１３６６まで増加する２１３６４。時間t_2において、外科用器具２１０００の制御回路２１００２は、ＦＴＣがＦＴＣ閾値（例えば、組織タイプとは独立した規定値閾値であり得る）に達したか又は超えていることを判定し、モータ２１００６がアンビル２１０１２の移動を停止して、閉鎖速度をゼロに低下させる２１３７２。アンビル２１０１２の移動は、持続時間p_4の間、休止されてもよく、その間、閉鎖速度はゼロに維持される２１３７４。休止中、ＦＴＣは、掴持された組織が弛緩するにつれて徐々に減少する２１３６８。

【０５２８】

外科用器具２１０００の第４の発射は、第２の発射の過程における経時的なＦＴＣ及び閉鎖速度の変化を示す、第２のＦＴＣ曲線２１３７５と、対応する第１速度曲線２１３７５’とによって表すことができる。第１の発射とは対照的に、第４の発射は、例えば、図９９に示すプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２を含む外科用器具２１０００の発射を表すことができる。外科用器具２１０００の発射が開始されると、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御してアンビル２１０１４をその開放位置から駆動し始め、アンビル２１０１４の閉鎖速度を急増させる２１３８６。血管２１０３２の相対的な薄さ及び／又は幾何学のために（例えば、軟組織２１０３０と比較して）、組織（すなわち、血管２１０３２）と顎部２１０１３との初期接触点は、アンビル２１０１２がモータ２１００６によって一定期間駆動されるまで発生しない。したがって、図９９に示されるプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２は、閉鎖プロセスが一定の期間にわたって実行されるまで、血管２１０３２が掴持されていることを判定し、それに対応して、顎部を閉鎖する時間、閉鎖閾値（複数可）、及び他の適切な閉鎖パラメータを設定することができない。アンビル２１０１２は、一定の期間にわたって血管２１０３２のより薄い組織に接触せず、よって制御回路２１００２はそれ故、掴持されている組織の種類を検

出することができないため、制御回路２１００２は、アンビル２１０１４の閉鎖速度を規定値速度v_dに急増させるように２１３８６モータ２１００６を制御する。

【０５２９】

アンビル２１０１２が開放位置から駆動されると、アンビル２１０１２が組織に接触せずに一定期間にわたって移動するため、ＦＴＣは最初は平坦である２１３７６。アンビル２１０１２が時間t_0において組織に接触すると、ＦＴＣは初期ＦＴＣ（例えば、ゼロ）から増加する２１３７８。血管２１０３２に接触した後、図９９に示されるプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２は、血管２１０３２が掴持されていると判定することができ、それに対応して、顎部の閉鎖、閉鎖閾値、及び閉鎖プロセスのその時点における他の閉鎖パラメータを設定することができる。時間t_1において、制御回路２１００２は、ΔＦＴＣが、ΔＦＴＣ閾値ΔFTC_V（制御回路２１００２が血管２１０３２が掴持されていると判定したとき、t_0で又はその後、制御回路２１００２によって設定された）に達したか、又はこれを超えたと判定する。血管ΔＦＴＣ閾値ΔFTC_Vは、例えば、血管２１０３２の組織に安全に又は望ましく及ぼすことができる力の最大変化率を表すことができる。したがって、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、血管２０３２組織に特異的な血管閉鎖速度v_{v1}まで閉鎖速度を低下させ２１３８８、この場合$v_{v1} < v_d$である。

【０５３０】

アンビル２１０１２が下部血管閉鎖速度v_{v1}で前進すると、ＦＴＣは、時間t_3においてピークに達するまで２１３８２、これまでより増加する２１３８０。時間t_3において、制御回路２１００２は、ＦＴＣが、ＦＴＣ閾値FTC_V（制御回路２１００２が血管２１０３２が掴持されていると判定したとき、t_0で又はその後、制御回路２１００２によって設定される）に達したか、又はこれを超えたと判定する。血管ＦＴＣ閾値FTC_Vは、例えば、血管２１０３２の組織に安全に又は望ましく加えることができる最大力を表すことができる。したがって、制御回路２１００２は、モータ２１００６がアンビル２１０１２の移動を停止し、閉鎖速度をゼロに低下させる２１９３２。アンビル２１０１２の移動は、持続時間p_5の間、休止されてもよく、その間、閉鎖速度はゼロに維持される２１３９４。休止中、ＦＴＣは、掴持された組織が弛緩するにつれて徐々に減少する２１３８４。休止持続時間p_5は、血管２１０３２組織のための制御回路２１００２によって選択される規定値の休止持続時間（例えば、p_1）又は閉鎖パラメータと等しくてもよい。

【０５３１】

要約すると、図１０２～図１０３は、外科用器具２１０００が、図９９に示すプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２を用いて機能する方法と、それを用いないで機能する異なる方法を強調する。

【０５３２】

図１０４は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の例示的な発射のためのエンドエフェクタＦＴＣ２１４０２及び閉鎖速度２１４０４それぞれと、時間２１４０６を示す第５のグラフ２１４００を示す。第５のグラフ２１４００の以下の説明では、図９５及び図９９～図１０１Ｂもまた参照されたい。本明細書に記載される例示的な発射は、図９５及び図９９～図１０１Ｂに関連して上記で論じた概念を実証する目的のためのものであり、いかなる方法でも限定するものとして解釈されるべきではない。

【０５３３】

外科用器具２１０００の第５の発射は、第５の発射の過程の間の経時的なＦＴＣ及び閉鎖速度の変化を示す、第５のＦＴＣ曲線２１４０８と、対応する第５速度曲線２１４０８’とによって表すことができる。第５の発射は、例えば、図９９に描かれるプロセスを実行する制御回路２１００２を含む外科用器具２１０００の発射を表すことができる。外科用器具２１０００の発射が開始されると、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、アンビル２１０１４をその開放位置から駆動し始め、アンビル２１０１４の閉鎖速度を、それが特定の閉鎖速度での横ばい状態になるまで２１４１８急増させる２１４１６。アンビル２１０１２が閉鎖するとき、ＦＴＣは、それが特定の時間にピーク２１４１２

をピークに達するまで増加する２１４１０。ピーク２１４１２から、組織が完全に掴持されるまでＦＴＣは減少し２１４１４、この時点で、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御してアンビル２１０１２の閉鎖を停止し、閉鎖速度をゼロに低下させる２１４２０。

【０５３４】

したがって、第５の発射は、顎部２１０１３の閉鎖中にＦＴＣ閾値、ΔＦＴＣ閾値、又は任意の他の閉鎖閾値のいずれにも到達しない、又は超えられない、外科用器具２１０００の発射を表す。換言すれば、第５の発射は、顎部２１０１３の閉鎖中に全ての制御パラメータ内に留まる。したがって、制御回路２１００２は、アンビル２１０１２がアンビル２１０１２の閉鎖速度を調節するか、又は顎部２１０１３の閉鎖中に任意の他の矯正動作を行う。

【０５３５】

図１０５は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の例示的な発射のためのエンドエフェクタＦＴＣ　２１４０２と時間２１４０６及び閉鎖速度２１４０４と時間２１４０６を示す第６のグラフ２１４２２を示す。第６のグラフ２１４２２の以下の説明では、図９５及び図９９～図１０１Ｂもまた参照されたい。本明細書に記載される例示的な発射は、図９５及び図９９～図１０１Ｂに関連して上記で論じた概念を実証する目的のためのものであり、いかなる方法でも限定するものとして解釈されるべきではない。

【０５３６】

外科用器具２１０００の第６の発射は、第６の発射の過程中の経時的なＦＴＣ及び閉鎖速度の変化を示す、第６のＦＴＣ曲線２１４２４と、対応する第６速度曲線２１４２４’とによって表すことができる。第６の発射は、例えば、図９９に描かれるプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２を含む外科用器具２１０００の発射を表すことができる。外科用器具２１０００の発射が開始されると、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、アンビル２１０１４をその開放位置から駆動し始め、アンビル２１０１４の閉鎖速度を、それが特定の閉鎖速度に達するまで急増させる２１４３２。アンビル２１０１２が閉鎖するとき、ＦＴＣは、特定の時間にピーク２１４２８に達するまで増加する２１４２６。この特定の例では、外科用器具２１０００の操作者は、その中で組織を再度調節するために、外科用器具２１０００の顎部２１０１３を開放することを選択する。したがって、閉鎖速度は、それが負の閉鎖速度に達するまで低下し２１４３４、このことは、例えば、組織が顎部２１０１３内で再度調節されることを容易にするために、顎部２１０１３が開放されていることを示す。次いで、閉鎖速度は、ゼロまで戻り２１４３６、顎部２１０１３は停止する。それに対応して、顎部２１０１３が組織から解放されると、ＦＴＣはゼロに減少する２１４３０。

【０５３７】

図１０６は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の例示的な発射のためのエンドエフェクタＦＴＣ　２１４０２と時間２１４０６及び閉鎖速度２１４０４と時間２１４０６を示す第７のグラフ２１４３８を示す。第７のグラフ２１４３８の以下の説明では、図９５、及び図９９～図１０１Ｂもまた参照されたい。本明細書に記載される例示的な発射は、図９５及び図９９～図１０１Ｂに関連して上記で論じた概念を実証する目的のためのものであり、いかなる方法でも限定するものとして解釈されるべきではない。

【０５３８】

外科用器具２１０００の第７の発射は、第７の発射の過程の間の経時的なＦＴＣ及び閉鎖速度の変化を示す、第７のＦＴＣ曲線２１４４０と、対応する第７速度曲線２１４４０’とによって表すことができる。第７の発射は、例えば、図９９に描かれるプロセス２１２００を実行する制御回路２１００２を含む外科用器具２１０００の発射を表すことができる。外科用器具２１０００の発射が開始されると、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御してアンビル２１０１４をその開放位置から駆動し始め、アンビル２１０１４の閉鎖速度を、第１の閉鎖速度v_1へと急増させる２１４５０。アンビル２１０１２が閉鎖すると、ＦＴＣは、時間t_1まで増加する２１４４２。時間t_1において、制御回路２

１００２は、図９９に描かれるプロセス２１２００に従って制御回路２１００２によって検出された特定の生理学的組織タイプについて、規定値のΔＦＴＣ閾値又はΔＦＴＣ閾値のいずれかであり得るΔＦＴＣ閾値ΔFTC_T閾値に到達する、又はそれを超えることを判定する。別の例として、ΔFTC_Tは、他の感知されたパラメータに応じて、又は別のアルゴリズムに従って、制御回路２１００２及び／又は外科用器具２１００の別の制御回路によって実行される別のプロセスによって設定することもできる。例えば、顎部閉鎖が図９９に例示されるプロセス２１２００の動作パラメータ内に進行するが、外科用器具２１０００の別のセンサ及び／又は別のプロセスは、それにもかかわらず、掴持されている組織が、何らかの方法で予想されるパラメータから逸脱する（例えば、組織は、所与の組織タイプについて予想されるよりも厚いか又はより薄い）と判定した場合、この場合、顎部２１０１３を閉鎖する時間、閉鎖閾値、及びそれに応じた他の制御パラメータを設定する。一実施例では、第２のセンサは、組織が予想されるよりも薄いことを時間t_1で検出する。したがって、制御回路２１００２は、新たなΔＦＴＣ$_T$（この例では、前のΔＦＴＣ$_T$よりも低い）を設定し、制御回路２１００２はその後、その時点t_1において到達される、又は超えていると判定する。

【０５３９】

したがって、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、アンビル２１０１２の閉鎖速度を第２の閉鎖速度v_2に低下させ２１４５２、この場合$v_1 > v_2$である。t_1から、閉鎖速度の低下は、ＦＴＣがより遅い速度で増加することになる２１４４４。ＦＴＣは、それがＦＴＣ閾値FTC_Tより下のピーク２１４４６に達するまでを増加し２１４４４、その後減少する。第７の発射が、t_1後に全ての閉鎖パラメータ内に留まっているので、閉鎖速度は、組織が完全に掴持されるまで、第２の閉鎖速度v_2に維持され２１４５４、制御回路２１００２は、モータ２１００６を制御して、アンビル２１０１２の閉鎖を停止し、閉鎖速度がゼロに低下する２１４５６。

【０５４０】

図１０７は、本開示の少なくとも１つの態様による、外科用器具の顎部が組織及び／又はステープルに接触するときを判定するためのインピーダンス２１５０２と時間２１５０４を描くグラフ２１５００を示す。第７のグラフ２１４３８の説明においては図９５も参照されたい。上記で論じたように、エンドエフェクタ２１００８によって掴持された組織の圧縮の度合いを検出するように構成された、及び／又は組織との初期接触を検出するように構成されたセンサ（複数可）２１００４は、例えば、インピーダンスセンサを含むことができる。インピーダンスセンサ（複数可）によって検出される、組織のインピーダンスのインピーダンス及び／又はインピーダンスの変化率を利用して、掴持されている組織の状態を判定することができる。例えば、検出されたインピーダンスが、開回路状態を示すインピーダンスZ_{OC}において横ばい状態２１５０６を有する場合、インピーダンスセンサに結合された制御回路２１００２は、顎部が開放している及び／又は組織に接触していないと判定することができる。別の例として、検出されたインピーダンスが開回路インピーダンスZ_{OC}から最初に減少する際２１５０８、インピーダンスセンサに結合された制御回路２１００２は、組織との初期接触がなされたと判定することができる。別の例として、検出されたインピーダンスが開回路インピーダンスZ_{OC}から減少するとき２１５１０を、インピーダンス曲線と時間の形状、及び／又は検出されたインピーダンスの変化率を、インピーダンスセンサに結合された制御回路２１００２によって利用して、組織圧縮の速度及び／又は組織が圧縮されている度合いを判定することができる。更に別の例として、検出されたインピーダンスがゼロに低下した場合２１５１２、インピーダンスセンサに結合された制御回路２１００２は、エンドエフェクタ２１００８の顎部が、インピーダンス検出システムを短絡させるステープルと接触していると判定することができる。

【０５４１】

（実施例）

「感知された閉鎖パラメータに従って外科用器具を制御する」という見出しの下で本明細書に記載される主題の様々な態様は、以下の実施例に記載される。

実施例１－外科用器具は、開放構成と閉鎖構成との間で遷移可能な顎部を備えるエンドエフェクタを備える。外科用器具は、顎部に動作可能に連結されたモータを更に備える。モータは、開放構成と閉鎖構成との間で顎部を遷移させるように構成されている。外科用器具は、顎部の間の組織に関連付けられた組織圧縮パラメータを示す少なくとも１つの信号を送信するように構成されたセンサを更に備える。外科用器具は、センサ及びモータに連結された制御回路を更に備える。制御回路は、少なくとも１つの信号を受信し、顎部が開放構成から閉鎖構成に遷移するときに、少なくとも１つの信号に基づいて組織圧縮パラメータの値を判定し、組織圧縮パラメータの値が第１の閾値を上回るかどうかに応じて、モータに、顎部を閉鎖構成に遷移させるための時間を増加させ、かつ組織圧縮パラメータの値が第２の閾値を下回るかどうかに応じて、フィードバックを提供するように構成されている。

【０５４２】

実施例２－組織圧縮パラメータは、顎部を閉鎖構成に遷移させるためにモータによって及ぼされる力を含む、実施例１に記載の外科用器具。

【０５４３】

実施例３－組織圧縮パラメータは、顎部を閉鎖構成に遷移させるためにモータによって及ぼされる力の時間の変化率を含む、実施例１に記載の外科用器具。

【０５４４】

実施例４－フィードバックは、補助補強材の提案を含む、実施例１、２又は３に記載の外科用器具。

【０５４５】

実施例５－制御回路は、モータが顎部を閉鎖構成に遷移させる速度を低下させることによって、顎部を閉鎖構成に遷移させる時間を増加させるように構成されている、実施例１、２、３又は４に記載の外科用器具。

【０５４６】

実施例６－制御回路は、顎部を閉鎖構成に遷移させるときにモータが休止される時間の長さを増加することによって、顎部を閉鎖構成に遷移させる時間を増加するように構成されている、実施例１、２、３又は４に記載の外科用器具。

【０５４７】

実施例７－制御回路は、モータが、顎部を閉鎖構成に遷移させるのを停止するための安定化閾値を下げることによって、顎部を閉鎖構成に遷移させる時間を増加するように構成されている、実施例１、２、３又は４に記載の外科用器具。

【０５４８】

実施例８－外科用器具はエンドエフェクタを備える。エンドエフェクタは、開放構成と閉鎖構成との間で遷移可能な顎部と、顎部の各々の組織接触面に沿って配置された１つ又は２つ以上のセンサと、を備える。１つ又は２つ以上のセンサは、組織との接触を検出するように構成されている。外科用器具は、顎部に動作可能に連結されたモータを更に備える。モータは、開放構成と閉鎖構成との間で顎部を遷移させるように構成されている。外科用器具は、１つ又は２つ以上のセンサ及びモータに連結された制御回路を更に備える。制御回路は、組織が顎部の組織接触面に接触する初期接触点を判定し、初期接触点における顎部間の隔たりを判定し、組織接触面と組織との間の接触の度合いを判定し、初期接触点における顎部間の隔たりと、組織接触面と組織との間の接触の度合いに対応する速度で、モータに顎部を閉鎖構成に遷移させ、顎部を閉鎖構成に遷移させるためにモータによって及ぼされる力が閾値を超えるかどうかに応じて、モータに、顎部が閉鎖構成に遷移される速度を調節させるように構成されている。閾値は、初期接触点における顎部間の隔たりと、組織接触面と組織との間の接触の度合いに対応している。

【０５４９】

実施例９－１つ又は２つ以上のセンサは圧力センサを備える、実施例８に記載の外科用器具。

【０５５０】

実施例１０－１つ又は２つ以上のセンサはインピーダンスセンサを備える、実施例８に記載の外科用器具。

【０５５１】

実施例１１－顎部間の隔たりは、顎部間の角度を含む、実施例８、９又は１０に記載の外科用器具。

【０５５２】

実施例１２－顎部間の隔たりは、顎部間の間隙を含む、実施例８、９又は１０に記載の外科用器具。

【０５５３】

実施例１３－外科用器具はエンドエフェクタを備える。エンドエフェクタは、開放構成と閉鎖構成との間で遷移することで組織を把持するように構成された顎部と、そこに当たる組織を感知するように構成された接触センサ組立体と、を備える。外科用器具は、顎部の構成を感知するように構成された位置センサと、顎部に連結されたモータと、を更に備える。モータは、開放構成と閉鎖構成との間で顎部を遷移させるように構成されている。外科用器具は、接触センサ組立体、位置センサ、及びモータに連結された制御回路を更に備える。制御回路は、組織が顎部に接触する初期接触点を判定し、初期接触点において位置センサを介して顎部の構成を判定し、初期接触点において接触センサ組立体を介して組織と顎部との間の組織接触の量を判定し、初期接触点における顎部の構成及び組織接触の量に従って、モータが顎部を閉鎖構成に遷移させる閉鎖速度を設定し、初期接触点における顎部の構成及び組織接触の量に従って閉鎖閾値を設定し、閾値に対して顎部を閉鎖構成に遷移させるように、モータによって及ぼされる力に従ってモータを制御するように構成されている。

【０５５４】

実施例１４－センサ組立体は圧縮センサを備える、実施例１３に記載の外科用器具。

【０５５５】

実施例１５－センサ組立体は、インピーダンスセンサを備える、実施例１３に記載の外科用器具。

【０５５６】

実施例１６－顎部の構成は、顎部間の角度に対応する、実施例１３、１４、又は１５に記載の外科用器具。

【０５５７】

実施例１７－顎部の構成は、顎部間の間隙に対応する、実施例１３、１４、又は１５に記載の外科用器具。

【０５５８】

術前情報に基づいてエンドエフェクタパラメータを調節するためのシステム

本開示の態様は、外科用器具の制御回路によって実行される閉鎖制御プログラムによって履行される閉鎖閾値及び閉鎖速度の調節のために提示され、この調節は、術前情報に基づいて行われる。閉鎖閾値の調節は、コンピュータ実装インタラクティブ外科システム（１つ又は２つ以上の外科用システム１０２と、明瞭性のためにクラウド１０４と称されるクラウド１０４、２０４などのクラウドベースの分析医療システムとを含む）による状況認識の実行の一例であり得る。例えば、閉鎖閾値は、クラウド１０４から受信された、又は外科用ハブ若しくは外科用器具によって判定された周術期情報に基づいて、患者固有の閉鎖閾値に合わせて調節することができる。本明細書で使用するとき、周術期情報は、術前情報、術中情報、及び術後情報を含む。

【０５５９】

術前情報は、外科用器具を用いた外科手術の実行前に受信された情報を指し、術中情報は、外科手術中（例えば、外科手術の１つの工程が実行されている間）に受信された情報を指す。具体的には、コンピュータ実装インタラクティブ外科システムは、特にハンドヘルド式インテリジェント外科用器具のための適切なエンドエフェクタ閉鎖閾値及び閉鎖速度アルゴリズムなどのエンドエフェクタ閉鎖パラメータを判定又は推定することができる

。そのような推論は、実行される外科的処置に関連し、かつ対応する患者に関連するコンテキスト情報に基づくことができる。コンテキスト情報は、周術期情報を含むか、又はその情報に基づいて判定することができる。外科用器具は、外科用器具１１２、６００、７００、７５０、７９０、１５００１０など、本開示に記載される任意の好適な外科用器具であってよい。明確にするために、外科用器具１１２が参照される。

【０５６０】

周術期に診断された疾患及び治療などの周術期情報は、外科用器具１１２によって治療されている組織の特性又は特徴に影響を及ぼし得る。例えば、患者は、以前に癌と診断されており、癌を治療するために放射線治療を受けている場合がある。したがって、この周術期情報は、患者の組織が増大した堅さの特徴を有し得ることを示す。しかしながら、現在適用されている閉鎖制御プログラムは、この増大した堅さに対処していない場合がある。したがって、一般的な閉鎖速度アルゴリズムに従って外科的処置を実行するための閉鎖制御プログラムを使用することによって、患者の組織の過剰な圧迫により組織への不必要な外傷又は損傷をもたらす可能性がある。加えて、外科手術中に、複数の潜在的な組織の種類のうちのどの組織の種類が治療されているかを識別するなどによって、術中情報が分析される場合もある。異なる種類の組織はまた、組織の堅さなどの異なる組織の特徴を有する場合もある。従って、周術期調節の代わりに、又はそれに加えて、術中調節を実施するために周術期情報の変化が使用されてもよい。要するに、閉鎖制御プログラムは、組織の種類、外科的処置、及び既に実行されている外科的工程など、周術期情報に応じて、異なる閉鎖速度閾値が適用されるべきであると考える訳ではない。

【０５６１】

外科用器具は、外科手術が外科用器具１１２で行われる際の組織の種類、及びそのような異なる組織の種類の様々な特徴を考慮することが望ましい場合がある。具体的には、外科用器具１１２は、臨床医が外科用器具によって外科手術を実行する前に、並びに外科手術の実行中に、組織の種類及びその組織の種類の特徴を効果的に判定することが望ましい場合がある。

【０５６２】

したがって、一部の態様では、クラウドベースの分析医療システム（例えば、コンピュータ実装インタラクティブ外科システム１００）が提供され、この場合、周術期情報は、治療されるべき組織の種類及び治療前に処置された組織の特徴を判定するために考慮されてよい。例えば、実行されるべき外科処置及び他の患者情報は、外科処置が実行される前に取得された周術期情報の事例であり得る。外科手術のこれまでに実行された工程、他の手術履歴、及び組織の種類の変化は、考慮され得る周術期情報の例である。一般に、この周術期情報報は、外科用器具１１２のエンドエフェクタパラメータ（例えば、閉鎖変化率及び閉鎖閾値）を判定、推定又は調節するための閉鎖パラメータを示すセンサ信号と共に使用されてもよい。エンドエフェクタは、エンドエフェクタ７０２、１５１６００、１５０３００、１５１３４０、１５２０００、１５２１００、１５２１５０、１５２２００、１５２３００、１５２３５０、１５２４００、１５３４６０、１５３４７０、１５３５０２など、本開示に記載される任意のエンドエフェクタであってもよい。明確にするために、エンドエフェクタ７０２が参照される。

【０５６３】

閉鎖速度に関連する状況認識のための周術期情報を分析することは、多くの方法で達成することができる。周術期情報に基づいて、外科用器具の制御回路５００、７１０、７６０、１５０７００（図１２、図１５、図１７及び図２９Ａ～図２９Ｂに関連して上記で論じた）などの制御回路は、選択された閉鎖制御プログラムで使用される閉鎖変化率及び閉鎖閾値入力を調節することができる。明確にするために、制御回路５００が参照される。制御回路５００はまた、周術期情報に基づいて異なる制御プログラムを選択することもできる。追加的に又は代替的に、外科用ハブ１０６、２０６（明確にするために外科用ハブ１０６と称される）などの外科用ハブは、クラウド１０４又は外科用器具１１２から周術期情報を受信してもよい。例えば、外科用ハブ１０６は、クラウド１０４、又はこれは、

外科用器具１１２の組織接触又は圧力センサ（例えば、図２４に示すように）に基づいて判定される初期の組織の厚さ測定値から患者の電子医療記録（ＥＭＲ）を受信してもよい。

【０５６４】

次いで、外科用ハブ１０６は、受信された周術期情報を分析することができる。この分析に基づいて、次いで、外科用ハブ１０６は、選択された閉鎖制御プログラムで使用される閉鎖変化率及び閉鎖閾値入力を調節するために、外科用器具１１２に信号を送信することができる。外科用ハブ１０６はまた、制御回路が異なる制御プログラムを選択することなどによって、外科用器具１１２に異なる閉鎖制御プログラムを選択するように指示することもできる。異なる制御プログラムの選択は、ハブ１０６から受信した信号、又はハブ１０６から更新された制御プログラムを受信する外科用器具１１２によって受信される信号に基づく場合もある。クラウド１０４はまた、使用される閉鎖速度及び最大閾値を調節するための分析を実行することもできる。具体的には、クラウド１０４のプロセッサは、周術期情報を分析して、例えば、閉鎖制御プログラムへの入力を変更するために、又は外科用器具によって実施されるべき異なる好適な閉鎖制御プログラムを選択するために組織の種類及び特徴を判定することができる。

【０５６５】

このようにして、外科用器具１１２は、好適な閉鎖速度アルゴリズム及び閉鎖最大閾値を適用するように、クラウド１０４によって（例えば、ハブ１０６を介して）指示されてよい。組織の種類及び特徴は、閉鎖パラメータを示すセンサ信号に基づいて更に判定されてもよい。センサは、組織接触又は圧力センサ、力センサ、モータ電流センサ、位置センサ、負荷センサ、又は上述のセンサ４７２、４７４、４７６、６３０、７３４、７３６、７３８、７４４ａ～７４４ｅ、７８４、７８８、１５２４０８、１５３１０２、１５３１１２、１５３１１８、１５３１２６、１５３２００、１５３４３８、１５３４４８、１５３４５０ａ、１５３４５０ｂ、１５３４７４などの他の好適なセンサであってもよい。明確にするために、センサ４７４が参照される。センサ４７４は、外科用器具１１２のパラメータを示すセンサ信号を送信するように構成される。組織の種類及び特徴を判定する前に、一部のタイプの周術期情報をクラウド１０４内に記憶することができる。例えば、患者ＥＭＲは、クラウド１０４のメモリ（例えば、クラウドデータベース）に記憶され得る。一般に、外科用器具１１２、ハブ１０６又はクラウド１０４は、周術期情報を分析して、組織の種類及び状況認識のための特徴を判定することができる。

【０５６６】

従って、周術期情報に基づいて判定された組織の種類及び特徴は、使用される閉鎖率及び最大閾値を先んじて調節するために使用されてよい。すなわち、周術期情報を使用して、より有効な閉鎖パラメータ（例えば、エンドエフェクタ７０２パラメータ）を予測し得ることで、外科用器具１１２によって適用される閉鎖制御プログラムが、治療されている組織の患者固有の組織の特徴及び種類を考慮する閉鎖速度及び閾値を使用することになる。したがって、本明細書に記載される閉鎖速度及び閾値状況認識を使用することにより、外科用器具１１２が、治療されるべき組織を過剰圧縮することなく、調節された閉鎖速度及び閾値を適用することを有利に可能にし得る。過剰な圧縮は、エンドエフェクタ７０２の第１及び第２の顎部材に基づく場合もある。第１及び第２の顎部材は、例えば、第１の顎部材１５２００２、１５２１５２、１５２１５４及び第２の顎部材１５２２０４、１５２２５４、１５２３０４であってもよい。第１及び第２の顎部材はまた、アンビル７１６、７６６及びステープルカートリッジ７１８、７６８を指す場合もある。明確にするために、第１の顎部材は１５２００２と称され、一方、第２の顎部材は１５２２０４と称される。第１の顎部材１５２００２及び第２の顎部材１５２００４は、第１の顎部材１５２００２と第２の顎部材１５２００４との間の距離として画定されるエンドエフェクタ７０２の開口部を画定してもよい。

【０５６７】

例えば、エンドエフェクタ７０２の開口部が不必要に小さい場合、不必要な組織損傷又は過剰圧縮からの外傷が生じる可能性がある。このような過剰圧縮を低減又は防止するこ

とは、センサ４７４からの周術期情報及び／又はセンサ信号を使用して調節することによって達成されてよい。また、初期閉鎖パラメータ測定中に加えられる圧縮を、負荷センサ４７４（閉鎖力を測定する）及び位置センサ４７４（第１の顎部材１５２００２及び第２の顎部材１５２００４の位置を測定する）に基づいて最小限に抑えることもできる。一般に、センサ４７４は、外科用器具１１２のエンドエフェクタ７０２によって及ぼされる閉鎖力を測定するように構成されてよい。周術期情報から組織の特徴及び種類を先んじて推定することに加えて、外科用器具１１２、ハブ１０６及びクラウド１０４のうちの１つ又は２つ以上は、（図１２に示すように）センサ４７４からの感知された測定値を使用して、必要に応じて加えられる閉鎖力、閉鎖速度、及び閉鎖閾値を検証する、又は更なる調節を行ってもよい。具体的には、接触センサを使用して、変形されていない組織の厚さを判定することができる。また、位置センサ４７４と組み合わせた負荷センサ４７４が、第１の顎部材１５２００２及び第２の顎部材１５２００４のそれぞれの位置に対する適用された閉鎖力に基づいて、組織の厚さを判定するために使用されてもよい。これらの検証又は更なる調節は、術前又は術中に実行することができる。

【０５６８】

閉鎖パラメータ状況認識は、継続的に実行されてもよい。したがって、臨床医又は外科医は、エンドエフェクタ７０２の閉鎖パラメータ（例えば、閉鎖制御プログラム）を適切に調節するために（例えば、外科処置の工程が実行されるとき）、周術期情報を継続的に使用してもよい。臨床医履歴（例えば、外科医の日常的な業務）に基づいて、例えば、実行されている外科処置の次の工程が血管組織に関与すると判定された場合、周術期情報を使用してエンドエフェクタ７０２の閉鎖パラメータを調節する場合もある。このような状況では、状況認識外科用器具１１２は、一定の閉鎖変化率で閉鎖力を適用してよい。そのような周術期情報は、エンドエフェクタ７０２の閉鎖パラメータ（例えば、制御プログラムの閉鎖変化率及び閉鎖閾値）を調節するために、外科用器具１１２の閉鎖パラメータを示すセンサ信号と共に使用されてもよい。術中情報などの周術期情報は、患者が放射線療法によって以前に治療されたことを示す場合がある。

【０５６９】

この情報に基づいて、制御回路５００は、外科処置の工程全体を通して考慮され得る組織の特徴である、組織の堅さの増加を推定し得る。一実施例では、この増加した組織の堅さは、より適切なエンドエフェクタ７０２の閉鎖パラメータ値に対する調節が達成され得るように、組織の厚さを示すセンサ信号を補うために使用される周術期情報であってもよい。周術期情報はまた、適用される外科処置が、葉切除処置であることを示す場合もあり、これは、クラウド１０４内に記憶されたデータから決定され得る。葉切除処置の知識に基づいて、処置される（例えば、ステープル留めされる）可能な組織の種類には血管、気管支組織、及び軟組織が含まれることが特定されてよい。

【０５７０】

したがって、周術期情報に基づいて、外科用器具１１２によって現在処置されている組織の特有の組織の種類及び特徴は、組織の治療上の処置の開始前に予測又は推定され得る。例えば、治療情報、診断情報、及び患者情報と併せて、初期の組織の厚さ（現在治療されている組織が最初にエンドエフェクタ７０２に接触したときに測定される）を考慮すると、これまでに照射された軟組織が治療されているという推論を可能にし得る。治療されている組織の種類及び特徴は、外科処置を開始する前にコンテキスト上決定され得るため、外科用器具１１２の制御回路５００によって実施される閉鎖制御プログラムは、治療上の処置が開始する前に、有利に調節され得る（例えば、推定された組織の種類又は特徴に従って入力パラメータを変更することによって）、又は（例えば、異なる制御プログラムを選択することによって）変更され得る。具体的には、治療されている照射された軟組織の堅さ及び脆弱性に対処するために、最大組織閉鎖閾値を低下させてもよい。最大閾値は、適用され得る最大閉鎖力、又は最大の閉鎖変化率を指すことができる。更に、閉鎖制御プログラムの閉鎖アルゴリズムはまた、照射された軟組織の識別に基づいて、より遅い、より保守的な閉鎖速度を適用するように調節される場合もある。

【０５７１】
また、外科用器具１１２が、例えば、照射された軟組織に適切なステープル用留め用外科用器具１１２であるかどうかを判定することができる。周術期情報が、選択された外科用器具１１２がその意図された使用に適していないことを示す場合、警告が生成され得る。例えば、現在処置されている組織が気管支組織であり、不適切な血管ステープル留め外科用器具１１２が選択されていることが周術期情報に基づいて推定され得る場合、臨床医に対して警告が生成される。一般に、外科用器具１１２は、外科用器具の種類、周術期情報、及びセンサ信号の間の、判定、予測又は推定された不一致に基づいて警告を生成してもよい。更に、上記で論じたように、術中情報はまた、外科処置全体の中で調節に使用され得る。例えば、全体的の処置手術における現在の工程は、硬い気管支組織を治療する場合があり、これは典型的には、より遅い閉鎖速度になるであろう。更に、初期調整の後に更なる調整を行うこともできる。具体的には、追加の術中情報（例えば、感知された情報）が分析され、現在適用されている閉鎖アルゴリズムに適用される閉鎖するための力が修正又は調節されるべきと推定されたとき、より遅い閉鎖速度をより速い閉鎖速度に調節するように、手術中に更なる調節を行うことができる。このような調節はまた、特定の状況では手術後に行われる場合もある。

【０５７２】
したがって、閉鎖速度及び閾値は、治療上の処置の開始前又は治療上の処置中に、判定された組織の種類、組織の特徴、及び周術期情報に基づいて有益に調節され得る。したがって、この調節は、過剰な歪みに起因する組織損傷を有利に回避又は最小化し、ステープル留め外科用器具１１２からのステープルの適切な形成を容易にすることができる。

【０５７３】
図１０８及び図１０９は、本開示の様々な態様による、周術期情報に基づいて使用され得る様々なエンドエフェクタ閉鎖閾値関数を示すグラフ２２０００と、調節されたエンドエフェクタ閉鎖制御アルゴリズムを示すグラフ２２１００である。グラフ２２１００は、グラフ２２０００を考慮して拡大されている。図１０８及び図１０９では、エンドエフェクタ７０２に適用される掴持力として理解することができる掴持するため又は閉鎖するための力（ＦＴＣ）が、グラフ２２０００、２２１００のｙ軸２２００２、２２１０２上に示されている。外科サイクルの経過した時間又はそれにわたる時間は、ｘ軸２２００４、２２１０４上に示される。図１０８のｘ軸２２００４は、例えば、サイクルが１３秒にわたることを示す。対照的に、図１０９のｘ軸２２１０４は２秒未満である。図１０８に示されるように、規定値の普遍的組織閉鎖閾値関数（ＦＴＣ$_{d}$２２００６として示される）が、一般的な外科処置で使用される外科用器具１１２のエンドエフェクタ７０２の閉鎖を制御するために適用されてよい。

【０５７４】
規定値のＦＴＣ$_{d}$２２００６よりも保守的な他の閾値もグラフ２２０００、２２１００に示されている。しかしながら、これより保守的でない閾値を使用することもできる。ＦＴＣ$_{L1}$２２００８及びＦＴＣ$_{L2}$２２０１０によって表されるように、より保守的な閉鎖閾値は、規定値の閉鎖力機能に対して外科用器具の閉鎖力を低減するために使用可能である。ＦＴＣ$_{L1}$２２００８及びＦＴＣ$_{L2}$２２０１０は、外科用器具１１２、ハブ１０６又はクラウド１０４のメモリに記憶される閾値であり得る。追加的に又は代替的に、ＦＴＣ$_{d2}$２２００６は、外科用サイクル中の好適な時点で動的に調節され得る。動的調節は、制御回路５００、対応するハブ１０６又はクラウド１０４によって実行され得る。また、グラフ２２０００、２２１００は、異なる閉鎖閾値関数ＦＴＣ$_{d}$、ＦＴＣ$_{L1}$、及びＦＴＣ$_{L2}$２２００６、２２００８、２２０１０の対応する勾配を示す。閉鎖閾値は、対応する外科サイクルにおける時間の関数として変化し得るため、閉鎖閾値の勾配は、外科サイクルの間全体にわたって一定であるか、又は必要に応じて変化する場合もある。

【０５７５】
換言すれば、特定の閉鎖閾値関数によって定義される瞬間的な変化率は、外科サイクルにおける異なる時間の範囲の間で異なってもよい。例えば、特定の閉鎖閾値関数は、外科

サイクルの開始時の比較的遅い増加率及び外科サイクルの真ん中あたりの比較的速い増加率を定義してよい。閉鎖閾値関数ΔＦＴＣd２２１０６、ΔＦＴＣL1２２１０８及びΔＦＴＣL2２２１１０は、関数ＦＴＣd２２００６、L1２２００８及びＦＴＣL2２２０１０の図で変倍されており、閉鎖閾値関数の対応する勾配を例示する。図１０９の態様では、勾配は一定であるが、勾配は適宜変化し得ることが分かる。閉鎖変化率は、選択される閉鎖閾値関数に従って調節され得る。調節の一例が、図１０８及び図１０９の「ｘ」によって例示され、グラフ２２１００を考慮すると変倍されたより大きなサイズで示されている。この例では、ライン２２０１２、２２１１２によって表されるような閉鎖変化率は、ΔＦＴＣL2２２１１０を超えないように調節される。

【０５７６】

一態様では、外科用器具１１２のモータ４８２、７０４ａ～７０４ｅ、７５４、１５００８２、１５０７１４などのモータは、エンドエフェクタ７０２の第２の顎部材１５２００４に対して第１の顎部材１５２００２を移動させることができる。明確にするために、モータ４８２が参照される。モータ４８２は、ライン２２０１２、２２１１２によって表されるような閉鎖変化率に従って、及び選択された閉鎖閾値に従ってエンドエフェクタ７０２を移動させる、又は閉鎖してもよい。この目的のために、制御回路５００は、モータ４８２によって引き込まれた電流を調節して、選択された閾値に基づいてモータ４８２の速度又はトルクを変化させてもよい。例えば、グラフ２２０００、２２１００は、外科用器具１１２の閉鎖変化率パラメータを選択された閾値ＦＴＣL2２２０１０内に留まるように変化させるように、制御回路５００が時点「ｘ」（グラフに示すように）でモータ４８２をどのように調節し得るかを示している。患者固有の閾値であり得るＦＴＣL2２２０１０は、周術期情報に基づいて選択及び決定されてもよい。

【０５７７】

グラフ２２０００、２２１００に示されるＦＴＣ閾値２２００６、２２００８、２２０１０は、制御回路５００によって実行される異なる又は同一の閉鎖制御プログラムのパラメータであってもよい。これらの閉鎖制御プログラムは、外科用器具１１２のメモリにローカルに記憶されてもよく、又はハブ１０６又はクラウド１０４上にリモートに記憶されてもよい。一般に、閉鎖閾値関数は、そのサイクルにおける任意の時点に関して、瞬間的に適用可能な閉鎖閾値が示されるように、閉鎖閾値がサイクルにおける時間の関数としてどのように変化するかを定義する。閉鎖閾値は、例えば、エンドエフェクタの顎部を閉鎖するために適用され得る最大閉鎖力、又は使用される閉鎖力の最大変化率を定義することができる。図１０８は、使用される閉鎖力の最大変化率として閾値を使用することを示す。グラフ２２０００、２２１００上の選択された時点で、ｘ軸２２００４、２２１０４上の時間及びｙ軸２２００２、２２１０２上のＦＴＣに対してプロットされたライン２２０１２、２２１１２は、時間内のその時点で顎部１５２００２、１５２００４を閉鎖するために適用される瞬間的な力を示す。

【０５７８】

ライン２２０１２によって示されるように、適用される力は時間ゼロから時間ｔ1まで経時的に増加し、その後増加率はゼロになり、次いで力を減少させる一定の比率に達する。時間ｔ2の少し前は、減少率は非常に急である。時間ｔ2の後、顎部を閉じるために適用される力は、ゼロ比率に遷移し始め、その後、ゼロ以外の比率で減少する。グラフ２２１００のライン２２１１２によって示されるように、顎部１５２００２、１５２００４を閉鎖するための適用される閉鎖力は、時間ゼロから０．５秒のわずかに前まで増加する（ｘ軸２２１０４上に示される）。グラフ２２１００上の「ｘ」に対応する時間において、制御回路５００は、閉鎖の増加率が減少するように、選択された閉鎖アルゴリズムを調節するようにモータ４８２を調節してもよい。このようにして、モータ４８２は、選択された患者固有の閾値ΔＦＴＣL2２２１１０内に留まるように制御回路５００によって制御され得る。加えて、グラフ２２１００に示されるように、「ｘ」に対応する時間の後は、適用される閉鎖力のよりゆっくりとした増加率は一定の比率になる。

【０５７９】

一態様では、適用されるＦＴＣの同一の全体量が、外科サイクル中に適用されてもよい。しかしながら、エンドエフェクタを閉鎖するために適用される力は、必要に応じて、より段階的に又は即座に加えられてもよい。これは、ライン２２０１２、２２１１２などの閉鎖変化率によって表される変化率によって示される。図１０９は、３つの図示した閾値ΔＦＴＣ$_{d}$２２１０６、ΔＦＴＣ$_{L1}$２２１０８及びΔＦＴＣ$_{L2}$２２１１０のそれぞれを、ＦＴＣ$_{d}$２２００６、ＦＴＣ$_{L1}$２２００８及びＦＴＣ$_{L2}$２２０１０の図で変倍されるように示しており、一部の態様では、ΔＦＴＣ$_{d}$２２１０６、ΔＦＴＣ$_{L1}$２２１０８及びΔＦＴＣ$_{L2}$２２１１０は、異なる閉鎖閾値関数を表す。換言すれば、制御回路５００は、閾値ＦＴＣ$_{d}$２２００６、ＦＴＣ$_{L1}$２２００８及びＦＴＣ$_{L2}$２２０１０のいずれか１つから、閾値ΔＦＴＣ$_{d}$２２１０６、ΔＦＴＣ$_{L1}$２２１０８及びΔＦＴＣ$_{L2}$２２１１０に調節してよく、これらはこの状況において完全に異なる閾値である。

【０５８０】

上述のように、閉鎖閾値関数の勾配は、１回の外科サイクル中に変化することが可能である。そのような状況において、動的勾配は、外科サイクル全体にわたって一貫して又は個別に調節され得る。一般に、閉鎖閾値パラメータの調節は、現在の閉鎖制御プログラムのパラメータを変更する（例えば、制御回路５００によって履行されている閉鎖閾値関数を直接変更する制御回路５００によって）、又は全体的に新たな閉鎖制御プログラムに切り替えることによって達成され得る。切り替え又は調節は、周術期情報に基づいて、制御回路５００、ハブ１０６又はクラウド１０４によって実行される場合もある。例えば、制御回路５００は、現在の制御プログラムから、クラウド１０４から受信した第２の閉鎖制御プログラムに切り替えることができる。第２の閉鎖制御プログラムはまた、クラウド１０４からハブ１０６に送信される場合もある。

【０５８１】

上述したように、組織を治療するために使用される外科用器具１１２のうちの１つ又は２つ以上を使用して、現在治療上処置されている組織の種類及び特徴を判定する、推定する、又は予測するために、対応するハブ１０６及びクラウド１０４を使用して、周術期情報を受信する、推定する又は判定することができる。これらの閉鎖状況認識推論及び予測は、閉鎖変化率閾値を調節するのに有用である。したがって、ＦＴＣ$_{d}$２２００６、ΔＦＴＣ$_{d}$２２１０６に加えて、グラフ２２０００、２１０００は、例えば、外科用器具１１２によって使用される閉鎖アルゴリズムが自動的に組み込むことができる、例えば、第２の組織閉鎖変化率閾値関数ＦＴＣ$_{L1}$２２００８、ΔＦＴＣ$_{L1}$２２１０８も示す。すなわち、外科用器具１１２は、入力を現在の閉鎖制御プログラムに合わせて調節するか、又は制御回路５００によって実行される異なる制御プログラムに合わせて調節することができる。例えば、状況認識外科用ハブ１０６は、現在適用されている外科処置が胸腔内にある標的領域に基づく肺外科処置であると判定することができる。次に、胸腔が、例えば、手術室で使用される別の装置からの通気出力に基づいて標的領域として推定され得る。よって、治療される組織の種類は、肺組織であると判定される。従って、外科用器具１１２は、これまでに使用された閾値ＦＴＣ$_{d}$２２００６、２２１０６からの肺組織に対する規定値の閉鎖閾値関数ＦＴＣ$_{L1}$２２００８、２２１０８を使用するように調節することができる。このような調節は、ｙ軸２２００４、２２１０４にまたがる外科サイクル中に行われてよい。

【０５８２】

例えば、状況認識外科用ハブ１０６は、患者の肺が比較的脆い組織を含むことを予測し得る。したがって、図１０８及び図１０９に示されるように、閉鎖閾値関数は、より低いＦＴＣ閾値関数に調節され得る。閉鎖閾値は、例えば、エンドエフェクタによって適用される最大許容ＦＴＣ値、又は最大許容ＦＴＣ変化率であり得る。肺組織の比較的高い堅さの推論が、他の周術期情報によって確認されてよい。例えば、クラウド１０４内に記憶された患者のＥＭＲを分析して、患者が癌と以前に診断されており、放射線治療を受けていると判定する場合がある。この種の術前情報を使用して、肺組織の組織の特徴が、相対的に高い堅さ及び有意な液体含有量（例えば、組織内の水の割合）を含むことを推定し得る。

【０５８３】
初期予測を確認することに加えて、周術期情報を使用して、不正確な初期予測に適応することもできる。例えば、外科用器具１１２は、組織が実際よりも柔軟であるという誤った仮定に基づいて、次善最適な閉鎖アルゴリズムを適用する場合がある。このような状況では、患者履歴の術前情報が、誤った仮定に対する補正の一部として使用されてもよい。一般に、周術期情報は、閉鎖パラメータを示すセンサ信号と併せて使用されてよい。有利には、周術期情報は、センサ信号に基づいて決定された初期閉鎖アルゴリズムを確認することができ、又は初期閉鎖アルゴリズムを異なるより適した閉鎖アルゴリズムに調節するために使用される場合もある。例えば、センサ信号は、感知された適用された閉鎖力とエンドエフェクタ７０２の開口位置（例えば、第２の顎部１５２００４に対する第１の顎部１５２００２の位置）の関係を示すことができる。このような信号は、組織の堅さを判定するために使用することができ、外科手術の前又は外科手術中に閉鎖アルゴリズムを調節するために、他の周術期情報と併せて使用される場合もある。

【０５８４】
従って、図１０８及び図１０９のグラフ２２０００、２２１００は、患者固有の組織の特徴に基づいて、規定値の肺組織閾値関数FTC_{L1}が更に調節され得ることを示す。図１０８及び図１０９に示されるように、外科用器具は、例えば、患者の固有の周術期情報に基づいて、閾値関数FTC_{L1}２２００８からFTC_{L2}２２０１０又はFTC_{d}２２００６に更に調節することができる。従って、調節は、外科処置が開始する前に、又は外科処置中に行われる場合がある。更に、調節は、FTC_{d}２２００６からFTC_{L2}２２０１０、又は閾値関数ＦＴＣＬ２　２２０１０からなされてもよく、又は閾値関数FTC_{L2}２２０１０が単純に直接実装される場合もある。周術期情報に基づいて、利用可能な閉鎖閾値関数のいずれにおける調節も可能である。

【０５８５】
図１０８及び図１０９は、より低い閾値に対する調節、より高い閾値への調節も可能である。図１０８及び図１０９に示される閾値関数は、特定の閉鎖制御プログラムによって実装され得る特定の制御プロセスに対応し得る。或いは、制御プロセスは、異なる閉鎖制御プログラムに対応することもできる。制御回路５００は、例えば、選択された閉鎖制御アルゴリズム自体を直接変更するか、又は異なる閉鎖制御アルゴリズムに切り替えてもよい。すなわち、特定の閉鎖制御アルゴリズムの閉鎖閾値関数、又はライン２２０１２、２２１１２によって表される特定の適用された閉鎖変化率に関する閉鎖閾値関数は修正されてよい。閉鎖閾値関数の修正は、周術期情報に基づいて外科処置中に実行することができる。また、閾値機能は、時間の他の、又は時間に加えて何らかの更に他のパラメータの関数、例えば使用されるステープルサイズなどであってもよい。

【０５８６】
追加的に又は代替的に、閉鎖の調節は単に、入力を閉鎖閾値関数に合わせて調節するだけでよい。例えば、組織の厚さなどの組織の特徴が閉鎖閾値関数に対する入力である場合、周術期情報を使用して、予測される又は推定される組織の厚さの入力に従って出力閉鎖閾値が修正されるように、予測により、又は推論により入力修正してもよい。したがって、適用される閉鎖閾値関数は周術期情報に基づいて修正され得る。上記で論じたように、適用される閉鎖閾値関数は、適用される閉鎖制御アルゴリズムによって定義される。また、適用されるＦＴＣ又は閉鎖力ライン２２０１２、２２１１２は、周術期情報に基づいて調節され得る。

【０５８７】
一態様では、ＦＴＣ又は閉鎖力ライン２２０１２、２２１１２は、制御回路５００によって実行される対応する閉鎖制御プログラムの閉鎖変化率パラメータを表す。ＦＴＣライン２２０１２、２２１１２はまた、適用される閉鎖制御アルゴリズムによっても定義される。一態様では、適用される閉鎖力は、図１０８及び図１０９における「ｘ」によって示されるように、実行される外科処置のサイクル中に動的に調節され得る。この動的調節はまた、状況認識の適用であってもよい。換言すれば、外科処置における閾値又は閾値関数

に対する調節を推定又は予測するために、周術期情報を取り入れてもよい。このようにして、図１０８及び図１０９に示されるように、図１０８及び図１０９に表示される「ｘ」に対応する時間又は複数の時間で、適用されるＦＴＣは、対応する瞬間的な閉鎖閾値内に留まるように調節又は修正される。要するに、適用される閉鎖制御アルゴリズムは、閉鎖閾値関数及び閉鎖変化率の両方を含むことができ、それらの両方とも周術期情報に基づいて調節され得る。

【０５８８】

一般に、異なる閉鎖閾値又は異なる閉鎖閾値関数に対する調節は、治療されている組織の判定された、推定された又は予測された特徴又は種類に基づいて実行されてよい。上記で論じたように、組織の特徴又は種類は、周術期情報に基づいて決定する、推定する、又は予測することができる。別の閉鎖閾値に対する調節は、外科用器具１１２のモータ４８２によって生成される最大トルク、又はモータ速度の変化率に対して最大閾値を調節するものとして理解され得る。周術期情報の様々な例を使用して、組織の種類又は組織の特徴を決定する、推定する又は予測することができる。例えば、組織の水分量、筋肉特性、及び脈管構造は、適用される閉鎖速度アルゴリズム（閉鎖閾値を含む）に影響を及ぼし得る。一態様では、これらの特性、並びに他の組織の種類及び組織の特徴的特性は、規定値の閉鎖閾値FTC_D２２００６又は任意の他の初期閉鎖制御プログラムパラメータを決定するために使用される。

【０５８９】

したがって、高度な脈管構造は、比較的低い勾配を有する規定値の閉鎖閾値関数を推定するのに使用される組織の特徴であり得る。初期制御プログラムパラメータを決定することに加えて、適用されている外科処置及び手術履歴（例えば、処置の手術工程に対して処置を実行する臨床医の典型的なルーチン）などの術前情報が使用されて、高いヘモグロビン含有量を有する血管組織が標的化されていることを推定した場合、このとき、外科用器具によって適用される閉鎖変化率は、より遅くなるように調節され得る。従って、これらの特性を使用して、制御プログラムパラメータを術前及び術中に決定することができる。また、周術期情報は、好適な血管用ステープラが血管組織に対する処置に使用されていることを確認するために使用される場合もある。

【０５９０】

図１１０は、本開示の一態様による、コンピュータ実装インタラクティブ外科システム１００によって閉鎖速度アルゴリズムを調節する一態様のフロー図２２２００である。ステップ２２２０２で、現在の閉鎖アルゴリズムが決定される。これは、外科用器具１１２の制御回路５００によって現在実行されている閉鎖制御プログラムを決定することを指してよい。図１０８及び図１０９に関連して上述したように、現在の閉鎖アルゴリズム又は制御プログラムは、閉鎖閾値関数（例えば、閉鎖閾値パラメータ）及び適用される閉鎖力（ＦＴＣ）関数（例えば、閉鎖変化率パラメータ）を含んでもよい。フロー図２２２００は、工程２２２０４に進み、ここで、術前情報が受信され、分析される。上記で論じたように、術前情報は、組織接触センサ４７４に基づいた初期の組織の厚さ、以前の診断及び治療を含む患者履歴（例えば、ハブ又はクラウドに記憶された患者情報ＥＭＲ記録上にリストにされた）、外科医の典型的な手術ルーチンなどの臨床医履歴、識別された外科用器具、及び関連する材料、並びに識別された現在の外科処置を含んでもよい。この術前情報は、工程２２２０６で組織の種類又は組織の特徴を判定する、推定する又は予測するために使用することができる。

【０５９１】

例えば、組織接触センサ４７４によって測定される変形前の初期の組織の厚さは、初期閉鎖アルゴリズムを決定するために使用され得る。肺の問題の患者履歴などの術前情報を使用して、実行されている現在の外科処置が胸部処置であり、組織の種類が肺組織であることを判定する場合がある。この術前情報は、初期閉鎖アルゴリズムに対する調節を決定するために更に使用され得る。追加的に又は代替的に、非治療的（又は準非治療的）初期の組織圧縮測定値と閉鎖部材の位置測定値（例えば、エンドエフェクタの第１及び第２の

顎部の位置）を術前情報と併せて使用することもできる。手術室内の通気装置から受信した通気の術前情報を更に使用して、現在の処置が胸郭であることを推定することができる。他の術前情報もまた、実行される特定の胸部処置を更に予測するために使用され得る。例えば、患者が癌であることを示す、クラウド内の患者ＥＭＲ記録に基づいて、胸部処置が肺葉切除であり、肺葉内の癌組織を切除することができることが工程２２２０６で推定され得る。

【０５９２】

更に、患者ＥＭＲ記録は、患者が癌に対する放射線治療を以前に受けたことを患者履歴が示すことを更に示すことができる。このような状況では、照射された肺組織は堅いであろうが、例えば、外科用器具１１２による単極ＲＦエネルギーの印加を受けやすいことが推定又は予測され得る。これは、推定される組織の特徴の一例である。また、肺葉切除が実行されていることの推論はまた、外科用器具１１２によるステープル留めが可能な組織が血管（ＰＡ／ＰＶ）、気管支、及び軟組織を含むと判定する場合もある。ステップ２２２０８において、現在の閉鎖アルゴリズムに対する調節が、術前情報に基づいて決定され、適用される。上記で論じたように、閉鎖閾値及び適用されるＦＴＣは、組織の種類及び組織の特徴に基づいて調節されてもよい。例えば、高い組織の堅さは、適用されるＦＴＣのより保守的な変化率（例えば、ＦＴＣライン２２０１２、２２１１２によって表されるように）並びにより低い最大閾値を一般に出力する閉鎖閾値（例えばFTC_{L_2}２２０１０及びΔFTC_{L_2}２２１１０によって表されるような）を必要とする場合がある。

【０５９３】

最大閾値は、第１及び第２の顎部材１５２００２、１５２００４がステープルを発射するために外科用器具１１２に対して十分な位置にある閾値を示してもよい。比較的厚い組織は、例えば、よりゆっくりとした閉鎖力の変化率に対応してよく、また、例えば、概してより高い最大閉鎖閾値に対応し得る。また、組織の種類又は構造は、工程２２２０８で他の閉鎖アルゴリズムの調節を特定するために決定された外科処置及び臨床医履歴に基づいて推定される場合もある。例えば、治療する外科医の臨床医履歴は、最初に血管を治療する事例を示してもよい。組織の種類及び構造は、高い血中含量（すなわち、高脈管構造）を有する血管肺組織であると推定され得る。この推定された組織の種類及び特徴の情報に基づいて、よりゆっくりと適用されるＦＴＣ変化率に対する調節が有益であると判定することができる。要約すると、現在の閉鎖アルゴリズムに対する調節は、推定される情報に基づいて決定され、工程２２２０８で適用される。したがって、現在の外科手術は、調節された現在の閉鎖アルゴリズムを使用する外科用器具１１２によって実行され得る。

【０５９４】

フロー図２２２００は次に、判定動作２２２１０に進み、この判定動作２２２１０で、識別された外科処置の任意の工程が残っているかどうかが判定される。ステップが残っていない場合（すなわち、判定動作２２２１０に対する答えはいいえ）、フロー図２２２００は、一部の態様では終了する。しかしながら、判定動作作２２２１０に対する答えがはいである場合、外科処置の更なる工程が残っている。したがって、フロー図２２２００の現在の状態は、手術中である。この場合、フロー図はステップ２２２１２に進み、術中情報を受信し、分析することができる。例えば、術中情報は、外科処置のこの工程において治療された組織の種類が軟組織であることを示し得る。具体的には、組織は、例えば、臨床医の履歴に基づいて軟組織であると推定され得る。この推論は、組織接触センサ４７４の測定値、及び負荷センサ４７４と閉鎖部材位置の測定値と併せて行われ得る。更に、臨床医の履歴は、単極ＲＦエネルギー外科用器具を用いて切開した後、治療する外科医が、肺亀裂（肺の軟組織を覆うために内側に折り畳まれる内臓ひだの二重折り）を型どおりに完了することを示してもよい。このような状況では、以前に完了した単極ＲＦ切開に基づいて、外科処置の現在の工程が肺の軟組織であることが推定されてよい。

【０５９５】

加えて、外科用ハブ１０６は、使用される外科用器具１１２が、例えば、軟組織に発射するための適切なステープラであるかどうかを判定してもよい。初期組織接触センサ４７

４の測定値は、エンドエフェクタ７０２が完全に開いているとき（最大顎部開口部で）、第１及び第２の顎部材１５２００２、１５２００４の長さに接触する組織に基づいて、組織が比較的厚いことを示してもよく、このことは軟組織と一致し得る。更に、顎部開口曲線と比較して閉鎖部によって表されるような閉鎖部材位置測定値に対する負荷センサ４７４は、比較的高い組織の堅さを示し得る。このような堅さの特徴は、照射された軟組織と一致することができ、これは、クラウド内の患者ＥＭＲデータを参照することによって確認することができる予測である。このようにして、例えば工程２２２１２では、センサ信号と周術期情報を併せて使用することができる。

【０５９６】

この受信及び分析された術中情報に基づいて、判定動作２２２１４において、更なる調節が必要であると判定することができる。一方、判定動作２２２１４で答えがいいえの場合、フロー図は判定動作２２２１０に戻る。判定動作２２２１４における回答がはいであるとき、組織の種類及び組織の特徴は、工程２２２０６で上述したものと同様に、軟組織の組織構造及び堅さの特徴を判定するなどと推定される。続いて、現在適用されている閉鎖アルゴリズムの調節を決定し、工程２２２０８で適用することができる。具体的には、硬く脆い軟組織が治療されていることの推論は、適用される閉鎖力のよりゆっくりとした、より保守的な変化率への調節を生じることができる。

【０５９７】

したがって、現在の閉鎖アルゴリズムは、閉鎖閾値及び変化率を最小化するアルゴリズムに調節され得る。すなわち、調節された閾値は、最大閉鎖力閾値の低減、閉鎖力のより緩やかな変化率、閉鎖力閾値の変化率の低減、又は上記のいくつかの組み合わせ若しくは部分的組み合わせを有し得る。臨床医が不注意に閉鎖閾値を超える状況では、例えば、待機時間を設けることができる。閉鎖閾値を超えると、組織又は圧縮されている材料が、例えば、ステープルを発射するために厚すぎることを示す場合がある、この待機時間が必要であり得る。したがって、待機時間は、エンドエフェクタ７０２内のいくつかの組織材料又は流体が排出する又は退出することを可能にし得る。好適な待ち時間の際、組織は適切に圧縮されて、ステープル留め外科用器具１１２がステープルを発射できるように適切なエンドエフェクタ７０２の構成を達成することができると判定される。調節された閉鎖アルゴリズムはより保守的であるため、長い待機時間が使用され得る。しかしながら、臨床医は、外科用器具１１２上のより迅速な掴持プロトコルの使用を手動で選択することによって、この長い待機時間又は保守的な調節された閉鎖アルゴリズムをオーバーライドすることが可能であり得る。

【０５９８】

工程２２２０８において、この修正された閉鎖アルゴリズムを軟組織に適用すると、フロー図は再び判定動作２２２１０に進む。ここで、外科処置の残りの工程が存在するため、回答は再びはいであってもよい。例えば、葉切除処置は、次いで、血管ステープル留め工程に進むことができる。ここでも、ステップ２２２１２において、術中情報が受信され、分析される。例えば、外科用ハブは、臨床医が血管ステープラ外科用器具を選択したことを判定することができる。また、組織接触センサ４７４からの初期測定は、組織接触が閉鎖中にほとんど直ちに起こることを示し得る。加えて、組織接触は、血管ステープラ１１２の小さい領域を包含するように決定されてもよく、ステープラ１１２の遠位側に画定されてもよい。負荷センサ４７４の測定値はまた、適合性組織構造を示す場合もある。更に、組織は、肺血管と一致し得る比較的低い堅さを有し得ることが推定され得る。更に、臨床医の履歴は、治療する外科医が、肺亀裂を完了した後の工程として、血管用の血管ステープラ１１２を使用することを示し得る。したがって、術中情報は、例えば、閉鎖パラメータセンサ信号と共に、組織の種類及び組織の特徴を推定するために使用されてもよい。特に、血管組織は、選択された血管用ステープラ１１２の特定の特徴に基づいて治療されることが予測され得る。初期組織接触及び負荷センサ４７４の測定値は、例えば、この初期予測を確認することができる。

【０５９９】

その結果、更なる調節が必要であることを判定動作２２２１４で判定することができ、これによりフロー図２２２００はステップ２２２０６に進む。工程２２２０６において、組織は、比較的低い組織の厚さ及び堅さを有する血管組織であると推定され得る。したがって、フロー図２２２００は工程２２２０８に進み、ここで、以前に適用された保守的な閉鎖アルゴリズムが、通常の閉鎖アルゴリズムに調節される。通常の閉鎖アルゴリズムは、一定の閉鎖変化率を含んでもよい。また、閉鎖閾値は、軟組織の制御アルゴリズムで使用される閾値よりも高くてもよい。換言すれば、通常の閉鎖アルゴリズムは、より高い最大適用閉鎖力に達することができ、閉鎖変化率は、軟組織の場合よりも速くてもよい。外科用器具はまた、特定の色を表示する発光ダイオード（ＬＥＤ）インジケータなどの好適なインジケータを介して、通常の閉鎖アルゴリズムへの調節を臨床医に通知することができる。別の例では、患者が完全な肺亀裂を有することを工程２２２０６で判定することができる。したがって、外科処置においてまだ行われている軟組織のステープル発射は存在しない。この判定に応答して、外科用器具は、外科用器具のディスプレイを介して、この推論が正しいことを確認するように臨床医に促すことができる。臨床医は次に、外科処置のこの工程又は段階のための適切な閉鎖制御アルゴリズムを手動で選択することができる。追加的に又は代替的に、外科用器具１１２は、工程２２２０６で実行された推論が最終的でなくてもよいため、保守的な閉鎖アルゴリズムに対する規定値であってもよい。いずれの場合でも、調節された閉鎖アルゴリズムは、工程２２２０８で適用される。

【０６００】

葉切除処置例の説明を続けると、フロー図は判定動作２２２１０に進む。判定動作２２２１０では、外科処置の残りの工程が存在すると判定され得る。したがって、工程２２２１２において、術中情報が受信され、分析される。術中情報に基づいて、治療されている組織の種類が気管支組織であると推定され得る。更に、初期組織接触センサ４７４の測定値は、エンドエフェクタ７０２間に把持された組織が、エンドエフェクタ７０２の初期閉鎖中にほとんど直ちに第１及び第２の顎部材１５２００２、１５２００４に接触し、そのような接触がステープル留め外科用器具１１２の小さい領域に対応することを示し得る。また、このような接触部は、顎部部材１５２００２、１５２００４の両側に画定される。

【０６０１】

その結果、この組織接触シナリオは気管支組織に対応することが予測され得る。上記で論じたように、これらの初期組織接触センサ４７４の測定値は、非治療的又は準非治療的であってもよい。更に、閉鎖の開口曲線と比較して閉鎖によって表される閉鎖負荷センサ４７４の測定値は、気管支組織と一致する硬い組織構造を示し得る。外科処置で既に血管用ステープラ１１２が使用されているという外科的処置履歴による指示もまた、軟組織のステープル発射が既に行われており、著しい単極ＲＦエネルギー使用が生じている可能性が高いことを意味する場合がある。この手術処置履歴は、例えば、医師が気管支組織を治療することを予測するために使用されてもよい。この予測は、葉切除処置における最後の工程として気管支をステープル留めする外科医の通常の業務と一致するであろう。工程２２２１２でこのタイプの及び他の好適な術中情報を分析することに基づいて、更なる調節が必要であることを判定動作２２２１４において判定することができる。判定動作２２２１４に対する回答がはいであるため、フロー図は工程２２２０６に進み、治療された組織が正常な組織の堅さ及び厚さを有する気管支組織であると推定される。

【０６０２】

一態様では、外科用器具１１２が特定の組織タイプに対してのみ構成されているため、処置された組織が気管支組織であると結論付けやすくなり得る。例えば、外科用器具１１２は、気管支に使用されるステープルを発射するように適応可能であってもよい。反対に、外科用器具１１２は、軟組織に使用されるステープルを発射するように適応可能であり得る。そのシナリオでは、外科医が、軟組織に使用されるステープルで気管支組織を治療しようと試みるため、外科用器具１１２によって警告が発生され得る。この警告は、聴覚的、視覚的、又は何らかの他の適切な警告であり得る。別の例では、血管ステープラ１１２が気管支組織と共に使用するために選択された場合に、血管ステープラ１１２によって

警告が提供されてもよい。上記で論じたように、処置されている組織が気管支組織であり、血管ステープラが禁忌であることを、周術期情報に基づいて決定することができる。同様に、閉鎖負荷及びステープラカートリッジの選択などの他の周術期情報が、外科用器具１１２が、それが適用しない組織の種類又は特徴に対して使用されたときに警告を提供するために使用されてもよい。上記で論じたように、周術期情報を使用して行われる推論は、閉鎖パラメータセンサ信号と併せて行われてもよい。全ての状況において、使用されている外科用器具１１２が治療される組織に対して安全であることを確実にするために、安全チェックが実施されてもよい。

【０６０３】

推定される組織の種類及び特徴に従って、工程２２２０８において、現在の閉鎖アルゴリズムに対する調節が行われる。一定の閉鎖速度が好適であると判定されてもよいが、閉鎖速度は、例えば、気管支の推定された組織の特徴に応じて、より速く又はより遅くなるように調節されてもよい。閉鎖閾値は、同一又は同様の方法で修正され得る。更に、外科用器具１１２が即座に適用可能な閉鎖閾値を超える場合、より長い待機時間が自動的に有効になる、又は提案されるように現在の鎖アルゴリズムを調節することもできる。例えば、気管支組織のこの待機時間は、軟組織に使用される待機時間より長くてもよい。上記で論じたように、外科医は、例えば、ＬＥＤインジケータを介して、選択された調節を閉鎖アルゴリズムに通知する。臨床医は、外科医がステープラ外科用器具１１２を適切な状況で発射することを許可され得るように、より長い待機時間に対する臨床医のオーバーライドも可能である。フロー図２２２００は次に、工程２２２１２に進み、外科的処置の更なる工程が残っていないと判定され得る。

【０６０４】

一態様では、フロー図２２２００は、制御回路によって実装されてもよい。しかしながら、他の態様では、フロー図２２２００は、外科用ハブ１０６又はクラウド１０４によって実装され得る。加えて、ステップ２２２０４及び２２２１２は、それぞれ、術前情報及び術中情報報に関して記載されているが、このように限定されるものではない。具体的には、周術期情報は、特定の術前情報又は術中情報報ではなく、全体的に受信及び分析されてよい。上記で論じたように、周術期情報は、術前情報、術中情報、及び術後情報を包含する。更に、センサ信号は、コンテキスト及び基準閉鎖アルゴリズム調節のために周術期情報と併せて使用されてもよい。

【０６０５】

（実施例）

「術前情報に基づいてエンドエフェクタパラメータを調節するためのシステム」という見出しの下で本明細書に記載される主題の様々な態様は、以下の実施例で提示される。

実施例１－外科用システムは、外科用器具を備える。外科用器具は、第１の顎部と、第２の顎部と、を備えるエンドエフェクタを備える。第１の顎部は、第２の顎部に対して移動するように構成されている。外科用器具は、閉鎖変化率パラメータ及び閉鎖閾値パラメータに従って、第１の顎部を第２の顎部に対して移動させるように構成されたモータを更に備える。外科用器具は、エンドエフェクタの閉鎖パラメータを示すセンサ信号を送信するように構成されたセンサを更に備える。外科用システムは、センサに通信可能に結合された制御回路を更に備える。制御回路は、周術期疾患、周術期治療、及び外科処置の種類のうちの１つ又は２つ以上を含む周術期情報を受信するように構成されている。制御回路は、センサからセンサ信号を受信し、周術期情報及びセンサ信号に基づいて、閉鎖変化率パラメータ及び閉鎖閾値パラメータに対する調節を決定するように更に構成されている。

【０６０６】

実施例２－制御回路は、周術期情報及びセンサ信号のうちの１つ又は２つ以上に基づいて、外科用器具によって治療されるべき組織の特徴を判定するように更に構成されている、実施例１に記載の外科用システム。

【０６０７】

実施例３－組織の特徴は、組織の種類の特徴、筋肉特徴、脈管構造特徴、含水量の特徴

、堅さの特徴、及び厚さの特徴のうちの１つ又は２つ以上を含む、実施例２に記載の外科用システム。

【０６０８】

実施例４－制御回路は、閉鎖変化率パラメータ及び閉鎖閾値パラメータに対して決定された調節に基づいて、モータの速度を変更するように更に構成されている、実施例１、２又は３に記載の外科用システム。

【０６０９】

実施例５－制御回路は、外科用器具の種類と、周術期情報及びセンサ信号のうちの１つ又は２つ以上との不一致に基づいて警告を生成するように更に構成されている、実施例１、２、３又は４に記載の外科用システム。

【０６１０】

実施例６－周術期情報は、外科用器具によって治療されるべき組織の種類、組織の特徴、臨床医履歴、及び外科用器具と共に使用するためのステープルカートリッジの種類のうちの１つ又は２つ以上を更に含む、実施例１、２、３、４又は５に記載の外科用システム。

【０６１１】

実施例７－閉鎖閾値パラメータは最大閉鎖力閾値であり、制御回路は、最大閉鎖力閾値に達することに基づいて所定の期間モータを使用不能にするように更に構成されている、実施例１、２、３、４、５又は６に記載の外科用システム。

【０６１２】

実施例８－外科用システムは、クラウドコンピューティングシステムのリモートデータベースから送信される周術期情報を受信するように構成された外科用ハブを備える。外科用ハブは、クラウドコンピューティングシステムに通信可能に結合される。外科用システムは、外科用ハブに通信可能に結合された外科用器具を更に備える。外科用器具は、第１の顎部と、第２の顎部と、を備えるエンドエフェクタを備える。第１の顎部は、第２の顎部に対して移動するように構成されている。エンドエフェクタは、外科用ハブから受信した閉鎖制御プログラムの閉鎖の変化率パラメータ及び閉鎖閾値パラメータに従って、第１の顎部を第２の顎部に対して移動させるように構成されたモータを更に備える。エンドエフェクタは、エンドエフェクタの閉鎖パラメータを示すセンサ信号を送信するように構成されたセンサを更に備える。外科用ハブは、センサからセンサ信号を受信し、周術期情報及びセンサ信号に基づいて、閉鎖変化率パラメータ及び閉鎖閾値パラメータに対する調節を決定するように更に構成されている。

【０６１３】

実施例９－閉鎖制御プログラムは、第１の閉鎖制御プログラムであり、外科用ハブは、第２の閉鎖制御プログラムを外科用器具に送信するように更に構成されており、第２の閉鎖制御プログラムは、閉鎖変化率パラメータに対する調節及び閉鎖閾値パラメータに対する調節を規定する、実施例８に記載の外科用システム。

【０６１４】

実施例１０－クラウドコンピューティングシステムは、第２の閉鎖制御プログラムを外科用ハブに送信するように構成され、第２の制御プログラムの閉鎖変化率パラメータに対する調節及び閉鎖閾値パラメータに対する調節は、周術期情報に基づいて調節される、実施例９に記載の外科用システム。

【０６１５】

実施例１１－外科用器具は、外科用器具の種類と、周術期情報及びセンサ信号のうちの１つ又は２つ以上との不一致に基づいて警告を生成するように構成されている、実施例８、９又は１０に記載の外科用システム。

【０６１６】

実施例１２－閉鎖閾値パラメータは最大閉鎖力閾値であり、外科用ハブは、最大閉鎖力閾値に達することに基づいて、所定の期間モータを使用不能にするように更に構成されている、実施例８、９、１０又は１１に記載の外科用システム。

【０６１７】

実施例１３－周術期情報は、周術期疾患、周術期治療、外科処置の種類、臨床医履歴、外科用器具の種類、外科用器具によって治療される組織の種類、及び組織の特徴のうちの１つ又は２つ以上を含む、実施例８、９、１０、１１、又は１２に記載の外科用システム。

【０６１８】

実施例１４－外科用ハブは、閉鎖変化率パラメータ及び閉鎖閾値パラメータに対して決定された調節に基づいて、モータの速度を変更するように更に構成されている、実施例９に記載の外科用システム。

【０６１９】

実施例１５－外科用器具は、第１の顎部と、第２の顎部と、を備えるエンドエフェクタを備える。第１の顎部は、第２の顎部に対して移動するように構成されている。外科用器具は、外科用ハブから受信した第１の閉鎖制御プログラムの閉鎖変化率パラメータ及び閉鎖閾値パラメータに従って、第１の顎部を第２の顎部に対して移動させるように構成されたモータを更に備える。外科用器具は、エンドエフェクタの閉鎖パラメータを示すセンサ信号を送信するように構成されたセンサと、センサ及びモータに通信可能に結合された制御回路と、を更に備える。制御回路は、センサからセンサ信号を受信し、周術期情報及びセンサ信号に基づいて閉鎖変化率パラメータ及び閉鎖閾値パラメータに対する調節を決定するように構成されている。

【０６２０】

実施例１６－外科用器具は、外科用器具の種類と、周術期情報及びセンサ信号のうちの１つ又は２つ以上との不一致に基づいて警告を生成するように構成されている、実施例１５に記載の外科用システム。

【０６２１】

実施例１７－制御回路は、第１の閉鎖制御プログラムから、クラウドコンピューティングシステムから受信した第２の閉鎖制御プログラムに切り替え、第２の閉鎖制御プログラムに基づいてモータの速度を変更するように更に構成されている、実施例１５又は１６に記載の外科用システム。

【０６２２】

実施例１８－制御回路は、周術期情報及びセンサ信号のうちの１つ又は２つ以上に基づいて、外科用器具によって治療されるべき組織の特徴及び種類を判定するように更に構成されている、実施例１５、１６又は１７に記載の外科用システム。

【０６２３】

実施例１９－閉鎖閾値パラメータは最大閉鎖力閾値である、実施例１５、１６、１７又は１８に記載の外科用システム。

【０６２４】

実施例２０－閉鎖閾値パラメータは最大閉鎖力閾値である、実施例１９に記載の外科用システム。

【０６２５】

様々な態様では、特定のセンサ配列のセンサは、本開示に従って、ステープルカートリッジ上に配置され得る。接着マスクが、所定の位置でセンサを埋め込んでもよい。様々な態様では、センサは、ステープルカートリッジ上の隆起に装着されることで、センサは、組織との接触を確実にするためにステープルカートリッジのカートリッジデッキより高い位置に位置付けられる。接着マスクは、例えば、スクリーンプリント技法を用いてポリエステル基板上にまとめて形成することができる。導電パッドが共通の場所にプリントされ得る。

【０６２６】

様々な実施例において、癌組織に対する近接した検出に加えて、本開示のエンドエフェクタはまた、特定の組織内の特定の癌のタイプを標的とするように構成され得る。参照によりその全体が本発明に組み込まれる、Ａｌｔｅｎｂｅｒｇ Ｂ ａｎｄ Ｇｒｅｕｌｉｃｈ ＫＯの誌刊行Ｇｅｎｏｍｉｃｓ ８４（２００４）ｐｐ．１０１４－１０２０に指摘されるように、特定の癌は、解糖系遺伝子の過剰発現によって特徴付けられるのに対してそ

の他の癌は、解糖系遺伝子の過剰発現によっては特徴付けられていない。従って、本開示のエンドエフェクタは、肺癌又は肝臓癌など、解糖系遺伝子の過剰発現によって特徴付けられる癌組織に対して高い特異性を備えたセンサ配列を装備することができる。

【０６２７】

様々な態様では、本開示によるセンサ配列のセンサ読み取り値は、追加の分析及び／又は状況認識のために、外科用器具によって外科用ハブ（例えば、外科用ハブ１０６、２０６）に伝達される。

【０６２８】

上記の詳細な説明は、ブロック図、フローチャート、及び／又は実施例を用いて装置及び／又はプロセスの様々な形態について記載してきた。そのようなブロック図、フローチャート、及び／又は実施例が１つ若しくは２つ以上の機能及び／又は動作を含む限り、当業者に理解されたいこととして、そのようなブロック図、フローチャート、及び／又は実施例に含まれる各機能及び／又は動作は、多様なハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの事実上の任意の組み合わせによって、個々にかつ／又は集合的に実装することができる。当業者には、本明細書で開示される形態のうちのいくつかの態様の全部又は一部が、１台以上のコンピュータ上で稼働する１つ又は２つ以上のコンピュータプログラムとして（例えば、１台以上のコンピュータシステム上で稼働する１つ又は２つ以上のプログラムとして）、１つ又は２つ以上のプロセッサ上で稼働する１つ又は２つ以上のプログラムとして（例えば、１つ又は２つ以上のマイクロプロセッサ上で稼働する１つ又は２つ以上のプログラムとして）、ファームウェアとして、又はこれらの実質的に任意の組み合わせとして集積回路上で等価に実現することができ、また、回路を設計すること、並びに／又はソフトウェア及び／若しくはファームウェアのコードを記述することは、本開示を鑑みれば当業者の技能の範囲内に含まれることが理解されよう。更に、当業者には理解されることとして、本明細書に記載した主題の機構は、多様な形式で１つ又は２つ以上のプログラム製品として配布されることが可能であり、本明細書に記載した主題の具体的な形態は、配布を実際に行うために使用される信号搬送媒体の特定の種類にかかわらず用いられる。

【０６２９】

様々な開示された態様を実行するように論理をプログラムするために使用される命令は、ダイナミックランダムアクセスメモリ（ＤＲＡＭ）、キャッシュ、フラッシュメモリ、又は他のストレージなどのシステム内メモリに記憶され得る。更に、命令は、ネットワークを介して、又は他のコンピュータ可読媒体によって分配され得る。したがって、機械可読媒体としては、機械（例えば、コンピュータ）によって読み出し可能な形態で情報を記憶又は送信するための任意の機構が挙げられ得るが、フロッピーディスケット、光ディスク、コンパクトディスク、読み出し専用メモリ（ＣＤ－ＲＯＭ）、並びに磁気光学ディスク、読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（ＥＰＲＯＭ）、電気的消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（ＥＥＰＲＯＭ）、磁気若しくは光カード、フラッシュメモリ、又は、電気的、光学的、音響的、若しくは他の形態の伝播信号（例えば、搬送波、赤外線信号、デジタル信号など）を介してインターネットを介した情報の送信に使用される有形機械可読ストレージに限定されない。したがって、非一時的コンピュータ可読媒体としては、機械（例えば、コンピュータ）によって読み出し可能な形態で電子命令又は情報を記憶又は送信するのに好適な任意の種類の有形機械可読媒体が挙げられる。

【０６３０】

本明細書の任意の態様で使用されるとき、用語「制御回路」は、例えば、ハードワイヤード回路、プログラマブル回路（例えば、１つ又は２つ以上の個々の命令処理コアを含むコンピュータプロセッサ、処理ユニット、プロセッサ、マイクロコントローラ、マイクロコントローラユニット、コントローラ、デジタル信号プロセッサ（ＤＳＰ）、プログラマブル論理機構（ＰＬＤ）、プログラマブル論理アレイ（ＰＬＡ）、又はフィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ））、状態機械回路、プログラマブル回路によって実行

される命令を記憶するファームウェア、及びこれらの任意の組み合わせを指すことができる。制御回路は、集合的に又は個別に、例えば、集積回路（ＩＣ）、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、システムオンチップ（ＳｏＣ）、デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、サーバ、スマートフォンなどの、より大きなシステムの一部を形成する回路として具現化され得る。したがって、本明細書で使用するとき、「制御回路」としては、少なくとも１つの個別の電気回路を有する電気回路、少なくとも１つの集積回路を有する電気回路、少なくとも１つの特定用途向け集積回路を有する電気回路、コンピュータプログラムによって構成された汎用コンピューティング装置（例えば、本明細書で説明したプロセス及び／若しくは装置を少なくとも部分的に実行するコンピュータプログラムによって構成された汎用コンピュータ、又は本明細書で説明したプロセス及び／若しくは装置を少なくとも部分的に実行するコンピュータプログラムによって構成されたマイクロプロセッサ）を形成する電気回路、メモリ装置（例えば、ランダムアクセスメモリの形態）を形成する電気回路、及び／又は通信装置（例えばモデム、通信スイッチ、又は光－電気設備）を形成する電気回路が挙げられるが、これらに限定されない。当業者は、本明細書で述べた主題が、アナログ若しくはデジタルの形式又はこれらのいくつかの組み合わせで実現されてもよいことを認識するであろう。

【０６３１】

本明細書の任意の態様で使用される場合、用語「論理」は、前述の動作のいずれかを実行するように構成されたアプリケーション、ソフトウェア、ファームウェア、及び／又は回路を指し得る。ソフトウェアは、非一時的コンピュータ可読記憶媒体上に記録されたソフトウェアパッケージ、コード、命令、命令セット、及び／又はデータとして具現化されてもよい。ファームウェアは、メモリ装置内のコード、命令、若しくは命令セット、及び／又はハードコードされた（例えば、不揮発性の）データとして具現化されてもよい。

【０６３２】

本明細書の任意の態様で使用するとき、用語「構成要素」、「システム」、「モジュール」などは、ハードウェア、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせ、ソフトウェア、又は実行中のソフトウェアのどちらかであるコンピュータ関連エンティティを指すことができる。

【０６３３】

本明細書の任意の態様で使用するとき、「アルゴリズム」とは、所望の結果につながる工程の自己無撞着シーケンスを指し、「工程」とは、必ずしも必要ではないが、記憶、転送、結合、比較、及び別様に操作されることが可能な電気又は磁気信号の形態をなすことができる物理量及び／又は論理状態の操作を指す。これらの信号を、ビット、値、要素、記号、文字、用語、番号などとして言及することが一般的な扱い方である。これらの及び類似の用語は、適切な物理量と関連付けられてもよく、また単に、これらの量及び／又は状態に適用される便利なラベルである。

【０６３４】

ネットワークとしては、パケット交換ネットワークが挙げられ得る。通信装置は、選択されたパケット交換ネットワーク通信プロトコルを使用して、互いに通信することができる。１つの例示的な通信プロトコルとしては、伝送制御プロトコル／インターネットプロトコル（ＴＣＰ／ＩＰ）を使用して通信を可能にすることができるイーサネット通信プロトコルを挙げることができる。イーサネットプロトコルは、Ｉｎｓｔｉｔｕｔｅ ｏｆ Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ ａｎｄ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ Ｅｎｇｉｎｅｅｒｓ（ＩＥＥＥ）によって発行された２００８年１２月発行の表題「ＩＥＥＥ８０２．３Ｓｔａｎｄａｒｄ」、及び／又は本規格の後のバージョンのイーサネット規格に準拠するか、又は互換性があり得る。代替的に又は追加的に、通信装置は、Ｘ．２５通信プロトコルを使用して互いに通信することができる。Ｘ．２５通信プロトコルは、Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ Ｔｅｌｅｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ Ｕｎｉｏｎ－Ｔｅｌｅｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ Ｓｔａｎｄａｒｄｉｚａｔｉｏｎ Ｓｅｃｔｏｒ（ＩＴＵ－Ｔ）によって公布された規格に準拠するか、又は互換性があり得る。代替的に又は追加的に、通信装置は、フレームリ

レー通信プロトコルを使用して互いに通信することができる。フレームリレー通信プロトコルは、Ｃｏｎｓｕｌｔａｔｉｖｅ Ｃｏｍｍｉｔｔｅｅ ｆｏｒ Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ Ｔｅｌｅｇｒａｐｈ ａｎｄ Ｔｅｌｅｐｈｏｎｅ（ＣＣＩＴＴ）及び／又はｔｈｅ Ａｍｅｒｉｃａｎ Ｎａｔｉｏｎａｌ Ｓｔａｎｄａｒｄｓ Ｉｎｓｔｉｔｕｔｅ（ＡＮＳＩ）によって公布された規格に準拠するか、又は互換性があり得る。代替的に又は追加的に、送受信機は、非同期転送モード（ＡＴＭ）通信プロトコルを使用して互いに通信することが可能であり得る。ＡＴＭ通信プロトコルは、ＡＴＭ Ｆｏｒｕｍによって「ＡＴＭ－ＭＰＬＳ Ｎｅｔｗｏｒｋ Ｉｎｔｅｒｗｏｒｋｉｎｇ２．０」という題で２００１年８月に公開されたＡＴＭ規格及び／又は本規格の後のバージョンに準拠するか、又は互換性があり得る。当然のことながら、異なる及び／又は後に開発されたコネクション型ネットワーク通信プロトコルは、本明細書で等しく企図される。

【０６３５】

別段の明確な定めがない限り、前述の開示から明らかなように、前述の開示全体を通じて、「処理する」、「計算する」、「算出する」、「決定する」、「表示する」などの用語を使用する議論は、コンピュータシステムのレジスタ及びメモリ内で物理（電子的）量として表現されるデータを操作し、コンピュータシステムのメモリ若しくはレジスタ又はそのような情報記憶、伝送、若しくは表示装置内で物理量として同様に表現される他のデータへと変換する、コンピュータシステム又は類似の電子計算装置の動作及び処理を指していることが理解されよう。

【０６３６】

１つ又は２つ以上の構成要素が、本明細書中で、「ように構成される（configured to）」、「ように構成可能である（configurable to）」、「動作可能である／ように動作する（operable/operative to）」、「適合される／適合可能である（adapted/adaptable）」、「ことが可能である（able to）」、「準拠可能である／準拠する（conformable/conformed to）」などと言及され得る。当業者は、「ように構成される」は、一般に、文脈上他の意味に解釈すべき場合を除き、アクティブ状態の構成要素及び／又は非アクティブ状態の構成要素及び／又はスタンドバイ状態の構成要素を包含し得ることを理解するであろう。

【０６３７】

「近位」及び「遠位」という用語は、本明細書では、外科用器具のハンドル部分を操作する臨床医を基準として使用される。「近位」という用語は、臨床医に最も近い部分を指し、「遠位」という用語は、臨床医から離れた位置にある部分を指す。便宜上及び明確性のために、「垂直」、「水平」、「上」、及び「下」などの空間的用語が、本明細書において図面に対して使用され得ることが更に理解されよう。しかしながら、外科用器具は、多くの向き及び位置で使用されるものであり、これらの用語は限定的及び／又は絶対的であることを意図したものではない。

【０６３８】

当業者は、一般に、本明細書で使用され、かつ特に添付の特許請求の範囲（例えば、添付の特許請求の範囲の本文）で使用される用語は、概して「オープンな」用語として意図されるものである（例えば、「含む（including）」という用語は、「～を含むが、それらに限定されない（including but not limited to）」と解釈されるべきであり、「有する（having）」という用語は「～を少なくとも有する（having at least）」と解釈されるべきであり、「含む（includes）」という用語は「～を含むが、それらに限定されない（includes but is not limited to）」と解釈されるべきであるなど）ことを理解するであろう。更に、導入された請求項記載（introduced claim recitation）において特定の数が意図される場合、かかる意図は請求項中に明確に記載され、またかかる記載がない場合は、かかる意図は存在しないことが、当業者には理解されるであろう。例えば、理解を助けるものとして、後続の添付の特許請求の範囲は、「少なくとも１つの（at least one）」及び「１つ以上の（one or more）」という導入句を、請求項記載を導入するために含むことがある。しかしながら、かかる句の使用は、「ａ」又は「ａｎ」という不定冠詞

によって請求項記載を導入した場合に、たとえ同一の請求項内に「１つ以上の」又は「少なくとも１つの」といった導入句及び「ａ」又は「ａｎ」という不定冠詞が含まれる場合であっても、かかる導入された請求項記載を含むいかなる特定の請求項も、かかる記載事項を１つのみ含む請求項に限定されると示唆されるものと解釈されるべきではない（例えば、「ａ」及び／又は「ａｎ」は通常、「少なくとも１つの」又は「１つ以上の」を意味するものと解釈されるべきである）。定冠詞を使用して請求項記載を導入する場合にも、同様のことが当てはまる。

【０６３９】

用語「備える（comprise）」（「ｃｏｍｐｒｉｓｅｓ」及び「ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ」など、ｃｏｍｐｒｉｓｅの任意の語形）、「有する（have）」（「ｈａｓ」及び「ｈａｖｉｎｇ」など、ｈａｖｅの任意の語形）、「含む（include）」（「ｉｎｃｌｕｄｅｓ」及び「ｉｎｃｌｕｄｉｎｇ」など、ｉｎｃｌｕｄｅの任意の語形）、及び「含有する（contain）」（「ｃｏｎｔａｉｎｓ」及び「ｃｏｎｔａｉｎｉｎｇ」など、ｃｏｎｔａｉｎの任意の語形）は、開放型の連結動詞である。結果として、１つ以上の要素を「備える」、「有する」、「含む」、若しくは「含有する」外科用システム、デバイス、又は装置は、それらの１つ以上の要素を有するが、それらの１つ以上のみを有することに限定されない。同様に、１つ以上の特徴を「備える」、「有する」、「含む」、若しくは「含有する」、システム、デバイス、又は装置の素子は、それら１つ以上の特徴を有するが、それら１つ以上の特徴のみを有することに限定されない。

【０６４０】

更に、導入された請求項記載において特定の数が明示されている場合であっても、かかる記載は、典型的には、少なくとも記載された数を意味するものと解釈されるべきであることが、当業者には認識されるであろう（例えば、他に修飾語のない、単なる「２つの記載事項」という記載がある場合、一般的に、少なくとも２つの記載事項、又は２つ以上の記載事項を意味する）。更に、「Ａ、Ｂ、及びＣなどのうちの少なくとも１つ」に類する表記が用いられる場合、一般に、かかる構文は、当業者がその表記を理解するであろう意味で意図されている（例えば、「Ａ、Ｂ、及びＣのうちの少なくとも１つを有するシステム」は、限定するものではないが、Ａのみ、Ｂのみ、Ｃのみ、ＡとＢの両方、ＡとＣの両方、ＢとＣの両方、及び／又はＡとＢとＣの全てなどを有するシステムを含む）。「Ａ、Ｂ、又はＣなどのうちの少なくとも１つ」に類する表記が用いられる場合、一般に、かかる構文は、当業者がその表記を理解するであろう意味で意図されている（例えば、「Ａ、Ｂ、又はＣのうちの少なくとも１つを有するシステム」は、限定するものではないが、Ａのみ、Ｂのみ、Ｃのみ、ＡとＢの両方、ＡとＣの両方、ＢとＣの両方、及び／又はＡとＢとＣの全てなどを有するシステムを含む）。更に、典型的には、２つ若しくは３つ以上の選択的な用語を表わすあらゆる選言的な語及び／又は句は、文脈上他の意味に解釈すべき場合を除いて、明細書内であろうと、請求の範囲内であろうと、或いは図面内であろうと、それら用語のうちの１つ、それらの用語のうちのいずれか、又はそれらの用語の両方を含む可能性を意図すると理解されるべきであることが、当業者には理解されよう。例えば、「Ａ又はＢ」という句は、典型的には、「Ａ」又は「Ｂ」又は「Ａ及びＢ」の可能性を含むものと理解されよう。

【０６４１】

添付の特許請求の範囲に関して、当業者は、本明細書における引用した動作は一般に、任意の順序で実施され得ることを理解するであろう。また、様々な動作のフロー図がシーケンス（複数可）で示されているが、様々な動作は、例示されたもの以外の順序で行われてもよく、又は同時に行われてもよいことが理解されるべきである。かかる代替の順序付けの例は、文脈上他の意味に解釈すべき場合を除いて、重複、交互配置、割り込み、再順序付け、増加的、予備的、追加的、同時、逆、又は他の異なる順序付けを含んでもよい。更に、「～に応答する」、「～に関連する」といった用語、又は他の過去時制の形容詞は、一般に、文脈上他の意味に解釈すべき場合を除き、かかる変化形を除外することが意図されるものではない。

【０６４２】
「一態様」、「態様」、「例示」、「一例示」などへの任意の参照は、その態様に関連して記載される特定の機構、構造、又は特性が少なくとも１つの態様に含まれると意味することは特記に値する。したがって、本明細書の全体を通じて様々な場所に見られる語句「一態様では」、「態様では」、「例示では」、及び「一例示では」は、必ずしも全てが同じ態様を指すものではない。更に、特定の特徴、構造、又は特性は、１つ又は２つ以上の態様において任意の好適な様態で組み合わせることができる。
【０６４３】
本明細書で参照され、かつ／又は任意の出願データシートに列挙される任意の特許出願、特許、非特許刊行物、又は他の開示資料は、組み込まれる資料が本明細書と矛盾しない範囲で、参照により本明細書に組み込まれる。それ自体、また必要な範囲で、本明細書に明瞭に記載される開示内容は、参考として本明細書に組み込まれているあらゆる矛盾する記載に優先するものとする。現行の定義、見解、又は本明細書に記載されるその他の開示内容と矛盾する任意の内容、又はそれらの部分は本明細書に参考として組み込まれるものとするが、参照内容と現行の開示内容との間に矛盾が生じない範囲においてのみ、参照されるものとする。
【０６４４】
要約すると、本明細書に記載した構想を用いる結果として得られる多くの利益が記載されてきた。１つ又は２つ以上の形態の上述の記載は、例示及び説明を目的として提示されているものである。包括的であることも、開示された厳密な形態に限定することも意図されていない。上記の教示を鑑みて、修正又は変形が可能である。１つ又は２つ以上の形態は、原理及び実際の応用について例示し、それによって、様々な形態を様々な修正例と共に、想到される特定の用途に適するものとして当業者が利用できるようにするために、選択され記載されたものである。本明細書と共に提示される特許請求の範囲が全体的な範囲を定義することが意図される。
【０６４５】
〔実施の態様〕
（１）　外科用システムであって、
制御回路と、
外科用器具であって、
複数の構成要素であって、前記外科用器具の前記複数の構成要素の各々が装置パラメータを含み、各構成要素が、そのそれぞれの装置パラメータを前記制御回路に送信するように構成されている、複数の構成要素と、
センサであって、
前記外科用器具の提案される機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、
検出された前記組織パラメータを前記制御回路に送信するように構成されたセンサと、を備える、外科用器具と、を備え、
前記制御回路は、システム定義の制約に基づいて、各々のそれぞれの装置パラメータと連携して、前記検出された組織パラメータを分析するように構成されており、かつ
前記複数の構成要素を含む前記外科用器具が前記提案される機能を実行するのに適切であるかどうかを示すように構成されたユーザインターフェースを備える、外科用システム。
（２）　前記検出された組織パラメータは、前記組織の種類、前記組織の厚さ、前記組織の堅さ、前記組織の位置、又は前記組織の血管新生のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１に記載の外科用システム。
（３）　前記外科用器具の構成要素は、ステープルカートリッジを含み、前記装置パラメータは、前記ステープルカートリッジの種類、前記ステープルカートリッジの色、前記ステープルカートリッジに対する補助部、前記ステープルカートリッジの掴持負荷限界、前記ステープルカートリッジの間隙範囲、及び前記ステープルカートリッジの発射速度のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１に記載の外科用システム。
（４）　前記外科用器具の構成要素はエンドエフェクタを含み、前記検出された組織パラ

メータは、前記組織上の前記エンドエフェクタの閉鎖角度、前記エンドエフェクタの組織接触面と接触する前記組織の長さ、及び前記エンドエフェクタ内の前記組織を圧縮する力のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１に記載の外科用システム。
（５） 前記制御回路は、前記少なくとも１つの検出された組織パラメータに基づいて、前記組織を軟組織、血管又は気管支として識別するように更に構成されている、実施態様４に記載の外科用システム。
【０６４６】
（６） 前記制御回路は、前記提案される機能を実行するために前記外科用器具と共に使用するための少なくとも１つの代替の構成要素を推奨するように更に構成されている、実施態様１に記載の外科用システム。
（７） 前記システム定義の制約は、各送信された装置パラメータに関連付けられた所定の組織パラメータ又は所定の組織パラメータ範囲のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１に記載の外科用システム。
（８） 前記制御回路は、前記システム定義の制約を超えたときに前記提案される機能を阻止するように更に構成されている、実施態様１に記載の外科用システム。
（９） 前記ユーザインターフェースは、前記外科用器具の前記提案される機能を可能にするために、前記制御回路をオーバーライドするように選択可能なユーザインターフェース要素を備える、実施態様８に記載の外科用システム。
（１０） 前記外科用器具の前記提案される機能は、前記組織を掴持すること、前記組織を凝固させること、前記組織を切断すること、及び前記組織をステープル留めすることのうちの１つ又は２つ以上を含む、実施態様１に記載の外科用システム。
【０６４７】
（１１） 前記外科用器具に通信可能に結合された外科用ハブを更に備え、前記外科用ハブは前記制御回路を備える、実施態様１に記載の外科用システム。
（１２） 前記外科用器具又は前記外科用ハブのうちの１つは、前記ユーザインターフェースを含む、実施態様１１に記載の外科用システム。
（１３） 外科用システムであって、
外科用ハブと、
前記外科用ハブに通信可能に結合された外科用器具であって、
複数の構成要素であって、前記外科用器具の前記複数の構成要素の各々が装置パラメータを含み、各構成要素が、そのそれぞれの装置パラメータを前記外科用ハブに送信するように構成されている、複数の構成要素と、
センサであって、
前記外科用器具の提案される機能に関連付けられた組織パラメータを検出し、
検出された前記組織パラメータを前記外科用ハブに送信するように構成されたセンサと、を備える、外科用器具と、を備え、
前記外科用ハブは、
プロセッサと、
前記プロセッサに結合されたメモリであって、
システム定義の制約に基づいて、各々のそれぞれの装置パラメータと連携して、前記検出された組織パラメータを分析するように、前記プロセッサによって実行可能な命令を記憶するメモリと、を備えており、かつ
前記複数の構成要素を含む前記外科用器具が、前記提案される機能を実行するのに適切であるかどうかを示すように構成されたユーザインターフェースを備える、外科用システム。
（１４） 前記検出された組織パラメータは、前記組織の種類、前記組織の厚さ、前記組織の堅さ、前記組織の位置、又は前記組織の血管新生のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１３に記載の外科用システム。
（１５） 前記外科用器具の構成要素は、ステープルカートリッジを含み、前記装置パラメータは、前記ステープルカートリッジの種類、前記ステープルカートリッジの色、前記

ステープルカートリッジに対する補助部、前記ステープルカートリッジの掴持負荷限界、前記ステープルカートリッジの間隙範囲、及び前記ステープルカートリッジの発射速度のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１３に記載の外科用システム。

【０６４８】

（１６）　前記外科用器具の構成要素は、エンドエフェクタを含み、前記検出された組織パラメータは、前記組織上の前記エンドエフェクタの閉鎖角度、前記エンドエフェクタの組織接触面と接触する前記組織の長さ、及び前記エンドエフェクタ内の前記組織を圧縮する力のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１３に記載の外科用システム。

（１７）　前記命令は、前記提案される機能を実行するために前記外科用器具と共に使用するための少なくとも１つの代替の構成要素を推奨するように、前記外科用ハブの前記プロセッサによって更に実行可能である、実施態様１３に記載の外科用システム。

（１８）　前記命令は、前記システム定義の制約を超えたときに前記提案される機能を阻止するように、前記外科用ハブの前記プロセッサによって更に実行可能である、実施態様１３に記載の外科用システム。

（１９）　コンピュータ可読命令を記憶する非一時的コンピュータ可読媒体であって、

前記コンピュータ可読命令は、実行されると、マシンに、

システム定義の制約に基づいて、外科用システムの外科用器具の複数の構成要素の各々の装置パラメータと連携して、検出された組織パラメータを分析することであって、前記検出された組織パラメータは、前記外科用器具の提案される機能に関連付けられており、前記外科用システムは、各構成要素がそのそれぞれの装置パラメータを前記マシンに送信するように構成された、複数の構成要素と、前記検出された組織パラメータを検出し、前記検出された組織パラメータを前記マシンに送信するように構成されたセンサと、を含む前記外科用器具を含んでいる、ことと、

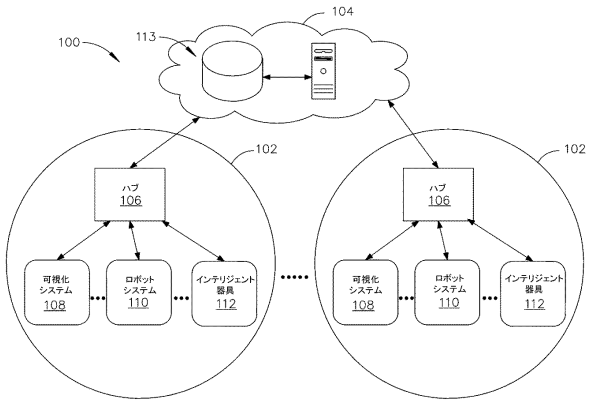
前記複数の構成要素を含む前記外科用器具が、前記外科用システムの前記提案される機能を実行するのに適切であるかどうかの指示を提供するユーザインターフェースを生成することと、を行わせる、非一時的コンピュータ可読媒体。

（２０）　前記命令は、実行されると、前記マシンに更に、

前記ユーザインターフェース上に、前記外科用器具の前記提案される機能を可能にするように選択可能なオーバーライド要素を生成させる、実施態様１９に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

【図面】

【図１】



【図２】

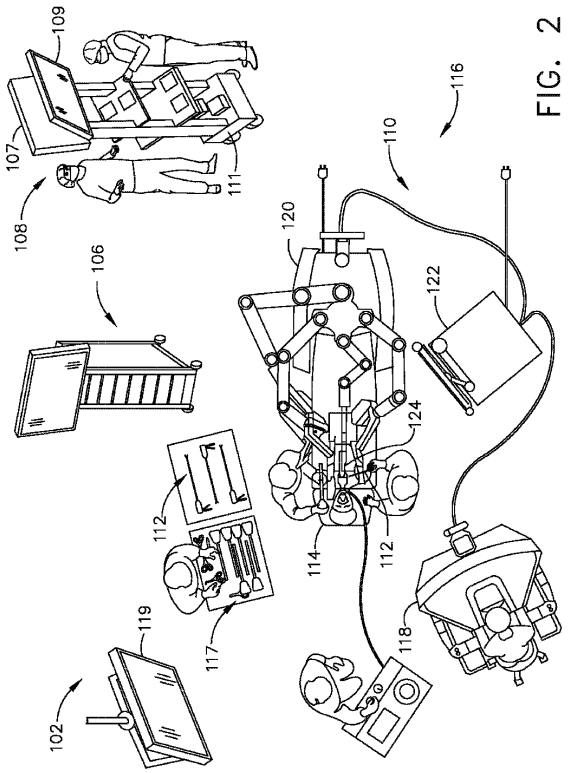
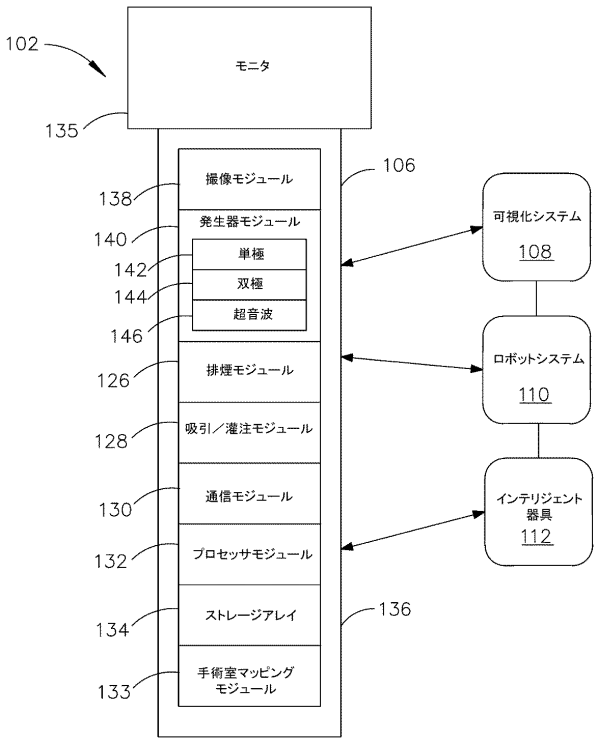


FIG. 2

【図３】



【図４】

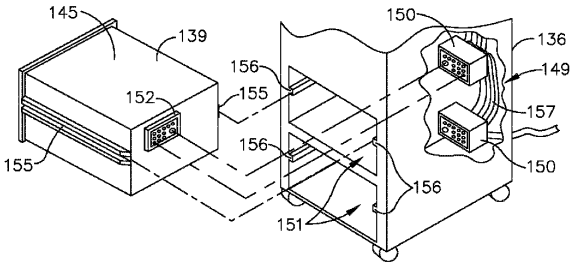


FIG. 4

【図５】

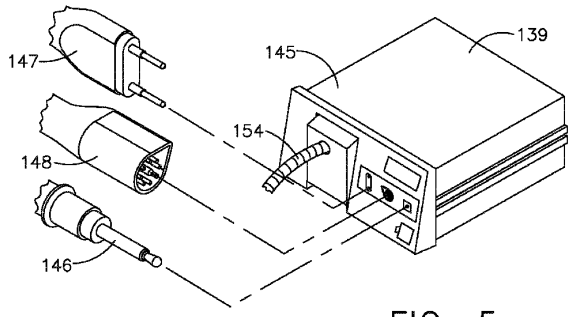


FIG. 5

【図６】

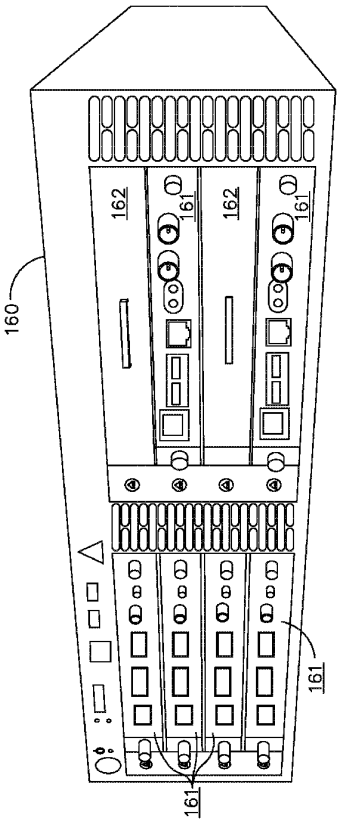


FIG. 6

【図７】

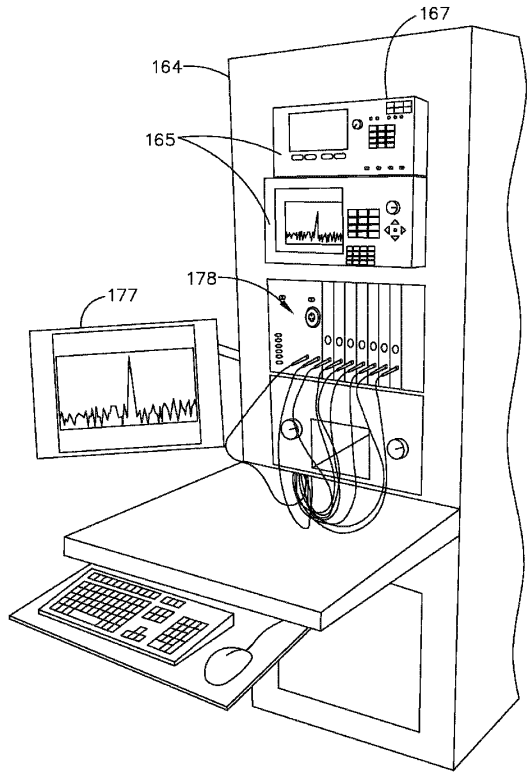
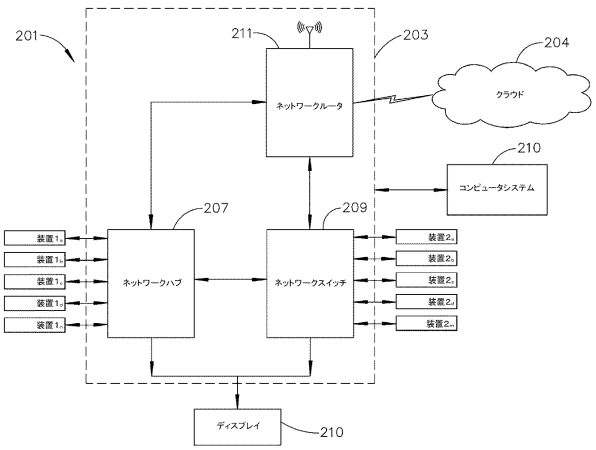
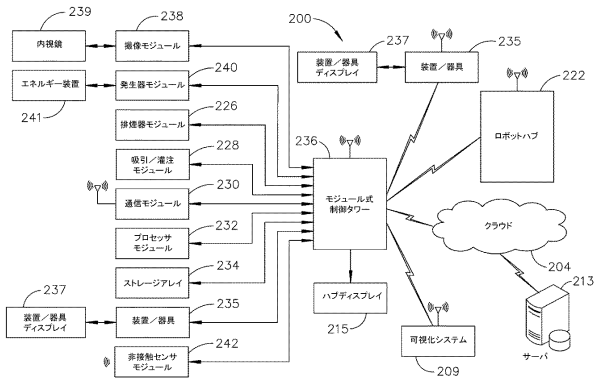


FIG. 7

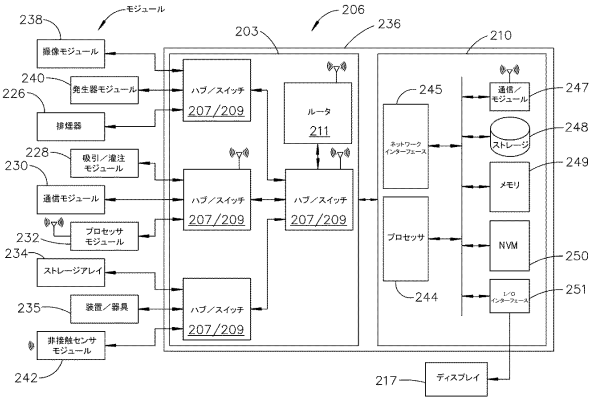
【図８】



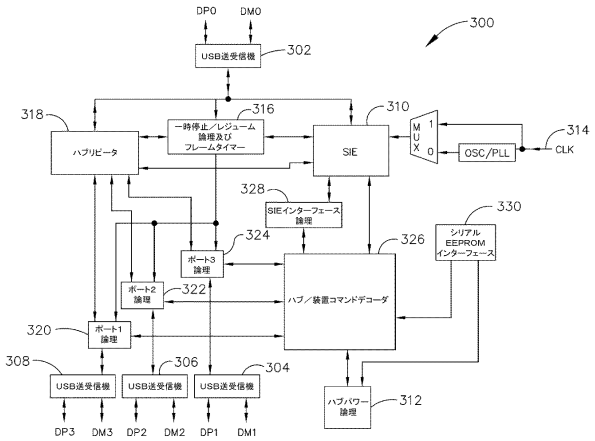
【図９】



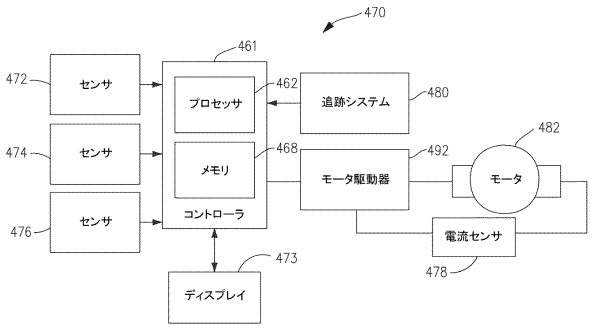
【図１０】



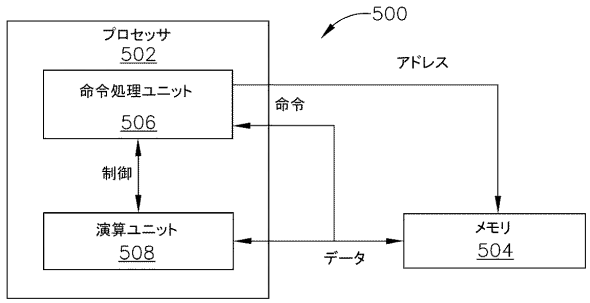
【図１１】



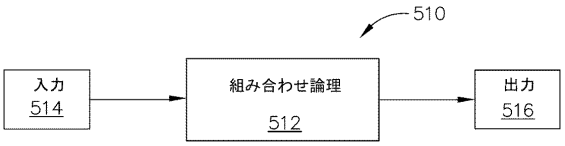
【図１２】



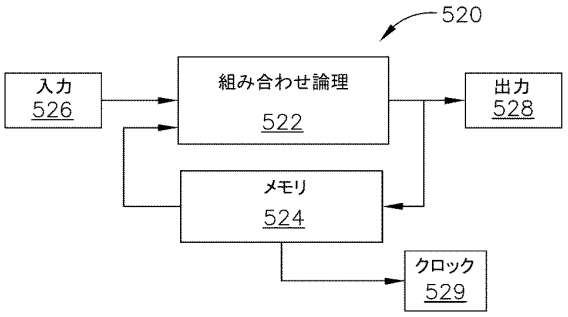
【図１３】



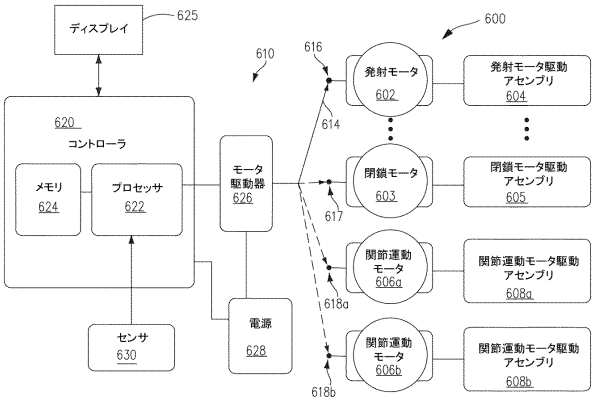
【図１４】



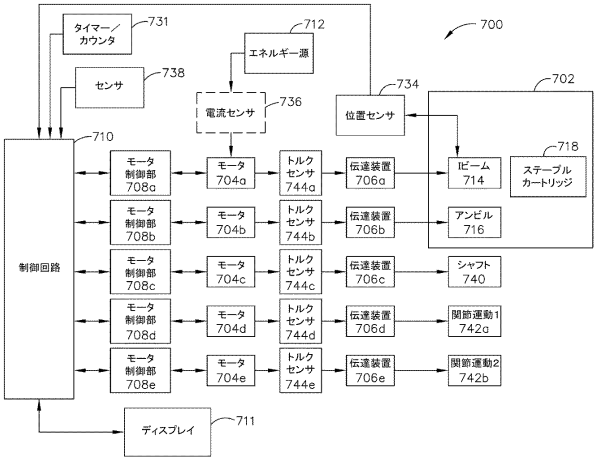
【図１５】



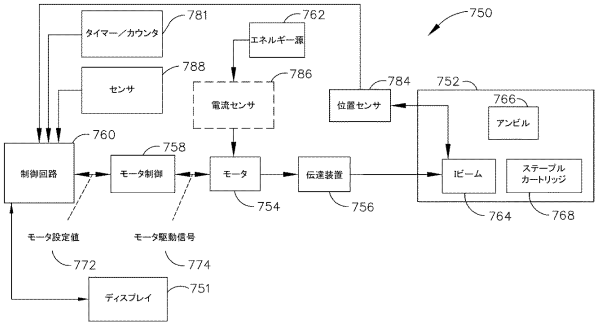
【図１６】



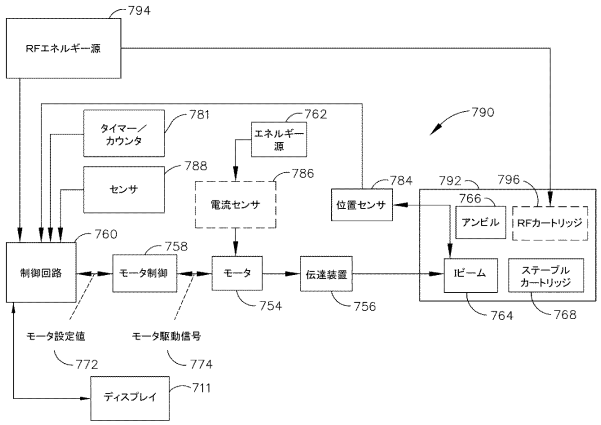
【図１７】



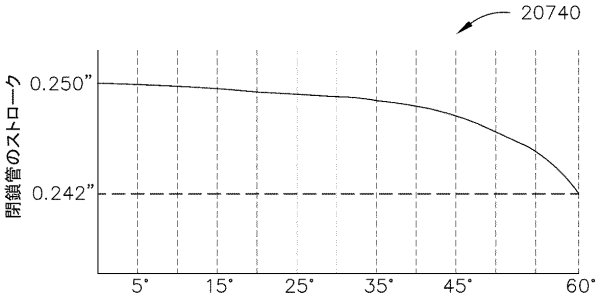
【図１８】



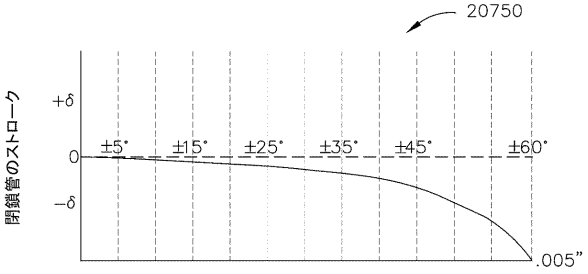
【図１９】



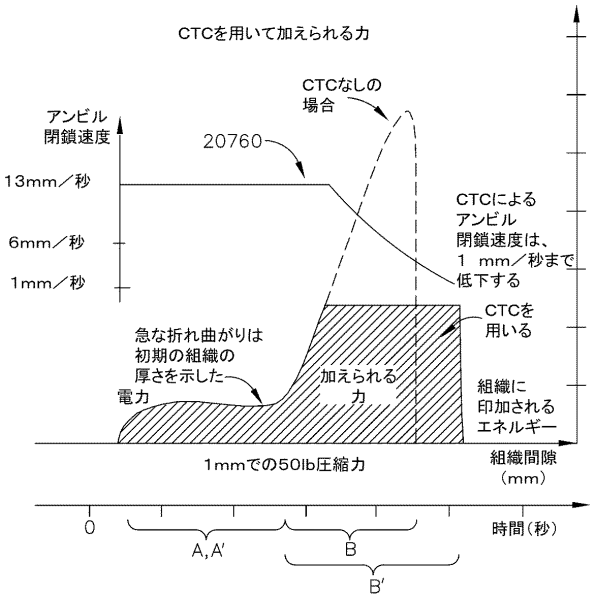
【図２０】



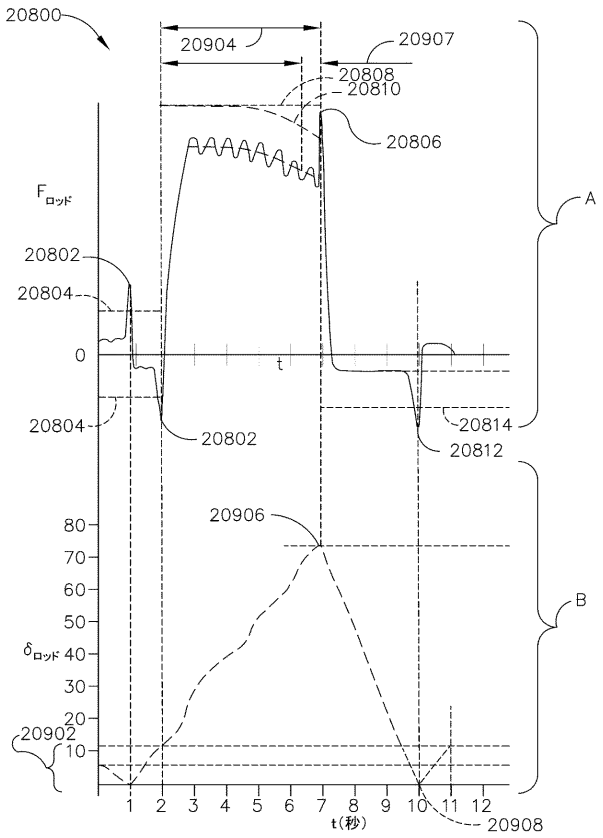
【図２１】



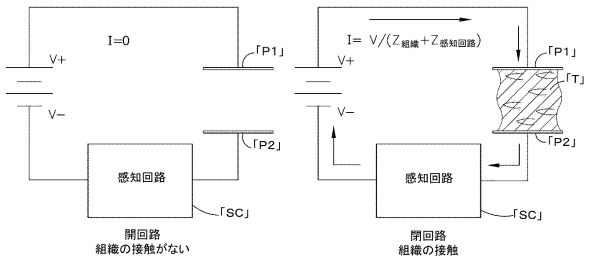
【図２２】



【図２３】



【図２４】



【図２５】

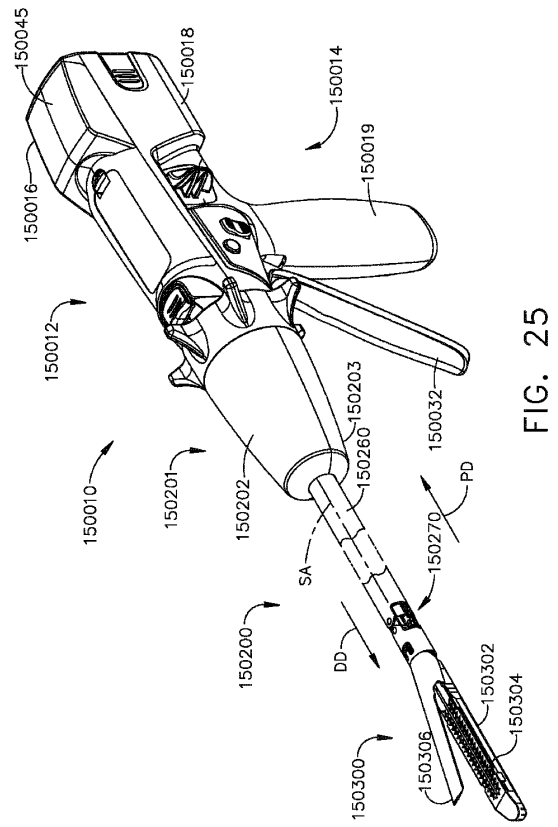


FIG. 25

【図２６】

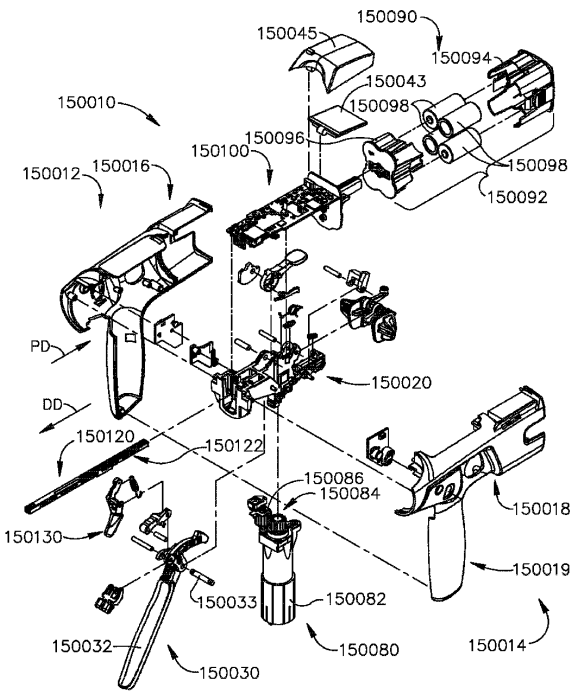


FIG. 26

【図２７】

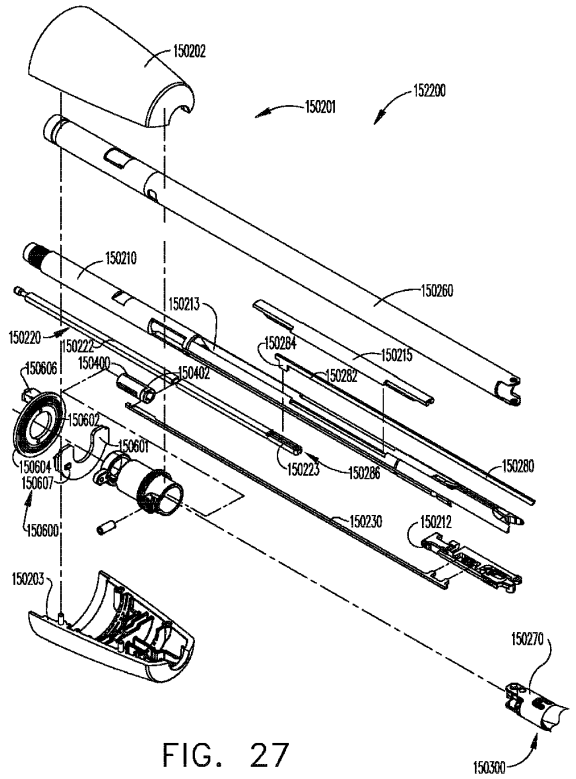


FIG. 27

【図２８】

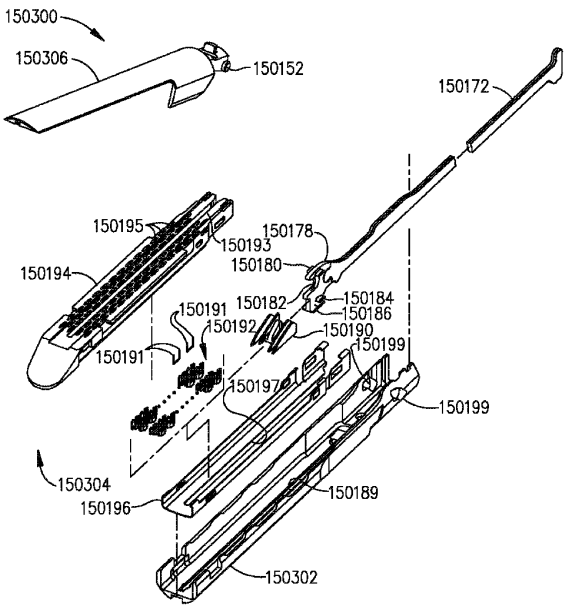
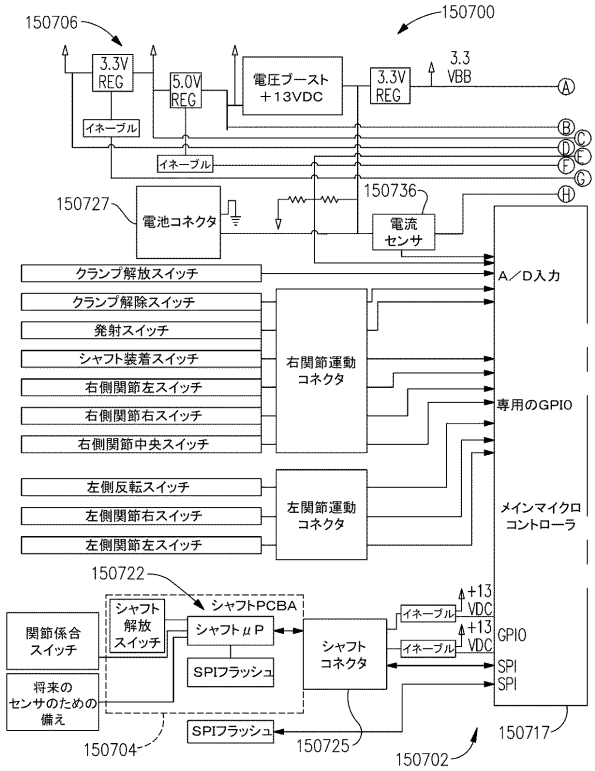
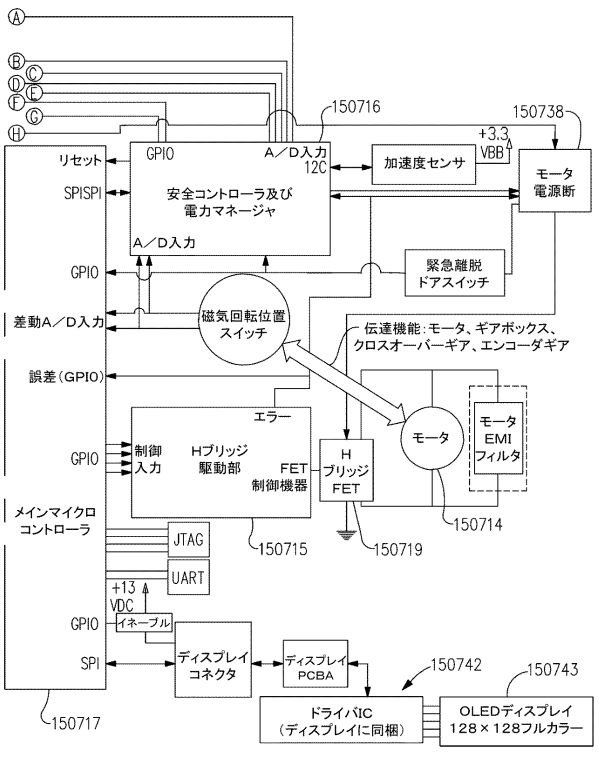


FIG. 28

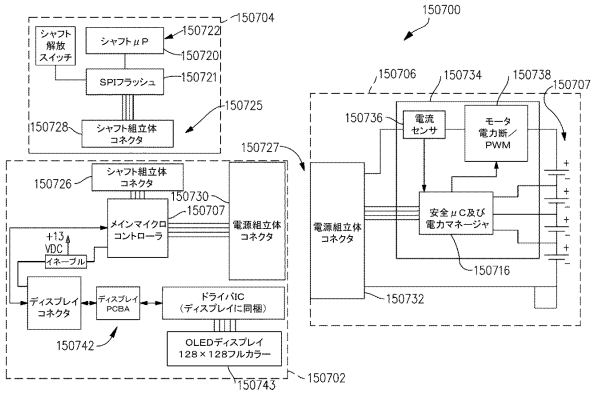
【図２９Ａ】



【図２９Ｂ】



【図３０】



【図３１】

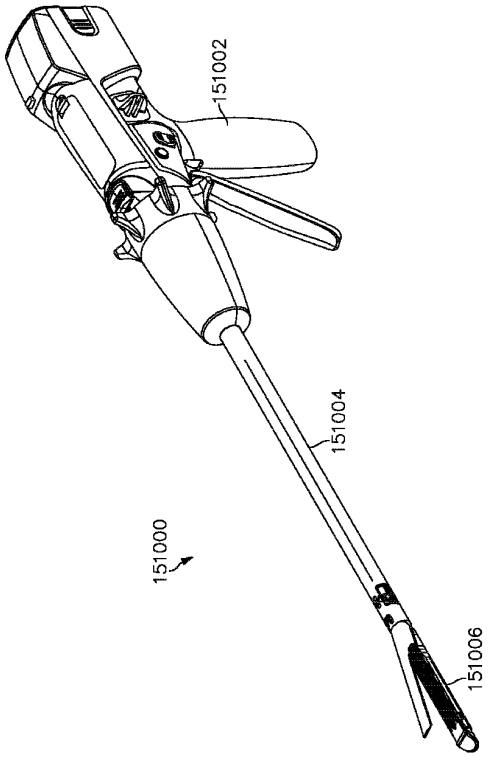
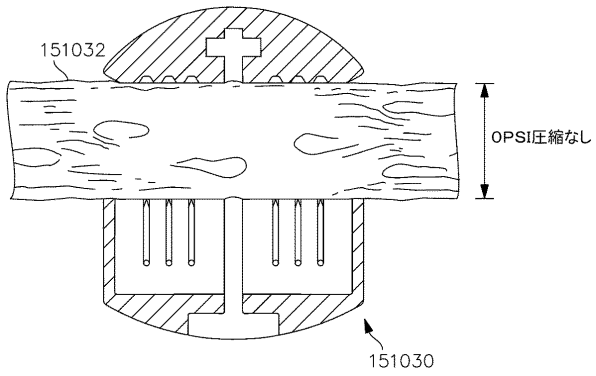
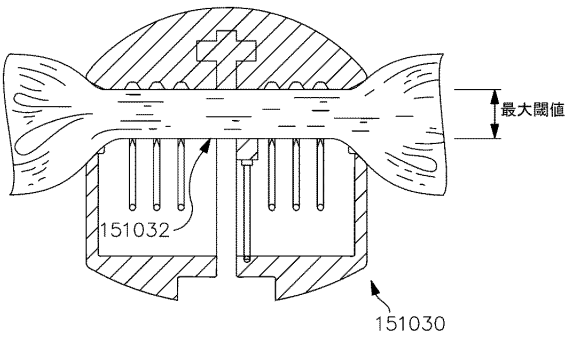


FIG. 31

【図３２】



【図３３】



【図３４】

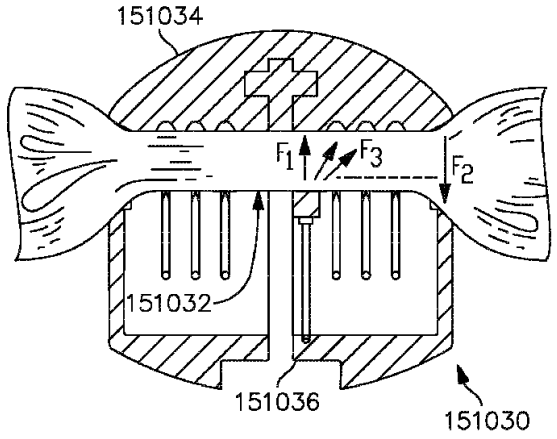


FIG. 34

【図３５】

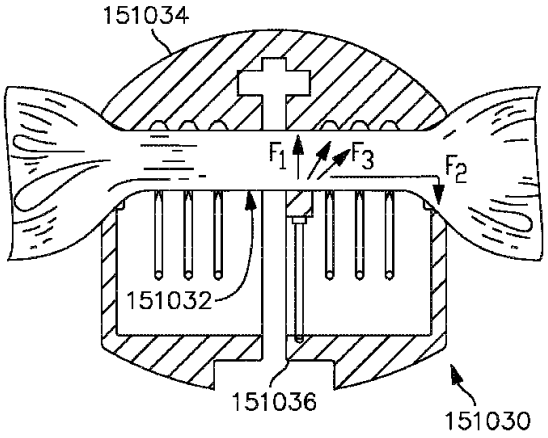


FIG. 35

【図３６】

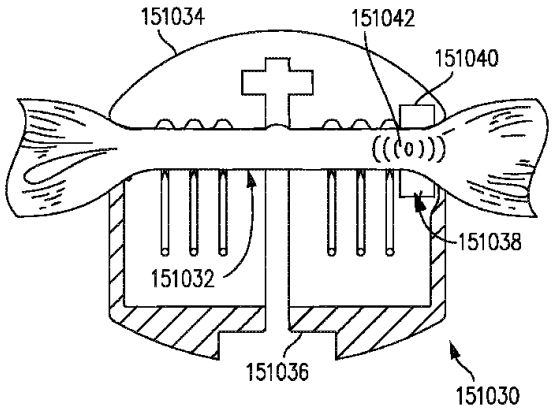


FIG. 36

【図３７】

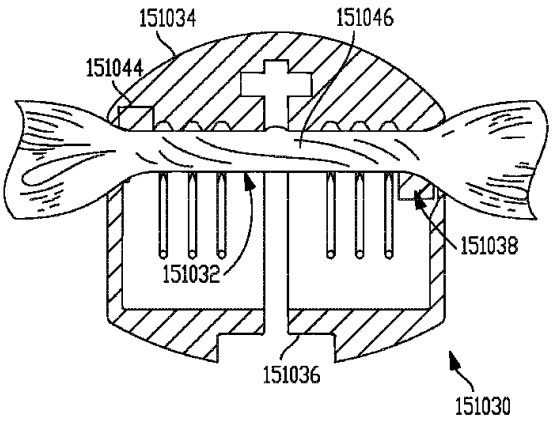


FIG. 37

【図３８】

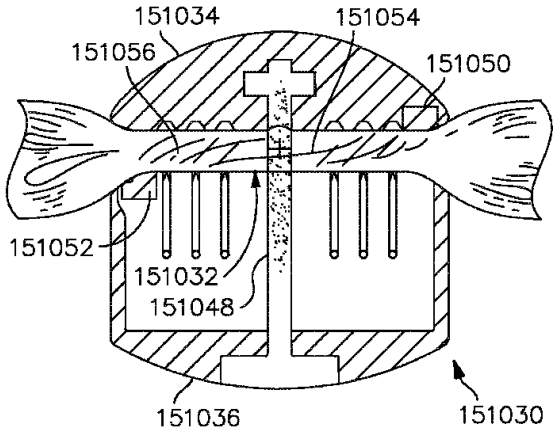
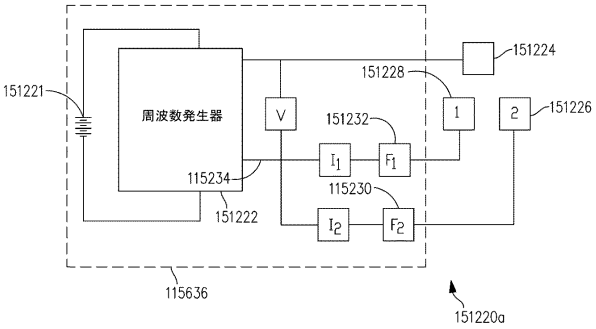
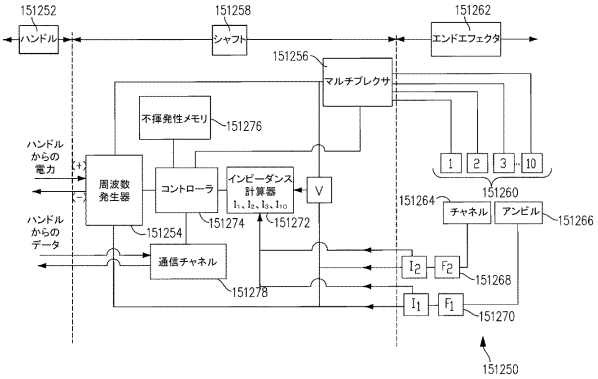


FIG. 38

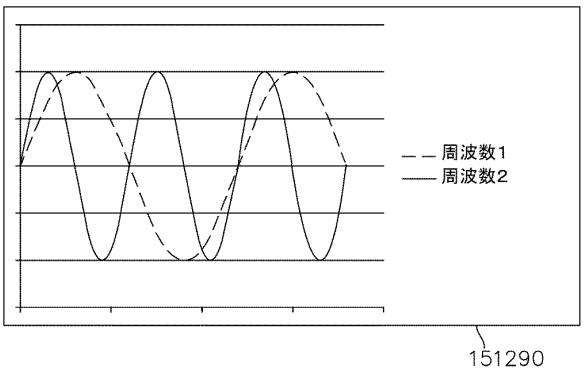
【図３９】



【図４０】



【図４１】



【図４２】

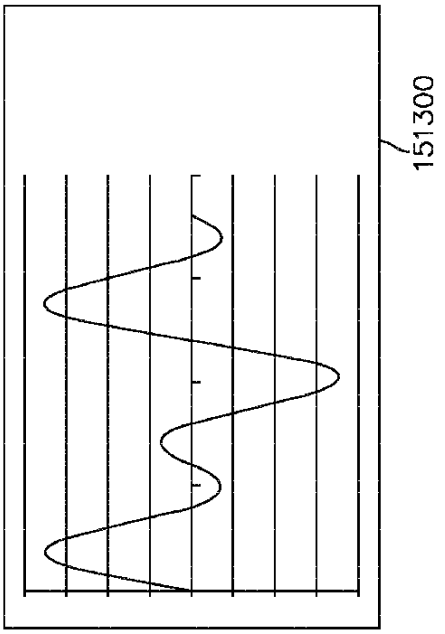
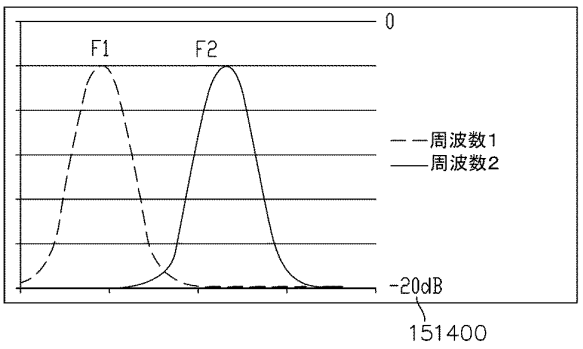


FIG. 42

【図４３】



【図４４】

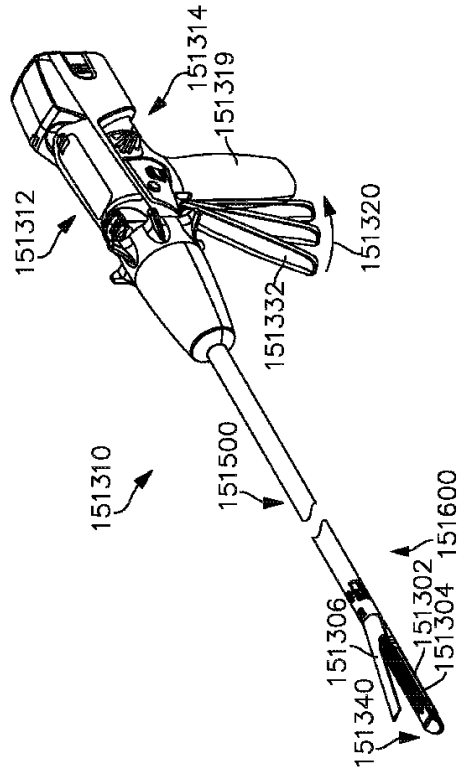


FIG. 44

【図４５】

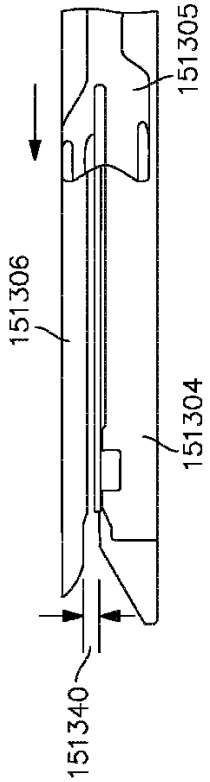
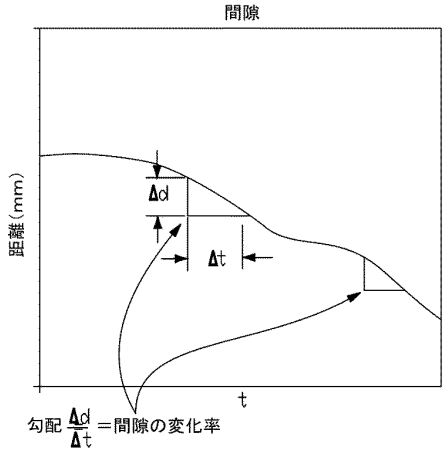
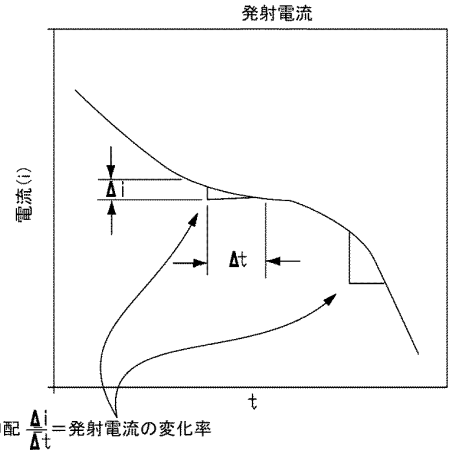


FIG. 45

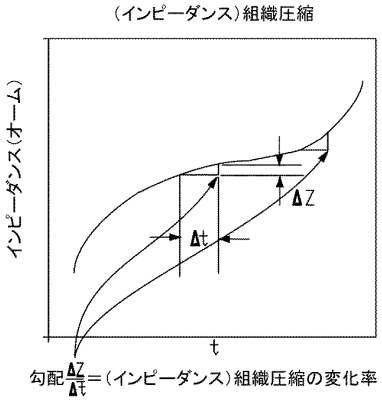
【図４６】



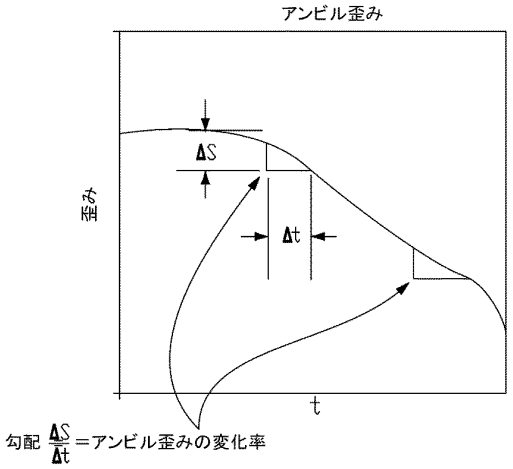
【図４７】



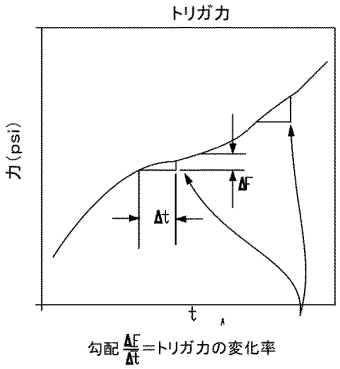
【図４８】



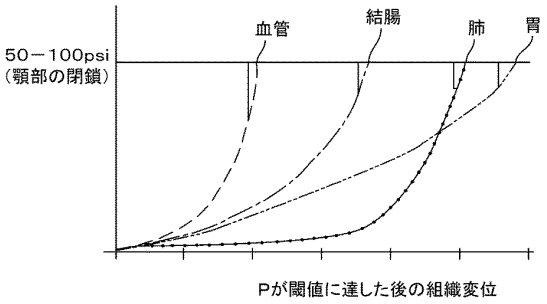
【図４９】



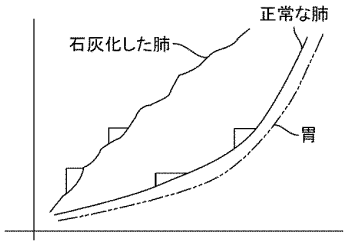
【図５０】



【図５１】



【図５２】



【図５３】

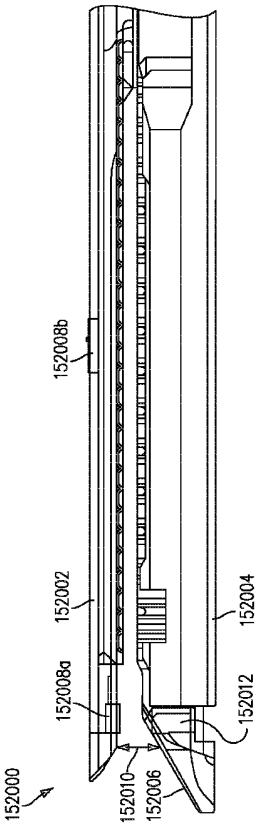
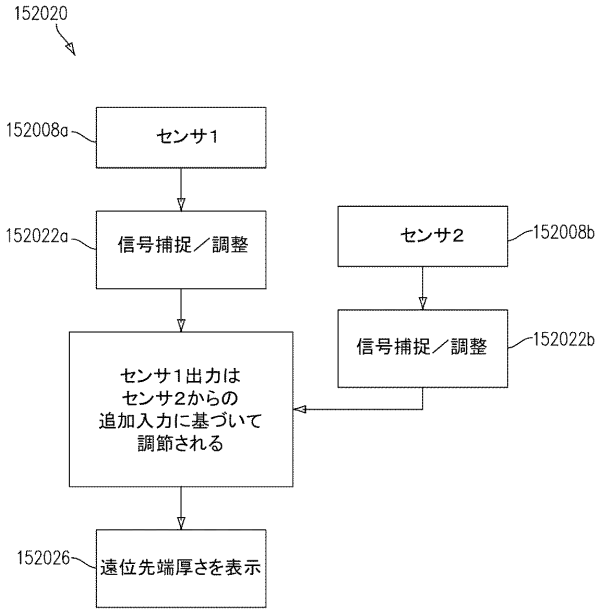
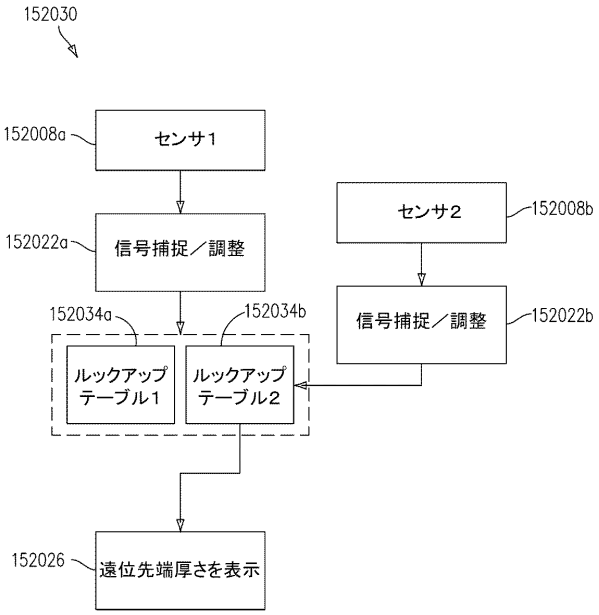


FIG. 53

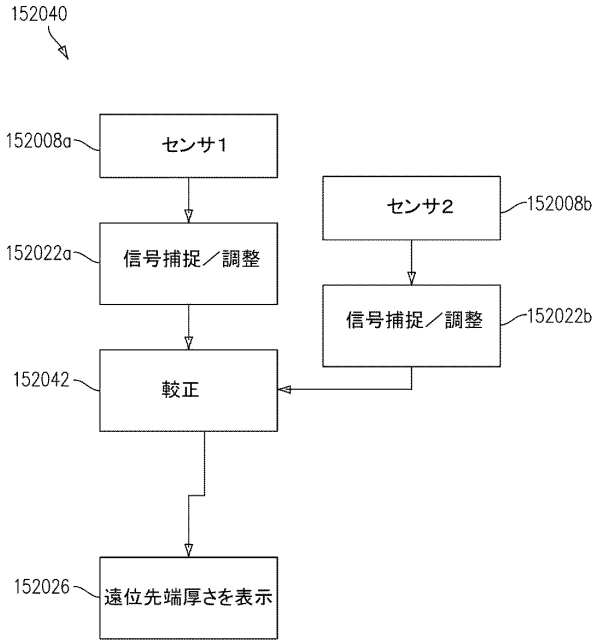
【図５４】



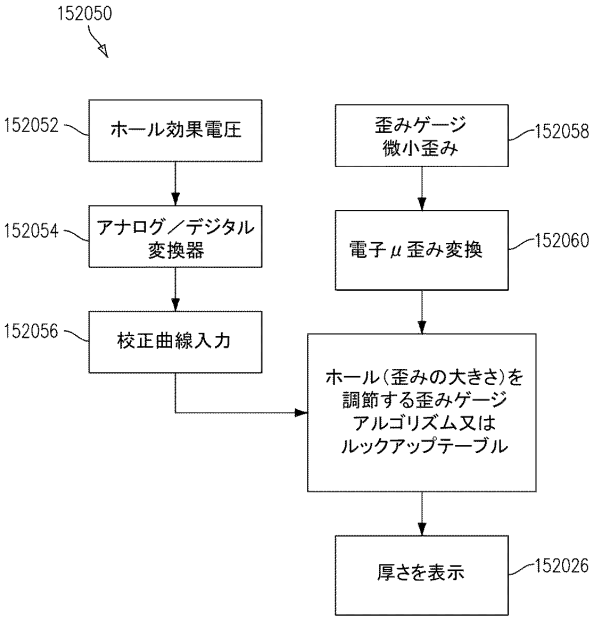
【図５５】



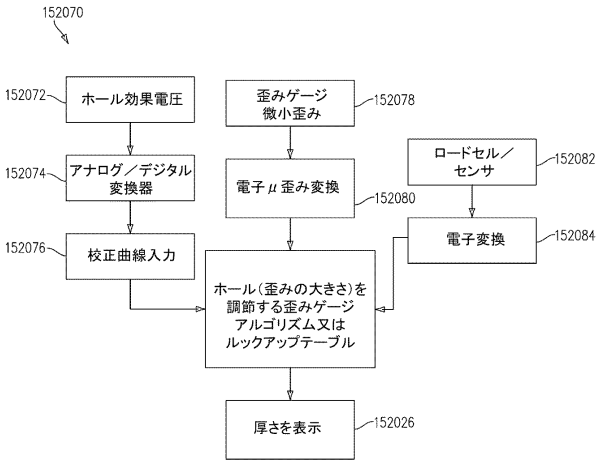
【図５６】



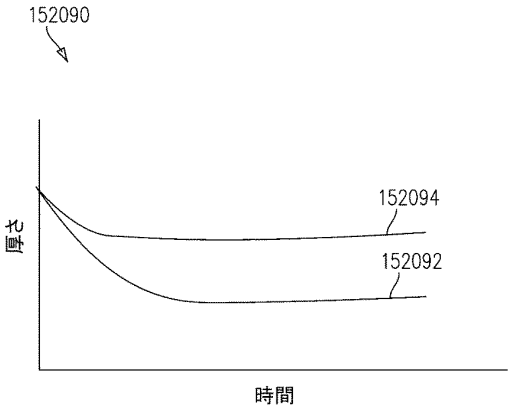
【図５７】



【図５８】



【図５９】



【図６０】

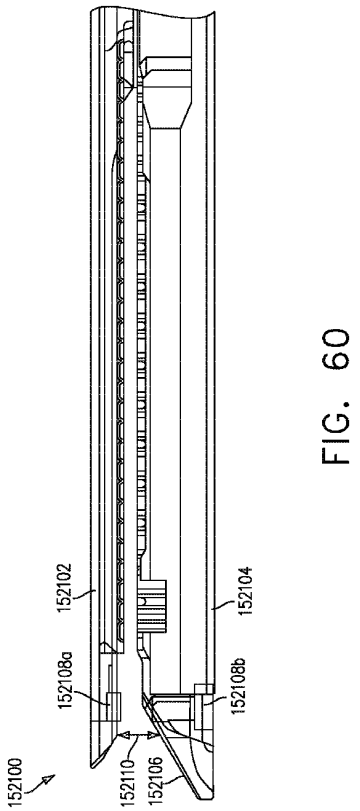


FIG. 60

【図６１】

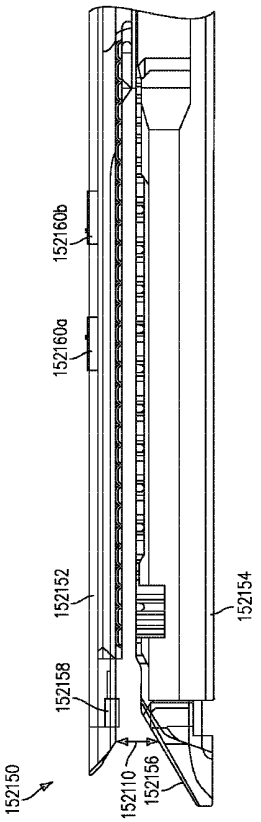
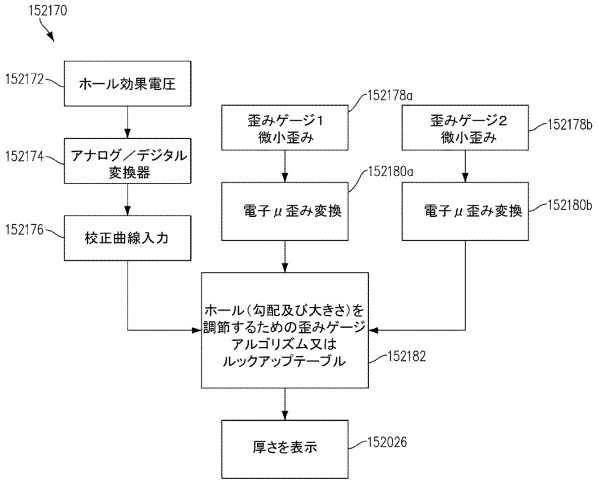
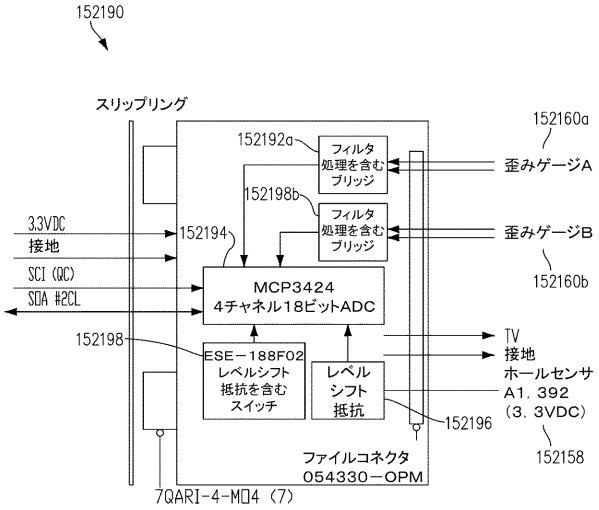


FIG. 61

【図６２】



【図６３】



【図６４】

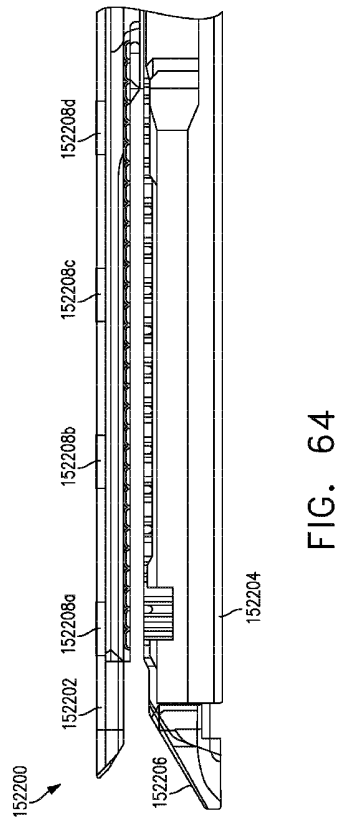
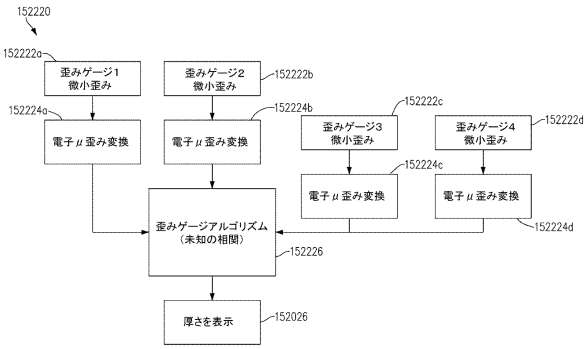


FIG. 64

【図６５】



【図６６】

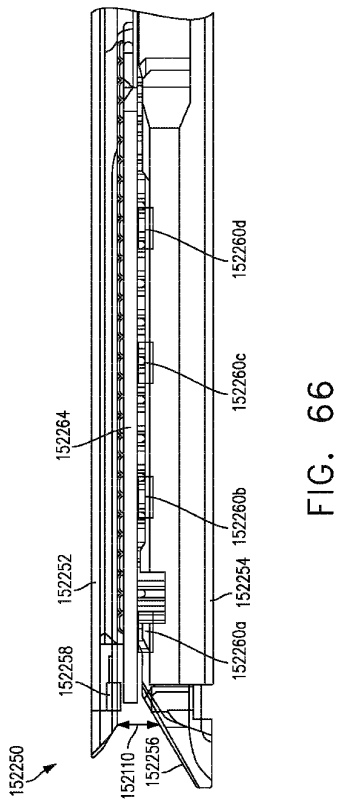


FIG. 66

【図６７】

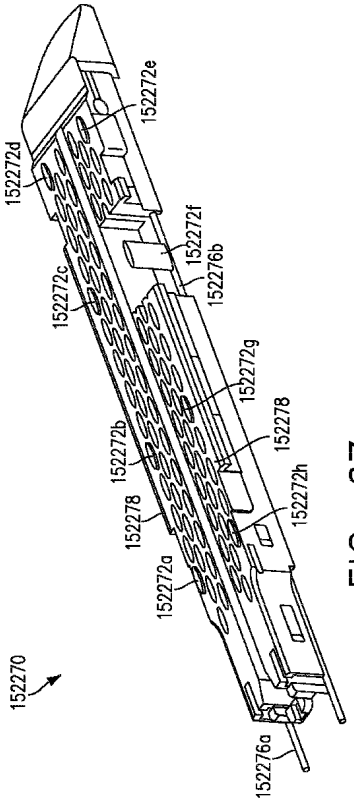
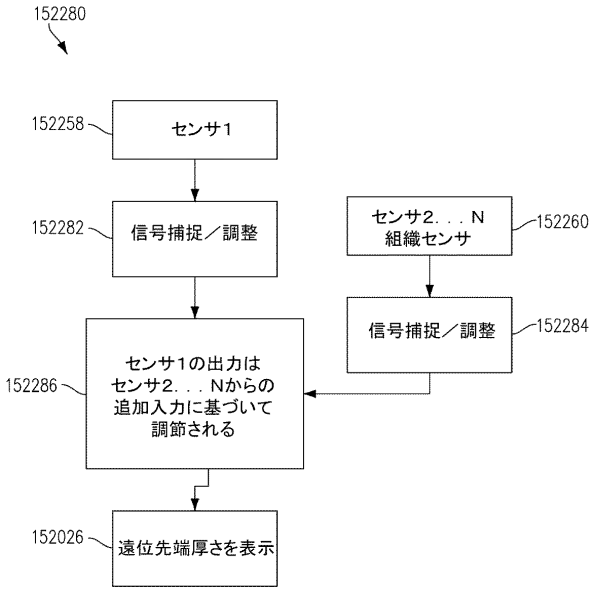


FIG. 67

【図６８】



【図６９】

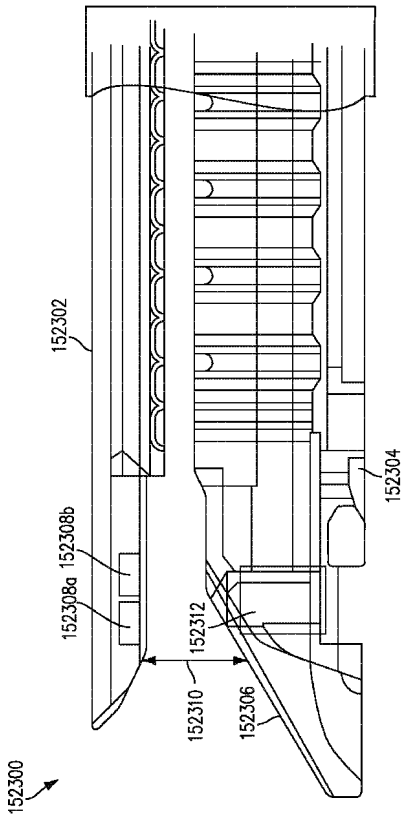
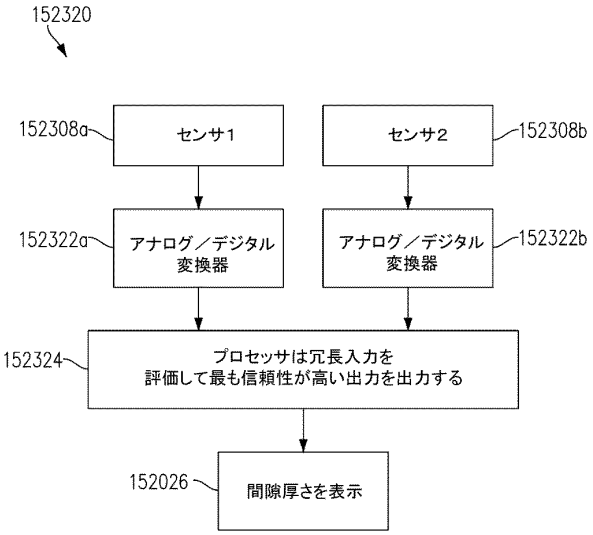


FIG. 69

【図７０】



【図７１】

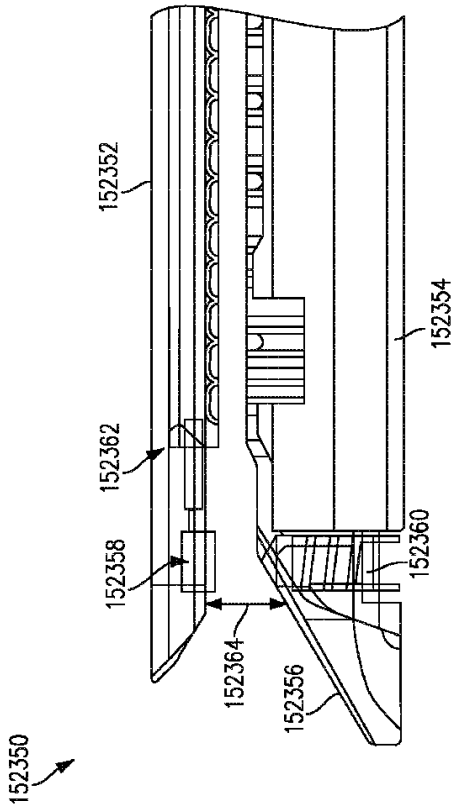
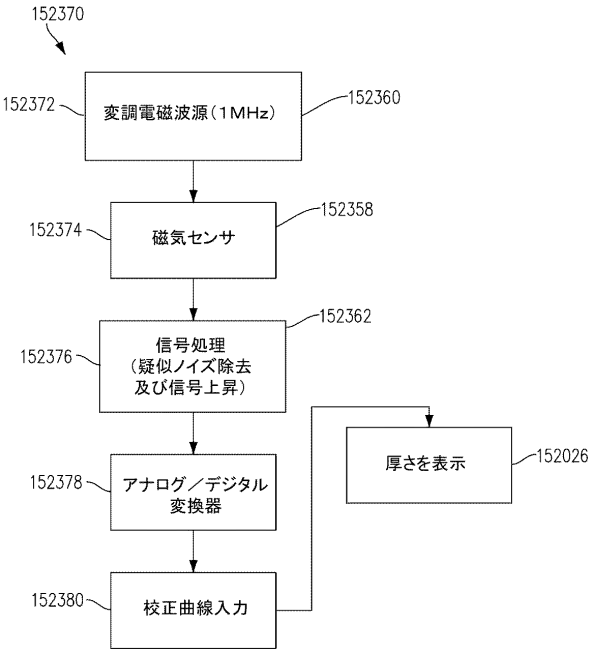


FIG. 71

【図７２】



【図７３】

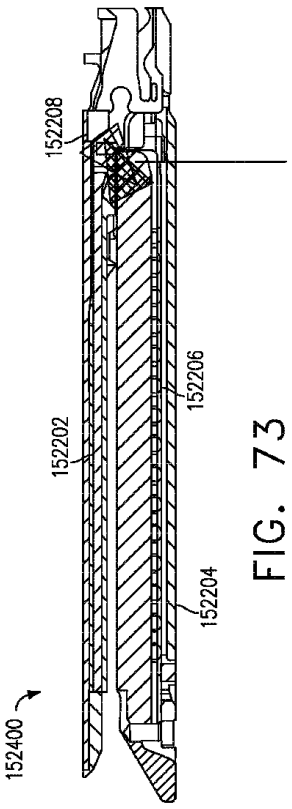
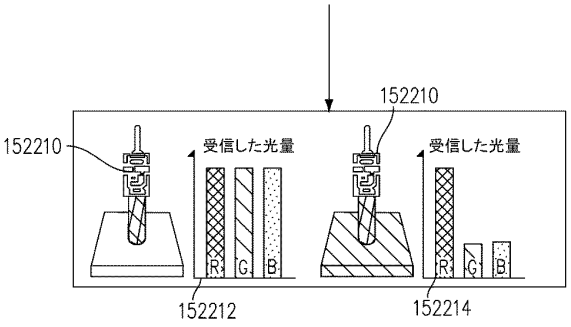


FIG. 73

【図７４】



【図７５】

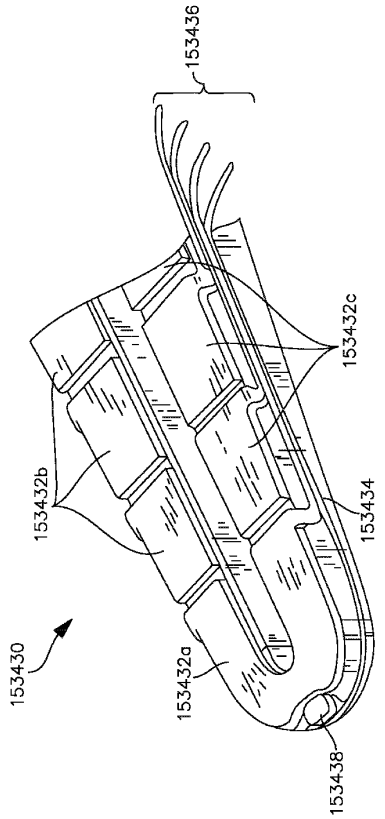


FIG. 75

【図７６】

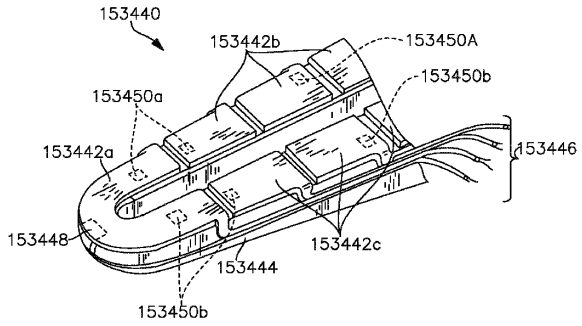


FIG. 76

【図７７】

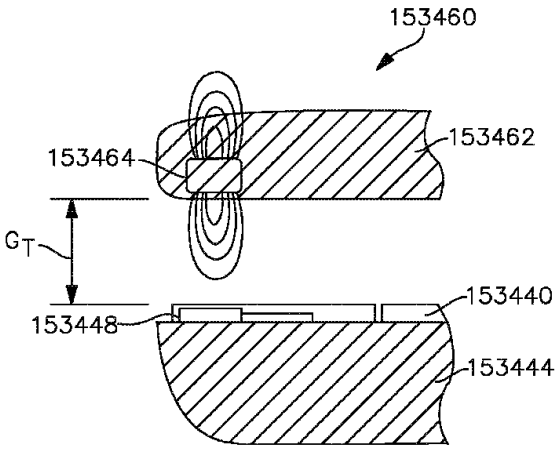


FIG. 77

【図７８】

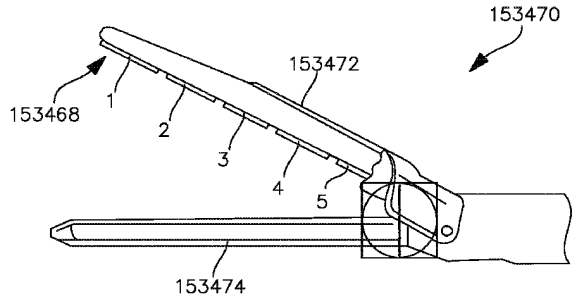
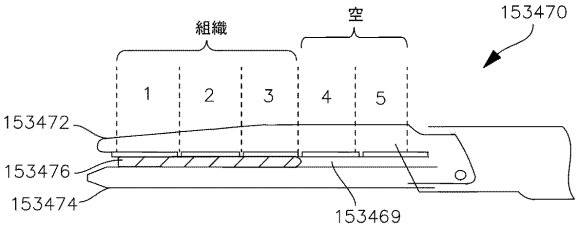
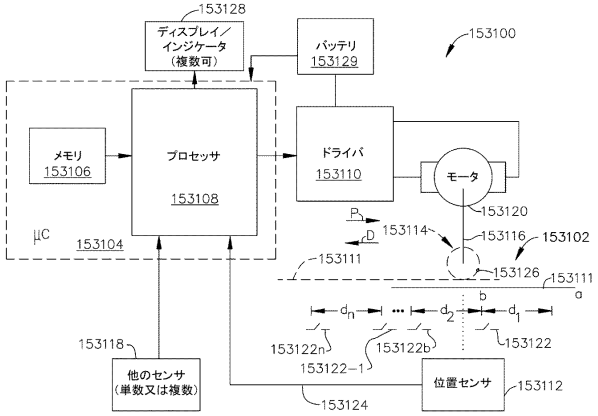


FIG. 78

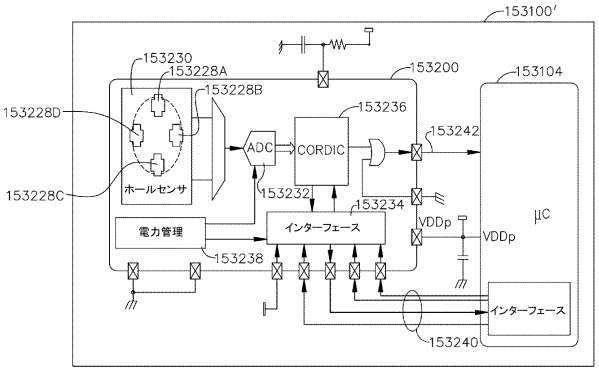
【図７９】



【図８０】



【図８１】



【図８２】

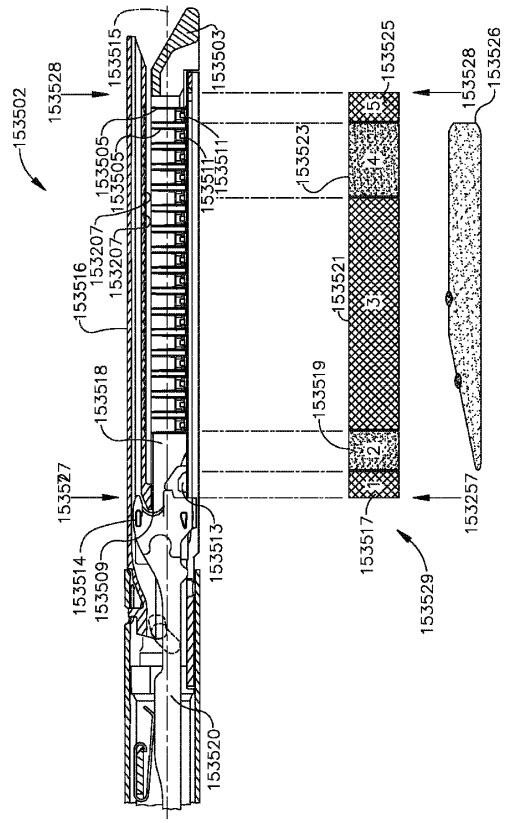
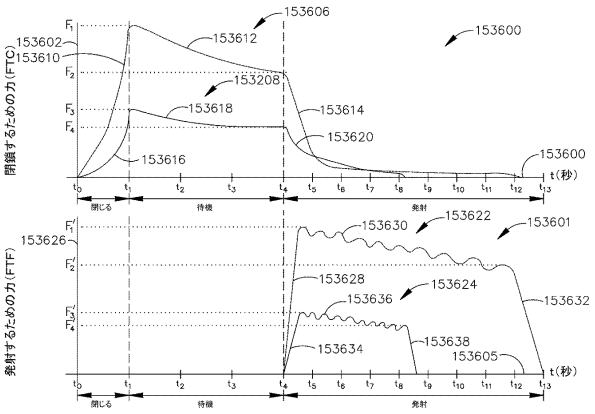
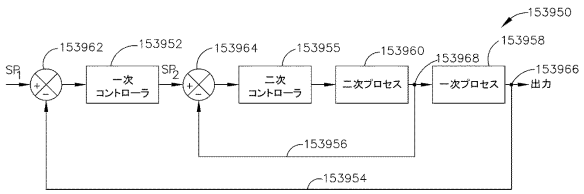


FIG. 82

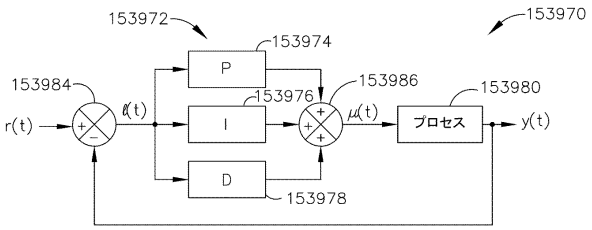
【図８３】



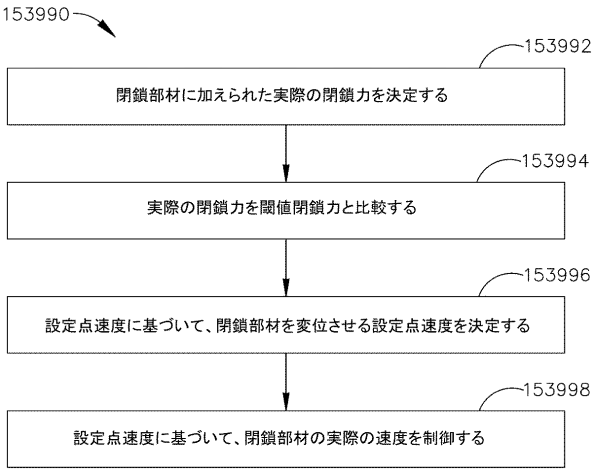
【図８４】



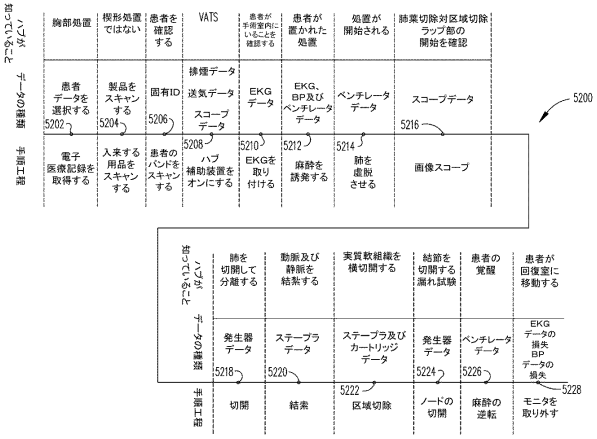
【図８５】



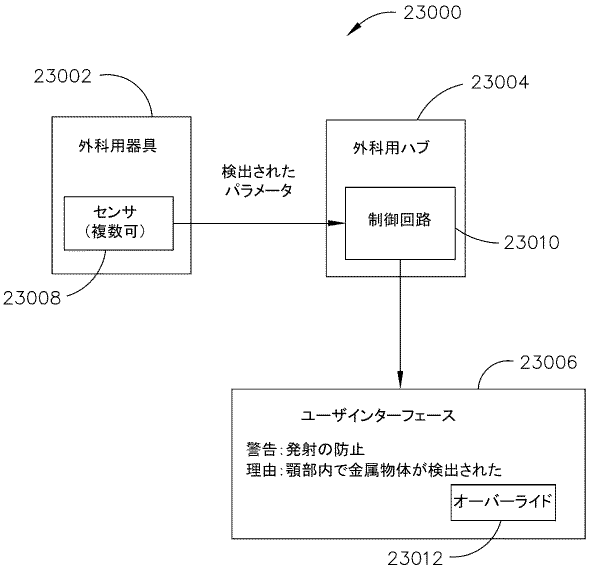
【図８６】



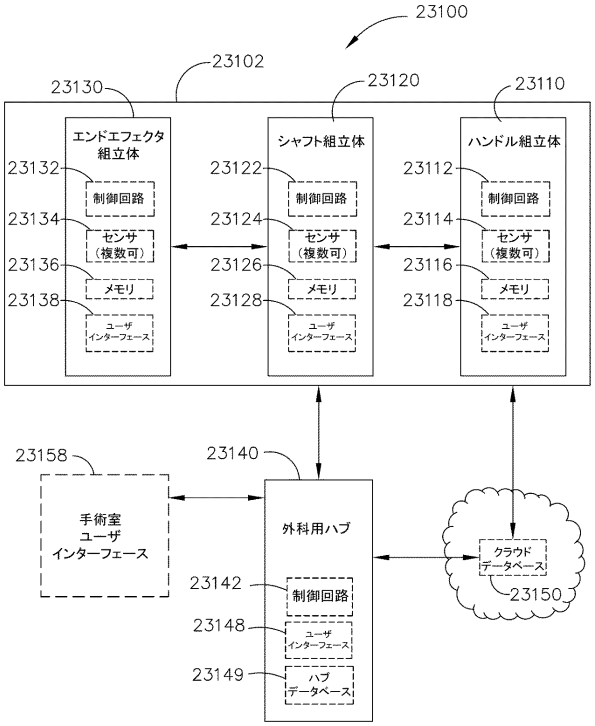
【図８７】



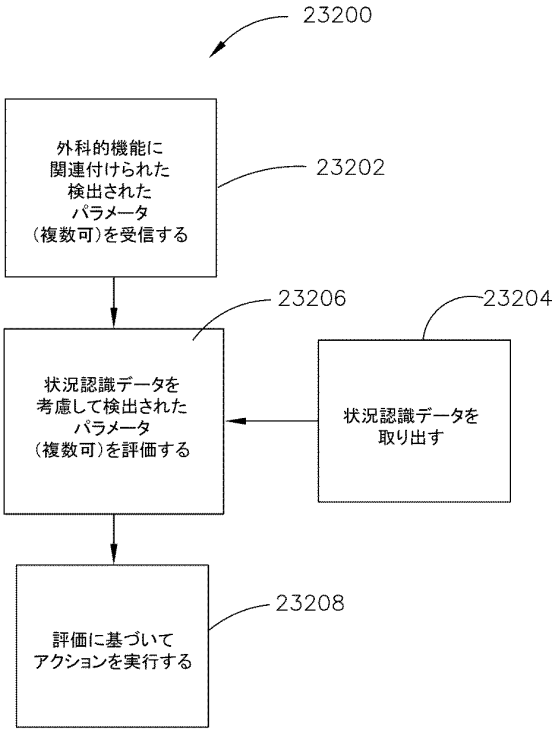
【図８８】



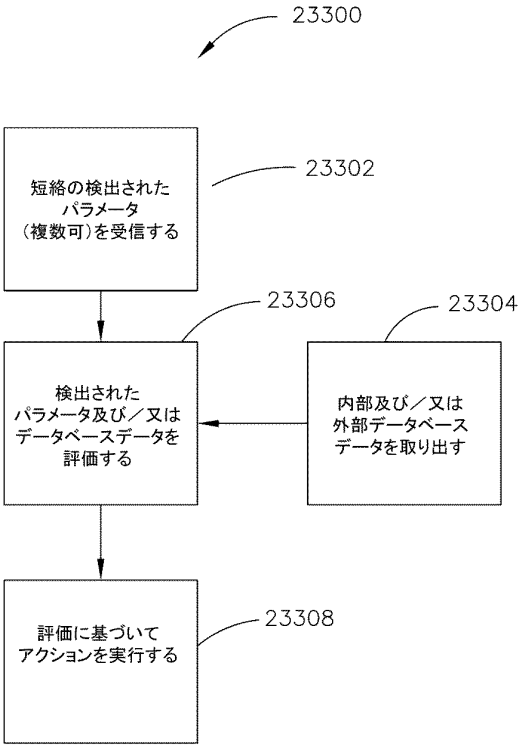
【図８９】



【図９０】



【図９１】



【図９２】

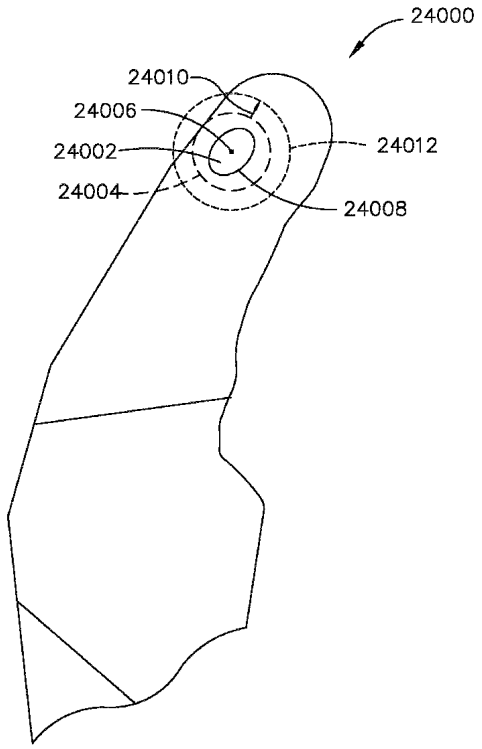
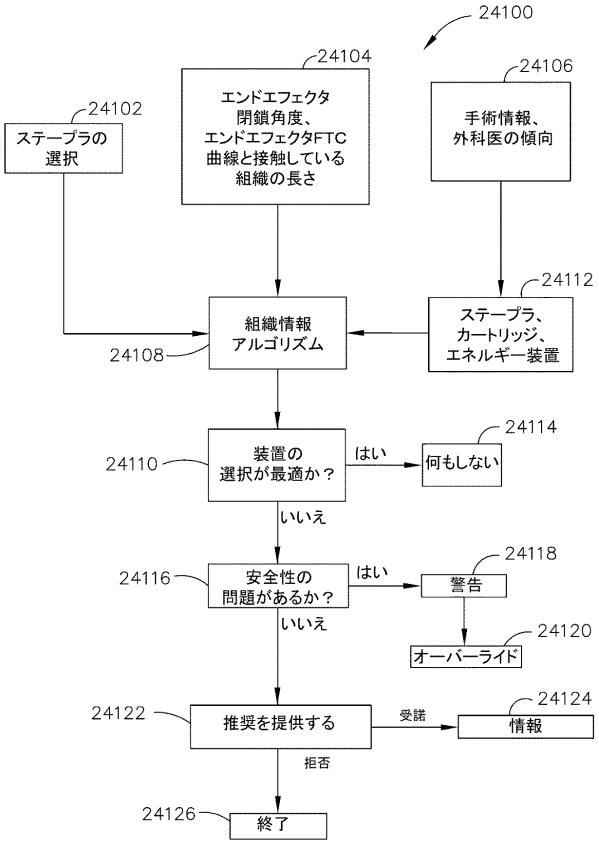
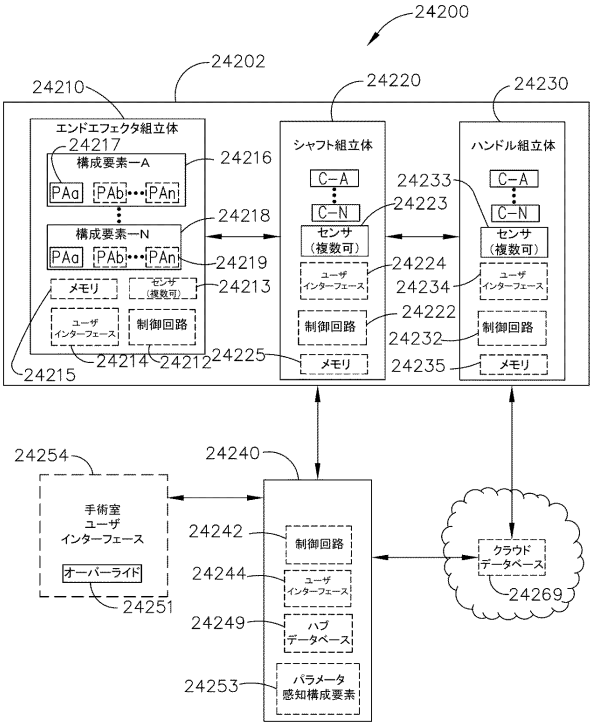


FIG. 92

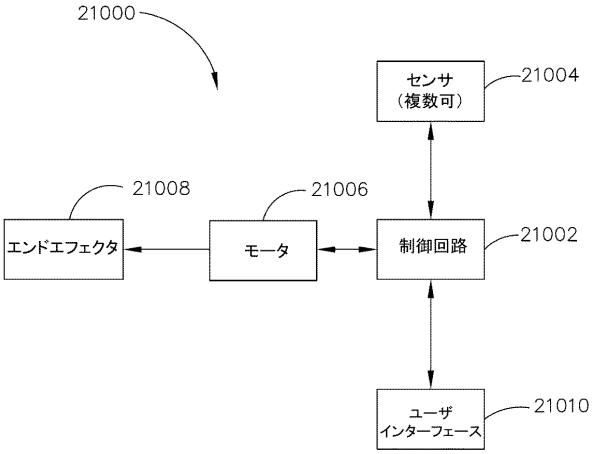
【図９３】



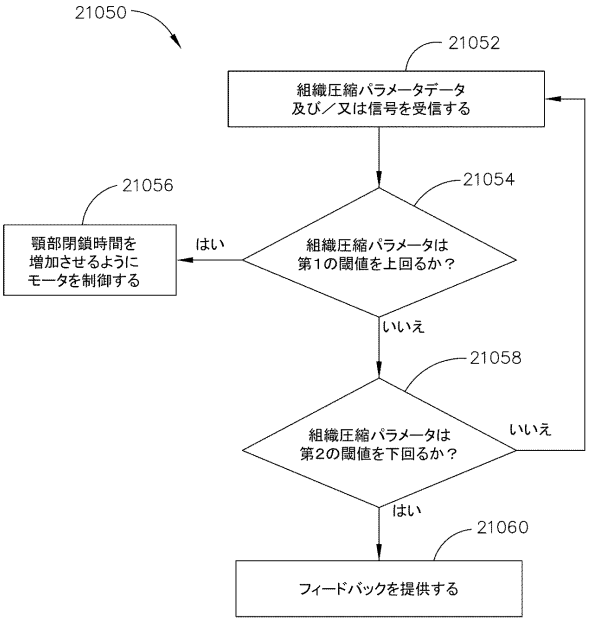
【図９４】



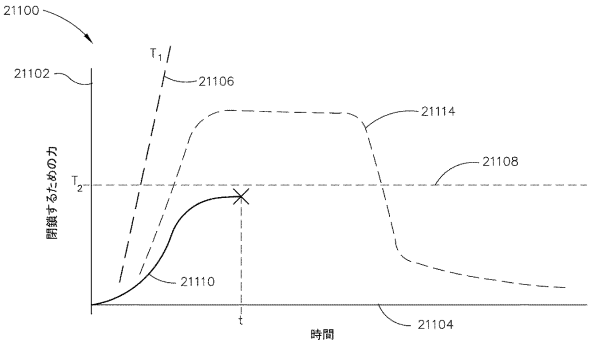
【図９５】



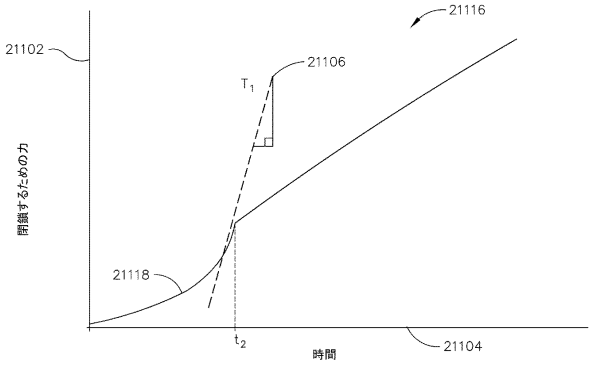
【図９６】



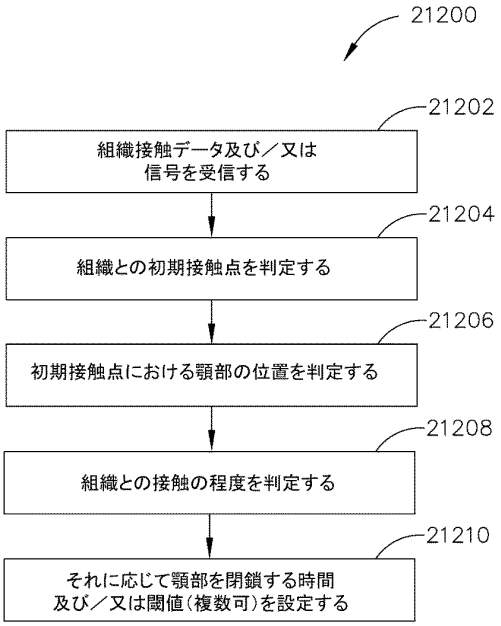
【図９７】



【図９８】



【図９９】



【図１００Ａ】

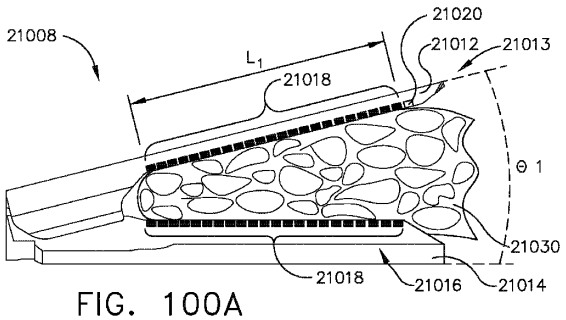


FIG. 100A

【図１００Ｂ】

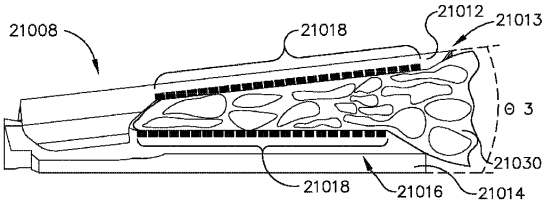


FIG. 100B

【図１０１Ａ】

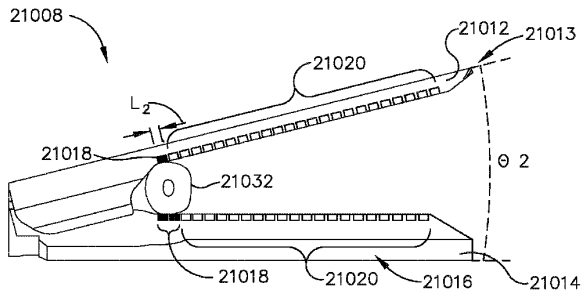


FIG. 101A

【図１０１Ｂ】

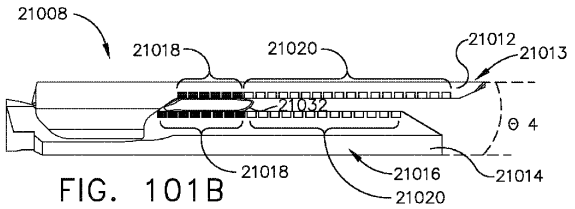
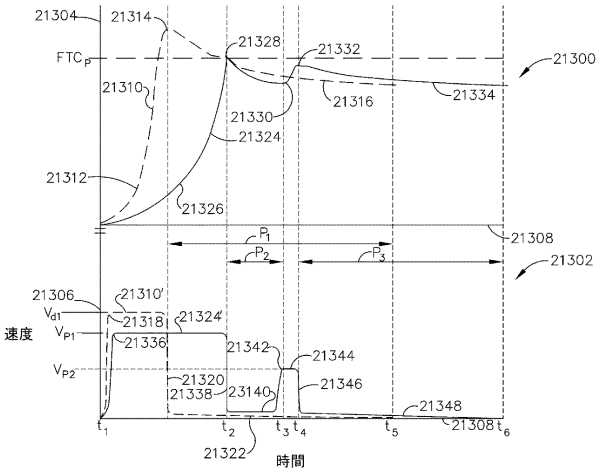
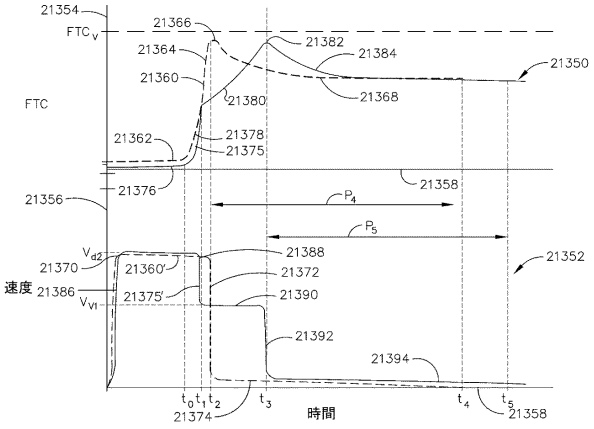


FIG. 101B

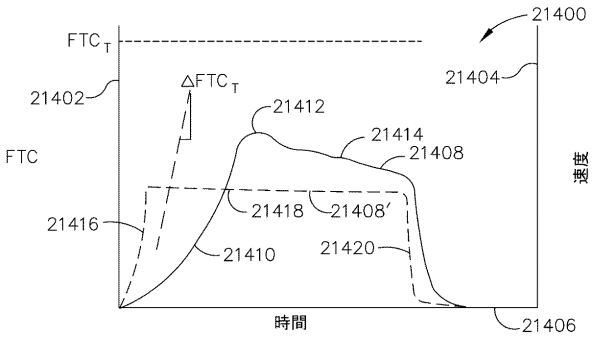
【図１０２】



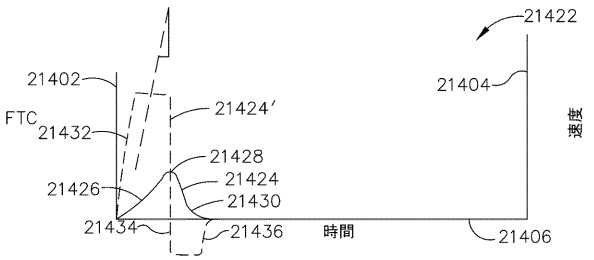
【図１０３】



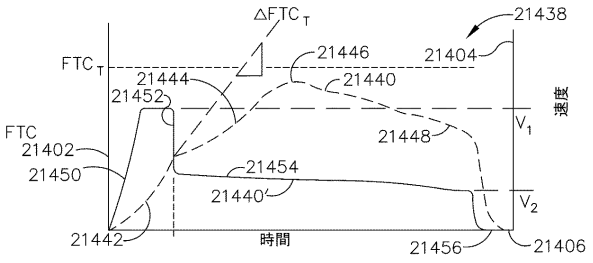
【図１０４】



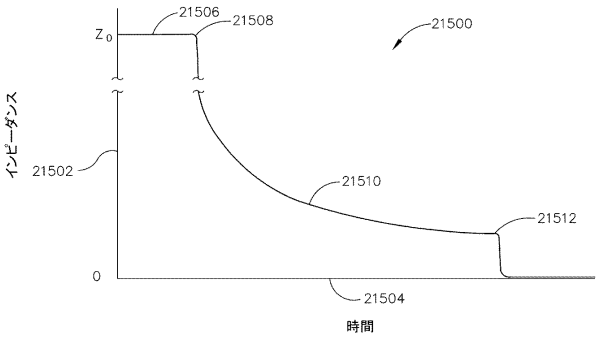
【図１０５】



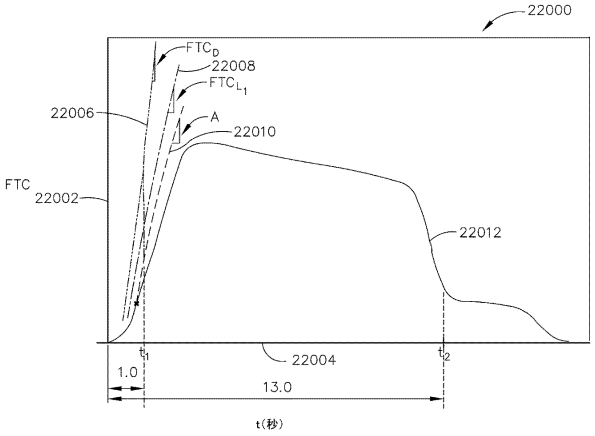
【図１０６】



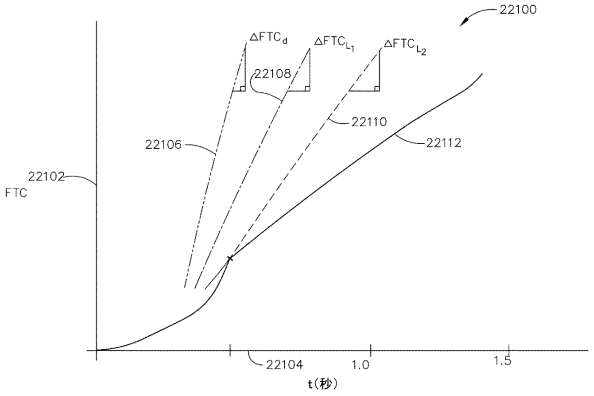
【図１０７】



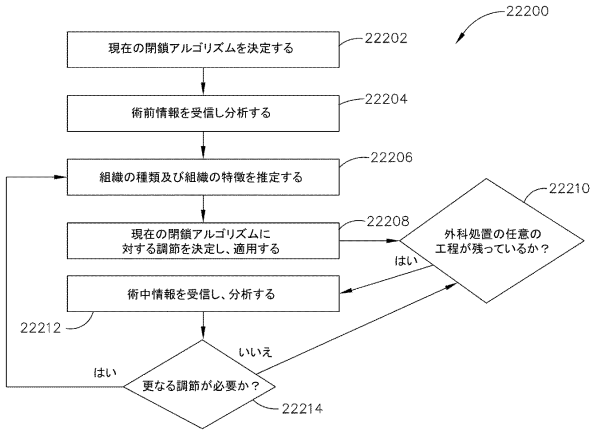
【図１０８】



【図１０９】



【図１１０】



フロントページの続き

(51)国際特許分類　　ＦＩ
Ｇ１６Ｙ　40/30　(2020.01)　　Ｇ１６Ｙ　40/30

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　62/611,341
(32)優先日　平成29年12月28日(2017.12.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　62/691,227
(32)優先日　平成30年6月28日(2018.6.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　16/024,083
(32)優先日　平成30年6月29日(2018.6.29)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
弁理士　加藤 公延
(74)代理人　100130384
弁理士　大島 孝文
(72)発明者　シェルトン・ザ・フォース・フレデリック・イー
アメリカ合衆国、４５２４２ オハイオ州、シンシナティ、クリーク・ロード ４５４５
(72)発明者　ハリス・ジェイソン・エル
アメリカ合衆国、４５２４２ オハイオ州、シンシナティ、クリーク・ロード ４５４５
(72)発明者　イェイツ・デビッド・シー
アメリカ合衆国、４５２４２ オハイオ州、シンシナティ、クリーク・ロード ４５４５
審査官　石川 薫
(56)参考文献　国際公開第２０１６／１４４６８２（WO，Ａ１）
国際公開第２０１４／１５８６３１（WO，Ａ１）
国際公開第２０１６／１４４６０１（WO，Ａ１）
特表２０１６－５１４０１７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２０９９０２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１０４３７９（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ　１３／００－１８／１８
Ｇ１６Ｙ　１０／６０
Ｇ１６Ｙ　４０／３０