

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-122829

(P2019-122829A)

(43) 公開日 令和1年7月25日(2019.7.25)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 34/35 (2016.01)

F 1

A 6 1 B 34/35

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 12 O L 外国語出願 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2019-75596 (P2019-75596)
 (22) 出願日 平成31年4月11日 (2019.4.11)
 (62) 分割の表示 特願2016-227728 (P2016-227728)
 の分割
 原出願日 平成24年1月13日 (2012.1.13)
 (31) 優先権主張番号 61/443, 159
 (32) 優先日 平成23年2月15日 (2011.2.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 510253996
 インテュイティブ サージカル オペレー
 ションズ, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 94086 カリフォル
 ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ
 ード 1020
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

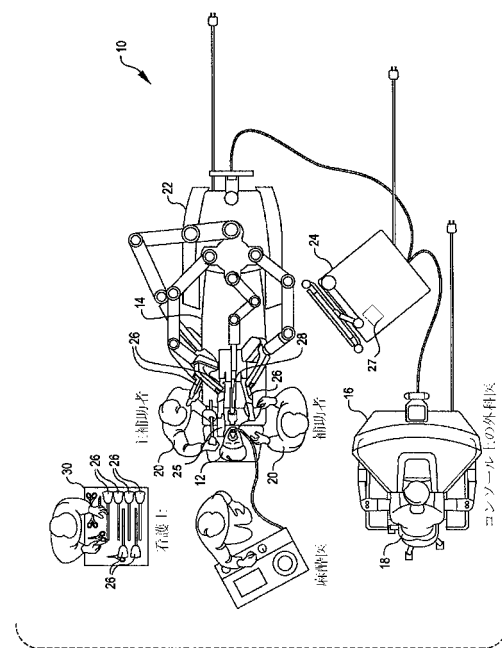
(54) 【発明の名称】 締付け予測を表示するためのシステム

(57) 【要約】

【課題】外科ステープラ、直線カッタ、及び／又は他の締付け手術工具のための方法及びシステムを改良する。

【解決手段】閉塞機構を備えるエンドエフェクタ、関連工具及び方法が開示される。開示のエンドエフェクタは最少侵襲的手術と共に使用されるときに特に有益であり得る。例示的な手術工具は、閉塞された把持又は締付け構成と開放構成との間で移動可能な第1及び第2のジョーを含む。工具は、更に、第1の力で組織を把持するためのソフト把持モードと、治療締付けモードとを含み、ソフト把持モードの間にジョー間の分離パラメータが測定され、治療締付けモードにおいて、ジョーは把持力よりも大きい力で体組織を締め付ける。方法は、ジョー部材の間で体組織を把持すること、ジョーの間の分離パラメータを測定すること、所望の分離パラメータとの比較のために、分離パラメータをユーザインターフェース上に表示すること、及び、分離パラメータ表示にตอบสนองして体組織を再位置決めし或いは治療的に締め付けるために体組織を解放することを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

材料を把持するエンドエフェクタと、
該エンドエフェクタに連結される駆動システムと、
プロセッサとを含み、該プロセッサは、
第 1 の力で前記エンドエフェクタを使用して材料を把持するために前記駆動システムを使用し、
前記エンドエフェクタの把持分離パラメータを測定し、
該把持分離パラメータが所望の把持分離よりも大きいか否かを決定し、且つ
該決定に基づいて前記第 1 の力よりも大きい第 2 の力での前記材料の締付けを防止する
、
ように構成される、
装置。

【請求項 2】

前記エンドエフェクタは、前記材料を把持するための第 1 のジョーと第 2 のジョーとを含み、

前記把持分離パラメータは、前記第 1 のジョーと前記第 2 のジョーとの間の距離又は前記第 1 のジョーと前記第 2 のジョーとの間の角度である、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記所望の把持分離は、前記エンドエフェクタの関節作動の角度、前記材料の厚さ、前記材料の種類、前記材料の特性、前記エンドエフェクタによって適用されるステープルの長さ、及び該ステープルの種類のうちの 1 つ又はそれよりも多くに基づいて決定される、
請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記プロセッサは、所定の時間期間に亘ってステープルの発射を遅延させるように更に構成される、請求項 1 乃至 3 のうちのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 5】

前記所定の時間期間は、前記エンドエフェクタの種類、前記材料の厚さ、前記材料の種類、前記ステープルの長さ、及び前記ステープルの種類のうちの 1 つ又はそれよりも多くに基づいて決定される、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記プロセッサは、前記決定に基づいてインジケータを出力し、表示するように更に構成される、請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 7】

エンドエフェクタと、駆動システムと、プロセッサとを含むデバイスの作動方法であって、

前記プロセッサが、前記駆動システムを使用して、第 1 の力で前記エンドエフェクタを使用して材料を把持するステップと、

前記プロセッサが、前記エンドエフェクタの把持分離パラメータを測定するステップと
、

前記プロセッサが、前記測定される把持分離パラメータが所望の把持分離よりも大きい
か否かを決定するステップと、

前記プロセッサが、該決定に基づいて前記第 1 の力よりも大きい第 2 の力での前記材料の締付けを防止するステップとを含む、

作動方法。

【請求項 8】

前記エンドエフェクタは、前記材料を把持するための第 1 のジョーと第 2 のジョーとを含み、

前記把持分離パラメータは、前記第 1 のジョーと前記第 2 のジョーとの間の距離又は前

記第 1 のジョーと前記第 2 のジョーとの間の角度である、
請求項 7 に記載の作動方法。

【請求項 9】

前記所望の把持分離は、前記エンドエフェクタの関節作動の角度、前記材料の厚さ、前記材料の種類、前記材料の特性、前記エンドエフェクタによって適用されるステープルの長さ、及び該ステープルの種類のうちの 1 つ又はそれよりも多くに基づいて決定される、請求項 7 又は 8 に記載の作動方法。

【請求項 10】

所定の時間期間に亘ってステープルの発射を遅延させる前記プロセッサを更に含む、請求項 7 乃至 9 のうちのいずれか 1 項に記載の作動方法。

10

【請求項 11】

前記所定の時間期間は、前記エンドエフェクタの種類、前記材料の厚さ、前記材料の種類、前記ステープルの長さ、及び前記ステープルの種類のうちの 1 つ又はそれよりも多くに基づいて決定される、請求項 10 に記載の作動方法。

【請求項 12】

前記決定に基づいてインジケータを出力し、表示する、前記プロセッサを更に含む、請求項 7 乃至 11 のうちのいずれか 1 項に記載の作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

(関連出願の参照)

本出願は 2011 年 2 月 15 日に出願された米国仮特許出願第 61 / 443, 159 号の非仮出願であり、その利益を主張し、その全文を参照としてここに援用する。

【0002】

本出願は、2010 年 2 月 12 日に出願された「Cut and Seal Instrument」という名称の米国特許出願第 12 / 705, 418 号 (代理人整理番号 I S R G 0 2 1 8 0 / U S)、2009 年 11 月 13 日に出願された「End Effector with Redundant Closing Mechanisms」という名称の米国仮特許出願第 61, 260, 907 号 (代理人整理番号 I S R G 0 2 3 3 0 P R O V)、2009 年 11 月 13 日に出願された「Wrist Articulation by Linked Tension Members」という名称の米国仮特許出願第 61 / 260, 903 号 (代理人整理番号 I S R G 0 2 3 2 0 P R O V) (代理人整理番号 I S R G 0 2 3 2 0 / U S)、2009 年 11 月 13 日に出願された「Wrist Articulation by Linked Tension Members」という名称の米国仮特許出願第 61 / 260, 903 号 (代理人整理番号 I S R G 0 2 3 2 0 P R O V)、2009 年 11 月 13 日に出願された「Surgical Tool with a Two Degree of Freedom Wrist」という名称の米国仮特許出願第 61 / 260, 915 号 (代理人整理番号 I S R G 0 2 3 5 0 P R O V)、及び 2009 年 11 月 13 日に出願された「Motor Interface for Parallel Drive Shafts within an Independently Rotating Member」という名称の米国仮特許出願第 61 / 260, 919 号 (代理人整理番号 I S R G 0 2 3 6 0 P R O V) に関し、それらの各々を参照としてここに援用する。

30

40

【背景技術】

【0003】

最小侵襲的な外科技法は、診断又は外科手術中に損傷される外側組織の量を削減し、それによって、患者の回復時間、不快感、及び有害な副作用を削減することを目標としている。結果として、最小侵襲的な外科技法を使用して標準的な手術の平均的な病院滞在長を有意に削減し得る。また、最小侵襲的な手術を用いるならば、患者の回復時間、患者の不快感、外科的な副作用、及び離職時間も削減し得る。

【0004】

一般的な形態の最小侵襲的な手術は内視鏡検査であり、一般的な形態の内視鏡検査は腹腔鏡検査であり、それは腹腔の内側での最小侵襲的な検査及び手術を含む。標準的な腹腔

50

鏡手術では、患者の腹部にガスが吹き込まれ、カニューレスリーブが腹腔鏡検査器具のための進入口をもたらし小々な（約 1.27 センチメートル（約 0.5 インチ）以下の）切開を通じて送られる。

【0005】

腹腔鏡検査器具は、手術野を見るための内視鏡（例えば、腹腔鏡）と、手術部位で作業するための工具とを含むのが一般的である。作業工具は、各工具の作業端又はエンドエフェクタが（例えば、器具シャフト又は主シャフトとしても既知の）拡張チューブによってそのハンドルから分離される点を除き、従来の（開腹）手術において使用されるものと類似するのが典型的である。エンドエフェクタは、例えば、クランプ、グラスパ、鋏、ステープラ、焼灼工具、直線カッタ、又は針ホルダを含み得る。

10

【0006】

外科手術を行うために、外科医はカニューレスリーブを通じて内部手術部位まで作業工具を通す。外科医は内視鏡から取られる手術部位の画像を表示するモニタを用いて措置を見る。類似の内視鏡技法が、例えば、関節鏡検査、腹膜後鏡検査、骨盤鏡検査、腎臓鏡検査、膀胱鏡検査、大槽鏡検査、洞房鏡検査、子宮鏡検査、尿道鏡検査等において利用される。

【0007】

内部外科部位に取り組むときの外科医の器用さを増大させるために、並びに外科医が遠隔場所（殺菌場の外側）から患者に手術するのを可能にするために、最近、最小侵襲的な遠隔手術ロボットシステムが開発されている。遠隔手術システムにおいて、外科医は制御コンソールに手術部位の画像を備えることが多い。適切なビューア又はディスプレイの上で手術部位の画像を見ながら、制御コンソールのマスタ入力又は制御装置を操作することによって、外科医は患者に対する外科手術を行う。マスタ入力装置の各々は、サーボ機械作動/関節作動される外科器具の動作を制御する。外科手術中、遠隔外科システムは、エンドエフェクタを有する様々の外科器具又は工具の機械的作動及び制御をもたらし得る。エンドエフェクタは、マスタ入力装置の操作に応答して、外科医のための様々の機能、例えば、針を保持又は駆動すること、血管を把持すること、組織を切断すること等を行う。

20

【0008】

開腹手術のために多様な工具が開発されており、それらの（必ずしも全てではないが）多くは、最小侵襲的な外科手術のために成功裏に変更させられている。例えば、手動クランプ、直線カッタ、ステープル装置は、有意な治療の締付力を組織に対して適用し、それは多様な外科手術を強め得る。残念ながら、本発明に関連する作業は、最小侵襲的環境内に開腹手術締付け装置（及びそれらを安全且つ効果的に使用するための発展方法）を適合させることが予測以上により挑戦的であり得ることを示している。具体的には、大きさに制約のある最小侵襲的な外科アクセス及び治療部位内での使用のための所望の操作性をもたらしながら、所望の締付力を生成し得る外科用締付けジョーを開発し且つ使用することは、極めて困難であることが証明された。特に、外科医に向けられた工具動作、工具活性化、及び新しい遠隔外科治療システムによって提示される物理的フィードバックにおける異なるパラダイムを考えると、外科ステープラ、直線カッタ、及び外科用締付け工具から入手可能な利点をロボット外科環境に移転することは、より一層の挑戦を包含し得る。

30

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

よって、外科ステープラ、直線カッタ、及び/又は他の締付け手術工具のための方法及びシステムを改良する必要があると考えられる。そのような工具は、広範な外科用途において、特に、最小侵襲的及び/又はロボット外科用途において、有益であり得る。

【課題を解決するための手段】

【0010】

締付けを促進するシステム及び方法の改良がもたらされる。締付けを試みる前に、所望の締付力でジョーの間に把持される体組織を締め付けることが成功しそうか否かを予測す

50

るのを助けるよう、請求される方法及びシステムを使用し得る。請求されるシステム及び方法は、エンドエフェクタの２つのジョーの間での体組織の締付けを含む外科用途において特に有用である。多くの外科用途は、締め付けられる組織の切断、封止、及び／又はステープル留めのために十分な締付力で体組織を締め付けることを含む。締付けが失敗するならば、高力締付けは組織を潜在的に損傷し得るので、本方法及びシステムは、特に有利である。何故ならば、本方法及びシステムは、締付けを試みる前に、締付け成功の見込みについての予測を表示するからである。ここに開示する様々の実施態様は外科用途に関して主として記載されるが、これらの外科用途は例示的な用途であるに過ぎず、開示のエンドエフェクタ、工具、及び方法を、人体の内側及び外側の両方で、他の適切な用途において、並びに非外科用途において使用し得る。

10

【 0 0 1 1 】

第１の特徴において、本発明は、第１及び第２のジョーの間に把持される組織の締付けが成功しそうか否かを表示する方法を提供する。本方法は、ある把持力で材料を把持する２つのジョーの間の分離を決定及び／又は測定すること、分離の決定に応答して、所望の締付力で把持される組織の締付けが成功しそうか否かの予測をユーザインターフェースの上に出力することを含み含む。そのような方法において、締付力は把持力よりも大きく、一部の実施態様では、締付力は第１の所定の範囲の力を含み、それらの各々は前記把持力よりも大きくあり得る。締付けが成功しそうか否かの表示は、所望の締付力で並びに所望の締付け分離での締付けが成功しそうか否かの表示器も含み得る。所望の締付け分離は、所定の範囲の分離を含み得る。更に、第１及び第２のジョーの間の分離角度又はジョー部材の間の分離距離の観点から分離を表現し得る。多くの実施態様において、所望の締付け分離は、ジョーの間に締め付けられる組織を通じる所与の大きさのステープルの発射、把持される組織の切断、及び／又は把持される組織の封止に適している。第１及び第２のジョーは、エンドエフェクタの一部であるのが典型的である。第１及び第２のジョーは、エンドエフェクタの一部に対して関節作動可能な第１のジョーを含み得る。その場合、エンドエフェクタのその部分は、第２のジョーを含む。特定の実施態様において、予測は、組織の剛性(stiffness)にも基づき得る。組織の剛性が既知であるならば、組織の剛性を入力し得る。或いは、把持力及び分離に基づき或いは把持力が適用されるときの変化の速度に基づき組織の剛性を推定し得る。例えば、剛性の推定は、これらの要因と組織剛性との間の経験的によって導き出される関係に基づき得る。

20

30

【 0 0 1 2 】

請求される方法は、第１及び第２のジョーの間の分離パラメータに応答して締付け成功及び／又は締付け失敗の表示をもたらし得る。第１及び第２のジョーは、それらの間に把持される体組織を有する。一部の実施態様において、その表示は、分離パラメータ及び把持力に応答してもたらされる。当該方法の１つの実施態様は、典型的には、使用者からの命令に応答して、第１及び第２のジョーで組織を把持することを含む。当該方法は、締付力をを用いて第１及び第２のジョーの間で組織を締め付けることを更に含む。当該方法は、締付けが成功しそうであるという表示をシステムがもたらした後に、前記締付力で第１及び第２のジョーの間で組織を締め付けることを更に含む。締付けが成功又は失敗しそうであるか否かの表示をシステムがもたらした後、システムは、典型的には組織を締め付けよとの使用者からの命令に応答して、組織を締め付ける。請求される方法の１つの実施態様は、システムが締付け失敗の予測の表示をもたらした後に、把持される組織を解放することを含む。システムは、典型的にはジョーの間から組織を解放せよという使用者からの命令に応答して、把持される組織を解放する。

40

【 0 0 1 3 】

他の特徴において、システム及び方法は、ソフト把持モードと、締付けモードとを含み、ソフト把持モードにおいて、第１及び第２のジョーは体組織をある把持力で把持し、締付けモードにおいて、第１及び第２のジョーは把持される体組織をある締付力で締め付け、締付力は把持力よりも大きい。第１及び第２のジョーの間で体組織を把持及び／又は締め付けるために、ジョーと連結される機構がジョーを閉塞させる。その機構は、モータの

50

ようなアクチュエータと連結される１つの機構であり得る。代替的に、その機構は、異なる大きさの力を加えるための多数の機構を含み得る。アクチュエータは、１つ又はそれよりも多くのアクチュエータを含むアクチュエータシステムを含み得る。アクチュエータは、電気モータ、液圧アクチュエータ、空圧アクチュエータ、可変トルク出力アクチュエータの一部又は全部であり得る。ソフト把持モード及び締付けモードを有する実施態様では、把持される組織の締付けが成功しそうであるという表示をシステムが提供した後に、システムは使用者命令に応答してモードの間で切り換わるのが典型的である。

【００１４】

殆どの実施態様において、分離パラメータは、把持力又はトルクの適用中にシステムによって測定及び／又は決定される。システムは、例えば、参照としてその全文をここに援用する米国特許出願公開第２００７／０００５０４５号中に記載されるロボット患者側方マニピュレータ（ＰＳＭ）システムのような、ジョー部材を制御するロボットシステムによって得られる位置データからジョー部材の間の分離を決定／測定し得る。典型的には、締付け力は、把持力の少なくとも２倍であり、好ましくは、把持力よりも約５～１０倍大きい。

【００１５】

本発明の他の特徴において、締付け予測の表示はユーザインターフェースの上にもたらされる。好ましくは、その表示は外科手術中に手術工具の画像をもたらしディスプレイの上に重ね合わせられる視覚的表示である。他の実施態様では、締付けが成功しそうか否かの予測を使用者に連絡するために、締付け予測の表示は、音声、視覚表示、知覚表示のいずれかであり得る。本発明の他の特徴において、締付け予測の表示は、ステープル留め作業を開始するのが安全であるか否かの表示を更に含み得る。例えば、締付けが起こりそうであるとの予測の後、締付けが完了し、成功裏の締付け後に所定の量の時間が経過するや否や、締め付けられた組織内へのステープル留めを進めるのが安全であるという表示の上に表示が表示されるように、タイマを始動し得る。締付けタイミング表示器は有利であり得る。何故ならば、それは時間の経過と共に締め付けられる組織の量を減少させ、或いは、ステープル留め中の出血を減少させ且つ止血を達成するのを助けるために組織内の流体の量を減少させ得るからである。タイミング表示器は、出血を減少させ或いはステープル留めされる組織の止血を達成するのを助けるために、締め付けられる組織のステープル留め後の経過時間も追跡し得る。

【００１６】

他の特徴において、締付けの予測は、システムによって決定及び／又は測定されるような把持されるジョーの間の分離パラメータに応答してもたらされる。多くの実施態様では、測定される分離が閾又は所望の把持分離パラメータよりも大きいならば、その予測は締付けが失敗しそうであることを示すのに対し、把持分離が所望の把持分離パラメータ以下であるならば、その予測は締付けが成功しそうであることを示す。一部の実施態様において、閾又は所望の把持分離パラメータは、部分的には、明らかな或いは推測される組織剛性に基づき得る。所望の分離は、ジョーの間の角度又はジョーの間の距離のいずれかを含み得る。分離パラメータは、明確なパラメータ又は所定範囲の値であり得る。多くの用途のために、閾又は所望の把持分離は、ジョー部材の先端の間の約８度の角度又は約６ｍｍの距離である。１つの実施態様において、４度の角度はジョーの先端の間に約３ｍｍの間隙をもたらす。一般的には、組織が成功裏に締め付けられるとき、ジョーの間の間隙は１．３ｍｍ～２ｍｍであるが、当業者は上記値が用途に依存して異なり得ることを理解しよう。所望の分離パラメータが所定の範囲である実施態様では、測定される分離が所定の範囲内にあるときに、締付け成功を示し得る。例えば、所定の範囲の所望の把持分離パラメータは１～１０度、好ましくは１～８度であり、距離に関して、所望の把持分離パラメータの範囲は０．７ｍｍ～８ｍｍ、好ましくは２～５ｍｍである。理想的には、所望の標的分離は約４ｍｍである。所望の分離値又は範囲は、任意の数の変数に従って異なり得る。それらの変数は、第１及び第２のジョーの寸法、ステープルの長さ、ステープルの大きさ、ステープルの関節作動の角度、体組織の厚さ、体組織の種類、体組織の特性、及び所望

10

20

30

40

50

の締付力又は所望の締付け分離を含むが、それらに限定されない。多くの実施態様において、ジョーの先端の間の把持力は、約 13 . 3447 ニュートン ~ 44 . 4822 ニュートン (約 3 重量ポンド ~ 10 重量ポンド) の範囲内にあり、好ましくは、約 22 . 2411 ニュートン (約 5 重量ポンド) である。ジョーの先端の間の締付力は、約 133 . 447 ニュートン ~ 311 . 376 ニュートン (約 30 ~ 70 重量ポンド) の範囲内にあり、好ましくは、約 222 . 411 ニュートン (約 50 重量ポンド) である。把持力及び所望の締付力は、上記変数のいずれかに従って或いは外科用途の種類 (例えば、組織切断、組織の封止、及び / 又は組織のステーブル留め) によって異なり得る。

【0017】

他の特徴において、本発明は請求される方法を実施するシステムを含む。理想的には、システムは、第 1 及び第 2 のジョーと、ジョーに連結される駆動システムと、ユーザインターフェースと、駆動システムに連結される電子データプロセッサとを含む。多くの実施態様において、駆動システムは所定の把持力で組織に対してジョーを閉塞し、電子データプロセッサはジョーの間の距離を測定し、電子データプロセッサは、ジョーの間の測定される距離に基づき、所望の締付力で 2 つのジョーの間に組織を締め付けることの成功の予測をユーザインターフェースに出力し、締付力は把持力よりも大きい第 1 の所定の範囲内にあり、締付けジョー分離距離は第 2 の所定の範囲内にある。理想的には、第 2 の所定の範囲は、ジョーの間の組織にステーブルを適用するのに適したジョーの間の距離を含む。

【0018】

システムは、1 つ又はそれよりも多くの動作モードも含み得る。一部の実施態様において、システムは、ソフト把持モードと、締付けモードとを含む。ソフト把持モードにおいて、ジョーは閉塞し或いは所定の把持力で体組織を把持するよう閉塞する。締付けモードにおいて、ジョーは締付力で体組織を締め付けるよう閉塞する。典型的には、外科医が、把持される組織を締め付けるための準備において、把持モードにおいて組織を把持し得るように、システムは、把持モードにあるときに締付け成功の予測をもたらすに過ぎない。多数モードを有する実施態様において、システムはモード間で切り換えるためのコントローラを更に含む得る。

【0019】

当該システムは、体組織を把持し且つ / 或いは締付けるためにジョーの動作をもたらす機構を通じてジョーと連結されるアクチュエータシステムを含み得る。一部の実施態様において、その機構はケーブル及びリンケージを含み得る。多くの実施態様において、その機構は親ネジ及びカムを含み得る。一部の実施態様では、具体的には、多数モードを有する実施態様では、第 1 の機構がジョーの把持をもたらし、第 2 の機構がジョーを用いた締付けをもたらす。例えば、第 1 の機構はケーブルを含み、第 2 の機構は親ネジを含み得る。ケーブルを用いて把持をもたらすことは、比較的低力で迅速応答をもたらすのに理想的であるのに対し、親ネジは、より長い応答時間を有するにも拘わらず、より高い力をもたらすのにより適している。第 1 の作動機構は、ジョー部材の間に体組織を把持するための低力をもたらし得る。第 2 の作動機構は、高締付力モードをもたらし得る。例えば、多くの実施態様において、第 2 の作動機構によって提供される移動可能なジョーの最大締付力は、第 1 の作動機構によって提供される最大把持力よりも大きい。

【0020】

第 1 及び第 2 の作動機構は、低力把持モード及び高力締付けモードのための力要件と対応する異なる力移転機構を利用し得る。例えば、ジョーを開放位置から閉塞位置に移動させるよう第 1 のジョー作動機構によって使用される力は、直線力を含み得る。ジョーを開放位置から閉塞位置に移動させるよう第 2 のジョー作動機構によって使用される力は、トルクを含み得る。多くの実施態様において、低力把持モードにおける使用のための第 1 のジョー作動機構は、ケーブル - 被駆動機構を含み、高力締付けモードにおける使用のための第 2 のジョー作動機構は、親ネジ - 被駆動機構を含む。

【0021】

如何なる材料の締付けにおいても上述の方法のいずれかを使用し得る。本来的に非外科

10

20

30

40

50

的である用途において上述の方法のいずれかを使用し得る。例えば、工業プロセスにおける可撓なコンプライアント材料の締付けに関する締付け予測を使用者に示すために上述の方法を使用し得る。

【 0 0 2 2 】

本発明の本質及び利点およびより完全な理解のために、後続の詳細な記載及び添付の図面が参照されなければならない。本発明の他の特徴、目的、及び利点は、後続の詳細な記載及び図面から明らかであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 多くの実施態様に従った手術を行うために使用される最小侵襲的ロボット手術システムを示す平面図である。

10

【 図 2 】 多くの実施態様に従ったロボット手術システムのための外科医コンソールを示す斜視図である。

【 図 3 】 多くの実施態様に従ったロボット手術システム電子機器カートを示す斜視図である。

【 図 4 】 多くの実施態様に従ったロボット手術システムを示す概略図である。

【 図 5 A 】 多くの実施態様に従ったロボット手術システムの患者側方カート（手術ロボット）を示す正面図である。

【 図 5 B 】 ロボット手術工具を示す正面図である。

【 図 6 A 】 多くの実施態様に従った関節作動ジョーを有するエンドエフェクタを示す斜視図である。

20

【 図 6 B 】 多くの実施態様に従った（親ネジ作動機構構成部品をより良好に示すために関節作動ジョーが取り外された状態の）図 6 A のエンドエフェクタを示す斜視図である。

【 図 7 A 】 多くの実施態様に従った親ネジ作動機構の構成部品を示す概略図である。

【 図 7 B 】 多くの実施態様に従った親ネジ作動機構の構成部品を示す概略図である。

【 図 8 A 】 多くの実施態様に従ったケーブル被駆動作動機構の構成部品を示す概略図である。

【 図 8 B 】 多くの実施態様に従った図 8 A のエンドエフェクタを示す斜視図であり、閉塞構成に向かってジョーを関節作動させるために使用される関節作動ジョーの背後に配置されるケーブル被駆動作動機構を示すために関節作動ジョーの一部が取り外されている。

30

【 図 8 C 】 ジョーを開放構成に向かって関節作動させるために使用される図 8 A のケーブル被駆動作動機構の反対側の構成部品を示す概略図である。

【 図 8 D 】 ジョーを開放構成に向かって関節作動させるために使用される図 8 A のケーブル被駆動作動機構の反対側の構成部品を示す概略図である。

【 図 8 E 】 ジョーを開放構成に向かって関節作動させるために使用される図 8 A のケーブル被駆動作動機構の反対側の構成部品を示す概略図である。

【 図 8 F 】 ジョーを開放構成に向かって関節作動させるために使用される図 8 A のケーブル被駆動作動機構の反対側の構成部品を示す概略図である。

【 図 9 A 】 多くの実施態様に従ったケーブル作動機構を示す斜視図であり、ジョーを閉塞構成に向かって関節作動させるために使用されるケーブルを示している。

40

【 図 9 B 】 図 9 A のケーブル作動機構を示す斜視図であり、ジョーを開放構成に向かって関節作動させるために使用されるケーブルを示している。

【 図 1 0 】 多くの実施態様に従った親ネジ作動機構の構成部品を示す断面図である。

【 図 1 1 】 多くの実施態様に従った工具組立体を単純化して示す概略図である。

【 図 1 2 】 多くの実施態様に従ったロボット工具マニピュレータに取り付けられるロボット工具を単純化して示す概略図である。

【 図 1 3 A 】 多くの実施態様に従った第 1 及び第 2 のジョーを有するエンドエフェクタを示し且つ把持及び締付け構成にあるジョーの間の把持分離を示す概略図である。

【 図 1 3 B 】 多くの実施態様に従った第 1 及び第 2 のジョーを有するエンドエフェクタを示し且つ把持及び締付け構成にあるジョーの間の把持分離を示す概略図である。

50

【図 1 3 C】多くの実施態様に従った第 1 及び第 2 のジョーを有するエンドエフェクタを示し且つ把持及び締付け構成にあるジョーの間の把持分離を示す概略図である。

【図 1 4 A】多くの実施態様に従った把持構成にあるエンドエフェクタを示す概略図である。

【図 1 4 B】多くの実施態様に従った把持構成にあるエンドエフェクタを示す概略図である。

【図 1 5 A】多くの実施態様に従った組織締付けの予測の表示器を有するユーザインターフェース組立体を示す概略図である。

【図 1 5 B】多くの実施態様に従った組織締付けの予測の表示器を有するユーザインターフェース組立体を示す概略図である。

【図 1 6 A】多くの実施態様に従った組織締付け予測の表示器の実施例を示す概略図である。

【図 1 6 B】多くの実施態様に従った組織締付け予測の表示器の実施例を示す概略図である。

【図 1 7】多くの実施態様に従った方法を示すフローチャートである。

【図 1 8】多くの実施態様に従った方法を示すフローチャートである。

【図 1 9】多くの実施態様に従った方法を示すフローチャートである。

【図 2 0】多くの実施態様に従った方法を利用するフローチャートを示している。

【図 2 1】多くの実施態様に従った方法を利用するフローチャートを示している。

【図 2 2 A】多くの実施態様に従った表示器の追加的な実施例を示す概略図である。

【図 2 2 B】多くの実施態様に従った表示器の追加的な実施例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

体組織の締付けに関するシステム及び方法の改良がもたらされる。本発明は、把持した組織の締付けが組織の締付けを試みる前に起こりそうであるか否かの表示をもたらすことに関する。体組織を締め付けるためのジョー部材を有するシステムにおいて、特に、最小侵襲的な外科用途において使用される外科システムにおいて、本発明を使用し得る。請求される方法を利用するシステムはジョーを有し、ジョーは低力で体組織を把持し、引き続き、より高い力で体組織を締め付けるのが典型的である。低力で体組織の把持は、外科医が、体組織に損傷を与えずに、ジョー部材の間に体組織を操作し且つ位置付けるのを可能にするのに対し、より高い締付力で締付けは、外科医が、組織切断、封止、又はステープル留めのような、様々の手術を行うのを可能にする。ここに開示する様々の実施態様は、外科用途に関して第 1 に記載されているが、これらの外科用途は例示的な用途であるに過ぎず、開示のシステム及び方法を、人体の内側及び外側の両方で、他の適切な用途において、並びに非外科的用途において使用し得る。

【0025】

多くの実施態様において、2つのジョーは、エンドエフェクタの静止部分に向かって移動する関節動作させられるジョーを含む。そのような実施態様において、エンドエフェクタの静止部分は、第 2 のジョーを含む。多くの実施態様において、システムは、エンドエフェクタのジョーを関節動作させるために 2 つの独立した機構を使用する。第 1 の作動機構は、閉塞（把持）構成と開放構成との間で関節動作ジョーの位置を変える迅速応答 / 低力モードをもたらす。多くの実施態様において、第 1 の作動機構は、後方 - 駆動可能である。例えば、低力モード把持モードでは、第 1 のジョーの先端と第 2 のジョーの先端との間に 22 . 24 11 ニュートン（5 ポンド）の締付力をもたらすよう、第 1 の作動機構を設計し得る。第 2 の作動機構は、より高い締付力でジョーの間に体組織を締め付けるための高締付力モードをもたらす。第 2 の作動機構は、非 - 後方 - 駆動可能であることが多い。第 2 の作動機構は、比較的弱い力又はトルク（しかしながら、利用可能な大きな移動を伴う）を、エンドエフェクタのジョーを回転させる比較的高いトルクに変換する。例えば、クランプされるジョーの先端の間に 222 . 4 11 ニュートン（50 ポンド）の締付力をもたらすよう第 2 の作動機構を設計し得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

請求される方法を使用する用途において、外科医は、外科工具のジョーの間の把持力で体組織を把持し、次に、より高い締付力で体組織を締め付けるのが典型邸である。時折、ジョーはより高い締付力で体組織を成功裏に締め付けるのに失敗し、それは高い締付力の故に組織に対する損傷を潜在的にもたらし得る。例えば、ジョーは体組織を締め付け得るが、過剰な変形の故に、ジョー先端を所望よりも更に分離させ、潜在的な組織損傷を招き得る。骨のような隣接する組織からの干渉、又はジョーの間からの組織の滑りを含む、様々の理由のために、ジョーは組織を成功裏に締め付けるのに失敗し得る。従って、締付け不良がいつ起こり得るかを外科医が締付け前に予測可能であり、それによって、組織に対する如何なる潜在的な損傷をも回避するのが有利である。既述のシステム及び方法は、体組織の締付けが成功しそうか否かの予測の表示を外科医にもたす。ジョーが締付位置にあり、ジョーの間の距離が所望の治療を行うのに十分であるとき、例えば、締め付けられた組織を通じてステープルを打つのに十分であるとき、締付けは成功であると考え得る。

10

【 0 0 2 7 】

締付けの成功がどちらかと言えば多分ある（５割を越える確率である）という表示は、全体的に又は部分的に、ジョー部材の間に組織を把持している間のジョー部材の間の分離に基づき得る。理想的には、本方法は、締付力で組織を締め付けること、ジョー部材の間の分離を測定し且つ／或いは決定すること、及び、把持されていた素子の締付けがどちらかと言えば多分あることの表示を外科医にもたすことを含む。本方法は、把持される組織の相対的な剛性を測定し或いは決定することを更に含み得る。本発明のこれらのシステム及び方法は、最小侵襲的な手術用途において使用されるときに特に有益である。加えて、成功又は失敗の表示は、使用者が成功裏の締付けをもたらしそうであるとして表示される力で把持し得るよう、多数の把持力（例えば、順次的により高い力）での予測を更に含み得る。一部の実施態様では、把持力が連続的に増大する間にジョー位置に基づき締付け成功又は失敗の可能性を考えるよう、この機能を拡張し得る。締付力は、ジョー位置と把持力との間の関係に依存する様々の締付力も含み得る。例えば、締付け失敗の可能性の表示が表示されるときに起こり得るように、ジョーの間の距離が所望よりも大きいならば、（例えば、使用者によって或いは自動的に）より高い締付力を適用可能であり、より高い締付力で締付け予測の表示を決定するために、第２のデータ地点が測定される。

20

【 0 0 2 8 】

30

（最小侵襲的なロボット手術）

【 0 0 2 9 】

図面を参照すると、幾つかの図面を通じて同等の参照番号は同等の部分を表し、図１は、本発明の実施態様を例示する平面図である。図１は、最小侵襲的なロボット手術（MIRS）システム１０を例示しており、MIRSシステム１０は、手術テーブル１４の上に横たわる患者１２に対して最小侵襲的な診断又は外科手術を行うために使用されるのが典型的である。システムは、手術中の外科医１８による使用のための外科医コンソール１６を含み得る。１人又はそれよりも多くの補助者２０（アシスタント）も手術に参加し得る。MIRSシステム１０は、患者側方カート２２（外科ロボット）と、電子機器カート２４とを更に含み得る。患者側方カート２２は、外科医１８がコンソール１６を通じて手術部位を見る間に、患者１２の体の最小侵襲的な切開を通じて少なくとも１つの取り外し可能に結合される工具組立体２６（以下「工具」と呼ぶ）を操作し得る。工具組立体２６は、エンドエフェクタ２５を含み、エンドエフェクタ２５は、組織を把持し且つ締め付けるためのジョーを有する。内視鏡２８を方向付けるために患者側方カート２２によって操作し得る、立体内視鏡のような内視鏡２８によって、手術部位の画像を得ることができる。外科医コンソール１６を通じて外科医１８に引き続き表示するよう手術部位の画像を処理するために、電子機器カート２４を使用し得る。電子機器カート２４は、工具のジョー部材の間の分離パラメータを測定するためのプロセッサ２７を含む。把持分離パラメータを直接的又は間接的に測定し得る。分離を、実際のジョー部材から、ジョー部材の位置を表す画像から、或いはシステムの様々のセンサから、プロセッサによって直接的に測定し得る

40

50

。例えば、ホール効果型センサをアンビルジョー旋回軸付近に位置付け得る。ステーブルカートリッジ内に（或いは一对のジョーのいずれかのジョー内に）ホール効果型センサを配置し得る。相応して、磁石をアンビルジョー（又は対向するジョー）内に配置し得る。次に、センサは、磁石の近接性を感知して、アンビルジョーが十分に閉塞されているか否かを決定する。他の実施例では、ジョー角度を感知し得るよう、形状感知光ファイバをジョー内に配置し得る。一部の実施態様では、少なくとも1つのジョーは深さゲージを備え、対向するジョーは深さゲージを測定するセンサを備え得る。例えば、深さゲージは、ジョーの間の分離を測定するために組織が把持されるや否や配置し得る小さな伸縮自在な針であり得る。工具の位置データから、例えば、PSMによって得られる位置データ又はその導関数から分離を計算することによって、分離を間接的に測定してもよい。プロセッサは、分離パラメータに応答して、締付けがどちらかと言えば多分あるか否かについての表示ももたらし得る。その表示を計算式又はアルゴリズムに従って決定してもよく、所定の値の表から得てもよい。次に、システム10は、予測の表示を外科医コンソール16上の外科医に連絡（通信）し得る。

【0030】

図2は、外科医コンソール16の斜視図である。深さ知覚を可能にする手術部位の統合的な立体図を外科医18に提示するために、外科医コンソール16は、左目用ディスプレイ32と、右目用ディスプレイ34を含む。コンソール16は、1つ又はそれよりも多くの入力制御装置36を更に含み、次いで、入力制御装置36は、患者側方カート22（図1に図示）に1つ又はそれよりも多くの工具を操作させる。外科医が工具26を直接的に制御している強い感覚を有するよう、入力制御装置36が工具26と一体的であるという知覚又はテレプレゼンスを外科医にもたらしするために、入力制御装置36は、それらの関連する工具26（図1に図示）と同じ自由度をもたらし。この目的を達成するために、入力制御装置36を通じて工具26からの位置、力、及び、触覚知覚を移転させて外科医の手に戻すよう、位置センサ、力センサ、及び触覚フィードバックセンサ（図示せず）を利用し得る。

【0031】

外科医が手術を直接的に監視し、必要であれば物理的に存在し、電話又は他の通信媒体を通じてではなくむしろ直接的に補助者と話し得るよう、外科医コンソール16は、患者と同じ部屋内に配置されるのが普通である。しかしながら、遠隔外科手術（例えば、殺菌場の外側からの手術）を可能にするよう、外科医を異なる部屋内に、完全に異なる建物内に、或いは患者から遠隔の他の場所に配置し得る。

【0032】

図3は、電子機器カート24の斜視図である。電子機器カート24を内視鏡28と結合し得る。電子機器カート24は、工具のジョー部材の間の分離パラメータを測定し且つ/或いは決定するよう並びに測定される分離パラメータに応答して締付け成功の予測を決定するよう、プロセッサ27を含み得る。プロセッサ27は、例えば、外科医コンソール16上の外科医への、或いは、局所的に及び/又は遠隔に配置される任意の他の適切なディスプレイ上での、引き続きの表示のために、捕捉データも処理し得る。

【0033】

図4は、（図1のMIRSシステム10のような）ロボット手術システム50を例示しており、そこでは、プロセッサ58及びディスプレイ60は、電子機器カート56及び外科医コンソール52と別個に描写されている。上記で議論したように、最小侵襲的な手術中に（図1の患者側方カート22のような）患者側方カート（手術ロボット）54を制御するために、外科医は（図1の外科医コンソール16のような）外科医コンソール52を使用し得る。体組織の締付けの準備において、外科医は患者側方カート52の工具に、エンドエフェクタのジョー部材の間に体組織を把持することを命令し得る。この命令に応答して、プロセッサ58は、組織を把持するジョー部材の間の分離パラメータを測定し、引き続き、分離パラメータに全体的に或いは部分的に基づき締付け予測を決定し得る。締付け予測の決定は、把持力、所望の締付力、及び締付け構成におけるジョー部材の間の所望

10

20

30

40

50

の距離も含み得る。次に、プロセッサ 58 は、ディスプレイ 60 に、予測の表示を外科医に表示することを命令する。次に、表示に応答して、外科医は体組織の締付けを安全に進め、或いは、ディスプレイ 60 が締付け成功の予測を表示するまで締付けを中止し且つジョーを再位置決めし得る。

【0034】

図 5 A 及び 5 B は、それぞれ、患者側方カート 22 と、手術工具 62 とを示している。手術工具 62、手術工具 26 の 1 つは、体組織を把持し且つ締め付けるための一組のジョー部材を有するエンドエフェクタの実施例である。図示の患者側方カート 22 は、2 つの手術工具 26 と、手術の部位の画像の捕捉のための立体内視鏡のような画像化装置 28 との操作をもたらす。操作は、多数のロボット継手を有するロボット機構によってもたらされる。切開の大きさを最小限化するために、運動力学的な遠隔中心が切開部に維持されるよう、患者の切開を通じて画像化装置 28 及び手術工具 26 を位置付け且つ操作し得る。手術工具 26 が画像化装置 28 の視野内に位置付けられるとき、手術部位の画像は手術工具 26 の遠位端部の画像を含み得る。

【0035】

(独立的な作動機構を用いた組織把持及び締付け)

【0036】

多くの実施態様では、エンドエフェクタの関節作動させられるジョーの関節動作を制御するために、2 つの独立した作動機構が使用される。迅速応答 / 低力把持モードをもたらすために第 1 の作動機構を使用し得る。高い締付力モードをもたらすために第 2 の作動機構を使用し得る。締付力は、把持力よりも大きい。多くの実施態様において、迅速応答 / 低力関節動作モードをもたらすために使用される第 1 の作動機構は、後方—駆動可能である。多くの実施態様において、高い締付力モードをもたらすために使用される第 2 の作動機構は、非 - 後方 - 駆動可能である。独立した作動機構を使用することは、手術工具の仕事を実施するために高力ジョー締付けが使用される前に多数の低力ジョー配置締付けを必要とし得る一部の外科用途、例えば、電気焼灼封止、ステーブル留め等において有益であり得る。

【0037】

多くの実施態様において、迅速応答 / 低力把持モードにおけるジョーの作動は、一対のプルケーブルを含むケーブル作動機構によってもたらされる。多くの実施態様において、前記対の第 1 のケーブルの引張動作は、関節作動させられるジョーを閉塞 (把持) 構成に向かって関節動作させ、前記対の第 2 のケーブルの引張運動は、関節作動させられるジョーを開放 (非把持) 構成に向かって関節動作させる。多くの実施態様において、ケーブル作動機構は、後方 - 駆動可能である。

【0038】

多くの実施態様において、高締付力モードにおけるジョーの作動は、親ネジ被駆動カムを含む親ネジ作動機構によってもたらされる。親ネジ被駆動カムがその動作範囲の第 1 の端部にあるときに関節作動させられるジョーを閉塞 (被締付け) 位置に保持するよう、被駆動カムは、関節作動させられるジョー上の適合するカム表面とインターフェース接続する。加えて、被駆動カムは、親ネジ被駆動カムがその動作範囲の第 2 の端部 (反対の端部) にあるときに、関節作動させられるジョーの動作を制約しない。換言すれば、適合するカム表面は、1 つの方向における親ネジ被駆動カムの動作が関節作動させられるジョーを閉塞させ、逆方向における親ネジ被駆動カムの動作が関節作動させられるジョーがカム表面によってもたらされる限界まで開放するのを可能にする (しかしながら、強制しない) ように配置される。しばしば、親ネジ作動機構は、非 - 後方 - 駆動可能である。多くの実施態様では、ケーブル作動機構の位置によって、或いは、親ネジによって駆動されるならば、親ネジの位置によって、エンドエフェクタのジョー部材の位置を決定し得る。

【0039】

図 6 A は、多くの実施態様に従った、2 つの独立した作動機構によって関節作動させられるジョー 72 を有するエンドエフェクタ 70 の斜視図である。エンドエフェクタ 70 は

、エンドエフェクタベース 74 と、関節作動ジョー 72 と、取り外し可能な静止ジョー 76 とを含む。エンドエフェクタ 70 は、第 1 の駆動シャフト 78 と、第 2 の駆動シャフト 80 と、2 つの作動ケーブル（図示せず）とを介して作動される。第 1 の駆動シャフト 78 は、親ネジ作動機構の親ネジ 82 を回転させる。第 2 の駆動シャフト 80 は、取り外し可能な静止ジョー / ステابلカートリッジリロード 76 の他の親ネジ（図示せず）を回転させる。

【0040】

多くの実施態様において、第 1 の駆動シャフト 78 及び / 又は第 2 の駆動シャフト 80 は、エンドエフェクタ 70 が器具シャフトを介して結合される近位工具シャーシ内に配置される駆動機能によって駆動される。多くの実施態様において、近位工具シャーシは、ロボット工具マニピュレータに解放可能に取り付け可能であるよう構成される。多くの実施態様において、第 1 の駆動シャフト 78 及び第 2 の駆動シャフト 80 は、近位工具シャーシ内に配置される夫々の機能を介して作動させられる。多くの実施態様において、そのような駆動特徴は、近位工具シャーシ内に配置されるアクチュエータ又はモータシステムによって駆動される。

10

【0041】

図 6 B は、多くの実施態様に従った（親ネジ作動機構の構成部品をより良好に例示するために関節作動ジョー 72 を取り外した状態の）図 6 A のエンドエフェクタ 70 の斜視図である。親ネジ 82 は、エンドエフェクタベース 74 に対する回転のために取り付けられる。エンドエフェクタベース 74 内のカムスロット 86 に沿って親ネジ被駆動カム 84 を選択的に平行移動させるために、親ネジ 82 の選択的な回転を使用し得るよう、親ネジ被駆動カム 84 が親ネジ 82 と結合される。エンドエフェクタ 70 は、旋回ピン 88 を含み、旋回ピン 88 は、関節作動ジョー 72 をエンドエフェクタベース 74 と回転的に結合するために使用される。

20

【0042】

図 7 A 乃至 10 は、作動機構を例示しており、エンドエフェクタは、作動機構によって、低力把持モードにおいてジョーの間に体組織を把持し、ジョーの間に把持される体組織をより高い締付力で締め付ける。

【0043】

図 7 A 及び 7 B は、図 6 A 及び 6 B の親ネジ作動機構を例示している。親ネジ 82 は、遠位支承表面 96 と、近位軸受 98 とインターフェース接続する近位支承表面とを有する。多くの実施態様において、遠位支承表面 96 は、カムスロット 86 の遠位端部に配置される円筒形の受口内に受け入れられる。遠位支承表面 96 と円筒形の受口との間の比較的大きな隙間を伴って、親ネジ 82 が過剰に揺動するのから守るよう、親ネジ 82 のためのそのような遠位支持を構成し得る。近位軸受 98 は、親ネジ 82 の近位端部を支持するために、エンドエフェクタベース 74 によって支持される。近位軸受 98 は玉軸受であり得る。玉軸受は摩擦及び摩耗を低減するのに役立ち得る。親ネジ 82 の遠位端部を支持するために、エンドエフェクタベース 74 によって遠位軸受（図示せず）を支持し得る。遠位軸受は玉軸受であり得る。親ネジ被駆動カム 84 は、親ネジ 82 の外部ネジ山と噛合するよう構成されるネジ山付きボアを含む。親ネジ被駆動カム 84 は、カムスロット 86 の対応する頂部表面及び底部表面と槽と作用するよう構成される頂部表面及び底部表面を含む。親ネジ被駆動カム 84 とカムスロット 86 との間の相互作用は、親ネジ被駆動カム 84 がカムスロット 86 に対して回転するのを防止し、それは親ネジの回転に応答して親ネジ被駆動カム 84 をカムスロット 86 に沿って平行移動させる。

30

40

【0044】

関節作動ジョー 72 は、カムスロット 86 に沿う親ネジ被駆動カム 84 の位置が、旋回ピン 88 の周りに関節作動ジョー 72 の回転運動が親ネジ被駆動カム 84 によって制約される程度を決定するように構成される。関節作動ジョー 72 は、第 1 の近位側部 100 及び第 2 の近位側部 102 を含み、それらは中央スロットによって分離される。第 1 及び第 2 の近位側部 100 , 102 は、関節作動ジョー 72 が旋回ピン 88 を介してエンドエフ

50

ェクタベース 74 と結合されるときに、エンドエフェクタベース 74 の対向する側部に配置される。第 1 及び第 2 の近位側部 100, 102 の各々は、適合カム表面 94 を定め且つ親ネジ被駆動カム 84 と近位側部 100, 102 との間に隙間をもたらす凹部領域を含む。親ネジ被駆動カム 84 が (図 7 A 及び 7 B に例示される位置付近で) カムスロット 86 の近位端部又は近位端部付近に位置付けられるとき、親ネジ被駆動カム 84 と関節作動ジョー 72 の適合カム表面 94 との間の接触は、関節作動ジョー 72 を締付け構成において保持する。親ネジ被駆動カム 84 がカムスロット 86 の遠位端部に位置付けられるとき、旋回ピン 88 の周りの関節作動ジョーの回転位置は、締付け構成 (親ネジ被駆動カム 84 と関節作動ジョー 72 の適合カム表面 94 との間には間隙がある) と開放構成 (親ネジ被駆動カム 84 と関節作動ジョー 72 の適合カム表面 94 との間に間隙があってもなくてもよい) との間の回転位置の範囲に亘って親ネジ被駆動カム 84 によって制約されない。カムスロット 86 の近位端部と遠位端部との間の親ネジ被駆動カム 84 の位置に関して、非制約動作の範囲は、使用されるカム表面に従って異なり得る。

10

20

30

40

50

【0045】

関節作動ジョー 72 の適合カム表面 94 を定める近位側部 100, 102 の各々における凹部の使用は数多くの利益をもたらす。例えば、近位側部を通じて延在する横方向スロットではなく凹部を使用することは、関節作動ジョー 72 の近位側部 100, 102 に連続的な外側表面をもたらす、それが患者の体組織を妨げる可能性は横方向スロット開口よりも少ない。横方向スロットの欠如は、横方向スロットを備える近位側部に比べて、近位側部 100, 102 を強化するのに役立ち、従って、締付け剛性の増大をもたらす。そのような近位側部 100, 102 は、2 つの平面において剛性の増大を有し得る。それは外力の存在の下で関節作動ジョー 72 の整列を維持するのを助け得る。2 つの平面におけるそのような剛性の増大は、一部の外科用途において、例えば、組織ステーブル留めにおいて有益であり得る。その場合には、ステーブルとステーブルを形成するアンビルポケットとの間の整列を維持するのに有益である。更に、横方向スロットの代わりに凹部の使用は、開放の横方向スロットを備える近位側部を有するものと比べて、外側材料によって目詰まりする可能性のより少ない作動機構ももたらす。

【0046】

関節作動ジョーとエンドエフェクタの対向するジョーとの間の所望の締付力をもたらすよう親ネジ作動機構を構成し得る。例えば、多くの実施態様において、親ネジ作動機構は、関節作動ジョー 72 の先端 (旋回ピン 88 から約 5.08 センチメートル (約 2 インチ)) で少なくとも 88.9644 ニュートン (20 ポンド) の締付力をもたらすよう構成される。多くの実施態様において、親ネジ作動機構は、関節作動ジョー 72 の先端で少なくとも 222.411 ニュートン (50 ポンド) の締付力をもたらすよう構成される。多くの実施態様では、関節作動ジョー 72 の先端で 222.411 ニュートン (50 ポンド) の締付力をもたらすために、親ネジ 82 への入力トルクは約 0.1 ニュートンメートルであり、親ネジ 82 は約 30 回転を有する。

【0047】

入手可能な材料及び構成部品を使用して親ネジ作動機構を製造し得る。例えば、親ネジ作動機構の多くの構成部品を入手可能なステンレス鋼から製造し得る。親ネジ被駆動カムが擦る表面 (例えば、親ネジ 82、エンドエフェクタベース 74、関節作動ジョー 72 の近位側部 100, 102) に摩擦を減少させるために、親ネジ被駆動カム 84 を (例えば、TiN) 塗工し得る。第 1 の作動機構を駆動させるために標準的なケーブルを使用し得る。

【0048】

図 8 A 乃至 8 F は、多くの実施態様に従ったケーブル作動機構 110 の構成部品を例示している。上述のように、親ネジ被駆動カム 84 をカムスロット 86 の遠位端部 (即ち、旋回ピン 88 付近) に位置付け得る。親ネジ被駆動カム 84 のそのような遠位位置のために、上記で議論したように、旋回ピン 88 についての関節作動ジョー 72 の回転位置は、関節作動ジョー 72 の回転位置の範囲に亘って制約されない。従って、ケーブル作動機構

110によって旋回ピン88についての関節作動ジョー72の回転位置を制御し得る。ケーブル作動機構110は、閉塞構成と開放構成との間で関節作動ジョーの回転位置を変えるよう動作可能である。ケーブル作動機構110は、一对のブルケーブル112, 114を含む。ケーブル作動機構110は、関節作動ジョー72を閉塞構成に向かって旋回ピン88について回転させるために使用される第1のリンケージ116や、関節作動ジョー72を開放構成に向かって旋回ピン88について回転させるために使用される類似の第2のリンケージ118も含む。(図8A及び8Bに示す)第1のリンケージ116は、旋回ピン122を介してエンドエフェクタベース74に対する回転のために取り付けられる回転リンク120を含む。接続リンク124は、旋回ピン126及び旋回ピン128を介して、回転リンク112を関節作動ジョー72に結合する。第1のリンケージ116は、ブルケーブル112の引張動作を介して関節作動させられる。動作中、ブルケーブル112の引張動作は、回転リンク112を旋回ピン122について時計回り方向に回転させる。接続リンク124の結果としての動作は、関節作動ジョー72を閉塞構成に向かって旋回ピン88について反時計回りに回転させる。

【0049】

ケーブル作動機構110の(図8C乃至8Fに示す)第2のリンケージ118は、第1のリンケージ116と類似の構成部品、例えば、旋回ピン122を介したエンドエフェクタベース74に対する回転のために取り付けられる回転リンク130と、2つの旋回ピン136, 138を介して回転リンク130を関節作動ジョー72に結合する接続リンク134とを含む。第2のリンケージ118は、ブルケーブル114の引張動作を介して関節作動させられる。第2のリンケージ118は、ブルケーブル114の引張動作が関節作動ジョー72を開放構成に向かって旋回ピン88について回転させるように構成される。多くの実施態様において、接続リンク134と第2のリンケージ118の回転リンク130との間の旋回ピン136は、接続リンク124と第1のリンケージ116の回転リンク120との間の旋回ピン126と180度位相がずれている。関節作動ジョー72を開放構成と閉塞構成との間で関節作動させるために、ケーブル作動機構110のブルケーブル112の調和された引張及び伸長が使用される。等しい反対のケーブル動作を最良にもたらし、(それによって、以下に記載するキャプスタン被駆動システム内の張力を維持するために)、関節作動ジョー72が閉塞される(或いはほぼ閉塞される)ときに、並びに、再び関節作動ジョー72が開放される(或いはほぼ開放される)ときに、旋回ピン122, 132のための共通の回転軸が、旋回ピン128, 138のための回転軸を含む平面上に位置するよう構成される。接続リンク124, 134は、第1及び第2のリンケージ116, 118のために、この同じ平面について対称的に反対に組み立てられる。旋回ピン122, 126の間の並びに旋回ピン132, 136の間の距離は、第1及び第2のリンケージ116, 118の両方にとって同じであり、旋回ピン126, 128の間の並びに旋回ピン136, 138の間の距離は、第1及び第2のリンケージ116, 118の両方にとって同じである。

【0050】

図9A及び9Bは、多くの実施態様に従った他のケーブル作動機構140を介した関節作動ジョー72の関節動作を例示している。ケーブル作動機構の実施態様140において、第1のブルケーブル142及び第2のブルケーブル144は、関節作動ジョー72の近位端部と直接的に結合させられる。第1のブルケーブル142は、第1のブルケーブル142の引張動作が関節作動ジョー72を締付け構成に向かって旋回ピン88について回転させるよう第1のプーリ146の周りに巻き付く。第2のブルケーブル144は、第2のブルケーブル144の引張動作が関節作動ジョー72を開放構成に向かって旋回ピン88について回転させるよう第2のプーリの周りに巻き付く。従って、関節作動ジョー72を開放構成と締付け構成との間で関節作動させるために、ケーブル作動機構140の第1及び第2のブルケーブルの調和された引張及び伸長が使用される。等しい反対のケーブル動作を最良にもたらし、(それによって、以下に記載するキャプスタン被駆動システム内のケーブル張力を維持するために)、旋回軸88についてケーブル142によって規定され

る円弧の半径は、旋回軸 8 8 についてケーブル 1 4 4 によって規定される半径と実質的に同じである。

【 0 0 5 1 】

多くの実施態様において、ケーブル（即ち、低力）作動機構は、近位工具シャーシ内に配置される作動機能を介して作動させられる一対のブルケーブルを含む。作動機能と動作的に結合する駆動機構を有するロボット工具マニピュレータに解放可能に取り付け可能であるように近位工具シャーシを構成し得る。例えば、一対のブルケーブルを近位工具シャーシ内に配置されるキャプスタンの周りに巻き付け得る。近位工具シャーシがロボット工具マニピュレータに取り付けられるとき、キャプスタンをロボット工具マニピュレータのキャプスタン駆動サーボモータと動作的に結合し得る。キャプスタンの対応する回転をもたらすために、キャプスタン駆動モータの選択的な回転を使用し得る。ブルケーブルの調和された伸長及び後退をもたらすために、キャプスタンの回転を使用し得る。上記で議論したように、エンドエフェクタの関節作動ジョーの対応する関節動作をもたらすために、ブルケーブルの調和された作動を使用し得る。

【 0 0 5 2 】

多くの実施態様では、後方 - 駆動可能なケーブル作動機構によって迅速応答 / 低力モードが提供される。関節作動ジョー 7 2 を締付け構成に向かって回転させ且つケーブル作動機構を後方駆動させるために、例えば、関節作動ジョー 7 2 に適用される外力を使用し得る。キャプスタンの周りに巻き付けられる一対のブルケーブルを含むケーブル作動機構を用いるならば、関節作動ジョー 7 2 を閉塞構成に向かって回転させる外力は、ブルケーブルの 1 つのブルケーブル内の張力の増大をもたらし、他のブルケーブル内の張力の減少をもたらし、それによって、相応してキャプスタンを回転させる。既知であるように、後方駆動可能性のための十分な効率を有するよう、そのようなケーブル被駆動システムを構成し得る。同様に、関節作動ジョー 7 2 を開放構成に向かって回転させ且つケーブル作動機構を後方駆動させるために、関節作動ジョー 7 2 に適用される外力を使用し得る。上記で議論したように、後方駆動可能な迅速応答 / 低力作動機構は数多くの利益をもたらす。

【 0 0 5 3 】

迅速応答 / 低力関節作動モードをもたらすために、代替的な機構を使用し得る。例えば、プッシュロッド / ブルロッドを含む作動機構を使用し得る。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 は、上記で議論した親ネジ作動機構の構成部品を例示する断面図である。例示の構成部品は、親ネジ 8 2 と、親ネジ被駆動カム 8 4 と、エンドエフェクタベース 7 4 のカムスロット 8 6 と、遠位支承表面 9 6 と、エンドエフェクタベース 7 4 の円筒形受口 1 5 4 と、エンドエフェクタベース 7 4 によって支持される近位軸受 9 8 とを含む。

【 0 0 5 5 】

図 1 1 は、多くの実施態様に従った、工具組立体 1 7 0 を概略的に例示する単純化された斜視図である。工具組立体 1 7 0 は、近位作動機構 1 7 2、近位端部と遠位端部とを有する細長いシャフト 1 7 4、シャフトの遠位端部に配置される工具本体 1 7 6、工具本体 1 7 6 に対して締付け構成と開放構成との間で移動可能なジョー 1 7 8、ジョーと結合させられる第 1 の作動機構、及びジョーと結合させられる第 2 の作動機構を含む。第 1 の作動機構は、締付け構成と開放構成との間で工具本体に対するジョーの位置を変えるよう動作可能である。第 2 の作動機構は、ジョーが締付け構成内に保持される第 1 の構成と、工具本体に対するジョーの位置が第 2 の作動機構によって制約されない第 2 の構成とを有する。第 1 の作動機構は、近位作動機構と動作的に結合される。多くの実施態様において、第 1 の作動機構は、近位作動機構によって作動させられる一対のブルケーブルを含む。第 2 の作動機構は、近位作動機構と動作的に結合させられる。多くの実施態様において、第 2 の作動機構は、近位作動機構から細長いシャフト 1 7 4 を通じて延びる駆動シャフトを介して近位作動機構によって駆動される工具本体内に配置される親ネジ被駆動カムを含む。第 1 及び第 2 の作動機構を有するものとして工具組立体 1 7 0 を記載したが、工具が単一の作動機構を用いて、比較的 low 力で体組織を把持し、引き続き、把持される体組織をよ

10

20

30

40

50

り高い締付力で締め付け得るよう、一部の実施態様では、可変力モータで駆動される単一の作動機構で工具組立体 170 を構成し得る。

【0056】

様々の用途における使用のために工具組立体 170 を構成し得る。例えば、近位作動機構内で使用される手動及び／又は自動の作動を用いて、工具組立体 170 を手持ち式装置として構成し得る。外科用途、例えば、焼灼封止、ステーブル留め等における使用のためにも、工具組立体 170 を構成し得る。工具組立体 170 は、最小侵襲的ロボット手術を超える用途、例えば、非ロボット最小侵襲的手術、非最小侵襲的ロボット手術、非ロボット非最小侵襲的手術、並びに、開示の余剰のジョーの使用が有益である他の用途を有し得る。

10

【0057】

ロボット工具エンドエフェクタのジョーを関節作動させるために、余剰のジョーの作動を使用し得る。例えば、図 12 は、余剰のジョー作動を利用するロボット工具 180 を概略的に例示している。ロボット工具 180 は、近位工具シャーシ 182 と、駆動モータ 184 と、器具シャフト 186 と、遠位エンドエフェクタ 188 と、第 1 の作動機構部分 190 と、第 2 の作動機構 192 とを含む。遠位エンドエフェクタ 188 は、関節作動ジョー 194 を含む。近位工具シャーシ 182 は、ロボット工具マニピュレータ 196 に解放可能に取り付け可能であり、ロボット工具マニピュレータ 196 は、第 1 の駆動装置 198 と、近位工具シャーシ 182 がロボット工具マニピュレータ 196 に取り付けられるときにロボット工具 180 の第 1 の作動機構部分 190 と動作的に結合する第 1 の作動機構部分 200 とを有する。器具シャフト 186 は、工具シャーシ 182 に近接する近位端部と、エンドエフェクタ 188 に近接する遠位端部とを有する。エンドエフェクタ 188 を開放構成と閉塞構成との間で関節作動させるために、(部分 200 と部分 190 とを含む) 第 1 の作動機構は、工具シャーシ 182 が工具マニピュレータ 196 に取り付けられるときに、第 1 の駆動装置 198 を関節作動ジョー 194 に結合させる。エンドエフェクタを開放構成から締付け／閉塞構成に関節作動させるために、第 2 の作動機構 192 は、駆動モータ 184 を関節作動ジョー 194 に結合させる。第 1 の作動機構は、ケーブル作動機構、例えば、迅速応答／低力モードをもたらす上記で議論したケーブル作動機構であり得る。多くの実施態様において、第 1 の作動機構は、後方 - 駆動可能である。第 2 の作動機構は、駆動モータ 184 を親ネジ作動機構、例えば、高締付力モードをもたらす上記で議論した親ネジ作動機構と結合させる駆動シャフトを含み得る。多くの実施態様において、第 2 の作動機構は、非 - 後方 - 駆動可能である。両方のモードにおいて、ジョー部材の位置は、エンドエフェクタ 188 と結合させられる PSM によって得られる。エンドエフェクタを用いた体組織の把持の間に PSM によって得られる位置データから、プロセッサ 191 は、分離パラメータと、締付力でエンドエフェクタを用いた締付け成功の関連予測とを決定し得る。

20

30

【0058】

図 13 A - 13 C は、分離パラメータエンドエフェクタ 188 の実施例を例示し、把持位置及び締付け位置の両方におけるエンドエフェクタ 188 を描写している。図 13 A は、エンドエフェクタ 188 のジョーを例示しており、分離パラメータは、ジョー部材の先端の間の距離であり、或いは、ジョー部材の間の角度であり得る。図 13 B は、把持力 (F_g) でジョー部材の間に体組織 (T) を把持するエンドエフェクタ 188 を例示している。この実施態様において、システムは、体組織 T が既知の力 F_g でジョー部材の間に把持されるときの分離パラメータを測定する。応答して、システムは、より高い締付力 (F_c) で把持される体組織 T の締付けがどちらかと言えば多分あるか (5 割を超える確率であるか) 否かについての表示をユーザインターフェース上にもたす。締付け成功の可能性の表示は、全体的に又は部分的に分離パラメータに基づき得るが、追加的な要因にも基づき得る。追加的な要因は、体組織 (T) の種類 (例えば、腸、胃)、体組織の厚さ、所望の締付力 F_c 、及び完全締付け状態におけるジョー部材の間の所望の分離を含むが、それらに限定されない。例えば、1 つの実施態様において、請求されるシステムは、閾又は

40

50

所望の把持分離より少ない把持分離パラメータに応答して、締付力 F_c での把持される組織の締付けの可能性についての表示ももたらし得る。代替的に、測定される分離が所定の分離パラメータよりも大きいならば、システムは、締付けが成功しそうにないという表示を使用者にもたらし得る。所定の分離パラメータは、上述の追加的な要因のいずれかに従って異なり得る。図 13C は、体組織 T を締付力 F_c でジョー部材の間に成功裏に締め付けたエンドエフェクタ 188 を例示している。締付力 F_c は、把持力 F_g よりも大きい所望の範囲内にある。

【0059】

図 14A 及び 14B は、体組織 T を把持力 F_g で把持したエンドエフェクタ 188 の 2 つの実施例を例示している。図 14A は、体組織を把持するときのエンドエフェクタ 188 のジョーの間の実際の分離 (S_a) が、所与の所望の締付力 F_c 及び / 又は所望の締付け分離での締付け予測のために決定されるような、所定の把持分離又は標的分離 (S_t) より少ない実施例を描写している。この実施例では、システムは成功裏の締付けを予測し、予測の表示をユーザインターフェース上で外科医にもたす。図 14B は、エンドエフェクタのジョーの間の組織滑り又は不十分な組織の故に成功しそうにないように体組織が位置付けられる実施例を描写している。この実施例において、エンドエフェクタ 188 のジョーの間の実際に測定される分離 (S_a) は、所与の締付力 F_c 及び / 又は締付け分離での締付け予測のために決定されるような、所定の分離又は標的分離 (S_t) よりも大きい。この実施態様では、システムは締付けが成功しそうにないことを予測し、その予測の表示をユーザインターフェース上で外科医にもたす。締付けが成功しそうにないことの表示をもたした後、使用者からの追加的な入力がない限り、システムは外科医が締め付けるのを阻止し得る。

【0060】

図 15A - 15B は、把持組織の締付けが成功裏でありそうか否かについての、システム 10 のユーザインターフェースディスプレイ 60 上の表示を例示している。ユーザインターフェースディスプレイ 60 は、締付け予測の表示に加えて、手術中の手術工具エンドエフェクタの画像及び / 又は視覚的表現を表示するのが典型的である。機能を外科手術中に継目なしに組み込むために、外科手術中にユーザインターフェースディスプレイ上の画像の上に締付け予測の表示を重ね合わせ得る。締付け予測表示は、外科医が締付けのための準備において組織の把持を実施するときに現れるだけであるのが好ましい。締付け予測の表示は、手術中に外科医による体組織の成功裏の締付けを容易化すると同時に、不成功の締付けに起因する組織損傷の潜在性を最小限化する。図 15A は、スクリーンの右側下方に重ね合わせられた締付け予測表示器 250 を備えるディスプレイ 60 を描写しており、表示器 250 は、締付けがどちらかと言えば多分あることを表示している。図 15B は、スクリーンの右側下方に重ね合わせられた締付け予測表示 250 を備えるディスプレイ 60 を描写しており、表示器 250 は、締付けが成功しそうにないことを表示している。しばしば、外科医は体組織からの干渉の故に内視鏡を用いて手術部位全体を視覚化し得ないか、或いは、外科医は工具の視覚的表示を見ている。図 15A - 15B において、ディスプレイ 60 上のエンドエフェクタ 189 のジョーの図形的表示は誇張されているが、一般的には、外科医は、ディスプレイ 60 上の手術工具の画像を見るだけからでは、締付けが成功であるか否かを確認し得ない。

【0061】

図 16A - 16B は、締付け予測表示 250 の追加的な実施例を例示している。図 16A は、締付け予測が締付け成功の見込みの勾配 (傾斜) である表示器を描写している。システム及び方法は、様々の要因に基づき勾配内で予測を決定し得る。それらの要因は、実際の分離と組織を把持するジョー間の所定の標的分離との間の相違、組織の種類、組織の厚さ、又は所望の締付力及び / 又は締付け分離を含むが、それらに限定されない。例えば、ジョーが組織を把持するときの所定の分離は、許容可能な把持分離の範囲にあり得る。実際の測定される把持分離が所定の把持分離の範囲の更に外側であればあるほど、締付け成功の見込みはより少ない。例えば、1 つの実施態様において、実際の測定分離が 0 - 2

10

20

30

40

50

度内にあるならば、システムは 99% の締付け成功の見込みの表示を表示する。測定される分離が 2 - 8 度から増大するならば、見込みは、例えば、99% から 10% まで下がるように、単調に減少する関係において減少する。図 16B は、2 つの設定、予測される締付け成功設定及び予測される締付け失敗設定の間でトグルする表示器を有する実施態様を描写している。この実施例において、表示器は、点灯されるときには締付けがどちらかと言えば多分あることを表示し、暗いときには締付けの成功がおそらくないことを表示する単なる光である。

【0062】

図 17 - 19 は、請求される方法の実施態様を図式的に例示している。図 17 は、例示的な方法 300 の単純化された提示である。方法 300 は、既知の把持力で組織を把持する 2 つのジョーの間の分離を測定するステップ 302 と、2 つのジョーの間の把持される組織をより高い締付力で締め付けるときに締付けが成功しそうか或いは失敗しそうかをユーザインターフェース上に表示するステップ 304 とを含む。図 18 は、典型的には、使用者からの命令に応答して、システムがある保持力でジョーの間に体組織を把持するステップ 312 と、システムがジョーの間の分離を測定して、ステップ 314 及び 316 において締付け成功の予測の表示をそれぞれもたらした後に、組織を締め付けよという使用者からの命令に応答して、その締付力でジョーの間に体組織を締め付けるステップ 318 とを更に含む方法 310 の単純化された提示である。図 19 は、締付けが成功しそうであるという表示をもたらすステップ 332 をシステムが遂行した後、ジョーを再位置決めせよという使用者からの命令に応答して、体組織に対してジョーを再位置決めするステップ 334 を更に含む方法 320 の単純化された提示である。

【0063】

図 20 - 21 は、請求される方法の実施態様を例示するフローチャートである。図 20 は、請求される方法の実施態様を示すフローチャートであり、システムは、体組織がジョーの間に把持された後 (MTM グリップは組織の上で閉塞される)、PSM から分離 (ジョー角度) を読み取る。分離 (角度) が所定の分離 (閾角度) よりも少ないならば、システムは締付けが成功しそうであることを使用者に表示する。分離 (角度) が所定の分離 (閾) よりも少なくないならば、システムは締付けが失敗しそうであることを使用者に表示する。使用者が締付けの入力をシステムにもたらす (青ペダルが押される) ならば、システムはジョー内に把持される組織の締付けを進める。図 20 は、締付け後の組織にステーブルを撃つことによって体組織を締付け且つ封止するために外科システム内に組み込まれる請求される方法の実施態様を示すフローチャートである。図 20 - 21 において、システムは、選択される行為を遂行する前に、青色又は黄色ペダルを押すことのような入力を使用者に要求し得る。

【0064】

図 22A - 22B は、締付け後の組織のステーブル留めに進むことが妥当であるか否かについてシステム 10 のユーザインターフェースディスプレイ 60 上の表示を例示している。その表示は、ステーブル留めに進むことが安全であるか否かの表示のみであり得るし、或いは、エンドエフェクタ 189 を用いた組織の締付け後の経過時間 (又は、代替的にカウントダウン) を示すためのタイマを更に含み得る。表示器 250 は、図 15A - 15B に例示する表示器と類似し得るが、上述の機能を更に含み得る。ステーブル留め安全表示器及び / 又はタイマ機能は有利である。何故ならば、それらは、ステーブル留めされるべき組織内の流体 (例えば、血液) を搾り出すことによってステーブル留めが締め付けられている組織の厚さを僅かに減少させ得る前に、締め付けられる組織が特定の量の時間に亘って締め付けられる状態に維持されることを可能にするからである。締め付けられる組織内の流体の量を減少させることは有利である。何故ならば、それはステーブル留めの前後でステーブル挿入地点からの出血の可能性を減少させ得るからである。組織がエンドエフェクタ 189 のジョーの間に適切に締め付けられるとき、ステーブル留めが開始される前に、締め付けられる組織が圧縮する (例えば、流体がジョーの間の組織から圧搾されて出る) ために、有限の量の時間が必要とされるのが典型的である。流体の十分な圧縮及び

削減のために必要とされる時間の量は、ステープルの種類及び大きさ、ステープラ及び／又はクランプの種類、並びに、締め付けられる組織の種類及び厚さに従って異なり得る。例えば、腸組織のステープルを行う際には、組織の締め付け後に並びにステープル留め前に少なくとも１分間待つことは、ステープル留めに起因する出血の量を有意に減少させる。しかしながら、当業者は、しばしば手術及びステープル留めされる組織に依存して、待ち時間の期間が１分よりも少なくても１分よりも多くてもよいことを理解するであろう。加えて、ステープル留めの後に組織の締め付けを維持することは、ステープル留めされる組織から出血を更に低減させ、止血を促進し得る。システム及び／又は外科医が所要時間が経過したこと並びにステープル留めを進めるのが安全であることを認識し得るよう、表示器は経過時間（又は推奨待機時間からのカウントダウン）をもたらし得る。他の実施態様では、追加的な表示器メッセージ（例えば、「ステープル留めするのを待つ」、「ステープル留めに進む」）は、締め付けられた組織のステープル留めに進むのが妥当であることを外科医に示すのを助け得る。そのような表示は、時間表示器ディスプレイの色の変化、ディスプレイ上の背景色の変化、光、音声、又はステープル留め安全性及び／又は締め付け期間を外科医比に連絡するのに適した任意の他の表示をも含み得るが、それらに限定されない。推奨締め付け待機時間を手術の変数のいずれかに従ってシステム内に事前設定し得るし、或いは、代替的に、外科医がそれを入力し得る。

10

【００６５】

上述の実施態様の図２２Ａにおいて、外科医はエンドエフェクタ１８９のジョーを用いて組織を成功裏に締め付けた。その提示はディスプレイ６０上に見られる。ディスプレイ６０の右下隅にある表示器２５０は、締め付けが完了したことを示し、「ステープル留めするのを待つ」というメッセージで外科医に更に指示するのに対し、タイマは組織の成功裏の締め付け後に経過した時間を表示する。この実施態様において、ステープル留めを行う前に待つ推奨時間は１分である。図２２Ｂに示すように、１分が経過した後、表示器２５０は、「ステープル留めに進む」というメッセージと共に、経過時間を表示する。然る後、外科医は、締め付けられる組織のステープル留めに進み得る。代替的な実施態様では、外科医がステープル留め後の組織に対する締め付けを維持するのを可能にするために、タイマは組織のステープル止めの後に再始動し得る。

20

【００６６】

ここに記載する実施例及び実施態様は例示の目的のためであること、その観点における様々の変形又は変更が当業者に提案され、この出願の精神及び範囲並びに付属の請求項の範囲内に含まれるべきであることが理解されよう。数多くの異なる組み合わせが可能であり、そのような組み合わせは本発明の一部であると考えられる。

30

【符号の説明】

【００６７】

- １０ 最小侵襲的ロボット手術（ＭＩＲＳ）システム
- １２ 患者
- １４ 手術テーブル
- １６ 外科医コンソール
- １８ 外科医
- ２０ 補助者
- ２２ 患者側方カート
- ２４ 電子機器カート
- ２５ エンドエフェクタ
- ２６ 工具組立体
- ２７ プロセッサ
- ２８ 内視鏡（画像化装置）
- ３２ 左目用ディスプレイ
- ３４ 右目用ディスプレイ
- ３６ 入力制御装置

40

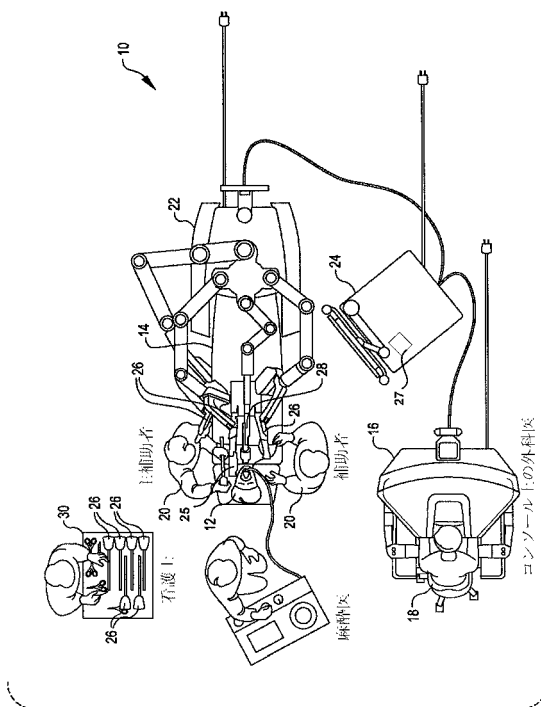
50

5 0	ロボット手術システム	
5 2	外科医コンソール	
5 4	患者側方カート（手術ロボット）	
5 6	電子機器カート	
5 8	プロセッサ	
6 0	ディスプレイ	
6 2	手術工具	
7 0	エンドエフェクタ	
7 2	関節作動ジョー	
7 4	エンドエフェクタベース	10
7 6	静止ジョー	
7 8	第 1 の駆動シャフト	
8 0	第 2 の駆動シャフト	
8 2	親ネジ	
8 4	被駆動カム	
8 6	カムスロット	
8 8	旋回ピン	
9 4	適合カム表面	
9 6	遠位支承表面	
9 8	近位軸受	20
1 0 0	第 1 の近位側部	
1 0 2	第 2 の近位側部	
1 1 0	ケーブル作動機構	
1 1 2	ブルケーブル	
1 1 4	ブルケーブル	
1 1 6	第 1 のリンケージ	
1 1 8	第 2 のリンケージ	
1 2 0	回転リンク	
1 2 4	接続リンク	
1 2 6	旋回ピン	30
1 2 8	旋回ピン	
1 3 0	回転リンク	
1 3 4	接続リンク	
1 3 8	旋回ピン	
1 4 0	ケーブル作動機構	
1 4 2	第 1 のブルケーブル	
1 4 4	第 2 のブルケーブル	
1 4 6	第 1 のプーリ	
1 7 0	工具組立体	
1 7 2	近位作動機構	40
1 7 4	細長いシャフト	
1 7 6	工具本体	
1 7 8	移動可能なジョー	
1 8 0	ロボット工具	
1 8 2	近位工具シャーシ	
1 8 4	駆動モータ	
1 8 6	器具シャフト	
1 8 8	遠位エンドエフェクタ	
1 8 9	エンドエフェクタ	
1 9 0	第 1 の作動機構部分	50

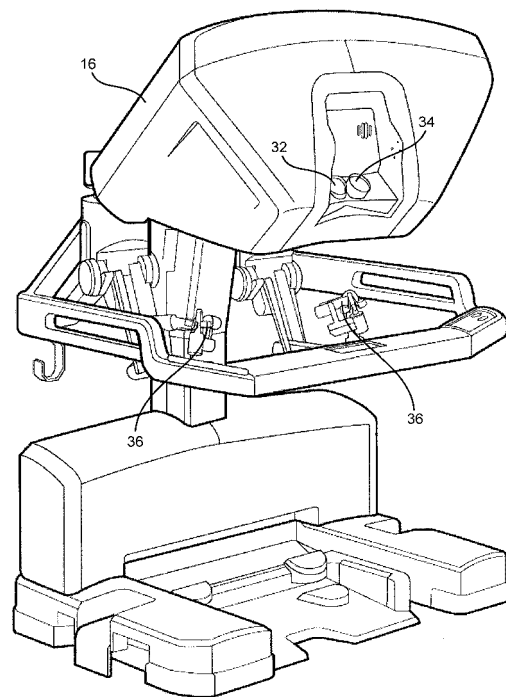
- 1 9 2 第 2 の 作 動 機 構 部 分
- 1 9 4 関 節 作 動 ジ ョ ー
- 1 9 6 ロ ボ ッ ト 工 具 マ ニ ュ レ ー タ
- 1 9 8 第 1 の 駆 動 装 置
- 2 0 0 部 分
- 2 5 0 予 測 表 示 器
- 3 0 0 方 法
- 3 0 2 ス テ ッ プ
- 3 0 4 ス テ ッ プ
- 3 1 0 方 法
- 3 1 2 ス テ ッ プ
- 3 1 4 ス テ ッ プ
- 3 1 6 ス テ ッ プ
- 3 1 8 ス テ ッ プ
- 3 2 0 方 法
- 3 3 2 ス テ ッ プ
- 3 3 4 ス テ ッ プ

10

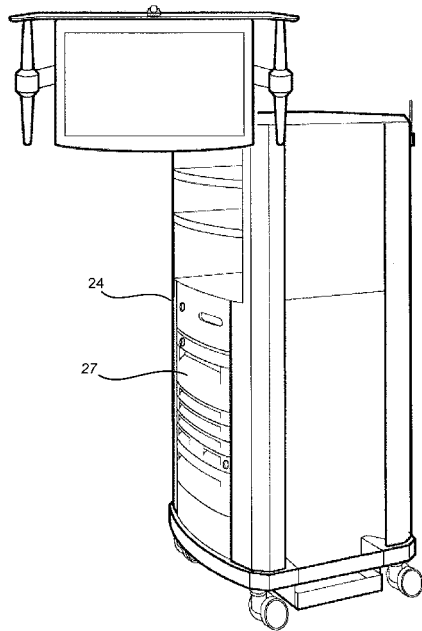
【 図 1 】



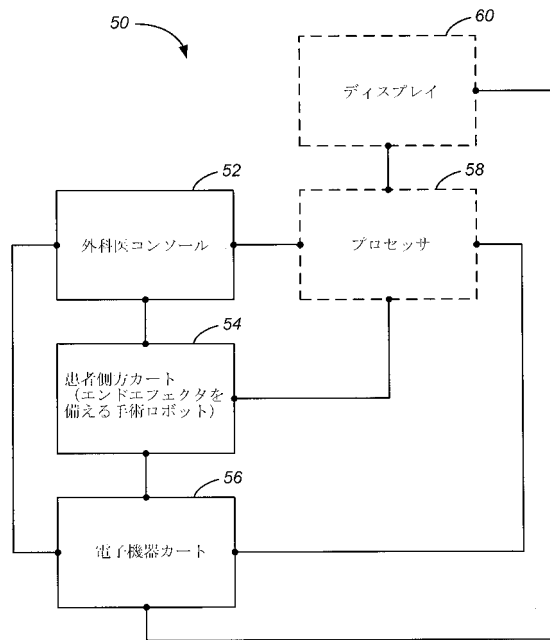
【 図 2 】



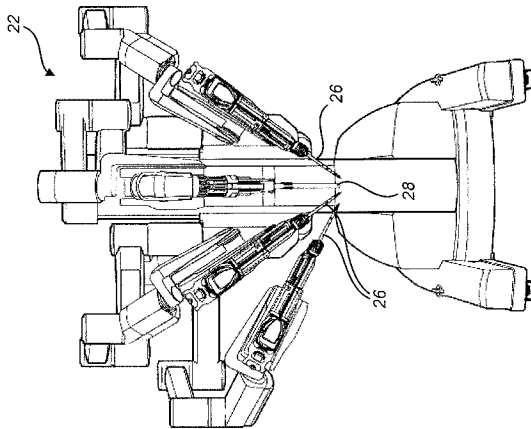
【図 3】



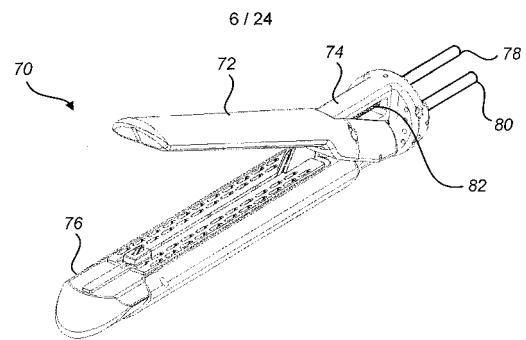
【図 4】



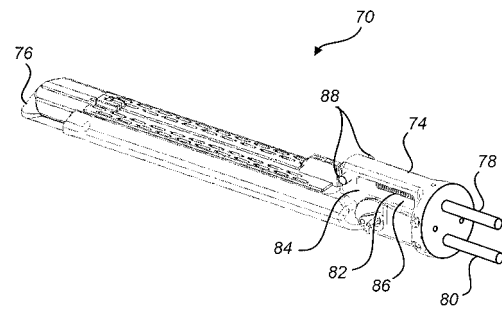
【図 5 A】



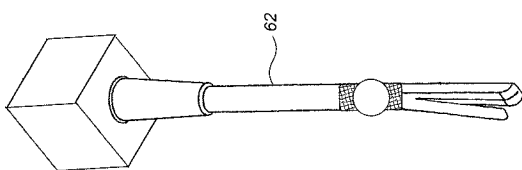
【図 6 A】



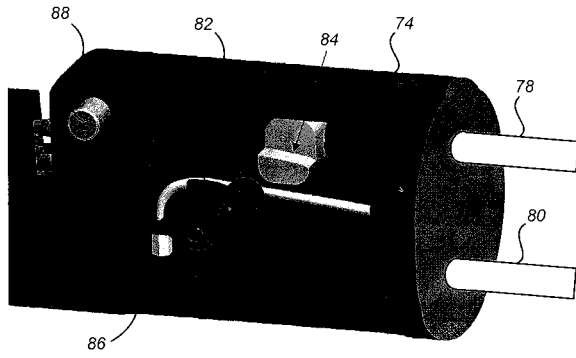
【図 6 B】



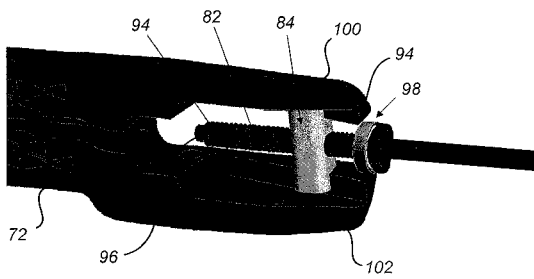
【図 5 B】



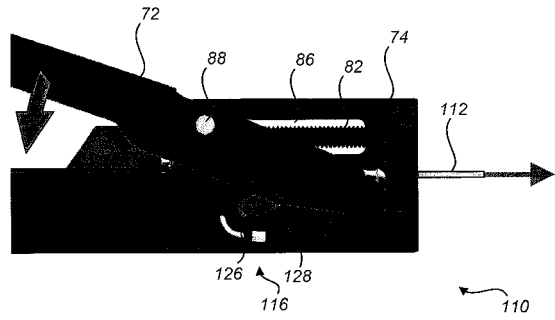
【図 7 A】



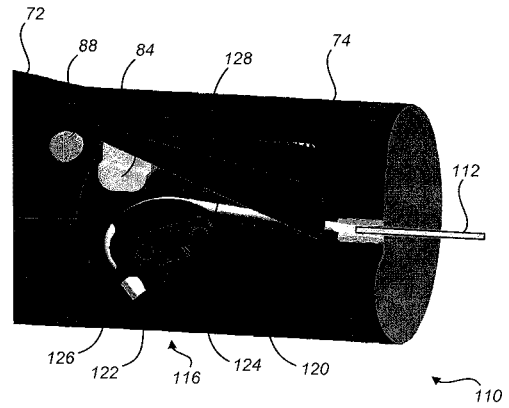
【図 7 B】



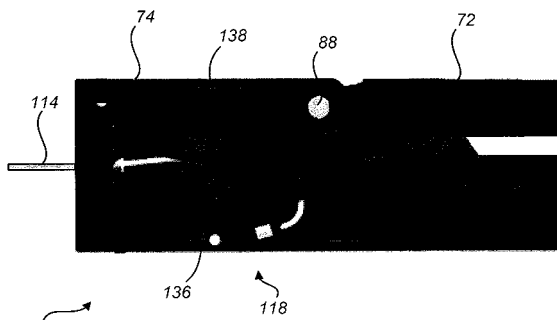
【図 8 A】



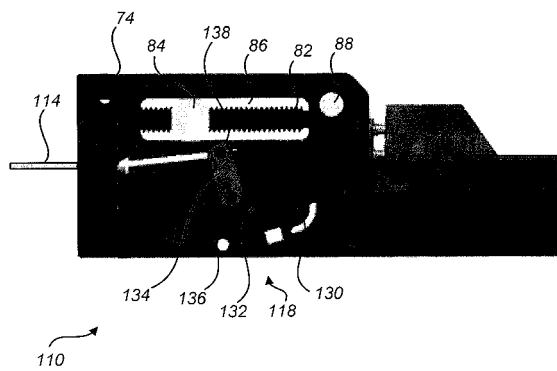
【図 8 B】



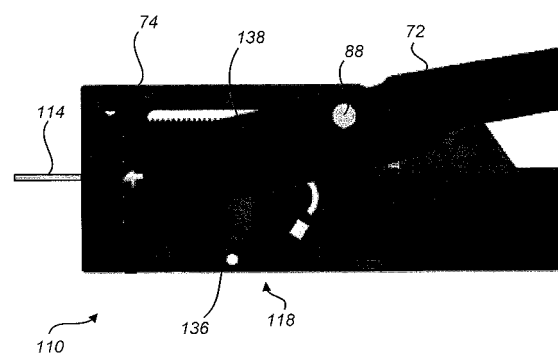
【図 8 C】



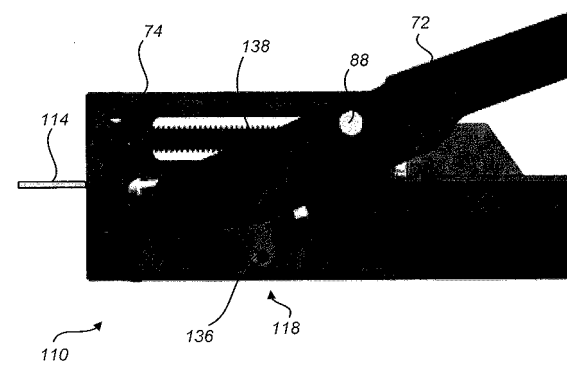
【図 8 D】



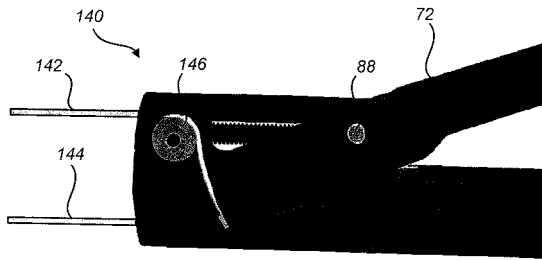
【図 8 E】



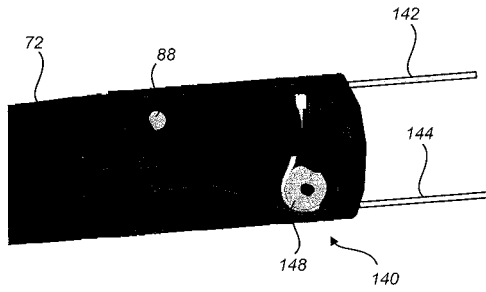
【図 8 F】



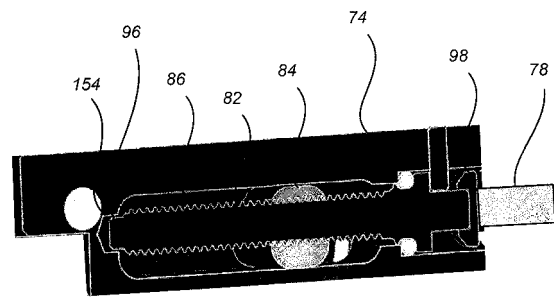
【図 9 A】



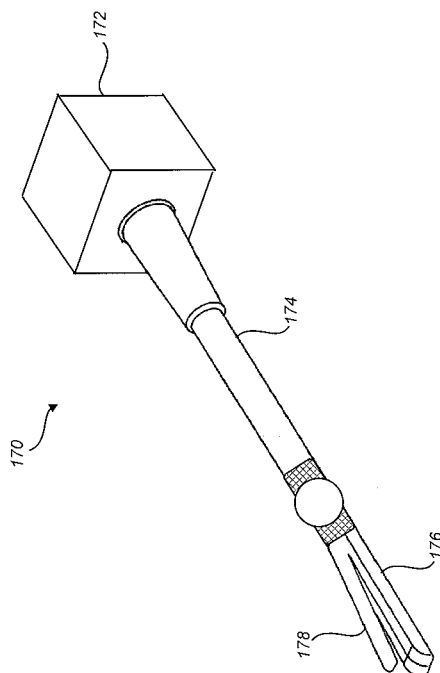
【図 9 B】



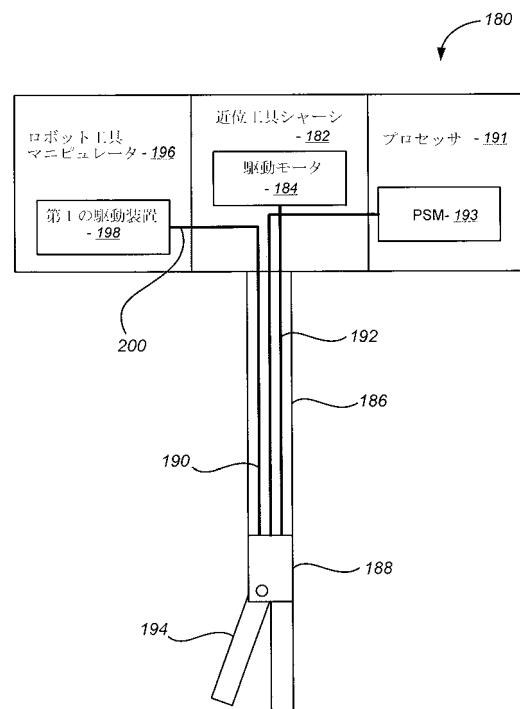
【図 10】



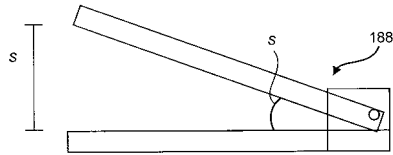
【図 11】



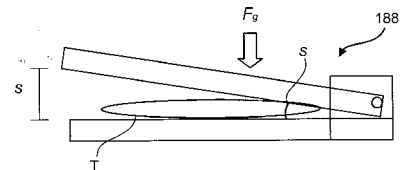
【図 12】



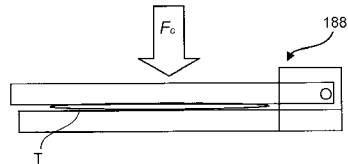
【図 13 A】



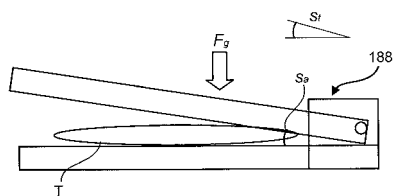
【図 13 B】



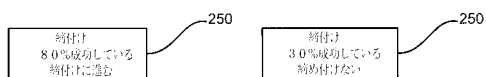
【図 13 C】



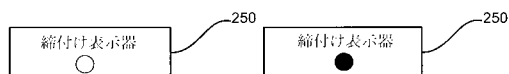
【図 14 A】



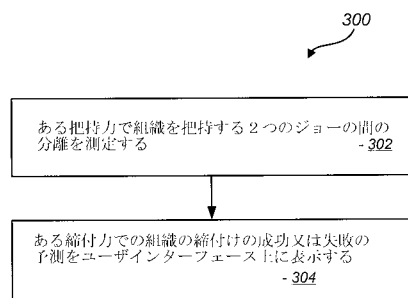
【図 16 A】



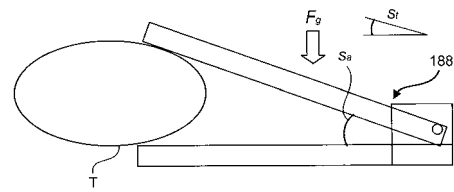
【図 16 B】



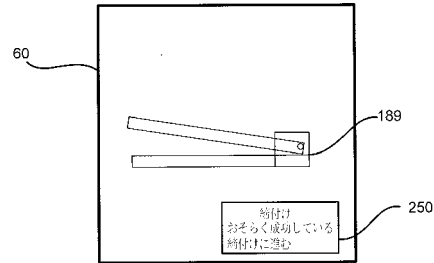
【図 17】



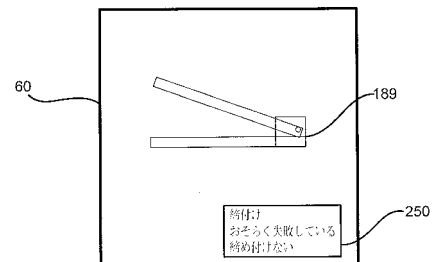
【図 14 B】



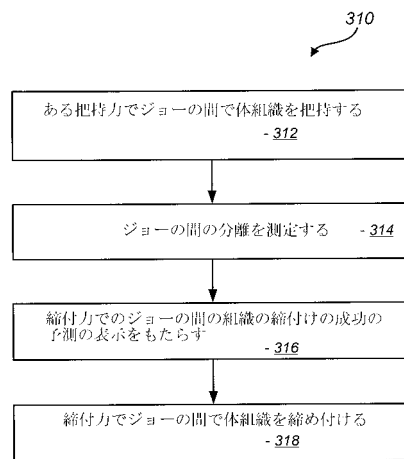
【図 15 A】



【図 15 B】



【図 18】



フロントページの続き

- (72)発明者 ウィアー, デイヴィッド
アメリカ合衆国 9 4 6 0 2 カリフォルニア州, エメラルドヒルズ, ヴィスタ・ドライヴ 7 0
4
- (72)発明者 ドゥキュー, グラント
アメリカ合衆国 9 5 1 2 9 カリフォルニア州, サンノゼ, ウィルミントン・アヴェニュー 1
1 1 4
- (72)発明者 ダラント, ケヴィン
アメリカ合衆国 9 4 5 0 1 カリフォルニア州, アラメダ, ベイオ・ヴィスタ・アヴェニュー
3 2 0 2
- (72)発明者 フラナガン, パトリック
アメリカ合衆国 9 5 0 5 4 カリフォルニア州, サンタクララ, アヴィナ・サークル 1 5 2 0
, # 9
- (72)発明者 ニクソン, マギー
アメリカ合衆国 9 5 1 2 5 カリフォルニア州, サンノゼ, フェアビュー・アヴェニュー 1 0
7 4
- (72)発明者 ロビンソン, デイヴィッド
アメリカ合衆国 9 4 0 4 0 カリフォルニア州, マウンテン・ビュー, オレンジツリー・レーン
1 8 1 3
- (72)発明者 ザピンスキー, ジョン
アメリカ合衆国 9 4 5 3 9 カリフォルニア州, フリモント, オアシス・コート 1 2 3 0

【外国語明細書】
2019122829000001.pdf