

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6778242号
(P6778242)

(45) 発行日 令和2年10月28日(2020.10.28)

(24) 登録日 令和2年10月13日(2020.10.13)

(51) Int.Cl.		F I			
B 2 1 D	7/024	(2006.01)	B 2 1 D	7/024	C
A 6 1 B	17/56	(2006.01)	B 2 1 D	7/024	S
			B 2 1 D	7/024	M
			A 6 1 B	17/56	

請求項の数 18 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2018-210521 (P2018-210521)	(73) 特許権者	507400686
(22) 出願日	平成30年11月8日(2018.11.8)		グローバス メディカル インコーポレイ ティッド
(65) 公開番号	特開2019-84588 (P2019-84588A)		アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 オー デュボン ジェネラル アーミステッド アベニュー 2560
(43) 公開日	令和1年6月6日(2019.6.6)	(74) 代理人	110000338
審査請求日	平成30年11月8日(2018.11.8)		特許業務法人HARAKENZO WOR LD PATENT & TRADEMA RK
(31) 優先権主張番号	62/583, 851	(72) 発明者	ノーベルト ジョンソン
(32) 優先日	平成29年11月9日(2017.11.9)		アメリカ合衆国, 01845 マサチュー セッツ州, ノース アンドーバー, ストー ンウェッジ サークル 32
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術用ロッドを曲げるための手術用ロボットシステム、および関連する方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

手術用ロッドを自動的に曲げるためのロボットシステムであって、
 機械ハウジングと、
 前記機械ハウジングが含むロッド供給サブアセンブリであって、
 中に手術用ロッドを保持し、
 前記手術用ロッドを前記手術用ロッドの長手方向軸に平行な方向に選択的に移動させるように構成される、供給アクチュエータを含む、ロッド供給サブアセンブリと、
 前記機械ハウジングが含むブレーキサブアセンブリであって、
 前記手術用ロッドを前記ロッド供給サブアセンブリから受け取り、
 前記手術用ロッドの第1の部分を前記ブレーキサブアセンブリに対して選択的に固定するように構成される、ブレーキアクチュエータを含む、ブレーキサブアセンブリと、
 前記機械ハウジングが含む曲げサブアセンブリであって、
 前記手術用ロッドの前記長手方向軸に垂直な第1の回転軸の周りに選択的に回転するよう構成される曲げアクチュエータを含み、前記曲げアクチュエータを回転させることにより、前記手術用ロッドの前記第1の部分および第2の部分が第1の曲げ角度を画定するように、前記曲げアクチュエータが、前記手術用ロッドの前記第2の部分と係合し、前記手術用ロッドの前記第2の部分を前記手術用ロッドの前記第1の部分に対して曲げる、曲げサブアセンブリと、
 前記機械ハウジングに取り外し可能に装着されたモータハウジングであって、

10

20

前記モータハウジングを、前記機械ハウジングに装着した状態において、前記供給アクチュエータと、前記ブレーキアクチュエータと、前記曲げアクチュエータとを動作させる、少なくとも一つのモータを有するモータハウジングと、を含み、

前記モータハウジングを、前記機械ハウジングから取り外した状態において、前記機械ハウジングに装着された全ての部品が、オートクレーブ殺菌可能に構成される、ロボットシステム。

【請求項 2】

前記ロッド供給サブアセンブリは、

前記モータと前記供給アクチュエータとの間に結合され、前記モータから前記供給アクチュエータに動力を伝達して、前記手術用ロッドを前記手術用ロッドの前記長手方向軸に平行な方向に選択的に移動させるように構成される供給アクチュエータリンク機構をさらに含む、請求項 1 に記載のロボットシステム。

10

【請求項 3】

前記供給アクチュエータは、前記供給アクチュエータリンク機構が、前記モータから前記供給アクチュエータに動力を伝達して前記手術用ロッドを前記手術用ロッドの前記長手方向軸の周りに選択的に回転させるようにさらに構成される、ようにさらに構成される、請求項 2 に記載のロボットシステム。

【請求項 4】

前記モータは、第 1 のモータと第 2 のモータとを含み、

前記供給アクチュエータリンク機構は、前記第 1 のモータと前記供給アクチュエータとの間に結合された第 1 の供給アクチュエータリンク機構と、前記第 2 のモータと前記供給アクチュエータとの間に結合された第 2 の供給アクチュエータリンク機構とを含み、

20

前記第 1 のモータを第 1 の回転方向に選択的に動作させ、および前記第 2 のモータを第 2 の回転方向に選択的に動作させることにより、前記第 1 の供給アクチュエータリンク機構および前記第 2 の供給アクチュエータリンク機構が、前記手術用ロッドを前記手術用ロッドの前記長手方向軸に平行な第 1 の長手方向に動かす、請求項 3 に記載のロボットシステム。

【請求項 5】

前記第 1 のモータを前記第 1 の回転方向とは反対の第 3 の回転方向に選択的に動作させ、および前記第 2 のモータを前記第 2 の回転方向とは反対の第 4 の回転方向に選択的に動作させることにより、前記第 1 の供給アクチュエータリンク機構および前記第 2 の供給アクチュエータリンク機構が前記手術用ロッドを前記第 1 の長手方向とは反対の第 2 の長手方向に動かす、請求項 4 に記載のロボットシステム。

30

【請求項 6】

前記供給アクチュエータは、前記手術用ロッドを前記手術用ロッドの前記長手方向軸の周りに選択的に回転させるようにさらに構成され、

前記第 1 のモータを前記第 1 の回転方向に選択的に動作させ、および第 2 のモータを前記第 4 の回転方向に選択的に動作させることにより、前記第 1 の供給アクチュエータリンク機構および前記第 2 の供給アクチュエータリンク機構が前記手術用ロッドを第 5 の回転方向に回転させる、請求項 5 に記載のロボットシステム。

40

【請求項 7】

前記第 1 のモータを前記第 3 の回転方向に選択的に動作させ、および前記第 2 のモータを前記第 2 の回転方向に選択的に動作させることよって、前記第 1 の供給アクチュエータリンク機構および前記第 2 の供給アクチュエータリンク機構が前記手術用ロッドを前記第 5 の回転方向とは反対の第 6 の回転方向に回転させる、請求項 6 に記載のロボットシステム。

【請求項 8】

前記ブレーキサブアセンブリは、

前記モータと前記ブレーキアクチュエータとの間に結合され、前記モータから前記ブレーキアクチュエータに動力を伝達して、前記手術用ロッドの前記第 1 の部分を前記ブレー

50

キサブアセンブリに対して選択的に固定するように構成されるブレーキアクチュエータリンク機構をさらに含む、請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 9】

前記ブレーキサブアセンブリは、前記手術用ロッドを選択的に切断するように構成されるブレードをさらに含む、請求項 8 に記載のロボットシステム。

【請求項 10】

前記ブレーキアクチュエータリンク機構は、前記モータから前記ブレードに動力を伝達して前記手術用ロッドを選択的に切断するようにさらに構成される、請求項 9 に記載のロボットシステム。

【請求項 11】

前記ブレーキアクチュエータが中立位置にあるとき、前記モータを第 1 の回転方向に選択的に動作させることにより、前記ブレーキアクチュエータリンク機構が前記ブレーキアクチュエータを前記中立位置から係合位置に動かして、前記手術用ロッドの前記第 1 の部分を前記ブレーキサブアセンブリに対し、選択的に固定し、

前記ブレーキアクチュエータが前記係合位置にあるとき、前記モータを前記第 1 の回転方向とは反対の第 2 の回転方向に選択的に動作させることにより、前記ブレーキアクチュエータリンク機構が前記ブレーキアクチュエータを前記係合位置から前記中立位置に移動させ、前記手術用ロッドの前記第 1 の部分を前記ブレーキサブアセンブリに対して選択的に解放する、請求項 10 に記載のロボットシステム。

【請求項 12】

前記ブレーキアクチュエータが前記中立位置にあるとき、前記モータを前記第 2 の回転方向に選択的に動作させることにより、前記ブレードが前記手術用ロッドを切断する、請求項 11 に記載のロボットシステム。

【請求項 13】

前記曲げサブアセンブリは、

前記モータと前記曲げアクチュエータの間に結合され、前記モータから前記曲げアクチュエータに動力を伝達し、前記曲げアクチュエータを前記第 1 の回転軸の周りに選択的に回転させ、前記手術用ロッドの前記第 2 の部分を前記手術用ロッドの前記第 1 の部分に対して曲げるように構成される曲げアクチュエータリンク機構をさらに含む、請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 14】

前記曲げアクチュエータは、前記手術用ロッドの前記第 2 の部分と係合するように構成されるローラーベアリングを含み、曲げ中に前記手術用ロッドの前記第 2 の部分が動くことにより、前記ローラーベアリングが、前記第 1 の回転軸に平行な第 2 の回転軸の周りに回転する、請求項 13 に記載のロボットシステム。

【請求項 15】

前記供給アクチュエータは、

前記曲げアクチュエータが前記手術用ロッドの前記第 1 の部分に対して前記手術用ロッドの前記第 2 の部分を曲げた後、前記手術用ロッドを前記手術用ロッドの前記長手方向軸に平行な方向に選択的に移動させ、

前記手術用ロッドを、前記手術用ロッドの前記長手方向軸の周りに選択的に回転させるようにさらに構成され、

前記ブレーキアクチュエータは、

前記手術用ロッドの第 3 の部分を前記ブレーキサブアセンブリに対して選択的に固定するようにさらに構成され、

前記曲げアクチュエータは、

前記手術用ロッドの前記長手方向軸に垂直な前記第 1 の回転軸の周りに選択的に回転し、

前記手術用ロッドの前記第 3 の部分および前記第 1 の部分が第 2 の曲げ角度を画定するように、前記第 1 の回転軸の周りに選択的に回転し、前記手術用ロッドの前記第 1 の部

10

20

30

40

50

分を前記手術用ロッドの前記第3の部分に対して曲げるようにさらに構成される、請求項1に記載のロボットシステム。

【請求項16】

トランスミッションインプットと、
 前記トランスミッションインプットと前記供給アクチュエータとの間に結合された第1のトランスミッションサブアセンブリと、
 前記トランスミッションインプットと前記ブレーキアクチュエータとの間に結合された第2のトランスミッションサブアセンブリと、
 前記トランスミッションインプットと前記曲げアクチュエータとの間に結合された第3のトランスミッションサブアセンブリと、を含む、第1のハウジングと、
 前記モータを動作させることに応答して選択的に動作するように構成されるトランスミッションアウトプットを含む、第2のハウジングとをさらに含み、
 前記第1のハウジングは、前記第2のハウジングと係合し、前記第2のハウジングの前記トランスミッションアウトプットを前記第1のハウジングの前記トランスミッションインプットに結合するように構成され、前記トランスミッションアウトプットを選択的に動作させることにより、前記トランスミッションインプットが動力を前記モータから、前記供給アクチュエータ、前記ブレーキアクチュエータ、および前記曲げアクチュエータに選択的に伝達する、請求項1に記載のロボットシステム。

10

【請求項17】

前記第1のハウジングは、前記第2のハウジングから選択的に取り外し可能に構成される、請求項16に記載のロボットシステム。

20

【請求項18】

プロセッサ回路と、
 前記プロセッサ回路に結合されたメモリと、をさらに含み、前記メモリは、前記プロセッサ回路によって実行されるとき、前記プロセッサ回路に、
 前記ロッド供給サブアセンブリに前記手術用ロッドを選択的に移動させ、
 前記ブレーキサブアセンブリに前記手術用ロッドの前記第1の部分を選択的に固定させ、
 前記曲げサブアセンブリを前記第1の回転軸の周りに選択的に回転させて前記手術用ロッドの前記第2の部分と係合させ、前記手術用ロッドの前記第2部分を前記手術用ロッドの前記第1の部分に対して曲げる、機械可読命令を含む、請求項1に記載のロボットシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

[技術分野]

本出願は、2017年11月9日に出願された仮出願第62/583,851号の優先権を主張する非仮出願であり、その全体が本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、医療装置に関し、より詳細には、手術用ロッドを曲げるための手術用ロボットシステム関連する方法および装置に関する。

40

【0003】

[背景技術]

脊髄融合は、脊椎の動きを制限し、痛みを伴う症状を和らげるために、脊椎の痛みを伴う部分を融合させて脊柱の変形を矯正するために使用される外科手術である。脊髄融合手術は、脊柱側弯症および異常脊柱後弯症などの異常な脊柱湾曲、例えば、変性椎間板疾患、脊椎すべり症、脊髄神経圧迫を引き起こす外傷、感染または腫瘍によって引き起こされる椎骨不安定性、その他の症状を治療するために一般的に利用されている。

【0004】

融合手術には、器具を用いたロッドおよびスクリューの配置、および/または椎骨間の

50

骨移植片の配置が含まれ得る。手術中、外科医は、矢状面および冠状面の両方の脊柱のX線撮影パラメータが臨的に許容される値に収まるように、脊柱の変形を修正することができる。手術中、外科医は、修正された背骨を金属ロッドを用いて所定の場所に固定する。ロッドは、背骨の形状に適合する必要がある、したがって、それに応じて曲げられる必要がある。

【0005】

現在、フレンチ・ベンダーおよびパワーベンダーのような装置は、ロッドを所望の湾曲に曲げるために手術室で利用されている。しかしながら、これらの装置は、動作させるのに手間のかかる手作業を必要とする。さらに、ロッドを曲げるためにこれらの装置を使用すると、ロッドにノッチが導入され、ロッドの疲労寿命が低下する可能性がある。

10

【0006】

[発明の概要]

本発明の概念のいくつかの実施形態によれば、手術用ロッドを自動的に曲げるためのロボットシステムが開示される。ロボットシステムは、ロボットベースと、ロボットベースに結合されたロッド供給サブアセンブリを含む。ロッド供給サブアセンブリは、手術用ロッドをその中に保持し、手術用ロッドを手術用ロッドの長手方向軸に平行な方向に選択的に移動させるように構成される供給アクチュエータを含む。ロボットシステムは、ロボットベースに結合されたブレーキサブアセンブリをさらに含む。ブレーキサブアセンブリは、ロッド供給サブアセンブリから手術用ロッドを受け取り、手術用ロッドの第1の部分
をブレーキサブアセンブリに対して選択的に固定するように構成されるブレーキアクチュエータを含む。ロボットシステムは、ロボットベースに結合された曲げサブアセンブリをさらに含む。曲げサブアセンブリは、手術用ロッドの長手方向軸に垂直な第1の回転軸の周りに選択的に回転するように構成される曲げアクチュエータを含む。曲げアクチュエータを回転させることにより、手術用ロッドの第1の部分および第2の部分が第1の曲げ角度を画定するように、曲げアクチュエータが、手術用ロッドの第2の部分と係合し、手術用ロッドの第2の部分を手術用ロッドの第1の部分に対して曲げる。

20

【0007】

本発明の概念のいくつかの他の実施形態によれば、ロボットシステムを動作させる方法が開示される。この方法は、手術用ロッドをロッド供給サブアセンブリ内に保持することを含む、ロッド供給サブアセンブリを選択的に動作させることを含む。ロッド供給サブアセンブリを動作させることにより、ロッド供給サブアセンブリの供給アクチュエータに、手術用ロッドを、手術用ロッドの長手方向軸に平行な方向に選択的に移動させることをさらに含む。この方法は、ブレーキ供給サブアセンブリ内の手術用ロッドをロッド供給サブアセンブリから受容することを含む、ブレーキサブアセンブリを選択的に動作させることをさらに含む。ブレーキサブアセンブリを動作させることにより、ブレーキサブアセンブリのブレーキアクチュエータに、手術用ロッドの第1の部分をブレーキサブアセンブリに対して選択的に固定させることをさらに含む。この方法は、曲げサブアセンブリの曲げアクチュエータを、手術用ロッドの長手方向軸に垂直な第1の回転軸の周りに選択的に回転させることを含む、曲げサブアセンブリを選択的に動作させることをさらに含む。曲げアクチュエータを回転させることにより、手術用ロッドの第1の部分および第2の部分が第1の曲げ角度を画定するように、曲げアクチュエータが、ロッドの第2の部分と係合し、ロッドの第2の部分を手術用ロッドの前記第1の部分に対して曲げる。

30

40

【0008】

本発明の主題の実施形態による他の方法および関連する手術システム、ならびに対応する方法およびコンピュータプログラム製品は、以下の図面および詳細な説明を検討することにより、当業者に明らかであり、または明らかになるであろう。このような手術システム、および対応する方法およびコンピュータプログラム製品は全て、本明細書の記載内に含まれ、本発明の主題の範囲内であり、添付の特許請求の範囲によって保護されることが意図される。さらに、本明細書で開示されるすべての実施形態は、別々に実装されてもよく、または任意の方法および/または組み合わせで組み合わせられて実装されてもよい。

50

【 0 0 0 9 】

[図面の簡単な説明]

本開示のさらなる理解を提供するために含まれ、本出願の一部を構成する添付の図面は、本発明の概念の特定の非限定的な実施形態を示す。図面では：

図 1 は、いくつかの実施形態による、手術用ロッドを自動的に曲げるためのロボット曲げシステムの図である。

【 0 0 1 0 】

図 2 は、いくつかの実施形態による、図 1 のロボット曲げシステムの曲げロボットの図である。

【 0 0 1 1 】

図 3 は、いくつかの実施形態による、図 2 の曲げロボットの部分分解図である。

【 0 0 1 2 】

図 4 は、代替的な実施形態による、曲げロボットの構成要素の内部図である。

【 0 0 1 3 】

図 5 は、いくつかの実施形態による、図 4 の曲げロボットのロッド供給サブアセンブリの構成要素を示す。

【 0 0 1 4 】

図 6 は、いくつかの実施形態による、図 4 の曲げロボットのブレーキおよび切断サブアセンブリの構成要素を示す。

【 0 0 1 5 】

図 7 は、いくつかの実施形態による、図 4 の曲げロボットの曲げサブアセンブリの構成要素を示す。

【 0 0 1 6 】

図 8 は、いくつかの実施形態による、図 4 の曲げロボットの構成要素の側面図を示す。

【 0 0 1 7 】

図 9 は、別の代替的な実施形態による、曲げロボットのためのロッド供給サブアセンブリの構成要素を示す。

【 0 0 1 8 】

図 10 A ~ D は、いくつかの実施形態による、取り外し可能な無菌スリーブを有する手術用ロッドを示す。

【 0 0 1 9 】

図 11 A および 11 B は、別の代替的な実施形態による、曲げロボットの構成要素を示す。

【 0 0 2 0 】

図 12 は、いくつかの実施形態による、曲げロボットを動作させる方法のフローチャートである。

【 0 0 2 1 】

[発明を実施するための形態]

本開示は、その適用において、本明細書の説明に記載された、または図面に示された構成の詳細および構成要素の配置に限定されないことを理解されたい。本開示の教示は、他の実施形態において使用され、実施され、様々な方法で実施され、または実行されてもよい。また、本明細書で使用される表現および用語は、説明のためのものであり、限定的であると見なされるべきではないことを理解されたい。本明細書中の「含む (including)」、「備える (comprising)」、または「有す (having)」およびそれらの変形は、その後列挙されるアイテムおよびその等価物ならびに追加のアイテムを含むことを意味する。「装着される (mounted)」、「接続される (connected)」、「支持される (supported)」および「結合される (coupled)」という用語およびそれらの変形は、広範に使用され、直接的および間接的な取り付け、接続、支持および結合の両方を包含する。さらに、「接続される (connected)」および「結合される (coupled)」は、物理的または機械的な接続または

10

20

30

40

50

結合に限定されない。

【0022】

図1を参照すると、手術中に手術用ロッドを自動的に曲げるためのロボット曲げシステム10の図が、いくつかの実施形態にしたがって示されている。図1の曲げシステム10は、曲げロボット100を含み、曲げロボット100および/または他の構成要素または装置の動作を制御および/または監視するための制御ユニット102を含むこともできる。曲げロボット100は、手術用ロッド106を受け取り、供給し、かつ回転させるためのロッド供給サブアセンブリ104と、手術用ロッド106の第1の部分特定の位置に保持するためのブレーキサブアセンブリ108と、手術用ロッド106の第1の部分に対して手術用ロッド106の第2の部分曲げて、手術用ロッド106の第1の部分と第2の部分との間の曲げ角度を規定するための曲げサブアセンブリ110とを含む。手術用ロッド106の追加のセクションを供給して回転させることによって、手術用ロッドの追加の部分曲げて、脊髄融合手術または他の施術における使用に適した多数の異なる形状を形成することができる。

10

【0023】

この例では、制御ユニット102は、制御ベース112と、所望に応じて、互いにおよび/または曲げロボット100の構成要素と通信することができる複数の構成要素を含むことができる。例えば、制御ユニットは、曲げロボットおよび/または手術または施術の他の態様を監視するためのカメラ114と、施術の前または途中でユーザからの指示を受信するための入力装置116と、施術の前または途中でユーザに視覚情報を提供するための表示装置118とを含む。ロボット100および/または被制御ユニット102は、曲げロボット100の構成要素または他の構成要素または装置を動作させるための機械可読命令を実行するための1つまたは複数のプロセッサ回路(図示せず)を含むことができる。

20

【0024】

図2を参照すると、いくつかの実施形態によれば、図1の曲げロボット100のより詳細な図が示されている。図2に示すように曲げロボット100は、ロッド供給サブアセンブリ104、ブレーキサブアセンブリ108、および曲げサブアセンブリ110の構成要素および/または他の構成要素を収容するためのロボットベースの一部であるロボットハウジング120を含む。ロッド供給サブアセンブリ104は、その中に手術用ロッド106を保持し、手術用ロッド106を手術用ロッド106の長手方向軸に平行な方向に選択的に移動させ、手術用ロッドを手術用ロッド106の長手方向軸の周りに選択的に回転させるように構成されるロッド供給アクチュエータ124を含み、ロッド供給アクチュエータ124は、その周りに巻き付けられたプリーケーブル136を有するアクチュエータスピンドル134と、手術用ロッド106を保持し整列させるための保持リング140とを含む。この例では、保持リング140は、手術用ロッド106を摩擦によって定位置に保持し、適切な量の力が手術用ロッド106に加えられると、ロッドがリングを通して摺動することを可能にするような大きさである。この例の保持リング140は、異なる直径を有する手術用ロッドを収容するために、異なるサイズの保持リングで選択的に置き換えることができる。以下に説明するように、プリーサブアセンブリ(図示せず)は、手術用ロッド106を選択的に前進させて回転させて、手術用ロッド106をブレーキサブアセンブリ108および曲げサブアセンブリ110に対して正しい位置および向きに位置決めする。この実施形態はプリーサブアセンブリを使用しているが、1つまたは複数のモータから動力を伝達し、ロッド供給アクチュエータ124を移動および/または回転させるために、他のタイプの供給アクチュエータリンク機構を使用することができることを理解されたい。

30

40

【0025】

ブレーキサブアセンブリ108は、ブレーキハウジング142と、ロッド供給サブアセンブリ104から手術用ロッド106を受け取り、手術用ロッド106の第1の部分ブレーキサブアセンブリ108に対して選択的に固定するように構成されるブレーキアクチュエータ146とを含む。この実施形態では、ブレーキアクチュエータ146が手術用ロ

50

ッド106を固定した後、ロッド供給サブアセンブリ104は長手方向に元の位置に戻り、ブレーキアクチュエータ146が解放された後さらに手術用ロッド106を前進および/または回転させることができる。

【0026】

ブレーキアクチュエータ146が係合している間、曲げサブアセンブリ110は、手術用ロッド106の第1の部分および第2の部分が第1の曲げ角度を画定するように、手術用ロッド106の第2の部分と係合し、手術用ロッド106の第2の部分を手術用ロッド106の第1の部分に対して曲げるよう、手術用ロッド106の長手方向軸に垂直な第1の回転軸の周りに選択的に回転する曲げアクチュエータ150を含む。曲げプロセスの間に手術用ロッド106のノッチングを防止するために、手術用ロッド106のいずれかの側面に配置された一対のローラーベアリング154が、曲げプロセス中に手術用ロッド106と曲げアクチュエータ150との間の係合ポイントを形成する。

10

【0027】

次に図3を参照し、図2の曲げロボット100を部分分解図が、いくつかの実施形態にしたがって示されている。この例では、機械ハウジング121は、ロッド供給サブアセンブリ104、ブレーキサブアセンブリ108、および曲げサブアセンブリ110の機械構成要素を含み、モータハウジング122は、曲げロボット100の追加の構成要素を含むが、それには、第1の供給アクチュエータモータ130、第2の供給アクチュエータモータ132、ブレーキアクチュエータモータ148、曲げアクチュエータモータ172、および/または追加リンケージおよび/または電子プロセッサ回路または他の回路のような追加の内部の機械的および/または電気的な構成要素を含む。例えば、いくつかの例では、プロセッサ回路に結合されたメモリは、機械可読命令を含むことができ、それは、プロセッサ回路によって実行されると、プロセッサ回路が、ロッド供給サブアセンブリ104に手術用ロッドを選択的に移動させ、手術用ロッド106を選択的に回転させ、ブレーキサブアセンブリ108に手術用ロッドの第1の部分を選択的に固定させ、および/または曲げサブアセンブリ110に第1の回転軸の周りに選択的に回転させて、手術用ロッド106の第2の部分と係合させ、手術用ロッド106の第1の部分に対して手術用ロッドの第2の部分を106で曲げる。

20

【0028】

機械ハウジング121は、モータハウジング122に取り外し可能に結合されるように構成され、第1および第2の供給アクチュエータモータ130、132、ブレーキアクチュエータモータ148、および曲げアクチュエータモータ172が、ロッド供給サブアセンブリ104、ブレーキサブアセンブリ108、および曲げサブアセンブリ110をそれぞれ選択的に動作させることができる。この例では、機械ハウジング121は、オートクレーブ殺菌、高温蒸気殺菌、化学殺菌、または他の技術のような従来の術前または術中殺菌技術によって損傷され得る電気または電子部品を一切含まない。したがって、非無菌のモータハウジング122を無菌ロボットハウジング120に配置し、無菌の機械ハウジング121をモータハウジング122に取り外し可能に結合することにより、これらの構成要素に損傷を与え、これらの構成要素の耐用年数を減少させる可能性がある過酷な殺菌技術に曲げロボット100の電気および/または電子部品を露出させる必要なく、術中無菌を維持することができる。

30

40

【0029】

図3に示すように、ロッド供給サブアセンブリは、第1の供給アクチュエータモータ130に係合してこれによって駆動されるように構成される第1のプーリサブアセンブリ126と、第2の供給アクチュエータモータ132に係合してこれによって駆動されるように構成される第2のプーリサブアセンブリ128とを含む。プーリケーブル136が、第1のプーリサブアセンブリ126および第2のプーリサブアセンブリ128ならびにロッド供給アクチュエータ124のアクチュエータスピンドル134の周りに巻かれる。第1のプーリサブアセンブリ126は、第1の供給アクチュエータモータ130によって駆動される第1のプーリトランスミッションアウトプット164と嵌合する第1のプーリトラ

50

ンスミッションインプット160を含む。第1のプーリサブアセンブリ126はまた、第2の供給アクチュエータモータ132によって駆動される第2のプーリトランスミッションアウトプット166と嵌合する第2のプーリトランスミッションインプット162を含む。

【0030】

この実施形態では、第1の供給アクチュエータモータ130および第2の供給アクチュエータモータ132の回転方向が、手術用ロッド106の方向または動きおよび/または回転を決定する。例えば、ロッド供給アクチュエータ124を長手方向レールサブアセンブリ138に沿ってブレーキサブアセンブリ108および曲げサブアセンブリ110に向かって長手方向に移動させるために、第1の供給アクチュエータモータ130が反時計回りに回転し、第2の供給アクチュエータモータ132が時計回りに回転する。同様に、長手方向レールサブアセンブリ138に沿って長手方向にロッド供給アクチュエータ124をブレーキサブアセンブリ108および曲げサブアセンブリ110から離れる方向に動かすために、第1の供給アクチュエータモータ130が時計回りに回転し、第2の供給アクチュエータモータ132が反時計回りに回転する。アクチュエータスピンドル134を時計方向に回転させるために、第1の供給アクチュエータモータ130は時計回りに回転し、第2の供給アクチュエータモータ132も時計回りに回転する。アクチュエータスピンドル134を反時計回りに回転させるために、第1の供給アクチュエータモータ130は反時計回りに回転し、第2の供給アクチュエータモータ132も反時計回りに回転する。

【0031】

ブレーキアクチュエータ146は、ブレーキアクチュエータモータ148に係合してこれによって駆動されるように構成される。ブレーキアクチュエータ146は、ブレーキアクチュエータモータ148によって駆動されるブレーキトランスミッションアウトプット170と嵌合するブレーキトランスミッションインプット168を有するウォームギア158を含む。ウォームギア158を駆動することにより、ブレーキギアアーム156がブレーキアクチュエータ146と係合し、および/またはこれと切り離され、手術用ロッド106を選択的に固定または解放する。この例では、ブレーキアクチュエータ146が中立位置にあるとき、ブレーキアクチュエータモータ148を第1の回転方向に選択的に動作させることにより、ブレーキギアアーム156がブレーキアクチュエータ146を中立位置から係合位置に移動させ、ブレーキサブアセンブリ108に対して手術用ロッド106の第1の部分を選択的に固定する。同様に、ブレーキアクチュエータ146が係合位置にあるとき、ブレーキアクチュエータモータ148を第1の回転方向とは反対の第2の回転方向に選択的に動作させることにより、ブレーキギアアーム156にブレーキアクチュエータ146を係合位置から中立位置に移動させ、手術用ロッド106を選択的に解放する。この例では、ブレーキサブアセンブリ108は、内部ブレード機構(図示せず)をさらに含むブレーキおよび切断サブアセンブリであり、ブレーキアクチュエータ146が中立位置にあるとき、ブレーキアクチュエータモータ148を第2の回転方向に選択的に動作させることにより、内部ブレード機構のブレードに手術用ロッド106を切断させる。この例では、2つの内部プレートを逆シザリング運動で離間するよう摺動させ、2つの異なる方向にロッドに張力を導入し、過剰な張力をトリミングすることができる。ブレーキサブアセンブリ108のウォームギア158およびブレーキギアアーム156の代わりに、またはそれに加えて、代替のまたは追加のブレーキアクチュエータリンク機構を使用してもよいことも理解されたい。

【0032】

ロッド供給サブアセンブリ104およびブレーキサブアセンブリ108と同様に、曲げサブアセンブリ110の曲げアクチュエータ150は、曲げアクチュエータモータ172によって駆動される曲げトランスミッションアウトプット174と嵌め合わされ、曲げアクチュエータモータ172からの動力を曲げアクチュエータリンク機構(図示せず)を介して伝達し、曲げアクチュエータ150を駆動する曲げトランスミッションインプット(図示せず)を含む。したがって、無菌機械ハウジング121が無菌ロボットハウジング1

10

20

30

40

50

20内のモータハウジング122に取り外し可能に結合されるとき、曲げロボット100は、無菌化された術中環境において手術用ロッド106をリアルタイムで自動的に曲げることができる。各曲げに続いて、手術用ロッド106の以前に固定された部分は、ロッド供給サブアセンブリ104によって前進および/または回転され得、別の部分は、ブレーキサブアセンブリ108によって固定され得る。次いで、曲げサブアセンブリ110は、ロッドが所望の形状に曲げられ、脊髄融合手術または他の施術の一部として切断され使用されるまで、手術用ロッド106のあらかじめ固定された部分を曲げる。

【0033】

ここで図4～図7を参照すると、代替的な実施形態による曲げロボット400の構成要素が示されている。図4に示すように、この実施形態の曲げロボット400は、ロッド供給サブアセンブリ404と、ブレーキおよび切断サブアセンブリ408と、曲げサブアセンブリ410とを含む。図4および5に示すように、ロッド供給サブアセンブリ404は、第1のプーリサブアセンブリ426および第2のプーリサブアセンブリ428を介して選択的に長手方向に移動可能かつ回転可能なロッド供給アクチュエータ424を含む。第1の供給アクチュエータモータ430および第2の供給アクチュエータモータ432は、プーリケーブル436を介して第1のプーリサブアセンブリ426および第2のプーリサブアセンブリ428を介して動力を伝達し、アクチュエータスピンドル434を長手方向レールサブアセンブリ438に沿って移動させ、アクチュエータスピンドルを回転させる。アクチュエータスピンドル434は、手術用ロッド(図示せず)をその中に保持し整列させるための取外し可能な保持リング440を含む。

【0034】

図4に示すように、ブレーキおよび切断サブアセンブリ408は、手術用ロッドを受け入れ整列させるために、ロッド供給サブアセンブリ404の保持リング440と同様の保持リング444を有するブレーキハウジング442を含む。ブレーキアクチュエータ448は、ブレーキアクチュエータモータ448によって制御され、手術用ロッドを選択的に固定および/または解放する。図6に示すように、ブレーキアクチュエータ446は、ブレーキギア482を含むブレーキギアサブアセンブリを含む。この例では、ブレーキギアは、曲げギアサブアセンブリ452の主ギアと同軸であるが、それに対して独立して回転可能である。この構成は、内部空間を節約することであるが、同じまたは同様の機能を達成するために他の機械的構成を使用することができることを理解されたい。この例では、ブレーキギア482を回転させると、ブレーキギアアーム456が中立位置から第1の方向に回転し、この場合、手術用ロッドは、貫通穴484に対して係合位置に自由に移動して回転し、ここで、ブレーキギアアームが回転し、貫通穴内で手術用ロッドを圧縮し、手術用ロッドを定位置に固定する。この実施形態では、ブレーキアームを中立位置から反対方向に回転させると、内部ブレード機構のブレード(図示せず)が手術用ロッドを切断する。

【0035】

次に図7を参照し、曲げサブアセンブリ410は、曲げギアサブアセンブリ452を介して曲げアクチュエータモータ472によって制御される曲げアクチュエータ450を含む。一对のローラーベアリング454は、曲げアクチュエータ450が回転されて手術用ロッドを所定の曲げ角度に曲げるとき、手術用ロッドに係合するように構成される。

【0036】

図8は、図4の曲げロボット400の構成要素の側面図を示す。図8に示すように、この例における曲げロボット400の構成要素は、上部支持構造476と、上部支持構造476に結合され、上部支持構造476から離間した下部支持構造478とに結合され、例えば、保守および修理のために曲げロボット400の構成要素へのより容易なアクセスを可能にしつつ、曲げロボット400の構成要素に対する構造的指示を提供する。

【0037】

術中環境で曲がっている手術用ロッドを無菌化するためおよび汚染を防止するために、多くの技術が利用可能である。例えば、図2および図3の実施形態は、別個のモータハウ

10

20

30

40

50

ジング 1 2 2 の電氣的構成要素または他の構成要素に損傷を与えるリスクなく従来の殺菌技術を使用して完全に無菌化することができる取り外し可能な機械ハウジング 1 2 1 を含む。図 9 に示す別の例において、曲げロボット 9 0 0 は、手術用ロッド 9 0 6 を供給、回転および曲げるための、ロッド供給サブアセンブリ 9 0 4 と、曲げサブアセンブリ 9 1 0 とを含む。この例では、曲げロボット 9 0 0 は、曲げロボット 9 0 0 を制御するために、統合されたディスプレイ 9 1 8 を含む統合された計算構成要素を含む。

【 0 0 3 8 】

図 9 の実施形態において、無菌構成要素が、非無菌構成要素の相補的磁気コネクタ 9 9 2、9 9 6 (例えばオスメスコネクタ) に嵌合結合する無菌構成要素の磁気コネクタ 9 9 0、9 9 4 を介して非無菌構成要素に結合され、構成要素の動きが、ドレープ 9 8 8 を通じて伝達される状態で、無菌ドレープ 9 8 8 は曲げロボット 4 0 0 の非無菌構成要素を覆う。この実施形態では磁気接続が使用されているが、ドレープ 9 8 8 の完全性を損なうことなく機械的運動を伝達することを可能にする締め機構のような他の接続を使用できることを理解されたい。例えば、この実施形態および他の実施形態では、回転可能な構成要素は、180度を超える動作範囲を必要としない。この比較的小さな回転範囲のために、ドレープ 9 8 8 を引き裂くなど、過度にひずませることなく締め機構を使用することが可能である。

【 0 0 3 9 】

いくつかの実施形態では、無菌手術用ロッドは、無菌スリーブまたは無菌ラップ内に密封されてもよく、無菌スリーブまたは無菌ラップは、無菌化されていない環境で術中に湾曲する。この点に関し、図 1 0 A ~ D は、いくつかの実施形態による、図示のような取り外し可能な無菌スリーブを有する手術用ロッドを示す。図 1 0 A を参照し、無菌手術用ロッド 1 0 0 6 は、螺旋状無菌ラップ 1 0 9 8 材料に包まれている。手術用ロッド 1 0 0 6 の曲げに続いて、螺旋状無菌ラップ 1 0 9 8 を除去し、無菌手術用ロッド 1 0 0 6 を無菌化した術中環境に送達することができる。

【 0 0 4 0 】

同様に、図 1 0 b は、無菌手術用ロッド 1 0 0 6 の曲げに続いて無菌手術用ロッド 1 0 0 6 から剥がすことができる無菌スリーブ 1 0 9 8 を有する別の無菌手術用ロッド 1 0 0 6 を示す。図 1 0 C および 1 0 D は、無菌フレキシブルシャフト 1 0 9 8 内に配置された無菌手術用ロッド 1 0 0 6 を示しており、無菌フレキシブルシャフト 1 0 9 8 は、取り外し可能なキャップ 1 0 9 9 によっていずれかの端部がシールされている。無菌化されていない環境の曲げロボットは、可撓性シャフト 1 0 9 8 を曲げるように構成され、故に無菌手術用ロッド 1 0 0 6 に接触またはそれを汚染することなく可撓性シャフト 1 0 9 8 内で無菌手術用ロッド 1 0 0 6 を曲げる。

【 0 0 4 1 】

曲げプロセスに続いて、無菌手術用ロッド 1 0 0 6 を可撓性シャフト 1 0 9 8 から取り外し、無菌化した術中環境内に送達することができる。これらおよび他の実施形態では、無菌手術用ロッド 1 0 0 6、1 0 0 6、1 0 0 6' の覆いは均一な外径を有することができる、曲げロボットを個々の覆いの異なる外径に調整することを必要とせずに、異なる手術用ロッドの直径を使用することができる。

【 0 0 4 2 】

また、図 1 1 A および図 1 1 B は、別の代替的な実施形態による曲げロボット 1 1 0 0 の構成要素を示す。この実施形態の曲げロボット 1 1 0 0 は、ロッド供給アクチュエータ 1 1 2 4 を含むロッド供給サブアセンブリ 1 1 0 4 と、一体化されたマーキング機構を有するブレーキアクチュエータ 1 1 4 6 を含んだブレーキサブアセンブリ 1 1 0 8 と、手術用ロッド 1 1 0 6 をノッチングすることなくまたは他の方法で損傷させることなく手術用ロッド 1 1 0 6 と係合して曲げるための一対のローラーベアリング 1 1 5 4 を含む曲げアクチュエータ 1 1 5 0 を有する曲げサブアセンブリ 1 1 1 0 とを含む。

【 0 0 4 3 】

この例では、ロッド供給アクチュエータ 1 1 2 4 は、供給ギア機構 1 1 2 6 を介して制

10

20

30

40

50

御され、曲げアクチュエータ 1150 は、曲げギアサブアセンブリ 1152 を介して制御される。ブレーキアクチュエータ 1146 は、この実施形態の手動クランプ機構 1180 によって制御される。一体化されたマーキング機構、例えば、格納式マーカは、一度マークされると、損傷を矯正するのに必要なロッドの形状を指示するロッド上の点をマークすることができ、マークされた点は、曲げの曲線に沿ったスクリューの点を示す。これにより、ロッドの形状をさらに制御することが可能になり、マーキングにより、外科医は、ロッドが脊椎の融合または他の施術のためにどのスクリューと整列するかを完全に認識することが保証される。あるいは、手術用ロッドは、例えば 5 ミリメートル毎に、対応する数であらかじめマーキングすることができる。施術中に外科医が見ることができるモニタのスクリーン上にこれらの数字を表示することにより、外科医はロッドの適切な位置決めを確かめることができる。

10

【0044】

図 12 は、いくつかの実施形態による曲げロボットを動作させるための動作 1200 のフローチャートである。動作 1200 は、ロッド供給サブアセンブリ、ブレーキサブアセンブリ、および曲げサブアセンブリを含む第 1 のハウジングを無菌化することと（ブロック 1202）、第 1 のハウジングを、ロッド供給サブアセンブリ、ブレーキサブアセンブリ、および曲げサブアセンブリを選択的に動作させるように構成されるモータを含む第 2 のハウジングに取り外し可能に結合することとを含む。（ブロック 1204）。動作 1200 は、手術用ロッドをロッド供給サブアセンブリ内に保持することと（ブロック 1206）、ロッド供給サブアセンブリの供給アクチュエータに、手術用ロッドの長手方向軸に平行な方向に手術用ロッドを選択的に移動させることと（ブロック 1208）、前記供給アクチュエータに、手術用ロッドを手術用ロッドの長手方向軸の周りに選択的に回転させることと（ブロック 1210）をさらに含む。

20

【0045】

動作 1200 は、ロッド供給サブアセンブリからブレーキ供給サブアセンブリ内の手術用ロッドを受け取ることと（ブロック 1212）、ブレーキサブアセンブリのブレーキアクチュエータに、ブレーキサブアセンブリに対して手術用ロッドの第 1 の部分を選択的に固定させることと（ブロック 1214）をさらに含む。動作 1200 は、曲げサブアセンブリの曲げアクチュエータを手術用ロッドの長手方向軸に垂直な第 1 の回転軸の周りに選択的に回転させることをさらに含み、前記曲げアクチュエータを回転させることによって、手術用ロッドの第 1 の部分および第 2 の部分が第 1 の曲げ角度を画定するように、前記曲げアクチュエータが前記ロッドの第 2 の部分に係合し、前記ロッドの前記第 2 の部分を前記手術用ロッドの前記第 1 の部分に対して曲げる。動作 1200 はさらに、ブレーキサブアセンブリのブレードに手術用ロッドを選択的に切断させることを含む。

30

【0046】

追加の動作には、ロッドの曲げに先立って、および曲げロボットにデータを送ることができるカメラシステムを介してスクリューが適切に配置された後に行われるデータ取得が含まれる。このデータに基づいて、曲げロボットは上述の動作を実行することができる。別の実施形態では、曲げポイントに関するデータは、取得カメラおよびカメラによって追跡されるプローブを介して受信することができ、複数の椎弓根スクリューが患者の背骨上に置かれた後に、複数の椎弓根スクリューのそれぞれの頭部にプローブが接触する。これらの点を使用し、外科医が修正して微調整でき、曲げロボットが手術用ロッドに適切な曲がりをつけるために使用できる曲げポイントを生成するために使用することができる曲線を生成することができる。別の例では、スクリューの配置に使用される手術中のロボットを使用して椎弓根の座標を決定することができ、したがって曲げ曲線を生成するために使用することができる。いくつかの実施形態では、例えば Surgimap または GMAP などの術前計画ソフトウェアを使用して曲げポイントを構成することができ、曲げロボットが手術用ロッドを曲げるために使用することができる。カメラからのデータを用いて、ロボットが正しく動作していることおよび/または所定の許容範囲内であることを検証し、リアルタイムでエラーを訂正するようにロボットに指示するデータを生成することも

40

50

できる。

【0047】

本発明の概念の様々な実施形態の上記の説明において、本明細書で使用される用語は、特定の実施形態を説明する目的のみのものであり、本発明の概念を限定するものではないことを理解されたい。他に定義されない限り、本明細書で使用される全ての用語（技術用語および科学用語を含む）は、本発明の概念が属する当業者によって一般に理解されるのと同じ意味を有する。一般に使用される辞書に定義されているような用語は、本明細書および関連技術の文脈における意味と一致する意味を有すると解釈されるべきであり、本明細書において明確に定義されていない限り、理想化されたまたは過度正式な意味に解釈されないことがさらに理解されるであろう。

10

【0048】

ある要素が別の要素に「接続されている（connected）」、「結合された（coupled）」、「応答可能な（responsive）」、またはそれらの変形物と称される場合、他の要素に直接的に接続、結合または応答することができる。対照的に、要素が他の要素に「直接的に接続された」、「直接的に結合された」、「直接的に応答する」、または別の要素に対するそれらの変形と称される場合、介在要素は存在しない。同様の番号は、全体を通して同様の要素を指す。さらに、本明細書で使用する「結合された」、「接続された」、「応答する」、またはそれらの変形は、無線結合、接続、または応答を含むことができる。本明細書で 사용되는ように、単数形「a」、「an」および「the」は、文脈がそうでないことを明確に示さない限り、複数形も含むことが意図される。簡潔さおよび/または明瞭さのために、周知の機能または構成を詳細に説明しなくてもよい。「および/または」という用語は、1つまたは複数の関連するリストされたアイテムの任意のおよびすべての組み合わせを含む。

20

【0049】

第1、第2、第3などの用語は、様々な要素/動作を説明するために本明細書で使することができるが、これらの要素/動作はこれらの用語によって限定されるべきではないことが理解される。これらの用語は、1つの要素/操作を別の要素/操作と区別するためにのみ使用される。したがって、いくつかの実施形態における第1の要素/動作は、本発明の概念の教示から逸脱することなく、他の実施形態において第2の要素/動作と称することができる。同一の参照番号または同じ参照番号は、明細書全体を通して同じまたは同様の要素を示す。

30

【0050】

本明細書中で使用される場合、用語「含む（comprise）」、「含む（comprising）」、「含む（comprises）」、「含む（include）」、「含む（including）」、「含む（includes）」、「有する（have）」、「有する（has）」、「有する（having）」またはそれらの変形は、オープンエンドであり、1つまたは複数の述べられた特徴、整数、要素、ステップ、構成要素、機能を含むが、1つまたは複数の他の特徴、整数、要素、ステップ、構成要素、機能またはそれらのグループの存在または追加を排除するものではない。さらに、本明細書で使されるように、ラテン語の句「例示的なグラシア」に由来する一般的な略語「e.g.」は、前述のアイテムの一般的な例を導入または特定するために使用されてもよく、そのような項目を限定することを意図しない。ラテン語句「id est」に由来する一般的な略語「i.e.」を使用し、より一般的な暗唱から特定の項目を指定することができる。

40

【0051】

例示的な実施形態は、本明細書において、コンピュータ実装方法、装置（システムおよび/または装置）および/またはコンピュータプログラム製品のブロック図および/またはフローチャート図を参照して説明される。ブロック図および/またはフローチャート図のブロック、およびブロック図および/またはフローチャート図のブロックの組み合わせは、1つまたは複数のコンピュータ回路によって実行されるコンピュータプログラム命令によって実装できることが理解される。これらのコンピュータプログラム命令は、汎用コ

50

ンピュータ回路、専用コンピュータ回路、および/または他のプログラム可能データ処理回路のプロセッサ回路に供給され、コンピュータおよび/または他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサを介して実行されるこれらの命令が、トランジスタ、メモリ位置に格納された値、およびブロック図および/またはフローチャートブロックまたはブロックに指定された機能/動作を実現するための回路内の他のハードウェア構成要素を変換し、制御し、故に、ブロック図および/またはフローチャートブロックまたはブロックに指定された機能/動作を実現するための手段(機能)および/または構造を作成することができる。

【0052】

これらのコンピュータプログラム命令はまた、コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置に特定のやり方で機能するよう指示する有形のコンピュータ可読媒体に格納することができ、コンピュータ可読媒体に格納されたこれらの命令は、ブロック図および/またはフローチャートブロックまたはブロックで指定された機能/動作を実装する命令を含む製造品を生成することができる。したがって、本発明の概念の実施形態は、「回路」、「モジュール」またはその変形と総称することができる、デジタル信号プロセッサなどのプロセッサ上で動作するハードウェアおよび/またはソフトウェア(ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコードなどを含む)で実施することができる。

【0053】

また、いくつかの代替実施例では、ブロックに記載されている機能/動作が、フローチャートに記載された順序から外れてもよいことにも留意されたい。例えば、連続して示された2つのブロックは、実際には実質的に同時に実行されてもよく、あるいは、関連する機能/動作に応じてブロックが時々逆の順序で実行されてもよい。さらに、フローチャートおよび/またはブロック図の所与のブロックの機能性は、複数のブロックに分離されてもよく、および/またはフローチャートおよび/またはブロック図の2つ以上のブロックの機能性が少なくとも部分的に統合されてもよい。最後に、図示されたブロック間に他のブロックが追加/挿入されてもよく、および/またはブロック/動作が本発明の概念の範囲から逸脱することなく省略されてもよい。さらに、図のいくつかは、通信の主要な方向を示すために通信経路上に矢印を含むが、図示された矢印とは反対の方向に通信が行われてもよいことを理解されたい。

【0054】

本発明の概念のいくつかの実施形態が前述の明細書に開示されているが、本発明の概念の多くの変更および他の実施形態が、発明の概念に関係することが想定され、前述の説明および関連する図面に提示された教示の利益を享受する。したがって、本発明の概念は、上に開示された特定の実施形態に限定されず、多くの修正および他の実施形態が添付の特許請求の範囲内に含まれることが意図されることが理解される。一実施形態の特徴は、本明細書に記載された異なる実施形態の特徴と組み合わせることができ、または使用することがさらに想定される。さらに、特定の用語が、本明細書および以下の特許請求の範囲で用いられているが、それらは包括的で説明的な意味でのみ使用され、記載された発明概念または以下の特許請求の範囲を限定する目的で使用されるものではない。本明細書に引用された各特許および特許公報の開示全体は、あたかもそのような各特許または特許公報が参照により個々に本明細書に組み込まれているかのように、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。本発明の概念の様々な特徴および/または潜在的な利点は、添付の特許請求の範囲に記載されている。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】いくつかの実施形態による、手術用ロッドを自動的に曲げるためのロボット曲げシステムの図である。

【図2】いくつかの実施形態による、図1のロボット曲げシステムの曲げロボットの図である。

【図3】いくつかの実施形態による、図2の曲げロボットの部分分解図である。

10

20

30

40

50

【図4】代替的な実施形態による、曲げロボットの構成要素の内部図である。

【図5】いくつかの実施形態による、図4の曲げロボットのロッド供給サブアセンブリの構成要素を示す。

【図6】いくつかの実施形態による、図4の曲げロボットのブレーキおよび切断サブアセンブリの構成要素を示す。

【図7】いくつかの実施形態による、図4の曲げロボットの曲げサブアセンブリの構成要素を示す。

【図8】いくつかの実施形態による、図4の曲げロボットの構成要素の側面図を示す。

【図9】別の代替的な実施形態による、曲げロボットのためのロッド供給サブアセンブリの構成要素を示す。

【図10A】いくつかの実施形態による、取り外し可能な無菌スリーブを有する手術用ロッドを示す。

【図10B】いくつかの実施形態による、取り外し可能な無菌スリーブを有する手術用ロッドを示す。

【図10C】いくつかの実施形態による、取り外し可能な無菌スリーブを有する手術用ロッドを示す。

【図10D】いくつかの実施形態による、取り外し可能な無菌スリーブを有する手術用ロッドを示す。

【図11A】別の代替的な実施形態による、曲げロボットの構成要素を示す。

【図11B】別の代替的な実施形態による、曲げロボットの構成要素を示す。

【図12】いくつかの実施形態による、曲げロボットを動作させる方法のフローチャートである。

10

20

【図1】

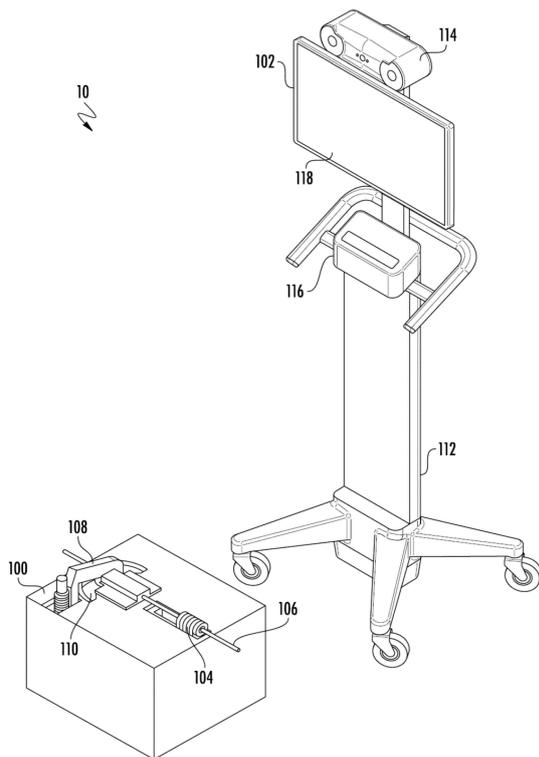


図1

【図2】

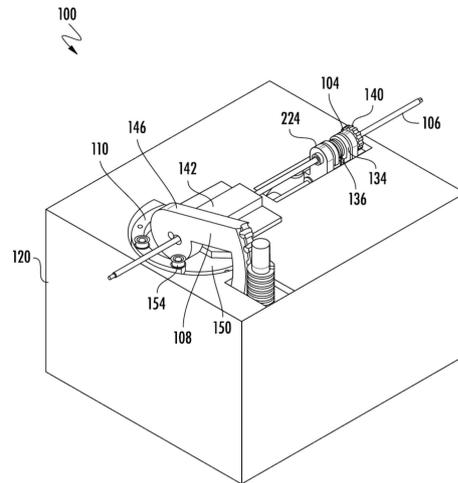


図2

【 図 3 】

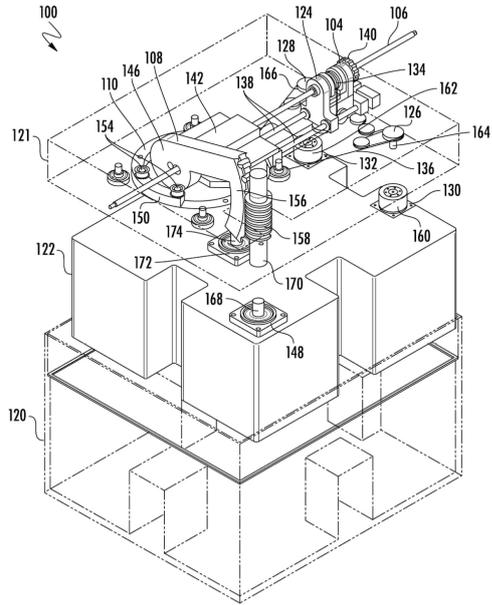


図 3

【 図 4 】

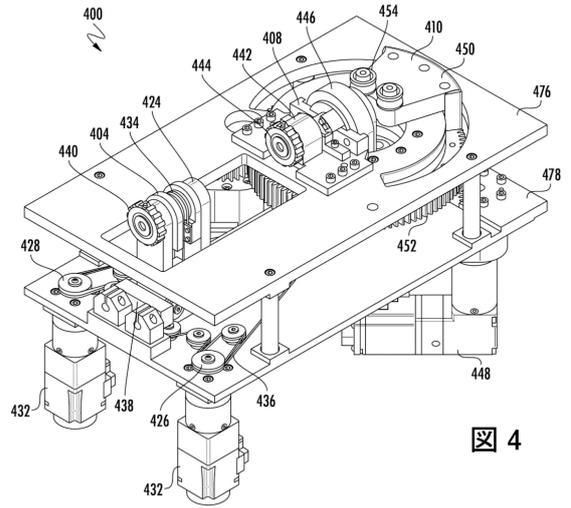


図 4

【 図 5 】

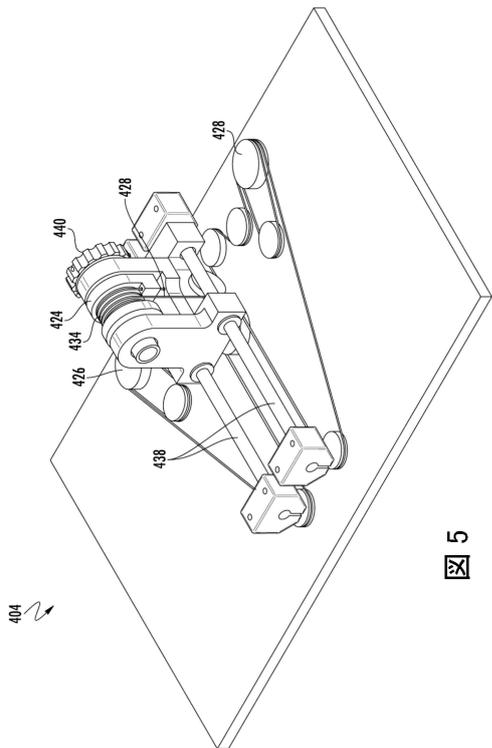


図 5

【 図 6 】

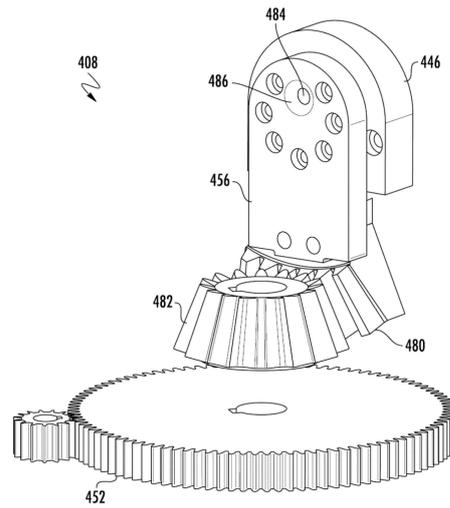


図 6

【 図 7 】

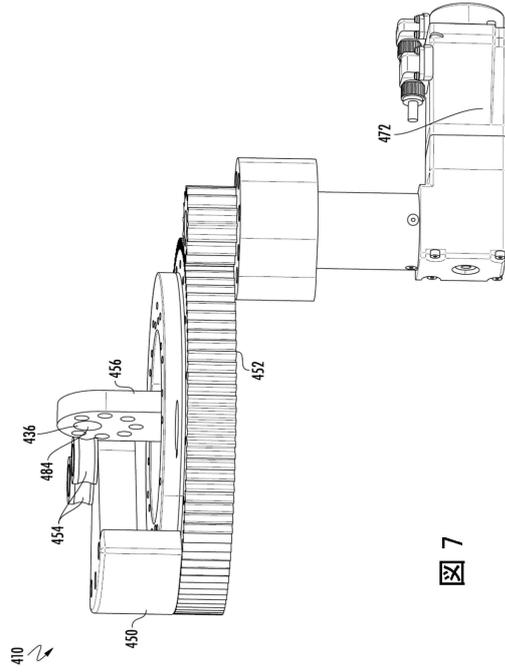


図 7

【 図 8 】

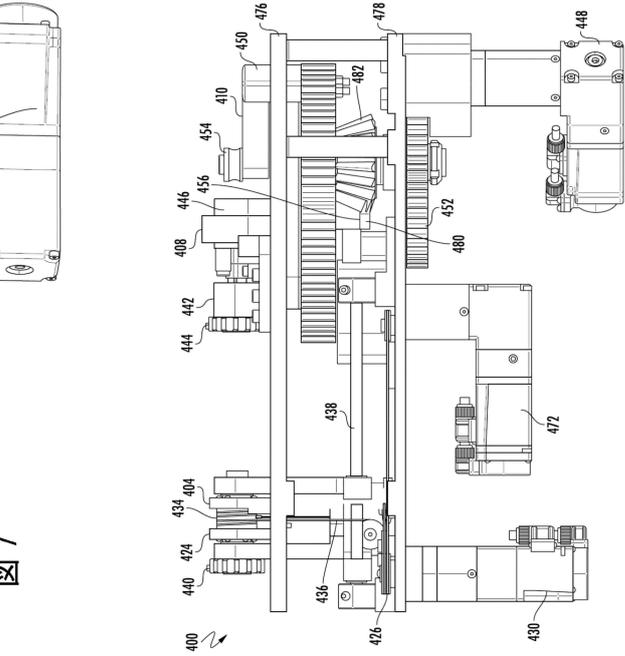


図 8

【 図 9 】

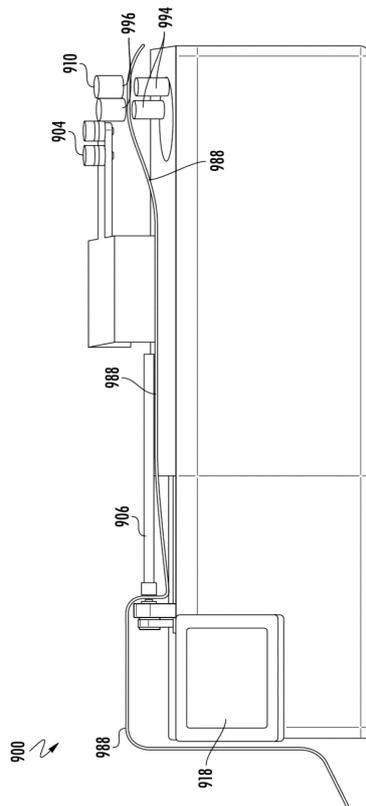


図 9

【 図 10 A 】

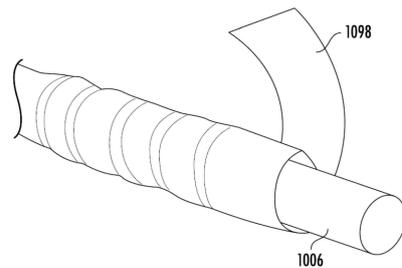


図 10A

【 図 10 B 】

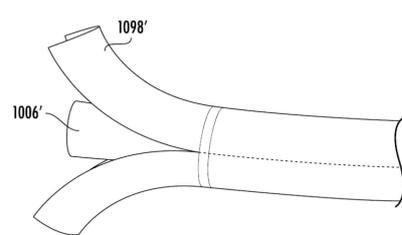
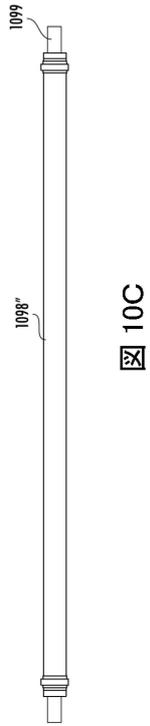
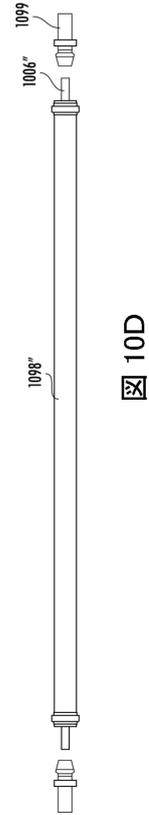


図 10B

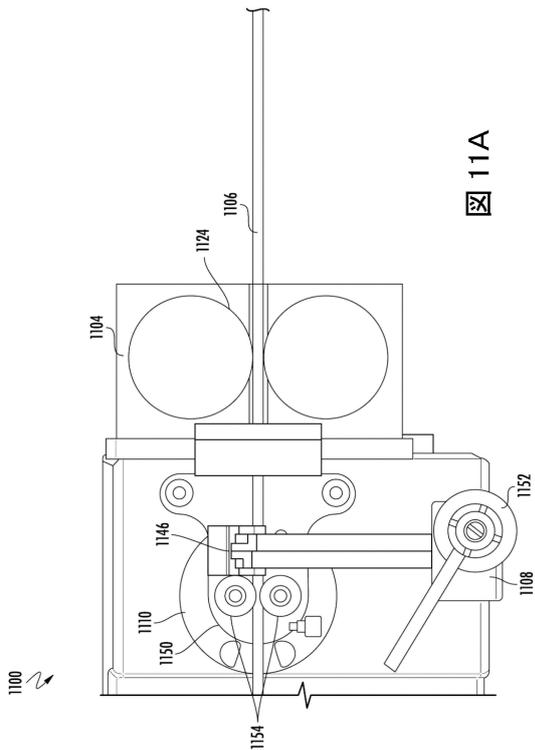
【 10 C 】



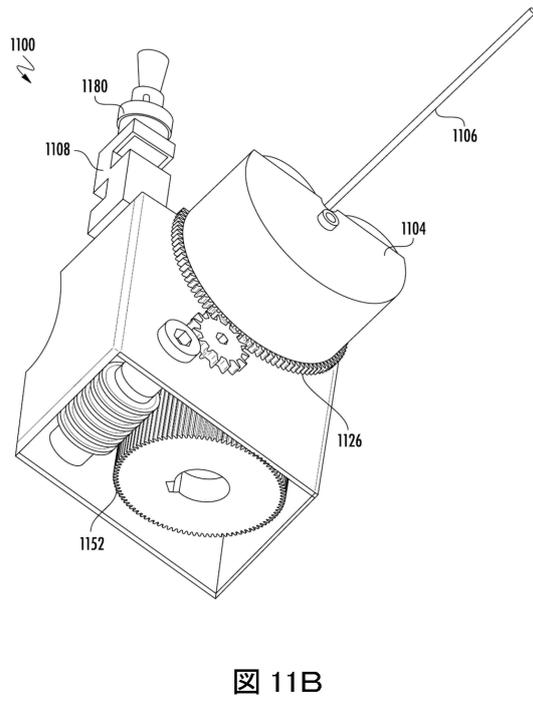
【 10 D 】



【 11 A 】



【 11 B 】



【 図 12 】

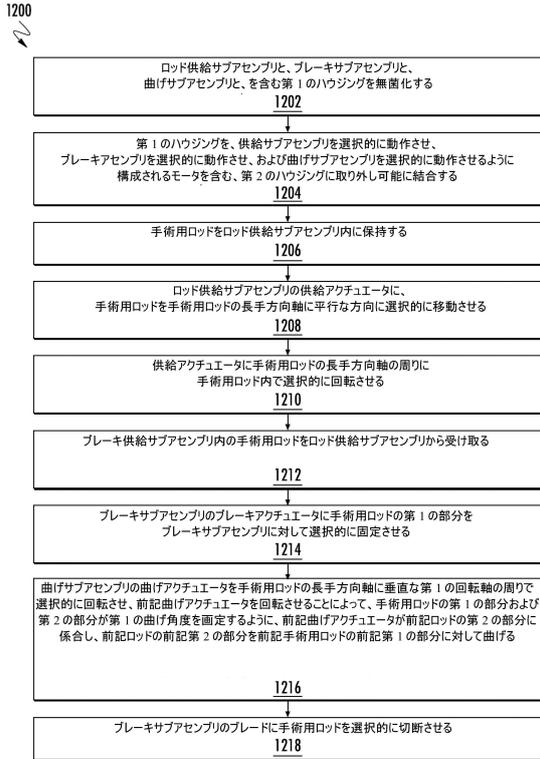


図 12

フロントページの続き

- (72)発明者 スリタム パラシャー ラウト
アメリカ合衆国, 01854 マサチューセッツ州, ローエル, ユニバーシティ アベニュー 1
56
- (72)発明者 ウェストン ヒーラー
アメリカ合衆国, 02141 マサチューセッツ州, ケンブリッジ, カーディナル メデイロス
アベニュー 341
- (72)発明者 デビッド クリアリー
アメリカ合衆国, 02144 マサチューセッツ州, サマービル, モリソン アベニュー 130
, ユニット 1
- (72)発明者 オリビエ シャップイ
スイス, 1095 リュトリ, シェマン ドゥ クレ 30

審査官 宮下 浩次

- (56)参考文献 国際公開第2017/037113(WO, A1)
米国特許出願公開第2016/0263646(US, A1)
特開2004-009125(JP, A)
特開2010-162557(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21D 7/024
A61B 17/56