

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5349746号
(P5349746)

(45) 発行日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日 (2013.8.30)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 17/072 (2006.01)

A 6 1 B 17/10 3 1 0

請求項の数 6 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2006-267300 (P2006-267300)	(73) 特許権者	595057890
(22) 出願日	平成18年9月29日 (2006.9.29)		エシコン・エンドーサージェリィ・インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2007-98133 (P2007-98133A)		Ethicon Endo-Surgery, Inc.
(43) 公開日	平成19年4月19日 (2007.4.19)		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
審査請求日	平成21年9月29日 (2009.9.29)		
審査番号	不服2012-19984 (P2012-19984/J1)	(74) 代理人	100088605
審査請求日	平成24年10月11日 (2012.10.11)		弁理士 加藤 公延
(31) 優先権主張番号	11/162,988	(74) 代理人	100130384
(32) 優先日	平成17年9月30日 (2005.9.30)		弁理士 大島 孝文
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 線形外科ステープラ用の電気活性ポリマーを用いた作動機構

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外科ステープラにおいて、

細長いシャフトであって、前記細長いシャフトの遠位端部に形成され、組織を受容するように構成された線形ステープル止め組立体を有する細長いシャフトを含み、

前記線形ステープル止め組立体は、ステープル止め機構と、前記ステープル止め機構に対向したアンビルと、を含み、

前記ステープル止め機構は、前記ステープル止め機構の内部に配置され、前記ステープル止め機構から前記アンビルに向かって複数のステープルを移動させるように構成された複数のドライバを含み、

前記線形ステープル止め組立体は、少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータに結合されており、前記電気活性ポリマーアクチュエータが、エネルギーが供給されると、少なくとも1つの直線列のステープルを組織内に刺し入れるように構成されており、

前記少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータが、前記ステープル止め機構内に配置され、エネルギーが供給されたときに拡張して、前記ステープル止め機構から前記アンビルに向かって複数のステープルを移動させるように構成された、複数の電気活性ポリマードライバを含む、外科ステープラ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の外科ステープラにおいて、

電気活性ポリマーアクチュエータが、少なくとも1つの前記電気活性ポリマーアクチュ

エータに選択的にエネルギーが供給されると、少なくとも1つの前記ドライバが移動して、これにより、少なくとも1つのステープルが組織内に刺し入れられるように、前記複数のドライバのそれぞれに結合されている、外科ステープラ。

【請求項3】

請求項1に記載の外科ステープラにおいて、

複数の電気活性ポリマーストリップが、前記ステープル止め組立体内に配置されており、各前記電気活性ポリマーストリップが、エネルギーが供給されると、1つの直線列のステープルを組織内に刺し入れることができる、外科ステープラ。

【請求項4】

請求項1に記載の外科ステープラにおいて、

各前記電気活性ポリマードライバが、個別に作動して前記ステープル止め機構から前記アンビルに向かってステープルを移動させるように構成されている、外科ステープラ。

【請求項5】

請求項1に記載の外科ステープラにおいて、

前記細長いシャフトの近位端部に形成されたハンドル、をさらに含み、

前記ハンドルが、前記少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータに選択的にエネルギーを供給するように構成された制御機構を含む、外科ステープラ。

【請求項6】

請求項1に記載の外科ステープラにおいて、

前記細長いシャフトは、近位端部に形成されたハンドルを有し、

前記ステープル止め組立体は、間に組織を受容するように構成された第1および第2の対向したジョーを含み、

前記第1のジョーは、ステープル止め機構を含み、

前記第2のジョーは、アンビルを含み、前記少なくとも1つの直線列のステープルを変形させるように構成されている、外科ステープラ。

【発明の詳細な説明】

【開示の内容】

【0001】

〔関連出願〕

本願は、2004年7月28日出願の米国仮特許出願第60/591,694号（名称：「電氣的に作動する関節運動機構を含む外科器具（Surgical Instrument Incorporating an Electrically Actuated Articulation Mechanism）」）の優先権を主張する2005年3月17日出願の米国特許出願第11/082,495号（名称：「電氣的に作動する関節運動機構を含む外科器具（Surgical Instrument Incorporating an Electrically Actuated Articulation Mechanism）」）の一部継続出願である。これらの特許出願は、参照することを以ってその開示内容の全てを本明細書の一部とする。

【0002】

〔発明の分野〕

本発明は、広義には外科装置に関し、詳細には、電気活性ポリマーなどの電氣的に拡張および収縮可能なアクチュエータを用いて外科ステープラを関節動作および作動を行うための方法および装置に関する。

【0003】

〔発明の背景〕

内視鏡外科器具は、切開部が小さいため、術後の回復が早く、合併症が少なく、従来の開放外科器具よりも好ましい場合が多い。したがって、トロカールのカニューレを介して所望の手術部位に遠位エンドエフェクタを正確に配置するのに適した一連の内視鏡外科器具が著しい進歩を遂げてきた。このような遠位エンドエフェクタは、様々な方法で組織に係合して、診断効果または治療効果を上げることができる（例えば、エンドカッター、グラスパー（把持器）、カッター、ステープラ、クリップアプライヤー、アクセス装置、薬物／遺伝子治療送達装置や、超音波、高周波、およびレーザーなどを用いるエネルギー装

10

20

30

40

50

置)。

【0004】

既知の外科ステープラは、ステープルシャフトに対して関節動作でき、かつ作動して組織にステープルを止めることができるエンドエフェクタを含む。ある種の線形エンドエフェクタは、組織を長手方向に切開すると同時に、その切開部の両側に列状にステープルを止めることができる。このようなエンドエフェクタは、器具が内視鏡または腹腔鏡の用途に用いられる場合、カニューレの通路を通過できる一対の協働するジョー部材を含む。ジョー部材の一方が、横方向に離間した少なくとも2列のステープルを有するステープルカートリッジを受容する。他方のジョー部材は、カートリッジ内のステープル列に整合したステープル形成ポケットを有するアンビルを画定している。ある種の現在のステープラは、往復運動するウェッジも使用する。このような往復運動ウェッジは、遠位側に移動する時に、ステープルカートリッジの開口を通過してステープルを支持するドライバに係合し、アンビルに向かってステープルを発射する。

10

【0005】

現在のステープル止め装置の1つの欠点は、関節動作および作動を行うために大きな力が必要であること、そして、この力が発射ストロークの全期間に亘って変化することである。大抵の現在のステープル止め装置は、1つまたは複数の手で握るトリガーを用いている。関節動作の際、エンドエフェクタがシャフトにはぼ直線状に整合している時は荷重が小さく、エンドエフェクタが関節動作するにつれて荷重が増大する。作動の際、ステープルがカートリッジから出て前進し、組織に刺入するストロークの初期段階では、荷重が小さい。ステープルがアンビルポケット内に入り、ステープルの脚を曲げる時に、抵抗および荷重が急速に増大する。次いで、抵抗および荷重が小さくなり、ステープルを形成する時に再び抵抗および荷重が増大する。対照的に、操作者の有効強度は、発射ストロークの初期および中間段階で最大であるが、クロージャーの最終段階では最小になる。関節動作および作動を行うために必要な大きな力、ならびにその力の変動が、外科医の握力を超える場合もある。したがって、予想を超えた過度に大きな力が必要な場合に生じることがある結合不良や他の故障が起こりうる。

20

【0006】

発射を行うために必要な大きな力はまた、シャフトの可撓性または調節性の障害となることもある。現在のステープル止め装置では、エンドエフェクタを、シャフトに旋回可能(pivotally)に取り付けてもよいし、シャフトに可撓性を付与してシャフトが湾曲した通路を移動できるようにしてもよい。ハンドルからエンドエフェクタへの力の伝達は、シャフトの旋回部分すなわち湾曲部分によって必ず妨げられ、場合によってはシャフトが直線状になってしまう。

30

【0007】

したがって、外科ステープラの作動および／または関節動作を行うための方法および装置、特に、外科ステープラの作動および／または関節動作を行うために必要な力が小さい方法および装置が要望されている。

【0008】

〔発明の概要〕

40

本発明は、概して、外科ステープラの作動および／または関節動作のための方法および装置を提供する。一実施形態では、外科ステープラは、細長いシャフトの遠位端部に移動可能に結合されたステープル止め機構すなわちエンドエフェクタを有する。電気活性ポリマーアクチュエータなどの電氣的に拡張および収縮可能なアクチュエータを用いて、この電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、ステープル止め機構の位置を細長いシャフトに対して旋回可能にすなわち角度調節することができる。別の実施形態では、電気活性ポリマーアクチュエータを用いて、ステープル止め組立体を作動させて、1つまたは複数のステープル、好ましくは少なくとも2つの直線列のステープルを組織内に刺入する。アクチュエータは、別法として、またはこれに加えて、刃を遠位側に移動させてステープル止めされた組織を切断することができる。

50

【0009】

例示されている一実施形態では、外科ステープラは、細長いシャフトと線形ステープル止め組立体との間に結合された少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータを含むことができる。少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーが供給されると、1つまたは複数の電気活性ポリマーアクチュエータは、線形ステープル止め組立体を細長いシャフトに対して選択的に旋回させるように構成することができる。線形ステープル止め組立体は、様々な結合技術を用いてシャフトに移動可能に結合することができる。線形ステープル止め組立体は、様々な結合技術を用いてシャフトに移動可能に結合することができる。例えば、線形ステープル止め組立体は、ピボット接合部によって細長いシャフトに結合することができる。細長いシャフトは、内部に延在するスライドバーを含むことができる。このスライドバーは、ピボット接合部に結合された、線形ステープル止め組立体を移動させるための遠位端部を有する。

10

【0010】

様々な技術を用いて、スライドバーを移動させ、ステープル止め組立体の旋回を行うことができるが、例示的な一実施形態では、1つまたは複数の電気活性ポリマーアクチュエータは、エネルギーが電気活性ポリマーアクチュエータに供給されてスライドバーが横方向に移動すると、径方向に拡張するように構成でき、これにより、線形ステープル止め組立体が旋回する。例示的な一実施形態では、本装置は、スライドバーの第1の側に近接して配置された第1の電気活性ポリマーアクチュエータと、スライドバーの第2の側に近接して配置された第2の電気活性ポリマーアクチュエータを含む。第1および第2の電気活性ポリマーアクチュエータは、エネルギーが電気活性ポリマーアクチュエータに供給されて、スライドバーが横方向に移動すると、径方向に拡張するように構成することができる。スライドバーは、オプションとして、その遠位端部に形成された歯車を含むことができる。この歯車は、ピボット接合部に形成された対応する歯車に係合するように構成されている。

20

【0011】

別の実施形態では、1つまたは複数の電気活性ポリマーアクチュエータは、軸方向に収縮して径方向に拡張するように構成することができる。例えば、細長いシャフトは、線形ステープル止め組立体の第1の側面に旋回可能に結合された第1の電気活性ポリマーアクチュエータと、線形ステープル止め組立体の反対側の第2の側面に結合された第2の電気活性ポリマーアクチュエータを含むことができる。第1の電気活性ポリマーアクチュエータは、エネルギーが供給されて第1の方向に線形ステープル止め組立体が旋回すると、軸方向に収縮でき、第2の電気活性ポリマーアクチュエータは、エネルギーが供給されて第1の方向とは反対の第2の方向に線形ステープル止め組立体が旋回すると、軸方向に収縮することができる。

30

【0012】

別の実施形態では、線形ステープル止め組立体は、可撓性部分によって細長いシャフトに移動可能に結合することができる。複数の電気活性ポリマーアクチュエータを、可撓性部分の異なった位置に結合することができ、各電気活性ポリマーアクチュエータを、エネルギーが選択的に供給されると、方向を変えて可撓性部分を所望の方向に曲げるように構成することができる。

40

【0013】

組織をステープル止めするための方法も提供する。この方法は、外科ステープラの細長いシャフトを体腔内に挿入して、細長いシャフトの遠位端部に移動可能に結合されたステープル止め組立体を手術部位に近接して配置するステップと、ステープル止め組立体の対向したジョー間に組織を捕捉するステップと、少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、ステープル止め組立体を細長いシャフトに対して旋回させるステップと、ステープル止め組立体を作動させて、少なくとも1つの直線列のステープルをジョーの一方から組織に刺入するステップを含むことができる。例示的な一実施形態では、細長いシャフトは、内部に延在するスライドバーを含むことができる。このス

50

ライドバーは、細長いシャフトとステープル止め組立体との間に形成されたピボット接合部に結合された遠位端部を有する。少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、この電気活性ポリマーアクチュエータを径方向に拡張させてライドバーを横方向に移動させ、これにより、ステープル止め組立体を旋回させることができる。各電気活性ポリマーアクチュエータに供給するエネルギーの量は、ステープル止め組立体の移動の程度に一致しうる。別の実施形態では、線形ステープル止め組立体は、可撓性部分によって細長いシャフトに移動可能に結合することができる。電気活性ポリマーアクチュエータは、可撓性部分の異なった位置に結合された複数の電気活性ポリマーアクチュエータを含むことができ、これら複数の電気活性ポリマーアクチュエータに選択的にエネルギーを供給して、可撓性部分を所望の方向に曲げることができる。

10

【0014】

さらに別の実施形態では、組織を受容するように構成された線形ステープル止め組立体が遠位端部に形成された細長いシャフトを有する外科ステープラを提供する。ステープル止め組立体は、エネルギーが供給されると、少なくとも1つの直線列のステープルを組織に刺入するように構成された少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータに結合されている。例示的な一実施形態では、ステープル止め組立体は、ステープル止め機構、および、このステープル止め機構に対向したアンビルを含む。ステープル止め機構は、内部に配置された複数のドライバを含むことができる。これらのドライバは、複数のステープルをステープル止め機構からアンビルに向かって移動させるように構成されている。電気活性ポリマーアクチュエータは、この少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーが選択的に供給されると、少なくとも1つのドライバを移動させて、少なくとも1つのステープルを組織内に刺入するように、複数のドライバのそれぞれに結合することができる。別の実施形態では、複数の電気活性ポリマーは、ステープル止め組立体内に配置することができ、各電気活性ポリマーは、エネルギーが供給されると直線列状のステープルを組織内に刺入することができる。電気活性ポリマーは、別個に作動させて、ステープルをステープル止め機構からアンビルに向かって移動させるように構成することができる。

20

【0015】

さらに別の実施形態では、外科ステープラは、細長いシャフト内にスライド可能に配置されたプッシュロッドを含むことができる。このプッシュロッドは、遠位側に移動する時に、複数のステープルをステープル止め機構からアンビルに向かって移動させるように構成されている。プッシュロッドは、電気活性ポリマーアクチュエータに結合することができる。この電気活性ポリマーアクチュエータは、エネルギーが供給されると、このプッシュロッドを遠位側に移動させるように構成されている。例示的な実施形態では、プッシュロッドに結合された電気活性ポリマーアクチュエータは、エネルギーが供給されてプッシュロッドが遠位側に移動すると、軸方向に拡張して径方向に収縮するように構成されている。

30

【0016】

1つまたは複数の外科ステープルを組織に取り付けるための方法も提供する。この方法は、対向した第1および第2のジョー間に組織を捕捉するステップと、電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、少なくとも1つの直線列のステープルを第1のジョーから組織を通して、第2のジョーに形成されたアンビルに向かって移動させるステップを含むことができる。一実施形態では、1つまたは複数のドライバを第1のジョー内に移動可能に配置することができ、電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、第1のジョー内のドライバを移動させて、ステープルを第1のジョーを介してアンビルに向かって移動させることができる。別の実施形態では、電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、プッシュロッドを遠位側に移動させて複数のステープルドライバを前進させ、これにより、少なくとも1列のステープルを第1のジョーから組織を通して、第2のジョーに形成されたアンビルに向かって移動させることができる。別の態様では、第1のジョー内に配置された複数の電気活性ポリマーアクチュエータに選択的

40

50

にエネルギーを供給して、少なくとも1つの直線列のステープルを第1のジョーから組織を介して、第2のジョーに形成されたアンビルに向かって移動させることができる。さらに別の実施形態では、電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して刃を遠位側に前進させ、これにより、ステープル止めされた組織を切断することができる。

【0017】

本発明は、添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明を読めば、より完全に理解できるであろう。

【0018】

〔詳細な説明〕

本発明は、概して、外科ステープラの1つまたは複数の構成要素を移動させるための方法および装置を提供する。例示的な一実施形態では、ステープル止め機構すなわちエンドエフェクタが細長いシャフトの遠位端部に移動可能に結合された外科ステープラを提供する。電気活性ポリマーアクチュエータなどの電氣的に拡張および収縮可能なアクチュエータを用い、この電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを加えて、細長いシャフトに対するステープル止め機構の位置を旋回可能に、すなわち角度調節することができる。別の実施形態では、電気活性ポリマーアクチュエータを用いてエンドエフェクタを作動させ、これにより、1つまたは複数のステープル、好ましくは少なくとも2つの直線列のステープルを移動させて組織に刺入させる。これに加えてまたは別法では、アクチュエータは、刃を遠位側に移動させて、ステープル止めされる組織を切断することができる。当業者であれば、外科ステープラは、様々な構造を有することができ、外科ステープラの1つまたは複数の構成要素を移動させるために、このような構成要素に1つまたは複数の電気活性ポリマーアクチュエータを結合できることを理解できよう。

【0019】

電気活性ポリマー

電気活性ポリマー(EAP)は、人工筋肉とも呼ばれ、電界または機械的な場に応答して、圧電特性、焦電性、または電歪特性を有する材料である。具体的には、EAPは、電圧がかかると形状を変える一連の導電ドーブ型ポリマーである。導電ポリマーは、ある種の形態のイオン流体またはイオンゲルおよび電極と対にすることができる。流体/ゲルから導電ポリマーまたはその逆へのイオンの流れにより、ポリマーの形状が変化し得る。一般に、使用する特定のポリマーおよびイオン流体またはイオンゲルによって、1V~4kVの範囲の電圧を加えることができる。EAPは、エネルギーが加えられても体積が変化せず、単に一方方向に拡張し、横方向に収縮することに留意されたい。

【0020】

EAPの主な利点の1つは、その作用および特性を電氣的に制御および微調整できることである。EAPは、EAP全体に外部電圧を加えて繰り返し変形させることができ、加える電圧の極性を逆にして元の形状に迅速に戻すことができる。拡張、直線移動、および曲がる構造を含め、異なる種類の移動構造が得られるように、特定のポリマーを選択することができる。EAPは、ばねや可撓性プレートなどの機械的機構と組み合わせて、電圧が加えられた時に起こる効果を変更することもできる。

【0021】

EAPには、2つの基本タイプがあり、それぞれが複合構造である。第1のタイプは、協働して働くように互いに束ねられた多数のファイバーからなるファイバーバンドルである。このようなファイバーは通常、約30 μm ~50 μm の大きさを有する。これらのファイバーは、織物と同じように編んで束にすることができ、EAP糸と呼ばれる場合が多い。使用に際し、EAPの機械的構造によって、EAPアクチュエータおよびその運動能力が決まる。例えば、EAPを長いストランドに形成して、1つの中心電極の周りに巻くことができる。可撓性の外側シースが、アクチュエータ用の他方の電極を形成し、装置の機能に必要なイオン流体を含む。このシースに電圧が加えられると、EAPが膨張して、ストランドが収縮する、または短くなる。別法として、ファイバーは、拡張すなわち長くなるように構成することもできる。一例として、市販のファイバーEAP材料が、サンタ

フェ・サイエンス・アンド・テクノロジー (Santa Fe Science and Technology) によって製造され、PANION (商標) ファイバーとして販売され、参照することを以って本明細書の一部とする米国特許第 6, 667, 825 号に開示されている。

【0022】

図 1 A および図 1 B は、ファイバーバンドルから形成された EAP アクチュエータ 100 の例示的な一実施形態を例示している。図示されているように、このアクチュエータ 100 は通常、向かい合ったエンドキャップ 102 a および 102 b が形成された細長い円筒状部材の形態である可撓性導電外側シース 102 を含む。しかしながら、外側シース 102 は、使用目的によって様々な他の形状および大きさを有することができる。さらに、図示しているように、外側シース 102 は、エネルギー供給電極 108 a およびリターン電極 108 b に接続されている。例示している実施形態では、エネルギー供給電極 108 a は、1 つのエンドキャップ、例えば、エンドキャップ 102 a から導電外側シース 102 の内腔を経て、他方のエンドキャップ、例えば、エンドキャップ 102 b に至っている。エネルギー供給電極 108 a は、例えば、白金陰極ワイヤ (platinum cathode wire) とすることができ、外側シース 102 の任意の部分に結合することができる。導電外側シース 102 は、エネルギー供給電極 108 a から外側シース 102 内に配置された EAP ファイバー 104 にエネルギーを供給するために、外側シース 102 内に配置されるイオン流体またはゲル 106 も含むことができる。具体的には、複数の EAP ファイバー 104 が並列に配置され、各エンドキャップ 102 a および 102 b 間に延在し、それらエンドキャップ内まで延びている。上記したように、ファイバー 104 は、様々な方向に配置して、例えば、径方向の拡張や収縮、または曲がる動きなどの所望の結果を得ることができる。使用の際は、活性なエネルギー供給電極 108 a を介して、エネルギーをアクチュエータ 100 に供給することができる。このエネルギーにより、イオン流体中のイオンが EAP ファイバー 104 内に入り、これによりファイバー 104 が、一方向、例えば径方向に拡張して各ファイバー 104 の外径が増大し、横方向、例えば軸方向に収縮してファイバーの長さが短くなる。この結果、エンドキャップ 102 a および 102 b が、互いに向かって引っ張られ、可撓性外側シース 102 の長さが収縮して短くなる。

【0023】

別のタイプの EAP は、ラミネート構造であって、1 つまたは複数の EAP の層、各 EAP の層の間に配置されたイオンゲルまたはイオン流体の層、および、構造に取り付けられた 1 つまたは複数の可撓性プレートからなる。電圧が加えられると、ラミネート構造は、一方向に拡張して、横方向すなわち垂直方向に収縮し、可撓性プレートに対する EAP の構造によって、ラミネート構造に結合した可撓性プレートが短くなるか、長くなるか、または曲がる。一例として、市販のラミネート EAP 材料が、SRI ラボラトリーズ (SRI Laboratories) の一部門であるアーティフィシアル・マスル社 (Artificial Muscle Inc) によって製造されている。薄膜 EAP とも呼ばれるプレート EAP 材料は、日本の EAMEX も販売している。

【0024】

図 2 A および図 2 B は、ラミネートから形成された EAP アクチュエータ 200 の例示的な構造を例示している。まず図 2 A を参照すると、アクチュエータ 200 は、間に配置された接着層 103 a、103 b、103 c、および 103 d によって互いに接着されたラミネート EAP 複合材である複数の層を含むことができる。この複数の層は、例えば、図示されているように、5 つの層 210、210 a、210 b、210 c、および 210 d とすることができる。1 つの層すなわち層 210 が、図 2 B に詳細に示されている。図示されているように、層 210 は、第 1 の可撓性導電プレート 212 a、EAP 層 214、イオンゲル層 216、および、第 2 の可撓性導電プレート 212 b を含み、これらはすべて互いに結合されてラミネート複合材を形成している。この複合材は、さらに図 2 B に示されているように、可撓性導電プレート 212 a に結合された、エネルギー供給活性電極 218 a、および、可撓性導電プレート 212 b に結合されたリターン電極 218 b を含むこともできる。使用の際は、エネルギー供給活性電極 218 a を介してアクチュエー

タ 200 にエネルギーを供給することができる。このエネルギーにより、イオンゲル層 216 のイオンが EAP 層 214 内に入り、これにより層 214 が一方向に拡張し、横方向に収縮する。この結果、可撓性プレート 212 a および 212 b が曲がるか、または EAP 層 214 が他の形状に変化する。

【0025】

外科ステープラ

上記したように、例示的な実施形態では、装置の様々な構成要素の関節動作および／または作動を行うために、EAP アクチュエータなどの電氣的に拡張および収縮可能なアクチュエータを用いた外科ステープル止めの方法および装置を提供する。機械的な補助を用いず関節動作および／または作動を行うために EAP アクチュエータを有するものとして様々な実施形態を示しているが、別法として、このようなアクチュエータは、機械的な関節動作および／または作動を補完するように構成することもできる。例えば、EAP アクチュエータを用いて、ステープルを発射する力、およびオプションであるナイフすなわち刃を組立体を介して移動させてステープル止めされた組織を切断する力を含め、外科ステープラのエンドエフェクタを閉じる際の力を低減することができる。図 3 は、関節動作および／または作動を行うための 1 つまたは複数の EAP アクチュエータを含むことができる外科ステープラ 10 の例示的な一実施形態を例示している。上記したように、ここに開示する関節動作および作動を行うための様々な方法および装置は、当分野で周知の実質的に全ての外科ステープラに組み込むことができる。例示した外科ステープラ 10 は、ここに開示しない当分野で周知の様々な他の機能を含むこともできる。

【0026】

一般に、ステープラ 10 は、細長いシャフト 12 を含む。この細長いシャフト 12 は、その近位端部 12 a に結合されたハンドル 14 と、その遠位端部 12 b に結合されたステープル止め組立体すなわちエンドエフェクタ 16 を有する。このエンドエフェクタ 16 は、第 1 および第 2 の対向したジョー 18 および 20 を含む。第 1 および第 2 の対向したジョー 18 および 20 は、これらの間に組織を受容するように構成されている。第 1 のジョー 18 は、ステープルカートリッジを受容するように構成されている。このステープルカートリッジは、その内部に配置され、かつ組織に刺入するように構成されている複数のステープルを有する。第 2 のジョー 20 は、これらのステープルを変形させるためのアンビルを形成している。ハンドル 14 は、細長いシャフト 12 に対してエンドエフェクタ 16 を関節動作させるため、エンドエフェクタ 16 を閉じるため、および／またはステープル止め装置を作動（発射）させるために、ハンドルに結合された 1 つまたは複数のトリガーを備えることができる。図 3 は、ハンドル 14 に移動可能に結合された、エンドエフェクタ 16 の対向したジョー 18 と 20 を閉じるための第 1 のトリガー 14 a を例示している。第 1 のトリガー 14 a の作動により、クロージャータブ 12 c がジョー 18 および 20 に対してスライドしてジョー 18 と 20 が閉じる。ハンドル 14 は、第 1 のジョー 20 内のステープルカートリッジを発射して、1 つまたは複数のステープルまたはクリップを組織内に刺入するために、このハンドル 14 に移動可能に結合された第 2 のトリガー 14 b も備えている。第 2 のトリガー 14 b はまた、刃を、第 1 のジョー 18 内のステープルカートリッジを介して遠位側に前進させて、ステープル止めされた組織を切断することができる。ステープルの発射および組織の切断のための例示的な技術を、以下に詳細に説明する。図示されていないが、ハンドル 14 は、これに加えてまたは別法として、細長いシャフト 16 に対してエンドエフェクタ 16 を関節動作させるため、ジョーを閉じるため、およびエンドエフェクタ 16 を作動させるために、トリガー、回転可能なノブ、レバー、スライドノブ、または他の機構を含むことができる。使用において、外科ステープラ 10 は、細長いシャフト 12 の直径が比較的小さく、小さなアクセスポートすなわち通路内を通過できるため、特に内視鏡および腹腔鏡外科手術に適している。しかしながら、ステープラは、様々な医療処置に用いるために変更することができる。

【0027】

関節動作

図４Ａ～図７は、細長いシャフト１２に対してエンドエフェクタ１６を関節動作させて、エンドエフェクタ１６をステープル止めすべき組織に近接して配置するのを容易にするための技術の様々な例示的な実施形態を例示している。まず、図４Ａ～図４Ｃを参照すると、細長いシャフト１２の遠位端部１２ｂが、エンドエフェクタ１６がシャフト１２に対してピボット接合部２２を中心に旋回できるように、このピボット接合部２２によってエンドエフェクタ１６の近位端部に結合されている。装置１０はまた、細長いシャフト内に延在するスライドバー２４も含む。このスライドバー２４は、歯車の歯２４ｔが形成された遠位端部２４ｄを有する。この歯２４ｔは、エンドエフェクタ１６に形成された対応する歯車の歯１６ｔに係合するように構成されている。装置１０はまた、ＥＡＰアクチュエータなどの電氣的に拡張および収縮可能な１つまたは複数のアクチュエータを含むことができる。ＥＡＰアクチュエータは、スライドバー２４を移動させて、スライドバー２４の歯車の歯２４ｔによってエンドエフェクタ１６の歯車の歯１６ｔを移動させ、これにより、エンドエフェクタ１６を細長いシャフト１２に対して旋回させることができる。様々な技術を用いて、ＥＡＰアクチュエータでスライドバー２４を移動させることができるが、例示的な一実施形態では、ＥＡＰアクチュエータは、スライドバー２４を横方向に移動させるように構成されている。具体的には、図４Ａ～図４Ｃに示されているように、第１のＥＡＰアクチュエータ２６ａを、スライドバー２４の第１の側面に近接して、細長いシャフト１２の少なくとも一部の中に延在させ、第２のＥＡＰアクチュエータ２６ｂを、スライドバー２４の反対側の第２の側に近接して、細長いシャフト１２の少なくとも一部の中に延在させることができる。いずれのタイプのＥＡＰアクチュエータも用いることができるが、例示的な実施形態では、ＥＡＰアクチュエータ２６ａおよび２６ｂは、エネルギーが供給されると横方向に拡張するように構成されたラミネート型ＥＡＰアクチュエータである。図４Ａおよび図４Ｃでは、第１のＥＡＰアクチュエータ２６ａが、横方向に拡張してスライドバー２４が第２のＥＡＰアクチュエータ２６ｂに向かって横方向に移動し、スライドバー２４により、エンドエフェクタ１６がスライドバー２４の移動方向と反対方向に旋回している。図４Ｂでは、いずれのアクチュエータ２６ａおよび２６ｂにもエネルギーが供給されず、両方のアクチュエータ２６ａおよび２６ｂが、拡張していない、作動していない構造である。エネルギーは、シャフト１２内に延在する電極を介して、アクチュエータ２６ａおよび２６ｂに供給することができる。これらの電極は、ハンドル部分１４内に配置されたエネルギー源に接続してもよいし、電気コンセントまたは他のエネルギー源などを介してハンドル１２に結合してもよい。ハンドル１４はまた、ハンドルに結合され、かつ各アクチュエータ２６ａおよび２６ｂに供給されるエネルギーの量を制御するように構成された回転可能なノブまたはダイヤルなどの制御機構を備えることができる。各アクチュエータ２６ａおよび２６ｂに供給されるエネルギーの量によって、アクチュエータ２６ａおよび２６ｂの拡張の程度が決まる。したがって、エンドエフェクタ１６の旋回の程度は、選択的に調節することができる。

【００２８】

横方向に拡張するＥＡＰアクチュエータ２６ａおよび２６ｂで横方向に移動するスライドバー２４が図４Ａ～図４Ｃに例示されているが、当業者であれば、スライドバー２４およびアクチュエータ２６ａおよび２６ｂが、他の様々な構造を有することができることを理解できよう。例えば、ファイバーバンドルの形態の複数のＥＡＰアクチュエータを、細長いシャフト１２の内面とスライドバー２４との間に横方向に延在させることができる。ＥＡＰアクチュエータにエネルギーが供給されると、ＥＡＰアクチュエータの長さが収縮すなわち短縮され、スライドバー２４が細長いシャフト１２に向かって引かれて、スライドバー２４が横方向に移動する。別法では、スライドバー２４は、縦方向に移動してエンドエフェクタ１６を移動させるように構成することができ、ＥＡＰアクチュエータを用いて、スライドバー２４を縦方向に移動させることができる。別の実施形態では、スライドバー自体、またはスライドバーの少なくとも一部を、所望の軸方向に拡張してスライドバーを横方向に移動させるように構成されたＥＡＰアクチュエータから形成することができる。

10

20

30

40

50

【0029】

図5Aおよび図5Bは、細長いシャフト12'に対してエンドエフェクタ16'を関節動作させるための技術の別の実施形態を例示している。この実施形態では、細長いシャフト12'は、内部に延在するスライドバー24'を含む。このスライドバー24'は、その遠位端部に形成されたボール24t'が形成されている。このボール24t'は、エンドエフェクタ16'の近位端部に形成された対応するソケット16s'内に受容される。スライドバー24'はまた、スライドバー上に、好ましくは細長いシャフト12'の遠位端部の近位側の位置に、カム面25a'および25b'を備えている。カム面25a'および25b'は、様々な形状および大きさを有することができるが、例示的な実施形態では、図示されているように、カム面25a'および25b'は、スライドバー24'の両側から外側に延び、近位方向から遠位方向にかけて幅が増大したウェッジ型部材である。本装置はまた、細長いシャフト12'内に延在し、かつスライドバー24'の両側に位置する第1および第2の作動部材26a₁'および26b₁'を含む。各作動部材26a₁'および26b₁'は、スライドバー24'に形成されたカム面25a'および25b'に当接するように構成されたカム面27a'および27b'を作動部材上に備えている。このため、第1の作動部材26a'が遠位側に移動すると、第1の作動部材26a'上に形成されたカム面27a'が、スライドバー24'に形成されたカム面25a'に対してスライドし、これにより、スライドバー24'が第1の作動部材26a'から横方向に移動して離れる。スライドバー24'が横方向に移動するため、ボール24t'により、エンドエフェクタ16'が細長いシャフト12'に対して旋回する。逆に、第2の作動部材26b'が遠位側に移動すると、第2の作動部材26b'上に形成されたカム面27b'がスライドバー24'に形成されたカム面25b'に対してスライドするため、スライドバー24'が第2の作動部材26b'から横方向に移動して離れ、これにより、エンドエフェクタ16'が反対方向に旋回する。バネなどの付勢要素（不図示）をスライドバー24'の両側に配置して、スライドバー24'を図5Aに示されている中心の静止位置に付勢し、これにより、作動部材26a'および26b'が近位側に戻ると、スライドバー24'が静止位置に戻るようにすることができる。

【0030】

例示的な実施形態では、各作動部材26a₁'および26b₁'の移動は、これらの作動部材26a₁'および26b₁'に結合されたEAPアクチュエータによって達成することができる。図5Aおよび図5Bに示されているように、好ましくはファイバーバンドル型アクチュエータの形態であるEAPアクチュエータコード26a₂'および26b₂'が、各作動部材26a₁'および26b₁'の遠位端部とシャフト12'の遠位端部との間に延在する。EAPアクチュエータコードの一方、例えば第1のアクチュエータコード26a₂'にエネルギーが選択的に供給されると、図5Bに示されているように、この第1のアクチュエータコード26a₂'が、軸方向に収縮すなわち短縮し、これにより、作動したEAPコード26a₂'に結合された作動部材26a₁'が遠位側に引っ張られる。作動部材26a₁'のカム面27a'が、スライドバー24'のカム面25a'に当接し、これにより、スライドバー24'が、第2の作動部材および26b₁'に向かって横方向に移動する。したがって、スライドバー24'の遠位端部のボール24t'により、エンドエフェクタ16'が、ボール24t'を中心に旋回、すなわち関節動作する。

【0031】

当業者であれば、EAPアクチュエータは、様々な他の構造を有することができ、他の様々な技術を用いてスライドバー24'を移動させることができることを理解できよう。例えば、EAP作動コード26a₂'および26b₂'にエネルギーが供給された時にスライドバー24'が遠位側に引かれるのではなく、EAPアクチュエータは、スライドバー24'の近位端部に結合して、スライドバー24'を遠位側に押すように構成することができる。別の実施形態では、各作動部材26a₁'および26b₁'に形成されたカム面27a'および27b'は、このカム面27a'および27b'にエネルギーが供給されるとスライドバー24'に向かって拡張し、これにより、スライドバー24'が所望の方向

に移動してステーブル止め装置 16' が関節動作するように、EAPアクチュエータから形成することができる。各作動部材 26a₁' および 26b₁' の移動の程度、従ってステーブル止め装置 16' の関節動作の程度は、各 EAPアクチュエータに供給されるエネルギーの量を制御して制御することができる。

【0032】

図 6A および図 6B は、エンドエフェクタ 16' を関節動作させるための技術のさらに別の実施形態を例示している。この実施形態では、スライドバーを用いてエンドエフェクタ 16' を旋回させるのではなく、2つの作動部材 26a' および 26b' が、ステーブル止め装置 16' の近位端部の両側に直接結合され、このステーブル止め装置 16' を押すまたは引いて関節動作させる。具体的には、第 1 の作動部材 26a' の近位側への移動により、ステーブル止め装置 16' が第 2 の作動部材 26b' を中心に旋回し、第 2 の作動部材 26b' の近位側への移動により、ステーブル止め装置 16' が第 1 の作動部材 26a' を中心に旋回するように、各作動部材 26a' および 26b' の遠位端部が、ピボット接合部によってステーブル止め装置 16' の近位端部に結合されている。作動部材 26a' および 26b' は、さまざまな技術を用いて移動させることができる。例えば、各作動部材 26a' および 26b' の全てまたは一部を、軸方向に拡張するように構成された EAP から形成することもできるし、また、これらの作動部材 26a' および 26b' の近位側および遠位側への移動でエンドエフェクタが関節動作するように、作動部材 26a' および 26b' を EAPアクチュエータに結合することもできる。

【0033】

図 7 は、エンドエフェクタ 16' を関節動作させるための技術のさらに別の実施形態を例示している。この実施形態では、細長いシャフト 12' は、この細長いシャフト 12' に対するエンドエフェクタ 16' の関節動作を可能にするように構成された可撓性部分 12p' を含む。1つまたは複数の EAPアクチュエータを、細長いシャフト 12' の可撓性部分 12p' の内部、表面、または周囲の様々な位置に配置することができる。この EAPアクチュエータは、エネルギーが供給されると、可撓性部分 12p' を曲げるように構成でき、これによりエンドエフェクタ 16' を関節動作させる。図 7 は、細長いシャフト 12' の可撓性部分 12p' の異なった部分に沿って軸方向に延在する複数の EAPアクチュエータ 26₁、26₂、26₃、26₄、26₅ を例示している。図示されていないが、複数の EAPアクチュエータは、可撓性部分 12p' の外周面の様々な他の位置に配置することもできる。使用の際、例えば、第 1 のアクチュエータ 26₁ にエネルギーが供給されると、この第 1 のアクチュエータ 26₁ が軸方向に収縮して、可撓性部分 12p' の一部が曲がる。したがって、使用者は、1つまたは複数のアクチュエータに選択的にエネルギーを供給して、エンドエフェクタ 16' を所望に関節動作させて配置することができる。

【0034】

当業者であれば、エンドエフェクタを関節動作させるために、EAPアクチュエータを他の様々な関節動作機構に組み込むことができることを理解できよう。限定するものではないが、一例として、参照することを以ってその開示内容の全てを本明細書の一部とする 2005 年 2 月 18 日出願の米国特許出願第 10/061,908 号（名称：「流体移送制御式関節運動機構を有する外科用器械（Surgical Instrument Incorporating A Fluid Transfer Controlled Articulation Mechanism）」）に、流体袋を用いて外科ステーブル止め組立体の関節動作を行う様々な関節動作機構が開示されている。流体袋を用いるのではなく、EAPアクチュエータを用いて、装置に力を加えて関節動作させることができる。

【0035】

作動

上記したように、本発明は、外科ステーブラのエンドエフェクタを関節動作させるための例示的な方法および装置を提供する。この方法は、ステーブルを発射するステップと、

ナイフまたは刃を組立体内を移動させてステープル止めされた組織を切断するオプションのステップを含む。図 8 A～図 10 Bは、1つまたは複数の E A P アクチュエータを用いて、エンドエフェクタ 16 を発射して、刃をエンドエフェクタ内を移動させて、ステープル止めされた組織を切断するための技術の様々な例示的な実施形態を例示している。当業者であれば、エンドエフェクタが様々な構造を有することができ、E A P アクチュエータを、発射および／または切断を行うために様々な他のエンドエフェクタに組み込むことができることを理解できよう。

【0036】

図 8 A～図 8 Dは、E A P アクチュエータを用いてステープルの発射および組織の切断を行うための技術の例示的な一実施形態を例示している。この実施形態では、E A P アクチュエータを用いて、細長いシャフト内を通して組立体を縦方向に移動させて、ステープルカートリッジ内に配置された複数のステープルドライバを移動させ、これにより、ステープル止めされた組織を切断する。図 8 Aは、細長いシャフト 12 およびエンドエフェクタ 16 を形成する一部の構成要素を示す、図 3 の外科ステープル止め装置 10 の遠位部分を詳細に例示している。上記したように、エンドエフェクタ 16 は、図 8 Bでは開いた位置に示されている第 1 および第 2 の対向したジョー 18 および 20 を含む。第 1 のジョー 18 は、ステープルカートリッジ 34 を保持するトレイ 30 を受容している。ステープルカートリッジ 34 は、好ましくは縦方向に延在する列に整合したステープル 33 と、同様に好ましくは縦方向に延在する列に整合したステープルドライバ 32 を含むように構成されている。ステープルドライバ 32 は、ステープルカートリッジ 34 に形成された開口 34 a を通じてステープル 33 を移動させることができる。具体的には、図 8 C に詳細に示されているように、ドライバ 32 が第 2 のジョー 20 に向かって移動すると、ステープル 33 がステープルカートリッジ 34 内に形成された開口 34 a を通って、アンビルを形成する第 2 のジョー 20 に形成された対応する溝 20 a に向かって前進する。

【0037】

ドライバ 32 は、様々な技術を用いて移動させることができるが、例示的な実施形態では、ドライバ 32 は、ステープルカートリッジ 34 に形成された縦方向に延びたスロット内をウェッジスレッドドライバ 42 を前進させて移動させる。ウェッジスレッドドライバ 42 は、ステープルドライバ 32 に接触するカム面を含むことができる。このカム面により、ステープルドライバ 32 が上方に持ち上げられ、ステープル 33 が、ステープルカートリッジ 34 内に形成された開口 34 a を通じて押し上げられ、第 2 のジョー 20 に形成された対応する溝 20 a 内に移動する。例示的な実施形態では、ウェッジスレッドドライバ 42 は、プッシュロッド 40 を用いて移動させることができる。このプッシュロッド 40 は、細長いシャフト 12 内にスライド可能に配置され、ウェッジスレッドドライバ 42 に係合してステープルカートリッジ 34 に対してこのウェッジスレッドドライバ 42 をスライドさせる遠位端部 41 を含む。プッシュロッド 40 の遠位端部 41 は、組織がステープル止めされる最中またはその後に組織を切断するための切断面 41 a を遠位端部に備えることもできる。

【0038】

例示的な一実施形態では、プッシュロッド 40 は、E A P アクチュエータを用いて装置 10 の細長いシャフト 12 内を前進させることができる。図 8 A に示されているように、プッシュロッド 40 の近位端部は、発射トラフ 44 に結合するように構成されている。E A P アクチュエータ 46 は、発射トラフ 44 内に延在し、その遠位端部で発射トラフ 44 に結合している。E A P アクチュエータ 46 の近位端部は、ハウジング 14 の一部分に結合することができ、電極を用いて、ハウジング 14 内に配置したエネルギー源またはそのハウジング 14 に結合したエネルギー源から、E A P アクチュエータ 46 にエネルギーを供給することができる。E A P アクチュエータ 46 は、エネルギーが供給されると、軸方向に拡張し、発射トラフ 44 およびプッシュロッド 40 が、図 8 C に示されている初期位置から図 8 D に示されている最遠位に移動する。発射トラフ 44 およびプッシュロッド 40 が遠位側に移動する際に、ウェッジスレッドドライバ 42 により、ステープルカートリ

ッジ 3 4 内に配置されたステーブルドライバ 3 2 が第 2 のジョー 2 0 に向かって移動し、これにより、ステーブル 3 3 が、第 1 のジョー 1 8 と第 2 のジョー 2 0 との間に係合した組織に刺入する。エネルギーの供給を停止すると、E A P アクチュエータ 4 6 が拡張していない状態に戻り、プッシュロッド 4 0 および発射トラフ 4 4 が、その初期位置まで近位側に戻り、ドライバ 3 2 が、作動していない初期位置に戻ることができる。さらに、図 8 A に示されているように、プッシュロッド 4 0 の一部が、プッシュロッド 4 0 とステーブルカートリッジ 3 4 との整合を維持できるガイド 3 7 内に延在することができる。また、フレーム 3 6 を、プッシュロッド 4 0 および発射トラフ 4 4 の周りに配置することもでき、その組立体全体は、細長いシャフト 1 2 のクロージャータブ 1 2 c 内を縦方向に移動することができる。

10

【0039】

一実施形態では、E A P アクチュエータ 4 6 に対するエネルギー供給は、ハウジングに移動可能に結合された第 2 のトリガー 1 4 b を用いて制御することができる。第 2 のトリガー 1 4 b は、ハウジング 1 4 内に配置されたバッテリー、外部バッテリーパック、または電気コンセントなどのエネルギー源に接続することができる。第 2 のトリガー 1 4 b を作動させて、エネルギー源から電極を介して E A P アクチュエータ 4 6 に送られ、発射トラフ 4 4 およびプッシュロッド 4 0 を移動させるエネルギーの量を増大させることができる。供給されるエネルギーの量は、発射トラフ 4 4 およびプッシュロッド 3 0 の移動の程度に一致する。別法では、旋回トリガー 1 4 b を用いるのではなく、ハンドル 1 4 が、E A P アクチュエータ 4 6 へのエネルギー供給を制御するためのボタン、レバー、ノブ、ダイヤル、または他の機構を含むことができる。当業者であれば、様々な技術を用いて、E A P アクチュエータ 4 6 へのエネルギー供給を制御できることを理解できよう。

20

【0040】

図 8 A ~ 図 8 D は、発射トラフ 4 4 およびプッシュロッド 4 0 を遠位側に移動させる E A P アクチュエータ 4 6 を例示しているが、E A P アクチュエータは、ウェッジスレッドドライバ 4 2 をステーブルカートリッジ 3 4 内を移動させる他の様々な構造を有することができる。例えば、別の実施形態では、E A P アクチュエータは、軸方向に拡張すなわち伸びるのではなく、軸方向に収縮すなわち短縮するように構成することができる。したがって、E A P アクチュエータは、この E A P アクチュエータが軸方向に収縮する時に発射トラフ 4 4 およびプッシュロッド 4 0 を遠位側に引くことができるように、発射トラフ 4 4 またはプッシュロッド 4 0 に結合することができる。別の実施形態では、E A P アクチュエータ 4 6 は、発射トラフ 4 4 の代わりに用いることができ、プッシュロッド 4 0 に直接連結して、このプッシュロッド 4 0 を細長いシャフト 1 2 内を移動させることができる。別法では、プッシュロッド 4 0 を直接移動させるために、プッシュロッド 4 0 の一部を E A P アクチュエータから形成することができ、また E A P アクチュエータを、プッシュロッド 4 0 全体の代わりに用いて、ウェッジスレッドドライバ 4 2 を、ステーブルカートリッジ 3 4 内を直接移動させることができる。

30

【0041】

別の実施形態では、ウェッジスレッドドライバ 4 2 を用いてドライバ 3 2 を移動させるのではなく、複数の E A P アクチュエータストリップを用いて、ステーブルカートリッジ内に配置された複数のステーブルドライバを直接移動させることができる。このような例示的な実施形態が、クロージャータブ 1 2 c ' の一部およびステーブルカートリッジの一部を示す図 9 A および図 9 B に例示されている。図示されているように、ステーブルカートリッジは、縦方向に延在する複数列のドライバ 3 2 ' を含む。各列のドライバ 3 2 ' は、その下に配置された 1 つまたは複数の E A P アクチュエータストリップ 3 5 ' を含むことができる。E A P アクチュエータストリップ 3 5 ' は、エネルギーが供給されてドライバ 3 2 ' がアンビルすなわち第 2 のジョー 2 0 に向かって移動すると、拡張すなわち高くなるように構成されている。例示的な実施形態では、E A P アクチュエータストリップ 3 5 ' はラミネート型である。E A P アクチュエータストリップ 3 5 ' の数、および、各 E A P アクチュエータストリップ 3 5 ' によって駆動されるドライバ 3 2 ' の数は、様

40

50

々にすることができる。図9Aおよび図9Bに示されている実施形態では、ステープルカートリッジ（不図示）は、縦方向に延在する6列のステープルドライバ32'を含み、各列に11個のステープルドライバ32'が存在する。1つのEAPアクチュエータ35'を、各ドライバ32'の下側に配置してもよいし、1つまたは複数の細長いEAPアクチュエータストリップ35'を、複数のドライバ32'の下側に配置してもよい。図9Aおよび図9Bは、第1のドライバの列における6個のドライバ32'の下側に配置された、縦方向に方向付けされたEAPアクチュエータストリップ35'を例示している。エネルギーがEAPアクチュエータストリップ35'に供給されると、EAPアクチュエータストリップ35'が拡張して、その上に配置されたドライバ32'が第2のジョー（不図示）に向かって移動する。したがって、ドライバ32'により、その上に配置されたステープル33'が第2のジョー内に形成された凹部内に移動し、これにより、ジョーの間に配置された組織がステープル止めされる。エネルギーは、アクチュエータストリップ35'および電源に接続された電極37'を介して、各アクチュエータストリップ35'に供給することができる。

10

【0042】

さらに、図9Aおよび図9Bに示されているように、本装置は、ステープルドライバ32'の列の間に配置された切刃41'を含むこともできる。切刃41'は、この切刃41'がステープルカートリッジ内に引き込まれた引戻し位置と、図示されているように切刃41'が第2のジョー（不図示）に向かって延出した延出位置との間で上下に移動できるように構成することができる。縦方向に方向付けされたEAPアクチュエータストリップ（不図示）を、切刃41'の下側に配置することができる。このEAPアクチュエータストリップは、エネルギーが供給されて切刃41'が引込み位置から延出位置に移動すると、拡張すなわち高さが増大するように構成でき、これにより、ジョー間に係合した組織を切断する。EAPアクチュエータへのエネルギーの供給を停止すると、切刃41'は、その引込み位置に戻る。

20

【0043】

図10Aおよび図10Bは、EAPアクチュエータを用いたステープルの発射のための技術のさらに別の実施形態を例示している。この実施形態では、複数のEAPアクチュエータを用いて、ステープルカートリッジ内に配置された複数のステープルを直接移動させる。図示されているように、クロージャータブ12c'の遠位端部に結合されたステープルカートリッジ34'は、その内部に配置された複数の細長いEAPアクチュエータストリップ35a'～35g'を含む。アクチュエータストリップ35a'～35g'は、ステープルカートリッジ34'を介して、アンビルを形成する第2のジョーに向かってステープル33'を直接移動させるように配置されている。複数のアクチュエータストリップ35a'～35g'を用いて、各群またはゾーン内のステープル33'を別々に組織内に刺入することができる。当業者であれば、各EAPアクチュエータ35a'～35g'は、1つのステープルまたは任意の数のステープルを個々に移動させるように構成できることを理解できよう。使用の際、例えば電極を介してアクチュエータ35a'～35g'にエネルギーを供給すると、アクチュエータ35a'～35g'が、第2のジョーに向かって拡張して、ステープル33'が第2のジョーに向かって移動する。エネルギーの供給を停止すると、アクチュエータ35a'～35g'は、収縮して元の拡張していない状態に戻る。

30

40

【0044】

当業者であれば、本発明のさらなる特徴および利点は、上記した実施形態から明らかであろう。したがって、本発明は、添付の特許請求の範囲を除き、図示および説明した形態に限定されるものではない。ここで言及した全ての刊行物および参考文献は、参照することを以ってその内容の全てを本発明の一部とする。

【0045】

〔実施の態様〕

（1）外科ステープラにおいて、

50

細長いシャフトであって、前記細長いシャフトの遠位端部に形成され、かつ組織を受容するように構成された線形ステープル止め組立体を有する細長いシャフト、
を含み、

前記線形ステープル止め組立体は、少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータに結合されており、前記電気活性ポリマーアクチュエータが、エネルギーが供給されると、少なくとも1つの直線列のステープルを組織内に刺入するように構成されている、
外科ステープラ。

(2) 実施態様(1)に記載の外科ステープラにおいて、

前記ステープル止め組立体が、ステープル止め機構、および、前記ステープル止め機構に対向したアンビルを含む、外科ステープラ。

10

(3) 実施態様(2)に記載の外科ステープラにおいて、

前記ステープル止め機構が、前記ステープル止め機構の内部に配置され、前記ステープル止め機構から前記アンビルに向かって複数のステープルを移動させるように構成された複数のドライバを含む、外科ステープラ。

(4) 実施態様(3)に記載の外科ステープラにおいて、

電気活性ポリマーアクチュエータが、少なくとも1つの前記電気活性ポリマーアクチュエータに選択的にエネルギーが供給されると、少なくとも1つの前記ドライバが移動して、これにより、少なくとも1つのステープルが組織内に刺し入れられるように、前記複数のドライバのそれぞれに結合されている、外科ステープラ。

(5) 実施態様(1)に記載の外科ステープラにおいて、

複数の電気活性ポリマーストリップが、前記ステープル止め組立体内に配置されており、各前記電気活性ポリマーストリップが、エネルギーが供給されると、1つの直線列のステープルを組織内に刺し入れることができる、外科ステープラ。

20

【0046】

(6) 実施態様(1)に記載の外科ステープラにおいて、

前記少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータが、前記ステープル止め機構内に配置され、エネルギーが供給されて前記ステープル止め機構から前記アンビルに向かって複数のステープルが移動すると、拡張するように構成された、複数の電気活性ポリマードライバを含む、外科ステープラ。

(7) 実施態様(6)に記載の外科ステープラにおいて、

各前記電気活性ポリマードライバが、個別に作動して前記ステープル止め機構から前記アンビルに向かってステープルを移動させるように構成されている、外科ステープラ。

30

(8) 実施態様(1)に記載の外科ステープラにおいて、

前記細長いシャフト内にスライド可能に配置されたプッシュロッドであって、前記プッシュロッドが遠位側に移動されると、前記ステープル止め機構から前記アンビルに向かって複数のステープルを移動させるように構成されたプッシュロッド、

をさらに含み、

前記プッシュロッドが、エネルギーが供給されると前記プッシュロッドを遠位側に移動させるように構成された電気活性ポリマーアクチュエータに結合されている、

外科ステープラ。

40

(9) 実施態様(8)に記載の外科ステープラにおいて、

前記プッシュロッドに結合された前記電気活性ポリマーアクチュエータが、エネルギーが供給されて前記プッシュロッドが遠位側に移動すると、軸方向に拡張して径方向に収縮するように構成されている、外科ステープラ。

(10) 実施態様(1)に記載の外科ステープラにおいて、

前記細長いシャフトの近位端部に形成されたハンドル、

をさらに含み、

前記ハンドルが、前記少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータに選択的にエネルギーを供給するように構成された制御機構を含む、

外科ステープラ。

50

【0047】

(11) 実施態様(1)に記載の外科ステープラにおいて、
前記ステープル止め機構が、ステープル止めされた組織を切断するように構成された刃を含む、外科ステープラ。

(12) 外科ステープラにおいて、
近位端部に形成されたハンドル、および、遠位端部に形成されたステープル止め組立体を有する細長いシャフト、
を含み、
前記ステープル止め組立体が、間に組織を受容するように構成された第1および第2の対向したジョーを含み、

前記第1のジョーが、内部に配置されたステープル止め機構、および、エネルギーが供給されると、前記ステープル止め機構を作動させて少なくとも1つの直線列のステープルを組織内に移動させるように構成された少なくとも1つの電気活性ポリマーアクチュエータを含み、

前記第2のジョーが、前記少なくとも1つの直線列のステープルを変形させるように構成されたアンビルを含む、
外科ステープラ。

(13) 実施態様(12)に記載の外科ステープラにおいて、
前記ステープル止め機構が、少なくとも1列のステープルを組織内に刺し入れるための、内部に配置された複数のドライバを含む、外科ステープラ。

(14) 実施態様(13)に記載の外科ステープラにおいて、
電気活性ポリマーアクチュエータが、前記複数のドライバのそれぞれに近接して配置されており、前記電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーが供給されると、前記ドライバが移動する、外科ステープラ。

(15) 実施態様(13)に記載の外科ステープラにおいて、
プッシュロッドが、前記細長いシャフト内に移動可能に配置されており、前記プッシュロッドが、遠位側に移動して前記複数のドライバを移動させ、これにより、少なくとも1列のステープルを組織内に刺し入れるように構成されており、

電気活性ポリマーアクチュエータが、前記プッシュロッドに結合されており、前記電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーが供給されると、前記プッシュロッドを遠位側に移動させるように構成されている、

外科ステープラ。

【0048】

(16) 1つまたは複数の外科ステープルを組織に止めるための方法において、
第1および第2の対向したジョー間に組織を捕捉するステップと、
電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、前記第1のジョーから前記組織を通して、前記第2のジョーに形成されたアンビルに向かって少なくとも1つの直線列のステープルを移動させるステップと、
を含む、方法。

(17) 実施態様(16)に記載の方法において、
少なくとも1つのドライバが、前記第1のジョー内に移動可能に配置されており、前記電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、前記第1のジョー内の前記ドライバを移動させて、前記第1のジョーを介して前記アンビルに向かってステープルを移動させる、方法。

(18) 実施態様(16)に記載の方法において、
前記電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、プッシュロッドを遠位側に移動させ、前記第1のジョーから前記組織を通して、前記第2のジョーに形成されたアンビルに向かって少なくとも1つの直線列のステープルを移動させる複数のステープルドライバを前進させる、方法。

(19) 実施態様(16)に記載の方法において、

前記第1のジョー内に配置された複数の電気活性ポリマーアクチュエータに選択的にエネルギーを供給して、前記第1のジョーから前記組織を通して、前記第2のジョーに形成されたアンビルに向かって少なくとも1つの直線列のステープルを移動させる、方法。

(20) 実施態様(16)に記載の方法において、

さらに、電気活性ポリマーアクチュエータにエネルギーを供給して、刃を遠位側に前進させて、ステープル止めされた組織を切断する、方法。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1A】従来技術のファイバーバンドル型EAPアクチュエータの断面図である。

【図1B】図1Aに示されている従来技術のアクチュエータの径方向断面図である。

【図2A】複数のEAP複合層を有する従来のラミネート型EAPアクチュエータの断面図である。

【図2B】図2Aに示されている従来技術のアクチュエータの複合層の1つの斜視図である。

【図3】ハンドル、細長いシャフト、および、この細長いシャフトの遠位端部に結合されたエンドエフェクタを有する外科ステープラの例示的な一実施形態の側面図である。

【図4A】エンドエフェクタを関節動作させるためのEAPアクチュエータを示す、図3に示されているエンドエフェクタの部分側断面図である。

【図4B】作動していない構造のEAPアクチュエータを示す、図4Aに示されているエンドエフェクタの断面図である。

【図4C】1つのEAPアクチュエータが電氣的に作動してエンドエフェクタが関節動作している、図4Aに示されているエンドエフェクタの断面図である。

【図5A】エンドエフェクタを関節動作させるためのEAPアクチュエータを有し、細長いシャフトの遠位部分に移動可能に結合されたエンドエフェクタの別の実施形態の部分断面図である。

【図5B】EAPアクチュエータの1つが電氣的に作動してエンドエフェクタが関節動作している、図5Aに示されている細長いシャフトおよびエンドエフェクタの部分断面図である。

【図6A】エンドエフェクタを関節動作させるためのEAPアクチュエータを有し、細長いシャフトの遠位部分に移動可能に結合されたエンドエフェクタのさらに別の実施形態の部分断面図である。

【図6B】EAPアクチュエータの1つが電氣的に作動してエンドエフェクタが関節動作している、図6Aに示されている細長いシャフトおよびエンドエフェクタの部分断面図である。

【図7】エンドエフェクタを関節動作させるための可撓性部分、および、この可撓性部分を曲げるために複数のEAPアクチュエータを有する細長いシャフトに結合されたエンドエフェクタの別の実施形態の斜視図である。

【図8A】図3に示されている外科ステープラの細長いシャフトおよびエンドエフェクタの様々な構成要素を示す組立分解斜視図である。

【図8B】対向したジョーが開いた位置にある図3のエンドエフェクタの先端の斜視図である。

【図8C】切刃が近位にある図8Bに示されているエンドエフェクタの側断面図である。

【図8D】切刃が遠位にある図8Cに示されているエンドエフェクタの側断面図である。

【図9A】ステープルを移動させるためのドライバ要素、および、このドライバ要素を移動させるためのEAPアクチュエータストリップを有するエンドエフェクタの別の実施形態の一部の上方からの斜視図である。

【図9B】複数のドライバ要素を移動させるように配置されたEAPアクチュエータストリップの1つを示す、図9Aに示されているエンドエフェクタの側面図である。

【図10A】ステープルを直接移動させるためのEAPドライバを示す、外科ステープラとともに用いるためのエンドエフェクタの別の実施形態の上方からの斜視図である。

10

20

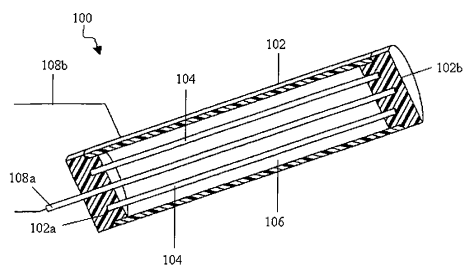
30

40

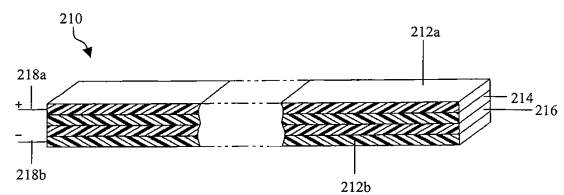
50

【図 10 B】 EAP ドライバの 1 つの上に配置されたステーブルを示す、図 10 A に示されているエンドエフェクタの一部の上方からの斜視図である。

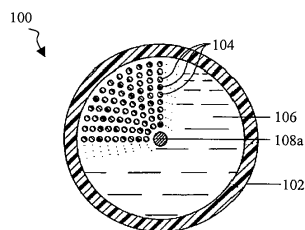
【図 1 A】



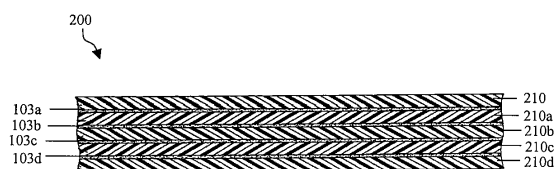
【図 2 B】



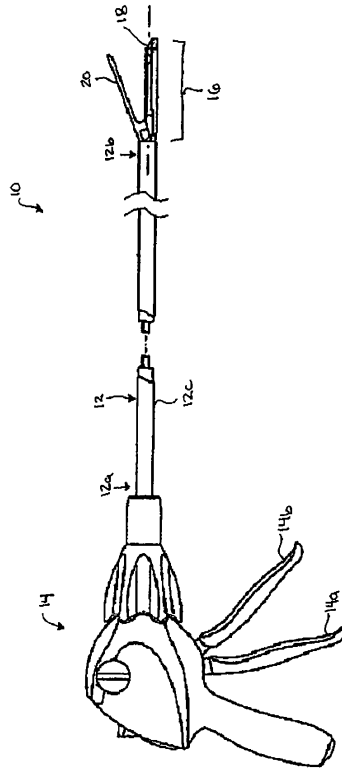
【図 1 B】



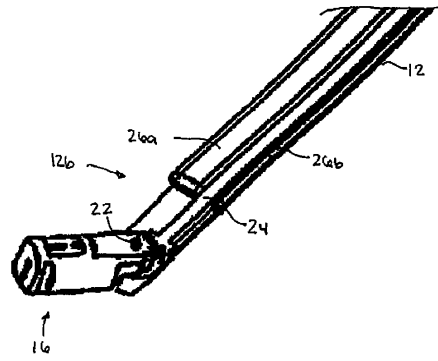
【図 2 A】



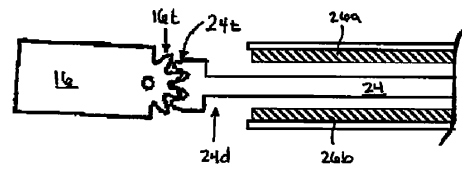
【図 3】



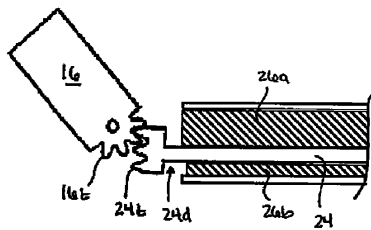
【図 4 A】



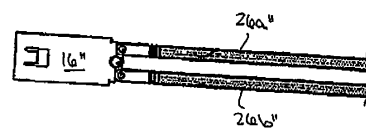
【図 4 B】



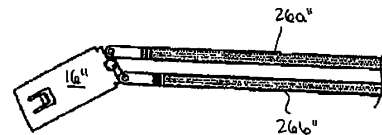
【図 4 C】



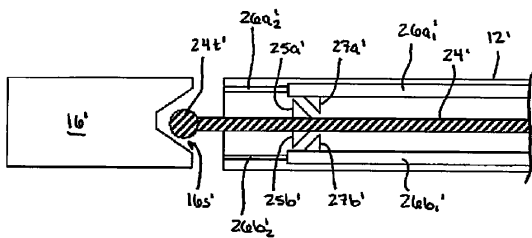
【図 6 A】



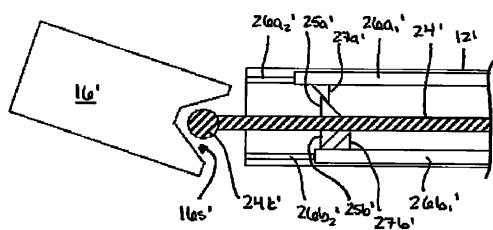
【図 6 B】



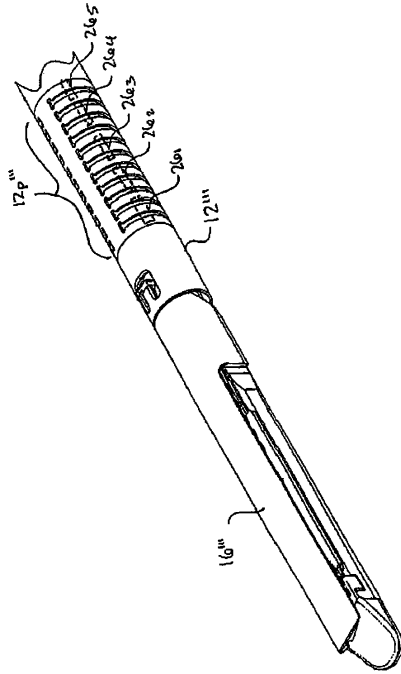
【図 5 A】



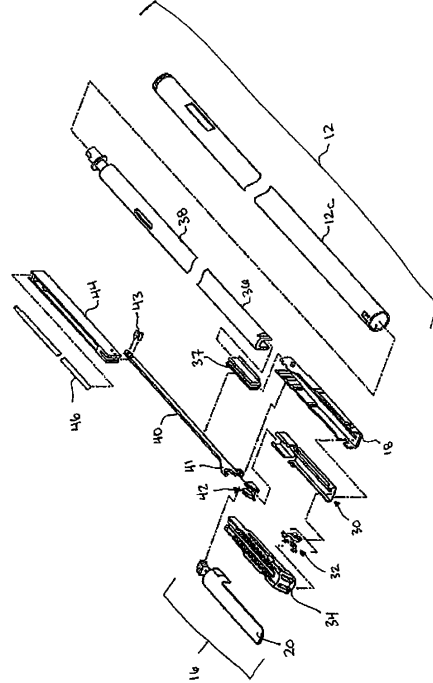
【図 5 B】



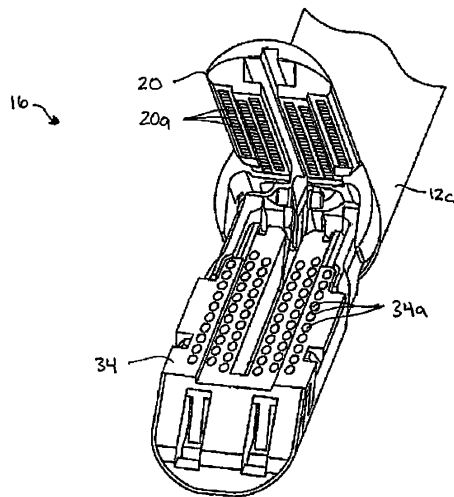
【図 7】



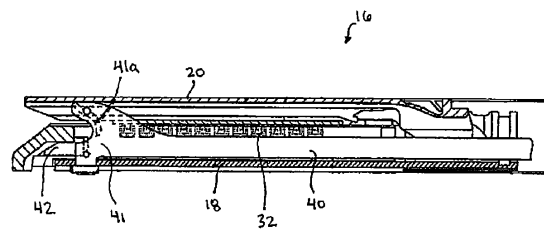
【図 8 A】



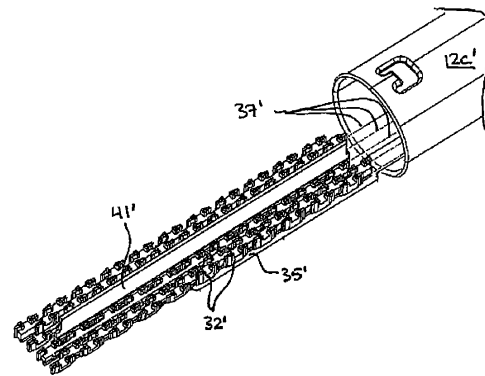
【図 8 B】



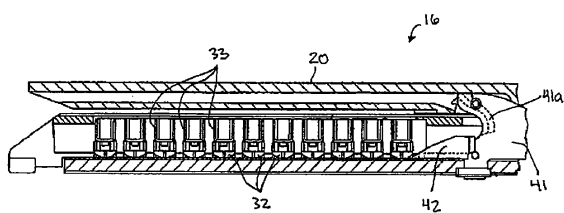
【図 8 D】



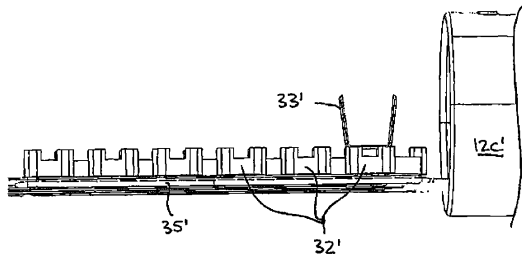
【図 9 A】



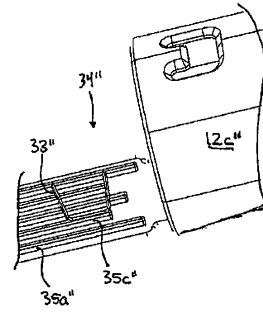
【図 8 C】



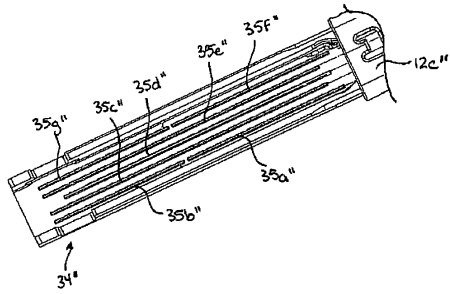
【図 9 B】



【図 10 B】



【図 10 A】



フロントページの続き

- (72)発明者 マーク・エス・オルティズ
アメリカ合衆国、45150 オハイオ州、ミルフォード、グレン・エコ・レーン 1145
- (72)発明者 フレドリック・イー・シェルトン・ザ・フォース
アメリカ合衆国、45133 オハイオ州、ヒルズボロ、イースト・メイン・ストリート 245
- (72)発明者 ジョセフ・シー・ヒュイル
アメリカ合衆国、45150 オハイオ州、ラブランド、ジスルヒル・ドライブ 11611
- (72)発明者 ジェフリー・エス・スウェイズ
アメリカ合衆国、45011 オハイオ州、ハミルトン、パークレイ・ドライブ 7047

合議体

審判長 横林 秀治郎

審判官 松下 聡

審判官 蓮井 雅之

- (56)参考文献 特開2005-80702 (JP, A)
特開2004-162035 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B17/10