



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0702963-2 B1

(22) Data do Depósito: 22/03/2007

(45) Data de Concessão: 19/06/2018



(54) Título: FIXADOR CIRÚRGICO E CORTADOR COM EXECUTOR DE EXTREMIDADE POR IMITAÇÃO

(51) Int.Cl.: A61B 17/32; A61B 17/03; A61B 17/00

(30) Prioridade Unionista: 23/03/2006 US 11/277,328

(73) Titular(es): JOHNSON & JOHNSON

(72) Inventor(es): MARK S. ORTIZ; FREDERICK E. SHELTON IV

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**FIXADOR CIRÚRGICO E CORTADOR COM EXECUTOR DE EXTREMIDADE POR IMITAÇÃO**".

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se amplamente a métodos e dispositivos para controlar o movimento de uma extremidade operacional de um dispositivo cirúrgico.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Os instrumentos cirúrgicos endoscópicos são frequentemente preferidos em relação aos dispositivos cirúrgicos abertos tradicionais já que a utilização de um orifício natural tende a reduzir o tempo de recuperação e as complicações pós-operatórias. Consequentemente, um desenvolvimento significativo surgiu em uma gama de instrumentos cirúrgicos endoscópicos que são adequados para uma colocação precisa de uma extremidade operacional de uma ferramenta em um local cirúrgico desejado através de um orifício natural. Estas ferramentas podem ser utilizadas para acoplar e/ou tratar o tecido em um número de modos para conseguir um efeito diagnóstico ou terapêutico.

[003] A cirurgia endoscópica requer que o eixo do dispositivo seja flexível enquanto ainda permitindo que a extremidade operacional seja articulada para orientar angularmente a extremidade operacional em relação ao tecido, e em alguns casos para ser atuada para disparar ou de outro modo efetuar o movimento da extremidade operacional. A integração dos controles para articular e atuar uma extremidade operacional de um dispositivo endoscópico tende a ser complicada pela utilização de um eixo flexível e pelas restrições de tamanho de um instrumento endoscópico. Geralmente, os movimentos de controle são todos transferidos através do eixo como translações longitudinais, as quais podem interferir com a flexibilidade do eixo. Existe também um desejo de diminuir a força necessária para articular e/ou atuar a extremidade

operacional para um nível que todos ou uma grande maioria dos cirurgiões possam manipular. Uma solução conhecida para diminuir a força para disparar é a utilização de motores elétricos. No entanto, os cirurgiões tipicamente preferem experimentar o retorno da extremidade operacional para assegurar uma operação apropriada do atuador de extremidade. Os efeitos de retorno do usuário não são adequadamente realizáveis nos dispositivos acionados por motor atuais.

[004] Consequentemente permanece uma necessidade de métodos e dispositivos aperfeiçoados para controlar o movimento de uma extremidade operacional de um dispositivo cirúrgico endoscópico.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[005] Em uma modalidade, um dispositivo cirúrgico é provido que tem um eixo alongado com uma extremidade proximal que tem um punho acoplado móvel a esta, e uma extremidade distal que tem um pescoço flexível que estende-se da mesma. O punho e o pescoço flexível podem estar operativamente associados de modo que o movimento do punho seja efetivo para fazer com que o pescoço flexível articule em múltiplos planos. Em certas modalidades exemplares, o movimento do punho pode ser imitado pelo pescoço flexível. O dispositivo pode também incluir um atuador que estende-se entre o punho e o pescoço flexível e configurado para transferir o movimento do punho para o pescoço flexível.

[006] O punho do dispositivo pode ter uma variedade de configurações, mas em uma modalidade, o punho pode estar adaptado para articular em relação à extremidade proximal do eixo alongado. Por exemplo, o punho pode estar acoplado na extremidade proximal do eixo alongado por uma junta, tal como uma junta de esfera e soquete, uma junta de articulação, ou uma junta flexível. O atuador do dispositivo pode também ter uma variedade de configurações, e em uma modalidade, o atuador pode ser pelo menos um cabo que estende-se ao

longo do comprimento do eixo alongado. Por exemplo, o dispositivo pode incluir uma pluralidade de cabos que estendem-se ao longo do comprimento do eixo e igualmente espaçados uns dos outros ao redor de uma circunferência do atuador. Os cabos estão configurados para deslizar em relação a um eixo geométrico do eixo alongado e aplicar uma tensão no eixo alongado para fazer com que pelo menos uma porção do eixo alongado flexione e curve. O punho e/ou os cabos podem também opcionalmente incluir um mecanismo de travamento associado com os mesmos e configurado para manter o punho e/ou os cabos em uma posição fixa. Em uma modalidade exemplo, o eixo alongado está configurado para flexionar e curvar passivamente quando este é inserido através de um lúmen tortuoso.

[007] O eixo alongado pode também ter uma variedade de configurações, mas em uma modalidade o dispositivo pode estar na forma de um grampeador cirúrgico e o eixo alongado pode incluir um atuador de extremidade acoplado em uma extremidade distal do pescoço flexível e adaptado para acoplar o tecido e aplicar pelo menos um fixador no tecido acoplado. O punho e o atuador de extremidade podem estar acoplados de modo que o movimento do punho seja imitado pelo atuador de extremidade. Por exemplo, o punho pode estar acoplado na extremidade proximal do eixo alongado por uma junta, tal como uma junta de esfera e soquete, uma junta de articulação, e uma junta flexível, e o pescoço flexível pode estar formado sobre o ou acoplado no atuador de extremidade para permitir que o atuador de extremidade imite proporcionalmente o movimento do punho. O dispositivo pode também incluir um atuador que estende-se entre o punho e o atuador de extremidade e configurado para transferir o movimento do punho para o pescoço flexível. O atuador pode ser, por exemplo, uma pluralidade de cabos que estende-se ao longo de um comprimento do eixo alongado. Os cabos podem estar igualmente espaçados uns dos ou-

tros ao redor de uma circunferência do eixo alongado.

[008] Em outra modalidade, o dispositivo pode estar forma de um canal de acessórios e o eixo alongado pode estar na forma de um tubo que tem um lúmen interno adaptado para receber uma ferramenta através do mesmo. O pescoço flexível que estende-se da extremidade distal do tubo alongado pode estar configurado para flexionar para orientar uma ferramenta que estende-se através do tubo alongado. O pescoço flexível pode ter uma variedade de configurações, mas em uma modalidade este inclui uma pluralidade de fendas formadas no mesmo para facilitar a sua flexão. As fendas podem estar configuradas para fazer com que o pescoço flexível flexione para uma orientação desejada. Por exemplo, o pescoço flexível pode incluir uma região de fendas mais distante e uma região de fendas mais próxima, e as fendas podem estar configuradas de modo que a tensão aplicada no pescoço flexível fará com que o pescoço flexível curve nas regiões mais próxima e mais distante. Um punho pode estar acoplado na extremidade proximal do tubo alongado, e pode estar operativamente associado com o pescoço flexível de modo que o movimento do punho seja imitado pelo pescoço flexível. O punho pode também ter uma variedade de configurações, e em uma modalidade o punho pode incluir um membro estacionário e um membro móvel adaptado para articular em relação ao membro estacionário. O membro móvel pode estar acoplado no membro estacionário por uma junta, tal como uma junta de esfera e soquete, uma junta de articulação, ou uma junta flexível. Em uso, o canal de acessórios pode estar configurado para prender liberável em um endoscópio. Por exemplo, um elemento conjugado pode estar formado sobre e estender ao longo de um comprimento de uma sua superfície externa para conjugar com um elemento conjugado complementar formado sobre uma manga adaptada para receber um endoscópio. O dispositivo pode também incluir um atuador que estende-

se entre o punho e o pescoço flexível. O atuador pode estar configurado para transferir o movimento do punho para o pescoço flexível. Em certas modalidades exemplares, o atuador estar na forma de pelo menos um cabo que estende-se ao longo de um comprimento do tubo alongado. Onde o atuador inclui múltiplos cabos, os cabos estão de preferência igualmente espaçados uns dos outros ao redor de uma circunferência do tubo alongado. Os cabos podem se estender ao longo do tubo alongado utilizando várias técnicas. Por exemplo, o tubo alongado pode incluir pelo menos um lúmen formado em uma sua parede lateral e que estende-se ao longo do seu comprimento, e o(s) cabo(s) pode(m) estar disposto(s) deslizante(s) dentro do(s) lúmen(s). O dispositivo pode também incluir um mecanismo de travamento posicionado para acoplar pelo menos um dos punhos e do(s) cabo(s) para travar os punhos e o(s) cabo(s) em uma posição fixa.

[009] A presente invenção também provê um sistema endoscópico que tem uma manga alongada configurada para ser disposta ao redor de um endoscópio, e um canal de acessórios conjugadamente removível com a manga alongada. O canal de acessórios pode ter um lúmen interno que estende-se através do mesmo entre as suas extremidades mais próxima e mais distante, uma porção flexível formada em uma sua porção mais distante e sendo feita flexível por uma pluralidade de fendas formada na mesma, e pelo menos um punho acoplado na sua extremidade proximal e operativamente associado com a porção flexível de modo que o(s) punho(s) está(ão) configurado(s) para fazer com que a porção flexível articule em pelo menos um plano. O(s) punho(s) pode(m) estar operativamente associado(s) com a porção flexível por pelo menos um cabo, e o(s) punho(s) pode(m) estar configurado(s) para mover o(s) cabo(s) em relação ao canal de acessórios para fazer com que os cabo(s) aplique(m) uma tensão na porção flexível do canal de acessórios de modo que a porção flexível arti-

cule em pelo menos um plano. Em uma modalidade, o dispositivo pode incluir um punho único configurado para fazer com que a porção flexível articule em múltiplos planos. O punho único pode incluir um membro estacionário acoplado na extremidade proximal do canal de acessórios, e um membro móvel configurado para articular em relação ao membro estacionário. O punho único e a porção flexível podem estar operativamente associados de modo que o movimento do punho único seja imitado pela porção flexível. Em outra modalidade, o punho pode incluir um primeiro membro configurado para fazer com que a porção flexível articule em um primeiro plano, e um segundo membro configurado para fazer com que a porção flexível articule em um segundo plano. Especificamente, o punho pode incluir um membro estacionário acoplado na extremidade proximal do canal de acessórios, e os primeiro e segundo membros podem estar acoplados giráveis no membro estacionário. O dispositivo pode ainda incluir um primeiro carretel acoplado no primeiro membro e que tem pelo menos um cabo que estende-se do mesmo e acoplado na porção flexível, e um segundo carretel acoplado no segundo membro e que tem pelo menos um cabo que estende-se do mesmo e acoplado na porção flexível. Os primeiro e segundo membros podem ser efetivos para girar os primeiro e segundo carretéis e por meio disto mover os cabos axialmente para fazer com que a porção flexível articule.

[0010] Os dispositivos cirúrgicos aqui descritos podem também incluir uma variedade de outras características. Por exemplo, o dispositivo pode incluir uma unidade de coletamento de imagens óticas disposta em uma extremidade distal do eixo alongado. A unidade de coletamento de imagens óticas pode estar adaptada para adquirir as imagens durante os procedimentos endoscópicos. Uma tela de display de imagem pode estar disposta em uma porção proximal do dispositivo e adaptada para comunicar com a unidade de coletamento de imagens

ópticas para exibir as imagens adquiridas. Em outras modalidades, o atuador de extremidade do dispositivo pode incluir um cartucho disposto removível no mesmo e que contém uma pluralidade de grampos para grampear o tecido e uma lâmina para cortar o tecido grampeado.

[0011] Em outros aspectos, um método cirúrgico está provido e inclui inserir um eixo alongado dentro de um lúmen corporal para posicionar um pescoço flexível em uma extremidade distal do eixo alongado adjacente ao tecido a ser tratado, e mover um punho acoplado articulado em uma extremidade proximal do eixo alongado para fazer com que o pescoço flexível imite o movimento do punho. O pescoço flexível pode espelhar o movimento do punho, ou o movimento do pescoço flexível pode corresponder diretamente ao movimento do punho. Em certas modalidades exemplares, o movimento é proporcional.

[0012] Em uma modalidade exemplar, um atuador de extremidade acoplado em uma extremidade distal do eixo alongado está posicionado adjacente ao tecido a ser preso, e um punho acoplado articulado em uma extremidade proximal do eixo alongado é movido para fazer com que o atuador de extremidade imite proporcionalmente o movimento do punho. O atuador de extremidade pode espelhar o movimento do punho, ou o movimento do atuador de extremidade pode diretamente corresponder ao movimento do punho. Em uma modalidade exemplar, o punho está articulado pivotável ao redor da extremidade proximal do eixo alongado para fazer com que o atuador de extremidade imite o movimento do punho. O método pode ainda incluir um tecido de acoplamento entre os mordentes opostos do atuador de extremidade e acionar pelo menos um fixador do atuador de extremidade para dentro do tecido. O tecido pode ser acoplado pelo movimento de um membro de translação formado sobre o punho de uma primeira posição para uma segunda posição para fechar os mordentes opostos, e os fixadores podem ser disparados pela rotação de um membro gi-

rável formado sobre o punho para atuar o mecanismo de acionamento disposto dentro do atuador de extremidade para fazer com que o mecanismo de acionamento acione uma pluralidade de fixadores para dentro do tecido. Em outra modalidade, antes de mover o membro de translação da primeira posição para a segunda posição, o membro girável pode ser girado para girar o atuador de extremidade em relação ao pescoço flexível sem atuar o mecanismo de acionamento.

[0013] Em ainda outro aspecto, o eixo alongado pode estar na forma de um canal de acessórios que está coincido deslizando com um endoscópio disposto dentro de uma cavidade corporal para posicionar a extremidade distal do canal de acessórios na proximidade de uma extremidade distal do endoscópio. Uma ferramenta é inserida através de um lúmen no canal de acessórios de modo que a ferramenta estende-se para mais distante além da extremidade distal do canal de acessórios, e um punho acoplado em uma extremidade proximal do canal de acessórios pode ser movida para fazer com que um pescoço flexível sobre a extremidade distal do canal de acessórios articule, por meio disto fazendo com que uma extremidade operacional da ferramenta seja orientada em uma posição desejada. O punho pode ser movido articulando pivotante o punho em relação ao canal de acessórios, ou alternativamente este pode ser movido para uma rotação em pelo menos um membro girável no punho.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0014] A invenção será mais totalmente compreendida da descrição detalhada seguinte tomada em conjunto com os desenhos acompanhantes, nos quais:

[0015] figura 1A é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um dispositivo de grampeamento e de corte cirúrgico, que mostra uma extremidade operacional do dispositivo em uma posição inicial;

[0016] figura 1B é uma vista em perspectiva do dispositivo de

grampeamento e de corte cirúrgico da figura 1A, que mostra a extremidade operacional do dispositivo na posição articulada;

[0017] figura 2 é uma vista em perspectiva de uma porção de um pescoço flexível do dispositivo mostrado nas Figuras 1A e 1B;

[0018] figura 3A é uma vista em perspectiva de uma porção mais distante do dispositivo mostrado nas Figuras 1A e 1B, que mostra um atuador de extremidade e o pescoço flexível da figura 2 acoplado a este;

[0019] figura 3B é uma vista em corte transversal feita através da linha 3B-3B do atuador de extremidade mostrado na figura 3A;

[0020] figura 4A é uma vista em perspectiva de uma porção proximal do dispositivo mostrado nas Figuras 1A e 1B, que mostra um punho acoplado removível em uma extremidade proximal de um eixo do dispositivo;

[0021] figura 4B é uma vista explodida da porção proximal do dispositivo mostrado na figura 4A;

[0022] figura 5 é uma vista em perspectiva do elemento de acoplamento disposto entre o pescoço flexível e o eixo alongado do dispositivo mostrado nas Figuras 1A e 1B, que mostra um aparelho de coletamento de imagens óticas;

[0023] figura 6 é uma vista em perspectiva do punho do dispositivo mostrado nas Figuras 1A e 1B, que mostra uma tela de display de imagem;

[0024] figura 7 é uma vista em perspectiva de uma canal de acessórios para utilização com um endoscópio;

[0025] figura 8A é uma vista em perspectiva de um pescoço flexível do dispositivo mostrado na figura 7;

[0026] figura 8B é uma vista em perspectiva do pescoço flexível mostrado na figura 8A, que mostra o pescoço articulado em uma primeira direção;

[0027] figura 8C é uma vista em perspectiva do pescoço flexível mostrado na figura 8A, que mostra o pescoço articulado em uma segunda direção;

[0028] figura 9A é uma vista em perspectiva de outra modalidade de um pescoço flexível para utilização com um canal de acessórios;

[0029] figura 9B é uma vista em perspectiva do pescoço flexível mostrado na figura 9A, que mostra o pescoço articulado em uma primeira direção;

[0030] figura 9C é uma vista em perspectiva do pescoço flexível mostrado na figura 9A, que mostra o pescoço articulado em uma segunda direção;

[0031] figura 10 é uma vista em perspectiva de uma pluralidade de atuadores de cabo para utilização com o dispositivo da figura 7;

[0032] figura 11 é uma vista em corte transversal de um eixo do canal de acessórios da figura 7;

[0033] figura 12 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma tampa de extremidade para utilização com o canal de acessórios da figura 7;

[0034] figura 13A é uma vista explodida do punho e de uma porção proximal do eixo alongado do dispositivo mostrado na figura 7;

[0035] figura 13B é uma vista em corte transversal do punho e da porção proximal do eixo alongado da figura 13A em uma configuração montada;

[0036] figura 14A é uma vista em perspectivam de outra modalidade de de um canal de acessórios;

[0037] figura 14B é uma vista em corte transversal do canal de acessórios mostrado na figura 14A;

[0038] figura 15A é uma vista lateral de um conjunto de punho do dispositivo mostrado nas Figuras 14A e 14B;

[0039] figura 15B é uma vista explodida do conjunto de punho da

figura 15A;

[0040] figura 17A é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um mecanismo de travamento; e

[0041] figura 17B é uma vista em perspectiva do mecanismo de travamento da figura 17A acoplado no dispositivo de grampeamento e de corte cirúrgico das Figuras 1A e 1B.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0042] Certas modalidades exemplares serão agora descritas para prover uma compreensão geral dos princípios da estrutura, da função, da fabricação, e da utilização dos dispositivos e métodos aqui descritos. Um ou mais exemplos destas modalidades estão ilustrados nos desenhos acompanhantes. Aqueles versados na técnica compreenderão que os dispositivos e métodos especificamente aqui descritos e ilustrados nos desenhos acompanhantes são modalidades exemplares não limitantes e que o escopo da presente invenção é definido somente pelas reivindicações. As características ilustradas ou descritas em conexão com uma modalidade exemplar podem ser combinadas com as características de outras modalidades. Tais modificações e variações pretendem estar incluídas no escopo da presente invenção.

[0043] A presente invenção provê um método e dispositivos para controlar uma extremidade operacional de um dispositivo cirúrgico endoscópico. Em geral, os dispositivos cirúrgicos endoscópicos incluem um eixo alongado que tem uma extremidade operacional mais distante com um pescoço flexível, e uma extremidade proximal com um punho para controlar o movimento do pescoço flexível sobre a extremidade operacional mais distante. Em certas modalidades exemplares, isto pode ser conseguido utilizando, por exemplo, um ou mais cabos que estendem-se entre o punho e o pescoço flexível de modo que o movimento do punho aplica uma força a um ou mais dos cabos para fazer com que a porção flexível flexione e por meio disto mova a extremida-

de operacional do dispositivo. Várias outras características estão também providas para facilitar a utilização do dispositivo. Uma pessoa versada na técnica apreciará que o dispositivo específico que está sendo controlado, e a configuração específica da extremidade operacional, podem variar e que várias técnicas de controle aqui descritas podem ser utilizadas em virtualmente qualquer dispositivo cirúrgico no qual é desejável controlar o movimento da extremidade operacional.

[0044] As Figuras 1A e 1B ilustram uma modalidade exemplar de uma técnica para controlar a articulação do atuador de extremidade, e especificamente para fazer com que o atuador de extremidade imite e simultaneamente mova com o punho. Nesta modalidade, o dispositivo está na forma de um dispositivo de grampeamento e de corte linear 10 para aplicar múltiplas filas lineares de grampos no tecido e para cortar o tecido grampeado. Como mostrado, o dispositivo 10 geralmente inclui um eixo alongado 12 que tem uma extremidade proximal 12a com um punho 14 acoplado a esta, e uma extremidade operacional, mais distante 12b que tem um atuador de extremidade 16 acoplado a esta ou formado sobre esta, como será abaixo discutido em mais detalhes. Em uso, o atuador de extremidade 16 está configurado para imitar o movimento do punho 14. O movimento de imitação entre o punho 14 e o atuador de extremidade 16 pode geralmente ser conseguido utilizando um atuador (não mostrado) que estende-se entre o punho 14 e o atuador de extremidade 16, e que é efetivo para transferir as forças do punho 14 para o atuador de extremidade 16. Em uma modalidade exemplar, o atuador está na forma de diversos cabos que estão espaçados ao redor de uma circunferência do eixo alongado 12, e que estendem-se ao longo do comprimento do eixo alongado 12. O movimento do punho 14 ao redor da extremidade proximal 12a do eixo 12 aplicará uma força em um ou mais dos cabos para fazer com que os cabos apliquem uma força no atuador de extremidade 16, por meio disto

fazendo com que o atuador de extremidade 16 imite o movimento do punho 14. O movimento de imitação pode incluir um movimento correspondente, por meio de que a atuador de extremidade 16 move-se na mesma direção e orientação do punho 14, ou um movimento espelhado, por meio de que o atuador de extremidade 16 move-se em uma direção e orientação opostas que o punho 14. O movimento de imitação pode também ser proporcional ao movimento do punho.

[0045] O eixo alongado 12 do dispositivo 10 pode ter uma variedade de configurações. Por exemplo, este pode ser sólido ou oco, e este pode ser formado de um único componente ou de múltiplos segmentos. Como mostrado na figura 2, o eixo alongado 12 é oco e está formado de múltiplos segmentos de conexão para permitir que o eixo alongado 12 flexione. A flexibilidade do eixo 12, assim como um diâmetro relativamente pequeno, permite que o eixo 12 seja utilizado em procedimentos endoscópicos, por meio de que o dispositivo é introduzido transluminalmente através de um orifício natural. O eixo pode também variar em comprimento dependendo da aplicação pretendida.

[0046] A figura 2 ainda ilustra uma modalidade exemplar de um atuador 22 na forma de diversos cabos 34a, 34b, 34c, 34d que estão espaçados ao redor de uma circunferência do eixo alongado 12, e que estendem-se ao longo do comprimento do eixo alongado 12. O número e a localização dos cabos podem variar. Por exemplo, três cabos podem estar espaçados de aproximadamente 120° uns dos outros ao redor da circunferência do eixo 12. Na modalidade mostrada na figura 2, quatro cabos 34a, 34b, 34c, 34d estão espaçados de aproximadamente 90° uns dos outros ao redor da circunferência do eixo 12. Cada cabo 34a-d pode se estender através de um percurso, tal como um lúmen, formado sobre, dentro, ou ao redor do eixo alongado 12. A figura 2 ilustra cada cabo 34a-d estendendo-se através de um recorte formado em uma superfície externa de cada segmento do eixo 12. Assim,

cada segmento inclui quatro recortes espaçados equidistantes ao redor da circunferência do eixo 12 para manter os cabos 34a-d equidistantes uns dos outros. Os recortes de preferência têm um tamanho que é efetivo para reter os cabos 34a-d nos mesmos, enquanto permitindo que os cabos 34a-d deslizem livremente em relação ao eixo 12.

[0047] A extremidade distal dos cabos 34a-d pode ser conjugada com o atuador de extremidade 16 para controlar o movimento do atuador de extremidade 16. Apesar do atuador de extremidade 16 poder ter uma variedade de configurações, e vários atuadores de extremidade conhecidos na técnica poderem ser utilizados, a figura 3A ilustra uma modalidade exemplar de um atuador de extremidade 16 o qual geralmente inclui um primeiro e segundo mordentes opostos 18, 20 que estão adaptados para receberem o tecido entre os mesmos. O primeiro mordente 18 está adaptado para conter um cartucho de grampos que tem múltiplos grampos dispostos no mesmo e configurados para serem introduzidos no tecido, e o segundo mordente 20 forma um batente para deformar os grampos. A configuração específica e a operação básica do atuador de extremidade 16 pode variar, e vários atuadores de extremidade 16 conhecidos na técnica podem ser utilizados. Como um exemplo não limitante, a Patente U.S. Número 6.978.921 intitulada "Instrumento de Grampeamento Cirúrgico que Incorpora um Mecanismo de Disparo de Viga E", a qual está aqui incorporada em sua totalidade, descreve uma modalidade de um atuador de extremidade que pode ser utilizado com a presente invenção.

[0048] De modo a permitir o movimento do atuador de extremidade 16 em relação ao eixo alongado 12, o atuador de extremidade 16 pode estar acoplado móvel na extremidade distal 12b do eixo alongado 12. Por exemplo, o atuador de extremidade 16 pode estar acoplado articulado na extremidade distal 12b do eixo alongado 12 por uma junta de articulação ou de rotação. Alternativamente, o atuador de extre-

midade 16 pode incluir um pescoço flexível 26 formado no mesmo, como mostrado, para permitir o movimento do atuador de extremidade 16 em relação ao eixo alongado 12. O pescoço flexível 26 pode estar formado integralmente com a extremidade distal 12b do eixo 12 e/ou a extremidade proximal dos mordentes 18, 20, ou este pode ser um membro separado que estende-se entre o eixo 12 e os mordentes 18, 20. Como mostrado na figura 3A, o pescoço flexível 26 inclui um primeiro acoplador 28 para conjugar o pescoço flexível 26 com a extremidade proximal dos mordentes opostos 18, 20, e um segundo acoplador 30 para conjugar o pescoço flexível 26 com a extremidade distal do eixo alongado 12. Os acopladores 28, 30 podem ser removivelmente ou fixamente conjugados com o pescoço flexível 26 e/ou os mordentes 18, 20 e o eixo 12. Os acopladores 28, 30 também funcionam para alojar certos componentes do atuador de extremidade 16. Por exemplo, o primeiro acoplador 28 pode funcionar para ancorar os cabos no mesmo, como será abaixo discutido, e este pode também funcionar para alojar um conjunto de engrenagem e acionador para atuar (por exemplo, fechar e disparar) os mordentes 18, 20.

[0049] De modo a facilitar a flexão do pescoço flexível 26, o pescoço 26 pode incluir uma ou mais fendas 32 formadas no mesmo. A quantidade, a localização, e o tamanho das fendas 32 podem variar para obter uma flexibilidade desejada. Na modalidade mostrada na figura 3A, o pescoço flexível 26 inclui múltiplas filas de fendas 32, cada fila estendendo-se radialmente ao redor do pescoço flexível 26 e cada fila estando axialmente espaçada ao longo do comprimento do pescoço flexível 26. Cada fila de fendas contém duas fendas que estendem-se ao redor da circunferência do pescoço 26, e cada fila de fendas 32 está axialmente deslocada uma da outra. Como um resultado, o pescoço flexível 26 inclui fendas alternantes 32. Uma pessoa versada no padrão específico das fendas 32 pode variar, e que a figura 3A mera-

mente ilustra um padrão para formar as fendas 32 para permitir a flexão do pescoço flexível 26. Outras configurações de fenda exemplares serão abaixo discutidas em mais detalhes.

[0050] Como acima indicado, os cabos 34a-d podem estar acoplados no atuador de extremidade 16 para permitir que o atuador de extremidade 16 mova-se em coordenação com o punho 14. A localização de conexão dos cabos 34a-d com o atuador de extremidade 16 pode variar dependendo do movimento desejado. Na modalidade ilustrada, a extremidade distal dos cabos 34a-d está conectada na extremidade distal do pescoço flexível 26, e especificamente estes estendem-se para dentro e conectam o primeiro acoplador 28. A figura 3B ilustra uma vista em corte transversal do primeiro acoplador 28 que mostra quatro furos 28a, 28b, 28c, 28d para receber os quatro cabos 34a, 34b, 34c, 34d, respectivamente. Virtualmente qualquer técnica conhecida na técnica pode ser utilizada para conectar os cabos 34a-d no acoplador 28 que incluem, por exemplo, as técnicas de conjugação mecânica tais como os adesivos, um ajuste por interferência, uma conexão de esfera e soquete, roscas, etc. Em uso, a conexão dos cabos 34a-d na extremidade distal do pescoço flexível 26 permitirá que os cabos 34a-d apliquem uma tensão no pescoço flexível 26 quando uma força axial é aplicada nos cabos 34a-d pelo punho 14. Esta tensão fará com que o pescoço 26 flexione em uma direção indicada pela quantidade de tensão aplicada em cada cabo 34a-d, como será abaixo discutido em mais detalhes.

[0051] O punho 14 do dispositivo 10 pode ser utilizado para controlar o movimento do atuador de extremidade 16, e especificamente para articular o atuador de extremidade 16 e assim angularmente orientá-lo em relação a um eixo geométrico longitudinal A do eixo alongado 12. Apesar do punho 14 poder ter uma variedade de configurações, em uma modalidade exemplar o punho 14 está acoplado móvel

na extremidade proximal 12a do eixo alongado 12 de modo que o movimento do punho 14 possa ser imitado pelo atuador de extremidade 16. Apesar de várias técnicas poderem ser utilizadas para acoplar móvel o punho 14 no eixo 12, na modalidade mostrada nas Figuras 4A-4C, uma conexão de esfera e soquete está formada entre o punho 14 e a extremidade proximal 12a do eixo alongado 12. Como melhor mostrado na figura 4B, a extremidade proximal 12a do eixo alongado 12 inclui um soquete 24 formado na mesma, e o punho 14 inclui uma esfera hemisférica 13a formada sobre uma sua extremidade distal e configurada para ser assentada girável dentro do soquete 24. O soquete 24 pode ser integralmente formado com a extremidade proximal 12a do eixo alongado ou este pode ser formado pelo acoplamento de um alojamento oco 12c, como mostrado, na extremidade proximal 12a do eixo alongado 12. A esfera hemisférica 13a pode também ser formada integralmente com o punho 14, ou esta pode ser um membro separado que está acoplado no punho 14. De modo a conjugar móvel o punho 14 com o eixo 12, a esfera hemisférica 13a no punho 14 pode ficar retida dentro do soquete 24 utilizando os cabos 34a-d, os quais prendem no punho 14 como será abaixo discutido. No entanto, outras técnicas de conjugação podem ser utilizadas para conjugar móvel o punho 14 com o eixo 12. Por exemplo, a esfera 13a pode ser esférica e esta pode ficar capturada dentro de um soquete esférico formado na extremidade proximal 12a do eixo alongado 12, ou um elemento de conjugação, tal como um pino, pode se estender através da esfera 13a para reter a esfera 13a dentro do soquete 24. Apesar da figura 4B ilustrar uma esfera 13a formada no punho 14 e um soquete 24 formado no eixo 12, a conexão de esfera e soquete pode ser invertida de modo que a esfera fique no eixo 12 e o soquete fique no punho 14. Mais ainda, uma pessoa versada na técnica apreciará que uma variedade de outras técnicas pode ser utilizada para acoplar móvel o punho 14 na

extremidade proximal 12a do eixo alongado 12.

[0052] Em uso, o punho 14 pode articular ou mover articuladamente em relação ao eixo 12 para fazer com que o atuador de extremidade 16 imite o movimento do punho 14. Isto pode ser conseguido pelo acoplamento da extremidade proximal dos cabos 34a-d no punho 14. A localização de conexão dos cabos 34a-d com o punho 14 pode variar dependendo do movimento desejado. Na modalidade ilustrada, os cabos (somente três cabos 34a, 34b e 34c estão mostrados na figura 4A) estendem-se do eixo alongado 12, através do alojamento oco 12c, e para fora dos rasgos ou aberturas formadas em uma extremidade proximal 12a do alojamento oco 12c. Os cabos 34a-d então estendem-se ao redor da esfera 13a no punho 14 e conectam em uma face que faceia para mais distante no punho 14 que circunda a esfera 13a. Virtualmente qualquer técnica conhecida na técnica pode ser utilizada para conectar os cabos 34a-d no punho 14 que incluem, por exemplo, as técnicas de conjugação mecânica tais como os adesivos, um ajuste por interferência, roscas, etc.. Como mostrado na figura 4A, o punho 14 inclui aberturas formadas no mesmo, e as extremidades mais próximas (não mostradas) dos cabos 34a-d podem ter uma esfera ou outro elemento formado sobre as mesmas e configuradas para ser capturadas dentro das aberturas. Como adicionalmente mostrado na figura 4A, os cabos (somente três cabos 34a, 34b e 34c estão mostrados) podem permanecer circunferencialmente espaçados ao redor do punho 14. Isto permitirá que o movimento do punho 14 seja espelhado pelo atuador de extremidade 16, como será abaixo discutido em mais detalhes. Alternativamente, os cabos 34a-d podem ser cruzados antes destes conectarem no punho 14 para fazer com que o atuador de extremidade 16 se mova na mesma direção que o punho 14. Por exemplo, cabos opostos 34a e 34c podem cruzar um ao outro e podem conectar nos lados opostos do punho 14, e os cabos opostos 34b e 34d

podem do mesmo modo cruzar um com o outro e podem conectar os lados opostos do punho 14. Os cabos 34a-d podem ser cruzados em qualquer localização, tal como dentro do alojamento 12c na extremidade proximal 12a do eixo 12.

[0053] Como adicionalmente mostrado nas Figuras 4A e 4B, o punho 14 pode também incluir outras características para facilitar a utilização do dispositivo. Por exemplo, o punho 14 pode incluir um membro de translação 38 que é efetivo para fechar os mordentes 18, 20 sobre o atuador de extremidade 16, e um membro rotativo 40 que é efetivo para seletivamente girar e atuar o atuador de extremidade 16. Os membros de translação e de rotação 38, 40 estão descritos em mais detalhes em um pedido intitulado "Fixador Cirúrgico e Cortador Com Um Único Cabo Atuador" por Mark Oritz et al., requerido na mesma data que este, o qual está por meio disto incorporado por referência na sua totalidade. Em outras modalidades, o punho 14 pode incluir gatilhos, botões, etc. para girar e/ou atuar o atuador de extremidade 16.

[0054] Referindo de volta à figura 1B, em uso o punho 14 pode ser articulado ou angularmente orientado em relação à extremidade proximal 12a do eixo alongado 12 para efetuar um movimento de imitação do atuador de extremidade 16. Especificamente, a articulação do punho 14 ao redor do eixo alongado 12 em uma primeira direção aplicará uma força em um ou mais dos cabos 34a-d para puxar o(s) cabo(s) axialmente. Como um resultado, os cabos atuados aplicarão uma tensão no pescoço flexível 26 para fazer com que o pescoço 26 flexione. De modo a impedir que o eixo alongado 12 flexione em resposta à tensão aplicada nos cabos 34a-d pelo punho 14, o pescoço flexível 26 pode ter uma maior flexibilidade do que o eixo alongado 12. Isto pode ser conseguido, por exemplo, utilizando as fendas alternantes 32 como anteriormente descrito, ou em outras modalidades o material pode di-

ferir, ou o eixo alongado pode incluir um elemento de estabilização, tal como uma haste que estende-se através do mesmo para tornar o eixo mais rígido do que o pescoço flexível.

[0055] A direção de movimento do punho 14 será imitada pelo atuador de extremidade 16, ou na mesma direção (isto é, que corresponde ao movimento) ou em uma direção oposta (isto é, um movimento espelhado), assim permitindo um usuário controlar precisamente a posição do atuador de extremidade 16. Em uma modalidade exemplar, a quantidade de movimento específica do atuador de extremidade 16 pode ser proporcional à quantidade de movimento do punho 14. Isto é, a quantidade de movimento do atuador de extremidade 16 pode ser diretamente equivalente à quantidade de movimento do punho 14, ou esta pode ser proporcionalmente aumentada ou diminuída em relação à quantidade de movimento do punho 14. Em certas modalidades, pode ser desejável ter a quantidade de movimento do atuador de extremidade 16 aumentada em relação à quantidade de movimento do punho 14. Como um resultado, somente pequenos movimentos do punho 14 serão necessários para permitir grandes movimentos do atuador de extremidade 16. Apesar de várias técnicas poderem ser executadas para multiplicar ou aumentar proporcionalmente o movimento do atuador de extremidade 16, uma modalidade exemplar de um mecanismo de multiplicação de força é um came excêntrico que está acoplado nos cabos e que aumenta a vantagem mecânica, ou a força ou o deslocamento, dos cabos 34a-d conforme uma tensão é aplicada nos cabos 34a-d pelo punho 14.

[0056] Uma pessoa versada na técnica apreciará que, apesar do movimento entre o punho e a extremidade operacional do dispositivo poder ser proporcional em teoria, na prática alguma perda de força provavelmente ocorrerá conforme a força é transferida através do eixo alongado. Consequentemente, um movimento proporcional como aqui

utilizado pretende incluir as aplicações nas quais o punho e a extremidade operacional estão configurados para moverem em quantidades proporcionais, mas no qual alguma perda de força pode ocorrer durante a operação real do dispositivo.

[0057] Os vários dispositivos aqui descritos podem também incluir uma variedade de outras características para facilitar a sua utilização. Por exemplo, o dispositivo 10 da figura 1A pode incluir uma unidade de coleta de imagem ótica disposta em uma extremidade distal do eixo alongado 12 e configurada para adquirir imagens durante os procedimentos endoscópicos. Apesar da localização da unidade poder variar, em uma modalidade a unidade de coleta de imagem ótica pode estar disposta no segundo acoplador 30. Especificamente, a figura 5 ilustra um alojamento em forma de rampa 42 que projeta-se de uma superfície externa do acoplador 30, e que contém a unidade de coleta de imagem ótica no mesmo. Uma janela de observação 44 está formada sobre uma superfície que faceia mais distante do alojamento 42 para permitir que a unidade adquira as imagens do atuador de extremidade 16 e do local cirúrgico circundante. As imagens da unidade de coleta de imagem ótica podem ser transferidas para uma tela de display de imagem externa, ou alternativamente o dispositivo 10 pode incluir uma tela de display de imagem disposta ou acoplada em uma porção proximal do dispositivo. A figura 6 ilustra uma modalidade de uma tela de display de imagem 46 que projeta-se para fora do punho 14.

[0058] Como anteriormente indicado, as várias técnicas aqui descritas para controlar o movimento de uma extremidade operacional de um dispositivo cirúrgico endoscópico podem ser utilizadas em conjunto com uma variedade de dispositivos médicos. A figura 7 ilustra outra modalidade de um dispositivo médico que tem um atuador para controlar o movimento da sua extremidade operacional. Nesta modalidade, o

dispositivo médico está na forma de um canal de acessórios 100 para utilização com um endoscópio. Um canal de acessórios 100 é um dispositivo externo que pode conjugar com e deslizar ao longo de um endoscópio para permitir que outras ferramentas, tais como agarradores, cortadores, etc. sejam introduzidas através do mesmo e posicionadas na proximidade da extremidade de observação do endoscópio. Apesar do canal de acessórios 100 poder ter virtualmente qualquer configuração, e tamanho, na modalidade ilustrada na figura 7 o canal de acessórios 100 inclui um tubo ou eixo alongado 102 que tem um lúmen interno que estende-se entre as suas extremidades mais próxima e mais distante 102a, 102b para receber uma ferramenta através do mesmo. O canal de acessórios 100 pode também incluir um elemento de conjugação formado no mesmo para conjugar o canal de acessórios 100 diretamente em um endoscópio ou em uma manga ou outro dispositivo disposto ao redor de um endoscópio. Apesar de que virtualmente qualquer técnica de conjugação pode ser utilizada, na modalidade ilustrada o elemento de conjugação no canal de acessórios 100 está na forma de um trilho 104 que estende-se ao longo do comprimento do eixo alongado 102. O trilho 104 está configurado para ser recebido em uma pista complementar formada sobre um endoscópio ou um dispositivo disposto ao redor de um endoscópio, tal como uma manga. Uma pessoa versada na técnica apreciará que uma variedade de outras técnicas pode ser utilizada para conjugar o canal de acessórios ou diretamente ou indiretamente em um endoscópio.

[0059] De modo a controlar o movimento de uma extremidade operacional do canal de acessórios 100, o dispositivo 100 pode incluir características similares àquelas anteriormente descritas. Especificamente, o dispositivo 100 pode ser um gargalo flexível 108 formado sobre ou acoplado na extremidade distal 102b do eixo alongado 102, um punho 106 formado sobre ou acoplado na extremidade proximal 102a

do eixo alongado 102, e um atuador que estende-se entre o punho 106 e o pescoço flexível 108. Nesta modalidade, o atuador está configurado para transferir as forças do punho 106 para o pescoço flexível 108 de modo que o movimento do punho 106 seja imitado pelo pescoço flexível 108, assim permitindo que uma ferramenta que estende-se através do canal de acessórios 100 fique posicionada em uma orientação angular desejada.

[0060] O pescoço flexível 108 pode ter uma variedade de configurações, e este pode ser um membro separado que está acoplado no eixo alongado 102, ou este pode ser formado integralmente com o eixo alongado 102, como mostrado na figura 7. O pescoço 108 pode ser tornado flexível utilizando várias técnicas. Por exemplo, o pescoço 108 pode ser formado de um ou mais segmentos que movem-se uns em relação aos outros, e/ou este pode ser formado de um material flexível. Na modalidade exemplar mostrada na figura 8A, o pescoço 108 inclui diversas fendas 112 formadas no mesmo e configuradas para proverem uma flexibilidade máxima para o pescoço 108. Apesar do tamanho, da quantidade e da orientação das fendas 112 poder variar para obter os resultados desejados, na modalidade ilustrada o pescoço flexível 108 inclui quatro colunas de fendas (somente três colunas de fendas, indicadas pelas setas 112a, 112b, 112c, estão mostradas). Cada coluna estende-se axialmente ao longo de um comprimento do pescoço flexível 108, e cada coluna inclui quatro filas de fendas radialmente espaçadas ao redor da circunferência do pescoço 108. Cada coluna de fendas 112 está também axialmente deslocada uma da outra para permitir que as fendas 112 sobreponham-se. Em utilização, quando uma tensão é aplicada no atuador, as fendas 112 permitirão que o pescoço 108 dobre ou assuma uma configuração curva de modo que o pescoço 108 articule em relação ao restante do eixo alongado 102, como mostrado nas Figuras 8B e 8C.

[0061] Em outras modalidades, as fendas podem estar posicionadas para permitirem a flexão do pescoço em múltiplas localizações ou pontos de dobra, ou de outro modo permitir que o pescoço flexione para uma posição predeterminada. Como um exemplo não limitante, a figura 9A ilustra outra modalidade de um pescoço flexível 108' que tem duas regiões de fendas 112' formadas no mesmo. Especificamente, o pescoço flexível 108' inclui uma região mais distante de fendas 112a' e uma região mais próxima de fendas 112b'. Cada região 112a', 112b' pode incluir qualquer número de fendas posicionadas em qualquer localização para prover um grau desejado de flexibilidade em uma ou mais direções desejadas. Como mostrado na figura 9A, as regiões mais próxima e mais distante de fendas 112a' e 112b' cada uma inclui duas filas de fendas formadas em lados opostos e estendendo-se ao longo do pescoço flexível 108'. Em uso, quando uma tensão é aplicada no pescoço flexível 108', como será abaixo discutido em mais detalhes, o pescoço 108' flexionará em ambas as regiões mais próxima e mais distante 112a' e 112b' e por meio disto articulará em relação ao restante do eixo alongado 102'. Como mostrado na figura 9B, a flexão pode ocorrer primeiro na região mais distante 112a' do pescoço 108'. Uma tensão adicional aplicada no pescoço 108' pode então fazer com que a região mais próxima 112b' flexione, como mostrado na figura 9C. Em outras modalidades, o posicionamento das fendas e/ou o tamanho das fendas podem ser configurados para fazer com que a flexão ocorra na região mais próxima 112b' antes desta ocorrer na região mais distante 112a', ou alternativamente as fendas podem ser configuradas para causar uma flexão simultânea das regiões mais próxima e mais distante 112b', 112a'. Uma pessoa versada na técnica apreciará que a quantidade, a posição, o tamanho, e a forma das fendas podem ser ajustados para obter os resultados desejados. A configuração específica do corte utilizado para formar cada fenda pode também variar.

Por exemplo, a largura e o comprimento da fenda pode permanecer constante de uma superfície externa do eixo alongado para uma superfície interna do eixo alongado, ou alternativamente a largura e o comprimento podem aumentar ou diminuir de modo que a fenda afine ou de outro modo varie. Como um exemplo não limitante, uma configuração afinada pode ser formada pela formação de uma fenda que tem uma configuração triangular, onde o comprimento e a largura da fenda diminuem da superfície externa para a superfície interna do eixo alongado.

[0062] Como acima indicado, o atuador está configurado para aplicar uma tensão no pescoço flexível 108 para fazer com que o pescoço 108 articule. O atuador pode ter uma variedade de configurações, mas em uma modalidade exemplar o atuador é similar ao atuador acima mencionado e inclui um ou mais cabos que estendem-se entre o punho 106 e a extremidade distal do pescoço flexível 108 de modo que o punho 106 e o pescoço flexível 108 fiquem operativamente associados. Cada cabo pode ser configurado para aplicar uma tensão no pescoço flexível 108 para fazer com que o pescoço 108 articule em um plano de movimento. Assim, onde o dispositivo 100 inclui somente um cabo, o pescoço flexível 108 pode articular em um único plano de movimento. Cada cabo adicional pode permitir que o pescoço 108 articule em um diferente plano de movimento. Onde múltiplos cabos são providos, o pescoço 108 pode articular em múltiplos planos de movimento. Mais ainda, os cabos podem ser simultaneamente tensionados, potencialmente permitindo uma articulação de 360° do pescoço flexível 108.

[0063] Apesar do número de cabos poder variar, e o dispositivo 100 pode incluir somente um cabo, na modalidade mostrada na figura 7 o dispositivo 100 inclui quatro cabos (somente três cabos 110a, 110b, 110c estão mostrados). Uma porção dos cabos 110a, 110b, 110c, 110d está mostrada em mais detalhes na figura 10. Como acima

notado, os cabos 110a-d estendem-se ao longo de um comprimento do eixo alongado 102 entre o punho 106 e o pescoço flexível 108. A localização específica dos cabos 110a-d pode variar, mas em uma modalidade exemplar os cabos 110a-d estão radialmente espaçados ao redor de uma circunferência do eixo alongado 102 e estes estendem-se entre a extremidade distal do pescoço flexível 108 e do punho 106. Os cabos 110a-d podem se estender internamente através ou externamente ao longo do eixo alongado 102, ou estes podem se estender através de lumens ou percursos formados na parede lateral do eixo alongado 102. A figura 11 ilustra uma vista em corte transversal do eixo alongado 102, que mostra os lumens 103a, 103b, 103c, 103d formados no mesmo. Os lumens 103a-d de preferência tem um tamanho que permite que os cabos 116a-d deslizem nos mesmos, e estes estão circunferencialmente espaçados ao redor do eixo alongado 102. Os lumens 103a-d estendem-se entre as extremidades mais próxima e mais distante 102a, 102b do eixo alongado 102 para permitir que os cabos 110a-d estendam-se entre o punho 106 e a extremidade distal do pescoço flexível 108.

[0064] A extremidade distal dos cabos 110a-d podem conjugar com a extremidade distal do pescoço flexível 108 utilizando uma variedade de técnicas, mas em uma modalidade, mostrada na figura 12, o pescoço flexível 108 inclui uma tampa de extremidade 114 acoplada na ou formada sobre a sua extremidade distal. Apesar da configuração da tampa de extremidade 114 poder variar dependendo da configuração do atuador, na modalidade ilustrada a tampa de extremidade 114 inclui quatro furos 114a, 114b, 114c, 114d formados na mesma e espaçados ao redor de uma circunferência da tampa de extremidade 114 de modo que os furos 114a-d alinhem com os lumens 103a-d dentro do eixo alongado 102. Cada furo 114a-d está configurado para receber um dos cabos 110a-d. Várias técnicas de conjugação podem ser utili-

zadas para reter os cabos 110a-d dentro dos furos 114a-d. Por exemplo, a figura 10 ilustra uma esfera formada na extremidade de cada cabo 110a-d para reter as extremidades dos cabos 110a-d dentro dos furos 114a-d na tampa de extremidade 114. A tampa de extremidade 114 pode também incluir um lúmen central 116 formado na mesma para receber uma ferramenta através da mesma. O lúmen 116 pode também funcionar para facilitar o posicionamento de uma ferramenta inserida através do canal de acessórios 100.

[0065] A extremidade proximal dos cabos 110a-d pode ser conjugada com um punho 106 que está acoplado em uma extremidade proximal do eixo 102. Apesar do punho 106 poder ter uma variedade de configurações, em uma modalidade exemplar, anteriormente mostrada na figura 7, o punho 106 pode estar na forma de um joystick que está acoplado móvel na extremidade proximal 102a do eixo alongado 102, e especificamente que está configurado para articular em relação à extremidade proximal 102a do eixo alongado 102. O movimento de articulação do punho 106 pode permitir que o movimento do punho 106 seja imitado pelo pescoço flexível 108, como será abaixo discutido.

[0066] Apesar do movimento de articulação poder ser conseguido utilizando uma variedade de tipos de juntas, na modalidade ilustrada uma conexão de esfera e soquete é formada entre o punho 106 e o eixo alongado 102. Especificamente, como mostrado em mais detalhes nas Figuras 13A e 13B, a extremidade proximal 102a do eixo alongado 102 inclui um alojamento 103 formado no mesmo e que define um soquete 118 em uma sua extremidade proximal. O punho 106 inclui uma esfera 120 que está disposta móvel dentro do soquete 118, e o joystick estende-se para mais próximo da esfera 120 assim permitindo que o punho 106 articule em relação ao eixo alongado 102. Um pino ou outro mecanismo pode ser utilizado para reter móvel a esfera

120 dentro do soquete 118. Uma pessoa versada na técnica apreciará que o punho pode ter uma variedade de outras formas, e que várias outras técnicas podem ser utilizadas para conectar móvel o punho 106 no eixo alongado 102.

[0067] Como acima indicado, a extremidade proximal dos cabos 110a-d está configurada para conjugar com o punho 106. Assim, o punho 106 pode incluir características para conjugar com os cabos 110a-d. Apesar das características de conjugação específicas poderem variar dependendo da configuração do atuador, em uma modalidade exemplar o joystick 122 sobre o punho 106 inclui quatro pernas 124a, 124b, 124c, 124d formadas sobre o mesmo. As pernas 124a-d estão espaçadas ao redor de uma circunferência do joystick 122, de modo que estas fiquem substancialmente alinhadas com os cabos, e cada perna 124a-d está configurada para conjugar com uma extremidade terminal de um dos cabos 110a-d. Uma conexão de esfera e soquete, como anteriormente descrito em relação às extremidades mais distantes dos cabos 110a-d, pode ser utilizada para conjugar os cabos 110a-d nas pernas, ou alternativamente qualquer outra técnica de conjugação conhecida na técnica pode ser utilizada.

[0068] Referindo de volta à figura 7, em utilização o punho 106 pode ser articulado ou angularmente orientado em relação à extremidade proximal 102a do eixo alongado 102 para efetuar um movimento de imitação do pescoço flexível 108, e para por meio disto posicionar uma ferramenta que estende-se através do pescoço flexível 108. Como mostrado nas Figuras 7 e 13B, o joystick no punho 106 pode incluir um lúmen 107 formado através do mesmo axialmente alinhado com o lúmen 102c dentro do eixo alongado 102 para permitir que uma ferramenta seja introduzida através do dispositivo 100. Em outras modalidades, o punho 106 pode estar deslocado da extremidade proximal 102a do eixo alongado 102 de modo que o punho 106 é acoplado nos

cabos, mas não interfere com o acesso direto ao lúmen 102c dentro do eixo alongado 102.

[0069] De modo a controlar o movimento do pescoço flexível 108 e assim de uma ferramenta posicionada através do mesmo, o punho 106 está pivotado ou articulado ao redor da extremidade proximal 102a do eixo alongado 102. Por exemplo, o movimento do punho 106 em uma primeira direção fará com que as pernas 124a-d no punho 106 apliquem uma força em um ou mais dos cabos 110a-d para puxar o(s) cabo(s) axialmente. Como um resultado, os cabos atuados aplicarão uma força de tensão no pescoço flexível 108 para fazer com que o pescoço 108 flexione. De modo a impedir que o eixo alongado 102 flexione em resposta à tensão aplicada nos cabos 110a-d pelo punho 106, o pescoço flexível 108 pode ter uma maior flexibilidade do que o eixo alongado 102. Isto pode ser conseguido, por exemplo, utilizando as fendas como anteriormente descrito, ou em outras modalidades o eixo 102 pode incluir um elemento estabilizante, tal como uma haste, que estende-se através do mesmo para tornar o eixo 102 mais rígido do que o pescoço flexível 108. A direção de movimento do punho 106 será imitada pelo pescoço flexível 108, ou na mesma direção (isto é, um movimento correspondente) ou em uma direção oposta (isto é, um movimento espelhado), assim permitindo um usuário controlar precisamente a posição do pescoço flexível 108, e assim controlar a posição de uma ferramenta que estende-se através do pescoço flexível 108. Em uma modalidade exemplar, a quantidade de movimento específica do pescoço flexível 108 pode ser proporcional à quantidade de movimento do punho 106. Isto é, a quantidade de movimento do pescoço flexível 108 pode ser diretamente equivalente à quantidade de movimento do punho 106, ou este pode ser proporcionalmente aumentado ou diminuído em relação à quantidade de movimento do punho 106. Em certas modalidades, pode ser desejável ter a quantidade de

movimento do pescoço flexível 108 aumentada em relação à quantidade de movimento do punho 106. Como um resultado, somente pequenos movimentos do punho 106 serão necessários para permitir grandes movimentos do pescoço flexível 108. Apesar de várias técnicas poderem ser executadas para proporcionalmente multiplicar ou aumentar o movimento do pescoço flexível 108, uma modalidade exemplar de um mecanismo de multiplicação de força é um came que está acoplado nos cabos e que aumenta a vantagem mecânica, ou a força ou o deslocamento, dos cabos 110a-d conforme uma tensão é aplicada nos cabos 110a-d pelo punho 106.

[0070] Como anteriormente explicado, apesar do movimento entre o punho e a extremidade operacional do dispositivo poder ser proporcional em teoria, na prática alguma perda de força provavelmente ocorrerá conforme a força é transferida através do eixo alongado. Consequentemente, um movimento proporcional como aqui utilizado pretende incluir as aplicações nas quais o punho e a extremidade operacional estão configurados para moverem em quantidades proporcionais, mas no qual alguma perda de força pode ocorrer durante a operação real do dispositivo.

[0071] Apesar das Figuras 1A e 7 ilustrarem dispositivos nos quais a extremidade operacional imita o movimento do punho, o punho pode ter uma variedade de outras configurações nas quais este é efetivo para articular a extremidade operacional do dispositivo sem ter a extremidade operacional do dispositivo imitando o movimento do punho. As Figuras 14A e 14B ilustram outra modalidade de um dispositivo 200 que tem um punho 204 que inclui um membro girável que é efetivo para articular um pescoço flexível 206 em um ou mais planos de movimento em relação ao eixo alongado 202 do dispositivo. Em geral, o eixo alongado 202 do dispositivo 200 é muito similar ao eixo alongado 102 anteriormente descrito, e este geralmente inclui um pescoço flexí-

vel 206 acoplado em ou formado sobre uma sua extremidade distal. Quatro atuadores de cabo (não mostrados) estendem-se através do eixo alongado entre o punho 106 e o pescoço flexível 206. O eixo 202 e os atuadores de cabo são similares ao eixo 102 e aos atuadores de cabo 110a-d anteriormente descritos em relação ao dispositivo 100, e assim estes não serão descritos em detalhes.

[0072] O punho 204 do dispositivo 200 está mostrado em mais detalhes nas Figuras 15A e 15B. Em geral, o punho 204 inclui um ou mais carretéis dispostos giráveis no mesmo. Cada carretel está configurado para conjugar e controlar um dos atuadores de cabo. Assim, a rotação de cada carretel enrolará ou liberará o cabo, por meio disto fazendo com que o pescoço flexível 206 flexione e articule em uma direção específica. Apesar do número de carretéis poder variar dependendo do número de atuadores de cabo, na modalidade mostrada nas Figuras 15A e 15B, o punho 204 inclui quatro carretéis 208a, 208b, 210a, 210b. Os primeiros dois carretéis 208a, 208b estão acoplados um no outro, e os segundos dois carretéis 210a, 210b estão acoplados um no outro. Um primeiro cabo 212a está acoplado no e enrolado ao redor do primeiro carretel 208a, e um segundo cabo 212b está acoplado no e enrolado ao redor do segundo carretel 208b. Os primeiro e segundo cabos 212a, 212b estão posicionados sobre os e estendem-se ao longo dos lados opostos do eixo alongado 202. Como um resultado, uma tensão aplicada no primeiro cabo 212a fará com que o pescoço flexível 206 articule em uma direção dentro de um primeiro plano de movimento, e uma tensão aplicada no segundo cabo 212b fará com que o pescoço flexível 206 articule na direção oposta dentro do mesmo plano de movimento. Para permitir que a tensão seja aplicada em somente um dos cabos 212a, 212b, os primeiro e segundo cabos 212a, 212b estão enrolados ao redor dos primeiro e segundo carretéis 208a, 208b em direções opostas. Assim, a rotação dos primeiro e se-

gundo carretéis 208a, 208b enrolará e aplicará uma tensão em um dos cabos 212a, 212b enquanto desenrolando e liberando a tensão sobre o outro dos cabos 212a, 212b. Um terceiro e quarto cabos 212c, 212d estão do mesmo modo enrolados ao redor dos terceiro e quarto carretéis 210a, 210b de modo que a rotação do terceiro e do quarto carretéis 210a, 210b enrolará e aplicará uma tensão em um dos cabos 212c, 212d enquanto enrolando e liberando a tensão sobre o outro dos cabos 212c, 212d. Os terceiro e quarto cabos 212c, 212d podem estender-se ao longo do eixo 102 em uma posição que está radialmente deslocada dos primeiro e segundo cabos 212a, 212b de modo que os terceiro e quarto cabos 212c, 212d causem a articulação do pescoço flexível 206 em um segundo, diferente plano de movimento. Por exemplo, os terceiro e quarto cabos 212c, 212d podem estar deslocados dos primeiro e segundo cabos 212a, 212b de aproximadamente 90° de modo que os cabos 212a-d fiquem todos espaçados substancialmente equidistantes ao redor da circunferência do eixo alongado 202. Uma pessoa versada na técnica apreciará que o punho 204 pode incluir qualquer número de carretéis para efetuar a articulação em um número de planos desejado.

[0073] De modo a controlar os carretéis 208a, 208b, 210a, 210b, o dispositivo pode incluir um ou mais membros de pega. Como mostrado nas Figuras 15A e 15B, um primeiro botão girável 214 está acoplado nos primeiro e segundo carretéis 208a, 208b, e um segundo botão girável 216 está acoplado nos terceiro e quarto carretéis 210a, 210b. Os botões 214, 216 podem ser integralmente formados com os carretéis 208a, 208b, 210a, 210b, ou estes podem estar acoplados nos carretéis 208a, 208b, 210a, 210b por um eixo que estende-se através dos carretéis 208a, 208b, 210a, 210b. Na modalidade ilustrada, o primeiro botão 214 está formado sobre o ou acoplado diretamente no primeiro carretel 208a, e o segundo botão 216 está acoplado nos terceiro e quarto car-

retéis 210a, 210b por um eixo 218 que estende-se do botão 216 através dos primeiro e segundo carretéis 208a, 208b, e que acopla os terceiro e quarto carretéis 210a, 210b. Em outras palavras os primeiro e segundo carretéis 208a, 208b estão dispostos giráveis ao redor do eixo 218.

[0074] Em certas modalidades exemplares, os carretéis e os botões giráveis podem também diferir em tamanho. Na modalidade mostrada nas Figuras 15A e 15B os primeiro e segundo carretéis 208a, 208b, assim como o primeiro botão girável 214, tem um diâmetro que é maior do que um diâmetro dos terceiro e quarto carretéis 210a, 210b e do segundo botão girável 216. Apesar de não necessária, uma tal configuração pode ser vantajosa já que esta espaça os cabos 212a-d para impedir que os cabos 212a-d entrem em contato uns com os outros.

[0075] Em utilização, uma ferramenta pode ser posicionada através do eixo alongado 202, e os botões 214, 216 podem ser girados para articular o pescoço flexível 206 sobre o eixo 202 e por meio disto posicionar a ferramenta conforme desejado. Como mostrado nas Figuras 14A e 14B, o punho 204 pode incluir um lúmen 205 que estende-se através do mesmo e em alinhamento com o lúmen dentro do eixo alongado 202 para permitir que uma ferramenta seja passada através do punho 204 e do eixo 202. Em outras modalidades, o punho 204 pode estar deslocado em relação ao eixo alongado 202 para prover um acesso direto ao lúmen dentro do eixo alongado 202. Uma vez que a ferramenta está posicionada através do eixo 202, os botões 214, 216 podem ser girados para articular o pescoço flexível 206 sobre a extremidade distal do eixo alongado 202. Especificamente, o primeiro botão 214 pode ser girado em uma primeira direção, por exemplo no sentido horário, para aplicar uma tensão em um dos cabos, por exemplo, o primeiro cabo 212a enquanto liberando ou desenrolando o outro cabo,

por exemplo, o segundo cabo 212b. Como um resultado, a tensão aplicada no primeiro cabo 212a puxará a extremidade distal do pescoço flexível 206 em uma direção mais próxima, fazendo com que o pescoço flexível 206 flexione e por meio disto articule em uma primeira direção. A rotação do primeiro botão 214 em uma direção oposta, por exemplo, no sentido anti-horário, desenrolará o primeiro cabo 212a enquanto enrolando o segundo cabo 212b. O pescoço flexível 206 retornará para a sua configuração linear, inicial. Uma rotação adicional do primeiro botão 214 continuará a enrolar o segundo cabo 212b enquanto desenrolando o primeiro cabo 212a, por meio disto fazendo com que o pescoço flexível 206 flexione e articule em uma direção apropriada ao longo do mesmo plano de movimento. O segundo botão 216 pode ser do mesmo modo girado para articular o flexível em um diferente plano de movimento. Os botões 214, 216 podem também ser opcionalmente girados simultaneamente para articular o pescoço flexível 206 em planos de movimento adicionais diferentes do que os primeiro e segundo planos de movimento.

[0076] Em outras modalidades, os vários dispositivos aqui descritos podem incluir um mecanismo de travamento para travar o(s) punho(s) e/ou atuador em uma posição fixa para manter a extremidade operacional de um dispositivo em uma orientação articulada ou angular desejada. Apesar do mecanismo de travamento poder ter uma variedade de configurações, em uma modalidade exemplar o mecanismo de travamento pode estar na forma de um grampo que é efetivo para prender os cabos e por meio disto impedir o movimento dos cabos para travar a extremidade operacional em uma orientação desejada. O grampo pode ter uma variedade de formas e tamanhos, e este pode estar posicionado em várias localizações no dispositivo. As Figuras 17A e 17B ilustram uma modalidade exemplar de um grampo 300 que está disposto ao redor do alojamento oco 12c do dispositivo de fixação

e corte cirúrgico 10 das Figuras 1A e 1B. O grampo 300 tem geralmente uma forma em anel e pode estar configurado para ser conjugado deslizável ou girável com o alojamento 12c adjacente às aberturas através das quais os cabos (somente três cabos 34a, 34b, 34c estão mostrados na figura 17B) estendem-se. Em uma posição inicial, o grampo 300 está espaçado das aberturas para permitir o livre movimento dos cabos 34a-d através das mesmas. Uma vez que a extremidade operacional do dispositivo, por exemplo, o atuador de extremidade 16, é articulada para uma posição desejada, o grampo 300 pode ser movido axialmente ao longo do alojamento 12c até este se estender sobre as aberturas e acoplar os cabos 34a-d que estendem-se das mesmas. O grampo 300 assim impedirá o movimento dos cabos 34a-d quando o grampo 300 está na posição travada. De modo a mover o grampo 300 axialmente e para travar o grampo 300 no alojamento 12c, o grampo 300 pode incluir um elemento de conjugação formado sobre o mesmo e configurado para acoplar um elemento de conjugação correspondente formado sobre o alojamento 12c. Como mostrado nas Figuras 17A e 17B, o grampo inclui roscas 302 formadas no mesmo que estão configuradas para conjugar com as roscas correspondentes (não mostradas) formadas sobre o alojamento 12c. Como um resultado, a rotação do grampo 300 ao redor do alojamento 12c fará com que o grampo 300 mova-se entre as posições inicial e travada. Uma pessoa versada na técnica apreciará que várias outras técnicas de conjugação podem ser utilizadas. Mais ainda, o mecanismo de travamento pode ter uma variedade de outras configurações. Por exemplo, o punho pode incluir um elemento de travamento formado sobre o mesmo e configurado para travar o punho em uma posição articulada, fixa.

[0077] Em outras modalidades, os cabos podem ser utilizados para permitir passivamente a articulação do eixo alongado através de um

lúmen corporal, e o grampo 300 ou outro mecanismo de travamento pode ser utilizado para travar a extremidade operacional do dispositivo na posição quando desejado. Em uma tal configuração, o punho pode meramente ser utilizado para facilitar segurar o dispositivo.

[0078] Em outras modalidades, os atuadores de cabo aqui descritos utilizados para efetuar a articulação de uma extremidade operacional de um dispositivo podem ser formados de um material de polímero eletro-ativo. Os polímeros eletro-ativos (EAPs), também referidos como músculos artificiais, são materiais que exibem propriedades piezoelétricas, piroelétricas, ou eletro-estritivas em resposta a campos elétricos ou mecânicos. Especificamente, os EAPs são um conjunto de polímeros dopados condutores que mudam de forma quando uma voltagem elétrica é aplicada. O polímero condutor pode ser comparado com alguma forma de fluido ou gel iônico e eletrodos, e o fluxo de íons do fluido/gel para dentro e para fora do polímero condutor pode induzir uma mudança de forma do polímero. Tipicamente, um potencial de voltagem na faixa de aproximadamente 1 V a 4 kV pode ser aplicado dependendo do polímero e do fluido ou gel iônico específico utilizado. É importante notar que os EAPs não mudam de volume quando energizados, ao contrário estes meramente expandem em uma direção e contraem em uma direção transversal. Assim, os atuadores de cabo anteriormente aqui descritos podem ser substituídos por atuadores de EAP, e o punho pode estar configurado para ativar uma fonte de energia para seletivamente fornecer energia para um ou mais dos cabos. Em uma modalidade exemplar, o movimento do punho pode estar configurado para ditar a quantidade da fonte de energia, assim como o(s) cabo(s) que recebe(m) a fonte de energia. Como um resultado, o movimento do punho pode ainda ser imitado pela extremidade operacional do dispositivo para prover o usuário com o mesmo controle preciso sobre a posição da extremidade operacional. A fonte de energia pode

ser uma fonte interna, tal como uma bateria, ou esta pode ser uma fonte externa. Em outras modalidades, os atuadores de cabo de EAP podem suplementar a força axial aplicada nos cabos pelo movimento do punho e por meio disto proporcionalmente aumentar a quantidade de movimento da extremidade operacional em relação ao punho.

[0079] Em outros aspectos, os atuadores de cabo podem ser formados de um material de memória de forma, tal como o Nitinol. Uma tal configuração permite que uma tensão seja aplicada nos cabos para articular o atuador de extremidade, e no entanto permite que os cabos retornem para uma configuração linear inicial sem precisar manipular o punho.

[0080] Em ainda outra modalidade, os vários dispositivos aqui descritos, incluindo suas porções, podem ser projetados para serem descartados após uma única utilização ou estes podem ser projetados para serem utilizados múltiplas vezes. Em qualquer caso, o dispositivo pode ser recondicionado para reutilização após pelo menos uma utilização. O recondicionamento pode incluir qualquer combinação das etapas de desmontagem do dispositivo, seguida pela limpeza ou substituição de peças específicas, e uma subsequente remontagem. Como um exemplo, o dispositivo de grampeamento e de fixação cirúrgico mostrado nas Figuras 1A e 1B pode ser recondicionado após o dispositivo ter sido utilizado em um procedimento médico. O dispositivo pode ser desmontado, e qualquer número das peças específicas pode ser seletivamente recolocado ou removido em qualquer combinação. Por exemplo, para o dispositivo de grampeamento e de corte cirúrgico, um cartucho disposto dentro do atuador de extremidade e que contém uma pluralidade de fixadores pode ser substituído pela adição de um novo cartucho de fixadores no atuador de extremidade. Quando da limpeza ou da substituição de peças específicas, o dispositivo pode ser remontado para uma utilização subsequente ou em uma instalação

de recondiçõamento, ou por uma equipe cirúrgica imediatamente antes de um procedimento cirúrgico. Aqueles versados na técnica apreciarão que o recondiçõamento de um dispositivo pode utilizar uma variedade de técnicas para a desmontagem, limpeza/substituição, e remontagem. A utilização de tais técnicas e o dispositivo recondiçõado resultante, estão todos dentro do escopo da presente invenção.

[0081] Uma pessoa versada na técnica apreciará as características e vantagens adicionais da invenção com base nas modalidades acima descritas. Conseqüentemente, a invenção não deve ser limitada pelo que foi especificamente mostrado e descrito, exceto como indicado pelas reivindicações anexas. Todas as publicações e referências aqui citadas estão expressamente aqui incorporadas por referência na sua totalidade.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de fixação cirúrgico (10), que compreende:

um eixo alongado (12) que tem uma extremidade proximal (12a) com um punho (14) acoplado móvel a esta, e uma extremidade distal (12b) que tem um atuador de extremidade (16) que estende-se da mesma, o atuador de extremidade (16) estando adaptados para acoplar o tecido e aplicar pelo menos um fixador no tecido acoplado, em que o punho (14) e o atuador de extremidade (16) estão acoplados de modo que o movimento do punho (14) é imitado pelo atuador de extremidade (16), e

em que o atuador de extremidade (16) inclui um pescoço flexível (26) formado sobre uma sua porção proximal, em que o pescoço flexível (26) possui uma flexibilidade maior que o eixo alongado (12) e que o pescoço flexível (26) é adaptado para flexionar enquanto o eixo alongado (12) é impedido de flexionar para permitir que o atuador de extremidade (16) imite proporcionalmente o movimento do punho (14), **caracterizado** pelo fato de que

a extremidade proximal (12a) do eixo alongado (12) ou a extremidade distal do punho (14) incluem um soquete (24) formado neles, a outra das extremidade proximal (12a) do eixo alongado (12) e extremidade distal do punho (14) incluem uma esfera formada nele, em que a esfera (13a) está configurada para ser rotacionalmente assentada dentro do soquete (24), em que o punho (14) está acoplado à extremidade proximal (12a) do eixo alongado (12) pela esfera (13a) e junta de soquete.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente um atuador que estende-se entre o punho (14) e o atuador de extremidade (16), o atuador estando configurado para transferir o movimento do punho (14) para o pescoço flexível (26).

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o atuador compreende uma pluralidade de cabos (34a, 34b, 34c, 34d) que estendem-se ao longo de um comprimento do eixo alongado (12).

4. Dispositivo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por compreender adicionalmente um mecanismo de travamento disposto ao redor de pelo menos um do eixo alongado (12) e do punho (14) e configurado para acoplar a pluralidade de cabos (34a, 34b, 34c, 34d) para travar os cabos (34a, 34b, 34c, 34d) em uma posição fixa.

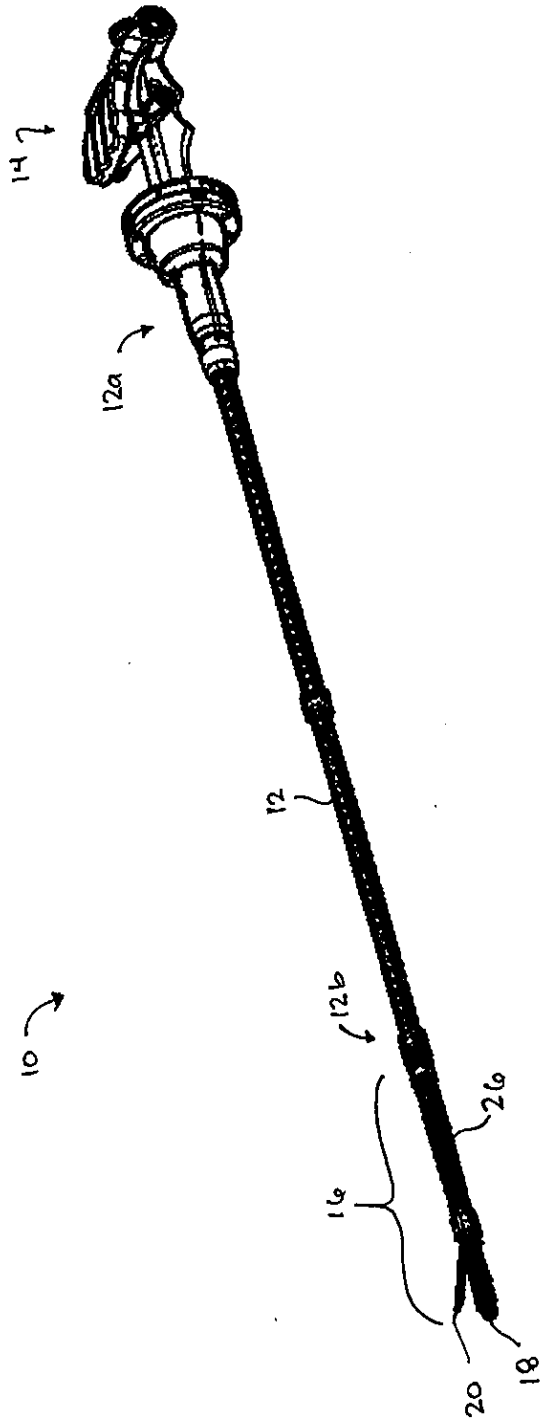
5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de cabos (34a, 34b, 34c, 34d) é formada de um material de polímero eletro-ativo, e em que o movimento do punho (14) é efetivo para seletivamente aplicar energia na pluralidade de cabos (34a, 34b, 34c, 34d) para fazer com que a pluralidade de cabos (34a, 34b, 34c, 34d) contraia axialmente e expanda radialmente e por meio disto faça com que pelo menos um do pescoço flexível (26) imite o movimento do punho (14).

6. Dispositivo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que os cabos (34a, 34b, 34c, 34d) estão igualmente espaçados uns dos outros ao redor de uma circunferência do eixo alongado (12).

7. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente uma unidade de coletamento de imagens óticas disposta sobre uma extremidade distal (12b) do eixo alongado (12), a unidade de coletamento de imagens óticas estando adaptada para adquirir as imagens durante os procedimentos endoscópicos.

8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pescoço flexível (26) está acoplado a um extremidade distal (12b) do eixo alongado (12).

FIG. 1A



2/21

FIG. 1B

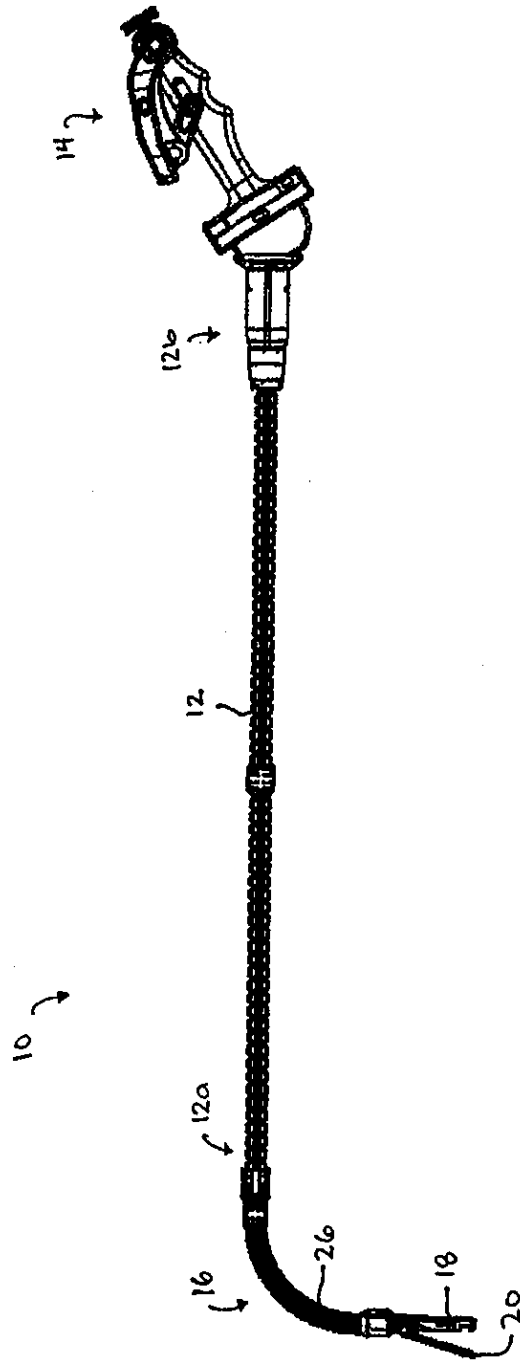
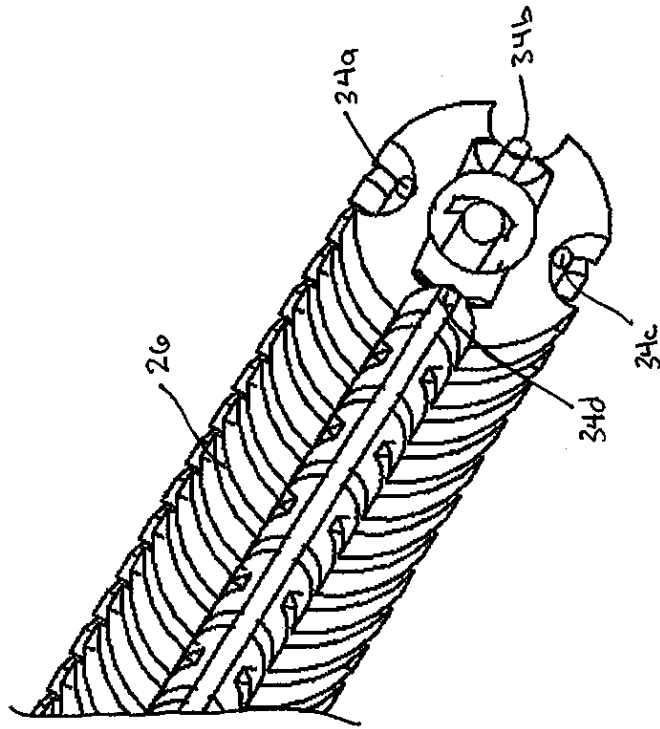


FIG. 2



4/21

FIG. 3A

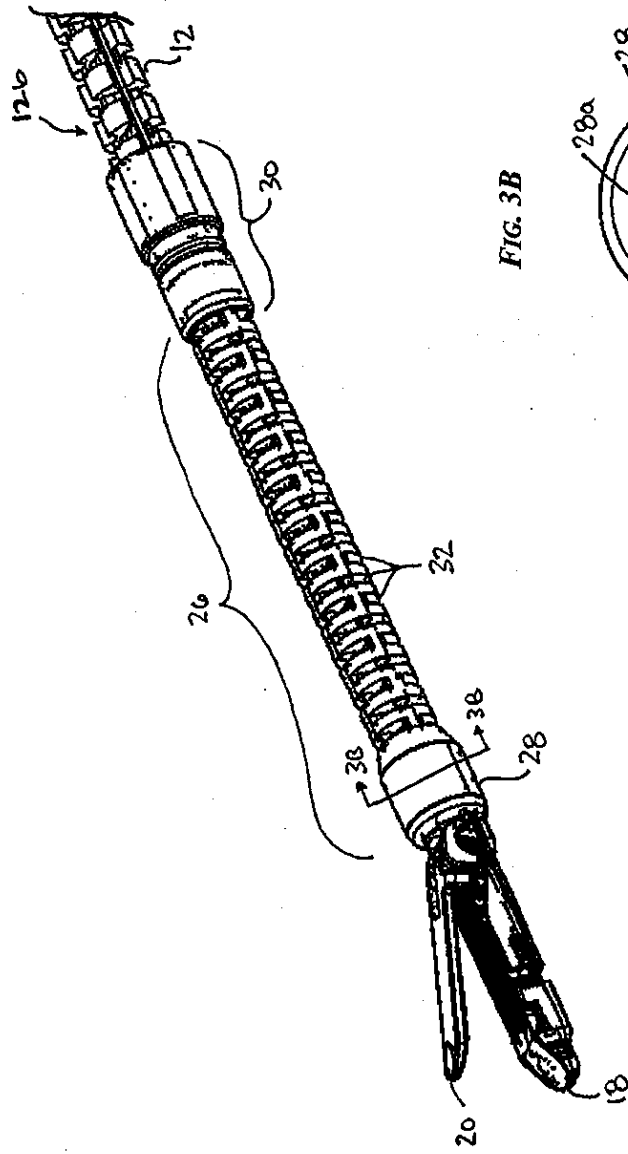
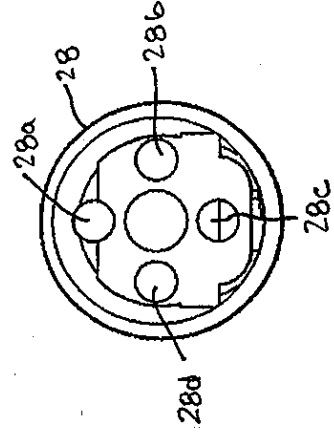
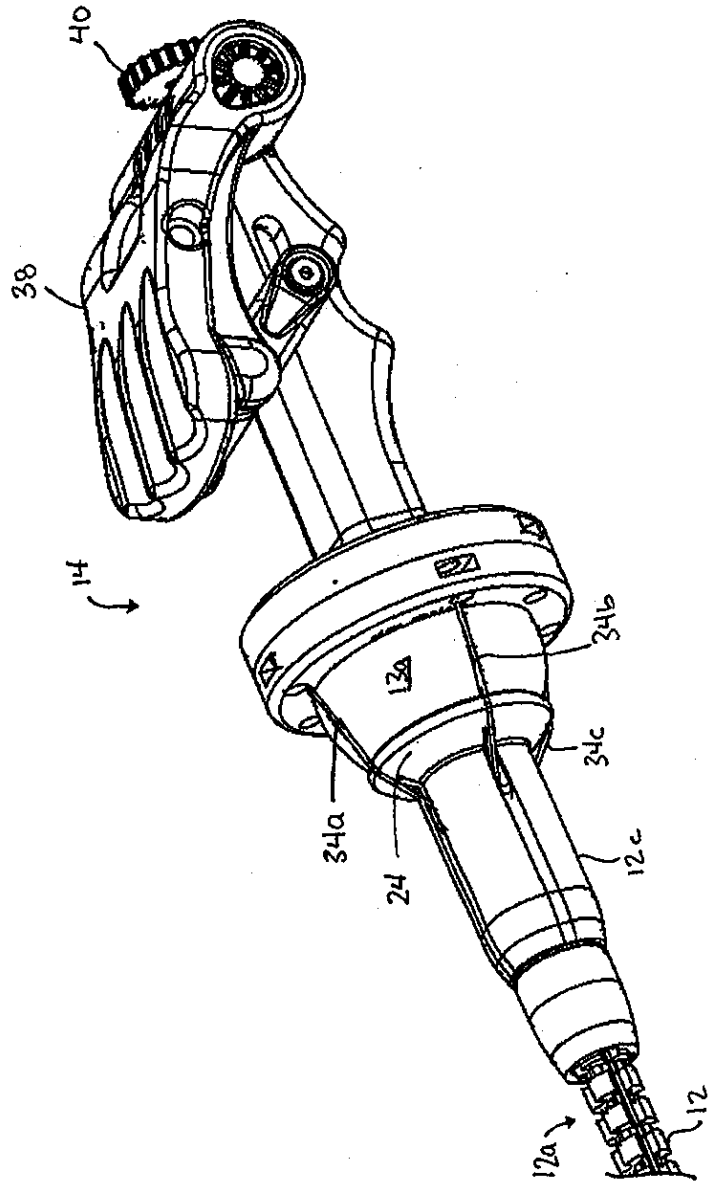


FIG. 3B



5/21

FIG. 4A



6/21

FIG. 4B

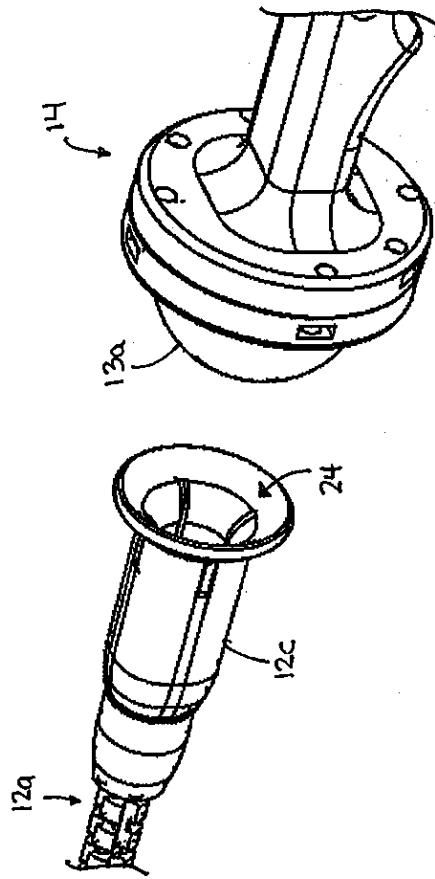
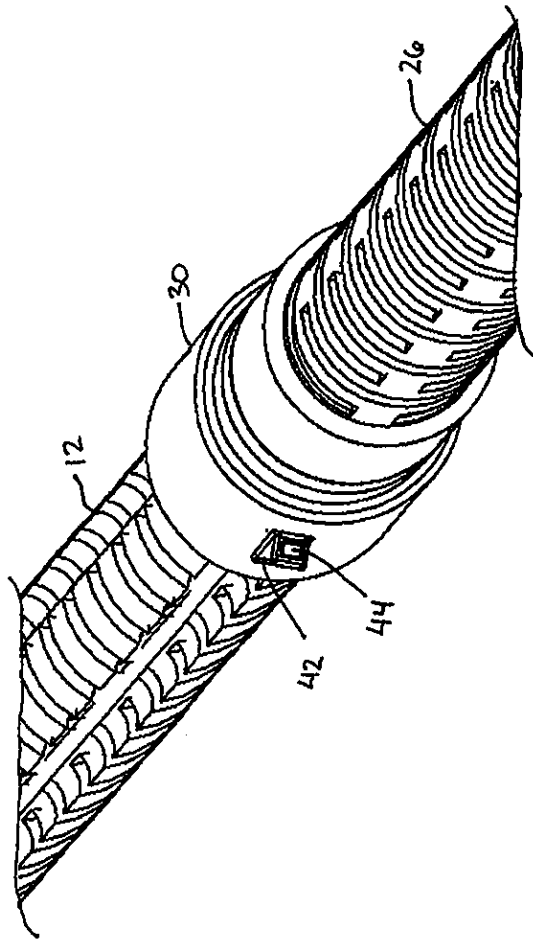
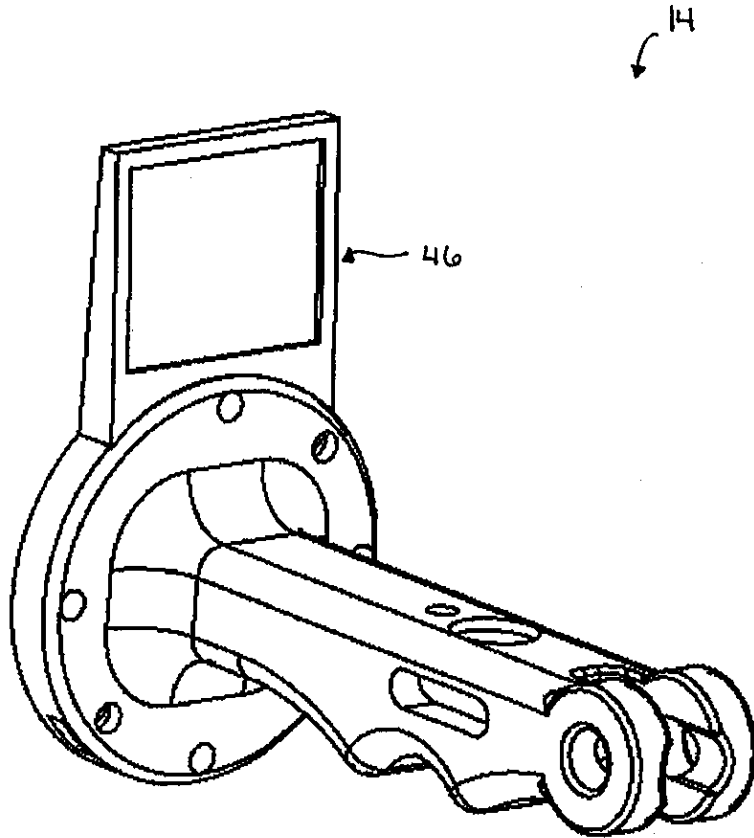


FIG. 5



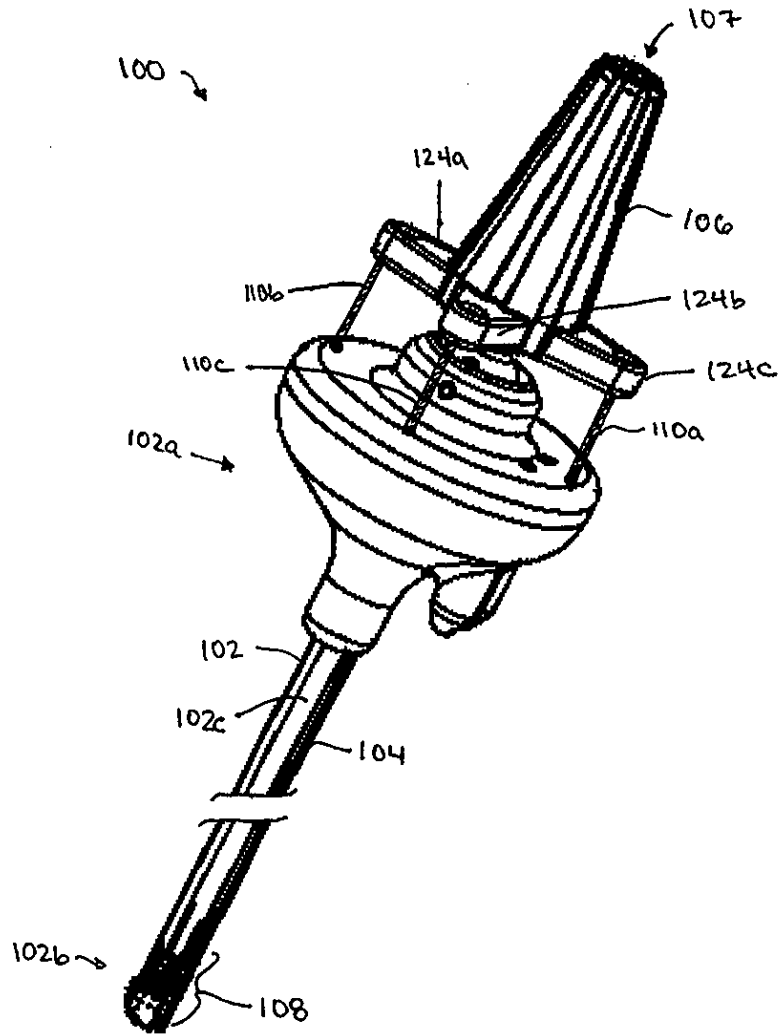
8/21

FIG. 6



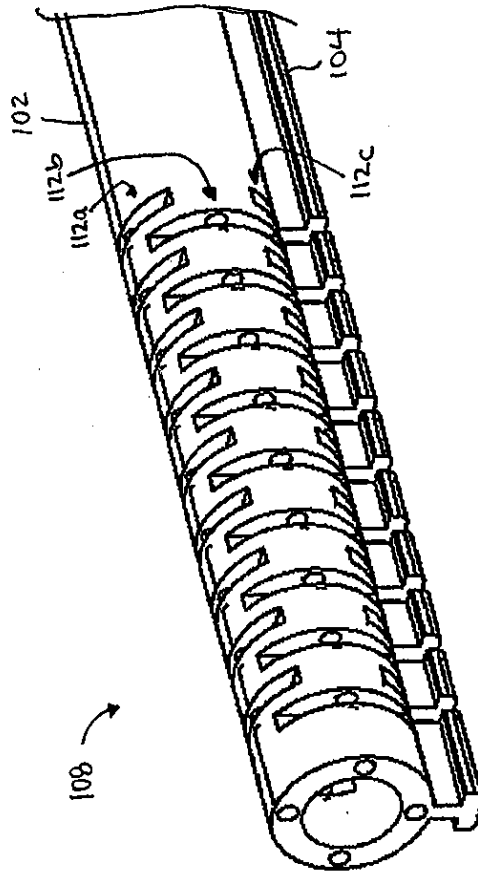
9/21

FIG. 7



10/21

FIG. 8A



11/21

FIG. 8B

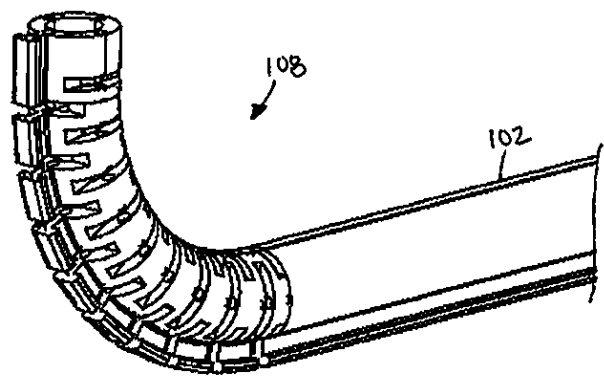
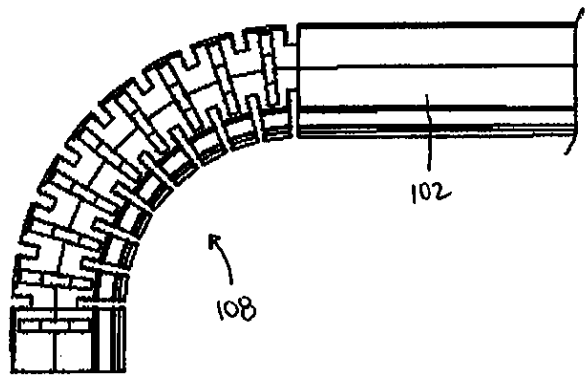
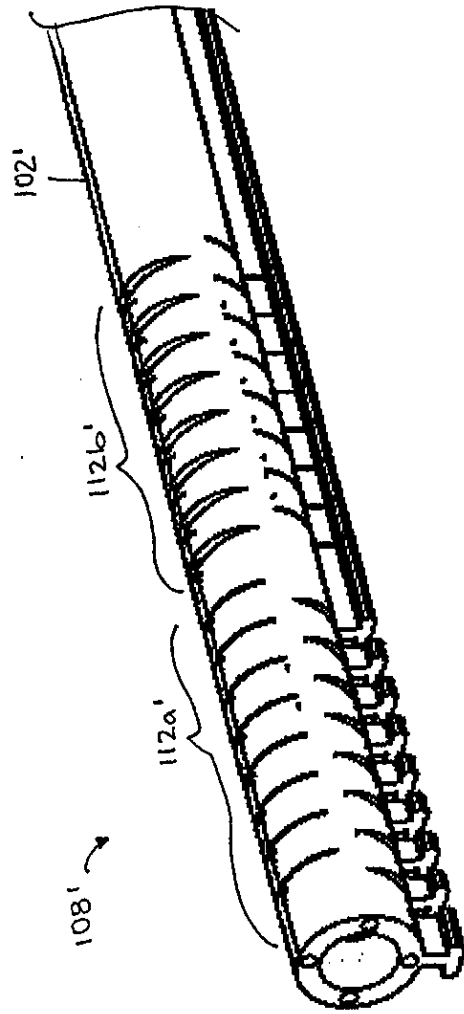


FIG. 8C



12/21

FIG. 9A



13/21

FIG. 9B

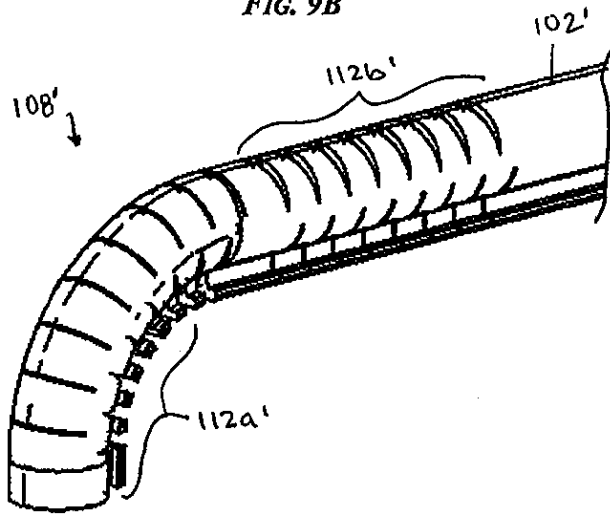
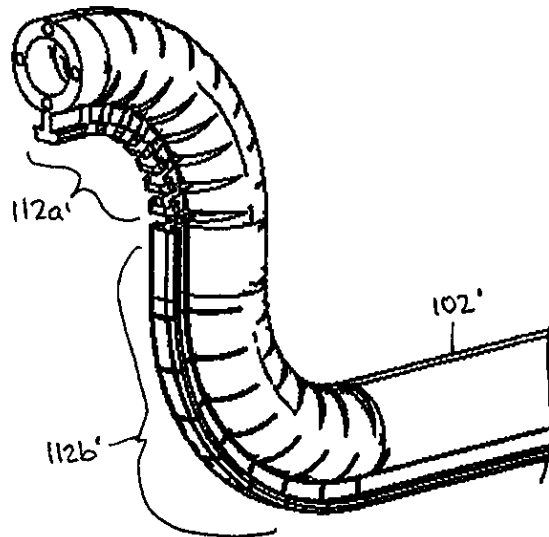


FIG. 9C



14/21

FIG. 10

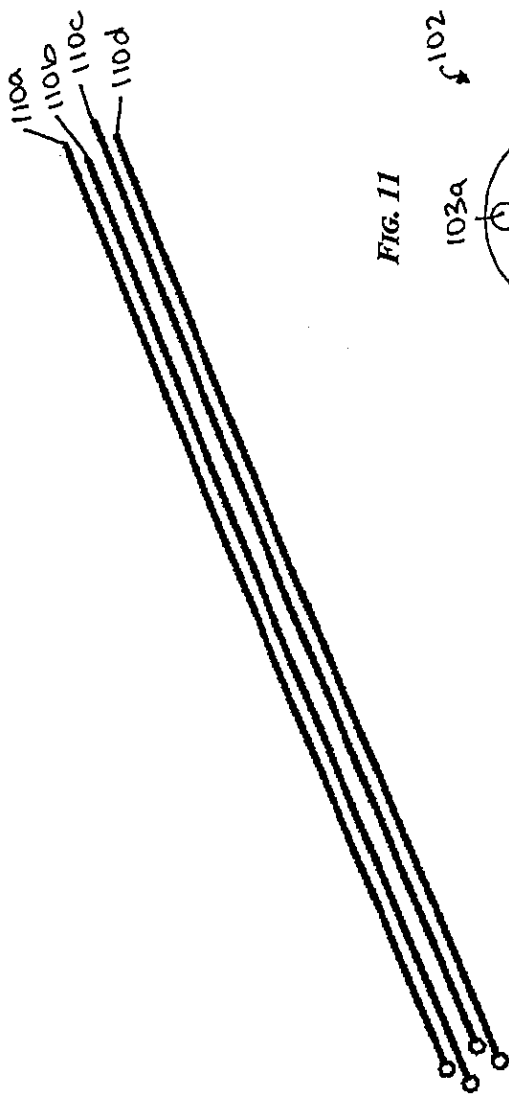


FIG. 11

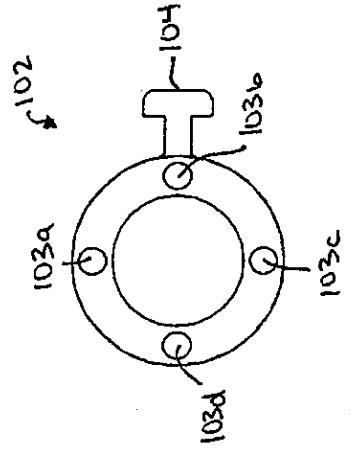


FIG. 12

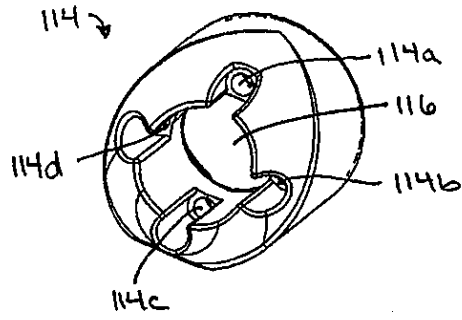
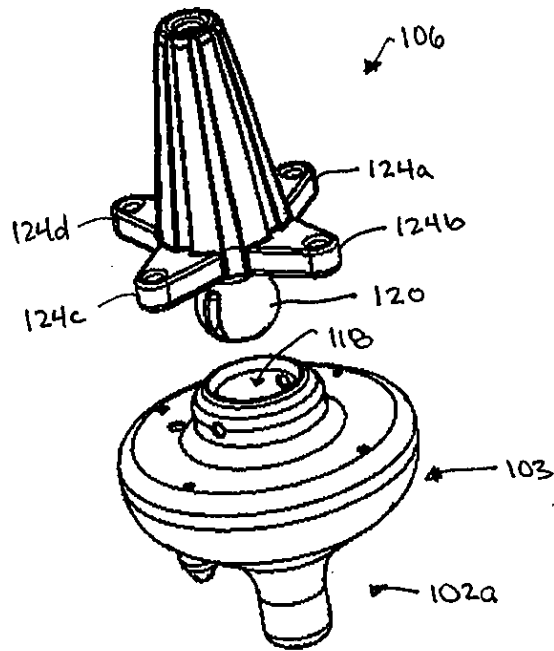
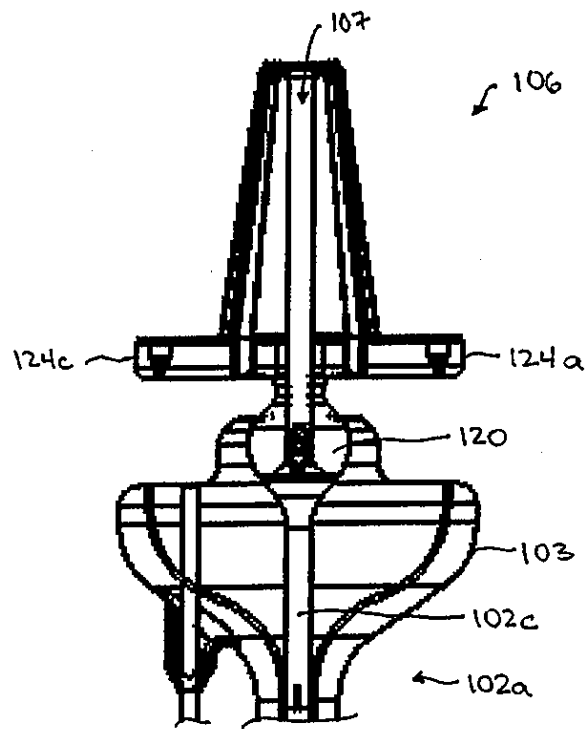


FIG. 13A



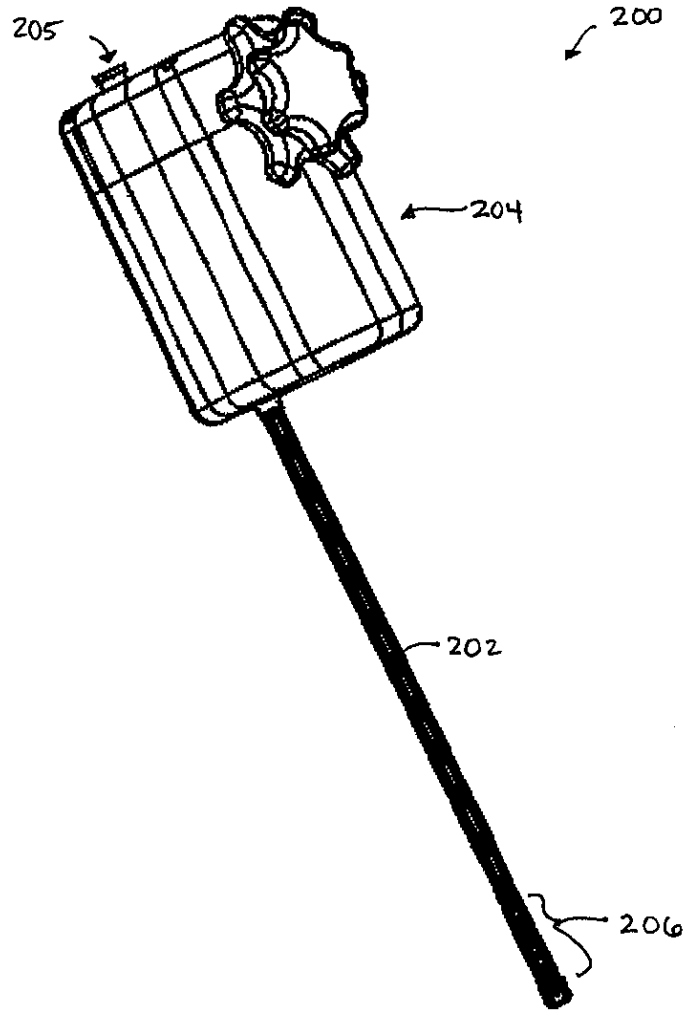
16/21

FIG. 13B



17/21

FIG. 14A



18/21

FIG. 14B

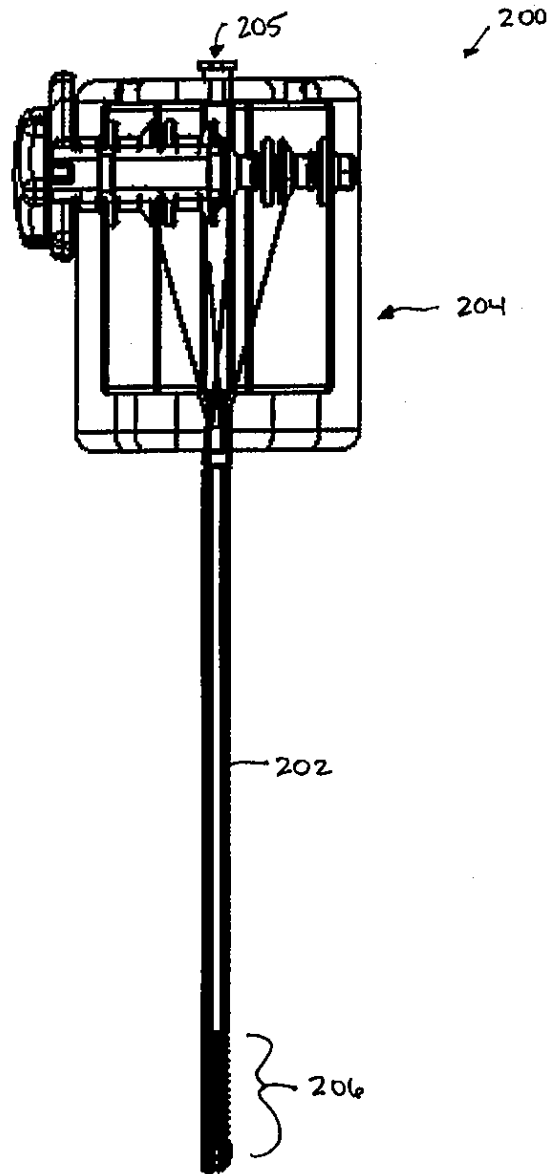


FIG. 15A

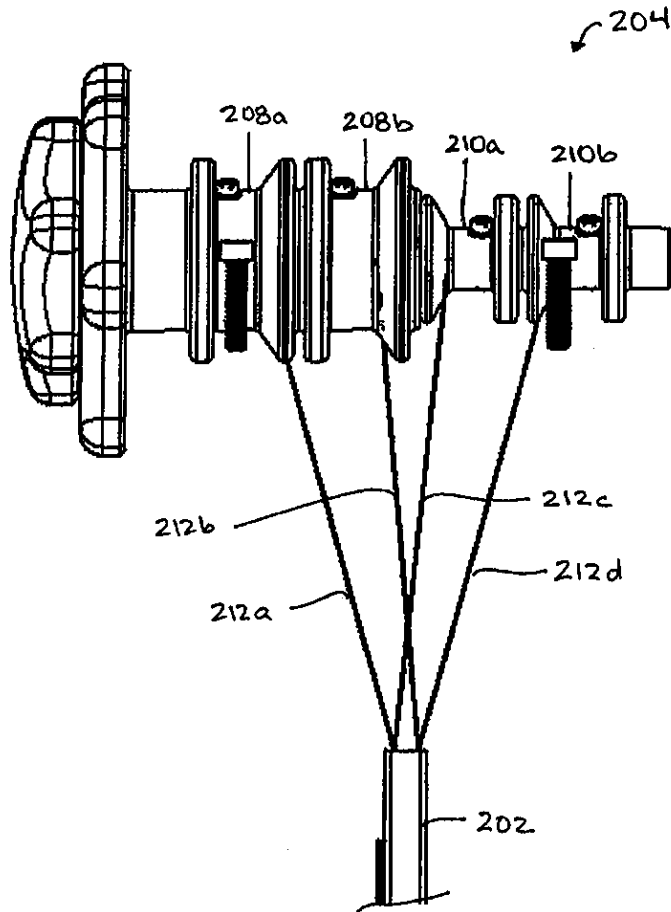


FIG. 15B

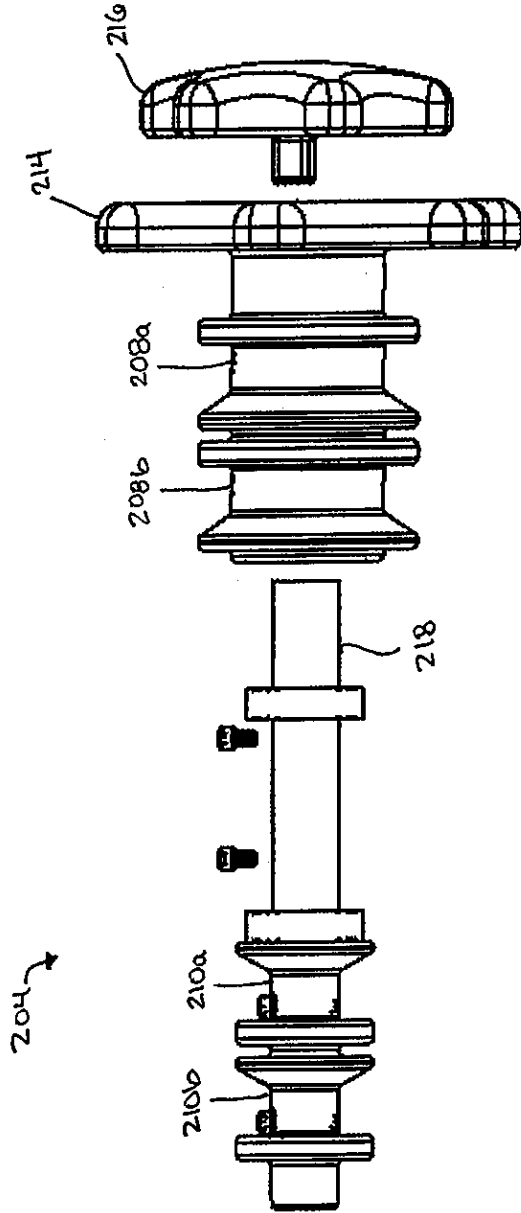


FIG. 17A

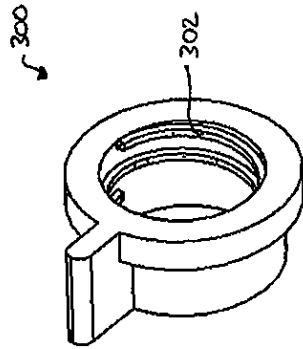


FIG. 17B

