



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0903065-4 B1**



\* B R F I O 9 0 3 0 6 5 B 1 \*

**(22) Data do Depósito: 13/02/2009**

**(45) Data de Concessão: 16/07/2019**

---

**(54) Título:** INSTRUMENTO CIRÚRGICO DE CORTE E FIXAÇÃO

**(51) Int.Cl.:** A61B 17/32.

**(30) Prioridade Unionista:** 14/02/2008 US 12/031,542.

**(73) Titular(es):** ETHICON ENDO-SURGERY, INC..

**(72) Inventor(es):** DAVID C. YATES; THOMAS W. HUITEMA.

**(57) Resumo:** INSTRUMENTO CIRÚRGICO DE CORTE E FIXAÇÃO MOTORIZADO DOTADO DE UM DISPOSITIVO MAGNÉTICO LIMITADOR DE TORQUE DE TREM DE TRANSMISSÃO. A presente invenção refere-se a um instrumento cirúrgico de corte e fixação. O instrumento compreende um manipulador de extremidade e um eixo conectado ao manipulador de extremidade. O eixo compreende um trem de transmissão para o acionamento do manipulador de extremidade. O instrumento compreende ainda um motor elétrico de corrente CC conectado ao trem de transmissão para o acionamento do trem de transmissão. O instrumento compreende ainda um dispositivo limitador de torque conectado entre um poio de saída do motor e um polo de entrada do trem de transmissão.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"INSTRUMENTO CIRÚRGICO DE CORTE E FIXAÇÃO"**.

REFERÊNCIA CRUZADA COM PEDIDOS RELACIONADOS

[001] O presente pedido refere-se aos e incorpora, a título de referência, os seguintes pedidos depositados na mesma data do presente pedido:

"Motorized Surgical Cutting and Fastening Instrument", Arquivo N. END6268USNP/070390;

"Motorized Surgical Cutting and Fastening Instrument Having Handle Based Power Source", Arquivo N. END6269USNP/070391;

"Surgical Cutting and Fastening Instrument Having RF Electrodes", Arquivo N. END6270USNP/070392;

"Motorized Cutting and Fastening Instrument Having Control Circuit For Optimizing Battery Usage", Arquivo N. END6271USNP/070393.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Na técnica anterior, eram usados grampeadores cirúrgicos para simultaneamente fazer uma incisão longitudinal em um tecido e aplicar linhas de grampos nos lados opostos da incisão. Estes instrumentos geralmente incluem um par de elementos de garra cooperantes que, se o instrumento for concebido para aplicações endoscópicas ou laparoscópicas, poderá passar por uma passagem de cânula. Um destes elementos de garra recebe um cartucho de grampos tendo pelo menos duas fileiras lateralmente espaçadas de grampos. O outro elemento de garra define uma placa de apoio dotada de bolsas de formação de grampos alinhadas às fileiras de grampos do cartucho. Estes instrumentos tipicamente incluem uma pluralidade de cunhas alternativas que, quando acionadas no sentido distal, passam pelas aberturas do cartucho de grampos e se encaixam nos extratores que suportam os grampos a fim de realizar o disparo dos grampos na direção da pla-

ca de apoio.

[003] Um exemplo de grampeador cirúrgico adequado para uso endoscópico é descrito na Publicação do Pedido de Patente U.S. N. 2004/0232196 A1, intitulada "Surgical Stapling Instrument Having Separate Distinct Closing And Firing Systems", cuja descrição é incorporada ao presente documento à guisa de referência. Em uso, o médico é capaz de fechar os elementos de garra do grampeador sobre o tecido de modo a posicionar o tecido antes do disparo. Quando o médico determina que os elementos de garra estão prendendo de maneira apropriada o tecido, o médico poderá disparar o grampeador cirúrgico, deste modo cortando e grampeando o tecido. As etapas simultâneas de corte e grampeamento evitam as complicações que podem surgir ao se executar tais ações em sequência com ferramentas cirúrgicas distintas que, respectivamente, apenas cortam ou grampeiam.

[004] Além disso, é igualmente conhecido, na técnica anterior, incluir eletrodos no manipulador de extremidade, o qual pode ser usado para emitir/receber energia de radiofrequência de modo a formar uma linha hemostática ao longo da linha de corte. A Patente U.S. N. 5 403 312, intitulada "Electrosurgical Hemostatic Device" (doravante "Patente 312"), incorporada ao presente documento à guisa de referência, apresenta um instrumento eletrocirúrgico com um manipulador de extremidade que comprime o tecido entre um polo (ou eletrodo) de uma fonte de energia bipolar sobre uma superfície de interface e um segundo polo (ou eletrodo) sobre uma segunda superfície de interface. A energia de RF é aplicada ao longo do tecido comprimido no manipulador de extremidade, cauterizando o tecido. O manipulador de extremidade descrito na Patente 312 inclui ainda grampos para fechar o tecido comprimido no manipulador de extremidade.

[005] Instrumentos de corte e fixação cirúrgicos acionados a motor, nos quais o motor aciona o instrumento de corte, são igualmente

conhecidos na técnica anterior, tais como os descritos na Publicação do Pedido U.S. N. 2007/0175962 A1, intitulado "Motor-driven Surgical Cutting And Fastening Instrument With Tactile Position Feedback", incorporado ao presente documento à guisa de referência.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[006] Em um aspecto geral, as modalidades da presente invenção tratam de instrumentos cirúrgicos de corte e fixação. Os instrumentos podem ser instrumentos endoscópicos, tais como os cortadores endoscópicos lineares ou circulares, ou os instrumentos laparoscópicos. Os instrumentos podem ser constituídos de grampos e/ou eletrodos de RF para a fixação do tecido preso no manipulador de extremidade.

[007] Diversas modalidades aqui apresentadas dizem respeito a instrumentos acionados a motor sem corda. Os instrumentos podem ser acionados por uma fonte de energia compreendendo uma fonte de energia CC (corrente contínua), como, por exemplo, células de baterias conectadas em uma ou mais séries. Uma chave de seleção de células pode controlar o número de células de bateria utilizadas para acionar o motor em um dado momento de modo a controlar a força disponível para o motor. Isto permite que o operador do instrumento tenha um controle maior sobre a velocidade como também sobre a força do motor. Em uma outra modalidade, o instrumento pode compreender um regulador de potência, incluindo, por exemplo, um conversor de corrente CC para CC, que regula a tensão suprida para o motor. Além disso, o ponto de regulação de tensão para o regulador de potência pode ser ajustado de modo que a tensão liberada a partir da fonte de força seja menor que a tensão na qual a fonte de força libera uma força máxima. Desta maneira, a fonte de força (por exemplo, o número de células de bateria conectadas em série) pode operar no lado "esquerdo" ou crescente da curva de força, de modo a disponibilizar au-

mentos de força.

[008] Além disso, de acordo com várias modalidades, a fonte de força pode compreender dispositivos acumuladores secundários, tais como as baterias recarregáveis ou os supercapacitores. Estes dispositivos acumuladores secundários podem ser repetidamente carregados por meio de baterias descartáveis. Um circuito de gerenciamento de carga pode controlar a carga dos dispositivos acumuladores secundários e prover diferentes sinais de status, como, por exemplo, de alerta, quando a carga dos dispositivos acumuladores secundários está completa.

[009] Em uma outra modalidade, uma fonte de energia compreendendo dispositivos acumuladores secundários pode ser removível do instrumento e conectável a uma base carregadora remota. A base carregadora pode carregar dispositivos acumuladores secundários, por exemplo, a partir de um conduto elétrico de corrente alternada (CA) ou uma bateria. A base carregadora pode compreender ainda um processador e uma unidade de memória. Os dados armazenados em uma memória da fonte de energia removível podem ser transferidos para a base carregadora, de onde os mesmos podem ser carregados para uso ou análise posterior, por parte de um usuário (por exemplo, um médico), do fabricante ou distribuidor do instrumento, etc. Os dados podem compreender parâmetros operacionais, como, por exemplo, informações do ciclo de carga, assim como os valores de ID para os vários componentes descartáveis do instrumento, por exemplo, o cartucho de grampos.

[0010] Além disso, o instrumento pode compreender um dispositivo limitador de torque a fim de limitar o torque suprido pelo motor, no sentido de limitar, assim, as forças de atuação que poderão danificar os componentes do instrumento. De acordo com as diversas modalidades, os dispositivos limitadores de torque podem ser um ímã ele-

tromagnético ou permanente, ou dispositivos de embreagem mecânica conectados (direta ou indiretamente) ao polo de saída do motor.

[0011] Em um outro aspecto geral, a presente invenção trata de instrumentos de RF (isto é, instrumentos cirúrgicos de corte e fixação com eletrodos no manipulador de extremidade para aplicação de energia de RF ao tecido preso pelo manipulador de extremidade) com novos tipos de configurações de eletrodo. Em geral, as novas configurações de eletrodo incluem combinações de eletrodos ativos menores e eletrodos de retorno maiores. Os eletrodos ativos menores são usados para concentrar a energia terapêutica no tecido, enquanto os eletrodos de retorno maiores são de preferência usados para completar o circuito com um impacto mínimo sobre aquela interface de tecido. Os eletrodos de retorno tipicamente possuem uma massa maior e, deste modo, são capazes de continuar mais frios durante uma aplicação electrocirúrgica.

[0012] Além disso, o manipulador de extremidade, de acordo com várias modalidades, pode compreender diversos eletrodos ativos segmentados, colineares. Os eletrodos segmentados podem ser acionados de maneira síncrona ou, mais preferivelmente, em sequência. A atuação dos eletrodos segmentados em sequência provê as vantagens (1) de uma menor necessidade de força instantânea devido a uma área alvo menor de coagulação de tecido e (2) da possibilidade de outros segmentos se queimarem se um entrar em curto circuito.

[0013] Além disso, são apresentados neste documento vários mecanismos para a ativação dos eletrodos de RF e para a articulação do manipulador de extremidade.

#### DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0014] As diversas modalidades da presente invenção são descritas no presente documento a título de exemplo em conjunto com as figuras a seguir, nas quais:

[0015] As Figuras 1 e 2 são vistas em perspectiva de um instrumento cirúrgico de corte e fixação de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0016] As Figuras 3 a 5 são vistas explodidas de um manipulador de extremidade e de um eixo do instrumento de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0017] A Figura 6 é uma vista lateral do manipulador de extremidade de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0018] A Figura 7 é uma vista explodida do manípulo do instrumento de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0019] As Figuras 8 e 9 são vistas parciais, em perspectiva, do manípulo de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0020] A Figura 10 é uma vista lateral do manípulo de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0021] A Figura 11 é um diagrama esquemático de um circuito utilizado no instrumento de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0022] As Figuras 12 a 14 e 17 são diagramas esquemáticos de circuitos utilizados para acionar o motor do instrumento de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0023] A Figura 15 é um diagrama em blocos ilustrando um circuito de gerenciamento de carga de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0024] A Figura 16 é um diagrama em blocos ilustrando uma base carregadora de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0025] A Figura 18 ilustra uma típica curva de força de uma bateria;

[0026] As Figuras 19 a 22 ilustram modalidades de um dispositivo limitador de torque do tipo embreagem, eletromagnético, de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0027] As Figuras 23 a 25, 27, 28, e 59 são vistas da superfície inferior da placa de apoio do instrumento de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0028] As Figuras 26, 53, 54, e 68 são vistas frontais, em seção transversal, do manipulador de extremidade de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0029] As Figuras 29 a 32 mostram uma modalidade do manipulador de extremidade dotado de eletrodos de RF de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0030] As Figuras 33 a 36 mostram uma outra modalidade do manipulador de extremidade dotado de eletrodos de RF de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0031] As Figuras 37 a 40 mostram uma outra modalidade do manipulador de extremidade dotado de eletrodos de RF de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0032] As Figuras 41 a 44 mostram uma outra modalidade do manipulador de extremidade dotado de eletrodos de RF de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0033] As Figuras 45 a 48 mostram uma outra modalidade do manipulador de extremidade dotado de eletrodos de RF de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0034] As Figuras 49 a 52 mostram uma outra modalidade do manipulador de extremidade dotado de eletrodos de RF de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0035] As Figuras 55 e 56 mostram vistas laterais do manipulador de extremidade de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0036] A Figura 57 é um diagrama do manípulo do instrumento de acordo com uma outra modalidade da presente invenção;

[0037] A Figura 58 é uma vista cortada do manípulo da modalida-

de da Figura 57 de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0038] As Figuras 60 a 66 ilustram uma placa de circuito de múltiplas camadas de acordo com várias modalidades da presente invenção;

[0039] A Figura 67 é um diagrama que ilustra um manipulador de extremidade de acordo com as várias modalidades da presente invenção; e

[0040] As Figuras 69 e 70 são diagramas de um instrumento que compreende uma montagem de haste flexível, de acordo com várias modalidades da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0041] As Figuras 1 e 2 ilustram um instrumento cirúrgico de corte e fixação 10 de acordo com várias modalidades da presente invenção. A modalidade ilustrada é um instrumento endoscópico e, em geral, as modalidades do instrumento 10 descrito no presente documento são instrumentos cirúrgicos de corte e fixação endoscópicos. Deve-se notar, no entanto, que, de acordo com outras modalidades da presente invenção, o instrumento pode ser um instrumento cirúrgico de corte e fixação não endoscópico, como, por exemplo, um instrumento laparoscópico.

[0042] O instrumento cirúrgico 10 ilustrado nas Figuras 1 e 2 compreende um manípulo 6, um eixo 8, e um manipulador de extremidade articulado 12 conectado de maneira pivotável ao eixo 8 em um pivô de articulação 14. Um controle de articulação 16 pode ser provido adjacente ao manípulo 6 a fim de realizar a rotação do manipulador de extremidade 12 sobre o pivô de articulação 14. Na modalidade ilustrada, o manipulador de extremidade 12 é configurado de modo a atuar como um cortador endoscópico para prender, cortar e grampear, embora, em outras modalidades, diferentes tipos de atuadores finais possam

ser utilizados, tais como os atuadores finais para outros tipos de dispositivos cirúrgicos, como, por exemplo, prendedores, cortadores, grampeadores, aplicadores de clips, dispositivos de acesso, dispositivos de terapia de drogas e genes, ultra-som, RF, ou dispositivos a laser, etc. Maiores detalhes relativos aos dispositivos de RF podem ser encontrados na Patente 312.

[0043] O manípulo 6 do instrumento 10 pode incluir um gatilho de fechamento 18 e um gatilho de disparo 20 para a atuação do manipulador de extremidade 12. Será apreciado que os instrumentos dotados de atuadores finais concebidos para diferentes tarefas cirúrgicas podem ter diferentes números ou tipos de gatilhos ou outros controles adequados para o funcionamento do manipulador de extremidade 12. O manipulador de extremidade 12 é mostrado separado do manípulo 6 por meio de um eixo preferivelmente alongado 8. Em uma modalidade, um médico ou operador do instrumento 10 pode articular o manipulador de extremidade 12 com relação ao eixo 8 utilizando o controle de articulação 16, conforme descrito em mais detalhes na Publicação do Pedido de Patente U.S. N. 2007/0158385 A1, intitulada "Surgical Instrument Having An Articulating End Effector", de Geoffrey C. Hueil et al., a qual é incorporada ao presente documento à guisa de referência.

[0044] O manipulador de extremidade 12 inclui, neste exemplo, entre outras coisas, um canal de grampos 22 e um elemento de fixação transladável de maneira pivotável, tal como uma placa de apoio 24, mantidos com um espaçamento que garante um efetivo corte e grampeamento do tecido preso no manipulador de extremidade 12. O manípulo 6 inclui um cabo de pistola 26 na direção do qual um gatilho de fechamento 18 é arrastado de maneira pivotável pelo médico de modo a fazer a fixação ou fechamento da placa de apoio 24 no sentido do canal de grampos 22 do manipulador de extremidade 12 para, assim, prender o tecido posicionado entre a placa de apoio 24 e o canal

22. O gatilho de disparo 20 fica distante do gatilho de fechamento 18. Quando o gatilho de fechamento 18 é travado na posição de fechamento, conforme descrito em mais detalhes abaixo, o gatilho de disparo 20 pode girar suavemente para o cabo de pistola 26 de modo a poder ser alcançado pelo operador com o uso de uma só das mãos. Em seguida, o operador poderá arrastar de maneira pivotável o gatilho de disparo 20 no sentido do cabo de pistola 12 de modo a cortar e grampear o tecido preso no manipulador de extremidade 12. Em outras modalidades, diferentes tipos de elementos de fixação além da placa de apoio 24 podem ser usados, tais como, por exemplo, uma garra oposta, etc.

[0045] Será apreciado que os termos "proximal" e "distal" são usados no presente documento com referência a um médico que agarra o manípulo 6 do instrumento 10. Sendo assim, o manipulador de extremidade 12 fica distal com relação ao manípulo mais proximal 6. Será ainda apreciado que, para fins de conveniência e clareza, termos espaciais, tais como "vertical" e "horizontal", são usados no presente documento com relação aos desenhos. No entanto, os instrumentos cirúrgicos são usados em muitas orientações e posições, e que estes termos não pretendem ser limitantes ou absolutos.

[0046] O gatilho de fechamento 18 pode ser atuado primeiro. Quando o médico está satisfeito com o posicionamento do manipulador de extremidade 12, o médico pode arrastar o gatilho de fechamento 18 para trás até a sua posição totalmente fechada, travada, próxima ao cabo de pistola 26. O gatilho de disparo 20 pode em seguida ser atuado. O gatilho de disparo 20 volta para a posição aberta (mostrada nas Figuras 1 e 2) quando o médico retira a pressão, conforme descrito em mais detalhes abaixo. Um botão de liberação do manípulo 6, quando apertado, poderá soltar o gatilho de fechamento travado 18. O botão de liberação pode ser implementado de várias formas, tais co-

mo, por exemplo, um botão de liberação deslizável 160 mostrado na Figura 7 ou qualquer outro mecanismo descrito na Publicação do Pedido de Patente U.S. N. 2007/01755955 A1, o qual é incorporado ao presente documento à guisa de referência.

[0047] A Figura 3 é uma vista explodida do manipulador de extremidade 12 de acordo com várias modalidades. Conforme mostrado na modalidade ilustrada, o manipulador de extremidade 12 pode incluir, além do canal 22 e da placa de apoio 24 acima mencionados, um instrumento de corte 32, um trilho 33, um cartucho de grampos 34 assentado de maneira removível no canal 22, e um eixo de parafuso helicoidal 36. O instrumento de corte 32 pode ser, por exemplo, uma lâmina. A placa de apoio 24 pode ser aberta ou fechada de maneira pivotável em um ponto de pivô 25 conectado à extremidade próxima do canal 22. A placa de apoio 24 pode também incluir uma aba 27 em sua extremidade próxima que é inserida em um componente do sistema de fechamento mecânico (descrito em mais detalhes abaixo) a fim de abrir e fechar a placa de apoio 24. Quando o gatilho de fechamento 18 é atuado, ou seja, arrastado pelo usuário do instrumento 10, a placa de apoio 24 poderá pivotar sobre o ponto de pivô 25 para a posição presa ou fechada. Quando a fixação do manipulador de extremidade 12 é satisfatória, o operador poderá atuar o gatilho de disparo 20 que, conforme explicado em mais detalhes abaixo, faz com que a lâmina 32 e o trilho 33 façam um percurso longitudinal ao longo do canal 22, cortando, assim, o tecido preso no manipulador de extremidade 12. O movimento do trilho 33 ao longo do canal 22 faz com que os grampos do cartucho de grampos 34 sejam direcionados através do tecido cortado e contra a placa de apoio fechada 24, o que faz com que os grampos prendam o tecido cortado. Em várias modalidades, o trilho 33 pode ser um componente integral do cartucho 34. A Patente U.S. N. 6 978 921, intitulada "Surgical Stapling Instrument Incorporating An E-

beam Firing Mechanism", a qual é incorporada ao presente documento a título de referência, oferece mais detalhes sobre tais instrumentos de corte e fixação de dois cursos. O trilho 33 pode fazer parte do cartucho 34, de tal modo que, quando a lâmina 32 se retrai, seguindo a operação de corte, o trilho 33 não se retrai.

[0048] Deve-se notar que, embora as modalidades do instrumento 10 descritas no presente documento empreguem um manipulador de extremidade 12 que grampeia o tecido cortado, em outras modalidades, diferentes técnicas para a fixação ou vedação do tecido cortado poderão ser utilizadas. Por exemplo, os atuadores finais que usam energia de RF ou adesivos para prender o tecido cortado poderão também ser usados. A Patente U.S. N. 5 709 680, intitulada "Electrosurgical Hemostatic Device", de Yates et al., e a Patente U.S. N. 5 688 270, intitulada "Electrosurgical Hemostatic Device With Recessed And/Or Offset Electrodes", de Yates, et al., incorporadas ao presente documento à guisa de referência, apresentam um instrumento de corte endoscópico que utiliza energia de RF para vedar o tecido cortado. A Publicação do Pedido de Patente U.S. N. 2007/0102453 A1 de Jerome R. Morgan, et al. e a Publicação do Pedido de Patente U.S. N. 2007/0102452 A1 de Frederick E. Shelton, IV, et al., também incorporadas ao presente documento a título de referência, apresentam instrumentos de corte endoscópicos que usam adesivos para prender o tecido cortado. Por conseguinte, embora a presente descrição a seguir se refira a operações de corte e grampeamento e similares, deve-se reconhecer que esta é uma modalidade exemplar, não sendo concebida como limitante. Outras técnicas de fixação de tecido podem também ser usadas.

[0049] As Figuras 4 e 5 são vistas explodidas e a Figura 6 é uma vista lateral do manipulador de extremidade 12 e do eixo 8 de acordo com várias modalidades. Conforme mostrado na modalidade ilustrada,

o eixo 8 pode incluir um tubo de fechamento próximo 40 e um tubo de fechamento distal 42 ligado de maneira pivotável por elos de pivô 44. O tubo de fechamento distal 42 inclui uma abertura 45 dentro da qual a aba 27 da placa de apoio 24 é inserida a fim de abrir e fechar a placa de apoio 24, conforme descrito abaixo. Disposto dentro dos tubos de fechamento 40, 42, pode haver um tubo de espinha próximo 46. Disposto dentro do tubo de espinha próximo 46 pode haver um eixo de transmissão rotacional principal (ou proximal) 48 que se comunica com um eixo de transmissão secundário (ou distal) 50 através de uma montagem de engrenagem biselada 52. O eixo de transmissão secundário 50 é conectado a uma engrenagem de transmissão 54 que se encaixa em uma engrenagem de transmissão proximal 56 do eixo de parafuso helicoidal 36. A engrenagem biselada vertical 52b pode se assentar e pivotar em uma abertura 57 na extremidade distal do tubo de espinha proximal 46. Um tubo de espinha distal 58 pode ser usado para encerrar o eixo de transmissão secundário 50 e as engrenagens de transmissão 54, 56. Coletivamente, o eixo de transmissão principal 48, o eixo de transmissão secundário 50, e a montagem de articulação (por exemplo, a montagem de engrenagens biseladas 52a a -c) são aqui, algumas vezes, referidos como a "montagem de eixo de transmissão principal".

[0050] Um mancal 38, posicionado em uma extremidade distal do canal de grampos 22, recebe o parafuso regulador helicoidal 36, permitindo que o parafuso regulador helicoidal 36 gire livremente com relação ao canal 22. O eixo de parafuso helicoidal 36 pode fazer interface com uma abertura roscada (não mostrada) da lâmina 32, de tal modo que a rotação do eixo 36 faça com que a lâmina 32 translade distal ou proximalmente (dependendo da direção da rotação) através do canal de grampos 22. Por conseguinte, quando o eixo de transmissão principal 48 gira em função da atuação do gatilho de disparo 20 (con-

forme explicado em mais detalhes abaixo), a montagem de engrenagem biselada 52 a - c faz com que o eixo de transmissão secundário 50 gire, o que, por sua vez, devido ao engate das engrenagens de transmissão 54, 56, faz com que o eixo de parafuso helicoidal 36 gire, fazendo com que o elemento de acionamento de lâmina 32 faça um percurso longitudinal ao longo do canal 22 de modo a cortar qualquer tecido preso no manipulador de extremidade. O trilho 33 pode ser feito, por exemplo, de plástico, e pode ter uma superfície distal inclinada. À medida que o trilho 33 passa pelo canal 22, a superfície dianteira inclinada poderá empurrar ou acionar os grampos do cartucho de grampos através do tecido preso e contra a placa de apoio 24. A placa de apoio 24 gira os grampos, grampeando, assim, o tecido cortado. Quando a lâmina 32 se retrai, a lâmina 32 e o trilho 33 podem se desencaixar, deixando, assim, o trilho 33 na extremidade distal do canal 22.

[0051] As Figuras 7 a 10 ilustram uma modalidade exemplar do cortador endoscópico acionado a motor. A modalidade ilustrada provê uma realimentação ao usuário quanto à aplicação e carregamento de força do instrumento de corte no manipulador de extremidade. Além disso, a modalidade pode usar a força provida pelo usuário na retração do gatilho de disparo 20 a fim de acionar o dispositivo (um assim chamado modo "com auxílio de força"). Conforme mostrado na modalidade ilustrada, o manípulo 6 inclui peças laterais inferiores externas 59, 60 e peças laterais superiores externas 61, 62 que se encaixam entre si de modo a formar, em geral, o exterior do manípulo 6. Uma bateria 64, como, por exemplo, uma bateria de íon de lítio, pode ser provida na porção de cabo de pistola 26 do manípulo 6. A bateria 64 aciona um motor 65 disposto em uma porção superior da porção de cabo de pistola 26 do manípulo 6. De acordo com várias modalidades, um número de células de bateria conectadas em série pode ser usado para acionar o motor 65.

[0052] O motor 65 pode ser um motor de transmissão escovado de corrente CC com uma rotação máxima de aproximadamente 25.000 RPM sem carga. O motor 64 pode acionar uma montagem de engrenagem biselada de 90° 66 compreendendo uma primeira engrenagem biselada 68 e uma segunda engrenagem biselada 70. A montagem de engrenagem biselada 66 pode acionar uma montagem de engrenagem planetária 72. A montagem de engrenagem planetária 72 pode incluir uma engrenagem de pinhão 74 conectada a um eixo de transmissão 76. A engrenagem de pinhão 74 pode acionar uma engrenagem de anéis conjugados 78 que aciona um tambor de engrenagem helicoidal 80 via um eixo de transmissão 82. Um anel 84 pode ser roscado sobre o tambor de engrenagem helicoidal 80. Deste modo, quando o motor 65 gira, o anel 84 faz um percurso ao longo do tambor de engrenagem helicoidal 80 por meio da montagem de engrenagem biselada interposta 66, da montagem de engrenagem planetária 72, e pela engrenagem de anéis 78.

[0053] O manípulo 6 pode incluir ainda um sensor de motor de partida 110 em comunicação com o gatilho de disparo 20 a fim de detectar quando o gatilho de disparo 20 é arrastado (ou "fechado") na direção da porção de cabo de pistola 26 do manípulo 6 por parte do operador de modo a atuar, assim, a operação de corte/grampeamento do manipulador de extremidade 12. O sensor 110 pode ser um sensor proporcional, como, por exemplo, um reostato, ou um resistor variável. Quando o gatilho de disparo 20 é arrastado para dentro, o sensor 110 detecta o movimento e envia um sinal elétrico indicativo da tensão (ou força) a ser suprido para o motor 65. Quando o sensor 110 é um resistor variável ou similar, a rotação do motor 65 pode ser de modo geral proporcional à quantidade de movimento do gatilho de disparo 20. Ou seja, quando o operador apenas arrasta ou fecha o gatilho de disparo 20 em um bit pequeno, a rotação do motor 65 se torna relativamente

baixa. Quando o gatilho de disparo 20 é totalmente arrastado para dentro (ou para a posição totalmente fechada), a rotação do motor 65 fica em seu máximo. Ou seja, quanto mais forte o usuário puxa o gatilho de disparo 20, maior tensão é aplicada ao motor 65, provocando taxas de rotação mais elevadas.

[0054] O manípulo 6 pode incluir uma peça de manípulo intermediária 104 adjacente à porção superior do gatilho de disparo 20. O manípulo 6 pode compreender ainda uma mola de polarização 112 entre os pontaletes da peça de manípulo intermediária 104 e o gatilho de disparo 20. A mola de polarização 112 pode polarizar o gatilho de disparo 20 para a sua posição totalmente aberta. Desta maneira, quando o operador solta o gatilho de disparo 20, a mola de polarização 112 empurrará o gatilho de disparo 20 para a sua posição aberta, deste modo removendo a atuação do sensor 110, e interrompendo a rotação do motor 65. Além disso, graças à mola de polarização 112, a qualquer momento que o usuário fecha o gatilho de disparo 20, ele poderá perceber uma resistência à operação de fechamento, deste modo retornando ao usuário uma realimentação quanto à quantidade de rotação exercida pelo motor 65. Além disso, o operador pode interromper a retração do gatilho de disparo 20 para, assim, remover a força do sensor 100 e, por conseguinte, parar o motor 65. Assim sendo, o usuário pode interromper o aplicação do manipulador de extremidade 12, deste modo provendo uma medida de controle da operação de corte/fixação ao operador.

[0055] A extremidade distal do tambor de engrenagem helicoidal 80 inclui um eixo de transmissão distal 120 que aciona uma engrenagem de anéis 122, que se combina com uma engrenagem de pinhão 124. A engrenagem de pinhão 124 é conectada ao eixo de transmissão principal 48 da montagem de eixo de transmissão principal. Desta maneira, a rotação do motor 65 faz com que a montagem de eixo de

transmissão principal gire, provocando a atuação do manipulador de extremidade 12, conforme acima descrito.

[0056] O anel 84 roscado sobre o tambor de engrenagem helicoidal 80 pode incluir um pontalete 86 disposto dentro de uma fenda 88 de um braço fendido 90. O braço fendido 90 tem uma abertura 92, uma extremidade oposta 94 que recebe um pino de pivô 96 conectado entre as peças laterais externas de manípulo 59, 60. O pino de pivô 96 é igualmente disposto através de uma abertura 100 do gatilho de disparo 20 e de uma abertura 102 da peça de manípulo intermediária 104.

[0057] Além disso, o manípulo 6 pode incluir 6 um motor reverso (ou sensor de fim de curso) 130 e um sensor de motor de trava (ou de início de curso) 142. Em várias modalidades, o sensor de motor reverso 130 pode ser uma chave limite localizada na extremidade distal do tambor de engrenagem helicoidal 80 de tal modo que o anel 84 roscado sobre o tambor de engrenagem helicoidal 80 contate e se desengate do sensor de motor reverso 130 quando o anel 84 atinge a extremidade distal do tambor de engrenagem helicoidal 80. O sensor de motor reverso 130, quando ativado, envia um sinal para o motor 65 a fim de inverter a sua direção de rotação, deste modo eliminando a lâmina 32 do manipulador de extremidade 12, após a operação de corte. O sensor de motor de trava 142 pode ser, por exemplo, uma chave de limite normalmente fechada. Em várias modalidades, o mesmo pode ser localizado na extremidade proximal do tambor de engrenagem helicoidal 80 de modo que o anel 80 se desengate da chave 142 quando o anel 84 atinge a extremidade proximal do tambor de engrenagem helicoidal 80.

[0058] Em funcionamento, quando um operador do instrumento 10 empurra o gatilho de disparo 20 para trás, o sensor 110 detecta a aplicação do gatilho de disparo 20 e envia um sinal para o motor 65 de

modo a provocar a rotação dianteira do motor 65, por exemplo, a uma taxa proporcional à força empregada pelo operador ao puxar o gatilho de disparo 20 para trás. A rotação dianteira do motor 65, por sua vez, faz com que a engrenagem de anel 78 na extremidade distal da montagem de engrenagem planetária 72 gire, deste modo fazendo com que o tambor de engrenagem helicoidal 80 gire, e fazendo com que o anel 84 roscado sobre o tambor de engrenagem helicoidal 80 faça uma trajetória distal ao longo do tambor de engrenagem helicoidal 80. A rotação do tambor de engrenagem helicoidal 80 também aciona a montagem de eixo de transmissão principal, conforme acima descrito, que, por sua vez, provoca o desdobramento da lâmina 32 no manipulador de extremidade 12. Ou seja, a lâmina 32 e o trilho 33 atravessam o canal 22 no sentido longitudinal, cortando, assim, o tecido preso no manipulador de extremidade 12. Da mesma forma, a operação de grampeamento do manipulador de extremidade 12 acontece nas modalidades nas quais um manipulador de extremidade do tipo grampo é utilizado.

[0059] Quando a operação de corte/grampeamento do manipulador de extremidade 12 termina, o anel 84 sobre o tambor de engrenagem helicoidal 80 chega à extremidade distal do tambor de engrenagem helicoidal 80, deste modo fazendo com que o sensor de motor reverso 130 se desengate, enviando um sinal para o motor 65 de modo a fazer com que o motor 65 inverta a sua rotação. Isto, por sua vez, faz com que a lâmina 32 se retraia, e ainda faz com que o anel 84 sobre o tambor de engrenagem helicoidal 80 se movimente para trás para a extremidade proximal do tambor de engrenagem helicoidal 80.

[0060] A peça de manípulo intermediária 104 inclui um ressalto traseiro 106 que se encaixa no braço fendido 90, como melhor mostrado nas Figuras 8 e 9. A peça de manípulo intermediária 104 tem ainda uma trava de movimento dianteira 107 que se encaixa no gatilho

de disparo 20. O movimento do braço fendido 90 é controlado, como explicado acima, pela rotação do motor 65. Quando o braço fendido 90 gira CCW quando o anel 84 faz uma trajetória da extremidade proximal do tambor de engrenagem helicoidal 80 para a extremidade distal, a peça de manípulo intermediária 104 ficará livre para girar CCW. Sendo assim, à medida que o usuário arrasta o gatilho de disparo 20 para dentro, o gatilho de disparo 20 se encaixará na trava de movimento dianteira 107 da peça de manípulo intermediária 104, fazendo com que a peça de manípulo intermediária 104 gire CCW. Devido ao ressalto traseiro 106 que se encaixa no braço fendido 90, no entanto, a peça de manípulo intermediária 104 só será capaz de girar CCW até onde o braço fendido 90 permitir. Desta maneira, quando o motor 65, por algum motivo, pára de girar, o braço fendido 90 parará de girar, e o usuário não mais poderá arrastar o gatilho de disparo 20 para dentro, uma vez que a peça de manípulo intermediária 104 não estará livre para girar CCW devido ao braço fendido 90.

[0061] São ainda mostrados nas Figuras 7 a 10, os componentes de um sistema de fechamento exemplar para o fechamento (ou grampeamento) da placa de apoio 24 do manipulador de extremidade 12 por meio da retração do gatilho de fechamento 18. Na modalidade ilustrada, o sistema de fechamento inclui uma forqueta 250 conectada ao gatilho de disparo 18 por meio de um pino 251 inserido através das aberturas alinhadas tanto no gatilho de fechamento 18 como na forqueta 250. Um pino de pivô 252, sobre o qual o gatilho de fechamento 18 pivota, é inserido por uma outra abertura do gatilho de fechamento 18 desviado do lugar onde o pino 251 é inserido através do gatilho de fechamento 18. Sendo assim, a retração do gatilho de fechamento 18 faz com que a parte superior do gatilho de fechamento 18, ao qual a forqueta 250 é fixada através do pino 251, a fim de girar CCW. A extremidade distal da forqueta 250 é conectada, através de um pino 254,

a um primeiro suporte de fechamento 256. O primeiro suporte de fechamento 256 se conecta a um segundo suporte de fechamento 258. Em termos coletivos, os suportes de fechamento 256, 258 definem uma abertura na qual a extremidade proximal do tubo de fechamento principal 40 (vide Figura 4) é assentada e fixada de tal modo que o movimento longitudinal dos suportes de fechamento 256, 258 provoque o movimento longitudinal do tubo de fechamento proximal 40. O instrumento 10 inclui ainda uma haste de fechamento 260 disposta dentro do tubo de fechamento proximal 40. A haste de fechamento 260 pode incluir uma janela 261 dentro da qual um pontalete 263 sobre uma das peças externas de manípulo, tais como a peça lateral inferior externa 59 na modalidade ilustrada, disposta de modo a conectar firmemente a haste de fechamento 260 e o manípulo 6. Desta maneira, o tubo de fechamento proximal 40 é capaz de se movimentar longitudinalmente com relação à haste de fechamento 260. A haste de fechamento 260 pode incluir ainda um colar distal 267 que se encaixa em uma cavidade 269 no tubo de espinha proximal 46 e fica retida no mesmo por meio de uma tampa 271 (vide Figura 4).

[0062] Em funcionamento, quando a forqueta 250 gira devido à retração do gatilho de fechamento 18, os suportes de fechamento 256, 258 fazem com que o tubo de fechamento proximal 40 se movimente no sentido distal (isto é, para longe da extremidade de manípulo do instrumento 10), o que faz com que o tubo de fechamento distal 42 se movimente distalmente, fazendo com que a placa de apoio 24 gire sobre o ponto de pivô 25 para a posição fixada ou fechada. Quando o gatilho de fechamento 18 é destravado da posição travada, o tubo de fechamento proximal 40 desliza proximalmente, fazendo com que o tubo de fechamento distal 42 deslize proximalmente, o que, devido ao fato de a aba 27 ser inserida na janela 45 do tubo de fechamento distal 42, faz com que a placa de apoio 24 pivote sobre o ponto de pivô 25

para a posição aberta ou não fixada. Desta maneira, ao se retrair ou travar o gatilho de fechamento 18, um operador poderá prender o tecido entre a placa de apoio 24 e o canal 22, e poderá soltar o tecido após a operação de corte/grampeamento ao destravar o gatilho de fechamento 20 da posição travada.

[0063] A Figura 11 é um diagrama esquemático de um circuito elétrico do instrumento 10 de acordo com várias modalidades da presente invenção. Quando o operador inicialmente puxa o gatilho de disparo 20 para dentro depois de travar o gatilho de fechamento 18, o sensor 110 é ativado, permitindo que a corrente flua. Quando a chave de sensor de motor reverso normalmente aberta 130 é aberta (ou seja, quando não é alcançado o fim do curso do manipulador de extremidade), a corrente fluirá para um relé unipolar bidirecional 132. Uma vez que a chave de sensor de motor reverso 130 não está fechada, o indutor 134 do relé 132 não será acionado, e, assim, o relé 132 ficará em sua condição não acionada. O circuito inclui ainda um sensor de trava de cartucho 136. Quando o manipulador de extremidade 12 inclui um cartucho de grampos 34, o sensor 136 fica em uma condição fechada, permitindo que a corrente flua. De outra forma, quando o manipulador de extremidade 12 não inclui um cartucho de grampos 34, o sensor 136 se abrirá, impedindo, então, que a bateria 64 acione o motor 65.

[0064] Quando o cartucho de grampos 34 se encontra presente, o sensor 136 se fecha, acionando um relé unipolar unidirecional 138. Quando o relé 138 é acionado, a corrente flui pelo relé 138, através do sensor de resistor variável 110, e para o motor 65, via um relé bipolar bidirecional 140, desta forma acionando o motor 65, e permitindo que o mesmo gire na direção dianteira. Quando o manipulador de extremidade 12 atinge o fim de seu curso, o sensor de motor reverso 130 será ativado, desta forma fechando a chave 130 e acionando o relé 134. Isto faz com que o relé 134 assuma a sua condição acionada (não

mostrada na Figura 13), fazendo com que a corrente passe pelo sensor de trava de cartucho 136 e o resistor variável 110, e, em contrapartida, faz com que a corrente flua tanto para o relé bipolar bidirecional normalmente fechado 142 como também de volta para o motor 65, porém em uma maneira, através do relé 140, fazendo com que o motor 65 inverta a sua direção rotacional. Uma vez que a chave de sensor de motor de trava 142 é normalmente fechada, a corrente fluirá novamente para o relé 134 a fim de manter o mesmo fechado até que a chave 142 se abra. Quando a lâmina 32 se retrai totalmente, a chave de sensor de motor de trava 142 é ativada, fazendo com que a chave 142 se abra, deste modo removendo a força do motor 65.

[0065] Em outras modalidades, ao invés de um sensor do tipo proporcional 110, pode ser usado um sensor do tipo liga - desliga. Em tais modalidades, a taxa de rotação do motor 65 não é proporcional à força aplicada pelo operador. Em contrapartida, o motor 65 normalmente gira a uma velocidade constante. Mas, ainda assim, o operador experimenta uma realimentação de força, uma vez que o gatilho de disparo 20 está engrenado no trem de transmissão de engrenagem.

[0066] Configurações adicionais aos instrumentos cirúrgicos motorizados são apresentadas na Publicação do Pedido de Patente U.S. N. 2007/0175962 A1, intitulado "Motor-driven Surgical Cutting And Fastening Instrument With Tactile Position Feedback", incorporado ao presente documento à guisa de referência.

[0067] Em um instrumento cirúrgico motorizado, como, por exemplo, um dos instrumentos endoscópicos motorizados descritos acima, ou em um instrumento cortador circular motorizado, o motor pode ser acionado por meio de diversas células de bateria conectadas em série. Além disso, pode ser desejável em certas circunstâncias acionar o motor com uma determinada fração dentre o número total de células de bateria. Por exemplo, conforme mostrado na Figura 12, o motor 65 po-

de ser acionado por meio de uma fonte de energia 299 compreendendo seis (6) células de bateria 310 conectadas em série. As células de bateria 310 podem ser, por exemplo, células de bateria de lítio de 3 volts, tais como as células de bateria CR 123A, embora, em outras modalidades, diferentes tipos de células de bateria possam ser usados (inclusive as células de bateria com diferentes níveis de tensão e/ou diferentes produtos químicos). Quando seis células de bateria de 3 volts são conectadas em série a fim de acionar o motor 65, a tensão total disponível para acionar o motor 65 seria de 18 volts. As células de bateria 310 podem compreender células de bateria recarregáveis ou não recarregáveis.

[0068] Em tal modalidade, sob cargas mais pesadas, a tensão de entrada para o motor 65 pode desviar em cerca de nove a dez volts. Nesta condição operacional, a fonte de energia 299 libera uma força máxima para o motor 65. Por conseguinte, conforme mostrado na Figura 12, o circuito pode incluir uma chave 312 que seletivamente permite que o motor 65 seja acionado (1) por todas as células de bateria 310 ou (2) por uma fração das células de bateria 310. Conforme mostrado na Figura 12, por meio de uma seleção apropriada, a chave 312 poderá permitir que o motor 65 seja acionado por todas as seis células de bateria ou por quatro células de bateria. Desta maneira, a chave 312 pode ser usada para acionar o motor 65 com 18 volts (ao utilizar todas as seis células de bateria 310) ou com 12 volts (ao usar, por exemplo, quatro dentre as segundas células de bateria). Em várias modalidades, a escolha do desenho para o número de células de bateria na fração usada para acionar o motor 65 pode se basear na tensão requerida pelo motor 65 ao operar a uma saída máxima para as cargas mais pesadas.

[0069] A chave 312 pode ser, por exemplo, uma chave eletromecânica, como, por exemplo, uma microchave. Em outras modalidades,

a chave 312 pode ser implementada com uma chave de estado sólido, tal como um transistor. Uma segunda chave 314, como, por exemplo, uma chave de botão de empurrar, pode ser usada para controlar se uma força é aplicada ao motor 65. Ainda, uma chave dianteira/reversa (F/R) 316 pode ser usada para controlar se o motor 65 gira no sentido dianteiro ou no sentido reverso. A chave dianteira/reversa 316 pode ser implementada com uma chave bipolar bidirecional, como, por exemplo, o relé 140 mostrado na Figura 11.

[0070] Em funcionamento, o usuário do instrumento 10 pode selecionar o nível de força desejado por meio do uso de algum tipo de controle de chave, como, por exemplo, uma chave dependente de posição (não mostrada), tal como uma chave de balancim, uma chave de alavanca mecânica, ou um came, que controla a posição da chave 312. Em seguida, o usuário poderá acionar a segunda chave 314 a fim de conectar as células de bateria selecionadas 310 ao motor 65. Além disso, o circuito mostrado na Figura 12 pode ser usado para acionar o motor de outros tipos de instrumentos cirúrgicos motorizados, tais como instrumentos cortadores circulares e/ou laparoscópicos. Mais detalhes relativos aos cortadores circulares podem ser encontrados nas Publicações de Pedidos de Patente U.S. N. 2006/0047307 A1 e na Publicação N. 2007/02621116 A1, incorporadas ao presente documento à guisa de referência.

[0071] Em outras modalidades, conforme mostrado na Figura 13, uma fonte de força primária 340, como, por exemplo, uma célula de bateria, tal como uma célula de bateria CR2 ou CR123A, pode ser usada para carregar um número de dispositivos acumuladores secundários 342. A fonte de força primária 340 pode compreender uma ou várias células de bateria conectadas em série, que, de preferência, são descartáveis na modalidade ilustrada. Os dispositivos acumuladores secundários 342 podem compreender, por exemplo, as células de

bateria recarregáveis e/ou os supercapacitores (também conhecidos como "ultracapacitores" ou "capacitores eletroquímicos de camada dupla" (EDLC)). Os supercapacitores são capacitores eletroquímicos dotados de uma densidade de energia raramente alta em comparação aos capacitores eletrolíticos comuns, tipicamente da ordem de milhares de vezes maiores que um capacitor eletrolítico de alta capacidade.

[0072] A fonte de força primária 340 pode carregar os dispositivos acumuladores secundários 342. Quando suficientemente carregada, a fonte de força primária 340 pode ser removida e os dispositivos acumuladores secundários 342 podem ser usados para acionar o motor 65 durante um procedimento ou operação. Em várias circunstâncias, os dispositivos de acumulação 342 podem demorar de cerca de quinze a trinta minutos para carregar. Os supercapacitores possuem a característica de poderem carregar ou descarregar de uma forma extremamente rápida em comparação às baterias convencionais. Além disso, enquanto as baterias são boas para apenas um número limitado de ciclos de carga/descarga, os supercapacitores podem, com frequência, ser repetidamente carregados/descarregados, às vezes dezenas de milhões de ciclos. Para as modalidades que usam supercapacitores como os dispositivos acumuladores secundários 342, os supercapacitores poderão compreender nanotubos de carbono, polímeros condutivos (por exemplo, poliacenos), ou aerogéis de carbono.

[0073] Conforme mostrado na Figura 14, um circuito de gerenciamento de carga 344 pode ser empregado a fim de determinar quando os dispositivos acumuladores secundários 342 se encontram suficientemente carregados. O circuito de gerenciamento de carga 344 pode incluir um indicador, tal como um ou mais LEDs, um visor de LCD, etc., ativados para alertar a um usuário quanto ao instrumento 10 quando os dispositivos acumuladores secundários 342 se encontram suficientemente carregados.

[0074] A fonte de força primária 340, os dispositivos acumuladores secundários 342, e o circuito de gerenciamento de carga 344 podem fazer parte da fonte de energia da porção de cabo de pistola 26 do manípulo 6 do instrumento 10, ou em uma outra parte do instrumento 10. A fonte de energia pode ser removível da porção de cabo de pistola 26, em cujo caso, quando o instrumento 10 deve ser usado para cirurgia, a fonte de energia poderá ser inserida assepticamente na porção de cabo de pistola 26 (ou em outra posição no instrumento de acordo com outras modalidades) , por exemplo, por uma enfermeira próxima que auxilia na cirurgia. Após a inserção da fonte de energia, a enfermeira pode colocar a fonte de força primária descartável 340 na fonte de força de modo a carregar os dispositivos acumuladores secundários 342 por um determinado período de tempo antes do uso do instrumento 10, por exemplo, trinta minutos. Quando os dispositivos acumuladores secundários 342 são carregados, o circuito de gerenciamento de carga 344 poderá indicar que a fonte de força se encontra pronto para uso. Neste momento, a fonte de força primária descartável 340 poderá ser removida. Durante a operação, o usuário do instrumento 10 poderá, em seguida, acionar o motor 65, por exemplo, por meio da ativação da chave 314, por meio do que os dispositivos acumuladores secundários 342 acionarão o motor 65. Sendo assim, ao invés de ter um número de baterias descartáveis para acionar o motor 65, uma bateria descartável (como a fonte de força primária 340) poderá ser usada em tal modalidade, e os dispositivos acumuladores secundários 342 poderão ser reutilizados. Em modalidades alternativas, no entanto, deve-se notar que os dispositivos acumuladores secundários 342 podem ser não recarregáveis e/ou não reutilizáveis. Os acumuladores secundários 342 podem ser usados com a chave de seleção de células 312 descrita acima com relação à Figura 12.

[0075] O circuito de gerenciamento de carga 344 pode incluir ain-

da indicadores (por exemplo, LEDs ou um visor de LCD) que indicam quanta carga permanece nos dispositivos acumuladores secundários 342. Desta maneira, o cirurgião (ou outro usuário do instrumento 10) poderá ver quanta carga permanece durante o procedimento envolvendo o instrumento 10.

[0076] O circuito de gerenciamento de carga 344, conforme mostrado na Figura 15, pode compreender um medidor de carga 345 de modo a medir a carga através dos acumuladores secundários 342. O circuito de gerenciamento de carga 344 pode compreender ainda uma memória não volátil 346, como, por exemplo, uma memória flash ou memória ROM, e um ou mais processadores 348. Os processadores 348 podem ser conectados à memória 346 a fim de controlar a memória. Além disso, os processadores 348 podem ser conectados ao medidor de carga 345 a fim de fazer as leituras do ou, ainda, controlar o medidor de carga 345. Além disso, os processadores 348 podem controlar os LEDs ou outros dispositivos de saída do circuito de gerenciamento de carga 344. Os parâmetros podem incluir os parâmetros operacionais do instrumento detectados por vários sensores que podem ser instalados ou empregados no instrumento 10, tais como, por exemplo, o número de disparos, os níveis de forças envolvidas, a distância da abertura de compressão entre as garras opostas do manipulador de extremidade 12, a quantidade de articulação, etc. Além disso, os parâmetros armazenados na memória 346 podem compreender os valores de ID dos diversos componentes do instrumento 10 que o circuito de gerenciamento de carga 344 pode ler e armazenar. Os componentes tendo tais identificadores ID podem ser os componentes descartáveis, tais como o cartucho de grampos 34. Os identificadores ID podem ser, por exemplo, as identificações RFID que o circuito de gerenciamento de carga 344 lê através de um transponder de identificação RFID 350. O transponder de identificação RFID 350 pode ler as

identificações RFID dos componentes do instrumento, tais como as do cartucho de grampos 34, incluindo as etiquetas de identificação RFID. Os valores do identificador ID podem ser lidos, armazenados na memória 346, e comparados pelo processador 348 a uma lista de valores de identificadores ID aceitáveis armazenados na memória 346 ou em um outro armazenador associado ao circuito de gerenciamento de carga a fim de determinar, por exemplo, se o componente removível/descartável associado ao valor de identificador ID lido é autêntico e/ou adequado. De acordo com várias modalidades, quando o processador 348 determina que o componente removível/descartável associado ao valor de identificador ID lido não é autêntico, o circuito de gerenciamento de carga 344 poderá impedir o uso da fonte de energia por parte do instrumento 10, como, por exemplo, abrindo uma chave (não mostrada) que impediria que a força da fonte de energia fosse liberada para o motor 65. De acordo com várias modalidades, diversos parâmetros que o processador 348 pode avaliar no sentido de determinar se o componente é autêntico e/ou adequado incluem: o código de data; o modelo/tipo de componente; o fabricante; as informações regionais; e os códigos de erro anteriores.

[0077] O circuito de gerenciamento de carga 344 pode também compreender uma interface de I/O (entrada/saída) 352 para comunicação com outro dispositivo, tal como descrito a seguir. Desta maneira, os parâmetros armazenados na memória 346 podem ser transferidos para outro dispositivo. A interface de I/O 353 pode, por exemplo, ser uma interface com fio ou sem fio.

[0078] Conforme acima mencionado, a fonte de energia pode compreender os acumuladores secundários 342, o circuito de gerenciamento de carga 344, e/ou a chave dianteira/reversa (f/r) 316. De acordo com as diversas modalidades, conforme mostradas na Figura 16, a fonte de energia 299 pode ser conectado a uma base carregado-

ra 362, que poderá, entre outras coisas, carregar os acumuladores secundários 342 na fonte de energia. A base carregadora 362 pode ser conectada à fonte de energia 299 ao conectar assepticamente a base carregadora 362 à fonte de energia 299 enquanto a fonte de energia é instalado no instrumento 10. em outras modalidades, nas quais a fonte de energia é removível, a base carregadora 362 pode ser conectada à fonte de energia 299 ao se remover a fonte de energia 299 do instrumento 10 e conectar o mesmo à base carregadora 362. Para tais modalidades, depois de a base carregadora 362 carregar suficientemente os acumuladores secundários 342, a fonte de energia 299 poderá ser assepticamente instalado no instrumento 10.

[0079] Conforme mostrado na Figura 16, a base carregadora 362 pode compreender uma fonte de força 364 para carregar os acumuladores secundários 342. A fonte de força 364 da base carregadora 362 pode ser, por exemplo, uma bateria (ou várias baterias conectadas em série), ou um conversor CA/CC que converte a força da corrente alternada, como, por exemplo, de uma conduto de energia elétrica, em corrente CC, ou em qualquer outra fonte de força adequada para carregar os acumuladores secundários 342. A base carregadora 362 pode compreender ainda dispositivos indicadores, tais como LEDs, um visor de LCD, etc., a fim de mostrar a condição de carga dos acumuladores secundários 342.

[0080] Além disso, conforme mostrado na Figura 16, a base carregadora 362 pode compreender um ou mais processadores 366, uma ou mais unidades de memória 368, e interfaces de I/O 370, 372. Através da primeira interface de I/O 370, a base carregadora 362 pode se comunicar com a fonte de energia 299 (através da interface de I/O da fonte de energia 352). Desta maneira, por exemplo, os dados armazenados na memória 346 da fonte de energia 299 podem ser transferidos para a memória 368 da base carregadora 362. Desta forma, o proces-

sador 366 poderá avaliar os valores de identificador ID para os componentes removíveis/descartáveis, transferidos do circuito de gerenciamento de carga 344, a fim de determinar a autenticidade e a adequação dos componentes. Os parâmetros operacionais transferidos do circuito de gerenciamento de carga 344 podem ser também armazenados na memória 368, e em seguida transferidos para outro dispositivo computacional através da segunda interface de I/O 372 para avaliação e análise, por exemplo, pelo sistema hospitalar no qual a operação envolvendo o instrumento 10 é feita, por parte do cirurgião, do distribuidor do instrumento, do fabricante do instrumento, etc.

[0081] A base carregadora 362 pode compreender ainda um medidor de carga 374 para medir a carga através dos acumuladores secundários 342. O medidor de carga 374 pode ficar em comunicação com o processador 366, de modo que o processador 366 possa determinar em tempo real a adequação da fonte de energia 299 para uso com a garantia de um alto desempenho.

[0082] Em outra modalidade, conforme mostrado na Figura 17, o circuito de baterias pode compreender um regulador de potência 320 de modo a controlar a força suprida pelos economizadores de energia 310 ao motor 65. O regulador de potência 320 pode também fazer parte da fonte de energia 299, ou pode ser componente separado. Conforme acima mencionado, o motor 65 pode ser um motor de corrente CC escovado. A velocidade dos motores de corrente CC escovados é, de modo geral, proporcional à tensão de entrada aplicada. O regulador de potência 320 pode prover uma tensão de saída altamente regulada ao motor 65 de modo que o motor 65 opere a uma velocidade constante (ou substancialmente constante). De acordo com várias modalidades, o regulador de potência 320 pode compreender um conversor de energia de modo chave, como, por exemplo, um conversor buck-boost (abaixador-elevador), conforme mostrado no exemplo da Figura 17.

Tal conversor buck-boost 320 pode compreender uma chave elétrica 322, como, por exemplo, um FET (transistor de efeito de campo), um retificador 32, um indutor 326, e um capacitor 328. Quando a chave elétrica 322 é ligada, a fonte de tensão de entrada (por exemplo, as fontes de força 310) é diretamente conectada ao indutor 326, que armazena a energia neste estado. Neste estado, o capacitor 328 supre energia para a carga de saída (por exemplo, o motor 65). Quando a chave elétrica 320 está desligada, o indutor 326 é conectado à carga de saída (por exemplo, ao motor 65) e ao capacitor 328, de modo que a energia seja transferida do indutor 326 para o capacitor 328 e à carga 65. Um circuito de controle 330 pode controlar a chave elétrica 322. O circuito de controle 330 pode empregar loops de controle digitais e/ou analógicos. Além disso, em outras modalidades, o circuito de controle 330 pode receber informações de controle de uma controladora mestre (não mostrada) por meio de um enlace de comunicação, como, por exemplo, um barramento de dados digitais serial ou paralelo. O ponto de regulação de tensão para a saída do regulador de potência 320 podem ser ajustado, por exemplo, à metade da tensão de circuito aberto, em cujo momento a força máxima disponível a partir da fonte se torna disponível.

[0083] Em outras modalidades, diferentes topologias de conversor de energia podem ser empregadas, incluindo os conversores de energia lineares ou de modo chave. Outras topologias de modo chave que podem ser empregadas incluem um conversor flyback, um conversor dianteiro, um conversor buck (abaixador), um conversor boost (elevador), ou um conversor SEPIC. A tensão de ponto de regulação para o regulador de potência 320 pode ser alterada dependendo de quantas células de bateria são usadas para acionar o motor 65. Além disso, o regulador de potência 320 pode ser usado com os dispositivos acumuladores secundários 342 mostrados na Figura 13. Além disso, a chave

dianteira - reversa 316 pode ser incorporada no regulador de potência 320, embora a mesma seja mostrada separadamente na Figura 17.

[0084] As baterias podem ser tipicamente modeladas como uma fonte de tensão ideal ou como uma resistência de fonte ideal. Para um modelo ideal, quando a fonte e a resistência de carga se combinam, a força máxima é transferida para a carga. A Figura 18 mostra uma típica curva de força para uma bateria. Quando o circuito de bateria é aberto, a tensão através da bateria é alta (em seu valor de circuito aberto) e a corrente arrastada da bateria é zero. A força liberada da bateria é também zero. Quanto mais corrente é arrastada da bateria, a tensão através da bateria diminui. A força liberada pela bateria é o produto da corrente e da tensão. A força atinge o seu pico em torno de um nível de tensão menor que a tensão de circuito aberto. Conforme mostrado na Figura 18, na maior parte dos elementos químicos da bateria ocorre uma queda acentuada de tensão/força em uma corrente maior, em função do elemento químico ou do coeficiente de temperatura positiva (PTC), ou em função de um dispositivo de proteção de bateria.

[0085] Particularmente nas modalidades que usam uma bateria (ou baterias) para acionar o motor 65 durante um procedimento, o circuito de controle 330 pode monitorar a tensão emitida e controlar o ponto de regulação do regulador 320 de modo que a bateria opere no lado "esquerdo" ou de maior força da curva de potência. Quando a bateria atinge o nível de força pico, o circuito de controle 330 poderá modificar (por exemplo, baixar) o ponto de regulação de modo que uma menor força total seja demandada por parte da bateria. O motor 65 em seguida se desacelera. Desta maneira, a demanda da fonte de energia raramente ou nunca excederia a força de pico disponível de modo a se poder evitar uma situação de economia de força durante um procedimento.

[0086] Além disso, de acordo com outras modalidades, a força arrastada a partir da bateria pode ser otimizada de tal modo que as reações químicas dentro das células da bateria tenham tempo de se recuperar, para, assim, otimizar a corrente e a força disponível a partir da bateria. Nas cargas pulsadas, as baterias tipicamente provêm mais força no início do pulso do que no fim do pulso. Isto se deve a diversos fatores, incluindo: (1) o coeficiente PTC pode alterar a sua resistência durante o pulso; (2) a temperatura da bateria pode ser alterada; e (3) a taxa de reação eletroquímica se altera devido ao eletrólito no catodo que é esvaziado e a taxa de difusão do eletrólito novo limita a taxa de reação. De acordo com as várias modalidades, o circuito de controle 330 pode controlar o conversor 320 no sentido de arrastar uma corrente menor da bateria de modo a permitir que a bateria se recupere antes de ser novamente pulsada.

[0087] De acordo com outras modalidades, o instrumento 10 pode compreender um dispositivo limitador de torque do tipo embreagem. O dispositivo limitador de torque do tipo embreagem pode se localizar, por exemplo, entre o motor 65 e a engrenagem biselada 68, entre a engrenagem biselada 70 e a montagem de engrenagem planetária 72, ou sobre o eixo de saída da montagem de engrenagem planetária 72. De acordo com várias modalidades, o dispositivo limitador de torque pode usar uma embreagem magnética eletromagnética ou permanente.

[0088] As Figuras 19 a 22 mostram uma embreagem eletromagnética de amostra 400 que pode ser usada no instrumento 10 de acordo com várias modalidades. A embreagem 400 pode compreender um estator em forma de ferradura 402 tendo discos magnéticos 404, 406 em cada extremidade. o primeiro disco 404 pode ser conectado a uma peça de polo rotativo, axialmente móvel 408, tal como o polo de saída do motor 65. O segundo disco magnético 406 pode ser conectado a

uma peça de polo rotativo, axialmente estacionária 410, tal como um polo de entrada a uma caixa de engrenagem do instrumento 10. Nas Figuras 19 e 20, a primeira peça de polo 408 é axialmente puxada para fora da segunda peça de polo 410 através de uma folga 412 de tal modo que os discos magnéticos 404, 406 não fiquem encaixados. Uma bobina de arame (não mostrada) que pode ser enrolada em torno do estator 402 pode ser usada para criar o fluxo eletromagnético necessário para atuar a embreagem 400. Quando a bobina conduz uma corrente elétrica, o fluxo magnético resultante pode fazer com que os dois discos magnéticos 404, 406 se atraiam, fazendo com que a primeira peça de polo 408 se movimente axialmente na direção da segunda peça de polo 410, deste modo fazendo com que os dois discos magnéticos 404, 406 se encaixem, conforme mostrado nas Figuras 21 e 22, de tal modo que as duas peças de polo 408, 410 girem juntas até que o torque exceda o torque de fricção gerado entre as faces dos discos magnéticos 404 e 406.

[0089] A força atrativa entre os dois discos 404, 406 e a capacidade de torque correspondente da embreagem 400 pode ser controlada por meio do controle do diâmetro dos discos 404, 406, o coeficiente de fricção entre as faces de contato dos discos magnéticos 404 e 406, e por meio do uso dos materiais magnéticos para os discos 404, 406 que se saturam a uma densidade de fluxo conhecida e controlável. Sendo assim, quando há uma condição operacional na qual mais corrente passa pela bobina, o material magnético dos discos 404, 406 não gera uma força atrativa maior e um torque limitante subsequente.

[0090] A utilização de tal embreagem traz muitos benefícios potenciais adicionais. Sendo eletricamente controlada, a embreagem 400 pode ser rapidamente desativada por meio da remoção da corrente do fio no sentido de limitar a quantidade de calor gerado dentro da embreagem 400 e dentro do motor 65. Ao desconectar o motor do resto

do trem de transmissão, via a embreagem 400, a maior parte da energia inercial armazenada no trem de transmissão é desconectada, limitando o choque quando a saída tem de ser bloqueada repentinamente. Além disso, por ser eletricamente controlada, certo deslizamento limitado pode ser projetado a fim de ajudar na redução dos choque ao novamente partir o trem de transmissão sob carga. Além disso, devido às propriedades de saturação magnética de um ou mais componentes (por exemplo, os discos magnéticos 404, 406) dentro da embreagem que podem ser usadas para controlar o limite de torque ao longo da corrente da bobina, a embreagem 400 é menos sensível às mudanças de tensão do sistema. O limite de torque em tais modalidades é basicamente uma questão das dimensões físicas dos componentes da embreagem (por exemplo, os discos magnéticos 404, 406) e não requer reguladores de tensão ou outros componentes externos para uma operação apropriada.

[0091] Em uma outra modalidade, ao invés de se usar uma embreagem eletromagnética, o dispositivo limitador de torque pode compreender um ímã permanente (não mostrado). O ímã permanente pode ser conectado, por exemplo, à primeira peça de polo, axialmente móvel 408, e atrair a segunda peça de polo axialmente fixa 410, ou vice versa. em tais modalidades, um dos discos 404, 406 podem ser feitos de um ímã permanente e o outro de um material magnético do tipo ferro. Em uma pequena variação, o estator 402 pode ser feito na forma de um ímã permanente, fazendo com que os discos magnéticos 404 e 406 se atraíam entre si. Em função do ímã permanente, os dois discos 404, 406 sempre se encaixam. O uso de um ímã permanente não provê um controle de torque tão preciso quanto a configuração de embreagem eletromagnética acima descrita, contudo tem as vantagens de: (1) não requerer controles ou uma lógica de controle para controlar a corrente através da bobina; (2) ser mais compacto que a

configuração de embreagem eletromagnética; e (3) simplificar o desenho do instrumento 10.

[0092] Conforme acima mencionado, o manipulador de extremidade 12 pode emitir uma energia de RF no sentido de coagular o tecido preso no manipulador de extremidade. A energia de RF pode ser transmitida entre os eletrodos do manipulador de extremidade 12. Uma fonte de RF (não mostrada), compreendendo, por exemplo, um oscilador e um amplificador, entre outros componentes, que podem suprir uma energia de RF ao eletrodo, pode se localizar no próprio instrumento, como, por exemplo, no manípulo 6 para um instrumento sem corda 10, ou a fonte de RF pode ser externa ao instrumento 10. A fonte de RF pode ser ativada conforme descrito em mais detalhes abaixo.

[0093] De acordo com várias modalidades, o manipulador de extremidade 12 pode compreender múltiplas seções (ou segmentos) de eletrodos. Por exemplo, conforme mostrado no exemplo da Figura 23, a superfície inferior da placa de apoio 24 (isto é, a superfície que faz o cartucho de grampos 34) pode compreender três segmentos de RF colineares. Neste exemplo, cada segmento possui o mesmo comprimento (por exemplo, 20 mm), embora, em outras modalidades, possa haver mais ou menos segmentos, e os segmentos podem ter diferentes comprimentos. No exemplo da Figura 23, há três pares de terminais ou eletrodos ativos ou de "anodos" 500 alinhados longitudinalmente ao longo de cada lado do comprimento de canal sobre a superfície inferior da placa de apoio 24. Em particular, na modalidade ilustrada, há um par de eletrodos distais 500<sub>1</sub>, um par de eletrodos intermediários 500<sub>2</sub>, e um par de eletrodos proximais 500<sub>3</sub> sobre cada lado do canal de lâmina 516. A porção ou canal externo metálico 22 do manipulador de extremidade 12 ou a placa de apoio metálica 24 pode servir como um contra-eletrodo (ou catodo) para cada um dos três eletrodos ativos superiores (ou anodos) 500. Os eletrodos superiores 500

podem ser acoplados à fonte de RF. Quando acionada, a energia de RF pode se propagar entre os eletrodos superiores 500 e o contra eletrodo, coagulando o tecido preso entre os eletrodos.

[0094] Os eletrodos 500 podem ser acionados simultaneamente ou em vários comandos, como, por exemplo, em sequência. Nas modalidades em que os eletrodos 500 são acionados de acordo com uma sequência, a sequência poderá ser automática (controlada, por exemplo, por uma controladora (não mostrada) em comunicação com a fonte de RF) ou por meio de uma seleção do usuário. Por exemplo, os eletrodos proximais 500<sub>3</sub> pode ser acionados primeiro; em seguida os eletrodos intermediários 500<sub>2</sub>; em seguida os eletrodos distais 500<sub>1</sub>. Desta maneira, o operador (por exemplo, o cirurgião operador) pode seletivamente coagular as áreas da linha de grampos. Os eletrodos em tal modalidade podem ser controlados por um multiplexador e/ou por um gerador de saída múltiplo, conforme descrito em mais detalhes abaixo. Desta maneira, o tecido sob cada eletrodo 500 pode ser tratado individualmente de acordo com as necessidades de coagulação. Cada eletrodo do par pode ser conectado à fonte de RF de modo que ambos possam ser acionados ao mesmo tempo. Ou seja, para o par de eletrodos ativos distais 500<sub>1</sub>, cada qual, nos lados opostos do canal de lâmina, pode ser acionado pela fonte de RF ao mesmo tempo. O mesmo para o par intermediário dos eletrodos 500<sub>2</sub> e para o par de eletrodos proximais 500<sub>3</sub>, embora, em uma modalidade na qual os pares de eletrodos são acionados em sequência, o par distal não será acionado ao mesmo tempo como os pares intermediário e proximal, e assim por diante.

[0095] Além disso, vários parâmetros elétricos, tais como impedância, força ou energia liberada, etc., podem ser monitorados e a saída para os eletrodos particulares 500 pode ser modificada de modo a produzir o efeito de tecido mais desejável. Ademais, uma outra vanta-

gem é no caso de um grampo de metal ou outro objeto eletricamente condutivo de um disparo de instrumento ou procedimento cirúrgico anterior que pode provocar um curto dos eletrodos. Tal situação de curto pode ser detectada pelo gerador e/ou multiplexador, e a energia pode ser modulada de uma maneira apropriada para o curto circuito.

[0096] Além disso, o acionamento em sequência dos eletrodos 500 reduz a força instantânea requerida a partir da fonte de RF em comparação a um desenho que tem um conjunto de eletrodos tão longos quanto o comprimento combinado dos três eletrodos segmentados 500 mostrados na Figura 23. Por exemplo, para as configurações de eletrodo conforme mostradas na Patente 312, foi demonstrado que o mesmo precisa de cem watts para coagular com sucesso linhas de quarenta e cinco mm em ambos os lados da linha de corte. Ao se usar eletrodos ativos menores (por exemplo, os eletrodos superiores 500) com menos área de superfície que os eletrodos de retorno maiores (por exemplo, a placa de apoio metálica 24), os eletrodos ativos menores 500 podem concentrar a energia terapêutica no tecido, enquanto o eletrodo de retorno, maior é usado para completar o circuito com um impacto mínimo sobre a interface de tecido. Além disso, o eletrodo de retorno tem uma massa maior e, deste modo, poderá ficar mais frio durante uma aplicação eletrocirúrgica.

[0097] Os eletrodos 500 podem ser envolvidos por um material de isolamento elétrico 504, podendo compreender um material cerâmico.

[0098] A Figura 24 mostra uma outra modalidade tendo eletrodos de RF segmentados. Na modalidade mostrada na Figura 24, existem quatro eletrodos colineares segmentados 500<sub>1-4</sub> de igual comprimento (15 mm, neste exemplo). Como na modalidade da Figura 23, os eletrodos 500 da Figura 24 podem ser acionados simultaneamente ou em sequência.

[0099] A Figura 25 mostra ainda uma outra modalidade, na qual os

eletrodos segmentados possuem comprimentos diferentes. Na modalidade ilustrada, há quatro eletrodos colineares segmentados, mas os eletrodos mais distais  $500_1$ ,  $500_2$  têm 10 mm de comprimento, e os dois eletrodos proximais  $500_3$ ,  $500_4$  têm 20 mm de comprimento. Os eletrodos distais curtos podem oferecer a vantagem de concentrar a energia terapêutica, conforme acima mencionado.

[00100] A Figura 59 mostra uma modalidade tendo quinze pares de eletrodos de RF segmentados 500 em uma placa de circuito 570, ou outro tipo de substrato adequado, sobre a superfície inferior da placa de apoio 24 (isto é, sobre a superfície que faceia o canal 22). Os vários pares de eletrodo são acionados pela fonte (ou gerador) de RF 574. O multiplexador 576 pode distribuir a energia de RF para os diversos pares de eletrodo, conforme desejado, sob o controle de uma controladora 578. De acordo com várias modalidades, a fonte de RF 574, o multiplexador 576, e a controladora 578 podem se localizar no manípulo 6 do instrumento.

[00101] Em tal modalidade, a placa de circuito 570 pode compreender múltiplas camadas que provêm conexões elétricas entre o multiplexador 576 e os diversos pares de eletrodo. Por exemplo, conforme mostrado nas Figuras 60 a 63, a placa de circuito pode compreender três camadas  $580_{1-3}$ , cada camada 580 provendo conexões para cinco pares de eletrodo. Por exemplo, a camada mais superior  $580_3$  pode prover conexões para os cinco pares de eletrodo mais próximos, conforme mostrado nas Figuras 60 e 61; a camada intermediária  $580_2$  pode prover conexões aos cinco pares de eletrodos intermediários, conforme mostrado nas Figuras 60 e 62; e a camada mais inferior  $580_1$  pode prover conexões para os cinco pares de eletrodo mais distais, conforme mostrado nas Figuras 60 e 63.

[00102] A Figura 64 mostra uma vista de extremidade em seção transversal da placa de apoio 24 de acordo com tal modalidade. A pla-

ca de circuito 570, adjacente às bolsas de grampo 584, compreende três camadas condutoras 580<sub>1-3</sub>, tendo camadas isolantes 582<sub>1-4</sub> entre as mesmas. As Figuras 65 e 66 mostram como as diversas camadas 580<sub>1-3</sub> podem ser empilhadas de modo a se conectarem também ao multiplexador 576 do manípulo.

[00103] Uma vantagem de se ter muitos eletrodos de RF no manipulador de extremidade 12, conforme mostrado na Figura 67 é que, no caso de uma linha de grampos de metal 590 ou outro objeto eletricamente condutivo deixado no tecido 592 a partir de um disparo de instrumento ou procedimento cirúrgico anterior que pode provocar um curto dos eletrodos, tal situação de curto poderá ser detectada pelo gerador ou multiplexador, e a energia pode ser modulada de uma maneira apropriada para o curto circuito.

[00104] A Figura 27 mostra um outro manipulador de extremidade 12 com eletrodos de RF. Nesta modalidade, o manipulador de extremidade 12 compreende apenas os eletrodos distais 500<sub>1</sub>, com a placa de apoio metálica 24 servindo como um eletrodo de retorno. Os eletrodos distais 500<sub>1</sub> não se estendem por todo o comprimento da placa de apoio 24, mas apenas por uma fração do comprimento. Na modalidade ilustrada, os eletrodos distais 500<sub>1</sub> têm apenas aproximadamente 20 mm de comprimento ao longo da placa de apoio de 60 mm, de modo que os eletrodos distais 500<sub>1</sub> só cubram aproximadamente 1/3 do comprimento mais distal da placa de apoio. Em outras modalidades, os eletrodos distais 500<sub>1</sub> podem cobrir 1/10 ou 1/2 do comprimento da placa de apoio. Estas modalidades podem ser usadas para uma coagulação do local, conforme descrito na Patente U.S. N. 5 599 350, incorporada ao presente documento à guisa de referência.

[00105] A Figura 28 mostra ainda uma outra modalidade do manipulador de extremidade 12 com eletrodos de RF. Nesta modalidade, um eletrodo ativo 500 é posicionado na ponta distal da placa de apoio

24, isolado pela placa de apoio 24 por meio de um isolante não condutivo eletricamente 504, que pode ser feito de material cerâmico. Esta modalidade pode ser usada para uma coagulação de ponto.

[00106] As Figuras 29 a 32 ilustram outras modalidades do manipulador de extremidade 12 que podem ser úteis na coagulação de ponto. Nestas modalidades, a placa de apoio 24 compreende um par de eletrodos 500<sub>1</sub>, 500<sub>2</sub> na extremidade distal da placa de apoio 24 e ao longo de uma lateral da placa de apoio 24. A Figura 29 é uma vista de extremidade frontal da placa de apoio 24 de acordo com tal modalidade, a Figura 30 é uma vista lateral, a Figura 31 é uma vista de extremidade frontal fragmentada, ampliada, e a Figura 32 é uma vista de topo. Em tal modalidade, a placa de apoio metálica 24 pode atuar como o eletrodo de retorno. Os eletrodos ativos 500<sub>1</sub>, 500<sub>2</sub> podem ser isolados da placa de apoio 24 por meio de isolantes eletricamente não condutivos 504 que podem compreender um material cerâmico.

[00107] As Figuras 33 a 36 mostram uma modalidade, na qual a placa de apoio 24 compreende dois eletrodos distais 500<sub>1</sub>, 500<sub>2</sub> localizados no topo central da placa de apoio 24. Mais uma vez, a placa de apoio metálica 24 pode atuar como o eletrodo de retorno, e os eletrodos ativos 500<sub>1</sub>, 500<sub>2</sub> podem ficar isolados da placa de apoio 24 por meio de isolantes eletricamente não condutivos 504.

[00108] As Figuras 37 a 40 mostram uma modalidade na qual um eletrodo ativo 500<sub>1</sub> (por exemplo, o eletrodo ativo) fica posicionado sobre a placa de apoio 24, e um outro eletrodo ativo 500<sub>2</sub> fica posicionado sobre a garra inferior 22, e, de preferência, sobre o cartucho 34. A placa de apoio metálica 24 poderá servir como o eletrodo de retorno. O eletrodo de placa de apoio 500<sub>1</sub> fica isolado da placa de apoio 24 graças ao isolante 54. O eletrodo 500<sub>2</sub> que fica posicionado no cartucho 34, que é de preferência feito de um material não condutivo, como, por exemplo, plástico, fica isolado do canal metálico 22 por meio do

cartucho 34.

[00109] As Figuras 41 a 44 mostram uma modalidade na qual a placa de apoio 24 possui dois eletrodos ativos  $500_1$ ,  $500_2$  na extremidade mais distal da placa de apoio 24 que se estendem completamente a partir da superfície superior da placa de apoio 24 para a superfície inferior. Mais uma vez, a placa de apoio metálica 24 pode atuar como o eletrodo de retorno, e os eletrodos ativos  $500_1$ ,  $500_2$  podem ficar isolados da placa de apoio 24 por meio dos isolantes eletricamente não condutivos 504.

[00110] As Figuras 45 a 48 mostram uma modalidade na qual o cartucho 34 tem dois eletrodos ativos  $500_1$ ,  $500_2$  na extremidade mais distal do cartucho de grampos 34. Em tal modalidade, a placa de apoio metálica 24 ou o canal metálico 22 podem atuar como o eletrodo de retorno. Na modalidade ilustrada, os eletrodos  $500_1$ ,  $500_2$  são conectados aos insertos isolantes 503, porém, em outras modalidades, os insertos isolantes 503 podem ser omitidos e o cartucho de plástico 34 pode servir como isolante aos eletrodos  $500_1$ ,  $500_2$ .

[00111] As Figuras 49 a 52 mostram uma modalidade tendo um eletrodo ativo  $500_1$  na extremidade mais distal da placa de apoio 24 e um outro eletrodo ativo  $500_2$  na extremidade muito mais distal do cartucho 34. Mais uma vez, em tal modalidade, a placa de apoio 24 ou o canal metálico 22 pode atuar como o eletrodo de retorno. Nesta modalidade ilustrada, o eletrodo  $500_2$  é conectado aos insertos isolantes 503, 505, porém, em outras modalidades, os insertos isolantes 503, 505 podem ser omitidos e o cartucho de plástico 34 pode servir como isolante ao eletrodo  $500_2$ .

[00112] A Figura 57 é uma vista lateral e a Figura 58 é uma vista lateral em seção transversal do manípulo 6 de acordo com outras modalidades da presente invenção. a modalidade ilustrada inclui apenas um gatilho, o gatilho de fechamento 18. A atuação da lâmina, dos ex-

tratores de grampo, e/ou dos eletrodos de RF, na presente modalidade, pode ser feita através de outros meios além de um gatilho de disparo separado. Por exemplo, conforme mostrado na Figura 57, a atuação da lâmina, dos extratores de grampo, e/ou dos eletrodos de RF pode ser acionada por uma chave de botão de empurrar 540 ou outro tipo de chave que fica em uma posição conveniente ao operador. Na Figura 57, a chave 540 é mostrada na porção mais proximal do manípulo 6. Em uma outra modalidade, a chave pode ser posicionada próxima à extremidade distal 6 de modo que o arrasto do bocal 539 ative a chave no sentido de provocar a atuação do instrumento. Em tal modalidade, uma chave (não mostrada) pode ser colocada sob ou próxima ao bocal 539 de modo que o movimento dos bocais segure a chave.

[00113] De maneira alternativa, a atuação da lâmina, dos extratores de grampo, e/ou dos eletrodos de RF pode ser feita por meio de comandos de voz ou outro som detectado por um microfone 542. Em outras modalidades, o manípulo 6 pode compreender um transceptor de RF ou sônico 541, que pode receber e/ou transmitir sinais de RF ou sônicos a fim de acionar o instrumento. Ainda, conforme mostrado na Figura 58, um pedal ou chave de pé 544 pode ser usado no sentido de acionar o instrumento 10. O pedal de pé 544 pode ser conectado ao manípulo 6 por uma corda 545. Ainda, o manípulo 6 pode compreender um controle mostrador 546 ou um outro tipo de dispositivo de controle a fim de controlar a atuação dos eletrodos de RF segmentados (vide, por exemplo, as Figuras 23 a 24). Com o uso de tal dispositivo de controle 546, o operador poderá acionar em série os diversos pares de eletrodos de RF 500 no manipulador de extremidade 12.

[00114] O instrumento 10 mostrado nas Figuras 57 e 58 inclui ainda muitos sistemas de realimentação ao usuário. Conforme acima mencionado, o instrumento 10 pode compreender o alto-falante 543 para

comandos ou instruções audíveis ao operador. Além disso, o manípulo 6 pode compreender indicadores visuais 548, tais como LEDs ou outras fontes de luz que provêm uma realimentação visual relativa à atuação dos diversos eletrodos de RF segmentados. Por exemplo, cada um dos indicadores visuais 548 pode corresponder a um dentre os pares de eletrodos segmentados. O indicador visual correspondente 548 pode ser ativado quando o par de eletrodos de RF segmentados é acionado. Além disso, o manípulo 6 pode compreender um visor alfanumérico 550, que pode ser um LED ou um visor de LCD, por exemplo. O visor 550 pode ser conectado a uma placa de circuito 552 dentro do manípulo 6. O manípulo 6 pode compreender ainda um vibrador 554 na porção de cabo de pistola 26 que pode prover um retorno vibracional ao operador. Por exemplo, o vibrador 554 pode vibrar a cada momento que um dos pares segmentados de eletrodos de RF do manipulador de extremidade 12 é acionado.

[00115] A Figura 26 é uma vista em seção transversal do manipulador de extremidade 12 de acordo com várias modalidades, nas quais os eletrodos ficam sobre a garra (ou placa de apoio) superior 24. Na modalidade ilustrada, os eletrodos ativos 500 são posicionados adjacentes à fenda de lâmina 516. A placa de apoio metálica 24 pode servir como o eletrodo de retorno. Os isolantes 504, que podem ser feitos de cerâmica, isolam os eletrodos 500 da placa de apoio metálica 24. A modalidade da Figura 68 é similar à da Figura 26, exceto que os eletrodos 500 são menores, de tal modo que uma porção dos isolantes 504 possa se estender entre os respectivos eletrodos 500 e as bordas do canal de lâmina 516.

[00116] A Figura 53 é uma vista de extremidade em seção transversal do manipulador de extremidade 12 de acordo com uma outra modalidade. Nesta modalidade, como na modalidade da Figura 26, os eletrodos ativos  $500_1$ ,  $500_2$  ficam sobre a placa de apoio 24 do lado

oposto do canal de lâmina. Os eletrodos 500<sub>1</sub>, 500<sub>2</sub> são isolados da placa de apoio metálica pelos isolantes 504, que também compreendem, de preferência, um material cerâmico. Na presente modalidade, no entanto, os isolantes 504 são finos (em comparação aos da Figura 26). Os isolantes 504 muito finos oferecem a vantagem potencial de a placa de apoio 24 poder incluir uma seção metálica relativamente grande 520 acima dos eletrodos 500, desta forma, potencialmente, suportando um perfil de placa de apoio mais fino para uma dada rigidez de placa de apoio, ou um perfil mais rígido para uma dada dimensão em seção transversal de placa de apoio. Os isolantes 504 podem ser fundidos ou revestidos por fiação sobre a placa de apoio 24.

[00117] A Figura 54 ilustra uma outra modalidade. Nesta modalidade, os eletrodos ativos 500<sub>1</sub>, 500<sub>2</sub> são revestidos por fiação ou ligados aos isolantes 504, os quais podem ser também revestidos por fiação ou ligados à placa de apoio. Como na modalidade da Figura 53, este desenho permite mais material de placa de apoio sobre os eletrodos. Em tal modalidade, os eletrodos 500<sub>1</sub>, 500<sub>2</sub> podem compreender prata, que vem a ser um bom condutor de eletricidade e apresenta propriedades antimicrobianas.

[00118] A Figura 55 mostra uma vista lateral do manipulador de extremidade de acordo com uma outra modalidade. Nesta modalidade, um filme fino de material eletricamente isolante 530 é depositado sobre a face do cartucho 34. O filme isolante 530 compreende de preferência um material resistente ao calor e ao arco, como, por exemplo, cerâmica. Isto tenderia a aumentar a resistência do cartucho 34 à trilha e ao curto de arco, permitindo mais disparos entre as mudanças de cartucho 34. Além disso, quando o cartucho 34 é um condutor elétrico fraco, o mesmo suportará um aquecimento mais rápido do tecido e reduzirá a necessidade geral de energia. Os eletrodos ativos (não mostrados na Figura 55) podem estar na placa de apoio 24, conforme des-

crito nas modalidades acima.

[00119] A Figura 56 mostra uma modalidade similar à mostrada na Figura 55, exceto que, na Figura 56, uma camada fina 532 de um material levemente condutivo é depositada sobre o topo do filme isolante 530. A condutividade da camada fina, levemente condutiva 532 pode ser menor que a condutividade do tecido preso no manipulador de extremidade 12 para tratamento. Assim sendo, a camada fina, levemente condutiva 532 proveria uma passagem de condutividade reduzida para prover um aquecimento adicional do tecido preso. Isto tenderia a reduzir o tempo necessário para aquecer o tecido e obter coagulação.

[00120] Conforme acima descrito, o instrumento 10 pode compreender um pivô de articulação 14 para articular o manipulador de extremidade 12. Um médico ou operador do instrumento 10 pode articular o manipulador de extremidade 12 com relação ao eixo 8 por meio do controle de articulação 16, conforme descrito em mais detalhes na Publicação do Pedido de Patente U.S. N. 2007/0158385 A1, intitulado "Surgical Instrument Having An Articulating End Effector", de Geoffrey C. Hueil et al., incorporado ao presente documento a título de referência. Em outra modalidade, ao invés de um dispositivo de controle integrado ao instrumento 10, o manipulador de extremidade 12 pode ser articulado por um instrumento separado, como, por exemplo, uma pinça que é inserida no paciente de modo que a sua porção operativa fique próxima do manipulador de extremidade 12 e possa articular o manipulador de extremidade 12 conforme desejado. O instrumento separado pode ser inserido através de uma outra abertura além do manipulador de extremidade 12, ou pela mesma abertura. Da mesma forma, diferentes operadores podem operar os instrumentos separados, ou uma única pessoa poderá operar ambos os instrumentos, a fim de articular o manipulador de extremidade 12. Em um outro cenário de articulação passiva, o manipulador de extremidade 12 pode ser articu-

lado, empurrando o mesmo cuidadosamente contra outras partes do paciente de modo a obter a articulação desejada.

[00121] Em uma outra modalidade, o manipulador de extremidade 12 pode ser conectado ao manípulo por meio de um cabo flexível. Em tal modalidade, o manipulador de extremidade 12 pode ser posicionado conforme desejado e mantido em posição por meio do uso de um outro instrumento, por exemplo, um instrumento de pinça separado. Além disso, em outras modalidades, o manipulador de extremidade 12 pode ser posicionado por meio de um instrumento separado e preso por um segundo instrumento separado. Além disso, o manipulador de extremidade 12 pode ser feito suficientemente pequeno, com uma largura de, por exemplo, 8 a 9 mm por 10 a 11 mm de altura, de maneira que um mecanismo do tipo puxar para fechar possa ser usado para prender o manipulador de extremidade no manípulo 6. O mecanismo de puxar para fechar pode ser adaptado a partir do descrito na Patente U.S. N. 5 562 701, intitulada "Cable-Actuated Jaw Assembly For Surgical Instruments", incorporada ao presente documento à guisa de referência. O cabo 600 pode ser disposto dentro ou ao longo de um endoscópio flexível para uso, por exemplo, nos procedimentos do trato gastrointestinal superior ou inferior.

[00122] Em uma outra modalidade ainda, conforme mostrado nas Figuras 69 e 70, o instrumento 10 pode compreender uma montagem de haste flexível 732, permitindo a articulação do manipulador de extremidade 12. Quando uma montagem de transmissão de articulação 731 acoplada ao eixo 8 é girada, a mesma poderá provocar uma articulação remota da montagem de haste flexível 732. A montagem de haste flexível 732 pode compreender uma primeira e segunda porções de haste flexíveis 733, 734, que alojam uma primeira e segunda montagens de banda flexíveis 735, 736. Após a rotação da montagem de transmissão de articulação 731, uma dentre a primeira e segunda

montagens de banda de transmissão flexíveis 735, 736 se movimentam para frente e a outra montagem de banda se movimentam para trás. Em resposta ao movimento alternativo das montagens de banda dentro da primeira e segunda porções de haste flexível 733, 734 da montagem de haste flexível 732, a montagem de haste flexível 732 se curva de modo a prover uma articulação. Uma descrição mais abrangente da haste flexível é feita na Patente U.S. N. 5.704.534, incorporada ao presente documento à guisa de referência.

[00123] Os dispositivos aqui apresentados podem ser concebidos para serem descartados após um único uso, ou podem ser concebidos para múltiplos usos. Em ambos os casos, no entanto, o dispositivo pode ser recondicionado para uma reutilização após pelo menos um uso. O recondicionamento pode incluir qualquer combinação das etapas de desmontagem do dispositivo, seguido da limpeza ou troca de peças particulares, e remontagem subsequente. Em particular, o dispositivo pode ser desmontado, e qualquer número de peças ou partes determinadas do dispositivo pode ser seletivamente substituído ou removido em qualquer combinação. Após limpeza e/ou troca de peças particulares, o dispositivo pode ser remontado, para uso subsequente, em uma fábrica de recondicionamento ou por uma equipe cirúrgica imediatamente antes de um procedimento cirúrgico. Os versados na técnica apreciarão que o recondicionamento de um dispositivo pode utilizar uma variedade de técnicas para desmontagem, limpeza/troca, e remontagem. O uso de tais técnicas e o dispositivo recondicionado resultante estão dentro do âmbito de aplicação do presente pedido.

[00124] De preferência, as várias modalidades da presente invenção descritas no presente documento são processadas antes de uma cirurgia. Primeiramente, um instrumento novo ou usado é obtido e, se necessário, limpo. O instrumento pode, em seguida, ser esterilizado. Em uma técnica de esterilização, o instrumento é colocado em um re-

recipiente fechado e vedado, como em um invólucro de plástico termoforado revestido com uma folha de TYVEK. O recipiente e o instrumento são, em seguida, colocados em um campo de radiação que pode penetrar o recipiente, como, por exemplo, uma radiação gama, raios x, ou elétrons de alta energia. A radiação mata as bactérias do instrumento e do recipiente. O instrumento esterilizado pode, em seguida, ser armazenado no recipiente estéril. O recipiente selado mantém o instrumento estéril até que seja aberto no consultório médico.

[00125] É preferido que o dispositivo seja esterilizado. Isto pode ser feito de diversas maneiras conhecidas pelos versados na técnica, incluindo por meio de radiação beta ou gama, por óxido de etileno, a vapor ou por meio de outros métodos.

[00126] Embora a presente invenção tenha sido ilustrada por meio da descrição de diversas modalidades e embora as modalidades ilustrativas sejam descritas em consideráveis detalhes, não vem a ser intenção da Requerente restringir ou de alguma forma limitar o âmbito de aplicação das reivindicações em apenso a tais detalhes. Vantagens ou modificações adicionais podem, de pronto, surgir aos versados na técnica. as várias modalidades da presente invenção representam vastos aperfeiçoamentos sobre os métodos de grampeamento anteriores, que requerem o uso de diferentes tamanhos de grampo em um único cartucho a fim de obter grampos de diferentes alturas (finais).

[00127] Por conseguinte, a presente invenção foi apresentada em termos de procedimentos e aparelhos endoscópicos. No entanto, o uso de termos, tais como "endoscópico", não deve ser concebido no sentido de limitar a presente invenção a um instrumento cirúrgico de corte e grampeamento para uso somente em conjunto com um tubo endoscópico (isto é, um trocarte). Ao contrário, acredita-se que a presente invenção possa encontrar uso em qualquer procedimento no qual o acesso seja limitado, incluindo, porém, não se limitando a, pro-

cedimentos laparoscópicos, assim como a procedimentos abertos. Além disso, os aspectos únicos e novos das várias modalidades de cartucho de grampos da presente invenção podem encontrar utilidade quando usados com relação a outras formas de aparelhos de grampeamento, sem se afastar do espírito e âmbito de aplicação da presente invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1. Instrumento cirúrgico de corte e fixação (10) compreendendo:

um manipulador de extremidade (12);

um eixo (8) conectado ao manipulador de extremidade (12), o eixo compreendendo um trem de transmissão para o acionamento do manipulador de extremidade (12);

um motor elétrico de corrente CC (65) conectado ao trem de transmissão para o acionamento do trem de transmissão; e

um dispositivo limitador de torque compreendendo uma embreagem (400) conectada entre um polo de saída do motor (65) e um polo de entrada do trem de transmissão;

**caracterizado pelo fato de que** a embreagem é uma embreagem eletromagnética compreendendo:

um estator em forma de ferradura (402) tendo um primeiro disco magnético (404) em uma primeira extremidade do estator e um segundo disco magnético (406) em uma segunda extremidade do estator, em que o primeiro disco magnético (404) é conectado ao polo de saída do motor, e o segundo disco magnético (406) é conectado ao polo de entrada do trem de transmissão; e

uma bobina, de tal modo que, quando a bobina conduz uma corrente, o fluxo eletromagnético a partir da bobina faz atuar a embreagem.

2. Instrumento cirúrgico de corte e fixação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**

quando a bobina conduz corrente, os dois discos magnéticos (404,406) se atraem entre si de modo a entrarem em contato um com o outro;

quando a bobina não está conduzindo corrente, os dois discos magnéticos (404,406) não ficam em contato um com o outro.

3. Instrumento cirúrgico de corte e fixação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a bobina é enrolada em torno do estator (402).

4. Instrumento cirúrgico de corte e fixação, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a embreagem compreende um estator em forma de ferradura (402) na forma de um ímã permanente tendo um primeiro disco (404) em uma primeira extremidade do estator e um segundo disco (406) em uma segunda extremidade do estator, em que o primeiro disco (404) é conectado ao polo de saída do motor (65) e o segundo disco é conectado ao polo de entrada do trem de transmissão, e

em que o ímã permanente é conectado ao polo de saída do motor (65) e atrai o polo de entrada do trem de transmissão de modo que os discos magnéticos (404,406) fiquem em contato um com o outro.

5. Instrumento cirúrgico de corte e fixação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um manípulo (6) conectado ao eixo, em que o motor (65) está localizado no manípulo.

6. Instrumento cirúrgico de corte e fixação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo fato de que** o manipulador de extremidade (12) compreende:

garras opostas inferior e superior (22,24); e

uma lâmina (32) que atravessa um canal longitudinal da garra inferior (22).

7. Instrumento cirúrgico de corte e fixação, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** o manipulador de extremidade (12) ainda compreende pelo menos um eletrodo de RF (500).

8. Instrumento cirúrgico de corte e fixação, de acordo com

qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado pelo fato de que** o instrumento é um cortador endoscópico linear.

9. Instrumento cirúrgico de corte e fixação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelo fato de que** o instrumento é um dispositivo de corte e grampeamento circulares.

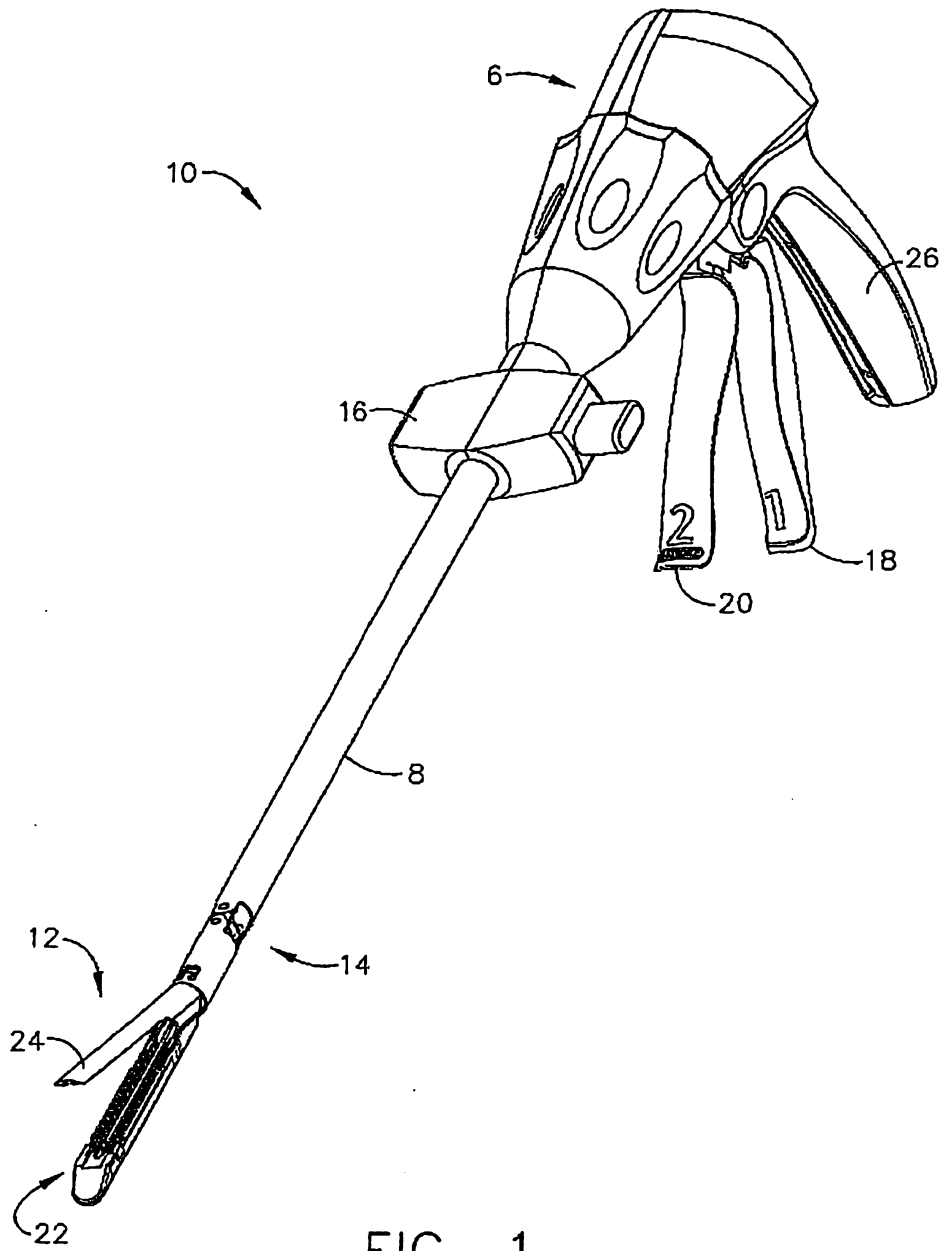


FIG. 1

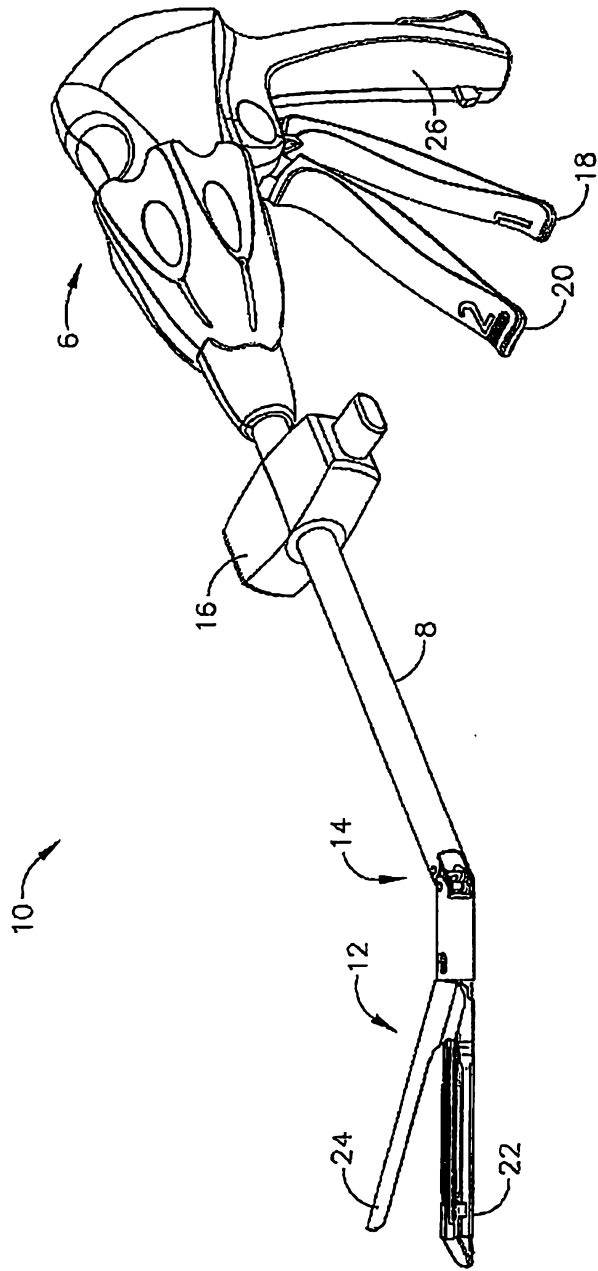


FIG. 2

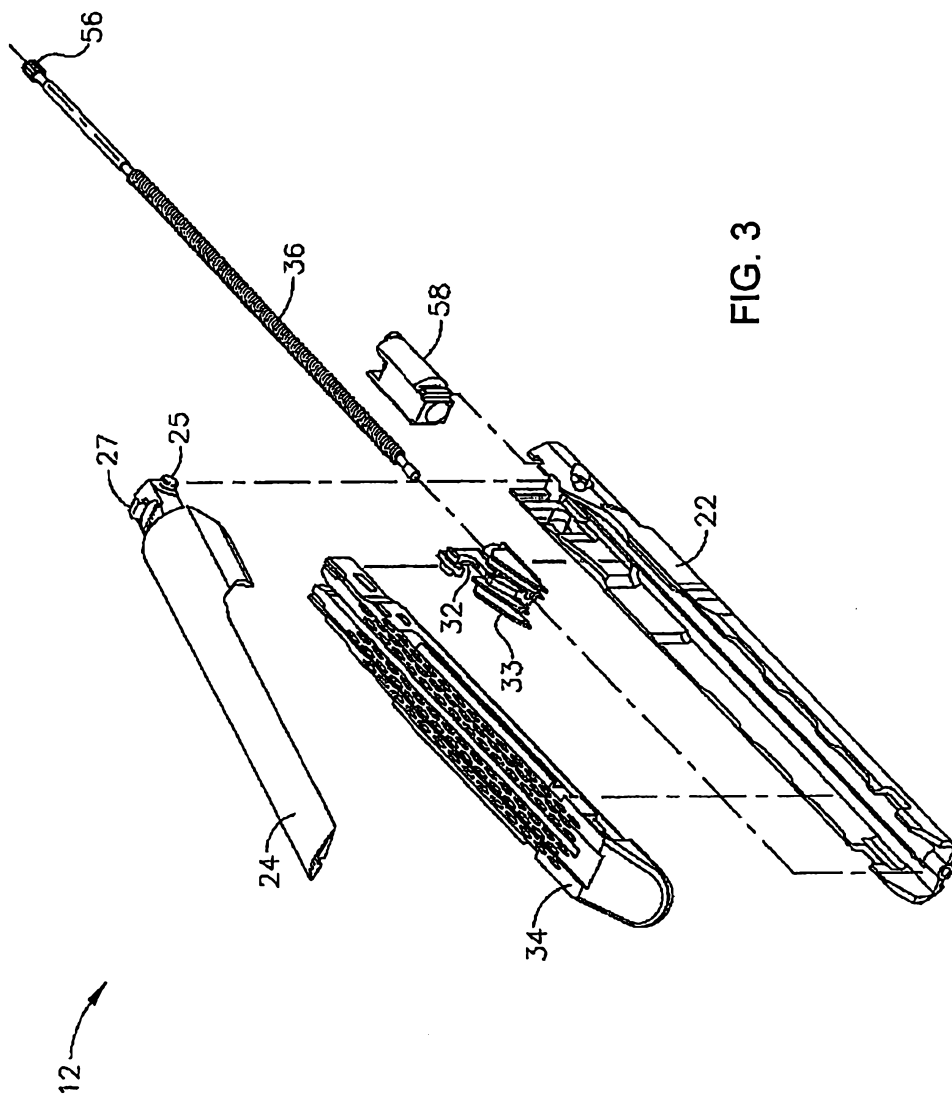


FIG. 3

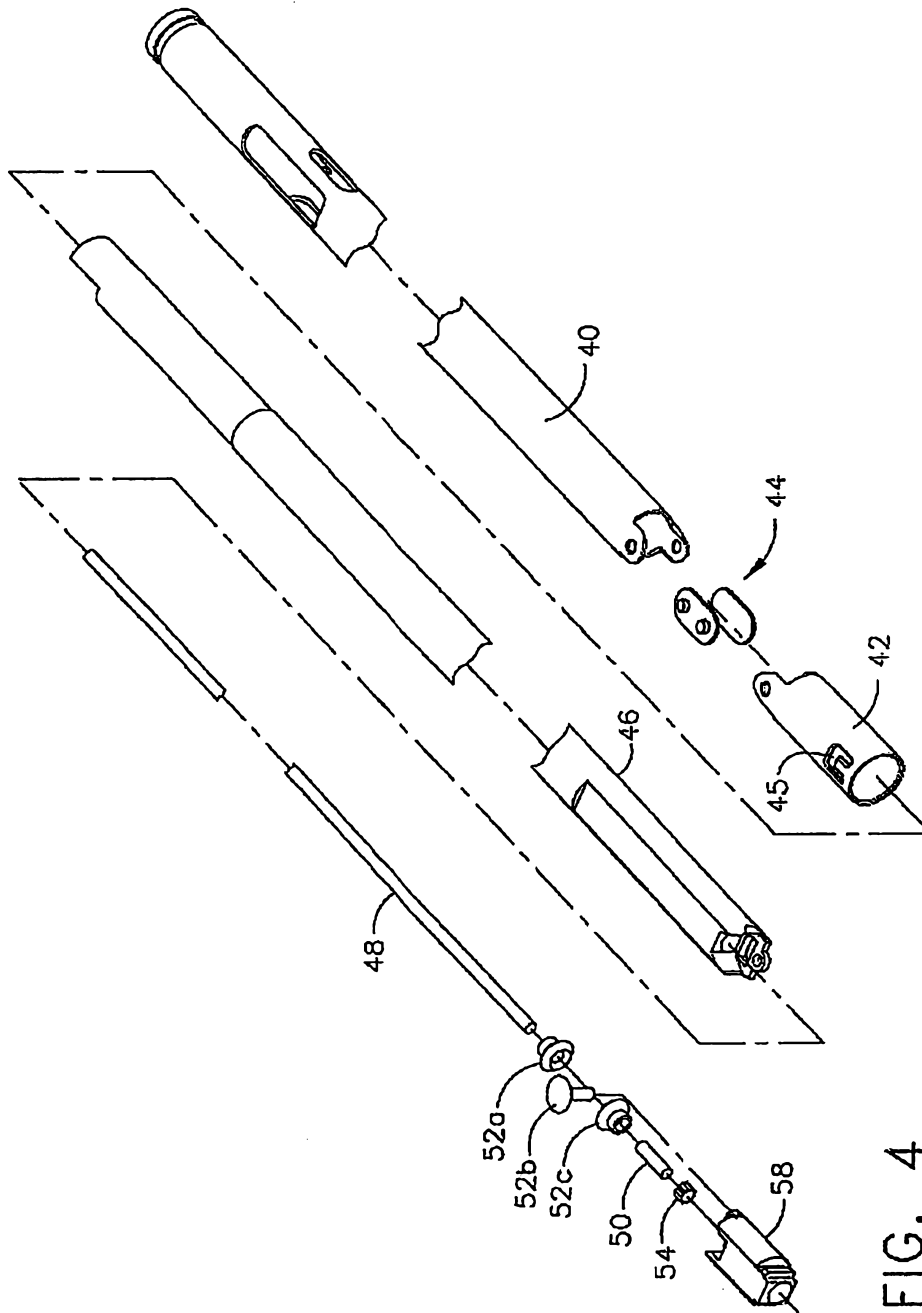


FIG. 4

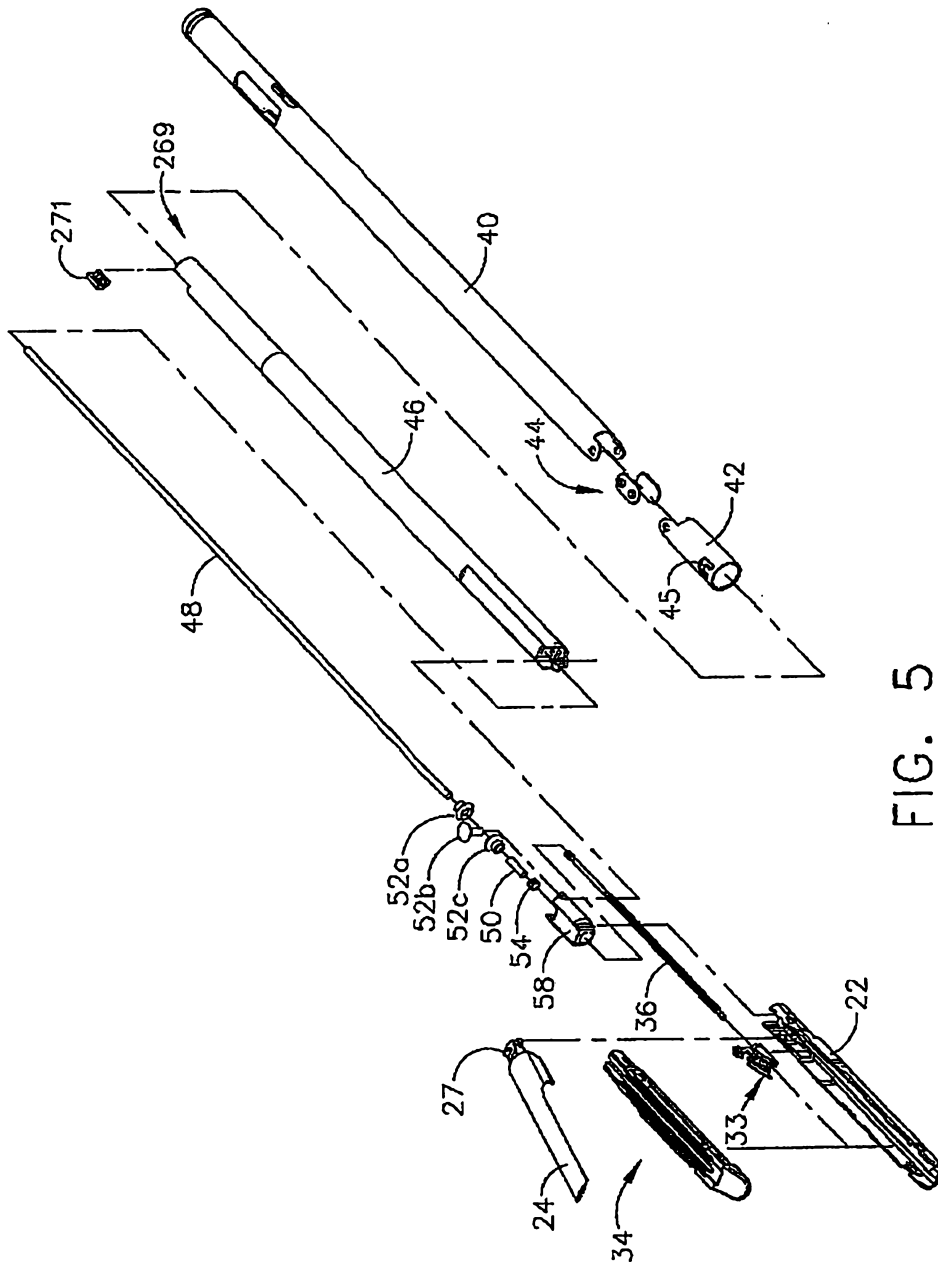


FIG. 5

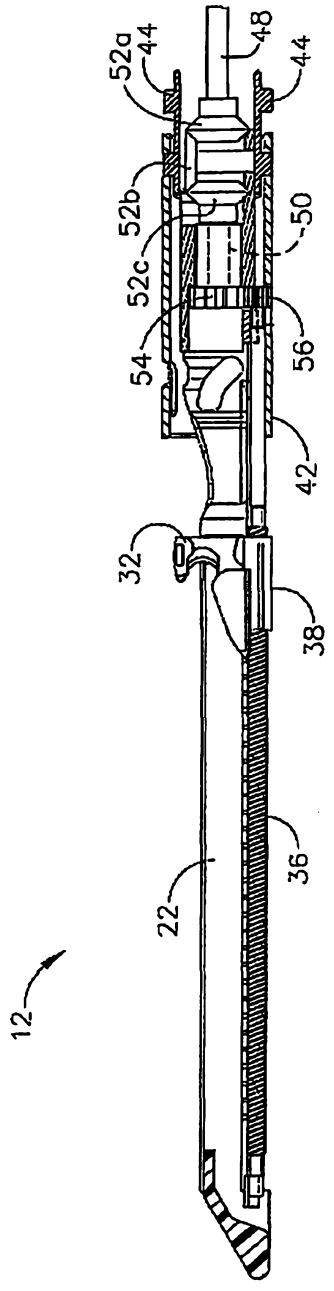


FIG. 6

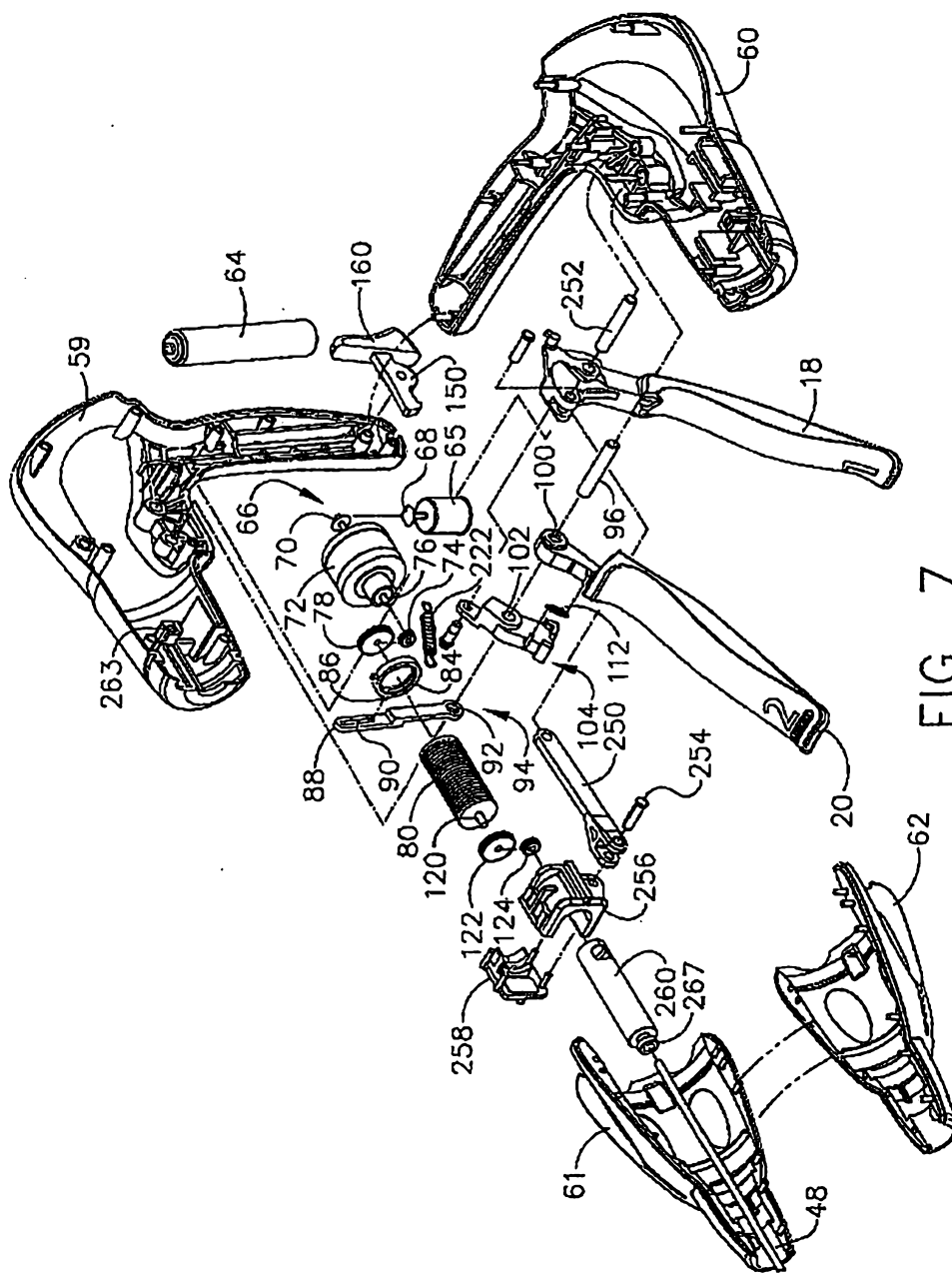


FIG. 7

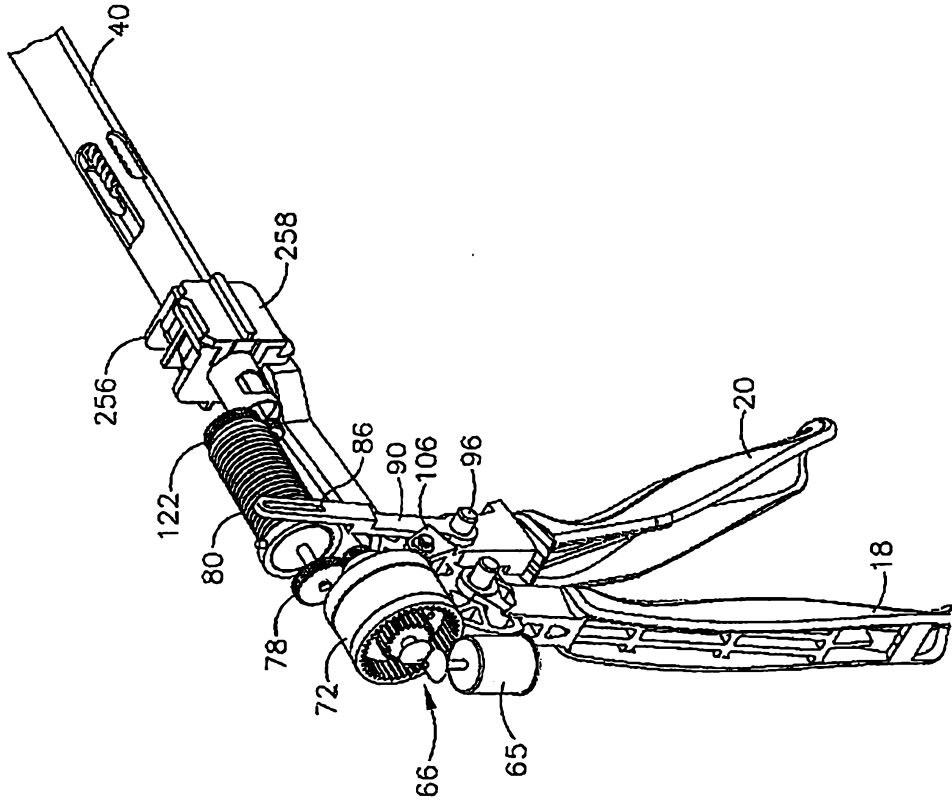


FIG. 8

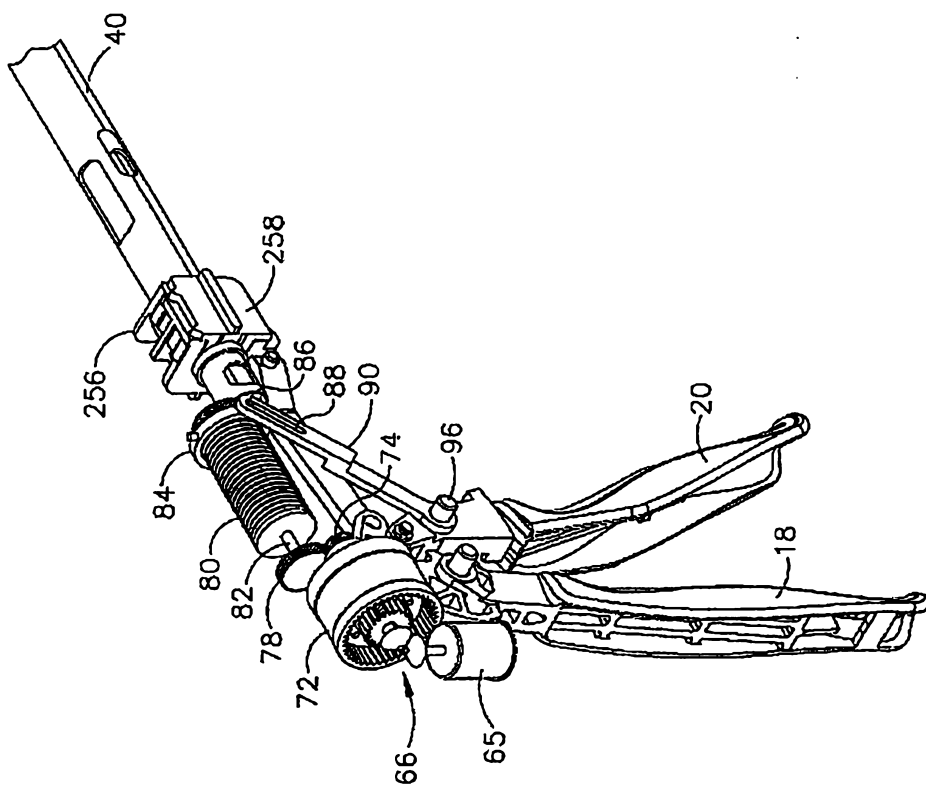


FIG. 9

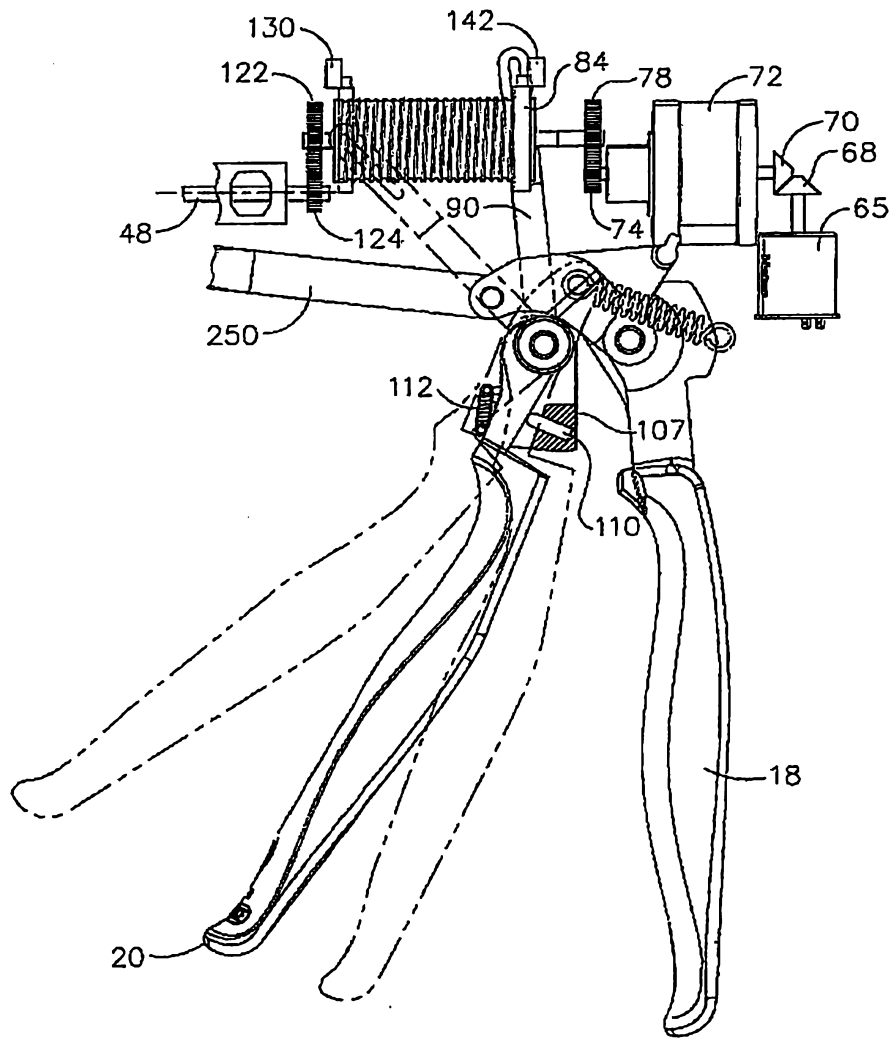


FIG. 10

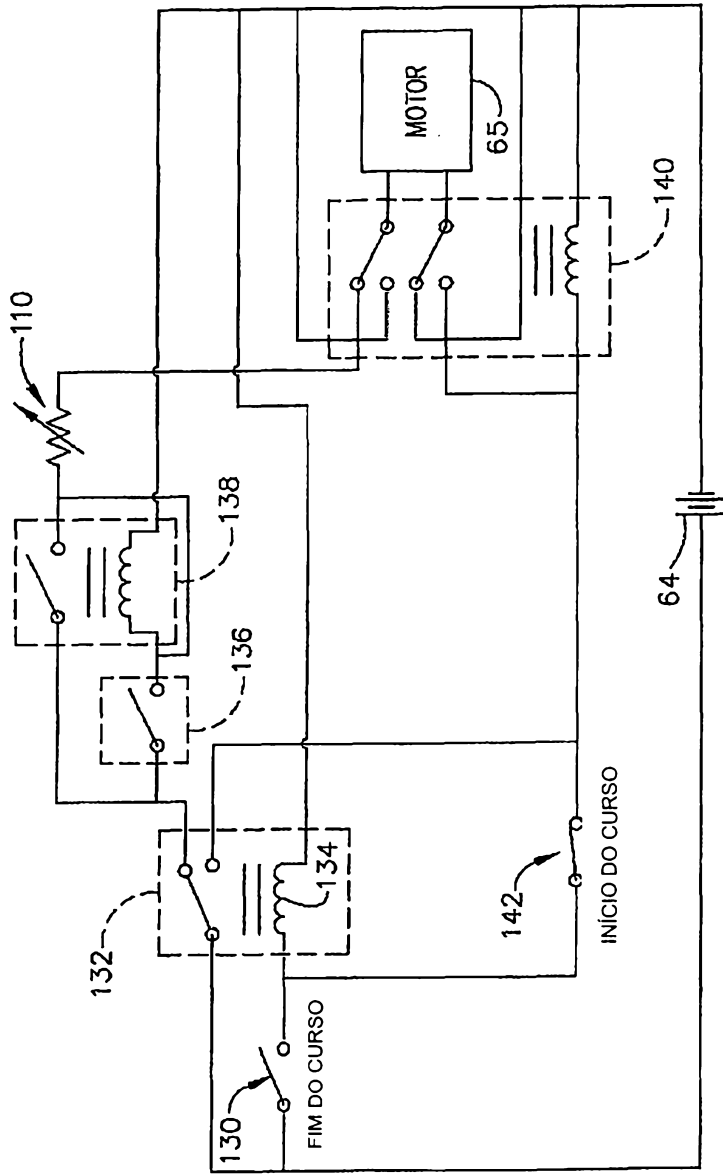
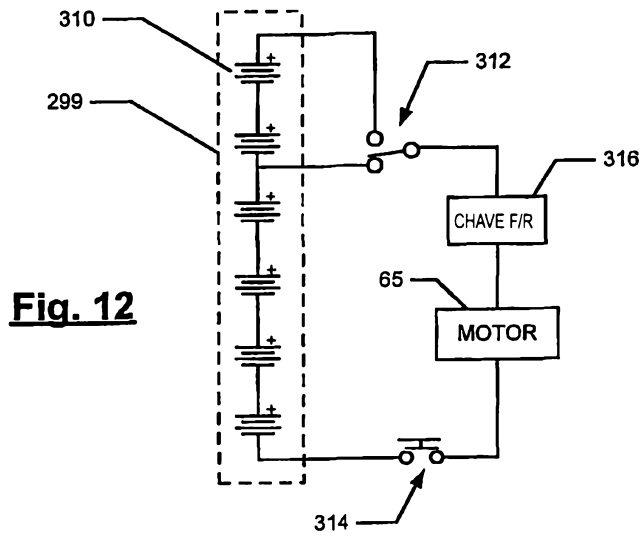
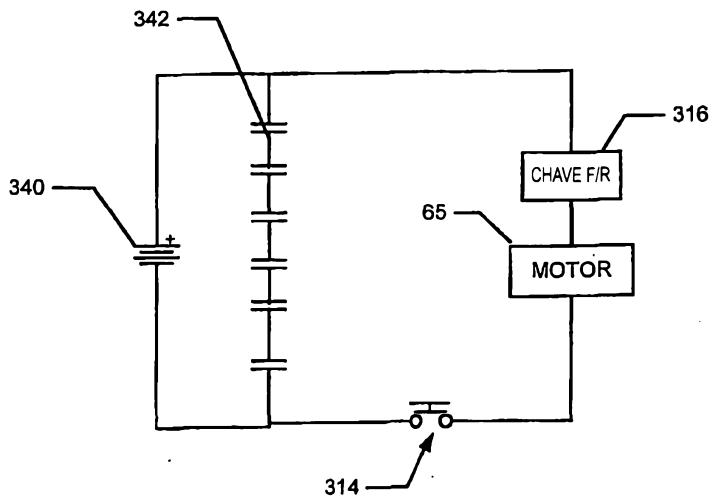


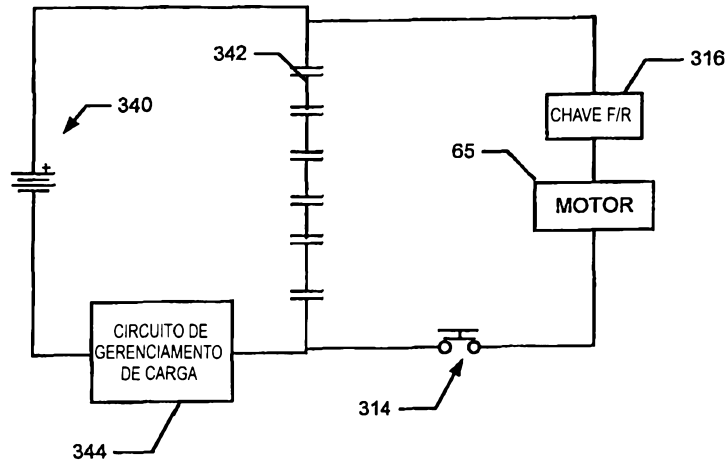
FIG. 11



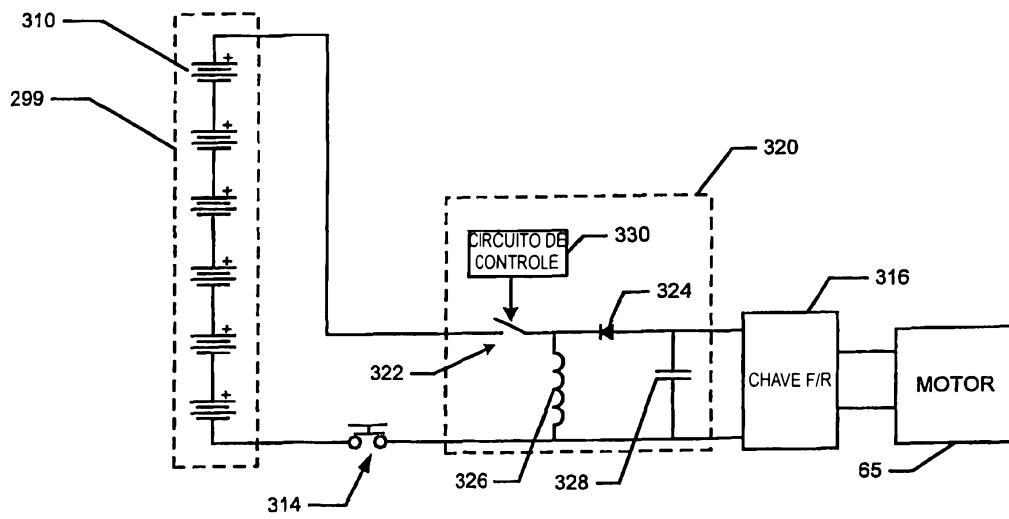
**Fig. 12**



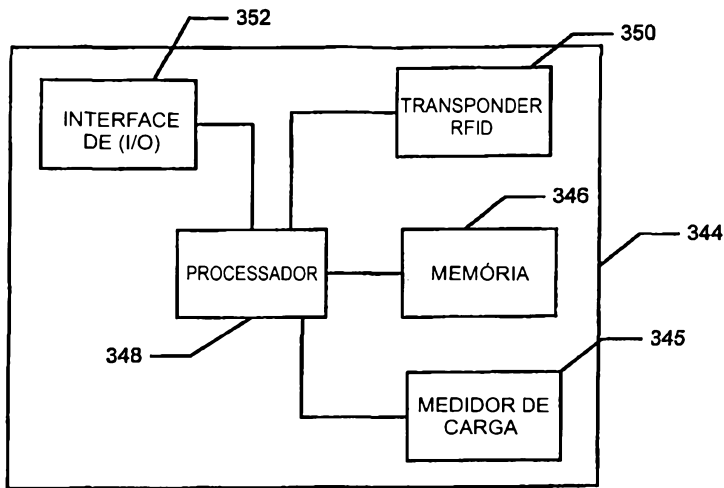
**Fig. 13**



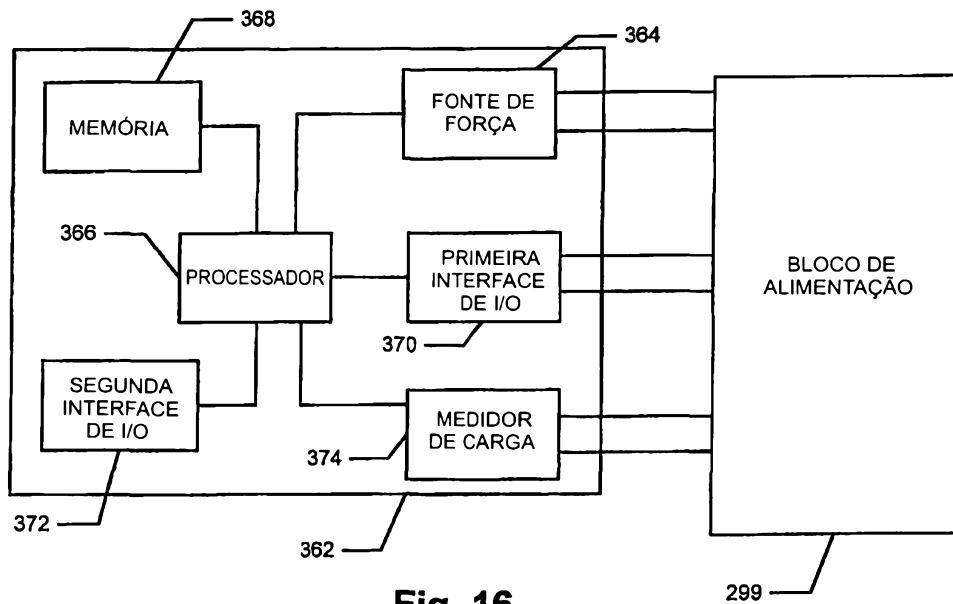
**Fig. 14**



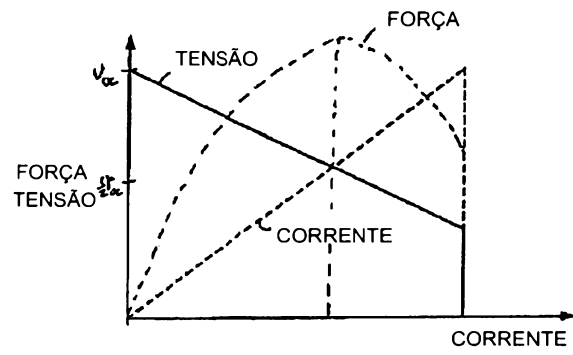
**Fig. 17**



**Fig. 15**

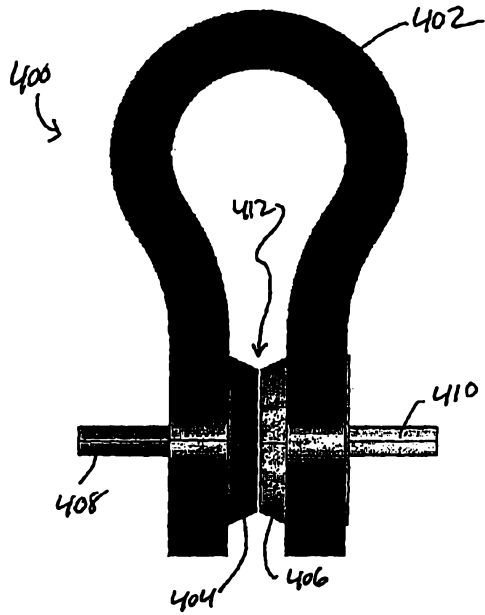


**Fig. 16**

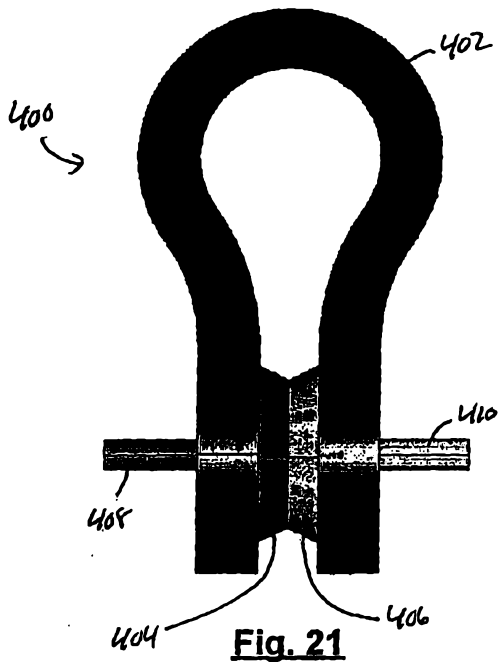
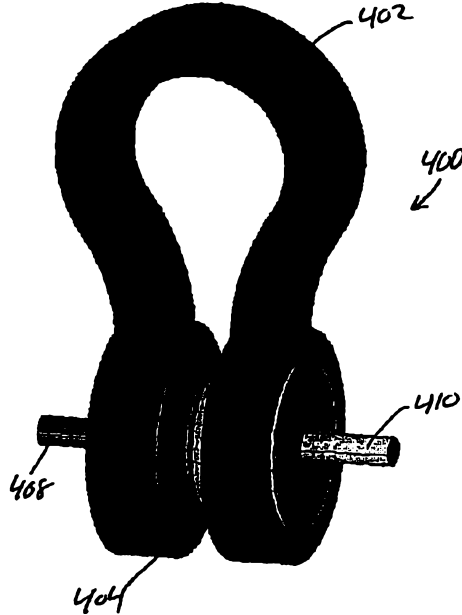


**FIG. 18**

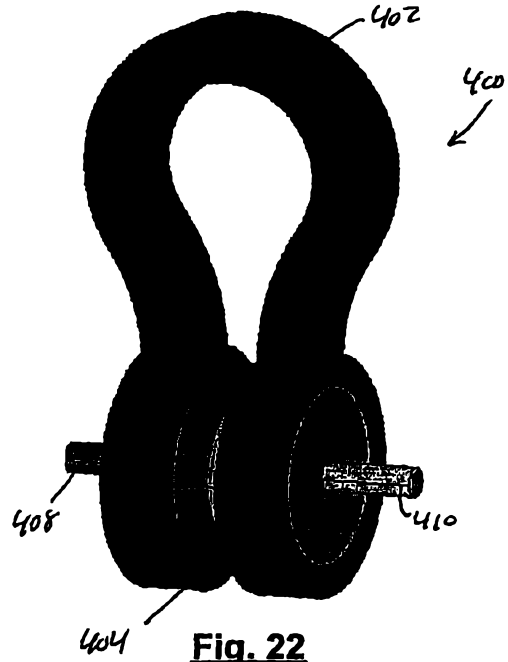
**Fig. 19**



**Fig. 20**



**Fig. 21**



**Fig. 22**

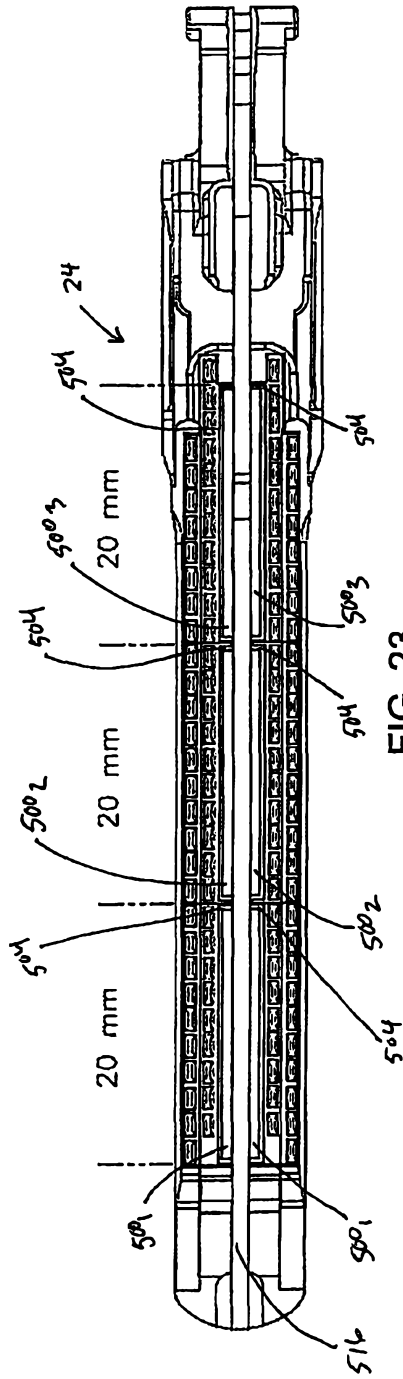


FIG. 23

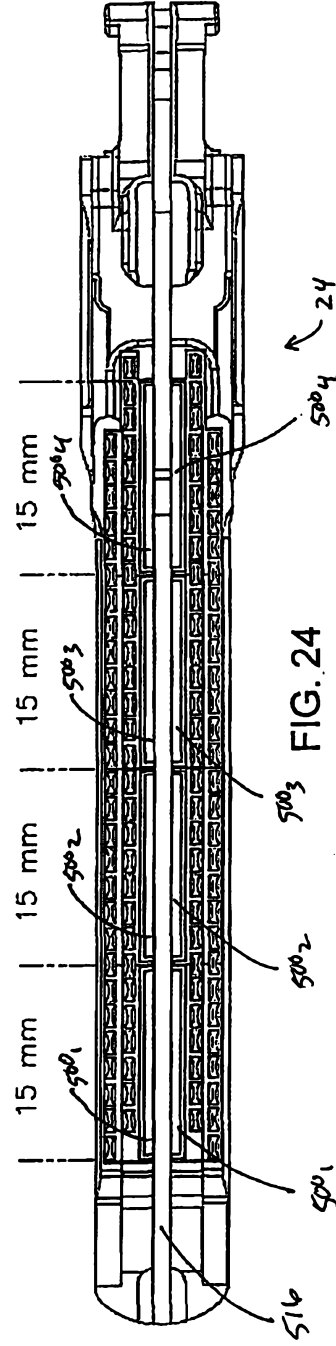


FIG. 24

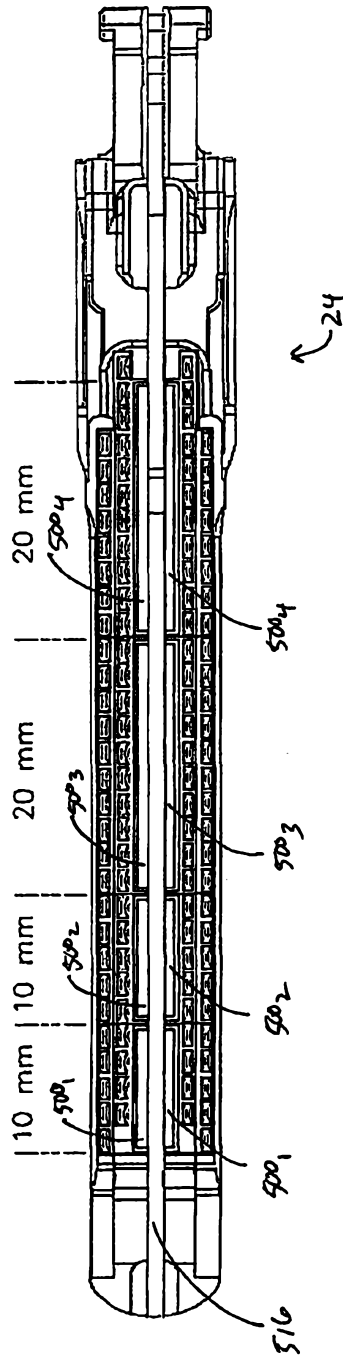
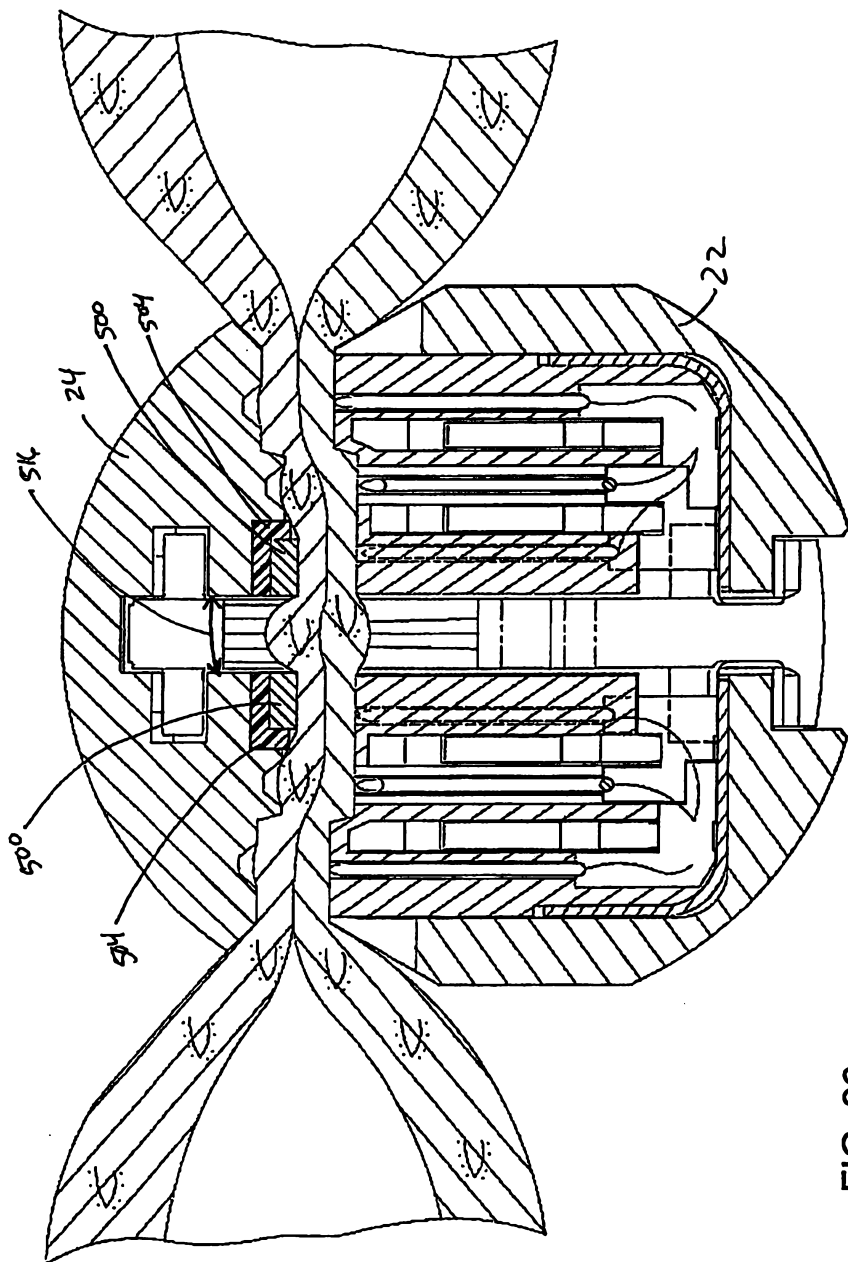
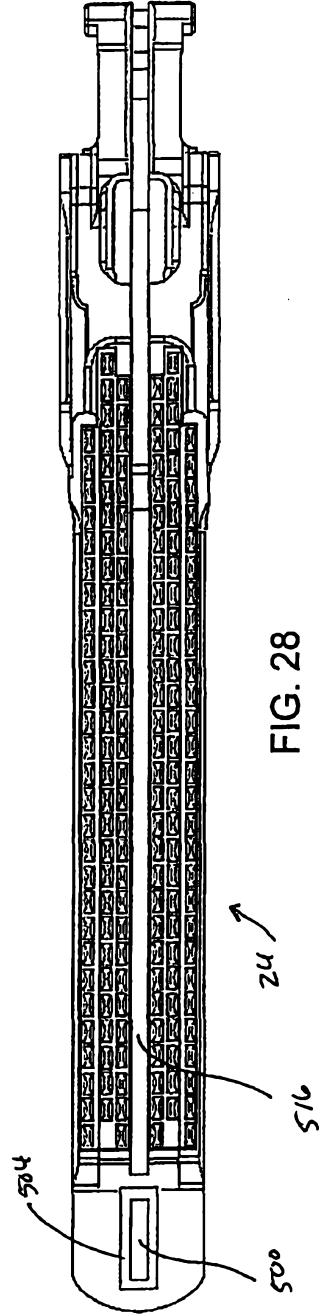
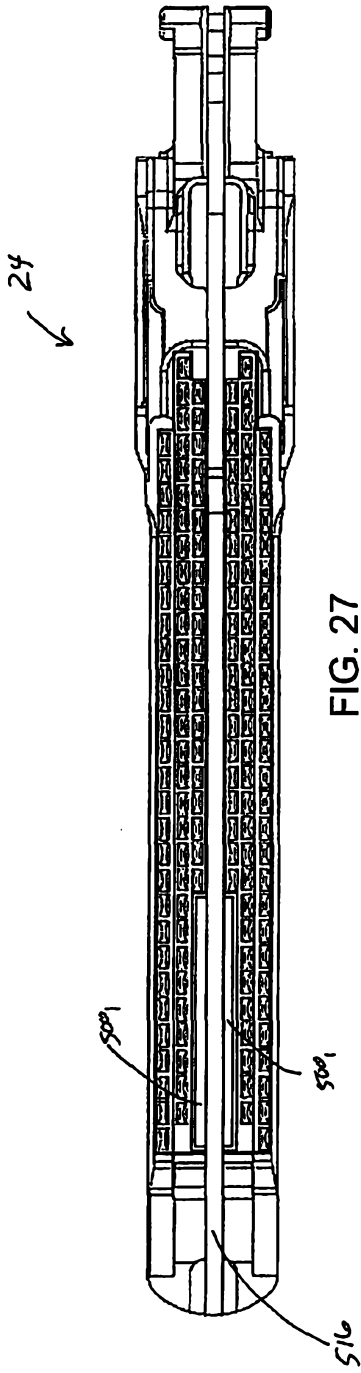


FIG. 25





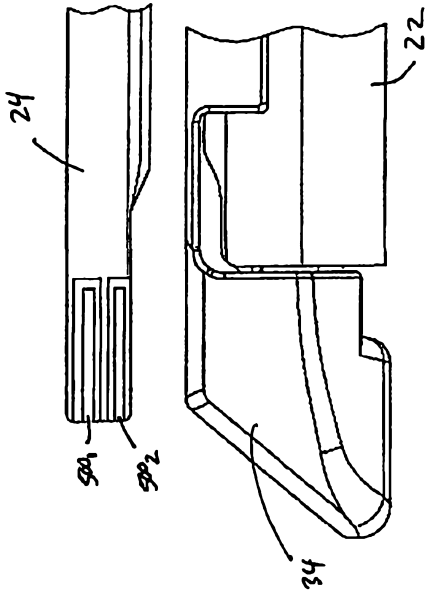


FIG. 30

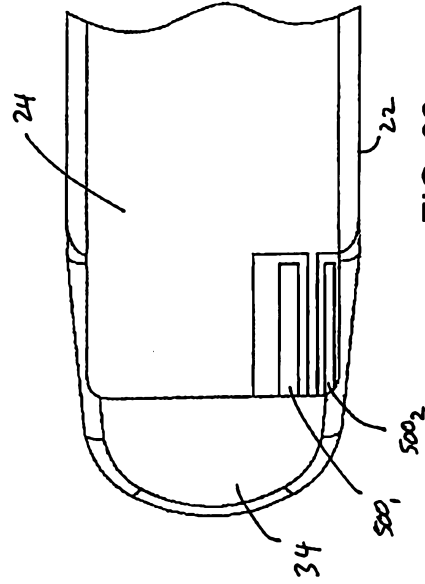


FIG. 32

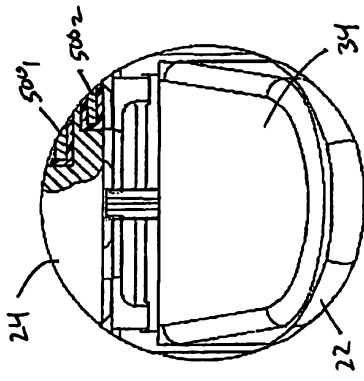


FIG. 29

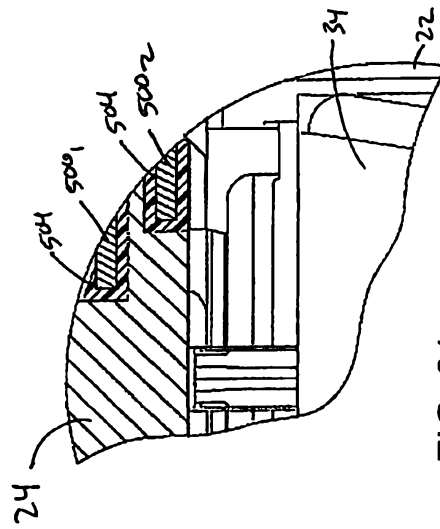


FIG. 31

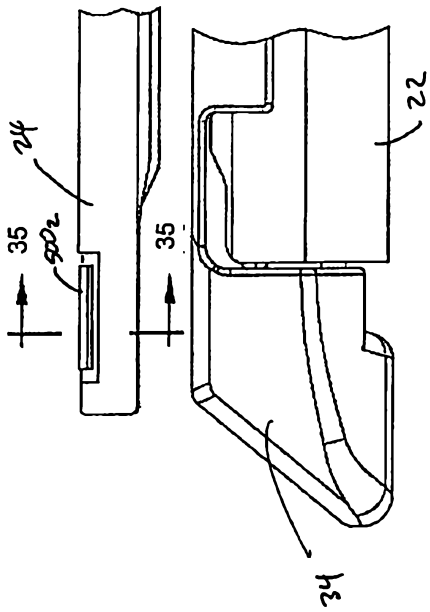


FIG. 34

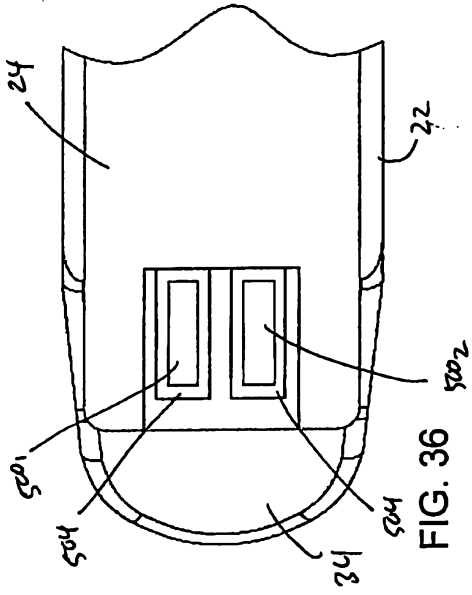


FIG. 36

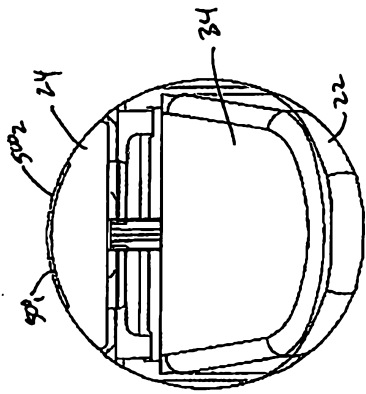


FIG. 33

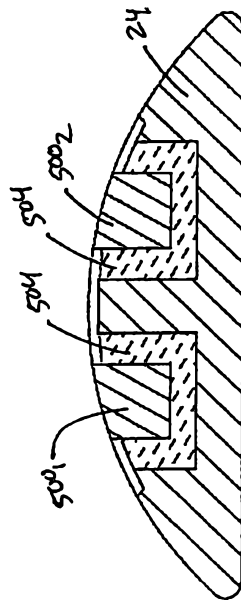


FIG. 35

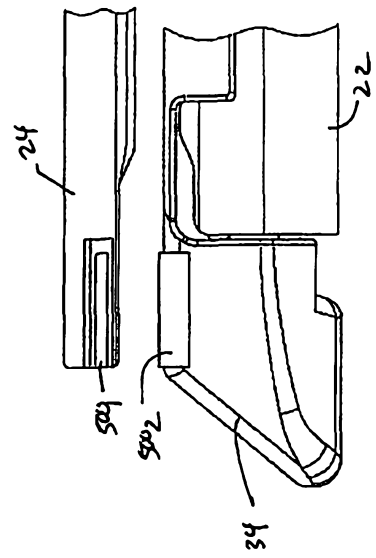


FIG. 38

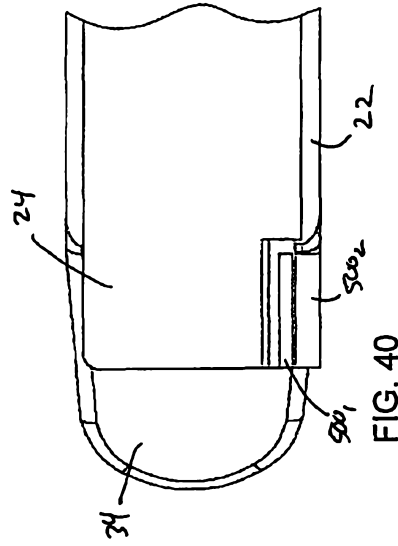


FIG. 40

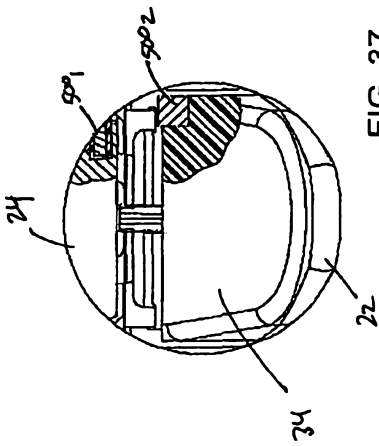


FIG. 37

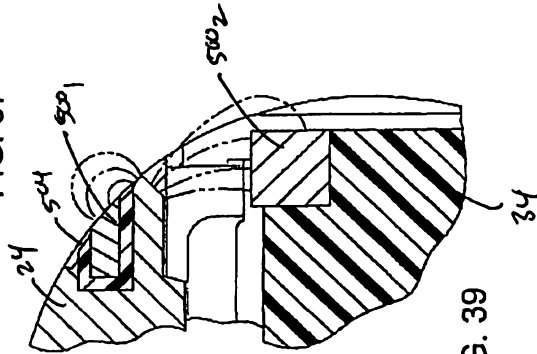


FIG. 39

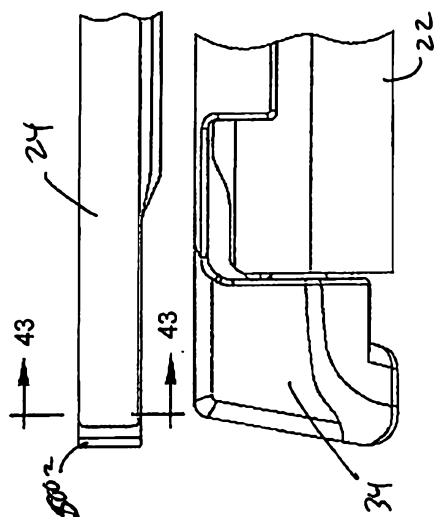


FIG. 42

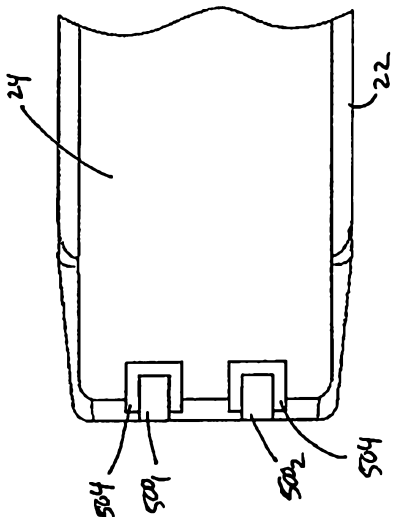


FIG. 44

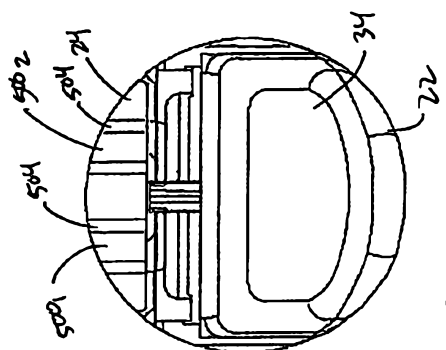


FIG. 41

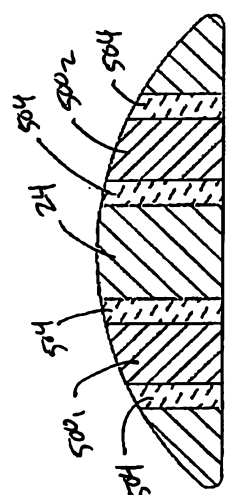


FIG. 43

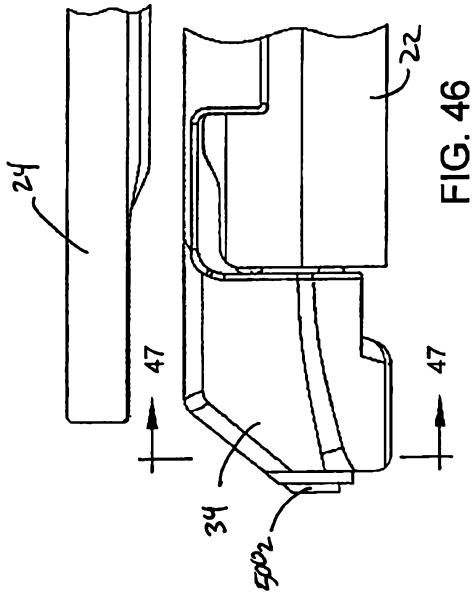


FIG. 46

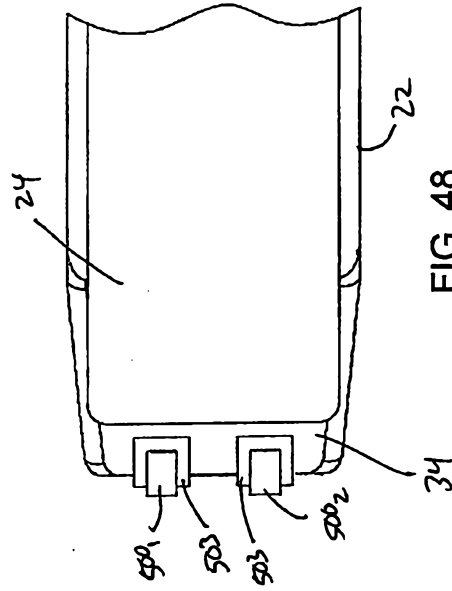


FIG. 48

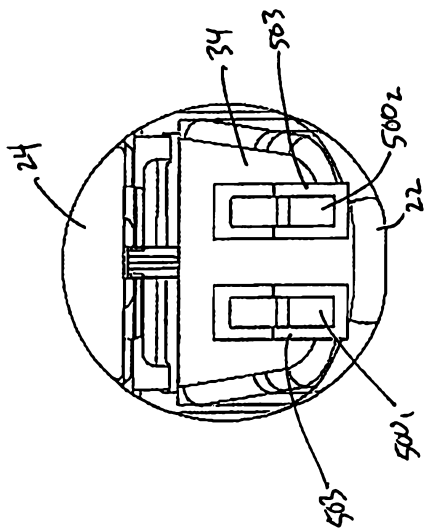


FIG. 45

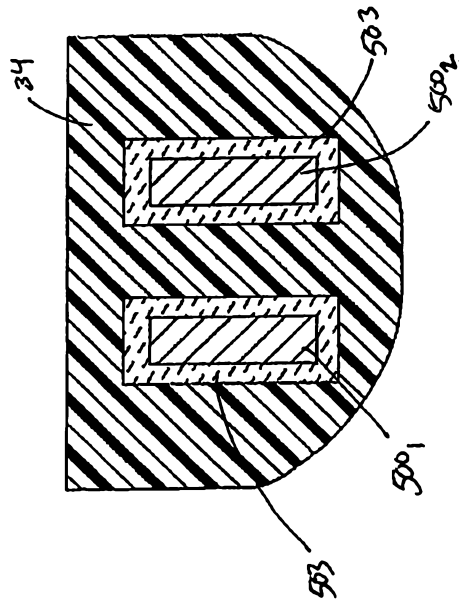


FIG. 47

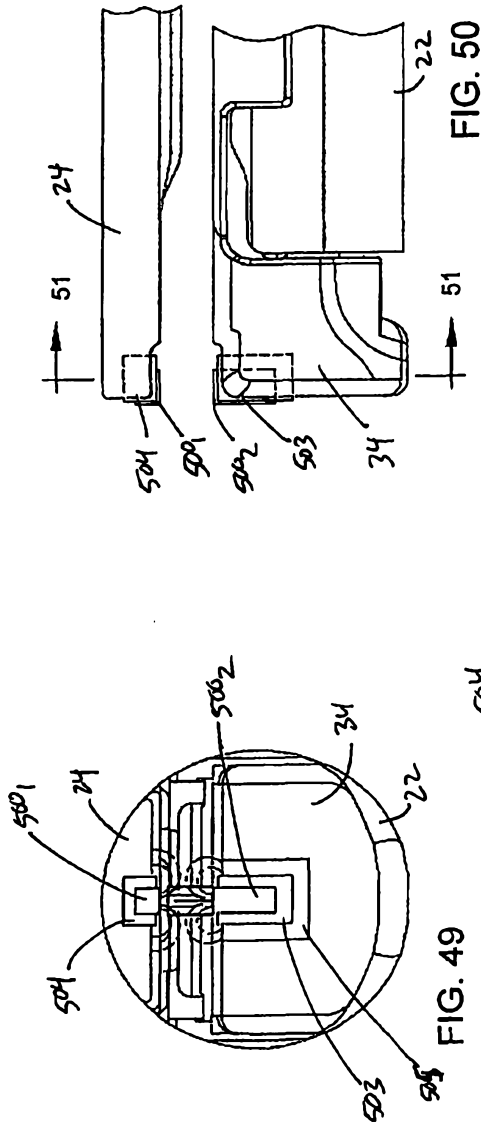


FIG. 50

FIG. 49

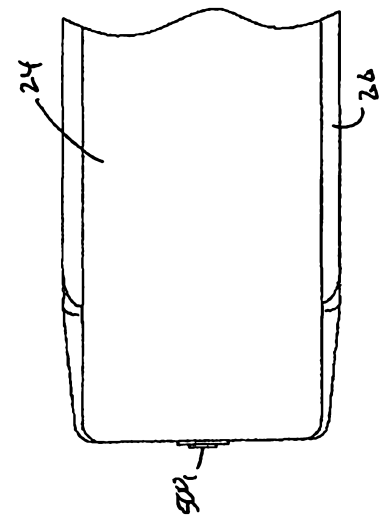


FIG. 52

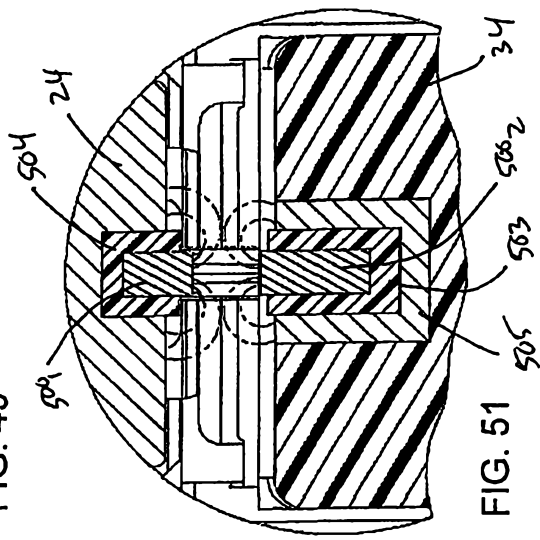


FIG. 51

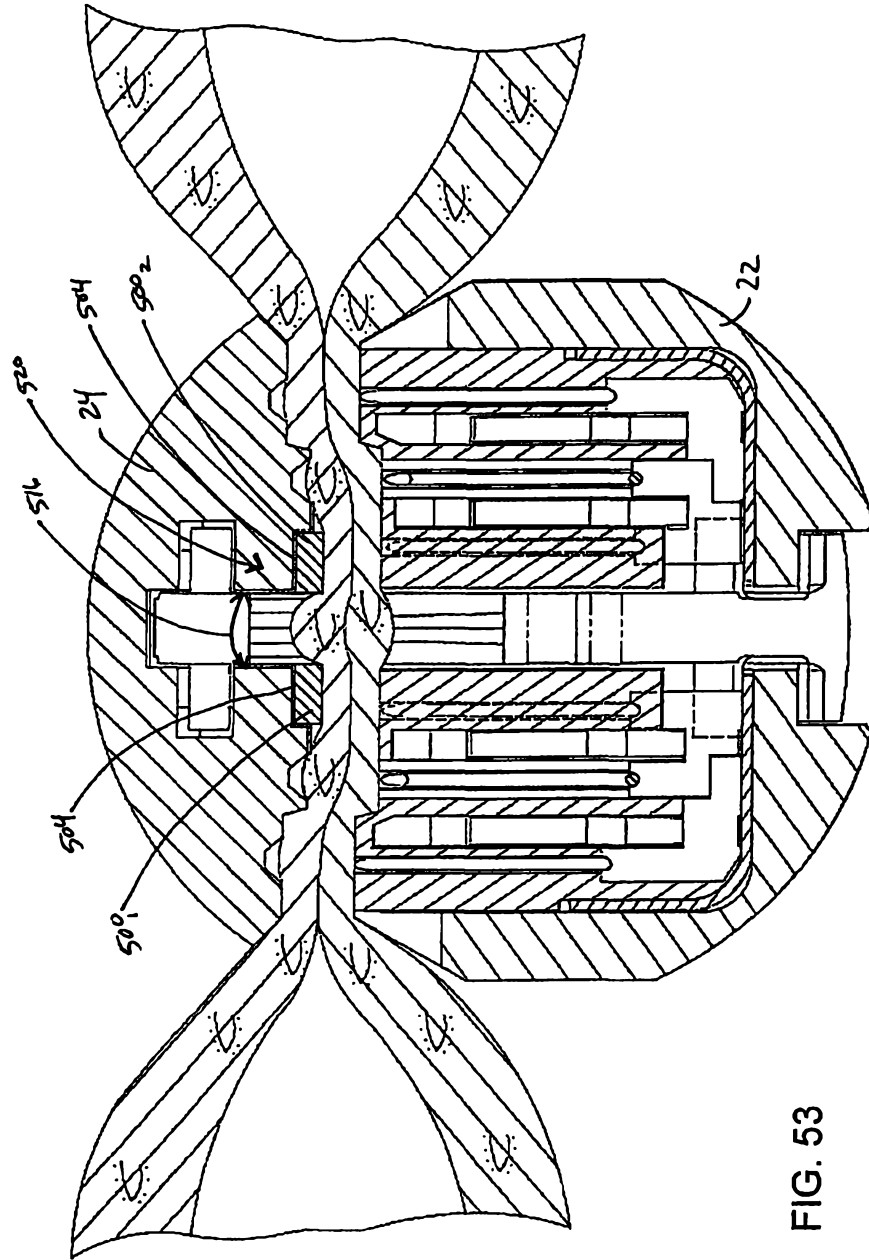


FIG. 53

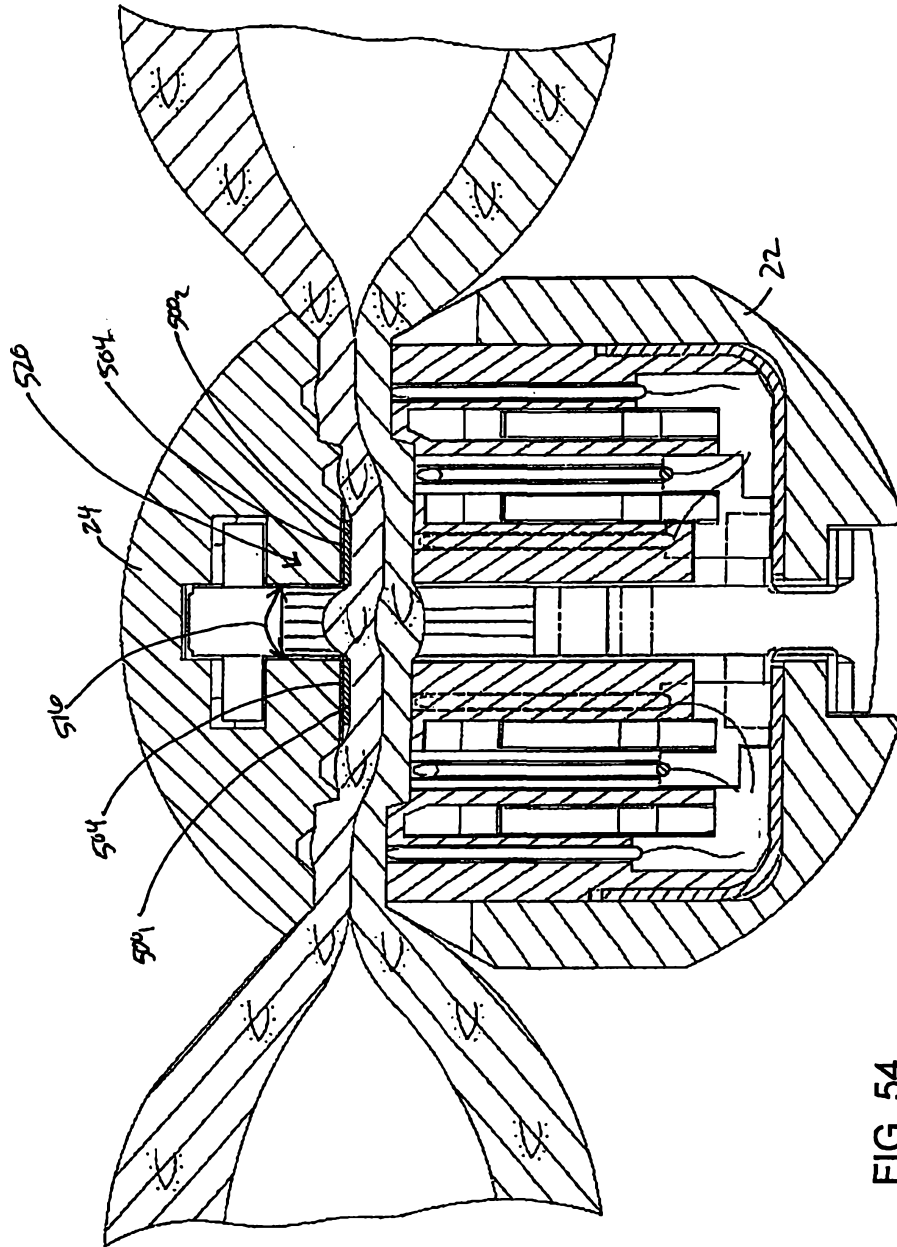


FIG. 54

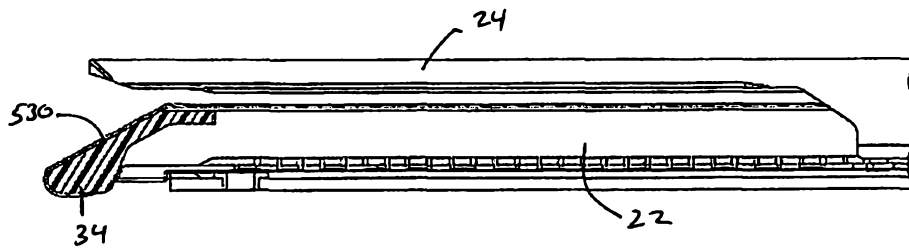


FIG. 55

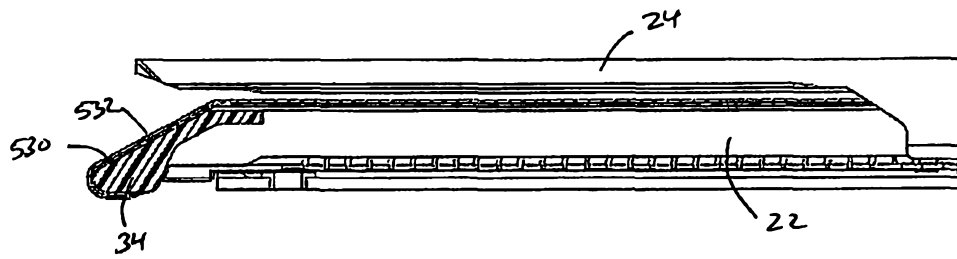


FIG. 56

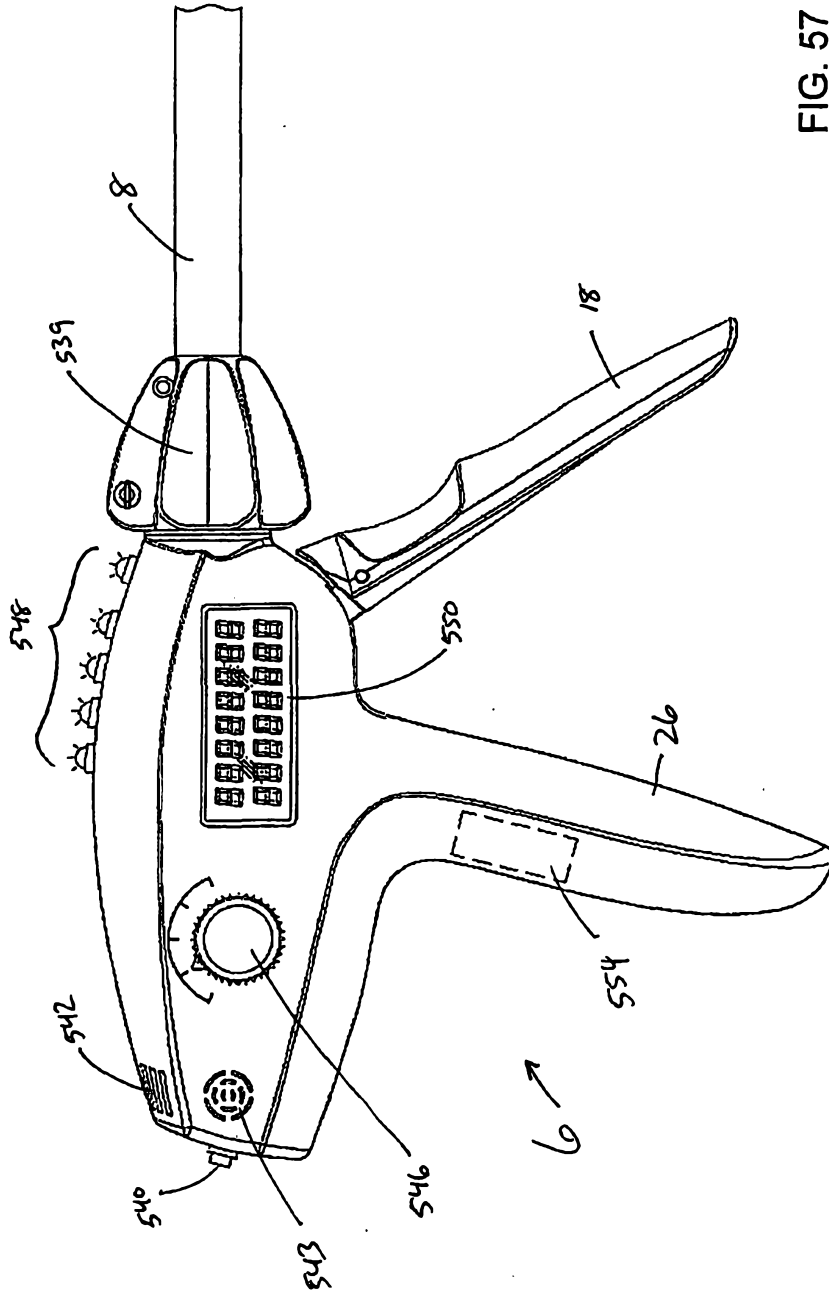


FIG. 57

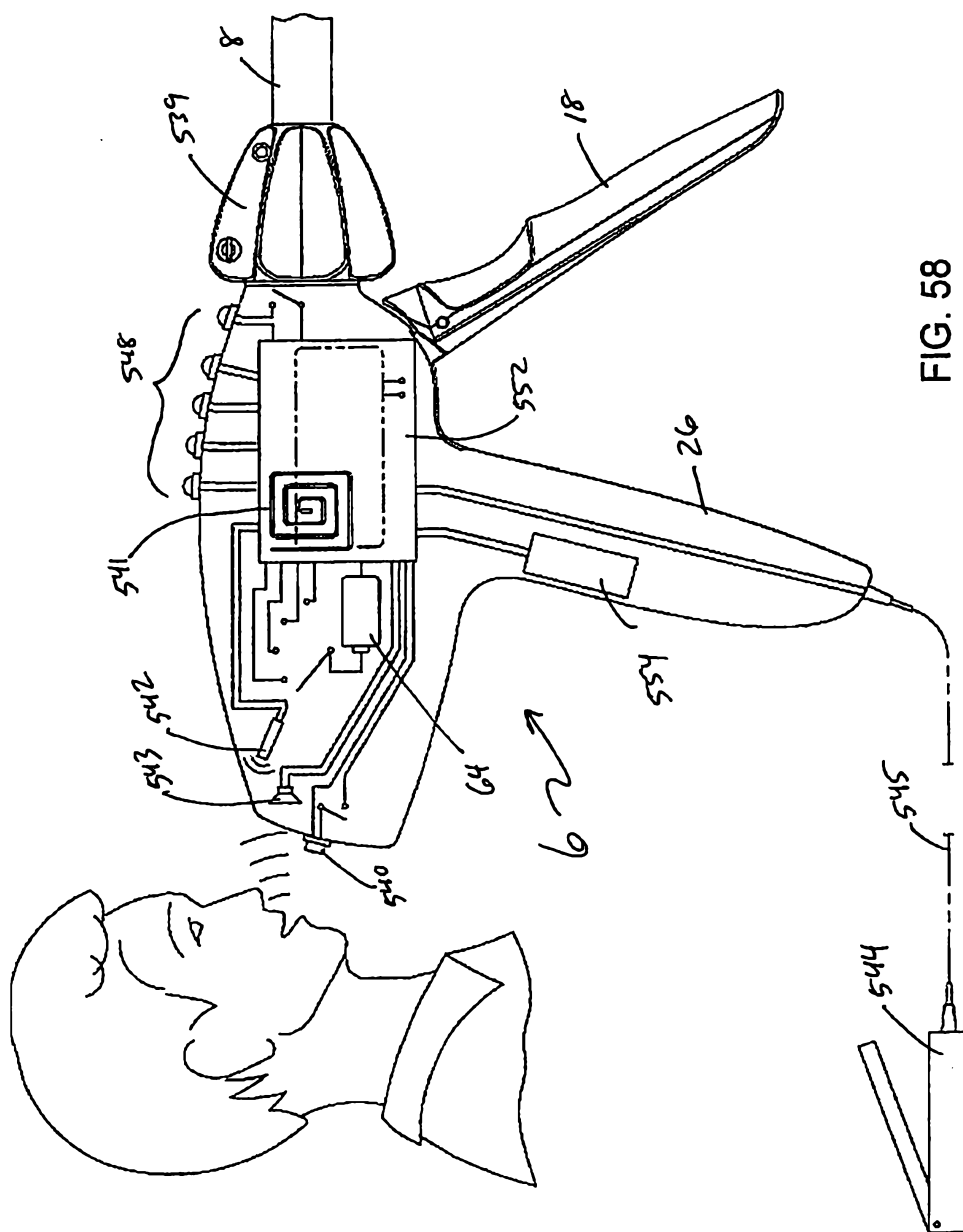


FIG. 58

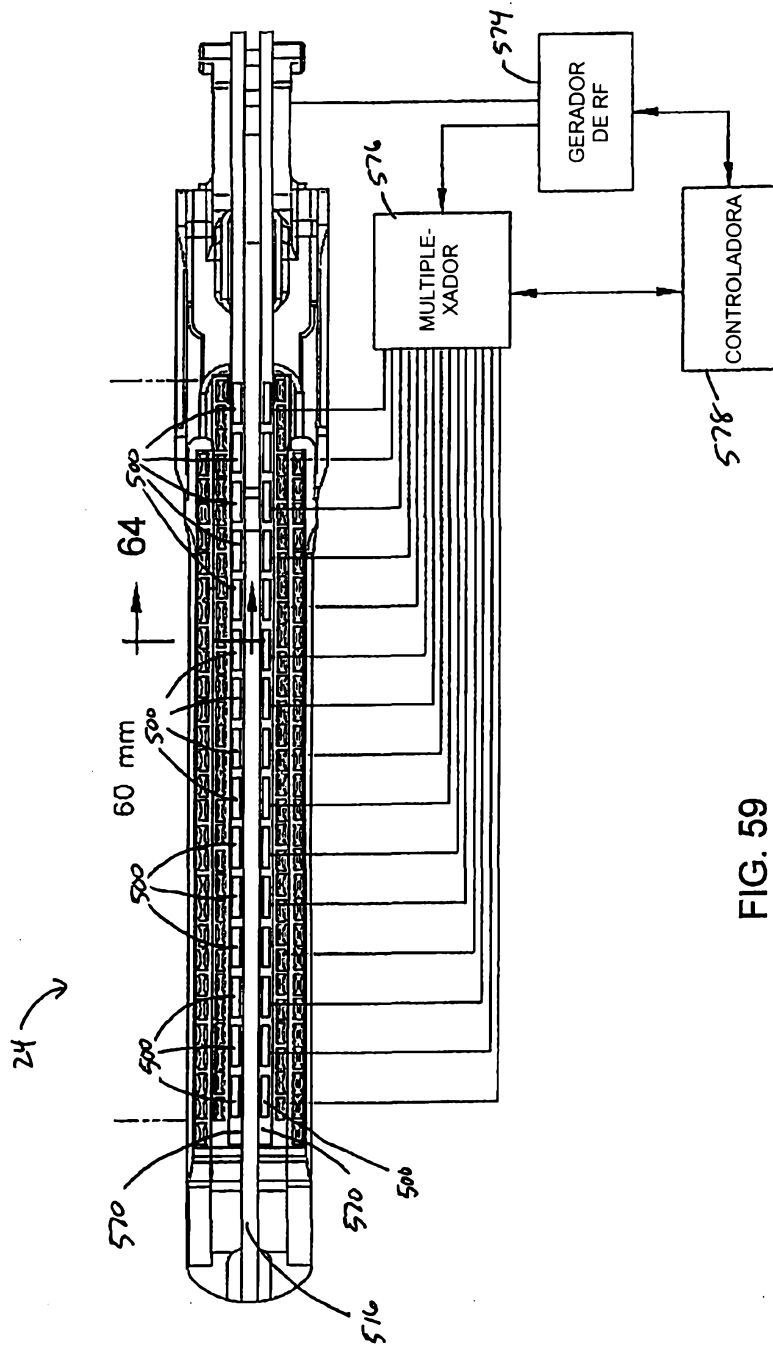


FIG. 59

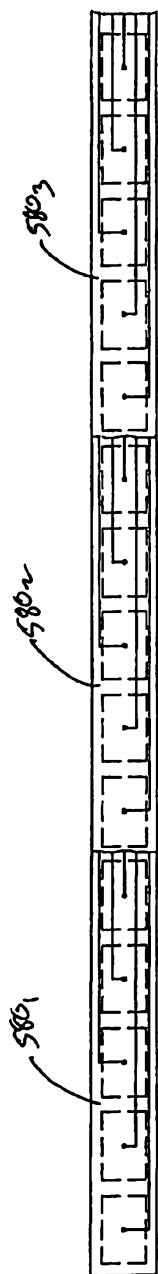


FIG. 60

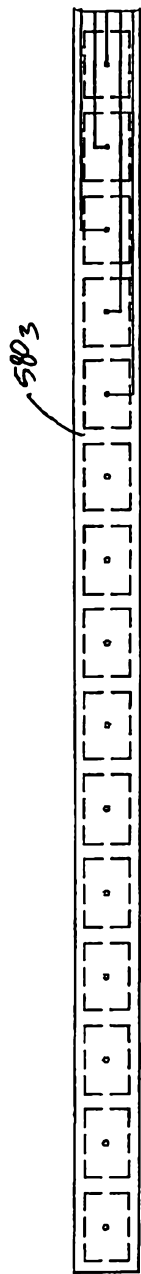


FIG. 61

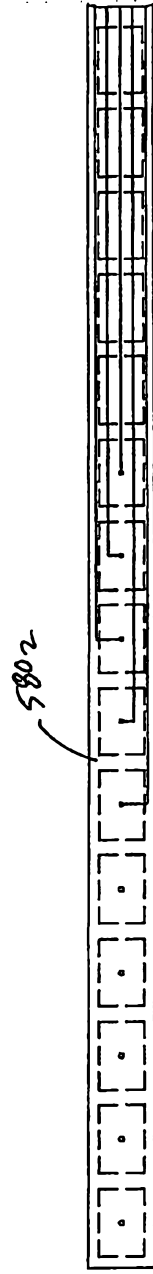


FIG. 62



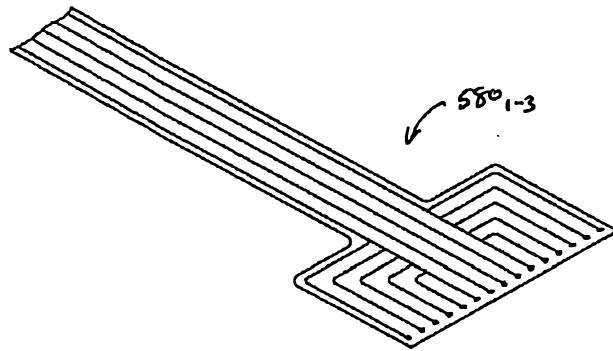


FIG. 65

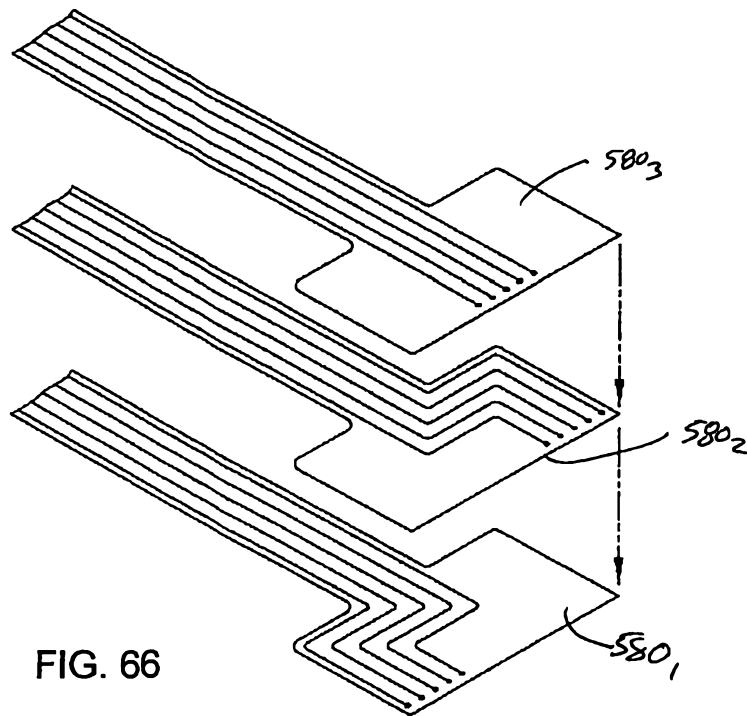


FIG. 66

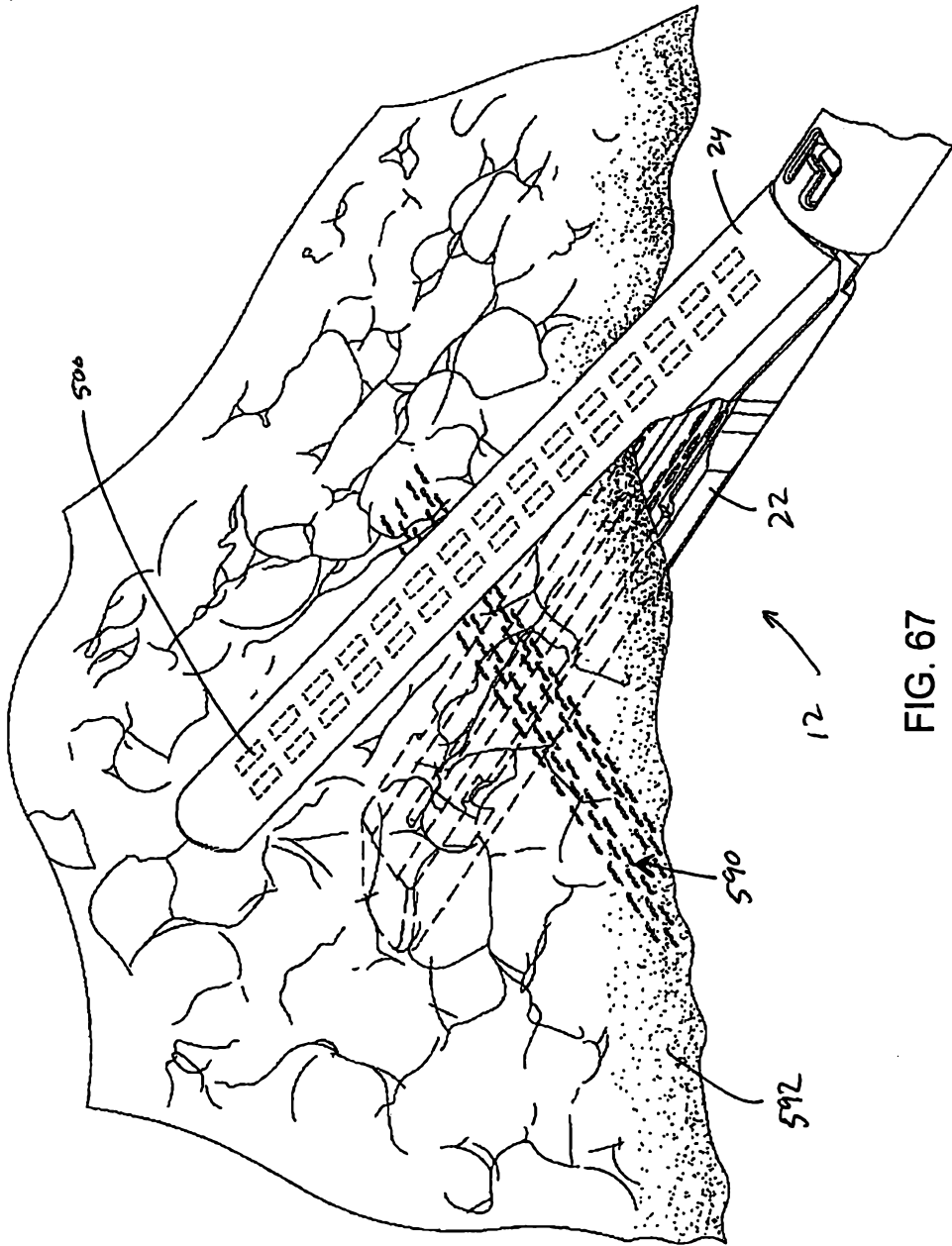


FIG. 67

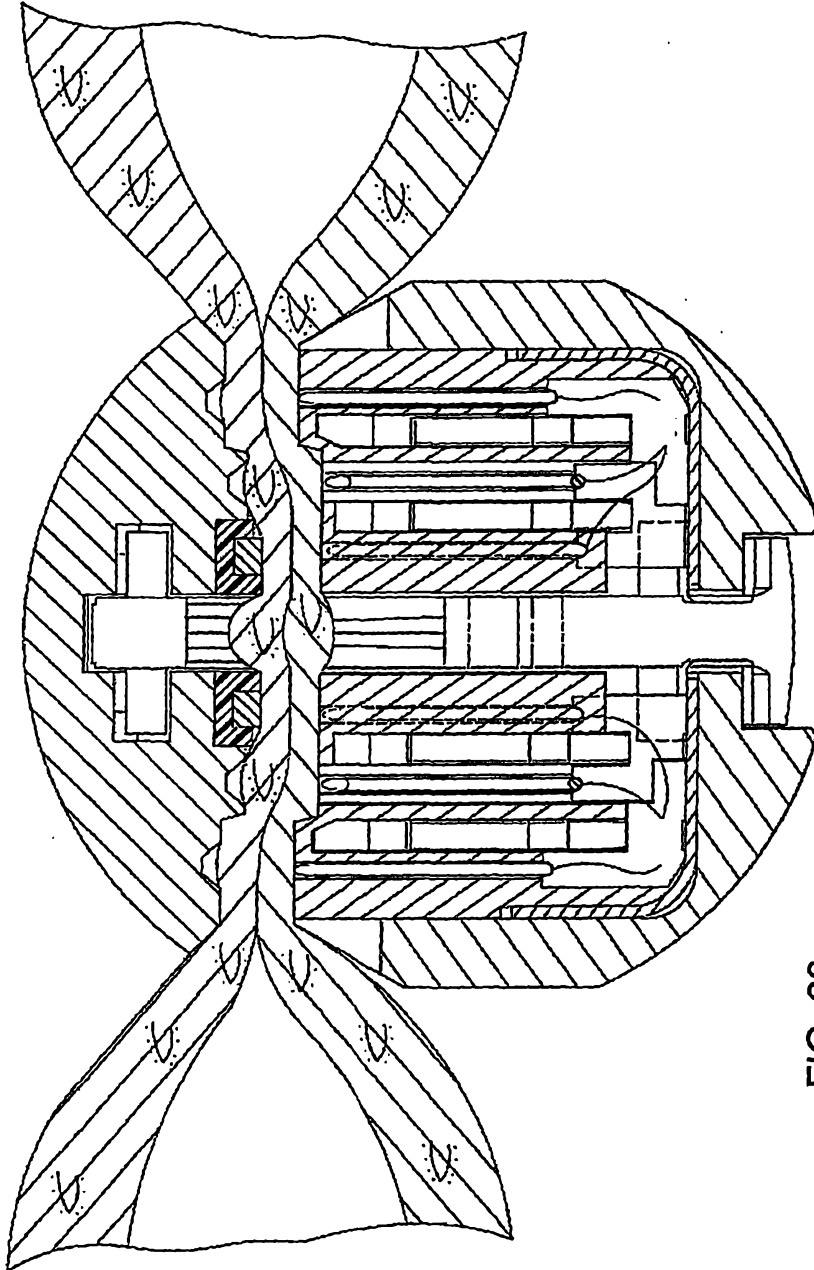


FIG. 68

