



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

(11) BR 112014020050-5 B1



(22) Data do Depósito: 30/01/2013

(45) Data de Concessão: 04/01/2022

(54) Título: INSTRUMENTO CIRÚRGICO E CARTUCHO DE GRAMPÓS PARA USO EM CONEXÃO COM UM INSTRUMENTO CIRÚRGICO

(51) Int.Cl.: A61B 17/072.

(30) Prioridade Unionista: 13/02/2012 US 13/372,205.

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

(72) Inventor(es): JEROME R. MORGAN; FREDERICK E. SHELTON, IV.

(86) Pedido PCT: PCT US2013023721 de 30/01/2013

(87) Publicação PCT: WO 2013/122739 de 22/08/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/08/2014

(57) Resumo: INSTRUMENTO CIRÚRGICO PARA CORTE E FIXAÇÃO COM APARELHO PARA DETERMINAR O ESTADO DO CARTUCHO E DO MOVIMENTO DE DISPARO. A presente invenção refere-se a arranjos de sensores para determinar a posição de um elemento de disparo em um atuador de extremidade de um instrumento cirúrgico. Em várias formas, o arranjo de sensores compreende um elemento resistivo sustentado no atuador de extremidade. Conforme o elemento de disparo traslada dentro do atuador de extremidade, ele entra em contato em movimento com o elemento resistivo para gerar sinais que indicam a posição do elemento de disparo. Em outros arranjos, o sensor pode detectar o estado ou a presença de um cartucho de grampos no atuador de extremidade. O arranjo de sensores pode se comunicar com um dispositivo de memória, com o processador e com o indicador.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"INSTRUMENTO CIRÚRGICO E CARTUCHO DE GRAMPOS PARA
USO EM CONEXÃO COM UM INSTRUMENTO CIRÚRGICO".**

CAMPO

[0001] De um modo geral, a presente invenção refere-se a instrumentos cirúrgicos e, mais especificamente, a instrumentos de corte e fixação cirúrgicos com um sensor eletrônico capaz de determinar o estado do cartucho e do movimento de disparo.

ANTECEDENTES

[0002] Instrumentos cirúrgicos com frequência compreendem um atuador de extremidade distal que engata o tecido em um sítio cirúrgico para obter um efeito diagnóstico ou terapêutico (por exemplo, endocortador, garra, cortador, grampeadores, aplicador de presilhas, dispositivo de acesso, dispositivo de aplicação de fármaco/terapia gênica e dispositivo de energia com o uso de ultrassom, RF, laser etc.). Por exemplo, grampeadores cirúrgicos conhecidos incluem um atuador de extremidade que faz simultaneamente uma incisão longitudinal no tecido e aplica linhas de grampos nos lados opostos da incisão. Tais grampeadores cirúrgicos têm frequentemente uma barra de disparo que traslada no atuador de extremidade em resposta a movimentos de acionamento manuais ou motorizados. A barra de disparo move um elemento de corte através do tecido preso no atuador de extremidade e move uma pluralidade de cunhas contra os acionadores que sustentam os grampos para possibilitar o disparo dos grampos do atuador de extremidade.

[0003] Instrumentos cirúrgicos, em geral, não fornecem retroinformação suficiente ao usuário durante o funcionamento. De um modo geral, por exemplo, vários grampeadores cirúrgicos controlados roboticamente não alertam o usuário para as forças de posicionamento e a posição do elemento de corte durante as operações de corte e

grampeamento. Consequentemente, endocortadores acionados por motor nos quais os movimentos de acionamento são ativados somente pela pressão de um botão, de modo geral, não são aceitos por médicos. Consequentemente, existe uma necessidade na técnica por instrumentos cirúrgicos que resolvam algumas dessas deficiências.

[0004] A discussão supracitada se destina apenas a ilustrar algumas das deficiências presentes no campo da invenção no momento e não deve ser entendida como renúncia do escopo da concretização.

SUMÁRIO

[0005] A presente descrição está relacionada a um sensor eletrônico para determinar a posição de um elemento de disparo no atuador de extremidade e/ou o estado de um cartucho de grampos no atuador de extremidade. O sensor eletrônico tem um elemento resistivo sustentado no atuador de extremidade. Um elemento de disparo configurado para trasladar no atuador de extremidade entra em contato móvel com o elemento resistivo conforme o membro de disparo traslada. Conforme o elemento de disparo traslada, um elemento de corte fixado a ele pode cortar resistores no elemento resistivo. O sensor eletrônico pode se comunicar com um dispositivo de memória, processador e indicador.

[0006] De acordo com os aspectos gerais de várias modalidades da presente invenção, é fornecido um instrumento cirúrgico que compreende um atuador de extremidade cirúrgico que, por sua vez, compreende um canal alongado que tem uma extremidade proximal e uma extremidade distal; um elemento de disparo configurado para trasladar seletivamente entre a dita extremidade proximal do dito canal alongado e a dita extremidade distal do dito canal alongado mediante a aplicação de um movimento de acionamento a ele; um elemento resistivo sustentado para contato em movimento com o dito elemento

de disparo, conforme o dito elemento de disparo é movido da dita extremidade proximal para a dita extremidade distal do dito canal alongado, de modo que o dito elemento resistivo gere sinais de saída indicando as posições do dito elemento de disparo dentro do dito canal alongado; e um dispositivo de memória que se comunica operacionalmente com o dito elemento resistivo e é configurado para registrar os ditos sinais de saída conforme o dito elemento de disparo traslada através do dito canal alongado.

[0007] De acordo com outros aspectos gerais de várias modalidades da presente invenção, é fornecido um cartucho de grampos para uso em conjunto com um instrumento cirúrgico, o dito cartucho de grampos compreendendo um corpo do cartucho configurado para ser operacionalmente sustentado pelo instrumento cirúrgico, de modo que um elemento de disparo do instrumento cirúrgico possa trasladar longitudinalmente através do dito corpo do cartucho mediante a aplicação de um movimento de acionamento a ele; e um elemento resistivo sustentado no dito corpo do cartucho para contato em movimento com o elemento de disparo, conforme o elemento de disparo é trasladado através do mesmo, o dito elemento resistivo é configurado para transmitir operacionalmente sinais de saída indicativos das posições do elemento de disparo dentro do dito corpo do cartucho para uma porção de memória do instrumento cirúrgico.

[0008] De acordo com ainda outros aspectos gerais, várias modalidades da presente invenção são direcionadas para um instrumento cirúrgico, que compreende um sistema robótico que, por sua vez, compreende um processador e um atuador de extremidade cirúrgico que interfaceiam operacionalmente o dito sistema robótico para receber movimentos de acionamento dele. O atuador de extremidade cirúrgico compreende um canal alongado que tem uma

extremidade proximal e uma extremidade distal; um elemento de disparo configurado para trasladar seletivamente entre a dita extremidade proximal do dito canal alongado e a dita extremidade distal do dito canal alongado mediante a aplicação de um movimento de acionamento a ele pelo dito sistema robótico; e um elemento resistivo sustentado para contato em movimento com o dito elemento de disparo, conforme o dito elemento de disparo é movido da dita extremidade proximal para a dita extremidade distal do dito canal alongado, de modo que o dito elemento resistivo gere sinais de saída indicativos das posições do dito elemento de disparo dentro do dito canal alongado e transmita os ditos sinais de saída para o dito processador.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0009] As modalidades aqui descritas se tornarão mais aparentes e serão melhor compreendidas por referência à seguinte descrição de modalidades não-limitadoras da descrição, tomada em conjunto com os desenhos anexos.

[00010] A FIGURA 1 é uma vista em perspectiva de um instrumento cirúrgico para corte e fixação de acordo com várias modalidades.

[00011] A FIGURA 2 é outra vista em perspectiva de um instrumento cirúrgico para corte e fixação de acordo com várias modalidades.

[00012] As FIGURAS 3 a 5 são vistas explodidas de um atuador de extremidade e haste do instrumento de acordo com várias modalidades.

[00013] A FIGURA 6 é uma vista lateral do atuador de extremidade de acordo com várias modalidades.

[00014] A FIGURA 7 é uma vista explodida do cabo do instrumento de acordo com várias modalidades.

[00015] As FIGURAS 8 e 9 são vistas parciais em perspectiva do

cabo de acordo com várias modalidades.

[00016] A FIGURA 10 é uma vista lateral do cabo de acordo com várias modalidades.

[00017] As FIGURAS 10A e 10B ilustram um sensor proporcional que pode ser usado de acordo com várias modalidades.

[00018] A FIGURA 11 é um diagrama esquemático de um circuito usado no instrumento de acordo com várias modalidades.

[00019] A FIGURA 12 é uma vista superior de um atuador de extremidade mostrando um sensor eletrônico no canal alongado de acordo com várias modalidades.

[00020] A FIGURA 13 é uma vista em perspectiva inferior de um cartucho de grampos que tem um sensor eletrônico de acordo com várias modalidades.

[00021] A FIGURA 14 é uma vista superior de um sensor eletrônico de acordo com várias modalidades.

[00022] A FIGURA 15 é uma vista em perspectiva de um controlador robótico de acordo com várias modalidades.

[00023] A FIGURA 16 é uma vista em perspectiva do carro/manipulador de braço cirúrgico robótico de um sistema robótico que dá suporte operacional a uma pluralidade de modalidades de ferramentas cirúrgicas.

[00024] A FIGURA 17 é uma vista lateral do carro/manipulador de braço cirúrgico robótico representado na FIGURA 16 de acordo com várias modalidades.

[00025] A FIGURA 18 é uma vista em perspectiva de uma estrutura de carro exemplificadora, com elos de posicionamento para dar suporte operacional a manipuladores robóticos que podem ser usados com várias modalidades de ferramentas cirúrgicas.

[00026] A FIGURA 19 é uma vista em perspectiva de uma ferramenta cirúrgica de acordo com várias modalidades.

[00027] A FIGURA 20 é uma vista em conjunto explodida de um adaptador e um arranjo de suporte de ferramenta para fixar várias modalidades de ferramentas cirúrgicas a um sistema robótico.

[00028] A FIGURA 21 é uma vista lateral do adaptador mostrado na FIGURA 20.

[00029] A FIGURA 22 é uma vista inferior do adaptador mostrado na FIGURA 20.

[00030] A FIGURA 23 é uma vista superior do adaptador das FIGURAS 20 e 21.

[00031] A FIGURA 24 é uma vista em perspectiva inferior parcial das modalidades da ferramenta cirúrgica da FIGURA 19.

[00032] A FIGURA 25 é uma vista explodida parcial de uma porção de um atuador de extremidade cirúrgico articulável de acordo com várias modalidades.

[00033] A FIGURA 26 é uma vista em perspectiva da modalidade de ferramenta cirúrgica da FIGURA 10 com o compartimento de fixação da ferramenta removido.

[00034] A FIGURA 27 é uma vista em perspectiva posterior da modalidade da ferramenta cirúrgica da FIGURA 24 com o compartimento de fixação da ferramenta removido.

[00035] A FIGURA 28 é uma vista em perspectiva anterior da modalidade da ferramenta cirúrgica da FIGURA 24 com o compartimento de fixação da ferramenta removido.

[00036] A FIGURA 29 é uma vista em perspectiva explodida parcial das modalidades da ferramenta cirúrgica da FIGURA 28.

[00037] A FIGURA 30 é uma vista lateral em seção transversal parcial das modalidades da ferramenta cirúrgica da FIGURA 24.

[00038] A FIGURA 31 é um vista em seção transversal ampliada de uma porção da ferramenta cirúrgica representada na FIGURA 30.

[00039] A FIGURA 32 é uma vista em perspectiva explodida de

uma porção da porção de fixação da ferramenta da modalidade de ferramenta cirúrgica representada na FIGURA 24.

[00040] A FIGURA 33 é um vista em perspectiva explodida ampliada de uma porção da porção de fixação da ferramenta da FIGURA 32.

[00041] A FIGURA 34 é uma vista em seção transversal parcial de uma porção do conjunto da haste alongada da ferramenta cirúrgica da FIGURA 24.

[00042] A FIGURA 35 é uma vista superior de um atuador de extremidade mostrando um sensor eletrônico no canal alongado de acordo com várias modalidades.

[00043] A FIGURA 36 é uma vista em perspectiva inferior de um cartucho de grampos tendo um sensor eletrônico de acordo com várias modalidades.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[00044] Esta descrição detalhada revela, entre outras coisas, arranjos de sensores eletrônicos para uso no atuador de extremidade de um instrumento cirúrgico. Em várias modalidades, o sensor eletrônico determina a posição de um elemento de disparo no atuador de extremidade e/ou o estado de um cartucho de grampos no atuador de extremidade. Os aspectos exclusivos e inovadores da presente descrição podem permitir que uma variedade de diferentes sensores eletrônicos sejam usados efetivamente em conexão com uma variedade de tipos e formatos de instrumentos cirúrgicos, atuadores de extremidade e cartuchos de grampos. Embora a descrição da presente invenção se refira a operações de corte/grampeamento e similares, deve-se reconhecer que esta é uma modalidade exemplificadora e não pretende ser limitante. Outras técnicas de fixação de tecidos também podem ser usadas. Ademais, em outras modalidades, diferentes tipos de atuadores de extremidade podem ser usados, como atuadores de

extremidade para outros tipos de dispositivos cirúrgicos, como garras, cortadores, grampeadores, aplicadores de presilhas, dispositivos de acesso, dispositivos de aplicação de fármacos/terapias gênicas, dispositivos com o uso de ultrassom, RF ou laser, etc.

[00045] O Requerente do presente pedido também possui os seguintes pedidos de patente, que estão, cada um, aqui incorporados por referência em suas respectivas totalidades:

- Pedido de patente US nº de série 13/118.272, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED SURGICAL INSTRUMENT WITH FORCE-FEED CAPABILITIES"

- Pedido de patente US nº de série 12/949.099, intitulado "SURGICAL INSTRUMENT HAVING RECORDING CAPABILITIES"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.803, agora patente US nº 7.845.537, intitulada "SURGICAL INSTRUMENT HAVING RECORDING CAPABILITIES"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.498, agora patente US nº 7.766.210, intitulada "MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH USER FEEDBACK SYSTEM"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.573, agora patente US nº 7.416.101, intitulada "MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH LOADING FORCE FEEDBACK"

- Pedido de patente US nº de série 11/344.035, agora patente US nº 7.422.139, intitulada "MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH TACTILE POSITION FEEDBACK"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.447, agora patente US nº 7.770.775, intitulada "MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH ADAPTIVE USER

FEEDBACK"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.562, agora patente US nº 7.568.603, intitulada "MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH ARTICULATABLE END EFFECTOR"

- Pedido de patente US nº de série 11/344.024, agora publicação de patente US nº 2007/0175955, intitulada "MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH MECHANICAL CLOSURE SYSTEM"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.321, agora publicação de patente US nº 2007/0175955, intitulada "SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH CLOSURE TRIGGER LOCKING MECHANISM"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.563, agora publicação de patente US nº 2007/0175951, intitulada "GEARING SELECTOR FOR A POWERED SURGICAL CUTTING AND FASTENING STAPLING INSTRUMENT"

- Pedido de patente US nº de série 11/344.020, agora patente US nº 7.464.846, intitulada "SURGICAL INSTRUMENT HAVING A REMOVABLE BATTERY"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.439, agora patente US nº 7.644.848, intitulada "ELECTRONIC LOCKOUTS AND SURGICAL INSTRUMENT INCLUDING SAME"

- Pedido de patente US nº de série 11/343.547, agora patente US nº 7.753.904, intitulada "ENDOSCOPIC SURGICAL INSTRUMENT WITH A HANDLE THAT CAN ARTICULATE WITH RESPECT TO THE SHAFT"

- Pedido de patente US nº de série 11/344.021, agora patente US nº 7.464.849, intitulada "ELECTRO-MECHANICAL SURGICAL INSTRUMENT WITH CLOSURE SYSTEM AND ANVIL

ALIGNMENT COMPONENTS"

- Pedido de patente US n° de série 11/343.546, agora publicação de patente US n° 2007/0175950, intitulada "DISPOSABLE STAPLE CARTRIDGE HAVING AN ANVIL WITH TISSUE LOCATOR FOR USE WITH A SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT AND MODULAR END EFFECTOR SYSTEM THEREFOR"

- Pedido de patente US n° de série 11/343.545, agora publicação de patente US n° 2007/0175949, intitulada "SURGICAL INSTRUMENT HAVING A FEEDBACK SYSTEM"

- Pedido de patente US n° de série 13/021.105, agora publicação de patente US n° 2011/0121052, intitulada "SURGICAL INSTRUMENT HAVING RECORDING CAPABILITIES"

- Pedido de patente US n° de série 13/118.259, intitulado "SURGICAL INSTRUMENT WITH WIRELESS COMMUNICATION BETWEEN A CONTROL UNIT OF A ROBOTIC SYSTEM AND REMOTE SENSOR"

- Pedido de patente US n° de série 13/118.210, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED DISPOSABLE MOTOR DRIVEN LOADING UNIT"

- Pedido de patente US n° de série 13/118.194, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED ENDOSCOPIC ACCESSORY CHANNEL"

- Pedido de patente US n° de série 13/118.253, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED MOTORIZED SURGICAL INSTRUMENT"

- Pedido de patente US n° de série 13/118.278, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED SURGICAL STAPLING DEVICES THAT PRODUCE FORMED STAPLES HAVING DIFFERENT LENGTHS"

- Pedido de patente US nº de série 13/118.190, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED MOTORIZED SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT"

- Pedido de patente US nº de série 13/118.223, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED SHAFT BASED ROTARY DRIVE SYSTEMS FOR SURGICAL INSTRUMENTS"

- Pedido de patente US nº de série 13/118.263, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED SURGICAL INSTRUMENT HAVING RECORDING CAPABILITIES"

- Pedido de patente US nº de série 13/118.246, intitulado "ROBOTICALLY-DRIVEN SURGICAL INSTRUMENT WITH E-BEAM DRIVER"

- Pedido de patente US nº de série 13/118.241, intitulado "SURGICAL STAPLING INSTRUMENTS WITH ROTATABLE STAPLE DEPLOYMENT ARRANGEMENTS"

- Pedido de patente US nº de série _____, intitulado "ROBOTICALLY-CONTROLLED END EFFECTOR", depositado em 13 de fevereiro de 2012, nº do documento do procurador END5773USCIP6/050698CIP6.

[00046] Certas modalidades exemplificadoras serão descritas agora para fornecer uma compreensão geral dos princípios da estrutura, função, fabricação e uso dos dispositivos e métodos da presente invenção apresentados. Um ou mais exemplos destas modalidades estão ilustrados nos desenhos em anexo. Os elementos versados na técnica entenderão que os dispositivos e os métodos especificamente aqui descritos e ilustrados nos desenhos em anexo são modalidades exemplares não-limitadoras, e que o escopo das várias modalidades da presente invenção é definido somente pelas concretizações. A referência do início ao fim do relatório descritivo a "várias modalidades", "algumas modalidades", "uma modalidade", ou "a

modalidade", ou similares, significa que um atributo, estrutura, ou característica descrita em conjunto com a modalidade é incluída em pelo menos uma modalidade. Dessa forma, casos das frases "em várias modalidades", "em algumas modalidades", "em uma modalidade", "em uma modalidade", ou similares, em pontos ao longo do relatório descritivo não se referem necessariamente à mesma modalidade. Ademais, os recursos, estruturas ou características específicas ilustradas ou descritas em conexão com uma modalidade exemplificadora podem ser combinadas com os recursos, estruturas ou características de outras modalidades exemplificadoras, de qualquer maneira adequada, em uma ou mais modalidades. Tais modificações e variações de destinam a estar incluídas no escopo da presente descrição.

[00047] Esta descrição detalhada descreverá primeiro um instrumento cirúrgico para corte e fixação acionado por motor, controlado eletronicamente, de acordo com algumas modalidades da presente descrição. Entretanto, elementos versados na técnica entenderão que um instrumento cirúrgico de acordo com várias modalidades da presente descrição pode ser alimentado e controlado de outras maneiras, por exemplo, por força manual e/ou controles robóticos. Conforme descrito em mais detalhes abaixo, o atuador de extremidade do instrumento cirúrgico acionado por motor, controlado eletronicamente, poderia alternativamente ser alimentado e controlado por um sistema robótico.

INSTRUMENTO CIRÚRGICO PARA CORTE E FIXAÇÃO

[00048] As Figuras 1 e 2 mostram um instrumento cirúrgico para corte e fixação acionado por motor, controlado eletronicamente 10, de acordo com várias modalidades da presente invenção. A modalidade ilustrada é um instrumento cirúrgico endoscópico 10 e, em geral, as modalidades do instrumento 10 aqui descritas são endocortadores de

corte e fixação. Deve ser observado, entretanto, de acordo com outras modalidades da presente invenção, que o instrumento 10 pode ser um instrumento de corte cirúrgico não endoscópico, como um instrumento laparoscópico. Adicionalmente, um indivíduo versado na técnica entenderá prontamente que os vários métodos e dispositivos apresentados na presente invenção podem ser usados em diversos procedimentos e aplicações cirúrgicas incluindo, por exemplo, em conexão com procedimentos cirúrgicos abertos. À medida que a presente descrição detalhada avança, os versados na técnica irão adicionalmente apreciar que os vários instrumentos revelados na presente invenção podem ser inseridos em um corpo de qualquer maneira, como através de um orifício natural, através de um orifício de incisão ou perfuração formado no tecido, etc. As porções de trabalho ou porções do atuador de extremidade dos instrumentos podem ser inseridas diretamente no corpo do paciente ou podem ser inseridas através de um dispositivo de acesso que tem uma canaleta de trabalho através da qual o atuador de extremidade e a haste alongada de um instrumento cirúrgico podem ser avançados.

[00049] O instrumento cirúrgico 10, representado nas Figuras 1 e 2, compreende um cabo 6, uma haste 8, e um atuador de extremidade articulado 12 conectado de forma articulada à haste 8 a um pivô de articulação 14. Um controle de articulação 16 pode ser fornecido adjacente ao cabo 6 para realizar a rotação do atuador de extremidade 12 sobre o pivô de articulação 14. Será entendido que várias modalidades podem incluir um atuador de extremidade não pivotante e, conseqüentemente, podem não ter um pivô de articulação 14 ou controle de articulação 16.

[00050] Na modalidade ilustrada, o atuador de extremidade 12 é configurado para atuar como um endocortador para prender, cortar e grampear tecidos, entretanto, em outras modalidades podem ser

usadas técnicas diferentes para fixação ou vedação do tecido cortado. Por exemplo, atuadores de extremidade que usam energia RF (rádio frequência) ou adesivos para unir o tecido seccionado também podem ser usados. A Patente US nº 5.709.680, intitulada "Electrosurgical Hemostatic Device" concedida a Yates et al., e a patente US nº 5.688.270, intitulada "Electrosurgical Hemostatic Device With Recessed And/Or Offset Electrodes" concedida a Yates et al., as quais estão aqui incorporadas a título de referência em sua respectiva totalidade, revelam instrumentos de corte que usam energia de RF para fixar tecidos cortados. O pedido de patente US nº de série 11/267.811, em nome de Morgan et al. e o pedido de patente US nº de série 11/267.363, em nome de Shelton et al., que também são aqui incorporados, a título de referência em sua respectiva totalidade, revelam instrumentos de corte que usam adesivos para fixar tecidos cortados.

[00051] O cabo 6 do instrumento 10 pode incluir um gatilho de fechamento 18 e um gatilho de disparo 20 para acionar o atuador de extremidade 12. Será reconhecido que os instrumentos que têm atuadores de extremidade direcionados a diferentes tarefas cirúrgicas podem ter números ou tipos diferentes de gatilhos ou outros controles adequados para operar o atuador de extremidade 12. O atuador de extremidade 12 é mostrado separadamente do cabo 6 por uma haste 8, de preferência, alongada. Em uma modalidade, um médico ou operador do instrumento 10 pode articular o atuador de extremidade 12 em relação à haste 8 usando o controle de articulação 16, conforme descrito em mais detalhes na Patente US nº 7.670.334 pendente, concedida em 2 de março de 2010, intitulada "Surgical Instrument Having An Articulating End Effector", por Geoffrey C. Hueil et al., que está aqui integralmente incorporada, por referência.

[00052] Neste exemplo, o atuador de extremidade 12 inclui, entre

outras coisas, uma canaleta de grampos 22 e um membro de fixação capaz de trasladar de forma articulada, como uma bigorna 24, que são mantidos com um espaçamento que garante o grampeamento eficaz e o corte de tecidos fixados no atuador de extremidade 12. O cabo 6 inclui uma pega de pistola 26 em direção à qual um gatilho de fechamento 18 é puxado de forma articulada pelo médico para levar à fixação ou fechamento da bigorna 24 em direção à canaleta de grampos 22 do atuador de extremidade 12 para desse modo fixar o tecido posicionado entre a bigorna 24 e a canaleta 22. O gatilho de disparo 20 está situado mais para fora, em relação ao gatilho de fechamento 18. Uma vez que o gatilho de fechamento 18 esteja travado na posição de fechamento, conforme descrito abaixo com mais detalhes, o gatilho de disparo 20 pode girar levemente em direção à pega de pistola 26, de modo que o mesmo possa ser alcançado pelo operador com o uso de uma só mão. Então o operador pode puxar o gatilho de disparo 20 de forma articulada em direção à pega de pistola 26 para causar o grampeamento e corte do tecido fixado no atuador de extremidade 12. Em outras modalidades, diferentes tipos de membros de fixação além da bigorna 24 podem ser usados, como, por exemplo, uma garra de oposição, etc.

[00053] Os termos "proximal" e "distal" são usados na presente invenção com referência à manipulação que um médico faz da porção de cabo do instrumento cirúrgico. O termo "proximal" refere-se à porção mais próxima ao médico, e o termo "distal" refere-se à porção situada mais distante do médico. Será também entendido que, por uma questão de conveniência e clareza, termos espaciais como "vertical", "horizontal", "para cima" e "para baixo" podem ser usados na presente invenção com relação aos desenhos. Entretanto, instrumentos cirúrgicos podem ser usados em muitas orientações e posições, e não se pretende que esses termos sejam limitadores e/ou

absolutos.

[00054] Na modalidade ilustrada, o gatilho de fechamento 18 pode ser acionado primeiro. Quando satisfeito com o posicionamento do atuador de extremidade 12, o médico pode retrair o gatilho de fechamento 18 para a posição completamente fechada e travada adjacente à pega de pistola 26. O gatilho de disparo 20 pode então ser atuado. O gatilho de disparo 20 volta para a posição aberta (mostrada nas Figuras 1 e 2) quando o médico remove a pressão, conforme descrito mais completamente abaixo. Um botão de liberação presente no cabo 6 pode, quando pressionado, liberar a trava do gatilho de fechamento 18.

[00055] As Figuras 3 a 6 mostram modalidades de um atuador de extremidade acionado por rotação 12 e haste 8 de acordo com várias modalidades. A figura 3 é uma vista explodida do atuador de extremidade 12 de acordo com várias modalidades. Conforme mostrado na modalidade ilustrada, o atuador de extremidade 12 pode incluir, em adição à canaleta 22 e à bigorna 24 previamente mencionadas, um instrumento de corte 32, um suporte deslizante 33, um cartucho de grampos 34 que é assentado de modo removível na canaleta 22, e uma haste de parafuso helicoidal 36. O instrumento de corte 32 pode ser, por exemplo, uma faca. A bigorna 24 pode ser aberta e fechada de modo pivotante nos pinos pivôs 25 conectados à extremidade adjacente da canaleta 22. A bigorna 24 também pode incluir, em sua extremidade proximal, uma aba 27 que é inserida em um componente do sistema de fechamento mecânico para abrir e fechar a bigorna 24. Quando o gatilho de fechamento 18 é atuado, isto é, extraído por um usuário do instrumento 10, a bigorna 24 pode girar em torno dos pinos pivôs 25 formando uma posição fechada ou presa. Se a preensão do atuador de extremidade 12 for satisfatória, o operador pode atuar o gatilho de disparo 20 que, como explicado em

mais detalhes acima, faz com que a faca 32 e o suporte deslizante 33 corram longitudinalmente ao longo da canaleta 22, cortando desse modo o tecido preso dentro do atuador de extremidade 12. O movimento do suporte deslizante 33 ao longo da canaleta 22 faz com que os grampos (não mostrados) do cartucho de grampos 34 sejam acionados através do tecido separado e em relação à bigorna fechada 24, que vira os grampos para fixar o tecido separado. Em várias modalidades, o suporte deslizante 33 pode ser um componente integral do cartucho 34. A patente US nº 6.978.921, intitulada "SURGICAL STAPLING INSTRUMENT INCORPORATING AN E-BEAM FIRING MECHANISM", concedida a Shelton, IV et al., que está aqui integralmente incorporada por referência, fornece mais detalhes sobre esses instrumentos de corte e fixação em dois movimentos. O suporte deslizante 33 pode ser parte do cartucho 34, de modo que quando a faca 32 é retraída após a operação de corte, o suporte deslizante 33 não se retrai.

[00056] As Figuras 4 e 5 são vistas explodidas e a Figura 6 é uma vista lateral do atuador de extremidade 12 e da haste 8 de acordo com várias modalidades. Conforme mostrado na modalidade ilustrada, a haste 8 pode incluir um tubo de fechamento adjacente 40 e um tubo de fechamento distal 42 ligado de forma pivotante por uma ligação de pivô 44. O tubo de fechamento distal 42 inclui uma abertura 45 na qual é inserida a aba 27 existente na bigorna 24, de modo a abrir e fechar a bigorna 24, conforme descrito abaixo com mais detalhes. Disposto dentro dos tubos de fechamento 40, 42 pode estar um tubo dentado proximal 46. Disposto dentro do tubo dentado proximal 46 pode estar um eixo de acionamento principal 48 giratório (ou proximal) que se comunica com um eixo de acionamento 50 secundário (ou distal) por meio de um conjunto de engrenagens chanfradas 52. O eixo de acionamento secundário 50 está conectado a uma engrenagem

propulsora 54 que engata uma engrenagem propulsora adjacente 56 da haste de parafuso helicoidal 36. A engrenagem chanfrada vertical 52b pode se assentar e girar em uma abertura 57 na extremidade distal do tubo estruturante adjacente 46. Um tubo estruturante distal 58 pode ser usado para encerrar o eixo de acionamento secundário 50 e as engrenagens propulsoras 54, 56. Coletivamente, a haste de acionamento principal 48, a haste de acionamento secundária 50, e o conjunto de articulação (por exemplo, o conjunto de engrenagens chanfradas 52a-c) são, algumas vezes, chamados na presente invenção de "conjunto de haste de acionamento principal".

[00057] Um rolamento 38, posicionado em uma extremidade distal da canaleta de grampos 22, recebe o parafuso helicoidal 36, permitindo que o parafuso helicoidal 36 gire livremente com relação à canaleta 22. Uma haste do parafuso helicoidal 36 pode interfacear uma abertura rosqueada (não mostrada) da faca 32, de modo que a rotação da haste 36 faça com que a faca 32 traslade distalmente ou em sentido proximal (dependendo da direção da rotação) através da canaleta de grampos 22. Conseqüentemente, quando se provoca a rotação da haste de acionamento principal 48 através da atuação do gatilho de disparo 20 (conforme explicado em maiores detalhes abaixo), o conjunto de engrenagens chanfradas 52a-c faz com que a haste de acionamento secundária 50 gire, que, por sua vez, por causa do engate das engrenagens de acionamento 54, 56, faz com que a haste de parafuso helicoidal 36 gire, o que faz com que o membro de acionamento de faca 32 percorra longitudinalmente ao longo da canaleta 22 para cortar qualquer tecido preso dentro do atuador de extremidade 12.

[00058] Em várias modalidades, a canaleta de grampos 22 tem uma extremidade proximal 23a e uma extremidade distal 23b, e a faca ou elemento de corte 32 é configurada para se deslocar longitudinalmente

através da canaleta 22, entre a extremidade proximal 23a e a extremidade distal 23b, quando um movimento de acionamento é aplicado ao elemento de corte 32. Em outras modalidades, a canaleta de grampos 22 tem uma superfície interna 28 e uma fenda 30 que se estende através da superfície interna 28. Consulte a Figura 12. A faca 32 pode trasladar ao longo da fenda 30 enquanto ela se desloca longitudinalmente através da canaleta de grampos 22. O suporte deslizante 33 pode ser feito, por exemplo, de plástico, e pode ter uma superfície distal inclinada. Enquanto o suporte deslizante 33 atravessa a canaleta 22, a superfície dianteira inclinada pode empurrar para cima ou acionar os grampos no cartucho de grampo através do tecido preso e contra a bigorna 24. A bigorna 24 vira os grampos, grampeando, assim, o tecido cortado. Quando a faca 32 é retraída, a faca 32 e o suporte deslizante 33 podem se desengatar, deixando, assim, o suporte deslizante 33 na extremidade distal da canaleta 22, ou o suporte deslizante pode retornar com a faca.

[00059] Conforme descrito acima, devido à falta de retroinformação ao usuário para a operação de corte/grampeamento, há uma falta de aceitação geral entre os médicos que utilizam endocortadores acionados por motor onde a operação de corte/grampeamento é atuada por uma simples pressão de um botão. Em contrapartida, as modalidades da presente invenção fornecem um endocortador acionado por motor com retroalimentação de usuário do posicionamento, força e/ou posição do instrumento de corte 32 no atuador de extremidade 12.

[00060] As Figuras 7 a 10 ilustram uma modalidade exemplificadora de um endocortador acionado por motor e, em particular, o cabo do mesmo, que fornece retroinformação ao usuário relacionada ao posicionamento e à força de carregamento do instrumento de corte 32 no atuador de extremidade 12. Além disso, a modalidade pode usar a

energia fornecida pelo usuário ao retrair o gatilho de disparo 20 para alimentar o dispositivo (um modo chamado "controlado eletronicamente"). A modalidade pode ser usada com as modalidades descritas acima do atuador de extremidade acionado por rotação 12 e da haste 8.

[00061] Conforme mostrado na modalidade ilustrada, o cabo 6 inclui peças laterais inferiores externas 59 e 60, e peças laterais superiores externas 61 e 62, que se unem para formar, de modo geral, a parte externa do cabo 6. Uma bateria 64, como uma bateria de íons de lítio, pode estar disposta dentro da porção de empunhamento da pistola 26 do cabo 6. A bateria 64 alimenta um motor 65 disposto em uma porção superior da porção de empunhamento da pistola 26 do cabo 6. De acordo com várias modalidades, o motor 65 pode ser um motor de corrente contínua com escova, que tem uma rotação máxima de aproximadamente 5.000 RPM. O motor 65 pode direcionar um conjunto de engrenagens chanfradas a 90° 66 que compreende uma primeira engrenagem chanfrada 68 e uma segunda engrenagem chanfrada 70. O conjunto de engrenagens chanfradas 66 pode acionar um conjunto de engrenagens planetárias 72. O conjunto de engrenagens planetárias 72 pode incluir uma engrenagem de pinhão 74 conectada a uma haste de acionamento 76. A engrenagem de pinhão 74 pode acionar uma engrenagem anular de acoplamento 78 que aciona um tambor de engrenagem helicoidal 80 por meio de uma haste de acionamento 82. Um anel 84 pode estar rosqueado no tambor de engrenagem helicoidal 80. Portanto, quando o motor 65 gira, o anel 84 é forçado a se mover ao longo do tambor de engrenagem helicoidal 80, por meio do conjunto de engrenagens chanfradas 66, do conjunto de engrenagens planetárias 72 e da engrenagem anular 78, ali interpostas.

[00062] O cabo 6 pode também incluir um sensor de motor de

operação 110 (consulte Figura 10) em comunicação com o gatilho de disparo 20 para detectar quando o gatilho de disparo 20 foi retirado (ou "fechado") em direção à porção de pega da pistola 26 do cabo 6 pelo operador para, assim, atuar a operação de corte/grampeamento pelo atuador de extremidade 12. O sensor 110 pode ser um sensor proporcional, como um reostato ou um resistor variável. Quando o gatilho de disparo 20 é puxado, o sensor 110 detecta o movimento, e envia um sinal elétrico indicativo da tensão (ou potência) a ser fornecida ao motor 65. Quando o sensor 110 é um resistor variável ou similar, a rotação do motor 65 pode ser genericamente proporcional à quantidade de movimento do gatilho de disparo 20. Ou seja, se o operador apenas puxar ou fechar o gatilho de disparo 20 em uma pequena distância, a rotação do motor 65 é relativamente baixa. Quando o gatilho de disparo 20 é totalmente puxado (ou colocado na posição totalmente fechada), a rotação do motor 65 está em seu máximo. Em outras palavras, quanto mais força o usuário aplica ao puxar o gatilho de disparo 20, mais tensão é aplicada ao motor 65, causando velocidades de rotação maiores.

[00063] O cabo 6 pode incluir uma peça intermediária do cabo 104, adjacente à porção superior do gatilho de disparo 20. O cabo 6 também pode compreender uma mola de retorno 112 conectada entre colunas sobre a peça intermediária do cabo 104 e o gatilho de disparo 20. A mola de retorno 112 pode forçar o gatilho de disparo 20 para sua posição totalmente aberta. Desse modo, quando o operador solta o gatilho de disparo 20, a mola de retorno 112 puxa o gatilho de disparo 20 para sua posição aberta, removendo assim a atuação sensor 110, e interrompendo a rotação do motor 65. Além disso, devido à mola de retorno 112, sempre que um usuário fechar o gatilho de disparo 20, ele experimentará uma resistência à operação de fechamento, obtendo assim uma retroinformação quanto à quantidade de rotação exercida

pelo motor 65. Adicionalmente, o operador pode parar de retrair o gatilho de disparo 20 para, assim, remover a força do sensor 110 e, portanto, parar o motor 65. Desse modo, o usuário pode parar o posicionamento do atuador de extremidade 12, fornecendo assim ao operador uma medida do controle da operação de corte/fixação.

[00064] Em várias modalidades, a extremidade distal do tambor de engrenagem helicoidal 80 inclui um eixo de acionamento distal 120 que move uma engrenagem anular 122 que, por sua vez, se acopla a uma engrenagem de pinhão 124. A engrenagem de pinhão 124 está conectada à haste de acionamento principal 48 do conjunto da haste de acionamento principal. Desse modo, a rotação do motor 65 faz girar o conjunto da haste de acionamento principal, o que ocasiona a atuação do atuador de extremidade 12, conforme descrito acima.

[00065] Um anel 84 rosqueado ou fixado de outro modo no tambor da engrenagem helicoidal 80 pode incluir uma coluna 86 que é disposta dentro de uma fenda 88 de um braço com fenda 90. Consulte as Figuras 8 e 9. O braço com fenda 90 tem uma abertura 92 em sua extremidade oposta 94 que recebe um pino pivô 96 que é conectado entre as peças laterais externas do cabo 59, 60. O pino pivô 96 fica, também, disposto através de uma abertura 100 no gatilho de disparo 20 e de uma abertura 102 na peça intermediária 104 do cabo.

[00066] Além disso, o cabo 6 pode incluir um sensor de reversão do motor (ou sensor de final de curso) 130 e um sensor de parada do motor (ou começo de curso) 142. Consulte a Figura 10. Em várias modalidades, o sensor de reversão do motor 130 pode ser uma chave limitante localizada na extremidade distal do tambor de engrenagem helicoidal 80, de modo que o anel 84 rosqueado no tambor de engrenagem helicoidal 80 entre em contato e ative o sensor de reversão do motor 130 quando o anel 84 atinge a extremidade distal do tambor de engrenagem helicoidal 80. O sensor de reversão do

motor 130, quando ativado, envia um sinal para o motor 65 reverter sua direção de rotação, removendo, assim, a faca 32 do atuador de extremidade 12 após a operação de corte.

[00067] O sensor de parada do motor 142 pode ser, por exemplo, uma chave de limite normalmente fechada. Em várias modalidades, ela pode estar localizada na extremidade adjacente do tambor de engrenagem helicoidal 80, de modo que o anel 84 ative a chave 142 quando o anel 84 atinge a extremidade adjacente do tambor de engrenagem helicoidal 80.

[00068] Em funcionamento, quando um operador do instrumento 10 puxa de volta o gatilho de disparo 20, o sensor 110 detecta o posicionamento do gatilho de disparo 20 e envia um sinal para o motor 65 para induzir rotação para diante do motor 65, por exemplo, a uma taxa proporcional à intensidade com que o operador puxa de volta o gatilho de disparo 20. A rotação para diante do motor 65, por sua vez, faz girar a engrenagem anular 78 na extremidade distal do conjunto de engrenagens planetárias 72, fazendo assim com que o tambor de engrenagem helicoidal 80 gire, e fazendo com que o anel 84 rosqueado no tambor de engrenagem helicoidal 80 se mova distalmente ao longo do tambor de engrenagem helicoidal 80. A rotação do tambor de engrenagem helicoidal 80 também direciona o conjunto do eixo de acionamento principal conforme descrito acima que, por sua vez, leva ao posicionamento da faca 32 no atuador de extremidade 12. Isto é, a faca 32 e o suporte deslizante 33 são levados a cruzar a canaleta 22 longitudinalmente, cortando, assim, o tecido preso no atuador de extremidade 12. Além disso, a operação de grampeamento do atuador de extremidade 12 é ocasionada em modalidades nas quais é usado um atuador de extremidade 12 do tipo grampeador.

[00069] Quando a operação de corte/grampeamento do atuador de

extremidade 12 tiver sido concluída, o anel 84 no tambor de engrenagem helicoidal 80 terá atingido a extremidade distal do tambor de engrenagem helicoidal 80, ativando o sensor de reversão do motor 130, o que envia um sinal ao motor 65 para provocar a reversão do sentido de rotação do motor 65. Por sua vez, isto faz com que a faca 32 retraia e também faz com que o anel 84 no tambor com engrenagem helicoidal 80 se movimente para trás até a extremidade adjacente do tambor com engrenagem helicoidal 80.

[00070] A peça intermediária do cabo 104 (Figura 7) inclui uma parte em forma de ombro posterior 106 que engata o braço com fenda 90, conforme é melhor mostrado na Figura 8. A peça intermediária do cabo 104 tem, também, um bloqueio de movimento para diante 107, o qual se engata ao gatilho de disparo 20. Consulte a Figura 10. O movimento do braço com fenda 90 é controlado, conforme explicado acima, pela rotação do motor 65. Quando o braço com fenda 90 gira em sentido anti-horário enquanto o anel 84 vai desde a extremidade adjacente do tambor de engrenagem helicoidal 80 até a extremidade distal, a peça intermediária do cabo 104 estará livre para girar em sentido anti-horário. Dessa forma, quando o usuário retira o gatilho de disparo 20, o gatilho de disparo 20 irá se engatar no batente de movimento para frente 107 da peça intermediária do cabo 104, fazendo com que a peça intermediária do cabo 104 gire em sentido anti-horário. Devido ao anteparo da parte posterior 106 que engata o braço com fenda 90, entretanto, a peça intermediária do cabo 104 irá somente ser capaz de girar em sentido anti-horário o quão longe o braço com fenda 90 permitir. Desse modo, se o motor 65 parar de girar por alguma razão, o braço com fenda 90 irá para de rodar, e o usuário não será capaz de retirar ainda mais o gatilho de disparo 20, devido ao fato de a peça intermediária do cabo 104 não estar livre para girar em sentido anti-horário devido aos braços com fenda 90.

[00071] As Figuras 10A e 10B ilustram dois estados de um sensor variável que pode ser usados como o sensor de funcionamento do motor 110 de acordo com várias modalidades da presente invenção. O sensor 110 pode incluir uma porção de face 280, um primeiro eletrodo (A) 282, um segundo eletrodo (B) 284, e um material dielétrico compressível 286 entre os eletrodos 282 e 284, como, por exemplo, um polímero eletroativo (EAP). O sensor 110 pode ser posicionado de modo que a porção de face 280 entre em contato com o gatilho de disparo 20 quando retraída. Conseqüentemente, quando o gatilho de disparo 20 é retraído, o material dielétrico 286 é comprimido, conforme mostrado na figura 10B, de modo que os eletrodos 282 e 284 estejam mais próximos. Uma vez que a distância "b" entre os eletrodos 282, 284 está diretamente relacionada com a impedância entre os eletrodos 282, 284, quanto maior a distância, maior é a impedância, e quanto menor a distância, menor é a impedância. Desta forma, a quantidade de compressão do material dielétrico 286 causada pela retração do gatilho de disparo 20 (denotada como força "F" na figura 42) é proporcional à impedância entre os eletrodos 282, 284, que pode ser usada para controlar proporcionalmente o motor 65.

[00072] Os componentes de um sistema de fechamento exemplificador para fechar (ou fixar) a bigorna 24 do atuador de extremidade 12 pela retração do gatilho de fechamento 18 também são mostrados nas figuras 7 a 10. Na modalidade ilustrada, o sistema de fechamento inclui uma forquilha 250 conectada ao gatilho de fechamento 18 por um pino pivô 251 inserido através de aberturas alinhadas tanto no gatilho de fechamento 18 quanto na forquilha 250. Um pino pivô 252, em torno do qual o gatilho de fechamento 18 gira, é inserido através de outra abertura existente no gatilho de fechamento 18, que está deslocada em relação ao ponto no qual o pino 251 é inserido através do gatilho de fechamento 18. Dessa forma, a retração

do gatilho de fechamento 18 faz com que a parte superior do gatilho de fechamento 18, à qual a forquilha 250 é fixada através do pino 251, gire em sentido anti-horário. A extremidade distal da forquilha 250 está conectada, por meio 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. Coletivamente, os suportes de fechamento 256 e 258 definem uma abertura na qual a extremidade proximal do tubo de fechamento proximal 40 (consulte a Figura 4) é sustentada e mantida de modo que o movimento longitudinal dos suportes de fechamento 256, 258 causem um movimento longitudinal do tubo de fechamento proximal 40. O instrumento 10 inclui, também, 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 uma coluna 263 existente sobre uma das peças externas do cabo, como a peça lateral inferior externa 59 na modalidade ilustrada, está disposta para conectar de maneira fixa a haste de fechamento 260 ao cabo 6. Dessa maneira, o tubo de fechamento proximal 40 é capaz de mover-se longitudinalmente em relação à haste de fechamento 260. A haste de fechamento 260 pode, também, incluir um colar distal 267 que se encaixa dentro de uma cavidade 269 no tubo estruturante adjacente 46 e é nele mantido por uma tampa 271 (vide figura 4).

[00073] Em funcionamento, quando a forquilha 250 gira devido à retração do gatilho de fechamento 18, as braçadeiras de fechamento 256, 258 fazem com que o tubo de fechamento adjacente 40 se mova distalmente (isto é, na direção contrária à extremidade de cabo do instrumento 10), que faz com que o tubo de fechamento distal 42 se mova distalmente, o que faz com que a bigorna 24 gire em torno dos pinos pivôs 25 para a posição fechada ou presa. Quando o gatilho de fechamento 18 é destravado da posição travada, faz-se com que tubo

de fechamento adjacente 40 deslize proximalmente, o que faz com que o tubo de fechamento distal 42 deslize proximalmente, que, em virtude da aba 27 que é inserida na janela 45 do tubo de fechamento distal 42, faz com que a bigorna 24 gire em torno dos pinos pivôs 25 para a posição aberta ou não presa. Desse modo, ao retrair e travar o gatilho de fechamento 18, um operador pode pinçar os tecidos entre a bigorna 24 e a canaleta 22, e pode soltar os tecidos após a operação de corte/grampeamento, mediante o destravamento do gatilho de fechamento 20 de sua posição travada.

[00074] A Figura 11 é um diagrama esquemático de um circuito elétrico do instrumento 10, de acordo com várias modalidades da presente invenção. Quando um operador puxa inicialmente o acionador de disparo 20 após o travamento do acionador de fechamento 18, o sensor 110 é ativado permitindo que corrente flua através dele. Se a chave normalmente aberta 130 do sensor de reversão do motor estiver aberta (significando que não foi atingido o final do curso do atuador de extremidade), a corrente fluirá para um relé de polo simples e duplo acionamento 132. Como a chave do sensor de reversão do motor 130 não está fechada, o indutor 134 do relé 132 não estará energizado portanto o relé 132 estará em seu estado não-energizado. O circuito também inclui um sensor de travamento do cartucho 136. Se o atuador de extremidade 12 incluir um cartucho de grampos 34, o sensor 136 estará no estado fechado, permitindo que a corrente flua. De outro modo, se o atuador de extremidade 12 não incluir um cartucho de grampos 34, o sensor 136 estará aberto, impedindo assim que a bateria 64 alimente o motor 65.

[00075] Quando o cartucho de grampos 34 está presente, o sensor 136 está fechado, o que energiza um relé de pólo simples e acionamento único 138. Quando o relé 138 está energizado, a corrente flui através do relé 136, através do sensor de resistor variável

110, e até o motor 65 por meio de um relé de pólo duplo e duplo acionamento 140, alimentando assim o motor 65 e permitindo que o mesmo gire adiante.

[00076] Quando o atuador de extremidade 12 atingir o final de seu curso, o sensor de reversão do motor 130 será ativado, fechando assim a chave 130 e energizando o relé 134. Isso faz com que o relé 134 assuma seu estado energizado (não mostrado na Figura 11), que faz com que a corrente contorne o sensor de travamento do cartucho 136 e o resistor variável 110 e, em vez disso, faz com que a corrente flua para ambos os pólos duplos normalmente fechados, para o relé de duplo acionamento 142 e retorne para o motor 65, mas de um modo através do relé 140 que provoca a reversão do sentido de rotação do motor 65.

[00077] Como a chave do sensor de parada do motor 142 está normalmente fechada, a corrente fluirá de volta para o relé 134 para mantê-lo fechado até que a chave 142 se abra. Quando a faca 32 está totalmente retraída, a chave do sensor de parada do motor 142 é ativada, fazendo com que a chave 142 se abra, e removendo assim a energia do motor 65.

[00078] Em outras modalidades, em vez de um sensor do tipo proporcional 110, um sensor do tipo liga-desliga poderia ser usado. Nessas modalidades, a taxa de rotação do motor 65 não seria proporcional à força aplicada pelo operador. Em vez disso, o motor 65 giraria, de modo geral, a uma velocidade constante. O operador, contudo, ainda experimentaria uma retroinformação da força, pois o gatilho de disparo 20 está engatado ao trem de acionamento das engrenagens.

SENSORES DE MOVIMENTO DE DISPARO E DE ESTADO DO CARTUCHO

[00079] Em outras modalidades, o instrumento cirúrgico para corte

e fixação 10 pode não compreender um sensor de funcionamento do motor 110, um sensor de reversão do motor 130 e/ou um sensor de parada do motor 142, conforme descrito acima. Em outras modalidades, por exemplo, o instrumento cirúrgico 10 pode usar um sensor eletrônico 150 para determinar a posição de um elemento de disparo no atuador de extremidade 12 e/ou o estado ou presença de um cartucho de grampos 34 no atuador de extremidade 12. Para fins de descrição da modalidade ilustrada, o elemento de corte 32, o suporte deslizante 33, a barra de acionamento 36 e outros elementos configurados para trasladar no atuador de extremidade 12 são coletivamente chamados na presente invenção de elementos de disparo. Conforme mostrado na Figura 14, em um formato, o sensor eletrônico 150 compreende um elemento resistivo 152 que é sustentado no atuador de extremidade 12 do instrumento cirúrgico 10. O elemento resistivo 152 pode ser sustentado pela canaleta de grampos 22, pelo membro de fixação 20, pelo cartucho de grampos 34 ou por um outro elemento no atuador de extremidade 12. Conforme o elemento de disparo traslada longitudinalmente através do atuador de extremidade 12, o elemento de disparo pode estar em contato em movimento com o elemento resistivo 152.

[00080] Conforme indicado acima, em várias modalidades, o elemento resistivo 152 do sensor eletrônico 150 é sustentado pelo canal alongado 22. Por exemplo, em ao menos uma modalidade, o elemento resistivo 152 é preso ao canal alongado 22 por um adesivo. Em outras modalidades, o elemento resistivo 152 pode ser fixado a um componente no canal alongado 22. Com referência à Figura 12, o elemento resistivo 152 pode ser posicionado na superfície interna 28 da canaleta de grampos 22, de modo que um elemento de disparo entre em contato com o elemento resistivo 152 quando o elemento de disparo se desloca longitudinalmente através da canaleta de grampos

22. Em modalidades alternativas, o elemento resistivo 152 é sustentado por ou fixado de outro modo ao cartucho de grampos 34. Com referência à Figura 13, o elemento resistivo 152 pode ser sustentado pelo corpo do cartucho 35 do cartucho de grampos 34. Por exemplo, o elemento resistivo 152 pode ser fixado à superfície de base do corpo do cartucho 35 por um adesivo adequado. Em outras modalidades, o elemento resistivo 152 pode ser sustentado em um arranjo de fendas (não mostrado) formado na superfície de base do corpo de cartucho 35 ou ser retido de outro modo na posição por elementos de fixação formados nele. Na modalidade ilustrada na Figura 13, o elemento resistivo 152 é posicionado no corpo de cartucho 35 do cartucho de grampos 34 de modo que uma porção do elemento de disparo entre em contato com o elemento resistivo 152 conforme o elemento de disparo se desloca longitudinalmente através da canaleta de grampos 22.

[00081] Em várias modalidades, o elemento resistivo 152 do sensor eletrônico 150 compreende um resistor 154 ou uma pluralidade de resistores 154. Por exemplo, o elemento resistivo 152 pode compreender um circuito com uma pluralidade de resistores 154a, 154b, 154c, etc. e uma pluralidade de nós 156a, 156b, 156c, etc. Com referência à Figura 12, um nó 156 pode estar posicionado entre cada resistor 154. Por exemplo, um primeiro nó 156a está posicionado entre um primeiro resistor 154a e um segundo resistor 154b; um segundo nó 156b está posicionado entre o segundo resistor 154b e o terceiro resistor 154c; e um terceiro nó 156c está posicionado entre o terceiro resistor 154c e um quarto resistor 154d; etc. Em outras palavras, um nó 156 pode estar posicionado entre cada resistor 154 sucessivo em um circuito no elemento resistivo 152. A tensão ao longo de cada nó 156 é uniforme ou substancialmente uniforme. Enquanto os resistores 156 estiverem intactos, a tensão em cada nó 156 será diferente da

tensão nos outros nós 156. Com referência à Figura 12, os resistores 154a, 154b, 154c, ..., 154z podem ser dispostos em uma configuração paralela, de modo que a resistência equivalente (R_{Eq}) do elemento resistivo 152 possa ser calculada de acordo com:

$$1/R_{Eq} = 1/R_a + 1/R_b + 1/R_c + \dots + 1/R_z,$$

[00082] onde R_a é a resistência no resistor 154a, R_b é a resistência no resistor 154b, R_c é a resistência no resistor 154c e R_z é a resistência no resistor mais distal 154z no elemento resistivo 152. A resistência pode ser medida em ohms (Ω). Em uma modalidade alternativa, os resistores 154a, 154b, 154c, ..., 154z podem ser dispostos em uma configuração em série de modo que a resistência equivalente (R_{Eq}) do elemento resistivo 152 possa ser calculada de acordo com:

$$R_{Eq} = R_a + R_b + R_c + \dots + R_z.$$

[00083] Conforme descrito acima, um elemento de disparo no atuador de extremidade 12 está em contato em movimento com o elemento resistivo 152, conforme o elemento de disparo traslada entre a extremidade proximal 23a da canaleta de grampos 22 e a extremidade distal 23b da canaleta de grampos 22. Em uma modalidade, o elemento de disparo pode deslizar ao longo de uma superfície do elemento resistivo 152, conforme o suporte deslizante 33 e a faca 32 são movidos ao longo do canal alongado 22. Em uma outra modalidade, o elemento de disparo pode entrar em contato com protuberâncias no elemento resistivo 152 conforme o suporte deslizante 33 e a faca 32 são movidos ao longo do canal alongado 22. Quando o elemento de disparo traslada através da canaleta de grampos 22 e entra em contato em movimento com o elemento resistivo 152, o elemento resistivo 152 gera sinais de saída que indicam a posição do elemento de disparo dentro do canal alongado 22. Os sinais de saída gerados pelo elemento resistivo 152 podem ser

medições de tensão (ou potência) ao longo do elemento resistivo 152. Por exemplo, o elemento resistivo 152 poderia gerar um sinal indicativo da tensão em cada nó 156 entre resistores sucessivos 154.

[00084] Em várias modalidades, com referência à Figura 12, o elemento de disparo pode entrar em contato móvel com o elemento resistivo 152, de modo que o elemento de disparo corte porções do elemento resistivo 152. Por exemplo, o elemento de corte 32 pode atravessar porções do elemento resistivo 152 quando o elemento de corte 32 se desloca longitudinalmente através do canal alongado 22 em resposta aos movimentos de acionamento aplicados a ele. Em ao menos uma modalidade, por exemplo, o elemento resistivo 152 pode ser posicionado na superfície interna 28 do canal alongado 22 e orientado de modo que o elemento resistivo 152 cubra, ao menos parcialmente, a fenda 30 através da superfície interna 28 da canaleta 22. Conforme descrito acima, a fenda 30 pode ser configurada para receber o elemento de corte 32 quando o gatilho de disparo 20 é acionado, fazendo com que o elemento de corte 32 e o suporte deslizante 33 se desloquem longitudinalmente ao longo da canaleta 22. Por exemplo, o elemento de corte 32 pode se deslocar de uma primeira posição em um local adjacente ao longo da fenda 30 para uma segunda posição em um local intermediário ao longo da fenda 30 e, da segunda posição para uma terceira posição em um local distal ao longo da fenda 30. A primeira posição pode corresponder a um primeiro nó 156a, a segunda posição pode corresponder a um outro nó 156m e a terceira posição pode corresponder, ainda, a um outro nó 156z. Conforme o elemento de corte 32 se desloca longitudinalmente entre os nós ao longo da fenda 30, o elemento de corte 32 corta o tecido preso entre a canaleta 22 e a bigorna 20. O elemento de corte 32 também corta porções da tira resistiva 152 que cobre a porção da fenda 30, através da qual o elemento de corte 32 traslada. Com

referência novamente à Figura 12, o elemento de corte 32 está posicionado entre a extremidade proximal 23a do canal alongado 22 e a extremidade distal 23b da canaleta 22. Conforme mostrado naquela Figura, o elemento de corte 32 tem nós atravessados 156a, 156b e 156c. Ademais, o elemento de corte 32 tem resistores proximais separados 154a, 154b e 154c; entretanto, resistores intermediários e distais 154m, 154n e 154z, entre outros, permanecem intactos. Será entendido que, quando o elemento de corte 32 é avançado distalmente através da canaleta de grampos 22, de uma posição inicial para sua posição final, o elemento de corte terá atravessado cada nó 156 e cortado cada resistor 154 no elemento resistivo 152 durante aquele golpe de disparo.

[00085] Quando o elemento de corte 32 corta porções da tira resistiva 152, o elemento de corte pode cortar resistores 154 dispostos ao longo de parte de um circuito no elemento resistivo 152. Por exemplo, com referência à Figura 12, o elemento de corte 32 pode cortar o resistor 154a, então o resistor 154b, seguido do resistor 154c e etc. até que o elemento de disparo atinja a extremidade distal 23b do canal alongado 22. Os resistores 154a, 154b, 154c, ..., 154z. podem ser dispostos em paralelo, conforme mostrado na Figura 14. Em tal modalidade, a resistência equivalente do elemento resistor 152 pode aumentar conforme cada resistor sucessivo é cortado pelo elemento de corte 32 de acordo com a relação:

$$1/R_{Eq} = 1/R_a + 1/R_b + 1/R_c + \dots + 1/R_z.$$

[00086] Em uma modalidade alternativa, os resistores 154a, 154b, 154c e etc. podem ser dispostos em série. Em tal modalidade, a resistência equivalente do elemento resistor 152 pode diminuir conforme cada resistor sucessivo é cortado pelo elemento de corte 32 de acordo com a relação:

$$R_{Eq} = R_a + R_b + R_c + \dots + R_z.$$

[00087] Adicionalmente, a tensão ao longo do elemento resistivo 152 pode ser determinada pela lei de Ohm, que estabelece:

$$V = I \times R_{Eq},$$

[00088] onde V representa a tensão, I representa a corrente e R_{Eq} representa a resistência equivalente. A tensão pode ser medida em volts (V), a corrente pode ser medida em ampéres (A) e a resistência pode ser medida em ohms (Ω). Presumindo uma corrente constante através do elemento resistivo 152, conforme a resistência equivalente muda com o corte dos resistores 154, a tensão no elemento resistivo muda de modo correspondente. Conseqüentemente, a posição do elemento de corte 32 quando ele traslada ao longo do elemento resistivo 152 pode ser determinada a partir dos sinais de saída indicativos da tensão gerada pelo elemento resistivo 152 quando os resistores 154 são cortados.

[00089] Em uma outra modalidade, quando o elemento resistivo 152 é sustentado pelo corpo do cartucho 35 do cartucho de grampos 34, o elemento de corte 32 pode cortar partes do elemento resistivo 152. Com referência à Figura 13, o elemento resistivo 152 pode ser posicionado no corpo do cartucho 35 do cartucho de grampos 34 e orientado de modo que o elemento resistivo 152 se sobreponha ao menos parcialmente a uma fenda 37 através do corpo do cartucho 35. De modo similar ao descrito acima, uma fenda 37 no corpo do cartucho 35 pode ser configurada para receber o elemento de corte 32 quando o gatilho de disparo 20 é atuado fazendo com que o elemento de corte 32 e o suporte deslizante 33 se desloquem longitudinalmente ao longo da canaleta 22. Por exemplo, o elemento de corte 32 pode se deslocar de uma primeira posição em um local adjacente ao longo da fenda 37 para uma segunda posição em um local intermediário ao longo da fenda 37 e, da segunda posição para uma terceira posição em um local distal ao longo da fenda 37. Quando o elemento de corte

32 se desloca longitudinalmente entre uma pluralidade de posições ao longo da fenda 37, o elemento de corte 32 corta o tecido fixado entre a canaleta 22 e a bigorna 20. O elemento de corte 32 também corta porções da tira resistiva 152 que se sobrepõe à porção da fenda 37 no cartucho de grampos 34, através do qual o elemento de corte 32 traslada. De modo similar ao descrito acima, quando o elemento de corte corta resistores 154 no elemento resistivo 152, a resistência equivalente no elemento resistivo 152 muda, o que resulta em uma mudança correspondente na tensão no elemento resistivo 152.

[00090] Em várias modalidades, com referência à Figura 3, a canaleta de grampos 22 pode incluir uma almofada, porção, ponto ou superfície de contato 158. A almofada de contato 158 pode ser posicionada na superfície interna 28 da canaleta de grampos 22. Em várias modalidades, quando o elemento resistivo 152 é posicionado no corpo do cartucho 35 do cartucho de grampos 34 (Figura 14), a almofada de contato 158 na canaleta 22 pode ser configurada para entrar em contato com uma porção do elemento resistivo 152. A almofada de contato 158 pode entrar em contato com um circuito do elemento resistivo 152, um fio 168 estendendo-se do elemento resistivo 152 ou uma almofada de contato operacionalmente engatada com o elemento resistivo. Adicionalmente, a almofada de contato 158 pode se comunicar com os elementos condutores 170, 172 e/ou com o dispositivo de memória 160 através de uma conexão com fio ou sem fio, conforme descrito em maiores detalhes abaixo.

[00091] O instrumento cirúrgico compreende também um dispositivo de memória 160 que se comunica operacionalmente com o elemento resistivo 152 do sensor eletrônico 150. Consulte a Figura 1. Direta ou indiretamente, o elemento resistivo 152 emite um sinal para o dispositivo de memória 160, que registra o sinal conforme descrito em mais detalhes abaixo. O dispositivo de memória 160 pode ser

integrado no sensor eletrônico 150. Em uma outra modalidade, o dispositivo de memória 160 pode ser externo ao sensor eletrônico e pode ser posicionado próximo ao elemento resistivo 152, como no canal alongado 22 do atuador de extremidade 12. Em outras modalidades, com referência à Figura 1, o dispositivo de memória 160 pode ser posicionado mais longe do elemento resistivo 152, como no cabo 6 do instrumento 10. O dispositivo de memória 160 pode ser qualquer tipo de dispositivo capaz de armazenar ou registrar sinais do sensor. Por exemplo, o dispositivo de memória 160 pode incluir um microprocessador, uma memória programável e apagável eletricamente somente para leitura (EEPROM)) ou qualquer outro dispositivo de armazenamento adequado. O dispositivo de memória 160 pode registrar os sinais emitidos pelo elemento resistivo 152 de qualquer maneira adequada. Por exemplo, em uma modalidade, o dispositivo de memória 160 pode registrar o sinal do elemento resistivo 152 quando o sinal muda, como quando o elemento de corte 32 corta um resistor 154 no elemento resistivo 152, resultando em uma mudança na resistência equivalente e uma mudança correspondente na tensão no elemento resistivo 152. Em uma outra modalidade, o dispositivo de memória 160 pode registrar o estado do elemento resistivo 152 e sinais de outros sensores, como do sensor de funcionamento do motor 110, o sensor de reversão do motor 130 e/ou o sensor de parada do motor 142, no instrumento cirúrgico 10 quando o sinal de qualquer sensor muda de estado. Isto pode causar uma mudança brusca do estado do instrumento 10. Em várias modalidades, o dispositivo de memória 160 e/ou o(s) sensor(es) pode(m) ser implementado(s) para incluir produtos do sistema de barramento 1-WIRE disponível junto à DALLAS SEMICONDUCTOR como, por exemplo, um 1-WIRE EEPROM.

[00092] Em várias modalidades, o dispositivo de memória 160 é

acessível externamente, permitindo que um dispositivo externo, como um computador, acesse as condições do instrumento registradas pelo dispositivo de memória 160. Por exemplo, o dispositivo de memória 160 pode incluir uma entrada de dados 162. A entrada de dados 162 pode proporcionar as condições do instrumento armazenado de acordo com qualquer protocolo de comunicação com fio ou sem fio, por exemplo, em formato serial ou paralelo. O dispositivo de memória 160 pode também incluir um meio removível 164 além ou invés da porta de saída 162. O meio removível 164 pode ser qualquer tipo de dispositivo de armazenamento de dados adequado que possa ser removido do instrumento 10. Por exemplo, o meio removível 164 pode incluir qualquer tipo adequado de memória flash, como um um cartão da Associação Internacional de Cartões de Memória para Computadores Pessoais (PCMCIA), um cartão COMPACTFLASH, um cartão MULTIMÍDIA, um cartão FLASHMEDIA, *etc.* O meio removível 164 podem também incluir qualquer tipo de dispositivo de armazenamento baseado em disco, por exemplo, um hard drive portátil, um disco compacto (CD), um disco de vídeo digital (DVD), *etc.*

[00093] A saída do elemento resistivo 152 pode ser fornecida ao dispositivo de memória 160, por exemplo, através de um conversor analógico para digital (não mostrado). Em várias modalidades, os sinais de saída do elemento resistivo 152 podem ser transmitidos primeiramente para um circuito integrado (não mostrado) para amplificação do sinal. Adicionalmente, a saída pode ser codificada e/ou modulada de acordo com um esquema de modulação.

[00094] A saída do sensor eletrônico 150 pode ser fornecida ao dispositivo de memória 160 por uma comunicação com fio. Com referência à Figura 1, fios isolados ou condutores semelhantes 168 podem transmitir um sinal elétrico que indica a posição do elemento de disparo no atuador de extremidade 12 para o dispositivo de memória

160. Os fios 168 podem ser produzidos a partir de um polímero eletricamente condutivo e/ou metal (por exemplo, cobre) e podem ser suficientemente flexíveis para passar através de uma articulação pivô 14 sem serem danificados pela articulação.

[00095] Em uma outra modalidade, o sinal pode ser transmitido por meio de comunicação sem fio ao dispositivo de memória 160. Várias modalidades de comunicação sem fio são descritas no Pedido de patente US nº de série 13/118.259, concedido a James R. Giordano et al., depositado em 27 de maio de 2011, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência em sua totalidade. Com referência à Figura 12, para transmitir o sinal sem fio, o elemento resistivo 152 pode compreender um elemento condutor 170 que funciona como uma antena de transmissão. O elemento condutor 170 pode transmitir sinais do elemento resistivo 152 e receber energia de uma fonte de energia, como uma bateria, externa ou interna ao instrumento cirúrgico 10. O elemento condutor 170 do elemento resistivo 152 é, de preferência, isolado da haste externa 8 eletricamente condutiva do instrumento 10.

[00096] Em uma outra modalidade, o elemento condutor 170 pode compreender componentes do atuador de extremidade 12 e da haste 8. Em tal modalidade o elemento resistivo 152 é eletricamente conectado à haste 8 e o dispositivo de memória é isolado da haste. Por exemplo, a superfície interna 30 do canal alongado 22 pode compreender um material condutor, que, por sua vez, pode ser acoplado eletricamente aos elementos condutores da haste 8 (como tubos de fechamento 40, 42) por contato elétrico direto ou indireto. A haste 8 pode ser aterrada pelas peças externas do lado inferior e superior 59-62, que podem ser produzidas a partir de materiais eletricamente isolantes, como plástico. Componentes adicionais do atuador de extremidade 12 podem compreender material isolante e o dispositivo de memória 160 é

isolado da haste 8. Os componentes do atuador de extremidade 12 e da haste 8 eletricamente conectados ao elemento condutor 170 do sensor 150 podem servir como parte de uma antena para transmissão de sinais indicativos do elemento resistivo 152 para o dispositivo de memória 160. Alternativamente, o dispositivo de memória 160 pode estar em comunicação elétrica com componentes específicos do atuador de extremidade 12 e da haste 8 e o elemento resistivo 152 pode ser isolado. Os componentes específicos do atuador de extremidade 12 e da haste, eletricamente conectados ao dispositivo de memória 160, podem servir como parte de uma antena para recepção de sinais do sensor 150. O elemento resistivo 152 pode ser isolado posicionando-o na superfície interna 28 do canal alongado 22, que é produzido a partir de um material eletricamente isolante, como plástico.

[00097] O instrumento cirúrgico 10 pode compreender vários elementos condutores para transmissão de sinais do elemento resistivo 152 ao dispositivo de memória 160. Por exemplo, com referência novamente à Figura 12, o elemento resistivo 152 pode transmitir um sinal para um elemento condutor 170. O sinal pode ser transmitido por um fio isolado 168. Tal elemento condutor intermediário 170 pode estar localizado, por exemplo, no atuador de extremidade 12, ao longo da haste 8 ou no cabo 6 do instrumento 10. O elemento condutor 170 pode transmitir o sinal para um elemento condutor intermediário distal 172a, que pode, então, transmitir o sinal para um elemento condutor intermediário proximal 172b ou para o dispositivo de memória 160 (mostrado em forma de diagrama na Figura 1). Se mais conexões condutivas estiverem dispostas entre o elemento resistivo 152 e o dispositivo de memória 160, a distância entre os elementos condutores 170, 172 pode ser reduzida e um sinal mais fraco pode ser usado para transmitir o sinal. Alternativamente, se um número menor de conexões condutivas estiver disponível, pode ser

necessário um sinal mais forte devido às maiores distâncias de transmissão. Como as distâncias entre os elementos condutores 170, 172 podem ser fixas e conhecidas, os níveis de potência podem ser otimizados para níveis baixos de modo a, assim, minimizar a interferência com outros sistemas no ambiente do instrumento 10.

[00098] Alternativamente, uma combinação de conexões com fio e sem fio pode ser utilizada para transmitir sinais do elemento resistivo 152 para o dispositivo de memória 160. Por exemplo, com referência à Figura 1, o atuador de extremidade 12 pode incluir um fio 168 que conecta o elemento resistivo 152 a um elemento condutor intermediário distal 172a na haste 6 do instrumento. O sinal pode, então, ser transmitido, por meio de comunicação sem fio, do elemento condutor intermediário distal 172a para um elemento condutor intermediário proximal 172b. O elemento condutor intermediário proximal 172b pode transmitir o sinal para o dispositivo de memória 160 através de um fio condutor 168 ou através de uma conexão sem fio.

[00099] O elemento resistivo 152 pode se comunicar com o dispositivo de memória 160 com o uso de qualquer frequência adequada (por exemplo, uma banda ISM). Ademais, o elemento resistivo 152 pode transmitir sinais em uma faixa de frequências diferente da faixa de frequências dos sinais recebidos do dispositivo de memória 160. Além disso, embora apenas uma antena seja discutida acima com relação ao sensor eletrônico 150, em outras modalidades o sensor eletrônico 150 pode compreender antenas de recepção e transmissão separadas.

[000100] O instrumento cirúrgico 10 pode também compreender um processador 180 que interfaceia operacionalmente o dispositivo de memória 160. Com referência à Figura 1, o processador 180 e o dispositivo de memória 160 podem compreender um componente

integral. Em uma outra modalidade, o processador 180 e o dispositivo de memória 160 são componentes distintos do instrumento cirúrgico. O processador 180 determina a posição do elemento de disparo no atuador de extremidade 12 da saída do elemento resistivo 152. Em uma modalidade, o processador 180 registra a posição do elemento de corte 32 no atuador de extremidade 12 a partir de sinais que indicam a tensão proveniente do elemento resistivo 152. Por exemplo, se os resistores 154 da tira resistiva 152 estiverem conectados em paralelo, a resistência equivalente do elemento resistivo 152 aumenta conforme cada resistor sucessivo 154 é cortado. As alterações correspondentes na tensão no elemento resistivo 152 indicam a posição nodal do elemento de corte 32 ao longo da tira resistiva 152, que corresponde adicionalmente à localização do elemento de corte 32 no canal alongado 22.

[000101] Após determinar a posição do elemento de disparo no canal alongado 22, a posição pode ser comunicada a um indicador que indica a posição do elemento de disparo. O indicador pode ser uma tela de indicação visual 190 no cabo 6 do instrumento visível pelo usuário. Adicional ou alternativamente, a posição pode ser transmitida ao usuário por indicação tátil. Por exemplo, quando a faca 32 atinge a extremidade da fenda 30 na canaleta de grampos 22, o usuário pode ser alertado pelo aumento da resistência do gatilho de disparo 20. Em uma outra modalidade, com referência à Figura 7, o usuário pode ser alertado por vibrações na pega da pistola 26 do instrumento 10 por um elemento vibratório 192 que se comunica operacionalmente com o processador 180.

[000102] Os aspectos exclusivos e inovadores das várias modalidades da presente descrição utilizam um sensor eletrônico para determinar a posição de um elemento de disparo no atuador de extremidade de um instrumento cirúrgico e/ou o estado de um

cartucho de grampos no atuador de extremidade. Dessa forma, as disposições e princípios exclusivos de várias modalidades da presente descrição podem permitir uma variedade de tipos diferentes de sensores eletrônicos apresentados e reivindicados na presente invenção como sendo usados efetivamente em conjunto com outros tipos e formatos de instrumentos cirúrgicos, atuadores de extremidades e cartuchos de grampos usados em conjunto com um elemento de disparo. A discussão supracitada descreve um instrumento cirúrgico para corte e fixação acionado por motor, controlado eletronicamente de acordo com algumas modalidades da presente descrição. Entretanto, conforme declarado anteriormente, elementos versados na técnica entenderão que um instrumento cirúrgico de acordo com várias modalidades da presente descrição pode ser acionado e controlado de outras maneiras, como por força manual ou controles robóticos. Por exemplo, o atuador de extremidade 12 descrito acima, pode ser acionado e controlado por um sistema robótico, como o sistema robótico 1000 descrito com mais detalhes abaixo.

SISTEMAS ROBÓTICOS

[000103] A Figura 15 mostra uma versão de um controlador mestre 1001 que pode ser usado em conjunto com um carro com braço robótico tipo escravo 1100 do tipo representado na Figura 16. Um controlador mestre 1001 e um carro com braço robótico tipo escravo 1100, assim como seus respectivos componentes e sistemas de controle são coletivamente chamados na presente invenção de um sistema robótico 1000. Exemplos de tais sistemas e dispositivos são revelados na patente US nº 7.524.320, concedida em 28 de abril de 2009, intitulada "Mechanical Actuator Interface System for Robotic Surgical Tools", por Michael J. Tierney et al., que foi incorporada aqui por referência. Dessa forma, vários detalhes de tais dispositivos não

serão descritos em detalhes neste documento além do que pode ser necessário para compreender várias modalidades e formas da presente invenção. Conforme é de conhecimento geral, o controlador mestre 1001 em geral inclui um sistema de controle (representado de um modo geral como 1003 na Figura 15) que é segurado pelo cirurgião e manipulado no espaço enquanto o cirurgião visualiza o procedimento através de uma tela com som 1002. Os controladores mestre 1001, de modo geral, compreendem dispositivos de entrada manual que se movem, de preferência, com múltiplos graus de liberdade e que, com frequência, têm ainda um cabo acionável para o acionamento de ferramentas (por exemplo, para o fechamento das garras de fixação, aplicando um potencial elétrico a um eletrodo, ou similares). Vários arranjos de controlador robótico e ferramenta cirúrgica são revelados no Pedido de patente US n° de série 13/118.241, intitulado "Surgical Stapling Instruments with Rotatable Staple Deployment Arrangements", cuja descrição completa foi aqui incorporada por referência.

[000104] Como pode ser visto na Figura 16, em uma forma, o carro de braço robótico 1100 é configurado para atuar uma pluralidade de ferramentas cirúrgicas, de um modo geral designadas como 1200. Vários sistemas e métodos de cirurgia robótica que empregam arranjos de controlador mestre e carro de braço robótico são revelados na patente US n° 6.132.368, intitulada "Multi-Component Telepresence System and Method", cuja descrição é aqui incorporada na íntegra por referência. Em várias formas, o carro de braço robótico 1100 inclui uma base 1102, a partir da qual, na modalidade ilustrada, três ferramentas cirúrgicas 1200 são sustentadas. Em várias formas, as ferramentas cirúrgicas 1200 são, cada uma, sustentadas por uma série de ligações manualmente articuláveis, em geral referidas como juntas de ajuste 1104 e um manipulador robótico 1106. Essas estruturas são

ilustradas na presente invenção com coberturas protetoras que se estendem sobre muito da ligação robótica. Essas coberturas protetoras podem ser opcionais e podem ser limitadas em qualquer tamanho ou inteiramente eliminadas em algumas modalidades para minimizar a inércia que é encontrada pelos servomecanismos usados para manipular tais dispositivos, para limitar o volume de componentes em movimento de forma a evitar colisões e para limitar o peso total do carro 1100. O carro 1100 tem, em geral, dimensões adequadas para transportar o carro 1100 entre centros cirúrgicos. O carro 1100 pode ser configurado para passar tipicamente através de portas-padrão de centros cirúrgicos e em elevadores-padrão de hospitais. Em várias formas, o carro 1100 teria, de preferência, um peso e incluiria um sistema de rodas (ou outro transporte) que permite ao carro 1100 ser posicionado ao lado de uma mesa de operações por um único atendente.

[000105] Agora com referência à Figura 17, em ao menos uma forma, manipuladores robóticos 1106 podem incluir uma ligação 1108 que limita o movimento da ferramenta cirúrgica 1200. Em várias modalidades, a ligação 1108 inclui ligações rígidas acopladas por juntas giratórias em uma disposição em paralelogramo, de modo que a ferramenta cirúrgica 1200 gire em torno de um ponto no espaço 1110, conforme descrito mais completamente na patente concedida US n° 5.817.084, cuja descrição completa está aqui incorporada a título de referência. A disposição em paralelogramo restringe a rotação para girar em torno de um eixo 1112a, às vezes chamado de eixo de arfada. As ligações que sustentam a ligação em paralelogramo são montados de maneira articulada nas juntas de instalação 1104 (Figura 15) de modo que a ferramenta cirúrgica 1200 gira também em torno de um eixo 1112b, por vezes chamado de eixo de guinada. Os eixos de guinada e arfada 1112a, 1112b se cruzam no centro remoto 1114, que

é alinhado ao longo de uma haste 1208 da ferramenta cirúrgica 1200. A ferramenta cirúrgica 1200 pode ter graus adicionais de liberdade acionada conforme sustentadas pelo manipulador 1106 incluindo movimento de deslize da ferramenta cirúrgica 1200 ao longo do eixo longitudinal da ferramenta "LT-LT". Conforme a ferramenta cirúrgica 1200 desliza ao longo do eixo de ferramenta LT-LT em relação ao manipulador 1106 (seta 1112c), o centro remoto 1114 permanece fixo em relação à base 1116 do manipulador 1106. Portanto, todo o manipulador é, em geral, movido para reposicionar o centro remoto 1114. A ligação 1108 do manipulador 1106 é direcionada por uma série de motores 1120. Esses motores movem ativamente a ligação 1108 em resposta a comandos de um processador de um sistema de controle. Conforme será discutido em detalhes adicionais abaixo, os motores 1120 também são empregados para manipular a ferramenta cirúrgica 1200.

[000106] Uma configuração alternativa de estrutura de junção é ilustrada na Figura 18. Nesta modalidade, uma ferramenta cirúrgica 1200 é sustentada por uma estrutura de manipulador alternativa 1106' entre duas ferramentas de manipulação de tecido. Os versados na técnica irão apreciar que várias modalidades da presente invenção podem incorporar uma ampla variedade de estruturas robóticas alternativas que incluem aquelas descritas na patente US nº 5.878.193, intitulada "Automated Endoscope System For Optimal Positioning", cuja descrição está aqui incorporada na íntegra por referência. Adicionalmente, embora a comunicação de dados entre um componente robótico e o processador do sistema cirúrgico robótico seja descrita primariamente aqui com referência à comunicação entre a ferramenta cirúrgica 1200 e o controlador mestre 1001, deve-se compreender que comunicação similar pode ocorrer entre um circuito de um manipulador, uma junta de ajuste, um endoscópio ou outro

dispositivo de captura de imagem ou similares e o processador do sistema cirúrgico robótico para verificação de compatibilidade de componente, identificação de tipo de componente, comunicação de calibração de componente (tal como desvio ou similares), confirmação de acoplamento do componente ao sistema cirúrgico robótico ou similares.

[000107] Uma ferramenta cirúrgica exemplificadora não limitadora 1200 que é bem adaptada para uso com um sistema robótico 1000 que tem um conjunto de acionamento de ferramenta 1010 (Figura 20), que é acoplada de modo operacional a um controlador mestre 1001, que pode ser operado por meio de ações de um operador (isto é, um cirurgião) é representada na Figura 19. Conforme pode ser visto naquela figura, a ferramenta cirúrgica 1200 inclui um atuador de extremidade cirúrgico 2012 que compreende um endocortador. Em pelo menos uma forma, a ferramenta cirúrgica 1200 inclui, em geral, um conjunto de haste alongada 2008 que tem um tubo de sistema de fechamento proximal 2040 e um tubo de sistema de fechamento distal 2042 que são acoplados em conjunto por uma junta de articulação 2011. A ferramenta cirúrgica 1200 é acoplada operacionalmente ao manipulador por uma porção de suporte de ferramenta em geral designada como 1300. A ferramenta cirúrgica 1200 inclui adicionalmente uma interface 1230 que acopla mecânica e eletricamente a porção de suporte de ferramenta 1300 ao manipulador. Um tipo de interface 1230 é ilustrado nas Figuras 20 a 24. Em várias modalidades, a porção de fixação da ferramenta 1300 inclui uma placa de fixação da ferramenta 1302 que sustenta de modo operacional uma pluralidade de partes do corpo giratórias (quatro são mostradas na Figura 24), discos ou elementos acionados 1304, cada qual incluindo um par de pinos 1306 que se estendem a partir de uma superfície do elemento acionado 1304. Um pino 1306 é mais próximo a um eixo de

rotação de cada um dos elementos acionados 1304 do que o outro pino 1306 no mesmo elemento acionado 1304, o que ajuda a assegurar alinhamento angular positivo do elemento acionado 1304. A interface 1230 inclui uma porção de adaptador 1240 que é configurada para engatar de forma montada a placa de montagem 1302 conforme será discutido adicionalmente abaixo. A porção de adaptador 1240 pode incluir um arranjo de pinos de conexão elétrica 1242 (Figura 22) que pode ser acoplado a uma estrutura de memória por uma placa de circuito dentro da porção de fixação da ferramenta 1300. Embora a interface 1230 seja descrita na presente invenção com referência a elementos de acoplamento mecânico, elétrico e magnético, deve-se compreender que uma ampla variedade de modalidades de telemetria pode ser usada incluindo infravermelho, acoplamento indutivo ou similares.

[000108] Como pode ser visto nas Figuras 20 a 23, a porção adaptadora 1240, em geral, inclui um lado de ferramenta 1244 e um lado de suporte 1246. Sob várias formas, uma pluralidade de corpos giratórios 1250 são montados em uma placa flutuante 1248 que tem uma faixa limitada de movimento em relação à estrutura de adaptador circundante normal às principais superfícies do adaptador 1240. O movimento axial da placa flutuante 1248 ajuda a desengatar os corpos giratórios 1250 da porção de fixação da ferramenta 1300 quando as alavancas 1303 ao longo dos lados da carcaça da porção de fixação da ferramenta 1301 são acionadas (vide Figura 19). Outros mecanismos/arranjos podem ser empregados para acoplamento de modo liberável da porção de suporte de ferramenta 1300 ao adaptador 1240. Em pelo menos uma forma, corpos giratórios 1250 são montados resilientemente em uma placa flutuante 1248 por membros radiais resilientes que se estendem em uma endentação circunferencial ao redor dos corpos giratórios 1250. Os corpos

giratórios 1250 podem se mover axialmente em relação à placa 1248 pela deflexão dessas estruturas resilientes. Quando dispostos em uma primeira posição axial (em direção ao lado de ferramentas 1244), os corpos giratórios 1250 são livres para girar sem limitação angular. Entretanto, conforme os corpos giratórios 1250 se movem axialmente em direção ao lado de ferramentas 1244, abas 1252 (que se estendem radialmente a partir dos corpos giratórios 1250) engatam lateralmente retenções nas placa flutuantes de forma a limitar a rotação angular dos corpos giratórios 1250 ao redor dos eixos dos mesmos. Essa rotação limitada pode ser usada para ajudar a engatar de modo acionável os corpos giratórios 1250 com pinos de acionamento 1272 de uma porção de suporte de ferramenta correspondente 1270 do sistema robótico 1000, uma vez que os pinos de acionamento 1272 irão empurrar os corpos giratórios 1250 na posição de rotação limitada até os pinos 1234 estarem alinhados com (e deslizarem nas) aberturas 1256'. As aberturas 1256 no lado de ferramenta 1244 e as aberturas 1256' no lado de suporte 1246 de corpos giráveis 1250 são configuradas para alinhar precisamente os elementos acionados 1304 (Figura 24) da porção de fixação da ferramenta 1300 com os elementos acionados 1271 do suporte da ferramenta 1270. Conforme descrito acima em relação a pinos internos e externos 1306 de elementos acionados 1304, as aberturas 1256, 1256' estão em distâncias diferentes do eixo de rotação nos respectivos corpos giratórios 1250 dos mesmos de forma a assegurar que o alinhamento não está a 180 graus da posição intencionada. Adicionalmente, cada uma das aberturas 1256 é ligeiramente alongada radialmente de forma a receber adequadamente os pinos 1306 na orientação circunferencial. Isso permite que os pinos 1306 deslizem radialmente dentro das aberturas 1256, 1256' e acomodem certo desalinhamento axial entre a ferramenta 1200 e o suporte de ferramenta 1270, enquanto minimiza qualquer

desalinhamento angular e retrocesso entre os elementos de acionamento e acionados. As aberturas 1256 no lado da ferramenta 1244 são desviadas em cerca de 90 graus das aberturas 1256' (mostradas em linhas tracejadas) no lado do suporte 1246, conforme pode ser visto mais claramente na Figura 23.

[000109] Várias modalidades podem incluir adicionalmente um arranjo de pinos de conector elétrico 1242 localizado no lado de suporte 1246 do adaptador 1240 e o lado de ferramenta 1244 do adaptador 1240 pode incluir fendas 1258 (Figura 23) para acomodar uma matriz de pinos (não mostrada) da porção de fixação da ferramenta 1300. Além de transmitir sinais elétricos entre a ferramenta cirúrgica 1200 e o suporte de ferramenta 1270, ao menos algumas dessas conexões elétricas podem ser acopladas a um dispositivo de memória de adaptador 1260 (Figura 22) por uma placa de circuito do adaptador 1240.

[000110] Um arranjo de trava removível 1239 pode ser empregado para afixar de modo liberável o adaptador 1240 para o suporte de ferramenta 1270. Como usado aqui, o termo "conjunto de acionamento de ferramenta" quando usado no contexto do sistema robótico 1000, abrange ao menos várias modalidades do adaptador 1240 e do suporte de ferramenta 1270, e que foi designado de um modo geral como 1010 na Figura 20. Por exemplo, como pode ser visto na Figura 20, o suporte de ferramenta 1270 pode incluir um primeiro arranjo de pinos de travamento 1274 que é dimensionado para ser acomodado nas fendas de gancho 1241 fornecidas no adaptador 1240. Além disso, o suporte de ferramenta 1270 pode ter ainda segundos pinos de travamento 1276 que são dimensionados para serem retidos em manilhas de travamento correspondentes 1243 no adaptador 1240. Em pelo menos uma forma, um conjunto de travamento 1245 é sustentado de forma móvel no adaptador 1240 e é orientável entre

uma primeira posição travada em que os pinos de travamento 1276 são retidos dentro das respectivas manilhas de travamento 1243 e uma posição não travada em que os segundos pinos de travamento 1276 podem estar dentro ou removidos das manilhas de travamento 1243. Uma mola ou molas (não mostrado) são empregadas para orientar o conjunto de travamento na posição travada. Uma virola no lado da ferramenta 1244 do adaptador 1240 pode receber de maneira deslizante abas que se estendem lateralmente do compartimento de montagem de ferramenta 1301.

[000111] Analisando agora as Figuras 24 a 31, em pelo menos uma modalidade, a ferramenta cirúrgica 1200 inclui um atuador de extremidade cirúrgico 2012 que compreende, neste exemplo, dentre outras coisas, pelo menos um componente 2024 que pode ser movido seletivamente entre a primeira e a segunda posição em relação a pelo menos um outro componente 2022 em resposta a vários movimentos de controle aplicados a ele conforme será discutido com mais detalhes abaixo. Em várias modalidades, o componente 2022 compreende uma canaleta alongada 2022 configurada para sustentar de modo operável um cartucho de grampo cirúrgico 2034 em seu interior e o componente 2024 compreende um membro de prensão transladável de modo pivotante, como uma bigorna 2024. Várias modalidades do atuador de extremidade cirúrgico 2012 são configuradas para manter a bigorna 2024 e a canaleta alongada 2022 em um espaçamento que garante o grampeamento e o seccionamento efetivos do tecido preso pelo atuador de extremidade cirúrgico 2012. Como pode ser visto na Figura 30, o atuador de extremidade cirúrgico 2012 inclui adicionalmente um instrumento de corte 2032 e um suporte deslizante 2033. O instrumento de corte 2032 pode ser, por exemplo, uma faca. O cartucho de grampos cirúrgicos 2034 aloja operacionalmente uma pluralidade de grampos cirúrgicos (não mostrados) no mesmo que são

suportados em acionadores de grampos móveis (não mostrados). Conforme o instrumento de corte 2032 é acionado distalmente através de uma ranhura disposta centralmente (não mostrada) no cartucho de grampos cirúrgicos 2034, o mesmo também força o suporte deslizante 2033 distalmente. Conforme o suporte deslizante 2033 é acionado distalmente, a configuração "conformada em cunha" do mesmo realiza contato com os acionadores de grampos móveis e direciona os mesmos verticalmente em direção à bigorna fechada 2024. Os grampos cirúrgicos são formados conforme os mesmos são acionados na superfície de formação localizada no lado inferior da bigorna 2024. O suporte deslizante 2033 pode ser parte do cartucho de grampos cirúrgicos 2034, de modo que quando o instrumento de corte 2032 é retraído após a operação de corte, o suporte deslizante 2033 não retrai. A bigorna 2024 pode ser aberta e fechada de modo pivotante em um ponto de pivô 2025 localizado na extremidade proximal da canaleta alongada 2022. A bigorna 2024 também pode incluir uma aba 2027 na extremidade proximal da mesma que interage com um componente do sistema de fechamento mecânico (descrito adicionalmente abaixo) para facilitar a abertura da bigorna 2024. A canaleta alongada 2022 e a bigorna 2024 podem ser feitas de material eletricamente condutor (como metal) de modo que possam servir como parte de uma antena que se comunica com sensor(es) no atuador de extremidade, conforme descrito acima. O cartucho de grampos cirúrgicos 2034 pode ser produzido a partir de material isolante (como plástico) e o(s) sensor(es) pode ser conectado ou disposto no cartucho de grampos cirúrgicos 2034, como também descrito acima.

[000112] Como pode ser visto nas Figuras 24 a 31, o atuador de extremidade cirúrgico 2012 é fixado à porção de fixação da ferramenta 1300 por um conjunto de haste alongada 2008, de acordo com várias modalidades. Conforme mostrado na modalidade ilustrada, o conjunto

de haste 2008 inclui uma junta de articulação em geral indicada como 2011 que permite ao atuador de extremidade cirúrgico 2012 ser seletivamente articulado ao redor de um eixo da articulação AA-AA que é substancialmente transversal a um eixo longitudinal da ferramenta LT-LT. Vide a Figura 25. Em outras modalidades, a junta de articulação é omitida. Em várias modalidades, o conjunto de haste 2008 pode incluir um conjunto de tubo de sistema de fechamento 2009 que compreende um tubo de sistema de fechamento proximal 2040 e um tubo de sistema de fechamento distal 2042 que são ligados de forma articulada por ligações em pivô 2044 e sustentados operacionalmente em um conjunto de dorso em geral mostrado como 2049. Na modalidade ilustrada, o conjunto de coluna 2049 compreende uma porção de coluna distal 2050 que é fixada à canaleta alongada 2022 e é acoplada de maneira pivotante à porção de coluna proximal 2052. O conjunto de tubo de sistema de fechamento 2009 é configurado para deslizar axialmente sobre o conjunto de dorso 2049 em resposta a movimentos de atuação aplicados ao mesmo. O tubo de fechamento distal 2042 inclui uma abertura 2045 na qual a aba 2027 na bigorna 2024 é inserida para facilitar a abertura da bigorna 2024 conforme o tubo de fechamento distal 2042 é movido axialmente na direção proximal "PD". Os tubos de fechamento 2040, 2042 podem ser feitos de material eletricamente condutor (como metal) de modo que pode servir como parte da antena, conforme descrito acima. Os componentes do conjunto de eixo de acionamento principal (por exemplo, os eixos de acionamento 2048, 2050) podem ser produzidos a partir de um material não condutivo (tal como plástico).

[000113] Em uso, pode ser desejável girar o atuador de extremidade cirúrgico 2012 ao redor do eixo longitudinal da ferramenta LT-LT. Em pelo menos uma modalidade, a porção de suporte de ferramenta 1300 inclui um conjunto de transmissão rotacional 2069 que é configurado

para receber um movimento de saída giratório correspondente a partir do conjunto de acionamento de ferramenta 1010 do sistema robótico 1000 e converter esse movimento de saída giratório para um movimento de controle giratório para girar o conjunto de haste alongada 2008 (e atuador de extremidade cirúrgico 2012) ao redor do eixo longitudinal da ferramenta LT-LT. Em várias modalidades, por exemplo, a extremidade proximal 2060 do tubo de sistema de fechamento proximal 2040 é sustentada de forma giratória na placa de montagem de ferramenta 1302 da porção de suporte de ferramenta 1300 por um apoio de sustentação frontal 1309 e um suporte deslizante de fechamento 2100 que também é sustentado de forma móvel na placa de montagem de ferramenta 1302. Em pelo menos uma forma, o conjunto de transmissão rotacional 2069 inclui um segmento de engrenagem de tubo 2062 que é formado na (ou fixado na) extremidade proximal 2060 do tubo de sistema de fechamento proximal 2040 para engate operável por um conjunto de engrenagem rotacional 2070 que é sustentado operacionalmente na placa de montagem de ferramenta 1302. Como pode ser visto na Figura 27, o conjunto de engrenagem rotacional 2070, em pelo menos uma modalidade, compreende uma engrenagem de acionamento de rotação 2072 que é acoplada ao primeiro disco ou elemento acionado correspondente 1304 no lado do adaptador 1307 da placa de fixação da ferramenta 1302, quando a porção de fixação da ferramenta 1300 é acoplada ao conjunto de acionamento de ferramenta 1010. Consulte a figura 24. O conjunto de engrenagem rotacional 2070 compreende adicionalmente uma engrenagem acionada por rotação 2074 que é sustentada de forma giratória na placa de montagem de ferramenta 1302 em engate em rede com o segmento de engrenagem de tubo 2062 e a engrenagem de acionamento de rotação 2072. Uma aplicação de um primeiro movimento de saída giratório do conjunto de

acionamento de ferramenta 1010 do sistema robótico 1000 ao elemento acionado correspondente 1304 irá, assim, causar a rotação da engrenagem de acionamento de rotação 2072. A rotação da engrenagem de acionamento de rotação 2072, por fim, resulta na rotação do conjunto da haste alongada 2008 (e do atuador de extremidade cirúrgico 2012) ao redor do eixo longitudinal da ferramenta LT-LT (representada pela seta "R" na Figura 27). Será apreciado que a aplicação de um movimento de saída giratório a partir do conjunto de acionamento de ferramenta 1010 em uma direção irá resultar na rotação do conjunto de haste alongada 2008 e do atuador de extremidade cirúrgico 2012 ao redor do eixo longitudinal da ferramenta LT-LT em uma primeira direção e uma aplicação do movimento de saída giratório em uma direção oposta irá resultar na rotação do conjunto de haste alongada 2008 e atuador de extremidade cirúrgico 2012 em uma segunda direção que é oposta à primeira direção.

[000114] Em pelo menos uma modalidade, o fechamento da bigorna 2024 em relação ao cartucho de grampos 2034 é obtido pelo movimento axial do conjunto de tubo de sistema de fechamento 2009 na direção distal "DD" no conjunto de dorso 2049. Conforme indicado acima, em várias modalidades, a extremidade proximal 2060 do tubo de sistema de fechamento proximal 2040 é sustentada pelo suporte deslizante de fechamento 2100 que compreende uma porção de uma transmissão de fechamento, em geral mostrado como 2099. Em pelo menos uma forma, o suporte deslizante de fechamento 2100 é configurado para sustentar o tubo de fechamento 2009 na placa de montagem de ferramenta 1320 de modo que o tubo de sistema de fechamento proximal 2040 pode girar em relação ao suporte deslizante de fechamento 2100, enquanto que ainda viaja axialmente com o suporte deslizante de fechamento 2100. Em particular, como pode ser

visto na Figura 32, o suporte deslizante de fechamento 2100 tem uma aba em pé 2101 que se estende para o interior de um sulco radial 2063 na porção da extremidade proximal do tubo de fechamento proximal 2040. Além disso, como pode ser visto nas Figuras 29 e 32, o suporte deslizante de fechamento 2100 tem uma porção de aba 2102 que se estende através de uma fenda 1305 na placa de fixação da ferramenta 1302. A porção de aba 2102 é configurada para reter o suporte deslizante de fechamento 2100 em engate deslizante com a placa de montagem de ferramenta 1302. Em várias modalidades, o suporte deslizante de fechamento 2100 tem uma porção ereta 2104 que tem uma engrenagem de cremalheira de fechamento 2106 formada no mesmo. A engrenagem de cremalheira de fechamento 2106 é configurado para acionar engate com um conjunto de engrenagem de fechamento 2110. Vide a Figura 29.

[000115] Sob várias formas, o conjunto de engrenagem de fechamento 2110 inclui uma roda dentada de fechamento 2112 que é acoplada a um segundo correspondente dentre os discos ou elementos acionados 1304 no lado do adaptador 1307 da placa de montagem de ferramenta 1302. Consulte a figura 24. Dessa forma, a aplicação de um segundo movimento de saída giratório do conjunto de acionamento de ferramenta 1010 do sistema robótico 1000 ao segundo elemento acionado correspondente 1304 irá causar uma rotação da roda dentada de fechamento 2112 quando a porção de suporte de ferramenta 1300 é acoplada ao conjunto de acionamento de ferramenta 1010. O conjunto de engrenagem de fechamento 2110 inclui adicionalmente um conjunto de engrenagem de redução de fechamento 2114 que é sustentado em engate em rede com a roda dentada de fechamento 2112. Como pode ser visto nas Figuras 28 e 29, o conjunto da engrenagem de redução de fechamento 2114 inclui uma marcha acionada 2116 que é sustentada de forma giratória em

engate em rede com a roda dentada de fechamento 2112. O conjunto de engrenagem de redução de fechamento 2114 inclui adicionalmente uma primeira engrenagem de acionamento de fechamento 2118 que está em engate em rede com uma segunda engrenagem de acionamento de fechamento 2120 que é sustentada de forma giratória na placa de montagem de ferramenta 1302 em engate em rede com a engrenagem de cremalheira de fechamento 2106. Dessa forma, a aplicação de um segundo movimento de saída giratório a partir do conjunto de acionamento de ferramenta 1010 do sistema robótico 1000 ao segundo elemento acionado correspondente 1304 irá causar uma rotação da roda dentada de fechamento 2112 e da transmissão de fechamento 2110 e, por fim, acionar o suporte deslizante de fechamento 2100 e o conjunto de tubo de sistema de fechamento 2009 axialmente. A direção axial na qual o conjunto de tubo de sistema de fechamento 2009 se move, por fim, depende da direção na qual o segundo elemento acionado 1304 é girado. Por exemplo, em resposta a um movimento de saída giratório recebido a partir do conjunto de acionamento de ferramenta 1010 do sistema robótico 1000, o suporte deslizante de fechamento 2100 será acionado na direção distal "DD" e, por fim, acionar o conjunto de tubo de sistema de fechamento 1009 na direção distal. Conforme o tubo de sistema de fechamento distal 2042 é acionado distalmente, a extremidade do segmento de tubo de fechamento 2042 irá engatar uma porção da bigorna 2024 e fazer com que a bigorna 2024 revolva para uma posição fechada. Mediante a aplicação de um movimento para fora de "abertura" do conjunto de acionamento de ferramenta 1010 do sistema robótico 1000, o suporte deslizante de fechamento 2100 e conjunto de haste 2008 serão acionados na direção proximal "PD". Conforme o tubo de sistema de fechamento distal 2042 é acionado na direção proximal, a abertura 2045 no mesmo interage com a aba 2027 na bigorna 2024 para

facilitar a abertura da mesma. Em várias modalidades, uma mola (não mostrada) pode ser empregada para orientar a bigorna para a posição aberta quando o tubo de sistema de fechamento distal 2042 foi movido para a posição inicial do mesmo. Em várias modalidades, as várias engrenagens do conjunto de engrenagem de fechamento 2110 são dimensionadas para gerar as forças de fechamento necessárias para fechar satisfatoriamente a bigorna 2024 no tecido a ser cortado e grampeado pelo atuador de extremidade cirúrgico 2012. Por exemplo, as engrenagens da transmissão de fechamento 2110 podem ser dimensionadas para gerar aproximadamente 32-54 kg (70-120 libras).

[000116] Em várias modalidades, o instrumento de corte 2032 é acionado através do atuador de extremidade cirúrgico 2012 por uma barra de faca 2200. Vide Figuras 30 e 32. Em pelo menos uma forma, a barra de faca 2200 pode ser fabricada a partir de, por exemplo, aço inoxidável ou outro material similar e tem um formato em seção transversal substancialmente retangular. Tal configuração de barra de faca é rígida o bastante para empurrar o instrumento de corte 2032 através do tecido pinçado no atuador de extremidade cirúrgico 2012, enquanto ainda é flexível o bastante para permitir ao atuador de extremidade cirúrgico 2012 articular em relação ao tubo de sistema de fechamento proximal 2040 e à porção de dorso proximal 2052 ao redor do eixo da articulação AA-AA conforme será discutido em detalhes adicionais abaixo. Como pode ser visto nas Figuras 33 e 34, a porção de dorso proximal 2052 tem uma passagem em forma de retângulo 2054 que se estende através da mesma para dar sustentação à cremalheira de faca 2200 conforme ela é empurrada axialmente através da mesma. A porção de dorso proximal 2052 tem uma extremidade proximal 2056 que é montada de forma giratória em um suporte de montagem de dorso 2057 fixado à placa de montagem de ferramenta 1032. Vide a Figura 32. Tal arranjo permite que a porção

de dorso proximal 2052 gire, mas não se mova axialmente, dentro do tubo de sistema de fechamento proximal 2040.

[000117] Conforme mostrado na Figura 30, a extremidade distal 2202 da cremalheira de faca 2200 é fixada ao instrumento de corte 2032. A extremidade proximal 2204 da barra de faca 2200 é afixada de forma giratória a uma engrenagem de cremalheira de faca 2206 de modo que a barra de faca 2200 é livre para girar em relação à engrenagem de cremalheira de faca 2206. Vide a Figura 32. Como pode ser visto nas Figuras 26 a 31, a engrenagem da cremalheira de faca 2206 é sustentada de maneira deslizante dentro da carcaça da cremalheira 2210 que é fixada à placa de fixação da ferramenta 1302 de modo que a engrenagem de cremalheira de faca 2206 é retida em engate em rede com um conjunto de engrenagem de faca 2220. Mais especificamente, e com referência à Figura 29, em pelo menos uma modalidade, o conjunto de engrenagem de faca 2220 inclui uma roda dentada de faca 2222 que é acoplada ao terceiro disco ou ao elemento acionado correspondente 1304 no lado do adaptador 1307 da placa de fixação da ferramenta 1302. Consulte a figura 24. Dessa forma, a aplicação de um outro movimento de saída giratório a partir do sistema robótico 1000 através do conjunto de acionamento de ferramenta 1010 ao terceiro elemento acionado correspondente 1304 irá causar uma rotação da roda dentada de faca 2222. O conjunto de engrenagem de faca 2220 inclui adicionalmente um conjunto de redução de engrenagem de faca 2224 que inclui uma primeira engrenagem acionada de faca 2226 e uma segunda engrenagem de acionamento de faca 2228. O conjunto de redução de engrenagem de faca 2224 é fixado de modo giratório à placa de fixação da ferramenta 1302, de modo que a primeira engrenagem acionada por faca 2226 esteja em engate em rede com a roda dentada de faca 2222. De modo semelhante, a segunda engrenagem de acionamento de faca 2228

está em engate em rede com uma terceira engrenagem de acionamento de faca 2230 que é sustentada de forma giratória na placa de montagem de ferramenta 1302 em engate em rede com a engrenagem de cremalheira de faca 2206. Em várias modalidades, as engrenagens do conjunto de engrenagem de faca 2220 são dimensionadas para gerar as forças necessárias para acionar o elemento de corte 2032 através do tecido preso no atuador de extremidade cirúrgico 2012 e atuar os grampos no mesmo. Por exemplo, as engrenagens do conjunto de acionamento de faca 2230 podem ser dimensionadas para gerar aproximadamente 18 a 45 kg (40 a 100 libras). Será entendido que a aplicação de um movimento de saída giratório do conjunto de acionamento de ferramenta 1010 em uma direção irá resultar no movimento axial do instrumento de corte 2032 em uma direção distal e a aplicação do movimento de saída giratório em uma direção oposta irá resultar no deslocamento axial do instrumento de corte 2032 em uma direção proximal.

[000118] A Figura 35 ilustra um outro atuador de extremidade 2012 que inclui um sensor eletrônico 2150. O sensor eletrônico 2150, similar ao sensor 150 descrito acima, determina a posição de um elemento de disparo no atuador de extremidade 2012 e/ou o estado ou presença de um cartucho de grampos 2034 no atuador de extremidade 2012. O elemento de corte 2032, o suporte deslizante 2033, a cremalheira de faca 2200 e outros elementos configurado para trasladar no atuador de extremidade 2012 são coletivamente chamados na presente invenção de elementos de disparo. Em ao menos uma forma, o sensor eletrônico 2150 compreende um elemento resistivo 2152 que é sustentado dentro do atuador de extremidade 2012 da ferramenta cirúrgica 1200. O elemento resistivo 2152 pode ser sustentado pela canaleta de grampos 2022, pelo membro de fixação 2024, pelo cartucho de grampos 2034 ou por um outro elemento no atuador de

extremidade 2012. Conforme um elemento de disparo traslada longitudinalmente através do atuador de extremidade 2012, o elemento de disparo pode estar em contato em movimento com o elemento resistivo 2152.

[000119] Em várias modalidades, o elemento resistivo 2152 do sensor eletrônico 2150 é sustentado pelo canal alongado 2022. Por exemplo, em ao menos uma forma, o elemento resistivo 2152 é preso ao elemento resistivo 2152 no canal alongado 2022 por um adesivo. Em outras modalidades, o elemento resistivo 2152 pode ser preso ao componente no canal alongado 2022. Com referência a uma modalidade mostrada na Figura 35, o elemento resistivo 2152 é posicionado na superfície interna 2028 da canaleta de grampos 2022, de modo que um elemento de disparo entra em contato com o elemento resistivo 2152 conforme o elemento de disparo se desloca longitudinalmente através da canaleta de grampos 2022. Em modalidades alternativas, o elemento resistivo 2152 é sustentado pelo cartucho de grampos 2034. Com referência à Figura 36, o elemento resistivo 2152 pode ser sustentado pelo corpo do cartucho 2035 do cartucho de grampos 2034. Semelhantemente ao descrito acima, o elemento resistivo 2152 pode ser posicionado no corpo do cartucho 2035 do cartucho de grampos 2034, de modo que pelo menos uma porção do elemento de disparo entre em contato com o elemento resistivo 2152 conforme o elemento de disparo se desloca longitudinalmente através da canaleta de grampos 2022.

[000120] Conforme descrito acima com relação ao elemento resistivo 152, o elemento resistivo 2152 do sensor eletrônico 2150 pode compreender uma pluralidade de resistores 2154 e uma pluralidade de nós 2156. Os resistores 2154 podem ser dispostos em uma configuração paralela ou podem ser dispostos em série. Com referência à Figura 35, um elemento de disparo no atuador de

extremidade 2012 está em contato em movimento com o elemento resistivo 2152 conforme o elemento de disparo traslada entre a extremidade proximal 2023a da canaleta de grampos 2022 e a extremidade distal 2023b da canaleta de grampos 2022. Conforme o elemento de disparo traslada através da canaleta de grampos 2022 e entra em contato em movimento com o elemento resistivo 2152, o elemento resistivo 2152 gera sinais de saída que indicam a posição do elemento de disparo dentro do canal alongado 22. Os sinais de saída gerados pelo elemento resistivo 2152 podem ser medidas de tensão (ou potência) ao longo do elemento resistivo 2152.

[000121] Em várias modalidades, com referência à Figura 35, o elemento de disparo pode entrar em contato em movimento com o elemento resistivo 2152, de modo que o elemento de disparo corta porções do elemento resistivo 2152, conforme descrito com mais detalhes acima com relação ao elemento resistivo 152. Conseqüentemente, a posição do elemento de corte 32 conforme ele traslada ao longo do elemento resistivo 2152 pode ser determinada a partir dos sinais de saída que indicam a tensão gerada pelo elemento resistivo 2152 conforme os resistores 2154 são cortados.

[000122] O sistema robótico 1000 pode também compreender um processador 2180 que interfacea operacionalmente o controlador mestre 1001. Em várias modalidades, o processador 2180 pode ser integrado no controlador mestre 1001. Conforme descrito com mais detalhes acima com relação ao processador 180, o processador 2180 pode determinar a posição do elemento de disparo no atuador de extremidade 12 a partir dos sinais de saída do sensor 2150. Direta ou indiretamente, o sensor 2150 pode emitir um sinal para o processador 2180, conforme descrito com mais detalhes acima. Em várias modalidades, o processador 2180 pode compreender um dispositivo de memória 2160. Conforme descrito com mais detalhes

acima com relação ao dispositivo de memória 160, o dispositivo de memória 2160 pode ser qualquer tipo de dispositivo capaz de armazenar ou registrar sinais do sensor e pode ser comunicar com o elemento resistivo 2152 do sensor 2150 por uma comunicação com fio ou sem fio ou uma combinação das mesmas através de fios 168, elementos condutores 170 e almofadas de contato 158 (FIGURA 3). Em outras modalidades, o dispositivo de memória 2160 pode não ser integrado ao processador 2180; O dispositivo de memória pode ser um componente distinto do sistema robótico 1000 que se comunica de modo operacional com o elemento resistivo 2152 do sensor 2150 e, então, transmite os sinais de saída do sensor 2150 para o processador 2180.

[000123] Se o processador 2180 não for integrado ao controlador mestre 1001, o processador 2180 pode comunicar a posição do elemento de disparo ao controlador mestre 1001. Quando a posição do elemento de disparo no canal alongado 2022 é determinada, a posição pode ser comunicada a um indicador 2190 que indica a posição do elemento de disparo. O indicador pode ser uma tela de indicação visual, como um medidor de retroinformação 1005 ou uma indicação tátil.

[000124] Os dispositivos aqui descritos podem ser projetados para serem descartados após único uso, ou os mesmos podem ser projetados para uso múltiplas vezes. Em qualquer dos casos, entretanto, o dispositivo pode ser recondicionado para reuso após pelo menos um uso. O recondicionamento pode incluir qualquer combinação das etapas de desmontagem do dispositivo, seguido de limpeza ou substituição de peças particulares, e remontagem subsequente. Em particular, o dispositivo pode ser desmontado, e qualquer número de peças ou partes particulares do dispositivo podem ser seletivamente trocadas ou removidas, em qualquer combinação.

Após a limpeza e/ou a troca de peças particulares, o dispositivo pode ser remontado para uso subsequente em uma instalação 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 usar uma variedade de técnicas para desmontagem, limpeza/troca, e remontagem. O uso de tais técnicas, e o dispositivo recondicionado resultante estão todos dentro do escopo do presente pedido.

[000125] Conforme declarado anteriormente, os aspectos exclusivos e inovadores das várias modalidades da presente descrição utilizam um sensor eletrônico para determinar a posição de um elemento de disparo no atuador de extremidade de um instrumento cirúrgico e/ou o estado ou presença de um cartucho de grampos no atuador de extremidade. Dessa forma, as disposições e princípios exclusivos de várias modalidades da presente descrição podem permitir uma variedade de tipos diferentes de sensores eletrônicos apresentados e reivindicados na presente invenção como sendo usados efetivamente em conjunto com outros tipos e formatos de instrumentos cirúrgicos, atuadores de extremidade e cartuchos de grampos usados em conjunto com um elemento de disparo. A discussão supracitada descreve um sistema robótico com um instrumento cirúrgico para corte e fixação, de acordo com algumas modalidades da presente descrição. Entretanto, conforme declarado anteriormente, elementos versados na técnica entenderão que um instrumento cirúrgico de acordo com várias modalidades da presente descrição pode ser acionado e controlado de modo alternativo.

[000126] O objetivo da descrição supracitada e das concretizações a seguir é abranger todas as modificações e variações que estão dentro do escopo da presente descrição. Embora dimensões sejam ilustradas em algumas das figuras, tais dimensões têm a finalidade de servir

como exemplos de modalidades e não devem ser entendidas como limitantes. Caso materiais sejam apresentados para determinados componentes, outros materiais podem ser usados.

[000127] Qualquer patente, publicação ou outro material de descrição, no todo ou em parte, que diz-se ser incorporado à presente invenção a título de referência, é incorporado à presente invenção somente até o ponto em que os materiais incorporados não entrem em conflito com definições, declarações ou outro material de descrição existentes apresentados nesta descrição. Desse modo, e até onde for necessário, a descrição como explicitamente aqui determinada substitui qualquer material conflitante incorporado aqui a título de referência. Qualquer material, ou porção do mesmo, que são tidos como incorporados a título de referência na presente invenção, mas que entra em conflito com definições, declarações, ou outros materiais de descrição existentes aqui determinados serão aqui incorporados apenas até o ponto em que nenhum conflito surgirá entre o material incorporado e o material de descrição existente.

REIVINDICAÇÕES

1. Instrumento cirúrgico (10; 1000), compreendendo:
um atuador de extremidade cirúrgico (12; 2012),
compreendendo:

um canal alongado (22; 2022) tendo uma
extremidade proximal e uma extremidade distal; e

um elemento de disparo configurado para trasladar
seletivamente entre a extremidade proximal do canal alongado
(22; 2022) e a extremidade distal do canal alongado (22; 2022)
mediante aplicação de um movimento de acionamento ao
mesmo, em que o elemento de disparo compreende um
elemento de corte (32; 2032);

caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

um elemento resistivo (152; 2152) sustentado para
contato em movimento pelo elemento de disparo conforme o
elemento de disparo é movido da extremidade proximal à
extremidade distal do canal alongado (22; 2022), em que o
elemento resistivo (152; 2152) compreende:

um nó proximal, um nó distal, e um nó
intermediário posicionado intermediário entre o nó proximal
e o nó distal;

um primeiro resistor separável posicionado
intermediário entre o nó proximal e o nó intermediário; e

um segundo resistor separável posicionado
intermediário entre o nó intermediário e o nó distal;

em que o elemento de corte (32; 2032) é
configurado para cortar sequencialmente o primeiro resistor
separável e o segundo resistor separável conforme o
elemento de disparo translada entre a extremidade proximal
e a extremidade distal do canal alongado (22; 2022), e em

que o elemento resistivo (152; 2152) gera sinais de saída indicativos de posições atualizadas do elemento de disparo dentro do canal alongado (22; 2022) conforme o elemento de disparo atravessa sequencialmente o nó proximal, o nó intermediário, e o nó distal; e

um dispositivo de memória (160; 2160) comunicando de modo operacional com o elemento resistivo (152; 2152) e configurado para registrar os sinais de saída conforme o elemento de disparo translada através do canal alongado (22; 2022).

2. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o elemento resistivo (152; 2152) compreende uma pluralidade de resistores (154a-154z; 2154) incluindo o primeiro resistor separável e o segundo resistor separável, e em que os resistores do elemento resistivo (152; 2152) estão conectados em paralelo.

3. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o elemento resistivo (152; 2152) compreende uma pluralidade de nós (156; 2156) incluindo o nó proximal, o nó intermediário, e o nó distal, e em que os sinais de saída compreendem sinais indicativos de tensão nos nós do elemento resistivo (152; 2152).

4. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um processador (180; 2180) que interfaceia operacionalmente com o dispositivo de memória (160; 2160) e computa posições do elemento de disparo no atuador de extremidade cirúrgico (12; 2012) a partir dos sinais indicativos de tensão nos nós no elemento resistivo (152; 2152).

5. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um indicador (2190) comunicando com o processador (180; 2180) para

indicar posições do elemento de disparo dentro do canal alongado (22; 2022).

6. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** o indicador (2190) compreende um dispositivo de indicação visual.

7. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** o indicador (2190) compreende um arranjo de indicação tátil (1005).

8. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o elemento de disparo traslada em resposta a movimentos de acionamento aplicados ao mesmo por um sistema robótico (1000) interfaceando operacionalmente com o atuador de extremidade cirúrgico (12; 2012), o sistema robótico (1000) compreendendo um processador (180; 2180) que interfaceia operacionalmente com o dispositivo de memória (160; 2160) e computa posições do elemento de disparo no atuador de extremidade cirúrgico (12; 2012).

9. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o atuador de extremidade cirúrgico (12; 2012) é configurado para sustentar operacionalmente um cartucho de grampos (34; 2034) cirúrgicos.

10. Instrumento cirúrgico (10; 1000), de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** o elemento resistivo (152; 2152) é sustentado no cartucho de grampos (34; 2034).

11. Cartucho de grampos (34; 2034) para uso em conexão com um instrumento cirúrgico (10; 1000), o cartucho de grampos (34; 2034) **caracterizado pelo fato de que** compreende:

um corpo de cartucho (35; 2035) configurado para ser sustentado operacionalmente pelo instrumento cirúrgico (10; 1000) de modo que um elemento de disparo do instrumento cirúrgico (10; 1000)

possa trasladar longitudinalmente através do corpo de cartucho (35; 2035) mediante aplicação de um movimento de acionamento ao mesmo; e

um elemento resistivo (152; 2152) sustentado no corpo de cartucho (35; 2035) para contato em movimento pelo elemento de disparo conforme o elemento de disparo é trasladado através do mesmo, em que o elemento resistivo (152; 2152) compreende:

um resistor proximal; e

um resistor distal;

em que o elemento de disparo é configurado para atravessar sequencialmente o resistor proximal e o resistor distal conforme o elemento de disparo translada longitudinalmente através do corpo de cartucho (35; 2035), e em que o elemento resistivo (152; 2152) é configurado para comunicar operacionalmente sinais de saída indicativos de posições do elemento de disparo dentro do corpo de cartucho (35; 2035) a uma porção de memória (160; 2160) do instrumento cirúrgico (10; 1000).

12. Cartucho de grampos (34; 2034), de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que** o corpo de cartucho (35; 2035) tem uma fenda alongada (22; 2022) no mesmo configurada para receber pelo menos uma porção do elemento de disparo na mesma, em que o elemento de disparo compreende um elemento de corte (32; 2032), e em que porções do elemento resistivo (152; 2152) são orientadas relativas à fenda alongada (22; 2022) de modo que o elemento de corte (32; 2032) corte sequencialmente as porções do elemento resistivo (152; 2152) conforme o elemento de corte (32; 2032) é movido de uma extremidade proximal para uma extremidade distal do corpo de cartucho (35; 2035).

13. Cartucho de grampos (34; 2034), de acordo com a

reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** o elemento resistivo (152; 2152) compreende:

uma pluralidade de resistores (154a-154z; 2154) incluindo o resistor proximal e o resistor distal; e

uma pluralidade de nós (156; 2156), em que um dito nó é posicionado entre resistores adjacentes no elemento resistivo (152; 2152).

14. Cartucho de grampos (34; 2034), de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** os resistores no elemento resistivo (152; 2152) estão conectados em paralelo.

15. Cartucho de grampos (34; 2034), de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** os sinais de saída compreendem sinais indicativos de tensão nos nós no elemento resistivo (152; 2152).

16. Instrumento cirúrgico, compreendendo:

um sistema robótico (1000) compreendendo um processador (180; 2180); e

um atuador de extremidade cirúrgico (2012) interfaceando operacionalmente com o sistema robótico (1000) para receber movimentos de acionamento a partir do mesmo, o atuador de extremidade cirúrgico (2012) compreendendo:

um canal alongado (2022) tendo uma extremidade proximal e uma extremidade distal; e

um elemento de disparo configurado para trasladar seletivamente entre a extremidade proximal do canal alongado (2022) e a extremidade distal do canal alongado (2022) mediante aplicação de um movimento de acionamento ao mesmo a partir do sistema robótico (1000);

caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

um elemento resistivo (2152) sustentado para contato

em movimento pelo elemento de disparo conforme o elemento de disparo é movido da extremidade proximal à extremidade distal do canal alongado (2022), em que o elemento resistivo (2152) compreende:

um resistor proximal; e

um resistor distal;

em que o elemento de disparo é configurado para engatar sequencialmente o resistor proximal e o resistor distal conforme o elemento de disparo é movido da extremidade proximal para a extremidade distal do canal alongado (2022), e em que o elemento resistivo (2152) gera sinais de saída indicativos de posições do elemento de disparo dentro do canal alongado (2022) e comunica os sinais de saída ao processador (180; 2180).

17. Instrumento cirúrgico, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um indicador (2190) comunicando com o processador (180; 2180) para fornecer indicações de posições do elemento de disparo conforme o elemento de disparo é movido da extremidade proximal para a extremidade distal do canal alongado (2022).

18. Instrumento cirúrgico, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato de que** o indicador (2190) compreende um arranjo de indicação tátil (1005).

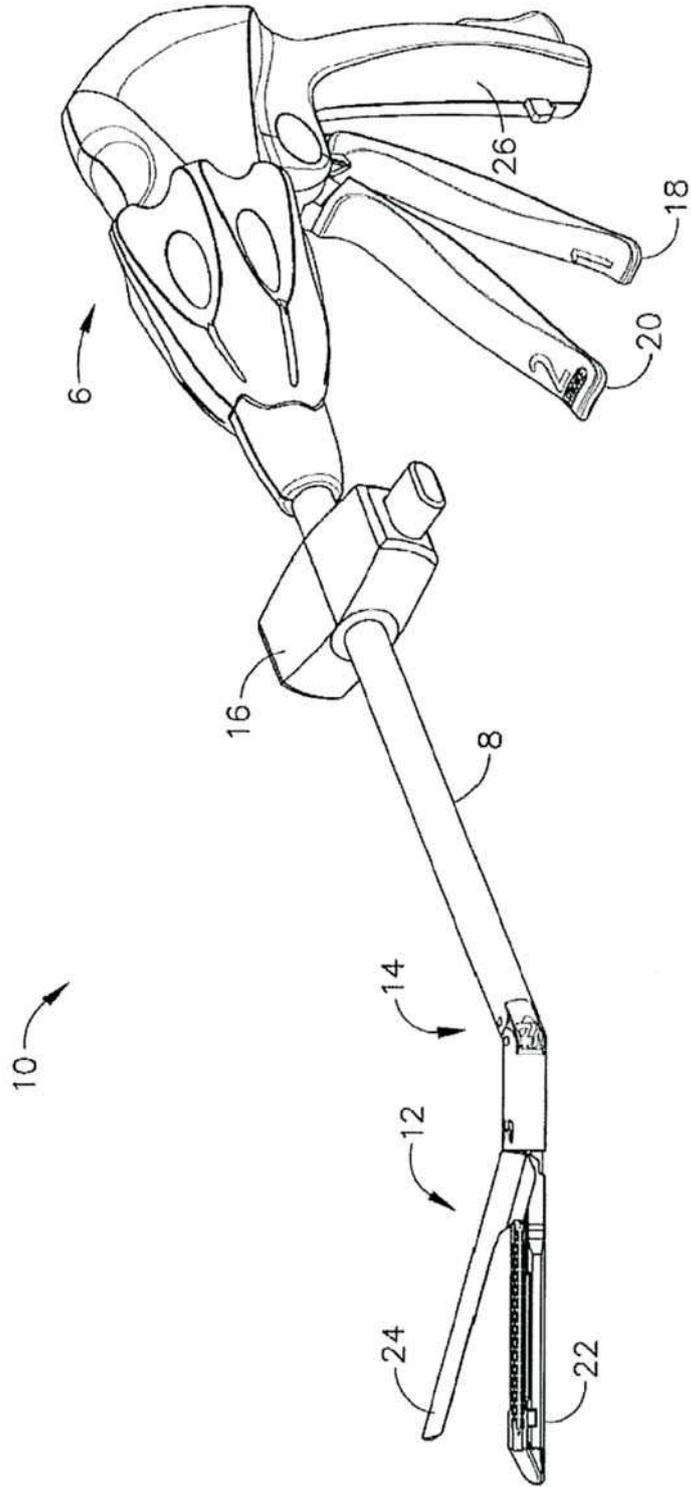


FIG. 2

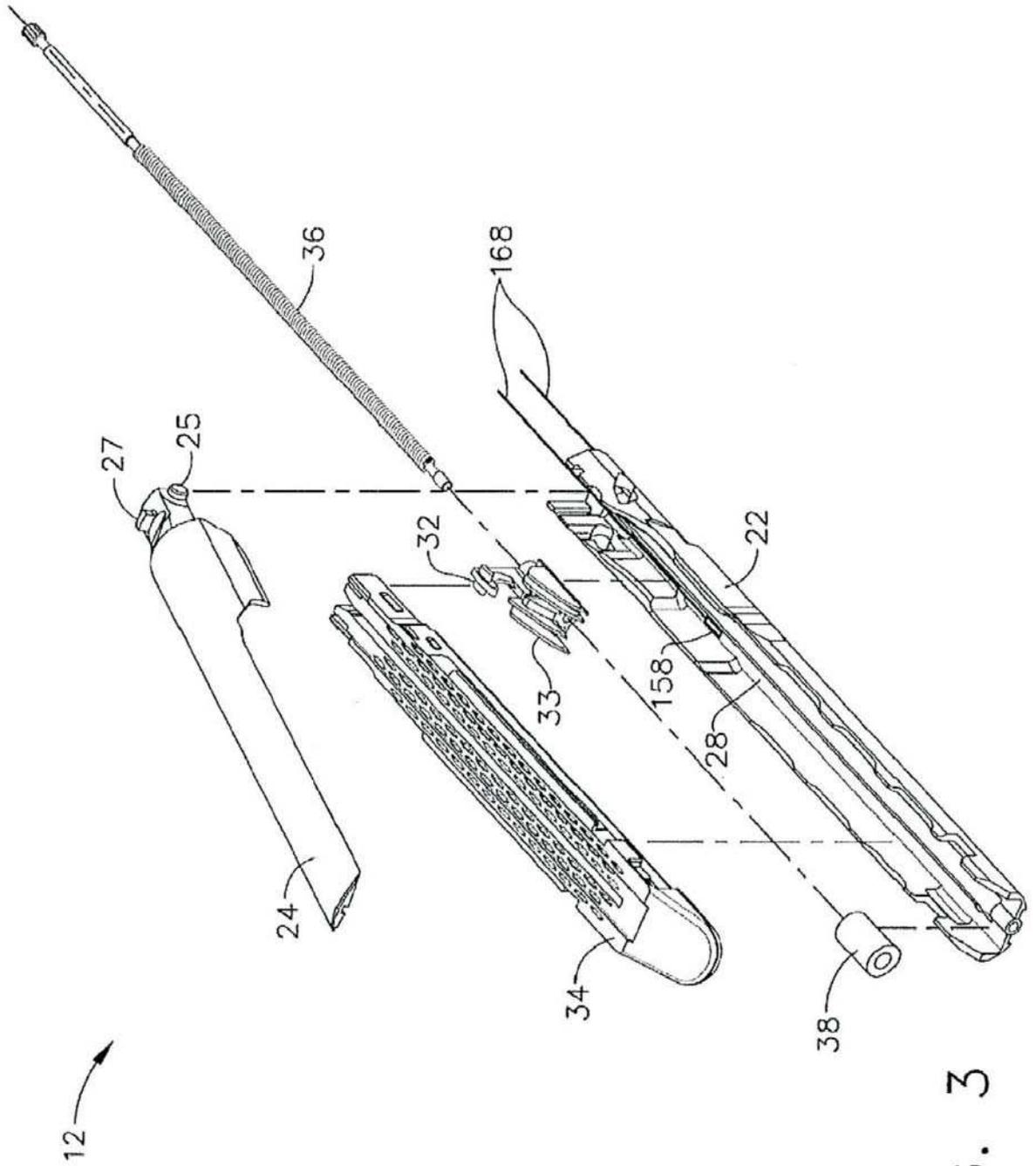


FIG. 3

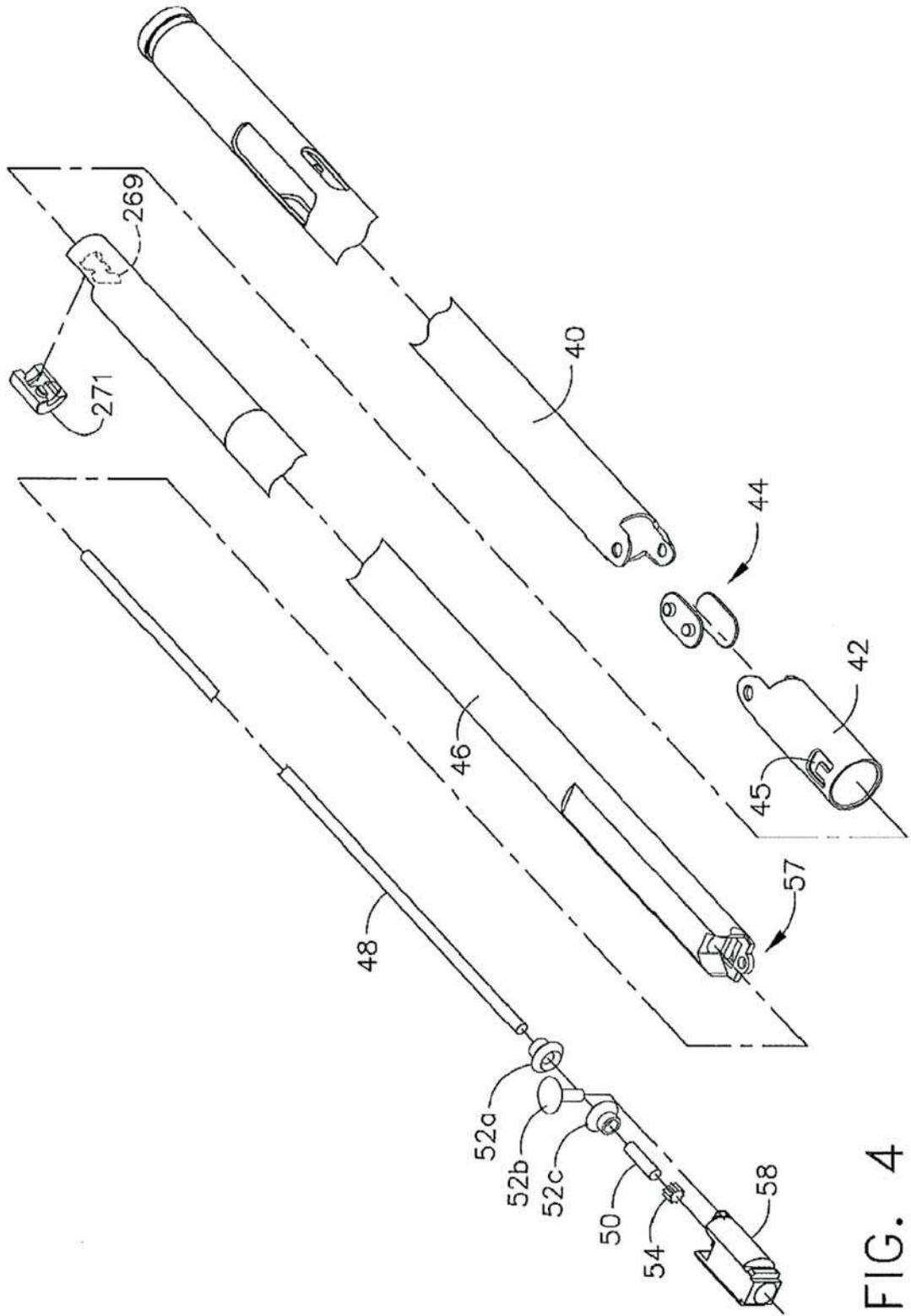


FIG. 4

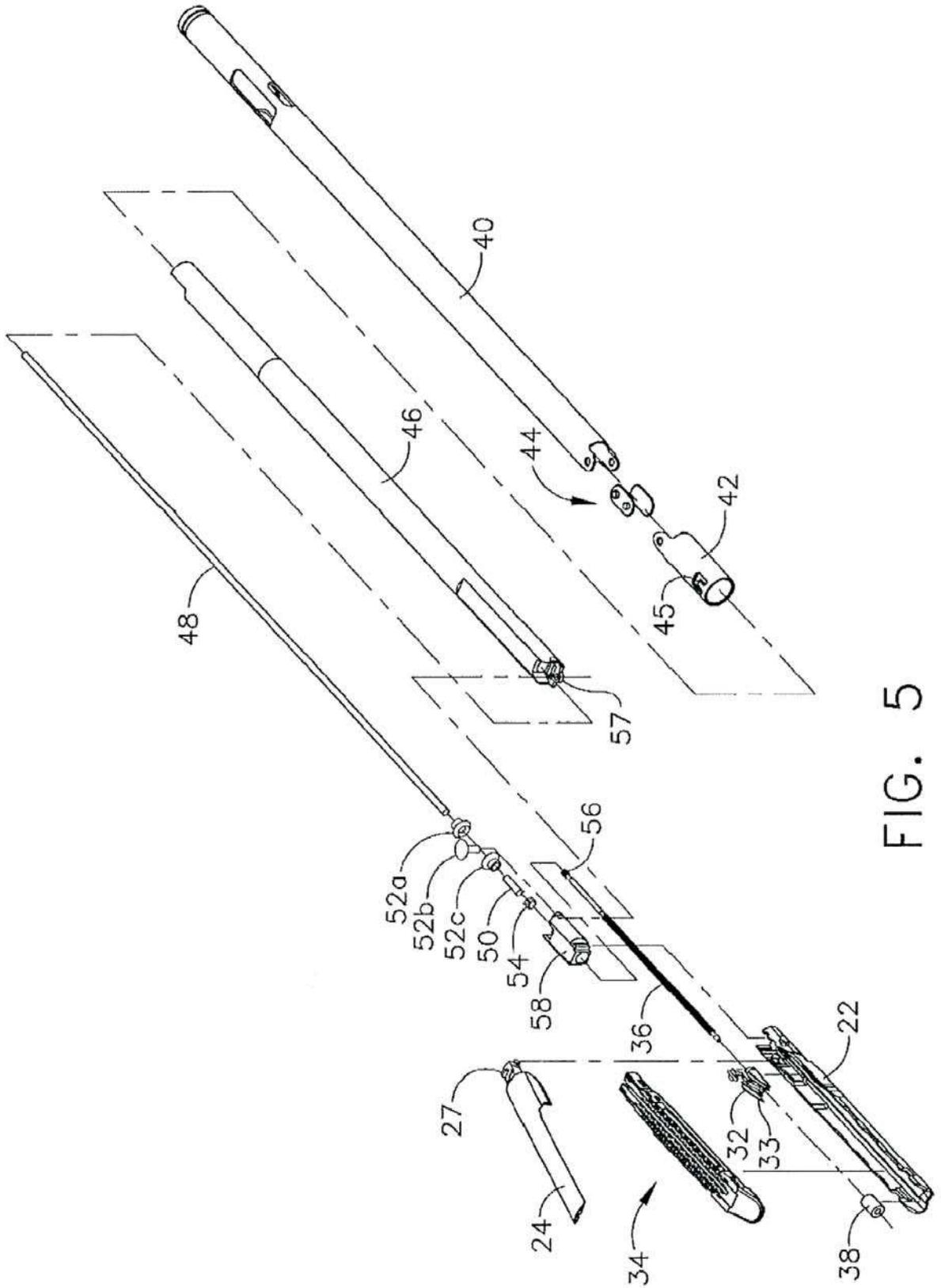


FIG. 5

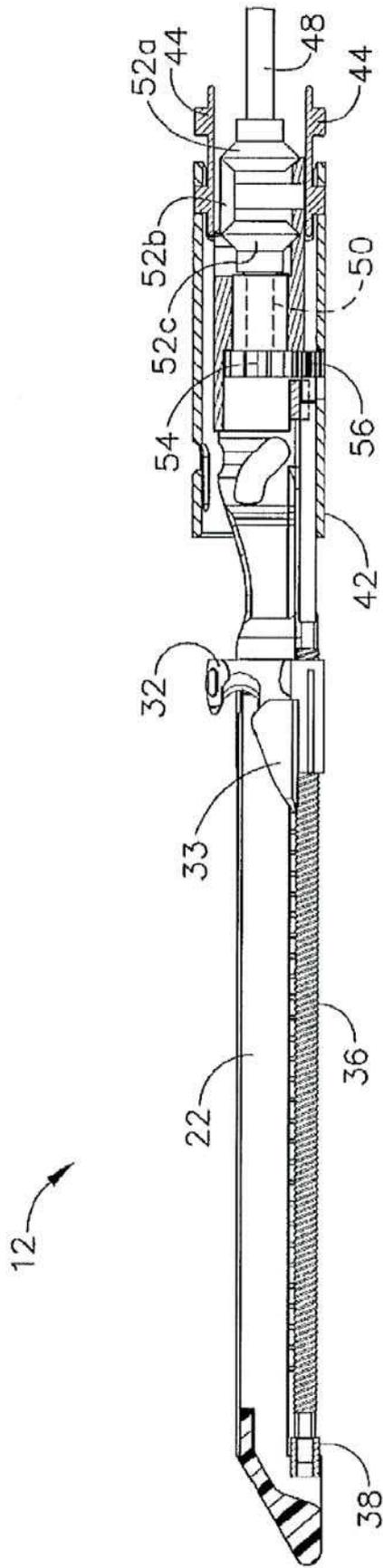


FIG. 6

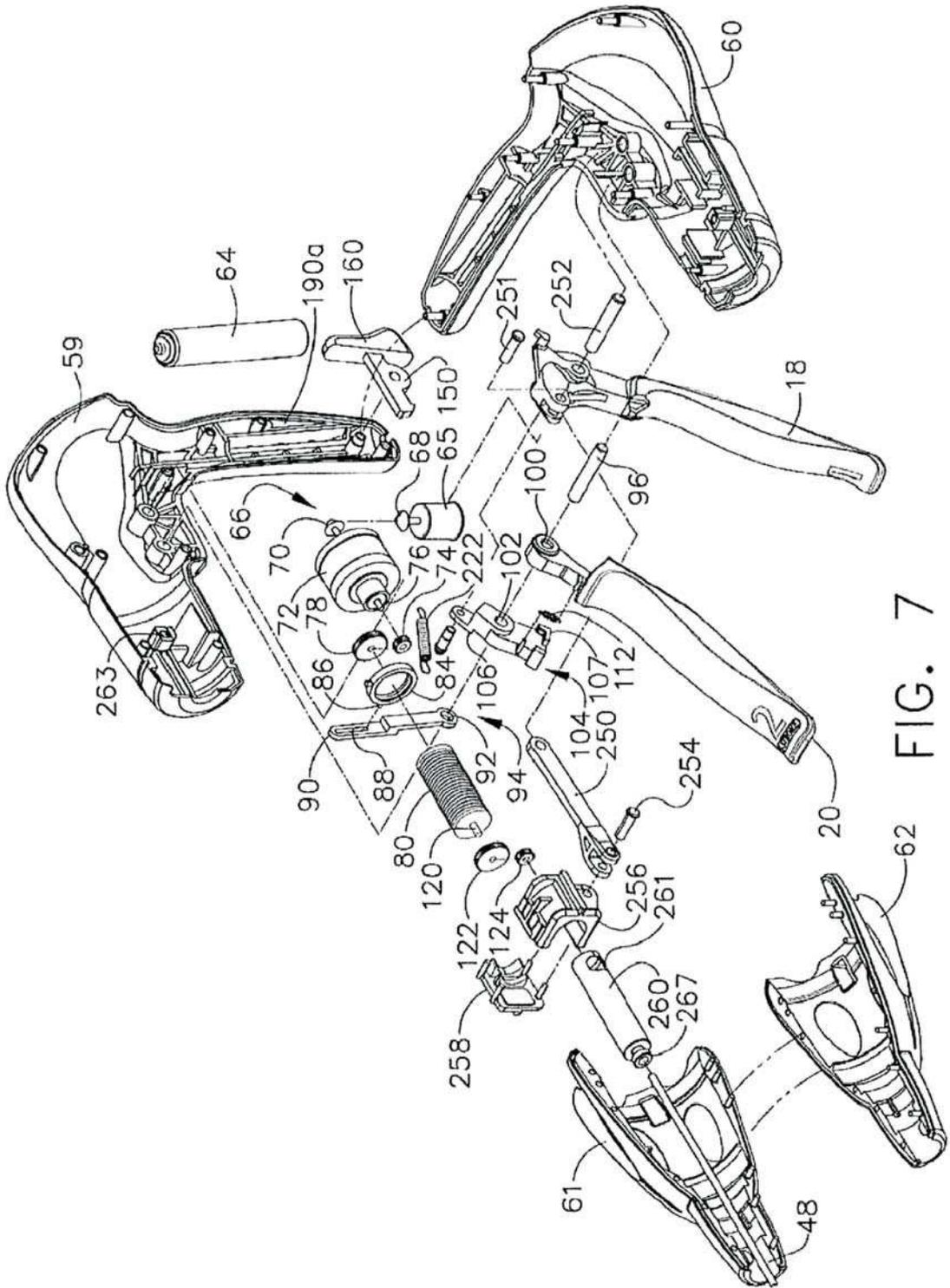


FIG. 7

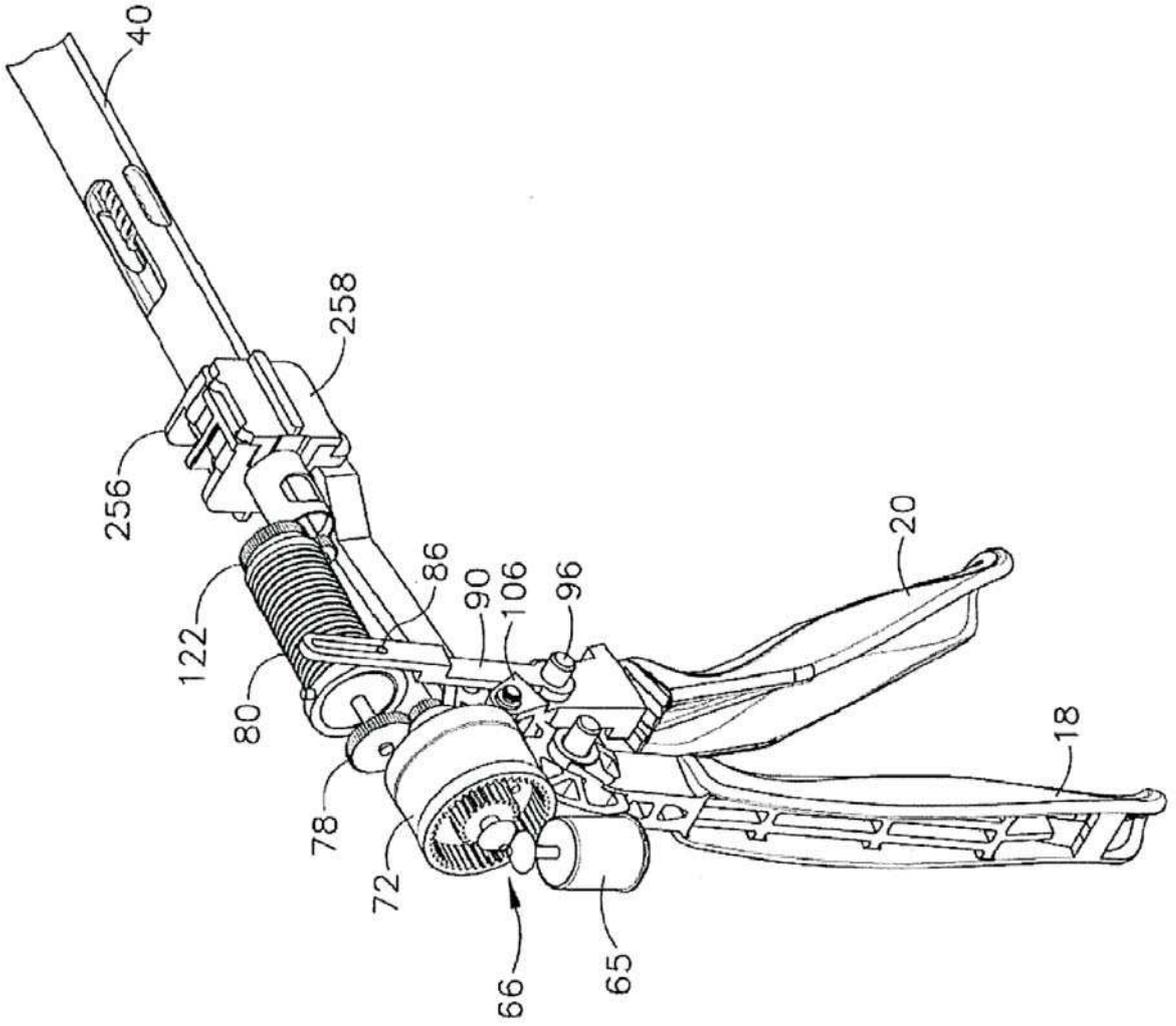


FIG. 8

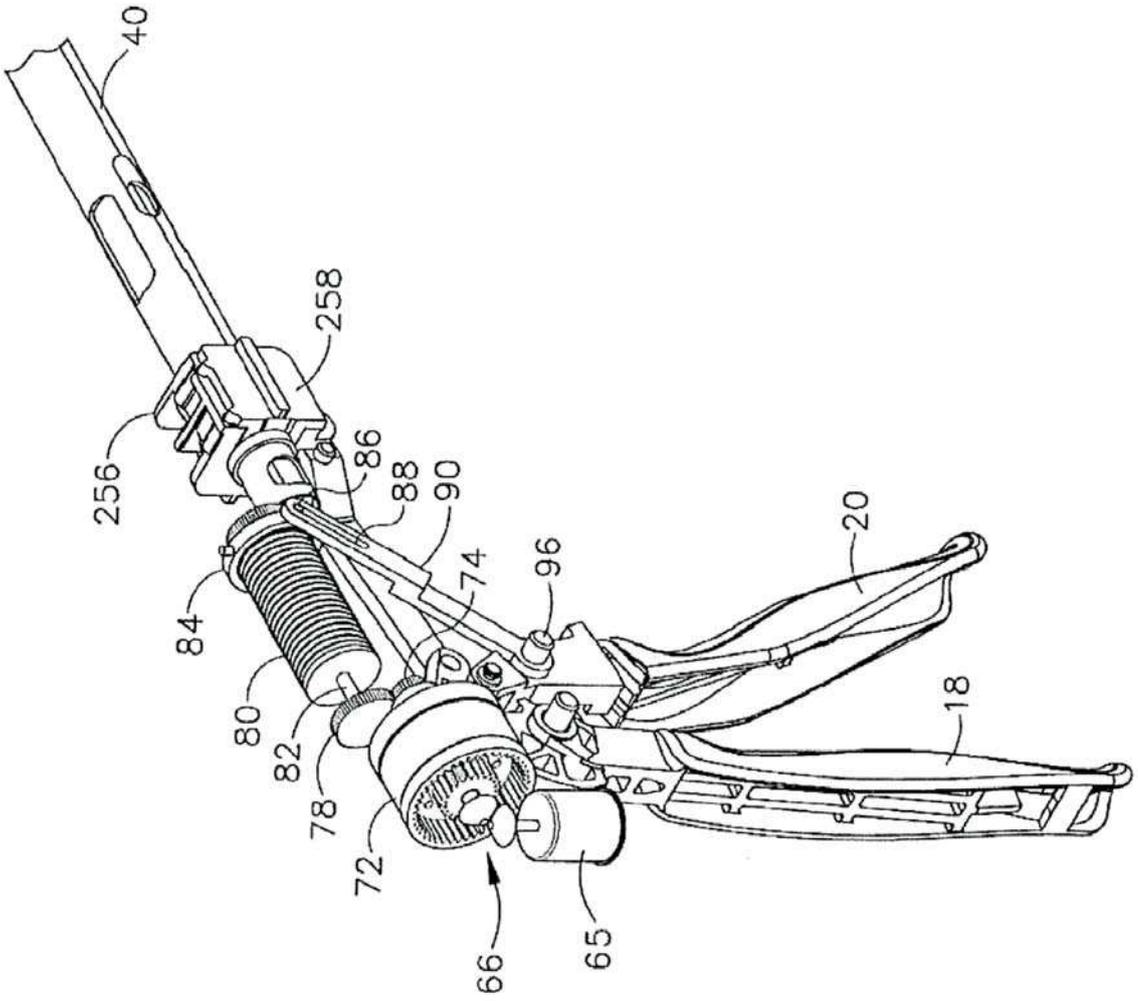


FIG. 9

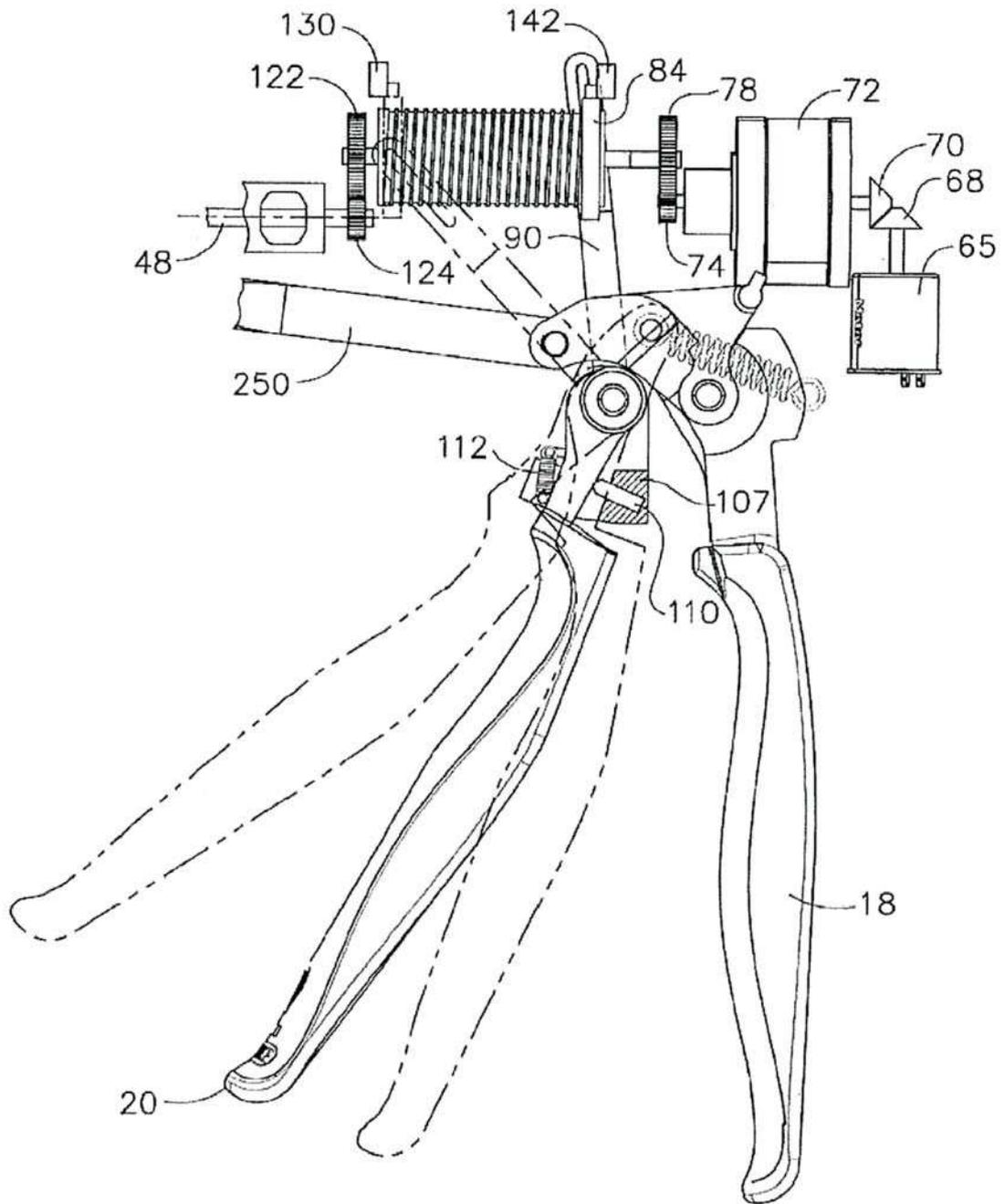


FIG. 10

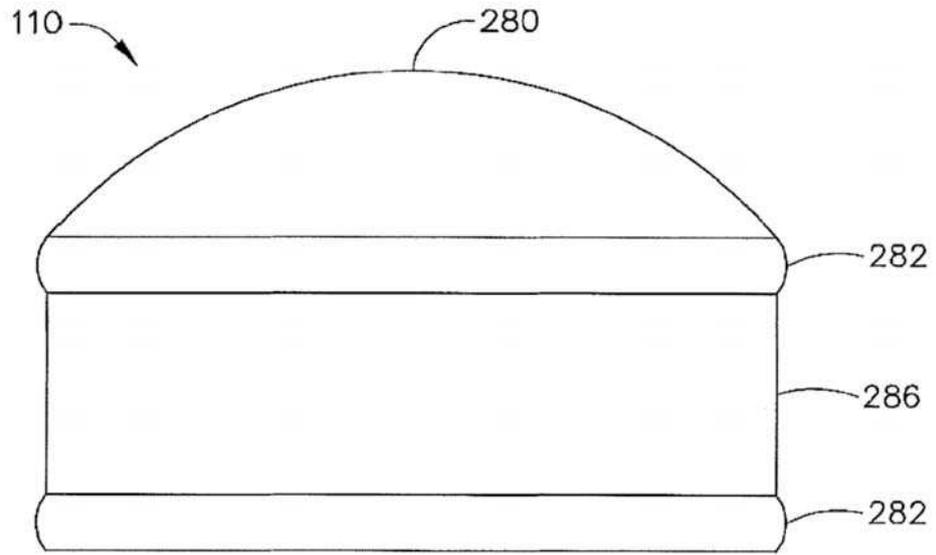


FIG. 10A

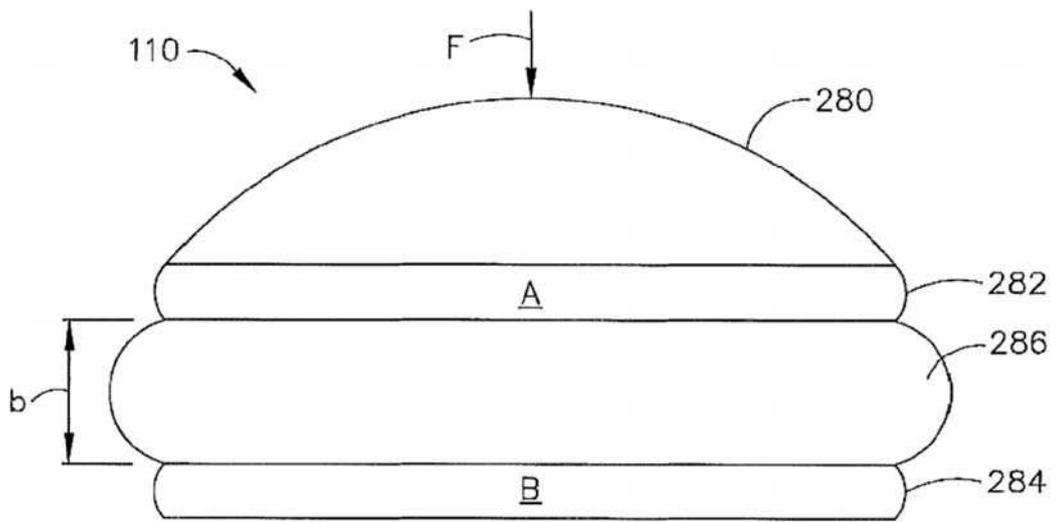


FIG. 10B

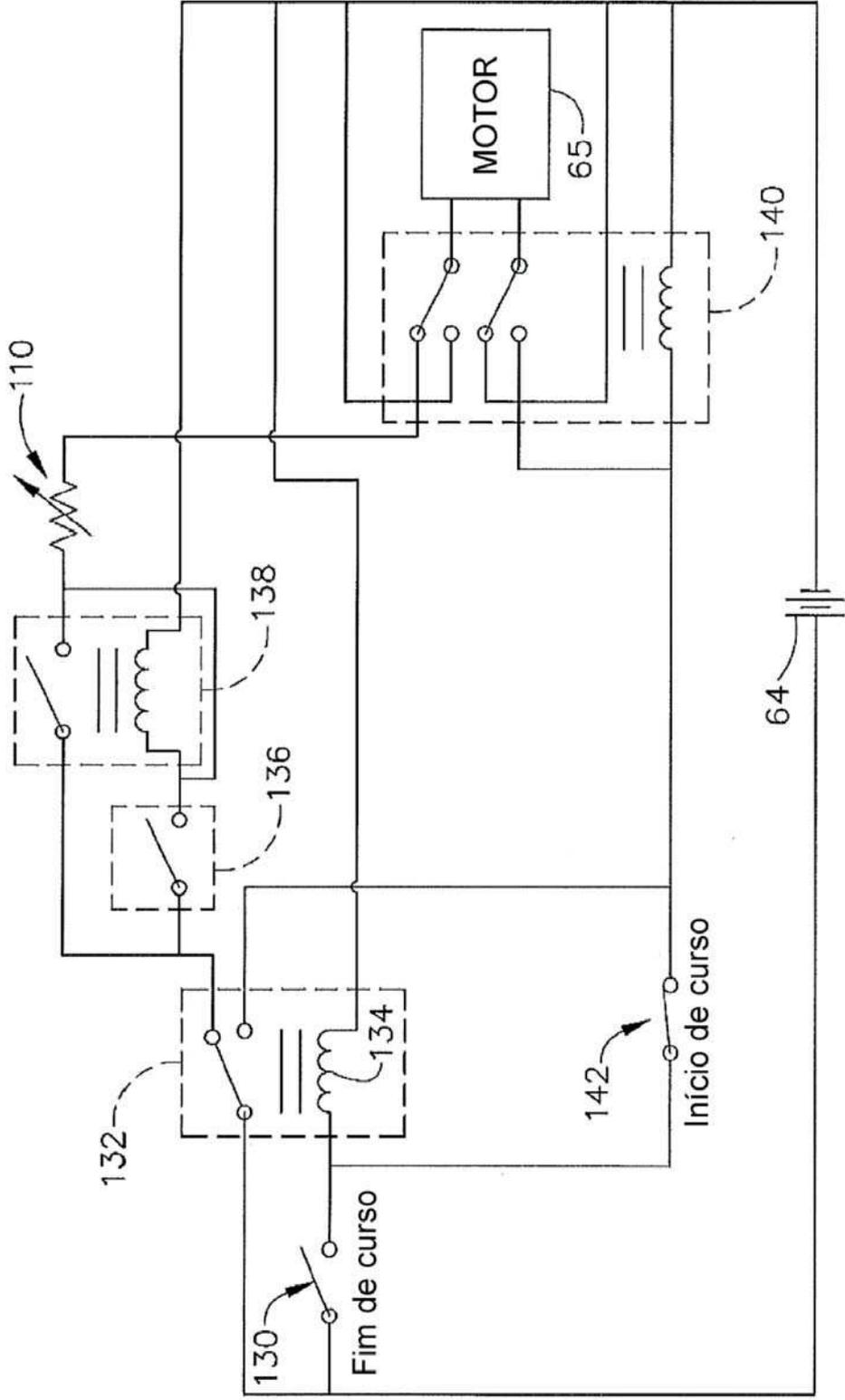


FIG. 11

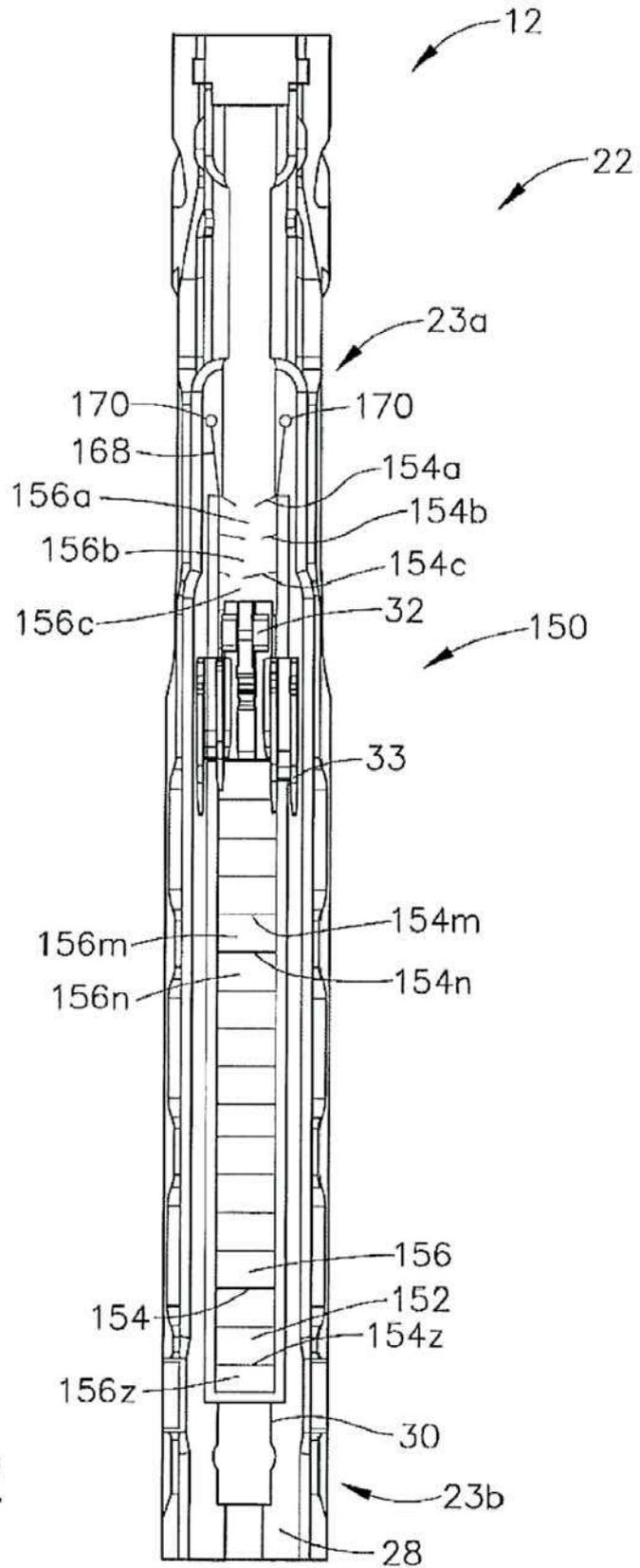


FIG. 12

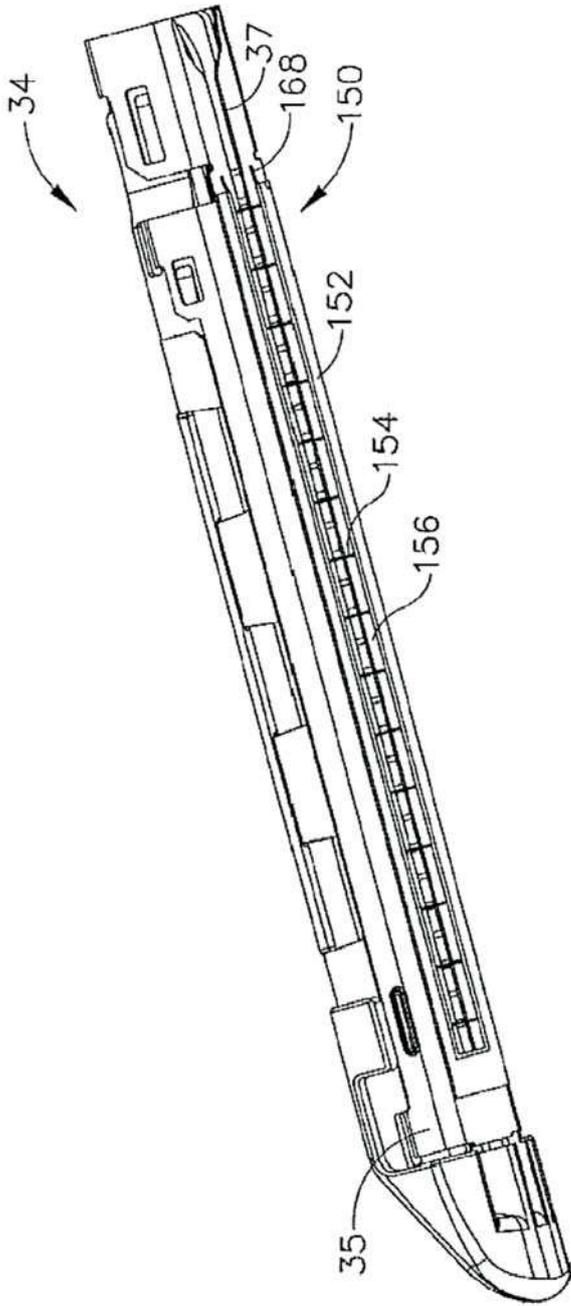


FIG. 13

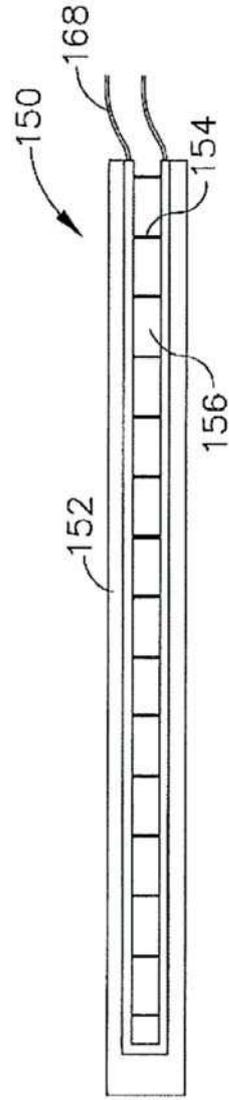


FIG. 14

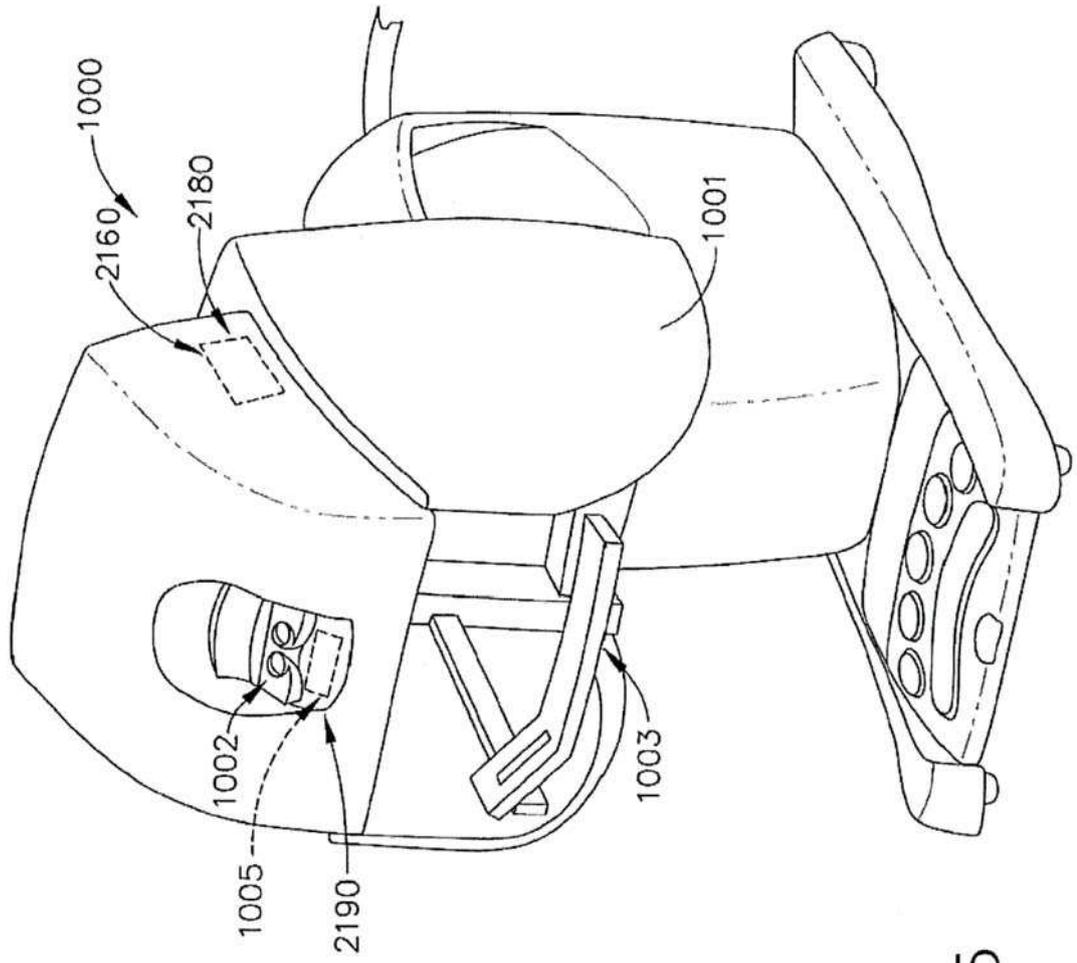


FIG. 15

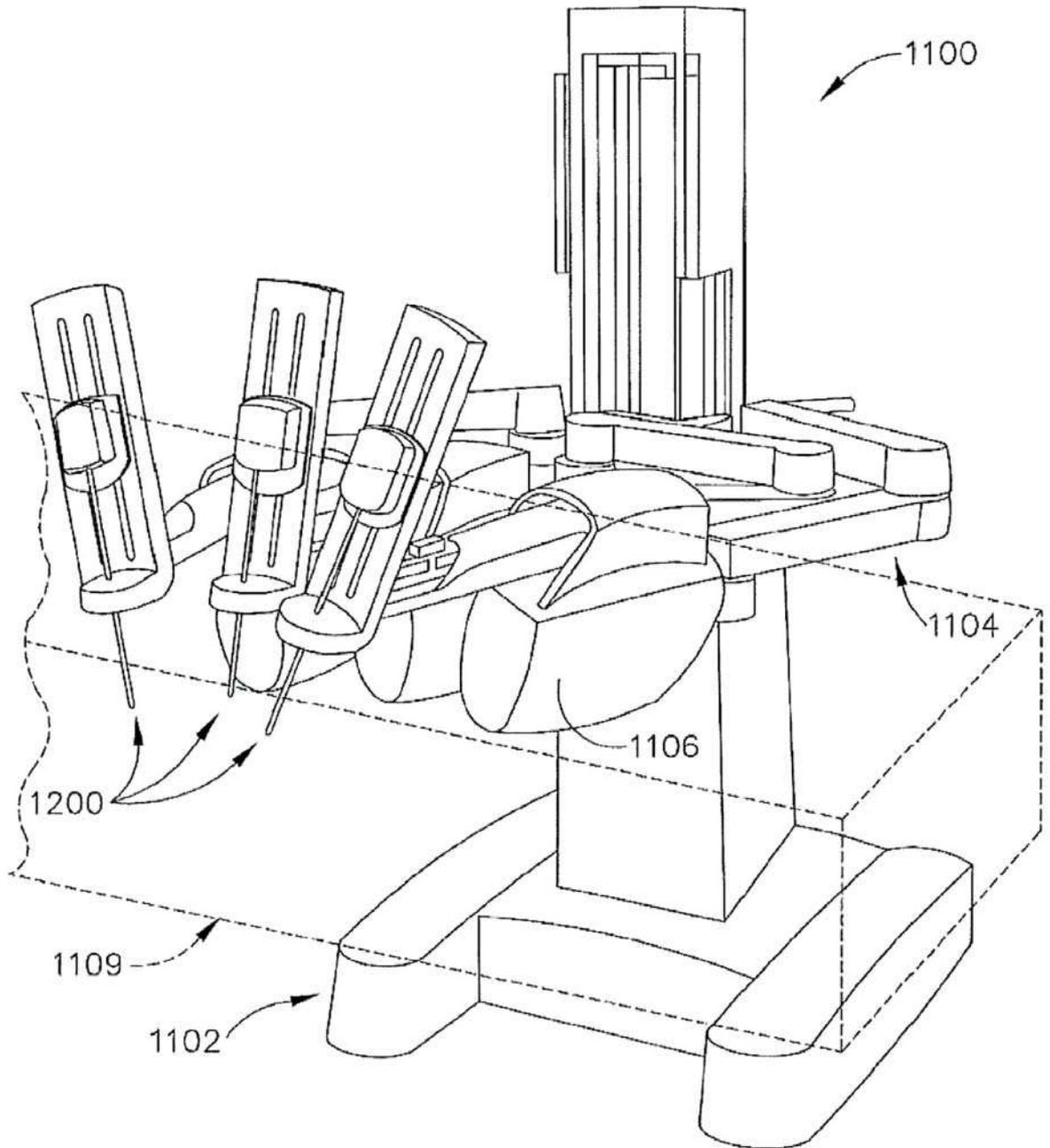


FIG. 16

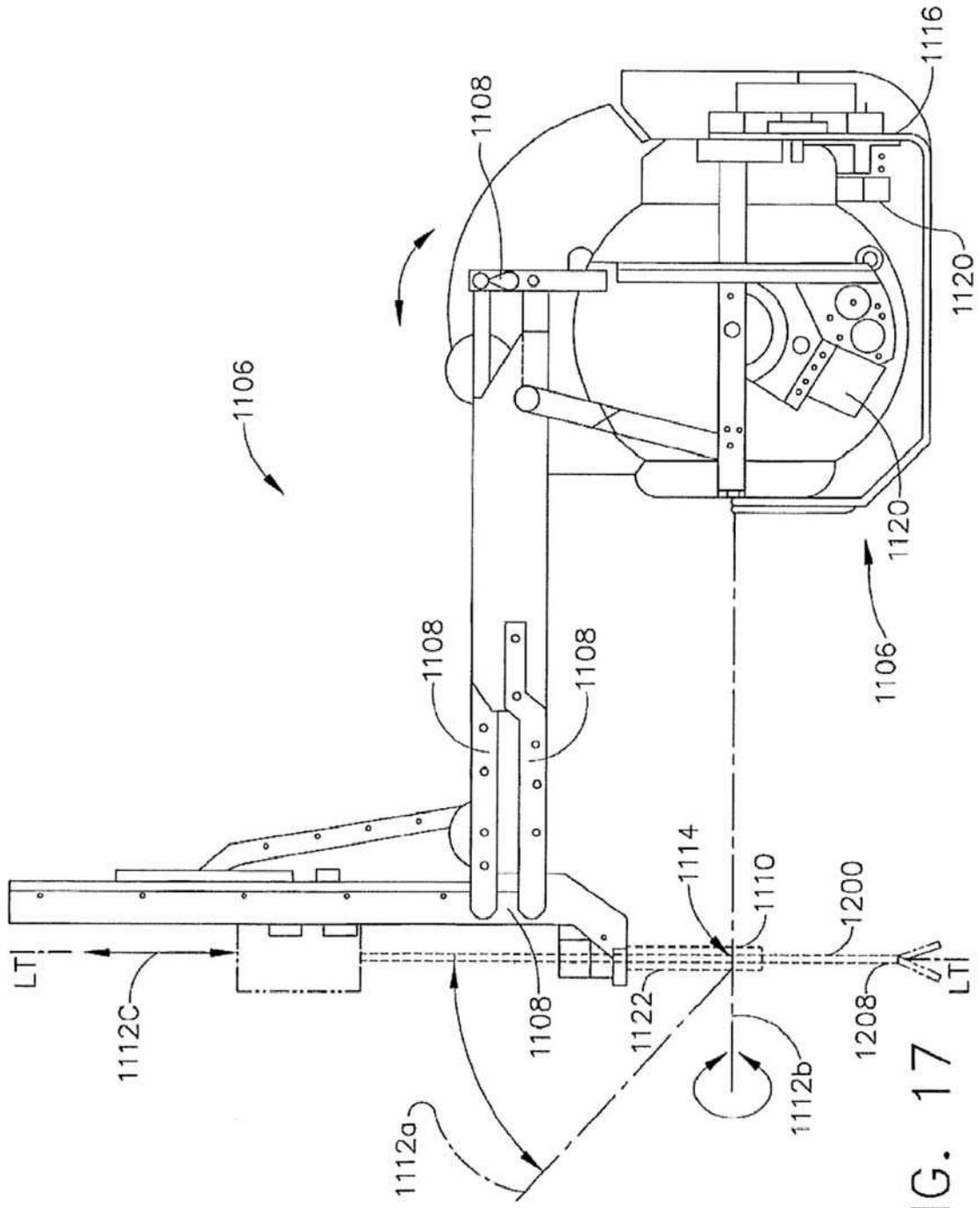


FIG. 17

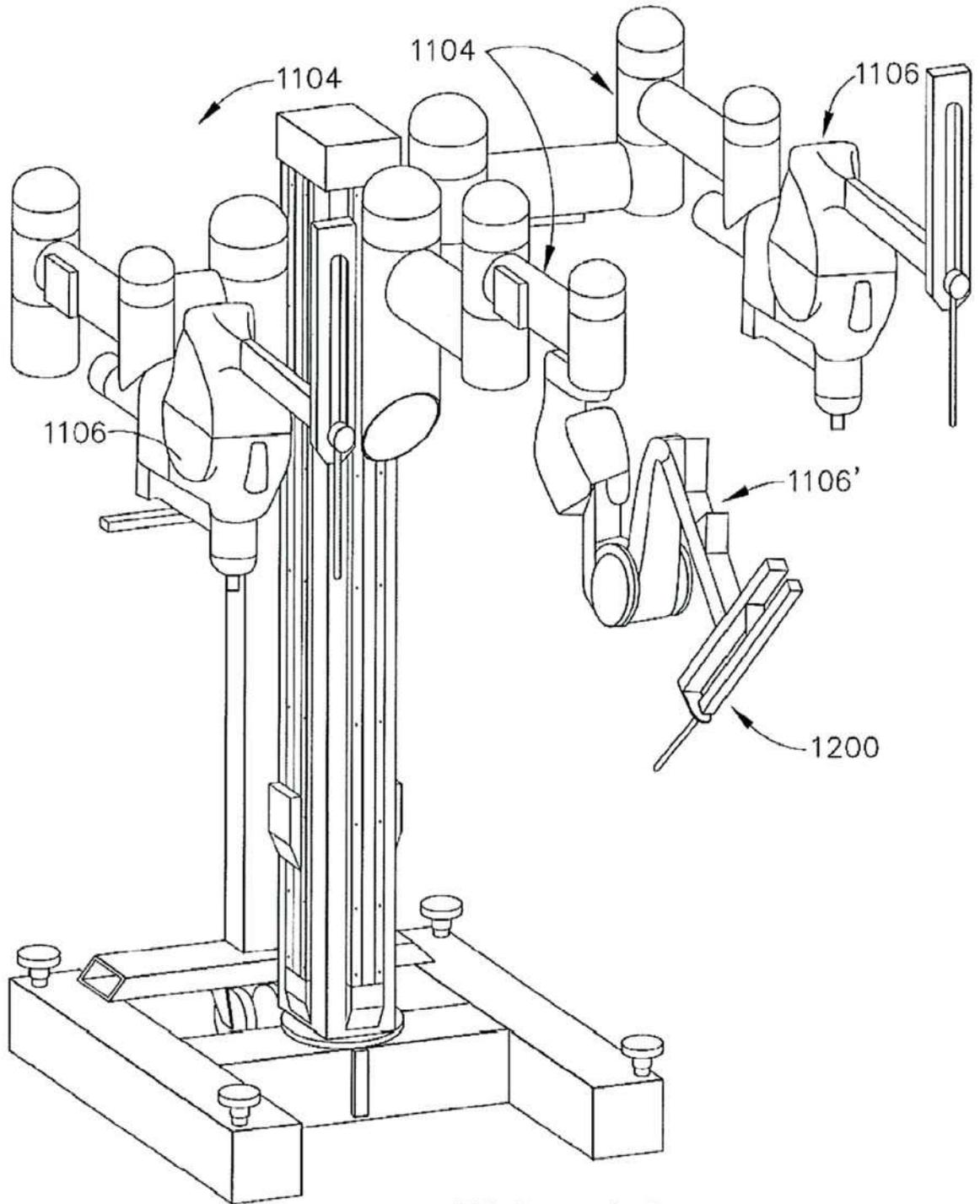


FIG. 18

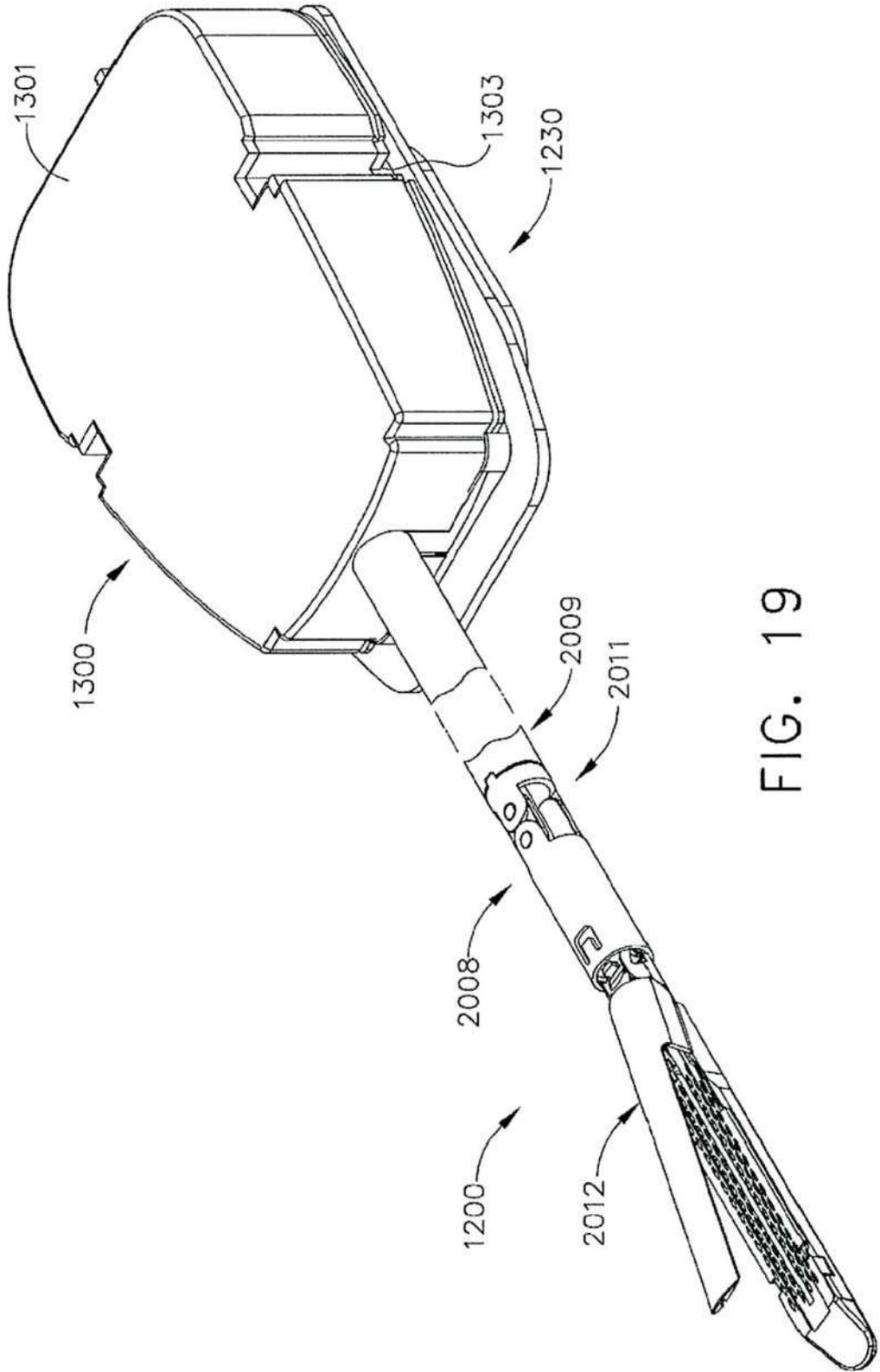


FIG. 19

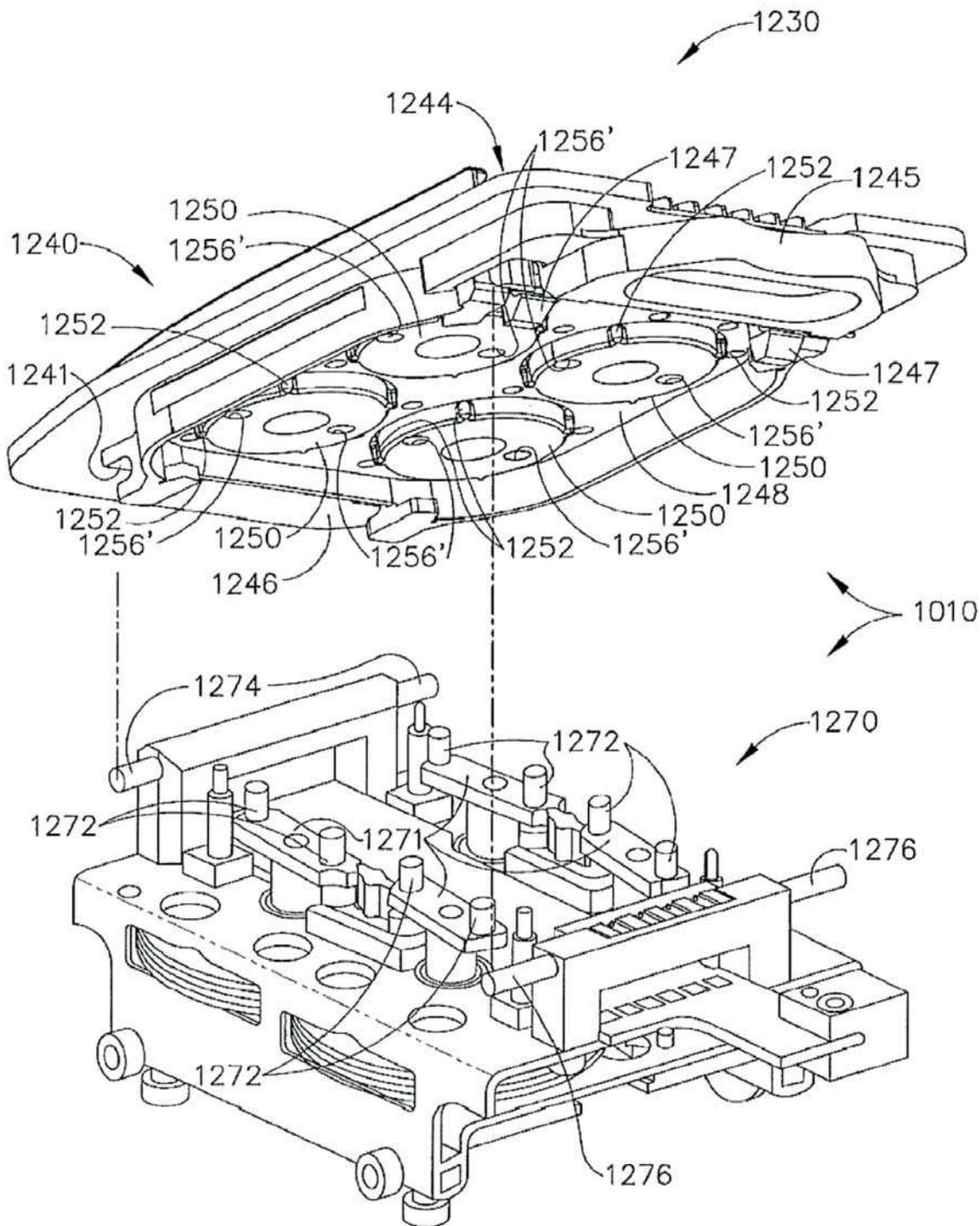


FIG. 20

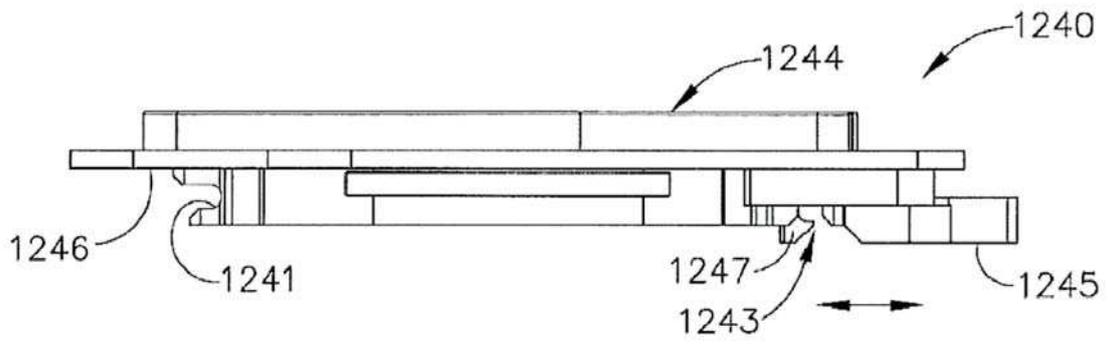


FIG. 21

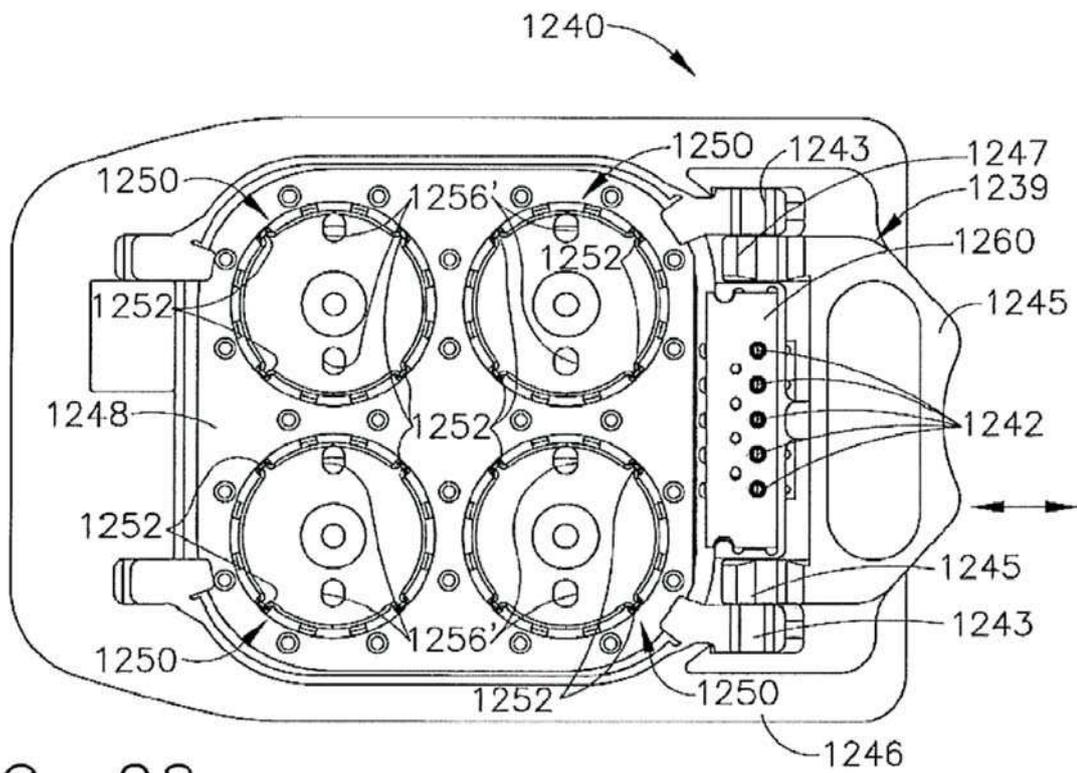


FIG. 22

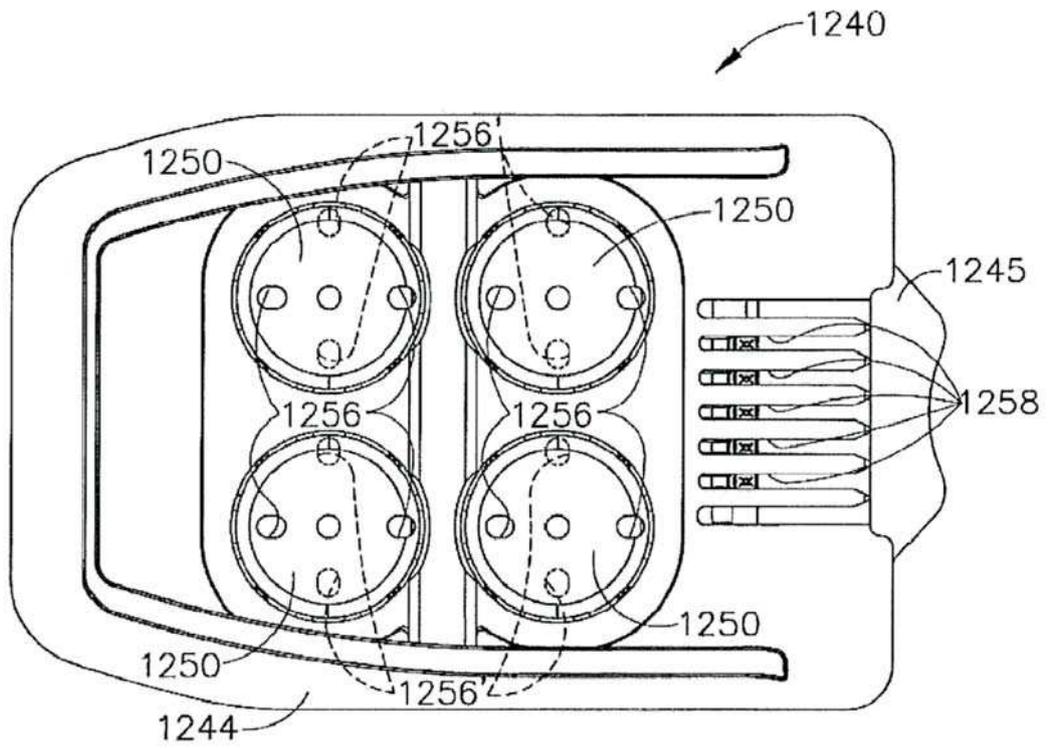


FIG. 23

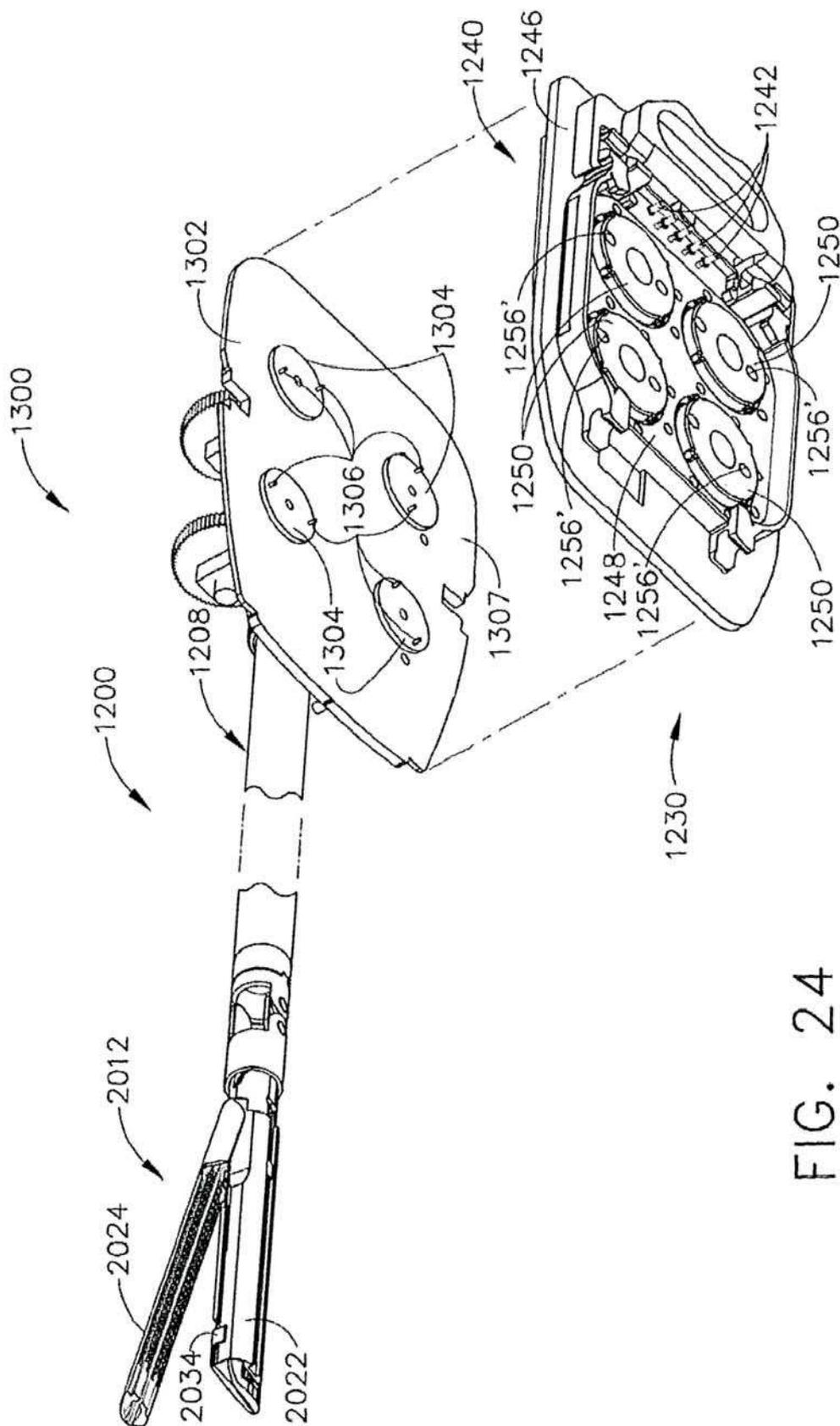


FIG. 24

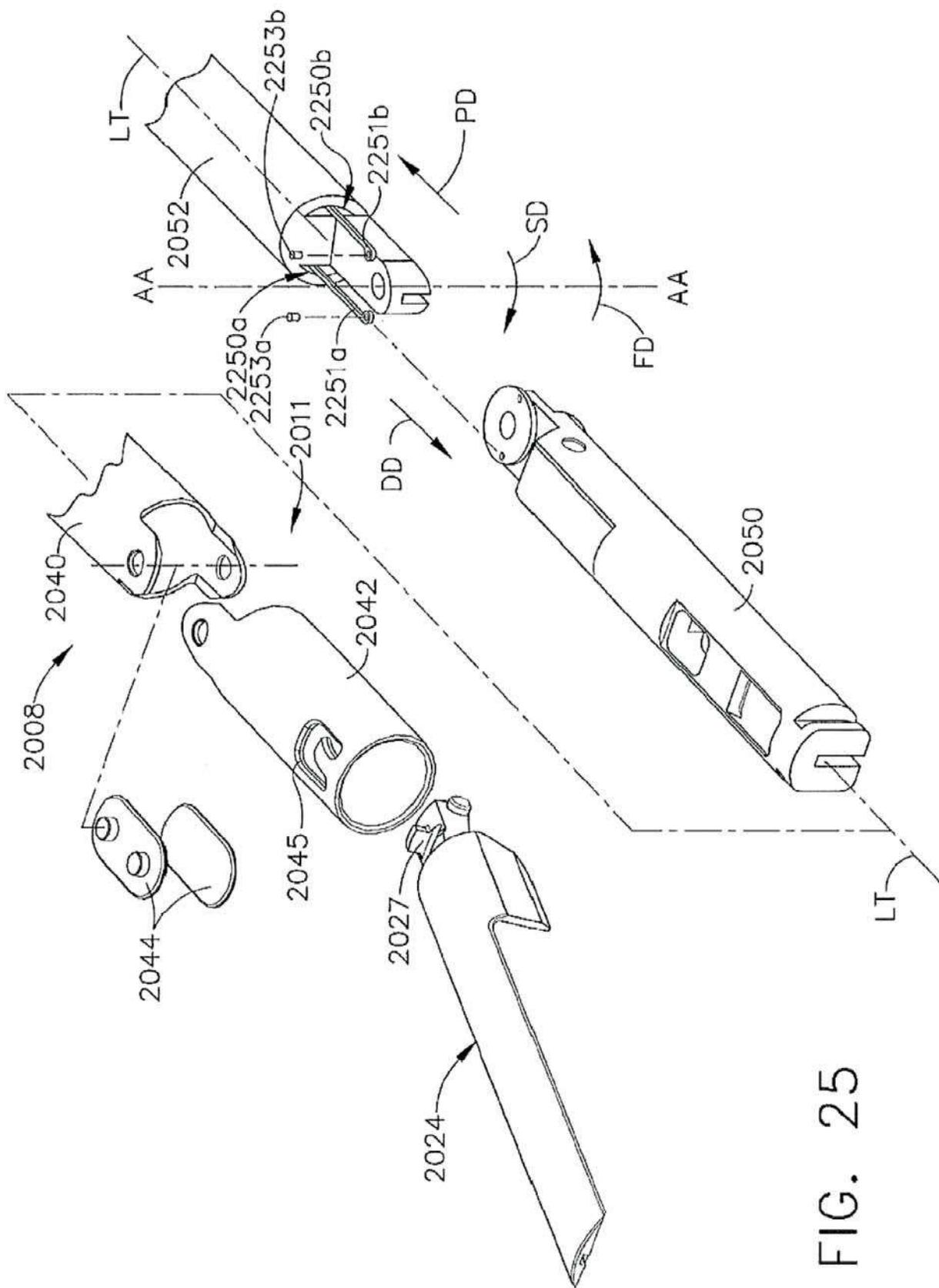


FIG. 25

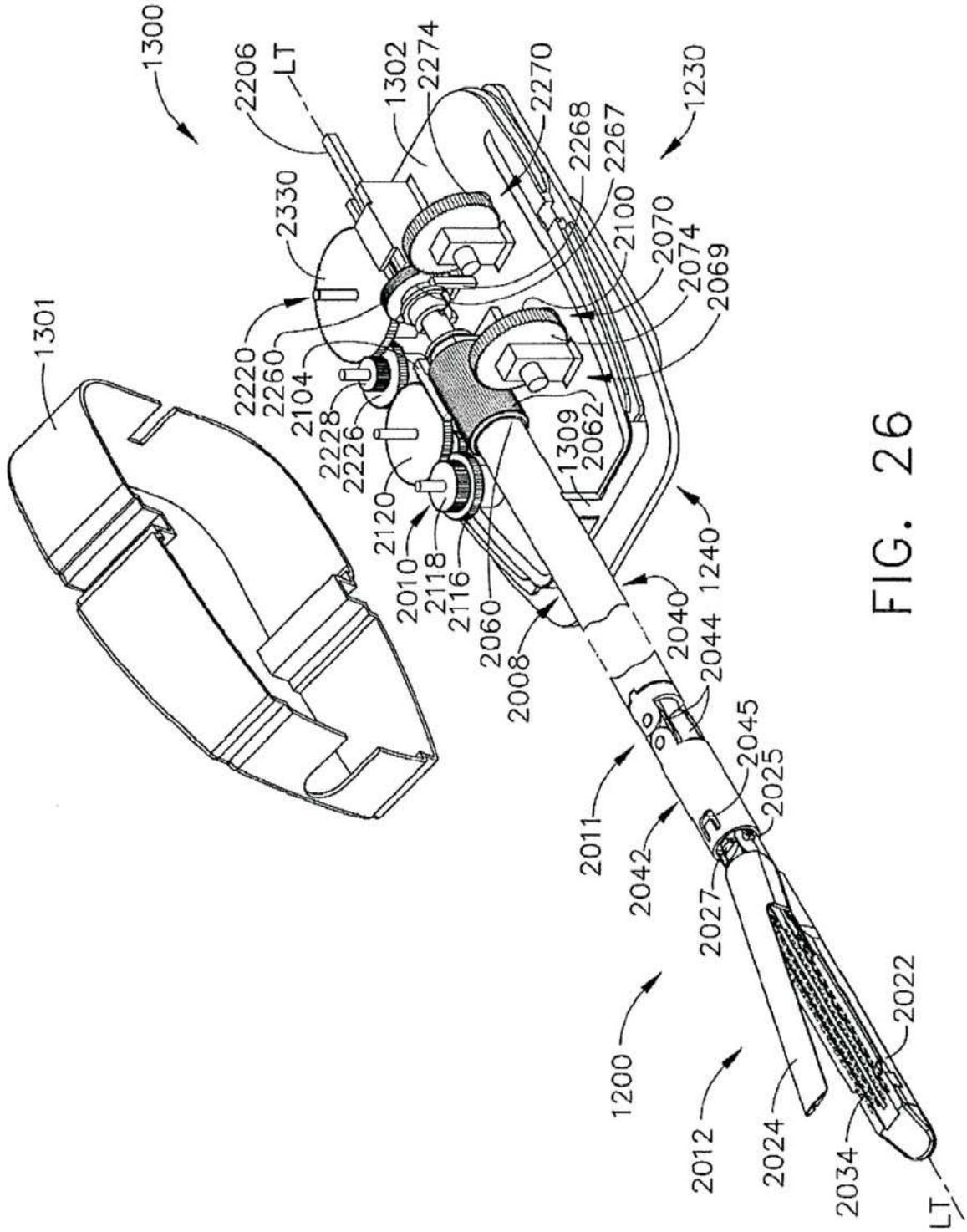


FIG. 26

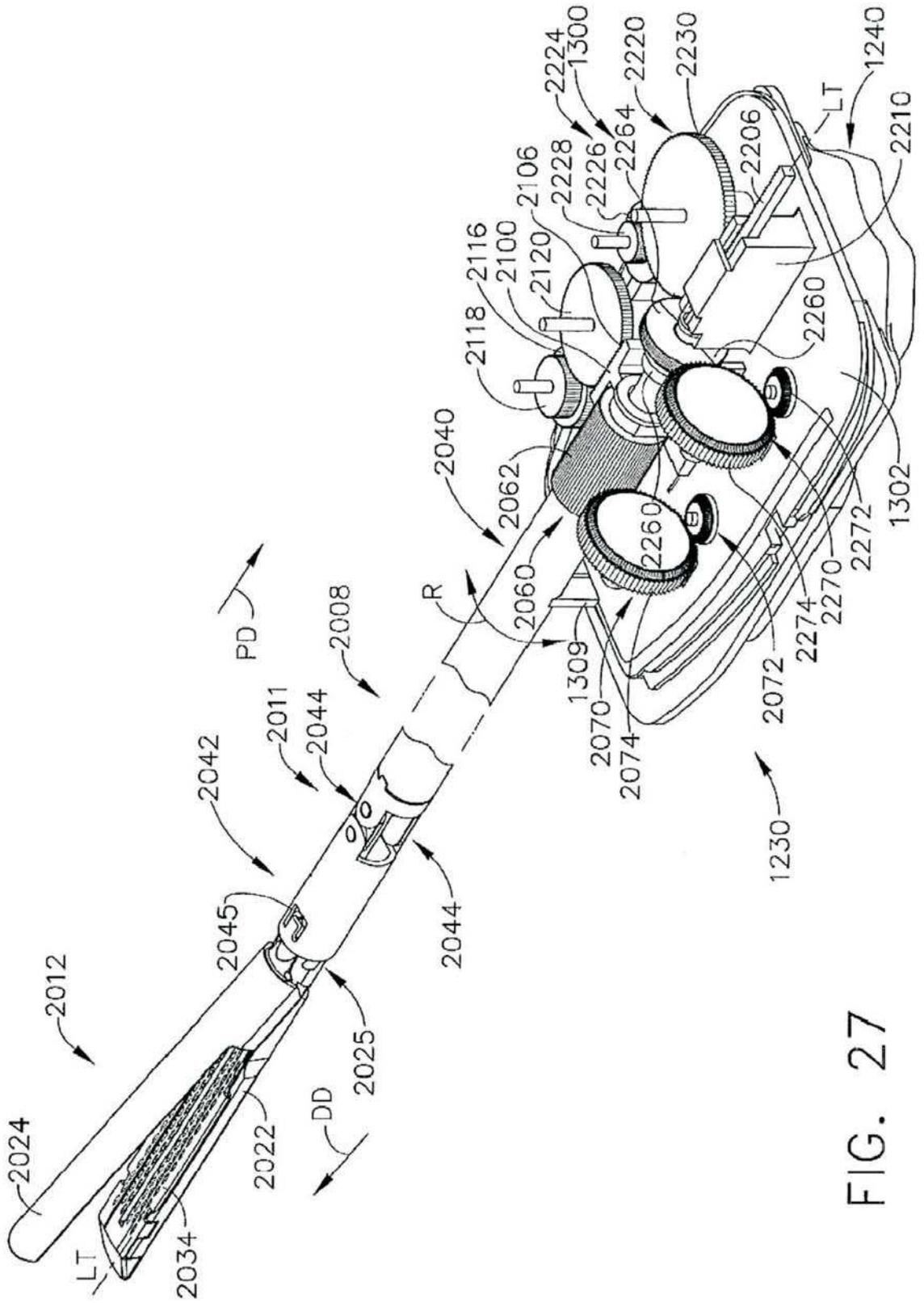


FIG. 27

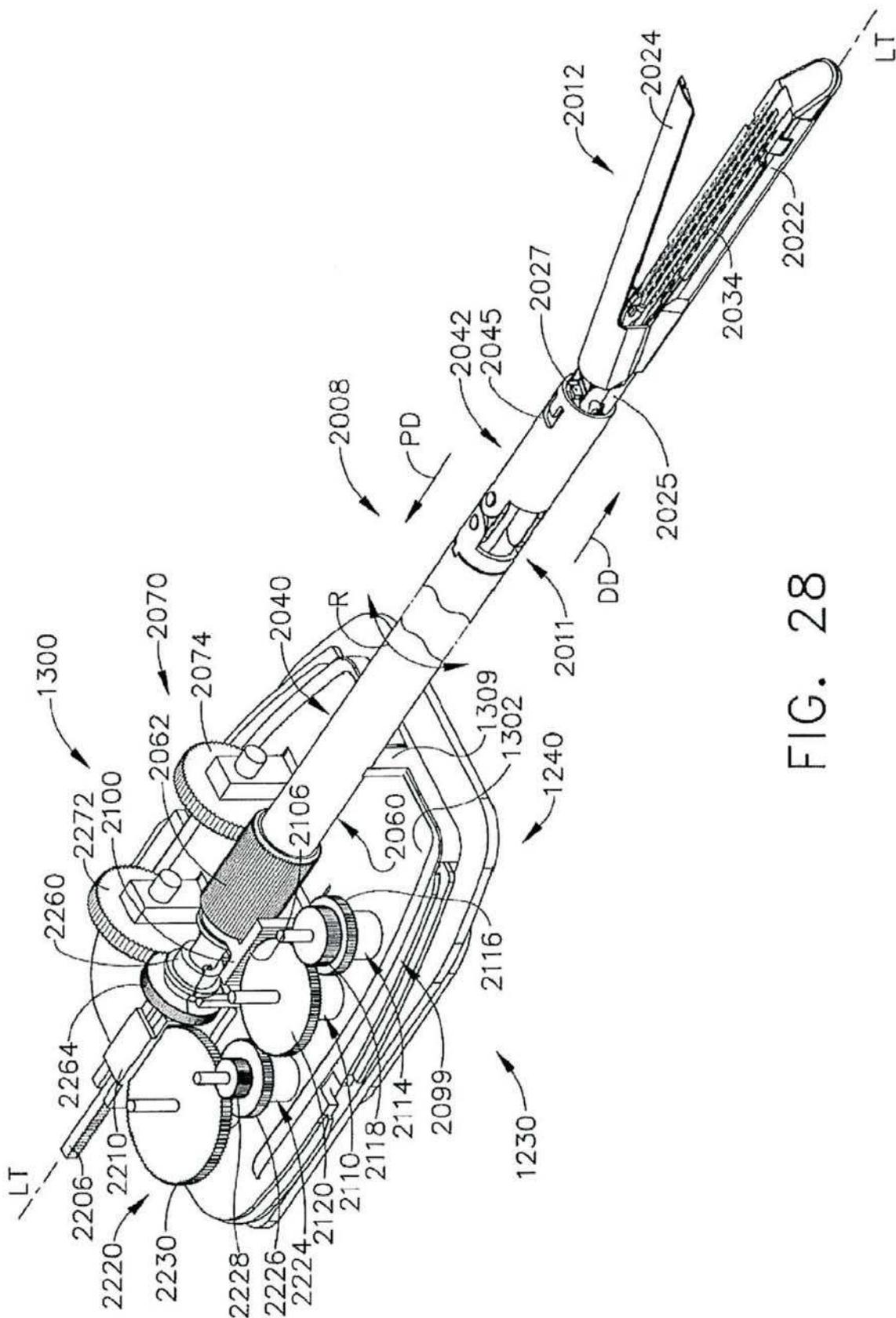


FIG. 28

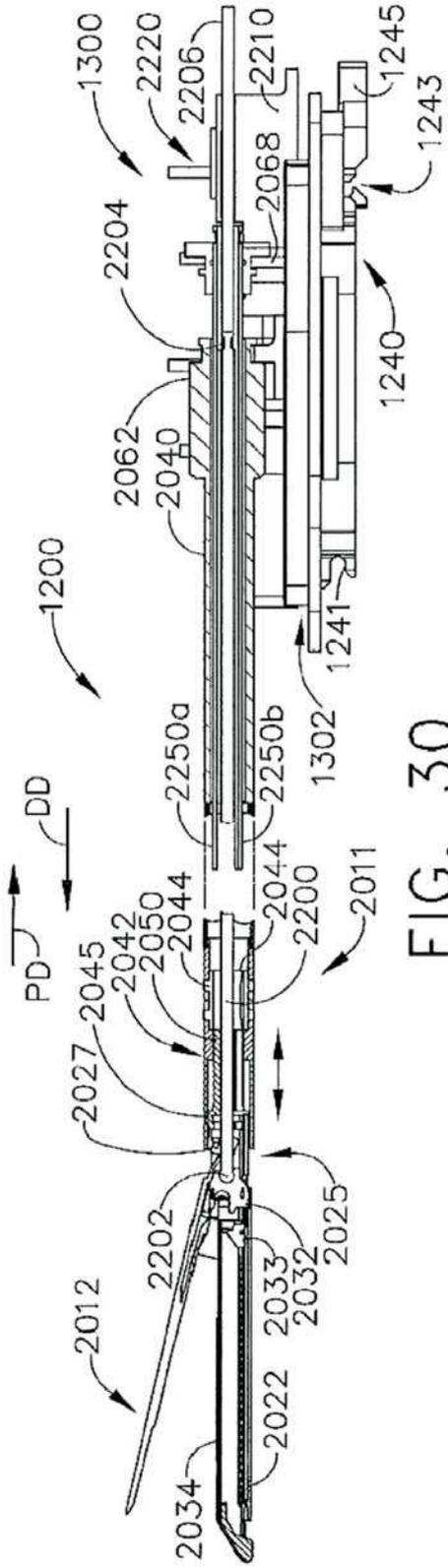


FIG. 30

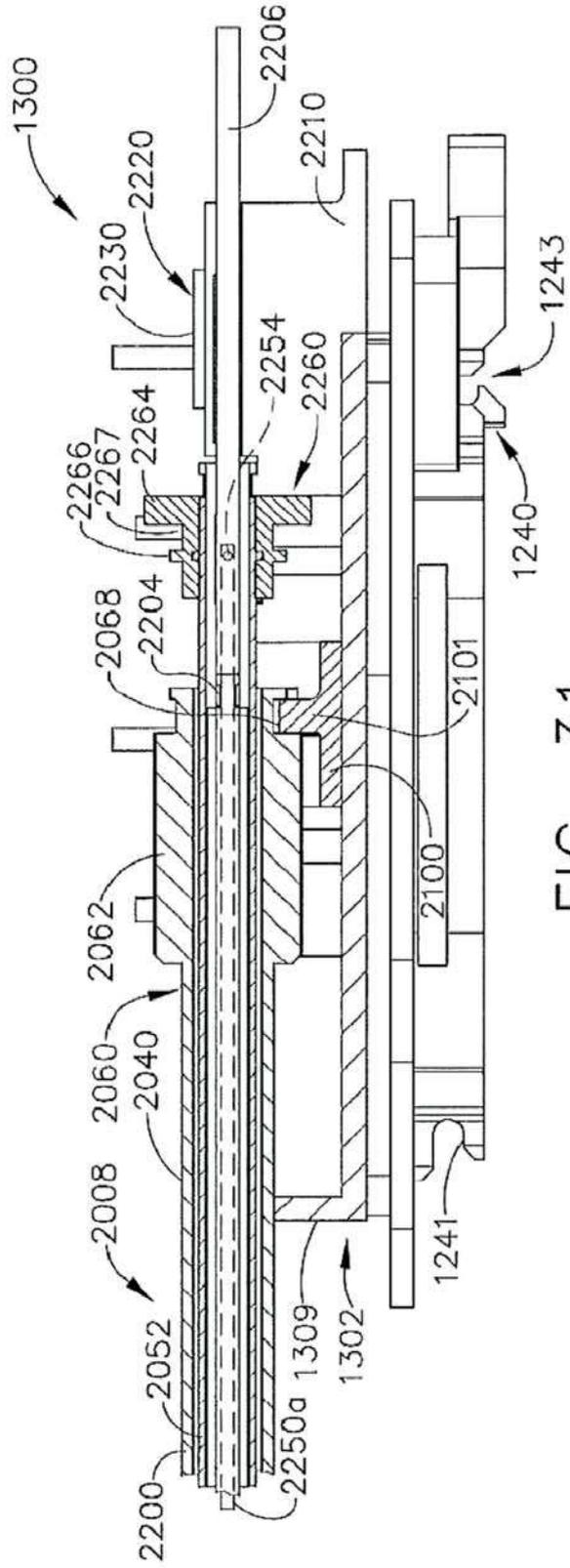


FIG. 31

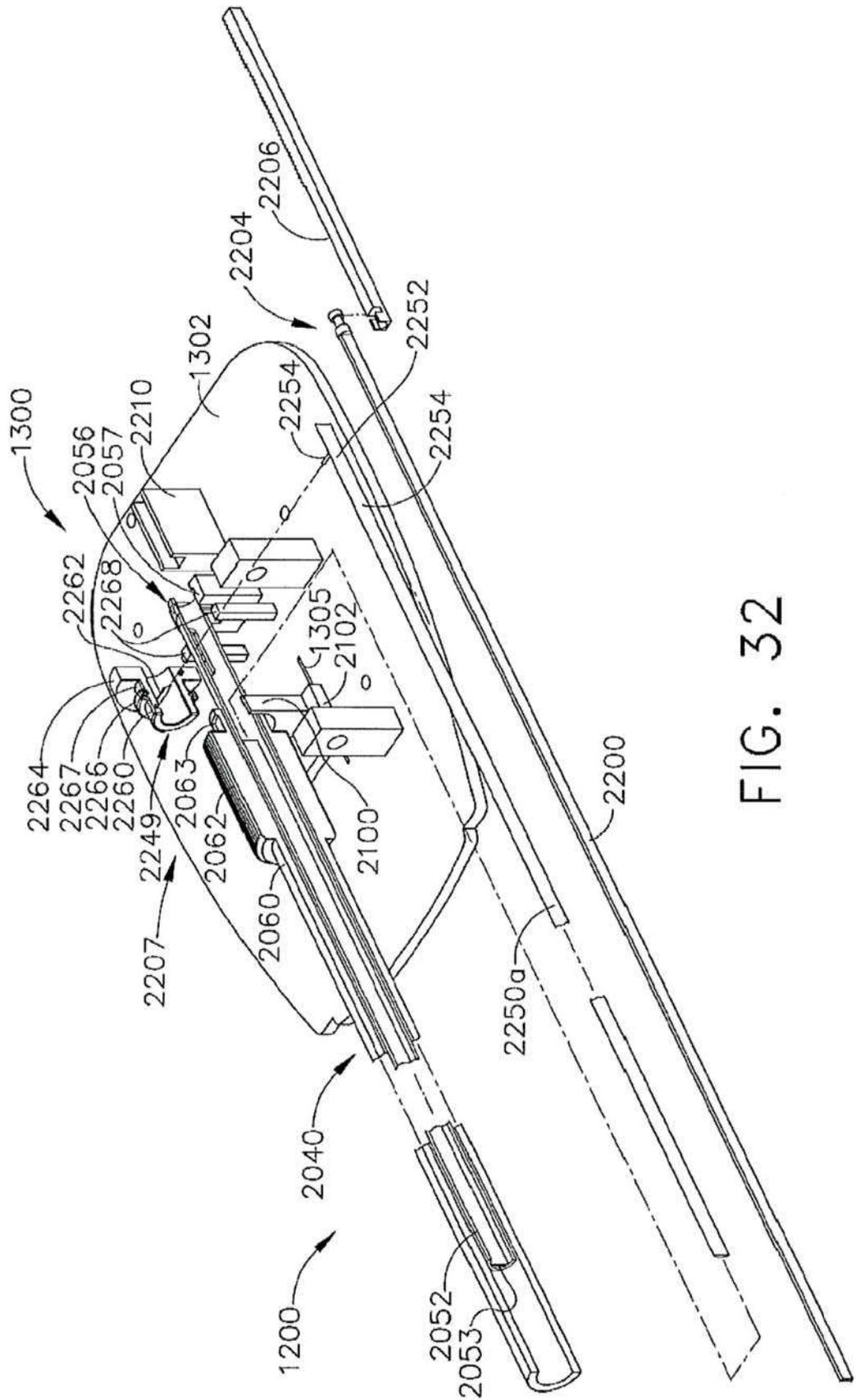


FIG. 32

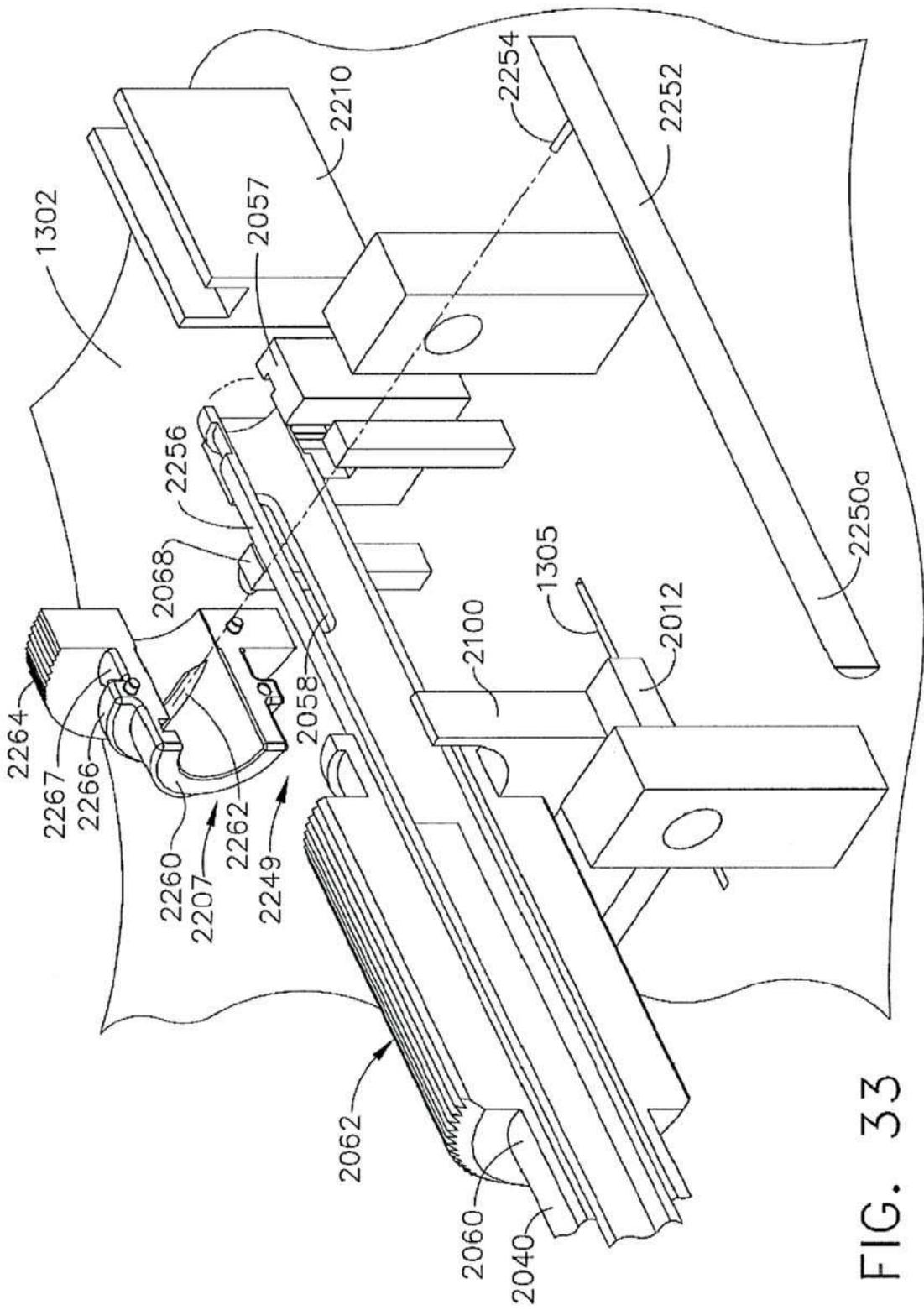


FIG. 33

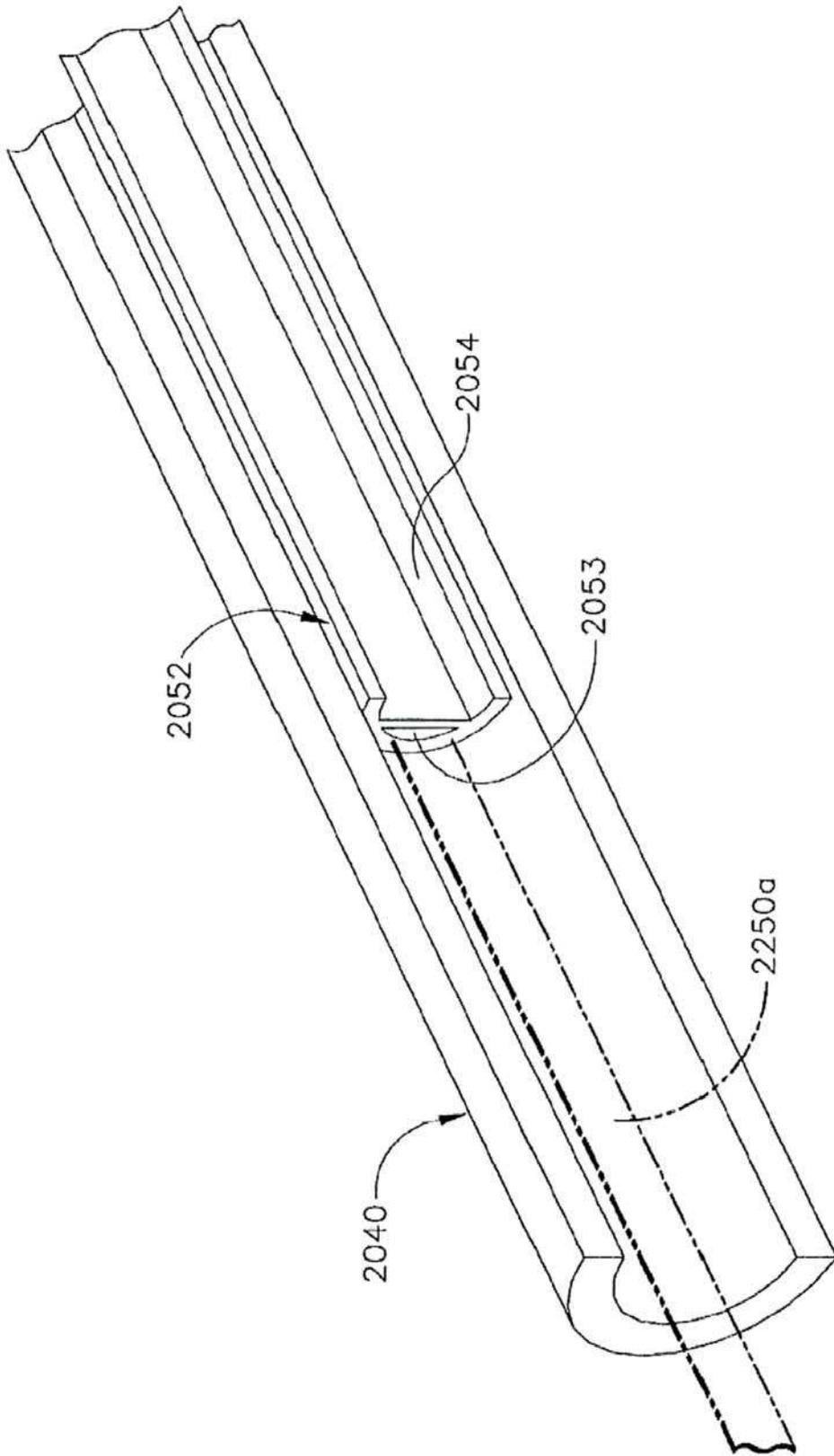


FIG. 34

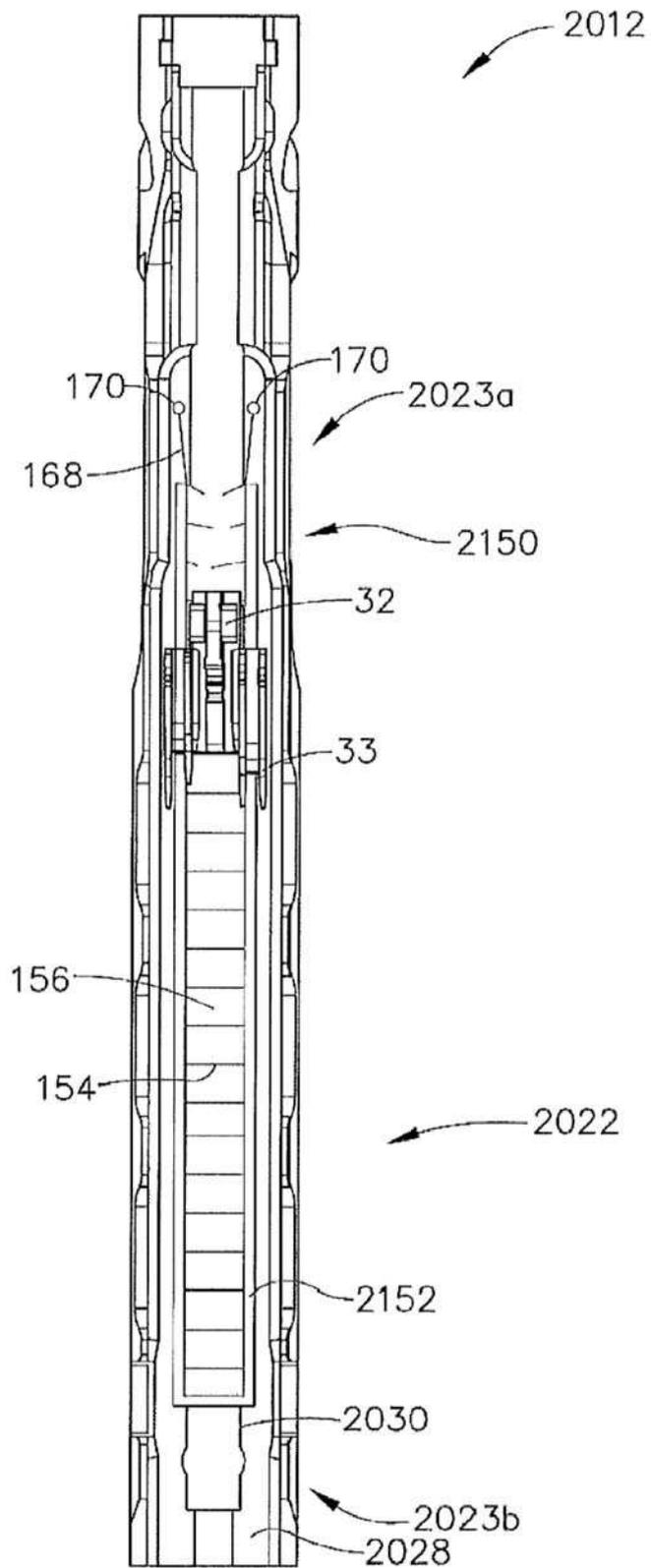


FIG. 35

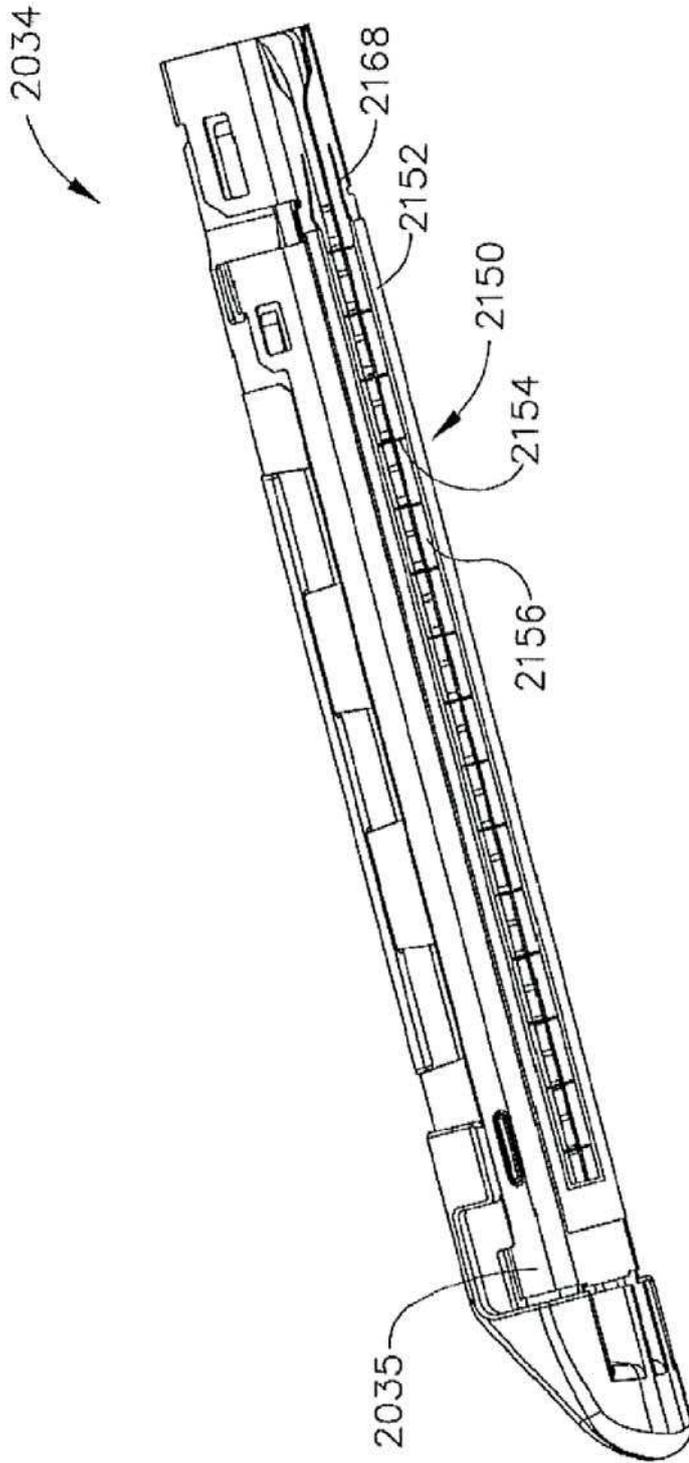


FIG. 36