



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112019024552-9 B1

(22) Data do Depósito: 21/05/2018

(45) Data de Concessão: 05/11/2024

(54) Título: INSTRUMENTO CIRÚRGICO TENDO RECURSOS ELETRICAMENTE ISOLANTES

(51) Int.Cl.: A61B 17/32; A61B 18/14.

(30) Prioridade Unionista: 01/05/2018 US 15/967,747; 22/05/2017 US 62/509,351.

(73) Titular(es): ETHICON LLC.

(72) Inventor(es): WILLIAM B. WEISENBURGH II; JASON R. LESKO; CATHERINE A. CORBETT; STEPHEN M. LEUCK; CRAIG T. DAVIS.

(86) Pedido PCT: PCT US2018033605 de 21/05/2018

(87) Publicação PCT: WO 2018/217598 de 29/11/2018

(85) Data do Início da Fase Nacional: 21/11/2019

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a um instrumento cirúrgico que inclui um eixo de acionamento, um transdutor ultrassônico, um guia de ondas, um atuador de extremidade em uma extremidade distal do eixo de acionamento. O atuador de extremidade inclui uma lâmina ultrassônica acoplada acusticamente com o guia de ondas, um braço de aperto móvel em relação à lâmina ultrassônica, um primeiro eletrodo de RF fornecido pelo braço de aperto, e um segundo eletrodo de RF fornecido pela lâmina ultrassônica. O primeiro eletrodo de RF é eletricamente acoplado com uma primeira trajetória elétrica de RF do instrumento, e o segundo eletrodo de RF é acoplado eletricamente com uma segunda trajetória elétrica de RF do instrumento. Os eletrodos de RF têm por finalidade vedar o tecido com energia de RF bipolar. Uma camada eletricamente isolante é fornecida sobre pelo menos uma porção de pelo menos um dentre a lâmina ultrassônica, o guia de ondas, o eixo de acionamento, ou o braço de aperto, e é configurada para evitar curto-circuito entre a primeira e a segunda trajetórias elétricas de RF.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"INSTRUMENTO CIRÚRGICO TENDO RECURSOS
ELETRICAMENTE ISOLANTES".**

[001] Este pedido reivindica o benefício do pedido provisório US nº 62/509.351, intitulado "Ultrasonic Surgical Instrument with Electrosurgical Feature", depositado em 22 de maio de 2017, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Os instrumentos cirúrgicos ultrassônicos utilizam energia ultrassônica tanto para corte preciso como para coagulação controlada de tecido. A energia ultrassônica corta e coagula mediante a vibração de uma lâmina em contato com o tecido. A vibração da lâmina ultrassônica em frequências de aproximadamente 13 quilohertz (kHz), por exemplo, desnatura a proteína no tecido para formar um coágulo pegajoso. A pressão exercida sobre o tecido pela superfície da lâmina achata os vasos sanguíneos e permite que o coágulo forme uma vedação hemostática. A precisão do corte e da coagulação pode ser controlada pela técnica do cirurgião e através do ajuste do nível de energia, do gume da lâmina, da tração do tecido e da pressão da lâmina, por exemplo.

[003] Exemplos de dispositivos cirúrgicos ultrassônicos incluem as tesouras ultrassônicas HARMONIC ACE®, as tesouras ultrassônicas HARMONIC WAVE®, as tesouras ultrassônicas HARMONIC FOCUS® e as lâminas ultrassônicas HARMONIC SYNERGY®, todas produzidas pela Ethicon Endo-Surgery, Inc. de Cincinnati, Ohio, EUA. Outros exemplos de tais dispositivos e conceitos relacionados são descritos na patente US nº 5.322.055, intitulada "Clamp Coagulator/Cutting System for Ultrasonic Surgical Instruments", concedida em 21 de junho de 1994, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 5.873.873,

intitulada "Ultrasonic Clamp Coagulator Apparatus Having Improved Clamp Mechanism", concedida em 23 de fevereiro de 1999, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 5.980.510, intitulada "Ultrasonic Clamp Coagulator Apparatus Having Improved Clamp Arm Pivot Mount", concedida em 9 de novembro de 1999, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 6.283.981, intitulada "Method of Balancing Asymmetric Ultrasonic Surgical Blades", concedida em 4 de setembro de 2001, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 6.309.400, intitulada "Curved Ultrasonic Blade having a Trapezoidal Cross Section", concedida em 30 de outubro de 2001, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 6.325.811, intitulada "Blades With Functional Balance Asymmetries for Use With Ultrasonic Surgical Instruments", concedida em 4 de dezembro de 2001, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 6.423.082, intitulada "Ultrasonic Surgical Blade with Improved Cutting and Coagulation Features", concedida em 23 de julho de 2002, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 6.773.444, intitulada "Blades with Functional Balance Asymmetries for Use with Ultrasonic Surgical Instruments", concedida em 10 de agosto de 2004, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 6.783.524, intitulada "Robotic Surgical Tool with Ultrasound Cauterizing and Cutting Instrument", concedida em 31 de agosto de 2004, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 8.057.498, intitulada "Ultrasonic Surgical Instrument Blades", concedida em 15 de novembro de 2011, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 8.461.744, intitulada "Rotating Transducer Mount for Ultrasonic Surgical Instruments", concedida em 11 de junho de 2013, cuja descrição

está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 8.591.536, intitulada "Ultrasonic Surgical Instrument Blades", concedida em 26 de novembro de 2013, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 8.623.027, intitulada "Ergonomic Surgical Instruments", concedida em 7 de janeiro de 2014, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente nº US 9.095.367, intitulada "Flexible Harmonic Waveguides/Blades for Surgical Instruments", concedida em 4 de agosto de 2015, cuja descrição está aqui a título de referência; e na publicação US nº 2016/0022305, intitulada "Ultrasonic Blade Overmold", publicada em 28 de janeiro de 2016, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência.

[004] Os instrumentos eletrocirúrgicos utilizam energia elétrica para vedar o tecido e geralmente incluem um atuador de extremidade montado distalmente, o qual pode ser configurado para funcionamento bipolar ou monopolar. Durante o funcionamento bipolar, a corrente elétrica é fornecida através do tecido por eletrodos ativos e de retorno do atuador de extremidade. Durante o funcionamento monopolar, uma corrente é fornecida através do tecido por um eletrodo ativo do atuador de extremidade e um eletrodo de retorno (por exemplo, uma placa de aterramento) situado separadamente no corpo do paciente. O calor gerado pela corrente que flui através do tecido pode formar vedações hemostáticas no interior do tecido e/ou entre tecidos e, dessa forma, pode ser particularmente útil para a vedação de vasos sanguíneos, por exemplo. O atuador de extremidade de um dispositivo eletrocirúrgico pode compreender também um membro de corte que é capaz de mover-se em relação ao tecido e aos eletrodos para transeccionar o tecido.

[005] A energia elétrica aplicada por um dispositivo eletrocirúrgico pode ser transmitida ao instrumento por um gerador acoplado ao

instrumento. A energia elétrica pode estar sob a forma de energia de radiofrequência ("RF"), que é uma forma de energia elétrica geralmente na faixa de frequência de aproximadamente 300 kHz a 1 MHz. Em uso, um dispositivo eletrocirúrgico pode transmitir energia de RF em frequência mais baixa através do tecido, o que causa atrito, ou agitação iônica, ou seja, aquecimento resistivo, aumentado, desse modo, a temperatura do tecido. Devido ao fato de que um limite preciso é criado entre o tecido afetado e o tecido circundante, os cirurgiões podem operar com um alto nível de precisão e controle, sem sacrificar o tecido adjacente não alvo. As baixas temperaturas de operação da energia de RF podem ser úteis para remoção, encolhimento ou escultura de tecidos moles enquanto, simultaneamente, cauterizam os vasos sanguíneos. A energia de RF funciona particularmente bem no tecido conjuntivo, que compreende principalmente colágeno e encolhe quando entra em contato com calor.

[006] Um exemplo de tal instrumento eletrocirúrgico de RF é o dispositivo de vedação de tecido ENSEAL® da Ethicon Endo-Surgery, Inc., de Cincinnati, Ohio, EUA. Exemplos de tais dispositivos eletrocirúrgicos e conceitos relacionados são descritos na patente US nº 6.500.176, intitulada "Electrosurgical Systems and Techniques for Sealing Tissue", concedida em 31 de dezembro de 2002, cuja descrição está incorporada na presente invenção a título de referência; na patente US nº 7.112.201, intitulada "Electrosurgical Instrument and Method of Use", concedida em 26 de setembro de 2006, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.125.409, intitulada "Electrosurgical Working End for Controlled Energy Delivery", concedida em 24 de outubro de 2006, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.169.146, intitulada "Electrosurgical Probe and Method of Use",

concedida em 30 de janeiro de 2007, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.186.253, intitulada "Electrosurgical Jaw Structure for Controlled Energy Delivery", concedida em 6 de março de 2007, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.189.233, intitulada "Electrosurgical Instrument", concedida em 13 de março de 2007, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.220.951, intitulada "Surgical Sealing Surfaces and Methods of Use", concedida em 22 de maio de 2007, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.309.849, intitulada "Polymer Compositions Exhibiting a PTC Property and Methods of Fabrication", concedida em 18 de dezembro de 2007, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.311.709, intitulada "Electrosurgical Instrument and Method of Use", concedida em 25 de dezembro de 2007, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.354.440, intitulada "Electrosurgical Instrument and Method of Use", concedida em 8 de abril de 2008, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 7.381.209, intitulada "Electrosurgical Instrument", concedida em 3 de junho de 2008, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência.

[007] Exemplos adicionais dos dispositivos eletrocirúrgicos e conceitos relacionados são descritos na patente US nº 8.939.974, intitulada "Surgical Instrument Comprising First and Second Drive Systems Actuatable by a Common Trigger Mechanism", concedida em 27 de janeiro de 2015, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 9.161.803, intitulada "Motor Driven Electrosurgical Device with Mechanical and Electrical Feedback", concedida em 20 de outubro de 2015, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; publicação US nº 2012/0078243,

intitulada "Control Features for Articulating Surgical Device", publicada em 29 de março de 2012, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 9.402.682, intitulada "Articulation Joint Features for Articulating Surgical Device", concedida em 2 de agosto de 2016, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 9.089.327, intitulada "Surgical Instrument with Multi-Phase Trigger Bias", concedida em 28 de julho de 2015, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 9.545.253, intitulada "Surgical Instrument with Contained Dual Helix Actuator Assembly", concedida em 17 de janeiro de 2017, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; e na patente US nº 9.572.622, intitulada "Bipolar Electrosurgical Features for Targeted Hemostasis", concedida em 21 de fevereiro de 2017, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência.

[008] Alguns instrumentos podem fornecer capacidades de tratamento por energia ultrassônica e de RF através de um único dispositivo cirúrgico. Exemplos desses dispositivos, métodos e conceitos relacionados são descritos na patente US nº 8.663.220 intitulada "Ultrasonic Surgical Instrument", concedida em 4 de março de 2014, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na publicação US nº 2015/0141981, intitulada "Ultrasonic Surgical Instrument with Electrosurgical Feature", publicada em 21 de maio de 2015, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; e na publicação US nº 2017/0000541, intitulada "Surgical Instrument with User Adaptable Techniques", publicada em 5 de janeiro de 2017, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência.

[009] Embora vários tipos de instrumentos cirúrgicos ultrassônicos e instrumentos eletrocirúrgicos, incluindo combinação de instrumentos ultrassônicos e eletrocirúrgicos, tenham sido feitos e usados, acredita-se que ninguém antes dos inventores tenha

produzido ou usado a invenção descrita nas concretizações em anexo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] Os desenhos em anexo, que estão incorporados a este relatório descritivo e que constituem parte do mesmo, ilustram modalidades da invenção e, junto com a descrição geral fornecida acima e a descrição detalhada das modalidades fornecida abaixo, servem para explicar os princípios da presente invenção.

[0011] A Figura 1 representa uma vista em perspectiva de um sistema cirúrgico exemplificador que tem um gerador e um instrumento cirúrgico cuja finalidade é tratar o tecido com energia ultrassônica e energia de RF bipolar;

[0012] A Figura 2 representa uma vista em perspectiva de topo de um atuador de extremidade do instrumento cirúrgico da Figura 1, que tem um braço de aperto que fornece um primeiro eletrodo e uma lâmina ultrassônica que fornece um segundo eletrodo;

[0013] A Figura 3 representa uma vista em perspectiva de fundo do atuador de extremidade da Figura 2;

[0014] A Figura 4 representa uma vista em perspectiva parcialmente explodida do instrumento cirúrgico da Figura 1;

[0015] A Figura 5 representa uma vista em perspectiva explodida ampliada de uma porção distal do conjunto de eixo de acionamento e do atuador de extremidade do instrumento cirúrgico da Figura 1;

[0016] A Figura 6 representa uma vista em elevação lateral de uma porção distal de um tubo interno do conjunto de eixo de acionamento do instrumento cirúrgico da Figura 1;

[0017] A Figura 7 representa uma vista em elevação lateral de um conjunto de cabo do instrumento cirúrgico da Figura 1, com uma porção lateral do corpo do conjunto de cabo omitida para expor componentes internos, incluindo um conjunto de atuação que tem um gatilho e um conjunto acústico que tem um transdutor ultrassônico;

[0018] A Figura 8 representa uma vista seccional lateral parcial do instrumento cirúrgico da Figura 1, mostrando o acoplamento do conjunto de eixo de acionamento, incluindo um guia de ondas ultrassônico, ao conjunto de cabo;

[0019] A Figura 9A representa uma vista esquemática das porções do sistema cirúrgico da Figura 1, mostrando as trajetórias ativa e de retorno de um circuito elétrico ultrassônico e um circuito elétrico de RF bipolar que passa através do instrumento cirúrgico;

[0020] A Figura 9B representa uma vista esquemática do atuador de extremidade do instrumento cirúrgico da Figura 9A, mostrando a trajetória ativa do circuito elétrico de RF que passa distalmente a partir do tubo externo até o braço de aperto dentro do tecido, e a trajetória de retorno que passa proximalmente a partir do tecido à lâmina ultrassônica e para o guia de ondas;

[0021] A Figura 10 representa uma vista em perspectiva da lâmina ultrassônica do instrumento cirúrgico da Figura 1, tendo um material eletricamente isolante aplicado a uma superfície externa dos mesmos;

[0022] A Figura 11 representa uma vista lateral seccional do atuador de extremidade do instrumento cirúrgico da Figura 1, incorporando a lâmina ultrassônica tratada da Figura 10;

[0023] A Figura 12 representa uma vista lateral seccional de um elemento nodal de suporte exemplificador montado na lâmina ultrassônica da Figura 10, mostrando a sobreposição do elemento nodal de suporte com o material eletricamente isolante na lâmina ultrassônica;

[0024] A Figura 13 representa uma vista em perspectiva do tubo interno do instrumento ultrassônico de Figura 1, tendo um material eletricamente isolante aplicado às superfícies externa e interna do mesmo;

[0025] A Figura 14 representa uma vista em perspectiva seccional

do atuador de extremidade e do conjunto de eixo de acionamento do instrumento cirúrgico da Figura 1, incorporando o tubo interno tratado da Figura 13;

[0026] A Figura 15 representa uma vista em perspectiva do tubo interno do instrumento ultrassônico de Figura 1, tendo um material eletricamente isolante aplicado às superfícies internas do mesmo;

[0027] A Figura 16 representa uma vista em perspectiva seccional do atuador de extremidade e do conjunto de eixo de acionamento do instrumento cirúrgico da Figura 1, incorporando o tubo interno tratado da Figura 15; e

[0028] A Figura 17 representa uma vista em perspectiva do braço de aperto do instrumento cirúrgico da Figura 1, tendo um material eletricamente isolante aplicado a um lado externo sem aperto do mesmo.

[0029] De modo algum, os desenhos destinam-se a ser limitantes e contempla-se que várias modalidades da invenção possam ser executadas em uma variedade de outras formas, incluindo aquelas não necessariamente representadas nos desenhos. Os desenhos em anexo incorporados e que constituem parte do relatório descritivo ilustram vários aspectos da presente invenção e, juntamente com a descrição, servem para explicar os princípios da invenção. Deve-se entender, entretanto, que esta invenção não se limita especificamente às disposições mostradas.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0030] A descrição a seguir de exemplos específicos da invenção não deve ser usada para limitar o escopo da presente invenção. Outros exemplos, características, aspectos, modalidades e vantagens da invenção ficarão evidentes aos versados na técnica a partir da descrição a seguir, que é, a título de ilustração, um dos melhores modos contemplados para executar a invenção. Conforme será

compreendido, a invenção pode ter outros aspectos diferentes e óbvios, todos sem que se afaste da invenção. Consequentemente, os desenhos e as descrições devem ser considerados como de natureza ilustrativa e não restritiva.

[0031] Para fins de clareza da descrição, os termos "proximal" e "distal" são aqui definidos em relação a um cirurgião, ou outro operador, que segura um instrumento cirúrgico que tem um atuador de extremidade cirúrgico distal. O termo "proximal" se refere à posição de um elemento disposto mais próximo ao cirurgião, e o termo "distal" se refere à posição de um elemento disposto mais próximo ao atuador de extremidade cirúrgico do instrumento cirúrgico e ainda mais distante do cirurgião. Além disso, até o ponto em que termos espaciais como "superior", "inferior", "vertical", "horizontal", ou similares são usados na presente invenção com referência aos desenhos, será entendido que tais termos são usados para propósitos de descrição exemplificadores apenas e não se destinam a ser limitadores ou absolutos. Nesse sentido, deve-se compreender que os instrumentos cirúrgicos, como os descritos na presente invenção, podem ser usados em uma variedade de orientações e posições não limitadas àquelas mostradas e aqui descritas.

I. Sistema cirúrgico exemplificador

[0032] A Figura 1 representa um sistema cirúrgico exemplificador (10) que inclui um gerador 12 e um instrumento cirúrgico 14. O instrumento cirúrgico 14 é acoplado operacionalmente com o gerador 12 através do cabo de alimentação 16. Conforme descrito com mais detalhes abaixo, o gerador 12 tem por finalidade alimentar o instrumento cirúrgico 14 para fornecer energia ultrassônica para cortar o tecido, e energia eletrocirúrgica de RF bipolar (isto é, níveis terapêuticos de energia de RF) para vedar o tecido. Em configurações exemplificadoras, o gerador 12 é configurado para alimentar o

instrumento cirúrgico 14 para fornecer energia ultrassônica e energia eletrocirúrgica de RF bipolar simultaneamente.

A. Visão geral do instrumento cirúrgico exemplificador com recursos ultrassônicos e eletrocirúrgicos

[0033] O instrumento cirúrgico 14 do presente exemplo compreende um conjunto de cabo 18, um conjunto de eixo de acionamento 20 que se estende distalmente a partir do conjunto de cabo 18 e um atuador de extremidade 22 disposto em uma extremidade distal do conjunto de eixo de acionamento 20. O conjunto de cabo 18 compreende um corpo 24 que inclui uma empunhadura de pistola 26 e botões de controle de energia 28, 30 configurados para serem manipulados por um cirurgião. Um gatilho 32 é acoplado a uma porção inferior do corpo 24 e é pivotante em direção e na direção oposta à empunhadura da pistola 26 para atuar seletivamente o atuador de extremidade 22, conforme descrito com mais detalhes abaixo. Em outras variações adequadas do instrumento cirúrgico 14, o conjunto de cabo 18 pode compreender uma configuração de empunhadura de tesoura, por exemplo. Conforme descrito com mais detalhes abaixo, um transdutor ultrassônico 34 é alojado internamente dentro e apoiado pelo corpo 24. Em outras configurações, o transdutor ultrassônico 34 pode ser fornecido externamente do corpo 24.

[0034] Conforme mostrado nas Figuras 2 e 3, o atuador de extremidade 22 inclui uma lâmina ultrassônica 36 e um braço de aperto 38 configurado para pivotar seletivamente em direção à lâmina ultrassônica 36, para prender o tecido entre os mesmos. A lâmina ultrassônica 36 é acusticamente acoplada ao transdutor ultrassônico 34, que é configurado para acionar (isto é, vibrar) a lâmina ultrassônica 36 em frequências ultrassônicas para cortar e/ou vedar o tecido posicionado em contato com a lâmina ultrassônica 36. O braço de aperto 38 é acoplado operacionalmente ao gatilho 32, de modo que o

braço de aperto 38 seja configurado para articular em direção à lâmina ultrassônica 36, para uma posição fechada (consulte, por exemplo, a Figura 16), em resposta à ação pivotante do gatilho 32 em direção à empunhadura de pistola 26. Adicionalmente, o braço de aperto 38 é configurado para pivotar na direção oposta à lâmina ultrassônica 36, para uma posição aberta (consulte, por exemplo, as Figuras 1 a 3), em resposta à ação pivotante do gatilho 32 na direção oposta à empunhadura da pistola 26. Várias maneiras adequadas por meio das quais o braço de aperto 38 pode ser acoplado ao gatilho 32 ficarão evidentes aos versados na técnica tendo em vista os ensinamentos fornecidos no presente documento. Em algumas versões, um ou mais membros resilientes podem ser incorporados para forçar o braço de aperto 38 e/ou o gatilho 32 para a posição aberta.

[0035] A almofada de aperto 40 é presa a e se estende distalmente ao longo de um lado de aperto do braço de aperto 38, voltada para a lâmina ultrassônica 36. A almofada de aperto 40 é configurada para engatar e prender o tecido contra uma porção correspondente de tratamento de tecido da lâmina ultrassônica 36 quando o braço de aperto 38 é atuado para sua posição fechada. Pelo menos um lado de aperto de braço de aperto 38 fornece um primeiro eletrodo 42, chamado na presente invenção de eletrodo de braço de aperto 42. Além disso, pelo menos um lado de aperto da lâmina ultrassônica 36 fornece um segundo eletrodo 44, chamado na presente invenção de um eletrodo de lâmina 44. Conforme descrito em maiores detalhes abaixo, os eletrodos 42, 44 são configurados para aplicar energia eletrocirúrgica de RF bipolar, fornecida pelo gerador 12, ao tecido eletricamente acoplado com eletrodos 42, 44. O eletrodo do braço de aperto 42 pode servir como um eletrodo ativo enquanto o eletrodo da lâmina 44 serve como um eletrodo de retorno, ou vice versa. O instrumento cirúrgico 14 pode ser configurado para aplicar

energia eletrocirúrgico de RF bipolar através de eletrodos 42, 44 enquanto aplica uma vibração à lâmina ultrassônica 36 em uma frequência ultrassônica, antes de aplicação vibração à lâmina ultrassônica vibratória 36 em uma frequência ultrassônica, e/ou após aplicar vibração à lâmina ultrassônica vibratória 36 em uma frequência ultrassônica.

[0036] Conforme mostrado nas Figuras 1 a 5, o conjunto de eixo de acionamento 20 se estende ao longo de um eixo geométrico longitudinal e inclui um tubo externo 46, um tubo interno 48 recebido dentro do tubo externo 46, e um guia de ondas ultrassônico 50 suportado dentro do tubo interno 48. Como visto melhor nas Figuras 2 a 5, o braço de aperto 38 é acoplado às extremidades distais dos tubos interno e externo 46, 48. Em particular, o braço de aperto 38 inclui um par de braços de manilha que se estendem proximalmente 52 que recebem entre os mesmos e acoplam de modo pivotante uma extremidade distal 54 do tubo interno 48 com um pino de pivô 56 recebido dentro de furos passantes formados nos braços de manilha 52 e na extremidade distal 54 do tubo interno 48. O primeiro e o segundo dedos de manilha 58 pendem para baixo a partir dos braços de manilha 52 e se acoplam de modo pivotante a uma extremidade distal 60 do tubo externo 46. Especificamente, cada dedo de manilha 58 inclui uma protuberância 62 que é recebida de modo giratório dentro de uma abertura correspondente 64 formada em uma parede lateral da extremidade distal 60 do tubo externo 46.

[0037] No presente exemplo, o tubo interno 48 é fixado longitudinalmente em relação ao conjunto de cabo 18, e o tubo externo 46 é configurado para transladar em relação ao tubo interno 48 18 e ao conjunto de cabo, ao longo do eixo geométrico longitudinal do conjunto de eixo de acionamento 20. Quando o tubo externo 46 translada distalmente, o braço de aperto 38 articula ao redor do pino

de pivô 56 em direção à sua posição aberta. Quando o tubo externo 46 translada proximalmente, o braço de aperto 38 articula em uma direção oposta em direção a sua posição fechada. Conforme descrito abaixo com referência à Figura 11, uma extremidade proximal do tubo externo 46 é acoplada de modo operacional com o gatilho 32, por exemplo por meio de um conjunto de articulação, de modo que a atuação do gatilho 32 provoca a translação do tubo externo 46 em relação ao tubo interno 48, desse modo abrindo ou fechando o braço de aperto 38. Em outras configurações adequadas não mostradas no presente documento, o tubo externo 46 pode ser fixado longitudinalmente e o tubo interno 48 pode ser configurado para transladar para mover o braço de aperto 38 entre suas posições aberta e fechada.

[0038] O conjunto de eixo de acionamento 20 e o atuador de extremidade 22 são configurados para girar em torno do eixo longitudinal, em relação ao conjunto de cabo 18. Um pino de retenção 66, mostrado na Figura 4, se estende transversalmente através de porções proximais do tubo externo 46, do tubo interno 48, e do guia de ondas 50 para dessa forma acoplar esses componentes de forma giratória um em relação ao outro. No presente exemplo, um botão giratório 68 é fornecido em uma porção da extremidade proximal do conjunto de eixo de acionamento 20 para facilitar a rotação do conjunto de eixo de acionamento 20 e do atuador de extremidade 22, em relação ao conjunto de cabo 18. O botão giratório 68 é preso de forma giratória ao conjunto de eixo de acionamento 20 com um pino de retenção 66, que se estende através de um colar proximal do botão giratório 68. Será entendido que em outras configurações adequadas, o botão giratório 68 pode ser omitido ou substituído por estruturas de atuação giratórias alternativas.

[0039] O guia de ondas ultrassônico 50 é acusticamente acoplado

em sua extremidade proximal com um transdutor ultrassônico 34, por exemplo por meio de uma conexão rosqueada, e em sua extremidade distal com a lâmina ultrassônica 36, conforme mostrado na Figura 5. A lâmina ultrassônica 36 é mostrada formada integralmente com o guia de ondas 50 de modo que a lâmina 36 se estenda distalmente, diretamente a partir da extremidade distal do guia de ondas 50. Dessa maneira, o guia de ondas 50 acopla acusticamente o transdutor ultrassônico 34 com a lâmina ultrassônica 36, e funciona para comunicar as vibrações mecânicas ultrassônicas a partir do transdutor ultrassônico 34 para a lâmina 36. Consequentemente, o transdutor ultrassônico 34, o guia de ondas 50, e a lâmina ultrassônica 36 juntas definem o conjunto acústico 100. Durante o uso, a lâmina ultrassônica 36 pode ser posicionada em contato direto com o tecido, com ou sem força de aperto assistiva fornecida pelo braço de aperto 38, para conferir energia vibracional ultrassônica ao tecido e assim cortar e/ou vedar o tecido. Por exemplo, a lâmina 36 pode cortar através do tecido apertado entre o braço de aperto 38 e um primeiro lado de tratamento da lâmina 36 ou a lâmina 36 pode cortar através do tecido posicionado em contato com um segundo lado de tratamento disposto no lado oposto da lâmina 36, por exemplo durante uma movimento de "corte posterior". Em algumas variações, o guia de ondas 50 pode amplificar as vibrações ultrassônicas aplicadas à lâmina 36. Além disso, o guia de ondas 50 pode incluir vários recursos cuja finalidade é controlar o ganho das vibrações, e/ou recursos adequados para sintonizar o guia de ondas 50 a uma frequência de ressonância selecionada. Recursos exemplificadores adicionais da lâmina ultrassônica 36 do guia de ondas 50 são descritos com mais detalhes abaixo.

[0040] O guia de ondas 50 é suportado dentro do tubo interno 48 por uma pluralidade de elementos nodais de suporte 70 posicionados ao longo de um comprimento do guia de ondas 50, conforme mostrado

nas Figuras 4 e 5. Especificamente, os elementos nodais de suporte 70 são posicionados longitudinalmente ao longo do guia de ondas 50 em locais correspondentes aos nós acústicos definidos pelas vibrações ultrassônicas ressonantes comunicadas através do guia de ondas 50. Os elementos nodais de suporte 70 podem fornecer suporte estrutural ao guia de ondas 50, e isolamento acústico entre o guia de ondas 50 e os tubos interno e externo 46, 48 de conjunto de eixo de acionamento 20. Em variações exemplificadoras, os elementos nodais de suporte 70 podem compreender anéis em O. O guia de ondas 50 é suportado em seu nó acústico mais distal por um elemento nodal de suporte sob a forma de um membro sobremoldado 72, mostrado na Figura 5 e descrito com mais detalhes abaixo com referência à Figura 43. O guia de ondas 50 é preso longitudinalmente e de forma giratória dentro do conjunto de eixo de acionamento 20 pelo de retenção 66, que passa através de um orifício passante transversal 74 formado em um nó acústico disposto proximalmente do guia de ondas 50, como o nó acústico mais proximal, por exemplo.

[0041] No presente exemplo, a ponta distal 76 da lâmina ultrassônica 36 está localizada em uma posição que corresponde a um antinó associado com as vibrações ultrassônicas ressonantes comunicadas através do guia de ondas 50. Tal configuração permite que o conjunto acústico 100 do instrumento 14 seja ajustado para uma frequência de ressonância f_0 preferencial quando a lâmina ultrassônica 36 não está carregada pelo tecido. Quando o transdutor ultrassônico 34 é energizado pelo gerador 12 para transmitir vibrações mecânicas através do guia de ondas 50 para a lâmina 36, a ponta distal 76 da lâmina 36 oscila longitudinalmente na faixa de aproximadamente 20 a 120 microns pico a pico, por exemplo, e em alguns casos na faixa de aproximadamente 20 a 50 microns, em uma frequência vibratória predeterminada f_0 de aproximadamente 50 kHz, por exemplo. Quando

a lâmina ultrassônica 36 é posicionada em contato com o tecido, a oscilação ultrassônica da lâmina 36 pode simultaneamente cortar o tecido e desnaturar as proteínas nas células de tecidos adjacentes, fornecendo, assim, um efeito coagulante com pouca difusão térmica.

[0042] Conforme mostrado na Figura 6, a extremidade distal 54 do tubo interno 48 pode ser deslocada radialmente para fora em relação a uma porção proximal restante do tubo interno 48. Essa configuração permite que o orifício do pino de pivô 78, que recebe o pino de pivô do braço de aperto 56, seja espaçado mais longe do eixo geométrico longitudinal do conjunto de eixo de acionamento 20 do que se a extremidade 54 fosse formada nivelada com o restante da porção proximal do tubo interno 48. Vantajosamente, isso fornece maior folga entre as porções proximais do eletrodo de braço de aperto 42 e do eletrodo de lâmina 44, mitigando assim o risco de "curto-circuito" indesejado entre os eletrodos 42, 44 e suas trajetórias elétricas ativa e de retorno correspondentes, por exemplo, durante o corte posterior quando a lâmina ultrassônica 36 flexiona em direção ao braço de aperto 38 ao pino de pivô 56 em resposta à força normal exercida sobre a lâmina 36 pelo tecido. Em outras palavras, quando a lâmina ultrassônica 36 é usada em uma operação de corte posterior, a lâmina ultrassônica 36 pode tender a defletir ligeiramente na direção contrária ao eixo geométrico longitudinal do conjunto de eixo de acionamento 20, em direção ao pino 56. Ter o orifício do pino de pivô 78 espaçado mais longe na direção contrária ao eixo longitudinal do que o orifício do pino de pivô 78 de outra forma estaria, na ausência do desvio radial fornecido pela extremidade distal 54 do presente exemplo, permite que a extremidade distal 54 forneça folga lateral adicional entre o pino de pivô 56 e a lâmina ultrassônica 36, desse modo reduzindo ou eliminando o risco de contato entre a lâmina ultrassônica 36 e o pino de pivô 56 quando a lâmina ultrassônica 36 deflete lateralmente

durante as operações de corte posterior. Além de impedir curtos-circuitos elétricos que poderiam de outro modo resultar do contato entre a lâmina ultrassônica 36 e o pino de pivô 56 quando o atuador de extremidade 22 é ativado para aplicar energia eletrocirúrgica de RF, a folga adicional evita danos mecânicos que poderiam de outro modo resultar do contato entre a lâmina ultrassônica 36 e o pino de pivô 56 quando a lâmina ultrassônica 36 está vibrando ultrassonicamente.

B. Conjuntos de cabo e de eixo de acionamento exemplificadores

[0043] A Figura 7 mostra detalhes adicionais dos recursos alojados dentro do conjunto de cabo 18 do instrumento cirúrgico 14, incluindo um conjunto acústico 100 e um conjunto de atuação 102. O conjunto acústico 100 é descrito em maiores detalhes abaixo com referência à Figura 9A. O conjunto de atuação 102 inclui o gatilho 32 e uma série de enlases que acoplam de modo operacional o gatilho 32 com o tubo externo 46 e, dessa forma, o braço de aperto 38, de modo que a ação pivotante do gatilho 32 em relação ao corpo 24 pode causar a articulação do braço de aperto 38 em relação à lâmina ultrassônica 36. Mais especificamente, o gatilho 32 é acoplado a um primeiro enlace 104 que gira ao redor do ponto de pivô 106. O primeiro enlace 104 é acoplado de modo pivotante em uma porção medial em cotovelo do mesmo a uma extremidade distal de um segundo enlace 108. O segundo enlace 108 é pivotante em relação em sua extremidade proximal a um braço proximal 112 de um membro de translação 110. O braço 112 é rigidamente conectado em sua extremidade distal a um gancho 114 do membro de translação 110. O gancho 114 pelo menos parcialmente circunda e acopla operacionalmente com uma extremidade proximal do tubo externo 46. Em particular, o gancho 114 fica em contiguidade com uma extremidade distal de uma pilha de molas 116 que é retida em um retentor de mola cilíndrico 118 (consulte a Figura 8) por uma porca de

retenção proximal 120. A pilha de molas 116 compreende um conjunto linearmente disposto de molas de onda adjacentes neste exemplo. Um retentor de molas 118 é acoplado de maneira fixa a uma extremidade proximal do tubo externo 46.

[0044] Conforme indicado pelas setas direcionais na Figura 7, 32 pressionar o gatilho em direção à empunhadura da pistola 26 aciona o tubo externo 46 proximalmente para desse modo fechar o braço de aperto 38, e liberar o gatilho 32 permite que o tubo externo atue distalmente para desse modo abrir o braço de aperto 38. Em particular, mover o gatilho 32 em direção à empunhadura de pistola 26 (por exemplo, por compressão) faz com que o primeiro e o segundo enlases 104, 108 girem ao redor de seus respectivos eixos de pivô e acionem o membro de translação 110 de maneira proximal ao longo do eixo geométrico longitudinal do conjunto de eixo de acionamento 20. O movimento proximal do membro de translação 110 faz com que o gancho 114 comprima a pilha de molas 116 proximalmente contra a porca de retenção 120, o que aciona o retentor de mola 118 e o tubo externo 46 proximalmente. Conforme descrito acima, a translação proximal do tubo externo 46 faz com que o braço de aperto 38 gire em direção a sua posição fechada.

[0045] No presente exemplo, o conjunto de atuação 102 inclui ainda uma mola de compressão 122 disposta em uma extremidade proximal do braço 112 do membro de translação 110, e que inclina o membro de translação 110 distalmente. Quando o gatilho 32 é liberado, a mola de compressão 122 aciona o membro de translação distalmente de modo que o gancho 114 engata um flange distal 124 do retentor de mola 118. Devido ao retentor de mola 118 ser fixado ao tubo externo 46, o gancho 114 aciona o retentor de mola e o tubo externo 46 distalmente em conjunto, o que faz com que o braço de aperto 38 retorne para a sua posição aberta.

[0046] Embora não seja mostrado na presente invenção, será entendido que o conjunto de atuação 102 pode ser suplementado ou substituído por um conjunto de motor configurado para fornecer atuação alimentada do braço de aperto 38. Dispositivos cirúrgicos exemplificadores que incorporam conjuntos de motor são descritos na publicação de patente US nº 2014/0239037, intitulada "Staple Forming Features for Surgical Stapling Instrument", publicada em 28 de agosto de 2014, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; publicação de patente US nº 2015/0374360, intitulada "Articulation Drive Features for Surgical Stapler", publicada em 31 de dezembro de 2015, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 8.602.288, intitulada "Robotically-Controlled Motorized Surgical End Effector System with Rotary Actuated Closure Systems Having Variable Actuation Speeds", concedida em 10 de dezembro de 2013, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 9.161.803, intitulada "Motor Driven Electrosurgical Device with Mechanical and Electrical Feedback", concedida em 20 de outubro de 2015, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência.

[0047] A Figura 8 mostra detalhes adicionais do conjunto de eixo de acionamento 20 e selecionar componentes do conjunto de atuação 102 descritos acima, bem como um acoplamento de uma extremidade proximal do guia de ondas ultrassônico 50 a uma extremidade distal do transdutor ultrassônico 34. Conforme descrito acima, o tubo externo 46 é configurado para transladar longitudinalmente em relação ao tubo interno 48 e o guia de ondas 50 para mover o braço de aperto 38 entre suas posições aberta e fechada. Na mesma configuração, o pino de retenção 66 se estende transversalmente através de um colar proximal 134 do botão giratório 68 e através do tubo externo, do tubo interno, e do guia de ondas 50 para desse modo prender cada um desses

componentes de forma giratória um em relação ao outro, conforme descrito acima. Para acomodar a translação longitudinal do tubo externo 46 em relação aos componentes restantes do conjunto de eixo de acionamento 20, o tubo externo 46 inclui um par de fendas alongadas 136 através das quais o pino de retenção 66 se estende, conforme mostrado na Figura 8. Ainda, uma porção proximal do tubo interno 48 pode ser suportada radialmente dentro do tubo externo 46 por um elemento de suporte de tubo 138.

[0048] No presente exemplo, a pilha de molas 116 é configurada para fornecer um recurso limitador de força, de modo que a pilha de molas 116 resiste à compressão e desse modo transfere o movimento proximal do gancho 114 ao tubo externo 46 através da porca de retenção 120 quando o gancho 114 é acionado para acionar o tubo externo 46 proximalmente até uma certa força limite. Quando o braço de aperto 38 encontra resistência substancial ao movimento pivotante adicional na direção da lâmina ultrassônica 36, o tubo externo 46 fornecerá correspondentemente resistência substancial ao movimento proximal adicional, e essa resistência será ainda fornecida através de porca de retenção 120. Quando essa resistência excede o limiar de força predeterminado, e o operador continua a forçar o gatilho 32 em direção à empunhadura de pistola 26, a pilha de molas 116 começará a se comprimir em resposta ao movimento proximal adicional do gancho 114 enquanto a porca de retenção 120 e o tubo externo 46 permanecem estacionários. A pilha de molas 116 dessa forma absorve as forças que são exercidas acima do limite de força. A porca de retenção 120 pode ser seletivamente girada em relação à luva 126, por meio de um engate rosqueado, para comprimir a pilha de molas 116 contra a garra 114 com uma quantidade desejada de pré-carga. A porca de retenção 120 assim permite a ajustabilidade do limiar de força predeterminado ao permitir o ajuste da pré-carga.

C. Circuitos elétricos ultrassônicos e de RF bipolar exemplificadores

[0049] As Figuras 9A e 9B mostram uma configuração exemplificadora de um circuito elétrico ultrassônico 140 e um circuito elétrico de RF bipolar 142 do instrumento cirúrgico 14. Conforme mostrado na Figura 9A, o gerador 12 do sistema cirúrgico 10 é eletricamente acoplado a e configurado para energizar cada um dos circuitos elétricos 140, 142 para dessa forma permitir que o instrumento cirúrgico 14 forneça energia ultrassônica e energia eletrocirúrgica de RF bipolar ao tecido. Em vários exemplos, o gerador 12 pode energizar o circuito elétrico ultrassônico 140 e o circuito elétrico de RF 142 simultaneamente ou de maneiras alternadas e seletivas. Os componentes estruturais do circuito elétrico ultrassônico 140 e do circuito elétrico de RF bipolar 142 são descritos abaixo, na respectiva ordem, seguido de uma descrição do fluxo da corrente elétrica através dos circuitos 140, 142. Conforme será descrito, os circuitos elétricos 140, 142 podem compartilhar uma trajetória de retorno elétrico comum.

[0050] Conforme descrito acima, o conjunto acústico 100 do instrumento cirúrgico 14 geralmente inclui um transdutor ultrassônico 34, um guia de ondas ultrassônico 50, e uma lâmina ultrassônica 36. Conforme mostrado na Figura 9A, o transdutor ultrassônico 34 do presente exemplo geralmente inclui um primeiro ressonador (ou "sino de extremidade" ou "end-bell") 144, um segundo ressonador com formato cônico segundo ressonador (ou "sino dianteiro" ou "fore-bell") 146, e uma porção de transdução disposta entre o sino extremidade 144 e o sino dianteiro 146 e que compreende uma pluralidade de elementos piezoelétricos 148. Um parafuso de compressão 150 se estende distalmente, coaxialmente através do sino de extremidade 144 e dos elementos piezoelétricos 148, e é recebido de maneira rosqueável dentro de uma extremidade proximal do sino dianteiro 146.

Um transformador de velocidade 152 (ou "horn") se estende distalmente do sino dianteiro 146 e se acopla com uma extremidade proximal do guia de ondas 50, por exemplo através de uma conexão rosqueada conforme mostrado na Figura 9A. Em versões exemplificadoras, o transdutor ultrassônico 34 pode ser ainda configurado de acordo com qualquer das configurações de transdutores reveladas nas referências incorporadas a título de referência na presente invenção.

[0051] Um eletrodo transdutor ativo 154 é mostrado disposto entre os elementos piezoelétricos medial e proximal 148 e se eletricamente acopla com o gerador 12 por meio de um fio condutor do transdutor ativo 156. Um eletrodo transdutor ativo 158 é mostrado disposto entre o sino de extremidade 144 e um elemento piezoelétrico proximal 148 e se acopla eletricamente com o gerador 12 por meio de um fio condutor do transdutor de retorno 160. Um fio condutor de RF ativo 162 é eletricamente acoplado ao gerador 12, e é mostrado se estendendo a partir de uma porção proximal do tubo externo 46. Deve-se compreender que o posicionamento do fio condutor de RF ativo 162 em relação ao conjunto de eixo de acionamento 20 é apenas exemplificador, e que o gerador 12 pode se acoplar eletricamente ao circuito elétrico de RF 142 em qualquer local adequado ao longo do tubo externo 46 ou, alternativamente, diretamente no braço de aperto 38 a fim de evitar o tubo externo 46, por exemplo. Além disso, em outros exemplos, o fio condutor de RF ativo 162 pode se acoplar eletricamente com o tubo interno 48 em vez de o tubo externo 46, de modo que o circuito elétrico de RF 142 passe através do tubo interno 48 em vez do tubo externo 46.

[0052] Conforme mostrado na Figura 9A, o circuito elétrico ultrassônico 140 inclui uma trajetória elétrica ativa que passa distalmente através do fio condutor do transdutor ativo 156 para o

eletrodo transdutor ativo 154 e para os elementos piezoelétricos 148. O circuito elétrico ultrassônico 140 inclui ainda uma trajetória elétrica de retorno que passa proximalmente dos elementos piezoelétricos 148, através do eletrodo transdutor de retorno 158 para o fio condutor do transdutor de retorno 160. O gerador 12 direciona a corrente elétrica através da trajetória elétrica ativa para a trajetória elétrica de retorno para desse modo energizar o transdutor ultrassônico 34 para produzir vibrações mecânicas ultrassônicas, que são transmitidas através do guia de ondas ultrassônico 50 à lâmina ultrassônica 36.

[0053] Conforme mostrado nas Figuras 9A e 9B, o circuito elétrico de RF 142 inclui uma trajetória de RF ativa que passa do fio condutor de RF ativo 162 ao tubo externo 46, e distalmente através do tubo externo 46 ao braço de aperto 38 por através dos dedos de manilha 58. No presente exemplo, o fluxo de energia elétrica de RF através da trajetória de RF ativa é possibilitado pelo acoplamento elétrico do tubo externo 46 com o braço de aperto 38, por exemplo, mediante o contato metal com metal. A energia de RF ativa flui dos braços de manilha 52 para o eletrodo de braço de aperto 42 e então para o tecido 164. Conforme descrito em maiores detalhes abaixo, o eletrodo do braço de aperto 42 pode estar sob a forma de uma superfície lateral de aperto do braço de aperto 38, formado integralmente com e assim eletricamente acoplado com o restante do braço de aperto 38. Em vários exemplos, a totalidade do braço de aperto 38, incluindo ou não incluindo a almofada de aperto 40, pode ser formada a partir de um material eletricamente condutivo, como um metal, de modo que todo o braço de aperto 38 serve como o eletrodo do braço de aperto 42.

[0054] O circuito elétrico de RF 142 inclui ainda uma trajetória elétrica de retorno que direciona a energia de RF proximalmente do atuador de extremidade 22 ao conjunto de cabo 18, por meio do guia de ondas ultrassônico 50. Conforme mostrado na Figura 9B, quando o

tecido 164 é acoplado eletricamente com o eletrodo de braço de aperto 42 e o eletrodo de lâmina 44 simultaneamente, por exemplo por contato direto ou indireto, a energia de RF passa da trajetória de RF ativa, através do tecido 164, para a trajetória de RF de retorno, por meio do eletrodo de lâmina 44. A partir da lâmina 44 de eletrodos, a energia de RF retorna proximalmente 50 através do guia de ondas e passa para o transdutor ultrassônico 34, conforme descrito ainda abaixo. Desse modo, o tecido 164 é tratado com energia de RF bipolar fornecida pelo gerador 12.

[0055] Em configurações exemplificadoras, o eletrodo de lâmina 44 pode ser definido por uma superfície lateral de aperto selecionada da lâmina ultrassônica 36. Em outras configurações, a totalidade da lâmina ultrassônica 36 pode servir como o eletrodo de lâmina 44. Em várias configurações, o eletrodo de lâmina 44 é acoplado eletricamente a uma lâmina ultrassônica 36, que é acoplada eletricamente com o guia de ondas ultrassônicas 50, que por sua vez está eletricamente acoplado ao transdutor ultrassônico 34. Consequentemente, na trajetória de retorno de RF, a energia de RF passa proximalmente a partir do eletrodo de lâmina 44, através da lâmina ultrassônica 36 ao guia de ondas ultrassônico 50, e finalmente ao transdutor ultrassônico 34. Conforme mostrado na Figura 9A, ao entrar no transdutor ultrassônico 34, a energia de RF de retorno passa proximalmente através do sino dianteiro 146 e do parafuso de compressão 150, e do parafuso de compressão 150 através do sino de extremidade 144 para o eletrodo transdutor de retorno 158, e para o fio condutor do transdutor de retorno 160. Consequentemente, o circuito elétrico de RF 142 e o circuito elétrico ultrassônico 140 compartilham uma trajetória de retorno elétrico comum através do eletrodo transdutor de retorno 158 e do fio condutor do transdutor de retorno 160.

[0056] Embora a configuração exemplificadora descrita acima empregue o eletrodo de braço de aperto 42 como um eletrodo ativo e um eletrodo de lâmina 44 como um eletrodo de retorno, será entendido que uma designação reversa pode ser empregada, na qual o eletrodo de lâmina 44 é um eletrodo ativo e o eletrodo de braço de aperto 42 é um eletrodo de retorno. Em tal configuração, o circuito elétrico ultrassônico 140 e o circuito elétrico de RF 142 compartilhariam uma trajetória elétrica ativa comum através do fio condutor do transdutor 160 e do eletrodo transdutor 158 de volta para o gerador 12. Além disso, em disposições alternativas, o circuito elétrico de RF 142 pode passar através do tubo interno 48 ao invés do tubo externo 46, ou o circuito elétrico de RF 142 pode se desviar inteiramente dos tubos interno e externo 46, 48.

[0057] Conforme descrito acima, o gerador 12 pode ser configurado para energizar o circuito elétrico ultrassônico 140 e o circuito elétrico de RF 142 simultaneamente, para permitir que o instrumento cirúrgico 14 trate o tecido com aplicação simultânea de energia ultrassônica e energia eletrocirúrgica de RF bipolar. Adicionalmente, ou alternativamente, o gerador 12 pode ser configurado para energizar o circuito elétrico ultrassônico 140 e o circuito elétrico de RF 142 de maneiras alternadas, para permitir a aplicação seletiva de apenas um dentre a energia ultrassônica ou a energia de RF bipolar ao tecido em um dado momento. Por exemplo, o gerador 12 pode energizar o circuito elétrico de RF apenas 142 para vedação do tecido com energia de RF bipolar, deixando a lâmina ultrassônica 36 inativa. Alternativamente, o gerador 12 pode energizar o circuito elétrico ultrassônico 140 para corte e/ou vedação do tecido com a energia ultrassônica, deixando os eletrodos de RF 42, 44 inativos.

[0058] O instrumento cirúrgico 14 pode incluir vários recursos para

inibir a formação de curtos-circuitos elétricos indesejados da trajetória de RF ativa e da trajetória de RF de retorno do circuito elétrico de RF 142, por exemplo em locais proximais do eletrodo de braço de aperto 42 e do eletrodo de lâmina 44. Por exemplo, o pino de retenção 66 mostrado na Figura 9A pode ser envolvido em um envoltório eletricamente isolante 166 que impede a formação de curto-circuito entre o tubo externo 46 e o guia de ondas ultrassônico 50. De modo similar, o pino de pivô do braço de aperto 56 mostrado na Figura 9B pode ser envolvido em um envoltório eletricamente isolante que impede a transferência de energia elétrica a partir de braço de aperto 38 ao tubo interno 48, que envolve o guia de ondas ultrassônico 50. Além disso, conforme descrito em maiores detalhes abaixo com referência às Figuras 10 a 17, porções selecionadas da lâmina ultrassônica 36, do guia de ondas ultrassônico 50, do tubo externo 46, e/ou do tubo interno 48 podem ser revestidas com uma camada de material eletricamente isolante configurado para evitar formação de curto-circuito do circuito elétrico de RF 142.

D. Camadas de material eletricamente isolante exemplificadoras

[0059] Conforme descrito acima, o instrumento cirúrgico 14 pode incluir vários recursos que inibem a formação de curtos-circuitos elétricos indesejados das trajetórias ativa e de retorno do circuito elétrico de RF 142. Por exemplo, conforme descrito abaixo com referência às Figuras 10 a 17, várias porções selecionadas da lâmina ultrassônica 36, do braço de aperto 38, do guia de ondas ultrassônicas 50, do tubo externo 46, e/ou do tubo interno 48 podem ser revestidas com um material eletricamente isolante para evitar tal curto-circuito. Em variações exemplificadoras, qualquer das camadas de material eletricamente isolante descritas abaixo podem também ser termicamente isolantes. Apenas a título de exemplo, as camadas de material isolante descritas abaixo podem compreender um

revestimento de parileno.

[0060] As Figuras 10 e 11 mostram uma camada de material eletricamente isolante exemplificadora 350 aplicada a uma superfície externa da lâmina ultrassônica 36. A camada de material isolante 350 se estende distalmente a partir de uma extremidade proximal 352 que encapsula pelo menos uma porção do flange nodal distal 51 do guia de ondas 50, até uma extremidade distal 354 localizada distalmente do pino de pivô do braço de aperto 56. A camada de material isolante 350 pode se estender completamente circunferencialmente ao redor da porção coberta da lâmina ultrassônica 36. Conforme mostrado na Figura 11, o membro sobremoldado 72 sobrepõe a extremidade proximal 354 da camada de material isolante 350.

[0061] A Figura 12 mostra uma outra camada de material eletricamente isolante exemplificadora 360 aplicada à superfície externa da lâmina ultrassônica 36. A camada de material isolante 360 é substancialmente idêntica à camada de material isolante 350 descrita acima, exceto que a camada isolante 360 inclui uma extremidade proximal 362 disposta logo distalmente do flange nodal distal 51 do guia de ondas 50. Além disso, o guia de ondas 50 é mostrado equipado com um membro sobremoldado 364 que é substancialmente idêntico ao membro sobremoldado 72 descrito acima, exceto que o membro sobremoldado 364 inclui uma aba anular com paredes delgadas que se estendem distalmente 366 que se sobrepõe à extremidade proximal 362 da camada de material isolante 360 por uma distância axial de sobreposição (O). A porção do membro sobremoldado 364 situada proximalmente da camada de material isolante 360 é capaz de aderir à superfície externa do guia de ondas 50 e da lâmina ultrassônica 36, enquanto a porção de aba anular 366 que se sobrepõe à camada de material isolante 360 não se adere à superfície externa.

[0062] A aba anular 366 é fornecida com um comprimento axial adequado para assegurar a sobreposição de pelo menos uma porção da aba 366 e da extremidade proximal 362 da camada de material isolante 360 para vários comprimentos axiais da extremidade proximal 362 que se enquadram em uma faixa de tolerância conhecida experimentada durante um processo de aplicação de camada isolante. Essa configuração garante cobertura isolante eficaz de uma porção da lâmina ultrassônica 36 que se estende distalmente a partir do flange nodal 51 até um local apenas distal do pino de pivô do braço de aperto 56.

[0063] As Figuras 13 e 14 mostram uma outra camada de material eletricamente isolante exemplificadora 370, aplicada às superfícies externa e interna do tubo interno 48 do instrumento cirúrgico 14. A camada isolante 370 se estende proximalmente a partir da extremidade distal 54 do tubo interno 48 até qualquer local adequado ao longo de cada uma dentre as superfícies interna e externa do tubo interno 48. Na configuração exemplificadora mostrada, a camada isolante 370 é limitada às porções distais das superfícies interna e externa do tubo interno 48.

[0064] As Figuras 15 e 16 mostram uma outra camada de material eletricamente isolante exemplificadora 380, aplicada a apenas uma superfície interna do tubo interno 48. A camada isolante 380 se estende proximalmente a partir da extremidade distal 54 do tubo interno 48 até qualquer local adequado ao longo da superfície interna do tubo interno 48.

[0065] A Figura 17 mostra uma outra camada de material eletricamente isolante exemplificadora 390, aplicada à superfície externa do lado sem aperto do braço de aperto 38. A camada isolante 390 se estende proximalmente a partir de uma ponta distal do braço de aperto 38 até as extremidades distais dos braços de manilha 52,

deixando os braços de manilha 52 descobertos de modo a permanecerem eletricamente acoplados com o eletrodo do braço de aperto 42. Como todo o corpo do braço de aperto 38 é formado de um material eletricamente condutivo neste exemplo, e uma vez que todo o corpo de braço de aperto 38 é eletricamente energizado quando o atuador de extremidade 22 fornece energia de RF bipolar ao tecido, a presença da camada isolante 390 sobre o lado sem aperto do braço de aperto 38 limita eficazmente o eletrodo de braço de aperto 42 de estar presente na forma do lado de aperto do braço de aperto 38, e assim acentua a eficiência de energia RF bipolar fornecida pelo instrumento cirúrgico de aperto 14.

[0066] Será entendido que em configurações alternativas não mostradas na presente invenção, qualquer porção adequada do conjunto de eixo de acionamento 20 e/ou do atuador de extremidade 22, incluindo a lâmina ultrassônica 36, o braço de aperto 38, o tubo externo 46, o tubo interno 48, e/ou o guia de ondas ultrassônicas 50, pode ser revestida com uma camada de material eletricamente isolante para evitar curtos-circuitos elétricos do circuito elétrico de RF 142.

II. Combinações exemplificadoras

[0067] Os exemplos a seguir se referem a várias formas não exaustivas nas quais os ensinamentos da presente invenção podem ser combinados ou aplicados. Deve-se compreender que os exemplos a seguir não se destinam a restringir a cobertura de quaisquer concretizações que possam ser apresentadas a qualquer momento neste pedido ou em depósitos subsequentes deste pedido. Não se pretende fazer nenhuma renúncia de direitos. Os exemplos a seguir são fornecidos apenas para propósitos meramente ilustrativos. Contempla-se que os vários ensinamentos da presente invenção possam ser dispostos e aplicados de várias outras formas. Contempla-

se também que algumas variações possam omitir certos recursos mencionados nos exemplos abaixo. Portanto, nenhum dos aspectos ou recursos mencionados abaixo deve ser considerado como de importância crítica, exceto se o contrário for explicitamente indicado em uma data posterior, pelos inventores ou por um sucessor no interesse dos inventores. Se forem apresentadas quaisquer concretizações no presente pedido ou em depósitos subsequentes relacionados a este pedido que incluam recursos adicionais além dos mencionados abaixo, não se deve presumir que esses recursos adicionais tenham sido adicionados por qualquer motivo relacionado à patenteabilidade.

Exemplo 1

[0068] Instrumento cirúrgico que compreende: (a) um eixo de acionamento; (b) um transdutor ultrassônico; (c) um guia de ondas acústicas acoplado ao transdutor ultrassônico e que se estende distalmente através do eixo de acionamento; (d) um atuador de extremidade disposto em uma extremidade distal do eixo de acionamento, em que o atuador de extremidade compreende: (i) uma lâmina ultrassônica acoplada acusticamente com o guia de ondas, em que o transdutor ultrassônico tem por finalidade acionar o guia de ondas e a lâmina ultrassônica com energia ultrassônica, (ii) um braço de aperto móvel em relação à lâmina ultrassônica para prender o tecido entre os mesmos, (iii) um primeiro eletrodo de RF fornecido pelo braço de aperto, em que o primeiro eletrodo de RF é eletricamente acoplado com uma trajetória elétrica de RF do instrumento cirúrgico, e (iv) um segundo eletrodo de RF fornecido pela lâmina ultrassônica, em que o segundo eletrodo de RF é acoplado eletricamente com uma segunda trajetória elétrica de RF do instrumento cirúrgico, em que o primeiro e o segundo eletrodos de RF têm por finalidade vedar o tecido com energia de RF bipolar; e (e) uma camada eletricamente isolante configurada

para evitar curto-circuito entre a primeira trajetória elétrica de RF e a segunda trajetória elétrica de RF, em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre pelo menos uma porção de pelo menos um dentre a lâmina ultrassônica, o guia de ondas, o eixo de acionamento, ou o braço de aperto.

Exemplo 2

[0069] O instrumento cirúrgico do Exemplo 1 em que o primeiro eletrodo de RF compreende um eletrodo ativo e a primeira trajetória elétrica de RF compreende uma trajetória ativa.

Exemplo 3

[0070] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos anteriores em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre uma porção da lâmina ultrassônica.

Exemplo 4

[0071] O instrumento cirúrgico do Exemplo 3 em que a camada eletricamente isolante se estende completamente circunferencialmente ao redor da porção da lâmina ultrassônica.

Exemplo 5

[0072] O instrumento cirúrgico de um dos exemplos anteriores em que o braço de aperto é articuladamente acoplado ao eixo de acionamento com um pino de pivô, em que a camada eletricamente isolante se estende longitudinalmente ao longo da lâmina ultrassônica entre uma extremidade proximal disposta proximalmente do pino de pivô e uma extremidade distal disposta distalmente do pino de pivô.

Exemplo 6

[0073] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos anteriores em que a lâmina ultrassônica se estende distalmente a partir de um nó acústico mais distal do guia de ondas, em que a camada eletricamente isolante encapsula pelo menos uma porção do nó acústico mais distal.

Exemplo 7

[0074] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos anteriores que compreende ainda um membro anular sobremoldado que circunda o guia de ondas em um nó acústico mais distal do mesmo, em que uma porção distal do membro anular sobremoldado sobrepõe uma porção da camada eletricamente isolante.

Exemplo 8

[0075] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos anteriores em que o eixo de acionamento compreende um tubo externo e um tubo interno, em que o guia de ondas se estende através do tubo interno, em que um dentre o tubo externo ou o tubo interno compreende um tubo de translação cuja finalidade é transladar em relação ao outro dentre o tubo externo ou o tubo interno para atuar o braço de aperto em relação à lâmina ultrassônica, em que o primeiro eletrodo de RF é eletricamente acoplado ao tubo de translação de modo que a primeira trajetória elétrica de RF passa através do tubo de translação, em que a segunda trajetória elétrica de RF passa através da lâmina ultrassônica e do guia de ondas.

Exemplo 9

[0076] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos anteriores em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre o tubo interno, em que a camada eletricamente isolante é configurada para evitar curtos-circuitos elétricos entre o tubo de translação e o guia de ondas.

Exemplo 10

[0077] O instrumento cirúrgico do Exemplo 9 em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre uma superfície interna do tubo interno.

Exemplo 11

[0078] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos

anteriores em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre uma porção do braço de aperto.

Exemplo 12

[0079] O instrumento cirúrgico do Exemplo 11 em que o braço de aperto inclui um lado de aperto e um lado sem aperto, em que o lado de aperto é configurado para prender o tecido contra a lâmina ultrassônica, em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre o lado sem aperto.

Exemplo 13

[0080] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos anteriores em que a camada eletricamente isolante também é termicamente isolante.

Exemplo 14

[0081] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos anteriores em que a camada eletricamente isolante compreende um revestimento.

Exemplo 15

[0082] O instrumento cirúrgico de qualquer dos exemplos anteriores em que a camada eletricamente isolante compreende parileno.

Exemplo 16

[0083] Um instrumento cirúrgico que compreende: (a) um eixo de acionamento; (b) um transdutor ultrassônico; (c) um guia de ondas acústicas acoplado ao transdutor ultrassônico e que se estende distalmente através do eixo de acionamento; (d) um atuador de extremidade disposto em uma extremidade distal do eixo de acionamento, em que o atuador de extremidade compreende: (i) uma lâmina ultrassônica acoplada acusticamente com o guia de ondas, em que o transdutor ultrassônico tem por finalidade acionar o guia de ondas e a lâmina ultrassônica com energia ultrassônica, (ii) um braço

de aperto móvel em relação à lâmina ultrassônica para prender o tecido entre os mesmos, (iii) um primeiro eletrodo de RF fornecido pelo braço de aperto, em que o primeiro eletrodo de RF é eletricamente acoplado com uma trajetória elétrica de RF do instrumento cirúrgico, e (iv) um segundo eletrodo de RF fornecido pela lâmina ultrassônica, em que o segundo eletrodo de RF é acoplado eletricamente com uma segunda trajetória elétrica de RF do instrumento cirúrgico, em que o primeiro e o segundo eletrodos de RF têm por finalidade vedar o tecido com energia de RF bipolar; e (e) uma camada eletricamente isolante configurada para evitar curtos-circuitos entre a primeira trajetória elétrica de RF e a segunda trajetória elétrica de RF, em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre pelo menos uma porção da lâmina ultrassônica.

Exemplo 17

[0084] O instrumento cirúrgico do Exemplo 16 em que o braço de aperto é acoplado de modo pivotante ao eixo de acionamento com um pino de pivô, em que a camada eletricamente isolante se estende longitudinalmente ao longo da lâmina ultrassônica entre uma extremidade proximal disposta proximalmente ao pino de pivô e uma extremidade distal disposta distalmente do pino de pivô.

Exemplo 18

[0085] O instrumento cirúrgico de qualquer dos Exemplos 16 a 17 em que a camada eletricamente isolante é também fornecida sobre uma porção do eixo de acionamento.

Exemplo 19

[0086] Um instrumento cirúrgico que compreende: (a) um eixo de acionamento; (b) um transdutor ultrassônico; (c) um guia de ondas acústicas acoplado ao transdutor ultrassônico e que se estende distalmente através do eixo de acionamento; (d) um atuador de extremidade disposto em uma extremidade distal do eixo de

acionamento, em que o atuador de extremidade compreende: (i) uma lâmina ultrassônica acoplada acusticamente com o guia de ondas, em que o transdutor ultrassônico é operável para acionar o guia de ondas e a lâmina ultrassônica com energia ultrassônica, (ii) um braço de aperto móvel em relação à lâmina ultrassônica para prender o tecido entre os mesmos, (iii) um primeiro eletrodo de RF fornecido pelo braço de aperto, em que o primeiro eletrodo de RF é eletricamente acoplado com uma trajetória elétrica de RF do instrumento cirúrgico, e (iv) um segundo eletrodo de RF fornecido pela lâmina ultrassônica, em que o segundo eletrodo de RF é acoplado eletricamente com uma segunda trajetória elétrica de RF do instrumento cirúrgico, em que o primeiro e o segundo eletrodos de RF têm por finalidade vedar o tecido com energia de RF bipolar; e (e) uma camada eletricamente isolante configurada para evitar curtos-circuitos entre a primeira trajetória elétrica de RF e a segunda trajetória elétrica de RF, em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre pelo menos uma porção do eixo de acionamento.

Exemplo 20

[0087] O instrumento cirúrgico do Exemplo 19 em que o eixo de acionamento compreende um tubo externo e um tubo interno, em que o guia de ondas se estende através do tubo interno, em que um dentre o tubo externo ou o tubo interno compreende um tubo de translação cuja finalidade é transladar em relação ao outro dentre o tubo externo ou o tubo interno para atuar o braço de aperto em relação à lâmina ultrassônica, em que o primeiro eletrodo de RF é eletricamente acoplado ao tubo de translação de modo que a primeira trajetória elétrica de RF passa através do tubo de translação, em que a segunda trajetória elétrica de RF passa através da lâmina ultrassônica e do guia de ondas, em que a camada eletricamente isolante é fornecida sobre pelo menos uma porção do tubo interno e é configurada para evitar

curto-circuito elétrico entre o tubo de translação e o guia de ondas.

III. Considerações gerais

[0088] Deve-se compreender que qualquer um ou mais dos ensinamentos, expressões, modalidades, exemplos, etc. aqui descritos podem ser combinados com qualquer um ou mais dos outros ensinamentos, expressões, modalidades, exemplos, etc. que são descritos na presente invenção. Os ensinamentos, expressões, modalidades, exemplos, etc. descritos acima não devem, portanto, ser vistos como isolados uns dos outros. Várias maneiras adequadas pelas quais os ensinamentos da presente invenção podem ser combinados se tornarão prontamente evidentes aos versados na técnica em vista dos ensinamentos da presente invenção. Essas modificações e variações se destinam a estar incluídas no escopo das concretizações anexas.

[0089] Além disso, é entendido que qualquer um ou mais dentre os ensinamentos, expressões, modalidades, exemplos etc. aqui descritos podem ser combinados com qualquer um ou mais dentre os outros ensinamentos, expressões, modalidades, exemplos etc. que são descritos no pedido de patente US nº. [Ref. do procurador END8245USNP], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument Having Electrical Circuits With Shared Return Path", depositado na mesma data; no pedido de patente US nº. [Ref. do procurador END8245USNP1], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument Having Slip Ring Electrical Contact Assembly", depositado na mesma data; no pedido de patente US nº. [Ref. do procurador END8245USNP3], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument Having Curved Ultrasonic Blade", depositado na mesma data; no pedido de patente US nº. [Ref. do procurador END8245USNP4], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument Having Clamp Arm Electrode",

depositado na mesma data; no pedido de patente US nº [Ref. do procurador END8245USNP5], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument Having Ultrasonic Waveguide With Distal Overmold Member", depositado na mesma data; no pedido de patente US nº [Ref. do procurador END8245USNP6], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical System Having Generator Filter Circuitry", depositado na mesma data; e/ou do pedido de patente US nº [Ref. do procurador END8245USNP7], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical System Having EEPROM and ASIC Components", depositado na mesma data. A descrição de cada um desses pedidos de patente está aqui incorporada a título de referência.

[0090] Além disso, é entendido que qualquer um ou mais dentre os ensinamentos, expressões, modalidades, exemplos etc. aqui descritos podem ser combinados com qualquer um ou mais dentre os outros ensinamentos, expressões, modalidades, exemplos etc. que são descritos no pedido de patente US nº Ref. END8146USNP], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument with Clamp Arm Position Input and Method for Identifying Tissue State", depositado na mesma data do presente pedido, no pedido de patente US nº [Ref. do procurador END8146USNP1], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument with Adjustable Energy Modalities and Method for Sealing Tissue and Inhibiting Tissue Resection", depositado na mesma data; no pedido de patente US nº [Ref. do procurador END8146USNP2], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument with Adjustable Clamp Force and Related Methods", depositado na mesma data; no pedido de patente US nº [Ref. do procurador. END8146USNP3], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument with Adjustable Energy Modalities and Method for Limiting Blade Temperature", depositado na mesma data; no pedido de patente US nº [Ref. do

procurador END8146USNP4], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument and Method for Sealing Tissue with Various Termination Parameters", depositado na mesma data; e/ou do pedido de patente US nº [Ref. do procurador END8146USNP5], intitulado "Combination Ultrasonic and Electrosurgical Instrument and Method for Sealing Tissue in Successive Phases", depositado na mesma data. A descrição de cada um desses pedidos de patente está aqui incorporada a título de referência.

[0091] Deve-se compreender que qualquer patente, publicação ou outro material de descrição que, no todo ou em parte, seja dito como estando aqui incorporado a título de referência, está aqui incorporado apenas até o ponto em que o material incorporado não entre em conflito com as definições, declarações ou outros materiais de descrição apresentados nesta descrição. Desse modo, e na medida do necessário, a descrição como explicitamente aqui apresentada substitui qualquer material conflitante incorporado à presente invenção a título de referência. Qualquer material, ou porção do mesmo, tido como aqui incorporado a título de referência, mas que entre em conflito com as definições, declarações, ou outros materiais de descrição existentes aqui apresentados estará aqui incorporado apenas até o ponto em que não haja conflito entre o material incorporado e o material de descrição existente.

[0092] Versões dos dispositivos descritos acima podem ter aplicação em tratamentos e procedimentos médicos convencionais conduzidos por um profissional médico, bem como aplicação em tratamentos e procedimentos médicos assistidos por robótica. Apenas a título de exemplo, vários ensinamentos da presente invenção podem ser prontamente incorporados a um sistema cirúrgico robótico como o sistema DAVINCI™ da Intuitive Surgical, Inc., de Sunnyvale, Califórnia, EUA. De modo similar, os versados na técnica

reconhecerão que vários ensinamentos aqui apresentados podem ser prontamente combinados com vários ensinamentos de: patente US nº 5.792.135, intitulada "Articulated Surgical Instrument For Performing Minimally Invasive Surgery With Enhanced Dexterity and Sensitivity", concedida em 11 de agosto de 1998, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 5.817.084, intitulada "Remote Center Positioning Device with Flexible Drive", concedida em 6 de outubro de 1998, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 5.878.193, intitulada "Automated Endoscope System for Optimal Positioning", concedida em 2 de março de 1999, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 6.231.565, intitulada "Robotic Arm DLUS for Performing Surgical Tasks", concedida em 15 de maio de 2001, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 6.783.524, intitulada "Robotic Surgical Tool with Ultrasound Cauterizing and Cutting Instrument", concedida em 31 de agosto de 2004, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 6.364.888, intitulada "Alignment of Master and Slave in a Minimally Invasive Surgical Apparatus", concedida em 2 de abril de 2002, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 7.524.320, intitulada "Mechanical Actuator Interface System for Robotic Surgical Tools", concedida em 28 de abril de 2009, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 7.691.098, intitulada "Platform Link Wrist Mechanism", concedida em 6 de abril de 2010, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 7.806.891, intitulada "Repositioning and Reorientation of Master/Slave relationship in Minimally Invasive Telesurgery", concedida em 5 de outubro de 2010, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 8.844.789, intitulada "Automated End Effector Component Reloading System for Use with a

Robotic System", concedida em 30 de setembro de 2014, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; na patente US nº 8.820.605, intitulada "Robotically-Controlled Surgical Instruments", concedida em 2 de setembro de 2014, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 8.616.431, intitulada "Shiftable Drive Interface for Robotically-Controlled Surgical Tool", concedida em 31 de dezembro de 2013, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 8.573.461, intitulada "Surgical Stapling Instruments with Cam-Driven Staple Deployment Arrangements", concedida em 5 de novembro de 2013, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 8.602.288, intitulada "Robotically-Controlled Motorized Surgical End Effector System with Rotary Actuated Closure Systems Having Variable Actuation Speeds", concedida em 10 de dezembro de 2013, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 9.301.759, intitulada "Robotically-Controlled Surgical Instrument with Selectively Articulatable End Effector", concedida em 5 de abril de 2016, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 8.783.541, intitulada "Robotically-Controlled Surgical End Effector System", concedida em 22 de julho de 2014, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência; patente US nº 8.479.969, intitulada "Drive Interface for Operably Coupling a Manipulatable Surgical Tool to a Robot," concedida em 9 de julho de 2013; publicação de patente US nº 8.800.838, intitulada "Robotically-Controlled Cable-Based Surgical End Effectors", concedida em 12 de junho de 2014, cuja descrição está incorporada ao presente documento a título de referência; e/ou patente US nº 8.573.465, intitulada "Robotically-Controlled Surgical End Effector System with Rotary Actuated Closure Systems", concedida em 5 de novembro de 2013, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência.

[0093] Versões dos dispositivos descritos acima podem ser projetadas para serem descartadas após um único uso, ou podem ser projetadas para serem usadas múltiplas vezes. As versões podem, em qualquer um ou em ambos os casos, ser recondicionadas para reutilização após pelo menos um uso. O recondicionamento pode incluir qualquer combinação das etapas de desmontagem do dispositivo, seguida de limpeza ou troca de peças específicas e subsequente remontagem. Em particular, algumas versões do dispositivo podem ser desmontadas e qualquer número de peças ou partes do dispositivo podem ser seletivamente substituídas ou removidas em qualquer combinação. Com a limpeza e/ou a troca de peças específicas, algumas versões do dispositivo podem ser remontadas para uso subsequente, em uma instalação de recondicionamento ou por um usuário imediatamente antes de um procedimento cirúrgico. Os versados na técnica compreenderão que o recondicionamento de um dispositivo pode usar uma variedade de técnicas de desmontagem, limpeza/troca e remontagem. O uso dessas técnicas, bem como o dispositivo recondicionado resultante, estão todos no escopo do presente pedido.

[0094] Apenas a título de exemplo, as versões aqui descritas podem ser esterilizadas antes e/ou depois de um procedimento. Em uma técnica de esterilização, o dispositivo é colocado em um recipiente fechado e vedado, como um saco plástico ou de TYVEK. O recipiente e o dispositivo podem então ser colocados em um campo de radiação, como radiação gama, raios X ou elétrons de alta energia, que pode penetrar no recipiente. A radiação pode exterminar bactérias no dispositivo e no recipiente. O dispositivo esterilizado pode, então, ser guardado em um recipiente estéril para uso posterior. O dispositivo pode também ser esterilizado com o uso de qualquer outra técnica conhecida, incluindo, mas não se limitando a, radiação beta ou gama,

óxido de etileno ou vapor d'água.

[0095] Tendo mostrado e descrito várias modalidades da presente invenção, outras adaptações dos métodos e sistemas aqui descritos podem ser realizadas por meio de modificações adequadas por uma pessoa versada na técnica sem que se afaste do escopo da presente invenção. Várias dessas possíveis modificações foram mencionadas, e outras ficarão evidentes aos versados na técnica. Por exemplo, os exemplos, as modalidades, as geometrias, os materiais, as dimensões, as proporções, as etapas e similares discutidos acima são ilustrativos e não são obrigatórios. Consequentemente, o escopo da presente invenção deve ser considerado de acordo em termos das concretizações a seguir, e deve-se entender que ele não está limitado aos detalhes de estrutura e de funcionamento mostrados e descritos no relatório descritivo e nos desenhos.

REIVINDICAÇÕES

1. Instrumento cirúrgico (14) compreendendo:

(a) um eixo de acionamento (20);

(b) um transdutor ultrassônico (34);

(c) um guia de ondas (50) acusticamente acoplado ao transdutor ultrassônico (34) e que se estende distalmente através do eixo de acionamento (20);

(d) um atuador de extremidade (22) disposto em uma extremidade distal do eixo de acionamento (20), em que o atuador de extremidade (22) compreende:

(i) uma lâmina ultrassônica (36) acoplada acusticamente com o guia de ondas (50), em que o transdutor ultrassônico (34) é operável para acionar o guia de ondas (50) e a lâmina ultrassônica (36) com energia ultrassônica,

(ii) um braço de aperto (38) móvel em relação à lâmina ultrassônica (36) para prender o tecido entre os mesmos,

(iii) um primeiro eletrodo de RF (42) fornecido pelo braço de aperto (38), em que o primeiro eletrodo de RF (42) é eletricamente acoplado com uma primeira trajetória elétrica de RF do instrumento cirúrgico (14), e

(iv) um segundo eletrodo de RF (44) fornecido pela lâmina ultrassônica (36), em que o segundo eletrodo de RF (44) é acoplado eletricamente com uma segunda trajetória elétrica de RF do instrumento cirúrgico (14),

em que o primeiro e o segundo eletrodos de RF (42, 44) são operáveis para vedar tecido com energia de RF bipolar; e

(e) uma camada eletricamente isolante (350) configurada para evitar curtos-circuitos entre a primeira trajetória elétrica de RF e a segunda trajetória elétrica de RF, em que a camada eletricamente isolante (350) é fornecida sobre pelo menos uma porção de pelo

menos um dentre a lâmina ultrassônica (36) e o guia de ondas (50),

caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

(f) um membro anular sobremoldado (364) que circunda o guia de ondas (50) no em um acústico mais distal do mesmo, em que uma porção distal do membro anular sobremoldado (364) sobrepõe uma porção da camada eletricamente isolante (350).

2. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro eletrodo de RF (42) compreende um eletrodo ativo e a primeira trajetória elétrica de RF compreende uma trajetória ativa, em que o segundo eletrodo de RF (44) compreende um eletrodo de retorno e a segunda trajetória elétrica de RF compreende uma trajetória de retorno.

3. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a camada eletricamente isolante (350) é ainda fornecida em uma porção da lâmina ultrassônica (36).

4. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** a camada eletricamente isolante (350) se estende completamente circunferencialmente ao redor da porção da lâmina ultrassônica (36).

5. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** o braço de aperto (38) é articuladamente acoplado ao eixo de acionamento (20) com um pino de pivô (56), em que a camada eletricamente isolante (350) se estende longitudinalmente ao longo da lâmina ultrassônica (36) entre uma extremidade proximal disposta proximalmente do pino de pivô (56) e uma extremidade distal disposta distalmente do pino de pivô (56).

6. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a lâmina ultrassônica (36) se estende distalmente a partir de um nó acústico mais distal do guia de

ondas (50), em que a camada eletricamente isolante (350) encapsula pelo menos uma porção do nó acústico mais distal.

7. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o eixo de acionamento (20) compreende um tubo externo (46) e um tubo interno (48), em que o guia de ondas (50) se estende através do tubo interno (48), em que um dentre o tubo externo (46) e o tubo interno (48) compreende um tubo de translação operável para transladar em relação ao outro dentre o tubo externo (46) e o tubo interno (48) para atuar o braço de aperto (38) em relação à lâmina ultrassônica (36), em que o primeiro eletrodo de RF (42) é eletricamente acoplado ao tubo de translação de modo que a primeira trajetória elétrica de RF passa através do tubo de translação, em que a segunda trajetória elétrica de RF passa através da lâmina ultrassônica (36) e do guia de ondas (50).

8. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** a camada eletricamente isolante (350) é fornecida sobre o tubo interno (48), em que a camada eletricamente isolante (350) é configurada para evitar curtos-circuitos elétricos entre o tubo de translação e o guia de ondas (50).

9. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** a camada eletricamente isolante (350) é fornecida sobre uma superfície interna do tubo interno (48).

10. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a camada eletricamente isolante (350) é fornecida sobre uma porção do braço de aperto (38).

11. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** o braço de aperto (38) inclui um lado de aperto e um lado sem aperto, em que o lado de aperto é configurado para prender tecido contra a lâmina ultrassônica

(36), em que a camada eletricamente isolante (350) é fornecida no lado sem aperto.

12. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a camada eletricamente isolante (350) é também termicamente isolante.

13. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a camada eletricamente isolante (350) compreende um revestimento.

14. Instrumento cirúrgico (14), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a camada eletricamente isolante (350) compreende Parileno.

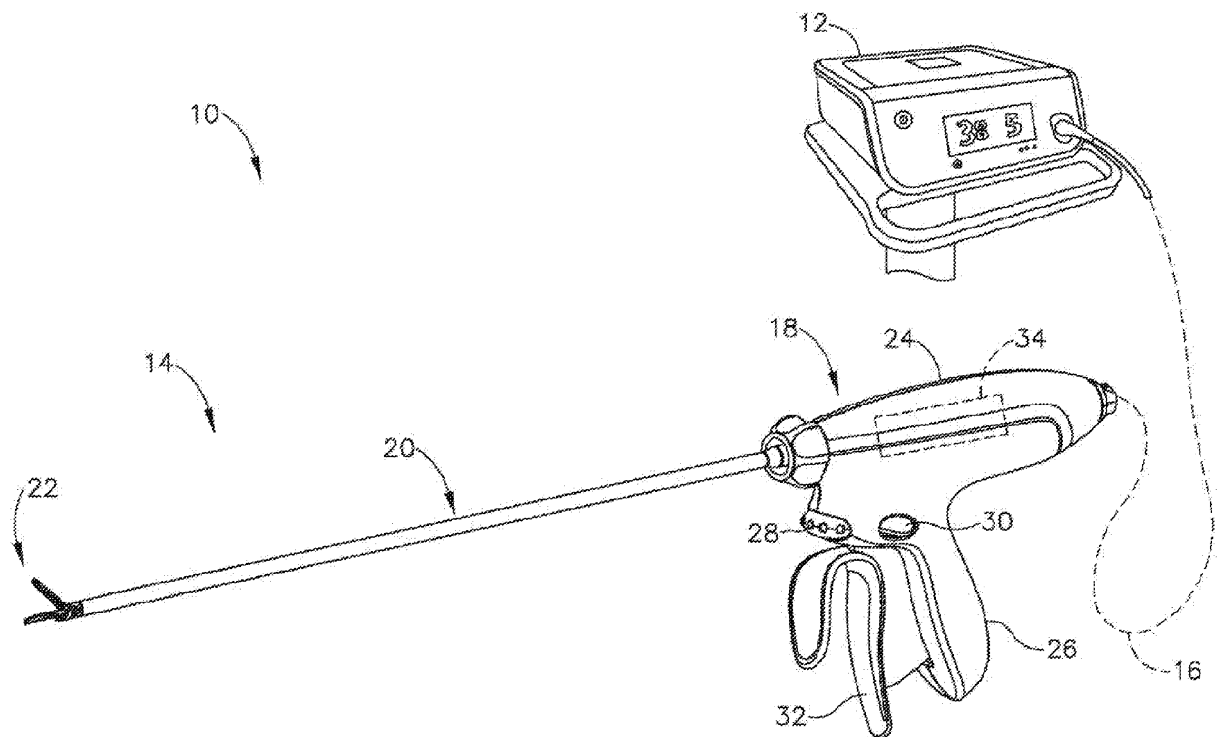


Fig. 1

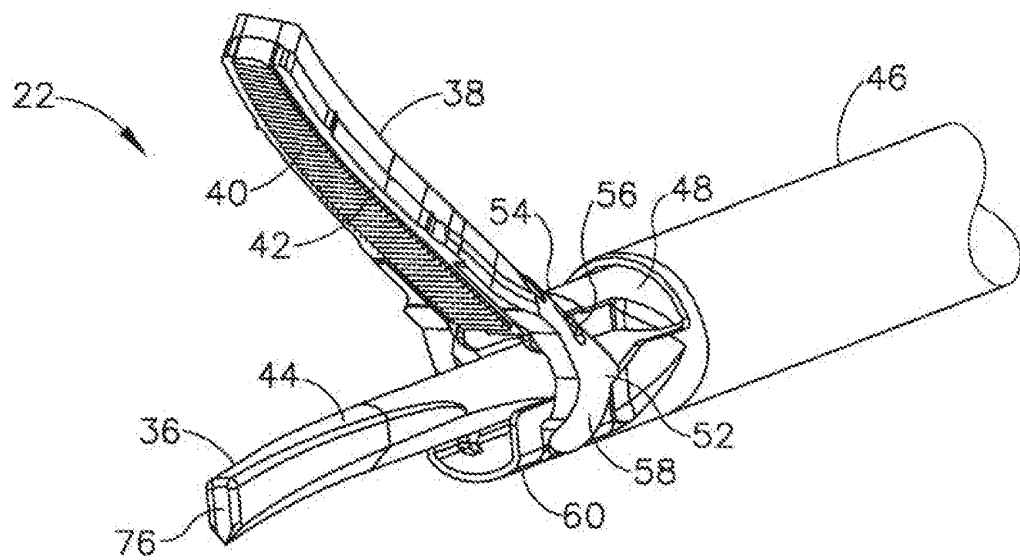


Fig. 2

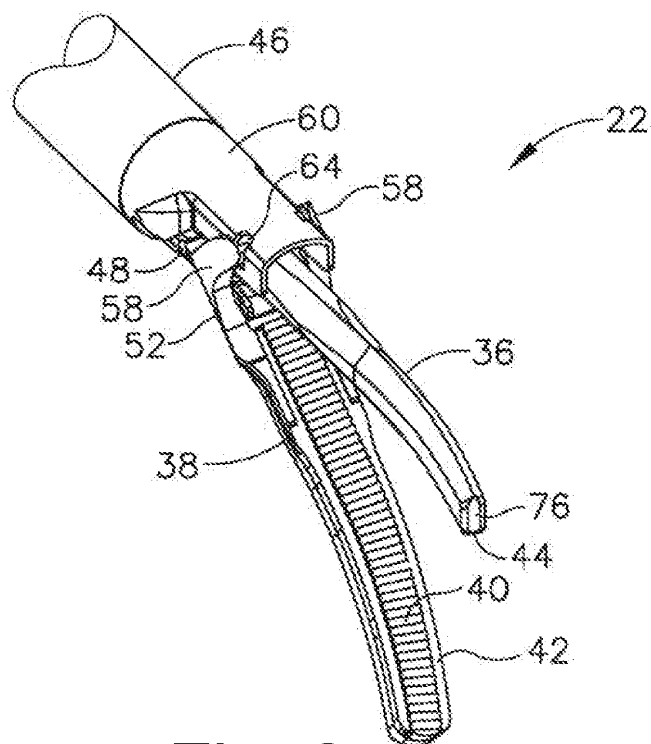


Fig. 3

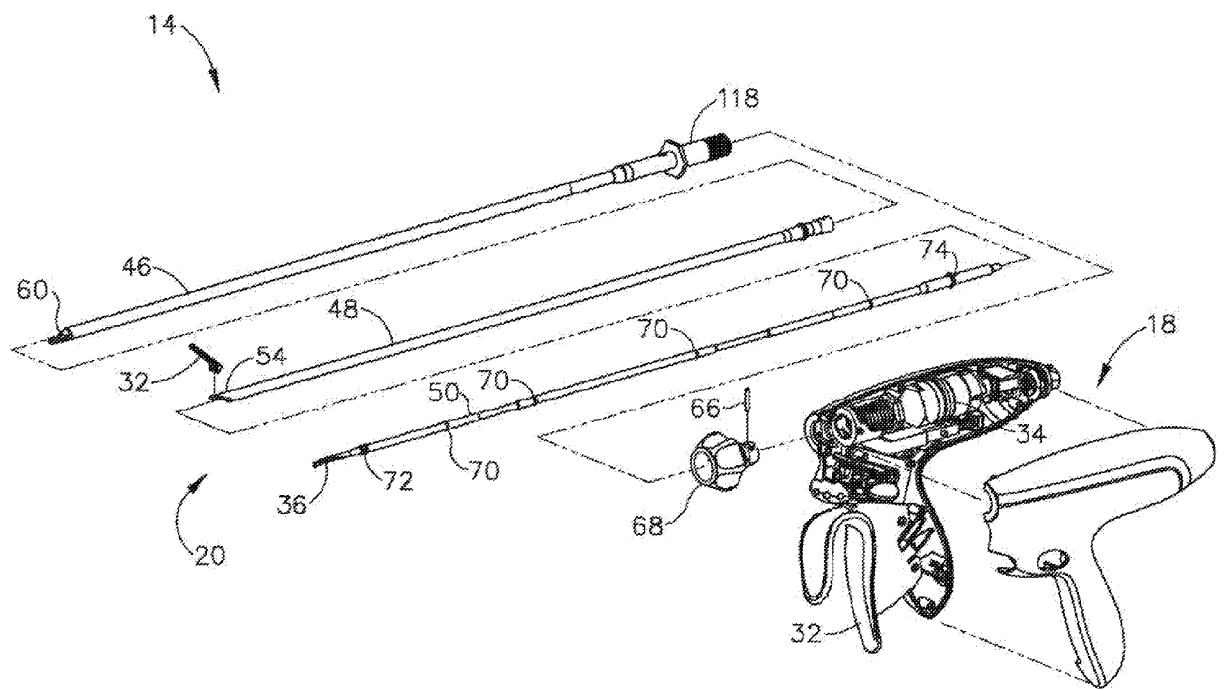


Fig. 4

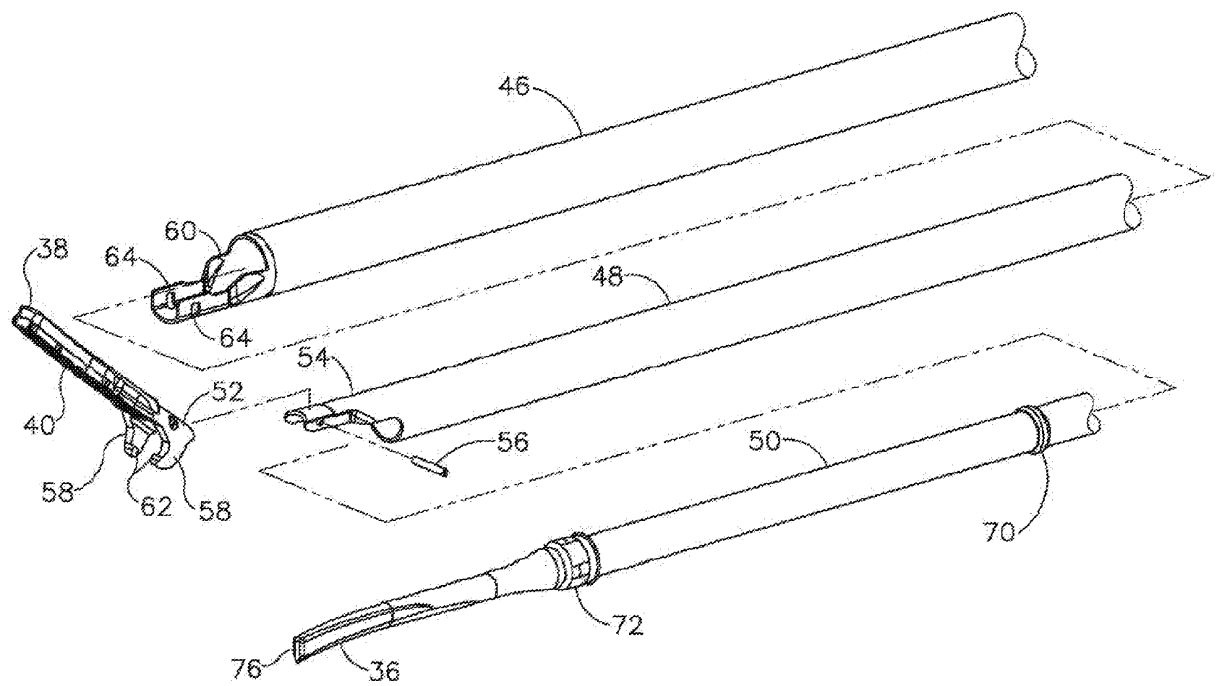


Fig. 5

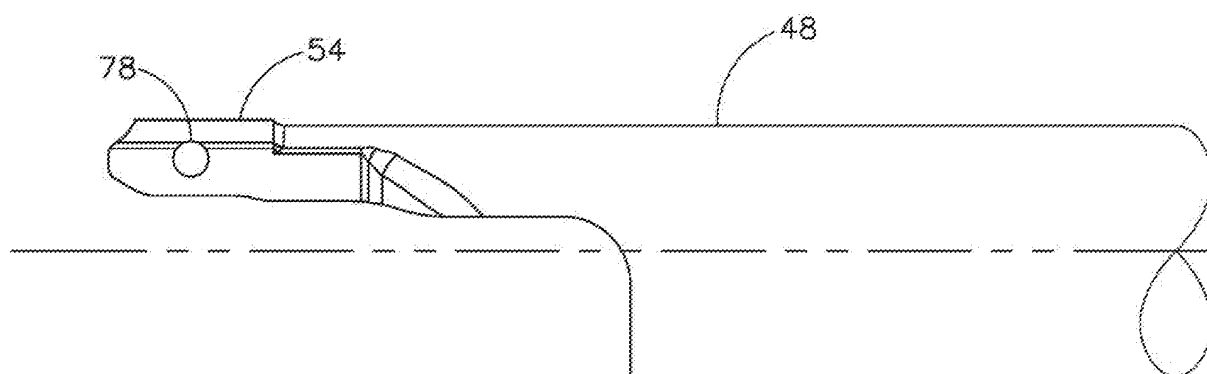


Fig. 6

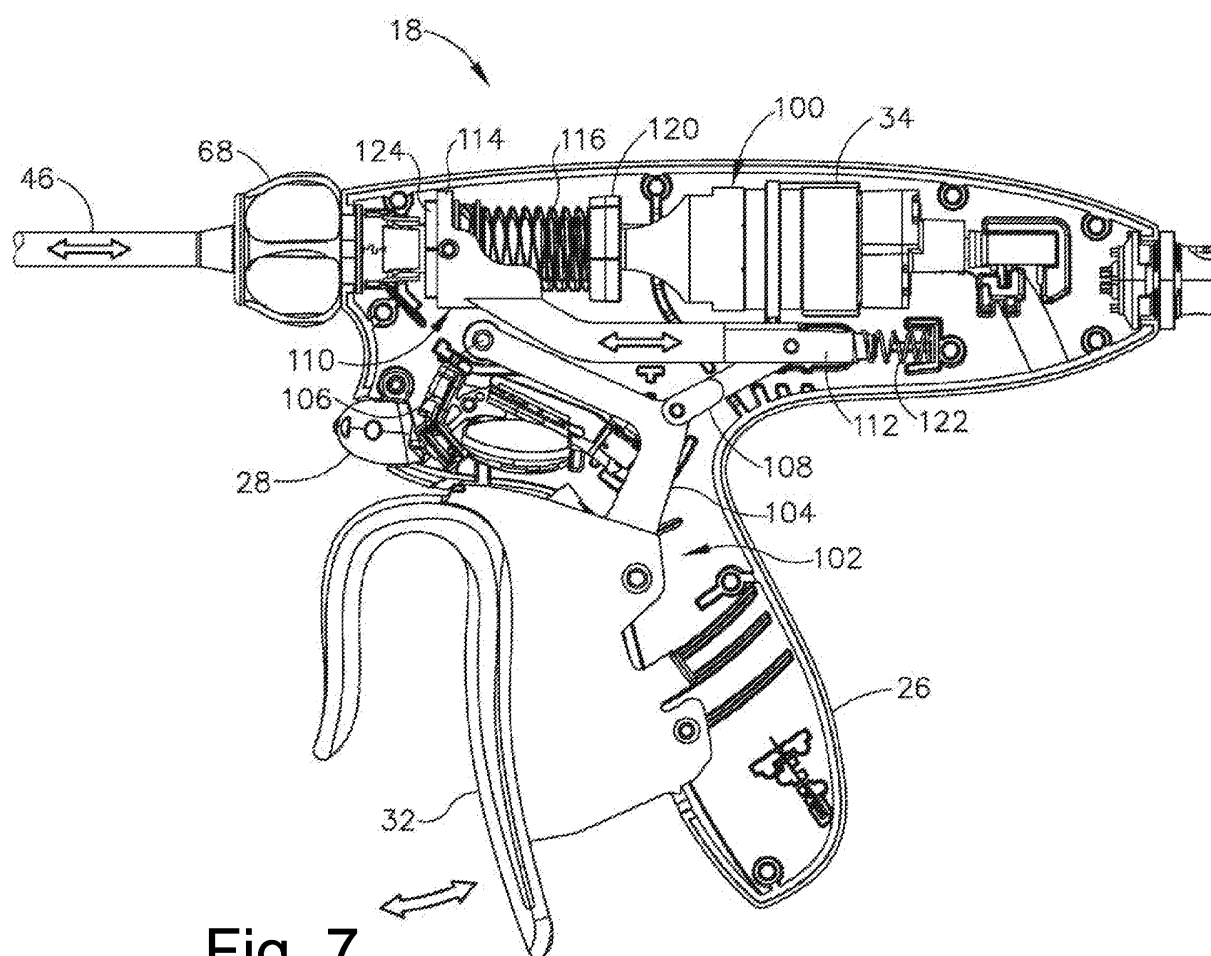


Fig. 7

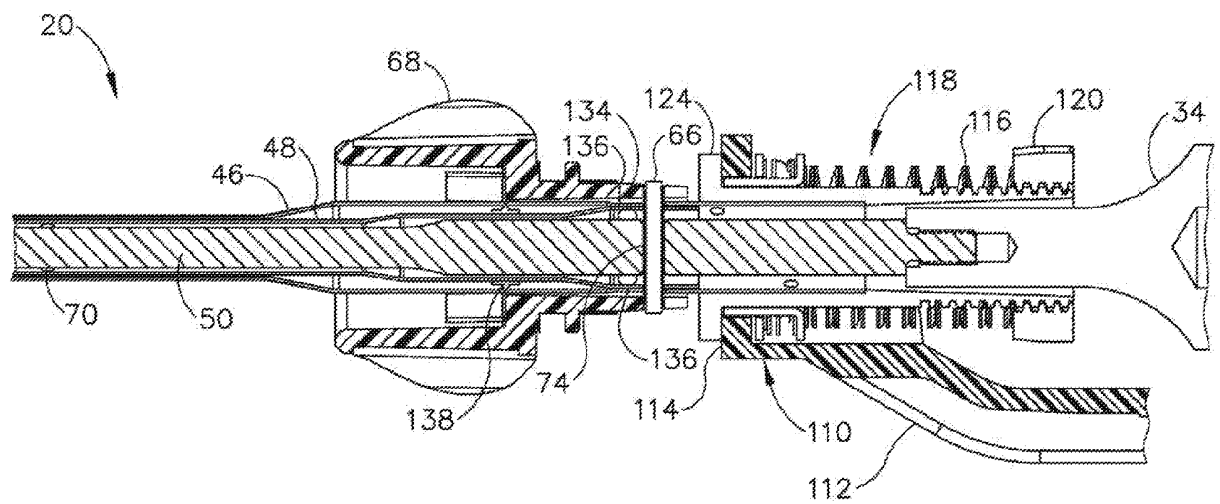
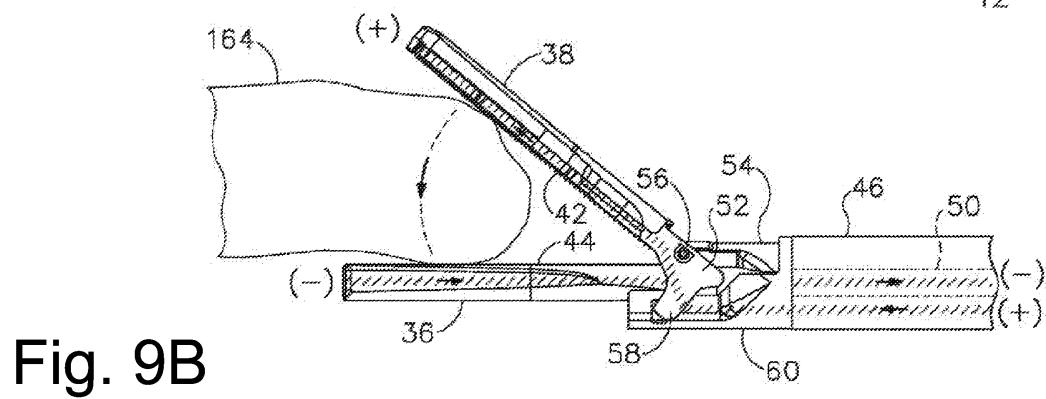
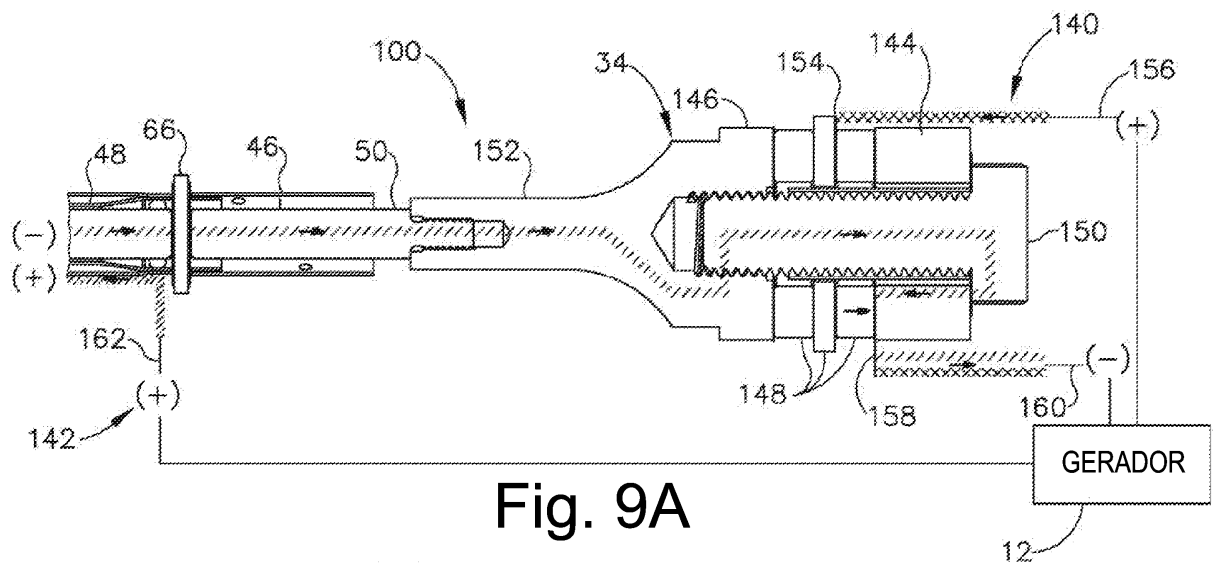


Fig. 8



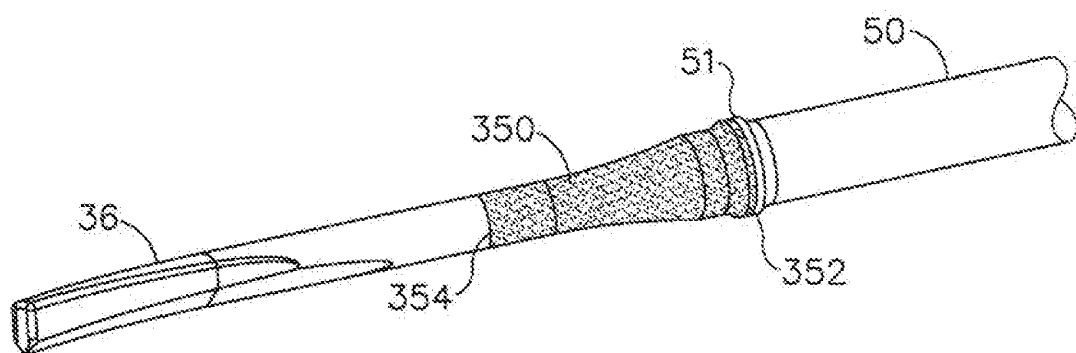


Fig. 10

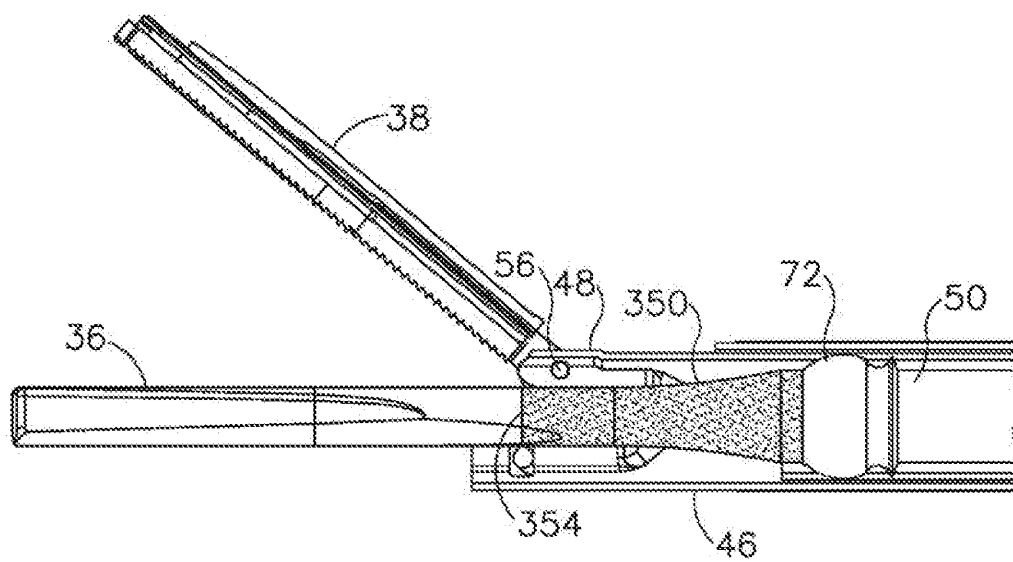


Fig. 11

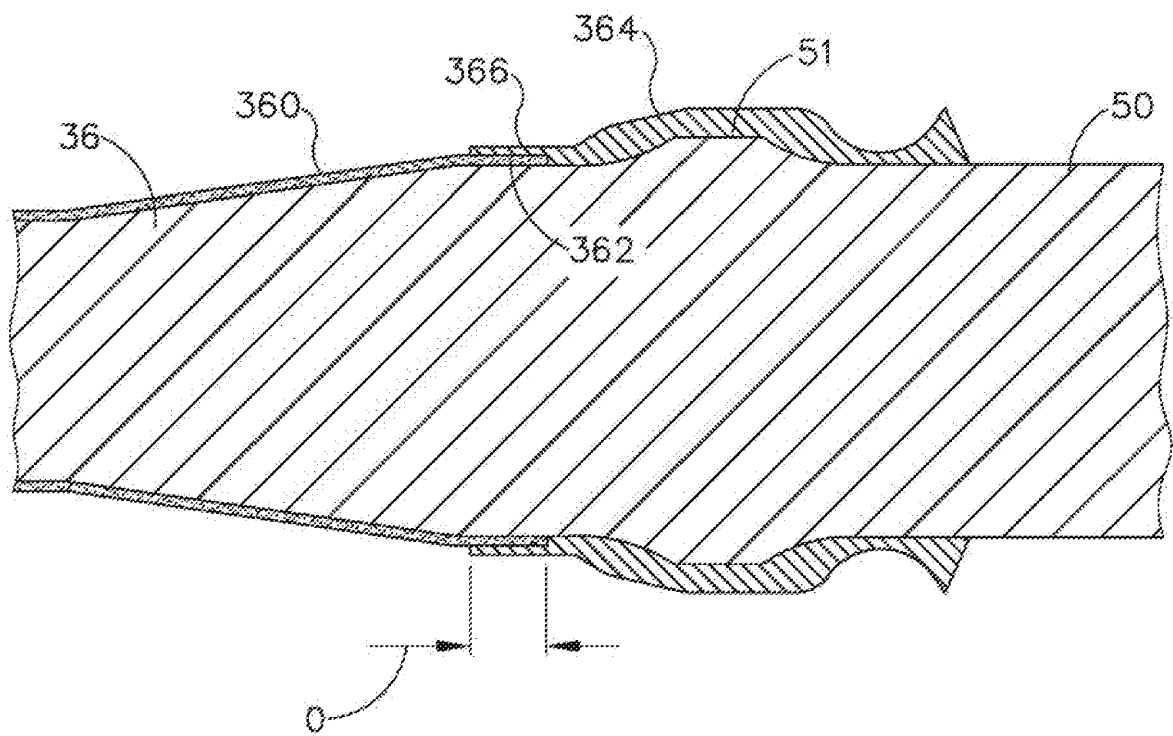


Fig. 12

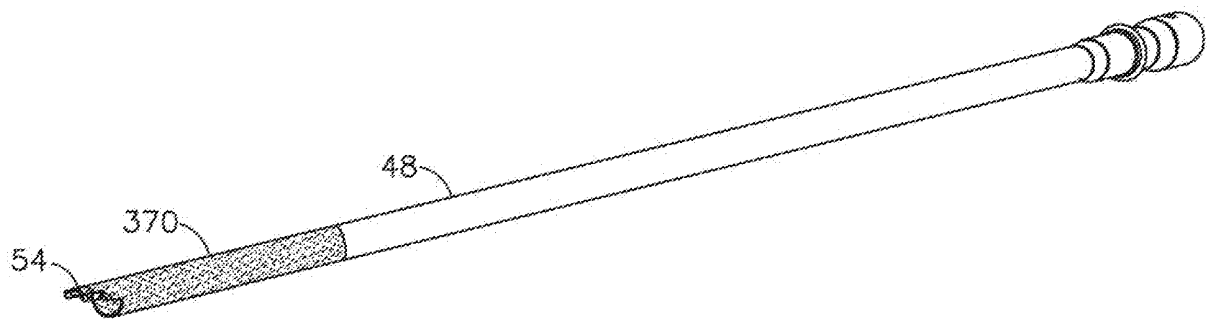


Fig. 13

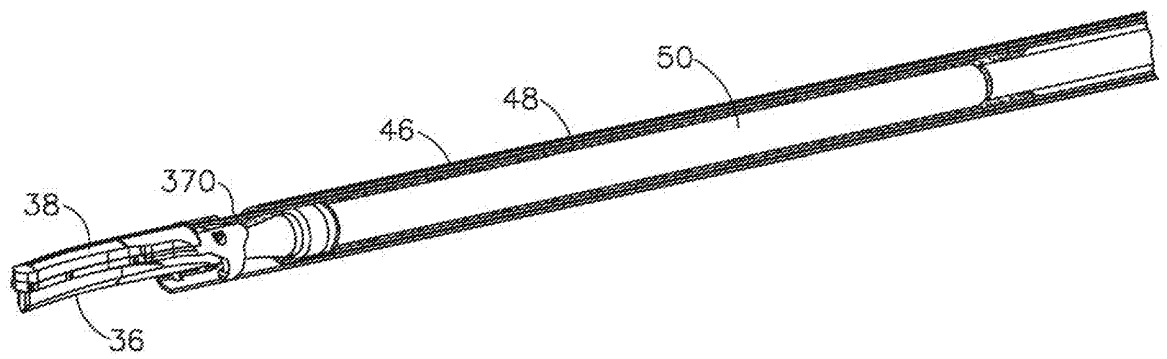


Fig. 14

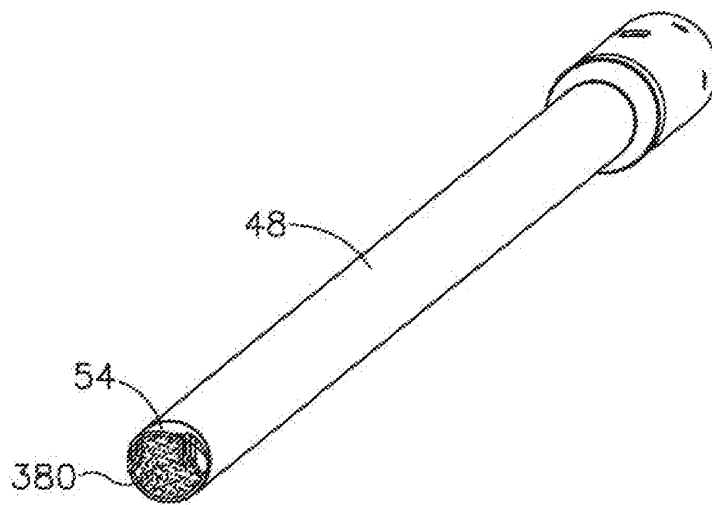


Fig. 15

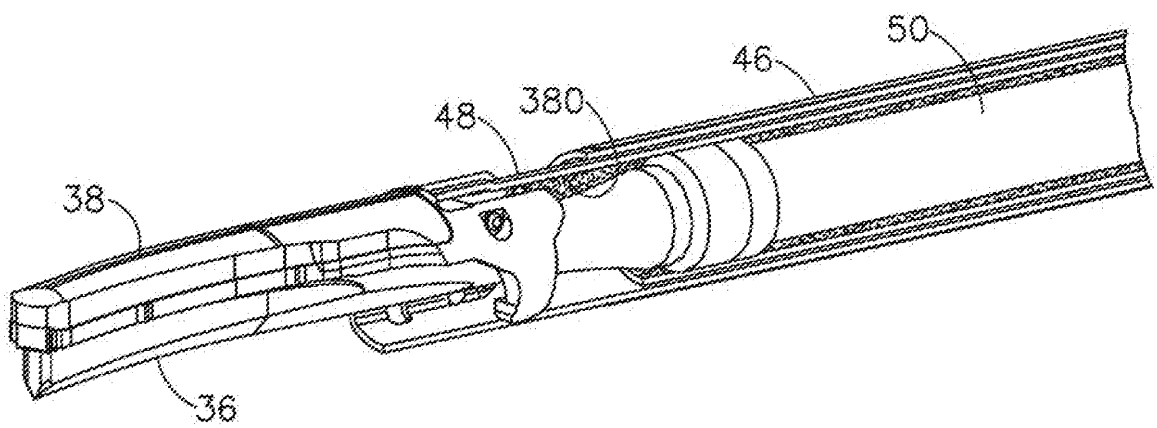


Fig. 16

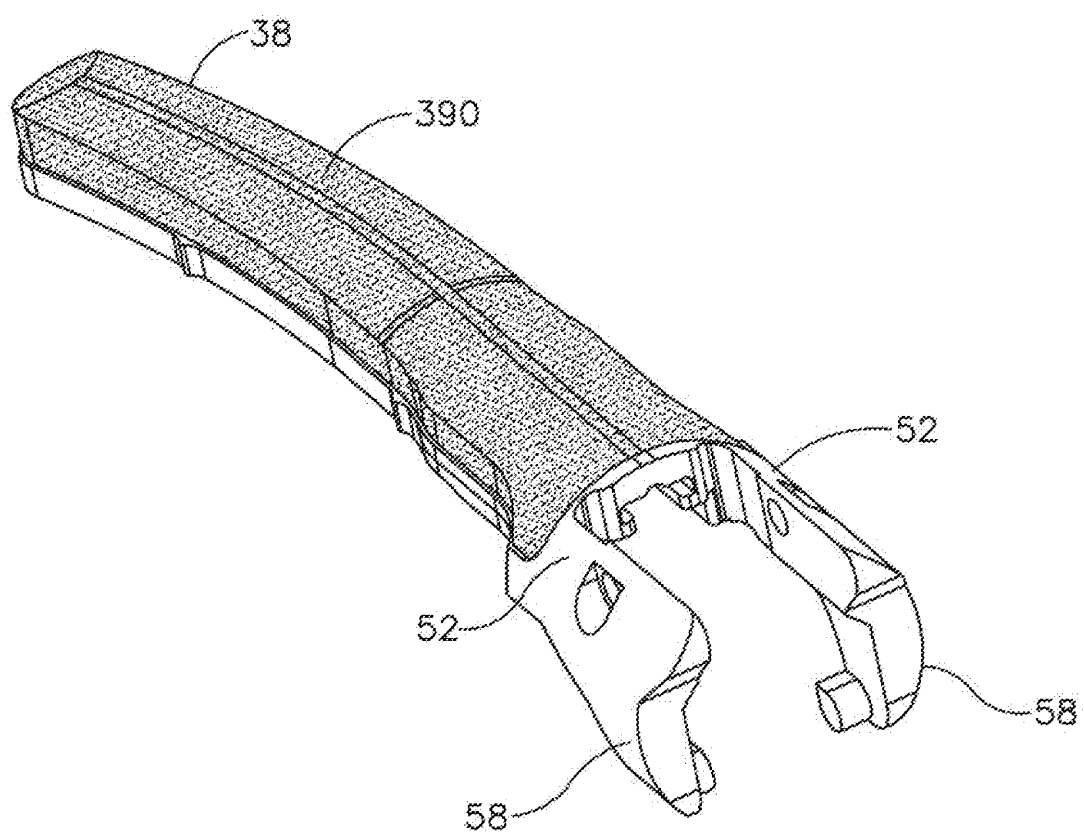


Fig. 17