



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

**(21) PI 0924552-9 A2**



**(22) Data do Depósito: 09/06/2009**

**(43) Data da Publicação Nacional: 16/12/2010**

**(54) Título:** CORPO DE ELETRODO DE DIREÇÃO CONTROLÁVEL PARA REMOVER SELETIVAMENTE O TECIDO CORPORAL, E TUBULAÇÃO GUIA

**(51) Int. Cl.:** A61B 18/14; A61B 17/32; A61B 17/34; A61B 17/70; A61L 29/04.

**(71) Depositante(es):** KOREA UNIVERSITY INDUSTRIAL & ACADEMIC COLLABORATION FOUNDATION; U&I CORPORATION.

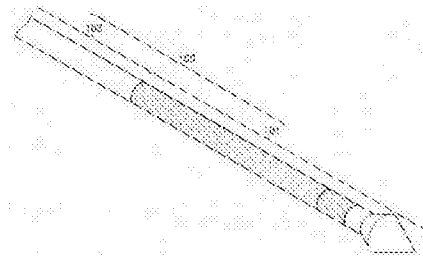
**(72) Inventor(es):** SANG-HEON LEE; SUNG-YOUN CHO; BONG-SU KANG; SANG-WOON KIM; JA-KYO KOO; JONG-TACK KIM.

**(86) Pedido PCT:** PCT KR2009003090 de 09/06/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/143757 de 16/12/2010

**(85) Data da Fase Nacional:** 09/12/2011

**(57) Resumo:** "CORPO DE ELETRODO DE DIREÇÃO CONTROLÁVEL PARA REMOVER SELETIVAMENTE O TECIDO CORPORAL, E TUBULAÇÃO GUIA" Trata-se de um corpo de eletrodo de direção controlável compreendendo um corpo flexível que compreende: um primeiro eletrodo compreendendo um corpo, uma primeira capa unida a uma extremidade do corpo, e uma primeira linha de eletrodo conectada a uma outra extremidade do corpo; um isolante em contato parcial com o corpo e com a primeira capa do primeiro eletrodo, o dito isolante funcionando para isolar o primeiro eletrodo do segundo eletrodo; um segundo eletrodo compreendendo um primeiro anel em contato com o 1. O isolante; e uma segunda linha de eletrodo conectada a uma extremidade do primeiro anel; e um controlador de direção compreendendo uma primeiro fio de controle de direção comunicando-se com o primeiro eletrodo ou o segundo eletrodo para controlar a direção do corpo de eletrodo. Também, uma tubulação guia é fornecida para levar o corpo de eletrodo a um tecido alvo .



## "CORPO DE ELETRODO DE DIREÇÃO CONTROLÁVEL PARA REMOVER SELETIVAMENTE O TECIDO CORPORAL, E TUBULAÇÃO GUIA"

### Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um corpo de eletrodo útil para remover localmente tecido corporal usando radiofrequência (RF). Mais particularmente, a presente invenção refere-se a um corpo de eletrodo de direção controlável que pode prontamente penetrar em um material fibroide rígido no corpo e avançar para um tecido alvo de uma maneira controlada dentro do material usando um fio de controle. Também, a presente invenção considera uma tubulação guia que pode levar o corpo de eletrodo a um tecido alvo do corpo.

### Fundamentos da Invenção

A hérnia de disco é uma condição médica que afeta a espinha, na qual um disco intervertebral se projeta para colocar pressão no nervo localizado próximo ao disco, resultando em dor radicular e lombalgia. Os discos intervertebrais consistem de um anulo fibroso externo, que circunda o núcleo pulposo interno. Após o anulo fibroso ser rompido por impacto físico, quando o disco está sob grande pressão gerada pelo peso do corpo mediante manter-se em pé ou por algum impacto excessivo, o núcleo pulposo se projeta para fora através da ruptura no anulo fibroso. Em adição, uma pressão interna alta no disco intervertebral é transferida para a camada externa do disco, de modo que o disco se projeta. Essa condição médica é chamada hérnia de disco. Se o disco projetado não volta ao estado normal, mas é mantido projetado, ele pressiona o nervo para causar dor lombar.

A hérnia de disco pode ser curada por cirurgia. No máximo 30% dos casos cirúrgicos executados para hérnia de disco, entretanto, não produzem efeitos terapêuticos. Ademais, como a cirurgia da coluna está apta para ser acompanhada pela ablação de um nervo espinhal, 5 a 10% dos pacientes que passaram por cirurgia da coluna sofrem de Síndrome Pós-Laminectomia" (FBSS) pelo resto de suas vidas.

Outra forma de tratar hérnia de disco intervertebral é um método de restauração pelo qual o núcleo pulposo em uma hérnia de disco intervertebral é removido para reduzir a pressão interna de modo que o disco projetado retroceda espontaneamente. Esse método é um método de tratamento não cirúrgico caracterizado pelo uso de energia de radiofrequência para ablar a hérnia de disco. Quando a radiofrequência é aplicada a um eletrodo de radiofrequência que é direcionado para o tecido interno de um disco intervertebral, um campo elétrico de alta energia é formado em torno do eletrodo e dissocia os constituintes do núcleo pulposo em íons negativa e positivamente carregados para remover o disco herniado. Comparado a um método cirúrgico, o método de usar um eletrodo de radiofrequência para remover o tecido corporal tem as vantagens de reduzir o período de hospitalização, diminuir as despesas médicas, e evitar os efeitos colaterais da cirurgia.

Geralmente, a radiofrequência usada nesse tratamento médico tem uma taxa de

oscilação de 100 a 20.000 kHz. O uso de um eletrodo de radiofrequência para ablar os tecidos corporais ou remover oclusões intravasculares é descrito na Patente US No. 6.554.827 B2.

5 Enquanto a lombalgia é causada por uma parte do disco intervertebral sendo herniado e pressionando as raízes de nervos adjacentes, pressão hidrostática é colocada no anelo fibroso externo pelo núcleo pulposo interno. Como a fluidez do núcleo pulposo interno na hérnia não é grande, o disco intervertebral é mantido no estado herniado, continuando a comprimir as raízes dos nervos e causar lombalgia. Para tratamento não cirúrgico, primeiro, as pontas de eletrodo de radiofrequência são inseridas no tecido externo da hérnia de disco com o auxílio de uma tubulação guia. A aplicação de uma radiofrequência gera um campo elétrico entre os dois eletrodos, dissociando a composição interna em partículas negativa e positivamente carregadas que formam um meio eletricamente neutro. Assim, a pressão interna do disco intervertebral é reduzida para recuar a projeção para fora do disco. Em adição à restauração indireta por redução de pressão, a ponta de eletrodo da tubulação guia que está localizada na hérnia do disco intervertebral pode ablar diretamente o tecido com hérnia para remover a compressão no nervo, curando assim a lombalgia e a dor radicular.

10 Como eles são retos, a maior parte dos eletrodos de radiofrequência convencionais são desvantajosos pelo fato de que suas regiões acessíveis são limitadas, porque eles podem somente alcançar os sítios que estão em uma linha reta com a posição de inserção do eletrodo. Particularmente quando uma hérnia de disco é tratada, a posição na qual a ponta de eletrodo de radiofrequência é inserida no corpo é muito restrita por causa da espinha e dos nervos espinhais. Consequentemente, é muito difícil ablar o tecido oposto à posição de inserção do eletrodo de radiofrequência. O método que usa um eletrodo de radiofrequência é baseado no princípio no qual o tecido é removido para gerar uma pressão negativa que age, por sua vez, para restaurar um disco intervertebral herniado. Assim, a menos que se remova o tecido em torno da hérnia, a eficiência terapêutica do método é muito pobre.

25 Ademais, há eletrodos de radiofrequência que têm uma parte de extremidade curva que é curvada em uma curvatura constante antes de ser inserida no corpo. A força de restauração dos eletrodos curvos os leva a alcançar o sítio que é difícil de acessar de uma maneira reta após prosseguir através de uma tubulação guia. Entretanto, uma vez que entram no corpo, é difícil restaurar a parte curva. De fato, esses eletrodos curvos não são amplamente usados porque seu sucesso depende da experiência e suposição. Em adição, os eletrodos curvos, embora suficientemente restauradores, são difíceis de posicionar precisamente no disco intervertebral herniado que diferem entre si.

35 É também descrito um eletrodo que tem uma parte de extremidade que é feita de um material polimérico flexível e pode ser prontamente curvado. Entretanto, é difícil posicionar precisamente esse eletrodo no disco espinhal herniado. Ademais, o material polimérico

pode fundir mediante a aplicação de radiofrequência.

Em pacientes que sofreram de um disco espinhal herniado por um longo período de tempo, um gargalo é gerado entre o anulo fibroso e a parte projetada. À medida que o tempo passa, o tecido pode crescer no gargalo, formando um fibroide firme obstruído. Nesse caso, o núcleo pulposo no disco espinhal herniado é difícil de remover porque a ponta de eletrodo não pode penetrar no fibroide firme obstruído.

#### Sumário da Invenção

##### Problema Técnico

A presente invenção tem como objetivo fornecer um dispositivo médico que tenha uma função de controle de direção de modo a se aproximar prontamente de um tecido alvo dentro do corpo e que pode remover seletivamente o alvo para alcançar um efeito terapêutico.

##### Solução Técnica

De acordo com um aspecto, a presente invenção fornece um corpo de eletrodo de direção controlável, compreendendo um corpo flexível que compreende: um primeiro eletrodo, compreendendo um corpo, uma primeira capa unida a uma extremidade do corpo, e uma primeira linha de eletrodo conectada a uma outra extremidade do corpo; um isolante em contato parcial com o corpo e com a primeira capa do primeiro eletrodo, o dito isolante funcionando para isolar o primeiro eletrodo do segundo eletrodo; um segundo eletrodo compreendendo um primeiro anel em contato com o isolante; e uma segunda linha de eletrodo conectada a uma extremidade do primeiro anel; e um controlador de direção compreendendo uma primeira fio de controle de direção comunicando-se com o primeiro eletrodo ou o segundo eletrodo para controlar a direção do corpo de eletrodo.

De acordo com outro aspecto, a presente invenção fornece um método para tratar a doença discal, compreendendo: uma etapa de (A) se aproximar de uma localização de uma lesão causando lombalgia controlando o corpo de eletrodo de direção controlável da reivindicação 1; e ao menos uma etapa selecionada a partir do grupo que consiste de (B) procurar um nervo responsável pela dor estimulando a lesão com o corpo de eletrodo; (C) tratar a doença discal coagulando a lesão com o corpo de eletrodo; e (D) tratar a doença discal ablando um tecido de disco causando a dor com o corpo de eletrodo.

De acordo com um aspecto adicional dessa, a presente invenção fornece uma tubulação guia, compreendendo: uma segunda tubulação de proteção flexível; uma segunda capa conjugada a uma extremidade da segunda tubulação de proteção flexível; um segundo fio de controle de direção, se estendendo da segunda capa a uma outra extremidade da segunda tubulação de proteção flexível; e um segundo operador de direção oco se comunicando com o segundo fio de controle de direção.

##### Efeitos Vantajosos

Após ser inserido no corpo, o corpo de eletrodo da presente invenção pode ser posicionado de forma controlável curvando o corpo flexível com o fio de controle de direção. Sendo capaz de se aproximar de um tecido alvo com o corpo de uma maneira controlada, o corpo de eletrodo pode livrar-se seletivamente do tecido alvo. Ademais, o corpo de eletrodo pode invadir prontamente um material fibroide rígido de modo que ele pode ser aplicado ao tratamento de hérnia de disco que foi fixado por um longo período de tempo.

#### Breve Descrição dos Desenhos

A FIG. 1 é uma vista em perspectiva que mostra um corpo de eletrodo de direção controlável de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A FIG. 2 é uma vista em perspectiva que mostra um corpo flexível do eletrodo de direção controlável.

A FIG. 3 é uma vista em perspectiva que mostra constituintes usados no corpo flexível do corpo de eletrodo de direção controlável.

A FIG. 4 é uma vista esquemática que mostra um processo para controlar a direção e a posição do corpo de eletrodo inserido em um disco intervertebral.

A FIG. 5 é uma vista em perspectiva do corpo de eletrodo de acordo com uma modalidade da presente invenção que está associada com um controlador de direção.

A FIG. 6 é uma vista em perspectiva que mostra uma parte de uma punção de eletrodo na qual o corpo de eletrodo de acordo com uma modalidade da presente invenção será inserido.

A FIG. 7 é uma vista lateral que mostra uma agulha curva tendo uma capa cônica em uma extremidade.

A FIG. 8 é uma vista lateral que mostra uma parte da agulha curva da FIG. 7.

A FIG. 9 é uma vista transversal que mostra uma parte da agulha curva da FIG. 7.

A FIG. 10 é uma vista lateral expandida da capa cônica da agulha curva.

A FIG. 11 é uma vista lateral de uma agulha curva que tem uma ranhura em um lado e um fio instalado dentro da ranhura, o fio sendo manipulado para controlar a direção da agulha curva.

A FIG. 12 é uma vista lateral de uma agulha curva tendo uma ranhura formada em um lado e uma região flexível cilíndrica adjacente à ranhura.

A FIG. 13 é uma vista lateral de uma agulha curva tendo uma ranhura em um lado e uma região flexível tipo malha adjacente à ranhura.

A FIG. 14 é uma vista lateral de uma agulha curva tendo uma ranhura em um lado e uma região flexível tipo helicoidal adjacente à ranhura.

A FIG. 15 é uma vista lateral de uma agulha curva tendo uma ranhura em um lado e uma região flexível articular adjacente à ranhura.

A FIG. 16 é uma vista esquemática que mostra uma agulha curva tendo uma ranhu-

ra em um lado e uma região flexível adjacente à ranhura que é inserida no disco entre a quinta vértebra lombar L5 e o sacro S1.

A FIG. 17 ilustra vistas laterais que mostram protetores para proteger um tecido corporal do calor gerado pelo corpo de eletrodo.

5 A FIG. 18 é um gráfico que mostra uma forma de onda gerada quando uma corrente alternada é usada.

A FIG. 19 é uma gráfica que mostra formas de onda geradas quando duas correntes alternadas são usadas com uma diferença de fase.

10 A FIG. 20 é uma vista em perspectiva de uma tubulação guia de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A FIG. 21 é uma vista transversal aumentada que mostra a estrutura da tubulação guia da FIG. 20.

A FIG. 22 é uma vista em perspectiva que mostra uma tubulação guia na qual um trocarte é inserido.

15 A FIG. 23 é uma vista transversal que mostra uma tubulação guia compreendendo um segundo fio de controle de direção estendido a partir de um terceiro anel, com um trocarte inserido neste, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

20 A FIG. 24 é uma vista transversal de uma tubulação guia na qual uma ranhura é formada entre a segunda capa e o terceiro anel, mas não em uma extremidade da segunda capa, em um lado.

A FIG. 25 ilustra fotografias que mostram um processo de montagem das tubulações guias da presente invenção em uma tubulação guia maior.

#### Descrição Detalhada da Invenção

25 A presente invenção fornece um corpo de eletrodo de direção controlável, compreendendo um corpo flexível que compreende: um primeiro eletrodo compreendendo um corpo, uma primeira capa unida a uma extremidade do corpo, e uma primeira linha de eletrodo conectada a uma outra extremidade do corpo; um isolante em contato parcial com o corpo e com a primeira capa do primeiro eletrodo, o dito isolante funcionando para isolar o primeiro eletrodo do segundo eletrodo; um segundo eletrodo compreendendo um primeiro anel em  
30 contato com o isolante; e uma segunda linha de eletrodo conectada a uma extremidade do primeiro anel; e um controlador de direção compreendendo uma primeira fio de controle de direção comunicando-se com o primeiro eletrodo ou o segundo eletrodo para controlar a direção do corpo de eletrodo.

35 O corpo de eletrodo de direção controlável pode ainda compreender um corpo rígido unido ao corpo flexível.

Nesse caso, o corpo de eletrodo de direção controlável pode ainda compreender um primeiro operador de direção combinado com o corpo rígido.

No corpo de eletrodo de direção controlável, o corpo do primeiro eletrodo é integrado à primeira capa.

Em uma modalidade do corpo de eletrodo de direção controlável, o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo são independentemente feitos de um material selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, liga de aço geral, aço-titânio e aço com memória de forma.

O isolante pode ser de um material selecionado a partir do grupo que consiste de cerâmica, silício, fluororesina, um polímero encolhível por calor, e combinações desses.

A cerâmica é  $Al_2O_3$ , o silício é  $SiO_2$ , e o polímero encolhível por calor é selecionado a partir do grupo que consiste de politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poliéster (PET), poliéter éter cetona (PEEK), e combinações desses.

No corpo de eletrodo de direção controlável, o primeiro fio de controle de direção tem uma resistência elétrica de  $0,1 \mu\Omega$  a  $5 \Omega$  e uma resistência à tração de 100 MPa e 20 GPa e é usado tanto para controlar a direção do corpo de eletrodo quanto para servir como uma linha de fornecimento de energia, onde o diâmetro do eletrodo pode ser reduzido.

O primeiro fio de controle de direção pode ser feito de um material selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, titânio, liga de cobalto-cromo, platina, prata e combinações desses.

Em adição, o primeiro fio de controle de direção é revestido com esmalte.

No corpo de eletrodo de direção controlável, o controlador de direção pode compreender um segundo anel conectado ao primeiro eletrodo ou ao segundo eletrodo.

Esse segundo anel é conectado à primeira capa do primeiro eletrodo ou ao primeiro anel do segundo eletrodo.

O corpo flexível pode ainda compreender uma primeira tubulação de proteção flexível para proteger o primeiro eletrodo, o isolante, o segundo eletrodo e o controlador de direção.

Em uma modalidade do corpo de eletrodo de direção controlável, a primeira tubulação de proteção flexível tem uma estrutura helicoidal ou articular.

A primeira tubulação de proteção flexível é feita de um polímero mole.

Esse polímero mole tem uma dureza shore de 40 a 75 shore D.

Nesse aspecto, o polímero mole pode ser selecionado a partir do grupo que consiste de Pebax 4533, Pebax 5533, Pebax 7233 (Atochem), Náilon-12, polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliésteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de

alta densidade (HDPE), e combinações desses.

Ademais, o corpo de eletrodo de direção controlável pode ser inserido em uma ranhura formada em um lado de uma agulha curva, onde o corpo de eletrodo pode ser direcionalmente controlado à medida que a agulha curva é operada.

5 A agulha curva tem uma região flexível adjacente à ranhura.

A região flexível é feita de um material selecionado a partir do grupo que consiste de um polímero, um metal e um composto de polímero e metal.

Nesse contexto, o polímero pode ser selecionado a partir do grupo que consiste de polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliésteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de alta densidade (HDPE), e combinações desses, e o metal é aço inoxidável.

15 A estrutura da região flexível é selecionada a partir do grupo que consiste do tipo cilíndrica, tipo cilíndrica em malha, tipo helicoidal e tipo articular.

Nesse corpo de eletrodo, um lado da estrutura tipo cilíndrica da região flexível é feita de um metal, enquanto o outro lado feito de um polímero, de modo que a agulha curva seja curvada na direção do lado de polímero.

20 Uma região flexível com o tipo estrutura articular é composta de uma pluralidade de anéis triangulares.

Nessa estrutura, cada anel triangular tem um orifício de inserção ou um rebaixo formado em uma posição superior e em uma posição inferior desse no qual um fio de controle de direção é inserido.

25 O corpo de eletrodo de direção controlável pode estar associado com um protetor para proteger um tecido de corpo adjacente do calor gerado pelo corpo de eletrodo, e o protetor é composto de uma membrana de proteção e um suporte para suportar a membrana de proteção.

A membrana de proteção pode ter uma estrutura tipo malha ou uma estrutura tipo cruciforme.

30 A membrana de proteção é feita de um material selecionado a partir do grupo que consiste de politetrafluoroetileno (PTFE), polietileno (PE), poliéter éter cetona (PEEK), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poli-imida (PI), poliéster (PET), poliamida (PA) e combinações desses.

35 No corpo de eletrodo de direção controlável, o suporte pode ser um tubo em forma de Y.

Além disso, o suporte pode ser feito de um material selecionado a partir do grupo

que consiste de um polímero, um metal e um composto desses.

A membrana pode ser feita de um polímero selecionado a partir do grupo que consiste de politetrafluoroetileno (PTFE), polietileno (PE), poliéter éter cetona (PEEK), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poli-imida (PI), poliéster (PET), poliamida (PA) e combinações desses.

Para uso no suporte, o metal pode ser aço inoxidável.

Também, a presente invenção fornece um método para tratar doença discal, compreendendo: uma etapa de (A) se aproximar da localização de uma lesão causando lombalgia controlando-se o corpo de eletrodo de direção controlável da reivindicação 1; e ao menos uma etapa selecionada a partir do grupo que consiste de (B) procurar um nervo responsável pela dor estimulando a lesão com o corpo de eletrodo; (C) tratar a doença discal coagulando a lesão com o corpo de eletrodo; e (D) tratar a doença discal ablando um tecido do disco que causa dor com o corpo de eletrodo.

A etapa (A) pode ser seguida pela etapa (D).

Em uma modalidade alternativa, as etapas podem ser conduzidas na ordem de (A), (B) e (C).

Em outra modalidade, a etapa (A) pode ser conduzida, seguida por conduzir sequencialmente as etapas (D), (B) e (C).

No método, a etapa (A) de avançar o corpo de eletrodo de direção controlável para uma lesão compreende: inserir o corpo de eletrodo no anulo fibroso de um disco intervertebral de interesse, com o corpo de eletrodo de direção controlável estando espalhado; e curvar controlavelmente o corpo flexível do corpo de eletrodo em uma direção desejada para posicionar a capa e o anel na lesão.

No método, a etapa (B) de estimular a lesão para procurar por um nervo responsável pela dor compreende aplicar uma corrente alternada de 1 Hz a 300 Hz em uma tensão de 0,1 a 3,0 V ao corpo de eletrodo para detectar um nervo responsável pela dor.

A etapa (C) de coagular a lesão é conduzida por eletrocauterizador no qual uma corrente alternada de 300 a 500 kHz é aplicada ao corpo de eletrodo para remover o nervo.

Ademais, a presente invenção fornece uma tubulação guia, compreendendo: uma segunda tubulação de proteção flexível; uma segunda capa conjugada a uma extremidade da segunda tubulação de proteção flexível; um segundo fio de controle de direção, se estendendo da segunda capa a uma outra extremidade da segunda tubulação de proteção flexível; e um segundo operador de direção oco comunicando-se com o segundo fio de controle de direção.

Nessa tubulação guia, a segunda tubulação de proteção flexível tem uma estrutura tipo helicoidal ou tipo articular.

A segunda tubulação de proteção flexível pode ser feita de um polímero mole.

Esse polímero mole tem uma dureza shore de 40 a 75 shore D.

Em uma modalidade da tubulação guia, o polímero mole pode ser selecionado a partir do grupo que consiste de Pebax 4533, Pebax 5533, Pebax 7233 (Atochem), Náilon-12, polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliesteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de alta densidade (HDPE), e combinações desses.

O segundo fio de controle de direção pode ter uma resistência elétrica de  $0,1 \mu\Omega$  a  $5 \Omega$  e uma resistência à tração de 100 MPa a 20 GPa e ser usado tanto para controlar a direção do corpo de eletrodo de direção controlável quanto para servir como uma linha de fornecimento de energia, onde o diâmetro do eletrodo pode ser reduzido.

O segundo fio de controle de direção pode ser feito de um material selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, titânio, liga de cobalto-cromo, platina, prata e combinações desses.

O segundo fio de controle de direção pode ser revestido com esmalte.

A tubulação guia pode conter um trocarte dentro dela.

Em uma modalidade, a tubulação guia pode conter o corpo de eletrodo de direção controlável da presente invenção de modo que o corpo de eletrodo pode ser deixado mudar de direção de uma maneira controlada estabelecida pela tubulação guia.

A tubulação guia acima tem um raio de curvatura e um comprimento e serve como um dos muitos segmentos que são montados em uma tubulação guia maior.

A tubulação guia pode ter um raio de curvatura na faixa de 10 a 5000 mm e um comprimento na faixa de 0,5 a 3,5 mm.

Em uma modalidade, a tubulação guia pode conter o corpo de eletrodo de direção controlável da presente invenção.

Referência deveria ser feita agora aos desenhos, nos quais os mesmos números de referência são usados por todos os diferentes desenhos para designar componentes iguais ou similares.

A FIG. 1 é uma vista em perspectiva que mostra um corpo de eletrodo de direção controlável de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Com relação à FIG. 1, o corpo de eletrodo de direção controlável 100 de acordo com uma modalidade da presente invenção compreende um corpo flexível 101.

Quando o corpo de eletrodo é aplicado ao corpo, o corpo flexível 101 está em contato direto com o corpo e pode ser direcionalmente controlado dentro do corpo.

Para ser facilmente inserido no corpo, o eletrodo 100 pode ainda compreender um corpo rígido conectado a uma extremidade do corpo flexível 101. O corpo rígido 102 pode

funcionar para suportar e proteger o corpo flexível 101. O corpo rígido 102 pode ser feito de um polímero que tem uma alta dureza ou que é inserido em uma tubulação de aço inoxidável conferindo resistência à curvatura ao polímero. Exemplos do polímero com alta dureza incluem PEBAX, polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliesteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE) e polietileno de alta densidade (HDPE).

A FIG. 2 é uma vista em perspectiva que mostra o corpo flexível do corpo de eletrodo de direção controlável de acordo com uma modalidade da presente invenção, enquanto a FIG. 3 mostra constituintes do corpo flexível do corpo de eletrodo de direção controlável de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Com relação às FIGs. 2 e 3, o corpo flexível 101 compreende um primeiro eletrodo 110, um isolante 120, um segundo eletrodo 130 e um controlador de direção, e opcionalmente um primeiro tubo de proteção flexível 150.

O primeiro eletrodo 110 compreende um corpo 111, uma primeira capa fornecida para uma extremidade do corpo 111, e uma primeira linha de eletrodo conectada à outra extremidade do corpo 111. O corpo 111 serve como um suporte para o primeiro eletrodo 110. Contanto que o corpo 111 suporte o primeiro eletrodo 110, nenhuma limitação particular é conferida à morfologia do corpo 111. Entre os constituintes do eletrodo 100, a primeira capa 112 é primeiro inserida no corpo. Embora nenhuma limitação particular seja conferida à morfologia da primeira capa 112, ela preferencialmente tem uma forma de cunha ou uma forma de semiesfera. A primeira tampa 112 pode ainda ser equipada com um termômetro de minuto para medir a temperatura da posição na qual o eletrodo está localizado durante o tratamento. A primeira linha de eletrodo 113 é um fio de aço que é preferencialmente longo o bastante para correr através do corpo flexível 101. Em adição, quando um corpo rígido 102 se estende a partir do corpo flexível 101, a primeira linha de eletrodo 113 pode também ser estendida até o fim do corpo rígido 102.

O primeiro eletrodo 110 pode ser um anodo ou um catodo que é oposto à polaridade do segundo eletrodo 130. Contanto que ele permita uma corrente elétrica de radiofrequência para fluir através dele, qualquer material pode ser usado para formar o primeiro eletrodo 110. Preferencialmente, o primeiro eletrodo 110 pode ser feito de metal, e mais preferencialmente um selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, liga de aço, aço-titânio e liga com memória de forma.

O isolante 120, que está em contato parcial com o corpo 111 e com a primeira capa 112 do primeiro eletrodo 110, funciona para isolar eletricamente o primeiro eletrodo 110 do segundo eletrodo 130, isto é, para impedir que um curto-circuito entre o primeiro eletrodo 110 e o segundo eletrodo 130. Também, o isolante 120 fixa a primeira capa 112 do primeiro

eletrodo 110 no corpo de eletrodo 100. Embora desenhado nas figuras para ser parcialmente inserido no corpo 111 e na primeira capa 112, o isolante 120 pode ser conectado de várias outras maneiras. Contanto que ele é eletricamente não condutor e termicamente resistente, qualquer material pode ser usado para fabricar o isolante 120. Preferencialmente, o isolante 120 é feito de um material selecionado a partir do grupo que consiste de cerâmica, silício, fluororesina, um polímero encolhível por calor, e combinações desses. A cerâmica pode ser exemplificada por  $Al_2O_3$ . Representativo entre o silício útil na presente invenção é  $SiO_2$ . Exemplos do polímero encolhível por calor incluem politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poliéster (PET), poliéteramida (PEA), e poliéter éter cetona (PEEK).

O segundo eletrodo 130, que está em contato com o isolante 120, compreende um primeiro anel 131 e uma segunda linha de eletrodo 132 conectada a uma extremidade do primeiro anel 131. Embora o primeiro anel 131, que está em contato direto com o isolante 120, seja representado como sendo inserido no isolante 120 na figura, a conexão entre eles pode ser executada de várias outras maneiras. O primeiro anel 131 é uma parte de saída, fornecendo energia elétrica através da segunda linha de eletrodo 131. A segunda linha de eletrodo 132 está na forma de um fio de aço que é longo o bastante para correr através do corpo flexível 111. Em adição, quando um corpo rígido 102 é estendido a partir do corpo flexível 101, a segunda linha de eletrodo 131 pode também ser estendida até o fim do corpo rígido 102.

O segundo eletrodo 130 pode ser um anodo ou um catodo que é oposto à polaridade do primeiro eletrodo 110. Contanto que ele permita que a corrente elétrica de radiofrequência flua através dele, qualquer material pode ser usado para formar o segundo eletrodo 130. Preferencialmente, o segundo eletrodo 130 pode ser feito de metal, e mais preferencialmente um material selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, liga de aço, aço-titânio, e liga com memória de forma.

O controlador de direção 140, se comunicando com o primeiro eletrodo 110 ou com o segundo eletrodo 130, compreende um primeiro fio de controle de direção 142. Também, o controlador de direção 140 pode ainda compreender um segundo anel 141 que serve como um adaptador para conectar o controlador de direção 140 ao primeiro eletrodo 110 ou ao segundo eletrodo 130. O segundo anel 141 pode ser conectado à primeira capa 111 do primeiro eletrodo 110 ou ao primeiro anel 131 do segundo eletrodo 130.

No presente, o primeiro fio de controle de direção 142 é preferencialmente compreendido de dois ou mais fios. Contanto que ele permita que o corpo flexível 101 seja facilmente curvado e tenha uma resistência elétrica de  $0,1 \mu\Omega$  a  $5 \Omega$  e uma resistência à tração de 100 MPa a 20 GPa, qualquer material pode ser usado para fabricar o primeiro fio de con-

trole de direção. Exemplos do material que alcança essas condições incluem aço inoxidável, titânio, liga de cobalto-cromo, platina e prata. Se ele satisfaz tanto a resistência elétrica quanto a resistência à tração, o fio de controle de direção 142 pode ser usado para fornecer energia em adição a fornecer controle de direção. Nesse caso, o diâmetro do eletrodo pode ser ainda reduzido. Opcionalmente, o primeiro fio de controle de direção 142 pode ser revestido com esmalte, isto é, um material isolante. Exemplos de material isolante incluem politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poliéster (PET), poliéteramida (PEA), e poliéter éter cetona (PEEK).

O primeiro fio de controle de direção 142 está localizado em uma fase de 180° no segundo anel 141. Como será explicado em mais detalhes, o primeiro fio de controle de direção 142 se comunica com um disparador 210 de um operador de direção 200 e participa no controle da direção do eletrodo 100 com a operação do disparador 210.

O corpo flexível 101 pode ainda compreender a primeira tubulação de proteção flexível 150 para proteger o primeiro eletrodo 110, o isolante 120, o segundo eletrodo 130 e o controlador de direção 140. A primeira tubulação de proteção flexível 150 ajuda o corpo flexível 101 a curvar. Preferencialmente, a primeira tubulação de proteção flexível 150 está localizada embaixo do primeiro anel 131. Quando o controlador de direção 140 compreende o segundo anel 141, a primeira tubulação de proteção flexível 150 é preferencialmente montada para circundar a superfície inteira do segundo anel 141. Contudo que a primeira tubulação de proteção flexível 150 seja prontamente curvada por uma força de operação, sua forma e material não são limitados aos específicos. Preferencialmente, ela tem uma estrutura helicoidal ou articular. Ademais, a primeira tubulação de proteção flexível 150 é preferencialmente feita de um polímero mole que tem uma dureza shore de 40 a 75 shore D. Dentre os polímeros mole com uma dureza shore de 40 a 75 shore D estão as resinas de poliamida tal como Pebax 4533, Pebax 5533, Pebax 7233 (Atochem) e Náilon-12. Exemplos de tal polímero mole também incluem polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliésteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE) e polietileno de alta densidade (HDPE).

A FIG. 4 mostra um processo para controlar a direção e a posição do corpo de eletrodo inserido em um disco intervertebral.

Com relação às FIGs. 4A a 4C, o corpo de eletrodo 100 é inserido no núcleo pulposo 10 no anelo fibroso de um disco intervertebral enquanto ficando quase reto. Após a inserção do corpo flexível 100 no corpo, o controlador de direção 140 é operado para curvar o corpo flexível 101 do corpo de eletrodo 100 para mover a capa 112, isto é, a parte de saída do corpo de eletrodo 100, e o primeiro anel 31 em uma direção desejada. À medida que o fio

de controle de direção 142 do controlador de direção 140 é puxado ou deixado frouxo, o corpo flexível 101 é curvado em uma certa direção. Dessa maneira, a capa 112 e o primeiro anel 131 do corpo de eletrodo 100 podem facilmente prosseguir em direção a suas posições desejadas como mostrado pelas setas. Estando conectado a um gerador de radiofrequência, o controlador de direção 140 é também usado para aplicar uma radiofrequência a um tecido alvo através da parte de saída.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, o corpo de eletrodo pode estar conectado a um operador de direção na extremidade oposta do corpo rígido ao corpo flexível.

Com relação à FIG. 5, um corpo de eletrodo combinado com um operador de direção é mostrado em uma vista em perspectiva.

Como mostrado na FIG. 5, o operador de direção 200 combinado com o eletrodo 100 compreende um disparador 210. Quando um dos fios de controle de direção 142 do controlador de direção 140 é puxado pela manipulação do disparador 210, o corpo de eletrodo 100 é curvado na direção de tração. Dessa maneira, a posição e a direção do corpo de eletrodo 100 podem ser controladas.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, o corpo de eletrodo pode estar contido em uma agulha curva tendo uma ranhura em uma extremidade lateral. A agulha curva ajuda o corpo de eletrodo a ser mais facilmente inserido no corpo.

Com relação à FIG. 6, uma agulha curva na qual o corpo de eletrodo está contido é mostrada em uma vista em perspectiva.

Como mostrado na FIG. 6, a agulha curva 300 tem uma ranhura 320 em uma lateral e pode controlar o movimento do corpo de eletrodo mais fácil e precisamente. Na ausência da agulha curva 300, o corpo de eletrodo precisa superar a resistência da substância interna de um disco de modo a alcançar uma mudança de direção. Por outro lado, quando presente na agulha curva, o corpo de eletrodo pode se curvar em uma direção lateral em uma extremidade da agulha curva. Assim, a agulha curva pode reduzir significativamente a resistência da substância interna do disco para ajudar a mudança de direção do corpo de eletrodo. A agulha curva pode ser feita de aço inoxidável. A agulha curva tem preferencialmente uma forma cônica de modo que ela não rompa o anulo fibroso na invasão.

A FIG. 7 é uma vista lateral da agulha curva tendo uma capa cônica em uma extremidade. A FIG. 8 é uma vista lateral que mostra uma parte da agulha curva da FIG. 7, enquanto a FIG. 9 é uma vista transversal que mostra uma parte da agulha curva da FIG. 7. A FIG. 10 é uma vista transversal da capa cônica da agulha curva.

Como mostrado na FIG. 7 a 10, a agulha curva 300 tem uma capa cônica 310 em uma extremidade. A capa cônica 310 é preferencialmente conectada ao corpo principal por soldagem a laser. Em adição, a agulha curva 300 tem uma ranhura 320 em um lado de mo-

do que ela possa ser prontamente curvada em uma direção. Preferencialmente, a ranhura 320 tem uma margem redonda. Em uma modalidade preferencial, a agulha curva 300 tem comprimento de 190 mm a 210 mm com um diâmetro externo de 1,50 mm a 2,00 mm e um diâmetro interno de 1,30 mm a 1,40 mm. O comprimento a1 da capa cônica 310 ao início da ranhura 320 é preferencialmente 2,00 mm a 3,20 mm e mais preferencialmente 2,50 mm. O comprimento da ranhura a2 está preferencialmente na faixa de 5,50 mm a 5,80 mm. A ranhura 320 é arredondada nas margens com um raio preferencial de 0,75 mm a 0,82 mm e um raio mais preferencial de 0,80 mm. O comprimento a4 entre a capa cônica 310 e a ranhura 320 é preferencialmente 0,50 mm a 0,80 mm.

A capa cônica 310 é composta de uma parte de capa 311 e uma parte de encaixe 312. Para ser encaixada ao corpo principal, a parte de encaixe 312 é projetada para ter uma espessura menor do que a da parte de capa 311. O comprimento total a5 da capa cônica 310 é preferencialmente 4,50 mm a 5,00 mm e mais preferencialmente 4,80 mm. A capa 311 é projetada para ter uma parte cônica e uma parte cilíndrica. A parte cônica tem um ângulo interno a6 de 58° a 62° e um comprimento a7 de 1,25 mm a 1,55 mm. Por outro lado, a parte cilíndrica tem uma altura a8 de 1,50 mm a 1,70 mm e um comprimento a9 de 0,50 mm a 0,80 mm.

A parte de encaixe 312 é projetada para ter uma parte de suporte 312a e uma parte de contato 312b para serem encaixadas firmemente ao corpo principal. A parte de contato tem uma altura a10 de 1,25 mm a 1,35 mm e um comprimento a11 de 0,45 mm a 0,85 mm. Preferencialmente, a parte de suporte 312a tem uma linha reta em um lado em contato com o corpo principal e uma linha curva em outro lugar. Contudo que ele não obstrua a mudança de direção da agulha curva, qualquer comprimento pode ser dado à parte de suporte sem limitações. Preferencialmente, a parte curva a12 tem um raio de 2,50 mm a 3,20 mm.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, a direção do corpo de eletrodo é controlada, enquanto o corpo de eletrodo está contido em uma agulha curva que tem uma ranhura em um lado e um fio de controle de direção instalado dentro da ranhura.

Com relação à vista lateral da FIG. 11, uma agulha curva tem uma ranhura em um lado e um fio instalado dentro da ranhura, o fio sendo manipulado para controlar a direção da agulha curva.

No corpo principal da agulha curva, como mostrado na FIG. 11, um orifício de inserção 320a é formado em uma posição em uma linha de extensão da linha reta que liga ambas as extremidades da ranhura 320. Um fio 320b é inserido no orifício de inserção 320a e estendido na direção oposta à capa cilíndrica 31 até uma extremidade da agulha curva. Ao manipular o fio 320b, a direção da agulha curva pode ser controlada.

Em uma modalidade da presente invenção, o corpo de eletrodo é inserido dentro da agulha curva que tem uma ranhura em um lado e uma região flexível adjacente à ranhura de

modo que a direção do corpo de eletrodo possa ser controlada. A região flexível da agulha curva torna possível que o corpo de eletrodo alcance uma localização que é difícil de acessar em termos de estrutura anatômica, particularmente, devido ao osso pélvico. A região flexível pode ser preferencialmente feita de um selecionado a partir do grupo que consiste de um polímero, um metal ou um composto de um polímero e um metal. O polímero pode ser fabricado em uma tubulação e exemplos do polímero incluem polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliésteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE) e polietileno de alta densidade (HDPE).

O metal é preferencialmente aço inoxidável e mais preferencialmente ASTM F899 tipo 304.

Ademais, a região flexível tem preferencialmente uma estrutura selecionada a partir do grupo que consiste do tipo tipo cilíndrica, tipo cilíndrica em malha, tipo helicoidal e tipo articular. Começando a partir da extremidade da capa cônica 310, o comprimento é preferencialmente 0,2 mm a 1 cm ao início da região flexível e 3 cm a 10 cm ao fim da região flexível. Se as condições para o comprimento são alcançadas, a agulha curva pode realizar uma mudança de direção fácil dentro do núcleo pulposo no anulo fibroso de um disco.

Com relação à FIG. 12, há uma vista lateral de uma agulha curva tendo uma ranhura formada em um lado e uma região flexível cilíndrica adjacente à ranhura.

Como mostrado na FIG. 12, a agulha curva 300 tem uma região flexível cilíndrica 301 que é formada em uma posição oposta à capa cilíndrica 310 e adjacente à ranhura 320. A região flexível 301 é dividida em uma seção de polímero flexível 301a e uma seção de metal rígida 301b. Preferencialmente, a seção de polímero 301a está localizada no mesmo lado que é para a ranhura 320, enquanto a seção de metal 301b está localizada em um lado oposto ao da ranhura 320. A agulha curva 300 tendo a região flexível cilíndrica prossegue em virtude da seção de metal 301b até que a agulha curva 300 penetra no anulo fibroso enquanto a seção de polímero 301a desempenha uma função em virar a agulha curva 300 em uma direção diferente dentro do núcleo pulposo fracamente resistente após a penetração no anulo fibroso.

Com relação à vista lateral da FIG. 13, uma agulha curva tem uma ranhura em um lado e uma região flexível tipo malha adjacente à ranhura.

Como mostrado na FIG. 13, a região flexível 301 é formada em uma estrutura em malha na qual uma estrutura de metal tipo malha é circundada por um polímero. A estrutura de metal tipo malha pode ser fabricada por corte a laser.

A FIG. 14 é uma vista lateral de uma agulha curva tendo uma ranhura em um lado e uma região flexível tipo helicoidal adjacente à ranhura.

Como mostrado na FIG. 14, a região flexível 301 é formada em uma estrutura helicoidal na qual a estrutura de metal tipo helicoidal é circundada por um polímero.

A FIG. 15 é uma vista lateral de uma agulha curva tendo uma ranhura em um lado e uma região flexível articular adjacente à ranhura.

5 Como mostrado na FIG. 15, a região flexível em uma estrutura tipo articular que é preferencialmente composta de uma pluralidade de anéis triangulares. Em cada anel triangular, um orifício de inserção ou um rebaixo no qual um fio de controle de direção é inserido é preferencialmente formado em uma posição superior e em uma posição inferior.

10 A FIG. 16 é uma vista esquemática que mostra uma agulha curva tendo uma ranhura em um lado e uma região flexível adjacente à ranhura que é inserida no disco entre a quinta vértebra lombar L5 e o sacro S1.

Como visto na FIG. 16, a agulha curva 300 é inserida em um disco em uma direção oblíqua e a região flexível 301 é curvada no centro do disco dentro do núcleo pulposo.

15 De acordo com uma modalidade da presente invenção, o corpo de eletrodo está associado com um protetor para proteger um tecido corporal em torno do corpo de eletrodo do calor e da corrente gerados a partir do corpo de eletrodo. O protetor pode estar contido junto com o corpo de eletrodo dentro da agulha curva tendo uma ranhura em um lado. Intercalado entre o disco e o nervo, o protetor age para proteger o tecido corporal em torno do corpo de eletrodo do calor e da corrente elétrica gerados pelo corpo de eletrodo.

20 A vista lateral da FIG. 17 mostra protetores para proteger o tecido corporal do calor gerado pelo corpo de eletrodo.

Como visto na FIG. 17, o protetor 400 compreende uma membrana de proteção 401 e um suporte 402 para suportar a membrana de proteção 401. A membrana de proteção 401 pode ser preferencialmente um tipo em malha (a) ou um tipo cruciforme (b). Nenhuma  
25 limitação específica é conferida ao material da membrana de proteção 401 se ele pode ser prontamente dobrado e espalhado. Preferencialmente, a membrana de proteção 401 é feita de um material selecionado a partir do grupo que consiste de politetrafluoroetileno (PTFE), polietileno (PE), poliéter éter cetona (PEEK), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poli-imida (PI), poliéster (PET), poliamida (PA) e combinações desses. O suporte 402 é preferencialmente um tubo flexível em forma de Y. O suporte 402 pode ser uma estrutura em forma de I dentro da agulha curva e pode ser transformado em uma estrutura em forma de Y quando ele está fora da agulha curva. Nenhuma limitação particular é conferida ao material do suporte 402 contanto que ele não seja sensível ao calor nem tóxico e não se despedace em  
30 fragmentos. Preferencialmente, o suporte pode ser feito de um polímero, um metal ou um composto de um polímero e um metal. Mais preferencialmente, ele é feito de um polímero selecionado a partir do grupo que consiste de politetrafluoroetileno (PTFE), polietileno (PE),

poliéter éter cetona (PEEK), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poli-imida (PI), poliéster (PET), poliésteramida (PEA), poliamida (PA) e combinações desses. O metal pode ser preferencialmente aço inoxidável.

5 Quando o mesmo material é usado para a membrana de proteção 401 e para o suporte 402, eles podem ser preferencialmente fabricados a partir de um molde por moldagem por injeção sem um processo de união especial. Se diferentes materiais são usados, a membrana de proteção 401 e o suporte 402 podem ser consolidados juntos por fusão e prensagem, ou podem ser unidos mecanicamente usando uma rosca, uma corrente ou uma  
10 tacha. Alternativamente, o suporte pode ser fabricado intercalando-se a membrana de proteção entre duas porções do suporte e unindo as duas porções através de um ajuste de interferência.

Abaixo, é dada uma descrição de um método para tratar a doença discal usando o corpo de eletrodo.

15 O método para tratar a doença discal de acordo com a presente invenção compreende:

uma etapa de (A) se aproximar da localização de uma lesão causando lombalgia controlando-se o corpo de eletrodo de direção controlável; e conduzir ao menos uma etapa selecionada a partir do grupo que consiste de (B) procurar um nervo responsável pela dor estimulando a lesão com o corpo de eletrodo; (C) tratar a doença discal coagulando a lesão  
20 com o corpo de eletrodo; e (D) tratar a doença discal ablando um tecido do disco que causa dor com o corpo de eletrodo.

No método para tratar a doença discal, as etapas podem ser executadas em uma variedade de ordens diferentes. Por exemplo, a etapa (A) pode ser seguida pela etapa (D).

25 Alternativamente, as etapas podem ser conduzidas na ordem de (A), (B) e (C).

Em outra alternativa, a etapa (A) é conduzida, seguida por conduzir sequencialmente as etapas (D), (B) e (C).

As etapas do método de acordo com a presente invenção serão explicadas em mais detalhes abaixo.

30 A etapa (A) de se aproximar de uma localização de uma lesão causando lombalgia pode ser executada inserindo-se o corpo de eletrodo no anulo fibroso de um disco intervertebral de interesse, com o corpo de eletrodo ficando espalhado, e curvando controlavelmente o corpo flexível do corpo de eletrodo em uma direção desejada para posicionar a capa e o  
35 anel na lesão. Para curvar o corpo flexível em uma direção desejada, um operador conjugado com o corpo de eletrodo é usado. À medida que o disparador do operador é puxado ou desaparafusado, o corpo flexível pode ser curvado em uma certa direção. Dessa maneira de operação, a parte de saída do eletrodo, isto é, a capa e o anel podem ser prontamente posi-

cionados na lesão.

A etapa (B) de procurar um nervo responsável pela dor pode compreender aplicar uma corrente alternada de 1 Hz a 300 Hz em uma tensão de 0,1 a 3,0 V ao corpo de eletrodo. Dessa forma, um nervo responsável pela dor pode ser prontamente detectado.

5 A etapa (C) de tratar a doença discal pela coagulação da lesão com o corpo de eletrodo no qual uma corrente alternada de 300 a 500 kHz é aplicada ao corpo de eletrodo para remover o nervo.

10 A etapa (D) de ablar um tecido discal pode ser conduzida aplicando-se uma corrente alternada de 300 kHz a 1 MHz ao corpo de eletrodo em uma tensão de 50 a 800 V para gerar plasma.

De modo a gerar plasma com eficiência máxima na etapa (D), é necessário aumentar rapidamente a tensão da corrente alternada dentro de um curto período de tempo. Nesse contexto, o uso de duas formas de onda com uma diferença de fase de 180° pode aumentar a tensão em uma taxa de no máximo duas vezes o uso de uma forma de onda. Esse efeito é  
15 mostrado nos gráficos das FIGs. 18 e 19.

A FIG. 18 mostra uma forma de onda gerada quando uma corrente alternada é usada, enquanto a FIG. 19 mostra formas de onda geradas quando duas correntes alternadas são usadas com uma diferença de fase. No presente, o eixo Y representa uma tensão (unidade: V) e o eixo X representa o tempo.

20 Como se pode ver nas FIGs. 18 e 19, uma tensão mediante o uso de duas formas de onda é duas vezes mais alta aquela mediante o uso de uma forma de onda.

Particularmente, quando as correntes alternadas com uma diferença de fase de 180° são aplicadas em 300 a 500 kHz ao corpo de eletrodo da presente invenção, a eficiência da geração de plasma pode ser ainda aumentada. Também, a eficiência da geração de  
25 plasma pode ser aumentada pela geração de duas correntes elétricas ao mesmo tempo em uma fase diferente independente das formas de onda das correntes elétricas aplicadas.

O método de tratamento que usa o corpo de eletrodo de acordo com a presente invenção permite a ablação local de até um disco intervertebral herniado que é difícil de se aproximar de uma maneira reta. Por exemplo, após a remoção do núcleo pulposo de um  
30 disco intervertebral pelo uso do corpo de eletrodo da presente invenção, um balão é inserido dentro do disco através de uma tubulação guia e uma pressão adequada é aplicada ao balão para estabilizar o balão dentro do disco. Nesse caso, um núcleo pulposo artificial pode ser injetado dentro do balão.

Em adição à doença discal, o corpo de eletrodo da presente invenção pode ser aplicado ao local a partir do qual o tecido corporal é localmente removido. Por exemplo, ele  
35 pode ser usado para remover um tumor, câncer, trombos, placas intravasculares, estenose em vasos, fibroma, mioma uterino, uma glândula doce para tratar osmidrose axilar, pólipos

intestinais, massas intragástricas, estreitamento uretral, estenose cartilaginosa, tecidos de nervo que crescem excessivamente, etc.

De acordo com outro aspecto, a presente invenção fornece uma tubulação guia de direção controlável. Para uso na sucção ou irrigação, a tubulação guia pode ser inserida no corpo. Ademais, quando equipada com uma lente e outros dispositivos adequados, a tubulação guia pode ser usada como um endoscópio. Também, a tubulação guia pode ser aplicada para a remoção de um disco intervertebral herniado quando associada com o corpo de eletrodo da presente invenção. Nesse caso, a tubulação guia pode levar o corpo de eletrodo a uma posição desejada graças a sua excelente rigidez e excelente capacidade de ter sua direção controlada.

A FIG. 20 é uma vista em perspectiva de uma tubulação guia de acordo com uma modalidade da presente invenção e a FIG. 21 é uma vista transversal aumentada que mostra a estrutura da tubulação guia da FIG. 20.

Como mostrado nas FIGs. 20 e 21, a tubulação guia 500 compreende uma segunda tubulação de proteção flexível 510, uma segunda capa 520, um segundo fio de controle de direção 530 e um segundo operador de direção.

A segunda tubulação de proteção flexível 510 tem preferencialmente uma estrutura helicoidal ou articular. Uma descrição da estrutura helicoidal ou articular é como dada para a região flexível da agulha curva. A segunda tubulação de proteção flexível 510 pode ser preferencialmente feita de um polímero mole que tem dureza shore na faixa de 40 a 75 shore D. O polímero mole com uma dureza shore de 40 a 75 shore D é preferencialmente selecionado a partir do grupo que consiste de Pebax 4533, Pebax 5533, Pebax 7233 (Atochem), Náilon-12, polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliésteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de alta densidade (HDPE), e combinações desses.

Contanto que a segunda capa 520 conjugada a uma extremidade da segunda tubulação de proteção flexível 510 possa ser inserida no corpo, nenhuma limitação particular é conferida à morfologia da capa 520. Preferencialmente, ela tem uma forma de cunha ou semiesfera que pode reduzir a resistência mediante inserção. A segunda capa 520 pode ser preferencialmente feita de um selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, liga de aço, aço-titânio, e liga com memória de forma, e mais preferencialmente feita de aço inoxidável.

O segundo fio de controle de direção 530 começa a partir da segunda capa 520 e corre através da segunda tubulação de proteção flexível 510 até a outra extremidade da tubulação de proteção 510. O segundo fio de controle de direção 520 pode ser usado no controle de direção da mesma maneira que no primeiro fio de controle de direção do corpo

de eletrodo de acordo com a presente invenção. Ademais, o segundo fio de controle de direção é preferencialmente composto de ao menos dois fios. Opcionalmente, o segundo fio de controle de direção 530 pode ser revestido com esmalte, isto é, um material isolante. Exemplos do material isolante incluem politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poliéster (PET), poliéteramida (PEA), e poliéter éter cetona (PEEK).

Comunicando-se com o segundo fio de controle de direção 530, o segundo operador de direção 540 é manipulado para puxar o segundo fio de controle de direção 530 para controlar a direção da tubulação guia. O segundo operador de direção 540 é da mesma descrição que foi dada para o primeiro operador de direção 200.

A tubulação guia 500 pode ter um diâmetro interno de 0,5 a 2,5 mm e um diâmetro externo de 1 a 3 mm. Um diâmetro externo maior do que 3 mm pode causar outro trauma significativo no ânulo fibroso do disco mediante a inserção.

Em uma modalidade da presente invenção, a tubulação guia pode ter um trocarte nela.

A FIG. 22 é uma vista em perspectiva que mostra uma tubulação guia na qual um trocarte é inserido.

Como mostrado na FIG. 22, um trocarte 550 está contido dentro da tubulação guia 500. Contanto que o trocarte 550 é qualquer um que é usado no campo médico, nenhuma limitação particular é conferida à forma e material do mesmo. Quando o trocarte 550 é inserido, a tubulação guia fica reta. Quando o trocarte é removido, a tubulação guia pode exibir flexibilidade. O trocarte 550 está localizado dentro da segunda tubulação de proteção flexível para impedir que os materiais corporais obstruam a tubulação guia quando a mesa invade o corpo. Após a inserção da tubulação guia 500 contendo o trocarte 550 no corpo, o trocarte é removido e a tubulação guia é manipulada de uma maneira de direção controlada para avançar para o ponto alvo. O emprego do trocarte 550 torna possível que o corpo de eletrodo se aproxime prontamente de uma lesão sem o uso de uma agulha tal como a agulha curva.

A FIG. 23 é uma seção transversal que mostra uma tubulação guia compreendendo um segundo fio de controle de direção estendido a partir de um terceiro anel, com um trocarte inserido, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Como visto na FIG. 23, um terceiro anel 531 é intercalado entre a segunda capa 520 e a segunda tubulação de proteção flexível 510, enquanto o segundo fio de controle de direção 530 se estende a partir do terceiro anel 531 e corre através da segunda tubulação de proteção flexível 510. Ademais, um trocarte 550 é inserido dentro da segunda tubulação de proteção flexível 510. Preferencialmente, a segunda capa 520 é feita de um metal, en-

quanto a segunda tubulação de proteção flexível 510 é feita de um polímero mole.

A FIG. 24 é uma vista transversal de uma tubulação guia na qual uma ranhura é formada entre a segunda capa e o terceiro anel, mas não em uma extremidade da segunda capa, em um lado.

5 Como visto na FIG. 24, uma ranhura 560 é formada em um lado da tubulação guia, de modo que o eletrodo de acordo com uma modalidade da presente invenção possa ser liberado através da ranhura 560 e colocado em contato com o corpo.

Uma pluralidade de tubulações guia da presente invenção pode ser montada em uma tubulação oca com um raio de curvatura e um comprimento como mostrado na FIG. 25.  
10 Antes da aplicação, as tubulações guia podem ser montadas, como "blocos de bambolê", para construir um caminho desejado que pode guiar eficazmente o corpo de eletrodo a um ponto alvo. Nesse contexto, a tubulação guia 500 pode ter preferencialmente um raio de curvatura de 10 a 5000 mm, um comprimento de 5 a 500 mm, e um diâmetro de 0,5 a 2,5 mm. A tubulação guia 500 pode ser feita de um material rígido, tal como aço inoxidável, um  
15 material flexível tal como um polímero mole, ou combinações desses.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, a tubulação guia pode ser direcionada de uma maneira controlada com o corpo de eletrodo contido nela.

## REIVINDICAÇÕES

1. Corpo de eletrodo de direção controlável, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende um corpo flexível incluindo:

5 um primeiro eletrodo compreendendo um corpo, uma primeira capa unida a uma extremidade do corpo, e uma primeira linha de eletrodo conectada a uma outra extremidade do corpo;

um isolante em contato parcial com o corpo e com a primeira capa do primeiro eletrodo, o dito isolante funcionando para isolar o primeiro eletrodo do segundo eletrodo;

10 e um segundo eletrodo compreendendo um primeiro anel em contato com o isolante, e uma segunda linha de eletrodo conectada a uma extremidade do primeiro anel; e

um controlador de direção compreendendo um primeiro fio de controle de direção comunicando-se com o primeiro eletrodo ou o segundo eletrodo para controlar a direção do corpo de eletrodo.

15 2. Corpo de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende um corpo rígido unido ao corpo flexível e um primeiro operador de direção combinado com o corpo rígido.

3. Corpo de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o corpo do primeiro eletrodo é integrado à primeira capa.

20 4. Corpo de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo são independentemente feitos de um material selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, liga de aço em geral, aço titânio e aço com memória de forma, e o isolante é feito de um material selecionado a partir do grupo que consiste de cerâmica, silício, uma fluororesina, um polímero encolhível por calor, e combinações desses,

25 onde a cerâmica é  $Al_2O_3$ , o silício é  $SiO_2$ , e o polímero encolhível por calor é selecionado a partir do grupo que consiste de politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poliéster (PET), poliéter éter cetona (PEEK), e combinações desses.

30 5. Corpo de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro fio de controle de direção tem uma resistência elétrica de  $0,1 \mu\Omega$  a  $5 \Omega$  e uma resistência à tração de 100 MPa e 20 GPa, e

é usado tanto para controlar a direção do corpo de eletrodo quanto para servir como uma linha de fornecimento de energia, onde o diâmetro do eletrodo pode ser reduzido,

35 é feito de um material selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, titânio, liga de cobalto-cromo, platina, prata e combinações desses,

e é revestido com esmalte.

6. Corpo de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o controlador de direção compreende um segundo anel conectado ao primeiro eletrodo ou ao segundo eletrodo, preferencialmente conectado à primeira capa do primeiro eletrodo ou ao primeiro anel do segundo eletrodo.

5 7. Corpo de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o corpo flexível adicionalmente compreende uma primeira tubulação de proteção flexível para proteger o primeiro eletrodo, o isolante, o segundo eletrodo e o controlador de direção,

10 onde a primeira tubulação de proteção flexível tem uma estrutura helicoidal ou articular, e é feita de um polímero mole,

onde o polímero mole tem uma dureza shore de 40 a 75 shore D, que é selecionado a partir do grupo que consiste de Pebax, Náilon-12, polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliésteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de alta densidade (HDPE), e combinações desses.

8. Corpo de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que é inserido em uma ranhura formada em um lado de uma agulha curva, onde o corpo de eletrodo pode ser direcionalmente controlado à medida que a agulha curva é operada,

20 onde a agulha curva tem uma região flexível adjacente à ranhura e a região flexível tem uma estrutura selecionada a partir do grupo que consiste do tipo cilíndrica, um tipo cilíndrica em malha, um tipo helicoidal e um tipo articular,

25 onde a estrutura do tipo cilíndrica da região flexível tem um lado feito de um metal e um outro lado feito de um polímero e a agulha curva é curvada na direção do lado de polímero.

9. Corpo de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que está associado com um protetor para proteger um tecido de corpo adjacente a partir de calor gerado a partir do corpo de eletrodo, o dito protetor compreende uma membrana de proteção e um suporte para suportar a membrana de proteção,

30 onde a membrana de proteção tem uma estrutura tipo malha ou uma estrutura tipo cruciforme e o suporte é um tubo em forma de Y,

35 onde a membrana de proteção é feita de um material selecionado a partir do grupo que consiste de politetrafluoroetileno (PTFE), polietileno (PE), poliéter éter cetona (PEEK), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), tetrafluoroetileno-perfluoroalquilviniléter (PFA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poli-imida (PI), poliéster (PET), poliamida (PA) e combinações desses.

10. Tubulação guia de direção controlável, **CARACTERIZADA** pelo fato de que

compreende:

uma segunda tubulação de proteção flexível;

uma segunda capa conjugada a uma extremidade da segunda tubulação de proteção flexível;

5 um segundo fio de controle de direção, se estendendo da segunda capa a uma outra extremidade da segunda tubulação de proteção flexível; e

um segundo operador de direção oco comunicando-se com o segundo fio de controle de direção.

10 11. Tubulação guia de acordo com a reivindicação 10, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que a segunda tubulação de proteção flexível tem uma estrutura tipo helicoidal ou tipo articular, e é feita de um polímero mole,

15 onde o polímero mole tem uma dureza shore de 40 a 75 shore D que é selecionado a partir do grupo que consiste de Pebax, Náilon-12, polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMP), politetrafluoroetileno (PTFE), tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), poliésteramida (PEA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), fluoreto de polivinilideno (PVDF), poliéter éter cetona (PEEK), polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de alta densidade (HDPE), e combinações desses.

20 12. Tubulação guia de acordo com a reivindicação 10, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que o segundo fio de controle de direção tem uma resistência elétrica de  $0,1 \mu\Omega$  a  $5 \Omega$  e uma resistência à tração de 100 MPa a 20 GPa e é usado tanto para controlar a direção do corpo de eletrodo de direção controlável quanto para servir como uma linha de fornecimento de energia, onde o diâmetro do eletrodo pode ser reduzido,

e é feito de um material selecionado a partir do grupo que consiste de aço inoxidável, titânio, liga de cobalto-cromo, platina, prata e combinações desses.

25 13. Tubulação guia de acordo com a reivindicação 10, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que contém um trocarte ou o corpo de eletrodo de direção controlável definido na reivindicação 1.

30 14. Tubulação guia de acordo com a reivindicação 10, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que tem um raio de curvatura e um comprimento e serve como um segmento, muitos dos quais são montados em uma tubulação guia maior.

15. Tubulação guia de acordo com a reivindicação 14, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que tem um raio de curvatura na faixa de 10 a 5000 mm, um comprimento na faixa de 5 a 500 mm e um diâmetro na faixa de 0,5 a 3,5 mm.

FIG. 1

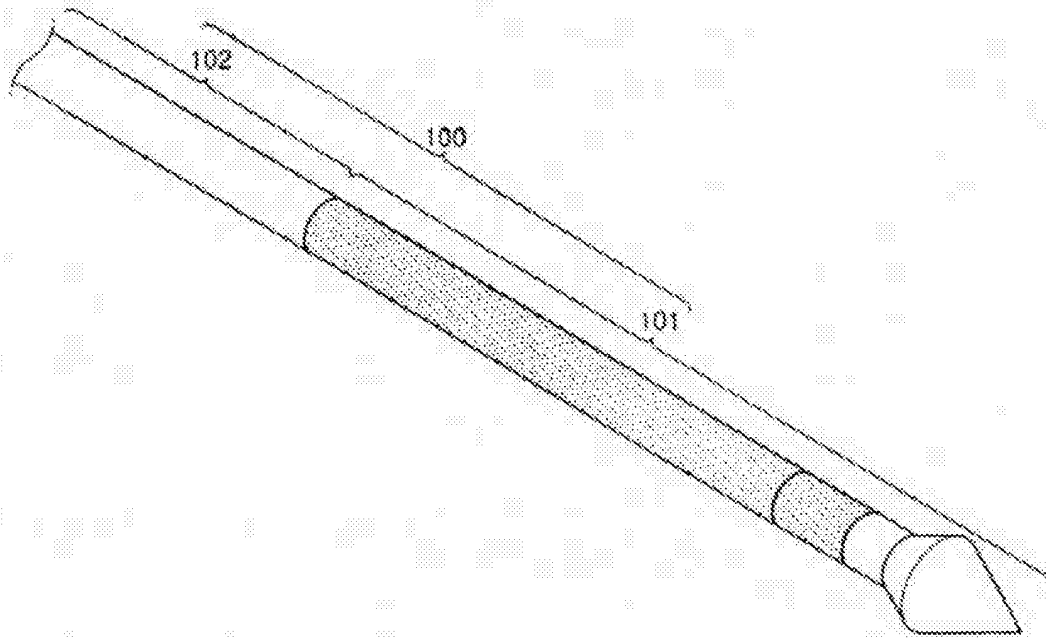


FIG. 2

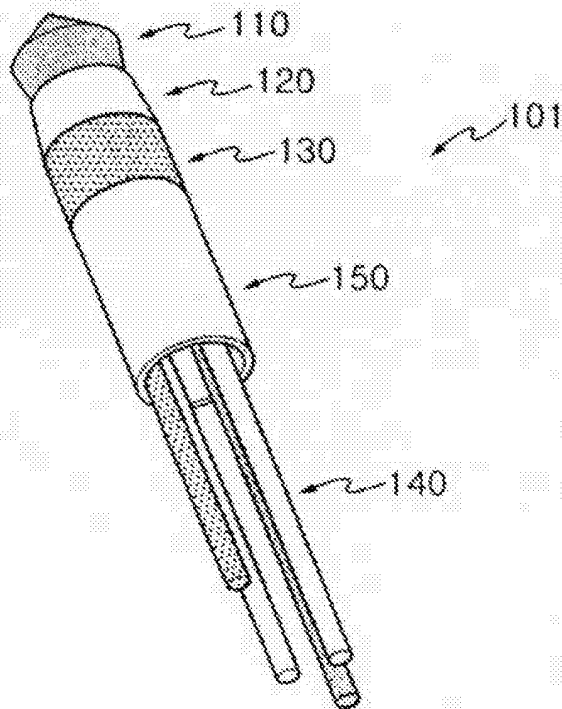


FIG. 3

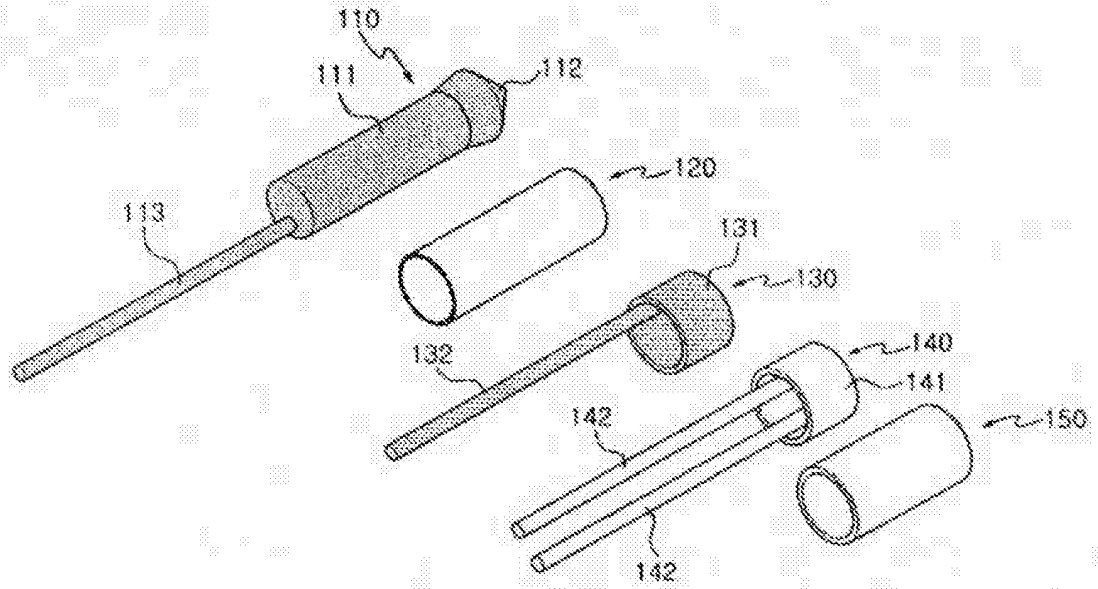


FIG. 4A

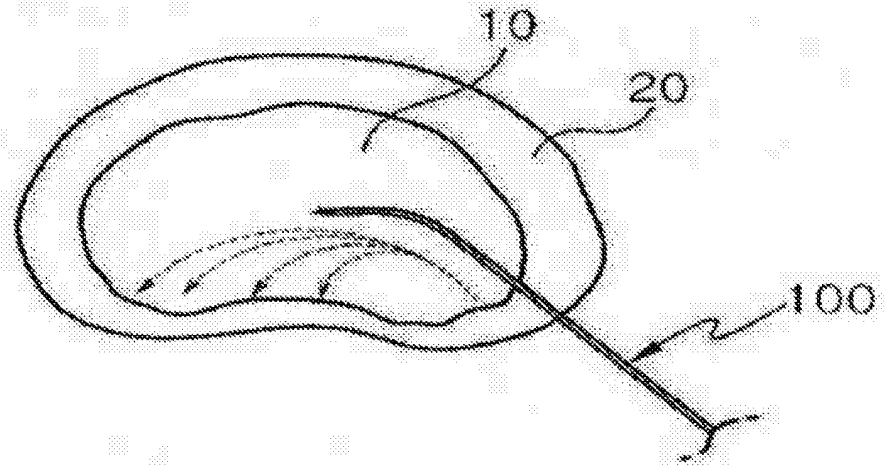


FIG. 4B

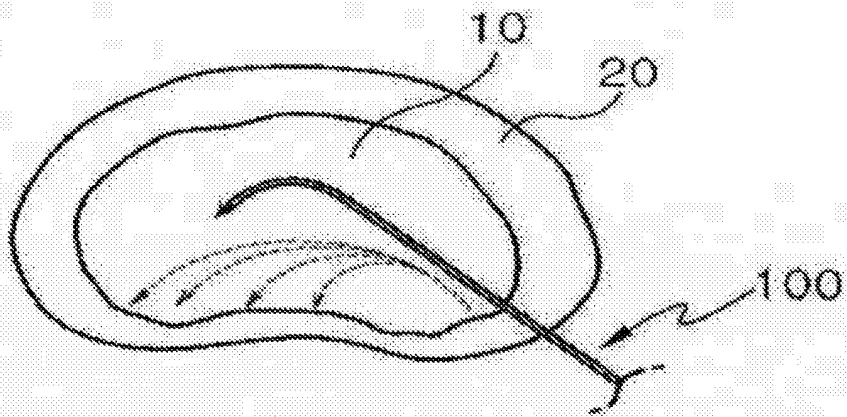


FIG. 4C

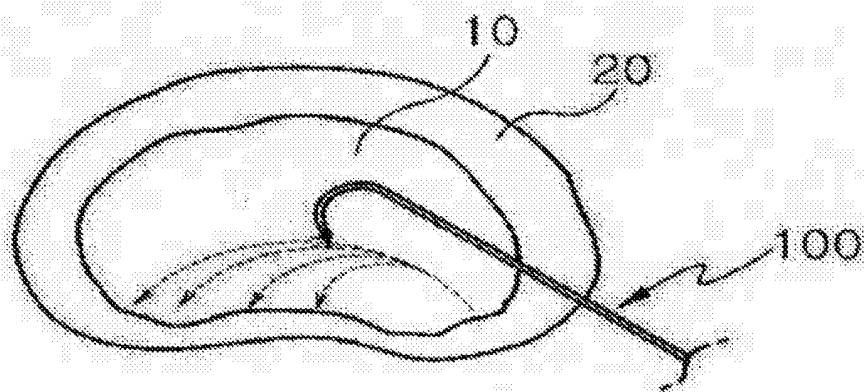


FIG. 5

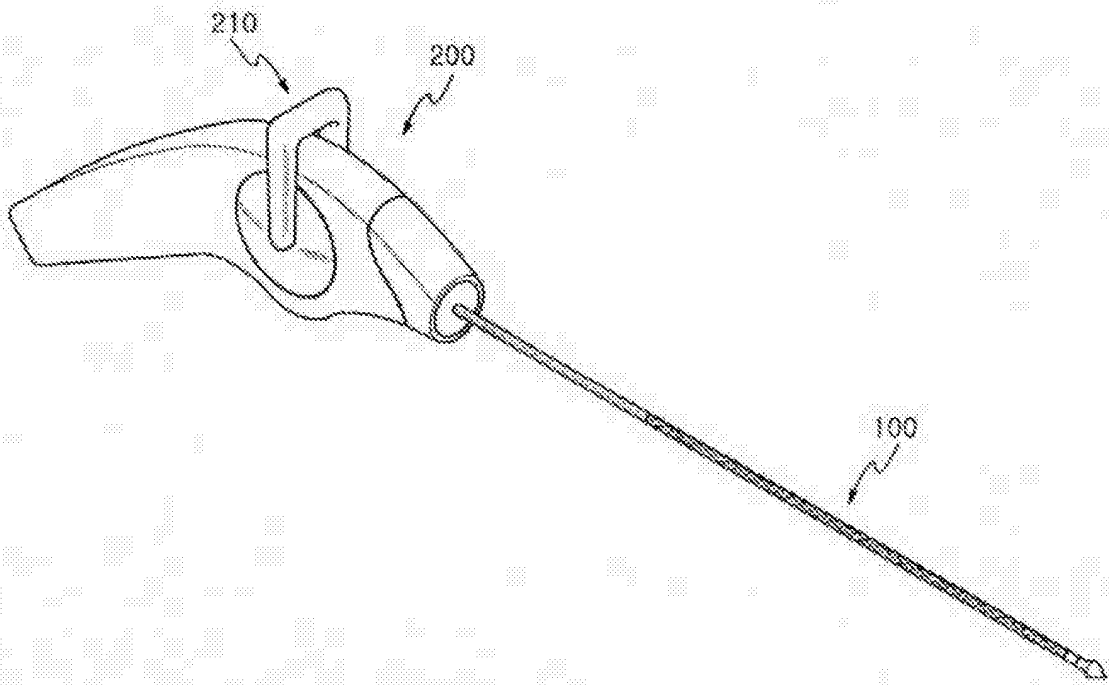


FIG. 6

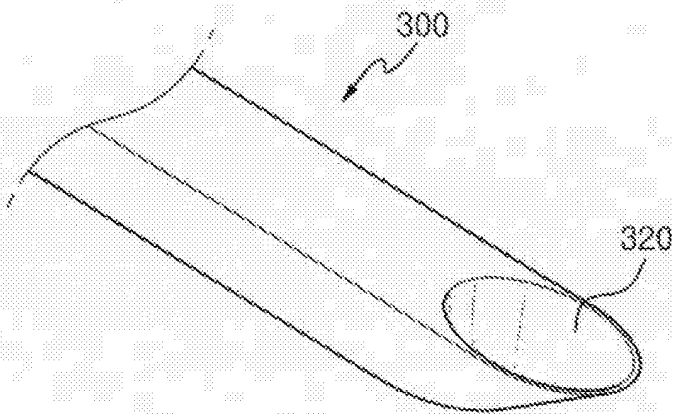


FIG. 7

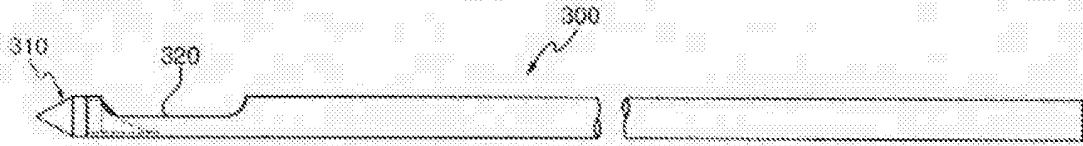


FIG. 8

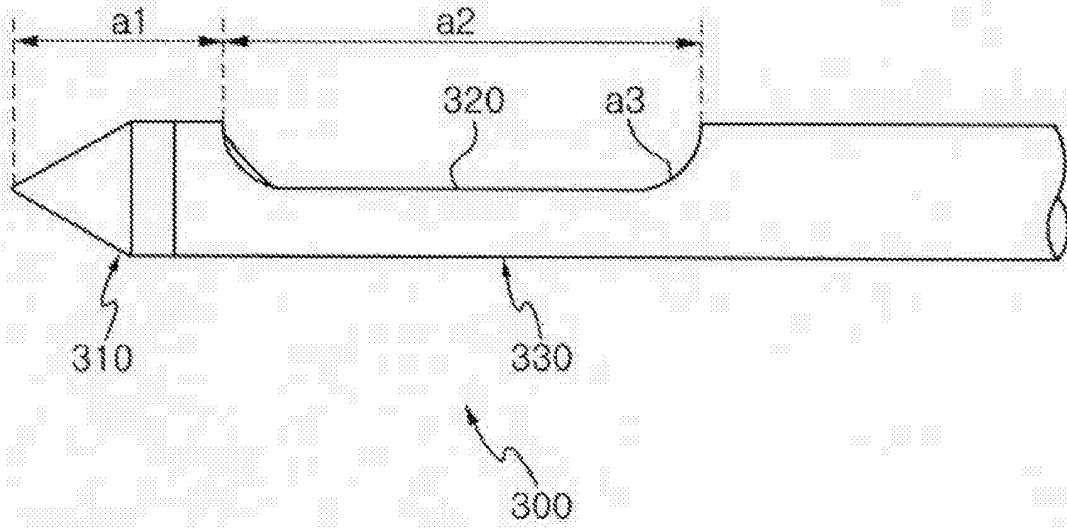


FIG. 9



FIG. 10

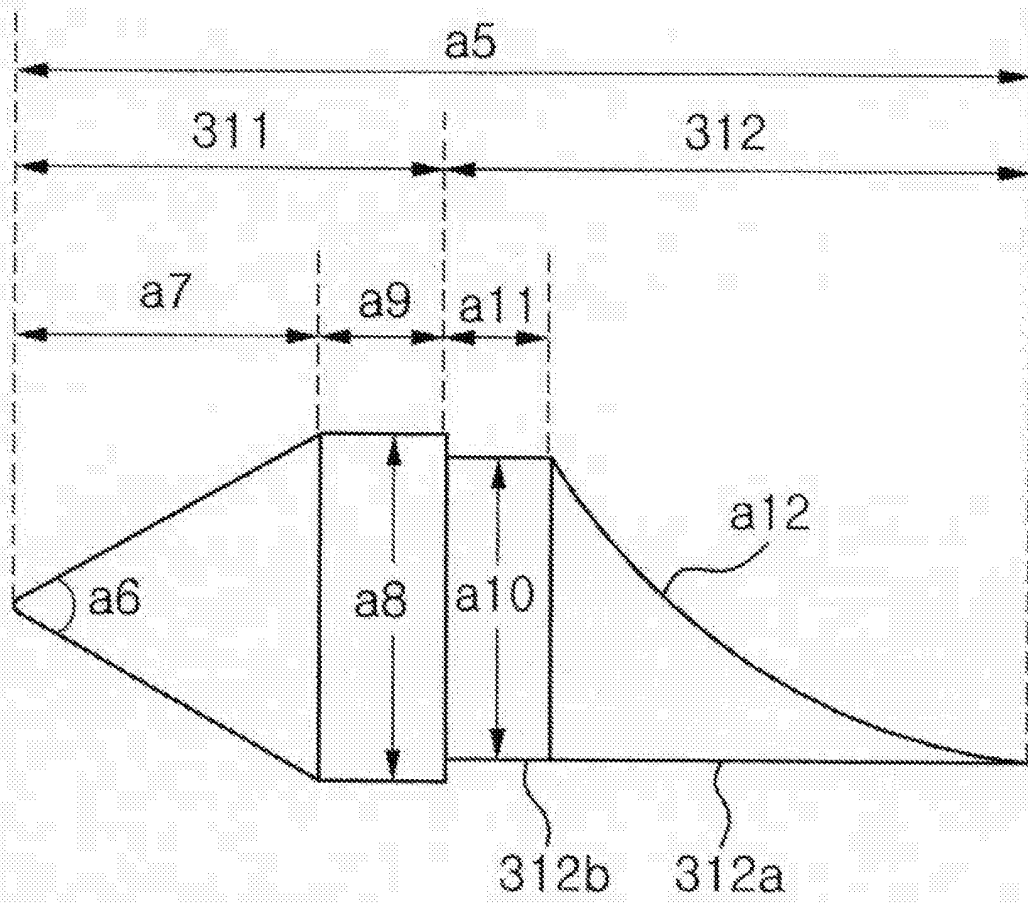


FIG. 11

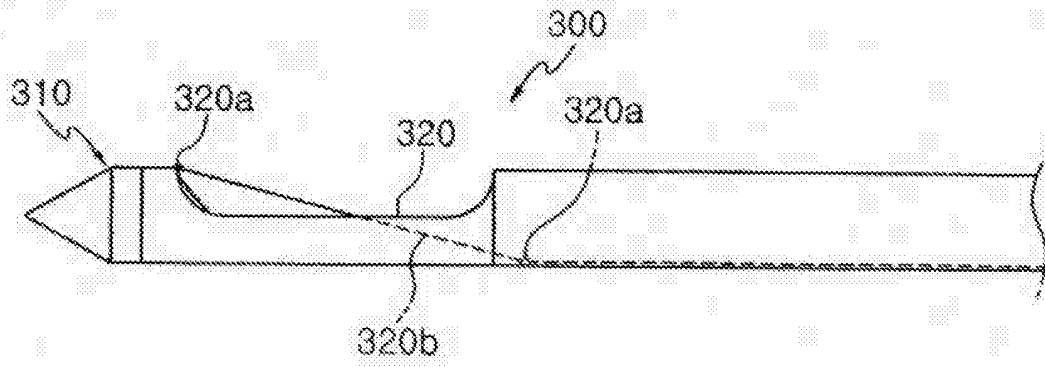


FIG. 12

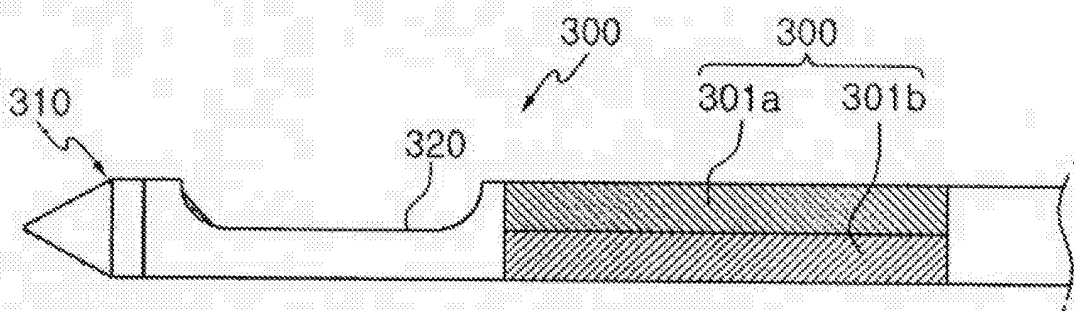


FIG. 13

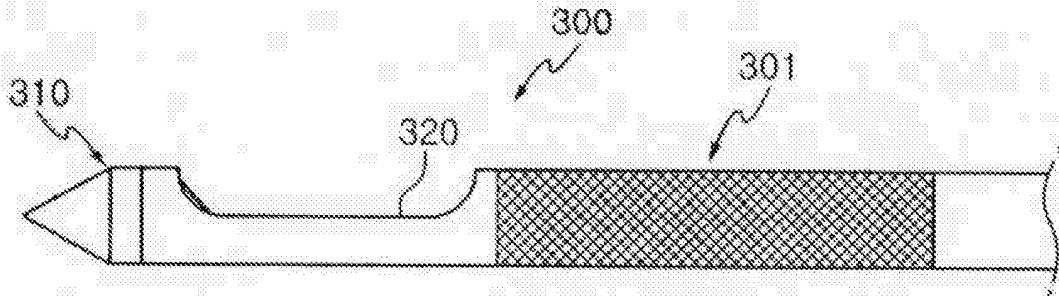


FIG. 14

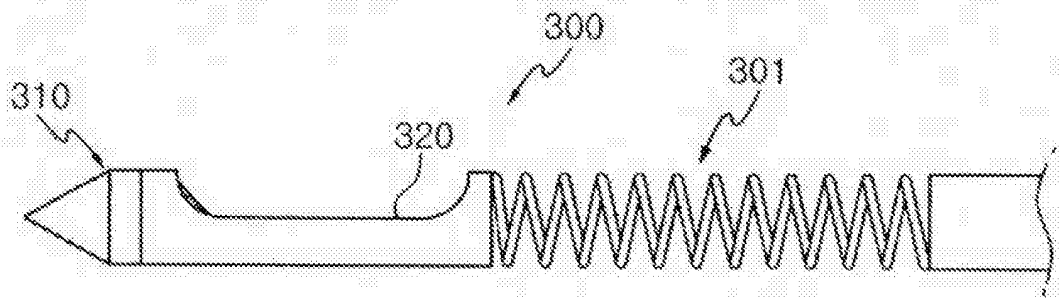


FIG. 15

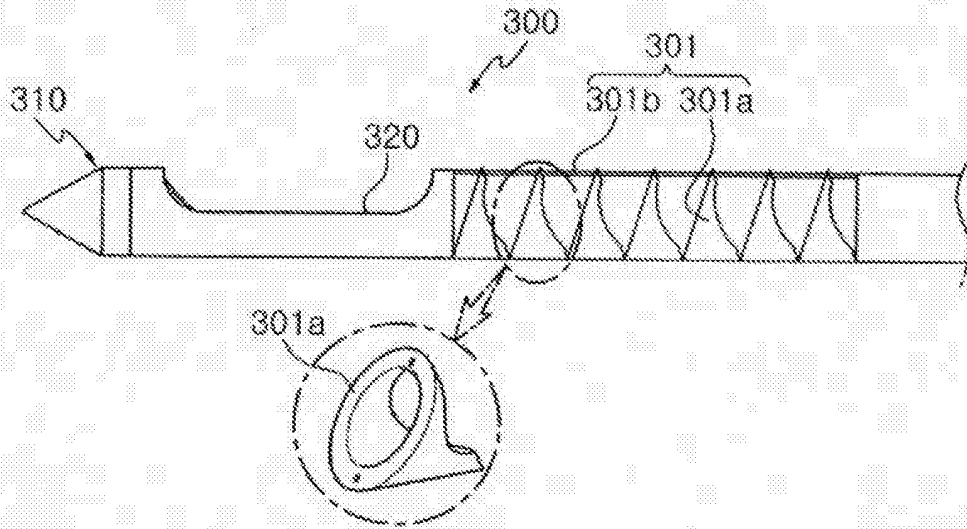


FIG. 16

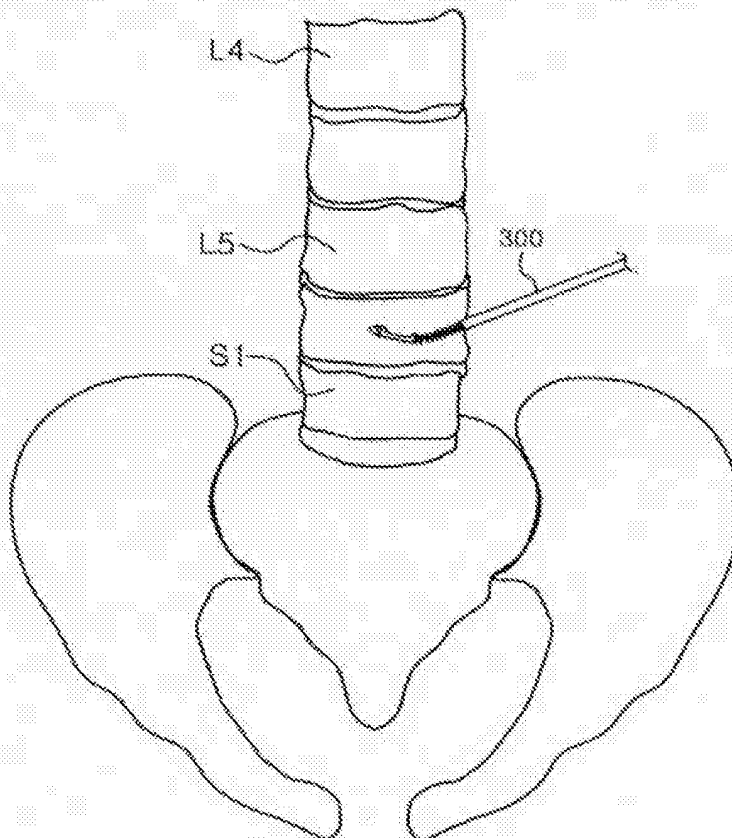


FIG. 17A

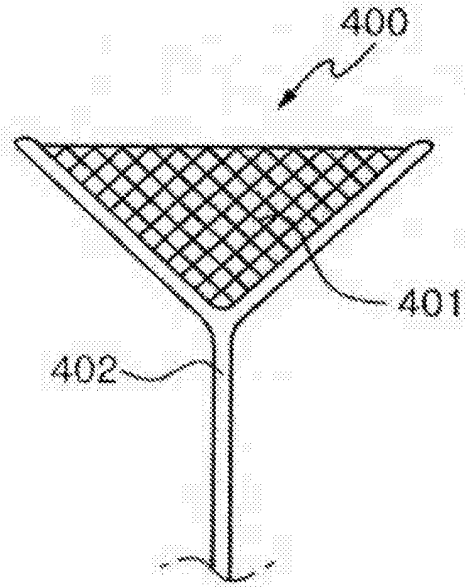


FIG. 17B

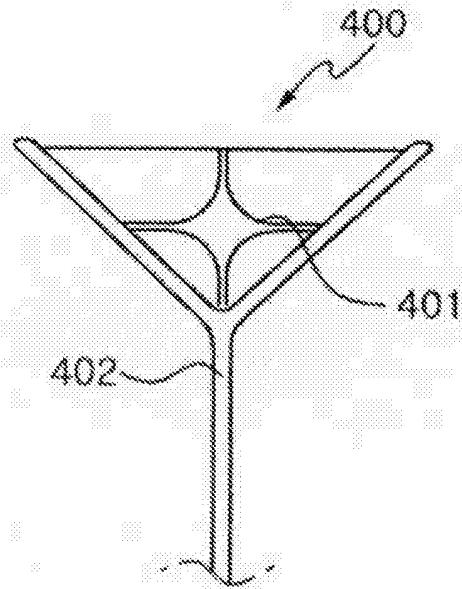


FIG. 18

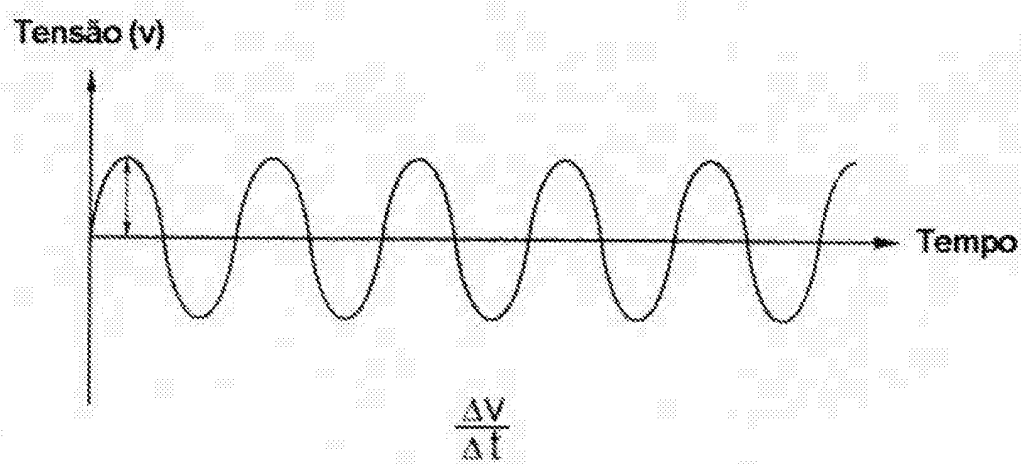


FIG. 19

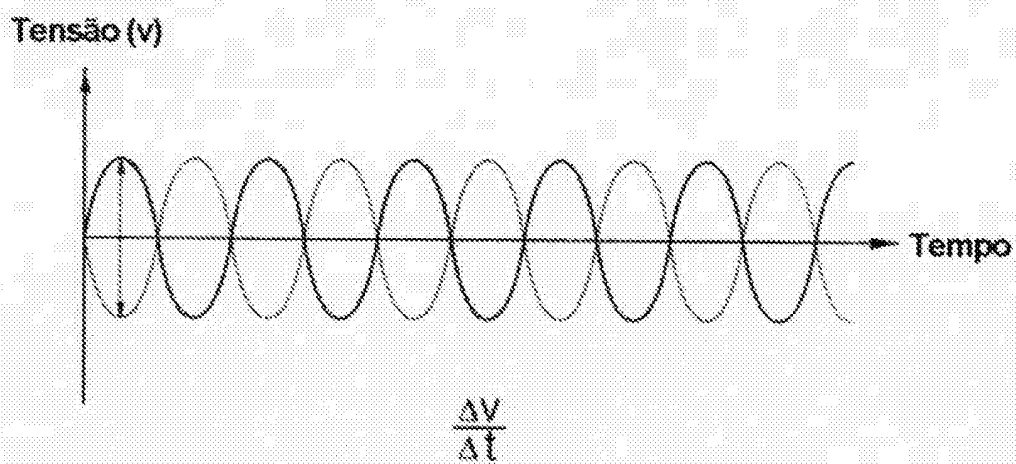


FIG. 20

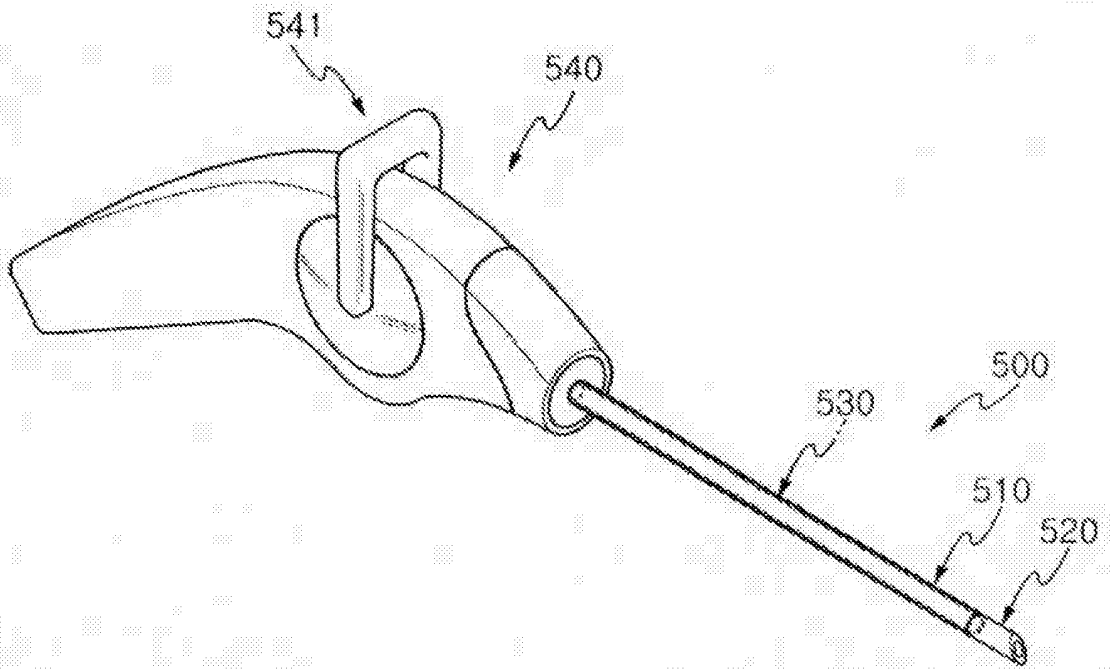


FIG. 21

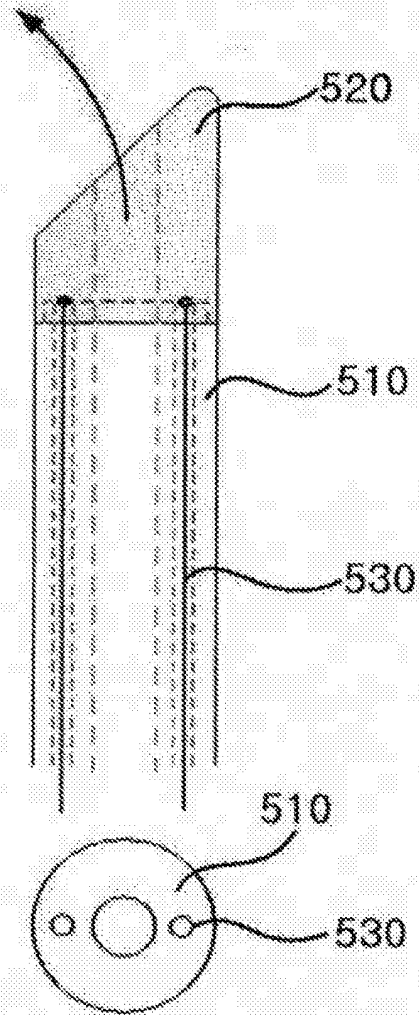


FIG. 22

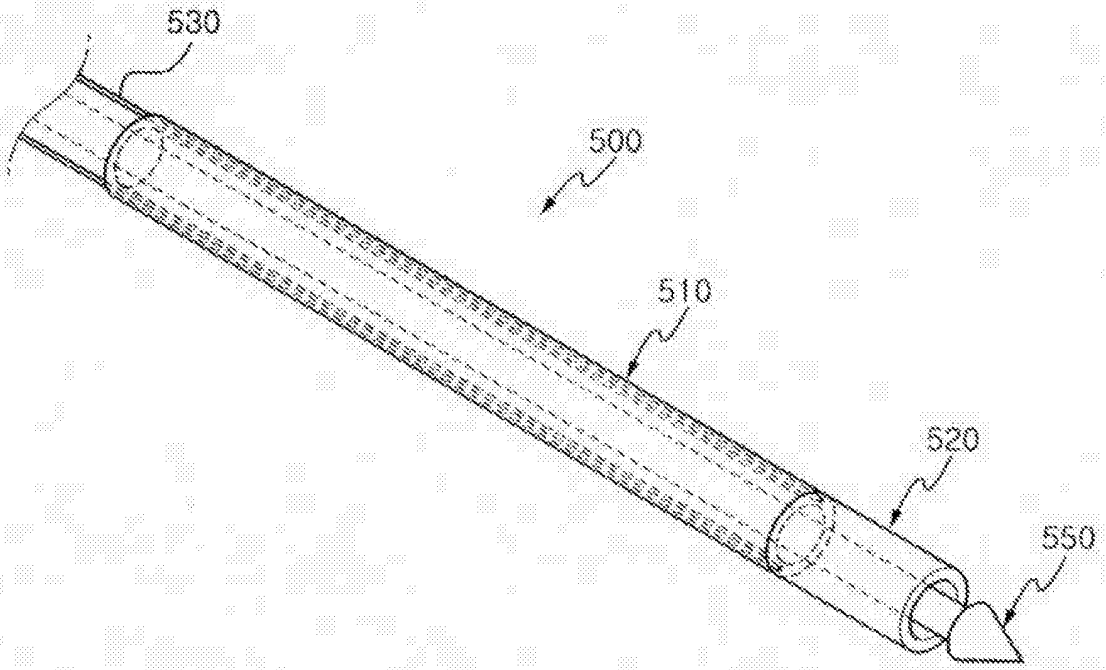


FIG. 23

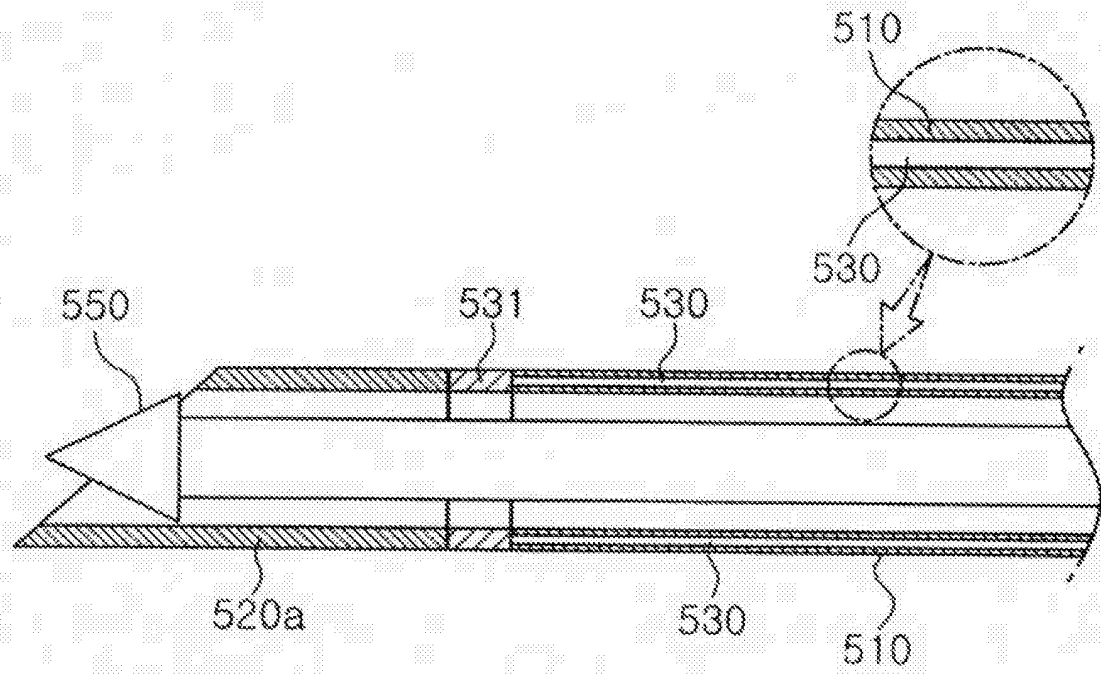


FIG. 24

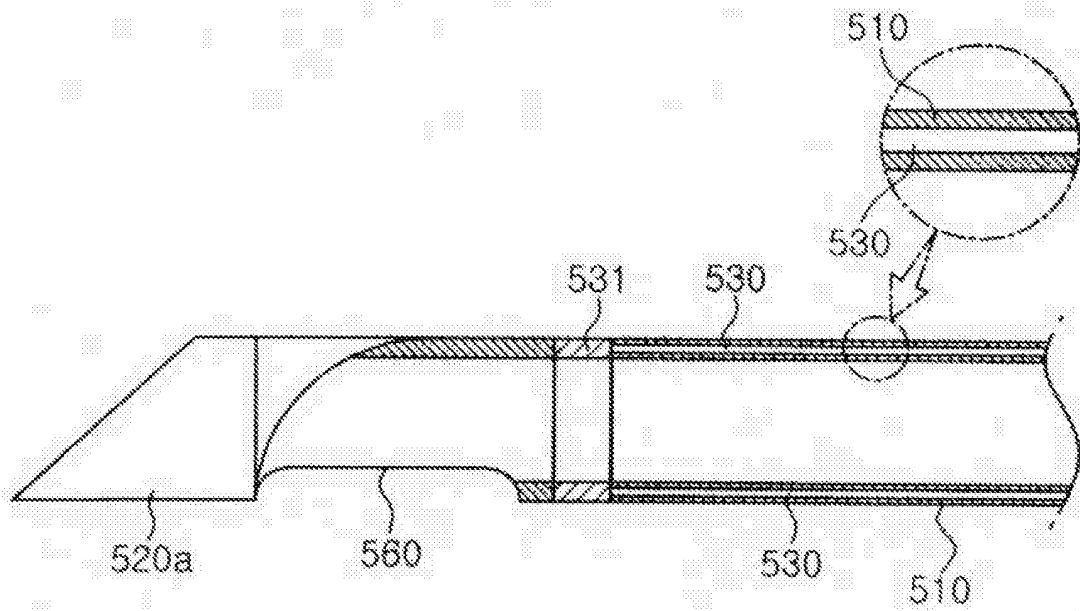
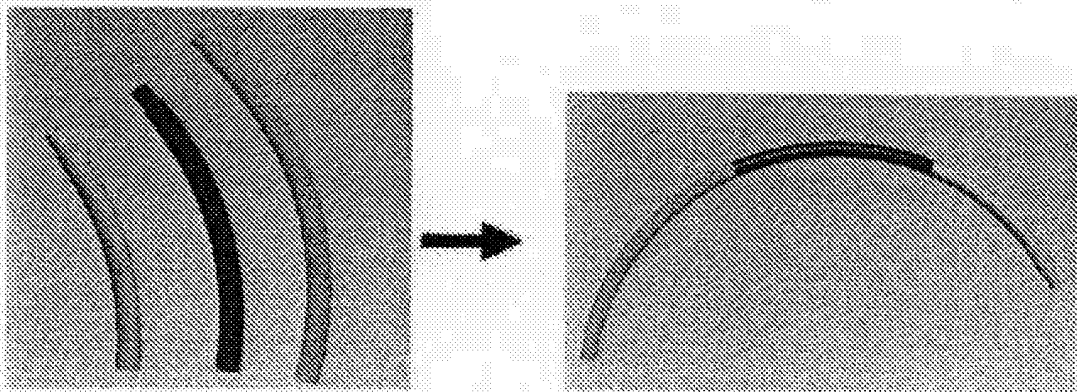


FIG. 25



RESUMO

“CORPO DE ELETRODO DE DIREÇÃO CONTROLÁVEL PARA REMOVER SELETIVAMENTE O TECIDO CORPORAL, E TUBULAÇÃO GUIA”

Trata-se de um corpo de eletrodo de direção controlável compreendendo um corpo flexível que compreende: um primeiro eletrodo compreendendo um corpo, uma primeira capa unida a uma extremidade do corpo, e uma primeira linha de eletrodo conectada a uma outra extremidade do corpo; um isolante em contato parcial com o corpo e com a primeira capa do primeiro eletrodo, o dito isolante funcionando para isolar o primeiro eletrodo do segundo eletrodo; um segundo eletrodo compreendendo um primeiro anel em contato com o isolante; e uma segunda linha de eletrodo conectada a uma extremidade do primeiro anel; e um controlador de direção compreendendo uma primeira fio de controle de direção comunicando-se com o primeiro eletrodo ou o segundo eletrodo para controlar a direção do corpo de eletrodo. Também, uma tubulação guia é fornecida para levar o corpo de eletrodo a um tecido alvo.