



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

(11) PI 0817873-9 B1



(22) Data do Depósito: 10/10/2008

(45) Data de Concessão: 24/09/2019

(54) Título: APARELHO E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE DISTÚRBIO INTESTINAL.

(51) Int.Cl.: A61F 2/04; A61N 1/36.

(30) Prioridade Unionista: 12/10/2007 US 60/960,767.

(73) Titular(es): IMPLANTICA PATENT LTD..

(72) Inventor(es): PETER FORSELL.

(86) Pedido PCT: PCT SE2008000584 de 10/10/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/048393 de 16/04/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 12/04/2010

(57) Resumo: APARELHO E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE DISTÚRBIO INTESTINAL. A presente invenção está correlacionada a um aparelho para tratamento de um paciente que apresenta um distúrbio correlacionado à passagem dos seus intestinos, tal como, constipação ou incontinência, cujo aparelho compreende uma bomba para implantação no paciente, operável sobre pelo menos uma porção selecionada dos intestinos, para bombear o conteúdo intestinal através da passagem disponível nos mesmos. A bomba inclui um dispositivo de contração para, alternadamente, contrair a porção selecionada, de modo a pelo menos, substancialmente, reduzir o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, e para liberar a porção selecionada, para aumentar o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos.

"APARELHO E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE DISTÚRPIO INTESTINAL"Campo da Invenção

A presente invenção se refere a um aparelho para
5 tratamento de um paciente que apresenta um distúrbio
correlacionado à passagem do conteúdo intestinal nos
intestinos, tal como, constipação ou incontinência.

A incontinência anal é um problema generalizado.
Muitas soluções diferentes para este problema têm sido
10 tentadas, e existem vários tipos de cirurgia de esfíncter
atualmente em uso para sanar a incontinência anal. Por
exemplo, existe um sistema anterior manualmente operável e
implantado, incluindo um esfíncter anal artificial
hidráulico e um reservatório tipo balão ligado ao esfíncter
15 anal e colocado no escroto do paciente. A desvantagem deste
sistema implantado é que a fibrose dura formada ao redor do
reservatório no curso do tempo pode causar o mau
funcionamento de componentes do sistema de bombeamento.
Assim, a fibrose formada, mais cedo ou mais tarde, torna-se
20 uma camada fibrótica dura, o que pode dificultar o
bombeamento do reservatório tipo balão. Ainda outra
desvantagem é que o uso do sistema de fluido hidráulico
sempre implica em um risco de vazamento do fluido do
sistema. Além disso, é uma tarefa bastante complicada
25 bombear manualmente o reservatório quando a defecação é
necessária.

A Patente U.S. No. 5.593.443 divulga um esfíncter
anal hidráulico artificial mediante controle por reflexo e
controle voluntário. Um esfíncter artificial inflável com
30 um sistema de bomba no escroto do paciente é descrito na
Patente U.S. No. 4.222.377.

Uma forma artificial e especial de incontinência
anal é causada por operações de ileostomia, jejunostomia,
colostomia e retostomia. Assim, o intestino delgado (jejuno

ou íleo) ou o intestino grosso (cólon ou reto) é cortado e a porção final aberta do intestino é passada através da parede abdominal do paciente. A abertura no final do intestino é referida como "estoma". A razão para tal
5 operação pode ser o câncer colorretal, doença diverticular perfurada ou diferentes tipos de doenças no intestino, tal como, colite ulcerosa ou doença de Crohn. Normalmente, um paciente com um estoma usa um saco de plástico que continuamente coleta o conteúdo intestinal que é
10 descarregado através do estoma. Para fazer tal arranjo de saco fechado para um líquido, se requer uma placa adesiva que é presa à pele do paciente. A placa adesiva é inconveniente para o paciente e, muitas vezes, torna a pele vermelha e irritada. Também é inconveniente para o paciente
15 utilizar sempre um saco que contém matéria fecal, e que normalmente é colocado na barriga do paciente.

A Patente U.S. No. 6.752.754 divulga um reto artificial, para substituição de uma parte doente do reto do paciente. Uma entrada do reto artificial é
20 operacionalmente conectada à extremidade distal do intestino grosso do paciente e comunica a matéria fecal para uma bomba do tipo triturador, que descarrega as fezes através de uma saída do reto artificial, ligado ao ânus do paciente. A bomba inclui um rotor do tipo parafuso
25 helicoidal que, quando girado, cria um efeito de ruptura nas fezes, causando uma movimentação das mesmas para baixo da rosca do rotor de parafuso e descarregando através do ânus do paciente.

30 Resumo da Invenção

Um objetivo da presente invenção é prover um aparelho prático para tratar um paciente com uma doença correlacionada com a passagem dos intestinos do paciente.

Outro objetivo da presente invenção é prover métodos para tratar um paciente com uma doença correlacionada com a passagem dos intestinos do paciente.

Assim, de acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, é provido um aparelho para tratar um paciente com uma doença correlacionada com a passagem dos seus intestinos, compreendendo uma bomba para implantação no paciente, operável sobre pelo menos uma porção selecionada dos intestinos, para bombear o conteúdo intestinal através da passagem disponível nos mesmos, a dita bomba compreendendo um dispositivo de contração adaptado para, alternadamente, contrair a porção selecionada, de modo a pelo menos, substancialmente, reduzir o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, e para liberar a porção selecionada, para aumentar o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos.

Para um paciente no qual a parte selecionada do intestino termina no seu ânus, a bomba é adaptada para bombear o conteúdo intestinal, a partir do corpo do paciente, através do ânus. Esta solução difere daquela descrita pelo estado da técnica, de acordo com a Patente U.S. No. 6.752.754 discutida acima, em que a bomba da presente invenção opera no intestino do paciente, ou seja, o dispositivo de contração da bomba comprime o intestino, de modo a deslocar o conteúdo intestinal no mesmo.

Para um paciente submetido à ileostomia, jejunostomia, colostomia ou retostomia, em que os intestinos do paciente são modificados cirurgicamente terminando em um estoma, a bomba é adaptada para bombear o conteúdo intestinal, a partir do corpo do paciente, através do estoma.

O aparelho da invenção pode compreender um pedaço de intestino artificial, adaptado para ser cirurgicamente unido aos intestinos do paciente, de modo a fazer parte da passagem dos intestinos e formar pelo menos uma parte da porção selecionada dos intestinos a ser contraída pelo dito dispositivo de contração. O dispositivo de contração pode operar apenas no pedaço de intestino artificial, de modo a minimizar o risco de ferir os intestinos. Quando a bomba não se encontra em operação, o dispositivo de contração pode firmemente comprimir o dito pedaço de intestino artificial, para fechar completamente a passagem dos intestinos. Alternativamente, pode ser fornecido pelo menos um elemento de fechamento liberável implantável, adaptado para conectar o pedaço de intestino artificial, para fechar a passagem dos intestinos, ou pelo menos contrair parcialmente a porção selecionada, quando a dita bomba não se encontrar em operação, e para liberar a porção selecionada, para abrir a passagem dos intestinos, quando a dita bomba se encontrar em operação.

O pedaço de intestino artificial pode ser integrado com os intestinos do paciente entre as duas extremidades dos mesmos. Especificamente, o pedaço de intestino artificial pode ser unido direta ou indiretamente ao ânus do paciente, sendo que a bomba pode bombear o conteúdo intestinal para fora do corpo do paciente, através do ânus. Esta solução difere daquela descrita pelo estado da técnica, de acordo com a Patente U.S. No. 6.752.754 discutida acima, em que a bomba da presente invenção opera sobre o pedaço de intestino artificial, ou seja, o dispositivo de contração da bomba comprime o intestino, para deslocar o conteúdo intestinal no mesmo. Alternativamente, o pedaço de intestino artificial pode ser adaptado para terminar em um estoma, no qual a bomba pode

bombear o conteúdo intestinal para fora do corpo do paciente, através do estoma.

Para manter a bomba fixada em uma posição desejada no abdômen do paciente, um dispositivo de conexão
5 pode ser fixado à dita bomba, o dispositivo de conexão sendo adaptado para conectar a dita bomba com o tecido correlacionado à cavidade abdominal do paciente, tal como, a parede abdominal.

Para proteger os intestinos externamente, pode
10 ser fornecido um tubo protetor elástico, para cobrir, pelo menos parcialmente, a porção selecionada dos intestinos, de modo que o dispositivo de contração da bomba comprima ambos, o tubo protetor e a porção selecionada.

Um suporte implantável pode ser fornecido para
15 suportar a porção selecionada dos intestinos, quando o dito dispositivo de contração comprime a porção selecionada. Alternativamente, o dispositivo de contração pode ser adaptado para comprimir a porção selecionada contra o tecido ou um osso do corpo do paciente.

20 O aparelho compreende ainda um dispositivo de controle para comandar a bomba, para operar o dispositivo de contração, para, alternadamente, contrair e liberar a porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja movimentado através da passagem dos intestinos. O
25 dispositivo de controle é operado adequadamente pelo paciente e, preferivelmente, inclui um dispositivo de controle remoto sem fio.

Estimulação Elétrica dos Intestinos

30 Um dispositivo de estimulação elétrica pode ser fornecido para estimular eletricamente o tecido muscular ou neural da porção selecionada dos intestinos, de modo a provocar, pelo menos, uma contração parcial da porção selecionada. Usando o dito dispositivo de estimulação como

um complemento para o dispositivo de contração, se torna possível um tratamento particularmente cuidadoso dos intestinos do paciente, de modo que o risco de ferir os intestinos no curso do tempo é minimizado, como será
5 evidente a partir das modalidades da invenção descritas abaixo.

O dispositivo de estimulação pode compreender, pelo menos, um eletrodo, adaptado para estimular o tecido muscular ou neural da porção selecionada do tecido
10 intestinal com pulsos elétricos. Preferivelmente, o dispositivo de estimulação compreende uma pluralidade de eletrodos separados do dito dispositivo de contração ou integrados com o mesmo, no qual os eletrodos formam uma série de eletrodos ao longo da porção selecionada dos
15 intestinos. Os pulsos elétricos podem ser positivos e/ou negativos, preferivelmente, pulsos positivos e negativos combinados. O efeito de estimulação desejado é obtido através da variação de parâmetros diferentes dos pulsos, tais como, a amplitude do pulso, o período de tempo entre
20 pulsos sucessivos, a duração do pulso e a frequência de repetição de pulso. Uma amplitude de pulso de cerca de 5 mA e uma duração de pulso de cerca de 300 μ s são adequados para a estimulação neural, enquanto uma amplitude de pulso de cerca de 20mA e duração de pulso de cerca de 30 μ s são
25 adequados para a estimulação muscular. A frequência de repetição de pulso adequada é de cerca de 10Hz.

O dispositivo de controle comanda vantajosamente o dispositivo de estimulação para energizar, de maneira variável, os eletrodos, ao longo da porção selecionada, por
30 exemplo, de acordo com um esquema previamente estabelecido, de modo a provocar contrações parciais da porção selecionada, e que, no curso do tempo, modificam suas posições na porção selecionada, de modo que as partes dos intestinos que atualmente não são estimuladas podem

restaurar substancialmente a circulação sanguínea normal, antes de serem estimuladas novamente. Um determinado número ou grupo de eletrodos pode ser progressivamente energizado, numa direção a montante ou a jusante dos intestinos.

- 5 Alternativamente, os eletrodos podem ser energizados sucessivamente um de cada vez, ou grupos dos ditos eletrodos podem ser seqüencialmente energizados, de modo aleatório ou em conformidade com um padrão predeterminado.

10 Modelo da Bomba

As modalidades da presente invenção, compreendendo os diferentes modelos possíveis de bomba, serão descritas a seguir.

- De acordo com uma simples modalidade da invenção,
15 o dispositivo de contração da bomba compreende um primeiro elemento de contração, para contrair e liberar a porção selecionada na extremidade a montante da mesma, e um segundo elemento de contração, para contrair e liberar a porção selecionada entre as extremidades a montante e a
20 jusante da mesma. Nessa modalidade, o dispositivo de controle comanda os ditos primeiro e segundo elementos de contração para, alternadamente, contrair e liberar a porção selecionada independentemente entre si.

- Para a operação da bomba, o dispositivo de
25 controle é adaptado para:

- comandar o primeiro elemento de contração a montante, para contrair a porção selecionada, de modo a fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada, e
- 30 - comandar o segundo elemento de contração, para contrair a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo que o conteúdo intestinal seja movimentado na porção selecionada a jusante da passagem dos intestinos.

O dispositivo de controle também é adaptado para:

- comandar o primeiro e o segundo elemento de contração para liberar a porção selecionada, permitindo ao conteúdo intestinal presente na passagem dos intestinos a montante da porção selecionada, entrar na dita porção.

Quando a bomba não se encontra em operação, o dispositivo de estimulação descrito acima é usado para cooperar com quaisquer dos elementos de contração, para fechar a passagem dos intestinos. Assim, o primeiro e o segundo elemento de contração são adaptados para serem mantidos numa posição de descanso, na qual pelo menos um dos ditos elementos de contração suavemente comprime a porção selecionada, para pelo menos substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, e o dispositivo de controle comanda o dispositivo de estimulação, para estimular a porção selecionada, quando o elemento de contração comprime a porção selecionada, para fechar a passagem dos intestinos. A frase "suavemente contrair a porção selecionada" deve ser entendida como constritora da porção dos intestinos, sem impedir substancialmente a circulação de sangue no tecido intestinal. A posição de descanso permite uma suficiente circulação do sangue nos vasos sangüíneos da porção selecionada dos intestinos, de modo que os tecidos do intestino da porção selecionada mantenham a sua integridade, após uma longa exposição ao dito elemento de contração que comprime a porção selecionada.

O dispositivo de estimulação também pode ser usado para cooperar com quaisquer elementos de contração, quando a bomba se encontrar em operação. Nesse caso, o dispositivo de estimulação compreende pelo menos um eletrodo. Preferivelmente, o dispositivo de estimulação compreende uma pluralidade de eletrodos, que formam uma série de eletrodos ao longo da superfície de pelo menos um

dos elementos de contração do dispositivo de contração, onde a superfície contata a porção selecionada dos intestinos. Os eletrodos estimulam o tecido muscular ou neural da porção selecionada com pulsos elétricos, quando
 5 um dentre o primeiro elemento de contração e segundo elemento de contração comprime a porção selecionada.

Para a operação da bomba quando os elementos de contração e o dispositivo de estimulação cooperam, o dispositivo de controle:

- 10 (i) comanda o primeiro elemento de contração a montante, para suavemente contrair a porção selecionada para, pelo menos, substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, na extremidade a montante da porção selecionada;
- 15 (ii) comanda o dispositivo de estimulação para estimular a porção selecionada, quando o primeiro elemento de contração comprime a porção selecionada, provocando a contração da porção selecionada, para fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada; e
- 20 (iii) comanda o segundo elemento de contração para comprimir a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a movimentar o conteúdo intestinal contido na porção selecionada a jusante da passagem dos intestinos.

25 Opcionalmente, o dispositivo de estimulação pode cooperar com o segundo elemento de contração através da estimulação elétrica da porção selecionada, em que o segundo elemento de contração comprime a porção selecionada para reduzir o volume da passagem dos intestinos.

30 Especificamente, o dispositivo de controle pode comandar o dispositivo de estimulação para sucessivamente estimular a porção selecionada, em que o segundo elemento de contração comprime a porção selecionada, de modo que a porção selecionada comprimida pelo segundo elemento de contração é

progressivamente contraída. Como resultado, o conteúdo intestinal é deslocado na passagem dos intestinos de maneira peristáltica. Alternativamente, o dispositivo de contração pode compreender apenas um simples elemento de contração alongado, em que o dispositivo de controle comanda o dispositivo de estimulação, de modo a sucessivamente estimular a porção selecionada quando o elemento de contração comprime a porção selecionada, de modo que a porção selecionada contraída pelo elemento de contração é progressivamente contraída, pelo que o conteúdo intestinal é deslocado na passagem dos intestinos de maneira peristáltica.

De acordo com uma modalidade mais sofisticada da invenção, o dispositivo de contração da bomba compreende um primeiro elemento de contração, para contrair e liberar a porção selecionada na extremidade a montante da mesma, um segundo elemento de contração, para contrair e liberar a porção selecionada na extremidade a jusante da mesma, e um terceiro elemento de contração, para contrair e liberar a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma. Nessa modalidade, o dispositivo de controle comanda os ditos primeiro, segundo e terceiro elementos de contração para, alternativamente, contrair e liberar a porção selecionada independentemente entre si.

Para a operação da bomba, o dispositivo de controle é adaptado para:

- comandar o primeiro elemento de contração a montante, para contrair a porção selecionada de modo a fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada;
- comandar o segundo elemento de contração a jusante, para liberar a porção selecionada; e
- comandar o terceiro elemento de contração para contrair a porção selecionada entre as extremidades a montante e a

jusante da mesma, de modo a movimentar o conteúdo intestinal contido na porção selecionada a jusante na passagem dos intestinos.

O dispositivo de controle também é adaptado para:

- 5 - comandar o segundo elemento de contração a jusante, para contrair a porção selecionada, para fechar a passagem dos intestinos na extremidade a jusante da porção selecionada;
- comandar o primeiro elemento de contração a montante, para liberar a porção selecionada, e
- 10 - comandar o terceiro elemento de contração para liberar a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a permitir ao conteúdo intestinal contido na passagem dos intestinos a montante da porção selecionada, entrar na porção selecionada.

15 Quando a bomba não se encontra em operação, o dispositivo de estimulação descrito acima é usado para cooperar com quaisquer dos elementos de contração, para fechar a passagem dos intestinos, conforme descrito acima, correlacionado com a simples modalidade da invenção. Assim,

20 os ditos primeiro, segundo e terceiro elementos de contração são adaptados para serem mantidos em posição de descanso, em que pelo menos um dos elementos de contração comprime suavemente a porção selecionada para, pelo menos, substancialmente diminuir a área de seção transversal da

25 passagem dos intestinos, na extremidade a montante da porção selecionada e o dispositivo de controle comanda o dispositivo de estimulação, de modo a estimular a porção selecionada, em que o elemento de contração comprime a porção selecionada, para fechar a passagem dos intestinos.

30 O dispositivo de estimulação também pode ser usado para cooperar com quaisquer dos ditos primeiro, segundo e terceiro elementos de contração, quando a bomba está em operação. Nesse caso, o dispositivo de estimulação compreende uma pluralidade de eletrodos, formando uma série

de eletrodos ao longo de uma superfície de pelo menos um dos ditos elementos de contração do dispositivo de contração, dita superfície contatando a porção selecionada dos intestinos. Os eletrodos estimulam o tecido muscular ou

5 neural da porção selecionada com pulsos elétricos, em que um dentre os primeiro elemento de contração e segundo elemento de contração comprime a porção selecionada, e/ou em que o terceiro elemento de contração comprime a porção selecionada.

10 Para a operação da bomba quando os elementos de contração e o dispositivo de estimulação cooperam, o dispositivo de controle:

- comanda o primeiro elemento de contração a montante, para suavemente contrair a porção selecionada para, pelo menos,
- 15 substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, na extremidade a montante da porção selecionada;
- comanda o dispositivo de estimulação de modo a eletricamente estimular a porção selecionada, em que o
- 20 primeiro elemento de contração comprime a porção selecionada, provocando a contração da porção selecionada, de modo a fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada;
- comanda um segundo elemento de contração a jusante, para
- 25 liberar a porção selecionada; e
- comanda o terceiro elemento de contração para contrair a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a movimentar o conteúdo intestinal contido na porção selecionada a jusante na
- 30 passagem dos intestinos.

Opcionalmente, o dispositivo de estimulação pode cooperar com o terceiro elemento de contração mediante estimulação elétrica da porção selecionada, em que o terceiro elemento de contração comprime a porção

selecionada de modo a reduzir o volume na passagem dos intestinos. Especificamente, o dispositivo de controle pode comandar o dispositivo de estimulação para sucessivamente estimular a porção selecionada, quando o terceiro elemento de contração comprime a porção selecionada, de modo que a porção selecionada comprimida pelo terceiro elemento de contração é progressivamente contraída. Como resultado, o conteúdo intestinal é deslocado na passagem dos intestinos de uma maneira peristáltica.

10 Além disso, o dispositivo de controle:

- comanda o segundo elemento de contração a jusante, para suavemente contrair a porção selecionada, para pelo menos substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos na extremidade a jusante da porção selecionada;
- 15 - comanda o dispositivo de estimulação, para estimular a porção selecionada quando o segundo elemento de contração comprime a porção selecionada, de modo a provocar a contração da porção selecionada, para fechar a passagem dos intestinos na extremidade a jusante da porção selecionada;
- 20 - comanda o primeiro elemento de contração a montante, para liberar a porção selecionada; e
- comanda o terceiro elemento de contração, para liberar a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a permitir ao conteúdo intestinal contido na passagem dos intestinos a montante da porção selecionada, entrar na porção selecionada.

De acordo com outra modalidade da invenção, a qual compreende o dispositivo de estimulação, o dispositivo de contração compreende um primeiro elemento de contração, para contrair e liberar a porção selecionada numa extremidade a montante da mesma, e um segundo elemento de contração para contrair e liberar a porção selecionada na extremidade a jusante da mesma, em que no dito dispositivo

de controle comanda os ditos primeiro e segundo elementos de contração, para alternativamente contrair e liberar a porção selecionada independentemente entre si. Nessa modalidade, o dispositivo de estimulação é adaptado para eletricamente estimular a porção selecionada, entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a provocar a contração da porção selecionada de modo a reduzir o volume na passagem dos intestinos.

Para a operação da bomba, o dispositivo de controle:

- comanda o primeiro elemento de contração a montante, para contrair a porção selecionada, de modo a fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada;
- comanda o segundo elemento de contração a jusante, para liberar a porção selecionada; e
- comanda o dispositivo de estimulação para sucessivamente estimular a porção selecionada, entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, provocando uma progressiva contração da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado na passagem dos intestinos de uma maneira peristáltica.

Opcionalmente, o dispositivo de controle pode comandar o primeiro elemento de contração a montante, para suavemente contrair a porção selecionada, para pelo menos substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, na extremidade a montante da porção selecionada, e comandar o dispositivo de estimulação, para estimular a porção selecionada, quando o dito primeiro elemento de contração contrair a porção selecionada, provocando a contração da porção selecionada, de modo a fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada.

Além disso, o dispositivo de controle:

- comanda um segundo elemento de contração a jusante, para contrair a porção selecionada, para fechar a passagem dos intestinos na extremidade a jusante da porção selecionada;
- comanda o primeiro elemento de contração a montante, para liberar a porção selecionada; e
- comanda o dispositivo de estimulação, para encerrar a estimulação da porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a permitir ao conteúdo intestinal contido na passagem dos intestinos a montante da porção selecionada, entrar na porção selecionada.

Opcionalmente, o dispositivo de controle pode comandar um segundo elemento de contração a jusante, para suavemente contrair a porção selecionada, para pelo menos substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos na extremidade a jusante da porção selecionada e comandar o dispositivo de estimulação, de modo a estimular a porção selecionada quando o segundo elemento de contração comprime a porção selecionada, para provocar a contração da porção selecionada, de modo a fechar a passagem dos intestinos na extremidade a jusante da porção selecionada.

De acordo com outra modalidade da invenção, o dispositivo de contração é adaptado para comprimir quaisquer porções de uma série de porções selecionadas dos intestinos, para fechar a passagem dos intestinos, e o dispositivo de controle comanda o dispositivo de contração, para sucessivamente comprimir as porções selecionadas da série de porções selecionadas, para deslocar o conteúdo intestinal a jusante na passagem dos intestinos de maneira peristáltica. Especificamente, o dispositivo de contração compreende uma pluralidade de elementos de contração, cada um deles sendo móvel ao longo dos intestinos, para sucessivamente contrair as porções selecionadas da série de

porções selecionadas, em que o dito dispositivo de controle comanda o dispositivo de contração, para ciclicamente movimentar os ditos elementos de contração, sucessivamente, ao longo das porções selecionadas da série de porções selecionadas. Alternativamente, o dispositivo de contração pode compreender apenas um único elemento de contração. Preferivelmente, o dito dispositivo de contração compreende um rotor, o qual é portador dos ditos elementos de contração, e o dito dispositivo de controle comanda o dito rotor para girar, de modo que cada elemento de contração ciclicamente comprima as porções selecionadas da série de porções selecionadas. Cada elemento de contração compreende adequadamente um rolo para rolar sobre os intestinos, para contrair as porções selecionadas do mesmo.

15 Opcionalmente, o dispositivo de estimulação descrito acima pode ser usado para cooperar com o dispositivo de contração, para sucessivamente comprimir e contrair as porções selecionadas da série de porções selecionadas. Assim, o dispositivo de contração comprime quaisquer porções da série de porções selecionadas, para pelo menos substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos e o dispositivo de estimulação eletricamente estimula a porção selecionada comprimida pelo dispositivo de contração, para fechar a 20 passagem dos intestinos. O dispositivo de controle comanda o dispositivo de contração, para sucessivamente comprimir as porções selecionadas da série de porções selecionadas, de modo a deslocar o conteúdo intestinal na passagem dos intestinos de maneira peristáltica, enquanto comanda o 25 dispositivo de estimulação, para sucessivamente estimular as porções selecionadas, provocando sucessivas contrações das mesmas, em harmonia com as sucessivas contrações das porções selecionadas executadas pelo dispositivo de contração. Especificamente, o dispositivo de estimulação 30

compreende um ou mais eletrodos posicionados nos elementos de contração do dispositivo de contração e adaptados para estimular o tecido intestinal com pulsos elétricos. Uma pluralidade de tais eletrodos pode ser distribuída ao longo de uma superfície, em relação a cada elemento de contração, quando a superfície contata os intestinos, na medida em que o dito elemento de contração comprime qualquer uma das porções selecionadas. O dispositivo de controle comanda o dispositivo de contração, para ciclicamente deslocar os elementos de contração, um após o outro, ao longo das porções selecionadas da série de porções selecionadas, enquanto comanda o dispositivo de estimulação, de modo a energizar os eletrodos.

De acordo com outra modalidade da invenção, o dispositivo de contração compreende pelo menos um elemento de contração alongado, que se estende ao longo dos intestinos, preferivelmente, dois elementos alongados, que se estendem ao longo dos intestinos, em lados opostos dos mesmos. O dispositivo de controle comanda o dispositivo de contração, de modo que os elementos de contração alongados cooperam entre si, para progressivamente contrair a porção selecionada, para movimentar o conteúdo intestinal na passagem dos intestinos. Os elementos de contração alongados compreendem superfícies de contato dimensionadas para contatar uma extensão da porção selecionada dos intestinos, em lados opostos dos mesmos.

As superfícies de contato são adequadamente convexas, e o dispositivo de controle comanda o dispositivo de contração, de modo que as superfícies de contato convexas dos elementos de contração rolam sobre e progressivamente comprimem a porção selecionada dos intestinos. Cada elemento de contração é adaptado para se modificar entre um estado de contração, no qual a superfície convexa é capaz de rolar sobre e comprimir a

porção selecionada dos intestinos, e um estado de liberação, no qual a dita superfície convexa é liberada da porção selecionada dos intestinos.

Opcionalmente, o dispositivo de estimulação descrito acima pode ser usado para cooperar com os elementos de contração alongados. Assim, o dispositivo de controle pode comandar o dispositivo de estimulação, para estimular a porção selecionada, na medida em que o elemento de contração alongado progressivamente comprime a porção selecionada. Os eletrodos do dispositivo de estimulação são adequadamente distribuídos longitudinalmente sobre uma superfície do elemento de contração alongado, contatando a porção selecionada dos intestinos, em que o dispositivo de controle comanda o dispositivo de estimulação, para energizar os ditos eletrodos, sucessivamente, ao longo do dito elemento de contração alongado, de modo a provocar a contração progressiva da porção selecionada dos intestinos.

De acordo com outra modalidade da invenção, o dito dispositivo de contração é adaptado para radialmente expandir pelo menos uma seção da porção selecionada dos intestinos, para formar uma câmara expandida da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, e para axialmente contrair a seção expandida da porção selecionada para, pelo menos, substancialmente reduzir o volume da câmara, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos. Em operação, o dispositivo de controle comanda o dispositivo de contração, para axialmente contrair e liberar a seção expandida da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado na passagem dos intestinos. O dispositivo de contração é ajustável entre uma posição de descanso, na qual ele não expande a seção da porção selecionada, e uma posição de expansão, na qual ele expande a seção da porção selecionada. Adequadamente, o dispositivo de contração é

fornecido de um material que permite o crescimento de tecido fibrótico, para externamente unir o dispositivo de expansão com a parede da porção selecionada dos intestinos, pelo que o dispositivo de expansão puxa a parede da porção selecionada radialmente para fora, quando o dito dispositivo de expansão se encontrar na sua posição de expansão, de modo a formar a seção expandida da porção selecionada.

Opcionalmente, o dispositivo de estimulação descrito acima pode ser usado para eletricamente estimular a seção expandida da porção selecionada, quando o dito dispositivo de contração se encontrar na sua posição de expansão, para provocar a contração axial da seção expandida da porção selecionada. Os eletrodos do dispositivo de estimulação formam adequadamente, pelo menos, uma série de eletrodos, que se estendem em volta da seção expandida da porção selecionada dos intestinos.

Elemento de Fechamento Separado

Em uma modalidade da invenção, é fornecido pelo menos um elemento de fechamento liberável implantável, adaptado para se conectar com a porção selecionada dos intestinos, para fechar a passagem dos intestinos, ou pelo menos parcialmente, contrair a porção selecionada, quando a bomba não se encontrar em operação, e para liberar a porção selecionada, para abrir a passagem dos intestinos, quando a bomba estiver em operação. Preferivelmente, o elemento de fechamento, pelo menos, comprime parcialmente a porção selecionada para, pelo menos, substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, quando a bomba não se encontrar em operação, e o dispositivo de estimulação descrito acima é fornecido para eletricamente estimular o tecido muscular ou neural dos intestinos, de modo a provocar contrações dos intestinos,

quando o elemento de fechamento comprimir os intestinos, para fechar completamente a passagem dos intestinos. Os eletrodos do dispositivo de estimulação, os quais são separados de ou integrados com o elemento de fechamento, são adequadamente distribuídos ao longo da superfície do elemento de fechamento que contata com os intestinos. O dispositivo de controle comanda o elemento de fechamento e o dispositivo de estimulação para cooperar, para permitir suficiente circulação do sangue nos vasos sanguíneos dos intestinos comprimidos, de modo que os tecidos intestinais mantenham sua integridade após uma longa exposição ao elemento de fechamento, quando a bomba não se encontrar em operação. Quando a bomba compreende um elemento de contração alongado provido com eletrodos do dispositivo de estimulação, conforme descrito acima, o dispositivo de controle pode variavelmente energizar os eletrodos, de modo a sempre permitir suficiente circulação de sangue nos vasos sanguíneos do intestino comprimido, quando a bomba se encontra em operação.

20

Fechamento da passagem dos intestinos do paciente através da bomba

Ao invés de prover o elemento de fechamento separado, conforme descrito acima, o dispositivo de contração da bomba pode ser mantido na posição de descanso, em que o dito dispositivo mantém a porção selecionada pelo menos parcialmente contraída, quando a bomba não se encontra em operação. Quando o dispositivo de contração está na posição de descanso, o dito dispositivo comprime a porção selecionada, para não mais permitir a circulação de sangue suficiente nos vasos sanguíneos dos intestinos comprimidos, de modo que os tecidos intestinais mantenham sua integridade após uma longa exposição ao dispositivo de contração. Além disso, o dispositivo de contração comprime

os intestinos para pelo menos substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, quando o dispositivo de contração se encontra na posição de descanso, e o dispositivo de estimulação descrito acima é
5 fornecido para eletricamente estimular os intestinos, quando o dispositivo de contração comprime os intestinos, de modo a provocar contração dos intestinos, para fechar completamente a passagem dos intestinos. Preferivelmente, o dispositivo de controle comanda o dispositivo de
10 estimulação, para variavelmente energizar os eletrodos do dispositivo de estimulação ao longo da porção selecionada, de modo a provocar contrações parciais da porção selecionada e que, no curso do tempo, modificam suas posições na porção selecionada, pelo que, as partes dos
15 intestinos que atualmente não são estimuladas podem restaurar substancialmente a circulação normal de sangue, antes que as mesmas sejam novamente estimuladas.

Pedaco de Intestino Artificial

20 Em uma modalidade da invenção, um pedaco de intestino artificial é cirurgicamente unido aos intestinos do paciente, de modo a formar parte da passagem dos intestinos e ainda formar, pelo menos, parte da porção selecionada dos intestinos para ser contraída pelo
25 dispositivo de contração. Uma vantagem significativa dessa modalidade é que o dispositivo de contração dos diversos modelos da bomba, conforme descrito acima, pode ser usado para operar apenas sobre o pedaco de intestino artificial, e não sobre os intestinos sensíveis. Quando a bomba não se
30 encontra em operação, o dispositivo de contração pode comprimir o pedaco de intestino artificial, para fechar completamente a passagem dos intestinos.

O pedaco de intestino artificial pode ser integrado aos intestinos do paciente, entre duas

extremidades dos mesmos, por exemplo, quando um pedaço do reto foi removido em razão de câncer. Alternativamente, o pedaço de intestino artificial pode ser direta ou indiretamente unido ao ânus do paciente.

5 Quando o pedaço de intestino artificial é implantado em um paciente submetido à ileostomia, jejunostomia, colostomia ou retostomia, o dispositivo de contração comprime o pedaço de intestino artificial, a fim de descarregar o conteúdo intestinal através de um estoma,
10 localizado a jusante do pedaço de intestino artificial. Alternativamente, o pedaço de intestino artificial pode terminar no dito estoma.

Bomba Manualmente Operável

15 Um atuador implantável subcutaneamente, operacionalmente conectado ao dispositivo de contração da bomba, pode ser fornecido, pelo qual o atuador é manualmente atuável para operar o dito dispositivo de contração.

20 Em uma modalidade da invenção, o dispositivo de contração é hidraulicamente operável e o atuador é hidraulicamente conectado ao dispositivo de contração hidraulicamente operável. Preferivelmente, o atuador compreende um reservatório resiliente manualmente
25 compressível para o fluido hidráulico usado, para operar o dispositivo de contração.

Adequadamente, um mecanismo servo inverso é fornecido, o qual interliga hidraulicamente o reservatório e o dispositivo de contração hidraulicamente operável. O
30 termo "servo inverso" deve ser entendido como um mecanismo que transfere uma intensa força atuando sobre um elemento móvel, com um curso curto, em uma força fraca atuando sobre outro elemento móvel que possui um curso longo; ou seja, a função inversa de um mecanismo servo normal. Assim,

pequenas alterações na quantidade do fluido em um reservatório menor que, nesse caso, pode ser conectado hidraulicamente ao reservatório resiliente do atuador, podem ser transferidas pelo servo inverso para alterações maiores na quantidade de fluido em um reservatório maior que, nesse caso, pode ser conectado hidraulicamente ao dispositivo de contração. O servo inverso é particularmente adequado para operação manual do mesmo.

O reservatório é hidraulicamente conectado ao dispositivo de contração hidraulicamente operável, de modo que quando o reservatório é manualmente comprimido, o dispositivo de contração comprime a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a movimentar o conteúdo intestinal contido na porção selecionada a jusante na passagem dos intestinos. Quando o reservatório resiliente é manualmente liberado e restaura seu formato não comprimido, o dispositivo de contração libera a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, para permitir ao conteúdo intestinal na passagem dos intestinos a montante da porção selecionada, entrar na porção selecionada.

O dispositivo de contração hidraulicamente operável compreende um elemento de contração e um dispositivo tipo fole hidráulico, que opera o elemento de contração para contrair a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, quando o dispositivo tipo fole é expandido. O reservatório resiliente compressível é hidraulicamente conectado ao dispositivo tipo fole, de modo que o dispositivo tipo fole é expandido quando o reservatório é manualmente comprimido e retraído, quando o reservatório é manualmente liberado, pelo que, então, restaura o seu formato não comprimido. Assim, o dispositivo tipo fole opera o elemento de contração, para liberar a porção selecionada entre as

extremidades a montante e a jusante da mesma, quando o dispositivo tipo fole é retraído.

Em uma modalidade específica da invenção, o dispositivo de contração hidraulicamente operável

5 compreende um primeiro sub-dispositivo hidraulicamente operável, para contrair e liberar a porção selecionada na extremidade a montante da mesma, um segundo sub-dispositivo hidraulicamente operável, para contrair e liberar a porção selecionada em uma extremidade a jusante da mesma e um

10 terceiro sub-dispositivo hidraulicamente operável, para contrair e liberar a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma. O reservatório é hidraulicamente conectado aos ditos primeiro, segundo e terceiro sub-dispositivos, de modo que

15 quando o reservatório é manualmente comprimido, o primeiro sub-dispositivo a montante contrai a porção selecionada para fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada, o dito segundo sub-dispositivo a jusante libera a porção selecionada e o dito

20 terceiro sub-dispositivo contrai a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a movimentar o conteúdo intestinal contido na porção selecionada a jusante na passagem dos intestinos. Quando o reservatório resiliente é manualmente liberado e restaura

25 seu formato não comprimido, o dito segundo sub-dispositivo a jusante comprime a porção selecionada para fechar a passagem dos intestinos na extremidade a jusante da porção selecionada, o dito segundo sub-dispositivo a montante libera a porção selecionada e o dito terceiro sub-

30 dispositivo libera a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, de modo a permitir ao conteúdo intestinal na passagem dos intestinos a montante da porção selecionada, entrar na dita porção selecionada.

O primeiro sub-dispositivo do dispositivo de contração compreende um primeiro elemento de contração e um primeiro dispositivo tipo fole hidráulico, o qual opera o dito primeiro elemento de contração para contrair a porção selecionada na extremidade a montante, quando o primeiro dispositivo tipo fole é expandido, o segundo sub-dispositivo do dito dispositivo de contração compreende um segundo elemento de contração e um segundo dispositivo tipo fole hidráulico, que opera o segundo elemento de contração para liberar a porção selecionada na extremidade a jusante, quando o segundo dispositivo tipo fole é expandido, e o terceiro sub-dispositivo do dispositivo de contração compreende um terceiro elemento de contração e um terceiro dispositivo tipo fole hidráulico, o qual opera o terceiro elemento de contração para contrair a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante, quando o terceiro dispositivo tipo fole é expandido. O reservatório resiliente compressível é hidraulicamente conectado aos ditos primeiro, segundo e terceiro dispositivos tipo fole, de modo que os dispositivos tipo fole são expandidos quando o reservatório é manualmente comprimido e são retraídos quando o reservatório é manualmente liberado, pelo que, então, restaura o seu formato não comprimido. Assim, o primeiro dispositivo tipo fole opera o primeiro elemento de contração para liberar a porção selecionada na extremidade a montante, quando o primeiro dispositivo tipo fole é retraído, o segundo dispositivo tipo fole opera o segundo elemento de contração para contrair a porção selecionada na extremidade a jusante, quando o segundo dispositivo tipo fole é retraído e o terceiro dispositivo tipo fole opera o terceiro elemento de contração para liberar a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante, quando o terceiro dispositivo tipo fole é retraído.

Quando aplicável, as bombas das modalidades apresentadas na presente especificação podem ser manualmente operáveis, mediante uso de meios hidráulicos, conforme descrito acima.

5

Bomba Propulsionada

Em uma modalidade da invenção, a bomba é propulsionada. O dispositivo de controle pode compreender um interruptor manualmente operável para dar partida e
10 parar a dita bomba propulsionada, dito interruptor sendo adaptado para implante subcutâneo no paciente. Alternativamente, dispositivo de controle pode compreender um dispositivo de controle remoto sem fio, adequado para ser operado pelo paciente segurando o mesmo, para comandar
15 a bomba, ou seja, para dar partida e parar.

Um transmissor de energia, sem fio pode ser fornecido, de modo a transmitir energia sem fio de fora do corpo do paciente para acionar a bomba. O transmissor de energia pode transmitir energia sem fio para acionar
20 diretamente a bomba, na medida em a energia sem fio está sendo transmitida. Dentre diversas formas de energia, a energia sem fio pode compreender a energia eletromagnética, tal como um campo elétrico, eletromagnético ou magnético, ou uma combinação dos mesmos, ou ondas eletromagnéticas
25 para acionamento direto da bomba. Por exemplo, quando a bomba inclui uma bomba elétrica, a energia sem fio, na forma de um campo magnético ou um campo eletromagnético, pode ser utilizada para acionamento direto da bomba elétrica.

30 Assim, a bomba elétrica é acionada diretamente durante a transmissão de energia sem fio. Isto pode ser alcançado de duas maneiras diferentes: (a) utilizando um dispositivo de transformação de energia implantado no paciente, para transformar a energia sem fio em energia de

uma forma diferente, preferivelmente energia elétrica, e acionar a bomba com a energia transformada, ou (b) utilizando a energia sem fio transmitida, para acionar a bomba diretamente. Preferivelmente, a energia sem fio na
5 forma de um campo eletromagnético ou magnético é utilizada para induzir diretamente os componentes específicos da bomba, de modo a criar energia cinética. Esses componentes podem incluir bobinas integradas na bomba.

Alternativamente, um acumulador, tal como um
10 capacitor ou uma bateria recarregável, pode ser fornecido para armazenar a energia elétrica produzida pelo dispositivo de transformação de energia, em que o dispositivo de controle comanda o acumulador para liberar energia, para acionamento da bomba. Um medidor de carga
15 implantável para medir a carga do acumulador pode ser provido e o dispositivo de controle pode produzir uma indicação em resposta ao medidor de carga.

Sensor

20 Em uma modalidade da invenção, um sensor implantável é fornecido para detecção direta ou indireta de um parâmetro físico do paciente ou um parâmetro funcional do aparelho. Quanto aos parâmetros físicos, o dispositivo de controle pode produzir uma indicação, como um sinal
25 sonoro ou informações exibidas em resposta ao sensor, detectando um valor do parâmetro físico superior a um valor limite, quando a bomba não se encontra em operação. O parâmetro físico pode ser o volume do conteúdo intestinal na porção selecionada dos intestinos, a distensão da parede
30 intestinal, ou a pressão na porção selecionada dos intestinos.

Quanto ao parâmetro funcional do aparelho, o dispositivo de controle pode produzir uma indicação, tal como um alarme, um sinal sonoro ou informações exibidas em

resposta ao sensor, detectando um valor do parâmetro funcional superior a um valor limite, quando a bomba está em operação.

5 Comunicação

Em qualquer uma das modalidades da invenção, pode ser fornecido um comunicador externo de dados, idealizado de ser disposto fora do corpo do paciente, e um comunicador interno de dados, implantável no paciente, para se comunicar com o comunicador externo. O comunicador interno de dados alimenta os dados correlacionados ao paciente de volta para o comunicador externo de dados, e/ou o comunicador externo de dados alimenta os dados para o comunicador interno de dados.

15

Métodos da Invenção

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, é provido um método para tratar um paciente que apresenta um distúrbio correlacionado com a passagem dos intestinos. O método compreende as etapas de:

- a) contrair uma porção selecionada dos intestinos do paciente para, pelo menos, reduzir substancialmente o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja movimentado através da passagem dos intestinos, na direção jusante aos mesmos;
- b) liberar a porção selecionada para aumentar o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal na passagem dos intestinos, a montante da porção selecionada, entre na porção selecionada; e
- c) repetir as etapas (a) e (b) um número opcional de vezes.

Quando a porção selecionada dos intestinos termina no ânus do paciente, o método compreende ainda

executar as etapas (a) e (b) para descarregar o conteúdo intestinal através do ânus. Alternativamente, o método ainda compreende modificar cirurgicamente os intestinos do paciente, para terminar em um estoma, e executar as etapas

5 (a) e (b) para descarregar o conteúdo intestinal através do estoma.

O método das etapas (a) e (b) pode ser realizado de acordo com diversas alternativas, conforme será descrito a seguir.

10

Alternativa 1

- A etapa (a) é feita inicialmente por contração da porção selecionada, para fechar parcialmente a passagem dos intestinos em uma extremidade a montante da porção
- 15 selecionada e, em seguida, contraindo toda a porção selecionada; e
- a etapa (b) é realizada, inicialmente liberando totalmente a porção selecionada, exceto na extremidade a jusante da mesma e, em seguida, liberando a porção
- 20 selecionada na extremidade a jusante.

Alternativa 2

A Etapa (a) é realizada pelos estágios de:

- parcialmente, contrair a porção selecionada, para, pelo
- 25 menos, substancialmente, diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, na extremidade a montante da porção selecionada;
- estimular eletricamente o tecido muscular ou neural da porção selecionada do intestino, comprimido na extremidade
- 30 a montante, provocando a contração da porção selecionada contraída, de modo a fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada; e
- em seguida, contrair toda a porção selecionada.

A Etapa (b) é realizada, inicialmente liberando totalmente a porção selecionada, exceto na extremidade a jusante da mesma e, então, liberando a porção selecionada na extremidade a jusante.

5

Alternativa 3

A etapa (a) é realizada pelos estágios de:

- parcialmente contrair a porção selecionada, para, pelo menos substancialmente, diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, na extremidade a montante da porção selecionada;
- estimular eletricamente o tecido muscular ou neural da porção selecionada contraída na extremidade a montante, provocando a contração da porção selecionada contraída, de modo a fechar a passagem dos intestinos na extremidade a montante da porção selecionada;
- pelo menos, contrair parcialmente toda a porção selecionada; e
- em seguida, sucessivamente estimular a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, para provocar uma progressiva contração da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado na passagem dos intestinos de uma maneira peristáltica.

A etapa (b) é realizada ao encerrar a estimulação da porção selecionada e liberar totalmente a porção selecionada, exceto na extremidade a jusante da mesma e, depois, liberando a porção selecionada na extremidade a jusante.

30 Alternativa 4

A etapa (a) é realizada pelos estágios de:

- parcialmente contrair a porção selecionada, para, pelo menos, substancialmente diminuir a área de seção

transversal da passagem dos intestinos, ao longo de toda a porção selecionada; e

- sucessivamente estimular a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma, provocando
- 5 uma progressiva contração da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado na passagem dos intestinos, de uma maneira peristáltica.

Alternativa 5

- 10 A etapa (a) é realizada por meio de sucessivas contrações das porções de uma série de porções selecionadas dos intestinos, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado a jusante na passagem dos intestinos, de uma maneira peristáltica.

15

Alternativa 6

A etapa (a) é realizada pelos estágios de:

- sucessivamente contrair porções de uma série de porções selecionadas dos intestinos, de modo que cada porção
- 20 contraída, pelo menos, substancialmente, diminua a área de seção transversal da passagem dos intestinos; e
- estimular eletricamente cada porção contraída, provocando a contração da porção intestinal contraída, para fechar a
- passagem dos intestinos, pelo que o conteúdo intestinal é
- 25 deslocado a jusante na passagem dos intestinos, de uma maneira peristáltica.

Alternativa 7

- 30 A etapa (a) é realizada mediante contrações progressivas da porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado a jusante na passagem dos intestinos, de uma maneira peristáltica.

Alternativa 8

A etapa (a) é realizada pelos estágios de:

- estimular eletricamente a porção selecionada, provocando a contração da mesma; e
- progressivamente contrair a porção selecionada contraída, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado a jusante na passagem dos intestinos, de uma maneira peristáltica.

A presente invenção também proporciona outro método para tratar um paciente que apresenta um distúrbio correlacionado com a passagem dos intestinos. Esse método compreende as etapas de:

- proporcionar uma bomba, incluindo um dispositivo de contração que se conecta com uma porção selecionada dos intestinos, para contrair e liberar a porção selecionada,
- acionar a bomba para operar o dispositivo de contração, para, alternadamente, contrair a porção selecionada, para, pelo menos, substancialmente reduzir o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, e liberar a porção selecionada para aumentar o volume da passagem dos intestinos ao longo da mesma, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos.

O presente método compreende ainda prover pelo menos um elemento de fechamento liberável, que se conecta com os intestinos do paciente, utilizando o elemento de fechamento para, pelo menos, substancialmente fechar a passagem dos intestinos quando a bomba não se encontrar em operação, e para liberar os intestinos quando a bomba se encontrar em operação. O elemento de fechamento pode ser utilizado para contrair os intestinos, de modo a fechar a passagem dos intestinos.

Alternativamente, o dito elemento de fechamento pode ser usado para comprimir os intestinos, para, pelo menos substancialmente, diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos, em que o método

compreende ainda a estimulação elétrica do tecido muscular ou do tecido neural dos intestinos, provocando a contração dos intestinos, em que o elemento de fechamento contrai os intestinos para fechar a passagem dos mesmos. Nesse caso, o método adequadamente compreende a coordenação da operação do elemento de fechamento e a estimulação elétrica dos intestinos, para permitir uma suficiente circulação de sangue nos vasos sangüíneos dos intestinos contraídos, de modo que os tecidos intestinais mantenham a sua integridade, após uma longa exposição ao elemento de fechamento, quando a bomba não se encontrar em operação.

A presente invenção proporciona ainda um método (I) para utilização de um aparelho conforme descrito acima, para tratamento de um paciente que apresenta um distúrbio correlacionado à passagem dos seus intestinos. Esse método (I) compreende as etapas de:

- prover um aparelho conforme descrito acima,
- inserir um tubo tipo agulha no abdômen do corpo do paciente,
- fornecer gás através do tubo, para encher o abdômen com gás, dessa forma, expandindo a cavidade abdominal,
- colocar, pelo menos, dois trocartes laparoscópicos no corpo do paciente,
- inserir através de um dos trocartes uma câmera dentro do abdômen,
- selecionar uma porção dos intestinos do paciente,
- inserir um instrumento de dissecação através de um dos trocartes e dissecar uma área da porção selecionada,
- colocar a bomba do aparelho na área dissecada em conexão operacional com a porção selecionada dos intestinos, e
- utilizar a bomba para bombear o conteúdo intestinal através da passagem dos intestinos. O método (I) pode compreender ainda cortar uma abertura através da pele e da parede abdominal do paciente, passando o intestino do

paciente através da abertura para criar um estoma, selecionando a porção dos intestinos do paciente na vizinhança do estoma, em que a bomba é utilizada para descarregar o conteúdo intestinal através do estoma.

- 5 A presente invenção proporciona ainda outro método (II) para utilização de um aparelho conforme descrito acima, para tratamento de um paciente que apresenta um distúrbio correlacionado à passagem dos seus intestinos. Esse método (II) compreende as etapas de:
- 10 - prover um aparelho conforme descrito acima,
- cortar uma abertura através da pele e da parede abdominal do paciente,
- selecionar uma porção dos intestinos do paciente,
- inserir um instrumento de dissecação através da abertura
15 e dissecar uma área da porção selecionada,
- colocar a bomba do aparelho na área dissecada em conexão operacional com a porção selecionada dos intestinos, e
- utilizar a bomba para bombear o conteúdo intestinal através da passagem dos intestinos.

- 20 A presente invenção proporciona ainda outro método (III) para utilização de um aparelho conforme descrito acima, para tratamento de um paciente que apresenta um distúrbio correlacionado à passagem dos seus intestinos. Esse método (III) compreende as etapas de:
- 25 - cortar uma abertura através da pele e da parede abdominal do paciente, e passar uma porção dos intestinos do paciente através da abertura criando um estoma,
- cortar os intestinos para separar um pedaço curto dos mesmos, formando um estoma a partir da parte restante dos
30 intestinos, enquanto que são mantidos os vasos sangüíneos mesentéricos conectados ao pedaço curto dos intestinos, para garantir o suprimento de sangue ao dito pedaço curto dos intestinos,
- dissecar uma área no pedaço curto dos intestinos,

- colocar um pedaço de intestino artificial na área dissecada e cirurgicamente unir o mesmo ao pedaço curto dos intestinos e à parte restante dos intestinos, de modo a formar uma passagem contínua dos intestinos através da parte restante dos mesmos, do pedaço de intestino artificial e do pedaço curto dos intestinos, o pedaço de intestino artificial formando uma porção selecionada dos intestinos do paciente,
- prover um aparelho conforme descrito acima,
- 10 - colocar a bomba do aparelho em conexão operacional com o pedaço de intestino artificial, e
- utilizar a bomba para bombear o conteúdo intestinal através da passagem dos intestinos e para fora do estoma.

Os métodos (I), (II) e (III) acima podem ainda
15 compreender implantar subcutaneamente um interruptor manualmente operável, para dar partida e parar a bomba.

De acordo com os métodos (I), (II) e (III) acima, o dispositivo de contração da bomba é colocado em conexão operacional com a porção selecionada dos intestinos, e a
20 bomba é comandada para operar o dispositivo de contração para, alternadamente, contrair a porção selecionada, para pelo menos substancialmente, reduzir o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, e liberar a porção selecionada para aumentar o volume da passagem dos
25 intestinos ao longo da dita porção selecionada, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos.

Os métodos (I), (II) e (III) compreendem ainda implantar pelo menos um elemento de fechamento liberável em
30 conexão operacional com a porção selecionada dos intestinos, e utilizar o elemento de fechamento liberável para fechar a passagem dos intestinos quando a bomba não estiver em operação, e para liberar os intestinos quando a bomba estiver em operação.

Os métodos (I), (II) e (III) compreendem ainda implantar um dispositivo de operação eletricamente acionado, tal como um motor elétrico, para operar o elemento de fechamento liberável. Alternativamente, o
5 dispositivo de operação compreende um dispositivo de operação hidráulico.

Os métodos (I), (II) e (III) compreendem ainda transmitir energia sem fio para acionar o dispositivo de operação e, quando desejado, bombear o conteúdo intestinal
10 através da passagem dos intestinos, acionando o dispositivo de operação com a energia transmitida para operar o elemento de fechamento, para liberar a porção selecionada dos intestinos.

Os métodos (I), (II) e (III) compreendem ainda implantar uma fonte de energia no paciente, proporcionando
15 uma fonte externa de energia, controlando a fonte externa de energia para liberar energia sem fio, transformando a energia sem fio em energia armazenável, carregando de modo não-invasivo a fonte de energia implantada com a energia
20 transformada, e controlando a fonte de energia implantada de fora do corpo do paciente para liberar energia, para uso em conexão com a operação da bomba e/ou do elemento de fechamento liberável. Os intestinos do paciente podem ser cirurgicamente modificados para terminar em um estoma e,
25 quando desejado, descarregar o conteúdo intestinal para fora do corpo do paciente, controlando a fonte de energia implantada para fornecer energia para operar o elemento de fechamento liberável, para temporariamente liberar a porção selecionada dos intestinos, e utilizar a bomba para bombear
30 o conteúdo intestinal na passagem dos intestinos para fora do corpo, através do estoma. A energia sem fio é transformada em uma energia armazenável, tal como, energia elétrica, diferente da energia sem fio, e a energia

armazenável é utilizada para operar a bomba e/ou o elemento de fechamento liberável.

Alternativamente, os métodos (I), (II) e (III) compreendem ainda a provisão de uma fonte externa de energia fora do corpo do paciente, controlando a fonte externa de energia de fora do corpo do paciente para liberar energia sem fio, e utilizando a energia sem fio liberada para operar a bomba e/ou o elemento de fechamento liberável. Por exemplo, a fonte externa de energia pode ser controlada para liberar energia sem fio, para diretamente operar a bomba e/ou o elemento de fechamento liberável. A fonte externa de energia pode ser controlada para liberar energia sem fio não-magnética, e utilizar a energia liberada sem fio não-magnética para operar a bomba e/ou o elemento de fechamento. Alternativamente, a fonte externa de energia pode ser controlada para liberar energia sem fio eletromagnética, pelo que a energia sem fio eletromagnética liberada é utilizada para operar a bomba e/ou o elemento de fechamento liberável.

A energia sem fio pode ser transformada em energia elétrica no interior do corpo do paciente por meio de um dispositivo de transformação de energia implantado, em que a energia elétrica é utilizada em conexão com a operação da bomba e/ou do elemento de fechamento liberável. A energia elétrica pode ser diretamente utilizada em conexão com a operação da bomba e/ou do elemento de fechamento liberável. Por exemplo, a bomba e/ou o elemento de fechamento liberável podem ser diretamente operados com energia elétrica, na medida em que o dispositivo de transformação de energia transforma a energia sem fio em energia elétrica.

Os métodos (I), (II) e (III) compreendem ainda comandar o elemento de fechamento liberável para:

- pelo menos, parcialmente, restringir a passagem dos intestinos na porção selecionada, para impedir que o conteúdo intestinal passe através da mesma, ou
- liberar os intestinos, para permitir ao conteúdo intestinal ser bombeado através dos mesmos mediante utilização da bomba.

A etapa (a) pode ser realizada mediante controle do elemento de fechamento liberável, para parcialmente restringir a passagem dos intestinos na porção selecionada e eletricamente estimular a porção selecionada dos intestinos, provocando a contração da mesma, para restringir mais ainda a passagem dos intestinos, de modo a impedir que o conteúdo intestinal passe pela mesma.

A presente invenção proporciona ainda outro método para utilização de um aparelho conforme descrito acima, para tratamento de um paciente que apresenta um distúrbio correlacionado à passagem dos seus intestinos. Esse método compreende as etapas de:

- prover um dispositivo de controle remoto sem fio, adaptado para comandar a bomba de fora do corpo do paciente; e
- operar o dispositivo de controle remoto sem fio pelo paciente, para dar partida na bomba quando o paciente desejar defecar, e parar a bomba quando o paciente tiver terminado de defecar.

Breve Descrição dos Desenhos

As FIGURAS 1A e 1B esquematicamente ilustram diversas etapas de operação de um aparelho geral, de acordo com a presente invenção, em que a bomba do aparelho é aplicada nos intestinos do paciente.

As FIGURAS 2A e 2B esquematicamente ilustram diferentes etapas de operação de um aparelho geral mostrado

pelas FIGURAS 1A e 1B, compreendendo ainda um dispositivo de estimulação elétrico.

As FIGURAS 3A, 3B e 3C esquematicamente ilustram diferentes etapas de operação de uma modalidade da presente invenção, em que uma bomba peristáltica é aplicada nos intestinos do paciente.

As FIGURAS 4A, 4B e 4C esquematicamente ilustram a modalidade mostrada pelas FIGURAS 3A-3C, compreendendo ainda um dispositivo de estimulação elétrica.

As FIGURAS 5A, 5B e 5C representam seções transversais longitudinais de uma modalidade da invenção, apresentando diferentes etapas de operação, em que uma bomba compreende um dispositivo de contração que contrai radialmente os intestinos de um paciente.

AS FIGURAS 6A, 6B e 6C representam seções transversais longitudinais de uma modificação da modalidade mostrada pelas FIGURAS 5A-5C, compreendendo um dispositivo de estimulação elétrica.

A FIGURA 7 mostra a mesma modalidade da FIGURA 6C, ilustrando uma operação modificada do dispositivo de estimulação.

A FIGURA 8 mostra a modalidade da FIGURA 6A, quando a bomba não se encontra em operação.

As FIGURAS 9A, 9B, 9C e 9D ilustram uma operação modificada do dispositivo de estimulação da modalidade de acordo com a FIGURA 6A, quando a bomba não se encontra em operação.

As FIGURAS 10A, 10B e 10C representam seções transversais longitudinais de outra modalidade da invenção, compreendendo um dispositivo de estimulação elétrica e apresentando etapas diferentes de operação.

As FIGURAS 11A e 11B são vistas de outra modalidade da invenção, apresentando diferentes etapas de

operação, em que uma bomba rotativa peristáltica é aplicada no intestino delgado do paciente.

As FIGURAS 12A e 12B são vistas de uma modificação da modalidade mostrada pelas FIGURAS 11A e 11B, também incluindo um dispositivo de estimulação elétrica.

As FIGURAS 13A a 13D representam seções transversais longitudinais de outra modalidade da invenção, apresentando diferentes etapas de operação, em que outro tipo de bomba peristáltica é aplicado no intestino delgado de um paciente.

As FIGURAS 14A a 14D representam seções transversais longitudinais de uma modificação da modalidade mostrada pelas FIGURAS 13A-13D, incluindo um dispositivo de estimulação elétrica.

As FIGURAS 15A e 15B apresentam diferentes etapas de operação de outra modalidade da invenção, incluindo um elemento de fechamento intestinal separado.

A FIGURA 16A apresenta outra modalidade da invenção, incluindo um pedaço de intestino artificial implantado em um paciente colostomizado, em que a bomba opera no pedaço de intestino artificial.

A FIGURA 16B apresenta o pedaço de intestino artificial mostrado pela FIGURA 16A, unido ao ânus do paciente.

A FIGURA 17 apresenta um detalhe aumentado da modalidade mostrada pela FIGURA 16.

A FIGURA 18 apresenta uma modificação da modalidade mostrada pela FIGURA 17.

As FIGURAS 19A, 19B, 19C e 19D, esquematicamente, ilustram diferentes etapas de operação de outra modalidade da invenção, em que uma bomba compreende um dispositivo de contração que comprime axialmente os intestinos do paciente.

A FIGURA 20 ilustra a modalidade mostrada pela FIGURA 19D, incluindo também um dispositivo de estimulação elétrica.

5 A FIGURA 21 é uma vista lateral de outra modalidade da invenção, em que uma bomba inclui um dispositivo de contração hidraulicamente operável, aplicado nos intestinos de um paciente em uma primeira etapa da operação.

10 As FIGURAS 22 e 23 são vistas tomadas ao longo de linhas de corte XXII-XXII e XXIII-XXIII, respectivamente, conforme a FIGURA 21.

A FIGURA 24 é uma vista lateral de uma modalidade mostrada pela FIGURA 21, com o dispositivo de contração em uma segunda etapa da operação.

15 As FIGURAS 25 e 26 são vistas tomadas ao longo de linhas de corte XXV-XXV e XXVI-XXVI, respectivamente, conforme a FIGURA 24.

20 As FIGURAS 27A e 27B apresentam diferentes etapas de operação de um mecanismo servo inverso hidráulico, adequado para conexão com o dispositivo de contração hidráulico, conforme as FIGURAS 21 - 26.

25 As FIGURAS 28A e 28B apresentam diferentes etapas de operação de um dispositivo de contração mecanicamente operado, adequado para utilização em algumas das modalidades da presente invenção.

A FIGURA 28C é uma modificação da modalidade mostrada pelas FIGURAS 28A e 28B.

30 A FIGURA 29 ilustra a bomba da modalidade mostrada pelas FIGURAS 6A e 6B, aplicada no intestino delgado de um paciente colostomizado.

A FIGURA 30 ilustra a bomba da modalidade mostrada pelas FIGURAS 6A e 6B, aplicada no intestino delgado de um paciente colostomizado, terminando no ânus do paciente.

Descrição Detalhada de Modalidades Preferidas

Fazendo referência às figuras, números de referência similares designam elementos idênticos ou correspondentes nas diversas figuras.

5 A FIGURA 1A esquematicamente apresenta uma modalidade geral do aparelho de acordo com a presente invenção, para tratamento de um paciente que apresenta um distúrbio correlacionado à passagem dos intestinos do paciente, tal como constipação ou incontinência anal. O

10 aparelho compreende uma bomba (1) externamente aplicada em uma porção selecionada (2) dos intestinos do paciente (3), tal como, uma porção do intestino grosso. A bomba (1) compreende um dispositivo de contração para contrair a

15 porção selecionada (2), para deslocar o conteúdo intestinal na mesma. Durante a operação, o aparelho muda ciclicamente entre uma primeira fase de operação, em que o dispositivo de contração não contrai a porção selecionada (2), de modo a permitir que o conteúdo intestinal encha a porção

20 selecionada (2), conforme ilustrado na FIGURA 1A, e uma segunda fase de operação, em que o dispositivo de contração contrai a porção selecionada (2), para, pelo menos substancialmente, diminuir a área de seção transversal da

25 passagem dos intestinos (4) ao longo da porção selecionada (2), de modo que a porção selecionada (2) do intestino tubular (3) é pelo menos parcialmente achatada. Como resultado, o conteúdo intestinal é deslocado para fora da

30 parte selecionada (2), a jusante no intestino (3), e é descarregado através de uma extremidade aberta (5) do intestino (3), conforme ilustrado na FIGURA 1B. Quando o aparelho muda da segunda fase da operação (FIGURA 1B) para a primeira fase da operação (FIGURA 1A), o dispositivo de contração da bomba (1) libera a porção selecionada (2), para permitir que o conteúdo intestinal entre na porção selecionada (2), pelo que o volume da passagem dos

intestinos (4) ao longo da porção selecionada (2) é aumentado, na medida em que o conteúdo intestinal enche a porção selecionada (2).

O aparelho da FIGURA 1A pode ser equipado com um
5 dispositivo de estimulação elétrica para estimular eletricamente o tecido muscular ou neural da porção selecionada (2), para provocar contração da parede intestinal (6), de modo que a parede intestinal (6) se torne grossa. Quando operar o aparelho equipado com um
10 dispositivo de estimulação, o aparelho ciclicamente realiza uma sequência de três etapas de operação, ou seja, uma primeira fase de operação, em que o dispositivo de contração da bomba (1) não contrai a porção selecionada (2), de modo a permitir que o conteúdo intestinal encha a
15 porção selecionada (2), conforme ilustrado na FIGURA 1A; uma segunda etapa da operação, em que o dispositivo de contração contrai a porção selecionada (2), de modo que essa última é parcialmente achatada, conforme ilustrado na FIGURA 2A, pelo que algum conteúdo intestinal é deslocado a
20 jusante no intestino (3), e se descarrega através da extremidade aberta (5), e uma terceira etapa de operação, em que o dispositivo de estimulação elétrica estimula a porção selecionada contraída (2) com pulsos elétricos (indicada pelas setas A na FIGURA 2B) para engrossar a
25 parede intestinal (6), para fechar completamente a passagem dos intestinos (4), pelo que mais quantidade do conteúdo intestinal é deslocada a jusante no intestino (3) e se descarrega através da extremidade aberta (5), ver FIGURA 2B. A utilização do dispositivo de estimulação elétrica
30 para a realização de fechamento completo da passagem dos intestinos (4) permite que o dispositivo de contração da bomba (1) contraia parcialmente a porção selecionada (2), sem bloquear substancialmente a circulação do sangue no tecido intestinal.

As FIGURAS 3A, 3B e 3C esquematicamente ilustram uma modalidade da invenção, que é similar à modalidade geral, de acordo com as FIGURAS 1A e 1B, exceto que o aparelho compreende uma bomba do tipo peristáltica (7). A bomba peristáltica (7) compreende um dispositivo de contração que proporciona uma contração limitada (8) da porção selecionada (2), que se estende ao longo de uma parte da porção selecionada (2), ver FIGURA 3A. Um dispositivo de controle (9) é provido para comandar o dispositivo de contração da bomba peristáltica (7), para deslocar a contração (8) na direção a jusante (da esquerda para a direita nas FIGURAS 3A-3C), para mover o conteúdo intestinal para frente na passagem dos intestinos (4), conforme ilustrado nas FIGURAS 3A a 3C. Quando a contração (8) for deslocada da extremidade direita da porção selecionada (2) e o conteúdo intestinal tiver entrado e reenchido a porção selecionada (2), a montante da contração (8), o dispositivo de controle (9) comanda o dispositivo de contração da bomba peristáltica (7) para liberar a porção selecionada (2) na sua extremidade direita e aplicar a contração (8) na extremidade esquerda da porção selecionada (2), conforme ilustrado na FIGURA 3A, pela que a operação descrita acima pode ser repetida.

As FIGURAS 4A, 4B e 4C esquematicamente ilustram uma modalidade da invenção, que é similar à modalidade mostrada de acordo com as FIGURAS 3A, 3B e 3C, exceto que o aparelho da modalidade das FIGURAS 3A-3C compreende ainda um dispositivo de estimulação elétrica tendo a mesma finalidade que o dispositivo de estimulação elétrica descrito acima, em conexão com a modalidade de acordo com as FIGURAS 2A e 2B. Em uma modalidade mostrada pelas FIGURAS 4A-4C, uma contração limitada (10) da porção selecionada (2) é provida pela combinação de duas medidas. Assim, de acordo com uma primeira medida, o dispositivo de

contração da bomba peristáltica (7) contrai uma parte da porção selecionada (2), de modo que esta parcialmente se achata, porém não fecha a passagem dos intestinos (4). De acordo com uma segunda medida seguinte, o dispositivo de estimulação elétrica estimula a parte contraída da porção selecionada (2) com pulsos elétricos (indicada pelas setas B nas FIGURAS 3A-3C), para engrossar a parede intestinal, se modo a fechar completamente a passagem dos intestinos, pelo que a contração (10) é criada. O dispositivo de controle (9) comanda o dispositivo de contração e o dispositivo de estimulação, para deslocar a contração (10) da mesma maneira que a descrita acima, para a contração correspondente (8), de acordo com a modalidade mostrada pelas FIGURAS 3A-3C.

As FIGURAS 5A, 5B e 5C mostram uma modalidade da invenção, na qual o aparelho compreende uma bomba (11), tendo um dispositivo de contração (12) projetado para comprimir ou contrair, isto é, achatar uma porção selecionada (2) dos intestinos do paciente (3). Assim, o dispositivo de contração (12) compreende um primeiro par, a montante, de elementos de contração curtos (13A, 13B), um segundo par, a jusante, dos elementos de contração curtos (14A, 14B), e um terceiro par de elementos de contração alongados (15A, 15B), posicionados entre o primeiro par e o segundo par de elementos curtos. Os dois elementos de contração curtos (13A, 13B) do primeiro par são radialmente móveis e distantes entre si, entre as posições retraídas (FIGURA 5A) e posições de contração (FIGURAS 5B e 5C), os dois elementos de contração curtos (14A), (14B) do segundo par são radialmente móveis e distantes entre si, entre as posições retraídas (FIGURA 5C) e posições de contração (FIGURAS 5A e 5B), e os dois elementos de contração alongados (15A, 15B) do terceiro par são radialmente móveis e distantes entre si entre as posições retraídas (FIGURAS

5A e 5B) e posições de contração (FIGURA 5C). A bomba (11) é aplicada na porção selecionada (2), de modo que os dois elementos de contração de cada par dos elementos de contração sejam posicionados nos lados opostos da porção selecionada (2), os elementos de contração curtos (13A), (13B) sejam posicionados numa extremidade a montante da porção selecionada (2), e os elementos de contração curtos (14A), (14B) sejam posicionados numa extremidade a jusante da porção selecionada (2).

10 O dispositivo de controle (9) comanda o par de elementos de contração curtos (13A), (13B), o par de elementos de contração alongados (15A), (15B) e o par de elementos curtos (14A), (14B), para contrair e liberar a porção selecionada (2) independentemente entre si. As
15 FIGURAS 5A - 5C ilustram como o dispositivo de controle (9) comanda a operação da bomba (11) para deslocar ciclicamente o conteúdo intestinal na direção a jusante da passagem dos intestinos (4). Assim, na FIGURA 5A, os elementos de contração curtos (13A), (13B) e os elementos de contração
20 alongados (15A), (15B) estão em suas posições retraídas, enquanto que os elementos de contração curtos (14A), (14B) estão em suas posições de contração. A FIGURA 5B ilustra como os elementos de contração curtos (13A), (13B) também foram movidos radialmente para dentro de suas posições de
25 contração, pelo que um volume do conteúdo intestinal é preso na passagem dos intestinos (4), entre as extremidades a montante e a jusante da porção selecionada (2). A FIGURA 5C ilustra como os elementos de contração curtos (14A), (14B) inicialmente foram movidos radialmente para fora,
30 para suas posições retraídas e, em seguida, os elementos de contração alongados (15A), (15B) foram movidos radialmente para fora, para suas posições de contração. Como resultado, o conteúdo intestinal na passagem dos intestinos (4), entre as extremidades a montante e a jusante da porção

selecionada (2) foi deslocado para uma posição à jusante na passagem dos intestinos (4), conforme indicado por uma seta. Então, o dispositivo de controle (9) comanda o dispositivo de contração (12), de modo a assumir o estado
5 apresentado na FIGURA 5A, para permitir ao conteúdo intestinal entrar e encher a passagem dos intestinos entre as extremidades a montante e a jusante da porção selecionada (2), pelo que o ciclo de bombeamento é completado.

10 Embora as FIGURAS 5A - 5C divulguem pares de elementos de contração, deve ser observado que é possível projetar o dispositivo de contração (12) com apenas um simples elemento de contração curto (13A), um simples elemento de contração alongado (15A) e um simples elemento
15 de contração curto (14A). Em tal caso, a porção selecionada (2) do intestino (3) é apoiada por elementos fixos do dispositivo de contração (12), posicionados ao lado da porção selecionada (2), que é oposta aos elementos de contração (13A), (14A) e (15A).

20 As FIGURAS 6A, 6B e 6C apresentam uma modalidade da invenção, que é similar à modalidade de acordo com as FIGURAS 5A, 5B e 5C, exceto que o aparelho de acordo com FIGURAS 6A-6C compreende ainda um dispositivo de estimulação elétrica, tendo a mesma finalidade que o
25 dispositivo de estimulação elétrica descrito acima, em conexão com a modalidade de acordo com as FIGURAS 2A e 2B. O dispositivo de estimulação de acordo com as FIGURAS 6A-6C compreende filas de eletrodos (16), posicionadas nos elementos de contração (13A), (13B), (14A), (14B), (15A) e
30 (15B), e adaptadas para estimular o tecido muscular ou neural da porção selecionada do tecido intestinal com pulsos elétricos. Nas FIGURAS 6A-6C, eletrodos inativos (16) são indicados por anéis vazios, enquanto que os eletrodos ativados (16) são indicados por meio de pontos

redondos pretos. Nessa modalidade, o dispositivo de contração e o dispositivo de estimulação cooperam para prevenir o bloqueio da circulação sanguínea no tecido intestinal. Assim, os dois elementos de contração de cada

5 par de elemento de contração são adaptados para contrair a porção selecionada, não mais do que quase fechar a passagem dos intestinos. O fechamento definitivo e completo da passagem dos intestinos é alcançado pelos eletrodos (16), estimulando a porção selecionada contraída (2) com pulsos

10 elétricos, de modo que a parede intestinal engrossa e fecha completamente a passagem dos intestinos.

Na operação do aparelho, de acordo com as FIGURAS 6A-6C, o dispositivo de controle (9) comanda os elementos de contração (13A-15B) para se movimentarem na mesma

15 seqüência que a descrita acima, em conexão com a modalidade de acordo com as FIGURAS 5A-5C. O dispositivo de controle (9) comanda ainda os eletrodos (16) para estimular eletricamente o tecido intestinal, onde qualquer dos elementos de contração (13A-15A) contrai a porção

20 selecionada (2).

A FIGURA 7 mostra a mesma modalidade da FIGURA 6C, ilustrando uma operação modificada dos eletrodos (16) nos elementos de contração alongados (15A) e (15B). Assim, o dispositivo de controle (9) comanda os eletrodos (16)

25 para sucessivamente estimular a porção selecionada (2), quando os elementos de contração alongados (15A), (15B) contraem a porção selecionada (2), de modo que a porção selecionada contraída é progressivamente contraída na direção a jusante. Como resultado, o conteúdo intestinal é

30 deslocado a jusante na passagem dos intestinos, de uma maneira peristáltica. Alternativamente, os eletrodos (16) podem sucessivamente estimular a porção selecionada (2), para progressivamente contrair a porção (2) na direção a montante.

A FIGURA 8 mostra a modalidade da FIGURA 6A quando a bomba (11) não se encontra em operação e os elementos de contração (13A-15B) são mantidos em posição de descanso. Assim, os elementos de contração curtos, a montante e a jusante, (13A, 13B, 14A, 14B) são mantidos em suas posições retraídas, enquanto os elementos de contração alongados (15A-15B) suavemente comprimem a porção selecionada para, pelo menos substancialmente, diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos. O dispositivo de controle (9) comanda todos os eletrodos (16) nos elementos de contração (15A), (15B) para estimular eletricamente a porção selecionada contraída (2), para engrossar a parede intestinal, de modo que a passagem dos intestinos seja mantida completamente fechada. Alternativamente, apenas uma parte da porção contraída pode ser estimulada a cada vez.

As FIGURAS 9A, 9B, 9C e 9D ilustram uma operação modificada dos eletrodos (16), da modalidade mostrada de acordo com a FIGURA 6A, quando a bomba (11) não se encontra em operação. Fazendo referência à FIGURA 9A, existem oito eletrodos posicionados em fila ao longo do elemento de contração (15A) e oito eletrodos posicionados em fila ao longo do elemento de contração (15B). O dispositivo de controle (9) ativa os eletrodos nas duas filas de eletrodos, de acordo com um esquema previamente ajustado, para provocar contrações parciais da porção selecionada (2) no curso do tempo, modificando suas posições na porção selecionada, de modo que as partes dos intestinos que atualmente não são estimuladas podem restaurar substancialmente a circulação sanguínea normal, antes de serem estimuladas novamente. Começando com os eletrodos posicionados no meio dos elementos de contração alongados (15A, 15B), os eletrodos são progressivamente ativados na direção a montante e na direção a jusante dos intestinos.

Assim, o dispositivo de controle (9) ativa dois pares de eletrodos adjacentes (16A) e (16B), posicionados centralmente nas duas filas de eletrodos, de modo a engrossar a parede intestinal ao longo de uma distância curta de uma porção selecionada (2), para fechar a passagem dos intestinos no meio da porção selecionada (2). Fazendo referência à FIGURA 9B, após decorrer um período de tempo predeterminado, da ordem de segundos, um próximo par de eletrodos (16C) à esquerda do par de eletrodos (16A), e um próximo par de eletrodos (16D) à direita do par de eletrodos (16B) são ativados, enquanto que os eletrodos (16A) e (16B) são desativados. Como resultado, a parede intestinal é engrossada em duas posições diferentes, com espaços a partir do meio da porção selecionada (2). Fazendo referência a FIGURA 9C, após decorrer outro período de tempo predeterminado, um próximo par de eletrodos (16E) à esquerda do par de eletrodos (16C), e um próximo par de eletrodos (16F) à direita do par de eletrodos (16D) são ativados, enquanto que os eletrodos (16C) e (16D) são desativados. Como resultado, a parede intestinal é engrossada em duas posições espaçadas, um pouco mais longe do meio da porção selecionada (2). Fazendo referência à FIGURA 9D, após decorrer outro período de tempo predeterminado, um próximo par de eletrodos (16G) à esquerda do par de eletrodos (16E), e um próximo par de eletrodos (16H) à direita do par de eletrodos (16F) são ativados, enquanto que os eletrodos (16E) e (16F) são desativados. Então, a operação de estimulação acima descrita, de acordo com as FIGURAS 9A-9D é ciclicamente repetida, até a bomba (11) ser colocada em operação.

As FIGURAS 10A, 10B e 10C apresentam uma modalidade da invenção que é similar à modalidade de acordo com as FIGURAS 6A, 6B e 6C, exceto que os elementos de contração móveis alongados (15A) e (15B) são substituídos

por dois elementos fixos alongados (17A) e (17B). O dispositivo de estimulação desta modalidade compreende filas de eletrodos (16) posicionados nos elementos fixos (17A), (17B) e adaptados para estimular eletricamente a

5 parede intestinal da porção selecionada (2), para reduzir o volume da passagem dos intestinos (4) entre as extremidades a montante e a jusante da porção selecionada (2). Assim, a FIGURA 10C ilustra como os elementos de contração curtos (14A), (14B) inicialmente foram movidos radialmente para

10 fora, para suas posições retraídas, e então os eletrodos (16) foram ativados, para provocar a contração da parede intestinal, de modo que o volume da passagem dos intestinos entre as extremidades a montante e a jusante da porção selecionada (2) é reduzido, pelo que o conteúdo intestinal

15 é deslocado a jusante na passagem dos intestinos (4), conforme indicado por uma seta. Por razões de melhor entendimento, a espessura de uma parede intestinal submetida à estimulação elétrica pelos eletrodos (16) é apresentada de modo exagerado na FIGURA 10C.

20 As FIGURAS 11A e 11B representam vistas de outra modalidade da invenção, mostrando diferentes etapas de operação, onde uma bomba peristáltica rotativa (18) é aplicada sobre o intestino delgado (19) de um paciente colostomizado, próximo do estoma. A bomba peristáltica (18)

25 compreende um rotor (20), portador de um dispositivo de contração (21) na forma de três elementos de contração cilíndricos (22A), (22B) e (22C), posicionados de maneira equidistante do eixo (23) do rotor (20). Os elementos de contração (22A-22C) podem ser projetados como rolos. Um

30 elemento fixo de suporte alongado (24) é posicionado de modo espaçado, porém perto do rotor (20) e apresenta uma superfície parcial cilíndrica (25), concêntrica com o eixo (23) do rotor (20). A bomba (18) é aplicada no intestino

delgado (19), de modo que o intestino (19) se estende entre o elemento de suporte (24) e o rotor (20).

O dispositivo de controle (9) comanda o rotor (20) para girar, de modo que os elementos de contração (22A-22C) sucessivamente comprimem as porções de uma série de porções selecionadas dos intestinos (19) contra o elemento de suporte alongado (24). A FIGURA 11A ilustra como o elemento de contração (22A) comprime os intestinos (19) em uma primeira porção (25) e fecha a passagem dos intestinos (4), enquanto que o elemento de contração (22B) está pronto para liberar o intestino (19) em uma segunda porção (26), a jusante da primeira porção (25). A FIGURA 11B ilustra como o elemento de contração (22A) avança até o meio do elemento de suporte alongado (24) e desloca o conteúdo intestinal na passagem dos intestinos, de modo que algum conteúdo intestinal é descarregado através do estoma. O elemento de contração (22B) liberou os intestinos (19), enquanto que o elemento de contração (22C) está pronto para unir os intestinos (19). Assim, o dispositivo de controle (9) comanda o rotor (20) para ciclicamente mover os elementos de contração (22A-22C), um após o outro, ao longo do elemento de suporte alongado (24), enquanto comprime as porções selecionadas dos intestinos (19), de modo que o conteúdo intestinal na passagem dos intestinos (4) seja deslocado de uma maneira peristáltica. O mesmo princípio de contração pode também ser aplicado por outros dispositivos mecânicos de contração que não incluem um rotor.

As FIGURAS 12A e 12B apresentam uma modalidade da invenção, que é similar à modalidade de acordo com as FIGURAS 11A e 11B, exceto que o aparelho da modalidade mostrada pelas FIGURAS 12A-12B compreende ainda um dispositivo de estimulação elétrica, tendo a mesma finalidade que o dispositivo de estimulação elétrica descrito acima, em conexão com a modalidade de acordo com

as FIGURAS 4A-4C. O dispositivo de estimulação de acordo com as FIGURAS 12A-12B compreende eletrodos (16) providos nos elementos de contração (22A-22C). Nessa modalidade, o rotor (20) é um pouco mais distante do elemento fixo de suporte alongado (23), conforme comparado com a modalidade de acordo com as FIGURAS 11A e 11B, de modo que os elementos de contração (22A-22C) não fecham completamente a passagem dos intestinos através de ação mecânica, na medida em que os mesmos comprimem o intestino (19) durante a rotação do rotor (20). O fechamento completo da passagem dos intestinos (4) é obtido pela ativação dos eletrodos (16). O mesmo princípio combinado de contração e estimulação também pode ser praticado por outros dispositivos de contração mecânicos que não compreendem um rotor.

Assim, quando qualquer dos elementos de contração (22A-22C) comprime uma porção dos intestinos (19), seus eletrodos associados (16) eletricamente estimulam a porção contraída com pulsos elétricos, de modo que a parede intestinal da porção contraída engrossa e fecha a passagem dos intestinos (4). A FIGURA 22A ilustra como o elemento de contração (22A) começou a contrair uma porção dos intestinos (19) e como a passagem dos intestinos (4) é fechada com o auxílio dos eletrodos ativados (16) no elemento de contração (22A).

As FIGURAS 13A a 13D representam seções transversais longitudinais de outra modalidade da invenção, apresentando diferentes etapas de operação, onde um outro tipo de bomba peristáltica (27) é aplicada em uma porção selecionada dos intestinos (19) do paciente. A bomba (27) compreende um dispositivo de contração (28), incluindo dois elementos de contração alongados (29A, 29B) tendo superfícies convexas (30A, 30B) que confinam um comprimento da porção selecionada em lados mútuos da mesma. O

dispositivo de controle (9) comanda os elementos de contração alongados (29A, 29B) para uma movimentação em relação à porção selecionada, de modo que os elementos de contração (29A, 29B) progressivamente comprimem a porção selecionada, conforme mostrado nas FIGURAS 13A a 13D.

Assim, numa posição inicial dos elementos de contração (29A, 29B) mostrada na FIGURA 13A, a porção selecionada não é comprimida pelos elementos de contração (29A, 29B). Partindo dessa posição inicial, o dispositivo de controle (9) comanda os elementos de contração (29A, 29B) para oscilar as extremidades esquerdas dos elementos de contração (29A, 29B) em direção à porção selecionada (indicada por setas), de modo a comprimir a porção selecionada dos intestinos (19) (ver a FIGURA 13A). A FIGURA 13B mostra como a passagem dos intestinos (4) é completamente fechada pela porção selecionada contraída. Então, conforme apresentado na FIGURA 13B, o dispositivo de controle (9) comanda os elementos de contração (29A, 29B) para movimentação, de modo que suas extremidades direitas sejam movimentadas entre si (indicado por setas), enquanto as superfícies convexas (30A, 30B) dos elementos de contração (29A, 29B) estão rolando umas sobre as outras, com a porção selecionada contraída entre as mesmas (ver a FIGURA 13C). Como resultado, o conteúdo intestinal nos intestinos (19) é forçado para a direita (indicado por uma seta branca). Quando os elementos de contração (29A, 29B) rolam uns sobre os outros, para a posição mostrada na FIGURA 13D, o dispositivo de controle (9) comanda os elementos de contração (29A, 29B) para movimentar suas extremidades direitas para longe uma das outras (indicado por setas na FIGURA 13D), para a posição inicial mostrada na FIGURA 13A. As etapas de operação mostradas nas FIGURAS 13A a 13D, podem ser ciclicamente repetidas por um número de vezes, até que a quantidade desejada de conteúdo

intestinal tenha sido deslocada na passagem dos intestinos de uma maneira peristáltica. Essa modalidade é particularmente adequada para ser utilizada em um paciente com estoma. Assim, a bomba peristáltica (27) é aplicada nos
5 intestinos do paciente, perto do seu estoma.

Alternativamente, apenas um dos elementos de contração (29A, 29B) pode ser provido com uma superfície convexa, enquanto que o outro elemento de contração apresenta uma superfície plana que confina a porção
10 selecionada. Também é possível usar um único elemento de contração com uma superfície convexa, que pressiona a porção selecionada do intestino (19) contra um osso do paciente.

As FIGURAS 14A a 14D mostram uma modalidade da
15 invenção que é similar à modalidade de acordo com as FIGURAS 13A-13D, exceto que o aparelho da modalidade das FIGURAS 14A-14D compreende ainda um dispositivo de estimulação elétrica, tendo a mesma finalidade que o dispositivo de estimulação elétrica descrito acima, em
20 conexão com a modalidade de acordo com as FIGURAS 4A-4C. O dispositivo de estimulação compreende eletrodos (16) posicionados nas superfícies convexas (30A, 30B). Na modalidade mostrada pelas FIGURAS 14A-14D, os elementos de contração (29A, 29B) são espaçados um pouco mais longe uns
25 dos outros, se comparado com a modalidade de acordo com as FIGURAS 13A-13D, de modo que os elementos de contração (29A, 29B) não fecham completamente a passagem dos intestinos (4) através de ação mecânica, na medida em os mesmos comprimem o intestino (19) durante a operação. O
30 fechamento completo da passagem dos intestinos (4) é obtido através da ativação dos eletrodos (16).

Assim, com os elementos de contração (29A, 29B) na posição inicial mostrada na FIGURA 14A, o dispositivo de controle (9) comanda os elementos de contração (29A, 29B),

para oscilar as extremidades esquerdas em direção à porção selecionada dos intestinos (19) (indicada por setas) para comprimir a porção selecionada, enquanto controla os eletrodos (16) para estimular eletricamente o intestino (19), de modo a provocar a contração e o espessamento da parede intestinal. A FIGURA 14B mostra como a passagem dos intestinos (4) é completamente fechada pela combinação da contração mecânica do intestino (19) pelos elementos de contração (29A, 29B) e a estimulação elétrica do intestino (19) pelos eletrodos (16). As FIGURAS 14C e 14D mostram as etapas de operação que correspondem às etapas de operação das FIGURAS 13C e 13D descritas acima.

Na modalidade de acordo com as FIGURAS 14A a 14D, o dispositivo de controle (9) pode comandar os eletrodos (16) para progressivamente estimular a porção selecionada contraída, de modo a provocar a contração progressiva da mesma, em harmonia com o movimento dos elementos de contração alongados (29A), (29B), na medida em que as superfícies convexas (30A, 30B) dos elementos de contração (29A, 29B) rolam umas sobre as outras.

As FIGURAS 15A e 15B mostram diferentes etapas de operação de outra modalidade da invenção, em que o aparelho compreende uma bomba separada (31) e um elemento de fechamento separado liberável (32), aplicados numa porção selecionada do intestino de um paciente (19). A bomba (31) é do tipo descrito acima, que compreende um dispositivo de contração, que alternadamente contrai e libera a porção selecionada dos intestinos 19, de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos (4). O elemento de fechamento (32) compreende dois elementos de contração alongados (33A, 33B), que estão posicionados em lados opostos da porção selecionada. Os elementos de contração (33A, 33B) são radialmente móveis e distantes entre si, entre as posições retraídas (FIGURA

15A), na qual a porção selecionada do intestino (19) é liberada quando a bomba (31) se encontra em operação, e as posições de contração (FIGURA 5C), em que os elementos de contração (33A, 33B) contraem a porção selecionada para
5 fechar a passagem dos intestinos, quando a bomba não se encontra em operação.

Existe um dispositivo de estimulação que inclui filas de eletrodos (16), posicionadas nos elementos de contração (33A, 33B) para estimular o tecido muscular ou
10 neural da porção selecionada do intestino (19) com pulsos elétricos, para provocar a contração da parede intestinal. A FIGURA 15A ilustra os eletrodos (16) por anéis vazios, indicando os eletrodos desativados e a FIGURA 15B ilustra os eletrodos (16) por meio de pontos pretos redondos,
15 indicando os eletrodos ativados. Os elementos de contração (33A, 33B) e os eletrodos (16) cooperam para prevenir o bloqueio da circulação sanguínea no tecido intestinal, quando o elemento de fechamento (32) fecha a passagem dos intestinos (4). Assim, os elementos de contração (33A,
20 33B), pelo menos, parcialmente, comprimem a porção selecionada, para pelo menos, substancialmente diminuir a área de seção transversal da passagem dos intestinos (4), quando a bomba (31) não se encontra em operação (FIGURA 15B), e os eletrodos eletricamente estimulam o tecido
25 muscular ou neural dos intestinos, para provocar a contração dos mesmos, de modo que a parede intestinal se torna espessa, fechando completamente a passagem dos intestinos (4). Os eletrodos podem ser ativados de acordo com o esquema previamente ajustado descrito acima,
30 correlacionado com a modalidade mostrada nas FIGURAS 9A-9D, ou de acordo com qualquer outro padrão ou esquema determinado, que provoca variação da estimulação do intestino.

A FIGURA 16A apresenta outra modalidade da invenção, compreendendo um pedaço de intestino artificial (34) implantado em um paciente colostomizado, provido de um estoma (35). O intestino delgado (19) é cirurgicamente cortado para formar uma extremidade aberta a montante (36) do mesmo e uma extremidade aberta a jusante (37) de um pedaço curto separado (39) do intestino delgado (19) que forma o estoma (35). O pedaço curto (39) dos intestinos (19) se estende através de uma abertura cirurgicamente criada na parede abdominal do paciente (39A). O pedaço de intestino artificial (34) é cirurgicamente unido e integrado com o intestino delgado do paciente (19), entre a extremidade a montante (36) e a extremidade a jusante (37). Os vasos sanguíneos (38) de uma porção do mesentério do paciente fornecem sangue para a parte separada (39) dos intestinos, a qual forma o estoma (35). O pedaço de intestino artificial (34) é provido de uma bomba (40), a qual compreende um dispositivo de contração que apenas opera no pedaço de intestino artificial (34). Um elemento de sustentação (40A), anexado à bomba (40), é fixado à parede abdominal (39A) na abertura da mesma. O dispositivo de contração da bomba (40) alternadamente contrai e libera o pedaço de intestino artificial (34), o qual pode compreender um tubo elástico, de modo que o conteúdo intestinal seja descarregado através do estoma (35) do paciente. O dispositivo de contração da bomba (40) pode ser selecionado de qualquer dos diversos dispositivos de contração descritos nas modalidades do presente pedido de patente. Na modalidade da FIGURA 16A, o dispositivo de contração pode comprimir o pedaço de intestino artificial (34) para normalmente manter fechada a passagem do mesmo, quando a bomba (40) não se encontra em operação. Além disso, qualquer tipo de bomba que seja capaz de contrair o

intestino delgado pode ser usada na modalidade mostrada pela FIGURA 16A.

O pedaço de intestino artificial (34) ou (43) descrito acima pode, alternativamente, ser direta ou
5 indiretamente unido ao ânus do paciente, conforme ilustrado na FIGURA 16B.

A FIGURA 17 é uma vista ampliada do pedaço de intestino artificial (34) e da bomba (40), mostrando como o pedaço intestinal (34) com a bomba (40) é selado com os
10 intestinos (19) nas extremidades a montante e a jusante (36, 37) dos mesmos. Assim, uma rede tubular de tecido (41) é aplicada sobre os intestinos (19), na extremidade a montante (36) dos mesmos, sendo fixada a uma bomba (40). Outra rede tubular de tecido (42) é aplicada em um pedaço
15 separado (39) dos intestinos (19), sendo fixada a uma bomba (40). A rede tubular (42) não foi totalmente aplicada no pedaço separado (39), para ilustrar como a rede (42) é rolada no pedaço (39). Inicialmente, as redes de tecido (41 e 42) são suturadas no intestino, normalmente com suturas
20 absorvíveis. As redes tubulares (41, 42) promovem o crescimento de tecido fibrótico, que sela os intestinos (19) no pedaço de intestino artificial (34). Outro material, tal como, PTFE, silicone ou poliuretano, pode ser aplicado externamente sobre as redes tubulares (41, 42).

25 A FIGURA 18 apresenta uma modificação da modalidade da FIGURA 17, compreendendo um pedaço de intestino artificial (43), que apresenta uma porção tubular (44), que se estende desde a bomba (40) no lado a jusante da mesma e forma um estoma (45). Outra porção tubular (44A)
30 do pedaço de intestino artificial (43) se estende desde a bomba (40), na extremidade a montante da mesma. Com essa modificação, existe apenas a necessidade de cirurgicamente unir e selar a porção tubular (44A) do pedaço de intestino artificial (43) ao intestino delgado do paciente (19).

As FIGURAS 19A, 19B, 19C e 19D esquematicamente ilustram diferentes etapas da operação de outra modalidade da invenção, em que uma bomba (46), compreendendo um dispositivo de contração (47), contrai axialmente os

5 intestinos do paciente (19). Fazendo referência à FIGURA 19A, o dispositivo de contração (47) compreende um primeiro par de elementos de contração (48A e 48B), articulados entre si, e um segundo par de elementos de contração (49A e 49B), também articulados entre si. Os dois pares de

10 elementos de contração (48A, 48B, e 49A, 49B) são unidos a uma porção selecionada dos intestinos (19) em lados opostos aos mesmos, por meio de um material (50), o qual permite o crescimento do tecido fibrótico. A FIGURA 19B mostra como o primeiro par de elementos de contração (48A, 48B) e o

15 segundo par de elementos de contração (49A, 49B) foram afastados uns dos outros, para radialmente expandir a porção selecionada dos intestinos (19), para formar uma câmara expandida (51) da passagem dos intestinos (4). A FIGURA 19C mostra como os elementos de contração (48A, 49B)

20 são girados entre si, para contrair radial e axialmente a porção selecionada dos intestinos (19), pelo que o volume da câmara (51) é reduzido, fazendo com que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos e para fora dos intestinos (19). A FIGURA 19D

25 mostra também como os elementos de contração (48B e 49B) do segundo par são girados entre si, para contrair axialmente a porção selecionada expandida, para reduzir mais ainda o volume da câmara (51), pelo que mais conteúdo intestinal é deslocado através da passagem dos intestinos (4), e para

30 fora dos intestinos (19).

A FIGURA 20 ilustra a modalidade mostrada pela FIGURA 19D, compreendendo um dispositivo de estimulação elétrica, o qual apresenta a mesma finalidade que o dispositivo de estimulação elétrica descrito acima, em

conexão com a modalidade de acordo com as FIGURAS 4A-4C. O dispositivo de estimulação mostrado pela FIGURA 20 compreende eletrodos (16), posicionados nos elementos de contração (48A, 48B, 49A e 49B). Os eletrodos (16) eletricamente estimulam os intestinos (19), para provocar a contração e o espessamento da parede intestinal, ao mesmo tempo em que os elementos de contração (48A, 48B, 49A e 49B) axialmente comprimem os intestinos (19).

As FIGURAS 21-26 apresentam outra modalidade da invenção, em que uma bomba operável manualmente (52) compreende um dispositivo de contração operado hidraulicamente (53), aplicado sobre uma porção selecionada dos intestinos do paciente (19). O dispositivo de contração (53) compreende um primeiro sub-dispositivo (54), para comprimir e liberar a porção selecionada na extremidade a montante da mesma, um segundo sub-dispositivo (55), para comprimir e liberar a porção selecionada na extremidade a jusante da mesma, e um terceiro sub-dispositivo (56), para comprimir e liberar a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante da mesma. O primeiro sub-dispositivo (54) compreende uma estrutura (57), um elemento de contração (58) móvel em relação à estrutura (57) e um fole hidráulico (59), conectado entre a estrutura (57) e o elemento de contração (58). Uma superfície de apoio (60) da estrutura (57) apóia o intestino (19), de modo que o elemento de contração (58) pode comprimir o intestino (19) contra a superfície de apoio (60) (ver FIGURA 22). O segundo sub-dispositivo (55) compreende dois elementos de contração (61A, 61B), posicionados em lados opostos do intestino (19) e dois foles (62A, 62B), também posicionados em lados opostos do intestino (19), e interligando os elementos de contração (61A, 61B) (ver a FIGURA 23). O terceiro sub-dispositivo (56) é projetado semelhante ao primeiro sub-dispositivo (54) e compreende

uma estrutura (63), um elemento de contração alongado (64) móvel em relação à estrutura (63) e dois foles hidráulicos (65A e 65B), ligados entre a estrutura (63) e o elemento de contração alongado (64). A superfície de apoio (66) da estrutura (63) apóia o intestino (19). Os foles (59, 65A, 65B, 62A, 62B) são dimensionados, para que quando totalmente expandidos, o volume do fole (59) seja igual ao volume dos dois foles (62A, 62B), enquanto que o volume dos dois foles (65A, 65B) seja maior que o volume do fole (59) e maior que o volume dos foles (62A, 62B).

Um atuador na forma de um reservatório elástico compressível manualmente (67), contendo um volume do fluido hidráulico, é subcutaneamente implantável no corpo do paciente e hidraulicamente ligado aos respectivos foles (59, 65A, 65B, 62A e 62B) através de condutos hidráulicos (68A, 68B, 68C, 68D e 68E) de igual tamanho. O conduto (68C) ramifica o fluido hidráulico fornecido através de um simples conduto (68E) para os dois foles (65A e 65B). As FIGURAS 21-23 apresentam a bomba (52) em um estado inativo, em que o reservatório (67) se apresenta na forma não-comprimida, pelo que todos os foles (59, 65A, 65B, 62A, 62B) são retraídos. Como resultado, o sub-dispositivo (55) comprime o intestino (19) na extremidade a jusante da porção selecionada (ver a FIGURA 23), enquanto que os sub-dispositivos (54 e 56) liberam o intestino (19).

As FIGURAS 24-26 mostram a bomba (52) em um estado ativado, em que o paciente comprime manualmente o reservatório (67), para distribuir fluido hidráulico a partir do reservatório (67) para os foles (59, 65A, 65B, 62A, 62B). Como resultado, o fole (59) se expande, de modo que o elemento de contração curto (58) comprime o intestino (19) e fecha a passagem dos intestinos (4) na extremidade a montante da porção selecionada do intestino (19) (ver a FIGURA 25); os dois foles (62A, 62B) se expandem, de modo

que os elementos de contração curtos (61A, 61B) liberam o intestino (19) e abrem a passagem dos intestinos (4) na extremidade a jusante da porção selecionada (ver a FIGURA 26), e os dois foles (65A, 65B) se expandem, de modo que os

5 elementos de contração alongados (64) comprimem a porção selecionada entre as extremidades a montante e a jusante das mesmas, pela qual o conteúdo intestinal é deslocado na passagem dos intestinos (4). Uma vez que o fole (59) tem um volume menor quando expandido do que o volume combinado dos

10 dois foles (65A, 65B) e o fluido hidráulico é fornecido para os foles (65A, 65B) através do conduto simples (68E), o fole (59) se expande mais rapidamente que os foles (65A, 65B), quando o reservatório (67) é comprimido. (Essa diferença na taxa de expansão pode alternativamente ser

15 alcançada através do modelo de fole (59), com um volume menor do que o volume de cada um dos foles (65A, 65B), e ligando o fole (65A) ao conduto (68B) e o fole (65B) ao conduto (68D). Consequentemente, o elemento de contração (58) fecha a passagem dos intestinos (4) na extremidade a

20 montante da porção selecionada do intestino (19), bem antes do elemento de contração alongado (64) comprimir totalmente os intestinos, pelo que uma quantidade significativa do conteúdo intestinal em uma porção selecionada do intestino (19) é forçada a jusante na passagem dos intestinos, na

25 medida que o elemento de contração (64) comprime o intestino (19). Quando o paciente deixa de comprimir o reservatório (67), o reservatório reassume sua forma não-comprimida, sugando o fluido hidráulico dos foles (59, 65A, 65B, 62A, 62B), pelo que os foles (59, 65A, 65B, 62A, 62B)

30 se retraem e a bomba (52) retorna para seu estado de inatividade, conforme mostrado na FIGURA 21.

O dispositivo de operação hidráulica do dispositivo de contração, de acordo com as FIGURAS 21-23 descritas acima, também pode ser implementado nos

dispositivos de contração das modalidades, de acordo com as FIGURAS 1-10C, e no elemento de fechamento da modalidade de acordo com as FIGURAS 15A, 15B.

As FIGURAS 27A e 27B apresentam um mecanismo
5 servo inverso hidráulico (69), adequado para utilização em uma modalidade das FIGURAS 21 - 26. O servo inverso (69) compreende um invólucro retangular (70) com duas paredes laterais longas paralelas (71A e 71B) e duas paredes laterais curtas paralelas (72A e 72B). Uma parede móvel
10 (73) paralela, com paredes laterais longas (71A, 71B), desliza nas paredes curtas laterais (72A, 72B) entre as paredes laterais longas (71A, 71B). Um reservatório tipo fole, substancialmente cilíndrico (74) e relativamente grande, definindo uma câmara (75), se estende entre, e é
15 unido à parede intermediária móvel (73) e à parede lateral longa (71B), e um reservatório tipo fole (76), substancialmente cilíndrico e relativamente pequeno, definindo uma câmara 77, que é substancialmente menor do que a câmara (75) do grande reservatório (74), se estende
20 entre e é unido à parede móvel (73) e à parede lateral longa (71A). O reservatório pequeno tipo fole (76) tem um tubo de alimentação de fluido (78) para ligação ao reservatório compressível (67) através do conduto (68A), e o reservatório grande tipo fole (74) tem um tubo de
25 alimentação de fluido (79) para ligação com os foles (59, 65A, 65B, 62A, 62B) através dos condutos (68B-68D).

Fazendo referência à FIGURA 27A, quando o paciente comprime o reservatório (67), uma pequena quantidade de fluido hidráulico é conduzida a partir do
30 reservatório (67) através o tubo de abastecimento (78) para dentro da câmara (77) do reservatório pequeno tipo fole (76), de modo que o reservatório pequeno tipo fole (76) se expande e empurra a parede intermediária móvel (73) em direção à parede lateral longa (71B). Como resultado, o

reservatório grande tipo fole (74) é contraído pela parede intermediária (73) contra a parede lateral longa (71B), pelo que uma grande quantidade de fluído hidráulico é forçada para fora da câmara (75) do reservatório grande tipo fole (74), através do tubo de abastecimento (79), e também através dos condutos (68B-68D) para dentro do fole (59, 65A, 65B, 62A, 62B) da bomba (52) (ver FIGURA 27B).

As FIGURAS 28A e 28B mostram um dispositivo de contração (80) operado mecanicamente, que pode ser implementado nas modalidades de acordo com as FIGURAS 1-10C e 15A, 15B. O dispositivo de contração (80) compreende um alojamento tubular com um terminal aberto (81), aplicado numa porção seleccionada do intestino de um paciente (19), e um elemento de contração (82), o qual é radialmente móvel no alojamento tubular (81), em uma determinada direção e distante do intestino (19), entre uma posição liberada (ver a FIGURA 28A), e uma posição contraída (ver a FIGURA 28B), na qual o elemento de contração (82) contrai a porção seleccionada dos intestinos (19). Meios de operação mecânicos para operar mecanicamente o elemento de contração (82) compreendem um motor elétrico (83), fixado ao invólucro (81), e um dispositivo telescópico (84), que é impulsionado pelo motor (83) e operacionalmente ligado ao elemento de contração (82). Quando o motor (83) é acionado, o mesmo expande o dispositivo telescópico (30), de modo que o elemento de contração (82) comprime o intestino (19) e fecha a passagem dos intestinos (4) (ver a FIGURA 28B). Quando o elemento de contração (82) for liberar o intestino (19), o motor elétrico (83) é invertido, de modo que o dispositivo telescópico (84) retrai o elemento de contração (82) para a posição mostrada na FIGURA 28A, pelo que o intestino (19) é liberado e a passagem dos intestinos (4) é aberta.

Alternativamente, os meios de operação mecânica podem incluir um atuador implantado subcutaneamente, operacionalmente ligado ao elemento de contração (82), onde o atuador é manualmente operado pelo paciente, conforme 5 mostrado na FIGURA 28C. Assim, o motor (83) é substituído por uma mola (84a), atuando para manter o dispositivo telescópico (84) expandido, para forçar o elemento de contração (82) contra o intestino (19). O atuador compreende um mecanismo de alavanca (83a), o qual é 10 operacionalmente ligado ao dispositivo telescópico (84). O paciente pode empurrar o mecanismo de alavanca (83a) através da pele, para puxar o dispositivo telescópico (84) contra a ação da mola (84a), para a posição retraída do dispositivo telescópico (84), como indicado nas linhas 15 imaginárias. Quando o paciente libera o mecanismo de alavanca (83a), a mola (84a) expande o dispositivo telescópico (84), pelo que o elemento de contração (82) é forçado de novo contra o intestino (19).

Os meios de operação mecânica, conforme descrito 20 acima, em conexão com as FIGURAS 28A, 28B e 28C, também podem ser implementados nas modalidades de acordo com as FIGURAS 1-10C e 15A-18.

A FIGURA 29 ilustra a bomba (11) da modalidade mostrada pelas FIGURAS 6A e 6B, aplicada nos intestinos de 25 um paciente com estoma, onde os elementos de contração (15A), (15B) do dispositivo de contração (12) comprimem os intestinos (19) e os eletrodos (16) são energizados para fechar a passagem dos intestinos (4). Um dispositivo de controle compreende uma unidade externa de controle, na 30 forma de um controle remoto sem fio (85A), e uma unidade interna de controle implantada (86), a qual pode incluir um microprocessador, para comandar a bomba (11). O dispositivo de controle remoto (85A) é operável pelo paciente para comandar a unidade interna de controle (86), para ligar e

desligar a bomba (11). Um transmissor de energia sem fio separado (85B), que pode alternativamente ser integrado com o dispositivo de controle remoto (85A), é adaptado para transmitir energia sem fio de fora do corpo do paciente para um dispositivo de transformação de energia implantado (87), que transforma a energia sem fio transmitida em energia elétrica. Uma bateria recarregável implantada (88), para acionamento da bomba (11) e para energizar os eletrodos (16), armazena a energia elétrica produzida pelo dispositivo de transformação de energia (87). A unidade de controle (86), o dispositivo de transformação de energia (87) e a bateria (88) são implantados como um pacote na camada gordurosa do paciente, entre a pele e a parede abdominal. A bomba (11) também pode ser diretamente acionada com energia elétrica, na medida em que o dispositivo de transformação de energia (87) transforma a energia sem fio transmitida pelo transmissor de energia sem fio (85B) em energia elétrica. A energia sem fio pode compreender ondas eletromagnéticas emitidas por uma bobina do transmissor de energia (85B), em que uma bobina correspondente do dispositivo de transformação de energia (87) transforma as ondas eletromagnéticas em corrente.

Um sensor implantado (89) detecta um parâmetro físico do paciente, tal como, o volume do conteúdo intestinal em uma porção selecionada dos intestinos ou a distensão ou a pressão nos intestinos (19). O dispositivo de controle remoto (85A) é adaptado para produzir uma indicação, tal como, um sinal sonoro ou uma informação exibida, em resposta ao sensor que detecta um valor do parâmetro físico excedendo um valor limite, quando a bomba (11) não se encontra em operação. Essa indicação deve prestar atenção ao paciente, quando o mesmo estiver na hora de defecar.

A FIGURA 30 ilustra a bomba (11) da modalidade mostrada pelas FIGURAS 6A e 6B, aplicada no intestino delgado (19) de um paciente colostomizado, cirurgicamente ligada ao ânus do paciente.

5 Conquanto que a invenção tenha sido descrita com relação ao que presentemente é considerado como sendo a modalidade mais prática e preferida, deve ser entendido que a presente invenção não se limita à modalidade divulgada, mas, ao contrário, destina-se a cobrir diversas
10 modificações e arranjos equivalentes, incluídos no espírito e escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para tratar um paciente com um distúrbio relacionado com a passagem dos intestinos do paciente, sendo o aparelho **caracterizado por** uma bomba (1) para implantação no paciente, a referida bomba sendo operável externamente em pelo menos uma porção selecionada (2) dos intestinos (3) normais do paciente adaptado para bombear conteúdo intestinal através da passagem dos intestinos, e para descarregar o conteúdo intestinal através de um estoma ou através do ânus do paciente, em que a dita bomba (1) inclui um dispositivo de contração (12) adaptado para contrair e liberar alternadamente a porção selecionada para reduzir o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada quando contrai a porção selecionada e libera a porção selecionada para aumentar o volume da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada, de tal modo que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de compreender ainda um dispositivo de controle (9) para comandar a dita bomba (1) para operação do dito dispositivo de contração, em que o dito dispositivo de controle (9) compreende pelo menos um dentre: um dispositivo de controle remoto sem fio e um interruptor manualmente operável, dito interruptor sendo adaptado para implantação subcutânea no paciente, para ligar e desligar a dita bomba (1) acionada, e em que o dito dispositivo de controle (9) é operável pelo paciente.

3. Aparelho, de acordo com quaisquer uma das

reivindicações 1-2, **caracterizado pelo** fato de compreender ainda um dispositivo de estimulação, para eletricamente estimular o tecido muscular ou neural da porção selecionada dos intestinos, para provocar, pelo menos, uma contração parcial da porção selecionada, em que o dito dispositivo de estimulação compreende pelo menos um eletrodo (16), adaptado para estimular o tecido muscular ou neural da porção selecionada do tecido do intestino com pulsos elétricos compreendendo ainda um dispositivo de controle para controlar o dito dispositivo de estimulação, em que o dito dispositivo de estimulação compreende uma pluralidade de eletrodos (16) separados ou integrados com o dito dispositivo de contração, e o dito dispositivo de controle (9) controla o dispositivo de estimulação para energizar de modo variável os ditos eletrodos (16) ao longo da porção selecionada (2), de modo a provocar contrações parciais da porção selecionada, que no decorrer do tempo mudam de posição sobre a porção selecionada.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo** fato que o dito dispositivo de controle (9) controla o dito dispositivo de estimulação para energizar os ditos eletrodos (16), de modo que os ditos eletrodos (16) são energizados um de cada vez em sequência ou grupos dos ditos eletrodos são sequencialmente energizados, de um modo aleatório ou de acordo com um predeterminado padrão.

5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo** fato de que o dito dispositivo de controle (9) controla o dito dispositivo de estimulação para energizar os ditos eletrodos (16), de modo que um determinado número

ou grupos dos ditos eletrodos (16) seja progressivamente energizado numa direção a montante ou a jusante dos intestinos

6. Aparelho, de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1-5, **caracterizado pelo** fato de que o dito dispositivo de contração é adaptado para contrair quaisquer porções de uma série de porções selecionadas (2) dos intestinos, para fechar a passagem dos intestinos, e o dito dispositivo de controle (9) controla o dito dispositivo de contração para sucessivamente contrair as porções selecionadas (2) da série de porções selecionadas, para mover o conteúdo intestinal a jusante da passagem dos intestinos de uma maneira peristáltica.

7. Aparelho, de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 - 6, **caracterizado pelo** fato de que o dito dispositivo de contração compreende um rotor (20) que é portador dos ditos elementos de contração, e o dito dispositivo de controle (9) controla o dito rotor (20) para girar, de modo que cada elemento de contração contraia ciclicamente as porções selecionadas da série de porções selecionadas, em que cada elemento de contração compreende um rolo para rolagem nos intestinos, para contrair as porções selecionadas do mesmo.

8. Aparelho, de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 - 7, **caracterizado pelo** fato de que o dito dispositivo de contração é adaptado para radialmente expandir pelo menos uma seção da porção selecionada (2) dos intestinos, de modo a formar uma câmara expandida da passagem dos intestinos ao longo da porção selecionada (2), e para

axialmente contrair a seção expandida da porção selecionada, para, pelo menos, substancialmente reduzir o volume da câmara de modo que o conteúdo intestinal seja deslocado através da passagem dos intestinos.

9. Aparelho, de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 - 8, **caracterizado pelo** fato de que a dita bomba (1) é adaptada para ser energizada por pelo menos uma de uma fonte externa e interna de energia, compreendendo ainda um transmissor de energia sem fio (85B), adaptado para transmitir energia sem fio de fora do corpo do paciente, para direta ou indiretamente energizar a dita bomba (1).

10. Aparelho, de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 - 9, **caracterizado pelo** fato de compreender ainda um sensor implantável (89), adaptado para direta ou indiretamente detectar um parâmetro físico do paciente ou um parâmetro funcional do aparelho.

11. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado pelo** fato de que compreende ainda um comunicador externo de dados a ser disposto fora do corpo do paciente, e um comunicador interno de dados implantável no paciente que se comunica com o comunicador externo.

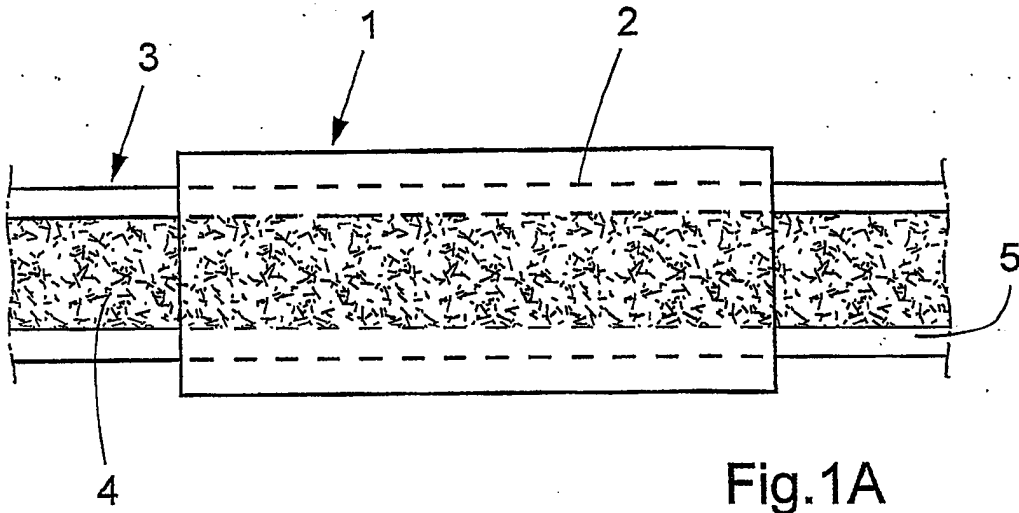


Fig. 1A

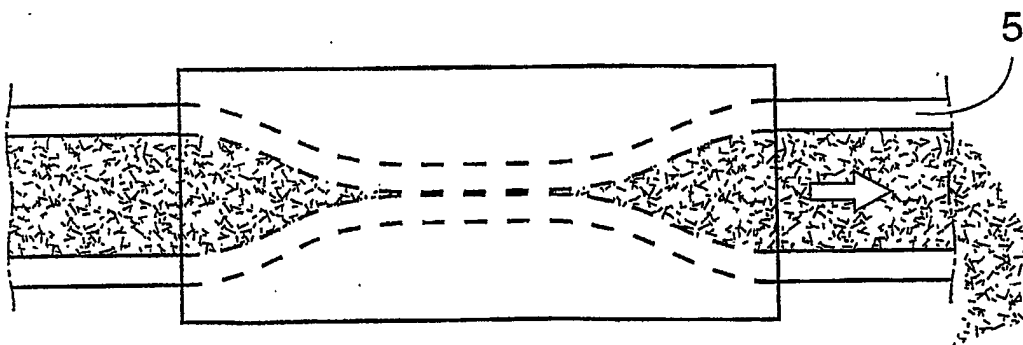


Fig. 1B

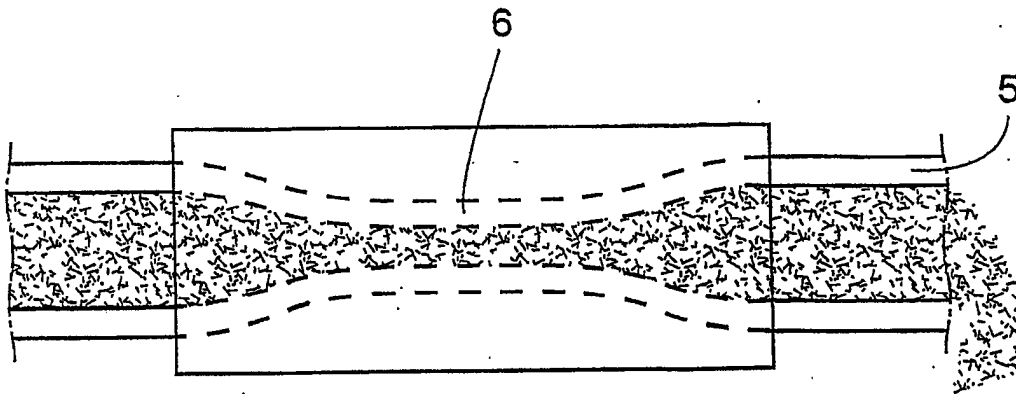


Fig.2A

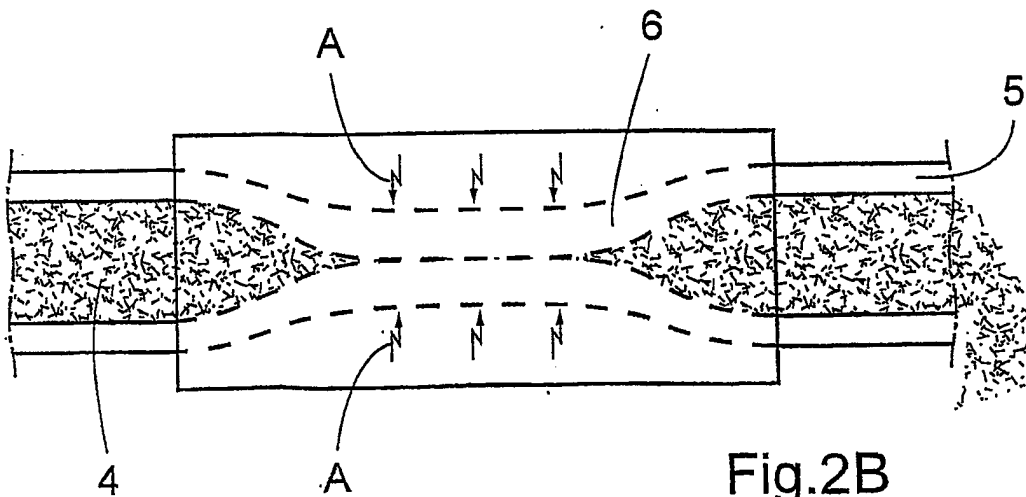


Fig.2B

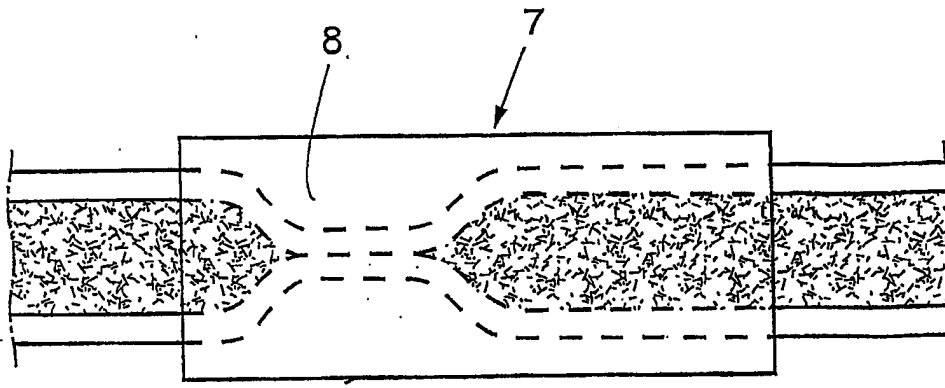


Fig. 3A

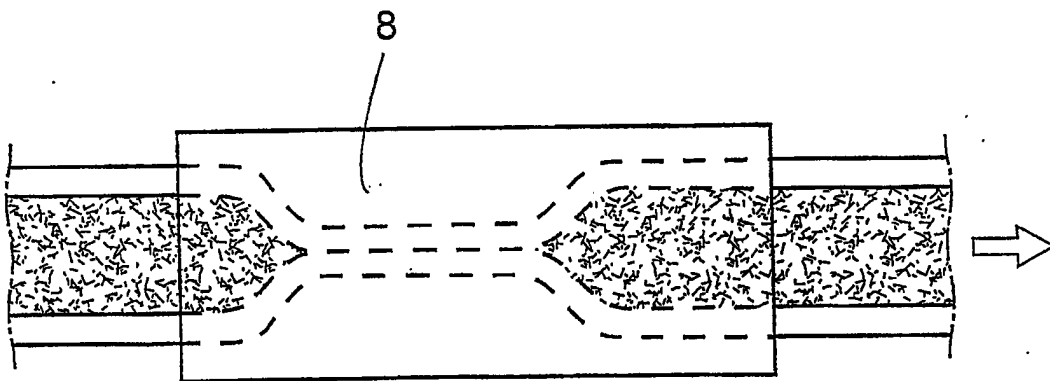


Fig. 3B

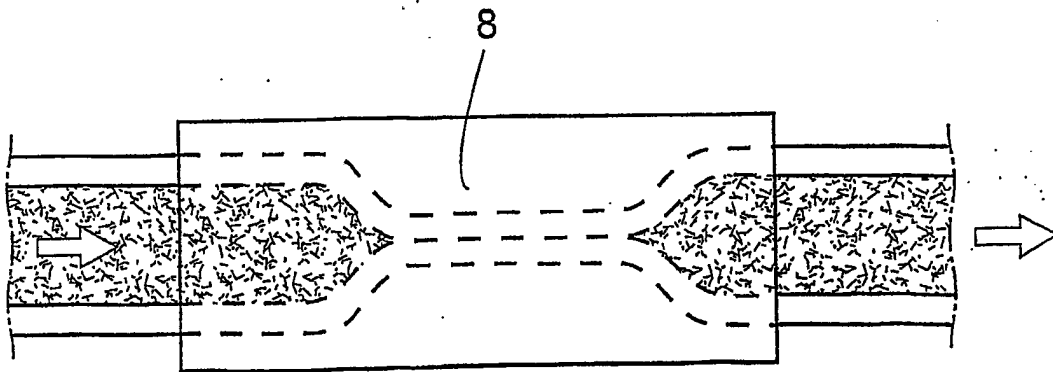


Fig. 3C

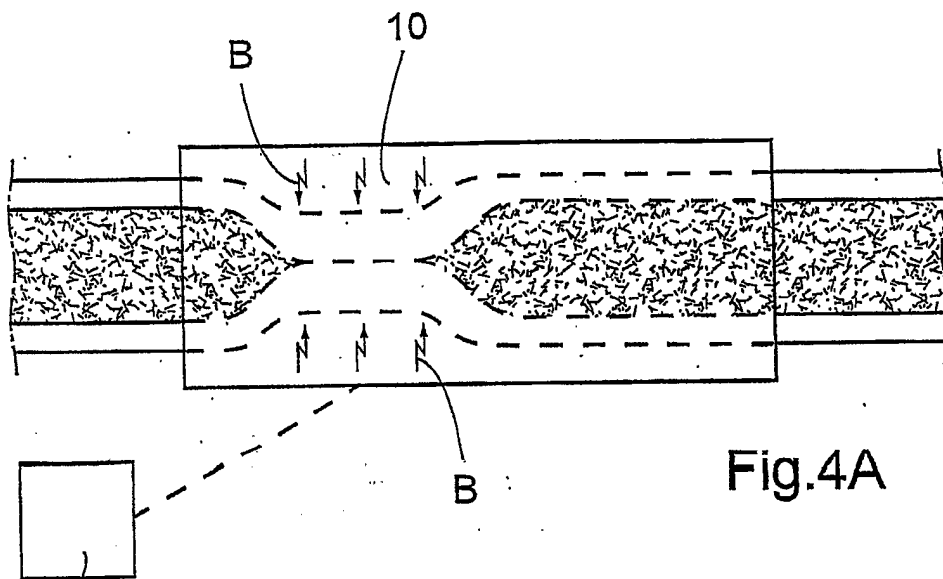


Fig. 4A

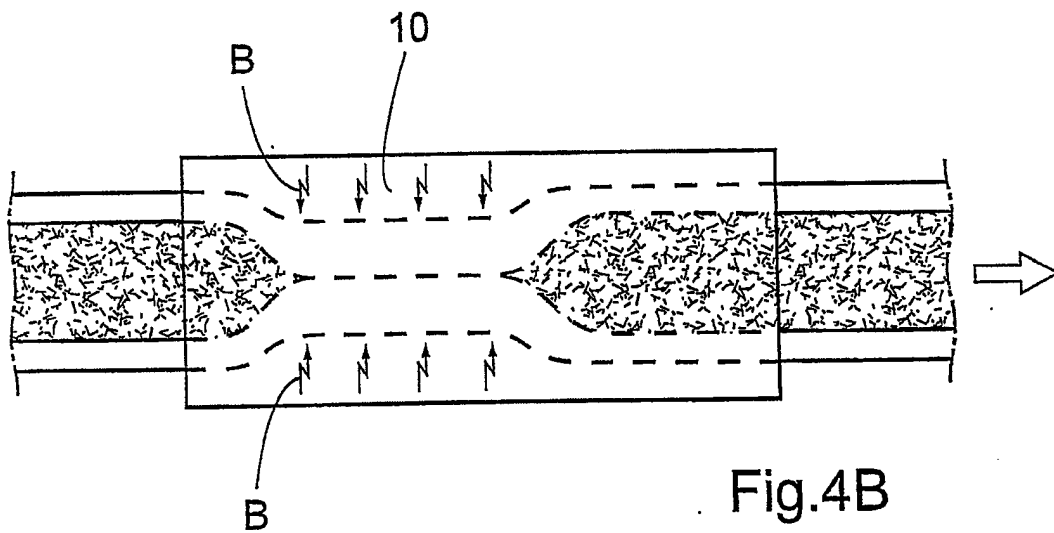


Fig. 4B

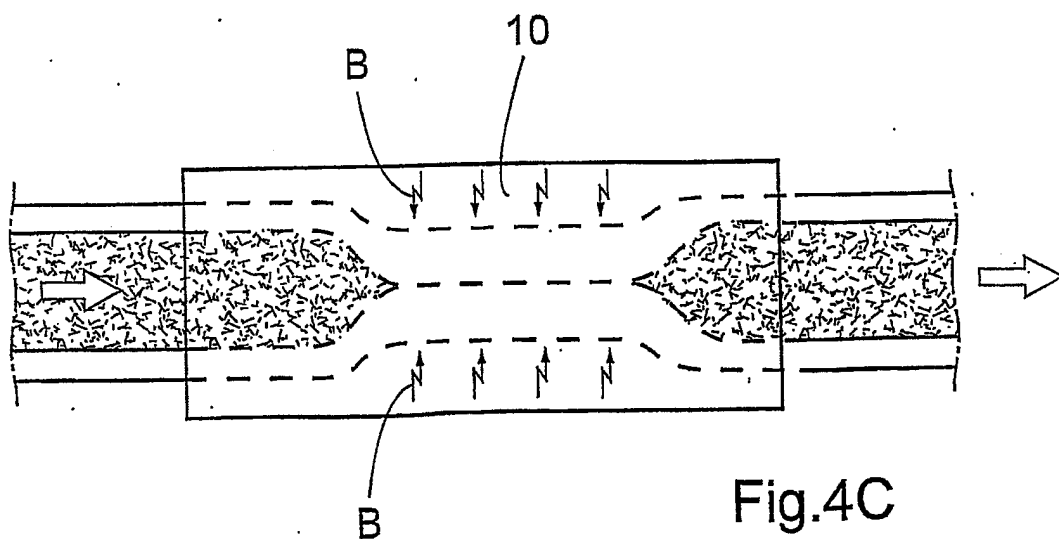


Fig. 4C

5/24

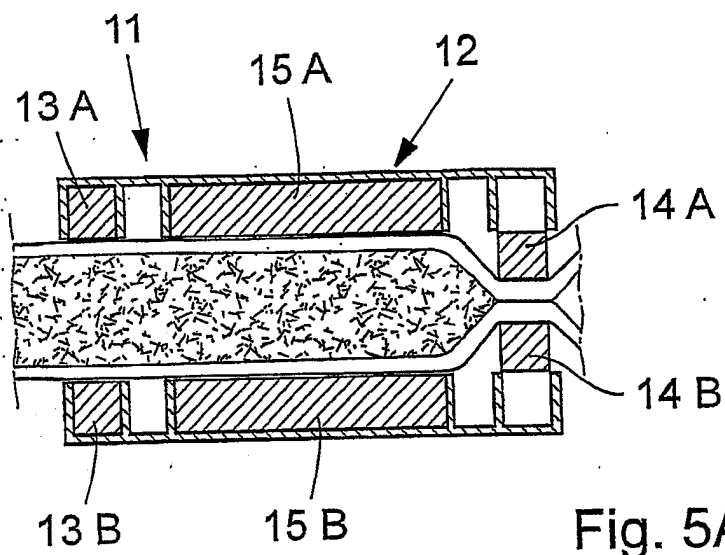


Fig. 5A

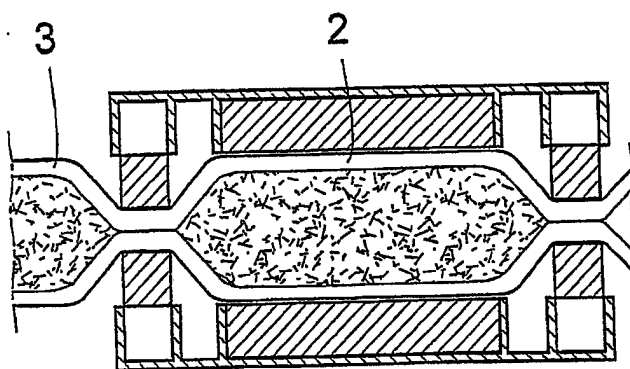


Fig. 5B

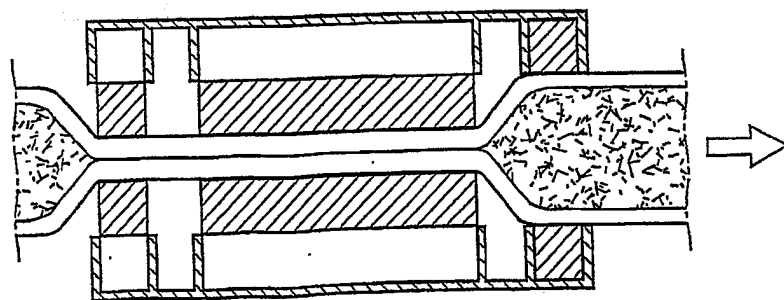
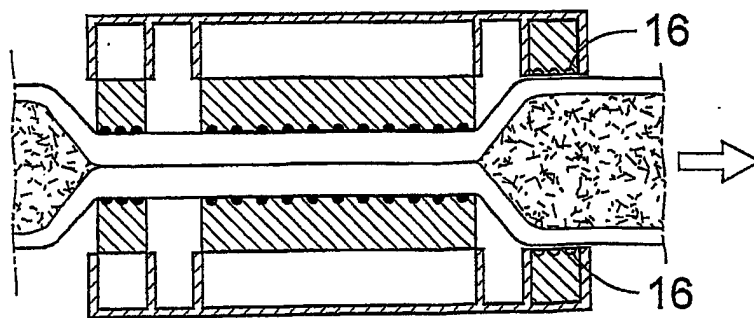
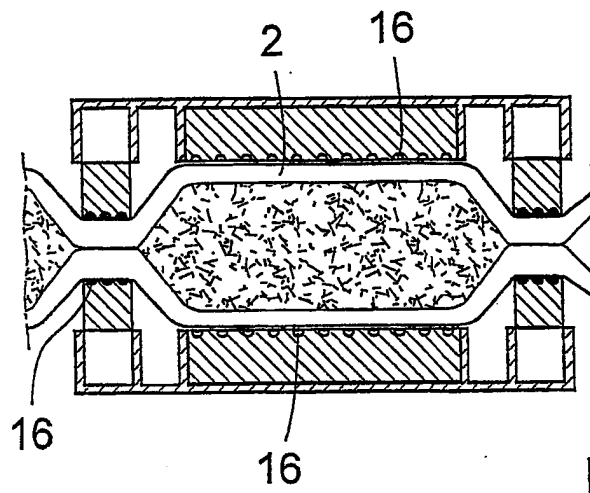
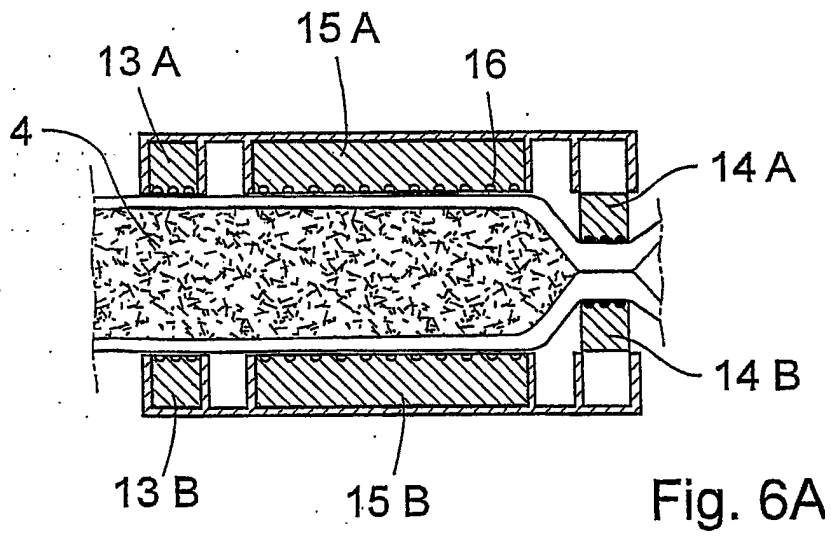


Fig. 5C



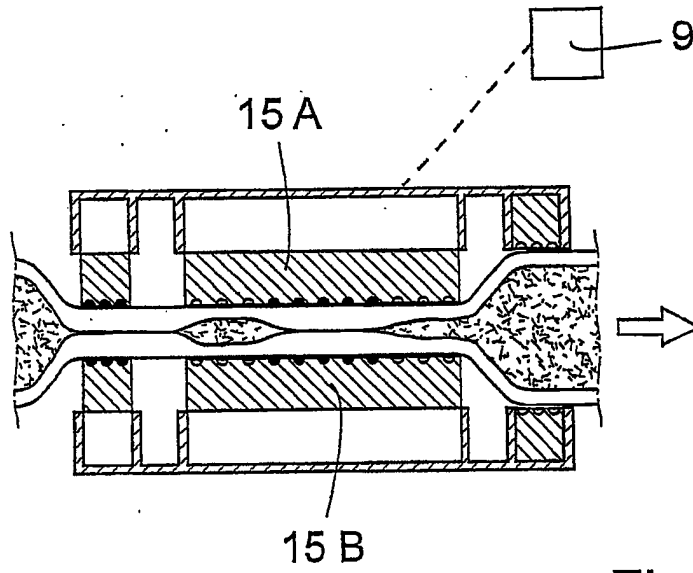


Fig. 7

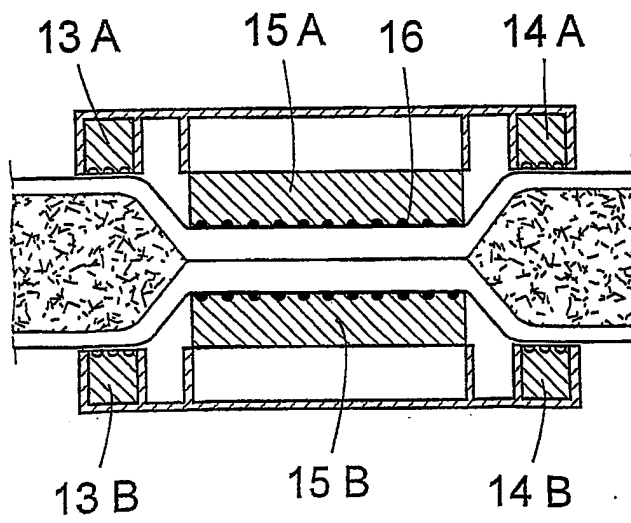


Fig. 8

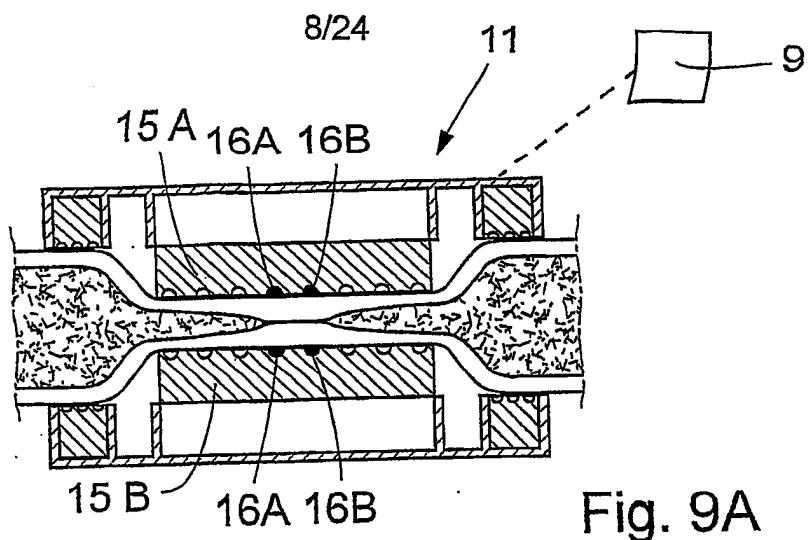


Fig. 9A

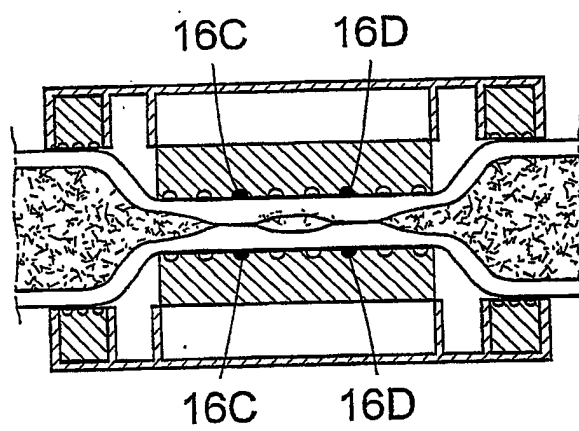


Fig. 9B

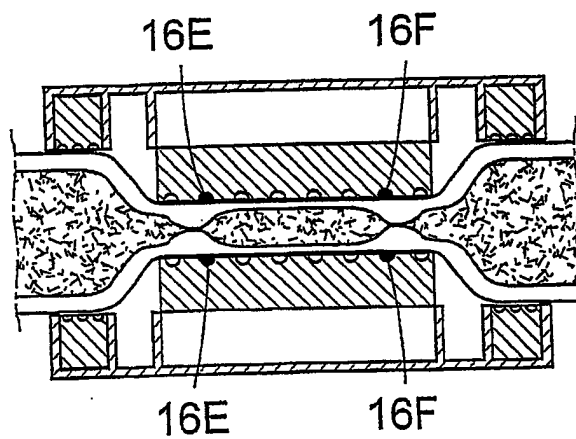


Fig. 9C

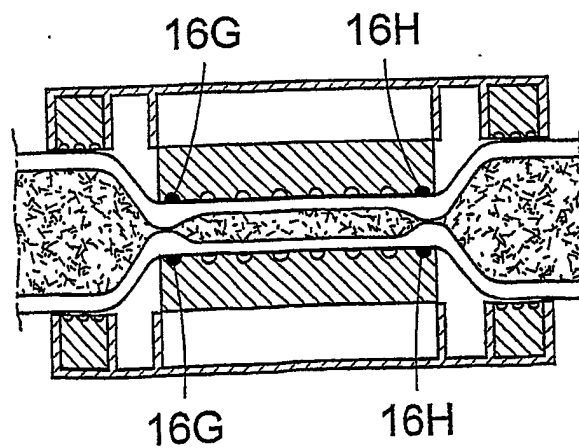


Fig. 9D

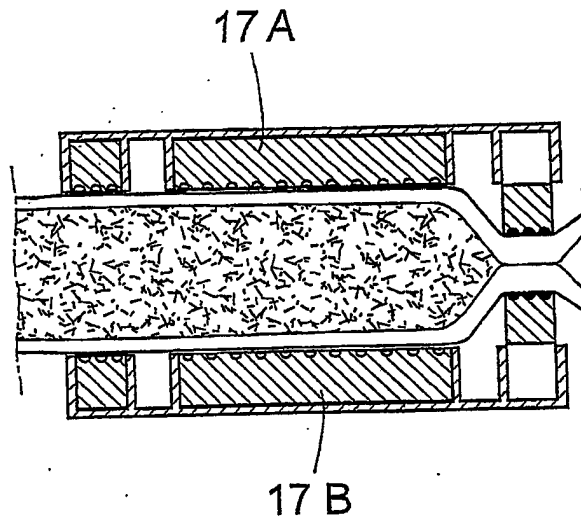


Fig. 10A

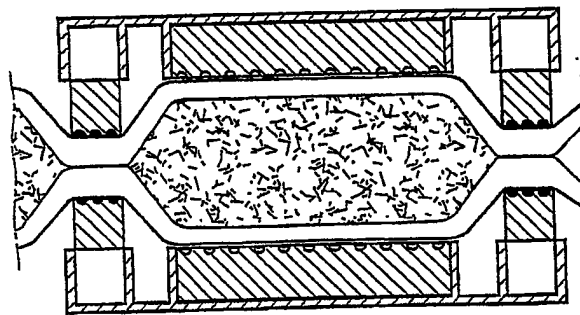


Fig. 10B

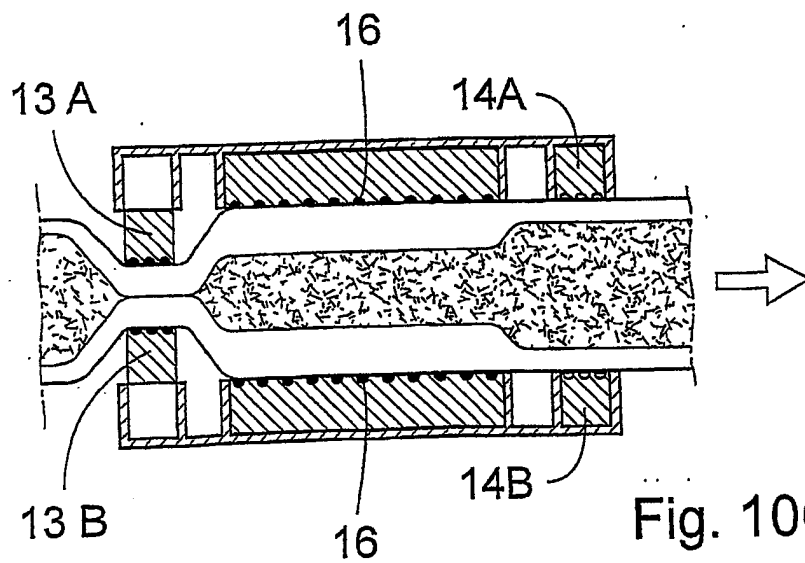


Fig. 10C

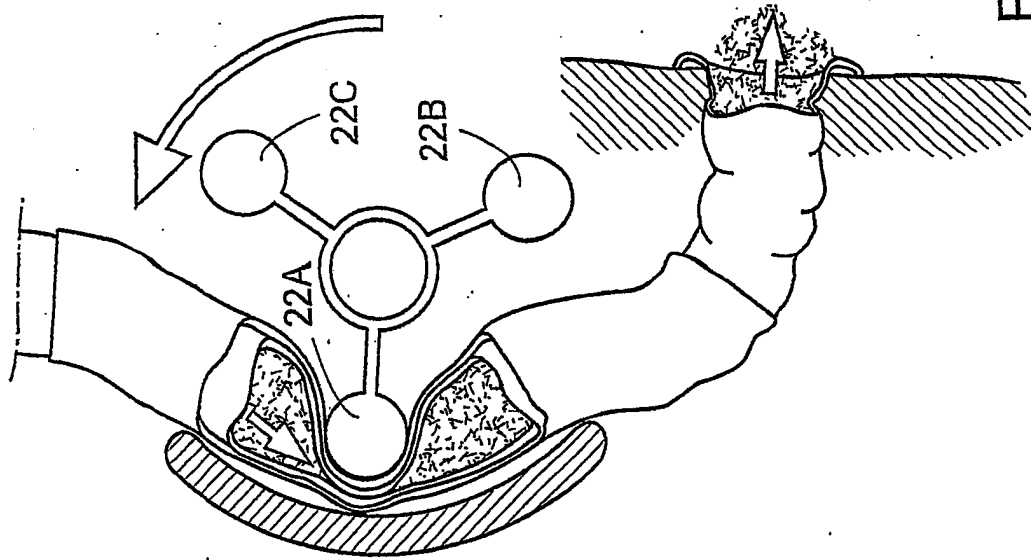


Fig. 11B

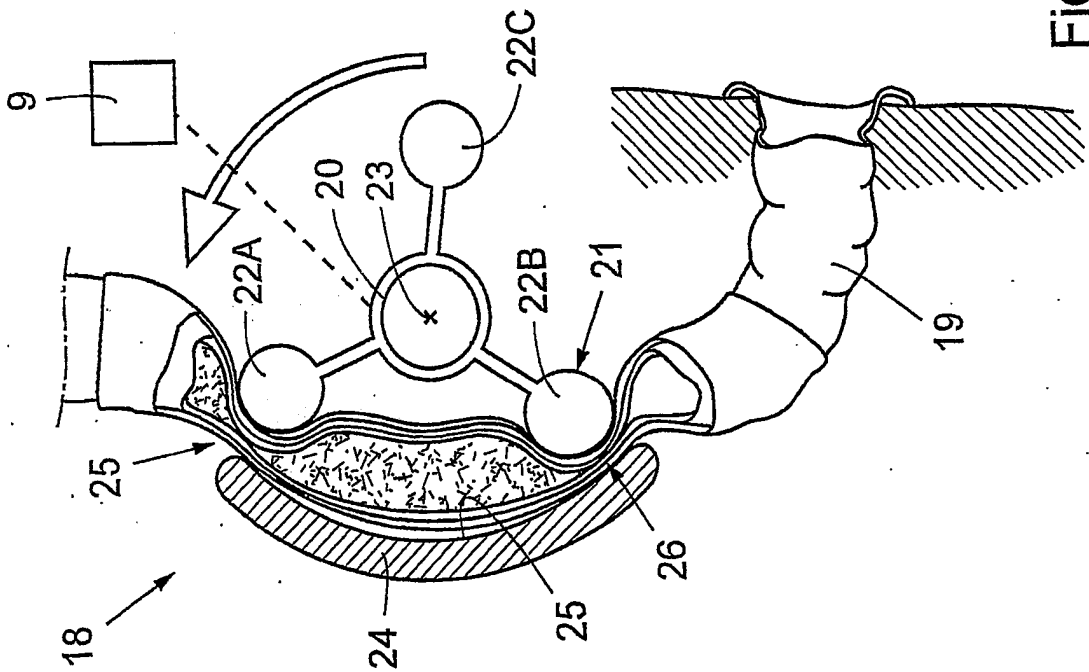


Fig. 11A

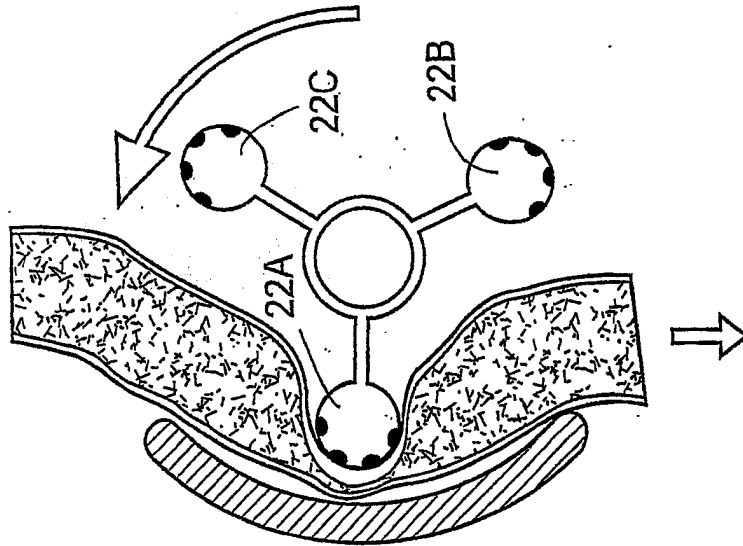


Fig. 12B

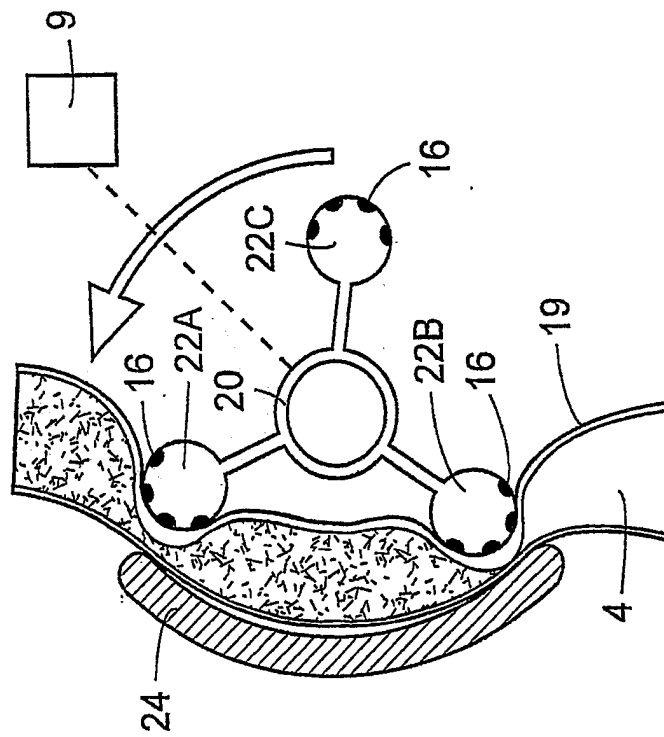


Fig. 12A

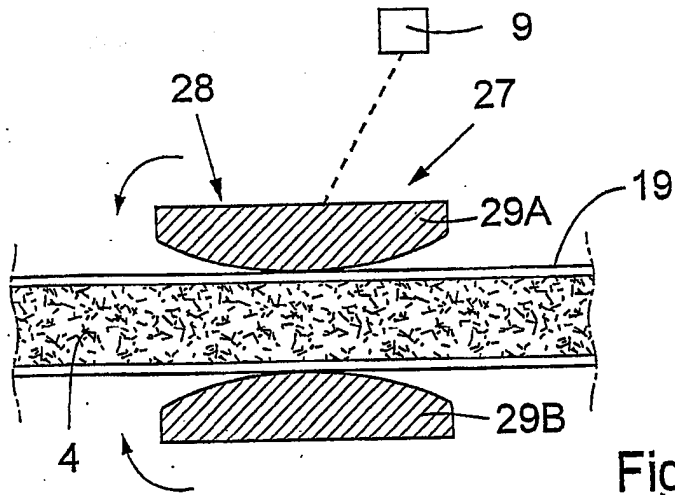


Fig. 13 A

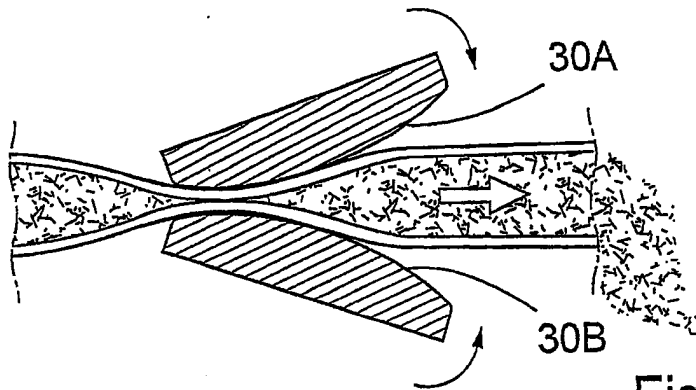


Fig. 13B

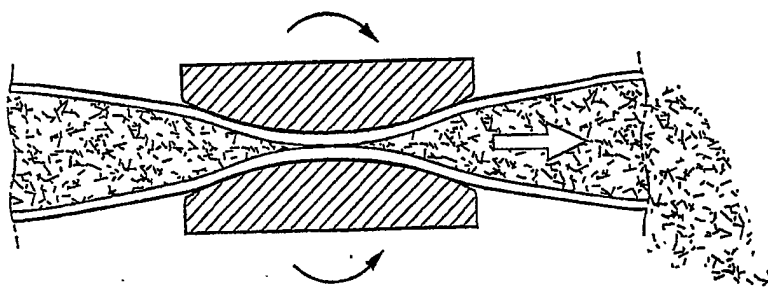


Fig. 13C

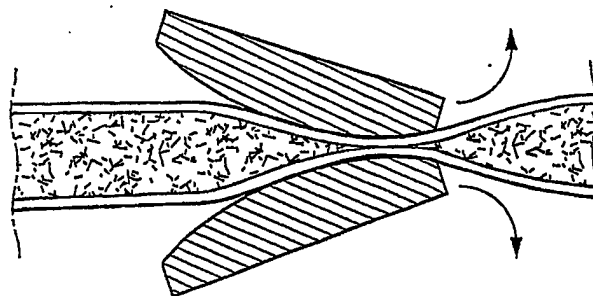


Fig. 13D

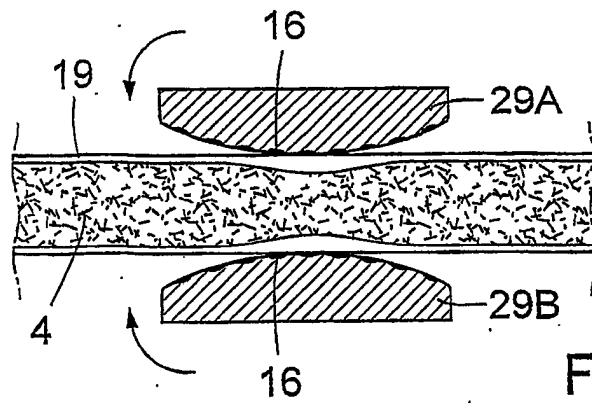


Fig. 14 A

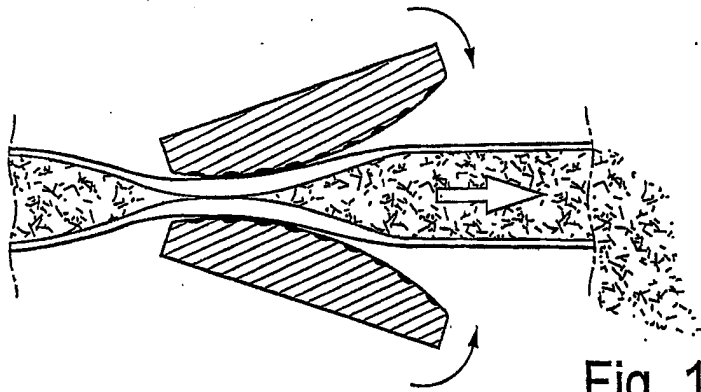


Fig. 14 B

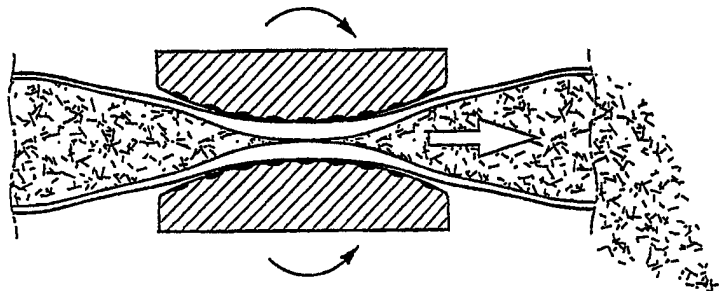


Fig. 14 C

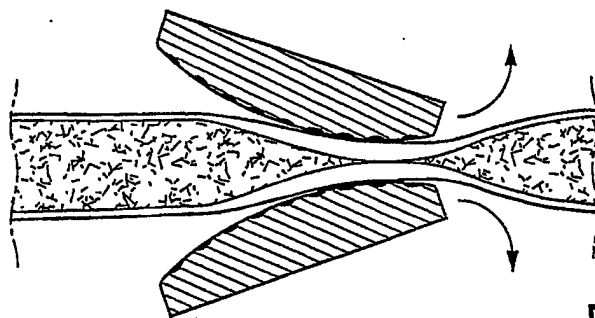


Fig. 14 D

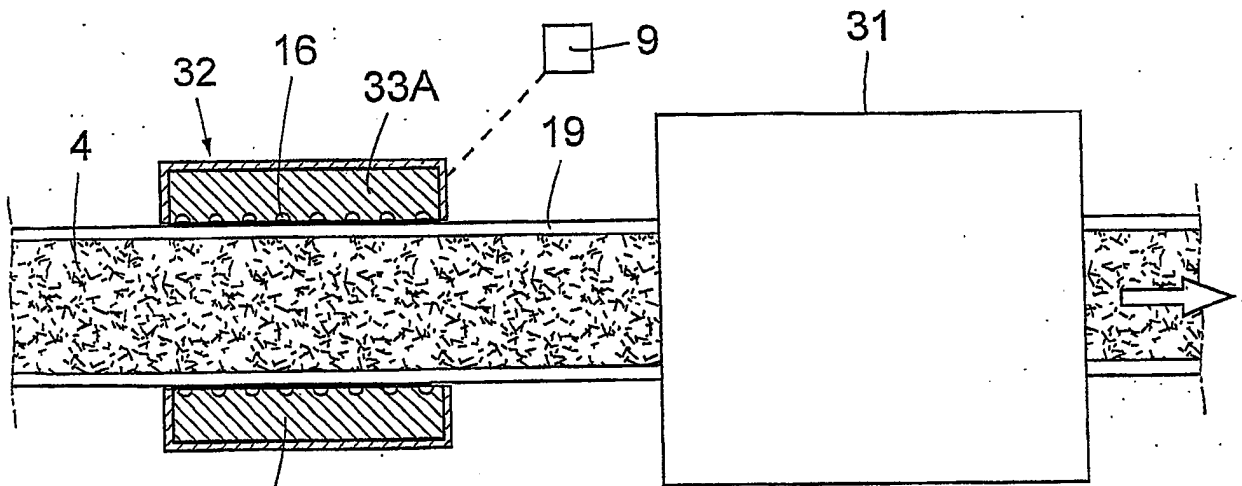


Fig. 15A

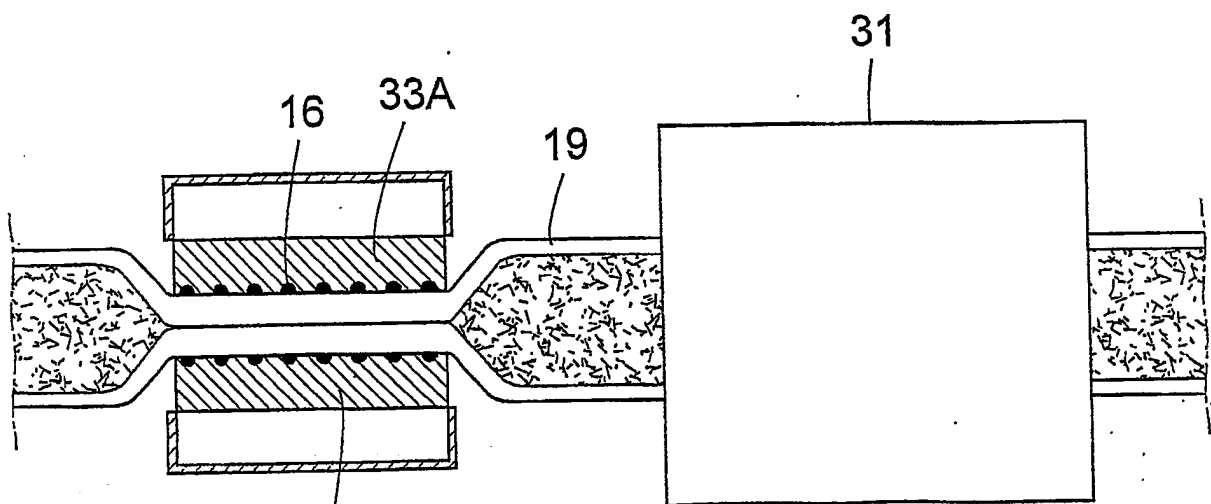


Fig. 15B

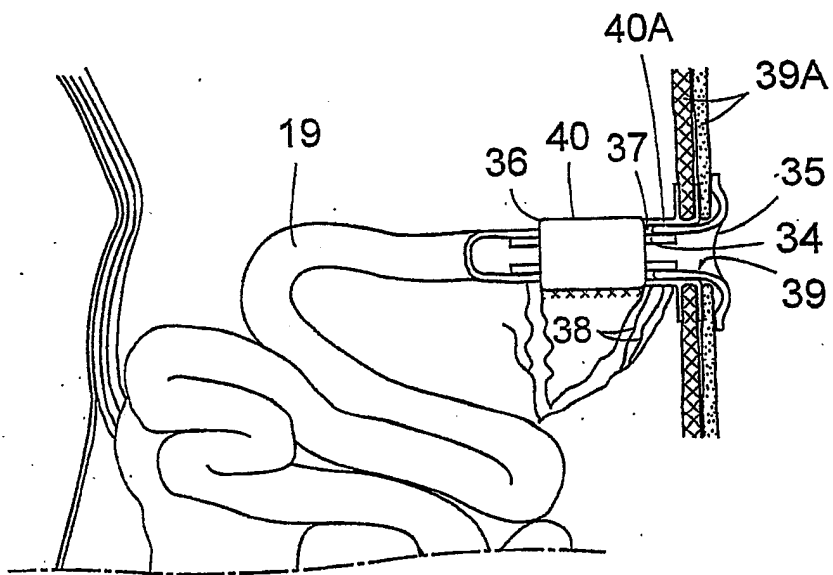


Fig. 16 A

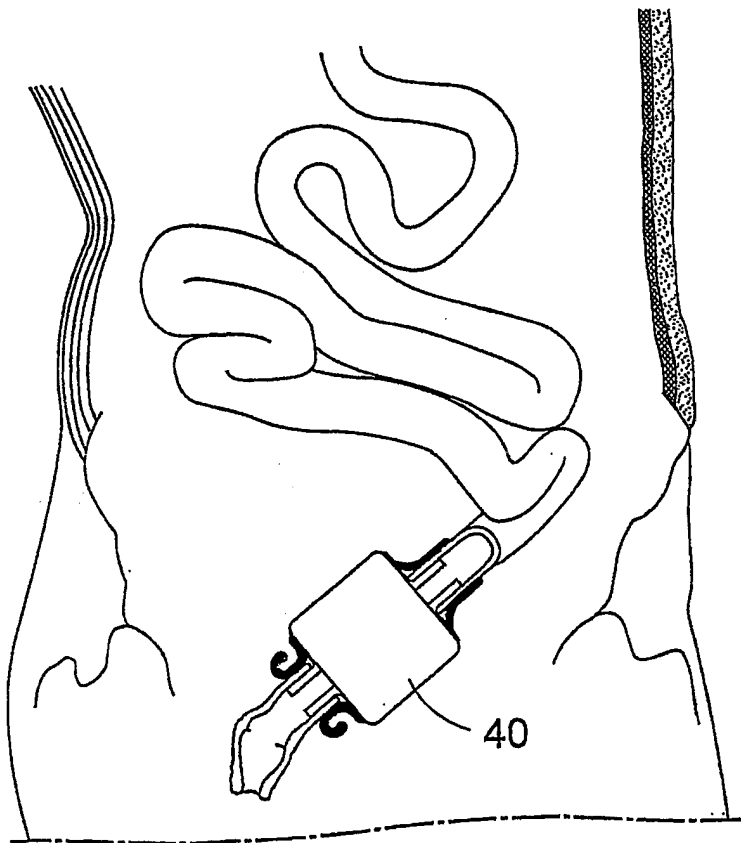


Fig. 16 B

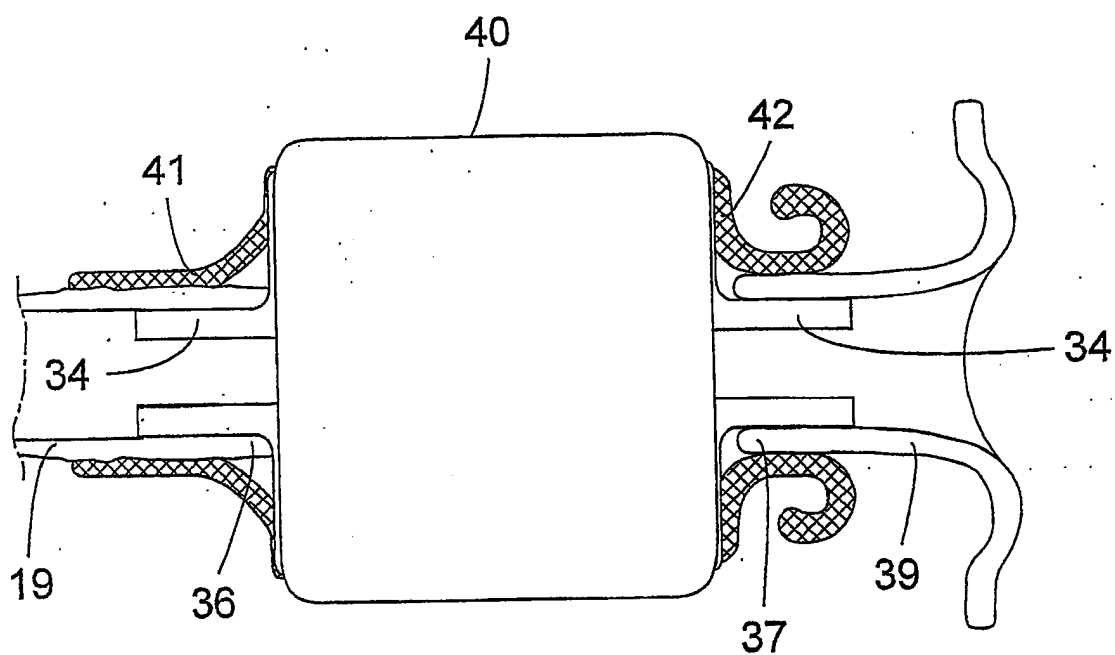


Fig. 17

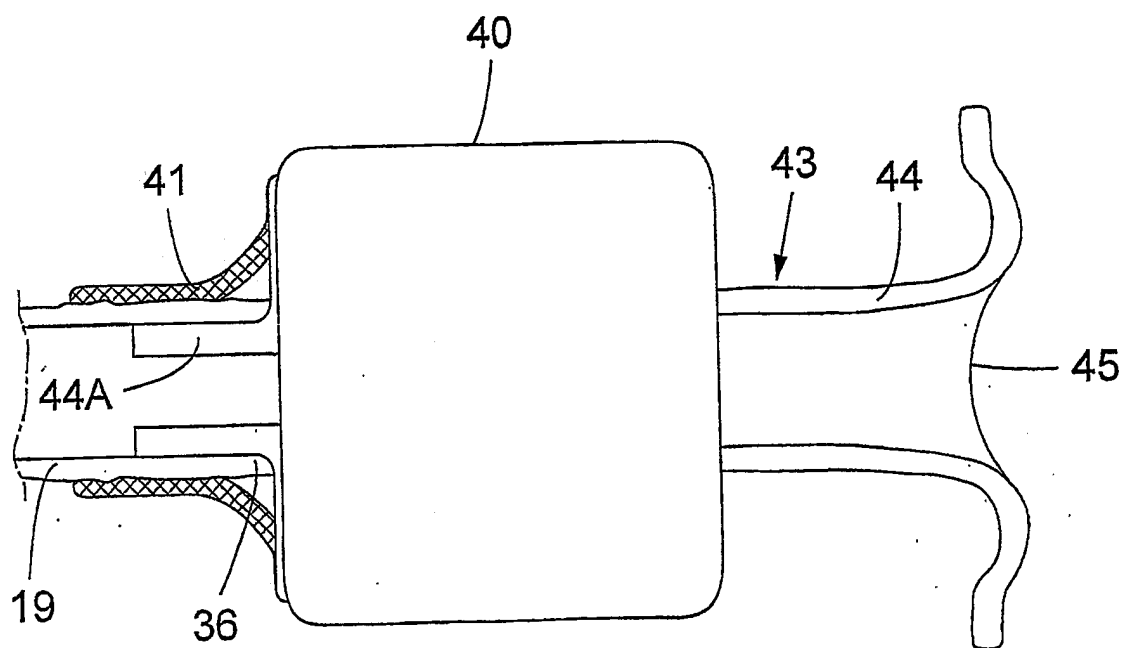


Fig. 18

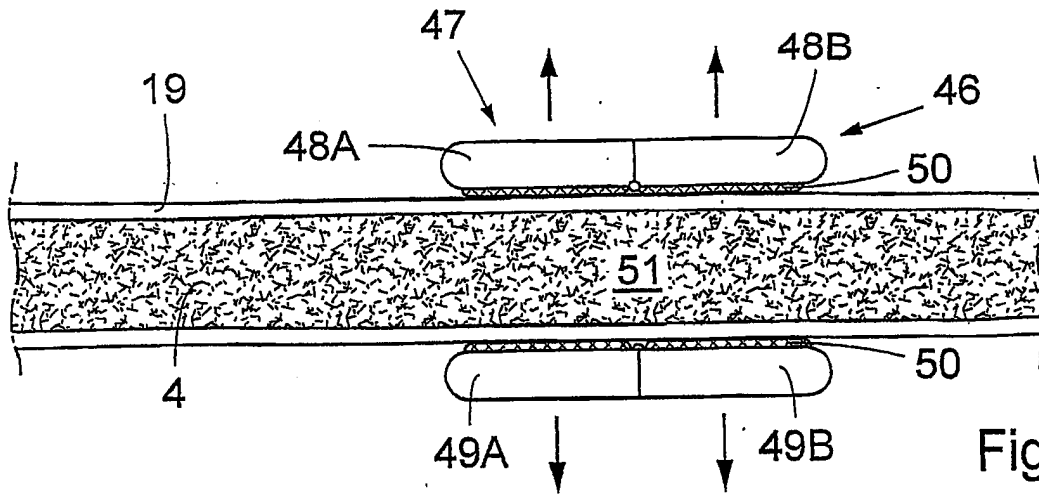


Fig. 19A

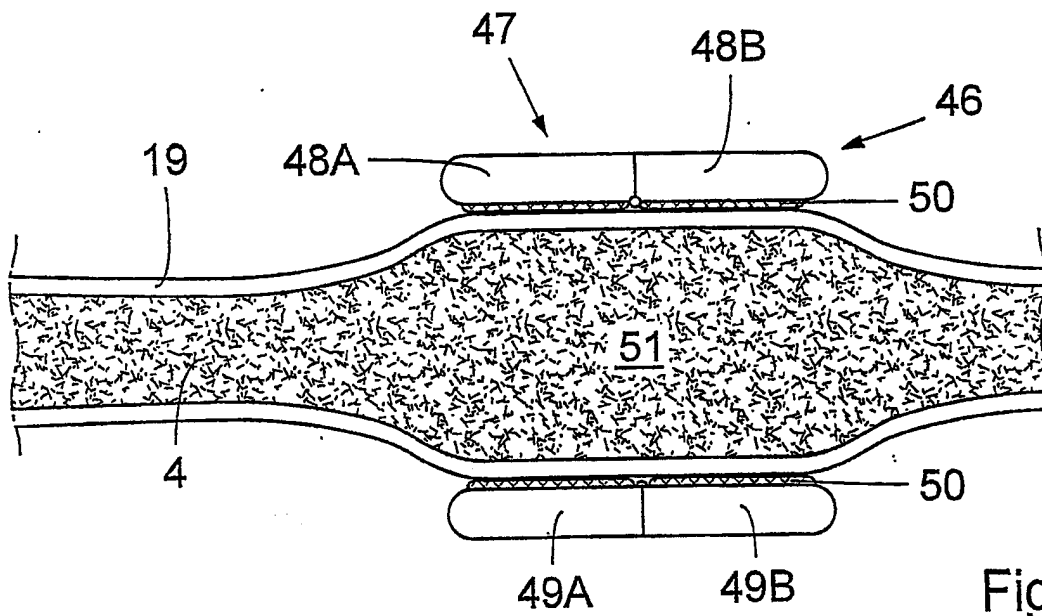


Fig. 19B

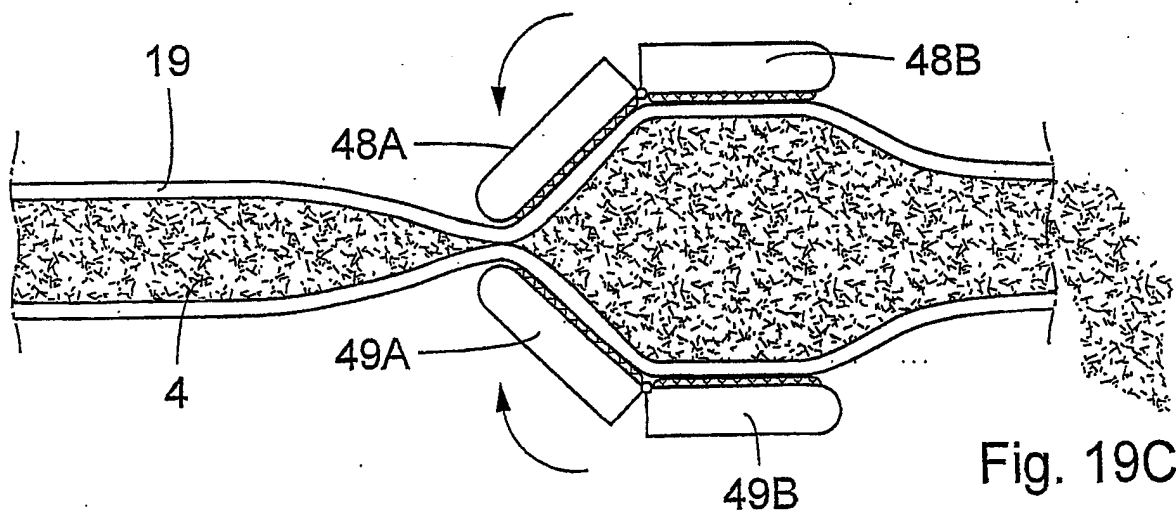


Fig. 19C

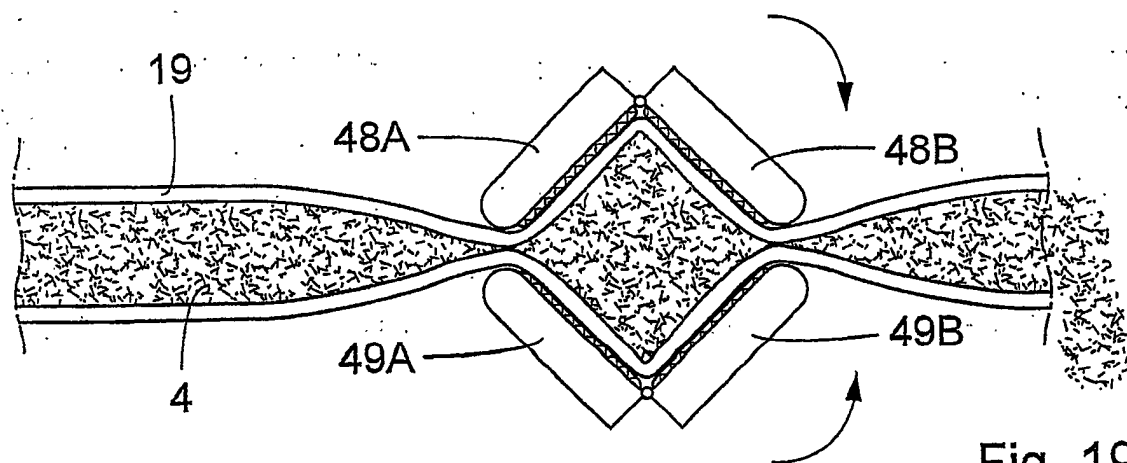


Fig. 19D

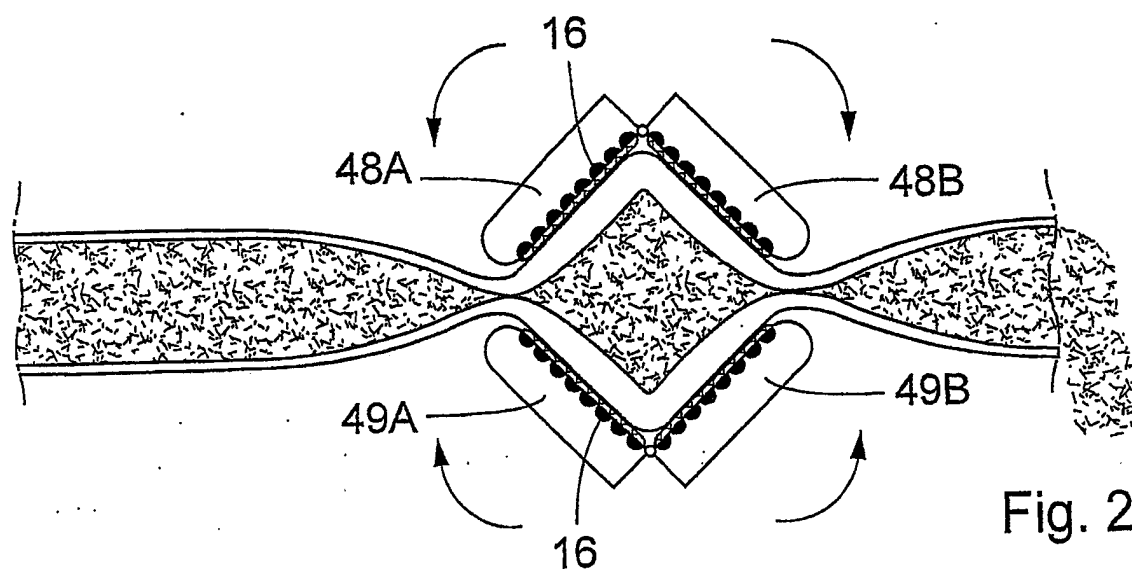


Fig. 20

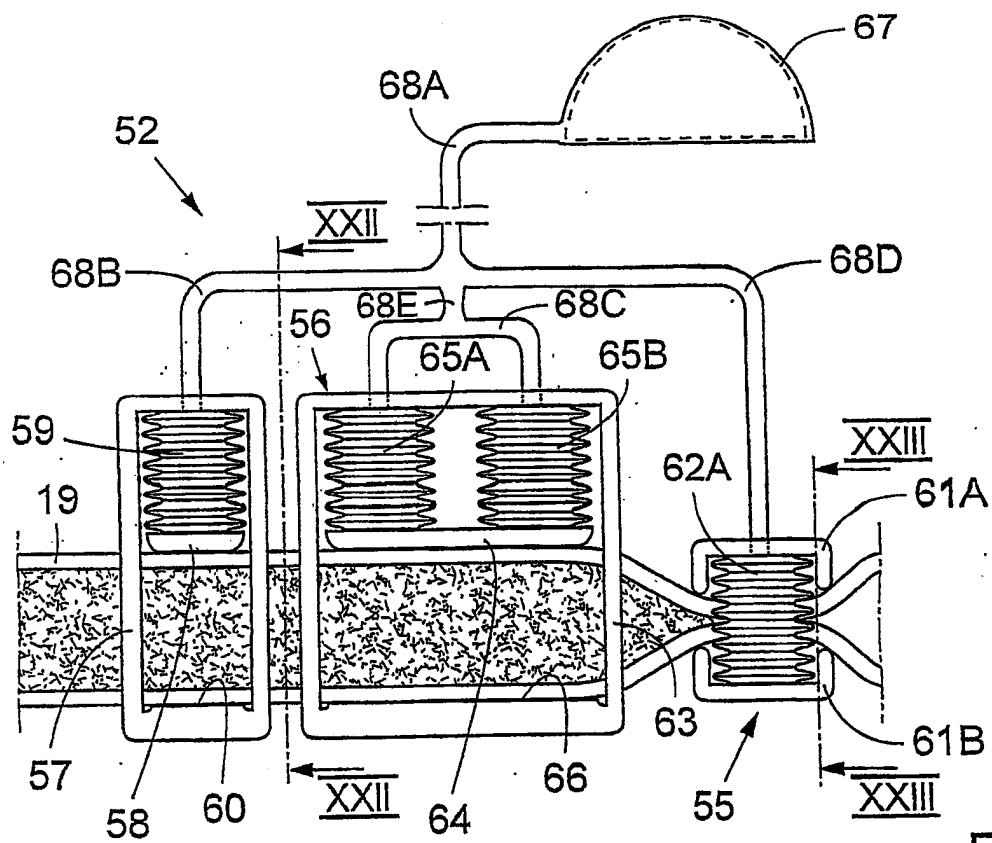


Fig. 21

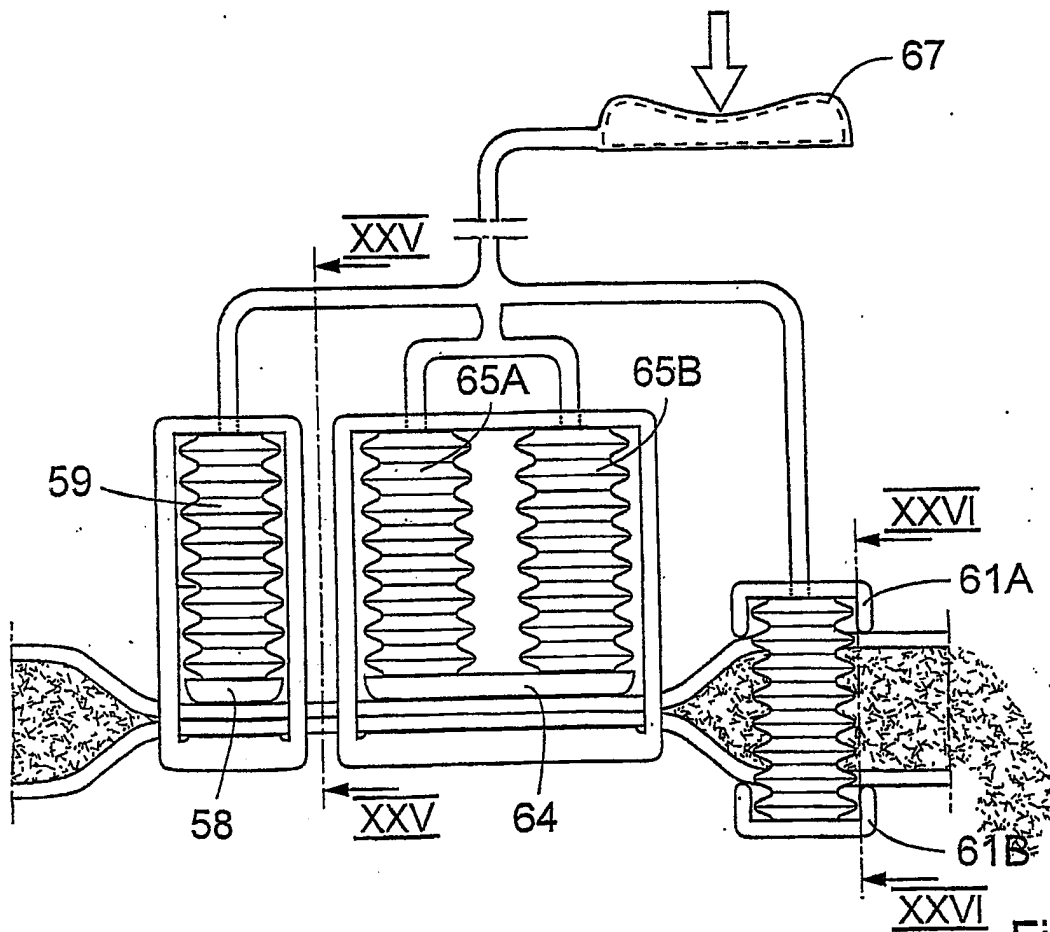


Fig. 24

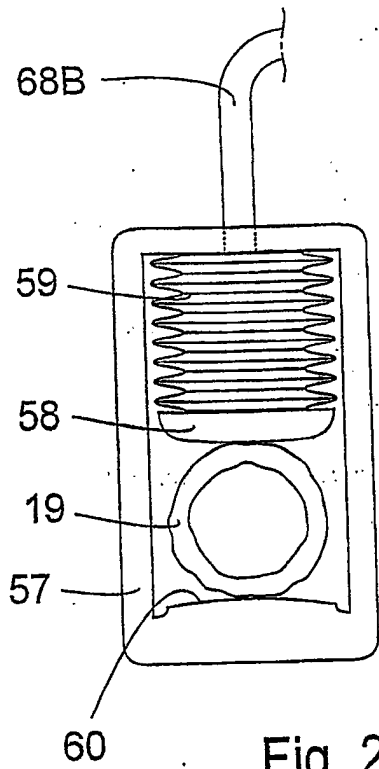


Fig. 22

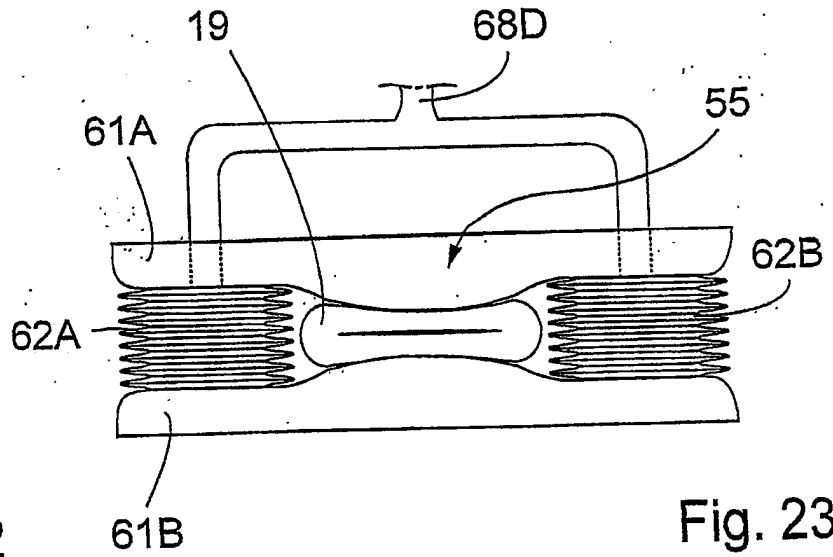


Fig. 23

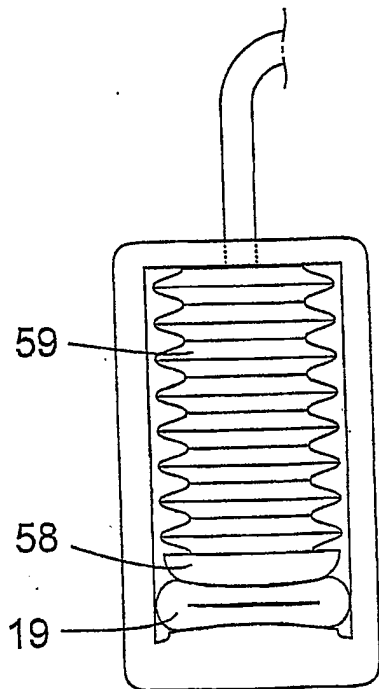


Fig. 25

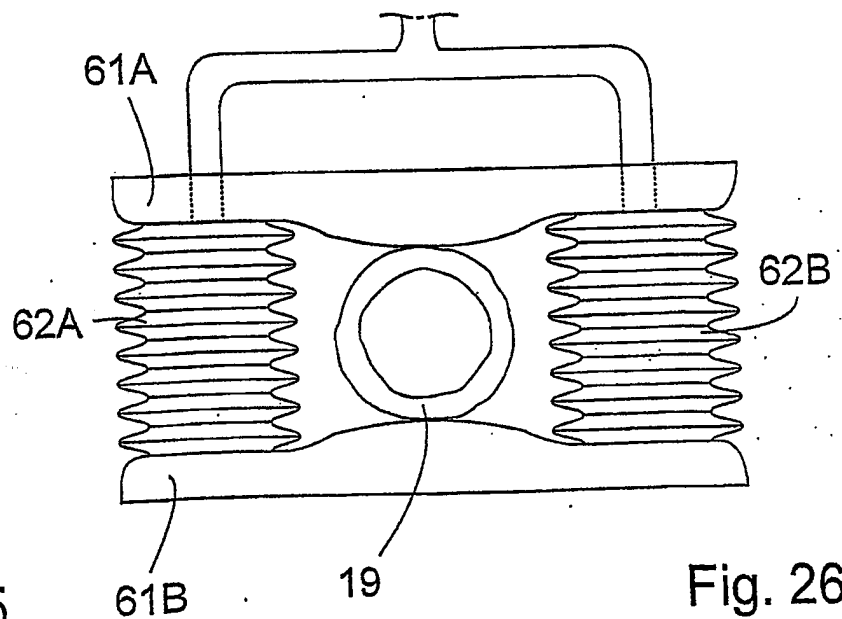
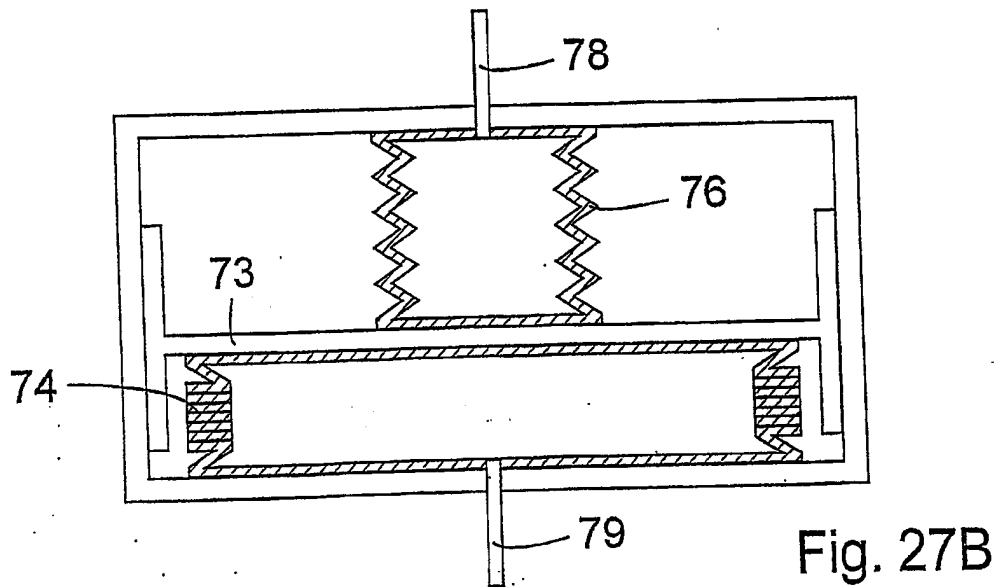
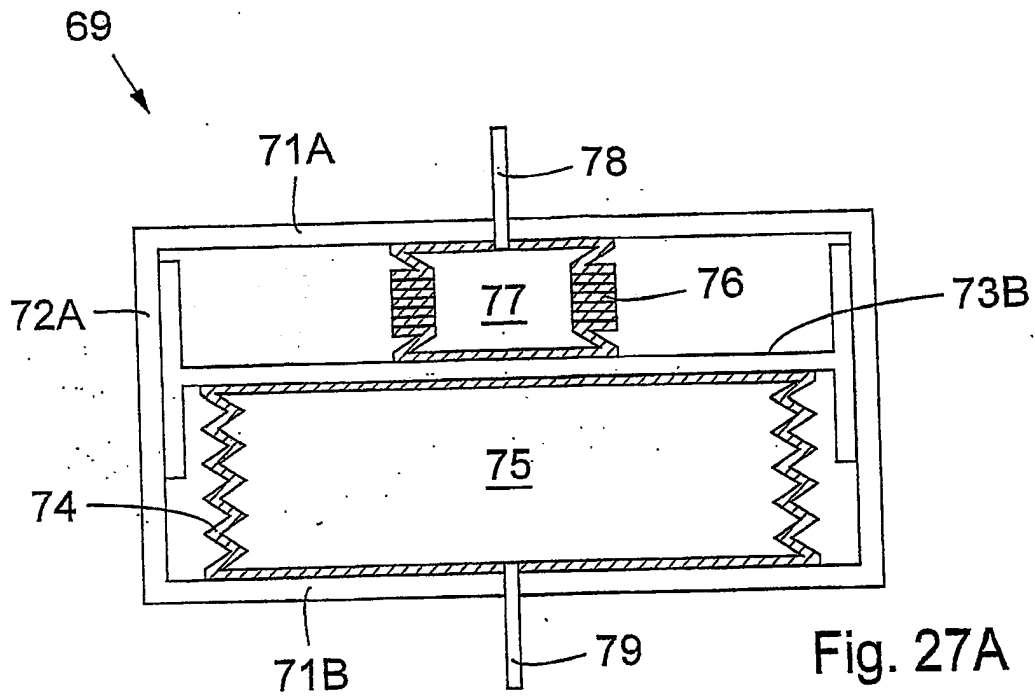


Fig. 26



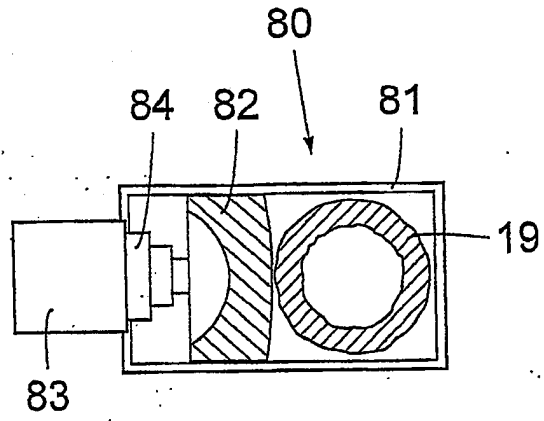


Fig. 28A

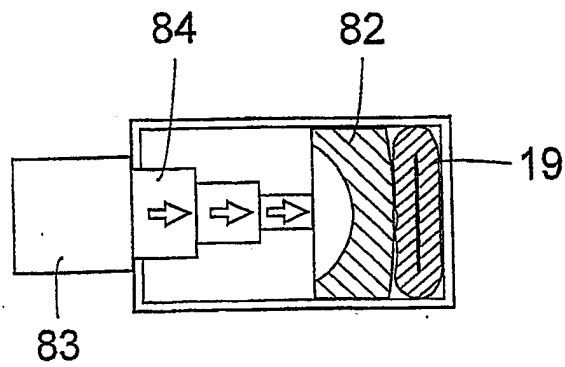


Fig. 28B

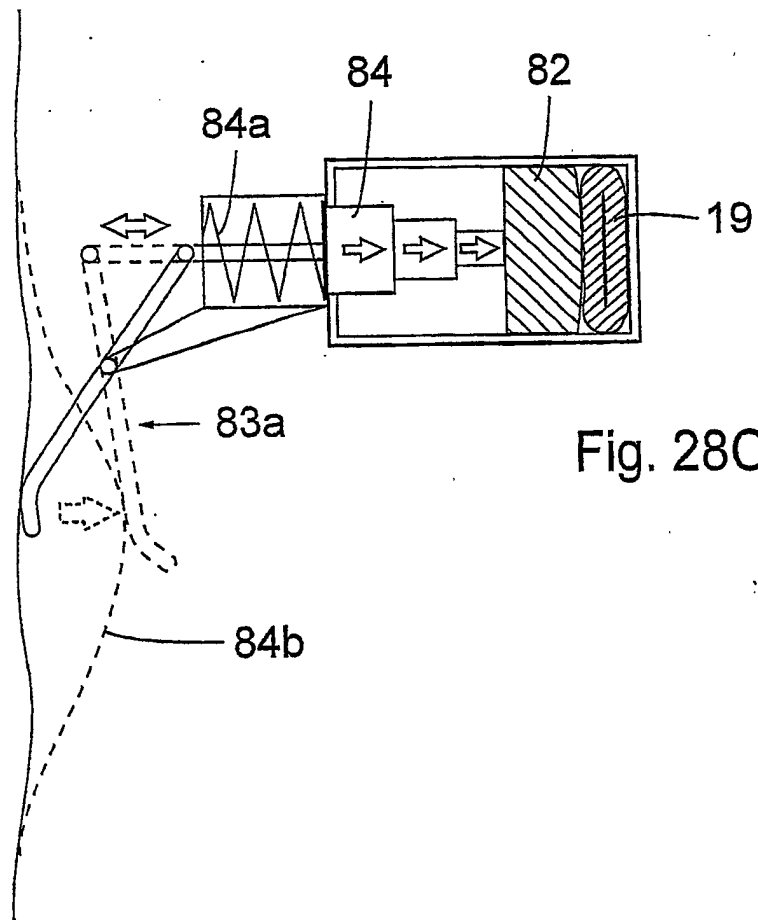


Fig. 28C

