



**Assinado
Digitalmente**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0920349-4

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0920349-4

(22) Data do Depósito: 12/10/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 24/09/2019

(51) Classificação Internacional: A61M 1/12; A61H 31/00; A61M 27/00.

(30) Prioridade Unionista: SE 0802142-0 de 10/10/2008; SE 0802143-8 de 10/10/2008; SE 0802135-4 de 10/10/2008; SE 0802136-2 de 10/10/2008; SE 0802139-6 de 10/10/2008; SE 0802140-4 de 10/10/2008; SE 0802141-2 de 10/10/2008; SE 0802144-6 de 10/10/2008; US 61/202,380 de 24/02/2009; US 61/202,382 de 24/02/2009; US 61/202,383 de 24/02/2009; US 61/202,393 de 25/02/2009; US 61/202,407 de 25/02/2009; US 61/202,404 de 25/02/2009; US 61/202,405 de 25/02/2009; US 61/202,406 de 25/02/2009.

(54) Título: DISPOSITIVO E SISTEMA PARA AUXILIAR O CORAÇÃO

(73) Titular: MEDICALTREE PATENT LTD., Pessoa Jurídica. Endereço: JCR OFFICES, OFFICE 10, TRIQ IN-NEGOZJU, QASAM INDUSTRIJALI, MRIEHEL, BIRKIRKARA, BKR 3000, MALTA(MT), Maltesa

(72) Inventor: FORSELL, PETER.

(87) Publicação PCT: WO 2010/042022 de 15/04/2010

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 23/02/2021, observadas as condições legais

Expedida em: 23/02/2021

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

"DISPOSITIVO E SISTEMA PARA AUXILIAR O CORAÇÃO"Campo Técnico

A presente invenção está correlacionada a um dispositivo, sistema e método para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração de um paciente humano. Também, é proporcionado um método de colocação e fixação do dito dispositivo de auxílio ao coração em um paciente humano.

Antecedentes da Invenção

A compressão cardíaca é um método conhecido de auxiliar um coração com deficiência e tem sido usado há muitos anos. Na sua forma mais simples, a compressão é aplicada ao tórax manualmente ou usando um dispositivo automático de compressão do tórax. Os métodos externos, basicamente, incluem os métodos simples de salvar a vida e podem ser usados somente para aliviar deficiências agudas do coração.

Entretanto, as deficiências de longo prazo do coração continuam aumentando, apesar dos avanços da cardiologia. Dispositivos mecânicos implantáveis de compressão do coração podem, potencialmente, proporcionar o tratamento de muitos pacientes que sofrem de um problema do coração.

Na média, um coração humano bate 31 milhões de vezes por ano, o que proporciona um enorme esforço em qualquer elemento mecânico que pretenda auxiliar ou substituir o coração natural. Portanto, é desejável o estabelecimento de um dispositivo de auxílio ao coração que tenha poucas partes móveis e em que as partes móveis sejam feitas de um material durável. Esse modo de dispositivo pode operar por um longo tempo sem necessidade de manutenção. Além disso, esses dispositivos aplicam grandes esforços sobre o coração, caso façam contato com o coração

na mesma área durante o tempo todo. Também, seria preferível se dispor de um dispositivo e método de fixação, para fixar o dito dispositivo de auxílio ao coração e, ocasionalmente, o motor, elementos de energização e
5 controle lógico existentes.

Resumo da Invenção

A invenção proporciona um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração de
10 um paciente humano, mediante aplicação de uma força externa sobre o músculo cardíaco. O dispositivo compreende pelo menos um órgão que contata periodicamente o coração, exercendo uma força sobre o músculo cardíaco seguinte às contrações do coração, e adicionando força ao mesmo. O
15 dispositivo implantável é adaptado para possibilitar a mudança na posição da força exercida sobre o coração pelo dito órgão de contato, de modo que o órgão que contata o coração possa modificar a força que exerce em uma primeira área do coração, para aplicar força em uma segunda área do
20 coração, após o dispositivo implantável ter sido implantado no paciente.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável compreende pelo menos um órgão que contata o coração, o qual, por sua vez, compreende pelo menos uma
25 almofada. A almofada pode ser, pelo menos, uma almofada hidráulica ou, pelo menos, uma almofada pneumática.

De acordo com uma modalidade, a dita pelo menos uma almofada é colocada sobre uma placa, dita placa adaptada para ser móvel, de modo a modificar a posição da
30 força exercida sobre o coração do paciente humano após o dispositivo implantável ter sido implantado no paciente humano. A placa pode ser adaptada para ser móvel usando um dispositivo de operação, o qual pode ser acionado pela via elétrica, hidráulica ou pneumática.

De acordo com uma modalidade, a dita pelo menos uma almofada compreende um volume. O volume pode ser adaptado para ser modificado, de modo a influenciar a força exercida sobre o coração do paciente humano, após o
5 dispositivo implantável ter sido implantado no dito paciente humano.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável compreende pelo menos duas almofadas. Uma das
10 ditas pelo menos duas almofadas compreende um primeiro volume, e uma segunda das ditas pelo menos duas almofadas compreende um segundo volume. Os primeiro e segundo volumes são adaptados para modificar individualmente a influência da força exercida sobre o coração do paciente humano, após o dispositivo implantável ter sido implantado no dito
15 paciente humano.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável compreende ainda um sistema hidráulico, em cujo caso o volume da dita pelo menos uma almofada pode ser modificado mediante movimentação de um fluido hidráulico
20 para a almofada ou proveniente da dita almofada, usando o dito sistema hidráulico.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável pode compreender ainda um sistema pneumático, em cujo caso pelo menos uma almofada pode ser modificada,
25 mediante movimentação de um gás para a dita almofada ou proveniente da mesma, usando o sistema pneumático.

De acordo com uma modalidade, o dito dispositivo implantável, ou dito pelo menos um órgão que contata o coração, compreende, pelo menos, um pistão. O pistão pode
30 ser um pistão hidráulico ou um pistão pneumático, podendo ser posicionado em uma luva.

De acordo com uma modalidade, o pistão é colocado sobre uma placa, adaptada para ser movimentada, para modificar a posição da dita força exercida no dito coração

do dito paciente humano, após o dito dispositivo implantável ter sido implantado no dito paciente humano. A placa pode ser adaptada para ser movimentada usando um dispositivo de operação, que, por sua vez, pode ser
5 elétrica, hidráulica ou pneumaticamente acionado.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável compreende, pelo menos, um pistão, adaptado para ser modificado, de modo a influenciar a dita força exercida no dito coração do dito paciente humano, após o
10 dito dispositivo implantável ter sido implantado no dito paciente humano.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável compreende pelo menos dois pistões, em que um dos ditos pelo menos dois pistões é adaptado para se
15 modificar individualmente, de modo a influenciar a dita força exercida no dito coração do dito paciente humano, após o dito dispositivo implantável ter sido implantado no dito paciente humano.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo
20 implantável compreende ainda um sistema hidráulico, em cujo caso pelo menos um pistão pode ser modificado, mediante movimentação de um fluido hidráulico que afeta o dito pistão, usando o dito sistema hidráulico.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo
25 implantável compreende um sistema pneumático, em cujo caso pelo menos um pistão pode ser modificado, mediante movimentação de um gás que afeta o dito pistão, usando o dito sistema pneumático.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo
30 implantável compreende ainda uma porta de injeção para calibrar um nível de fluido.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável é adaptado para ser fixado ao esterno, a pelo menos uma costela e/ou a pelo menos uma vértebra.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável pode compreender material cerâmico e/ou titânio. É ainda concebível que o órgão que contata o coração compreenda um material cerâmico, um material à base de silicone e/ou um material polimérico de flúor.

De acordo com uma modalidade, o órgão que contata o coração é adaptado para exercer uma força externa sobre o ventrículo esquerdo ou sobre dois diferentes lados do ventrículo esquerdo.

De acordo com uma modalidade, o órgão que contata o coração é adaptado para exercer uma força externa sobre o ventrículo direito ou sobre dois diferentes lados do ventrículo direito.

De acordo com uma modalidade, o dito pelo menos um dispositivo de bombeamento é adaptado para comprimir pelo menos uma porção de uma parede de tecido do dito coração. O dispositivo de bombeamento é ainda adaptado para estimular pelo menos uma porção da dita parede de tecido do dito coração, de modo a comprimir mais ainda a dita parede de tecido. A estimulação da parede de tecido do coração pode ser executada usando estimulação elétrica. O dispositivo implantável pode compreender ainda uma unidade de controle, adaptada para controlar a dita compressão e/ou dita estimulação da dita parede de tecido do dito coração, a unidade de controle podendo ser adaptada para controlar a compressão e/ou a estimulação de fora do corpo do paciente.

A invenção proporciona ainda um método de melhoria do funcionamento do bombeamento do coração de um paciente humano, mediante aplicação de uma força externa sobre o músculo cardíaco, usando o dispositivo de acordo com a reivindicação 1. O método compreende a etapa de movimentar o dito órgão que contata o coração, para modificar a área do coração sobre a qual o dito órgão que contata o coração aplica força, após o dito dispositivo ter

sido implantado no dito paciente humano e usar o dito dispositivo implantável para aplicar força sobre o dito coração do dito paciente humano, através do dito órgão que contata o coração.

5 De acordo com uma modalidade, o órgão que contata o coração é adaptado para exercer uma força externa sobre o ventrículo esquerdo ou sobre dois diferentes lados do ventrículo esquerdo. De acordo com outra modalidade, o órgão que contata o coração é adaptado para exercer uma
10 força externa sobre o ventrículo direito ou sobre dois diferentes lados do ventrículo direito.

É também concebível que o órgão que contata o coração seja móvel, para mudar a posição da força externa exercida sobre o coração, por meio de uma ação manual,
15 cirurgia ou automaticamente, usando um motor operável de fora do corpo do paciente. A mudança de posição pode também ser feita mediante mudança da posição dos braços acima mencionados.

Assim, é proporcionado um método de melhoria do
20 funcionamento do bombeamento do coração de um paciente humano, mediante aplicação de uma força externa sobre o músculo cardíaco, usando o dispositivo de acordo com quaisquer das modalidades aqui proporcionadas. O método compreende as etapas de movimentar o dito órgão que contata
25 o coração, para modificar a área do coração sobre a qual o dito órgão que contata o coração aplica força de modo não-invasivo, após o dito dispositivo ter sido implantado no dito paciente humano e usar o dito dispositivo implantável para aplicar força sobre o dito coração do dito paciente
30 humano, através do dito órgão que contata o coração.

Também, é proporcionado um método de operação para colocar cirurgicamente um dispositivo implantável para melhoria do funcionamento do bombeamento do coração de um paciente humano, através de aplicação de uma força externa

sobre o músculo cardíaco. O dispositivo compreende pelo menos um órgão que contata o coração, em que o dito órgão que contata o coração é adaptado para ser movimentado, para mudar a posição da dita força aplicada no dito coração do
5 dito paciente humano, após o dito dispositivo implantável ter sido implantado no dito paciente humano, o método sendo executado através de uma abordagem torácica laparoscópica, o método compreendendo as etapas de: inserir uma agulha ou um instrumento tipo tubo dentro do tórax do corpo do
10 paciente, usando a agulha ou o instrumento tipo tubo para encher o tórax de gás, desse modo, expandindo a cavidade torácica; colocar pelo menos dois trocartes laparoscópicos no corpo do paciente; inserir uma câmara através de um dos trocartes laparoscópicos dentro do tórax; inserir pelo
15 menos um instrumento de dissecação através de um dos ditos pelo menos dois trocartes laparoscópicos e dissecar uma área idealizada de colocação na área do coração do paciente, colocando o órgão móvel que contata o coração sobre o coração do paciente, colocando o dispositivo de
20 operação, operando o dito órgão que contata o coração para periodicamente exercer força sobre o lado externo do dito coração, contendo a força do esterno ou costelas ou vértebras, conectando uma fonte de energia para acionar o dito dispositivo implantável para melhoria do funcionamento
25 do bombeamento do coração. Além disso, o método compreende a etapa de ajustar a posição do dito órgão que contata o coração. O ajuste pode ser executado de fora do corpo do paciente, de um modo não-invasivo.

Também, é proporcionado um método para
30 cirurgicamente colocar um dispositivo implantável, para melhoria do funcionamento de bombeamento do coração de um paciente humano, mediante aplicação de uma força externa sobre o músculo cardíaco. O dispositivo compreende pelo menos um órgão que contata o coração, em que o dito órgão

que contata o coração é adaptado para ser movimentado, de modo a modificar a posição da dita força exercida sobre o dito coração do dito paciente humano, após o dito dispositivo implantável ter sido implantado no dito

5 paciente humano, o método sendo executado através do tórax, o método compreendendo as etapas de: cortar a pele e abrir o tórax, dissecar uma área de colocação idealizada na área do coração do paciente, colocar o órgão móvel de contato com o coração sobre o coração do paciente, colocar o

10 dispositivo de operação, operar o dito órgão que contata o coração para periodicamente aplicar força exteriormente ao dito coração, contendo a força do esterno, costelas ou vértebras, conectando uma fonte de energia para acionar o dito dispositivo implantável, para melhoria do

15 funcionamento de bombeamento do coração, ajustando a posição do dito órgão que contata o coração. O ajuste pode ser executado de fora do corpo do paciente, de um modo não-invasivo.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo é uma

20 parte de um sistema que pode compreender um interruptor, para manualmente e de modo não-invasivo comandar o dispositivo. O interruptor, de acordo com uma modalidade, é um interruptor elétrico, projetado para implante subcutâneo.

25 De acordo com outra modalidade, o sistema compreende ainda um dispositivo hidráulico tendo um reservatório hidráulico, o qual é hidraulicamente conectado ao dispositivo. O dispositivo pode ser manualmente regulado mediante pressionamento do reservatório hidráulico, ou ser

30 automaticamente operado usando um dispositivo de controle remoto sem fio.

O sistema de controle remoto sem fio compreende, de acordo com uma modalidade, pelo menos um transmissor externo de sinal e um receptor interno de sinal implantável

no paciente, para recebimento dos sinais transmitidos pelo transmissor externo de sinal. O sistema pode operar usando frequência, amplitude ou sinal de fase modulada, ou uma combinação dos mesmos.

5 De acordo com uma modalidade, o sinal de controle sem fio compreende um sinal analógico ou um sinal digital, ou uma combinação de sinal analógico e digital. É também concebível que o sinal compreenda um campo elétrico ou magnético, ou uma combinação de campo elétrico e campo
10 magnético. De acordo com outra modalidade, o dispositivo de controle remoto sem fio transmite ainda um sinal portador, para transportar o sinal de controle sem fio, dito sinal podendo compreender um sinal digital, um sinal analógico ou uma combinação de sinais digitais e analógicos.

15 Para suprimento do sistema com energia, de acordo com uma modalidade, o dispositivo compreende um dispositivo de transmissão de energia sem fio, para de um modo não-invasivo, energizar o dito dispositivo. De acordo com a dita modalidade, o dispositivo de transmissão de energia
20 transmite energia, através de pelo menos um sinal de energia sem fio, o qual compreende, por exemplo, um sinal de onda, tal como, um sinal de onda ultra-sônica, um sinal de onda eletromagnética, um sinal de luz infravermelha, um sinal de luz visível, um sinal de luz ultravioleta, um
25 sinal de luz laser, um sinal de microondas, um sinal de onda de rádio, um sinal de radiação de raios X, e um sinal de radiação gama.

É ainda concebível que o sinal de energia compreenda um campo elétrico ou magnético, ou uma
30 combinação de campo elétrico e campo magnético, que pode ser transmitido usando um sinal portador, tal como, um sinal digital, um sinal analógico ou uma combinação de sinais digitais e analógicos.

De acordo com uma modalidade, o sistema compreende ainda uma fonte de energia para acionar o dito dispositivo, a qual pode ser uma fonte de energia implantável ou uma fonte de energia externa, ou uma
5 combinação das mesmas, em cujo caso as fontes de energia interna e externa podem estar em comunicação elétrica.

Numa modalidade em que o sistema compreende uma fonte de energia interna, pode ser proporcionado um sensor, para detectar um parâmetro funcional correlacionado à
10 transferência de energia, para carregamento da fonte de energia interna, sendo ainda concebível que um dispositivo de realimentação, para envio de informação de realimentação do interior para o exterior do paciente, seja provido.

De acordo com outra modalidade, o sistema
15 compreende ainda um sensor que detecta um parâmetro, tal como, um parâmetro funcional ou um parâmetro físico. O dito parâmetro funcional, de acordo com uma modalidade, é correlacionado à transferência de energia, para carregar uma fonte interna de energia implantável no paciente. A
20 dita modalidade pode compreender ainda um dispositivo de realimentação, para enviar informação de realimentação do interior do corpo do paciente para fora do mesmo, e uma unidade de controle interna implantável para controlar a detecção. O parâmetro físico acima mencionado pode ser um
25 dentre temperatura do corpo, pressão sanguínea, fluxo sanguíneo, batimentos cardíacos e respiração, e o sensor pode ser um sensor de pressão ou um sensor de movimentação.

De acordo com uma modalidade, o sistema pode compreender ainda um sistema compreende ainda um
30 comunicador externo de dados e um comunicador interno de dados implantável, que se comunica com o comunicador externo de dados, em que o comunicador interno de dados alimenta dados correlacionados ao dispositivo ou ao paciente para o comunicador externo de dados, e/ou o

comunicador externo de dados alimenta dados para o comunicador interno de dados.

É também concebível que o sistema compreenda ainda um dispositivo de operação para operar o dito
5 dispositivo, tal como, um motor ou uma bomba, que pode ser elétrica, hidráulica ou pneumaticamente operado.

De acordo com outra modalidade, o sistema apresenta um dispositivo de transmissão de energia para transmitir energia sem fio, em que a energia sem fio é
10 usada para diretamente acionar o dispositivo de operação, por exemplo, através da geração de energia cinética para a operação do dito dispositivo.

Nas modalidades em que o sistema compreende um dispositivo de transmissão de energia para transmitir
15 energia sem fio, pode ser provido um dispositivo de transformação de energia para transformar a energia sem fio de uma primeira forma de energia em uma segunda forma de energia. O dito dispositivo de transformação de energia pode acionar diretamente mediante a segunda forma de
20 energia. A energia pode se apresentar na forma de uma corrente contínua ou uma corrente contínua pulsante, ou uma combinação de corrente contínua e corrente contínua pulsante, ou uma corrente alternada, ou uma combinação de corrente contínua e corrente alternada. Também, é
25 concebível que a energia seja apresentada na forma de energia magnética, energia cinética, energia sonora, energia química, energia radiante, energia eletromagnética, energia fotoelétrica, energia nuclear ou energia térmica. O sistema pode compreender ainda um acumulador implantável
30 para armazenar energia.

Para evitar danos ao sistema, é concebível que o sistema compreenda componentes elétricos implantáveis, incluindo pelo menos um protetor de nível de tensão e/ou pelo menos um protetor de corrente constante.

Uma unidade de porta de injeção implantável é ainda provida. A unidade de porta de injeção compreende uma pluralidade de câmaras, cada uma compreendendo uma membrana de vedação auto-penetrável, adaptada para ser penetrada por
5 uma agulha, para injetar um fluido dentro da câmara.

De acordo com uma modalidade da unidade de porta de injeção implantável, cada uma das câmaras compreende seções de parede que definem o volume das câmaras. Pelo menos duas das câmaras podem ser localizadas sobre dois
10 lados de uma seção de parede compartilhada, desse modo, compartilhando a seção de parede compartilhada, a qual pode ser uma membrana de vedação auto-penetrável.

De acordo com outra modalidade, duas da pluralidade de câmaras representam uma primeira e uma
15 segunda câmara, e a primeira câmara compreende pelo menos duas seções de parede que consistem de uma membrana de vedação auto-penetrável, e uma das ditas pelo menos duas seções de parede é a seção de parede compartilhada, compartilhada com a segunda câmara. As primeira e segunda
20 câmaras são alinhadas, de modo que uma agulha possa entrar na segunda câmara, primeiramente, penetrando nas duas seções de parede de membrana de vedação auto-penetrável da primeira câmara.

De acordo ainda com outra modalidade da unidade
25 de porta de injeção implantável, três da pluralidade de câmaras representam uma primeira, segunda e terceira câmara e a primeira e segunda câmaras, cada uma compreende pelo menos duas seções de parede que constituem uma membrana de vedação auto-penetrável, e a primeira, segunda e terceira
30 câmaras são alinhadas, de modo que uma agulha possa entrar na terceira câmara, primeiramente, penetrando nas duas seções de parede de membrana de vedação auto-penetráveis da primeira câmara, e penetrando nas duas seções de parede de membrana de vedação auto-penetráveis da segunda câmara. A

pluralidade de câmaras pode representar, pelo menos, três câmaras, pelo menos, quatro câmaras ou, pelo menos, cinco câmaras.

De acordo com outra modalidade, a unidade de
5 porta de injeção compreende ainda uma pluralidade de condutos, em comunicação fluida com cada uma da pluralidade de câmaras.

Um dispositivo de drenagem pericardíaco, para drenagem de um fluido do pericárdio de um paciente é ainda
10 provido. O dispositivo de drenagem compreende um conduto, o conduto compreendendo uma primeira e segunda seção, e pelo menos uma porção da primeira seção é adaptada para receber um fluido no interior do pericárdio, e a segunda seção do conduto é adaptada para ser posicionada exteriormente ao
15 pericárdio de um paciente, e sendo capaz de realizar a exaustão do fluido recebido do pericárdio através de pelo menos uma porção da segunda seção.

De acordo com uma modalidade, o dispositivo de drenagem pericardíaco é adaptado para ser colocado no
20 abdômen do paciente, para movimentar um fluido do pericárdio do paciente para o referido abdômen do paciente.

De acordo com outra modalidade, o dispositivo de drenagem compreende ainda um recipiente implantável; a segunda seção do conduto é adaptada para se dispor em
25 comunicação fluida com o recipiente.

Em algumas das modalidades, o dispositivo de auxílio ao coração pode ser adaptado para se conectar ao coração na parte externa do pericárdio, pelo que é vantajoso se dispor do dreno pericardíaco, uma vez que o
30 fluido no pericárdio é um grave condicionamento.

De acordo ainda com outra modalidade, a dita pelo menos uma porção da dita primeira seção compreende múltiplos furos, sendo adaptada para receber um fluido do interior do dito pericárdio, quando implantada.

De acordo com uma modalidade, a invenção está correlacionada a um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração de um paciente humano, mediante aplicação de uma força externa sobre o músculo cardíaco, o dito dispositivo compreendendo pelo menos um órgão que contata o coração, o qual, periodicamente, exerce força sobre o músculo cardíaco após suas contrações e adicionando força ao mesmo, dito dispositivo implantável sendo adaptado para ter uma unidade de transmissão, para gerar movimento de energia cinética a ser usado no órgão que contata o coração, em que o dito dispositivo implantável compreende um dispositivo de fixação, adaptado para ser montado em uma posição estável em um osso humano, permitindo à dita unidade de transmissão e movimento cinético obter a necessária força contrária, em que a dita unidade de transmissão compreende um compensador de movimento de respiração, para compensar o movimento respiratório do coração em relação à posição estável do osso, em que a dita unidade de transmissão é adaptada para permitir um movimento compensatório do movimento respiratório, relativamente entre o dito órgão que contata o coração e o dito osso.

O dito compensador de movimento respiratório pode compreender uma construção hidráulica, mecânica ou pneumática, ou uma combinação das mesmas, para compensar o movimento respiratório.

O compensador do movimento respiratório pode compreender pelo menos um dentre: uma suspensão, envolvendo um jato de ar compressível para compensar o movimento respiratório, uma suspensão de mola, para compensar o movimento respiratório e um movimento direcionado, usando apenas resistência de atrito, para compensar o movimento respiratório.

Em ainda outra modalidade, a unidade de transmissão é adaptada para ser colocada, pelo menos parcialmente, no abdômen, permitindo ao órgão que contata o coração alcançar o coração, para criar o dito movimento cinético do órgão que contata o coração, sendo preferível que a dita unidade de transmissão seja adaptada para entrar no abdômen através do músculo diafragma.

Em outra modalidade, o dito dispositivo de fixação é adaptado para ser montado de modo exterior ao esterno, em que a dita unidade de transmissão compreende um braço para passar subcutaneamente do exterior do esterno para dentro do abdômen, adaptado para manter a unidade de transmissão, em que a dita unidade de transmissão entra através do músculo do diafragma, sustentando o dito órgão que contata o coração.

Em outra modalidade, a dita unidade de transmissão compreende ainda uma estrutura de movimento de tecido fibrótico, adaptada para permitir o movimento respiratório do coração em relação à posição estável do osso, sem interferência do tecido fibrótico envolvente, quando implantado no corpo.

A estrutura de movimento de tecido fibrótico pode compreender um elemento tipo fole, que permite o movimento sem esticamento da fibrose envolvente, quando implantado.

Em ainda outra modalidade, o órgão que contata o coração pode mudar de aplicar a força em uma primeira área do coração para aplicar a força em uma segunda área do coração, após o dito dispositivo implantável ter sido implantado no dito paciente humano, em que o dito pelo menos um órgão que contata o coração, preferivelmente, compreende pelo menos uma almofada hidráulica ou pneumática.

Em ainda outra modalidade, o órgão que contata o coração compreende ainda um elemento mecânico, adaptado

para ser móvel, para modificar a posição da dita força aplicada no coração, após o dito dispositivo implantável ter sido implantado no coração de um paciente humano.

5 O dispositivo implantável pode incluir uma placa, e em que a dita pelo menos uma almofada hidráulica ou pneumática é colocada em conexão com a dita placa, em que a dita placa possibilita o movimento da dita almofada em relação à dita placa, para mudar a posição da dita almofada hidráulica ou pneumática e, dessa forma, mudar a posição da
10 dita força exercida sobre o coração, após o dito dispositivo implantável ter sido implantado no paciente humano.

O dispositivo de auxílio ao coração pode ser adaptado para passar através de um trocarte laparoscópico
15 no corpo do paciente e/ou passar através de uma abertura no músculo do diafragma do lado abdominal.

Preferivelmente, a dita unidade de transmissão é adaptada para suprir energia sem fio ou energia magnética e o dito dispositivo de auxílio ao coração é adaptado para
20 receber a dita energia sem fio ou magnética, de modo a provocar movimentos do dito dispositivo de auxílio ao coração.

O dispositivo de auxílio ao coração pode incluir um receptor de energia ou uma fonte de energia, que são
25 adaptados para colocação no abdômen.

O dispositivo de auxílio ao coração, preferivelmente, compreende um conduto elétrico, adaptado para conectar o dito dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão a uma fonte interna de energia, dito
30 condutor adaptado para passar dentro do átrio direito do coração e ainda, superiormente, no sistema venoso de vasos sanguíneos, saindo do sistema de vasos sanguíneos na área subcutânea ou próximo da mesma, em que a dita fonte interna

de energia é adaptada para ser conectada ao dito condutor através da área subcutânea.

O dispositivo de auxílio ao coração, preferivelmente, compreende:

- 5 - uma unidade interna de controle;
- um sensor, para detectar pulsos elétricos fisiológicos ou contrações musculares do coração;

em que a dita unidade de controle comanda o dito dispositivo de auxílio ao coração de acordo com a
10 informação detectada.

O dispositivo de auxílio ao coração, de acordo com a reivindicação 10, se apresenta de um modo em que a dita fonte interna de energia compreende uma unidade
15 interna de controle, adaptada para transmitir pulsos de energia para o dito eletrodo, para obter contrações do músculo cardíaco e controlar as contrações cardíacas, e em que a dita unidade de controle é adaptada para coordenar o dispositivo de auxílio ao coração, com relação às contrações cardíacas.

20 Em uma modalidade, o método da invenção compreende cirurgicamente colocar um dispositivo de auxílio ao coração em atividade, exteriormente ao coração de um paciente, através de um procedimento laparoscópico torácico, o método compreendendo as etapas de:

- 25 - inserir uma agulha ou um instrumento tipo tubo dentro do tórax do corpo do paciente;
- usar a agulha ou o instrumento tipo tubo para encher o tórax de gás, desse modo, expandindo a cavidade torácica;
- colocar pelo menos dois trocartes laparoscópicos no corpo
30 do paciente;
- inserir uma câmara através de um dos trocartes laparoscópicos dentro do tórax;
- inserir pelo menos um instrumento de dissecação através de um dos ditos pelo menos dois trocartes laparoscópicos e

dissecar uma área de colocação idealizada do coração do paciente;

- colocar o dispositivo de auxílio ao coração na área de colocação no tórax, como uma ou mais peças, compreendendo:

5 - colocar o órgão que contata o coração de modo a influenciar a corrente sanguínea;

- colocar uma unidade de transmissão criando movimento cinético a ser usado pelo órgão que contata o coração;

10 - montar um dispositivo de fixação em uma posição estável em relação ao osso humano, permitindo à dita unidade de transmissão e ao movimento cinético obter a necessária força contrária;

- colocar um compensador de movimento respiratório para compensar o movimento respiratório do coração, em
15 relação à posição estável do osso; e

- colocar e conectar um receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para ativar o dispositivo de auxílio ao coração, para executar pelo menos uma das seguintes etapas do método;

20 - pelo menos parcialmente, comprimir o coração e, pelo menos parcialmente, relaxar o dispositivo de auxílio ao coração, de modo a suportar o mecanismo de bombeamento do coração, exteriormente ao mesmo.

Em outra modalidade, um método de operação para
25 cirurgicamente colocar em atividade um dispositivo de auxílio ao coração em relação ao coração de um paciente, compreende as seguintes etapas:

- cortar a pele do paciente;

- abrir a cavidade torácica;

30 - dissecar uma área idealizada de colocação, para colocar o dispositivo de auxílio ao coração interiormente em relação ao coração;

- colocar o dispositivo de auxílio ao coração na área de colocação no tórax, como uma ou mais peças, compreendendo:

- colocar o órgão que contata o coração de modo a influenciar a corrente sanguínea;

- colocar uma unidade de transmissão criando movimento cinético a ser usado pelo órgão que contata o coração;

5 - montar um dispositivo de fixação em uma posição estável em relação ao osso humano, permitindo à dita unidade de transmissão e ao movimento cinético obter a necessária força contrária;

10 - colocar um compensador de movimento respiratório para compensar o movimento respiratório do coração, em relação à posição estável do osso; e

15 - colocar e conectar um receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para ativar o dispositivo de auxílio ao coração, para executar pelo menos uma das seguintes etapas do método;

- pelo menos parcialmente, comprimir o coração e, pelo menos parcialmente, relaxar o dispositivo de auxílio ao coração, de modo a suportar o mecanismo de bombeamento do coração, exteriormente ao mesmo.

20 Em ainda outra modalidade, um método de cirurgicamente colocar em atividade um dispositivo de auxílio ao coração em relação ao coração de um paciente, através de um procedimento abdominal laparoscópico, compreende as etapas de:

25 - inserir uma agulha ou um instrumento tipo tubo dentro do abdômen do corpo do paciente;

- usar a agulha ou o instrumento tipo tubo para encher o abdômen com gás, desse modo, expandindo a cavidade abdominal;

30 - colocar pelo menos dois trocartes laparoscópicos no abdômen do paciente;

- inserir uma câmara através de um dos trocartes laparoscópicos dentro do abdômen;

- inserir pelo menos um instrumento de dissecação através de um dos ditos pelo menos dois trocartes laparoscópicos; e
- dissecar e criar uma abertura no músculo do diafragma;
- dissecar uma área de colocação idealizada do coração do
- 5 paciente através da dita abertura;
- colocar o dispositivo de auxílio ao coração na área de colocação no tórax, como uma ou mais peças, compreendendo:
 - colocar o órgão que contata o coração de modo a influenciar a corrente sanguínea;
 - 10 - colocar uma unidade de transmissão criando movimento cinético a ser usado pelo órgão que contata o coração;
 - montar um dispositivo de fixação em uma posição estável em relação ao osso humano, permitindo à dita unidade de transmissão e ao movimento cinético obter a
 - 15 necessária força contrária;
 - colocar um compensador de movimento respiratório para compensar o movimento respiratório do coração, em relação à posição estável do osso; e
 - colocar e conectar um receptor de energia
 - 20 implantável ou uma fonte interna de energia para ativar o dispositivo de auxílio ao coração, para executar pelo menos uma das seguintes etapas do método;
 - pelo menos parcialmente, comprimir o coração e, pelo menos parcialmente, relaxar o dispositivo de auxílio ao
 - 25 coração, de modo a suportar o mecanismo de bombeamento do coração, exteriormente ao mesmo.

Alternativamente, um método de operação para cirurgicamente colocar um dispositivo de auxílio ao coração em atividade, em relação a um coração de um paciente,

30 compreende as etapas de:

- cortar a pele do paciente;
- abrir a cavidade abdominal;
- dissecar e criar uma abertura no músculo do diafragma;

- dissecar uma área de colocação, para colocar o dispositivo de auxílio ao coração através da dita abertura;
- colocar o dispositivo de auxílio ao coração na área de colocação no tórax, como uma ou mais peças, compreendendo:

5 - colocar o órgão que contata o coração de modo a influenciar a corrente sangüínea;

- colocar uma unidade de transmissão criando movimento cinético a ser usado pelo órgão que contata o coração;

10 - montar um dispositivo de fixação em uma posição estável em relação ao osso humano, permitindo à dita unidade de transmissão e ao movimento cinético obter a necessária força contrária;

15 - colocar um compensador de movimento respiratório para compensar o movimento respiratório do coração, em relação à posição estável do osso; e

- colocar e conectar um receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para ativar o dispositivo de auxílio ao coração, para executar pelo menos uma das seguintes etapas do método;

20 - pelo menos parcialmente, comprimir o coração e, pelo menos parcialmente, relaxar o dispositivo de auxílio ao coração, de modo a suportar o mecanismo de bombeamento do coração, exteriormente ao mesmo.

25 Os quatro métodos de operação descritos acima, que incluem a etapa de colocar o dispositivo de auxílio ao coração, adicionalmente, podem compreender a etapa de:

- suprir energia cinética da dita unidade de transmissão para o dito dispositivo de auxílio ao coração, provocando movimento do dito órgão que contata o coração.

30 Os quatro métodos de operação, adicionalmente, podem compreender a etapa de método de:

- conectar a unidade de transmissão com um receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para acionar a dita unidade de transmissão.

O método de operação para cirurgicamente colocar um dispositivo de auxílio ao coração em um coração ou vaso sangüíneo de paciente, combinando os métodos com o procedimento torácico e procedimento abdominal, é uma
5 modalidade preferida.

O método de operação em que a unidade de transmissão compreende ainda um estator e um rotor, adaptada para ser acionada, pelo menos parcialmente, no dispositivo de auxílio ao coração, com energia rotacional,
10 em outra alternativa, é o método que compreende ainda as etapas de:

- colocar o dito estator e rotor no abdômen ou tórax, em que o dito rotor se dispõe conectado ao dito dispositivo de auxílio ao coração;
- 15 - suprir energia ao dito estator, para girar o dito rotor, desse modo, fazendo com que a energia cinética seja transportada para o dito dispositivo de auxílio ao coração.

O método de operação pode compreender que uma abertura seja executada a partir do abdômen, através do diafragma torácico, para colocação do receptor de energia
20 ou fonte de energia no abdômen.

O método de operação, em que a dita abertura é executada no diafragma torácico, é preferivelmente posicionada no local em que o pericárdio é fixado ao
25 diafragma torácico.

Em ainda outro método, o dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão utiliza energia, direta ou indireta, proveniente de uma fonte externa de energia, suprimindo energia de um modo não-invasivo, sem
30 qualquer penetração através da pele do paciente, para acionar o dispositivo de auxílio ao coração ou a unidade de transmissão

Alternativamente, o dito dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão é conectado a uma

fonte interna de energia através de um cabo, o método de colocação compreendendo ainda:

- dissecar e colocar um condutor conectado ao dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão dentro do 5 átrio direito do coração e, ainda, no sistema venoso de vasos sanguíneos;
- sair do sistema de vasos sanguíneos, dentro da área subcutânea ou próximo da mesma, tal como, da veia subclávia, veia jugular, ou veia braquial, colocando uma 10 fonte interna de energia na área subcutânea ou próximo da mesma ou no tórax ou abdômen;
- suprir energia, a partir de uma fonte externa de energia, de um modo não-invasivo, sem nenhuma penetração através da pele do paciente, para acionar a fonte interna de energia, 15 para indireta ou diretamente acionar o dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão.

O método de operação de colocação pode compreender ainda:

- colocar um eletrodo no átrio ou ventrículo direito do 20 coração;
- colocar o condutor no eletrodo através do átrio direito do coração e, ainda, no sistema venoso de vasos sanguíneos;
- sair do sistema de vasos sanguíneos dentro da área subcutânea ou próximo da mesma, tal como, da veia 25 subclávia, veia jugular, ou veia braquial, colocando uma unidade interna de controle na área subcutânea ou próximo da mesma, ou no tórax ou no abdômen, o método compreendendo ainda, pelo menos uma das seguintes etapas:
- transmitir pulsos de energia provenientes do dito 30 eletrodo para controlar as contrações cardíacas; e
- coordenar o dispositivo de auxílio ao coração ou a unidade de transmissão.

Em ainda outra modalidade, o método de operação de colocação compreende ainda:

- colocar um eletrodo no átrio ou ventrículo direito do coração;
- colocar o condutor no eletrodo, através do átrio direito do coração e, ainda, no sistema venoso de vasos sanguíneos;
- 5 - sair do sistema de vasos sanguíneos dentro da área subcutânea ou próximo da mesma, tal como, da veia subclávia, veia jugular, ou veia braquial, colocando uma unidade interna de controle na área subcutânea ou próximo da mesma, no tórax ou no abdômen, o método compreendendo
- 10 ainda, pelo menos uma das seguintes etapas:
 - receber a entrada de sensor relativa a pulsos elétricos ou a contrações musculares do coração;
 - coordenar o dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão com base na dita entrada de sensor.
- 15 É ainda proporcionado um método para cirurgicamente colocar um dispositivo de auxílio ao coração em atividade, exteriormente ao coração do paciente, através de um procedimento laparoscópico torácico, mediante inserção de uma agulha ou um instrumento tipo tubo dentro
- 20 do tórax do corpo do paciente. A agulha ou instrumento tipo tubo é usada para encher o tórax com gás, desse modo, expandindo a cavidade torácica. Pelo menos dois trocartes laparoscópicos podem ser colocados no corpo do paciente e uma câmera pode ser inserida dentro do tórax, através de um
- 25 dos trocartes laparoscópicos. Pelo menos um instrumento de dissecação pode ser inserido através de um dos ditos pelo menos dois trocartes laparoscópicos, com a dissecação de uma área de colocação idealizada do coração do paciente. Um dispositivo de auxílio ao coração pode ser colocado,
- 30 influenciando a corrente sanguínea. Um receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para acionamento do dispositivo de auxílio ao coração pode ser colocado e conectado, para executar pelo menos uma das seguintes etapas de método, de pelo menos parcialmente,

comprimir o coração e, pelo menos parcialmente, relaxar o dispositivo de auxílio ao coração, de modo a suportar o mecanismo de bombeamento do coração, exteriormente ao mesmo.

5 Uma modalidade da invenção divulga um método para cirurgicamente colocar um dispositivo de auxílio ao coração em atividade, em relação a um coração de um paciente, proporcionado ainda pelo corte da pele do paciente e abertura da cavidade torácica. Assim, é dissecada uma área
10 em relação ao coração, para colocar o dispositivo de auxílio ao coração, e o dispositivo de auxílio ao coração é colocado na dita área de colocação, no tórax. Além disso, um receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para acionamento do dispositivo de auxílio ao
15 coração pode ser colocado, para executar pelo menos uma das seguintes etapas de método, de pelo menos parcialmente, comprimir o coração e, pelo menos parcialmente, relaxar o dispositivo de auxílio ao coração, de modo a suportar o mecanismo de bombeamento do coração, exteriormente ao
20 mesmo.

 Outra modalidade divulga um método para cirurgicamente colocar um dispositivo de auxílio ao coração em atividade, exteriormente ao coração do paciente, através de um procedimento laparoscópico abdominal. O método pode
25 ser ainda provido mediante inserção de uma agulha ou um instrumento tipo tubo dentro do abdômen do corpo do paciente e usando a agulha ou um instrumento tipo tubo para encher o abdômen com gás, desse modo, expandindo a cavidade abdominal. Pelo menos dois trocartes laparoscópicos podem
30 ser colocados no abdômen do paciente, podendo ser inseridos através de uma câmera. Além disso, pelo menos um instrumento de dissecação pode ser inserido através de um dos ditos pelo menos dois trocartes laparoscópicos. O instrumento de dissecação pode ser usado para dissecar e

criar uma abertura no músculo do diafragma, e/ou dissecar uma área de colocação idealizada do coração do paciente, através da dita abertura. O dispositivo de auxílio ao coração é colocado na área de colocação no tórax, e um
5 receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para acionamento do dispositivo de auxílio ao coração é colocado e conectado, para executar pelo menos uma das seguintes etapas de método, de pelo menos parcialmente, comprimir o coração e, pelo menos
10 parcialmente, relaxar o dispositivo de auxílio ao coração, de modo a suportar o mecanismo de bombeamento do coração, exteriormente ao mesmo.

Em uma adicional modalidade, pode ser proporcionado um método para cirurgicamente colocar em
15 atividade, em relação ao coração de um paciente, um dispositivo de auxílio ao coração, mediante corte da pele do paciente e abertura da cavidade abdominal. Uma abertura no diafragma torácico é dissecada e criada, e através da dita abertura uma área de colocação para colocar o
20 dispositivo de auxílio ao coração é dissecada. O dispositivo de auxílio ao coração pode ser colocado na área de colocação e um receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para acionamento do dispositivo de auxílio ao coração pode também ser colocado e conectado,
25 para executar pelo menos uma das seguintes etapas de método, de pelo menos parcialmente, comprimir o coração e, pelo menos parcialmente, relaxar o dispositivo de auxílio ao coração, de modo a suportar o mecanismo de bombeamento do coração, exteriormente ao mesmo.

30 Numa adicional modalidade, o método também inclui a etapa de adicionalmente colocar o dispositivo de auxílio ao coração, mediante colocação de uma unidade de transmissão para pelo menos parcialmente acionar o dispositivo de auxílio ao coração com movimentos cinéticos

no tórax ou abdômen e para suprir energia cinética da dita unidade de transmissão para o dito dispositivo de auxílio ao coração, provocando movimentação do dito dispositivo de auxílio ao coração.

5 Em outras etapas, o método pode também incluir a conexão da unidade de transmissão com um receptor de energia implantável ou uma fonte interna de energia para acionamento da dita unidade de transmissão.

10 Em outra modalidade, diferentes métodos para cirurgicamente colocar um dispositivo de auxílio ao coração em um coração ou em um vaso sanguíneo são combinados.

15 Outro método pode também incluir uma unidade de transmissão, compreendendo ainda um estator e um rotor, adaptado para acionar, pelo menos parcialmente, o dispositivo de auxílio ao coração com energia rotacional. Esse método compreende ainda as etapas de colocar o dito estator e rotor no abdômen ou tórax do paciente. O dito rotor se conecta ao dito dispositivo de auxílio ao coração para suprimento de energia para o dito estator, para girar
20 o dito rotor e, desse modo, fazer com que a energia cinética seja transportada para o dito dispositivo de auxílio ao coração.

25 Em um método adicional, é executada uma abertura a partir do abdômen, através do diafragma torácico, para colocar o receptor de energia ou fonte de energia no dito abdômen. A dita abertura pode ser executada no diafragma torácico, na seção do diafragma torácico em que o pericárdio é fixado ao diafragma torácico.

30 Em uma adicional modalidade do método, o dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão utiliza energia, direta ou indiretamente, proveniente de uma fonte externa de energia, proporcionando energia de um modo não-invasivo, sem nenhuma penetração através da pele

do paciente, para acionar o dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão.

Em uma adicional modalidade do método, o dito dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão
5 é conectado a uma fonte interna de energia através de um cabo. O método de colocação compreende ainda as etapas de dissecar e colocar um condutor conectado ao dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão dentro do átrio direito do coração, e ainda no sistema venoso de
10 vasos sanguíneos, saindo do sistema de vasos sanguíneos dentro da área subcutânea ou próximo da mesma, tal como, da veia subclávia, veia jugular, ou veia braquial, colocando uma unidade interna de controle na área subcutânea ou próximo da mesma, no tórax ou no abdômen, e a partir de uma
15 fonte externa de energia, suprir energia de um modo não-invasivo, sem nenhuma penetração através da pele do paciente, para acionar a fonte interna de energia, para direta ou indiretamente, acionar o dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão.

20 Um método de colocação pode compreender ainda as etapas de colocar um eletrodo no átrio ou ventrículo direito do coração e colocar o condutor no eletrodo através do átrio direito do coração e ainda no sistema venoso de vasos sanguíneos. A seguir, é feita a saída do sistema de
25 vasos sanguíneos, dentro ou mais próximo da área subcutânea, tal como, da veia subclávia, da veia jugular ou da veia braquial. Uma unidade interna de controle é colocada na área subcutânea ou próximo da mesma, ou ainda, no tórax ou no abdômen. O método compreende ainda pelo
30 menos uma das seguintes etapas: receber uma entrada de sensor relativa aos pulsos elétricos ou contrações musculares do coração, para transmitir pulsos de energia a partir do dito eletrodo, para controlar as contrações

musculares, ou para coordenar o dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão.

Uma modalidade divulgada consiste de um dispositivo de auxílio ao coração, adaptado para passar
5 através de um trocarte laparoscópico no corpo do paciente.

Uma adicional modalidade consiste de um dispositivo de auxílio ao coração, adaptado para passar através de uma abertura no diafragma torácico, a partir do lado abdominal do diafragma torácico.

10 Uma adicional modalidade consiste de um dispositivo de auxílio ao coração, compreendendo uma unidade de transmissão para, pelo menos parcialmente, acionar os movimentos do dispositivo de auxílio ao coração. A dita unidade de transmissão é adaptada para fornecer
15 energia sem fio ou energia magnética, e o dito dispositivo de auxílio ao coração é adaptado para receber a dita energia sem fio ou energia magnética, de modo a provocar movimentos no dito dispositivo de auxílio ao coração.

Uma adicional modalidade consiste de um
20 dispositivo de auxílio ao coração, compreendendo um receptor de energia ou fonte de energia, que são adaptados para serem implantados no abdômen.

Uma adicional modalidade consiste de um dispositivo de auxílio ao coração, compreendendo um
25 condutor elétrico adaptado para conectar o dito dispositivo de auxílio ao coração ou unidade de transmissão com a dita fonte de energia. O dito condutor é adaptado para passar dentro do átrio direito do coração e ainda no sistema venoso de vasos sanguíneos, saindo do sistema de vasos
30 sanguíneos dentro ou próximo da área subcutânea, em que a dita fonte interna de energia é adaptada para ser conectada ao dito condutor, através da área subcutânea.

Uma adicional modalidade consiste de um dispositivo de auxílio ao coração, compreendendo ainda uma

unidade interna de controle e um sensor, o qual detecta pulsos elétricos fisiológicos ou contrações musculares do coração. A dita unidade de controle controla o dito dispositivo de auxílio ao coração, de acordo com a
5 informação detectada.

Uma adicional modalidade consiste de um dispositivo de auxílio ao coração, com uma fonte de energia compreendendo uma unidade interna de controle, adaptada para transmitir pulsos de energia para o dito eletrodo,
10 para obter contrações do músculo cardíaco e controlar as contrações cardíacas. A unidade de controle é ainda adaptada para coordenar o dispositivo de auxílio ao coração com as contrações cardíacas.

Deve ser observado que todas as modalidades ou
15 características de uma modalidade, assim como, qualquer método ou etapa de um método podem ser combinados em qualquer modo, se tal combinação não for claramente contraditória. Também deve ser observado que a descrição geral deverá ser vista como uma descrição que descreve um
20 aparelho ou dispositivo, adaptado para executar um método, assim como, o próprio método em si.

Breve Descrição dos Desenhos

Algumas modalidades são agora divulgadas por meio
25 de exemplo, fazendo-se referência aos desenhos anexos, nos quais:

- a figura 1 mostra em uma vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- 30 - a figura 2 mostra em uma vista frontal, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;

- a figura 3 mostra em outra vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- a figura 4 mostra em uma vista lateral, um dispositivo
5 implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- a figura 5 mostra em uma vista frontal, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- 10 - a figura 6 mostra em uma vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- a figura 7 mostra um dispositivo de operação em detalhes;
- a figura 8 mostra um dispositivo de operação em detalhes;
- 15 - a figura 9 mostra em uma vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- a figura 10 mostra em uma vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do
20 coração;
- a figura 11 mostra em uma vista frontal, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- a figura 12 mostra em uma vista frontal, um dispositivo
25 implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- a figura 13 mostra em uma vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- 30 - a figura 14 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;
- a figura 15 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;

- a figura 16 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;
- a figura 17 mostra, de forma esquemática, como a força é aplicada sobre um coração;
- 5 - a figura 18 mostra, de forma esquemática, como a força é aplicada sobre um coração;
- a figura 19 mostra, de forma esquemática, como a força é aplicada sobre um coração;
- a figura 20 mostra, de forma esquemática, como a força é aplicada sobre um coração;
- 10 - a figura 21 mostra em uma vista frontal, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- a figura 22 mostra em uma vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- 15 - a figura 23 mostra em uma vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- 20 - a figura 24 mostra em uma vista frontal, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- a figura 25 mostra em uma vista lateral, um dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração;
- 25 - a figura 26 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;
- a figura 27 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;
- 30 - a figura 28 mostra, de forma esquemática, um dispositivo de operação e um elemento de fixação;
- a figura 29 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;

- a figura 30 mostra uma vista frontal de um paciente humano com um LVAD;
- a figura 31 mostra em uma vista lateral, um dispositivo de coração artificial implantado;
- 5 - a figura 32 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;
- a figura 33 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;
- a figura 34 mostra uma vista frontal de um paciente humano com um sistema implantado para transferência de
10 força;
- a figura 35 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;
- a figura 36 mostra, de forma esquemática, um sistema para
15 transferência de força;
- a figura 37 mostra, de forma esquemática, um sistema para transferência de força;
- a figura 38 mostra um órgão que contata o coração em uma primeira posição;
- 20 - a figura 39 mostra um órgão que contata o coração em uma segunda posição;
- a figura 40 mostra um órgão que contata o coração em detalhes;
- a figura 41 mostra um órgão que contata o coração em
25 detalhes;
- a figura 42 mostra um dispositivo para ajuste de um órgão que contata o coração em uma primeira posição;
- a figura 43 mostra um dispositivo para ajuste de um órgão que contata o coração em uma segunda posição;
- 30 - a figura 44 mostra em uma vista frontal o coração de um paciente humano;
- a figura 45 mostra um sistema para ajuste da posição de um dispositivo de bombeamento em uma primeira posição;

- a figura 46 mostra um sistema para ajuste da posição de um dispositivo de bombeamento em uma segunda posição;
- a figura 47 mostra um sistema de fixação;
- a figura 48 mostra um sistema de fixação;
- 5 - a figura 49 mostra um sistema de fixação;
- a figura 50 mostra um sistema de fixação;
- a figura 51 mostra um sistema de fixação;
- a figura 52 mostra um sistema de fixação;
- a figura 53 mostra uma vista frontal do esterno de um
- 10 paciente humano, com um sistema de fixação aplicado;
- a figura 54 mostra uma vista frontal da estrutura vertebral de um paciente humano, com um sistema de fixação aplicado;
- a figura 55 mostra uma vista frontal da estrutura
- 15 vertebral de um paciente humano, com um sistema de fixação aplicado;
- a figura 56 mostra uma vista frontal da estrutura vertebral de um paciente humano, com um sistema de fixação aplicado;
- 20 - a figura 57 mostra uma vista frontal da estrutura vertebral de um paciente humano, com um sistema de fixação aplicado;
- a figura 58 mostra uma vista lateral da coluna vertebral de um paciente humano, com um sistema de fixação aplicado;
- 25 - a figura 59 mostra uma vista lateral da coluna vertebral de um paciente humano, com um sistema de fixação aplicado;
- a figura 60 mostra uma vista frontal de uma parte da coluna vertebral de um paciente humano, com um sistema de fixação aplicado;
- 30 - a figura 61 mostra uma vista lateral de um dispositivo implantável para melhoria do funcionamento do bombeamento do coração;

- a figura 62 ilustra um sistema para tratamento de uma doença, em que o sistema inclui um aparelho implantado em um paciente;
- as figuras 63-77 mostram, de forma esquemática, diversas modalidades do sistema para acionar de modo sem fio o aparelho mostrado na figura 1;
- a figura 78 representa um diagrama em bloco esquemático, ilustrando uma disposição para suprimento de uma quantidade precisa de energia, usada para operação do aparelho mostrado na figura 1;
- a figura 79 mostra, de forma esquemática, uma modalidade do sistema, na qual o aparelho é operado com energia processada com fio;
- a figura 80 representa um diagrama em bloco mais detalhado de uma disposição para controlar a transmissão de energia sem fio, usada para operação ao aparelho mostrado na figura 1;
- a figura 81 é um circuito para a disposição mostrada na figura 62, de acordo com um possível exemplo de implementação;
- as figuras 82-88 mostram diversos modos de dispor um acionamento hidráulico ou pneumático de um aparelho implantado em um paciente;
- a figura 89a mostra uma câmara vedada, compreendendo um dispositivo de operação;
- a figura 89b mostra uma câmara vedada para uso hidráulico;
- a figura 90 mostra uma vista lateral de um paciente, quando um dispositivo de auxílio ao coração é fixado ao esterno do paciente, no interior do mesmo;
- a figura 91 mostra uma vista lateral de um paciente, quando um dispositivo de auxílio ao coração é fixado a uma vértebra do paciente;

- a figura 92 mostra uma vista lateral de um paciente, quando um dispositivo de auxílio ao coração é fixado a uma costela do paciente;
- a figura 93a mostra uma vista lateral de um paciente, quando um dispositivo de auxílio ao coração é fixado ao esterno do paciente, no interior do mesmo, em um modo de penetração de diafragma;
- a figura 93b mostra uma vista lateral de um paciente, quando um dispositivo de auxílio ao coração é fixado ao esterno do paciente, exteriormente ao mesmo;
- a figura 94 mostra uma vista lateral de um paciente, quando uma parte que contata o diafragma é colocada;
- a figura 95 mostra uma vista lateral de um paciente, quando é criada uma abertura no tórax do paciente;
- a figura 96 mostra uma vista de perto de uma parte que contata o diafragma, mantendo uma abertura no diafragma torácico;
- a figura 97a mostra uma modalidade de um dispositivo de auxílio ao coração, onde a força é transferida através do diafragma torácico;
- a figura 97b mostra uma segunda modalidade de um dispositivo de auxílio ao coração, onde a força é transferida através do diafragma torácico;
- a figura 97c mostra uma modalidade alternativa do compensador de movimento respiratório;
- a figura 97d mostra uma modalidade alternativa do compensador de movimento respiratório em um segundo estado;
- a figura 98 mostra uma segunda modalidade de um dispositivo de auxílio ao coração, na qual uma força mecânica e hidráulica é transferida através do diafragma torácico;
- a figura 99a mostra uma primeira modalidade de uma porta de injeção de múltiplas câmaras, para calibração de elementos de pressionamento sobre o coração;

- a figura 99b mostra uma segunda modalidade de uma porta de injeção de múltiplas câmaras;
- a figura 99c mostra um sistema hidráulico/pneumático de duas câmaras;
- 5 - a figura 99d mostra um sistema hidráulico/pneumático compreendendo uma válvula de seleção;
- a figura 99e mostra um sistema fechado hidráulico/pneumático de câmaras de transferência de força, compreendendo uma válvula de seleção;
- 10 - a figura 100 mostra uma modalidade de um dispositivo de auxílio ao coração, no qual a força é transferida através do diafragma torácico;
- a figura 101a mostra uma modalidade de uma parte que contata o diafragma, na qual a parte que contata o diafragma é adaptada para ser aberta, em um estado aberto;
- 15 - a figura 101b mostra uma modalidade de uma parte que contata o diafragma, na qual a parte que contata o diafragma é adaptada para ser aberta, em um estado fechado;
- a figura 101c mostra uma modalidade de uma parte que contata o diafragma, a qual não é possível de abrir;
- 20 - a figura 101d mostra numa vista em corte, uma modalidade de uma parte que contata o diafragma;
- a figura 102 mostra uma parte que contata o diafragma, com um elemento de transferência de força, para transferência da força mecânica colocada interiormente;
- 25 - a figura 103 mostra uma parte que contata o diafragma, com dois elementos de transferência de força, para transferência da força mecânica colocada interiormente;
- a figura 104 mostra uma parte que contata o diafragma, com um elemento de transferência de força criando uma vedação com a parte que contata o diafragma, colocada interiormente;
- 30

- a figura 105 mostra uma parte que contata o diafragma, com um elemento de transferência de força, para transferência da força hidráulica colocada interiormente;
- a figura 106 mostra uma parte que contata o diafragma, com um elemento de transferência de força para transferência de força hidráulica e um elemento de transferência de força para transferência da força hidráulica colocada interiormente;
- a figura 107 mostra uma parte de transferência de força, para transferência de força através do diafragma torácico;
- a figura 108a mostra um dispositivo de auxílio ao coração deslocável, em uma primeira vista em perspectiva;
- a figura 108b mostra um dispositivo de auxílio ao coração deslocável, em uma segunda vista em perspectiva;
- a figura 109 mostra em uma vista em corte, um dispositivo de operação magnética;
- a figura 110 mostra um dispositivo de auxílio ao coração compreendendo um dispositivo de operação magnética em uma vista em perspectiva;
- a figura 111 mostra um dispositivo de auxílio ao coração deslocável, em uma primeira vista em perspectiva;
- a figura 112a mostra um dispositivo de auxílio ao coração, adaptado para ser inserido através de uma abertura no diafragma torácico, em seu estado dobrado;
- a figura 112b mostra um dispositivo de auxílio ao coração, adaptado para ser inserido através de uma abertura no diafragma torácico, em seu estado desdobrado; e
- a figura 113 mostra um fluxograma de um método de operação para fixação de um dispositivo de auxílio ao coração.

Descrição Detalhada da Invenção

A invenção será agora descrita em maiores detalhes com relação às modalidades preferidas e com

referência aos desenhos anexos. Todos os exemplos apresentados deverão ser vistos como parte da descrição geral e, portanto, possíveis de combinar em termos gerais, em qualquer modo. Novamente, características individuais de
5 diversas modalidades podem ser combinadas ou permutadas, a menos que tal combinação ou permuta seja claramente contraditória à função global do dispositivo.

O uso de material cerâmico é concebível para todas as partes do dispositivo ou para as partes expostas
10 ao desgaste, pelo que, exemplos de materiais cerâmicos que podem ser usados para essa finalidade incluem: materiais cerâmicos de zircônio ou materiais cerâmicos de alumina, zircônia parcialmente estabilizada (PSZ), dióxido de zircônio, carbetos de titânio, carbetos de silício,
15 sialons/oxinitretos de alumínio-silício, nitreto de boro. O material cerâmico pode compreender ainda um revestimento de hidróxi-apatita.

A figura 1 mostra um dispositivo implantável (1) para melhoria do funcionamento do bombeamento do coração
20 (H) de um paciente humano, mediante aplicação de uma força externa sobre o músculo cardíaco. O dispositivo implantável (1) compreende um dispositivo de bomba (3) que compreende um dispositivo de operação (57), o qual cria movimento de um braço de conexão (244) em contato com um órgão que
25 contata o coração (2). O dispositivo implantável é adaptado para ser fixado a uma estrutura do corpo humano, a qual compreende um osso (240). O dispositivo de operação e, ocasionalmente, outros elementos que exijam controle, são controlados por meio de uma unidade de controle (176). A
30 unidade de controle (1760) pode compreender uma porta de injeção (910), para calibrar um nível de fluido de um sistema hidráulico, uma bateria (911) para suprimento de energia ao dispositivo implantável (1), um sistema de transferência sem fio (912) para transferir energia e/ou

informação para a unidade de controle ou proveniente da mesma, de fora do corpo humano, e pelo menos um sensor (913) para detectar uma variável do dispositivo implantável (1) ou do paciente. A unidade de controle se comunica com o dispositivo de bomba (3) e outros elementos do dispositivo implantável (1) através de um elemento de conexão (906). No entanto, é também concebível que a comunicação possa ser em um modo sem fio.

A figura 2 mostra um dispositivo implantável (1) para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração (H) de um paciente humano, mediante aplicação de uma força externa sobre o músculo cardíaco. O dispositivo implantável (1) compreende um dispositivo de bomba (3), o qual compreende um dispositivo de operação (57), adaptado para criar um movimento de rotação através de sucessivas bobinas de energização (14) colocadas sobre uma primeira placa (11), a qual é deslocável em relação a uma segunda placa (12), que compreende ímãs (15). O campo magnético criado entre as ditas bobinas (14) e os ditos ímãs (15) cria um movimento de rotação da segunda placa (12) em relação à primeira placa (11). De acordo com essa modalidade, o dispositivo de operação está em comunicação com um primeiro e segundo órgão que contata o coração (2a, 2b). O primeiro órgão que contata o coração (2a) é fixado a segunda placa (12) e, desse modo, se move em relação ao segundo órgão que contata o coração (2b), o qual é fixamente fixado ao dispositivo de bomba (3). O segundo órgão que contata o coração (2b) serve como um encosto. Os primeiro e segundo órgãos que contatam o coração (2a, 2b) exercem uma força sobre o coração (H), a partir dos lados esquerdo e direito do coração (H), comprimindo o coração (H) e auxiliando o funcionamento do bombeamento do coração (H).

A figura 3 mostra o dispositivo implantável (1), de acordo uma modalidade, em que o dispositivo de bomba (3)

é adaptado para aplicar força sobre o coração (H), a partir do lado anterior (A) e posterior (P) do coração (H). Para possibilitar o dispositivo de bomba (3) aplicar força sobre o coração (H), a partir do lado anterior (A) e posterior (P) do coração (H), o dispositivo implantável (1) compreende um braço de conexão (244) que prende o dispositivo de bomba (3) a um elemento de fixação (241a), o qual, por sua vez, se encontra em contato com uma primeira placa (242a), que é fixada a uma segunda placa (242b) de um segundo elemento de fixação (241b), localizado no lado posterior de uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). Os primeiro e segundo elementos de fixação prendem a estrutura de corpo humano compreendendo osso (240) e, dessa forma, criam a fixação do dispositivo implantável (1). O primeiro órgão que contata o coração (2a) é fixado à segunda placa (12), desse modo, se movimentando em relação ao segundo órgão que contata o coração (2b), que é fixamente fixado ao dispositivo de bomba (3). O segundo órgão que contata o coração (2b) serve como um encosto. Os primeiro e segundo órgãos que contatam o coração (2a, 2b) exercem uma força sobre o coração (H), a partir dos lados anterior (A) e posterior (P) do coração (H), comprimindo o coração (H) e auxiliando o funcionamento do bombeamento do coração (H).

A figura 4 mostra o dispositivo implantável (1) em uma vista lateral, em que o dispositivo de operação (57) compreende uma primeira placa (11), compreendendo ímãs (15), uma segunda placa (12), compreendendo bobinas e uma terceira placa (13) compreendendo ímãs (15). A sucessiva energização das bobinas (14) da segunda placa (12) cria um movimento de rotação da primeira placa e terceira placa, mediante o contato magnético criado entre as bobinas (14) e os ímãs (15). O movimento é transferido para o órgão que

contata o coração (2), o qual, por sua vez, aplica força sobre o coração (H).

A figura 5 mostra o dispositivo implantável (1) em uma vista frontal, em que o dispositivo de operação (57) compreende uma primeira placa (11), compreendendo ímãs (15), uma segunda placa (12), compreendendo bobinas e uma terceira placa (13) compreendendo ímãs (15). A sucessiva energização das bobinas (14) da segunda placa (12) cria um movimento de rotação da primeira placa e terceira placa, mediante o contato magnético criado entre as bobinas (14) e os ímãs (15). O primeiro órgão que contata o coração (2a) é fixado à primeira placa (11) e o segundo órgão que contata o coração (2b) é fixado à terceira placa (13). O movimento é transferido para os órgãos que contatam o coração (2a, 2b), os quais, por sua vez, aplicam força sobre os lados direito e esquerdo do coração (H), comprimindo o coração (H) e auxiliando o funcionamento do bombeamento do dito coração (H).

A figura 6 mostra o dispositivo implantável (1), de acordo com uma modalidade, em que o dispositivo de bomba (3) é adaptado para exercer força sobre o coração (H), a partir do lado anterior (A) e posterior (P) do coração (H). Para possibilitar o dispositivo de bomba (3) aplicar força sobre o coração (H), a partir do lado anterior (A) e posterior (P) do coração (H), o dispositivo implantável (1) compreende um braço de conexão (244) que prende o dispositivo de bomba (3) a um elemento de fixação (241a), o qual, por sua vez, se encontra em contato com uma primeira placa (242a), que é fixada a uma segunda placa (242b) de um segundo elemento de fixação (241b), localizado no lado posterior de uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). Os primeiro e segundo elementos de fixação prendem a estrutura de corpo humano compreendendo osso

(240) e, dessa forma, criam a fixação do dispositivo implantável (1).

O primeiro órgão que contata o coração (2a) é fixado à primeira placa e o segundo órgão que contata o coração (2b) é fixado à terceira placa. O movimento é transferido para os órgãos que contatam o coração (2a, 2b), os quais, por sua vez, exercem força sobre os lados anterior (A) e posterior (P) do coração (H), comprimindo o coração (H) e auxiliando o funcionamento do bombeamento do coração (H).

A figura 7 mostra o dispositivo de operação (57) em um adicional detalhe, em que o dispositivo de operação (57) compreende uma primeira parte compreendendo uma placa (11) com uma primeira superfície, uma segunda parte compreendendo uma segunda placa (12) tendo uma segunda superfície, e uma terceira parte compreendendo uma terceira placa (13) tendo uma terceira superfície. As primeira, segunda e terceira partes são deslocáveis relativamente entre si, sendo adaptadas para movimento rotativo. A segunda placa (12) compreende bobinas (14), enquanto as primeira e terceira placas compreendem ímãs (15). As bobinas podem ser sucessivamente energizadas, controladas a partir de uma unidade de controle (176), que cria movimento das primeira e terceira placas, mediante a conexão magnética entre as bobinas (14) e os ímãs (15). As superfícies das primeira e segunda placas (11, 12) se apóiam entre si, e através de um movimento substancialmente constante, impedem qualquer crescimento de tecido de cicatrização que possa interromper o funcionamento do dispositivo de operação (57). Para possibilitar o dispositivo de operação resistir ao desgaste criado pelo movimento constante das superfícies de apoio, as placas (11, 12, 13) ou, alternativamente, as superfícies, precisam ser feitas de um material altamente durável. Esse material

pode ser um material cerâmico, um material à base de carbono, ou um material metálico, tal como, titânio ou aço inoxidável. É ainda concebível que as placas ou superfícies sejam feitas de um material auto-lubrificante, tal como, um polímero de flúor; alternativamente, as superfícies podem ser adaptadas para serem lubrificadas por meio de um sistema de lubrificação implantável. O sistema de lubrificação implantável pode ser adaptado para lubrificar as placas (11, 12, 13) ou superfícies com um fluido lubrificante biocompatível, tal como, ácido hialurônico. Uma combinação dos materiais mencionados é ainda concebível. O dispositivo de operação (57), de acordo com a modalidade mostrada na figura 7, é adaptado para um movimento rotativo, entretanto, é também possível que o dispositivo de operação seja adaptado para um movimento alternado.

A figura 8 mostra um dispositivo de operação (57) em um adicional detalhe, em que o dispositivo de operação (57) compreende uma primeira parte compreendendo uma placa (11) com uma primeira superfície, uma segunda parte compreendendo uma segunda placa (12) tendo uma segunda superfície, e uma terceira parte compreendendo uma terceira placa (13) tendo uma terceira superfície. As primeira, segunda e terceira partes são deslocáveis relativamente entre si, sendo adaptadas para movimento rotativo. A segunda placa (12) compreende bobinas (14), enquanto as primeira e terceira placas compreendem ímãs (15). As bobinas podem ser sucessivamente energizadas, controladas a partir de uma unidade de controle (176), que cria movimento das primeira e terceira placas, mediante a conexão magnética entre as bobinas (14) e os ímãs (15). O dispositivo de operação compreende ainda um eixo central (17) que direciona o movimento rotativo do dispositivo de operação (57).

A figura 9 mostra uma vista lateral de uma modalidade, na qual o dispositivo implantável (1) compreende um dispositivo de bomba (3). O dispositivo de bomba (3) compreende um pistão (50), adaptado para movimento alternado, colocado em conexão com um dispositivo de operação (51) para operar o pistão (50). O pistão (50), por sua vez, se dispõe em contato com o coração (H) de um paciente humano. O dispositivo implantável, conforme visto na figura 9, compreende ainda um segundo dispositivo de bomba (53), os primeiro e segundo dispositivos de bomba sendo adaptados para operar sobre os lados esquerdo e direito do coração humano (H), respectivamente, entretanto, em outras modalidades, os primeiro e segundo dispositivos de bomba (3, 53) podem ser adaptados para operar sobre o lado interior e lado posterior do coração (H) de um paciente humano. O dispositivo implantável (1) compreende ainda um primeiro e segundo elementos de fixação (241a, 241b), adaptados para fixar o dito dispositivo implantável (1) em uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). Os elementos de fixação compreendem uma primeira e segunda placas (242a, 242b), que são fixadas entre si mediante uso de parafusos. Para possibilitar o dispositivo de bomba resistir ao desgaste criado pelo movimento constante das superfícies de apoio, as partes ou superfícies afetadas precisam ser feitas de um material altamente durável. Esse material pode ser um material cerâmico, um material à base de carbono, ou um material metálico, tal como, titânio ou aço inoxidável. É ainda concebível que as partes ou superfícies sejam feitas de um material auto-lubrificante, tal como, um polímero de flúor; alternativamente, as superfícies podem ser adaptadas para serem lubrificadas por meio de um sistema de lubrificação implantável. O sistema de lubrificação implantável pode ser adaptado para lubrificar partes ou superfícies com um

fluido lubrificante biocompatível, tal como, ácido hialurônico. Uma combinação dos materiais mencionados é ainda concebível. O dispositivo se encontra em um movimento substancialmente constante, que impede qualquer crescimento de tecido de cicatrização que possa interromper o funcionamento do dispositivo.

A figura 10 mostra uma vista lateral de uma modalidade na qual o dispositivo implantável (1) é adaptado para exercer força sobre o lado anterior e lado posterior do coração humano (H). Os dois órgãos que fazem contato com o coração (2a, 2b) são adaptados para exercer força sobre o coração (H) através da conexão com o pistão (50a), adaptado para movimento alternado. De acordo com essa modalidade, o órgão que contata o coração (2a) e o órgão que contata o coração (2b) são articulados (52) com o dispositivo de bomba (3), o que possibilita aos dois órgãos que contatam o coração (2a, 2b) se movimentarem e exercerem força sobre o coração (H). Para possibilitar os órgãos que contatam o coração (2a, 2b) exercer força sobre o coração (H), a partir do lado anterior e lado posterior do coração (H), o dispositivo de bomba (3) é fixado a um braço de conexão (244), o qual, por sua vez, é conectado ao primeiro elemento de fixação (241a) fixado à primeira placa (242a), que é fixada a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), através da conexão com a segunda placa (242b) do segundo elemento de fixação (241b). O pistão (50a), de acordo com essa modalidade, é um pistão adaptado para criar movimento em duas direções, o que possibilita que os dois órgãos que contatam o coração (2a, 2b) sejam operáveis por meio de apenas um dispositivo de bomba (3). Entretanto, é concebível que o pistão (50a) seja de um tipo adaptado para criar movimento em uma direção (50b), em cujo caso dois dispositivos de bomba (3, 53) podem ser providos para

possibilitar que dois órgãos que contatam o coração (2a, 2b) sejam operáveis.

A figura 11 mostra uma vista frontal do dispositivo implantável (1), de acordo com a modalidade mostrada na figura 5A. O dispositivo de bomba (3) é nesse caso adaptado para exercer força sobre o coração (H), a partir do lado direito e lado esquerdo do coração (H), através dos órgãos que contatam o coração (2a, 2b), articulados (52) com o dispositivo de bomba (3). O pistão (50a), de acordo com essa modalidade, é um pistão adaptado para criar movimento em duas direções, o que possibilita que os dois órgãos que contatam o coração (2a, 2b) sejam operáveis por meio de apenas um dispositivo de bomba (3). Entretanto, é concebível que o pistão (50a) seja de um tipo adaptado para criar movimento em uma direção (50b), em cujo caso dois dispositivos de bomba (3, 53) podem ser providos para possibilitar que dois órgãos que contatam o coração (2a, 2b) sejam operáveis. De acordo com essa modalidade, os primeiro e segundo órgãos que contatam o coração (2a, 2b) pressionam o coração relativamente entre os mesmos, exercendo força sobre o coração (H) e melhorando o funcionamento do bombeamento do coração (H).

A figura 12 mostra uma vista frontal do dispositivo implantável (1), de acordo com uma modalidade, em que um pistão (50b) é adaptado para criar movimento em uma direção. De acordo com essa modalidade, o segundo órgão que contata o coração (2b) é articulado (52) com o dispositivo implantável (1), e o primeiro órgão que contata o coração (2a) é firmemente fixado ao dispositivo implantável (1). De acordo com essa modalidade, o segundo órgão que contata o coração (2b) pressiona o coração na direção do primeiro órgão que contata o coração (2a), exercendo uma força sobre o coração (H) e melhorando o funcionamento do bombeamento do coração (H).

A figura 13 mostra uma vista lateral de uma modalidade, na qual o dispositivo implantável (1) é adaptado para exercer força sobre o lado anterior e lado posterior do coração humano (H). O segundo órgão que
5 contata o coração (2b) é articulado (52) com o dispositivo implantável (1) e o primeiro órgão que contata o coração (2a) é firmemente fixado ao dispositivo implantável (1). O pistão (50b) é adaptado para criar movimento em uma direção e opera o segundo órgão que contata o coração (2b) para
10 exercer força sobre o coração (H), a partir do lado anterior e lado posterior do coração, por meio do segundo órgão que contata o coração (2b), que pressiona o coração (H) contra o primeiro órgão que contata o coração (2a). Para que seja possível a aplicação de força sobre o lado
15 anterior e o lado posterior do coração (H), o dispositivo de bomba (3) é fixado a um braço de conexão (244), o qual, por sua vez, é conectado ao primeiro elemento de fixação (241a), fixado à primeira placa (242a), a qual é fixada a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240),
20 através da conexão com a segunda placa (242b) do segundo elemento de fixação (241b).

A figura 14 mostra uma modalidade na qual o dispositivo implantável (1) compreende um sistema para transferência de força de um local distante (R) para um
25 local de distribuição (D). O órgão que contata o coração (2) é uma seção do pistão de distribuição de força (50), que exerce força sobre o coração (H), a força sendo transferida através de um sistema de transferência de força (56), que pode ser um sistema de transferência de força
30 (56) hidráulico, mecânico ou pneumático. A força é criada usando um dispositivo de operação (57), em que, nessa modalidade, o dispositivo de operação (57) é um motor elétrico, entretanto, é também concebível que o motor seja um motor hidráulico ou pneumático. A força gerada pelo

dispositivo de operação é então transferida para um elemento excêntrico (58), que cria um movimento alternado em um segundo pistão (55). O movimento alternado criado no segundo pistão (55) é então transferido através do sistema de transferência de força (56) para o primeiro pistão (50), o qual é colocado em movimento alternado e que, por sua vez, exerce força sobre o coração (H) através da conexão com o órgão que contata o coração (2). Os primeiro e segundo pistões (50), (55) são protegidos por uma camada protetora (54), que é feita de um material flexível. A camada protetora (54) impede a formação de tecido de cicatrização na proximidade das partes móveis, o que poderá impedir a operação dos pistões (50), (55). O dispositivo de operação (57) e as partes adicionais do sistema que podem exigir controle são controladas através da unidade de controle (176), que, por sua vez, pode ser adaptada para ser controlada em um modo sem fio, de fora do corpo humano.

A figura 15 mostra uma modalidade na qual o dispositivo de operação (57) é um dispositivo de operação adaptado para criar um movimento rotativo através de sucessivas bobinas de energização (14), colocadas sobre uma primeira placa, que é deslocável em relação a uma segunda placa que compreende ímãs (15). O campo magnético gerado entre as ditas bobinas (14) e os ditos ímãs (15) cria um movimento rotativo da segunda placa em relação à primeira placa. Um elemento de transferência de força mecânica (59) é fixado à segunda placa e articulado (60) com o pistão (50). O pistão, por sua vez, compreende o órgão que contata o coração (2), que exerce força sobre o coração (H) através da conexão com o dispositivo de operação (57). Uma unidade de controle (176) para controlar o dispositivo de operação é também provida, que, por sua vez, pode ser adaptada para ser controlada em um modo sem fio, de fora do corpo humano.

A figura 16 mostra uma modalidade na qual o dispositivo de operação (57) é um solenóide, adaptado para criar um movimento alternado do pistão (50), em conexão com o órgão que contata o coração (2), para exercer uma força sobre o coração (H) de um paciente humano. Uma unidade de controle (176) para controlar o dispositivo de operação é também provida, que, por sua vez, pode ser adaptada para ser controlada em um modo sem fio, de fora do corpo humano.

A figura 17 mostra, de forma esquemática, como um pistão (50) alojado em uma camada protetora (54) exerce força sobre o coração (H) de um paciente humano, através da conexão com um órgão que contata o coração (2). De acordo com essa modalidade, o pistão (50) é adaptado para criar movimento alternado em duas direções, o movimento na primeira direção sendo acionado e o movimento na segunda direção podendo ser acionado ou criado com uma mola colocada em relação ao pistão (50).

A figura 18 mostra, de forma esquemática, como um pistão (50) alojado em uma camada protetora (54) exerce força sobre o coração (H) de um paciente humano, através de um sistema de transferência de força mecânica (59), que compreende uma junta articulada (60). O sistema de transferência de força mecânica compreende um órgão que contata o coração (2), que, por sua vez, exerce força sobre o coração (H) de um paciente humano, através da conexão com o sistema de transferência de força mecânica (59) e o pistão (50), que é adaptado para movimento alternado.

A figura 19 mostra, de forma esquemática, como dois pistões (50a, 50b) aplicam força sobre o coração (H) de um paciente humano, a partir do lado esquerdo e direito do coração (H). Cada um dos dois pistões compreende um órgão que contata o coração (2a, 2b), o qual exerce força sobre o coração (H), comprimindo o dito coração (H), para auxiliar o funcionamento do bombeamento do mesmo. De acordo

com outras modalidades, os dois pistões (2a, 2b) podem ser adaptados para ser colocados no lado anterior e lado posterior do coração (H), ou serem móveis para proporcionar mudança pós-operacional na posição da força exercida sobre o coração H.

A figura 20 mostra, de forma esquemática, como um pistão (50) exerce força sobre o coração de um paciente humano, através da conexão com um órgão que contata o coração (2a), a partir de um lado do coração (H). Um segundo órgão que contata o coração (2b) é firmemente fixado ao dispositivo implantável (1) e serve como um encosto (61), possibilitando ao dispositivo implantável (1) exercer força sobre o coração (H).

A figura 21 mostra uma vista frontal de um dispositivo implantável (1), para melhoria do funcionamento de bombeamento do coração de um paciente humano, de acordo com uma modalidade na qual o dispositivo implantável compreende um dispositivo de bomba (3), compreendendo um elemento de rotação (93) tendo um centro de rotação. Um elemento de transmissão (91) é fixado ao elemento de rotação (93) e adaptado para executar um movimento excêntrico em relação ao centro de rotação do dito elemento de rotação (93). O elemento de transmissão (91) se dispõe em contato com um órgão que contata o coração (2a, 2b), que, por sua vez, é adaptado para exercer força sobre o coração (H) de um paciente humano. O dispositivo de bomba compreende ainda um dispositivo de operação (57) para operar o dispositivo de transmissão (91). O dispositivo de operação se dispõe em conexão com o elemento de rotação através de um elemento de transferência de força (92), o qual pode, por exemplo, ser uma fita, um cordão ou uma corrente. O dispositivo de operação (57) pode ser um motor elétrico, hidráulico ou pneumático, podendo ser adaptado para ser controlado de fora do corpo humano. Para

possibilitar o dispositivo de bomba resistir ao desgaste criado pelo movimento constante das superfícies de apoio, as partes ou superfícies afetadas precisam ser feitas de um material altamente durável. Esse material pode ser um material cerâmico, um material à base de carbono, ou um material metálico, tal como, titânio ou aço inoxidável. É ainda concebível que as partes ou superfícies sejam feitas de um material auto-lubrificante, tal como, um polímero de flúor; alternativamente, as superfícies podem ser adaptadas para serem lubrificadas por meio de um sistema de lubrificação implantável. O sistema de lubrificação implantável pode ser adaptado para lubrificar partes ou superfícies com um fluido lubrificante biocompatível, tal como, ácido hialurônico. Uma combinação dos materiais mencionados é ainda concebível. O dispositivo se encontra em um movimento substancialmente constante, que impede qualquer crescimento de tecido de cicatrização que possa interromper o funcionamento do dispositivo.

A figura 22 mostra uma vista lateral de um dispositivo implantável (1), para melhoria do funcionamento de bombeamento do coração de um paciente humano, de acordo com uma modalidade na qual o dispositivo implantável compreende um dispositivo de bomba (3), compreendendo um elemento de rotação (93) tendo um centro de rotação. Um elemento de transmissão (91) é fixado ao elemento de rotação (93) e adaptado para executar um movimento excêntrico em relação ao centro de rotação do dito elemento de rotação (93). O elemento de transmissão (91) se dispõe em contato com um órgão que contata o coração (2a, 2b), que, por sua vez, é adaptado para exercer força sobre o coração (H) de um paciente humano. O dispositivo de bomba compreende ainda um dispositivo de operação (57) para operar o dispositivo de transmissão (91). O dispositivo de operação se dispõe em conexão com o elemento de rotação

através de um elemento de transferência de força (92), o qual pode, por exemplo, ser uma fita, um cordão ou uma corrente. O dispositivo de operação (57) pode ser um motor elétrico, hidráulico ou pneumático, podendo ser adaptado para ser controlado de fora do corpo humano. Para que seja possível a aplicação de força sobre o lado anterior e o lado posterior do coração (H), o dispositivo de bomba (3) é fixado a um braço de conexão (244), que, por sua vez, é conectado a um elemento de fixação (241), o qual é fixado a uma estrutura do corpo humano que compreende um osso (240). De acordo com essa modalidade, o primeiro órgão que contata o coração é firmemente fixado ao dispositivo de bomba (3) e serve como um encosto, enquanto o segundo órgão que contata o coração é articulado, para aplicar a força sobre o coração (H).

A figura 23 mostra uma vista lateral do dispositivo implantável (1), conforme descrito na figura 21, onde o dispositivo de bomba é adaptado para exercer força sobre o coração (H), a partir do lado direito e esquerdo do coração (H). O elemento de transmissão (91) se dispõe em contato com um dispositivo de operação (57).

A figura 24 mostra uma vista frontal do dispositivo de bomba (3), em que o primeiro órgão que contata o coração (2a) e o segundo órgão que contata o coração (2b) são articulados com o dispositivo de bomba (3), o que possibilita aos órgãos que contatam o coração (2a, 2b) exercerem força sobre o coração (H), auxiliando o funcionamento do bombeamento do mesmo, a partir do lado direito e do lado esquerdo do coração (H). O elemento de transmissão (91), de acordo com essa modalidade, é designado para operar dois órgãos que contatam o coração (2a, 2b), através da conexão com o dispositivo de operação (57).

A figura 25 mostra uma vista lateral do dispositivo de bomba (3), em que o primeiro órgão que contata o coração (2a) e o segundo órgão que contata o coração (2b) são articulados com o dispositivo de bomba (3), o que possibilita aos órgãos que contatam o coração (2a, 2b) exercerem força sobre o coração (H), auxiliando o funcionamento do bombeamento do mesmo, a partir do lado anterior e do lado posterior do coração (H). O elemento de transmissão (91), de acordo com essa modalidade, é designado para operar dois órgãos que contatam o coração (2a, 2b), através da conexão com o dispositivo de operação (57). Para que seja possível a aplicação de força sobre o lado anterior e o lado posterior do coração (H), o dispositivo de bomba (3) é fixado a um braço de conexão (244), que, por sua vez, é conectado a um elemento de fixação (241), o qual é fixado a uma estrutura do corpo humano que compreende um osso (240).

A figura 26 mostra, de forma esquemática, uma modalidade de um dispositivo de bomba de acordo com quaisquer das modalidades. Um dispositivo de operação (57) opera um elemento de rotação (93) tendo um centro de rotação que é fixado a um elemento de transmissão (91), adaptado para criar um movimento excêntrico. O elemento de transmissão se dispõe em contato com um pivô (100) que é articulado (101). O pivô pode servir como um transmissor de força mecânica, ou como um órgão que contata o coração (2), adaptado para exercer força sobre o coração (H) de um paciente humano. O dispositivo de operação é controlado usando uma unidade de controle (176), conectada ao dispositivo de operação através de um elemento de conexão (906). O dispositivo de operação pode ser um motor elétrico, magnético, hidráulico ou pneumático. Em qualquer modalidade em que são usados meios hidráulicos, pode ser provida uma porta de injeção (97) para possibilitar a

calibração do fluido do sistema hidráulico. A unidade de controle (176) pode compreender ainda pelo menos um sensor (98), para detectar uma variável do dispositivo ou do paciente. Além disso, a unidade de controle (176) pode
5 compreender uma unidade de transferência sem fio (99), para transferência de energia e/ou informação sem fio. Pelo menos uma bateria (106) pode também ser provida na dita unidade de controle.

A figura 27 mostra, de forma esquemática, uma
10 modalidade de um dispositivo de bomba de acordo com quaisquer das modalidades. Um dispositivo de operação (57) opera um elemento de rotação (93) tendo um centro de rotação que é fixado a um elemento de transmissão (91), adaptado para criar um movimento excêntrico. O elemento de
15 transmissão se dispõe em contato com um pivô (100) que é articulado (101) em uma extremidade, e a outra extremidade se dispõe em contato com outro pivô (103) que é articulado na sua outra extremidade (107). O sistema de articulação relativo ao primeiro pivô e segundo pivô (100), (103) pode
20 ser usado como um transmissor mecânico de força ou os ditos primeiro ou segundo pivôs podem compreender um órgão que contata o coração (2) adaptado para aplicar força sobre o coração (H).

A figura 28 mostra, de forma esquemática, uma
25 modalidade de um dispositivo de bomba (3), em que o dispositivo de bomba (3) compreende um elemento de fixação (241), que é adaptado para fixar o dispositivo de bomba (3) a uma estrutura do corpo humano que compreende um osso (240). O elemento de fixação é adaptado para fixar o
30 dispositivo de bomba (3) a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240) usando parafusos.

A figura 29 mostra, de forma esquemática, uma modalidade de um dispositivo de bomba de acordo com quaisquer das modalidades. Um dispositivo de operação (57)

opera um elemento de rotação (93) tendo um centro de rotação que é fixado a um elemento de transmissão (91), adaptado para criar um movimento excêntrico. O elemento de transmissão se dispõe em contato com um elemento alternado
5 (104), que é direcionado pelos dois elementos de direcionamento (105a, 105b). O elemento alternado (104) pode ser usado como um transmissor de força mecânica, ou pode compreender um órgão que contata o coração (2) adaptado para exercer força sobre o coração (H).

10 A figura 30 mostra uma vista frontal de um paciente humano, de acordo com uma modalidade na qual o dispositivo implantado (1) é um Dispositivo Auxiliar Ventricular Esquerdo (LVAD) (130). O LVAD pode ser fixado a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), de
15 acordo com quaisquer das modalidades descritas.

A figura 31 mostra uma vista frontal de um paciente humano de acordo com uma modalidade, em que o dispositivo implantado (1) é um dispositivo de coração artificial (131). O dispositivo de coração artificial (131)
20 pode ser fixado a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), de acordo com quaisquer das modalidades aqui descritas.

A figura 32 mostra, de forma esquemática, um sistema fechado implantável pneumático ou hidráulico, para
25 transferência de força de uma localização distante (R) para uma localização de distribuição (D). O sistema compreende um primeiro reservatório na forma de um primeiro elemento tipo pulmão (141), em contato com um dispositivo de operação (57), o qual na presente modalidade é um
30 dispositivo de operação compreendendo bobinas (14) e ímãs (15), descrito em maiores detalhes anteriormente. O volume do primeiro elemento tipo pulmão (141) é afetado pelo contato com o dispositivo de operação (57), que faz com que um fluido seja transferido na conexão de fluido (142), que,

por sua vez, afeta o segundo elemento tipo pulmão (140), na localização de distribuição. O segundo elemento tipo pulmão pode ser usado como um transmissor de força mecânica ou pode ser provido com um órgão que contata o coração (2), para aplicar força sobre o coração (H) de um paciente humano. O sistema implantável é adaptado para permitir o livre fluxo de fluido entre os ditos primeiro elemento tipo pulmão (141) e segundo elemento tipo pulmão.

A figura 33 mostra, de forma esquemática, um sistema fechado implantável pneumático ou hidráulico, para transferência de força de uma localização distante (R) para uma localização de distribuição (D). O sistema compreende um primeiro reservatório na forma de um primeiro pistão (144). O volume no cilindro (147) do primeiro pistão (144) é afetado pelo contato com um dispositivo de abertura, que provoca um fluido ser transferido na conexão fluida (142), que, por sua vez, afeta o segundo pistão (143) na localização de distribuição, através da mudança do volume de fluido no segundo cilindro (148). O segundo pistão (143) pode ser usado como um transmissor de força mecânica ou pode ser provido com um órgão que contata o coração (2), para aplicar força sobre o coração (H) de um paciente humano. O sistema implantável é adaptado para permitir o livre fluxo de fluido entre os ditos primeiro elemento tipo pulmão (141) e segundo elemento tipo pulmão. O sistema pode ser adaptado para operar usando fluido pressurizado em uma direção e vácuo na outra direção, ou fluido pressurizado em ambas as direções. É também concebível que os primeiro e segundo pistões (143, 144) operem por meio de uma mola (145a, 145b) em uma direção.

A figura 34 mostra uma vista frontal de um paciente, na qual a localização distante (R) do sistema implantável para transferência de força de uma localização distante (R) para uma localização de distribuição (D) se

localiza na região abdominal e a localização de distribuição se localiza em conexão com o coração (H). A localização distante compreende uma unidade de controle, que, por sua vez, compreende um dispositivo de operação
5 (146a), uma porta de injeção (146b), uma bateria (146c) e, pelo menos, um sensor (146d), para detectar uma variável do sistema implantável ou do paciente.

A figura 35 mostra, de forma esquemática, um sistema fechado implantável pneumático ou hidráulico, para
10 transferência de força de uma localização distante (R) para uma localização de distribuição (D). O sistema compreende um primeiro reservatório na forma de um primeiro elemento tipo pulmão (141) e um segundo reservatório na forma de um segundo elemento tipo pulmão (140). Os primeiro e segundo
15 elementos tipo pulmão são conectados através de uma conexão fluida (142). A conexão fluida é adaptada para sempre permitir fluxo livre de fluido entre o primeiro reservatório e segundo reservatório.

A figura 36 mostra, de forma esquemática, um sistema fechado implantável pneumático ou hidráulico, para
20 transferência de força de uma localização distante (R) para uma localização de distribuição (D). O sistema compreende um primeiro reservatório na forma de um primeiro elemento tipo pulmão (141) e um segundo reservatório na forma de um
25 segundo elemento tipo pulmão (140). Os primeiro e segundo elementos tipo pulmão são conectados através de uma conexão fluida (142). A conexão fluida é adaptada para sempre permitir fluxo livre de fluido entre o primeiro reservatório e segundo reservatório. O sistema é operado
30 usando fluido pressurizado em uma direção, e força de mola de uma mola (145b) no segundo elemento tipo pulmão, na direção oposta.

A figura 37 mostra, de forma esquemática, um sistema fechado implantável pneumático ou hidráulico, para

transferência de força de uma localização distante (R) para uma localização de distribuição (D). O sistema compreende um primeiro reservatório na forma de um primeiro elemento tipo pulmão (141) em contato com um dispositivo de operação (57), que nessa modalidade é um dispositivo de operação compreendendo um elemento de rotação (93), tendo um centro de rotação que é fixado a um elemento de transmissão (93), adaptado para criar um movimento excêntrico que afeta o primeiro elemento tipo pulmão. O volume do primeiro elemento tipo pulmão (141) é afetado pelo contato com o dispositivo de operação (57), que faz com que um fluido seja transferido na conexão fluida (142), que, por sua vez, afeta o segundo elemento tipo pulmão (140) na localização de distribuição. O segundo elemento tipo pulmão pode ser usado como um transmissor de força mecânica ou pode ser provido com um órgão que contata o coração (2), para exercer força sobre o coração (H) de um paciente humano. O sistema implantável é adaptado para permitir o livre fluxo de fluido entre o dito primeiro elemento tipo pulmão (141) e dito segundo elemento tipo pulmão (140).

Um órgão que contata o coração (2), por exemplo, conforme mostrado na modalidade acima, pode ser adaptado para mudar a posição da força aplicada sobre o coração (H) de um paciente humano. Isso pode ser feito mediante ajuste da posição do órgão que contata o coração (2), em relação a um elemento de fixação (241), que fixa um dispositivo implantável (1) compreendendo o órgão que contata o coração (2) a uma estrutura do corpo humano que compreende um osso (240). O ajuste pode ser executado movimentando um braço de conexão que é fixado ao elemento de fixação (241) e ao órgão que contata o coração (2). O objetivo de movimentar o órgão que contata o coração (2) pode ser aumentar o fluxo de sangue para a área na qual o órgão que contata o coração (2) aplica força. Também, o objetivo pode ser melhorar o

posicionamento do órgão que contata o coração (2), de modo a aumentar a capacidade do dispositivo implantável (1) de auxiliar o funcionamento do bombeamento do coração (H). Também, pode ser de ainda, aliviar o paciente de qualquer desconforto que o dispositivo implantável (1) possa causar.

A figura 38 mostra uma modalidade na qual o órgão que contata o coração (2) é fixado a um braço de conexão (244), em conexão com o órgão que contata o coração (2) e elemento de fixação (241). O braço de conexão (244) é articulado (170a, 170b) com o órgão que contata o coração (2) e o elemento de fixação (241). Entretanto, é concebível que o braço de conexão (244) seja articulado com um dos pontos (170a, 170b) e firmemente fixado ao outro ponto (170a, 170b), respectivamente. O braço de conexão (244) pode ser adaptado para ser operável manualmente ou para ser acionado. O braço de conexão pode ser operável por meio de um dispositivo de operação (172), que pode ser um dispositivo de operação elétrico, mecânico, hidráulico ou pneumático (172). O dispositivo de operação (172) pode ser colocado em conexão com o elemento de fixação (241) e pode ser adaptado para ser controlado à distância, de fora do corpo humano, usando um dispositivo de controle remoto. É também concebível que o braço de conexão possa ser manualmente ajustado durante um procedimento cirúrgico ou laparoscópico, em cujo caso um elemento de ajuste (não mostrado) pode ser provido para o dispositivo implantável (1). O elemento de ajuste pode ser do tipo que pode ser ajustado por meio de um instrumento cirúrgico, usado no procedimento cirúrgico ou laparoscópico.

A figura 39 mostra uma modalidade na qual o órgão que contata o coração (2) foi movido da posição em que se encontrava na figura 38. A posição da força exercida sobre o coração (H), desse modo, é modificada. Uma abordagem alternativa para modificar a posição da força exercida

sobre o coração é movimentar os elementos no órgão que contata o coração (2). Os elementos podem ser pistões (173) e/ou almofadas (171), que podem ser elétrica, mecânica, hidráulica ou pneumaticamente operados. Os pistões (173) e/ou almofadas (171) podem ser adaptados para serem controlados à distância, de fora do corpo humano, usando um dispositivo de controle remoto. É também concebível que os pistões (173) e/ou almofadas (171) possam ser manualmente ajustados durante um procedimento cirúrgico ou laparoscópico. O órgão que contata o coração pode compreender exclusivamente almofadas (171), exclusivamente pistões (173) ou uma mistura dos mesmos.

A figura 40 mostra uma modalidade na qual múltiplas almofadas (171) são colocadas no órgão que contata o coração (2). As almofadas podem ser levantadas e abaixadas em relação ao órgão que contata o coração (2), para modificar a posição da força exercida sobre o coração (H). A figura 17c mostra ainda um braço de conexão (244) em conexão com um dispositivo de operação (172) para ajustar a localização do órgão que contata o coração (2) em relação ao coração (H). O dispositivo de operação (172) pode ser elétrica, mecânica, hidráulica ou pneumaticamente operado, e pode ser adaptado para ser controlado à distância, de fora do corpo humano, usando um dispositivo de controle remoto. É também concebível que o braço de conexão (244) possa ser manualmente ajustado durante um procedimento cirúrgico ou laparoscópico. Na modalidade em que as almofadas (171) ou os pistões (173) são hidráulica ou pneumaticamente operados, o dispositivo implantável pode compreender ainda um sistema hidráulico ou pneumático (não mostrado) para modificar o volume da almofada (171) ou o volume sob o pistão (173), através da movimentação de um fluido hidráulico ou pneumático para a almofada (171) ou proveniente da mesma.

A figura 41 mostra uma modalidade na qual o órgão que contata o coração (2) compreende uma almofada (174) que exerce força sobre o coração (H). A almofada (174) pode ser movimentada no órgão que contata o coração (2) para
5 modificar a posição da força exercida sobre o coração (H). De acordo com essa modalidade, o órgão que contata o coração compreende ainda um elemento rotativo (175) que gira, de modo a criar o movimento da almofada (174) no órgão que contata o coração (2). O elemento rotativo pode
10 ser manual, elétrica, mecânica, hidráulica ou pneumaticamente operado, podendo ainda ser adaptado para ser controlado à distância, de fora do corpo humano, usando um dispositivo de controle remoto. A figura 17D mostra ainda um braço de conexão (244) em conexão com um
15 dispositivo de operação (172), para ajustar a localização do órgão que contata o coração (2) em relação ao coração (H). O dispositivo de operação pode ser elétrica, mecânica, hidráulica ou pneumaticamente operado, podendo ser adaptado para ser controlado à distância, de fora do corpo humano,
20 usando um dispositivo de controle remoto.

A figura 42 mostra a modalidade de acordo com a figura 38, quando implantada em um corpo humano. O órgão que contata o coração (2) compreendendo almofadas (171) e/ou pistões (173), que podem ser levantados e abaixados em
25 relação ao órgão que contata o coração, de modo a modificar a posição da força exercida sobre o coração (H). O dispositivo implantável compreende ainda um braço de conexão (244), em contato com o órgão que contata o coração (2), e um dispositivo de operação (172) para operar o braço
30 de conexão (244). O dispositivo de operação se dispõe em contato a cabeça do primeiro elemento de fixação (242a), que juntamente com o segundo elemento de fixação (242b) fixa o dispositivo implantável a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). O dispositivo implantável

compreende ainda uma unidade de controle (176) para controlar o dispositivo de bombeamento do coração, o dispositivo de operação (172) e as almofadas (171) e/ou pistões (173) colocados no órgão que contata o coração (2).

5 A figura 43 mostra uma modalidade na qual o órgão que contata o coração (2) é operável para modificar a posição da força exercida sobre o coração (H), usando dois dispositivos de operação (177a, 177b), esses dois dispositivos de operação podendo ser dispositivos
10 mecânicos, hidráulicos ou pneumáticos. O órgão que contata o coração é operável através da conexão com o dispositivo de operação, através do braço de conexão (244) articulado com o órgão que contata o coração e o dispositivo implantável compreende os dois dispositivos de operação
15 (177a, 177b).

De acordo com outras modalidades, o braço de conexão (244) é operável usando somente um dispositivo de operação, em cujo caso o dispositivo de operação pode ser adaptado para ter um movimento acionado em duas direções,
20 ou ser adaptado para ter um movimento acionado em uma direção e um movimento acionado por mola na outra direção.

A figura 44 mostra em uma vista frontal o coração (H) de um paciente humano, em que a referência (179) indica o ventrículo direito, que é uma possível posição para aplicação da força, e a referência (178) indica o
25 ventrículo esquerdo, que é também uma possível posição para aplicação da força. É também concebível que a força pode ser exercida sobre dois diferentes lados do ventrículo direito (179) ou esquerdo (178), respectivamente.

30 A figura 45 mostra o dispositivo implantável (1), de acordo com uma modalidade, na qual um dispositivo de bomba (3) é colocado em um sistema de ajuste, compreendendo um primeiro elemento de fixação (241), um segundo elemento de fixação (185) e um terceiro elemento de fixação (186). O

primeiro elemento de fixação (241) é adaptado para fixação em uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). O primeiro elemento de fixação compreende um primeiro sulco, no qual o segundo elemento de fixação (185) é adaptado para se mover. O segundo elemento de fixação (185), por sua vez, compreende um segundo sulco, no qual o terceiro elemento de fixação (186) é adaptado para se mover. O terceiro elemento de fixação (186) compreende um pistão (182), que pode ser levantado e abaixado para ajuste do dispositivo de bomba (3) em um terceiro eixo. O terceiro elemento de fixação compreende uma superfície (183), na qual o dispositivo de bomba (3) pode ser fixado. Usando o dito sistema de ajuste, o dispositivo de bomba (3) pode ser ajustado tridimensionalmente, o que pode modificar a posição da força exercida sobre o coração (H). O sistema de ajuste pode ser operável por meio de um motor implantável, o motor podendo ser um motor elétrico, hidráulico ou pneumático. O motor pode ser adaptado para ser controlado à distância, de fora do corpo humano, usando um dispositivo de controle remoto. O dispositivo de bomba (3), conseqüentemente, pode ser após a operação ajustado pelo paciente ou por um médico. A posição do dispositivo de bomba (3) pode ser verificada de fora do corpo humano, usando raios X ou ultra-som.

A figura 46 mostra o sistema ajustável descrito na figura 17H, numa segunda posição.

As modalidades para mudança da posição da força exercida sobre o coração (H) de um paciente humano descritas acima podem facilmente ser combinadas com quaisquer das modalidades dos dispositivos implantáveis descritos anteriormente.

As figuras 47-60 mostram a fixação de um dispositivo implantável a uma estrutura do corpo humano, que compreende o osso (240). A estrutura pode ser do osso

esterno, uma parte da estrutura vertebral, compreendendo uma ou mais costelas ou uma parte da coluna vertebral compreendendo pelo menos uma vértebra. De acordo com uma modalidade, o dispositivo implantável (1) é fixado à
5 estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), através de um elemento de fixação (241), dito elemento de fixação podendo compreender uma placa (242), que se dispõe em contato com a estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). O dispositivo implantável (1) pode também ser fixado
10 à estrutura de corpo humano compreendendo osso (240) usando um segundo elemento de fixação (241b), que também pode compreender uma placa (242b), a qual, por sua vez, pode se dispor em contato com a estrutura de corpo humano compreendendo osso (240).

15 A figura 47 mostra uma modalidade na qual o dispositivo implantável (1) é fixado a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). A estrutura pode ser do osso externo, uma parte da estrutura vertebral, compreendendo uma ou mais costelas ou uma parte da coluna
20 vertebral compreendendo pelo menos uma vértebra. De acordo com a modalidade, o dispositivo implantável (1) compreende um primeiro elemento de fixação (241a) compreendendo uma placa (242a), e um segundo elemento de fixação (241b) compreendendo uma placa (242b). Os primeiro e segundo
25 elementos de fixação são fixados entre si usando parafusos vazados (243), colocados a partir do lado anterior (A) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). Uma modalidade alternativa pode compreender parafusos, colocados a partir do lado posterior (P) da estrutura de
30 corpo humano compreendendo osso (240). O primeiro elemento de fixação (241a) e o segundo elemento de fixação (241b) prendem a estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). O elemento de fixação (241a) pode se dispor em contato com um braço de conexão (244), que, por sua vez,

pode se dispor em contato com um dispositivo de auxílio ao coração.

A figura 48 mostra uma modalidade na qual o dispositivo implantável (1) é fixado a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), usando apenas um elemento de fixação (241a) que compreende uma placa (242a). A referida estrutura pode ser do osso esterno, de uma parte da estrutura vertebral compreendendo uma ou mais costelas, ou de uma parte da estrutura da coluna vertebral compreendendo pelo menos uma vértebra. Parafusos do tipo vazado (243) são colocados a partir do lado anterior (A) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240) e fixados na placa (242a). Uma modalidade alternativa pode compreender parafusos colocados a partir do lado posterior (P) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), em cujo caso os parafusos podem ser fixados em porcas colocadas em conexão com a estrutura de corpo humano compreendendo osso, ou fixados diretamente no osso da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). O elemento de fixação (241a) pode se dispor em contato com um braço de conexão (244), que, por sua vez, pode se dispor em contato com um dispositivo de bombeamento do coração.

A figura 49 mostra uma modalidade na qual o dispositivo implantável (1) é fixado a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). A referida estrutura pode ser do osso esterno, de uma parte da estrutura vertebral compreendendo uma ou mais costelas, ou de uma parte da estrutura da coluna vertebral compreendendo pelo menos uma vértebra. De acordo com a modalidade, o dispositivo implantável (1) compreende um primeiro elemento de fixação (241a) compreendendo uma placa (242a), e um segundo elemento de fixação (241b) compreendendo uma placa (242b). Os primeiro e segundo elementos de fixação são fixados entre si usando parafusos vazados (243), colocados

a partir do lado posterior (P) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). Os parafusos são fixados a porcas (245), colocadas no lado anterior da estrutura compreendendo osso (240). Uma modalidade alternativa pode compreender parafusos, colocados a partir do lado anterior (A) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), em cujo caso as porcas são colocadas no lado posterior (P) da estrutura compreendendo osso (240). O primeiro elemento de fixação (241a) e o segundo elemento de fixação (241b) prendem a estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). O elemento de fixação (241a) pode se dispor em contato com um braço de conexão (244), que, por sua vez, pode se dispor em contato com um dispositivo de bombeamento do coração.

A figura 50 mostra uma modalidade na qual o dispositivo implantável (1) é fixado a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), usando apenas um elemento de fixação (241a) que compreende uma placa (242a). A referida estrutura pode ser do osso esterno, de uma parte da estrutura vertebral compreendendo uma ou mais costelas, ou de uma parte da estrutura da coluna vertebral compreendendo pelo menos uma vértebra. Parafusos (243) que prendem o elemento de fixação à estrutura de corpo humano compreendendo osso são colocados a partir do lado posterior (P) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). Os parafusos prendem o elemento de fixação ao córtex posterior e córtex anterior da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), entretanto, é concebível que os parafusos sejam fixados apenas no córtex anterior ou posterior. Uma modalidade alternativa pode compreender parafusos colocados a partir do lado anterior (A) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), em cujo caso o elemento de fixação (241a) é colocado no lado

anterior (A) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240).

A figura 51 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é fixado a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), usando um elemento de fixação (241b) que compreende uma placa (242b), e um elemento de fixação (241a) sem uma placa. A estrutura pode ser do osso esterno, de uma parte da estrutura vertebral compreendendo uma ou mais costelas, ou de uma parte da estrutura da coluna vertebral compreendendo pelo menos uma vértebra. Parafusos (243) que prendem os elementos de fixação (241a, 241b) à estrutura de corpo humano compreendendo osso (240) são colocados a partir do lado anterior (A) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240) e fixados no elemento de fixação (241a). O primeiro elemento de fixação (241a) e o segundo elemento de fixação (241b) prendem a estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). O elemento de fixação (241a) pode se dispor em contato com um braço de conexão (244), que, por sua vez, pode se dispor em contato com um dispositivo de bombeamento do coração.

A figura 52 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é fixado a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (240), usando um elemento de fixação (241b) que compreende uma placa (242b), e um elemento de fixação (241a) sem uma placa. A estrutura pode ser do osso esterno, de uma parte da estrutura vertebral compreendendo uma ou mais costelas, ou de uma parte da estrutura da coluna vertebral compreendendo pelo menos uma vértebra. Parafusos (243) que prendem os elementos de fixação (241a, 241b) à estrutura de corpo humano compreendendo osso (240) são colocados a partir do lado posterior (P) da estrutura de corpo humano compreendendo osso (240) e fixados na placa (242b) do elemento de fixação

(241a). O primeiro elemento de fixação (241a) e o segundo elemento de fixação (241b) prendem a estrutura de corpo humano compreendendo osso (240). O elemento de fixação (241a) pode se dispor em contato com um braço de conexão (244), que, por sua vez, pode se dispor em contato com um dispositivo de bombeamento do coração.

A figura 53 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é adaptado para ser fixado ao osso esterno (250) de um paciente humano. O dispositivo é fixado usando um elemento de fixação (241b), que é fixado ao esterno usando parafusos (243). Entretanto, o dispositivo implantável pode ser fixado ao osso esterno (250) de um paciente humano, usando quaisquer dos modos para colocar os elementos de fixação descritos anteriormente.

A figura 54 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é adaptado para ser fixado a duas costelas (251, 252). Um elemento de fixação (241), compreendendo uma placa (242b) é fixado com parafusos, adaptado para fixar o elemento de fixação ao córtex das costelas.

A figura 55 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é adaptado para ser fixado a duas costelas (251, 252). Uma primeira placa (242a) é provida no lado posterior da estrutura de costela, enquanto uma segunda placa (242b) é provida no lado anterior da estrutura de costela. Parafusos (243) penetram nas costelas e fixam a primeira placa (242a) à segunda placa (242b). O aperto dos parafusos cria um efeito de sujeição das costelas (251, 252) e proporciona a fixação do dispositivo implantável (1). Em outra modalidade (não mostrada), os parafusos (243) são colocados entre as costelas (251, 252) e, desse modo, proporcionam um efeito de sujeição das ditas costelas (251, 252).

A figura 56 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é adaptado para ser fixado a uma costela (252). Uma placa (242a) é provida no lado posterior da estrutura de costela e parafusos (243) são colocados a partir do exterior da mesma, penetrando na costela (252) e fixando a placa (242a) à costela (252).

A figura 57 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é adaptado para ser fixado a uma costela (252), usando um cordão ou uma fita, desse modo, não tendo necessidade de penetrar na costela (252). Entretanto, o dispositivo implantável pode ser fixado à estrutura de costela de um paciente humano, usando quaisquer dos modos para colocação dos elementos de fixação, conforme descrito anteriormente.

A figura 58 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é adaptado para ser fixado a uma vértebra (255) da coluna vertebral. Um elemento de fixação (241) é fixado à vértebra (255) usando parafusos (243). O dispositivo implantável compreende ainda um braço de conexão (244), que conecta o dispositivo implantável (1) ao elemento de fixação (241).

A figura 59 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é adaptado para ser fixado a duas vértebras (255, 256) da coluna vertebral. Um elemento de fixação (241) é fixado às duas vértebras (255, 256) usando parafusos (243). O dispositivo implantável compreende ainda um braço de conexão (244), que conecta o dispositivo implantável (1) ao elemento de fixação (241).

A figura 60 mostra uma modalidade em que o dispositivo implantável (1) é adaptado para ser fixado a uma vértebra (255) da coluna vertebral, mediante aperto da dita vértebra (255). Dois elementos de fixação (241a, 241b) são colocados sobre dois lados da vértebra e uma fixação compreendendo parafusos (243) prende a vértebra entre os

primeiro e segundo elementos de fixação (241a, 241b). O dispositivo implantável compreende ainda um braço de conexão (244), que conecta o dispositivo implantável (1) ao elemento de fixação (241).

5 Em todas as modalidades mencionadas acima, os meios de fixação podem ser substituídos por outras fixações mecânicas ou por um adesivo. Outras fixações mecânicas adequadas podem ser: rebites, pregos, grampos, fitas ou cordões. Os elementos de fixação mecânica podem ser de um
10 material metálico ou cerâmico. Adequados materiais metálicos podem ser titânio ou aço tipo cirúrgico.

 A figura 61 mostra uma modalidade em que o órgão que contata o coração (2) é adaptado para comprimir o coração (H), de modo a auxiliar o funcionamento do
15 bombeamento do mesmo. Um dispositivo de estimulação (907) é fixado ao órgão que contata o coração (2) e adaptado para estimular o coração (H), para obter um adicional auxílio do dito funcionamento do bombeamento, após o órgão que contata o coração (2) ter colocado o dito coração em estado
20 comprimido. De acordo com uma modalidade, o órgão que contata o coração é fixado a um braço de conexão (244), que, por sua vez, é fixado a um dispositivo de operação mecânico, elétrico ou hidráulico (172), o qual opera o órgão que contata o coração (2). O dispositivo de operação
25 (172), por sua vez, é fixado a um elemento de fixação, que prende o dispositivo a uma estrutura de corpo humano compreendendo osso (244), usando elementos de fixação mecânicos, tais como, parafusos, ou então, adesivos. Um dispositivo de controle (176) para controlar o dispositivo
30 de operação (172) de acordo com quaisquer das modalidades aqui descritas, se dispõe em conexão com o dito dispositivo de operação (172) através de um elemento de conexão (906). Entretanto, é também concebível que o dispositivo de

controle (176) tenha uma comunicação em um modo sem fio com o dispositivo de operação (172).

A figura 62 ilustra um sistema para tratamento de uma doença, compreendendo um aparelho (10) colocado no abdômen de um paciente. Um dispositivo de transformação de energia implantado (1002) é adaptado para fornecer energia aos componentes consumidores de energia do aparelho, através de uma linha de suprimento de energia (1003). Um dispositivo externo de transmissão de energia (1004), para energizar de modo não-invasivo o aparelho (10), transmite energia através de pelo menos um sinal de energia sem fio. O dispositivo de transformação de energia implantado (1002) transforma a energia do sinal de energia sem fio em energia elétrica, a qual é fornecida através da linha de suprimento de energia (1003).

O dispositivo de transformação de energia implantado (1002) pode também compreender outros componentes, tais como: uma bobina para recepção e/ou transmissão de sinais e energia, uma antena para recepção e/ou transmissão de sinais, um microcontrolador, uma unidade de controle de carga, opcionalmente, compreendendo um dispositivo de armazenamento de energia, tal como, um capacitor, um ou mais sensores, como, por exemplo, sensor de temperatura, sensor de pressão, sensor de posicionamento, sensor de movimento, etc., um transceptor, um motor, opcionalmente, incluindo um controlador de motor, uma bomba e outras partes para controlar a operação de um implante médico.

O sinal de energia sem fio pode incluir um sinal de onda selecionado dentre os seguintes: um sinal de onda sonora, um sinal de onda ultra-sônica, um sinal de onda eletromagnética, um sinal de luz infravermelha, um sinal de luz visível, um sinal de luz ultravioleta, um sinal de luz laser, um sinal de microondas, um sinal de onda de rádio,

um sinal de radiação de raios X, e um sinal de radiação gama. Alternativamente, o sinal de energia sem fio pode incluir um campo elétrico ou magnético ou uma combinação de campo elétrico e magnético.

5 O dispositivo de transmissão de energia sem fio (1004) pode transmitir um sinal portador para transportar o sinal de energia sem fio. Esse sinal portador pode incluir um sinal digital, um sinal analógico ou uma combinação de sinais digitais e analógicos. Nesse caso, o sinal de
10 energia sem fio inclui um sinal analógico ou um sinal digital ou uma combinação de sinal analógico e sinal digital.

De um modo geral, o dispositivo de transformação de energia (1002) é proporcionado para transformar a
15 energia sem fio de uma primeira forma de energia, transmitida pelo dispositivo de transmissão de energia (1004), em uma segunda forma de energia, que, tipicamente, é diferente da primeira forma de energia. O aparelho implantado (10) é operável em resposta à segunda forma de
20 energia. O dispositivo de transmissão de energia (1002) pode diretamente acionar o aparelho com a segunda forma de energia, quando o dispositivo de transformação de energia (1002) transforma a primeira forma de energia, transmitida pelo dispositivo de transmissão de energia (1004), na
25 segunda forma de energia. O sistema pode incluir ainda um acumulador implantável, onde a segunda forma de energia é usada, pelo menos parcialmente, para carregar o acumulador.

Alternativamente, a energia sem fio transmitida pelo dispositivo de transmissão de energia (1004) pode ser
30 usada para diretamente acionar o aparelho, quando a energia sem fio estiver sendo transmitida pelo dispositivo de transmissão de energia (1004). Quando o sistema compreender um dispositivo de operação para operar o aparelho, conforme será descrito abaixo, a energia sem fio transmitida pelo

dispositivo de transmissão de energia (1004) poderá ser usada para diretamente acionar o dispositivo de operação, para criar energia cinética, de modo a promover a operação do aparelho.

5 A energia sem fio da primeira forma de energia pode compreender ondas sonoras e o dispositivo de transformação de energia (1002) pode incluir um elemento piezelétrico, para transformar as ondas sonoras em energia elétrica. A energia da segunda forma de energia pode
10 compreender energia elétrica, na forma de uma corrente contínua ou de corrente contínua pulsante, ou uma combinação de corrente contínua e corrente contínua pulsante, ou uma corrente alternada, ou uma combinação de corrente contínua e corrente alternada. Normalmente, o
15 aparelho compreende componentes elétricos que são energizados com energia elétrica. Outros componentes elétricos implantáveis do sistema podem incluir, pelo menos, um protetor de nível de voltagem ou pelo menos um protetor de corrente constante, conectados aos componentes
20 elétricos do aparelho.

Opcionalmente, uma dentre a energia da primeira forma de energia e energia da segunda forma de energia pode compreender energia magnética, energia cinética, energia sonora, energia química, energia radiante, energia
25 eletromagnética, energia fotoelétrica, energia nuclear, ou energia térmica. Preferivelmente, uma dentre a energia da primeira forma de energia e energia da segunda forma de energia pode compreender energia não-magnética, energia não-cinética, energia não-química, energia não-sônica,
30 energia não-nuclear ou energia não-térmica.

O dispositivo de transmissão de energia pode ser controlado de fora do corpo do paciente, para liberar energia eletromagnética sem fio, e a energia eletromagnética sem fio liberada é utilizada para operar o

aparelho. Alternativamente, o dispositivo de transmissão de energia é controlado de fora do corpo do paciente, para liberar energia não-magnética sem fio, e a energia não-magnética sem fio liberada é utilizada para operar o
5 aparelho.

O dispositivo externo de transmissão de energia (1004) também inclui um dispositivo de controle remoto sem fio, tendo um transmissor externo de sinal para transmitir um sinal de controle sem fio, para controlar de um modo
10 não-invasivo o aparelho. O sinal de controle é recebido por um receptor de sinal implantado, que pode ser incorporado no dispositivo de transformação de energia implantado (1002), ou ser separado do mesmo.

O sinal de controle sem fio pode incluir um sinal
15 de frequência, de amplitude, ou de fase modulada, ou uma combinação dos mesmos. Alternativamente, o sinal de controle sem fio inclui um sinal analógico ou um sinal digital, ou uma combinação de um sinal analógico e sinal digital. Alternativamente, o sinal de controle sem fio
20 compreende um campo elétrico ou magnético, ou uma combinação de campo magnético e campo elétrico.

O dispositivo de controle remoto sem fio pode transmitir um sinal portador, para transportar o sinal de controle sem fio. Esse sinal portador pode incluir um sinal
25 digital, analógico ou uma combinação de sinais digitais e analógicos. Quando o sinal de controle inclui um sinal analógico ou um sinal digital, ou uma combinação de um sinal analógico e digital, o dispositivo de controle remoto sem fio, preferivelmente, transmite um sinal de onda
30 portadora eletromagnética, para transportar os sinais de controle digitais ou analógicos.

A figura 63 ilustra o sistema mostrado na figura 62, na forma de um diagrama em bloco mais generalizado, mostrando o aparelho (10), o dispositivo de transformação

de energia (1002) acionando o aparelho (10), através da linha de suprimento (1003), e o dispositivo externo de transmissão de energia (1004). A pele do paciente (1005), geralmente mostrada por meio de uma linha vertical, separa
5 o interior do paciente, à direita da linha, do exterior do paciente, à esquerda da linha.

A figura 64 mostra uma modalidade da invenção, idêntica à modalidade da figura 63, exceto em que um dispositivo de inversão, na forma de um interruptor
10 elétrico (1006), operável, por exemplo, mediante energia polarizada, é também implantado no paciente para inverter o aparelho (10). Quando o interruptor é operado por energia polarizada, o controle remoto sem fio do dispositivo externo de transmissão de energia (1004) transmite um sinal
15 sem fio que conduz energia polarizada, e o dispositivo de transformação de energia implantado (1002), transforma a energia polarizada sem fio em uma corrente polarizada, para operar o interruptor elétrico (1006). Quando a polaridade da corrente é mudada pelo dispositivo de transformação de
20 energia implantado (1002), o interruptor elétrico (1006) inverte a função executada pelo aparelho (10).

A figura 65 mostra uma modalidade da invenção idêntica à modalidade mostrada na figura 63, exceto em que um dispositivo de operação (1007) implantado no paciente
25 para operar o aparelho (10) é proporcionado entre o dispositivo de transformação de energia implantado (1002) e o aparelho (10). Esse dispositivo de operação pode se apresentar na forma de um motor (1007), como, por exemplo, um servomotor elétrico. O motor (1007) é ativado com a
30 energia do dispositivo de transformação de energia implantado (1002), quando o controle remoto do dispositivo externo de transmissão de energia (1004) transmite um sinal de energia sem fio para o receptor do dispositivo de transformação de energia implantado (1002).

A figura 66 mostra uma modalidade idêntica à modalidade mostrada na figura 63, exceto em que um dispositivo de operação, na forma de uma instalação (1008), incluindo uma unidade de motor/bomba (1009) e um
5 reservatório de fluido (1010), é também implantado no paciente. Nesse caso, o aparelho (10) é hidraulicamente operado, isto é, fluido hidráulico é bombeado pela unidade de motor/bomba (1009), a partir do reservatório de fluido (1010), através de um conduto (1011) para o aparelho (10),
10 para operar o dito aparelho, e fluido hidráulico é bombeado pela unidade de motor/bomba (1009), de volta do aparelho (10) para o reservatório de fluido (1010), para retornar o aparelho para uma posição de partida. O dispositivo de transformação de energia implantado (1002) transforma a
15 energia sem fio em uma corrente, por exemplo, uma corrente polarizada, para acionar a unidade de motor/bomba (1009) através de uma linha de suprimento de energia elétrica (1012).

Ao invés de se dispor de um aparelho (10) operado
20 hidraulicamente, é também concebível que o dispositivo de operação compreenda um dispositivo de operação pneumático. Nesse caso, o fluido hidráulico pode ser ar pressurizado, a ser usado para um procedimento de regulação, e o reservatório de fluido é substituído por uma câmara de ar.

25 Em todas essas modalidades, o dispositivo de transformação de energia (1002) pode incluir um acumulador recarregável, tal como, uma bateria ou um capacitor, a serem carregados pela energia sem fio, para suprimento de energia a qualquer parte consumidora de energia do sistema.

30 Como alternativa, o dispositivo de controle remoto sem fio descrito acima pode ser substituído por um controle manual de qualquer parte implantada, ao se fazer contato com a mão do paciente, mais provavelmente, contato

indireto, por exemplo, pressionamento de um botão colocado sob a pele.

A figura 67 mostra uma modalidade da invenção compreendendo o dispositivo externo de transmissão de energia (1004), com o seu dispositivo de controle remoto sem fio, o aparelho (10), nesse caso, hidraulicamente operado, e o dispositivo de transformação de energia implantado (1002), compreendendo ainda um reservatório de fluido hidráulico (1013), uma unidade de motor/bomba (1009) e um dispositivo de inversão na forma de dispositivo de desvio de válvula hidráulica (1014), todos implantados no paciente. Logicamente, a operação hidráulica pode ser facilmente executada, mediante apenas mudança da direção do bombeamento, pelo que, a válvula hidráulica pode ser então omitida. O controle remoto pode ser um dispositivo separado do dispositivo externo de transmissão de energia ou incluído no mesmo. O motor da unidade de motor/bomba (1009) é um motor elétrico. Em resposta a um sinal de controle do controle remoto sem fio do dispositivo externo de transmissão de energia (1004), o dispositivo de transformação de energia implantado (1002) ativa a unidade de motor/bomba (1009) com energia, proveniente da energia transportada pelo sinal de controle, pelo que a unidade de motor/bomba (1009) distribui fluido hidráulico entre o reservatório de fluido hidráulico (1013) e o aparelho (10). O controle remoto do dispositivo externo de transmissão de energia (1004) comanda o dispositivo de desvio de válvula hidráulica (1014) para desviar a direção de fluxo do fluido hidráulico, entre uma direção na qual o fluido é bombeado pela unidade de motor/bomba (1009) do reservatório de fluido hidráulico (1013) para o aparelho (10), de modo a operar o aparelho, e em outra direção oposta, na qual o fluido é bombeado pela unidade de motor/bomba (1009) de volta do aparelho (10) para o reservatório de fluido

hidráulico (1013), de modo a retornar o aparelho para uma posição de partida.

A figura 68 mostra uma modalidade da invenção compreendendo o dispositivo externo de transmissão de energia (1004) com o seu controle remoto sem fio, o aparelho (10), o dispositivo de transformação de energia implantado (1002), uma unidade interna de controle implantada (1015), controlada pelo controle remoto sem fio do dispositivo externo de transmissão de energia (1004), um acumulador implantado (1016) e um capacitor implantado (1017). A unidade interna de controle (1015) dispõe de armazenamento da energia elétrica recebida do seu dispositivo de transformação de energia implantado (1002) no acumulador (1016), o qual fornece energia para o aparelho (10). Em resposta a um sinal de controle do controle remoto sem fio do dispositivo externo de transmissão de energia (1004), a unidade interna de controle (1015) libera energia elétrica do acumulador (1016) e transfere a energia liberada através das linhas de suprimento de energia (1018) e 1019), ou diretamente transfere energia elétrica do dispositivo de transformação de energia implantado (1002), através de uma linha de suprimento de energia (1020), capacitor (1017) (que estabiliza a corrente elétrica), linha de suprimento de energia (1021) e linha de suprimento de energia (1019), para a operação do aparelho (10).

A unidade interna de controle, preferivelmente, é programável de fora do corpo do paciente. Numa modalidade preferida, a unidade interna de controle é programada para regular o aparelho (10), de acordo com uma programação de tempo previamente definida ou de acordo com a entrada de informação de qualquer sensor que detecta qualquer possível parâmetro físico do paciente, ou qualquer parâmetro funcional do sistema.

De acordo com uma alternativa, o capacitor (1017) na modalidade mostrada na figura 7, pode ser omitido. De acordo com outra alternativa, o acumulador (1016) nessa modalidade pode ser omitido.

5 A figura 69 mostra uma modalidade idêntica à modalidade mostrada na figura 63, exceto em que uma bateria (1022) para suprimento de energia para a operação do aparelho (10), e um interruptor elétrico (1023) para comutar a operação do aparelho (10) são também implantados
10 no paciente. O interruptor elétrico (1023) pode ser controlado pelo controle remoto e pode também ser operado pela energia suprida pelo dispositivo de transformação de energia implantado (1002), para comutar de um modo desligado, no qual a bateria (1022) não está em uso, para
15 um modo ligado, no qual a bateria (1022) fornece energia para a operação do aparelho (10).

A figura 70 mostra uma modalidade da invenção idêntica à modalidade mostrada na figura 69, exceto em que uma unidade interna de controle (1015), controlável pelo
20 controle remoto sem fio do dispositivo externo de transmissão de energia (1004) é também implantada no paciente. Nesse caso, o interruptor elétrico (1023) é operado pela energia suprida pelo dispositivo de transformação de energia implantado (1002), para comutar de
25 um modo desligado, no qual o controle remoto sem fio é impedido de comandar a unidade interna de controle (1015) e a bateria não está em uso, para um modo de espera, no qual o controle remoto é permitido de comandar a unidade interna de controle (1015), para liberar energia elétrica da
30 bateria (1022), para a operação do aparelho (10).

A figura 71 mostra uma modalidade idêntica à modalidade mostrada na figura 70, exceto em que um acumulador (1016) é substituído por uma bateria (1022) e os componentes implantados são interligados de modo diferente.

Nesse caso, o acumulador (1016) armazena energia proveniente do dispositivo de transformação de energia implantado (1002). Em resposta a um sinal de controle do controle remoto sem fio do dispositivo externo de transmissão de energia (1004), a unidade interna de controle (1015) comanda o interruptor elétrico (1023) para comutar de um modo desligado, no qual o acumulador (1016) não está em uso, para um modo ligado, no qual o acumulador (1016) fornece energia para a operação do aparelho (10). O acumulador pode ser combinado com, ou substituído por um capacitor.

A figura 72 mostra uma modalidade da invenção idêntica à modalidade mostrada na figura 71, exceto em que uma bateria (1022) é também implantada no paciente e os componentes implantados são interligados de modo diferente. Em resposta a um sinal de controle do controle remoto sem fio do dispositivo externo de transmissão de energia (1004), a unidade interna de controle (1015) comanda o acumulador (1016) para liberar energia para operar o interruptor elétrico (1023), para comutar de um modo desligado, no qual a bateria (1022) não se encontra em uso, para um modo ligado, no qual a bateria (1022) fornece energia elétrica para a operação do aparelho (10).

Alternativamente, o interruptor elétrico (1023) pode ser operado pela energia suprida pelo acumulador (1016), para comutar de um modo desligado, no qual o controle remoto sem fio é impedido de comandar a bateria (1022) para fornecer energia elétrica e a mesma não se encontra em uso, para um modo de espera, no qual o controle remoto sem fio é permitido de comandar a bateria (1022), para suprir energia elétrica para a operação do aparelho (10).

Deverá ser entendido que o interruptor (1023) e todos os outros interruptores no presente pedido de patente

devem ser interpretados na sua modalidade mais ampla. Isso significa um transistor, MCU, MCPU, ASIC, FPGA ou um conversor de sinal D/A (digital/analógico), ou qualquer outro componente ou circuito eletrônico que possa comutar a energia nos modos ligado e desligado. Preferivelmente, o interruptor é controlado de fora do corpo do paciente, ou alternativamente, por uma unidade interna de controle implantada.

A figura 73 mostra uma modalidade idêntica à modalidade mostrada na figura 69, exceto em que um motor (1007), um dispositivo de inversão mecânico, na forma de uma caixa de engrenagens (1024), e uma unidade interna de controle (1015) para comandar a caixa de engrenagens (1024) são também implantados no paciente. A unidade interna de controle (1015) comanda a caixa de engrenagens (1024) para inverter o funcionamento executado pelo aparelho (10) (mecanicamente operado). Um procedimento ainda mais simples é mudar eletronicamente a direção do motor. A caixa de engrenagens interpretada na sua modalidade mais ampla pode significar uma disposição de um mecanismo servo, economizando força para o dispositivo de operação, em favor de uma atuação de maior curso.

A figura 74 mostra uma modalidade da invenção idêntica à modalidade mostrada na figura 73, exceto em que os componentes implantados são interligados de modo diferente. Assim, nesse caso, a unidade interna de controle (1015) é ativada pela bateria (1022) quando o acumulador (1016), adequadamente um capacitor, ativar o interruptor elétrico (1023) para comutar para um modo ligado. Quando o interruptor elétrico (1023) se encontrar em seu modo ligado, a unidade interna de controle (1015) é permitida de comandar a bateria (1022) para suprir ou não, energia para a operação do aparelho (10).

A figura 75 mostra, de forma esquemática, combinações concebíveis de componentes implantados do aparelho, para obtenção de diversas opções de comunicação. Basicamente, são mostrados o aparelho (10), a unidade
5 interna de controle (1015), a unidade de motor ou bomba (1009) e o dispositivo externo de transmissão de energia (1004), incluindo o controle remoto externo sem fio. Conforme já descrito acima, o controle remoto sem fio transmite um sinal de controle que é recebido pela unidade
10 interna de controle (1015), que, por sua vez, controla os diversos componentes implantados do aparelho.

Um dispositivo de realimentação, preferivelmente, compreendendo um sensor ou um dispositivo de medição (1025), pode ser implantado no paciente, para detectar um
15 parâmetro físico do mesmo. O parâmetro físico pode ser pelo menos parâmetro selecionado do grupo que consiste de parâmetros de pressão, volume, diâmetro, esticamento, alongamento, extensão, movimento, dobramento, elasticidade, contração muscular, impulso nervoso, temperatura do corpo,
20 pressão sangüínea, fluxo sangüíneo, batimentos cardíacos e respiração. O sensor pode detectar quaisquer dos parâmetros físicos acima. Por exemplo, o sensor pode ser um sensor de pressão ou um sensor de movimento. Alternativamente, o sensor (1025) pode ser disposto para detectar um parâmetro
25 funcional. O parâmetro funcional pode estar correlacionado à transferência de energia para carregamento de uma fonte de energia implantada, podendo ainda incluir pelo menos um parâmetro, selecionado do grupo de parâmetros que consiste de: eletricidade, qualquer parâmetro elétrico, pressão,
30 volume, diâmetro, esticamento, alongamento, extensão, movimento, dobramento, elasticidade, temperatura e fluxo.

A realimentação pode ser enviada para a unidade interna de controle ou para fora, para uma unidade externa de controle, preferivelmente, através da unidade interna de

controle. A realimentação pode ser enviada de fora do corpo, através do sistema de transferência de energia, ou de um sistema de comunicação separado, com receptores e transmissores.

5 A unidade interna de controle (1015) ou, alternativamente, o controle remoto externo sem fio do dispositivo externo de transmissão de energia (1004), pode comandar/controlar o aparelho (10), em resposta a sinais provenientes do sensor (1025). Um transceptor pode ser
10 combinado com o sensor (1025), para enviar informação sobre o parâmetro físico detectado para o controle remoto externo sem fio. O controle remoto sem fio pode compreender um transmissor ou um transceptor de sinal e a unidade interna de controle (1015) pode compreender um receptor ou um
15 transceptor de sinal. Alternativamente, o controle remoto sem fio pode compreender um receptor ou um transceptor de sinal e a unidade interna de controle (1015) pode compreender um transmissor ou um transceptor de sinal. Os acima mencionados transceptores, transmissores e receptores
20 podem ser usados para enviar informação ou dados correlacionados ao aparelho (10), do interior do corpo do paciente para fora do mesmo.

 Quando a unidade de motor/bomba (1009) e a bateria (1022) para acionamento da unidade de motor/bomba
25 (1009) são implantadas, a informação correlacionada ao carregamento da bateria (1022) pode ser realimentada. Para ser mais preciso, quando do carregamento de uma bateria ou acumulador com energia, a informação de realimentação correlacionada ao dito processo de carregamento é enviada e
30 o suprimento de energia é mudado em conformidade.

 A figura 76 mostra uma modalidade alternativa em que o aparelho (10) é regulado de fora do corpo do paciente. O sistema (1000) compreende uma bateria (1022) conectada ao aparelho (10), através de um interruptor

elétrico subcutâneo (1026). Assim, a regulação do aparelho (10) é realizada de modo não-invasivo, mediante pressionamento manual do interruptor subcutâneo, pelo que a operação do aparelho (10) é comutada nos modos liga e desliga. Deverá ser observado que a modalidade mostrada é simplificada e que adicionais componentes, tais como, uma unidade interna de controle ou qualquer outra peça aqui divulgada, podem ser adicionadas ao sistema. Dois interruptores subcutâneos podem também ser usados. Na modalidade preferida, um interruptor implantado envia informação para a unidade interna de controle, para executar um desempenho predeterminado e quando o paciente pressiona novamente o interruptor, o desempenho é invertido.

A figura 77 mostra uma modalidade alternativa, em que o sistema (1000) compreende um reservatório de fluido hidráulico (1013), hidraulicamente conectado ao aparelho. Uma regulação de modo não-invasivo é executada mediante pressionamento manual do reservatório hidráulico conectado ao aparelho.

O sistema pode incluir um comunicador externo de dados e um comunicador interno de dados implantável, que se comunica com o comunicador externo de dados. O comunicador interno alimenta dados correlacionados ao aparelho ou ao paciente para o comunicador externo de dados, e/ou o comunicador externo de dados alimenta dados para o comunicador interno de dados.

A figura 78 ilustra esquematicamente uma disposição do sistema que é capaz de enviar informação do interior do corpo do paciente para fora do mesmo, proporcionando informação de realimentação correlacionada a pelo menos um parâmetro funcional do aparelho ou sistema, ou informação correlacionada a um parâmetro físico do paciente, a fim de suprir uma quantidade precisa de energia

a um receptor interno de energia implantado (1002), conectado aos componentes consumidores de energia implantados no aparelho (10). Esse receptor de energia (1002) pode incluir uma fonte de energia e/ou um
5 dispositivo de transformação de energia. Em resumo, a energia sem fio é transmitida de uma fonte externa de energia (1004a), localizada fora do corpo do paciente e é recebida pelo receptor interno de energia (1002), localizado no interior do paciente. O receptor interno de
10 energia é adaptado para direta ou indiretamente suprir a energia recebida para os componentes consumidores de energia do aparelho (10), através de um interruptor (1026). Um balanço de energia é determinado entre a energia recebida pelo receptor interno de energia (1002) e a
15 energia usada pelo aparelho (10), e a transmissão de energia sem fio é então controlada com base no balanço de energia determinado. Assim, o balanço de energia proporciona uma precisa indicação da correta quantidade de energia necessária, que seja suficiente para adequadamente
20 operar o aparelho (10), sem provocar indevido aumento de temperatura do mesmo.

Na figura 78, a pele do paciente é indicada por uma linha vertical (1005). Aqui, o receptor de energia compreende um dispositivo de transformação de energia
25 (1002), localizado no interior do paciente, preferivelmente, logo abaixo da pele do paciente (1015). De modo geral, o dispositivo de transformação de energia implantado (1002) pode ser colocado no abdômen, tórax, fáscia do músculo (por exemplo, na parede abdominal),
30 subcutaneamente, ou em qualquer outra localização adequada. O dispositivo de transformação de energia implantado (1002) é adaptado para receber energia sem fio (E), transmitida a partir de uma fonte externa de energia (1004a), provida no dispositivo externo de transmissão de energia (1004),

localizado exteriormente à pele do paciente (1005), na vizinhança do dispositivo de transformação de energia implantado (1002).

Conforme é bem conhecido no segmento da técnica, a energia sem fio (E), geralmente, pode ser transferida por meio de qualquer adequado dispositivo Transferidor de Energia Transcutâneo (TET), tal como, um dispositivo incluindo uma bobina primária disposta na fonte externa de energia (1004a) e uma bobina secundária adjacente, disposta no dispositivo de transformação de energia implantado (1002). Quando uma corrente elétrica é alimentada através da bobina primária, a energia na forma de uma voltagem é induzida na bobina secundária, a qual pode ser usada para ativar os componentes consumidores de energia implantados no aparelho, por exemplo, após armazenamento da energia de chegada em uma fonte de energia implantada, tal como, uma bateria recarregável ou um capacitor. Entretanto, a presente invenção, geralmente, não é limitada a qualquer técnica específica de transferência de energia, nem a quaisquer dispositivos TET ou fontes de energia, pelo que, pode ser utilizado qualquer tipo de energia sem fio.

A quantidade de energia recebida pelo receptor de energia implantado pode ser comparada com a energia usada pelos componentes implantados no aparelho. O termo "energia usada" é então entendido para incluir também a energia armazenada pelos componentes implantados do aparelho. Um dispositivo de controle inclui uma unidade externa de controle (1004b), que comanda a fonte externa de energia (1004a), com base no balanço de energia determinado para regular a quantidade de energia transferida. A fim de transferir a quantidade correta de energia, o balanço de energia e a quantidade necessária de energia são determinados por meio de um dispositivo de determinação, incluindo uma unidade interna de controle implantada

(1015), conectada entre o interruptor (1026) e o aparelho (10). A unidade interna de controle (1015) pode, então, ser disposta para receber diversas medições obtidas por meio de adequados sensores ou dispositivos similares (não
5 mostrado), medindo certas características do aparelho (10), de algum modo refletindo a quantidade exigida de energia necessária para uma adequada operação do aparelho (10). Além disso, a condição presente do paciente pode ser também detectada por meio de adequados dispositivos ou sensores de
10 medição, a fim de prover parâmetros que reflitam a condição do paciente. Conseqüentemente, essas características e/ou parâmetros podem ser correlacionados ao estado atual do aparelho (10), tal como, consumo de energia, modo de operação e temperatura, assim como, a condição do paciente
15 refletida por parâmetros, tais como, temperatura do corpo, pressão sanguínea, batimentos cardíacos e respiração. Outros tipos de parâmetros físicos do paciente e parâmetros funcionais do dispositivo são descritos em outro local.

Além disso, uma fonte de energia na forma de um
20 acumulador (1016) pode, opcionalmente, ser conectada ao dispositivo de transformação de energia implantado (1002), através da unidade de controle (1015), para acumular a energia recebida, para posterior uso pelo aparelho (10). Alternativamente ou adicionalmente, as características de
25 tal tipo de acumulador que também refletem a quantidade necessária de energia podem também ser medidas. O acumulador pode ser substituído por uma bateria recarregável e as características medidas podem ser correlacionadas ao estado atual da bateria, como, também, a
30 qualquer parâmetro elétrico, por exemplo, consumo de energia, voltagem, temperatura, etc. A fim de proporcionar suficiente voltagem e corrente para o aparelho (10), e ainda para evitar um excessivo aquecimento, é claramente entendido que a bateria deve ser carregada de modo ótimo,

mediante recebimento de uma correta quantidade de energia do dispositivo de transformação de energia implantado (1002), isto é, uma quantidade de energia não tão pequena, nem demasiadamente grande. O acumulador pode ser também um
5 capacitor com características correspondentes.

Por exemplo, as características da bateria podem ser medidas regularmente, para determinar o estado momentâneo da bateria, que pode então ser armazenado como uma informação do estado em um adequado dispositivo de
10 armazenamento, na unidade interna de controle (1015). Assim, sempre que novas medições forem feitas, a informação armazenada do estado da bateria pode, conseqüentemente, ser atualizada. Desse modo, o estado da bateria pode ser "calibrado" através da transferência de uma correta
15 quantidade de energia, de modo a manter a bateria em uma condição ótima.

Portanto, a unidade interna de controle (1015) do dispositivo de determinação é adaptada para determinar o balanço de energia e/ou a quantidade de energia
20 momentaneamente exigida (tal como, energia por unidade de tempo ou energia acumulada), com base nas medições feitas pelos sensores ou dispositivos de medição acima mencionados do aparelho (10), ou do paciente ou, se for usada uma fonte implantada de energia, ou qualquer combinação dos mesmos. A
25 unidade interna de controle (1015) é ainda conectada a um transmissor interno de sinal (1027), disposto para transmitir um sinal de controle que reflete a determinada quantidade requerida de energia, para um receptor externo de sinal (1004c), conectado à unidade externa de controle
30 (1004b). A quantidade de energia transmitida da fonte externa de energia (1004a) pode então ser regulada em resposta ao sinal de controle recebido.

Alternativamente, o dispositivo de determinação pode incluir a unidade externa de controle (1004b). Nessa

alternativa, as medições do sensor podem ser transmitidas diretamente para a unidade externa de controle (1004b), pelo que o balanço de energia e/ou a quantidade de energia momentaneamente necessária pode ser determinada pela
5 unidade externa de controle (1004b), dessa forma, integrando a função acima descrita da unidade interna de controle (1015) na unidade externa de controle (1004b). Nesse caso, a unidade interna de controle (1015) pode ser omitida e as medições de sensor são fornecidas diretamente
10 ao transmissor interno de sinal (1027), o qual envia as medições para o receptor externo de sinal (1004c) e unidade externa de controle (1004b). O balanço de energia e a quantidade de energia presentemente exigida podem então ser determinados pela unidade externa de controle (1004b), com
15 base nas referidas medições do sensor.

Conseqüentemente, a presente solução de acordo com a disposição da figura 78 utiliza a realimentação da informação indicando a energia requerida, o que é mais eficiente do que as soluções anteriores, pelo fato de se
20 basear no uso real de energia comparado à energia recebida, por exemplo, com relação à quantidade de energia, à diferença de energia, ou à velocidade de recebimento de energia, se comparada à velocidade de energia usada pelos componentes consumidores de energia implantados do
25 aparelho. O aparelho pode usar a energia recebida, tanto para consumir, como para armazenar a energia em uma fonte implantada de energia ou dispositivo similar. Os diferentes parâmetros discutidos acima poderão, então, ser usados, caso seja de importância e de necessidade, e também como
30 uma ferramenta para a determinação do balanço real de energia. Entretanto, esses parâmetros podem também ser necessitados per si, para quaisquer ações tomadas internamente, para especificamente operar o aparelho.

O transmissor interno de sinal (1027) e o receptor externo de sinal (1004c) podem ser implementados como unidades separadas, usando adequados dispositivos de transferência de sinais, tais como, sinais de rádio, de infravermelho (IR) ou sinais ultra-sônicos. Alternativamente, o transmissor interno de sinal (1027) e o receptor externo de sinal (1004c) podem ser integrados no dispositivo de transformação de energia implantado (1002) e fonte externa de energia (1004a), respectivamente, de modo a conduzir os sinais de controle em uma direção inversa em relação à transferência de energia, basicamente, usando a mesma técnica de transmissão. Os sinais de controle podem ser modulados com relação à frequência, fase ou amplitude.

Assim, a informação de realimentação pode ser transferida por um sistema de comunicação separado, incluindo receptores e transmissores, ou pode ser integrada no sistema de energia. De acordo com a presente invenção, tal realimentação de informação e sistema de energia integrado, compreende um receptor interno de energia implantável, para receber energia sem fio, o receptor de energia tendo uma primeira bobina interna e um primeiro circuito eletrônico conectado à primeira bobina, e um transmissor externo de energia para transmitir energia sem fio, o transmissor de energia tendo uma segunda bobina externa e um segundo circuito eletrônico conectado à segunda bobina. A segunda bobina externa do transmissor de energia transmite energia sem fio, que é recebida pela primeira bobina do receptor de energia. Esse sistema compreende ainda um interruptor de energia, para comutar a conexão da primeira bobina interna para o primeiro circuito eletrônico em um modo liga e desliga, de modo que a informação de realimentação correlacionada ao carregamento da primeira bobina seja recebida pelo transmissor externo de energia na forma de uma variação de impedância na carga

da segunda bobina externa, quando o interruptor de energia comuta a conexão da primeira bobina interna para o primeiro circuito eletrônico, em um modo liga e desliga. Na implementação desse sistema, na disposição mostrada pela
5 figura 78, o interruptor (1026) é separado e controlado pela unidade interna de controle (1015), ou integrado na unidade interna de controle (1015). Deve ser entendido que o interruptor (1026) deve ser interpretado na sua modalidade mais ampla. Isso significa um transistor, MCU,
10 MCPU, ASIC FPGA ou um conversor (D/A), ou qualquer outro componente ou circuito eletrônico que possa comutar a energia em um modo liga e desliga.

Para concluir, a disposição de suprimento de energia ilustrada na figura 78 pode operar, basicamente, da
15 seguinte maneira. O balanço de energia é primeiro determinado pela unidade interna de controle (1015) do dispositivo de determinação. Um sinal de controle que reflete a quantidade requerida de energia é também criado pela unidade interna de controle (1015) e o sinal de
20 controle é transmitido do transmissor interno de sinal (1027) para o receptor externo de sinal (1004c). Alternativamente, o balanço de energia pode ser determinado pela unidade externa de controle (1004b), ao invés de depender da implementação, conforme mencionado acima. Nesse
25 caso, o sinal de controle pode conduzir resultados de medição de diversos sensores. A quantidade de energia emitida da fonte externa de energia (1004a) pode então ser regulada pela unidade externa de controle (1004b), com base no balanço de energia determinado, por exemplo, em resposta
30 ao sinal de controle recebido. Esse processo pode ser repetido intermitentemente em certos intervalos, durante o andamento da transferência de energia ou pode ser executado em uma base mais ou menos contínua, durante a etapa de transferência de energia.

A quantidade de energia transferida, geralmente, pode ser regulada mediante ajuste de diversos parâmetros de transmissão na fonte externa de energia (1004a), tais como, voltagem, corrente, amplitude, frequência de onda e
5 características de pulso.

Esse sistema pode também ser usado para obter informação sobre os fatores de acoplamento entre as bobinas em um sistema TET, tanto para calibrar o sistema, como para descobrir um local ótimo para a bobina externa em relação à
10 bobina interna e para otimizar a transferência de energia, simplesmente, comparando, nesse caso, a quantidade de energia transferida com a quantidade de energia recebida. Por exemplo, se a bobina externa for movimentada, o fator de acoplamento poderá variar e movimentos corretamente
15 exibidos poderão fazer com que a bobina externa encontre um local ótimo para transferir energia. Preferivelmente, a bobina externa é adaptada para calibrar a quantidade de energia transferida, para se obter a informação de realimentação no dispositivo de determinação, antes de o
20 fator de acoplamento ser maximizado.

Essa informação do fator de acoplamento pode também ser usada com uma realimentação durante a transferência de energia. Nesse caso, o sistema de energia da presente invenção compreende um receptor interno de
25 energia implantável, para recebimento de energia sem fio, o receptor de energia tendo uma primeira bobina interna e um primeiro circuito eletrônico conectado à primeira bobina, e um transmissor externo de energia para transmitir energia sem fio, o transmissor de energia tendo uma segunda bobina
30 externa e um segundo circuito eletrônico conectado à segunda bobina. A segunda bobina externa do transmissor de energia transmite energia sem fio, que é recebida pela primeira bobina do receptor de energia. Esse sistema compreende ainda um dispositivo de realimentação, para

comunicação da quantidade de energia recebida na primeira bobina como uma informação de realimentação, e em que o segundo circuito eletrônico inclui um dispositivo de determinação para recebimento da informação de realimentação, e para comparação da quantidade de energia transferida pela segunda bobina com a informação de realimentação correlacionada à quantidade de energia recebida na primeira bobina, para se obter o fator de acoplamento entre a primeira bobina e a segunda bobina. O transmissor de energia pode regular a energia transmitida em resposta ao fator de acoplamento obtido.

Com referência à figura 79, embora a transferência sem fio de energia para operar o aparelho tenha sido descrita acima, possibilitando uma operação não-invasiva, deve ser observado que o aparelho pode também ser operado com energia ligada a fios. Tal exemplo é mostrado na figura 79, em que um interruptor externo (1026) é interconectado entre a fonte externa de energia (1004a) e um dispositivo de operação, tal como, um motor elétrico (1007) que opera o aparelho (10). Uma unidade externa de controle (1004b) comanda a operação do interruptor externo (1026), para executar a adequada operação do aparelho (10).

A figura 80 ilustra diferentes modalidades de como a energia recebida pode ser fornecida e utilizada pelo aparelho (10). De modo similar ao exemplo mostrado na figura 78, um receptor interno de energia (1002) recebe energia sem fio (E) de uma fonte externa de energia (1004a), a qual é controlada por uma unidade de controle de transmissão (1004b). O receptor interno de energia (1002) pode compreender um circuito de voltagem constante, indicado por um quadro pontilhado "V constante" na figura, para suprimento de energia sob voltagem constante ao aparelho (10). O receptor interno de energia (1002) pode compreender ainda um circuito de corrente constante,

indicado por um quadro pontilhado "C constante" na referida figura, para fornecimento de energia sob corrente constante ao aparelho (10).

O aparelho (10) compreende uma peça consumidora de energia (10a), que pode ser um motor, bomba, dispositivo de restrição ou qualquer outro acessório médico que requeira energia para sua operação elétrica. O aparelho (10) pode compreender ainda um dispositivo de armazenamento de energia (10b) para armazenar a energia suprida do receptor interno de energia (1002). Assim, a energia suprida pode ser diretamente consumida pela peça consumidora de energia (10a) ou armazenada pelo dispositivo de armazenamento de energia (10b), ou a energia suprida pode ser parcialmente consumida e parcialmente armazenada. O aparelho (10) pode compreender ainda uma unidade de estabilização de energia (10c), para estabilizar a energia suprida do receptor interno de energia (1002). Assim, a energia pode ser suprida de uma maneira flutuante, de modo que possa ser necessário estabilizar a energia, antes de a mesma ser consumida ou armazenada.

A energia suprida do receptor interno de energia (1002) pode ser ainda acumulada e/ou estabilizada por meio de uma unidade de estabilização de energia separada (1028), localizada fora do aparelho (10), antes de a mesma ser consumida e/ou armazenada pelo aparelho (10). Alternativamente, a unidade de estabilização de energia (1028) pode ser integrada no receptor interno de energia (1002). Em cada caso, a unidade de estabilização de energia (1028) pode compreender um circuito de voltagem constante e/ou um circuito de corrente constante.

Deve ser observado que a figura 78 e a figura 80 ilustram algumas possíveis, mas, não-limitativas, opções de implementação, com relação a como os diversos componentes e elementos funcionais mostrados podem ser dispostos e

conectados entre si. Entretanto, um especialista versado na técnica irá facilmente observar que diversas variações e modificações poderão ser feitas dentro do escopo da presente invenção.

5 A figura 20, esquematicamente, mostra um circuito de medição de balanço de energia, de um dos modelos propostos do sistema, para controlar a transmissão de energia sem fio ou o sistema de controle de balanço de energia. O circuito possui um sinal de saída centralizado
10 em 2,5 V, proporcionalmente correlacionado ao desequilíbrio de energia. A derivada desse sinal mostra que o valor oscila para cima ou para baixo, e o quanto rápido essa modificação ocorre. Se a quantidade de energia recebida for inferior à energia usada pelos componentes implantados do
15 aparelho, mais energia será transferida e, desse modo, carregada na fonte de energia. O sinal de saída do circuito, tipicamente, é alimentado de um conversor analógico/digital (A/D) e convertido em um formato digital. A informação digital pode depois ser enviada para o
20 dispositivo externo de transmissão de energia, permitindo ao mesmo ajustar o nível da energia transmitida. Outra possibilidade é ter um sistema completamente analógico que utiliza comparadores, que comparam o nível de balanço de energia com determinados limites máximos e mínimos,
25 enviando informação para o dispositivo externo de transmissão de energia, caso o balanço extrapole o intervalo de valores máximos ou mínimos.

 A figura 81, de forma esquemática, mostra uma implementação de circuito para um sistema que transfere
30 energia para os componentes de energia implantados do aparelho, de fora do corpo do paciente, usando transferência indutiva de energia. Um sistema de transferência indutiva de energia, tipicamente, usa uma bobina externa transmissora e uma bobina interna receptora.

A bobina receptora (L1) é incluída na figura esquemática 64; as peças de transmissão do sistema são excluídas.

A implementação do conceito geral de balanço de energia e o modo pelo qual a informação é transmitida para o transmissor externo de energia podem, logicamente, ser implementados de numerosas e diferentes maneiras. A figura esquemática 81 e o método acima descrito de avaliação e transmissão de informação devem somente ser considerados como exemplos de como implementar o sistema de controle.

10 Detalhes do Circuito

Na figura 81, os símbolos (Y1), (Y2), (Y3), etc., simbolizam pontos de teste dentro do circuito. Os componentes apresentados no diagrama e seus respectivos valores são valores que são aplicados nessa específica implementação e que, logicamente, representam apenas um, de um número infinito de possíveis soluções de projeto.

A energia para ativar o circuito é recebida pela bobina receptora de energia (L1). A energia para os componentes implantados é transmitida, nesse caso específico, em uma frequência de 25 kHz. O sinal de saída do balanço de energia está presente no ponto de teste (Y1).

Os especialistas versados na técnica irão imaginar que as diversas modalidades apresentadas acima do sistema poderão ser combinadas de diversas e diferentes maneiras. Por exemplo, o interruptor elétrico (1006) da figura 64 poderia ser incorporado em quaisquer das modalidades apresentadas nas figuras 67-73, o dispositivo de desvio de válvula hidráulica (1014) da figura 67, poderia ser incorporado na modalidade apresentada na figura 66 e a caixa de engrenagens (1024) poderia ser incorporada na modalidade apresentada na figura 65. Deve ser observado que o interruptor pode simplesmente significar qualquer circuito ou componente eletrônico.

As modalidades descritas em conexão com as figuras 78, 80 e 81 identificam um método e um sistema para controlar a transmissão de energia sem fio para os componentes consumidores de energia implantados de um aparelho operável eletricamente. Esse método e sistema
5 serão definidos, em termos gerais, a seguir.

Portanto, é proporcionado um método para controlar a transmissão de energia sem fio fornecida a componentes consumidores de energia implantados, de um
10 aparelho conforme descrito acima. A energia sem fio (E) é transmitida a partir de uma fonte externa de energia localizada exteriormente ao paciente e recebida por um receptor interno de energia localizado no interior do paciente, o receptor interno de energia sendo conectado aos
15 componentes consumidores de energia implantados do aparelho, para direta ou indiretamente fornecer a energia recebida para os mesmos. Um balanço de energia é determinado entre a energia recebida pelo receptor interno de energia e a energia usada para a operação do aparelho. A
20 transmissão de energia sem fio (E) a partir da fonte externa de energia é depois controlada com base no determinado balanço de energia.

A energia sem fio pode ser transmitida de forma indutiva, de uma bobina primária na fonte externa de
25 energia, para uma bobina secundária no receptor interno de energia. Uma modificação no balanço de energia pode ser detectada para controlar a transmissão de energia sem fio, com base na modificação de balanço de energia detectada. Uma diferença pode ser também detectada entre a energia
30 recebida pelo receptor interno de energia e a energia usada para o dispositivo médico, para controlar a transmissão de energia sem fio, com base na diferença de energia detectada.

Ao se controlar a transmissão de energia, a quantidade de energia sem fio transmitida pode ser diminuída, se a modificação de balanço de energia detectada implicar em que o balanço de energia esteja aumentando ou vice-versa. A diminuição/aumento de transmissão de energia pode corresponder ainda a uma taxa de modificação detectada.

A quantidade de energia sem fio transmitida pode ser ainda diminuída, se a diferença de energia detectada implicar em que a energia recebida seja maior do que a energia usada ou vice-versa. A diminuição/aumento de transmissão de energia pode então corresponder à magnitude da diferença de energia detectada.

Conforme mencionado acima, a energia usada para a operação do dispositivo médico pode ser consumida para operar o dito dispositivo médico, e/ou armazenada em pelo menos um dispositivo de armazenamento de energia do dispositivo médico.

Quando parâmetros elétricos e/ou físicos do dispositivo médico e/ou parâmetros físicos do paciente são determinados, a energia pode ser transmitida para consumo e armazenamento, de acordo com uma velocidade de transmissão por unidade de tempo, a qual é determinada com base nos ditos parâmetros. A quantidade total de energia transmitida pode também ser determinada com base nos ditos parâmetros.

Quando uma diferença é detectada entre a quantidade total de energia recebida pelo receptor interno de energia e a quantidade total de energia consumida e/ou armazenada, e a diferença detectada está correlacionada à integral em relação ao tempo de pelo menos um parâmetro elétrico medido correlacionado ao dito balanço de energia, a integral pode ser determinada para uma voltagem e/ou corrente monitoradas, correlacionadas ao balanço de energia.

Quando a derivada é determinada em relação ao tempo de um parâmetro elétrico medido, correlacionado à quantidade de energia consumida e/ou armazenada, a derivada pode ser determinada para uma voltagem e/ou corrente
5 monitoradas, correlacionadas ao balanço de energia.

A transmissão de energia sem fio da fonte externa de energia pode ser controlada, mediante aplicação de pulsos elétricos à fonte externa de energia, a partir de um primeiro circuito elétrico para transmissão da energia sem
10 fio, os pulsos elétricos tendo bordas guias e bordas de fuga, variando as extensões dos primeiros intervalos de tempo entre sucessivas bordas guias e bordas de fuga dos pulsos elétricos, e/ou as extensões dos segundos intervalos de tempo entre sucessivas bordas guias e bordas de fuga dos
15 pulsos elétricos, e transmitindo a energia sem fio gerada a partir dos pulsos elétricos com uma potência variada, a variação da potência dependendo das extensões dos primeiro e segundo intervalos de tempo.

Nesse caso, a frequência dos pulsos elétricos
20 pode ser substancialmente constante quando da variação dos primeiro e/ou segundo intervalos de tempo. Quando da aplicação de pulsos elétricos, os pulsos elétricos podem permanecer sem modificações, exceto quando da variação dos primeiro e/ou segundo intervalos de tempo. A amplitude dos
25 pulsos elétricos pode ser substancialmente constante quando da variação dos primeiro e/ou segundo intervalos de tempo. Além disso, os pulsos elétricos podem ser variados, somente variando as extensões dos primeiros intervalos de tempo, entre sucessivas arestas guias e arestas de fuga dos pulsos
30 elétricos.

Uma seqüência de dois ou mais pulsos elétricos pode ser suprida em uma fila, pelo que quando da aplicação da seqüência de pulsos, do tipo em que a seqüência tem um primeiro pulso elétrico no início da seqüência e um segundo

pulso elétrico no final da seqüência, duas ou mais seqüências de pulsos podem ser fornecidas em uma fila, em que são variadas as extensões dos segundos intervalos de tempo entre sucessivas bordas de fuga do segundo pulso elétrico em uma primeira seqüência de pulsos, e a borda guia do primeiro pulso elétrico de uma segunda seqüência de pulsos.

Quando da aplicação de pulsos elétricos, os pulsos elétricos podem apresentar uma corrente substancialmente constante e uma voltagem substancialmente constante. Os pulsos elétricos podem também apresentar uma corrente substancialmente constante e uma voltagem substancialmente constante. Além disso, os pulsos elétricos podem também apresentar uma freqüência substancialmente constante. Os pulsos elétricos dentro de uma seqüência de pulsos podem, igualmente, apresentar uma freqüência substancialmente constante.

O circuito formado pelo primeiro circuito elétrico e fonte externa de energia pode apresentar um primeiro período de tempo característico ou primeiro tempo constante e, quando efetivamente se varia a energia transmitida, essa freqüência de período de tempo pode ocorrer na faixa do primeiro período de tempo característico ou de tempo constante, ou de um tempo mais curto.

Um sistema compreendendo um aparelho conforme descrito acima é então proporcionado, para controlar a transmissão de energia sem fio fornecida aos componentes consumidores de energia implantados do referido aparelho. Em seu aspecto mais amplo, o sistema compreende um dispositivo de controle para comandar a transmissão de energia sem fio de um dispositivo de transmissão de energia e um receptor interno de energia implantável, para receber a energia sem fio transmitida, o receptor interno de

energia sendo conectado aos componentes consumidores de energia implantados do aparelho, para, direta ou indiretamente, fornecer a energia recebida aos mesmos. O sistema compreende ainda um dispositivo de determinação, adaptado para determinar um balanço de energia entre a energia recebida pelo receptor interno de energia e a energia usada para os componentes consumidores de energia implantados do aparelho, em que o dispositivo de controle comanda a transmissão de energia sem fio, a partir do dispositivo externo de transmissão de energia, com base no balanço de energia determinado pelo dispositivo de determinação.

Além disso, o sistema pode compreender qualquer um dos seguintes itens:

- uma bobina primária na fonte externa de energia, adaptada para transmitir a energia sem fio de forma indutiva para uma bobina secundária no receptor interno de energia;
- o dispositivo de determinação é adaptado para detectar uma modificação no balanço de energia, e o dispositivo de controle comanda a transmissão de energia sem fio, com base na modificação de balanço de energia detectada;
- o dispositivo de determinação é adaptado para detectar uma diferença entre a energia recebida pelo receptor interno de energia e a energia usada para os componentes de consumo de energia implantáveis do aparelho e o dispositivo de controle comanda a transmissão de energia sem fio, com base na diferença de energia detectada;
- o dispositivo de controle comanda o dispositivo externo de transmissão de energia para diminuir a quantidade de energia sem fio transmitida, se a modificação de balanço de energia detectada implicar em que o balanço de energia esteja aumentando ou vice-versa, pelo que a diminuição/aumento da transmissão de energia corresponde a uma velocidade de modificação detectada;

- o dispositivo de controle comanda o dispositivo externo de transmissão de energia para diminuir a quantidade de energia sem fio transmitida, se a diferença de energia detectada implicar em que a energia recebida é maior que a energia usada, ou vice-versa, pelo que a diminuição/aumento da transmissão de energia corresponde à magnitude da dita diferença de energia detectada;
- a energia usada para o aparelho é consumida para operar o aparelho e/ou armazenada em pelo menos um dispositivo de armazenamento de energia do aparelho;
- quando os parâmetros elétricos e/ou físicos do aparelho e/ou os parâmetros físicos do paciente são determinados, o dispositivo de transmissão de energia transmite a energia para consumo e armazenamento, de acordo com uma velocidade de transmissão por unidade de tempo, que é determinada pelo dispositivo de determinação, com base nos ditos parâmetros. O dispositivo de determinação também determina a quantidade total de energia transmitida com base nos ditos parâmetros;
- quando uma diferença é detectada entre a quantidade total de energia recebida pelo receptor interno de energia e a quantidade total de energia consumida e/ou armazenada, e a diferença detectada é correlacionada à integral em relação ao tempo de pelo menos um parâmetro elétrico medido correlacionado ao balanço de energia, o dispositivo de determinação determina a integral para uma voltagem e/ou corrente monitoradas, correlacionadas ao balanço de energia;
- quando a derivada é determinada em relação ao tempo de um parâmetro elétrico medido correlacionado à quantidade de energia consumida e/ou armazenada, o dispositivo de determinação determina a derivada para uma voltagem e/ou corrente monitoradas, correlacionadas ao balanço de energia;

- o dispositivo de transmissão de energia compreende uma bobina colocada externamente ao corpo humano, e um circuito elétrico é provido para acionar a bobina externa com pulsos elétricos, de modo a transmitir a energia sem fio. Os
- 5 pulsos elétricos apresentam bordas guias e de fuga, e o circuito elétrico é adaptado para variar os primeiros intervalos de tempo entre sucessivas bordas guias e de fuga, e/ou segundos intervalos de tempo entre sucessivas bordas guias ou de fuga dos pulsos elétricos, para variar a
- 10 potência da energia sem fio transmitida. Como resultado, o receptor de energia que recebe a energia sem fio transmitida apresenta uma potência variada;
- o circuito elétrico é adaptado para liberar os pulsos elétricos para que permaneçam sem modificação, exceto com a
- 15 variação dos primeiro e segundo intervalos de tempo;
- o circuito elétrico apresenta um tempo constante, sendo adaptado para variar os primeiro e segundo intervalos de tempo somente na faixa do primeiro tempo constante, de modo que quando as extensões dos primeiro e/ou segundo
- 20 intervalos de tempo são variadas, a potência transmitida sobre a bobina é variada;
- o circuito elétrico é adaptado para liberar os pulsos elétricos para variação, somente através da variação das extensões dos primeiro intervalos de tempo, entre
- 25 sucessivas bordas guias e de fuga dos pulsos elétricos;
- o circuito elétrico é adaptado para fornecer uma seqüência de dois ou mais pulsos elétricos em uma fila, dita seqüência apresentando um primeiro pulso elétrico no início da seqüência de pulsos e um segundo pulso elétrico
- 30 no final da seqüência de pulsos; e
- as extensões dos segundos intervalos de tempo entre sucessivas bordas de fuga do segundo pulso elétrico em uma primeira seqüência de pulsos, e da borda guia do primeiro

pulso elétrico de uma segunda seqüência de pulsos, são variadas pelo primeiro circuito eletrônico;

- o circuito elétrico é adaptado para prover os pulsos elétricos como pulsos tendo uma altura, e/ou amplitude, e/ou intensidade, e/ou voltagem, e/ou corrente, e/ou freqüência, substancialmente constantes;

- o circuito elétrico apresenta um tempo constante, sendo adaptado para variar os primeiro e segundo intervalos de tempo somente na faixa do primeiro tempo constante, de modo que quando as extensões dos primeiro e/ou segundo intervalos de tempo são variadas, a potência transmitida sobre a primeira bobina é variada;

- o circuito elétrico é adaptado para proporcionar pulsos elétricos, variando as extensões dos primeiro e/ou segundo intervalos de tempo somente dentro de uma faixa que inclui o primeiro tempo constante, ou que se encontra localizada relativamente próxima ao primeiro tempo constante, comparada com a magnitude do primeiro tempo constante.

As figuras 82-85 mostram, em maiores detalhes, diagramas em bloco de quatro diferentes modos de acionamento hidráulico ou pneumático, acionando um aparelho implantado de acordo com a invenção.

A figura 82 mostra um sistema conforme descrito acima. O sistema compreende um aparelho implantado (10) e ainda um reservatório de regulação separado (1013), uma bomba unidirecional (1009) e uma válvula recíproca (1014).

A figura 83 mostra o aparelho (10) e um reservatório de fluido (1013). Ao movimentar a parede do reservatório de regulação ou modificar o tamanho do mesmo para qualquer outro diferente, o ajuste do aparelho pode ser realizado sem nenhuma válvula, apenas mediante a simples passagem de fluido, a qualquer momento, através da movimentação da parede do reservatório.

A figura 84 mostra o aparelho (10), uma bomba de duas vias (1009) e o reservatório de regulação (1013).

A figura 85 mostra um diagrama em bloco de um sistema servo inverso, com um primeiro sistema fechado
5 comandando um segundo sistema fechado. O servossistema compreende um reservatório de regulação (1013) e um servo-reservatório (1050). O servo-reservatório (1050) comanda mecanicamente um aparelho implantado (10), através de uma interligação mecânica (1054). O aparelho apresenta uma
10 cavidade expansível/contraível. Essa cavidade é preferivelmente expandida ou contraída através do suprimento de fluido hidráulico do maior reservatório ajustável (1052), em conexão de fluido com o aparelho (10). Alternativamente, a cavidade contém gás compressível, o
15 qual pode ser comprimido e expandido sob o comando do servo-reservatório (1050). O servo-reservatório (1050) pode, também, fazer parte do próprio aparelho.

Em uma modalidade, o reservatório de regulação é colocado subcutaneamente, sob a pele do paciente, sendo
20 operado através do impulsionamento da superfície externa do mesmo, por meio de um dedo. Esse sistema é ilustrado nas figuras 86a-86c. Na figura 86a, é mostrado um reservatório de regulação subcutâneo flexível (1013), conectado a um servo-reservatório de formato abaulado (1050), por meio de um conduto (1011). Esse servo-reservatório no formato
25 abaulado ou de fole (1050) compreende um aparelho flexível (10). No estado mostrado na figura 86a, o servo-reservatório (1050) contém uma quantidade mínima de fluido e a maior quantidade de fluido é encontrada no reservatório de regulação (1013). Devido à interligação mecânica entre o
30 servo-reservatório (1050) e o aparelho (10), o formato externo do aparelho (10) é contraído, isto é, ocupa menos que o seu volume máximo. Esse volume máximo é mostrado com linhas tracejadas na figura.

A figura 86b mostra um estado em que um usuário, como, por exemplo, o paciente no qual o aparelho está implantado, pressiona o reservatório de regulação (1013), de modo que o fluido ali contido é trazido para circular
5 através do conduto (1011) e dentro do servo-reservatório (1050), o qual, graças ao seu formato de fole, se expande longitudinalmente. Essa expansão, por sua vez, expande o aparelho (10), de modo a ocupar o seu volume máximo, dessa forma, esticando a parede do estômago (não mostrado) que se
10 dispõe em contato.

O reservatório de regulação (1013), preferivelmente, é provido de um dispositivo (1013a) para manter o seu formato após a compressão. Esse dispositivo que, esquematicamente, é mostrado na figura, irá então
15 manter o aparelho (10) em uma posição esticada, também, quando o usuário liberar o reservatório de regulação. Dessa maneira, o reservatório de regulação, essencialmente, opera como um interruptor de comutação, tipo liga e desliga, para o sistema.

20 Uma modalidade alternativa de operação hidráulica ou pneumática será agora descrita com referência às figuras 87 e 88a-c. O diagrama em bloco mostrado na figura 87 compreende um primeiro sistema fechado, que controla um segundo sistema fechado. O primeiro sistema compreende um
25 reservatório de regulação (1013) e um servo-reservatório (1050). O servo-reservatório (1050) comanda mecanicamente um reservatório maior ajustável (1052), através de uma interligação mecânica (1054). Um aparelho implantado (10) tendo uma cavidade expansível/contraível, por sua vez, é
30 comandado pelo maior reservatório ajustável (1052), mediante suprimento de fluido hidráulico do maior reservatório ajustável (1052), em conexão de fluido com o aparelho (10).

Um exemplo dessa modalidade será agora descrito com referência às figuras 88a-c. Como na modalidade anterior, o reservatório de regulação é colocado subcutaneamente, sob a pele do paciente, sendo operado
5 mediante impulsionamento da superfície externa do mesmo através de um dedo. O reservatório de regulação (1013) se encontra em conexão de fluido com um servo-reservatório de formato de fole (1050) por meio de um conduto (1011). No primeiro sistema fechado (1013, 1011, 1050) mostrado na
10 figura 88a, o servo-reservatório (1050) contém uma mínima quantidade de fluido e a maior quantidade de fluido é encontrada no reservatório de regulação (1013).

O servo-reservatório (1050) é mecanicamente conectado a um maior reservatório ajustável (1052), no
15 presente exemplo, também apresentando um formato de fole, mas, com um diâmetro maior do que o servo-reservatório (1050). O maior reservatório ajustável (1052) está em conexão de fluido com o aparelho (10). Isso significa que quando um usuário empurra o reservatório de regulação
20 (1013), dessa forma, deslocando fluido do reservatório de regulação (1013) para o servo-reservatório (1050), a expansão do servo-reservatório (1050) irá deslocar um maior volume de fluido do maior reservatório ajustável (1052) para o aparelho (10). Em outras palavras, nesse mecanismo
25 servo inverso, um pequeno volume no reservatório de regulação é comprimido com uma força maior e isso cria um movimento de uma maior área total com menos força por unidade de área.

Como na modalidade anterior descrita acima com
30 referência às figuras 86a-c, o reservatório de regulação (1013), preferivelmente, é provido de um dispositivo (1013a) para manter o seu formato após a compressão. Esse dispositivo que, esquematicamente, é mostrado na figura, irá então manter o aparelho (10) em uma posição esticada,

também, quando o usuário liberar o reservatório de regulação. Dessa maneira, o reservatório de regulação, essencialmente, opera como um interruptor de comutação do tipo liga e desliga, para o sistema.

5 A figura 89a mostra uma modalidade do dispositivo implantável, em que o dispositivo implantável compreende um elemento excentricamente rotativo (891) como um elemento de transmissão, fazendo parte de um dispositivo de operação que apresenta um centro de rotação (803). O dispositivo de
10 operação compreende ainda uma modalidade de um motor magnético, tal como, o motor magnético descrito com referência às figuras 7 e 8, compreendendo bobinas (804) e ímãs em conexão magnética com as ditas bobinas (804). As bobinas (804) são colocadas sobre uma primeira placa (812),
15 que está em conexão com uma segunda placa (891), que compreende os ímãs. Na modalidade mostrada na figura 89a, a segunda placa (891) compreende o elemento excentricamente rotativo (891). As primeira (812) e segunda (891) placas são adaptadas para se deslocarem rotativamente entre si, e
20 uma força é criada mediante sucessiva energização das bobinas (804) em conexão magnética com os ímãs, o que cria um movimento rotativo da primeira placa (812) em relação à segunda placa (891), que, por sua vez, afeta o elemento excentricamente rotativo (891). Além disso, de acordo com a
25 modalidade da figura 89a, a primeira placa (812) e segunda placa (891) são adaptadas para se disporem em contato entre si, que quando em uso, numa superfície de contato de acordo com a presente modalidade, compreende material cerâmico para resistir ao desgaste.

30 O dispositivo de operação é colocado em uma câmara vedada confinada pelo pistão (801) e luva (802). O pistão (801) e a luva (802), de acordo com a presente modalidade, são adaptados para se disporem em contato entre si, e para criar uma vedação em um ponto de contato (807).

O ponto de contato (807) pode compreender um material cerâmico resistente ao desgaste, que prolonga a vida do dispositivo implantável. De acordo com a modalidade mostrada na figura 89a, o elemento excentricamente rotativo (891) é adaptado para criar movimento do pistão (808) em uma primeira direção, o movimento na direção oposta sendo criado por meio de elementos de mola (805), que são tensionados quando o elemento excentricamente rotativo (891) pressiona o pistão (808) na primeira direção. O pistão (808) pode ser adaptado para se dispor em contato direto com o coração, ou para influenciar um braço de conexão ou o órgão que contata o coração, que, por sua vez, entra em contato com o coração.

A figura 89b mostra outra modalidade do dispositivo implantável, compreendendo um pistão colocado em uma luva (802). O pistão e a luva juntos confinam um espaço selado (806), adaptado para receber um fluido hidráulico de alta pressão a partir de uma entrada (809). O fluido hidráulico de alta pressão é adaptado para impulsionar o pistão (801) numa primeira direção, enquanto é gerado vácuo quando o fluido hidráulico é sugado do espaço selado (806) através da saída (810). O pistão (801) se dispõe em contato com a luva (802) em um ponto de contato (807), no presente caso, usando uma área (807) entre a luva (802) e o pistão (801). A área de contato (807) pode ser feita de um material cerâmico, dessa forma, adaptada para melhor resistir ao desgaste que é criado pelo dispositivo implantável, o qual tem de operar na velocidade dos batimentos do coração. O fluido hidráulico pode ser pressurizado, por exemplo, mediante uso de uma bomba hidráulica. De acordo com algumas modalidades, o sistema é um sistema pneumático, em cujo caso o dispositivo implantável é acionado por um gás comprimido, através de uma bomba pneumática. Em ainda outras modalidades (não

mostrado), o pistão (801) é adaptado para se movimentar na direção oposta por meio de elementos de mola (805), como na modalidade mostrada na figura 89a, isso podendo ser necessário se o pistão (801) e a luva (802) estiverem
5 apertadamente encaixados para vedação contra uma pressão demasiadamente alta, uma vez que a força exercida pelo vácuo é limitada.

A figura 90 mostra uma vista lateral em corte de um paciente humano, na qual um dispositivo implantável para
10 auxiliar o funcionamento do coração é implantado. O coração (H) é colocado no pericárdio (P), que é um saco de cobertura do coração, no qual o coração (H) é colocado. O pericárdio (P) se dispõe e se fixa no diafragma torácico (D), separando o tórax do abdômen. O dispositivo
15 implantável compreende um braço de conexão (244), conectando um órgão que contata o coração (2) a uma placa (242) fixada ao osso esterno (250) do paciente. De acordo com outras modalidades, a placa (242) ou o braço de fixação (244) podem ser fixados a pelo menos uma costela do
20 paciente, ou a pelo menos uma vértebra. De acordo com a modalidade mostrada na figura 90, o dispositivo de auxílio ao coração é um dispositivo adaptado para comprimir o coração, ao aplicar uma força sobre a parte externa do coração (H), entretanto, em outras modalidades, o
25 dispositivo de auxílio ao coração pode ser um coração artificial ou um dispositivo tipo LVAD, fixado a uma parte do corpo humano compreendendo osso, da mesma maneira.

O coração se apóia na superfície superior do diafragma torácico (D). O pericárdio (P) é um saco de três
30 camadas que envolve o coração (H). A camada externa é o pericárdio fibroso, aderindo ao diafragma torácico (D) inferiormente e, superiormente, é fundida às raízes dos grandes vasos sanguíneos que saem e entram no coração (H).

Ao criar a abertura e colocar uma parte contatando o diafragma (501), que de acordo com algumas modalidades é um anel tipo ilhó, na área do diafragma torácico (D), na qual o coração (H) se apóia, é possível
5 ganhar acesso ao pericárdio (P), sem a necessidade de entrar na cavidade torácica exterior ao pericárdio (P). A pressão na cavidade torácica é um pouco diferente da pressão na cavidade abdominal, o que, entre outras coisas, tem a vantagem de ser possível conectar um dispositivo de
10 bombeamento do coração, conectando o coração (H) a um dispositivo de operação colocado na cavidade abdominal, sem a necessidade de entrar na cavidade torácica exterior ao pericárdio (P).

A figura 91 mostra uma vista lateral em corte de
15 um paciente humano, na qual um dispositivo implantável para auxiliar o funcionamento do coração é implantado. Um braço de conexão é preso a uma placa (241), a qual é fixada a uma vértebra da coluna vertebral, usando um parafuso (243), entretanto, meios alternativos de fixação são igualmente
20 concebíveis, tais como, rebites, adesivos ou um arame de fixação. O braço de fixação, por sua vez, é fixado a um dispositivo de operação (57), adaptado para operar o dispositivo de auxílio ao coração.

A partir do dispositivo de operação, outra porção
25 do braço de conexão (244) (um elemento de transferência de força (502)) se estende para frente e para cima, na figura. O elemento de transferência de força (502) é adaptado para transferir força do dispositivo de operação (57) para o órgão que contata o coração (2), colocado em conexão com o
30 coração. O elemento de transferência de força (502) transfere força através de uma parte que contata o diafragma (501), no presente caso sendo um elemento tipo anel de ilhó (501), colocado em contato com o diafragma torácico (D), desse modo, auxiliando na manutenção de uma

abertura a partir do lado abdominal do diafragma torácico (D) para o lado torácico do diafragma torácico (D). Em outras modalidades, a parte que contata o diafragma é excluída e o elemento de transferência de força (502) (ou
5 peça que passa pelo diafragma) transfere força através do diafragma torácico (D), passando por uma abertura no diafragma torácico (D), sem passar através da parte que contata o diafragma.

O dispositivo de operação (57) pode ser um
10 dispositivo de operação adaptado para criar uma força mecânica, uma força hidráulica, uma força pneumática, que é então transferida pelo elemento de transferência de força (502). Em outras modalidades, um dispositivo de suprimento de energia, como, por exemplo, uma bateria, é colocado no
15 abdômen e fixado a uma parte da estrutura de corpo humano compreendendo osso. A energia elétrica é depois transferida através de um fio elétrico que passa através do diafragma torácico (D), através da parte que contata o coração (501), auxiliando na manutenção de uma abertura no diafragma
20 torácico (D). Em outras modalidades, a energia elétrica é transferida através de uma abertura no diafragma torácico (D), sem passar pela parte que contata o diafragma.

A figura 92 mostra uma vista lateral em corte de um paciente humano, na qual um dispositivo implantável para
25 auxiliar o funcionamento do coração é implantado. Um elemento de conexão (244) conecta um dispositivo de operação (57) a uma costela (251) do paciente, através de uma placa de fixação (242) que é fixada à dita costela (251). O dispositivo de operação (57), por sua vez, é
30 adaptado para operar um elemento de transferência de força (502), colocado entre o dito dispositivo de operação (57) e um órgão que contata o coração (2), adaptado para se dispor em contato com o coração (H). O elemento de transferência de força (502) é adaptado para transferir força através de

uma parte que contata o diafragma (501), colocada no diafragma torácico (D) e auxiliando na manutenção de uma abertura no diafragma torácico (D) e pericárdio (P). Isso é ainda explicado com referência à figura 91. A placa de
5 fixação (242), no presente caso, é colocada exteriormente à costela (251), entretanto, é também concebível que a placa de fixação (242) seja colocada interiormente à costela. A placa de fixação (242) pode, por exemplo, ser fixada à costela (251) usando parafusos, que podem ser adaptados
10 para fixação da placa (242) ao córtex externo da costela (251), córtex interno da costela (251) ou a ambos os córtex interno e externo da costela (251), ou ainda em uma modalidade em que os parafusos apertam a costela (251), por exemplo, através de uma disposição de parafuso e porca, ou
15 ainda mediante uma segunda placa com roscas colocada sobre o lado interno ou externo da costela (251).

A figura 93a mostra uma vista lateral em corte de um paciente humano, na qual um dispositivo implantável para auxiliar o funcionamento do coração é implantado. Na
20 modalidade da figura 93a, uma placa de fixação (242) é fixada interiormente ao osso esterno (250). Um elemento de conexão é fixado ao braço de conexão (244) e penetra no diafragma torácico (D) através de uma primeira parte que contata o diafragma (501b). O braço de conexão (244), por
25 sua vez, fixa um dispositivo de operação (57), que opera um elemento de transferência de força (502), que, por sua vez, transfere força por meio do diafragma torácico (D), através de uma segunda parte que contata o diafragma (501), para o dispositivo de auxílio ao coração, que compreende um órgão
30 que contata o coração (2), adaptado para se dispor em contato com o coração (H) do paciente. A segunda parte que contata o diafragma (501) ajuda na manutenção de uma abertura no diafragma torácico (D) e pericárdio (P). Isso é ainda explicado com referência à figura 91, e as partes que

contatam o diafragma (501, 501b) e elemento de transferência de força (502) são ainda descritos fazendo-se referência às figuras 101-107.

A figura 93b mostra uma vista lateral em corte de um paciente humano, na qual um dispositivo implantável para auxiliar o funcionamento do coração é implantado. Na modalidade da figura 93b, uma placa de fixação (242) é fixada exteriormente ou no lado anterior do osso esterno (250). Um braço de conexão (244) passa então ao longo do osso esterno e no abdômen do paciente, sendo curvado para se estender no abdômen, para uma seção do diafragma torácico (D), na qual o pericárdio (P) se apóia e se fixa ao diafragma torácico (D). A partir do dispositivo de operação (57), um elemento de transferência de força (502) penetra no diafragma torácico (D), através de uma parte que contata o diafragma (501). O órgão que contata o coração (2) em contato com o coração é uma parte de um dispositivo de auxílio ao coração, adaptado para auxiliar o funcionamento do bombeamento do coração, através da aplicação de uma força sobre a parte externa do coração. Essa modalidade possibilita uma fixação do dispositivo de operação (57) e do dispositivo de auxílio ao coração no abdômen, sem a necessidade de penetrar no tórax, exteriormente ao pericárdio (P). Isso possibilita a separação do tórax do abdômen, que, entre outros aspectos, é vantajoso, uma vez que existe uma diferença na pressão entre o tórax e o abdômen.

A figura 94 mostra um método cirúrgico ou laparoscópico de criação e manutenção de uma abertura no diafragma torácico (D) de um paciente. O método compreende as etapas de: criar uma incisão (503) no diafragma torácico (D) e, desse modo, criar uma abertura (503) no diafragma torácico (D), colocando uma parte que contata o diafragma (501) em contato com o diafragma torácico (D), desse modo,

mantendo a abertura (501) criada no diafragma torácico (D). De acordo com a modalidade da figura 94, a abertura (503) no diafragma torácico (D) é feita na seção do diafragma torácico (D), na qual o pericárdio (P) se apóia e se fixa, a abertura continuando dentro do pericárdio (P) do paciente, criando um alcance de abertura a partir do abdômen e para dentro do pericárdio (P), que possibilita um elemento ser colocado em contato com o coração (H) através da dita abertura (503). A figura 94 mostra ainda uma seção de um dispositivo de auxílio ao coração compreendendo um órgão que contata o coração (2), um braço de conexão (244), uma placa de fixação (242) e um parafuso (243) para fixação da placa de fixação (242). O braço de conexão (244) é curvado, de modo que o dito braço de conexão (244) é adaptado para fixar um dispositivo de auxílio ao coração a uma parte de uma estrutura de corpo humano compreendendo osso, através da parte que contata o diafragma (501), mantendo uma abertura no diafragma torácico (D).

A figura 95 apresenta uma vista lateral de um paciente, mostrando o coração (H) sendo colocado no pericárdio (P), dentro do tórax, se apoiando e sendo fixado a uma seção do diafragma torácico (D). A figura 95 ilustra um método de colocação de um dispositivo de auxílio ao coração através de uma incisão no tórax (506). O dispositivo de auxílio ao coração compreende uma placa de fixação (242), um braço de conexão (244) e um órgão que contata o coração (2). Os métodos de operação mostrados pelas figuras 94 e 95 podem ser implementados como métodos cirúrgicos ou laparoscópicos, onde as etapas dos métodos são realizadas através de trocartes colocados no tórax e abdômen, respectivamente.

A figura 96 mostra de perto uma parte do diafragma torácico (D) e do pericárdio (P), na seção do diafragma torácico (D), na qual o pericárdio (P) se apóia e

se fixa. A parte que contata o diafragma (501) auxilia na manutenção de uma abertura no diafragma torácico (D) e pericárdio (P). A parte que contata o diafragma (501) se apresenta na forma de uma estrutura de anel tipo ilhó, com
5 projeções (507) se estendendo a partir da parte que contata o diafragma (501), definindo a abertura do lado abdominal do diafragma torácico (D) para o lado torácico do diafragma torácico (D). As projeções (507) apertam as bordas da abertura no diafragma torácico (D) e pericárdio (P), desse
10 modo, auxiliando na fixação da parte que contata o diafragma (501) ao diafragma torácico (D) e pericárdio (P).

A figura 97a mostra uma modalidade de um dispositivo de auxílio ao coração, adaptado para auxiliar o funcionamento do bombeamento do coração, mediante aplicação
15 de força sobre o lado externo do coração (H). O coração (H) é colocado no pericárdio (P), que se apóia e se fixa ao diafragma torácico (D) em uma seção do diafragma torácico. A figura 97a mostra uma modalidade onde um dispositivo de operação (57) é colocado no abdômen de um paciente. Um
20 elemento de transferência de força (502) compreende uma primeira e uma segunda porção. A primeira porção é conectada a um dispositivo de operação (57), colocado em um recipiente vedante de dispositivo de operação (518), adaptado para proteger o dispositivo de operação (57) do
25 ambiente do abdômen. A segunda porção do elemento de transferência de força (502) é conectada a uma seção de admissão de força (517) do dispositivo de auxílio ao coração colocado no pericárdio (P). A seção de admissão de força transfere a força suprida pelo elemento de
30 transferência de força (502) para dois braços (516) conectados a dois elementos de transferência de força (502a, 502b) em uma junta articulável (515). Os órgãos que contatam o coração (502a, 502b) são adaptados para se dispor em contato com o coração (H), no lado anterior e

posterior do coração (H), de modo a aplicar força sobre o coração (H), para auxiliar o funcionamento do bombeamento do mesmo.

A parte de transferência de força (502) é adaptada para transferir força através do diafragma torácico (D), em uma seção do diafragma torácico (D), na qual o pericárdio (P) se apóia e se fixa ao diafragma torácico (D). Uma abertura no diafragma torácico (D) e pericárdio (P) é mantida por uma parte que contata o diafragma (501), adaptada para se dispor em conexão e fixada ao pericárdio (P), e/ou ao diafragma torácico (D).

O dispositivo de operação mostrado na figura 97a é um dispositivo de operação magnético, adicionalmente divulgado com referência às figuras 7 e 8, mas, entretanto, é igualmente concebível que o dispositivo de operação seja um motor elétrico, um servomotor, um motor hidráulico ou um motor pneumático. O dispositivo de operação pode ser adaptado para criar uma força mecânica de rotação e/ou uma força mecânica de translação e/ou uma força mecânica excentricamente rotativa.

A figura 97b mostra uma modalidade de um dispositivo de auxílio ao coração implantável, compreendendo os elementos da modalidade mostrada na figura 97a. A modalidade da figura 97b compreende ainda uma estrutura de movimento de tecido fibrótico (560), consistindo de um elemento elástico na forma de um fole, incluindo projeções (561) e recessos (562) para possibilitar movimento do elemento de transferência de força, mesmo após o tecido fibrótico ter começado a crescer sobre estrutura de movimento de tecido fibrótico (560), após o dispositivo implantável ter sido implantado em um paciente durante algum tempo.

A estrutura de movimento de tecido fibrótico (560) é fixada ao recipiente vedante de dispositivo de

operação (518), colocado no diafragma do paciente, e à parte que contata o diafragma, auxiliando na manutenção de uma abertura no diafragma torácico (D). A parte de transferência de força (502), colocada entre o dispositivo de auxílio ao coração e o recipiente de dispositivo de operação (518) colocado no abdômen, compreende uma primeira parte (563) em conexão com o dispositivo de operação (57) e uma segunda parte (564) em conexão com o dispositivo de auxílio ao coração. A primeira parte (563) e a segunda parte (564) constituem um compensador de movimento de respiração, disposto para compensar os movimentos no corpo criados pela respiração do paciente. O compensador de movimento de respiração pode ser estendido/comprimido através de uma funcionalidade telescópica. Um pino guia (565) é fixado à primeira parte (563) e colocado em uma fenda na segunda parte (564), e o compensador de movimento de respiração, dessa forma, possibilita a transferência de torque/força de rotação, ao mesmo tempo em que mantém a capacidade de estendimento/compressão para compensar os movimentos criados no corpo pela respiração do paciente. A figura 97b mostra ainda um elemento de fixação compreendendo um braço de conexão (244), e uma placa de fixação (242). O elemento de fixação é adaptado para fixar o dispositivo implantável exteriormente ao osso esterno de pelo menos uma costela, entretanto, são também concebíveis modalidades em que o elemento de fixação é adaptado para possibilitar a fixação do dispositivo de auxílio ao coração implantável ao exterior do osso esterno ou a pelo menos uma costela. Para possibilitar a compensação do funcionamento do movimento de respiração, os braços (561a, 561b) são articuladamente dispostos com relação à parte que contata o diafragma (501) e móveis em relação ao recipiente de dispositivo de operação (518).

A figura 97b mostra ainda um dispositivo de drenagem pericárdico para drenagem de um fluido do pericárdio (P) do paciente. O dispositivo de drenagem compreende um conduto, compreendendo uma primeira seção (980) e uma segunda seção (981). Uma porção da primeira seção (980) é adaptada para receber um fluido, interiormente ao pericárdio (P). A segunda seção (981) do conduto é adaptada para ser posicionada exteriormente ao pericárdio (P) do paciente e para possibilitar a descarga do fluido recebido do pericárdio (P), através de pelo menos uma porção da segunda seção (981). A drenagem pericárdica da modalidade mostrada na figura 97b é adaptada para movimentar um fluido do pericárdio (P) do paciente para o abdômen do dito paciente, entretanto, em outras modalidades, é igualmente concebível que o dispositivo de drenagem seja adaptado para movimentar um fluido do pericárdio (P) para qualquer outro local do corpo. A segunda seção (981) pode ser conectada a um recipiente implantável (983), para coleta do fluido drenado, ou a um elemento de descarga, para descarga do fluido dentro do abdômen do paciente.

A figura 97c mostra uma modalidade alternativa do compensador de movimento de respiração, divulgado com referência à figura 97b. Essa modalidade alternativa possibilita movimentos em volta de uma parte de conexão modelada de forma esférica da primeira parte (563). A parte de conexão compreende ranhuras (565), adaptadas para serem colocadas em correspondentes ranhuras (566) na segunda parte (564), para possibilitar a transferência de torque, ao mesmo tempo mantendo a capacidade de movimentação em múltiplas direções. A figura 97d mostra o compensador de movimento respiratório, quando a primeira parte (563) é inclinada na segunda parte (564).

A figura 98 mostra o dispositivo de auxílio ao coração implantável compreendendo os elementos do dispositivo de auxílio ao coração divulgados com referência à figura 97a. Os órgãos que contatam o coração (502a, 502b), conforme mostrado na figura 98, compreendem ainda 5 almofadas hidráulicas ou pneumáticas (171), adaptadas para aplicar força sobre o coração (H). As almofadas hidráulicas ou pneumáticas (171) podem alterar a área do coração (H) na qual a força é aplicada. As almofadas compreendem câmaras 10 tendo um volume, e o tamanho desse volume é adaptado para ser trocado individualmente, de modo a cada almofada influenciar a força exercida sobre o coração (H), após o dispositivo de auxílio ao coração implantável ter sido implantado no paciente. As almofadas hidráulicas ou 15 pneumáticas apresentam volumes adaptados para serem modificados, usando um sistema hidráulico ou pneumático implantável (519), que, de acordo com a presente modalidade, são adaptados para serem colocados no abdômen do paciente. O sistema hidráulico ou pneumático compreende 20 múltiplos condutos (514), que, de acordo com a presente modalidade, é separado em duas seções (514a, 514b), de modo a possibilitar movimento das almofadas (171), a partir dos primeiro e segundo órgãos que contatam o coração (502a, 502b). Os condutos hidráulicos ou pneumáticos (514), de 25 acordo com a presente modalidade, são adaptados para transferir força através de uma abertura no diafragma torácico (D), adaptada para ser mantida por meio de uma parte que contata o diafragma (501). Na modalidade da figura 98, a parte que contata o diafragma é adaptada para 30 permitir um elemento de transferência de força mecânica (502) e um elemento de transferência de força pneumática passarem através da parte que contata o diafragma (501). Em outras modalidades (não mostrado), o dispositivo de auxílio ao coração implantável compreende ainda um sistema

elétrico, pelo menos parcialmente adaptado para ser colocado no abdômen do paciente, compreendendo ainda um fio elétrico adaptado para transferir energia elétrica, uma entrada de sinal ou sensor de controle elétrico, na direção de ou proveniente da parte do dispositivo de auxílio ao coração implantável, colocada no tórax do paciente. O dispositivo de auxílio ao coração de acordo com quaisquer das presentes modalidades, pode compreender ainda um ou mais sensores (598), que proporcionam acesso. Isso pode, em quaisquer das presentes modalidades, ser, por exemplo, um sinal correlacionado ao ritmo do coração, pressão sangüínea, fluxo sangüíneo, atividade elétrica do coração, temperatura, tempo ou variável relativa ao teor de sangue, como, por exemplo, saturação, sódio, eritrócitos, leucócitos e/ou trombócitos. O dispositivo de auxílio ao coração de acordo com quaisquer das presentes modalidades pode ainda ser dotado de pelo menos um eletrodo, fornecendo um sinal elétrico para controlar o ritmo cardíaco, tal como, um sinal de marca-passo. O sistema de energização ou unidade de controle para manipulação dos sinais de sensor pode ser adaptado para ser colocado no abdômen do paciente.

A figura 99a mostra o dispositivo de auxílio ao coração implantável em uma modalidade em que o dispositivo de auxílio ao coração compreende um sistema hidráulico para controlar uma pluralidade de almofadas hidráulicas (171a-171e). O sistema hidráulico compreende uma unidade de porta de injeção implantável (527), que compreende uma pluralidade de câmaras (524a-524e), cada qual compreendendo seções de parede, que se constituem de membranas de vedação auto-penetráveis (528a-528d), adaptadas para serem penetradas por uma agulha (529) fixada a um elemento injetor (530), para injetar um fluido dentro da câmaras (524a-524e). A agulha é inserida através de um guia de inserção (526) fixado ao tecido humano (525), por exemplo,

através de implante subcutâneo. A agulha é depois inserida através de uma ou mais das seções de parede (528a-528d), para injeção de um fluido dentro de uma câmara específica (524a-524e) e, desse modo, influenciar uma específica
5 almofada (171a-171e) mediante conexão através dos condutos (514a-514e). Na modalidade mostrada na figura 99a, a pluralidade de condutos é colocada dentro de um feixe de condutos (531).

A localização da agulha (529), isto é, em qual
10 câmara (524a-524e) o fluido é injetado, pode ser controlada por um sistema de sensores, que, por exemplo, através de indução, percebe a presença da agulha (529) em uma câmara específica (524a-524e). O sistema de sensores pode ser adaptado para transmitir em um modo sem fio os sinais para
15 o médico que está injetando o fluido dentro do sistema. É ainda concebível que o sistema compreenda sensores que detectam a quantidade de fluido hidráulico injetado nas câmaras específicas (524a-524e), desse modo, o quanto cada almofada (171a-171e) foi afetada.

20 A figura 99b mostra um modelo alternativo da unidade de porta de injeção, conforme descrito com referência à figura 99a. A unidade de porta de injeção da presente modalidade apresenta a pluralidade de câmaras (524a-524e) colocada de modo próximo entre si, pelo que,
25 desse modo, a agulha não precisa penetrar em diversas porções de parede para alcançar uma câmara específica (524a-524e).

A figura 99c mostra uma modalidade de um sistema hidráulico para fornecimento de força a um dispositivo de
30 auxílio ao coração implantável. O sistema hidráulico compreende um cilindro (904), no qual um pistão (905) é colocado, de modo que uma primeira e segunda câmara (906a, 906b) se disponham sobre os dois lados do pistão (905). O pistão (905) é adaptado para se movimentar no dito cilindro

(904), em resposta às câmaras (906a, 906b) que estão sendo pressurizadas, mediante uso de um fluido hidráulico ou pneumático (F). O sistema compreende ainda um primeiro conduto (907a) e um segundo conduto (907b) para
5 transferência do fluido hidráulico ou pneumático (F) para as duas câmaras (906a), (906b).

Duas câmaras (909) e (910) compreendem fluido hidráulico ou pneumático (F). A primeira câmara (909) é adaptada para ser uma câmara de alta pressão, sendo ainda
10 adaptada para manter um fluido (F) tendo uma alta pressão. A pressão é mantida por meio de um gás pressurizado (911), que é confinado por trás de uma membrana da câmara, desse modo, exercendo uma pressão sobre o fluido na câmara (909). O fluido é transportado para uma válvula (908) que
15 apresenta dois estados. No primeiro estado da válvula, a válvula direciona o fluido da primeira câmara de alta pressão para a segunda câmara de cilindro (906b), pressionando o cilindro (905) para cima, conforme mostrado na figura. Nesse estado, a válvula também possibilita ao
20 fluido da primeira câmara de cilindro (906a) ser pressionado dentro do conduto (907a), e através da válvula para dentro da câmara de baixa pressão (910). O fluido é então bombeado para a câmara de alta pressão (909) usando uma bomba (915) colocada entre uma primeira parte (913) e
25 uma segunda parte (912) de um conduto. Uma válvula de retenção (914) é ainda colocada no conduto, para possibilitar que a pressão na câmara de alta pressão (909) permaneça alta, mesmo quando a bomba (915) for desligada. Em um segundo estado da válvula (908), o fluido é
30 direcionado a partir da câmara de alta pressão (909), através do conduto (907a), para dentro da primeira câmara de cilindro (906a) que, desse modo, impulsiona o cilindro para baixo, conforme mostrado na figura. A segunda câmara de cilindro, dessa forma, é esvaziada em um procedimento

análogo ao descrito para a primeira câmara de cilindro (906a), pelo que, o fluido é passado para a câmara de baixa pressão (910). O cilindro (905) é conectado a uma haste (903), que transfere diretamente a força para um órgão que
5 contata o coração (902), conforme mostrado na figura 99c, ou através de uma parte intermediária. O sistema compreende ainda uma porta de injeção (917) ara reenchimento ou calibração do sistema. A porta de injeção (917) é implantada subcutaneamente e fixada a um tecido do corpo
10 (918), sendo ainda conectada à câmara de baixa pressão (910) por meio de um conduto (916).

De acordo com o funcionamento do sistema divulgado com referência à figura 99c, o sistema pode movimentar o cilindro (905) e, desse modo, o órgão que
15 contata o coração (902), usando um fluido pressurizado (F) nas duas direções, o que elimina a limitação da força da operação, pela ocorrência de vácuo em um sistema.

A figura 99d mostra um sistema hidráulico com funcionalidade similar ao do sistema mostrado na figura
20 99a. Uma câmara de alta pressão (909), compreendendo uma pressão de gás (911) pressiona um fluido (F), que se dispõe em contato com uma válvula através de um conduto (921). A válvula (920) é adaptada para dirigir o fluido para uma pluralidade de condutos (919), em conexão com uma
25 pluralidade de pistões (922), correlacionados a um órgão que contata o coração, para mudança da área do coração na qual a força é exercida, os pistões sendo colocados sobre uma placa (923).

A figura 99e mostra um sistema fechado com
30 funcionalidade similar a do sistema mostrado na figura 99d. Um primeiro sistema de cilindros (930), com um primeiro cilindro (932) e um primeiro pistão (931), é adaptado para pressionar um fluido através de um primeiro conduto (933) para uma válvula (934). A válvula é adaptada para ser

operável para selecionar condutos, para dirigir a força proveniente do fluido pressurizado pelo primeiro sistema de cilindros (930). Os condutos são conectados a diversos sistemas de cilindros (936), adaptados para receber a força
5 proveniente do primeiro sistema de cilindros (930) e/ou transmitir a força de volta para o primeiro sistema de cilindros (930). O primeiro sistema de cilindros (930) pode ser adaptado para ser conectado a um dispositivo de operação, conforme divulgado com referência à figura 37,
10 para ativação do sistema. Conforme o funcionamento descrito com referência à figura 99e, um sistema totalmente implantável é divulgado para transferência de força de uma localização para diversas outras, usando uma válvula de seleção (934).

15 A figura 100 divulga um dispositivo de auxílio ao coração implantável similar à modalidade divulgada com referência à figura 97, com a grande diferença de que o dispositivo de auxílio ao coração é operado totalmente de modo hidráulico, por meio de um sistema hidráulico (519b),
20 colocado no abdômen e em conexão com um conduto (514), adaptado para auxiliar a transferência de força através de uma abertura no diafragma torácico, através de uma parte que contata o diafragma (501), adaptada para auxiliar na manutenção da abertura no diafragma torácico (D). O conduto
25 transfere força para uma seção de admissão de força (517), adaptada para transformar a força hidráulica em força mecânica, para exercer força sobre o coração (H) através dos braços (516) conectados articuladamente a uma junta (515), com relação aos órgãos que contatam o coração (502a,
30 502b). O sistema hidráulico ou pneumático (519b) pode compreender uma bomba hidráulica ou pneumática que proporciona a força. O sistema pode ser ativado ou controlado de modo não-invasivo de fora do corpo do paciente.

As figuras 101a-101d mostram uma modalidade da parte que contata o diafragma, divulgada em diversas modalidades no curso da presente descrição. A parte que contata o diafragma conforme mostrado na figura 101a, é uma
5 parte que contata o diafragma adaptada para ser aberta, para possibilitar a inserção de elementos de transferência de força ou partes que passam pelo diafragma. A parte que contata o diafragma compreende uma seção externa (509), a qual é adaptada para engatar as bordas de uma abertura
10 criada no diafragma torácico. As bordas (507) do diafragma torácico podem apertar o diafragma torácico e, dessa forma, auxiliar na fixação da parte que contata o diafragma com o diafragma torácico e/ou com o pericárdio. A parte que contata o diafragma pode ser fechada por meio de saliências
15 (510) em uma parte da abertura e por recessos (511) na outra parte da abertura. As saliências e recessos, desse modo, se nivelam e proporcionam uma fixação mecânica da parte que contata o diafragma. A figura 101b mostra a parte que contata o diafragma com possibilidade de abrir em seu
20 estado fechado. A superfície interna (508) da parte que contata o diafragma é lisa, de modo a não prejudicar nenhum elemento de transferência de força ou parte que passa pelo diafragma. A superfície interna (508) pode ser feita de um material altamente durável, como, por exemplo, um material
25 cerâmico, para melhor resistir ao desgaste que é criado, mediante o contato direto com uma parte que transfere força.

A figura 101c mostra uma modalidade da parte que contata o diafragma, na qual a parte que contata o
30 diafragma é um anel sólido, sem a funcionalidade de ser capaz de abertura. A parte que contata o diafragma é similar a um anel tipo ilhó e, basicamente, possui a mesma funcionalidade. A figura 101d representa uma vista em corte do anel sólido.

A figura 102 mostra a parte que contata o diafragma em uma modalidade, na qual um elemento de transferência de força (502) foi colocado na parte que contata o diafragma, para possibilitar a transferência de
5 força do lado abdominal do diafragma torácico para o lado torácico do diafragma torácico.

A figura 103 mostra a parte que contata o diafragma em uma modalidade, na qual dois elementos de transferência de força (502a, 502b) são colocados na parte
10 que contata o diafragma, para transferência de força mecânica do lado abdominal do diafragma torácico para o lado torácico do diafragma torácico. De acordo com a modalidade mostrada na figura 103, o elemento de transferência de força (502b) é adaptado para transferir
15 uma força de translação ou uma força alternada, enquanto o elemento de transferência de força (502a) é adaptado para transferir uma força de rotação.

A figura 104 mostra um elemento de transferência de força (502) colocado na parte que contata o diafragma,
20 numa modalidade em que o elemento de transferência de força (502b) é adaptado para se vedar contra a parte que contata o diafragma (501) e, dessa forma, vedar a cavidade abdominal a partir da cavidade torácica, o que é benéfico, uma vez que pode ocorrer uma diferença na pressão entre a
25 cavidade abdominal e a cavidade torácica. A vedação é criada em um ponto de contato (513). As superfícies dos pontos de contato (513) podem ser feitas de um material altamente durável, para resistir ao desgaste, tal como, um material cerâmico, para resistir ao desgaste criado pelo
30 contato constante entre a parte que contata o diafragma (501) e o elemento de transferência de força (502).

A figura 105 mostra a parte que contata o diafragma em uma modalidade em que um conduto (514) é colocado na parte que contata o diafragma, para

possibilitar a transferência da força hidráulica do lado abdominal do diafragma torácico para o lado torácico do diafragma torácico.

5 A figura 106 mostra a parte que contata o diafragma em uma modalidade em que um elemento de transferência de força (502) para transferência de força mecânica, e um elemento de transferência de força (514) para transferência de força hidráulica, são colocados na parte que contata o diafragma.

10 A figura 107 mostra uma modalidade em que o elemento de transferência de força (502) é colocado no diafragma torácico (D) sem o uso de uma parte que contata o diafragma (501). O elemento de transferência de força é assim adaptado para auxiliar na manutenção de uma abertura
15 no diafragma torácico (D). O elemento de transferência de força (502) pode ser adaptado para se dispor em contato com o diafragma torácico (D), quando o elemento de transferência de força é colocado na abertura, no diafragma torácico (D), desse modo, transferindo força da cavidade
20 abdominal para a cavidade torácica, mediante deslizamento contra o diafragma torácico (D).

A figura 108a mostra uma modalidade de um dispositivo de auxílio ao coração, adaptada para exercer uma força sobre o coração. O dispositivo de auxílio ao
25 coração compreende uma placa de fixação (242), para possibilitar a fixação do dispositivo a uma parte de uma estrutura de corpo humano compreendendo osso, através de parafusos colocados em furos de fixação (610), na placa (242). Um dispositivo de operação magnética (600) é montado
30 sobre a placa para operar os órgãos que contatam o coração (602a, 602b), adaptados para exercer uma força sobre o coração. De acordo com algumas modalidades, os órgãos que contatam o coração (602a, 602b) são almofadas hidráulicas ou pneumáticas, em que o funcionamento das mesmas é

descrito com referência a outras figuras aqui presentes. Um primeiro braço (616a) conecta a parte que compreende o dispositivo de operação (600) a um segundo braço (616b) articulado (604), que possibilita o movimento do segundo
5 braço (616b) em relação ao primeiro braço (616a). Um primeiro órgão que contata o coração (602a) é operacionalmente montado a uma placa (615), adaptada para possibilitar movimento do primeiro órgão que contata o coração (602a), para mudar a localização da força exercida
10 sobre o coração. A placa é operável por meio de uma conexão de engrenagem (614, 613) entre a placa (615) e um motor (612), cuja conexão de engrenagem é adaptada para operar a placa (615). A aplicação de força sobre o coração é executada pelo dispositivo de operação (600), disposto em
15 conexão com um elemento de transmissão, que executa um movimento de rotação excêntrico a partir de um ponto de fixação (609), ao qual um cabo de transmissão (621) é fixado, desse modo, tracionando o segundo braço articulado (616), criando a força que exerce movimento sobre o
20 coração. O dispositivo de auxílio ao coração, mediante essa construção, periodicamente exerce força sobre o músculo do coração, após as contrações do mesmo, adicionando força nessa aplicação.

A figura 108b mostra o dispositivo de auxílio ao
25 coração implantável em uma segunda vista, divulgando a funcionalidade do movimento adaptada para alterar a posição do dispositivo de auxílio ao coração e dos órgãos que contatam o coração, dessa forma, alterando a posição da força exercida sobre o coração, a partir de uma primeira
30 área do coração para uma segunda área do coração. O dispositivo de operação compreende um primeiro motor (605), adaptado para influenciar uma funcionalidade de engrenagem (608), criando um movimento de translação do dispositivo de bombeamento do coração, em relação à placa de fixação

(242). O dispositivo implantável compreende ainda uma unidade (607), adaptada para possibilitar um movimento de rotação do dispositivo de bombeamento do coração, em relação à placa de fixação (242). Para fixar a posição, o dispositivo de operação compreende ainda um elemento de travamento (606), para travamento do dispositivo de auxílio ao coração em uma posição específica, para aplicar força sobre o coração. A unidade (607) compreende ainda o dispositivo de operação adaptado para girar o ponto de fixação excentricamente rotativo (609), tracionando o cabo de operação (621), criando a força exercida sobre o coração. De acordo com essa modalidade, os braços são pressionados por mola, por meio de uma mola (603) em uma direção para fora, que traciona os braços (616a, 616b) separadamente, após o cabo de operação (621) ter tracionado os braços (616a, 616b) em conjunto. Todo o sistema pode ser adaptado para ser controlado de um modo não-invasivo, de fora do corpo do paciente, por meio de um dispositivo de controle remoto. O sistema pode ainda apresentar uma funcionalidade de sensor, para enviar realimentação sobre a localização e operações do dispositivo, para fora do corpo do paciente, por exemplo, por meio de uma transferência em um modo sem fio. É também concebível que a divisão de escala (611) seja feita de um material radiologicamente denso, dessa forma, possibilitando à divisão de escala ser lida em uma imagem radiológica.

A figura 109 mostra o dispositivo de operação em maiores detalhes. O dispositivo de operação compreende uma primeira parte (640), tendo uma primeira superfície, uma segunda parte (641) tendo uma segunda superfície, e uma terceira parte (642) tendo uma terceira superfície. A primeira parte é deslocável em relação às segunda e terceira partes. As primeira, segunda e terceira partes são adaptadas para se apoiarem entre si, pelo menos

parcialmente. A primeira parte exerce força indiretamente sobre uma parte externa do coração, através da conexão com o cabo de transmissão (621). As primeira, segunda e terceira superfícies são substancialmente paralelas. A

5 segunda parte compreende ímãs (15) e as primeira e terceira partes compreendem bobinas (14), e o deslocamento da segunda parte é criado através de sucessiva energização das bobinas (14). A força do deslocamento é transferida para o

10 cabo de transmissão através de um sistema de engrenagem (643, 644), em conexão com o elemento de transmissão excêntrico, que compreende o elemento de fixação excentricamente rotativo (609), no qual o cabo de transmissão (621) é fixado.

A figura 110 mostra a primeira parte (640)

15 compreendendo bobinas (14) quando a segunda placa foi removida, entretanto, a figura também mostra os ímãs (15) da segunda placa, muito embora a segunda placa tenha sido removida.

A figura 111 mostra uma modalidade do dispositivo

20 de auxílio ao coração, em que o dispositivo de auxílio ao coração compreende dois órgãos que contatam o coração (702), adaptados para aplicar uma força no lado anterior e no lado posterior do coração (H), respectivamente. Os

25 órgãos que contatam o coração (702) são dispostos de modo articulado em uma junta (712). Uma superfície dos órgãos que contatam o coração (702) se dispõe em contato com um elemento de transmissão excentricamente rotativo (711),

operado por um dispositivo de operação (710), mediante uma conexão com um primeiro sistema de engrenagens (718), que

30 transfere força do dispositivo de operação (710) através de um elemento de transferência de força (720) para um segundo sistema de engrenagens (714), em conexão próxima ao elemento excentricamente rotativo (711). O elemento excentricamente rotativo e/ou superfície dos órgãos que

contatam o coração, que contata o elemento de transmissão excentricamente rotativo, pode ser feito de um material durável, tal como, um material cerâmico, para resistir ao desgaste criado pela conexão constante do elemento excentricamente rotativo (711) com o órgão que contata o coração. O dispositivo de bombeamento do dispositivo de auxílio ao coração implantável é articulado com um braço (705), conectado a um dispositivo (706), o que possibilita o movimento do dispositivo de bombeamento do coração ao longo de uma placa de fixação (708) que compreende dois elementos de fixação (704), para fixar a placa de fixação (708) a uma parte de uma estrutura de corpo humano compreendendo osso. Todo o sistema pode ser adaptado para ser controlado de um modo não-invasivo, de fora do corpo do paciente, por exemplo, por meio de um dispositivo de controle remoto. O sistema pode ainda apresentar uma funcionalidade de sensor, para enviar realimentação sobre a localização e operações do dispositivo, para fora do corpo do paciente, por exemplo, por meio de uma transferência em um modo sem fio.

A figura 112a mostra uma modalidade do dispositivo de auxílio ao coração similar a do dispositivo mostrado na figura 111. No entanto, o dispositivo de acordo com a figura 112a é adaptado para penetrar no pericárdio (P) do abdômen, na área do diafragma torácico (D), na qual o pericárdio (P) se apóia e se fixa. Esse método de colocação possibilita a colocação do dispositivo sem a necessidade de penetrar dentro do tórax do paciente, o que facilita o procedimento. O dispositivo é fixado a uma parte do corpo humano compreendendo osso, através de um braço de fixação (742), que, por sua vez, suporta um dispositivo de operação (741) colocado no abdômen do paciente. O dispositivo de operação (741) transfere força através de um elemento de transferência de força (740), conectado a uma

parte de ligação (710), na qual dois elementos de transferência de força (720) são fixados. O dispositivo é adaptado para se deslocar através de uma abertura no diafragma torácico (D), sendo mantido por uma parte que
5 contata o diafragma (501) fixada ao diafragma torácico (D) e pericárdio (P).

A figura 112b mostra o dispositivo da figura 112b em seu estado desdobrado, com o dispositivo de operação (741) fixado a uma placa de fixação (708) por meio de um
10 braço de conexão (742), que, de acordo com a presente modalidade, é operável por meio de um dispositivo de operação de posicionamento (706), para alterar a posição do dispositivo de auxílio ao coração em relação à placa de fixação (708). As características de outras modalidades,
15 tais como, elemento compensador de movimento respiratório, drenagem pericárdica e estrutura de movimento de tecido fibrótico, divulgadas com referência à figura 97b, são de igual importância e podem ser incluídas nas modalidades das figuras 112a, 112b.

20 A figura 113 mostra um fluxograma de um método de operação, o qual pode compreender as etapas de:

- 1 - dissecar uma parte de uma estrutura de corpo humano compreendendo osso; e
- 2 - fixar um elemento de fixação ao osso, de modo que o
25 elemento de fixação seja colocado em contato com o braço de conexão.

Em uma modalidade desse procedimento cirúrgico, o método compreende ainda as etapas de:

- 3 - criar uma abertura no diafragma torácico; e
- 30 4 - inserir o braço de conexão dentro do tórax através da abertura, no diafragma torácico.

Essa abordagem do diafragma possibilita a um cirurgião colocar um dispositivo de auxílio ao coração no pericárdio do tórax, sem a necessidade de abrir o tórax. O

método pode ainda compreender a etapa de colocar um dispositivo de operação no abdômen do paciente, transferindo força através de uma abertura no diafragma torácico para dentro do tórax, para operar um dispositivo
5 de auxílio ao coração colocado no tórax.

Deve ser observado que na presente descrição detalhada, qualquer modalidade ou característica de modalidade, assim como qualquer método ou etapa de método, pode ser combinada de qualquer modo, desde que essa
10 combinação não seja contraditória. Também, deve ser observado que a descrição, no geral, deve ser vista como descrevendo um aparelho/dispositivo, adaptado para executar um método, assim como, esse próprio método em si.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo implantável para melhorar o funcionamento do bombeamento do coração (H) de um paciente humano, mediante aplicação uma força externa sobre o músculo cardíaco, o referido dispositivo compreendendo pelo menos um órgão que, periodicamente, faz contato com o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902), exercendo uma força sobre o músculo cardíaco, acompanhado as contrações cardíacas e adicionando mais força às mesmas, **caracterizado pelo** fato de que o referido dispositivo implantável (1) é adaptado para possibilitar a mudança na posição da força aplicada sobre o coração (H) pelo referido órgão que entra em contato com o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902), de modo que o referido órgão que entra em contato com o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) possa mudar a força exercida sobre uma primeira área do coração para uma segunda área do coração, após o referido dispositivo implantável ter sido totalmente implantado no paciente.

2. Dispositivo implantável, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o referido pelo menos um órgão que contata com o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) compreende pelo menos um de; pelo menos uma almofada (171; 171a-e; 174) hidráulica ou pneumática e pelo menos um pistão (50; 50a; 50b; 55; 143; 144; 173; 182; 801; 808; 905; 922; 931) mecânico, hidráulico ou pneumático.

3. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, **caracterizado pelo** fato de que o

referido dispositivo implantável (1) compreende, pelo menos, uma primeira e uma segunda almofada, em que a referida primeira almofada compreende uma primeira câmara com um volume, e, em que a referida segunda almofada compreende uma segunda câmara tendo um segundo volume, e, em que os referidos primeiro e segundo volumes são adaptados para serem alteráveis individualmente, para influenciar a referida força exercida no coração (H) do paciente humano, após o referido dispositivo implantável (1) ter sido implantado no referido paciente humano.

4. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo** fato de que a referida posição da referida força exercida sobre o coração é adaptada para ser alterada após um número predeterminado de batimentos cardíacos.

5. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que a referida posição da referida força exercida no coração é adaptada para ser alterada após um tempo predeterminado.

6. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo** fato de que a referida posição da referida força exercida no coração é adaptada para ser alterada após um sinal de um sensor (98; 146d; 598; 913; 1025).

7. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pelo** fato de que o referido dispositivo implantável (1) é adaptado para comprimir pelo menos uma porção de uma parede de tecido, pelo referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a;

502b; 602a; 602b; 702; 902) que exerce força sobre o coração (H), e, em que o referido dispositivo implantável (1) é ainda adaptado para estimular pelo menos uma porção da parede do tecido do coração para comprimir ainda mais a parede do tecido, em que a referida estimulação da parede do tecido do coração é realizada usando a estimulação elétrica.

8. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado pelo** fato de que o referido dispositivo implantável é pelo menos um dentre: acionado eletricamente, acionado hidráulicamente e acionado pneumáticamente.

9. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 8, **caracterizado pelo** fato de que compreende uma pluralidade de almofadas (171a-171e), cada almofada tendo um volume, em que a referida pluralidade de almofadas (171a-171e), é adaptada para ser alterada independentemente para influenciar a referida força exercida no coração (H), em que o referido dispositivo implantável compreende ainda um sistema hidráulico em conexão fluida com a referida pluralidade de volumes.

10. Dispositivo implantável, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** fato de que o referido sistema hidráulico compreende pelo menos um de; uma pluralidade de portas de injeção para alterar individualmente o volume dos referidos volumes e uma unidade de porta de injeção (97; 527; 910; 917) que compreende a referida pluralidade de portas de injeção para alterar individualmente o volume das referidas câmaras (524a-524e).

11. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma

das reivindicações 1 a 10, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração é adaptado para ser movido a cada batimento cardíaco e, assim, seguindo a contração do músculo cardíaco.

12. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo** fato de que o referido dispositivo implantável (1) compreende ainda um elemento de fixação (185; 186; 241; 241a; 241b) adaptado para auxiliar na fixação do referido dispositivo implantável a uma área do corpo selecionada a partir de um grupo que consiste em: esterno (250), em pelo menos uma costela (251; 252) e pelo menos uma vértebra (255; 256).

13. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) é adaptado para exercer uma força externa no ventrículo esquerdo (178).

14. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) é adaptado para exercer uma força externa em dois lados diferentes do ventrículo esquerdo (178).

15. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) é adaptado para exercer uma força externa no ventrículo direito (179).

16. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma

das reivindicações 1 a 15, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) é adaptado para exercer uma força externa em dois lados diferentes do ventrículo direito (179).

17. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração compreende um órgão de contato cardíaco operado mecanicamente, em que o referido dispositivo implantável compreende pelo menos um dentre; pelo menos uma primeira articulação operável, primeira e segunda articulações operáveis e três ou mais articulações, incluindo uma primeira, segunda e terceira ou mais articulações operáveis, em que a posição da referida força exercida pelo referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) é adaptada para ser alterada pela operação de pelo menos um dos; a primeira, segunda e terceira ou mais articulações operáveis, em que as referidas articulações operáveis são operáveis a partir do exterior do corpo do paciente por pelo menos uma das; um controle remoto sem fio e uma ferramenta invasiva adaptada para passar pela pele do paciente e alcançar a articulação.

18. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, **caracterizado pelo** fato de que o referido dispositivo implantável compreende ainda um material selecionado a partir de um grupo de materiais compreendendo;

- material cerâmico;
- titânio;
- Aço inoxidável;

- material à base de silicone;
- Materiais flúor-poliméricos.

19. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, **caracterizado pelo** fato de que compreende um sistema que compreende um receptor de energia interno (1002), adaptado para ser energizado de maneira não invasiva e sem fio por um dispositivo de transmissão de energia de fora do corpo do paciente (1004), adaptado para enviar energia sem fio para uma fonte de energia interna implantável compreendida no dispositivo médico, sendo cobrada pela energia transferida do dispositivo de transmissão de energia.

20. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado pelo** fato de que compreende um sistema que compreende um receptor interno de energia (1002) adaptado para ser energizado de maneira não invasiva e sem fio por um dispositivo de transmissão de energia de fora do corpo do paciente (1004), adaptado para enviar energia sem fio para pelo menos um componente de consumo de energia implantável do aparelho adaptado para pelo menos um de;

- usar diretamente a energia sem fio em seu estado sem fio e
- usar energia fornecida por um dispositivo de transformação de energia (1002) incluído no sistema e adaptado para receber a energia sem fio.

21. Dispositivo implantável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 20, **caracterizado pelo** fato de que o órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a;

602b; 702; 902) é deslocável em relação ao elemento de fixação (185; 186; 241; 241a; 241b).

22. Dispositivo implantável, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) é rotativamente deslocável em relação ao elemento de fixação (185; 186; 241; 241a; 241b), em pelo menos um eixo.

23. Dispositivo implantável, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) é linearmente deslocável em relação ao elemento de fixação (185; 186; 241; 241a; 241b), em pelo menos um eixo.

24. Dispositivo implantável, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo** fato de que o referido órgão que contata o coração (2; 2a; 2b; 502a; 502b; 602a; 602b; 702; 902) é deslocável linearmente em relação ao elemento de fixação (185; 186; 241; 241a; 241b), em pelo menos um primeiro e segundo eixos.

25. Sistema **caracterizado pelo** fato de que compreende o dispositivo implantável conforme definido por qualquer uma das reivindicações 1 a 20, e ainda compreende um controle remoto sem fio para controle não invasivo do dispositivo.

Fig. 1

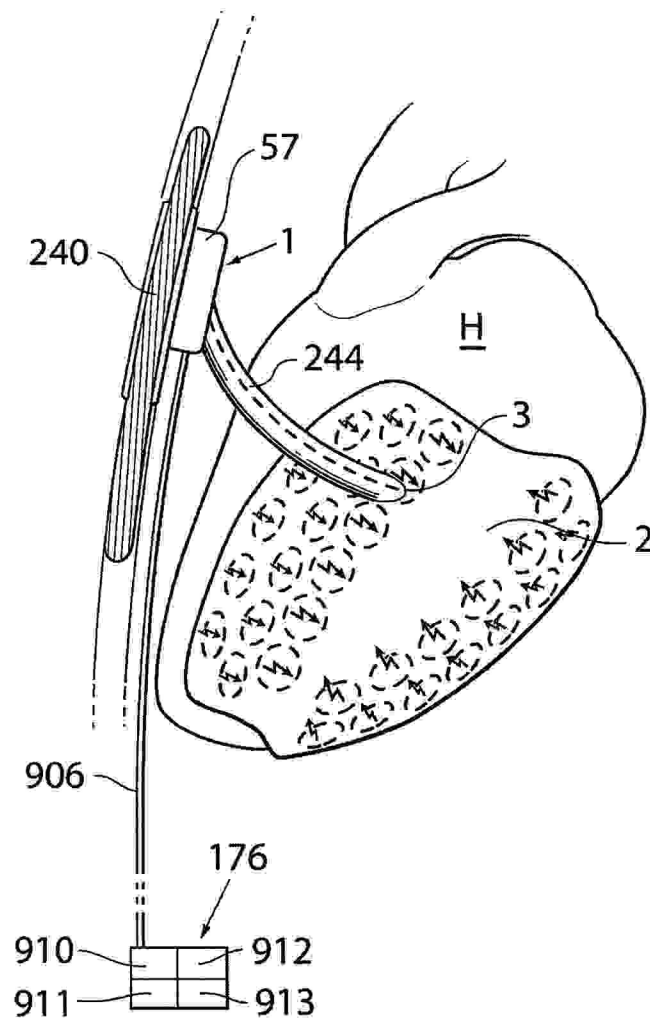


Fig. 2

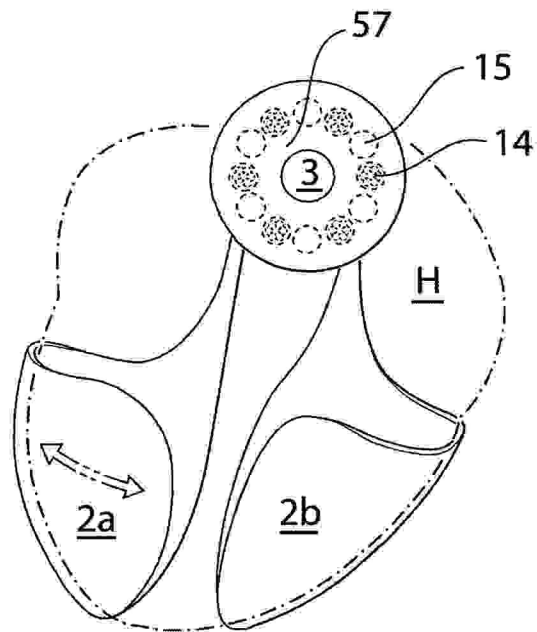


Fig. 3

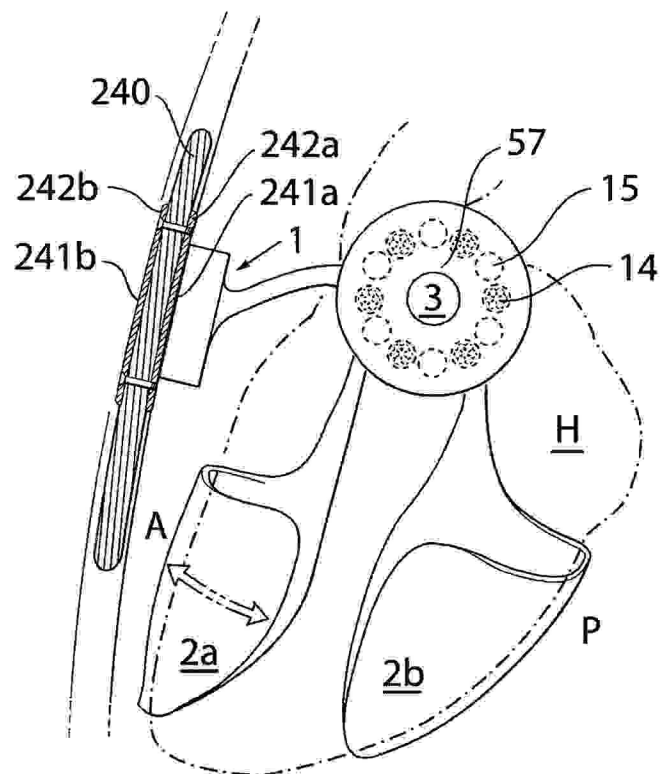


Fig.4

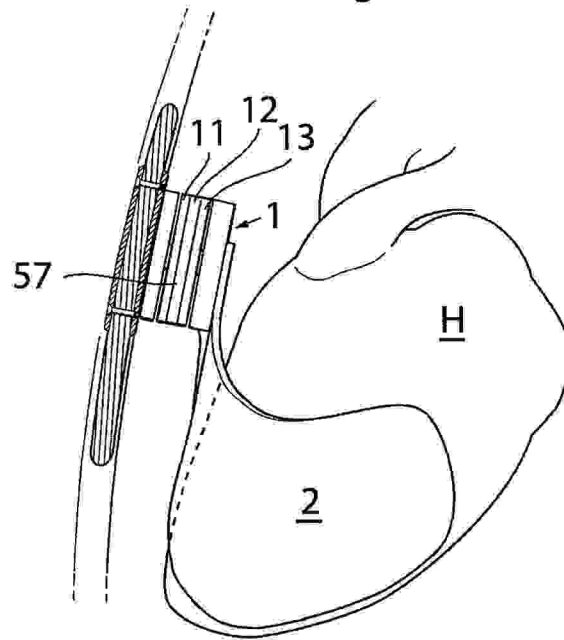


Fig.5

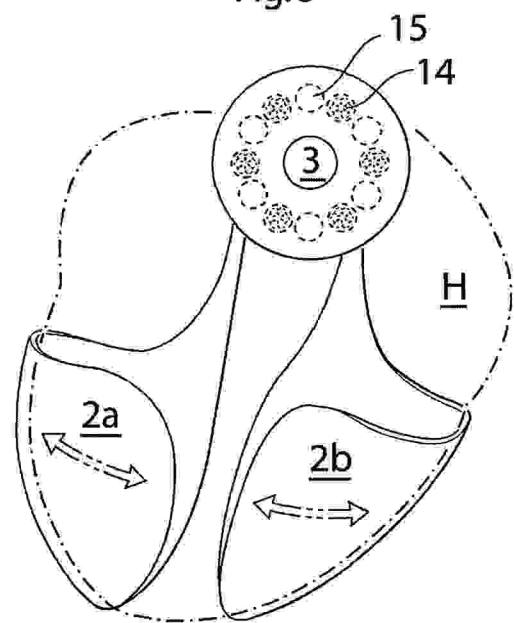


Fig.6

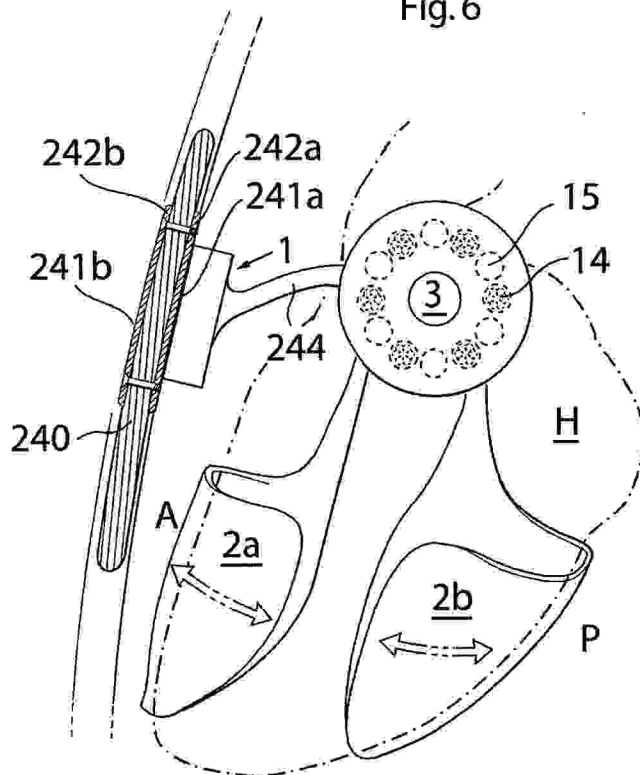


Fig. 7

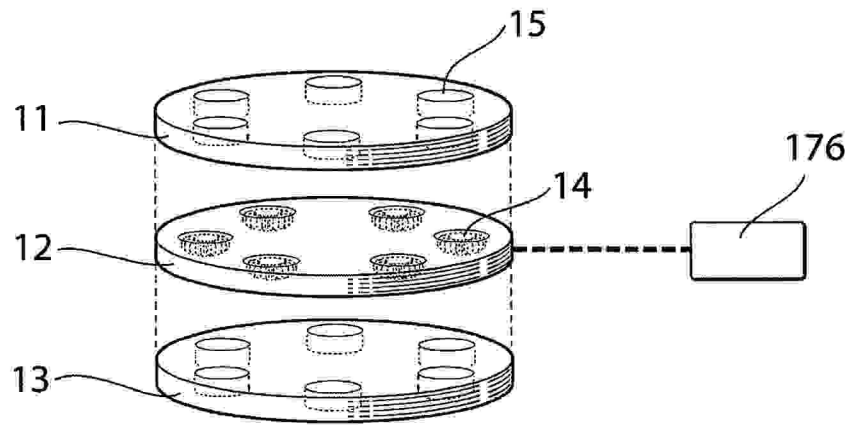


Fig. 8

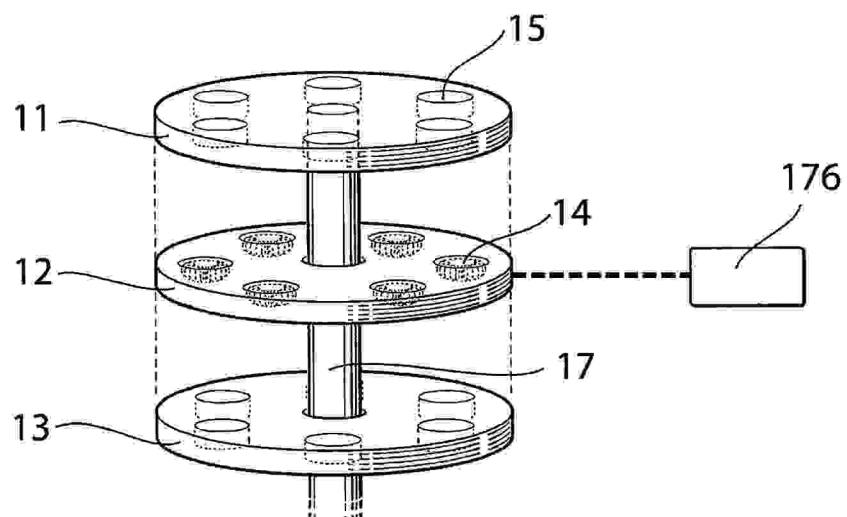


Fig. 9

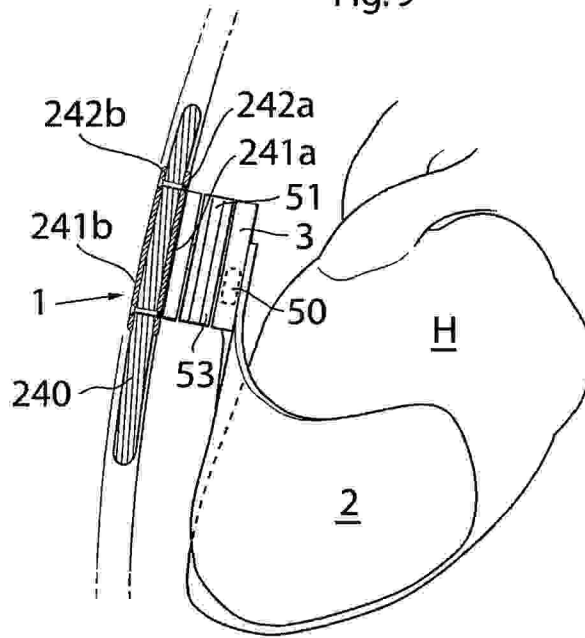


Fig. 11

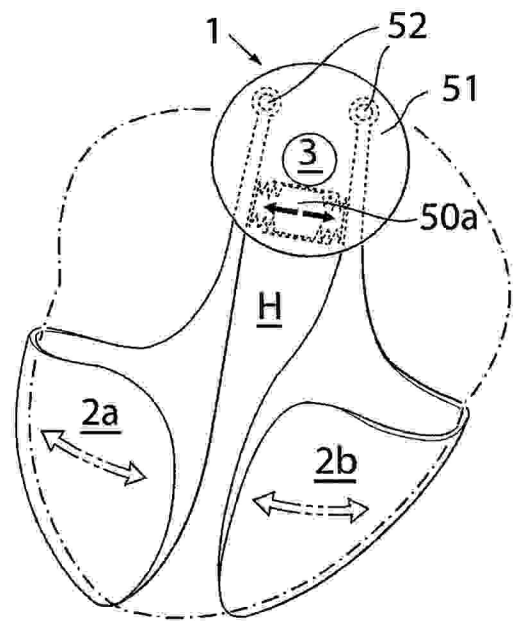
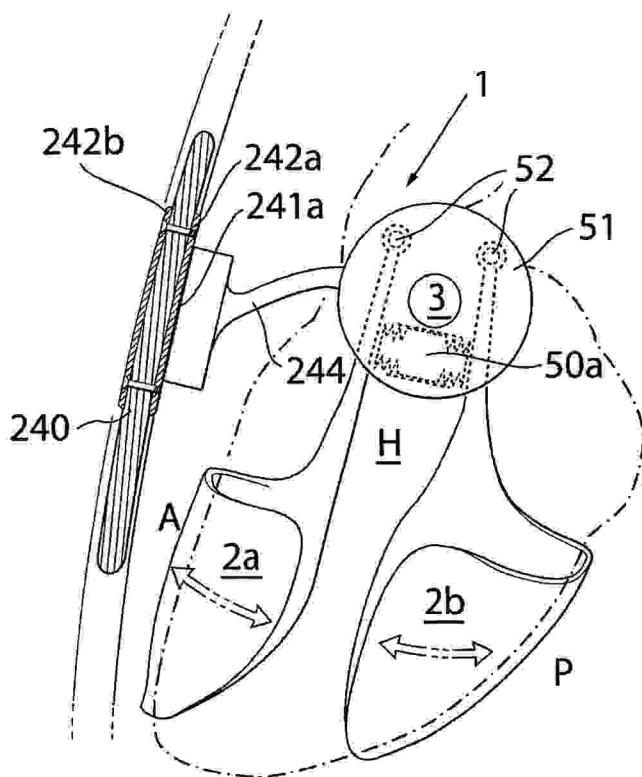


Fig. 10



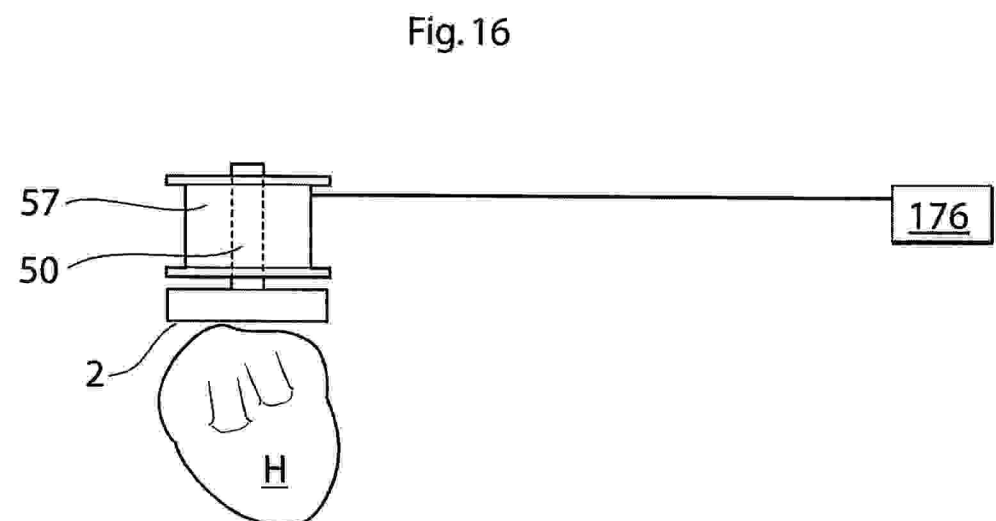
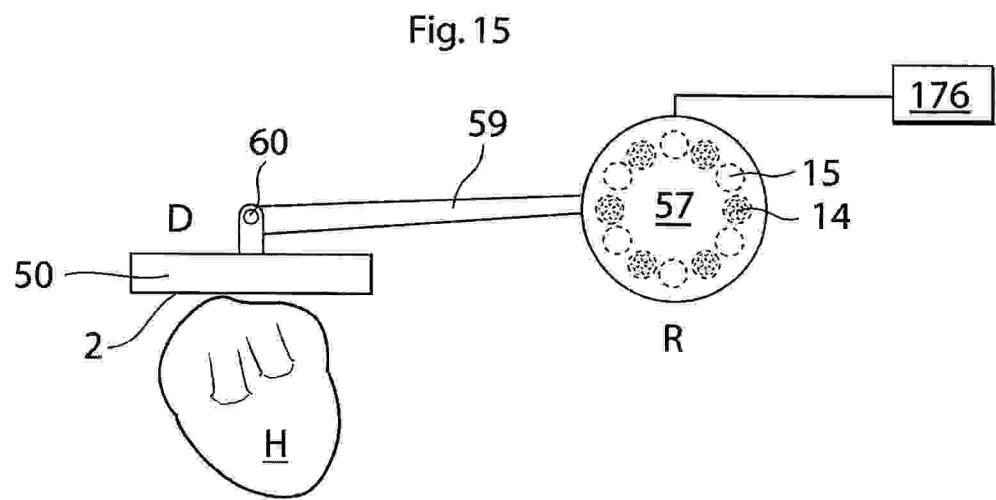
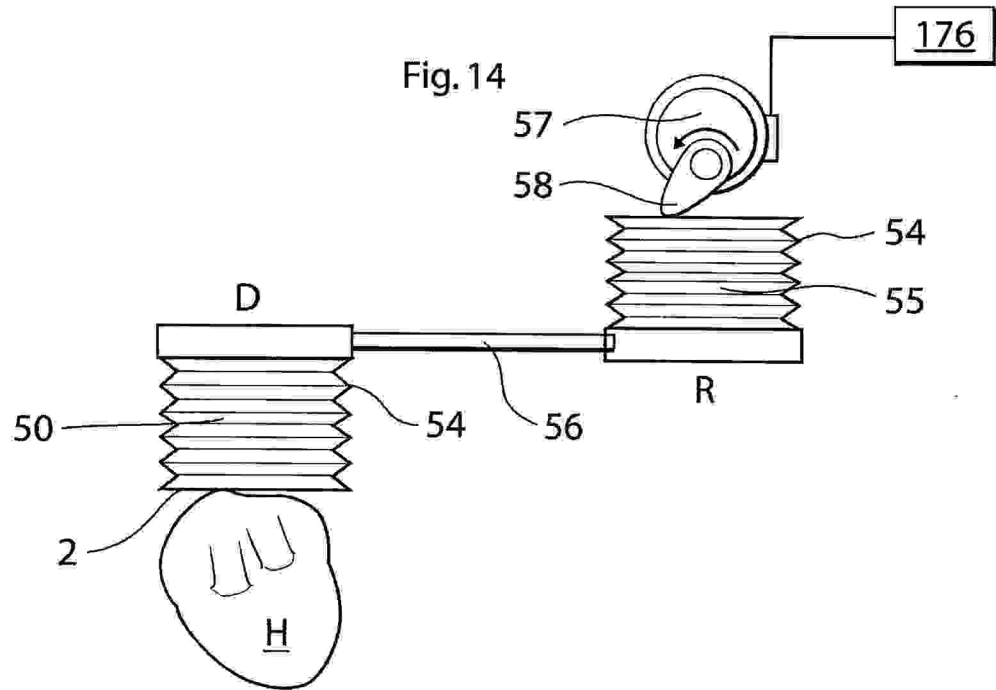


Fig. 17

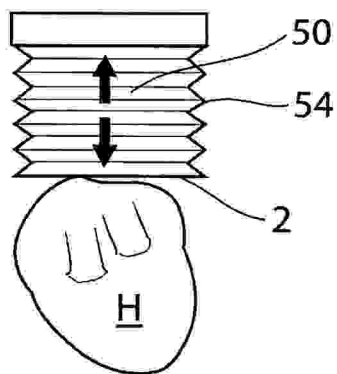


Fig. 18

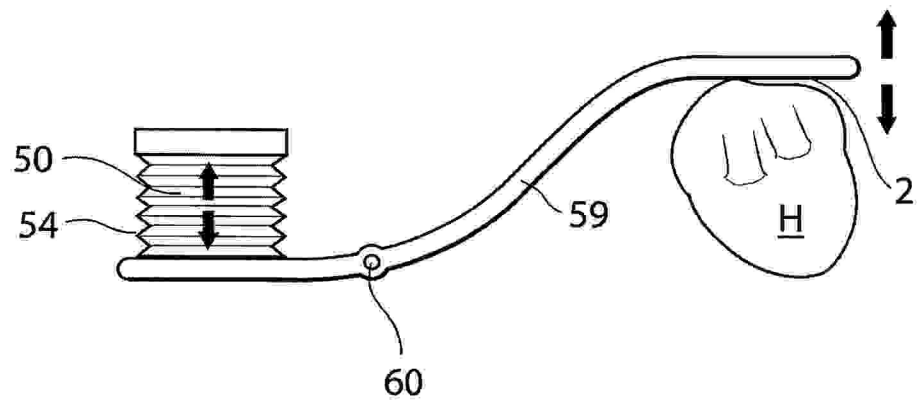


Fig. 19

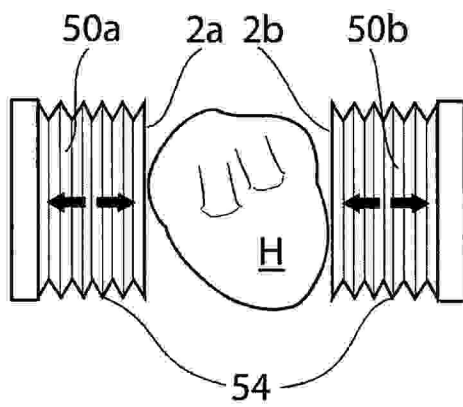


Fig. 20

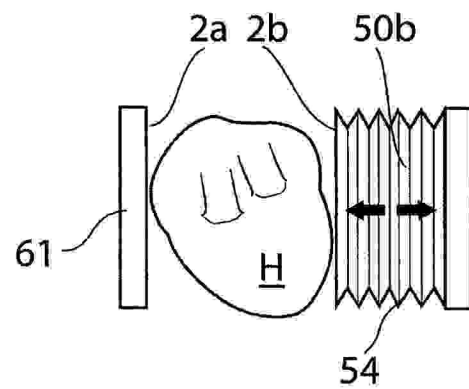


Fig. 21

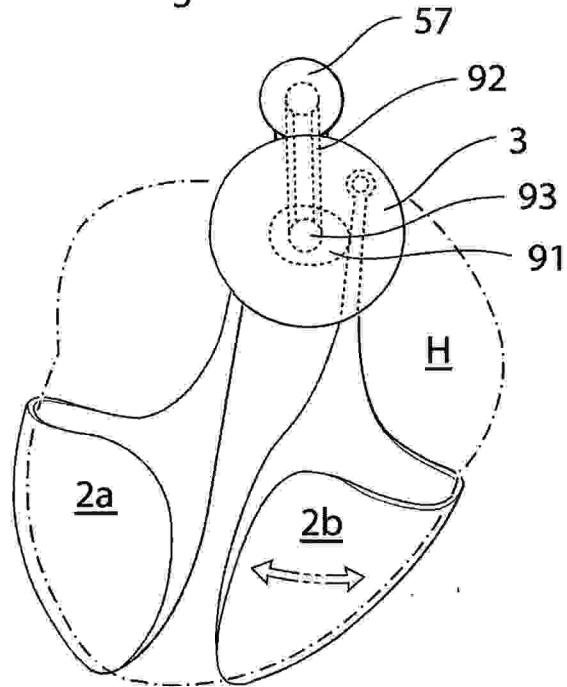


Fig. 22

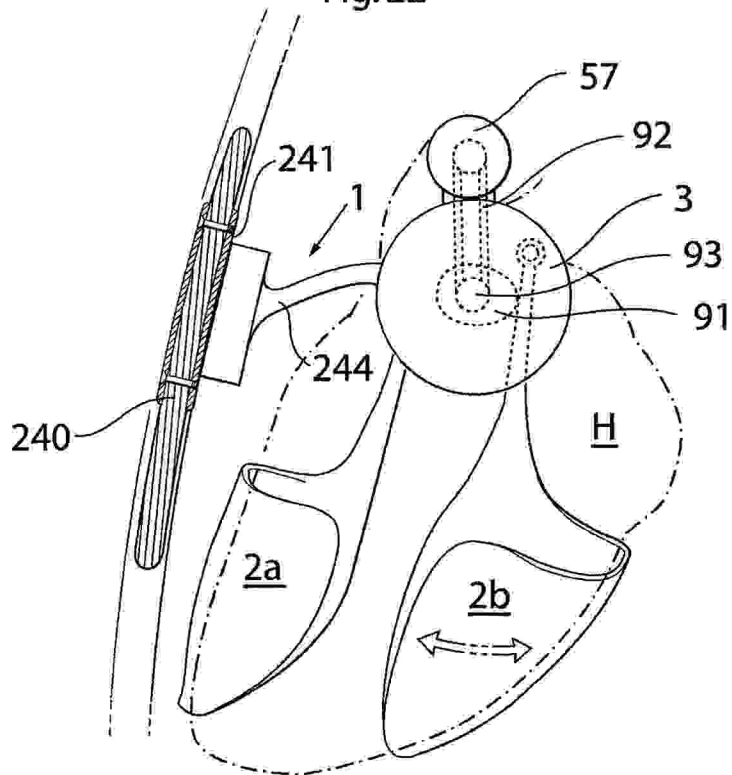


Fig. 23

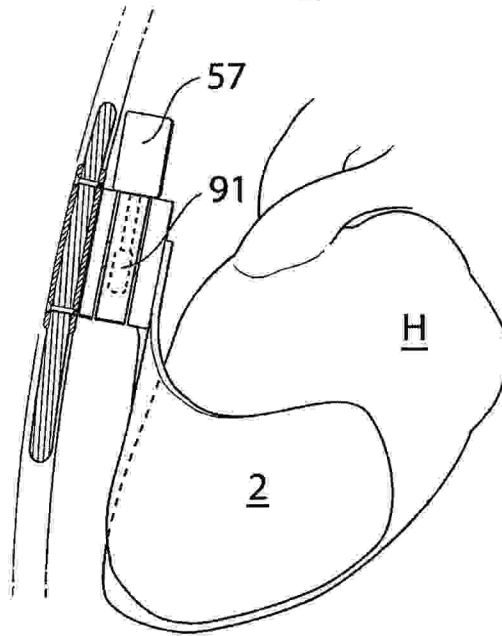


Fig. 24

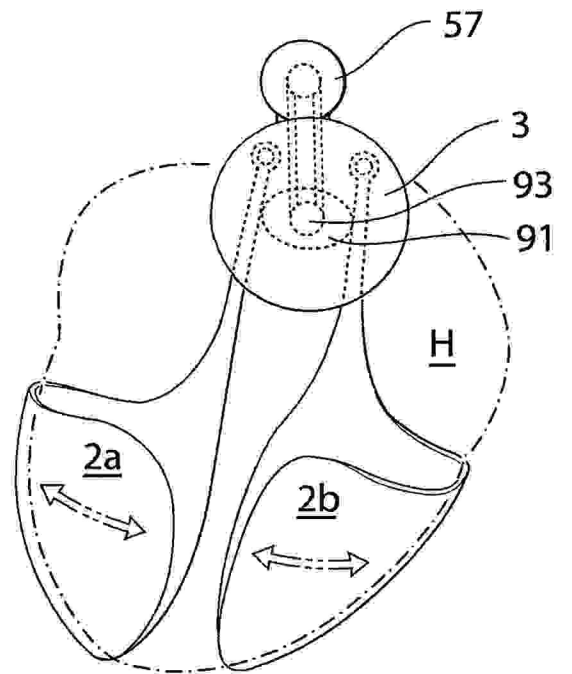


Fig. 25

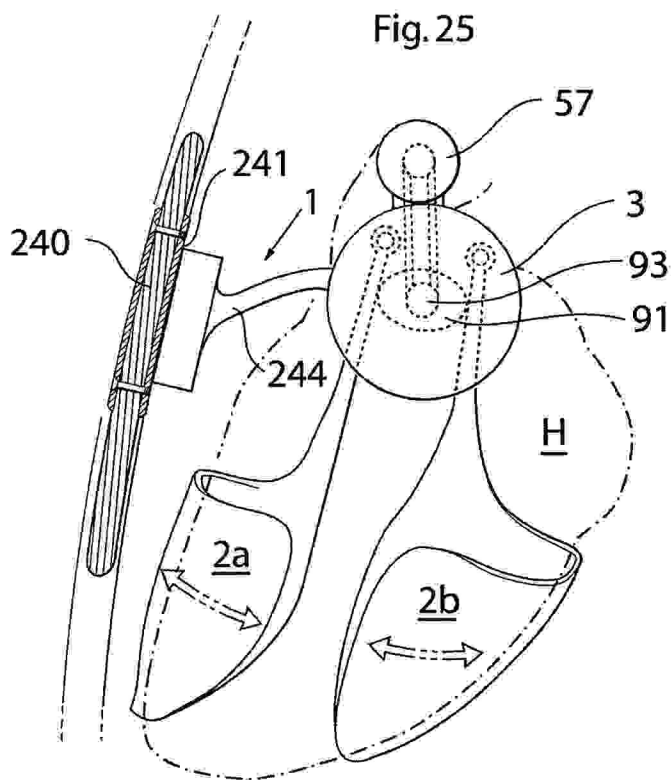


Fig. 26

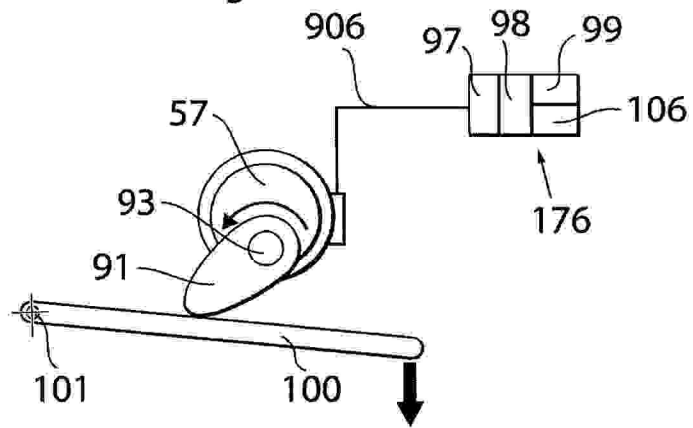


Fig. 27

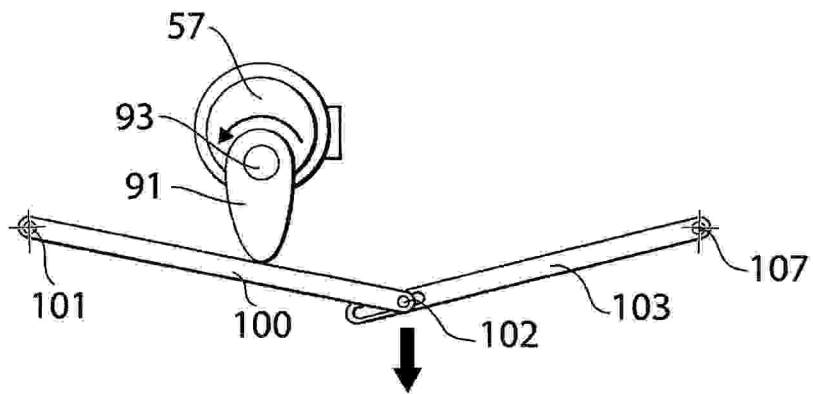


Fig. 29

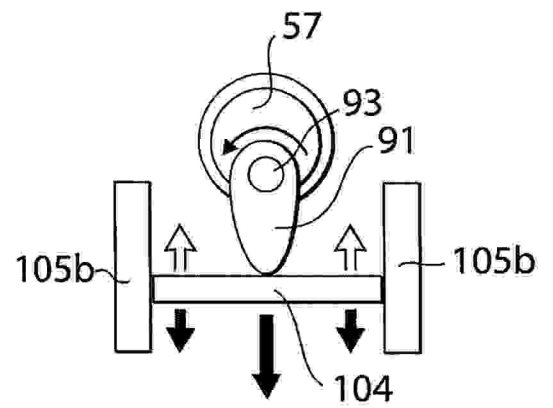


Fig. 28

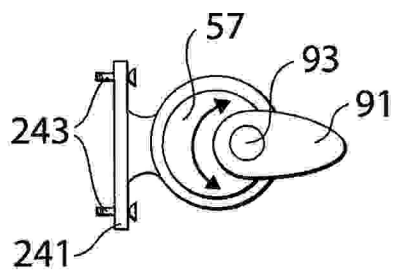


Fig.30

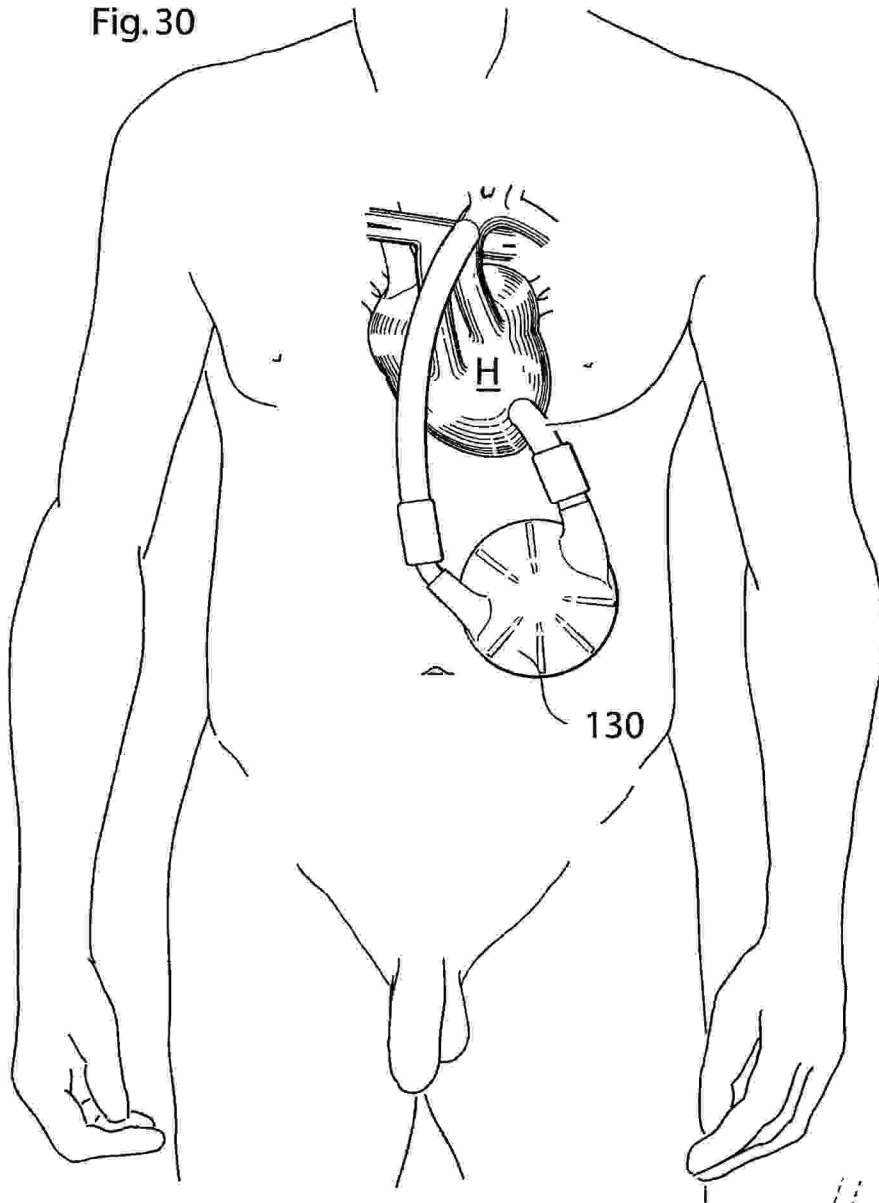


Fig.31

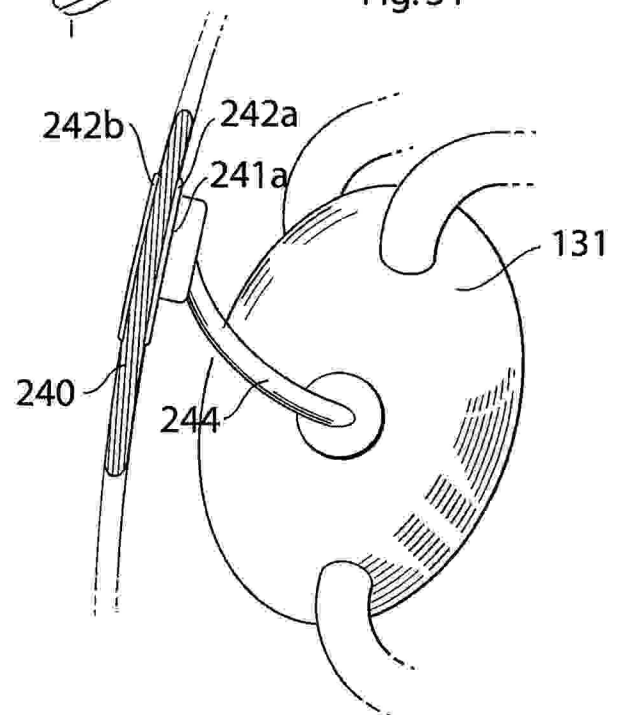


Fig. 32

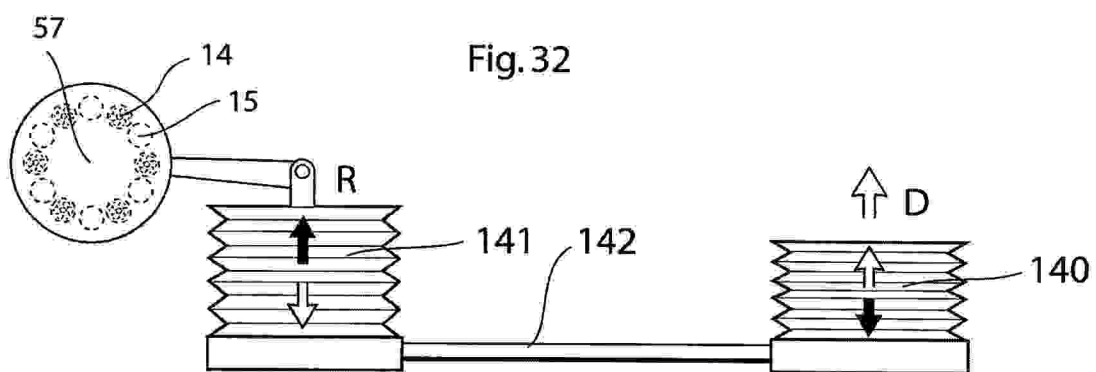


Fig. 33

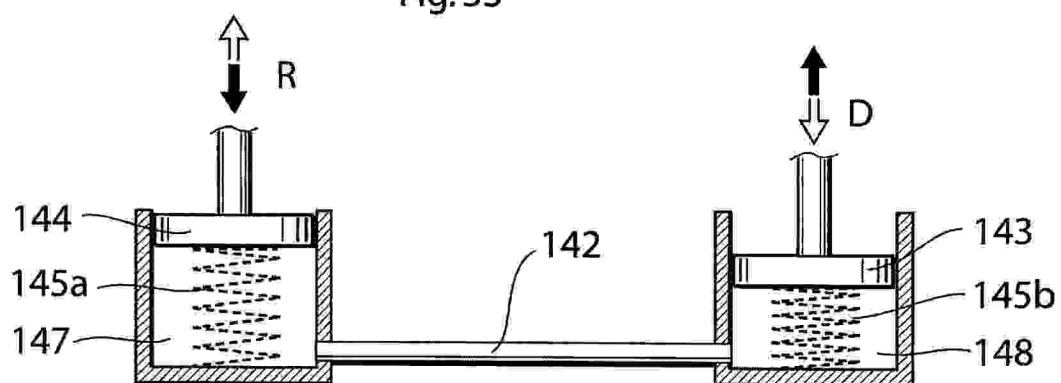


Fig. 34

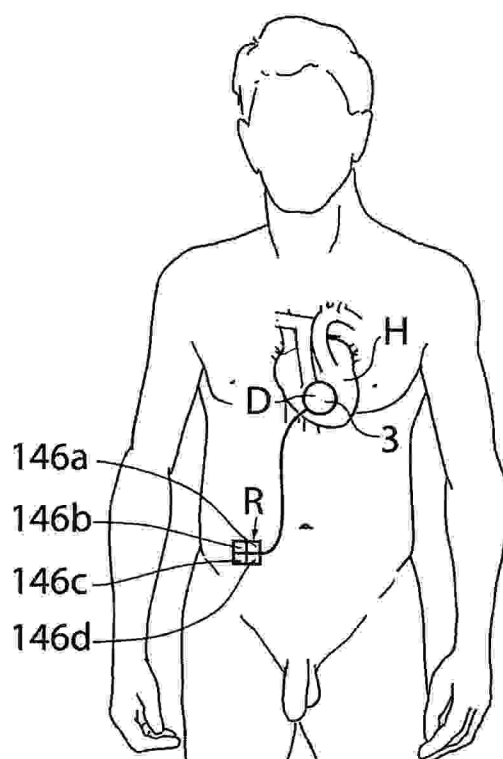


Fig. 35

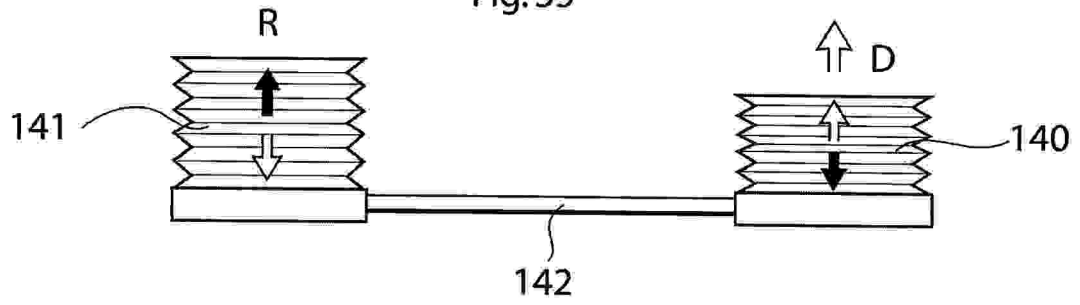


Fig. 36

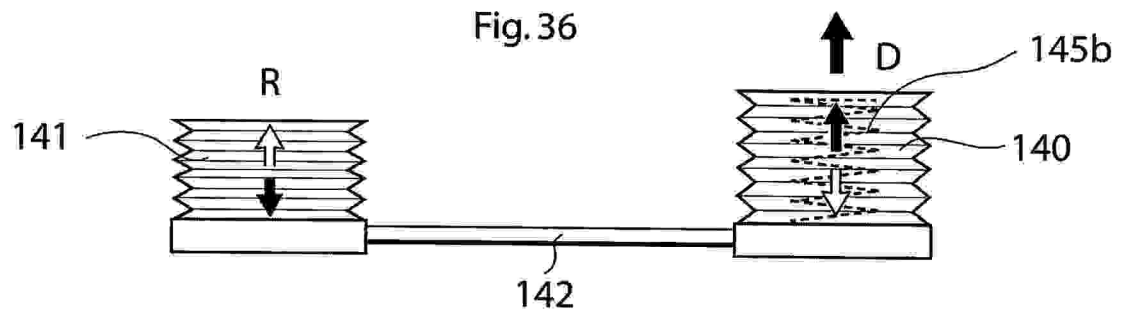


Fig. 37

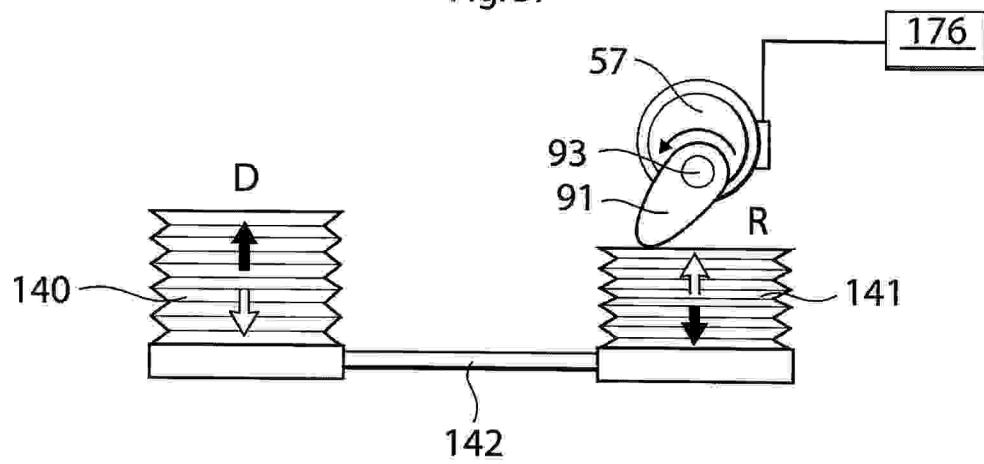


Fig. 38

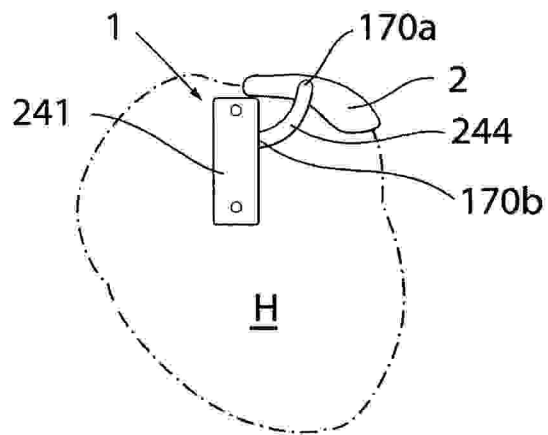


Fig. 39

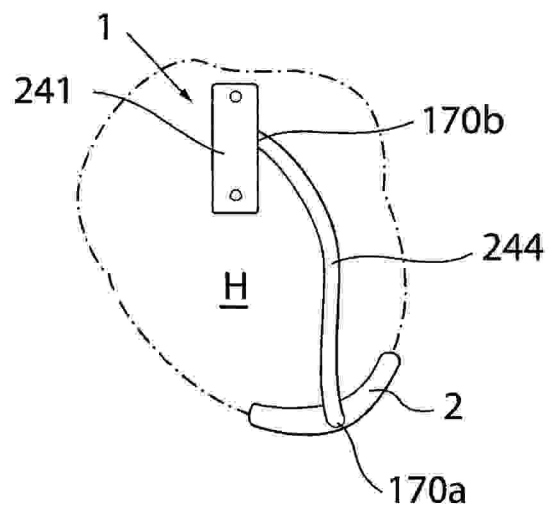


Fig. 40

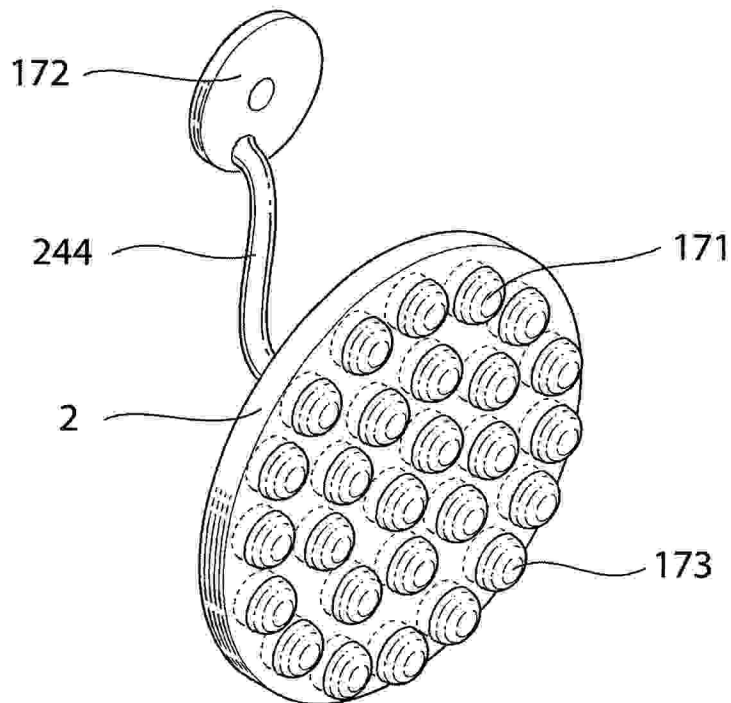


Fig. 41

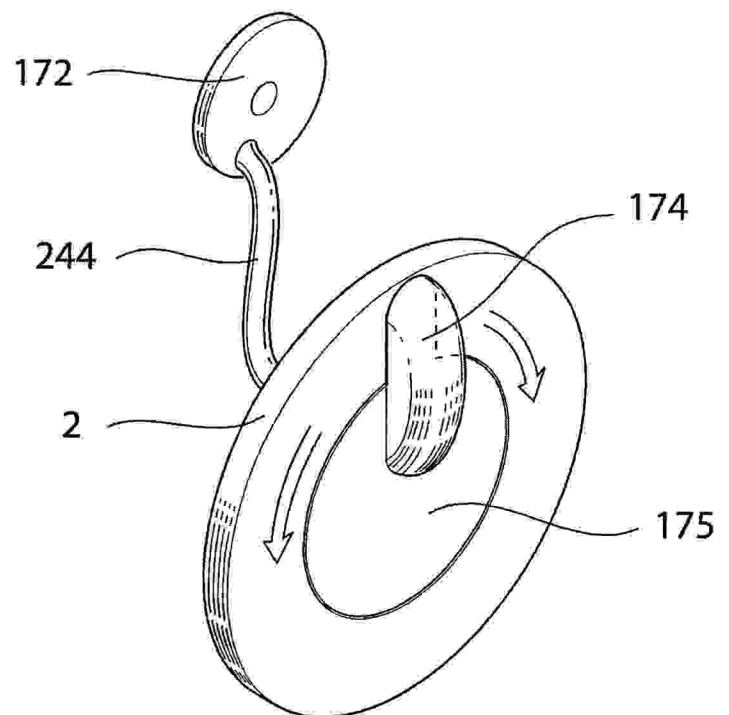


Fig. 42

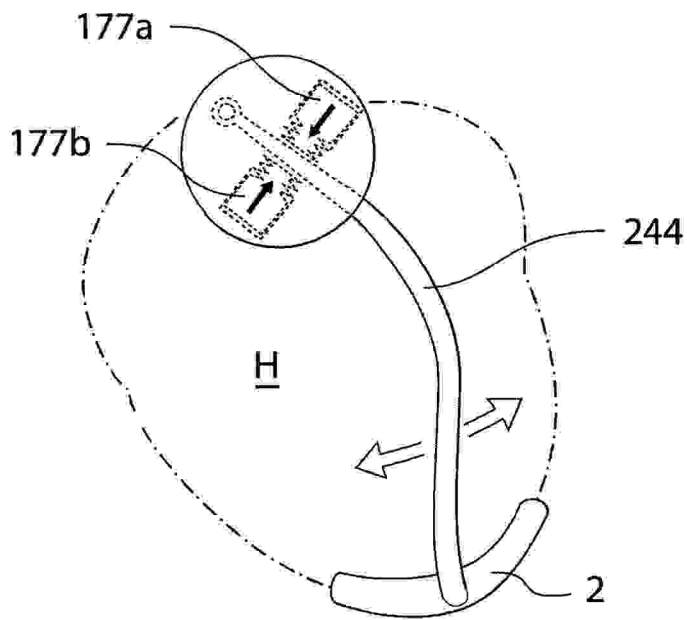


Fig. 43

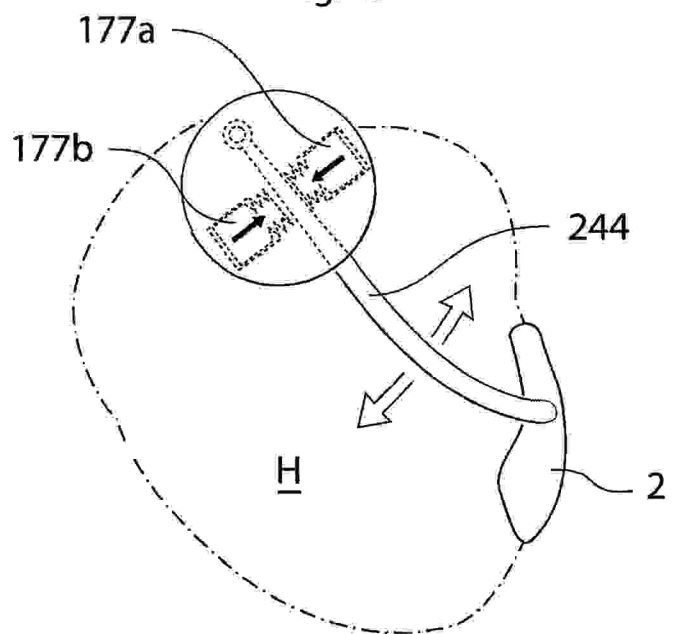


Fig.44

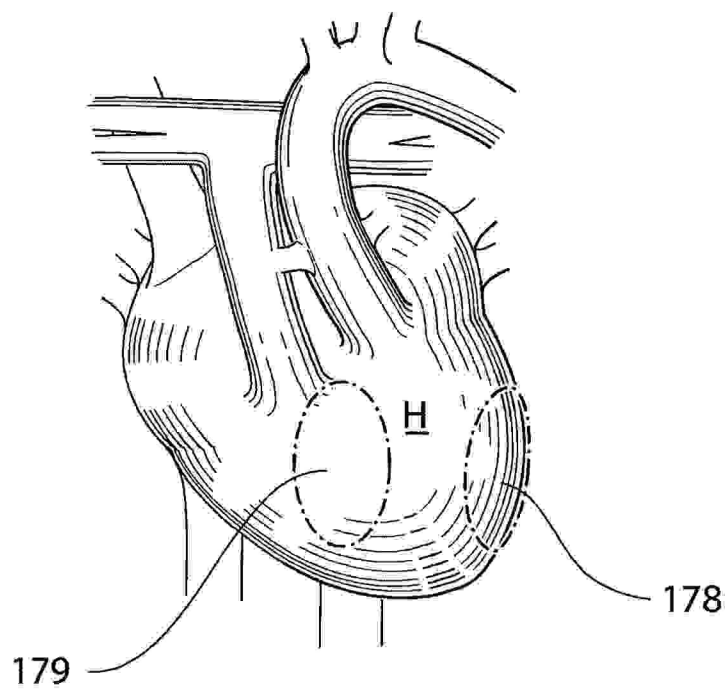


Fig.45

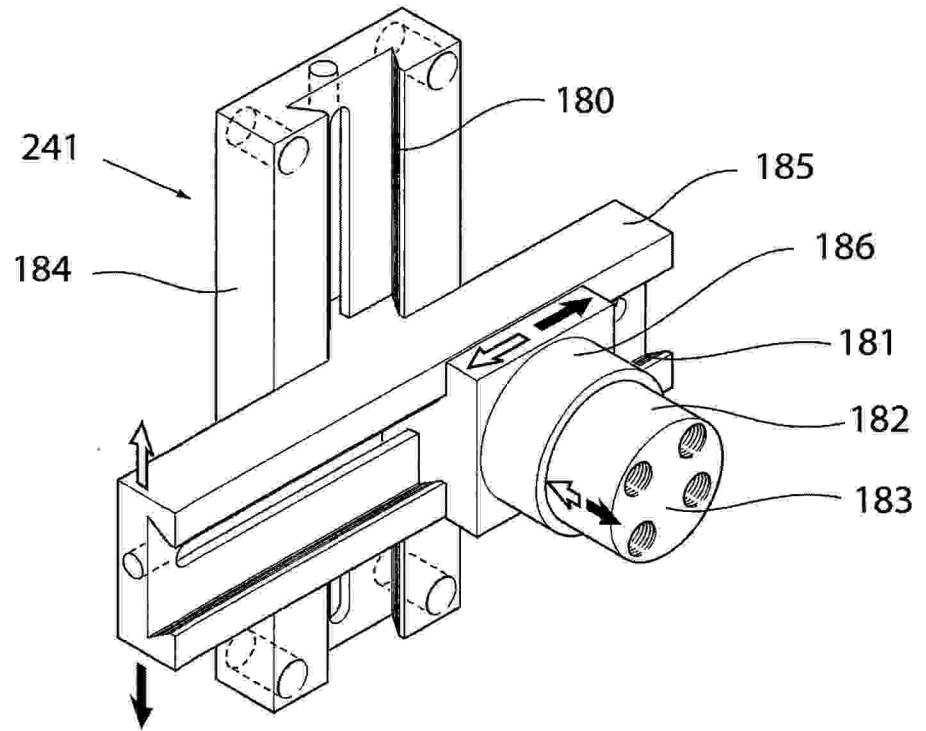


Fig.46

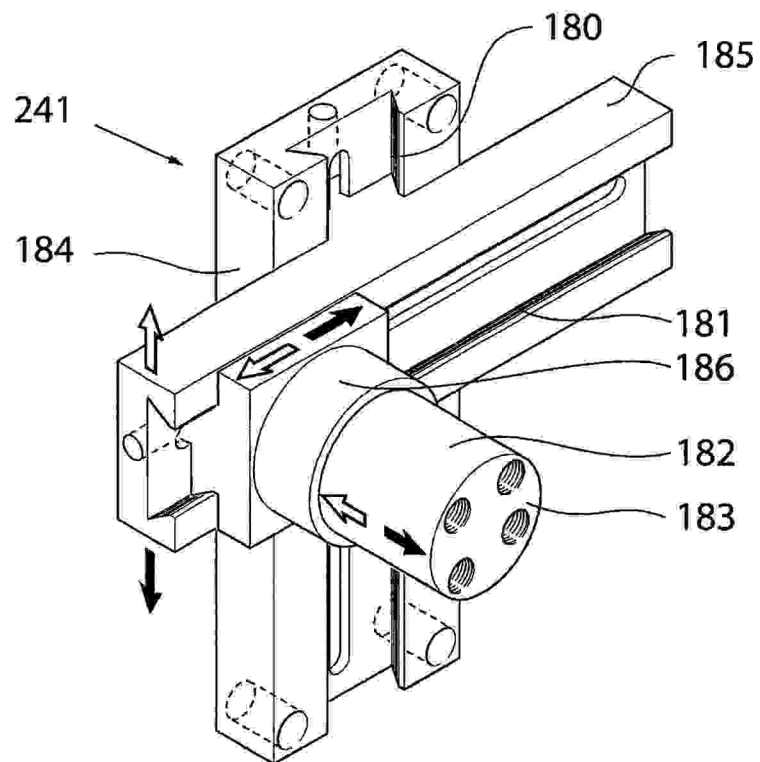


Fig.47

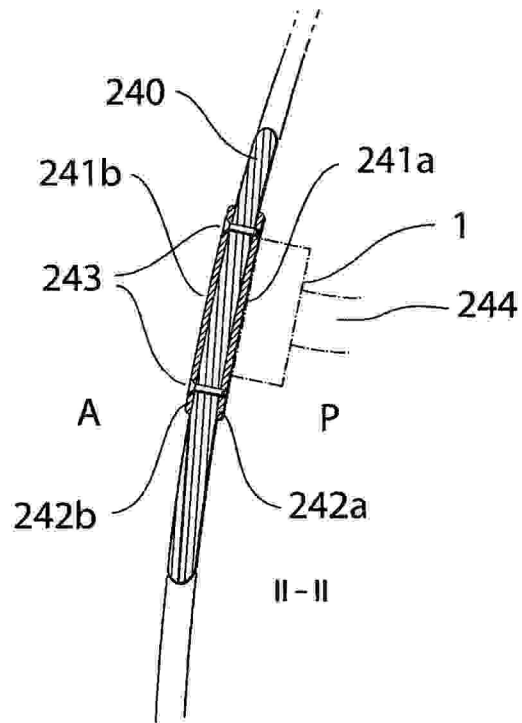


Fig.48

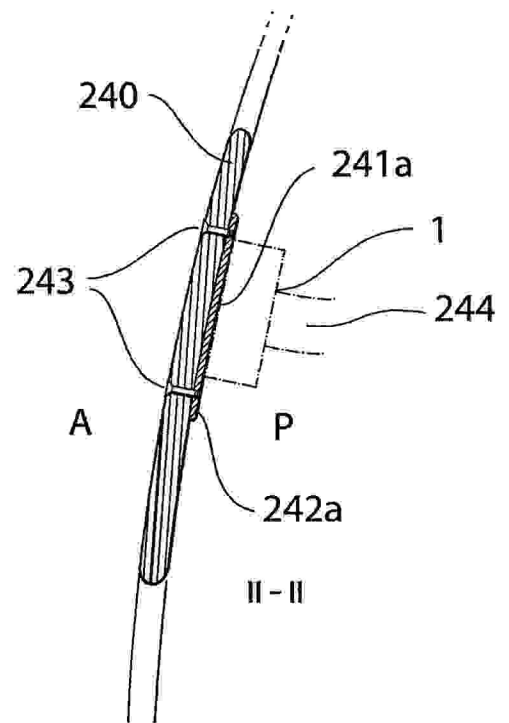


Fig. 49

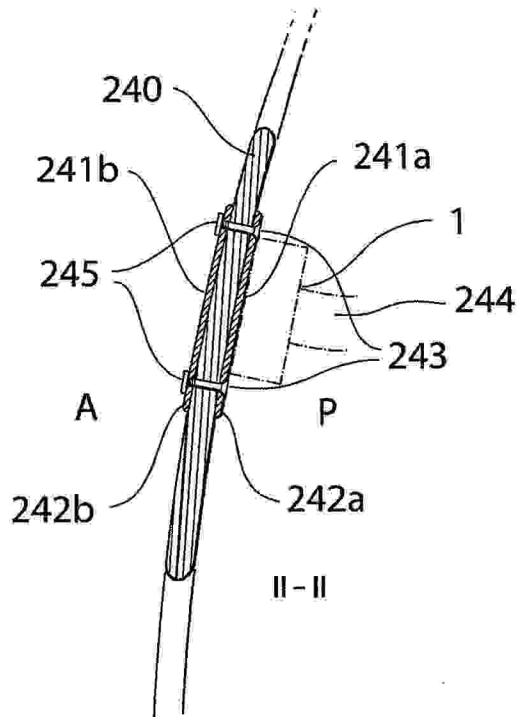


Fig. 50

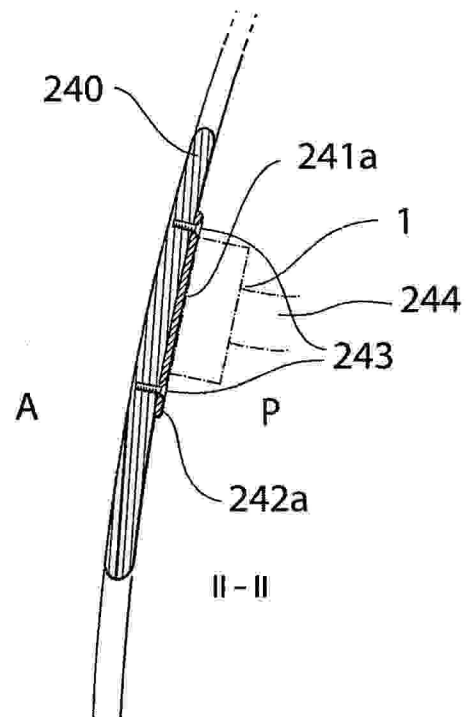


Fig. 51

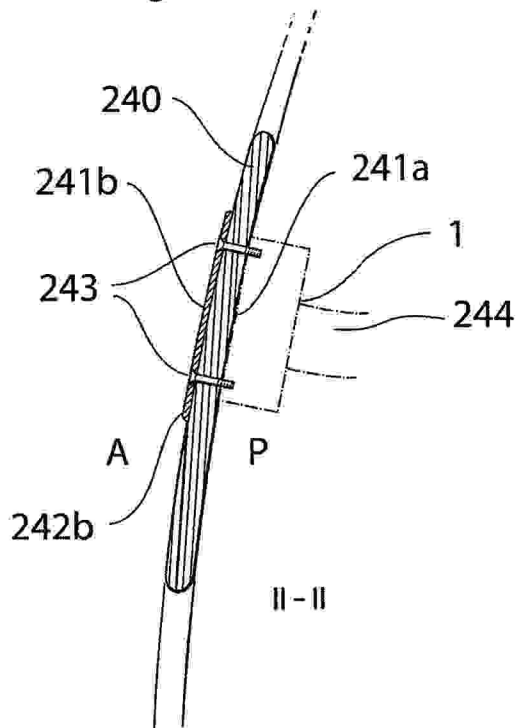


Fig. 52

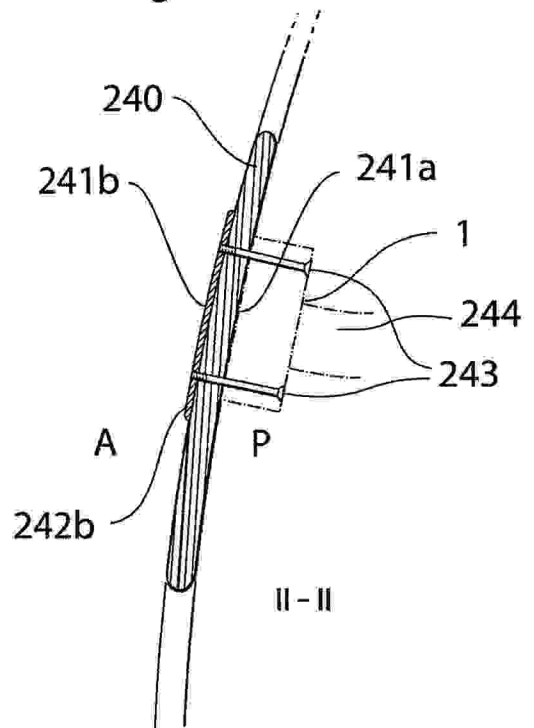


Fig.53

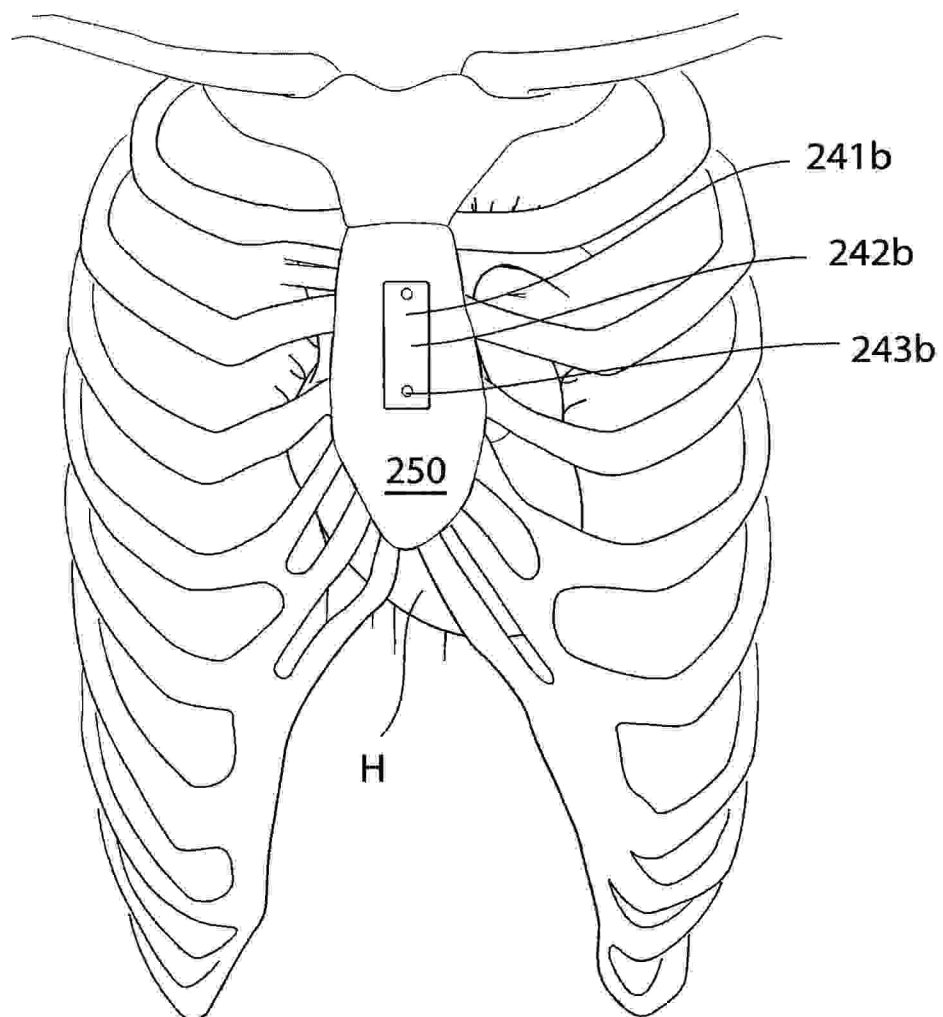


Fig. 54

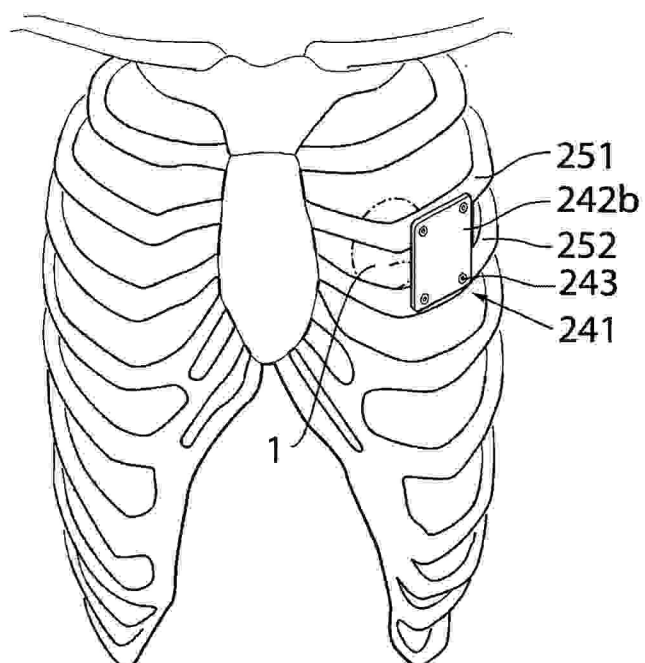


Fig. 55

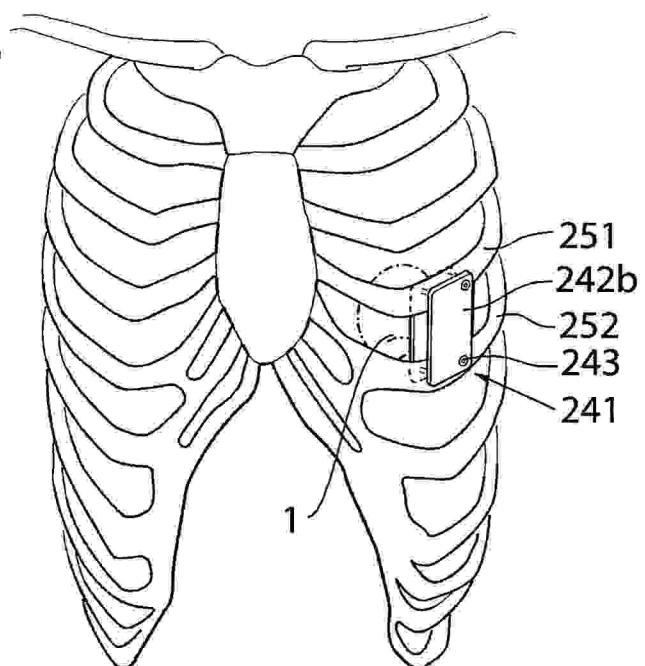


Fig. 56

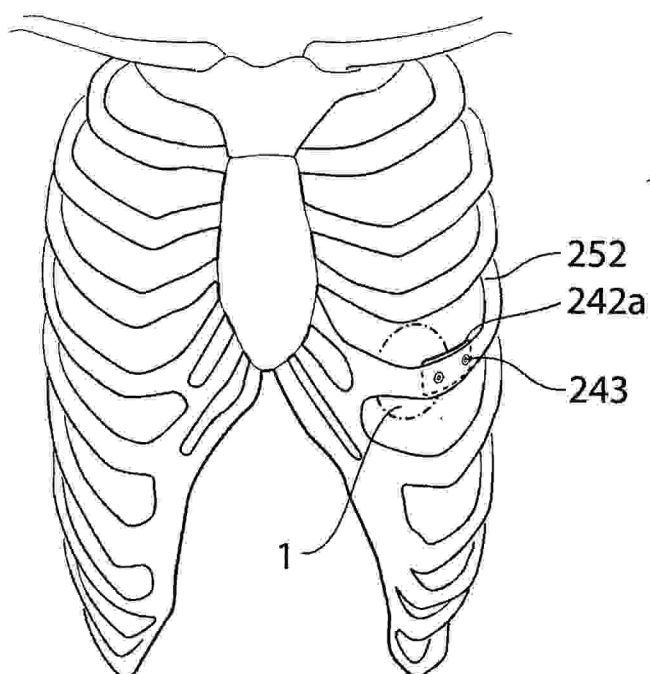


Fig. 57

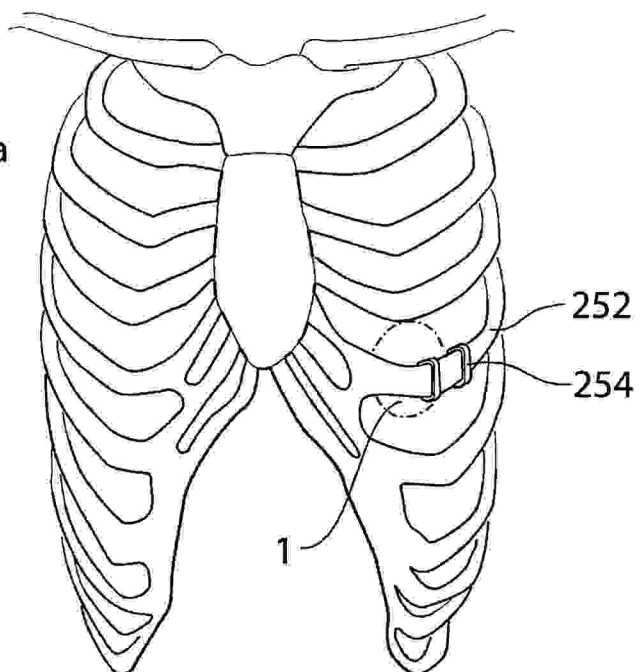


Fig. 58

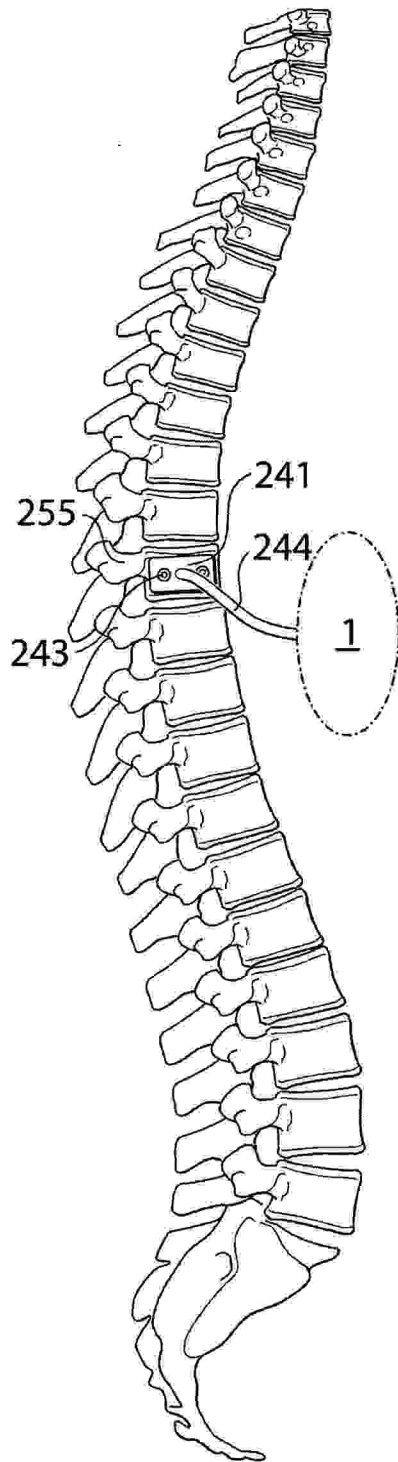


Fig. 59

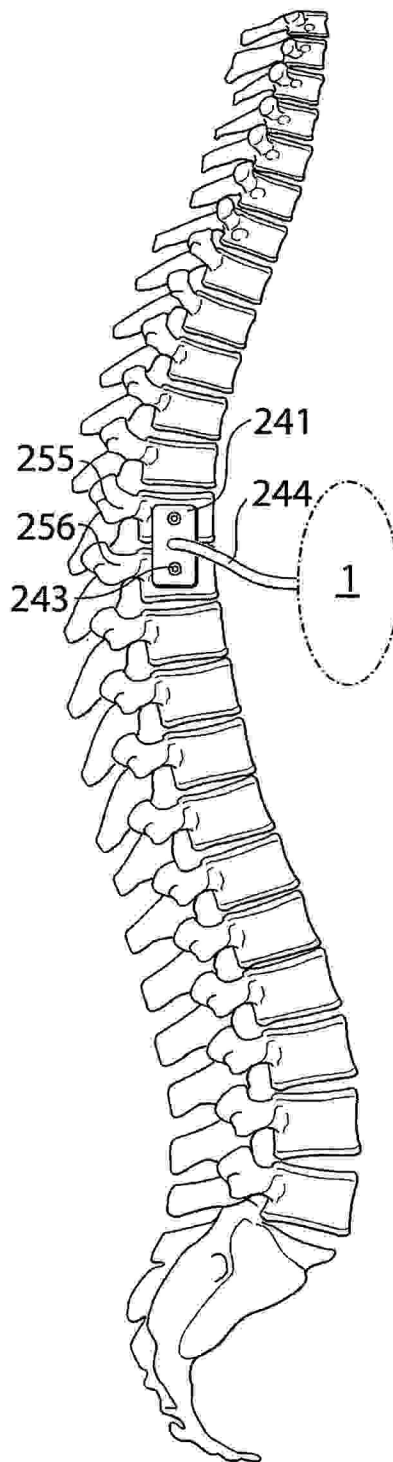


Fig. 60

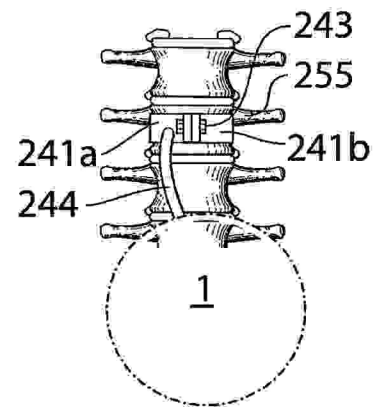


Fig. 61

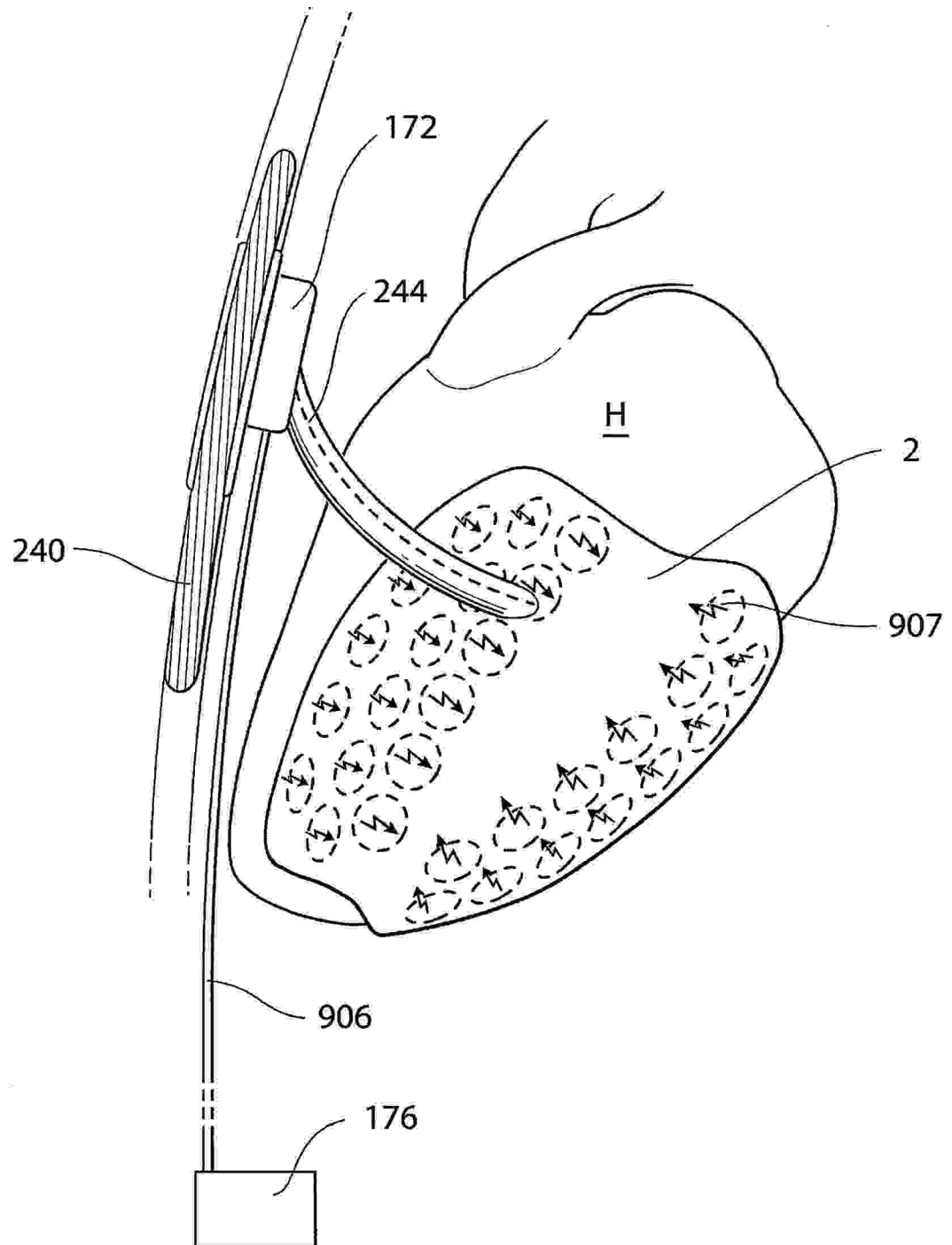
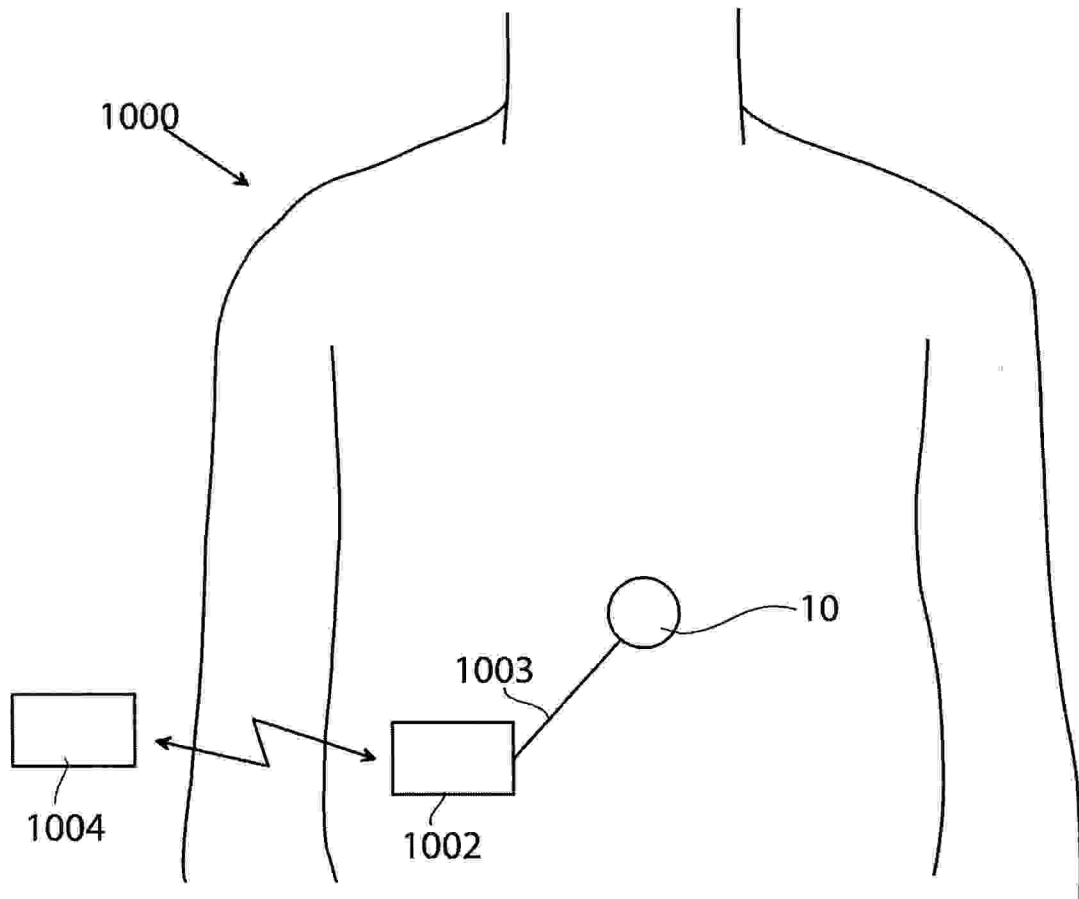


Fig. 62



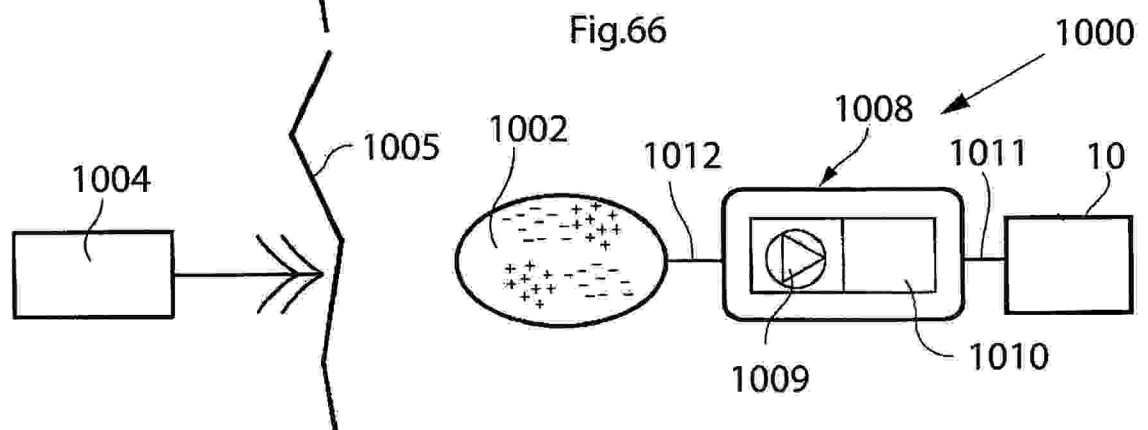
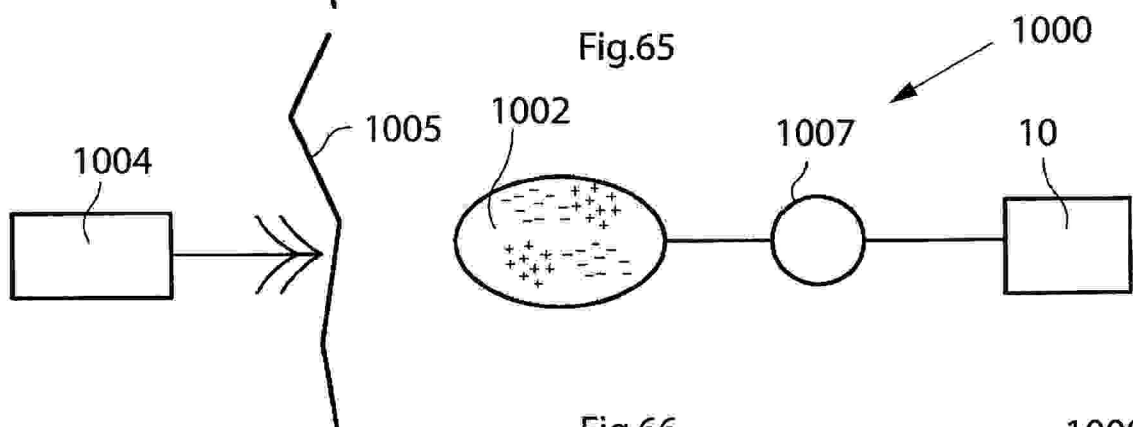
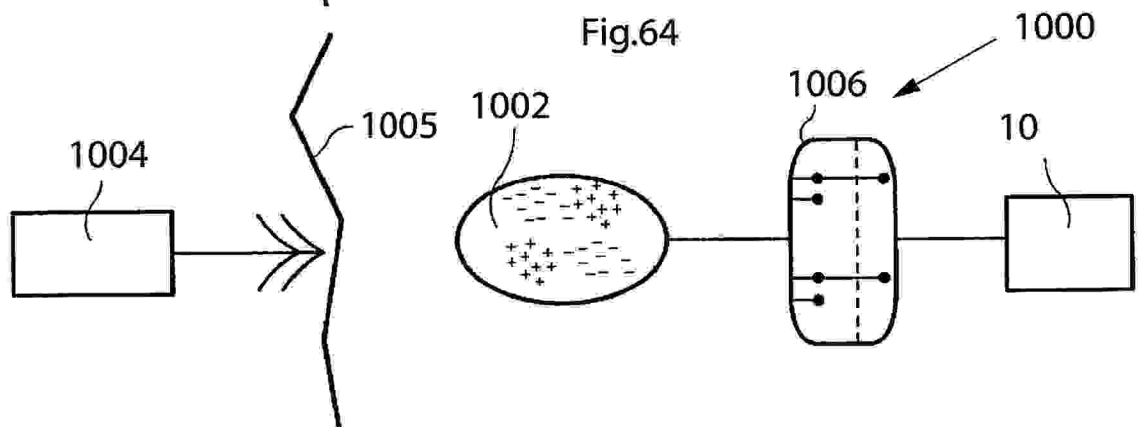
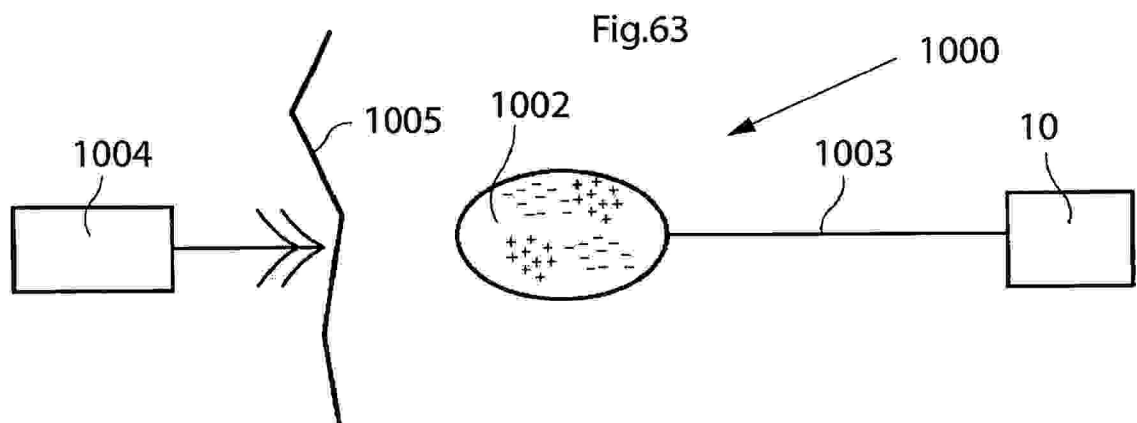


Fig.67

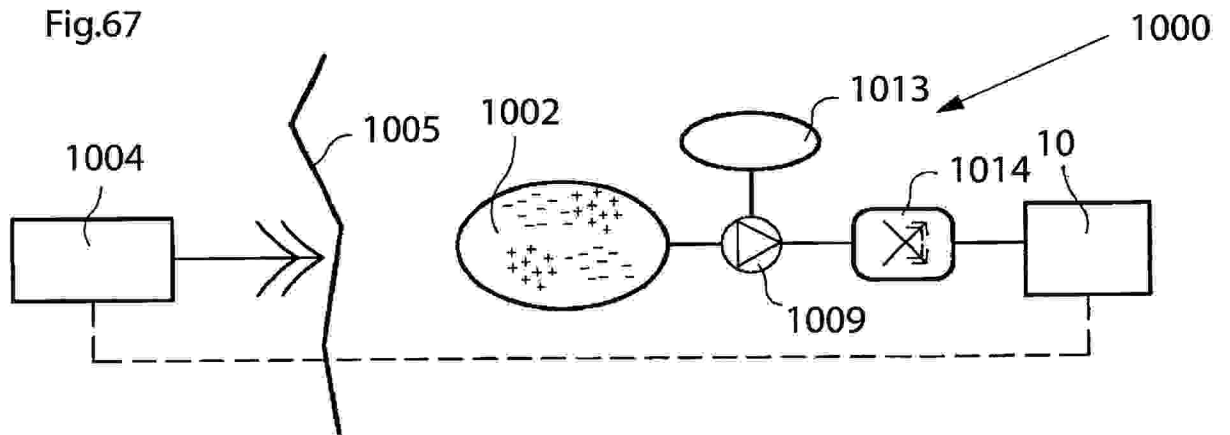


Fig.68

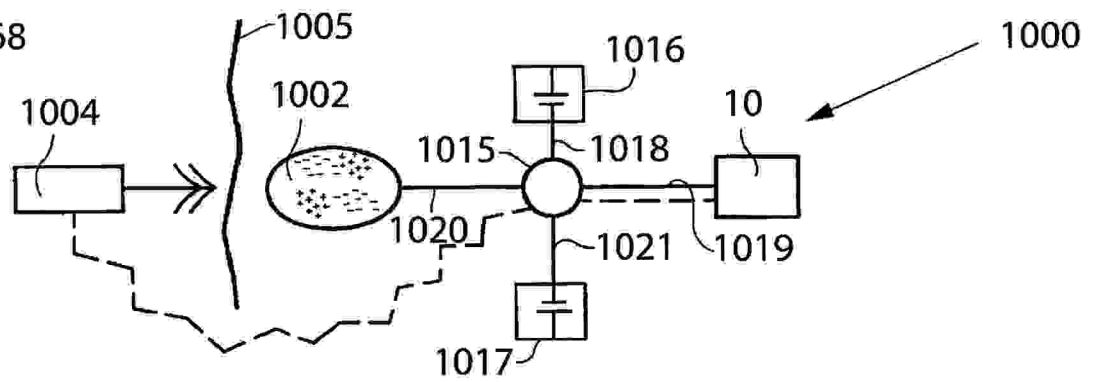


Fig.69

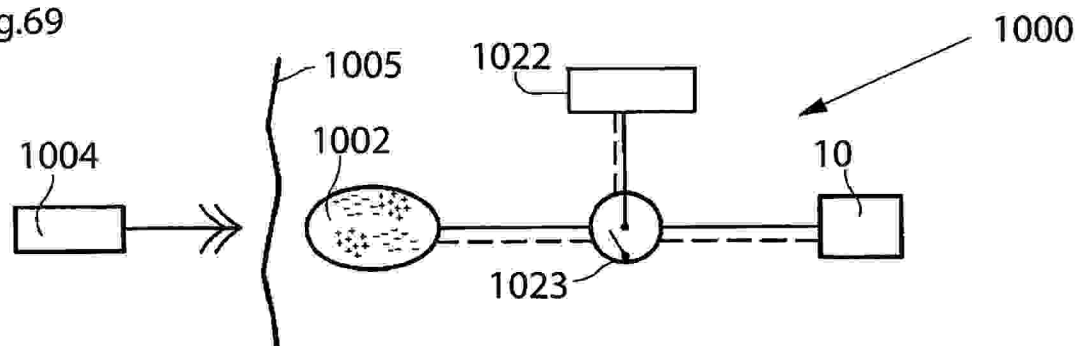


Fig.70

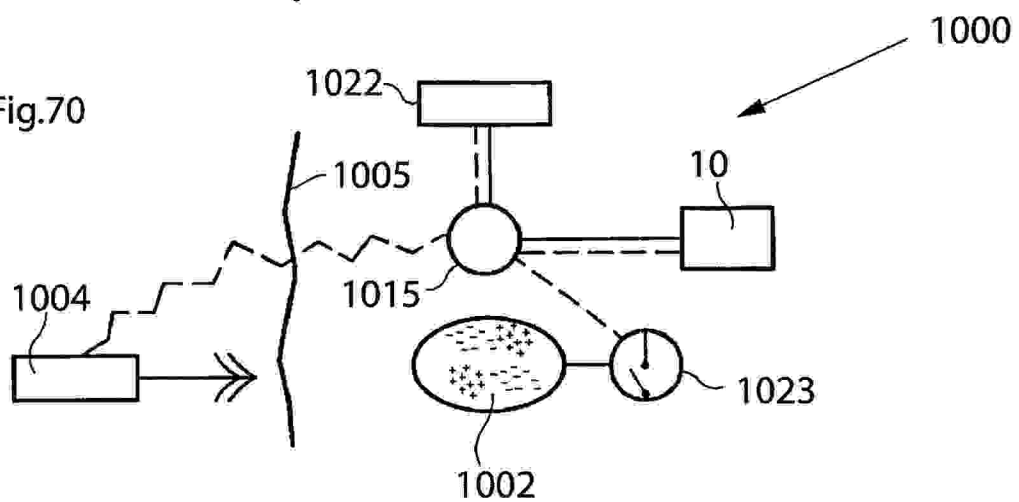


Fig.71

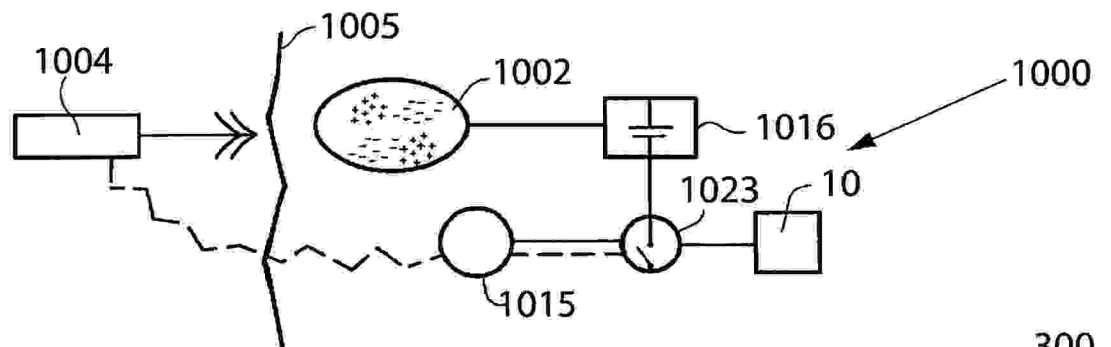


Fig.72

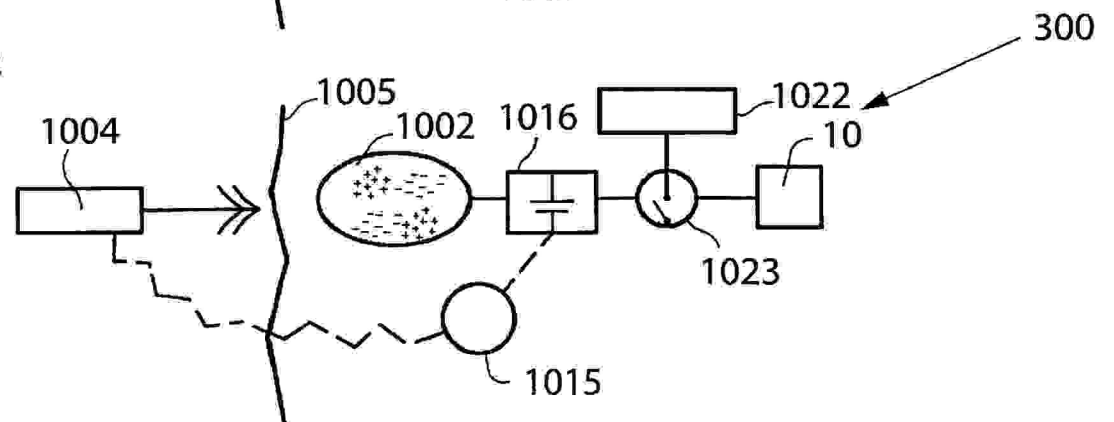


Fig.73

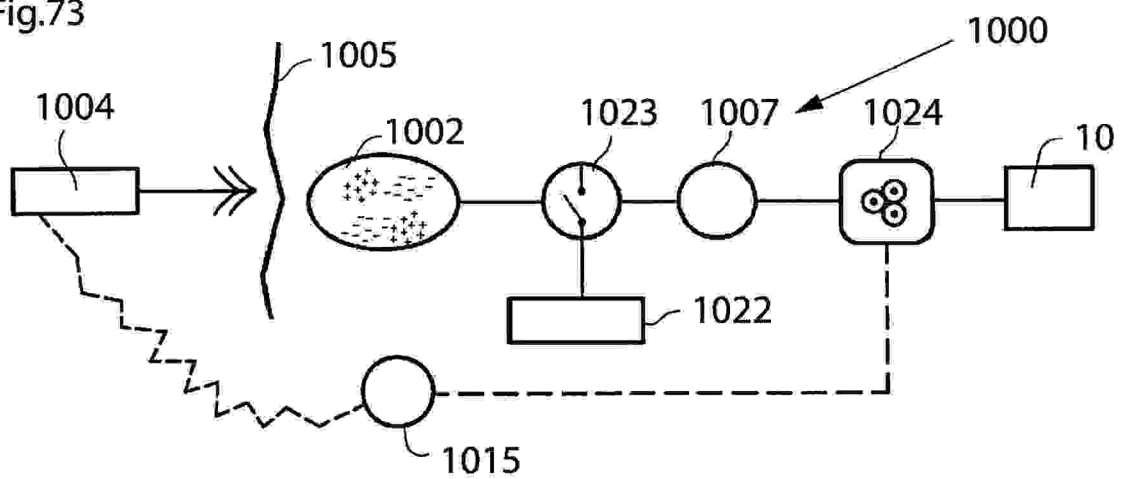


Fig.74

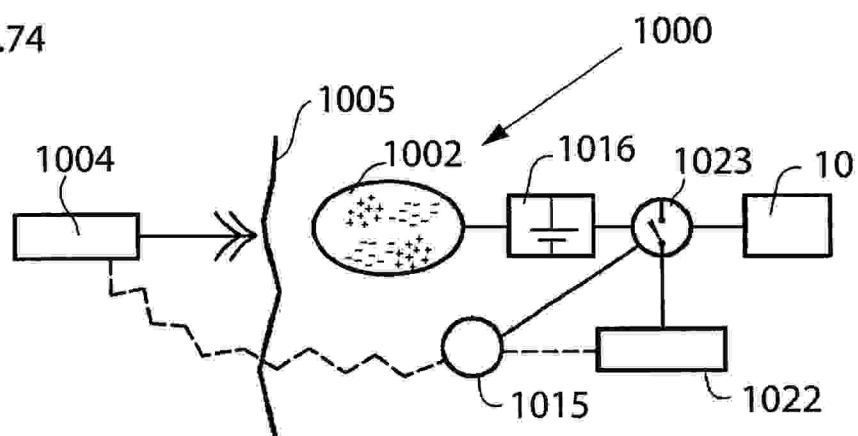


Fig.75

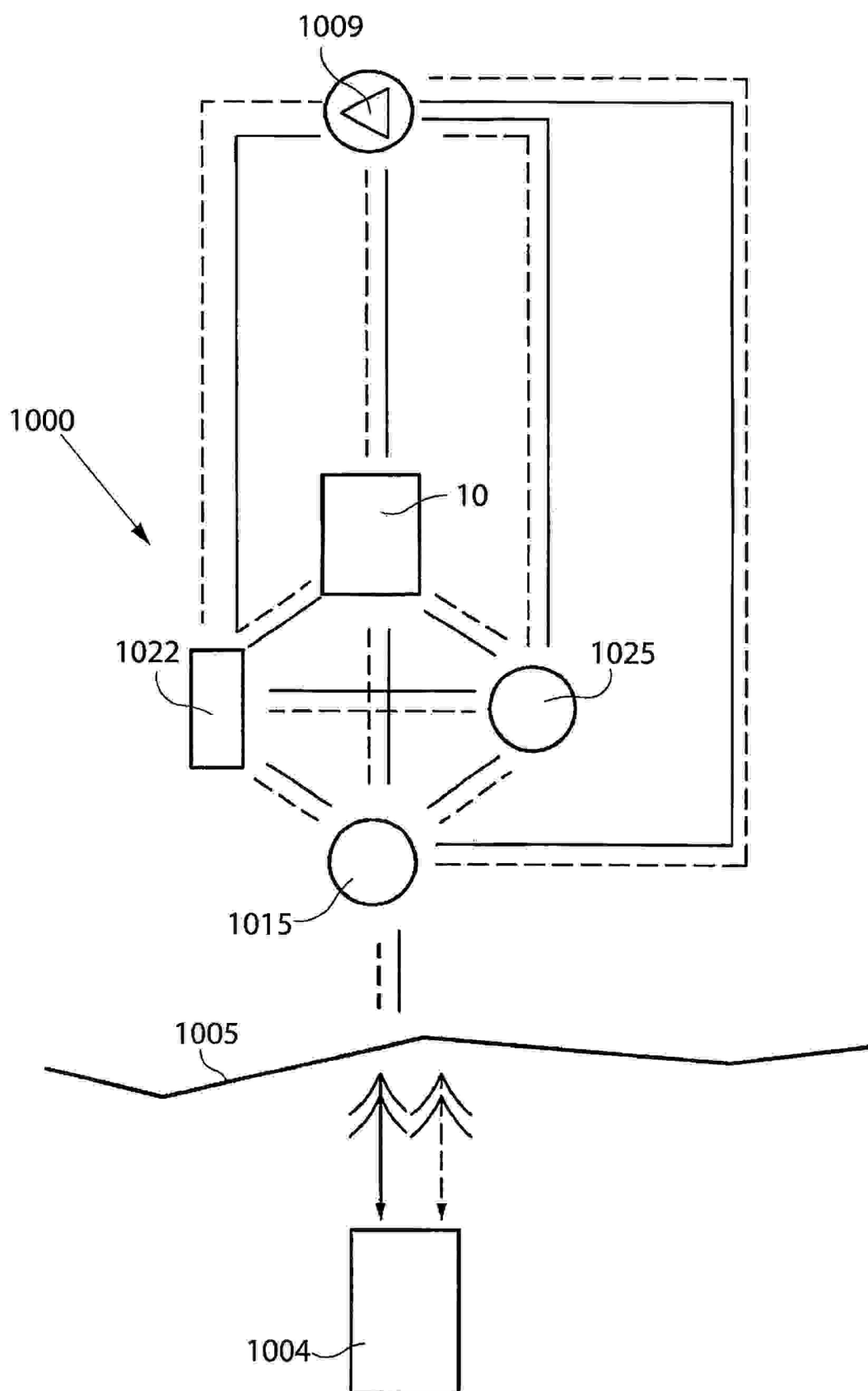


Fig.76

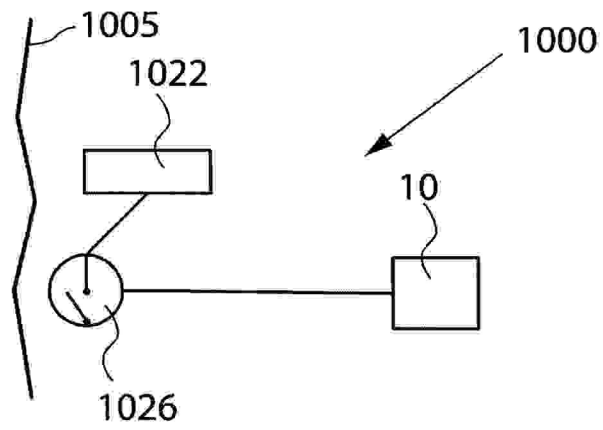


Fig.77

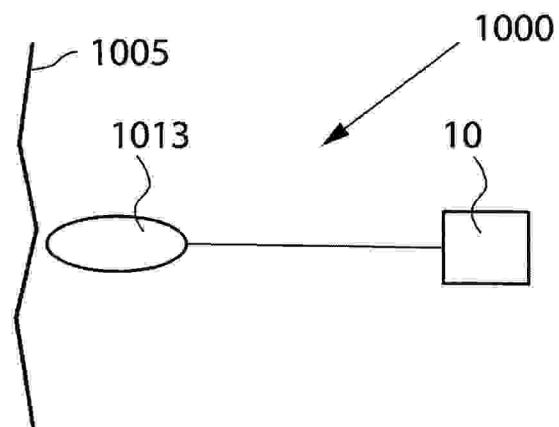


Fig.78

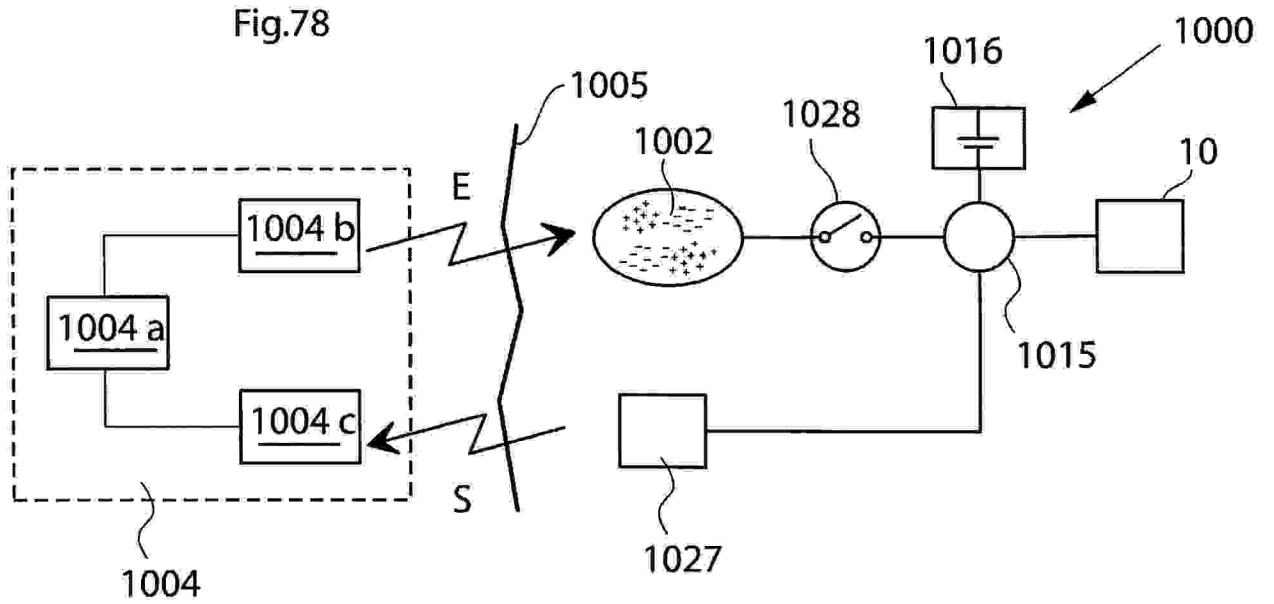


Fig.79

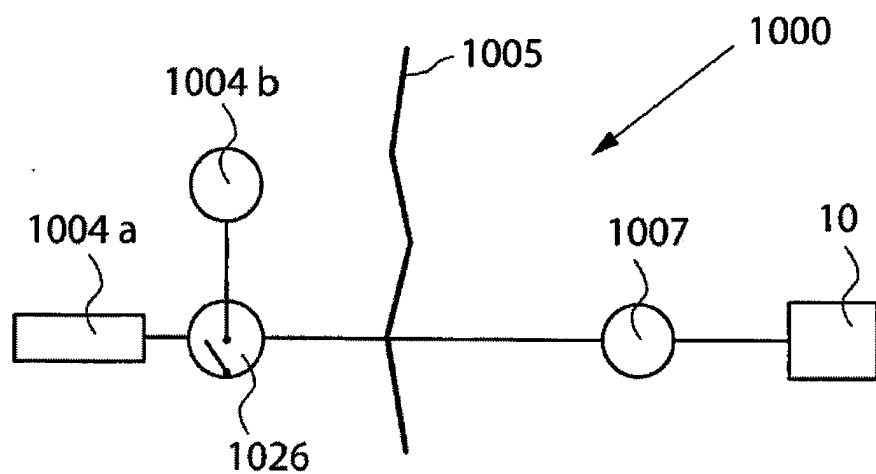


Fig.80

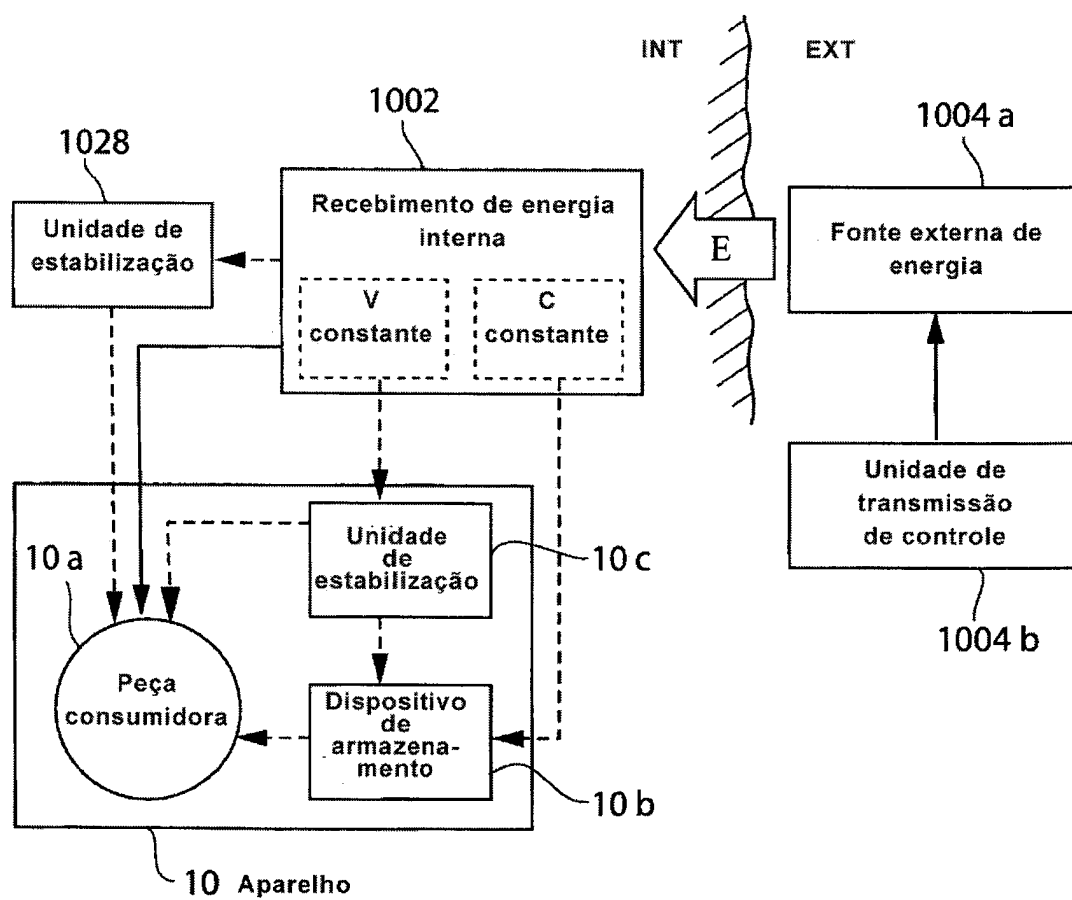


Fig.82

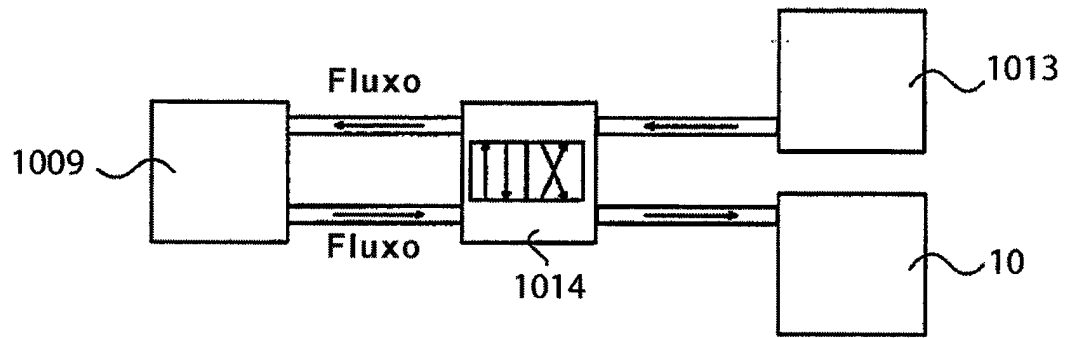


Fig.83

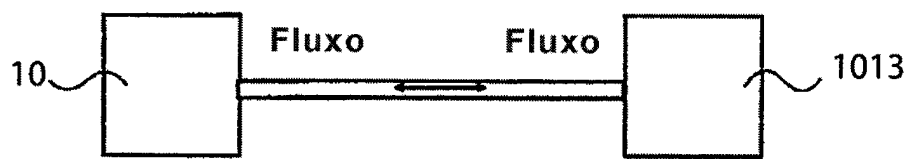


Fig.84

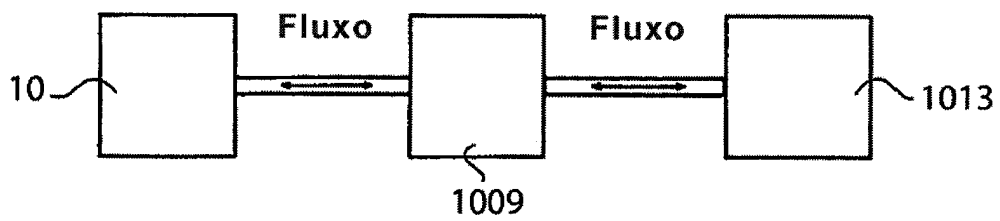


Fig.85

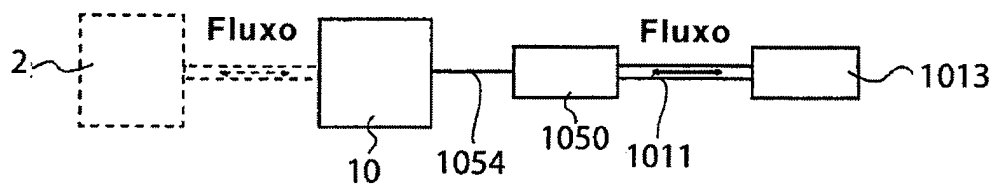


Fig.86 a

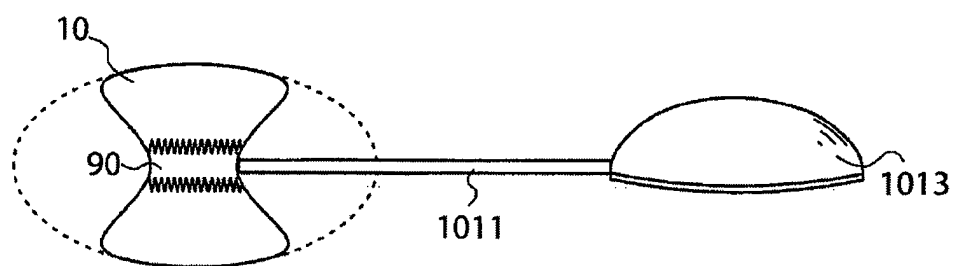


Fig.86 b

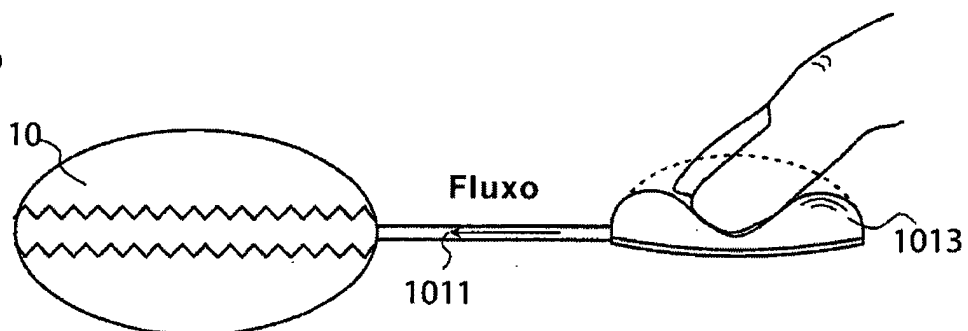


Fig.86 c

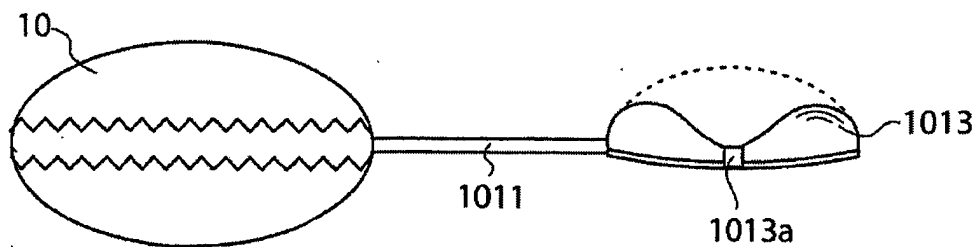


Fig.87

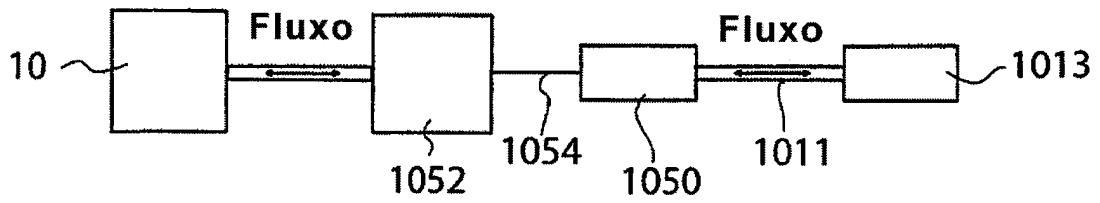


Fig.88 a

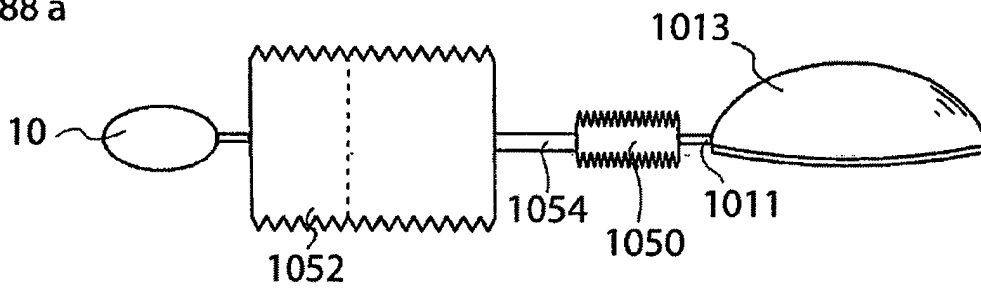


Fig.88 b

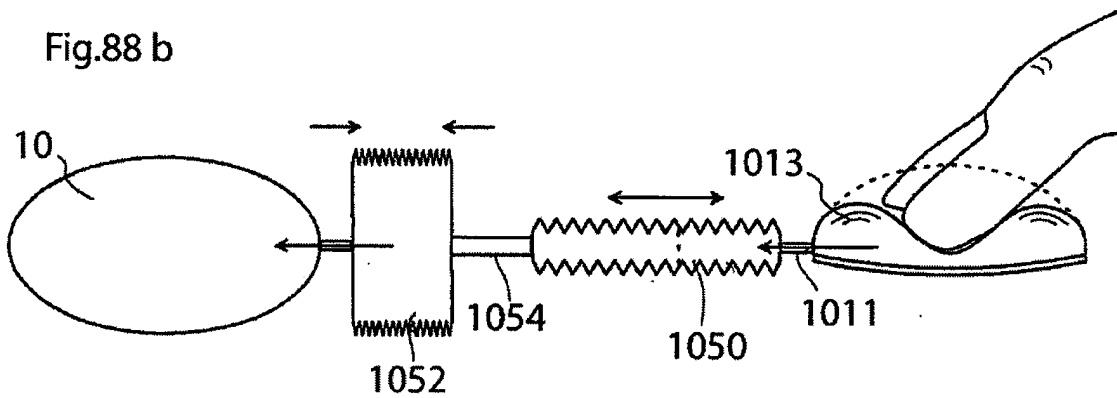


Fig.88 c

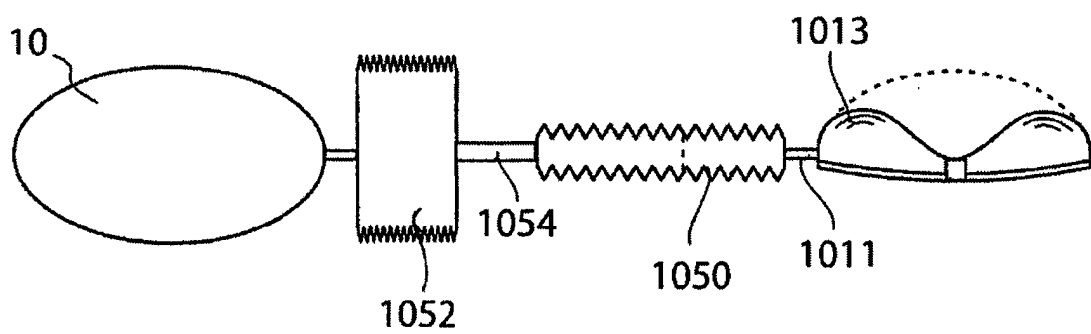


Fig.90

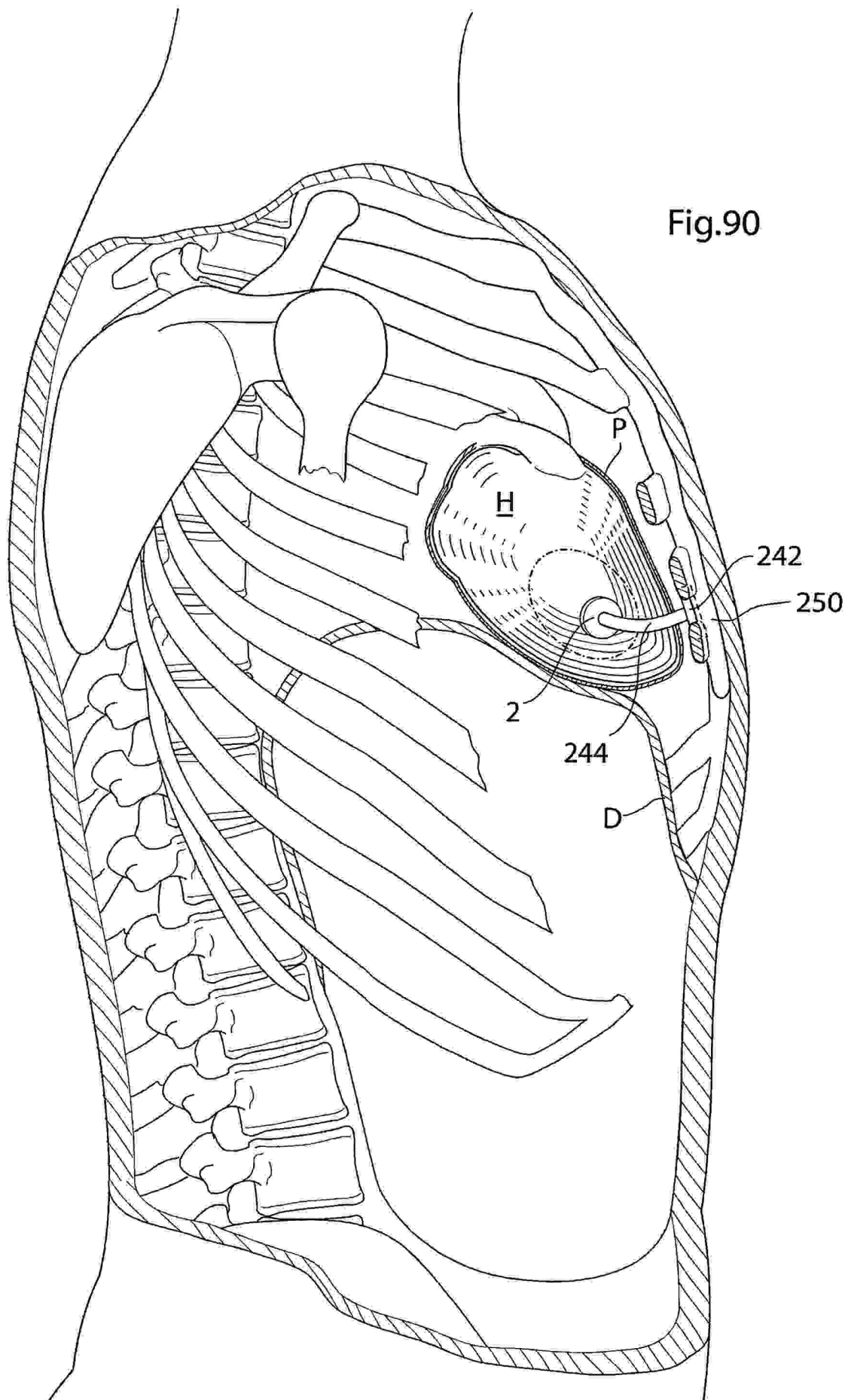


Fig.91

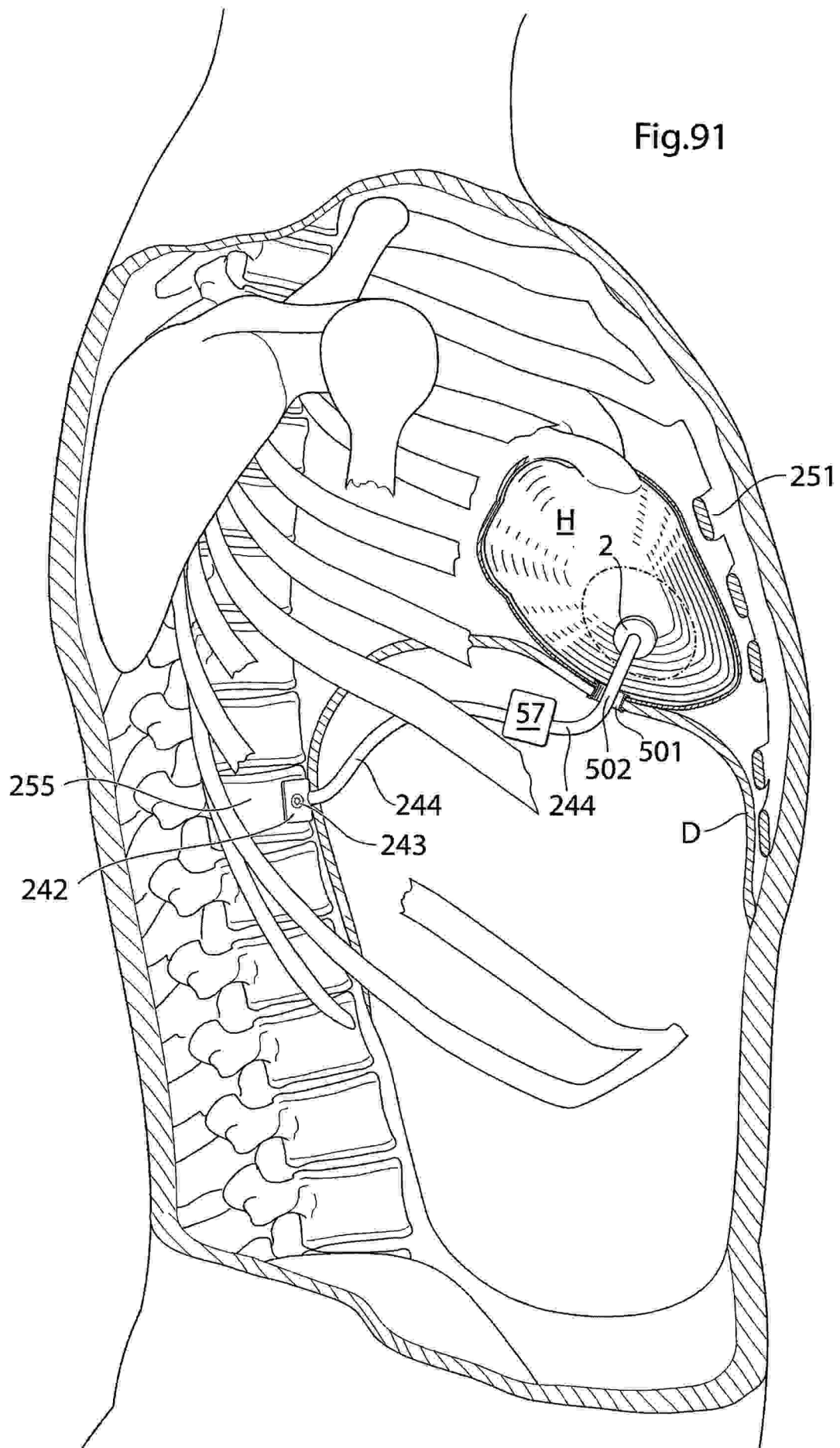


Fig.92

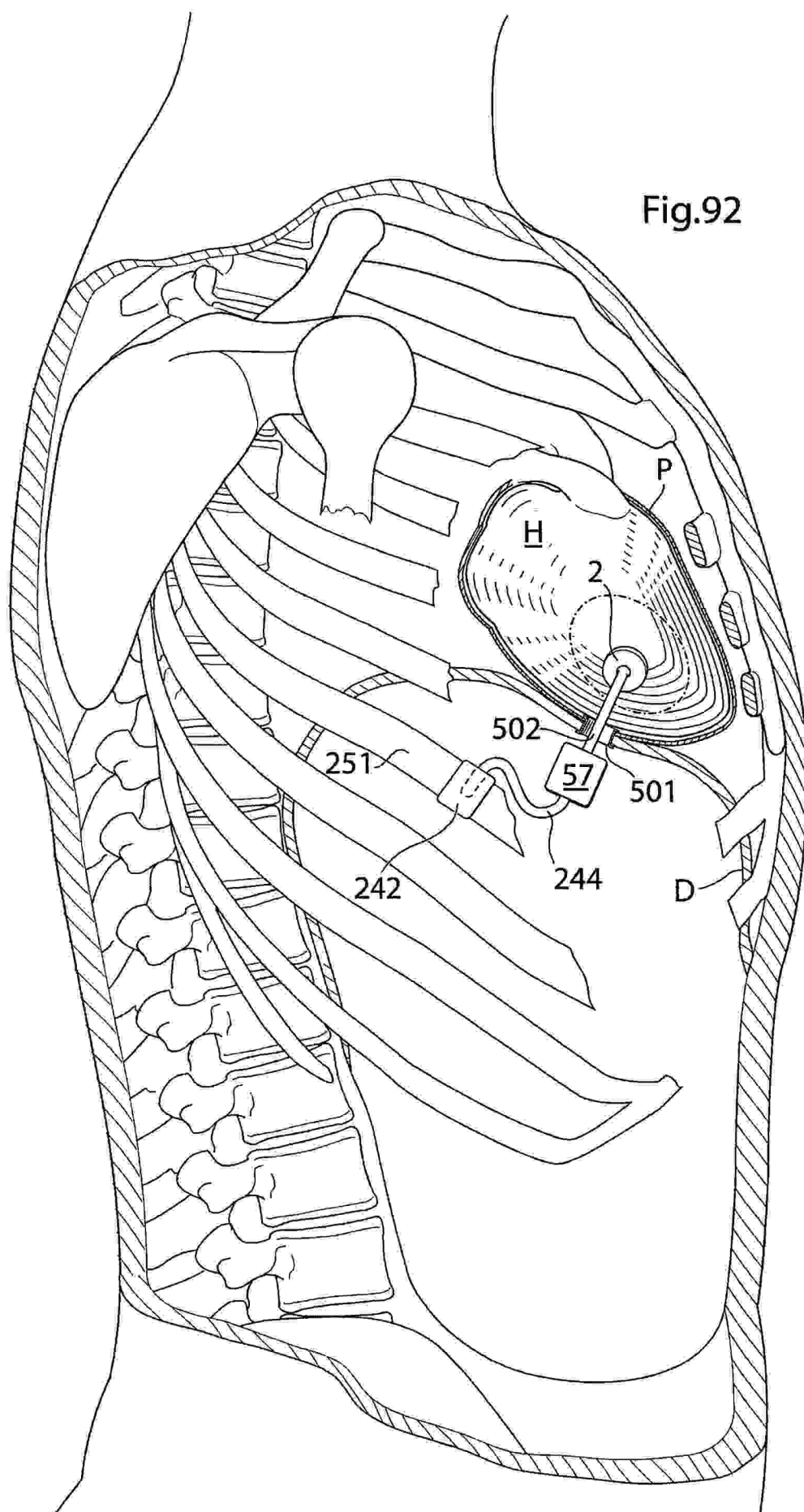


Fig.93a

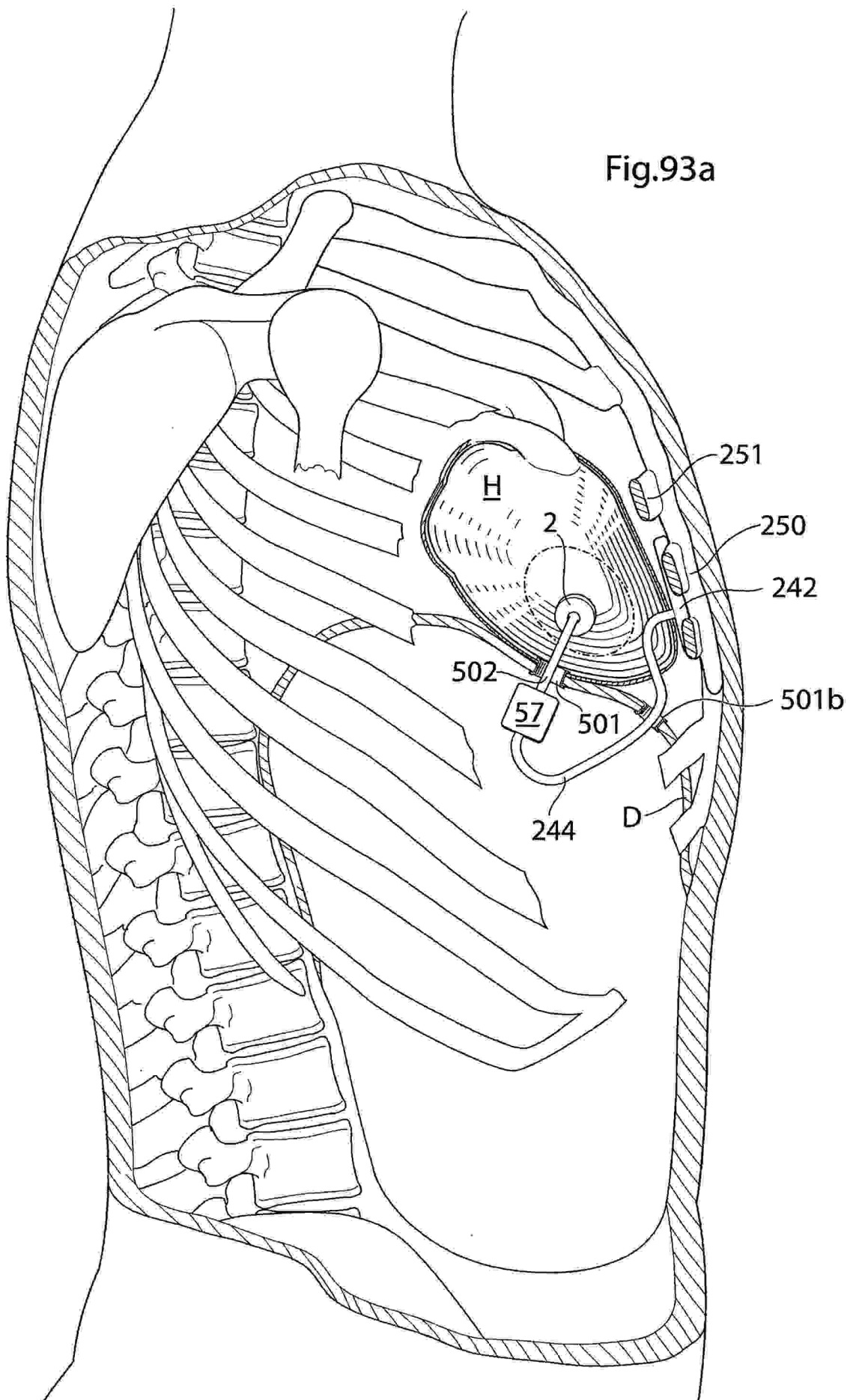


Fig.93b

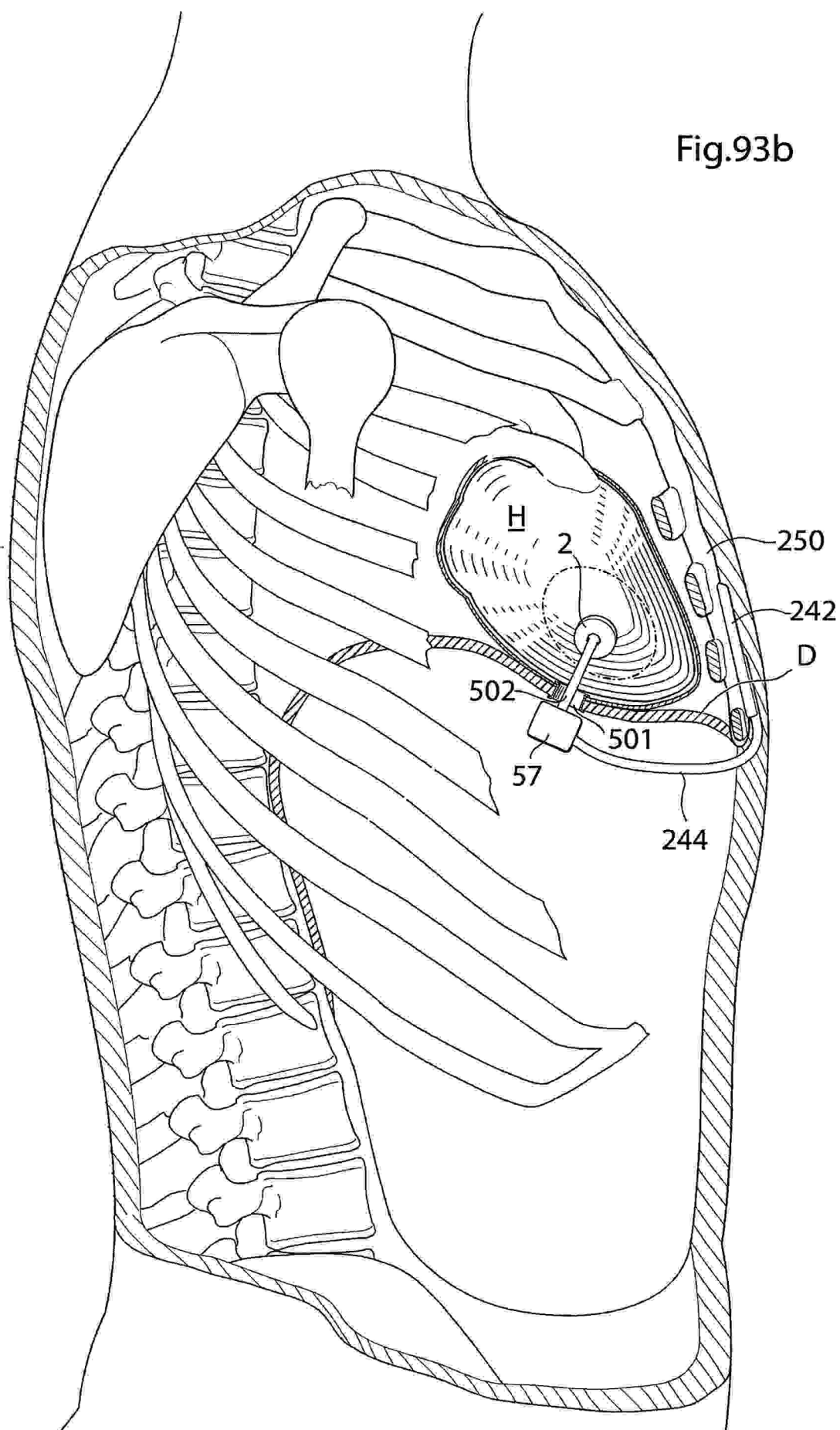


Fig.94

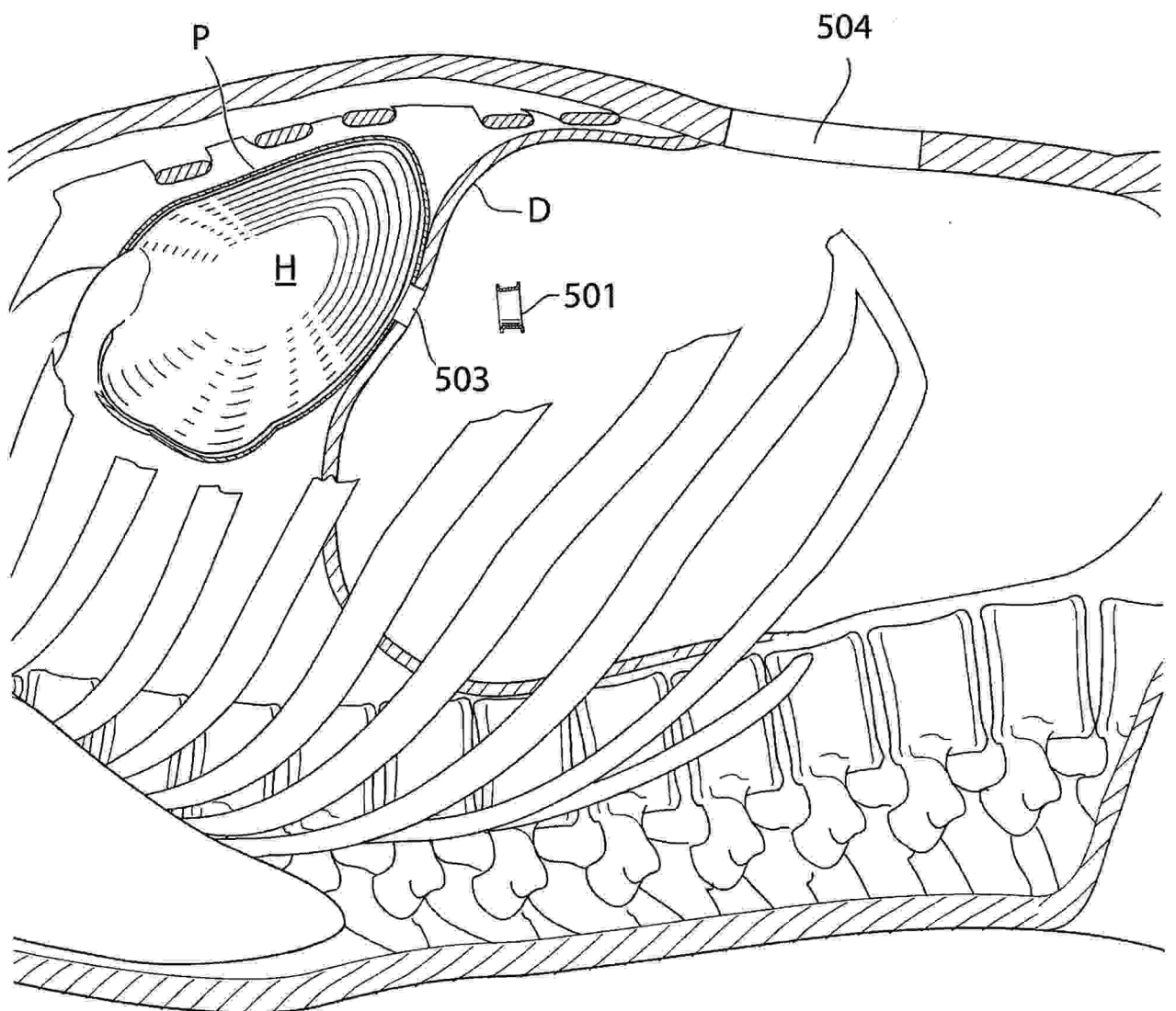
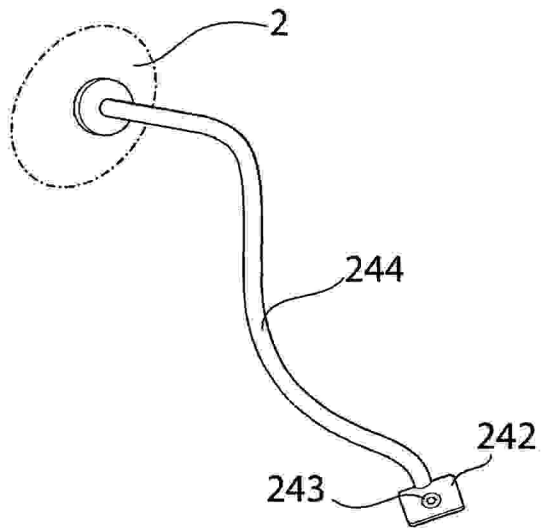


Fig.95

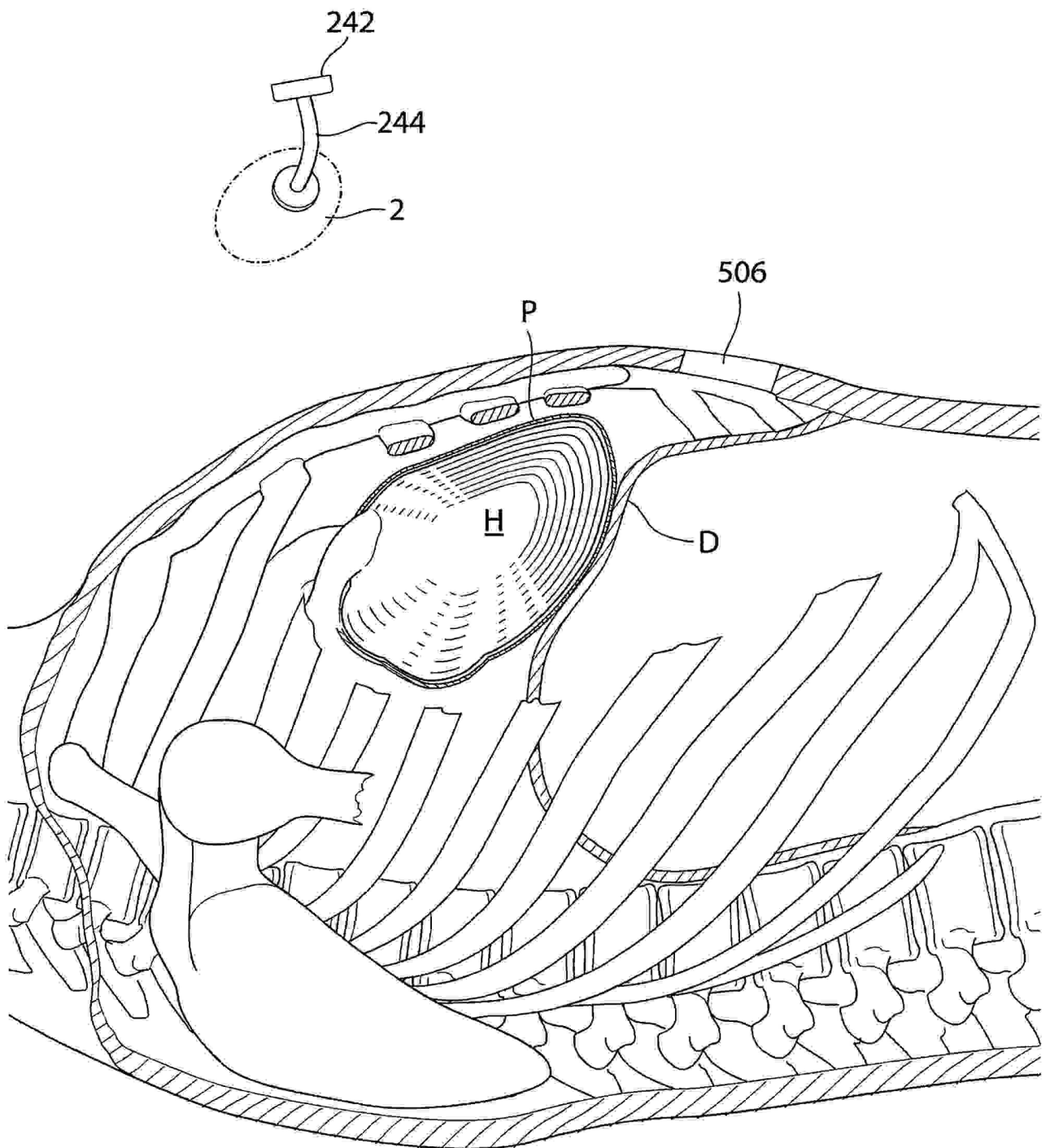


Fig.96

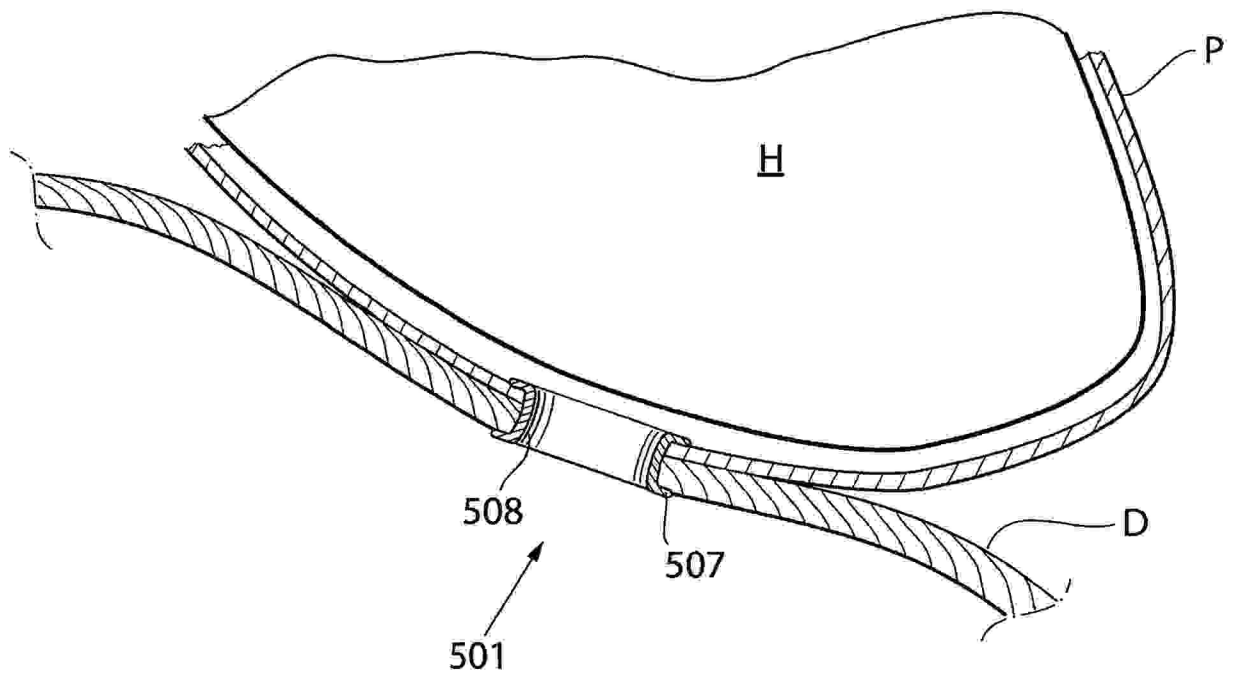


Fig.97a

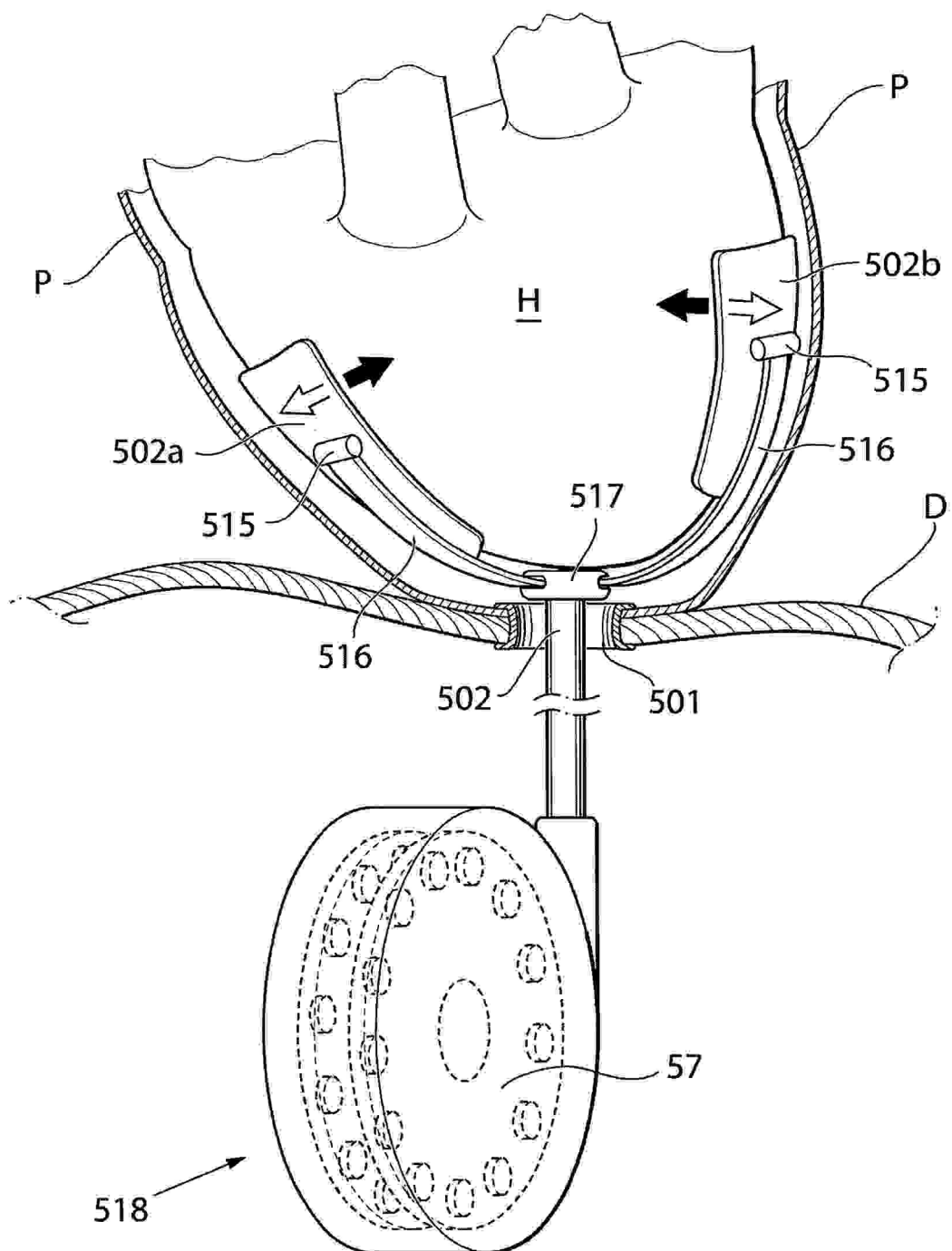


Fig.97b

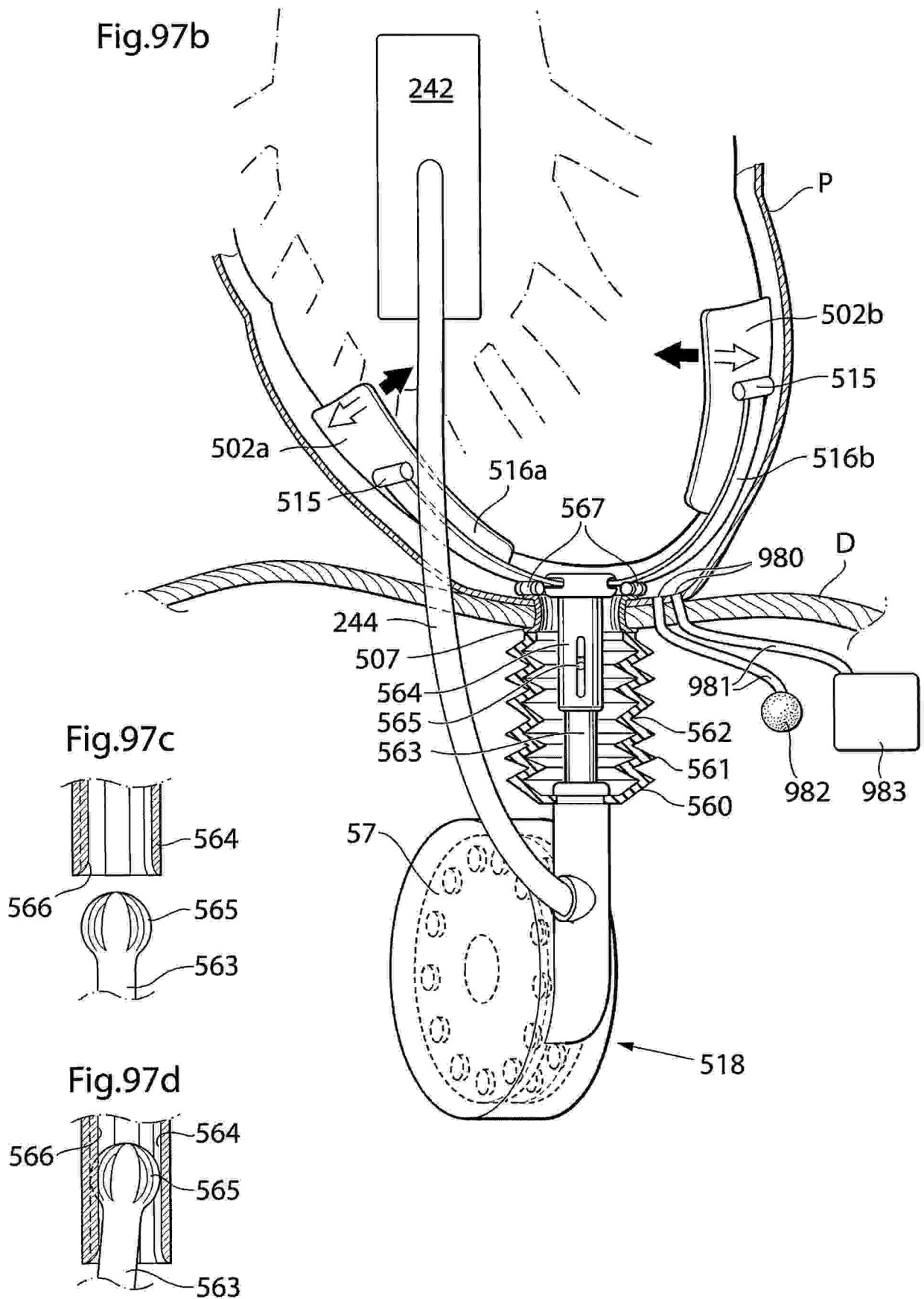


Fig.97c

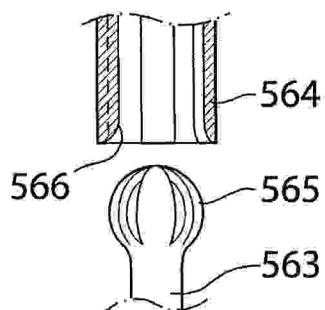
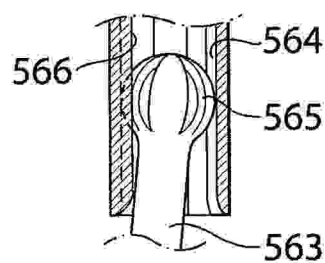


Fig.97d



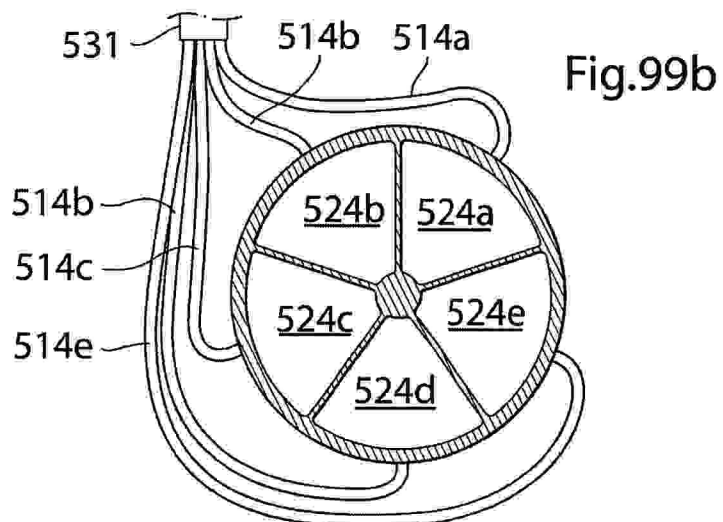
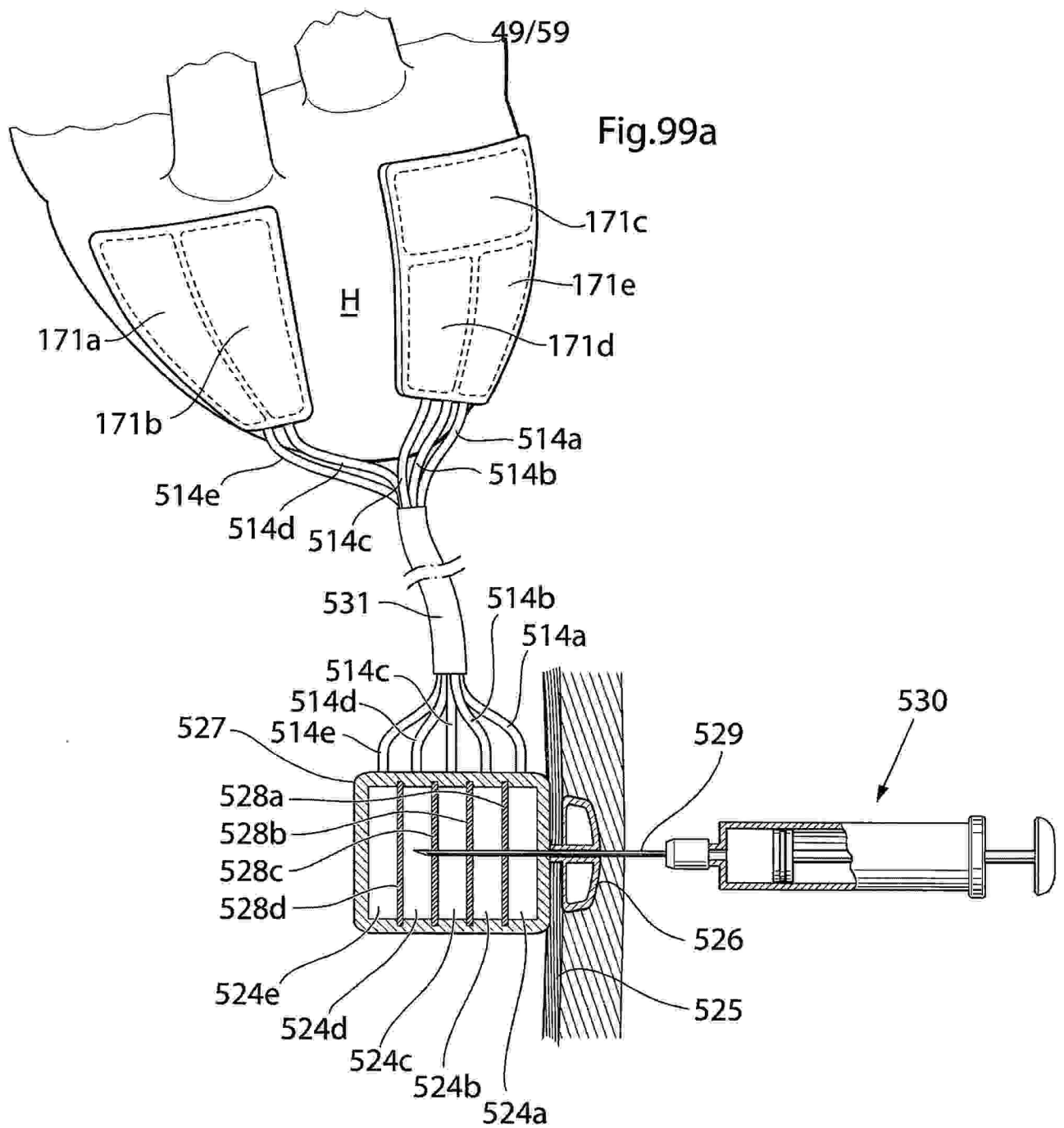


Fig.99c

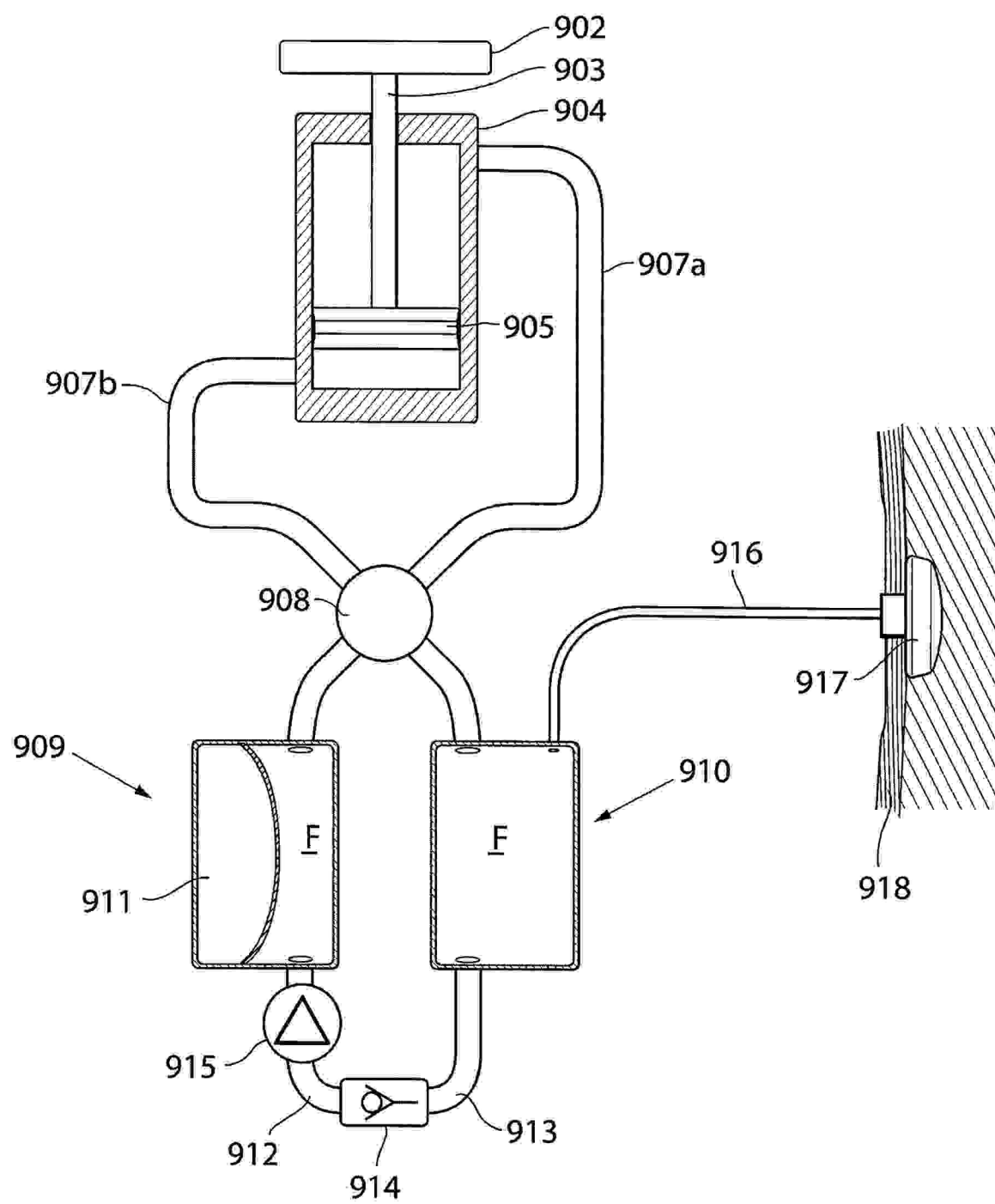


Fig.99d

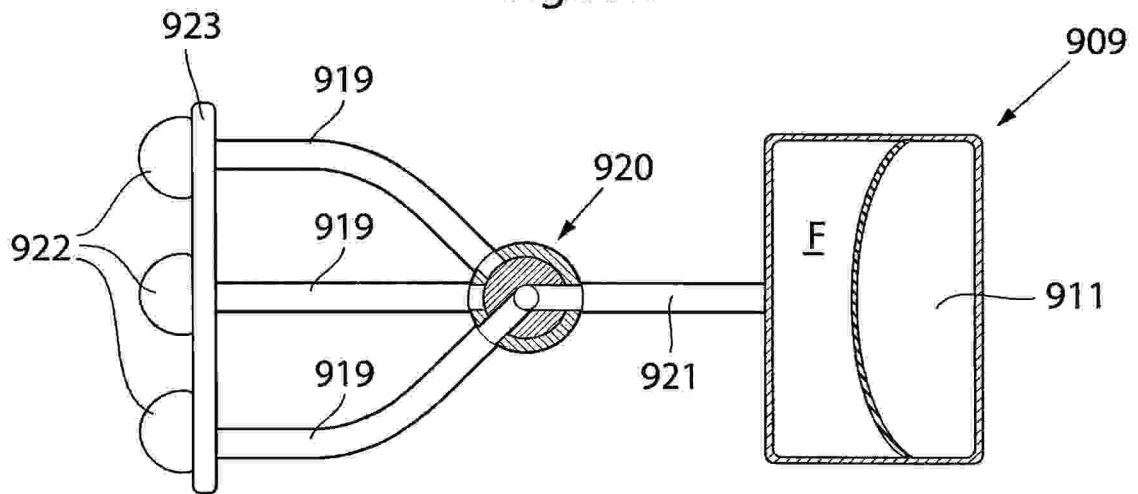


Fig.99e

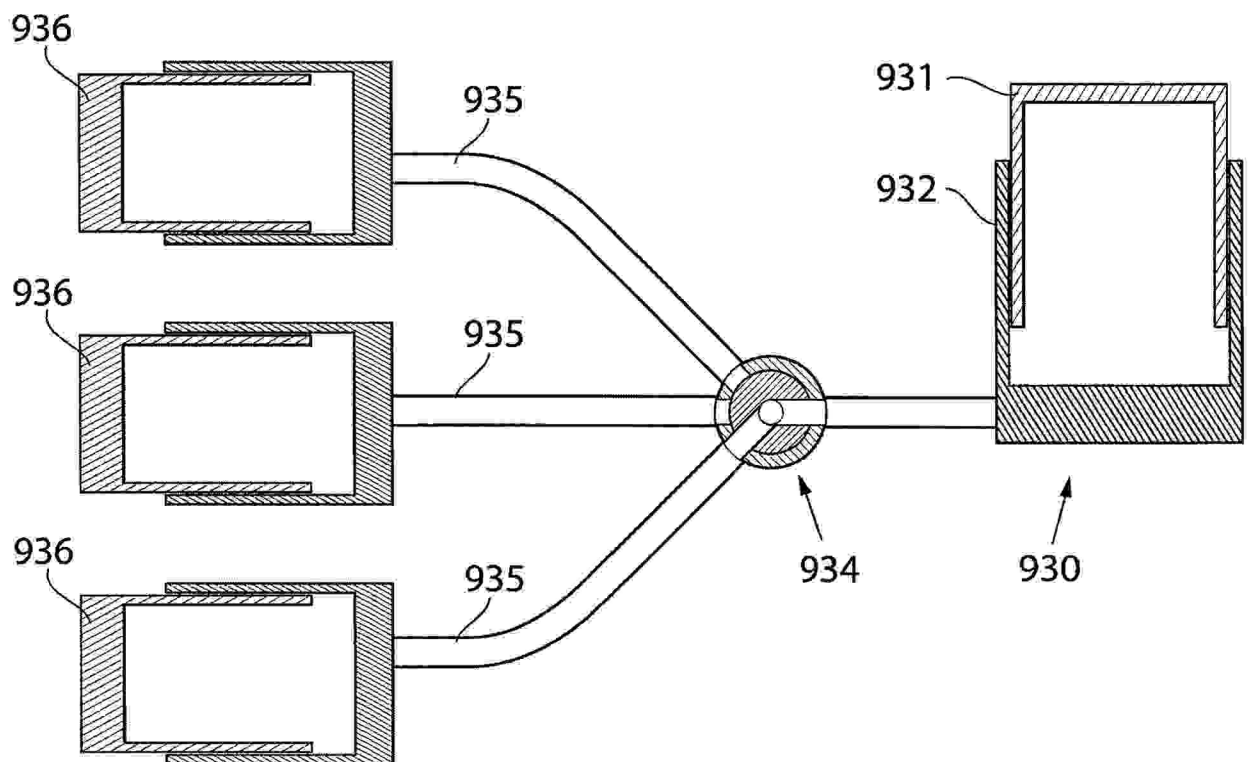


Fig.100

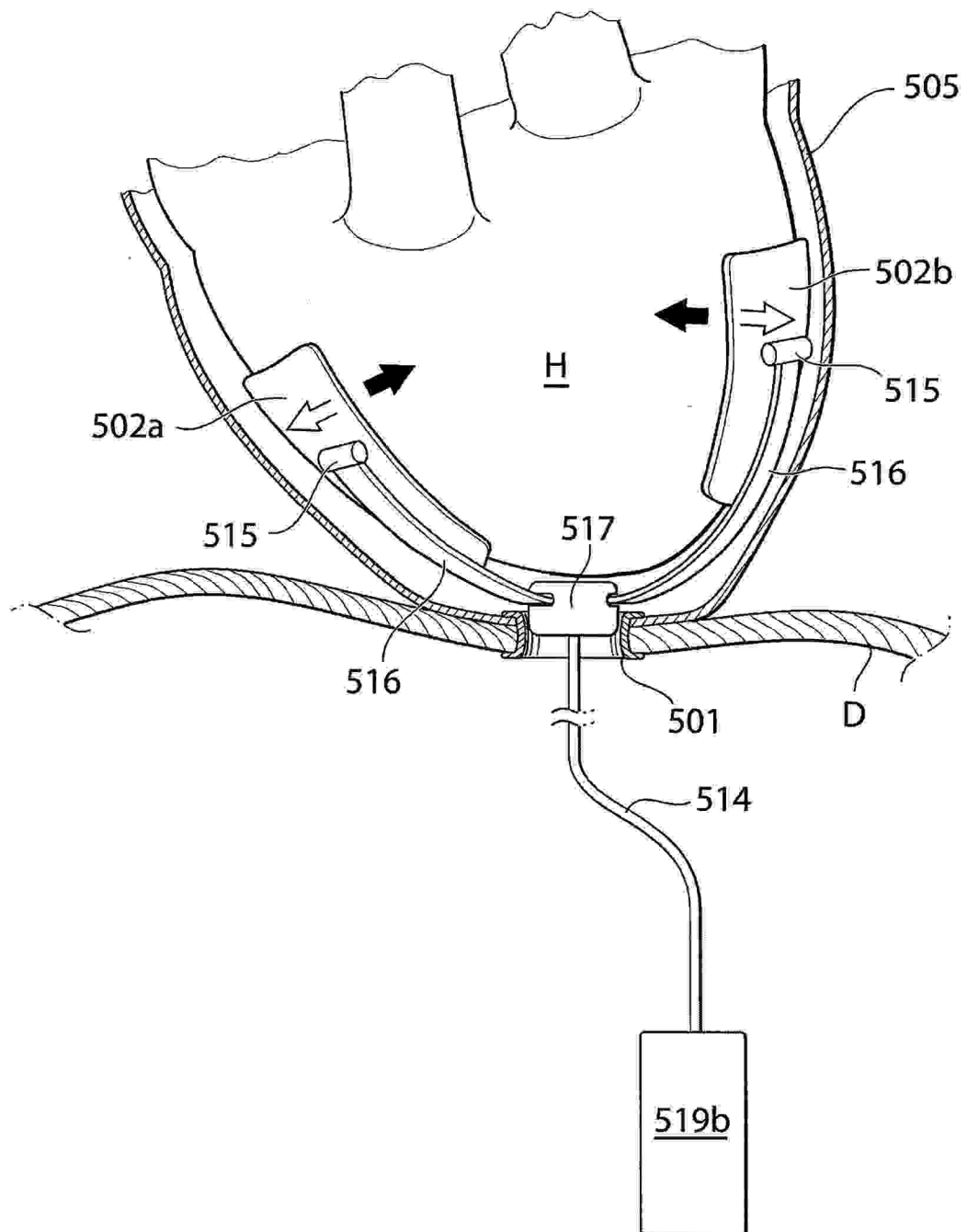


Fig.101a

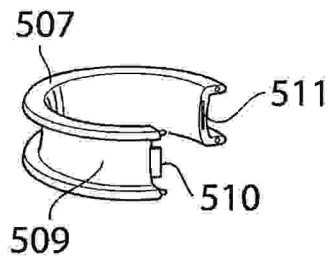


Fig.101b 53/59

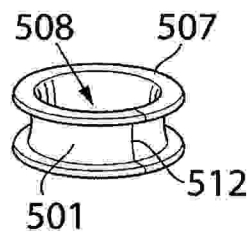


Fig.101c

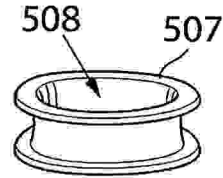


Fig.101d

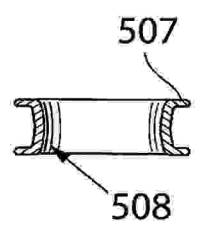


Fig.102

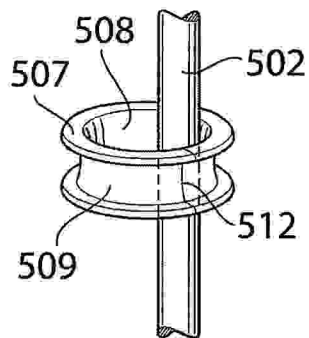


Fig.103

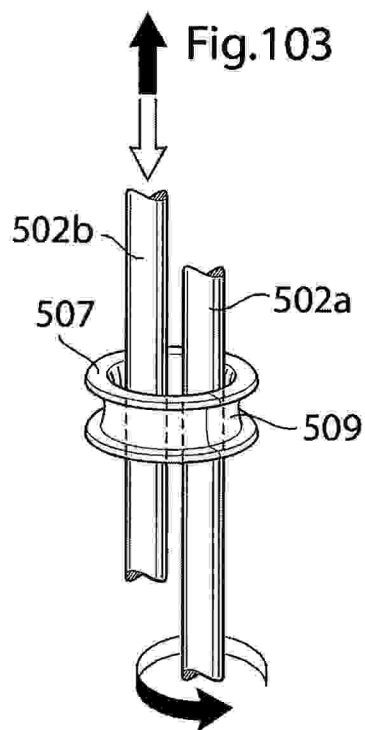


Fig.104

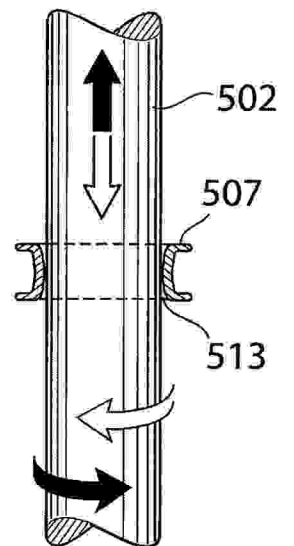


Fig.105

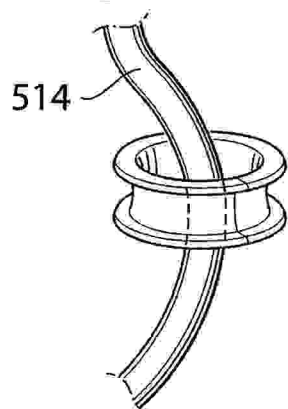


Fig.106

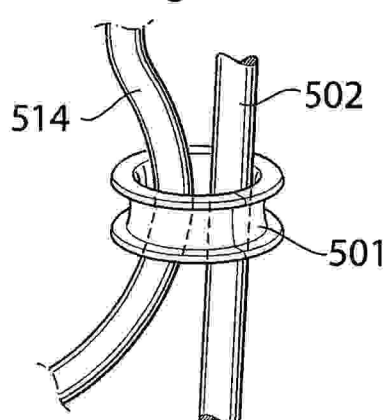


Fig.107

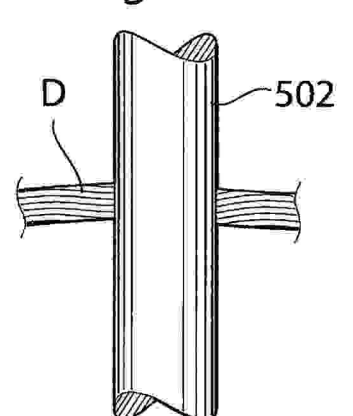


Fig.108a

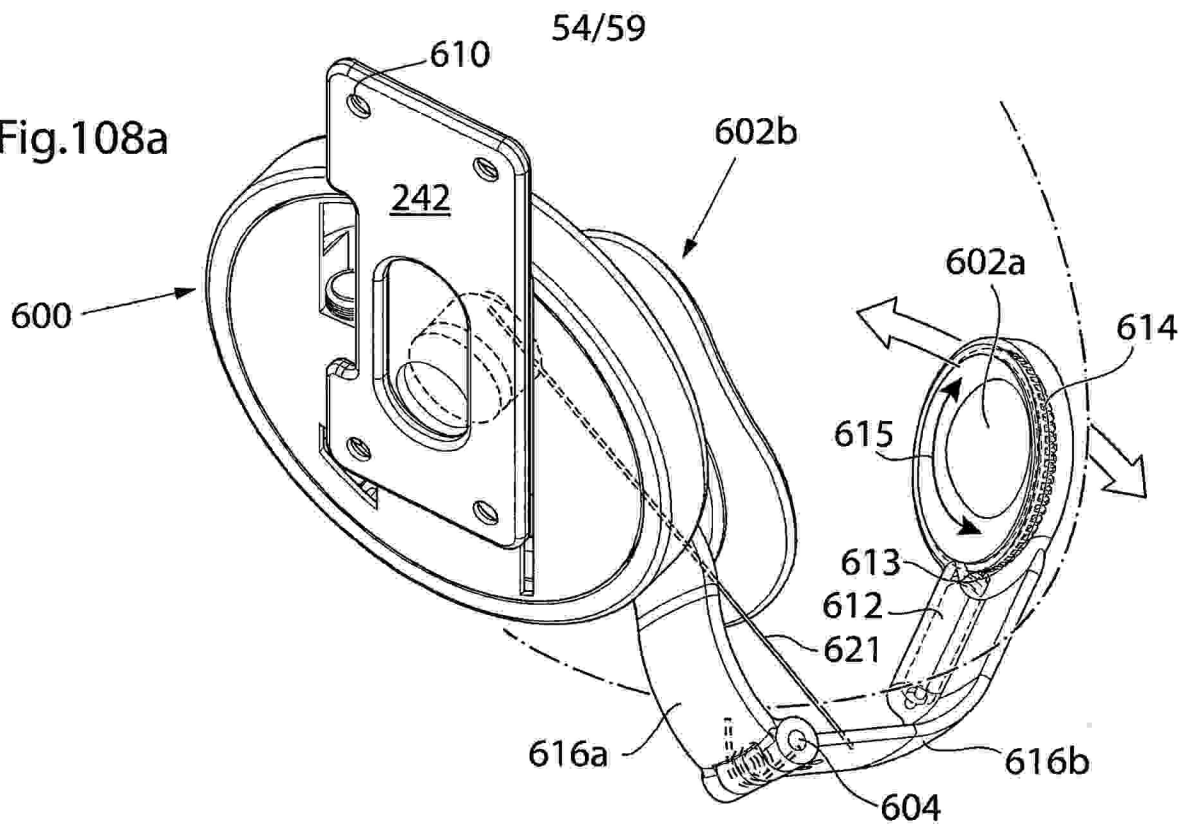


Fig.108b

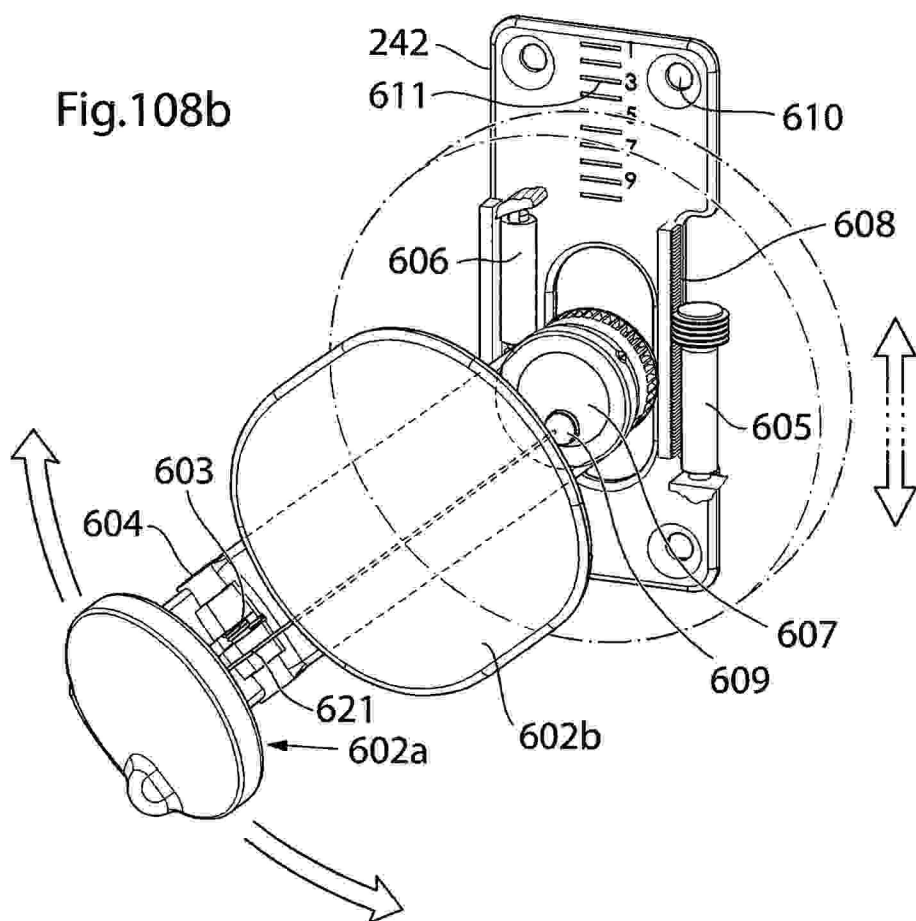


Fig.109

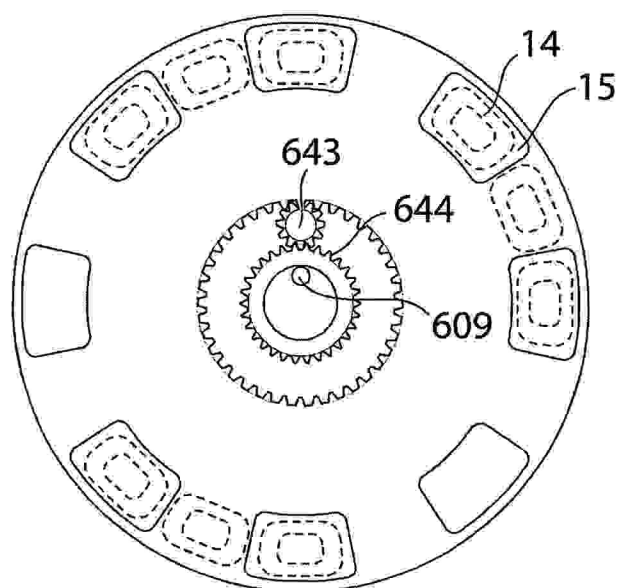
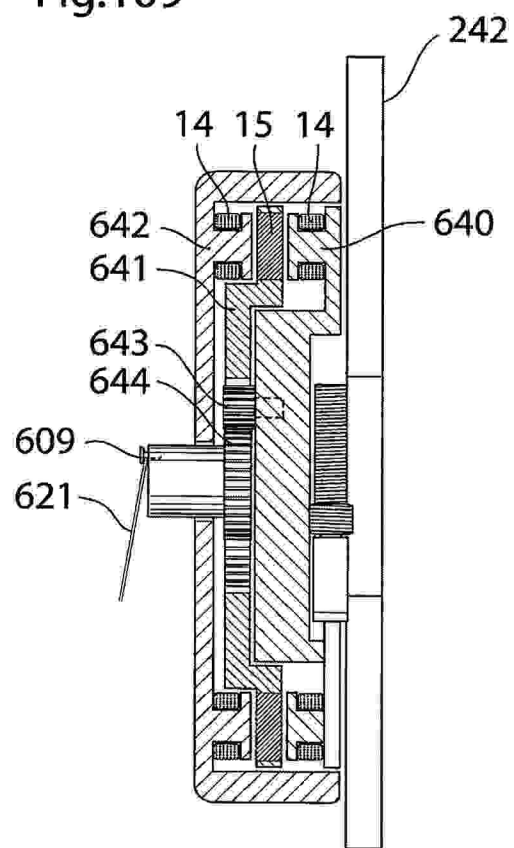


Fig.110

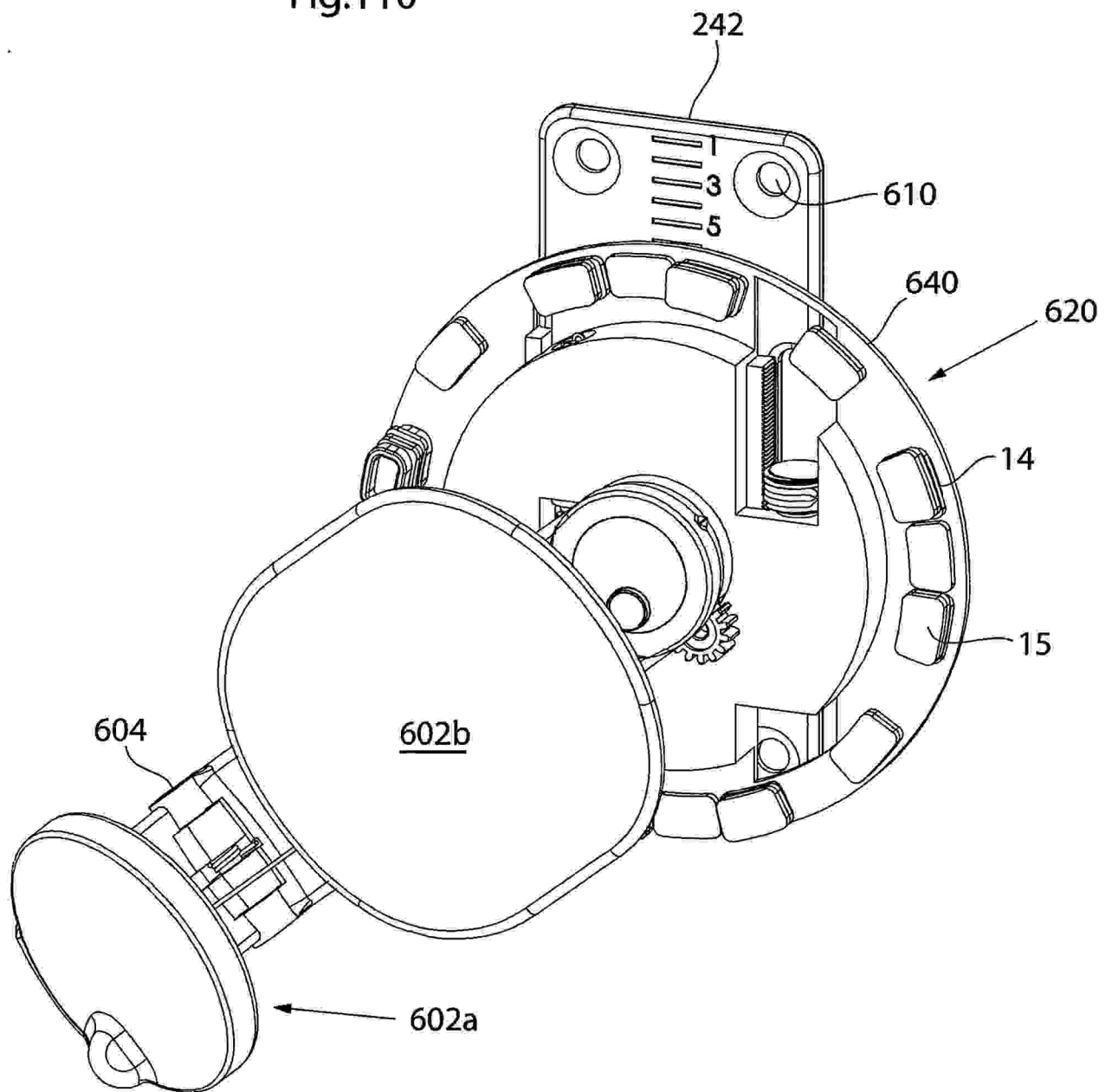


Fig.111

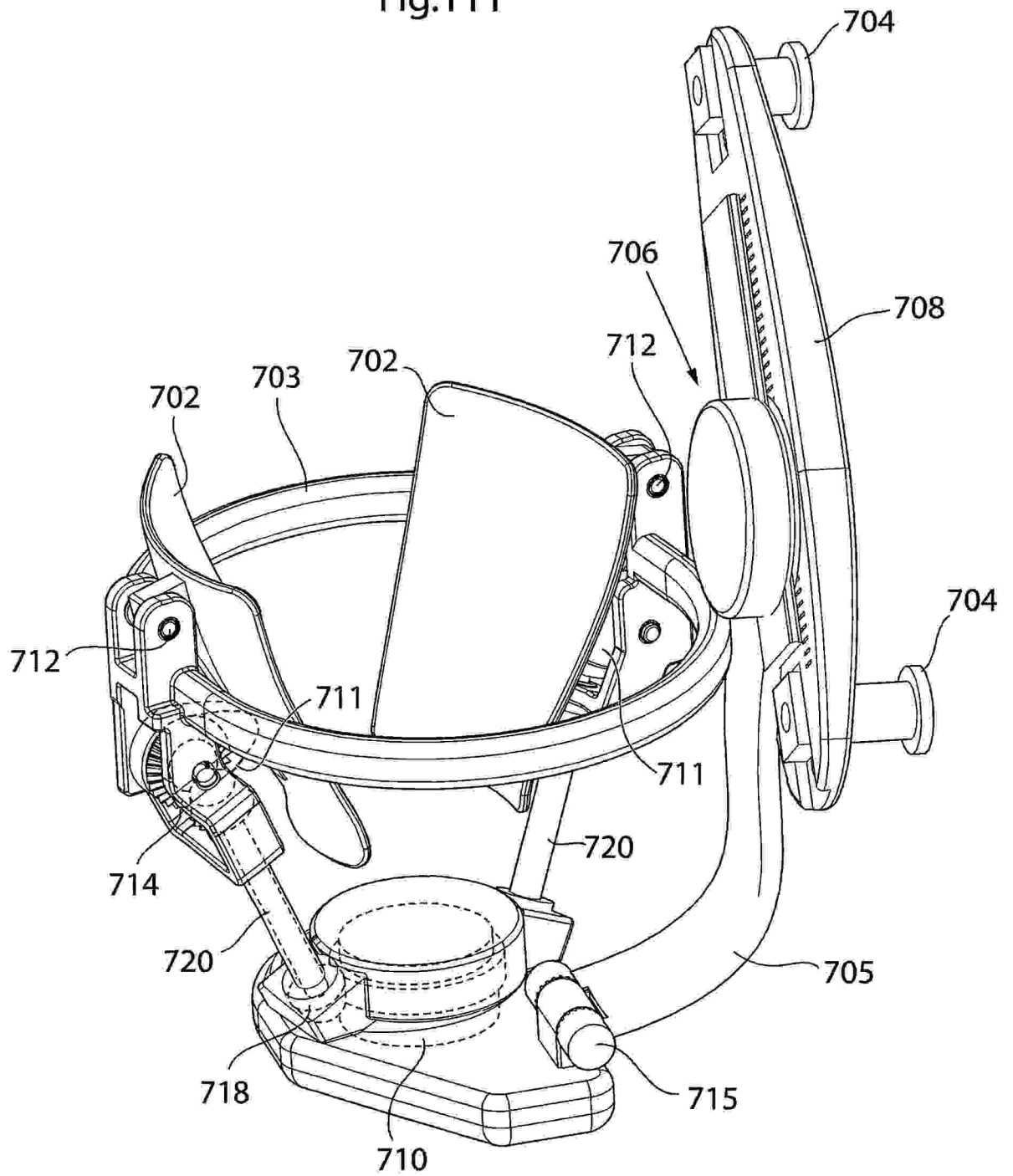


Fig.112a

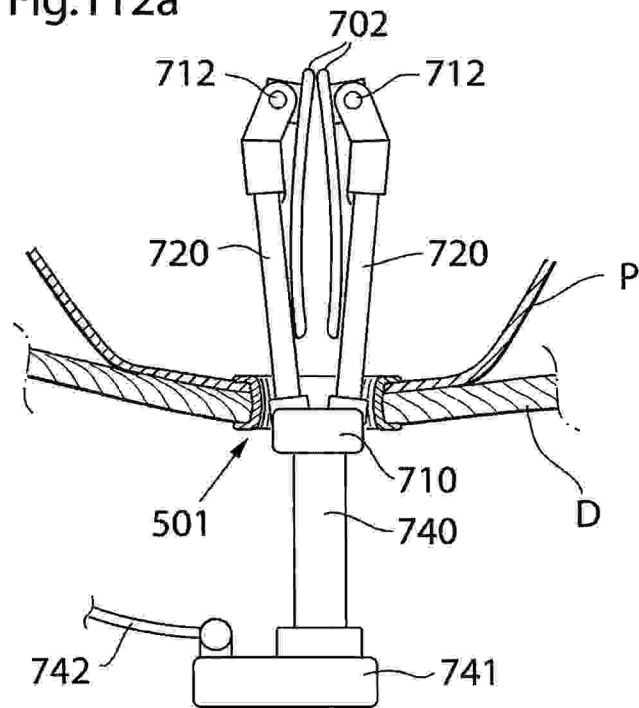


Fig.112b

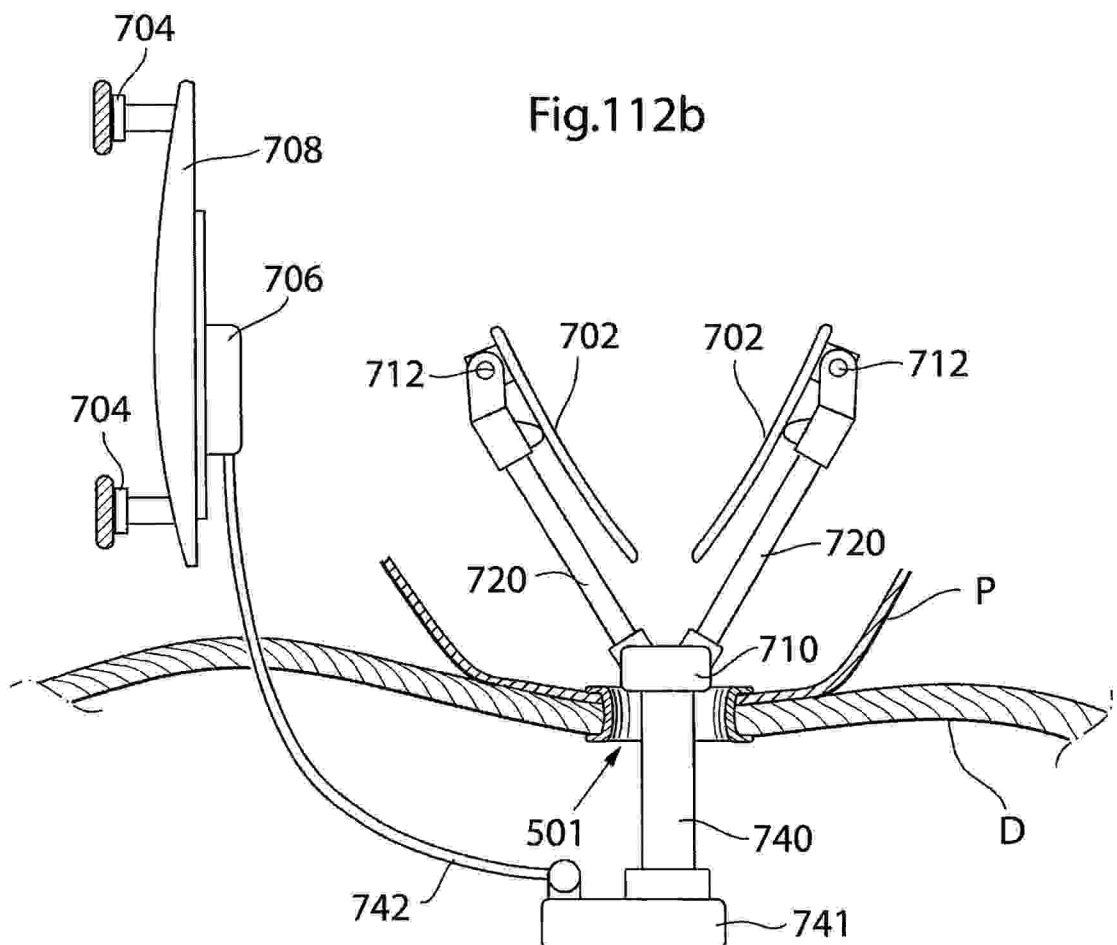


Fig.113

