



\* B R P I O 7 0 1 2 8 4 B 1 \*

**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0701284-5 B1**

**(22) Data do Depósito:** 14/03/2007

**(45) Data de Concessão:** 27/08/2024

**(54) Título:** SISTEMA PARA REMOÇÃO DE CALOR DAS CÉLULAS SUBCUTÂNEAS RICAS EM LIPÍDEOS

**(51) Int.Cl.:** A61F 7/02; A61B 18/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 26/09/2006 US 11/528.225.

**(73) Titular(es):** ZELTIQ AESTHETICS, INC..

**(72) Inventor(es):** MITCHELL LEVINSON; JESSÉ N. ROSEN; WILLIAM PENNYBACKER.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2007064018 de 14/03/2007

**(87) Publicação PCT:** WO 2008/039557 de 03/04/2008

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 28/03/2007

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO DE RESFRIAMENTO POSSUINDO UMA PLURALIDADE DE ELEMENTOS DE RESFRIAMENTO CONTROLÁVEL PARA FORNECER UM PERFIL DE RESFRIAMENTO PREDETERMINADO Um dispositivo de resfriamento para remoção de calor de células subcutâneas ricas em lipídeos de um sujeito possuindo pele é fornecido. O dispositivo de resfriamento inclui uma pluralidade de elementos de resfriamento móveis com relação um ao outro para se conformar ao contorno da pele do sujeito. Os elementos de resfriamento possuem uma pluralidade de resfriadores termoelétricos controláveis. Os elementos de resfriamento podem ser controlados para fornecer um perfil de resfriamento que varia com o tempo em uma seqüência predeterminada, podem ser controlados para fornecer um perfil de resfriamento espacial em um padrão selecionado, ou podem se ajustados para manter os parâmetros de processo constantes, ou podem ser controlados para fornecer uma combinação dos mesmos.

"SISTEMA PARA REMOÇÃO DE CALOR DAS CÉLULAS  
SUBCUTÂNEAS RICAS EM LIPÍDEOS"

Referência Cruzada a Pedidos Relacionados

Esse pedido reivindica os benefícios do pedido de  
5 patente U.S. No. 11/528.225, depositado em 26 de setembro de  
2006, e intitulado "COOLING DEVICE HAVING A PLURALITY OF  
CONTROLLABLE COOLING ELEMENTS TO PROVIDE A PREDETERMINED  
COOLING PROFILE," que é incorporado aqui por referência.

Campo Técnico

10 O presente pedido se refere geralmente a dispositi-  
tivos de resfriamento, sistemas e métodos para remoção de  
calor de células ricas em lipídeos subcutâneas, e mais par-  
ticularmente, mas não exclusivamente, a um dispositivo de  
resfriamento possuindo uma pluralidade de elementos de res-  
15 friamento controlável para criar um perfil de resfriamento  
espacial e/ou um perfil de resfriamento de variação de tempo  
a fim de afetar de forma mais eficiente as células subcutâ-  
neas ricas em lipídeos.

Fundamentos

20 O excesso de gordura corporal aumenta a probabili-  
dade de desenvolvimento de vários tipos de doenças tais como  
doenças cardíacas, pressão sanguínea alta, osteoartrite,  
bronquite, hipertensão, diabetes, trombose venal profunda,  
embolia pulmonar, varicose venal, pedras de fígado, hérnias,  
25 e várias outras condições.

Em adição a ser um sério risco à saúde, o excesso  
de gordura corporal também pode degradar a aparência pessoal  
e o desempenho estético. Por exemplo, excesso de gordura

corporal pode formar celulite, que causa um efeito de "casca de laranja" na superfície da pele. A celulite é formada quando a gordura subcutânea se projeta para dentro da derme e cria covinhas onde a pele é fixada aos fios fibrosos estruturais subjacentes. A celulite e quantidades excessivas de gordura são frequentemente consideradas pouco atraentes. Dessa forma, em vista dos sérios riscos à saúde e preocupações estéticas associadas com o excesso de gordura, uma forma eficiente de se controlar o acúmulo excessivo de gordura corporal é urgentemente necessária.

A lipoaspiração é um método para remoção seletiva de gordura corporal para esculpir o corpo de uma pessoa. A lipoaspiração é tipicamente realizada por cirurgiões plásticos e dermatologistas utilizando equipamento cirúrgico especializado que remove mecanicamente as células de gordura subcutâneas através de sucção. Uma desvantagem da lipoaspiração é que é um procedimento cirúrgico sério, e a recuperação pode ser dolorosa. A lipoaspiração pode ter complicações sérias e ocasionalmente até mesmo fatais. Adicionalmente, o custo da lipoaspiração é normalmente substancial.

Tratamentos convencionais não invasivos para a remoção de gordura corporal em excesso incluem tipicamente agentes tópicos, drogas de perda de peso, exercícios regulares, dietas ou uma combinação desses tratamentos. Uma desvantagem desses tratamentos é que os mesmos podem não ser eficientes ou até mesmo possíveis sob determinadas circunstâncias. Por exemplo, quando uma pessoa está fisicamente ferida ou doente, o exercício regular pode não ser uma opção.

De forma similar, as drogas de perda de peso ou agentes tópicos não são uma opção quando causam uma reação alérgica ou negativa. Adicionalmente, a perda de peso em áreas seletivas do corpo de uma pessoa não pode ser alcançada utilizando-se métodos de perda de peso sistêmicos ou gerais.

Outros métodos de tratamento não invasivo incluem a aplicação de calor a uma zona de células subcutâneas ricas de lipídeo. A patente U.S. No. 5.948.011 descreve a alteração da gordura corporal subcutânea e/ou colágeno pelo aquecimento da camada de gordura subcutânea com energia de irradiação enquanto se resfria a superfície da pele. O calor aplicado degenera as membranas fibrosas feitas de tecido de colágeno e pode destruir as células gordurosas abaixo da pele, e o resfriamento protege a epiderme de danos térmicos. Esse método é menos invasivo que a lipoaspiração, mas ainda pode causar danos térmicos ao tecido adjacente, e pode ser doloroso para o paciente.

Outro método de redução de células gordurosas subcutâneas é o resfriamento de células alvo como descrito na publicação de patente U.S. No. 2003/0220674, toda a descrição da qual é incorporada aqui. Essa publicação descreve, entre outras coisas, a redução da temperatura das células gordurosas subcutâneas ricas em lipídeos para afetar seletivamente as células gordurosas sem danificar as células na epiderme. Apesar de essa publicação fornecer métodos e dispositivos promissores, vários aperfeiçoamentos para melhorar a implementação desses métodos e dispositivos seria desejável, incluindo o fornecimento de uma pluralidade de elemen-

tos de resfriamento controláveis para criar um perfil de resfriamento espacial e/ou um perfil de resfriamento que varia com o tempo a fim de afetar de forma mais eficiente as células subcutâneas ricas em lipídeo.

5           A publicação de patente U.S. No. 2003/0220674 também descreve métodos para a remoção seletiva de células ricas em lipídeo e prevenção de danos a outras estruturas incluindo células dérmicas e epidérmicas. Um método de controle mais eficiente e preciso desses efeitos é desejável. Portanto, um método para o resfriamento espacial de células ricas em lipídeos através de um perfil de resfriamento prede-

10           terminado que varia com o tempo, perfil de resfriamento espacial selecionado, ou manutenção dos parâmetros de processo constantes também é necessário.

15           Breve Descrição dos Desenhos

Nos desenhos, referências numéricas idênticas se referem a elementos similares ou atos similares. Os tamanhos e posições relativas dos elementos nos desenhos não são necessariamente apresentados em escala. Por exemplo, os formatos de vários elementos e ângulos não são desenhados em es-

20           cala, e alguns desses elementos são ampliados de forma arbitrária e posicionados para aperfeiçoar a legibilidade do desenho. Adicionalmente, formatos particulares dos elementos como apresentados não têm a intenção de transportar qualquer

25           informação referente ao formato real dos elementos em particular, e foram selecionados apenas para facilitar o reconhecimento dos desenhos.

A Figura 1 é uma vista isométrica de um sistema

para a remoção de calor de células subcutâneas ricas em lipídeos de acordo com uma modalidade da invenção;

As Figuras 2a, 2b, 2c e 2d são vistas isométricas de um dispositivo de resfriamento para a remoção de calor de células subcutâneas ricas em lipídeo de acordo com as modalidades da invenção;

A Figura 3 é uma vista isométrica explodida do dispositivo de resfriamento da Figura 2a para remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeo de acordo com uma modalidade da invenção;

A Figura 4 é uma vista isométrica explodida adicional do dispositivo de resfriamento da Figura 3 ilustrando os componentes adicionais do dispositivo de resfriamento de acordo com outra modalidade da invenção;

A Figura 5a é uma vista isométrica de uma pluralidade de permutadores de calor conectados em série de acordo com outra modalidade da invenção. A Figura 5b é uma vista superior isométrica de uma pluralidade de permutadores de calor conectados em série de acordo com outra modalidade da invenção. A Figura 5c é uma vista inferior isométrica dos permutadores de calor da Figura 5b'

A Figura 6a é uma vista isométrica explodida de um dos permutadores de calor ilustrados na Figura 5a. A Figura 6b é uma vista isométrica de uma configuração alternativa de um elemento de resfriamento de um permutador de calor de acordo com uma modalidade da invenção;

A Figura 7 é uma vista transversal de um dos elementos de resfriamento ao longo da linha 7-7 da Figura 5a;

A Figura 8 é uma vista superior isométrica de um dispositivo de resfriamento alternativo para a remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeo de acordo com uma modalidade da invenção;

5 A Figura 9 é uma vista inferior isométrica do dispositivo de resfriamento alternativo da Figura 8;

A Figura 10 é uma vista em corte ilustrativa de um padrão de resfriamento lateral na derme da pele de acordo com outra modalidade da invenção;

10 A Figura 11 é um diagrama em bloco ilustrando os módulos de software do sistema de computação para a remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeos de acordo com outra modalidade da invenção.

#### Descrição Detalhada

15 A. Visão Geral

A presente descrição descreve dispositivos, sistemas, e métodos para o resfriamento de células subcutâneas ricas em lipídeo. O termo "tecido subcutâneo" significa o tecido que se encontra sob a derme e inclui adipócitos (células gordurosas) e gordura subcutânea. Será apreciado que  
20 vários dos detalhes apresentados abaixo são fornecidos para descrever as modalidades a seguir de uma forma suficiente para permitir que os versados na técnica relevante criem e utilizem as modalidades descritas. Vários dos detalhes e  
25 vantagens descritos abaixo, no entanto, podem não ser necessários para a prática de determinadas modalidades da invenção. Adicionalmente, a invenção pode incluir outras modalidades que estão dentro do escopo das reivindicações, mas não

são descritas em detalhes com relação às Figuras de 1 a 11.

Referência, através dessa especificação, a "uma modalidade" significa que uma característica, estrutura em particular descrita com relação à modalidade é incluída em pelo menos uma modalidade da presente invenção. Dessa forma, 5 as ocorrências de frases "em uma modalidade" ou em vários locais por toda essa especificação não são necessariamente todas referentes à mesma modalidade. Adicionalmente, as características ou estruturas particulares podem ser combina- 10 das de qualquer forma adequada em uma ou mais modalidades.

Os cabeçalhos fornecidos aqui servem fins de conveniência apenas e não interpretam o escopo ou significado da invenção reivindicada.

A presente invenção é direcionada a um dispositivo 15 de resfriamento para remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeo de um sujeito. O dispositivo de resfriamento inclui uma pluralidade de elementos de resfriamento móveis com relação um ao outro de forma a serem confortáveis para a pele do sujeito.

20 Um aspecto é direcionado a um dispositivo de resfriamento para a remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeos. O dispositivo de resfriamento inclui uma pluralidade de elementos de resfriamento contidos dentro de elementos de estrutura interconectada rotativos em torno de 25 pelo menos um eixo geométrico, uma pluralidade de elementos de permuta de calor, e um alojamento. Alternativamente, o dispositivo de resfriamento inclui uma pluralidade de elementos de resfriamento contidos em um substrato flexível. Os

elementos de resfriamento podem utilizar várias tecnologias de resfriamento incluindo, por exemplo, resfriadores termoe-  
létricos, fluido resfriado recirculante, elementos de com-  
pressão de vapor, ou dispositivos criogênicos de mudança de  
5 fase. Os versados na técnica reconhecerão que existe um nú-  
mero de outras tecnologias de resfriamento que podem ser  
utilizadas e que os elementos de resfriamento não precisam  
ser limitados aos descritos aqui.

Outro aspecto é direcionado para um dispositivo de  
10 resfriamento possuindo uma pluralidade de elementos de res-  
friamento utilizando princípios termoelétricos Peltier ou  
outras tecnologias de resfriamento. O dispositivo de resfri-  
amento também inclui um elemento de dissipação de calor em  
comunicação térmica com os elementos de resfriamento e uma  
15 pluralidade de elementos de interface possuindo superfícies  
de permuta de calor configuradas para entrar em contato com  
a pele do sujeito. Os elementos de resfriamento podem ser  
capaz de reduzir uma temperatura de uma região de forma que  
as células ricas em lipídeo na região sejam afetadas enquan-  
20 to as células que não são ricas em lipídeos geralmente não  
são afetadas.

Aspectos adicionais incluem o fato de o dispositi-  
vo de resfriamento poder incluir uma pluralidade de segmen-  
tos articulados interconectados para a rotação para se con-  
25 formar a uma parte do corpo. Alternativamente, os elementos  
de resfriamento também podem ser dispostos em um substrato  
flexível e podem ser móveis um com relação ao outro.

Outro aspecto é direcionado para um dispositivo de

resfriamento possuindo uma pluralidade de elementos de resfriamento controlados individualmente para fornecer um perfil de resfriamento espacial e/ou um perfil de resfriamento que varia com o tempo. O perfil de resfriamento pode, por exemplo, ser configurado para fornecer elementos de resfriamento ao longo de um perímetro do dispositivo de resfriamento a uma temperatura mais baixa ou mais alta do que os elementos de resfriamento em um interior do dispositivo de resfriamento. Alternativamente, o perfil de resfriamento pode ser configurado para fornecer elementos de resfriamento em regiões do dispositivo de resfriamento a uma temperatura mais baixa ou mais alta que os elementos de resfriamento em regiões adjacentes do dispositivo de resfriamento. Aspectos adicionais incluem que o perfil de resfriamento pode variar com o tempo para fornecer um perfil de temperatura decrescente ou crescente durante o tratamento.

Outro aspecto é direcionado para um método de aplicação de um dispositivo de resfriamento possuindo uma pluralidade de elementos de resfriamento contidos em uma pluralidade de segmentos articulados interconectados, cada par adjacente de elementos de resfriamento articulados sendo rotativo em torno de pelo menos um eixo geométrico. Os elementos de resfriamento podem ter uma pluralidade de superfícies de permuta de calor capazes de remover o calor da pele do sujeito. O método inclui a rotação de segmentos articulados contendo os elementos de resfriamento para alcançar uma configuração desejada do dispositivo de resfriamento, o resfriamento das superfícies de permuta de calor da pluralidade

de elementos de resfriamento para uma temperatura desejada, colocando a pluralidade de superfícies de permuta de calor resfriadas perto da pele do sujeito, e reduzindo a temperatura de uma região de forma que as células ricas em lipídeo na região sejam afetadas enquanto as células que não são ricas em lipídeo na região geralmente não sejam afetadas. Alternativamente, os elementos de resfriamento podem ser dispostos em um substrato flexível e móveis um com relação ao outro.

10 Aspectos adicionais incluem um método de aplicação e manutenção de pressão na região de contato. Aspectos adicionais incluem a fixação do dispositivo de resfriamento em posição com um dispositivo de retenção. Aspectos adicionais incluem o fornecimento de um perfil que varia com o tempo para aumentar ou reduzir a temperatura dos elementos de resfriamento durante um período de tempo selecionado. Aspectos adicionais incluem a variação espacial da temperatura de cada elemento de resfriamento do dispositivo de resfriamento para fornecer regiões de resfriamento discretas no dispositivo de resfriamento.

20 Outro aspecto é direcionado para um sistema para a remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeos. O sistema inclui um dispositivo de resfriamento possuindo uma pluralidade de segmentos de estrutura contendo elementos de resfriamento móveis um com relação ao outro, os segmentos de estrutura sendo capazes de alcançar uma orientação desejada entre cada um, e um depósito de calor acoplado ao dispositivo de resfriamento para dissipar o calor gerado pelo

dispositivo de resfriamento. Em uma modalidade, os segmentos de estrutura são articulados. Quando colocada perto da pele de um sujeito, a pluralidade de elementos de resfriamento pode ser capaz de reduzir uma temperatura de uma região de forma que as células ricas em lipídeo na região sejam afetadas enquanto as células que não são ricas em lipídeos na epiderme e/ou derme geralmente não sejam afetadas.

Aspectos adicionais incluem o dispositivo de resfriamento sendo configurado para seguir os contornos do corpo. Aspectos adicionais incluem o dispositivo de resfriamento incluindo uma alça e/ou podendo incluir uma tira ou outro dispositivo de retenção para reter o dispositivo de resfriamento em uma posição selecionada. Aspectos adicionais incluem um sistema de controle para controlar individualmente a temperatura dos elementos de resfriamento em um padrão pre-determinado. Aspectos adicionais incluem uma unidade de processamento para controlar um perfil de resfriamento que varia com o tempo do dispositivo de resfriamento.

#### B. Sistema para a Redução Seletiva de Células Ricas em Lipídeos

A Figura 1 é uma vista isométrica de um sistema para remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeos de um sujeito de acordo com uma modalidade da invenção. O sistema pode incluir um dispositivo de resfriamento localizado em uma área abdominal do sujeito ou outra área adequada para remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeos do sujeito. Várias modalidades do dispositivo de resfriamento são descritas

em maiores detalhes abaixo com referência às Figuras de 2 a 11.

O sistema 100 pode incluir adicionalmente uma unidade de resfriamento 106 e linhas de fluido de suprimento e retorno 108a-b conectando o dispositivo de resfriamento 104 à unidade de resfriamento 106. A unidade de resfriamento 106 pode remover o calor de um refrigerante para um depósito de calor e fornecer um refrigerante resfriado para o dispositivo de resfriamento 104 através das linhas de fluido 108a e b. Exemplos do refrigerante circulante incluem água, glicol, fluido de transferência de calor sintético, óleo, um refrigerante, e qualquer outro fluido de condução de calor adequado. As linhas de fluido 108a-b podem ser mangueiras ou outros condutos construídos a partir de polietileno, cloreto de polivinil, poliuretano, e outros materiais que possam acomodar o refrigerante circulante em particular. A unidade de resfriamento 106 pode ser uma unidade de refrigeração, uma torre de resfriamento, um resfriador termoelétrico, ou qualquer outro dispositivo capaz de remover calor de um refrigerante. Alternativamente, um suprimento de água municipal (isso é, água de torneira) pode ser utilizado no lugar da unidade de resfriamento.

Como explicado em maiores detalhes abaixo, o dispositivo de resfriamento 104 inclui uma pluralidade de elementos de resfriamento termoelétricos, tal como os elementos termoelétricos do tipo Peltier, que podem ser controlados individualmente para criar um perfil de resfriamento espacial personalizado e/ou um perfil de resfriamento que varia

com o tempo. O sistema 100 pode incluir adicionalmente um suprimento de energia 110 e uma unidade de processamento 114 acoplados de forma operacional ao dispositivo de resfriamento 104. Em uma modalidade, o suprimento de energia 110 pode  
5 fornecer uma voltagem de corrente direta para o dispositivo de resfriamento termoelétrico 104 para efetuar a taxa de remoção de calor do sujeito 101. A unidade de processamento 114 pode monitorar os parâmetros de processo através de sensores (não ilustrados) localizados perto do dispositivo de  
10 resfriamento 104 através da linha de energia 116 para ajustar a taxa de remoção de calor com base nos parâmetros de processo. A taxa de transferência de calor pode ser ajustada para manter os parâmetros de processo constantes. Alternativamente, os parâmetros de processo podem varia espacial ou  
15 temporalmente. A unidade de processamento 114 pode estar em comunicação elétrica direta através da linha 112, ou alternativamente, pode ser conectada através de uma comunicação sem fio. Alternativamente, a unidade de processamento 114 pode ser pré-programada para fornecer um perfil de resfriamento distribuído espacialmente e/ou um perfil de resfriamento que varia com o tempo. A unidade de processamento 114  
20 pode incluir qualquer processador, Controlador Lógico Programável, Sistema de Controle Distribuído, e similar.

Em outro aspecto, a unidade de processamento 114  
25 pode estar em comunicação elétrica com um dispositivo de entrada 118, um dispositivo de saída 120, e/ou um painel de controle 122. O dispositivo de entrada 118 pode incluir um teclado, um mouse, uma tela de toque, um botão de pressão,

um comutador, um potenciômetro, e qualquer outro dispositivo adequado para aceitação de registro de usuário. O dispositivo de saída 120 pode incluir uma tela de exibição, uma impressora, uma leitora de meio, um dispositivo de áudio, e qualquer outro dispositivo adequado para o fornecimento de retorno ao usuário. O painel de controle 122 pode incluir luzes indicadoras, exibições numéricas, e dispositivos de áudio. Nas modalidades alternativas, o painel de controle 122 pode ser contido no dispositivo de resfriamento 104. Na modalidade ilustrada na Figura 1, a unidade de processamento 114, o suprimento de energia 110, o painel de controle 122, a unidade de resfriamento 106, o dispositivo de entrada 118, e o dispositivo de saída 120 são transportados por uma cremalheira 124 com rodízios 126 para fins de portabilidade. Nas modalidades alternativas, a unidade de processamento 114 pode ser contida no dispositivo de resfriamento 104. Em outra modalidade, os vários componentes podem ser instalados de forma fixa em um local de tratamento.

#### C. Dispositivo de Resfriamento Possuindo uma Pluralidade de Elementos de Resfriamento

As Figuras 2a, 2b e 2c são vistas isométricas de um dispositivo de resfriamento 104 de acordo com as modalidades da invenção adequado para uso no sistema 100. Nessa modalidade, o dispositivo de resfriamento 104 inclui um alojamento de sistema de controle 202 e alojamentos de elemento de resfriamento 204a a g. O alojamento do sistema de controle 202 inclui uma manga 308 (Figura 3) que pode deslizar para dentro do colar 310 e/ou pode ser mecanicamente fixado

aos alojamentos de elemento de resfriamento. Os alojamentos de elemento de resfriamento 204a a g são conectados aos elementos de permuta de calor (não ilustrados) por meios de fixação 206. Os meios de fixação podem ser qualquer dispositivo de fixação mecânico tal como um parafuso ou pino como é sabido na técnica. A pluralidade de alojamentos de elemento de resfriamento 204a a g pode ter muitas características similares. Como tal, as características do primeiro alojamento de elemento de resfriamento 204a são descritas abaixo com símbolos de referência seguidos por um "a", características correspondentes do segundo alojamento de elemento de resfriamento 204b são ilustradas e notadas pelo mesmo símbolo de referência seguido por um "b", e assim por diante. O alojamento de elemento de resfriamento 204a pode ser construído a partir de materiais poliméricos, metais, cerâmicas, madeiras e/ou outros materiais adequados. O exemplo do alojamento de elemento de resfriamento 204a ilustrado na Figura 2a a c é geralmente retangular, mas pode ter qualquer outro formato desejado.

O dispositivo de resfriamento 104 é ilustrado em uma primeira configuração relativamente plana na Figura 2a; em uma segunda configuração ligeiramente curva na Figura 2b; e em uma terceira configuração curva na Figura 2c. Como ilustrado nas Figuras 2b e 2c, cada segmento dos alojamentos de elemento de resfriamento 204a a g são conectados de forma rotativa a segmentos adjacentes e móveis em torno da conexão 207a a f para permitir que o dispositivo de resfriamento 104 se curve. A conexão 207a a f, por exemplo, pode ser um pino,

uma junta esférica, um suporte, ou outro tipo de juntas rotativas. A conexão 207 pode, de acordo, ser configurada para acoplar de forma rotativa o primeiro alojamento de elemento de resfriamento 204a ao segundo alojamento de elemento de resfriamento 204b. De acordo com os aspectos da invenção, o primeiro alojamento de elemento de resfriamento 204a pode girar com relação ao segundo alojamento de elemento de resfriamento 204b (indicado pela seta A), cada par adjacente e móvel de elementos de resfriamento sendo tal que, por exemplo, o ângulo entre os primeiro e segundo alojamentos de elemento de resfriamento 204a e 204b possa ser ajustado até 45°. Dessa forma, o dispositivo de resfriamento é articulado de forma que possa assumir uma configuração curva como ilustrado na Figura 2b ou 2c, em conformidade com a pele de um sujeito.

Uma vantagem da pluralidade de superfícies de permuta de calor rotativas é que o formato arqueado do dispositivo de resfriamento pode concentrar a transferência de calor na região subcutânea. Por exemplo, quando as superfícies de permuta de calor são giradas em torno de um contorno de corpo de um sujeito, o formato arqueado pode concentrar a remoção de calor da pele.

O alojamento do sistema de controle 202 pode alojar uma unidade de processamento para controlar o dispositivo de resfriamento 104 e/ou as linhas de fluido 108a-b e/ou linhas de energia elétrica e comunicação. O alojamento do sistema de controle 202 inclui um orifício de fiação 210 para as linhas elétricas e de suprimento de fluido (não ilustra-

das por motivos de clareza). O alojamento do sistema de controle 202 pode adicionalmente ser configurado para servir como uma alça para um usuário do dispositivo de resfriamento 104. Alternativamente, a unidade de processamento pode ser contida em um local além de no dispositivo de resfriamento.

Como ilustrado nas Figuras 2a, 2b e 2c, o dispositivo de resfriamento 104 pode incluir adicionalmente em cada extremidade do dispositivo de resfriamento 104 dispositivos de retenção 208a e 208b acoplados a uma estrutura 304. Os dispositivos de retenção 208a e 208b são conectados de forma rotativa à estrutura por elementos de acoplamento de dispositivo de retenção 212a-b. Os elementos de acoplamento de dispositivo de retenção 212a-b, por exemplo, podem ser um pino, uma junta esférica, um suporte ou outro tipo de juntas rotativas. Alternativamente, os dispositivos de retenção 208a e 208b podem ser afixados rigidamente às partes de extremidade dos alojamentos do elemento de resfriamento 204a e 204b. Alternativamente, o dispositivo de retenção pode ser fixado ao alojamento do sistema de controle 202.

Os dispositivos de retenção 208a e 208b são, cada um, ilustrados como lingüetas 214, cada uma possuindo uma fenda 216 na mesma para recebimento de uma faixa ou tira elastomérica (não ilustrada por motivos de clareza) para reter o dispositivo de resfriamento 104 no lugar em um sujeito 101 durante o tratamento. Alternativamente, o dispositivo de resfriamento pode não conter qualquer dispositivo de retenção fixado e pode ser mantido no lugar manualmente, pode ser mantido no lugar pela ação da gravidade, ou pode ser mantido

no lugar com uma faixa, tira elastomérica, ou tecido não elástico (por exemplo, tela de náilon) enrolado em torno do dispositivo de resfriamento 104 e do sujeito 101.

Como ilustrado nas Figuras 2a a 2c, os alojamentos do elemento de resfriamento 204a-g possuem uma primeira bor-  
5 da 218 e uma segunda borda adjacente 220 de um formato alternado para permitir que o dispositivo de resfriamento 104 combine e, dessa forma, configure em uma configuração plana. A primeira borda 218 e a segunda borda 220 são geralmente  
10 angulares nas Figuras; no entanto, o formato pode ser curvo, reto ou uma combinação de ângulos, curvas e bordas retas que fornecem um formato alternado entre os segmentos adjacentes dos alojamentos de elemento de resfriamento 204a-g.

A Figura 2d ilustra uma vista isométrica de um  
15 dispositivo de resfriamento alternativo 104 de acordo com as modalidades da invenção adequadas para uso no sistema 100. Nessa modalidade, o dispositivo de resfriamento 104 inclui uma pluralidade de elementos de permuta de calor 300a-g con-  
tidos dentro de um substrato flexível 350. Como descrito com  
20 relação às Figuras 2a a 2c, os elementos de permuta de calor adjacentes 300a-g são acoplados por fluido em série pelas linhas de fluido 328.

De acordo com os aspectos da modalidade, os ele-  
mentos de resfriamento 300a-g podem ser afixados ao substra-  
25 to flexível 350, ou podem ser embutidos no substrato flexível 350. O substrato flexível 350 pode ser construído a partir de materiais poliméricos, materiais elastoméricos, e/ou outros materiais adequados. O substrato flexível 350 pode

ser adicionalmente um elastômero tal como silicone ou uretano ou pode ser um tecido, tal como náilon. O substrato flexível 350 também pode ser um polímero fino tal como polipropileno ou ABS. O exemplo do substrato flexível 350 ilustrado na Figura 2d é geralmente retangular, mas pode ter qualquer outro formato desejado, incluindo uma configuração de matriz ou um formato específico de anatomia. De acordo com os aspectos dessa modalidade, o substrato flexível 350 age como uma articulação viva entre os elementos de resfriamento 302a-g para permitir que os elementos de resfriamento 302a-g se conformem à pele de um sujeito.

A Figura 3 é uma vista isométrica explodida de um dispositivo de resfriamento 104 de acordo com uma modalidade da invenção adequada para uso no sistema 100. Nessa modalidade, o dispositivo de resfriamento 104 inclui uma estrutura 304 possuindo uma pluralidade de segmentos conectados de forma rotativa 305a-g. Os segmentos conectados de forma rotativa 305a-g são conectados por articulações 306a-g. Alternativamente, os segmentos conectados de forma rotativa 305a-g da estrutura 304 podem ser conectados por uma conexão que permite a rotação, tal como um pino, articulação viva, substrato flexível, tal como tela ou tecido, ou similares. De acordo com um aspecto da invenção, as conexões ou articulações são feitas de plástico para isolar os elementos de resfriamento um com relação ao outro.

Uma pluralidade de elementos de permuta de calor 300a-g é contida na estrutura 304. Os elementos de permuta de calor 300a-g incluem elementos de resfriamento 302a-g

possuindo coberturas 301a-g. As coberturas 301a-g são afixadas em um lado superior dos elementos de resfriamento 302a-g. As coberturas 301a-g podem ser afixadas por vários meios mecânicos como descrito adicionalmente aqui e como é sabido na técnica. De acordo com os aspectos da invenção, as coberturas 301a-g são vedadas a fluido aos elementos de resfriamento 302a-g. De acordo com aspectos adicionais da invenção, as articulações 306a-g são configuradas de modo a serem adjacentes à pele do sujeito, em uso, para manter a proximidade entre os elementos de permuta de calor 300a-g quando os elementos de permuta de calor 300a-g estão em uma posição girada.

Os elementos de resfriamento 302a-g são fixados por meios de fixação de elemento de resfriamento 307 à estrutura 304 de forma que o primeiro elemento de permuta de calor 300a é localizado no primeiro segmento 305a da estrutura 304 e o segundo elemento de permuta de calor 300b é localizado no segundo segmento 305b da estrutura 304. Os meios de fixação de elemento de resfriamento 307 são ilustrados como uma lingüeta 313 se estendendo a partir da estrutura 304 e um parafuso 315 fixando de forma fixa a lingüeta 313 da estrutura 304 aos elementos de resfriamento 302a-g. Alternativamente, os dispositivos de fixação mecânica como são conhecidos na técnica podem ser utilizados.

Os elementos de resfriamento 302a-g do dispositivo de resfriamento 104 são geralmente configurados para girar para permitir que o dispositivo de resfriamento 104 se conforme a uma parte arqueada de um sujeito 101. Uma vez posi-

cionado em um sujeito 101, o dispositivo de resfriamento 104 pode ser adicionalmente preso ou de outra forma configurado a fim de ser fixado de forma liberável ao sujeito 101. Os elementos de resfriamento 302a-g podem ser configurados para mover um com relação ao outro ou girar para posicionar os elementos de resfriamento 302a-g para aplicação de pressão à área de tratamento durante a operação. Os elementos de resfriamento 302a-g são móveis ou rotativos com relação um ao outro de forma que o dispositivo de resfriamento 104 seja conformável à pele do sujeito. Essas características são descritas em maiores detalhes abaixo com referência aos exemplos específicos dos dispositivos de resfriamento.

O primeiro elemento de resfriamento 302a pode incluir o alojamento do elemento de resfriamento 205a, um orifício de entrada de fluido 310 e um orifício de saída de fluido 316a. O orifício de entrada de fluido 310 é acoplado por fluido à linha de suprimento de fluido 108a. Como ilustrado na Figura 3, os elementos de resfriamento adjacentes são acoplados por fluido em série pelas linhas de fluido 328 em orifícios de entrada de fluido 314a-f e orifícios de saída de fluido 316a-f. O elemento de resfriamento 302g inclui adicionalmente um orifício de saída de fluido 312 acoplado por fluido à linha de retorno de fluido 108b.

Uma vantagem esperada do fornecimento de elementos de resfriamento acoplados pro fluido em série é uma taxa de fluxo uniforme através de cada elemento de resfriamento 302a-g para fornecer um resfriamento mais consistente do dispositivo de resfriamento. Outra vantagem esperada do for-

necimento dos elementos de resfriamento 302a-g acoplados por fluido em série é um número menor de linhas de suprimento para dentro do dispositivo de resfriamento para fornecer uma configuração de fluxo de fluido mais confiável, menos traba-  
5 lhosas e mais fácil de se alojar para o dispositivo de resfriamento.

A Figura 4 é uma vista isométrica explodida adicional do dispositivo de resfriamento da Figura 3 de acordo com um exemplo da invenção para uso no sistema 100. Essa  
10 vista explodida adicional é substancialmente similar aos exemplos descritos anteriormente, e atos e estruturas comuns são identificados pelas mesmas referências numéricas. Apenas diferenças significativas na operação e estrutura são descritas abaixo. o dispositivo de resfriamento 104 inclui ele-  
15 mentos de resfriamento 302a-g possuindo uma pluralidade de resfriadores termoelétricos 402 configurados para reduzir a temperatura de uma região subcutânea do sujeito 101 para afetar seletivamente as células ricas em lipídeos na região. A pluralidade de resfriadores termoelétricos 402, também co-  
20 nhecidos como um elemento tipo Peltier, possui um primeiro lado 404 e um segundo lado 406. O primeiro lado 404 está em comunicação térmica com o elemento de resfriamento 302, e o segundo lado 406 está em comunicação térmica com um elemento de interface 418. Os resfriadores termoelétricos 402 podem  
25 ser conectados a um suprimento de energia externo (não ilustrado) para transferir calor entre o primeiro lado 404 e o segundo lado 406. Um resfriador termoelétrico adequado é um elemento de resfriamento tipo Peltier (modelo No. CP-2895)

produzido por TE Technologies, Inc. em Traverse City, Michigan.

Os resfriadores termoelétricos 402 são contidos dentro de segmentos 305a-g da estrutura 304. De acordo com os aspectos da invenção, a estrutura 304 pode conter guias individuais para cada resfriador termoelétrico 402. Alternativamente, os resfriadores termoelétricos 402 podem ser re-  
5 tidos nos elementos de resfriamento 302a-g, por exemplo, por epóxi térmico ou por uma combinação de solda, compressão mecânica e graxa térmica.  
10

Como ilustrado na Figura 4, a pluralidade de elementos de resfriamento 302a-g pode incluir adicionalmente uma pluralidade de elementos de interface 418 em comunicação térmica com o resfriador termoelétrico 402 possuindo superfícies de permuta de calor 420 para transferência de calor  
15 para/do sujeito 101. Em um exemplo, os elementos de interface 418 são geralmente planos, mas em outros exemplos, os elementos de interface 418 não são planos (por exemplo, curvos, facetados, etc.). Os elementos de interface 418 podem ser construídos a partir de qualquer material adequado com  
20 uma condutividade térmica superior a 0,05 Watts/Metro Kelvin, e em muitos exemplos, a condutividade térmica é superior a 0,1 Watts/Metros Kelvin. Exemplos de materiais adequados incluem alumínio, outros metais, ligas metálicas, grafite, cerâmicas, alguns materiais poliméricos, compostos, ou  
25 fluidos contidos em uma membrana flexível.

Pela aplicação de energia aos resfriadores termoelétricos 402, o calo pode ser removido efetivamente da pele

do sujeito para um fluido circulante nos elementos de resfriamento 302a-g. Por exemplo, a aplicação de uma corrente aos resfriadores termoelétricos 402 pode alcançar uma temperatura geralmente abaixo de 37°C no primeiro lado 404 dos resfriadores termoelétricos 402 para remover o calor do sujeito 101 através dos elementos de interface 418. Os resfriadores termoelétricos 402 puxam calor do segundo lado 406 para o primeiro lado 404 onde o calor é então transferido para o fluido circulante. A unidade de resfriamento 106 então remove o calor do fluido circulante.

Os resfriadores termoelétricos 402 podem ser configurados para retirar uma quantidade suficiente de calor rapidamente do sujeito 101 sem utilizar o suprimento de energia de corrente alta para a unidade de resfriamento 106. A fim de facilitar a transferência térmica, os elementos de interface 418 podem ser uma placa de alumínio configurada geralmente com as mesmas dimensões nos resfriadores termoelétricos 402. De acordo com os aspectos da invenção, os resfriadores termo elétricos 402 podem ser elementos termoelétricos tipo Peltier de cerca de 160 watts. Como tal, o dispositivo de resfriamento 104 pode resfriar uma parte da pele do sujeito a partir de uma temperatura de cerca de 37°C para cerca de -20°C rapidamente e efetivamente. A unidade de resfriamento 106 pode utilizar um suprimento de energia de voltagem normal (por exemplo, 120 VAC) visto que o consumo de energia não é excessivo. Isso permite que o sistema seja utilizado em hospitais, clínicas, pequenos consultórios sem sistemas elétricos de alta voltagem caros.

A Figura 5a é uma vista isométrica de uma pluralidade de elementos de permuta de calor 300a-g conectados em série com o alojamento removido para ilustrar melhor a pluralidade de elementos de permuta de calor 300a-g e as linhas de fluido interconectadas. De acordo com os aspectos da invenção, os elementos de permuta de calor 300a-g são contidos de forma rotativa em segmentos conectados da estrutura 304 para fornecer um dispositivo de resfriamento que é mais largo do que alto. Dessa forma, o dispositivo de resfriamento está em conformidade e será formado para seguir contornos. De acordo com aspectos da invenção, o dispositivo de resfriamento é dimensionalmente pequeno em uma primeira dimensão de forma que a curvatura da área de tratamento em uma segunda dimensão não cause um impacto significativo na quantidade de área de superfície em contato entre a pele e o dispositivo de resfriamento.

De acordo com modalidades adicionais da invenção, a Figura 5b é uma vista superior isométrica de uma pluralidade de permutadores de calor conectados em série por uma articulação 350a, 350b, onde a conexão articulada é conectada diretamente ao permutador de calor 302a, 302b. A articulação 350a, 350b como ilustrado na Figura 5b é uma articulação plano que se estende ao longo das bordas adjacentes do permutador de calor 300a, 300b pelo comprimento do permutador de calor 300a, 300b, alternativamente, a conexão 350a, 350b pode se estender por uma parte do comprimento dos lados adjacentes do permutador de calor 300a, 300b ou a conexão articulada pode incluir uma pluralidade de articulações

350a, 350b. Diferentemente da Figura 5a, nenhuma estrutura é empregada para conectar os permutadores de calor 300a, 300b ou fornecer suporte para a conexão articulada entre os permutadores de calor 300a, 300b. A Figura 5c é um avista inferior isométrica dos permutadores de calor na Figura 5b. De acordo com aspectos adicionais da invenção, conexões mecânicas articuladas como é sabido na técnica podem ser utilizadas sozinhas ou em combinação; ou, conexões químicas alternativas tais como adesivos flexíveis ou uma articulação viva como é sabido na técnica podem ser utilizados nas conexões articuladas; ou, conexões eletromecânicas tais como ímãs podem ser utilizadas entre os permutadores de calor para conectar os permutadores de calor.

A Figura 6a é uma vista em elevação lateral isométrica explodida do elemento de permuta de calor 300a ilustrado na Figura 5a para ilustrar adicionalmente o fluxo de fluido no elemento de permuta de calor 300a. Símbolos de referência similares se referem a características similares e componentes similares nas Figuras. Como ilustrado na Figura 6a, o elemento de permuta de calor 300a pode incluir uma câmara de fluido 610 possuindo um formato de serpentina dentro do elemento de resfriamento 302a. Como ilustrado na Figura 6b, o elemento de permuta de calor 300a pode incluir aletas 612 para direcionar o fluxo de fluido através da câmara de fluido 610. A câmara de fluido 610 pode estar em comunicação por fluido com os orifícios de fluido associados de forma que o fluido possa circular através da câmara de fluido 610. A câmara de fluido 610 pode ser configurada para aceitar os res-

friadores de fluido, tal como água, glicol, um fluido de transferência de calor sintético, óleo, refrigerantes, ar, dióxido de carbono, nitrogênio e argônio. De acordo com aspectos adicionais da invenção, a câmara de fluido 610 pode ser configurada em uma variedade de configurações como é sabido na técnica a fim de se distribuir o fluido por todo o elemento de resfriamento 302a.

A Figura 7 é uma vista transversal de um elemento de resfriamento 302a. O elemento de resfriamento 302a é vedado a fluido pela cobertura 301a contendo uma vedação tipo anel em O 722, mantida no lugar por um meio de fixação 326. De acordo com os aspectos da invenção, o elemento de resfriamento 302a pode incluir adicionalmente pelo menos um elemento de sensor 710 perto da superfície de permuta de calor 420 (Figura 4). O elemento de sensor 710, por exemplo, pode ser geralmente nivelado com a superfície de permuta de calor 420. Alternativamente, pode ter recessos ou pode se projetar a partir da superfície. O elemento de sensor 710 pode incluir um sensor de temperatura, um sensor de pressão, um sensor de transmissão, um sensor de bioresistência, um sensor de ultra-som, um sensor ótico, um sensor de infravermelho, um sensor de fluxo de calor, ou qualquer outro sensor desejado como descrito adicionalmente aqui.

Em um exemplo, o elemento de sensor 710 pode ser um sensor de temperatura configurado para medir a temperatura da primeira superfície de permuta de calor 420 e/ou a temperatura da pele do sujeito 101. Por exemplo, o sensor de temperatura pode ser configurado como uma sonda ou como uma

agulha que penetra a pele durante a medição. Exemplos de sensores de temperatura adequados incluem termoacoplamentos, dispositivos de temperatura de resistência, termistores (por exemplo, termistores de germânio revestidos com transmutação de nêutrons), e sensores de temperatura de radiação por infravermelho. Em outro exemplo, o elemento de sensor 710 pode ser um sensor de ultra-som configurado para medir a cristalização ou mudança na viscosidade da gordura subcutânea na região de tratamento de um sujeito. Em outro exemplo, o elemento de sensor 710 pode ser um sensor ótico ou de infravermelho configurado para monitorar uma imagem da região de tratamento para detectar, por exemplo, as reações fisiológicas epidérmicas ao tratamento. O elemento de sensor 710 pode estar em comunicação elétrica com a unidade de processamento 114 através, por exemplo, de uma conexão direta com fio, uma conexão em rede e/ou uma conexão sem fio.

De acordo, o dispositivo de resfriamento 104 pode estar em comunicação elétrica com a unidade de processamento 114, e a temperatura de resfriamento pode ser ajustada automaticamente pela unidade de processamento 114. De acordo com aspectos adicionais da invenção, a temperatura do elemento de interface 418 pode ser percebida pelo elemento de sensor 710 e o sinal elétrico percebido pode ser convertido pela unidade de processamento 114 em um valor de processo para a temperatura. Em uma modalidade, a unidade de processamento 114 pode incluir um controlador Proporcional, Integral e Derivativo, que pode ajustar a saída de energia para os resfriadores termoelétricos 402 para alcançar e/ou manter a

temperatura desejada.

De acordo com aspectos adicionais da invenção, o elemento de sensor 710 pode alternativamente ser um sensor de pressão para perceber a pressão exercida pelo elemento de resfriamento 302a contra o sujeito 101. Em uma modalidade, o elemento de interface 418 pode ser fixado à estrutura 304 de forma que a pressão aplicada contra o elemento de permuta de calor 300a seja transferida através do alojamento 204a para o sensor de pressão. O sensor de pressão pode ser alternativamente configurado para perceber a pressão na câmara de fluido 610 para monitorar as variações de pressão na câmara de fluido 610. Alternativamente, a pressão pode ser inferida a partir da força e da área de contato conhecida dos elementos de resfriamento. Por exemplo, o elemento de sensor 710 pode ser qualquer tipo de elemento de sensor de pressão sensível a carga tal como uma célula de carga (modelo No. LC201-25) produzido pela OMEGA Engineering, Inc., em Stamford, Connecticut. A medição direta de pressão também pode ser realizada pela colocação de uma membrana de medição de pressão diretamente na interface entre o elemento de resfriamento e a pele.

Os elementos de resfriamento 302a-g podem ter muitas modalidades adicionais com características diferentes e/ou adicionais sem se distanciar da operação dos elementos. Por exemplo, um elemento de resfriamento adjacente pode ou não possuir um elemento de sensor perto da superfície de permuta de calor. Alternativamente, os elementos de resfriamento podem ser construídos a partir de um material que é

diferente do material do elemento de resfriamento adjacente.

A Figura 8 ilustra uma vista isométrica de uma pluralidade de resfriadores termoelétricos contidos em um desenho de matriz. A Figura 8 e a Figura 9 são vistas isométricas de um dispositivo de resfriamento alternativo para a remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeos de acordo com uma modalidade da invenção. Como ilustrado nas Figuras 8 e 9, o dispositivo de resfriamento 810 inclui um elemento de resfriamento 804 configurado em uma matriz plana. O dispositivo de resfriamento 810 pode incluir uma faixa 812 para retenção do elemento de resfriamento 804 no lugar durante o uso. O dispositivo de resfriamento pode incluir adicionalmente uma alça 814, uma fiação 818 e uma aba 816 para prender de forma liberável a faixa 812 ao elemento de resfriamento 804. O elemento de resfriamento 804 pode incluir adicionalmente uma manga 822 como descrito adicionalmente acima.

Como ilustrado na Figura 9, o elemento de resfriamento 804 inclui uma matriz plana 824 incluindo uma pluralidade de resfriadores termoelétricos 826. Os resfriadores termoelétricos 826 são contidos em um substrato flexível 830. O substrato flexível 830 pode ser um elastômero tal como silicone ou uretano ou pode ser um tecido, tal como náilon. De acordo com aspectos adicionais, o substrato flexível 830 pode ser um polímero fino tal como polipropileno ou ABS. Como descrito em maiores detalhes aqui, os resfriadores termoelétricos 826 podem ter pequenas placas de interface protetoras (não ilustradas) coladas à superfície fria dos res-

friadores termoelétricos 826 com um epóxi térmico. De acordo com modalidades alternativas da invenção, restrições mecânicas adicionais podem ser adicionalmente incluídas no substrato flexível 830 para capturar os resfriadores termoelétricos 826. Como descrito em maiores detalhes aqui, os resfriadores termoelétricos 826 podem incluir um permutador de calor (ilustrado e descrito com relação às Figuras de 3 a 7) no lado quente para resfriar o lado quente. De acordo com os aspectos dessa modalidade, cada resfriador termoelétrico 826 pode ter um permutador de calor correspondente para fornecer uma flexibilidade aumentada para a matriz plana. Alternativamente, um único permutador de calor flexível pode ser acoplado ao lado quente dos resfriadores termoelétricos (por exemplo, uma bolsa ou outra membrana flexível através da qual a água pode ser circulada).

De acordo com aspectos alternativos da modalidade, a matriz plana 824 pode incluir adicionalmente sensores de temperatura ou outros sensores (não ilustrados) capturados entre a placa de interface e os resfriadores termoelétricos e/ou pode possuir uma manga separada que aloja os sensores de temperatura como adicionalmente discutido aqui.

#### D. Operação do Dispositivo de Resfriamento

A Figura 10 é uma vista em corte ilustrativa de um padrão de resfriamento lateral na derme da pele. O padrão de resfriamento irradia dos elementos de resfriamento 302a-f através da epiderme e derme da pele de forma que quando afeta a camada de derme alvo contendo células ricas em lipídeos, o padrão de resfriamento forma uma camada de resfria-

mento uniforme e quaisquer espaços entre os segmentos da estrutura são mitigados. Uma vantagem esperada desse padrão de resfriamento é que o resfriamento da camada de derme é uniforme durante o tratamento. A Figura 10 descreve o dispositivo de resfriamento 104 aplicado a uma parte geralmente plana de um corpo do sujeito. Os elementos de resfriamento 320a-f do dispositivo de resfriamento são móveis um com relação ao outro (como ilustrado nas Figuras 2b, c e d), para se conformar aos contornos da pele do sujeito.

10 Sem ser limitado por teoria, acredita-se que, durante a operação, o resfriamento efetivo a partir do dispositivo de resfriamento 104, que resfria através de condução, depende de um número de fatores. Dois fatores ilustrativos que causam impacto na remoção de calor da área da pele são a área de superfície do elemento de resfriamento e a temperatura do elemento de interface. Quando a condução se dá entre dois materiais que são colocados em contato físico, isso é, a pele e o elemento de resfriamento, existe uma quantidade determinada de resistência térmica conhecida como resistência a contato. A resistência a contato assume a forma de um diferencial de temperatura entre dois materiais. Uma maior resistência a contato significa um resfriamento menos efetivo; portanto, no dispositivo de resfriamento é desejável se minimizar a resistência a contato.

25 Um meio de se minimizar a resistência a contato e maximizar a área de superfície de contato é com um elemento de interface que seja flexível e se conforme aos contornos naturais do corpo. De acordo com os aspectos alternativos, a

pressão de contato pode ser reduzida pelo aumento da pressão do aplicador na pele. A pressão de superfície possui um benefício adicional em uma aplicação de resfriamento de pele. A pressão suficiente na pele pode causar a contração de capilares internos, reduzindo, temporariamente, o fluxo sanguíneo dentro da região de tratamento. O fluxo sanguíneo reduzido na área de tratamento permite que a área sendo resfriada resfrie de forma mais eficiente e aperfeiçoa a eficiência do tratamento.

10                    Dessa forma, de acordo com os aspectos da invenção, o dispositivo de resfriamento também incorpora um material de fixação flexível ou cinto que enrola em torno do sujeito seguindo a curvatura do dispositivo de resfriamento. Pelo aperto da tira, a pressão é aplicada e pode ser mantida  
15                    entre o sujeito e o dispositivo de resfriamento. De acordo com os aspectos da invenção, a tira pode incorporar uma alça ou anel em d através do qual a tira pode ser laçada para fornecer uma vantagem mecânica no aperto da tira. De acordo com aspectos adicionais da invenção, a tira também incorpora  
20                    Velcro ou uma trava ou fivela para manter a pressão uma vez que a tira foi apertada.

                    Durante a operação, um operador pode reter o dispositivo de resfriamento 104 em uma mão agarrando o alojamento do sistema de controle 202 ou outro tipo de alça adequada (não ilustrado). Então os elementos de resfriamento  
25                    302a-g podem ser movidos ou girados para alcançar uma orientação desejada. O operador pode colocar o dispositivo de resfriamento 104 possuindo elementos de resfriamento 302a-g

na orientação desejada perto da pele do sujeito para remover o calor de uma região subcutânea do sujeito 101. Em uma modalidade, o operador aperta os dispositivos de retenção 208a-b afixados ao dispositivo de resfriamento 104 para aplicar pressão à pele do sujeito. Em outra modalidade, o operador pode pressionar manualmente o dispositivo de resfriamento 104 contra a pele do sujeito. O operador também pode monitorar e controlar o processo de tratamento pela coleta de medições, tal como temperaturas de pele, do elemento de sensor 710. Pelo resfriamento de tecidos subcutâneos a uma temperatura abaixo de 37°C, mais preferivelmente abaixo de 25°C, as células subcutâneas ricas em lipídeos podem ser afetadas seletivamente. As células afetadas são então absorvidas novamente pelo paciente através de processos naturais.

De acordo com aspectos da invenção, os elementos de interferência 418, por exemplo, placas finas de alumínio, são montados no fundo de resfriadores termoelétricos de forma a garantir um contato térmico bom entre os resfriadores termoelétricos e os elementos de interface. Os elementos de interface podem ser acoplados ao elemento de resfriamento por uma variedade de meios de fixação mecânica tal como os conhecidos na técnica. Por exemplo, os meios de acoplamento podem incluir epóxi termicamente condutor ou utilização de graxa térmica tal como óxido de zinco.

Durante a operação, o resfriamento é distribuído eficientemente através dos elementos de permuta de calor 300a-g. Por exemplo, o dispositivo de resfriamento inclui uma série de elementos de interface 418 com quase 1 mm de

espessura. Os elementos de interface 418 estão em comunicação térmica com os elementos de resfriamento 302a-g por fixação mecânica tal como epóxi térmico. Os elementos de resfriamento 302a-g são resfriados por uma pluralidade de resfriadores termoelétricos para fornecer um sistema de resfriamento mais eficiente para a região de tratamento. Os elementos de resfriamento 302a-g são contidos em segmentos que são móveis um com relação ao outro para se conformar aos contornos da pele do sujeito. Alternativamente, os elementos de resfriamento são rotativos um com relação ao outro, de forma similar aos segmentos unidos de uma faixa metálica de relógio de pulso, permitindo, assim, a montagem em curva.

Como projetados, os elementos de interface e os elementos de resfriamento protegem os resfriadores termoelétricos enquanto mantêm uma boa transferência de calor entre os resfriadores termoelétricos e a pele. Os elementos de interface são dimensionados de forma que não apresentem uma massa térmica significativa. Em um desenho, cada resfriador termoelétrico pode ter 2,54 x 3,81 cm. O elemento de interface ou placa de alumínio pode também ter 2,54 x 3,81 cm com uma espessura de 0,10 cm. Se a energia de resfriamento dos resfriadores termoelétricos for de aproximadamente 10W, que é adequada com base no fluxo de calor esperado para conduzir para a pele, então a placa de alumínio pode resfriar de uma temperatura ambiente de 20°C para uma temperatura de tratamento de -10°C em cerca de 7 segundos. A mudança na energia interna da placa é descrita pela equação a seguir:

$$\Delta E = \rho \cdot V \cdot C \cdot \Delta T$$

onde  $\Delta E$  é a mudança na energia interna,  $\rho$  é a densidade de material,  $V$  é o volume de material,  $C^\circ$  é a capacidade de aquecimento do material, e  $\Delta T$  é a faixa de temperatura. No problema descrito acima, o volume da placa de alumínio é  $V = 2,54 \times 3,81 \text{ cm.} \times 0,10 \text{ cm.}$  ou  $9,8 \times 10^{-7} \text{ m}^3$ . Para um grau típico de alumínio,  $C^\circ = 875 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$  e  $\rho = 2770 \text{ kg/m}^3$ . Solucionando-se a equação utilizando essas constantes:

$$\Delta E = 2770 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \times 10^{-7} \text{ m}^3 \times 875 \text{ J/kg}^\circ \text{C} \times 30^\circ \text{C} = 71,3 \text{ J}$$

Se os resfriadores termoelétricos possuírem uma energia de resfriamento de 10W, então 71,3 J podem ser removidos da placa de alumínio em 7,1 segundos como ilustrado no cálculo abaixo:

$$71,3 \text{ J} / (10 \text{ J/segundos}) = 7,13 \text{ segundos.}$$

Um pequeno espaço ou recesso na estrutura na superfície da pele pode ser incluído em uma modalidade. Antes da aplicação do dispositivo de resfriamento à pele, um fluido de condução térmica ou agente de acoplamento pode ser aplicado ao dispositivo e à pele para minimizar a resistência a contato e aumentar a transferência de calor entre o dispositivo de resfriamento e a pele. Esse agente de acoplamento preencherá o espaço no dispositivo de resfriamento e permitirá uma condução lateral limitada entre as placas dos resfriadores termoelétricos. Isso criará um gradiente de temperatura mais uniforme através da área de superfície da pele quando o resfriamento for aplicado à pele.

O agente de acoplamento pode ser aplicado à pele e ao elemento de interface para fornecer uma condutividade

térmica aperfeiçoada. O agente de acoplamento pode incluir glicol de polipropileno, glicol de polietileno, glicol de propileno, e/ou glicol. Glicóis, gliceróis e outros produtos químicos de degelo são redutores de ponto de congelamento eficientes e agem como uma solução para reduzir o ponto de congelamento do agente de acoplamento. Glicol de propileno (CH<sub>3</sub>CHOHCH<sub>2</sub>OH) é um componente ilustrativo de agentes de acoplamento de não congelamento ou degelo. Outros componentes incluem glicol de polipropileno (PPG), glicol de polietileno (PEG), poliglicóis, glicóis, glicol de etileno, sulfoxido de dimetil, piridina de polivinil, acetato de cálcio magnésio, acetato de sódio, e/ou formato de sódio. O agente de acoplamento possui preferivelmente um ponto de congelamento na faixa de -40°C a 0°C, mais preferivelmente abaixo de -10°C, como descrito adicionalmente no pedido provisório U.S. 60/795.799, intitulado Coupling Agent For Use With a Cooling Device For Improved Removal of Heat From Subcutaneous Lipid-Rich Cells, depositado em 28 de abril de 2006, incorporado aqui em sua totalidade por referência.

Uma vantagem esperada da utilização do dispositivo de resfriamento 104 é que as células subcutâneas ricas em lipídeos podem ser geralmente reduzidas sem danos colaterais às células não ricas em lipídeos na mesma região. Em geral, as células ricas em lipídeos podem ser afetadas a baixas temperaturas que não afetam as células que não são ricas em lipídeos. Como resultado disso, as células ricas em lipídeos, tais como o tecido adiposo subcutâneo, podem ser afetadas enquanto outras células na mesma região geralmente não são danificadas apesar de as células não ricas em lipídeos

na superfície serem sujeitas a temperaturas ainda mais baixas. Outra vantagem esperada do dispositivo de resfriamento 104 é que é relativamente compacto visto que o dispositivo de resfriamento 104 pode ser configurado como um dispositivo portátil. Outra vantagem adicional é que o dispositivo de resfriamento pode ser aplicado a várias regiões do corpo do sujeito visto que os elementos de resfriamento 302a-g podem ser ajustados para se conformarem a qualquer contorno do corpo. Outra vantagem esperada é que pelo pressionamento do dispositivo de resfriamento 104 contra a pele do sujeito, o fluxo sanguíneo através da região de tratamento possa ser reduzido para se alcançar um resfriamento eficiente. Outra vantagem adicional esperada é o uso da pressão pela constrição da faixa para restringir o fluxo sanguíneo à região de tratamento e, dessa forma, reduzir a transferência de calor (por transporte de massa). Dessa forma, a faixa pode não apenas fornecer um meio de reter o elemento de resfriamento no lugar, mas também garante bom contato térmico entre o dispositivo de resfriamento e a pele, e restringe adicionalmente o fluxo de sangue na região de tratamento. Outra vantagem adicional esperada é que a pluralidade de elementos de resfriamento 302a-g removem de forma mais eficiente o calor da pele em comparação com um único elemento de resfriamento.

25 E. Perfil de Elemento de Resfriamento Controlado Espacialmente

Muitos dispositivos de resfriamento de pele se baseiam em uma peça relativamente espessa de alumínio ou outro material condutor entre um resfriador termoelétrico ou outra fonte de resfriamento e a pele. Quando um dispositivo de

resfriamento é aplicado a um material relativamente isolante, tal como o tecido da pele, a placa de alumínio se torna isotérmica e mantém um perfil de temperatura constante através da superfície da pele. A desvantagem desse desenho é que quando o dispositivo resfria inicialmente, ou durante o ciclo térmico, a massa térmica apresentada pela placa de alumínio exige uma energia de resfriamento grande. Isso se traduz em um tempo maior de resfriamento ou energia aumentada exigida do dispositivo de resfriamento ou ambos.

De acordo com os aspectos da invenção, o dispositivo de resfriamento possui uma massa térmica baixa que ainda manterá um perfil de temperatura constante através da superfície da pele. Adicionalmente, de acordo com os aspectos da invenção, uma pluralidade de elementos de resfriamento é fornecida para permitir que diferentes regiões da pele sejam tratadas em temperaturas diferentes durante uma sessão de tratamento. Existem algumas circunstâncias nas quais pode ser desejável se resfriar diferentes regiões da pele para temperaturas diferentes ou por períodos de tempo diferentes.

De acordo com os aspectos da invenção, cada resfriador termoelétrico pode ser controlado individualmente para resfriar regiões diferentes da pele a temperaturas diferentes e/ou por períodos de tempo diferentes e/ou para garantir a temperatura uniforme por toda a região de tratamento. Uma razão pela qual isso pode ser desejável é que a composição do tecido é diferente em locais diferentes do corpo. Algumas regiões possuem camadas mais espessas de tecido adiposo do que outras, o que influencia a resposta térmica da pele. Em ou-

tras regiões, a presença de ossos ou outros órgãos afetará a transferência de calor para a pele.

De acordo com os aspectos da invenção, um perfil de temperatura controlado espacialmente pode fornecer um  
5 resfriamento mais eficiente à região de tratamento. A pluralidade de resfriadores termoelétricos permite que o dispositivo de resfriamento acomode o resfriamento espacial. Por exemplo, os resfriadores termoelétricos contidos no perímetro do dispositivo de resfriamento podem possuir uma temperatura ou duração menor ou maior que os resfriadores termoe-  
10 létricos contidos no interior do dispositivo de resfriamento devido às diferentes condições limítrofes nas diferentes áreas da zona de tratamento. De acordo com os aspectos da invenção, o dispositivo de resfriamento resfriará rapidamente e de forma eficiente a pele a uma temperatura prescrita.  
15 Adicionalmente, o dispositivo de resfriamento descrito aqui possui a capacidade adicional de tratar uma grande área em um tratamento único enquanto resfria diferentes regiões a temperaturas diferentes e/ou por durações diferentes.

20 Essa variação no resfriamento localizado pode ser alternativamente alcançada utilizando-se um dispositivo de resfriamento que é relativamente pequeno de forma que muitos tratamentos sejam realizados, resfriando para temperaturas diferentes em regiões diferentes. No entanto, esse tipo de  
25 dispositivo de resfriamento exige muitos tratamentos, aumentando, assim, um tempo de tratamento total e a oportunidade de erro por parte do operador. Adicionalmente, um dispositivo de resfriamento com uma grande massa térmica exigiria um

tempo de resfriamento maior durante cada tratamento.

De acordo com os aspectos da invenção, o dispositivo pode acomodar perfis de temperatura de resfriamento controlados espacialmente que podem fornecer pelo menos as seguintes vantagens: (1) eficiência aumentada; (2) consumo reduzido de energia com eficácia comparável; (3) maior conforto para o paciente; ou (4) tempo de tratamento reduzido. Por exemplo, de acordo com os aspectos da invenção, a pluralidade de resfriadores termoelétricos permitirá o ajuste de diferenças anatômicas entre pacientes pela seleção da ativação e desativação de partes do aparelho com base nas diferenças anatômicas do paciente. Um exemplo inclui a desativação dos resfriadores termoelétricos em torno da anatomia óssea para melhorar o conforto do paciente ou para conservar energia.

Alternativamente, um padrão particular de resfriamento controlado pode ser personalizado para combinar um padrão de celulite do paciente individual, aumentando, assim, a eficácia do tratamento. De forma similar, as regiões de tratamento exigindo uma maior intensidade de tratamento podem ser pré-identificadas por ultra-som ou outros dispositivos. O dispositivo pode então ser controlado espacialmente para fornecer tratamento de maior intensidade às áreas pré-identificadas. Vantagens adicionais incluem o maior conforto do paciente e maior segurança permitindo o controle espacial do resfriamento para acomodar a anatomia não natural (por exemplo, saliências, mamilos, áreas com cabelo, cicatrizes, ferimentos, presença de implantes, jóias, ou áreas de maior

sensibilidade).

Uma vantagem adicional do controle espacial do dispositivo inclui a utilização de apenas um subconjunto dos elementos de resfriamento a fim de tratar apenas a região

5 que exige tratamento. É vantajoso se utilizar um dispositivo que pode acomodar regiões de tratamento pequenas e grandes sem tratamento excessivo (por exemplo, um dispositivo grande que não pode ser controlado espacialmente) ou precisando mover o dispositivo várias vezes e, dessa forma, estendendo o

10 tempo de tratamento (por exemplo, um dispositivo de tratamento menor do que a região de tratamento). Dessa forma, de acordo com os aspectos da invenção, uma região selecionada dos resfriadores termoelétricos pode ser controlada em poucos graus mais quente do que outra região dos resfriadores

15 termoelétricos. Alternativamente, uma primeira região do dispositivo de resfriamento pode ser desligado enquanto uma segunda região do dispositivo de resfriamento é ativada, de forma que apenas uma região selecionada do sujeito seja tratada, limitando, assim, a região de tratamento. Outros padrões espacialmente controlados vantajosos incluem áreas de

20 tratamento dentro da região de tratamento mais intensamente, conservando energia pela alternância de resfriadores termoelétricos, aumentando o resfriamento em um perímetro a fim de fornecer um padrão de resfriamento uniforme através da área

25 de tratamento, e uma combinação desses padrões espacialmente controlados a fim de aumentar a eficácia do tratamento, reduzir o tempo de tratamento, reduzir o consumo de energia e

fornecer o conforto e segurança do paciente.

F. Perfis de Resfriamento que Variam com o Tempo

Em determinadas modalidades, uma vez que a temperatura desejada é alcançada, a temperatura da região pode ser mantida por um período de tempo predeterminado. O ciclo de resfriamento pode ser encerrado pela separação das superfícies de permuta de calor 420a-g da pele. Depois de um determinado período de tempo, se for desejado, o dispositivo de resfriamento 104 pode ser reaplicado na mesma parte da pele como descrito acima até que as células ricas em lipídeos sejam afetadas por uma quantidade suficiente para produzir uma redução desejada nas células ricas em lipídeos. Em outra modalidade, o dispositivo de resfriamento 104 pode ser aplicado a uma parte diferente da pele como descrito acima para afetar seletivamente as células ricas em lipídeos em uma região subcutânea alvo diferente.

Alternativamente, os elementos de resfriamento 302a-g podem ser controlados de acordo com um perfil de resfriamento predeterminado que varia com o tempo para resfriar, aquecer, resfriar novamente e/ou resfriar em um padrão de temperatura escalonado com o tempo. Em particular, de acordo com os aspectos da invenção, os padrões do resfriamento controlado com o tempo fornecem pelo menos as seguintes vantagens: (1) maior eficiência; (2) consumo de energia reduzido com eficácia comparável; (3) maior conforto do paciente; ou (4) tempo reduzido de tratamento. Um padrão de resfriamento ilustrativo inclui o resfriamento a  $-5^{\circ}\text{C}$  por 15 min, o aquecimento a  $30^{\circ}\text{C}$  por 5 minutos, o resfriamento

a  $-3^{\circ}\text{C}$  por 10 minutos. De acordo com os aspectos da presente invenção, qualquer perfil de resfriamento desejado que varie com o tempo pode ser programado no dispositivo. Por exemplo, uma taxa de resfriamento gradual ou escalonado pode reduzir as exigências de energia. Alternativamente, uma taxa de resfriamento rápida pode ser utilizada a fim de resfriar muito a região de tratamento. Taxas de resfriamento ilustrativas incluem 5 a 1000 graus por minuto, mais preferivelmente de 30 a 120 graus por minuto, e mais preferivelmente de 35 a 100 graus por minuto.

Uma vantagem esperada do controle do perfil de temperatura em tempo do dispositivo é que na prática, o tecido é sensível às taxas de resfriamento e dessa forma o dano causado ao tecido pode ser controlado pelo controle da taxa de resfriamento da região de tratamento. Adicionalmente, o resfriamento da região de tratamento por um período estendido de tempo, ou em fases, aumentará o conforto do paciente.

Outra vantagem esperada de várias das modalidades descritas acima é que o dispositivo de resfriamento 104 pode reduzir seletivamente as células subcutâneas ricas em lipídeo sem afetar de forma inaceitável a derme, epiderme e/ou outros tecidos. Outra vantagem esperada é que o dispositivo de resfriamento 104 pode reduzir de forma simultânea e seletiva as células subcutâneas ricas em lipídeo enquanto fornece os efeitos benéficos para a derme e/ou epiderme. Esses efeitos podem incluir: fibroplasia, neocolagênese, contração de colágeno, compactação de colágeno, aumento da densidade

de colágeno, remodelagem de colágeno, e acantose (espessamento epidérmico). No tratamento de celulite, é esperado que o espessamento dérmico acima dos lóbulos de gordura superficiais de formação de hérnia ajude a reduzir a aparência da celulite e aperfeiçoar a longevidade do efeito. Outra vantagem esperada é que o dispositivo de resfriamento 104 possa se conformar a vários contornos do corpo de um sujeito por rotação ou movimentação dos elementos de resfriamento 302a-g para alcançar uma orientação desejada. Outra vantagem esperada é que o dispositivo de resfriamento 104 possa ser configurado como um dispositivo portátil para facilitar a operação. Adicionalmente, outra vantagem esperada é que o sistema 100 com o dispositivo de resfriamento portátil 104 e a unidade de processamento montada em cremalheira 114 e unidade de resfriamento 106 sejam compactos e eficientes de modo que o método descrito acima possa ser administrado em uma clínica ou consultório médico ao invés de em um hospital. Outra vantagem esperada é que o dispositivo de resfriamento 102 possa ser aprisionado no lugar para liberar as mãos do médico e permitir que o médico realize outras tarefas com o tratamento em andamento.

G. Método de Aplicação de Dispositivos de Resfriamento com uma Pluralidade de Elementos de Resfriamento Rotativos ou Móveis

25 Durante a operação, o ângulo entre as superfícies de permuta de calor 420 é selecionado pela rotação ou movimentação dos elementos de resfriamento 302a-g. O ângulo entre os elementos de resfriamento 320a-g é frequentemente se-

leccionado para se conformar às superfícies de permuta de calor 320a-g a vários contornos do corpo do sujeito 101 e/ou uma disposição de fixação desejada. Na modalidade ilustrada na Figura 2a, o ângulo entre as superfícies de permuta de calor 320a-g pode ser de geralmente  $180^\circ$ , isso é, as superfícies de permuta de calor 320a-g são geralmente co-planares para aplicação do dispositivo de resfriamento em uma região de tratamento. Na modalidade ilustrada na Figura 2b, o ângulo pode ser inferior a  $180^\circ$  para permitir que o dispositivo de resfriamento seja adicionalmente curvado para se conformar ao corpo de um sujeito. Em outras modalidades, o ângulo pode ser qualquer ângulo para se conformar ao corpo de um sujeito, como seria reconhecido pelos versados na técnica.

Depois da configuração dos elementos de resfriamento 302a-g, um operador coloca o dispositivo de resfriamento 104 perto da pele do sujeito 101. Na modalidade ilustrada na Figura 2a (onde o ângulo está em uma configuração geralmente plana), os elementos de resfriamento 302a-g são inicialmente colocados de forma plana contra a pele de um sujeito. O operador então gira ou move o dispositivo de resfriamento para se conformar ao corpo de um sujeito. O dispositivo de resfriamento pode ser apertado por uma tira, e uma pressão pode ser aumentada pelo aperto adicional da tira. Opcionalmente, o sensor de pressão pode ser utilizado para perceber a pressão de fixação aplicada através dos elementos de interface 418, e a força de fixação percebida pode ser processada pela unidade de processamento 114 e exibida no dispositivo de saída 120. A pressão pode então ser ajustada

com base nos valores exibidos. Dependendo da localização do dispositivo de resfriamento, a pressão, por exemplo, pode ser maior do que a pressão sistólica na pele para impedir ou bloquear o fluxo sanguíneo na região de tratamento. A aplicação de tal pressão permite um resfriamento mais eficiente da região alvo visto que existe menos fluxo sanguíneo para transferir calor corporal de núcleo para a região de tratamento.

A aplicação do dispositivo de resfriamento com pressão à pele do sujeito ou pressão contra a pele pode ser vantajosa para se alcançar o resfriamento eficiente. Em geral, o sujeito 101 possui uma temperatura corporal de cerca de 37°C, e a circulação sanguínea é um mecanismo para a manutenção de uma temperatura de corpo constante. Como resultado disso, o fluxo sanguíneo através da derme e da camada subcutânea da região é uma fonte de calor que reage ao resfriamento da gordura sub-dérmica. Como tal, se o fluxo sanguíneo não for reduzido, o resfriamento dos tecidos subcutâneos exigiria não apenas a remoção do calor específico dos tecidos mas também do sangue circulando através dos tecidos. Dessa forma, a redução ou eliminação do fluxo sanguíneo através da região de tratamento pode aperfeiçoar a eficiência do resfriamento e evitar a perda excessiva de calor da derme e epiderme.

Pelo resfriamento dos tecidos subcutâneos para uma temperatura abaixo de 37°C, as células subcutâneas ricas em lipídeos podem ser seletivamente afetadas. Em geral, a epiderme e a derme do sujeito 101 podem ter quantidades de áci-

dos graxos não saturados comparados com as células ricas em lipídeos subjacentes que formam os tecidos subcutâneos. Visto que as células que não são ricas em lipídeos normalmente podem suportar temperaturas mais baixas melhor do que as células ricas em lipídeos, as células subcutâneas ricas em lipídeos podem ser seletivamente afetadas enquanto mantêm as células que não são ricas em lipídeos na derme e epiderme. Uma faixa ilustrativa para os elementos de resfriamento 302a-g pode ser de cerca de  $-20^{\circ}\text{C}$  a cerca de  $20^{\circ}\text{C}$ , preferivelmente de cerca de  $-20^{\circ}\text{C}$  a cerca de  $10^{\circ}\text{C}$ , mais preferivelmente de cerca de  $-15^{\circ}\text{C}$  a cerca de  $5^{\circ}\text{C}$ , mais preferivelmente ainda de cerca de  $-10^{\circ}\text{C}$  a cerca de  $0^{\circ}\text{C}$ .

As células ricas em lipídeos podem ser afetadas por rompimento, encolhimento, desativação, destruição, remoção, morte, ou podem ser alteradas de outra forma. Sem estar limitado a teoria, acredita-se que o efeito seletivo nas células ricas em lipídeos resulta de cristalização localizadas de ácidos graxos altamente saturados a temperaturas que não induzem a cristalização das células que não são ricas em lipídeos. Os cristais podem romper a membrana de camada dupla das células ricas em lipídeos para necrosar seletivamente essas células. Dessa forma, os danos das células que não são ricas em lipídeos, tais como as células dérmicas, podem ser evitados a temperaturas que induzem a formação de cristal nas células ricas em lipídeos. O resfriamento é considerado responsável pela indução da lipólise (por exemplo, metabolismo de gordura) das células ricas em lipídeos para melhorar ainda mais a redução nas células subcutâneas ricas em

lipídeos. A lipólise pode ser melhorada pela exposição local ao frio, induzindo o estímulo do sistema nervoso simpático.

#### H. Módulos de Software do Sistema de Computação

A Figura 11 é um diagrama funcional ilustrando os  
5 módulos de software ilustrativos 940 adequados para uso na unidade de processamento 114. Cada componente pode ser um programa de computador, procedimento, ou processo escrito como um código fonte em uma linguagem de programação convencional, tal como a linguagem de programação C++, e pode ser  
10 apresentado para execução pela CPU do processador 942. As várias implementações do código fonte e códigos de objeto e byte podem ser armazenadas em um meio de armazenamento legível por computador ou consubstanciadas em um meio de registro em uma onda transportadora. Os módulos do processador  
15 942 podem incluir um módulo de entrada 944, um módulo de base de dados 946, um módulo de processo 948, um módulo de saída 950, e, opcionalmente, um módulo de exibição 951. Em outra modalidade, os módulos de software 940 podem ser apresentados para execução pela CPU de um servidor de rede em um  
20 esquema de computação distribuído.

Em operação, o módulo de entrada 944 aceita um registro de operador, tal como o ponto de configuração do processo e seleções de controle, e comunica a informação aceita ou as seleções para outros componentes para processamento  
25 adicional. O módulo de base de dados 946 organiza registros, incluindo parâmetros operacionais 954, atividades do operador 956, e alarmes 958, e facilita o armazenamento e recuperação desses registros para e de uma base de dados 952.

Qualquer tipo de organização de base de dados pode ser utilizado, incluindo um sistema de arquivo plano, base de dados hierárquica, base de dados relacional, ou base de dados distribuída, tal como a fornecida por um vendedor de base de dados tal como a Oracle Corporation, Redwood Shores, Califórnia.

O módulo de processo 948 gera variáveis de controle com base nas leituras do sensor 960, e o módulo de saída 950 gera sinais de saída 962 com base nas variáveis de controle. Por exemplo, o módulo de saída 950 pode converter as variáveis de controle geradas do módulo de processo 948 em sinais de saída de 4 a 20 mA 962 adequados para um modulador de voltagem de corrente direta. O processador 942 pode opcionalmente incluir o módulo de exibição 951 para exibição, impressão e download das leituras do sensor 960 e sinais de saída 962 através de dispositivos tais como o dispositivo de saída 120. Um módulo de exibição adequado 951 pode ser um acionador de vídeo que permite que o processador 942 exiba as leituras do sensor 960 no dispositivo de saída 120.

A menos que o contexto exija claramente o contrário, por toda a descrição e reivindicações, as palavras "compreende", "compreendendo" e similares devem ser consideradas em um sentido de inclusão em oposição a um sentido de exclusão ou exaustivo; isso é, em um sentido de "incluindo, mas não limitado a". As palavras utilizando o singular ou o plural também incluem o plural ou singular, respectivamente. Quando as reivindicações utilizam a palavra "ou" com referência a uma lista de dois ou mais itens, essa palavra cobre

todas as interpretações a seguir da palavra: qualquer um dos itens na lista, todos os itens da lista, e qualquer combinação dos itens na lista.

5 As descrições detalhadas acima das modalidades da invenção não devem ser consideradas exaustivas ou limitadoras da invenção à forma precisa descrita acima. Enquanto modalidades específicas e exemplos da invenção são descritos acima para fins de ilustração, várias modificações equivalentes são possíveis dentro do escopo da invenção, como os  
10 versados na técnica relevante reconhecerão. Por exemplo, enquanto as etapas são apresentadas em uma ordem determinada, modalidades alternativas podem realizar etapa em uma ordem diferente. As várias modalidades descritas aqui podem ser combinadas para fornecer modalidades adicionais.

15 Em geral, os termos utilizados nas reivindicações a seguir não devem ser considerados como limitadores da invenção às modalidades específicas descritas na especificação, a menos que a descrição detalhada acima defina explicitamente tais termos. Enquanto determinados aspectos da invenção são apresentados abaixo em determinadas formas de  
20 reivindicação, são contemplados os vários aspectos da invenção em qualquer número de formas de reivindicação. De acordo, é reservado o direito de adicionar reivindicações adicionais após o depósito do pedido para buscar tais formas adicionais de reivindicação para outros aspectos da invenção.  
25

As várias modalidades descritas acima podem ser combinadas para fornecer modalidades adicionais. Todas as patentes U.S. publicações de pedido de patente U.S., pedidos

de patente U.S., patentes estrangeiras, pedidos de patente estrangeira, e publicações de não patente referidos aqui nessa especificação e/ou listados na Folha de Dados de Pedido são incorporados aqui por referência, em sua totalidade.

5 Aspectos da invenção podem ser modificados, se necessário, para empregar os dispositivos de resfriamento com uma pluralidade de elementos de resfriamento, dispositivos termicamente condutores com várias configurações, e conceitos das várias patentes, pedidos e publicações para fornecer modalidades  
10 dades adicionais da invenção.

Essas e outras modificações podem ser realizadas à invenção em vista da descrição detalhada acima. Em geral, nas reivindicações a seguir, os termos utilizados não devem ser considerados como limitadores da invenção às modalidades  
15 específicas descritas na especificação e reivindicações, mas deve ser considerados como incluindo todo o resfriamento que opera de acordo com as reivindicações. De acordo, a invenção não está limitada pela descrição, mas ao invés disso, seu escopo deve ser determinado totalmente pelas reivindicações  
20 a seguir.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema (100) para remoção de calor das células subcutâneas ricas em lipídeos de um sujeito (101) possuindo pele, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

5                   um dispositivo de resfriamento (104) compreendendo uma pluralidade de elementos de resfriamento (300a,b; 302a-g) acoplados de modo giratório uns ao outros por meio de articulações (350a,b) que definem eixos de modo a permitir que cada um dos elementos de resfriamento (300a,b; 302a-g) girem  
10 com relação um ao outro e em torno de pelo menos um dos eixos;

                  em que cada um dos elementos de resfriamento (300a,b; 302a-g) possui uma superfície de interface de pele (420), em que cada elemento de resfriamento (300a,b; 302a-g)  
15 inclui um elemento de resfriamento termoelétrico (402) e uma câmara de fluido (610) dentro do elemento de resfriamento configurado para manter líquido refrigerante circulante em comunicação termal com o elemento de resfriamento termoelétrico (402), e

20                   um módulo de controle em comunicação com o dispositivo de resfriamento (104) e programado para fazer com que os elementos de resfriamento termoelétrico (402) reduzam a temperatura dos elementos de resfriamento (300a,b; 302a-g) para de -20°C a 0°C de modo a resfriar células subcutâneas  
25 ricas em lipídeos.

2. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de o ângulo entre os elementos de resfriamento (300a,b; 302a-g) pode ser girado de 0° a 45°.

3. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de o dispositivo de resfriamento (104) formar um formato arqueado configurado para se conformar a um sujeito (101).

5 4. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender adicionalmente um dispositivo de retenção para reter de forma liberável o dispositivo de resfriamento em um sujeito (101).

10 5. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de a câmara de fluido estar em comunicação térmica com os elementos de interface e uma pluralidade de orifícios de fluido em comunicação por fluido com a câmara de fluido (610), e em que os orifícios de fluido são configurados para permitir a circulação de fluido através da  
15 câmara de fluido (610).

6. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de o fluido em comunicação com a câmara de fluido (610) é circulado através de um dispositivo que resfria o fluido.

20 7. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de as câmaras de fluido (610) terem formato de serpentina.

8. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de os elementos de resfriamento  
25 (300a,b; 302a-g) serem conectados por fluido em série.

9. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender ainda um agente de acoplamento termicamente condutor aplicado a uma interface

entre o dispositivo de resfriamento (104) e a pele do sujeito (101) para aumentar a condutividade térmica entre o dispositivo de resfriamento (104) e a pele do sujeito (101).

10. Sistema (100), de acordo com a reivindicação  
5 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de cada um dentre a pluralidade de elementos de resfriamento (300a,b; 302a-g) possuir um primeiro lado em comunicação térmica com o elemento de interface correspondente e um segundo lado oposto ao primeiro lado em comunicação térmica com o permutador de calor termo-  
10 elétrico correspondente, em que o elemento de resfriamento é configurado para reduzir uma temperatura da região alvo de forma que as células ricas em lipídeos na região sejam afetadas enquanto as células que não são ricas em lipídeos próximas à superfície de permuta de calor não sejam afetadas de  
15 forma significativa.

11. Sistema (100), de acordo com a reivindicação  
1, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender ainda um elemento de sensor (710) próximo a pelo menos um dos elementos de interface.

20 12. Sistema (100), de acordo com a reivindicação  
1, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender ainda:

um primeiro elemento de sensor de temperatura próximo a pelo menos um dos elementos de interface para detectar uma temperatura de um elemento de interface correspondente;  
25 dente; e

um segundo elemento de sensor de temperatura próximo a pelo menos um dos elementos de interface para detecção de uma temperatura da pele do sujeito.

13. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de a articulação ser uma articulação viva.

14. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 5 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de cada um dos elementos de resfriamento (300a,b; 302a-g) do dispositivo de resfriamento (104) inclui uma cobertura (310a-g) fixada em um lado superior do elemento de resfriamento.

PI0701204

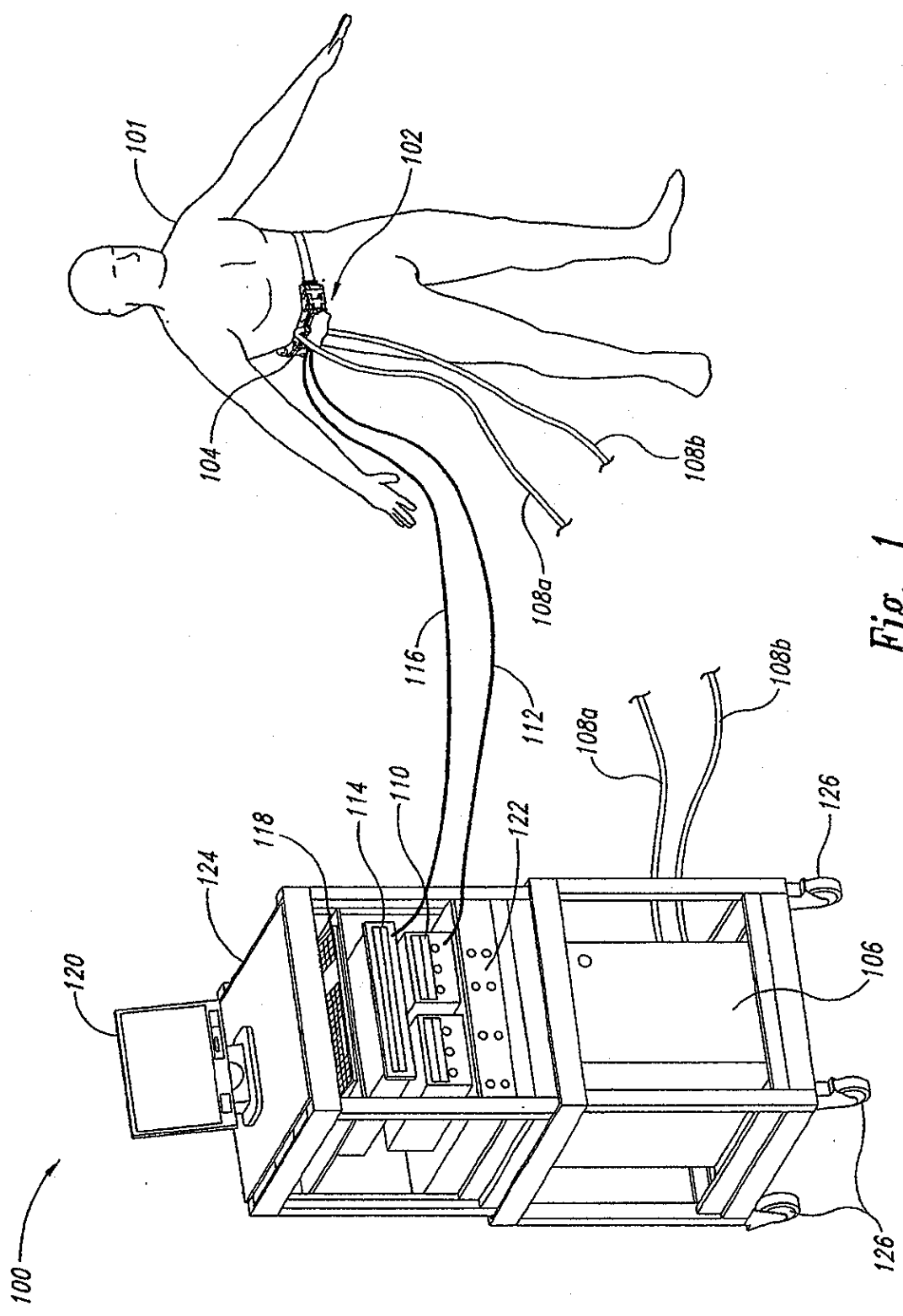


Fig. 1

PIORNOLO

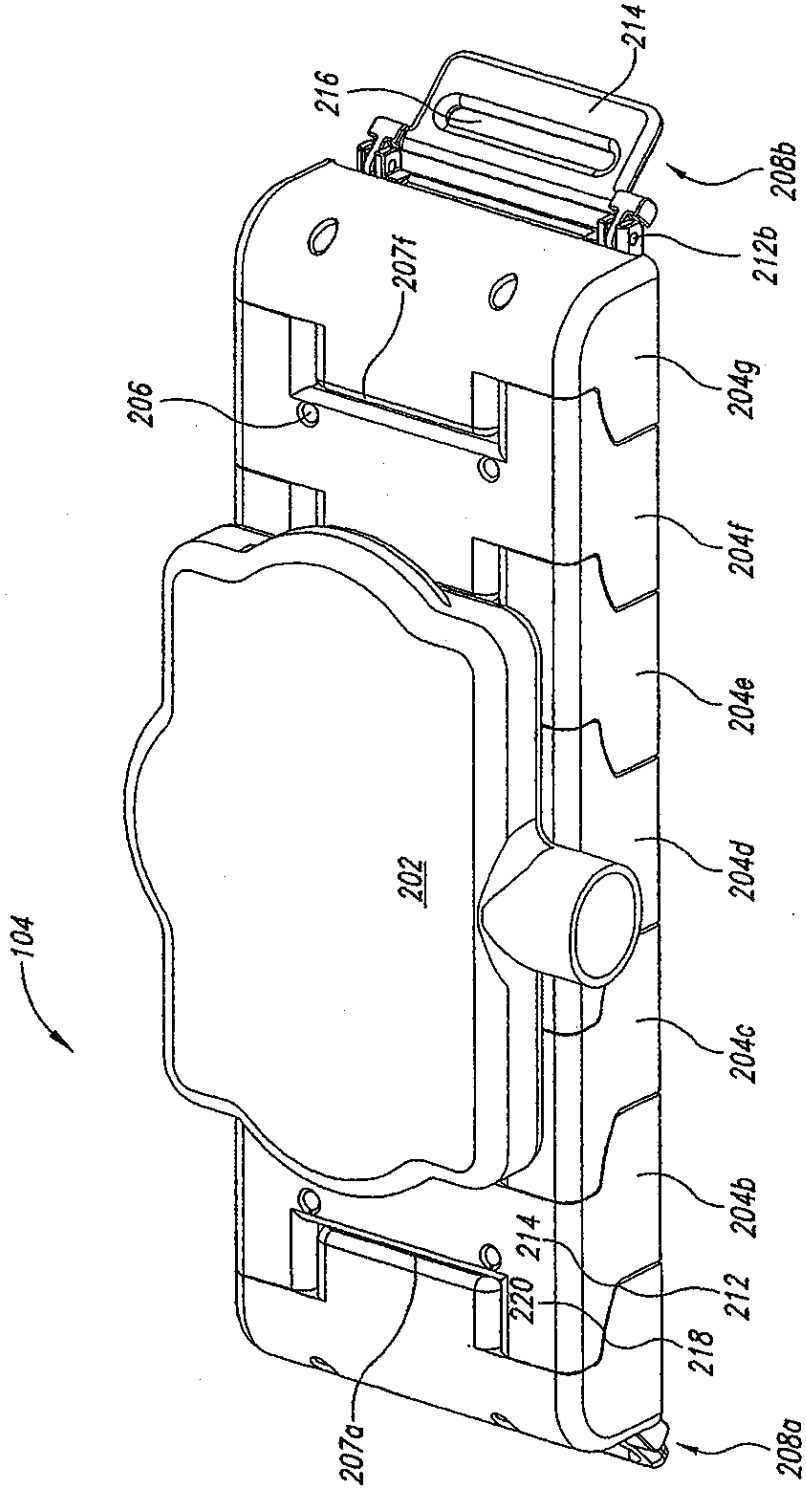


Fig. 2A

FIG. 2B

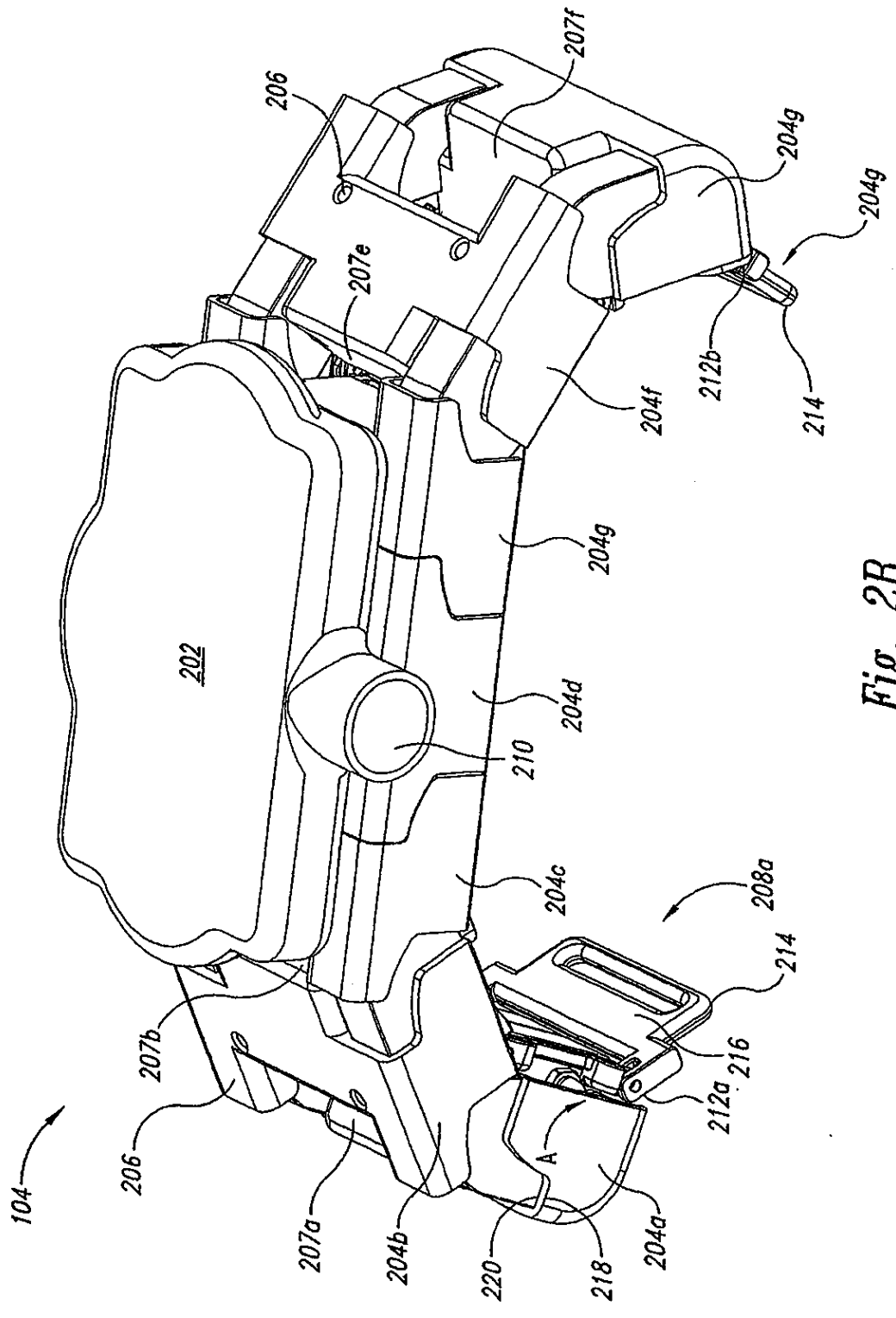


Fig. 2B

PI0701204

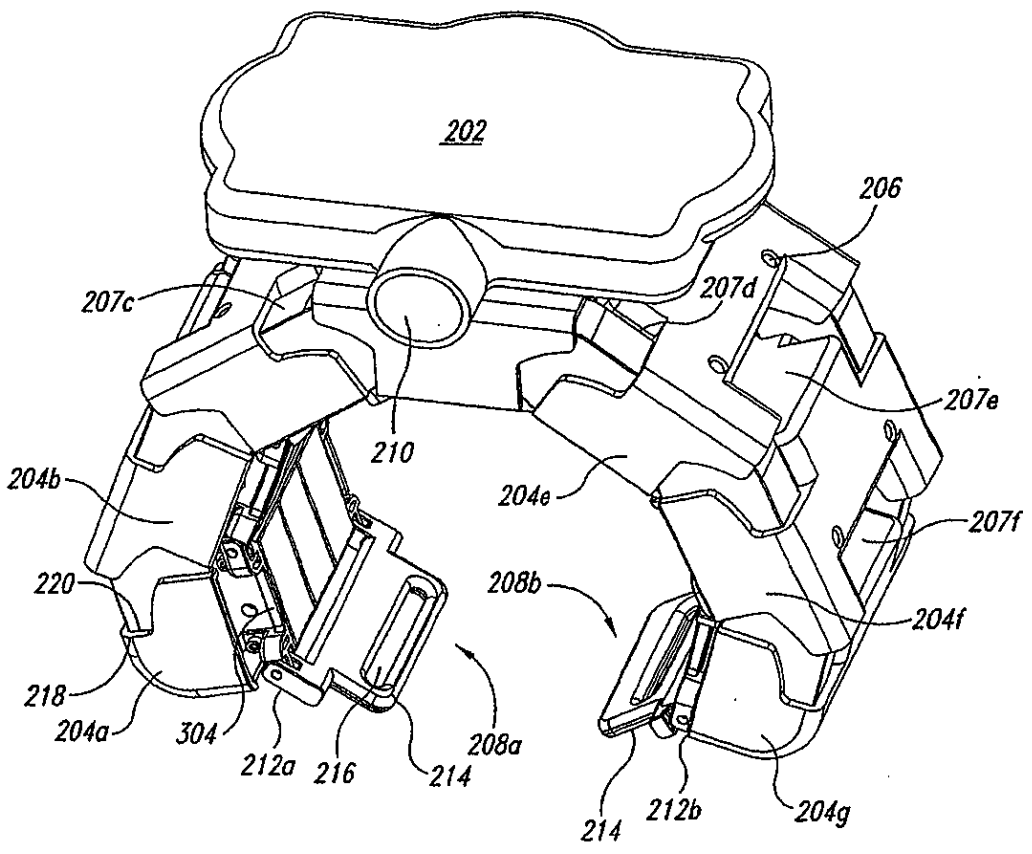


Fig. 2C

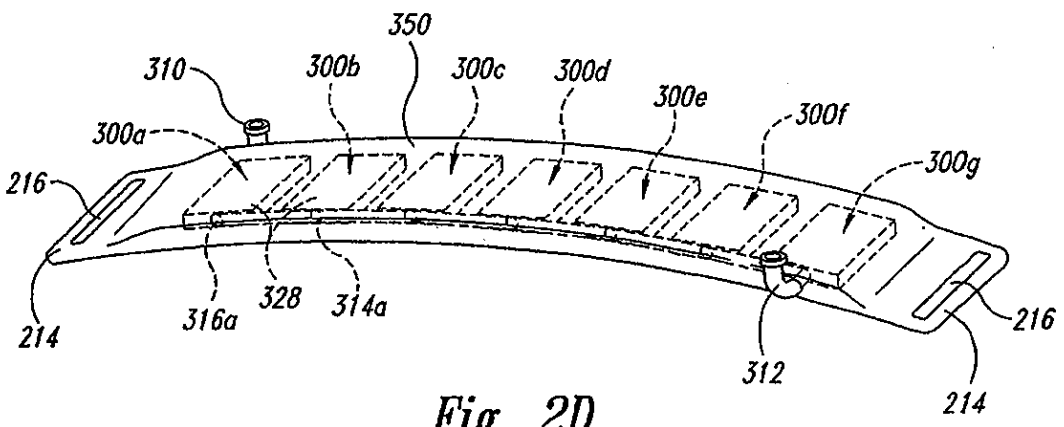


Fig. 2D

# ABSTRACT

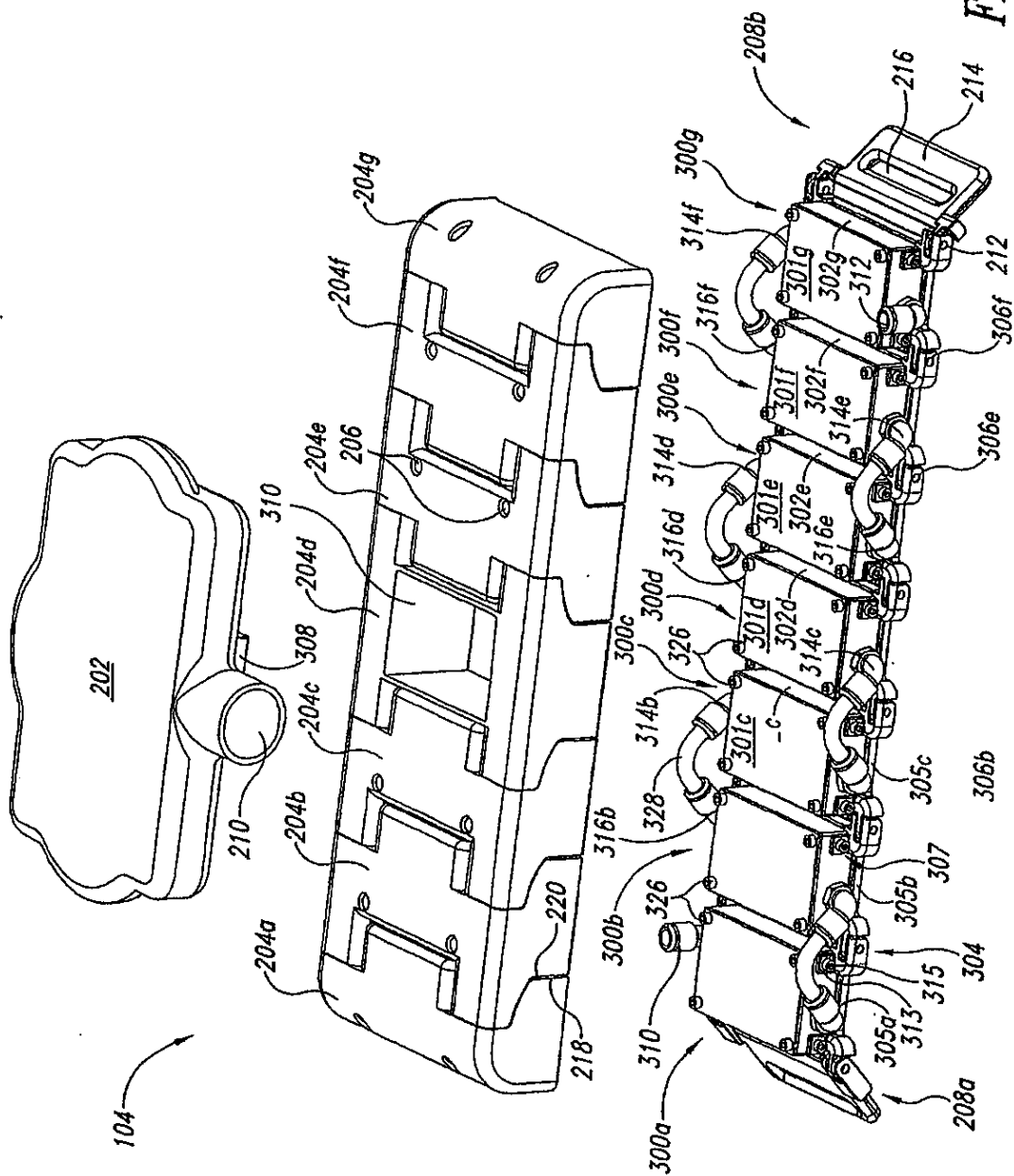


Fig. 3

PI0701204

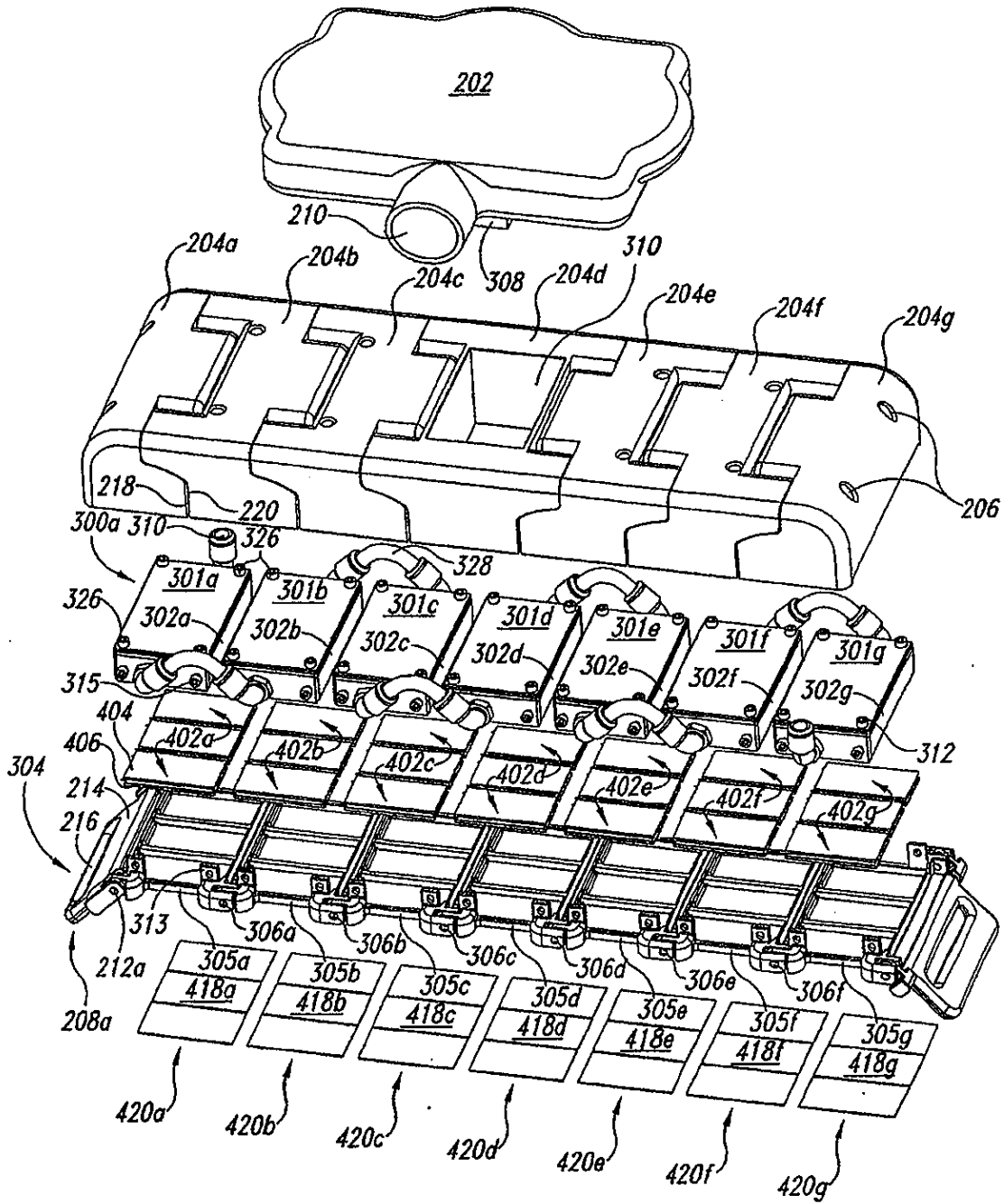


Fig. 4

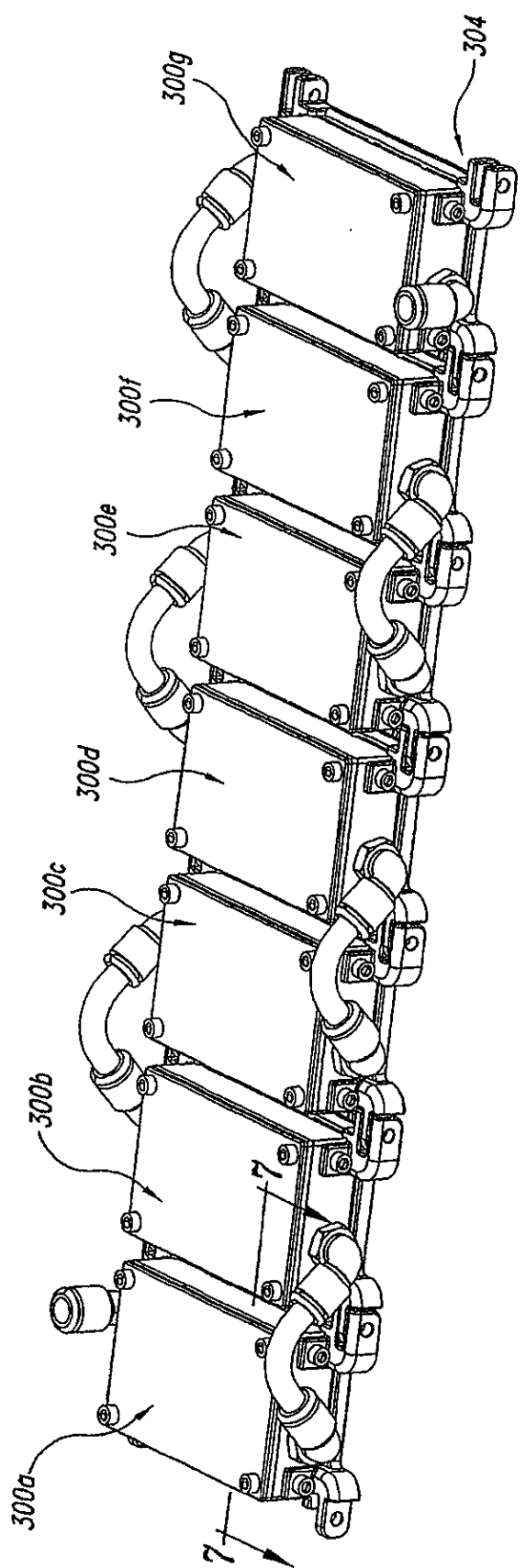


Fig. 5A

PI0701204

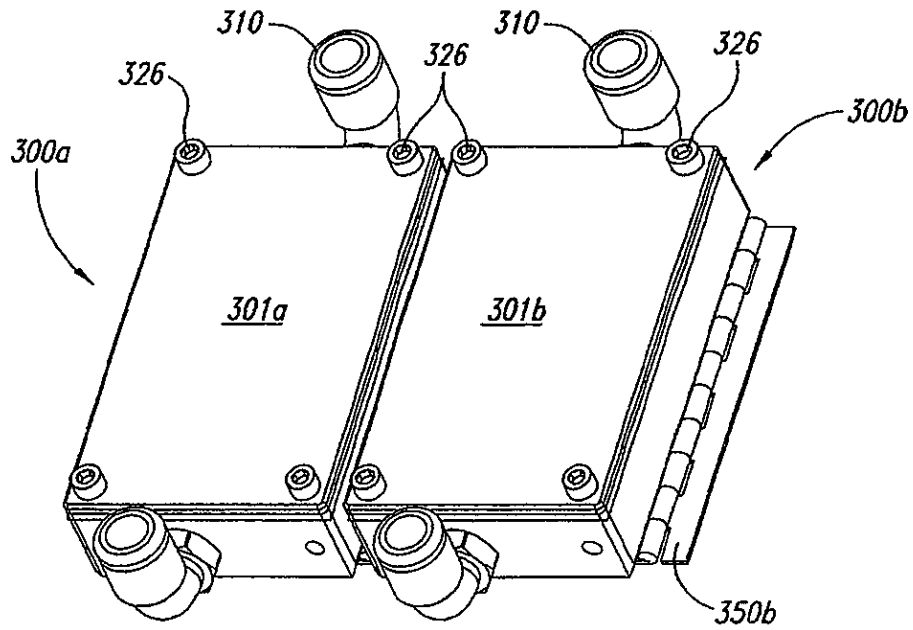


Fig. 5B

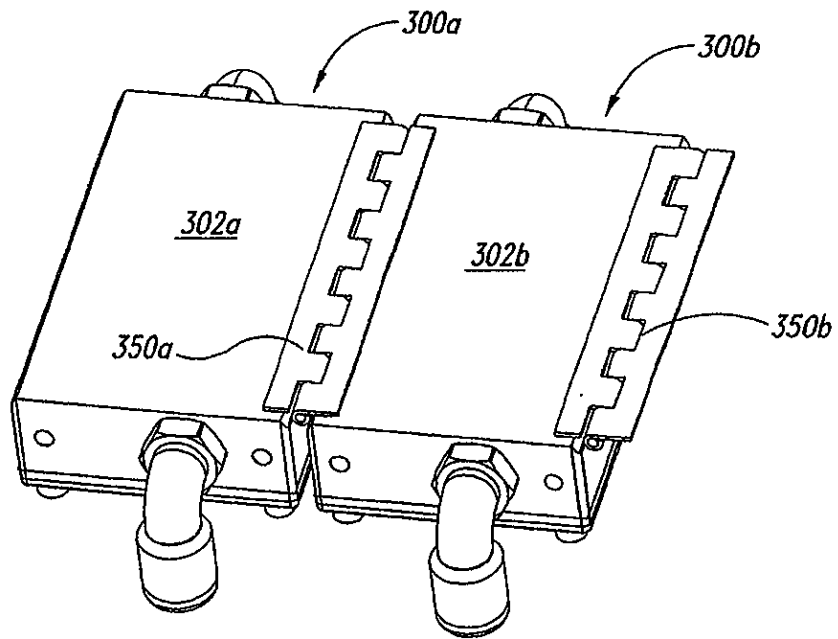


Fig. 5C

P10701204

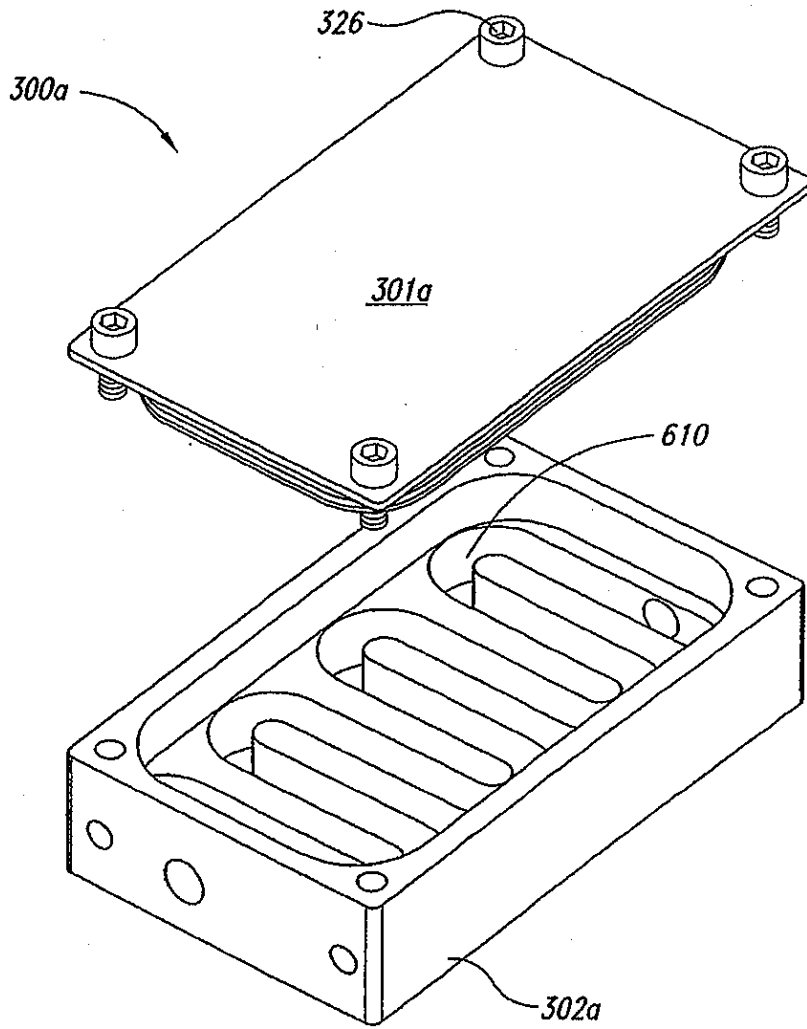


Fig. 6A

10

P10701204

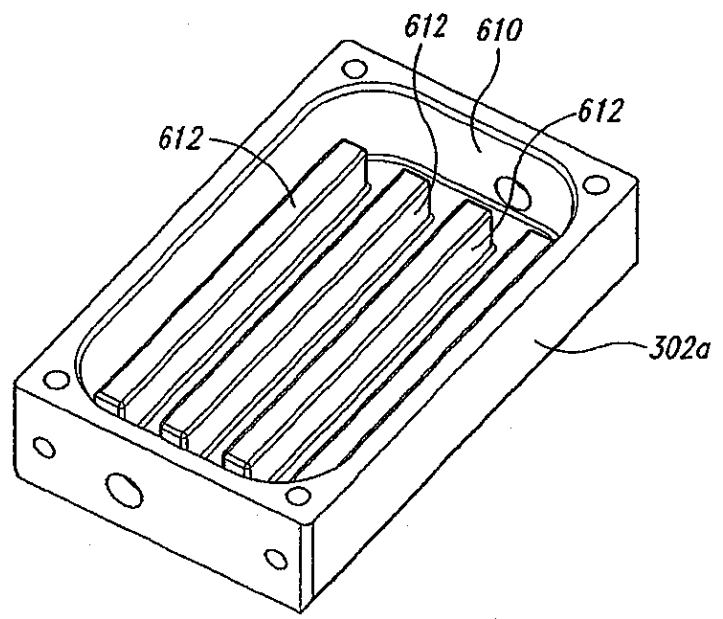


Fig. 6B

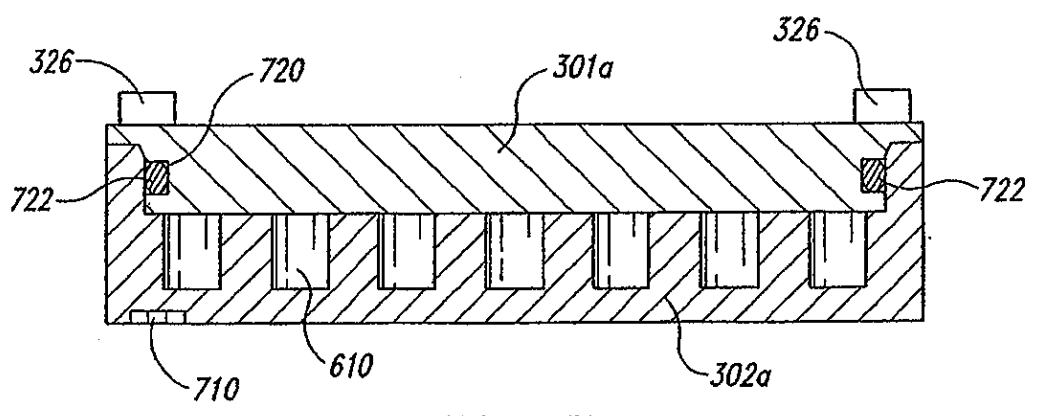


Fig. 7

PT0701204

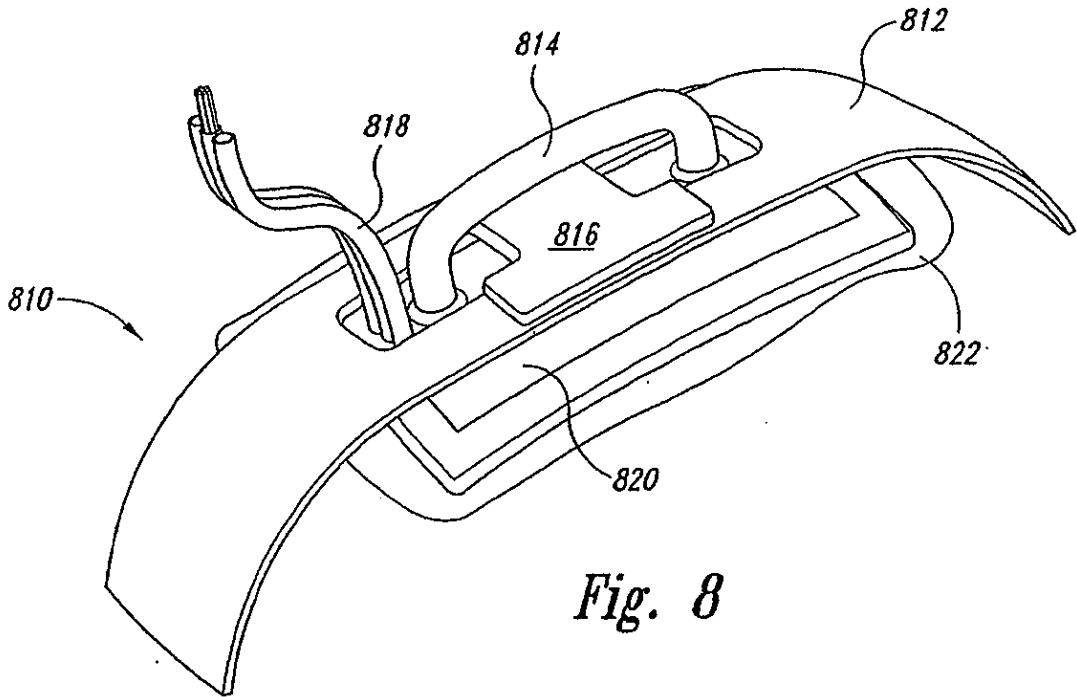


Fig. 8

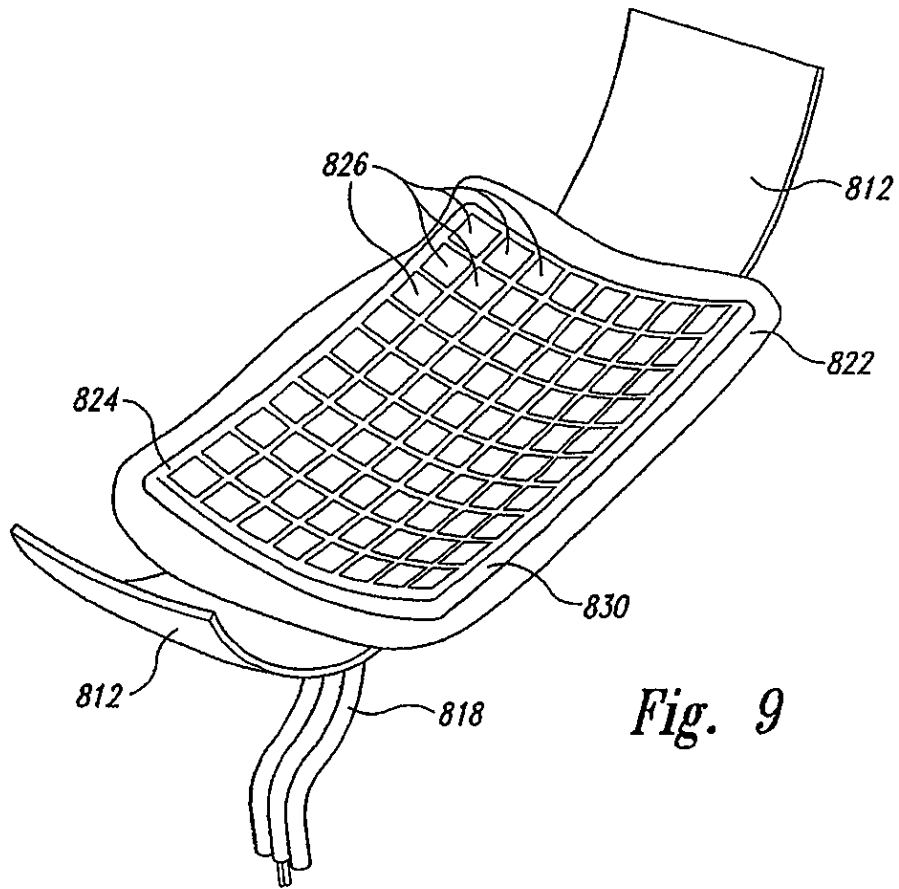


Fig. 9

P 1 0 7 0 1 2 0 4

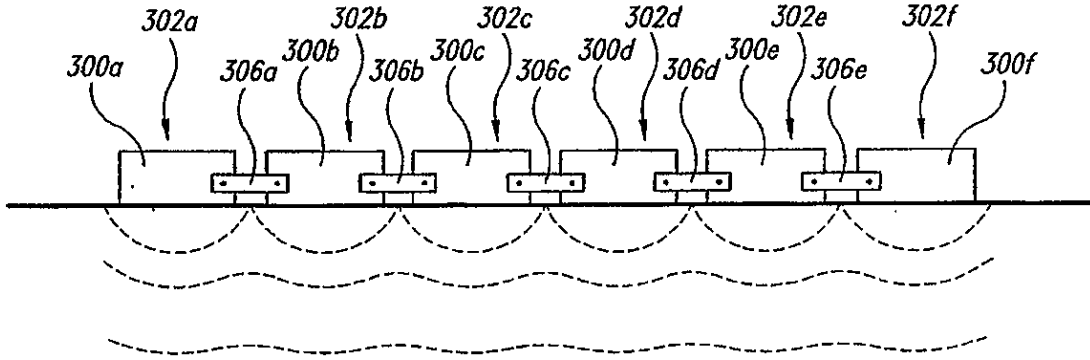


Fig. 10

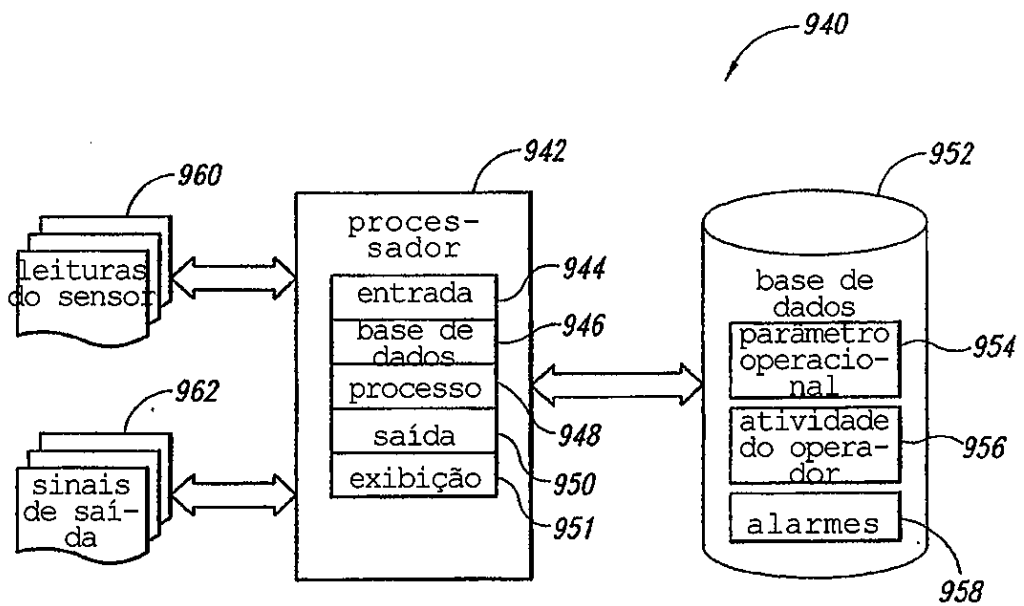


Fig. 11