



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

(11) PI 0819585-4 B1



(22) Data do Depósito: 24/12/2008

(45) Data de Concessão: 02/07/2019

(54) Título: CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO E SISTEMA DE BATERIA PARA UM VEÍCULO MOVIDO A ENERGIA ELÉTRICA

(51) Int.Cl.: H01M 2/08; H01M 2/04; H01M 2/34; H01M 10/02.

(30) Prioridade Unionista: 07/08/2008 CN 200810135478.X; 07/08/2008 CN 200810135477.5; 10/10/2008 CN 200810217018.1; 14/08/2008 CN 200810145734.3; 25/12/2007 CN 200720196395.2; (...).

(73) Titular(es): BYD COMPANY LIMITED.

(72) Inventor(es): WEIXIN ZHENG; LUXIA JIANG; JIANHUA ZHU; XI SHEN.

(86) Pedido PCT: PCT CN2008073692 de 24/12/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/082958 de 09/07/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 21/06/2010

(57) Resumo: CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO E SISTEMA DE BATERIA PARA UM VEÍCULO MOVIDO A ENERGIA ELÉTRICA, uma célula eletroquímica de armazenamento é divulgada, compreendendo um núcleo e um cofre retangular que recebe um núcleo adequadamente; o cofre retangular apresenta um primeiro e um segundo terminais abertos; uma primeira tampa de terminal é utilizada para fechar o primeiro terminal aberto; um terminal anódico se estende através da primeira tampa de terminal de uma porção interior da célula eletroquímica de armazenagem para uma porção externa dela; uma primeira gaxeta é presa dentro do cofre retangular entre a tampa do primeiro terminal e o núcleo para manter o núcleo longe da primeira tampa de terminal; uma segunda tampa de terminal é utilizada para fechar o segundo terminal aberto; um terminal catódico se estende através da segunda tampa de terminal de uma porção interior da célula eletroquímica de armazenagem para uma porção externa dela; uma segunda gaxeta é presa dentro do cofre retangular entre a segunda tampa de terminal e o núcleo para manter o núcleo longe da segunda tampa de terminal.

"CÉLULA ELETROQUÍMICA DE
ARMAZENAMENTO E SISTEMA DE BATERIA PARA UM VEÍCULO MOVIDO A
ENERGIA ELÉTRICA".

Referência cruzada

5 O presente pedido reivindica a
prioridade dos Pedidos de Patente Chinesa a seguir, os quais
são pelo presente incorporados por referência: Pedido Número
200810217018.1, depositado em 10 de outubro de 2008; Pedido
Número 200810142082.8, depositado em 26 de agosto de 2008;
10 Pedido Número 200810142090.2, depositado em 26 de agosto de
2008; Pedido Número 200820146848.5, depositado em 26 de
agosto de 2008; Pedido Número 200820146851.7, depositado em
26 de agosto de 2008; Pedido Número 200820146849.X,
depositado em 26 de agosto de 2008; Pedido Número
15 200810142084.7, depositado em 26 de agosto de 2008; Pedido
Número 200810142085.1, depositado em 26 de agosto de 2008;
Pedido Número 200810142089.X, depositado em 26 de agosto de
2008; Pedido Número 200810142086.6, depositado em 26 de
agosto de 2008; Pedido Número 200810142087.0, depositado em
20 26 de agosto de 2008; Pedido Número 200810142088.5,
depositado em 26 de agosto de 2008; Pedido Número
200810142083.2, depositado em 26 de agosto de 2008; Pedido
Número 200810142080.9, depositado em 26 de agosto de 2008;
Pedido Número 200810145734.3, depositado em 14 de agosto de
25 2008; Pedido Número 200810135478.X, depositado em 7 de
agosto de 2008; Pedido Número 200810135477.5, depositado em
7 de agosto de 2008; Pedido Número 200820116496.9,
depositado em 30 de junho de 2008; Pedido Número

200720196395.2, depositado em 25 de dezembro de 2007.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

1. Campo Técnico

O presente pedido é direcionado a sistemas e células de baterias e, mais especificamente, a sistemas e células de baterias de íons de lítio que podem ser usadas em um veículo, tal como um veículo elétrico e/ou híbrido, contendo um motor de acionamento elétrico.

2. Técnica Relacionada

Baterias recarregáveis, tais como baterias de polímero de íons de lítio, possuem uma ampla faixa de aplicações. Estas incluem, por exemplo, baterias para laptop, baterias de telefone celular, bem como energia para outros dispositivos eletrônicos pessoais. Tais dispositivos requerem baterias leves com uma saída de força moderada. No entanto, baterias de polímero de íons de lítio também são capazes de fornecer energia a dispositivos que necessitam substancialmente de mais saída de força do que os dispositivos eletrônicos pessoais apontados acima. Por exemplo, baterias de polímero de íons de lítio de alta potência de saída podem ser usadas para fornecer energia a equipamentos industriais, instalações de comunicações de alta potência, automóveis, etc. A utilização de sistemas de bateria de polímero de íons de lítio de alta potência de saída pode ser particularmente significativa na área de propulsão de automóveis.

O público tornou-se cada vez mais sensível a questões de custo e de meio ambiente

associadas à utilização de combustíveis fósseis. Uma preocupação são as emissões de veículos que queimam combustíveis fósseis e a poluição correspondente.

Alternativas a tais veículos
5 incluem veículos elétricos que são movidos unicamente por motores elétricos, e veículos elétricos híbridos que empregam tanto motores elétricos quanto motores de combustíveis fósseis. Essas alternativas provavelmente têm um papel cada vez mais importante como substitutas para os
10 veículos atuais.

Embora os consumidores sejam atraídos pelos benefícios ambientais de veículos puramente elétricos ou híbridos, eles querem que os veículos que utilizam motores elétricos tenham as mesmas características
15 gerais que seus correspondentes com combustíveis fósseis. Questões de segurança e desempenho da bateria devem ser superadas para se atingir essas metas. Para essa finalidade, preferem-se baterias de íons de lítio do que outros tipos de bateria mais convencionais. Baterias de íons de lítio são
20 úteis para esse propósito já que possuem alta densidade energética o que reduz a quantidade de espaço necessário para a bateria no veículo. Além disso, podem ser construídas de modo a pesarem menos do que os tipos de bateria mais convencionais.

25 Sistemas de bateria para utilização com motores elétricos empregados em veículos puramente elétricos ou híbridos são, atualmente, deficientes em muitos aspectos. As células individuais da bateria do

sistema de bateria são frequentemente pesadas, volumosas e não confiáveis. Além disso, as células das baterias atuais não são usadas nem construídas para fornecer de forma eficiente a alta potência de saída necessária para acelerar o veículo em um nível de aceleração aceitável. Ainda, as células individuais das baterias utilizam eletroquímica, construções de núcleo celular, interconexões elétricas e construções de revestimentos que são muitas vezes não confiáveis, não seguros e, geralmente, não adequados para utilização em veículos movidos a eletricidade.

Para superar as deficiências de energia associadas às células de bateria individuais, foram realizadas tentativas de interconectar múltiplas células de bateria individuais umas com as outras de maneira que a potência de saída combinada fornecesse a energia de propulsão necessária. As interconexões entre as células de bateria individuais, mais uma vez, são frequentemente não confiáveis. Além disso, pouco foi realizado para garantir a segurança de tais sistemas de bateria multicelulares. Curtos-circuitos e explosões não foram tratados adequadamente. Sistemas de bateria de alta potência de saída devem ser construídos para tratar de questões como desempenho, longevidade, confiabilidade e segurança se quiserem encontrar um lugar no vasto número de aplicações disponíveis para tais sistemas.

RESUMO

Uma célula eletroquímica de armazenamento é divulgada, compreendendo um núcleo e um

cofre retangular que recebe um núcleo adequadamente. O cofre retangular apresenta um primeiro e um segundo terminais abertos. Uma primeira tampa de terminal é utilizada para fechar o primeiro terminal aberto. Um terminal anódico se estende através da primeira tampa de terminal de uma porção interior da célula eletroquímica de armazenagem para uma porção externa dela. Uma primeira gaxeta é presa dentro do cofre retangular entre a tampa do primeiro terminal e o núcleo para manter o núcleo longe da primeira tampa de terminal. Uma segunda tampa de terminal é utilizada para fechar o segundo terminal aberto. Um terminal catódico se estende através da segunda tampa de terminal de uma porção interior da célula eletroquímica de armazenagem para uma porção externa dela. Uma segunda gaxeta é presa dentro do cofre retangular entre a segunda tampa de terminal e o núcleo para manter o núcleo longe da segunda tampa de terminal.

BREVE DESCRIÇÃO DAS ILUSTRAÇÕES

A invenção pode ser melhor compreendida com uma referência às ilustrações e à descrição a seguir. Os componentes nas figuras não estão necessariamente de acordo com o tamanho, ao invés disso, a ênfase é colocada sobre a ilustração dos princípios da invenção. Além disso, nas figuras, numerais parecidos aos quais foi feita referência designam partes correspondentes ao longo das diferentes visualizações.

a figura 1 é uma visualização transversal através de um exemplo de lâmina de bateria multicamada que

pode ser usada para formar um núcleo de bateria enrolado;

a figura 2A é uma visualização em perspectiva de um núcleo enrolado achatado usado em uma célula de bateria;

as figuras 2B - 2D mostram uma configuração alternativa de um núcleo no qual as lâminas que forma o núcleo não estão enroladas;

a figura 3 é uma visualização expandida da extremidade do ânodo de uma célula de bateria 300 contendo o núcleo enrolado da figura 2A;

a figura 4 é uma visualização esquemática através de uma seção transversal da célula de bateria 300;

as figuras 5 e 6 ilustram uma maneira de se formar as regiões da lâmina do ânodo e/ou lâmina do cátodo que estão próximas aos substratos expostos;

a figura 7 é uma visualização transversal de um exemplo de núcleo enrolado;

a figura 8 mostra uma configuração de um conector curvado frágil;

a figura 9 ilustra outra configuração de um conector curvado frágil;

a figura 10 mostra como o conector curvado da figura 8 pode ser usado para interconectar células de bateria adjacentes;

a figura 11 mostra outra estrutura para interconectar células de bateria adjacentes;

- as figuras 12 e 13 mostram uma estrutura de conexão que pode ser utilizada para fazer com que o núcleo de uma célula de bateria atinja uma temperatura de operação ideal;
- 5 a figura 14A mostra uma maneira de se conectar uma célula de bateria com múltiplos núcleos ao conector curvado da figura 8;
- 10 a figura 14B mostra uma maneira de se conectar uma estrutura de um único núcleo de uma célula de bateria ao conector curvado da figura 8;
- a figura 15 é uma vista de cima de uma gaxeta usada em cada extremidade do revestimento de proteção da célula de bateria;
- 15 as figuras 16 e 17 mostram uma maneira de se vedar a extremidade do revestimento de proteção que envolve o perímetro do núcleo enrolado;
- as figuras 18 - 20 mostram uma configuração de um conjunto de jato de ar que pode ser usada no conjunto de cobertura da extremidade de uma célula de bateria;
- 20 as figuras 21 e 22 mostram estruturas alternativas de alívio de pressão que podem ser usadas para complementar e/ou substituir o conjunto de jato de ar mostrado na figura 18;
- 25 a figura 23 é um diagrama de blocos de um conjunto de baterias no qual múltiplas células de bateria estão interconectadas e agrupadas dentro de um único invólucro;

as figuras de 24 a 26 ilustram uma configuração de um invólucro que pode ser usado para formar um conjunto de baterias;

5 a figura 27 mostra um conector que pode ser usado para interconectar mecânica e eletricamente conjuntos de baterias adjacentes.

a figura 28 mostra como o conector da figura 27 pode ser usado;

10 a figura 29 mostra um sistema de bateria que fornece e recebe energia elétrica para/de um motor/gerador de um veículo capaz de ser movido por energia elétrica;

15 as figuras de 30 a 34 ilustram vantagens associadas ao fornecimento de conexões para o ânodo e o cátodo de um núcleo enrolado em extremidades opostas do núcleo;

as figuras 35-41 ilustram outras estruturas de interconexão de célula de bateria;

20 a figura 41A ilustra uma estrutura de conexão frágil contendo um grampo de divisão ativado termicamente;

25 as figuras 42 a 46 ilustram estruturas de interconexão de célula de bateria nas quais os terminais das células de bateria estão interconectados por um conector ponte;

as figuras 47 e 48 ilustram estruturas de interconexão de célula de bateria que contêm subestruturas de proteção contra corrente excessiva auxiliadas

pela gravidade;

as figuras 49 a 51 ilustram estruturas de interconexão de célula de bateria que contêm uma estrutura de expansão térmica que separa os terminais de célula de bateria como resultado de condições de corrente excessiva;

as figuras 52 e 53 ilustram estruturas de interconexão de células de bateria que contêm subestruturas de proteção contra corrente excessiva baseadas em uma interação química entre uma substância química liberada pela subestrutura e uma ou mais porções dos terminais da interconexão das células de bateria;

as figuras 54-60 ilustram estruturas de interconexão de célula de bateria que contêm subestruturas de proteção contra corrente excessiva baseadas em conexões/desconexões elétricas providas pela presença/ausência de um condutor líquido;

as figuras de 61 a 64 ilustram diversas configurações de uma cobertura de proteção para o conjunto de cobertura da extremidade da célula de bateria;

as figuras de 65 a 67 ilustram uma configuração adicional de uma saída de ar;

a figura 68 mostra outra configuração de um conector que pode ser usado para interconectar mecânica e eletricamente conjuntos de baterias adjacentes;

e

A figura 69 mostra como os conectores das figuras 27 e 68

podem ser usados quando os conjuntos de baterias estão configurados em uma disposição lado a lado.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONFIGURAÇÕES PREFERIDAS

5 Baterias de polímero de íons de lítio são um tipo de bateria recarregável em que um íon de lítio se move entre um ânodo e um cátodo. O íon de lítio se move do ânodo para o cátodo durante a descarga e do cátodo para o ânodo ao carregar.

A Figura 1 é uma visualização transversal por meio de um exemplo de lâmina de bateria multicamada 100 que pode ser enrolada para formar um núcleo de bateria enrolado. A lâmina de bateria 100 da Figura 1 inclui três componentes funcionais: uma lâmina de ânodo 105, a lâmina de cátodo 110 e uma lâmina separadora 115. A lâmina de ânodo 105 pode incluir camadas de ânodo ativas 106 dispostas em lados opostos de um substrato de ânodo 107. O substrato de ânodo 107 pode ser formado a partir de uma ou mais camadas de uma folha metálica, tal como cobre. As camadas de ânodo ativas 106 podem ser formadas a partir do grafite ou outro material à base de carbono. Em um exemplo, as camadas ativas 106 da lâmina de ânodo 105 podem ser produzidas utilizando 100 gramas de grafite natural com 3 gramas de material aglutinante fluoreto de polivinilideno (PVDF) e 3 gramas de agente condutor preto acetileno para 100 gramas de NI-metil pirrolidona (NMP). Os componentes podem ser misturados em um misturador a vácuo formando uma pasta uniforme. A pasta pode ser aplicada como um

revestimento de aproximadamente 12 microns de espessura em cada lado do substrato 107, tal como uma folha de cobre, para formar uma estrutura que contenha uma espessura de camadas combinada de aproximadamente 100-110 μm . A folha
 5 metálica revestida pode então ser seca a uma temperatura de aproximadamente 90°C para formar o ânodo 115.

A lâmina de cátodo 110 pode incluir camadas de cátodo ativas 112 dispostas em lados opostos de um substrato de cátodo 114. O substrato de cátodo
 10 114 pode ser formado a partir de uma ou mais camadas de uma folha metálica, tal como alumínio. As camadas de cátodo ativas 112 podem ser formadas a partir de materiais como óxido em camadas (ex., óxido de cobalto de lítio), um material à base de um poliânion (ex., fosfato de ferro de
 15 lítio), ou um espinélio (ex., óxido de manganês de lítio), embora materiais como TiS_2 (dissulfeto de titânio) também possam ser usados.

Em um exemplo, as camadas ativas 112 da lâmina de cátodo 110 podem ser formadas
 20 combinando pelo menos um composto de metal de lítio com pelo menos um cristal de metal misturado, caracterizado pelo fato de que o cristal de metal misturado inclui uma mistura de elementos metálicos e óxidos metálicos. O composto de lítio pode ser um composto de intercalação de metal que possui a
 25 fórmula geral $\text{LiM}_a\text{N}_b\text{XO}_c$, caracterizado pelo fato de que M é um metal de transição de primeira fila tal como Fe, Mn, Ni, V, Co e Ti; N é um metal selecionado a partir do grupo Fe, Mn, Ni, V, Co, Ti, Mg, Ca, Cu, Nb, Zr e metais de terra

rara; X é selecionado a partir dos elementos P, Si, S, V e Ge; e a, b e c têm valores que tornam a carga do composto de intercalação de metal neutra. O composto metálico pode ter a fórmula geral M_cN_d , caracterizado pelo fato de que M é um metal selecionado a partir dos grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIIB, IVB e VB na tabela periódica; N é selecionado a partir de O, N, H, S, SO_4 , PO_4 , OH, Cl, F e C; e $0 < c \leq 4$ e $0 < d \leq 6$. Em outros casos, o composto metálico pode incluir um ou mais membros selecionados a partir do grupo que consiste em MgO , SrO , Al_2O_3 , SnO_2 , Sb_2O_3 , Y_2O_3 , TiO_2 e V_2O_5 . O composto metálico e o composto de lítio podem ser aquecidos ou sinterizados a aproximadamente 600-900°C em uma atmosfera de gás inerte ou de gás redutor por aproximadamente 2 horas para formar o material para a lâmina de cátodo 110.

Em outro exemplo, o composto metálico pode ser formado como um composto de cristal misturado com a fórmula geral $Li_aA_{1-y}B_y(XO_4)_b/M_cN_d$, caracterizado pelo fato de que: A é um metal de transição de primeira fila que inclui Fe, Mn, Ni, V, Co e Ti; B é um metal selecionado a partir do grupo Fe, Mn, Ni, V, Co, Ti, Mg, Ca, Cu, Nb, Zr e metais de terra rara; X é selecionado a partir dos elementos P, Si, S, V e Ge; M é um metal selecionado a partir dos grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIIB, IVB e VB da tabela periódica; N é selecionado a partir de O, N, H, S, SO_4 , PO_4 , OH, Cl, F e C; e caracterizado pelo fato de que $0 < a \leq 1$, $0 \leq y \leq 0.5$, $0 < b \leq 1$, $0 < c \leq 4$ e $0 < d \leq 6$. Os tamanhos das partículas podem ser menores do que aproximadamente 10 μm , de preferência, 3-5 μm .

O material de cátodo ativo pode incluir um primeiro composto cristalino e um segundo composto cristalino. O primeiro composto cristalino pode ser distribuído dentro do segundo composto cristalino para
5 formar um composto combinado. O primeiro composto cristalino pode ser preparado aquecendo uma combinação de pelo menos uma fonte de lítio, pelo menos uma fonte de ferro e pelo menos uma fonte de fosfato enquanto o segundo composto cristalino pode ser preparado aquecendo pelo menos dois
10 compostos metálicos. O segundo composto cristalino também pode incluir um ou mais membros selecionados a partir dos grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIB, IVB e VB da tabela periódica.

Durante a formação do material
15 de cátodo ativo, muitos defeitos do cristal podem estar introduzidos dentro dos cristais intermediários ou compostos de tal modo que a formação e estados eletrônicos dos óxidos metálicos são alterados ou modificados. O composto metálico com sua estrutura cristalina misturada, portanto, pode
20 incluir um grande número de vagas de oxigênio e átomos de oxigênio ausentes. As vagas de oxigênio podem facilitar a condução do portador, com isso aprimorando a condutividade do cristal misturado. Para essa finalidade, o composto metálico pode conter uma rede cristalina menor do que o
25 composto de lítio para que seja recebido ou distribuído dentro do composto de lítio. Como alternativa, o composto metálico pode ser recebido ou distribuído entre duas ou mais redes cristalinas grandes. Além disso, o composto metálico

pode residir dentro dos limites entre regiões cristalinas do composto de lítio. Por último, o composto metálico pode ser disperso nos arredores das superfícies cristalinas exteriores do composto de lítio. Em cada caso, a migração dos íons de lítio serve como uma ponte seja dentro de uma rede cristalina ou entre duas ou mais redes cristalinas. Os íons de lítio podem ser completamente liberados para a obtenção de propriedades elétricas aprimoradas incluindo condutância, capacitância e reciclabilidade elétrica.

De preferência, o composto metálico pode ser distribuído dentro de um composto de fosfato de ferro de lítio para formar um composto combinado para uso na lâmina de cátodo 110. O composto metálico pode ser distribuído dentro do composto de fosfato de ferro de lítio para formar um cristal misturado. Em um caso, o composto de fosfato de ferro de lítio e o composto metálico podem ter razões molares de aproximadamente 1 para 0,001-0,1. O material do cátodo pode ser dopado com aditivos de carbono espalhados nos limites entre regiões cristalinas ou revestido sobre as superfícies cristalinas. O aditivo de carbono dopado pode fornecer o produto do material de cátodo final com 1-15 % de carbono por peso. O aditivo de carbono pode incluir um ou mais membros selecionados a partir do grupo que consiste em composto de carboidrato, grafite, negro de fumo de acetileno e negro de fumo.

O composto combinado pode incluir uma fonte de lítio, fonte de ferro, fonte de fosfato e o segundo composto cristalino contendo razões molares de

composto cristalino Li: Fe: P: de aproximadamente 1: 1: 1: 0,001-0,1. Em outros casos, podem ser adotadas diversas razões molares de composto cristalino Li: Fe: P:. A fonte de lítio pode incluir um ou mais membros selecionados a partir do grupo que consiste em carbonato de lítio, hidróxido de lítio, oxalato de lítio, acetato de lítio, fluoreto de lítio, cloreto de lítio, brometo de lítio, iodeto de lítio e dihidrogênio fosfato de lítio. A fonte de ferro pode incluir um ou mais membros selecionados a partir do grupo que consiste em oxalato ferroso, acetato ferroso, cloreto ferroso, sulfeto ferroso, fosfato de ferro, óxido ferroso, óxido férrico, óxido de ferro e fosfato férrico. A fonte de fosfato pode incluir um ou mais membros selecionados a partir do grupo que consiste em amônio, fosfato de amônio, dihidrogênio fosfato de amônio, fosfato de ferro, fosfato férrico e fosfato de hidrogênio de lítio.

Um método de se preparar um material de cátodo de fosfato de ferro de lítio de cristal misturado inclui misturar uniformemente pelo menos um composto LiFePO_4 com um composto de mistura e aquecer a mistura resultante a 600-900 °C em uma atmosfera de gás inerte ou de gás redutor por aproximadamente 2-48 horas. O composto de mistura pode incluir dois ou mais óxidos metálicos caracterizados pelo fato de que o metal pode ser selecionado a partir dos grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIIB, IVB e VB da tabela periódica. O composto de mistura fornece uma estrutura cristalina misturada, caracterizada pelo fato de que um método de se preparar o composto de

mistura com a estrutura cristalina misturada correspondente incluir a mistura de óxidos metálicos a partir dos grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIIB, IVB e VB e o aquecimento da mistura a 600-1200°C por 2-48 horas.

5 Um método de se preparar um material de cátodo de cristal misturado inclui uma mistura uniforme de lítio, ferro e fonte de fosfatos e seu aquecimento a 600-900°C em uma atmosfera de gás inerte ou de gás redutor por pelo menos aproximadamente 2 horas. A
10 mistura resultante pode então ser combinada com o composto metálico misturado que contém uma combinação de dois ou mais óxidos metálicos selecionados a partir dos grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIIB, IVB e VB da tabela periódica. Em uma configuração, a fonte de lítio, fonte de ferro, fonte de
15 fosfato e o composto metálico misturado são capazes de fornecer razões molares do composto metálico misturado Li: Fe: P: de 1: 1: 1: 0,001-0,1. Em outras configurações, diferentes razões molares do composto metálico misturado Li: Fe: P: podem ser adotadas. Além disso, pelo menos uma fonte
20 de carbono pode ser adicionada à mistura resultante, a fonte de carbono incluindo um ou mais dos seguintes, sem limitação: composto de carboidrato, grafite, negro de fumo de acetileno e negro de fumo. A quantidade de fonte de carbono adicionada à mistura resultante deve ser capaz de
25 fornecer ao produto final 1-15 % de carbono por peso.

A fonte de lítios utilizada para formar o material de cátodo pode incluir um ou mais dos seguintes compostos, sem limitação: carbonato de lítio,

hidróxido de lítio, oxalato de lítio, acetato de lítio, fluoreto de lítio, cloreto de lítio, brometo de lítio, iodeto de lítio e dihidrogênio fosfato de lítio. Fontes de ferro incluem um ou mais dos seguintes compostos, sem
5 limitação: oxalato ferroso, acetato ferroso, cloreto ferroso, sulfeto ferroso, fosfato de ferro, óxido ferroso, óxido férrico, óxido de ferro e fosfato férrico. Ao utilizar um composto de ferro trivalente como uma fonte de ferro, o processo de fresagem de esfera pode incluir a adição de uma
10 fonte de carbono para reduzir o ferro trivalente a um ferro bivalente. Fontes fosforosas podem incluir um ou mais dos seguintes compostos, sem limitação: amônio, fosfato de amônio, dihidrogênio fosfato de amônio, fosfato de ferro, fosfato férrico e fosfato de hidrogênio de lítio.

15 Durante a esmerilhagem em uma fresa de ponta esférica, um ou mais solventes podem ser introduzidos, inclusive etanol, água desionizada e acetona. Em outras configurações, outros meios de mistura e solventes podem ser utilizados. Fora isso, a mistura pode se seca
20 entre 40-80 °C ou mexida até secar.

Os tipos de gases inertes que podem ser utilizados incluem hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio, radônio e nitrogênio. Adicionalmente, a redução de gases que incluem monóxido de carbono e
25 hidrogênio também pode ser incorporada. Outros gases adequados também podem ser adotados.

A lâmina de cátodo 110 pode ser formada utilizando uma pasta de cátodo que inclui um dos

materiais de cátodo ativos anteriores. A pasta de cátodo pode ser formada misturando-se um espessante, o material de cátodo ativo e um solvente. Primeiro, o espessante e o solvente são misturados para proporcionar uma solução coloidal. A solução coloidal resultante, o solvente residual e o material ativo são misturados em um misturador planetário duplo. Uma porção do solvente bem como um aglutinante são então providos ao misturador planetário para mistura adicional.

A solução coloidal, o material de cátodo ativo e o solvente podem ser misturados no misturador planetário duplo de acordo com uma sequência de mistura especificada. Para essa finalidade, a solução coloidal, o material ativo e o solvente podem ser misturados por aproximadamente 3-5 minutos a uma frequência de rotação de aproximadamente 2-20 Hz que diminui para uma frequência de rotação mais baixa de aproximadamente 0-2 Hz. Depois, a solução coloidal, o material ativo e o solvente podem ser misturados por aproximadamente 30-50 minutos a uma frequência de rotação de aproximadamente 35-60 Hz que diminui para, uma frequência de rotação mais baixa de aproximadamente 35-60 Hz. Nesse momento, o misturador planetário duplo pode gerar um vácuo que dura aproximadamente 3-5 minutos para que a mistura ocorra a uma pressão de aproximadamente 0,0005 MPa a aproximadamente 0,05 MPa. O solvente residual e os adesivos são então adicionados ao misturador planetário duplo e misturados por aproximadamente 5-10 minutos a uma frequência de rotação de

aproximadamente 35-60 Hz que diminui para uma frequência de rotação mais baixa de aproximadamente 35-60 Hz. Mais uma vez, o misturador planetário duplo pode gerar um vácuo que dura aproximadamente 3-5 minutos para que a mistura ocorra a uma pressão de aproximadamente 0,0005 MPa a aproximadamente 0,05 MPa. A mistura então ocorre em aproximadamente 20-35 minutos a uma frequência de rotação que diminui de aproximadamente 10-25 Hz a aproximadamente 0 Hz.

A proporção por peso do material ativo de cátodo, o espessante, os adesivos e o solvente pode ser aproximadamente 100: (0.05-10): (0.01-10): (50-150). A proporção por peso do solvente misturado com o espessante pode ser aproximadamente 60-90%. Quando misturado com a solução coloidal e o material ativo, a proporção por peso do solvente pode ser aproximadamente 0,1-30%, e pode ser aproximadamente 8-20% quando o aglutinante é adicionado.

A lâmina de cátodo 110 pode ser formada revestindo um substrato condutor tal como uma folha de alumínio com a pasta. A pasta pode ser aplicada sobre o substrato condutor utilizando uma operação de rolamento, embora outros métodos de aplicação possam ser empregados. O substrato condutor e a pasta são então secos para formar a lâmina de cátodo 110. A lâmina de cátodo 110 possui, de preferência, uma espessura entre 100 e 110 μm , embora outras espessuras também possam ser utilizadas.

A lâmina separadora 115 pode ser uma membrana de polipropileno microporoso e/ou polietileno eletrolítico. Tais membranas são

disponibilizadas pela Celgard dos EUA em Charlotte, Carolina do Norte.

Novamente com relação à Figura 1, a lâmina de ânodo 105 inclui uma região na qual o substrato 107 da lâmina de ânodo 105 não inclui camadas de ânodo ativas 106. Ao invés disso, o substrato de cobre 107 é exposto para facilitar a conexão elétrica com a lâmina de ânodo 105. A região exposta do substrato 107 se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento da lâmina de ânodo 105 para que a primeira borda da lâmina de ânodo 105 defina uma região condutora 107 quando a lâmina de bateria 100 estiver enrolada para formar um núcleo enrolado 200 (ver Figura 2). A região exposta do substrato 107 pode ser formada limitando-se a área para a qual as camadas de ânodo ativas 106 são aplicadas ao substrato 107. Adicionalmente, ou como alternativa, a região exposta do substrato 107 pode ser formada após a aplicação das camadas de ânodo ativas 106 removendo seletivamente as camadas de ânodo ativas 106 do substrato 107 ao longo de uma largura pré-determinada da lâmina de ânodo 105. Essa remoção pode ser realizada utilizando uma técnica de remoção mecânica e/ou técnica de remoção química.

A lâmina de cátodo 110 inclui uma região na qual o substrato 114 da lâmina de cátodo 110 não inclui camadas de cátodo ativas 112. Ao invés disso, o substrato de alumínio 112 é exposto para facilitar a conexão elétrica com a lâmina de cátodo 110. A região exposta do substrato 112 se estende substancialmente ao longo de todo o

comprimento da lâmina de cátodo 110 para que uma borda da lâmina de cátodo 110 defina uma região condutora 114 quando a lâmina de bateria 100 é enrolada para formar o núcleo enrolado 200 da Figura 2A. A região exposta do substrato 114
5 pode ser formada limitando-se a área para a qual as camadas de cátodo ativas 112 são aplicadas ao substrato 114. Adicionalmente, ou de forma alternativa, a região exposta do substrato 114 pode ser formada após a aplicação das camadas de cátodo ativas 112 removendo seletivamente as camadas de
10 cátodo ativas 112 do substrato 114 ao longo de uma largura pré-determinada da lâmina de cátodo 110. Essa remoção pode ser realizada utilizando uma técnica de remoção mecânica e/ou técnica de remoção química.

Conforme mostrado na Figura 2A,
15 a lâmina de ânodo 105, lâmina de cátodo 110, e a lâmina separadora 115 podem ser envolvidas para formar o núcleo enrolado 200. O substrato exposto 114 forma uma estrutura coletora de corrente multicamada para o cátodo do núcleo enrolado 200 enquanto o substrato exposto 107 forma uma
20 estrutura coletora de corrente multicamada para o ânodo do núcleo enrolado 200. O coletor de corrente para o cátodo e o coletor de corrente para o ânodo estão dispostos em extremidades opostas do comprimento do núcleo 200 e fornecem contatos de baixa resistência que podem carregar uma
25 quantidade substancial de corrente. Formar o coletor de correntes em lados opostos do núcleo enrolado 200 também simplifica o processo de fabricação.

O coletor de correntes pode ser

formado em uma série de diferentes maneiras. Por exemplo, o coletor de correntes pode ser formado unicamente a partir das camadas de substrato expostas. Adicionalmente, ou como alternativa, o coletor de correntes pode ser formado prendendo uma fita condutora de material ao longo de um comprimento de cada uma das lâminas de ânodo e cátodo, respectivamente, antes ou depois do enrolamento.

A camada exterior do núcleo enrolado 200 pode ser um isolante. Em um exemplo, a lâmina separadora 115 é mais comprida do que a lâmina de ânodo 105 e a lâmina de cátodo 110. Como tal, a lâmina de ânodo 105 e a lâmina de cátodo 110 são terminadas na operação de envolvimento antes que a extremidade da lâmina separadora 115 seja alcançada. O comprimento em excesso do separador 105 é então envolvido próximo ao núcleo 200 um determinado número de vezes (ex., duas ou mais) para formar a camada isolante exterior 115. Essa construção simplifica a fabricação do núcleo 200 e, ainda, aumenta a homogeneidade da estrutura do núcleo.

Uma vez que o núcleo enrolado 200 tenha sido formado, as camadas expostas do substrato de ânodo 107 e do substrato de cátodo 114 são comprimidas para mudar sua forma de modo que a área transversal de fora de cada porção da extremidade do núcleo enrolado 200 seja menor do que área transversal de dentro do núcleo 200. Para essa finalidade, as camadas expostas do substrato de ânodo 107 do núcleo enrolado 200 podem ser soldadas, presas umas às outras com um prendedor mecânico, e/ou presas umas às outras

utilizando um adesivo, etc. De preferência, as camadas expostas do substrato de ânodo 107 são presas umas às outras, comprimindo-as umas contra as outras, soldando-as ao longo de todo o comprimento ou porções do comprimento do substrato exposto 107 para formar uma única estrutura coletora de corrente de ânodo. As camadas do substrato de cátodo 114 podem ser formadas de uma maneira similar àquela das camadas do substrato de ânodo 107.

Uma estrutura alternativa para o núcleo 200 é mostrada nas Figuras de 2B a 2D. Nessa configuração, múltiplas lâminas de ânodo, lâminas de cátodo e lâminas separadoras são dispostas em camadas adjacentes. No entanto, diferentemente da estrutura do núcleo descrita anteriormente, as lâminas que formam o núcleo não estão enroladas para formar uma bobina. Ao invés disso, o núcleo 200 é composto de uma pluralidade de lâminas planas, tais como mostradas na disposição da Figura 2B. De preferência, as lâminas finais do núcleo 200 são lâminas isolantes e, de preferência, uma ou mais lâminas separadoras 115. Uma vista de cima dessa configuração do núcleo 200 é mostrada na Figura 2C enquanto uma visualização lateral é mostrada na Figura 2D. Conforme ilustrado, as lâminas separadoras/isolantes se estendem, de preferência, além das bordas laterais das lâminas de ânodo e cátodo empilhadas e podem ser envolvidas ao redor das bordas laterais para isolar as lâminas de ânodo e as lâminas de cátodo. Também podem ser usados métodos alternativos para vedar as lâminas de ânodo e cátodo empilhadas a fim de evitar o contato

indesejado entre si e para evitar exposição ambiental. Embora os coletores de corrente 114 e 107 das Figuras de 2B a 2D sejam formados a partir das camadas de substrato do material das lâminas de ânodo e cátodo, eles podem também
5 ser formados como fitas que são conectadas às camadas de substrato individuais empilhadas.

A Figura 3 mostra uma visualização expandida da extremidade do ânodo de uma célula de bateria 300 contendo o núcleo enrolado 200 (não mostrado,
10 mas implícito na Figura 3). Na Figura 3, a célula de bateria 300 includes um revestimento protetor 305 que recebe o núcleo enrolado 200. O coletor de corrente 310 mobiliza eletricamente uma primeira extremidade 320 de uma estrutura de conexão 325 através de um conjunto de cobertura de
15 extremidade 335. Uma segunda extremidade 320 da estrutura de conexão 325 se estende através de uma chapa de cobertura/tampa da extremidade 335 correspondente para prover um contato exterior para o ânodo da célula de bateria 300.

20 Conforme mostrado na Figura 3, o revestimento protetor 305 tem forma retangular e é dimensionado para que o núcleo 200 encaixe suavemente no seu interior. Embora o revestimento 305 (e, como tal, o núcleo 200) possa ter diversas dimensões, o revestimento protetor
25 305 pode ter uma largura L e uma altura A, onde L é maior do que aproximadamente 50 mm e A é maior do que aproximadamente 100 mm. De preferência, a razão entre a largura e a altura do revestimento 305 corresponde à seguinte equação:

$$0,18 < L/A < 0,5$$

Essa relação é também adequada para definir de forma geral as dimensões do núcleo 200, e é especialmente bem apropriada quando a célula de bateria 300 é uma bateria de alta potência de saída e de alta capacidade.

Quando a razão L/A for maior do que 0,5, a largura da célula de bateria 300 é bem grande, e a área de superfície total do revestimento 305 pode não ser capaz de suportar a pressão gerada no seu interior, com isso fazendo com que haja falha e/ou distorção. Isso pode criar um risco de segurança. Quando a razão L/A é menor do que 0,18, a altura da célula de bateria 300 é bem pouca, para que a célula de bateria 300 seja bem fina. O volume disponível para o núcleo 200 dentro do revestimento protetor 305 é bastante pequeno e não favorece a acomodação de um núcleo de alta capacidade e alta corrente.

A Figura 4 é uma visualização esquemática através de uma seção cruzada da célula de bateria 300. Nesse exemplo, a estrutura de conexão 325 inclui um conector angular 405 que se estende através da chapa de cobertura/tampa da extremidade 335. Aqui, o conector angular 405 tem uma forma substancialmente em Z. O coletor de corrente 310 pode ser formado da maneira descrita acima. Para simplicidade, o coletor de corrente 310 da Figura 4 ilustra somente uma única faixa coletora de corrente de ânodo. A unidade de conexão flexível 410 conecta eletricamente o conector angular 405 ao coletor de corrente

310. A unidade de conexão flexível 410 pode incluir múltiplas camadas de folha metálica, como cobre, que foram temperadas e soldadas ao conector angular 405 e ao coletor de corrente 310. Uma técnica similar pode ser usada para
5 conectar o coletor de cátodo a um conector angular correspondente de uma estrutura de conexão. Contudo, a unidade de conexão flexível entre o conector angular e o cátodo coletor de corrente pode ser formada a partir de múltiplas camadas de folha de alumínio que foram temperadas
10 e soldadas ao conector angular e ao cátodo coletor de corrente. A utilização desse tipo de estrutura de interconexão proporciona a facilidade com a qual uma bateria que utiliza um núcleo enrolado 200 pode ser fabricada. Além disso, a estrutura de interconexão pode ser usada para
15 prover um caminho de alta corrente e baixa resistência através da bateria. Além disso, essa estrutura pode ser usada para dissipar calor, com isso promovendo a segurança da bateria.

As Figuras 5 e 6 mostram uma
20 maneira de formar as regiões da lâmina de ânodo 105 e/ou lâmina de cátodo 110 as quais estão próximas aos substratos expostos 107 e/ou 114, respectivamente. Somente a região próxima ao substrato exposto 107 é descrita, embora a região correspondente próxima ao substrato exposto 114 possa ter a
25 mesma estrutura básica.

Nas Figuras 5 e 6, a lâmina de ânodo 105 possui uma largura total 505. As camadas ativas 106 da lâmina de ânodo 105 são aplicadas ao longo de uma

largura 510 da lâmina deixando uma região não revestida contendo uma largura 515. Como alternativa, a região não revestida pode ser formada removendo uma porção do componente ativo da lâmina de ânodo 105. O revestimento do
5 componente ativo é gradativamente estreitado na borda da lâmina ao longo de uma largura 520. Na região à esquerda da região 520, camadas 106 são formadas em sua espessura total. O estreitamento começa em uma região de transição de espessura de revestimento 525. Um revestimento ou gesso
10 isolante é aplicado ao longo da região 530. A largura do gesso (revestido com revestimentos isolantes) cobre completamente a área de revestimento do estreitamento no substrato condutor e termina em uma área que expõe o substrato condutor. O gesso/revestimento deve ter isolamento
15 contra elétrons ou/e íons, e ser capaz de manter sua integridade em altas temperaturas. Um revestimento como esse é sulfeto de polifenileno (PPS). A utilização dessa configuração reduz a possibilidade de ocorrer um curto-circuito entre o ânodo e o cátodo. Além disso, estreitar o
20 revestimento da maneira descrita reduz o enrugamento que pode, caso contrário, resultar da pressão do rolo sobre um revestimento com uma borda espessa.

A Figura 7 é uma visualização transversal de um exemplo de um núcleo enrolado 200. Em um
25 núcleo enrolado, espessuras e/ou forças variáveis sobre o núcleo 200 em regiões opostas A e B podem ser problemáticas. Para limitar tais problemas, a lâmina de ânodo 105 e a lâmina de cátodo 110 terminam em regiões arqueadas opostas C

e D ao invés de terminarem em regiões planas opostas A e B. Conforme mostrado na Figura 7, a lâmina de ânodo 105 termina em 705 da região C enquanto a lâmina de cátodo 110 termina em 710 da região D. A lâmina separadora 115 se estende além
5 dos pontos de terminação 705 e 710 para formar a porção externa do núcleo 200. A lâmina separadora 115 termina em 715 ao longo de uma lateral arqueada do núcleo 200. A direção na qual as lâminas estão enroladas para formar o núcleo 200 é designada pela seta 720. Nessa estrutura, a
10 lâmina de cátodo 110 pode ser maior do que a lâmina de ânodo 105.

De acordo com a construção do núcleo 200 mostrado na Figura 7, as regiões A e B são substancialmente planas e não têm variações significativas
15 de espessura. Como resultado, há uma redução nas rugas que, caso contrário, se formariam através da inchação do núcleo 200 durante a inundação do eletrólito bem como durante o carregamento e o descarregamento da célula de bateria. Tais rugas ocorrem quando as forças no núcleo 200 nas regiões A e
20 B são substancialmente não uniformes. Reduzindo o enrugamento, a expectativa de vida do núcleo pode ser aumentada. De forma similar, são tratadas questões de segurança ocultas causadas pelo carregamento ou descarregamento não uniforme do núcleo 200 (ex., situações
25 nas quais uma área enrugada do núcleo 200 produz dendritos de lítio que causam um curto dentro da bateria resultando em uma explosão).

A Figura 8 ilustra uma

configuração de um conector curvado 800 que pode ser usado na estrutura de conexão 325 da Figura 4. O conector curvado 800 é formado a partir de um material condutor que é adequado para estabelecer uma conexão elétrica bem como uma
5 ligação mecânica com o material usado para formar o conector 410 da Figura 4 e, de preferência, possui uma largura que é pelo menos 25% da largura L do revestimento protetor 305. O conector curvado 800 da Figura 8 geralmente tem forma em Z e inclui um primeiro braço 805 e um segundo braço 810 que se
10 estendem em direções opostas de uma porção transversa 815. O segundo braço 810, conforme será descrito abaixo, se estende de uma porção interior para uma porção exterior da célula de bateria onde se junta à porção transversa 815. A porção transversa 815 é posicionada na parte externa à célula de
15 bateria onde conecta eletricamente o segundo braço 810 ao primeiro braço 805. O primeiro braço 805 forma efetivamente um terminal elétrico da bateria que pode ser usado para acessar o ânodo (ou cátodo) do núcleo enrolado 200.

O conector curvado 800 pode
20 incluir uma estrutura de enfraquecimento, como uma fenda 820, a qual faz com que o conector curvado 800 interrompa sua conexão elétrica com o núcleo 200 sob determinadas forças extraordinárias, como aquelas que ocorrem quando o veículo é envolvido em um acidente. Na Figura 8, uma única
25 fenda 820 se estende substancialmente ao longo de uma largura do membro transversa 820. Adicionalmente, ou de forma alternativa, a fenda 820 pode se estender ao longo do comprimento do primeiro braço 805 na parte externa à célula

de bateria 300 e/ou ao longo de uma porção do segundo braço 810 na parte externa à célula de bateria 300. Também podem ser usadas múltiplas estruturas de enfraquecimento.

Dependendo das características de resistência elétrica do material que forma o conector curvado 800, a fenda 820 pode aumentar a resistência de maneira indesejada. Em tais casos, a fenda 820 pode ser preenchida com um material condutor que seja mecanicamente dúctil. Uma série de materiais adequados para essa finalidade inclui, entre outros, estanho, borracha condutora e outros materiais dúcteis condutores. A resistência da área que contém a fenda 820 é, assim, diminuída enquanto a característica global de segurança que deve ser aprimorada pela fenda, permanece.

A Figura 9 ilustra outra configuração de um conector curvado 900 que pode ser usado na estrutura de conexão 325 da Figura 4. O conector curvado 900 é formado a partir de um material condutor apropriado para estabelecer uma conexão elétrica bem como uma ligação mecânica com o material usado para formar o conector 410 da Figura 4. O conector curvado 900 da Figura 9 geralmente tem forma em L e inclui um braço 910 que se estende de uma porção interior para uma porção exterior da célula de bateria onde se junta à porção transversa 915. A porção transversa 915 é posicionada na parte externa à célula de bateria. A porção transversa 915 forma efetivamente um terminal elétrico da bateria que pode ser usado para acessar o ânodo (ou cátodo) do núcleo enrolado 200.

O conector curvado 900 pode incluir uma estrutura de enfraquecimento, como a fenda 920, que faz com que o conector curvado 900 interrompa sua conexão elétrica na região da estrutura de enfraquecimento.

5 Mais especificamente, o conector curvado 900 interrompe sua conexão elétrica com o núcleo 200 quando sujeito a determinadas forças extraordinárias, tais como aquelas que ocorrem quando o veículo é envolvido em um acidente/colisão. Na Figura 9, uma única fenda 920 se estende substancialmente
10 ao longo da largura do membro transverso 915. Adicionalmente, ou de forma alternativa, a fenda 820 pode se estender ao longo do comprimento do braço 910 em uma porção do braço 910 na parte externa à célula de bateria. Também podem ser usadas múltiplas estruturas de enfraquecimento.

15 Dependendo das características de resistência elétrica do material que forma o conector curvado 900, a fenda 920 pode aumentar a resistência de maneira indesejada. Em tais casos, a fenda 920 pode ser preenchida com um material condutor que seja mecanicamente
20 dúctil. Uma série de materiais adequados para essa finalidade inclui, entre outros, estanho, borracha condutora e outros materiais dúcteis condutores. A resistência da área que contém a fenda 920 é, assim, diminuída enquanto a característica global de segurança que deve ser aprimorada
25 pela fenda, permanece..

As dimensões das fendas 820 e 920 dos conectores curvados 800 e 900 dependem do material utilizado para formar os conectores 800 e 900. Se o conector

curvado for formado a partir de cobre, a profundidade da fenda correspondente pode ser aproximadamente 50%-90% da espessura da porção transversa. A largura da fenda ao longo da porção transversa pode ser aproximadamente 100%-500% da profundidade da fenda. Se o conector curvado for formado a partir de alumínio, a profundidade da fenda correspondente pode ser aproximadamente 30%-80% da espessura da porção transversa. A largura da fenda ao longo da porção transversa pode ser aproximadamente 100%-300% da profundidade da fenda.

A Figura 10 mostra como o conector curvado da Figura 8 pode ser usado para interconectar células de bateria adjacentes. Conforme mostrado, a célula de bateria 300a é posicionada adjacente à célula de bateria 300b para conexão uma com a outra. A célula de bateria 300a inclui uma estrutura de cobertura de extremidade 335a. A conector de cátodo curvado 800a se estende a partir de uma porção interior da célula de bateria 300a onde mantém comunicação elétrica com o coletor de cátodo do núcleo enrolado correspondente (não mostrado). A porção transversa 815a do conector curvado 800a se estende em direção à célula de bateria 300b adjacente. De forma similar, a célula de bateria 300b inclui uma estrutura de cobertura de extremidade 335b. Um conector de ânodo curvado 800b se estende a partir de uma porção interior da célula de bateria 300b onde mantém comunicação elétrica com o coletor de ânodo do núcleo enrolado corresponde (não mostrado). A porção transversa 815b do conector curvado 800b se estende em direção à célula de bateria 300a adjacente.

As faces dos braços levantados dos conectores 800a e 800b estão unidas uma à outra na junção 1005. A junção 1005 pode ser formada soldando as faces, ligando-as uma à outra usando um adesivo tal como uma
5 borracha condutora, interconectando-as mecanicamente usando um prendedor ou estrutura de junção similar e/ou método. Interconectando os conectores curvados 800a e 800b nas faces dos braços levantados, uma conexão de baixa resistência capaz de carregar uma corrente alta é estabelecida entre o
10 cátodo da célula de bateria 300a e o ânodo da célula de bateria 300b. Uma estrutura similar pode ser usada na extremidade oposta de cada célula de bateria 300a e 300b para proporcionar uma a conexão de baixa resistência capaz de carregar uma corrente alta entre o ânodo da célula de
15 bateria 300a e o cátodo da célula de bateria 300b com mais células adjacentes para com isso conectar todas as células 300 umas às outras. Dessa maneira, células adjacentes de um conjunto de baterias estão eletricamente conectadas em série. No entanto, essa arquitetura de interconexão também
20 pode ser usada para conectar eletricamente células de bateria adjacentes paralelamente.

Ambos os conectores curvados 800a e 800b incluem fendas de enfraquecimento correspondentes 820a e 820b. Quando alguma ou ambas as
25 células de bateria 300a e/ou 300b forem expulsas de suas respectivas posições como resultado de um impacto acidental com o veículo, o material na região das fendas 820a e/ou 820b falhará e fará com que as células de bateria 300a e

300b se desconectem eletricamente uma da outra. Dessa forma, a segurança das baterias utilizadas no veículo é aprimorada.

A Figura 11 mostra outra estrutura para interconectar as células de bateria adjacentes 300a e 300b. A interconexão é substancialmente a mesma mostrada na Figura 10. No entanto, os conectores curvados 800a e 800b estão unidos um ao outro com a utilização de um membro de fusão 1105 disposto entre as faces dos braços levantados. O membro de fusão 1105 pode ser uma composição de solda de estanho/chumbo ou material similar que derreta e/ou vaporize sob temperaturas/correntes elétricas excessivamente altas que podem ocorrer durante uma falha de célula de bateria 300a, célula de bateria 300b, e/ou o sistema de bateria que inclui células de bateria 300a e 300b. Para essa finalidade, a espessura, largura, comprimento e composição do membro de fusão 1105 são selecionados para resultar em desconexão elétrica entre os conectores curvados 800a e 800b quando a corrente elétrica e/ou temperatura entre eles exceder um valor crítico pré-determinado. A segurança das células de bateria 300a e 300b quando existem condições de corrente e/ou temperatura excessiva é melhorada utilizando essa arquitetura de interconexão.

As Figuras 35 e 36 mostram outra estrutura para interconectar células de bateria adjacentes 300a e 300b. Conforme mostrado, a estrutura de conexão inclui um primeiro conector curvado 800a e um segundo conector curvado 800b. Cada conector curvado 800a,

800b inclui um primeiro braço 810a, 810b, a porção transversa 815a, 815b, e outro braço 805a, 805b. Na configuração mostrada nas Figuras 35 e 36, os braços 805a e 805b são mais curtos do que os braços correspondentes dos conectores mostrados, por exemplo, nas Figuras 8, 10 e 11. Os conectores curvados 800a e 800b podem ser unidos com a utilização de um membro de fusão 1105 disposto entre as faces dos braços 805a e 805b. O membro de fusão 1105 pode ser uma composição de solda de estanho/chumbo ou material similar que derreta e/ou vaporize sob temperaturas/correntes elétricas excessivamente altas que podem ocorrer durante uma falha da célula de bateria 300a, célula de bateria 300b, e/ou o sistema de bateria que inclui células de bateria 300a e 300b. Para essa finalidade, a espessura, largura, comprimento e composição do membro de fusão 1105 são selecionados para resultar em desconexão elétrica entre os conectores curvados 800a e 800b quando a corrente elétrica e/ou temperatura entre eles exceder um valor crítico pré-determinado. A segurança das células de bateria 300a e 300b quando existem condições de corrente e/ou temperatura excessiva é melhorada utilizando essa arquitetura de interconexão.

Os conectores 800a, 800b também podem ser adaptados de maneira a se desprenderem quando a estrutura de interconexão estiver sujeita a forças excessivas que podem ocorrer durante, por exemplo, o impacto de um veículo. Para essa finalidade, cada porção transversa 815a, 815b inclui uma seção reduzida 3505a e 3505b. Conforme

mostrado, as seções reduzidas 3505a e 3505b definem regiões abertas 3520. As regiões abertas 3520 enfraquecem a estrutura de interconexão para facilitar a desconexão dos conectores 800a e 800b sob forças excessivas. Cada braço 805a e 805b pode ter uma largura que é substancialmente a mesma ou de outra forma corresponde à largura das seções reduzidas 3505a e 3505b.

A Figura 37 mostra outra estrutura para interconectar células de bateria adjacentes 300a e 300b. Essa estrutura de interconexão é similar à estrutura de interconexão mostrada nas Figuras 36 e 37. No entanto, os braços 805a e 805b se estendem em direção às células de bateria 300a e 300b.

A Figura 38 mostra outra estrutura para interconectar células de bateria adjacentes 300a e 300b. Nessa estrutura de interconexão, um primeiro conector curvado 3800a se estende a partir da célula de bateria 300a enquanto um segundo conector curvado 3800b se estende a partir da célula de bateria 300b. Cada conector 3800a, 3800b inclui um primeiro braço 3805a, 3805b que se estende a partir da respectiva célula de bateria 300a, 300b e se junta a um respectivo segundo braço 3810a, 3810b. Os braços 3810a e 3810b se estendem um em direção ao outro e se sobrepõem em uma região de conexão 3815. Os braços 3810a e 3810b podem ser adaptados para se desconectarem um do outro sob forças excessivas, tais como aquelas que ocorrem na colisão de um veículo. Para essa finalidade, um ou ambos os braços 3810a e 3810b podem incluir uma estrutura de

enfraquecimento. Na Figura 38, a estrutura de enfraquecimento compreende seções reduzidas 3820a e 3820b formada nas poções de sobreposição dos braços 3810a e 3810b. As seções reduzidas 3820a e 3820b podem ser construídas como

5 regiões arqueadas similares às estruturas de conexão mostradas nas Figuras 35-37.

A Figura 39 mostra outra estrutura para interconectar células de bateria adjacentes 300a e 300b. Nessa estrutura de interconexão, um primeiro

10 conector curvado 3900a se estende a partir da célula de bateria 300a enquanto um segundo conector curvado 3900b se estende a partir da célula de bateria 300b. Cada connector 3900a, 3900b inclui um primeiro braço 3905a, 3905b que se estende a partir da respectiva célula de bateria 300a, 300b

15 e se junta a um respectivo segundo braço 3910a, 3910b. Os braços 3910a e 3910b se estendem um em direção ao outro e se juntam extremidade com extremidade em uma região de conexão 3915. A região de conexão 3915 pode incluir uma região geralmente em forma de V que interconecta os braços 3810a e

20 3810b utilizando um material que derreta e/ou vaporize sob temperaturas que ocorram quando o fluxo de corrente entre as baterias 300a e 300b se torna excessivamente grande. O material na região de conexão 3915, por exemplo, pode ser de solda de estanho ou outro material capaz de interconectar

25 mecânica e eletricamente os braços enquanto derrete e/ou vaporiza na temperatura de sobrecorrente desejada. Cada braço de conexão 3900a, 3900b pode incluir uma estrutura de enfraquecimento tal como aquela em 920 no conector 900

mostrada na Figura 9.

As Figuras 40 e 41 ilustram outras estruturas de interconexão que incluem regiões enfraquecidas mecanicamente que interrompem a conexão elétrica entre as baterias 300a e 300b em um local pré-determinado sob forças excessivas que ocorrem, por exemplo, durante um acidente/colisão de um veículo. Na Figura 40, o conector 4005a está conectado à célula de bateria 300a enquanto o conector 4005b está conectado à célula de bateria 300b. Os braços transversos 4000a e 4000b terminam nas respectivas porções arqueadas 4010a e 4010b que se juntam na região de conexão 4015. As regiões arqueadas 4010a e 4010b são suficientemente fortes para facilitar a interconexão mecânica e elétrica entre os conectores 4005a e 4005b em condições normais de operação. No entanto, o estreitamento dessas regiões de material produz uma estrutura de conexão enfraquecida na qual a conexão entre os membros transversos 4000a e 4000b é interrompida quando sujeita a forças que ocorrem durante um acidente/colisão de um veículo.

Na Figura 41, o conector 4105a está conectado à célula de bateria 300a enquanto o conector 4100b está conectado à célula de bateria 300b. Os braços transversos 4100a e 4100b se sobrepõem na região 4110 onde os conectores 4105a e 4105b estão mecânica e eletricamente unidos. Cada braço transverso 4100a, 4100b inclui sua respectiva região arqueada 4115a, 4115b na qual o material que forma o braço transverso está estreito. Os braços transversos 4100a e 4100b estão alinhados para que as

regiões arqueadas 4115a e 4115b fiquem sobrepostas na região de conexão 4110. A estrutura resultante é suficientemente forte para facilitar a interconexão mecânica e elétrica entre os conectores 4105a e 4105b em condições normais de
5 operação. No entanto, o estreitamento das regiões de material nas regiões arqueadas unidas 4115a e 4115b produz uma estrutura de conexão enfraquecida na qual a conexão entre os membros transversos 4100a e 4100b é interrompida quando sujeita a forças que ocorrem durante um
10 acidente/colisão de um veículo.

A Figura 41A é uma visualização transversal através dos terminais 4100a e 4100b tomada ao longo da linha da seção 41A-41A da Figura 41. Na Figura 41A, no entanto, um grampo multicamada 4120 é disposto para se
15 juntar às regiões arqueadas 4115a e 4115b. O grampo 4120 inclui uma primeira camada 4125 e uma segunda camada 4130 contendo diferentes características de expansão térmica. Para essa finalidade, a primeira camada 4125 pode ser um material isolante e ter um coeficiente de expansão térmica
20 maior do que a segunda camada 4130. Durante uma condição de corrente excessiva, a temperatura dos terminais 4100a e 4100b aumenta. Conforme a temperatura aumenta, a primeira camada 4125 se expande em uma razão superior à da segunda camada 4130. Uma vez que a expansão da primeira camada 4125
25 é restringida pela segunda camada 4130, a primeira camada 4125 é impulsionada contra as seções de material estreitado nas regiões arqueadas 4115a e 4115b. Por fim, se a temperatura exceder um valor de limiar pré-determinado

metálicas incluem uma combinação de lâminas Fe-Ni, uma combinação de lâminas Fe-Cu, e/ou a combinação metálica comum/de liga de memória. Ligas de memória que podem ser usadas no conector ponte 4205 incluem ligas à base de Cu e/ou ligas à base de Fe. Essas incluem, entre outras, Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni, e/ou Fe-Mn. O metal comum pode ser, por exemplo, Cu, Al, e/ou Ni.

O conector ponte 4205 se conecta às porções faciais dos terminais 4200a e 4200b. A superfície de soldagem efetiva entre o conector ponte 4205 e o respectivo terminal pode ser aproximadamente 0,5~4 vezes a superfície transversal do terminal. A solda que contém um ponto de fusão mais baixo do que o metal do conector e o terminal pode ser disposta na junção entre cada extremidade do conector ponte 4205 e o respectivo terminal. A conexão entre cada terminal e o conector ponte 4205 pode ser formada através de soldagem de pressão a frio, soldagem ultrassônica, soldagem de solda, soldagem por contato, soldagem por fricção, soldagem de resistência, ou similares. De preferência, a conexão é formada utilizando soldagem de solda quando o ponto de fusão da liga utilizada na solda tiver uma temperatura de fusão de aproximadamente entre 150° C e 250° C. Materiais que podem ser usados incluem Sn, Au-20%Sn, chumbo - 5%Sn, Ag-Sn e assim por diante.

A Figura 42 mostra um conector ponte 4205 que tem forma em U invertido. Nessa configuração, os terminais 4200a e 4200b podem ter as características gerais dos terminais 800a e 800b mostradas na Figura 10. O

conector ponte 4205 pode incluir o primeiro e o segundo braços 4210 e 4215 que estão interconectados por um membro transverso 4220. O primeiro braço 4210 é conectado ao membro 4225 do terminal 4200a enquanto o segundo braço 4215 é
5 conectado ao membro 4230 do terminal 4200b. O conector ponte 4205 pode ser formado como uma unidade metálica maleável multicamada, como a partir de folha de cobre multicamada. Quando as células de bateria 300a e/ou 300b estiverem sujeitas a forças externas, o membro transverso 4220 poderá
10 absorver as tensões geradas pelo impacto e proteger os terminais contra desgaste excessivo e danos.

O conector ponte 4205 pode ser formado a partir de liga de memória ou unidade bimetálica. Quando a temperatura da estrutura de interconexão se eleva
15 de repente devido, por exemplo, a uma corrente excessiva ou outra condição anormal, a liga de memória ou unidade bimetálica pode se encolher na direção mostrada pelas setas 4235 para não ter mais contato com cada um dos terminais conforme a solda entre a junção ponte/terminal derrete. Como
20 resultado, a conexão elétrica e mecânica entre os terminais 4200a e 4200b é cortada para impedir a explosão das células de bateria e/ou outras tais consequências perigosas.

Ligas de memória que podem ser usadas para construir o conector ponte 4205 incluem ligas
25 metálicas à base de Cu e/ou ligas metálicas à base de Fe, tais como Cu-Zn, Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni, ou ligas Fe-Mn-Si. Em relação à estrutura mostrada na Figura 42, presume-se que seja empregada uma liga Cu-Al-Ni. Em tais casos, o conector

ponte 4205 pode ser formado inicialmente de modo que o o ângulo entre cada braço 4210 e 4215 com relação ao membro transverso 4220 seja inferior a 90° . Enquanto nessa forma, o conector ponte 4205 pode ser sujeito a um tratamento a alta-
5 temperatura entre aproximadamente $300-1000^\circ\text{C}$ por vários minutos para transmitir um efeito de memória. O conector ponte 4205 é então conectado aos terminais 4200a e 4200b em sua posição normal de montagem. Nessa posição, o ângulo entre cada braço 4210 e 4215 é um ângulo de aproximadamente
10 90° com relação ao membro transverso 4220. A liga de memória tentará recuperar sua forma original quando a temperatura do conector ponte 4205 for elevada a uma temperatura proporcional a uma corrente excessiva e/ou outra condição anormal de operação da célula de bateria.

15 A Figura 43 mostra um conector ponte 4205 em forma de S. Nessa configuração, os terminais 4200a e 4200b podem ter as características gerais dos terminais 800a e 800b mostradas na Figura 10. O conector ponte 4205 pode incluir o primeiro e segundo braços 4305 e
20 4310 que se estendem em direções opostas e o braço 4305 é conectado ao membro 4225 do terminal 4200a enquanto o segundo braço 4310 é conectado ao membro 4230 do terminal 4200b. Conforme acima, o conector ponte 4205 pode ser formado como uma folha metálica multicamada, unidade
25 bimetálica, e/ou liga de memória. Quando formado a partir de liga de memória, o conector ponte 4205 pode ter uma forma original que corresponde à forma necessária para desconectá-lo do contato com os terminais 4200a e 4200b em temperaturas

elevadas que ocorrem durante corrente excessiva e/ou outra condição anormal de operação da célula de baterias.

A Figura 44 mostra um conector ponte 4205 em forma de U invertido. Nessa configuração, os terminais 4200a e 4200b podem ter as características gerais dos terminais 800a e 800b mostradas na Figura 10. O conector ponte 4205 pode incluir o primeiro e segundo braços 4405 e 4410 que estão interconectados por um membro transverso 4415. O primeiro braço 4405 é conectado a uma superfície exterior do membro 4225 do terminal 4200a enquanto o segundo braço 4410 é conectado a uma superfície exterior do membro 4230 do terminal 4200b. Conforme acima, o conector ponte 4205 pode ser formado como uma folha metálica multicamada, unidade bimetálica, e/ou liga de memória. Quando formado a partir de liga de memória, o conector ponte 4205 pode ter uma forma original que corresponde à forma necessária para desconectá-lo do contato com os terminais 4200a e 4200b em temperaturas elevadas que ocorrem durante corrente excessiva e/ou outra condição anormal de operação da célula de baterias. Na Figura 44, a forma original pode ser definida de maneira que o conector ponte 4205 se expande nas direções mostradas pelas setas 4420 em tais temperaturas elevadas.

A Figura 45 mostra um conector ponte 4205 contendo uma estrutura multicamada. Nessa configuração, o conector ponte 4205 inclui uma primeira camada 4505 que é disposta na parte interior aos braços 4225 e 4230 e uma segunda camada 4510 na parte interior à primeira camada 4505 e com a mesma extensão dela. Cada

camada 4505, 4510 tem a forma de um U invertido. A camada 4510 pode ser formada a partir de metal comum enquanto a camada 4505 pode ser formada a partir de liga de memória. A camada de metal comum 4510 e a liga de memória 4505 podem ser ligadas de maneira que mudanças na forma da liga de memória 4505 resultam em mudanças correspondentes na forma da camada de metal comum 4510. Como tal, o conector ponte 4205 muda de forma em temperaturas elevadas que ocorrem durante corrente excessiva e/ou outra condição anormal de operação da célula de baterias. Essa mudança de forma faz com que o conector ponte 4205 desconecte os terminais 4200a e 4200b.

A Figura 46 mostra um conector ponte 4205 contendo uma estrutura multicamada. Nessa configuração, o conector ponte 4205 inclui uma primeira camada 4605 que está disposta na parte exterior aos braços 4225 e 4230 e uma segunda camada 4610 na parte exterior à primeira camada 4605 e com a mesma extensão dela. Cada camada 4505, 4510 tem forma em U invertido. As camadas 4610 e 4605 são formadas a partir de metais que contêm diferentes coeficientes de expansão térmica e podem ser mecanicamente ligados um ao outro de maneira que mudanças na forma de one camada resultarão em uma mudança correspondente na outra camada. A diferença nos coeficientes de expansão térmica faz com que o conector ponte 4205 mude de forma em temperaturas elevadas que ocorrem durante corrente excessiva e/ou outra condição anormal de operação da célula de baterias com isso desconectando os terminais 4200a e 4200b. Para garantir

ainda mais que os terminais 4225 e 4230 estejam eletricamente isolados quando o conector ponte 4205 mudar de forma, uma camada isolante 4615 pode ser disposta em uma porção da extremidade de cada braço 4225 e 4230 próximo ao
5 conector ponte 4205.

Interconexões de célula de bateria tais como aquelas mostradas na Figura 39 podem incluir estruturas de proteção contra temperatura excessiva aprimoradas por gravidade. Um exemplo de tal estrutura é
10 mostrado nas Figuras 47 e 48, onde a Figura 47 é uma vista de cima da estrutura e a Figura 48 é uma visualização lateral da estrutura. Essas figuras mostram a orientação dos terminais quando as células de bateria estão viradas para seus lados da maneira mostrada nas Figuras 28A e 69 abaixo.

Na configuração mostrada nas Figuras 47 e 48, o terminal 3900a está eletricamente conectado à célula de bateria 300a enquanto o terminal 3900b está eletricamente conectado à célula de bateria 300b. Um bloco condutor 4705 está preso às porções das extremidades
15 de cada terminal 3900a e 3900b com a utilização de um material de ligação 4710. O bloco condutor 4705 se estende ao longo de toda a largura 4805 dos conectores 3900a e 3900b bem como ao longo de toda a espessura 4715. O material de ligação 4710 pode ser uma solda à base de Sn, solda à base
20 de Bi, ou solda à base de Zn, mas de preferência à base de Sn. Em um exemplo, a solda pode ter uma espessura de aproximadamente entre 0,3 mm e 1 mm e, de preferência, aproximadamente entre 0,5 mm e 0,8 mm. O ponto de fusão do
25

material de solda pode ser aproximadamente entre 100° Celsius e 450° Celsius. Se o ponto de fusão for baixo demais, a estrutura de interconexão pode não ser estável em condições normais de operação. Se for alto demais, o ponto de fusão pode não ser alcançado durante condições anormais de excesso de temperatura. É preferível a solda à base de Sn já que tem um ponto de fusão de aproximadamente 231,9° Celsius.

O bloco condutor 4705 pode ser formado a partir de um metal de alta densidade contendo um ponto de fusão que é pelo menos aproximadamente 50° Celsius acima do ponto de fusão do material de ligação 4710. Dessa maneira, o bloco condutor 4705 pode ser preso com segurança aos terminais 3900a e 3900b utilizando uma técnica apropriada de solda forte. Tais técnicas podem incluir solda forte de indução, soldagem de ferro, soldagem de solda forte por resistência, ou técnica de fixação similar

Conforme mostrado na Figura 48, o bloco condutor 4705 pode ter uma forma trapezoidal na qual a porção da base 4810 está disposta na porção inferior da estrutura de conexão. O bloco condutor 4705 está sujeito à força da gravidade na direção mostrada pela seta 4815. Quando a estrutura de conexão é sujeita a condições de temperatura excessiva tais como aquelas que ocorrem durante corrente excessiva ou outra condição anormal do sistema de bateria, o material de ligação 4710 começa a derreter. Conforme o material de ligação derrete, o bloco condutor 4705 se move para baixo na direção 4815 sob a influência da

gravidade. Por fim, o bloco condutor 4705 se desconecta dos terminais 3900a e 3900b com isso cortando a interconexão elétrica e mecânica entre si.

Interconexões de célula de
5 bateria podem também incluir estruturas de proteção contra excesso de temperatura utilizando isolantes elétricos que são dimensionados para expandir a conexão entre os terminais quando a temperatura da interconexão se tornar excessiva. As Figuras de 49 a 51 ilustram três configurações de tais
10 interconexões. Na Figura 49, os terminais 4900a e 4900b estão unidos por um material de ligação 4710. O material de ligação 4710 pode ser uma solda à base de Sn, solda à base de Bi, ou solda à base de Z, mas de preferência à base de Sn. Em um exemplo, a solda pode ter uma espessura de
15 aproximadamente entre 0,3 mm and 1 mm. O ponto de fusão do material de solda pode ser aproximadamente entre 100° Celsius e 450° Celsius, com uma preferência de aproximadamente 232° Celsius. Um membro de expansão 4905 está disposto na junta entre os terminais 4900a e 4900b.
20 Conforme mostrado, o membro de expansão 4905 pode ter uma corte transversal circular, mas outras formas transversais podem ser usadas. Além disso, o membro de expansão 4905 pode ser formado a partir de um material de isolamento elétrico contendo um grande coeficiente de expansão térmica. Além
25 disso, o material que forma o membro de expansão 4905 pode conter um ponto de fusão que excede substancialmente o ponto de fusão do material de ligação 4710.

Quando a estrutura de

interconexão é sujeita a uma condição de excesso de temperatura, o material de ligação 4710 começa a derreter. Adicionalmente, o membro de expansão 4905 se expande para separar os braços 4910a e 4910b. As características do material de ligação 4710, membro de expansão 4905, e o espaçamento entre os braços 4910a, 4910b são tais que a expansão do membro de expansão 4905 separa os braços 4910a e 4910b em uma distância suficiente para superar a tensão superficial do material de ligação derretido 4710. O material de ligação 4710 flui da junta entre os terminais e efetivamente corta a conexão elétrica entre as células de bateria.

A interconexão mostrada na Figura 50 é similar à mostrada na Figura 49. A principal diferença entre elas é a forma dos terminais 5000a e 5000b. Mais especificamente, os terminais 5000a e 5000b incluem braços que se estendem para dentro 5005a e 5005b em oposição aos braços que se estendem para fora 4910a e 4910b dos terminais 4900a e 4900b.

A estrutura de interconexão mostrada na Figura 51 é similar àquela mostrada nas Figuras 49 e 50. A principal diferença entre elas é a forma dos terminais. Mais especificamente, a interconexão mostrada na Figura 51 inclui um terminal 4900a contendo um braço que se estende para fora 4910a que está eletricamente conectado a um braço que se estende para dentro 5005b de um terminal 5000b. Um membro de isolamento elétrico 5105 pode ser disposto entre uma porção da extremidade do braço 4910a do

terminal 4900a e a porção transversa 5110 do terminal 5000. O membro de isolamento elétrico 5105 ajuda a garantir que os terminais 4900a e 5000b estejam eletricamente desconectados um do outro quando um material de ligação 4710 derreter e
5 fluir da junta entre os braços 4910a e 5005b.

Conforme descrito acima, estruturas de interconexão podem incluir um material de ligação entre os terminais que derreta em temperaturas excessivamente altas que ocorrem devido à condição de
10 excesso de temperaturas entre as células de bateria 300a e 300b. Adicionalmente, ou como alternativa, as estruturas de interconexão podem ser providas de subestruturas que liberam substâncias químicas que interagem com a junta entre os terminais de maneira que os terminais sejam mecânica e
15 eletricamente separados um do outro em tais condições de temperaturas excessivamente altas. As Figuras 52 e 53 mostram exemplos dessas subestruturas conforme aplicadas às estruturas de interconexão mostradas nas Figuras 40 e 41, respectivamente.

20 Na Figura 52, o conector 4005a está conectado à célula de bateria 300a enquanto o conector 4005b está conectado à célula de bateria 300b. Braços transversos 4000a e 4000b terminam nas respectivas porções arqueadas 4010a e 4010b que se unem na região de conexão
25 4015. A região de conexão 4015 pode incluir um material de ligação tal como solda. As regiões arqueadas 4010a e 4010b são suficientemente fortes para facilitar a interconexão mecânica e elétrica entre os conectores 4005a e 4005b em

condições normais de operação. No entanto, o estreitamento dessas regiões de material produz uma estrutura de conexão enfraquecida na qual a conexão entre os membros transversos 4000a e 4000b é cortada quando sujeita a forças que ocorrem durante um acidente/colisão de um veículo.

Uma configuração de uma subestrutura que libera substâncias químicas que interagem com a região de conexão 4015 é mostrada de forma geral em 5205. Nessa configuração, a subestrutura 5205 inclui um invólucro externo 5210 que contém um material quimicamente reativo 5215. O invólucro 5210 possui um corte transversal geralmente circular e é adaptado para encaixar nas regiões arqueadas 4010a e 4010b. Outras formas transversais podem ser usadas dependendo da estrutura específica dos terminais que são empregados. O material do invólucro deve atender a diversos requisitos. Por exemplo, o material do invólucro deve ser capaz de ser ligado aos materiais dos braços 4005a e 4005b. Adicionalmente, o material do invólucro deve ser não reativo em relação ao material quimicamente reativo 5215. Além disso, a temperatura na qual o material do invólucro começa a derreter deve ser próxima à temperatura gerada durante uma condição de excesso de temperatura. O material do invólucro pode ser resina sintética, borracha, cerâmica ou similares. De preferência, o invólucro é formado a partir de um composto de plástico e/ou borracha contendo uma temperatura de derretimento entre 100°C e 350°C, dependendo dos requisitos de excesso de temperatura. Tais materiais podem incluir PP, PE, ABS, PPO, PPS, PTFE, e PEEK.

O material quimicamente reativo 5215 é, de preferência, um líquido na temperatura de corrente excessiva. Pode ou não ser um sólido em temperaturas de operação normais. Por exemplo, pode ser uma
5 solução química ácida ou básica que reage com o material na região de conexão 4015. De preferência, a substância química é uma substância química básica incluindo, por exemplo, NaOH.

Em condições normais, a
10 temperatura dos braços 4000a e 4000b está abaixo do ponto de fusão de qualquer material na região de interconexão 4015 bem como abaixo do ponto de fusão do invólucro 5210 do elemento quimicamente reativo 5205. Conforme a temperatura aumenta devido a, por exemplo, uma condição de excesso de
15 temperatura, o invólucro 5210 começa a derreter. Conforme o invólucro 5210 derrete, o material quimicamente reativo 5215 é liberado e se junta aos materiais dos braços 4000a e 4000b bem como a qualquer material na região de interconexão 4015. A substância química liberada reage ao material na região de
20 interconexão 4015, o braço 4000a, e/ou braço 4000b. A reação é destrutiva e resulta na desconexão elétrica dos braços 4000a e 4000b.

Na Figura 53, o conector 4105a é conectado à célula de bateria 300a enquanto o conector
25 4100b é conectado à célula de bateria 300b. Os braços transversos 4100a e 4100b se sobrepõem na região 4110 onde os conectores 4105a e 4105b estão mecânica e eletricamente unidos. Cada braço transverso 4100a, 4100b inclui sua

respectiva região arqueada 4115a, 4115b na qual o material que forma o braço transversal é estreitado. Os braços transversos 4100a e 4100b estão alinhados de maneira que as regiões arqueadas 4115a e 4115b se sobrepõem na região de conexão 4110. A estrutura resultante é suficientemente forte para facilitar a interconexão mecânica e elétrica entre os conectores 4105a e 4105b em condições normais de operação. No entanto, o estreitamento das regiões de material nas regiões arqueadas unidas 4115a e 4115b produz uma estrutura de conexão enfraquecida na qual a conexão entre os membros transversos 4100a e 4100b é cortada quando sujeita a forças que ocorrem durante um acidente/colisão de um veículo.

Como na Figura 52, a estrutura de interconexão da Figura 53 inclui uma subestrutura 5205 que pode liberar substâncias químicas que interagem com a região de conexão 4110 em condições de excesso de temperatura/corrente. A subestrutura 5205 inclui o invólucro externo 5210 que contém o material quimicamente reativo 5215. O invólucro 5210 pode conter um corte transversal geralmente circular e ser adaptado para encaixar nas regiões arqueadas 4115a e 4115b. A operação da subestrutura 5205 com relação à região 4110 é substancialmente similar à operação descrita em relação à Figura 52.

As estruturas de interconexão mostradas nas Figuras 52 e 53 são baseadas em um alinhamento horizontal dos braços dos terminais que conectam as baterias 300a e 300b. Será reconhecido, no entanto, que uma subestrutura do tipo geralmente mostrado em 5205 pode ser

usada em outras orientações de estrutura de interconexão. Em tais orientações alternativas, a subestrutura 5205 está contruída e alinhada com os terminais de maneira que o material reativo 5215 é liberado para cortar a conexão elétrica entre os terminais. Além disso, a subestrutura 5205 pode ser posicionada em um só dos terminais para cortar a conexão elétrica entre os terminais.

A proteção contra corrente excessiva pode também ser baseada na remoção de um líquido condutor entre os terminais das células de bateria 300a e 300b. Mais especificamente, o líquido condutor está presente entre os terminais das células de bateria 300a e 300b em condições normais de operação de maneira que os terminais estão eletricamente interconectados para conduzir corrente. O líquido condutor é drenado da região entre os terminais das células de bateria 300a e 300b quando a temperatura dos terminais estiver elevada devido, por exemplo, a uma condição de excesso de temperatura ou outra falha do sistema.

A Figura 54 mostra uma configuração de uma subestrutura de proteção contra corrente excessiva baseada nesse princípio. Nessa configuração, o terminal 5400a é conectado à célula de bateria 300a e o terminal 5400b é conectado à célula de bateria 300b. Os terminais 5400a e 5400b estão mecanicamente isolados em uma região de separação 5403. A conexão elétrica entre os terminais 5400a e 5400b é estabelecida usando a subestrutura de interconexão 5405. A subestrutura de interconexão 5405

inclui um invólucro 5410 que ali retém um condutor líquido 5415. O condutor líquido 5415 estabelece uma conexão elétrica entre os terminais 5400a e 5400b na região 5403. Metais, ligas metálicas e soluções condutoras podem ser
5 usados como o condutor líquido 5415. De preferência, o condutor líquido 5415 é mercúrio ou uma liga de Na-K. O invólucro 5405 possui um corte transversal geralmente circular, mas outras formas transversais podem ser usadas dependendo da estrutura específica dos terminais que são
10 empregados. O material do invólucro pode ser não reativo em relação ao condutor líquido 5415. Além disso, a temperatura na qual o material do invólucro começa a derreter deve ser próxima à temperatura gerada durante uma condição de excesso de temperatura. O material do invólucro pode ser uma resina
15 sintética, borracha, cerâmica ou similar. De preferência, o invólucro é formado a partir de um composto de plástico e/ou borracha contendo uma temperatura de derretimento entre 100°C e 350°C, dependendo dos requisitos de excesso de temperatura. Tais materiais podem incluir PP, PE, ABS, PPO,
20 PPS, PTFE e PEEK.

Em condições normais, a temperatura dos braços 5400a e 5400b está abaixo do ponto de fusão do invólucro 5410, e o condutor líquido 5415 é retido na região 5403 para facilitar o fluxo de corrente entre os
25 terminais 5400a e 5400b. Conforme a temperatura aumenta devido a, por exemplo, uma condição de excesso de temperatura, o invólucro 5410 começa a derreter. Conforme o invólucro 5410 derrete, o condutor líquido 5415 é liberado

do invólucro 5410 e da região de circuitos aberta 5403. Além disso, fluxo de corrente entre as baterias 300a e 300b através dos terminais 5400a e 5400b cessa.

As Figuras de 55 a 57B mostram

5 outra configuração de uma estrutura de interconexão na qual a proteção contra corrente excessiva é baseada na remoção de um líquido condutor entre os terminais das células de bateria 300a e 300b. Nessa configuração, a subestrutura de proteção contra corrente excessiva, mostrada de forma geral

10 em 5500, é construída para operar com terminais que se estendam horizontalmente a partir de cada célula de bateria. Conforme mostrado, o terminal 5400a é conectado à célula de bateria 300a e se estende horizontalmente a partir dela. O terminal 5400b é conectado à célula de bateria 300b e se

15 estende horizontalmente a partir dela. Cada terminal 5400a e 5400b se estende a partir da respectiva bateria para dentro

de uma câmara condutora 5505 da subestrutura de proteção contra corrente excessiva 5500. Uma câmara coletora 5510 é disposta abaixo da câmara condutora 5505. A câmara condutora 5505 e a câmara coletora 5510 são feitas de um material

20 isolante tal como plástico, borracha, cerâmica ou similar. Durante a operação normal do sistema de bateria, a câmara condutora 5505 e a câmara coletora 5510 são vedadas de maneira a impedir o vazamento de uma câmara para a outra.

25 A subestrutura de proteção 5500 pode ser montada em uma série de diferentes maneiras. A Figura 56 mostra uma dessas maneiras. Na Figura 56, a subestrutura 5500 é formada a partir de duas porções 5600a e

5600b. A porção 5600a é conectada ao terminal 5400a e vedada. A porção 5600b é conectada ao terminal 5400b vedada. Cada porção 5600a e 5600b inclui metade da câmara condutora 5505 e metade da câmara coletora 5510. As porções 5600a and
5 5600b podem ser unidas utilizando uma conexão termofusível, conexão de borracha, conexão adesiva, junta soldada, ou similares. As porções 5600a e 5600b podem ser vedadas nos terminais correspondentes 5400a e 5400b utilizando molde por injeção, termofusão, ligação adesiva, vedação por agentes de
10 penetração ou similares. O método usado para unir as porções entre si e aos terminais deve ser suficiente para impedir o vazamento de qualquer líquido da câmara condutora 5505 ou da câmara coletora 5510.

As Figuras 57A e 57B são
15 visualizações transversais através da subestrutura de proteção 5500 durante a operação normal do sistema de bateria. Durante a operação normal, um condutor líquido 5415 do tipo descrito acima está contido dentro da câmara condutora 5505 e estabelece uma conexão elétrica entre o
20 terminal 5400a e o terminal 5400b. O condutor líquido 5415 pode ser injetado na câmara condutora 5505 por meio de uma abertura 5515 disposta em uma porção superior da câmara condutora 5505. Uma vez que a câmara condutora 5505 tenha sido preenchida com a quantidade desejada do condutor
25 líquido 5415, a abertura 5515 pode ser fechada com um plugue ou outro tipo de vedação.

A câmara condutora 5505 é vedada em relação à câmara coletora 5510 para impedir

vazamento do condutor líquido 5415 da câmara condutora 5505 para a câmara coletora 5510. A Figura 57B mostra uma maneira de vedar a câmara condutora 5505 em relação à câmara coletora 5510. Nesse exemplo, a câmara condutora 5505 termina em uma parede inferior da câmara 5705 que separa a câmara condutora 5505 da câmara coletora 5510. A parede inferior da câmara 5705 inclui uma abertura de fluxo 5715 que é normalmente vedada por um membro de separação 5720. O membro de separação 5720 pode ser feito de material plástico e/ou de borracha contendo uma temperatura de derretimento aproximadamente entre 100°C e 350°C, dependendo da temperatura desejada na qual a proteção contra corrente excessiva deve ser ativada. Materiais apropriados incluem, por exemplo, PP, PE, ABS, PPO, PPS, PTFE, e/ou PEEK.

Durante uma condição de falha da bateria/corrente excessiva, a temperatura do condutor líquido 5415 aumentará. Conforme a temperatura alcança o ponto de fusão do membro de separação 5720, o membro de separação 5720 se torna ineficaz na vedação da câmara condutora 5505 em relação à câmara coletora 5510. O condutor líquido 5415 fluirá da câmara condutora 5505 para a câmara coletora 5510 através da abertura de fluxo 5715. O fluxo pode ocorrer pela força da gravidade e/ou por uma força gerada por uma pressão elevada da câmara condutora 5505 (ex., a força resultante da temperatura de corrente excessiva do condutor líquido 5415). Conforme o condutor líquido 5415 deixa a câmara condutora 5505, ele cria uma condição de circuito aberto entre terminais 5400a e 5400b.

Para garantir que todo o condutor líquido 5415 seja drenado da câmara condutora 5505, o volume da câmara coletora 5510 deve ser pelo menos igual ou superior ao volume da câmara condutora 5505.

5 A subestrutura de proteção 5500
é facilmente fabricada e prontamente reparada/reciclada.
Coletando o condutor líquido 5415 na câmara coletora 5510,
ele pode ser reutilizado em uma subestrutura de proteção
5500 reparada ou nova. Isso é particularmente benéfico se o
10 condutor líquido 5415 não for ecologicamente correto.
Adicionalmente, a subestrutura de proteção 5500 pode ser
facilmente reparada direcionando o condutor líquido 5415 de
volta para dentro da câmara condutora 5505 e substituindo o
membro de vedação 5720.

15 As Figuras de 58 a 60 mostram
ainda outra configuração de uma estrutura de interconexão na
qual a proteção contra corrente excessiva é baseada na
remoção de um líquido condutor entre os terminais das
células de bateria 300a e 300b. Nessa configuração, a
20 subestrutura de proteção contra corrente excessiva, mostrada
de forma geral em 5800, é construída para operar com
terminais que se estendem verticalmente a partir da
respectiva célula de bateria. Conforme mostrado, o terminal
5800a é conectado à célula de bateria 300a e se estende
25 verticalmente a partir dela. O terminal 5800b é conectado à
célula de bateria 300b e se estende verticalmente a partir
dela. Cada terminal 5800a e 5800b se estende a partir da
respectiva bateria para dentro de uma câmara condutora 5805

da subestrutura de proteção contra corrente excessiva 5800. A câmara coletora 5810 é disposta abaixo da câmara condutora 5805. A câmara condutora 5805 e a câmara coletora 5810 são feitas de um material isolante tal como plástico, borracha, cerâmica ou similar. Durante a operação normal do sistema de bateria, a câmara condutora 5805 e a câmara coletora 5810 são vedadas de maneira a impedir vazamento de uma câmara para a outra.

A subestrutura de proteção 5800 pode ser montada em uma série de diferentes maneiras. A Figura 59 mostra uma dessas maneiras. Na Figura 59, a subestrutura 5800 é formada a partir de duas porções 5900a e 5900b. A porção 5900a é conectada ao terminal 5900a e vedada. A porção 5900b é conectada ao terminal 5800b e vedada. Cada porção 5900a e 5900b inclui metade da câmara condutora 5805 e metade da câmara coletora 5810. As porções 5900a e 5900b podem ser unidas utilizando-se uma conexão termofusível, conexão de borracha, conexão adesiva, junta soldada, ou similares. Além disso, as porções 5900a e 5900b podem ser vedadas nos terminais correspondentes 5800a e 5800b utilizando molde por injeção, termofusão, ligação adesiva, vedação por agente de penetração, ou similares. Os métodos utilizados para unir as porções uma à outra e aos terminais deve ser suficiente para impedir vazamento de qualquer líquido da câmara condutora 5805 ou da câmara coletora 5810.

A Figura 60 é uma visualização transversal através da subestrutura de proteção 5800.

Durante a operação normal, um condutor líquido 5415 do tipo descrito acima está contido dentro de uma câmara condutora 5805 e estabelece uma conexão elétrica entre o terminal 5800a e o terminal 5800b. O condutor líquido 5415 pode ser
5 injetado na câmara condutora 5805 por meio de uma abertura 5815 disposta em uma porção superior da câmara condutora 5805. Uma vez que a câmara condutora 5805 tenha sido preenchida com a quantidade desejada do condutor líquido 5415, a abertura 5815 pode ser fechada com um plugue ou
10 outro tipo de vedação.

A câmara condutora 5805 é vedada em relação à câmara coletora 5810 para impedir vazamento do condutor líquido 5415 da câmara condutora 5805 para a câmara coletora 5810. Na Figura 60, a câmara
15 condutora 5805 termina em uma parede inferior da câmara 6005 que separa a câmara condutora 5805 da câmara coletora 5810. A parede inferior da câmara 6005 inclui uma abertura de fluxo 6015 que é normalmente vedada por um membro de separação 6020. O membro de separação 6020 pode ser feito a
20 partir de material plástico e/ou de borracha contendo uma temperatura de derretimento aproximadamente entre 100°C e 350°C, dependendo da temperatura desejada na qual a proteção contra corrente excessiva deve ser ativada. Materiais apropriados incluem, por exemplo, PP, PE, ABS, PPO, PPS,
25 PTFE e/ou PEEK.

Durante uma condição de falha da bateria/corrente excessiva, a temperatura do condutor líquido 5415 aumentará. Conforme a temperatura alcança o

ponto de fusão do membro de separação 6020, o membro de separação 6020 se torna ineficaz na vedação da câmara condutora 5805 em relação à câmara coletora 5810. O condutor líquido 5415 fluirá da câmara condutora 5805 para a câmara coletora 5810 através da abertura de fluxo 6015. O fluxo pode ocorrer pela força da gravidade e/ou pela força gerada por uma pressão elevada na câmara condutora 5805 (ex., a força resultante da temperatura de corrente excessiva do condutor líquido 5415). Conforme o condutor líquido 5415 deixa a câmara condutora 5805, ele irá criar uma condição de circuito aberto entre os terminais 5800a e 5800b. Para garantir que todo o condutor líquido 5415 seja drenado da câmara condutora 5805, o volume da câmara coletora 5810 deve ser pelo menos igual ou superior ao volume da câmara condutora 5805. As Figuras 12 e 13 mostram uma estrutura de conexão 1200 que pode ser utilizada para fazer com que o núcleo da célula de bateria 300 atinja uma temperatura de operação ideal quando a temperatura ambiente estiver abaixo de um limiar pré-determinado. A estrutura de conexão 1200 inclui um elemento de aquecimento 1205, tal como um aquecedor de cerâmica, que é preso ao conector curvado 800. Uma camada de um material termicamente condutor 1210 é disposta entre o conector curvado 800 e o elemento de aquecimento 1205. O elemento de aquecimento 1205 pode ter um corte transversal em forma de L e ser dimensionado adequar-se a uma superfície do conector curvado 800 em oposição à superfície utilizada para estabelecer contato elétrico com uma célula de bateria adjacente. A camada 1210 pode ser

formada a partir de materiais tais como uma borracha termicamente condutora, a qual serve como um elemento de aquecimento condutor, um isolante elétrico, e/ou como um adesivo entre o elemento de aquecimento 1205 e o conector curvado 800. Adicionalmente, ou como alternativa, o conector curvado 800 e o elemento de aquecimento 1205 podem ser presos um ao outro utilizando um prendedor mecânico que é formado a partir de um isolante elétrico, tal como PA66.

A Figura 13 mostra um sistema que pode ser usado para elevar a temperatura do núcleo da célula de bateria 300 quando as condições de temperatura indicarem que o núcleo está em um limiar de temperatura pré-determinado ou que poderá ficar abaixo dele. Conforme mostrado, o sistema inclui um sensor de temperatura 1305 que é disposto para monitorar a temperatura associada à necessidade de aquecimento do núcleo. O sensor de temperatura 1305 pode ser disposto para monitorar a temperatura ambiente do veículo, a temperatura ambiente do ambiente do sistema de bateria, a temperatura da célula de bateria 300, e/ou outra temperatura desejada. As informações de temperatura são fornecidas a um sistema de controle 1310. O sistema de controle 1310 utiliza as informações do sensor de temperatura para determinar quando a temperatura detectada pelo sensor 1305 estiver abaixo de um limiar pré-determinado. Quando isso ocorre, o sistema de controle 1310 direciona energia elétrica para o elemento de aquecimento 1205. A energia elétrica pode ser fornecida por um gerador conectado a um motor movido a gás do veículo e/ou por um

sistema de energia de bateria. O elemento de aquecimento 1205 responde à energia elétrica gerando calor que é transferido através da camada 1210 para o conector curvado 800. O conector curvado 800, por sua vez, atua como um elemento termalmente condutor que transfere calor para o interior da célula de bateria 300 com isso elevando a temperatura do núcleo enrolado 200.

A Figura 14A mostra uma maneira de se conectar uma estrutura de múltiplos núcleos 1450 de uma célula de bateria 300 ao conector curvado 800. Nessa configuração, a estrutura de múltiplos núcleos 1450 inclui três núcleos separados que são, cada um, construídos da maneira do núcleo 200. Visando simplicidade, somente uma única extremidade da célula de bateria 300 é mostrada, embora a mesma estrutura básica possa ser utilizada para conectar a extremidade oposta da estrutura de múltiplos núcleos 1450 a um conector de extremidade correspondente 800.

Na Figura 14A, a estrutura de múltiplos núcleos 1450 é disposta dentro do revestimento protetor retangular 305. Um conjunto de cobertura de extremidade 335 se une ao revestimento 305 e veda uma abertura em sua extremidade. Uma gaxeta 1405 formada a partir de um material de isolamento elétrico é disposta dentro do revestimento 305 e posicionada entre a extremidade da estrutura de múltiplos núcleos 1450 e o conjunto de cobertura de extremidade 335. O conector curvado 800 se estende para dentro do revestimento de bateria 305 através

do conjunto de cobertura de extremidade 335 de maneira que é projetado a partir da linha central que se estende longitudinalmente através do revestimento 305.

A vista de cima da gaxeta 1405 é mostrada na Figura 15. A gaxeta 1405 inclui três aberturas 1505, 1510, e 1515. Cada abertura é definida por um respectivo conjunto de elementos contornados dispostos em cada lado da abertura. A abertura 1505 é definida por elementos contornados 1520 e 1525, a abertura 1510 por elementos contornados 1525 e 1530, e a abertura 1515 por elementos contornados 1530 e 1535. Cada elemento contornado inclui uma superfície arredondada em um lado próximo ao núcleo enrolado 200 e uma respectiva superfície plana oposta à superfície arredondada. Os elementos contornados 1525 e 1530 estão espaçados um do outro de maneira que a abertura 1510 é maior do que as aberturas 1515 e 1520. Como resultado, a superfície plana do elemento contornado 1525 é posicionada para facilitar a proteção do núcleo 200 no caso de o conector curvado 800 ser movido em direção ao núcleo 200 sob forças extraordinárias, tais como aquelas que podem ocorrer durante a colisão de um veículo.

Novamente com relação à Figura 14A, faixas do coletor de corrente 1415 se estendem do ânodo (ou cátodo) de cada núcleo 200 da estrutura de múltiplos núcleos 1450. Cada faixa do coletor de corrente 1415 pode ser formada a partir de uma ou mais camadas de folha metálica, tais como as camadas de folha metálica que formam as camadas do substrato do ânodo (ou cátodo) de cada núcleo

200. Embora cada faixa do coletor de corrente 1415 seja mostrada como uma única camada de folha metálica, cada faixa do coletor de corrente 1415 pode também ser formada a partir de múltiplas camadas de folha metálica que são agrupadas conforme se estendem a partir do ânodo (or cátodo) de cada núcleo 200 da estrutura de múltiplos núcleos 1450. Na Figura 14A, há três faixas do coletor de corrente 1415a, 1415b, e 1415c que se estendem a partir do ânodo (or cátodo) de um respectivo núcleo 200 da estrutura de múltiplos núcleos 1450. Essas faixas do coletor de corrente se estendem através das respectivas aberturas 1505, 1510, e 1515 e para dentro de uma cavidade 1420 da gaxeta 1405. Dentro da cavidade 1420, cada faixa do coletor de corrente 1415a, 1415b, e 1415c é elétrica e mecanicamente ligada a uma respectiva folha de conector flexível 1425a, 1425b, e 1425c. Diversos processos de conexão podem ser utilizados para unir as estruturas incluindo, entre outras, soldagem ultrassônica, soldagem por resistência, soldagem a laser, e/ou outro processo de ligação.

Conforme mostrado na Figura 14A, as folhas conectoras 1425a, 1425b, e 1425c estão enroladas dentro da cavidade 1420 para se unir em um lado comum do conector curvado 800. As folhas conectoras 1425b e 1425c estão enroladas dentro de um primeiro lado da cavidade 1420 enquanto a folha conectora 1425a está enrolada dentro de um segundo lado da cavidade 1420. O primeiro lado da cavidade 1420 é maior do que o segundo lado da cavidade 1420 devido à projeção do conector 800 com relação à linha

central longitudinal do revestimento 305. Consequentemente, as folhas conectoras 1425b e 1425c têm mais espaço para se enrolarem e prenderem-se ao connector 800 do que a folha conectora 1425a. Os ângulos nos quais as folhas conectoras 1425b e 1425c estão curvadas, portanto, são relativamente graduais. Ângulos de curvatura gradual são mais desejáveis do que ângulos de curvatura drástica e têm menos probabilidade de resultar em ruptura da folha conectora correspondente. No entanto, a folha conectora 1425a é disposta em uma porção menor da cavidade 1420. Como tal, a folha conectora 1425a pode requerer um ângulo de curvatura mais drástico a fim de se enrolar e se conectar ao connector 800. Ângulos de curvatura drástica estão sujeitos a uma substancial fadiga mecânica e térmica e isso pode resultar em ruptura da folha conectora 1425a.

A fim de tornar a configuração de curvatura da folha conectora 1425a mais confiável, um membro guia de enrolamento 1430 é ligado à folha conectora 1425a. O membro guia de enrolamento 1430 inclui uma porção de ligação 1435 e uma porção arredondada 1440. A porção de ligação 1435 é presa à folha conectora 1425a na parte exterior à sua conexão com as outras folhas conectoras 1425b e 1425c. A porção arredondada 1440 tem forma e diâmetro que direciona a folha conectora 1425a para se curvar em um ângulo gradual conforme se aproxima do connector curvado 800 com isso aumentando a confiabilidade da folha conectora 1425a. Além disso, o membro guia de enrolamento 1430 pode ser dimensionado para mover o coletor 1415a e a folha

conectora 1425a em direção a parede lateral da gaxeta 1405. Dessa maneira, o coletor 1415a e a folha conectora 1425a não experimentam tanto movimento como poderia ocorrer de outra forma quando a célula de bateria 300 vibra. De forma
5 similar, os comprimentos das folhas conectoras 1425b e 1425c podem ser selecionados de maneira que a configuração de curvatura correspondente limita a vibração desses componentes dentro da câmara 1420. A confiabilidade e segurança da célula de bateria 300 são aumentadas com essas estruturas.

10 A utilização do membro guia de enrolamento 1430 pode ser estendida a conjuntos que contêm mais do que três folhas conectoras bem como conjuntos que contêm menos do que três folhas conectoras. Em cada caso, o membro guia de enrolamento 1430 é, de preferência, preso a
15 uma folha conectora que se curva no lado em que é conectada ao conector curvado 800 em oposição a uma folha conectora que se enrola abaixo e em torno do conector curvado 800 para a conexão. Além disso, membros guias de enrolamento adicionais podem ser presos com folhas conectoras 1425b e
20 1425c para impedir curvatura desnecessária dessas folhas conectoras também.

A Figura 14B mostra uma maneira de se conectar um núcleo de uma célula de bateria 300 ao conector curvado 800. Nessa configuração, somente um único
25 núcleo 200 é utilizado. Da mesma forma, somente um único coletor de corrente 1415 se estende a partir the núcleo 200 para conexão elétrica com o conector curvado 800. Para reduzir o grau dos ângulos que precisam ser formados na

conexão da folha 1425 para alcançar o conector curvado 800, o coletor de corrente 1415 é disposto através da abertura 1515 que está mais distante do conector curvado 800. Em todos os outros casos, a cobertura de extremidade 300 da
5 Figura 14B é a mesma daquela mostrada na Figura 14A.

A gaxeta 1405 pode incluir abas 1410 que se unem aos rebaixos correspondentes no revestimento protetor 305. As abas 1410 podem ser usadas para prender a gaxeta 1405 no revestimento 305.
10 Adicionalmente, ou como alternativa, a gaxeta 1405 pode ser presa dentro do revestimento protetor 305 por meio de soldagem, um ou mais prendedores mecânicos, um adesivo, ou outro mecanismo de conexão.

A gaxeta 1405 auxilia na
15 proteção do núcleo 200 de diversas maneiras diferentes. Por exemplo, a porção da gaxeta 1405 próxima ao núcleo 200 ajuda a manter o núcleo 200 no alinhamento longitudinal adequado dentro do revestimento protetor 305. O membro contornado de projeção 1525 auxilia impedindo que o conector 800 e as
20 conexões em sua face lateral entrem em contato com o núcleo 200 durante um acidente ou falha mecânica. O estreitamento das aberturas fornecidas pelos membros contornados 1520, 1525, 1530 e 1535 ajuda a guiar os coletores de corrente 1415a, 1415b e 1415c para dentro da câmara 1420 durante a
25 fabricação da célula de bateria 300. Além disso, a gaxeta 1405 ajuda a entesar o revestimento protetor 305 para proporcionar um aumento da proteção ao núcleo enrolado 200.

As Figuras 16 e 17 mostram one

maneira de vedar a extremidade do revestimento protetor 305 com o conjunto de cobertura de extremidade 325. A Figura 16 é uma visualização transversal através de uma seção transversa do conjunto de cobertura de extremidade 325 enquanto a Figura 17 é uma visualização transversal através de uma seção longitudinal do conjunto de cobertura de extremidade 325.

O conjunto de cobertura de extremidade 325 inclui uma chapa de cobertura/tampa de extremidade 1605, uma bainha 1610, um conector 800 e um material de vedação 1615. Para fabricar o conjunto de cobertura de extremidade 325, a chapa de cobertura 1605 e a bainha 1610 são soldadas uma à outra para formar uma estrutura integral. Entre outras, a operação de soldagem pode incluir soldagem a laser, soldagem de arco de argônio, e outros processos de soldagem. A chapa de cobertura 1605 e a bainha 1610 podem ser formadas a partir de aço inoxidável. Uma vez que a chapa de cobertura 1605 e a bainha 1610 tenham sido soldadas uma à outra, elas podem ser colocadas sobre o conector 800 que se estende de uma porção interior da célula de bateria para uma porção exterior. O conjunto de cobertura de extremidade 325 inclui uma chapa de cobertura 1605, a bainha 1610, o conector 800, e um material de vedação 1615. Para fabricar o conjunto de cobertura de extremidade 325, a chapa de cobertura 1605 e a bainha 1610 são soldadas uma à outra para formar uma estrutura integral. Entre outras, a operação de soldagem pode incluir soldagem a laser, soldagem de arco de argônio, e outros processos de soldagem. As

operações de fabricação que ocorrem após a chapa de cobertura 1605 e a bainha 1610 terem sido soldadas uma à outra não exigem um alto grau de calor. Consequentemente, a probabilidade de outros componentes da célula de bateria
5 sofrerem dano como resultado da fabricação do conjunto de cobertura de extremidade 325 é reduzida.

A chapa de cobertura 1605 e a bainha 1610 podem ser formadas a partir de aço inoxidável. Antes de processamento adicional, as superfícies da chapa de
10 cobertura 1605, da bainha 1610, e do conector 800 que entrarão em contato com o material de vedação 1615 podem ser friccionadas para aumentar a adesão entre essas estruturas e o material de vedação 1615.

Com relação às Figuras 16 e 17,
15 o conector 800 inclui canais superiores 1620 dispostos em faces opostas do conector 800 e canais inferiores 1625 dispostos em faces opostas do conector 800. Os canais superiores e inferiores 1620 e 1625 se estendem substancialmente ao longo do comprimento do conector 800. Os
20 canais 1620 são posicionados de maneira que fiquem geralmente justapostos às bordas que se estendem para dentro 1630 da bainha 1610.

O conector 800 também inclui uma pluralidade de furos de passagem 1635 que se estendem
25 completamente através da largura do conector. Conforme mostrado na Figura 16, os furos de passagem 1635 estão posicionados adjacentes a outro conjunto de bordas que se estendem para dentro 1640 da bainha 1610. Conforme mostrado

na Figura 17, os furos de passagem 1635 podem ser dispostos em diversas posições ao longo do comprimento do conector 800 e entre os canais 1620 e 1625.

Uma vez que a chapa de
5 cobertura 1605 e a bainha 1610 tenham sido soldadas uma à outra, o conector 800 é direcionado para a posição desejada dentro de um canal interior da bainha 1610 e o material de vedação 1615 é injetado nas regiões intersticiais entre o conector 800, a bainha 1610 e a chapa de cobertura 1605. O
10 material de vedação é injetado sob alta pressão para preencher os canais 1620, 1625, os furos de passagem 1635, bem como as regiões ao redor das bordas que se estendem para dentro 1630 e 1640.

O material de vedação 1615 pode
15 ser um plástico (ex., PFA, PES, PPS, PP modificado, etc.), um composto de borracha, uma resina (ex., uma resina epóxi, resina epóxi modificada de aldeído fenólico, etc.), uma borracha de aglutinação (ex., epóxi de dois componentes, borracha termofusível, etc.). O material de vedação 1615
20 deve ser um isolante elétrico e ser capaz de sustentar a exposição ao eletrólito e ao ácido hidrocloreto. Além disso, o material de vedação 1615 deve ser capaz de se ligar a diversos metais usados para formar o conector 800, a bainha 1610, e a chapa de cobertura 1605 (ex., cobre, alumínio, aço
25 inoxidável e outros metais).

O material de vedação 1615 se estende além da porção superior da bainha 1610. Mais especificamente, o material de vedação 1615 preenche a

região interior entre a bainha 1610 e o conector 800 e se enrola em torno da parte externa da bainha 1610 para formar um flange protetor 1645. O flange protetor 1645 aumenta o aprimoramento da integridade da vedação. Além disso, o

5 flange protetor 1645 pode absorver um pouco das forças de vibração e impacto que seriam, de outra forma, transmitidas ao conector 800.

Conforme mostrado na Figura 61, o conjunto de cobertura de extremidade 325 pode incluir

10 outra cobertura de proteção 6105 que geralmente se adapta às porções mais afastadas dos outros membros do conjunto de cobertura de extremidade 325. Na configuração ilustrada, a cobertura de proteção 6105 inclui uma primeira porção 6115 que se estende ao longo de uma superfície externa e se

15 adapta a esta superfície externa da chapa de cobertura 1605. A chapa de cobertura 1605 pode incluir um flange de chapa de cobertura 6120 que se une a um flange correspondente 6125 da primeira porção 6115. A cobertura de proteção 6105 também inclui uma segunda porção 6110 que se estende em um ângulo

20 de, por exemplo, aproximadamente 90° a partir da primeira porção 6115. A segunda porção 6110 se estende próxima à superfície externa e se adapta a esta superfície externa da bainha 1610 e do flange protetor 1645, e termina em uma abertura 6130 através da qual o terminal 800 se projeta. De

25 preferência, a segunda porção 6110 é vedada no terminal 800 na abertura 6130. Além disso, a segunda porção 6110 inclui um flange interior 6140 que se une ao flange protetor 1645. A região da segunda porção 6110 sob o flange interior 6140

pode ser dimensionada de maneira que o flange protetor 1645 aplique uma força contra a cobertura de proteção 6105 para ajudar a prender a cobertura de proteção 6105 na chapa de cobertura 1605.

5 A cobertura de proteção 6105 pode ser formada a partir de um isolante elétrico. Por exemplo, a cobertura de proteção 6105 pode ser formada a partir de plástico (ex., PFA, PES, PP modificado ou similar), borracha (ex., EPDM, borracha estireno-butadieno, 10 ou similares), resina (resina epoxi, resina epoxi modificada aldeído fenólica, ou similar). Tais materiais são isolantes, resistentes ao fogo e não se degradam imediatamente pelo eletrólito da célula de bateria. A formação da cobertura de proteção 6105 utilizando materiais isolantes reduz e/ou 15 elimina curto-circuitos resultantes da distorção física do conector 800 (ex., durante a colisão/acidente de um veículo) com relação à chapa de cobertura 1605. De forma similar, a cobertura de proteção 6105 pode se estender próxima à borda das porções da chapa de cobertura 1605 para evitar contato 20 elétrico indesejado entre a célula de bateria e outras estruturas do sistema de bateria.

A cobertura de proteção 6105 pode ser formada como uma estrutura integral ou uma estrutura de partes múltiplas. As Figuras 62 e 63 ilustram 25 estruturas de cobertura de proteção de partes múltiplas enquanto a Figura 64 ilustra uma estrutura de cobertura de proteção integral.

Na Figura 62, a cobertura de

proteção 6105 a partir de duas metades da cobertura de proteção 6200a e 6200b. Cada metade 6200a e 6200b inclui uma respectiva primeira porção 6115a, 6115b que é dimensionada para se estender ao longo de uma superfície externa e
5 adaptar-se a essa superfície externa da chapa de cobertura 1605. Cada metade 6200a e 6200b também, inclui um respectivo flange 6125a, 6125b que se une ao flange correspondente da chapa de cobertura 6120. As porções secundárias 6110a, 6110b se estendem em um ângulo, por exemplo, de aproximadamente
10 90° a partir das primeiras porções 6115a, 6115b. As porções secundárias 6110a, 6110b são dimensionadas para se estender próximas a uma superfície externa e adaptar-se a essa superfície externa da bainha 1610 e do flange protetor 1645. As aberturas 6130a, 6130b estão dispostas através de cada
15 metade 6200a, 6200b e são dimensionadas para permitir que o terminal 800 se projete por ali. As porções secundárias 6110a, 6110b incluem flanges interiores 6140a, 6140b que se unem ao flange protetor 1645. O flange protetor 1645 pode aplicar uma força contra os flanges interiores 6140a, 6140b
20 para ajudar a prender a cobertura de proteção 6105 na chapa de cobertura 1605.

As metades da cobertura de proteção 6200a, 6200b são unidas usando estruturas de acoplamento. Na Figura 62, a metade 6200a inclui uma
25 extensão retangular 6205a que é dimensionada para se unir à abertura retangular 6205b da metade 6200b. Aplicando a cobertura de proteção 6105 ao conjunto de cobertura de extremidade 325, as metades 6200a e 6200b podem ser

direcionadas lateralmente uma em direção à outra de maneira que os flanges interiores 6140a e 6140b se unem à parte de baixo do flange protetor 1645. Simultaneamente, as estruturas de acoplamento 6205a e 6205b se direcionam uma à
5 outra até estarem substancial ou totalmente unidas. Dependendo das dimensões e características da cobertura de proteção 6105, um agente de ligação pode ser aplicado a uma superfície exterior de cada uma das estruturas de acoplamento 6205a e 6205b antes da montagem para aumentar a
10 integridade geral da cobertura de proteção 6105. Também podem ser usadas outras técnicas de ligação.

As estruturas de acoplamento podem tomar uma variedade de formas diferentes. Na Figura 63, a metade 6200a inclui umn extensão oval 6305a que é
15 dimensionada para se unir a uma abertura oval correspondente 6305b da metade 6200b. Outras formas de estrutura de acoplamento (ex., triangular, trapezoidal ou similar) também podem ser usadas.

Na Figura 64, a cobertura de
20 proteção 6105 é formada como uma estrutura integrada e singular. Quando formada dessa maneira, a cobertura de proteção material é, de preferência, altamente elástica de maneira que a cobertura de proteção pode ser aplicada ao conjunto de cobertura de extremidade 325 sobre o terminal
25 800.

A cobertura de proteção 6105 pode incluir indicativos visuais de sinais das características da célula de bateria/terminal. Nas

coberturas de proteção mostradas nas Figuras 62-64, é fornecido um indicador visual 6215 do tipo polo para identificar o terminal correspondente como um terminal de cátodo ou terminal de ânodo. O indicador de exemplo 6215
5 identifica o terminal correspondente 800 como um terminal de cátodo.

Com relação à Figura 17, o conjunto de cobertura de extremidade 325 inclui um respiradouro de escape 1800. Um respiradouro de escape 1800
10 é adaptado para impedir uma ruptura catastrófica da célula de bateria 300 no caso de a pressão interior da célula de bateria 300 chegar a um nível inseguro. Se essa pressão não for aliviada, a célula de bateria 300 poderá explodir. Em cada uma das Figuras de 62 a 64, a cobertura de proteção
15 6105 inclui um respiradouro de descarga 6210 que está sobre o respiradouro de escape 1800 de maneira que a cobertura de proteção não impede a liberação de gases e/ou outros materiais do respiradouro de escape 1800.

A Figura 18 mostra uma
20 configuração de um conjunto de escape 1800 que pode ser usado no conjunto de cobertura de extremidade 325. O conjunto de escape 1800 inclui uma tampa do respiradouro 1805, um pino de ruptura 1810, e uma base do respiradouro 1815. Conforme mostrado, o conjunto de escape 1800 é preso
25 sobre um respiradouro de descarga 1820 da chapa de cobertura 1605.

A tampa do respiradouro 1805 pode ser na forma de um cone trapezoidal cortado com uma

superfície inferior exposta. Uma pluralidade de aberturas de descarga 1825 está disposta através dos lados da tampa do respiradouro 1805. A área cumulativa das aberturas de descarga 1825 deve ser maior do que a área da abertura 1820.

5 O pino de ruptura 1810 se estende por meio de uma abertura no topo da tampa do respiradouro 1805 onde é preso utilizando, por exemplo, soldagem por pontos a laser.

A base do respiradouro 1815, conforme mostrado nas Figuras 18 e 19, inclui um anel anular 10 1830 e um flange 1835. A membrana deformável 1840 é anexada ao anel anular 1830 soldando-a sobre a abertura interior do anel. A largura do anel anular 1830 possui um diâmetro que é, de preferência, menos do que aproximadamente 70% da largura de sua abertura interior. Além disso, a largura da 15 borda 1845 do anel anular 1830 de preferência não excede 70% - 80% da largura do respiradouro de descarga 1820.

A membrana deformável 1840 é, de preferência, formada a partir do mesmo material da chapa de cobertura 1605 (ex. alumínio, aço inoxidável, etc.) e 20 possui uma espessura aproximadamente entre 0,01 mm-0,1 mm, com uma espessura preferível entre 0,01 mm e 0,05 mm. A espessura da membrana deformável 1840, no entanto, pode ser ajustada com base no nível de pressão excessiva na qual o conjunto do respiradouro 1800 is to fail. A membrana 25 deformável 1840 pode ser soldada com solda forte para vedar devidamente a abertura do anel anular 1830 e pode ser formada a partir de folha metálica, tal como folha de alumínio, folha de cobre, etc.

Base de válvula 1815 é soldada à chapa de cobertura 1605 utilizando-se um feixe de alta energia tal como um laser ou feixe eletrônico. A tampa do respiradouro 1805 inclui uma bossa 1850 que é presa à base do respiradouro 1815. A bossa 1850 inclui uma pluralidade de aberturas 1855 que estão distribuídas próximas à sua circunferência para facilitar uma soldagem de feixe de alta energia da tampa do respiradouro 1805 à base do respiradouro 1815.

Conforme a pressão dentro célula de bateria 300 se aproxima de um nível crítico, a membrana deformável 1840 se distorce na direção do pino de ruptura 1810. Ao atingir a pressão crítica, a membrana deformável 1840 é perfurada pelo pino de ruptura 1810 para liberar a pressão e impedir a explosão da célula de bateria 300. A pressure na qual a ruptura da membrana deformável 1840 ocorre pode ser ajustada ajustando a distância entre a membrana deformável 1840 e o pino de ruptura 1810. Além disso, a forma do pino de ruptura 1810 pode ser usada para causar diferentes modos de ruptura em diferentes pressões críticas. Além disso, durante a montagem da célula de bateria, quando o ar dentro célula de bateria 300 é expelido durante a fabricação, há uma distorção inversa da membrana deformável 1840 que aumenta a distância entre a membrana e o pino de ruptura 1810. Essa característica facilita a rápida fabricação de baterias normais e a remoção segura de baterias anormais da linha de produção.

As Figuras 21 e 22 mostram

estruturas alternativas de alívio de pressão 2100 e 2200. Cada estrutura pode ser disposta vedada em uma abertura de descarga correspondente da chapa de cobertura 325. A estrutura de alívio 2100 é formada a partir da membrana deformável 2105 contendo uma fenda de enfraquecimento 2110. De forma similar, a estrutura de alívio 2200 é formada a partir da membrana deformável 2205 contendo uma fenda de enfraquecimento 2210. As principais diferenças entre as estruturas 2100 e 2200 estão na forma dada pelas bordas de cada membrana e da forma da fenda de enfraquecimento disposta em cada membrana. As dimensões das membranas deformáveis 2105 e 2205 de cada estrutura de alívio de pressão 2100 e 2200 bem como a profundidade e extensão de cada fenda de enfraquecimento 2110 e 2210 dependem da pressão específica na qual a respectiva estrutura deve falhar para impedir a explosão da célula de bateria. Ainda outra estrutura alternativa de alívio de pressão inclui preencher o respiradouro de descarga com um material de vedação de polímero, onde a vedação de polímero é adaptada para falhar acima de uma pressão pré-determinada.

As Figuras 65-67 ilustram outra configuração de um respiradouro de escape 1800. A Figura 65 mostra o respiradouro de escape 1800 em um estado montado na chapa de cobertura 1605. A Figura 66 é uma visualização expandida do respiradouro de escape 1800 enquanto a Figura 67 é uma visualização transversal do respiradouro.

Nessa configuração, o respiradouro de escape 1800 inclui uma membrana 6605 que é

disposta sobre um canal 6610 que, por sua vez, cerca uma abertura de descarga 1820 da chapa de cobertura 1605. O canal 6610 inclui uma borda interior 6625 que define a abertura 1820 e uma borda exterior 6620 que define o
5 perímetro do canal 6610. A diferença radial entre as bordas 6620 e 6625 pode ser aproximadamente 10% a 15% do raio da abertura de descarga 1820.

A membrana 6605 é dimensionada para encaixar suavemente dentro da borda exterior 6620 do
10 canal 6610. Uma variedade de materiais pode ser usada para formar a membrana 6605 incluindo, por exemplo, alumínio, liga de alumínio, aço, ou qualquer outro material que atenda aos requisitos de falha de material para o respiradouro 1800. Além disso, o material pode ser selecionado de maneira
15 que seja um que possa ser facilmente soldado. A espessura do material pode ser aproximadamente entre 0,01 mm e 0,1 mm. Embora a membrana 6605 ilustrada seja circular, outras formas (ex., retangular, elíptica, quadrada, ou similar) também podem ser usadas.

20 Uma máscara de segurança 6615 é disposta sobre a membrana 6605. A máscara de segurança 6615 inclui um aro 6630 que se encaixa suavemente na borda exterior 6620 do canal 6610, onde é soldada à borda exterior 6620 em uma ou mais juntas 6705. Técnicas de soldagem que
25 podem ser usadas incluem, por exemplo, soldagem a laser e/ou soldagem por feixe de elétrons.

A porção de coroa 6635 se estende a partir do aro 6630 em uma direção afastada da

membrana 6605. A porção de coroa 6635 pode ter um raio que é geralmente igual ao raio da abertura 1820. Uma pluralidade de aberturas ovais 6640 é disposta nas paredes laterais da porção de coroa 6635. A área total das aberturas ovais 6640
5 pode ser aproximadamente igual ou superior à área da abertura 1820. A espessura da parede da máscara de segurança 6615 pode ser aproximadamente entre 0,1 mm - 0,5 mm.

A estrutura de respiradouro de escape . precedente pode ser usada para obter diversas
10 vantagens. Por exemplo, a montagem da estrutura é simples e econômica. Quando a membrana 6605 e a máscara de segurança 6615 são montadas sobre a abertura 1820, o conjunto pode ser facilmente preso à chapa de cobertura 1605 soldando o aro 6630 da máscara de segurança 6615 à borda exterior 6620 do
15 canal 6610. A máscara de segurança 6615 ajuda a proteger a membrana 6605 contra forças externas com isso assegurando a integridade do respiradouro de escape 1800 como um todo. Além disso, a máscara de segurança 6615 pode ser usada para reduzir a expulsão de materiais não gasosos da célula de
20 bateria quando a pressão interior da célula de bateria exceder níveis seguros.

A Figura 23 é um diagrama de blocos de um conjunto de baterias 2300 no qual múltiplas células de bateria 300 estão interconectadas em série e
25 agrupadas dentro de um único alojamento 2305. O número de células de bateria 300 em um único alojamento 2305 pode variar de 8 a 15, de preferência, com 10 células de bateria por grupo. Conectores terminais 2810 estão dispostos em

extremidades opostas do conjunto de baterias 2300 e são usadas para fornecer um meio de estabelecer uma conexão elétrica e mecânica entre múltiplos conjuntos de baterias 2300. O alojamento 2305 é, de preferência, vedado hermeticamente e à prova d'água, mas inclui dutos 2310 para receber um fluxo de um fluído térmico por ali. Os dutos 2310 estão dispostos lateralmente em lados opostos do conjunto de baterias 2300 de maneira que o fluxo do fluído térmico corra próximo aos conectores 800 para aquecer ou esfriar as células de bateria 300 do conjunto de baterias 2300. Os invólucros protetores das células de bateria adjacentes podem estar próximos uns aos outros já que estão em contato direto ou dispostos imediatamente adjacentes uns aos outros em faces opostas de uma lâmina isolante.

15 A Figura 24 é uma visualização expandida de uma configuração de um alojamento 2305 que pode ser usado para formar o conjunto de baterias 2300. Nessa configuração, o alojamento 2305 inclui uma pluralidade de células de bateria 300 conectadas em série. As células de
20 bateria 300 são conectadas umas às outras da maneira mostrada na Figura 23. Um separador 2405 feito a partir de um material isolante é disposto entre cada célula de bateria 300 para isolar eletricamente os invólucros protetores das células de bateria 300. De preferência, no entanto, os
25 separadores 2405 não são empregados. Ao invés disso, os invólucros protetores estão de preferência em contato direto uns com os outros de maneira que formam uma única unidade térmica. Assim o controle da temperatura é mantido com mais

facilidade.

Células de bateria 300 são dispostas entre uma chapa inferior 2410 e uma chapa superior 2415 para limitar o movimento das células de bateria 300 ao longo do eixo y. Estruturas defletoras 2420 são dispostas em cada lado do grupo de células de bateria 300 e orientadas para atravessar o comprimento das células de bateria 300. As estruturas defletoras 2420 cooperam umas com as outras para limitar o movimento das células de bateria 300 ao longo do eixo x. Placas laterais 2425 estão dispostas em extremidades opostas das células de bateria 300 e se estendem ao longo da largura do grupo de células de bateria. As placas laterais 2425 limitam o movimento das células de bateria 300 ao longo do eixo z.

Os elementos de vedação 2450 podem estar localizados entre cada estrutura defletora 2420 e as chapas superior e inferior 2415, 2410 bem como entre cada placa lateral 2425 e as chapas superior e inferior 2415, 2410. Dessa maneira, e as chapas superior e inferior 2415, 2410 formam vedações à prova d'água com os componentes de acoplamento. Tais vedações ajudam a impedir curto-circuitos que poderiam de outra forma ocorrer quando a célula de bateria 300 falhar e permitir que líquidos escapem.

As estruturas defletoras 2420 são feitas de um material plástico isolante contendo força mecânica, resistência a degradação térmica, ductilidade a baixa temperatura desejados e resistência a substâncias

químicas ambientais e da bateria no veículo. Uma configuração de uma estrutura defletora 2420 é mostrada na Figura 25. Cada estrutura defletora 2420 é composta por uma chapa defletora 2430, um enrijeecedor do defletor 2435, e buracos 2440 dispostos nos cantos da estrutura defletora 2420. Os buracos 2440 são adaptados para aceitar hastes de tensão correspondentes que se estendem entre as estruturas defletoras 2420 para ali prender as células de bateria 300. A espessura total de cada estrutura defletora 2420 pode ser aproximadamente entre 3 mm e 15mm. A espessura de cada chapa defletora 2430 pode ser aproximadamente entre 3mm e 5mm. A espessura de cada enrijeecedor do defletor 2435 pode ser aproximadamente entre 5mm e 2mm. O enrijeecedor do defletor 2435 distribui igualmente forças horizontais e verticais ao longo da estrutura defletora 2420 e aumenta a habilidade da estrutura defletora 2420 de proteger as células de bateria 300. Furos de passagem podem ser pré-posicionados para facilitar a utilização de prendedores mecânicos, tais como parafusos, nos quatro cantos da estrutura defletora 2420. Tal fixação mecânica é conveniente para conectar as chapas superior e inferior 2415, 2410 à estrutura defletora 2420. Há estruturas em L na estrutura defletora 2420 que estão posicionadas para serem acopladas às chapas superior e inferior 2415, 2410. A chapa superior 2415 está localizada entre uma estrutura em L superior e uma estrutura em L inferior da estrutura defletora 2420. Um buraco está localizado entre a chapa superior 2415 e a estrutura em L superior da estrutura defletora 2420. O aperture is adapted

características mecânicas e químicas desejadas. Conforme
mostrado na Figura 26, cada placa lateral 2425 possui um
contorno que é compatível com as aberturas laterais formadas
quando a chapa superior 2415 e a chapa inferior 2410 são
5 conectadas umas às outras.

O alojamento do conjunto de
baterias 2305 é vantajoso por vários motivos. Por exemplo, o
alojamento do conjunto de baterias 2305 limita o movimento
das células de bateria 300 ao longo de todo excesso de
10 movimentação com isso melhorando a confiabilidade do
conjunto de baterias 2300 e prolongando a vida útil da
bateria. O movimento das células de bateria 300 pode ser
limitado imediatamente ao longo de cada eixo projetando as
estruturas defletoras 2420 e as chapas superior e inferior
15 2415 de maneira que diminua o volume ocupado pelo conjunto
de baterias 2300. Com a formação do alojamento 2305 a partir
de um material isolante, o risco de curto-circuitos é
reduzido porque as células de bateria 300 não podem se
conectar eletricamente através do alojamento 2305. Além
20 disso, com a utilização de um material plástico para formar
os componentes do alojamento 2305 o peso do conjunto de
baterias 2300 é reduzido. Além disso, a probabilidade de
ocorrerem curto-circuitos advindos do vazamento da célula de
bateria é reduzida uma vez que é fornecido um material de
25 vedação nas juntas entre os diversos componentes do conjunto
de baterias 2300 com isso impedindo vazamento de fluído do
conjunto de baterias.

A Figura 27 mostra um conector

2700 que é usado para interconectar mecânica e eletricamente conjuntos de baterias adjacentes 2300. O conector 2700 inclui um primeiro braço condutor 2705 e um segundo braço condutor 2710 que são conectados por uma folha metálica multicamada em forma de arco 2715. A folha metálica em forma de arco 2715 pode ter uma espessura aproximadamente entre 0,01 mm e 5,0 mm e pode ser formada a partir de folha de cobre para torna-la conveniente para soldagem. Como alternativa, os braços condutores 2705 e 2710 bem como a folha metálica em forma de arco 2715 podem ser formados a partir de níquel, alumínio ou outro metal. De preferência, os braços condutores 2705, 2710 e a folha metálica em forma de arco 2715 são feitos do mesmo material para aumentar a condutividade global do conector 2700. A formação da folha metálica em forma de arco 2715 pode incluir a pressão a quente de uma pluralidade de lâminas metálicas finas umas às outras enquanto forjando-as em uma estrutura em forma de arco. Cada braço condutor 2705 e 2710 inclui uma Junta em L 2720 próxima à folha metálica em forma de arco 2715 na qual a folha metálica em forma de arco 2715 é soldada e/ou pressionada a quente ao respectivo braço. O tamanho de cada braço condutor 2705, 2710 e folha metálica em forma de arco 2715 é determinado pelo tamanho dos terminais de eletrodos dos conjuntos de baterias que utilizam o conector 2700 bem como a capacidade de carregamento de corrente necessária entre os conjuntos de baterias. A folha metálica em forma de arco 2715 pode ser dimensionada de maneira que falhe quando sujeita a uma força de impacto que exceda uma magnitude pré-

determinada para com isso desconectar o conjunto de baterias a partir de um conjunto de baterias adjacente. Além disso, a folha metálica em forma de arco 2715 pode ser dimensionada para operar como um fusível para desconectar conjuntos de baterias adjacentes quando a corrente entre os conjuntos de baterias adjacentes exceder um nível pré-determinado.

A Figura 68 mostra outro conector 2700 que pode ser usado para interconectar mecânica e eletricamente conjuntos de baterias adjacentes 2300. Nessa configuração, o conector 2700 inclui um primeiro braço condutor 6805 e um segundo braço condutor 6810 que são conectados por um membro metálico em forma de arco 6815. O membro metálico em forma de arco 6815 pode ser formado como uma tela metálica 6825 que se estende entre braços de suporte em forma de arco 6830 opostos. A tela metálica 6825 pode ter uma espessura aproximadamente entre 0,01 mm e 5,0 mm e pode ser formada a partir de filamentos de um único tipo de metal ou múltiplos metais para torná-la conveniente para soldagem. Os braços 6805, 6810 podem ser formados como lâminas metálicas contendo aberturas 6820 pelas quais prendedores se estendem para fixar o conector 2700 aos respectivos conjuntos de baterias. Os braços condutores 6805 e 6810 bem como o membro metálico em forma de arco 6815 podem ser formados a partir de cobre, níquel, alumínio ou outro metal. De preferência, os braços condutores 6805, 6810 e o membro metálico em forma de arco 6815 são feitos do mesmo material para aumentar a condutividade global do conector 2700. O tamanho de cada braço condutor 6805, 6810 e

membro metálico em forma de arco 6815 é determinado pelo tamanho dos terminais de eletrodos dos conjuntos de baterias que usam o conector 2700 bem como a capacidade de carregamento de corrente necessária entre os conjuntos de baterias. O membro metálico em forma de arco 6815 pode ser dimensionada de maneira que falhe quando sujeita a uma força de impacto que exceda uma magnitude pré-determinada para com isso desconectar o conjunto de baterias a partir de um conjunto de baterias adjacente. Além disso, o membro metálico em forma de arco 6815 pode ser adaptado para operar como um fusível para desconectar conjuntos de baterias adjacentes quando a corrente entre os conjuntos de baterias adjacentes exceder um nível pré-determinado. Ainda, o conector 2700 pode ser formado de maneira que seja elástico o bastante para suavizar mecanicamente qualquer movimento entre conjuntos de baterias adjacentes.

A Figura 28 mostra como os conectores 2700 são usados para interconectar múltiplos conjuntos de baterias 2805a e 2805b que são organizados em uma configuração cabeça com cabeça. No entanto, os conjuntos de baterias 2805a e 2805b também podem ser organizados lado a lado conforme mostrado na Figura 69 e e ainda utilizarem os conectores 2700. Conforme mostrado, os conjuntos de baterias 2805a e 2805b têm, cada um, um par dos terminais do conjunto de baterias disposto ao longo de um único lado do conjunto, um terminal em cada extremidade da lateral. Os terminais do conjunto de bateria podem ser adaptados para se romper quando sujeitos a forças extraordinárias que ocorrem

durante um acidente com um veículo ou similar. Um conector 2700 é usado em cada extremidade do conjunto de baterias para estabelecer uma conexão mecânica e elétrica entre os terminais do conjunto de bateria. Para simplicidade, somente os terminais 2810a e 2810b são mostrados e discutidos, embora a mesma configuração seja usada entre cada terminal de um conjunto de baterias que é adjacente a um terminal de outro conjunto de baterias. O conector 2700 entre os conjuntos de bateria 2805a e 2805b fornece um tampão mecânico que absorve forças de impacto quando há um deslocamento relativo entre os conjuntos de baterias 2805a e 2805b. Além disso, o conector 2700 pode ser adaptado para cortar a conexão entre conjuntos de baterias adjacentes quando sujeitos a forças extraordinárias que ocorrem durante um acidente com um veículo ou similares.

O conector 2700 é preso aos conjuntos de baterias 2800a e 2800b conectando os braços condutores 2710 a uma placa de conexão 2830a do terminal 2810a e os braços condutores 2705 a uma placa de conexão 2830b do terminal adjacente 2810b. Cada um dos braços condutores 2705 e 2710 inclui uma fenda 2725 adaptada para receber fio de soldagem (ver Figura 27). Além disso, cada braço 2705, 2710 inclui uma pluralidade de buracos 2730 adaptados para receber prendedores mecânicos. Para conectar os terminais adjacentes dos conjuntos de baterias 2805a e 2805b, é colocado um fio de soldagem em cada fenda 2725. Cada braço 2705, 2710 é então soldado (ex., usando solda forte, soldagem a laser, soldagem ultrassônica, etc.) ao

terminal correspondente. De preferência, cada braço é fixado ao terminal correspondente usando solda forte. A solda forte permite a fácil manutenção da interconexão entre os conjuntos de baterias e, ainda, simplifica a substituição de um conjunto de baterias no sistema de bateria uma vez que a 5 liga metálica que forma a interconexão pode ser facilmente reaquecida para separar o conjunto de baterias de outros conjuntos de baterias em um sistema de bateria. Adicionalmente, os prendedores mecânicos 2840, tais como 10 parafusos ou similares, são inseridos nos buracos 2715 para encaixarem nos buracos correspondentes do respectivo terminal e estabelecer uma conexão mais confiável entre os braços condutores e o terminal correspondente. Soldar e fixar o conector 2700 aos terminais correspondentes dos 15 conjuntos de baterias adjacentes estabelece, dessa forma, um caminho de alta capacidade de corrente e baixa resistência entre os conjuntos de baterias adjacentes. Embora os conjuntos de baterias adjacentes possam ser conectados de maneira que fiquem eletricamente paralelos, a disposição 20 preferida é tê-los conectados serialmente.

A Figura 29 mostra um sistema de bateria 2900 que fornece energia elétrica para e recebe energia elétrica a partir do motor/gerador de um veículo capaz de ser movido à energia elétrica. O Sistema de bateria 25 2900 inclui múltiplos conjuntos de baterias 2805. O número de conjuntos de baterias pode ser aproximadamente cinco, e de preferência, dez. Cada conjunto de bateria 2805 inclui uma pluralidade de células 300, de preferência em uma faixa

entre 8 e 15 conjuntos, e, de preferência, dez conjuntos. As células 300 de cada conjunto de bateria 2805 estão eletricamente conectadas em série. Além disso, os múltiplos conjuntos de baterias 2805 estão eletricamente conectados em

5 série.

Cada conjunto de bateria 2805 é disposto em um respectivo alojamento do conjunto de baterias 2305. O veículo é equipado com um compartimento que contém os múltiplos conjuntos de baterias e seus alojamentos. O

10 compartimento facilita a conexão elétrica com o motor/gerador. O alojamento do conjunto de baterias 2305 para cada conjunto de baterias 2805 é substancialmente vedado em relação ao ambiente (ex., à prova d'água) exceto que as aberturas são providas através de cada conjunto de

15 baterias 2805 em uma região próxima aos seus respectivos terminais. As aberturas dos alojamentos de conjuntos de bateria adjacentes 2305 são interconectadas por dutos para facilitar a circulação de um fluido de resfriamento, tal como ar, ao longo do sistema de bateria 2900.

20 O compartimento que contém o sistema de bateria 2900 pode ter forma e tamanho que se adaptem parcialmente sob o assento traseiro do passageiro do veículo e parcialmente em um compartimento de bagagem do veículo. Como alternativa, o compartimento pode ter forma e

25 tamanho que se adaptem sob o piso do veículo.

Na Figura 29, um fluído térmico, como ar, é impulsionado através do sistema de bateria 2900 por uma bomba 2905. A bomba 2905 impulsiona o

fluído térmico através do sistema 2900 nas direções designadas pelas setas de fluxo 2910. Conforme ilustrado pelas setas de fluxo, a bomba 2905 direciona o fluído térmico por meio de uma unidade de processamento térmico 2915 antes de ser fornecido a uma entrada 2927 de um duto central 2930 para distribuição às outras porções do sistema 2900. A unidade de processamento térmico 2915 pode incluir um condensador 2920 para resfriar o fluído térmico e um aquecedor 2925 para aquecer o fluído térmico. O condensador 2920 é ativado quando a temperatura do sistema de bateria 2900 excede um limiar pré-determinado. De forma semelhante, o aquecedor 2925 é ativado quando a temperatura do sistema de bateria 2900 estiver abaixo de um limiar pré-determinado.

Conforme o fluído térmico circula pelo duto central 2930, ele aquece ou esfria as porções terminais de cada conjunto de bateria 2805 próxima ao duto central 2930. Ao alcançar uma porção de extremidade 2940 do duto, o fluído térmico é direcionado para os dutos exteriores 2910, 2940 do sistema de bateria 2900. Isso permite ao fluído térmico aquecer ou resfriar as porções terminais de cada conjunto de baterias 2805 próximas aos dutos exteriores do sistema de bateria 2900. As células de bateria 300 dentro sistema de bateria 2900 operam assim em um ambiente controlado no qual a temperatura é mantida em um nível ideal. Um pouco do fluído térmico pode ser canalizado a partir dos dutos do sistema de bateria 2900 para o compartimento do passageiro do veículo. Dessa maneira, o calor gerado pelo sistema de bateria 2900 é usado para

aquecer o compartimento interior do passageiro do veículo. A quantidade de fluído térmico canalizado a partir dos dutos do sistema de bateria 2900 pode ser controlada por um indivíduo dentro do compartimento do passageiro para regular a temperatura do compartimento.

As Figuras de 30 a 34 ilustram vantagens associadas ao fornecimento de conexões ao ânodo e ao cátodo de um núcleo enrolado nas extremidades opostas do núcleo. Para comparação, a Figura 30 mostra uma bateria 3000 contendo um núcleo 3005, um conector de ânodo 3010, e um conector de cátodo 3115. O conector de ânodo 3010 e o conector de cátodo 3015 estão posicionados no mesmo lado do núcleo 3005. A distribuição de corrente no núcleo 3005 durante a operação é indicada pelo sombreamento. Conforme mostrado, há uma densidade de corrente substancial próxima aos conectores 3010 e 3015. Áreas de alta densidade de corrente estão associadas a temperaturas elevadas de acordo com a lei de Ohm. Consequentemente, as áreas próximas aos conectores 3010 e 3015 ficam quentes durante a operação e degradam o desempenho da bateria. A longevidade da bateria 3000 é também afetada.

A Figura 31 mostra uma bateria 3100 contendo um núcleo enrolado 3105, um conector de ânodo 3110, e um conector de cátodo 3115. O conector de ânodo 3110 e o conector de cátodo 3115 estão dispostos em lados opostos do núcleo enrolado 3105. O núcleo 3105 possui um comprimento 3120 e uma largura 3125. O conector de ânodo 3110 possui uma largura 3130 enquanto o conector de cátodo 3115 possui uma

largura 3135. Embora as larguras 3130 e 3135 sejam mostradas como menores do que a largura 1025, essas larguras podem ser estendidas de maneira que sejam substancialmente proporcionais à largura 3125 do núcleo 3105.

5 As dimensões mostradas na Figura 31 podem tomar diversas proporções. Por exemplo, a razão de comprimento 3120 com relação à largura 3125 pode ser aproximadamente entre 1,5 para 45, de preferência, aproximadamente entre 2,5 e 3,5. A razão da largura 3130 com
10 relação à largura 3135 pode ser aproximadamente entre 0,8 e 1,2, de preferência, entre 0,9 e 1. A razão da largura 3130 (bem como da largura 3135) com relação à largura 3125 pode ser aproximadamente entre 0,3 e 0,6, de preferência entre 0.4 e 0.5.

15 A Figura 32 ilustra uma situação na qual a largura 3130 e a largura 3135 são aproximadamente a mesma. Nessa situação, o campo elétrico 3200 forma um ângulo θ com relação a uma borda do núcleo 3105. O valor do ângulo θ é determinado por $\tan^{-1} ((W-a)/L)$,
20 onde W é a largura 3125, a é a largura 3130, e L é o comprimento 3120. Quando o ângulo θ for aproximadamente entre 0° e 20° a densidade da corrente pode ser otimizada. Isso ocorre quando $0 < (W-a)/L < 0.37$.

25 A Figura 33 ilustra a densidade da corrente no núcleo 3105 durante a operação. Conforme mostrado, a densidade da corrente não está concentrada em um lado do núcleo 3105 mas, ao invés disso, está distribuída em lados opostos próximos ao conector de ânodo 3110 e ao

conector de cátodo 3115. A densidade da corrente próxima ao meio do núcleo 3105 é reduzida em comparação à Figura 30. Consequentemente, a porção central do núcleo 3105 não está sujeita a elevações significativas de temperatura. Além disso, as variações de temperatura não estão concentradas em um único lado do núcleo 3105.

A Figura 34 é uma tabela que compara o desempenho de uma bateria construída de acordo com a Figura 30 (designada bateria A) versus uma bateria construída de acordo com a Figura 31 (designada bateria B). As colunas da Figura 34 correspondem aos valores a seguir:

- A coluna 3405 corresponde ao número de ciclos de descarga/recarga para cada bateria;
- A coluna 3410 corresponde à capacidade da bateria após o número de ciclos mostrado na coluna 3405;
- A coluna 3415 corresponde à razão da capacidade atual da bateria para a capacidade original da bateria após o número de ciclos mostrado na coluna 3405;
- A coluna 3420 corresponde à temperatura máxima próxima ao conector de ânodo que ocorre durante a operação da bateria após ter sido sujeita ao número de ciclos mostrado na coluna 3405;
- A coluna 3425 corresponde à temperatura máxima próxima ao conector de cátodo que ocorre durante a operação da bateria após ter sido sujeita ao número de ciclos mostrado na coluna 3405; e
- A coluna 3430 corresponde à temperatura máxima próxima ao centro do núcleo que ocorre durante a operação da bateria

após ter sido sujeita ao número de ciclos mostrado na coluna 3405.

Conforme mostrado, há diferenças significativas entre os parâmetros de desempenho da bateria A e da bateria B. As diferenças de desempenho se tornam cada vez mais evidentes conforme a bateria passa por mais ciclos de carga/recarga. Consequentemente, o desempenho da bateria B é melhor do que o da bateria A com o passar do tempo e a bateria B tem maior longevidade.

Embora diversas configurações da invenção tenham sido descritas, ficará aparente àqueles de habilidade comum na técnica que muito mais configurações e implementações são possíveis dentro do objetivo da invenção. Assim sendo, a invenção não deve ser restrita com excessão em face das reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", caracterizada por compreender: um núcleo (200) compreendendo uma placa catódica, uma placa anódica e
5 uma placa separadora; um cofre retangular com um primeiro e um segundo terminal aberto, o cofre sendo dimensionado para acomodar o núcleo adequadamente; uma primeira tampa de terminal configurada para fechar o primeiro terminal aberto; um terminal anódico se estendendo através da primeira tampa
10 de terminal de uma porção interior da célula eletroquímica de armazenagem para uma porção externa dela; uma primeira gaxeta (1405) presa dentro do cofre retangular ao longo da porção central do primeiro terminal aberto e entre a primeira tampa de terminal e o núcleo (200), com a primeira gaxeta separando
15 adequadamente o núcleo da primeira tampa de terminal; uma segunda tampa de terminal configurada para fechar o segundo terminal aberto; um terminal catódico se estendendo através da segunda tampa de terminal de uma porção interior da célula eletroquímica de armazenagem para uma porção externa dela;
20 uma segunda gaxeta (1405) presa dentro do cofre retangular ao longo da porção central do segundo terminal aberto e entre a segunda tampa de terminal e o núcleo (200), com a segunda gaxeta (1405) separando adequadamente o núcleo (200) da segunda tampa de terminal; e onde a primeira e a segunda gaxetas incluem ao menos uma
25 abertura cada uma, com cada abertura definida por dois elementos contornados da gaxeta dispostos em cada lado da abertura, e cada elemento contornado tendo uma superfície arredondada de frente ao núcleo, e uma superfície planar oposta à superfície arredondada,

com ao menos um elemento contornado disposto entre o núcleo e os terminais catodo e anodo correspondentes, assim impedindo que os terminais catodo e anodo correspondentes entrem em contato com o núcleo, em que as aberturas são configuradas para receber coletores de corrente catodos e anodos em sua extensão.

2. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 1, caracterizada por o cofre e as tampas terminais correspondentes serem de metal, com as tampas de terminal configuradas para facilitar a proteção do núcleo (200) e a transferência de calor para dentro e para fora da célula (300), (300a) ou (300b).

3. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 1, caracterizada por cada gaxeta ser formada de um material termoplástico que é fundido termicamente para facilitar a vedação da tampa de terminal correspondente.

4. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 1, caracterizada por a tampa do terminal e a primeira gaxeta (1405) definirem uma câmara de conexão na qual o núcleo (200) é conectado ao terminal anódico.

5. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 4, caracterizada por a conexão entre o núcleo (200) e o terminal anódico compreenderem um condutor flexível.

6. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE

ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 5, caracterizada por o condutor resistente ser dimensionado para ter contato com as paredes laterais isoladas da câmara de conexão a fim de inibir o movimento do condutor resistente dentro da câmara de conexão.

7. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com reivindicação número 1, caracterizada por a tampa do terminal e a segunda gaxeta (1405) definem uma câmara de conexão na qual o núcleo seja conectado ao terminal catódico.

8. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 7, caracterizada por a conexão entre o núcleo (200) e o terminal catódico compreende um condutor flexível.

9. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 8, caracterizada por o condutor flexível ser dimensionado para ter contato com as paredes laterais isoladas da câmara de conexão a fim de inibir o movimento do condutor flexível dentro da câmara de conexão.

10. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 1, caracterizada por o núcleo compreender um núcleo de bobina.

11. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 1, caracterizada por o núcleo compreender um núcleo de planar.

12. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", caracterizada por compreender: um núcleo (200) compreendendo uma placa catódica, uma placa anódica e uma placa separadora; um cofre com um primeiro e um segundo terminal aberto, o cofre sendo dimensionado para acomodar o núcleo adequadamente; uma primeira tampa de terminal configurada para fechar o primeiro terminal aberto; um terminal anódico se estendendo através da primeira tampa de terminal de uma porção interior da célula eletroquímica de armazenagem para uma porção externa dela; uma primeira gaxeta (1405) presa dentro do cofre ao longo da porção central do primeiro terminal aberto e entre a primeira tampa de terminal e o núcleo (200), com a primeira gaxeta separando com resiliência o núcleo da primeira tampa de terminal, onde a primeira gaxeta (1405) inclua um membro de proteção alinhado com o terminal anódico a fim de evitar que o terminal anódico seja forçado no contato com o núcleo; uma segunda tampa de terminal configurada para fechar o segundo terminal aberto; um terminal catódico se estendendo através da segunda tampa de terminal de uma porção interior da célula (300), (300a) ou (300b) eletroquímica de armazenagem para uma porção externa dela; uma segunda gaxeta (1405) presa dentro do cofre ao longo da porção central do primeiro terminal aberto e entre a segunda tampa de terminal e o núcleo, com a segunda gaxeta separando com resiliência o núcleo da segunda tampa de terminal, onde a segunda gaxeta (1405) inclua um membro de proteção alinhado com o terminal catódico a fim de evitar que o terminal catódico seja forçado no contato com o núcleo

(200); e onde a primeira e a segunda gaxetas incluem ao menos uma abertura cada uma, com cada abertura definida por dois elementos contornados da gaxeta dispostos em cada lado da abertura, e cada elemento contornado tendo uma superfície arredondada de frente ao núcleo, e uma superfície planar oposta à superfície arredondada, com ao menos um elemento contornado disposto entre o núcleo e os terminais catodo e anodo correspondentes, assim impedindo que os terminais catodo e anodo correspondentes entrem em contato com o núcleo, em que as aberturas são configuradas para receber coletores de corrente catodos e anodos em sua extensão.

13. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 12, caracterizada por o terminal anódico se estender através do primeiro terminal em uma posição que seja afastada de uma linha central do cofre, onde a linha central se estenda entre o primeiro e o segundo terminal aberto.

14. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 12, caracterizada por o terminal catódico se estender através do segundo terminal em uma posição que seja afastada de uma linha central do cofre, onde a linha central se estenda entre o primeiro e o segundo terminal aberto.

15. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 13, caracterizada por a primeira tampa de terminal e a primeira gaxeta (1405) definirem uma câmara de conexão anódica, onde o terminal anódico termine em uma posição dentro da câmara de conexão anódica que seja afastado da linha central do cofre,

e onde o membro de proteção da primeira gaxeta (1405) compreende uma parede que seja alinhada entre a posição final do terminal anódico e o núcleo.

16. "CÉLULA ELETROQUÍMICA DE
5 ARMAZENAMENTO", de acordo com a reivindicação número 14, caracterizada por a segunda tampa de terminal e a segunda gaxeta (1405) definirem uma câmara de conexão catódica, onde o terminal catódico termine em uma posição dentro da câmara de conexão catódica que seja afastado da linha central do
10 cofre, e onde o membro de proteção da segunda gaxeta (1405) compreende uma parede que seja alinhada entre a posição final do terminal anódico e o núcleo (300), (300a) ou (300b).

17. "SISTEMA DE BATERIA PARA UM
VEÍCULO MOVIDO A ENERGIA ELÉTRICA", caracterizado por
15 compreender: diversas baterias conectadas eletricamente em série umas com as outras, onde cada bateria inclua diversas células (300), (300a) ou (300b) eletroquímicas conectadas eletricamente em série umas com as outras e dispostas em uma relação lado-a-lado, onde cada célula (300), (300a) ou (300b)
20 eletroquímica compreende ainda: um núcleo (200) compreendendo uma placa catódica, uma placa anódica e uma placa separadora; um cofre retangular com um primeiro e um segundo terminal aberto, o cofre sendo dimensionado para acomodar o núcleo (200) adequadamente; uma primeira tampa de terminal
25 configurada para fechar o primeiro terminal aberto; um terminal anódico se estendendo através da primeira tampa de terminal de uma porção interior da célula (300), (300a) ou (300b) eletroquímica de armazenagem para uma porção externa

dela; uma primeira gaxeta (1405) presa dentro do cofre retangular ao longo da porção central do primeiro terminal aberto e entre a primeira tampa de terminal e o núcleo, com a primeira gaxeta (1405) separando o núcleo (200) da primeira
5 tampa de terminal de maneira resiliente; uma segunda tampa de terminal configurada para fechar o segundo terminal aberto; um terminal catódico se estendendo através da segunda tampa de terminal de uma porção interior da célula (300), (300a) ou (300b) eletroquímica de armazenagem para uma porção externa
10 dela; e uma segunda gaxeta (1405) presa dentro do cofre retangular ao longo da porção central do segundo terminal aberto e entre a segunda tampa de terminal e o núcleo (200), com a segunda gaxeta (1405) mantendo o núcleo separado da segunda tampa de terminal com resiliência; e onde a primeira e
15 a segunda gaxetas incluem ao menos uma abertura cada uma, com cada abertura definida por dois elementos contornados da gaxeta dispostos em cada lado da abertura, e cada elemento contornado tendo uma superfície arredondada de frente ao núcleo, e uma superfície planar oposta à superfície arredondada, com ao menos um elemento contornado disposto
20 entre o núcleo e os terminais catodo e anodo correspondentes, assim impedindo que os terminais catodo e anodo correspondentes entrem em contato com o núcleo, em que as aberturas são configuradas para receber coletores de corrente catodos e anodos em sua extensão.

18. "SISTEMA DE BATERIA PARA UM
25 VEÍCULO MOVIDO A ENERGIA ELÉTRICA", de acordo com a reivindicação número 17, caracterizado por a primeira gaxeta incluir um membro de proteção alinhado com o terminal anódico a fim de evitar que o terminal anódico seja forçado no contato

com o núcleo (200), e onde a segunda gaxeta (1405) incluía um membro de proteção alinhado com o terminal catódico a fim de evitar que o terminal catódico seja forçado no contato com o núcleo (200).

5 19. "SISTEMA DE BATERIA PARA UM
VEÍCULO MOVIDO A ENERGIA ELÉTRICA", de acordo com a
reivindicação número 17, caracterizado por o sistema de
bateria ser montado em um veículo e conectado para acionar um
motor elétrico que movimenta o veículo.

10 20. "SISTEMA DE BATERIA PARA UM
VEÍCULO MOVIDO A ENERGIA ELÉTRICA", de acordo com a
reivindicação número 1, caracterizado por as aberturas se
estreitarem da superfície arredondada de frente ao núcleo à
superfície planar oposta à superfície arredondada, guiando
15 assim os coletores de corrente catodo e anodo correspondentes
em sua extensão.



FIG.1

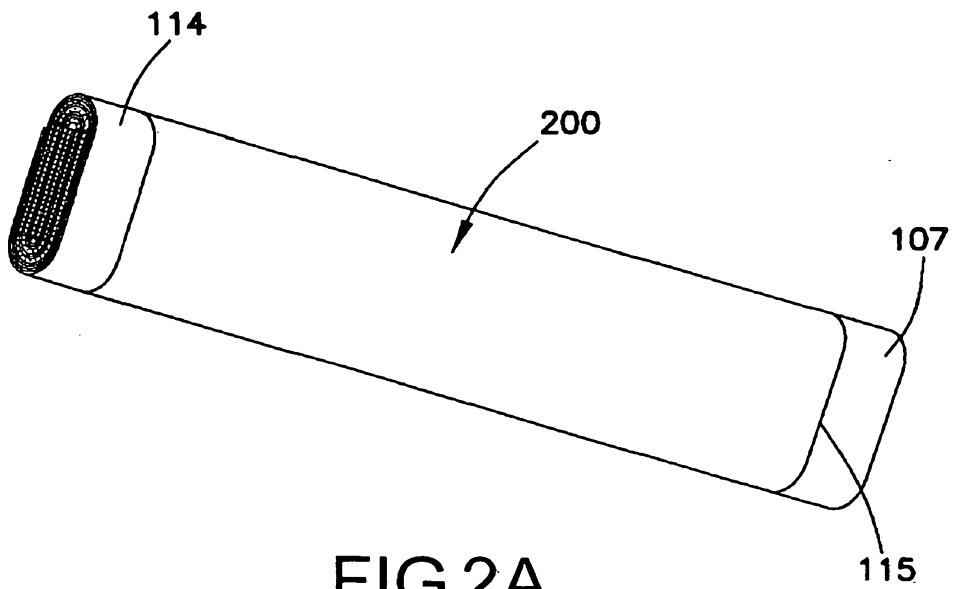
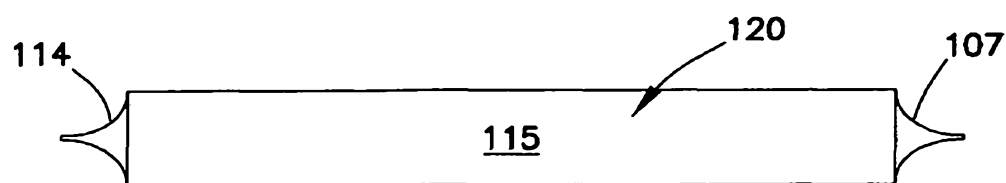
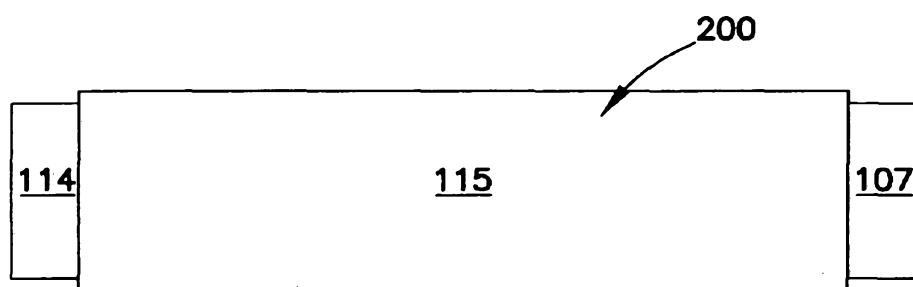
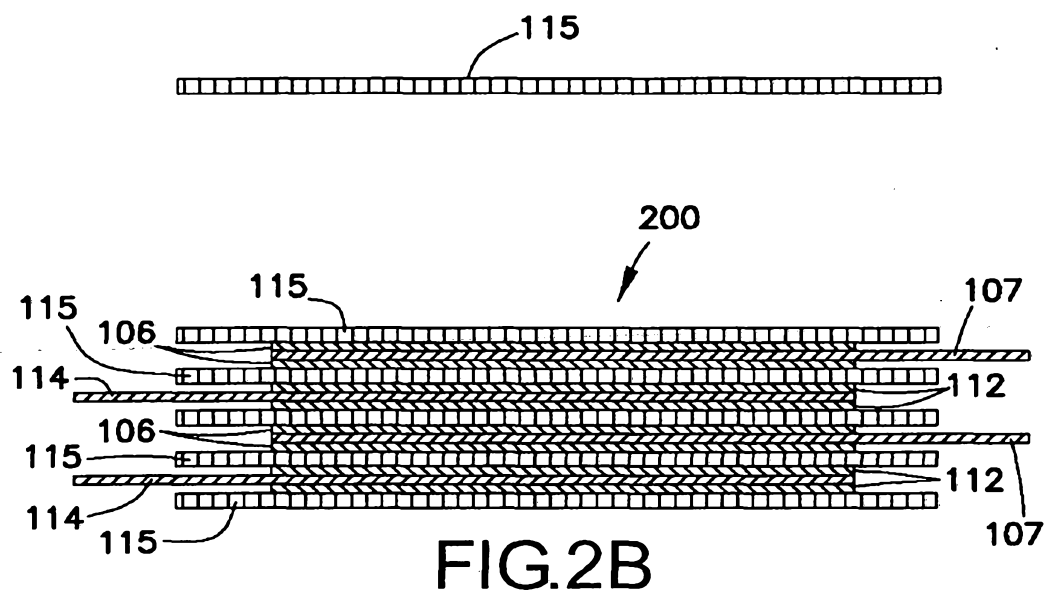


FIG.2A



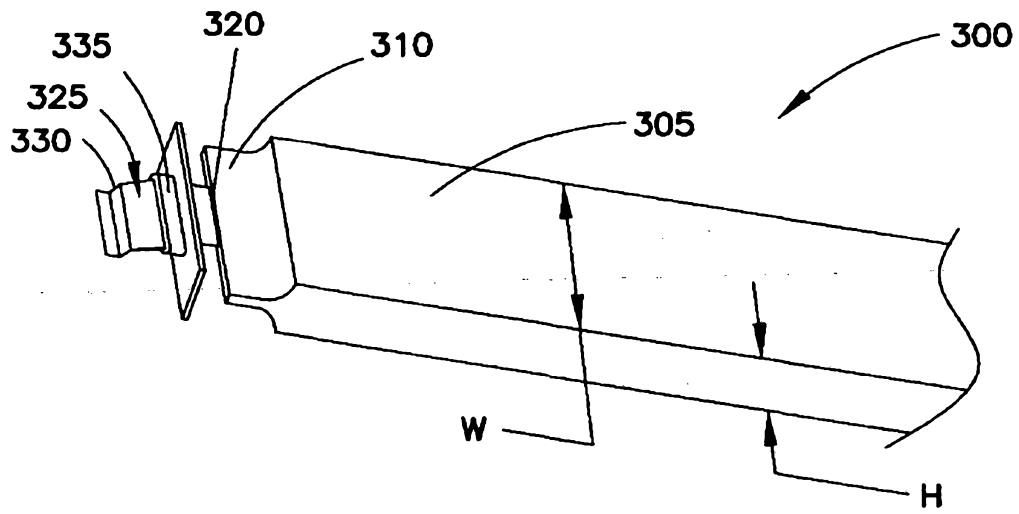


FIG.3

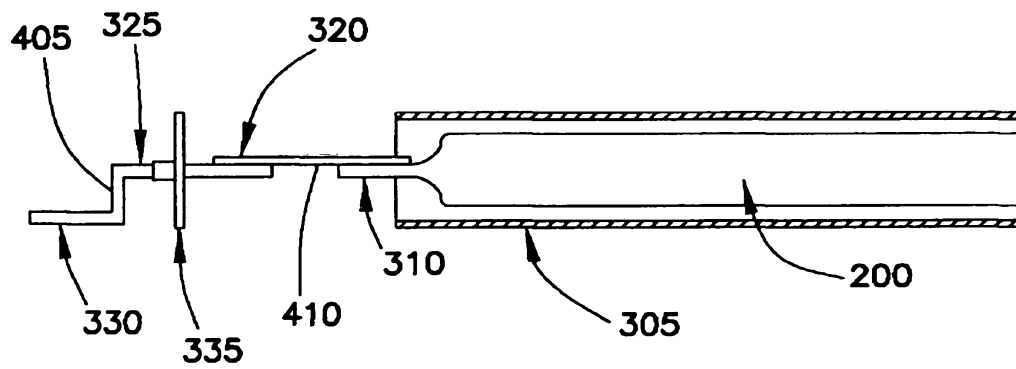


FIG.4

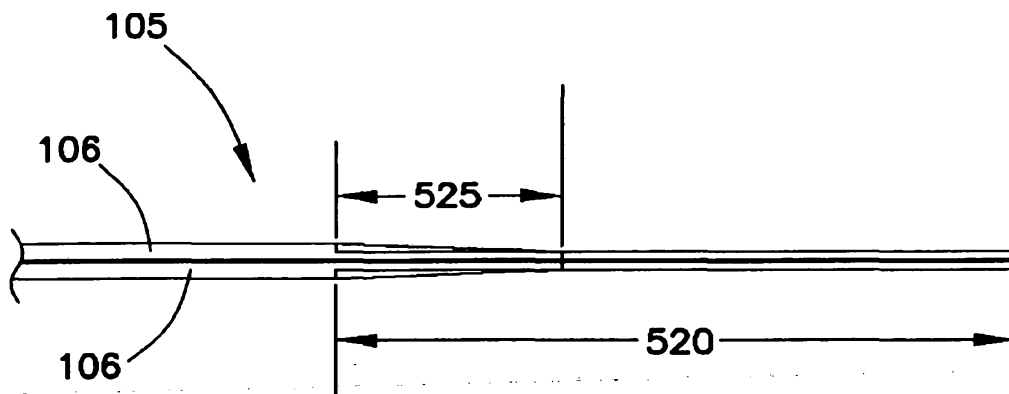


FIG. 5

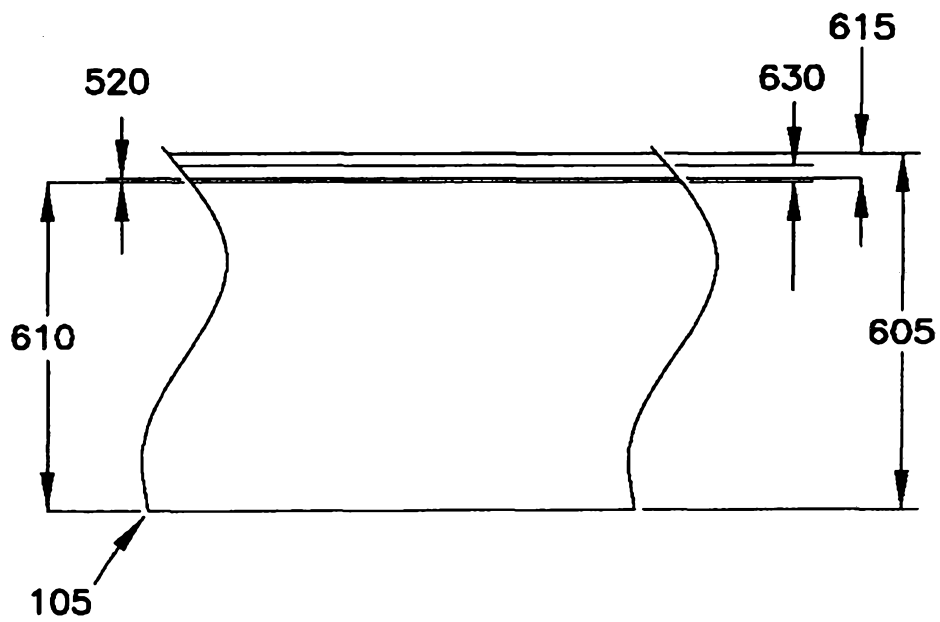


FIG. 6

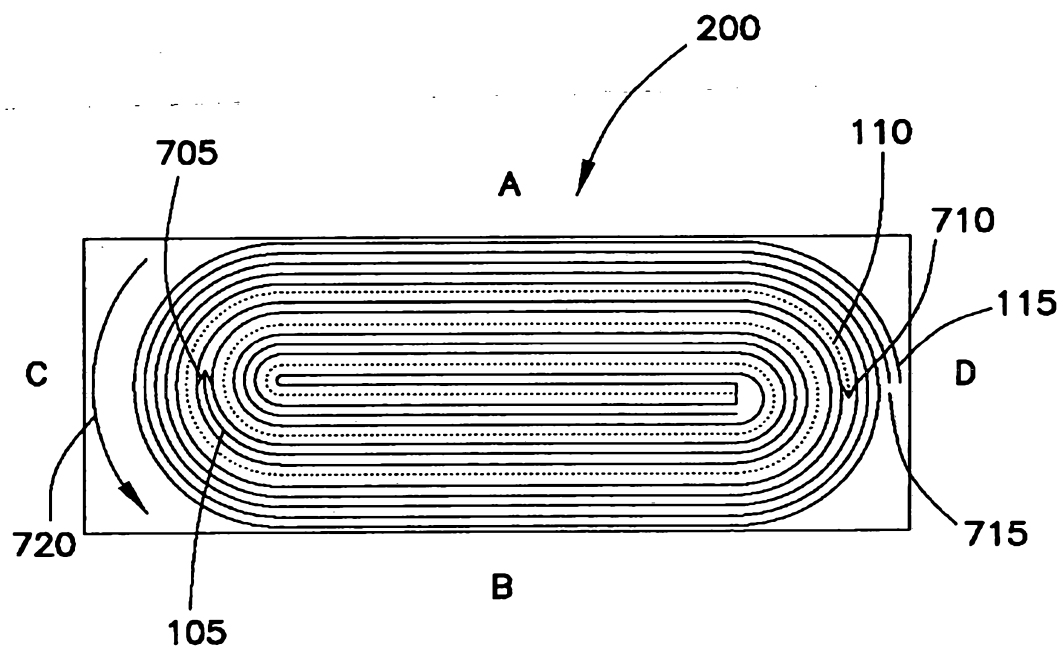


FIG. 7

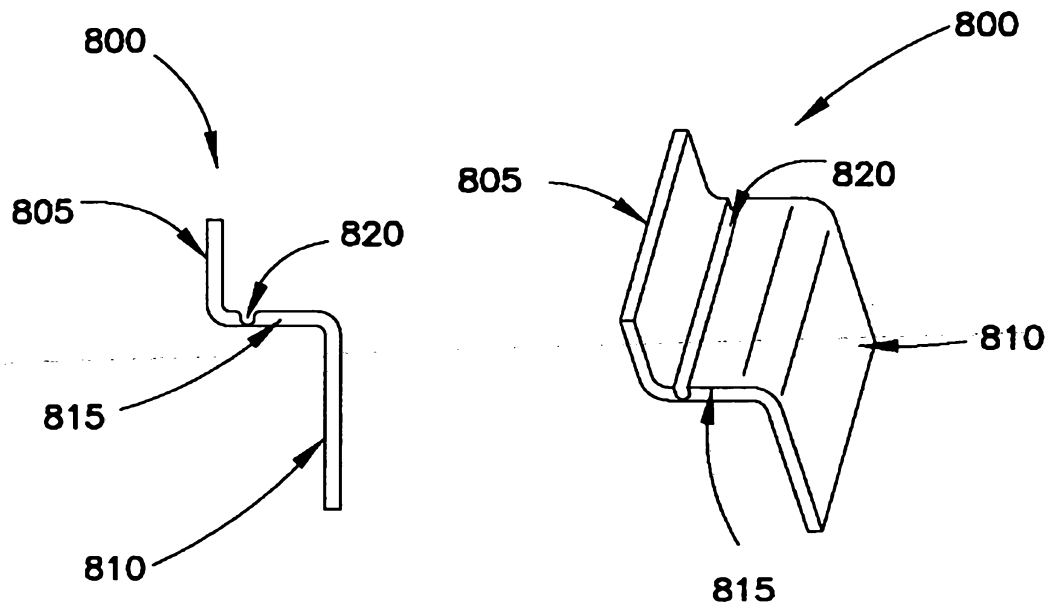


FIG. 8

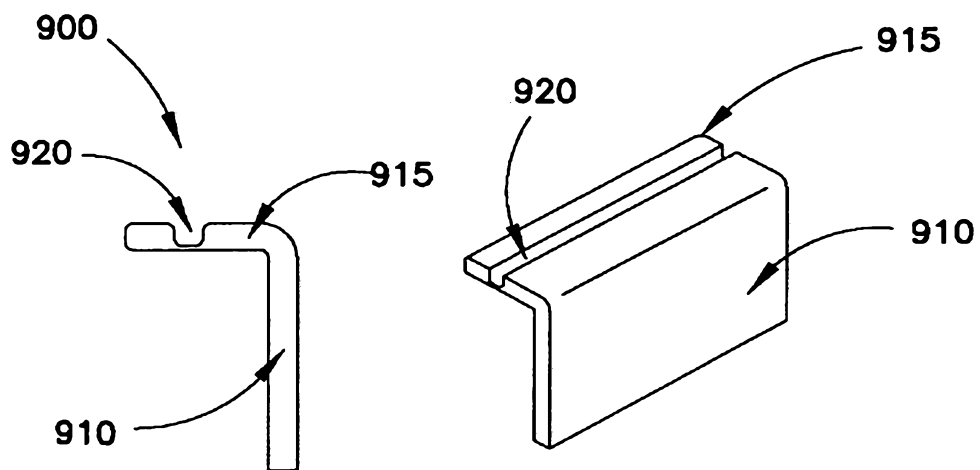


FIG. 9

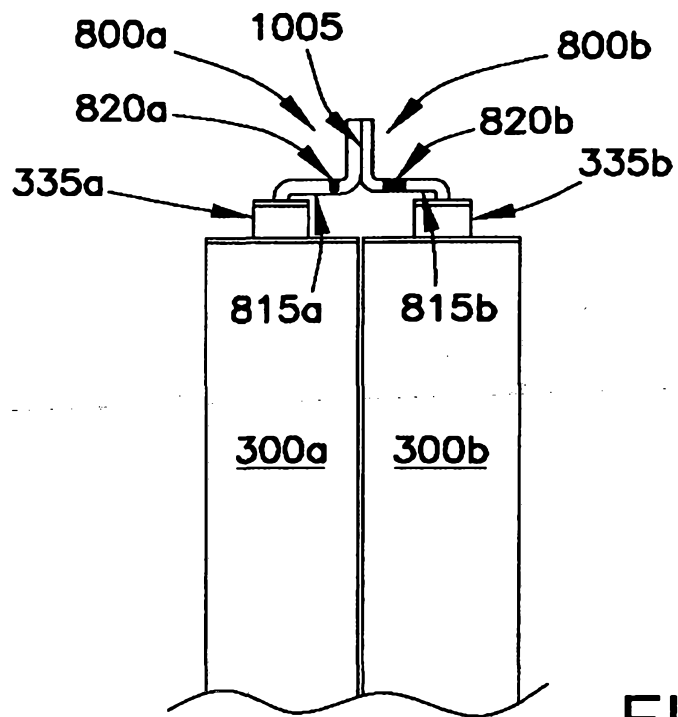


FIG. 10

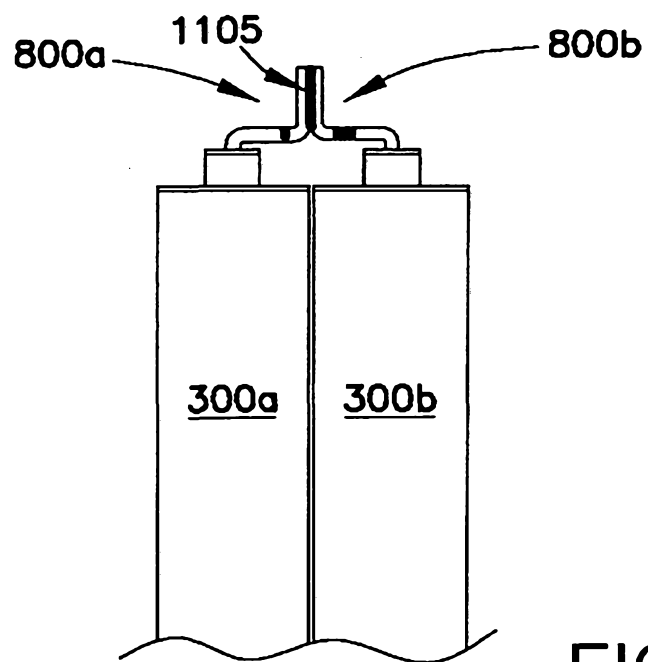


FIG. 11

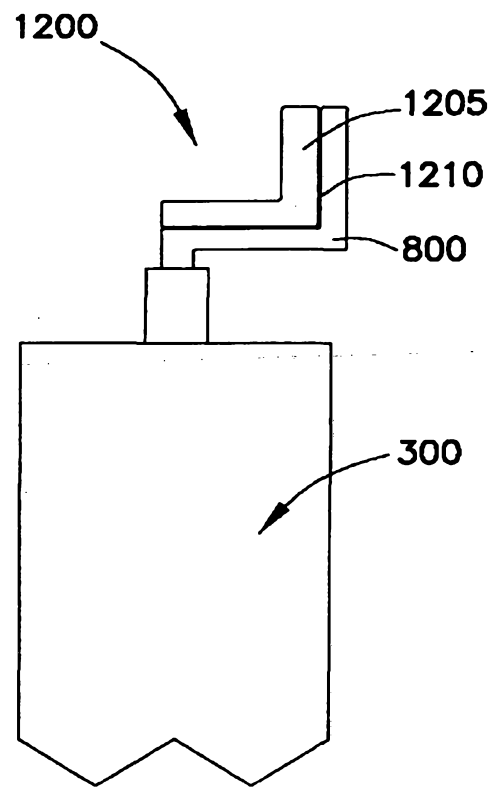


FIG. 12

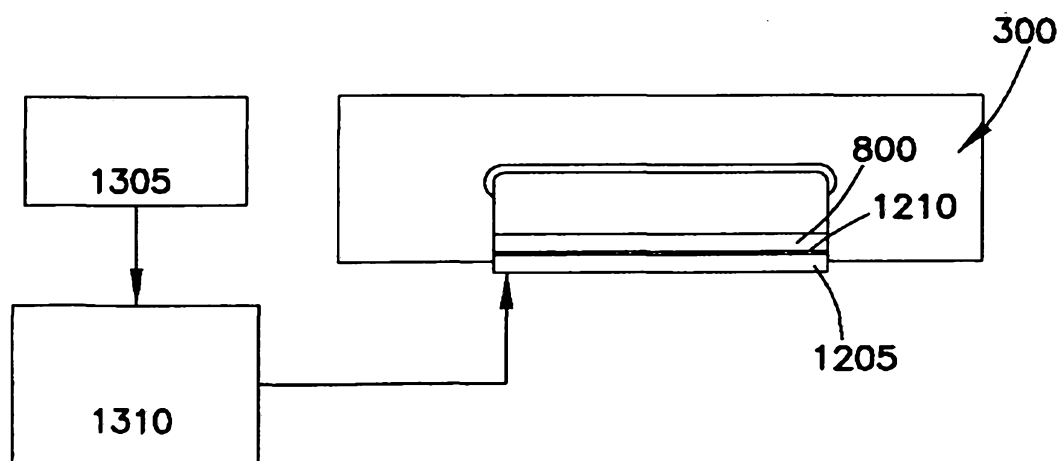


FIG. 13

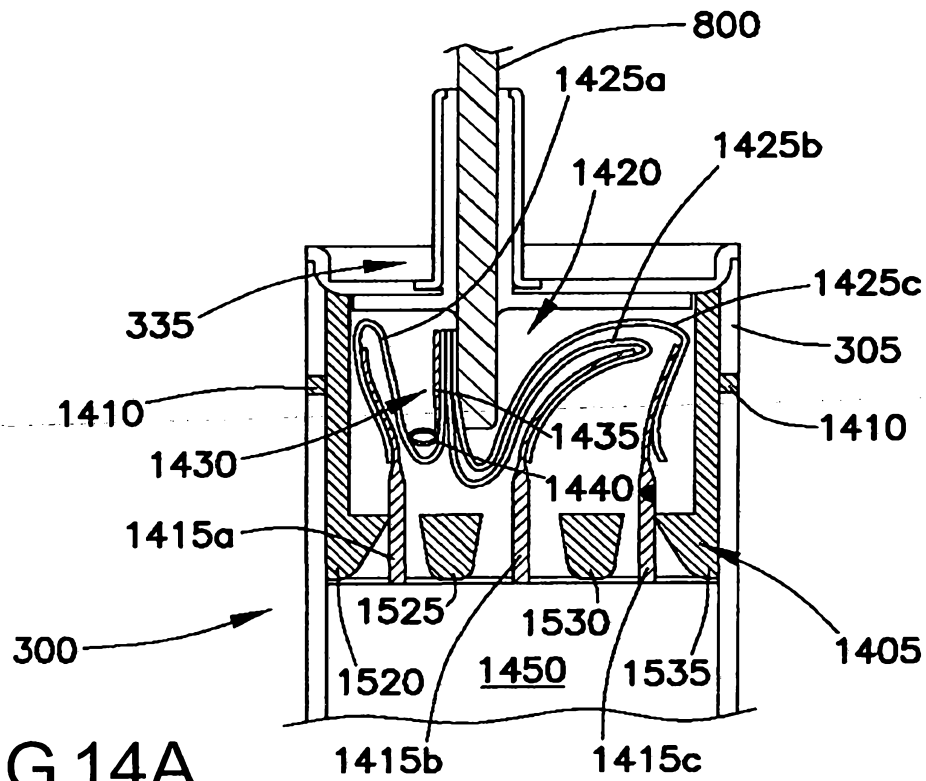


FIG. 14A

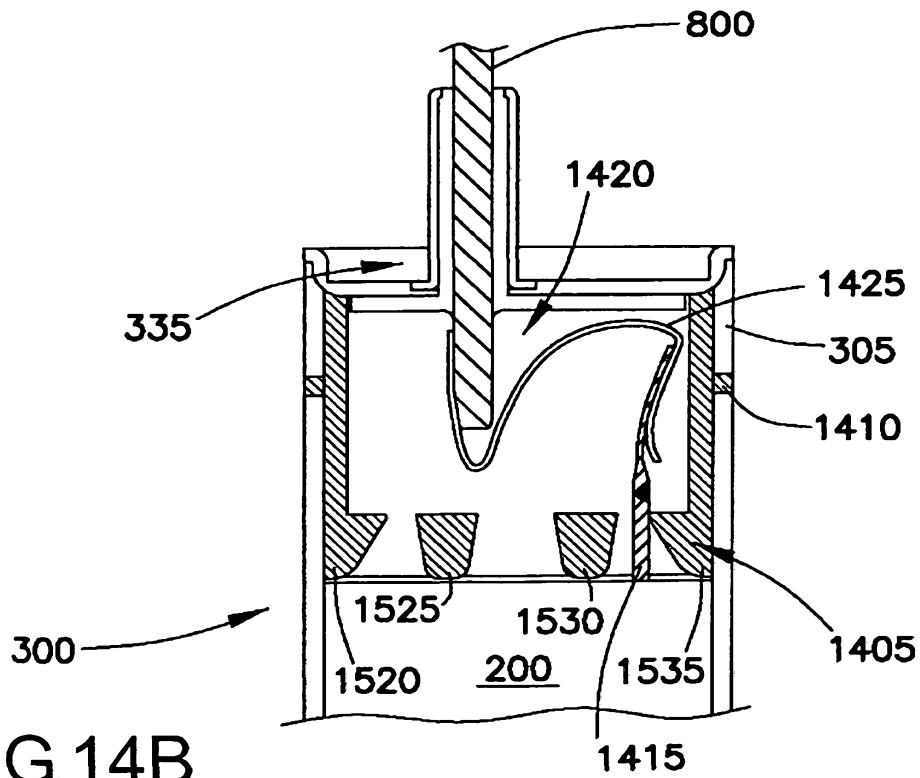


FIG. 14B

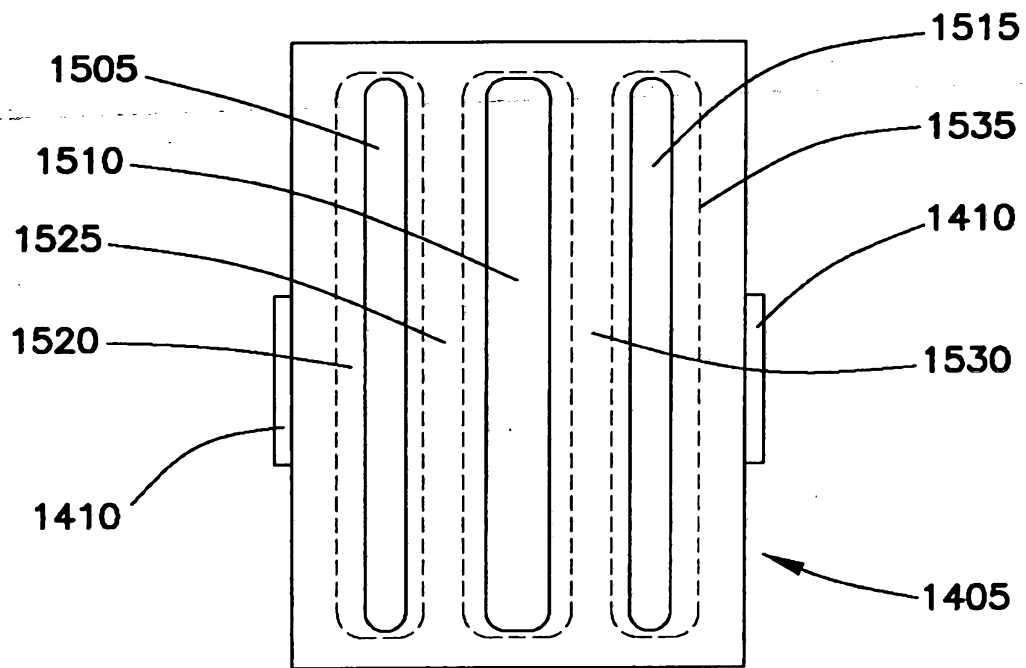


FIG.15

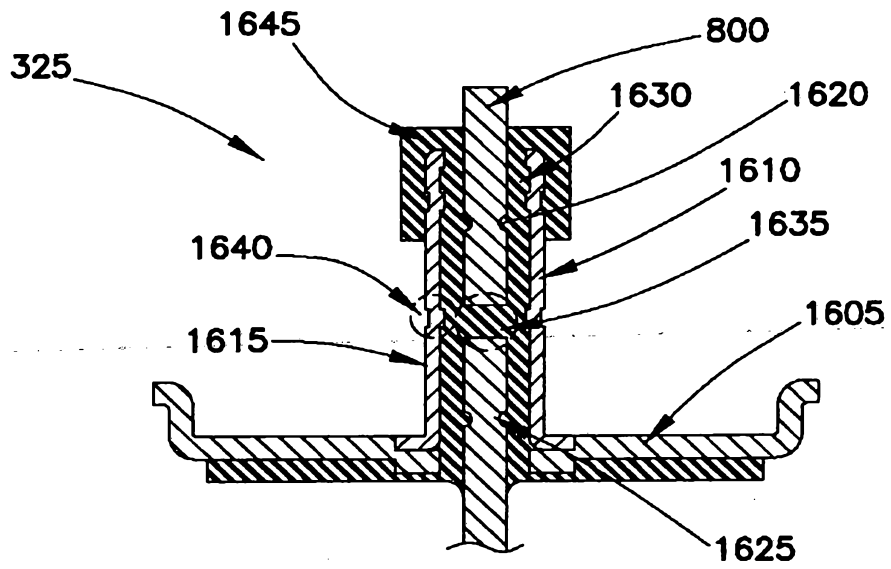


FIG. 16

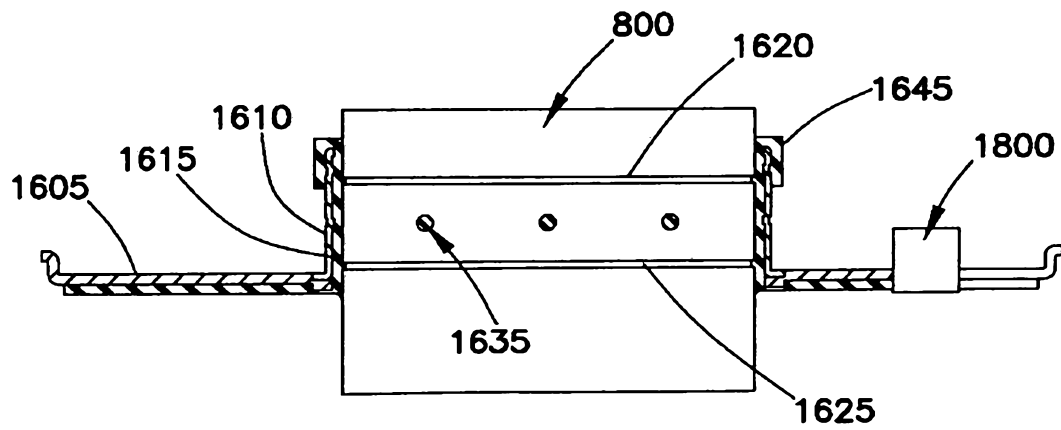
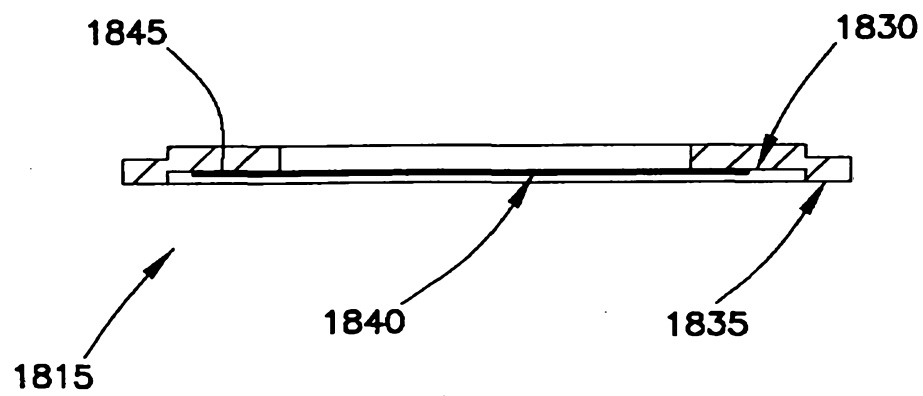
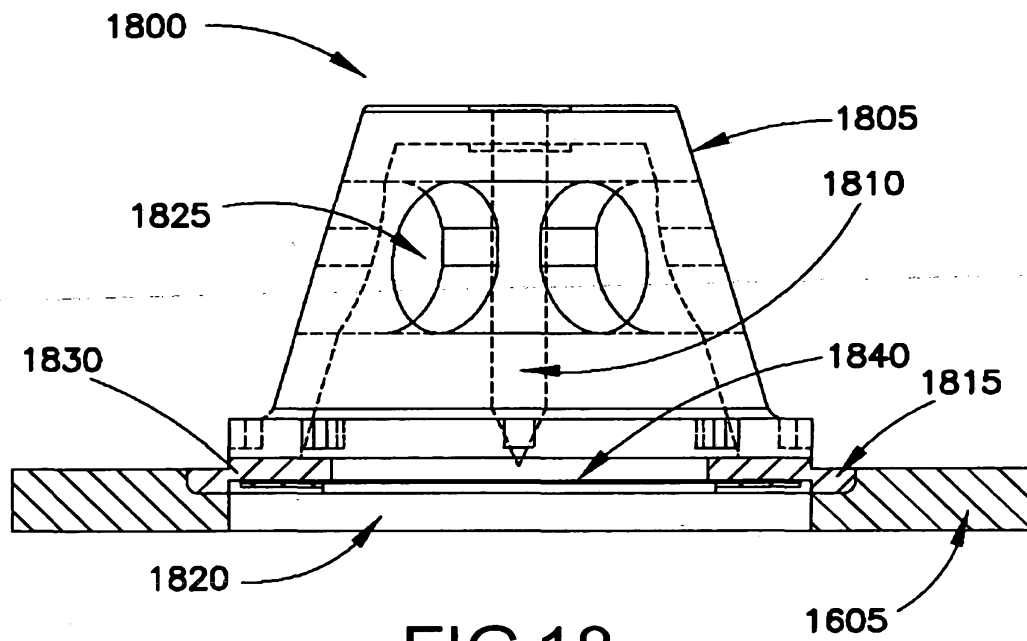


FIG. 17



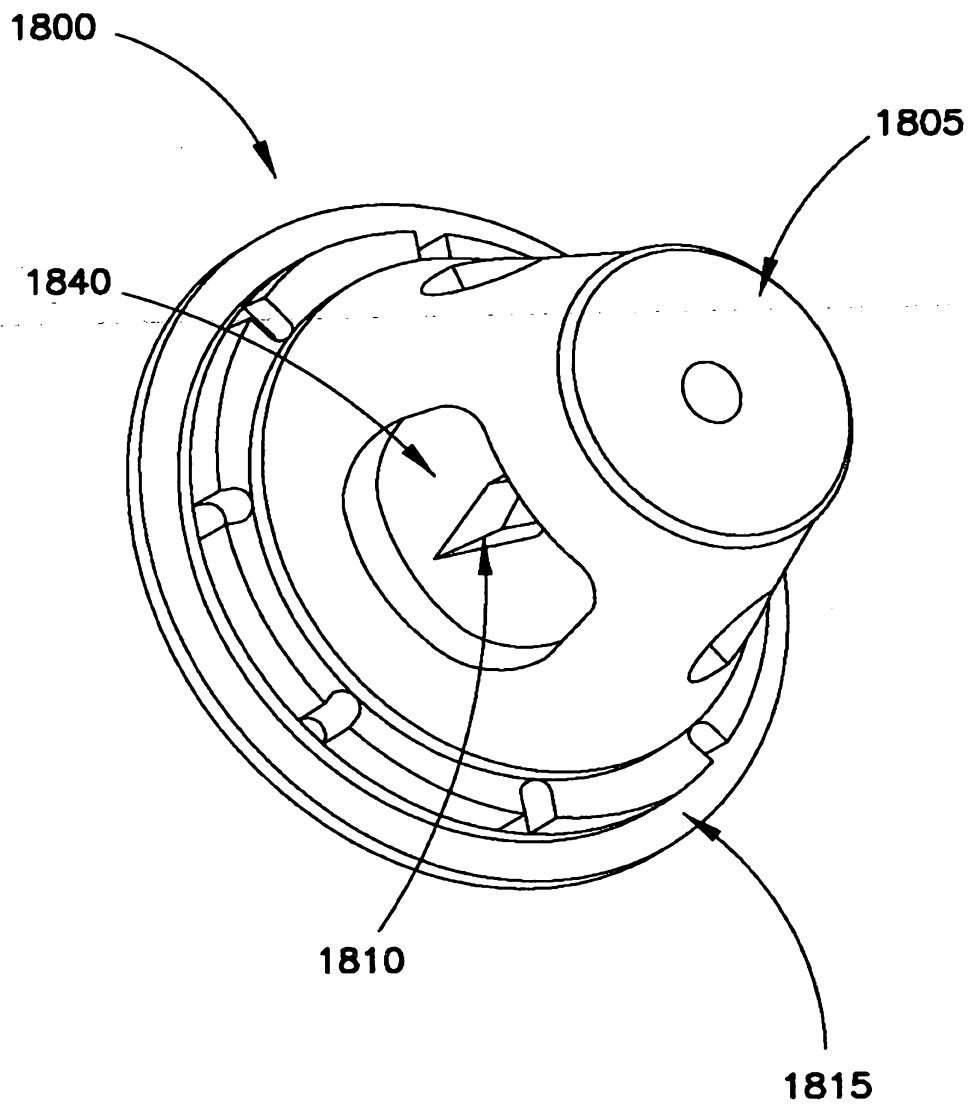


FIG. 20

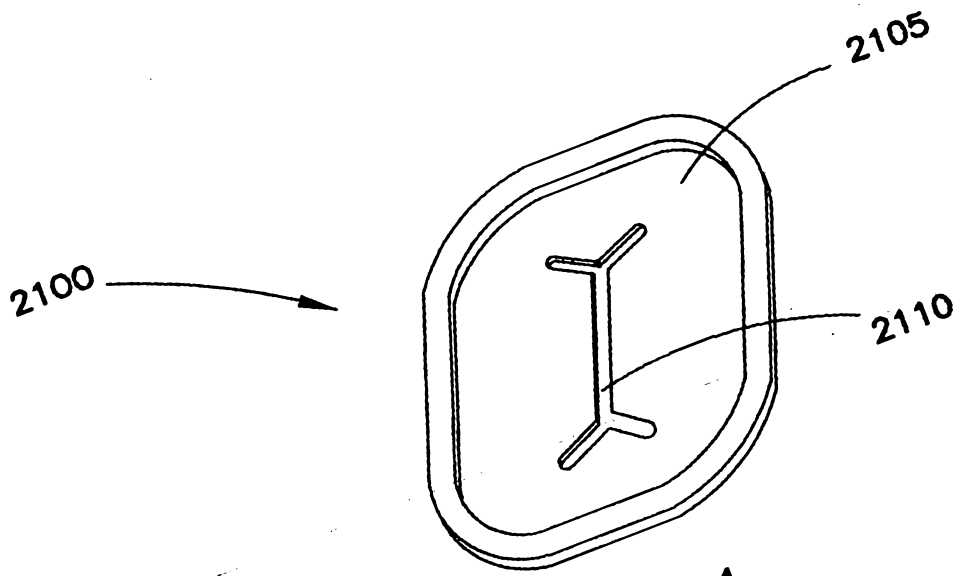


FIG. 21

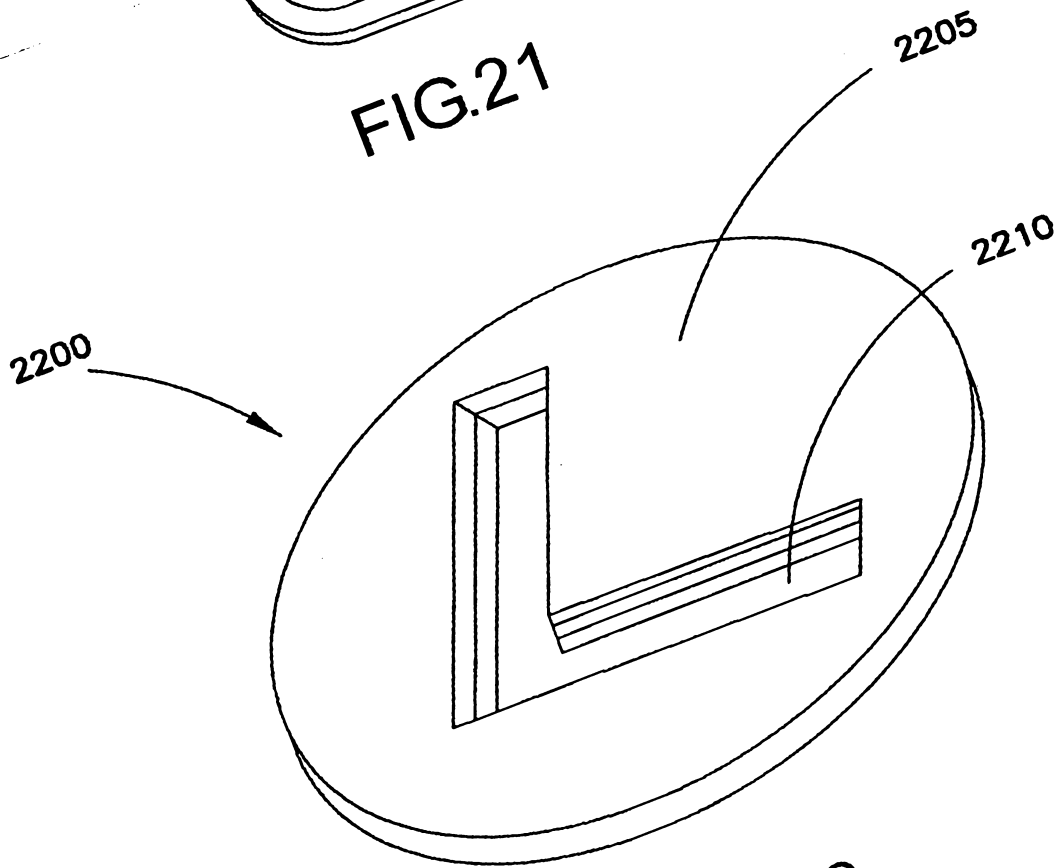


FIG. 22

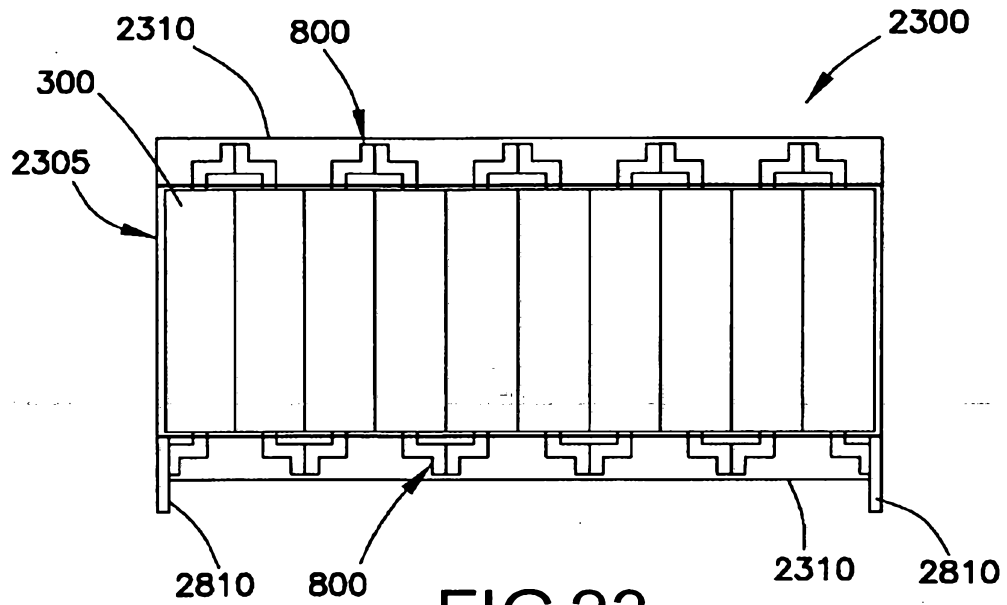


FIG. 23

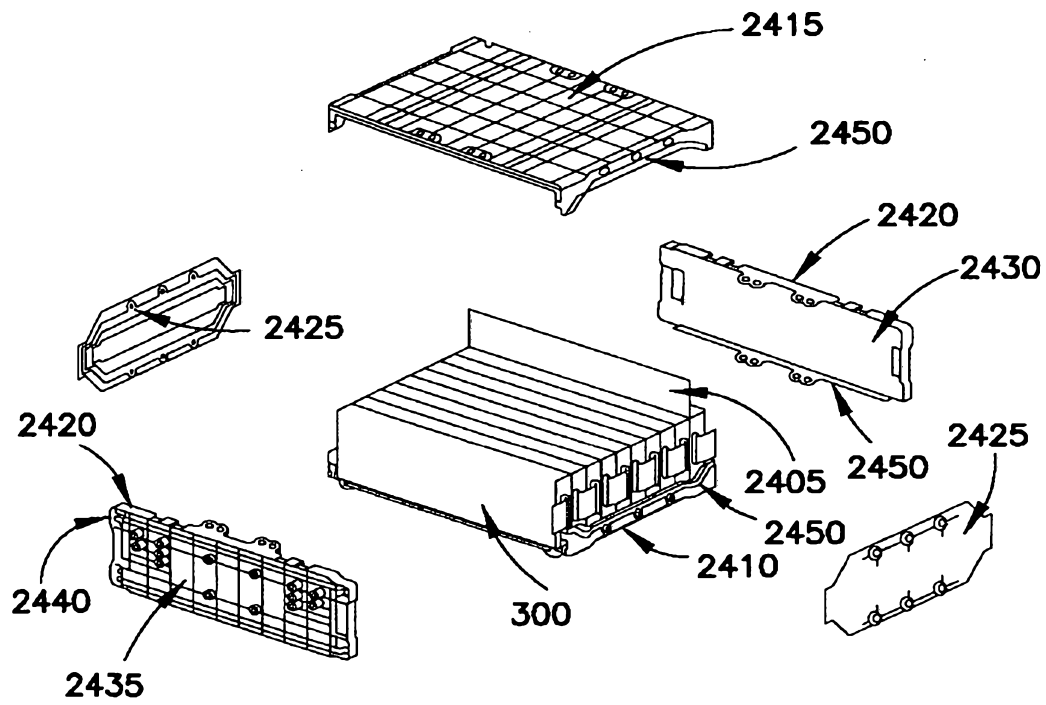


FIG. 24

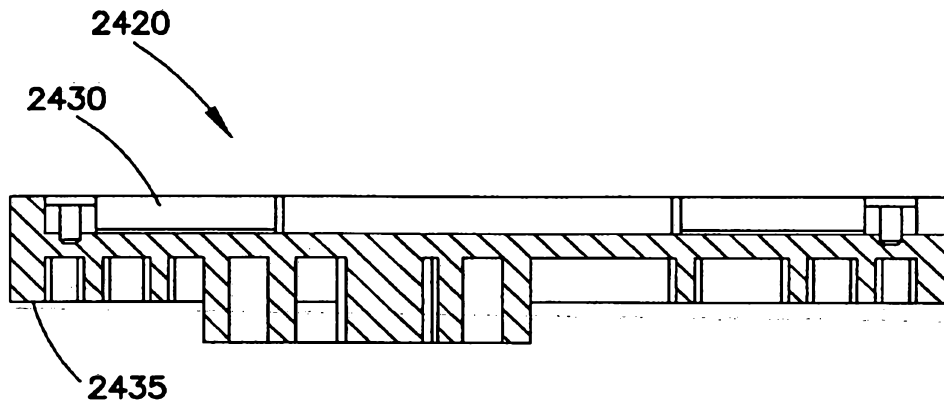


FIG.25

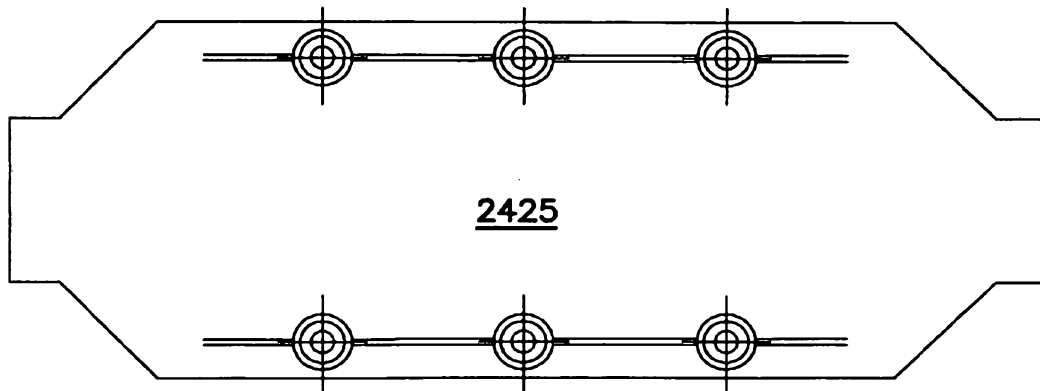


FIG.26

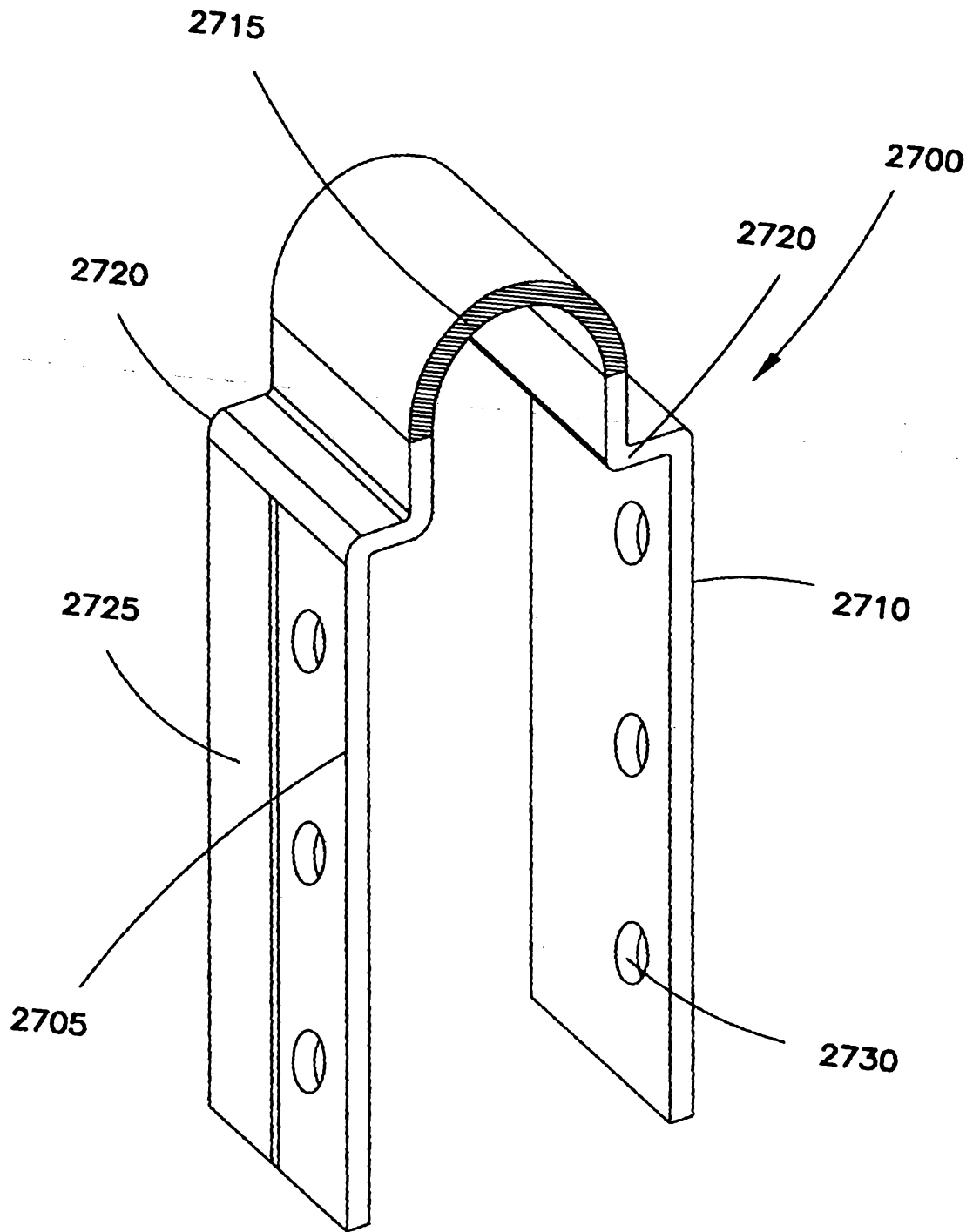


FIG. 27

18/45

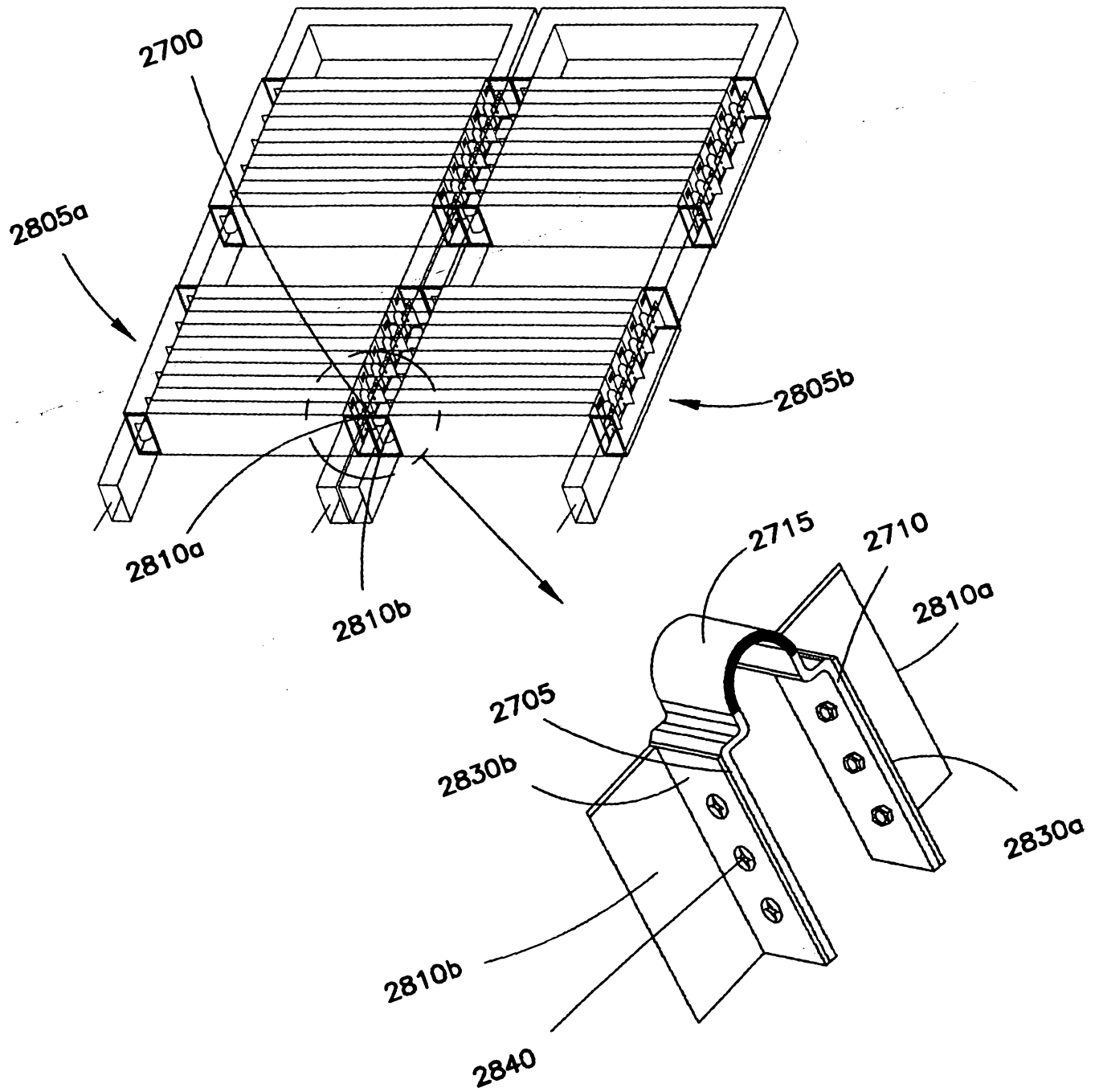


FIG.28

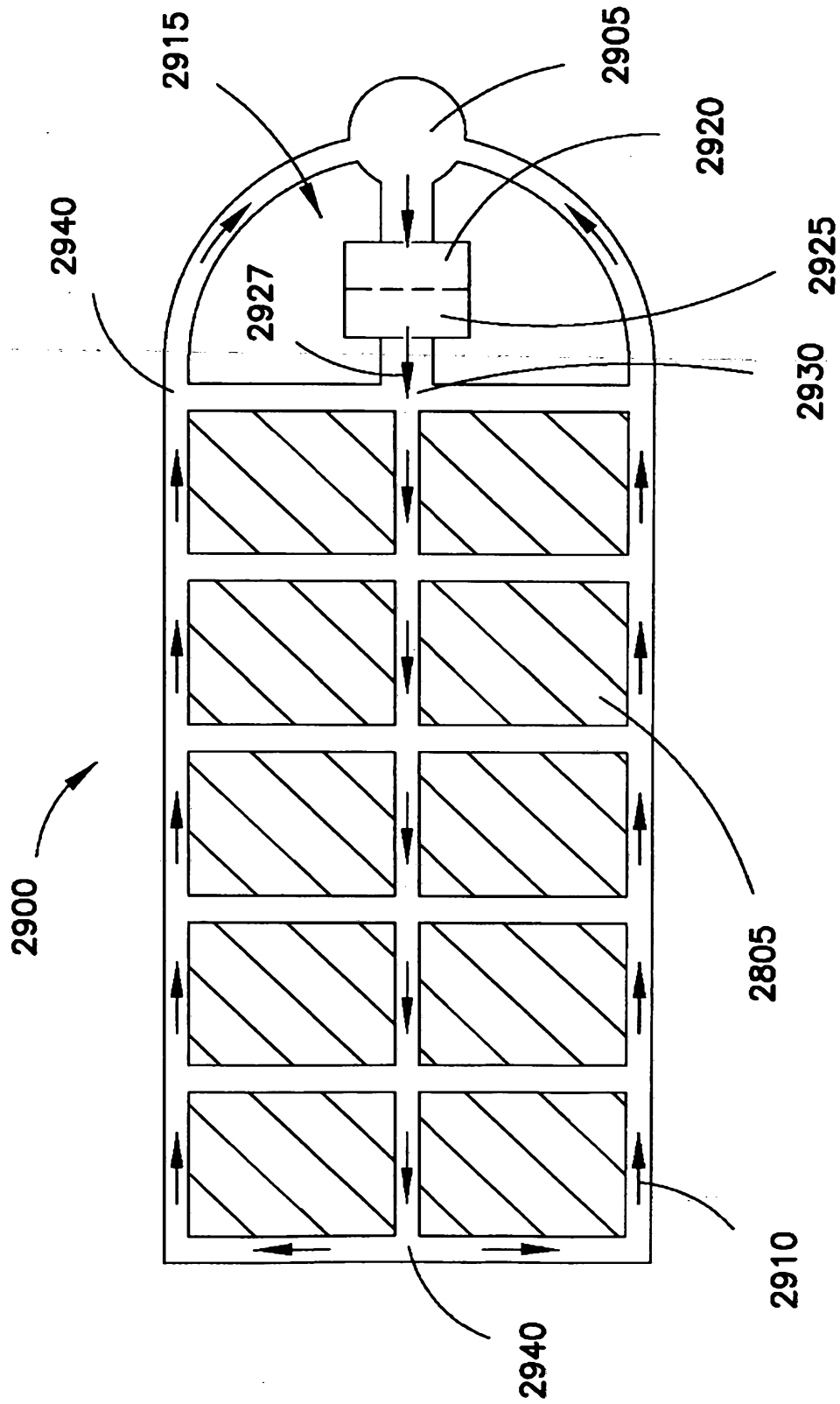


FIG.29

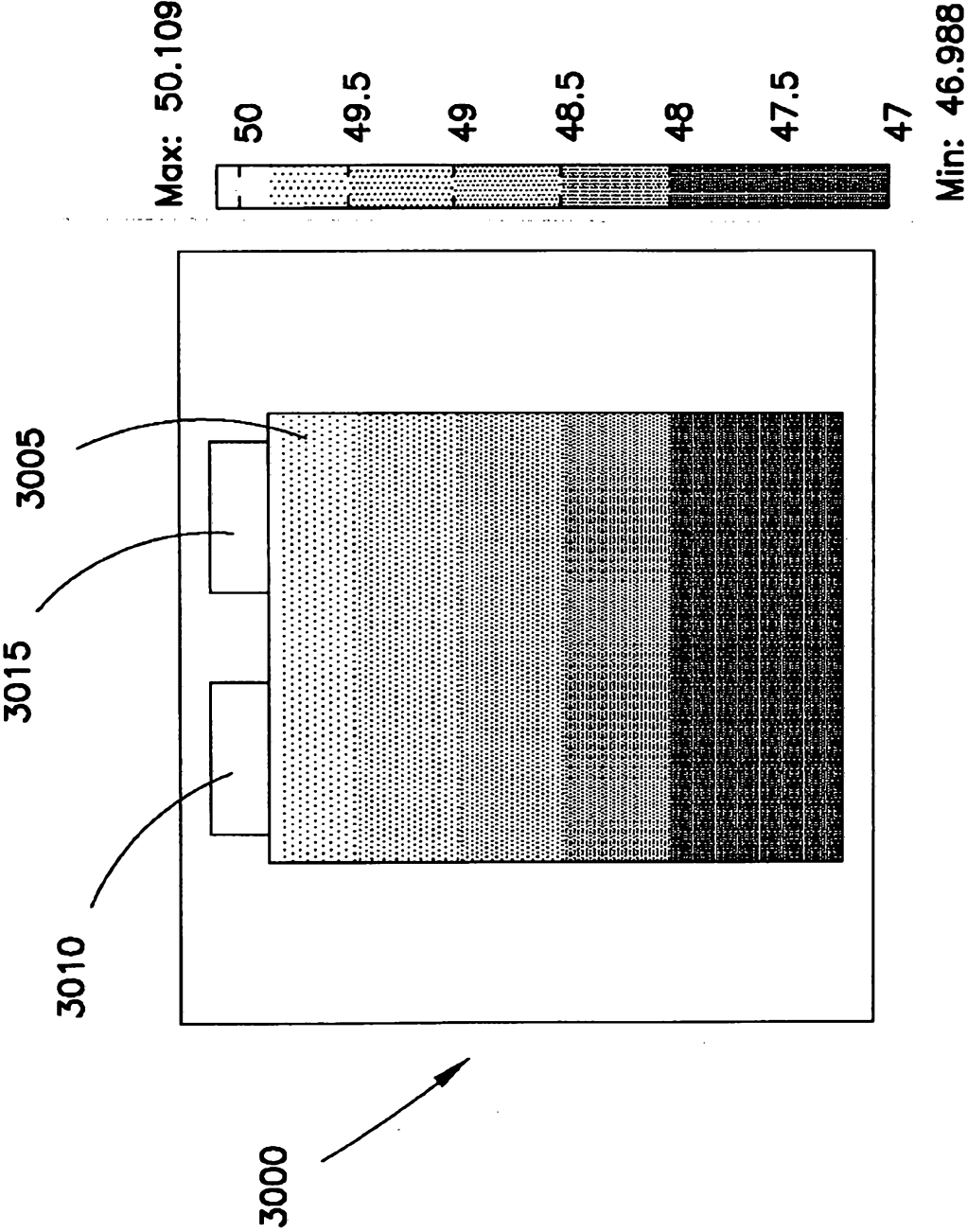


FIG.30

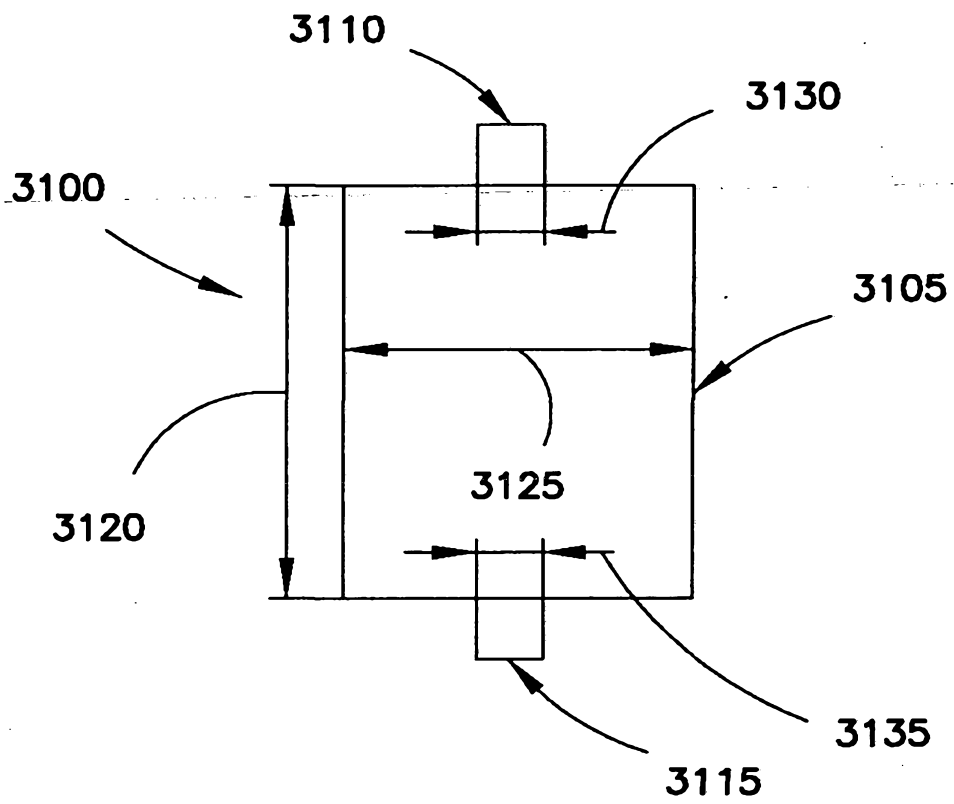


FIG.31

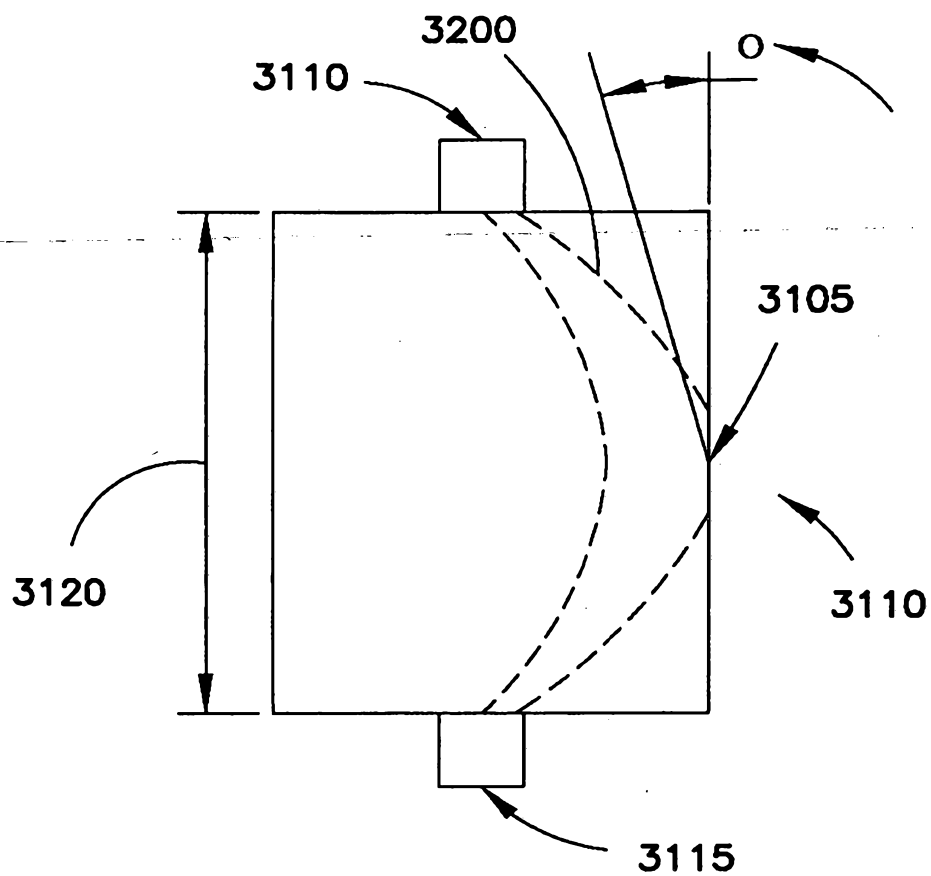


FIG.32

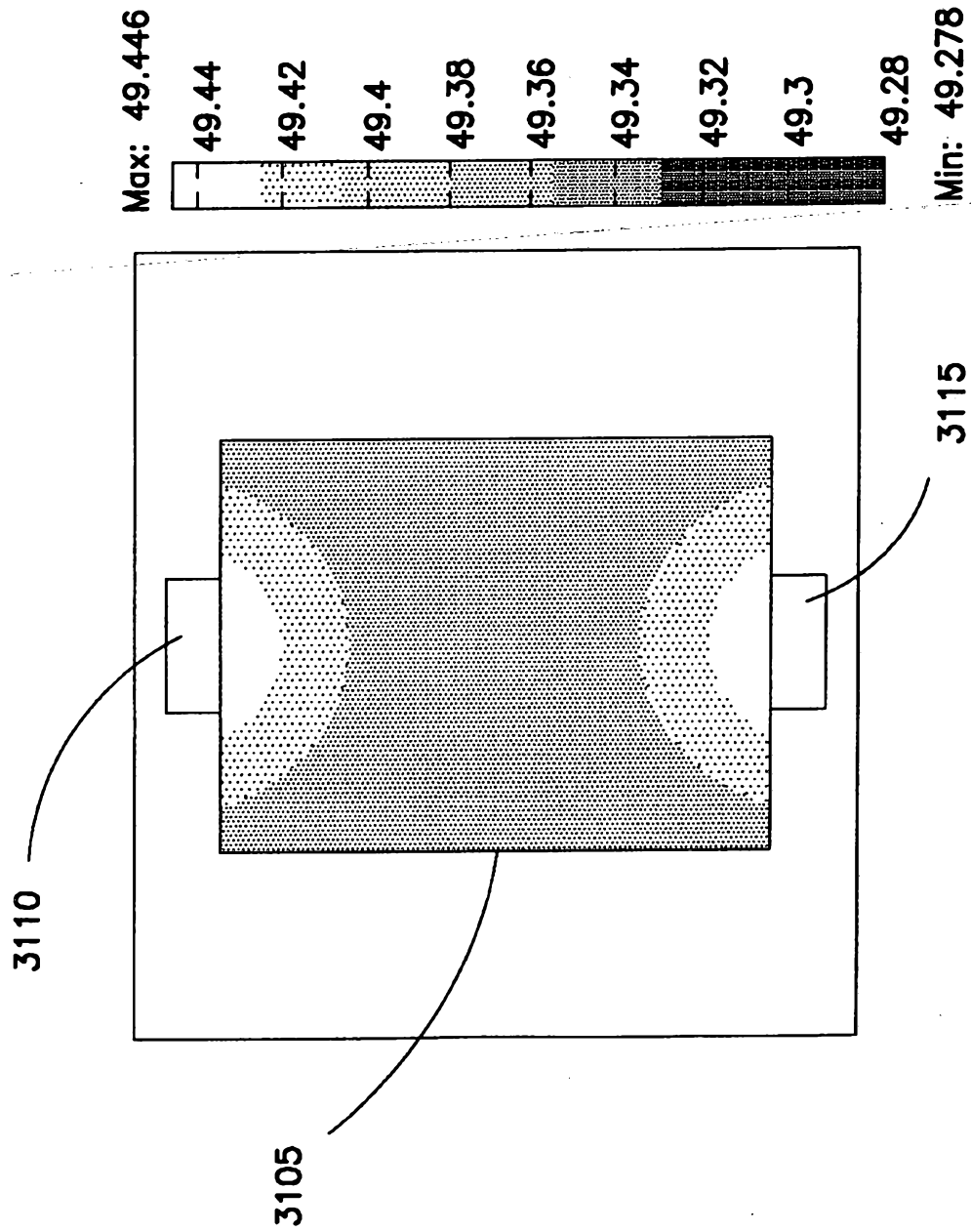


FIG. 33

3405	3410		3415		3420		3425		3430
	A	B	A	B	A	B	A	B	
1	50	50	100%	100%	55.3	44.8	63.5	51.5	41.5
10	47.5	49	95%	98%	54.6	43.9	64.2	52.3	41.6
200	46.35	48.25	92.79%	96.5%	56.2	45.0	63.6	53.2	40.8
500	44.05	46.75	88.1%	93.5%	58.6	45.3	65.7	52.8	42.2
1000	41.75	45.25	83.5%	90.5%	55.9	43.4	65.8	51.6	43.6
									35.3
									34.8
									36.6
									33.5
									35.3

FIG.34

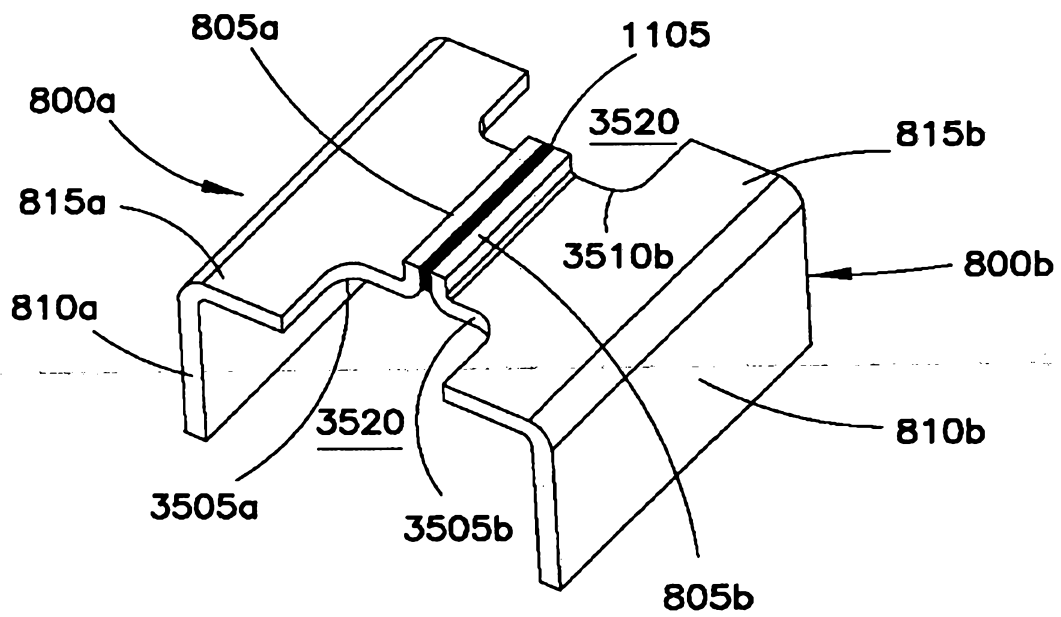


FIG. 35

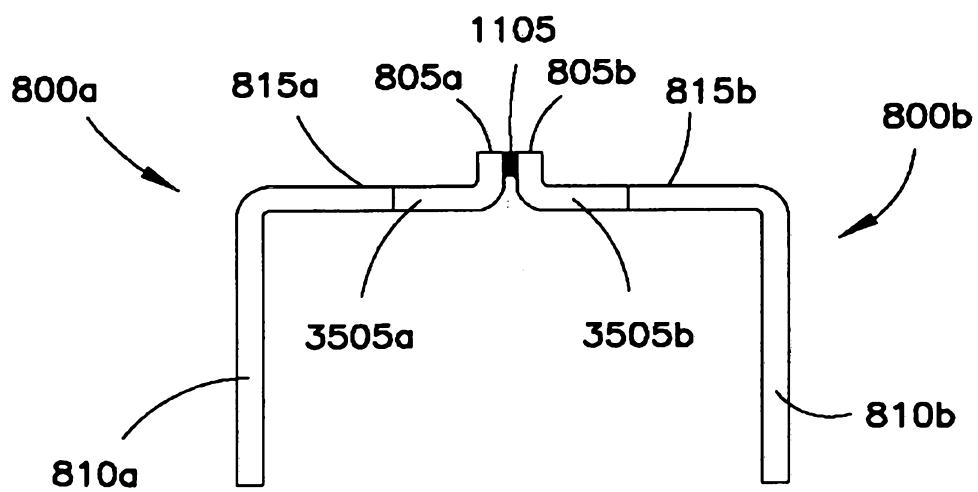


FIG. 36

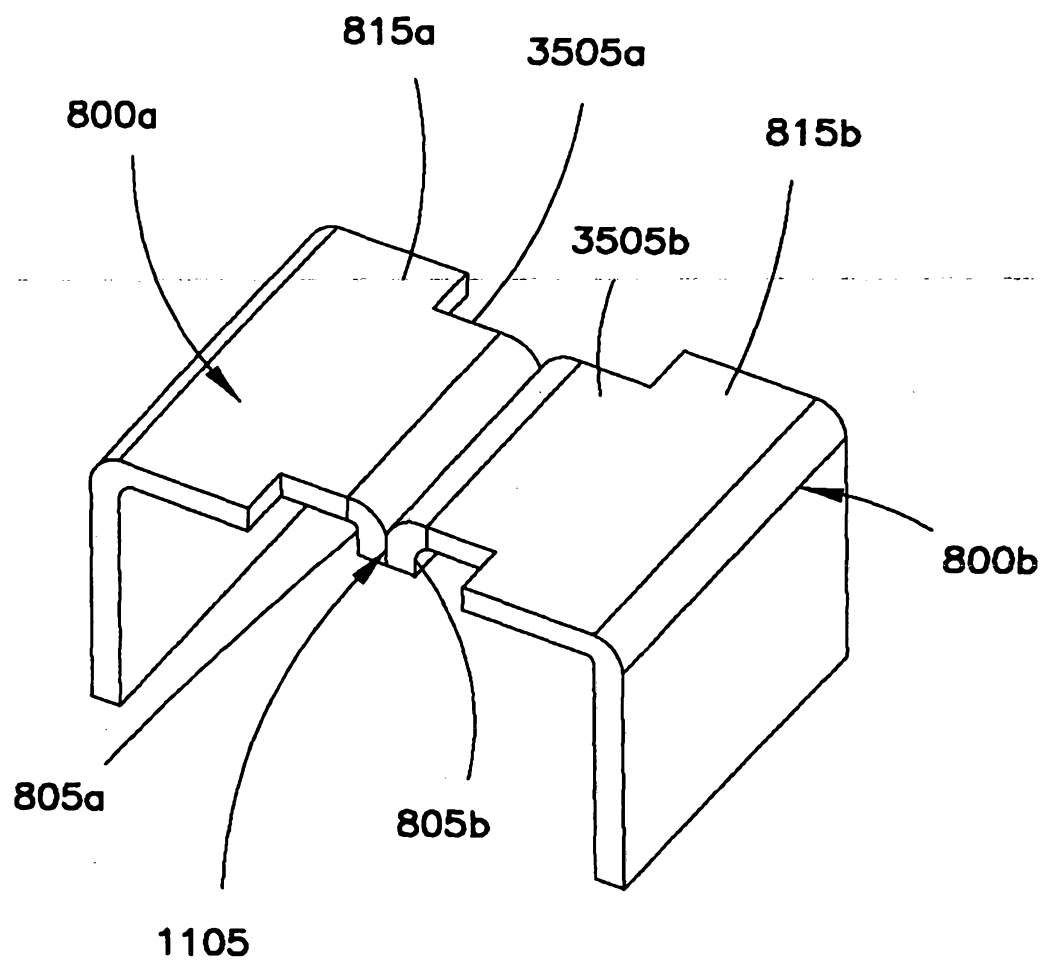


FIG.37

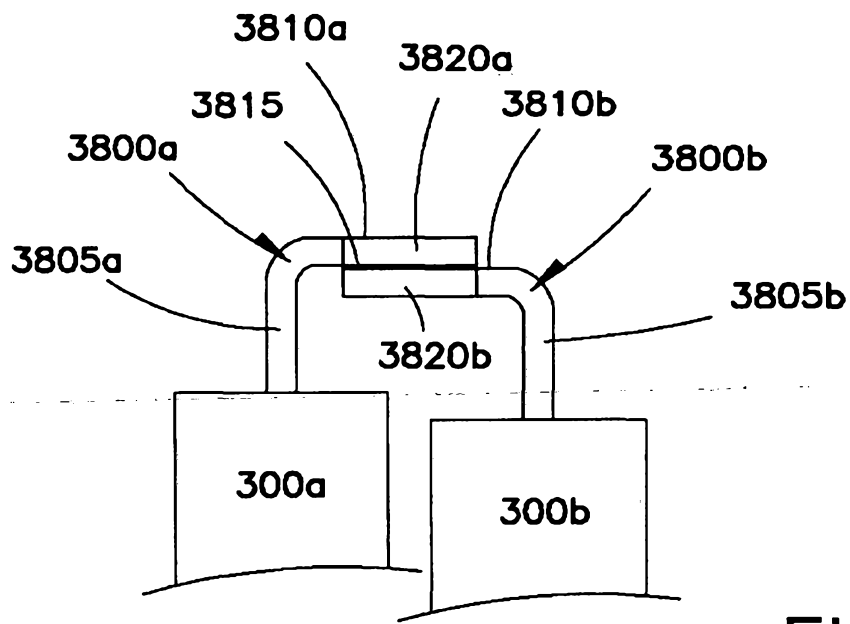


FIG. 38

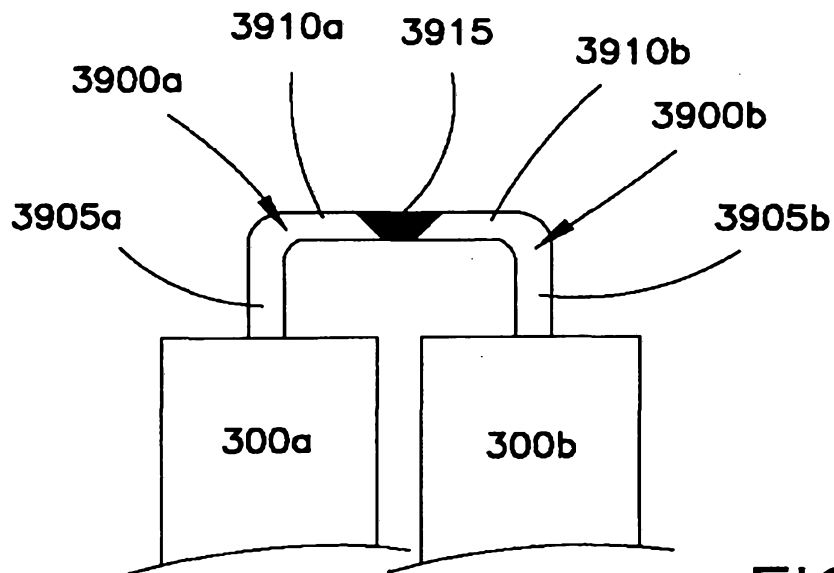


FIG. 39

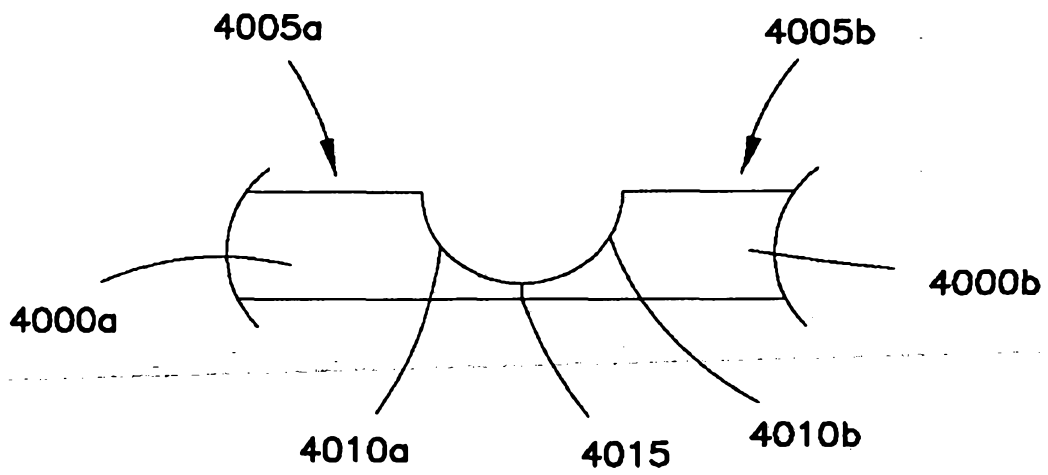


FIG. 40

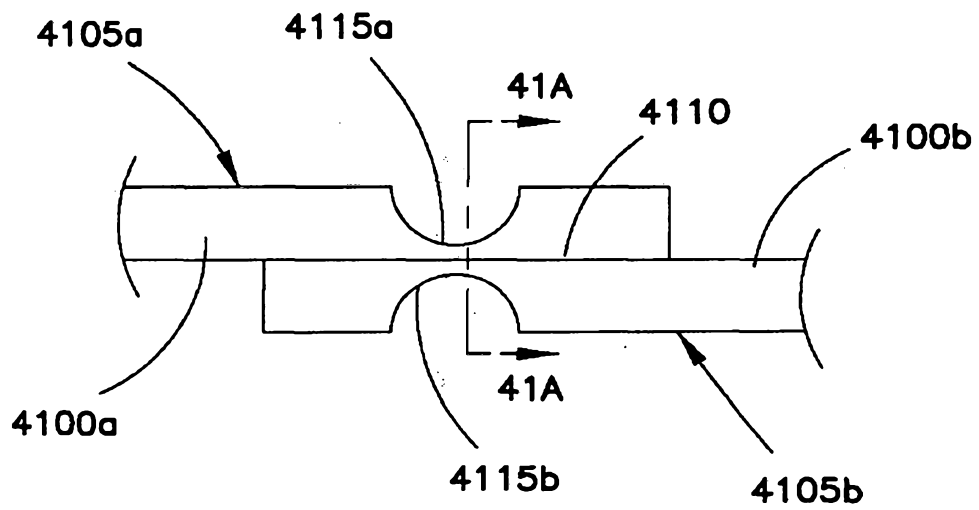


FIG. 41

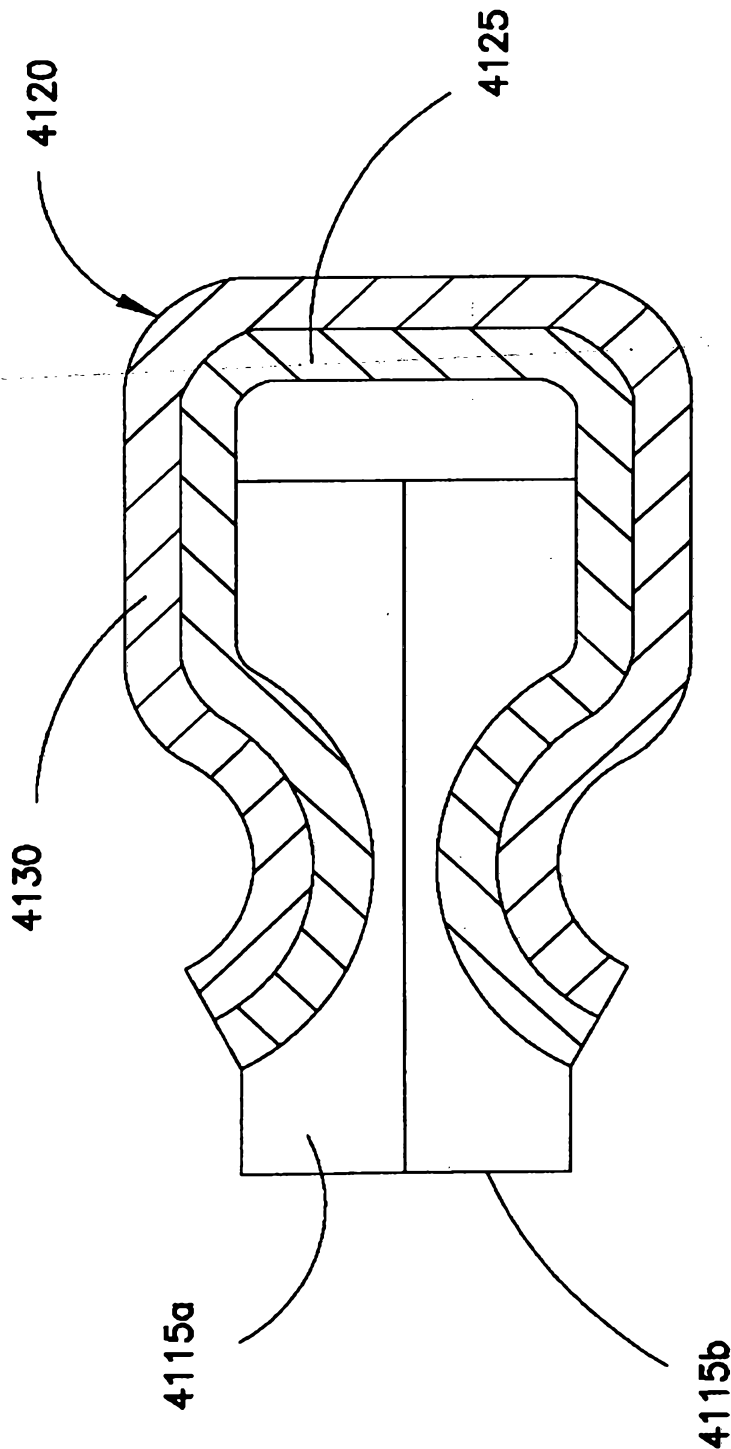


FIG.41A

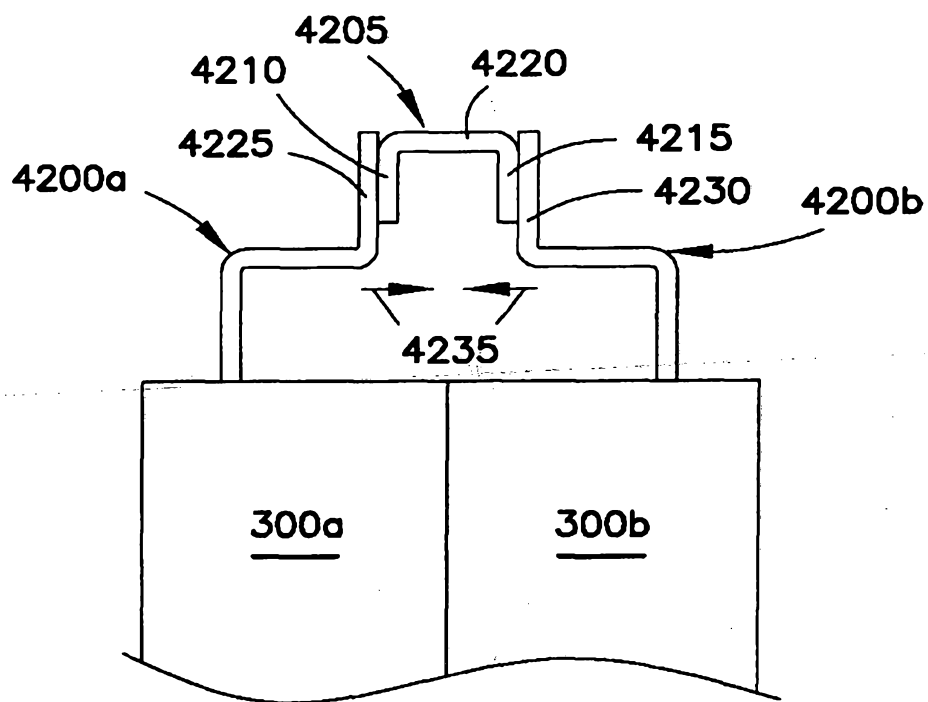


FIG. 42

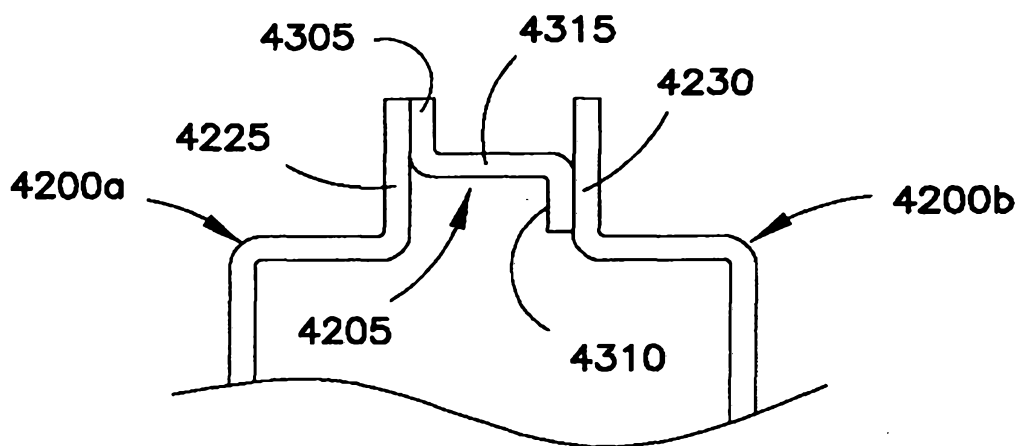


FIG. 43

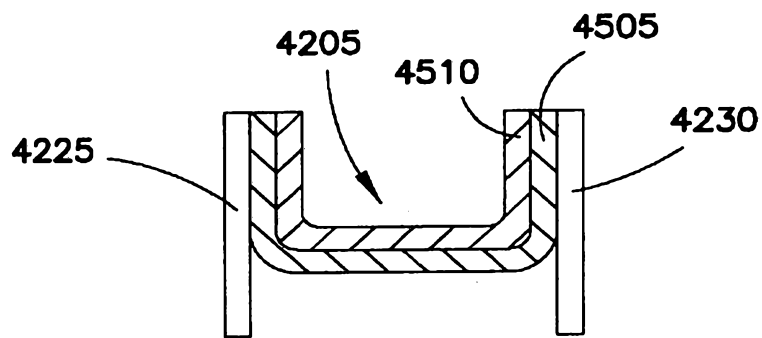
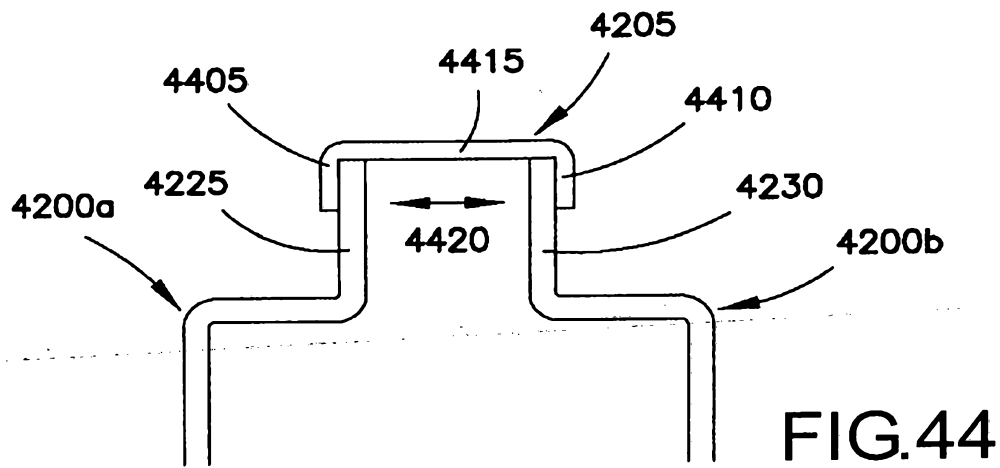


FIG. 45

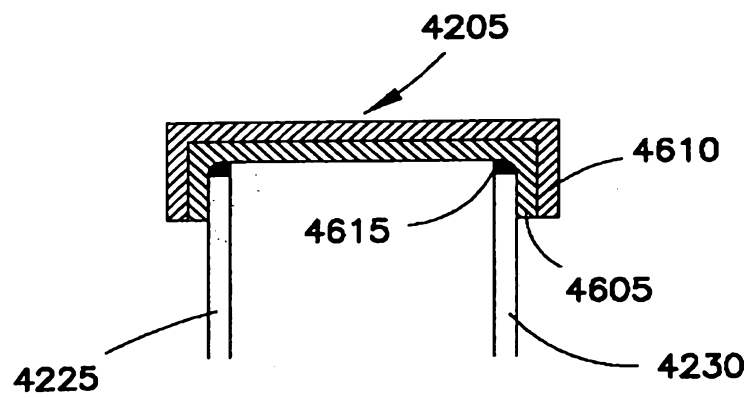


FIG. 46

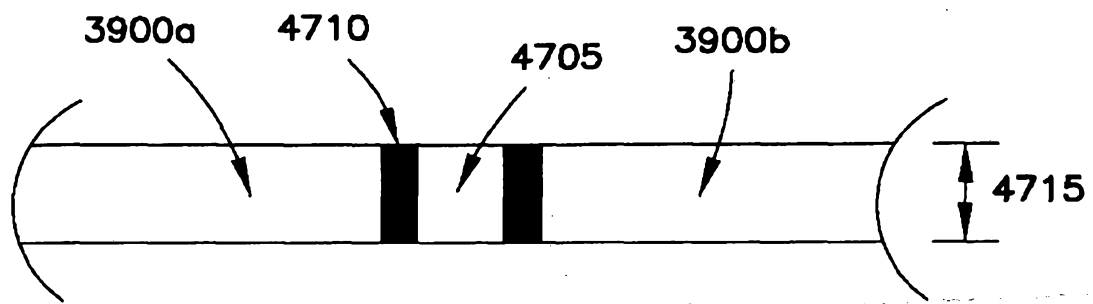


FIG. 47

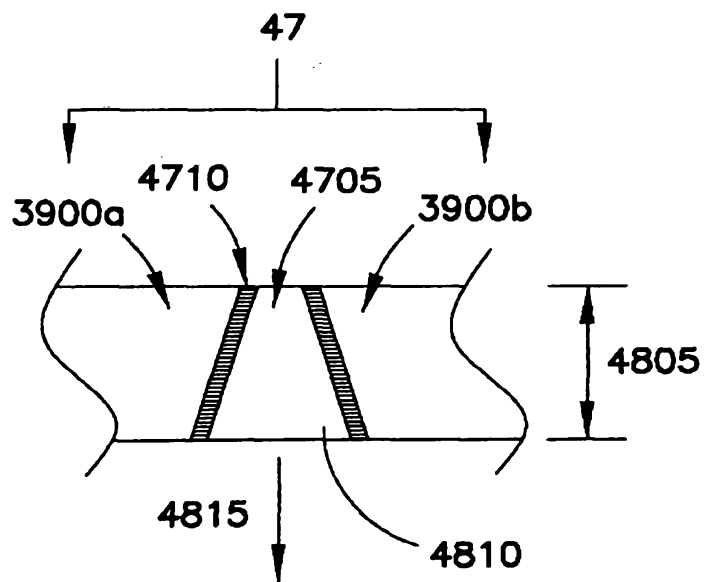


FIG. 48

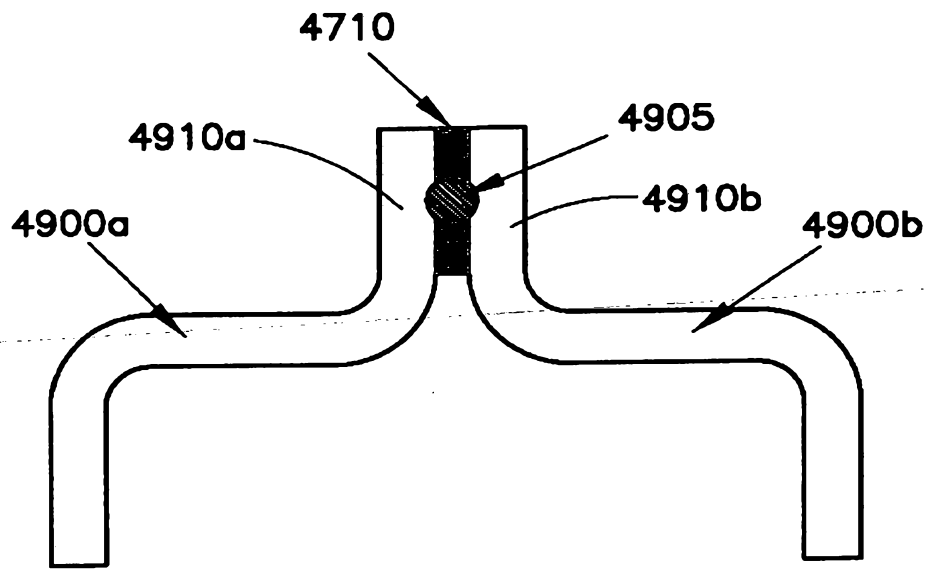


FIG. 49

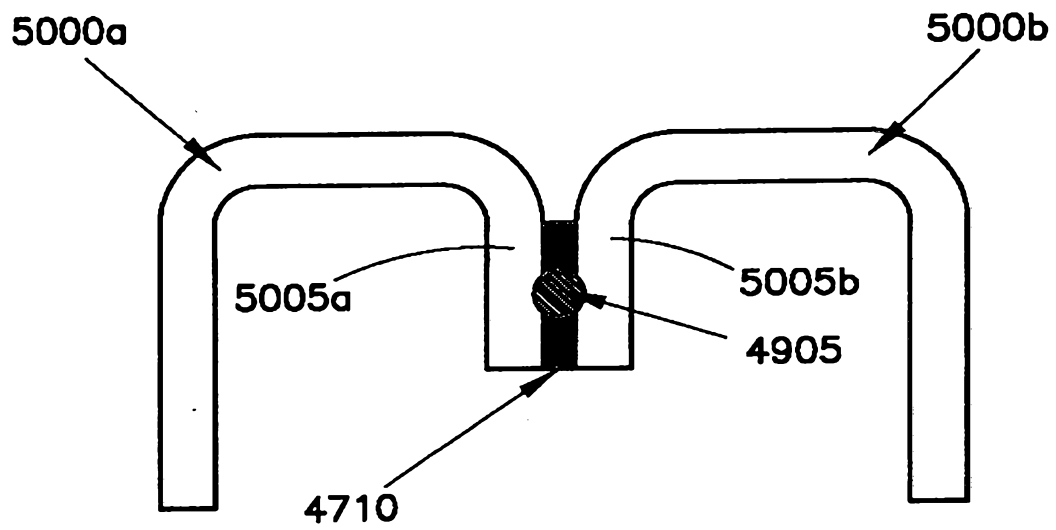


FIG. 50

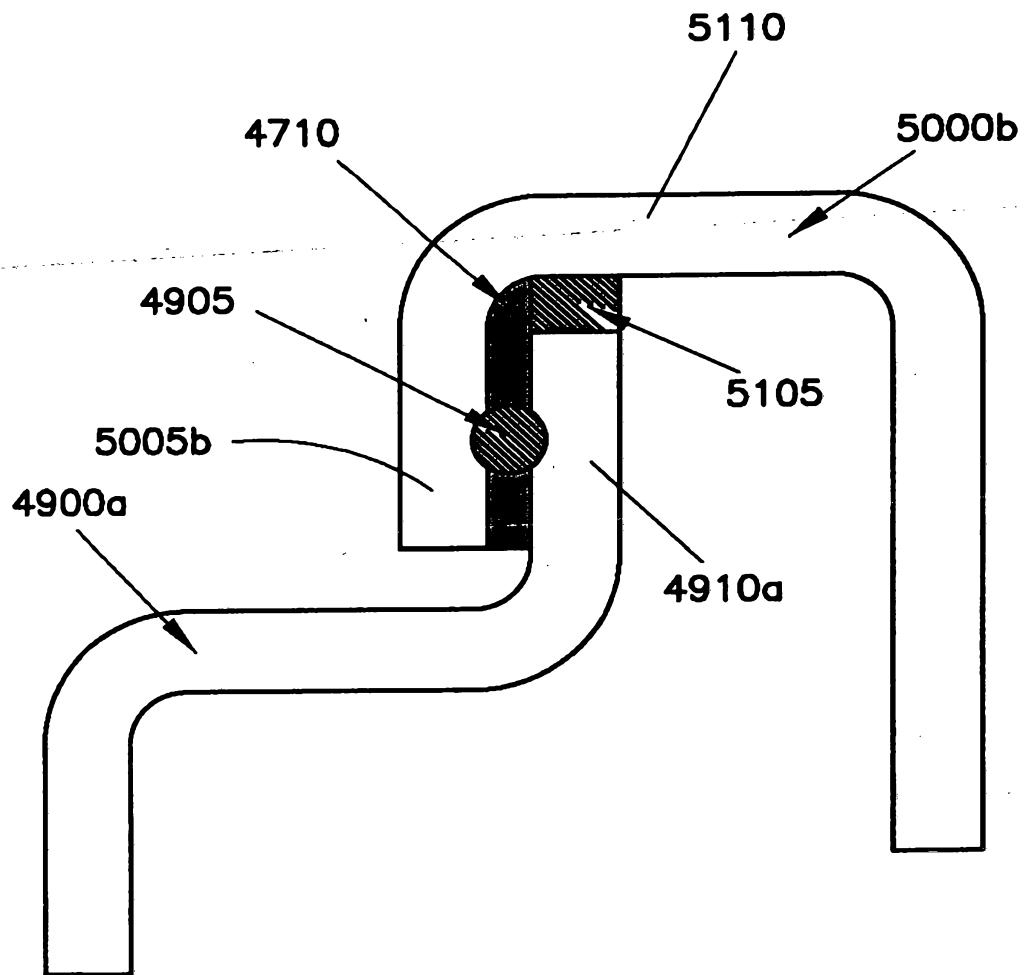


FIG.51

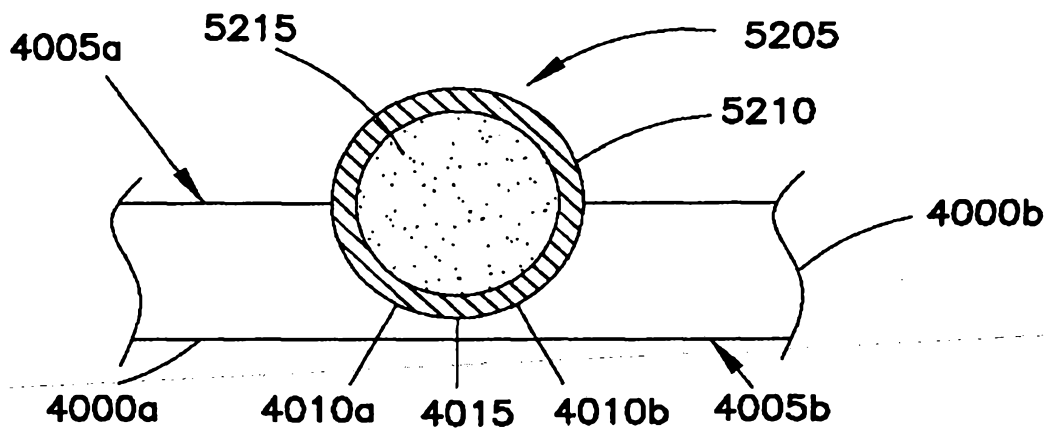


FIG. 52

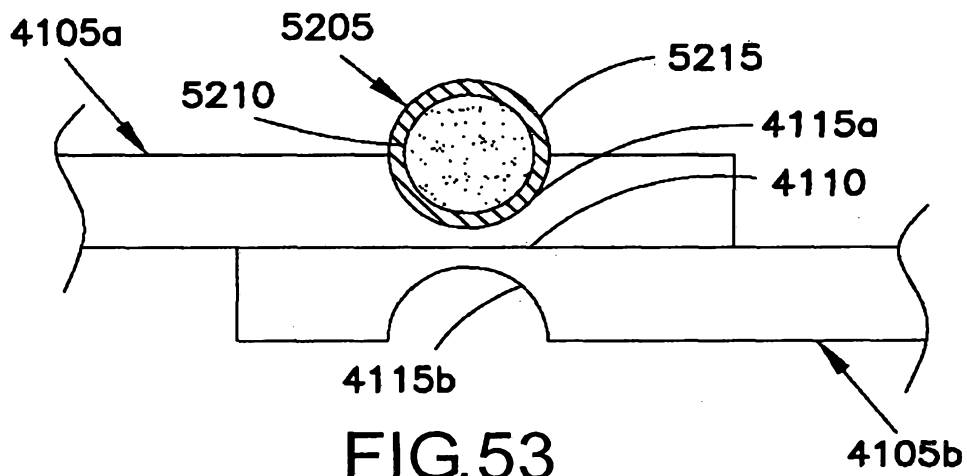


FIG. 53

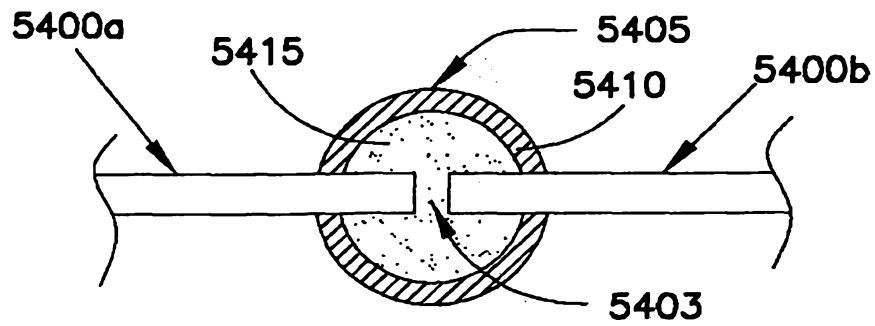


FIG. 54

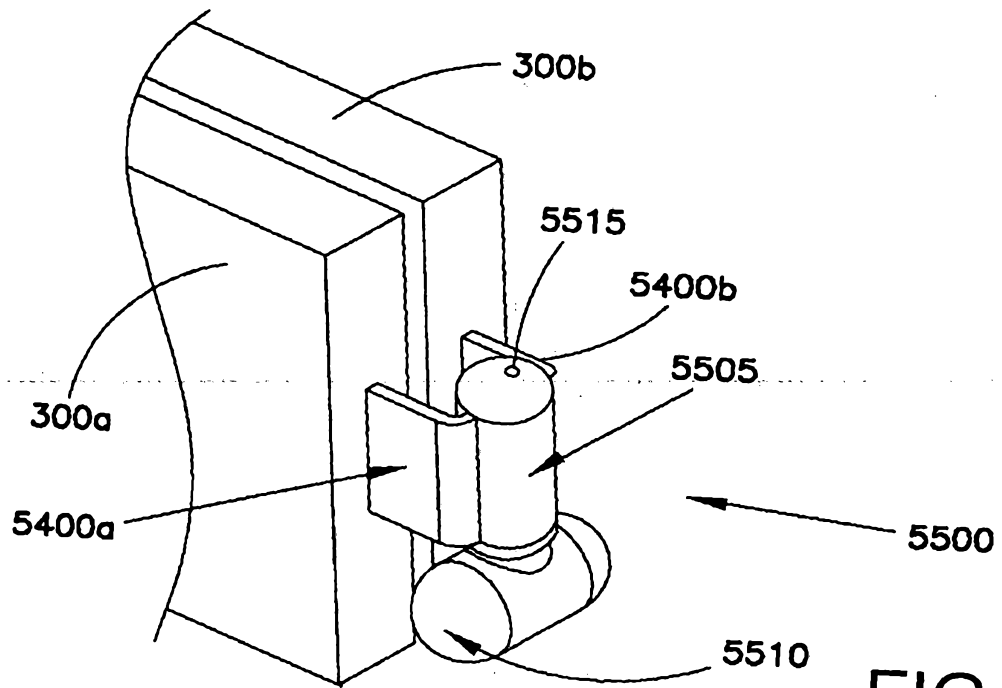


FIG. 55

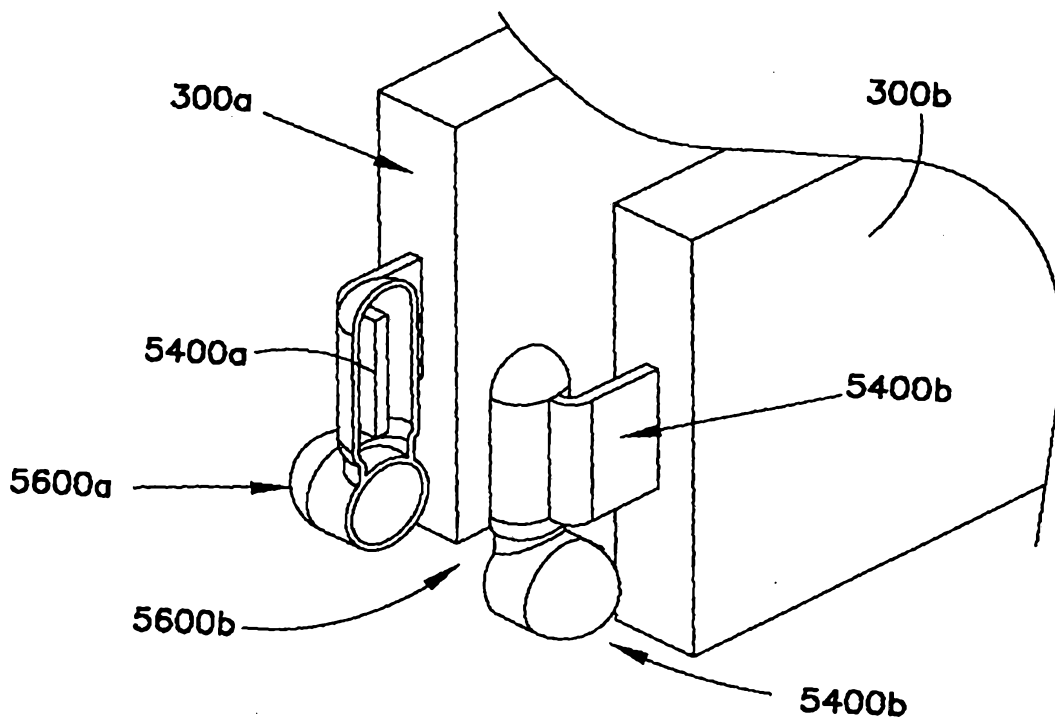


FIG. 56

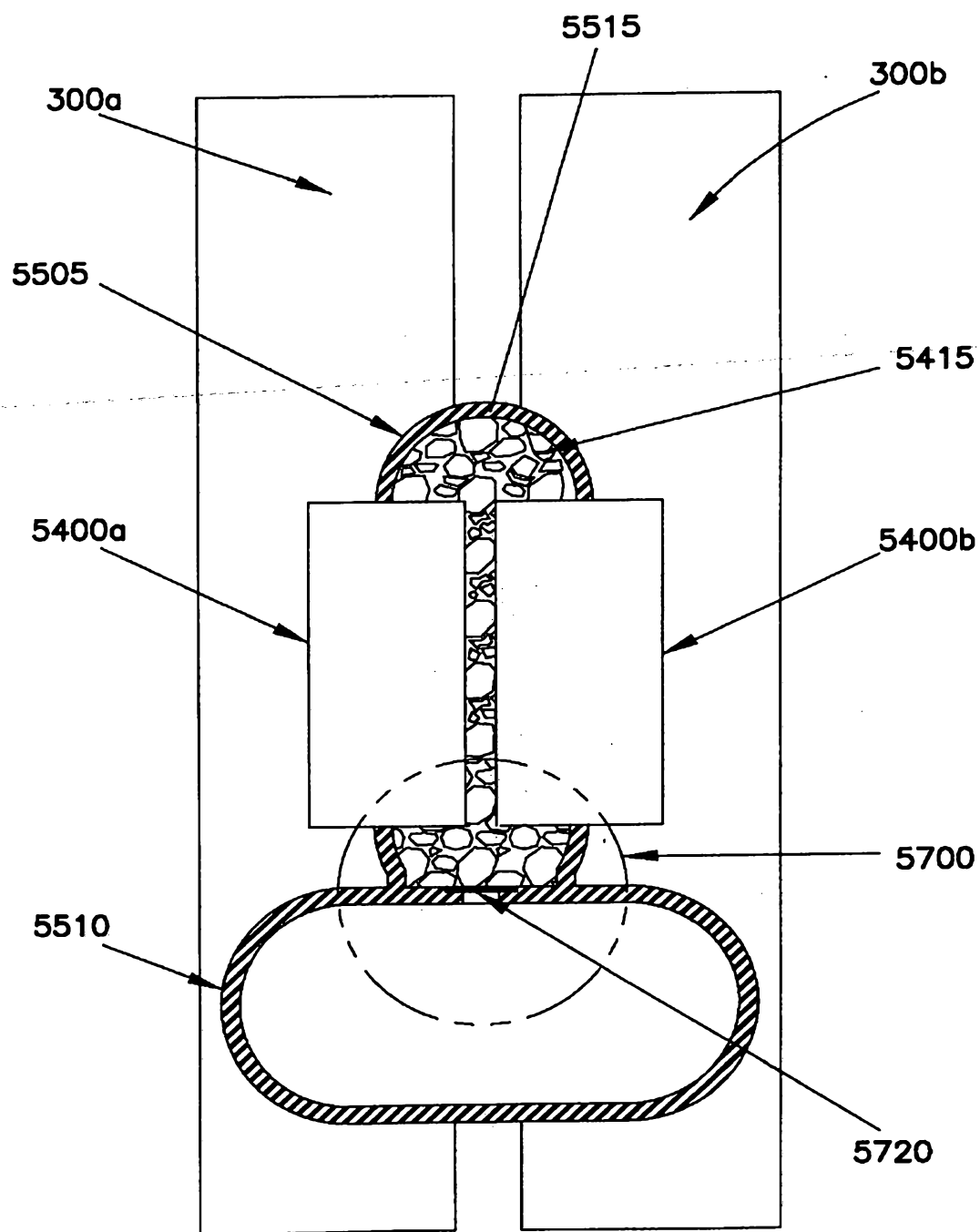


FIG.57A

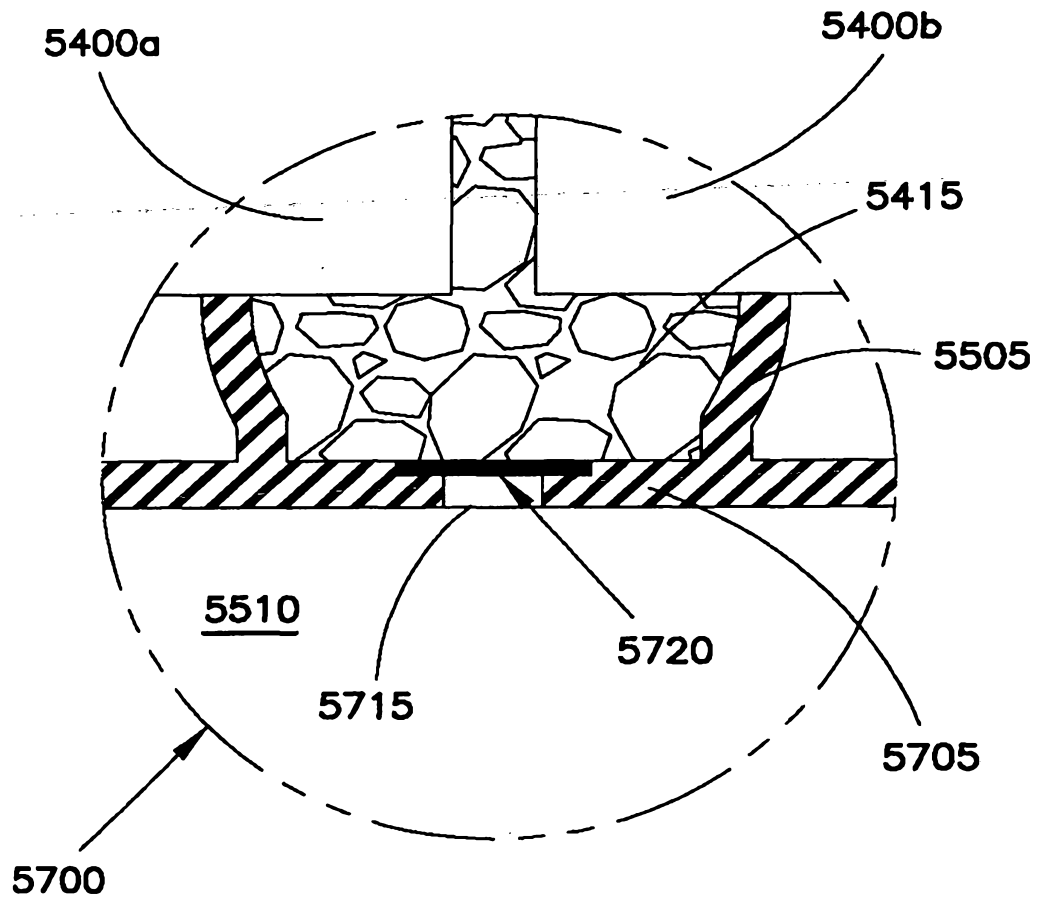
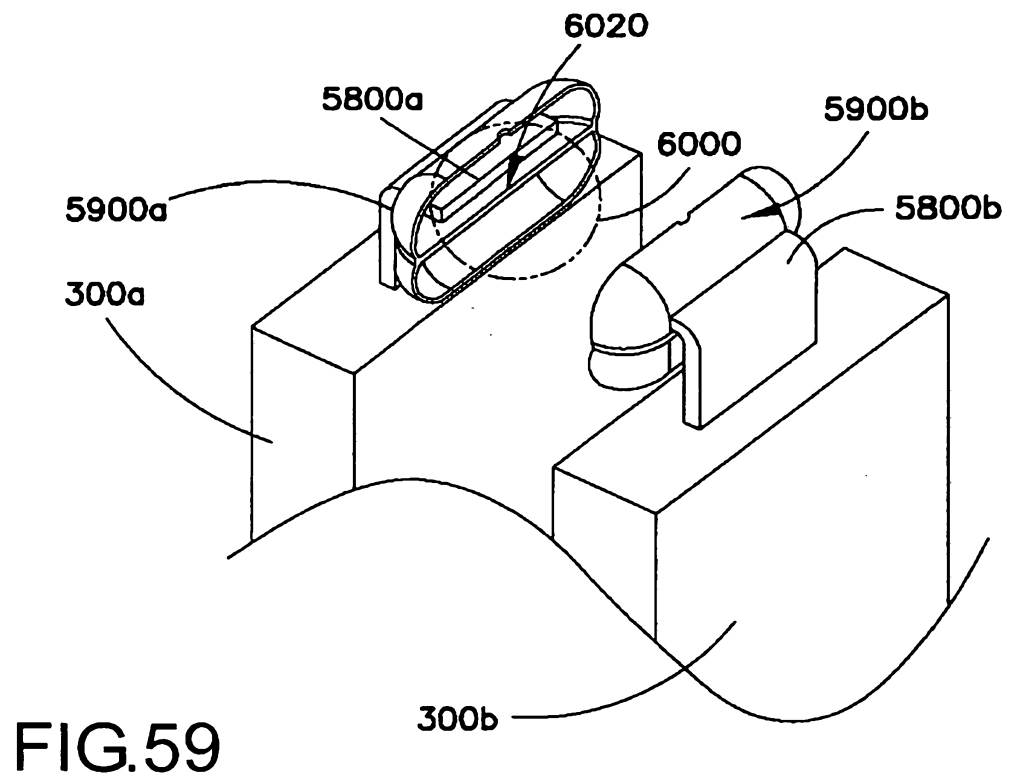
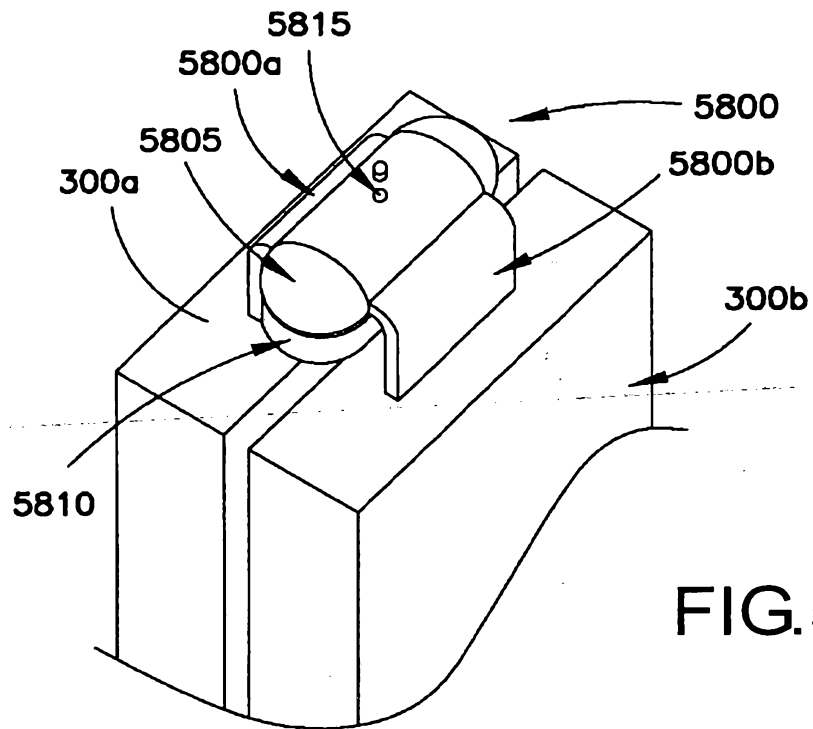


FIG.57B



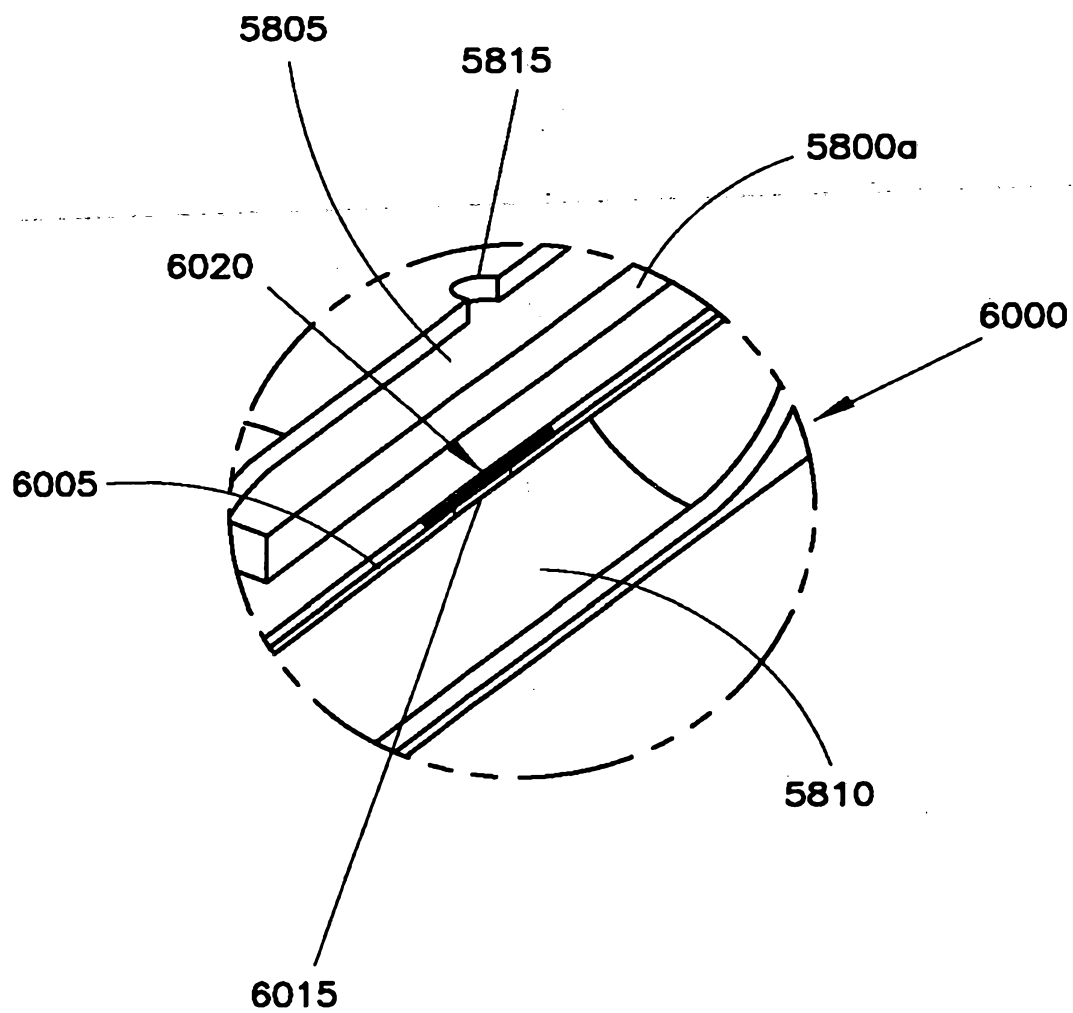


FIG. 60

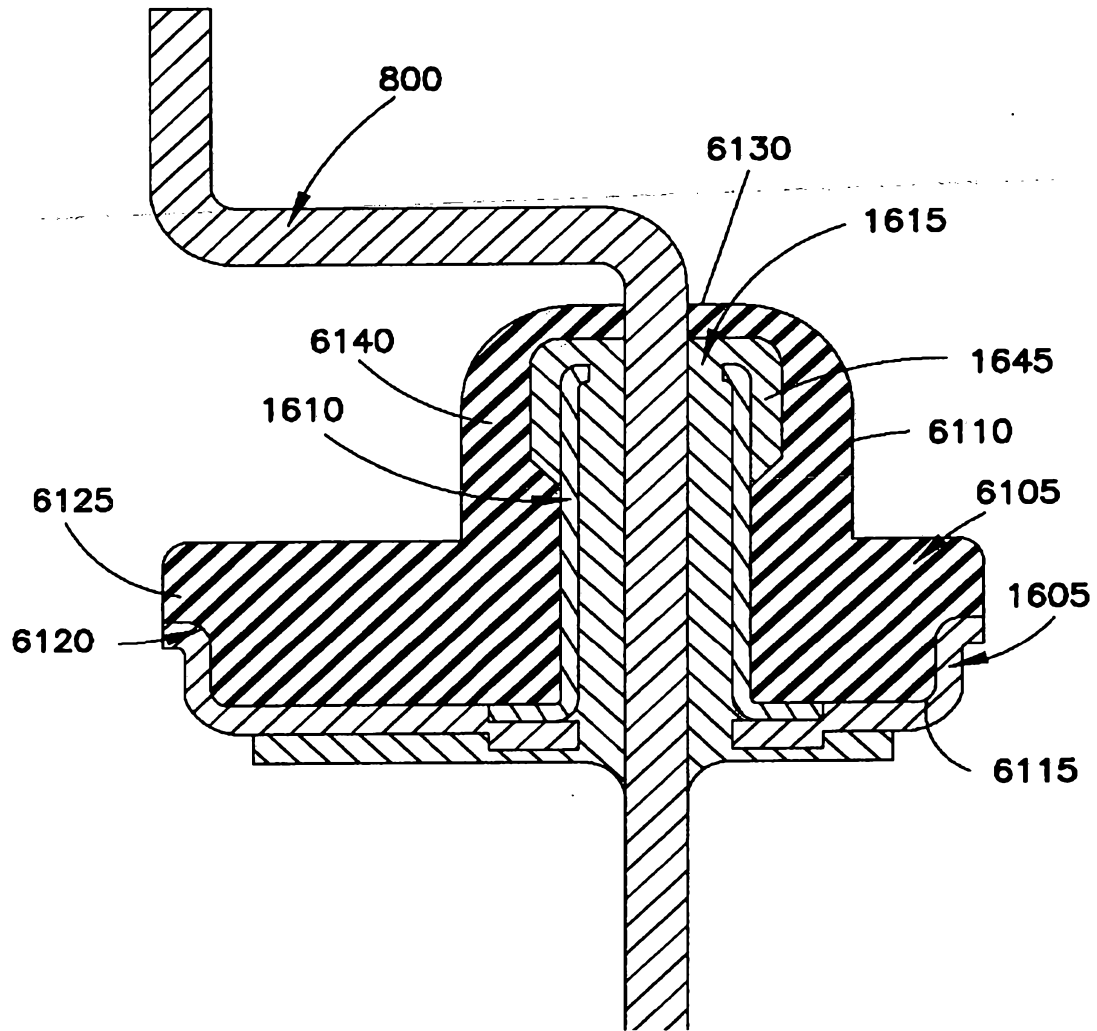


FIG.61

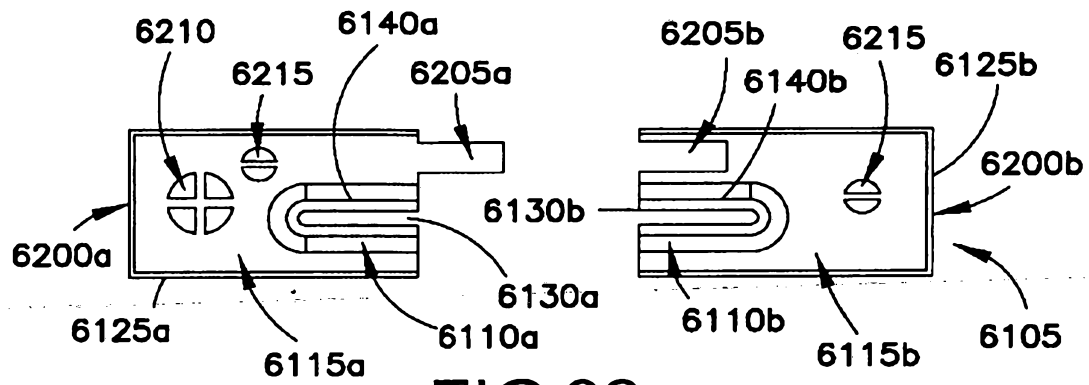


FIG. 62

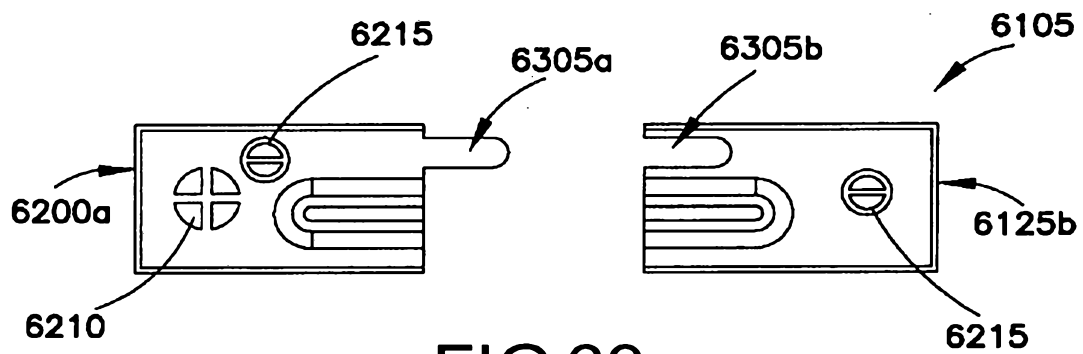


FIG. 63

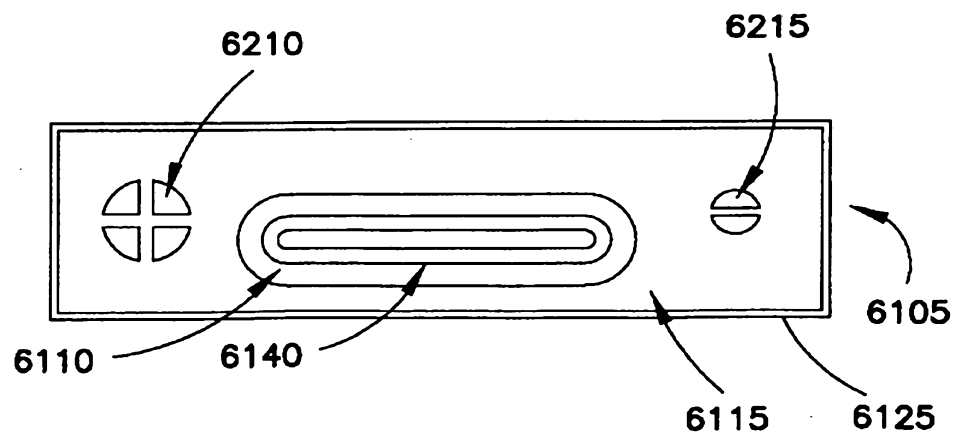


FIG. 64

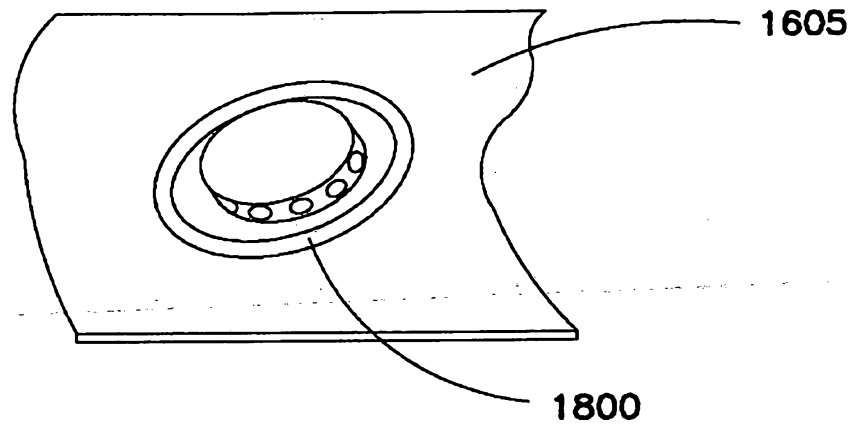


FIG. 65

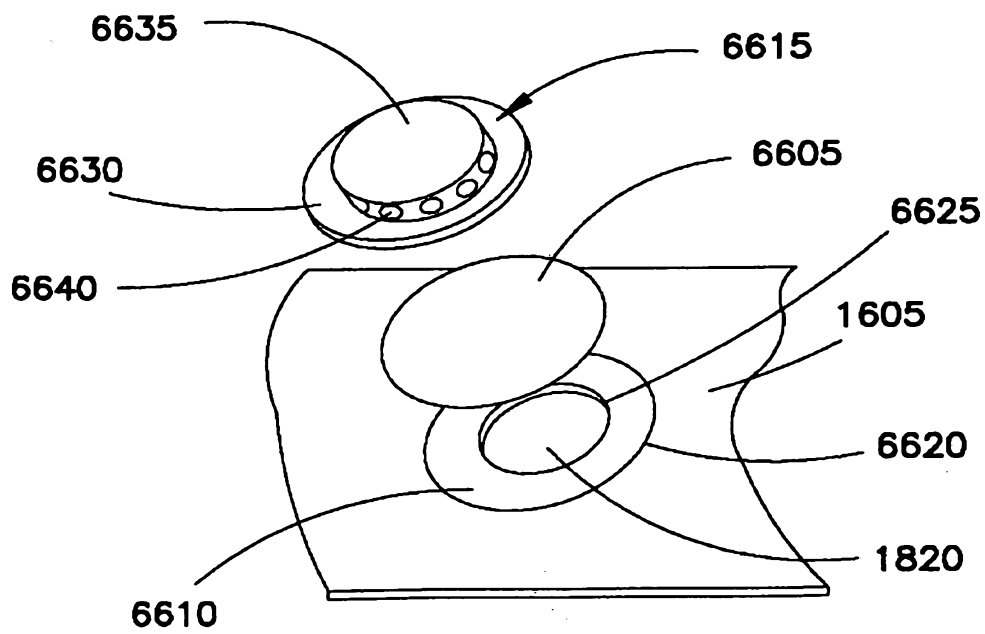


FIG. 66

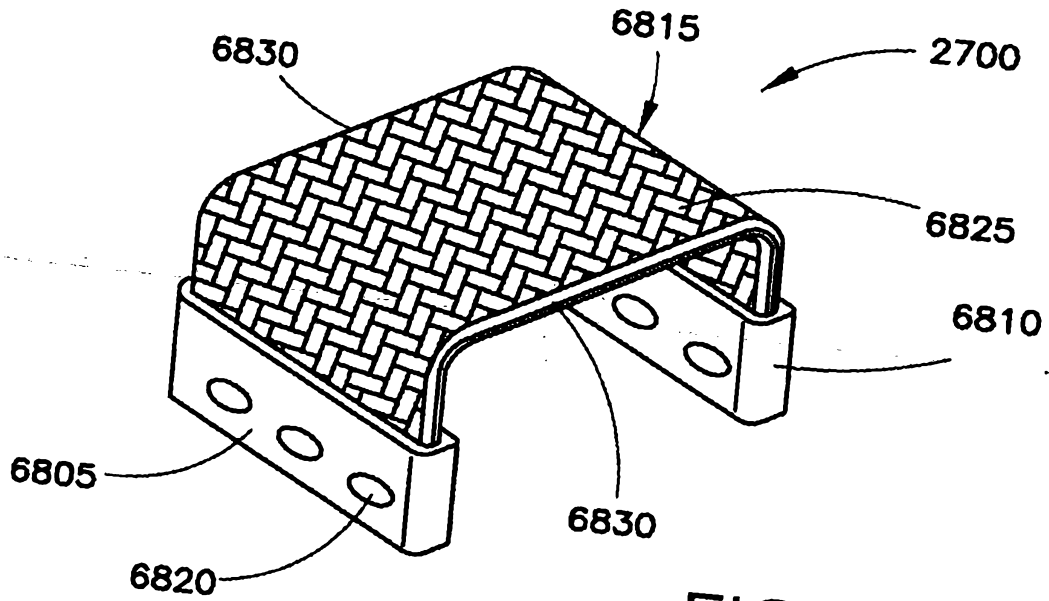


FIG. 68

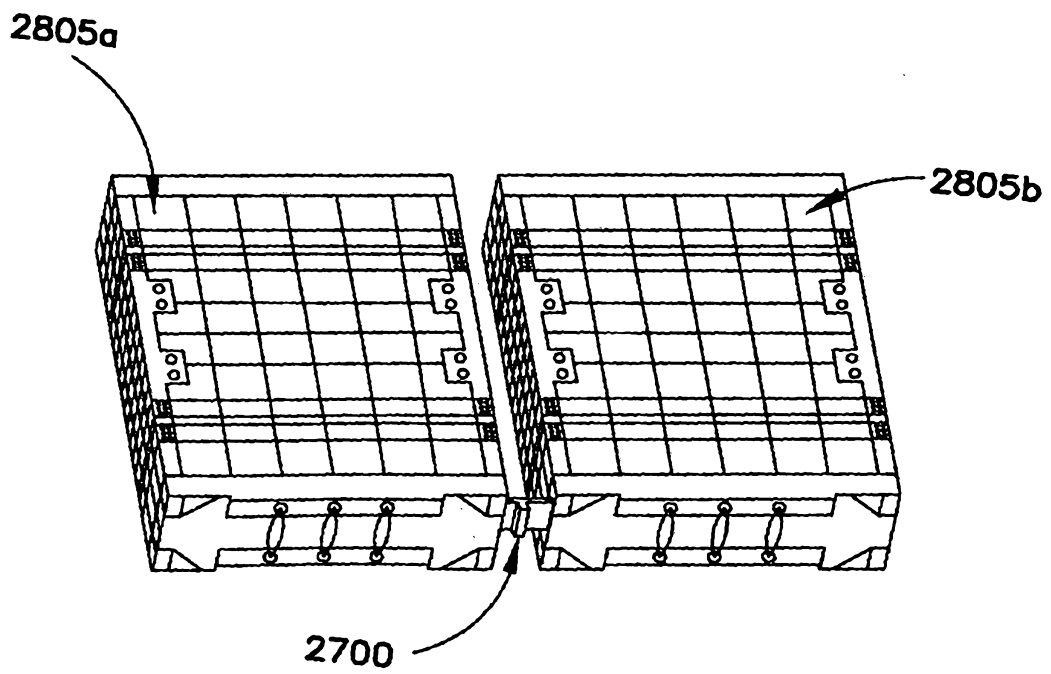


FIG. 69