

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 441**

51 Int. Cl.:

H01M 4/64	(2006.01)	H01M 2/08	(2006.01)
H01M 4/70	(2006.01)	H01M 2/10	(2006.01)
H01M 2/26	(2006.01)	H01M 2/12	(2006.01)
H01M 2/30	(2006.01)	H01M 2/16	(2006.01)
H01M 2/04	(2006.01)	H01M 2/18	(2006.01)
H01M 10/0587	(2010.01)	H01M 2/22	(2006.01)
H01M 10/052	(2010.01)	H01M 10/625	(2014.01)
H01M 10/04	(2006.01)	H01M 2/34	(2006.01)
H01M 2/20	(2006.01)		
H01M 2/06	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.12.2008 PCT/CN2008/073683**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2009 WO09079966**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2008 E 08864156 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 2223375**

54 Título: **Celda electroquímica que tiene un núcleo enrollado**

30 Prioridad:

25.12.2007 CN 200720196395 U
 30.06.2008 CN 200820116496 U
 07.08.2008 CN 200810135478
 07.08.2008 CN 200810135477
 14.08.2008 CN 200810145734
 26.08.2008 CN 200820146848 U
 26.08.2008 CN 200820146851 U
 26.08.2008 CN 200820146849 U
 26.08.2008 CN 200810142085
 26.08.2008 CN 200810142089
 26.08.2008 CN 200810142086
 26.08.2008 CN 200810142087
 26.08.2008 CN 200810142088
 26.08.2008 CN 200810142083
 26.08.2008 CN 200810142080
 26.08.2008 CN 200810142082
 26.08.2008 CN 200810142090
 26.08.2008 CN 200810142084
 10.10.2008 CN 200810217018

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.07.2017

73 Titular/es:

BYD COMPANY LIMITED (100.0%)
No. 3001, Hengping Road Pingshan Longgang
District Shenzhen
Guangdong 518118, CN

72 Inventor/es:

ZHOU, XIANKAI;
HAN, LEI;
GU, HONGJUAN y
SHEN, XI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 627 441 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Celda electroquímica que tiene un núcleo enrollado

Referencia cruzada

5 La presente solicitud reivindica el derecho de prioridad de la Solicitud de Patente china Número 200810142089.X, presentada el 27 de agosto de 2008.

Antecedentes

1. Campo técnico

10 La presente solicitud se dirige a celdas y sistemas de baterías y, más particularmente, a celdas y sistemas de baterías de ion de litio que se pueden usar en un vehículo, tal como un vehículo eléctrico y/o híbrido, que tiene un motor de accionamiento eléctrico.

2. Técnica relacionada

15 Las baterías recargables, tales como las baterías de polímero de ion de litio, tienen una amplia gama de aplicaciones. Éstas incluyen, por ejemplo, baterías de ordenadores portátiles, baterías de teléfonos celulares, así como energía para otros dispositivos electrónicos personales. Tales dispositivos requieren baterías de bajo peso que tienen una salida de potencia moderada. No obstante, las baterías de polímero de ion de litio también son capaces de proporcionar energía a dispositivos que necesitan sustancialmente más salida de potencia que los dispositivos electrónicos personales señalados anteriormente. Por ejemplo, las baterías de polímero de ion de litio de alta salida se pueden usar para alimentar equipos industriales, instalaciones de comunicaciones de alta potencia, vehículos móviles, etc. El uso de sistemas de baterías de polímero de ion de litio de alta salida puede ser particularmente significativo en el área de la propulsión de vehículos móviles.

20

El público se ha vuelto cada vez más sensible al coste y a los problemas medioambientales asociados con el uso de combustibles fósiles. Una preocupación es las emisiones de vehículos que queman combustibles fósiles y la contaminación correspondiente.

25 Alternativas a tales vehículos incluyen vehículos eléctricos que se accionan únicamente por motores eléctricos, y vehículos eléctricos híbridos que emplean tanto motores eléctricos como motores de combustibles fósiles. Estas alternativas es probable que jueguen un papel cada vez más importante como sustitutas para los vehículos actuales.

30 Aunque los consumidores se sienten atraídos por los beneficios medioambientales de los vehículos eléctricos puros e híbridos, quieren vehículos que usen motores eléctricos que tengan las mismas características generales que sus homólogos de combustibles fósiles. El rendimiento de las baterías y los problemas de seguridad deben ser superados para lograr estas metas. Para este fin, las baterías de ion de litio son preferibles a otros tipos de baterías más convencionales. Las baterías de ion de litio son útiles para este propósito por que tienen una densidad de energía alta que reduce la cantidad de espacio necesario para la batería en el vehículo. Además, se pueden construir de modo que pesen menos que los tipos de baterías más convencionales.

35 Los sistemas de baterías para uso con motores eléctricos empleados en vehículos eléctricos puros e híbridos son actualmente deficientes en muchos aspectos. Las celdas de baterías individuales del sistema de baterías son frecuentemente pesadas, voluminosas y poco fiables. Además, las celdas de baterías actuales ni se construyen ni se usan para proporcionar eficazmente la salida de alta potencia necesaria para acelerar el vehículo a un nivel de aceleración aceptable. Aún más, las celdas de baterías individuales usan electroquímica, construcciones de núcleo de celdas, interconexiones eléctricas, y construcciones de armazón que a menudo son poco fiables, inseguras, y generalmente no adecuadas para uso en vehículos de alimentación eléctrica.

40

45 Para superar las deficiencias de potencia asociadas con celdas de baterías individuales, se han hecho intentos para interconectar múltiples celdas de baterías individuales unas con otras de modo que su salida de potencia combinada proporcione la energía de accionamiento necesaria. Las interconexiones entre las celdas de baterías individuales, de nuevo, son a menudo poco fiables. Además, poco se ha logrado para asegurar la seguridad de tales sistemas de baterías multicelda. Los cortocircuitos, así como las explosiones no se han abordado adecuadamente. Los sistemas de baterías de salida de alta potencia se deben construir para abordar problemas tales como rendimiento, longevidad, fiabilidad, y seguridad si han de encontrar un lugar en el gran número de aplicaciones disponibles para tales sistemas.

50 Las celdas de baterías de la técnica anterior se describen, por ejemplo, en el documento JP2007026939 o el documento US2006222937A1.

Compendio

La invención se define en la reivindicación 1.

Allí se describe un núcleo para una celda electroquímica que comprende una lámina de ánodo, una lámina de cátodo, y una lámina separadora dispuesta entre la lámina de ánodo y la lámina de cátodo. La lámina de ánodo, la lámina de cátodo, y la lámina separadora se enrollan para formar una estructura bobinada aplanada. La estructura bobinada aplanada tiene lados aplanados opuestos y lados arqueados opuestos. Las láminas de ánodo y de cátodo terminan en diferentes lados arqueados. Además, la lámina separadora puede terminar en uno de los lados arqueados.

La celda además comprende un armazón de protección, de forma prismática que tiene dos caras grandes, dos caras pequeñas, y dos extremos, un primer terminal eléctrico en uno de los dos extremos, y un segundo terminal eléctrico en el otro de los dos extremos.

10 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se puede entender mejor con referencia a los siguientes dibujos y descripción. Los componentes en las figuras no están necesariamente a escala, en su lugar el énfasis que se pone en ilustrar los principios de la invención. Además, en las figuras, números de referencia iguales designan partes correspondientes en todas las diferentes vistas.

15 La Figura 1 es una vista en sección transversal a través de una lámina de batería multicapa ejemplar que se puede usar para formar un núcleo de batería enrollado.

La Figura 2A es una vista en perspectiva de un núcleo enrollado aplanado usado en una celda de batería.

Las Figuras 2B – 2D muestran una realización alternativa de un núcleo donde las láminas que forman el núcleo no están bobinadas.

20 La Figura 3 es una vista de despiece del extremo de ánodo de una celda 300 de batería que tiene el núcleo enrollado de la Figura 2A.

La Figura 4 es una vista esquemática a través de una sección transversal de la celda 300 de batería.

Las Figuras 5 y 6 ilustran una manera de formar las regiones de la lámina de ánodo y/o la lámina de cátodo que están próximas a los sustratos expuestos.

25 La Figura 7 es una vista en sección transversal de un ejemplo de un núcleo enrollado.

La Figura 8 muestra una realización de un conector doblado frágil.

La Figura 9 ilustra una realización adicional de un conector doblado frágil.

La Figura 10 muestra cómo el conector doblado de la Figura 8 se puede usar para interconectar celdas de baterías adyacentes.

30 La Figura 11 muestra otra estructura para interconectar celdas de baterías adyacentes.

Las Figuras 12 y 13 muestran una estructura de conexión que se puede utilizar para llevar el núcleo de una celda de batería a una temperatura de operación óptima.

La Figura 14A muestra una manera de conectar una celda de batería de múltiples núcleos al conector doblado de la Figura 8.

35 La Figura 14B muestra una manera de conectar una estructura de núcleo único de una celda de batería al conector doblado de la Figura 8.

La Figura 15 es una vista en planta de una junta usada en cada extremo del armazón de protección de la celda de batería.

40 Las Figuras 16 y 17 muestran una manera de sellado del extremo del armazón de protección que rodea la periferia del núcleo enrollado.

Las Figuras 18 - 20 muestran una realización de un conjunto de soplado que se puede usar en el conjunto de cubierta de extremo de una celda de batería.

Las Figuras 21 y 22 muestran estructuras de alivio de presión alternativas que se pueden usar para suplementar y/o sustituir el conjunto de soplado mostrado en la Figura 18.

45 La Figura 23 es un diagrama de bloques de un paquete de baterías en el que se interconectan múltiples celdas de batería unas con otras y se agrupan dentro de un único alojamiento.

Las Figuras 24 hasta 26 ilustran una realización de un alojamiento que se puede usar para formar un paquete de baterías.

La Figura 27 muestra un conector que se puede usar para interconectar mecánica y eléctricamente paquetes de baterías adyacentes.

5 La Figura 28 muestra cómo se puede usar el conector de la Figura 27.

La Figura 29 muestra un sistema de baterías que suministra energía eléctrica a y recibe energía eléctrica desde un motor/generador de un vehículo capaz de ser accionado mediante energía eléctrica.

Las Figuras 30 hasta 34 ilustran ventajas asociadas con proporcionar conexiones al ánodo y al cátodo de un núcleo enrollado en extremos opuestos del núcleo.

10 Las Figuras 35-41 ilustran estructuras de interconexión de celdas de baterías adicionales.

La Figura 41A ilustra una estructura de conexión frágil que tiene una mordaza de corte activada térmicamente.

Las Figuras 42 hasta 46 ilustran estructuras de interconexión de celdas de baterías donde los terminales de las celdas de baterías están interconectados unos con otros mediante un conector de puente.

15 Las Figuras 47 y 48 ilustran estructuras de interconexión de celdas de baterías que tienen subestructuras de protección de sobrecorriente asistidas por gravedad.

Las Figuras 49 hasta 51 ilustran estructuras de interconexión de celdas de baterías que tienen una estructura de expansión térmica que separa los terminales de celdas de baterías como resultado de condiciones de sobrecorriente.

20 Las Figuras 52 y 53 ilustran estructuras de interconexión de celdas de baterías que tienen estructuras de protección de sobrecorriente basadas en interacción química entre un producto químico liberado por la subestructura y una o más porciones de los terminales/terminales de la interconexión de celdas de baterías.

Las Figuras 54-60 ilustran estructuras de interconexión de celdas de baterías que tienen subestructuras de protección de sobrecorriente basadas en conexiones/desconexiones eléctricas proporcionadas por la presencia/ausencia de un conductor líquido.

25 Las Figuras 61 hasta 64 ilustran varias realizaciones de una cubierta de protección para el conjunto de cubierta de extremo de la celda de batería.

Las Figuras 65 hasta 67 ilustran una realización adicional de un respiradero de soplado.

La Figura 68 muestra una realización adicional de un conector que se puede usar para interconectar mecánica y eléctricamente paquetes de baterías adyacentes.

30 La Figura 69 muestra cómo se pueden usar los conectores de la Figura 27 y 68 cuando los paquetes de baterías están configurados en una disposición lado a lado.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

35 Las baterías de polímero de ion de litio son un tipo de batería recargable en la que un ion de litio se mueve entre un ánodo y un cátodo. El ion de litio se mueve desde el ánodo al cátodo durante la descarga y desde el cátodo al ánodo cuando se carga.

40 La Figura 1 es una vista en sección transversal a través de una lámina 100 de batería multicapa ejemplar que se puede enrollar para formar un núcleo de batería enrollado. La lámina 100 de batería de la Figura 1 incluye tres componentes funcionales: una lámina 105 de ánodo, una lámina 110 de cátodo y una lámina 115 separadora. La lámina 105 de ánodo puede incluir unas capas 106 de ánodo activas dispuestas en lados opuestos de un sustrato 107 de ánodo. El sustrato 107 de ánodo se puede formar a partir de una o más capas de una lámina de metal, tal como cobre. Las capas 106 de ánodo activas se pueden formar a partir de grafito u otro material a base de carbono. En un ejemplo, las capas 106 activas de la lámina 105 de ánodo se pueden producir usando 100 gramos de grafito natural con 3 gramos de material aglutinante de fluoruro de polivinilideno (PVDF) y 3 gramos de agente conductor de negro de acetileno a 100 gramos de NI-metilpirrolidona (NMP) Los componentes se pueden mezclar en una mezcladora de vacío en una suspensión uniforme. La suspensión se puede aplicar como un recubrimiento de alrededor de 12 micras de espesor a cada lado del sustrato 107, tal como una lámina de cobre, para formar una estructura que tiene un espesor de capa combinado de alrededor de 100-110 μm . La lámina recubierta entonces se puede secar a una temperatura de alrededor de 90°C para formar el ánodo 115.

50 La lámina 110 de cátodo puede incluir capas 112 de cátodo activas dispuestas en lados opuestos de un sustrato 114 de cátodo. El sustrato 114 de cátodo se puede formar a partir de una o más capas de una lámina de metal, tal como

aluminio. Las capas 112 de cátodo activas se pueden formar a partir de materiales tales como un óxido estratificado (por ejemplo, óxido de litio cobalto), un material basado en un polianión (por ejemplo, fosfato de hierro litio) o una espinela (por ejemplo, óxido de manganeso litio), aunque también se pueden usar materiales como el TiS_2 (disulfuro de titanio).

- 5 En un ejemplo, las capas 112 activas de la lámina 110 de cátodo se pueden formar combinando al menos un compuesto de metal de litio con al menos un cristal de metal mixto, en donde el cristal de metal mixto incluye una mezcla de elementos metálicos y óxidos metálicos. El compuesto de litio puede ser un compuesto de intercalación de metal que tiene la fórmula general $LiM_aN_bXO_c$, en donde M es un metal de transición de primera fila tal como Fe, Mn, Ni, V, Co y Ti; N es un metal seleccionado del grupo Fe, Mn, Ni, V, Co, Ti, Mg, Ca, Cu, Nb, Zr y metales de tierras raras; X se selecciona de los elementos P, Si, S, V y Ge; y a, b y c tienen valores que hacen el compuesto de intercalación de metal de carga neutral. El compuesto metálico puede tener la fórmula general M_cNd , en donde M es un metal seleccionado de los grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIB, IVB y VB en la tabla periódica; N se selecciona de O, N, H, S, SO_4 , PO_4 , OH, Cl, F y C; y $0 < c = 4$ y $0 < d = 6$. En otros casos, el compuesto de metal puede incluir uno o más miembros seleccionados del grupo que consiste en MgO , SrO , Al_2O_3 , SnO_2 , Sb_2O_3 , Y_2O_3 , TiO_2 y V_2O_5 . El compuesto de metal y el compuesto de litio se pueden calentar o sinterizar a alrededor de 600-900°C en una atmósfera de gas inerte o de gas reductor durante alrededor de 2 horas para formar el material para la lámina 110 de cátodo.

20 En un ejemplo adicional, el compuesto de metal se puede formar como un compuesto de cristal mixto con la fórmula general $Li_aA_{1-y}B_y(XO_4)_b/M_cNd$, en donde A es un metal de transición de primera fila incluyendo Fe, Mn, Ni, V, Co y Ti; B es un metal seleccionado del grupo Fe, Mn, Ni, V, Co, Ti, Mg, Ca, Cu, Nb, Zr y metales de tierras raras; X se selecciona de los elementos P, Si, S, V y Ge; M es un metal seleccionado de los grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIB, IVB y VB de la tabla periódica; N se selecciona de O, N, H, S, SO_4 , PO_4 , OH, Cl, F y C; y en donde $0 < a \leq 1$, $0 \leq y \leq 0,5$, $0 < b \leq 1$, $0 < c \leq 4$ y $0 < d \leq 6$. Los tamaños de partículas pueden ser menores que alrededor de 10 μm , con 3-5 μm siendo preferible.

- 25 El material de cátodo activo puede incluir un primer compuesto cristalino y un segundo compuesto cristalino. El primer compuesto cristalino se puede distribuir dentro del segundo compuesto cristalino para formar un compuesto de material compuesto. El primer compuesto cristalino se puede preparar calentando una combinación de al menos una fuente de litio, al menos una fuente de hierro y al menos una fuente de fosfato mientras que el segundo compuesto cristalino se puede preparar calentando al menos dos compuestos de metal. El segundo compuesto cristalino puede incluir también uno o más miembros seleccionados de los grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIB, IVB y VB de la tabla periódica.

35 Durante la formación del material de cátodo activo, se pueden introducir un gran número de defectos de cristal dentro de los cristales intermediarios o de compuesto de manera que se alteren o cambien los estados electrónicos y la formación de los óxidos de metal. El compuesto metálico con su estructura cristalina mezclada, por lo tanto, puede incluir un gran número de vacantes de oxígeno y de átomos de oxígeno que faltan. Las vacantes de oxígeno pueden facilitar la conducción del portador aumentando por ello la conductividad del cristal mixto. Para este fin, el metal puede tener una red de cristal menor que el compuesto de litio de modo que se reciba o distribuya dentro del compuesto de litio. Alternativamente, el compuesto de metal se puede recibir o distribuir entre dos o más retículas de cristal grandes. Aún más, el compuesto de metal puede residir dentro de los límites de grano del compuesto de litio. Por último, el compuesto de metal se puede dispersar alrededor de las superficies de grano exteriores del compuesto de litio. En cada caso, la migración de iones de litio sirve como un puente o bien dentro de una red de cristal o bien entre medias de dos retículas de cristal. Los iones de litio se pueden liberar completamente para propiedades eléctricas mejoradas incluyendo conductancia eléctrica, capacitancia y reciclabilidad.

- 45 Preferiblemente, el compuesto de metal se puede distribuir dentro de un compuesto de fosfato de hierro litio para formar un compuesto de material compuesto para su uso en la lámina 110 de cátodo. El compuesto de metal se puede distribuir dentro del compuesto de fosfato de hierro litio para formar un cristal mixto. En un caso, el compuesto de fosfato de hierro litio y el compuesto de metal pueden tener relaciones molares de alrededor de 1 a 0,001-0,1. El material de cátodo puede estar dopado con aditivos de carbono dispersos entre los límites de grano o recubiertos sobre las superficies de grano. El aditivo de carbono dopado puede proporcionar el producto de material de cátodo final con 1-15% de carbono en peso. El aditivo de carbono puede incluir uno o más miembros seleccionados del grupo que consiste en negro de carbón, negro de acetileno, grafito y compuesto de carbohidrato.

55 El compuesto de material compuesto puede incluir una fuente de litio, una fuente de hierro, una fuente de fosfato y un segundo compuesto cristalino que tiene una proporción molar de compuesto cristalino Li: Fe: P: de alrededor de 1: 1: 1: 0,001-0,1. En otros casos, se pueden adoptar diversas proporciones molares de compuesto cristalino Li: Fe: P:. La fuente de litio puede incluir uno o más miembros seleccionados del grupo que consta de carbonato de litio, hidróxido de litio, oxalato de litio, acetato de litio, fluoruro de litio, cloruro de litio, bromuro de litio, yoduro de litio y dihidrogenofosfato de litio. La fuente de hierro puede incluir uno o más miembros seleccionados del grupo que consiste en oxalato ferroso, acetato ferroso, cloruro ferroso, sulfato ferroso, fosfato de hierro, óxido ferroso, óxido férrico, óxido de hierro y fosfato férrico. La fuente de fosfato puede incluir uno o más miembros seleccionados del

grupo que consiste en amonio, fosfato de amonio, dihidrogenofosfato de amonio, fosfato de hierro, fosfato férrico e hidrógeno fosfato de litio.

5 Un método de preparación de un material de cátodo de fosfato de hierro litio mixto incluye mezclar de manera uniforme al menos un compuesto LiFePO_4 con un compuesto de mezcla y calentar la mezcla resultante a 600-900°C en una atmósfera de gas inerte o de gas reductor durante entre alrededor de 2-48 horas. El compuesto de mezcla puede incluir dos o más óxidos de metal en los que el metal se puede seleccionar de los grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIB, IVB y VB de la tabla periódica. El compuesto de mezcla proporciona una estructura cristalina mixta, en donde un método de preparación del compuesto de mezcla con la estructura cristalina mixta correspondiente incluye mezclar óxidos de metal de los grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIB, IVB y VB y calentar la mezcla a 600-1200°C durante entre 2-48 horas.

10 Un método para preparación de un material de cátodo de cristal mezclado incluye mezclar de manera uniforme fuentes de litio, hierro y fosfato y calentarlas a 600-900°C en una atmósfera de gas inerte o de gas reductor durante al menos alrededor de 2 horas. La mezcla resultante se puede combinar entonces con el compuesto de metal mixto que tiene una combinación de dos o más óxidos de metal seleccionados de los grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, IIB, IVB y VB de la tabla periódica. En una realización, la fuente de litio, la fuente de hierro, la fuente de fosfato y el compuesto de metal mixto son capaces de proporcionar proporciones molares de compuesto de metal mixto Li: Fe: P: de 1: 1: 1: 0,001-0,1. En otras realizaciones, se pueden adoptar diferentes relaciones molares de compuesto de metal mixto Li: Fe: P: Además, se puede añadir al menos una fuente de carbono a la mezcla resultante, la fuente de carbono incluyendo uno o más de los siguientes sin limitación: negro de carbón, negro de acetileno, grafito y compuesto de carbohidrato. La cantidad de fuente de carbono añadida a la mezcla resultante debería ser capaz de proporcionar al producto final 1-15% de carbono en peso.

15 Las fuentes de litio usadas para formar el material de cátodo pueden incluir uno o más de los siguientes compuestos sin limitación: carbonato de litio, hidróxido de litio, oxalato de litio, acetato de litio, fluoruro de litio, cloruro de litio, bromuro de litio, yoduro de litio y dihidrogenofosfato de litio. Las fuentes de hierro incluyen uno o más de los siguientes compuestos sin limitación: oxalato ferroso, acetato ferroso, cloruro ferroso, sulfato ferroso, fosfato de hierro, óxido ferroso, óxido férrico, óxido de hierro y fosfato férrico. Cuando se usa un compuesto de hierro trivalente como fuente de hierro, el proceso de molido de bolas puede incluir la adición de una fuente de carbono para reducir el hierro trivalente a un hierro bivalente. Las fuentes de fósforo pueden incluir uno o más de los siguientes compuestos sin limitación: amonio, fosfato de amonio, dihidrogenofosfato de amonio, fosfato de hierro, fosfato férrico e hidrógeno fosfato de litio.

20 Durante la molienda en un molino de bolas, se pueden introducir uno o más disolventes incluyendo etanol, agua DI y acetona. En otras realizaciones, se pueden utilizar otros medios de mezcla y disolventes. Además, la mezcla se puede secar entre 40-80°C o se puede remover hasta secar.

25 Los tipos de gases inertes que se pueden utilizar incluyen helio, neón, argón, criptón, xenón, radón y nitrógeno. Adicionalmente, también se pueden incorporar gases reductores incluyendo hidrógeno y monóxido de carbono. También se pueden adoptar otros gases adecuados.

30 La lámina 110 de cátodo se puede formar usando una suspensión de cátodo que incluye uno de los materiales de cátodo activos precedentes. La suspensión de cátodo se puede formar mezclando un espesante, el material de cátodo activo y un disolvente. En primer lugar, se mezclan el espesante y el disolvente para proporcionar una solución coloidal. La solución coloidal resultante, el disolvente residual y el material activo se mezclan en un mezclador planetario doble. Una porción del disolvente, así como un aglutinante se proporcionan entonces al mezclador planetario para una mezcla adicional.

35 La solución coloidal, el material de cátodo activo, y el disolvente se pueden mezclar en el mezclador planetario doble según una secuencia de mezcla especificada. Para este fin, la solución coloidal, el material activo, y el disolvente se pueden mezclar durante alrededor de 3-5 minutos a una frecuencia de rotación de alrededor de 2-20 Hz que disminuye hasta una frecuencia de rotación inferior de alrededor de 0-2 Hz. A continuación, la solución coloidal, el material activo, y el disolvente se pueden mezclar durante alrededor de 30-50 minutos a una frecuencia de rotación entre alrededor de 35-60 Hz que disminuye hasta una frecuencia de rotación inferior entre alrededor de 35-60 Hz. En este punto, el mezclador planetario doble puede generar un vacío que dura alrededor de 3-5 minutos, de modo que la mezcla tiene lugar a una presión de alrededor de 0,0005 MPa a alrededor de 0,05 MPa. El disolvente residual y los adhesivos se añaden entonces al mezclador planetario doble y se mezclan durante alrededor de 5-10 minutos a una frecuencia de rotación de alrededor de 35-60 Hz que disminuye hasta una frecuencia de rotación inferior de entre alrededor de 35-60 Hz. De nuevo, el mezclador planetario doble puede generar un vacío que dura alrededor de 3-5 minutos, de modo que la mezcla tiene lugar a una presión de alrededor de 0,0005 MPa a alrededor de 0,05 MPa. La mezcla entonces tiene lugar entre alrededor de 20-35 minutos a una frecuencia de rotación que disminuye de alrededor de 10-25 Hz a alrededor de 0 Hz.

40 La proporción en peso del material activo del cátodo, el espesante, los adhesivos y el disolvente puede ser de alrededor de 100: (0,05-10): (0,01-10): (50-150). La proporción en peso del disolvente mezclado con el espesante puede ser de alrededor de 60-90%. Cuando se mezcla con la solución coloidal y el material activo, la proporción en

peso del disolvente puede ser de alrededor de 0,1-30%, y puede ser de alrededor de 8-20% cuando se añade con el aglutinante.

5 La lámina 110 de cátodo se puede formar recubriendo un sustrato conductor, tal como una lámina de aluminio, con la suspensión. La suspensión se puede aplicar sobre el sustrato conductor usando una operación de laminación, aunque se pueden emplear otros métodos de aplicación. El sustrato conductor y la suspensión se secan entonces para formar la lámina 110 de cátodo. La lámina 110 de cátodo tiene preferiblemente un espesor entre 100 y 110 μm , aunque también se pueden usar otros espesores.

La lámina 115 separadora puede ser una membrana de polipropileno microporosa y/o electrolítica de polietileno. Estas membranas están disponibles en US Celgard de Charlotte, Carolina del Norte.

10 Con referencia de nuevo a la Figura 1, la lámina 105 de ánodo incluye una región en la que el sustrato 107 de la lámina 105 de ánodo no incluye capas 106 de ánodo activas. Más bien, el sustrato 107 de cobre se expone para facilitar la conexión eléctrica con la lámina 105 de ánodo. La región expuesta del sustrato 107 se extiende sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la lámina 105 de ánodo de modo que el primer borde de la lámina 105 de ánodo define una región 107 conductora cuando la lámina 100 de batería se enrolla para formar un núcleo 200 enrollado (véase la Figura 2). La región expuesta del sustrato 107 se puede formar limitando el área a la que se aplican al sustrato 107 las capas 106 de ánodo activas. Adicionalmente, o alternativamente, la región expuesta del sustrato 107 se puede formar después de la aplicación de las capas 106 de ánodo activas eliminando selectivamente las capas 106 de ánodo activas del sustrato 107 a lo largo de una anchura predeterminada de la lámina 105 de ánodo. Esta eliminación se puede lograr usando una técnica de eliminación mecánica y/o una técnica de eliminación química.

25 La lámina 110 de cátodo incluye una región en la que el sustrato 114 de la lámina 110 de cátodo no incluye capas 112 de cátodo activas. Más bien, el sustrato 112 de aluminio se expone para facilitar la conexión eléctrica con la lámina 110 de cátodo. La región expuesta del sustrato 112 se extiende sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la lámina 110 de cátodo de modo que un borde de la lámina 110 de cátodo define una región 114 conductora cuando la lámina 100 de batería se enrolla para formar el núcleo 200 enrollado de la Figura 2A. La región expuesta del sustrato 114 se puede formar limitando el área a la que se aplican las capas 112 de cátodo activas al sustrato 114. Adicionalmente, o alternativamente, la región expuesta del sustrato 114 se puede formar después de la aplicación de las capas 112 de cátodo activas eliminando selectivamente las capas 112 de cátodo activas del sustrato 114 a lo largo de una anchura predeterminada de la lámina 110 de cátodo. Esta eliminación se puede lograr usando una técnica de eliminación mecánica y/o una técnica de eliminación química.

30 Como se muestra en la Figura 2A, la lámina 105 de ánodo, la lámina 110 de cátodo y la lámina 115 separadora se pueden envolver para formar el núcleo 200 enrollado. El sustrato 114 expuesto forma una estructura de colector de corriente multicapa para el cátodo del núcleo 200 enrollado mientras que el sustrato 107 expuesto forma una estructura de colector de corriente multicapa para el ánodo del núcleo 200 enrollado. El colector de corriente para el cátodo y el colector de corriente para el ánodo están dispuestos en extremos opuestos de la longitud del núcleo 200 y proporcionan contactos de baja resistencia que pueden transportar una cantidad sustancial de corriente. La formación de los colectores de corriente en lados opuestos del núcleo 200 enrollado también simplifica el proceso de fabricación.

35 Los colectores de corriente se pueden formar de una serie de maneras diferentes. Por ejemplo, los colectores de corriente se pueden formar únicamente a partir de las capas de sustrato expuestas. Adicionalmente, o alternativamente, los colectores de corriente se pueden formar uniendo una cinta conductora de material a lo largo de una longitud de cada una de las láminas de ánodo y cátodo, respectivamente, antes o después del bobinado.

40 La capa exterior del núcleo 200 enrollado puede ser un aislante. En un ejemplo, la lámina 115 separadora es más larga que la lámina 105 de ánodo y la lámina 110 de cátodo. Por tanto, la lámina 105 de ánodo y la lámina 110 de cátodo se terminan en la operación de envoltura antes de que se alcance el extremo de la lámina 115 separadora. La longitud en exceso del separador 105 se envuelve entonces alrededor del núcleo 200 un número predeterminado de veces (por ejemplo, dos o más) para formar la capa 115 aislante exterior. Esta construcción simplifica la fabricación del núcleo 200 y, además, aumenta la homogeneidad de la estructura del núcleo.

45 Una vez que se ha formado el núcleo 200 enrollado, las capas expuestas del sustrato 107 de ánodo y del sustrato 114 de cátodo se comprimen para cambiar su forma de modo que el área de sección transversal exterior de cada porción extrema del núcleo 200 enrollado sea menor que el área de sección transversal interior del núcleo 200. Para este fin, las capas expuestas del sustrato 107 de ánodo del núcleo 200 enrollado se pueden soldar una a otra, asegurada una a otra con un cierre mecánico, y/o aseguradas una a otra usando un adhesivo, etc. Preferiblemente, las capas expuestas del sustrato 107 de ánodo están aseguradas una con otra comprimiéndolas juntas, soldándolas juntas a lo largo de toda la longitud o porciones de la longitud del sustrato 107 expuesto para formar una estructura colectora de corriente de ánodo única. Las capas del sustrato 114 de cátodo se pueden formar de una manera similar a las capas del sustrato 107 de ánodo.

Una estructura alternativa para el núcleo 200 se muestra en las Figuras 2B a 2D. En esta realización, se estratifican adyacentes entre sí múltiples capas de ánodo, láminas de cátodo y láminas separadoras. No obstante, a diferencia de la estructura de núcleo descrita anteriormente, las láminas que forman el núcleo no se enrollan para formar una bobina. Más bien, el núcleo 200 está compuesto por una pluralidad de láminas planas, tal como se muestra en la disposición de la Figura 2B. Preferiblemente, las láminas de extremo del núcleo 200 son láminas aislantes y, más preferiblemente, una o más láminas 115 separadoras. Una vista en planta superior de esta realización del núcleo 200 se muestra en la Figura 2C, mientras que una vista en planta lateral se muestra en la Figura 2D. Como se ilustra, las láminas aislantes/separadoras se extienden preferiblemente más allá de los bordes laterales de las láminas de cátodo y ánodo apiladas y se pueden envolver alrededor de los bordes laterales para aislar las láminas de cátodo y ánodo una de otra. Se pueden usar también métodos alternativos para sellar las láminas de cátodo y de ánodo apiladas para evitar un contacto indeseado entre ellas y para evitar exposición ambiental. Aunque los colectores 114 y 107 de corriente de las Figuras 2B hasta 2D están formados a partir de las capas de sustrato del material de lámina de ánodo y cátodo, también se pueden formar como cintas que están conectadas a las capas de sustrato apiladas individuales.

La Figura 3 muestra una vista de despiece del extremo de ánodo de una celda 300 de batería que tiene el núcleo 200 enrollado (no mostrado pero implícito en la Figura 3). En la Figura 3, la celda 300 de batería incluye un armazón 305 de protección que recibe el núcleo 200 enrollado. El colector 310 de corriente se aplica eléctricamente a un primer extremo 320 de una estructura 325 de conexión a través de un conjunto 335 de cubierta de extremo. Un segundo extremo 330 de la estructura 325 de conexión se extiende a través de una placa de cubierta/tapa de extremo 335 correspondiente para proporcionar un contacto exterior para el ánodo de la celda 300 de batería.

Como se muestra en la Figura 3, el armazón 305 de protección es de forma rectangular y está dimensionado de modo que el núcleo 200 encaja perfectamente dentro de su interior. Aunque el armazón 305 (y, por tanto, el núcleo 200) puede tener varias dimensiones, el armazón 305 de protección puede tener una anchura W y una altura H, siendo W mayor que alrededor de 50 mm y H es mayor que alrededor de 100 mm. Preferiblemente, la relación entre la anchura y la altura del armazón 305 corresponde a la siguiente ecuación:

$$0,18 < W/H < 0,5$$

Esta relación también es adecuada para definir de manera general las dimensiones del núcleo 200, y es particularmente muy adecuada cuando la celda 300 de batería es una batería de alta capacidad y de alta potencia de salida.

Cuando la relación W/H es mayor que 0,5, la anchura de la celda 300 de batería es muy grande, y el área de superficie total del armazón 305 puede no ser capaz de resistir la presión generada dentro de su interior haciéndolo por ello fallar/o distorsionar. Esto puede crear un riesgo de seguridad. Cuando la relación W/H es menor que 0,18, la altura de la celda 300 de batería es muy pequeña, de modo que la celda 300 de batería es muy delgada. El volumen disponible para el núcleo 200 dentro del armazón 305 de protección es bastante pequeño y no favorece el alojamiento de un núcleo de alta capacidad y alta corriente.

La Figura 4 es una vista esquemática a través de una sección transversal de la celda 300 de batería. En este ejemplo, la estructura 325 de conexión incluye un conector angular 405 que se extiende a través de la placa de cubierta/tapa de extremo 335. Aquí, el conector angular 405 es sustancialmente en forma de Z. El colector 310 de corriente se puede formar de la manera descrita anteriormente. Por simplicidad, el colector 310 de corriente de la Figura 4 solamente ilustra una única tira colectora de corriente de ánodo. Una pieza 410 de conexión flexible conecta eléctricamente el conector 405 angular al colector 310 de corriente. La pieza 410 de conexión flexible puede incluir múltiples capas de lámina de metal, tal como cobre, que han sido recocidas y soldadas tanto al conector 405 angular como al colector 310 de corriente. Se puede usar una técnica similar para conectar el colector de cátodo a un conector angular correspondiente de una estructura de conexión. No obstante, la pieza de conexión flexible entre el conector angular y el colector de corriente de cátodo se puede formar a partir de múltiples capas de lámina de aluminio que han sido recocidas y soldadas tanto al conector angular como al colector de corriente de cátodo. El uso de este tipo de estructura de interconexión facilita la facilidad con la que se puede fabricar una batería que usa el núcleo 200 enrollado. Además, la estructura de interconexión se puede usar para proporcionar un camino de baja resistencia y alta corriente a través de la batería. Aún más, esta estructura se puede usar para disipar el calor fomentando por ello la seguridad de la batería.

Las Figuras 5 y 6 muestran una manera de formar las regiones de la lámina 105 de ánodo y/o la lámina 110 de cátodo que están próximas a los sustratos 107 y/o 114 expuestos, respectivamente. Solamente se describe la región próxima al sustrato 107 expuesto, aunque la región correspondiente próxima al sustrato 114 expuesto puede tener la misma estructura básica.

En las Figuras 5 y 6, la lámina 105 de ánodo tiene una anchura total 505. Las capas 106 activas de la lámina 105 de ánodo se aplican a lo largo de una anchura 510 de la lámina dejando una región sin recubrimiento que tiene una anchura 515. Alternativamente, la región sin recubrimiento se puede ser formar eliminando una parte del componente activo de la lámina 105 de ánodo. El recubrimiento del componente activo se adelgaza gradualmente en el borde de la lámina a lo largo de una anchura 520. En la región a la izquierda de la región 520, las capas 106

están formadas a su espesor completo. El adelgazamiento comienza en una región de transición de espesor de recubrimiento 525. Un emplasto o recubrimiento aislante se aplica a lo largo de la región 530. La anchura del emplasto (recubierto con recubrimientos aislantes) cubre completamente el área de recubrimiento de adelgazamiento sobre el sustrato conductor y termina en un área que expone el sustrato conductor. El emplasto/recubrimiento debería ser aislante de electrones y/o de iones, y capaz de mantener su integridad a altas temperaturas. Un recubrimiento tal es el sulfuro de polifenileno (PPS). Usar esta configuración reduce la posibilidad de que ocurra un cortocircuito entre el ánodo y el cátodo. Además, el adelgazamiento del recubrimiento de la manera descrita reduce el arrugado que de otro modo podría resultar del rodillo que presiona un recubrimiento que tiene un borde grueso.

La Figura 7 es una vista en sección transversal de un ejemplo de un núcleo 200 enrollado. En un núcleo enrollado, pueden ser problemáticos espesores y/o fuerzas variables en el núcleo 200 en las regiones A y B opuestas. Para limitar tales problemas, la lámina 105 de ánodo y la lámina 110 de cátodo terminan en las regiones C y D arqueadas opuestas en lugar de terminar en regiones A y B planas opuestas. Como se muestra en la Figura 7, la lámina 105 de ánodo termina en 705 de la región C mientras que la lámina 110 de cátodo termina en 710 de la región D. La lámina 115 separadora se extiende más allá de los puntos 705 y 710 de terminación de modo que se envuelve alrededor para formar la porción exterior del núcleo 200. La lámina 115 separadora termina en 715 a lo largo de un lado arqueado del núcleo 200. La dirección en la que se enrollan las láminas para formar el núcleo 200 se designa mediante la flecha 720. En esta estructura, la lámina 110 de cátodo puede ser más larga que la lámina 105 de ánodo.

Según la construcción del núcleo 200 mostrada en la Figura 7, las regiones A y B son sustancialmente planas y no tienen variaciones de espesor significativas. Como resultado, hay una reducción en las arrugas que de otro modo se formarían a través del hinchamiento del núcleo 200 durante el empapado de electrolito, así como durante la carga y descarga de la celda de batería. Tales arrugas ocurren cuando las fuerzas sobre el núcleo 200 en las regiones A y B son sustancialmente no uniformes. Reduciendo este arrugamiento, se puede aumentar la vida útil del núcleo. De forma similar, se abordan problemas de seguridad ocultos causados por la carga o descarga no uniforme del núcleo 200 (por ejemplo, situaciones en las que un área arrugada del núcleo 200 produce dendritas de litio que causan un corto dentro de la batería provocando una explosión).

La Figura 8 ilustra una realización de un conector 800 doblado que se puede usar en la estructura 325 de conexión de la Figura 4. El conector 800 doblado está formado de un material conductor que es adecuado para establecer una conexión eléctrica, así como un enlace mecánico con el material usado para formar el conector 410 de la Figura 4 y preferiblemente tiene una anchura que es al menos el 25% de la anchura W del armazón 305 de protección. El conector 800 doblado de la Figura 8 es generalmente en forma de Z e incluye un primer brazo 805 y el segundo brazo 810 que se extienden en direcciones opuestas desde una porción 815 transversal. El segundo brazo 810, como se describirá a continuación, se extiende desde un interior a una porción exterior de la celda de batería donde se aplica a la porción 815 transversal. La porción 815 transversal está colocada exterior a la celda de batería donde conecta eléctricamente el segundo brazo 810 con el primer brazo 805. El primer brazo 805 forma eficazmente un terminal eléctrico de la batería que se puede usar para acceder al ánodo (o cátodo) del núcleo 200 enrollado.

El conector 800 doblado puede incluir una estructura de debilitamiento, tal como el surco 820, que hace al conector 800 doblado romper su conexión eléctrica con el núcleo 200 bajo ciertas fuerzas extraordinarias, tales como las que ocurren cuando el vehículo está implicado en un accidente. En la Figura 8, un único surco 820 se extiende sustancialmente a lo largo de una anchura del miembro 820 transversal. Adicionalmente, o alternativamente, el surco 820 puede extenderse a lo largo de una longitud del primer brazo 805 exterior a la celda 300 de batería y/o a lo largo de una porción del segundo brazo 810 exterior a la celda 300 de batería. También se pueden usar estructuras de debilitamiento múltiples.

Dependiendo de las características de resistencia eléctrica del material que forma el conector 800 doblado, el surco 820 puede aumentar la resistencia de una manera indeseable. En tales casos, el surco 820 se puede llenar con un material conductor que sea mecánicamente dúctil. Una serie de materiales son adecuados para este propósito incluyendo, sin limitación, estaño, caucho conductor y otros materiales dúctiles conductores. La resistencia del área que tiene el surco 820 se disminuye de esta manera, mientras que la característica de seguridad general que el surco está destinado a mejorar permanece.

La Figura 9 ilustra una realización adicional de un conector 900 doblado que se puede usar en la estructura 325 de conexión de la Figura 4. El conector 900 doblado está formado de un material conductor que es adecuado para establecer una conexión eléctrica, así como un enlace mecánico con el material usado para formar el conector 410 de la Figura 4. El conector 900 doblado de la Figura 9 es generalmente en forma de L e incluye un brazo 910 que se extiende desde un interior a una porción exterior de la celda de batería donde se aplica a la porción 915 transversal. La porción 915 transversal está colocada exterior a la celda de batería. La porción 915 transversal forma eficazmente un terminal eléctrico de la batería que se puede usar para acceder al ánodo (o cátodo) del núcleo 200 enrollado.

El conector 900 doblado puede incluir una estructura de debilitamiento, tal como el surco 920, que hace al conector 900 doblado romper su conexión eléctrica en la región de la estructura de debilitamiento. Más particularmente, el

conector 900 doblado rompe su conexión eléctrica con el núcleo 200 cuando está sometido a ciertas fuerzas extraordinarias, tales como las que ocurren cuando el vehículo está implicado en un accidente/colisión. En la Figura 9, un surco 920 único se extiende sustancialmente a lo largo de una anchura del miembro 915 transversal. Adicionalmente, o alternativamente, el surco 820 puede extenderse a lo largo de una longitud del brazo 910 en una porción del brazo 910 que es exterior a la celda de batería. También se pueden usar estructuras de debilitamiento múltiples.

Dependiendo de las características de resistencia eléctrica del material que forma el conector 900 doblado, el surco 920 puede aumentar la resistencia de una manera indeseable. En tales casos, el surco 920 se puede llenar con un material conductor que sea mecánicamente dúctil. Una serie de materiales son adecuados para este propósito incluyendo, sin limitación, estaño, caucho conductor, y otros materiales dúctiles conductores. La resistencia del área que tiene el surco 920 se disminuye de esta manera mientras que la característica de seguridad general que el surco está destinada a mejorar permanece.

Las dimensiones de los surcos 820 y 920 de los conectores 800 y 900 doblados son dependientes del material usado para formar los conectores 800 y 900. Si el conector doblado está formado de cobre, la profundidad del surco correspondiente puede ser aproximadamente 50%-90% del espesor de la porción transversal. La anchura del surco a lo largo de la porción transversal puede estar entre alrededor del 100%-500% de la profundidad del surco. Si el conector doblado está formado de aluminio, la profundidad del surco correspondiente puede ser aproximadamente el 30%-80% del espesor de la porción transversal. La anchura del surco a lo largo de la porción transversal puede estar entre aproximadamente 100%-300% de la profundidad del surco.

La Figura 10 muestra cómo se puede usar el conector doblado de la Figura 8 para interconectar celdas de batería adyacentes. Como se muestra, una celda 300a de batería se coloca adyacente a la celda 300b de batería para conexión una con otra. La celda 300a de batería incluye una estructura 335a de cubierta de extremo. Un conector 800a de cátodo doblado se extiende desde una porción interior de la celda 300a de batería donde está en comunicación eléctrica con el colector de cátodo del núcleo enrollado correspondiente (no mostrado). La porción 815a transversal del conector doblado 800a se extiende en una dirección hacia la celda 300b de batería adyacente. De forma similar, la celda 300b de batería incluye una estructura 335b de cubierta de extremo. Un conector 800b de ánodo doblado se extiende desde una porción interior de la celda 300b de batería donde está en comunicación eléctrica con el colector de ánodo del núcleo enrollado correspondiente (no mostrado). La porción 815b transversal del conector 800b doblado se extiende en una dirección hacia la celda 300a de batería adyacente.

Las caras de los brazos verticales de los conectores 800a y 800b se unen una con otra en la unión 1005. La unión 1005 se puede formar soldando las caras entre sí, uniendo las caras una con otra usando un adhesivo tal como un caucho conductor, interconectando mecánicamente las caras una con otra usando un cierre, o una estructura y/o método de unión similar. Interconectando los conectores 800a y 800b doblados en las caras de los brazos verticales, se establece una conexión de baja resistencia capaz de transportar una corriente alta entre el cátodo de la celda 300a de batería y el ánodo de la celda 300b de batería. Una estructura similar se puede usar en un extremo opuesto de cada celda 300a y 300b de batería para proporcionar una conexión de baja resistencia capaz de transportar una corriente alta entre el ánodo de la celda 300a de batería y el cátodo de la celda 300b de batería con celdas adyacentes adicionales para conectar por ello todas las celdas 300 unas con otras. De esta manera, las celdas adyacentes de un paquete de baterías se conectan eléctricamente en serie unas con otras. No obstante, esta arquitectura de interconexión también se puede usar para conectar eléctricamente celdas de batería adyacentes en paralelo unas con otras.

Ambos conectores 800a y 800b doblados incluyen surcos 820a y 820b de debilitamiento correspondientes. Cuando cualquiera de o ambas celdas 300a y/o 300b de batería son sacudidas de sus posiciones respectivas como resultado de un impacto accidental con el vehículo, el material en la región de los surcos 820a y/o 820b fallará y hará a las celdas 300a y 300b de batería desconectarse eléctricamente unas de otras. La seguridad de las baterías usadas en el vehículo se mejora de esta manera.

La Figura 11 muestra otra estructura para interconectar las celdas 300a y 300b de batería adyacentes. La interconexión es sustancialmente la misma que se muestra en la Figura 10. No obstante, los conectores 800a y 800b doblados están unidos unos a otros usando un miembro 1105 de fusión dispuesto entre las caras de los brazos verticales. El miembro 1105 de fusión puede ser una composición de soldadura de estaño/plomo o material similar que se funde y/o se vaporiza bajo corrientes/temperaturas eléctricas excesivamente altas que pueden ocurrir durante un fallo de la celda 300a de batería, de la celda 300b de batería y/o del sistema de baterías que incluye las celdas 300a y 300b de batería. Para este fin, se selecciona el espesor, la anchura, la longitud y la composición del miembro 1105 de fusión para provocar una desconexión eléctrica entre los conectores 800a y 800b doblados cuando la corriente eléctrica y/o la temperatura entre ellos excede un valor crítico predeterminado. La seguridad de las celdas 300a y 300b de batería cuando están presentes condiciones de sobrecorriente y/o temperatura se mejora usando esta arquitectura de interconexión.

Las Figuras 35 y 36 muestran otra estructura para interconectar las celdas 300a y 300b de batería adyacentes. Como se muestra, la estructura de conexión incluye un primer conector 800a doblado y un segundo conector 800b doblado. Cada conector 800a, 800b doblado incluye un primer brazo 810a, 810b, una porción 815a, 815b transversal

y un brazo 805a, 805b adicional. En la realización mostrada en las Figuras 35 y 36, los brazos 805a y 805b son más cortos que los brazos correspondientes de los conectores mostrados, por ejemplo, en las Figuras 8, 10 y 11. Los conectores 800a y 800b doblados se pueden unir uno a otro usando un miembro 1105 de fusión dispuesto entre las caras de los brazos 805a y 805b. El miembro 1105 de fusión puede ser una composición de soldadura de estaño/plomo o material similar que se funde y/o se vaporiza bajo corrientes eléctricas/temperaturas excesivamente altas que pueden ocurrir durante un fallo de la celda 300a de batería, de la celda 300b de batería, y/o del sistema de batería que incluye las celdas 300a y 300b de batería. Para este fin, se selecciona el espesor, la anchura, la longitud y la composición del miembro 1105 de fusión para provocar una desconexión eléctrica entre los conectores 800a y 800b doblados cuando la corriente eléctrica y/o la temperatura entre ellos excede un valor crítico predeterminado. La seguridad de las celdas 300a y 300b de batería cuando están presentes condiciones de sobrecorriente y/o temperatura se mejora usando esta arquitectura de interconexión.

Los conectores 800a, 800b también se pueden adaptar de modo que se separen uno de otro cuando la estructura de interconexión se someta a fuerzas excesivas que pueden ocurrir durante, por ejemplo, un impacto de un vehículo. Para este fin, cada porción 815a, 815b transversal incluye una sección 3505a y 3505b estrechada. Como se muestra, las secciones 3505a y 3505b estrechadas definen regiones 3520 abiertas. Las regiones 3520 abiertas debilitan la estructura de interconexión para facilitar la desconexión de los conectores 800a y 800b bajo fuerzas excesivas. Cada brazo 805a y 805b puede tener una anchura que es sustancialmente la misma o corresponde de otro modo a la anchura de las secciones 3505a y 3505b estrechadas.

La Figura 37 muestra otra estructura para interconectar las celdas 300a y 300b de batería adyacentes. Esta estructura de interconexión es similar a la estructura de interconexión mostrada en las Figuras 36 y 37. No obstante, los brazos 805a y 805b se extienden en una dirección hacia las celdas 300a y 300b de batería.

La Figura 38 muestra otra estructura para interconectar celdas 300a y 300b de batería adyacentes. En esta estructura de interconexión, un primer conector 3800a doblado se extiende desde la celda 300a de batería, mientras que un segundo conector 3800b doblado se extiende desde la celda 300b de batería. Cada conector 3800a, 3800b incluye un primer brazo 3805a, 3805b que se extiende desde la celda 300a, 300b de batería, respectiva y en aplicación con un segundo brazo 3810a, 3810b respectivo. Los brazos 3810a y 3810b se extienden uno hacia el otro y se solapan en una región 3815 de conexión. Los brazos 3810a y 3810b pueden estar adaptados para desconectarse uno de otro bajo fuerzas excesivas, tales como las que ocurren en una colisión de un vehículo. Para este fin, uno o ambos brazos 3810a y 3810b pueden incluir una estructura de debilitamiento. En la Figura 38, la estructura de debilitamiento comprende secciones 3820a y 3820b estrechadas formadas en las porciones de solapamiento de los brazos 3810a y 3810b. Las secciones 3820a y 3820b estrechadas pueden ser construidas como regiones arqueadas similares a las estructuras de conexión mostradas en las Figuras 35-37.

La Figura 39 muestra otra estructura para interconectar celdas 300a y 300b de batería adyacentes. En esta estructura de interconexión, un primer conector 3900a doblado se extiende desde la celda 300a de batería mientras que un segundo conector 3900b doblado se extiende desde la celda 300b de batería. Cada conector 3900a, 3900b incluye un primer brazo 3905a, 3905b que se extiende desde la celda 300a, 300b de batería respectiva y en aplicación con un segundo brazo 3910a, 3910b respectivo. Los brazos 3910a y 3910b se extienden uno hacia el otro y están aplicados de una manera extremo a extremo a una región 3915 de conexión. La región 3915 de conexión puede incluir una región generalmente en forma de V que interconecta los brazos 3810a y 3810b usando un material que se funde y/o se vaporiza bajo temperaturas que ocurren cuando el flujo de corriente entre las baterías 300a y 300b llega a ser excesivamente grande. El material en la región 3915 de conexión, por ejemplo, puede ser soldadura de estaño u otro material capaz de interconectar mecánica y eléctricamente los brazos mientras se funde y/o se vaporiza a la temperatura de sobrecorriente deseada. Cada brazo 3900a, 3900b de conexión puede incluir una estructura de debilitamiento tal como la de 920 en el conector 900 mostrado en la Figura 9.

Las Figuras 40 y 41 ilustran estructuras de interconexión adicionales que incluyen regiones debilitadas mecánicamente que rompen la conexión eléctrica entre las baterías 300a y 300b en una ubicación predeterminada bajo fuerzas excesivas que ocurren, por ejemplo, durante un accidente/colisión de un vehículo. En la Figura 40, el conector 4005a está conectado a la celda 300a de batería mientras que el conector 4005b está conectado a la celda 300b de batería. Los brazos 4000a y 4000b transversales terminan en las porciones 4010a y 4010b arqueadas respectivas que se unen unas con otras en la región 4015 de conexión. Las regiones 4010a y 4010b arqueadas son suficientemente fuertes para facilitar la interconexión mecánica y eléctrica entre los conectores 4005a y 4005b bajo condiciones normales de operación. No obstante, el adelgazamiento de estas regiones de material produce una estructura de conexión debilitada en la que la conexión entre los miembros 4000a y 4000b transversales se corta cuando se somete a fuerzas que ocurren durante un accidente/colisión de un vehículo.

En la Figura 41, el conector 4105a está conectado a la celda 300a de batería mientras que el conector 4100b está conectado a la celda 300b de batería. Los brazos 4100a y 4100b transversales se solapan entre sí en la región 4110 donde los conectores 4105a y 4105b están mecánica y eléctricamente unidos uno con otro. Cada brazo 4100a, 4100b transversal incluye una región 4115a, 4115b arqueada respectiva en la que se adelgaza el material que forma el brazo transversal. Los brazos 4100a y 4100b transversales están alineados de modo que las regiones 4115a y 4115b arqueadas se superponen entre sí en la región 4110 de conexión. La estructura resultante es suficientemente fuerte para facilitar la interconexión mecánica y eléctrica entre los conectores 4105a y 4105b bajo condiciones

normales de operación. No obstante, el adelgazamiento de las regiones de material en las regiones 4115a y 4115b arqueadas unidas produce una estructura de conexión debilitada en la que la conexión entre los miembros 4100a y 4100b transversales se corta cuando se somete a fuerzas que ocurren durante un accidente/colisión de un vehículo.

5 La Figura 41A es una vista en sección transversal a través de los terminales 4100a y 4100b tomada a lo largo de la línea 41A-41A de sección de la Figura 41. En la Figura 41A, no obstante, una mordaza 4120 multicapa está dispuesta para aplicarse a las regiones 4115a y 4115b arqueadas. La mordaza 4120 incluye una primera capa 4125 y una segunda capa 4130 que tienen diferentes características de expansión térmica. Para este fin, la primera capa 4125 puede ser un material aislante y tener un coeficiente de expansión térmica mayor que la segunda capa 4130. Durante una condición de sobrecorriente, la temperatura de los terminales 4100a y 4100b aumenta. A medida que aumenta la temperatura, la primera capa 4125 se expande a una velocidad mayor que la segunda capa 4130. Dado que la expansión de la primera capa 4125 está limitada por la segunda capa 4130, la primera capa 4125 se acciona contra las secciones de material adelgazadas en las regiones 4115a y 4115b arqueadas. En última instancia, si la temperatura excede un valor umbral predeterminado consistente con una condición de sobrecorriente, la primera capa 4125 ejerce suficiente fuerza contra las regiones 4115a y 4115b arqueadas para cortar la conexión entre los terminales 4100a y 4100b.

15 Las Figuras 42 hasta 46 muestran diversas maneras en las que los terminales 4200a y 4200b de las celdas 300a y 300b de batería adyacentes se pueden interconectar unos con otros. En cada caso, los terminales 4200a, 4200b se interconectan unos con otros usando un conector 4205 de puente eléctricamente conductor. El conector 4205 de puente puede asumir una variedad de formas incluyendo, pero no limitado a, una forma de U, una forma de U invertida, una forma de Z, una forma de S o cualquier otra forma que tenga uno o más ángulos de flexión entre alrededor de 0° y 180°. El conector 4205 de puente puede estar formado como una estructura de metal de una sola capa, una estructura de múltiples capas, o como una lámina de metal de múltiples capas. La formación del conector 4205 de puente como una lámina de metal de múltiples capas permite al conector 4205 de puente funcionar adicionalmente como un amortiguador mecánico que absorbe la energía de vibración entre los terminales 4200a y 4200b aumentando por ello la integridad de la estructura de conexión de terminal en general.

20 El conector 4205 de puente puede estar formado de un único material de metal, múltiples láminas de metal que tienen diferentes coeficientes de expansión térmica, y/o de una aleación de memoria. Ejemplos de materiales que tienen diferentes coeficientes de expansión que se pueden usar en una estructura de lámina de metal múltiple incluyen una combinación de lámina de Fe-Ni, una combinación de lámina de Fe-Cu y/o una combinación de aleación de memoria/metal común. Las aleaciones de memoria que se pueden usar en el conector 4205 de puente incluyen aleaciones a base de Cu y/o aleaciones a base de Fe. Estas incluyen, sin limitación, Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni, y/o Fe-Mn. El metal común puede ser, por ejemplo, Cu, Al y/o Ni.

30 El conector 4205 de puente se conecta a porciones de cara de los terminales 4200a y 4200b. La superficie de soldadura eficaz entre el conector 4205 de puente y un terminal respectivo puede ser de alrededor de 0,5~4 veces la superficie de la sección transversal del terminal. La soldadura que tiene un punto de fusión menor que el metal del conector y el terminal se puede disponer en la unión entre cada extremo del conector 4205 de puente y el terminal respectivo. La conexión entre cada terminal y el conector 4205 de puente se puede formar a través de soldadura en frío a presión, soldadura ultrasónica, soldadura por soldadura, soldadura instantánea, soldadura por fricción, soldadura por resistencia, o similares. Preferiblemente, la conexión se forma usando soldadura por soldadura donde el punto de fusión de la aleación usada en la soldadura tiene una temperatura de fusión entre alrededor de 150°C y 250°C. Los materiales que se pueden usar incluyen Sn, Au-20%Sn, plomo - 5%Sn, Ag-Sn, etc.

40 La Figura 42 muestra un conector 4205 de puente que tiene una forma de U invertida. En esta realización, los terminales 4200a y 4200b pueden tener las características generales de los terminales 800a y 800b mostrados en la Figura 10. El conector 4205 de puente puede incluir un primer y segundo brazos 4210 y 4215 que están interconectados uno con otro mediante un miembro 4220 transversal. El primer brazo 4210 está conectado al miembro 4225 del terminal 4200a mientras que el segundo brazo 4215 está conectado al miembro 4230 del terminal 4200b. El conector 4205 de puente puede estar formado como una pieza de metal blando multicapa, tal como de una lámina de cobre multicapa. Cuando las celdas 300a y/o 300b de batería están sometidas a fuerzas externas, el miembro 4220 transversal puede absorber las tensiones de impacto generadas y proteger los terminales de un desgaste y daño excesivos.

50 El conector 4205 de puente puede estar formado de una aleación de memoria o pieza bimetalica. Cuando la temperatura de la estructura de interconexión se eleva repentinamente debido, por ejemplo, a una sobrecorriente u otra condición anormal, la aleación de memoria o la pieza bimetalica puede contraerse en la dirección mostrada por las flechas 4235 para retirarse a sí misma del contacto con cada uno de los terminales a media que se funde la soldadura entre las uniones puente/terminal. Como resultado, la conexión eléctrica y mecánica entre los terminales 4200a y 4200b se rompe para evitar la explosión de las celdas de batería y/o otras consecuencias peligrosas tales.

55 Las aleaciones de memoria que se pueden usar para construir el conector 4205 de puente incluyen aleaciones de metal a base de Cu y/o aleaciones de metal a base Fe, tales como aleaciones de Cu-Zn, Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni o Fe-Mn-Si. En relación con la estructura mostrada en la Figura 42, se supone que se emplea una aleación Cu-Al-Ni. En tales casos, el conector 4205 de puente puede estar formado inicialmente de modo que el ángulo entre cada brazo

60

4210 y 4215 con respecto al miembro 4220 transversal sea menor que 90°. Mientras que esté de esta forma, el conector 4205 de puente se puede someter a un tratamiento a alta temperatura entre alrededor de 300-1000°C durante varios minutos para impartir un efecto de memoria. El conector 4205 de puente se conecta entonces a los terminales 4200a y 4200b en su posición normal ensamblada. En esta posición, el ángulo entre cada brazo 4210 y 4215 está en un ángulo de alrededor de 90° con respecto al miembro 4220 transversal. La aleación de memoria intentará recuperar su forma original cuando la temperatura del conector 4205 de puente se eleve a una temperatura acorde con una sobrecorriente y/u otra condición anormal de operación de celda de batería.

La Figura 43 muestra un conector 4205 de puente que tiene una forma de S. En esta realización, los terminales 4200a y 4200b pueden tener las características generales de los terminales 800a y 800b mostrados en la Figura 10. El conector 4205 de puente puede incluir un primer y segundo brazos 4305 y 4310 que se extienden en direcciones opuestas y que están interconectados uno con otro por un miembro 4315 transversal. El primer brazo 4305 está conectado al miembro 4225 del terminal 4200a mientras que el segundo brazo 4310 está conectado al miembro 4230 del terminal 4200b. Como anteriormente, el conector 4205 de puente puede estar formado como una lámina de metal multicapa, pieza bimetalica y/o aleación de memoria. Cuando se forma a partir de una aleación de memoria, el conector 4205 de puente puede tener una forma original que corresponde a la forma requerida para desconectarlo del contacto con los terminales 4200a y 4200b bajo temperaturas elevadas que ocurren durante la sobrecorriente y/u otras condiciones anormales de operación de celda de batería.

La Figura 44 muestra un conector 4205 de puente que tiene una forma de U invertida. En esta realización, los terminales 4200a y 4200b pueden tener las características generales de los terminales 800a y 800b mostrados en la Figura 10. El conector 4205 de puente puede incluir un primer y segundo brazos 4405 y 4410 que están interconectados uno con otro mediante un miembro 4415 transversal. El primer brazo 4405 está conectado a una superficie exterior del miembro 4225 del terminal 4200a, mientras que el segundo brazo 4410 está conectado a una superficie exterior del miembro 4230 del terminal 4200b. Como anteriormente, el conector 4205 de puente puede estar formado como una lámina de metal multicapa, pieza bimetalica, y/o aleación de memoria. Cuando está formado de una aleación de memoria, el conector 4205 de puente puede tener una forma original que corresponde a la forma requerida para desconectarlo del contacto con los terminales 4200a y 4200b bajo temperaturas elevadas que ocurren durante la sobrecorriente y/u otras condiciones anormales de operación de celda de batería. En la Figura 44, la forma original se puede ajustar de modo que el conector 4205 de puente se expanda en las direcciones mostradas por las flechas 4420 bajo tales temperaturas elevadas.

La Figura 45 muestra un conector 4205 de puente que tiene una estructura multicapa. En esta realización, el conector 4205 de puente incluye una primera capa 4505 que está dispuesta en el interior de los brazos 4225 y 4230 y una segunda capa 4510 que es interior a y coextensiva con la primera capa 4505. Cada capa 4505, 4510 tiene una forma de U invertida. La capa 4510 puede estar formada de un metal común mientras que la capa 4505 puede estar formada de una aleación de memoria. La capa 4510 de metal común y la aleación 4505 de memoria pueden estar unidas una con otra de manera que los cambios en la forma de la aleación 4505 de memoria provoquen cambios correspondientes en la forma de la capa 4510 de metal común. Por tanto, el conector 4205 de puente cambia de forma bajo temperaturas elevadas que ocurren durante la sobrecorriente y/u otras condiciones anormales de operación de celda de batería. Este cambio de forma hace al conector 4205 de puente desconectar los terminales 4200a y 4200b uno de otro.

La Figura 46 muestra un conector 4205 de puente que tiene una estructura multicapa. En esta realización, el conector 4205 de puente incluye una primera capa 4605 que está dispuesta exterior a los brazos 4225 y 4230 y una segunda capa 4610 que es exterior a y coextensiva con la primera capa 4605. Cada capa 4605, 4610 tiene una forma de U invertida. Las capas 4610 y 4605 están formadas de metales que tienen coeficientes de expansión térmica diferentes y se pueden unir mecánicamente uno a otro de modo que los cambios en la forma de una capa provocarán un cambio correspondiente en la otra capa. La diferencia en los coeficientes de expansión térmica hace al conector 4205 de puente cambiar de forma bajo temperaturas elevadas que ocurren durante la sobrecorriente y/u otras condiciones anormales de operación de celda de batería, desconectando por ello los terminales 4200a y 4200b uno de otro. Para asegurar además que los terminales 4225 y 4230 están aislados eléctricamente uno de otro cuando el conector 4205 de puente cambia de forma, una capa 4615 aislante se puede disponer en una porción extrema de cada brazo 4225 y 4230 próxima al conector 4205 de puente.

Las interconexiones de celdas de batería, tales como las mostradas en la Figura 39, pueden incluir estructuras de protección de sobretemperatura mejoradas por gravedad. Un ejemplo de una estructura tal se muestra en las Figuras 47 y 48, donde la Figura 47 es una vista superior de la estructura y la Figura 48 es una vista lateral de la estructura. Estas figuras muestran la orientación de los terminales cuando las celdas de batería se giran sobre sus lados de la manera mostrada en las Figuras 28A y 69 a continuación.

En la realización mostrada en las Figuras 47 y 48, el terminal 3900a está conectado eléctricamente a la celda 300a de batería mientras que el terminal 3900b está conectado eléctricamente a la celda 300b de batería. Un bloque 4705 conductor está asegurado a las porciones extremas de cada terminal 3900a y 3900b usando un material 4710 de unión. El bloque 4705 conductor se extiende a lo largo de toda la anchura 4805 de los conectores 3900a y 3900b, así como a lo largo de todo el espesor 4715. El material 4710 de unión puede ser soldadura a base de Sn, soldadura a base de Bi, o soldadura a base de Zn, pero preferiblemente es soldadura a base de Sn. En un ejemplo, la

soldadura puede tener un espesor de entre alrededor de 0,3 mm y 1 mm y, preferiblemente, entre alrededor de 0,5 mm y 0,8 mm. El punto de fusión del material de soldadura puede estar entre alrededor de 100° Celsius y 450° Celsius. Si el punto de fusión es demasiado bajo, la estructura de interconexión puede no ser estable bajo condiciones normales de operación. Si es demasiado alto, el punto de fusión puede no ser alcanzado durante condiciones anormales de sobretemperatura. Se prefiere la soldadura a base de Sn dado que tiene un punto de fusión de alrededor de 231,9° Celsius.

El bloque 4705 conductor puede estar formado de un metal de alta densidad que tiene un punto de fusión que está al menos alrededor de 50° Celsius por encima del punto de fusión del material 4710 de unión. De esta manera, el bloque 4705 conductor se puede fijar de forma segura con los terminales 3900a y 3900b usando una técnica de soldadura fuerte adecuada. Tales técnicas pueden incluir soldadura fuerte por inducción, soldadura con hierro, soldadura fuerte por resistencia, o técnica de fijación similar.

Como se muestra en la Figura 48, el bloque 4705 conductor puede tener una forma trapezoidal en donde la porción 4810 de base está dispuesta en la parte inferior de la estructura de conexión. El bloque 4705 conductor está sometido a la fuerza de gravedad en la dirección mostrada por la flecha 4815. Cuando la estructura de conexión está sometida a condiciones de sobretemperatura tales como las que ocurren durante una sobrecorriente u otra operación anormal del sistema de batería, el material 4710 de unión comienza a fundirse. A medida que el material de unión se funde, el bloque 4705 conductor se mueve hacia abajo en la dirección 4815 bajo la influencia de la gravedad. En última instancia, el bloque 4705 conductor se separa de la aplicación con los terminales 3900a y 3900b cortando por ello la interconexión eléctrica y mecánica entre ellos.

Las interconexiones de celdas de batería pueden incluir también estructuras de protección contra sobretemperatura que usan aisladores eléctricos que se dimensionan para expandir la conexión entre los terminales cuando la temperatura de la interconexión llega a ser excesiva. Las Figuras 49 hasta 51 ilustran tres realizaciones de tales interconexiones. En la Figura 49, los terminales 4900a y 4900b están unidos uno al otro mediante un material 4710 de unión. El material 4710 de unión puede ser soldadura a base de Sn, soldadura a base de Bi, o soldadura a base de Zn, pero preferiblemente es a base de Sn. En un ejemplo, la soldadura puede tener un espesor de entre alrededor de 0,3 mm y 1 mm. El punto de fusión del material de soldadura puede estar entre alrededor de 100° Celsius y 450° Celsius, con una preferencia de alrededor de 232° Celsius. Un miembro 4905 de expansión está dispuesto en la unión entre los terminales 4900a y 4900b. Como se muestra, el miembro 4905 de expansión puede tener una sección transversal circular, pero se pueden usar otras formas de sección transversal. Además, el miembro 4905 de expansión puede estar formado de un material aislante eléctricamente que tiene un coeficiente de expansión térmica grande. Aún más, el material que forma el miembro 4905 de expansión puede tener un punto de fusión que excede sustancialmente el punto de fusión del material 4710 de unión.

Cuando la estructura de interconexión está sometida a una condición de sobretemperatura, el material 4710 de unión comienza a fundirse. Adicionalmente, el miembro 4905 de expansión se expande para separar los brazos 4910a y 4910b. Las características del material 4710 de unión, el miembro 4905 de expansión y la separación entre los brazos 4910a, 4910b son tales que la expansión del miembro 4905 de expansión separa los brazos 4910a y 4910b una distancia suficiente para superar la tensión superficial del material 4710 de unión fundido. El material 4710 de unión fluye desde la unión entre los terminales y corta eficazmente la conexión eléctrica entre las celdas de batería.

La interconexión mostrada en la Figura 50 es similar a la mostrada en la Figura 49. La diferencia principal entre ellas es la forma de los terminales 5000a y 5000b. Más particularmente, los terminales 5000a y 5000b incluyen brazos 5005a y 5005b que se extienden hacia dentro en oposición a los brazos 4910a y 4910b que se extienden hacia fuera de los terminales 4900a y 4900b.

La estructura de interconexión mostrada en la Figura 51 es similar a las mostradas tanto en la Figura 49 como en la Figura 50. La diferencia principal entre ellas es la forma de los terminales. Más particularmente, la interconexión mostrada en la Figura 51 incluye un terminal 4900a que tiene un brazo 4910a que se extiende hacia fuera que está conectado eléctricamente con un brazo 5005b que se extiende hacia dentro de un terminal 5000b. Un miembro 5105 eléctricamente aislante puede estar dispuesto entre una porción extrema del brazo 4910a del terminal 4900a y la porción 5110 transversal del terminal 5000. El miembro 5105 eléctricamente aislante ayuda a asegurar que los terminales 4900a y 5000b se desconecten eléctricamente uno de otro cuando el material 4710 de unión se funde y fluye desde la unión entre los brazos 4910a y 5005b.

Como se ha descrito anteriormente, las estructuras de interconexión pueden incluir un material de unión entre los terminales que se funde bajo las temperaturas excesivamente altas que ocurren debido a las condiciones de sobrecorriente entre las celdas 300a y 300b de batería. Adicionalmente, o alternativamente, las estructuras de interconexión pueden estar provistas de subestructuras que liberan productos químicos que interactúan con la unión entre los terminales de modo que los terminales se separen mecánica y eléctricamente uno de otro bajo tales condiciones de temperatura excesivamente alta. Las Figuras 52 y 53 muestran ejemplos de estas subestructuras como se aplican a las estructuras de interconexión mostradas en las Figuras 40 y 41, respectivamente.

En la Figura 52, el conector 4005a está conectado a la celda 300a de batería mientras que el conector 4005b está conectado a la celda 300b de batería. Los brazos 4000a y 4000b transversales terminan en las porciones 4010a y 4010b arqueadas respectivas que se unen una con otra en la región 4015 de conexión. La región 4015 de conexión puede incluir un material de unión tal como soldadura. Las regiones 4010a y 4010b arqueadas son suficientemente fuertes para facilitar la interconexión mecánica y eléctrica entre los conectores 4005a y 4005b bajo condiciones normales de operación. No obstante, el adelgazamiento de estas regiones de material produce una estructura de conexión debilitada en la que la unión entre los miembros 4000a y 4000b transversales se corta cuando se somete a fuerzas que ocurren durante un accidente/colisión de un vehículo.

Una realización de una subestructura que libera productos químicos que interactúan con la región 4015 de conexión se muestra de manera general en 5205. En esta realización, la estructura 5205 incluye una carcasa 5210 exterior que contiene un material 5215 químicamente reactivo. La carcasa 5210 tiene una sección transversal generalmente circular y está adaptada para encajar dentro de las regiones 4010a y 4010b arqueadas. Se pueden usar otras formas de sección transversal dependiendo de la estructura particular de los terminales que se emplean. El material de la carcasa debería cumplir varios requisitos. Por ejemplo, el material de la carcasa debería ser capaz de ser unido con los materiales de los brazos 4005a y 4005b. Adicionalmente, el material de la carcasa debería ser no reactivo con el material 5215 químicamente reactivo. Además, la temperatura a la que el material de la carcasa comienza a fundirse debería estar cercana a la temperatura generada durante una condición de sobrecorriente. El material de la carcasa puede ser una resina sintética, caucho, cerámica o similares. Preferiblemente, la carcasa está formada de un compuesto de plástico y/o de caucho que tiene una temperatura de fusión entre 100°C y 350°C, dependiendo de los requisitos de sobrettemperatura. Tales materiales pueden incluir PP, PE, ABS, PPO, PPS, PTFE y PEEK.

El material 5215 químicamente reactivo es preferiblemente un líquido a la temperatura de sobrecorriente. Puede o no ser un sólido a temperaturas normales de operación. Por ejemplo, puede ser una solución química ácida o básica que sea reactiva con el material en la región 4015 de conexión. Preferiblemente, el producto químico es un producto químico básico que incluye, por ejemplo, NaOH.

En condiciones normales, la temperatura de los brazos 4000a y 4000b está por debajo del punto de fusión de cualquier material en la región 4015 de interconexión, así como por debajo del punto de fusión de la carcasa 5210 del elemento 5205 químicamente reactivo. A medida que aumenta la temperatura debido a, por ejemplo, una condición de sobrecorriente, la carcasa 5210 comienza a fundirse. A medida que la carcasa 5210 se funde, el material 5215 químicamente reactivo se libera y aplica a los materiales de los brazos 4000a y 4000b, así como cualquier material en la región 4015 de interconexión. El producto químico liberado reacciona con el material en la región 4015 de interconexión, brazo 4000a y/o brazo 4000b. La reacción es destructiva y provoca la desconexión eléctrica de los brazos 4000a y 4000b uno de otro.

En la Figura 53, el conector 4105a está conectado a la celda 300a de batería mientras que el conector 4100b está conectado a la celda 300b de batería. Los brazos 4100a y 4100b transversales se solapan entre sí en la región 4110 donde los conectores 4105a y 4105b están mecánicamente y eléctricamente unidos entre sí. Cada brazo 4100a, 4100b transversal incluye una región 4115a, 4115b arqueada respectiva en la que el material que forma el brazo transversal está adelgazado. Los brazos 4100a y 4100b transversales están alineados de modo que las regiones 4115a y 4115b arqueadas se superponen entre sí en la región 4110 de conexión. La estructura resultante es suficientemente fuerte para facilitar la interconexión mecánica y eléctrica entre los conectores 4105a y 4105b bajo condiciones normales de operación. No obstante, el adelgazamiento de las regiones de material en las regiones 4115a y 4115b arqueadas unidas produce una estructura de conexión debilitada en la que la conexión entre los miembros 4100a y 4100b transversales se corta cuando se somete a fuerzas que ocurren durante un accidente/colisión de un vehículo.

Como en la Figura 52, la estructura de interconexión de la Figura 53 incluye una subestructura 5205 que puede liberar productos químicos que interactúan con la región 4110 de conexión bajo condiciones de sobrettemperatura/sobrecorriente. La subestructura 5205 incluye una carcasa 5210 exterior que contiene el material 5215 químicamente reactivo. La carcasa 5210 puede tener una sección transversal generalmente circular y estar adaptada para encajar dentro de las regiones 4115a y 4115b arqueadas. La operación de la subestructura 5205 con respecto a la región 4110 es sustancialmente similar a la operación descrita en conexión con la Figura 52.

Las estructuras de interconexión mostradas en las Figuras 52 y 53 se basan en un alineamiento horizontal de los brazos de los terminales que conectan las baterías 300a y 300b. Se reconocerá, no obstante, que una subestructura del tipo generalmente mostrado en 5205 se puede usar en otras orientaciones de estructura de interconexión. En tales orientaciones alternativas, la subestructura 5205 está construida y alineada con los terminales de modo que el material 5215 reactivo se libera para cortar la conexión eléctrica entre los terminales. Aún más, la subestructura 5205 se puede situar en uno solo de los terminales para cortar la conexión eléctrica entre los terminales.

La protección de sobrecorriente también se puede basar en la eliminación de un líquido conductor entre los terminales de las celdas 300a y 300b de batería. Más particularmente, el líquido conductor está presente entre los terminales de las celdas 300a y 300b de batería bajo condiciones normales de operación de modo que los terminales están interconectados eléctricamente uno con otro para conducir corriente. El líquido conductor es

drenado de entre los terminales de las celdas 300a y 300b de batería cuando la temperatura de los terminales se eleva debido, por ejemplo, a una condición de sobrecorriente u otro fallo del sistema.

La Figura 54 muestra una realización de una subestructura de protección de sobrecorriente basada en este principio. En esta realización, el terminal 5400a está conectado a la celda 300a de batería y el terminal 5400b está conectado a la celda 300b de batería. Los terminales 5400a y 5400b están aislados mecánicamente uno de otro en una región 5403 de separación. La conexión eléctrica entre los terminales 5400a y 5400b se establece usando la subestructura 5405 de interconexión. La subestructura 5405 de interconexión incluye una carcasa 5410 que contiene un conductor 5415 líquido en su interior. El conductor 5415 líquido establece una conexión eléctrica entre el terminal 5400a y 5400b en la región 5403. Se pueden usar metales, aleaciones de metal y soluciones conductoras como conductor 5415 líquido. Preferiblemente, el conductor 5415 líquido es mercurio o una aleación de Na-K. La carcasa 5405 tiene una sección transversal generalmente circular, pero se pueden usar otras formas de sección transversal dependiendo de la estructura particular de los terminales que se empleen. El material de la carcasa puede ser no reactivo con el conductor 5415 líquido. Además, la temperatura a la que el material de la carcasa comienza a fundirse debería estar cercana a la temperatura generada durante una condición de sobrecorriente. El material de la carcasa puede ser una resina sintética, caucho, cerámica, o similares. Preferiblemente, la carcasa está formada de un compuesto de plástico y/o de caucho que tiene una temperatura de fusión entre 100°C y 350°C, dependiendo de los requisitos de sobretemperatura. Tales materiales pueden incluir PP, PE, ABS, PPO, PPS, PTFE y PEEK.

Bajo condiciones normales, la temperatura de los brazos 5400a y 5400b está por debajo del punto de fusión de la carcasa 5410, y el conductor 5415 líquido está retenido en la región 5403 para facilitar el flujo de corriente entre los terminales 5400a y 5400b. A medida que la temperatura aumenta debido a, por ejemplo, una condición de sobrecorriente, la carcasa 5410 comienza a fundirse. A medida que se funde la carcasa 5410, el conductor 5415 líquido se libera de la carcasa 5410 y de la región 5403 de circuitos abiertos. El flujo de corriente adicional entre las baterías 300a y 300b a través de los terminales 5400a y 5400b cesa.

Las Figuras 55 hasta 57B muestran una realización adicional de una estructura de interconexión en la que la protección de sobrecorriente se basa en la eliminación de un líquido conductor entre los terminales de las celdas 300a y 300b de batería. En esta realización, la subestructura de protección de sobrecorriente, mostrada de manera general en 5500, está construida para operar con terminales que se extienden horizontalmente desde cada celda de batería. Como se muestra, el terminal 5400a está conectado a y se extiende horizontalmente desde la celda 300a de batería. El terminal 5400b está conectado a y se extiende horizontalmente desde la celda 300b de batería. Cada terminal 5400a y 5400b se extiende desde la batería respectiva a una cámara 5505 de conducción de la subestructura de protección de sobrecorriente 5500. Una cámara 5510 de recogida está dispuesta por debajo de la cámara 5505 de conducción. La cámara 5505 de conducción y la cámara 5510 de recogida están hechas de un material aislante tal como plástico, caucho, cerámica, o similares. Durante la operación normal del sistema de baterías, la cámara 5505 de conducción y la cámara 5510 de recogida están selladas de una manera que se evitan fugas de una cámara a la otra.

La subestructura 5500 de protección se puede ensamblar de una serie de maneras diferentes. La Figura 56 muestra una de tales maneras. En la Figura 56, la subestructura 5500 está formada de dos porciones 5600a y 5600b. La porción 5600a está conectada a y sellada con el terminal 5400a. La porción 5600b está conectada a y sellada con el terminal 5400b. Cada porción 5600a y 5600b incluye la mitad de la cámara 5505 de conducción y la mitad de la cámara 5510 de recogida. Las porciones 5600a y 5600b se pueden unir una con otra usando una conexión de fusión en caliente, conexión de caucho, conexión adhesiva, unión soldada, o similares. Las porciones 5600a y 5600b se pueden sellar con los terminales 5400a y 5400b correspondientes usando moldeo por inyección, fusión en caliente, unión adhesiva, sellado de agentes de penetración, o similares. El método usado para unir las porciones una a otra y con los terminales debería ser suficiente para evitar la fuga de cualquier líquido o bien de la cámara 5505 de conducción o bien de la cámara 5510 de recogida.

Las Figuras 57A y 57B son vistas en sección transversal a través de la subestructura 5500 de protección durante la operación normal del sistema de baterías. Durante la operación normal, un conductor 5415 líquido del tipo descrito anteriormente está contenido dentro de la cámara 5505 de conducción y establece una conexión eléctrica entre el terminal 5400a y el terminal 5400b. El conductor 5415 líquido se puede inyectar en la cámara 5505 de conducción a través de una abertura 5515 dispuesta en una porción superior de la cámara 5505 de conducción. Una vez que la cámara 5505 de conducción se ha llenado con la cantidad deseada de conductor 5415 líquido, la abertura 5515 se puede cerrar con un tapón u otro tipo de sello.

La cámara 5505 de conducción está sellada de la cámara 5510 de recogida para evitar la fuga del conductor 5415 líquido desde la cámara 5505 de conducción a la cámara 5510 de recogida. La Figura 57B muestra una manera de sellar la cámara 5505 de conducción de la cámara 5510 de recogida. En este ejemplo, la cámara 5505 de conducción termina en una pared 5705 de cámara inferior que separa la cámara 5505 de conducción de la cámara 5510 de recogida. La pared 5705 de cámara inferior incluye una abertura 5715 de flujo que normalmente está sellada mediante un miembro 5720 de separación. El miembro 5720 de separación se puede hacer de un material de plástico y/o de caucho que tiene una temperatura de fusión entre alrededor de 100°C y 350°C, dependiendo de la temperatura deseada a la que se ha de activar la protección de sobrecorriente. Los materiales adecuados incluyen, por ejemplo, PP, PE, ABS, PPO, PPS, PTFE y/o PEEK.

Durante una condición de sobrecorriente/fallo de batería, la temperatura del conductor 5415 líquido aumentará. A medida que la temperatura alcanza el punto de fusión del miembro 5720 de separación, el miembro 5720 de separación llegará a ser ineficaz en el sellado de la cámara 5505 de conducción de la cámara 5510 de recogida. El conductor 5415 líquido fluirá desde la cámara 5505 de conducción hasta la cámara 5510 de recogida a través de la
 5 abertura 5715 de flujo. El flujo puede ocurrir bajo la fuerza de la gravedad y/o bajo la fuerza generada por una presión elevada en la cámara 5505 de conducción (por ejemplo, la fuerza resultante de la temperatura de sobrecorriente del conductor 5415 líquido). A medida que el conductor 5415 líquido sale de la cámara 5505 de conducción, creará una condición de circuito abierto entre los terminales 5400a y 5400b. Con el fin de asegurar que todo el conductor 5415 líquido drena desde la cámara 5505 de conducción, el volumen de la cámara 5510 de
 10 recogida debería ser al menos mayor o igual que el volumen de la cámara 5505 de conducción.

La subestructura 5500 de protección se fabrica fácilmente y se repara/recicla fácilmente. Recogiendo el conductor 5415 líquido en la cámara 5510 de recogida, puede ser reutilizado en una subestructura 5500 de protección reparada o nueva. Esto es particularmente beneficioso si el conductor 5415 líquido no es respetuoso con el medio ambiente. Adicionalmente, la subestructura 5500 de protección se puede reparar fácilmente dirigiendo el conductor
 15 5415 líquido de nuevo a la cámara 5505 de conducción y sustituyendo el miembro 5720 de sellado.

Las Figuras 58 a 60 muestran una realización adicional de una estructura de interconexión en la que la protección de sobrecorriente se basa en la eliminación de un líquido conductor entre los terminales de las celdas 300a y 300b de batería. En esta realización, la subestructura de protección de sobrecorriente, mostrada de manera general en 5800, está construida para operar con terminales que se extienden verticalmente desde la celda de batería respectiva.
 20 Como se muestra, el terminal 5800a está conectado a y se extiende verticalmente desde la celda 300a de batería. El terminal 5800b está conectado a y se extiende verticalmente desde la celda 300b de batería. Cada terminal 5800a y 5800b se extiende desde la batería respectiva a una cámara 5805 de conducción de la subestructura 5800 de protección de sobrecorriente. Una cámara 5810 de recogida está dispuesta por debajo de la cámara 5805 de conducción. La cámara 5805 de conducción y la cámara 5810 de recogida están hechas de un material aislante tal como plástico, caucho, cerámica, o similares. Durante la operación normal del sistema de baterías, la cámara 5805 de conducción y la cámara 5810 de recogida están selladas de una manera que se evitan fugas de una cámara a la
 25 otra.

La subestructura 5800 de protección puede ser ensamblada de una serie de maneras diferentes. La Figura 59 muestra una de tales maneras. En la Figura 59, la subestructura 5800 se forma a partir de dos porciones 5900a y 5900b. La porción 5900a está conectada a y sellada con el terminal 5800a. La porción 5900b está conectada a y sellada con el terminal 5800b. Cada porción 5900a y 5900b incluye la mitad de la cámara 5805 de conducción y la mitad de la cámara 5810 de recogida. Las porciones 5900a y 5900b se pueden unir una con otra usando una conexión de fusión en caliente, conexión de caucho, conexión adhesiva, unión soldada, o similares. Además, las porciones 5900a y 5900b se pueden sellar con los terminales 5800a y 5800b correspondientes usando moldeo por
 30 inyección, fusión en caliente, unión con adhesivo, sellado de agente de penetración, o similares. Los métodos usados para unir las porciones una a otras y a los terminales deberían ser suficientes para evitar la fuga de cualquier líquido de o bien la cámara 5805 de conducción o bien de la cámara 5810 de recogida.

La Figura 60 es una vista en sección transversal a través de la subestructura 5800 de protección. Durante la operación normal, un conductor 5415 líquido del tipo descrito anteriormente está contenido dentro de la cámara 5805 de conducción y establece una conexión eléctrica entre el terminal 5800a y el terminal 5800b. El conductor 5415 líquido se puede inyectar en la cámara 5805 de conducción a través de una abertura 5815 dispuesta en una porción superior de la cámara 5805 de conducción. Una vez que la cámara 5805 de conducción se ha llenado con la cantidad deseada de conductor 5415 líquido, la abertura 5815 se puede cerrar con un tapón u otro tipo de sello.
 40

La cámara 5805 de conducción está sellada de la cámara 5810 de recogida para evitar la fuga del conductor 5415 líquido desde la cámara 5805 de conducción a la cámara 5810 de recogida. En la Figura 60, la cámara 5805 de conducción termina en una pared 6005 de cámara inferior que separa la cámara 5805 de conducción de la cámara 5810 de recogida. La pared 6005 de cámara inferior incluye una abertura 6015 de flujo que normalmente se sella mediante un miembro 6020 de separación. El miembro 6020 de separación puede estar hecho de un material de plástico y/o de caucho que tiene una temperatura de fusión entre alrededor de 100°C y 350°C, dependiendo de la
 45 temperatura deseada a la que se ha de activar la protección de sobrecorriente. Los materiales adecuados incluyen, por ejemplo, PP, PE, ABS, PPO, PPS, PTFE y/o PEEK.

Durante una condición de sobrecorriente/fallo de batería, la temperatura del conductor 5415 líquido aumentará. A medida que la temperatura alcanza el punto de fusión del miembro 6020 de separación, el miembro 6020 de separación llegará a ser ineficaz en el sellado de la cámara 5805 de conducción de la cámara 5810 de recogida. El conductor 5415 líquido fluirá desde la cámara 5805 de conducción hasta la cámara 5810 de recogida a través de la
 55 abertura 6015 de flujo. El flujo puede ocurrir bajo la fuerza de la gravedad y/o bajo la fuerza generada por una presión elevada en la cámara 5805 de conducción (por ejemplo, la fuerza resultante de la temperatura de sobrecorriente del conductor 5415 líquido). A medida que el conductor 5415 líquido sale de la cámara 5805 de conducción, creará una condición de circuito abierto entre los terminales 5800a y 5800b. Con el fin de asegurar que todo el conductor 5415 líquido drena desde la cámara 5805 de conducción, el volumen de la cámara 5810 de recogida debería ser al menos mayor o igual que el volumen de la cámara 5805 de conducción. Las Figuras 12 y 13
 60

muestran una estructura 1200 de conexión que se puede utilizar para llevar el núcleo de la celda 300 de batería a una temperatura de operación óptima cuando la temperatura ambiente cae por debajo de un umbral predeterminado. La estructura 1200 de conexión incluye un elemento 1205 de calentamiento, tal como un calentador cerámico, que está asegurado al conector 800 doblado. Una capa del material 1210 térmicamente conductor está dispuesto entre el conector 800 doblado y el elemento 1205 de calentamiento. El elemento 1205 de calentamiento puede tener una sección transversal en forma de L y estar dimensionado para ajustarse con una superficie del conector 800 doblado opuesta a la superficie usada para establecer contacto eléctrico con una celda de batería adyacente. La capa 1210 puede estar formada de un material, tal como un caucho térmicamente conductor, que sirve como elemento de calentamiento conductor, un aislante eléctrico y/o como un adhesivo entre el elemento 1205 de calentamiento y el conector 800 doblado. Adicionalmente, o alternativamente, el conector 800 doblado y el elemento 1205 de calentamiento se pueden asegurar uno con otro usando un cierre mecánico que está formado de un aislador eléctrico, tal como PA66.

La Figura 13 muestra un sistema que se puede usar para elevar la temperatura del núcleo de la celda 300 de batería cuando las condiciones de temperatura indican que el núcleo está en o puede caer por debajo de un umbral de temperatura predeterminado. Como se muestra, el sistema incluye un sensor 1305 de temperatura que está dispuesto para monitorizar una temperatura asociada con la necesidad de calentamiento de núcleo. El sensor 1305 de temperatura puede estar dispuesto para monitorizar la temperatura ambiente del vehículo, la temperatura ambiente del entorno del sistema de baterías, la temperatura de la celda 300 de batería y/u otra temperatura deseada. La información de temperatura se proporciona a un sistema 1310 de control. El sistema 1310 de control usa la información del sensor de temperatura para determinar cuándo la temperatura detectada por el sensor 1305 cae por debajo de un umbral predeterminado. Cuando esto ocurre, el sistema 1310 de control dirige energía eléctrica al elemento 1205 de calentamiento. La energía eléctrica se puede proporcionar por un generador conectado a un motor alimentado por gas del vehículo y/o por un sistema de energía de batería. El elemento 1205 de calentamiento responde a la energía eléctrica generando calor que se transfiere a través de la capa 1210 al conector 800 doblado. El conector 800 doblado, a su vez, actúa como un elemento térmicamente conductor que transfiere calor al interior de la celda 300 de batería elevando por ello la temperatura del núcleo 200 enrollado.

La Figura 14A muestra una manera de conectar una estructura 1450 de núcleo múltiple de una celda 300 de batería al conector 800 doblado. En esta realización, la estructura 1450 de núcleo múltiple incluye tres núcleos separados que están contruidos cada uno de la manera del núcleo 200. Por el bien de la simplicidad, solamente se muestra un único extremo de la celda 300 de batería, aunque se puede usar la misma estructura básica para conectar el extremo opuesto de la estructura 1450 de núcleo múltiple con un conector 800 extremo correspondiente.

En la Figura 14A, la estructura 1450 de núcleo múltiple se dispone dentro del armazón 305 de protección rectangular. Un conjunto 335 de cubierta de extremo se aplica con y sella una abertura en el extremo del armazón 305. Una junta 1405 formada a partir de un material eléctricamente aislante está dispuesta dentro del armazón 305 y colocada entre el extremo de la estructura 1450 de núcleo múltiple y el conjunto de cubierta de extremo 335. El conector 800 doblado se extiende al interior del armazón 305 de batería a través del conjunto 335 de cubierta de extremo de manera que se desplaza de una línea central que corre longitudinalmente a través del armazón 305.

Una vista en planta de la junta 1405 se muestra en la Figura 15. La junta 1405 incluye tres aberturas 1505, 1510 y 1515. Cada abertura está definida por un conjunto respectivo de elementos contorneados dispuestos en cada lado de la abertura. La abertura 1505 está definida por los elementos 1520 y 1525 contorneados, la abertura 1510 por los elementos 1525 y 1530 contorneados, y la abertura 1515 por los elementos 1530 y 1535 contorneados. Cada elemento contorneado incluye una superficie redondeada en un lado próximo al núcleo 200 enrollado y una superficie plana respectiva opuesta a la superficie redondeada. Los elementos 1525 y 1530 contorneados están separados uno de otro de modo que la abertura 1510 sea mayor que las aberturas 1515 y 1520. Como resultado, la superficie plana del elemento 1525 contorneado se coloca para facilitar la protección del núcleo 200 en el caso de que el conector 800 doblado se accione hacia el núcleo 200 bajo fuerzas extraordinarias, tales como las que pueden ocurrir durante una colisión de un vehículo.

Con referencia de nuevo a la Figura 14A, las tiras 1415 de colector de corriente se extienden desde el ánodo (o cátodo) de cada núcleo 200 de la estructura 1450 de núcleo múltiple. Cada tira 1415 de colector de corriente puede estar formada de una o más capas de lámina, tales como las capas de lámina que forman las capas de sustrato del ánodo (o cátodo) de cada núcleo 200. Aunque cada tira 1415 de colector de corriente se muestra como una única capa de lámina, cada tira 1415 de colector de corriente también puede estar formada de múltiples capas de lámina que se agrupan unas con otras a medida que se extienden desde el ánodo (o cátodo) de cada núcleo 200 de la estructura 1450 de núcleo múltiple. En la Figura 14A hay tres tiras 1415a, 1415b y 1415c de colector de corriente que se extienden desde el ánodo (o cátodo) de un núcleo 200 respectivo de la estructura 1450 de núcleo múltiple. Estas tiras de colector de corriente se extienden a través de las aberturas 1505, 1510 y 1515 respectivas y dentro de una cavidad 1420 de la junta 1405. Dentro de la cavidad 1420, cada tira 1415a, 1415b y 1415c de colector de corriente está unida eléctrica y mecánicamente a una lámina 1425a, 1425b y 1425c de conector flexible respectiva. Se pueden usar varios procesos de conexión para unir las estructuras incluyendo, sin limitación, soldadura ultrasónica, soldadura por resistencia, soldadura por láser y/u otro proceso de unión.

Como se muestra en la Figura 14A, las láminas 1425a, 1425b y 1425c de conector están enrolladas dentro de la cavidad 1420 para unirse en un lado común del conector 800 doblado. Las láminas 1425b y 1425c de conector están enrolladas dentro de un primer lado de la cavidad 1420 mientras la lámina 1425a de conector está enrollada dentro de un segundo lado de la cavidad 1420. El primer lado de la cavidad 1420 es mayor que el segundo lado de la cavidad 1420 debido al desplazamiento del conector 800 con respecto a la línea central longitudinal del armazón 305. En consecuencia, las láminas 1425b y 1425c de conector tienen más espacio en el que enrollarse alrededor para sujetarse con el conector 800 que la lámina 1425a de conector. Los ángulos en los que las láminas 1425b y 1425c de conector están dobladas, por lo tanto, son relativamente graduales. Los ángulos de flexión graduales son más deseables que los ángulos de flexión drásticos y es menos probable que provoquen la rotura de la lámina de conector correspondiente. No obstante, la lámina 1425a de conector está dispuesta en una porción menor de la cavidad 1420. Por tanto, la lámina 1425a de conector puede requerir un ángulo de flexión más drástico con el fin de enrollarse alrededor para la conexión al conector 800. Los ángulos de flexión drásticos están sometidos a fatiga mecánica y térmica sustancial y pueden provocar la rotura de la lámina 1425a de conector.

Con el fin de hacer más fiable la configuración de doblado de la lámina 1425a de conector, un miembro 1430 de guía enrollado se une a la lámina 1425a de conector. El miembro 1430 de guía enrollado incluye una porción 1435 de unión y una porción 1440 redondeada. La porción 1435 de unión se asegura con la lámina 1425a de conector exterior a su conexión con las otras láminas 1425b y 1425c de conector. La porción 1440 redondeada tiene una forma y un diámetro que dirigen la lámina 1425a de conector a doblarse en un ángulo gradual a medida que se aproxima al conector 800 doblado, aumentando por ello la fiabilidad de la lámina 1425a de conector. Además, el miembro 1430 de guía enrollado se puede dimensionar para accionar el colector 1415a y la lámina 1425a de conector hacia una pared lateral de la junta 1405. De esta manera, el colector 1415a y la lámina 1425a de conector no experimentan tanto movimiento como podría ocurrir de otro modo cuando la celda 300 de batería se hace vibrar. De manera similar, las longitudes de las láminas 1425b y 1425c de conector se pueden seleccionar de modo que la configuración de doblado correspondiente limite la vibración de estos componentes dentro de la cámara 1420. La fiabilidad y seguridad de la celda 300 de batería se aumenta con dichas estructuras.

El uso del miembro 1430 de guía bobinado se puede extender a conjuntos que tienen más de tres láminas de conector, así como conjuntos con menos de tres láminas de conector. En cada caso, el miembro 1430 de guía enrollado está asegurado preferiblemente a una lámina de conector que se dobla en el lado en el que se conecta al conector 800 doblado opuesto a una lámina de conector que se enrolla por debajo y alrededor del conector 800 doblado para su conexión. Además, se pueden asegurar miembros de guía de bobina adicionales con láminas 1425b y 1425c de conector para evitar el doblado innecesario de estas láminas de conector también.

La Figura 14B muestra una manera de conectar un núcleo de una celda 300 de batería al conector 800 doblado. En esta realización, solamente se utiliza un único núcleo 200. Por consiguiente, solamente un único colector 1415 de corriente se extiende desde el núcleo 200 para conexión eléctrica con el conector 800 doblado. Para reducir el grado de los ángulos que necesitan ser formados en la lámina 1425 de conexión para alcanzar el conector 800 doblado, el colector 1415 de corriente se dispone a través de la abertura 1515 que está más alejada del conector 800 doblado. En todos los otros aspectos, la cubierta 300 de extremo de la Figura 14B es la misma que la mostrada en la Figura 14A.

La junta 1405 puede incluir las pestañas 1410 que se aplican a los rebajes correspondientes en el armazón 305 de protección. Las pestañas 1410 se pueden usar para asegurar la junta 1405 en el armazón 305. Adicionalmente, o alternativamente, la junta 1405 se puede asegurar dentro del armazón 305 de protección a través de soldadura, uno o más cierres mecánicos, un adhesivo u otro mecanismo de conexión.

La junta 1405 ayuda a proteger el núcleo 200 de varias formas diferentes. Por ejemplo, la porción de la junta 1405 próxima al núcleo 200 ayuda a mantener el núcleo 200 en alineación longitudinal adecuada dentro del interior del armazón 305 de protección. El miembro 1525 contorneado desplazado ayuda a evitar que el conector 800 y las conexiones en su cara lateral contacten con el núcleo 200 durante un accidente o fallo mecánico. El estrechamiento de las aberturas proporcionadas por los miembros 1520, 1525, 1530 y 1535 contorneados ayuda a guiar los colectores 1415a, 1415b y 1415c de corriente a la cámara 1420 durante la fabricación de la celda 300 de batería. Aún más, la junta 1405 ayuda a rigidizar el armazón 305 de protección para proporcionar una protección aumentada al núcleo 200 enrollado.

Las Figuras 16 y 17 muestran una manera de sellar el extremo del armazón 305 de protección con el conjunto 325 de cubierta de extremo. La Figura 16 es una vista en sección transversal a través de una sección transversal del conjunto 325 de cubierta de extremo mientras que la Figura 17 es una vista en sección transversal a través de una sección longitudinal del conjunto 325 de cubierta.

El conjunto 325 de cubierta de extremo incluye una placa de cubierta/tapa de extremo 1605, una vaina 1610, un conector 800 y un material de sellado 1615. Para fabricar el conjunto 325 de cubierta de extremo, la placa 1605 de cubierta y la vaina 1610 están soldadas una a otra para formar una estructura integral. Sin limitación, la operación de soldadura puede incluir soldadura por láser, soldadura por arco de argón y otros procesos de soldadura. La placa 1605 de cubierta y la vaina 1610 pueden estar formadas de acero inoxidable. Una vez que placa 1605 de cubierta y la vaina 1610 han sido soldadas una a otra, se pueden colocar sobre el conector 800 que se extiende desde una

- 5 porción interior de la celda de batería a una porción exterior. El conjunto 325 de cubierta de extremo incluye una placa 1605 de cubierta, una vaina 1610, un conector 800 y un material 1615 de sellado. Para fabricar el conjunto 325 de cubierta de extremo, la placa 1605 de cubierta y la vaina 1610 se sueldan una a la otra para formar una estructura integral. Sin limitación, la operación de soldadura puede incluir soldadura por láser, soldadura por arco de argón y otros procesos de soldadura. Las operaciones de fabricación que tienen lugar después de que la placa 1605 de cubierta y la vaina 1610 se hayan soldado una a otra no son intensivas en calor. En consecuencia, se reduce la probabilidad de que otros componentes de la celda de batería sufran daños como resultado de la fabricación del conjunto 325 de cubierta de extremo.
- 10 La placa 1605 de cubierta y vaina 1610 pueden estar formadas de acero inoxidable. Antes de un procesamiento adicional, las superficies de la placa 1605 de cubierta, vaina 1610, y conector 800 que serán contactadas por el material 1615 de sellado se pueden desgastar para aumentar la adhesión entre estas estructuras y el material 1615 de sellado.
- 15 Con referencia tanto a la Figura 16 como 17, el conector 800 incluye canales 1620 superiores dispuestos en caras opuestas del conector 800 y canales 1625 inferiores dispuestos en caras opuestas del conector 800. Los canales 1620 y 1625 superior e inferior se extienden sustancialmente a lo largo de la longitud del conector 800. Los canales 1620 se colocan de modo que se yuxtaponen generalmente a labios 1630 que se extienden hacia el interior de la vaina 1610.
- 20 El conector 800 también incluye una pluralidad de agujeros 1635 pasantes que se extienden completamente a través de la anchura del conector. Como se muestra en la Figura 16, los agujeros 1635 pasantes están colocados adyacentes a un conjunto adicional de labios 1640 que se extienden hacia el interior de la vaina 1610. Como se muestra en la Figura 17, los agujeros 1635 pasantes se pueden disponer en diversas posiciones a lo largo de la longitud del conector 800 y entre los canales 1620 y 1625.
- 25 Una vez que la placa 1605 de cubierta y la vaina 1610 se han soldado una a la otra, el conector 800 se dirige a su posición deseada dentro de un canal interior de la vaina 1610 y el material 1615 de sellado se inyecta en las regiones intersticiales entre el conector 800, la vaina 1610, y la placa 1605 de cubierta. El material de sellado se inyecta bajo alta presión a los canales 1620, 1625 de llenado, a través de agujeros 1635 pasantes, así como las regiones alrededor de los labios 1630 y 1640 que se extienden hacia el interior.
- 30 El material 1615 de sellado puede ser un plástico (por ejemplo, PFA, PES, PPS, PP modificado, etc.), un componente de caucho, una resina (por ejemplo, una resina epoxi, resina epoxi modificada de aldehído fenol, etc.), un caucho de aglutinación (por ejemplo, un epoxi de doble componente, caucho termofusible, etc.). El material 1615 de sellado debería ser un aislante eléctrico y ser capaz de mantener la exposición al electrolito y al ácido clorhídrico. Además, el material 1615 de sellado debería ser capaz de unirse con los diversos metales usados para formar el conector 800, la vaina 1610, y la placa 1605 de cubierta (por ejemplo, cobre, aluminio, acero inoxidable, y otros metales).
- 35 El material 1615 de sellado se extiende más allá de la porción superior de la vaina 1610. Más particularmente, el material 1615 de sellado llena la región interior entre la vaina 1610 y el conector 800 y se envuelve alrededor del exterior de la vaina 1610 para formar un reborde 1645 de protección. El reborde 1645 de protección además mejora la integridad del sello. Además, el reborde 1645 de protección puede absorber algunas de las fuerzas de vibración y de impacto que se impartirían de otro modo al conector 800.
- 40 Como se muestra en la Figura 61, el conjunto 325 de cubierta de extremo puede incluir una cubierta 6105 de protección adicional que generalmente se ajusta a las partes más exteriores de otros miembros del conjunto 325 de cubierta de extremo. En la realización ilustrada, la cubierta 6105 de protección incluye una primera porción 6115 que se extiende a lo largo y se ajusta con una superficie exterior de la placa 1605 de cubierta. La placa 1605 de cubierta puede incluir un reborde 6120 de placa de cubierta que aplica un reborde 6125 correspondiente de la primera porción 6115. La cubierta 6105 de protección también incluye una segunda porción 6110 que se extiende en un ángulo de, por ejemplo, alrededor de 90° desde la primera porción 6115. La segunda porción 6110 se extiende alrededor y se ajusta a una superficie exterior de la vaina 1610 y el reborde 1645 de protección, y termina en una abertura 6130 a través de la cual sobresale el terminal 800. Preferiblemente, la segunda porción 6110 se sella con el terminal 800 en la abertura 6130. Aún más, la segunda porción 6110 incluye un reborde 6140 interior que se aplica al reborde 1645 de protección. La región de la segunda porción 6110 debajo del reborde 6140 interior se puede dimensionar de modo que el reborde 1645 de protección aplica una fuerza contra la cubierta 6105 de protección para ayudar a asegurar la cubierta 6105 de protección contra la placa 1605 de cubierta.
- 45
- 50
- 55 La cubierta 6105 de protección se puede formar de un aislante eléctrico. Por ejemplo, la cubierta 6105 de protección se puede formar de plástico (por ejemplo, PFA, PES, PP modificado, o similar), caucho (por ejemplo, EPDM, caucho de estireno-butadieno, o similar), resina (resina epoxi, resina epoxi modificada fenólico aldehído, o similar). Tales materiales son aislantes, resistentes al fuego, y no se degradan fácilmente por el electrolito de la celda de batería. Formando la cubierta 6105 de protección usando materiales aislantes, se reducen y/o eliminan los cortocircuitos que resultan de la distorsión física del conector 800 (por ejemplo, durante una colisión/accidente de un vehículo) con respecto a la placa 1605 de cubierta. De manera similar, la cubierta 6105 de protección puede extenderse alrededor

de las porciones de borde de la placa 1605 de cubierta para evitar un contacto eléctrico indeseado entre la celda de batería y otras estructuras de sistemas de baterías.

5 La cubierta 6105 de protección se puede formar como una estructura integral o una estructura multipieza. Las Figuras 62 y 63 ilustran estructuras de cubierta de protección multipieza mientras que la Figura 64 ilustra una estructura de cubierta de protección integral.

10 En la Figura 62, la cubierta 6105 de protección se forma a partir de dos mitades 6200a y 6200b de cubierta de protección individuales. Cada mitad 6200a y 6200b incluye una primera porción 6115a, 6115b respectiva que se dimensiona para extenderse a lo largo de y ajustarse a una superficie exterior de la placa 1605 de cubierta. Cada mitad 6200a y 6200b incluye también un reborde 6125a, 6125b respectivo que se aplica al reborde 6120 de placa de cubierta correspondiente. Las segundas porciones 6110a, 6110b se extiende en un ángulo, por ejemplo, de alrededor de 90° de las primeras porciones 6115a, 6115b. Las segundas porciones 6110a, 6110b se dimensionan para extenderse alrededor de y ajustarse a una superficie exterior de la vaina 1610 y el reborde 1645 de protección. Las aberturas 6130a, 6130b están dispuestas a través de cada mitad 6200a, 6200b y están dimensionadas para permitir al terminal 800 sobresalir a través de las mismas. Las segundas porciones 6110a, 6110b incluyen los rebordes 6140a, 6140b interiores que se aplican al reborde 1645 de protección. El reborde 1645 de protección puede aplicar una fuerza contra los rebordes 6140a, 6140b interiores para ayudar a asegurar la cubierta 6105 de protección contra la placa 1605 de cubierta.

20 Las mitades 6200a y 6200b de cubierta de protección se unen una con otra usando estructuras de emparejamiento. En la Figura 62, la mitad 6200a incluye una extensión 6205a rectangular que está dimensionada para aplicar la abertura 6205b rectangular de la mitad 6200b. Al aplicar la cubierta 6105 de protección al conjunto 325 de cubierta de extremo, las mitades 6200a y 6200b se pueden dirigir lateralmente una hacia la otra de modo que los rebordes 6140a y 6140b interiores se aplican a un lado inferior del reborde 1645 de protección. Concurrentemente, las estructuras 6205a y 6205b de emparejamiento se dirigen una hacia la otra hasta que se aplican sustancial o completamente. Dependiendo de las dimensiones y características de la cubierta 6105 de protección, se puede aplicar un agente de unión a una superficie exterior de cada una de las estructuras 6205a y 6205b de emparejamiento anterior a ensamblar para aumentar la integridad general de la cubierta 6105 de protección. También se pueden usar otras técnicas de unión.

25 Las estructuras de emparejamiento pueden asumir una variedad de formas diferentes. En la Figura 63, la mitad 6200a incluye una extensión 6305a ovalada que está dimensionada para aplicarse a una abertura 6305b ovalada correspondiente de la mitad 6200b. También se pueden usar otras formas de estructura de emparejamiento (por ejemplo, triangular, trapezoidal, o similares).

30 En la Figura 64, la cubierta 6105 de protección está formada como una estructura singular, integrada. Cuando se forma de esta manera, el material de cubierta de protección es preferiblemente altamente elástico de modo que la cubierta de protección se puede aplicar al conjunto 325 de cubierta de extremo sobre el terminal 800.

35 La cubierta 6105 de protección puede incluir indicios visuales indicativos de las características de la celda/terminal de batería. En las cubiertas de protección mostradas en las Figuras 62-64, un indicador visual 6215 del tipo polo se proporciona para identificar el terminal correspondiente como un terminal de cátodo o terminal de ánodo. El indicador 6215 ejemplar identifica el terminal 800 correspondiente como un terminal de cátodo.

40 Con referencia a la Figura 17, el conjunto 325 de cubierta de extremo incluye un respiradero 1800 de soplado. El respiradero 1800 de soplado está adaptado para evitar una ruptura catastrófica de la celda 300 de batería en el caso de que la presión interior de la celda 300 de batería alcance un nivel inseguro. Si esta presión no se alivia, la celda 300 de batería puede explotar. En cada una de las Figuras 62 hasta 64, la cubierta 6105 de protección incluye un respiradero 6210 de escape que se superpone al respiradero 1800 de soplado de modo que la cubierta de protección no evita la liberación de gases y/u otros materiales desde el respiradero 1800 de soplado.

45 La Figura 18 muestra una realización de un conjunto 1800 de soplado que se puede usar en el conjunto 325 de cubierta de extremo. El conjunto 1800 de soplado incluye una cubierta 1805 de ventilación, una clavija de ruptura 1810, y una base 1815 de ventilación. Como se muestra, el conjunto 1800 de soplado se asegura sobre un respiradero 1820 de escape de la placa 1605 de cubierta.

50 La cubierta 1805 de ventilación puede ser en forma de un cono trapezoidal truncado con una superficie inferior expuesta. Una pluralidad de aberturas 1825 de escape están dispuestas a través de los lados de la cubierta 1805 de ventilación. El área acumulativa de las aberturas 1825 de escape debería ser mayor que el área de la abertura 1820. La clavija 1810 de ruptura se extiende a través de una abertura en la parte superior de la cubierta 1805 de ventilación donde se asegura usando, por ejemplo, soldadura por láser por puntos.

55 La base 1815 de ventilación, como se muestra en las Figuras 18 y 19, incluye un anillo 1830 anular y un reborde 1835. Una membrana 1840 deformable se une al anillo 1830 anular soldándola sobre la abertura interior del anillo. La anchura del anillo 1830 anular tiene un diámetro que es preferiblemente menor que alrededor del 70% de la anchura de su abertura interior. Además, la anchura del labio 1845 del anillo 1830 anular preferiblemente no excede del 70%-80% de la anchura del respiradero 1820 de escape.

5 La membrana 1840 deformable está formada preferiblemente del mismo material que la placa 1605 de cubierta (por ejemplo, aluminio, acero inoxidable, etc.) y tiene un espesor entre alrededor 0,01 mm - 0,1 mm, con un espesor preferible entre 0,01 mm y 0,05 mm. El espesor de la membrana 1840 deformable, no obstante, se puede ajustar en base al nivel de sobrepresión en el que va a fallar el conjunto 1800 de ventilación. La membrana 1840 deformable se puede soldar para sellar adecuadamente la abertura del anillo 1830 anular y puede estar formada de una lámina de metal, tal como lámina de aluminio, lámina de cobre, etc.

10 La base 1815 de válvula se suelda a la placa 1605 de cubierta usando un haz de energía alta tal como un láser o haz electrónico. La cubierta 1805 de ventilación incluye una protuberancia 1850 que se asegura con la base 1815 de ventilación. La protuberancia 1850 incluye una pluralidad de aberturas 1855 que están distribuidas alrededor de su circunferencia para facilitar una soldadura de haz de energía alta de la cubierta 1805 de ventilación a la base 1815 de ventilación.

15 A medida que la presión dentro de la celda 300 de batería se aproxima a un nivel crítico, la membrana 1840 deformable se distorsiona en la dirección de la clavija 1810 de ruptura. Al alcanzar la presión crítica, la membrana 1840 deformable se perfora por la clavija 1810 de ruptura para liberar la presión y evitar la explosión de la celda 300 de batería. La presión a la que ocurre la ruptura de la membrana 1840 deformable se puede ajustar ajustando la distancia entre la membrana 1840 deformable y la clavija 1810 de ruptura. Además, la forma de la clavija 1810 de ruptura se puede usar para causar diferentes modos de ruptura bajo diferentes presiones críticas. Aún más, durante el ensamblaje de la celda de batería, cuando el aire dentro de la celda 300 de batería se escapa durante la fabricación, hay una distorsión inversa de la membrana 1840 deformable que aumenta la distancia entre la membrana y la clavija 1810 de ruptura. Esta característica facilita la rápida fabricación de baterías normales y la eliminación segura de las baterías anormales de la línea de producción.

20 Las Figuras 21 y 22 muestran estructuras 2100 y 2200 de alivio de presión alternativas. Cada estructura se puede disponer sellada con una abertura de escape correspondiente de la placa 325 de cubierta. La estructura 2100 de alivio está formada de una membrana 2105 deformable que tiene un surco 2110 de debilitamiento. De manera similar, la estructura 2200 de alivio está formada de una membrana 2205 deformable que tiene un surco 2210 de debilitamiento. Las diferencias principales entre las estructuras 2100 y 2200 están en la forma formada por los bordes de cada membrana y la forma del surco de debilitamiento dispuesto en cada membrana. Las dimensiones de las membranas 2105 y 2205 deformables de cada estructura 2100 y 2200 de alivio de presión, así como la profundidad y extensión de cada surco 2110 y 2210 de debilitamiento son dependientes de la presión particular a la que la estructura respectiva ha de dejar de evitar la explosión de la celda de batería. Aún una estructura de alivio de presión alternativa adicional incluye el llenado del respiradero de escape con un material de sellado de polímero, donde el sello de polímero se adapta para fallar por encima de una presión predeterminada.

25 Las Figuras 65-67 ilustran una realización adicional de un respiradero 1800 de soplado. La Figura 65 muestra el respiradero 1800 de soplado en un estado ensamblado sobre la placa 1605 de cubierta. La Figura 66 es una vista de despiece del respiradero 1800 de soplado mientras que la Figura 67 es una vista en sección transversal del respiradero.

30 En esta realización, el respiradero 1800 de soplado incluye una membrana 6605 que se dispone sobre un canal 6610 que, a su vez, rodea una abertura 1820 de escape de la placa 1605 de cubierta. El canal 6610 incluye un borde 6625 interior que define la abertura 1820 y un borde 6620 exterior que define la periferia del canal 6610. La diferencia radial entre los bordes 6620 y 6625 puede ser de alrededor del 10% al 15% del radio de la abertura 1820 de escape.

35 La membrana 6605 está dimensionada para ajustar perfectamente dentro del borde 6620 exterior del canal 6610. Se pueden usar una variedad de materiales para formar la membrana 6605 incluyendo, por ejemplo, aluminio, aleación de aluminio, acero, o cualquier otro material que satisfaga los requisitos de fallo del material para el respiradero 1800. Además, el material se puede seleccionar de modo que sea uno que pueda ser soldado fácilmente. El espesor del material puede estar entre alrededor de 0,01 mm y 0,1 mm. Aunque la membrana 6605 ilustrada es circular, también se pueden usar otras formas (por ejemplo, rectangular, elíptica, cuadrada, o similares).

40 Una máscara 6615 de seguridad está dispuesta sobre la membrana 6605. La máscara 6615 de seguridad incluye un canto 6630 que encaja perfectamente con el borde 6620 externo del canal 6610, donde se suelda al borde 6620 exterior en una o más juntas 6705. Las técnicas de soldadura que se pueden usar incluyen, por ejemplo, soldadura por láser y/o soldadura por haz de electrones.

45 Una porción 6635 de corona se extiende desde el canto 6630 en una dirección alejada de la membrana 6605. La porción 6635 de corona puede tener un radio que es generalmente igual al radio de la abertura 1820. Una pluralidad de aberturas 6640 de forma ovalada están dispuestas en las paredes laterales de la porción 6635 de corona. El área total de las aberturas 6640 de forma ovalada puede ser aproximadamente mayor o igual que el área de abertura 1820. El espesor de la pared de la máscara 6615 de seguridad puede estar entre alrededor de 0,1 mm-0,5 mm.

50 La estructura de ventilación de soplado precedente se puede usar para lograr numerosas ventajas. Por ejemplo, el conjunto de la estructura es tanto simple como económico. Cuando la membrana 6605 y la máscara 6615 de

seguridad están ensambladas sobre la abertura 1820, el conjunto se puede asegurar fácilmente con la placa 1605 de cubierta soldando el canto 6630 de la máscara 6615 de seguridad al borde 6620 exterior del canal 6610. La máscara 6615 de seguridad ayuda en la protección la membrana 6605 de fuerzas externas, asegurando por ello la integridad del respiradero 1800 de soplado general. Aún más, la máscara 6615 de seguridad se puede usar para reducir la expulsión de materiales no gaseosos de la celda de batería cuando la presión interior de la celda de batería excede los niveles de seguridad.

La Figura 23 es un diagrama de bloques de un paquete 2300 de baterías en el que múltiples celdas 300 de batería se interconectan unas con otras en serie y se agrupan dentro de un único alojamiento 2305. El número de celdas 300 de batería en un único alojamiento 2305 puede oscilar desde 8 a 15, siendo preferible con 10 celdas de batería por paquete. Los conectores 2810 de terminal están dispuestos en extremos opuestos del paquete 2300 de baterías y se usan para proporcionar un medio para establecer una conexión eléctrica y mecánica entre múltiples paquetes 2300 de baterías. El alojamiento 2305 preferiblemente está sellado herméticamente y estanco, pero incluye conductos 2310 para recibir un flujo de un fluido térmico a través del mismo. Los conductos 2310 están dispuestos lateralmente en lados opuestos del paquete 2300 de baterías de modo que el flujo de fluido térmico corre próximo a los conectores 800 para o bien calentar o bien enfriar las celdas 300 de batería del paquete 2300 de baterías. Los armazones de protección de celdas de batería adyacentes pueden estar próximos entre sí porque están en contacto directo unos con otros o dispuestos inmediatamente adyacentes entre sí en caras opuestas de una lámina aislante.

La Figura 24 es una vista de despiece de una realización de un alojamiento 2305 que se puede usar para formar el paquete 2300 de baterías. En esta realización, el alojamiento 2305 incluye una pluralidad de celdas 300 de batería conectadas en serie. Las celdas 300 de batería están conectadas unas con otras de la manera mostrada en la Figura 23. Un separador 2405 hecho de un material aislante está dispuesto entre cada celda 300 de batería para aislar eléctricamente los armazones de protección de las celdas 300 de batería unos de otros. Preferiblemente, no obstante, no se emplean los separadores 2405. Más bien, los armazones de protección están preferiblemente en contacto directo unos con otros de modo que forman una única unidad térmica. El control de temperatura se mantiene por ello más fácilmente.

Las celdas 300 de batería están dispuestas entre una placa 2410 inferior y una placa 2415 superior para limitar el movimiento de las celdas 300 de batería a lo largo del eje y. Las estructuras 2420 deflectoras están dispuestas en cada lado del grupo de celdas 300 de batería y orientadas para atravesar la longitud de las celdas 300 de batería. Las estructuras 2420 deflectoras cooperan una con otra para limitar el movimiento de las celdas 300 de batería a lo largo del eje x. Las placas 2425 laterales están dispuestas en extremos opuestos de las celdas 300 de batería y se extienden a lo largo de la anchura del grupo de celdas de batería. Las placas 2425 laterales limitan el movimiento de las celdas 300 de batería a lo largo del eje x.

Los elementos 2450 de sellado pueden estar situados entre cada estructura 2420 deflectora y las placas 2415, 2410 superior e inferior, así como entre cada placa 2425 lateral y las placas 2415, 2410 superior e inferior. De esta manera, las placas 2415, 2410 superior e inferior forman sellos estancos con los componentes de acoplamiento. Tales sellos ayudan en la prevención de cortocircuitos que de otro modo resultarían cuando una celda 300 de batería fallase y permitiese al líquido escapar.

Las estructuras 2420 deflectoras están hechas de un material plástico aislante que tiene la resistencia mecánica, resistencia a la degradación térmica, ductilidad a baja temperatura y resistencia a los productos químicos de la batería y ambientales en el vehículo deseadas. Una realización de una estructura 2420 deflectora se muestra en la Figura 25. Cada estructura 2420 deflectora está compuesta de una placa 2430 deflectora, un refuerzo 2435 deflector, y aberturas 2440 dispuestas en las esquinas de la estructura 2420 deflectora. Las aberturas 2440 están adaptadas para aceptar varillas de tensión correspondientes que se extienden entre las estructuras 2420 deflectoras para asegurar las celdas 300 de batería entre las mismas. El espesor total de cada estructura 2420 deflectora puede estar entre alrededor de 3 mm y 15 mm. El espesor de cada placa 2430 deflectora puede estar entre alrededor de 3 mm y 5 mm. El espesor de cada refuerzo 2435 deflector puede estar entre alrededor de 5 mm y 2 mm. El refuerzo 2435 deflector distribuye uniformemente las fuerzas horizontales y verticales en toda la estructura 2420 deflectora y aumenta la capacidad de la estructura 2420 deflectora para proteger las celdas 300 de batería. Se pueden colocar previamente agujeros pasantes para facilitar el uso de cierres mecánicos, tales como tornillos, en las cuatro esquinas de la estructura 2420 deflectora. Tal sujeción mecánica es conveniente para conectar las placas 2415, 2410 superior e inferior con la estructura 2420 deflectora. Hay estructuras en forma de L sobre la estructura 2420 deflectora que se colocan para acoplarse con las placas 2415, 2410 superior e inferior. La placa 2415 superior está situada entre una estructura superior en forma de L y una estructura inferior en forma de L de la estructura 2420 deflectora. Una abertura está situada entre la placa 2415 superior y la estructura superior en forma de L de la estructura 2420 deflectora. La abertura está adaptada para recibir una clavija que limita el movimiento entre la placa 2415 superior y la estructura 2420 deflectora, inhibiendo por ello el movimiento de las celdas 300 de batería a lo largo del eje x y del eje y.

Las placas 2415, 2410 superior e inferior están hechas de un material aislante de plástico que tiene las características mecánicas y químicas deseadas. Como se muestra en la Figura 26, las placas 2415, 2410 superior e inferior están comprendidas cada una de una placa 2605 plana, un refuerzo 2610, y aberturas 2615. Las aberturas 2615 están adaptadas para recibir varillas de tensión correspondientes que se extienden entre las placas 2415, 2410

superior e inferior. El espesor entero de cada una de las placas 2415, 2410 superior e inferior puede estar entre alrededor de 3 mm y 15 mm. El espesor de cada placa 2605 plana puede estar entre alrededor de 3 mm y 5 mm. El espesor de cada refuerzo 2610 está entre alrededor de 5 mm y 10 mm. El refuerzo 2610 está adaptado para distribuir fuerzas horizontales y verticales uniformemente sobre las estructuras 2415, 2410 de placa superior e inferior respectivas. Se usan tornillos insertados previamente en las placas 2415, 2410 superior e inferior para conectar las placas 2415, 2410 superior e inferior con las estructuras 2420 deflectoras, así como con las placas 2425 laterales. Una protuberancia en el lado interior de la placa 2410 superior limita el movimiento de las celdas 300 de batería a lo largo del eje y.

Las placas laterales 2410 están hechas de material aislante de plástico que tiene las características mecánicas y químicas deseadas. Como se muestra en la Figura 26, cada placa 2425 lateral tiene un contorno que coincide con las aberturas laterales formadas cuando la placa 2415 superior y la placa 2410 inferior están conectadas una con otra.

El alojamiento 2305 del paquete de baterías es ventajoso por varias razones. Por ejemplo, el alojamiento 2305 del paquete de baterías limita el movimiento de las celdas 300 de batería a lo largo de cada exceso de movimiento, mejorando por ello la fiabilidad del paquete 2300 de baterías y prolongando la vida útil de la batería. El movimiento de las celdas 300 de batería se puede limitar fácilmente a lo largo de cada eje diseñando las estructuras 2420 deflectoras y las placas 2415 superior e inferior de una manera que disminuya el volumen ocupado por el paquete 2300 de baterías. Formando el alojamiento 2305 de un material aislante, se reduce el riesgo de cortocircuitos debido a que las celdas 300 de batería no pueden conectarse eléctricamente unas con otras a través del alojamiento 2305. Además, usando un material plástico para formar los componentes del alojamiento 2305, se reduce el peso del paquete 2300 de baterías. Aún más, se reduce la probabilidad de que resulten cortocircuitos de la fuga de celda de batería, dado que se proporciona un material de sellado en las uniones entre los diversos componentes del paquete 2300 de baterías, evitando por ello fugas de fluido del paquete de baterías.

La Figura 27 muestra un conector 2700 que se usa para interconectar mecánica y eléctricamente paquetes 2300 de baterías adyacentes. El conector 2700 incluye un primer brazo 2705 conductor y un segundo brazo 2710 conductor que están conectados mediante una lámina 2715 de metal multicapa en forma de arco. La lámina 2715 en forma de arco puede tener un espesor entre alrededor de 0,01 mm y 5,0 mm y puede estar formada de lámina de cobre para hacerla conveniente para su soldadura. Alternativamente, los brazos 2705 y 2710 conductores, así como la lámina 2715 en forma de arco pueden estar formados de níquel, aluminio, u otro metal. Preferiblemente, los brazos 2705, 2710 conductores y la lámina 2715 en forma de arco están hechos del mismo material para aumentar la conductividad global del conector 2700. La formación de la lámina 2715 en forma de arco puede incluir prensar en caliente una pluralidad de láminas delgadas de metal unas con otras forjándolas mientras en una estructura en forma de arco. Cada brazo 2705 y 2710 conductor incluye una junta 2720 en forma de L próxima a la lámina 2715 en forma de arco a la que la lámina 2715 en forma de arco es soldada y/o prensada en caliente al brazo respectivo. El tamaño de cada brazo 2705, 2710 conductor y de la lámina 2715 en forma de arco se determina por el tamaño de los terminales de electrodo de los paquetes de baterías que usan el conector 2700, así como la capacidad de transporte de corriente necesaria entre los paquetes de baterías. La lámina 2715 en forma de arco se puede dimensionar de manera que falle cuando se someta a una fuerza de impacto que exceda una magnitud predeterminada para desconectar por ello el paquete de baterías de un paquete de baterías adyacente. Aún más, la lámina 2715 en forma de arco se puede dimensionar para funcionar como un fusible para desconectar paquetes de baterías adyacentes cuando la corriente entre los paquetes de baterías adyacentes excede un nivel predeterminado.

La Figura 68 muestra un conector 2700 adicional que se puede usar para interconectar mecánica y eléctricamente los paquetes 2300 de baterías adyacentes. En esta realización, el conector 2700 incluye un primer brazo 6805 conductor y un segundo brazo 6810 conductor que están conectados mediante un miembro 6815 de metal en forma de arco. El miembro 6815 de metal en forma de arco se puede formar como una malla 6825 de metal que se extiende entre brazos 6830 de soporte en forma de arco opuestos. La malla 6825 de metal puede tener un espesor entre alrededor de 0,01 mm y 5,0 mm y puede estar formada de hilos de un único tipo de metal o múltiples metales para hacerla conveniente para su soldadura. Los brazos 6805, 6810 se pueden formar como láminas de metal que tienen unas aberturas 6820 a través de las cuales se extienden cierres para asegurar el conector 2700 a los paquetes de baterías respectivos. Los brazos 6805 y 6810 conductores, así como el miembro 6815 de metal en forma de arco pueden estar formados de cobre, níquel, aluminio, u otro metal. Preferiblemente, los brazos 6805, 6810 conductores y el miembro 6815 de metal en forma de arco están hechos del mismo material para aumentar la conductividad global del conector 2700. El tamaño de cada brazo 6805, 6810 conductor y el miembro 6815 de metal en forma de arco se determina mediante el tamaño de los terminales de electrodo de los paquetes de baterías que usan el conector 2700, así como la capacidad de transporte de corriente necesaria entre los paquetes de baterías. El miembro 6815 de metal en forma de arco se puede dimensionar de modo que falle cuando se someta a una fuerza de impacto que exceda una magnitud predeterminada para desconectar por ello el paquete de baterías de un paquete de baterías adyacente. Además, el miembro 6815 de metal en forma de arco se puede adaptar para funcionar como un fusible para desconectar paquetes de baterías adyacentes cuando la corriente entre los paquetes de baterías adyacentes excede un nivel predeterminado. Aún más, el conector 2700 puede estar formado de manera que sea suficientemente elástico para amortiguar mecánicamente cualquier movimiento entre paquetes de baterías adyacentes.

La Figura 28 muestra cómo se usan los conectores 2700 para interconectar múltiples paquetes 2805a y 2805b de baterías que están dispuestos en una configuración cabeza con cabeza. No obstante, los paquetes 2805a y 2805b de baterías se pueden disponer también de una manera lado con lado como se muestra en la Figura 69 y aún usar los conectores 2700. Como se muestra, los paquetes 2805a y 2805b de baterías tienen, cada uno, un par de terminales de paquete de baterías dispuestos a lo largo de un único lado del paquete, un terminal en cada extremo del lado. Los terminales del paquete de baterías pueden estar adaptados para romperse cuando se sometan a las fuerzas extraordinarias que ocurren durante un accidente de un vehículo o similar. Un conector 2700 se usa en cada extremo del paquete de baterías para establecer una conexión mecánica, así como eléctrica entre los terminales del paquete de baterías. Por simplicidad, solamente se muestran y se discuten los terminales 2810a y 2810b, aunque se usa la misma configuración entre cada terminal de un paquete de baterías que sea adyacente a un terminal de otro paquete de baterías. El conector 2700 entre los paquetes 2805a y 2805b de baterías proporciona un amortiguador mecánico que absorbe las fuerzas de impacto cuando hay un desplazamiento relativo entre los paquetes 2805a y 2805b de baterías. Aún más, el conector 2700 se puede adaptar para cortar la conexión entre paquetes de baterías adyacentes cuando se someta a las fuerzas extraordinarias que ocurren durante un accidente de un vehículo o similar.

El conector 2700 se asegura a los paquetes 2800a y 2800b de baterías conectando el brazo 2710 conductor a una placa 2830a de conexión del terminal 2810a y el brazo 2705 conductor a una placa 2830b de conexión del terminal 2810b adyacente. Cada brazo 2705 y 2710 conductor incluye un surco 2725 adaptado para recibir un hilo de soldadura (véase la Figura 27). Además, cada brazo 2705, 2710 incluye una pluralidad de aberturas 2730 adaptadas para recibir cierres mecánicos. Para conectar los terminales adyacentes de los paquetes 2805a y 2805b de baterías, se coloca un hilo de soldadura en cada surco 2725. Cada brazo 2705, 2710 entonces se suelda (por ejemplo, usando soldadura fuerte, soldadura por láser, soldadura ultrasónica, etc.) al terminal correspondiente. Preferiblemente, cada brazo se une al terminal correspondiente usando soldadura fuerte. La soldadura fuerte permite un fácil mantenimiento de la interconexión entre los paquetes de baterías y, además, simplifica la sustitución de un paquete de baterías en el sistema de baterías dado que la aleación de metal que forma la interconexión se puede recalentar fácilmente para separar el paquete de baterías de otros paquetes de baterías del sistema de baterías. Adicionalmente, se insertan cierres 2840 mecánicos, tales como tornillos, pernos o similares, en las aberturas 2715 para aplicarse a las aberturas correspondientes del terminal respectivo y establecer una conexión más fiable entre el brazo conductor y el terminal correspondiente. La soldadura y aseguramiento del conector 2700 a los terminales correspondientes de paquetes de baterías adyacentes de esta manera establece un camino de baja resistencia y alta capacidad de corriente entre los paquetes de baterías adyacentes. Aunque los paquetes de baterías adyacentes se pueden conectar de manera que sean eléctricamente paralelos unos con otros, la disposición preferida es tenerlos conectados en serie.

La Figura 29 muestra un sistema 2900 de baterías que suministra energía eléctrica y recibe energía eléctrica de un motor/generador de un vehículo capaz de ser accionado por energía eléctrica. El sistema 2900 de batería incluye múltiples paquetes 2805 de baterías. El número de paquetes de baterías puede ser de alrededor de cinco, y preferiblemente diez. Cada paquete 2805 de baterías incluye una pluralidad de celdas 300, preferiblemente en un intervalo entre 8 y 15 paquetes, y, más preferiblemente, diez paquetes. Las celdas 300 de cada paquete 2805 de baterías están conectadas eléctricamente en serie unas con otras. Además, los múltiples paquetes 2805 de baterías están conectados eléctricamente en serie unos con otros.

Cada paquete 2805 de baterías está dispuesto en un alojamiento 2305 de paquete de baterías respectivo. El vehículo está provisto de un compartimento que contiene los múltiples paquetes de baterías y sus alojamientos. El compartimento facilita la conexión eléctrica al motor/generador. El alojamiento del paquete 2305 de baterías para cada paquete 2805 de baterías está sustancialmente sellado del entorno ambiental (por ejemplo, estanco) con la excepción de que se proporcionan aberturas a través de cada paquete de baterías 2805 en una región próxima a sus terminales respectivos. Las aberturas de los alojamientos 2305 de paquetes de baterías adyacentes están interconectadas mediante conductos para facilitar la circulación de un fluido refrigerante, tal como aire, en todo el sistema 2900 de baterías.

El compartimento que contiene el sistema 2900 de baterías puede estar conformado y dimensionado para encajar parcialmente bajo un asiento de pasajeros trasero del vehículo y parcialmente en un compartimento de maletero del vehículo. Alternativamente, el compartimento puede ser conformado y dimensionado para encajar bajo el suelo del vehículo.

En la Figura 29, un fluido térmico, tal como aire, es accionado a través del sistema 2900 de baterías por una bomba 2905. La bomba 2905 acciona el fluido térmico a través del sistema 2900 en las direcciones designadas por las flechas 2910 de flujo. Como se ilustra por las flechas de flujo, la bomba 2905 dirige el fluido térmico a través de una unidad 2915 de procesamiento térmico antes de que se proporcione a una entrada 2927 de un conducto 2930 central para su distribución a otras porciones del sistema 2900. La unidad 2915 de procesamiento térmico puede incluir un condensador 2920 para enfriar el fluido térmico y un calentador 2925 para calentar el fluido térmico. El condensador 2920 se activa cuando la temperatura del sistema 2900 de baterías excede un umbral predeterminado. Del mismo modo, el calentador 2925 se activa cuando la temperatura del sistema 2900 de baterías cae por debajo de un umbral predeterminado.

A medida que el fluido térmico circula a través del conducto 2930 central, o bien calienta o bien enfría las porciones del terminal de cada paquete 2805 de baterías próximo al conducto 2930 central. Al alcanzar una porción 2940 extrema del conducto, el fluido térmico se dirige hacia los conductos 2910, 2940 exteriores del sistema 2900 de baterías. Esto permite al fluido térmico o bien calentar o bien enfriar las porciones del terminal de cada paquete 2805 de baterías próximas al conducto exterior del sistema 2900 de baterías. Las celdas 300 de batería dentro del sistema 2900 de baterías operan de esta manera en un entorno controlado en el que la temperatura se mantiene a un nivel óptimo. Algo del fluido térmico se puede canalizar desde los conductos del sistema 2900 de baterías hasta el compartimento de pasajeros del vehículo. De esta manera, el calor generado por el sistema 2900 de baterías se usa para calentar el compartimento de pasajeros interior del vehículo. La cantidad de fluido térmico canalizada desde los conductos del sistema 2900 de baterías se puede controlar por un individuo dentro del compartimento de pasajeros para regular la temperatura del compartimento.

Las Figuras 30 hasta 34 ilustran ventajas asociadas con proporcionar conexiones al ánodo y cátodo de un núcleo enrollado en extremos opuestos del núcleo. Para comparación, la Figura 30 muestra una batería 3000 que tiene un núcleo 3005, un conector 3010 de ánodo, y un conector 3115 de cátodo. El conector 3010 de ánodo y el conector 3015 de cátodo están colocados en el mismo lado del núcleo 3005. La distribución de corriente en el núcleo 3005 durante la operación se indica mediante sombreado. Como se muestra, existe una densidad de corriente sustancial próxima a los conectores 3010 y 3015. Las áreas de alta densidad de corriente se asocian con temperaturas elevadas según la ley de Ohm. En consecuencia, las áreas próximas a los conectores 3010 y 3015 se calientan durante la operación y degradan el rendimiento de la batería. La longevidad de la batería 3000 también se ve afectada.

La Figura 31 muestra una batería 3100 que tiene un núcleo 3105 enrollado, un conector 3110 de ánodo, y un conector 3115 de cátodo. El conector 3110 de ánodo y el conector 3115 de cátodo están dispuestos en lados opuestos del núcleo 3105 enrollado. El núcleo 3105 tiene una longitud 3120 y una anchura 3125. El conector 3110 de ánodo tiene una anchura 3130 mientras que el conector 3115 de cátodo tiene una anchura 3135. Aunque las anchuras 3130 y 3135 se muestran como que son menores que la anchura 1025, estas anchuras se pueden extender de modo que estén sustancialmente en consonancia con la anchura 3125 del núcleo 3105.

Las dimensiones mostradas en la Figura 31 pueden asumir varias proporciones. Por ejemplo, la relación de longitud 3120 con respecto a la anchura 3125 puede estar entre alrededor de 1,5 a 4,5, con una preferencia entre alrededor de 2,5 y 3,5. La relación de la anchura 3130 con respecto a la anchura 3135 puede estar entre alrededor de 0,8 y 1,2, con una preferencia entre 0,9 y 1. La relación de la anchura 3130 (así como la anchura 3135) con respecto a la anchura 3125 puede estar entre alrededor de 0,3 y 0,6, con una preferencia entre 0,4 y 0,5.

La Figura 32 ilustra una situación en la que la anchura 3130 y la anchura 3135 son aproximadamente la misma. En esta situación, el campo eléctrico 3200 forma un ángulo θ con respecto a un borde del núcleo 3105. El valor del ángulo θ se determina por $\tan^{-1}((W-a)/L)$, donde W es anchura 3125, a es la anchura 3130, y L es la longitud 3120. Cuando el ángulo θ está entre alrededor de 0° y 20° , se puede optimizar la densidad de corriente. Esto ocurre cuando $0 < (W-a)/L < 0,37$.

La Figura 33 ilustra la densidad de corriente en el núcleo 3105 durante la operación.

Como se muestra, la densidad de corriente no está concentrada en un lado del núcleo 3105 sino que, más bien, está distribuida en lados opuestos próximos al conector 3110 de ánodo y del conector 3115 de cátodo. La densidad de corriente próxima a la mitad del núcleo 3105 se reduce en comparación con la Figura 30. En consecuencia, la porción central del núcleo 3105 no está sometida a elevaciones de temperatura significativas. Además, las variaciones de temperatura no se concentran en un solo lado del núcleo 3105.

La Figura 34 es una tabla que compara el rendimiento de una batería construida según la Figura 30 (designada batería A) frente a una batería construida según la Figura 31 (designada batería B). Las columnas de la Figura 34 corresponden a los siguientes valores:

- La columna 3405 corresponde al número de ciclos de descarga/recarga para cada batería;
- La columna 3410 corresponde a la capacidad de la batería después del número de ciclos mostrado en la columna 3405;
- La columna 3415 corresponde a la relación de la capacidad actual de la batería a la capacidad original de la batería después del número de ciclos mostrado en la columna 3405;
- La columna 3420 corresponde a la temperatura máxima próxima al conector de ánodo que ocurre durante la operación de la batería después de que haya sido sometida al número de ciclos mostrado en la columna 3405;
- La columna 3425 corresponde a la temperatura máxima próxima al conector de cátodo que ocurre durante la operación de la batería después de que haya sido sometida al número de ciclos mostrado en la columna 3405; y

- La columna 3430 corresponde a la temperatura máxima próxima al centro del núcleo que ocurre durante la operación de la batería después de que haya sido sometida al número de ciclos mostrado en la columna 3405.

5 Como se muestra, hay diferencias significativas entre los parámetros de rendimiento de la batería A y la batería B. Las diferencias de rendimiento llegan a ser cada vez más evidentes a medida que la batería experimenta más ciclos de carga/recarga. En consecuencia, el rendimiento de la batería B es mejor que la batería A con el tiempo y la batería B tiene una mayor longevidad.

Aunque se han descrito diversas realizaciones de la invención, será evidente para los expertos en la técnica que son posibles muchas más realizaciones e implementaciones dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Una celda (300) de almacenamiento electroquímico, que comprende un núcleo (200), un armazón (305) de protección, una lámina (105) de ánodo, una lámina (110) de cátodo, y una lámina (115) separadora, en donde:
- 5 a) el armazón (305) de protección es de forma prismática, tiene dos caras grandes, dos caras pequeñas y dos extremos, y comprende un primer terminal eléctrico en uno primero de los dos extremos y un segundo terminal eléctrico en el segundo de los dos extremos;
- b) el núcleo (200) encaja perfectamente dentro del armazón (305) y comprende un colector de corriente de ánodo en un primer extremo de la estructura bobinada aplanada y un colector de corriente de cátodo en un segundo extremo, opuesto, de la estructura bobinada aplanada;
- 10 c) la lámina (105) de ánodo está conectada eléctricamente al primer terminal eléctrico;
- d) la lámina (110) de cátodo está conectada eléctricamente al segundo terminal eléctrico;
- e) la lámina (115) separadora está dispuesta entre la lámina (105) de ánodo y la lámina (110) de cátodo; y
- 15 f) la lámina (105) de ánodo, la lámina (110) de cátodo, y la lámina (115) separadora se enrollan para formar una estructura bobinada aplanada que tiene lados aplanados opuestos y lados arqueados opuestos, y en donde la lámina (105) de ánodo y la lámina (110) de cátodo terminan en lados arqueados diferentes.
2. La celda (300) de la reivindicación 1, en donde la lámina (115) separadora termina en un lado arqueado.
3. La celda (300) de la reivindicación 1, en donde la lámina (105) de ánodo y la lámina (110) de cátodo tienen diferentes longitudes.
4. La celda (300) de la reivindicación 1, en donde la lámina (115) separadora es más larga que la lámina (105) de ánodo y la lámina (110) de cátodo, y en donde la lámina (115) separadora está enrollada para formar una capa aislante en el exterior de la estructura bobinada aplanada.
- 20 5. La celda (300) de la reivindicación 1 o 4, en donde la lámina (115) separadora es lo bastante larga para envolverse alrededor de la estructura bobinada aplanada al menos dos veces después de la terminación de la más larga de la lámina (105) de ánodo y de la lámina (110) de cátodo.
- 25 6. La celda (300) de la reivindicación 1, en donde
- dicha lámina (105) de ánodo comprende materiales activos formados sobre un sustrato y un colector de corriente de lámina de metal que se extiende desde un borde longitudinal de dicha lámina (105) de ánodo; y en donde
- dicha lámina (110) de cátodo comprende materiales activos formados sobre un sustrato y un colector de corriente de lámina de metal que se extiende desde un borde longitudinal de dicha lámina (110) de cátodo.
- 30 7. La celda de la reivindicación 1, en donde el armazón (305) comprende dos caras grandes, dos caras pequeñas, y dos extremos.
8. La celda de la reivindicación 7, en donde los lados aplanados opuestos son adyacentes a las dos caras grandes y los lados arqueados opuestos son adyacentes a las dos caras pequeñas.
9. La celda (300) de la reivindicación 1, en donde
- 35 dichos lados arqueados son adyacentes a las dos caras pequeñas del armazón (305) y dichos lados aplanados son adyacentes a las dos caras grandes del armazón (305).
10. Un vehículo de alimentación eléctrica, que comprende:
- un motor/generador;
- 40 una pluralidad de paquetes de baterías interconectados unos con otros para proporcionar energía eléctrica a y recibir energía eléctrica desde el motor/generador, donde cada paquete de baterías comprende una pluralidad de celdas interconectadas eléctricamente orientadas en una relación lado a lado, estando construida cada celda según la reivindicación 9.



FIG. 1

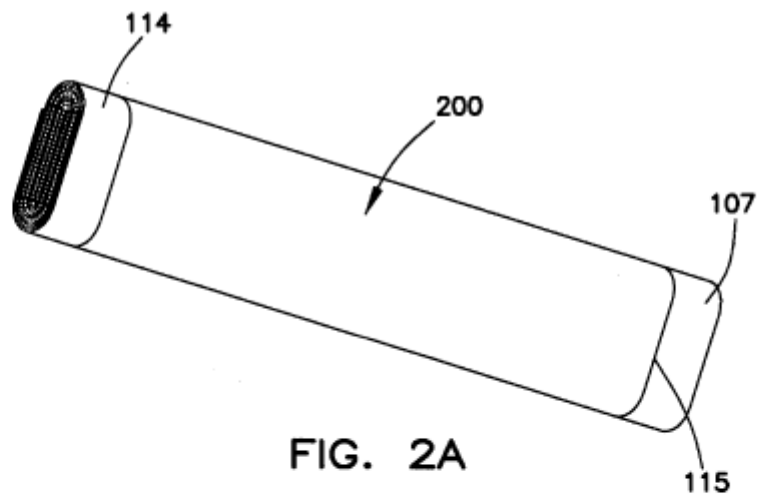
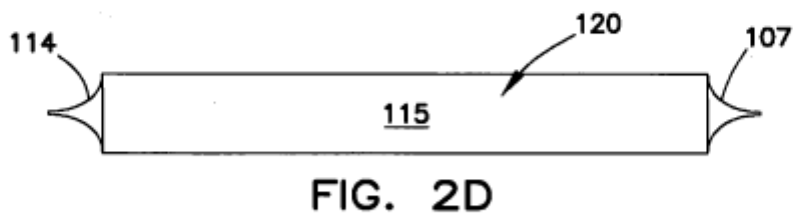
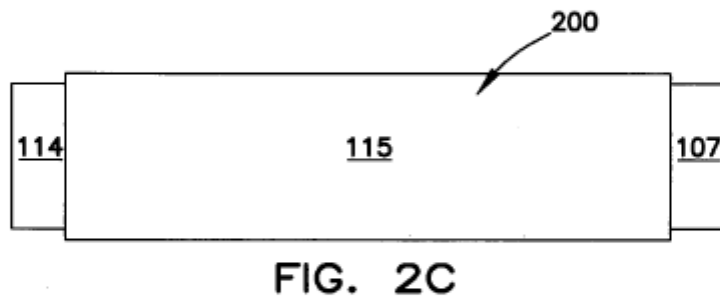
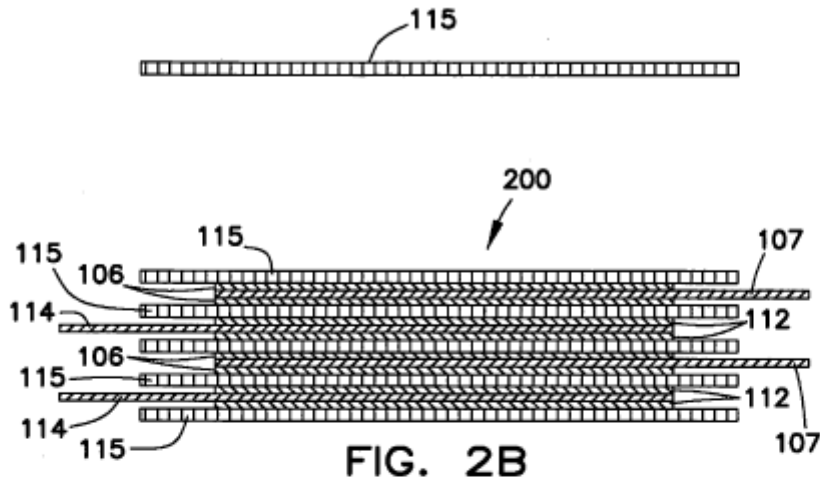


FIG. 2A



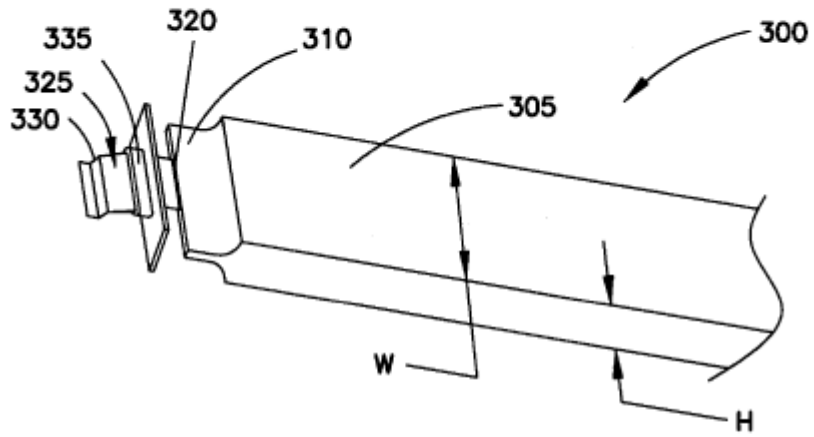


FIG. 3

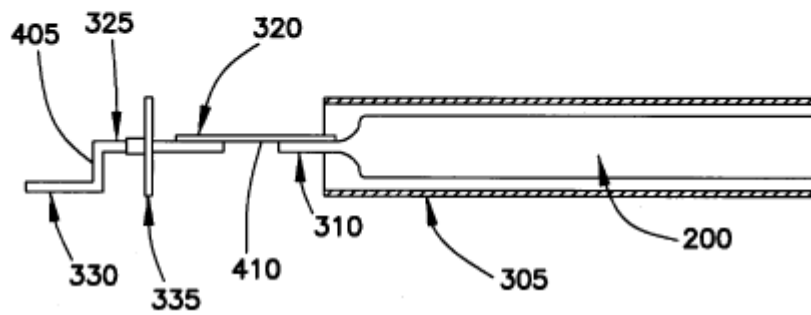


FIG. 4

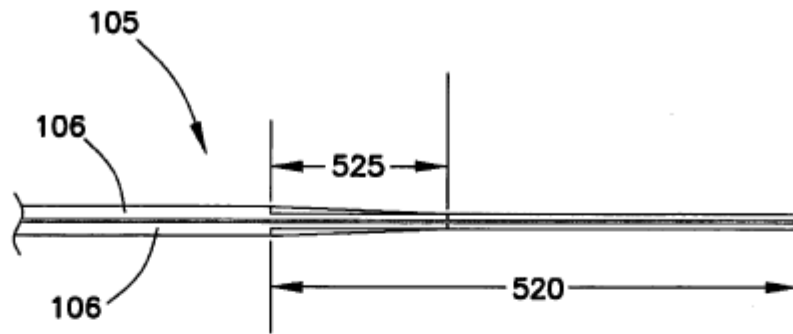


FIG. 5

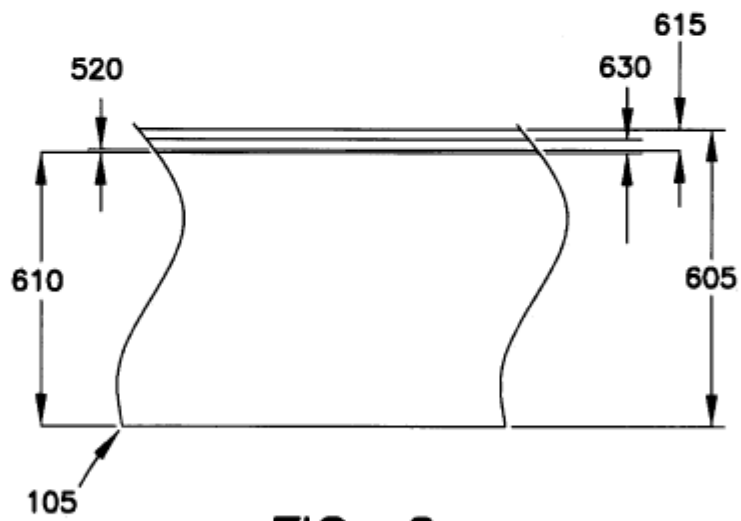


FIG. 6

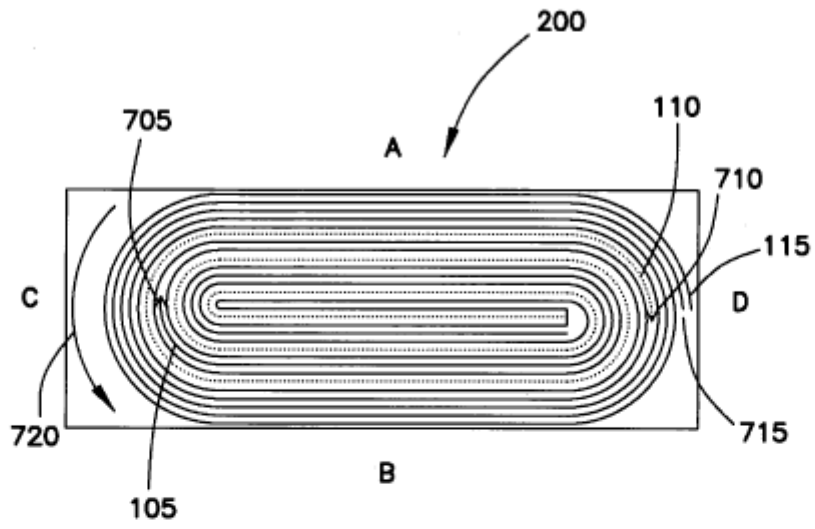


FIG. 7

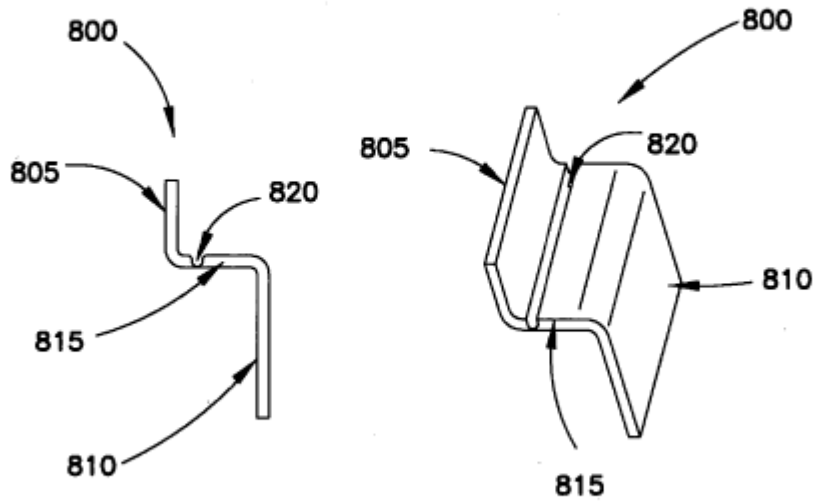


FIG. 8

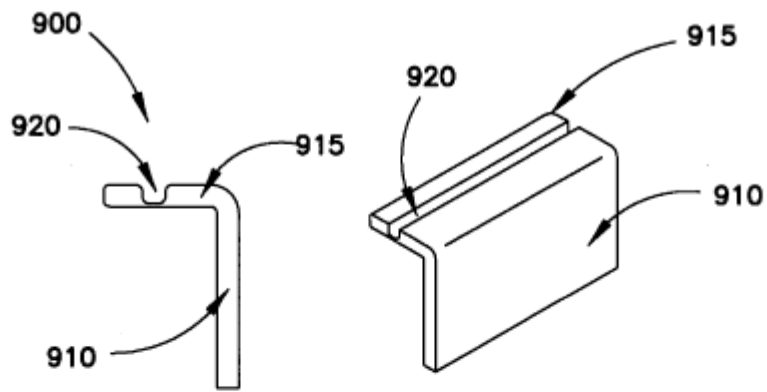


FIG. 9

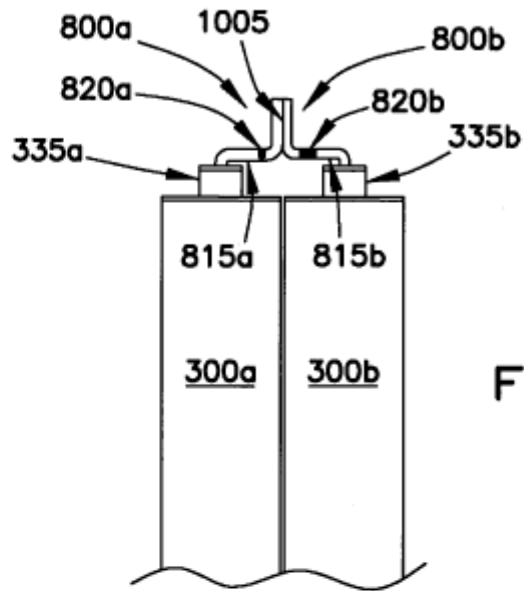


FIG. 10

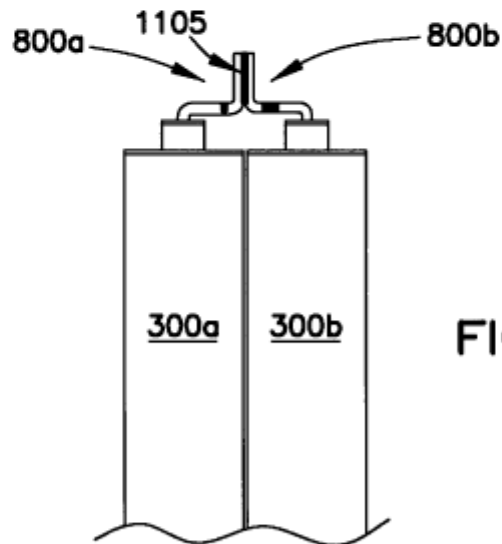


FIG. 11

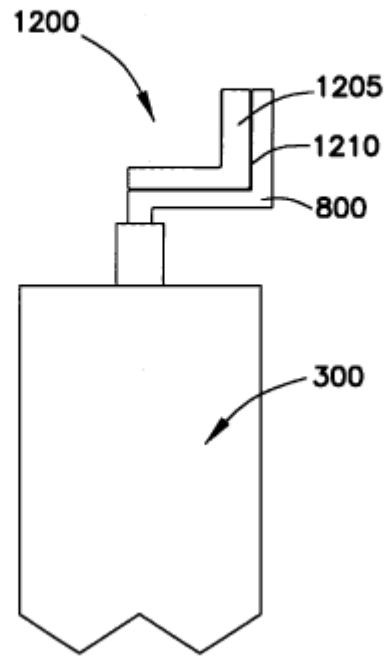


FIG. 12

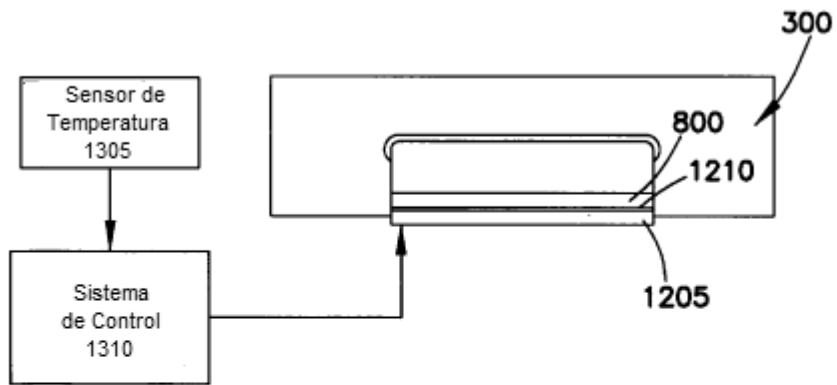
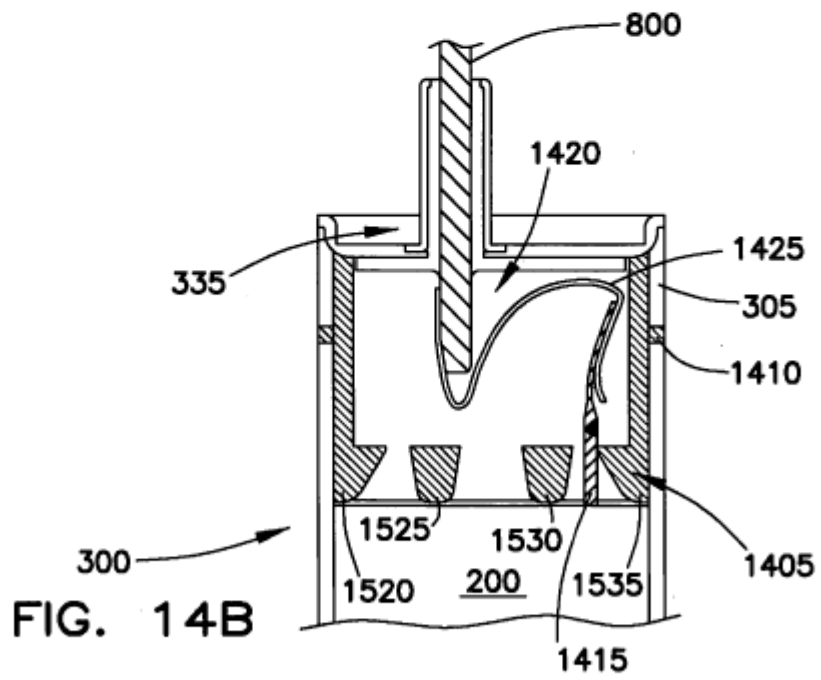
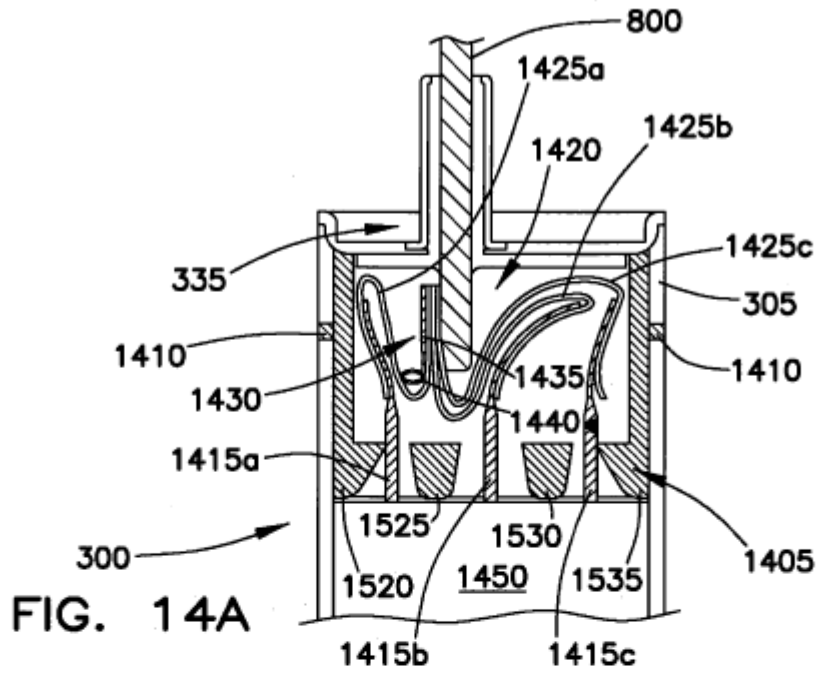


FIG. 13



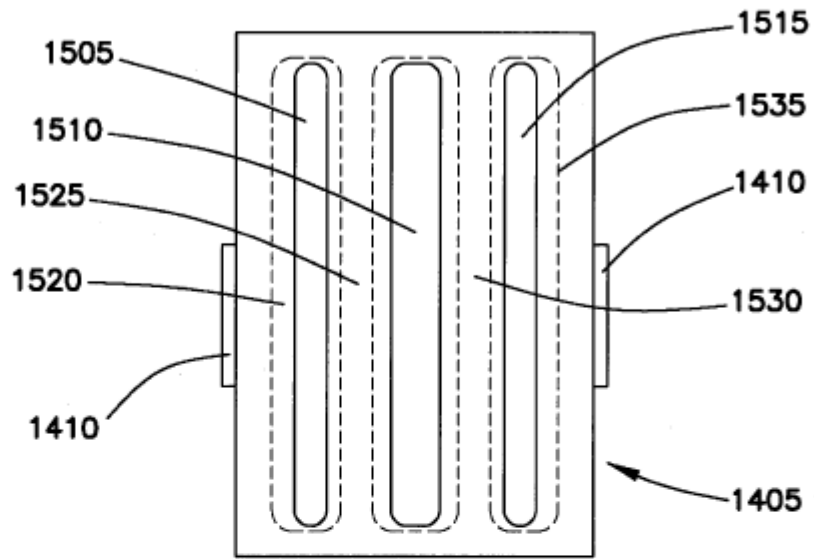
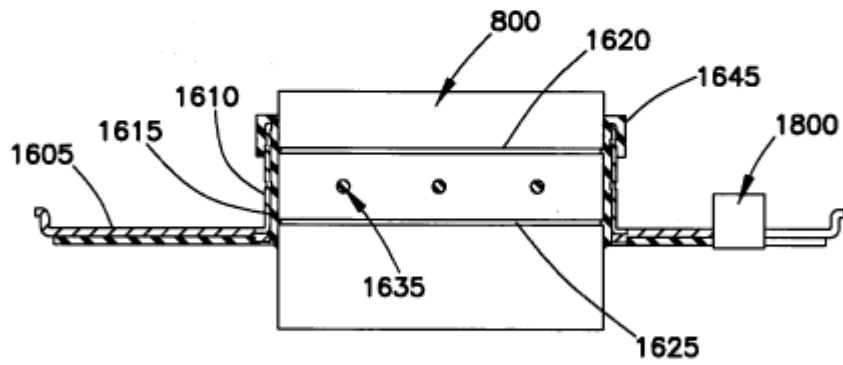
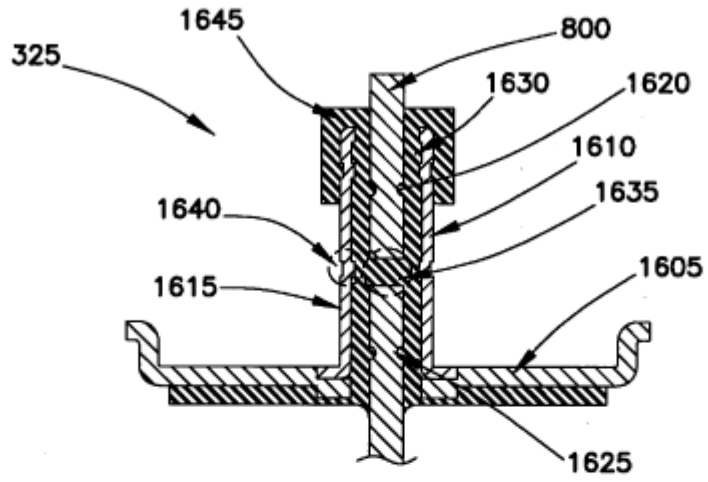
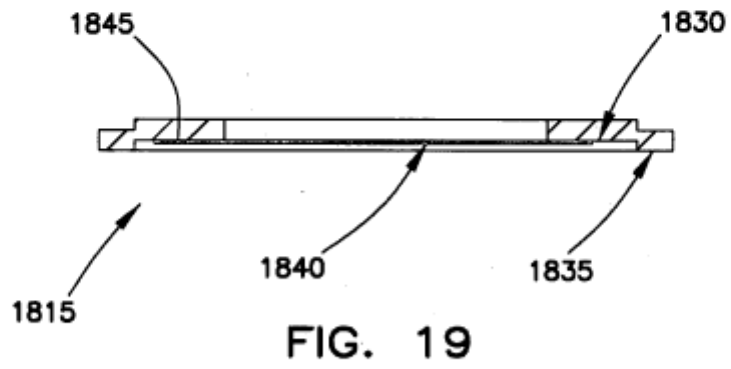
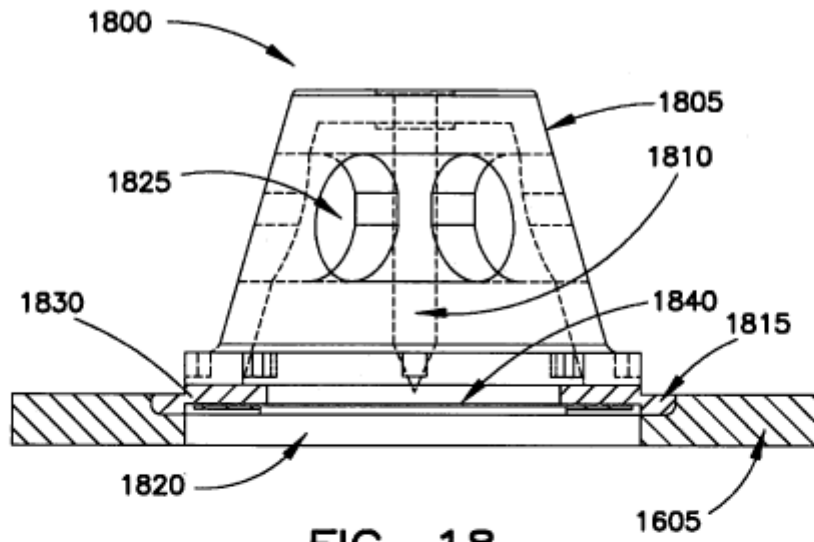


FIG. 15





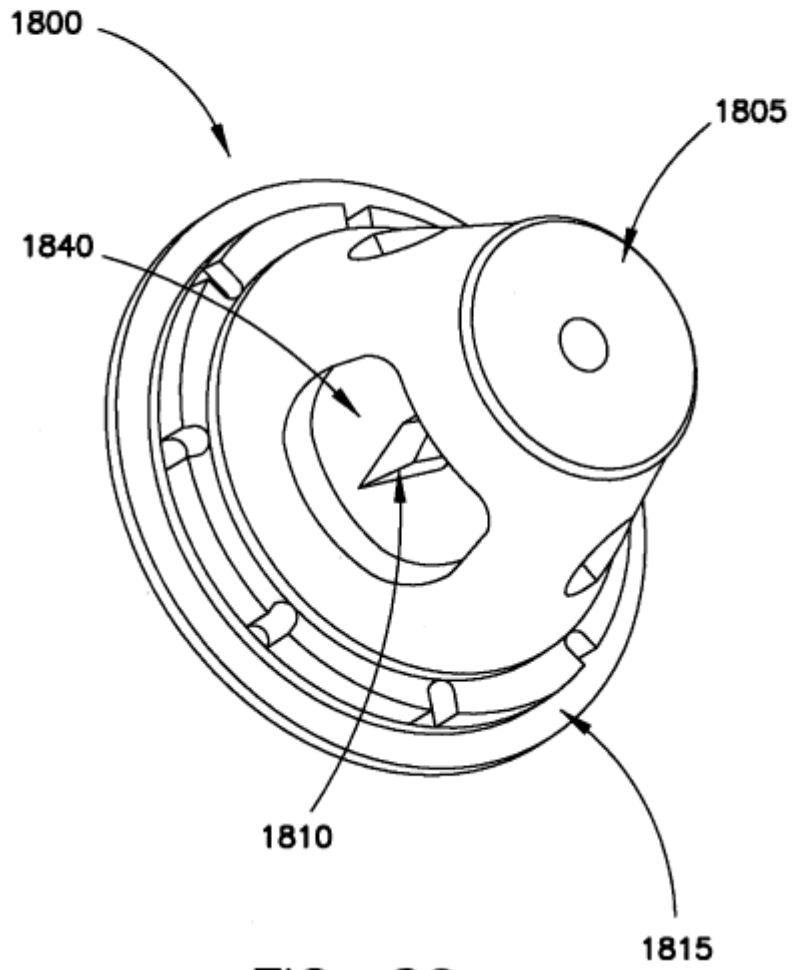
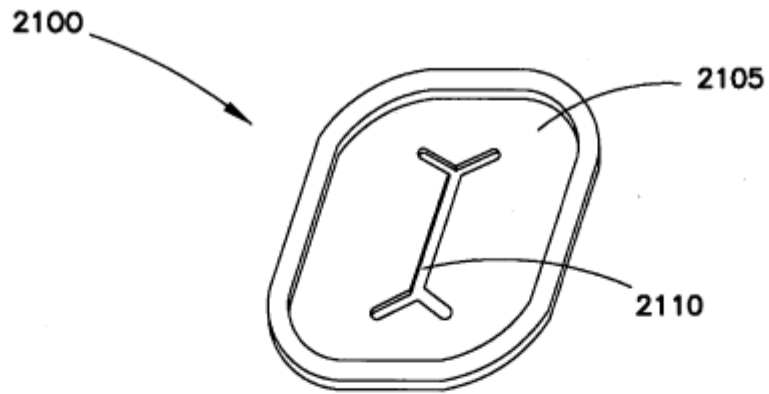


FIG. 20



FIG, 21

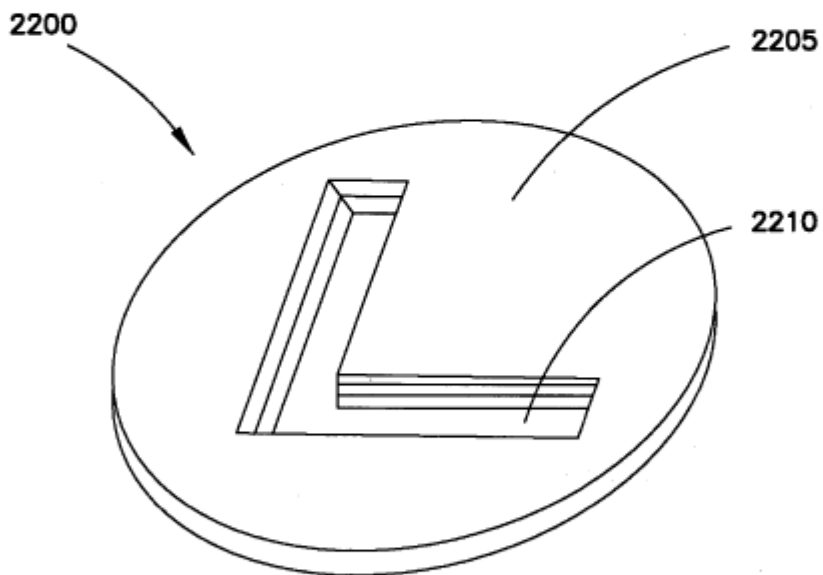
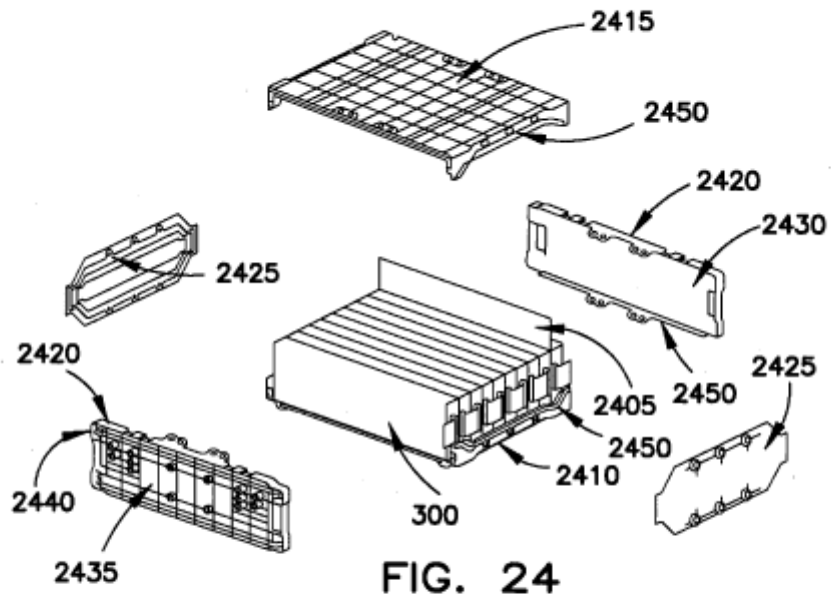
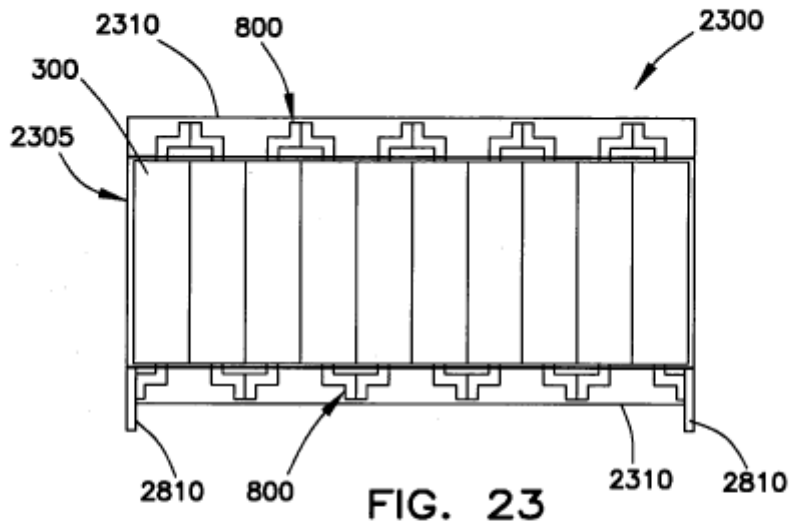


FIG. 22



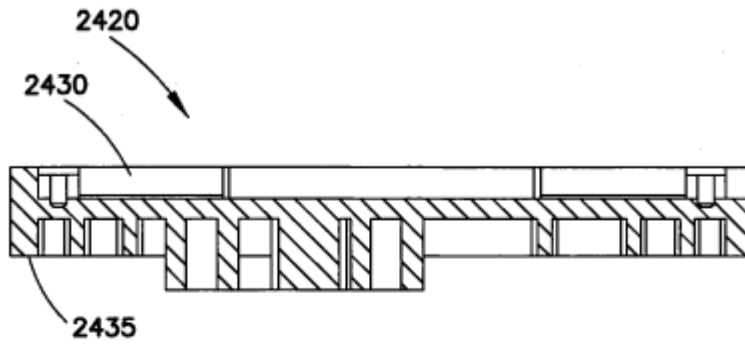


FIG. 25

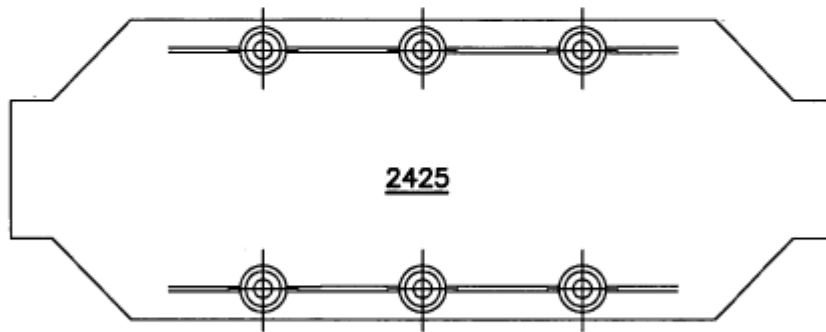


FIG. 26

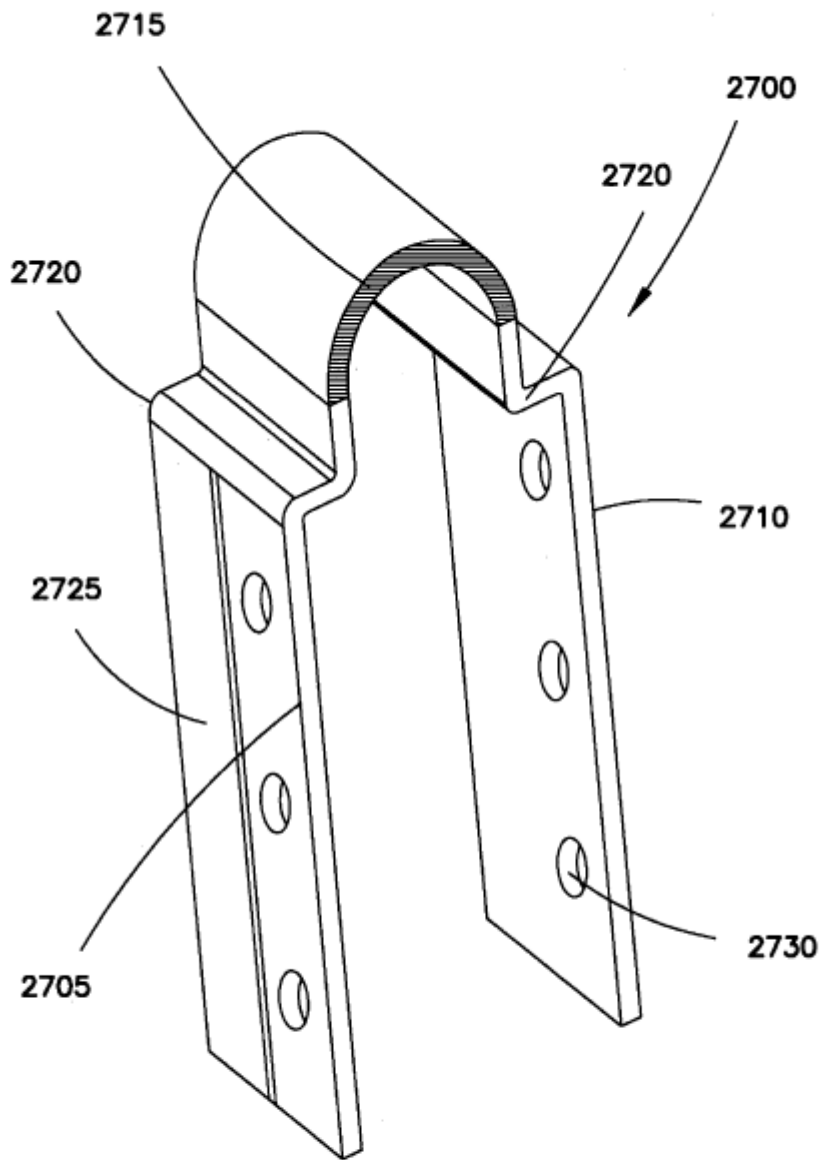


FIG. 27

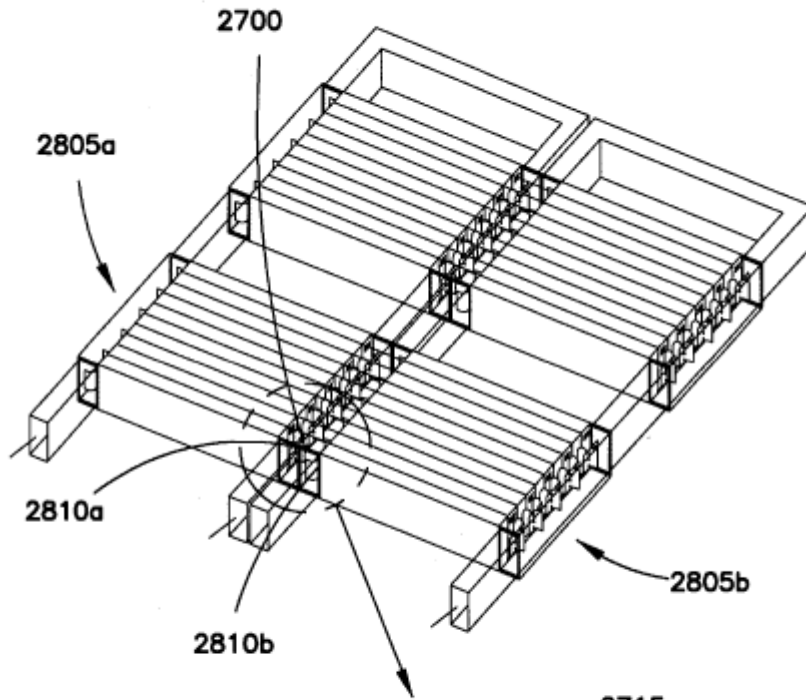
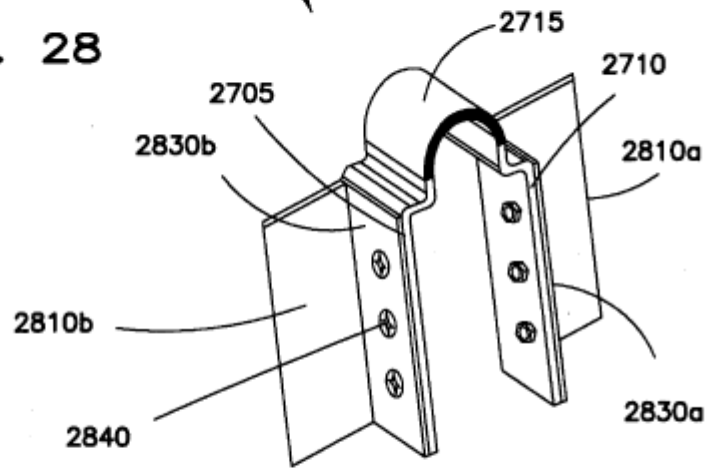


FIG. 28



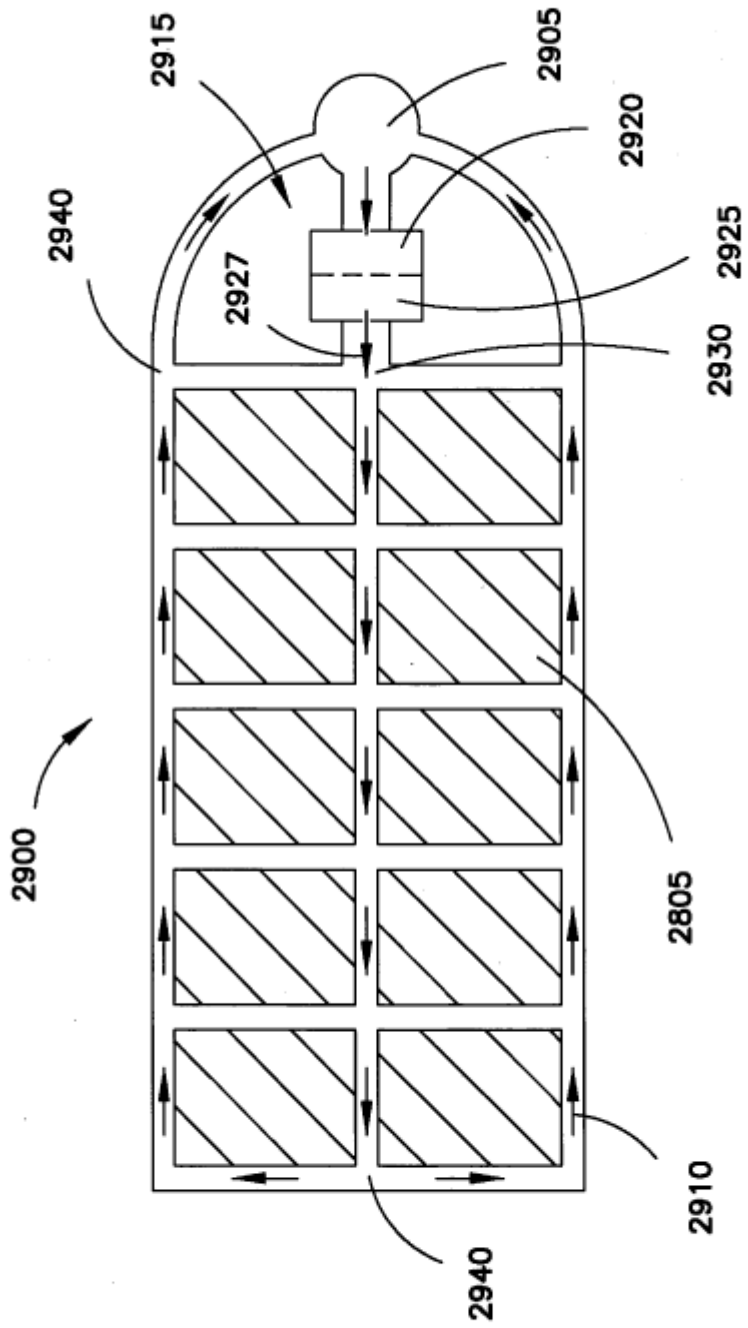


FIG. 29

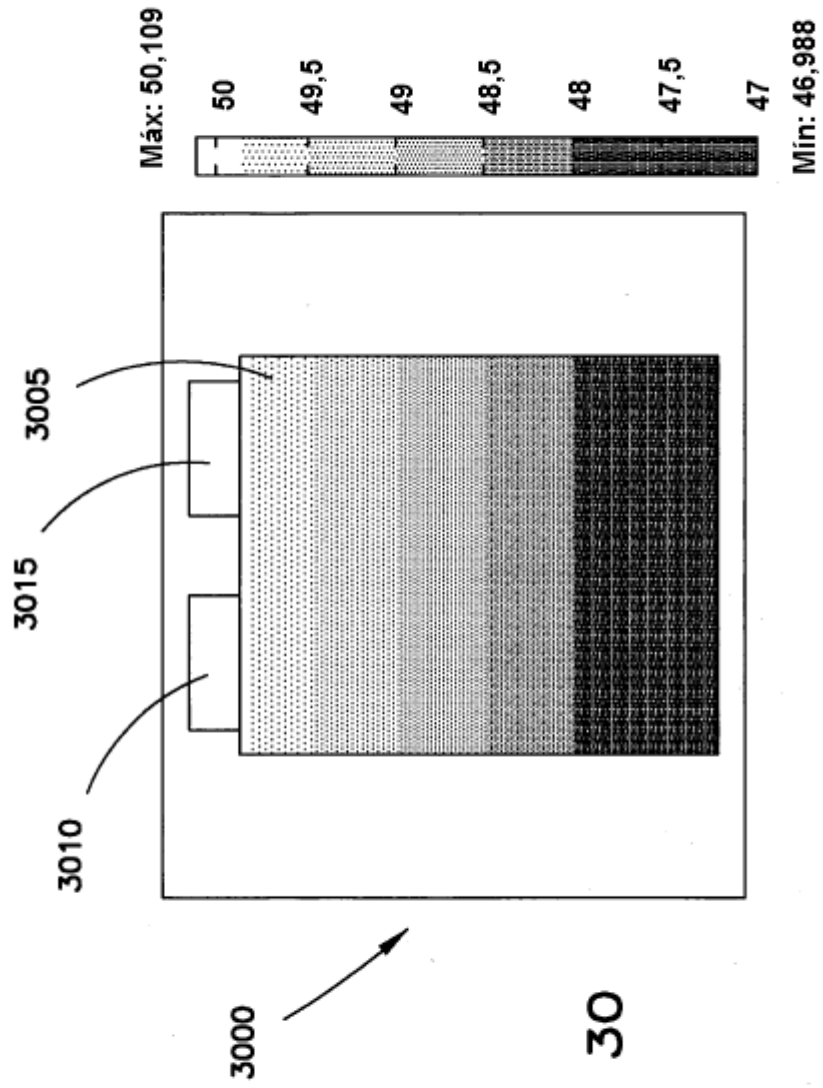


FIG. 30

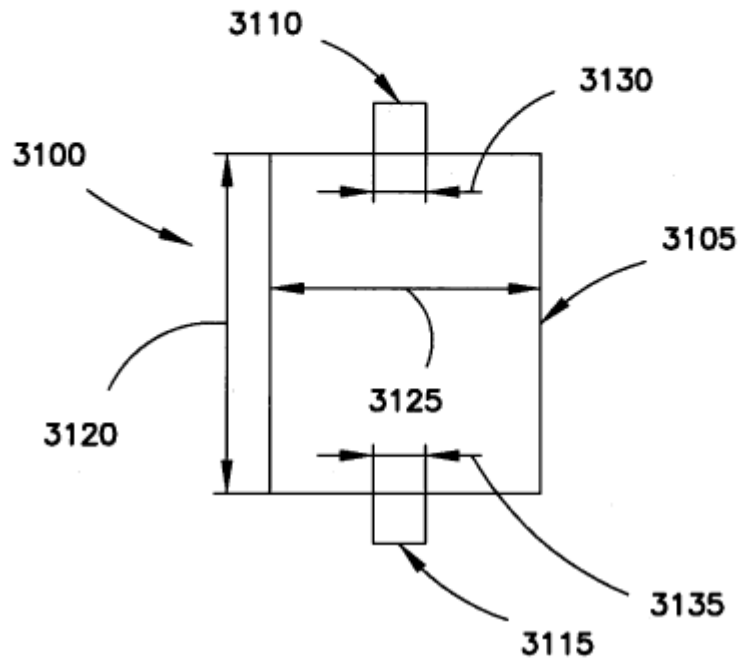


FIG. 31

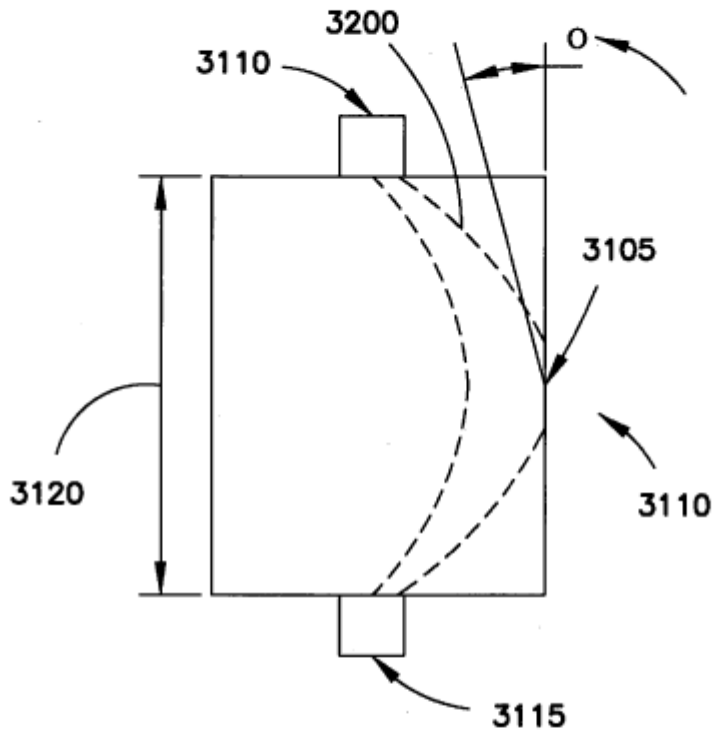


FIG. 32

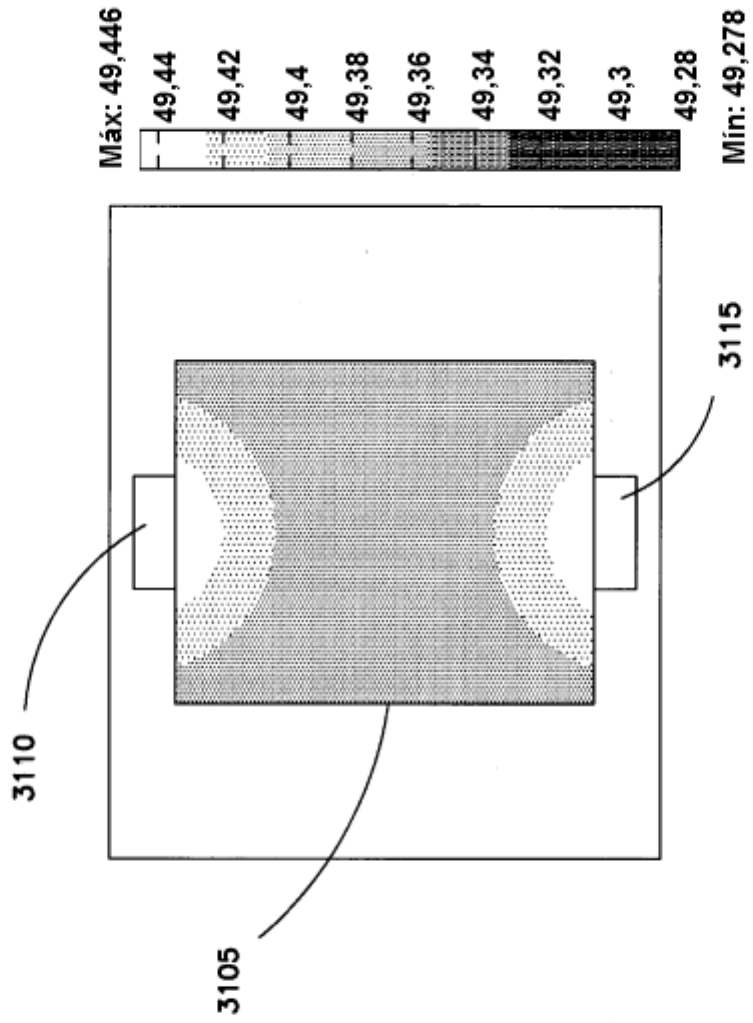


FIG. 33

3405	Número de ciclos de batería	3410		3415		3420		3425		3430	
		Capacidad de batería después de ciclos de ciclos (Ah)		Relación de capacidad con respecto a la capacidad original		Temperatura máxima de conector de ánodo °C		Temperatura máxima de conector de cátodo °C		Temperatura máxima en el centro del núcleo °C	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1		50	50	100%	100%	55,3	44,8	63,5	51,5	41,5	35,3
10		47,5	49	95%	98%	54,6	43,9	64,2	52,3	41,6	34,8
200		46,35	48,25	92,79%	96,5%	56,2	45,0	63,6	53,2	40,8	36,6
500		44,05	46,75	88,1%	93,5%	58,6	45,3	65,7	52,8	42,2	33,5
1000		41,75	45,25	83,5%	90,5%	55,9	43,4	65,8	51,6	43,6	35,3

FIG. 34

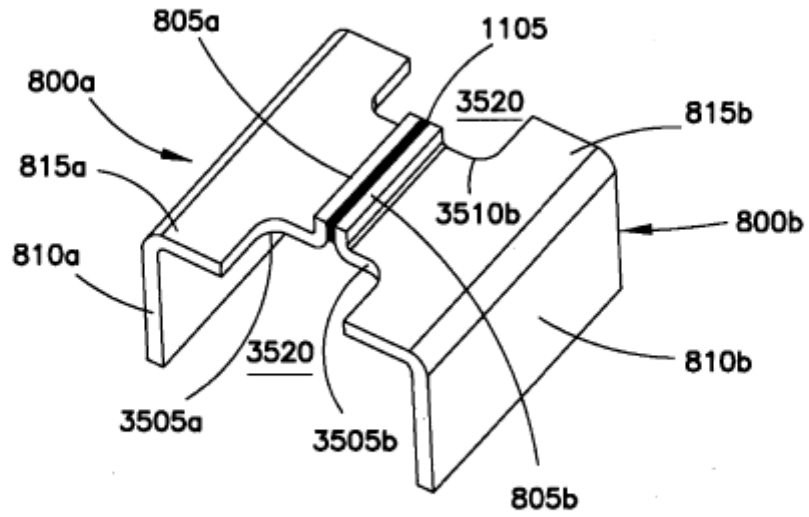


FIG. 35

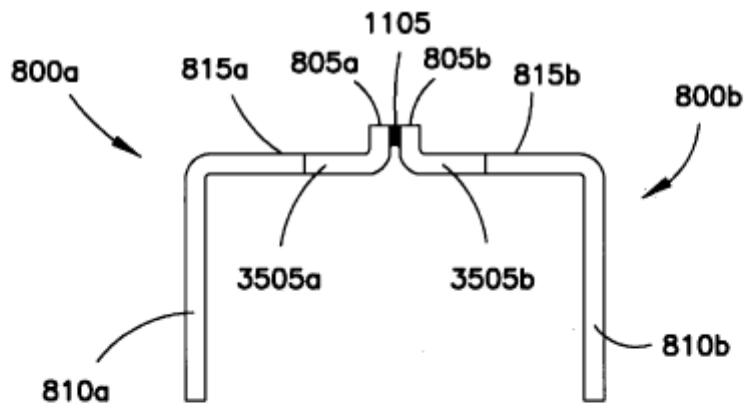


FIG. 36

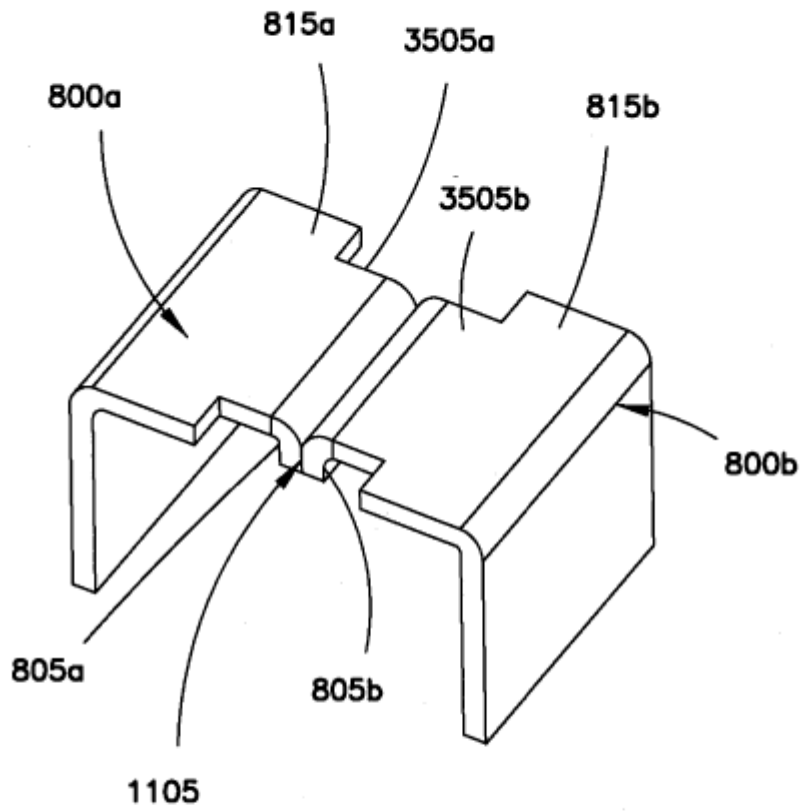


FIG. 37

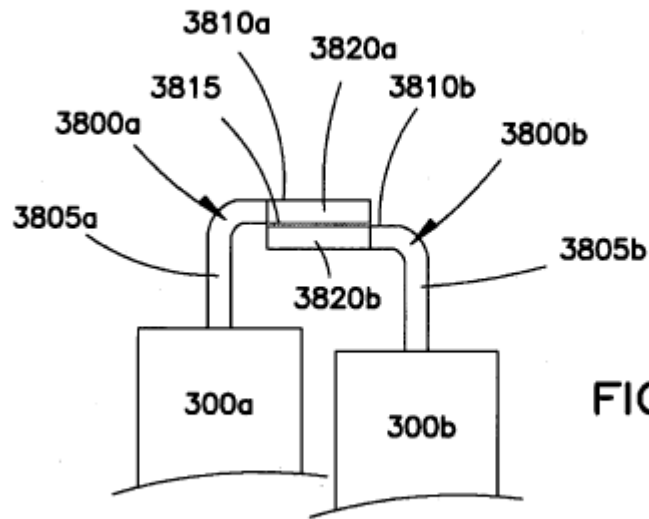


FIG. 38

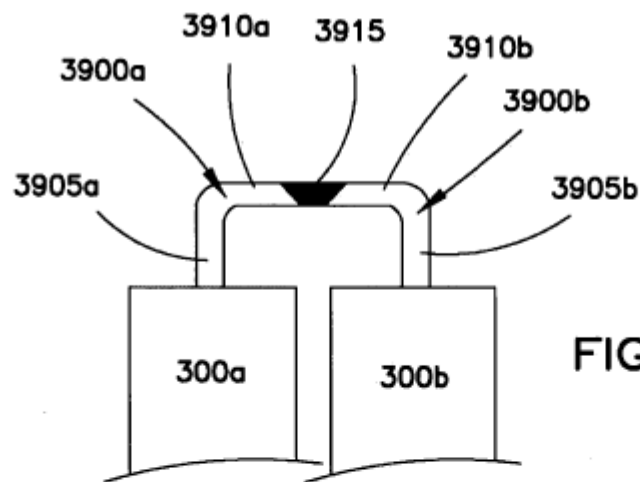


FIG. 39

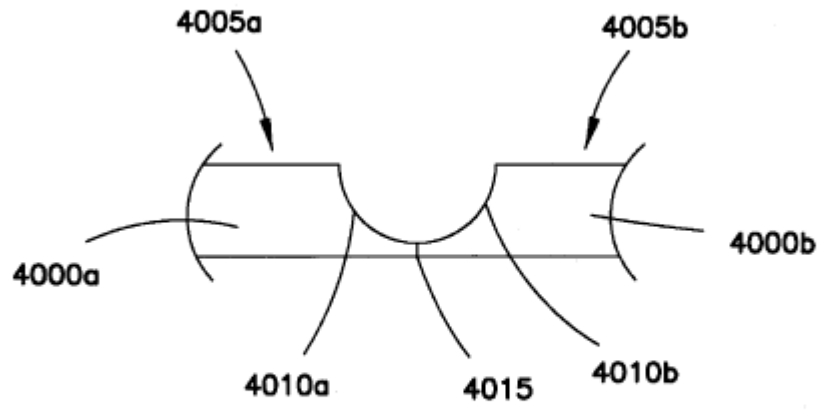


FIG. 40

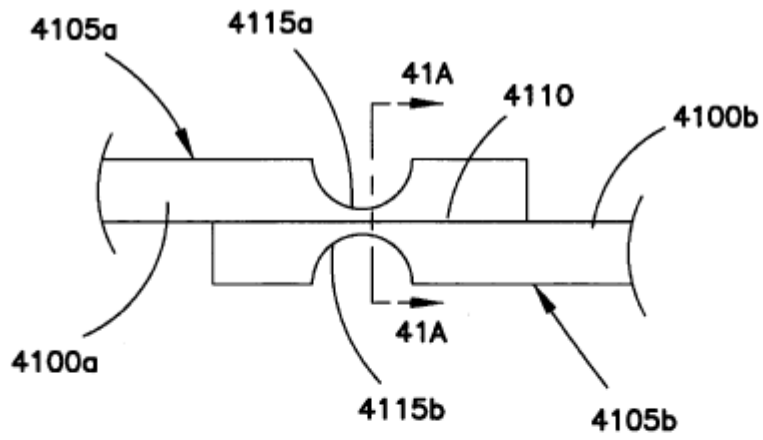


FIG. 41

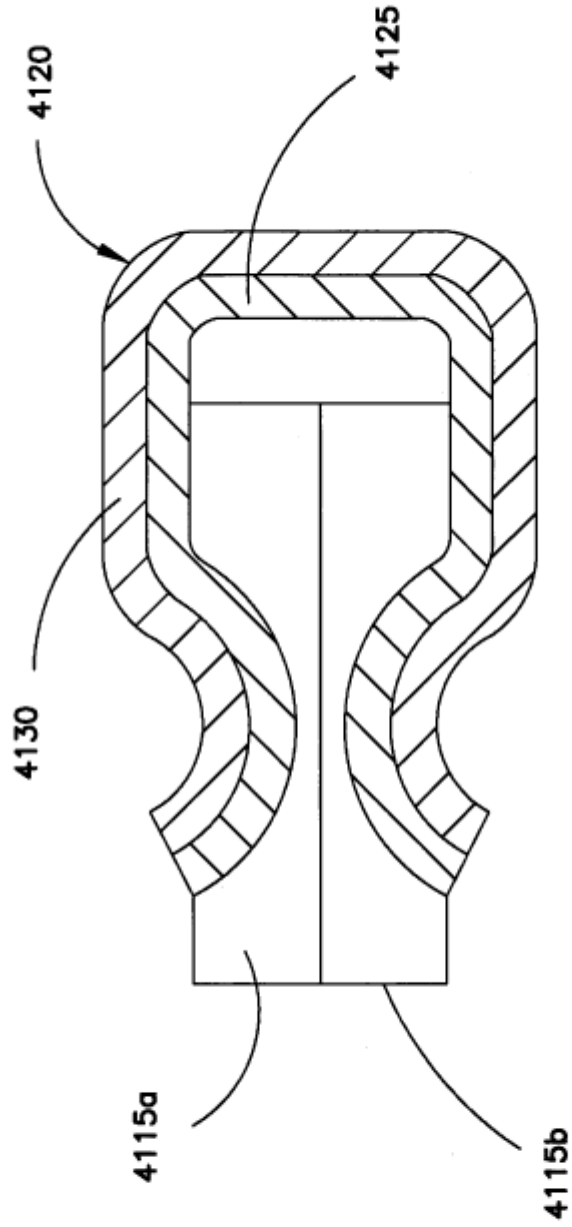


FIG. 41A

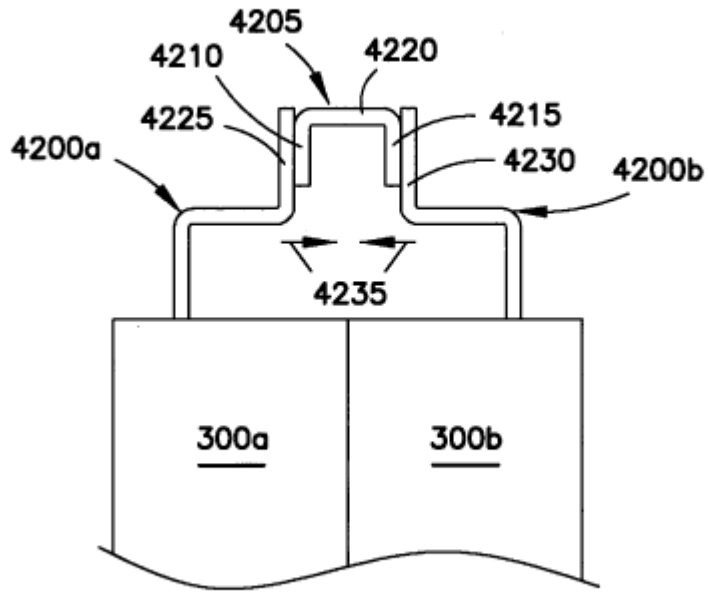


FIG. 42

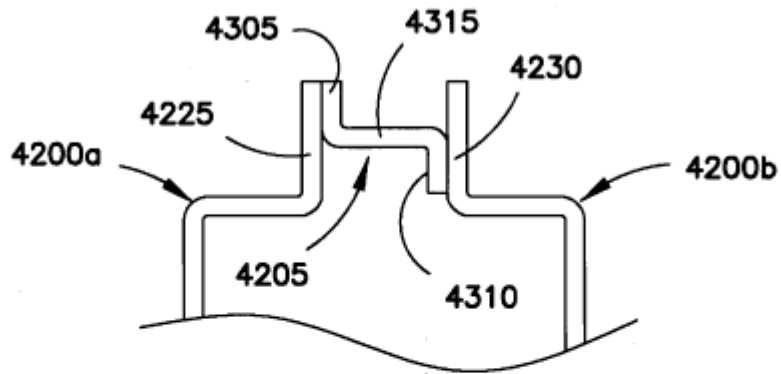
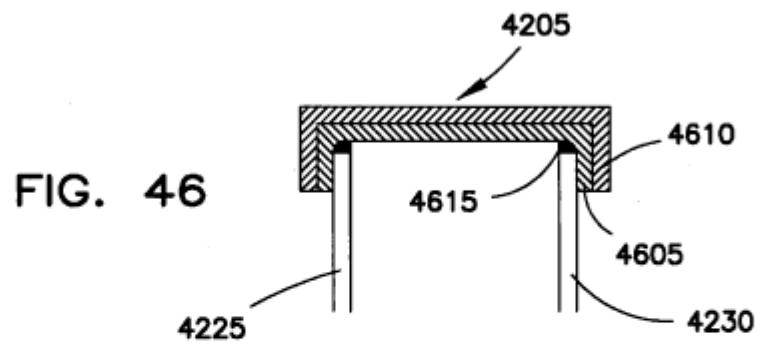
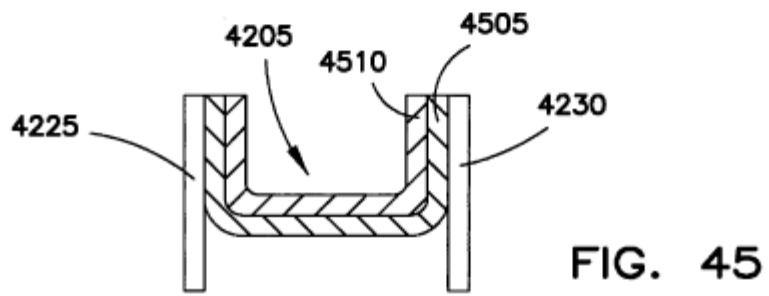
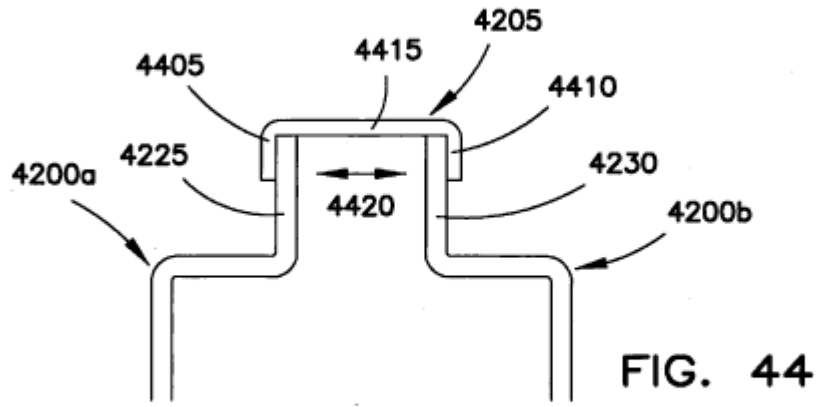


FIG. 43



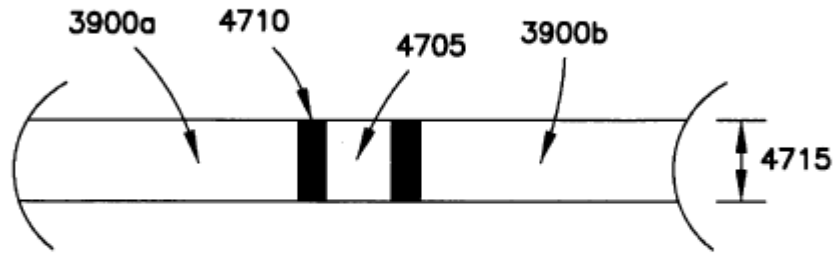


FIG. 47

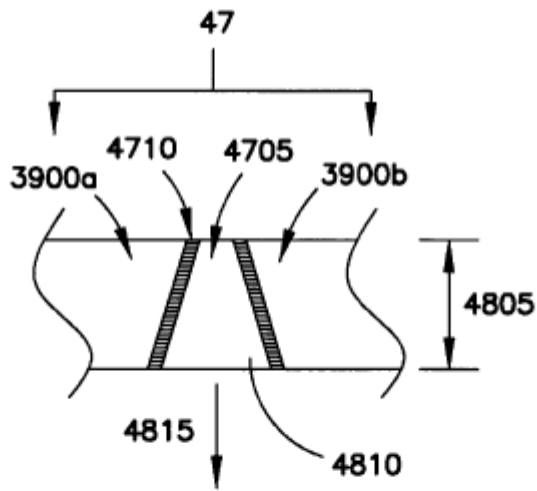


FIG. 48

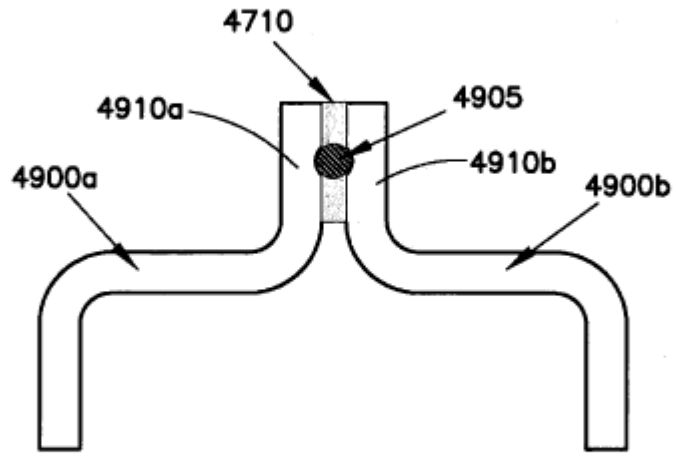


FIG. 49

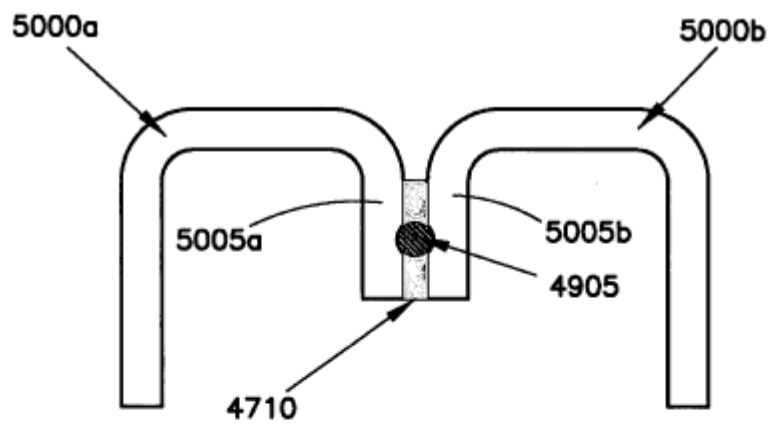


FIG. 50

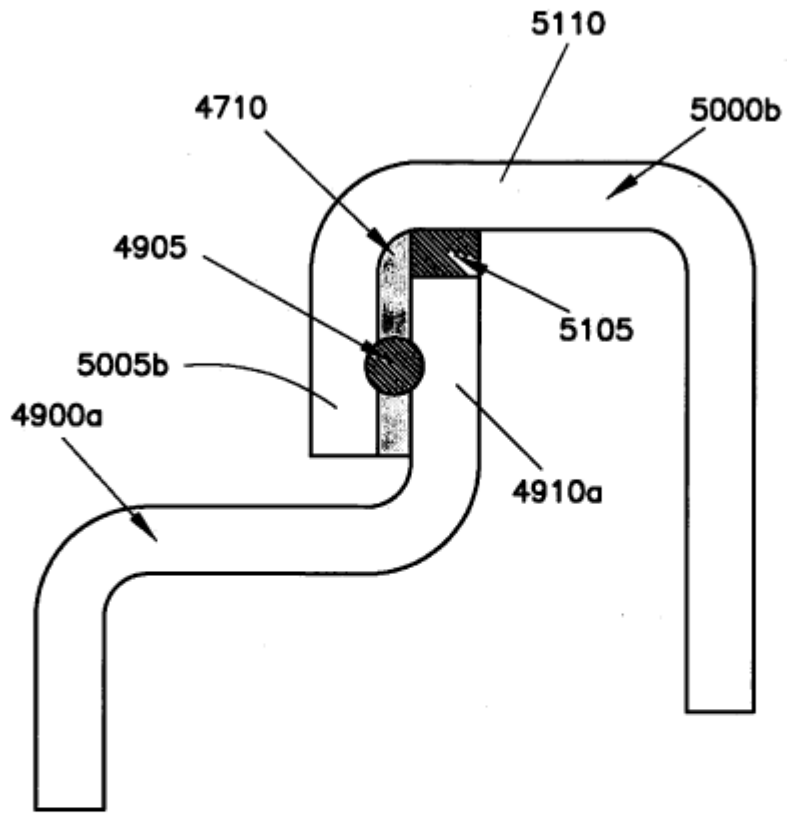


FIG. 51

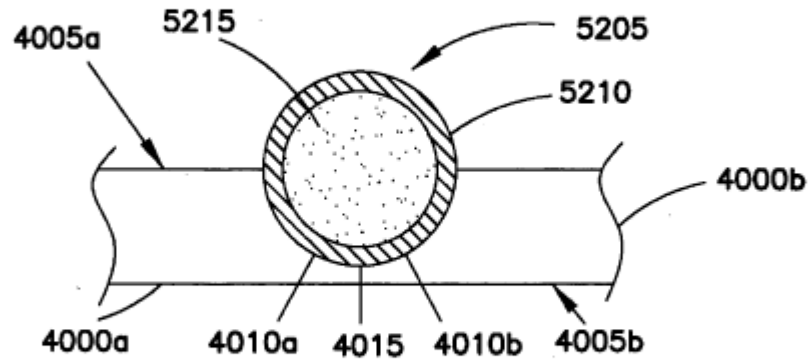


FIG. 52

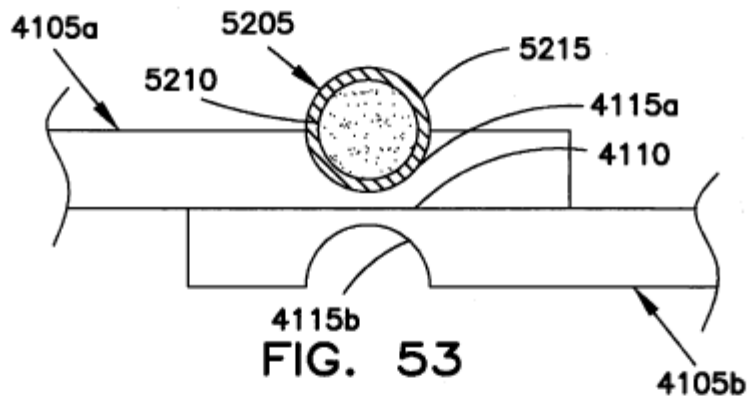


FIG. 53

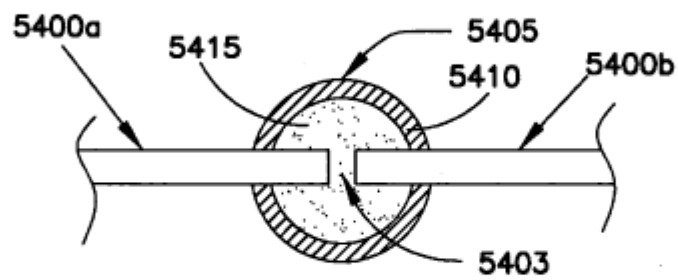
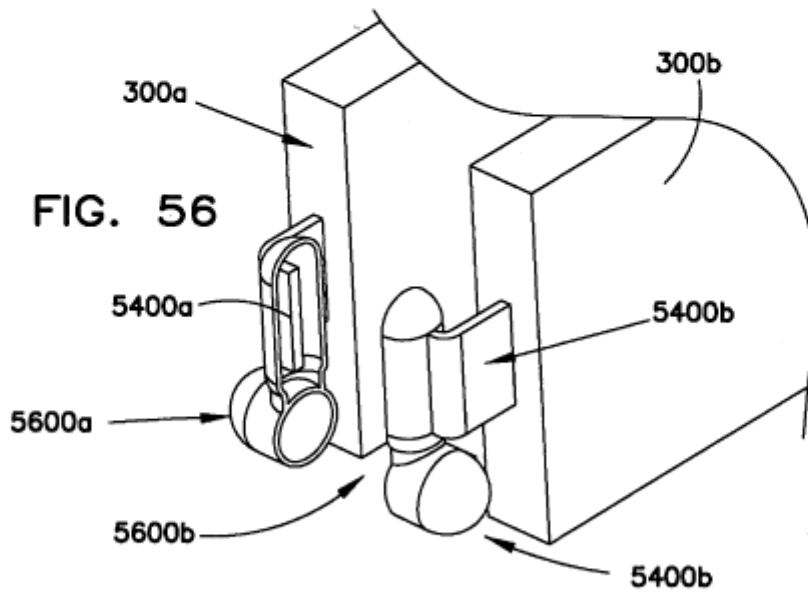
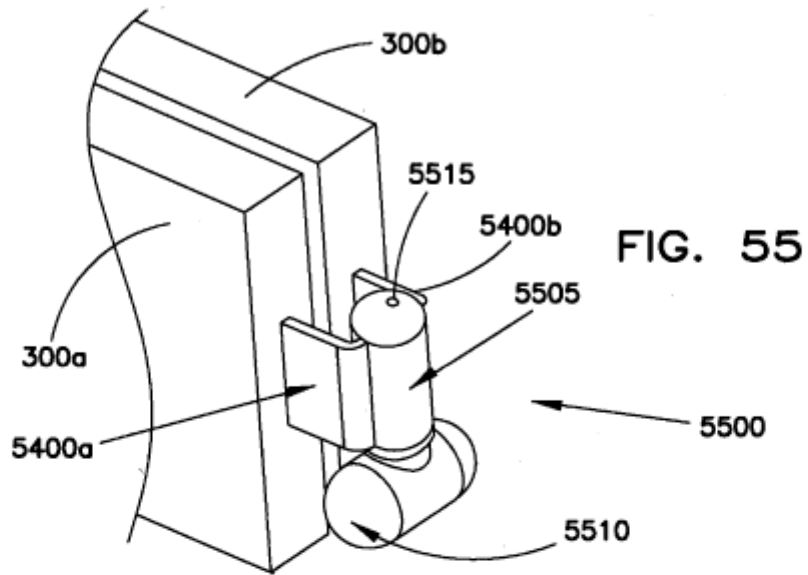


FIG. 54



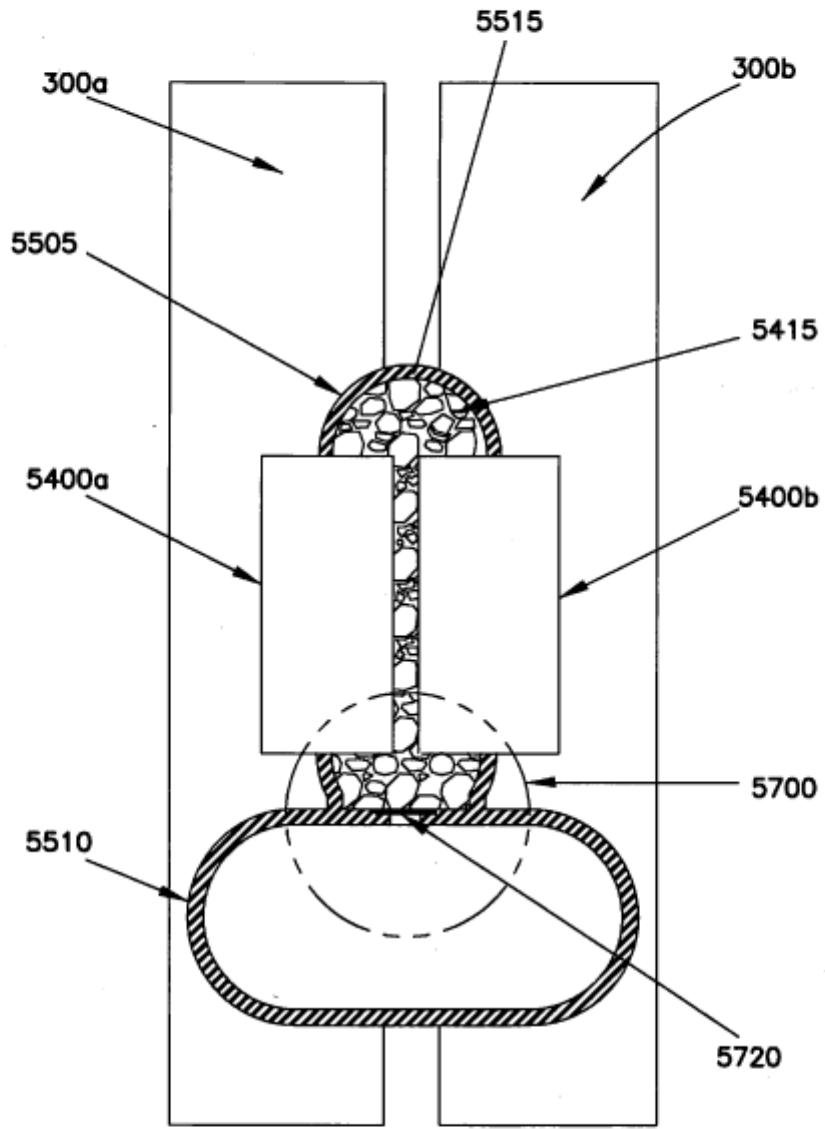


FIG. 57A

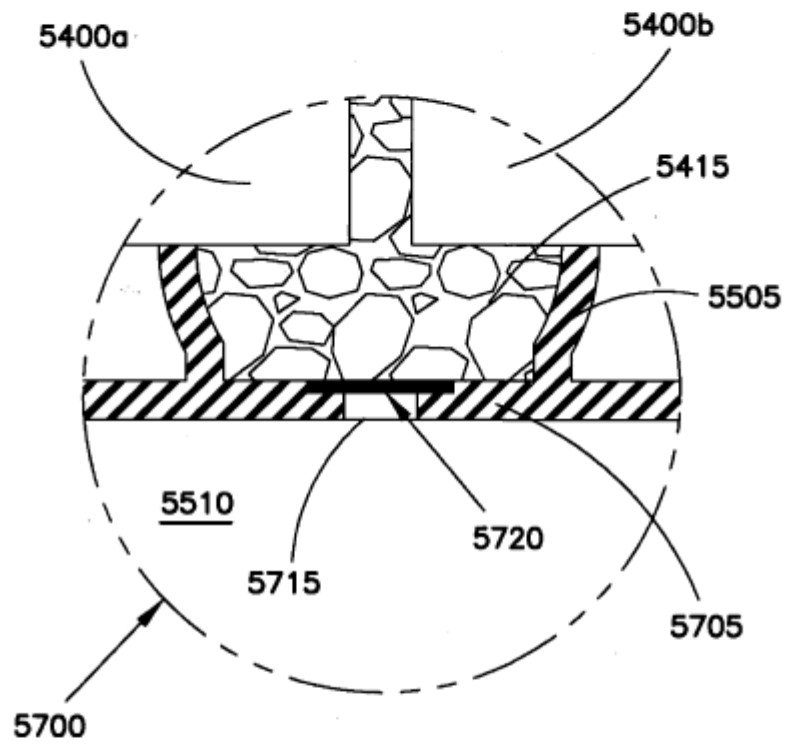
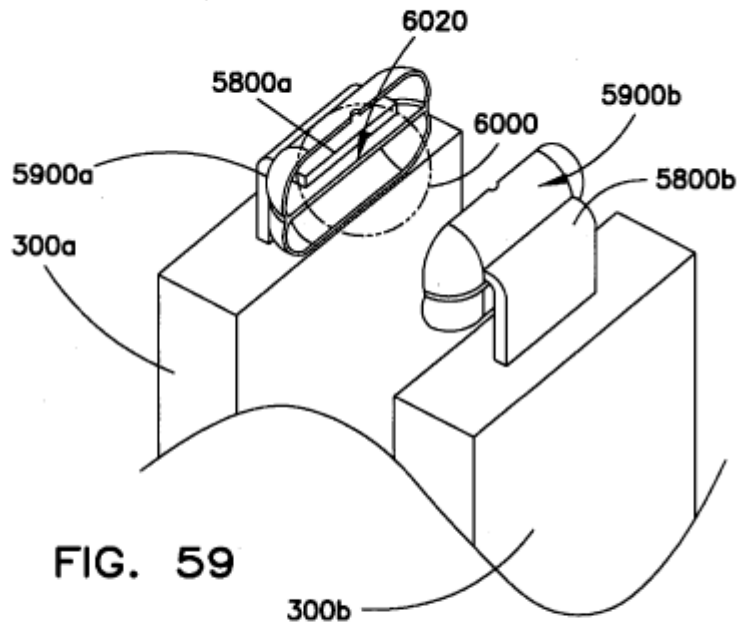
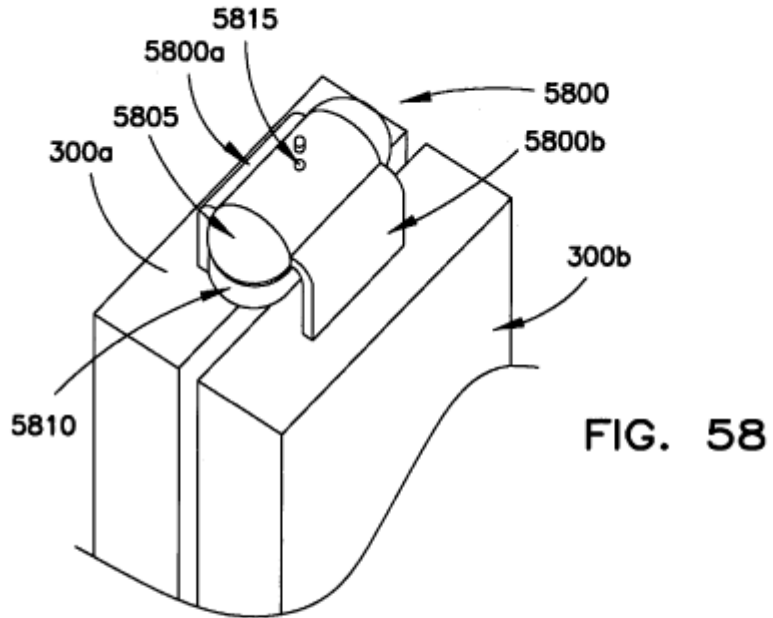


FIG. 57B



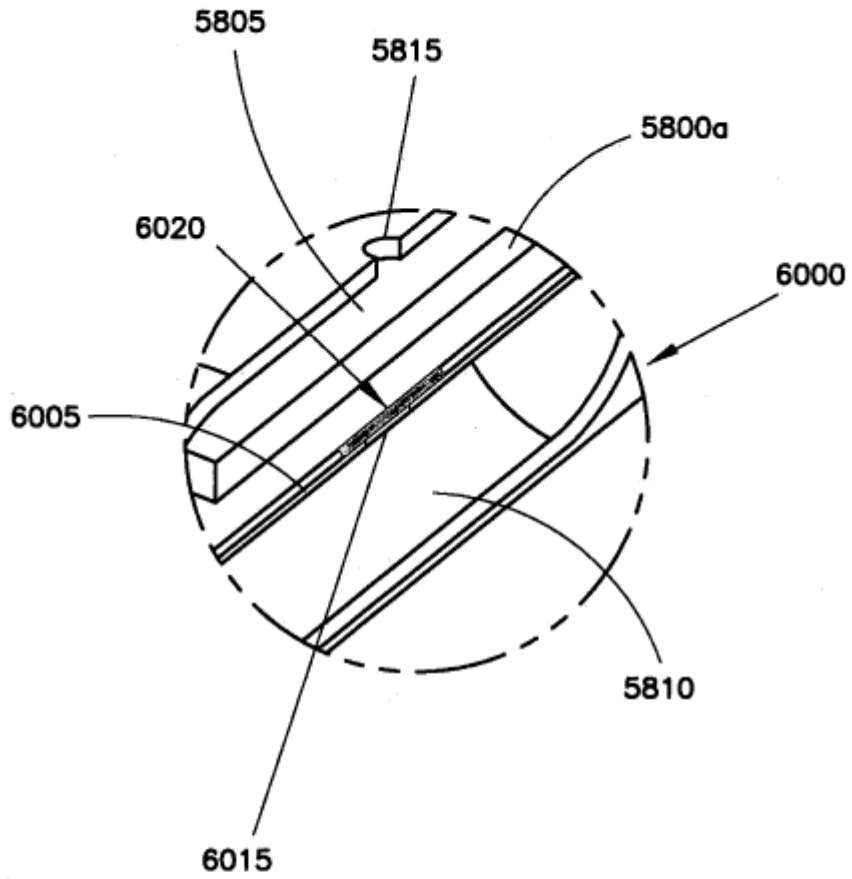


FIG. 60

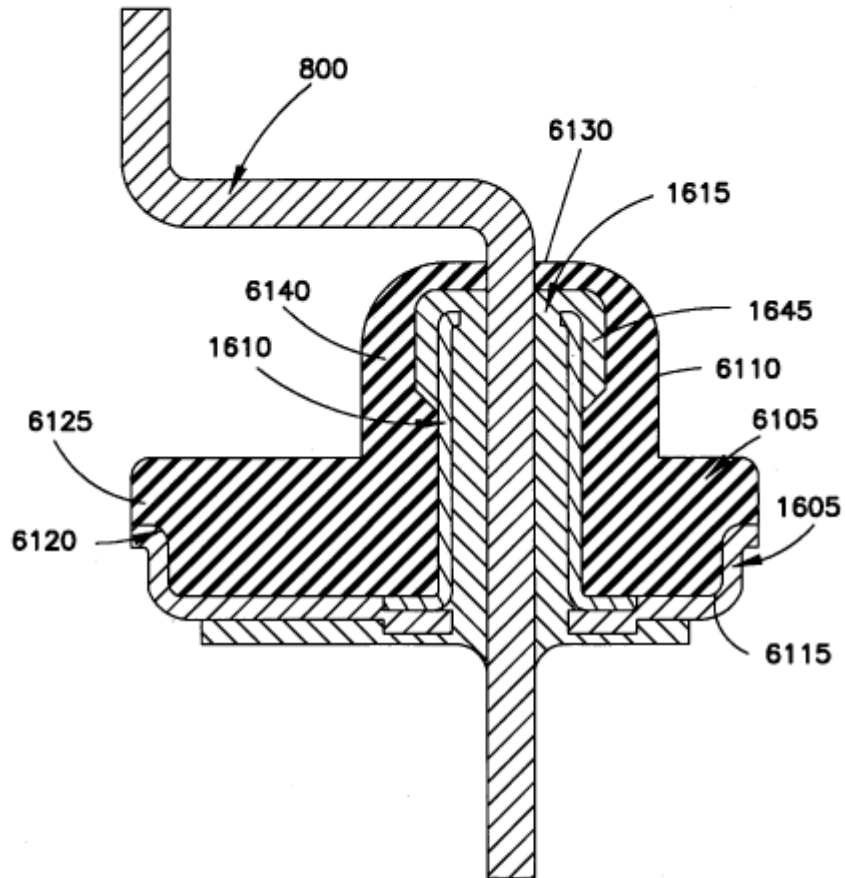
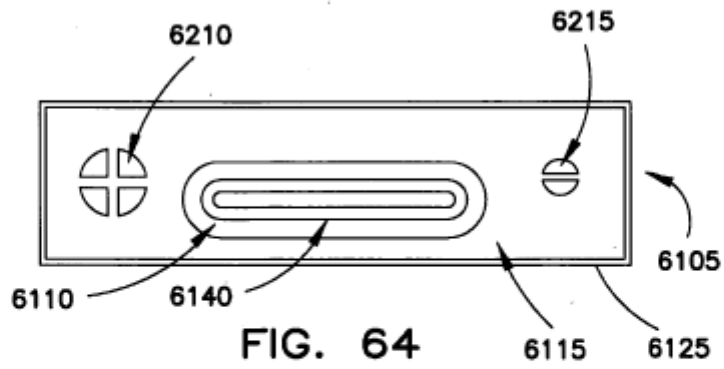
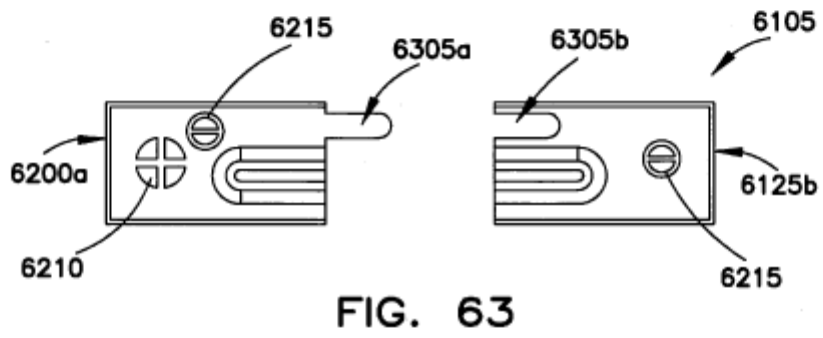
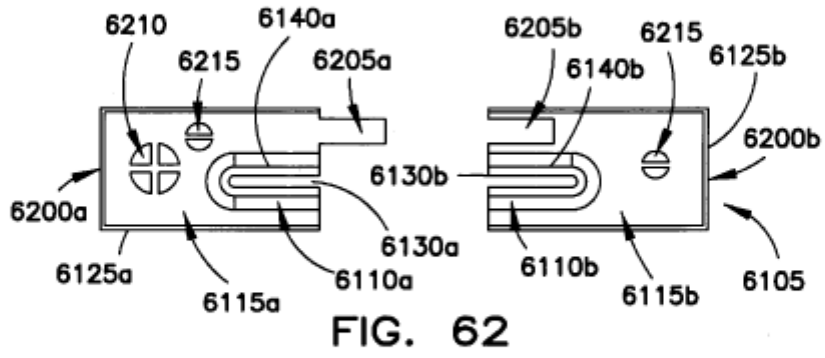


FIG. 61



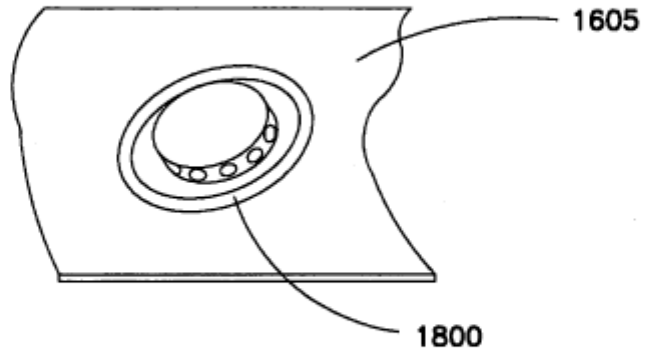


FIG. 65

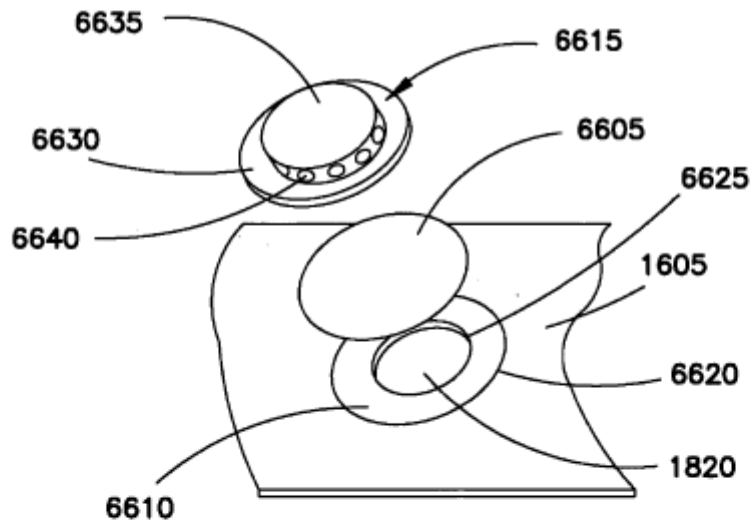


FIG. 66

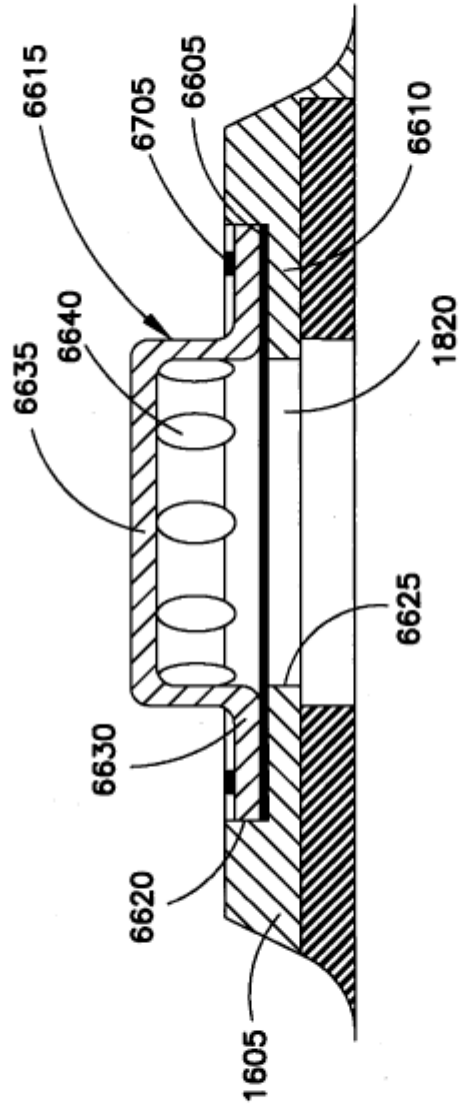


FIG. 67

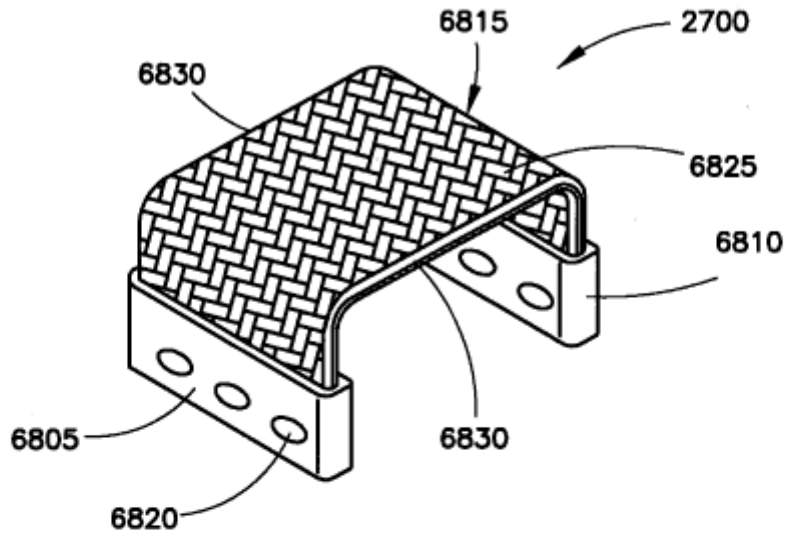


FIG. 68

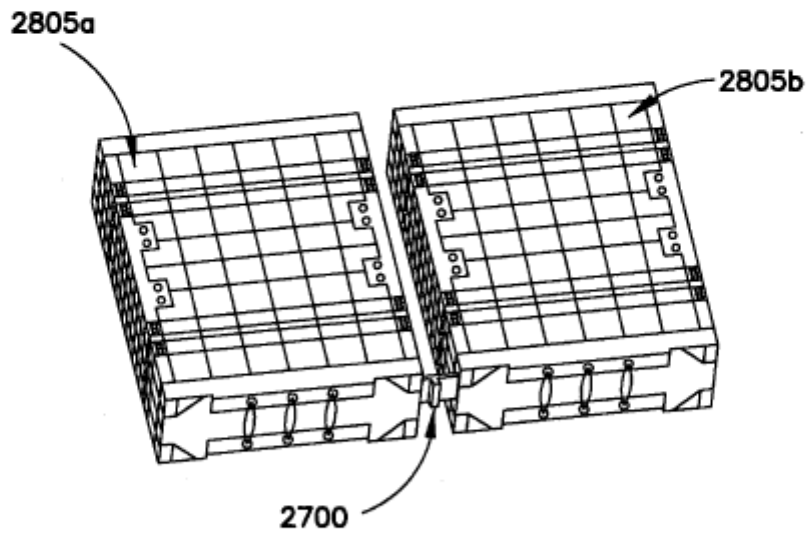


FIG. 69