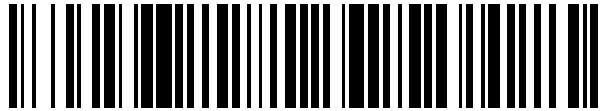


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 304**

51 Int. Cl.:

**H01M 10/04** (2006.01)  
**H01M 4/75** (2006.01)  
**H01M 10/28** (2006.01)  
**H01M 4/50** (2010.01)  
**C25B 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2012 PCT/JP2012/081004**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13094383**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2012 E 12860780 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2782181**

54 Título: **Pila estratificada y batería ensamblada que incluye una pila estratificada**

30 Prioridad:

**19.12.2011 JP 2011276586**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.05.2019**

73 Titular/es:

**EXERGY POWER SYSTEMS, INC. (100.0%)**  
**7-3-1 Hongo**  
**Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, JP**

72 Inventor/es:

**TSUTSUMI, KADUO y**  
**NAKOJI, MASATERU**

74 Agente/Representante:

**MARTÍN BADAJOZ, Irene**

ES 2 714 304 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

Pila estratificada y batería ensamblada que incluye una pila estratificada

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una pila estratificada. Específicamente, la presente invención se refiere a una pila estratificada con rendimiento de refrigeración mejorado y a una batería ensamblada que incluye la pila estratificada.

10 **Técnica anterior**

Las estructuras de electrodos de una pila secundaria se clasifican principalmente en dos tipos, es decir, un tipo enrollado en espiral y un tipo estratificado. En una pila que tiene una estructura de electrodos de tipo enrollado en espiral (una pila enrollada en espiral; véase, por ejemplo, el documento de patente 1), un electrodo positivo y un electrodo negativo, que están enrollados en espiral con un separador interpuesto entre ellos, se alojan en una cubierta de pila. En una pila que tiene la estructura de electrodos de tipo estratificado (una pila estratificada), un grupo de electrodos que incluye un electrodo positivo y un electrodo negativo, que están apilados de manera alterna con un separador interpuesto entre ellos, está alojado en una cubierta de pila. El documento de patente 2 divulga una pila de tipo cilíndrico en la que están apilados electrodos en forma de disco. El documento de patente 3 divulga una pila de tipo rectangular en la que están apilados electrodos en forma de lámina rectangular.

El documento JP 2000 048854 divulga una barra metálica colectora de corriente, que tiene la parte de terminal de electrodo positivo en forma de disco que está conectada directamente a un electrodo positivo en forma de disco y que está aislada de un electrodo negativo en forma de disco que tiene la periferia exterior en contacto con un recipiente a través de un anillo de aislamiento. Ambos electrodos están apilados de manera alterna mediante la interposición de un separador en forma de disco de material textil no tejido de polipropileno que tiene un diámetro más grande que el electrodo positivo en forma de disco y más pequeño que el electrodo negativo en forma de disco, y un grupo de electrodos que tiene un separador también está dispuesto en las capas más superiores/más inferiores. Por tanto, los electrodos respectivos están formados como alta densidad, se produce un cortocircuito interno mediante rebabas y puede evitarse la reducción en la eficiencia de recogida de corriente al desprenderse de un material activo. El grosor del separador puede ser más fino y puede obtenerse alta capacidad.

El documento EP 2 012 378 divulga una unidad de placas de electrodo capaz de suprimir un cortocircuito interno producido por el destello que se forma en la parte de extremo de una placa de electrodo positivo y una batería que usa la misma. La unidad de placas de electrodo incluye un grupo de placas de electrodo en el que una pluralidad de placas de electrodo positivo y una pluralidad de placas de electrodo negativo están laminadas de manera alterna mediante separadores, una placa colectora de electrodo positivo está conectada a una cara lateral del grupo de placas de electrodo para su conexión a la placa de electrodo positivo, y una placa colectora de electrodo negativo está conectada a otra cara lateral del grupo de placas de electrodo para su conexión a la placa de electrodo negativo, en la que la parte de borde de la placa de electrodo positivo sobresale de la parte de borde de la placa de electrodo negativo en todas las caras laterales excluyendo la cara lateral a la que está conectada la placa colectora de electrodo negativo del grupo de placas de electrodo.

El documento JP 2000 268854 divulga una batería de níquel-hidrógeno que incluye un electrodo negativo dotado de aleación de almacenamiento de hidrógeno y un electrodo positivo equipado con una capa de material activo de electrodo positivo que contiene un material activo de electrodo positivo usando como material de base al menos cualquiera de hidróxido de níquel y óxido de níquel y un elemento que tiene una propiedad tal como el aumento de la velocidad de utilización del material activo de electrodo positivo cuando se añade al mismo y una propiedad para obtener segregación cuando aumenta el número cíclico de carga y descarga. El ajuste se realiza de modo que la relación de la capacidad del electrodo positivo con respecto a la capacidad del electrodo negativo sea (de 1,1 a 2,0): 1, y que se potencie la durabilidad contra la repetición del ciclo de carga-descarga.

El artículo científico "Development of NiMH-based Fuel Cell/Battery (FCB) system: Characterization of Ni(OH)<sub>2</sub>/MnO<sub>2</sub> positive electrode for FCB" de Bokkyu Choi, Sunmook Lee, Chihiro Fushimi, Atsushi Tsutsumi, publicado en el "Journal of Power Sources", Elsevier, Vol. 194, n.º 2, 1 de diciembre de 2009, páginas 1150-1155 describe el rendimiento de un electrodo positivo compuesto por una mezcla de hidróxido de níquel (Ni(OH)<sub>2</sub>) y una pequeña cantidad de dióxido de manganeso (MnO<sub>2</sub>) en un sistema de pila de combustible/batería (FCB)

El documento US 5.173.376 describe una batería de metal-oxígeno-hidrógeno que tiene módulos de pila sellados con contención de electrolito y ventilación de hidrógeno. La batería incluye un recipiente de presión exterior que contiene una pluralidad de módulos de pila, que tienen cada uno un terminal positivo y uno negativo y que contienen un electrolito líquido tal como hidróxido de potasio. Cada módulo de pila está rodeado por una bolsa sellada flexible que es impermeable al flujo del electrolito. La bolsa es una estructura de múltiples capas compuesta preferiblemente por película termoplástica. Cada bolsa está dotada con un orificio de ventilación que es permeable al flujo de gas hidrógeno pero impermeable al flujo del electrolito. Están conectados cables eléctricos a los terminales de cada módulo de pila y se extienden en relación sellada a través de la bolsa.

**Lista de referencias****Bibliografía de patentes**

- 5 Documento de patente 1: JP 2002-198044 A
- Documento de patente 2: JP 2000-48854 A
- 10 Documento de patente 3: WO 2008/099609 A

**Sumario de invención****Problema técnico**

15 Con respecto a la pila enrollada en espiral, el separador con baja conductividad térmica se proporciona de una manera en múltiples capas entre la superficie y el centro de la célula. Como resultado, incluso cuando la temperatura de superficie de la cubierta de pila está próxima a la temperatura ambiental, la temperatura de una parte alrededor del centro de la pila enrollada en espiral llega a ser considerablemente alta.

20 La pila estratificada de tipo cilíndrico divulgada en el documento de patente 2 tiene una estructura para recoger electricidad de tal manera que los electrodos apilados entren en contacto con los terminales, respectivamente. Por consiguiente, en el transcurso del ensamblaje de la pila estratificada de tipo cilíndrico, existe la posibilidad de fallos iniciales debido a un cortocircuito entre el electrodo positivo y el electrodo negativo. Además, el electrodo se contrae y se expande repetidamente por la repetición de carga y descarga. Como resultado, existe la posibilidad de fallos seculares debido a la deformación y al desplazamiento del electrodo y el cortocircuito entre el electrodo positivo y el electrodo negativo.

25 La presente invención se ha ideado para resolver los problemas descritos anteriormente, y un objeto de la misma es restringir la elevación de temperatura dentro de una pila e impedir un cortocircuito entre electrodos.

**Solución al problema**

30 La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

35 Con el fin de lograr el objeto descrito anteriormente, una pila estratificada según la presente invención incluye: una carcasa exterior tubular; un electrodo positivo; un electrodo negativo; un separador dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo; y un colector de corriente eléctricamente conductor que pasa a través del electrodo positivo, el electrodo negativo y el separador en una dirección axial de la carcasa exterior. En el presente documento, el electrodo positivo, el electrodo negativo y el separador están apilados en la dirección axial de la carcasa exterior. Un primer electrodo que es uno del electrodo positivo y el electrodo negativo entra en contacto con la superficie interior de la carcasa exterior para conectarse eléctricamente a la superficie interior de la carcasa exterior, pero no está en contacto con el colector de corriente. Un segundo electrodo que es el otro del electrodo positivo y el electrodo negativo no está en contacto con la superficie interior de la carcasa exterior, pero entra en contacto con el colector de corriente para conectarse eléctricamente al colector de corriente. El borde exterior del segundo electrodo está cubierto con el separador. El borde periférico de un orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el primer electrodo está cubierto con el separador.

40 Según esta configuración, la carcasa exterior está compuesta por metal, y sirve de terminal de colector de corriente del primer electrodo. La dimensión hacia el exterior del primer electrodo es ligeramente más grande que la dimensión hacia el interior de la carcasa exterior tubular, de modo que toda la periferia exterior del primer electrodo o una parte de la periferia exterior está en contacto con la superficie interior de la carcasa exterior. Cuando el primer electrodo se introduce en la carcasa exterior bajo presión, el primer electrodo entra en contacto firmemente con la carcasa exterior. Por tanto, el primer electrodo está conectado a la carcasa exterior con resistencia térmicamente pequeña. Por tanto, esta configuración actúa eficazmente sobre la refrigeración del primer electrodo.

45 En el presente documento, la dimensión hacia el exterior del electrodo se refiere a una dimensión desde el centro gráfico hasta la periferia exterior de un electrodo en forma de lámina. En el caso de un electrodo en forma de disco, la dimensión hacia el exterior se denomina diámetro exterior. Asimismo, la dimensión hacia el interior de la carcasa exterior se refiere a una dimensión entre el centro gráfico en una sección vertical de la carcasa exterior tubular en la dirección axial y la superficie interior de la carcasa exterior. En el caso de una carcasa exterior cilíndrica, la dimensión hacia el interior se denomina diámetro interior.

50 La dimensión hacia el exterior del segundo electrodo es más pequeña que la dimensión hacia el interior de la carcasa exterior tubular, de modo que el segundo electrodo no entra en contacto con la carcasa exterior. Por consiguiente, el segundo electrodo está aislado de la carcasa exterior.

El calor generado a partir del primer electrodo se transfiere directamente a la carcasa exterior. El calor generado a partir del segundo electrodo se transfiere al primer electrodo a través del separador.

5 El coeficiente de transferencia de calor global ( $U_1$ ) de una pila enrollada en espiral se representa por la fórmula matemática 1 tal como se describirá posteriormente. Por otra parte, el coeficiente de transferencia de calor global ( $U_2$ ) de la pila estratificada según la presente invención se representa por la fórmula matemática 2. Es evidente a partir de una comparación entre los dos coeficientes que hay una gran diferencia con respecto al término del número de vueltas  $n$ . En la pila enrollada en espiral, a medida que el número de vueltas  $n$  se hace más grande, el coeficiente de transferencia de calor global se hace más pequeño. En las siguientes realizaciones se facilitará una descripción detallada usando la sustitución de valores numéricos específicos.

15 En la pila estratificada según la presente invención, tal como se describió anteriormente, no hay necesidad de un tubo o un disipador de calor para alimentar un refrigerante en la pila con el fin de restringir la temperatura dentro de la pila. Por consiguiente, la estructura de la pila estratificada según la presente invención es compacta. En la pila estratificada según la presente invención, además, es posible restringir fácilmente la elevación de temperatura dentro de la pila refrigerando la superficie de la carcasa exterior.

20 Cada uno del electrodo positivo, el electrodo negativo y el separador tiene un orificio formado en el centro de los mismos, para permitir que el colector de corriente pase a su través. El colector de corriente en forma de varilla pasa a través de los orificios. El diámetro del orificio del primer electrodo es más grande que la dimensión hacia el exterior del colector de corriente en forma de varilla. Por tanto, el primer electrodo no entra en contacto con el colector de corriente. El diámetro del orificio del segundo electrodo es más pequeño que la dimensión hacia el exterior del colector de corriente en forma de varilla. Por tanto, el segundo electrodo entra en contacto con el colector de corriente y está conectado eléctricamente al colector de corriente. El colector de corriente está compuesto por un metal y sirve de terminal de colector de corriente del segundo electrodo. Además, el colector de corriente es preferiblemente una varilla redonda, pero puede ser una varilla rectangular.

30 Con respecto a la pila estratificada según la presente invención, además, en el estado en que los electrodos y el separador están apilados, el borde exterior del segundo electrodo está cubierto con el separador, y el borde periférico del orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el primer electrodo está cubierto con el separador. Por tanto, el primer electrodo y el segundo electrodo están separados entre sí por el separador con fiabilidad en el borde exterior del segundo electrodo y en el borde periférico del orificio en el primer electrodo. Por consiguiente, los electrodos no entran en contacto entre sí en el borde exterior de uno de los electrodos y en el borde periférico del orificio en el otro electrodo debido a la deformación de los electrodos. En el caso del electrodo en forma de disco, el diámetro exterior del separador es más grande que el diámetro exterior del segundo electrodo. En el caso en que el colector de corriente es una varilla redonda, además, el diámetro de orificio del separador es más pequeño que el diámetro de orificio del primer electrodo.

40 En la pila estratificada según la presente invención, el primer electrodo está rodeado por un primer separador en forma de bolsa en un estado en que el borde exterior del primer electrodo está expuesto en el exterior del primer separador, y el segundo electrodo está rodeado por un segundo separador en forma de bolsa en un estado en que el borde periférico de un orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el segundo electrodo está expuesto en el exterior del segundo separador. Según esta configuración, puesto que los separadores tienen forma de bolsa, los separadores impiden que se produzca un cortocircuito entre los electrodos debido a polvo o materias extrañas derivadas de los electrodos.

50 En la pila estratificada según la presente invención, el colector de corriente tiene una superficie lateral en la que está formada una hendidura, el diámetro de la parte más estrecha del colector de corriente es más grande que el diámetro del orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el segundo electrodo, y el diámetro de la parte más gruesa del colector de corriente es más pequeño que el diámetro del orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el primer electrodo.

55 Existe la posibilidad de que, en el momento del ensamblaje de los electrodos, se afloje el acoplamiento entre el colector de corriente y el electrodo y se dificulte el estrecho contacto entre el colector de corriente y el electrodo. Con el fin de resolver este problema, la pila estratificada según la presente invención incluye el colector de corriente en el que está formada una hendidura de rosca. Según esta configuración, se hace posible mantener el estado en que el segundo electrodo está encajado firmemente en el colector de corriente por la hendidura de rosca formada en el colector de corriente. Esta configuración impide que se afloje el acoplamiento entre el electrodo y el colector de corriente en el momento del trabajo de ensamblaje de la pila estratificada.

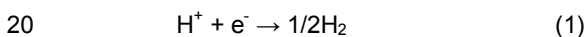
60 En la pila estratificada según la presente invención, el electrodo negativo contiene una aleación de almacenamiento de hidrógeno. En la pila estratificada según la presente invención, además, cada uno del electrodo positivo y el electrodo negativo es un electrodo que se carga y se descarga, y es también un electrodo que aplica electrólisis a un electrolito retenido en la pila estratificada con una corriente eléctrica alimentada desde el exterior. Según esta configuración, cada uno de los electrodos positivo y negativo desempeña el papel de un electrodo que se carga y se

descarga en una pila secundaria y el papel de un electrodo que genera gas hidrógeno.

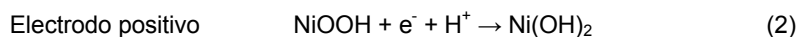
5 En la pila estratificada según la presente invención, preferiblemente, la capacidad de carga del electrodo negativo es más pequeña que la capacidad de carga del electrodo positivo. La pila estratificada es una denominada pila de tipo de regulación de electrodo negativo. En el presente documento, estas capacidades de carga se denominan simplemente capacidad del electrodo positivo y capacidad del electrodo negativo, respectivamente, en algunos casos.

10 La pila estratificada según la presente invención incluye además una cámara de almacenamiento de hidrógeno dispuesta dentro de la carcasa exterior, para almacenar gas hidrógeno generado a partir del electrodo negativo. En el presente documento, la cámara de almacenamiento de hidrógeno puede ser un espacio independiente. Además, la cámara de almacenamiento de hidrógeno no es un espacio independiente, pero puede formarse en un espacio en el electrodo y en un espacio en el separador.

15 En la pila estratificada de tipo de regulación de electrodo negativo, cuando avanza la carga, el electrodo negativo se carga completamente antes de que el electrodo positivo se cargue completamente. En la sobrecarga en que continúa la carga desde el estado de carga completa, se genera gas hidrógeno a partir del electrodo negativo (véase la fórmula de reacción (1)).



25 El gas hidrógeno generado a partir del electrodo negativo se almacena en la aleación de almacenamiento de hidrógeno del electrodo negativo para servir como fuente de energía en el momento de descarga. En el caso de un electrodo positivo compuesto por oxihidróxido de níquel, la fórmula de reacción en el momento de descarga es la fórmula de reacción (2).



35 Puesto que la aleación de almacenamiento de hidrógeno es cara, el electrodo negativo afecta significativamente al precio de la pila. En una pila secundaria de tipo de regulación de electrodo positivo normal, la cantidad de materiales para un electrodo negativo es de 1,5 a 2 veces mayor que para un electrodo positivo. Sin embargo, se permite que la pila estratificada según la presente invención reduzca la cantidad de materiales caros para el electrodo negativo. Por tanto, es posible obtener una pila estratificada económica.

40 En la pila estratificada según la presente invención, el electrodo negativo se carga de tal manera que la aleación de almacenamiento de hidrógeno contenida en el electrodo negativo almacena el gas hidrógeno almacenado en la cámara de almacenamiento de hidrógeno. Según esta configuración, el electrodo negativo se carga con el gas hidrógeno generado por la sobrecarga. Por consiguiente, el gas hidrógeno se utiliza de manera eficaz. La aleación de almacenamiento de hidrógeno contenida en el electrodo negativo actúa como un denominado catalizador.

45 En la pila estratificada según la presente invención, preferiblemente, el electrodo positivo contiene dióxido de manganeso. Hasta ahora, se ha usado un electrodo positivo de dióxido de manganeso para una pila primaria que se conoce como pila de dióxido de manganeso-cinc, pero no se ha usado para una pila secundaria. El motivo para ello es el siguiente. Es decir, cuando el electrodo positivo de dióxido de manganeso se descarga hasta hidróxido de manganeso, se genera tetraóxido de trimanganeso  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , que no puede cargarse de nuevo. Sin embargo, los inventores de la presente invención han encontrado que no se genera tetraóxido de trimanganeso reversible poniendo en contacto el electrodo positivo con oxígeno. Los inventores de la presente invención han tenido éxito en adoptar dióxido de manganeso como material para un electrodo positivo de una pila secundaria suministrando oxígeno a la circunferencia del electrodo positivo.

55 En la pila estratificada según la presente invención, la carcasa exterior tiene una parte lateral conformada para dar una forma cilíndrica. Además, la carcasa exterior tiene partes abombadas que tienen forma de cúpula en dos extremos axiales de la misma, y la cámara de almacenamiento de hidrógeno se proporciona en cada una de las partes abombadas.

60 Cuando continúa la carga una vez que el electrodo negativo está cargado completamente, se genera gas hidrógeno a partir del electrodo negativo. El gas hidrógeno generado se almacena en la cámara de almacenamiento de hidrógeno, se almacena en el electrodo negativo en el momento de descarga y se utiliza eficazmente. Por tanto, se hace posible reducir la cantidad de materiales caros para un electrodo negativo. Por tanto, es posible fabricar una pila estratificada económica. La estructura en que cada uno de los dos extremos de la envoltura cilíndrica se abomba en forma de cúpula es adecuada para el almacenamiento de gas hidrógeno a alta presión.

65

Una batería ensamblada incluye una pluralidad de pilas estratificadas según la presente invención, y las pilas estratificadas están conectadas entre sí por medio de un elemento de ajuste metálico en columna. En el presente documento, en cada una de las pilas estratificadas, la carcasa exterior tiene una parte de cuerpo cilíndrica compuesta por un metal, y partes de tapa para cubrir aberturas formadas en dos extremos axiales de la parte de cuerpo, y el colector de corriente pasa a través de las partes de tapa. El elemento de ajuste metálico tiene una superficie superior y una superficie inferior que tienen cada una, una cavidad de conexión formada en la misma. El extremo del colector de corriente en una de las pilas estratificadas puede encajar en la cavidad de conexión formada en la superficie superior del elemento de ajuste metálico. El extremo del colector de corriente en la diferente de las pilas estratificadas colindantes a la pila estratificada puede encajar en la cavidad de conexión formada en la superficie inferior del elemento de ajuste metálico, con un elemento aislante interpuesto entre el extremo y la cavidad de conexión. La superficie inferior del elemento de ajuste metálico está conectada eléctricamente a la carcasa exterior en la pila estratificada diferente.

La superficie inferior y la superficie superior del elemento de ajuste metálico son capaces de entrar en contacto de superficie con las partes de tapa de las pilas estratificadas colindantes. El elemento aislante está interpuesto entre la cavidad formada en la superficie inferior del elemento de ajuste metálico y el colector de corriente. En las dos pilas estratificadas colindantes entre sí, por tanto, los colectores de corriente están aislados entre sí. El colector de corriente en una de las pilas estratificadas y la carcasa exterior en la pila estratificada adyacente están conectados entre sí por medio del elemento de ajuste metálico. Como resultado, las pilas estratificadas colindantes están conectadas en serie por medio del elemento de ajuste metálico.

Una batería ensamblada incluye una pluralidad de pilas estratificadas según la presente invención. En el presente documento, la carcasa exterior en cada una de las pilas estratificadas tiene un depósito cerrado en un extremo que tiene una sección rectangular, y un elemento de tapa para cubrir la abertura del depósito. Las pilas estratificadas están conectadas entre sí de manera que el depósito en una de las pilas estratificadas y el elemento de tapa en la diferente de las pilas estratificadas colindantes a la pila estratificada están en contacto de superficie entre sí.

Según esta configuración, el elemento de tapa en una pila estratificada y la parte inferior del depósito en la pila estratificada adyacente entran en contacto entre sí, de modo que las dos pilas estratificadas están apiladas y conectadas eléctricamente en serie. Es posible elevar la tensión de salida de una batería ensamblada conectando un gran número de pilas estratificadas tal como se describió anteriormente.

#### **Efectos ventajosos de la invención**

Según la presente invención, se restringe la elevación de temperatura dentro de una pila sin necesidad de espacio redundante para la refrigeración. Además, la pila estratificada según la presente invención permite impedir un cortocircuito entre electrodos.

#### **Breve descripción de los dibujos**

[Figura 1] La figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración esquemática de una pila estratificada de tipo cilíndrica según una primera realización, que ilustra en particular una sección axial.

[Figura 2A] La figura 2A es una vista en sección que ilustra un primer electrodo y un segundo electrodo rodeados cada uno por un separador en forma de bolsa.

[Figura 2B] La figura 2B es una vista en planta que ilustra el primer electrodo rodeado por el separador en forma de bolsa.

[Figura 2C] La figura 2C es una vista en planta que ilustra el segundo electrodo rodeado por el separador en forma de bolsa.

[Figura 3] La figura 3 es un diagrama que ilustra una configuración esquemática de una pila estratificada de tipo tubo según una segunda realización.

[Figura 4A] La figura 4A es un diagrama que ilustra una configuración esquemática en un estado en que un elemento de ajuste metálico está unido a la pila estratificada de tipo tubo.

[Figura 4B] La figura 4B es un diagrama que ilustra una configuración en el caso en que una batería ensamblada está configurada con la pila estratificada de tipo tubo.

[Figura 5] La figura 5 es un diagrama que ilustra una configuración esquemática de una pila estratificada de tipo cápsula según una tercera realización.

[Figura 6A] La figura 6A es una vista en sección que ilustra, en una dirección axial, una pila estratificada de tipo rectangular según una cuarta realización.

[Figura 6B] La figura 6B es una vista en planta que ilustra la pila estratificada de tipo rectangular según la cuarta realización.

5 [Figura 7] La figura 7 es un diagrama que ilustra una configuración en el caso en que una batería ensamblada está configurada con la pila estratificada de tipo rectangular según la cuarta realización.

[Figura 8] La figura 8 es una vista en sección que ilustra esquemáticamente, en una dirección axial, una pila estratificada de tipo cilíndrica según una quinta realización de la presente invención.

10 [Figura 9] La figura 9 es una vista en sección que ilustra esquemáticamente una estructura de rosca de un colector de corriente.

15 [Figura 10] La figura 10 es un diagrama que ilustra una realización en la que el colector de corriente tiene una estructura distinta de la estructura de rosca.

[Figura 11] La figura 11 es una vista en sección que ilustra, en una dirección axial, un método para ensamblar la pila estratificada.

20 [Figura 12] La figura 12 es un gráfico que muestra resultados de una prueba de elevación de temperatura en la pila estratificada.

### Descripción de realizaciones

25 Con referencia a los dibujos, a continuación en el presente documento, se facilitará la descripción de realizaciones de la presente invención; sin embargo, no se pretende que la presente invención se limite a estas realizaciones.

30 Antes de la descripción de las realizaciones respectivas de la presente invención, en primer lugar, se facilitará la descripción de un ejemplo de una pila secundaria a la que se aplica la presente invención. La pila secundaria no se limita a los tipos que van a describirse en las realizaciones respectivas, y pueden ser pilas secundarias tales como una pila de níquel-hierro, una pila de cinc-manganeso y una pila de níquel-cadmio.

<Pila de níquel-hidruro metálico>

35 El electrodo negativo contiene, como material principal, una aleación de almacenamiento de hidrógeno, por ejemplo, lantano-níquel. Se usó oxihidróxido de níquel como material activo del electrodo positivo. Se usó una disolución acuosa alcalina tal como una disolución acuosa de KOH, que normalmente se usa en una pila de níquel-hidruro metálico, como electrolito que va a retenerse en un separador.

40 El electrodo negativo que va a usarse en el presente documento se obtiene tal como sigue. Es decir, se aplicó una pasta obtenida añadiendo un disolvente a una aleación de almacenamiento de hidrógeno, una carga eléctricamente conductora y un aglutinante sobre un sustrato para conformarse en forma de lámina, y entonces se curó. Asimismo, el electrodo positivo que va a usarse en el presente documento se obtiene tal como sigue. Es decir, se aplicó una pasta obtenida añadiendo un disolvente a un material activo de electrodo positivo, una carga eléctricamente conductora y un aglutinante sobre un sustrato para conformarse en forma de lámina, y entonces se curó.

45 La carga eléctricamente conductora que iba a usarse en el presente documento era una partícula de carbono. El aglutinante que iba a usarse en el presente documento era una resina termoplástica que se disuelve en un disolvente soluble en agua. El sustrato que iba a usarse en el presente documento era una lámina de níquel espumable. El separador que iba a usarse en el presente documento era una fibra de polipropileno.

<Pila de dióxido de manganeso>

50 El electrodo negativo contiene una aleación de almacenamiento de hidrógeno. El electrodo positivo contiene dióxido de manganeso como material activo. El electrodo positivo y el electrodo negativo que iban a usarse en el presente documento se obtuvieron tal como sigue. Es decir, se aplicó una pasta obtenida añadiendo un disolvente a un material activo, una carga eléctricamente conductora y un aglutinante sobre un sustrato de níquel para conformarse en forma de lámina, y entonces se curó. La carga eléctricamente conductora, el aglutinante, el separador y el electrolito que iban a en el presente documento eran los mismos que los de la pila de níquel-hidruro metálico.

60 En el electrodo positivo de la pila de dióxido de manganeso, el dióxido de manganeso  $MnO_2$  cambia a oxihidróxido de manganeso  $MnOOH$ , y luego cambia a hidróxido de manganeso  $Mn(OH)_2$  en el transcurso de la descarga. Cuando el electrodo positivo se descarga hasta hidróxido de manganeso, se genera tetraóxido de trimanganeso  $Mn_3O_4$ , que no es capaz de cargarse de nuevo. Sin embargo, incluso cuando el dióxido de manganeso se somete a la oxidación por la descarga, el contacto con oxígeno permite que el oxihidróxido de manganeso retorne a dióxido de manganeso. Por tanto, el dióxido de manganeso no cambia hasta hidróxido de manganeso, de modo que no se

genera tetraóxido de trimanganeso irreversible. Por lo tanto, el electrodo positivo no contiene tetraóxido de trimanganeso o contiene tetraóxido de trimanganeso en menos del 5 % como mucho. El gas oxígeno generado a partir del electrodo positivo en el momento de la sobrecarga se almacena en la pila y se usa.

#### 5 <Pila de ion litio>

Con respecto al electrodo negativo, en primer lugar, se mezclaron titanato de litio, carboximetilcelulosa (CMC) y negro de Ketjen (KB), de modo que se preparó una mezcla en suspensión. A continuación, se aplicó esta mezcla sobre una lámina metálica de acero inoxidable, se secó temporalmente y luego se sometió a tratamiento térmico. De ese modo se obtuvo el electrodo negativo.

Con respecto al electrodo positivo, en primer lugar, se mezclaron fosfato de litio-hierro, CMC, carbón activo y KB, de modo que se preparó una mezcla en suspensión. A continuación, se aplicó esta mezcla sobre una lámina metálica de acero inoxidable, se secó temporalmente y luego se sometió a tratamiento térmico. De ese modo se obtuvo el electrodo positivo.

Un separador que iba a usarse en el presente documento era una película microporosa compuesta por polipropileno. Un electrolito que iba a usarse en el presente documento era  $\text{LiPF}_6/\text{EC}:\text{DEC}$  1 mol/l. Un agente electroconductor que iba a usarse en el presente documento era KB.

Un aglutinante que iba a usarse en el presente documento era CMC. Un colector de corriente que iba a usarse en el presente documento era acero inoxidable.

#### 25 <Pila de níquel-cinc>

Una pila de níquel-cinc incluye: un electrodo negativo que contiene cinc o un compuesto de cinc; un electrodo positivo que contiene óxido de níquel, hidróxido de níquel u oxihidróxido de níquel; y un electrolito que contiene fosfato en un intervalo de desde 0,025 M hasta 0,25 M y álcali libre en un intervalo de desde 4 M hasta 9 M.

#### 30 <Primera realización>

La figura 1 es una vista en sección que ilustra esquemáticamente, en una dirección axial, una pila estratificada de tipo cilíndrica (a continuación en el presente documento, denominada simplemente pila estratificada) según una primera realización de la presente invención. Tal como se ilustra en la figura 1, la pila estratificada 11 incluye, como elementos constituyentes principales, una carcasa exterior 15, un colector de corriente 17 y unidades de electrodo 13 alojadas cada una en la carcasa exterior. La carcasa exterior 15 está configurada con una envoltura cilíndrica cerrada en un extremo 12 y un elemento de tapa en forma de disco 16 unido a una abertura 12c de la envoltura cilíndrica. Cada uno de la envoltura cilíndrica 12 y el elemento de tapa 16 está compuesto por hierro, pero puede estar compuesto por un metal diferente. El diámetro exterior del elemento de tapa 16 es ligeramente más grande que el diámetro interior de la abertura 12c de la envoltura cilíndrica. Una vez alojadas las unidades de electrodo 13 en la carcasa exterior 15, el elemento de tapa 16 se ajusta estrechamente en la abertura 12c de la envoltura cilíndrica.

Cada una de las unidades de electrodo 13 está configurada con un electrodo positivo 13a que contiene un material activo de electrodo positivo, un electrodo negativo 13b que contiene una aleación de almacenamiento de hidrógeno, y un separador 13c dispuesto entre el electrodo positivo 13a y el electrodo negativo 13b, para permitir que los iones pasen a su través, pero impedir que los electrones pasen a su través. Las unidades de electrodo 13 están apiladas en una dirección axial (una dirección X en la figura 1) de la envoltura cilíndrica 12 y están alojadas en la carcasa exterior 15. En el presente documento, un electrolito (no ilustrado) está retenido en el separador 13c. Cada uno del electrodo positivo 13a, el electrodo negativo 13b y el separador 13c tiene forma de disco con un orificio formado en el centro. El diámetro exterior del electrodo negativo 13b es más pequeño que el diámetro interior de la envoltura cilíndrica 12, de modo que el borde exterior 13bb del electrodo negativo no está en contacto con la superficie interior 12a de la envoltura cilíndrica. Por otra parte, el diámetro exterior del electrodo positivo 13a es más grande que el diámetro interior de la envoltura cilíndrica 12, de modo que el borde exterior 13ab del electrodo positivo está en contacto con la superficie interior 12a de la envoltura cilíndrica, y el electrodo positivo 13a está conectado eléctricamente a la envoltura cilíndrica 12. Preferiblemente, el diámetro exterior del electrodo positivo 13a es más grande en 100  $\mu\text{m}$  que el diámetro interior de la envoltura cilíndrica 12.

El colector de corriente 17 está compuesto por hierro niquelado, y tiene una parte de árbol en forma de varilla 17a y una parte de sujeción 17b formada en un extremo de la parte de árbol 17a. El tratamiento de niquelado impide que el colector de corriente 17 se corra por el electrolito contenido en el separador 13c. La parte de árbol 17a del colector de corriente pasa a través del centro de la unidad de electrodo 13 que incluye el electrodo positivo 13a, el electrodo negativo 13b y el separador 13c, en la dirección axial (la dirección X en la figura 1) de la carcasa exterior 15. El diámetro del orificio formado en el centro del electrodo negativo 13b es más pequeño que el diámetro exterior de la parte de árbol 17a. Por consiguiente, el borde periférico 13ba del orificio del electrodo negativo entra en contacto con la parte de árbol 17a, de modo que el electrodo negativo 13b está conectado eléctricamente al colector de corriente



17. Por otra parte, el diámetro del orificio formado en el centro del electrodo positivo 13a es más grande que el diámetro exterior de la parte de árbol 17a. Por consiguiente, el borde periférico 13aa del orificio del electrodo positivo no entra en contacto con la parte de árbol 17a, de modo que el electrodo positivo 13a está aislado eléctricamente del colector de corriente 17.

5 Las unidades de electrodo 13 están dispuestas para apilarse secuencialmente en la parte de sujeción 17b del colector de corriente. La parte de sujeción 17b impide que la unidad de electrodo 13 se desenganche del extremo del colector de corriente 17 durante el ensamblaje. La parte de sujeción 17b tiene forma de disco. La parte de sujeción 17b está dispuesta en la parte inferior 12b de la envoltura cilíndrica con una placa de aislamiento 14 interpuesta entre la parte de sujeción 17b y la parte inferior 12b. La placa de aislamiento 14 impide un cortocircuito eléctrico debido al contacto directo del colector de corriente 17 con la envoltura cilíndrica 12. El extremo opuesto de la parte de árbol 17a con respecto a la parte de sujeción 17b se soporta por un soporte de árbol 18 proporcionado en el centro del elemento de tapa 16. El soporte de árbol 18 está compuesto por un material aislante con el fin de impedir un cortocircuito eléctrico entre el elemento de tapa 16 y la parte de árbol 17a. La parte de árbol que sobresale del elemento de tapa 16 sirve como terminal de electrodo positivo 17c. La envoltura cilíndrica 12 sirve como terminal de electrodo negativo.

20 A continuación, se facilitará una descripción de una relación entre los tamaños del electrodo positivo 13a, el electrodo negativo 13b y el separador 13c y los tamaños de la carcasa exterior 15 y el colector de corriente 17. El borde exterior del separador 13c está cubierto con el electrodo positivo 13a (primer electrodo), y el borde exterior del electrodo negativo 13b (segundo electrodo) está cubierto con el separador 13c. Además, el borde periférico del orificio, a través del cual pasa el colector de corriente 17, en el electrodo positivo 13a está cubierto con el separador 13c, y el borde periférico del orificio, a través del cual pasa el colector de corriente 17, en el separador 13c está cubierto con el electrodo negativo 13b.

25 En otras palabras, el diámetro exterior del separador 13c es más grande que el diámetro exterior del electrodo negativo 13b (segundo electrodo). Por tanto, el electrodo positivo 13a y el electrodo negativo 13b están completamente separados entre sí por el separador 13c en las proximidades de una superficie circunferencial interior de la carcasa exterior 15. Por tanto, los electrodos no entran en contacto entre sí ni siquiera cuando se deforman. Además, el diámetro del orificio formado en el centro del separador 13c es más pequeño que el diámetro del orificio formado en el centro del electrodo positivo 13a. Por tanto, el electrodo positivo 13a y el electrodo negativo 13b están completamente separados entre sí por el separador 13c en las proximidades de una superficie circunferencial exterior del colector de corriente 17. Por tanto, los electrodos no entran en contacto entre sí ni siquiera cuando se deforman. Además, el diámetro exterior del separador 13c es más pequeño que el diámetro exterior del electrodo positivo 13a (primer electrodo). Por tanto, el separador 13c no está interpuesto entre el electrodo positivo 13a y la envoltura cilíndrica 12. Además, el diámetro del orificio formado en el centro del separador 13c es más grande que el diámetro del orificio formado en el centro del electrodo negativo 13b. Por tanto, el separador 13c no está interpuesto entre el electrodo negativo 13b y el colector de corriente 17.

40 El borde exterior del electrodo positivo 13a se lleva en contacto con la superficie interior, que sirve como terminal de colector de corriente, de la carcasa exterior 15, de modo que la electricidad y el calor generado a partir del electrodo positivo 13a pueden transmitirse a la carcasa exterior 15 con buena eficiencia. Asimismo, el borde periférico del orificio, a través del cual pasa el colector de corriente en el electrodo negativo 13b se lleva en contacto con el colector de corriente 17 que sirve como terminal de colector de corriente, de modo que la electricidad generada a partir del electrodo negativo 13b puede transmitirse al colector de corriente 17 con buena eficiencia.

50 Los inventores de la presente invención han adoptado una pila cilíndrica que tiene una estructura apilada como estructura de electrodo. Por tanto, los inventores de la presente invención han permitido transmitir electricidad y el calor generado de los electrodos a una carcasa exterior y un colector de corriente con buena eficiencia. De ese modo, los inventores de la presente invención han realizado una pila estratificada con rendimiento de refrigeración y rendimiento de recogida de corriente mejorados.

55 A continuación, se facilitará una descripción de las funciones y los efectos de una estructura de refrigeración en la primera realización.

60 El borde exterior 13ab del electrodo positivo está presionado firmemente contra la superficie interior 12a de la envoltura cilíndrica y está en estrecho contacto con la superficie interior 12a de la envoltura cilíndrica. El calor generado a partir del electrodo positivo 13a se transfiere directamente a la envoltura cilíndrica 12. Además, el calor generado a partir del electrodo negativo 13b se transfiere al electrodo positivo 13a por medio del separador 13c. El separador 13c fino e individual no impide demasiado la transferencia de calor. Tal como se describió anteriormente, el calor generado a partir de cada uno de los electrodos 13a y 13b se transfiere a la envoltura cilíndrica 12 con baja resistencia al calor, de modo que se restringe la elevación de temperatura dentro de la pila estratificada.

65 En el presente documento, se facilitará una descripción de la diferencia en la elevación de temperatura entre la pila estratificada según la realización de la presente invención y una pila enrollada en espiral convencional, basándose en un ejemplo de cálculo. En la pila enrollada en espiral, el coeficiente de transferencia de calor global (U1) se

expresa mediante la fórmula matemática 1. En la pila estratificada, por otra parte, el coeficiente de transferencia de calor global ( $U_2$ ) se expresa mediante la fórmula matemática 2.

[Fórmula matemática 1]

5

$$U_1 = 1 / \left\{ \frac{1}{h_0} + \frac{t}{k} + \left( \frac{1}{h_1} + \frac{t_+}{k_+} + \frac{1}{h_1} + \frac{t_s}{h_s} + \frac{1}{h_1} + \frac{t_-}{h_-} \right) n \right\}$$

en este caso,  $n$ ; número de vueltas,  $k$ ,  $k_+$ ,  $k_-$ ,  $k_s$ ; conductividad térmica,  $t$ ,  $t_+$ ,  $t_-$ ,  $t_s$ ; grosor,  $h_0$ ,  $h_1$ ; película laminar

10 [Fórmula matemática 2]

$$U_2 = 1 / \left\{ \frac{1}{h_0} + \frac{t}{k} + \frac{1}{h_1} + \frac{t^*}{k^*} \right\}$$

en este caso,  $k$ ,  $k^*$ ; conductividad térmica,  $t$ ,  $t^*$ ; grosor,  $h_0$ ,  $h_1$ ; película laminar

15

En el presente documento, el cálculo se realiza con respecto a una pila de tipo 18650 usada como ejemplo. La pila enrollada en espiral tiene las siguientes especificaciones.

20

$t = 0,5 \text{ mm}$ ,  $t_+ = t_- = t_s = 10 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $k = k_+ = k_- = 40 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$

$h_0 = 100 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$ ,  $h_1 = 1 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$ ,  $k_s = 1 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$ ,

$n = 9/0,03 = 300$

25

La fórmula matemática 1 en la que se sustituyen estos valores da como resultado  $U_1 = 0,0011 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$ .

Por otra parte, la pila estratificada según esta realización tiene las siguientes especificaciones.

30

$h_0 = 100 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$ ,  $t = 0,5 \text{ mm}$ ,  $k = 40 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$

$h_1 = 10000 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$ ,  $t^* = 0,009 \text{ m}$ ,  $k^* = 40 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$

Por tanto, la fórmula matemática 2 en la que se sustituyen estos valores da como resultado  $U_2 = 100 \text{ Wm}^{-2} \text{ grad}^{-1}$ .

35

Una comparación entre los dos ejemplos indica que la pila estratificada según la realización de la presente invención es más excelente en transferencia de calor, en aproximadamente 100000 veces, que la pila enrollada en espiral convencional.

40

A continuación, se facilitará una descripción de un ejemplo de modificación de la primera realización. Específicamente, este ejemplo de modificación adopta separadores en forma de bolsa.

45

La figura 2A es una vista en sección que ilustra los electrodos rodeados por los separadores en forma de bolsa. Por motivos de simplificación, la figura 2A ilustra un electrodo positivo 13a y un electrodo negativo 13b. El electrodo positivo 13a está rodeado por el separador en forma de bolsa 13ca excepto en el borde exterior. Además, el electrodo negativo 13b está rodeado por el separador en forma de bolsa 13cb excepto en el borde periférico del orificio a través del cual pasa el colector de corriente.

50

La figura 2B es una vista en planta que ilustra el electrodo positivo 13a (primer electrodo) rodeado por el separador en forma de bolsa. La figura 2C es una vista en planta que ilustra el electrodo negativo 13b (segundo electrodo) rodeado por el separador en forma de bolsa.

55

El electrodo positivo 13a está intercalado entre dos separadores que tienen cada uno un diámetro exterior que es más pequeño que el diámetro exterior del electrodo positivo 13a y un diámetro de orificio que es más grande que el diámetro de orificio del electrodo positivo 13a, y las partes solapantes en los dos separadores (los bordes de los orificios) están unidas entre sí mediante soldadura térmica. De ese modo, puede formarse el electrodo positivo 13a

rodeado por el separador en forma de bolsa 13ca. El electrodo negativo 13b está intercalado entre dos separadores que tienen cada uno un diámetro exterior que es más grande que el diámetro exterior del electrodo negativo 13b y un diámetro de orificio que es más pequeño que el diámetro de orificio del electrodo negativo 13b, y las partes solapantes en los dos separadores (las partes periféricas exteriores) están unidas entre sí mediante soldadura térmica. De ese modo, se forma el electrodo negativo 13b rodeado por el separador en forma de bolsa 13cb.

Quedan atrapados polvo o materias extrañas derivadas de los electrodos en el transcurso del transporte de la pila y en el transcurso del ensamblaje de la pila, dentro del separador en forma de bolsa. Los separadores en forma de bolsa impiden que el polvo o las materias extrañas derivadas de los electrodos se interpongan entre los electrodos y entre el electrodo y el terminal de colector de corriente. Por tanto, no se produce un cortocircuito interno. Además, se impide que los separadores en forma de bolsa se interpongan entre el electrodo positivo 13a y la envoltura cilíndrica 12 y entre el electrodo negativo 13b y el colector de corriente 17 porque los separadores se dispongan fuera del lugar correcto.

<Segunda realización>

La figura 3 es una vista en sección que ilustra esquemáticamente, en una dirección axial, una pila estratificada de tipo tubo (a continuación en el presente documento, denominada simplemente pila estratificada) según una segunda realización de la presente invención. Tal como se ilustra en la figura 3, la pila estratificada 21 tiene casi la misma estructura que la de la pila estratificada 11 ilustrada en la figura 1 excepto en parte de la carcasa exterior y en parte del colector de corriente. Específicamente, la carcasa exterior 25 está configurada con un tubo redondo 22 y elementos de tapa en forma de disco 26 unidos a aberturas 22b formadas en dos extremos del tubo redondo 22. El colector de corriente 27 pasa a través del elemento de tapa 26 y se soporta por el elemento de tapa 26.

A continuación en el presente documento, se facilitará principalmente una descripción de la diferencia entre la pila estratificada 21 y la pila estratificada 11.

Las unidades de electrodo 23 cada una de las cuales está configurada con un electrodo positivo 23a, un electrodo negativo 23b y un separador 23c, están apiladas secuencialmente en un estado de manera que una parte de árbol 27a del colector de corriente pasa a su través. El colector de corriente 27 se soporta por soportes de árbol 28 formados en los centros de los elementos de tapa 26, respectivamente, en dos extremos 27b de los mismos. Cada uno de los soportes de árbol 28 está compuesto por un material aislante con el fin de impedir un cortocircuito eléctrico entre el elemento de tapa 26 y el colector de corriente 27. Cada uno de los extremos del colector de corriente 27b que sobresalen de los elementos de tapa 26 sirve como terminal de electrodo negativo. El tubo redondo 22 sirve como terminal de electrodo positivo.

A continuación, se facilitará una descripción de una batería ensamblada que incluye la pila estratificada 21. La figura 4A ilustra un estado en que un elemento de ajuste metálico 29 está unido a la pila estratificada 21. El elemento de ajuste metálico 29 está dispuesto entre la pila estratificada 21 y la pila estratificada adyacente 21' para llevarse en contacto de superficie con el elemento de tapa 26 de la pila estratificada 21. El elemento de ajuste metálico 29 está compuesto por un metal en forma de columna, pero puede estar compuesto por un metal en forma de prisma. Una dirección axial del elemento de ajuste metálico 29 se corresponde con una dirección axial (una dirección X en la figura 4A) del colector de corriente 27. El elemento de ajuste metálico 29 tiene una superficie superior 29a (el lado izquierdo en la figura), y una cavidad 29aa está formada en el centro de la superficie superior 29a en una dirección vertical con respecto a la superficie superior 29a. La cavidad 29aa permite que el colector de corriente 27' de la pila estratificada adyacente 21' se ajuste en ella. El elemento de ajuste metálico 29 también tiene una superficie inferior 29b (el lado derecho en la figura), y una cavidad 29ba está formada en el centro de la superficie inferior 29b en una dirección vertical con respecto a la superficie inferior 29b. La cavidad 29ba permite que un elemento de aislamiento 24 se ajuste en ella. Además, una cavidad 24a está formada en el centro del elemento de aislamiento 24 en la dirección vertical con respecto a la superficie inferior 29b. La cavidad 29a permite que la parte de árbol 27b del colector de corriente en la pila estratificada 21 se ajuste en ella. La superficie inferior 29b del elemento de ajuste metálico entra en contacto de superficie con el elemento de tapa 26 de la pila estratificada, de modo que la pila estratificada 21 y la pila estratificada adyacente 21' están conectadas eléctricamente entre sí por medio del elemento de ajuste metálico 29. En el presente documento, el elemento de aislamiento 24 impide un cortocircuito eléctrico debido al contacto del colector de corriente 27 con la carcasa exterior 25.

Tal como se ilustra en la figura 4B, es posible obtener la batería ensamblada 20 en la que las pilas estratificadas están conectadas en serie, acoplando las pilas estratificadas 21 colindantes entre sí usando el elemento de ajuste metálico 29.

<Tercera realización>

La figura 5 es una vista en sección que ilustra esquemáticamente, en una dirección axial, una pila estratificada de tipo cápsula (a continuación en el presente documento, denominada simplemente pila estratificada) según una tercera realización de la presente invención. La pila estratificada 31 incluye, como elementos constituyentes principales, una carcasa exterior 35, un colector de corriente 37 y unidades de electrodo 33 alojadas cada una en la

carcasa exterior. La carcasa exterior 35 está configurada con una unidad estructural exterior cilíndrica 32 de un extremo cerrado y un elemento de tapa 36 unido a una abertura 32c de la unidad estructural exterior 32. Cada uno de la unidad estructural exterior 32 y el elemento de tapa 36 está compuesto por hierro niquelado, pero puede estar compuesto por un metal tal como aluminio o titanio.

La unidad estructural exterior 32 tiene una parte lateral tubular 32a y una parte abombada 32b que se abomba en forma de cúpula en la parte inferior de la misma, y el elemento de tapa 36 también tiene una parte lateral tubular 36a y una parte abombada 36b que se abomba en forma de cúpula en la parte inferior de la misma. El diámetro exterior de la parte lateral 36a del elemento de tapa es más pequeño que el diámetro interior de la abertura 32c de la unidad estructural exterior 32. La abertura 32c está cubierta con el elemento de tapa 36 en una dirección tal que la parte abombada 36b se abomba hacia el exterior de la abertura 32c de la unidad estructural exterior. El elemento de tapa 36 está unido a la unidad estructural exterior 32 mediante un elemento de sello de aislamiento 38. El elemento de sello de aislamiento 38 desempeña un papel para aislar eléctricamente la unidad estructural exterior 32 del elemento de tapa 36, y también desempeña un papel para formar un espacio sellado dentro de la carcasa exterior 35 mediante el sello de la parte unida. El elemento de sello de aislamiento 38 está compuesto por un material que tiene una propiedad de aislamiento y una propiedad de sellado, tal como betún asfáltico.

Cada una de las unidades de electrodo 33 está configurada con un electrodo positivo 33a que contiene un material activo de electrodo positivo, un electrodo negativo 33b que contiene una aleación de almacenamiento de hidrógeno, y un separador 33c dispuesto entre el electrodo positivo 33a y el electrodo negativo 33b, para permitir que los iones pasen a su través, pero impedir que los electrones pasen a su través. Además, las unidades de electrodo 33 están apiladas en una dirección axial (una dirección X en la figura 5) de la unidad estructural exterior 32 y están alojadas en la carcasa exterior 35. En el presente documento, un electrolito está retenido en el separador 33c. Cada uno del electrodo positivo 33a, el electrodo negativo 33b y el separador 33c tiene forma de disco con un orificio formado en el centro. Además, el diámetro exterior del electrodo positivo 33a es más pequeño que el diámetro interior de la unidad estructural exterior 32, de modo que el borde exterior 33aa del electrodo positivo no está en contacto con la superficie interior 32aa de la unidad estructural exterior. Por otra parte, el diámetro exterior del electrodo negativo 33b es más grande que el diámetro interior de la unidad estructural exterior 32, de modo que el borde exterior 33ba del electrodo negativo está en contacto con la superficie interior 32aa de la unidad estructural exterior 32, y por tanto el electrodo negativo 33b está conectado eléctricamente a la unidad estructural exterior 32. Preferiblemente, el diámetro exterior del electrodo negativo 33b es más grande 100  $\mu\text{m}$  que el diámetro interior de la unidad estructural exterior 32.

El colector de corriente 37 está compuesto por hierro niquelado eléctricamente conductor, y tiene una parte de árbol en forma de varilla 37a y una parte de sujeción 37b unida a un extremo de la parte de árbol 37a. La parte de árbol 37a del colector de corriente 37 pasa a través del centro de la unidad de electrodo 33 configurada con el electrodo positivo 33a, el electrodo negativo 33b y el separador 33c, en la dirección axial (la dirección X en la figura 5) de la carcasa exterior 35. El diámetro del orificio formado en el centro del electrodo positivo 33a es más pequeño que el diámetro exterior de la parte de árbol 37a. Por consiguiente, el borde periférico 33ab del orificio del electrodo positivo entra en contacto con la parte de árbol 37a, de modo que el electrodo positivo 33a está conectado eléctricamente al colector de corriente 37. Por otra parte, el diámetro del orificio formado en el centro del electrodo negativo 33b es más grande que el diámetro exterior de la parte de árbol 37a. Por consiguiente, el borde periférico 33bb del orificio del electrodo negativo no está en contacto con la parte de árbol 37a.

Las unidades de electrodo 33 están dispuestas para apilarse secuencialmente sobre la parte de sujeción 37b del colector de corriente. En el presente documento, la parte de sujeción 37b impide que la unidad de electrodo 33 se desenganche del extremo del colector de corriente 37. Placas prensadoras 34a compuestas cada una por un material de aislamiento están dispuestas en dos extremos de las unidades de electrodo 33 apiladas, e impiden que las unidades de electrodo 33 resulten dañadas cuando las unidades de electrodo 33 se apilan y se presionan. La placa prensadora 34a está compuesta preferiblemente por un material que se usa de manera apropiada como material de aislamiento y material estructural, y está compuesto por polipropileno. La parte de sujeción 37b tiene forma de disco. La parte de sujeción 37b no está en contacto con la parte abombada 32b en la parte inferior de la unidad estructural exterior. Por tanto, la parte de sujeción 37b y la unidad estructural exterior 32 están aisladas eléctricamente entre sí. Un extremo opuesto 37c de la parte de árbol con respecto a la parte de sujeción 37b pasa a través de un orificio 36c formado en el centro del elemento de tapa 36, y sobresale hacia el exterior (la dirección derecha en la figura) del elemento de tapa 36. El extremo 37c que sobresale del elemento de tapa 36 sirve como terminal de electrodo positivo. La unidad estructural exterior 32 sirve como terminal de electrodo negativo.

Las cámaras de almacenamiento de hidrógeno 39 se proporcionan en espacios hacia el interior de las partes abombadas 32b y 36b. Más específicamente, la cámara de almacenamiento de hidrógeno 39 está dispuesta en el espacio, que está formado por la superficie interior 32ba, 36ba de la parte abombada y la unidad de electrodo 33, en la carcasa exterior.

El electrodo negativo 33b contiene una aleación de almacenamiento de hidrógeno. La capacidad de carga del electrodo negativo 33b es más pequeña que la capacidad de carga del electrodo positivo 33a. El gas hidrógeno generado a partir del electrodo negativo debido a sobrecarga se almacena en la cámara de almacenamiento de

hidrógeno 39. El gas hidrógeno almacenado en la cámara de almacenamiento de hidrógeno 39 se almacena por la aleación de almacenamiento de hidrógeno, de modo que se carga el electrodo negativo 33b.

<Cantidad de material activo>

5 En la pila estratificada según la realización de la presente invención, la capacidad del electrodo positivo es de 1000 mAh. La capacidad del electrodo negativo corresponde al 80 % de la capacidad del electrodo positivo.

10 En una pila de tipo regulación de electrodo negativo, se genera gas hidrógeno a partir de un electrodo negativo en un estado de sobrecarga. En otras palabras, la carga a 800 mAh o más produce la generación de gas hidrógeno a partir del electrodo negativo (véase la fórmula de reacción (1)). El gas hidrógeno generado se almacena en el electrodo negativo. El gas hidrógeno que no se almacena en el electrodo negativo se almacena en un espacio formado dentro de la pila. Proporcionar una cámara de almacenamiento de gas hidrógeno en una pila permite que la pila almacene y acumule gas hidrógeno en mayor cantidad. Cuando el gas hidrógeno que va a generarse está en gran cantidad, la presión en la pila se eleva. Cada una de las pilas estratificadas según las primera a tercera realizaciones adopta una estructura hermética. Por tanto, el gas hidrógeno almacenado no se fuga de la pila.

20 Con respecto a la descarga de la pila estratificada, el hidrógeno almacenado en el electrodo negativo se descarga como electrones e iones de hidrógeno de la aleación de almacenamiento de hidrógeno. Sin embargo, el gas hidrógeno almacenado y acumulado en la pila estratificada se almacena en la aleación de almacenamiento de hidrógeno, de modo que se mantiene el estado cargado del electrodo negativo (véase la fórmula de reacción (2) en el momento de descarga). Tal como se describió anteriormente, el gas hidrógeno no es inútil, porque el gas hidrógeno se utiliza como fuente de energía en el momento de descarga. La aleación de almacenamiento de hidrógeno actúa como un denominado catalizador. Por tanto, el cambio de volumen del electrodo negativo es pequeño en carga y descarga. Esto conduce a impedir la degradación del electrodo negativo y a prolongar la vida útil de la pila.

25 En el presente documento, el electrodo desempeña el papel de un electrodo que se carga y se descarga en una pila secundaria convencional. Además, el electrodo también desempeña el papel de un electrodo que aplica electrólisis al agua contenida en un electrolito para generar gas hidrógeno.

30 El precio del electrodo negativo constituye el 80 % del precio total de los electrodos, lo que resulta caro. Una pila de tipo regulación de electrodo positivo requiere electrodos negativos que están en un número de 1,7 veces el de los electrodos positivos. Según la presente invención, sin embargo, la cantidad de electrodos negativos se reduce hasta el 80 % en relación con la cantidad de electrodos positivos. Por tanto, se hace posible reducir el precio de los electrodos a la mitad. Aún cuando la cantidad de electrodos negativos se reduce, la capacidad de la pila no se reduce mediante el uso del gas hidrógeno almacenado por sobrecarga.

<Cuarta realización>

40 Con referencia a una vista en sección axial de la figura 6A, se facilitará una descripción de una pila estratificada de tipo rectangular (a continuación en el presente documento, denominada simplemente pila estratificada) según una cuarta realización de la presente invención. La pila estratificada 71 incluye, como elementos constituyentes principales, una carcasa exterior 75, colectores de corriente 77 y unidades de electrodo 74 alojadas cada una en la carcasa exterior. La carcasa exterior 75 está configurada con un elemento de cuerpo 72 y un elemento de tapa 73. El elemento de cuerpo 72 es un depósito rectangular cerrado en un extremo. Una abertura 72c del elemento de cuerpo 72 está cubierta con el elemento de tapa 73, de modo que puede formarse un espacio sellado dentro del elemento de cuerpo 72. Cada uno del elemento de cuerpo 72 y el elemento de tapa 73 está compuesto por hierro. Tal como se ilustra en una vista en planta de la figura 6B, la pila estratificada 71 tiene en su conjunto forma rectangular.

50 Cada una de las unidades de electrodo 74 está configurada con un electrodo positivo 74a que contiene un material activo de electrodo positivo, un electrodo negativo 74b que contiene una aleación de almacenamiento de hidrógeno, y un separador 74c dispuesto entre el electrodo positivo 74a y el electrodo negativo 74b, para permitir que los iones pasen a su través, pero impedir que los electrones pasen a su través. El separador 74c desempeña un papel para impedir un cortocircuito entre el electrodo positivo 74a y el electrodo negativo 74b, y un papel para retener un electrolito. El electrodo positivo 74a y el electrodo negativo 74b están apilados en una dirección axial (una dirección Y en la figura 6A) del elemento de cuerpo 72 con el separador 74c interpuesto entre ellos, y están alojados en la carcasa exterior 75. Cada uno del electrodo positivo 74a, el electrodo negativo 74b y el separador 74c tiene forma de lámina. La dimensión hacia el exterior del electrodo negativo 74b es más pequeña que la dimensión hacia el interior del elemento de cuerpo 72, de modo que el borde exterior 74bb del electrodo negativo no está en contacto con la superficie interior 72a del elemento de cuerpo. Por otra parte, la dimensión hacia el exterior del electrodo positivo 74a es más grande que la dimensión hacia el interior del elemento de cuerpo 72, de modo que el borde exterior 74ab del electrodo positivo está en contacto con la superficie interior 72a del elemento de cuerpo 72 bajo presión, y por tanto el electrodo positivo 74a está conectado eléctricamente al elemento de cuerpo 72. Por tanto, puesto que el calor generado a partir de la unidad de electrodo 74 se transfiere al elemento de cuerpo 72 con un pequeño

gradiente de temperatura, se restringe la elevación en la temperatura de la unidad de electrodo 74. Preferiblemente, la dimensión hacia el exterior del electrodo positivo 74a es más grande 100  $\mu\text{m}$  que la dimensión hacia el interior del elemento de cuerpo 72.

5 Cada uno de los colectores de corriente 77 está compuesto por hierro niquelado eléctricamente conductor. Además, el colector de corriente 77 tiene una parte avellanada de forma cónica invertida 77b y una parte de árbol 77a tras la parte avellanada 77b, y adopta la forma de una rosca avellanada en su conjunto.

10 Los electrodos 74b y 74a tienen orificios 74ba y 74aa a través de los cuales pasa la parte de árbol 77a del colector de corriente 77, respectivamente. El diámetro del orificio 74ba formado en el electrodo negativo 74b es más pequeño que el diámetro exterior de la parte de árbol 77a, de modo que el electrodo negativo 74b entra en contacto con la parte de árbol 77a y por tanto el electrodo negativo 74b está conectado eléctricamente al colector de corriente 77. Por otra parte, el diámetro del orificio 74aa formado en el electrodo positivo 74a es más grande que el diámetro exterior de la parte de árbol 77a, de modo que el electrodo positivo 74a no entra en contacto con la parte de árbol 77a.

15 Los cuatro colectores de corriente 77 (véase la figura 6B) están acoplados entre sí por medio de una placa de acoplamiento 77d ubicada bajo las unidades de electrodo 74. En otras palabras, una parte de rosca 77c formada en un extremo inferior 77ca del colector de corriente está roscada en el interior de un orificio de rosca 77da formado en la placa de acoplamiento 77d, de modo que el colector de corriente 77 se acopla a la placa de acoplamiento 77d. Las unidades de electrodo 74 están dispuestas para superponerse secuencialmente sobre la placa de acoplamiento 77d, y la placa de acoplamiento 77d impide que las unidades de electrodo 74 se desenganchen del extremo del colector de corriente 77. Una placa de aislamiento 76b está dispuesta entre la parte inferior 72b del elemento de cuerpo y la placa de acoplamiento 77d para impedir un cortocircuito eléctrico entre el colector de corriente 77 y el elemento de cuerpo 72 debido al contacto de la placa de acoplamiento 77d con la parte inferior 72b del elemento de cuerpo. Específicamente, la placa de acoplamiento 77d está rodeada con la placa de aislamiento 76b compuesta por polipropileno.

20 El elemento de tapa 73 tiene una parte de placa plana 73a y una parte curvada 73b que está curvada formando un ángulo recto desde la parte de placa plana. Una placa de aislamiento 76a está dispuesta hacia el interior de la parte curvada 73b y en la abertura 72c del elemento de cuerpo. La placa de aislamiento 76a impide un cortocircuito eléctrico entre unidad de electrodo más superior 74 y el elemento de tapa 73. Una hendidura 76aa está formada en la superficie opuesta de la placa de aislamiento 76a al elemento de tapa 73 de manera que el borde exterior de la abertura del elemento de cuerpo 72 está encajado en ella. Un elemento de sello 80 compuesto por betún asfáltico está dispuesto entre la hendidura 76aa y el borde exterior de la abertura del elemento de cuerpo 72 para mantener la hermeticidad dentro de la carcasa exterior 75. Para un propósito similar, el elemento de sello 80 compuesto por betún asfáltico también está dispuesto en el orificio, a través del cual pasa la parte de árbol 77a del colector de corriente, en la placa de aislamiento 76a.

30 El elemento de tapa 73 está conectado a la placa de acoplamiento 77d por el colector de corriente 77 que actúa como una rosca avellanada. El elemento de cuerpo 72 sirve de terminal de electrodo positivo, y el elemento de tapa 73 sirve de terminal de electrodo negativo.

35 <Batería ensamblada>

40 La figura 7 es un diagrama que ilustra una configuración esquemática en el caso en que una batería ensamblada 70 está configurada con una pluralidad de pilas estratificadas 71. Estas pilas estratificadas 71 están conectadas en serie de tal manera que la parte de placa plana 73a del elemento de tapa en una de las pilas estratificadas 71 es opuesto a y se lleva en contacto de superficie con la parte inferior 72b del elemento de cuerpo en la pila estratificada adyacente. Las pilas estratificadas 71 conectadas en serie están intercaladas entre una placa de terminal de electrodo positivo 78a y una placa de terminal de electrodo negativo 78b para formar la batería ensamblada 70. Más específicamente, la placa de terminal de electrodo positivo 78a que entra en contacto de superficie con el elemento de cuerpo 72 y la placa de terminal de electrodo negativo 78b que entra en contacto de superficie con el elemento de tapa 73 están dispuestas dentro de un alojamiento 70a. Entonces, la pluralidad de pilas estratificadas 71 están alojadas entre la placa de terminal de electrodo positivo 78a y la placa de terminal de electrodo negativo 78b para formar la batería ensamblada 70. Se suministra aire frío externo al interior del alojamiento 70a mediante un ventilador de succión 79a y un ventilador de tiro forzado 79b para enfriar la batería ensamblada 70. Una salida de la batería ensamblada 70 se extrae de la placa de terminal de electrodo positivo 78a y de la placa de terminal de electrodo negativo 78b hacia el exterior a través de un cable (no ilustrado).

45 <Quinta realización>

50 La figura 8 es una vista en sección que ilustra esquemáticamente, en una dirección axial, una pila estratificada de tipo cilíndrica (a continuación en el presente documento, denominada simplemente pila estratificada) según una quinta realización. La pila estratificada 90 incluye, como elementos constituyentes principales, una envoltura cilíndrica 92, un colector de corriente 17 y unidades de electrodo 93 alojadas cada una en la envoltura cilíndrica.

Cada una de las unidades de electrodo 93 está configurada con un electrodo positivo 93a, un electrodo negativo 93b, y un separador 93c dispuesto entre el electrodo positivo 93a y el electrodo negativo 93b.

5 Las unidades de electrodo 93 están dispuestas para superponerse secuencialmente sobre una placa prensadora 94b ubicada bajo el colector de corriente 97, y la placa prensadora 94b impide que las unidades de electrodo 93 se desenganchen de un extremo del colector de corriente 97. La placa prensadora 94b es una placa de acero niquelada que tiene forma de disco. Una placa prensadora 98a está dispuesta sobre la más superior de las unidades de electrodo 93 apiladas, y las unidades de electrodo 93 pueden comprimirse por las placas prensadoras 98a y 98b.

10 Las unidades de electrodo 93 están insertadas en la envoltura cilíndrica 92 en una dirección axial (una dirección X en la figura 8) de la envoltura cilíndrica 92. El diámetro exterior del electrodo positivo 93a es más pequeño que el diámetro interior de la envoltura cilíndrica 92, de modo que el borde exterior 93ab del electrodo positivo no entra en contacto con la superficie interior 92a de la envoltura cilíndrica. Por otra parte, el diámetro exterior del electrodo negativo 93b es más grande que el diámetro interior de la envoltura cilíndrica 92, de modo que la periferia exterior 93bb del electrodo negativo entra en contacto con la superficie interior 92a de la envoltura cilíndrica 92 y el electrodo negativo 93b está conectado eléctricamente a la envoltura cilíndrica 92. Una abertura superior de la envoltura cilíndrica 92 está cubierta con un elemento de tapa 96. Un elemento de aislamiento 99 está dispuesto entre el elemento de tapa 96 y la envoltura cilíndrica 92 para impedir un cortocircuito eléctrico debido al contacto del elemento de tapa 96 con la envoltura cilíndrica 92.

20 Una lámina de aislamiento 94 está dispuesta en la parte inferior 92b de la envoltura cilíndrica para impedir que se produzca un cortocircuito eléctrico entre el colector de corriente 97 y la envoltura cilíndrica 92 porque un extremo 97b del colector de corriente entra en contacto directamente con la parte inferior 92b de la envoltura cilíndrica. Una placa de conexión 91 que tiene forma de una placa curvada hacia abajo y está compuesta por un material elástico, está unida al otro extremo 97a del colector de corriente. Un extremo 91a de la placa de conexión entra en contacto con una superficie inferior 96b del elemento de tapa, y se fuerza hacia abajo por el elemento de tapa 96. Por tanto, el colector de corriente 97 y el elemento de tapa 96 están conectados eléctricamente entre sí por medio de la placa de conexión 91.

30 Un saliente 96a formado en el centro del elemento de tapa 96 sirve como terminal de electrodo positivo. Además, la envoltura cilíndrica 92 sirve como terminal de electrodo negativo.

Esta realización es diferente de cada una de las realizaciones anteriores con respecto a parte de la estructura del colector de corriente. A continuación en el presente documento, se facilitará una descripción del punto de diferencia.

35 La figura 9 es una vista parcial en sección que ilustra esquemáticamente una relación entre el colector de corriente 97 y la unidad de electrodo 93. Tal como se ilustra en la figura 9, el colector de corriente 97 tiene una superficie lateral formada como una parte de rosca 97c que incluye hendiduras de rosca en las que la raíz tiene un diámetro  $d$  y la cresta tiene un diámetro  $D$  ( $d < D$ ).

40 Tal como se ilustra en la figura 9, el diámetro de un orificio 93aa formado en el electrodo positivo 93a es más pequeño que el diámetro ( $d$ ) de la raíz de la parte de rosca 97c, de modo que el electrodo positivo 93a está roscado en la parte de árbol 97a del colector de corriente y entra en contacto firmemente con el colector de corriente 97. Por tanto, el electrodo positivo 93a está conectado eléctricamente al colector de corriente 97. Por otra parte, el diámetro de un orificio 93ba formado en el electrodo negativo 93b es más grande que el diámetro ( $D$ ) de la cresta de la parte de rosca 97c, de modo que el electrodo negativo 93b no entra en contacto con la parte de árbol 97a del colector de corriente. Por tanto, el electrodo negativo 93b está aislado eléctricamente del colector de corriente 97.

50 Se hace posible garantizar satisfactoriamente el contacto entre el electrodo positivo 93a y el colector de corriente 97 de tal manera que el diámetro del orificio formado en el electrodo positivo 93a se hace más pequeño que el diámetro exterior de la raíz de la parte de rosca del colector de corriente 97. Las hendiduras de rosca formadas en el colector de corriente 97 impiden que se afloje el acoplamiento entre el colector de corriente y el electrodo en el momento del ensamblaje del electrodo, y garantizan el contacto estrecho entre el colector de corriente y el electrodo. Es decir, se mantiene un estado ajustado firmemente de tal manera que el electrodo positivo 93a se ajusta a lo largo de la parte de rosca formada en el colector de corriente 97. Por tanto, se hace posible garantizar el estado de contacto del electrodo con el colector de corriente aún cuando el electrodo se deforma por carga y descarga. En el presente documento, el colector de corriente que tiene las hendiduras de rosca también es aplicable a las primera a cuarta realizaciones además de a esta realización.

60 La figura 10 es una vista en planta (el lado izquierdo en la figura 10) y una vista lateral (el lado derecho en la figura 10) que ilustra un colector de corriente según otra realización. El colector de corriente 97' tiene una superficie lateral en la que están formadas de manera completa y circunferencial hendiduras en forma de V en una dirección axial, y una sección del mismo tiene forma de dientes de sierra. Puesto que la sección del colector de corriente tiene forma de dientes de sierra, el área de contacto del colector de corriente con el electrodo se hace grande. Cuando el electrodo se lleva en contacto con el colector de corriente en la dirección axial bajo presión, entonces, el electrodo se desliza a lo largo de las hendiduras formadas en el colector de corriente. Como resultado, es menos propenso a

que se produzca un fallo de contacto entre el electrodo y el colector de corriente. Incluso cuando el electrodo llega a deformarse en el transcurso de la carga y la descarga, el electrodo no resulta dañado porque el electrodo se desliza a lo largo de las hendiduras del colector de corriente.

5 Con referencia a la figura 11, a continuación, se facilitará una descripción de un método para ensamblar la pila estratificada según la presente invención. Las unidades de electrodo 93 se apilan de tal manera que el electrodo positivo 93a y el electrodo negativo 93b se insertan secuencialmente, con el separador 93c interpuesto entre ellos, en una varilla redonda 95 que tiene el diámetro exterior (d') que es ligeramente más pequeño que la raíz de cada una de las hendiduras de rosca formadas en la superficie lateral del colector de corriente 97. A continuación, las unidades de electrodo 93 se apilan formando conjuntos predeterminados, y las placas prensadoras 98a y 98b se disponen al lado de los dos extremos de las unidades de electrodo 93, respectivamente, para sujetar el grupo de electrodos, de modo que se ensambla un colector de corriente de electrodo A (véase el lado izquierdo en la figura 11).

10  
15 A continuación, el grupo de electrodos se comprime con las placas prensadoras 98a y 98b, y se extrae la varilla redonda 95 mientras que se mantiene el estado comprimido. En lugar de la varilla redonda 95, se empuja el colector de corriente 97 hacia el interior del grupo de electrodos, que se sujeta por las placas prensadoras 98a y 98b y al que se aplica presión, mientras se hace rotar. A continuación, las placas prensadoras 98a y 98b se roscan en el colector de corriente 97, y se ensambla un conjunto de electrodo B en un estado en que el grupo de electrodos se comprime de manera continua (el lado derecho en la figura 11).

20 A continuación, se coloca el conjunto de electrodo B en la envoltura cilíndrica 92 bajo presión, se somete la envoltura cilíndrica 92 a desaireación y se inyecta el electrolito en la envoltura cilíndrica 92. Tras la inyección del electrolito, el elemento de tapa 96 se une sobre la abertura de la envoltura cilíndrica 92 y se calafatea la abertura de la envoltura cilíndrica 92, de modo que la pila estratificada queda herméticamente sellada.

<Resultados de la prueba>

30 Se cargó la pila estratificada según la quinta realización de la presente invención a una velocidad de 0,5 C a 8 C y, tras la carga completa, se midieron la temperatura interna y la temperatura de superficie de la pila estratificada. Con respecto al método de medición de la temperatura, la temperatura interna se midió de tal manera que se une un termopar al centro del colector de corriente. Además, la temperatura de superficie se midió de tal manera que se une un termopar a la superficie de la carcasa exterior de la pila estratificada. En el presente documento, la medición se realiza en un estado en que la temperatura ambiente se fija a 15 °C y se hace soplar 1 m/s de aire en la pila estratificada mediante un ventilador.

35 La tabla 1 muestra los resultados de medición de la temperatura de la pila una vez que la pila estratificada se carga de manera que el SOC es del 100 % en cada velocidad de carga (0,5 C, 1 C, 2 C, 5 C, 8 C). En la tabla 1, la columna izquierda muestra el mayor valor de la diferencia entre la temperatura de superficie de la pila y la temperatura ambiente (=temperatura medida - temperatura ambiente), y la columna derecha muestra el mayor valor de la diferencia entre la temperatura interna de la pila y la temperatura ambiente (=temperatura de núcleo - temperatura ambiente). En cada una de las velocidades de carga, la diferencia entre la temperatura de la pila y la temperatura ambiente se elevó rápidamente cuando el SOC superó el 80 %. A la velocidad de carga de 2 C o menos, cada una de las diferencias en la temperatura de la pila (temperatura medida - temperatura ambiente, temperatura de núcleo - temperatura ambiente) fue menor de 5 °C. A la velocidad de carga de 8 C, cada una de estas diferencias en la temperatura fue menor de 30 °C.

[Tabla 1]

Velocidad de carga	Diferencia de temperatura máxima	
	Temperatura medida – temperatura ambiente (°C)	Temperatura de núcleo – temperatura ambiente (°C)
0,5 C	1,57	2,3
1 C	2,2	3,1
2 C	2,27	4,2
5 C	6,87	11,7
8 C	13,8	28,7

50 La figura 12 es un gráfico que ilustra la diferencia entre la temperatura interna de la pila después de la carga y la temperatura ambiente, tomándose como parámetros los valores de las velocidades de carga respectivas. En la figura 12, el eje vertical indica la diferencia de temperatura en la escala de grados Celsius, y el eje horizontal indica el tiempo transcurrido en la escala de minutos. Es evidente a partir del gráfico, que la diferencia entre la temperatura interna de la pila y la temperatura ambiente (elevación de temperatura) a la velocidad de carga de 2 C o menos, es de 4 °C o menos, lo que es considerablemente pequeño. Se considera que el motivo para esto es el siguiente. Es decir, el calor no se acumula en la pila porque la generación de calor por la carga y la disipación de calor están bien



equilibrados.

Se entiende que hay una diferencia entre la temperatura interna de la pila y la temperatura ambiente a la velocidad de carga de 5 C y la velocidad de carga de 8 C. Sin embargo, la diferencia entre la temperatura interna de la pila y la temperatura ambiente disminuye hasta menos de 5 °C en menos de 20 minutos. Es evidente a partir de este resultado que la pila es considerablemente excelente en la propiedad de disipación de calor.

Resultó evidente, a partir de los resultados de prueba, que la pila estratificada según la presente invención tiene gran conductividad térmica interna y que la temperatura interna de la pila disminuye en un tiempo corto incluso cuando la temperatura se eleva debido a la carga.

**Aplicabilidad industrial**

La pila estratificada según la presente invención puede usarse de manera adecuada como aparato de almacenamiento de potencia para el consumidor además de un aparato de almacenamiento de potencia industrial.

**Lista de signos de referencia**

- 11 Pila estratificada de tipo cilíndrica
- 12 Envoltura cilíndrica (a: superficie interior de parte lateral)
- 13 Unidad de electrodo (a: electrodo positivo, b: electrodo negativo, c: separador)
- 14 Placa de aislamiento
- 15 Carcasa exterior
- 16 Elemento de tapa
- 17 Colector de corriente (a: parte de árbol, b: parte de sujeción, c: terminal de electrodo positivo)
- 19 Cámara de almacenamiento de hidrógeno
- 20 Batería ensamblada
- 21 Pila estratificada de tipo tubo
- 22 Tubo redondo
- 23 Unidad de electrodo
- 24 Elemento de aislamiento
- 25 Carcasa exterior
- 26 Elemento de tapa
- 27 Colector de corriente
- 29 Elemento de ajuste metálico
- 31 Pila de tipo cápsula
- 32 Unidad estructural exterior (a: parte lateral, b: parte abombada)
- 33 Unidad de electrodo (a: electrodo positivo, b: electrodo negativo, c: separador)
- 35 Carcasa exterior
- 36 Elemento de tapa
- 37 Colector de corriente (a: parte de árbol, b: parte de sujeción, c: extremo)
- 38 Elemento de sello de aislamiento

## ES 2 714 304 T3

	39	Cámara de almacenamiento de hidrógeno
	70	Batería ensamblada
5	71	Pila estratificada de tipo rectangular
	72	Elemento de cuerpo
	73	Elemento de tapa
10	74	Unidad de electrodo
	75	Carcasa exterior
15	76	Placa de aislamiento
	77	Colector de corriente
	79	Ventilador
20	91	Placa de conexión
	92	Envoltura cilíndrica
25	93	Unidad de electrodo
	94	Lámina de aislamiento
	95	Varilla redonda
30	96	Elemento de tapa
	97	Colector de corriente
35	98	Placa prensadora
	99	Elemento de aislamiento

**REIVINDICACIONES**

1. Pila estratificada que comprende:
- 5 una carcasa exterior tubular;
- un electrodo positivo;
- 10 un electrodo negativo;
- un separador dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo; y
- un colector de corriente eléctricamente conductor que pasa a través del electrodo positivo, el electrodo negativo y el separador en una dirección axial de la carcasa exterior, en la que
- 15 el electrodo positivo, el electrodo negativo y el separador están apilados en la dirección axial de la carcasa exterior,
- un primer electrodo que es uno del electrodo positivo y el electrodo negativo entra en contacto con la superficie interior de la carcasa exterior para conectarse eléctricamente a la superficie interior de la carcasa exterior, pero no está en contacto con el colector de corriente,
- 20 un segundo electrodo que es el otro del electrodo positivo y el electrodo negativo no está en contacto con la superficie interior de la carcasa exterior, pero entra en contacto con el colector de corriente para conectarse eléctricamente al colector de corriente,
- 25 el borde exterior del separador está cubierto con el primer electrodo,
- el borde periférico de un orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el separador está cubierto con el segundo electrodo,
- 30 el borde exterior del segundo electrodo está cubierto con el separador, y
- el borde periférico de un orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el primer electrodo está cubierto con el separador,
- 35 y en la que el diámetro del orificio en el separador es más grande que el diámetro de un orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el segundo electrodo.
- 40 2. Pila estratificada según la reivindicación 1, en la que
- el primer electrodo está rodeado por un primer separador en forma de bolsa en un estado en que el borde exterior del primer electrodo está expuesto en el exterior del primer separador, y
- 45 el segundo electrodo está rodeado por un segundo separador en forma de bolsa en un estado en que el borde periférico de un orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el segundo electrodo está expuesto en el exterior del segundo separador.
- 50 3. Pila estratificada según la reivindicación 1, en la que
- el colector de corriente tiene una superficie lateral en la que está formada una hendidura,
- el diámetro de la parte más estrecha del colector de corriente es más grande que el diámetro del orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el segundo electrodo, y
- 55 el diámetro de la parte más gruesa del colector de corriente es más pequeño que el diámetro del orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el primer electrodo.
- 60 4. Pila estratificada según la reivindicación 1, en la que
- el electrodo negativo contiene una aleación de almacenamiento de hidrógeno.
5. Pila estratificada según la reivindicación 4, en la que
- 65 cada uno del electrodo positivo y el electrodo negativo es un electrodo que se carga y se descarga, y es también un electrodo que aplica electrólisis a un electrolito retenido en la pila estratificada con una corriente

eléctrica alimentada desde el exterior.

6. Pila estratificada según una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, en la que
- 5 la capacidad de carga del electrodo negativo es más pequeña que la capacidad de carga del electrodo positivo.
7. Pila estratificada según la reivindicación 6, que comprende además:
- 10 una cámara de almacenamiento de hidrógeno dispuesta dentro de la carcasa exterior, para almacenar gas hidrógeno generado a partir del electrodo negativo.
8. Pila estratificada según la reivindicación 7, en la que
- 15 el electrodo negativo se carga de tal manera que la aleación de almacenamiento de hidrógeno contenida en el electrodo negativo almacena el gas hidrógeno almacenado en la cámara de almacenamiento de hidrógeno.
9. Pila estratificada según una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, en la que
- 20 el electrodo positivo contiene dióxido de manganeso.
10. Pila estratificada según la reivindicación 7, en la que
- 25 la carcasa exterior tiene una parte lateral conformada para dar una forma cilíndrica,
- la carcasa exterior tiene partes abombadas que tienen forma de cúpula en dos extremos axiales de la misma, y
- 30 la cámara de almacenamiento de hidrógeno se proporciona en cada una de las partes abombadas.
11. Batería ensamblada que comprende una pluralidad de pilas estratificadas según la reivindicación 1, estando conectadas las pilas estratificadas entre sí por medio de un elemento de ajuste metálico en columna, en la que
- 35 en cada una de las pilas estratificadas, la carcasa exterior tiene una parte de cuerpo cilíndrica compuesta por un metal, y partes de tapa para cubrir aberturas formadas en dos extremos axiales de la parte de cuerpo, y el colector de corriente pasa a través de las partes de tapa,
- 40 los elementos de ajuste metálicos tienen una superficie superior y una superficie inferior, teniendo cada una una cavidad de conexión formada en la misma,
- 45 el extremo del colector de corriente en una de las pilas estratificadas puede encajar en la cavidad de conexión formada en la superficie superior del elemento de ajuste metálico,
- el extremo del colector de corriente en la diferente de las pilas estratificadas colindantes a la pila estratificada puede encajar en la cavidad de conexión formada en la superficie inferior del elemento de ajuste metálico, con un elemento aislante interpuesto entre el extremo y la cavidad de conexión, y
- 50 la superficie inferior del elemento de ajuste metálico está conectado eléctricamente a la carcasa exterior en la pila estratificada diferente.
12. Batería ensamblada que comprende una pluralidad de pilas estratificadas según la reivindicación 1, en la que
- 55 la carcasa exterior en cada una de las pilas estratificadas tiene un depósito cerrado en un extremo que tiene una sección rectangular, y un elemento de tapa para cubrir una abertura del depósito, y
- 60 las pilas estratificadas están conectadas entre sí de manera que el depósito en una de las pilas estratificadas y el elemento de tapa en la diferente de las pilas estratificadas colindantes a la pila estratificada están en contacto de superficie entre sí.
13. Pila estratificada según la reivindicación 1, en el que
- 65 el primer electrodo está rodeado por un primer separador en forma de bolsa en un estado en que el borde exterior del primer electrodo está expuesto en el exterior del primer separador.

14. Pila estratificada según la reivindicación 1, en la que

5 el segundo electrodo está rodeado por un segundo separador en forma de bolsa en un estado en que el borde periférico de un orificio, a través del cual pasa el colector de corriente, en el segundo electrodo está expuesto en el exterior del segundo separador.

Fig. 1

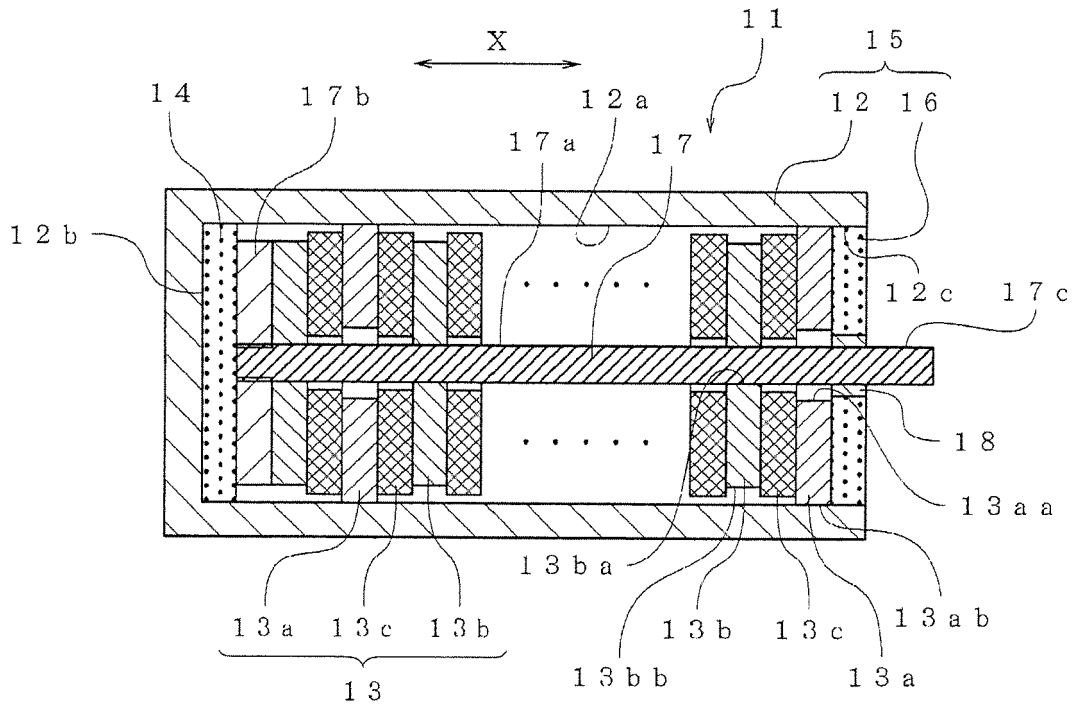


Fig. 2A

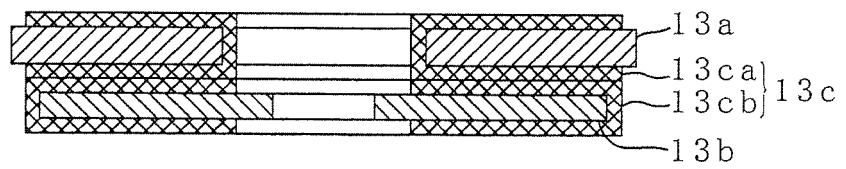


Fig. 2B

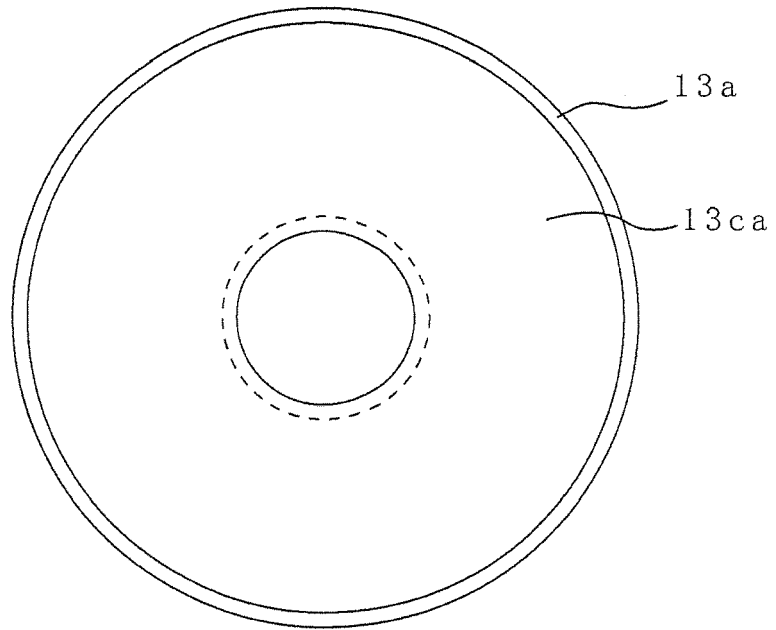


Fig. 2C

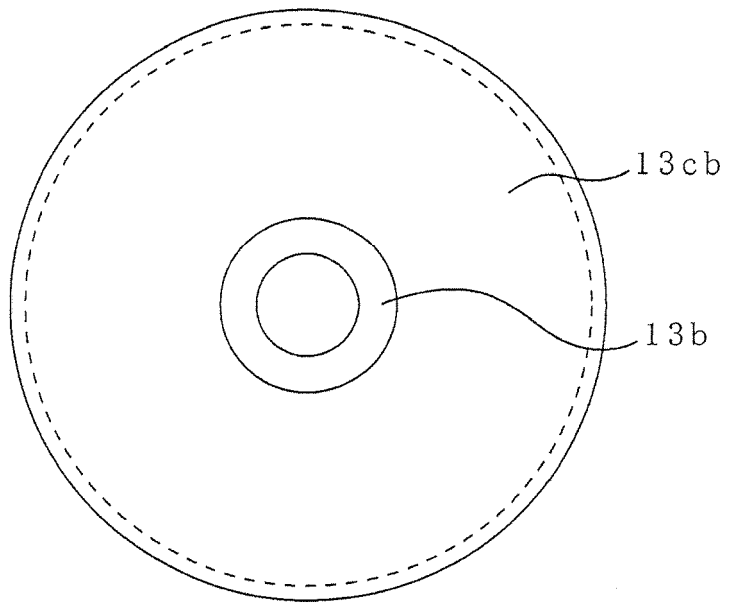


Fig. 3

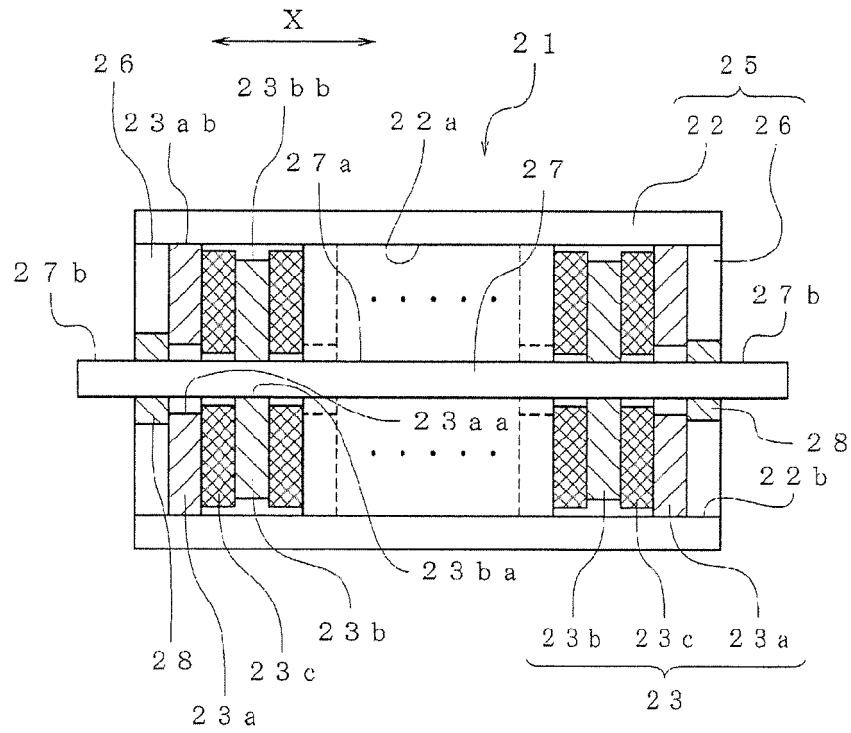


Fig. 4A

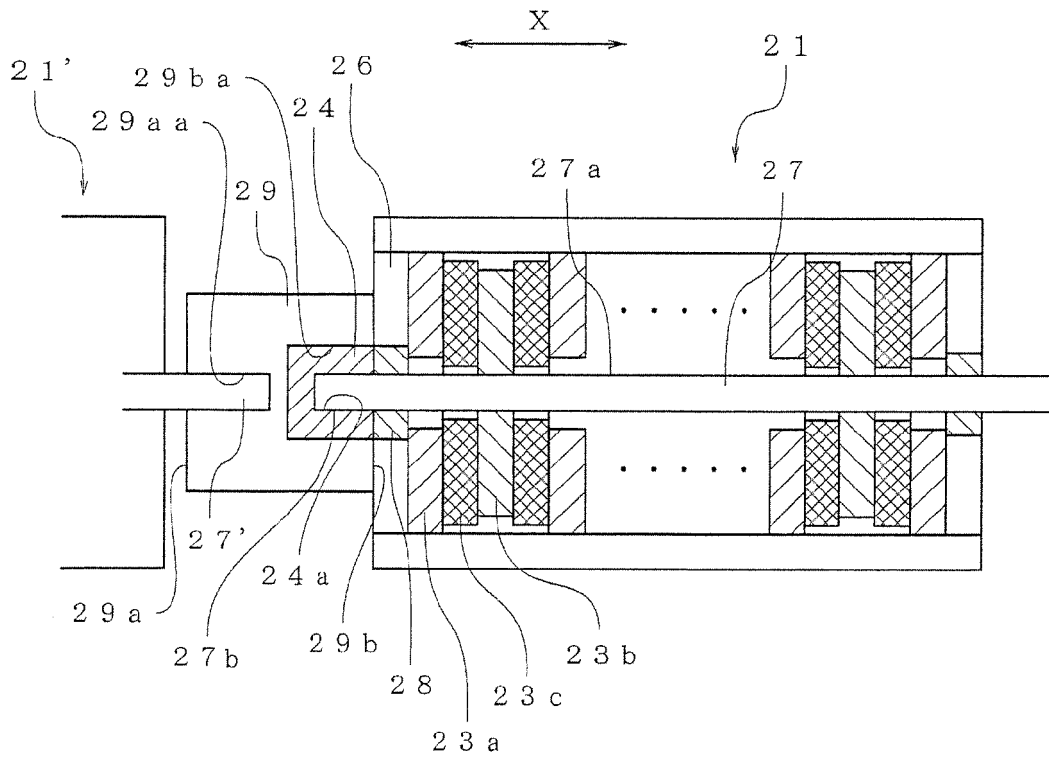




Fig. 4B

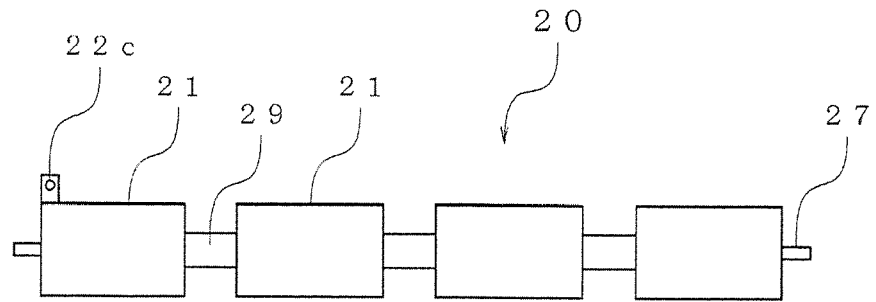




Fig. 6A

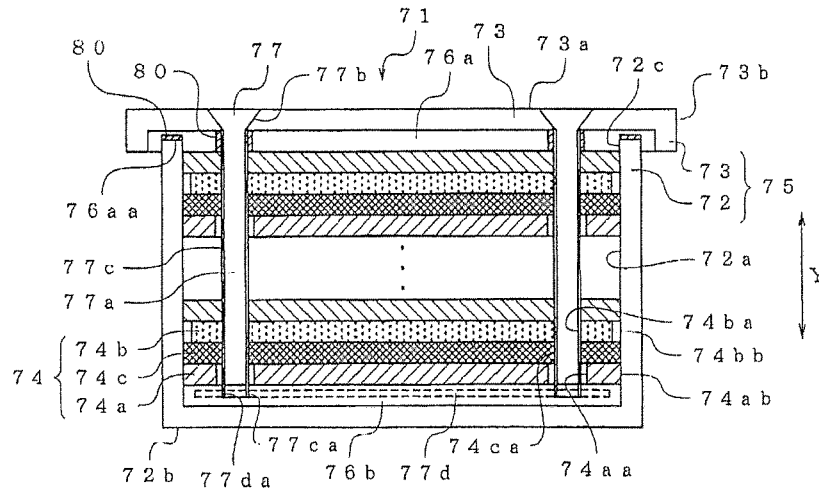


Fig. 6B

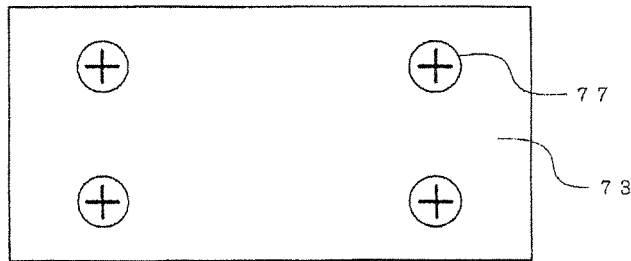


Fig. 7

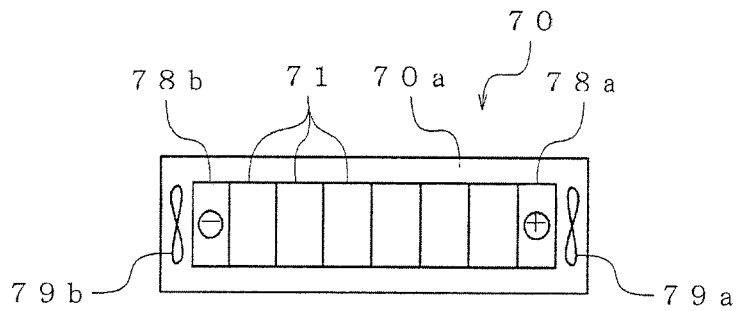


Fig. 8

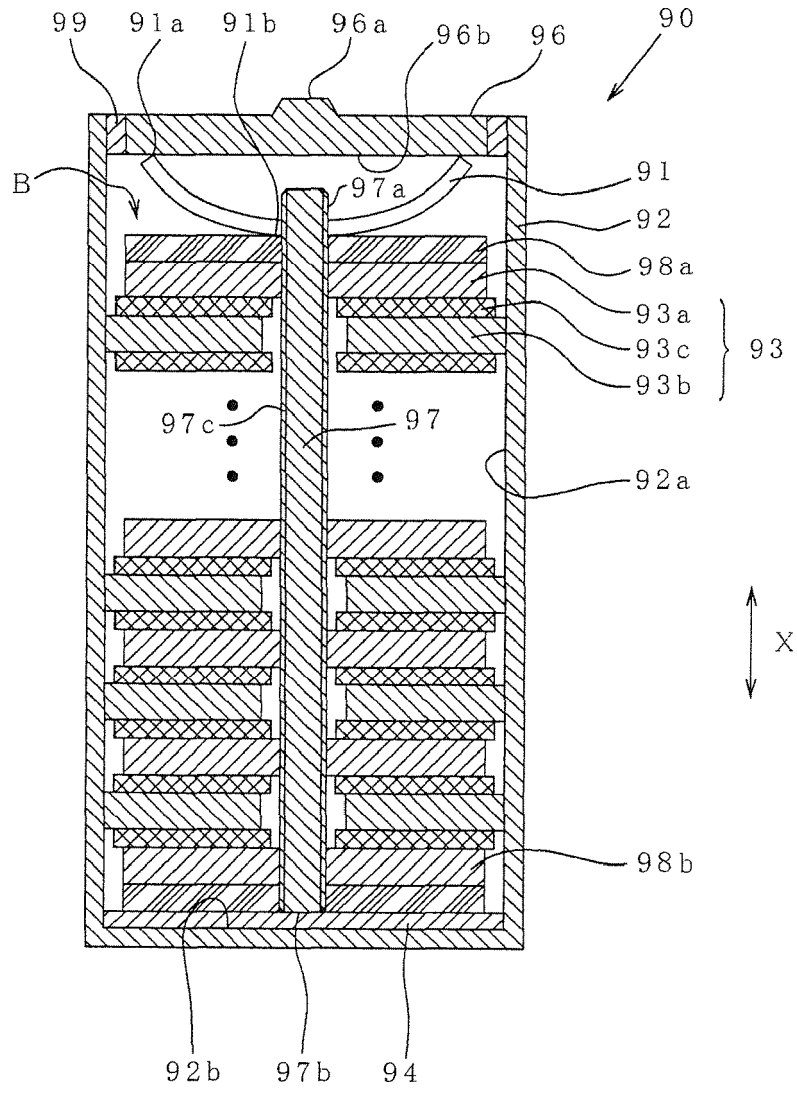


Fig. 9

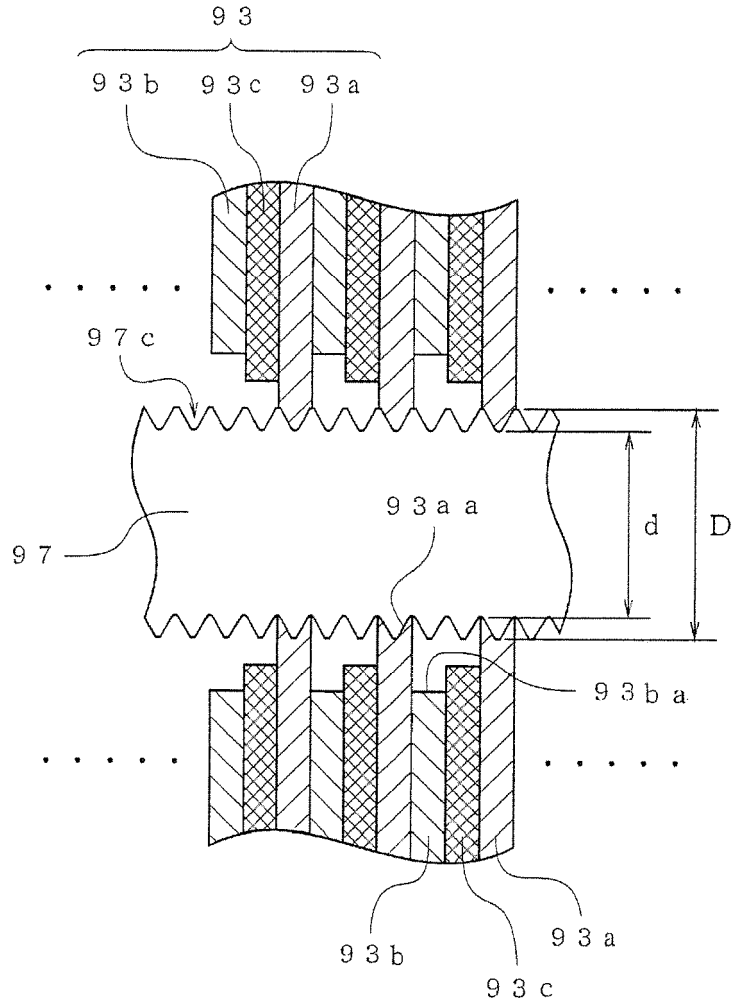


Fig. 10

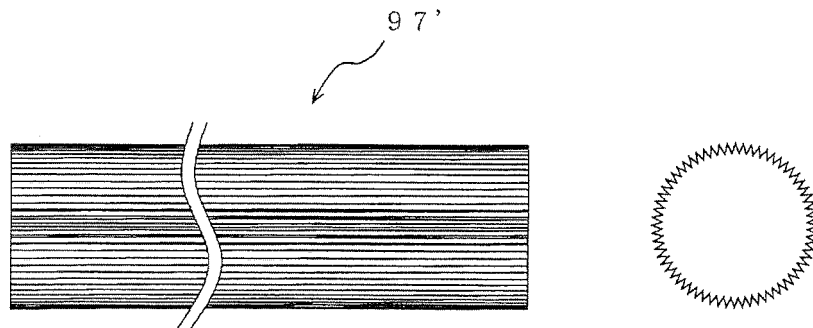


Fig. 11

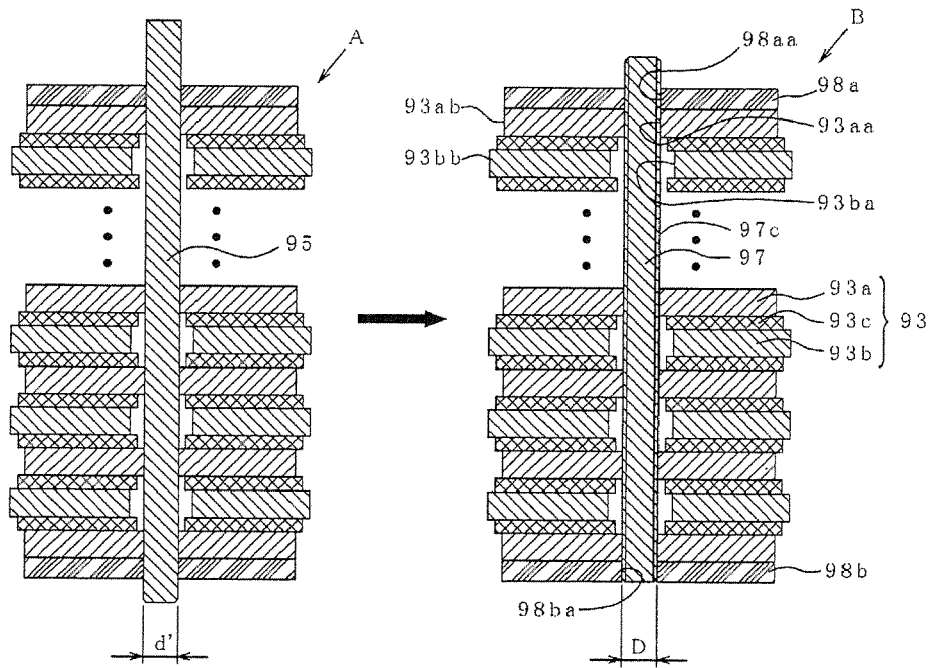


Fig. 12

