



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 273 453**

51 Int. Cl.:

H01M 10/12 (2006.01)

H01M 2/16 (2006.01)

H01M 2/18 (2006.01)

H01M 10/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **99106843 .8**

86 Fecha de presentación : **07.04.1999**

87 Número de publicación de la solicitud: **0949705**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **13.10.1999**

54 Título: **Batería con placas de electrodos encapsulados.**

30 Prioridad: **10.04.1998 US 58653**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **Johns Manville International Inc.**
717 17th Street
Denver, Colorado 80217, US

72 Inventor/es: **Martin, Phillip Charles**

74 Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 273 453 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

Batería con placas de electrodos encapsulados.

Antecedentes de la invención

La presente invención está dirigida a baterías con electrolito subalimentado ("starved") y, en particular, a baterías con electrolito subalimentado en las que las placas de electrodo se encuentran encapsuladas por lo menos parcialmente en el interior de separadores de esterilla fibrosa elástica que se extienden más allá de los bordes periféricos de las placas de electrodo tanto para encapsular las placas de electrodo como para disponer depósitos de electrolito externos al apilamiento de placas de electrodo.

Se utilizan comúnmente las baterías recargables, tales como las baterías estancas, de electrolito subalimentado, plomo-ácido, como fuentes de energía en vehículos, aviones, equipos de emergencia y similares. Estas baterías, que típicamente varían en tamaño desde baterías de tamaño "D" o "lata de cerveza" a baterías de mayor tamaño, son tanto baterías de celda única como de celdas múltiples. Actualmente, cada celda de una batería de plomo-ácido, de electrolito subalimentado de celda única o de celdas múltiples se define por un compartimento estanco que aloja un paquete de celdas que incluye por lo menos una placa de electrodo porosa, positiva, y por lo menos una placa de electrodo porosa, negativa, y por lo menos un separador de esterilla de microfibras de vidrio, porosa, relativamente frágil, entre las placas de electrodo. Un electrolito de ácido sulfúrico en el interior de cada celda es subalimentado por el separador o separadores de esterilla de microfibras de vidrio, porosos, y las placas de electrodo porosas. De esta manera, los separadores utilizados en las baterías de plomo-ácido, de electrolito subalimentado están destinados para funcionar tanto como separadores entre las placas de electrodo positiva y negativa de las celdas para mantener las separaciones entre las placas de electrodo positiva y negativa como también para evitar la formación de cortocircuitos en el interior de las celdas; y como depósitos para retener el electrolito en el interior de las celdas entre las placas de electrodo positiva y negativa.

Los cortocircuitos en el interior de las celdas de las baterías de electrolito subalimentado pueden tener lugar debido al contacto directo entre las placas de electrodo positiva y negativa cuando la separación entre las placas de electrodo no se mantiene o debido a la formación de dendritas o partículas en forma de "musgo" de los materiales de electrodo entre las placas de electrodo positiva y negativa. Durante la vida útil de dichas baterías, las placas de electrodo se expanden y contraen repetidamente debido a cambios en la morfología y densidad del material activo producidos por las reacciones químicas en el interior de las celdas, produciendo la energía eléctrica. De esta manera, para mantener la separación entre las placas de electrodo positiva y negativa durante la vida útil de dicha batería y prolongar su vida útil, los separadores que sostienen el electrolito deben ser elásticos para mantener el contacto con las placas de electrodo y evitar cortocircuitos a través del contacto placa a placa. Además, los separadores deben estar libres de aberturas, formadas en los separadores tanto durante su fabricación como durante la manipulación de los separadores y el montaje de las celdas de batería, para evitar o inhibir la formación de crecimientos, salien-

tes o dendritas de material activo que puede provocar cortocircuitos entre las placas de electrodo a través de dichas aberturas durante la vida útil de las baterías.

Los cortocircuitos también pueden tener lugar en baterías de electrolito subalimentado debido a la acumulación de salientes de placa de electrodo en el interior de una celda de batería externa al apilamiento de placas de electrodo. Para evitar cortocircuitos entre las placas de electrodo en el interior de una celda, causados por la formación de salientes a partir de las placas de electrodo que se acumulan en las celdas de batería externas al apilamiento de placas de electrodo y entre los bordes periféricos de las placas de electrodo, las placas de electrodo (incluyendo los bordes de las placas de electrodo en su totalidad o en parte) deben ser encapsuladas en el interior de los separadores.

Dado que los separadores en las baterías de electrolito subalimentado, tales como baterías de plomo-ácido de electrolito subalimentado, también funcionan como depósitos de electrolito, la capacidad de dichas baterías es función tanto de la porosidad y las áreas superficiales de las placas de electrodo como de la porosidad y las áreas superficiales de los separadores en contacto con las superficies de las placas de electrodo. De este modo, para mantener el electrolito entre las placas de electrodo positiva y negativa y para mantener las superficies principales de los separadores en contacto con las superficies de las placas de electrodo, los separadores de dichas baterías deben ser elásticos de manera que los separadores continúen recubriendo en grosor tras las repetidas expansiones y contracciones de las placas de electrodo durante la vida útil de dichas baterías. También sería beneficioso para los separadores prever el almacenamiento de electrolito adicional, en depósitos externos a los apilamientos de placas, que pueden ser extraídos hacia las partes de los separadores intermedios entre las placas de electrodo para incrementar la capacidad y/o el ciclo de vida útil de las celdas de batería.

Actualmente, esterillas o papeles delgados, de peso ligero, de fibras de vidrio, fibras poliméricas y/u otras fibras (por ejemplo, esterillas o papeles que varían desde aproximadamente 100 a 450 gramos por metro cuadrado, tal como esterillas separadoras de microfibras de vidrio para baterías) se fabrican en diversos procesos de depósito en húmedo. En estos procesos de fabricación de papel de depósito en húmedo, las fibras se fabrican mediante diversos procesos y se acumulan en una masa. Las fibras de vidrio y/o poliméricas se procesan mediante hidropulpado a continuación en fibras muy cortas y se introducen y dispersan en una pasta acuosa que se agita para provocar que las fibras se mezclen completa y aleatoriamente entre sí. A continuación, las fibras se depositan a partir de la emulsión acuosa sobre un papel convencional formando una pantalla o malla como en una máquina Fourdrinier o una máquina Rotoformer para formar un papel entretrejido. Cuando se desea utilizar como un separador de batería, el papel entretrejido se procesa a continuación a través de un baño ácido para unir las fibras del papel entretrejido entre sí. Una vez el papel entretrejido se forma y se procesa a través del baño ácido, el papel entretrejido se seca y enrolla en un cilindro o se acumula de alguna otra manera en un modo convencional para un procesamiento adicional, tal como ser cortado en tamaños seleccionados para utilizar como un separador de batería.

Estos procesos para formar el papel entretelado delgado, de peso ligero, dan lugar a separadores de papel entretelado que, por lo menos en parte debido a las longitudes relativamente cortas de las fibras por hidropulpado en la esterilla, muestran únicamente una limitada recuperación tras la compresión y una baja integridad. Estos separadores de papel entretelado pueden tener también aberturas a través de las que se pueden formar crecimientos o dendritas de material activo entre las placas de electrodo y a menos que estos separadores se formen en bolsas o medios de encapsulado similares, estos separadores no evitan la acumulación de los salientes en las celdas de batería, que podría provocar cortocircuitos entre las placas de electrodo. De esta manera, las baterías que utilizan estos separadores de papel entretelado, con su recuperación limitada, integridad limitada y capacidad limitada para evitar la formación de crecimientos o dendritas de material activo y evitar la formación de salientes en el interior de una celda, pueden experimentar fallo prematuro, y ha habido una necesidad de baterías en las que se minimicen o eliminen los problemas anteriores.

El documento WO 98/12759 se refiere a una esterilla elástica para utilizar como separador en baterías de electrolito subalimentado. En por lo menos una dirección, el separador tiene una extensión más alta que los electrodos. Debido a la elasticidad del separador, su grosor entre los electrodos se reduce mientras que el grosor de las partes del separador que se encuentran en la parte exterior de los electrodos se incrementa a grosores expandidos iguales a 110% o 120% o más de la separación entre los electrodos.

El documento GB 614.126 describe una batería secundaria que comprende placas revestidas y separadores laminares que tienen características elásticas. El separador se comprime entre las placas de electrodo y el grosor de la parte del separador que sobresale entre los electrodos es mayor que entre las placas de electrodo.

El documento US 4.788.113 da a conocer una envolvente separadora para un electrodo.

El documento US 4.871.428 muestra una batería de plomo-ácido que tiene un separador absorbente electrolítico.

Características de la invención

La presente invención se refiere a baterías de electrolito subalimentado, según la reivindicación 1, tales como baterías de plomo-ácido de electrolito subalimentado, que incorporan separadores de esterilla fibrosa elástica en las celdas de las baterías como separadores entre las placas de electrodos, como depósitos de electrolito para mantener el electrolito entre las placas de electrodos, y como medios para encapsular las placas de electrodo comprendiendo los bordes periféricos de las placas de electrodo en su totalidad o en parte. Los separadores de esterilla fibrosa elástica se comprimen entre las superficies principales de las placas de electrodo en una celda de batería y se extienden más allá de los perímetros de las placas de electrodo, en los que se expanden, debido a su elasticidad, para encapsular uno o más de los bordes periféricos de las placas de electrodo para evitar la formación de salientes de material activo desde las placas de electrodo que pueden provocar cortocircuitos en el interior de la celda de batería y para mantener electrolito adicional que puede incrementar la capacidad y/o vida útil del ciclo de la celda de batería.

Preferentemente, las esterillas fibrosas, elásticas utilizadas en las baterías de la presente invención están hechas a partir de fibras de vidrio, fibras poliméricas, fibras de celulosa y/u otras fibras que muestran una buena integridad. Mientras que las esterillas fibrosas, elásticas, utilizadas en los separadores de la presente invención pueden ser fabricadas de fibras de diámetro de mayor dimensión y de mayores grosores que aquellas preferentes para la presente invención, los separadores de esterilla fibrosa elástica, utilizados en las baterías de la presente invención, se forman preferentemente a partir de esterillas o láminas fibrosas en capas, depositadas por aire, finas, de microfibras entrelazadas, orientadas aleatoriamente, que minimizan la presencia de aberturas no deseables en las esterillas fibrosas depositadas en capas a través de las que se pueden formar dendritas.

En un tipo de los separadores preferentes utilizados en las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención, los separadores de esterilla fibrosa elástica están fabricados a partir de esterillas fibrosas elásticas de microfibras que incluyen una o dos capas superficiales fibrosas de relativamente elevada densidad, elevada resistencia a la tracción y una capa fibrosa más elástica, relativamente de baja densidad, integral con las dos capas superficiales y, en una realización, intermedia entre las mismas. Preferentemente, la esterilla no contiene aglomerante y las microfibras de la capa o capas superficiales de la esterilla se encuentran más entrelazadas que las microfibras de la capa elástica para obtener una mayor integridad con la esterilla.

Las esterillas fibrosas, de capas múltiples, elásticas, utilizadas para formar los separadores de estas primera y segunda realizaciones de la presente invención se forman preferentemente a partir de láminas fibrosas, depositadas por aire, elásticas, sujetando una o ambas superficies de las láminas depositadas por aire para el hidroentrelazado (utilizando agua o una solución ácida como líquido) para incrementar el entrelazado de las fibras en la superficie o superficies principales de las láminas, o adyacentes a las mismas, con respecto al entrelazado de las fibras en las capas fibrosas elásticas de las láminas. El entrelazado adicional de las fibras en la superficie o superficies principales de las láminas, o adyacentes a las mismas, incrementa la resistencia a la tracción de las láminas en su superficie o superficies, a la vez que retiene la elasticidad de las capas fibrosas elásticas del interior de las láminas, de manera que los separadores fibrosos, elásticos, depositados en capas, formados a partir de las láminas, tienen una buena integridad y retienen su elasticidad tras ser sometidos a ciclos de compresión y expansión repetida en baterías de electrolito subalimentado estancas. Después de que se forman la capa o capas superficiales, la lámina se seca para formar una esterilla fibrosa de capas múltiples, elástica. Los separadores de esterilla fibrosa elástica se forman a partir de estas esterillas de capas múltiples cortando las esterillas fibrosas elásticas a las dimensiones y formas deseadas para los separadores.

En otro tipo de los separadores preferentes utilizados en las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención, los separadores de esterilla fibrosa elástica están hechos a partir de esterillas fibrosas, afieltradas depositadas por aire, elásticas, de microfibras orientadas aleatoriamente, que tienen preferentemente densidades sustancialmente uniformes a lo lar-

go de sus grosores. Estas esterillas fibrosas elásticas se fabrican formando láminas depositadas por aire, de microfibras orientadas aleatoriamente; irrigando las láminas fibrosas depositadas por aire con un líquido tal como agua o una solución ácida; generando un vacío a través de las láminas fibrosas para retirar el líquido de las láminas fibrosas y fijar su grosor; y secando las láminas fibrosas para formar las esterillas fibrosas elásticas. Los separadores de esterillas fibrosas elásticas se forman a continuación a partir de estas esterillas multicapa cortando las esterillas fibrosas elásticas en las dimensiones y formas deseadas para los separadores.

Los grosores y la elasticidad de los separadores de esterilla fibrosa elástica preferentes, utilizados en las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención, no sólo mantienen las placas de electrodo adecuadamente separadas sino que mantienen el electrolito intermedio y en contacto con las placas de electrodo, encapsulan los bordes de las placas de electrodo y crean depósitos de electrolito externos a los apilamientos de placa de celda a través de su expansión (el "efecto hongo"), los grosores y la elasticidad de los separadores de batería preferentes utilizados en las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención aplican una presión más uniforme a las superficies principales de las placas de electrodo para impedir que el material activo de las placas de electrodo se separe de las rejillas de las placas de electrodo, y también pueden mejorar la capacidad de las celdas de resistir condiciones vibracionales sin daño apreciable en los apilamientos de placa de electrodo. Además, la flexibilidad de los separadores de batería preferentes, utilizados en las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención, permite que estos separadores de batería sean doblados o envueltos alrededor de los bordes de las placas de electrodo de un apilamiento de placas sin desgarrar, fractura o algún tipo de fallo.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática, en perspectiva, de una batería de electrolito subalimentado de la presente invención, con una parte separada para mostrar separadores de esterilla fibrosa elástica situados entre las placas de electrodo positiva y negativa y encapsulando las superficies y bordes principales de las placas de electrodo.

La figura 2 es una vista esquemática, en sección transversal, tomada sustancialmente a lo largo de las líneas (2-2) de la figura 1.

La figura 3 es una vista esquemática, en sección transversal, a través de una batería de electrolito subalimentado de la presente invención, que muestra una realización en la que las superficies y bordes principales de las placas de electrodo se encuentran encapsulados por separadores envueltos alrededor de cada segunda placa de electrodo.

La figura 4 es una vista esquemática, en sección transversal, a través de una batería de electrolito subalimentado de la presente invención, que muestra una realización en la que las superficies y bordes principales de las placas de electrodo se encuentran encapsulados por separadores envueltos alrededor de cada placa de electrodo.

La figura 5 es una vista esquemática, en perspectiva, de una batería de electrolito subalimentado de la presente invención, en la que los bordes superiores de las placas de electrodo no se encuentran encapsulados

en el interior de separadores elásticos.

Descripción de las realizaciones preferentes

Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente una primera realización de la batería de electrolito subalimentado (20) de la presente invención, por ejemplo, una batería de plomo-ácido de electrolito subalimentado. La batería de electrolito subalimentado (20) comprende un contenedor (no mostrado) en el que se posicionan una o más celdas conectadas en serie. Cada celda comprende una o más placas de electrodo positivas (22); una o más placas de electrodo negativas (24); uno o más separadores elásticos (26) interpuestos entre las placas de electrodo positiva y negativa (22) y (24); un electrolito subalimentado en las placas de electrodo positivas y negativa y los separadores; un conductor de electrodo positivo (28) que une las placas de electrodo positivas (22) a una celda adyacente o al terminal de batería positivo; y un conductor de electrodo negativo (30) que une las placas de electrodo negativas (24) a una celda adyacente o a un terminal de batería negativo.

Cuando están montadas, las placas de electrodo positivas (22) y las placas de electrodo negativas (24) en la celda o celdas de la batería de electrolito subalimentado (20) están separadas entre sí un espacio o distancia seleccionada que varía típicamente de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,2 pulgadas (2,5 - 5,0 mm). Durante la vida útil de la batería, las placas de electrodo (22) y (24) se expanden repetidamente cuando la batería se encuentra en uso, debido a cambios en la morfología resultantes de la reacción química que produce la energía eléctrica, y luego se contraen cuando la batería está recargada. Así pues, durante la vida útil de la batería, la separación entre las placas de electrodo varía a medida que la batería se encuentra en ciclo, y es importante tener separadores en el interior de dichas baterías que continúan recuperándose en grosor tras repetidas compresiones y expansiones de los separadores. Aunque las placas de electrodo (22) y (24) y los separadores (26) tienen forma rectangular, tal como se muestra, las placas de electrodo y los separadores utilizados en las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención pueden tener otras formas, tales como, aunque no se limitan a ellas, circular, cuadrada, ovalada u otras configuraciones utilizadas en las celdas de batería.

Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, los separadores elásticos (26) se dimensionan para extenderse más allá de las placas de electrodo hasta el punto en que la elasticidad de los separadores (26), combinada con sus grosores sin comprimir o expandidos, provoca que los separadores encapsulen los bordes periféricos (32) y (34) así como las superficies principales de las placas de electrodo (22) y (24). Aunque es preferible encapsular completamente las placas de electrodo (22) y (24) en el interior de los separadores (26) tal como se muestra en las figuras 1 y 2, para ciertas aplicaciones puede ser necesario o deseable dejar encapsuladas una parte o partes del borde o bordes periféricos de una o más placas de electrodo. Por ejemplo, cuando únicamente se necesita o desea capacidad de depósito adicional limitada para una celda o cuando la formación de salientes del material activo puede ser tolerada hasta cierto punto en una celda, se puede encapsular únicamente un borde (por ejemplo, el borde inferior) de cada placa de electrodo, extendiendo el material separador más allá de este borde para formar un depósito de electrolito y encapsular los bor-

des inferiores de las placas de electrodo. La figura 5 muestra un ejemplo de una batería de electrolito subalimentado (20') de la presente invención, en la que los bordes inferior y lateral de las placas de electrodo se encapsulan y los bordes superiores de las placas de electrodo no se encapsulan.

Tal como se muestran en las figuras 1 y 2, existen una serie de separadores elásticos individuales (26) que separan las placas de electrodo (22) y (24). Excepto un separador elástico (26') situado en cada extremo del apilamiento de placas para encapsular las superficies y bordes principales externos de las placas de electrodo extremas, cada separador elástico individual (26) está situado intermedio entre dos placas de electrodo y se extiende más allá de los bordes periféricos de las placas de electrodo a una distancia seleccionada suficiente para asegurar que la elasticidad de cada separador, combinada con su grosor sin comprimir o expandido, más la elasticidad y el grosor o grosores sin comprimir o expandidos de un separador o separadores adyacentes en la serie de separadores provoca que los separadores hagan tope externamente a los bordes periféricos de las placas de electrodo en el apilamiento de placas para encapsular las placas de electrodo, incluyendo los bordes de las placas de electrodo, en el interior de los separadores.

En otras palabras, los separadores elásticos (26) de baterías de electrolito subalimentado (20) tienen dimensiones en una dirección o direcciones seleccionadas (en ambas direcciones horizontal y vertical en las figuras 1 y 2) mayores que las dimensiones correspondientes en la dirección o direcciones seleccionadas de las superficies principales de las placas de electrodo (22) y (24), de manera que los separadores elásticos (26) se extienden más allá de los bordes periféricos de las placas de electrodo en el apilamiento de placas. Las dimensiones de los separadores en la dirección o direcciones seleccionadas son suficientemente mayores que las dimensiones correspondientes de las placas de electrodo en la dirección o direcciones seleccionadas para proporcionar una cantidad de material separador fibroso elástico, externo a los bordes periféricos de las placas de electrodo en la dirección o direcciones seleccionadas, suficiente para expandir, debido a la elasticidad del material de separador fibroso elástico, a un grosor expandido o sin comprimir, por lo menos igual al espacio o distancia seleccionada entre las placas de electrodo, tal como se monta, más el grosor del borde periférico de una de las placas de electrodo adyacente. Así pues, el material separador fibroso elástico de cada separador (26), externo a los bordes de placa de electrodo en la dirección o direcciones seleccionadas, se extiende sobre por lo menos una mitad del grosor del borde de cada una de las dos placas de electrodo adyacentes para encapsular por lo menos parcialmente los bordes de las dos placas de electrodo adyacentes. El material separador fibroso, elástico, expandido, externo de los bordes periféricos de las placas de electrodo, de los separadores adyacentes (26) y (26') en la serie de separadores hacen tope y cooperan entre sí para encapsular completamente los bordes de las placas de electrodo en la dirección o direcciones seleccionadas.

La figura 3 muestra una parte de una batería de electrolito subalimentado de la presente invención, en la que cada placa de electrodo en el apilamiento de placas tiene un separador elástico (126) envuelto alrededor de una parte de su borde periférico. Aunque los

separadores elásticos (126) se envuelven alrededor de las partes del borde inferior de las placas de electrodo positivas (22), tal como se muestra, los separadores elásticos (126) pueden estar envueltos alrededor de partes de los bordes de las placas de electrodo negativas (24) en vez de las placas de electrodo positivas y las partes del borde alrededor de las que los separadores elásticos se envuelven, pueden ser otras que las partes de borde inferior. Tal como en la realización de las figuras 1 y 2, las partes de los separadores (126) externas a los bordes periféricos de las placas de electrodo se expanden para hacer tope entre sí y encapsular los bordes periféricos, así como las superficies principales de las placas de electrodo (22) y (24) en el interior del material separador. Además, tal como en la realización de las figuras 1 y 2, en caso deseado, las partes de los bordes periféricos de las placas de electrodo pueden permanecer sin ser encapsuladas.

La figura 4 muestra una parte de una batería de electrolito subalimentado de la presente invención, en la que cada placa de electrodo en el apilamiento de placas tiene un separador elástico (226) envuelto alrededor de una parte de su borde periférico. Aunque los separadores elásticos (226) se envuelven alrededor de partes del borde inferior de las placas de electrodo (22) y (24), tal como se muestra, los separadores elásticos (226) pueden ser envueltos alrededor de partes del borde de las placas de electrodo (22) y (24) distintas a las partes del borde inferior. Tal como las realizaciones de las figuras 1 y 2, las partes de los separadores (226) externos a los bordes periféricos de las placas de electrodo se expanden para hacer tope entre sí y encapsular los bordes periféricos, así como las superficies principales de las placas de electrodo (22) y (24) en el interior del material separador. Además, tal como en las realizaciones de las figuras 1 y 2, en caso deseado, las partes de los bordes periféricos de las placas de electrodo pueden permanecer sin ser encapsuladas.

Preferentemente, los separadores (26), (126) y (226) utilizados en las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención se fabrican a partir de esterillas fibrosas elásticas, depositadas por aire, que incluyen, cada una de ellas, a) una capa elástica y bien una o dos capas superficiales que tienen una densidad mayor a través del entrelazado de fibra y proporcionan a los separadores una integridad adicional o b) una capa elástica que es esencialmente uniforme en densidad y entrelazado de fibra en la totalidad de su grosor. Los separadores preferentes utilizados en las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención se fabrican a partir de microfibras de vidrio, microfibras poliméricas o mezclas de las mismas, que pueden incluir fibras de celulosa y, más preferentemente, de microfibras de vidrio. Las microfibras de vidrio y las microfibras poliméricas de los separadores elásticos (26), (126) y (226) tienen diámetros medios de fibra de entre 0,5 y 3,0 micras (0,5 y 3,0 μm); más preferentemente entre 1,0 y 2,0 micras (1,0 y 2,0 μm); y más preferentemente entre 1,2 y 1,7 micras (1,2 y 1,7 μm). Los separadores preferentes (26), (126) y (226) varían en peso desde aproximadamente 50 a aproximadamente 450 gramos por metro cuadrado; y más preferentemente desde aproximadamente 75 a 150 gramos por metro cuadrado. Preferentemente, los separadores elásticos (26), (126) y (226) no contienen aglomerante, con las fibras manteniéndose unidas entre sí por medio de entrelazado de fi-

bra. Además, los separadores elásticos (26), (126) y (226) se encuentran preferentemente libres de aberturas que pasan directamente a través de los separadores elásticos a través de los que se pueden formar crecimientos o dendritas de material activo entre las placas de electrodo.

Los separadores elásticos (26), (126) y (226), cuando se someten a una carga normal en sus superficies principales de 1,5 libras por pulgada cuadrada (a continuación "1,5 psi") ($1,0 \times 10^4 \text{ N/m}^2$), tienen preferentemente grosores aproximadamente iguales pero mayores que la distancia seleccionada entre las placas de electrodo (22) y (24) de la celda o celdas de batería tal como está montada (mayores que el 100% de la distancia seleccionada entre las placas de electrodo (22) y (24) tal como está montada). Tal como se ha tratado anteriormente, los grosores expandidos o sin comprimir de cada separador elástico (26), (126) y (226) es tal que cada separador se extiende la anchura de la separación entre las placas de electrodo adyacentes (22) y (24) de la celda o celdas de batería, tal como está montada, más por lo menos la mitad del grosor del borde de cada una de las placas de electrodo adyacente (22) y (24) de la celda o celdas de batería, de manera que las partes expandidas del separador, más allá de las periferias de las placas de electrodo, se extienden sobre los bordes periféricos de las placas de electrodo y encapsulan los mismos.

En los separadores multicapa utilizados en las baterías de la presente invención, que incluyen una capa elástica y una o dos capas superficiales, las capas de los separadores son preferentemente integrales. Las fibras de la capa o capas superficiales de estos separadores son más entrelazadas que las fibras en la capa elástica y la capa o capas superficiales son más compactas y tienen una mayor densidad que la capa elástica. Cuanto más compactas y densas son las capas superficiales, aumenta la resistencia a la tracción de los separadores (26), (126) y (226) y también aumenta la resistencia al desgarro de una o ambas superficies de los separadores, a la vez que cuanto menos entrelazadas sean las fibras de la capa elástica menos compacta, menos densa, proporciona a los separadores (26), (126) y (226) la elasticidad y la capacidad de retención de electrolito necesarias. Cuando los separadores elásticos (26), (126) y (226) están dotados de las dos capas superficiales, la capa elástica se encuentra intermedia entre las capas superficiales. El grado de entrelazado de fibra y la densidad de las dos capas superficiales puede ser igual o una capa superficial puede tener un mayor entrelazado de fibra y ser más compacta y densa que la otra capa superficial.

Un método preferente para formar la esterilla fibrosa elástica utilizada para formar los separadores multicapa de las baterías de la presente invención, incluye la formación de una lámina fibrosa de fibras entrelazadas, orientadas de manera aleatoria, en una estación o estaciones de formación de lámina mediante un proceso de formación de lámina por depósito por aire; el perforado por aguja de la lámina depositada por aire, en caso necesario, en una estación de perforación por aguja para dar a la lámina depositada por aire una mayor integridad; el paso de la lámina depositada por aire a través de una o dos estaciones de hidroentrelazado para entrelazar adicionalmente las fibras en una o ambas superficies principales de la lámina y adyacentes a las mismas y formar la esterilla fibrosa elástica; el secado de la esterilla fibrosa elás-

tica resultante mediante el paso de la esterilla fibrosa elástica a través de un extractor de vacío y un secador u horno convencional; y la acumulación de la esterilla fibrosa elástica para almacenamiento, envío o proceso adicional en una estación de bobinado o similar.

Para los separadores utilizados en las baterías de la presente invención, es preferente utilizar un proceso de depósito por aire para formar la lámina fibrosa en vez de un proceso de depósito en húmedo por diversas razones. En procesos de depósito por aire para formar la lámina fibrosa, a diferencia de procesos de depósito en húmedo, no existe proceso de hidropulpado de las fibras. El proceso de hidropulpado de las fibras en procesos de depósito en húmedo rompe las fibras en longitudes más cortas, reduciendo de esta manera el grado del entrelazado de las fibras en la esterilla, la elasticidad de la esterilla y la resistencia a la tracción de la misma. En los procesos por depósito por aire, las fibras pueden ser fabricadas mediante un fiberizador y acumuladas con las fibras orientadas aleatoriamente y entrelazadas para formar la lámina fibrosa sin ningún proceso de hidropulpado de las fibras.

Tal como se ha indicado anteriormente, los separadores fibrosos elásticos (26), (126) y (226) se fabrican preferentemente a partir de láminas de microfibras de vidrio, microfibras poliméricas, fibras de celulosa o mezclas de las mismas. No obstante, las fibras más preferentes, para utilizar en la formación de la lámina fibrosa de fibras entrelazadas orientadas aleatoriamente, son las microfibras de vidrio estiradas a la llama. Estas fibras están formadas trazando filamentos de vidrio primarios continuos a partir de un alimentador convencional o crisol de vidrio fundido e introduciendo estos filamentos de vidrio primarios continuos en el chorro gaseoso de elevada energía de un quemador de estirado a la llama, por ejemplo, un quemador Selas, en el que los filamentos continuos son recalentados, estirados y formados en fibras cortadas de diámetro fino del diámetro promedio deseado. Aunque las fibras de vidrio estiradas a la llama son preferentes, otras fibras que pueden ser utilizadas con las fibras de vidrio estiradas a la llama, o en lugar de las mismas, para formar la lámina fibrosa incluyen fibras de vidrio fabricadas en procesos de desfibrilación rotativos, y fibras de poliéster, polipropileno y otras fibras poliméricas que incluyen fibras poliméricas de soplado en fusión y mezclas de dichas fibras. También se contempla que fibras de celulosa también pueden ser incluidas en las fibras de la lámina fibrosa como parte de una mezcla de fibras.

Cuando los separadores (26), (126) y (226) están fabricados a partir de esterillas fibrosas elásticas que tienen una capa elástica que es esencialmente uniforme en densidad y entrelazado de fibra a lo largo de su grosor, la esterilla de microfibra elástica está fabricada preferentemente formando en primer lugar una lámina depositada por aire de microfibras orientadas aleatoriamente, de la misma manera descrita anteriormente en la fabricación de los separadores multicapa. La lámina fibrosa se pasa a continuación a través de un baño líquido, por ejemplo, un baño de solución ácida o acuosa, en el que se satura o irriga con líquido. La lámina saturada es pasada a continuación a través de un extractor de vacío sobre un transportador de tamiz de tela metálica. El extractor de vacío provoca un vacío a través de la lámina fibrosa para extraer líquido de la lámina fibrosa y fijar su grosor. La lámina fibrosa se seca a continuación en un horno u otros medios de

secado convencionales para completar la formación de la esterilla fibrosa elástica.

Al igual que las esterillas multicapa con la capa o capas superficiales hidroentrelazadas, no existe el hidropulpado de las fibras en el proceso de formación de la esterilla de capa única. Cuando se utiliza una solución ácida para hidroentrelazar las fibras en las esterillas multicapa o irrigar la lámina de fibras, la solución ácida hidroliza las superficies de las fibras para enlazar las fibras entre sí en sus puntos de intersección.

Ambos separadores fibrosos elásticos de capas múltiples y de capa única (26), (126) y (226) de las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención funcionan preferentemente como: a) separadores elásticos entre las placas de electrodo positiva y negativa de las celdas para mantener la separación entre las placas de electrodo positiva y negativa y evitar la formación de cortocircuitos en el interior de las celdas; b) como depósitos para retener el electrolito en el interior de las celdas entre las placas de electrodo positiva y negativa y en contacto con las placas

de electrodo; c) como depósitos ampliados para incrementar la capacidad de retención de electrolito de los separadores elásticos; y como medios para encapsular las placas de electrodo, incluyendo los bordes periféricos de las placas de electrodo, en su totalidad o en parte, para evitar la formación de salientes en el electrodo. De esta manera, las baterías de electrolito subalimentado de la presente invención con sus placas de electrodo encapsuladas de manera única da a conocer una solución a los problemas tratados anteriormente, con respecto a las baterías de electrolito subalimentado de la técnica anterior.

Al describir la invención se han utilizado ciertas realizaciones para ilustrar la invención y las prácticas de la misma. No obstante, la invención no está limitada a estas realizaciones específicas dado que otras realizaciones y modificaciones se les ocurrirán fácilmente a los expertos en la técnica leyendo esta especificación. De esta manera, la invención no pretende estar limitada a las realizaciones específicas dadas a conocer, sino estar limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas a las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Batería de electrolito subalimentado, que comprende un contenedor que aloja un apilamiento de placas que incluye una placa de electrodo positiva y una placa de electrodo negativa; estando las superficies principales de las placas de electrodos separadas entre sí una distancia seleccionada en la batería tal como está montada; teniendo cada una de las placas de electrodo un borde periférico; un primer separador interpuesto entre las placas de electrodo; un electrolito subalimentado en las placas de electrodo y el separador; un conductor de electrodo positivo que une la placa de electrodo positiva a un terminal positivo de la batería; y un conductor de electrodo negativo que une la placa de electrodo negativa a un terminal negativo de la batería; comprendiendo la batería:

el primer separador que es de material fibroso elástico; y

el primer separador que tiene una dimensión en una primera dirección mayor que una correspondiente dimensión en la primera dirección de las superficies principales de las placas de electrodo mediante las cuales el primer separador se extiende más allá de una parte del borde periférico de cada una de las placas de electrodo en la primera dirección; y siendo la dimensión del primer separador en la primera dirección suficientemente mayor para proporcionar una cantidad de material separador fibroso elástico, externo a las partes de los bordes periféricos de las placas de electrodo, teniendo un grosor expandido, debido a la elasticidad del material separador fibroso elástico, por lo menos igual a la separación seleccionada entre las placas de electrodo más la mitad del grosor del borde periférico de cada una de las placas de electrodo mediante las cuales el material separador fibroso elástico, externo a la parte de los bordes de la placa de electrodo en la primera dirección, se extiende sobre por lo menos una mitad del grosor del borde de cada una de las placas de electrodo para por lo menos encapsular parcialmente los bordes de las placas de electrodo.

2. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 1, en la que:

la dimensión del primer separador en la primera dirección es mayor que la correspondiente dimensión en la primera dirección de las superficies principales de las placas de electrodo hasta el punto en que el separador se extiende más allá de las partes opuestas de los bordes periféricos de las placas de electrodo en la primera dirección; y la dimensión del primer separador en la primera dirección es suficientemente mayor para proporcionar una cantidad de material separador fibroso elástico, externo a las partes opuestas de los bordes periféricos de las placas de electrodo, teniendo un grosor expandido, debido a la elasticidad del material separador fibroso elástico, igual a la separación seleccionada entre las placas de electrodo más una mitad del grosor del borde periférico de cada una de las placas de electrodo mediante las cuales el material separador fibroso, externo a las partes opuestas de los bordes de las placas de electrodo, se extiende sobre por lo menos una mitad del grosor del borde de cada una de las placas de electrodo para encapsular por lo menos parcialmente las partes opuestas de los bordes de las placas de electrodo.

3. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 2, en la que:

la dimensión del primer separador en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección es mayor que la correspondiente dimensión en la segunda dirección de las superficies principales de las placas de electrodo hasta el punto en que el primer separador se extiende más allá de las segundas partes opuestas de los bordes periféricos de las placas de electrodo; y la dimensión del primer separador en la segunda dirección es suficientemente mayor para proporcionar una cantidad de material separador fibroso elástico, externo a las segundas partes opuestas de los bordes periféricos de las placas de electrodo, teniendo un grosor expandido, debido a la elasticidad del material separador fibroso elástico, igual a la separación seleccionada entre las placas de electrodo más una mitad del grosor del borde periférico de cada una de las placas de electrodo mediante las cuales el material separador fibroso elástico, externo a las segundas partes opuestas de los bordes de la placa de electrodo, se extiende sobre por lo menos una mitad del grosor del borde de cada una de las placas de electrodo para encapsular por lo menos parcialmente las segundas partes opuestas de los bordes de la placa de electrodo.

4. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 3, en la que:

el material fibroso elástico es una esterilla fibrosa elástica de microfibras que tiene superficies principales primera y segunda; teniendo la esterilla fibrosa elástica una primera capa fibrosa, teniendo la primera capa fibrosa una densidad, una resistencia a la tracción y una elasticidad; teniendo la esterilla fibrosa elástica una segunda capa fibrosa; teniendo la segunda capa fibrosa una densidad, una resistencia a la tracción y una elasticidad; siendo la primera superficie principal de la esterilla fibrosa elástica una superficie exterior de la primera capa fibrosa; siendo la densidad y la resistencia a la tracción de la primera capa fibrosa mayor que la densidad y la resistencia a la tracción de la segunda capa fibrosa; siendo la elasticidad de la segunda capa fibrosa mayor que la elasticidad de la primera capa fibrosa; y siendo las primera y segunda capas fibrosas integrales.

5. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 4, en la que las microfibras de la primera capa fibrosa de la esterilla fibrosa elástica están más entrelazadas que las microfibras de la segunda capa fibrosa.

6. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 5, en la que las microfibras de la primera capa fibrosa están hidroentrelazadas.

7. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 3, en la que el separador tiene un grosor, cuando está sometido a una carga de 1,5 psi ($1,0 \times 10^4$ N/m²), aproximadamente igual a la distancia seleccionada entre las placas de electrodo.

8. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 3, en la que el separador tiene un grosor, cuando está sometido a una carga de 1,5 psi ($1,0 \times 10^4$ N/m²), mayor que la distancia seleccionada entre las placas de electrodo.

9. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 3, en la que:

el material fibroso elástico es una esterilla fibrosa elástica de microfibras de vidrio depositadas por aire, que tienen un diámetro promedio entre 0,5 y 3,0 micras (0,5 y 3,0 μ m); pesando la esterilla fibrosa elástica entre aproximadamente 50 y 450 gramos por metro cuadrado y teniendo primera y segunda superficies

principales; teniendo la esterilla fibrosa elástica una primera capa fibrosa, teniendo la primera capa fibrosa una densidad, una resistencia a la tracción y una elasticidad; teniendo la esterilla fibrosa elástica una segunda capa fibrosa; teniendo la segunda capa fibrosa una densidad, una resistencia a la tracción y una elasticidad; siendo la primera superficie principal de la esterilla fibrosa elástica una superficie exterior de la primera capa fibrosa; siendo la densidad y la resistencia a la tracción de la primera capa fibrosa mayor que la densidad y la resistencia a la tracción de la segunda capa fibrosa; siendo la elasticidad de la segunda capa fibrosa mayor que la elasticidad de la primera capa fibrosa; y siendo las primera y segunda capas fibrosas integrales; y

la esterilla fibrosa elástica comprende una tercera capa fibrosa; siendo la segunda superficie principal de la esterilla fibrosa una superficie exterior de la tercera capa fibrosa; teniendo la tercera capa fibrosa una densidad y una resistencia a la tracción mayores que la densidad y la resistencia a la tracción de la segunda capa fibrosa; siendo la elasticidad de la segunda capa fibrosa mayor que la elasticidad de la tercera capa fibrosa; siendo la segunda capa fibrosa intermedia entre las primera y tercera capas fibrosas; y siendo la tercera capa fibrosa integral con las primera y segunda capas fibrosas.

10. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 9, en la que las microfibras en las primera y tercera capas fibrosas de la esterilla fibrosa elástica se encuentran más entrelazadas que las microfibras de la segunda capa fibrosa.

11. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 10, en la que las microfibras en las primera y segunda capas fibrosas están hidroentrelazadas.

12. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 9, en la que el separador tiene un grosor, cuando está sometido a una carga de 1,5 psi ($1,0 \times 10^4$ N/m²), aproximadamente igual a la distancia seleccionada entre las placas de electrodo.

13. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 9, en la que el separador tiene un grosor, cuando está sometido a una carga de 1,5 psi ($1,0 \times 10^4$ N/m²), mayor que la distancia seleccionada entre las placas de electrodo.

14. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 3, en la que el separador tiene un grosor, cuando está sometido a una carga de 1,5 psi ($1,0 \times 10^4$ N/m²), aproximadamente igual a la separación seleccionada entre las placas de electrodo; y el separador tiene una densidad sustancialmente uniforme a través de un grosor del separador.

15. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 3, en la que el separador tiene un

grosor, cuando está sometido a una carga de 1,5 psi ($1,0 \times 10^4$ N/m²), mayor que la separación seleccionada entre las placas de electrodo; y el separador tiene una densidad sustancialmente uniforme a través de un grosor del separador.

16. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 2, en la que el separador está envuelto alrededor de una parte del borde periférico de una de las placas de electrodo distinta a las partes opuestas del borde de la placa periférica.

17. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 1, que comprende un segundo separador, sustancialmente idéntico al primer separador, en contacto con una segunda superficie principal de una de las placas de electrodo, de manera que la placa de electrodo se encuentra intermedia entre los separadores primero y segundo; haciendo tope material separador del segundo separador con el material separador del primer separador externamente a la placa de electrodo intermedia para encapsular por lo menos parcialmente el borde periférico de la placa de electrodo intermedia.

18. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 2, que comprende un segundo separador, sustancialmente idéntico al primer separador, en contacto con una segunda superficie principal de una de las placas de electrodo mediante la cual la placa de electrodo se encuentra intermedia entre los primer y segundo separadores; haciendo tope el material separador del segundo separador contra el material separador del primer separador externamente a la placa de electrodo intermedia para encapsular por lo menos parcialmente el borde periférico de la placa de electrodo intermedia.

19. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 3, que comprende un segundo separador, sustancialmente idéntico al primer separador, en contacto con una segunda superficie principal de una de las placas de electrodo mediante la cual la placa de electrodo se encuentra intermedia entre los primer y segundo separadores; haciendo tope el material separador del segundo separador contra el material separador del primer separador externamente a la placa de electrodo intermedia para encapsular el borde periférico de la placa de electrodo intermedia.

20. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 1, en la que el separador tiene un grosor, cuando está sometido a una carga de 1,5 psi ($1,0 \times 10^4$ N/m²), aproximadamente igual a la distancia seleccionada entre las placas de electrodo.

21. Batería de electrolito subalimentado, según la reivindicación 1, en la que el separador tiene un grosor, cuando está sometido a una carga de 1,5 psi ($1,0 \times 10^4$ N/m²), mayor que la distancia seleccionada entre las placas de electrodo.

