

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 117**

51 Int. Cl.:

H01M 2/14 (2006.01)

H01M 2/16 (2006.01)

H01M 10/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2016 E 16159146 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3067963**

54 Título: **Estera no tejida con tamaño de poro pequeño y relleno hidrófilo/resistente al ácido utilizado en baterías de plomo-ácido, y sus aplicaciones**

30 Prioridad:

09.03.2015 US 201514642361

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

04.03.2020

73 Titular/es:

**JOHNS MANVILLE (100.0%)
717 Seventeenth Street
Denver, CO 80202, US**

72 Inventor/es:

**GUO, ZHIHUA;
SHARMA, GAUTAM;
NANDI, SOUVIK;
ASRAR, JAWED y
DIETZ III, ALBERT G.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 746 117 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

Estera no tejida con tamaño de poro pequeño y relleno hidrófilo/resistente al ácido utilizado en baterías de plomo-ácido, y sus aplicaciones

Campo de la invención

5 Los electrodos o las placas de electrodos comúnmente utilizados en las baterías de plomo-ácido a menudo incluyen una rejilla metálica que se utiliza para alojar el plomo y/o las pastas de óxido de plomo. Durante los ciclos de carga y descarga, el volumen de plomo y/o la pasta de óxido de plomo generalmente se expande y contrae. El uso repetido y, por lo tanto, los ciclos repetidos de carga y descarga pueden tener efectos negativos en el electrodo, como el desprendimiento de las partículas de material activo del plomo y/o las pastas de óxido de plomo. Para reducir esos
10 efectos negativos, los electrodos pueden reforzarse con medios adhesivos o papeles para placas para mantener intacto el plomo o la pasta de óxido de plomo. Véanse, por ejemplo, los documentos EP-A-2 693 529, EP-A-2 390 974, US-A-2011/318643 y US 4.606.982. Estos papeles para placas también pueden tener la ventaja de absorber el electrolito a lo largo de las placas de electrodo. Esta absorción puede ayudar al rendimiento de la batería. Estos papeles para placas en la batería deben tener una permeabilidad y resistencia a la tracción adecuadas, incluso en el
15 entorno químico agresivo de la batería. Se abordan estas y otras características y mejoras de los papeles para placas.

Breve resumen

En algunos casos, puede desearse reducir la permeabilidad al aire y/o el tamaño de los poros de una estera no tejida que se usa para reforzar un electrodo de una batería de plomo-ácido. Tales esteras pueden mostrar una
20 función mejorada para limitar el desprendimiento del material activo del electrodo, lo que puede mejorar la vida útil y el rendimiento de la batería. Según un aspecto, se proporciona una batería de plomo-ácido. La batería de plomo-ácido incluye un electrodo positivo, un electrodo negativo y una estera de refuerzo de fibra no tejida que está dispuesta adyacente al electrodo positivo o al electrodo negativo. La estera de refuerzo de fibra no tejida incluye una pluralidad de primeras fibras de vidrio que tienen un diámetro de fibra promedio de menos de 5 μm (más comúnmente menos de 3 μm), una pluralidad de segundas fibras de vidrio que tienen un diámetro de fibra promedio de más de 6 μm (más comúnmente entre 10 μm y 15 μm), y una composición aglomerante resistente a los ácidos que une la pluralidad de las primeras fibras de vidrio y las segundas fibras de vidrio. La estera de refuerzo de fibra no tejida incluye entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 50% en peso de la pluralidad de primeras
25 fibras de vidrio y entre aproximadamente el 50% y el 90% en peso de la pluralidad de segundas fibras de vidrio. La estera de refuerzo de fibra no tejida tiene un tamaño de poro promedio de entre 1 μm y 100 μm y exhibe una permeabilidad al aire de menos de 2831,68 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (100 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado (cfm/ft²) medida a 125 Pa según el Método Estándar ASTM D737. Preferiblemente, la estera de refuerzo de fibra no tejida tiene un tamaño de poro promedio de entre 1 y 10 μm y/o exhibe una permeabilidad al aire por debajo de 283,168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (10 cfm/ft²) o incluso 28,3168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (1 cfm/ft²) medida a 125 Pa de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737.
35

Preferiblemente, la estera de fibra no tejida, tal como una estera de fibra de vidrio, incluye del 5% en peso al 45% en peso de aglutinante resistente a los ácidos, preferiblemente polímero resistente al ácido, y del 55% en peso al 95% en peso de fibras, como fibras de vidrio, de modo que la suma de aglutinante y fibras resistentes a los ácidos, en particular la fibra de vidrio, y otros aditivos totalice 100% en peso. Todo el porcentaje en peso dado para el aglutinante resistente al ácido, preferiblemente polímero resistente a ácidos, se refiere a un aglutinante curado en la estera final. La composición de aglutinante que se aplica puede contener, junto al aglutinante resistente a los ácidos mencionado anteriormente, una carga en polvo que es una carga en polvo hidrófila y resistente a los ácidos. La carga en polvo mencionada anteriormente se incluye típicamente en la composición del aglutinante resistente al ácido y forma hasta el 50% en peso, preferiblemente hasta el 20% en peso, de la composición del aglutinante. El relleno en polvo mencionado anteriormente aumenta aún más la humectabilidad de la fibra y se puede incluir la composición de aglutinante resistente en una cantidad mínima de al menos 0,5% en peso, preferiblemente al menos 1% en peso. Todo el porcentaje en peso de la composición de aglutinante se refiere al contenido sólido de la composición de aglutinante. Preferiblemente, la carga en polvo mencionada anteriormente se forma entre el 0,1% en peso y el 20% en peso respecto al peso total de la estera de fibra no tejida, tal como una estera de fibra de vidrio.
40

50 Según otro aspecto, se proporciona una estera de refuerzo de fibra no tejida que está configurada para reforzar un electrodo de una batería de plomo-ácido. La estera de refuerzo de fibra no tejida incluye una pluralidad de primeras fibras de vidrio que tienen un diámetro promedio de menos de 5 μm (más comúnmente menos de 3 μm), una pluralidad de segundas fibras de vidrio que tienen un diámetro promedio de más de 6 μm (más comúnmente entre 10 μm y 15 μm), y una composición aglomerante resistente a los ácidos que une la pluralidad de las primeras fibras de vidrio y las segundas fibras de vidrio. La estera de refuerzo de fibra no tejida incluye entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 50% en peso de la pluralidad de primeras fibras de vidrio y entre aproximadamente el 50% y el 90% en peso de la pluralidad de segundas fibras de vidrio. La estera de refuerzo de fibra no tejida tiene un tamaño de poro promedio de entre 1 μm y 100 μm y exhibe una permeabilidad al aire de menos de 2831,68 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (100 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado (cfm/ft²)) medida a 125 Pa según el Método Estándar ASTM D737. En realizaciones preferidas, la estera de refuerzo de fibra no tejida tiene un tamaño
55
60

de poro promedio de entre 1 y 10 μm y/o exhibe una permeabilidad al aire por debajo de 283,168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (10 cfm/ft^2) o incluso 28,3168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (1 cfm/ft^2) medida a 125 Pa de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737.

5 Según todavía otro aspecto más, se proporciona un método para fabricar una estera de fibra no tejida para usar en el refuerzo de un electrodo de una batería de plomo-ácido. El método incluye mezclar una pluralidad de primeras fibras de vidrio con una pluralidad de segundas fibras de vidrio en una solución de agua blanca donde las primeras fibras de vidrio tienen un diámetro promedio de fibra de menos de 5 μm y las segundas fibras de vidrio tienen un diámetro promedio de fibra mayor que 6 μm . El método también incluye eliminar un líquido de la solución de agua blanca para formar una estera colocada en húmedo que comprende aproximadamente el 10% y aproximadamente el 10
50% en peso de la pluralidad de primeras fibras de vidrio y entre aproximadamente el 50% y el 90% en peso de la pluralidad de segundas fibras de vidrio. Después de formar dicha estera de fibra no tejida, p. ej., utilizando el proceso de agua blanca, tales materiales no tejidos recién formados todavía están húmedos y típicamente contienen alrededor del 10% en peso y más, más típicamente alrededor del 25% en peso y más del agua utilizada en el proceso. El método incluye además añadir una composición aglutinante a la estera colocada en húmedo y secar la estera colocada en húmedo y la composición aglutinante para producir la estera de fibra no tejida. La estera de fibra no tejida tiene un tamaño de poro promedio de entre 1 μm y 100 μm y muestra una permeabilidad al aire de menos de 2831,68 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (100 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado (cfm/ft^2)) medida a 125 Pa de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737.

Breve descripción de los dibujos

20 La tecnología actual se describe en conjunto con las figuras adjuntas:

La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva despiezada de un conjunto de celda de batería;

La FIG. 2 ilustra una vista en sección transversal ensamblada del conjunto de celda de batería de la FIG. 1;

Las figuras 3A-3C ilustran vistas en sección transversal de varias configuraciones de un electrodo o placa y una estera de fibra no tejida;

25 La FIG. 4 ilustra un procedimiento para preparar un electrodo o placa que tiene una estera de fibra no tejida dispuesta sobre una superficie del electrodo o placa o cerca de ésta;

La FIG. 5 ilustra un diagrama de bloques de un método para preparar una estera de fibra no tejida para reforzar un electrodo de una batería de plomo-ácido o para alojar un separador de una batería de plomo-ácido; y

La FIG. 6 muestra un diagrama de bloques de un método para preparar una estera de fibra no tejida.

30 Descripción detallada

Los métodos convencionales para producir esteras de fibra no tejida o papeles para placas pueden dar como resultado una estera de fibra o papel para placas que es estructuralmente débil y/o sufre de otros problemas. Por ejemplo, los métodos convencionales generalmente producen fibras o papel para baterías AGM que están compuestos esencialmente por microfibras de vidrio al 100% y que son delgados, muy cerrados y blandos. Estas
35 fibras o papeles son generalmente débiles, pero exhiben buenas propiedades de absorción. La estera de fibra no tejida puede tener altas propiedades de absorción, por encima de lo que se necesita para baterías de plomo-ácido y otras aplicaciones. Una estera de fibra no tejida que se puede absorber en una batería puede ayudar a mantener la cobertura de electrolitos u otros líquidos de las placas de electrodos, pero existen pocos datos, si es que los hay, para respaldar el alto nivel de permeabilidad en las esteras de fibra no tejida convencionales. Esta característica de permeabilidad sobredimensionada puede ser el resultado de una mayor concentración de microfibras en relación con las fibras gruesas. Un aumento de la concentración de microfibras en comparación con las fibras gruesas puede dar como resultado una estera de fibras no tejidas con una resistencia mecánica reducida, que puede producir una menor resistencia mecánica individual con fibras de menor diámetro. La fibra o el papel para placas para baterías de plomo-ácido inundadas que se producen a través de métodos convencionales suelen ser muy abiertas y delgadas y
40 no presentan buenas propiedades de absorción. Estas fibras son comúnmente más fuertes que las producidas para baterías AGM.

Incluso, además de proporcionar permeabilidad, en muchas aplicaciones, el papel para placas se utiliza para alojar el material activo para limitar o evitar el desprendimiento del material activo del electrodo. El soporte estructural y/o la permeabilidad que proporciona el papel para placas puede mejorarse reduciendo la porosidad y/o la
50 permeabilidad al aire del papel para placas. Como se describe con mayor detalle más abajo, la porosidad y/o la permeabilidad al aire del papel para placas puede disminuir al usar materiales de relleno y/o aumentar la cantidad de microfibras que se usan en el papel para placas. Los papeles para placas convencionales para baterías de ácido de plomo inundadas típicamente no reducen la porosidad y/o la permeabilidad al aire del papel para placas debido al aumento de la resistencia eléctrica que resulta en una menor porosidad y/o permeabilidad al aire del papel para placas. Los papeles para placas convencionales para baterías AGM normalmente muestran una baja porosidad y
55 permeabilidad al aire. A diferencia de las baterías de plomo ácido inundadas, la resistencia para los papeles para

placas AGM no es un problema porque los papeles para placas exhiben buenas propiedades de absorción. Por conveniencia en la descripción de las realizaciones en este documento, la aplicación se centrará principalmente en el uso de las realizaciones en baterías de ácido de plomo inundadas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las realizaciones descritas en el presente documento también se pueden usar en aplicaciones de baterías AGM. En tales realizaciones, la estera de fibra no tejida generalmente comprenderá una mayoría de fibras de diámetro más pequeño, tales como microfibras.

Los procedimientos convencionales para hacer esteras de fibra no tejida para baterías AGM y otras aplicaciones pueden ser más costosos y/o tener un rendimiento más bajo. La mayor concentración de microfibras, que generalmente son más caras que las fibras gruesas, puede aumentar el costo del material. Los ácidos a menudo se pueden usar para dispersar las microfibras para crear una mezcla uniforme de microfibras y fibras gruesas. Los pH bajos (generalmente menos de 3) pueden ser corrosivos, y el procedimiento puede requerir equipos hechos de acero inoxidable u otros materiales costosos. Debido al desafío de dispersar las microfibras, los procedimientos convencionales pueden ejecutarse en operaciones por lotes o semi-lotes para asegurar una mezcla de fibras suficientemente uniforme. Por estas y otras razones, los materiales y métodos utilizados en la estera de fibra no tejida convencional para tecnologías de baterías AGM pueden no ser rentables ni eficientes.

En una realización preferida, las esteras de fibra no tejida consisten en fibras de vidrio gruesas y microfibras de vidrio que se dispersan homogéneamente en toda la estera de fibra no tejida. Esta configuración o composición es diferente de la empleada para fibras convencionales, que típicamente tienen una construcción de doble capa, es decir, fibras gruesas que forman una capa y microfibras que forman otra capa adyacente a la capa de fibras gruesas. Por ejemplo, la patente de EE.UU. n° 4.336.314 de Yonezu et al. describe una fibra convencional que tiene tal construcción de doble capa. Las fibras convencionales emplean la construcción de doble capa debido a la dificultad de dispersar homogéneamente las fibras de vidrio gruesas y las fibras de micro-vidrio durante la formación de la estera de fibra no tejida. Por ejemplo, como se conoce en la técnica, la producción de una fibra de vidrio no tejida que tiene fibras de vidrio gruesas en un procedimiento en húmedo requiere un conjunto de parámetros que son muy diferentes a los parámetros que se usan para producir una fibra de vidrio no tejido que tiene microfibras. La gran diferencia en los parámetros de fabricación generalmente resulta en una concentración de una de las fibras dentro de la estera de fibra no tejida resultante. Por el contrario, el procedimiento de fabricación utilizado para producir las fibras de fibras no tejidas descritas en el presente documento está altamente controlado y optimizado para producir una dispersión homogénea de las fibras de vidrio gruesas y microfibras de vidrio en la estera de fibra no tejida resultante. La fibra homogénea de fibra no tejida resultante presenta muchos beneficios sobre la construcción de doble capa de las fibras convencionales. Por ejemplo, la estera de fibra no tejida homogénea exhibe una resistencia relativamente uniforme a través de la fibra, lo que resulta en una utilización corriente y/o uniforme de los materiales activos.

Tal como se usa en el presente documento, la expresión "pegar papel" se refiere a un material que se coloca adyacente a un electrodo de una batería de plomo-ácido, típicamente durante la fabricación del electrodo, tal como durante la aplicación del material activo a una rejilla metálica. El papel para placas puede permanecer en el lugar adyacente al electrodo durante el uso de la batería de plomo para limitar o evitar que el material activo se desprenda del electrodo. Aunque el término "papel" se usa para describir el material, en muchas de las realizaciones descritas en el presente documento, el material de papel pegado es una estera de fibra no tejida que normalmente está hecha de una combinación de fibras de vidrio. En algunas realizaciones, la estera de fibra no tejida puede consistir completamente en fibras de vidrio, aunque en otras realizaciones también se pueden usar otros tipos de fibras, incluyendo fibras poliméricas, fibras de celulosa y similares. El término papel para placas se puede usar indistintamente en este documento con la fibra de refuerzo, la estera de refuerzo de fibra no tejida y/o la estera de fibra no tejida, pero se debe tener en cuenta que estos términos pueden referirse al mismo material. Otros materiales de relleno también pueden agregarse a la estera de fibra no tejida por varias razones, algunas de las cuales se describen con mayor detalle en el presente documento. Estos y otros aspectos de las realizaciones pueden apreciarse más completamente con referencia a la descripción de las diversas figuras proporcionadas en este documento a continuación.

Las figuras 1 y 2, respectivamente, muestran una vista en perspectiva en despiece de una celda de batería de plomo-ácido 200 y una vista en sección transversal de la celda de batería de plomo-ácido 200. La celda de batería de plomo-ácido 200 puede representar una celda utilizada en baterías de plomo-ácido inundadas o baterías de fibra de vidrio absorbente (AGM). Cada celda 200 puede proporcionar una fuerza electromotriz (fem) de aproximadamente 2,1 voltios y una batería de plomo-ácido puede incluir 3 celdas 200 conectadas en serie para proporcionar una fem de aproximadamente 6,3 voltios o puede incluir 6 celdas 200 conectadas en serie para proporcionar una fem de aproximadamente 12,6 voltios, y similares. La celda 200 puede incluir una placa positiva o electrodo 202 y una placa negativa o electrodo 212 separados por un separador de batería 220 para aislar eléctricamente los electrodos 202 y 212. El electrodo positivo 202 puede incluir una rejilla o conductor 206 de material de aleación de plomo. Un material activo positivo 204, como el dióxido de plomo, suele estar cubierto o pegado en la rejilla 206. La rejilla 206 también está típicamente acoplada eléctricamente con un terminal positivo 208. La rejilla 206 proporciona soporte estructural para el material activo positivo 204 junto con la conductividad eléctrica al terminal 208.

Del mismo modo, el electrodo negativo 212 incluye una rejilla o conductor 216 de material de aleación de plomo que

está recubierto o pegado con un material activo negativo 214, como el plomo. La rejilla 216 está acoplada eléctricamente con un terminal negativo 218. Al igual que la rejilla 206, la rejilla 216 aloja estructuralmente el material activo negativo 214 junto con el suministro de conductancia eléctrica al terminal 218. En baterías de plomo-ácido de tipo inundado, el electrodo positivo 202 y el electrodo negativo 212 pueden sumergirse en un electrolito (no mostrado) que puede incluir una solución de ácido sulfúrico y agua. En las baterías de plomo-ácido de tipo AGM, el electrolito puede absorberse y mantenerse dentro del separador 220 de la batería. El separador 220 de la batería puede colocarse entre el electrodo positivo 202 y el electrodo negativo 212 para separar físicamente y aislar eléctricamente los dos electrodos al tiempo que permite el transporte iónico, completando así un circuito y permitiendo que una corriente electrónica fluya entre el terminal positivo 208 y el terminal negativo 218. El separador 220 puede incluir una membrana microporosa (es decir, el componente negro sólido), que a menudo es una película polimérica que tiene una conductancia despreciable. La película polimérica puede incluir huecos de tamaño micro que permiten el transporte iónico (es decir, el transporte de portadores de carga iónica) a través del separador 220. En algunos ejemplos, la membrana microporosa o la película polimérica pueden tener un espesor de 50 micrómetros o menos, incluidos 25 micrómetros o menos, pueden tener una porosidad de aproximadamente 50% o 40% o menos, y pueden tener un tamaño de poro promedio de 5 micrómetros o menos, incluyendo 1 µm o menos. La película polimérica puede incluir varios tipos de polímeros que incluyen poliolefinas, poli (fluoruro de vinilideno), politetrafluoroetileno, poliamida, poli (alcohol vinílico), poliéster, cloruro de polivinilo, nailon, poli (tereftalato de etileno) y similares. El separador 220 también puede incluir una o más fibras de fibra (por ejemplo, la fibra de soporte del separador) que se colocan adyacentes a uno o ambos lados de la membrana microporosa/película polimérica para reforzar la membrana microporosa y/o proporcionar resistencia a la perforación. En aplicaciones AGM, la película polimérica puede no estar incluida. En su lugar, el separador 220 de fibra no tejida puede ser relativamente grueso y utilizarse tanto para absorber el electrolito como para aislar eléctricamente los electrodos positivo y negativo.

Posicionado cerca de una superficie del electrodo negativo 212 puede haber una estera de fibra no tejida 230 (denominada en este documento fibra de refuerzo, una estera de refuerzo de fibra no tejida o una estera de fibra no tejida). La fibra de refuerzo 230 se puede disponer parcial o totalmente sobre la superficie del electrodo negativo 212 para cubrir parcial o totalmente la superficie. Como se muestra en la FIG. 3A-C, la fibra de refuerzo 230 puede estar dispuesta en ambas superficies del electrodo negativo 212, o puede envolver o rodear completamente el electrodo. Del mismo modo, aunque la fibra de refuerzo 230 se muestra en la superficie exterior del electrodo 212, en algunos ejemplos, la fibra de refuerzo 230 se puede colocar en la superficie interior del electrodo 212 (es decir, el separador 220 adyacente). La fibra de refuerzo 230 puede reforzar el electrodo negativo 212 y puede proporcionar un componente de soporte adicional para el material activo negativo 214. El soporte adicional provisto por la fibra de refuerzo 230 puede ayudar a reducir los efectos negativos de desprendimiento de las partículas de material activo negativo a medida que la capa de material activo se ablanda debido a los ciclos repetidos de carga y descarga. Esto puede reducir la degradación comúnmente experimentada por el uso repetido de baterías de plomo-ácido. Como se describe con mayor detalle a continuación, el soporte estructural proporcionado por la fibra de refuerzo 230 puede mejorarse enormemente reduciendo la porosidad y/o la permeabilidad al aire de la fibra de refuerzo 230.

La fibra de refuerzo 230 a menudo puede estar impregnada o saturada con el material activo negativo 214, de modo que la fibra de refuerzo 230 esté parcial o totalmente dispuesta dentro de la capa de material activo 214. La impregnación o saturación del material activo dentro de la fibra de refuerzo significa que el material activo penetra al menos parcialmente en la fibra. Por ejemplo, la fibra de refuerzo 230 puede estar totalmente impregnada con el material activo negativo 214, de modo que la fibra de refuerzo 230 está completamente enterrada dentro del material activo negativo 214 (es decir, completamente enterrada dentro de la pasta de plomo). Enterrar completamente la fibra de refuerzo 230 dentro del material activo negativo 214 significa que la fibra está completamente dispuesta dentro del material activo negativo 214. Por ejemplo, la fibra de refuerzo 230 puede estar dispuesta dentro del material activo negativo 214 hasta aproximadamente una profundidad X de aproximadamente 0,51 mm (20 milésimas de pulgada (es decir, 0,020 pulgadas)) desde una superficie exterior del electrodo 212. En otros ejemplos, la fibra de vidrio 230 puede descansar sobre el material activo negativo 214, de modo que la fibra está impregnada con muy poco material activo. A menudo, la fibra de refuerzo 230 puede estar impregnada con el material activo negativo 214 de modo que la superficie exterior de la fibra forma o es sustancialmente adyacente a la superficie exterior del electrodo 212 (ver fibra de refuerzo 240). En otras palabras, el material activo puede penetrar completamente a través de la fibra de refuerzo 230, de modo que la superficie exterior del electrodo 212 es una mezcla o fibra de material activo y fibras de la fibra de refuerzo.

El grosor de la fibra de vidrio puede ser una función del peso de la fibra, el contenido de aglomerante (medido por la pérdida por ignición [LOI]) y el diámetro de la fibra. El tipo de aglutinante utilizado y la longitud de las fibras pueden ser factores más débiles para determinar el grosor de la fibra de vidrio. Sin embargo, un mayor contenido de aglutinante, generalmente puede reducir el grosor de la fibra de vidrio, aunque el uso excesivo de aglomerante puede plantear varios desafíos de procesamiento durante la producción de la placa y posteriormente. Un peso más bajo de la fibra también puede reducir el grosor de la fibra. Sin embargo, el peso de la fibra también puede estar limitado porque la fibra debe proporcionar suficiente resistencia a la tracción durante los procedimientos de enrollamiento y aguas abajo.

Como se describe en el presente documento, la fibra de refuerzo 230 puede incluir una pluralidad de fibras de vidrio y un aglutinante resistente al ácido que acopla la pluralidad de fibras de vidrio para formar la fibra de refuerzo. La

fibra de refuerzo 230 puede tener un peso de área de entre aproximadamente 10 y 100 g/m², incluyendo entre aproximadamente 20 y 60 g/m². La fibra de refuerzo 230 se puede usar para reforzar una placa o electrodo de una batería de plomo-ácido y puede incluir una mezcla relativamente homogénea de fibras de vidrio gruesas que pueden incluir una pluralidad de primeras fibras de vidrio que tienen un diámetro entre aproximadamente 0,01-5 µm y una pluralidad de segundas fibras que tienen un diámetro de al menos 6 µm. En algunos ejemplos, la mezcla relativamente homogénea puede constituir entre aproximadamente el 70-95% de la masa de la fibra 230. En algunos ejemplos, la mezcla homogénea también puede incluir 5-30% en peso de fibras eléctricamente conductoras (el % se refiere al peso total de la fibra). Por ejemplo, las fibras eléctricamente conductoras que tienen diámetros de aproximadamente 6 µm y superiores y que tienen longitudes entre aproximadamente 8 y 10 mm pueden incluirse en la mezcla relativamente homogénea. La fibra de refuerzo 230 también incluye un aglutinante resistente al ácido que une la pluralidad de primeras y segundas fibras de vidrio entre sí para formar la fibra de refuerzo 230. En general, la estera de fibra no tejida, tal como la fibra de refuerzo 230, incluye además un componente humectante que se aplica a la fibra para aumentar la capacidad de humectación/mecha de la fibra. El componente humectante está presente en una cantidad que provoca una altura de mecha promedio de al menos 1,0 cm según el método ISO8787.

Como se describió con brevedad anteriormente, la fibra de refuerzo 230 puede incluir una pluralidad de fibras aislantes eléctricamente, como vidrio, poliolefina, poliéster y similares, que se usan principalmente para reforzar el electrodo. Debido a que la fibra de refuerzo 230 puede estar hecha de tales fibras aislantes, la fibra de refuerzo 230 puede ser esencialmente no conductora antes de la adición del material eléctricamente conductor o sin éste. Por ejemplo, sin combinar o agregar el material/capa conductora, la fibra de refuerzo 230 puede tener una resistencia eléctrica superior a aproximadamente 1 Megohm por metro cuadrado. En la fabricación de la fibra de refuerzo 230, se puede eliminar agua u otro líquido (por ejemplo, a través de un vacío) de una suspensión de las fibras en el medio líquido. Luego se puede aplicar un aglutinante a las fibras de poliolefina o vidrio no tejido tendido en húmedo para formar la fibra de refuerzo 230. Como se describió anteriormente, en algunos ejemplos, el material conductor o las fibras se pueden agregar al aglutinante y/o al medio líquido. Como ejemplo, la fibra de refuerzo 230 puede tener un grosor de entre aproximadamente 50 µm y aproximadamente 500 µm y tener un tamaño de poro promedio de entre aproximadamente 5 µm y aproximadamente 5 milímetros.

La fibra de refuerzo 230 también puede incluir un componente de humectación que se aplica a la fibra de refuerzo para aumentar la capacidad de humectación/permeabilidad de la fibra de refuerzo. La capacidad de humectación/permeabilidad de la fibra de refuerzo 230 se puede aumentar de manera que la fibra de refuerzo tenga o exhiba una altura de mecha promedio de al menos 1,0 cm según el método ISO8787. La fibra puede mostrar una mecha promedio de al menos 1,0 cm sin un componente humectante adicional, siempre que el aglutinante resistente al ácido proporcione dicha humectabilidad/permeabilidad, por ejemplo, a través de la presencia de grupos funcionales hidrófilos, ya sea en el propio aglutinante o en la composición de aglutinante aplicada.

Como se describe en este documento, el componente humectante puede ser un componente humectable del aglutinante resistente al ácido, tal como un aglutinante resistente al ácido que tiene un grupo funcional hidrofílico, un aglutinante hidrofílico que se mezcla con el aglutinante resistente al ácido, el componente humectante puede ser fibras componentes, como celulosa, algodón, otras fibras naturales, poliéster, otras fibras sintéticas, o una combinación de fibras naturales y/o sintéticas, que están unidas a las fibras de vidrio de la fibra de refuerzo 230, o el componente humectante puede ser una solución humectable, tal como una solución de almidón o celulosa, que se aplica a la fibra de refuerzo 230 de manera que la solución humectable sature la fibra de refuerzo 230 o se disponga en al menos una superficie de la fibra de refuerzo 230 después del secado de la solución humectable. En algunos ejemplos, el componente humectante puede incluir una combinación de cualquiera de los componentes mencionados anteriormente, tal como una combinación de fibras de celulosa y un aglutinante resistente a los ácidos que tiene un componente humectable. En ejemplos específicos, las fibras de vidrio de la fibra de refuerzo 230 pueden incluir primeras fibras que tienen diámetros de fibra entre aproximadamente 0,5 µm y aproximadamente 5 µm o entre aproximadamente 0,5 µm y aproximadamente 1 µm y segundas fibras que tienen diámetros de fibra de al menos aproximadamente 6 µm. Según algunos ejemplos, las fibras componentes pueden formar una estera de fibra componente que está unida a al menos un lado de la fibra de refuerzo de vidrio 230 de manera que la fibra de refuerzo 230 comprende una configuración de fibra de dos capas. Las fibras componentes pueden mezclarse con las fibras de vidrio de manera que al formar la fibra de vidrio, las fibras componentes pueden enredarse y unirse a las fibras de vidrio. Preferiblemente, tales fibras componentes pueden formar hasta 50% en peso respecto al peso total de la fibra. La composición de aglutinante que se está aplicando puede contener, junto al aglutinante resistente al ácido mencionado anteriormente, un componente humectante que se incluye típicamente en la composición de aglutinante resistente al ácido y forma hasta el 50% en peso de la composición de aglutinante, en base a los sólidos aglutinantes.

Con referencia a las figuras 3A-3C, se ilustran varias configuraciones de la fibra de refuerzo de electrodos. La FIG. 3A ilustra una configuración en la que un electrodo 300 tiene una única fibra de refuerzo 302 dispuesta sobre o cerca de una superficie exterior. Como se describió anteriormente, la fibra de refuerzo 302 puede incluir un material y/o capa conductora para permitir el flujo de electrones en una superficie y/o a través de la fibra de refuerzo 302 a un terminal de batería. La fibra de refuerzo 302 también puede incluir un componente humectante como se describe anteriormente para proporcionar a la fibra 302 características de humectabilidad mejoradas. La placa de refuerzo 302 puede cubrir parcial o totalmente la superficie exterior del electrodo 300. La configuración de la fig. 3B puede ser similar a la de la fig. 3A, excepto que se puede colocar una fibra de refuerzo adicional 304 sobre o cerca de una

superficie opuesta del electrodo 300, de modo que el electrodo 300 se pueda colocar entre las dos fibras de vidrio, 302 y 304. Cualquiera o ambas fibras de refuerzo, 302 y 304, pueden incluir un material y/o capa conductora para permitir el flujo de electrones a un terminal de la batería, así como un componente humectante. Como tal, el electrodo 300 se puede intercalar entre dos fibras de refuerzo conductor 302 y 304. La FIG. 3C ilustra una configuración en la que una placa de refuerzo 306 puede envolver o rodear el electrodo 300. Aunque la fig. 3C ilustra la fibra de refuerzo 306 que envuelve completamente el electrodo 300, en muchos ejemplos una parte superior o porción de la fibra 306, o una porción de la misma, está abierta. La fibra de vidrio 306 puede incluir el material conductor y/o la capa como se describió anteriormente para permitir el flujo de electrones, así como un componente humectante.

Con referencia de nuevo a las figs. 1 y 2, colocados cerca de una superficie del electrodo positivo 202, hay una fibra de refuerzo 240. La fibra de refuerzo 240 puede estar dispuesta y/o acoplada con un electrodo positivo 202 similar a la disposición y acoplamiento de la fibra de refuerzo 230 con respecto al electrodo negativo 212. Por ejemplo, la fibra de refuerzo 240 se puede colocar parcial o totalmente sobre la superficie del electrodo positivo 202 para cubrir parcial o totalmente la superficie, se puede colocar en una superficie interna del electrodo 202 (es decir, el separador 220 adyacente) en lugar de la configuración de la superficie exterior mostrada, y/o se puede impregnar o saturar con el material activo positivo 204, de modo que la fibra de refuerzo 240 esté parcial o totalmente dispuesta dentro de la capa de material activo 204. Al igual que la fibra de refuerzo 230, la fibra de refuerzo 240 puede proporcionar un soporte adicional para ayudar a reducir los efectos negativos del desprendimiento de las partículas de material activo positivo debido a los ciclos repetidos de carga y descarga.

Con respecto a las funciones de refuerzo de las fibras de refuerzo 230 y/o 240, en algunos ejemplos, los aspectos de refuerzo de estas fibras pueden mejorarse mezclando fibras que tienen diferentes diámetros de fibra. Las fibras de refuerzo 230 y 240 (a las que se hace referencia más adelante como fibras de refuerzo 230) pueden tener características y composiciones similares, y pueden incluir una mezcla de dos o más fibras de diferentes diámetros. La fibra de refuerzo 230 incluye una pluralidad de primeras microfibras, con diámetros de fibra que oscilan entre aproximadamente 0,5 μm y aproximadamente 5 μm , entre aproximadamente 0,5 μm y aproximadamente 1 μm , o entre aproximadamente 0,7 μm y aproximadamente 2 μm . Las primeras microfibras se mezclan con una pluralidad de segundas fibras gruesas, que tienen diámetros de fibra de al menos aproximadamente 6 μm , y típicamente entre aproximadamente 8 μm y aproximadamente 20 μm , y más comúnmente entre aproximadamente 10 μm y aproximadamente 15 μm . En algunos ejemplos, la pluralidad de segundas fibras gruesas puede incluir un tamaño de material de silano. La mezcla de las dos o más fibras de diferentes diámetros da como resultado una fibra que es lo suficientemente fuerte como para alojar estructuralmente el material activo como se describe anteriormente y para resistir los diversos procedimientos de fabricación de placas, a la vez que minimiza el grosor y el tamaño general de la fibra. Se puede desear reducir el grosor de la fibra de refuerzo 230 mientras se mantiene la resistencia de la fibra ya que la fibra de refuerzo 230 es típicamente un componente químicamente inactivo y, por lo tanto, no contribuye al procedimiento electroquímico de la batería. La reducción del volumen de la placa de refuerzo 230 ayuda a minimizar el volumen de la batería de componentes que no contribuyen electroquímicamente.

En ejemplos, la fibra de refuerzo 230 incluye una mezcla de entre el 10% en peso y el 50% en peso de las primeras microfibras y entre el 50% en peso y el 90% en peso de las segundas fibras gruesas. En estos u otros ejemplos, la fibra de refuerzo 230 puede incluir una mezcla de entre 20% en peso y 30% en peso de las primeras microfibras y entre 70% en peso y 80% en peso de las segundas fibras gruesas. En estos u otros ejemplos, la fibra de refuerzo 230 puede incluir una mezcla de entre 30% en peso y 50% en peso de las primeras microfibras y entre 50% en peso y 70% en peso de las segundas fibras gruesas. En algunos ejemplos, la fibra de refuerzo 230 puede incluir una mezcla de entre el 15% en peso y el 40% en peso de las primeras microfibras y entre el 60% en peso y el 85% en peso de las segundas fibras gruesas. En otros ejemplos, la mezcla de las primeras microfibras y las segundas fibras gruesas es aproximadamente igual (es decir, 50% en peso de las primeras microfibras y las segundas fibras gruesas).

La longitud de las fibras gruesas también puede contribuir a la resistencia general de la fibra de refuerzo 230 al enredarse físicamente con fibras adyacentes o haces de fibras y/o crear puntos de contacto adicionales donde las fibras separadas se unen a través de un aglutinante aplicado. En los ejemplos, las fibras gruesas tienen longitudes de fibra que varían entre aproximadamente 0,85 cm (1/3 pulgadas) y aproximadamente 3,81 cm (1 1/2 pulgadas), aunque es más común un límite de longitud superior de 3,18 cm (1 1/4 pulgadas). Este rango de longitudes proporciona suficiente resistencia de la fibra al tiempo que permite que las fibras se dispersen en una solución de agua blanca para aplicaciones de procesamiento de la fibra. En otros ejemplos, las fibras gruesas tienen longitudes de fibra que varían entre 1,27 cm y 1,91 cm (1/2 y 3/4 de pulgada). Las longitudes de las fibras de las primeras microfibras pueden ser diferentes de las longitudes de las fibras de las segundas fibras gruesas.

El tipo y la cantidad de aglomerante resistente al ácido utilizado para unir la primera microfibra y la segunda fibra gruesa también pueden contribuir a la resistencia y el grosor generales de la fibra de refuerzo 230. Como se describió anteriormente, el aglomerante es generalmente un aglutinante resistente al ácido y/o químicamente resistente que brinda la durabilidad para durar en el ambiente ácido durante toda la vida útil de la batería, la resistencia para resistir a la operación de pegado de la placa y la permeabilidad para permitir la penetración de la pasta. Preferiblemente, el aglutinante resistente a los ácidos es un polímero resistente a los ácidos. Por ejemplo, tal aglomerante puede ser un aglutinante acrílico, un aglutinante de melamina, un aglutinante UF, o similares. El

aglutinante también puede incluir y unir el material conductor a la primera y/o segunda fibras gruesas. El mayor uso de aglomerante puede reducir el grosor de la fibra de refuerzo 230 al crear más enlaces de fibra y densificar la fibra de refuerzo 230. El aumento de los enlaces de las fibras también puede reforzar la fibra de refuerzo 230. Típicamente, el aglutinante se aplica a las primeras microfibras y a las segundas fibras gruesas de manera que el aglutinante forme entre aproximadamente el 5% y el 45% en peso de la fibra de refuerzo 230, más preferiblemente entre aproximadamente el 15% y el 35% en peso de la fibra de refuerzo. Más preferiblemente, el aglutinante se aplica a las primeras microfibras y a las segundas fibras gruesas de manera que el aglutinante se forme entre aproximadamente el 5% y el 30% en peso de la fibra de refuerzo 230.

Como se describe en este documento, el material conductor puede mezclarse con el aglutinante o un aglutinante secundario y aplicarse a la primera y/o segunda fibras gruesas durante la fabricación de la fibra de refuerzo 230 o posteriormente.

El componente humectante se puede mezclar con el aglutinante en algunos ejemplos. La fibra de refuerzo resultante 230 exhibe una altura de mecha promedio de al menos 1,0 cm según ISO8787. El componente humectante se puede disolver en una solución ácida de la batería de plomo-ácido, de manera que una parte significativa de la estera de fibra no tejida se pierde debido a la disolución del componente humectante. Por ejemplo, puede perderse entre aproximadamente el 5 y el 85% de la masa de la fibra de refuerzo 230.

Refiriéndonos ahora a la FIG. 4, se ilustra un procedimiento 400 para fabricar un electrodo. El procedimiento puede involucrar el transporte de una rejilla de aleación de plomo 410 en un transportador hacia un aplicador de material activo 430 (por ejemplo, aplicador de pasta de plomo u óxido de plomo), que aplica o pega el material activo 430 a la rejilla 410. Un rollo de tejido no tejido 420 puede colocarse debajo de la rejilla 410 de manera que se aplique una fibra de refuerzo a una superficie inferior de la rejilla 410. La fibra de refuerzo puede incluir un material y/o capa conductora, así como un componente humectante, como se describe en el presente documento. En algunos ejemplos, la fibra de refuerzo también puede incluir una mezcla de fibras como se describe en el presente documento. En algunos ejemplos, la fibra de refuerzo también puede incluir una mezcla de fibras gruesas y microfibras además del componente humectante como se describe en este documento. Un segundo rollo de fibra no tejida 440 puede colocarse por encima de la rejilla 410 de modo que se aplique una segunda fibra de refuerzo a una superficie superior de la rejilla 410. La segunda fibra de refuerzo también puede incluir un material conductor, un componente humectante, y/o capa y/o mezcla de fibras gruesas y/o microfibras (similar o diferente a la fibra de refuerzo 420). El electrodo o placa 450 resultante puede cortarse posteriormente a través de un cortador de placa (no mostrado). Como se describe en este documento, el material activo 430 se puede aplicar a la rejilla 410 y/o a la parte superior e inferior de las fibras de refuerzo, 440 y 420, de modo que el material activo impregne o sature las fibras hasta un grado deseado. El electrodo o la placa 450 se pueden secar luego a través de un secador (no mostrado) u otro componente del procedimiento 400. Como se describe en este documento, las fibras de refuerzo, 440 y 420, pueden ayudar a secar el electrodo o la placa 450 al absorber el agua y/o la solución de agua/ácido del electrodo o placa 450 para permitir que el agua y/o el agua/solución ácida se evapore.

Como se describió brevemente más arriba, una de las funciones principales del papel para placas es minimizar el desprendimiento de materiales activos durante la carga y descarga de la batería. Se cree que la reducción del desprendimiento de los materiales activos prolonga la vida útil de la batería. El desprendimiento activo se reduce por el soporte estructural proporcionado por el papel para placas. Cuando se elimina el material activo, es posible que no participe en la reacción química que produce la energía de la batería. Por ejemplo, cuando el material activo se desprende de la placa, puede mezclarse con el electrolito o dentro de éste. El material activo puede hundirse hasta el fondo de la batería si las partículas del material activo son lo suficientemente grandes. Este material activo desprendido no puede reformarse con la placa y, por lo tanto, no puede utilizarse en la reacción química. En otras palabras, el material desprendido ya no será un "material activo". Por lo tanto, se reduce la utilización de material activo, lo que afecta negativamente al rendimiento y a la vida útil de la batería. De manera similar, cuando el tamaño de partícula del material activo desprendido es pequeño, el material activo desprendido de la placa positiva puede filtrarse o migrar al lado negativo para convertirse en plomo. Las partículas de plomo pueden alinearse y acortar las placas positivas y negativas. La permeabilidad y/o el soporte estructural proporcionado por el papel para placas puede aumentarse reduciendo la porosidad y/o la permeabilidad al aire del papel para placas. La porosidad y/o la permeabilidad al aire del papel para placas pueden disminuir utilizando materiales de relleno y/o aumentando la cantidad de microfibras que se usan en el papel para placas.

En lo que respecta a la permeabilidad de las fibras convencionales, los procedimientos convencionales suelen utilizar un fibra de vidrio no tejido delgado o un fibra de PET (tereftalato de polietileno) para las aplicaciones de pegado de placas en baterías de plomo-ácido inundadas. Las fibras de PET se usan comúnmente para baterías "EFB" (Batería inundada mejorada). En general, estas fibras no tienen ninguna propiedad de absorción significativa, es decir, la altura de absorción es esencialmente cero por el método de prueba definido en ISO8787. Una fibra con buenas propiedades de absorción es deseable porque tiende a reducir la resistencia interna de la batería. Como se describió anteriormente, algunas baterías AGM usan fibras que están hechas esencialmente de microfibras de vidrio. Sin embargo, es probable que estas fibras estén sobredimensionadas para los fines de absorción y carezcan de suficiente resistencia, lo que puede causar problemas de procesamiento durante el pegado y, por lo tanto, una menor eficiencia de la batería. Se desea una fibra que posea buenas propiedades de absorción y resistencia.

En lo que respecta a los separadores, la configuración de una membrana de polietileno con un fibra de soporte (generalmente un fibra de vidrio no tejido sin ninguna propiedad de absorción significativa) no funciona bien cuando no se realiza el mantenimiento de rutina de la batería (por ejemplo, no se agrega agua regularmente) o cuando la batería está sometida a altas temperaturas durante un período prolongado de tiempo. La batería tiende a perder agua ("secado" parcial), lo que conduce a al menos dos problemas. Primero, las partes superiores de las placas de electrodo se exponen al aire y las placas negativas pueden oxidarse. Además, debido al menor volumen de los electrodos en el electrolito, se puede reducir el uso de materiales activos, lo que reduce la capacidad y el rendimiento de la batería. En segundo lugar, el electrolito ácido sulfúrico se concentra más y la concentración de ácido resultante no es óptima. Esta mayor concentración puede reducir el rendimiento de la batería y ser más corrosivo para todas las partes de la batería, incluidas las placas, el separador y el contenedor. Una fibra de soporte que tiene buenas propiedades de absorción del electrolito, como las que se describen en este documento, permite que la fibra retenga algo del electrolito y cubra los electrodos cuando el volumen del electrolito se reduce debido a la exposición a altas temperaturas durante un período prolongado de tiempo. Por tanto, la oxidación de la placa negativa se puede minimizar.

Las papeles para placas convencionales típicamente no reducen la porosidad y/o la permeabilidad al aire de la papel para placas debido al aumento de la resistencia eléctrica que resulta de una disminución de la porosidad y/o la permeabilidad al aire de la papel para placas. Por ejemplo, el tamaño de poro promedio de algunas papeles para placas es mayor que 1 mm y la permeabilidad del aire medida por la prueba de Frazier descrita por el Método Estándar ASTM 0737 es generalmente superior a 28316,84 litros por minuto por 0,9 metros cuadrados (1000 cfm/ft²) (a 125 Pa). Una razón por la que las papeles para placas convencionales no están relacionadas con la disminución del tamaño de los poros y/o la permeabilidad al aire es que un tamaño de poro promedio demasiado bajo aumenta significativamente la resistencia interna/eléctrica de la batería de plomo ácido y, por lo tanto, conduce a un rendimiento adverso de la batería. Por ejemplo, si el fibra es demasiado cerrada o densa, la resistencia eléctrica aumenta porque los iones no tienen un camino adecuado para fluir a través de la fibra. Dicho de otra manera, un fibra cerrada o densa da como resultado que los iones sigan una trayectoria tortuosa a través del fibra, lo que afecta a las reacciones químicas y aumenta la resistencia interna de la batería.

La siguiente fórmula se puede usar para evaluar la resistencia de un separador. La fórmula también es aplicable para evaluar el impacto de una fibra de vidrio, como un soporte de separador o papel para placas. Como lo indica la fórmula, con una menor permeación de aire/menor tamaño de poro, la resistencia eléctrica de la fibra de vidrio aumenta. Además, cuando el tamaño de los poros es muy pequeño, puede afectar negativamente a la cristalización del material activo. Además, cuando la fibra de vidrio está más abierta, la fibra de vidrio puede ser más beneficiosa para pegar el material activo, ya que el material activo puede penetrar a través de la fibra de vidrio y así lograr una mejor adhesión/unión entre la fibra de vidrio y la placa. La resistencia de la fibra de vidrio es una función de la resistividad del electrolito (ácido) además del diseño, la estructura de los poros y la composición de la fibra de vidrio. La resistencia (R) del electrolito dentro de una estructura porosa (Ω) se puede determinar de acuerdo con la fórmula:

$$R = pL\tau^2/PA$$

donde p es igual a la resistividad del electrolito; L es igual al grosor de la fibra de vidrio; τ es igual a la tortuosidad de la trayectoria de los poros (estructura); P es igual a la porosidad rellena de ácido (estructura y composición); y A es igual al área de la sección transversal a través de la cual fluyen los iones.

Las papeles para placas convencionales y las fibras de soporte del separador son delgadas y abiertas (es decir, tienen tamaños de poros más grandes) para minimizar la resistencia eléctrica y maximizar la funcionalidad y el contacto entre el electrodo y el electrolito. Además, las papeles para placas convencionales y/o las fibras de soporte del separador que tienen una combinación de fibras de diferentes tamaños y/o componentes hidrófilos tienen típicamente "agujeros de aguja" debido a que se fabrican utilizando un procedimiento convencional de colocación en húmedo. Los orificios de las agujas se deben comúnmente a que la papel para placas y/o las fibras de soporte del separador reflejan la superficie sobre la cual se forma. Por ejemplo, en un procedimiento convencional de colocación en húmedo, se forma una estera colocada en húmedo en una cadena o correa de formación. La estera colocada en húmedo luego se transporta a una cadena de aplicación donde se aplica el aglutinante. La fibra luego se transporta a la cadena del horno para su secado y curado. La estera colocada en húmedo refleja la forma de las diversas cadenas/correas, lo que generalmente resulta en pequeños orificios (es decir, "orificios de alfiler" u "orificios de aguja") que se forman en la fibra.

Las propiedades de absorción de dichas papeles para placas y fibras de soporte se reducen debido a la existencia de esos "agujeros de aguja". Los orificios de la aguja también dan como resultado que las papeles para placas y las fibras de soporte tengan tamaños de poros más grandes, lo que aumenta la permeabilidad al aire de las fibras.

Las papeles para placas y/o las fibras de soporte del separador descritas en este documento están configurados para tener tamaños de poros y permeabilidad al aire significativamente reducidos. Estas papeles para placas y/o fibras de soporte de separador también exhiben excelentes propiedades de resistencia y permeabilidad de la humedad como se describió anteriormente. El tamaño de los poros pequeños y la menor permeabilidad al aire es un indicador de cuán cerradas o densas están las fibras de la fibra, lo que evita el desprendimiento al minimizar el espacio al que el material activo puede hacer la transición o moverse. En una realización, los tamaños de poro y la

permeabilidad al aire se reducen empleando una combinación óptima de fibras de vidrio de mayor diámetro y fibras de vidrio de menor diámetro. Las fibras de vidrio de mayor diámetro son típicamente fibras que tienen un diámetro de fibra superior a 6 μm , aunque es más común un diámetro de fibra de entre 8 μm y 20 micras, y un diámetro de fibra de entre aproximadamente 10 μm y 15 micras es más común. Las fibras de vidrio de diámetro más pequeño o las microfibras tienen típicamente un diámetro de fibra de menos de 5 μm , y más comúnmente entre aproximadamente 0,5 μm y 5 μm , y más comúnmente entre aproximadamente 0,7 μm y 3 μm . El uso de las microfibras en los rangos reivindicados en este documento da como resultado un mayor "puenteado" de las fibras en la papel para placas. El término puenteado, como se usa en este documento, describe el entremezclado de las fibras dentro de la fibra de papel para placas resultante. El aumento de entremezclado o puenteado reduce los efectos de los "agujeros de aguja", por lo que esencialmente cubre los agujeros creados.

En otras realizaciones, se puede agregar una carga hidrofílica o varias cargas con buena resistencia a los ácidos y gran área de superficie durante el procedimiento de colocación en húmedo para llenar los orificios de la aguja que se forman durante el procedimiento de colocación en húmedo. Los rellenos hidrófilos agregados reducen significativamente el tamaño de los poros y la permeabilidad al aire de la fibra resultante y pueden hacer que la fibra resultante sea más suave. Por lo tanto, las propiedades de absorción de la fibra resultante y la capacidad para alojar estructuralmente el material activo (es decir, evitar el desprendimiento del material activo) se mejora significativamente.

De acuerdo con una realización, la estera de fibra no tejida que está configurada para reforzar los electrodos de la batería de plomo-ácido (en adelante en este documento, papel para placas) incluye una pluralidad de primeras fibras de vidrio o microfibras que tienen un diámetro de fibra promedio de menos de 5 μm , y más comúnmente menos de 3 μm . Como se menciona en este documento, en algunas realizaciones, las microfibras pueden no tener un diámetro de fibra promedio de aproximadamente 1 μm . En una realización específica, las microfibras pueden tener un diámetro promedio de fibra de aproximadamente 0,7 μm . El papel para placas también puede incluir una pluralidad de fibras de vidrio secundarias o gruesas que tienen un diámetro promedio superior a 6 μm , y más comúnmente entre aproximadamente 8 μm y 20 μm y más comúnmente entre aproximadamente 10 μm y 15 μm . En una realización específica, las fibras de vidrio gruesas pueden tener un diámetro promedio de fibra de aproximadamente 13 μm . El papel para placas incluye además una composición aglomerante resistente a los ácidos que une la pluralidad de microfibras y las fibras de vidrio gruesas.

El papel para placas incluye entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 50% en peso de las microfibras y entre aproximadamente el 50% y el 90% en peso de las fibras de vidrio gruesas. En una realización específica, el papel para placas incluye aproximadamente el 70% en peso de las fibras gruesas y el 30% en peso de las microfibras, excluyendo otros materiales que se aplican al papel para placas, como el aglutinante y/o cualquier material de relleno. El papel para placas tiene un tamaño de poro promedio de entre 1 μm y 100 μm y exhibe una permeabilidad al aire de menos de 2831,68 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados 100 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado (cfm/ft^2) medido a 125 Pa de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737. En algunas realizaciones, el papel para placas puede tener un tamaño de poro promedio de entre 1 y 50 μm y/o puede mostrar una permeabilidad al aire por debajo de 283,168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (10 cfm/ft^2) o incluso 28,3168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (1 cfm/ft^2) medido a 125 Pa de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737.

Los tamaños de poros descritos en este documento de entre 1 μm y 100 μm son significativamente más pequeños que los utilizados en los papeles para placas convencionales, mientras que la permeabilidad al aire es menor que 28,3168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (1 cfm/ft^2), 283,168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (10 cfm/ft^2) o 2831,68 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (100 cfm/ft^2) también es significativamente menor que los exhibidos por los papeles para placas convencionales. Por ejemplo, los papeles para placas convencionales típicamente tienen un tamaño de poro de 1 mm o más y exhiben una permeabilidad al aire de 28316,84 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (1000 cfm/ft^2) o más. El tamaño de poro inferior y/o la permeabilidad al aire del papel para placas que se describe en este documento puede producir un aumento en la resistencia eléctrica interna de la batería, pero también aumentará en gran medida el soporte estructural que ofrece el papel para placas (es decir, reducir el desprendimiento del material activo) al mismo tiempo que exhibe mejores características respecto a su permeabilidad y resistencia. Cualquier aumento en la resistencia eléctrica del papel pegado puede ser contrarrestado por la mayor permeabilidad del papel pegado. Dicho de otra manera, el aumento de las propiedades de absorción del papel para placas puede ayudar a reducir la resistencia eléctrica del papel para placas y la batería.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, el papel para placas puede mostrar una altura de mecha promedio de entre aproximadamente 1 cm y aproximadamente 5 cm según el método ISO8787. El papel para placas preferiblemente también exhibe una resistencia a la tracción superior a 17,792 N por 2,54 cm (4 lbf/in). El papel para placas también puede mostrar otras propiedades de permeabilidad y/o resistencia descritas en este documento.

En algunas realizaciones, se puede agregar una carga o varias cargas hidrofílicas al papel para placas. El relleno puede aumentar la permeabilidad. La carga, que está preferiblemente como polvo, puede ser hidrófila y resistente a los ácidos. Por ejemplo, la carga en polvo puede ser sílice, sílice precipitada o sílice sintética ahumada. En general, el relleno en polvo se incluye en la estera final y forma entre aproximadamente 0,1% en peso y aproximadamente

20% en peso, preferiblemente entre aproximadamente 0,1% en peso y aproximadamente 10% en peso, en peso con respecto al peso total de la estera de fibra no tejida.

El polvo o la carga granular es hidrófila y resistente a los ácidos y tiene un área de superficie superior a 10 m²/g y, en las realizaciones principales, tiene un área de superficie de 150 m²/g o mayor. Este polvo o relleno granular disminuye aún más el tamaño de los poros y la permeabilidad al aire de la estera de refuerzo de fibra no tejida a menos de 2831,68 litros por minuto (100 pies cúbicos por minuto). En algunas realizaciones, el relleno en polvo o granular se aplica a un segundo aglutinante que se aplica posteriormente al papel para placas, comúnmente antes de que el papel para placas se seque, por ejemplo, agregando el segundo aglutinante simultáneamente con la aplicación del aglutinante primario, o cerca de éste. El segundo aglutinante puede ser idéntico o diferente al aglutinante primario utilizado. En otras realizaciones más, el polvo o la carga granular se puede agregar al aglutinante primario o a la solución de agua blanca que incluye las fibras gruesas y microfibras. La aplicación del polvo o relleno granular a un aglutinante (es decir, primario o secundario) ayuda a unir o adherir el relleno enriquecido al papel para placas después de la aplicación del relleno.

El polvo o la carga granular puede comprender aproximadamente el 20% o menos en peso de la composición de aglutinante primario o segundo que se aplica a la estera de refuerzo de fibra no tejida. En general, el relleno en polvo se incluye en la estera final y forma entre aproximadamente 0,1% en peso y aproximadamente 20% en peso, preferiblemente entre aproximadamente 0,1% en peso y aproximadamente 10% en peso, en peso respecto al peso total de la estera de fibra no tejida.

La cantidad de polvo o relleno granular que se incluye en el aglutinante puede depender de la máquina que se utilice para mezclar y/o aplicar el aglutinante. Una cantidad de 20% en peso (% en peso se refiere a la solución total de aglutinante) puede ser un límite superior para máquinas de mezcla y/o aplicación de gama alta, mientras que una cantidad de menos del 10% en peso del material de relleno puede ser más común. Una cantidad de entre el 2% o el 4% en peso del relleno alimentado (% en peso se refiere a la solución total de aglomerante) puede ser más ideal para la aplicación a los papeles para placas, ya que estas cantidades son más fáciles de mezclar, controlar y/o aplicar al papel para placas. Por ejemplo, en algunos casos, el uso de más del 4% en peso del polvo o de la carga granular en peso del aglutinante puede afectar negativamente a la eliminación del aglutinante y/u otras soluciones acuosas. La aplicación de demasiado polvo o relleno granular puede crear esencialmente una superficie impermeable o casi impermeable que disminuya la cantidad de agua u otros líquidos que pueden ser aspirados fuera del papel para placas, lo que afecta negativamente al secado del papel para placas. Por tanto, se puede preferir una aplicación de menos del 10% en peso del polvo o relleno granular (% en peso referido a la solución total de aglutinante) con una aplicación de menos del 5% en peso, tal como del 2% al 4%, siendo estos los más preferidos.

Debido a la disminución del tamaño de los poros y la permeabilidad al aire de los papeles para placas descritos en el presente documento, los papeles funcionan como filtros que filtran el polvo o el relleno granular del aglutinante aplicado. Por tanto, la cantidad resultante de polvo o relleno granular en el papel para placas es típicamente mayor que la cantidad que se utiliza en el aglutinante. Dicho de otra manera, debido a que el papel para placas filtra el polvo o la carga granular fuera del aglutinante aplicado, la concentración del polvo o de la carga granular en el papel para placas puede ser mayor que la concentración de polvo o de la carga granular en el aglutinante. La concentración del polvo o el relleno granular en el papel para placas depende de la cantidad de tiempo que el aglomerante/polvo o el relleno granular se aplique al papel para placas, dando lugar las aplicaciones más largas a una mayor concentración y las aplicaciones más cortas dando lugar a una menor concentración. Independientemente de la concentración del polvo o del relleno granular en el aglomerante mencionado anteriormente, el aglutinante se puede aplicar al papel para placas para lograr una concentración de entre el 0,1% y el 20% en peso del polvo o del relleno granular en el papel para placas final como es descrito en este documento.

El polvo o la carga granular preferidos pueden ser un material de sílice, tal como sílice precipitada sintética, SiC y similares. Un ejemplo de sílice precipitada sintética que puede usarse con las realizaciones descritas en este documento es Hi-Sil™ 233-D, 233G-D y/o WB-37 fabricado por PPG Industries, Inc. También se pueden usar otros rellenos inorgánicos apropiados y/o se puede usar más de un relleno. La sílice sintética precipitada es un material extremadamente hidrófilo. Por tanto, además de disminuir el tamaño de los poros y la permeabilidad al aire del papel para placas rellenando los orificios del papel para placas, el uso de sílice sintética precipitada aumenta considerablemente la permeabilidad del papel para placas. El uso de sílice precipitada sintética también permite el uso de una mayor porción de fibras de vidrio gruesas (por ejemplo, con un diámetro de fibra mayor a 6 µm y normalmente entre 8 µm y 20 µm), lo que aumenta considerablemente la resistencia del papel para placas sin afectar ni disminuir significativamente la permeabilidad. También se pueden agregar otros materiales, como agentes humectantes, para mejorar aún más la permeabilidad de la estera.

Con referencia ahora a la FIG. 5, se ilustra un método 500 para fabricar una estera de fibra no tejida para usar en el refuerzo de un electrodo de una batería de plomo-ácido, o para alojar a un separador de una batería de plomo-ácido. En el bloque 502, una pluralidad de primeras fibras de vidrio se mezcla con una pluralidad de segundas fibras de vidrio en una solución de agua blanca. La pluralidad de primeras fibras de vidrio tiene un diámetro promedio de fibra de menos de 5 µm, y comúnmente de menos de 3 µm. En una realización específica, las primeras fibras de vidrio tienen un diámetro medio de fibra de aproximadamente 0,7 µm. La pluralidad de segundas fibras de vidrio tiene un diámetro promedio de fibra superior a 6 µm y, más comúnmente, tiene un diámetro de fibra de entre

aproximadamente 8 μm y 20 μm y, más comúnmente, entre aproximadamente 10 μm y 15 μm . En una realización específica, las segundas fibras de vidrio tienen un diámetro medio de fibra de aproximadamente 13 μm .

En el bloque 504 se elimina un líquido de la solución de agua blanca para formar una estera colocada en húmedo que incluye aproximadamente el 10% y aproximadamente el 50% en peso de la pluralidad de primeras fibras de vidrio y entre aproximadamente el 50% y el 90% en peso de la pluralidad de las segundas fibras de vidrio. El líquido normalmente se elimina colocando la solución de agua blanca en un transportador poroso o semiporoso y aplicando un vacío a la solución de agua blanca. En el bloque 506, se añade una composición aglutinante a la estera colocada en húmedo. En el bloque 508, la estera colocada en húmedo y la composición de aglomerante se secan para formar la estera de fibra no tejida. La estera de fibra no tejida se forma para comportar un tamaño de poro promedio de entre 1 μm y 100 μm y mostrar una permeabilidad al aire de menos de 2831,68 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (100 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado (cfm/ft²)) medido a 125 Pa de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737. Como se describe en el presente documento, la estera de fibra no tejida puede formarse para comportar un tamaño de poro promedio aún más pequeño (por ejemplo, preferiblemente entre 1 μm y 10 μm) y/o mostrar una permeabilidad al aire aún menor (por ejemplo, preferiblemente a menos de 283,168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (10 cfm/ft²) o más preferido menos de 28,3168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (1 cfm/ft²)).

Preferiblemente, entre el 0,1% y aproximadamente el 20% en peso de un relleno en polvo o granular está contenido en la estera de fibra no tejida final. El polvo o la carga granular es hidrófila y resistente a los ácidos y tiene un área de superficie superior a 10 m²/g y, en muchas realizaciones, tiene un área de superficie de 150 m²/g o mayor. En tales realizaciones, el polvo o la carga granular se puede aplicar al aglutinante que se aplica a la estera colocada en húmedo en el bloque 506. En otras realizaciones, el polvo o la carga granular se pueden agregar a la solución de agua blanca con la primera y la segunda fibras de vidrio. En otras realizaciones más, el polvo o la carga granular se pueden agregar a un aglutinante secundario que se aplica a la estera de fibra no tejida. En tales realizaciones, el polvo o la carga granular puede comprender menos del 20% en peso de la composición de aglutinante secundario, aunque, en muchas realizaciones, el polvo o la carga granular comprende entre el 1% y el 4% en peso de la composición de aglutinante secundario. La composición de aglutinante secundario puede aplicarse a la estera de fibra no tejida después del secado de la estera colocada en húmedo y la composición de aglutinante. En algunas realizaciones, la aplicación del polvo o la carga granular se puede lograr a través de una combinación de cualquiera de los procedimientos de aplicación descritos anteriormente. El polvo o la carga granular puede incluir una sílice sintética precipitada.

La estera de fibra no tejida descrita anteriormente, que tiene una baja permeabilidad al aire y tamaños de poros pequeños, puede ser especialmente útil como papel para placas que refuerza y aloja estructuralmente los electrodos de las baterías de plomo-ácido. Los pequeños tamaños de poros de las esteras de fibra no tejida crean una fibra cerrada y más impermeable que es adecuada para reducir el desprendimiento del material activo del electrodo. Estas esteras pueden ser menos adecuadas para su uso en separadores de película polimérica de soporte estructural debido a los tamaños de poros pequeños y los efectos negativos que pueden tener las esteras más impermeables en el transporte de iones y/o electrolitos, aunque los efectos negativos de las esteras pueden reducirse o contrarrestarse debido al aumento de la permeabilidad (por ejemplo, la resistencia puede reducirse a medida que el electrolito humedece la fibra). Por ejemplo, las esteras que alojan al separador suelen ser delgadas y abiertas para minimizar la resistencia eléctrica y maximizar el transporte de iones y las reacciones químicas asociadas. Por ejemplo, las esteras de papel para placas descritas en este documento tienen normalmente un grosor de entre 5 y 50 μm (micras).

Con referencia ahora a la FIG. 6 se ilustra un método 600 para hacer una estera de fibra no tejida. El método 600 puede incluir mezclar una primera pluralidad de primeras fibras de vidrio y una segunda pluralidad de segundas fibras de vidrio para formar una mezcla de fibras de vidrio 602. La primera pluralidad de primeras fibras de vidrio puede tener diámetros de menos de 5 μm , entre aproximadamente 0,5 μm y aproximadamente 1,0 μm , o aproximadamente 0,7 μm , por ejemplo. La segunda pluralidad de segundas fibras de vidrio puede tener diámetros de más de 6 μm . Por ejemplo, las segundas fibras de vidrio pueden tener diámetros de entre aproximadamente 8 μm y aproximadamente 13 μm , entre aproximadamente 8 μm y aproximadamente 10 μm , o entre aproximadamente 11 μm y 13 μm . La primera pluralidad de primeras fibras de vidrio puede tener un peso entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 50%, entre aproximadamente el 30% en aproximadamente el 40%, o entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 30% del peso combinado de la primera pluralidad de primeras fibras de vidrio y la segunda pluralidad de segundas fibras de vidrio. Mientras que las esteras de fibra no tejida convencionales para baterías pueden incluir más microfibras que la fibra gruesa, los métodos descritos en este documento con más fibra gruesa que la microfibra pueden producir una estera de fibra no tejida con mayor resistencia mecánica. La resistencia mecánica aumentada de la estera puede dar como resultado una menor permeabilidad, aunque todavía suficiente.

Las primeras fibras de vidrio pueden incluir una primera composición de vidrio, y las segundas fibras de vidrio pueden incluir una segunda composición de vidrio, donde la primera composición de vidrio es diferente en su composición química de la segunda composición de vidrio. Por ejemplo, diferentes composiciones de vidrio incluyen composiciones con alúmina (Al₂O₃), óxido de sodio (Na₂O), óxido de potasio (K₂O), óxido bórico (B₂O₃), óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO), u otros compuestos.

El método 600 también puede incluir agregar una composición aglutinante a la mezcla de fibras de vidrio para formar una suspensión 604. El método puede incluir además mantener el pH de la suspensión en aproximadamente 7 o más. El pH de la suspensión puede ser no ácido, o de neutro a ligeramente básico. Por ejemplo, el pH de la suspensión se puede mantener entre aproximadamente 7 y aproximadamente 8,5. Sin una alta concentración de fibras de menor diámetro, pueden no ser necesarias condiciones ácidas para aumentar la dispersión de estas fibras de menor diámetro. Reducir o eliminar el ácido necesario puede tener ventajas de procesamiento.

El método puede incluir agregar un polvo o una carga granular a la mezcla de fibras de vidrio. El polvo o el relleno granular pueden aumentar la permeabilidad, posiblemente para contrarrestar la disminución de la permeabilidad con la concentración reducida de las microfibras. El polvo o la carga granular puede ser hidrófila y resistente a los ácidos. Por ejemplo, el polvo o la carga granular puede ser sílice o sílice precipitada sintética. El polvo o la carga granular puede estar entre aproximadamente 0,1% y aproximadamente 10% en peso de la estera de fibra no tejida. Las fibras gruesas y las microfibras juntas pueden ayudar a mantener el polvo o el relleno granular en la mezcla o la suspensión o la estera de fibra no tejida terminada.

El método puede incluir además formar una estera, secarla y curarla. Secar la estera puede incluir el soplado con aire a través de la mezcla de fibras de vidrio. Un secador de aire a través puede secar la mezcla de fibras de vidrio y la composición de aglutinante curado. El método 600 puede excluir secadores de tambor. Los secadores de tambor pueden secar esteras de fibra no tejida convencionales por contacto directo o sustancialmente directo. Por el contrario, debido a las bajas concentraciones de microfibras en estos y otros métodos, el aire puede pasar a través de la estera de fibra no tejida y secarla. Es posible que no pase aire suficiente para secar la estera a través de la estera de fibra no tejida convencional.

Las operaciones de mezcla, adición, secado en los métodos pueden ser procedimientos continuos. Estas operaciones pueden no ser procedimientos discontinuos o semidiscontinuos. En otras palabras, estas operaciones pueden realizarse continuamente y sin interrupción. La operación continua puede permitir un rendimiento más rápido y una operación más rentable.

Estos u otros ejemplos de la presente tecnología pueden incluir una batería de plomo-ácido. La batería puede incluir un electrodo positivo, un electrodo negativo y una estera de fibra no tejida dispuesta adyacente al electrodo positivo o al electrodo negativo. La estera de fibra no tejida incluye una primera pluralidad de primeras fibras de vidrio que tienen diámetros de menos de 5 μm . La estera de fibra no tejida puede incluir además una segunda pluralidad de segundas fibras de vidrio que tienen diámetros mayores de 6 μm . La primera pluralidad de primeras fibras de vidrio puede constituir entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 50% en peso del peso combinado de la primera pluralidad de primeras fibras de vidrio y la segunda pluralidad de segundas fibras de vidrio. La estera de fibra no tejida también puede incluir una composición aglutinante. La estera de fibra no tejida tiene una altura de mecha promedio de entre aproximadamente 1 cm y aproximadamente 5 cm según ISO8787. La estera de fibra no tejida también puede tener una resistencia total a la tracción superior a 17,792 N por 2,54 cm (4 lbf/in). La resistencia total a la tracción significa la suma de la resistencia a la tracción en MD (dirección de la máquina) y CD (dirección transversal de la máquina, a veces también se utiliza CMD). La estera de fibra no tejida puede ser cualquier estera de fibra no tejida descrita en el presente documento. La batería de plomo-ácido puede incluir además una carga. La carga puede ser sílice precipitada sintética o cualquier carga descrita en el presente documento.

Métodos generales:

Para la resistencia al ácido, el procedimiento de prueba se describe en BCIS-03B (Capítulo 23) Rev. MAR-2010 de BCI Battery Technical Manual, publicado por Battery Council International. Se usa ácido sulfúrico (gravedad específica 1,280 +/- 0,002 a 25°C); remojando en este ácido hirviendo durante 3 horas. El peso específico mencionado anteriormente de 1,28 a 25°C corresponde a aproximadamente 38% en peso a 25°C. La resistencia al ácido significa que el 5% en peso o menos del aglutinante desaparece o se disuelve en dicha prueba.

El ángulo de contacto se determina de acuerdo con la norma ASTM D7334-08 (2013). La concentración de la solución acuosa de ácido sulfúrico es del 33% en peso de ácido sulfúrico (a 25°C). El ángulo de contacto fue medido por Kruss DSA100.

La altura de la mecha (permeabilidad) determinada de acuerdo con la norma ISO 8787: 1986 ("Paper and board - Determination of capillary rise - Klemm method" (1986-08-28). En ISO 8787: 1986, solo se usa agua y en la medición instantánea se usa ácido sulfúrico (gravedad específica 1,280 +/- 0,002 a 25°C) en lugar de agua. Después de 10 minutos de exposición se determina la altura de la mecha.

La humectabilidad se determinó de acuerdo con la norma ISO 8787:1986 ("Paper and board - Determination of capillary rise - Klemm method" (1986-08-28). En ISO 8787: 1986, solo se usa agua y en la medición instantánea se usa ácido sulfúrico (gravedad específica 1,280 +/- 0,002 a 25°C) en lugar de agua. La humectabilidad significa formar <90 grados de ángulo de contacto.

La permeabilidad al aire se midió de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737. Esta prueba generalmente se llevó a cabo a una presión diferencial de aproximadamente 0,5 pulgadas de agua (1,27 cm, a 125 Pa) por el

TEXTTEST™ FX 3300. ASTM D737-04 (2012), Standard Test Method for Air Permeability of Textile Fabrics, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012, www.astm.org

5 El espesor se midió utilizando el método BCI. Espesor de la estera: se mide con un micrómetro bajo una presión específica. Su procedimiento de prueba se describe en BCIS-03A (Capítulo 10) Rev. 09 de septiembre de BCI Battery Technical Manual, publicado por Battery Council International. Se utiliza una presión de 10 KPa. También se pueden usar diferentes presiones (por ejemplo, 2 KPa, 20 KPa).

10 La resistencia a la tracción de una muestra de 1 pulgada (2,54 cm) de ancho o una muestra de 3 pulgadas (7,62 cm) de ancho se midió usando el método "Standard Test Method for Breaking Force and Elongation of Textile Fabrics (Strip Method)" según la norma ASTM D5035-11 (Aprobada 2015)". La resistencia a la tracción se midió en la dirección de la máquina (MD) y en la dirección transversal de la máquina (CMD). La medición se realizó mediante la máquina Instron, por ejemplo, Modelo "33R4444" para las muestras de 1 pulgada (2,54 cm).

La resistencia a la tracción total se deriva de la suma de la resistencia a la tracción media en la dirección de la máquina (lbf/in) y la resistencia a la tracción media en la dirección transversal de la máquina (lbf/in), dividida por el peso de la estera (lb/sq) de 10 piezas.

15 El procedimiento de prueba para determinar la porosidad, es decir, la porosidad del volumen se describe en BCIS-03A (Capítulo 11) Rev. 09 de septiembre de BCI Battery Technical Manual, publicado por Battery Council International.

La fuerza electromotriz (emf), como el potencial/voltaje de la batería en la aplicación instantánea, se mide con un medidor de voltaje.

20 Resistividad eléctrica: norma ASTM D 257-99. Métodos de prueba estándar para la resistencia D-C o la conductancia de materiales aislantes, 1999. En el presente caso, es la resistividad superficial.

Diámetro medio de los poros: Su procedimiento de prueba se describe en BCIS-03A (Capítulo 6) Rev. 09 de septiembre de BCI Battery Technical Manual, publicado por Battery Council International.

El peso molecular en Dalton se refiere a Mw.

25 La LOI (pérdida por ignición) se determina de acuerdo con la norma ASTM D7348-13. Métodos de prueba estándar para pérdida por ignición (LOI) de residuos de combustión sólidos, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013, www.astm.org

El grado Cobb60 se mide según la norma ISO 535 (segunda edición, 1991-07-01): "Paper and board - Determination of water absorptiveness-Método Cobb".

30 El área de la superficie se mide por el método B.E.T. que utiliza gas nitrógeno de acuerdo con la norma ISO 9277: 2010 (2010-09-01).

Ejemplos

Se utilizaron las siguientes fibras de vidrio disponibles comercialmente:

35 K249T (disponible comercialmente de Johns Manville, Denver, CO, EE. UU.) con un diámetro nominal de fibra de aproximadamente 13 µm y una longitud de 1,91 cm (3/4 pulgadas);

206-253 (disponible comercialmente de Johns Manville, Denver, CO, EE. UU.) con un diámetro nominal de fibra de aproximadamente 0,765 µm;

210X-253 (disponible comercialmente de Johns Manville, Denver, CO, EE. UU.)

Ejemplo 1

40 Las muestras de esteras de vidrio no tejidas se hicieron con una máquina piloto de colocación en húmedo. Se utilizó agua de procedimiento con un pH superior a 5. Se utilizaron las siguientes fibras de vidrio de Johns Manville: K249T (disponible comercialmente de Johns Manville, Denver, CO, EE. UU.) con un diámetro de fibra nominal de aproximadamente 13 µm y una longitud de 1,91 cm (3/4 pulgadas); 206-253 (disponible comercialmente de Johns Manville, Denver, CO, EE. UU.) con un diámetro nominal de fibra de aproximadamente 0,765 µm; 210X-253 (disponible comercialmente de Johns Manville, Denver, CO, EE. UU.) con un diámetro nominal de fibra de aproximadamente 3,0 µm; y vidrio C de 8 µm/8 mm con un diámetro nominal de fibra de aproximadamente 8 µm y una longitud de 8 mm. Las composiciones de las esteras de fibra no tejida se muestran en la Tabla 1.

El rendimiento de las esteras de fibra no tejida se muestra en la Tabla 2.

ES 2 746 117 T3

Tabla 1: Propiedades de la estera de fibra no tejida

| ID muestra | Peso de la estera, g/m ² (lb/área) | LOI | Microfibra (%) | Fibra gruesa | Microfibra |
|------------|---|-----|----------------|--------------|------------|
| A | 35 (0,7) | 10% | 50 | K249T | 206-253 |
| B | 35 (0,7) | 20% | 50 | K249T | 206-253 |
| C | 35 (0,7) | 5% | 40 | K249T | 206-253 |
| D | 35 (0,7) | 10% | 40 | K249T | 206-253 |
| E | 35 (0,7) | 20% | 40 | K249T | 206-253 |
| F | 35 (0,7) | 10% | 30 | K249T | 206-253 |
| G | 35 (0,7) | 20% | 30 | K249T | 206-253 |
| H | 35 (0,7) | 5% | 40 | K249T | 206-253 |
| I | 35 (0,7) | 10% | 40 | K249T | 206-253 |
| J | 35 (0,7) | 20% | 40 | K249T | 206-253 |
| K | 35 (0,7) | 10% | 30 | K249T | 206-253 |
| L | 35 (0,7) | 20% | 30 | K249T | 206-253 |
| M | 35 (0,7) | 10% | 50 | 8um/8mmC | 210X-253 |
| N | 35 (0,7) | 10% | 80 | 8um/8mmC | 210X-253 |
| O | 35 (0,7) | 10% | 50 | K249T | 210X-253 |
| P | 35 (0,7) | 10% | 80 | K249T | 210X-253 |

Tabla 2: Características del rendimiento de la estera de vidrio no tejido

| ID muestra | Perm aire media (cfm/ft ²) | Espesor medio bajo 1,686 kPa μm (mil) | Espesor medio bajo 10 kPa μm (mil) | Longitud de mecha media a 10 min (cm) | Longitud de mecha media a 1 h (cm) | Fuerza de tracción MD media, N por 2,54 cm (lb-pie/ pul) | Fuerza de tracción CMD media, N por 2,54 cm (lb-pie/ pul) | Resistencia a la tracción total normalizada en peso, N por 2,54 cm [(lb-pie/pul)/(lb/área)] |
|------------|--|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--|---|---|
| A | 69,7 | 350,52 (13,8) | 127 (5,0) | 2,3 | 4,55 | 3,247 (0,73) | 3,780 (0,85) | 10,052 (2,26) |
| B | 63,4 | 439,42 (17,3) | 160,02 (6,3) | 1,55 | 3,65 | 9,029 (2,03) | 12,010 (2,7) | 30,069 (6,76) |
| C | 60,2 | 349,25 (13,75) | 124,46 (4,9) | 2,0 | 4,2 | 1,467 (0,33) | 1,334 (0,3) | 4,003 (0,90) |
| D | 115 | 354,33 (13,95) | 142,24 (5,6) | 1,6 | 3,15 | 4,893 (1,1) | 5,560 (1,25) | 14,946 (3,36) |
| E | 116,7 | 377,19 (14,85) | 154,94 (6,1) | 0,8 | 1,95 | 11,254 (2,53) | 12,543 (2,82) | 33,984 (7,64) |
| F | 144,1 | 347,98 (13,7) | 154,94 (6,1) | 1,2 | 2,65 | 8,273 (1,86) | 10,497 (2,36) | 26,822 (6,03) |
| G | 208,5 | 342,9 (13,5) | 177,8 (7,0) | 0,3 | 0,8 | 23,130 (5,2) | 23,041 (5,18) | 65,833 (14,8) |
| H | 131,8 | 284,48 (11,2) | 101,6 (4,0) | 0,9 | 2,9 | 0,845 (0,19) | 0,978 (0,22) | 3,647 (0,82) |
| I | 171,5 | 298,45 (11,75) | 106,68 (4,2) | 0,45 | 1,25 | 4,448 (1,0) | 5,916 (1,33) | 20,728 (4,66) |
| J | 304,3 | 280,67 (11,05) | 101,6 (4,0) | 0,3 | 1,5 | 9,786 (2,2) | 16,903 (3,8) | 53,378 (12) |
| K | 325,7 | 262,89 (10,35) | 104,14 (4,1) | 0,2 | 0,45 | 5,827 (1,31) | 8,229 (1,85) | 28,112 (6,32) |

ES 2 746 117 T3

| | | | | | | | | |
|---|-------|-------------------|-----------------|------|------|------------------|------------------|---------------|
| L | 435,6 | 242,57 (9,55) | 114,3 (4,5) | 0,5 | 1,0 | 12,143 (2,73) | 18,993 (4,27) | 62,275 (14) |
| M | 398,5 | 256,54 (10,1) | 99,06 (3,9) | 0,3 | 0,7 | 2,535 (0,57) | 2,135 (0,48) | 6,672 (1,50) |
| N | 350,0 | 308,61 (12,15) | 114,3 (4,5) | 0,35 | 0,55 | 2,579 (0,58) | 2,446 (0,55) | 7,161 (1,61) |
| O | 567,8 | 327,66 (12,9) | 132,08 (5,2) | 0,3 | 0,55 | 5,649 (1,27) | 10,364 (2,33) | 22,863 (5,14) |
| P | 382,3 | 359,41 (14,15) | 127 (5,0) | 0,4 | 0,55 | 2,757 (0,62) | 4,359 (0,98) | 10,186 (2,29) |

5 Cuando el porcentaje de microfibras aumenta del 30% al 50%, especialmente para las microfibras 206-253, la dificultad de procesamiento aumenta. Una fibra de vidrio no tejida con 206-253 al 50% y LOI al 10% es un procedimiento difícil debido a su menor resistencia. Como lo ilustra el ejemplo 1, cuando aumenta el porcentaje de microfibras, se mejora la permeabilidad de la fibra y se reduce la permeabilidad y la resistencia del aire. Como se muestra en algunos de los ejemplos posteriores (por ejemplo, el Ejemplo 4), agregar un relleno en polvo a la estera (por ejemplo, sílice) mejora la permeabilidad de la fibra sin comprometer la resistencia de la estera. Pruebas adicionales han demostrado que la adición de sílice no compromete la resistencia de la estera. Se cree que la principal contribución para la resistencia de la estera es el aglomerante y el porcentaje de fibras gruesas.

10 Ejemplo 2

Las muestras de fibras de vidrio no tejidas se hicieron con una máquina comercial de colocación en húmedo. Se utilizó agua de proceso con un pH superior a 5. Se utilizaron las siguientes fibras de vidrio de Johns Manville: K249T con un diámetro nominal de fibra de aproximadamente 13 µm y una longitud de 1,91 cm (3/4 pulgadas); y 206-253 con un diámetro nominal de fibra de aproximadamente 0,765 µm.

15 La Tabla 3 muestra las composiciones de esteras de fibra no tejida junto con los resultados. La resistencia total a la tracción se normaliza por el peso de la estera. La resistencia a la tracción no dimensionada es significativamente mayor para las muestras en este ejemplo que en el Ejemplo 1. El ejemplo 2 ilustra tendencias que son similares a las ilustradas en el ejemplo 1. Específicamente, cuando se aumenta el porcentaje de microfibras, se mejora la permeabilidad de la estera y se reducen la permeabilidad y la resistencia del aire.

20 Tabla 3: Propiedades de la estera de fibra no tejida

| Relación K249T/206-253 | LOI (%) | Peso base, g/m ² (lb/área) | Perm en aire, l (cfm) | Fuerza de tracción MD, kg/7,62 cm (lb/3 pul) | Fuerza de tracción CD, kg/7,62 cm (lb/3 pul) | Longitud de mecha a 1 h (cm) | Espesor, µm (mm) a 10 kPa | Resistencia a la tracción total normalizada en peso, N por 2,54 cm [(lb-pie/pul)/(lb/área)] |
|------------------------|---------|---------------------------------------|-----------------------|--|--|------------------------------|---------------------------|---|
| 90/10 | 26,4 | 58,5 (1,17) | 8495 (300) | 36,29 (80) | 20,87 (46) | 0,9 | 279,4 (11) | 480,407 (108) |
| 80/20 | 18,7 | 57,0 (1,14) | 5181 (183) | 20,59 (45,4) | 11,75 (25,9) | 3,5 | 246,38 (9,7) | 280,237 (63) |
| 80/20 | 14,7 | 58,0 (1,16) | 4983 (176) | 17,87 (39,4) | 7,94 (17,5) | 3,9 | 226,06 (8,9) | 217,962 (49) |
| 80/20 | 19,5 | 59,0 (1,18) | 4474 (158) | 24,09 (53,1) | 12,02 (26,5) | 4,4 | 241,3 (9,5) | 298,030 (67) |
| 75/25 | 17,6 | 56,0 (1,12) | 2860 (101) | 19,78 (43,6) | 7,26 (16) | 4,6 | 193,04 (7,6) | 235,755 (53) |
| 75/25 | 18,1 | 60,5 (1,21) | 2973 (105) | 21,32 (47) | 8,57 (18,9) | 4,9 | 246,38 (9,7) | 240,203 (54) |
| 75/25 | 19,8 | 57,0 (1,14) | 3228 (114) | 20,55 (45,3) | 9,25 (20,4) | 4,8 | 213,36 (8,4) | 257,996 (58) |

Ejemplo 3 (Ejemplo de referencia)

Las muestras se midieron para su grado de Cobb60 como una indicación de sus propiedades hidrófilas o de permeabilidad. Se utilizaron las siguientes fibras de vidrio de Johns Manville: K249T con un diámetro nominal de

fibra de aproximadamente 13 μm y una longitud de 1,91 cm (3/4 pulgadas); y 206-253 con un diámetro nominal de fibra de aproximadamente 0,765 μm . En estos experimentos, se utilizaron una estera de 1,1 lb/sq con 75% de K249T y 25% de 206-253 con 20% de LOI. Se midieron ambos lados de las muestras, el lado rico en aglomerante y el lado del hilo. Los resultados se muestran en las Tablas 4 y 5.

5 Tabla 4: Grado Cobb₆₀ del lado rico en aglomerante

| Muestra | Cantidad absorbida (g) | Cantidad absorbida (g/m ²) | Cantidad absorbida (g agua/g estera) |
|------------|------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | 0,42 | 42 | 0,78 |
| 2 | 0,45 | 45 | 0,84 |
| 3 | 0,38 | 38 | 0,71 |
| 4 | 0,37 | 37 | 0,69 |
| 5 | 0,37 | 37 | 0,69 |
| 6 | 0,35 | 35 | 0,65 |
| 7 | 0,37 | 37 | 0,69 |
| Promedio | 0,39 | 38,71 | 0,72 |
| Desv. Est. | 0,03 | 3,50 | 0,07 |

Tabla 5: Grado Cobb₆₀ del lado del hilo

| Muestra | Cantidad absorbida (g) | Cantidad absorbida (g/m ²) | Cantidad absorbida (g agua/g estera) |
|------------|------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | 0,43 | 43 | 0,80 |
| 2 | 0,47 | 47 | 0,88 |
| 3 | 0,41 | 41 | 0,76 |
| 4 | 0,41 | 41 | 0,76 |
| 5 | 0,45 | 45 | 0,84 |
| 6 | 0,45 | 45 | 0,84 |
| 7 | 0,39 | 39 | 0,73 |
| Promedio | 0,43 | 43,00 | 0,80 |
| Desv. Est. | 0,03 | 2,83 | 0,05 |

10 Como se ilustra en el Ejemplo 3, con todas las muestras analizadas, el grado Cobb₆₀ es menor que 1. Esto significa que la muestra adsorbe un peso de agua menor o igual al peso de la estera. Sin embargo, con la adición de sílice, el valor de Cobb₆₀ puede ser mayor que 1.

Ejemplo 4

15 Se realizó una serie de muestras de estereras de vidrio no tejidas con una máquina piloto de colocación en húmedo. Se utilizó agua de proceso típica con pH > 5. Las muestras de estereras de vidrio no tejidas incluyeron fibras de vidrio T de 13 μm y 1,91 cm (3/4 pulgadas) (K249) y fibras de microvidrio de 0,765 μm 206-253, ambas fabricadas por Johns Manville. Las fibras de vidrio se mezclaron en una proporción de 70/30 con 70% de fibras de vidrio T y 30% de fibras de microvidrio 206-253. Se añadió una carga de sílice (Hi-Sil™ 233) a la solución de aglutinante en proporciones a los sólidos de aglutinante de 2% y 4%, respectivamente. Se usó RHOPLEX™ HA-16 de Dow Chemical Company como aglutinante. Se construyó una estera de muestra de control con la misma configuración de fibra que las otras
20 estereras, pero sin agregar sílice. Como se muestra en la Tabla 6 a continuación, la adición de sílice cerró significativamente la estera y, por lo tanto, redujo los valores de permeabilidad al aire. Debido a que los "agujeros" en la estera estaban llenos de sílice, la estera fue más uniforme y la resistencia a la absorción se mejoró drásticamente.

Tabla 6: Esteras de fibras no tejidas con sílice agregada

| Relación K249T/206-253 | LOI (%) | Peso base, g/m ² (lb/área) | % en peso de sílice en la estera | Perm en aire, l (cfm) | Longitud de mecha en 10 min (cm) |
|------------------------|---------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 70/30 | 20,3 | 55,5 (1,11) | 0 | 2180,4 (77) | 1,1 |
| 70/30 | 23 | 72,5 (1,45) | 12,7 | 311,49 (11) | 4,4 |
| 70/30 | 25,9 | 58 (1,16) | 15,3 | 90,61 (3,2) | 4,3 |

5 Como se puede ver en la Tabla 6, la adición de sílice aumentó el peso de la base de la estera. El contenido de aglutinante, medido por la pérdida por ignición, fue relativamente el mismo entre las tres estereras. Sin embargo, la permeabilidad al aire disminuyó significativamente mientras que la permeabilidad aumentó significativamente para las muestras con sílice agregada. Por consiguiente, la adición de sílice en polvo o granular "cerró" significativamente la fibra, permitiendo así que la fibra limite el desprendimiento del material activo como se describe en el presente documento, mientras que proporciona excelentes propiedades de permeabilidad.

10

REIVINDICACIONES

1. Una estera de refuerzo de fibra no tejida configurada para reforzar un electrodo o alojar a un separador de una batería de plomo-ácido que comprende:
 - una pluralidad de las primeras fibras de vidrio que tienen un diámetro medio de fibra de menos de 5 µm;
- 5 - una pluralidad de segundas fibras de vidrio que tienen un diámetro medio de fibra mayor de 6 µm; y
 - la estera de refuerzo de fibra no tejida incluye entre 10% y 50% en peso de la pluralidad de primeras fibras de vidrio y entre 50% y 90% en peso de la pluralidad de segundas fibras de vidrio; y
 - una composición aglutinante resistente al ácido que une la pluralidad de primeras fibras de vidrio y segundas fibras de vidrio, y
- 10 - la estera de refuerzo de fibra no tejida tiene un tamaño de poro promedio de entre 1 µm y 100 µm, y
 - la estera de refuerzo de fibra no tejida tiene una permeabilidad al aire inferior a 2831,68 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (100 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado (cfm/ft²)) medida de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737.
- 15 2. La estera de refuerzo de fibra no tejida de la reivindicación 1, en la que la estera de refuerzo de fibra no tejida tiene un tamaño de poro medio de entre 1 y 10 µm.
 3. La estera de refuerzo de fibra no tejida de la reivindicación 1 ó 2, en la que la estera de refuerzo de fibra no tejida exhibe una permeabilidad al aire de menos de 283,168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (10 cfm/ft²), preferiblemente por debajo de 28,3168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (1 cfm/ft²).
 - 20 4. La estera de refuerzo de fibra no tejida según una o más de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la estera de refuerzo de fibra no tejida incluye entre 0,1% y 20% en peso de una carga en polvo, dicha carga es hidrófila y resistente a los ácidos y tiene una área superficial de más de 10 m²/g.
 5. La estera de refuerzo de fibra no tejida de la reivindicación 4, en la que la carga en polvo comprende sílice precipitada sintética.
 - 25 6. La estera de refuerzo de fibra no tejida según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la pluralidad de primeras fibras de vidrio tiene un diámetro medio de fibra de 0,7 µm.
 7. La estera de refuerzo de fibra no tejida según una o más de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la estera de refuerzo de fibra no tejida exhibe:
 - (i) una altura media de la mecha de entre 1 cm y 5 cm según el método ISO8787, y
 - (ii) una resistencia a la tracción total mayor de 17,792N por 2,54 cm (4 lbf/in).
 - 30 8. Una batería de plomo-ácido que comprende:
 - (i) un electrodo positivo (202);
 - (ii) un electrodo negativo (212); y
 - (iii) una estera de refuerzo de fibra no tejida (220) dispuesta adyacente al electrodo positivo (202) o al electrodo negativo (212), en donde la estera de refuerzo de fibra no tejida (220) corresponde a la reivindicación 1.
 - 35 9. La batería de plomo-ácido de la reivindicación 8, en la que la estera de refuerzo de fibra no tejida tiene un tamaño de poro promedio de entre 1 y 10 µm.
 10. La batería de plomo-ácido de la reivindicación 8 ó 9, en la que la estera de refuerzo de fibra no tejida tiene una permeabilidad al aire inferior a 283,168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (10 cfm/ft²), preferiblemente por debajo de 28,3168 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (1 cfm/ft²).
 - 40 11. La batería de plomo-ácido según una o más de las reivindicaciones 8 a 10, en la que la estera de refuerzo de fibra no tejida incluye entre 0,1% y 20% en peso de una carga en polvo, dicha carga es hidrófila y resistente a los ácidos y tiene un área superficial de más de 10 m²/g.
 12. La batería de plomo-ácido de la reivindicación 11, en la que la carga en polvo comprende sílice precipitada sintética.
 - 45 13. La batería de plomo-ácido según una o más de las reivindicaciones 8 a 12, en la que la estera de refuerzo de fibra no tejida exhibe:

(i) una altura media de la mecha de entre 1 cm y 5 cm según el método ISO8787, y

(ii) una resistencia a la tracción total mayor de 17,792N por 2,54 cm (4 lbf/in).

14. Un método para hacer una estera de fibra no tejida para usar en el refuerzo de un electrodo de una batería de plomo-ácido, comprendiendo el método:

5 (i) mezclar una pluralidad de primeras fibras de vidrio con una pluralidad de segundas fibras de vidrio en una solución de agua blanca, en donde:

-la pluralidad de primeras fibras de vidrio tiene un diámetro promedio de fibra de menos de 5 μm ; y

-la pluralidad de segundas fibras de vidrio tiene un diámetro promedio de fibra mayor de 6 μm

10 (ii) eliminar un líquido de la solución de agua blanca para formar una estera colocada en húmedo que comprende 10% y 50% en peso de la pluralidad de primeras fibras de vidrio y entre 50% y 90% en peso de la pluralidad de segundas fibras de vidrio;

(iii) añadir una composición aglutinante a la estera colocada en húmedo; y

(iv) secar la estera colocada en húmedo y curar la composición aglutinante para producir la estera de fibra no tejida, teniendo dicha estera de fibra no tejida

15 -un tamaño medio de poro de entre 1 μm y 100 μm y

-una permeabilidad al aire inferior a 2831,68 litros por minuto por 0,09 metros cuadrados (100 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado (cfm/ft²)) medidos de acuerdo con el Método Estándar ASTM D737.

20 15. El método de la reivindicación 14, que comprende además aplicar entre 0,1% y 20% en peso de una carga en polvo a la estera de fibra no tejida, dicha carga en polvo es hidrófila y resistente a los ácidos y tiene un área superficial de más de 10 m²/g, preferiblemente dicha carga comprende sílice precipitada sintética.

16. El método de la reivindicación 14, que comprende además agregar la carga en polvo a la solución de agua blanca o la composición aglutinante de modo que la carga en polvo en la estera de fibra no tejida final forme entre el 0,1% y el 20% en peso de la estera de fibra no tejida final, dicho relleno en polvo es hidrófilo y resistente a los ácidos y tiene un área superficial de más de 10 m²/g, preferiblemente dicho relleno comprende sílice precipitada sintética.

25

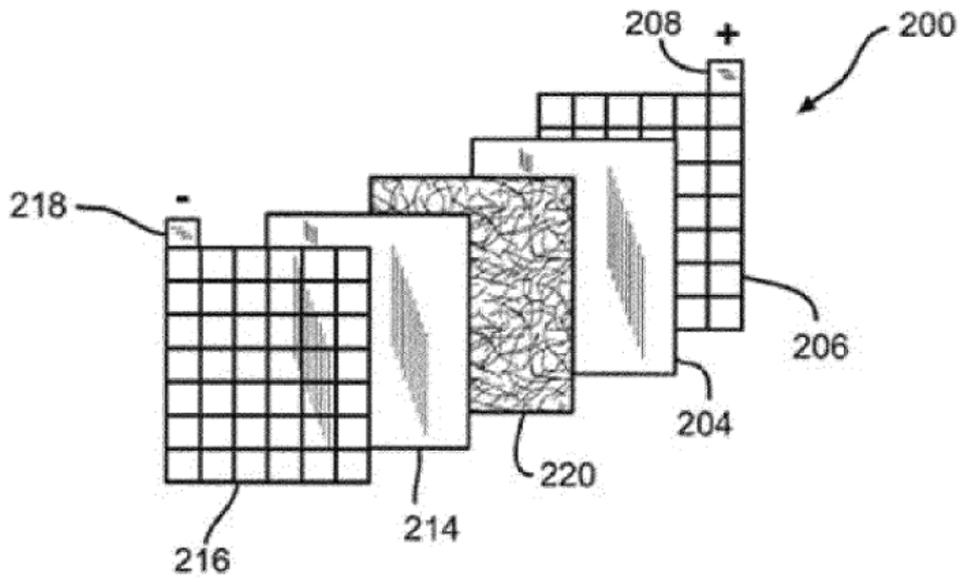


FIG. 1

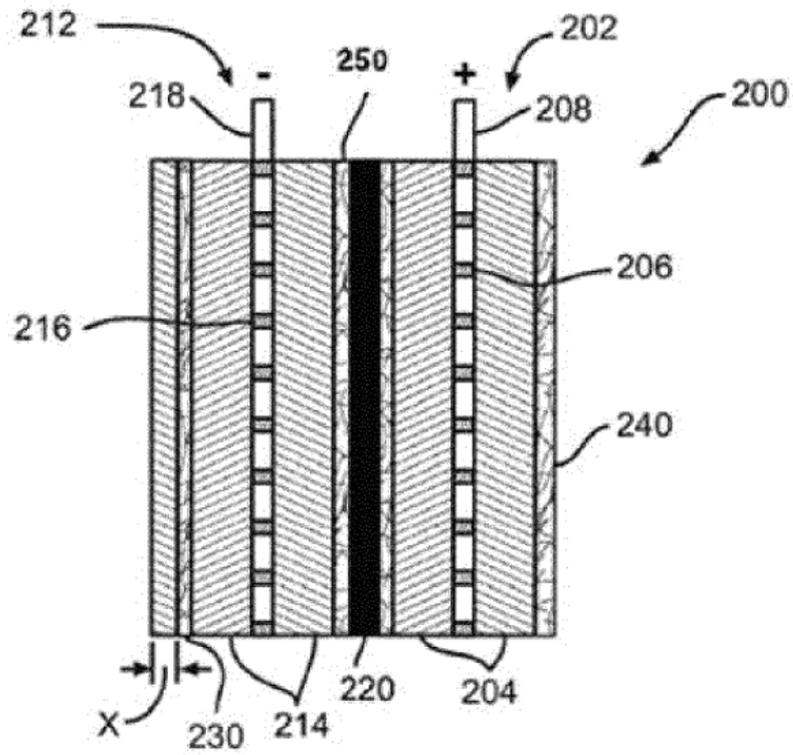
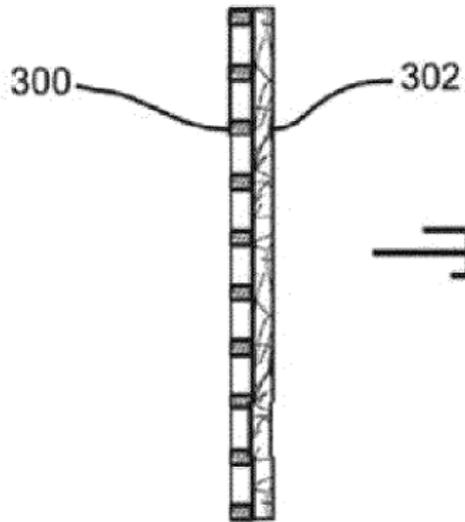
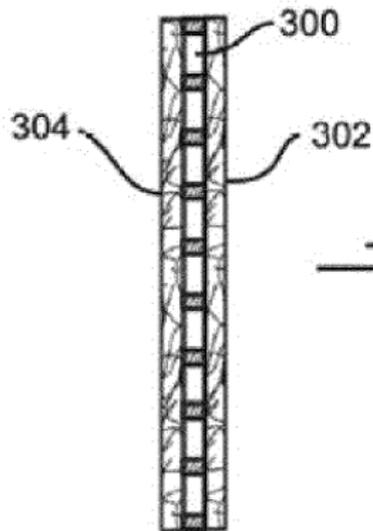


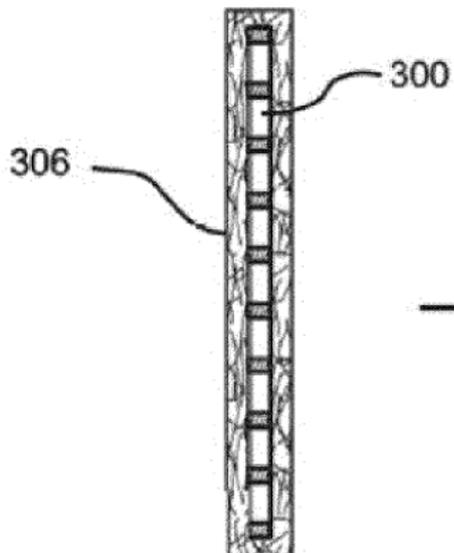
FIG. 2



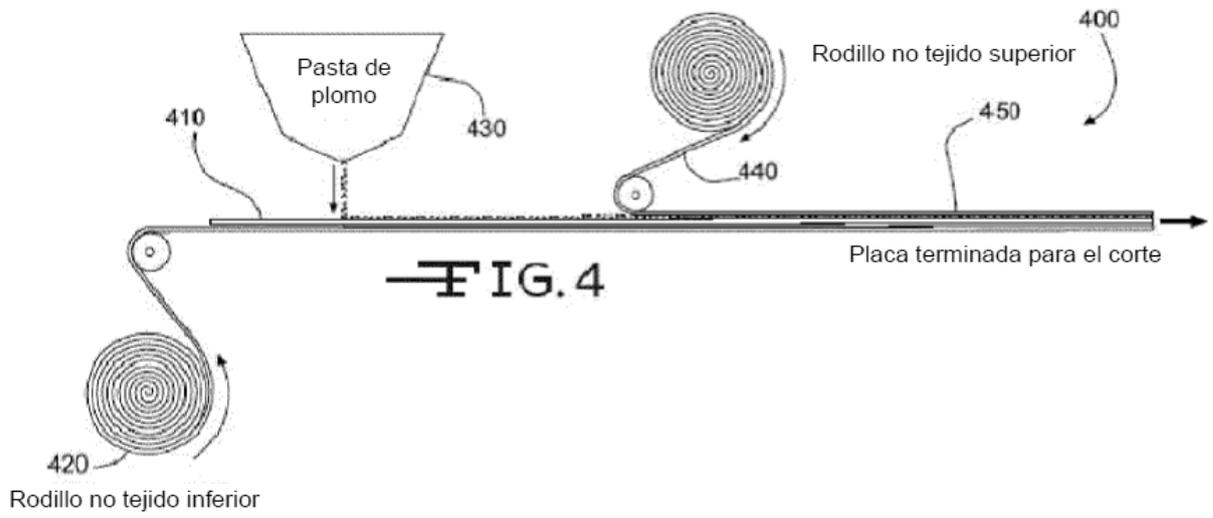
— FIG. 3A



— FIG. 3B



— FIG. 3C



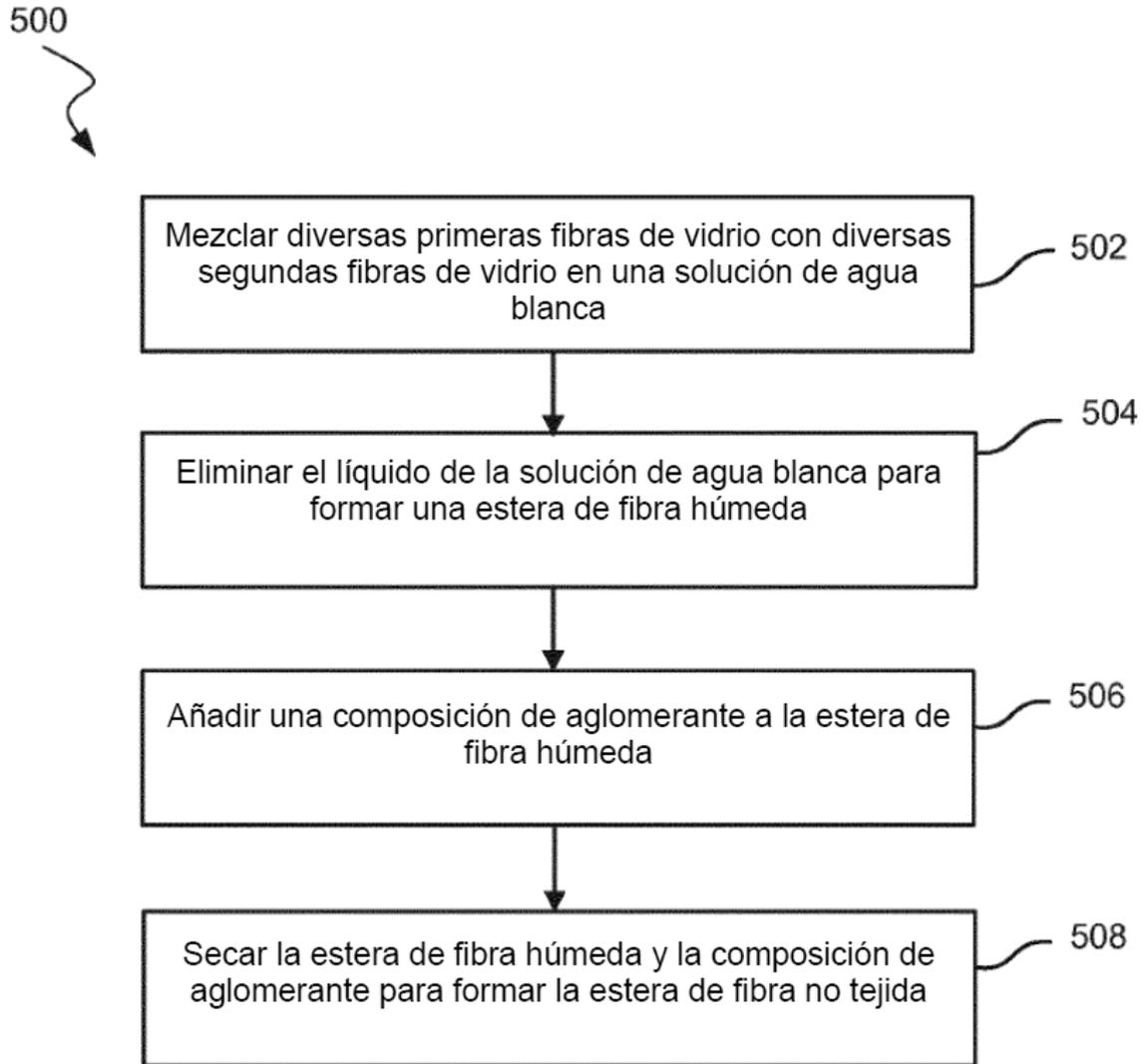


FIG. 5

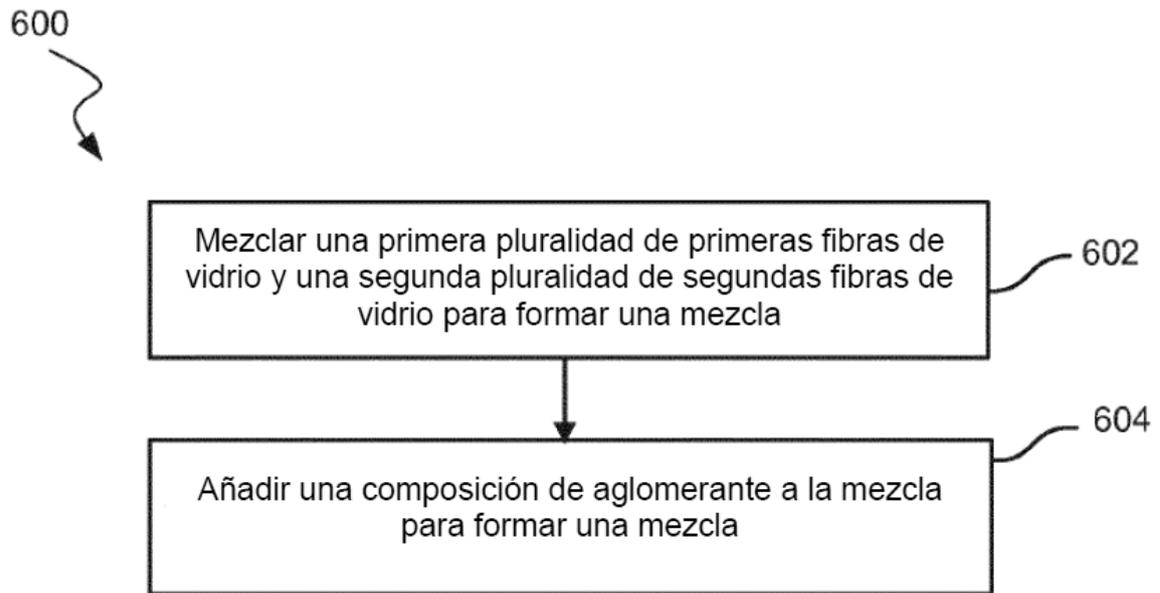


FIG. 6