

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 608**

51 Int. Cl.:  
**H01M 2/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08859408 .0**  
96 Fecha de presentación: **10.12.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2235767**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.10.2010**

54 Título: **ESTRUCTURAS SEPARADORAS DE BATERÍA.**

30 Prioridad:  
**11.12.2007 US 7082**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.12.2011**

73 Titular/es:  
**P.H. GLATFELTER COMPANY  
96 SOUTH GEORGE STREET, SUITE 500  
YORK, PA 17401-1434, US**

72 Inventor/es:  
**JUSTICE, William, N.**

74 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

**ES 2 370 608 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

Estructuras separadoras de batería

- 5 Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud provisional estadounidense n.º 61/007.082, presentada el 11 de diciembre de 2007

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 Las baterías de plomo-ácido contienen placas de plomo que pueden prepararse aplicando una pasta acuosa de óxido de plomo (PbO) a una rejilla de plomo y luego secando la rejilla. En algunos métodos, por ejemplo métodos de colada continua, el óxido de plomo se mantiene en su sitio mediante un papel electroaislante mientras que la placa se seca. En otros métodos, tales como métodos de colada en cintas, no se necesita papel electroaislante.
- 15 Una vez secas, las placas se “forman” aplicando una carga eléctrica a las placas mientras que se sumergen en una disolución de ácido sulfúrico 6 molar, dando como resultado la creación de placas positivas y negativas. Los métodos de producción más recientes implican la adición de materiales expansores (sulfatos en polvo) a la pasta para producir placas negativas, eliminando de ese modo la necesidad de formar las placas. En cualquier caso, se inserta luego un separador entre placas de polaridad opuesta, separándolas de manera física. El fin principal del separador es impedir un cortocircuito debido a la conexión en puente de partículas entre placas de carga opuesta. Una vez que se aplica el separador, se colocan placas emparejadas de manera opuesta en una célula del alojamiento de batería, se añade el electrolito (ácido sulfúrico diluido), y se une la cubierta. El papel electroaislante (si está presente) normalmente se degrada con el tiempo debido al contacto con el electrolito.
- 20
- 25 Un separador típico es una estera de fibra de vidrio. Aunque la estera debe actuar como una barrera en el sentido de impedir una conexión en puente de partículas entre las placas, no debe interferir excesivamente con la transferencia de iones en la disolución entre las placas o dará como resultado un rendimiento reducido. Esta última propiedad fomenta el uso de una estera relativamente abierta, porosa, pero esto puede requerir que la estera sea más gruesa para impedir la conexión en puente de partículas. Los separadores convencionales tienen un grosor global de 4-6 mm (0,157-0,236 pulgadas). Esto consume un volumen adicional en la batería y desplaza el electrolito. Esto limita el rendimiento de la batería en cuanto a capacidad y tasa de descarga, debido a la cantidad inferior de ácido sulfúrico disponible para el intercambio de iones. Además, la tendencia hacia tamaños físicos de baterías más pequeños hace que estos separadores convencionales voluminosos no sean ideales.
- 30
- 35 En algunas baterías, el separador de estera de vidrio puede ser una denominada “estera de vidrio absorbente” que rellena esencialmente todo el espacio entre las placas, pero que absorbe el electrolito de ácido sulfúrico de manera que no hay esencialmente ácido líquido libre. Puede usarse una batería de este tipo de forma invertida o sobre su lado sin temor de derramamiento de ácido. Muchas de las mismas cuestiones se aplican a estereras de vidrio absorbentes tal como se aplican a separadores tradicionales, es decir, que el deseo de minimizar el grosor e impedir aún la conexión en
- 40 puente de partículas tienden a ser fines cruzados.

Por tanto, los métodos y dispositivos para separar las placas de batería que abordan estas u otras limitaciones actuales de baterías de plomo-ácido serían comercialmente beneficiosos.

### 45 SUMARIO DE LA INVENCION

En un aspecto, la invención proporciona una lámina de material compuesto de múltiples capas para su uso en una batería de plomo-ácido. La lámina incluye

- 50 a) una capa de base que incluye papel o una estera de fibra de vidrio;
- b) una capa de nanofibras poliméricas unida con partículas adhesivas diferenciadas a una primera superficie de la capa de base; y
- 55 c) una capa de gasa unida con partículas adhesivas diferenciadas a una superficie de la capa de nanofibras opuesta a la capa de base.

En otro aspecto, la invención proporciona un conjunto de placa para una batería de plomo-ácido. El conjunto de placas incluye una placa de plomo que tiene superficies opuestas primera y segunda respectivamente recubiertas con capas primera y segunda que incluyen óxido de plomo, entrando en contacto las capas primera y segunda con las láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda respectivamente, incluyendo cada una de las láminas de material compuesto:

60

a) una capa de base de papel;  
b) una capa de nanofibras poliméricas unida con partículas adhesivas diferenciadas a una primera superficie de la capa de base de papel; y

c) una capa de gasa unida con partículas adhesivas diferenciadas a una superficie de la capa de nanofibras opuesta a la capa de base de papel;

en el que cada una de las capas primera y segunda de la placa es adyacente y está unida a la capa de base de papel de las láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda respectivamente en una segunda superficie de la misma opuesta a la primera superficie, y en el que las láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda se adhieren entre sí de modo que encierran la placa de plomo por tres lados.

Aún en otro aspecto, la invención proporciona un conjunto de placa para una batería de plomo-ácido. El conjunto de placa incluye una placa de plomo que tiene superficies opuestas primera y segunda respectivamente recubiertas con las capas primera y segunda que incluyen óxido de plomo, entrando en contacto al menos una de las capas primera y segunda con una lámina de material compuesto de múltiples capas que incluye:

a) una capa de base de estera de fibra de vidrio;

b) una capa de nanofibras poliméricas unida con partículas adhesivas diferenciadas a una primera superficie de la capa de base de estera de fibra de vidrio; y

c) una capa de gasa unida con partículas adhesivas diferenciadas a una superficie de la capa de nanofibras opuesta a la capa de base de estera de fibra de vidrio;

en el que la al menos una de las capas primera y segunda de la placa es adyacente a la capa de base de estera de fibra de vidrio de la lámina de material compuesto de múltiples capas en una segunda superficie de la misma opuesta a la primera superficie.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1a es un diagrama esquemático de una lámina de material compuesto de múltiples capas adecuada para su uso como separador de batería según la invención.

La figura 1b es un diagrama esquemático de un equipo adecuado para fabricar una lámina de material compuesto de múltiples capas según la invención.

La figura 2 es una fotomicrografía de papel adecuado para producir una lámina de material compuesto de múltiples capas según la invención.

La figura 3 es una fotomicrografía de una banda de capa de nanofibras adecuada para producir una lámina de material compuesto de múltiples capas según la invención.

La figura 4 es una fotomicrografía de la banda de capa de nanofibras de la figura 3 a más aumentos.

La figura 5 es un diagrama esquemático en sección transversal de una placa de batería que emplea una lámina de material compuesto de múltiples capas según la invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La invención se describirá ahora con referencia a las figuras, en las que números similares indican características similares. Las figuras representan determinadas realizaciones no limitativas de la invención. Las figuras 1a, 1b y 5 no son a escala, y no se pretenden servir como dibujos de ingeniería.

La invención proporciona una lámina de material compuesto de múltiples capas adecuada para su uso como separador de batería, mostrada esquemática en la figura 1a. En algunas realizaciones, la lámina puede usarse como papel electroaislante/separador de batería combinados, tal como se comentará ahora. La lámina, mostrada generalmente en 10, incluye una capa 12 fibrosa sobre la que se encuentra una capa 14 de nanofibras poliméricas eléctricamente no conductora, sobre la que a su vez se encuentra una capa 16 de gasa polimérica. En el presente caso, la capa 12 fibrosa es un papel electroaislante. Las partículas diferenciadas de adhesivo 18 adhieren la capa de nanofibras tanto a la capa de papel como a la capa de gasa, integrando de ese modo las tres capas para formar la lámina de material compuesto. En esta realización particular, el adhesivo permea en la capa de nanofibras de manera que una partícula de adhesivo dada puede entrar en contacto directamente con las tres capas simultáneamente. Sin embargo, también es adecuado

## ES 2 370 608 T3

para algunas partículas adhesivas adherir el papel y las capas de nanofibras entre sí mientras que otras adhieren la capa de nanofibras a la capa de gasa.

La capa 12 fibrosa puede ser de cualquier grado de papel habitualmente usado para fines de electroaislamiento de baterías. Los fabricantes de papeles adecuados incluyen Glatfelter, Crystex, MB Papeles y Purico. El papel sirve para la función habitual de un papel electroaislante, es decir, permite una buena adhesión de la suspensión de óxido de plomo a la placa durante su preparación.

La capa 14 de nanofibras es fácilmente permeable al electrolito, pero esencialmente impermeable a partículas de compuestos de plomo que pueden estar presentes en la batería. Por tanto, la capa de nanofibras actúa como separador, impidiendo que tales partículas formen conexiones en puente entre y las placas y provoquen un cortocircuito en la batería.

El diámetro de las nanofibras es normalmente de al menos 40 nm y más normalmente de al menos 100 nm. El diámetro es normalmente de como máximo 1000 nm, más normalmente de como máximo 700 nm, y lo más normalmente de como máximo 400 nm. La capa de nanofibras tiene generalmente como máximo 5000 nm de grosor, o como máximo 3000 nm de grosor. Tiene normalmente al menos 200 nm de grosor, o al menos 500 nm de grosor, o al menos 1000 nm de grosor, y lo más normalmente de manera aproximada 2000 nm de grosor en promedio. La capa tendrá diámetros de poro promedio normalmente de como máximo 1000 nm y más normalmente de como máximo 500 nm. Los poros tienen habitualmente al menos 100 nm de diámetro en promedio. Los materiales de nanofibras adecuados son normalmente polímeros sintéticos, e incluyen polímeros que son químicamente resistentes al electrolito. Estos incluyen nailon, poli(cloruro de vinilo), poliestireno, polipropileno, polietileno y copolímeros de etileno y/o propileno con alfa olefinas.

La capa 16 de gasa proporciona soporte para la banda de nanofibras, y está hecha de un material eléctricamente no conductor que es químicamente resistente al ácido sulfúrico. La gasa normalmente tendrá una estructura bastante abierta y tendrá generalmente un grosor de banda de 0,5-2 mm (0,02-0,08 pulgadas) con el fin de proporcionar suficiente resistencia así como separación física de las placas. Puede estar hecha de materiales similares a los descritos anteriormente para producir la capa de nanofibras. Una gasa a modo de ejemplo es un polipropileno no tejido ligero comercializado con el nombre Pureflow. También pueden usarse diversos tamices de malla tales como los hechos de nailon, polipropileno, y polietileno. Las partículas 18 adhesivas pueden prepararse a partir de un adhesivo de fusión en caliente, por ejemplo Hysol SprayPac Polysshot de Loctite.

Pueden realizarse varias ventajas usando una lámina de material compuesto de múltiples capas según la invención como papel electroaislante/separador de batería combinados. El aumento de volumen de electrolito ganado a través de la sustitución de un separador grueso tradicional por el presente más delgado normalmente aumentará la capacidad de la batería, y el volumen adicional normalmente también mejorará el rendimiento de la batería a través de una mejor humectación de la placa y un aumento del transporte de ácido. La resistencia eléctrica se reducirá normalmente debido a la matriz más fina de la banda de nanofibras, dando como resultado por tanto tasas de descarga disponibles más altas. Los costes de material y procedimiento normalmente se reducirán significativamente eliminando la necesidad de fabricar e instalar un separador independiente.

En otra realización, la capa 12 fibrosa de la lámina 10 de material compuesto de múltiples capas es una estera de vidrio absorbente. Tal estructura puede ser particularmente útil como separador para placas preparadas mediante colada en cintas, que no requieren el uso de papel electroaislante. Tal como se indicó anteriormente, la estera de vidrio absorbente absorbe el electrolito de ácido sulfúrico de modo que impide el derrame cuando la batería se usa sobre su lado o invertida. Pero la estera puede ser mucho más delgada que en aplicaciones tradicionales porque no necesita actuar como separador, función que realiza la capa 14 de nanofibras. Esto hace posible reducir el tamaño físico de la batería mientras que se mantiene un buen rendimiento. Se describen esteras de vidrio absorbentes adecuadas en las patentes estadounidenses n.ºs 5.091.275 y 7.144.633

En algunas realizaciones, las esteras de vidrio absorbentes comprenden fibras de vidrio de borosilicato. En algunas realizaciones, la estera de vidrio puede manipularse en un estado rígido, comprimido durante el ensamblaje de la batería pero posteriormente se expande una vez que se sumerge en el electrolito entre las placas de la batería. Una estera de este tipo puede estar formada por microfibras de vidrio e impregnarse con una mezcla de aglutinante acuosa que comprende partículas de sílice coloidal y una sal de sulfato. La estera impregnada se seca y se comprime, de modo que la sal coagula las partículas de sílice dentro de la estera, impidiendo de ese modo la migración de las partículas de sílice a la superficie de la estera cuando la estera se seca. El aglutinante permanece uniformemente distribuido por toda la estera cuando se seca, y mantiene la estera secada en un estado rígido, comprimido de modo que se manipule fácilmente.

En algunas realizaciones, la estera se comprime y se seca hasta un grosor que es ligeramente menor que la distancia especificada entre las placas de electrodos, dejando también espacio para la capa de nanofibras y la capa de gasa. Por consiguiente, puede colocarse una única estera entre cada par de placas de electrodos dentro de la batería sin el uso de un equipo complejo para comprimir la estera entre las placas durante el proceso de ensamblaje. Alternativamente, las esteras pueden conformarse durante la preparación de manera que puedan colocarse por parejas en lados opuestos de una placa y adherirse entre sí, tal como se comentará más adelante con respecto a la figura 5.

Cuando el electrolito de la batería entra en contacto con el aglutinante, la sal se disuelve dentro del electrolito, dejando atrás las partículas de sílice. Éstas tienen un área superficial alta y la química de superficie apropiada para facilitar el transporte de oxígeno entre los electrodos positivo y negativo. A medida que la sal aglutinante se disuelve, la estera se expande contra las superficies de las placas de electrodos para rellenar el espacio entre las placas.

Producción de la lámina de material compuesto de múltiples capas

La lámina de material compuesto puede prepararse mediante cualquiera de una variedad de métodos, y se muestra un equipo adecuado para un método a modo de ejemplo esquemáticamente en la figura 1b. El método se describirá con respecto al uso de papel para la capa 12 fibrosa, pero pueden usarse métodos similares si se usa en su lugar una estera de vidrio absorbente. La etapa inicial implica el electrohilado de una capa polimérica de nanofibras sobre el papel electroaislante de batería. Posteriormente, se depositan gotas diferenciadas de un adhesivo químicamente resistente (por ejemplo, un adhesivo de fusión en caliente, aunque pueden usarse otros) en la superficie de las nanofibras. Esto puede lograrse con un pulverizador neumático, que da como resultado una deposición de minúsculas gotas diferenciadas de adhesivo en vez de una película uniforme. Evitando una película uniforme de adhesivo, se mantiene una buena permeabilidad a través de las nanofibras y la gasa unida. Finalmente, la gasa se aplica sobre el adhesivo depositado. Esto es similar a la laminación, puesto que la gasa puede aplicarse mediante un rodillo directamente sobre una banda en movimiento del conjunto de papel/nanofibra y la lámina de material compuesto final posteriormente enrollada. Los rodillos terminados se cortan entonces en tiras según los tamaños deseados.

Placas de batería que usan la lámina de material compuesto de múltiples capas

Se presta atención a la figura 5, que representa una placa de batería indicada generalmente en 20 que incorpora una lámina 10 de material compuesto de múltiples capas según la invención como papel electroaislante/separador combinados. Se aplica, en primer lugar, el papel electroaislante/separador 10 a ambos lados de una placa de plomo (normalmente una rejilla) 24 que se ha recubierto previamente con pasta 22 de óxido de plomo acuosa, con el lado de papel en contacto con el óxido de plomo. Esto sostiene la pasta en la rejilla 24 a lo largo de toda la fabricación de la placa. En tres de los cuatro lados de la placa, ambas láminas de material compuesto de papel electroaislante/separador se extienden más allá del borde de la rejilla, de modo que pueden sellarse entre sí para crear un cierre unificado alrededor de la placa por tres lados. Esto puede lograrse con una máquina de sellado mecánico, pueden usarse el sellador térmico, o el sellador de fusión en caliente para juntar los bordes externos de las dos láminas de material compuesto, usando un adhesivo 26 adicional. El adhesivo puede ser de cualquier tipo resistente al ácido, y será normalmente un adhesivo de fusión en caliente tal como el que se usa para integrar las capas. El resultado es una envuelta cerrada, físicamente separada que rodea la placa por tres lados, con el cuarto lado abierto para permitir la unión de un conector eléctrico a la placa. Las placas se curan entonces (se secan) antes del proceso de formación. Tras la formación, las placas (electrodos) se alternan con las cargadas de manera opuesta y se colocan en el alojamiento de batería. No se requiere un separador tradicional porque la placa está cubierta ahora por un material compuesto físicamente separado de gasa y capas de nanofibras. Entonces se añade ácido sulfúrico diluido y se sella la batería. El papel electroaislante se degradará con el tiempo en el electrolito, pero la gasa y la capa de nanofibras químicamente resistentes permanecerán intactas y continuarán impidiendo un cortocircuito mientras que todavía proporcionan un intercambio de iones muy alto. De manera similar, en casos en los que la capa 12 fibrosa es una estera de vidrio absorbente en vez de papel, la capa 14 de nanofibras sirve como separador para impedir la conexión en puente de partículas. En este caso, la estructura preparada adhiriendo las láminas de material compuesto entre sí puede meramente deslizarse sobre la placa ya secada y electroaislada, en vez de usar el material compuesto como papel electroaislante para aplicar el óxido de plomo.

Las láminas de material compuesto de múltiples capas según la invención proporcionan varias ventajas cuando se usa como papel electroaislante/separador de batería combinados. Combinando la gasa y la banda de nanofibras poliméricas con el papel electroaislante, puede añadirse una protección permeable que puede separar físicamente las placas para impedir la conexión en puente de partículas durante la fabricación de la placa de batería. Esto elimina una etapa separada de instalar un separador entre las placas cuando se produce la batería. La banda electrohilada tiene ventajas de baja densidad, área superficial grande con respecto a masa, alto volumen de poros y un pequeño tamaño de poros. La gasa proporciona resistencia a la lámina de material compuesto pero es relativamente delgada. Obviando la necesidad de un separador independiente, se aumenta el volumen de la batería, proporcionando de ese modo más electrolitos y una capacidad y una tasa de descarga proporcionalmente más altas. Este volumen más grande también puede permitir que el tamaño de batería global se reduzca sin sacrificar la capacidad o el potencial de almacenamiento.

Aunque la invención se ilustra y se describe en el presente documento con referencia a realizaciones específicas, la invención no pretende limitarse a los detalles mostrados. En cambio, pueden hacerse diversas modificaciones en los detalles dentro del alcance y ámbito de las reivindicaciones sin apartarse de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Lámina de material compuesto de múltiples capas para su uso en una batería de plomo-ácido, que comprende
- 5 a) una capa de base que comprende papel o una estera de fibra de vidrio;
- b) una capa de nanofibras poliméricas unida con partículas adhesivas diferenciadas a una primera superficie de la capa de base; y
- 10 c) una capa de gasa unida con partículas adhesivas diferenciadas a una superficie de la capa de nanofibras opuesta a la capa de base.
2. Lámina de material compuesto según la reivindicación 1, en la que el diámetro de las nanofibras está en un intervalo de desde 40 nm hasta 1000 nm.
- 15 3. Lámina de material compuesto según la reivindicación 1 ó 2, en la que el diámetro de las nanofibras está en un intervalo de desde 100 nm hasta 400 nm.
4. Lámina de material compuesto según cualquier reivindicación anterior, en la que la capa de nanofibras poliméricas tiene un grosor promedio en un intervalo de desde 200 nm hasta 2000 nm.
- 20 5. Lámina de material compuesto según cualquier reivindicación anterior, en la que la capa de nanofibras poliméricas tiene un grosor promedio en un intervalo de desde 800 nm hasta 2000 nm.
- 25 6. Lámina de material compuesto según cualquier reivindicación anterior, en la que la capa de nanofibras poliméricas tiene un diámetro de poro promedio en un intervalo de desde 100 nm hasta 500 nm.
7. Lámina de material compuesto según cualquier reivindicación anterior, en la que la capa de base comprende papel.
- 30 8. Lámina de material compuesto según cualquier reivindicación anterior, en la que cada una de las partículas adhesivas en b) y c) son partículas adhesivas de fusión en caliente.
9. Lámina de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1-6 y 8, en la que la capa de base comprende una estera de fibra de vidrio.
- 35 10. Lámina de material compuesto según la reivindicación 9, en la que la estera de fibra de vidrio comprende fibras de vidrio de borosilicato.
- 40 11. Lámina de material compuesto según la reivindicación 9 ó 10, en la que la estera de fibra de vidrio comprende una sal de sulfato y sílice coloidal dispersadas en la misma.
12. Lámina de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en la que la estera de fibra de vidrio es una estera comprimida que puede expandirse en grosor tras su inmersión en electrolito de batería.
- 45 13. Conjunto de placa para una batería de plomo-ácido, que comprende una placa de plomo que tiene superficies opuestas primera y segunda respectivamente recubiertas con las capas primera y segunda que comprenden óxido de plomo, entrando en contacto dichas capas primera y segunda con láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda respectivamente, comprendiendo cada una de dichas láminas de material compuesto:
- 50 a) una capa de base de papel;
- b) una capa de nanofibras poliméricas unida con partículas adhesivas diferenciadas a una primera superficie de la capa de base de papel; y
- 55 c) una capa de gasa unida con partículas adhesivas diferenciadas a una superficie de la capa de nanofibras opuesta a la capa de base de papel;
- en el que cada una de las capas primera y segunda de la placa es adyacente y está unida a la capa de base de papel de las láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda respectivamente en una segunda superficie de la misma opuesta a la primera superficie, y en el que las láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda se adhieren entre sí de modo que encierran la placa de plomo por tres lados.
- 60 14. Conjunto de placa para una batería de plomo-ácido, que comprende una placa de plomo que tiene superficies opuestas primera y segunda respectivamente recubiertas con las capas primera y segunda que comprenden óxido de

plomo, entrando en contacto al menos una de dichas capas primera y segunda con una lámina de material compuesto de múltiples capas que comprende:

5 a) una capa de base de estera de fibra de vidrio;

b) una capa de nanofibras poliméricas unida con partículas adhesivas diferenciadas a una primera superficie de la capa de base de estera de fibra de vidrio; y

10 c) una capa de gasa unida con partículas adhesivas diferenciadas a una superficie de la capa de nanofibras opuesta a la capa de base de estera de fibra de vidrio;

15 en el que dicha al menos una de las capas primera y segunda de la placa es adyacente a la capa de base de estera de fibra de vidrio de la lámina de material compuesto de múltiples capas en una segunda superficie de la misma opuesta a la primera superficie.

15. Conjunto de placa según la reivindicación 14, en el que dichas capas primera y segunda entran en contacto con las láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda respectivamente;

20 en el que cada una de las capas primera y segunda de la placa es adyacente a la capa de base de estera de fibra de vidrio de las láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda respectivamente en una segunda superficie de la misma opuesta a la primera superficie, y en el que las láminas de material compuesto de múltiples capas primera y segunda se adhieren entre sí de modo que encierran la placa de plomo por tres lados.

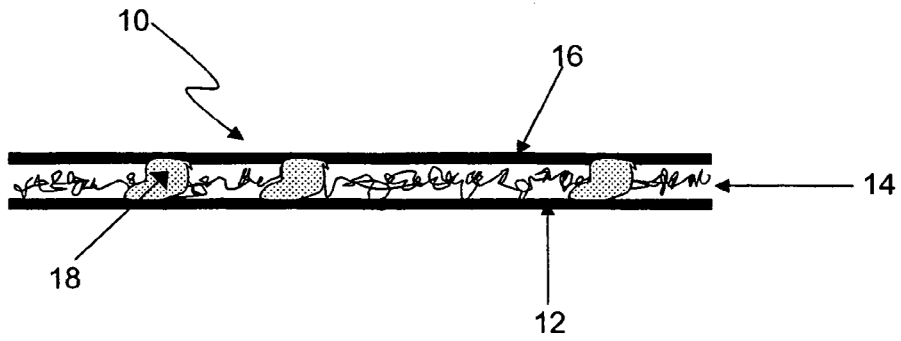


FIG. 1a

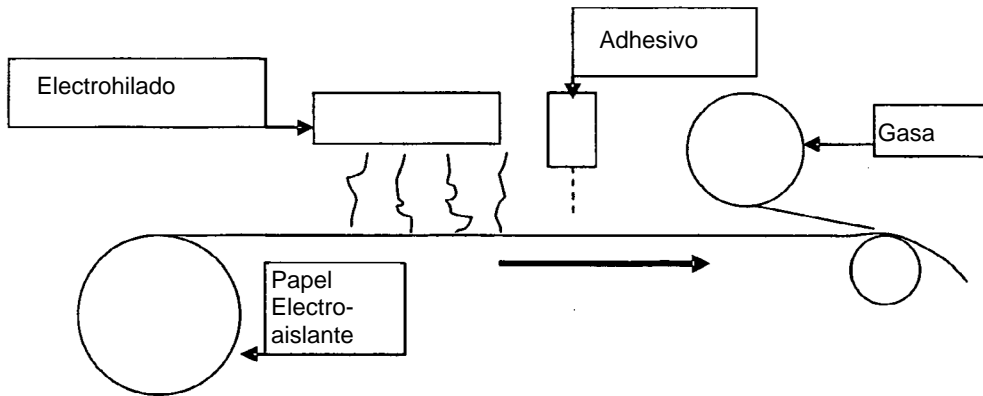


FIG. 1b

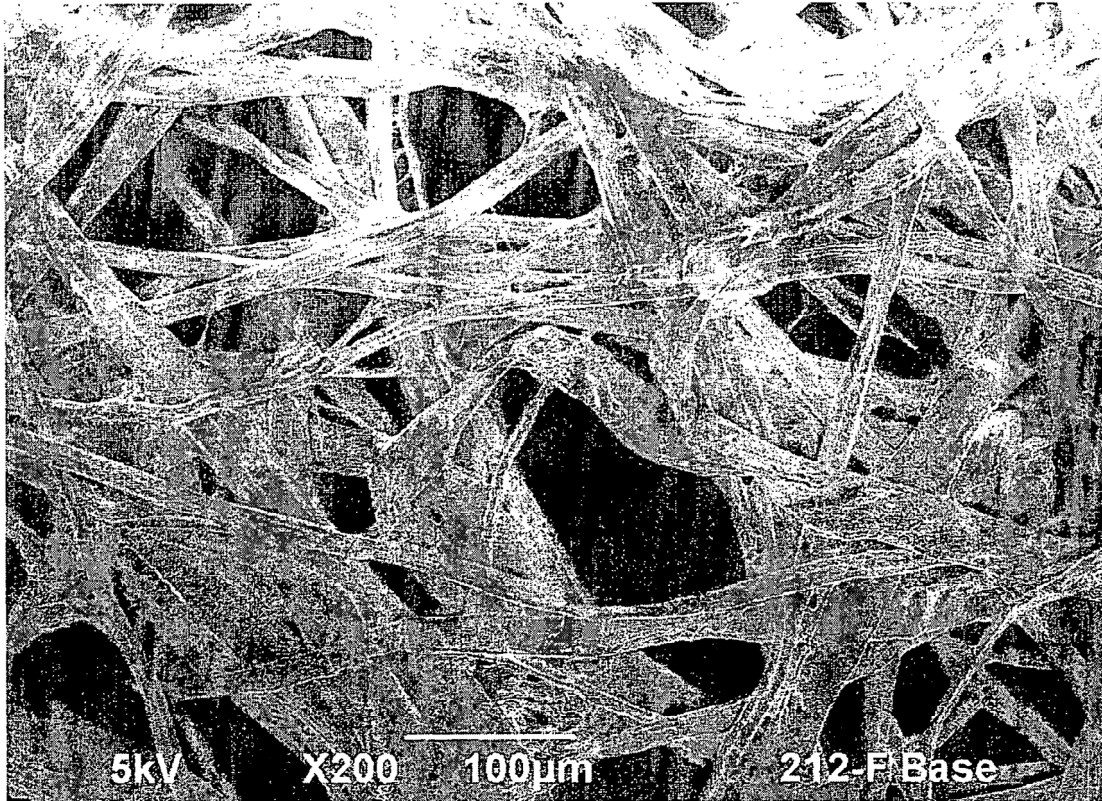


FIG. 2

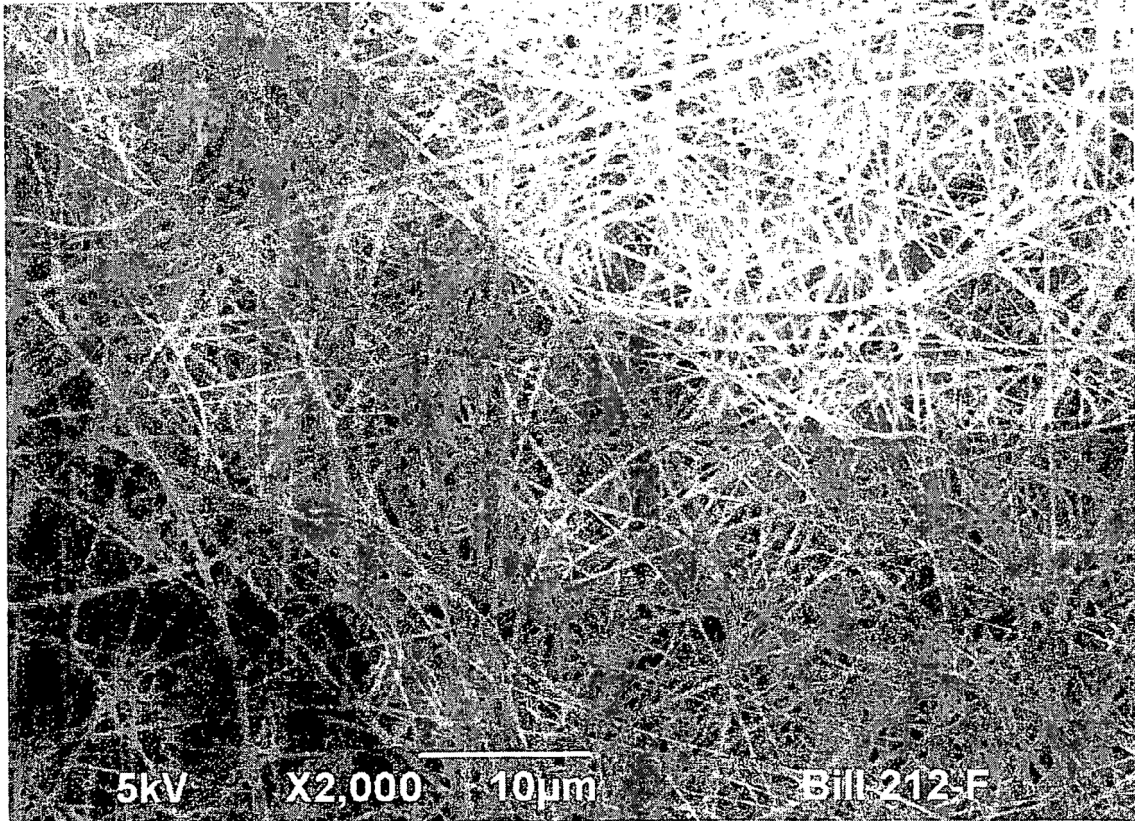


FIG. 3

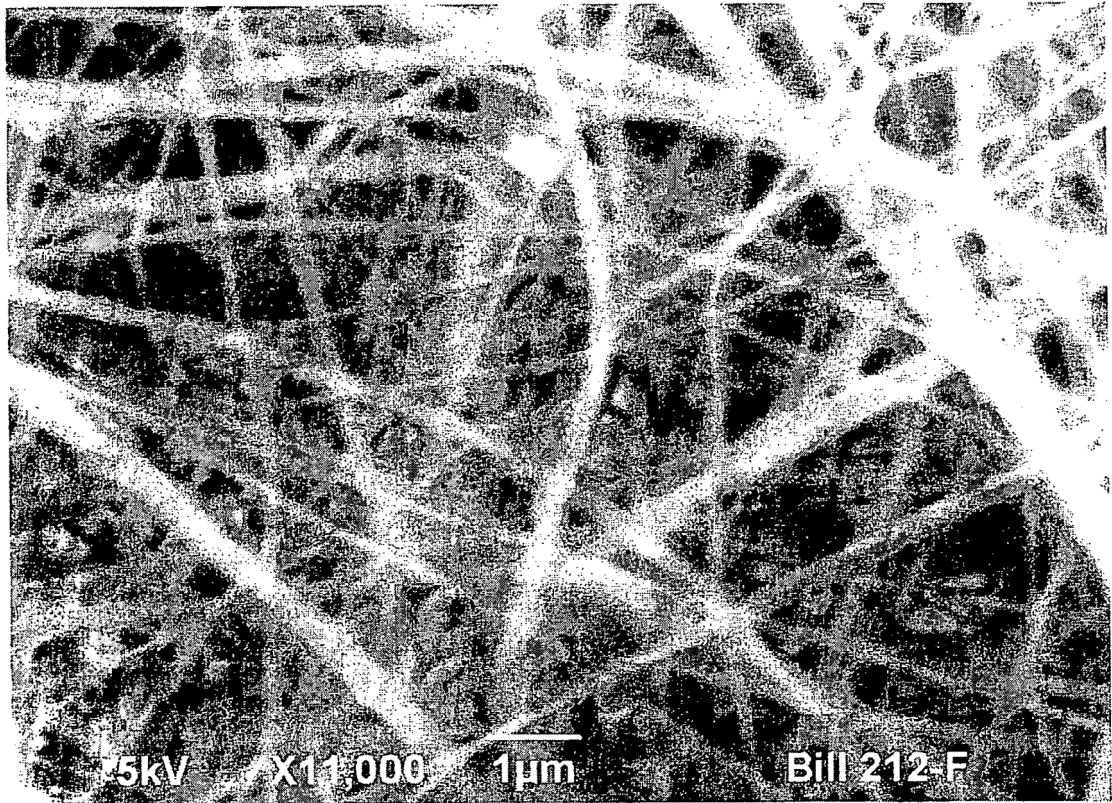


FIG. 4

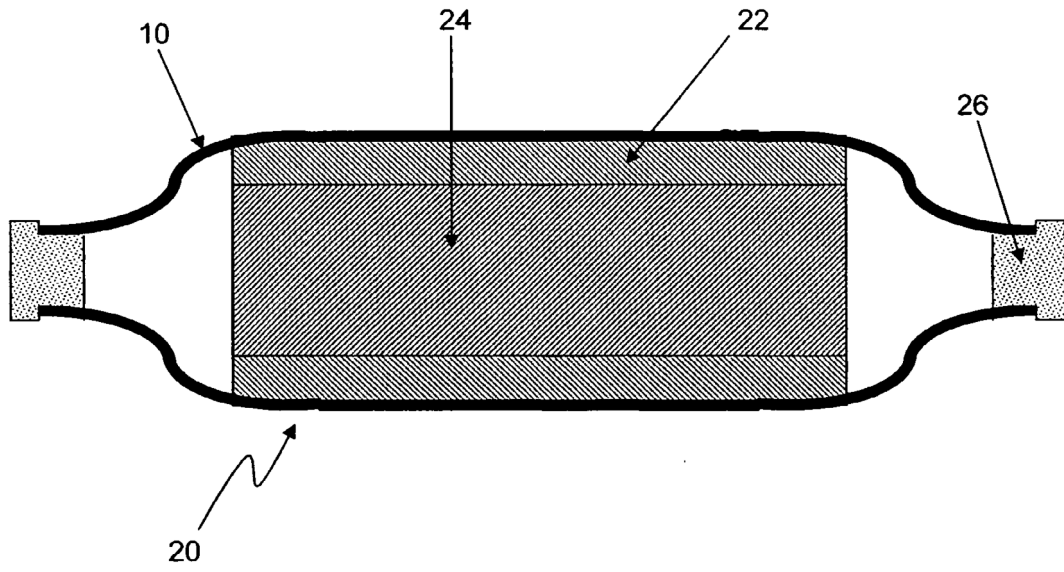


FIG. 5