



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 360 788**

⑤① Int. Cl.:
H01M 2/14 (2006.01)
H01M 2/16 (2006.01)
H01M 2/18 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨⑥ Número de solicitud europea: **02709409 .3**
⑨⑥ Fecha de presentación : **07.02.2002**
⑨⑦ Número de publicación de la solicitud: **1386363**
⑨⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **04.02.2004**

⑤④ Título: **Estructura y métodos para la fabricación de capas de unión para una batería de polímero de ión-litio.**

③⑩ Prioridad: **06.04.2001 US 828436**

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.06.2011

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.06.2011

⑦③ Titular/es:
CHANGS ASCENDING ENTERPRISE Co., Ltd.
231-7 Chin-Hua North Road
Taichung, Taiwan R.O.C., TW
Tsun-Yu Chang,
Prashant N. Kumta y
Chun-Chieh Chang

⑦② Inventor/es: **Chang, Tsun-Yu;**
Kumta, Prashant, N. y
Chang, Chun-Chieh

⑦④ Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 360 788 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

Estructura y métodos para la fabricación de capas de unión para una batería de polímero de ión-litio

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una batería secundaria de ión-litio en la que los ánodos y los cátodos se separan y se unen mediante dos capas porosas diferentes de materiales poliméricos que contienen partículas, y a métodos para la fabricación de la misma.

Antecedentes de la invención

10 Las baterías de polímero de ión-litio pueden fabricarse según métodos diferentes. En la Patente estadounidense 5.536.278 se calienta una película de electrolito, previamente preparada, y se lamina a un primer electrodo. A continuación, el segundo electrodo se lamina al primer electrodo laminado.

En la Patente estadounidense 5.778.515 se forman una película de electrodo y una película de separador que después se lamina, tras el uso de un disolvente de prelaminación, sobre la superficie de una de las películas por lo menos.

15 En la Patente estadounidense 6.024.773 se reviste por ambas caras una película de separador con una solución de resina aglutinante para unir así los electrodos a la película de separador que los separa.

En la Patente estadounidense 5.348.824 unas composiciones amorfas basadas en polímeros se extruyen por fusión a modo de película delgada directamente sobre el electrodo positivo de una batería de litio.

20 En todos los procesos en los que se forma una lámina o película, la composición del material separador se limita a polímeros con una resistencia mecánica satisfactoria para formar una película delgada y para poder llevar a cabo con ella el proceso de laminación con los electrodos. El uso de un material en partículas en el polímero resulta, en gran medida, prácticamente imposible con cualquier polímero ya que la resistencia mecánica se reduce aún más con la adición del material en partículas. En el caso de los polímeros extendidos por fusión, la porosidad resulta difícil de controlar y es normalmente baja.

Estos inconvenientes, así como otros muchos, se solucionan mediante la aplicación de la presente invención.

Resumen de la invención

25 La presente invención se refiere a una batería de polímero de ión-litio y a métodos para su fabricación. Se forman dos capas de materiales poliméricos diferentes, en formas que no sean tipo lámina, para separar y unir los ánodos y los cátodos adyacentes (electrodos) de la batería. Las capas contienen un material en partículas para aumentar la porosidad de las capas. Los distintos materiales poliméricos tienen unos requisitos de solubilidad específicos que se describen a continuación.

30 La batería incluye por lo menos un ánodo y por lo menos un cátodo dispuesto enfrente y separado de cada uno de los ánodos. Entre cada ánodo y cada cátodo se colocan dos capas de separadores/aglutinantes porosos diferentes para mantener la separación y unir cada uno de los ánodos a cada uno de los cátodos. Un electrolito no acuoso rellena los poros de los separadores/aglutinantes. Cada separador/aglutinante consiste en un polímero y en un material en partículas. Un primer separador/aglutinante se compone de un polímero P_1 y de un material en partículas M_1 ; el segundo separador/aglutinante se compone de un polímero P_2 y de un material en partículas M_2 . Los polímeros y los materiales en partículas deben tener unas propiedades de solubilidad tales que P_1 sea soluble en un disolvente S_1 ; P_2 sea soluble en un disolvente S_2 , P_1 no sea soluble en el disolvente S_2 , P_2 no sea soluble en el disolvente S_1 , M_1 no sea soluble en S_1 y M_2 no sea soluble en S_2 .

40 Las estructuras preferentes de las baterías tienen una forma prismática (apilada) y una forma cilíndrica (bobinada). La fabricación se lleva a cabo conforme a tres métodos de fabricación. En los tres métodos, el primer separador/aglutinante, en donde el polímero se disuelve en un disolvente, se aplica a los electrodos de modo que quede presente una sola capa del primer separador/aglutinante entre cada uno de los ánodos y los cátodos una vez completada la batería. A continuación se seca el primer separador/aglutinante. El segundo separador/aglutinante puede aplicarse de distintas maneras en función del método utilizado de los tres, no obstante, el polímero del segundo separador/aglutinante debe encontrarse en un estado parcialmente disuelto por lo menos mientras los electrodos están apilados para así poder unir los electrodos bien de forma prismática o cilíndrica al secarse el segundo separador/aglutinante al evaporarse el disolvente S_2 .

50 Según un primer método, los electrodos se apilan mientras el segundo separador/aglutinante no está completamente seco y se encuentra en un estado pegajoso.

Según un segundo método, los electrodos se apilan colocando sólo con el primer separador/aglutinante entre ellos y el segundo separador/aglutinante se infiltra entre los electrodos y después se seca.

Según un tercer método, los electrodos se apilan con un primer y un segundo separador/aglutinante, en un estado seco, entre ellos; a continuación se infiltra en disolvente S₂ entre los electrodos para disolver al menos parcialmente el polímero P₂ de modo que, cuando se seque, los electrodos queden unidos entre sí.

- 5 En la fabricación final de las baterías, sea cual sea el método utilizado de los tres, se aplica un electrolito no acuoso para rellenar los poros de los separadores/aglutinantes y empacar los electrodos y el electrolito.

Breve descripción de los dibujos

Para que la invención pueda ser comprendida con mayor facilidad, se hace referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 10 La FIG. 1 es una sección vertical de una porción de una batería de la invención en la que se muestran los ánodos y los cátodos alternos y las capas intermedias de separador/aglutinante y la batería tiene una estructura prismática;
La FIG. 2 es un dibujo esquemático de una batería de la invención, en donde la batería tiene una estructura cilíndrica;
- 15 Las FIGS. 3a, 3b, 3c son dibujos en los que se describen los pasos de fabricación llevados a cabo conforme al primer método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería prismática;
Las FIGS. 4a, 4b, 4c son dibujos en los que se describen pasos de fabricación alternativos a los pasos mostrados en las FIGS. 3a-3c llevados a cabo conforme al primer método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería prismática;
- 20 Las FIGS. 5a, 5b, 5c, 5d y 5e son dibujos en los que se describen los pasos de fabricación llevados a cabo conforme al segundo método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería prismática;
Las FIGS. 6a, 6b, 6c y 6d son dibujos en los que se describen pasos de fabricación alternativos a los pasos mostrados en las FIGS. 5a-5e llevados a cabo conforme al segundo método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería prismática;
- 25 Las FIGS. 7a, 7b, 7c, 7d y 7e son dibujos en los que se describen los pasos de fabricación llevados a cabo conforme al tercer método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería prismática;
Las FIGS. 8a, 8b, 8c, 8d y 8e son dibujos en los que se describen pasos de fabricación alternativos a los pasos mostrados en las FIGS. 7a-7e llevados a cabo conforme al tercer método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería prismática;
- 30 La FIG. 9 es un dibujo esquemático de la batería completamente fabricada de la invención;
Las FIGS. 10a, 10b y 10c son dibujos en los que se describen los pasos de fabricación llevados a cabo conforme a un primer método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería cilíndrica;
La FIG. 11 es un dibujo en el que se describen los pasos de fabricación llevados a cabo conforme a un segundo método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería cilíndrica;
- 35 Las FIGS. 12a, 12b y 12c son dibujos en los que se describen los pasos de fabricación llevados a cabo conforme a un tercer método de fabricación de la invención con el que se obtiene una batería cilíndrica;
La FIG. 13 es un gráfico en el que se muestra una primera serie de condiciones de ensayo llevados a cabo en una batería prismática de la invención fabricada conforme al método 1;
La FIG. 14 es un gráfico en el que se muestran los resultados del ensayo realizado conforme a las condiciones mostradas en la FIG. 13;
- 40 La FIG. 15 es un gráfico en el que se muestra una segunda serie de condiciones de ensayo diferentes de las de la serie de la FIG. 13 llevados a cabo en la misma batería prismática de la invención fabricada conforme al método 1;
La FIG. 16 es un gráfico en el que se muestran los resultados del ensayo realizado conforme a las condiciones mostradas en la FIG. 15;
- 45 Las FIGS. 17-24 son gráficos en los que se muestra una tercera serie de condiciones de ensayo y los resultados correspondientes, para una batería prismática fabricada conforme al primer método pero utilizando un separador/aglutinante diferente al utilizado en la batería de las FIGS. 13-16;
La FIG. 25 es un gráfico en el que se muestra una cuarta serie de condiciones de ensayo llevados a cabo en una batería de la invención fabricada conforme al método I, pero utilizando separadores/aglutinantes diferentes a los utilizados en los ejemplos anteriores relativos al método I;
- 50 La FIG. 26 es un gráfico en el que se muestran los resultados del ensayo realizado conforme a las condiciones mostradas en la FIG. 25;
La FIG. 27 es un gráfico en el que se muestra una quinta serie de pasos de ensayo llevados a cabo en una batería tipo bobinada de la invención fabricada conforme al método 2;
La FIG. 28 es un gráfico en el que se muestran los resultados del ensayo realizado conforme a las condiciones mostradas en la FIG. 27;
- 55 La FIG. 29 es un gráfico en el que se muestran los resultados de un sexto ensayo llevado a cabo en una batería cilíndrica (bobinada) de la invención fabricada conforme al método 3;

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

- 60 La batería de la presente invención es una batería recargable que tiene al menos un ánodo y un cátodo (electrodos) separados entre sí y un electrolito líquido dispuesto en el espacio que queda entre ellos para que así los iones puedan pasar libremente entre el ánodo y el cátodo. Para que la batería de forma prismática pueda tener un uso práctico, ésta consta de una pluralidad de ánodos y de cátodos, separados entre sí, ocupando el electrolito líquido

cada uno de los espacios. Se describen dos configuraciones posibles para las baterías de ión-litio: 1) una batería que tiene ánodos y cátodos sustancialmente planos apilados de forma alterna y denominada batería "prismática" y 2) una batería que tiene un solo ánodo alargado y un solo cátodo alargado apilados y enrollados después en forma de bobina, normalmente alrededor de un núcleo, denominada generalmente batería "cilíndrica".

- 5 Para mantener la separación y evitar cualquier tipo de contacto y un cortocircuito entre los ánodos y los cátodos, y para unir los ánodos y los cátodos formando una estructura en la que no se requieran elementos externos de soporte, entre cada uno de los ánodos y de los cátodos se disponen dos capas de separador/aglutinante, configuradas de modo que tengan un alto nivel de porosidad. Ambas capas actúan como separadores y como aglutinantes y contienen el electrolito en sus poros.
- 10 Respecto a la FIG. 1, un ejemplo de la disposición prismática, los ánodos 30 y los cátodos 32 están apilados de manera alterna. Los cátodos pueden consistir en cualquier estructura de cátodo conocida, por ejemplo, una lámina de aluminio que tenga una capa de material activo de electrodo positivo formado en sus superficies, por ejemplo, óxidos completos de litio tales como LiCoO_2 . Otras capas de material activo pueden consistir en óxido de manganeso litiado, óxido de níquel litiado y combinaciones de los mismos. El ánodo puede consistir en cualquier estructura de ánodo conocida, por ejemplo, una lámina de cobre con un material carbonoso formado en sus superficies, por ejemplo, grafito carbonoso. Otros ejemplos de electrodos incluyen litio metálico, litio, aleaciones de litio, aluminio y materiales de intercalación de litio como carbón, coque de petróleo, carbón activo, grafito y otras formas de carbón conocidas en la técnica. Otras láminas para los sustratos pueden consistir en oro, níquel, aleaciones de cobre y materiales chapados en cobre.
- 15 Una capa de un primer separador/aglutinante 34 y una capa de un segundo separador/aglutinante 36, compuestas de materiales en partículas y polímeros P_1 y P_2 respectivamente, llenan el espacio que queda entre los ánodos y los cátodos.

En la FIG. 2 se muestra una disposición en forma cilíndrica de un ánodo y un cátodo que comprende un ánodo 38, un cátodo 40 y dos capas de separador/aglutinante 34a y 36a en el espacio que queda entre el ánodo y el cátodo. El material del ánodo y del cátodo puede ser similar a los descritos para la disposición prismática.

- Respecto a la FIG. 1, entre cada ánodo y cada cátodo hay dos capas de separadores/aglutinantes 34 y 36 que mantienen una separación entre cada ánodo y cada cátodo y actúan como aglutinante para mantener los ánodos y los cátodos en la posición correcta. No resulta necesaria la presencia de ningún elemento externo a los electrodos para mantener la estructura de la batería. Los separadores/aglutinantes se aplican a los electrodos en estado líquido y el método de aplicación se describe a continuación. Los separadores/aglutinantes líquidos se preparan disolviendo polímeros en un disolvente para obtener una solución polimérica seguido de la adición de un material en partículas a la solución. Por ejemplo, se disuelve PVC (cloruro de polivinilo) en THF (tetrahidrofurano). Si el polímero P_1 se disuelve en un disolvente S_1 , y un polímero P_2 se disuelve en un disolvente S_2 , un requisito de la invención es que el P_1 sea soluble en S_1 y no soluble en S_2 ; y que P_2 sea soluble en S_2 y no sea soluble en S_1 . Por ejemplo, P_1 podría ser PVC; S_1 podría ser THF; P_2 podría ser PEO (óxido de polietileno); y S_2 podría ser metanol. Los materiales poliméricos se pueden categorizar en términos generales como hidrófilos e hidrófobos. En las tablas siguientes se presentan posibles combinaciones que pueden utilizarse que cumplen los requisitos antedichos. En las tablas no se incluyen todas las combinaciones posibles. Cualquiera de los materiales poliméricos hidrófilos de la Tabla I puede utilizarse con cualquiera de los materiales poliméricos hidrófobos de la Tabla II.

40 TABLA I (Hidrófilo)

POLÍMERO	DISOLVENTE
PEO (óxido de polietileno)	metanol
PPO (óxido de polipropileno)	metanol
policarbonato	metanol/cloroformo
PMMA (polimetilmetacrilato)	etanol
PVP (polivinilpirrolidona)	metanol

TABLA II (Hidrófobo)

POLÍMERO	
PE/PP (polietileno/polipropileno)	heptano
PVC (cloruro de polivinilo)	tetrahidrofurano
poliestireno	tetrahidrofurano
PAN (poliacrilonitrilo)	DMF (dimetilsulfóxido)
PAN (poliacrilonitrilo)	DMSO (dimetilsulfóxido)

También es posible seleccionar combinaciones de polímeros/disolventes para las capas tanto del primer como del segundo separador/aglutinante de cualquiera de las Tablas I o II y seguir cumpliendo con los requisitos de solubilidad antedichos.

- 5 Como ya se ha mencionado anteriormente, para que una batería de ión-litio funcione es necesario que haya un electrolito presente en el espacio que queda entre los electrodos para que los iones se puedan mover libremente entre los electrodos. Para proporcionar porosidad a cada separador/aglutinante se añade un material en partículas al polímero disuelto antes de su aplicación a los electrodos. Un material en partículas preferente son las fibras de vidrio de borosilicato. Existen otros materiales que pueden incluir materiales en partículas, por ejemplo: partículas de óxido como el óxido de magnesio, óxido de calcio, óxido de estroncio, óxido de bario, óxido de boro, óxido de aluminio, 10 óxido de silicio; zeolitas sintéticas o naturales; silicatos como por ejemplo borosilicato, silicato de calcio, polisilicatos de aluminio; materiales celulósicos como por ejemplo harinas de madera, materiales de vidrio como por ejemplo microperlas, microesferas huecas, lentejuelas; o materiales en partículas en forma de fibra como por ejemplo fibras de poliéster, fibras de nilón, fibras de rayón, fibras de acetato, fibras acrílicas, fibras de polietileno, fibras de polipropileno, fibras de poliamida, fibras de polibenzimidazol, fibras de vidrio de borosilicato y fibras de madera.
- 15 Un ejemplo de un separador/aglutinante líquido de aplicación a un electrodo es: 0,5 gm de PVC disueltos en 20 gm de THF a los que se añaden 9,5 gm de borosilicato. En una realización preferente, el borosilicato se prepara a modo de fibras de vidrio procesadas en un molino de bolas durante 24 horas aproximadamente. Tras el procesamiento en el molino de bolas las fibras adquieren forma de polvo.

- 20 Un segundo ejemplo de un separador/aglutinante líquido de aplicación a un electrodo es: 1 gm de PEO disuelto en 30 gm de metanol con 5 gm de borosilicato añadidos.

- Un separador/aglutinante preparado según lo arriba indicado, y tras haber sido aplicado al electrodo y secado, genera una capa porosa en la que el material en partículas se reviste con el polímero y se une a la superficie del electrodo. El disolvente del material aplicado se evapora prácticamente por completo durante el proceso de secado dejando unos huecos entre las partículas revestidas con el polímero ya que el polímero se vuelve a encoger cuando el disolvente se evapora. En un paso de fabricación subsiguiente se aplica un electrodo líquido que rellena los huecos de cada una de las capas de separador/aglutinante presentes entre los electrodos.
- 25

En las FIGS. 3a a 12c se muestran varios pasos de los tres métodos diferentes de fabricación de baterías de ión-litio de la invención. En primer lugar se describen las baterías de tipo prismático seguido de las baterías con una estructura cilíndrica.

- 30 En un primer paso del primer método, la FIG. 3a, el ánodo 30 se reviste por un lado con un primer separador/aglutinante 34 y se deja secar. Un método de revestimiento preferente, aplicable a todos los ejemplos siguientes, consiste en preparar el separador/aglutinante combinando el polímero, el disolvente y el material en partículas y removiendo continuamente la mezcla durante un período de 8 a 12 horas aproximadamente. La mezcla se lleva a cabo hasta que con el polímero y el material en partículas se obtiene una suspensión homogénea. La duración del mezclado depende del tipo de polímero y del material en partículas. Tras la preparación del separador/aglutinante, se lleva a cabo un proceso de revestimiento en barra, utilizando una red metálica para controlar el grosor. El grosor del revestimiento se controla para que sea de entre 10 y 200 μm . Preferentemente, el grosor se controla para que sea de entre 30 y 60 μm . Con el uso de redes metálicas de grosores diferentes se puede controlar el grosor del revestimiento. No obstante, pueden seguirse otros métodos con los que se obtiene un revestimiento uniforme similar. Según el primer método de fabricación del que estamos hablando, tras el revestimiento del primer separador/aglutinante, 34, se lleva a cabo el secado para que el disolvente se evapore. No obstante, en esta etapa de fabricación no es necesario que el secado sea completo.
- 35
- 40

- En un segundo paso del primer método, FIG. 3b, el cátodo 32 se reviste con un segundo separador/aglutinante 36 preparado de la misma manera que la indicada anteriormente. No obstante, este revestimiento no está totalmente seco. Mientras el segundo separador/aglutinante 36 todavía está al menos pegajoso sobre el cátodo 32, el ánodo 30, que tiene el revestimiento seco del primer separador/aglutinante 34 se superpone sobre el cátodo 32 tal y como se muestra en la FIG. 3c para unir la pila de electrodos. El proceso se repite hasta obtener el número de capas deseado.
- 45

- Los polímeros P_1 y P_2 del primer y del segundo separadores/aglutinantes respectivamente (FIGS. 3a-3c) tienen las restricciones de solubilidad arriba indicadas. Dado que el polímero P_1 no es soluble en el disolvente S_2 del polímero P_2 , el polímero P_1 no se disuelve cuando se pone en contacto con el polímero P_2 líquido (al menos pegajoso) del paso mostrado en la FIG. 3c.
- 50

Como resultado, el P_1 permanece sólido en la capa uniforme tal y como se aplica y, por tanto, garantiza la separación entre los electrodos.

- 55 Adicionalmente, la capa del segundo separador/aglutinante 36 que contiene el polímero P_2 aumenta la separación entre los electrodos. Como puede verse en la FIG. 3c, el ánodo 30 está unido a la capa del primer separador/aglutinante 34, la capa del primer separador/aglutinante 34 está unida a la capa del segundo separador/aglutinante 36 y la capa del segundo separador/aglutinante 36 está unida al cátodo 32. No se necesita

ningún elemento de soporte adicional para mantener la estructura de la batería. Pueden añadirse ánodos y cátodos alternos adicionales de manera similar para producir una batería de un tamaño y una capacidad determinados. Tras el montaje del número de electrodos deseado, el conjunto se seca preferentemente bajo vacío a 120°C durante 8 horas. Los revestimientos aplicados a cada uno de los electrodos cubren el área necesaria para que quede enfrente del electrodo adyacente. Las porciones no revestidas de los electrodos se extienden desde los lados de la pila tal y como se muestra en la FIG. 1 y se conectan eléctricamente en pasos subsiguientes del montaje tal y como se conoce en la técnica.

La secuencia específica de revestimiento y disposición relativa de las dos capas de separador/aglutinante conforme se muestra en las FIGS. 3a - 3c no es única. Es aceptable cualquier procedimiento con el que se obtenga una capa de un primer separador/aglutinante y una capa de un segundo separador/aglutinante entre cada ánodo y cada cátodo. No obstante, durante el montaje, la capa del primer separador/aglutinante se debe aplicar y secar y la segunda capa debe estar al menos pegajosa durante el apilado.

En las FIGS. 4a a 4c se muestra un primer método de fabricación alternativo. En la FIG. 4a se revisten por ambos lados dos ánodos 30 con el primer de separador/aglutinante 34 y se secan. En la FIG. 4b, se reviste un cátodo 32 con la capa del segundo separador/aglutinante 36. En el paso final, FIG. 4c, los ánodos 30 y el cátodo 32 se apilan mientras el segundo separador/aglutinante 36 está todavía al menos pegajoso. Pueden añadirse capas adicionales de manera similar.

Los pasos arriba descritos, (FIGS. 3a=3c), junto con los pasos subsiguientes para completar la fabricación de la batería incluyen:

- 1) revestir un lado de un electrodo (por ejemplo, ánodo) con la capa del primer separador/aglutinante 34
- 2) secar la primera capa 34
- 3) revestir un lado de un electrodo opuesto (por ejemplo, cátodo) con la capa del segundo separador/aglutinante 36
- 4) apilar los electrodos mientras la segunda capa 36 está todavía por lo menos pegajosa
- 5) añadir ánodos y cátodos adicionales de manera similar para un número seleccionado de electrodos
- 6) secar la pila de electrodos completada
- 7) establecer las conexiones eléctricas deseadas a los electrodos
- 8) infiltrar un electrolito en los poros de las dos capas de separador/aglutinante de la pila de electrodos
- 9) introducir los electrodos apilados en un recipiente adecuado y sellar el recipiente.

Para evitar la presencia de humedad en el interior de recipiente sellado, los pasos 8 y 9 se llevan a cabo preferentemente en una cámara seca. Los electrolitos, de los que se habla más abajo, no son acuosos y la presencia de humedad resulta perjudicial para el funcionamiento de la batería.

En los ejemplos antedichos y en los ejemplos siguientes, el porcentaje de material en partículas en el primer separador/aglutinante (en peso) oscila entre un 50-98%; el porcentaje de material en partículas en el segundo separador/aglutinante (en peso) oscila entre un 50-98%. El porcentaje preferente para el primer separador/aglutinante oscila entre un 80-97%. El porcentaje preferente para el segundo separador/aglutinante oscila entre un 70-92%.

En las FIGS. 5a a 5e se presenta un segundo método de fabricación de una batería de la invención. En un primer paso del segundo método, la FIG. 5a, el ánodo 30 se reviste con el primer separador/aglutinante 34 y se deja secar. En el paso 2, FIG. 5b, el cátodo 32 se reviste con el primer separador/aglutinante 34 y se deja secar. Los pasos 1 y 2 se repiten para un número seleccionado de ánodos y de cátodos. En el paso 3, FIG. 5c, los ánodos y los cátodos preparados se apilan de manera suelta de modo que entre cada ánodo 30 y cátodo 32 alterno se encuentre presente una sola capa del primer separador/aglutinante 34. En el paso 4, FIG. 5d, el segundo separador/aglutinante 36 se infiltra en los espacios que quedan entre las capas secas 34 y las superficies opuestas del electrodo sin revestir. El paso se puede llevar a cabo por inmersión en el líquido o mediante cualquier otro medio. En la FIG. 5e se muestra el conjunto completo que incluye ánodos 30 y cátodos 32 alternos con una capa de cada uno de los separadores/aglutinantes 34 y 36 entre ellos. Los requisitos de los polímeros P₁ y P₂ del primer y segundo separadores/aglutinantes 34 y 36, indicados arriba, son especialmente importantes en el presente método para que la primera capa seca con el polímero P₁ permanezca sin disolver y se mantenga al grosor uniforme aplicado en los pasos 5a y 5b.

En las FIGS. 6a-6d se muestra un modo alternativo de fabricación utilizando el segundo método. En la FIG. 6a el ánodo 30 se reviste por ambos lados el primer separador/aglutinante 34 y se seca. Se preparan de igual modo una pluralidad de ánodos adicionales. En un segundo paso, FIG. 6b, los ánodos preparados se apilan de manera suelta, alternándolos con los cátodos sin revestir. En un tercer paso, FIG. 6c, los electrodos apilados de forma suelta se infiltran con el segundo separador/aglutinante para añadir así una capa de un segundo separador/aglutinante 36 entre cada capa del primer separador/aglutinante seca 34 y la superficie sin revestir del cátodo 32 tal y como se muestra en la FIG. 6d. Este mismo proceso se puede utilizar, por ejemplo, revistiendo cátodos y apilándolos con ánodos sin revestir.

Los pasos arriba descritos (FIGS. 6a-6d), junto con los pasos subsiguientes para completar la fabricación de la batería incluyen:

- 1) revestir los dos lados de los electrodos (por ejemplo, ánodos) con la capa del primer separador/aglutinante 34
- 2) secar la primera capa 34
- 5 3) apilar de forma suelta los electrodos revestidos de manera alterna con los electrodos sin revestir (por ejemplo, cátodos)
- 4) infiltrar los electrodos apilados de forma suelta con el segundo separador/aglutinante 36
- 5) secar la pila de electrodos
- 6) establecer las conexiones eléctricas deseadas a los electrodos
- 10 7) infiltrar un electrolito en los poros de las dos capas de la pila de electrodos
- 8) introducir los electrodos apilados en un recipiente adecuado y sellar el recipiente

Los pasos 7 y 8 se llevan a cabo preferentemente en una cámara seca. En las FIGS. 7a - 7e se presenta un tercer método de fabricación de una batería de la invención. En la FIG. 7a, el ánodo 30 se reviste por ambos lados con el primer separador/aglutinante 34 y se seca. En un segundo paso, FIG. 7b, el cátodo 32 se reviste por ambos lados con el segundo separador/aglutinante 36 y se seca. A continuación, los ánodos y los cátodos se apilan de manera alterna tal y como se muestra en la FIG. 7c. En el paso siguiente, los electrodos apilados se infiltran con el disolvente S₂ del segundo separador/aglutinante 36 por inmersión de la pila en el disolvente S₂ para que así se disuelva al menos una porción del polímero P₂ tal y como se muestra en la FIG. 7d. En el paso final, FIG. 7e, los electrodos apilados se secan para unir los electrodos entre sí. La pila de electrodos completa tiene una capa del primer separador/aglutinante y una capa del segundo separador/aglutinante entre cada ánodo y cada cátodo.

En las FIGS. 8a - 8e se muestra un modo alternativo de fabricación utilizando el tercer método. En la FIG. 8a, el ánodo 30 se reviste por ambos lados con el primer separador/aglutinante 34 y se seca. A continuación se aplica el segundo separador/aglutinante 36 encima del primer separador/aglutinante y se seca.

En la FIG. 8b se muestra un cátodo 32 que no tiene ningún revestimiento de separador/aglutinante. En la FIG. 8c, una pluralidad de ánodos revestidos y de cátodos sin revestir están apilados de manera alterna. En un paso siguiente, FIG. 8d, los electrodos apilados se sumergen en disolvente S₂ para así disolver al menos una porción del segundo separador/aglutinante 36. Y en un paso final, FIG. 8e, el conjunto se seca con lo que cada ánodo se une a cada cátodo.

Los pasos de las FIGS. 7a-7e, junto con los pasos subsiguientes para completar la fabricación de la batería incluyen:

- 30 1) revestir los dos lados de un electrodo (por ejemplo, ánodo) con el primer separador/aglutinante 34
- 2) revestir los dos lados de un electrodo diferente (por ejemplo, cátodo) con el segundo separador/aglutinante 36
- 3) repetir los pasos 1 y 2 para una pluralidad de ánodos 30 y de cátodos 32
- 4) aplicar una pluralidad de electrodos revestidos
- 5) infiltrar el disolvente S₂ del polímero P₂
- 35 6) secar la pila de electrodos
- 7) establecer las conexiones eléctricas deseadas a los electrodos
- 8) infiltrar un electrolito en los poros de las dos capas de los electrodos apilados
- 9) introducir los electrodos apilados en un recipiente adecuado y sellar el recipiente

Los pasos 8 y 9 se llevan a cabo preferentemente en una cámara seca.

40 Aunque se muestra que el segundo separador/aglutinante se aplica encima del primer separador/aglutinante sólo en el tercer método de fabricación, con el primer método también puede llevarse a cabo un procedimiento similar. En el primer método, el segundo separador/aglutinante no está totalmente seco antes de proceder con el paso siguiente.

En la FIG. 9 se muestra esquemáticamente una batería fabricada al completo conforme a la invención. Los ánodos 30 y los cátodos 32 apilados tienen una capa de separador/aglutinante 34 y una capa de separador/aglutinante 36 entre cada electrodo. Los electrodos y las capas de separador/aglutinante apilados se pueden preparar conforme a cualquiera de los métodos arriba descritos ya que con todos los métodos se obtiene sustancialmente la misma batería. Un electrolito 42 rellena los poros de todas las capas de separador/aglutinante dispuestas entre los electrodos. Los conductores 44 y 46 conectan todos los ánodos y cátodos, respectivamente, y sobresalen del recipiente sellado 48 a modo de cables eléctricos por 50 y 52. En la técnica se conocen varios medios para conectar los ánodos y los cátodos. Un método de conexión de los electrodos (no mostrado) es soldar por puntos una malla de níquel a los extremos de los electrodos que sobresalen de la pila de electrodos.

Se conocen varios recipientes en la técnica. Un ejemplo de un recipiente es una bolsa de aluminio laminada al menos por una de las superficies internas con un polímero como, por ejemplo, PE o PP.

55 Tal y como se ha mencionado anteriormente, la batería de la invención puede tener una estructura cilíndrica (bobinada). Lo preferente es la utilización de un núcleo cilíndrico o hexaedro para enrollar los electrodos revestidos a su alrededor. Los tres métodos de fabricación descritos para las baterías prismáticas pueden ser utilizados para fabricar las baterías cilíndricas. A continuación se describe un ejemplo de cada uno de los métodos. Aquellos

versados en la materia pueden idear variaciones alternativas para obtener los mismos resultados.

En la FIG. 10a, un ánodo alargado 30a se reviste por ambos lados con el primer separador/aglutinante 34 y se seca. El cátodo alargado 32a se reviste por ambos lados con el segundo separador/aglutinante 36, FIG. 10b. Mientras el segundo separador/aglutinante 36 está todavía al menos pegajoso, el ánodo y el cátodo revestidos se enrollan alrededor de un núcleo en forma de bobina tal y como se muestra en la FIG. 2 y se deja sacar. La batería en forma cilíndrica seca se une en dicha forma a través de las dos capas de separador/aglutinante sin que resulte necesaria ninguna estructura adicional.

En el segundo método de fabricación de una batería cilíndrica de la invención, descrita en referencia a la FIG. 11, la batería se fabrica revistiendo por ambos lados un ánodo alargado 30a con el primer separador/aglutinante 34 y dejándolo secar. En un segundo paso, el ánodo alargado revestido se enrolla con un cátodo alargado sin revestir alrededor de un núcleo. La separación entre el primer separador/aglutinante 34 y la superficie no revestida del cátodo alargado se infiltra con el segundo separador/aglutinante 36, por inmersión, por ejemplo. En un paso final, el ánodo y el cátodo bobinados se secan para unir cada uno de los ánodos a cada uno de los cátodos tal y como se muestra en la FIG. 2.

Un tercer método de fabricación de una batería cilíndrica de la invención se describe haciendo referencia a las FIGS. 12a-12c. En la FIG. 12a, un ánodo alargado 30a se reviste por ambos lados con el primer separador/aglutinante 34 y se seca. En un segundo paso, FIG. 12b, el cátodo alargado 32a se reviste por ambos lados con el segundo separador/aglutinante 36 y se seca. El ánodo y el cátodo alargados revestidos se apilan y se enrollan alrededor de un núcleo en forma de bobina. Los electrodos enrollados se infiltran, por inmersión, por ejemplo, con el disolvente S₂ del polímero P₂ para disolver así al menos una porción de la superficie del polímero P₂ sin que tenga efecto alguno en la capa del primer separador/aglutinante 34 que tiene el polímero P₁. En la FIG. 2 se muestra la estructura finalizada que incluye un ánodo continuo 30a y un cátodo continuo 32b con una capa de separador/aglutinante 34 y una capa de separador/aglutinante 36 entre ellos. La estructura se une en forma de bobina a través de los polímeros secos ni que resulte necesaria la utilización de alguna estructura externa. También son posibles otros procedimientos para la producción de baterías cilíndricas utilizando los tres métodos generales de fabricación.

Las baterías de ión-litio fabricadas mediante uno de los tres métodos antedichos presentan numerosas ventajas respecto a las baterías fabricadas según métodos conocidos, por ejemplo, mediante la utilización de una película o lámina continua formada a partir de un polímero. Ejemplos de las ventajas de la presente invención son:

1) Pueden utilizarse muchos polímeros diferentes para separar y unir capas sin que resulte necesario tener en cuenta sus propiedades mecánicas. En las baterías fabricadas utilizando una película continua compuesta de un polímero, sólo pueden utilizarse ciertos polímeros que tienen ciertas propiedades mecánicas.

2) Los problemas anteriores relativos a los "agujeros" presentes en una película polimérica continua no representan problema alguno con el presente método. Incluso si hubiera algún "agujero" en alguna de las capas, la segunda capa evitaría el contacto físico entre el ánodo y el cátodo.

3) Las baterías de la presente invención no requieren ninguna estructura externa para retener los electrodos en su posición correspondiente. Las capas de material polimérico unen los electrodos. Como resultado no se necesita ninguna caja de acero que no hace más que aumentar el grosor y el peso de la batería resultante.

4) Las capas de separador/aglutinante pueden ser muy delgadas dado que los problemas de resistencia mecánica y de agujeros no representan problema alguno, por lo que puede fabricarse una batería muy delgada.

5) La mayor parte de la fabricación puede tener lugar fuera de una cámara seca. Las películas poliméricas para la fabricación de baterías utilizadas hasta ahora en la técnica se manipulaban en una cámara seca para evitar la absorción de humedad en la película, la cual resulta difícil de eliminar después de la fabricación. Con la presente invención, únicamente los pasos finales se llevan a cabo en una cámara seca.

6) En comparación con las baterías que tienen una película polimérica en forma de lámina con capas de polímeros en cada una de las caras para unir la película y cada uno de los electrodos entre sí, la presente batería tiene una interfaz menos entre las capas de material polimérico. Las interfaces imperfectas pueden dar como resultado un aumento de la resistencia eléctrica.

Dado que las capas de separador/aglutinante rellena prácticamente todo el espacio que queda entre los electrodos, el electrolito líquido se absorbe como si fuera una esponja y queda sustancialmente contenido, por lo que no se necesita ningún electrolito líquido adicional.

8) El presente método puede utilizarse en cualquier material para electrodos conocido.

9) Dado que las dos capas de separador/aglutinante quedan firmemente unidas entre sí a las superficies del electrodo, se consigue una humectabilidad excelente de las superficies del electrodo.

10) La batería es una estructura unida sustancialmente sin huecos entre los ánodos y los cátodos.

11) El efecto de unión es mejor con las dos capas de separador/aglutinante en comparación con la unión obtenida sobre la superficie de una película separadora de lámina convencional.

En las baterías fabricadas conforme a los tres métodos de fabricación de la invención se realizaron pruebas experimentales. Las condiciones de prueba y los resultados experimentales se muestran gráficamente en las FIGS. 13 a 29.

En todos los experimentos que tienen forma prismática, la lámina de los cátodos tiene una dimensión de 4 cm x 3,8

cm con un material de cátodo activo en cada superficie de lámina que cubre un área de 3 cm x 3,8 cm. La lámina de los ánodos tiene una dimensión de 4 cm x 4 cm con un material de ánodo activo en cada superficie de la lámina que cubre un área de 3 cm x 4 cm.

5 Además, en todos los experimentos, la lámina de cátodo se revistió de aluminio con un material de cátodo activo de LiCoO_2 . Cabe destacar que también son posibles otros materiales de cátodo. La lámina de ánodo se revistió de cobre con un material de ánodo activo de grafito carbonoso. También en este caso es posible la utilización de otros materiales de ánodo.

10 El ejemplo 1 se llevó a cabo utilizando una batería fabricada según el primer método de fabricación. El primer separador/aglutinante se preparó disolviendo 0,5 gm de PVC en 20 gm de THF y añadiendo después 9,5 gm de partículas de vidrio preparadas según lo descrito anteriormente y mezcladas hasta alcanzar la homogeneidad deseada arriba descrita. El segundo separador/aglutinante se preparó disolviendo 1 gm de PEO en 30 gm de metanol y añadiendo a continuación 5 gm de partículas de vidrio. La mezcla se removió hasta alcanzar la misma homogeneidad deseada.

15 El primer separador/aglutinante se aplicó en las dos caras de los cátodos, según el proceso de revestimiento en barra, hasta alcanzar un grosor de unos 50 μm y se secó evaporando el THF. El segundo separador/aglutinante se aplicó entonces a ambos lados de los ánodos, conforme al proceso de revestimiento en barra, hasta alcanzar un grosor de unos 50 μm . Antes de la evaporación completa del metanol disolvente, se apilaron los ánodos y los cátodos tal y como se muestra en la FIG. I. La pila de electrodos consistió en 11 cátodos y 10 ánodos. Se soldó una malla de níquel en el lado del ánodo sobresaliente y en el lado del cátodo sobresaliente para que actuara como colectores de corriente para la batería resultante. La pila de electrodos se secó bajo vacío a 120°C durante 8 horas y, a continuación, se empacó en una bolsa de aluminio laminada con un polímero. Se añadió un electrolito líquido, (1 M LiPF_6 según una relación en peso de EC/DMC de 1:1) al paquete de baterías y se selló el paquete. El componente de electrolito EC/DMC es carbonato de etileno/dimetilcarbonato. La batería resultante se presionó entonces con una presión de una tonelada durante 10 minutos justo antes de su ensayo. Los pasos de adición del electrolito y de sellado del paquete se llevaron a cabo en una cámara seca.

El ensayo experimental para determinar la capacidad de descarga se llevó a cabo del modo siguiente y tal y como queda representado gráficamente en la FIG. 13:

30 1) La batería se cargó y se descargó después a una corriente de 0,15A durante un primer ciclo y, a continuación, se cargó y descargó 10 ciclos. Las condiciones de carga fueron: Una carga constante de 3A a 4,2V, a continuación una carga a tensión constante a 4,2V hasta alcanzar una corriente $< 0,15\text{A}$. Las condiciones de descarga fueron: Descarga constante de 3A hasta que la tensión llegó a ser = 2,8V. Con la corriente de 0,3A se obtiene una carga completa o una descarga completa en unas 2 horas. A la velocidad de carga/descarga de la misma se le denomina velocidad C de C/2. En la FIG. 13 no se muestra el primer ciclo de carga/descarga. La corriente (amperios) queda indicada con la línea C y la tensión (voltios) queda indicada mediante la línea V. El eje horizontal indica el tiempo de ensayo expresado en segundos. Los resultados de la prueba sobre la capacidad de descarga se muestran en la FIG. 14. El eje horizontal indica el número de ciclos y el eje vertical indica la capacidad de descarga expresada en mAh. En cada uno de los ciclos se obtuvo una capacidad de descarga de unos 550 mAh.

40 En el ejemplo 2 se llevó un segundo ensayo de descarga con la misma batería que la del ejemplo 1 pero a una velocidad C diferente para la descarga. Las condiciones de ensayo se han representado gráficamente en la FIG. 15. Se llevaron a cabo 10 ciclos de carga/descarga a una velocidad C de descarga de C/1, es decir, una corriente de 0,5A, y una velocidad C de carga de C/2, es decir, una corriente de 0,3A. Al igual que en el gráfico 13, la corriente (amperios) queda indicada con la línea C y la tensión (voltios) queda indicada mediante la línea V. El eje horizontal indica el tiempo en segundos.

45 Los resultados del ensayo sobre la capacidad de descarga se muestran en la FIG. 16. En cada uno de los ciclos se dio una capacidad de descarga de unos 520 mAh. Los ciclos se indican como ciclos del 11 al 20 al llevarse a cabo el segundo ensayo en la misma batería que en el primer ensayo.

50 En el ejemplo 3 se llevó a cabo un tercer ensayo sobre la capacidad de descarga utilizando una batería fabricada según el primer método de fabricación. Todos los pasos de fabricación fueron los mismos que los de Ejemplo 1 excepto que el polímero P_1 se preparó disolviendo 0,5 gm de copolímero PE/PP (contenido de PE de un 60% aproximadamente) en 20 gr de Heptano, y mezclándolo después en 9,5 gm de las partículas de vidrio arriba descritas. Se llevaron a cabo las siguientes condiciones de ensayo, tabla III.

TABLA III

Ensayo	Ciclo	Condiciones de carga	Condiciones de descarga
A	1-10	Una carga constante de 300 mA a 4,2V, a continuación una tensión constante a 4,2V hasta alcanzar una corriente <0,15A.	Una descarga constante de 300 mA hasta alcanzar una tensión de 2,8V.
B	11-20	//	Una descarga constante de 500 mA hasta alcanzar una tensión de 2,8V
C	21-30	//	Una descarga constante de 700 mA hasta alcanzar una tensión de 2,8V
D	31-60	//	Una descarga constante de 1A hasta alcanzar una tensión de 2,8V.

5 Las condiciones de ensayo se representan gráficamente y las capacidades de descarga para de los ensayos A, B, C y D se indican gráficamente en las FIGS. 17-24. In FIGS. 17, 19, 21 y 23, la corriente (amperios) queda representada por la línea C y la tensión (voltios) queda representada por la línea V. En las FIGS. 18, 20, 22 y 24 pueden verse los distintos resultados.

10 En un cuarto ejemplo, la batería se fabricó conforme al primer método de fabricación. Todos los pasos de fabricación fueron los mismos que los del ejemplo 1 excepto que el número de capas de electrodos y los polímeros fueron diferentes. La batería de ensayo consistió en cinco cátodos y cuatro ánodos. El primer separador/aglutinante se preparó disolviendo 0,5 gm de poliestireno en 20 gm de THF (tetrahidrofurano) y añadiendo después 5 gm de fibras de borosilicato procesadas en un molino de bolas. El segundo separador/aglutinante se preparó disolviendo 1 gm de PVP en 20 gm de metanol y añadiendo después 9,5 gm de fibras de borosilicato procesadas en un molino de bolas.

15 Las condiciones de ensayo se representan gráficamente en la FIG. 25. La batería se cargó y descargó primero a una corriente de 0,07 amperios. Tras el primer ciclo, la batería se cargó a una corriente de 0,2 amp (aproximadamente C/I a una velocidad C) con una carga a tensión constante de 4,2V y una corriente de descarga de 0,2 amperios.

Los resultados de los 5 ciclos del ensayo se muestran gráficamente en la FIG. 26.

20 En un quinto ejemplo, la batería consistió en un ánodo y un cátodo enrollados alrededor de un núcleo en forma de hexaedro y fabricado según el segundo método de fabricación. Las dimensiones del cátodo fueron de 3,8 cm x 25,2 cm, con un revestimiento de material activo de 3,8 cm x 24,2 cm en un lado y de 3,8 cm x 18,2 cm en el otro lado. El ánodo tenía unas dimensiones de 4 cm x 26,3 cm, con un material activo de 4 cm x 25,3 cm sobre un lado y de 4 cm x 20,3 cm sobre el otro lado. El núcleo se fabricó utilizando una lámina de cobre. El primer separador/aglutinante se preparó disolviendo 0,5 gm de PVC en 20 gm de THF (tetrahidrofurano) y añadiendo después 9,5 gm de fibras de borosilicato procesadas en un molino de bolas. Tras el revestimiento y el secado del primer separador/aglutinante a ambos lados del cátodo, tanto el cátodo como el ánodo sin revestir se enrollaron sobre el núcleo. A continuación se sumergieron los electrodos enrollados en un líquido que contenía 1 gm de PEO, 30 gr de metanol y 5 gr de borosilicato procesado en un molino de bolas durante unos 2 minutos. Tras la extracción del líquido, el conjunto se secó en un horno de vacío a 120°C durante 12 horas. En una caja seca se añadió el electrolito 1M LiPF₆ según una relación en peso de EC/DMC de 1:1.

30 En la FIG. 27 se representan gráficamente las condiciones de ensayo. En primer lugar se cargó y se descargó la batería a una corriente de 0,15A. A continuación se cargó y se descargó la batería 10 ciclos a una corriente de carga de 0,3A (aproximadamente C/I a una velocidad C) con una carga a tensión constante de 4,2 voltios y una corriente de descarga de 0,3A. El rendimiento de la batería se muestra gráficamente en la FIG. 28.

35 En un sexto ejemplo, la batería consistió en un ánodo y un cátodo enrollados alrededor de un núcleo en forma de cilindro y fabricado según el tercer método de fabricación. El cátodo tenía unas dimensiones de 3,8 cm x 24 cm, con materiales activos de 3,8 cm x 23 cm sobre un lado y de 3,8 cm x 21,7 cm sobre el otro lado. El ánodo tenía unas dimensiones de 4 cm x 24 cm, con un material activo de 4 cm x 23 cm sobre un lado y de 4 cm x 19,2 cm sobre el otro lado. Como núcleo se utilizó un cilindro reforzado con fibra de vidrio.

40 El cátodo se revistió por ambos lados con una composición compuesta de 1 gm de PE/PP, 40 gm de TCE y 5 gm de fibras de borosilicato procesadas en un molino de bolas. El ánodo se revistió por ambos lados con una composición compuesta de 1 gm de PEO, 30 gm de metanol y 5 gm de fibras de borosilicato procesadas en un molino de bolas. Tras el revestimiento y el secado de los revestimientos del ánodo y del cátodo, el ánodo y el cátodo se enrollaron sobre el núcleo. Después se sumergió el conjunto en el disolvente del segundo separador/aglutinante, es decir, metanol, para así disolver al menos una capa superficial del segundo separador/aglutinante. A continuación se secó el conjunto en un horno de vacío a 120°C durante 12 horas. Tras el secado, el conjunto fue transferido a una caja seca donde se añadió un electrolito líquido, 1M LiPF₆ según una relación en peso de EC/DMC de 1:1.

45 La batería se cicló entre 4,2 y 3,0 voltios a una corriente continua de 0,05A. La capacidad frente al número de ciclo para los 20 primeros ciclos de ensayo se muestran en la FIG. 29.

Aunque se han descrito distintos materiales, dimensiones, pasos de fabricación específicos, etc., con objeto de describir las realizaciones de la invención, pueden realizarse distintas modificaciones, a la luz de lo expuesto anteriormente, sin alejarse de las nuevas contribuciones de los Solicitantes*, por lo tanto, a la hora de determinar el alcance de la presente invención, deberá hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas.

5

REIVINDICACIONES

1. Una batería recargable que comprende al menos un ánodo;
 5 al menos un cátodo, estando cada uno de dichos cátodos dispuestos enfrente y separados de cada uno de dichos ánodos;
 dos capas de separadores/aglutinantes porosos diferentes entre cada ánodo y cada cátodo opuesto para mantener la separación y unir cada ánodo a cada cátodo;
 un electrolito no acuoso que llena dichos poros de dichas capas de separador/aglutinante;
 10 en donde: un primer separador/aglutinante comprende una mezcla de un polímero P₁ y un material en partículas M₁,
 un segundo separador/aglutinante comprende una mezcla de un polímero P₂ y un material en partículas M₂,
 el polímero P₁ es soluble en un disolvente S₁,
 el polímero P₂ es soluble en un disolvente S₂,
 el polímero P₁ no es soluble en el disolvente S₂,
 el polímero P₂ no es soluble en el disolvente S₁,
 15 el material en partículas M₁ no es soluble en el disolvente S₁ y el material en partículas M₂ no es soluble en el disolvente S₂.
2. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 1, en donde dicho ánodo que hay por lo menos y dicho cátodo que hay por lo menos están apilados a modo de estructura apilada prismática.
3. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 1, en donde dicha batería tiene un ánodo y un cátodo y dichos ánodo y cátodo están formados a modo de estructura bobinada cilíndrica.
 20
4. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 2, en donde hay una pluralidad de ánodos y de cátodos apilados y la secuencia de apilamiento es una repetición de (ánodo)-(primer separador/aglutinante)-(segundo separador/aglutinante)-(cátodo)-(primer separador/aglutinante)-(segundo separador/aglutinante)-(ánodo).
5. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 2, en donde hay una pluralidad de ánodos y de cátodos apilados y la secuencia de apilamiento es una repetición de (ánodo)-(primer separador/aglutinante)-(segundo separador/aglutinante)-(cátodo)-(segundo separador/aglutinante)-(primer separador/aglutinante)-(ánodo).
 25
6. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 2, en donde hay una pluralidad de ánodos y de cátodos apilados y la secuencia de apilamiento es una repetición de (cátodo)-(primer separador/aglutinante)-(segundo separador/aglutinante)-(ánodo)-(segundo separador/aglutinante)-(primer separador/aglutinante)-(cátodo).
7. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 3 que comprende además
 30 un núcleo sobre el que se enrollan dicho ánodo y dicho cátodo para formar dicha estructura bobinada cilíndrica.
8. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 7, en donde la forma del núcleo es una seleccionada de: un cilindro y un hexaedro.
9. Una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde
 35 el disolvente S₁ es de tipo hidrófobo y el disolvente S₂ es de tipo hidrófilo.
10. Una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el disolvente S₁ y el disolvente S₂ son de tipo hidrófobo, o el disolvente S₁ y el disolvente S₂ son de tipo hidrófilo.
11. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 9, en donde el disolvente hidrófobo S₁ es uno seleccionado del: heptano, tetrahidrofurano, DMF y DMSO, y el disolvente hidrófilo S₂ es uno seleccionado del: metanol, etanol y metanol/cloroformo.
 40
12. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 10, en donde los disolventes hidrófobos S₁ y S₂ se seleccionan del: heptano, tetrahidrofurano, DMF y DMSO, o los disolventes hidrófilos S₁ y S₂ se seleccionan del: metanol, etanol y metanol/cloroformo.
 45
13. Una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el polímero P₁ es al menos uno seleccionado de entre: PE, PP, PVC, poliestireno y PAN; y el polímero P₂ es al menos uno seleccionado de entre: PEO, PPO, policarbonato, PMMA y PVP.
 50
14. Una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los materiales en partículas M₁ y M₂ se seleccionan de: dióxido de silicio, óxido de magnesio, óxido de calcio, óxido de estroncio, óxido de bario, óxido de boro, óxido de aluminio, óxido de silicio; zeolitas sintéticas o naturales, borosilicato, silicato de calcio, polisilicatos de aluminio, harinas de madera, microperlas de vidrio, microesferas huecas de vidrio, fibras de

poliéster, fibras de nilón, fibras de rayón, fibras de acetato, fibras acrílicas, fibras de polietileno, fibras de polipropileno, fibras de poliamida, fibras de polibenzimidazol, fibras de vidrio de borosilicato y fibras de madera.

15. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 14, en donde los materiales en partículas M_1 y M_2 son iguales o M_1 y M_2 son diferentes.

5 16. Una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde en el primer separador/aglutinante el porcentaje en peso del material en partículas es de entre un 50% y un 98%; y en el segundo separador/aglutinante el porcentaje en peso del material en partículas es de entre un 50% y un 98%.

10 17. Una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en donde en el primer separador/aglutinante el porcentaje en peso del material en partículas es de entre un 80% y un 97%; y en el segundo separador/aglutinante el porcentaje en peso del material en partículas es de entre un 70% y un 92%.

18. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 13 en donde el polímero P_1 y/o el polímero P_2 son/es una combinación de dos o más materiales poliméricos.

19. Una batería recargable conforme a la Reivindicación 14 en donde el material en partículas M_1 y/o el material en partículas M_2 son/es una combinación de dos o más materiales en partículas.

15 20. Una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el primer separador/aglutinante tiene un grosor que oscila entre 10 y 200 μm , y el segundo separador/aglutinante tiene un grosor que oscila entre 10 y 200 μm .

20 21. Una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el primer separador/aglutinante tiene un grosor que oscila entre 30 y 60 μm , y el segundo separador/aglutinante tiene un grosor que oscila entre 30 y 60 μm .

25 22. Un método de fabricación de una batería recargable que incluye al menos un ánodo, al menos un cátodo dispuesto enfrente y separado de cada uno de los ánodos, dos capas de un separador/aglutinante poroso dispuesto entre cada ánodo y cada cátodo opuestos para mantener dicha separación y unir cada uno de los ánodos y cada uno de los cátodos y un electrolito no acuoso para rellenar los poros de cada uno de los separadores/aglutinantes, consistiendo dicho método en

revestir al menos una superficie de cada uno de dichos ánodos y/o cátodos con una capa de un primer separador/aglutinante que contiene un polímero P_1 con un polímero P_1 disuelto en un disolvente S_1 de modo que quede una sola capa de dicho separador/aglutinante presente entre cada ánodo y cada cátodo de la batería cuando finalice la fabricación; a continuación

30 secar cada una de dichas capas de dicho primer separador/aglutinante; a continuación

35 aplicar una capa de un segundo separador/aglutinante que contiene un polímero P_2 , con el polímero P_2 disuelto al menos parcialmente en un disolvente S_2 , a al menos una superficie revestida o no revestida de cada ánodo y/o cátodo de modo que quede una sola capa de dicho segundo separador/aglutinante presente entre cada ánodo y cada cátodo en la batería cuando finalice la fabricación;

colocar cada ánodo enfrente y separado de cada cátodo; a continuación

secar cada capa de dicho segundo separador/aglutinante de modo que cada uno de los ánodos antedichos quede unido a cada uno de los cátodos antedichos;

40 comprendiendo dicho separador/aglutinante el polímero P_1 y un material en partículas M_1 y comprendiendo dicho segundo separador/aglutinante el polímero P_2 y un material en partículas M_2 , en donde:

el polímero P_1 es soluble en el disolvente S_1 ,

el polímero P_2 es soluble en el disolvente S_2 ,

el polímero P_1 no es soluble en el disolvente S_2 ,

el polímero P_2 no es soluble en el disolvente S_1 ,

45 el material en partículas M_1 no es soluble en el disolvente S_1 y el material en partículas M_2 no es soluble en el disolvente S_2 .

23. Un método de fabricación de una batería recargable conforme a la Reivindicación 22, que además consiste en preparar el primer separador/aglutinante disolviendo el polímero P_1 en un disolvente S_1 , añadir un material en partículas M_1 a la solución, remover después la mezcla resultante hasta que la mezcla quede homogénea y preparar después el segundo separador/aglutinante disolviendo el polímero P_2 en un disolvente S_2 , añadir un material en partículas M_2 a la solución y remover después la mezcla resultante hasta que la mezcla quede homogénea.

24. Un método de fabricación de una batería recargable conforme a la Reivindicación 22 o 23 en donde al menos cada capa del primer separador/aglutinante se aplica mediante un método de revestimiento en barra.

55 25. Un método de fabricación de una batería recargable conforme a la Reivindicación 22, 23 ó 24 en donde cada una de dichas capas de segundo separador/aglutinante que tiene el polímero P_2 disuelto en un disolvente S_2 , se aplica antes de colocar cada uno de los cátodos enfrente y separado de cada uno de los ánodos.

26. Un método de fabricación de una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones 22 a 24 en donde cada uno de los ánodos se coloca enfrente y separado de cada uno de los cátodos antes de aplicar la capa de segundo separador/aglutinante, y el polímero P_2 se disuelve por completo en el disolvente S_2 .
- 5 27. Un método de fabricación de una batería recargable conforme a cualquiera de las reivindicaciones 22 a 24, en donde cada una de dichas capas de segundo separador/aglutinante, que tiene un polímero P_2 disuelto en el disolvente S_2 , se aplica antes de colocar cada uno de los cátodos enfrente y separado de cada uno de los cátodos y que además consiste en
- 10 secar inicialmente cada una de las capas de dicho segundo separador/aglutinante antes de colocar cada uno de los ánodos enfrente y separado de cada uno de los cátodos, y disolver al menos parcialmente el polímero P_2 del segundo separador/aglutinante con un disolvente S_2 después de haber colocado como se dijo cada uno de los ánodos enfrente y separado de cada uno de los cátodos y antes de secar como se dijo cada una de las capas de dicho segundo separador/aglutinante para unir así dicho ánodo a cada uno de los cátodos antedichos.
- 15 28. Un método de fabricación de una batería recargable conforme a la Reivindicación 25 que además consiste en secar parcialmente el segundo separador/aglutinante hasta que quede pegajoso antes de colocar cada uno de los ánodos enfrente y separado de cada uno de los cátodos.

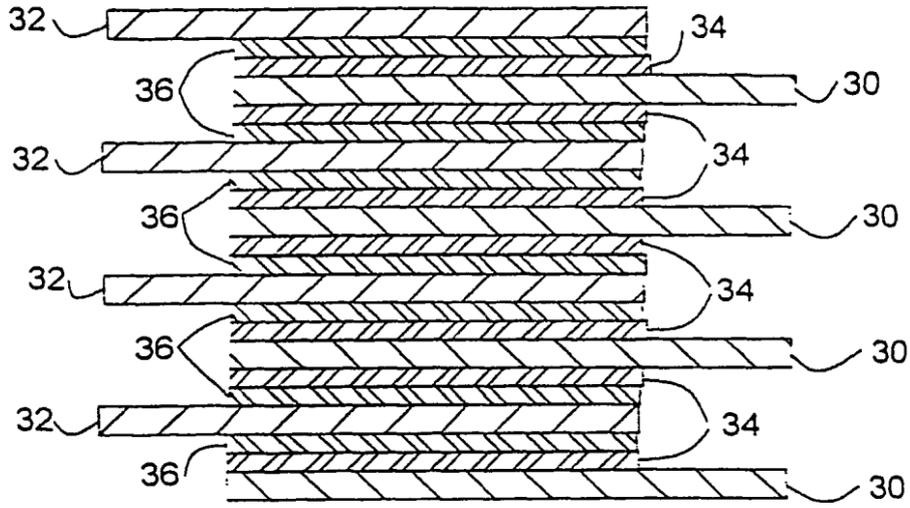


FIG. 1

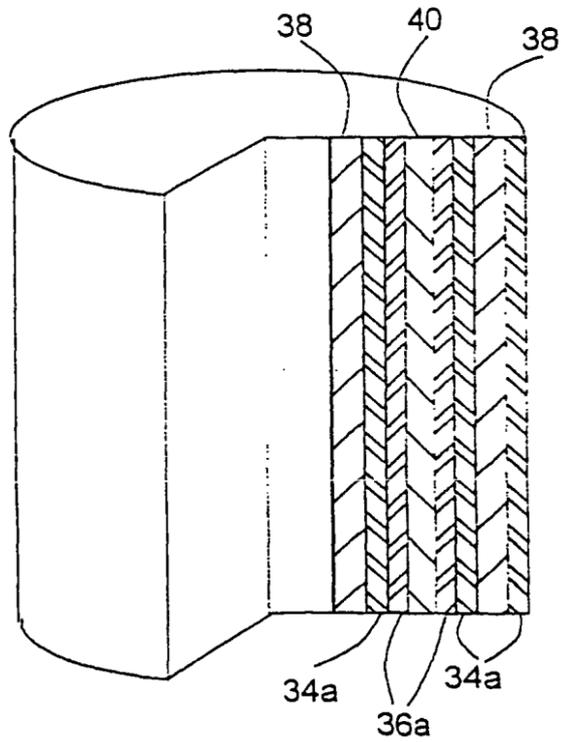


FIG. 2

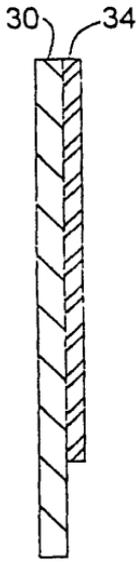


FIG. 3a

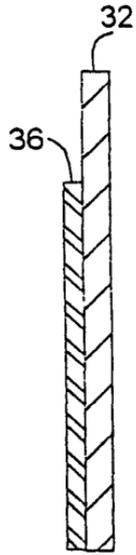


FIG. 3b

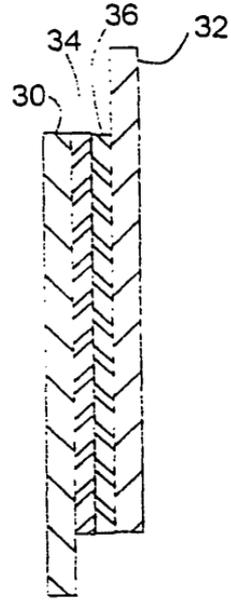


FIG. 3c

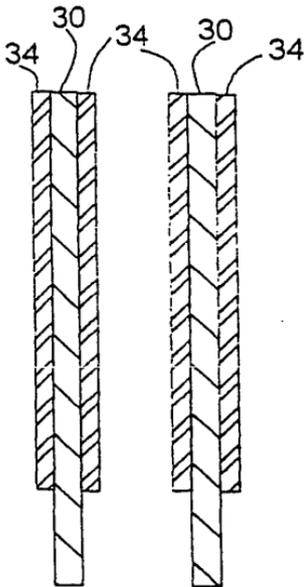


FIG. 4a

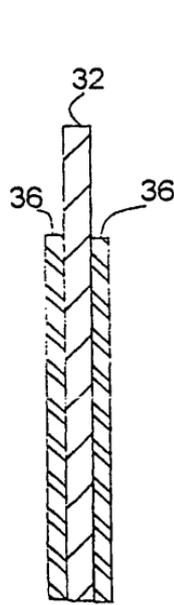


FIG. 4b

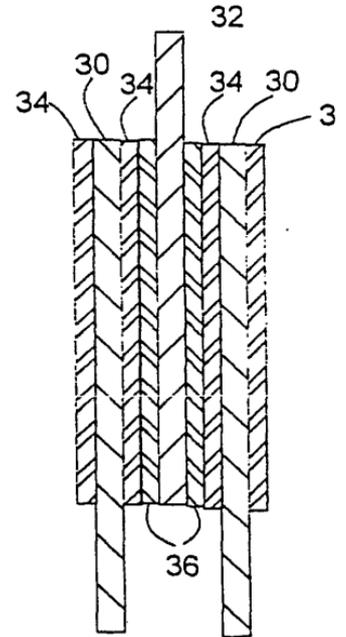


FIG. 4c

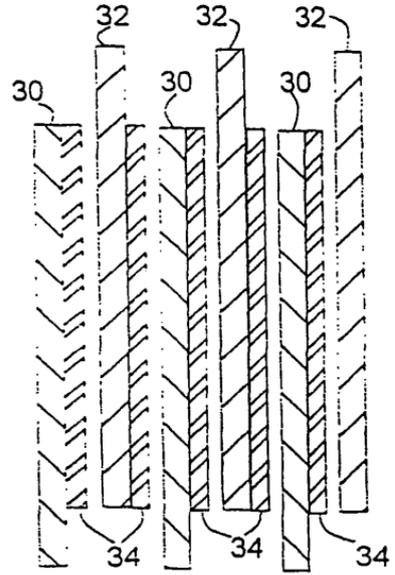
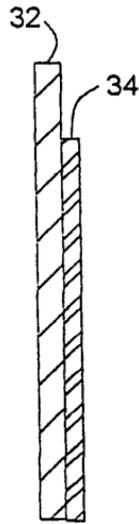
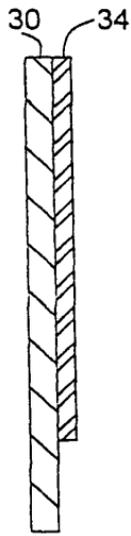


FIG. 5a

FIG. 5b

FIG. 5c

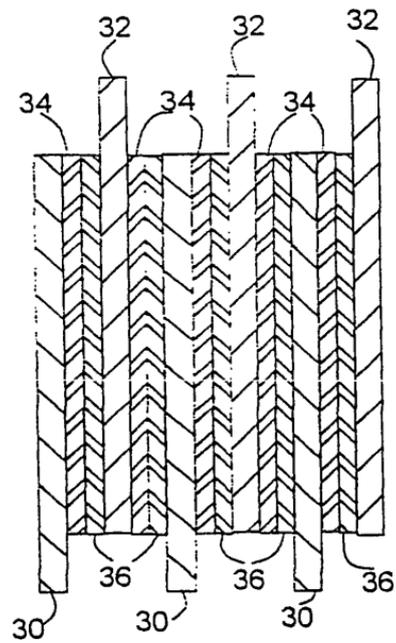
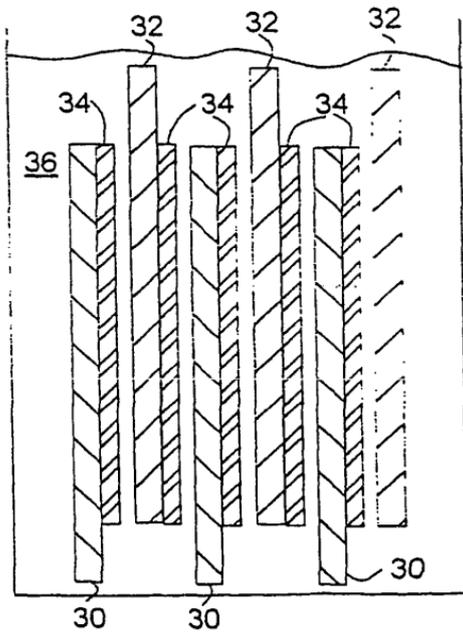


FIG. 5d

FIG. 5e

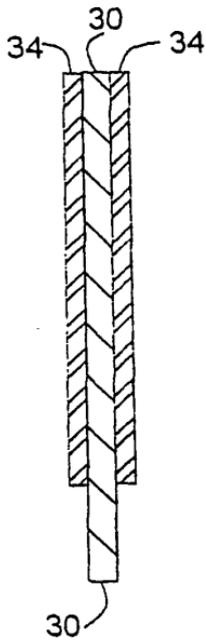


FIG. 6a

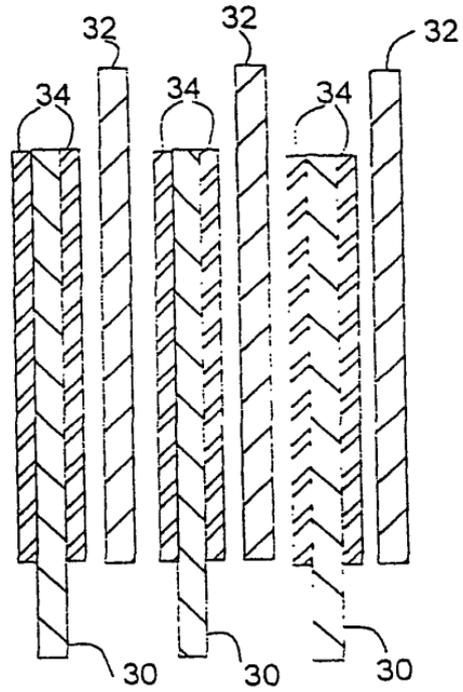


FIG. 6b

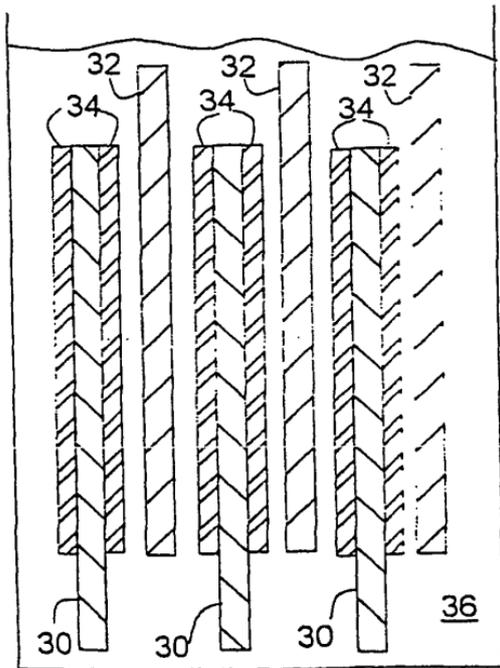


FIG. 6c

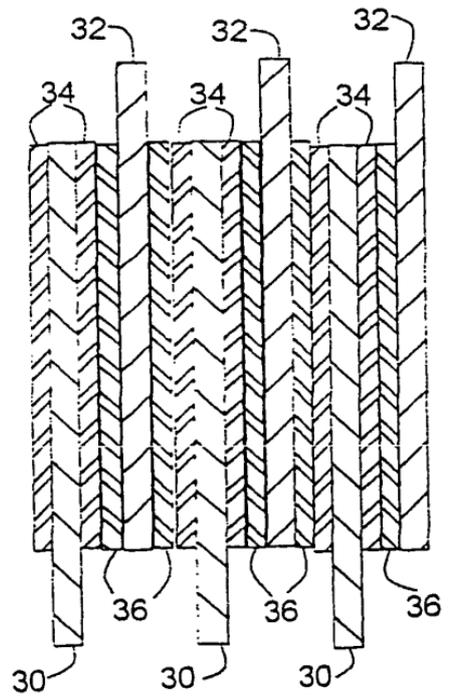


FIG. 6d

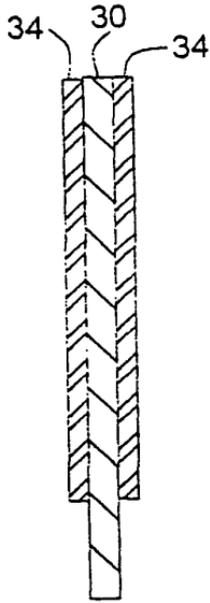


FIG. 7a

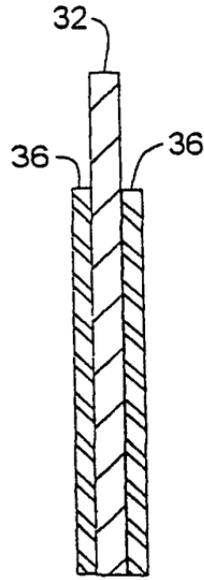


FIG. 7b

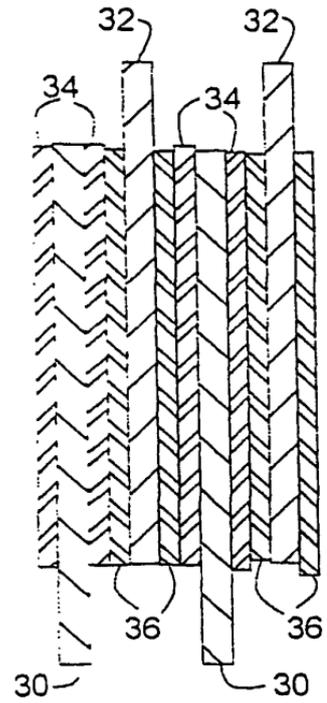


FIG. 7c

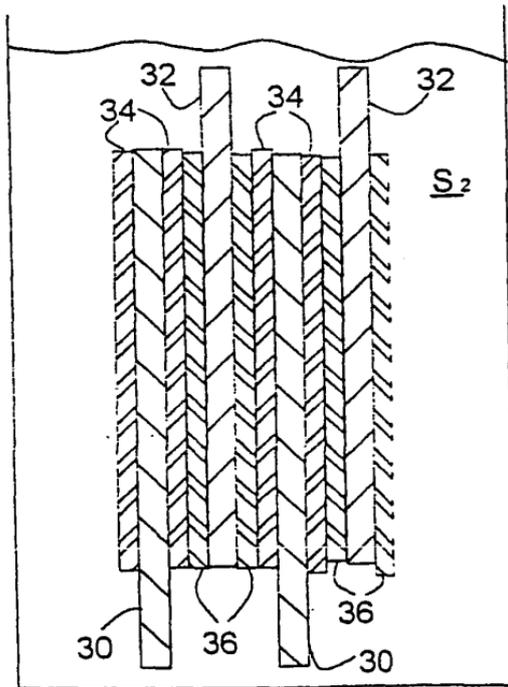


FIG. 7d

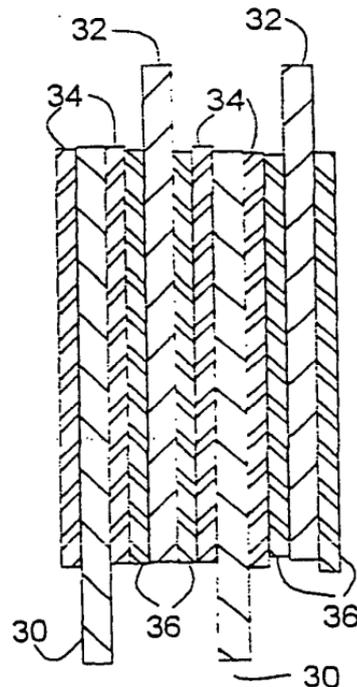


FIG. 7e

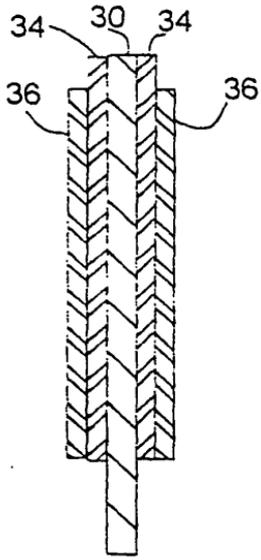


FIG. 8a

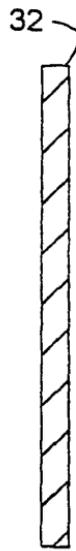


FIG. 8b

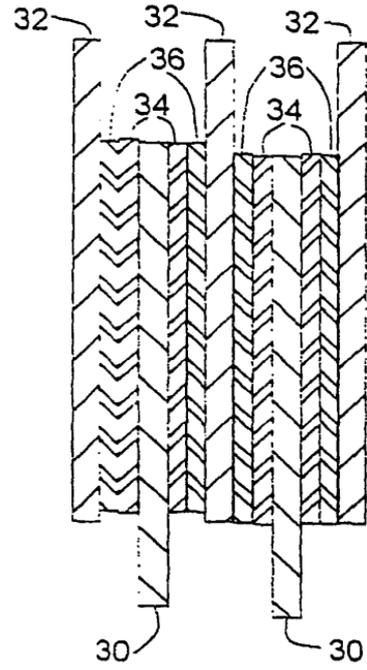


FIG. 8c

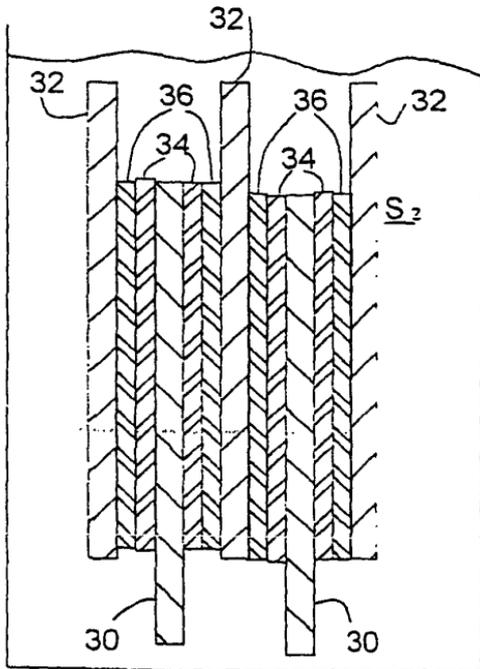


FIG. 8d

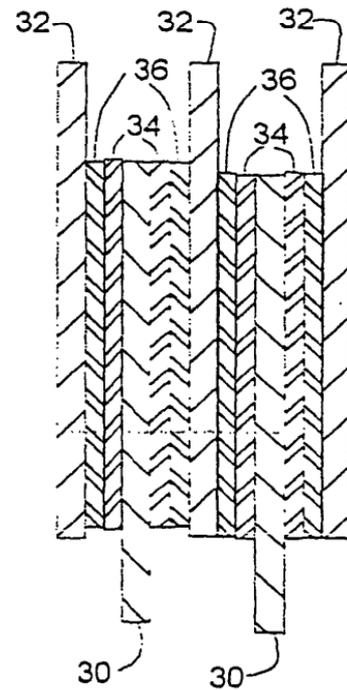


FIG. 8e

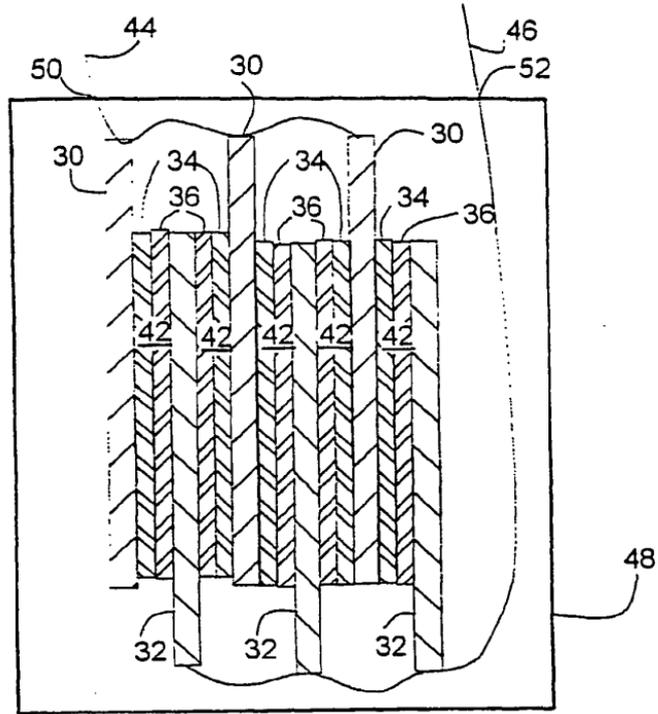


FIG. 9

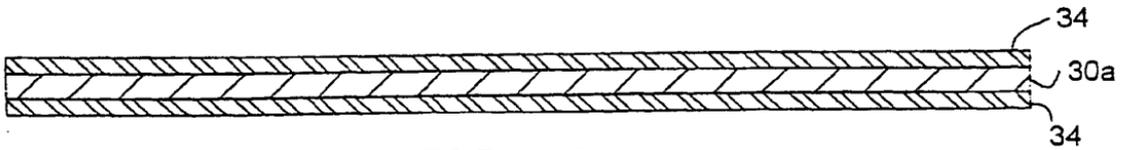


FIG. 10a

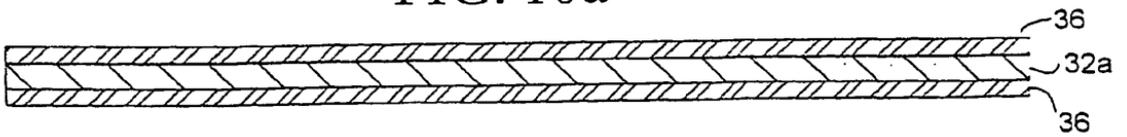


FIG. 10b

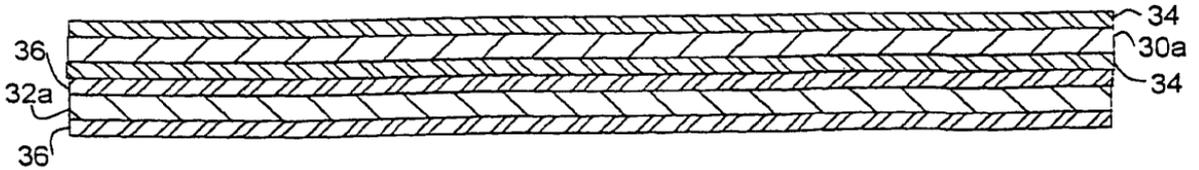


FIG. 10c

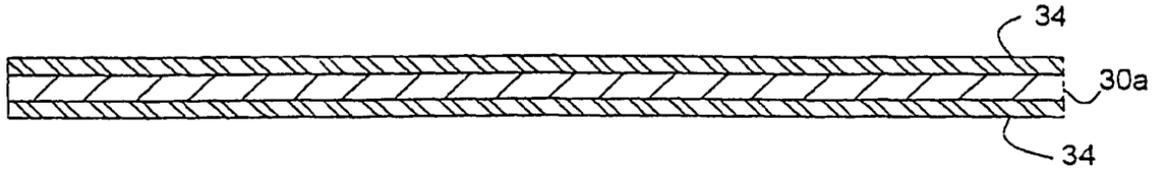


FIG. 11

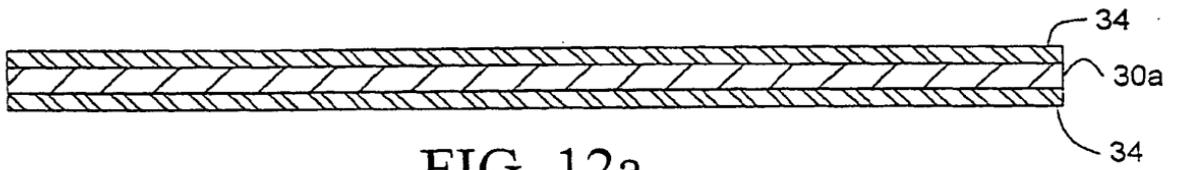


FIG. 12a

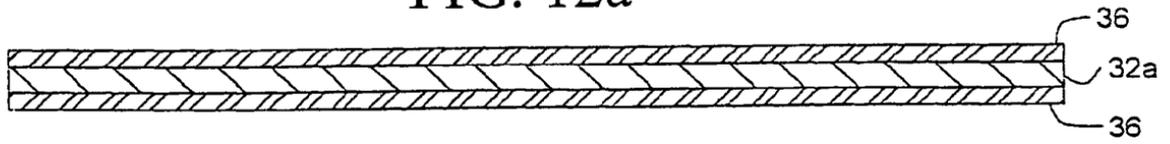


FIG. 12b

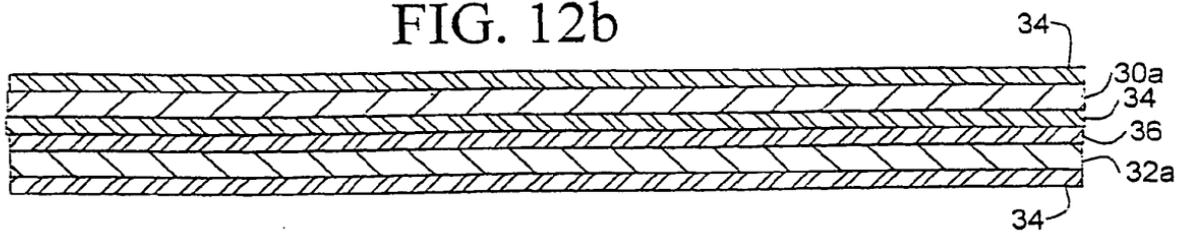


FIG. 12c

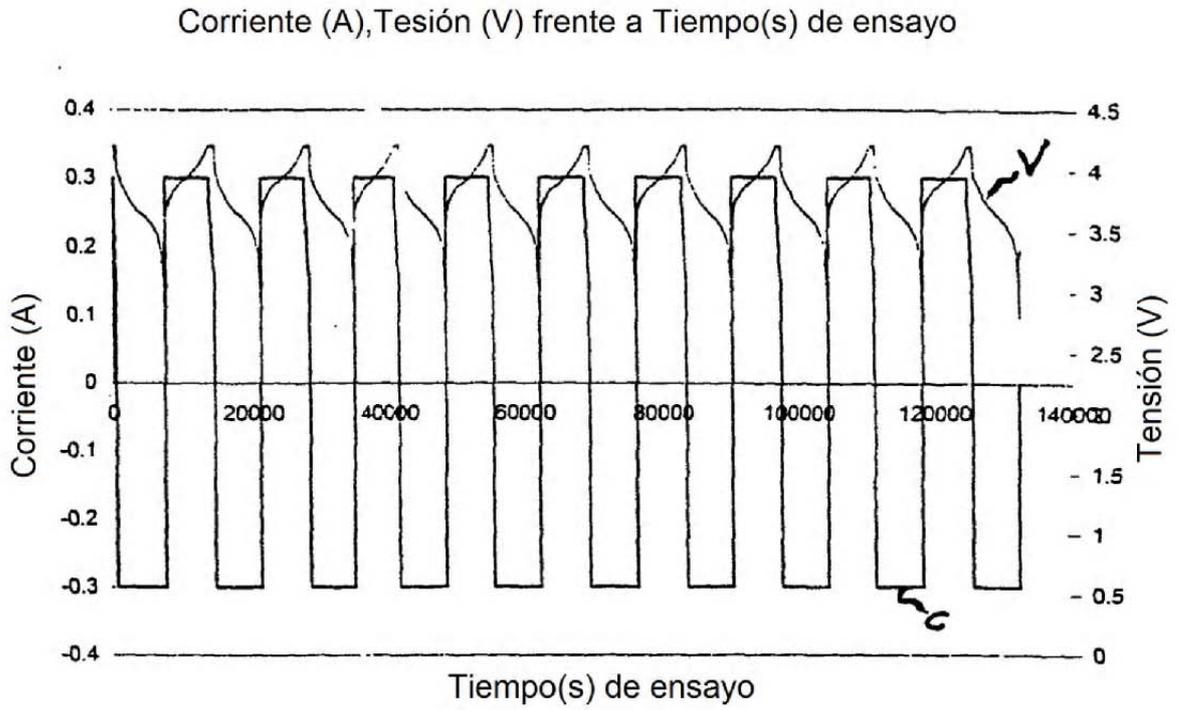


Fig. 13

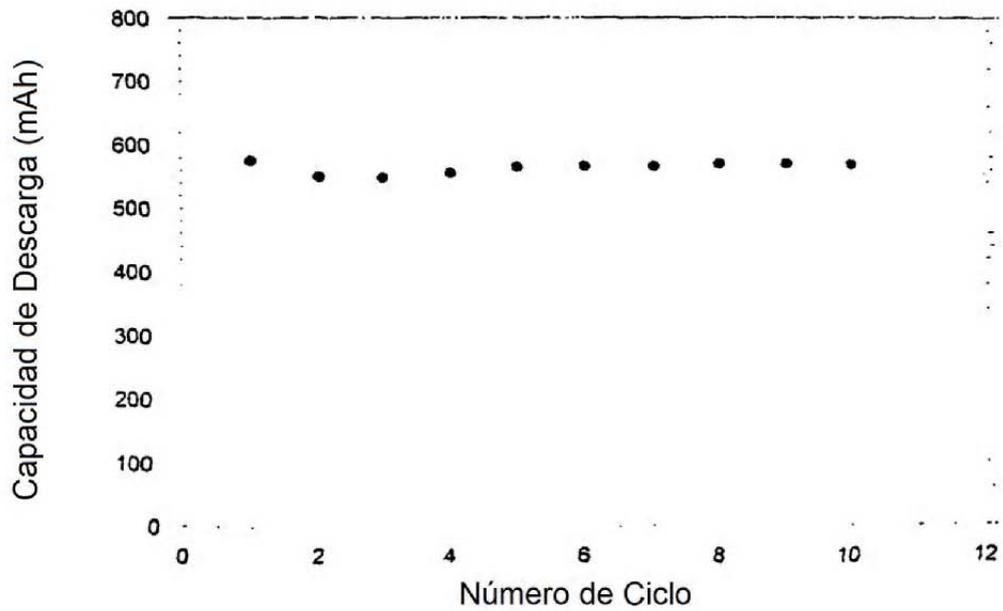


Fig. 14

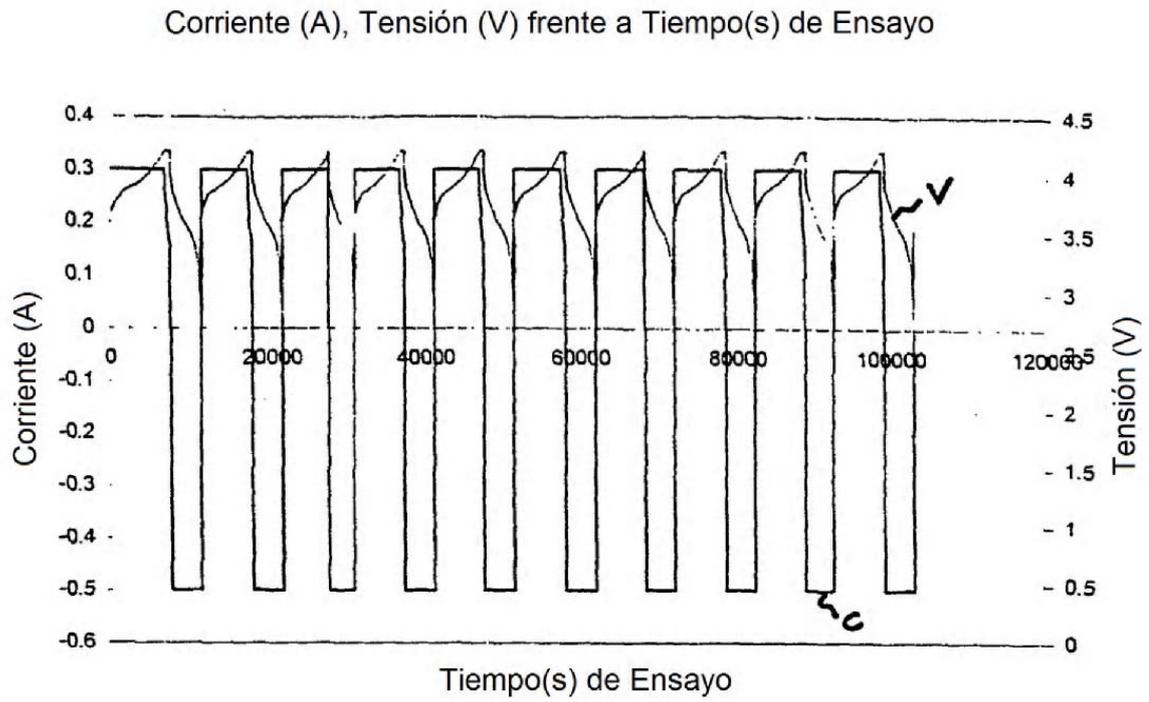


Fig. 15

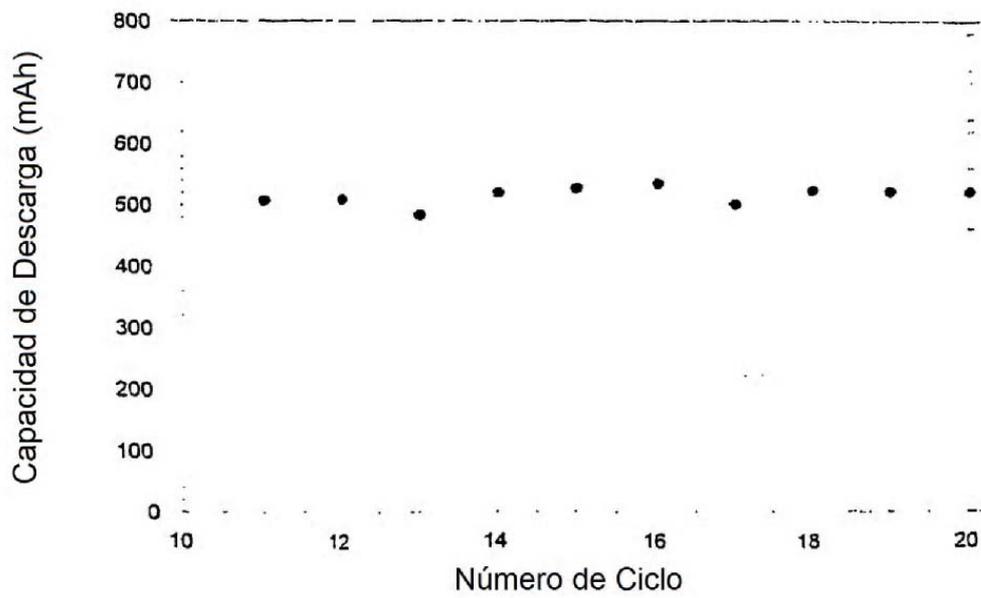


Fig. 16

Corriente (A), Tensión (V) frente a Tiempo(s) de Ensayo

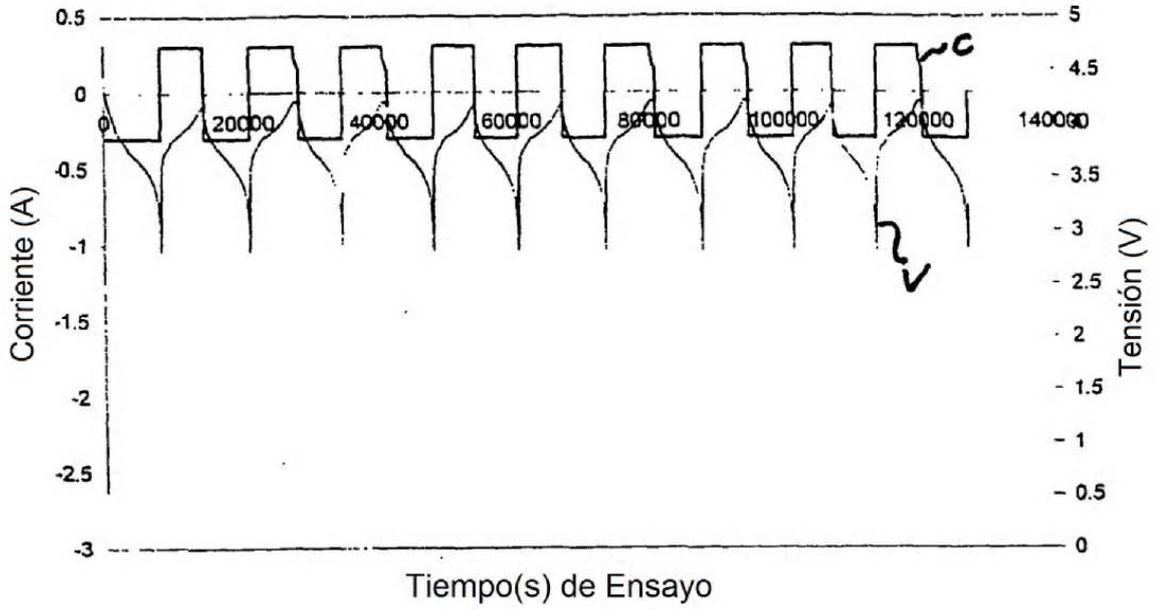


Fig. 17

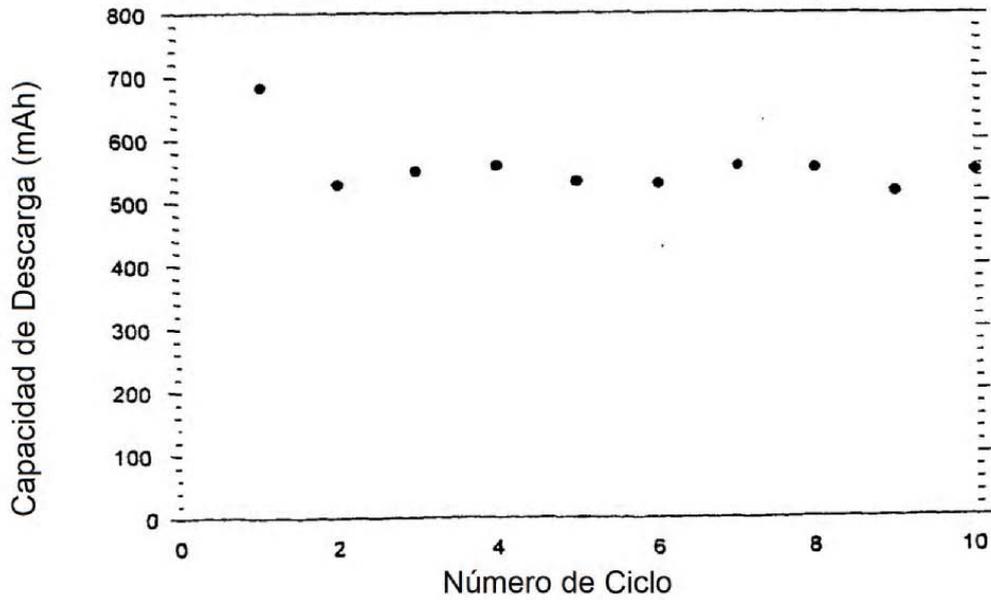


Fig. 18

Corriente (A), Tensión (V) frente a Tiempo(s) de Ensayo

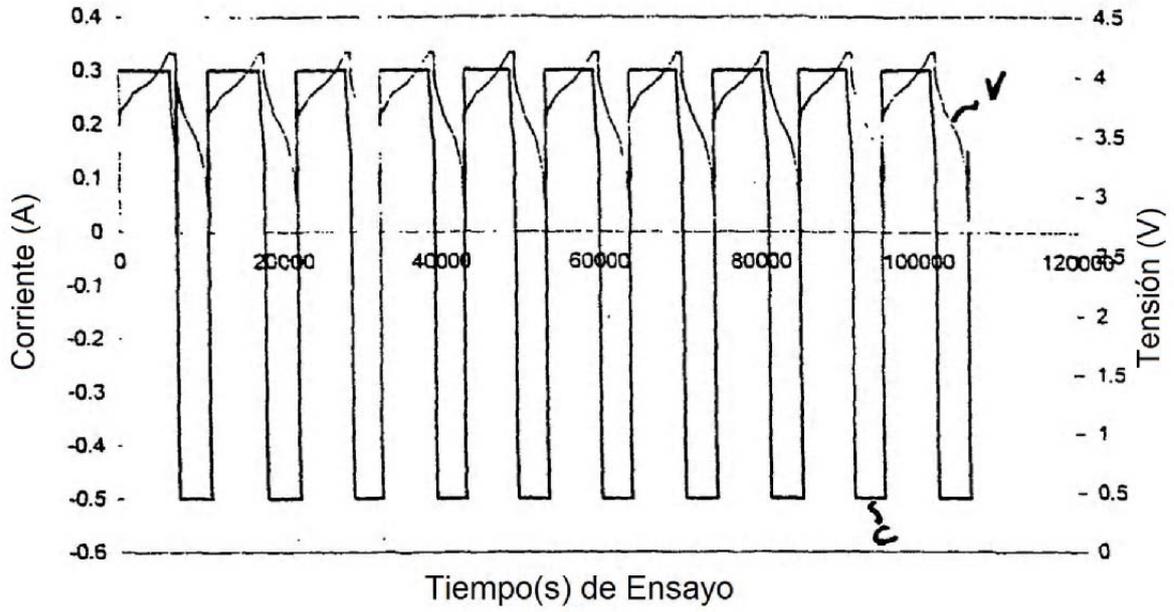


Fig. 19

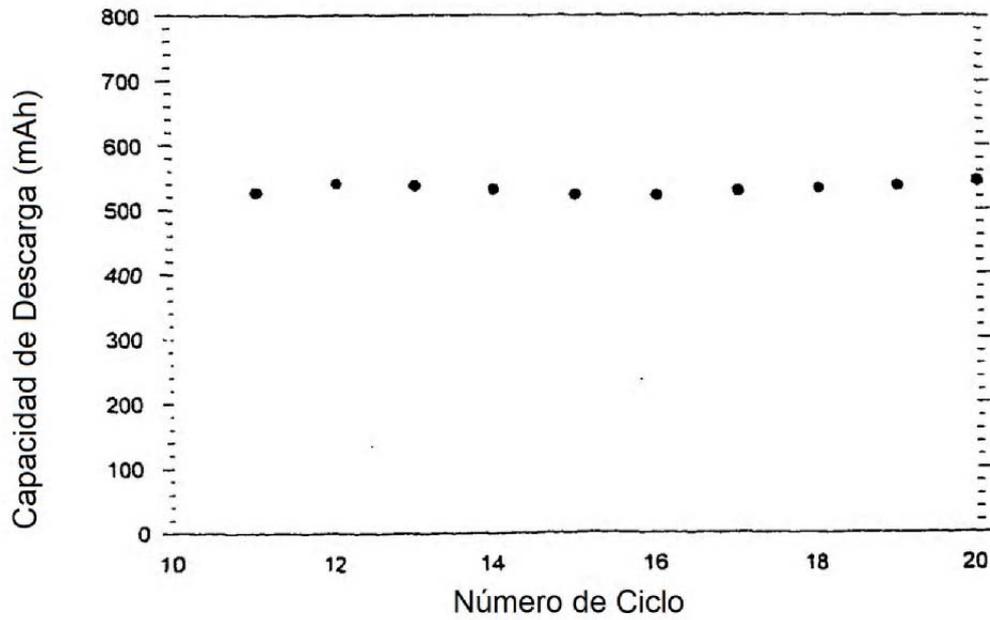


Fig. 20

Corriente (A), Tensión (V) frente a Tiempo(s) de Ensayo

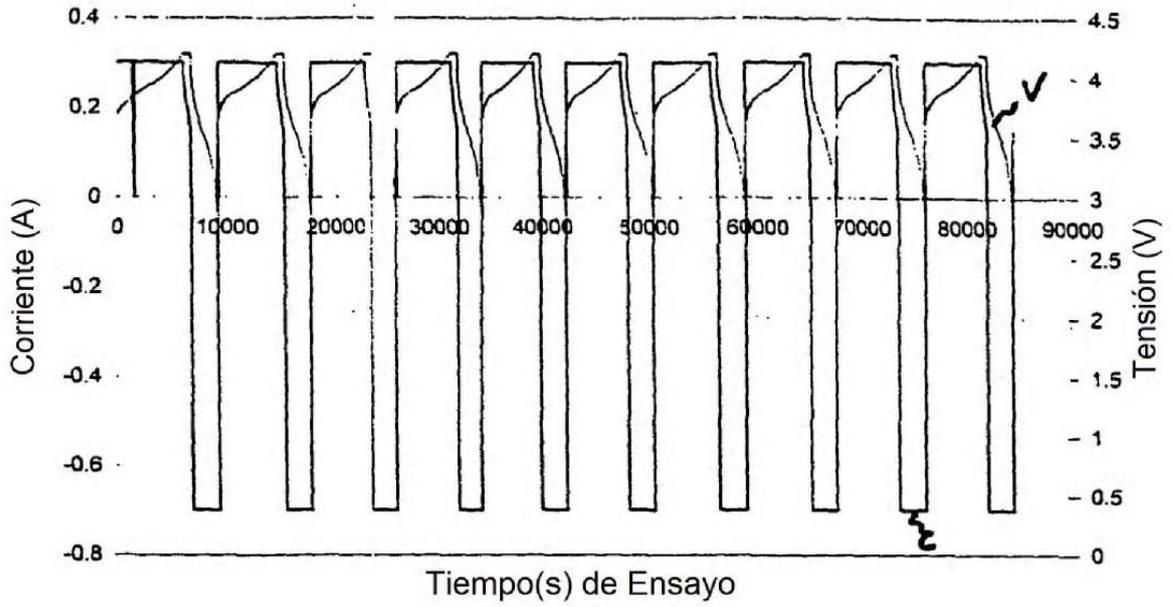


Fig. 21

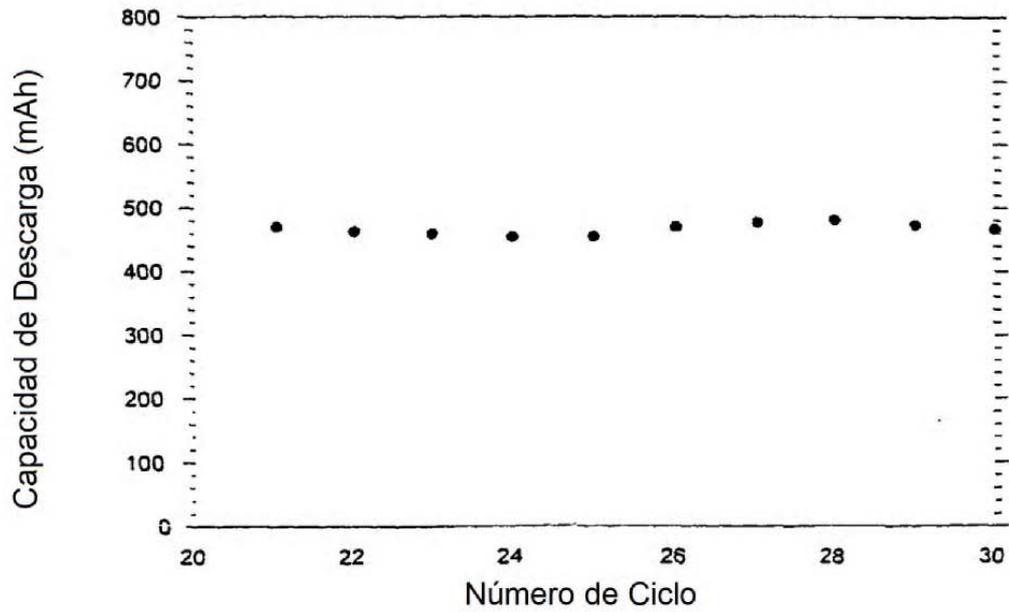


Fig. 22

Corriente (A), Tensión (V) frente a Tiempo(s) de Ensayo

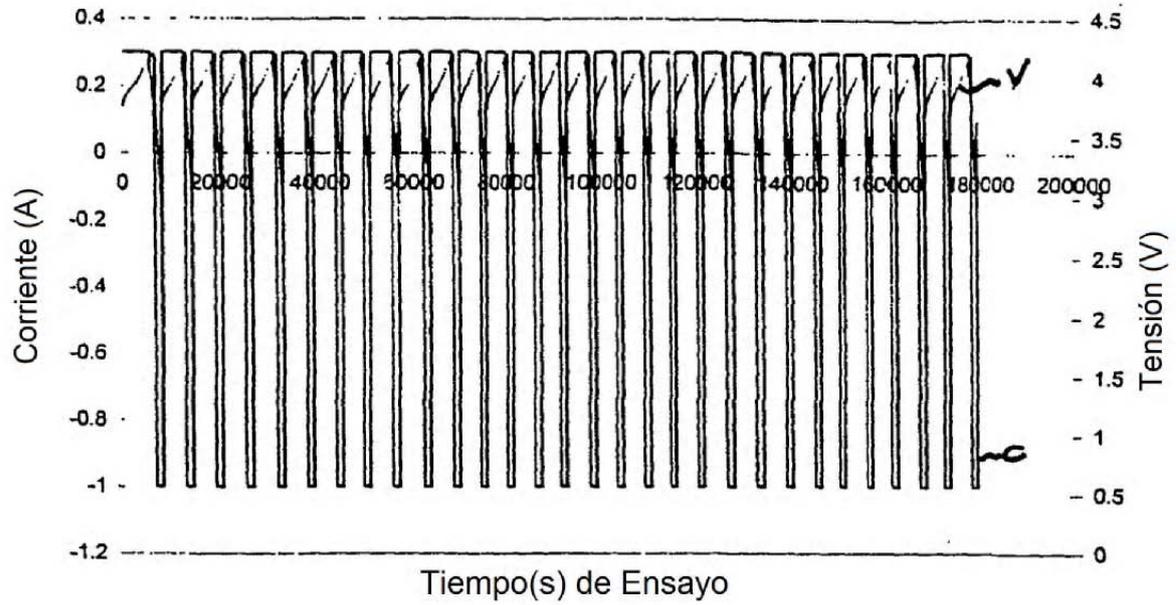


Fig. 23

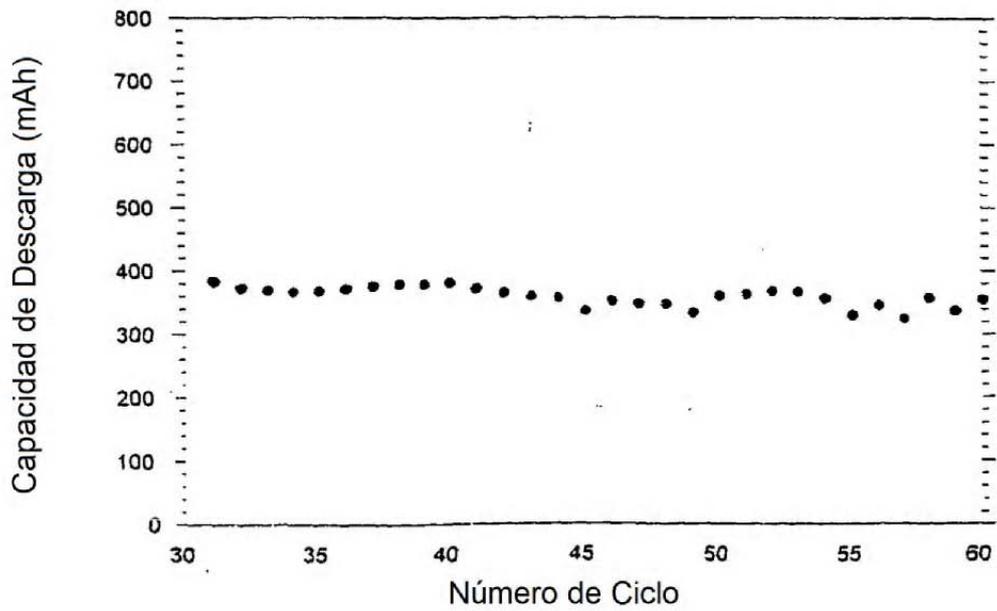


Fig. 24

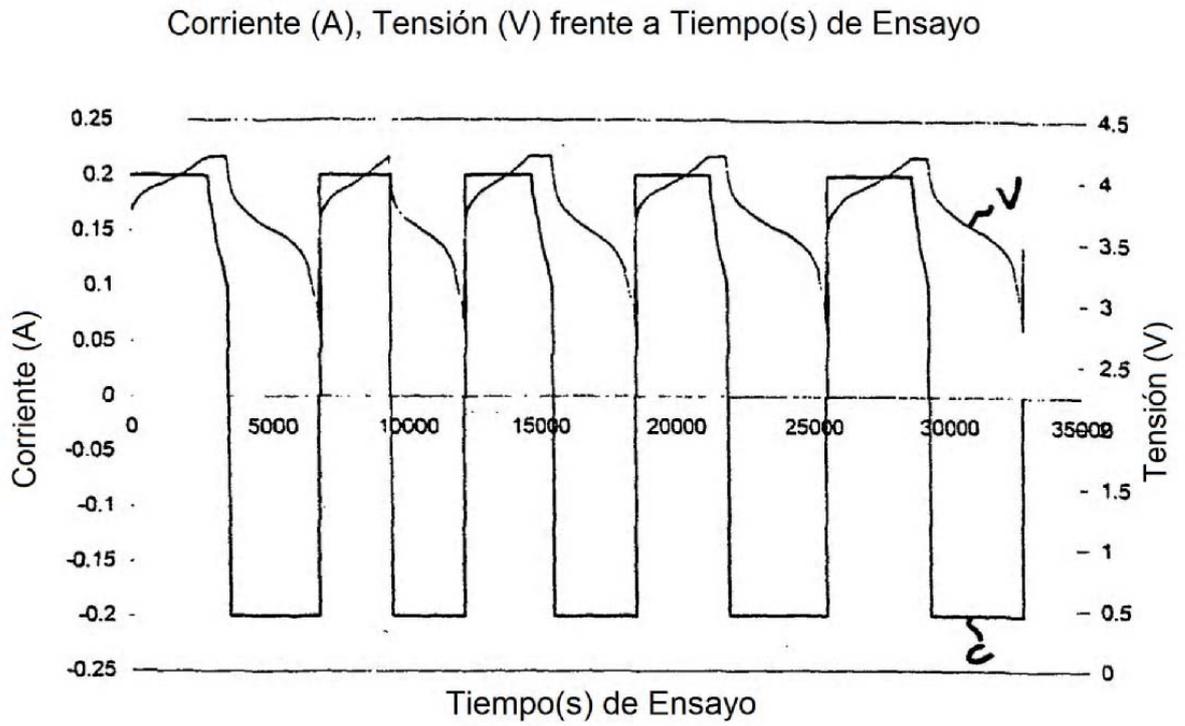


Fig. 25

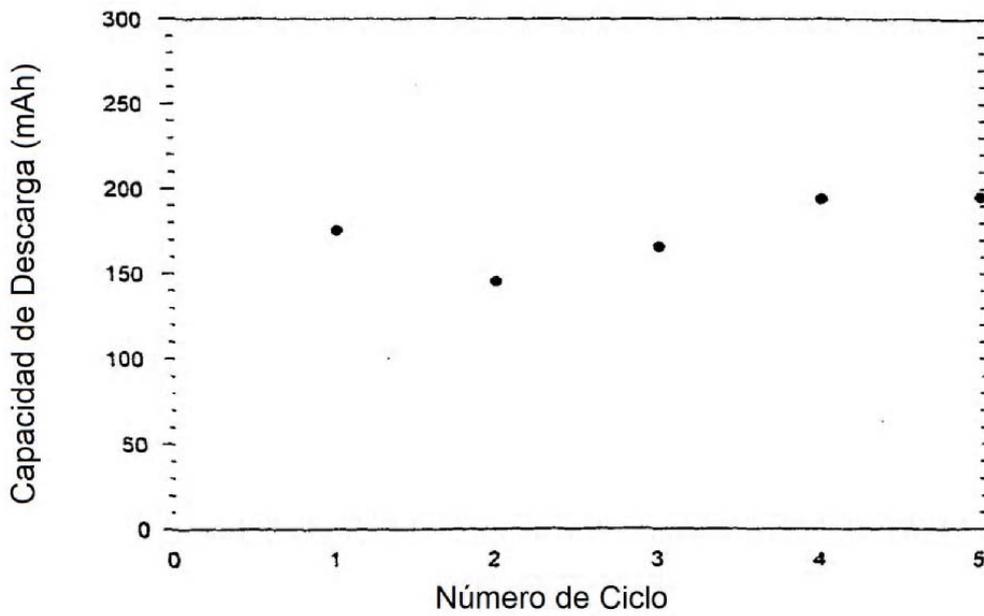


Fig. 26

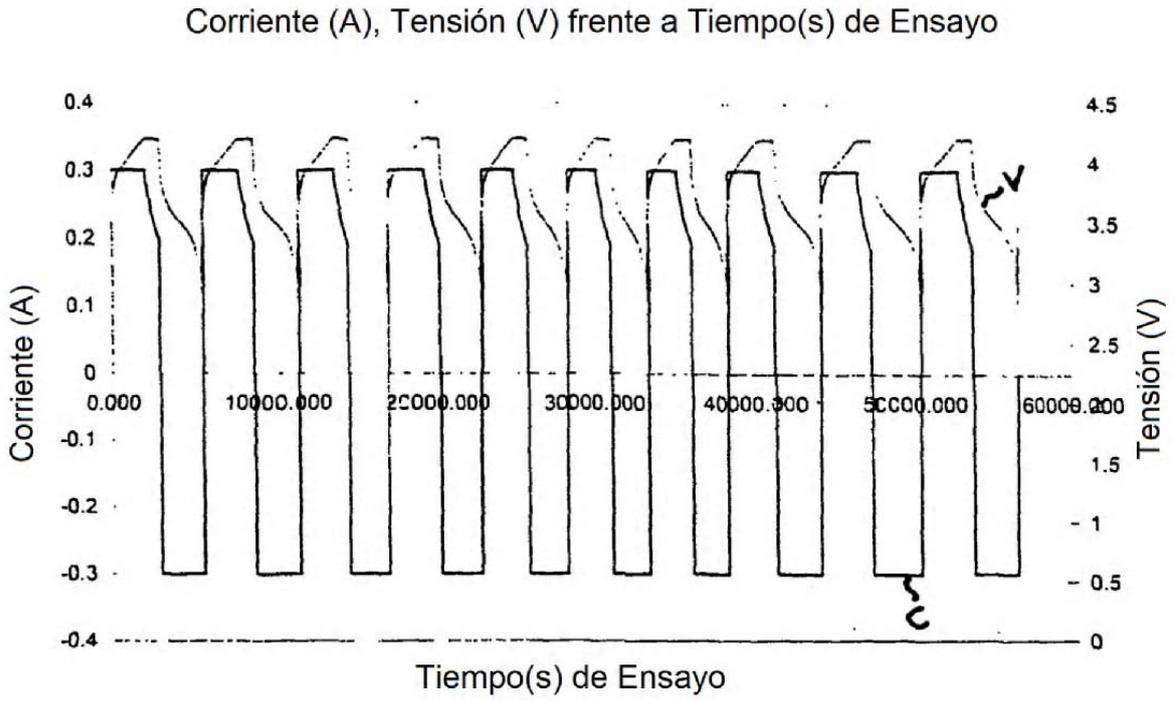


Fig. 27

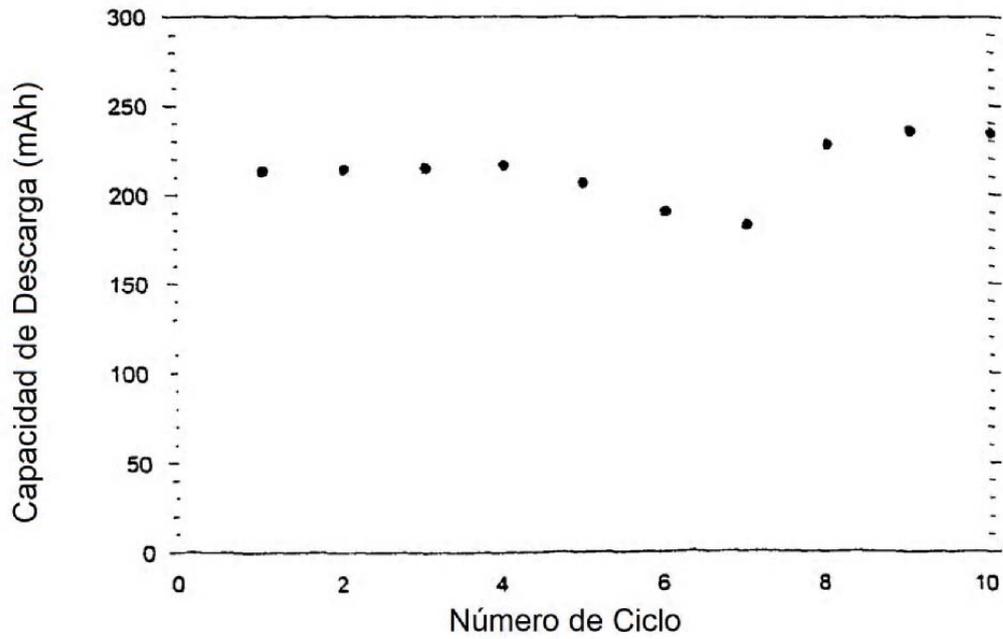


Fig. 28

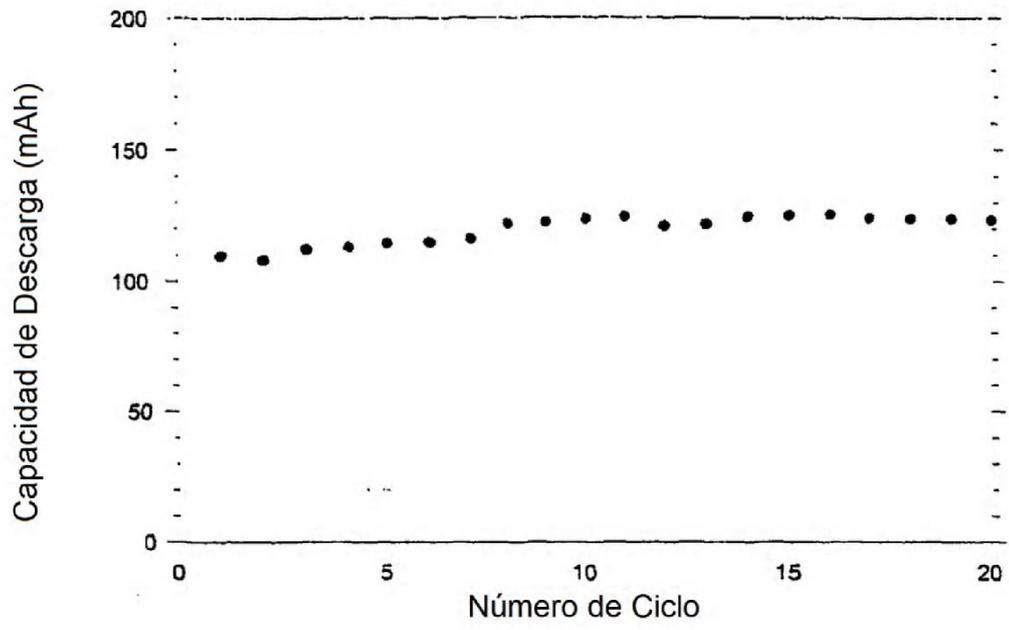


Fig. 29