(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 357 913**

(51) Int. Cl.:
H01M 2/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **07836351 .2**
(96) Fecha de presentación : **30.07.2007**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2047544**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.04.2009**

(54) Título: **Conector de corriente de tipo clavo con núcleo no conductor y metalización superficial para celda electroquímica.**

(30) Prioridad: **31.07.2006 US 496679**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.05.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.05.2011

(73) Titular/es: **EVEREADY BATTERY COMPANY, Inc.**
533 Maryville University Drive
St Louis, Missouri 63141, US

(72) Inventor/es: **Cui, Ning y**
Lisowski, Dawn Marie

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

ANTECEDENTES Y CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a celdas electroquímicas, particularmente a un colector de corriente para una celda que forma una ruta electroconductora entre un electrodo de celda y un terminal de la celda. La invención se refiere también a un montaje de sellado que incluye el colector de corriente y un sello para sellar el extremo abierto de un recipiente de celda y para ventilar los gases cuando se expone a una presión excesiva. En una realización preferida, la celda es una celda alcalina y el colector de corriente conecta eléctricamente el electrodo negativo de la celda con un terminal negativo. Se dan a conocer métodos para preparar un colector de corriente.

Las celdas electroquímicas alcalinas convencionales incluyen generalmente una carcasa cilíndrica de acero que tiene un electrodo positivo, designado como cátodo, que comúnmente comprende dióxido de manganeso como material activo. La celda electroquímica incluye también un electrodo negativo, designado como ánodo, que comprende comúnmente cinc en polvo como material activo. En celdas de tipo bobina o de tipo clavo, el cátodo se forma típicamente contra la superficie interior de la carcasa de acero, mientras que el ánodo se dispone generalmente en el centro de la carcasa. Está localizado un separador entre el ánodo y el cátodo, y una disolución electrolítica alcalina pone simultáneamente en contacto el ánodo, el cátodo y el separador. Se inserta un colector de corriente conductor en el material activo anódico para proporcionar una ruta eléctrica hasta un terminal externo negativo. Un sello polimérico (por ejemplo de nailon) anular proporciona el cierre del extremo abierto de la carcasa de acero para sellar los materiales electroquímicamente activos en el volumen sellado de la carcasa. Una cubierta interna soporta radialmente el sello. El colector de corriente, cubierta interna y sello se montan típicamente juntos formando un montaje de sellado.

El colector de corriente debe ser conductor y proporcionar una ruta eléctrica hasta un terminal. En consecuencia, la mayoría de los fabricantes de pilas se basan actualmente en colectores de corriente hechos de metales o aleaciones metálicas tales como cobre o latón. Habitualmente, estos colectores metálicos se han revestido con materiales conductores adicionales. En última instancia, el material elegido para el colector de corriente debe exhibir una conductividad adecuada, minimizar el desprendimiento de gases, poseer una durabilidad adecuada para maximizar la vida de almacenamiento de la celda y una suficiente durabilidad y no reactividad cuando se expone a otros componentes internos de la celda, tales como el gel anódico y el electrolito alcalino.

Sin embargo, los colectores de corriente de metales y aleaciones metálicas anteriores padecen numerosas desventajas. Los altos costes de los materiales tales como el cobre han aumentado los costes de fabricación globales para los fabricantes de pilas. Además, las piezas macizas de metal y aleación metálica tienden a añadir un peso indeseado a la celda global. Por último, los colectores de corriente metálicos actúan deficientemente, en términos de desprendimiento de gases y escapes, cuando se descarga la celda y particularmente en condiciones de descarga duradera. Por tanto, se han adoptado diversos enfoques para crear un colector de corriente con rendimiento mejorado y corrosión reducida.

La patente de EE.UU. nº 6.783.895 de Imai *et al.* enseña un colector hidrofílico para pilas secundarias alcalinas formado por una tela no tejida revestida con níquel. La tela no tejida revestida con níquel se hidrofiliza mediante sulfonación, un tratamiento con flúor gaseoso o injerto con monómero vinílico, y se da a conocer un método para preparar el colector hidrofilizando una tela no tejida que tiene fibras de poliolefina y poliamida, seguido de revestimiento con níquel. Sin embargo, el colector dado a conocer facilita expresamente el montaje de pilas secundarias en las que la porosidad del revestimiento de níquel es necesaria para permitir una capacidad aumentada de la celda, y la tela no tejida tiene una pluralidad de microporos que se extienden de una a otra superficie de la misma.

La patente de EE.UU. nº 5.423.974 de St-Amant *et al*. da conocer un esquema para metalizar al menos una cara de una película de plástico a vacío seguido de revestimiento electroquímico para proporcionar un material conductor eléctrico uniforme. La lámina metálica fina obtenida está adherida a y soportada por la película de plástico, que encuentra uso, entre otros, en colectores de corriente para pilas de litio electrolíticas poliméricas. Sin embargo, este enfoque requiere múltiples etapas de fabricación complejas, incluyendo el uso de vacío.

La patente japonesa nº 63108666 de Toshiba Battery Co. enseña a reducir el deterioro del rendimiento eléctrico causado por la corrosión en un colector de corriente. Específicamente, se recubre con una pintura conductora basada en carbono la superficie de un plástico conductor que está en contacto con el electrodo positivo.

La patente japonesa nº 62126548 de Toshiba Battery Co. se refiere al uso de un plástico conductor como colector de corriente catódica. Específicamente, se forma una capa de metal fina en el centro de un lado del colector, y se conecta entonces un cable catódico a esta capa metálica.

A la vista de lo anterior, sería bienvenido un colector de corriente y un diseño de montaje de

colector de corriente de combinación adecuado para uso en una celda de tipo bobina. Más específicamente, se necesita un colector con forma de barra fabricado según procedimientos sencillos y preparado a partir de materiales ligeros y baratos.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

A la vista de las consideraciones anteriores, es un objeto de una realización de la presente invención proporcionar una celda electroquímica que tenga un colector de corriente que sea económico de fabricar, esté basado en materiales baratos y exhiba un rendimiento eléctrico satisfactorio. Dicho colector de corriente debería tener un núcleo no conductor y una capa superficial conductora, particularmente un núcleo polimérico con metal depositado sobre la superficie del mismo.

Es otro objeto de una realización de la presente invención proporcionar un colector de corriente de electrodo negativo con forma de barra que sea relativamente ligero, conductor eléctrico, compatible con los materiales usados para formar el electrodo negativo, y que tenga un alto sobrepotencial de hidrógeno de modo que reduzca la generación de hidrógeno gaseoso en la celda, aumentando así la fiabilidad del producto.

Es un objeto adicional de una realización de la presente invención proporcionar un montaje de colector de corriente para una celda electroquímica que incluya un sello o junta adaptado para disponerse en el extremo abierto de un recipiente de una celda electroquímica, en el que el colector de corriente se extiende a través de una abertura en el miembro de sellado y una conexión eléctrica no soldada hasta el terminal positivo o negativo de la celda.

Es aún otro objeto de una realización de la invención proporcionar una celda electroquímica que tenga un colector de corriente compuesto con un núcleo no conductor y una capa superficial metálica conductora, en la que la celda exhiba resultados de funcionamiento que sean comparables con los resultados de funcionamiento de una celda de control que tiene un colector de corriente metálico.

Notablemente, se espera que la invención tenga aplicabilidad particular para celdas electroquímicas que emplean un diseño de tipo bobina, especialmente aquellas de tamaños de celda estándar (tales como AAA, AA, C o D) y aquellas que utilizan un electrolito alcalino. Sin embargo, debería observarse que los objetos anteriormente mencionados son meramente ejemplares, y los expertos en la técnica apreciarán fácilmente las numerosas ventajas y alternativas que pueden incorporarse según la siguiente descripción de realizaciones y todos los diversos derivados y equivalentes de las mismas, todos los cuales están contemplados expresamente como parte de esta divulgación.

En consecuencia, una celda electroquímica que satisfaga o mejore estos objetivos, así como otros, incluye un electrolito alcalino, un ánodo y un cátodo dispuestos todos en un recipiente. Se dispone entonces un colector de corriente con forma de barra en contacto eléctrico con el ánodo o el cátodo, y se sella en el recipiente de celda. Puede usarse una junta o sello. El colector de corriente con forma de barra está hecho de un material de núcleo no conductor, preferiblemente al menos un polímero, y se deposita un material conductor no carbonoso, preferiblemente cobre, estaño, cinc y/o combinaciones o aleaciones de los mismos, sobre la superficie más externa del núcleo.

Se describe también un montaje de colector de corriente. El montaje de colector incluye un buje de sellado no conductor. Idealmente, este buje de sellado será una junta dimensionada para ajustarse al extremo abierto de un recipiente de celda electroquímica. El colector de corriente con forma de barra penetra por la junta para permitir la conducción de corriente a su través. El colector de corriente posee un núcleo no conductor, preferiblemente hecho de al menos un polímero. Se recubre entonces el colector con un material conductor no carbonoso, tal como cobre, estaño o cinc.

Por último, se describe un método de fabricación de una celda electroquímica. Se forma un núcleo no conductor a partir de al menos un polímero. Se deposita entonces un material conductor no carbonoso sobre el núcleo, preferiblemente mediante revestimiento no electrolítico. Se proporcionan entonces un electrolito alcalino, un ánodo y un cátodo a un recipiente apropiado. Se inserta entonces el núcleo revestido, posiblemente junto con y atravesando una junta de sellado, de modo que se mantenga el contacto eléctrico entre el recipiente y el ánodo o el cátodo. Se sella entonces la celda resultante.

Estos y otros rasgos, ventajas y objetos de la presente invención se entenderán y apreciarán adicionalmente por los expertos en la técnica mediante la referencia a la siguiente memoria descriptiva, reivindicaciones y dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención puede entenderse con referencia a los siguientes dibujos. Los componentes de los dibujos no están necesariamente a escala. También, en los dibujos los números de referencia iguales designan piezas correspondientes a lo largo de varias vistas. En particular:

Las FIG. 1a y 1b son, respectivamente, las vistas en sección transversal vertical de una

realización del colector de corriente con forma de barra y el colector de corriente con forma escalonada;

la FIG. 2 es una vista con despiece a través de la línea A-A definida en la FIG. 1 que ilustra una realización de las posibles capas de recubrimiento conductoras;

la FIG. 3 es una gráfica que muestra el grosor óptimo de un recubrimiento conductor según una realización de la invención frente al rendimiento de una celda convencional para pruebas de descarga continua de 400 mA y 1000 mA.

la FIG. 4 es una vista en sección transversal longitudinal de una realización de una celda electroquímica que tiene un montaje de colector de corriente según una realización de la presente invención;

la FIG. 5 es una vista en alzado lateral de un montaje de colector de corriente para una celda electroquímica según una realización de la presente invención; y

la FIG. 6A es una vista en alzado lateral de un montaje de colector de corriente para una celda electroquímica según otra realización de la presente invención, y las FIG. 6B y 6C son vistas superiores de cabezas de colector de corriente que ilustran una realización de un empalme acoplado para mantener el contacto eléctrico entre el recipiente o terminal de contacto y el montaje de colector de corriente,

las FIGS. 7-9 son, respectivamente, representaciones gráficas de los datos referentes a los Ejemplos 1-3.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Con referencia ahora a los dibujos, en los que los dos dígitos finales de los números de referencia designan los componentes o elementos que son comunes en todas las figuras, la FIG. 1 ilustra una realización de un colector de corriente 110 de la presente invención. El colector de corriente 110 está adaptado para proporcionar una ruta conductora operativa desde un electrodo positivo o negativo hasta un terminal o cubierta de una celda electroquímica, que puede estar integrado con el recipiente en algunos diseños de celda electroquímica. El colector de corriente 110 se utiliza preferiblemente en una celda electroquímica de tipo alcalino primaria y sirve para proporcionar una ruta de corriente eléctrica operativa desde un electrodo negativo a un terminal negativo de la celda u otro miembro conductor con conexión eléctrica operativa con el terminal negativo.

El colector de corriente 110 es un miembro alargado con forma de barra, adecuado para uso en diseños de celda electroquímica de tipo bobina. La barra puede ser un cilindro, preferiblemente que tiene forma de clavo con una terminación cónica por un extremo y una cabeza aplanada extendida por el extremo opuesto. El cilindro puede ser de diámetro variable (por ejemplo, escalonado y/o ahusado) o de diámetro uniforme (concretamente, diámetro constante o no ahusado). Son también posibles otras formas tubulares, aparte de cilindros. A modo de ejemplo más que de limitación, dichas formas incluyen tubos en forma triangular, cuadrada/rectangular o poligonal que tienen (respectivamente) tres, cuatro o múltiples lados esencialmente planos. Son también posibles combinaciones que incorporan uno o más lados planos junto con uno o más lados curvos. En cada caso, la forma puede ser ahusada o no ahusada y puede incorporar una punta cónica y/o una cabeza aplanada. Notablemente, la punta puede tener en general cualquier diseño y, por ejemplo, puede tener un extremo cónico (como se muestra en las FIG. 1a y 1b), un extremo cónico truncado (como se muestra en la FIG. 4), un extremo romo o similares.

Como se observa en la FIG. 1a, el colector de corriente 110 incluye necesariamente un vástago 112. En una realización preferida, el vástago 112 tiene un diámetro externo sustancialmente constante y se proporciona un extremo cónico 114. Notablemente, el vástago debe ser de suficiente longitud axial para recoger eficazmente la corriente del electrodo en contacto con el colector 110. En la FIG. 1b, el vástago 112 tiene un diámetro externo escalonado y un extremo cónico. Aquí de nuevo, el vástago debe ser de longitud axial y diámetro suficientes para recoger eficazmente la corriente.

En ambas FIG. 1a y 1b, el extremo superior del colector de corriente 110 incluye una cabeza 116, que tiene un diámetro ampliado pero sustancialmente menor longitud axial en comparación con el vástago 112, de modo que se simplifique la fabricación del montaje de colector de corriente diseñado a continuación. Es decir, la cabeza 116 es generalmente de mayor tamaño que el vástago 112 para mantener el colector de corriente 110 en la posición deseada dentro de una celda. La cabeza 116 puede tener una superficie externa que se ahúsa a lo largo de toda o parte de la longitud axial de la misma, medida en relación con el eje central del colector de corriente 110. La cabeza 116 se ahúsa también radialmente hacia fuera desde donde la cabeza 116 conecta con el vástago 112 hasta el extremo superior de la misma, y el diámetro radial puede coincidir óptimamente con el diámetro radial del vástago 112 (por ejemplo, circular, poligonal, irregular, etc.).

Otros diseños de cabeza pueden estar exentos de ahusamiento, o la cabeza puede incluir múltiples segmentos que se desvían radialmente formando uno o más salientes cerca del extremo del

vástago además de, o en lugar de, la terminación aplanada descrita anteriormente. Estos salientes pueden dimensionarse para encajar con un buje o junta de sellado para mantener en su lugar al colector 110. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 5, el saliente radial 417 actúa junto con la cabeza 416 para fijar el colector 410 en su lugar dentro del buje o junta de sellado 430. Como alternativa, dicho saliente radial puede proporcionarse integralmente también como parte de una porción escalonada como se contempla en la FIG 1b.

El colector de corriente 110 debe ser de una estructura compuesta que tenga al menos dos capas diferentes, a saber, al menos una capa conductora no carbonosa 122 situada parcial, o completamente, sobre un núcleo no conductor 120, preferiblemente elaborado a partir de uno o más polímeros. El núcleo 120 puede estar formado por un sistema polimérico o copolimérico mediante moldeo por inyección, termoconformación, extrusión u otros métodos conocidos apropiados. El núcleo 120 debería ser sólido y no poroso, aunque la superficie no necesita ser completamente lisa. De hecho, pueden ser preferibles en algunas circunstancias variaciones superficiales o rugosidad, incluyendo concavidades, picaduras o similares. Significativamente, el núcleo 120 no debe ser de tela, lámina o película, tanto tejida como no tejida, ya que dichas láminas se incluyen fácilmente con los procesos de fabricación contemplados para las celdas de tipo bobina contempladas en la presente memoria. El núcleo 120 proporciona la estructura básica deseada para el colector de corriente 110, a la que se aplica entonces la capa conductora no carbonosa 122.

El núcleo 120 proporciona propiedades de resistencia, rigidez y resistencia a impactos deseables, además de ser ligero y económico por unidad de volumen en comparación con los colectores de corriente metálicos de la técnica anterior, tales como los hechos de latón. El material no conductor debería elegirse también por tener un bajo coeficiente de expansión térmica y resistencia al electrolito alcalino utilizado en la celda.

Como se describe anteriormente en la presente memoria, el núcleo no conductor 120 es un polímero o copolímero que es termoplástico o termoendurecible, prefiriéndose un polímero o copolímero termoplástico sintético. Los ejemplos de capa de núcleo 120 incluyen, pero sin limitación, copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), resinas de acetal (tales como Delrin®), resinas acrílicas (tales como nailon), resinas de fluorocarbono, resinas epóxido, resinas de poliamida, polímeros de cristal líquido, poli(óxidos de fenilo), poli(sulfuros de fenilo), poliimidas, polieterimidas, poli(cloruros de vinilo), poliuretanos, polisulfonas, poliolefinas, poliestirenos, poliésteres, polipropilenos, polietilenos, policarbonatos y combinaciones de los mismos, según sea apropiado, utilizando opcionalmente compatibilizantes conocidos en la técnica. Se prefiere plástico de ABS con pureza de revestimiento, disponible en Diamond Polymers, Inc., 1353 Exeter Road en Akron, Ohio, para formar el núcleo 120 en una realización de la presente invención debido a sus superiores acabado de superficie y adhesividad a la capa conductora 122.

Como es conocido por un experto en la técnica, los (co)polímeros de la capa de núcleo incluyen diversos aditivos, cargas o similares, incluyendo los ejemplos de cargas polvos cerámicos, esferas de vidrio, harina de madera y arena. Otros aditivos incluyen, pero sin limitación, estabilizadores, plastificantes, lubricantes, colorantes, retardantes de la llama, antioxidantes, antiestáticos, conservantes, auxiliares de procesamiento, supresores del humo y modificadores de impacto. Como se indica, el núcleo 120 está esencialmente exento de cualquier componente conductor.

El núcleo 120 puede fabricarse utilizando un dispositivo adecuado tal como un dispositivo de moldeo por inyección, termoconformación o extrusión. El método más frecuente para proporcionar piezas termoplásticas es el moldeo por inyección, que se prefiere en la presente invención. Específicamente, la resina de ABS tiene que secarse a un nivel de un 0,1% o menos antes del moldeo, que se efectúa en general a 80-85ºC en un secador desecante durante 2-4 horas. La ABS puede moldearse por inyección en las siguientes condiciones preferidas: temperatura de tambor en el intervalo de 220-250ºC, temperatura de molde entre 40-80ºC, presión de inyección entre 4826-7584 kPa y velocidad de inyección baja.

Después de formar el núcleo no conductor 120 con la forma deseada, se aplica al mismo una capa superficial conductora 122, formando preferiblemente una capa metalizada sobre la superficie del núcleo 120. Aunque la capa conductora 122 puede aplicarse a solo una porción de la superficie del núcleo 120, la cobertura de la capa conductora 122 sobre el núcleo 120 se selecciona en general para asegurar que el colector 110 es capaz de manejar todo el flujo de corriente en la celda, y preferiblemente se realiza un 100% de cobertura del núcleo 120.

La capa conductora 122 consiste en una o más capas individuales 124, 126 y 128 que pueden ser iguales o diferentes, como se observa en general en la FIG. 2. La capa conductora 122 puede formarse sobre el núcleo 120 usando un proceso tal como revestimiento no electrolítico, revestimiento químico, revestimiento electrolítico, deposición a vacío o combinaciones de los mismos. En una realización preferida, se utiliza el revestimiento no electrolítico seguido de revestimiento electrolítico para formar una pluralidad de capas conductoras sobre el núcleo 120, en la que las capas pueden ser de

materiales iguales o diferentes. Por ejemplo, la capa conductora 124 preferida comprende una capa de cobre, proporcionada a un grosor de al menos 1,5 µm y más preferiblemente de al menos 6,0 µm, con el cobre proporcionado mediante revestimiento no electrolítico seguido de revestimiento electrolítico adicional del cobre adicional en la capa 126. Pueden depositarse entonces otro u otros metales para formar colectivamente la capa conductora 128 incluyendo, pero sin limitación, cobre, estaño, cinc, indio, cadmio, plomo y combinaciones y/o aleaciones de los mismos. Notablemente, los materiales no carbonosos son los más adecuados para los objetos y métodos de esta invención. Además, se cree que los métodos de revestimiento dados a conocer en la presente memoria proporcionan una mejor adhesión del metal al núcleo no conductor en comparación con los métodos conocidos anteriormente que se basan en pinturas basadas en carbono y similares.

La etapa de revestimiento no electrolítico se realiza sin el uso de electricidad. El núcleo no conductor, tal como un clavo de ABS moldeado por inyección dimensionado para una celda D, se dispone en una disolución de baño que incluye un agente reductor, tal como formaldehído 10 ml/l, y el metal o metales deseados en forma iónica, tal como sulfato de cobre 5 g/l. Los electrones del agente reductor actúan depositando los iones metálicos sobre el clavo de ABS en presencia de un catalizador tal como platino. El uso de otros componentes tales como agentes de complejación, agentes modificadores del pH, tampones, estabilizantes, etc., puede ayudar adicionalmente al proceso. Este proceso se puede repetir múltiples veces para crear múltiples capas de material depositado. En dichos casos, puede usarse agua desionizada para aclarar la pieza entre revestimientos, y el clavo revestido final deberá secarse antes del montaje de la celda electroquímica.

Antes del revestimiento no electrolítico, el núcleo 120 puede experimentar numerosos procesos de pretratamiento incluyendo, pero sin limitación: limpieza, decapado, neutralización y activación. Adicionalmente, para asegurar un enlace satisfactorio entre el metal/aleación metálica 122 depositado y el núcleo 120, el núcleo 120 debería aclararse con agua desionizada u otros disolventes adecuados entre el revestimiento/deposición de material conductor. Finalmente, el colector final 110 debería secarse antes del uso en la celda electroquímica.

La barra revestida resultante tendrá una superficie ligeramente más rugosa que el núcleo original. Por ejemplo, con cobre no electrolítico revestido sobre un núcleo de ABS, la rugosidad superficial puede ser cualquiera de dos a tres veces mayor que la del núcleo de ABS solo o de un clavo de latón típico (obsérvese que el núcleo de ABS y el clavo de latón tienen aproximadamente la misma rugosidad superficial). En general, la rugosidad tiende a reducirse a medida que aumenta el grosor del revestimiento, como se observa en la Tabla 1 a continuación.

TABLA 1. MEDIDAS DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL

Clavo de latón	0,25 µm
Núcleo de ABS (sin revestimiento)	0,27 µm
Revestimiento no electrolítico de Cu de 1,5 µm de grosor	0,86 µm
Revestimiento combinado no electrolítico/ electrolítico de Cu de 4,3 µm de grosor	0,68 µm
Revestimiento combinado no electrolítico/ electrolítico de Cu de 7,5 µm de grosor	0,60 µm

La FIG. 2 ilustra una sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A de la FIG. 1. El colector 110 tiene múltiples capas de material conductor 124, 126 y 128 depositadas sobre el mismo. En una realización, se reviste una capa de cobre 126 sobre una capa de cobre no electrolítico 124, con una capa final 128 de un metal tal como revestimiento de indio o estaño sobre la superficie más externa. El revestimiento electrolítico puede efectuarse utilizando un dispositivo de revestimiento en tambor tal como un revestidor en tambor a escala de laboratorio disponible en Sterling Systems en 3745 Stern Ave., St. Charles, Ill., o un dispositivo vibratorio.

La FIG. 3 muestra los resultados experimentales para celdas electroquímicas preparadas según una realización preferida de la invención. Se proporcionó el revestimiento de cobre a una barra de ABS, que se incorporó entonces a una pila de tamaño C. Se hicieron celdas de control adicionales usando un clavo de latón convencional, y se ensayó el funcionamiento de las celdas a tasas de descarga continua de 400 mA y 1000 mA. Como se indica por las dos curvas, parece alcanzarse un punto de beneficio decreciente (en términos de rendimiento) al revestir grosores superiores a 6 µm.

Los colectores de corriente de la presente invención pueden utilizarse en general en cualquier celda electroquímica cuando sean necesarios, y se utilizan preferiblemente en cualquier celda electroquímica alcalina cilíndrica. Los procesos, construcciones y materiales típicos para dichas celdas

son bien conocidos en la técnica. En consecuencia, se incorporan a la presente memoria como referencia las patentes de EE.UU. ejemplares nº 6.528.210, 6.589.693, 6.670.073 y 6.828.061, todas de cesión común con la presente a la Eveready Battery Company, por sus enseñanzas respecto a dichos procesos, construcciones y materiales.

Se muestra una celda electroquímica alcalina cilíndrica 400 en la FIG. 4 que tiene un colector de corriente 410 según una realización de la presente invención. La celda electroquímica 400 incluye una carcasa de acero cilíndrica 402 que tiene un extremo inferior cerrado 404, un extremo superior abierto 406 y paredes laterales axiales cilíndricas 408 que se extienden entre ellos. El extremo inferior cerrado 404 de la carcasa 402 tiene una cubierta positiva soldada o unida de otro modo a la misma y formada por acero revestido, con un terminal de contacto 409 sobresaliente en su región central. Montados con el extremo superior abierto 406 de la carcasa de acero 402, está el colector de corriente 410, un montaje de colector 411 y una cubierta negativa externa 450, preferiblemente formada por acero revestido, que forma el terminal de contacto negativo de la celda 400. Aunque se contempla una cubierta negativa en este ejemplo, es posible invertir la polaridad de la celda (confiriendo así una polaridad positiva a la cubierta 450, junto con la correspondiente redistribución de los electrodos) sin apartarse de los principios dados a conocer en la presente memoria.

Una lámina de película plástica metalizada 403 está formada alrededor de la superficie externa de la carcasa de acero 402, excepto por los extremos de la carcasa de acero 404 y 406. La lámina de película 403 está formada sobre el borde periférico de la cubierta positiva y puede extenderse parcialmente sobre el borde periférico de la cubierta negativa 450.

Un electrodo positivo 432, también designado en la presente memoria como cátodo, está formado alrededor de la superficie interior de la carcasa de acero 402. Según un ejemplo, el cátodo 432 está formado por una mezcla de dióxido de manganeso, grafito, disolución de hidróxido de potasio y aditivos. Un separador 434, que está formado preferiblemente por una tela no tejida que evita la migración de cualquier partícula sólida de la celda, está dispuesto alrededor de la superficie interior del cátodo 432. Un electrodo negativo 436, también designado en la presente memoria como ánodo 436, está dispuesto con un electrolito dentro del separador 434 y en contacto con un colector de corriente 410. El electrolito puede incluir un electrolito alcalino que contiene hidróxido de potasio (KOH) acuoso. Según un ejemplo, el ánodo 436 está formado por cinc en polvo, un agente gelificante y aditivos. El dióxido de manganeso y el cinc empleados en el cátodo 432 y el ánodo 436, respectivamente, son materiales electroquímicamente activos. En consecuencia, el cátodo 432 se configura como el electrodo positivo de la celda, y el ánodo 436 se configura como el electrodo negativo de la celda.

El colector de corriente 410 está en contacto con la cubierta negativa externa 450 que forma el terminal de contacto negativo de la celda 400. El vástago alargado está dispuesto en contacto con el ánodo 436 y, en esta realización, tiene un diámetro sustancialmente uniforme. El colector de corriente 410 está conectado con el terminal negativo externo 450 mediante un conector conductor arrollado compresible 438 u otro medio conocido. El conector arrollado 438 puede soldarse con la superficie inferior de la cubierta negativa externa 450 y/o con la superficie superior de la cabeza ampliada del colector de corriente 410, o como alternativa, puede estar mantenido en contacto con la misma mediante contacto a presión. El colector de presión 410 y el conector 438 sirven como ruta eléctrica para proporcionar polaridad negativa a la cubierta negativa externa 450.

Un sello polimérico anular 430 está dispuesto en el extremo abierto de la carcasa de acero 402 para evitar el escape de materiales de celda activos electroquímicamente contenidos en la carcasa de acero 402. El sello polimérico 430 puede comprender una resina termoplástica sintética tal como nailon. Los materiales alternativos para el sello 430 pueden incluir polipropileno, tal como NORYL® Extend, que está disponible comercialmente en General Electric Company, y otros materiales que serían reconocidos como adecuados para el sello 430.

El sello 430 tiene un buje central con una pared cilíndrica vertical interna que define una abertura central (concretamente un orificio) para recibir el colector de corriente 410. El buje se define en general como la porción central del sello 430 que contiene la pared vertical que está comprimida contra el colector de corriente 410. La cabeza ampliada del colector de corriente 410 es generalmente de mayor tamaño que la abertura del buje, y por tanto el sello 430 se comprime contra el colector de corriente 410 formando un encaje de ajuste por interferencia con la pared vertical interior que define la abertura del buje. La pared vertical está configurada para sellar la cabeza ampliada del colector de corriente 410 cuando está en posición sellada (no ventilada) y/o cualquier saliente radial (no mostrada) que pueda estar proporcionado a lo largo del vástago del colector 410. El buje central tiene también un borde superior formado sobre la superficie periférica superior de la cabeza ampliada del colector 410 para resistir adicionalmente el movimiento ascendente del colector de corriente 410. Está proporcionada una cubierta interior, que está formada preferiblemente por un metal rígido, para aumentar la rigidez y soportar la compresión radial del sello anular 140, mejorando así la eficacia de sellado. La cubierta interna está configurada para poner en contacto una pared vertical externa del buje central y una pared vertical en la sección periférica externa del sello 430. Aunque se usan un colector de corriente 410 sobredimensionado y una cubierta interna

para comprimir el sello 430 contra el colector de corriente 410, pueden emplearse otras técnicas de compresión tales como anillos de compresión para proporcionar un encaje de ajuste por interferencia entre el colector de corriente 410 y el sello 430. El sello 430, la cubierta interna y la cubierta negativa externa 450 proporcionan un cierre de bajo perfil del extremo abierto 406 de la carcasa 402. Además, la cubierta negativa externa 450 incluye también una o más aberturas de ventilación (no mostradas) que sirven para exponer el volumen no sellado de la celda 400 a la atmósfera exterior circundante. Las aberturas de ventilación sirven para ventilar la formación de presión liberada desde la celda 400 a la atmósfera exterior una vez se ventila el colector y el montaje de sellado.

En conjunto, el colector de corriente 410, el sello anular 430 y la cubierta interna, si está presente, forman el montaje de colector y sello 411, que puede montarse conjuntamente e insertarse como una unidad en el extremo abierto 406 de la carcasa de acero 402. El montaje de colector y sello 411 y el cierre del extremo abierto 406 de la carcasa 402 incluyen disponer el sello polimérico anular 430 en el extremo abierto 406 de la carcasa 402, que puede tener una abertura ensanchada o un reborde formado radialmente hacia dentro sobre la pared interna de la carcasa 402, y fruncir el extremo superior de la carcasa 402 hacia dentro y sobre la periferia externa del sello 430 para comprimir el sello 430 contra la cubierta interior. Debería apreciarse también que la cubierta negativa externa 450 está aislada eléctricamente de la carcasa de acero 402 mediante el sello polimérico anular 430.

Según la presente invención, el montaje de colector de corriente y de sello 411 cierra por sellado el extremo abierto 406 de la carcasa 402, proporciona una ruta de corriente eléctrica al terminal negativo externo 450 y actúa adicionalmente como mecanismo de liberación de presión cuando se expone a un diferencial de presión excesivo. El montaje de colector y sello 411 está diseñado para liberar los gases a presión del volumen activo sellado de la celda 400 cuando el montaje 411 se expone a un diferencial de presión predeterminado. El diferencial de presión es la diferencia entre la presión interna por debajo del sello 430 y la presión atmosférica por encima del mismo. La ventilación del gas a presión se consigue en general mediante un movimiento axial relativo (concretamente, paralelo al eje longitudinal del colector de corriente 410) entre el colector de corriente 410 y el sello polimérico anular 430. Los gases a presión liberados del volumen interno salen de la celda 400 por aberturas (no mostradas) proporcionadas en la cubierta negativa externa 450.

Se exponen adicionalmente ejemplos de montajes de sellado adecuados en las patentes de EE.UU. nº 6.855.454 y 6.312.850, incorporadas a la presente memoria como referencia. Pueden utilizarse otros sellos y respiraderos similares con el colector de corriente de la presente invención.

Se expone en la FIG. 5 una realización adicional de un montaje de sellado 411 que incluye un colector de corriente 410 de la presente invención. En la configuración particular mostrada, el montaje de sellado 411 incluye un sello 430, formado por un material tal como se describe anteriormente en la presente memoria, preferiblemente nailon. Un colector de corriente 410 de la presente invención, que tiene un núcleo no conductor y una superficie externa conductora tal como se describe anteriormente en la presente memoria, tiene una porción de cabeza 416 que se extiende a través de un orificio en el sello 430. En una realización preferida, puede usarse un adhesivo 440 tal como adhesivo Swift nº 82996, u otras combinaciones similares, para mejorar el sello entre el colector de corriente 410 y el buje de sellado 430.

Una porción de la cabeza 416 se extiende por encima del sello 430 para una conexión apropiada con el terminal 450 u otro terminal de contacto adecuado. El sello 430 incluye preferiblemente una o más porciones finas para permitir un mecanismo de ventilación.

En aún otra realización, el colector de corriente de la presente invención está dotado de una cabeza u otra porción que tiene un empalme o conexión acoplado con la cubierta, tal como un conector de la cubierta negativa de una celda electroquímica. Dicho empalme acoplado permite una mayor área de contacto entre el conector y el colector de corriente respecto a la conexión mostrada en las FIG. 4 y 5 (en las que, respectivamente, se utiliza un conector no soldado 438 o un contacto soldado simple). El uso de un empalme acoplado en lugar de una conexión fija, tal como soldada, permite procesos de fabricación más simplificados y económicos en la medida en que puede eliminarse una etapa. Un empalme acoplado aumentará también el área de contacto para evitar que la corriente produzca una “quemadura” o “perforación” de la capa conductora revestida sobre la superficie del colector de corriente de la presente invención. Dicha quemadura se cree que ocurre porque el flujo concentrado de corriente por un punto de contacto pequeño puede conducir a un calentamiento resistivo. En algunos casos, la quemadura puede conducir a la desconexión del circuito y al fallo de la pila.

Se muestra en la FIG. 6A una posible realización de un empalme acoplado. El contacto de alta área superficial se alcanza proporcionando un empalme acoplado ajustado a presión como se ilustra por la flecha J. El conector 348 comprende una proyección 440 sobre la cubierta negativa 450, que se acopla con la cavidad 442 en la cabeza 416 del colector de corriente 410. La proyección 410 tiene en este caso una forma similar a un polígono, aunque podría utilizarse cualquier forma que permita un ajuste de interferencia. La cavidad 442 es complementaria en forma de la proyección 440, permitiendo a la cubierta

negativa 450 ajustarse a presión en la cabeza 416 formando un empalme acoplado. En una realización preferida, la proyección 440 tiene una sección transversal vertical hexagonal (o axial respecto al cilindro del vástago 412) y una sección transversal horizontal esencialmente circular (o radial respecto al cilindro del vástago 412). Este diseño de empalme acoplado podría invertirse también de modo que los componentes y/o la orientación de los elementos anteriormente referidos pudieran intercambiarse.

La FIG. 6B ilustra adicionalmente una vista superior de una realización de un empalme acoplado contemplada en la FIG. 6A, pero sin ilustrar la cubierta negativa 450. En la FIG. 6B, la cavidad 442 tiene una sección transversal horizontal sustancialmente cilíndrica, en la que el diámetro de la sección transversal puede variar a lo largo de la altura de la cavidad 442. La FIG. 6B ilustra un ejemplo de una proyección que tiene una forma de sección transversal horizontal/radial oval o circular (no mostrada en la FIG. 6B) que se ajusta con la cavidad correspondiente 442 del colector de corriente 410. La profundidad de la cavidad 442 debe coincidir con la proyección, aunque la forma tridimensional de la proyección 440 no necesita ser regular ni uniforme (por ejemplo, el par proyección/cavidad puede tener una superficie inferior/superior plana, inclinada, curva, redondeada y/o irregular). Obsérvese que la línea de puntos 441 puede representar el diámetro de sección transversal del vástago 412. Como alternativa, o adicionalmente, la línea de puntos 441 puede representar también la periferia de sección transversal más externa de la forma usada para crear el ajuste a presión de interferencia para el conector 438.

La FIG. 6C ilustra una vista superior de una realización alternativa. Aquí, la cavidad 442 se extiende a lo largo de toda la longitud a través de la parte superior de la cabeza 416. En otras realizaciones, la cavidad 442 podría extenderse a lo largo de una longitud que es menor que la longitud completa de la cabeza 416 y/o en más de una dirección (por ejemplo, en forma de cruz, forma de Y, forma de U, etc.).

Aunque el colector de corriente se ha descrito en la presente memoria con relación a una celda electroquímica de tipo cilíndrico, debería apreciarse que los conceptos de la invención son igualmente aplicables a diversas otras configuraciones de celda incluyendo celdas que emplean múltiples ánodos y múltiples colectores de corriente y celdas en que las carcasas y colectores de corriente están conectados eléctricamente a los electrodos negativo y positivo, respectivamente. Adicionalmente, debería apreciarse también que los montajes de colector y sello descritos en la presente memoria pueden cerrarse por sellado contra la carcasa de acero usando diversos cierres de carcasa diferentes. Además, el colector de corriente puede configurarse como alternativa en una celda primaria o secundaria.

Además de reducir el coste de material y reducir el peso de la celda electroquímica utilizada en el colector de corriente de la presente invención, el diseño compuesto puede reducir también el desprendimiento de gases o escape por descarga prolongada de la celda y, por lo tanto, dar como resultado un diseño de celda más fiable. Es conocido que los clavos de latón de la técnica anterior se oxidan durante la descarga prolongada y que la superficie del clavo oxidada formará un par galvánico con el cinc acelerando el desprendimiento de gases anódico. Cuando se usa un colector de corriente combinado revestido con cinc de la presente invención para reemplazar a un clavo de latón, el revestimiento de cinc se descargará o desgalvanizará durante el proceso de descarga prolongada. Por consiguiente, el colector de corriente volverá a ser un aislante, que evitará la formación de un par galvánico entre el colector de corriente y el cinc y, por lo tanto, reducirá el desprendimiento de gases o escape por descarga prolongada o una combinación de los mismos.

Ejemplo 1

Se fabricó un colector de corriente de plástico de ABS con forma de barra, como se muestra en la FIG. 1a, con unas dimensiones de 0,23 cm de diámetro y 4,14 cm de longitud mediante moldeo por inyección. Se revistió el colector de corriente de plástico con cobre mediante revestimiento no electrolítico y se revistió electrolíticamente entonces. Se realizaron las siguientes etapas de pretratamiento antes del revestimiento no electrolítico. Se aclararon concienzudamente las piezas con agua después de cada una de las etapas siguientes.

1. Decapado. Se decapó el colector de corriente de plástico de ABS con decapante “cromo-sulfúrico” que contiene trióxido de cromo de 375 a 450 g/l y ácido sulfúrico de 335 a 360 g/l. Se efectuó el proceso de decapado a 60 a 71ºC durante 4-10 minutos.

2. Neutralización. Se puso entonces el colector de corriente de plástico en un neutralizador consistente en 1 a 5% de bisulfito de sodio para eliminar el decapante en exceso de la pieza mediante reducción química. Se efectuó el proceso de neutralización a 33 a 56ºC durante 1-4 minutos.

3. Activación. Para proporcionar sitios catalíticos sobre la superficie de plástico de ABS, se realizó el proceso de activación a 4-40ºC durante 5 a 10 minutos. El baño activador consiste en lo siguiente: cloruro estannoso (10-20 g/l de disolución), dicloruro de paladio (0,2-0,3 g/l) y ácido clorhídrico (~200 ml/l)

4. Aceleración. Para volver lo más activa posible la especie activadora depositada en la etapa de

activación, se sumergió el colector de corriente de plástico de ABS en la disolución activadora consistente en ácido clorhídrico 80-120 ml/l durante 1 a 3 minutos a 35 a 40ºC.

Se revistió el colector de plástico de ABS pretratado con cobre mediante revestimiento no electrolítico a 1,5 µm y se amplió entonces a 4,3 y 7,1 µm mediante revestimiento con cobre electrolítico tradicional. Al igual que el colector de corriente de latón usado, se revistió también químicamente con 0,02-0,08 µm de estaño el colector de plástico de ABS revestido con cobre por fuera del revestimiento de cobre.

Se ensayó el colector de corriente de ABS revestido con cobre en una pila alcalina de tamaño C (LR14) y se comparó con un colector de corriente de latón revestido con estaño con forma de barra (0,18 cm de diámetro y 4,14 cm de longitud). Se ensayaron las celdas a 400 mA y 1000 mA de descarga continua a un corte de 0,9 V a temperatura ambiente. Se presentan en la FIG. 7 los datos de funcionamiento de celda. El lote A en la FIG. 7 representa las celdas con el colector de corriente de latón y los lotes B, C y D representan las celdas construidas con el colector de corriente de plástico de ABS con 1,5, 4,3 y 7,1 µm de revestimiento de cobre respectivamente. Se definió la capacidad de descarga del lote A como 100% en la FIG. 7, y se normalizaron entonces los rendimientos de las celdas de los lotes B, C y D a los rendimientos de celdas del lote A. Los datos en la FIG. 7 demuestran que puede conseguirse un rendimiento equivalente al colector de corriente de latón cuando el grosor del revestimiento de cobre alcanza o supera los 4,3 µm.

Ejemplo 2

Se revistieron no electroquímicamente los colectores de corriente de plástico de ABS con forma de barra mostrados en la FIG. 1a con una película de cobre de aproximadamente 1 µm usando el mismo proceso mencionado en el ejemplo 1 anterior. Se revistieron electrolíticamente a continuación con cobre a 61 µm o estaño a 23 µm respectivamente. Se realizó la evaluación del funcionamiento del mismo modo que se describe anteriormente y se resumen los datos en la FIG. 8. El lote E de la FIG. 8 representa las celdas construidas usando un colector de corriente de latón y los lotes F y G representan las celdas construidas usando un colector de corriente de plástico de ABS con revestimiento de cobre de 61 µm o revestimiento de estaño de 23 µm respectivamente. Para una descarga de 400 mA, ambos colectores de plástico de ABS revestido con cobre y revestido con estaño pueden igualar o superar al colector de latón en el funcionamiento. Para 1000 mA, el colector de ABS revestido con 23 µm de estaño muestra una deficiencia. Comparando la FIG. 7 y la FIG. 8, puede observarse que aumentar adicionalmente el revestimiento de cobre de 7,3 a 61 µm no mostraba un beneficio aparente para los rendimientos.

Ejemplo 3

Se fabricó mediante moldeo por inyección el colector de corriente de plástico de ABS de forma escalonada como se muestra en la FIG. 1b, de dimensiones 0,18/0,13 cm de diámetro y 4,06 cm de longitud. Se revistió el colector con 15,3 µm de revestimiento de cobre usando los mismos procesos descritos en el Ejemplo 1. Se ensayó el funcionamiento en una pila alcalina de tamaño C (LR14) y se comparó con un colector de corriente de latón revestido con estaño con forma de barra de dimensiones 0,17 cm de diámetro y 4,06 cm de longitud. El lote H de la FIG. 9 representa la celda con el colector de corriente de latón y el lote I representa las celdas construidas con el colector de corriente de plástico de ABS de forma escalonada con 15,3 µm de revestimiento de cobre. El colector de corriente de plástico de ABS revestido con cobre muestra un rendimiento equivalente o mejor que el colector de latón.

Se entenderá por los que practican la invención y los expertos en la técnica que pueden hacerse diversas modificaciones y mejoras a la invención sin apartarse del espíritu de los conceptos dados a conocer. El alcance de la protección concedida ha de determinarse por las reivindicaciones y por la amplitud de la interpretación permitida por la ley.

REIVINDICACIONES

1. Una celda electroquímica que comprende

un recipiente que tiene al menos un terminal de contacto;

un electrodo positivo, un electrodo negativo, un separador y un electrolito dispuestos todos en el recipiente; y

un colector dispuesto en el recipiente que tiene un núcleo no conductor y una capa conductora esencialmente no carbonosa depositada sobre la superficie más externa del núcleo, haciendo contacto eléctrico dicho colector entre el terminal de contacto y uno de los electrodos positivo o negativo, y siendo químicamente compatible con el electrolito dicha capa conductora no carbonosa.

2. La celda electroquímica según la reivindicación 1, en la que el miembro alargado tiene una forma seleccionada del grupo consistente en: un cilindro no ahusado, un cilindro escalonado, un cilindro ahusado, una barra no ahusada que tiene al menos tres o más lados esencialmente planos, una barra escalonada que tiene al menos tres o más lados esencialmente planos, una barra ahusada que tiene al menos tres o más lados esencialmente planos, una barra no ahusada que tiene al menos un lado curvo y al menos un lado plano, una barra escalonada que tiene al menos un lado curvo y al menos un lado plano y una barra ahusada que tiene al menos un lado curvo y al menos un lado plano.

3. La celda electroquímica según la reivindicación 2, en la que el miembro alargado incluye al menos uno de: una cabeza dispuesta en el extremo terminal del miembro alargado, un saliente radial dispuesto a lo largo de la porción axial del miembro alargado, un cono truncado dispuesto en el extremo terminal del miembro alargado, un cono completo dispuesto en el extremo terminal del miembro alargado y un extremo romo dispuesto en el extremo terminal del miembro alargado.

4. La celda electroquímica según la reivindicación 1, en la que el miembro alargado está conectado eléctricamente con el terminal de contacto mediante una conexión no soldada.

5. La celda electroquímica según la reivindicación 1, en la que la capa conductora no carbonosa es de al menos 6 µm de grosor.

6. La celda electroquímica según la reivindicación 1, en la que el miembro alargado incluye al menos uno de: una cabeza dispuesta en el extremo terminal del miembro alargado, un saliente radial dispuesto a lo largo de una porción axial del miembro alargado, un cono truncado dispuesto en el extremo terminal del miembro alargado, un cono completo dispuesto en el extremo terminal del miembro alargado y un extremo romo dispuesto en el extremo terminal del miembro alargado.

7. La celda electroquímica según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una junta de sellado dispuesta dentro del recipiente y en la que el miembro alargado penetra en la junta de sellado.

8. La celda electroquímica según la reivindicación 1, en la que la superficie más externa del núcleo está completamente cubierta por la capa conductora.

9. Un montaje de colector de corriente para celda electroquímica que comprende:

un buje de sellado no conductor adaptado para formar un sello a través del extremo abierto de un recipiente de una celda electroquímica; y

una barra colectora de corriente que se extiende a través del buje de sellado, teniendo dicha barra colectora un núcleo no conductor y un recubrimiento conductor no carbonoso sobre al menos una porción del núcleo para conducir corriente eléctrica a través del buje de sellado sin comprometer el sello formado por el buje de sellado.

10. El montaje de colector de corriente según la reivindicación 9, que comprende adicionalmente un sellante dispuesto entre el buje de sellado y la barra colectora.

11. El montaje de colector de corriente según la reivindicación 9, en el que la barra colectora tiene una forma seleccionada del grupo consistente en: un cilindro no ahusado, un cilindro ahusado, un cilindro escalonado, una barra no ahusada que tiene al menos tres o más lados esencialmente planos, una barra escalonada que tiene al menos tres o más lados esencialmente planos, una barra ahusada que tiene al menos tres o más lados esencialmente planos, una barra no ahusada que tiene al menos un lado curvo y al menos un lado plano, una barra escalonada que tiene al menos un lado curvo y al menos un lado plano y una barra ahusada que tiene al menos un lado curvo y al menos un lado plano.

12. El colector de corriente según la reivindicación 9, en el que el núcleo está completamente cubierto por un recubrimiento conductor no carbonoso.

13. El montaje de colector de corriente según la reivindicación 9, en el que el recubrimiento

conductor no carbonoso es de al menos 6 µm de grosor.

14. Un método de fabricación de una celda electroquímica que comprende las etapas de:

formar una barra no conductora de al menos un polímero;

depositar al menos un material no carbonoso que comprende un metal o aleación metálica conductor sobre la superficie externa de la barra;

seleccionar un electrolito que sea químicamente compatible con el material no carbonoso y disponer el electrolito, un ánodo y un cátodo dentro de un recipiente adaptado para uso en una celda electroquímica;

disponer la barra en el recipiente próxima a un electrodo, seleccionándose dicho electrodo del ánodo y el cátodo, para mantener el contacto eléctrico entre el recipiente y el electrodo; y

sellar electrolito, ánodo, cátodo y barra revestida no electrolíticamente dentro del recipiente para crear una celda electroquímica.

15. El método según la reivindicación 14, en el que se proporciona un montaje de buje de sellado para sellar la celda electroquímica y en el que la barra se inserta a través del montaje de buje de sellado para llevar corriente eléctrica a su través.

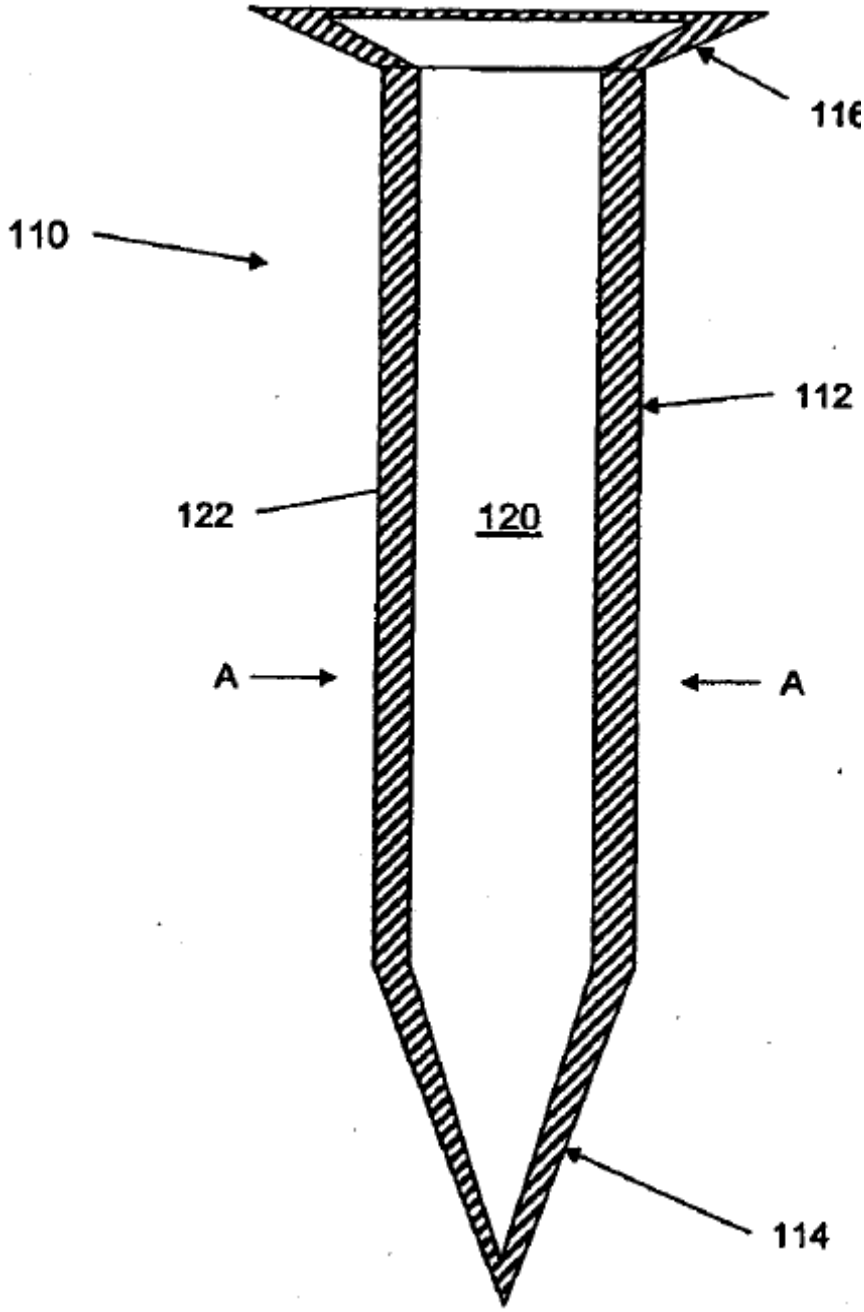

Figura 1A

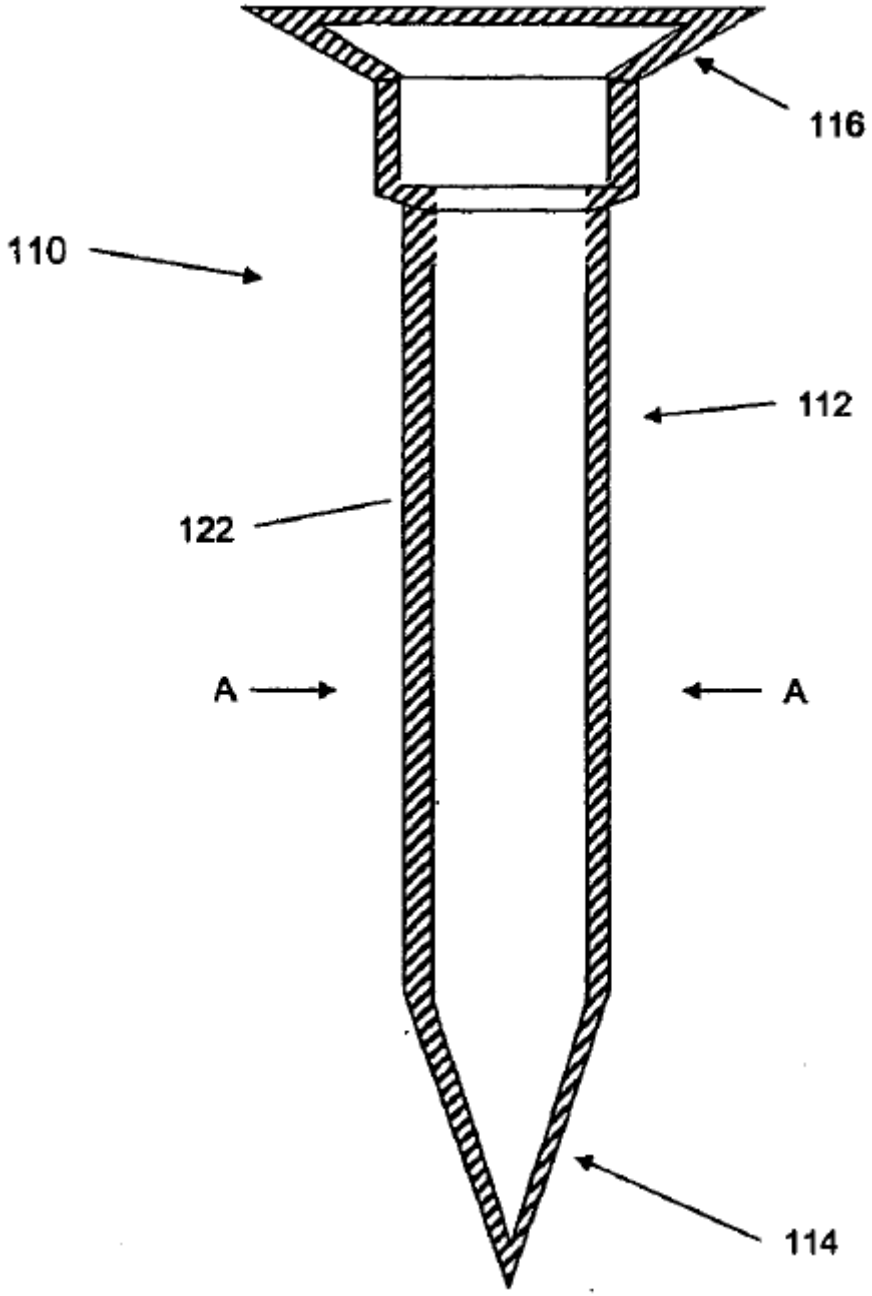

Figura 1B

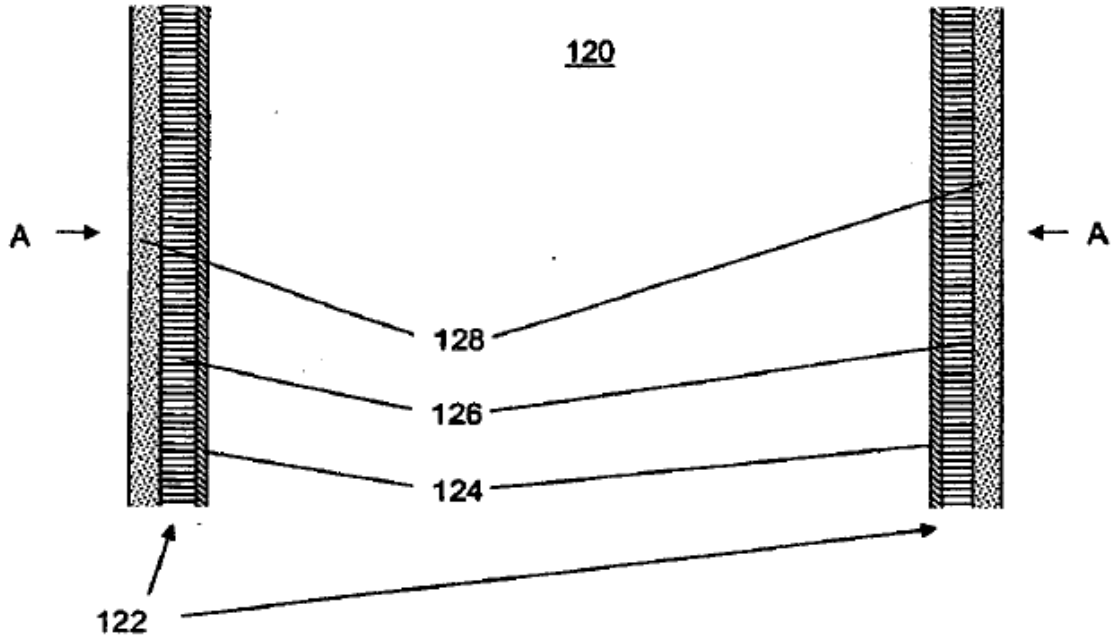

Figura 2

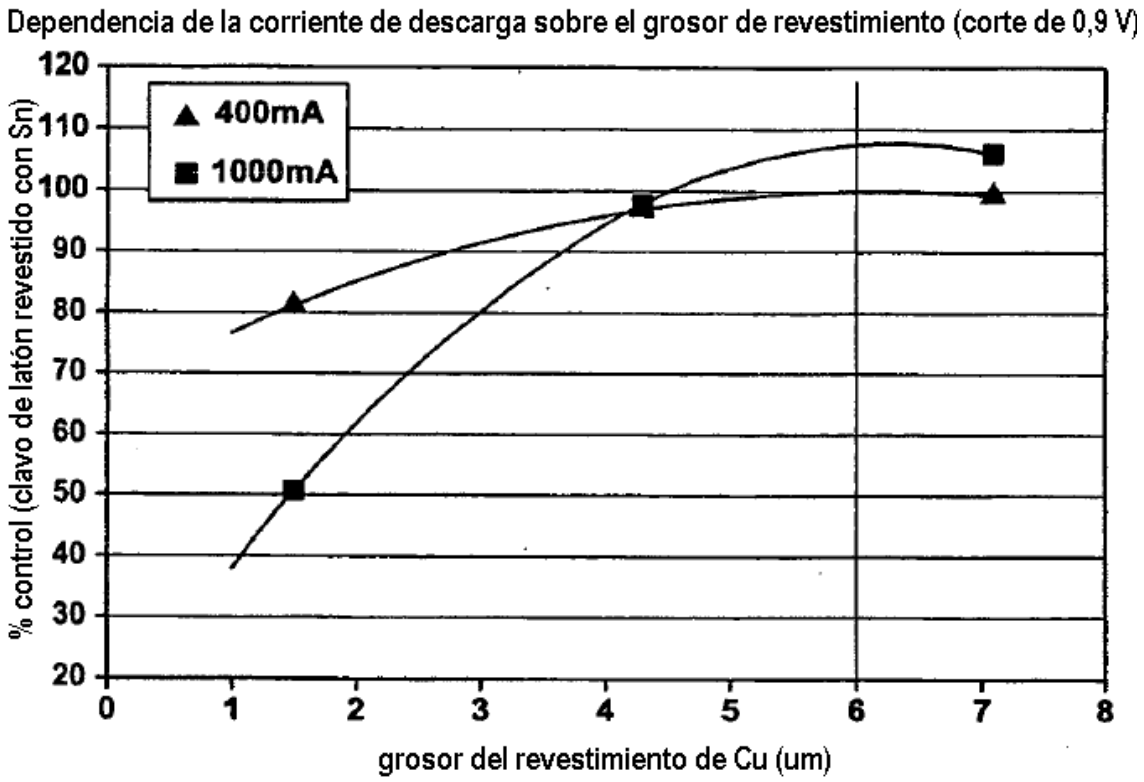
Dependencia de la corriente de descarga sobre el grosor de revestimiento (corte de 0,9 V)
400mA
1000mA
% control (clavo de latón revestido con Sn)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
grosor del revestimiento de Cu (um)

Figura 3

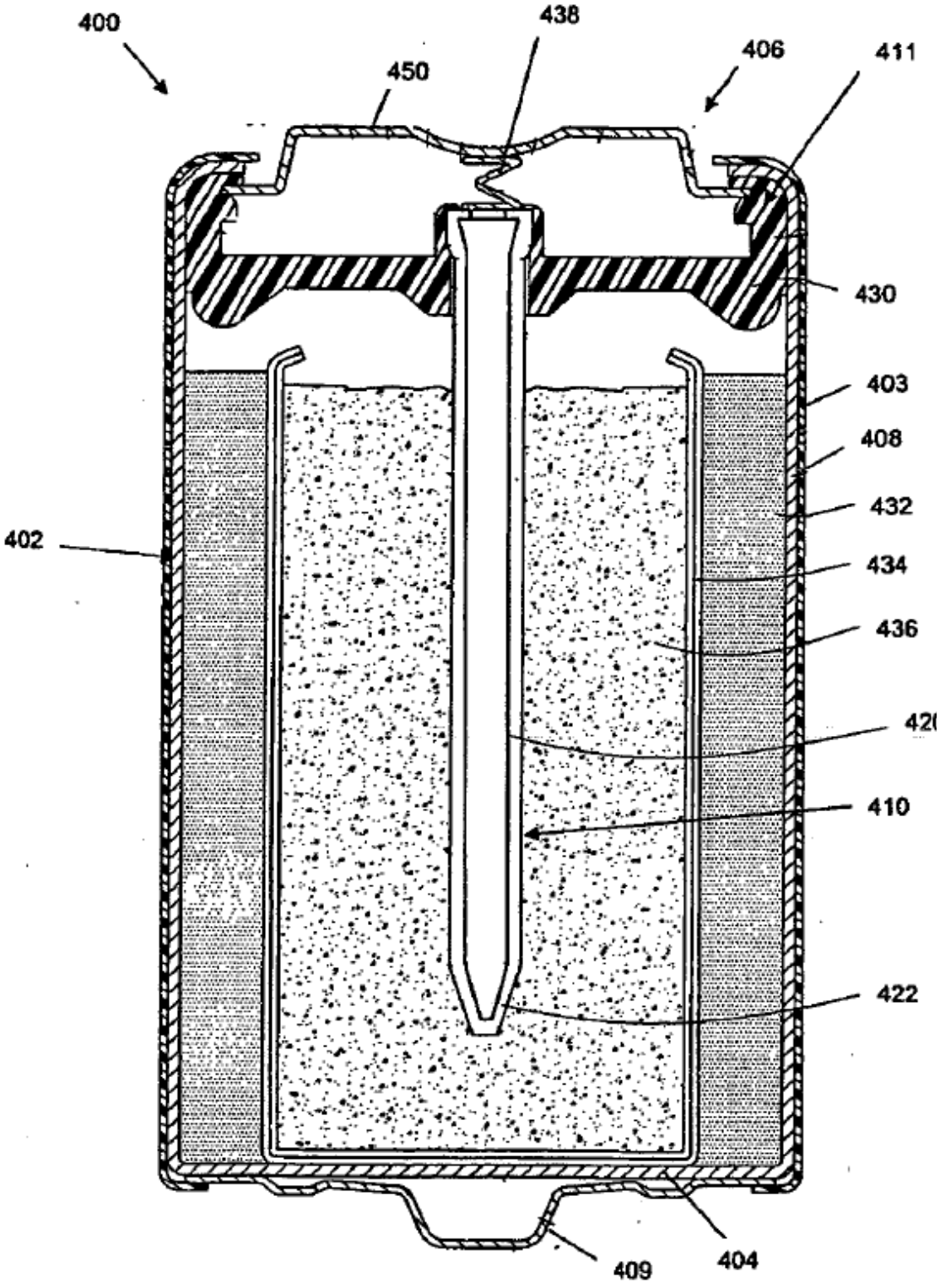
400
438
406
411
450
430
403
408
432
402
434
436
420
410
422
409
404

Figura 4

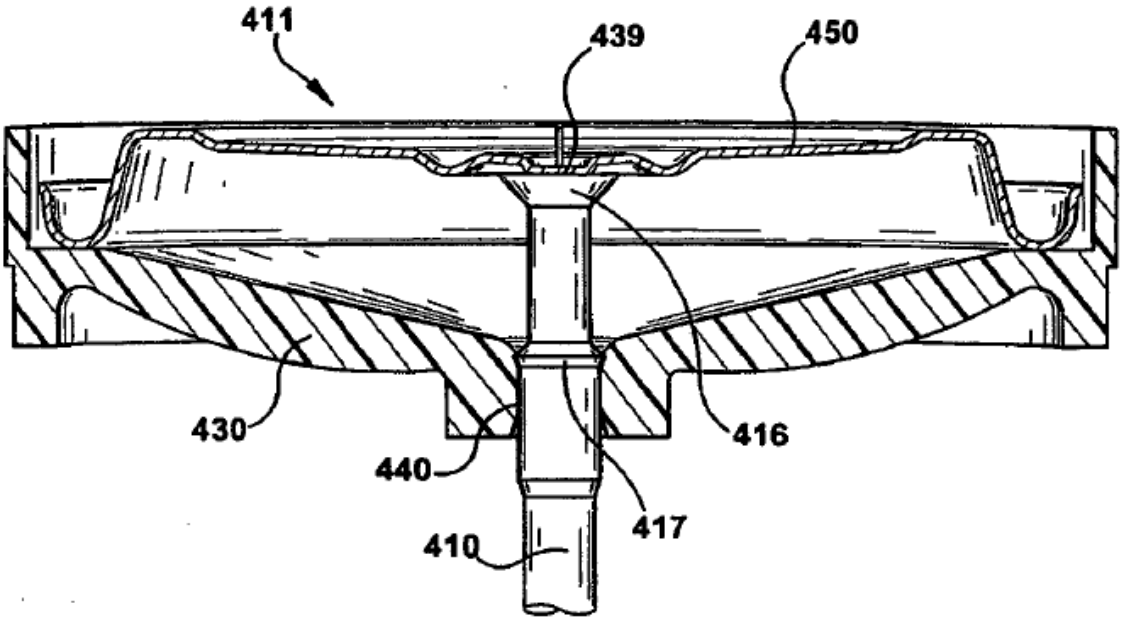

Figura 5

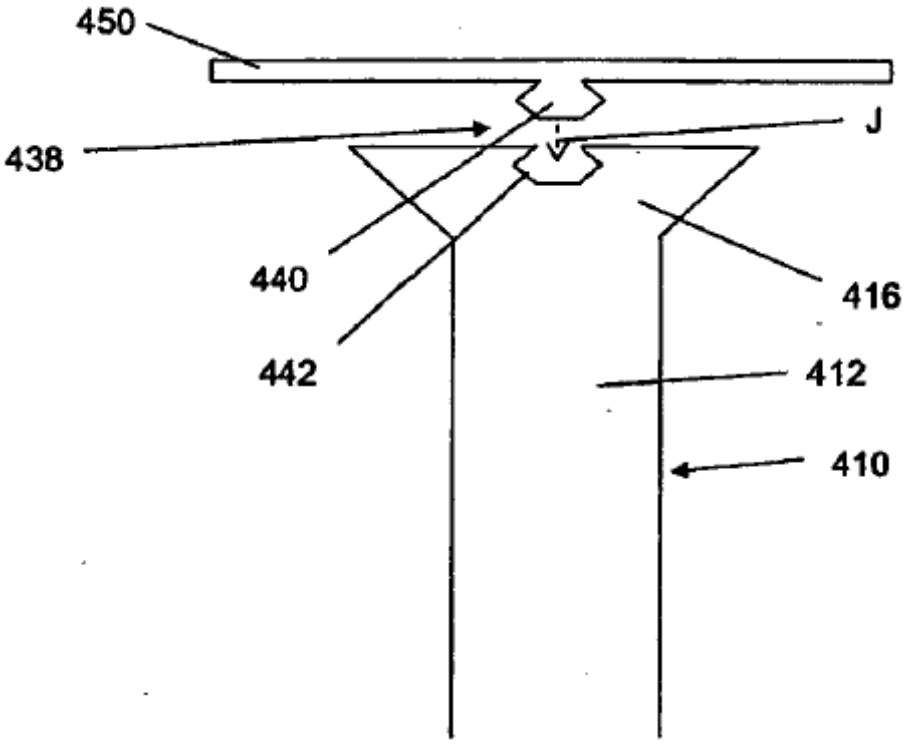

Figura 6A

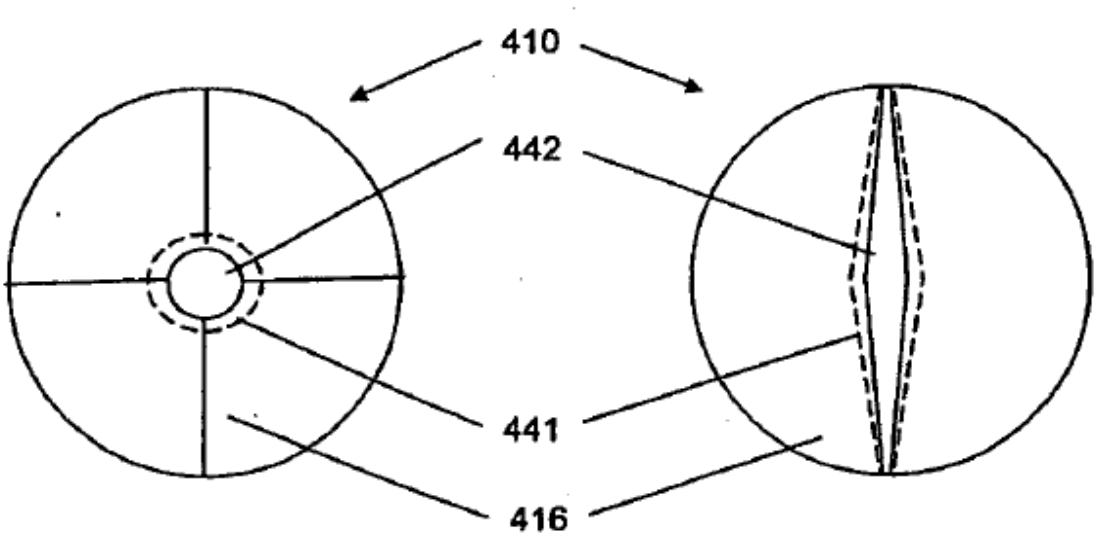

Figura 6B

Figura 6C

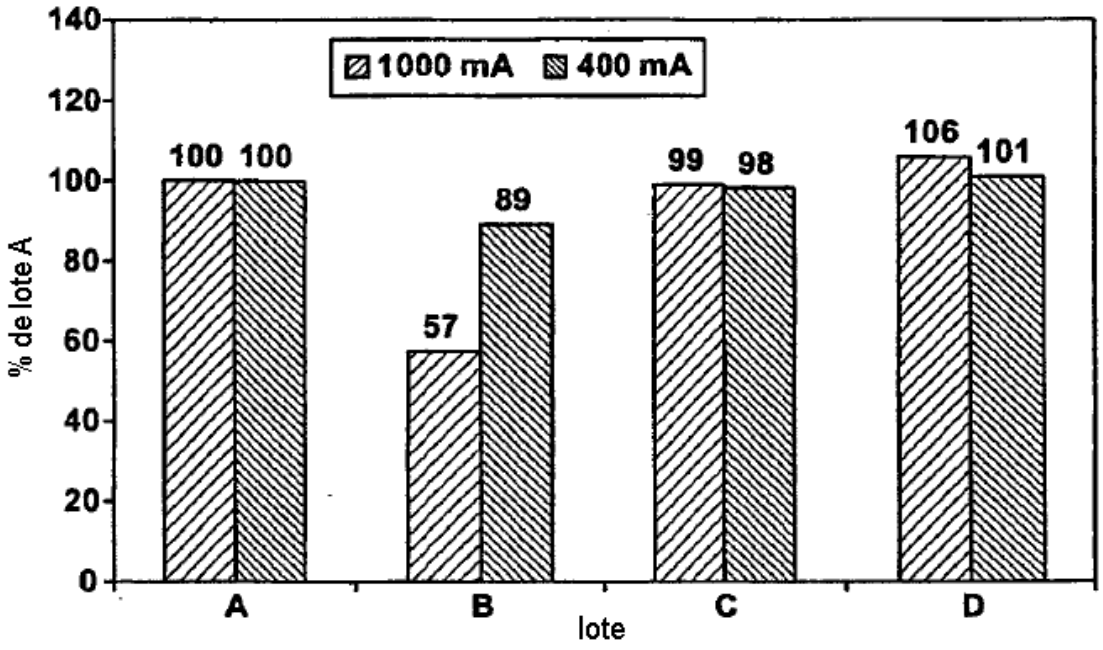
1000 mA
400 mA
% de lote A
140
120
100
80
60
40
20
0
100
100
57
89
99
98
106
101
A
B
C
D
lote

Figura 7

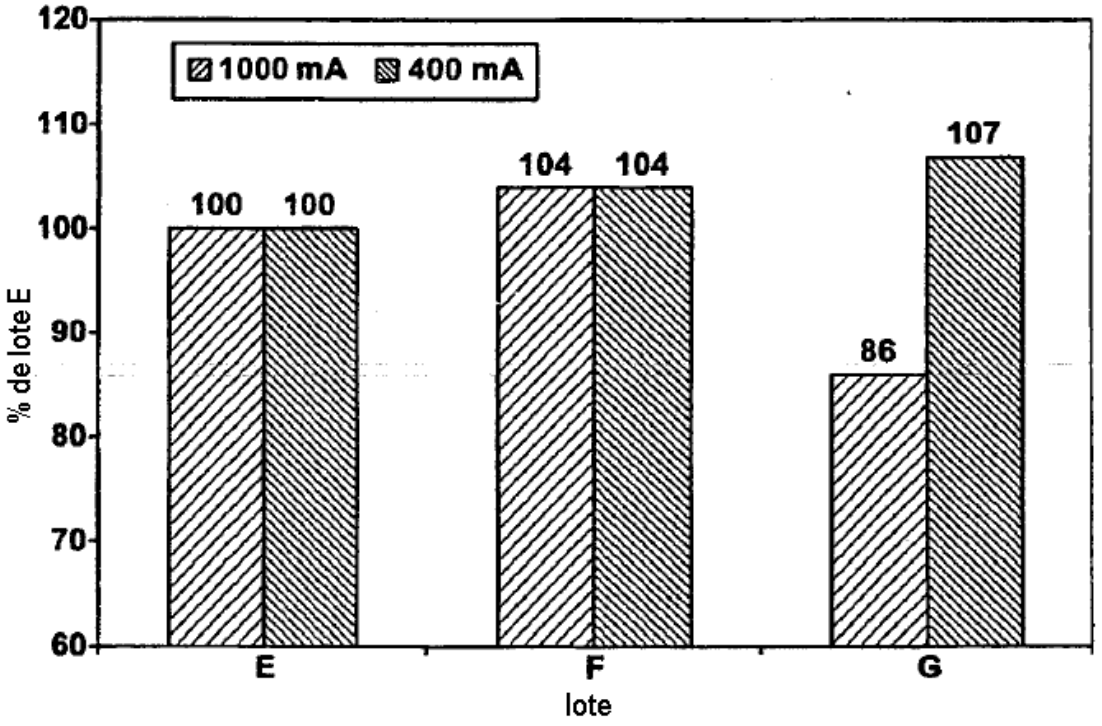
120
110
100
90
80
70
60
% de lote E
1000 mA
400 mA
100
100
104
104
86
107
E
F
G
lote

Figura 8

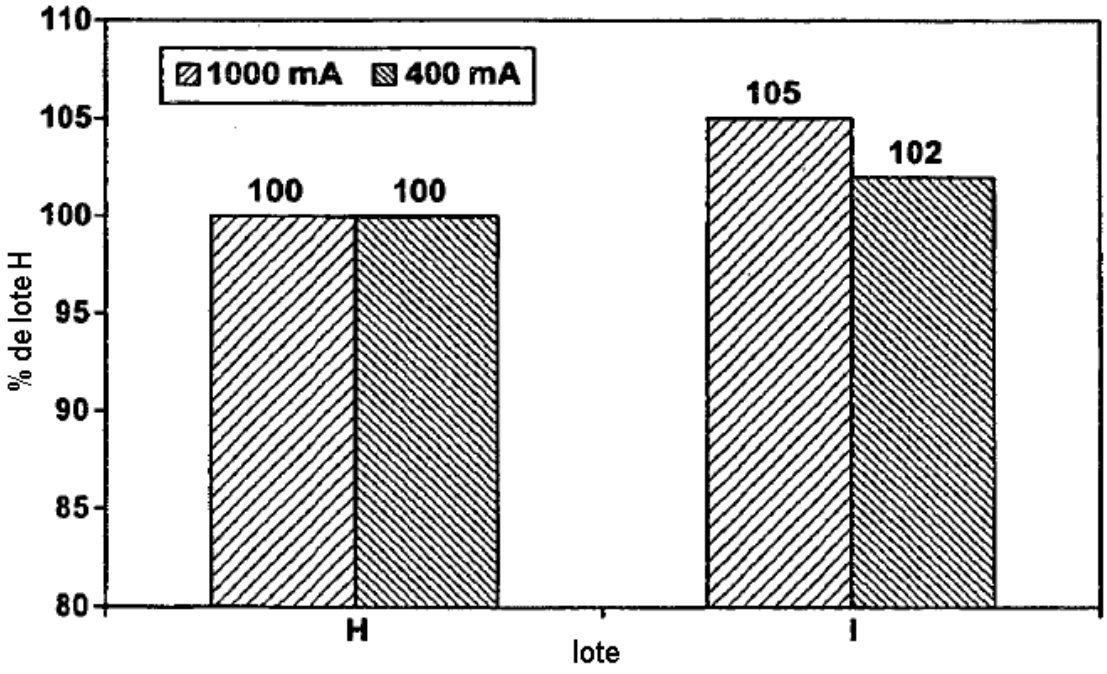
110
105
100
95
90
85
80
% de lote H
1000 mA
400 mA
100
100
105
102
H
I
lote

Figura 9