

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 498 665**

51 Int. Cl.:

H01G 11/04 (2013.01)
H01G 11/46 (2013.01)
H01G 11/76 (2013.01)
H01G 11/28 (2013.01)
H01G 11/38 (2013.01)
H01G 11/12 (2013.01)
H01M 2/28 (2006.01)
H01G 11/26 (2013.01)
H01G 11/32 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2007 E 07844487 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014 EP 2076912**

54 Título: **Electrodo negativo para dispositivo de almacenamiento de energía híbrida**

30 Prioridad:

23.10.2006 US 853439 P

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

25.09.2014

73 Titular/es:

**AXION POWER INTERNATIONAL, INC. (100.0%)
3601 CLOVER LANE
NEW CASTLE, PA 16105, US**

72 Inventor/es:

**BUIEL, EDWARD;
ESHKENAZI, VICTOR;
RABINOVICH, LEONID;
SUN, WEI;
VICHNYAKOV, VLADIMIR;
SWIECKI, ADAM y
COLE, JOSEPH**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 498 665 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

Electrodo negativo para dispositivo de almacenamiento de energía híbrida

5 I. Campo de la Invención

La presente invención se refiere a un electrodo negativo para un dispositivo de almacenamiento de energía híbrida.

10 II. Antecedentes de la Invención

Los dispositivos de almacenamiento de energía híbrida, también conocidos como supercapacitores asimétricos o baterías/supercapacitores híbridos, combinan electrodos de batería y electrodos de supercapacitor para producir dispositivos que tengan un conjunto único de características que incluyen el ciclo de vida útil, la densidad de energía, la capacidad de energía, la capacidad de recarga rápida y un intervalo amplio de grados de operación de temperatura. Los dispositivos de almacenamiento de energía híbrida de plomo-carbón emplean electrodos positivos de batería de plomo-ácido y electrodos negativos de supercapacitor. Véanse por ejemplo las Patentes de los Estados Unidos N°s. 6.466.429; 6.628.504; 6.706.079; 7.006.346; y 7.110.242.

El documento WO 2009/052124 A1 describe un dispositivo de almacenamiento de energía híbrida que incluye al menos un electrodo positivo que comprende un colector de corriente que comprende plomo y que tiene una pluralidad de partes elevadas y descendidas con respecto a un plano medio del colector de corriente, y ranuras formadas entre las porciones elevadas y descendidas, en donde pasta de dióxido de plomo está adherida a y en contacto eléctrico con sus superficies, una parte de lengüeta y al menos un electrodo negativo que comprende un material de carbono.

El conocimiento convencional es que cualquier nueva tecnología de batería o de supercapacitor ensambla componentes y utiliza técnicas que son únicas para esta tecnología.

Además, el conocimiento convencional es que se requiere que los dispositivos de almacenamiento de energía de plomo-carbono sean ensamblados utilizando una compresión relativamente alta de la celda o celdas dentro del dispositivo. La alta compresión se debe en parte a la gran resistencia de contacto que existe entre el material activo de carbono activado y un colector actual del electrodo negativo. También es de conocimiento convencional que el equipo utilizado, de manera general, para la manufactura de baterías convencionales de plomo-ácido y que es comúnmente empleado en la industria automotriz, en aplicaciones de energía motriz, estacionaria y otras aplicaciones de almacenamiento de energía, no puede ser empleado en la producción de dispositivos de almacenamiento de energía híbrida.

La presente invención, según se define por las características de la reivindicación 1, proporciona un electrodo negativo para dispositivos de almacenamiento de energía híbrida, los cuales tienen la capacidad de ser manufacturados utilizando un equipo convencional disponible de manufactura de batería de plomo-ácido. Los inventores han demostrado que los dispositivos de almacenamiento de energía híbrida de celda única y de múltiples celdas pueden ser manufacturados utilizando un equipo convencional de manufactura de batería de plomo-ácido con modificaciones. El equipo fundido con la pieza puede ser adaptado para manipular electrodos negativos basados en carbono activado de un modo similar a la manera a como son manipulados los electrodos negativos convencionales basados en plomo de batería de plomo-ácido.

El propósito de la presente invención es proporcionar electrodos negativos para dispositivos de almacenamiento de energía híbrida, los cuales pueden ser manufacturados utilizando un equipo convencional de manufactura de batería de plomo-ácido, fácilmente disponible y relativamente económico. Estos electrodos negativos incluyen un diseño modificado que reduce la necesidad de una gran presión de apilamiento y que obtienen un rendimiento electroquímico aceptable. En consecuencia, los electrodos negativos son compatibles con las técnicas existentes de manufactura de batería de plomo-ácido.

50 III. Sumario de la Invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un electrodo negativo para un dispositivo de almacenamiento de energía híbrida.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar electrodos negativos para dispositivos de almacenamiento de energía híbrida que tengan la capacidad de ser manufacturados utilizando un equipo convencional de manufactura de batería de plomo-ácido.

Una ventaja de la presente invención es que un material activo del electrodo negativo es laminado sobre un material de grafito expandido, con lo cual se elimina la necesidad de una gran presión de apilamiento y se obtienen buenas propiedades de resistencia de contacto.

Los objetos y ventajas anteriores son satisfechos a través de un electrodo negativo para un dispositivo de almacenamiento de energía híbrida, según se define por las características de la reivindicación 1. En una realización, dicho electrodo negativo comprende un colector de corriente; un revestimiento conductor resistente a la corrosión asegurado al menos en una cara del colector de corriente; y una hoja que comprende carbono activado adherido y en contacto eléctrico con el revestimiento conductor resistente a la corrosión. Una porción de lengüeta se extiende a partir de un lado del colector de corriente. Una terminal de conexión que comprende plomo (Pb) o aleación de plomo (Pb) encapsula al menos parte de la porción de lengüeta.

Como se utilizan en la presente memoria, los términos y expresiones “de manera sustancial”, “de manera general”, “relativamente”, “aproximadamente” y “alrededor” son modificadores relativos que se pretende indiquen la variación permisible de las características modificadas de este modo. No se pretende que sean limitados al valor absoluto o característica que modifica, sino más bien que se enfoquen o aproximen a esta característica física o funcional.

Las referencias a las expresiones “una realización” o “en realizaciones” significan que la característica a la que se está aludiendo esté incluida al menos en una realización de la invención. Además, las referencias separadas a “una realización” o “en realizaciones” no indican de manera necesaria la misma realización; no obstante, estas realizaciones no son mutuamente exclusivas, a menos que así se establezca, y excepto como será aparente con facilidad para aquellas personas expertas en la técnica. De esta manera, la invención puede incluir cualquier variedad de combinaciones y/o integraciones de las realizaciones que se describen en esta memoria.

En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos que se acompañan, los cuales se muestran a modo de ilustración para las realizaciones específicas en las cuales la invención se puede poner en práctica. Las siguientes realizaciones ilustradas se describen en detalle suficiente para permitir que aquellas personas expertas en la técnica practiquen la invención. Se entenderá que pueden utilizarse otras realizaciones y que pueden realizarse cambios estructurales en función de los equivalentes estructurales y/o funcionales actualmente conocidos sin apartarse del alcance de la invención, según se define por las características de la reivindicación 1.

IV. Breve Descripción de los Dibujos

La FIG. 1 es una vista esquemática en corte transversal de un electrodo negativo de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La FIG. 2 es una vista esquemática de una hoja o lámina delgada de grafito expandido del electrodo negativo de la FIG. 1.
 La FIG. 3 muestra el escape de ácido para una hoja o lámina delgada de grafito expandido impregnada con parafina.
 La FIG. 4 no muestra escape de ácido para una hoja o lámina delgada de grafito expandido impregnada con parafina.
 La FIG. 5 muestra el escape de ácido para una hoja o lámina delgada de grafito expandido impregnada con furfural.
 La FIG. 6 muestra la corrosión de un elemento de lengüeta de acuerdo con la técnica anterior.
 La FIG. 7A muestra un revestimiento de plomo-estaño sobre un elemento de lengüeta de acuerdo con la técnica anterior.
 La FIG. 7B muestra una terminal de conexión que encapsula al menos parte de un elemento de lengüeta de acuerdo con la presente invención.

V. Descripción Detallada de la Invención

Las FIGs 1-7B ilustran un electrodo negativo para un dispositivo de almacenamiento de energía híbrida de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 1 ilustra un electrodo negativo 10 de acuerdo con una realización de la presente invención. El electrodo negativo 10 comprende un colector de corriente 20. El colector de corriente 20 puede ser de cualquier forma geométrica efectiva, aunque se prefiere que sea plano y en forma de una hoja, lámina delgada o malla. Al menos una porción sustancial, sino toda, de la superficie al menos de una cara del colector de corriente 20, es protegida contra la corrosión al tener un revestimiento conductor resistente a la corrosión 22 asegurado en la misma.

El electrodo negativo también comprende un material activo en forma electroquímica 24 adherido y en contacto eléctrico con el revestimiento resistente a la corrosión 22. En ciertas realizaciones, el revestimiento conductor resistente a la corrosión 22 es envuelto alrededor de la parte inferior del colector de corriente 20.

A. Colector de Corriente

El colector de corriente 20 comprende un material conductor. Por ejemplo, el colector de corriente 20 puede comprender un material metálico tal como berilio, bronce, bronce comercial cubierto de plomo, cobre, aleación de cobre, plata, oro, titanio, aluminio, aleaciones de aluminio, hierro, acero, magnesio, acero inoxidable, níquel, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos. De preferencia, el colector de corriente comprende cobre o aleación de cobre. El material del colector de corriente 20 puede ser elaborado a partir de un material de malla (por ejemplo, malla de cobre) sobre la superficie de la cual es presionado el revestimiento 22 para conseguir un revestimiento anti-corrosivo sobre el colector de corriente.

El colector de corriente puede comprender cualquier material conductor que tenga una conductividad más grande aproximadamente de $1,0 \times 10^5$ siemens/m. Si el material presentara una conducción anisotrópica, éste presentaría una conductividad más grande que $1,0 \times 10^5$ siemens/m en cualquier dirección.

B. Revestimiento Resistente a la Corrosión

El revestimiento conductor resistente a la corrosión 22 es químicamente resistente y electroquímicamente estable en presencia de un electrolito, por ejemplo un electrolito de ácido tal como ácido sulfúrico o cualquier otro electrolito que contenga azufre. De esta manera, el flujo iónico hacia o desde el colector de corriente es impedido, mientras que se permite la conductividad electrónica.

De preferencia, el revestimiento resistente a la corrosión 22 comprende un material de grafito impregnado. El grafito es impregnado con un sustrato para elaborar una hoja o lámina delgada de grafito resistente al ácido. La sustancia puede ser una sustancia no polimérica tal como parafina o furfural. En ciertas realizaciones, la sustancia de impregnación presenta propiedades termoplásticas y puede tener una temperatura de fusión en el intervalo de aproximadamente 25 a aproximadamente 400°C.

De preferencia, el grafito es impregnado con parafina y colofonia. En realizaciones, el grafito puede ser impregnado con una mezcla de aproximadamente 90 a aproximadamente 99% en peso de parafina y de aproximadamente 1 a aproximadamente 10% en peso de colofonia, de preferencia de aproximadamente 2 a aproximadamente 3% en peso de colofonia, basado en el peso de la mezcla. La colofonia ayuda a que los poros del grafito sean sellados por completo, y de esta manera no son permeables por el electrolito de ácido.

El grafito puede estar en forma de una hoja o lámina delgada elaborada a partir de partículas de grafito expandido de alta densidad o baja densidad. De preferencia, el revestimiento resistente a la corrosión comprende grafito expandido de baja densidad debido a las siguientes razones.

La mayoría de la conducción de electricidad del material activo en forma electroquímica 24 a través del revestimiento resistente a la corrosión 22 y hacia el colector de corriente 20 es normal al plano del revestimiento resistente a la corrosión 22. Como se muestra en la FIG. 2, el grafito presenta una conductividad anisotrópica. La orientación de las capas de grafito en una hoja de grafito expandido es, de manera que los planos del grafito se alinean, de manera sustancial, con la hoja. Cada una de las capas de grafito es una hoja plana única de átomos de carbono que tienen una estructura hexagonal. Las hojas de grafito expandido de densidad más alta tienden a presentar una mayor alineación que las hojas de grafito expandido de densidad más baja. Cuando una corriente se aplica en una hoja o lámina delgada de material de grafito de alta densidad, la corriente tiende a un flujo laminar en la dirección paralela al plano de la hoja o lámina delgada (es decir, a través del plano). De esta manera, el material de grafito de alta densidad presenta una resistividad al flujo de corriente en una dirección perpendicular al plano de la hoja o lámina delgada (es decir, en el plano).

Para el grafito de baja densidad, la conductividad (o resistividad) tiende a ser aproximadamente la misma ya sea en paralelo o perpendicular al plano de la hoja o lámina delgada de grafito de baja densidad. En consecuencia, debido a que el flujo de corriente tiene que estar en una dirección perpendicular a la cara o caras del colector de corriente (es decir, en el plano), se prefiere emplear el grafito expandido de baja densidad. Por lo tanto, es ventajosa la utilización de grafito expandido de baja densidad con el propósito de conseguir una proporción más grande de capas de grafito al menos con algún componente de dirección en el plano alineado con la dirección perpendicular de la hoja de grafito expandido, y con lo cual, se disminuye la resistencia del electrodo negativo.

La densidad de la hoja o lámina delgada de grafito expandido puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente $2,0 \text{ g/cm}^3$, de preferencia, de aproximadamente 0,2 a aproximadamente $1,8 \text{ g/cm}^3$, de manera más preferible, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente $1,5 \text{ g/cm}^3$.

En otras realizaciones, el revestimiento resistente a la corrosión 22 puede comprender un revestimiento de polímero que comprende un material conductor tal como negro de humo. Alternativamente, el revestimiento resistente a la corrosión 22 puede comprender un material conductor aunque resistente a la corrosión tal como materiales de sub-óxido de titanio o diamante conductor. En realizaciones, el material de sub-óxido de titanio puede ser Ti_xO_{2x-1} (en donde x es un número entero), por ejemplo Ti_4O_7 o Ti_5O_9 . El sub-óxido de titanio es más conductor, más delgado y proporciona menos resistencia eléctrica que el grafito. En realizaciones, el material de diamante conductor puede ser una capa o película depositada a través de un método de deposición de vapor químico de filamento caliente (CVD), un método CVD de plasma de microondas, un método de chorro de arco de plasma o un método de deposición de vapor de plasma (PVD). El diamante conductor puede ser adicionado, por ejemplo, con boro.

En realizaciones, el revestimiento resistente a la corrosión 22 puede comprender un material que, cuando sea sometido a un agente corrosivo (por ejemplo, un oxidante fuerte tal como ácido sulfúrico) forme una capa impermeable de ácido resistente a la corrosión. En el caso del ácido sulfúrico, esta capa puede originarse a partir del plomo que es oxidado para formar sulfato de plomo.

C. Material Activo Electroquímico

El material activo 24 del electrodo negativo comprende carbono activado. El carbono activado se refiere a cualquier material basado predominantemente en carbono que presente una superficie específica mayor que aproximadamente $100 \text{ m}^2/\text{g}$, por ejemplo de aproximadamente 100 a aproximadamente $2500 \text{ m}^2/\text{g}$, según se mide utilizando técnicas convencionales de punto único BET (por ejemplo, utilizando un equipo de Micromeritics FlowSorb III 2305/2310). En ciertas realizaciones, el material activo puede comprender carbono activado, plomo y carbono conductor. Por ejemplo, el material activo puede comprender 5-95% en peso de carbono activado; 95-5% en peso de plomo; y 5-20% en peso de carbono activado.

El material activo 24 puede estar en forma de una hoja que sea adherida y se encuentre en contacto eléctrico con el material de revestimiento conductor resistente a la corrosión 22. En realizaciones, el material activo es adherido en el revestimiento resistente a la corrosión mediante el uso de un pegamento de fusión en caliente.

Con el fin de que el carbono activado sea adherido y se encuentre en contacto eléctrico con el revestimiento conductor resistente a la corrosión, las partículas de carbono activado pueden ser mezcladas con una sustancia adecuada de aglomerante tal como PTFE o un polietileno de ultra alto peso molecular (por ejemplo, que tenga un peso molecular de enumeración en millones, normalmente entre aproximadamente 2 y aproximadamente 6 millones). En realizaciones, la cantidad de aglomerante puede ser de aproximadamente 3 a aproximadamente 25% en peso, de preferencia de aproximadamente 5 a aproximadamente 15% en peso (por ejemplo, 10% en peso), basado en el peso del material activo y el aglomerante. De preferencia, el material de aglomerante no presenta propiedades termoplásticas y tampoco presenta propiedades mínimas termoplásticas.

El carbono activado y PTFE o aglomerante de polietileno de ultra alto peso molecular disminuyen la presión requerida para establecer una buena conductividad eléctrica entre el material activo y el revestimiento conductor resistente a la corrosión a menos de aproximadamente $3,45 \cdot 10^{14} \text{ m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ (5 psi), de preferencia a menos de aproximadamente $2,07 \cdot 10^4 \text{ m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ (3 psi). En contraste, el uso de aglomerantes de polietileno o polipropileno o un electrodo revestido con una suspensión con aglomerantes acrílicos o de butadieno requieren más de $3,45 \cdot 10^4 \text{ m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ (5 psi) para obtener un buen contacto eléctrico entre el material activo y el revestimiento conductor resistente a la corrosión.

D. Porción de Lengüeta

Una porción de lengüeta 26 se extiende desde un lado del electrodo negativo, por ejemplo, desde el colector de corriente 20. En realizaciones, la porción de lengüeta es una extensión del colector de corriente.

Un terminal de conexión 28 que comprende plomo (Pb) o aleación de plomo (Pb) se funde y encapsula al menos parte, de preferencia, la totalidad, de la porción de lengüeta 26. El terminal de conexión 28 puede ser aplicada antes de que el revestimiento resistente al ácido 22 y el material activo 24 sean asegurados en el colector de corriente 20, con lo cual se limita la exposición de estos materiales a las altas temperaturas necesarias para fundir el plomo. La aplicación del terminal de conexión 28 antes del revestimiento conductor resistente a la corrosión 22 y el material activo 24 también permite que el pegamento de fusión en caliente 41 sea aplicado a la derecha del terminal de conexión 28 cuando se asegure el revestimiento conductor resistente a la corrosión y el material activo. En realizaciones, el terminal de conexión es aplicado en la porción de lengüeta a través de moldeo.

En realizaciones, el terminal de conexión puede tener un espesor de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10 mm. El espesor del terminal de conexión 28 es elegido para garantizar que el sello de la porción de lengüeta 26 y el

revestimiento resistente a la corrosión 22 no sea afectado por el procesamiento térmico que se presenta durante la operación de la tira fundida con la pieza (COS). De acuerdo con la presente invención, una tira fundida con la pieza 30 que comprende plomo o aleación de plomo, puede ser colada al menos en una parte del terminal de conexión 28.

5 El terminal de conexión 28 garantiza que el colector de corriente 20 no pueda corroerse de un electrolito. En ciertas realizaciones, el plomo en el terminal de conexión reaccionará con un electrolito de ácido sulfúrico para formar PbSO_4 , formando una barrera contra la corrosión. En función de la verificación acelerada, el terminal de conexión proporciona aproximadamente de 5 años a aproximadamente 10 años de protección frente a la corrosión del colector de corriente. En contraste, el uso de un manguito de plástico para proteger una porción de lengüeta y el colector de corriente falla con rapidez, puesto que el electrolito de carácter ácido penetra con rapidez entre el plástico y la porción de lengüeta.

EJEMPLOS

Ejemplo 1: Revestimiento Resistente a la Corrosión de Grafito Impregnado

15 Nueve electrodos negativos fueron elaborados sin un material activo, pero con 3 diferentes tipos de hoja delgada de grafito (grafoil). El papel de indicación fue cortado para ajustarse o colocarse (alrededor de la envoltura) en ambos lados de un colector de corriente de cobre. Cuatro electrodos fueron elaborados utilizando una máquina automática de encolado y 5 electrodos fueron elaborados con el mismo encolado, excepto que se aplicó a mano, de modo que si existieran escapes del encolado, puede determinarse en donde existiera un proceso equivocado de encolado o un fallo del encolado.

20 Todos los electrodos fueron saturados con ácido sulfúrico, comprimidos con fuerza dentro de la cubierta de batería, y posteriormente presurizados a $2,41 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ (35 psi) durante 30 minutos. Después de la despresurización, los electrodos fueron enjuagados con cuidado y el grafoil fue desprendido del colector de corriente de cobre en busca de señales de escape o fuga.

25 Los 3 electrodos elaborados de grafoil con un 100% de impregnación de cera de parafina siempre tuvieron escape en el centro, indicando el fallo del 'grafoil' no del pegamento, como se muestra en la FIG. 3.

30 Los 3 electrodos elaborados de grafoil con una impregnación de 98% de parafina y 2% de goma de colofonia no tuvieron evidencia de escape de ácido en absoluto, como se muestra en la FIG. 4. Dos electrodos elaborados de grafoil impregnado con furfural no tuvieron fugas, aunque el tercero tuvo una fuga junto al borde inferior y fue probablemente provocada por el pegamento adherido de manera deficiente al grafoil, como se ilustra en la FIG. 5.

Ejemplo 2: Terminal de conexión o Porción de Lengüeta de Plomo

35 Se utilizó un revestimiento de plomo-estaño para proteger frente a la corrosión una lengüeta de cobre, como se ilustra en la FIG. 7A. El material de plomo-estaño se corroe y forma una capa resistente a la corrosión de sulfato de plomo. Sin embargo, el proceso de la tira fundida con la pieza origina un agotamiento significativo del revestimiento. Durante la operación COS, la lengüeta es colocada en contacto con plomo fundido. El plomo caliente provoca un calentamiento significativo de la lengüeta, originando la fundición del revestimiento de protección de plomo-estaño que es extraído hacia la tira de plomo, dejando la lengüeta de cobre con un revestimiento muy delegado de protección. Como resultado, la lengüeta de cobre es corroída por el electrolito de ácido sulfúrico, como se muestra en la FIG. 6.

40 Un terminal de conexión de plomo fue moldeado sobre una lengüeta de cobre en lugar del revestimiento de plomo-estaño, como se ilustra en la FIG. 7B. El terminal de conexión de plomo no se fundió durante la operación COS y de esta manera, mantuvo un revestimiento de protección.

50 VI. Aplicabilidad Industrial

Un electrodo negativo, definido por las características de la reivindicación 1, comprende un colector de corriente; un revestimiento conductivo resistente a la corrosión asegurado al menos en una cara del colector de corriente; una hoja que comprende carbono activado adherido al revestimiento conductivo resistente a la corrosión; y una porción de lengüeta que se extiende a partir de un lado del electrodo negativo como se describió con anterioridad. El electrodo negativo es particularmente adecuado para dispositivos de almacenamiento de energía híbrida.

55 Aunque se han descrito en esta memoria realizaciones específicas de la invención, se entiende por aquellas personas expertas en la técnica que muchas otras modificaciones y realizaciones de la invención se les ocurrirán a las que pertenece la invención, teniendo el beneficio de la enseñanza presentada en la descripción anterior y las figuras asociadas.

Por lo tanto, se entiende que la invención no se limita a las realizaciones específicas descritas en esta memoria, y que se pretende que muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención sean incluidas dentro del alcance de la invención de acuerdo con las reivindicaciones anejas.

REVINDICACIONES

1. Un electrodo negativo (10) para un dispositivo de almacenamiento de energía híbrida, caracterizado por:
 5 un colector de corriente (20);
 un revestimiento conductivo resistente a la corrosión (22) asegurado a al menos una cara del colector de corriente (20);
 una hoja que comprende carbono activado adherido al revestimiento conductivo resistente a la corrosión(22);
 una porción de lengüeta (26) que se extiende a partir de un lado de dicho electrodo negativo (10); y
 10 un terminal de conexión (28) que comprende plomo (Pb) o aleación de plomo (Pb) que encapsula la porción de lengüeta (26).
2. El electrodo negativo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la hoja comprende:
 15 5-95% en peso de carbono activado,
 5-95% en peso de plomo, y
 5-20% en peso de carbono conductivo.
3. El electrodo negativo (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1-2, caracterizado porque el revestimiento conductivo resistente a la corrosión (22) está asegurado a ambas caras de dicho colector de corriente (20), y la hoja que comprende carbono activado está adherida y se encuentra en contacto eléctrico con dichos revestimientos conductivos resistentes a la corrosión (22) en ambas caras del colector de corriente (20).
 20
4. El electrodo negativo (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1-2, caracterizado porque el colector de corriente (20) comprende un material metálico.
- 25 5. El electrodo negativo (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1-2, caracterizado porque el colector de corriente (20) comprende un material que tiene una conductividad del $1,0 \times 10^5$ siemens/m.
6. El electrodo negativo (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque el colector de corriente (20) comprende cobre o una aleación de cobre.
 30
7. El electrodo negativo (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1-2, caracterizado porque el revestimiento conductivo resistente a la corrosión (22) comprende una hoja o lámina delgada de grafito expandido impregnada con parafina y colofonia.
- 35 8. El electrodo negativo (10) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la hoja o lámina delgada de grafito expandido comprende grafito de baja densidad que tiene una densidad en el intervalo aproximadamente de 0,1 a 2,0 g/cm³.
- 40 9. El electrodo negativo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el colector de corriente (20) tiene la forma de una hoja, una lámina delgada o una malla.
10. El electrodo negativo (10) de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque el colector de corriente (20) tiene la forma de una malla que tiene el revestimiento conductivo resistente a la corrosión presionado en la misma.
- 45 11. El electrodo negativo (10) de conformidad con las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque la hoja de carbono activado comprende, además, al menos uno de politetrafluoroetileno o polietileno de ultra alto peso molecular.
12. El electrodo negativo (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1-2, caracterizado porque el revestimiento conductivo resistente a la corrosión (22) comprende sub-óxido de titanio representado por la fórmula Ti_xO_{2x-1} , en donde x es un número entero.
 50
13. El electrodo negativo (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1-2, caracterizado porque el revestimiento conductivo resistente a la corrosión (22) comprende un material de diamante conductivo.
- 55 14. El electrodo negativo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el terminal de conexión tiene un espesor de aproximadamente 0,05 a 10 mm.

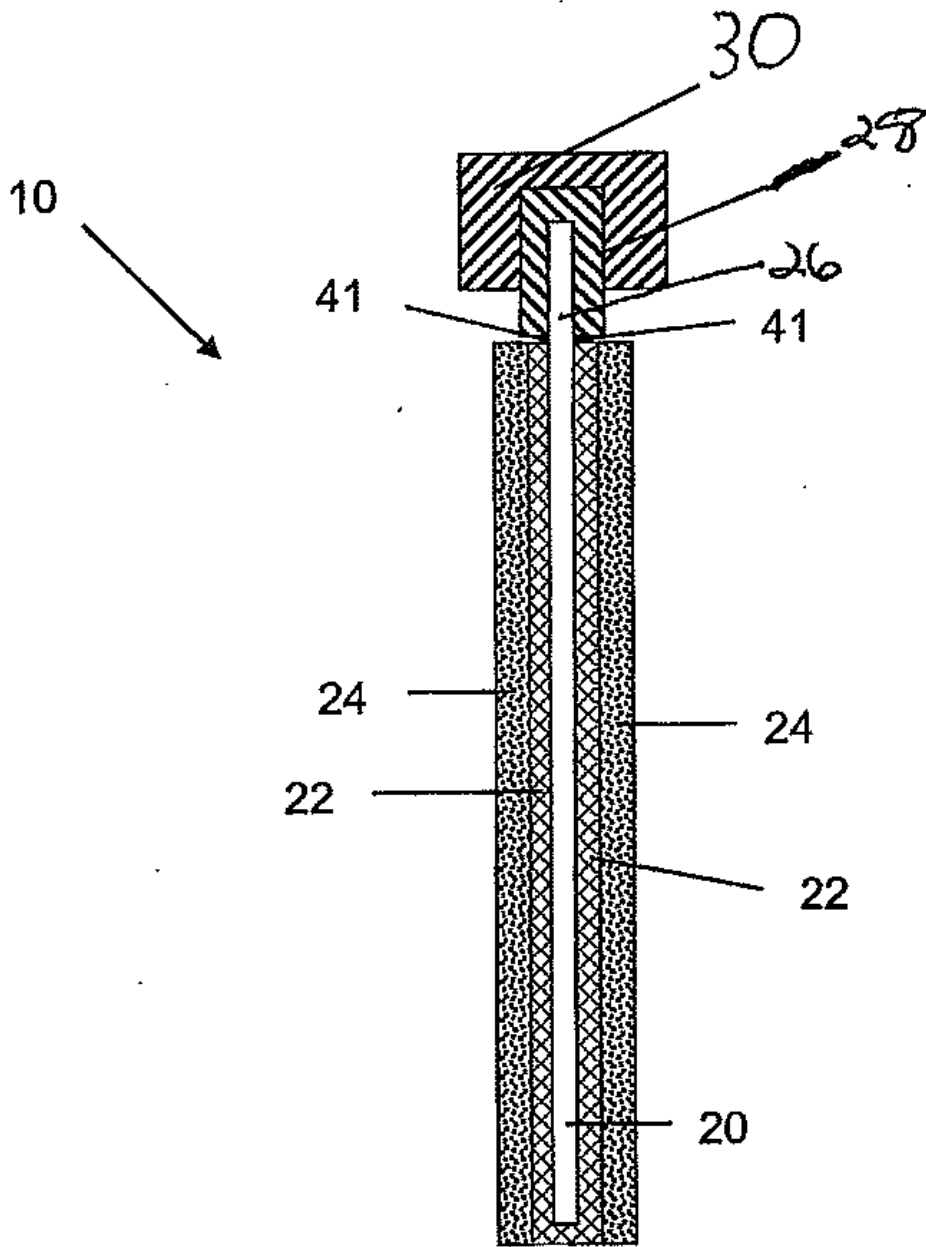
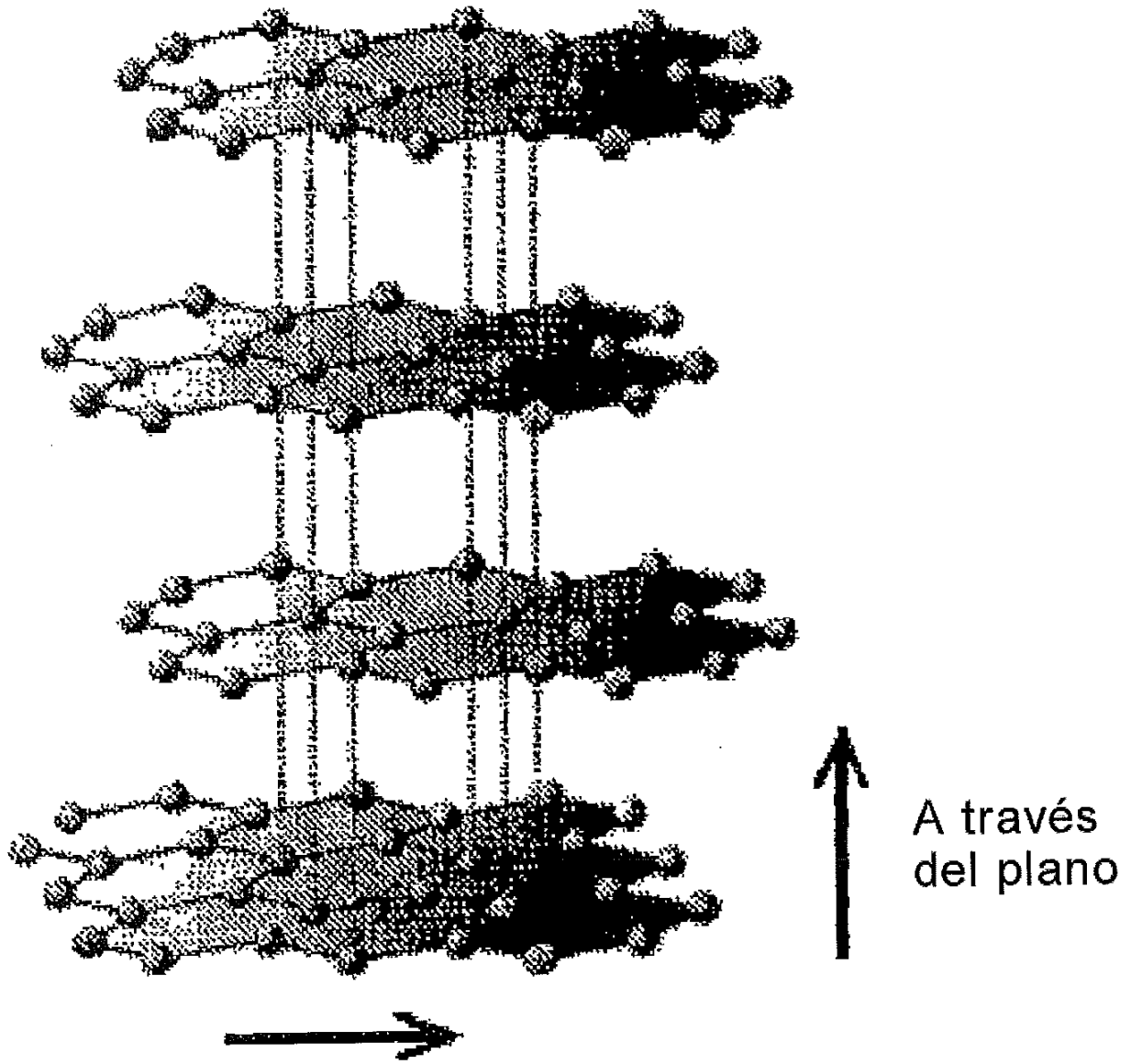


Fig. 1



En plano

Fig. 2

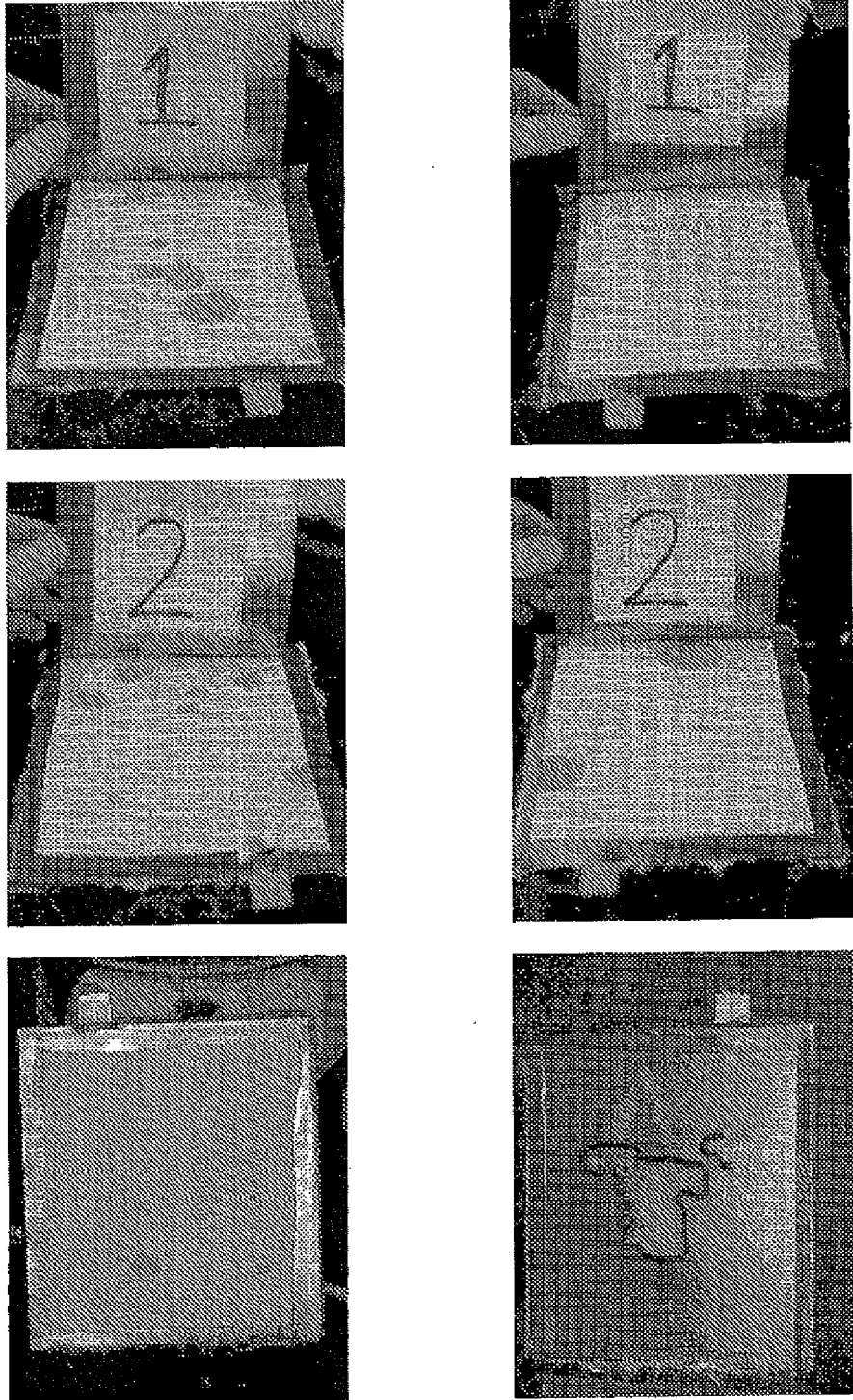


FIG. 3

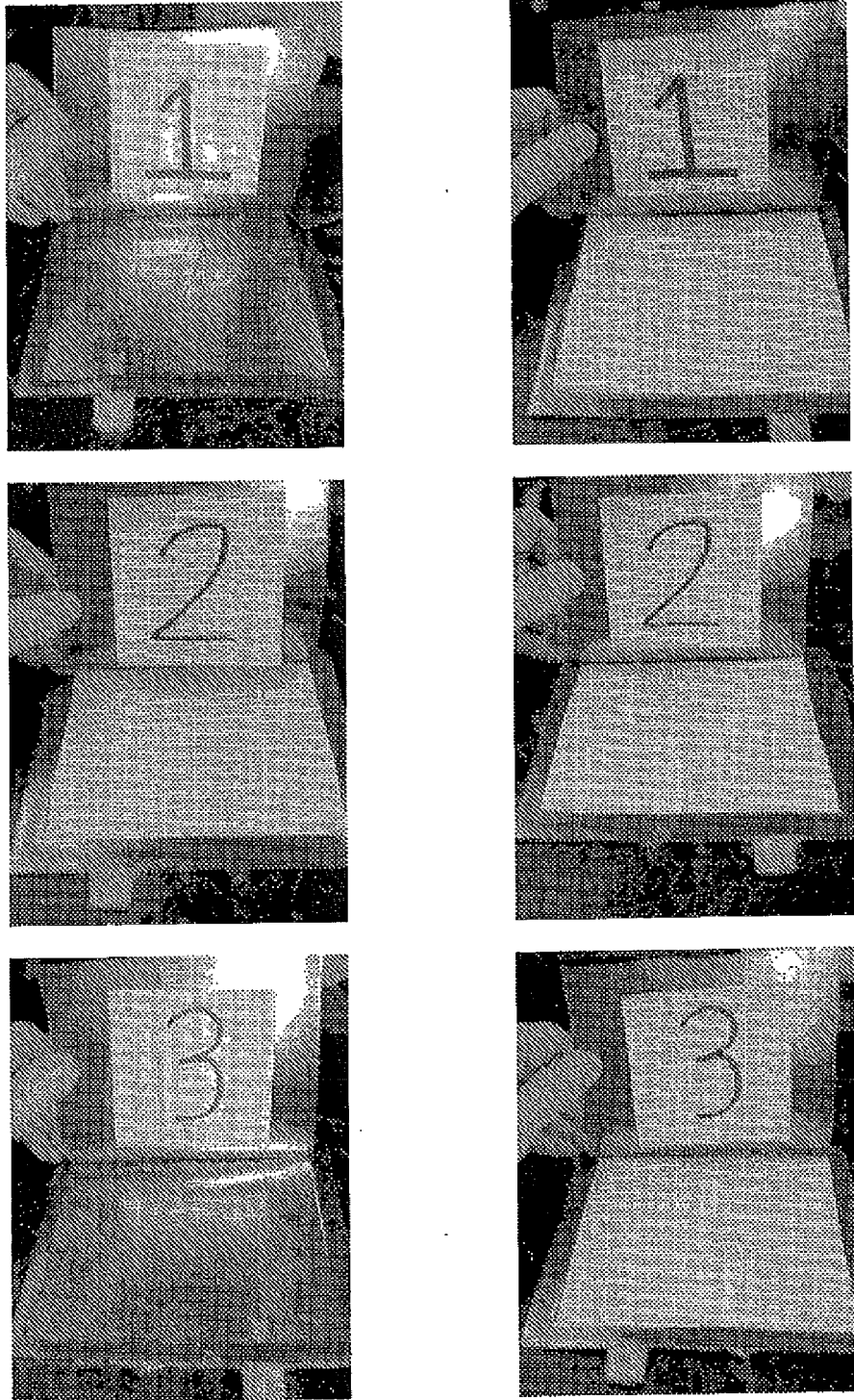


FIG. 4

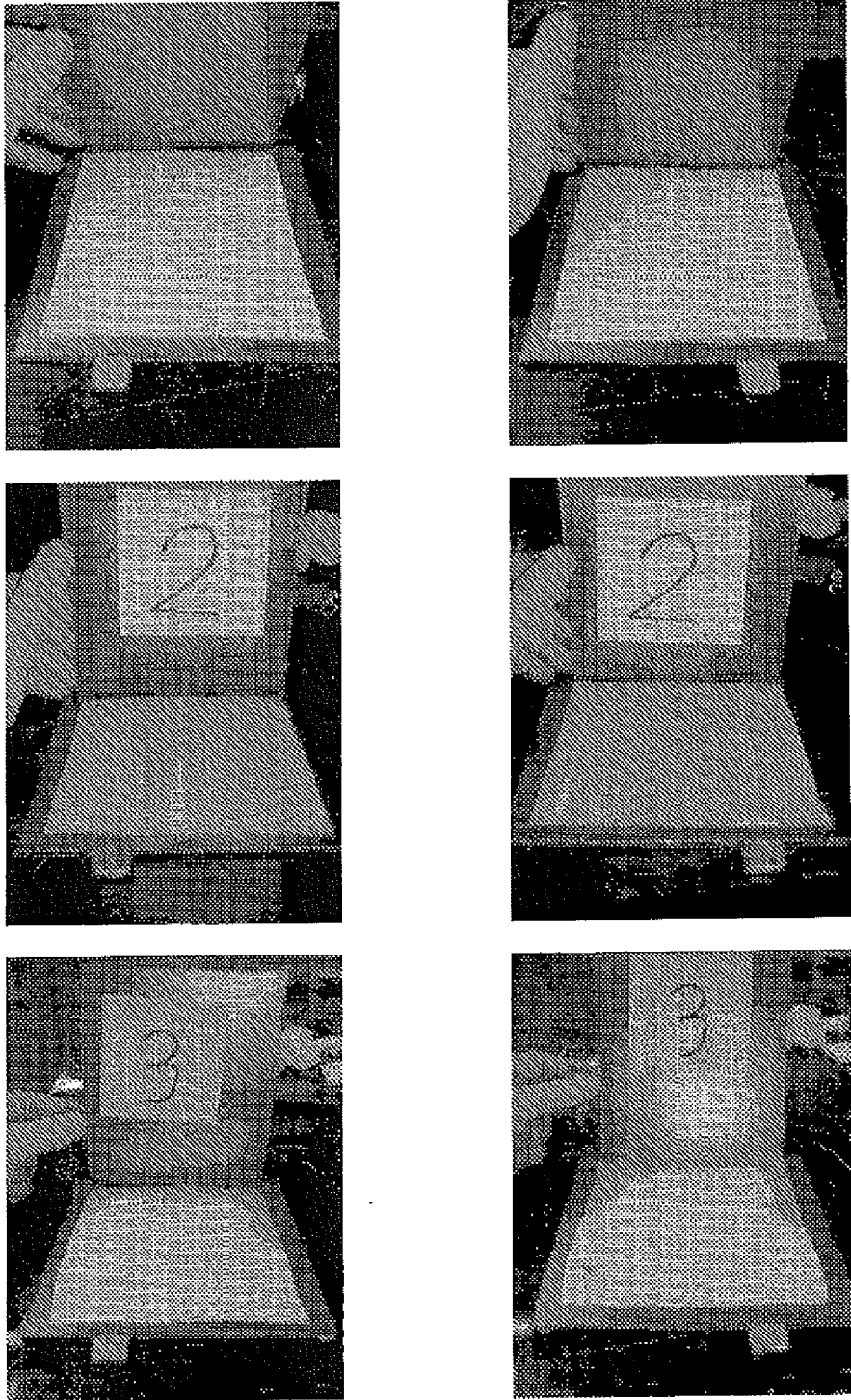


FIG. 5

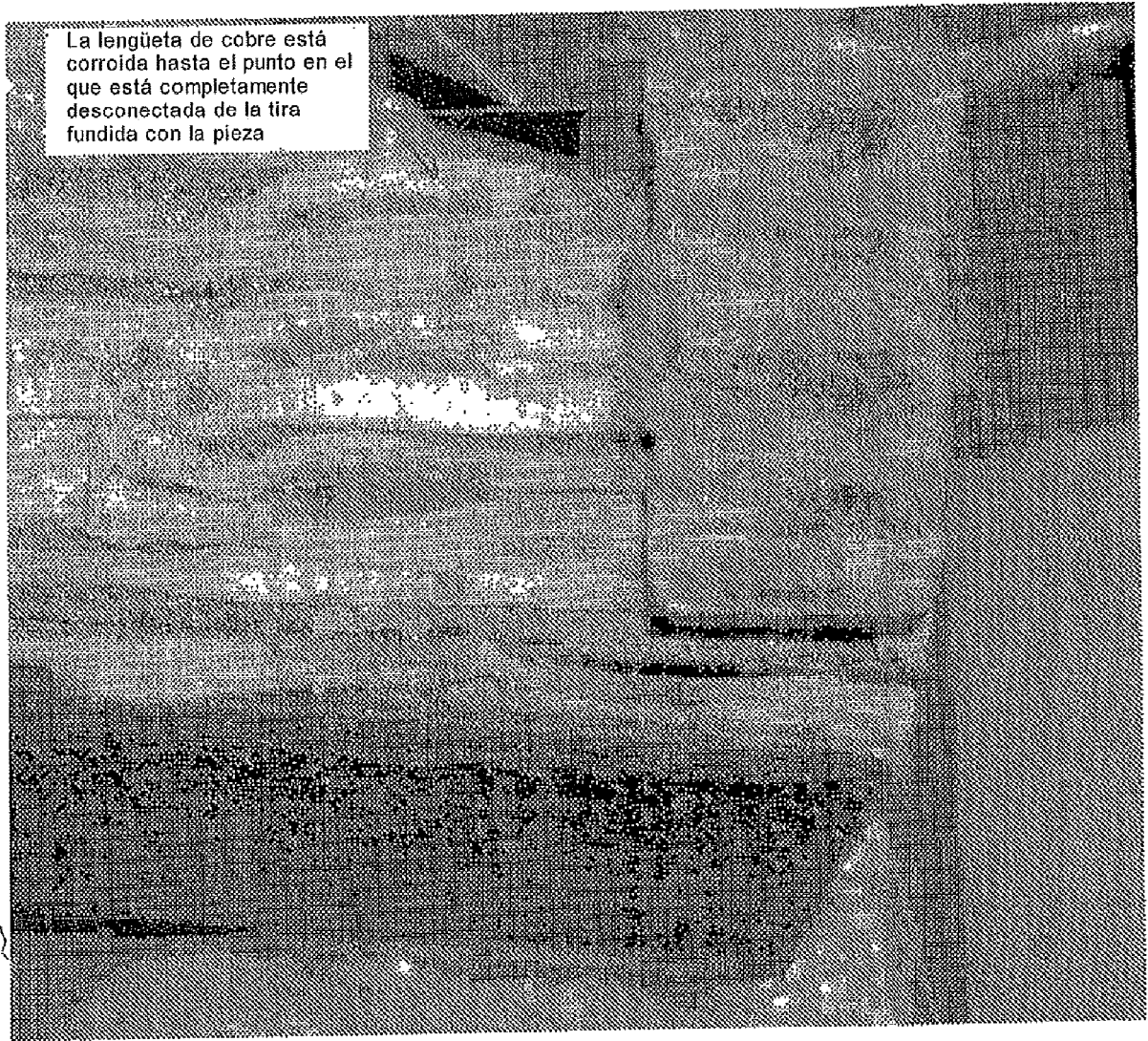


FIG. 6

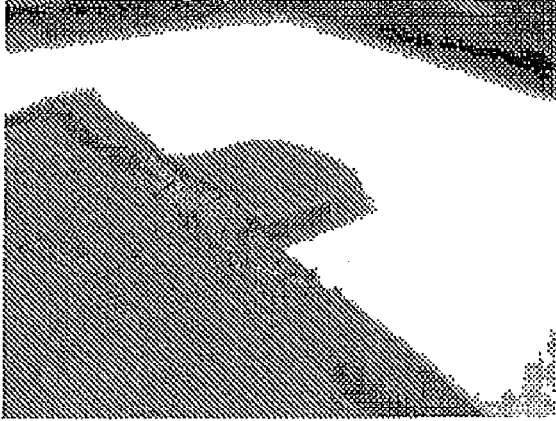


FIG. 7A
TÉCNICA ANTERIOR

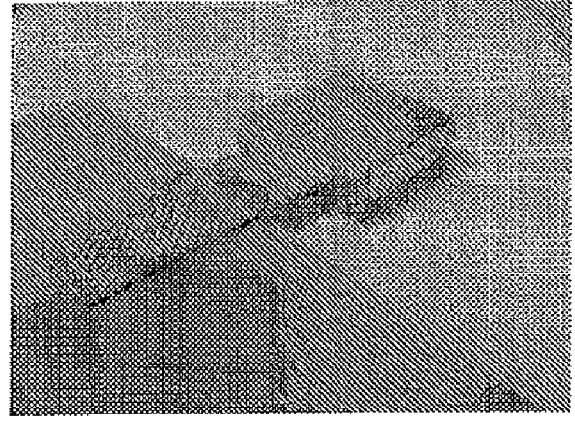


FIG. 7B