

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 595**

51 Int. Cl.:

**H01M** (2006.01)

**H01M** (2006.01)

**G01R 31/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2016 PCT/EP2016/055708**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16146696**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2016 E 16710192 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3271961**

54 Título: **Celda de prueba de equipo de caracterización de celda de pila de combustible y procedimiento de fabricación de una celda de prueba de este tipo**

30 Prioridad:

**18.03.2015 FR 1552225**

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

**29.05.2019**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)  
25, rue Leblanc Bâtiment le Ponant D  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**VULLIET, JULIEN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 714 595 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

Celda de prueba de equipo de caracterización de celda de pila de combustible y procedimiento de fabricación de una celda de prueba de este tipo

5

### Campo técnico

La invención se refiere al campo de las pilas de combustible y a celdas que constituyen dichas pilas y se refiere de manera más particular a la calificación y/o la calibración de los equipos que permiten la caracterización de las pilas de combustible y de sus celdas.

10

### Estado de la técnica anterior

Las investigaciones actuales realizadas sobre las energías renovables y las energías alternativas a los combustibles fósiles han permitido la puesta en relieve de las pilas de combustible y en particular de hidrógeno. Estas pilas de combustible son en efecto una de las únicas alternativas viables a las energías fósiles para el transporte sobre largas distancias para las cuales las baterías muestran sus límites.

15

El desarrollo de estas pilas de combustible utiliza equipos de caracterización específicos, tales como analizadores de frecuencia, potencióstatos y galvanostatos. Estos equipos y sus sistemas de conexión, deben adaptarse a las particularidades de las pilas de combustible y a las celdas que las constituyen. En efecto, las celdas de pilas de combustible, y las pilas que las contienen, presentan la particularidad de presentar una impedancia variable y fuertemente dependiente de las condiciones de medición. Por lo tanto, el ancho de banda del conector empleado y la existencia de eventuales acoplamientos parásitos son particularmente críticos. En particular, debido a las temperaturas de funcionamiento de ciertas pilas de combustible, los cables empleados no pueden ser blindados y por lo tanto se emplean hilos de platino para hacer la conexión de la celda o pila que se deben caracterizar con los equipos de caracterización. Una ausencia de blindaje de este tipo obviamente hace que estos equipos estén sujetos a una fuerte problemática de interferencia.

20

25

Por estas razones, y para asegurarse de la precisión de las futuras caracterizaciones, durante la instalación, y a lo largo de su funcionamiento, estos equipos deben ser calificados y calibrados ya sea, según una primera posibilidad, con cajas de pruebas tales como el módulo de prueba 12861 proporcionado por Solartron (véase, por ejemplo, el documento "SI1287 Electrochemical Interface USER GUIDE", 1 de junio de 1999, XP055193728) o el módulo de prueba UDC4™ proporcionado por Gamry Instruments (véase, por ejemplo, el documento "Universal Dummy Cell 4 - Operator's Manual", 28 de febrero de 2011, XP055193529, URL: [http:// www.gamry.com/assets/Support-Downloads/Product-Manuals/UDC4 - Universal Dummy Cell 4 Operators Manual.pdf](http://www.gamry.com/assets/Support-Downloads/Product-Manuals/UDC4 - Universal Dummy Cell 4 Operators Manual.pdf)), es decir, según una segunda posibilidad, con celdas denominadas "de sacrificio".

35

Con respecto a la primera posibilidad, las cajas de prueba no permiten "realmente" calificar los equipos de caracterización y, en particular, sus sistemas de conexión. En efecto, las condiciones de utilización de dichas cajas están muy alejadas de las condiciones reales de caracterización de una celda y/o de una pila de combustible. La caja está en efecto directamente conectada al equipo de caracterización por medio de conectores clásicos, tales como cableados coaxiales. De este modo, incluso poniendo a un lado el hecho de que estas cajas no son generalmente apropiadas para ser realmente representativas de una celda y/o de una pila de combustible, no permiten tener en cuenta problemáticas de conexión de las celdas y/o pilas de combustible. De esta manera, se realiza una calibración con dichas cajas sin tener en cuenta los cables empleados para hacer la unión entre la celda o la pila que se deben caracterizar y los equipos de caracterización y el contacto entre estos cables y la celda o la pila de combustible. Sin embargo, estos cables y el contacto entre ellos y la celda o pila pueden causar artefactos de medición o desviaciones en el tiempo de la medición que es necesario poder corregir.

40

45

50

La segunda posibilidad, si permite una caracterización más cercana a las condiciones reales de utilización del equipo que se debe calibrar, es, por supuesto, más costosa de implementar. Esta segunda posibilidad hace intervenir además unas condiciones de temperatura que vuelven particularmente complicada la calificación de los equipos de caracterización. Por tanto, esta solución no es de las más apropiadas.

55

### Descripción de la invención

El objetivo de la invención es resolver al menos parcialmente los inconvenientes mencionados anteriormente y tiene por lo tanto como objetivo proporcionar un dispositivo que permita la calificación y/o la calibración del aparato de caracterización de celdas y/o de pilas de combustible teniendo en cuenta problemáticas de conexión de las celdas y/o pila de combustible, esto sin tener que utilizar una celda o una pila de combustible de sacrificio.

60

Con este fin, la invención se refiere a una celda de prueba destinada a la calificación del equipo de caracterización eléctrica de celdas de pilas de combustible y/o de pilas de combustible. Dicha celda de prueba incluye:

65

- una primera y una segunda caras de contacto que incluyen respectivamente una primera y una segunda capas metálicas que ocupan toda o parte de la superficie de la cara de contacto correspondiente y que forman respectivamente una primera y una segunda zonas de contacto, delimitando la primera y la segunda caras de contacto entre ellas un volumen interior,
  - 5 - un circuito equivalente pasivo configurado para presentar una impedancia equivalente a al menos una celda de pila de combustible, incluyendo dicho circuito equivalente un primer y un segundo bornes de salida conectados respectivamente a la primera y la segunda zonas de contacto, estando alojado el circuito equivalente pasivo en el volumen interior.
- 10 Una celda de este tipo permite una toma de contacto más cercana de la de una celda o de una pila de combustible. En efecto, una celda de prueba de este tipo puede conectarse por medio de estas dos caras de contacto con una configuración similar a la de una celda o de una pila de combustible.
- 15 En efecto, en un banco de prueba de celdas electroquímicas de pila de combustible, la conexión eléctrica entre la o las celdas de pila de combustible y los equipos de caracterización eléctrica se realiza por rejillas metálicas (tipo platino, oro, níquel, plata...) o por interconectores masivos metálicos. Con el fin de asegurar un buen contacto eléctrico, es necesario un ajuste del conjunto.
- 20 De este modo, la celda de prueba al presentar capas metálicas representativas de la de una o varias celdas de pila de combustible, es posible conectarla utilizando las mismas rejillas metálicas o los mismos interconectores masivos metálicos aplicando a la vez la misma fuerza de ajuste sobre el conjunto. Por lo tanto, la conexión de una celda de prueba según la invención es representativa de la que se obtiene con una celda de pila de combustible.
- 25 La conexión entre la celda de prueba y el equipo puede por lo tanto hacerse con los mismos cables y con las mismas condiciones de contacto que los que se emplearán con las celdas y/o pilas de combustible. De esta manera, es posible calificar y/o calibrar un equipo teniendo en cuenta las problemáticas de conexión de las celdas y de las pilas de combustible sin tener que utilizar una celda o una pila de combustible de sacrificio.
- 30 Además, con un circuito equivalente adaptado para ocupar un volumen contenido, es posible, definiendo de manera conveniente las dimensiones del volumen interior, obtener una celda de prueba que presente las mismas dimensiones que una celda de pila de combustible. En estas condiciones, la celda de prueba está perfectamente adaptada para equipar un banco de caracterización y sustituirse fácilmente por una celda que se debe caracterizar una vez que el equipo se calibre de manera conveniente.
- 35 De lo anterior y del resto de este documento se entiende por "circuito equivalente pasivo" que el circuito presenta una impedancia equivalente a una celda de pila de combustible de referencia, es decir, comprendida entre 90 % y 110 % de la de esta misma celda de pila de combustible de referencia sobre al menos un rango de frecuencias dado, tal como, por ejemplo, entre 0,1 Hz y 100 MHz. Se puede observar de este modo que una equivalencia de este tipo puede ser, por ejemplo, verificada trazando un diagrama de Nyquist sobre el intervalo de resistencia dado. Dichos circuitos equivalentes pasivos se conocen de la técnica anterior, en particular, del documento US 8125193 B2 y del artículo de Cooper K. R. y Smith M. publicado en la revista científica "Journal of Power Sources" n.º 160 páginas 1088, 1095 en 2006.
- 40
- 45 De lo anterior y del resto de este documento se entiende por volumen interior limitado por dos caras, el volumen interior de una envoltura cerrada compuesta por dichas dos caras y por una superficie que, uniendo dichas dos caras, presenta un área mínima. Se puede observar en el caso particular que puede implementarse clásicamente en el marco de la invención donde la primera y la segunda caras son sustancialmente idénticas y paralelas unas a otras, la superficie de área mínima y la superficie delimitada por el conjunto de los segmentos de derecha de extremos que unen de dos en dos los puntos homólogos respectivos de la periferia de la primera y de la segunda
- 50 caras.
- El resto del volumen interior puede llenarse con una resina endurecible tal como una resina epoxi, poliéster insaturado o epoxi acrilato.
- 55 Una resina de este tipo permite proporcionar una celda que presenta a la vez una buena resistencia mecánica, similar a la de las celdas de pilas de combustible y de las pilas de combustible, y un buen aislamiento eléctrico para el circuito equivalente pasivo.
- 60 De lo anterior y del resto de este documento se entiende por material termoendurecible cualquier material obtenido clásicamente por polimerización y reticulación de monómeros, de oligómeros y/o de prepolímeros, en presencia de un agente de reticulación, también denominado "endurecedor", especialmente bajo el efecto de una radiación (para las composiciones endurecibles), del calor (para las composiciones termoendurecibles), o incluso de la presión. Al final de esta polimerización, que de otro modo es irreversible, se obtiene un material endurecido que presenta propiedades mecánicas relativamente estables y neutras desde un punto de vista químico.
- 65 El circuito equivalente puede incluir en serie al menos los componentes siguientes:

- una primera inductancia,
- una primera resistencia,
- uno a varios conjuntos de compuestos cada uno de una capacidad y de una resistencia montados en paralelo.

5 El valor de la inductancia puede estar comprendido entre 0 y 10 mH, el valor de cada una de las resistencias pudiendo estar comprendido entre 0 y 1 Ohm y el valor de cada una de las capacidades pudiendo estar comprendido entre 10  $\mu$ F y 1 F.

10 Un circuito equivalente de este tipo permite obtener fácilmente una impedancia equivalente a la de una celda de pila de combustible de referencia sobre un intervalo de frecuencia bien definido. En efecto, la elección del número de conjuntos y de los valores de las capacidades e inductancias de los componentes de estos conjuntos permite fijar precisamente el intervalo de frecuencias sobre el cual el circuito equivalente presenta la impedancia equivalente. La celda de prueba según la invención puede incluir componentes del tipo componente montado en superficie para formar el circuito equivalente.

15 Se obtiene de este modo un circuito equivalente perfectamente apto para estar contenido en el volumen reducido de una pila de combustible.

20 La primera y la segunda zonas de contacto pueden estar formadas por una capa metálica cuyo metal se selecciona del grupo que incluye oro y platino.

Cada una de las zonas de contacto puede ocupar respectiva y sustancialmente la totalidad de la superficie de la cara de contacto correspondiente.

25 Dichas zonas de contacto permiten obtener una toma de contacto por el equipo sobre la celda de prueba similar a la de una celda de pila de combustible. Es por lo tanto posible tener en cuenta perfectamente las condiciones de contacto que se emplearán con las celdas y/o pilas de combustible.

30 El circuito equivalente puede estar configurado para presentar una impedancia equivalente a varias celdas de pila de combustible puestas en serie y formando de esta manera una pila de combustible de prueba.

La invención se refiere además a un procedimiento de fabricación de una celda de prueba destinada a la calificación de equipo de caracterización de celdas de pila de combustible y/o de pilas de combustible, incluyendo las etapas que consisten en:

- 35
- proporcionar un circuito equivalente pasivo configurado para presentar una impedancia equivalente a al menos una celda de pila de combustible, incluyendo dicho circuito equivalente un primer y un segundo bornes de salida,
  - proporcionar una primera y una segunda caras de contacto que incluyen cada una una zona de contacto y disponerlas para que delimiten entre ellas un volumen interior en el que se aloje el circuito equivalente con su primer y su segundo bornes de salida conectados respectivamente a la primera y a la segunda zonas de contacto.

45 Un procedimiento de fabricación de este tipo permite proporcionar una celda de prueba según la invención y obtener las ventajas que están relacionadas con ella.

La etapa de provisión de la primera y de la segunda caras de contacto puede incluir una subetapa que consiste en:

- 50
- encapsular el circuito equivalente en un bloque de resina endurecible tal como una resina epoxi, poliéster insaturado o epoxi acrilato con el primer y el segundo bornes del circuito equivalente que sobresalen de dicho bloque de resina obtenido después del endurecimiento de dicha resina sobre una primera y una segunda caras de dicho bloque.

La etapa de provisión de la primera y de la segunda caras de contacto puede incluir además subetapas complementarias que consisten en:

- 55
- pulir la primera y segunda caras del bloque de resina de las cuales sobresalen el primer y el segundo bornes de circuito equivalente,
  - depositar una primera y segunda capas metálicas sobre la primera y la segunda caras del bloque de resina para formar respectivamente la primera y la segunda zonas de contacto.
- 60

Dichas subetapas permiten obtener una celda de prueba según la invención que presenta características mecánicas y/o de toma de contacto similares a las de una celda de pila de combustible o de una pila de combustible asegurando de este modo una calificación del equipo de caracterización particularmente adaptada.

65 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se entenderá mejor con la lectura de la descripción de ejemplos de realización, dados a título puramente indicativo y de ninguna manera limitativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

- 5 - las figuras 1a a 1c ilustran esquemáticamente las principales etapas de fabricación de una celda de prueba según la invención,
- la figura 2 ilustra esquemáticamente el circuito equivalente pasivo de una celda de pila de combustible utilizable en una celda de prueba según la invención,
- 10 - las figuras 3a y 3b ilustran cada una un diagrama de Nyquist obtenido con respectivamente un circuito equivalente según la invención y con una celda de pila de combustible.

Unas partes idénticas, similares o equivalentes de las diferentes figuras llevan las mismas referencias numéricas para facilitar el paso de una figura a otra.

- 15 Las diferentes partes representadas en las figuras no lo están necesariamente según una escala uniforme, para hacer las figuras más legibles.

Las diferentes posibilidades (variantes y modos de realización) deben comprenderse como que no son exclusivas las unas de las otras y pueden combinarse entre sí.

- 20 **Exposición detallada de modos de realización particulares**

Las figuras 1a a 1c ilustran las principales etapas de fabricación de una celda de prueba 100 según la invención. Una celda de prueba 100 de este tipo, representada en la figura 1c, está adaptada para permitir una calibración y/o calibración de un equipo de caracterización de celdas y/o de pilas de combustible que se coloca en el sitio y lugar de la celda o de la pila de combustible que se deben caracterizar.

- 25

Dicha celda de prueba 100 incluye:

- 30 - una primera y una segunda caras de contacto 131, 132 que incluyen respectivamente una primera y una segunda zonas de contacto metálico 135, 136 que ocupan la totalidad de la superficie de la cara de contacto 131, 132 correspondiente, definiendo la primera y la segunda caras de contacto 131, 132 entre ellas un volumen interior,
- 35 - un circuito equivalente 110 pasivo configurado para presentar una impedancia equivalente a la de una celda de pila de combustible, incluyendo dicho circuito equivalente 110 un primer y un segundo bornes de salida 111, 112 conectados respectivamente a la primera y a la segunda zonas de contacto 135, 136, estando alojado el circuito equivalente en el volumen interior,
- 40 - un material de relleno 120, tal como una resina termoendurecible, que llena el resto del volumen interior dejado libre por el circuito equivalente 110, materializando este de este modo el volumen interior.

- 45 La celda de prueba 100 presenta preferentemente una forma general conforme a la de las celdas de pila de combustible destinadas a estar caracterizadas por el o los aparatos de caracterización que deben ser calificados y/o calibrados. De este modo, por ejemplo, la celda de prueba 100 puede presentar una forma paralelepípeda cuadrada con dos caras cuadradas con un lado comprendido entre 1 y 25 cm y una altura entre estas dos caras comprendida entre 0,5 y 5 cm. En una configuración de este tipo, cada una de las caras cuadradas forman una de la primera y segunda caras de contacto 131, 132. De este modo, la primera y la segunda caras de contacto 131, 132 delimitan entre ellas el volumen del paralelepípedo cuadrado y por lo tanto el volumen interior de la celda de prueba 100.

- 50 Por supuesto, la celda de prueba 100, como unas celdas de pila de combustible, puede presentar una forma general distinta, tal como, por ejemplo, la de un cilindro de revolución sin apartarse del marco de la invención. En el caso de que la celda de prueba 100 presente una forma general de cilindro de revolución, las bases del cilindro forman cada una una de la primera y la segunda caras de contacto 131, 132. Una celda de este tipo podrá presentar un primera y segunda caras cuyo diámetro está comprendido entre 1 y 20 cm para una altura comprendida entre 0,5 y 5 cm.

- 55 Otro ejemplo de configuración posible es una forma paralelepípeda rectangular que presenta dos caras rectangulares de superficie comprendida entre 1 a 500 cm<sup>2</sup> separadas entre ellas por una altura comprendida entre 0,5 y 5 cm. Las dos caras rectangulares forman respectivamente la primera y la segunda caras de contacto 131, 132 y delimitan por lo tanto el volumen interior, que corresponde a dicho paralelepípedo rectangular.

- 60 La primera y la segunda caras de contacto 131, 132, en una configuración clásica de la invención, son dos superficies sustancialmente idénticas, planas, paralelas una a la otra y enfrentadas. La primera y la segunda zonas de contacto 135, 136 ocupan respectivamente toda o parte de la superficie de la cara correspondiente 131, 132. En la conformación ilustrada en la figura 1c, cada una de las zonas de contacto 135, 136 ocupa la totalidad de la superficie de la cara de contacto correspondiente 131, 132.

- 65 La zona de contacto 135, 136 está formada por una capa metálica depositada sobre el material de relleno 120. Una

capa metálica de este tipo puede ser, por ejemplo, una capa de oro o de platino depositada por pulverización catódica o una laca conductora con la que se ha recubierto el material de relleno 120, La zona de contacto 135, 136 recubre la totalidad de la superficie de la cara de contacto 131, 132 correspondiente. Por supuesto, cada zona de contacto 135, 136 puede recubrir solo una parte de superficie de la cara de contacto 131, 132 correspondiente sin apartarse del marco de la invención.

El material de relleno 120 permite asegurar la rigidez de la celda de prueba 100. El material de relleno puede ser una resina termoendurecible tal como una resina epoxi, poliéster insaturado o epoxi acrilato.

10 El circuito equivalente pasivo puede incluir, como se ilustra en la figura 2, en serie:

- una inductancia L1,
- una primera resistencia R1,
- cinco conjuntos E1, E2, E3, E4, E5 compuestos cada uno por una capacidad C1, C2, C3, C4, C5 y por una resistencia R2, R3, R4, R5, R6 montadas en paralelo.

La inductancia L1 está comprendida entre 0 y 10 mH, Las resistencias R1, R2, R3, R4, R5, R6 presentan valores de resistencia comprendidos entre 0 y 1Ω. Las capacidades presentan un valor de capacidad comprendido entre 10 μF y 1 F,

La figura 3a ilustra un ejemplo de diagrama de Nyquist que puede obtenerse con dicho circuito equivalente. Para este ejemplo la inductancia se ha fijado en 0,01 μH y la primera resistencia R1 en 0,1 Ω. Los valores de la segunda resistencia y de las tercera y cuarta resistencias se han fijado respectivamente en 0,05 Ω y 0,25 Ω, las resistencias R5 y R6 siendo nulas. Los valores de capacidad retenidos para la primera, segunda y tercera capacidad C1, C2, C3 son respectivamente 3 mF, 30 mF y 0,3 mF, Las cuarta y quinta capacidades C4, C5 son, por su parte, nulas.

Se puede ver que con tales valores, el diagrama de Nyquist es equivalente al obtenido para una celda de pila de combustible clásica representada sobre la figura 3b,

Para permitir obtener un circuito equivalente 110 que ocupa un volumen contenido y por lo tanto permitir contemplar la invención con el fin de calificar y/o calibrar unos equipos de caracterización específicos para unas celdas de pequeñas dimensiones, los componentes del circuito equivalente pasivo pueden ser componentes del tipo de montaje en superficie, más conocidos por sus siglas CMS.

Una celda de prueba 100 de este tipo puede fabricarse por un procedimiento de fabricación que incluye las etapas siguientes de:

- provisión del circuito equivalente 110 pasivo tal como el esquematizado en la figura 2,
- encapsulación, como se ilustra en la figura la del circuito equivalente pasivo en un material de relleno, estando realizada la encapsulación de manera que el material de relleno presenta después de la encapsulación el dimensionamiento de una celda de pila de combustible y que el primer y el segundo bornes 111, 112 del circuito equivalente pasivo 110 sobresalen del bloque de material de relleno formado durante la encapsulación cada uno en una cara de este último,
- pulido, como se ilustra en la figura 1b, unas caras del bloque de material de relleno del que sobresalen el primer y el segundo bornes para suprimir así la parte sobresaliente de dichos primer y segundo bornes,
- formación, como se ilustra en la figura 1, sobre dichas caras de una primera y segunda zonas de contacto en contacto respectivo del primer y segundo bornes del circuito equivalente pasivo, estando la primera y la segunda caras 131, 132 de la celda formadas de esta manera.

Si en el modo de realización descrito anteriormente la celda de prueba incluye un material de relleno, es por supuesto posible que la celda no incluya material de relleno. Según esta posibilidad, la primera y la segunda caras de contacto 131, 132, y las zonas de contacto 135, 136 correspondientes, pueden estar formadas por una primera y una segunda placas metálicas unidas rígidamente una a la otra, por ejemplo, por una armadura, y encerrando el circuito equivalente pasivo. El circuito equivalente pasivo 110, con el fin de asegurar una instalación perenne en el volumen interior, puede soldarse a un soporte del tipo circuito integrado soportado sobre la superficie interior de una de la primera y segunda placas metálicas.

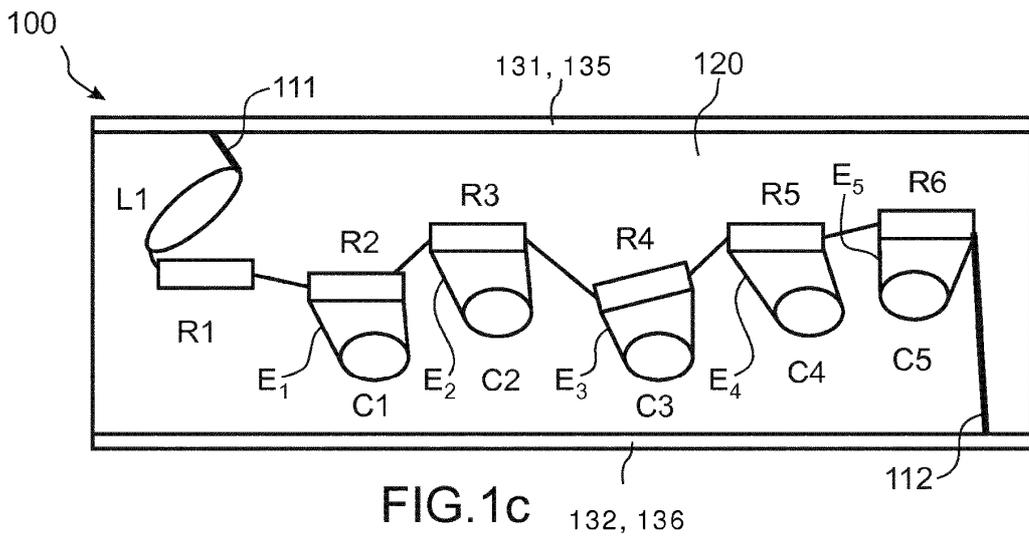
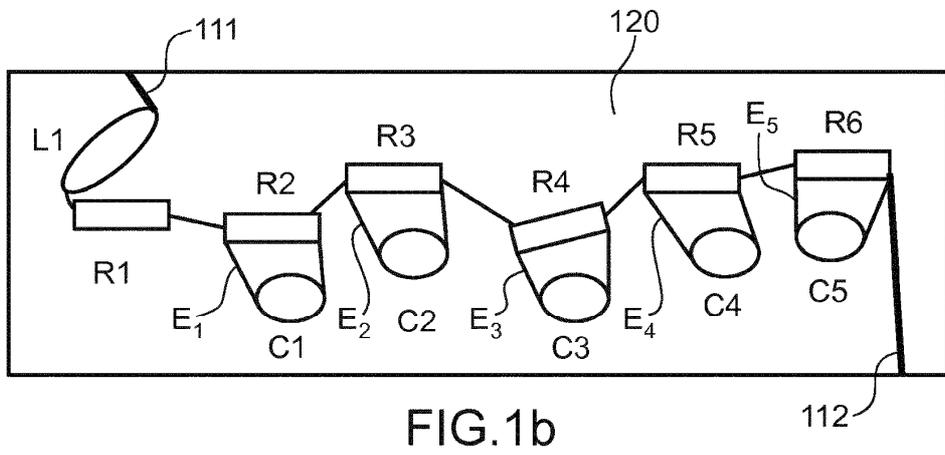
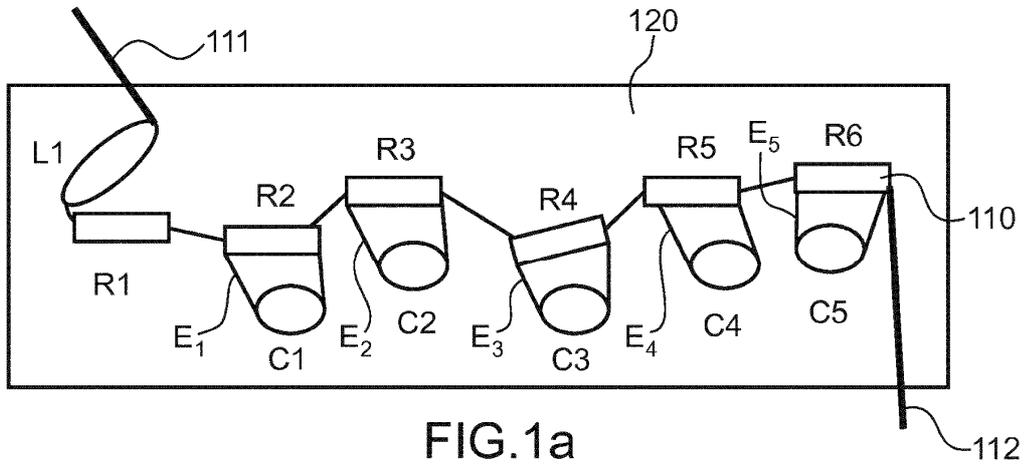
Por supuesto, si en el modo de realización descrito anteriormente, el circuito equivalente pasivo incluye en serie una inductancia, una resistencia y varios conjuntos de resistencia/capacidad, es posible que la celda de prueba incluya otro tipo de circuito equivalente, tales como por ejemplo aquellos citados en el documento US 8125193 B2, sin salirse del marco de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Celda de prueba (100) destinada a la calificación de un equipo de caracterización eléctrico de celdas de pila de combustible y/o de pilas de combustible, estando caracterizada dicha celda de prueba (100) por el hecho de que incluye:
- 10 - una primera y una segunda caras de contacto (131, 132) que incluyen respectivamente una primera y una segunda capas metálicas que ocupan toda o parte de la superficie de la cara de contacto (131, 132) correspondiente y formando respectivamente una primera y una segunda zonas de contacto (135, 136), delimitando la primera y la segunda caras de contacto (131,132) entre ellas un volumen interior,
- 15 - un circuito equivalente (110) pasivo configurado para presentar una impedancia equivalente a al menos una celda de pila de combustible, incluyendo dicho circuito equivalente (110) un primer y un segundo bornes de salida (111, 112) conectados respectivamente a la primera y la segunda zonas de contacto (135, 136), estando alojado el circuito equivalente (110) en el volumen interior.
- 20 2. Celda de prueba (100) según la reivindicación 1 en la que el resto del volumen interior está lleno de una resina endurecible tal como una resina epoxi, poliéster insaturado o epoxi acrilato.
3. Celda de prueba (100) según las reivindicaciones 1 o 2, en la que el circuito equivalente (110) incluye en serie al menos los componentes siguientes:
- 25 - una primera inductancia (L1),  
 - una primera resistencia (R1),  
 - uno a varios conjuntos (E1, E2, E3, E4, E5) compuestos cada uno por una capacidad (C1, C2, C3, C4, C5) y por una resistencia (R2, R3, R4, R5, R6) montadas en paralelo.
- 30 4. Celda de prueba (100) según la reivindicación 3, en la que el valor de la inductancia de la inductancia (L1) está comprendido entre 0 y 10 mH, el valor de cada una de las resistencias (R1, R2, R3, R4, R5, R6) está comprendido entre 0 y 1 Ohm y el valor de cada una de las capacidades (C1, C2, C3, C4, C5) está comprendido entre 10 µF y 1 F.
- 35 5. Celda de prueba (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 que incluye unos componentes (L1, R1, R2, R3, R4, R5, R6, C1, C2, C3, C4, C5) del tipo de componente montado en superficie para formar el circuito equivalente (110).
- 40 6. Celda de prueba (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la primera y la segunda zonas de contacto (135, 136) están formadas por una capa metálica cuyo metal está seleccionado del grupo que incluye oro y platino.
7. Celda de prueba (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que cada una de las zonas de contacto (135, 136) ocupa respectiva y sustancialmente la totalidad de la superficie de la cara de contacto (131, 132) correspondiente.
- 45 8. Celda de prueba (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el circuito equivalente (110) está configurado para presentar una impedancia equivalente a varias celdas de pila de combustible puestas en serie y formando de esta manera una pila de combustible de prueba.
- 50 9. Procedimiento de fabricación de una celda de prueba (100) destinada a la calificación de un equipo de caracterización de celdas de pila de combustible y/o de pilas de combustible, incluyendo las etapas que consisten en:
- 55 - proporcionar un circuito equivalente (110) pasivo configurado para presentar una impedancia equivalente a al menos una celda de pila de combustible, incluyendo dicho circuito equivalente un primer y un segundo bornes de salida (111, 112),  
 - proporcionar una primera y una segunda caras de contacto (131, 132) incluyendo cada una de ellas una capa metálica que ocupa toda o parte de la superficie de la cara de contacto correspondiente y formando respectivamente una primera y una segunda zonas de contacto (135, 136) y disponerlas para que delimiten entre ellas un volumen interior en el que se aloje el circuito equivalente (110) con su primer y su segundo bornes de salida (111, 112) conectados respectivamente a la primera y a la segunda zonas de contacto (135,136).
- 60 10. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 9, en el que la etapa de provisión de la primera y de la segunda caras de contacto (131, 132) incluyen una subetapa que consiste en:
- 65 - encapsular el circuito equivalente (110) en un bloque de resina endurecible tal como una resina epoxi, poliéster insaturado o epoxi acrilato con el primer y el segundo bornes (11, 112) del circuito equivalente (110) que sobresalen de dicho bloque de resina obtenido después del endurecimiento de dicha resina sobre una primera y una segunda caras de dicho bloque.

11. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 10, en el que la etapa de provisión de la primera y de la segunda caras de contacto (131, 132) incluye además las subetapas suplementarias que consisten en:

- 5
- pulir la primera y segunda caras del bloque de resina de las cuales sobresalen el primer y el segundo bornes (111, 112) del circuito equivalente (110),
  - depositar la primera y segunda capas metálicas sobre la primera y la segunda caras del bloque de resina para formar respectivamente la primera y la segunda zonas de contacto (135, 136).



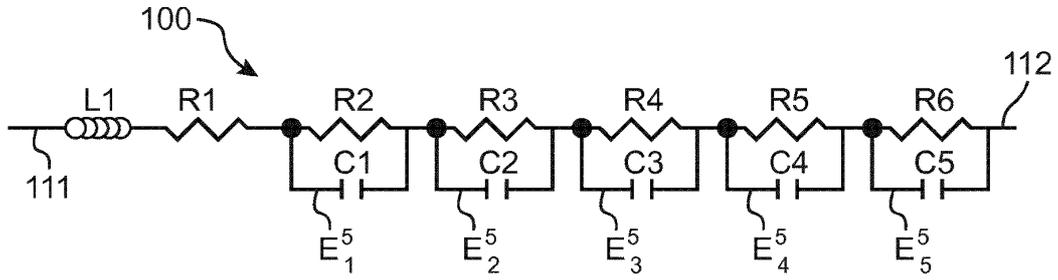


FIG.2

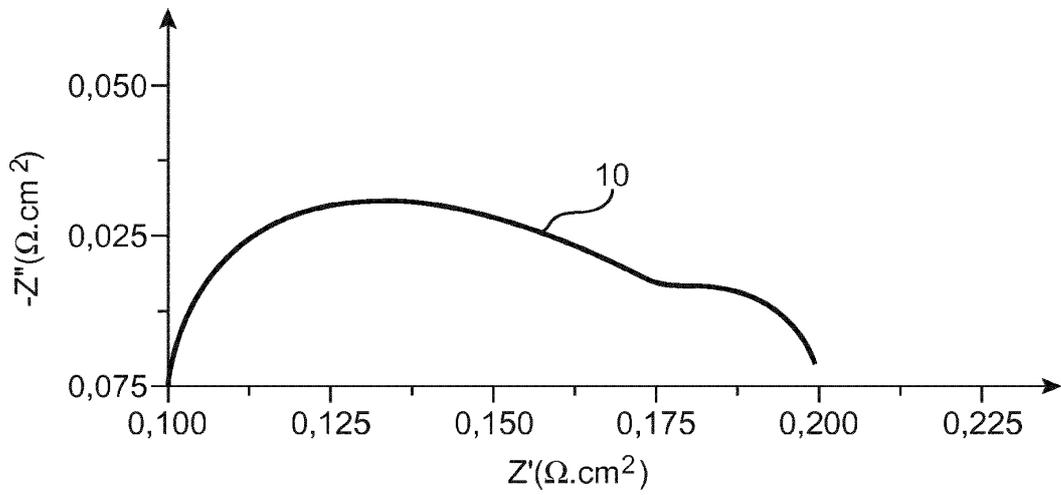


FIG.3a

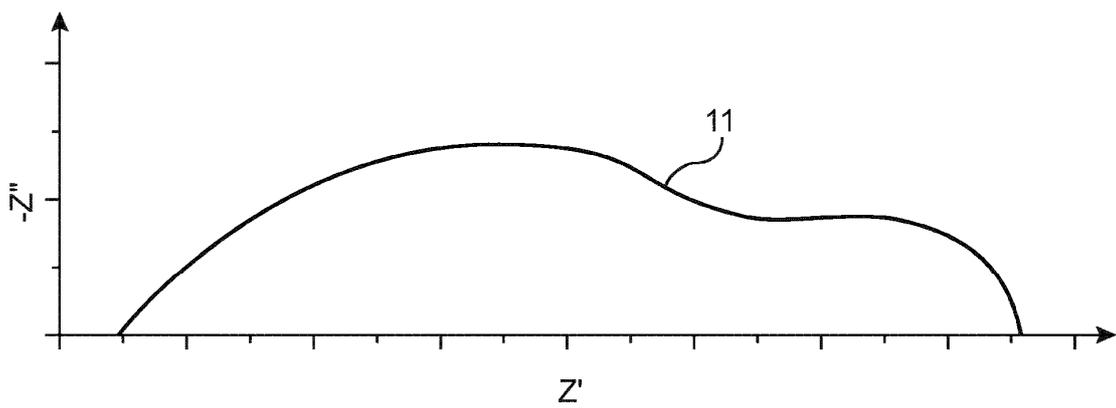


FIG.3b