



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 558**

51 Int. Cl.:
C25C 3/20 (2006.01)
C25C 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07812251 .2**
96 Fecha de presentación : **22.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2044241**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.04.2009**

54 Título: **Sistemas y métodos útiles en el control del funcionamiento de las celdas de electrolisis de metal.**

30 Prioridad: **27.06.2006 US 805937 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.10.2011

73 Titular/es: **ALCOA Inc.**
201 Isabella Street
Pittsburgh, Pennsylvania 15212, US

72 Inventor/es: **Wang, Xiangwen;**
Hosler, Robert y
Tarcy, Gary

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 365 558 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

Sistemas y métodos útiles en el control del funcionamiento de las celdas de electrolisis de metal.

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica la prioridad, bajo 35 U.S.C. § 119(e), de una Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos nº 60/805.937, presentada con fecha 27 de junio de 2006, titulada "Sistemas y métodos útiles para controlar las operaciones de celdas de electrolisis de metal".

10

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas y métodos para determinar las condiciones de funcionamiento de celdas de electrolisis de metal (p.e. una celda de electrolisis de producción de aluminio), con la utilización de una sonda de baño única y un dispositivo informático portátil utilizable para determinar una o más condiciones de funcionamiento, en función de las señales recibidas desde la sonda del baño. La presente invención se refiere, además, a sistemas y métodos para controlar el funcionamiento de las celdas de electrolisis de metal, basados en dichas condiciones de funcionamiento determinadas.

15

20 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Varios metales, incluyendo aluminio y magnesio, se pueden obtener por procesos electrolíticos. Un ejemplo de un proceso electrolítico para la producción de metales es el bien conocido proceso de Hall, en donde alúmina disuelta en criolita se electroliza a temperaturas de aproximadamente 900°C a 1000°C para producir aluminio. Las celdas de electrolisis de aluminio suelen funcionar dentro de parámetros operativos predesignados para facilitar una producción de aluminio eficiente. Dichos parámetros operativos suelen incluir uno o más de entre los parámetros de temperatura del baño, sobrecalentamiento del baño, concentración de alúmina y la relación de fluoruro de sodio a fluoruro de aluminio en el baño.

25

Se deben realizar medidas del baño, exactas y a su debido tiempo, para facilitar ajustes adecuados, y a su debido tiempo, de las magnitudes de entrada de la celda (p.e., tensión, régimen de alimentación de la alúmina, adición de fluoruro de aluminio). Los procedimientos convencionales de control y medición del baño suelen ser lentos y complicados. Un procedimiento de medición del baño convencional implica la medición manual de la temperatura del baño y/o la química del baño para una línea operativa de la celda completa y/o sala de operaciones, seguida por la introducción manual de datos de las condiciones de funcionamiento medidas en un dispositivo informático.

35

El dispositivo informático procesa, entonces, los datos y puede sugerir un ajuste de las magnitudes de entrada de la celda de electrolisis.

40

Puede tardarse varias horas en medir las temperaturas del baño para una línea operativa completa. El análisis de la química del baño (p.e. análisis de la concentración de alúmina y de la relación de fluoruro de sodio a fluoruro de aluminio del baño) suele requerir el muestreo del baño seguido por un análisis de laboratorio. El análisis de laboratorio suele durar varias horas. De este modo, puede transcurrir varias horas entre la medición de las temperaturas del baño y de la química del baño y la introducción de los datos de las condiciones de funcionamiento en el ordenador, durante cuyo periodo de tiempo las condiciones de funcionamiento de las celdas de electrolisis pueden haber cambiado en gran medida. De este modo, el análisis del ordenador y los ajustes sugeridos correspondientes a las magnitudes de entrada de la celda de electrolisis pueden ser muy inexactos, dando lugar a un funcionamiento ineficiente de las celdas de electrolisis. Existe también una mayor probabilidad de introducción de datos erróneos al utilizar técnicas manuales. En realidad, el procedimiento de muestreo del baño proporciona una amplia oportunidad para una mezcla de muestras imprevista, dentro del laboratorio, seguida por una introducción de datos y sus informes correspondientes conteniendo errores inadmisibles.

45

50

SUMARIO DE LA INVENCION

Considerando lo que antecede, un amplio objetivo de la presente invención es facilitar ajustes adecuados, y a su debido tiempo, de las magnitudes de entrada de funcionamiento de la celda de electrolisis. Un objetivo relacionado es habilitar una comunicación rápida de datos asociados con las condiciones de funcionamiento medidas de la celda de electrolisis para un dispositivo informático.

60

Otro objetivo es facilitar una metodología interactiva para medir las condiciones de funcionamiento de la celda y la comunicación de dichos datos a un dispositivo informático.

Otro objetivo es facilitar la sustitución rápida de uno o más componentes de un dispositivo de medición del baño electrolítico.

65

Al considerar uno o más de los objetivos anteriores, los inventores de la presente invención han reconocido que un sistema que comprende una sonda de baño, utilizable para proporcionar señales que se relacionan con una o más condiciones de funcionamiento de una celda de electrolisis y un dispositivo informático portátil, que le está acoplado, se puede utilizar para facilitar mediciones del baño exactas y a su debido tiempo. El dispositivo informático portátil puede determinar una o más condiciones de funcionamiento de la celda, sobre la base de las señales proporcionadas y puede suministrar una salida en relación con las condiciones de funcionamiento determinadas para facilitar ajustes más puntuales y adecuados para las magnitudes de entrada de la celda de electrolisis.

En un aspecto de la invención, una sonda de baño se puede interconectar eléctricamente al dispositivo informático portátil. A su vez, la sonda del baño se puede adaptar para proporcionar señales de medida al dispositivo informático portátil. El dispositivo informático portátil puede ser utilizable para recibir las señales de medida y transformar dichas señales en datos. El dispositivo informático portátil se puede emplear para suministrar una salida en función de las señales recibidas. Por ejemplo, el dispositivo informático portátil puede calcular la información sobre las condiciones de funcionamiento (p.e. temperatura del baño, sobrecalentamiento del baño, concentraciones de constituyentes del baño y/o relaciones de constituyentes del baño), basándose en los datos obtenidos.

En un método de la invención, el dispositivo informático portátil puede ser utilizable para proporcionar, a la salida, uno o más de los datos y la información de la condición de funcionamiento a un dispositivo de presentación visual, asociado con al menos uno entre el dispositivo informático portátil y un ordenador central. En respuesta a la información sobre la condición de funcionamiento visualizada, se puede determinar una acción adecuada (p.e., por un operador) con respecto a la celda (p.e., ajuste de una o más magnitudes de entrada a la celda de electrolisis).

En otro método, el dispositivo informático portátil puede ser utilizable para proporcionar, a la salida, uno o más de los datos y la información de la condición de funcionamiento a un ordenador central, tal como por intermedio de una comunicación inalámbrica. En este método, uno o más de entre el dispositivo informático portátil y el ordenador central puede sugerir una acción adecuada con respecto a la celda. En una forma de realización particular, el ordenador central puede ajustar automáticamente una o más magnitudes de entrada a la celda de electrolisis. De este modo, se puede facilitar un ajuste de las entradas, de forma relativamente puntual y adecuada, así como puede conseguirse la medición y control, casi en tiempo real, de las condiciones de funcionamiento de la celda.

En un aspecto de la invención, la sonda de baño y el dispositivo informático portátil definen un sistema de análisis para determinar las condiciones de funcionamiento de la celda de electrolisis de metal y para facilitar una respuesta relativa al respecto. La sonda de baño se puede interconectar eléctricamente con un dispositivo informático portátil. La sonda de baño puede ser utilizable para generar señales asociadas con al menos una condición de funcionamiento de una celda de electrolisis (p.e., mediciones de la temperatura obtenidas a partir de la comunicación térmica con un baño de la celda de electrolisis). El dispositivo informático portátil puede ser utilizable para recibir las señales generadas así como para generar datos en función de las señales recibidas. El dispositivo informático portátil se puede emplear para transformar los datos en información sobre la condición de funcionamiento en correspondencia con al menos una condición de funcionamiento de la celda de electrolisis.

La sonda de baño puede ser cualquier sonda de baño adecuada y adaptada para generar señales asociadas con una condición de funcionamiento de la celda de electrolisis. Por ejemplo, la sonda de baño puede comprender un sensor de temperatura adaptado para medir la temperatura a partir de la comunicación térmica con un baño de una celda de electrolisis. Las temperaturas medidas pueden proporcionarse, a la salida, al dispositivo informático portátil en la forma de señales. En una forma de realización particular, la sonda de baño incluye uno o más termopares adaptados para generar una pluralidad de señales que pueden recibirse por el dispositivo informático portátil. El dispositivo informático portátil puede transformar las señales recibidas en datos en correspondencia con las temperaturas medidas. A su vez, el dispositivo informático portátil puede utilizar dichos datos para calcular al menos una condición de funcionamiento de la celda, tal como temperatura del baño, sobrecalentamiento del baño, concentraciones de constituyentes del baño y/o relaciones de constituyentes del baño, según se examina con más detalle a continuación.

Una sonda de baño, de utilidad particular, puede ser una sonda de baño multi-señal adaptada para generar una pluralidad de señales a partir de la comunicación térmica con un baño de una celda de electrolisis de metal. A este respecto, la sonda de baño se puede adaptar para generar primeras señales (p.e. señales desde un termopar, en comunicación térmica con una muestra de baño) y segundas señales (p.e., señales desde un termopar en comunicación térmica con un material de referencia). De este modo, la sonda de baño se puede adaptar para generar y proporcionar una pluralidad de señales, y el dispositivo informático portátil puede recibir las señales generadas. A su vez, el dispositivo informático portátil puede determinar (de forma automática o semi-automática, tal como solicitando el uso de una interfaz de usuario, examinado a continuación) una o más condiciones de funcionamiento, de entre temperatura del baño, sobrecalentamiento del baño, concentraciones de constituyentes del baño y/o relaciones de constituyentes del baño, en respuesta a las señales recibidas.

Estos y otros aspectos, ventajas y características inventivas se establecen, en parte, en la descripción que sigue y serán evidentes, para los expertos en esta materia, al examinar la siguiente descripción y figuras, o se puede aprender poniendo en práctica la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un sistema de sonda de baño.

5 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una forma de realización de una disposición de comunicaciones de utilidad para el sistema de la sonda del baño representado en la Figura 1.

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra una forma de realización de un método para hacer funcionar una celda de electrolisis de metal.

10 La Figura 4 es una vista esquemática de una forma de realización de un monitor de pantalla principal del sistema del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

15 La Figura 5 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de selección de la celda de electrolisis del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

La Figura 6 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de selección de la celda de electrolisis del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

20 La Figura 7 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de selección de la celda de electrolisis del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

La Figura 8 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de indicadores del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

25 La Figura 9 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de indicadores del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

30 La Figura 10 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de indicadores del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

La Figura 11 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de resultados del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

35 La Figura 12 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de resultados y de indicadores del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

La Figura 13 es una vista esquemática de una forma de realización de una pantalla de indicadores del dispositivo informático portátil de la Figura 1.

40 La Figura 14 es una vista esquemática de una forma de realización de un acoplador del sistema de la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

45 Se hará referencia ahora, en detalle, a los dibujos adjuntos, que al menos ayudarán a ilustrar varias formas de realización pertinentes de la presente invención.

50 Con referencia ahora a la Figura 1, se ilustra una forma de realización de un sistema de análisis 100. El sistema de análisis 100 comprende un extremo frontal 110 eléctricamente interconectable a un extremo posterior 130 por intermedio de un acoplador 120. El extremo frontal 110 presenta al menos una parte de una sonda de baño definida, al menos en parte, por una punta de la sonda 111 e hilos de conexión (no representados). La punta de la sonda 111 comprende al menos un sensor de temperatura (p. e., un termopar) que es eléctricamente interconectable con el extremo posterior 130 mediante hilos de conexión (no representados) dispuestos dentro del conector de punta 112, el acoplador 120 y una lanza 131. La punta de la sonda 111 es sumergible en un baño de masa fundida, de una celda de electrolisis, para facilitar la comunicación térmica entre el baño de masa fundida y la punta de la sonda. Por ejemplo, la punta de la sonda 111 puede ser del tipo dado a conocer por la patente de los Estados Unidos número 6.942.381 para Hosler *et al.* La lanza 131 está interconectada con una caja de instrumentos 136.

60 El extremo posterior 130 puede comprender un dispositivo informático portátil 135 que se puede montar en la caja de instrumentos 136 para facilitar el desplazamiento unitario del sistema 100. A este respecto, la caja de instrumentos 136 puede incluir uno o más conectores (no representados) que se acoplan, de forma restrictiva pero liberable, con el dispositivo informático portátil 135. De este modo, suponiendo una desconexión eléctrica adecuada del dispositivo informático portátil 135 desde los hilos de conexión (no representados), el dispositivo informático portátil 135 se puede, de forma sencilla y repetida, interconectar y desconectar, físicamente, desde la caja de instrumentos 136. De este modo, podrá conseguirse una interconexión física selectiva entre el dispositivo informático portátil 135 y la caja de instrumentos 136.

Los hilos de conexión (no representados) pueden terminar próximos a la caja de instrumentos 136 por intermedio de un conector eléctrico adecuado y adaptado para su interconexión eléctrica con el dispositivo informático portátil 135. Por ejemplo, el conector eléctrico puede ser un conector de puerto serie y/o un conector de puerto de bus serie universal. En una forma de realización, el extremo posterior 130 se puede interconectar y desconectar, eléctricamente, con facilidad, desde el extremo frontal 110. De este modo, se puede conseguir la interconexión eléctrica selectiva entre el dispositivo informático portátil 135 y la sonda de baño.

El sistema de análisis 100 puede incluir otros componentes, tales como mangos 133, un soporte 132 y/o un protector de pantalla 134 para facilitar el movimiento y la protección del sistema 100. Una luz indicadora 137 se puede proporcionar para indicar uno o más eventos operativos asociados con el funcionamiento del sistema de análisis 100. Por ejemplo, la luz indicadora 137 puede indicar el estado de una condición de medición, creando datos y/o proporcionando, a la salida, una etapa de información, examinada a continuación. Un puerto de recarga de la batería 138 se puede incluir, además, para facilitar la recarga de las baterías del sistema de análisis 100. Un interruptor de encendido 139 se puede incluir para facilitar el encendido y apagado del dispositivo informático portátil 135.

Como se indicó con anterioridad, el dispositivo informático portátil 135 se puede utilizar para generar datos en respuesta a las señales desde la sonda de baño e información de salida para facilitar una respuesta de control con respecto a la celda de electrolisis. En particular, el dispositivo informático portátil 135 puede utilizar los datos generados para crear la información correspondiente con una o más condiciones de funcionamiento de la celda de electrolisis ("Información de OC"). Por ejemplo, el dispositivo informático portátil 135 puede calcular la temperatura del baño, sobrecalentamiento del baño, concentraciones de los constituyentes del baño y/o las relaciones de los constituyentes del baño, tal como utilizando las primeras señales asociadas con temperaturas de una muestra de baño y las segundas señales asociadas con un elemento de referencia de una sonda de baño 110. Las concentraciones de los constituyentes del baño pueden ser una o más de entre una concentración de un constituyente de óxido de metal, un constituyente de metal, un constituyente diluyente u otros constituyentes. En correspondencia, las relaciones de constituyentes del baño pueden ser una de las relaciones de cualquier constituyente del baño. En una forma de realización preferida particular, la concentración de constituyentes del baño es la concentración del óxido de metal dentro del baño (p.e., alúmina) y la relación de constituyentes del baño es la relación de una sal metálica a un aditivo dentro del baño (p.e., relación de fluoruro de sodio a fluoruro de aluminio). Gran parte de dichas condiciones de funcionamiento se pueden determinar utilizando esta técnica de dos señales, según se describe en la patente de Estados Unidos número 6.942.381, que se incorpora a la presente por referencia en su integridad.

En un método según la invención, el dispositivo informático portátil 135 puede visualizar la información de OC y/o mostrar un curso de acción sugerido, en función de dicha información de OC mediante una pantalla asociada con el dispositivo informático portátil 135. Por ejemplo, si el dispositivo informático portátil 135 es un ordenador portátil, la correspondiente pantalla del ordenador portátil se puede utilizar para visualizar la información de OC y/o el curso de acción sugerido, en donde una persona puede revisar dicha información de OC y/o curso de acción sugerido para determinar una respuesta de control adecuada y a su debido tiempo.

Un sistema de comunicación útil con el sistema de análisis 100 se ilustra en la Figura 2. En esta forma de realización, un sistema de análisis 100 puede ser eléctricamente interconectable con otro ordenador, tal como un ordenador central 202 adaptado para controlar una o más magnitudes funcionales de entrada para una celda de electrolisis 203, en donde los datos y/o la información de OC generada por el sistema de análisis 100 se proporciona a la salida (p.e. inalámbricamente transferida por intermedio de un encaminador inalámbrico 201) al ordenador central 202 para su procesamiento adicional y/o su salida. En una forma de realización, el ordenador central 202 recibe los datos y/o la información de OC desde el sistema de análisis 100 y proporciona, a la salida, dicha información de OC y/o un curso de acción sugerido. Por ejemplo, el ordenador central 202 puede visualizar una o más de entre la información de OC y/o curso de acción sugerido en una pantalla asociada con el ordenador central 202. En otra forma de realización, el ordenador central 202 recibe los datos y/o información de OC desde el sistema de análisis 100 y ajusta automáticamente una o más magnitudes de entrada de una celda de electrolisis 203 (p.e., entrada de tensión, régimen de alimentación de alúmina, adición de fluoruro de aluminio).

Además, se dan a conocer métodos para hacer funcionar celdas de electrolisis de metal. Una forma de realización de un método para hacer funcionar celdas de electrolisis de metal se ilustra en la Figura 3. En esta forma de realización, el método comprende las etapas de generar señales relacionadas con al menos una condición de funcionamiento de una celda de electrolisis (310), recibir las señales en un dispositivo informático portátil (320), crear datos (p.e., datos digitales) en función de las señales recibidas (330) y proporcionar, a la salida, la información en correspondencia con los datos para facilitar una respuesta de control (340). La información, proporcionada a la salida, puede ser información de OC, según se describió anteriormente, los datos creados o puede ser información en correspondencia con un curso de acción sugerido.

La etapa de creación de datos (330) puede comprender la etapa de transformar las señales recibidas en datos (332). A este respecto, se puede utilizar varias técnicas de transformación analógica a digital, tal como las técnicas

asociadas con la conversión de señales de tensión, procedentes de un termopar, en los correspondientes datos de medida de la temperatura.

La etapa de información a la salida (340) se puede realizar en una diversidad de maneras. Por ejemplo, la información se puede visualizar en una pantalla asociada con uno o más de entre el dispositivo informático portátil y/o un ordenador central (344), según se describió anteriormente. En otro método, la información se proporciona mediante transferencia (342) a un ordenador central para su nuevo procesamiento y/o salida. En una forma de realización, la información se puede transmitir, de forma inalámbrica, al ordenador central. En esta forma de realización, el dispositivo informático portátil puede estar situado en el recinto de vasijas (esto es, una primera posición) y el ordenador central puede estar situado en una sala de operaciones/sala de control situada fuera del recinto de vasijas (esto es, en una segunda posición distante de la primera posición). De este modo, se puede facilitar la toma de decisiones de control, aumentando así la probabilidad de ajustes adecuados de las magnitudes de entrada a la celda de electrolisis. En otra forma de realización, el dispositivo informático portátil se puede desconectar físicamente desde el sistema y transportarse a otro lugar, en donde se pueda interconectar, por medios eléctricos, al ordenador central para su comunicación (p.e., por intermedio de uno o más hilos de conexión/puertos). La etapa de información a la salida (340) puede comprender, además, las etapas para visualizar una respuesta de control sugerida (346) en el dispositivo informático portátil y/o ordenador central.

El método puede comprender, además, la etapa de preparar información (335) basada en los datos. A este respecto, los datos se pueden analizar y/o transformar para determinar la información, tal como por el dispositivo informático portátil y/o un ordenador central. La información puede utilizarse, entonces, para facilitar una respuesta de control, como se indicó anteriormente.

El método puede incluir, además, la etapa de colocar una sonda de baño en comunicación térmica con un baño (312) de una celda de electrolisis (p. e., mediante inmersión de la punta de la sonda en el baño). En este método, la etapa generadora puede comprender la etapa de retirar la sonda de baño desde la comunicación térmica substancial con el baño (314). Durante o después de la etapa de retirada, se pueden generar señales desde la sonda de baño y enviarse al dispositivo informático portátil para facilitar la etapa de creación de datos. La sonda de baño se puede retirar desde la comunicación térmica substancial con el baño para un intervalo de temperatura predeterminado, después de que se pueda restablecer la comunicación térmica entre la sonda de baño y el baño para facilitar la retirada de la muestra del baño situada dentro de la sonda de baño. Por ejemplo, en celdas de electrolisis de aluminio, la sonda de baño se puede retirar desde la comunicación térmica con el baño hasta que la temperatura de la muestra del baño medida alcance un valor no superior a 700°C, tal como no superior a 650°C o incluso no superior a 400°C.

Como se indicó con anterioridad, los presentes sistemas y métodos facilitan mediciones, exactas y a su debido tiempo, de la condición del baño y los correspondientes ajustes a una o más entradas de las celdas de electrolisis. Por ejemplo, la duración entre el momento en que la sonda de baño se coloca inicialmente en comunicación térmica con el baño al momento en que la información del tiempo es objeto de salida desde el dispositivo informático portátil puede ser relativamente corto, tal como no superior a 60 minutos, preferentemente no superior a 45 minutos e incluso más preferentemente no superior a 30 minutos. En algunos casos, la duración entre el inicio de la etapa de colocación y la etapa de proporcionar la información a la salida es relativamente corta, tal como no superior a 10 minutos o incluso no superior a 5 minutos. Como se indicó anteriormente, se pueden facilitar, de este modo, ajustes rápidos y adecuados para las magnitudes de entrada a las celdas de electrolisis, en particular cuando un dispositivo informático portátil se interconecta, de forma inalámbrica, con un ordenador central. Por lo tanto, se puede facilitar un control, casi en tiempo real, de celdas de electrolisis.

Según se indicó con anterioridad, un objetivo de la presente invención es facilitar una secuencia de medición interactiva y/o una revisión de datos interactivos y/o de información de OC. Una forma de realización de una secuencia interactiva se describe, a continuación, utilizando un asistente digital portátil (PDA) que opera con software de Microsoft WINDOWS. Sin embargo, se pueden utilizar otros dispositivos informáticos portátiles (p.e. un ordenador portátil) u otros sistemas operativos (p.e. Linux, Macintosh).

Una vez que se haya iniciado el sistema operativo del dispositivo informático portátil, se podrá iniciar el software asociado con el dispositivo informático portátil 135. Un ejemplo de un monitor de pantalla principal asociado con el sistema de análisis 100 y de medición de las condiciones de funcionamiento de la celda se ilustra en la Figura 4.

En la forma de realización ilustrada, el monitor de pantalla principal 400 comprende una pluralidad de botones, tal como un botón de medición de multi-condición 401, un botón de medición de condición única 402, un botón de calibración 403, un botón de revisión de datos anteriores 404 y un botón de cierre de software 405.

El botón de medición de multi-condición 401 puede iniciar el software que permite al usuario medir una pluralidad de condiciones de funcionamiento de la celda de electrolisis. Seleccionando esta opción (p.e. por intermedio de una pantalla táctil), se puede ilustrar una segunda pantalla, tal como una pantalla de selección de celda de electrolisis, que puede solicitar a un usuario que seleccione una celda de electrolisis (p.e. una "vasija") para la medición. Ejemplos de dichas pantallas de selección de la celda de electrolisis se ilustran en las Figuras 5 a 7. En estos

ejemplos, el usuario puede seleccionar una línea adecuada mediante un botón desplegable 508 y el número de vasija mediante un botón desplegable 506 para su medición. Como alternativa, los botones "Next Pot" 505, "Prev. Pot" 502, "Next Line" 507 y/o "Prev. Line" 501 se pueden utilizar para facilitar y agilizar la medición de vasijas adyacentes. Una visualización textural 509 se puede emplear para visualizar la etapa de estado/operación asociada con el sistema de análisis 100.

En otra forma de realización, cada una de las celdas de electrolisis se puede asociar con un transmisor único (p.e., una etiqueta RFID) y el dispositivo informático personal puede ser utilizable para recibir señales desde cada uno de los transmisores y seleccionar automáticamente una celda de electrolisis para la medición, una vez que el dispositivo informático personal esté dentro de una distancia predeterminada del transmisor único. Un usuario puede confirmar, entonces, la identidad de la celda de electrolisis seleccionada de forma automática. Una vez que la identidad de la celda de electrolisis se haya introducido/confirmado y la punta de la sonda de baño se sumerja en esa celda de electrolisis, el botón "Start" 503 puede utilizarse para iniciar el proceso de medición. Un botón de menú principal 504 se puede utilizar para volver a la pantalla del menú principal 400.

Durante la medición, una o más pantallas de indicadores se pueden utilizar para indicar el estado operativo de la operación de medida a un usuario. Por ejemplo, una pantalla de indicadores puede mostrar el estado operativo de calentamiento de la sonda de baño 110. Ejemplos de dichas pantallas se ilustran en las figuras 8 a 10.

En las formas de realización ilustradas, la pantalla de indicadores 800 puede indicar el número de vasija 802, las temperaturas actuales 803, 804 asociadas con la punta de la sonda y el tiempo de calentamiento transcurrido 805. La pantalla de indicadores 800 puede indicar, además, el estado de la operación de medición mediante una o más visualizaciones texturales 801, 807. En el ejemplo ilustrado, las visualizaciones texturales 801, 807 indican que la sonda del baño se está calentando, con lo que se indica a un usuario qué acción con solicitud a la sonda y a un dispositivo informático personal no se requiere en ese momento. El tiempo transcurrido (p. e. segundos) se puede visualizar mediante un indicador textural 840. La pantalla de indicadores 800 puede permitir al usuario cancelar la operación mediante el botón "Cancel" 806, en donde el software puede volver a la pantalla de selección de la celda de electrolisis 500.

Una vez que la temperatura de la punta de la sonda se haga prácticamente equivalente a la temperatura del baño de la celda de electrolisis, se puede proporcionar un indicador a un usuario. Por ejemplo, la luz indicadora 137, anteriormente descrita, puede proporcionar un indicador visual (p.e., un indicador de color o un indicador intermitente) de que la punta de la sonda y el baño electrolítico están a temperaturas casi equivalentes. Un indicador audible se puede proporcionar por un dispositivo informático portátil para indicar que la punta de la sonda y el baño electrolítico están a temperaturas aproximadamente equivalentes. Se puede emplear un indicador visual del dispositivo informático portátil, tal como mediante una pantalla de indicadores para señalar que la punta de la sonda y el baño electrolítico están a temperaturas casi equivalentes. Una forma de realización de dicho indicador visual del dispositivo informático portátil se ilustra en la Figura 9, en donde la visualización textural 807 indica a un usuario que la punta de la sonda debe retirarse desde el baño.

Una vez que el usuario haya retirado la punta de la sonda desde el baño, se puede proporcionar un indicador para señalar el estado de la operación de medición. Por ejemplo, y con referencia a la Figura 10, la pantalla 800 puede proporcionar una visualización textural 807 al usuario, indicando que el sistema de análisis está midiendo y registrando datos.

Después de que el sistema consiga una condición predeterminada (p.e., la temperatura de la punta de la sonda alcanza una temperatura predeterminada), se puede proporcionar automáticamente una la salida a un usuario. Por ejemplo, y con referencia a la Figura 11, el dispositivo informático portátil puede mostrar, de forma automática, una pantalla de resultados 1100. En la forma de realización utilizada, la pantalla de resultados incluye un indicador de estado 1101, que indica el estado operativo del sistema de análisis, un indicador de fecha-hora 1102, que indica la fecha y/o la hora en las que se tomaron/determinaron las medidas del tiempo, un indicador del número de línea/número de vasija 1103, que indica la línea y/o vasija de la celda para la que se tomaron/determinaron las medidas, un indicador de las relaciones del baño 1104, que indica la relación del baño determinada, un indicador de de fluoruro excedente 1105, que indica la cantidad determinada de fluoruro excedente en el baño, un indicador de porcentajes de contenidos de minerales 1106, que indica la cantidad determinada de mineral (p.e., alúmina) en el baño, un indicador de la temperatura del baño 1107, que indica la temperatura del baño determinada, un indicador de sobrecalentamiento del baño 1108, que indica el sobrecalentamiento del baño determinado, un indicador del estado del análisis 1109, que señala si el análisis fue satisfactoriamente indicado, un botón 1110 para confirmar que los resultados han sido revisados y/o para volver a una pantalla anterior y un indicador de instrucciones 1111, que indica una acción siguiente recomendada.

Además, como alternativa, el dispositivo informático portátil puede, de forma automática, o por intermedio de un mensaje de solicitud, comunicar los resultados mediante la comunicación inalámbrica a un ordenador central, en donde el ordenador central puede tomar automáticamente una decisión de control con respecto a la celda de electrolisis y/o visualizar los resultados para determinación de una respuesta de control adecuada y/o recomendar una respuesta de control adecuada.

Después de que los resultados de la medición se hayan proporcionado a la salida, la punta de la sonda se puede volver a sumergir en el mismo baño de vasija electrolítico para recalentar la punta de la sonda y facilitar la extracción de la muestra de baño residual desde la punta de la sonda. Durante este recalentamiento, se puede proporcionar un indicador para conocer el estado del recalentamiento. Por ejemplo y con referencia a la Figura 12, la pantalla 820 puede proporcionar visualizaciones texturales 801, 807 al usuario, que indica que el sistema está recalentando la punta de la sonda. La pantalla 820 es similar a la pantalla 800 anterior, con la excepción de que la visualización del tiempo de calentamiento 805 se ha sustituido por una visualización de la temperatura objetivo 808 y una visualización del tiempo de recalentamiento 809.

Una vez que la punta de la sonda 111 haya alcanzado una temperatura de recalentamiento predeterminada, se puede proporcionar un indicador para señalar que la punta de la sonda se debe manipular físicamente para vaciar la muestra de baño allí situada. Por ejemplo, y con referencia a la Figura 13, la pantalla 800 puede visualizar un indicador textural 807 que sirve para indicar que un usuario debe retirar la muestra desde la punta de la sonda.

Una vez que la muestra se haya retirado desde la punta de la sonda, el dispositivo informático portátil puede mostrar automáticamente una pantalla anterior para facilitar la medición de otra celda de electrolisis (p.e., la pantalla del menú principal 400 o la pantalla de selección de la celda de electrolisis 500). Como alternativa, un usuario puede revisar los datos anteriormente recogidos (p.e., mediante el botón de revisión de datos anteriores 404 y las pantallas asociadas). A este respecto, el dispositivo informático portátil puede proporcionar, a la salida, datos textuales y/o gráficos específicos asociados con una o más medidas de la celda de electrolisis. Un usuario puede tomar una decisión de control con respecto a una o más celdas de electrolisis en respuesta a dicha salida desde el dispositivo informático portátil.

Con referencia de nuevo a la pantalla del menú principal 400 (Figura 4), un usuario puede seleccionar la medición de condición única 402 (p.e., cuando las condiciones de funcionamiento de la celda se pueden calcular a partir del sobrecalentamiento del baño) para facilitar la determinación del estado operativo de una celda de electrolisis. Procedimientos e indicadores similares, a los anteriormente descritos, se pueden utilizar durante la operación de medición de condición única. Sin embargo, la operación de medición de condición única puede durar bastante menos tiempo (p.e. no mayor que unos 30 segundos después de retirarse la muestra desde la vasija mediante la punta de la sonda) para proporcionar una salida en comparación con la medición de multi-condición (p.e. no mayor que unos 5 minutos después de que se retire la muestra desde la vasija mediante la punta de la sonda 111). La punta de la sonda y el dispositivo informático portátil pueden calibrarse también utilizando el dispositivo informático portátil (p.e., mediante el botón de calibración 403 y una pantalla asociada). Además, un usuario puede cerrar/desactivar el programa informático de la sonda desde la pantalla principal (p.e., mediante un botón de cierre 405).

El sistema interactivo anterior y sus métodos, y sus variaciones, son de utilidad particular para facilitar la medición y el análisis de las condiciones de funcionamiento de la celda. Con referencia particular a la Figura 3, las etapas facilitadas de generación (310), creación (330) y suministro a la salida (340) se puede realizar con el uso de dichos métodos y sistemas interactivos de la invención. Además, se puede realizar un error de operador restringido.

La punta de la sonda del baño puede requerir una sustitución frecuente, tal como después de un centenar o más usos o después de un contacto imprevisto con una parte indeseada de la celda de electrolisis y/o baño de la celda de electrolisis. Para facilitar la retirada rápida de la punta de la sonda, se pueden utilizar dos conjuntos de hilos de conexión en conjunción con uno o más conectores para interconectar la punta de la sonda a un receptor de la señal, en donde el conjunto de hilos de conexión asociados con la punta de la sonda se podría fácilmente retirar por intermedio de uno o más conectores de hilos de conexión.

Más en particular, y con referencia a la Figura 14, el acoplador 120 puede incluir conectores de hilos de conexión 121 adaptados para conectar y desconectar, de forma repetida y simple, un primer conjunto de hilos de conexión 122 asociado con el sistema de análisis 100 desde un segundo conjunto de hilos de conexión 123. Una tapa 124 se puede usar para proporcionar acceso a conectores 121. De este modo, la punta de la sonda se puede desconectar fácilmente desde el sistema de análisis para facilitar la sustitución, tal como después de que haya transcurrido su duración de vida útil.

El dispositivo informático portátil se puede retirar, de forma repetida y simple, desde el sistema de análisis 100, tal como cuando sea deseable su interconexión con un ordenador central distante. En otra forma de realización, y según se indicó anteriormente, los hilos de conexión 122 se pueden terminar mediante otro conector en la caja de instrumentos 136 (p.e. un conector de puerto serie o un conector de puerto USB). De este modo, el dispositivo informático portátil 135 se puede, de forma repetida y sencilla, interconectarse y desconectarse desde el sistema 100 sin necesidad de desconexión de los hilos de conexión 122, 123 desde la punta de la sonda.

El sistema de análisis se puede fabricar para facilitar la medición de numerosas celdas de electrolisis diferentes. Por ejemplo, el sistema puede apoyarse sobre una placa de soporte, o sobre el suelo de la sala de operaciones, cuando la punta de la sonda se coloca en el baño de la celda de electrolisis. Como alternativa, el sistema se puede integrar

con un soporte de carro, en donde el sistema de análisis 100 cuelga desde el carro para un desplazamiento portátil alrededor de la sala de operaciones. Asimismo, es posible el uso del sistema de análisis con otros tipos de celdas de electrolisis de metal, tal como magnesio.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un sistema para determinar una o varias condiciones de funcionamiento de una celda de electrolisis de metal y para facilitar una respuesta relativa a ellas, comprendiendo el sistema:
- una sonda de baño y
- un dispositivo informático portátil susceptible de interconectarse eléctricamente con la sonda de baño;
- 10 en donde la sonda de baño es utilizable para generar señales asociadas con medidas de temperatura obtenidas a partir de una comunicación térmica con un baño de la celda de electrolisis, en donde el dispositivo informático portátil es utilizable para recibir las señales y generar datos basados en las señales recibidas, en donde, en las condiciones de uso, el dispositivo informático portátil funciona para transformar los datos en información sobre la condición de funcionamiento asociada con al menos una condición de funcionamiento de la celda de electrolisis y en donde
- 15 la información sobre la condición de funcionamiento comprende al menos dos de entre los parámetros de la temperatura del baño, el sobrecalentamiento del baño, una concentración de un constituyente del baño y una relación de los constituyentes del baño.
- 20 **2.** El sistema según la reivindicación 1, en donde el dispositivo informático portátil es utilizable para transmitir al menos uno de los datos y la información sobre la condición de funcionamiento a un ordenador central eléctricamente interconectable al dispositivo informático portátil.
- 25 **3.** El sistema según la reivindicación 1, en donde la celda de electrolisis de metal es una celda de electrolisis de aluminio, en donde la concentración del constituyente del baño es la concentración de alúmina y en donde la relación de los constituyentes del baño es la relación de fluoruro de sodio a fluoruro de aluminio.
- 30 **4.** El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en donde el ordenador central es utilizable para visualizar un curso de acción sugerido, basado en la información sobre la condición de funcionamiento.
- 5.** El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2, 3 y 4, en donde el ordenador central es utilizable para ajustar automáticamente una o más magnitudes de entrada de la celda de electrolisis.
- 35 **6.** El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el dispositivo informático portátil es utilizable para visualizar al menos uno de los datos y la información sobre la condición de funcionamiento.
- 7.** El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el dispositivo informático portátil es utilizable para visualizar un curso de acción sugerido, basado en la información sobre la condición de funcionamiento.
- 40

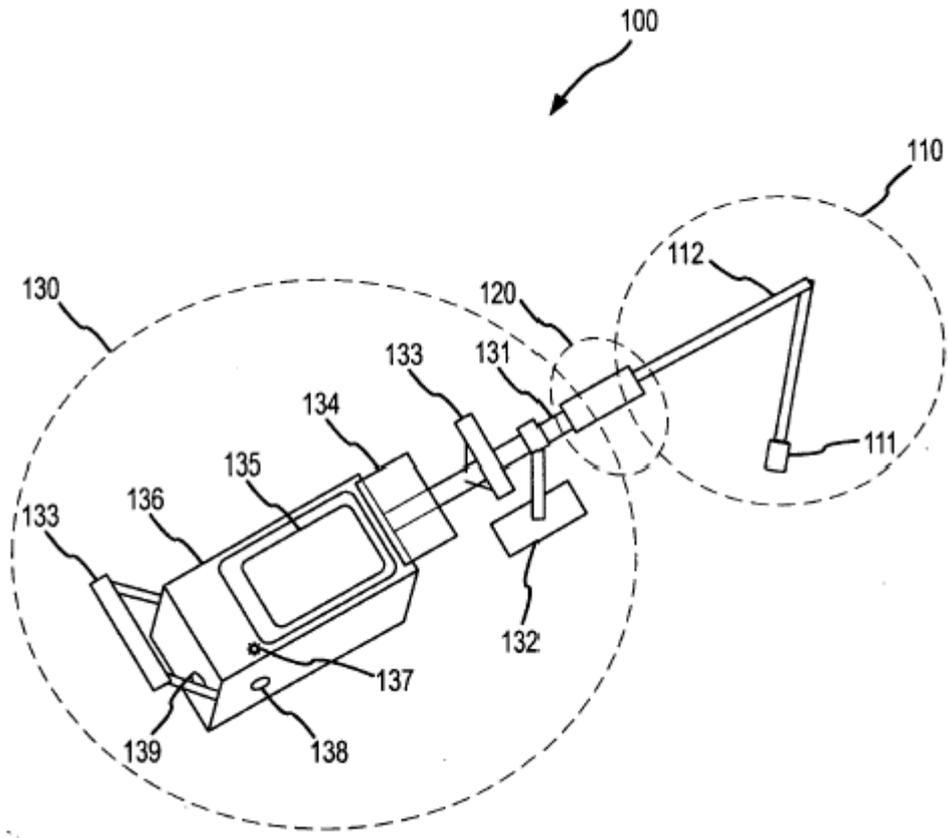


Figura 1

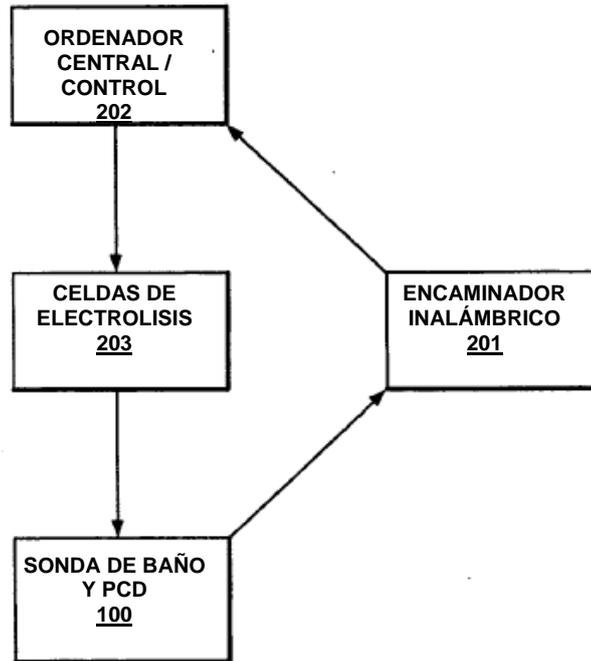


Figura 2

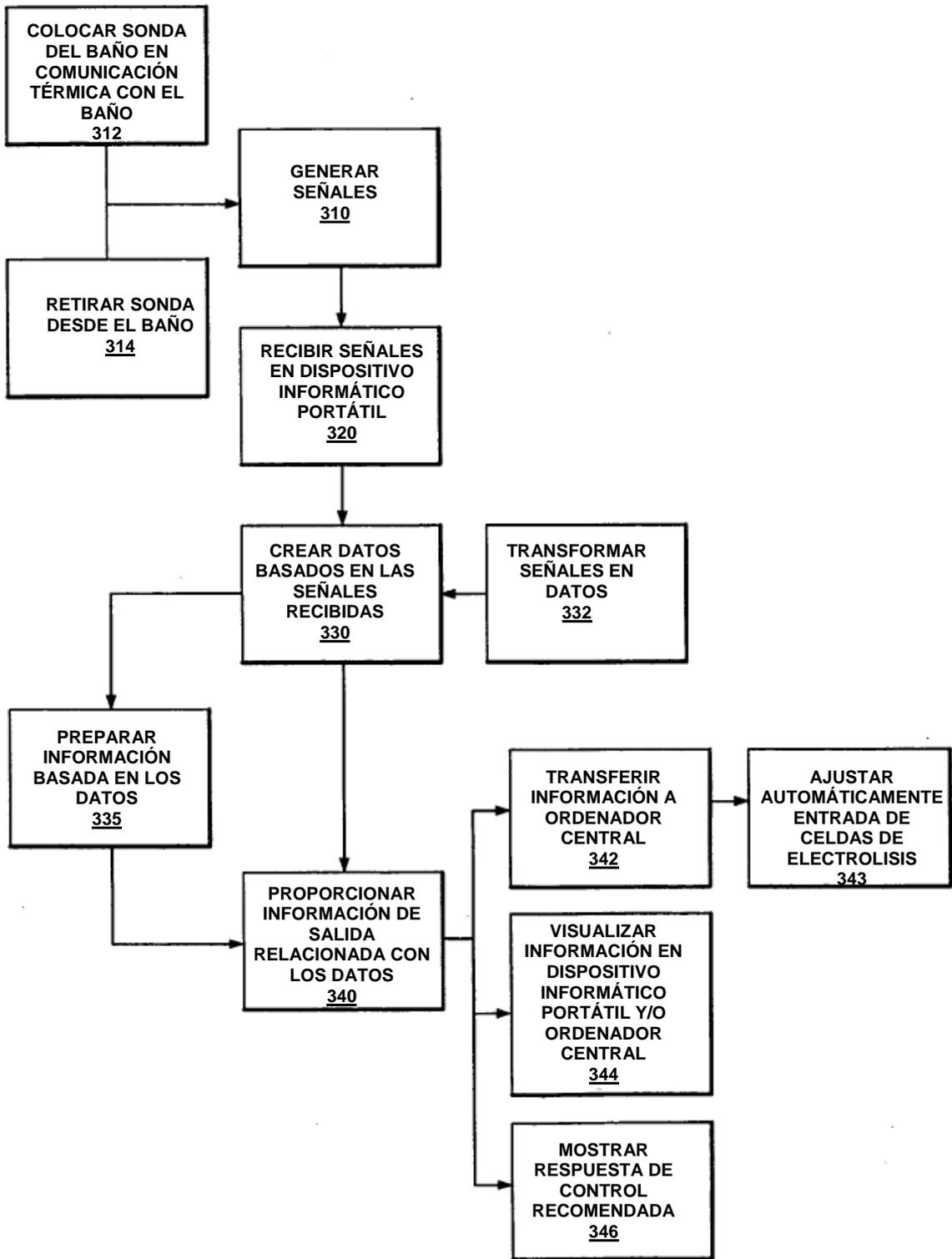


Figura 3

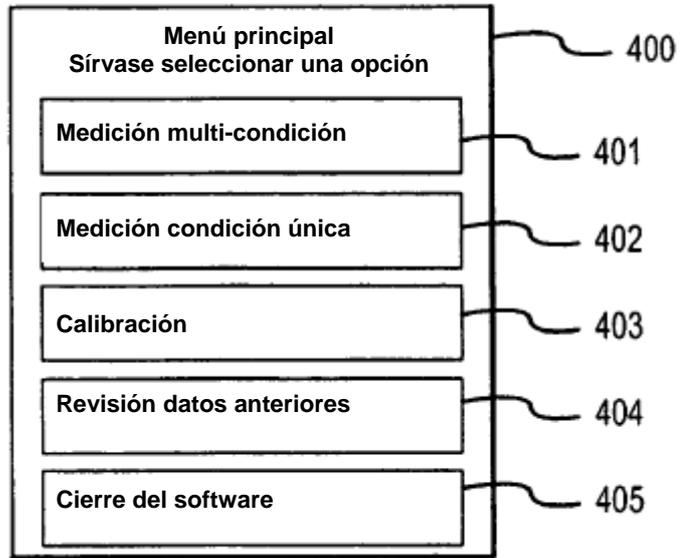


Figura 4

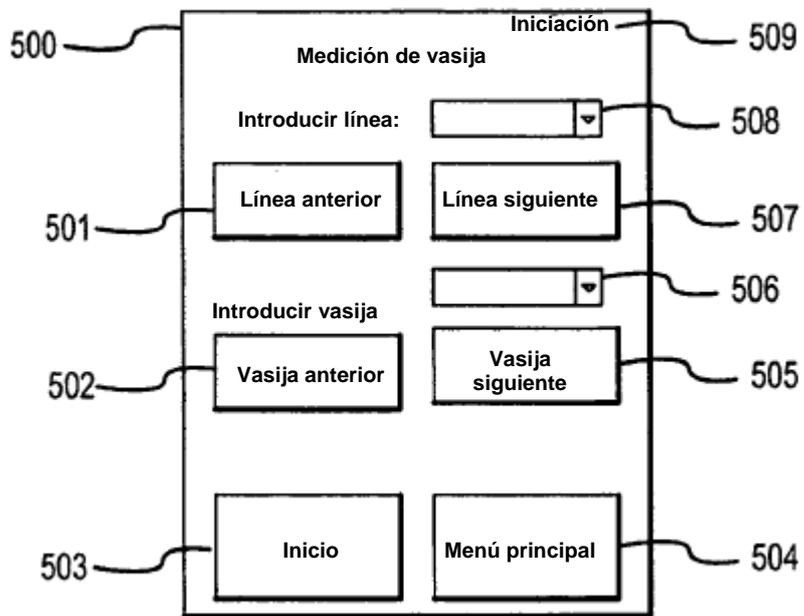


Figura 5

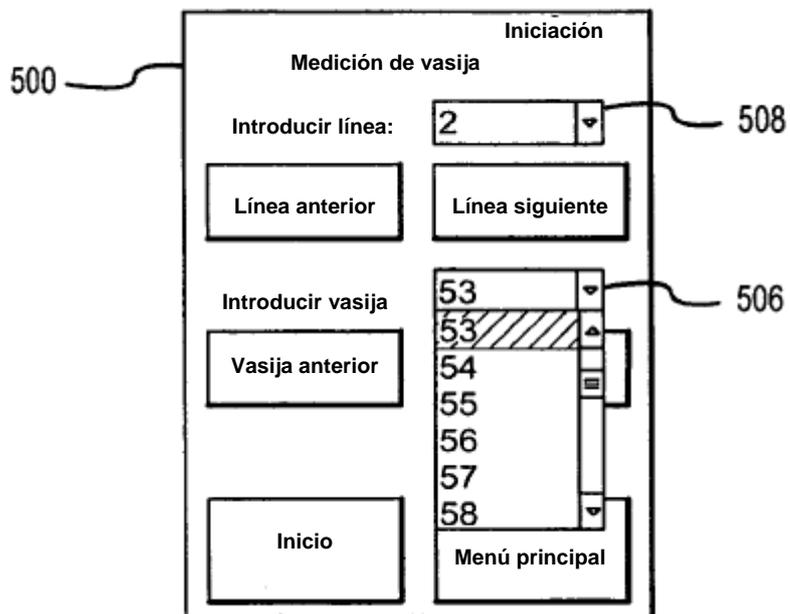


Figura 6

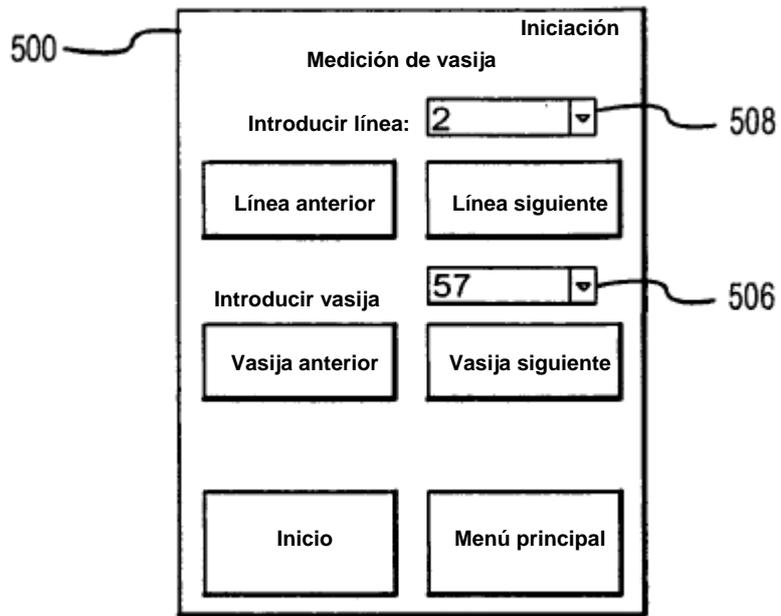


Figura 7

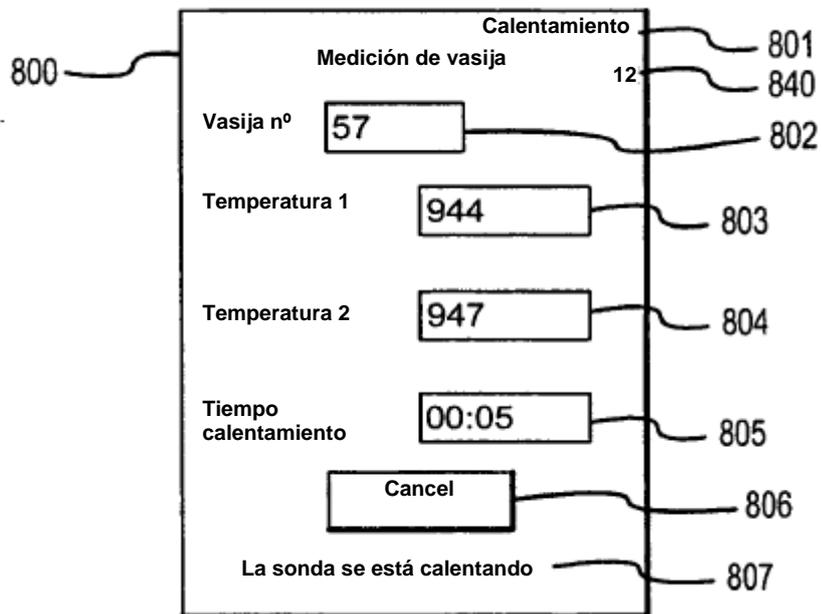


Figura 8

Calentamiento

Medición de vasija 253

Vasija nº 57

Temperatura 1 954

Temperatura 2 953

Tiempo calentamiento 00:54

Cancel

Retirar sonda desde vasija

800 840 807

Figura 9

Enfriamiento

Medición de vasija 328

Vasija nº 57

Temperatura 1 939

Temperatura 2 912

Tiempo de enfriamiento 00:04

Cancel

Registro datos enfriamiento

800 840 807

Figura 10

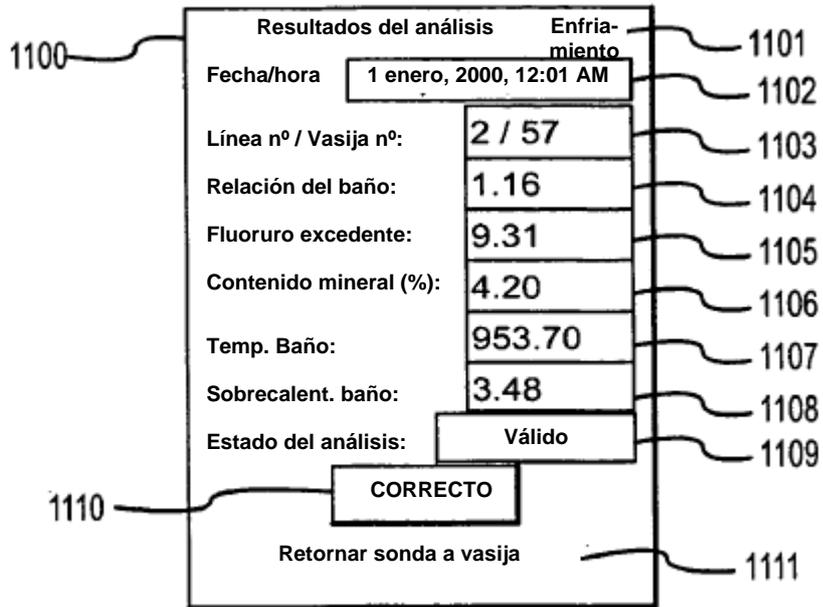


Figura 11

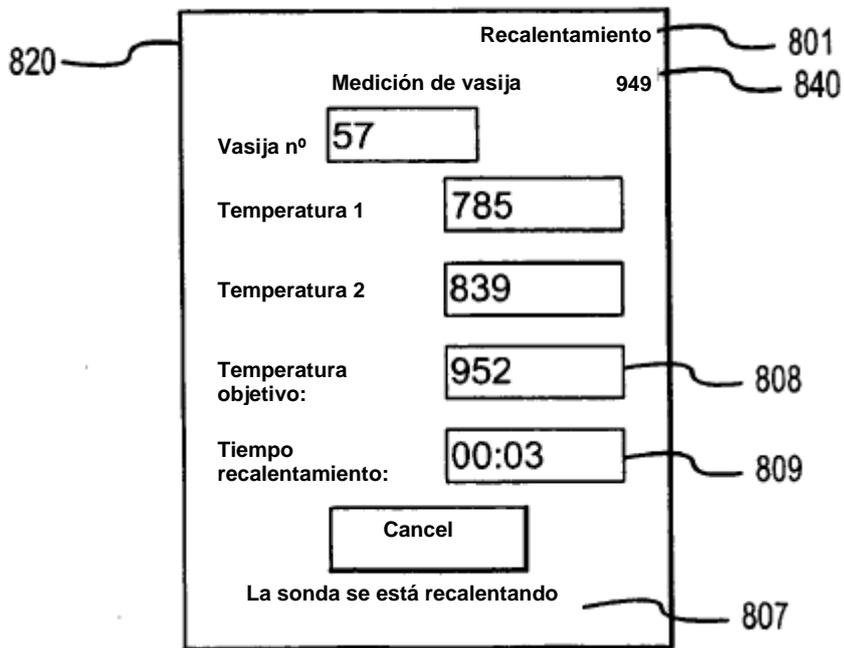


Figura 12

820

Recalentamiento

Medición de vasija 1600

801

840

Vasija nº 57

Temperatura 1 952

Temperatura 2 950

Temperatura objetivo: 952

Tiempo recalentamiento: 02:13

Cancel

Verter la sonda

807

Figura 13

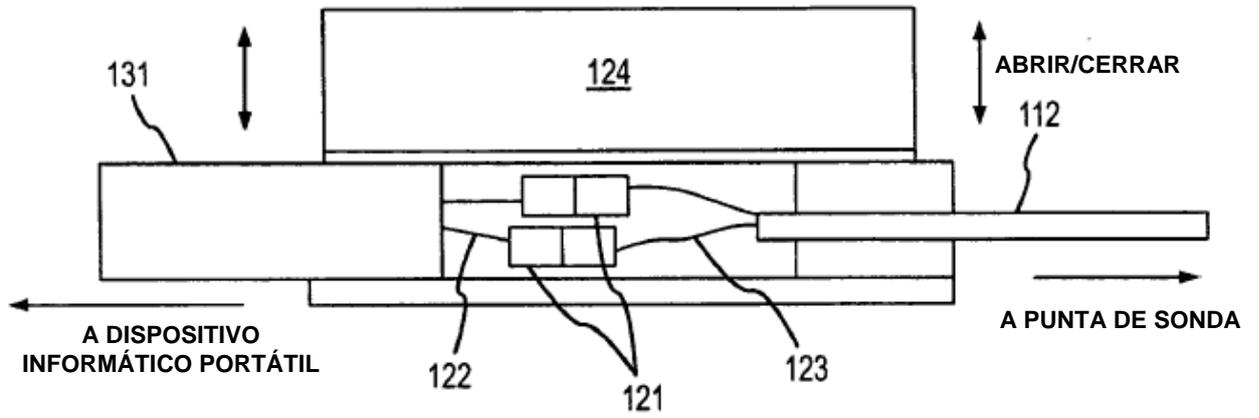


Figura 14