

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 422**

51 Int. Cl.:

F24D 19/00 (2006.01)

C02F 1/46 (2006.01)

F24H 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2014 PCT/IB2014/060003**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO14162231**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2014 E 14716428 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3063477**

54 Título: **Desincrustación electroquímica por señal pulsada reversa**

30 Prioridad:

02.04.2013 US 201361807361 P

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

14.01.2020

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**DE VRIES, JOHANNES HOTZE BERNHARD;
WIELSTRA, YTSSEN;
MULDER, BERNARDO ARNOLDUS y
DE VRIES-ARENTSEN, NIENKE CORNELIE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 737 422 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

Desincrustación electroquímica por señal pulsada reversa

5 Campo de la invención

La invención se relaciona con un método para calentar un líquido, especialmente agua, con un dispositivo de calentamiento (agua) para aplicar dicho método, así como a un dispositivo electrónico que comprende dicho dispositivo de calentamiento (agua).

10

Antecedentes de la invención

Los dispositivos de calentamiento de agua se aplican en todo tipo de aplicaciones, tal como planchas de vapor, hervidores eléctricos, máquinas expendedoras de bebidas calientes, etc. Un problema con tales dispositivos es que pueden formarse incrustaciones en los elementos de calentamiento que están en contacto con el agua.

15

Durante el funcionamiento de, por ejemplo, un dispositivo de generación de vapor, el agua se suministra a una parte de la infraestructura de agua donde se calienta, tal como en la caldera (externa) de un sistema de planchado, como una consecuencia de lo cual se puede formar una incrustación. Si la incrustación no se elimina (periódicamente), se puede producir una obstrucción, como resultado de lo cual el rendimiento del dispositivo de generación de vapor puede disminuir y, eventualmente, el dispositivo de generación de vapor puede no estar listo para ser utilizado.

20

El agua dura que contiene una cantidad significativa de Ca^{2+} y HCO_3^- (bicarbonato) puede formar una incrustación (CaCO_3) al aumentar la temperatura a través de la siguiente reacción química:

25



Especialmente el agua hirviendo separará la incrustación, la incrustación se formará en el agua, pero también en el propio elemento de calentamiento, ya que tiene la temperatura más alta. Con el tiempo, la incrustación crecerá en el elemento de calentamiento y cuando aumenten las tensiones internas, se desprenderá del elemento. Varios tratamientos de agua para prevenir la incrustación han sido reivindicados en la literatura. Un método bien conocido es el uso de intercambiadores de iones en los que el Ca^{2+} se intercambia por Na^+ o H^+ . Un segundo método bien conocido es el uso de fosfonato que, en pequeñas cantidades, se agrega al agua e inhibe la formación de cristales de siembra en el agua dura, previniendo efectivamente el crecimiento de cristales y, por lo tanto, la formación de incrustaciones.

30

35

En el anterior, un cartucho necesita ser usado con la resina de intercambio iónico en el interior. Una vez agotado, el cartucho debe regenerarse o reemplazarse por uno nuevo. En este último caso, es necesario agregar continuamente fosfonato ya que los fosfonatos tienen una estabilidad limitada a pH 7-8.5, el pH del agua dura. La adición continua se puede implementar, por ejemplo, mediante el uso de una tableta prensada que libera lentamente los fosfonatos en el agua. Esta forma de trabajar se ha utilizado en las planchas de vapor de la técnica anterior. Sin embargo, los productos químicos se agregan al agua, lo que puede ser un inconveniente, por ejemplo, cuando el agua (también) está destinada a ser potable.

40

También se han reivindicado métodos físicos para prevenir la formación de incrustaciones, pero estos pueden tener un principio de trabajo menos claro y la eficacia a veces incluso puede ser dudosa en algunos casos. Por ejemplo, el uso de (electro)imanes colocados en tubos de agua para la prevención de incrustaciones es un ejemplo de un método de prevención de incrustaciones poco conocido y no repetible.

45

Los documentos WO2012011026 y WO2012011051 describen métodos para prevenir las incrustaciones usando métodos electroquímicos.

50

El documento WO2012011051 describe las características del preámbulo de las reivindicaciones 1, 9 y 14.

55 Resumen de la invención

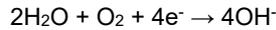
Por lo tanto, es un aspecto de la invención proporcionar un método alternativo para prevenir o reducir la incrustación en un calentador de agua y/o una disposición de calentador de agua alternativa, que preferiblemente previene o, al menos en parte, evita uno o más de los inconvenientes descritos anteriormente y/o construcciones o soluciones relativamente más complicadas de la técnica anterior. Es especialmente un objetivo de la invención prevenir o reducir la formación de incrustaciones en elementos de calentamiento (tales como una pared que se puede calentar o un calentador de inmersión) en aparatos de calentamiento y/o desincrustar superficies calcificadas de tales elementos de calentamiento.

60

En este caso, se propone la prevención y/o la eliminación de una incrustación electroquímica de un líquido (acuoso) tal como el agua. Un principio podría ser tener dos electrodos en el agua conectados con una fuente de alimentación

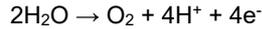
65

de DC. En el ánodo (+ electrodo) se está produciendo la oxidación. En el cátodo (- electrodo) se está produciendo una reducción; en la práctica esto significa que en el cátodo se reduce el agua:



5 La formación de OH^- aumentará el pH localmente y transformará el HCO_3^- en CO_3^{2-} . El CO_3^{2-} reaccionará con el Ca^{2+} y el calc se precipitará en el cátodo.

10 En el ánodo tiene lugar la oxidación. Cuando el material del ánodo es resistente a la oxidación, entonces el agua se oxida hacia el oxígeno y el ácido. El ácido disolverá el calc que se ha depositado en el electrodo y el electrodo permanecerá limpio cuando se use en agua caliente (dura):



15 Cuando el ánodo es reactivo, puede oxidarse. Por ejemplo, los ánodos metálicos se disolverán a menos que se utilicen metales muy estables (Pt), ciertos óxidos de metales de transición o ánodos de carbono. El acero calcificado se puede descalcificar aplicando un voltaje positivo, pero su efecto está limitado por la resistencia a la corrosión del metal, lo que hace que solo sean posibles pequeños voltajes/corrientes.

20 En resumen, tal configuración simple puede eliminar la incrustación del agua depositándola en un cátodo y manteniendo limpio el ánodo (resistente a la oxidación). Un inconveniente, además de la necesidad de material de ánodo resistente a la corrosión, puede ser que el cátodo deba limpiarse a intervalos regulares.

25 Se encontró que la incrustación (es decir, la formación de carbonato de calcio ("calc")) se puede prevenir aplicando una señal de AC a dos electrodos, uno de los cuales es un elemento de calentamiento. Mediante la reversión continua de la señal, el elemento de calentamiento alterna un ánodo o un cátodo. Esto significa que la alternancia de ácido y base se genera en la superficie del elemento de calentamiento, lo que debilita efectivamente la adhesión de la incrustación sobre el elemento de calentamiento.

30 La idea básica detrás de la señal de AC es que la corrosión se suprime al prevenir que los iones metálicos se muevan del electrodo a la solución. Cuando la señal es positiva, los iones metálicos tienden a dejar el electrodo en el agua (corrosión). Cuando la señal se invierte lo suficientemente rápido, los iones metálicos son devueltos al electrodo. Cuando la reversión es lo suficientemente rápida, los iones no pueden escapar de la capa límite en la superficie del metal y se previene la corrosión.

35 Aunque la adición de una señal de alta frecuencia puede suprimir la corrosión de una única señal de AC de baja frecuencia, existe un inconveniente. La segunda señal de AC debe tener cierta amplitud para ser efectiva. Eso significa que cuando, por ejemplo, las amplitudes de ambas señales de AC son iguales a las del pico de la señal de baja frecuencia, la amplitud la modula la segunda frecuencia, reduciéndola a 0V en el mínimo, pero doblándola en el máximo (ver abajo). La duplicación de la amplitud puede resultar nuevamente en corrosión a pesar de la presencia de la segunda señal de AC que podría haber prevenido esta corrosión debido a que la amplitud de pico supera el umbral de corrosión.

40 Además, se debe tener en cuenta que, en este ejemplo, en el pico de la señal de baja frecuencia, donde está el mayor riesgo de corrosión, la señal solo es reversada a 0V. En realidad, esto significa que ajustar la señal correcta para que un dispositivo de calentamiento de agua prevenga la formación de incrustaciones y la corrosión es bastante engorroso, ya que no solo las frecuencias deben elegirse correctamente, sino también las amplitudes (incluyendo una DC opcional). Se necesita suficiente amplitud para la prevención de incrustaciones, pero en los picos, la amplitud no debe cruzar un cierto umbral donde la capa límite en el electrodo se destruye y la corrosión se acumula.

45 Se encontró sorprendentemente que bajo condiciones muy específicas, con una señal de AC rápida con la amplitud correcta, la temperatura correcta y en una configuración en la que el líquido que se va a calentar fluye entre dos electrodos, es posible superar los inconvenientes de la técnica anterior, y la formación de incrustaciones y la corrosión se pueden prevenir y/o reducir. Sin embargo, como se indicó anteriormente, tampoco se desean frecuencias demasiado bajas o demasiado altas.

50 Por lo tanto, en un primer aspecto, la invención proporciona un método para calentar un líquido en un calentador, en el que el calentador comprende un elemento de calentamiento y un contraelectrodo, en el que el método comprende
 55 (i) calentar el líquido en el calentador calentando el elemento de calentamiento a una temperatura en el intervalo de 120-250°C, y (ii) aplicando una diferencia (V) de potencial de AC entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo, en el que la diferencia de potencial de AC varía con una frecuencia (f) de AC en el intervalo de 200-2500 Hz y tiene una amplitud, en el intervalo de 1-5 V, y en el que el líquido fluye en el calentador entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo. Por lo tanto, la invención proporciona un método en el que durante o después
 60 de calentar un líquido, el elemento de calentamiento está sujeto a una diferencia de potencial fluctuante, en el que esta fluctuación tiene una frecuencia relativamente alta, en el intervalo de 200-2500 Hz (y mientras está en contacto
 65

con un líquido acuoso (caliente), especialmente agua). Especialmente, la frecuencia de AC está en el intervalo de 400-2200 Hz, como 600-2000 Hz. El funcionamiento fuera de la frecuencia de AC indicada, es decir, una frecuencia demasiado baja o demasiado alta, tal como por ejemplo por debajo de unos 200 Hz o por encima de unos 2500 Hz, parece proporcionar peores resultados con respecto a la formación de incrustaciones y/u oxidación. Por lo tanto, sorprendentemente parece que con esta solución, la incrustación se puede prevenir y/o eliminar sustancialmente y se puede prevenir la corrosión. Cuando se suministra una corriente alterna (AC) a los electrodos, se forman ácido y base alternantes en los electrodos. Mientras que la incrustación se forma durante el calentamiento, no se adherirá sustancialmente a las paredes del electrodo ya que se disuelve y se vuelve a precipitar constantemente en la superficie del electrodo. El método también se puede utilizar para descalcificar superficies ya calcificadas.

La movilidad de los iones (en el líquido que se va a calentar o que se está calentando) depende de la temperatura. En los sistemas de calentamiento de agua operados a una potencia relativamente baja, la movilidad es relativamente baja. Cuando un calentador funciona bajo presión y con alta potencia, como por ejemplo en un calentador (de flujo) de, por ejemplo una máquina de espresso, la movilidad es relativamente alta. Parece que cuanto mayor sea la temperatura de funcionamiento, más simétrica será la señal eléctrica para prevenir la corrosión. Una señal de DC adicional puede ser baja o incluso cero cuando el calentador funciona a alta temperatura. A altas temperaturas, tal como iguales o superiores a 120°C (es decir, del elemento de calentamiento que está en contacto con el líquido), la señal puede ser especialmente simétrica.

En general, la señal tendrá un ciclo de trabajo cercano al 100%. El término "ciclo de trabajo" es conocido en la técnica, y se relaciona especialmente con el porcentaje de tiempo que una entidad pasa en un estado activo como una fracción del tiempo total considerado. Por ejemplo, cuando un potencial de AC tiene una forma sinusoidal y la señal sigue este seno, el ciclo de trabajo es del 100%. Sin embargo, durante el 25% del tiempo la señal sería cero, o por ejemplo tiene una señal opuesta (a la situación en la que la señal seguiría el seno), el ciclo de trabajo sería del 75%. Por lo tanto, especialmente el voltaje de AC se aplica con un ciclo de trabajo del pulso, siendo por ejemplo $\geq 95\%$, tal como especialmente 100%. Por lo tanto, especialmente solo se aplica el voltaje de AC, sin más adiciones o ajustes. Por lo tanto, especialmente el voltaje de AC que se aplica se basa en un solo componente (que tiene la frecuencia indicada), con un ciclo de trabajo del 100% y con un componente de DC < 0.2 V, especialmente 0 V.

También apareció en realizaciones que son especialmente beneficiosas cuando la frecuencia (f) de AC está en el intervalo de 500-1500 Hz, en las que el voltaje de AC tiene un carácter sinusoidal, y en las que la diferencia de potencial está en el intervalo de 1-5 V, como al menos 1.2 V, como 1.5-5 V, tal como especialmente 1.5-4 V. Tenga en cuenta que en la presente invención, opcionalmente, también se puede configurar el contraelectrodo como elemento de calentamiento. Por lo tanto, en una realización, el líquido puede fluir entre dos elementos de calentamiento, que se utilizan como electrodos.

En otras realizaciones adicionales, el método puede comprender calentar el elemento de calentamiento a una temperatura en el intervalo de 120-250°C, como en el intervalo de 140-200°C. Bajo las condiciones descritas aquí, esto puede implicar que el agua se puede calentar a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 80-110°C, especialmente aproximadamente de 85-100°C. El elemento de calentamiento se puede usar especialmente para calentar el líquido a una temperatura cercana a la temperatura de ebullición (del líquido). Además, el líquido puede calentarse bajo presión elevada, es decir, una presión por encima de 1 bar. Por lo tanto, en una realización, el líquido en contacto con el elemento calefactor es (traído) a una presión en el intervalo de 1-12 bar, especialmente 1-10 bar. En algún caso, la presión puede estar en el intervalo de 7-12 bar, como 7-10 bar. Para este fin, la disposición de calentador puede comprender además un dispositivo configurado para imponer una presión al líquido, especialmente una presión mayor que 1 e igual o inferior a 12 bar, tal como en el intervalo de > 1 bar y ≤ 10 bar, como por ejemplo 7-10 bar. Por ejemplo, dicho dispositivo puede ser una bomba, tal como conoce el experto en la técnica. En realizaciones específicas, el líquido (caliente) tiene una temperatura en el intervalo de 0.25-20°C menos que la temperatura de ebullición, tal como 1-15°C menos que la temperatura de ebullición. Por lo tanto, al menos parte del elemento de calentamiento puede estar en contacto con el líquido con dicha temperatura, durante al menos parte del tiempo de operación. Por lo tanto, en una realización, la invención también implica un método en el que el líquido se calienta con el elemento de calentamiento a una temperatura en el intervalo de 0.25-20°C menos que la temperatura de ebullición, tal como 1-15°C menos que la temperatura de ebullición.

El líquido puede fluir a lo largo del elemento de calentamiento. Por lo tanto, en una realización, el método puede comprender además hacer fluir el líquido a lo largo del elemento de calentamiento, especialmente con una velocidad de flujo en el intervalo de 1.5-10 ml/s, tal como en el intervalo de 2-3.5 ml/s o 4.5-7 ml/s. En una realización específica, el método puede comprender hacer fluir el líquido entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo con una velocidad de flujo en el intervalo de 1.5-10 ml/s, tal como en el intervalo de 3-6 ml/s, tal como 4-6 ml/s. Por lo tanto, en una realización, el calentador está configurado para hacer fluir el líquido entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo. En una realización específica adicional, el calentador comprende un calentador de flujo continuo, en el que el elemento de calentamiento encierra el contraelectrodo. En otra realización específica adicional, el elemento de calentamiento y el contraelectrodo tienen una distancia mutua (la más corta) en el intervalo de 0.5-5 mm. En realizaciones alternativas, el calentador comprende un calentador de flujo continuo, en el que el contraelectrodo encierra el elemento de calentamiento. En otras realizaciones más, tanto el elemento de

calentamiento como el contraelectrodo están configurados para calentar el líquido (el contraelectrodo comprende así un segundo elemento de calentamiento).

5 Especialmente beneficioso es el uso de señales de AC que tienen una forma sinusoidal o triangular o de bloque. Especialmente, las señales de AC de forma sinusoidal pueden ser de interés. Por lo tanto, en una realización específica, el voltaje de AC tiene una forma de onda sinusoidal.

10 La aplicación del voltaje de AC puede ser antes, durante o después del calentamiento del líquido (acuoso). Preferiblemente, el voltaje de AC se aplica durante el calentamiento del líquido (acuoso). La expresión "aplicar un voltaje de AC entre el elemento de calentamiento y un contraelectrodo" y expresiones similares se relacionan con las realizaciones en que tanto el elemento de calentamiento como el contraelectrodo están en contacto con el líquido (acuoso). Por lo tanto, la expresión "aplicar un voltaje de AC entre el elemento de calentamiento y un contraelectrodo" se refiere a "aplicar un voltaje de AC entre el elemento de calentamiento y un contraelectrodo, mientras que el elemento de calentamiento y el contraelectrodo están en contacto con el líquido (acuoso). La expresión "en contacto" incluye realizaciones en las que al menos parte del artículo está en contacto. Por ejemplo, al menos parte del elemento de calentamiento o al menos parte del contraelectrodo puede estar en contacto con el líquido (acuoso), respectivamente. Especialmente, el elemento de calentamiento se puede conectar a tierra.

20 Aquí, el líquido es especialmente agua (aunque otros líquidos acuosos también pueden calentarse con el método y la disposición de calentador como se describe aquí). El método se puede usar para agua dura y agua blanda, especialmente para agua que tiene una conductividad del agua de preferiblemente al menos 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

25 El elemento de calentamiento puede sumergirse directamente en el agua o puede disponerse como (parte de una) pared del calentador. En ambos casos, el elemento de calentamiento (pared) actúa como electrodo y está conectado eléctricamente al contraelectrodo. El (superficie del) elemento de calentamiento está así en contacto con el líquido (acuoso) en el calentador. Esto se indica aquí también mediante la expresión "en el que el elemento de calentamiento está en contacto con el líquido (acuoso)". Nótese que el término elemento de calentamiento se refiere así a esa parte (elemento) que está en contacto con el líquido (acuoso) y proporciona (cuando se usa el calentador para calentar el líquido (acuoso)) el calor del calentador al líquido (acuoso). Es sobre el elemento de calentamiento (o más especialmente su (parte de la) superficie que está en contacto con el líquido (acuoso)) que la incrustación puede depositarse. Por lo tanto, el término "elemento de calentamiento" puede no necesariamente referirse al dispositivo de generación de calor real que genera el calor, pero se refiere a esa parte/elemento, que transfiere el calor al líquido (acuoso). En una realización, el término "elemento de calentamiento" también puede referirse a una pluralidad de elementos de calentamiento.

35 El elemento de calentamiento para calentar el líquido (acuoso) aquí comprende preferiblemente una o más partes metálicas para calentar el líquido o es esencialmente de metal, tal como una pared de acero o un calentador de inmersión de acero. Por lo tanto, el elemento de calentamiento también se indica aquí como elemento de calentamiento metálico. Sobre este metal del elemento de calentamiento que está en contacto con el líquido (acuoso), se puede depositar la incrustación. Preferiblemente, el elemento de calentamiento para calentar el líquido (acuoso) de la presente invención comprende preferiblemente una o más partes de acero para calentar el líquido o es esencialmente de acero. Por lo tanto, el elemento de calentamiento, o la parte del elemento de calentamiento en contacto con el agua, está hecho preferiblemente de acero (aunque también pueden ser posibles otros materiales). En una realización específica, el elemento de calentamiento es un elemento de calentamiento de acero.

45 El término "contraelectrodo" también puede referirse en una realización a una pluralidad de contraelectrodos. Por ejemplo, cuando se aplica más de una señal, en principio se pueden aplicar diferentes contraelectrodos. En una realización, las señales aplicadas se aplican en contraelectrodos separados, en las que de esta forma el contraelectrodo comprende una pluralidad de contraelectrodos, y en las que el voltaje de AC se aplica entre el elemento de calentamiento y un primer contraelectrodo, y en las que se aplica un segundo voltaje de AC entre el elemento de calentamiento y un contraelectrodo adicional. Especialmente cuando se aplican dos o más señales de AC, puede ser una opción utilizar para cada señal de AC un contraelectrodo diferente.

55 El contraelectrodo puede ser, por ejemplo, un acero inoxidable o un óxido metálico mixto (MMO), un electrodo con base en carbono o de platino. Cuando la pared del calentador se utiliza como contraelectrodo, preferiblemente el contraelectrodo es de metal, más preferiblemente de acero.

60 El término "acero" aquí se refiere especialmente al acero inoxidable. Se puede aplicar cualquier grado de acero inoxidable. Preferiblemente, el acero contiene tanto Cr como Ni (por ejemplo, grado 304), mientras que la presencia adicional de pequeñas cantidades de Mo es especialmente beneficiosa (por ejemplo, grado 316 o superior).

65 El término "calentador" se usa para indicar un dispositivo que está dispuesto para calentar un líquido, tal como agua. El calentador se refiere especialmente a un calentador de agua. El término "calentador de agua" se usa para indicar un dispositivo que está dispuesto para calentar un líquido (acuoso), tal como agua. El término "calentador de agua" (aquí indicado brevemente con "calentador") puede referirse, por ejemplo, a una cámara de generación de vapor (basada en el calentamiento de un líquido (acuoso)). El calentador puede ser del tipo de calentador de flujo continuo.

- El calentador puede, por ejemplo, calentar el líquido (acuoso) en una realización a través de un dispositivo de generación de calor conectado a la pared del calentador, en el que la pared (que está en contacto con el líquido (acuoso)) es el elemento de calentamiento (para calentar el (líquido)), o puede, por ejemplo, en una realización calentar a través de un elemento en el líquido (acuoso), tal como el agua, tal como en el caso de un tipo de calentador de inmersión (en el que el elemento de calentamiento está en contacto con el líquido (acuoso)), etc. Se pueden aplicar diferentes tipos de elementos de calentamiento (al mismo tiempo). El término "calentador (de agua)" también puede referirse a una caldera (cerrada) dispuesta para producir vapor, a una caldera (cerrada) dispuesta para producir agua caliente, a un calentador de flujo continuo o a un vaporizador. En una realización específica, el calentador dispuesto para calentar un líquido (acuoso) se selecciona del grupo que consiste en un calentador de flujo continuo (véase también más abajo), un vaporizador de flujo continuo, un calentador para calentar agua y un calentador para producir vapor. Además, el calentador también puede configurarse para proporcionar agua caliente y vapor. También se incluyen bloques de calentamiento en los que el elemento de calentamiento y, por ejemplo, el tubo que lleva el agua está incrustado en un bloque de aluminio.
- El calentamiento puede ser cualquier calentamiento a temperaturas superiores a la temperatura ambiente, pero especialmente se refiere a calentar (el líquido (acuoso)) por encima de 50°C, tal como calentar especialmente el líquido (acuoso) en el calentador a una temperatura de al menos 85°C. El término calentamiento puede incluir así llevar a temperaturas elevadas, hervir y/o producir vapor.
- El calentador puede ser cualquier calentador, tal un como el calentador de un dispositivo de generación de vapor (por ejemplo, como se usa para un generador de vapor a presión (a veces también se indica como sistema de planchado)) para proporcionar vapor, un calentador de agua para proporcionar agua potable caliente como en una máquina expendedora de líquidos calientes (por ejemplo para preparar café, té, capuchino o chocolate caliente, etc.), un hervidor eléctrico, una cafetera (filtro de goteo), una máquina de espresso, una cafetera para almohadilla, una caldera (para calentamiento interno de una casa (caldera doméstica) o de un apartamento, un edificio de oficinas), una caldera industrial, etc.), un calentador de agua dispuesto en una lavadora o en un lavavajillas, o un dispositivo para eliminar las malezas con base en agua caliente (o atomizador) (dispuesto para proporcionar agua caliente para matar la maleza).
- La invención también proporciona una disposición con la que se puede aplicar el método de la invención. Por lo tanto, la invención proporciona en una realización una disposición de calentador (de agua) que comprende un calentador (de agua) dispuesto para calentar un líquido (acuoso), donde el calentador (de agua) comprende un elemento de calentamiento para calentar el líquido (acuoso) en el calentador (de agua), el elemento de calentamiento dispuesto para estar en contacto con el líquido (acuoso), y una fuente de alimentación eléctrica, dispuesta para aplicar el voltaje de AC entre el elemento de calentamiento y un contraelectrodo. Por lo tanto, la disposición de calentador puede ejecutar el método descrito aquí.
- Por lo tanto, la invención proporciona además una disposición de calentador (de agua) que comprende un calentador, dispuesto para calentar un líquido, que comprende un elemento de calentamiento para calentar el líquido en el calentador y un contraelectrodo, una unidad de flujo configurada para hacer fluir el líquido entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo, y una fuente de alimentación eléctrica configurada para aplicar una diferencia de potencial de AC entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo, en el que la diferencia de potencial de AC varía con una frecuencia (f) de AC en el intervalo de 200-2500 Hz y tiene una amplitud en el intervalo de 1-5 V.
- En otra realización adicional, el calentador está configurado para hacer fluir el líquido entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo, y en el que el calentador comprende un calentador de flujo continuo, en el que el elemento de calentamiento encierra el contraelectrodo (véase, sin embargo, también anteriormente). Los calentadores de flujo continuo se describen entre otros en los documentos WO2006/067695 y WO2010/055472, que se incorporan aquí como referencia.
- Por lo tanto, en un aspecto adicional, la invención proporciona un dispositivo electrónico que comprende dicha disposición de calentamiento en la que el dispositivo electrónico está dispuesto para producir agua caliente y/o vapor. Especialmente, el dispositivo electrónico puede seleccionarse en una realización del grupo que consiste en una plancha, un generador de vapor presurizado, un generador de vapor no presurizado (a veces también se indica como un vaporizador de ropa), una máquina expendedora de líquidos calientes, un hervidor eléctrico, una cafetera (filtro de goteo), una máquina de espresso, una cafetera para almohadillas, una lavadora, un lavavajillas y un dispositivo (atomizador) para eliminar las malezas con base en agua caliente. La máquina expendedora de líquidos calientes puede por ejemplo relacionarse con una cafetera, una máquina de espresso, una máquina de café para almohadilla, una máquina de chocolate caliente, una máquina para almohadilla de chocolate caliente, una máquina de sopas, una máquina de té caliente y una máquina expendedora que puede tener dos o más de esas funcionalidades. Por lo tanto, la invención proporciona además especialmente un dispositivo electrónico para proporcionar una bebida que comprende un líquido a temperatura elevada, donde el dispositivo electrónico comprende una disposición de calentador (de agua) como se define aquí, en la que el dispositivo electrónico está dispuesto para producir agua caliente y/o vapor para la bebida. Dicha bebida puede ser café, té, espresso y chocolate caliente. En una realización, el dispositivo electrónico o la máquina expendedora también pueden opcionalmente producir uno o más de un espresso macchiato, espresso con panna, café latte, blanco puro, café

breve, capuchino, café moca, americano, latte macchiato, ojo rojo, café du lait, ristretto, espresso doppio, café creme, espresso, etc. etc.

5 En otro aspecto adicional, la invención también proporciona el uso de una diferencia de potencial de AC entre un elemento de calentamiento y un contraelectrodo ambos en contacto con un líquido caliente, en la que la diferencia de potencial de AC varía con una frecuencia (f) de AC en el intervalo de 200 a 2500 Hz y tiene una amplitud en el intervalo de 1 a 5 V, para prevenir o reducir la incrustación del elemento de calentamiento. Como se mencionó anteriormente, el voltaje de AC definido aquí se aplica preferiblemente durante el calentamiento del líquido (acuoso) en el calentador con el elemento de calentamiento. Esto puede tener el mayor impacto en la prevención y/o
10 reducción de la incrustación en el elemento de calentamiento.

En una realización, el método incluye además una medición de la conductividad del líquido (acuoso) y, opcionalmente, de otros parámetros, y opcionalmente controla el voltaje de AC y opcionalmente uno o más otros parámetros en función de la medición y una relación predefinida entre la conductividad (y los otros parámetros opcionales) y el voltaje de AC y opcionalmente uno o más otros parámetros. Se pueden seleccionar uno o más otros parámetros opcionales que pueden medirse del grupo que consiste en la temperatura del líquido (acuoso), el pH del líquido (acuoso), la corriente que se está ejecutando (entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo), la caída de voltaje cuando se conectan los dos electrodos (es decir, el elemento de calentamiento y el contraelectrodo), etc. Especialmente, el método puede involucrar el control de una o más de la diferencia de potencial y la frecuencia (f) de AC, y opcionalmente el ciclo de trabajo como función de uno o más de (i) una corriente entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo, y (ii) una conductividad eléctrica del líquido. Especialmente, se mide la corriente entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo. Las mediciones de corriente y/o conductividad pueden proporcionar información sobre los procesos químicos que ocurren.
15

25 Típicamente, la densidad de corriente (es decir, entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo) está en el intervalo de 0.1-10 mA/cm², especialmente 0.1-5 mA/cm², tal como especialmente 0.2-0.6 mA/cm², cuando utilizando un elemento de calentamiento plano o un elemento de calentamiento en forma de espiral en un sistema de caldera, o especialmente 0.2-5 mA/cm² para un calentador de flujo continuo.

30 La fuente de alimentación eléctrica puede ser cualquier sistema que pueda generar un voltaje de AC. Opcionalmente, una o más de la frecuencia de la AC, el voltaje pico a pico de la AC, etc., son variables y controlables, por ejemplo, una o más pueden controlarse en relación con un parámetro como la conductividad eléctrica del líquido y/o la temperatura del líquido, o la corriente que se está ejecutando. El término fuente de alimentación eléctrica también puede referirse en una realización a una pluralidad de fuentes de alimentación eléctrica. En principio, cada voltaje puede ser generado por una fuente de alimentación eléctrica diferente.
35

La aplicación del voltaje (es decir, la diferencia de potencial) se puede aplicar preferiblemente de manera permanente durante el tiempo en que el líquido (acuoso) está a temperaturas elevadas, pero en una realización también se puede aplicar periódicamente. Opcionalmente, el voltaje se aplica antes o después del calentamiento del líquido (acuoso). Sin embargo, los mejores resultados se obtienen cuando el voltaje se aplica al menos durante el calentamiento del líquido (acuoso).
40

Especialmente, la conductividad del agua está en el intervalo de 100-50,000 µS/cm y la temperatura del agua está en el intervalo de 50°C-temperatura de ebullición; especialmente ≥ 85°C.
45

El término "sustancialmente" aquí, tal como en "consiste sustancialmente", será entendido por el experto en la técnica. El término "sustancialmente" también puede incluir realizaciones con "en su totalidad", "completamente", "todo", etc. Por lo tanto, en realizaciones, el adjetivo también puede eliminarse sustancialmente. Cuando sea aplicable, el término "sustancialmente" también puede referirse a 90% o más, como 95% o más, especialmente 99% o más, incluso más especialmente 99.5% o superior, incluyendo 100%. El término "comprende" incluye también realizaciones en las que el término "comprende" significa "consiste en".
50

Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones, se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Debe entenderse que los términos utilizados de esta manera son intercambiables bajo circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas aquí son capaces de funcionar en otras secuencias distintas de las descritas o ilustradas aquí.
55

Los dispositivos o aparatos aquí se describen, entre otros, durante la operación. Como quedará claro para el experto en la técnica, la invención no se limita a los métodos de funcionamiento o los dispositivos en funcionamiento.
60

Debe observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia colocado entre paréntesis no debe interpretarse como una limitación de la reivindicación. El uso del verbo "para comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o pasos que no sean los indicados en una reivindicación. El artículo "un" o "una"
65

que precede a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. El término "y/o" indica especialmente "uno o más de". La invención puede implementarse por medio de equipos que comprenden varios elementos distintos, y por medio de un ordenador adecuadamente programado. En la reivindicación del dispositivo que enumera varios medios, varios de estos medios pueden estar incorporados por uno y el mismo elemento de hardware. El mero hecho de que ciertas medidas se reciten en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda utilizar para obtener ventajas.

La invención se aplica adicionalmente a un aparato o dispositivo que comprende una o más de las características de caracterización descritas en la descripción y/o mostradas en los dibujos adjuntos. La invención se refiere además a un método o proceso que comprende una o más de las características de caracterización descritas en la descripción y/o mostradas en los dibujos adjuntos.

Los diversos aspectos discutidos en esta patente pueden combinarse con el fin de proporcionar ventajas adicionales. Además, algunas de las características pueden formar la base para una o más aplicaciones divisionales.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la invención se describirán ahora, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos en los que los símbolos de referencia correspondientes indican partes correspondientes, y en las que:

Las Figs. 1a-1c representan esquemáticamente algunas configuraciones posibles de una disposición de calentador donde el elemento de calentamiento se sumerge en el agua o donde el elemento de calentamiento es una pared de un calentador (de agua), e indica algunos aspectos de la invención; y

Las Figs. 2a-2c representan esquemáticamente algunos ejemplos de la electroquímica y los voltajes de AC.

Descripción detallada de las realizaciones

La Figura 1a muestra esquemáticamente una disposición 1 de calentador (de agua) ("disposición de calentador") que comprende un calentador 100 ("calentador") (de agua), dispuesto para calentar un líquido 20 (acuoso). El líquido 20 (acuoso), especialmente el agua, está contenida en el calentador 100. El calentador 100 comprende un elemento 110 de calentamiento metálico para calentar el líquido 20 (acuoso) en el calentador 100. La disposición 1 de calentador comprende además una fuente de alimentación 200 eléctrica, dispuesta para aplicar un voltaje de AC entre el elemento 110 de calentamiento y un contraelectrodo 120. Mediante la aplicación del voltaje, el elemento 110 de calentamiento metálico está protegido contra la incrustación y/o puede eliminarse la incrustación formada. La Figura 1a muestra esquemáticamente una realización de un calentador de flujo continuo (FTH), en la que el calentador 100 es un calentador a través del cual fluye el líquido 20 (acuoso), mientras se calienta. En la realización esquemática de la figura 1a, un dispositivo 115 de generación de calor está conectado a la pared del calentador 100, y una barra dentro del calentador se usa como contraelectrodo 120. La pared está conectada a un dispositivo 115 de generación para calentar la pared y es preferiblemente de acero (inoxidable); la pared está en contacto con el líquido (acuoso) (no representado) y, por lo tanto, se utiliza como elemento 110 de calentamiento. El contraelectrodo 120 puede comprender un material como se indica en la descripción anterior para la figura 1b. El elemento (110) de calentamiento y el contraelectrodo (120) tienen una distancia (d_2) (mutua), que puede por ejemplo estar en el intervalo de 0.5-5 mm.

Opcionalmente, el elemento de calentamiento circunferencial y el contraelectrodo pueden disponerse al revés, con el contraelectrodo que encierra el elemento de calentamiento (esta realización no se muestra).

La Figura 1b representa esquemáticamente sustancialmente la misma realización que se representa esquemáticamente en la figura 1a, pero ahora en una vista de corte transversal. Los elementos 115 calientan la pared del calentador 100. Por lo tanto, la pared se indica como elemento 110 de calentamiento. Sobre esta pared, es decir, el elemento 110 de calentamiento, y el contraelectrodo 120, se aplica un voltaje con la fuente 200 de alimentación eléctrica. Aquí, la pared se utiliza como elemento 110 de calentamiento, y es preferiblemente de acero (inoxidable). El contraelectrodo 120 puede comprender un material como se indica en la descripción anterior para la figura 1b.

La Fig. 1c muestra esquemáticamente un ejemplo de una máquina expendedora como ejemplo de un dispositivo 2 electrónico. La referencia 300 indica una bebida.

Una idea básica detrás de la señal de AC es que la corrosión se suprime al prevenir que los iones metálicos se muevan del electrodo a la solución. Cuando la señal es positiva, los iones metálicos tienden a dejar el electrodo en el agua (corrosión). Cuando la señal se invierte lo suficientemente rápido, los iones metálicos vuelven al electrodo. Cuando la reversión es lo suficientemente rápida, los iones no pueden escapar de la capa límite en la superficie del metal y se previene la corrosión. La Fig. 2a muestra esquemáticamente dos electrodos, como el elemento de

calentamiento y el contraelectrodo. Los electrodos están indicados con EL. Cuando se aplica un voltaje de AC, se formará una carga superficial SC, que cambia de signo continuamente debido al carácter de AC. En la vecindad de los electrodos, habrá una doble capa eléctrica, indicada con DL. La línea discontinua indica el plano de deslizamiento SP que separa el fluido móvil del fluido que permanece adherido a la superficie. La Fig. 2b muestra una solución a modo de referencia, en la que una AC lenta se modula con una AC rápida. Aunque la adición de una señal de alta frecuencia puede suprimir la corrosión de una sola señal de AC de baja frecuencia, existe un inconveniente. La segunda señal de AC debe tener cierta amplitud para ser efectiva. Eso significa que cuando, por ejemplo, las amplitudes de ambas señales de AC son iguales a las del pico de la señal de baja frecuencia, la amplitud la modula la segunda frecuencia, reduciéndola a 0 V en el mínimo, pero doblándola al máximo (figura 2b). La duplicación (en este ejemplo) de la amplitud puede resultar nuevamente en corrosión a pesar de la presencia de la segunda señal de AC que podría haber prevenido esta corrosión debido a que la amplitud de pico supera el umbral de corrosión.

La Fig. 2c muestra esquemáticamente diferentes señales de AC, con a) que indica una señal de onda triangular, b) que indica una señal sinusoidal y c) que indica una señal de onda de bloque. Los mejores resultados se obtienen con la señal sinusoidal.

La disposición 1 de calentador puede comprender además un sensor (no representado) para detectar parámetros como la conductividad del líquido (acuoso), la temperatura del líquido (acuoso), etc. Además, la disposición 1 de calentador puede comprender además un controlador, para controlar una o más características de la AC y el cambio temporal de la diferencia de potencial. El controlador puede controlar esas una o más características dependiendo de uno o más parámetros y una o más relaciones predefinidas entre uno o más parámetros y una o más características.

Ejemplos

Preparación de agua

Se realizaron soluciones madre de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (65.6gr/ltr), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (38gr/ltr) y NaHCO_3 (76.2 gr/ltr). El agua dura estándar se preparó mezclando 50 gramos de cada solución madre en 9 litros de agua desionizada y agregando hasta 10 litros. El agua resultante tenía una dureza total de 16.8 °DH y una dureza temporal de 11.2 °DH.

La dureza total se define como $2.8 \times 2 \times [\text{mmol/ltr Ca} + \text{mmol Mg/ltr}]$. La dureza temporal se define como $2.8 \times [\text{mmol HCO}_3/\text{ltr}]$.

La primera serie de ejemplos son ejemplos comparativos. Estos ejemplos muestran que no cada señal de CA conduce a los resultados deseados y que el ajuste de una diferencia de potencial de AC tampoco siempre conduce a los resultados deseados.

Experimentos de corrosión (baja temperatura)

En los siguientes ejemplos, el efecto de varios parámetros se muestra especialmente en la corrosión de los electrodos cuando aumenta la amplitud. En un experimento típico, dos electrodos de acero inoxidable (grado 316) de 2.5 y 6 mm de diámetro se sumergieron en un vaso lleno de agua dura estándar. El agua se calentó a 75°C y se aplicó una señal eléctrica a través de los electrodos. La corriente se ejecutó durante 30 minutos y los electrodos se inspeccionaron visualmente.

Experimento 1 comparativo

Se aplicó una señal de AC sinusoidal de 3V y 0.5 Hz a través de los dos electrodos. La corrosión severa ocurrió en ambos electrodos.

Experimento 2 comparativo

Se modula una señal de 3V y 0.5Hz con un pulso que invierte la señal en 100Hz a 80% de ciclo de trabajo y se aplicó en los dos electrodos como en el experimento anterior. Después de 30 minutos los electrodos fueron inspeccionados visualmente. El electrodo pequeño (2,5 mm) mostró un tono amarillo débil mientras que el electrodo de 6 mm era incoloro.

Experimento 3 comparativo

Se modula una señal de 3V y 0.5Hz con 100Hz a 85% de ciclo de trabajo y se aplicó en los dos electrodos como en el experimento anterior. Después de 30 minutos los electrodos fueron inspeccionados visualmente. El electrodo pequeño (2,5 mm) mostró un tono amarillo débil mientras que el electrodo de 6 mm mostraba una pequeña decoloración. La coloración del ciclo de trabajo del 85% fue comparable al ciclo de trabajo del 80% del experimento 2.

Experimento 4 comparativo

5 Se moduló una señal de 3V y 0.5Hz con 100Hz a 90% de ciclo de trabajo y se aplicó en los dos electrodos como en el experimento anterior. Después de 30 minutos los electrodos fueron inspeccionados visualmente. El electrodo pequeño (2.5 mm) se había corroído y mostraba un color amarillo intenso. También el electrodo más grande de 6 mm era claramente de color amarillo.

10 Los experimentos anteriores muestran claramente el efecto de revertir la señal de base a una cierta frecuencia para prevenir la corrosión y el efecto del ciclo de trabajo de los pulsos.

Experimento 5 comparativo

15 Se moduló una señal de 3V y 0.5Hz con 50Hz en lugar de 100Hz a 80% de ciclo de trabajo y se aplicó en los dos electrodos como en el experimento anterior. Después de 30 minutos los electrodos fueron inspeccionados visualmente. El electrodo pequeño (2.5 mm) era ligeramente amarillo al igual que el electrodo de 6 mm. La decoloración fue más fuerte que con el pulso de 100Hz.

Experimento 6 comparativo

20 Se moduló una señal de 3V y 0.5Hz con 100Hz a 80% de ciclo de trabajo y aplicado sobre los dos electrodos. La señal no fue 100% reversada sino solo a 0V. Después de 30 minutos los electrodos fueron inspeccionados visualmente. El electrodo pequeño (2.5 mm) se había corroído gravemente mientras que el electrodo de 6 mm era de color amarillo.

Experimento 7 comparativo

25 Se moduló una señal de 3V y 0.1Hz con 100Hz a 80% de ciclo de trabajo cuando está en amplitud positiva y con 100Hz a 20% cuando está en amplitud negativa. (El electrodo de 2.5 mm se conectó al terminal positivo). El electrodo de 2.5 mm mostró un color amarillo mientras que el electrodo de 6 mm estaba limpio. Además de eso, los 6 mm mostraron una formación de incrustaciones. Este último indica que claramente el agua se descompuso debido a los ciclos de trabajo que el electrodo de 6 mm estaba enfrentando continuamente a un alto pH que daba lugar a la formación de incrustaciones.

35 Configuración de prueba para un calentador de flujo continuo

40 El calentador se muestra esquemáticamente en las figuras 1c y 1d. El tubo exterior, primer elemento 110 de calentamiento, es un tubo de acero inoxidable con dos dispositivos 115 de generación de calor en ambos lados. El tubo exterior tiene una longitud de 15 cm y un diámetro interior de 13 mm. Juntos, de hecho forman un elemento de calentamiento, rodeado de aluminio, con el que el líquido está en contacto cuando el líquido fluye a través del tubo. El tubo interno también puede ser de acero inoxidable, y tenía un diámetro mayor que el que se muestra esquemáticamente en la fig. 1c/1d: como contraelectrodo 120, se insertó un tubo de acero inoxidable de 8 mm de diámetro en el tubo. El agua pasó a través del área entre los dos tubos de acero inoxidable a una velocidad de 2.25 ml/s; la presión en el sistema de calentamiento era de 6-10 bar. Tanto el tubo exterior como el tubo interior del sistema de calentamiento de agua se conectaron eléctricamente. Un ciclo de prueba típico consistió en calentar el agua durante 70 segundos y enfriar durante 50 segundos. Este ciclo se repitió 500 veces.

Experimento 8 comparativo

50 Dicho calentador (de agua) se usó para probar la calcificación por los dos tipos de agua sin ninguna señal eléctrica aplicada a través de los dos electrodos. En ambos casos, especialmente la pared se calcificó completamente y se formó una capa densa de incrustación que se adhirió fuertemente a la pared.

Experimentos de corrosión

55 En los siguientes ejemplos, el efecto de varios parámetros se muestra especialmente en la corrosión de los electrodos cuando se cambia la frecuencia y la amplitud. Los experimentos se realizaron con un calentador de flujo continuo. El calentador consiste en un tubo de acero inoxidable (grado 316), con un diámetro interno de 13 mm, que funciona como electrodo. Dos elementos de calentamiento están conectados al exterior del tubo. Dentro del tubo de acero se monta un segundo tubo (grado 304). El segundo tubo tiene un diámetro exterior de 8 mm y funciona como el 2do electrodo. El agua fluye entre los dos tubos. Un experimento típico consiste en 500 ciclos, donde cada ciclo comprende calentar 150 ml de agua dura estándar a 100 grados Celsius y una señal eléctrica aplicada a través de los electrodos. El agua se calienta y se dispensa con 2.25 ml/s a alta presión, entre 6 y 10 bares, que se asemejan a las condiciones de espresso. Un experimento corresponde a 1500 tazas de espresso.

65 Experimento 1

ES 2 737 422 T3

Se aplicó una señal de AC sinusoidal con una amplitud de 2.8V y una frecuencia de 200 Hz a través de los dos electrodos. Se produjo corrosión por picadura en el tubo exterior y se produjo la coloración de ambos electrodos.

5 Experimento 2

Se aplicó una señal de AC sinusoidal con una amplitud de 2.8V y una frecuencia de 1000 Hz a través de los dos electrodos. No se produjo corrosión. Acumulación de calc casi ausente.

10 Experimento 3

Se aplicó una señal de AC sinusoidal con una amplitud de 2.8V y una frecuencia de 2000 Hz a través de los dos electrodos. No se produjo corrosión y no se observó ningún efecto de descalcificación.

15 Si la frecuencia es demasiado baja, los iones metálicos aún escapan del electrodo al agua y se producirá corrosión. Si la frecuencia es demasiado alta, no hay tiempo suficiente para que se forme ácido y actúe sobre el calc. Es importante tener en cuenta que la única aplicación de una señal de AC para prevenir la calcificación solo funcionará si la movilidad de los iones es alta; en los experimentos, la temperatura de pared del calentador de flujo continuo está entre 140 y 180 grados Celsius.

20 Experimento 4

Se aplicó una señal de AC sinusoidal con una amplitud de 1.6V y una frecuencia de 1000 Hz a través de los dos electrodos. No se produjo corrosión y el efecto de descalcificación es limitado.

25 Experimento 5

Se aplicó una señal de AC sinusoidal con una amplitud de 3.2V y una frecuencia de 1000 Hz a través de los dos electrodos. Se produjo corrosión por picadura.

30 Comparando los experimentos 4 y 5 con el experimento 1, se demuestra la importancia de la amplitud. Una baja amplitud previene la corrosión, pero no se forma suficiente ácido para prevenir efectivamente la calcificación. Una amplitud demasiado alta inducirá la corrosión.

35 Se realizaron experimentos adicionales con una señal de bloque:

Experimento 6

40 Se aplicó una señal de AC en forma de bloque con una amplitud de 1.6V y una frecuencia de 1000 Hz a través de los dos electrodos. Sin corrosión; efecto de descalcificación limitado.

Experimento 7

45 Se aplicó una señal de AC en forma de bloque con una amplitud de 2.0V y una frecuencia de 1000 Hz a través de los dos electrodos. Ambos electrodos muestran coloración.

Experimento 8

50 Se aplicó una señal de AC en forma de bloque con una amplitud de 2.8V y una frecuencia de 1000 Hz a través de los dos electrodos. Los resultados son menos ventajosos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para calentar un líquido (20) en un calentador (100), en el que el calentador (100) comprende un elemento (110) de calentamiento y un contraelectrodo (120), en el que el método comprende (i) calentar el líquido (20) en el calentador (100) calentando el elemento (110) de calentamiento y (ii) aplicando una diferencia de potencial de AC entre el elemento (110) de calentamiento que actúa como electrodo y el contraelectrodo (120), en el que el líquido fluye en el calentador (100) entre el elemento (110) de calentamiento y el contraelectrodo (120), caracterizado porque la diferencia de potencial de AC varía con una frecuencia (f) de AC en el intervalo de 200-2500 Hz y tiene una amplitud en el intervalo de 1-5 V, y en el que (i) comprende calentar el líquido (20) en el calentador (100) calentando el elemento (110) de calentamiento a una temperatura en el intervalo de 120-250°C.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la frecuencia (f) de AC es el intervalo de 500-1500 Hz, en el que el voltaje de AC tiene un carácter sinusoidal, y en el que la diferencia de potencial está en el intervalo de 1.5-4 V.
3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende calentar el líquido a una temperatura cercana a la temperatura de ebullición del líquido.
4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende hacer fluir el líquido (20) entre el elemento (110) de calentamiento y el contraelectrodo con una velocidad de flujo en el intervalo de 1.5-10 ml/s.
5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el calentador comprende un calentador de flujo continuo, en el que el elemento (110) de calentamiento encierra el contraelectrodo (120).
6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento (110) de calentamiento y el contraelectrodo (120) tienen una distancia (d2) mutua en el intervalo de 0.5-5 mm.
7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el líquido (20) en contacto con el elemento (110) de calentamiento está a una presión en el intervalo de 7-12 bar.
8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método implica controlar una o más de la diferencia de potencial y la frecuencia (f) de AC en función de una o más de (i) una corriente entre el elemento de calentamiento y el contraelectrodo, y (ii) una conductividad eléctrica del líquido.
9. Una disposición (1) de calentador que comprende un calentador (100), dispuesto para calentar un líquido (20), que comprende un elemento (110) de calentamiento para calentar el líquido (20) en el calentador (100) y un contraelectrodo (120), una unidad (250) de flujo configurada para hacer fluir el líquido (20) entre el elemento (110) de calentamiento que actúa como electrodo y el contraelectrodo (120), y una fuente de alimentación (200) eléctrica configurada para aplicar una diferencia de potencial de AC entre el elemento (110) de calentamiento y el contraelectrodo (120), caracterizada porque la diferencia de potencial de AC varía con una frecuencia (f) de AC en el intervalo de 200-2500 Hz y tiene una amplitud en el intervalo de 1-5 V.
10. La disposición (1) del calentador de acuerdo con la reivindicación 9, en la que el calentador comprende un calentador de flujo continuo, en el que el elemento (110) de calentamiento encierra el contraelectrodo (120).
11. La disposición del calentador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-10, en la que el elemento (110) de calentamiento y el contraelectrodo (120) tienen una distancia (d2) mutua en el intervalo de 0.5-5 mm.
12. Un dispositivo (2) electrónico para proporcionar una bebida que comprende un líquido a temperatura elevada, donde el dispositivo (2) electrónico comprende una disposición de calentador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que el dispositivo (2) electrónico está dispuesto para producir agua caliente y/o vapor para la bebida.
13. El dispositivo (2) electrónico de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el dispositivo electrónico es una máquina expendedora.
14. Uso de una diferencia de potencial de AC entre un elemento (110) de calentamiento que actúa como electrodo y un contraelectrodo (120), ambos en contacto con un líquido (20) caliente, caracterizado porque la diferencia de potencial de AC varía con la frecuencia (f) de AC en el intervalo de 200-2500 Hz y tiene una amplitud en el intervalo de 1-5 V, para prevenir o reducir la incrustación del elemento (110) de calentamiento.
15. Uso de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el líquido (20) caliente tiene una temperatura en el intervalo de 0.25-20°C menos que la temperatura de ebullición.

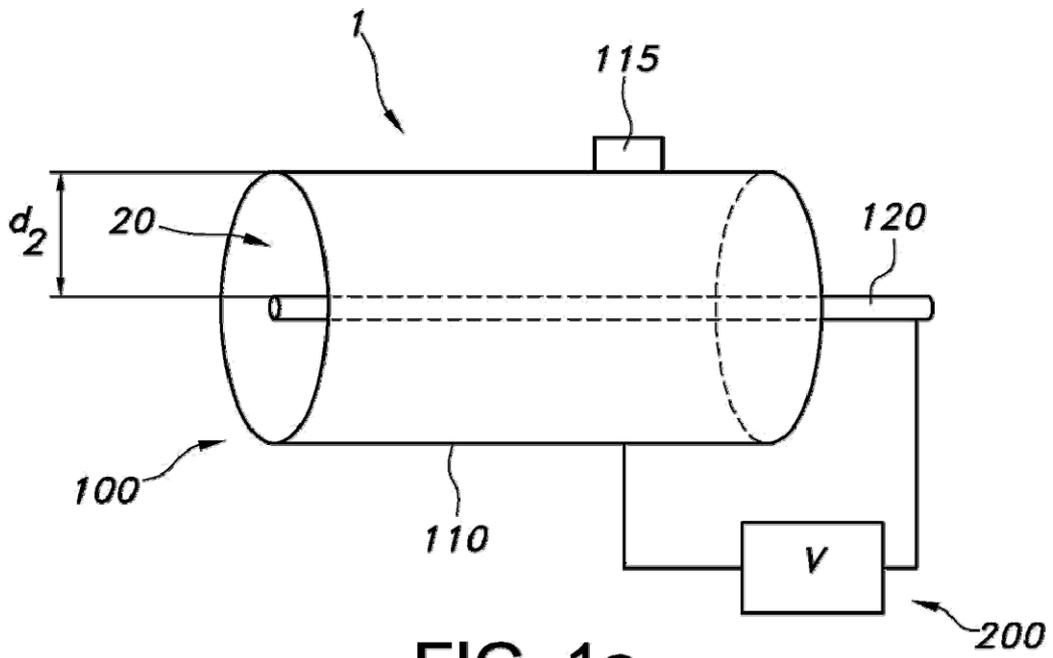


FIG. 1a

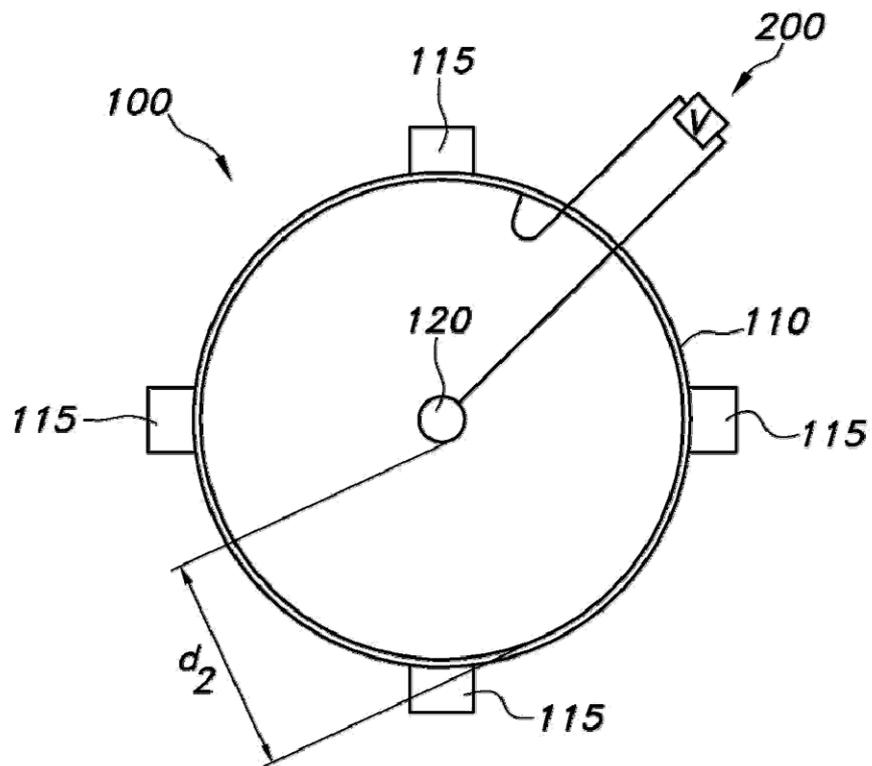


FIG. 1b

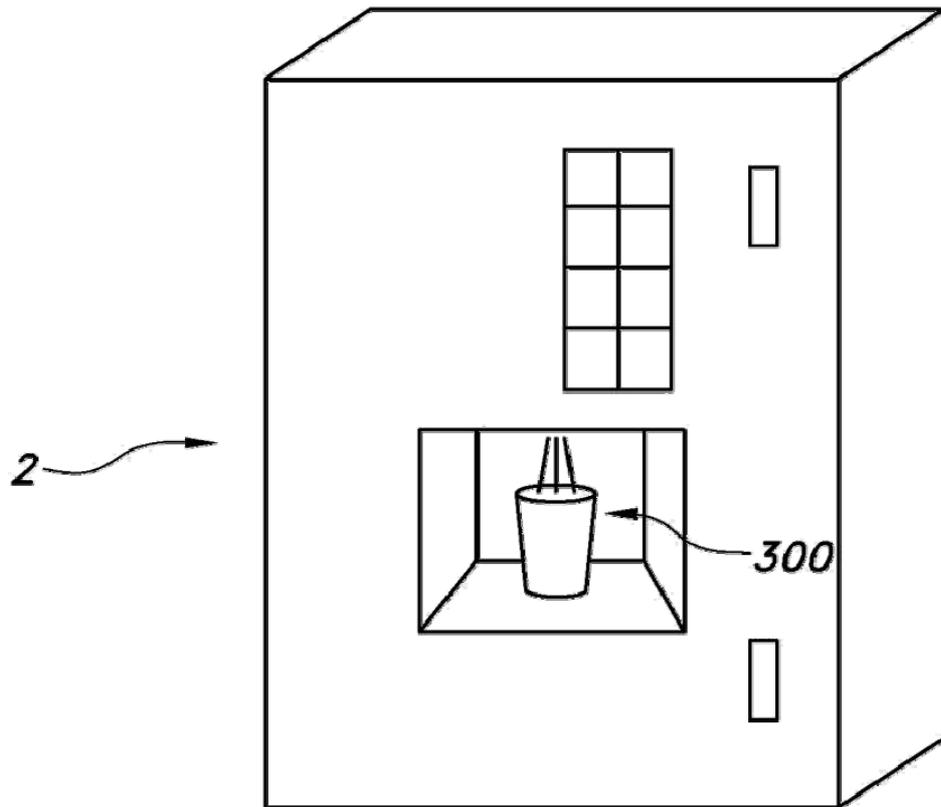


FIG. 1c

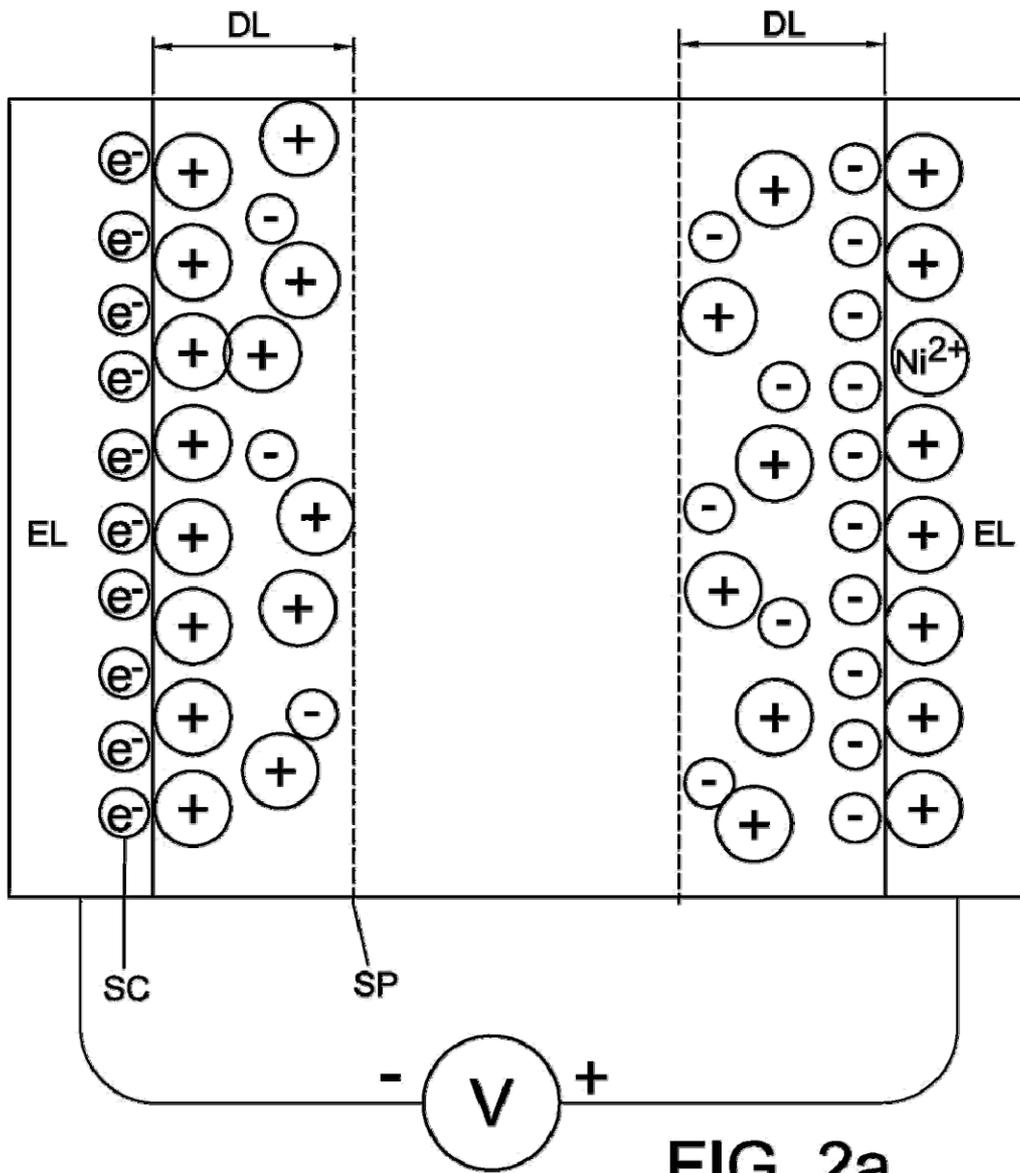


FIG. 2a

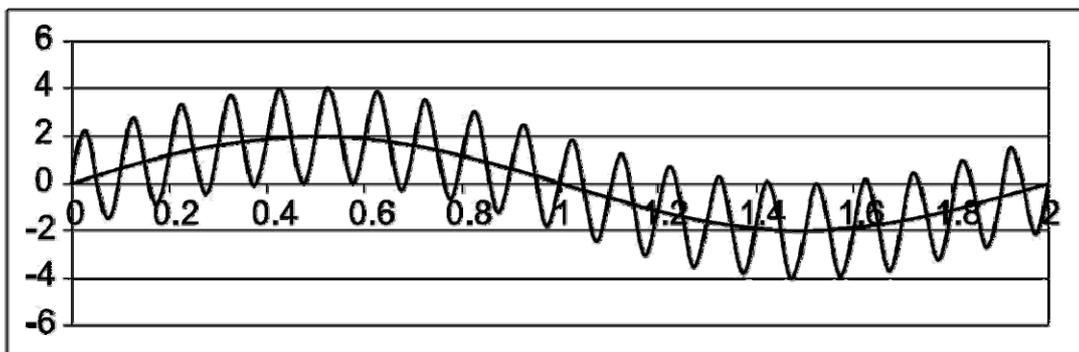


FIG. 2b

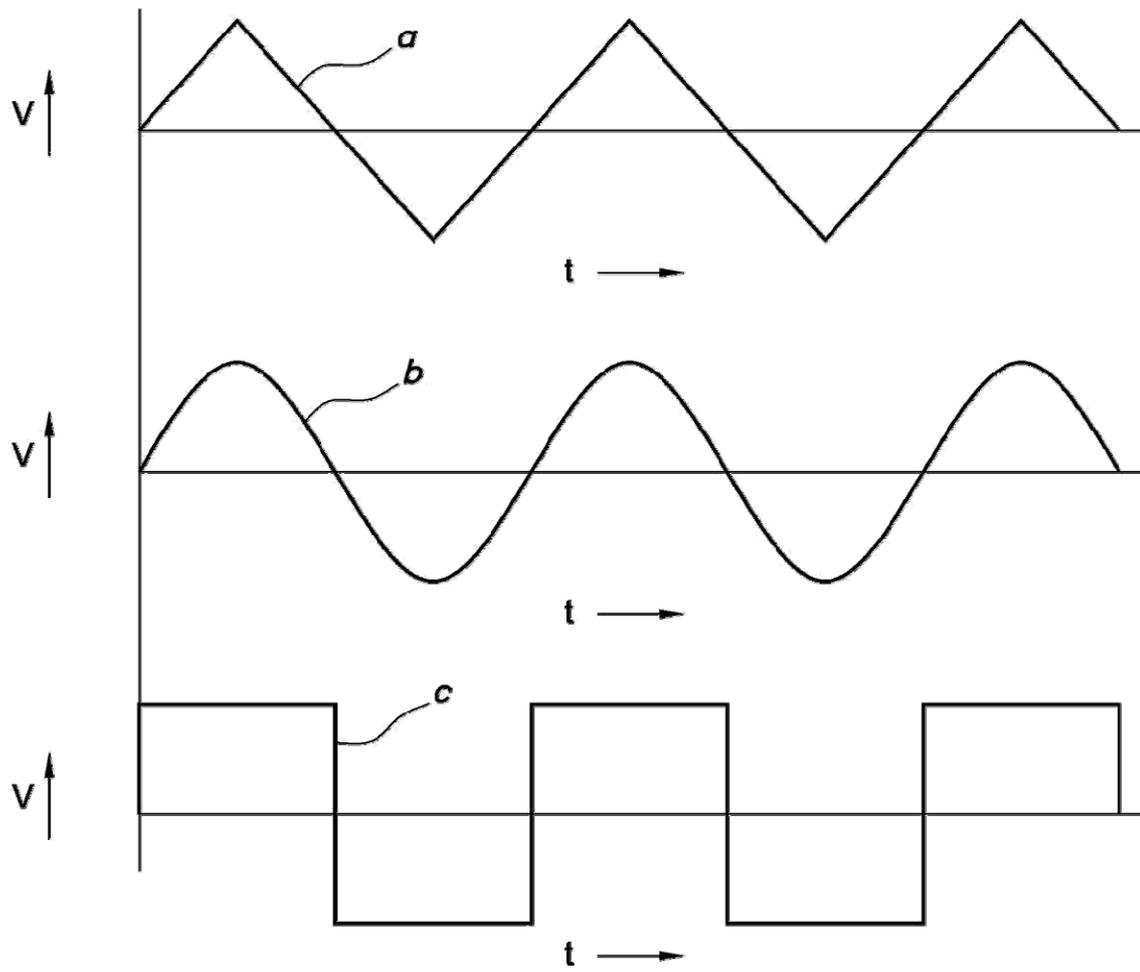


FIG. 2c