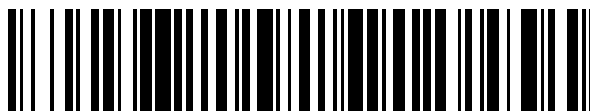


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 291**

51 Int. Cl.:

C01B 33/035 (2006.01)

C23C 16/00 (2006.01)

H05B 6/00 (2006.01)

B01J 19/00 (2006.01)

B01J 19/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2012 E 12170845 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2537802**

54 Título: **Procedimiento para el suministro de corriente a un reactor**

30 Prioridad:

22.06.2011 DE 102011077967

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

13.10.2016

73 Titular/es:

**WACKER CHEMIE AG (100.0%)
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 München, DE**

72 Inventor/es:

**ELLINGER, NORBERT;
RING, ROBERT y
WIESBAUER, JOSEF**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 586 291 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

Procedimiento para el suministro de corriente a un reactor

La invención se refiere a un procedimiento para el suministro de corriente a un reactor.

5 La invención se refiere en especial al suministro de corriente a reactores químicos que comprenden una cámara de reactor en la que los gases de reacción se calientan por medio de elementos calentadores a una temperatura determinada, calentándose los elementos calentadores por el paso directo de la corriente. A estos efectos, los elementos calentadores se fabrican de un material eléctricamente conductor y se conectan a una red de suministro de corriente. La invención se refiere igualmente al suministro de corriente a los así llamados reactores de Siemens.

10 En la precipitación de polisilicio según el proceso de Siemens se precipita silicio elemental de gran pureza de la fase gaseosa en la superficie de barras de silicio. En un reactor de precipitación se precipitan en la superficie de una barra fina de silicio calentada a 900 a 1200 °C, de una mezcla de hidrógeno y de silanos hidrogenados (por ejemplo triclorosilano) o de un compuesto de silicio que contiene hidrógeno, silicio elemental de la fase gaseosa.

15 Las barras de silicio se sostienen en el reactor por medio de electrodos especiales formados, por regla general, por electrografito de gran pureza. Respectivamente dos barras finas de polaridad de tensión distinta en los soportes de los electrodos, se conectan por el otro extremo de la barra fina con un puente formando un circuito cerrado. A través de los electrodos y sus soportes se aporta energía eléctrica para el calentamiento de las barras finas. A través de boquillas de entrada en la placa de fondo del reactor de precipitación se añade una mezcla de hidrógeno y silanos halogenados. Los silanos halogenados se descomponen en la superficie de las barras finas. Como consecuencia aumenta el diámetro de las barras finas. Al llegar a un diámetro teórico deseado de las barras de silicio, el proceso de precipitación termina y las barras de silicio candentes se enfrían y se extraen.

20 La protección del electrodo y de la junta que rodea al soporte del electrodo adquieren una importancia especial. Dado que se tiende a barras cada vez más largas y pesadas en ciclos de precipitación más cortos, la disposición y la forma de los cuerpos de protección de las juntas de los electrodos, así como el material de la junta a proteger, son de gran importancia. Precisamente mediante una disposición optimizada se pueden evitar fallos que influyan en el posible rendimiento o en la calidad en el proceso de precipitación de polisilicio. Entre estos posibles fallos cuentan los eléctricos, por ejemplo por contactos a tierra durante la precipitación y fugas del reactor a través del paso de los electrodos que aportan la corriente en el fondo del reactor CVD.

25 En dependencia de la utilización posterior de las barras de silicio así producidas, se formulan exigencias muy diversas a las barras de silicio y al proceso de precipitación y, por lo tanto, a los electrodos y su protección. Por ejemplo, si el silicio policristalino se utiliza después en fragmentos de silicio para aplicaciones solares y de electrónica, las barras de silicio no se pueden caer durante o después del proceso de precipitación ni tampoco se pueden contaminar a causa de sustancias ajenas procedentes de los materiales de obturación que entran en contacto con el producto.

30 En la patente WO 2010/083899 A1 se revela un dispositivo de protección de electrodos según el estado de la técnica. Se describen barras finas en un adaptador de grafito que encaja en un anillo tensor de grafito y que interactúa a través de un anillo de cuarzo con la placa de fondo del reactor CVD para la producción de silicio policristalino según el proceso del monosilano.

35 Entre los fallos que en el proceso de precipitación de polisilicio puedan influir en el posible rendimiento o en la calidad, cuentan fallos eléctricos por contactos a tierra durante la precipitación. Como consecuencia de este fallo se produce una diferencia entre el rendimiento real y el posible rendimiento máximo.

40 En el estado de la técnica se ha intentado resolver este problema impermeabilizando y aislando los soportes de los electrodos.

Por el documento WO 2010/083899 A1 se conoce el método de blindar las juntas de los soportes de electrodos contra cargas térmicas mediante anillos de protección de cuarzo.

45 En el documento DE 23 28 303 A1 se describe un dispositivo para la producción de barras y tubos de silicio por precipitación del material semiconductor en cuestión de la fase gaseosa en la superficie envolvente de un soporte alargado calentado, especialmente de silicio o grafito, compuesto por un recipiente de reacción que presenta una placa base de metal y que está dotado de al menos un electrodo que sirve para la sujeción de uno de los extremos del soporte alargado y para el calentamiento del soporte, que está eléctricamente aislado y pasa de forma impermeabilizada por la placa base, caracterizado por que una primera parte del electrodo formada por metal se fija, con inserción de una capa aislante de un material aislante inerte, especialmente tetrafluoropolietileno, en la placa base y presenta un saliente que penetra en la cámara de reacción, en el que se apoya de manera intercambiable otra parte de electrodo de metal o plástico, que por su superficie libre está provista de la superficie de ajuste destinada a recibir y sostener el soporte.

55 Una primera parte de metal del soporte del electrodo se fija, por lo tanto, con inserción de una capa aislante de material aislante inerte, en la placa de fondo.

El documento JP 2009-221058 A2 muestra una impermeabilización y un aislamiento mediante el empleo de una cerámica de circonio especial, de grafito flexible y de anillos recubiertos en O como junta. Estos materiales

presentan una resistencia a las altas temperaturas y permiten un sellado de la hendidura entre electrodos y placa de fondo.

El documento WO 2010/068849 A1 describe un aislamiento térmico perfeccionado en la zona de paso del soporte de electrodo a través de la placa de fondo, empleando un cuerpo metálico dotado de un recubrimiento superficial aislante.

El documento US 3286685 A presenta un dispositivo formado por una placa base, un recipiente superpuesto y unido por el borde a la placa base de forma impermeable al gas, así como por una placa de protección del mismo material que el recipiente dispuesta por encima de la placa base, rectificándose de forma plana la superficie orientada hacia la cámara de precipitación de la placa base y apoyándose en la misma la placa de protección. La placa base está provista de un canal de paso en el que se aloja el conductor de paso eléctrico a través de un aislamiento eléctrico intermedio, por ejemplo de PTFE. Para la formación de un recipiente cerrado se prevé además una pieza en forma de campana que por su borde inferior se puede fijar en la superficie superior de la placa base por medio de una brida a través de una arandela de obturación colocada entre medidas.

Sin embargo, los dispositivos conocidos hasta ahora no ofrecen una protección suficiente de la junta del soporte de electrodo. Esto provoca un aumento de la probabilidad de fallos debidos a efectos corrosivos y contactos a tierra. Por otra parte, hasta ahora tampoco se ha encontrado ninguna protección suficiente de la junta frente a la corrosión y, por consiguiente, frente al arrastre de sustancias que puedan influir en la calidad del producto (especialmente impurificantes).

El documento DE 3024320 A1 revela un dispositivo para el tratamiento a temperaturas elevadas de gases formado por una carcasa termoaislada con orificios de entrada y salida de gases así como por calefactores por resistencia inertes dispuestos entre estos orificios y calentados directamente por el paso de la corriente. El calentamiento de los cuerpos de resistencia eléctricamente conductores se produce preferiblemente por conexión en estrella en un sistema de corriente alterna polifásica simétrico. Los distintos grupos de calefactores se pueden regular de manera diferente, es decir, se pueden calentar de forma diferente por medio del paso de corriente eléctrica.

Un ejemplo de un dispositivo de estas características es un reactor para la conversión de tetracloruro de silicio en triclorosilano.

El triclorosilano se emplea en el proceso de Siemens para la producción de silicio policristalino. El silicio se precipita en un reactor en barras finas calentadas. Como gas de proceso se utiliza triclorosilano en presencia de hidrógeno. Durante la transformación de triclorosilano (dismutación) en silicio precipitado se producen grandes cantidades de tetracloruro de silicio.

A partir del tetracloruro de silicio se puede producir, por ejemplo por reacción con hidrógeno y oxígeno a temperaturas elevadas en cámaras de combustión, ácido silícico altamente disperso.

Sin embargo, el empleo económicamente interesante de tetracloruro de silicio, consiste en la conversión en triclorosilano. Ésta se produce por reacción de tetracloruro de silicio con hidrógeno en triclorosilano y cloruro de hidrógeno. De este modo es posible producir, a partir del subproducto tetracloruro de silicio que se produce durante la precipitación, triclorosilano, aportando este triclorosilano después nuevamente al proceso de precipitación para la producción de silicio elemental.

La conversión de tetracloruro de silicio con hidrógeno en triclorosilano se produce normalmente en un reactor a temperaturas elevadas, al menos a 600 °C, de forma ideal a al menos 850 °C, así como a una presión de 0 – 30 bar.

Para ello la corriente eléctrica se hace pasar directamente por los elementos calefactores conductores, transformándose en calor la energía eléctrica en el elemento calefactor, por medio de la resistencia eléctrica.

Los elementos calefactores se componen tradicionalmente de materiales que contienen carbono, por ejemplo grafito, CFC, carburo de silicio o materiales similares.

Es sabido que en la conversión de tetracloruro de silicio en presencia de hidrógeno, los componentes del reactor que contienen carbono están expuestos a un ataque químico.

Debido al ataque químico a estos componentes que contienen carbono se producen sedimentos de carbono que son eléctricamente conductores y pueden dar lugar a contactos a tierra de la red de energía eléctrica. A causa del ataque químico también pueden producirse fallos de los componentes de las estructuras internas que provocan desprendimientos o desconchamientos de piezas pequeñas que a su vez pueden dar lugar a contactos a tierra. El problema de estos contactos a tierra radica en el hecho de que no se pueden diferenciar de daños de las juntas de los electrodos. En caso de daños de las juntas de los electrodos se tiene que interrumpir el suministro de corriente y se tiene que parar el reactor, dado que el funcionamiento continuado podría provocar fugas o una salida del gas del reactor, lo que se debe evitar.

Normalmente se emplean para los electrodos juntas no metálicas y no eléctricamente conductoras, puesto que cumplen una doble función, a saber, el aislamiento eléctrico del electrodo respecto a la pared del reactor y la función de impermeabilización. Sin embargo, las temperaturas en estos reactores son tan elevadas que apenas existen

materiales eléctricamente aislantes y al mismo tiempo químicamente resistentes que cumplan la función de un aislamiento eléctrico y de una impermeabilización manteniendo la presión.

5 Melo MAC et al, "Experience with on-line monitoring of capacitance and tangent delta of condensive bushings", Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America, 2008 IEEE/PES, 20080813 IEEF, Piscataway, NJ, USA - ISBN 978-1-4244-2217-3; TSBN 1-4244-2217-5, revela una junta de capas de material conductor y no conductor.

El documento WO 2011/120112 A1 describe un sistema de control del estado dieléctrico de equipos de alta tensión con aislamiento capacitativo como, por ejemplo, hembrillas capacitativas, transformadores de corriente, convertidores de potencial y similares,

10 También se puede intentar proteger las juntas contra temperaturas excesivamente altas mediante montajes adicionales en el reactor.

A pesar de ello no se puede excluir con estas medidas, un deterioro de las juntas provocado por corrientes eléctricas no deseadas de un electrodo a otro electrodo a través de la pared del reactor.

De esta problemática surgió el planteamiento de la presente invención.

15 El objetivo de la invención se resuelve por medio del procedimiento según la reivindicación 1.

Otras variantes de realización preferidas del procedimiento se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

20 En un procedimiento para el suministro de corriente a un reactor, en el que uno o varios electrodos conducidos a través de una pared del reactor de una red de energía eléctrica aislada galvánicamente contra el contacto a tierra están unidos respectivamente a un elemento eléctricamente conductor, con lo que se aplica una tensión de servicio en el al menos un elemento eléctricamente conductor y la corriente eléctrica pasa por el mismo, encontrándose entre la pared del reactor y el electrodo respectivamente una junta de un material eléctricamente aislante, controlándose la red de energía eléctrica para la detección de fallos de aislamiento y provocando el hecho de no alcanzarse una determinada resistencia de aislamiento una desconexión de la aportación de energía eléctrica, es posible determinar el umbral de conmutación, teniendo en cuenta al menos uno de los parámetros del grupo formado por geometría de impermeabilización, material de impermeabilización, tensión de suministro y máxima aportación de energía eléctrica posible a la junta directamente antes de la desconexión, provocada por la máxima corriente de fuga teóricamente posible a través de la junta.

30 Un procedimiento como éste se emplea preferiblemente en el proceso de Siemens, siendo los elementos eléctricamente conductores barras finas que se calientan y en los que se precipita silicio. La pared del reactor es en este caso una placa de fondo del reactor. La junta aislante se encuentra preferiblemente entre la placa de fondo y el electrodo o el soporte del electrodo. También se prefiere emplear el procedimiento en tratamientos térmicos, con especial preferencia en tratamientos térmicos de gases. Los elementos eléctricamente conductores son en este caso preferiblemente elementos calefactores que contienen carbono o calefactores de resistencia que sirven para calentar el gas o la mezcla de gas a tratar a una temperatura determinada de al menos 300 °C.

35 Los gases tratados comprenden preferiblemente al menos un componente que contiene silicio. Con especial preferencia se trata de un gas que contiene silicio, tetracloruro de silicio u otro silano halogenado. Con preferencia la cámara de tratamiento contiene hidrógeno.

40 Sin limitar la idea general de la invención, se menciona en este punto, a modo de ejemplo, la conversión antes descrita de tetracloruro de silicio. Para la conversión se necesita hidrógeno como segundo gas reactante. La conversión se produce preferiblemente a una temperatura de 800 a 1500 °C y a una presión de 0 a 30 bar o más. Se prefiere especialmente que se elija una presión mayor o igual a una presión supercrítica de los gases reactantes. La relación molar H₂:STC es preferiblemente de 1:1 a 10:1.

Los electrodos del suministro de corriente presentan una junta aislante. Se emplea un control de aislamiento adaptado a la junta utilizada.

45 Los inventores se han dado cuenta de la necesidad de detectar una corriente de fuga o de un arco voltaico que destruya la junta y que desconecte a tiempo.

Sin embargo, al mismo tiempo se trata de mantener el tiempo de funcionamiento del reactor lo más alto posible hasta el siguiente desmontaje o la siguiente limpieza, a pesar de la contaminación conductora.

50 Un arco voltaico dentro del reactor de un potencial eléctrico a otro sólo destruye la junta si se produce cerca de la junta.

Si los elementos calefactores se tocan a gran distancia del electrodo sin entrar en contacto con otras piezas, no suele haber ningún problema gracias a la construcción maciza del reactor.

55 Si la red de energía eléctrica dispone de puesta a tierra, un arco voltaico o una corriente de fuga sólo destruye la junta si el encendido se produce sobre la pared del reactor desde el electrodo a través de la junta, que al mismo tiempo constituye el aislamiento.

En caso contrario, un arco voltaico o una corriente de fuga sólo se puede producir si el encendido se produce desde un electrodo a través de la correspondiente junta de electrodo sobre la pared del reactor y después a través de la junta de un segundo electrodo sobre dicho electrodo.

En ambos casos la pared del reactor es parte del circuito del arco voltaico.

5 En una red con puesta a tierra (la pared del reactor tiene puesta a tierra y está conectada al potencial de la red de alimentación) se puede detectar a través del sistema de detección de corriente de defecto una corriente de defecto del electrodo a través de la junta a tierra y proceder a la desconexión. El inconveniente de esta disposición consiste en el hecho de que un defecto a través de una junta basta para forzar una desconexión. Por este motivo no se prefiere tanto una disposición de este tipo.

10 Se prefiere una realización de la red de alimentación en forma de red separada galvánicamente de la tierra. Esta red separada galvánicamente se controla por medio de equipos de control de aislamiento comerciales que tecnológicamente se basan en los principios conocidos de la superposición de tensiones de cualquier tipo contra tierra.

15 Si a causa de suciedad o de daños térmicos se producen defectos en el aislamiento de los electrodos, se puede proceder a tiempo a la desconexión sin que se ocasionen fallos de impermeabilización por corrientes de fuga o arcos voltaicos.

Las investigaciones han demostrado que sólo los fallos de aislamiento claramente por debajo de 10 ohmios conducen verdaderamente a daños en la junta, pero que en caso de funcionamiento también se pueden producir fallos de aislamiento hasta los 10 ohmios.

20 Por este motivo se prefiere para el control de las juntas un equipo con una gama de medición a partir de 0 ohmios.

El umbral de conmutación se encuentra preferiblemente en la gama de resistencias entre 0 y 1000 ohmios, preferiblemente entre 0 – 100 ohmios y con especial preferencia entre 0 – 10 ohmios.

Teniendo en cuenta la realización de la junta se puede definir una máxima potencia perdida admisible en caso de un fallo de aislamiento.

25 La máxima potencia perdida se define por una aportación de energía máxima admisible sin destrucción para el respectivo tipo de material y la configuración estructural de la junta. Adicionalmente se considera preferiblemente una distancia de seguridad.

30 A partir de esta máxima potencia perdida admisible y la tensión de servicio de los elementos calefactores, se puede calcular dinámicamente una mínima resistencia de fallo de aislamiento admisible, antes de la cual no se producen daños en la junta.

Cuanto más baja sea aquí la tensión de servicio de los electrodos, tanto más bajo puede ser el fallo de aislamiento en caso de potencia perdida constante.

Mediante el correspondiente aumento de los valores calculados se puede generar, antes de la desconexión, una alarma previa que ofrezca la posibilidad de parar la instalación específicamente.

35 El procedimiento según la invención permite la detección de la amenaza de daños de junta indirectamente a través de la resistencia de aislamiento de la red eléctrica de los calefactores realizada en forma de red galvánicamente aislada.

40 La desconexión de la instalación se produce preferiblemente al llegar al umbral de conmutación. De esta manera se evita que la junta sufra daños debidos a corrientes de fuga o arcos voltaicos y, por consiguiente, debidos a la salida de gases.

Para maximizar la disponibilidad de la instalación, el límite de desconexión se puede adaptar en función de la tensión de servicio.

45 Con preferencia el umbral de conmutación se determina una sola vez, teniendo en cuenta la geometría de la junta y/o la tensión de servicio y/o la máxima aportación de energía eléctrica posible a la junta justo antes de la desconexión provocada por una corriente de fuga teóricamente posible a través de la junta.

Con preferencia también se determina el umbral de conmutación durante el servicio de forma continua teniendo en cuenta la geometría de la junta y/o la tensión de servicio y/o la máxima aportación de energía eléctrica posible a la junta justo antes de la desconexión, provocada por una corriente de fuga teóricamente posible a través de la junta.

50 El procedimiento según la invención permite la detección de la amenaza de un daño de junta mediante la embutición de un núcleo conductor y el control de este núcleo para la detección de fallos de aislamiento.

Es posible controlar conjuntamente todos los electrodos o todas las juntas de electrodos de un reactor.

Sin embargo, se prefiere que el control de los electrodos de un reactor se lleve a cabo individualmente.

También cabe la posibilidad de controlar dos o más núcleos de junta aislados entre sí con diferentes niveles de alarma.

La figura 1 muestra un dispositivo de paso de corriente (electrodo) de eenergía eléctrica por una pared de recipiente.

Lista de referencias empleadas

- 1 Contacto de electrodo superior
- 5 2 Pared de recipiente
- 3 Arandela
- 4 Tuerca
- 5 Núcleo de impermeabilización
- 6 Junta eléctricamente aislante
- 10 7 Conexión eléctrica entre el núcleo de impermeabilización y el sistema de control de aislamiento
- 8 Punto de contacto de la corriente de defecto con el núcleo de impermeabilización conductor
- 9 Línea de fuga o recorrido de la corriente con la junta completamente intacta
- 10 Deterioro de la junta
- 11 Equipo de control del aislamiento
- 15 12 Flecha de corriente en caso de fallo de aislamiento justo antes del deterioro de la junta en la zona de la superficie de impermeabilización
- 13 Electrodo
- 14 Superficies de impermeabilización

20 En caso de servicio normal, la junta 6 actúa como aislamiento eléctrico entre el electrodo 13 y la pared del recipiente 2.

En reactores electroquímicos con contaminación conductora o sedimentos conductores en el interior es posible que se produzcan corrientes de fuga del electrodo a la pared del recipiente o de uno de los electrodos a otro electrodo a través de la pared del recipiente.

25 Estas corrientes de fuga eléctricas pueden ser tan grandes que la función de impermeabilización de la junta 6 resulte perjudicada por la aportación de energía eléctrica. Esto se debe, por ejemplo, a la descomposición térmica del material de la junta o a la pérdida de resistencia mecánica del material de la junta.

Según la utilización del reactor, esto puede ser peligroso a causa de la salida de gases y es en todo caso algo que no se desea.

30 Normalmente estas corrientes de fuga se detectan por medio de un sistema de control de corrientes de defecto en la red de suministro con puesta a tierra o por medio de un sistema de control de aislamiento en la red sin puesta a tierra.

35 El inconveniente de estos sistemas consiste en que en la mayoría de los casos reaccionan de manera muy sensible a todas las corrientes de fuga. De esta manera, las corrientes de fuga que se producen dentro del reactor entre dos elementos calefactores y que no son críticas, no se pueden diferenciar de las corrientes de fuga que destruyen la junta. Por esta razón ocurre con frecuencia que los reactores se paren innecesariamente antes de tiempo.

El procedimiento permite diferenciar una corriente de fuga que destruye la junta de otras corrientes de fuga, incrementando así la disponibilidad del reactor electroquímico.

40 Para ello se embute en la junta, que sirve a la vez de aislamiento eléctrico, una capa conductora (núcleo metálico) que se puede controlar eléctricamente por medio de un equipo de control de aislamiento comercial.

En caso de una corriente de fuga a través de la junta 8 se daña la capa embutida 10 antes del deterioro de la propia superficie de impermeabilización.

El núcleo de impermeabilización conductor 5 tiene contacto eléctrico con el entorno, lo que se nota por la evidente disminución de la resistencia de aislamiento del núcleo metálico embutido en realidad de alto ohmiaje.

45 Esta disminución de la resistencia de aislamiento se puede detectar con ayuda de los equipos de control de aislamiento comerciales 11 y utiliziar para una prealarma o desconexión del suministro de energía al reactor.

De este modo el reactor sólo se desconecta en caso de corrientes de fuga peligrosas o no deseadas.

Las corrientes de fuga no críticas dentro del reactor electroquímico ya no se detectan, por lo que tampoco provocan ninguna desconexión.

5 En caso de varios electrodos por reactor se pueden conectar eléctricamente todos los núcleos de impermeabilización conductores de un reactor fuera y dentro del reactor, siendo posible controlar de manera única la resistencia de aislamiento respecto al recipiente del reactor.

No obstante, el control es más selectivo si cada uno de los electrodos se controla individualmente y si por cada junta o grupo se instala un sistema de control de aislamiento.

10 La conductibilidad eléctrica del núcleo se puede elegir de entre una gama muy amplia, siendo sin embargo conveniente que sea al menos en un factor 100 mayor que la conductibilidad eléctrica del material de impermeabilización.

El material del núcleo se selecciona normalmente de entre la familia de los materiales sólidos eléctricamente conductores como, por ejemplo, metales, grafito, carbono, plásticos conductores, etc.. y puede presentar formas distintas (chapa, rejilla, esteras de fibras, etc.).

15 Se emplean con preferencia rejillas o esteras de fibras, dado que en la fabricación el material de impermeabilización se puede comprimir o fundir por fuera, con lo que se obtiene un cuerpo compacto e incluso se estabiliza, en ocasiones, la superficie de impermeabilización, mejorando el comportamiento de flujo bajo presión de los plásticos a base de hidrocarburos y/o fluoruro de hidrógeno empleados en la mayoría de los casos.

20 Igualmente son posibles unos sistemas de capas sueltas compuestos por los distintos materiales antes citados o incluso unos estuches insertados los unos en los otros que separan el núcleo conductor de los demás potenciales (electrodos o camisa del reactor).

La detección de fallos también es posible sin equipo de control de aislamiento por medio de una red de tensión auxiliar y cualquier sistema de control de corriente, por ejemplo con fusibles o cualquier medición de corriente con umbrales de conmutación para el preaviso y/o la desconexión.

25 Para ello, el núcleo de metal se conecta eléctricamente a un potencial auxiliar puesto a tierra. Un flujo de corriente señala el caso de fallo.

Se puede utilizar una red de tensión auxiliar para varios electrodos.

El control de corriente de los distintos contactos de electrodos se puede llevar a cabo, según las necesidades, de forma individual o de forma conjunta para todos los electrodos.

30 En el marco de la invención los inventores también han descubierto que la carga térmica de las juntas de electrodos se puede reducir adaptando la junta por contracción al electrodo casi siempre refrigerado y reduciendo el grosor de pared de la junta a la medida eléctrica y mecánicamente necesaria.

Las juntas contienen habitualmente polímeros, prefiriéndose el empleo de politetrafluoretileno (PTFE).

El electrodo se enfría normalmente con agua. El PTFE se dilata con el calor. De este modo la junta puede perder el contacto con el electrodo refrigerado por agua y la refrigeración puede variar.

35 Esto se puede evitar mediante el ajuste por contracción de la junta.

A estos efectos, la junta se calienta, lo que provoca su dilatación y después se coloca rápidamente sobre el electrodo. Al enfriarse la junta, ésta se contrae y se ajusta al electrodo, quedando firmemente unida al mismo. De esta manera el contacto entre la junta y el electrodo se mantiene siempre, produciéndose la refrigeración desde dentro.

40 Se prefiere la contracción de una junta PTFE sobre el electrodo justo por debajo de la temperatura de descomposición a unos 200 – 350 °C , pero también se puede llevar a cabo a temperaturas más bajas.

El mínimo grosor de pared de la junta resulta de las necesidades eléctricas y mecánicas de la junta. El grosor de pared es preferiblemente de 0,1 a 3 mm, con especial preferencia de unos 0,5 – 2 mm.

45 La carga térmica de la junta se reduce así considerablemente. Se producen menos daños en la junta con las consiguientes desconexiones del reactor, a pesar de haberse reducido el grosor de pared de la junta, en comparación con las tradicionales, en 5 mm.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el suministro de corriente a un reactor en el que uno o varios electrodos conducidos a través de una pared del reactor de una red de energía eléctrica aislada galvánicamente contra el contacto a tierra están unidos respectivamente a un elemento eléctricamente conductor, con lo que se aplica una tensión de servicio en el al menos un elemento eléctricamente conductor y la corriente eléctrica pasa por el mismo, encontrándose entre la pared del reactor y el electrodo respectivamente una junta de un material eléctricamente aislante, insertándose en al menos una de estas juntas un núcleo de impermeabilización eléctricamente conductor, conectándose este núcleo de impermeabilización eléctricamente conductor a un equipo de control de aislamiento o a una red de tensión auxiliar e identificándose por medio del control de una resistencia de aislamiento del núcleo de impermeabilización o por medio del control de un flujo de corriente en la red de tensión auxiliar las corrientes de fuga originadas por los daños causados en la junta.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, conectándose eléctricamente varios núcleos de impermeabilización conductores de un reactor por fuera o por dentro del reactor, en el supuesto de que existan varios electrodos dentro del reactor, y controlándose la resistencia de aislamiento de de manera única respecto a la pared del reactor.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1, controlándose en caso de varios electrodos en el reactor la resistencia de aislamiento de cada una de las juntas de los electrodos o la resistencia de aislamiento en varios grupos.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, seleccionándose el material del núcleo de impermeabilización de entre el grupo formado por metales, grafito, carbono y plásticos conductores.
- 20 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, siendo la resistencia eléctrica específica del núcleo de impermeabilización inferior a 1/100 de la resistencia eléctrica específica del material de impermeabilización.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, teniendo el núcleo de impermeabilización la forma de un anillo, de una rejilla o de una estera de fibras y estando el mismo dotado de posibilidades de conexión eléctrica.
- 25 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, controlándose la red de tensión auxiliar por medio de fusibles o cualquier medición de corriente con umbrales de conmutación.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, utilizándose una red de tensión auxiliar para varios electrodos.
9. Procedimiento según la reivindicación 7 o según la reivindicación 8, realizándose el control de corriente de los distintos contactos de electrodos individualmente o conjuntamente para todos los electrodos.

30

Fig. 1

