

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 102**

51 Int. Cl.:

C01B 33/107 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2013 E 13188066 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 2722310**

54 Título: **Procedimiento para la reacción endotérmica en fase gaseosa en un reactor**

30 Prioridad:

17.10.2012 DE 102012218941

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

23.10.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HIRSCHMANN, ANDREAS;
HÄCKL, DR. WALTER y
PÄTZOLD, DR. UWE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 549 102 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 la reacción endotérmica en fase gaseosa en un reactor

5 Son objeto del invento un reactor y un procedimiento para la reacción endotérmica en fase gaseosa en un reactor.

Un ejemplo de una tal reacción es la conversión del tetracloruro de silicio (STC) con hidrógeno en el triclorosilano (TCS) y HCl. La conversión de STC con hidrógeno en triclorosilano tiene lugar usualmente en un reactor a altas temperaturas, a por lo menos 600°C, idealmente a por lo menos 850°C. La selectividad relativa es establecida por la proporción molar del triclorosilano al tetracloruro de silicio. Ella es una medida de cuanta cantidad del STC empleado es convertida químicamente en el TCS, y determina por consiguiente la rentabilidad del procedimiento.

10 En el documento de patente de los EE.UU. US 4.536.642 A se describen un dispositivo y un procedimiento para la conversión del tetracloruro de silicio (STC) en el triclorosilano (TCS).

15 Los eductos (productos de partida) son introducidos en el recipiente a través de la conducción de entrada y son llevados a la temperatura necesaria dentro de los tres intercambiadores de calor consecutivos con ayuda del gas de salida caliente. Los elementos de calefacción calientan a los eductos hasta la temperatura final en la zona de reacción del convertidor. Los productos de reacción son conducidos, en común con los eductos que no han reaccionado, dentro de un tubo hasta los intercambiadores de calor, antes de que ellos abandonen otra vez el convertidor a través del orificio. Los intercambiadores de calor utilizados se componen de grafito.

20 Tanto los elementos de calefacción como también los intercambiadores de calor muestran de modo multiplicado una corrosión, lo que conduce a una avería del reactor. Además, los elementos de calefacción son sometidos por el hidrógeno a una corrosión más o menos fuerte, lo que a largo plazo puede conducir a una avería del reactor.

25 En el documento de solicitud de patente de los EE.UU. US 2008/112875 A1 se describe un procedimiento para la conversión del STC en el TCS, en cuyo caso se presta una atención especial a la velocidad de enfriamiento del gas de proceso en el intercambiador de calor. Para los intercambiadores de calor se utilizan unos materiales tales como SiC, nitruro de silicio, un vidrio cuarzoso, o un grafito estratificado con SiC. Estos materiales tienen la ventaja de que ellos reaccionan solamente de un modo condicionado con, por ejemplo, el hidrógeno, y de que reducen por lo tanto los problemas más arriba descritos. Sin embargo, ellos muestran adicionalmente la considerable desventaja de que el gasto constructivo es muy alto.

30 El documento US 2012/0151969 A1 divulga un procedimiento para la hidrogenación de clorosilanos en un reactor, introduciéndose por lo menos dos corrientes de eductos gaseosos por separado una de otra en una zona de reacción, siendo conducida la primera corriente de eductos gaseosos, que contiene el tetracloruro de silicio, a través de una primera unidad de intercambio de calor, en la que ella es calentada, y luego a través de una unidad de calefacción y es calentada allí a una primera temperatura antes de que la primera corriente de eductos gaseosos alcance la zona de reacción, y siendo calentada la segunda corriente de eductos gaseosos, que contiene hidrógeno, a una segunda temperatura por medio de una segunda unidad de intercambio de calor, siendo la primera temperatura más alta que la segunda temperatura, y luego es introducida en la zona de reacción, de tal manera que la temperatura media de los gases en la zona de reacción se sitúe entre 850°C y 1.300°C, y que ellos reaccionen para dar unos productos gaseosos, que comprenden el triclorosilano y el cloruro de hidrógeno, siendo conducidos los productos gaseosos, que se han producido en la reacción, a través de las mencionadas por lo menos dos unidades intercambiadoras de calor, y calentando previamente ellos a las corrientes de eductos gaseosos de la reacción según el principio de contracorriente, siendo atravesada por la corriente en primer lugar la primera unidad de intercambio de calor y, después de esto, la segunda unidad de intercambio de calor.

35 Por lo demás, el documento US 2012/0151969 A1 muestra un reactor para la hidrogenación de clorosilanos, que comprende dos dispositivos de entrada de gases, a través de los cuales los eductos gaseosos se pueden introducir por separado uno de otro en el reactor, y por lo menos un dispositivo de salida de gases, a través del cual se puede conducir una corriente de productos gaseosos, por lo menos dos unidades intercambiadoras de calor, que están unidas unas con otras, y que son apropiadas para calentar a unos eductos gaseosos por separado de los productos gaseosos conducidos a través de las unidades intercambiadoras de calor, así como una zona de calefacción, que se encuentra situada entre una primera unidad de intercambio de calor y una zona de reacción, y en la que se encuentra por lo menos un elemento de calefacción.

40 El mencionado documento US 2012/0151969 A1 describe además de ello un reactor para la hidrogenación de unos clorosilanos, que comprende un recipiente, que contiene una superficie de envoltura, un plato inferior así como un plato superior que está opuesto al plato inferior, así como por lo menos un dispositivo de entrada para una corriente de eductos gaseosos y por lo menos un dispositivo de salida para una corriente de productos gaseosos, por lo menos un elemento de calefacción de forma circular, o varios elementos de calefacción dispuestos en forma circular, por lo menos cuatro dispositivos cilíndricos de cambio de dirección para el gas, que están dispuestos concéntricamente en el recipiente, y que son apropiados para cambiar de dirección a un gas que circula junto al plato superior o al plato inferior del reactor, siendo el radio de un primer dispositivo cilíndrico de cambio de dirección

mayor, y el radio de los por lo menos otros tres dispositivos de cambio de dirección menor, que el radio del elemento de calefacción de forma circular, o menor que el radio del círculo, en el que están dispuestos los elementos de calefacción, por lo menos otro dispositivo de entrada para un educto gaseoso, que comprende unas toberas colocadas en forma circular en el plato inferior del recipiente, siendo el radio del círculo en el que están dispuestas las toberas, mayor que el radio de uno de los dispositivos de cambio de dirección, y menor que el radio de un dispositivo de cambio de dirección que está contiguo a aquel dispositivo de cambio de dirección.

Dentro del estado de la técnica se llega a un desgaste irregular de los elementos de calefacción y a unas frecuentes paradas del reactor debido a que se han averiado algunos de los elementos de calefacción. En el caso de la hidrogenación de los clorosilanos se pone de manifiesto adicionalmente una disminución de la tasa de conversión debida a una avería de los elementos de calefacción. A partir de esta problemática resultó el planteamiento de la misión del presente invento.

El problema planteado por la misión del invento se resuelve mediante un primer procedimiento para una reacción endotérmica en fase gaseosa de acuerdo con la reivindicación 1.

En el caso de este procedimiento se efectúa de manera preferida un calentamiento de los eductos gaseosos mediante por lo menos dos intercambiadores de calor. De manera preferida, el calentamiento de los eductos gaseosos se efectúa análogamente al documento US 2012/0151969 A1, siendo calentados un primer educto gaseoso por un primer intercambiador de calor y un segundo educto gaseoso por un segundo intercambiador de calor.

El invento se basa en el reconocimiento de que en tales reactores de acuerdo con el estado de la técnica, condicionado por el tipo constructivo, no estaba asegurada una corriente uniforme de los gases a través de la zona de calefacción global. Por medio de unas corrientes irregulares de los gases, diversas zonas eran cargadas más o menos que otras, lo que se podía observar por medio de un desgaste y una corrosión diferentes de los elementos de calefacción individuales. Con ayuda de una representación de la probabilidad de que se produzcan daños se pudieron sacar conclusiones acerca de las corrientes de los gases que predominan en las zonas de calefacción y de reacción.

En el caso del dispositivo de distribución de gases se puede tratar de una placa distribuidora de gases o de un diafragma distribuidor de gases. En su más sencilla forma de realización, se trata de un elemento plano con por lo menos un orificio.

El dispositivo de distribución de gases está construido de manera preferida entre los intercambiadores de calor y la zona de calefacción.

Mediante el dispositivo de distribución de gases, los eductos gaseosos son distribuidos uniformemente en la zona de calefacción a lo largo de toda la sección transversal.

Para el éxito del invento fue esencial el hecho de que se procura que la distribución de gases se efectúe uniformemente en todas las direcciones, y de que en todas las regiones de la zona de calefacción predomine un flujo de gases aproximadamente igual.

Mediante el dispositivo de distribución de gases se puede uniformizar el caudal cuantitativo de un gas por cada elemento de calefacción.

El "recinto de calefacción" o respectivamente todos los elementos de calefacción son cargados uniformemente.

El proceso de envejecimiento o respectivamente el desgaste en los elementos de calefacción se distribuye uniformemente a lo largo de toda la sección transversal de reacción.

La probabilidad de daños en los elementos de calefacción fue reducida en un 33 % mediante la incorporación de un dispositivo de distribución de gases. Esto tiene un efecto directo y positivo sobre el periodo de tiempo de funcionamiento que se debe de conseguir.

Se ha puesto de manifiesto que mediante la incorporación de un dispositivo de distribución de gases se puede aumentar el periodo de tiempo promedio de funcionamiento del reactor en por lo menos un 30 %, en comparación con el estado de la técnica.

Asimismo, en el caso de la conversión del tetracloruro de silicio y el hidrógeno se pone de manifiesto un aumento en un 5 % del grado de conversión en el triclorosilano.

El ajuste de la temperatura de reacción en la zona de reacción del reactor se efectúa mediante el calentamiento de los elementos de calefacción. La deseada temperatura del reactor se puede determinar mediante un sensor de la temperatura, p.ej. mediante un termoelemento. Por medición de la temperatura en la zona de reacción se genera

una señal de medición, que se puede utilizar para la regulación de los elementos de calefacción en la zona de calefacción.

5 Por fin, dentro del marco del invento se ha puesto de manifiesto que una posición ligeramente diferente del sensor de la temperatura puede conducir a unas muy diferentes temperaturas medidas del reactor, lo que, a su vez, puede conducir a unas condiciones térmicas desfavorables para el modo de funcionamiento del reactor. Esto se exterioriza por ejemplo en una tasa de conversión disminuida y por consiguiente en una rentabilidad más desfavorable del proceso. La avería de, por ejemplo, un elemento de calefacción da lugar en primer lugar a una disminución de la temperatura en la zona de reacción. Esta disminución de la temperatura es detectada por el sensor de la temperatura y es compensada mediante un correspondiente aumento de la potencia de los elementos de calefacción remanentes.

15 Al nivel local, los elementos de calefacción remanentes tienen sin embargo una temperatura superficial más alta debido a la potencia aumentada, de tal manera que, al nivel local, se puede llegar a una formación incrementada de productos secundarios. Este hecho está vinculado con una disminución de la tasa de conversión global, lo que a su vez da lugar a una disminución de la rentabilidad del proceso.

20 Al realizar la medición de la diferencia de temperaturas entre varios sitios dentro de la zona de reacción de un reactor se puede comprobar que, de modo manifiesto, se presentan diferentes temperaturas en la zona de calefacción también sin que hayan aparecido unas perturbaciones tales como unas averías de los elementos de calefacción.

25 Junto a unas diferentes cantidades de gases, unas diferentes temperaturas en el reactor se deben al hecho de que los elementos de calefacción no son constantes en su tipo constructivo. Se presentan tanto unas fluctuaciones en la calidad de los materiales como también en las dimensiones de los elementos de calefacción, y esto independientemente del diseño de los elementos de calefacción, que puede comprender unos tubos de calefacción, unos listones de calefacción o unos elementos de calefacción en forma de meandro.

30 No obstante, con el fin de procurar unas condiciones iguales, la temperatura superficial de cada elemento de calefacción se podría determinar y regular por separado. En lugar de esto, se mide la temperatura de los gases en la zona de calefacción.

35 Las reacciones endotérmicas en fase gaseosa se distinguen por el hecho de que mediante el alto flujo laminar de gases no es medible ninguna corriente de compensación dirigida transversalmente.

La fase gaseosa es llevada o respectivamente mantenida para la reacción a una temperatura de preferiblemente 500 - 1.500°C, de manera preferida de 700 - 1.300°C, por medio de unos elementos de calefacción activos y que son rodeados directamente por la circulación.

40 La circulación de los gases desde la entrada a la zona de calefacción hasta la zona de reacción se efectúa desde una disposición externa (cilíndrica o cuadrada) hacia el interior.

En este caso, un grupo de los elementos de calefacción está colocado junto a la disposición exterior.

45 Otro grupo de elementos de calefacción puede estar dispuesto, no obstante, también junto a una disposición central.

Los por lo menos dos sensores de la temperatura están colocados tan sólo al comienzo de la zona de reacción, pero no en la zona de calefacción.

50 La disposición de los grupos de elementos de calefacción puede ser, para cada grupo, de forma circular o también cuadrada o elíptica.

55 Con el fin de hacer posible un modo de construcción compacto del reactor son ventajosos unos dispositivos de cambio de dirección de gases en la zona de calefacción. Esto sirve también para el aumento de los períodos de tiempo de calefacción y de reacción, puesto que de esta manera resulta un aumento del tamaño del recinto de reacción entre el elemento de calefacción y el sistema de medición de la temperatura del gas. Esto sirve, entre otras cosas, también para la reducción de las pérdidas de energía.

60 Después de la reacción en la zona de reacción, se efectúa un enfriamiento de los gases de proceso por medio de la introducción en un intercambiador de calor. De este modo se termina la reacción en fase gaseosa.

65 Si se presenta ahora una avería de un elemento de calefacción, entonces la fase gaseosa no es calentada directamente por medio de los elementos de calefacción en el entorno del elemento de calefacción sino que solamente por la radiación emitida por las piezas constructivas (p.ej. los dispositivos de cambio de dirección de los gases).

Esto no es tan eficaz como el contacto directo con unas superficies de los elementos de calefacción, que están muchísimo más calientes.

5 Puesto que, además de ello, no hay ninguna corriente de compensación dirigida transversalmente, este gas calentado sólo débilmente llega a los sensores de la temperatura, en donde se efectúa la medición de la temperatura.

10 Se puso de manifiesto que cada avería de los elementos de calefacción es reconocible directamente en los respectivos sensores de la temperatura por medio de una disminución de la temperatura en la zona de calefacción.

15 Es decir, que en el caso de una avería de unos elementos de calefacción individuales, la temperatura del reactor en el entorno directo de la avería disminuye en hasta 50 °K, y por consiguiente allí también disminuye el grado de conversión química o respectivamente el rendimiento, lo que repercute negativamente sobre el grado de conversión global del reactor.

Si entonces se llevan a cabo varias - por lo menos dos - mediciones de la temperatura en la zona de reacción, entonces las averías se pueden asociar exactamente a las respectivas temperaturas.

20 En el caso de que la temperatura del reactor sea utilizada para la regulación del reactor, entonces se ha de procurar que, independientemente de las averías y de las propiedades de los elementos de calefacción, se presente una temperatura constantemente igual en el recinto de calefacción y que por consiguiente en todos los lugares en las zonas de calefacción y de reacción predominen las mismas condiciones.

25 Esto se ha de realizar mediante el recurso de que para la regulación de la temperatura del reactor de la reacción en fase gaseosa se llevan a cabo por lo menos dos mediciones de la temperatura en la zona de reacción, calculándose una temperatura de regulación a continuación a partir de las mediciones de la temperatura.

30 Como temperatura de regulación se utiliza de manera preferida el valor medio formado a partir de todas las mediciones de la temperatura.

En el cálculo de la temperatura de regulación se pueden tomar en cuenta las propiedades geométricas del reactor y/o de la zona de calefacción o respectivamente la disposición de los sensores de la temperatura en el reactor, ponderándose diferentemente las temperaturas individuales al realizar el cálculo de la regulación de la temperatura.

35 Mediante el cálculo del valor medio se ha puesto de manifiesto que las respectivas desviaciones de temperaturas desde la deseada temperatura de reacción son reducidas dentro de la zona de reacción.

40 Hasta ahora se compensaba esta caída de la temperatura directamente después de una avería del elemento de calefacción mediante el recurso de que se aumentaba súbitamente de manera correspondiente la potencia los elementos de calefacción remanentes, para que la temperatura del reactor permanezca en un nivel constante de temperaturas. Esto significaba, sin embargo, que, debido a una avería de un elemento de calefacción, la temperatura de reacción junto a los otros elementos de calefacción era aumentada en hasta 50 °K, favoreciendo unas temperaturas más altas - tal como se ha descrito precedentemente - la formación de productos secundarios.

45 Asimismo, un aumento de la potencia individual en los elementos de calefacción conduce a una carga incrementada de los elementos de calefacción, la cual conduce en el peor de los casos a una corrosión multiplicada en los elementos de calefacción y a más averías de los elementos de calefacción.

50 Si en el transcurso del funcionamiento del reactor se avería otro elemento de calefacción, que está situado dentro del mismo sensor de la temperatura, entonces aumenta la diferencia de temperaturas entre los sensores individuales de la temperatura en hasta otros 50 °K.

55 La probabilidad de que los elementos de calefacción se vuelvan defectuosos y/o se averíen prematuramente es decisiva para el período de tiempo de funcionamiento global del reactor.

De manera preferida, la desviación media desde el valor medio de las temperaturas medidas junto a los sensores de la temperatura es por lo tanto como máximo de 50 °K.

60 La **Fig. 1** muestra un dispositivo apropiado para la realización del procedimiento

Lista de los signos de referencia

- 1 Aportación de gas inclusive el dispositivo de distribución
 2 Elementos de calefacción
 5 3 Zona de calefacción
 4 Dispositivo de cambio de dirección
 5 Aportación de gases
 6 Dos disposiciones de medición de la temperatura
 7 Zona de reacción
 10 8 Evacuación de los gases

El invento se refiere de un modo general a unas reacciones endotérmicas en fases gaseosas.

Los siguientes Ejemplos se refieren a la conversión química de tetracloruro de silicio en triclorosilano.

Ejemplos**Ejemplo 1 (Ejemplo comparativo)**

20 Para el Ejemplo comparativo se utilizó un reactor de acuerdo con el documento US 4.536.642.

Se utilizó en la corriente de eductos una mezcla gaseosa, que se compone de 33 % en moles de tetracloruro de silicio y 67 % en moles de hidrógeno. La temperatura de entrada de la corriente de eductos gaseosos fue de aproximadamente 175°C.

25 La presión se ajustó a 6 bares y la temperatura del gas en la zona de reacción se ajustó a 1.000°C.

El producto gaseoso se investigó después de la reacción en una cromatógrafo de gases, determinándose las proporciones de triclorosilano y de tetracloruro de silicio. La temperatura de la corriente del producto gaseoso saliente fue de aproximadamente 350°C.

La selectividad relativa se establece mediante la proporción molar del triclorosilano al tetracloruro de silicio.

35 Para mayor sencillez, la selectividad relativa alcanzada en el Ejemplo comparativo se define como de 100 %, cuando todos los elementos de calefacción son capaces de funcionar.

La **Fig. 2** muestra la probabilidad relativa de daños de los elementos de calefacción individuales en función del número de elementos de calefacción para el Ejemplo comparativo.

40 Se puede reconocer que la distribución espacial de la aparición de daños en los elementos de calefacción no obedece ostensiblemente a ninguna ley reconocible.

Esto representa el estado de la técnica.

45 Si se ha averiado por lo menos un elemento de calefacción, entonces la potencia de los elementos de calefacción en funcionamiento que han quedado, se regula posteriormente de tal manera que se mantenga la temperatura nominal, que se mide en el centro de la zona de reacción con un sensor de la temperatura.

50 Sin embargo, se comprobó que la selectividad relativa disminuye a aproximadamente 97 % ya en el caso de que hay un sólo elemento de calefacción averiado.

La formación de productos secundarios ha aumentado en un 3 %.

Ejemplo 2

55 En el **Ejemplo 2** se utilizan esencialmente las mismas condiciones marco que en el **Ejemplo 1**.

No obstante, la aportación de gas se distribuye mejor en la zona de calefacción con ayuda de un dispositivo de distribución de gases.

60 El dispositivo de distribución de gases uniformiza la corriente de gas que debe de ser aportada por medio de unas diferentes dimensiones del orificio de paso de gases a lo largo de la conducción de aportación de gas a la zona de calefacción cilíndrica.

65 La **Fig. 3** muestra un manifiesto mejoramiento de la probabilidad de daños mediante la incorporación de un dispositivo de distribución de gases.

Los casos de daños (siniestros) arbitrarios son modificados en aras de una distribución más sistemática.

5 En la **Fig. 3** se puede reconocer por lo demás una distribución irregular, pero sistemática, de la fase gaseosa que debe de ser aportada.

La probabilidad relativa de daños de los elementos de calefacción disminuye y el reactor se puede hacer funcionar durante más tiempo.

10 Mediante la distribución de los gases, que es ahora sistemática, con ayuda de otras etapas de optimización se puede adaptar y se puede mejorar adicionalmente el dispositivo para la mejor distribución de los gases se una manera correspondiente a la geometría de cada uno de los reactores individuales.

15 Esto se debe de realizar adaptando ulteriormente las dimensiones del dispositivo de distribución.

La **Fig. 4** muestra la probabilidad optimizada de daños de los elementos de calefacción, que es distribuida uniformemente entre cada elemento.

20 En comparación con la **Fig. 3**, no obstante, no se puede reconocer ninguna reducción del número de daños.

Esta distribución optimizada de daños se ha de establecer individualmente para cada reactor y se muestra aquí en la representación sistemática.

25 La **Fig. 5** muestra la comparación directa de las diferentes probabilidades de daños.

La probabilidad relativa de daños de los elementos de calefacción disminuye y el reactor se puede hacer funcionar durante más tiempo.

30 Ejemplo 3

En el **Ejemplo 3** se utilizan en lo esencial las mismas condiciones generales que en el **Ejemplo 1**.

35 Sin embargo, la zona de reacción es provista de cuatro disposiciones adicionales de medición de la temperatura, de tal manera que es posible medir la temperatura en la zona de reacción de un modo resuelto en cuanto a un sitio.

Las disposiciones de medición de la temperatura están dispuestas radialmente en torno al centro de la placa de plato dentro de la zona de reacción.

40 En la **Fig. 1** se muestra la posición de dos de estas adicionales disposiciones de medición de la temperatura 6 de un modo ejemplificativo.

45 Si la determinación de la temperatura no se lleva a cabo, tal como se ha descrito en el **Ejemplo 1**, solamente con un dispositivo de medición de la temperatura, sino con el valor promedio de todos los valores procedentes de los dispositivos de medición de la temperatura que están a disposición, se pone de manifiesto que, en el caso de la avería de un elemento de calefacción, la selectividad relativa disminuye sólo a un 99,5 %, puesto que se reduce la influencia directa de la temperatura sobre la temperatura de regulación.

50 Los productos secundarios indeseados, que se forman a partir de una temperatura de reacción aumentada, se presentan tan sólo en un 0,5 %.

Ejemplo 4

55 En el **Ejemplo 4**, adicionalmente al **Ejemplo 2**, los elementos de calefacción se regulan de tal manera, que la desviación de las temperaturas medidas junto a los elementos de calefacción sea mínima con respecto al valor medio ΔT .

Esto tiene lugar en cada momento.

60 Se ha puesto de manifiesto que también cuando todos los elementos de calefacción son capaces de funcionar, puede haber unas diferencias significativas en las temperaturas.

65 Esto está fundamentado presuntamente por la geometría de la zona de calefacción (y por consiguiente de la corriente gaseosa) y/o por la geometría de los elementos de calefacción.

ES 2 549 102 T3

Si se ajusta un ΔT de menos que 50 K, cuando todos los elementos de calefacción son capaces de funcionar, se puede alcanzar una selectividad relativa de 110 % en comparación con el **Ejemplo 1**.

5 Incluso cuando un elemento de calefacción ya no sea capaz de funcionar, se seguirá alcanzando todavía una selectividad relativa de 107 % en comparación con el **Ejemplo 1**.

También en el presente caso se disminuye la probabilidad relativa de daños de los elementos de calefacción.

10 El período de tiempo de funcionamiento, el grado de conversión y la seguridad del reactor se pueden prolongar o respectivamente aumentar manifiestamente de esta manera.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la conversión química del tetracloruro de silicio con hidrógeno en el triclorosilano en un reactor, en el que unos eductos gaseosos se introducen en el reactor a través de un dispositivo de entrada de gases y éstos son distribuidos uniformemente, mediante un dispositivo de distribución de gases, en una zona de calefacción, en la que los eductos gaseosos son calentados mediante unos elementos de calefacción a una temperatura media de 500-1.500°C, y a continuación son conducidos a una zona de reacción, regulándose el calentamiento de los elementos de calefacción mediante unas mediciones de la temperatura en la zona de reacción, estando presentes para esta finalidad en la zona de reacción por lo menos dos sensores de la temperatura, y reaccionando los eductos gaseosos en la zona de reacción para dar un producto gaseoso, que finalmente es conducido hacia fuera del reactor a través de un dispositivo de salida de gases, tratándose, en el caso de los eductos gaseosos, del tetracloruro de silicio y del hidrógeno, que reaccionan a una temperatura de por lo menos 600°C para dar triclorosilano y HCl.
- 10
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, siendo de a lo sumo 50 °K la desviación media de las temperaturas determinadas junto a los sensores de la temperatura con respecto del valor medio.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 2, estando previsto por lo menos un intercambiador de calor, que calienta al educto gaseoso según el principio de contracorriente por medio del producto gaseoso que se ha producido en la reacción, estando dispuesto el dispositivo de distribución de gases entre el intercambiador de calor y la zona de calefacción.

Fig. 1

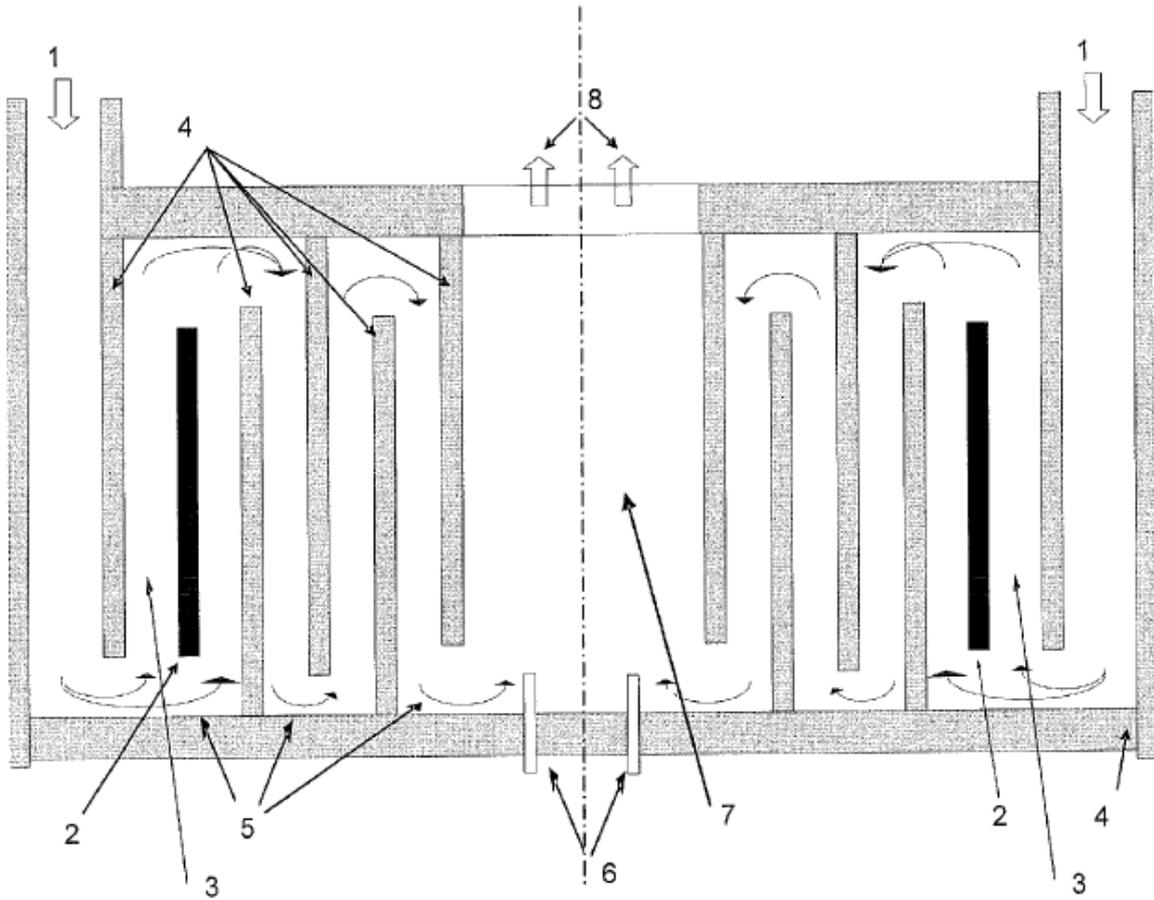


Fig. 2

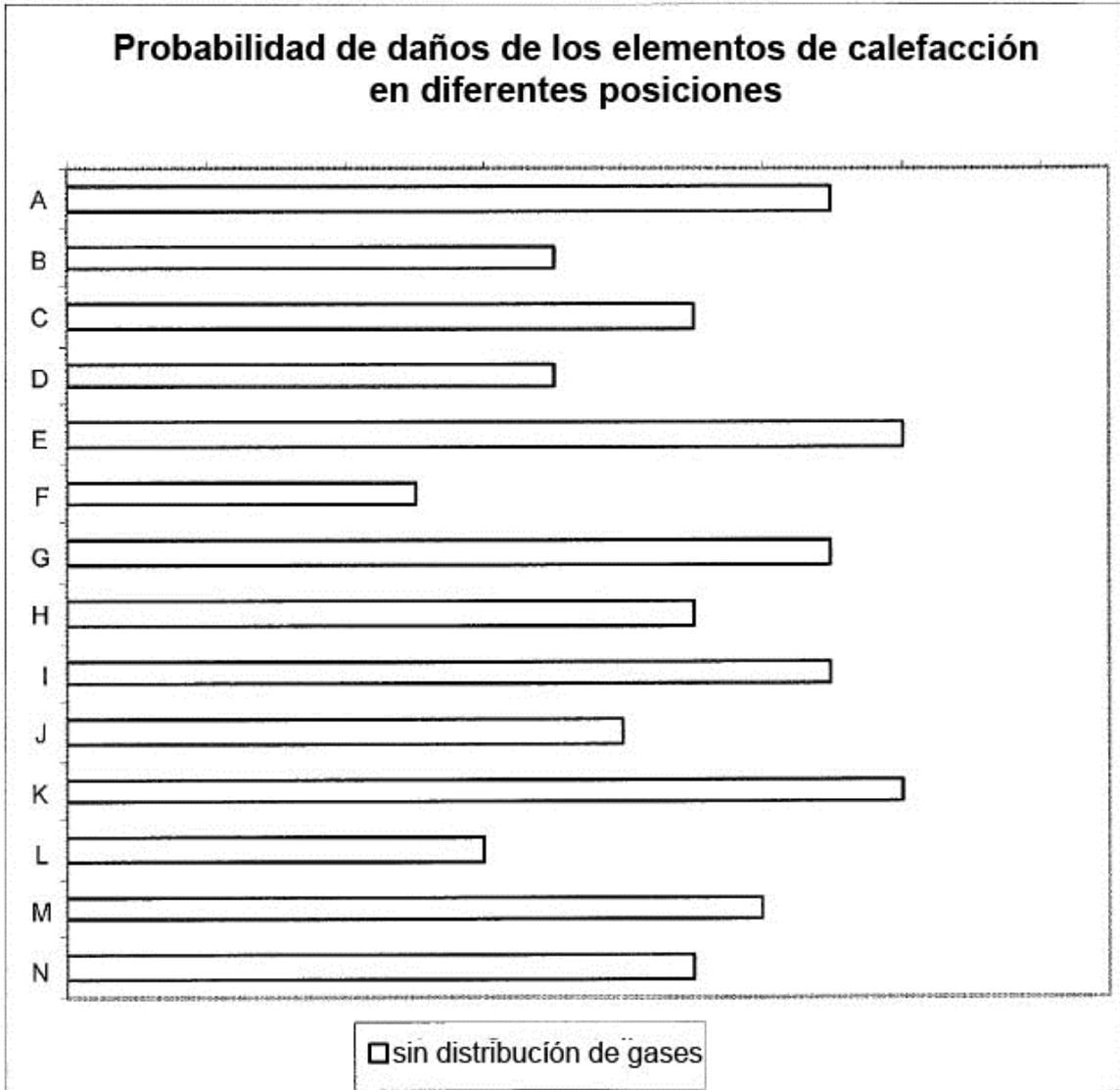


Fig. 3

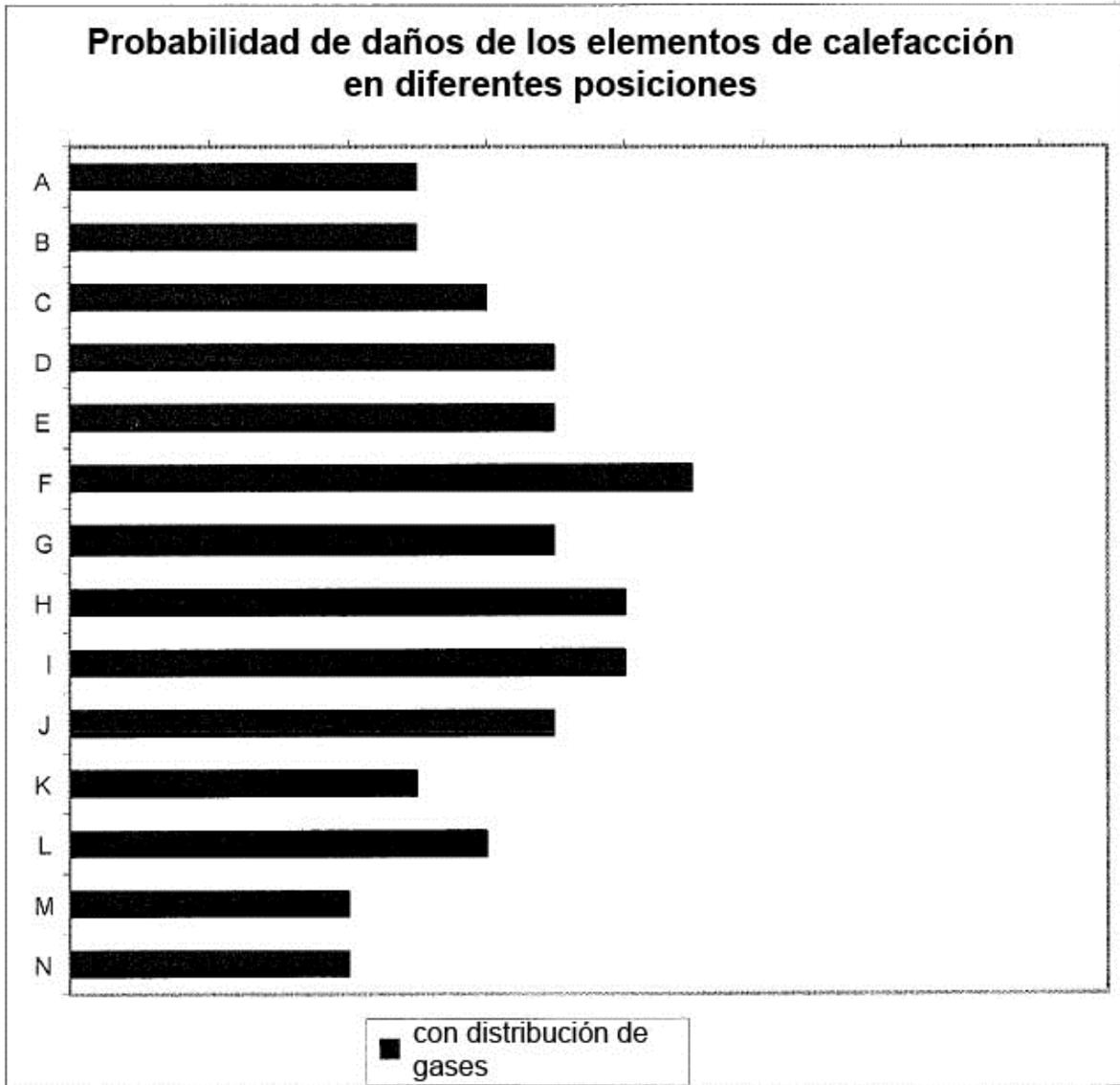


Fig. 4

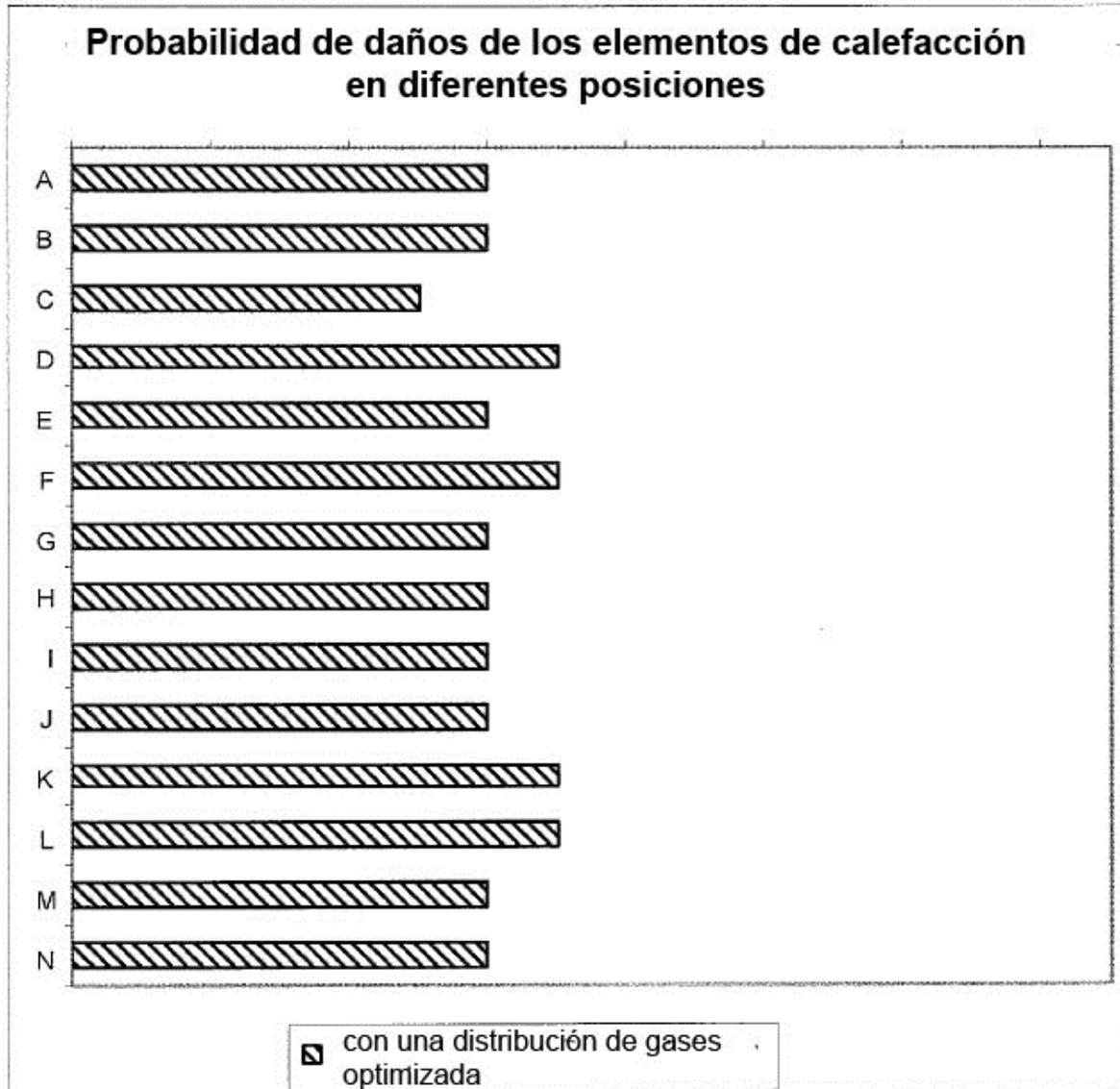


Fig. 5

