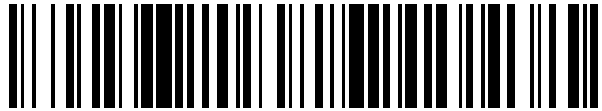


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 083**

51 Int. Cl.:

B01D 53/86 (2006.01)

B01J 8/02 (2006.01)

B01J 23/38 (2006.01)

C01B 21/22 (2006.01)

A61M 16/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2010 E 10701613 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2387451**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la descomposición de gas hilarante en un reactor de lecho fijo adiabático**

30 Prioridad:

13.01.2009 DE 102009004431

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

06.06.2016

73 Titular/es:

**LINDE AG (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**BERAN, FRANZ;
HOFMANN, KARL-HEINZ;
SCHÖDEL, NICOLE;
SCHMEHL, WOLFGANG;
WENNING, ULRIKE y
ZANDER, HANS-JÖRG**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 573 083 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

Dispositivo y procedimiento para la descomposición de gas hilarante en un reactor de lecho fijo adiabático

5 La invención concierne a un dispositivo y un procedimiento para descomponer gas hilarante (N_2O) en un reactor de lecho fijo. Un dispositivo de este tipo y un procedimiento correspondiente son conocidos, por ejemplo, por los documentos US 7235222 B2, US 2006/0008401 A1 o WO 2006/059506 A1.

10 El dióxido de dinitrógeno o gas hilarante es un gas incoloro no tóxico que se utiliza desde hace mucho como anestésico o analgésico en combinación con otros materiales. Además, se origina gas hilarante también en la fabricación de ácido nítrico como subproducto o se utiliza en síntesis orgánicas. En el uso como anestésico o analgésico surge el problema de que el gas hilarante exhalado por el paciente se puede concentrar en la sala de tratamiento por encima de las concentraciones del sitio de trabajo admisibles máximas existentes y, por tanto, puede llevar también a lo largo del tiempo a una carga excesiva del personal médico.

La responsabilidad medioambiental creciente ha conducido la atención además a que el gas hilarante contribuye también considerablemente al efecto invernadero y a destruir la capa de ozono.

15 Por tanto, existe la demanda de un dispositivo y un procedimiento para la descomposición efectiva de gas hilarante procedente de diferentes fuentes, ya sea de tratamientos térmicos, de la producción de ácido nítrico, de gases de escape de diferentes síntesis orgánicas, en la limpieza/vaciado de bombonas de gas o de corrientes de gas de escape en la propia fabricación de gas hilarante, de modo que no se libere gas hilarante hacia el ambiente.

20 Las patentes y las solicitudes de patentes anteriormente citadas tratan del procesamiento de gas hilarante de aplicaciones médicas y proponen esencialmente recoger el gas hilarante que se origina en varias salas de tratamiento y de operaciones de una clínica y suministrarlo a un punto de procesamiento catalítico común. Para ello, se utilizan preferiblemente catalizadores que hacen posible una descomposición del gas hilarante a temperaturas relativamente bajas, es decir, por debajo de $600^{\circ}C$. Pueden anteponerse diferentes adsorbedores al punto de procesamiento catalítico para segregar componentes molestos como sevoflurano, desflurano, isoflurano, halotano u otros hidrocarburos halogenados.

25 Además, los inventores de la presente solicitud, en la solicitud de patente europea EP 08164753.9, que no se ha publicado todavía hasta el momento de presentación de la presente solicitud, incluso han propuesto un dispositivo y un procedimiento para descomponer gas hilarante que prevén convertir el gas hilarante producido por un paciente individual directamente in situ en la habitación de tratamiento, lo que ahorra una recogida costosa de diferente corrientes de gas hilarante en la clínica.

30 Otros procedimientos comercialmente disponibles en el presente para retirar gas hilarante se basan en su mayor parte en una descomposición predominantemente térmica de gas hilarante a más de $800^{\circ}C$.

35 Concretamente, es común a los procedimientos catalíticos modernos que trabajan a temperaturas por debajo de $600^{\circ}C$ un problema consistente en que la descomposición de gas hilarante es fuertemente exotérmica. Es decir, el gas expirado por el paciente se sometería a una descomposición catalítica sin tratamiento previo adicional, de modo que, debido a la alta concentración de gas hilarante de hasta el 70%, se manifestaría entonces una fuerte exotermia o generación de calor tal en el catalizador que éste sería dañado irreversiblemente con una probabilidad en el límite de la seguridad. Por tanto, los procedimientos de eliminación de gas hilarante corrientes, como los que se han expuesto anteriormente, tienen la característica común de que la corriente de gas se diluye a una concentración de gas hilarante de $< 5\%$ con otro gas libre de gas hilarante. Además, están previstas medidas para poder hacer funcionar el catalizador de manera correspondientemente isotérmica, es decir, para enfriarlo o calentarlo.

40 El documento US 6.056.928 se refiere a un procedimiento para eliminar óxidos de nitrógeno de un flujo de gas.

El documento WO2006/059506 A1 se refiere a un procedimiento de tratamiento y un dispositivo de tratamiento para gas que comprende óxidos de nitrógeno.

45 A la vista de este estado de la técnica, un problema de la invención es proporcionar un dispositivo mejorado y un procedimiento mejorado para descomponer gas hilarante que hagan posible un funcionamiento seguro de la instalación sin coste de energía elevado o materiales caros muy exigentes, en particular materiales resistentes a la temperatura.

50 El problema arriba indicado se resuelve por medio de un dispositivo según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 10. Las reivindicaciones subordinadas se refieren a ejecuciones adicionales ventajosas de la invención.

La invención se aclara a partir de la siguiente descripción con referencia al dibujo adjunto.

La figura 1 muestra un diagrama de una forma de realización a modo de ejemplo de un dispositivo para

descomponer gas hilarante.

Como puede verse en la figura 1, el dispositivo según la invención comprende una entrada de gas 1, por ejemplo una máscara de respiración, a través de la cual entra el gas que contiene gas hilarante. El número de referencia 2 designa un ventilador para transportar el gas de entrada a través de los siguientes componentes. Este gas se conduce a través de un medio de intercambio térmico o intercambiador térmico 3 y llega a un dispositivo de calentamiento 4. El gas que deja de nuevo a continuación el dispositivo de calentamiento se suministra al reactor 5 propiamente dicho. El reactor 5, a saber, un reactor de lecho fijo, está lleno de un catalizador adecuado, prefiriéndose actualmente un catalizador de metal noble o rodio, sobre un soporte adecuado. Con respecto a la ejecución concreta del catalizador, la presente invención no se somete a ninguna limitación especial. Asimismo, es posible utilizar una disposición de catalizador como la que se muestra, por ejemplo, en el documento WO 2006/009453 A1.

El gas que deja el reactor, sustancialmente libre de gas hilarante, se lleva a través de un conducto de gas hasta el intercambiador térmico 3, donde libera hacia el gas de entrada que contiene gas hilarante el calor absorbido por la exotermia de la descomposición del gas hilarante o por el elemento de calentamiento 4. Discrecionalmente, pueden preverse aún refrigeradores adicionales, de modo que el gas de escape se libere hacia el ambiente con una temperatura de aproximadamente 40°C o menos.

Según la invención puede preverse además también un medio de retorno 7, 8, por ejemplo con una válvula y un ventilador o compresor, con el que es posible mezclar el gas que sale del catalizador con la corriente de gas de entrada que contiene gas hilarante – antes o después del elemento de calentamiento – y hacerle retornar así para reducir la concentración de gas hilarante en la corriente de gas de entrada y calentar el gas de entrada.

Según la invención, está prevista además todavía una derivación 6 con la que es posible conducir el gas de entrada total o parcialmente a lo largo del intercambiador térmico 3. Esto es útil especialmente cuando, debido a la exotermia de la reacción de descomposición de gas hilarante, es de temer un incremento de temperatura demasiado fuerte.

Con otra derivación no mostrada puede hacerse posible conducir también el gas que contiene gas hilarante total o parcialmente a lo largo del dispositivo de calentamiento.

Como un posible ejemplo de realización de la invención se considera en lo que sigue el uso del dispositivo según la invención en relación con la descomposición de gas hilarante en el gas de respiración de un paciente. En este caso, surgen dificultades especiales debido a que la corriente de gas exhalada contiene hasta 50%-70% de gas hilarante, siendo el resto principalmente oxígeno. Además, hay cantidades de CO₂ más pequeñas en el gas. Una dificultad adicional resulta de que, según el caso de aplicación, el gas de respiración y el gas libre de gas hilarante mezclado para la dilución, casi siempre aire ambiente, están húmedos. Los catalizadores preferidos actualmente muestran una fuerte dependencia de la temperatura de descomposición del gas hilarante respecto de la humedad del gas, estando la temperatura de descomposición de gas hilarante en el gas húmedo 50°C o más, en parte también hasta 200°C, por encima de la temperatura en el gas seco.

Condicionado por la respiración, el gas se produce discontinuamente, según que el paciente espire o no en el justo momento considerado. Asimismo, es de hacer notar que en algunos métodos de tratamiento el contenido de gas hilarante del gas anestésico suministrado al paciente varía fuertemente en función del tiempo, de modo que también puedan surgir variaciones bruscas entre 0% y 70% en el gas exhalado.

El dispositivo según la invención está concebido para utilizarse como unidad móvil y compacta directamente en la sala de tratamiento o al lado de ésta, contemplándose también particularmente usar el dispositivo según la invención en una ambulancia. Esto requiere que, además de un suministro de corriente, el dispositivo según la invención deberá ser autosuficiente, es decir que no presente ni una toma de agua ni el suministro con otras corrientes de procesos (gases de dilución especiales o agentes de reducción).

Para proteger al personal médico y a otras personas es forzosamente necesario que el dispositivo de descomposición de gas hilarante no alcance por fuera una temperatura demasiado elevada, de modo que un contacto no conduzca a quemaduras. Por tanto, el dispositivo está térmicamente aislado de modo que las temperaturas exteriores no suban por encima de 40°C

Por motivos similares, debe prestarse atención también a que el gas de escape liberado finalmente no supere en lo posible este valor límite de la temperatura.

Para la práctica es necesario además que el dispositivo funcione bien sin dispositivos de medición y control complicados en su manejo. El dispositivo deberá ser apropiado para uso en hospitales, incluso por personal poco entrenado o en situaciones de estrés, y deberá excluirse en gran medida un manejo erróneo del dispositivo.

Para uso en relación con gases médicos no existen limitaciones especiales con respecto al catalizador utilizado. En principio, para la degradación de gas hilarante se han considerado adecuados los catalizadores de metal noble

sobre un material de soporte. Se cuentan entre los metales nobles adecuados, por ejemplo, paladio, rodio, platino, rutenio y otros. En particular, se han considerado adecuados particularmente el paladio y el rodio. Para el soporte, entran en consideración óxidos de aluminio, óxidos de silicio y zeolita o sus mezclas y otros.

5 En el catalizador el gas hilarante reacciona dando N_2 y O_2 . Pueden evitarse reacciones secundarias que den otros óxidos de nitrógeno. En caso de un gas seco, en algunos sistemas de catalizador ya se inicia la descomposición de gas hilarante a menos de $200^\circ C$ y ésta aumenta con la humedad en el gas hasta $400^\circ C$ o $450^\circ C$. En los sistemas de catalizador preferidos ya se ha observado ya una degradación significativa del gas hilarante a aproximadamente más de $150^\circ C$ en el gas seco.

10 En la aplicación anteriormente descrita en un hospital se hace funcionar el dispositivo en el caso más sencillo de modo que el gas exhalado del paciente se diluya teniendo en cuenta la concentración teórica máxima posible, de manera que se ajuste una concentración máxima de gas hilarante de $< 10\%$, preferiblemente $< 5\%$ y, en particular, $< 2\%$. Como gas para la dilución puede utilizarse cualquier gas libre de gas hilarante, eventualmente aire ambiente o bien el gas de escape del propio catalizador.

15 En una forma de realización preferida se permite una superación momentánea de la concentración de entrada máxima anteriormente descrita de 5% o 2% , si bien es necesario para ello que se vigile de manera correspondiente la temperatura en el reactor o en el gas de escape, de modo que, al superarse una temperatura crítica T_{max} , el gas de entrada pueda diluirse rápidamente en mayor grado para evitar un embalamiento del reactor o un daño del sistema por una subida de temperatura demasiado grande.

20 Por motivos de seguridad, en la aplicación clínica se prefiere que la reacción se desarrolle a presión atmosférica, entre otras cosas para no influir desventajosamente en la respiración del paciente. Así, se puede evitar también el uso de un compresor, que elevaría claramente los costes y la carga de ruido. Sin embargo, para poder conducir el gas de manera segura a través del reactor está previsto un ventilador en un lugar adecuado.

25 El procedimiento según la invención prevé calentar en primer lugar el gas a tratar que contiene gas hilarante con el elemento hasta una temperatura a la que se inicia la reacción en el catalizador. Para el caso descrito del gas de respiración de un paciente, esta temperatura es de aproximadamente $300^\circ - 400^\circ C$ o ligeramente inferior con los catalizadores de metal noble actualmente preferidos. En caso de un gas seco, como el que aparece, por ejemplo, en el procesamiento de gases residuales durante el envasado de bombonas, o el que puede obtenerse por un secado adecuado del gas de respiración y del gas de dilución, puede seleccionarse una temperatura de partida de menos de $300^\circ C$, preferiblemente de $200^\circ C$. La temperatura exacta a la que comienza la descomposición del gas hilarante en grado apreciable, depende del sistema de catalizador seleccionado y puede determinarse de antemano en función de éste. Como se conoce, el grado de conversión real depende de la temperatura.

30 Tras una breve fase de arranque en la que se calienta delante del reactor el gas que contiene gas hilarante, la exotermia de la reacción de descomposición del gas hilarante cuida de que se libere una considerable cantidad de calor en el reactor. Los cálculos muestran que la descomposición del $0,5\%$ del gas hilarante basta para calentar el gas aproximadamente a $13^\circ C$. La reacción en el reactor se desarrolla de forma adiabática, es decir que el reactor está bien encapsulado térmicamente con respecto al ambiente, de modo que él mismo se calienta rápidamente y puede hacerse funcionar entonces sin un suministro de energía térmica adicional.

35 El gas de escape del reactor, que está sustancialmente libre de gas hilarante, se lleva por un conducto de gas de escape al intercambiador térmico, donde libera su calor de la forma más completa posible hacia el gas que contiene gas hilarante antes de la entrada en el reactor, o mejor todavía antes de la entrada en el elemento de calentamiento. Cuando el gas que contiene gas hilarante se diluye por medio de un gas sustancialmente libre de gas hilarante, puede utilizarse para esta dilución también el gas de escape caliente del reactor, lo que simplifica la ejecución del intercambiador térmico. Este enfoque permite también, en el uso en la clínica, hacer funcionar el sistema con un gas relativamente seco, dado que tiene que eliminarse siempre sólo la humedad contenida en el gas de respiración del paciente, lo que es fácilmente posible con un adsorbedor, por ejemplo un tamiz molecular o gel azul.

45 Tras un tiempo breve, el elemento de calentamiento puede desconectarse y la reacción discurre de manera estable solamente debido a la exotermia de la descomposición de gas hilarante en el catalizador. Una elevación demasiado fuerte de la temperatura es impedida por una dilución adecuada del gas que contiene gas hilarante.

50 En una forma de realización preferida del procedimiento según la invención, en una primera fase, se conduce a través del elemento de calentamiento el gas que contiene gas hilarante, sin dilución, de modo que sólo debe calentarse una pequeña cantidad de gas. Este gas con la alta concentración de gas hilarante de hasta el 70% se conduce entonces por breve tiempo a través del catalizador, calentándose intensamente el gas de escape y el catalizador debido a la fuerte exotermia.

55 En un segundo paso se diluye entonces crecientemente el gas que contiene gas hilarante delante del reactor, bien como se ha descrito, con el gas de escape del reactor o bien con aire ambiente, y se desconecta el elemento de

calentamiento.

Con el enfoque anteriormente descrito, el arranque y la parada de la reacción son esencialmente más rápidos que en procesos conocidos que prevén una descomposición térmica de gas hilarante a 800°C. Esto es ventajoso especialmente si se piensa que el dispositivo según la invención se utiliza en una sala de tratamiento, en la que entre los tratamientos individuales pueden tener lugar también unas pausas bastante largas en las que no se origina ningún gas hilarante. Por otro lado, justo en esta situación es forzosamente necesario que, por ejemplo en intervenciones de emergencia, el dispositivo de descomposición de gas hilarante esté listo muy rápidamente para su uso y no sea practicable una fase de calentamiento larga, como la que sería necesaria en dispositivos convencionales.

10 Junto a los usos anteriormente expuestos en el ámbito de la medicina, el dispositivo según la invención puede utilizarse también en otros ámbitos de uso, por ejemplo para descomponer gas hilarante en el envasado de bombonas de gas, cuando deban acondicionarse bombonas parcialmente vaciadas y el gas que permanece aún en las bombonas deba eliminarse antes del nuevo llenado. Otro ámbito de uso resulta en relación con los gases de escape de, por ejemplo, la producción de ácido nítrico o la producción de ácido adípico.

15 Además, el dispositivo según la invención y el procedimiento según la invención pueden utilizarse también en los procedimientos corrientes para la fabricación de gas hilarante, en los que deben eliminarse regularmente corrientes de gas de escape con una proporción de gas hilarante aún considerable que no puede procesarse adicionalmente. Para proteger el medioambiente es conveniente descomponer también el gas hilarante en estas corrientes de gas de escape antes de su liberación hacia el ambiente.

20 En algunas aplicaciones hay todavía en el gas hilarante componentes de gas adicionales que pueden repercutir parcialmente de forma molesta en el proceso. En particular, pueden estar presentes hidrocarburos parcial o totalmente halogenados, por ejemplo sevoflurano, desflurano, isoflurano y halotano, en mezclas de gas médicas. Estos hidrocarburos halogenados y parcialmente halogenados se cuentan entre los venenos de catalizador clásicos y dañarían irreversiblemente los catalizadores de metal noble, lo que llevaría a un acortamiento considerable de la vida útil de los catalizadores. Para evitar este daño puede instalarse delante del catalizador un adsorbedor correspondiente que retenga estos componentes. La eliminación de los hidrocarburos halogenados del aire de salida es de gran importancia también para la protección del personal médico.

25 En una ejecución de la invención no mostrada adicionalmente el dispositivo de descomposición de gas hilarante presenta varios reactores de lecho fijo adiabáticos dispuestos uno detrás de otro, en los que está contenido un respectivo catalizador adecuado, pudiendo estar previstos refrigeradores o intercambiadores térmicos entre los reactores de lecho fijo individuales. La ventaja de esta disposición consiste en que puede evitarse un sobrecalentamiento demasiado intenso de los catalizadores.

30 Una ventaja adicional de esta ejecución consiste en que es fácil configurar los catalizadores individuales en los reactores de lecho fijo adiabáticos como un "cartucho" que puede intercambiarse. En caso de un volumen total de, por ejemplo, 10 litros de catalizador, es posible dividir éste en tres o cuatro partes igual de grandes, y éstas se sustituyen por "cartuchos" de 2,5 a 3,5 litros de tamaño, según sea necesario. Dado que hay que partir de la consideración de que el primer reactor de lecho fijo se carga más intensamente, es posible, por ejemplo, tras una cierta duración del procedimiento, retirar el catalizador del primer reactor de lecho fijo y, en lugar de este catalizador, desplazar hacia delante el catalizador del segundo reactor de lecho fijo. El catalizador del tercer reactor de lecho fijo se traslada entonces hasta el segundo reactor de lecho fijo y un nuevo cartucho con un nuevo catalizador se introduce en el tercer y último reactor de lecho fijo.

35 De igual manera, el adsorbedor previsto eventualmente para eliminar hidrocarburos halogenados puede configurarse e intercambiarse también como un cartucho.

40 La invención no está limitada a estos ejemplos descritos. La invención puede utilizarse en todos los sitios en los que deba descomponerse gas hilarante.

45 Para alcanzar el estado de funcionamiento adiabático del reactor, éste puede aislarse por cualquier medida adecuada. Un aislamiento especialmente ventajoso es el alojamiento del catalizador en un recipiente de reactor de doble pared con un aislamiento de vacío.

50 De forma ventajosa, el dispositivo según la invención está provisto, además, de un sistema de control que, en función de la temperatura en el reactor, la temperatura del gas de escape, la temperatura del gas de entrada en el reactor, el grado de dilución, la concentración de gas hilarante y/o el tiempo, controla tanto el elemento de calentamiento y la dilución como también las eventuales derivaciones alrededor del elemento de calentamiento y el intercambiador térmico.

55 En una ejecución adicional según la invención es posible secar el gas de entrada, antes de su entrada en el elemento de calentamiento, con ayuda de medidas adecuadas, por ejemplo un tamiz molecular. Esto tiene la ventaja

de que se reduce considerablemente la temperatura de descomposición en el catalizador. Cuando se utiliza un gas seco para la dilución, ya sea de un suministro de gas especial o el gas de escape seco del catalizador, el dispositivo secador puede realizarse pequeño y compacto. Asimismo, según la invención, pueden utilizarse dispositivos de secado basados en membrana.

5 Cuando están previstos dos o más adsorbedores conectados en paralelo, es posible utilizar activamente uno de estos adsorbedores para el secado del gas de entrada, mientras que otro se intercala en la corriente de gas de escape de modo que el gas de escape caliente descargue nuevamente el agua adsorbida y regenere el adsorbedor para el siguiente ciclo. Una pluralidad de adsorbedores hace posibles ciclos temporalmente decalados.

10 En otra forma de realización preferida del procedimiento según la invención, se seca al inicio el gas de entrada con un secador compacto pequeño y se le conduce a través de un elemento de calentamiento que puede ser también pequeño, dado que en el gas secado no es necesaria una temperatura de arranque elevada, es decir, se posibilita un "inicio en frío". Tras alcanzar la temperatura de funcionamiento regular del catalizador, por ejemplo 400°C, puede proseguirse entonces el funcionamiento sin secado ni calentamiento adicional.

15 Para la reducción adicional del tamaño del secador o del elemento de calentamiento y del coste de la energía es posible utilizar al inicio el gas de respiración del paciente, solamente un poco diluido o no diluido, y sólo más tarde conectar la dilución según sea necesario.

20 El elemento de calentamiento no está limitado a un elemento de calentamiento eléctrico, aun cuando se prefiere esto. Alternativamente, el gas de entrada que contiene gas hilarante puede calentarse también por otros medios, por ejemplo un elemento calentado por reacción química. En el caso de uso en una ambulancia puede utilizarse también el calor perdido del motor para el calentamiento.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la descomposición de gas hilarante, que comprende:
una entrada de gas (1) para suministrar un gas que contiene gas hilarante;
5 un primer medio de intercambio térmico (3) para intercambiar calor entre un gas de escape y el gas que contiene gas hilarante;
un dispositivo de calentamiento (4) para calentar temporalmente el gas que contiene gas hilarante;
un reactor de lecho fijo (5), en el que está alojado un catalizador, para descomponer el gas hilarante incluido en el gas que contiene gas hilarante;
10 una salida de gas a través de la cual el gas de escape que sale del reactor de lecho fijo puede evacuarse a través del intercambiador térmico; en donde
el catalizador es adecuado para descomponer gas hilarante a temperaturas por debajo de 800°C; y
en donde el reactor de lecho fijo (5) está configurado como reactor adiabático,
caracterizado por que el dispositivo está configurado de modo que la reacción para la descomposición catalítica del
15 gas hilarante discurre a presión atmosférica, y por que está previsto un ventilador para conducir el gas que contiene gas hilarante a través del reactor de lecho fijo (5).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que está previsto un medio de retorno (7, 8) para mezclar al menos una parte del gas de escape con el gas que contiene gas hilarante delante del reactor de lecho fijo (5).
3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado por que el medio de retorno (7, 8) está configurado para
20 mezclar una parte del gas de escape con el gas que contiene gas hilarante delante del dispositivo de calentamiento (4).
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que está previsto un primer medio de control para controlar el funcionamiento del dispositivo de calentamiento (4) en función de la temperatura del gas que contiene gas hilarante, la temperatura del reactor de lecho fijo (5), la temperatura del gas de escape, el grado de retorno de gas de escape, la concentración de gas hilarante y/o el tiempo.
- 25 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que está prevista una derivación (6) para rodear al menos temporalmente el medio de intercambio térmico (3).
6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por que está previsto un segundo medio de control para controlar la derivación (6) en función de la temperatura del gas que contiene gas hilarante, la temperatura del reactor de lecho fijo (5), la temperatura del gas de escape, el grado de retorno de gas de escape, la concentración de gas
30 hilarante y/o el tiempo.
7. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que está previsto un diluyente para diluir el gas que contiene gas hilarante con otro gas libre de gas hilarante.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que está prevista una pluralidad de reactores de lecho fijo adiabáticos (5) en una hilera, en donde unos respectivos intercambiadores térmicos o refrigeradores están opcionalmente dispuestos entre los reactores de lecho fijo (5) individuales.
- 35 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el catalizador es adecuado para descomponer gas hilarante a temperaturas por debajo de 450°C, preferiblemente por debajo de 400°C.
10. Procedimiento para descomponer gas hilarante, que comprende:
un paso para suministrar un gas que contiene gas hilarante;
40 un paso de intercambio térmico para intercambiar calor entre un gas de escape y el gas que contiene gas hilarante;
un paso de calentamiento para calentar temporalmente el gas que contiene gas hilarante;
un paso de reacción para la descomposición catalítica del gas hilarante incluido en el gas que contiene gas hilarantes en un reactor de lecho fijo (5);
un paso para evacuar el gas de escape del reactor de lecho fijo (5) a través del intercambiador térmico; en donde

el paso de reacción comienza a una temperatura por debajo de 800°C y se realiza en condiciones adiabáticas,

en donde la reacción discurre a presión atmosférica y el gas que contiene gas hilarante se conduce por medio de un ventilador a través del reactor de lecho fijo (5).

- 5 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que el gas que contiene gas hilarante se mezcla con al menos una parte del gas de escape delante del reactor de lecho fijo (5).
12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que la mezcla se realiza antes del paso de calentamiento.
- 10 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que se controla el paso de calentamiento en función de la temperatura del gas que contiene gas hilarante, la temperatura del reactor de lecho fijo (5), la temperatura del gas de escape, el grado de retorno de gas de escape, la concentración de gas hilarante y/o el tiempo.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que el gas que contiene gas hilarante se conduce temporalmente de manera total o parcial, en una derivación (6), a lo largo de todo el paso de intercambio térmico.
- 15 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que se controla la derivación (6) en función de la temperatura del gas que contiene gas hilarante, la temperatura del reactor de lecho fijo (5), la temperatura del gas de escape, el grado de retorno de gas de escape, la concentración de gas hilarante y/o el tiempo.
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado por que el gas que contiene gas hilarante se diluye con otro gas libre de gas hilarante.
- 20 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 16, caracterizado por que el paso de reacción comienza a una temperatura por debajo de 450°C, preferiblemente por debajo de 400°C.

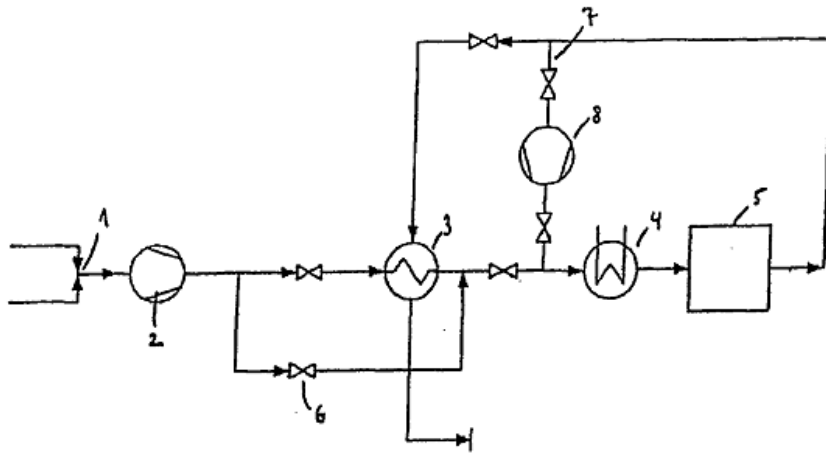


Fig. 1