

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 481**

51 Int. Cl.:

B01J 8/02 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2008 E 08164753 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2012 EP 2165756**

54 Título: **Procedimiento para la descomposición de óxido nitroso en una corriente de gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2013

73 Titular/es:

**LINDE AG (100.0%)
KLOSTERHOFSTRASSE 1
80331 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 397 481 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 descomposición de óxido nitroso en una corriente de gas

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la descomposición de óxido nitroso en una corriente de gas, en particular para la descomposición de óxido nitroso en el flujo de aire de espiración de un paciente.

10 Las mezclas de gas de óxido nitroso y oxígeno se utilizan ampliamente en la medicina como gases analgésicos y anestésicos, ya sea en combinación con o sin otros fármacos volátiles y/o anestésicos. Contrariamente a los narcóticos orgánicos, el óxido nitroso, que se libera durante la exhalación del paciente no puede eliminarse simplemente a través de procedimientos físicos tales como adsorción, absorción o separación. Por lo tanto, el óxido nitroso residual exhalado habitualmente se ha liberado a la sala de operaciones, sala de partos, quirófano, clínica dental, sala de emergencia o ambulancia o directamente al medio ambiente a través de un sistema de escape. La exposición a óxido nitroso durante un largo período de tiempo, sin embargo, puede ser perjudicial para el personal médico, incluso en concentraciones muy bajas en caso de una exposición frecuente durante muchos años (concentración máxima permisible en los EE.UU., según el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH): 25 ppm; "*Maximale Arbeitsplatz-Konzentration*" (MAK) según el "*Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz*" en Alemania: 100 ppm (o 50 ppm en algunos estados federales de Alemania)). Por lo tanto, hasta ahora, el óxido nitroso residual generado en la sala de tratamientos normalmente se libera directamente al medio ambiente donde contribuye al efecto invernadero (aproximadamente 300 veces más potente respecto al dióxido de carbono) y la destrucción de la capa de ozono.

25 Por estas razones, existe una gran necesidad de descomponer el óxido nitroso en gas anestésico residual. La patente US 4.259.303 de Nakaji y otros (presentada el 15 de octubre 1979) propone un procedimiento para el tratamiento de gas anestésico residual convirtiendo óxido nitroso en nitrógeno y oxígeno con un catalizador que comprende uno o más óxidos metálicos seleccionados del grupo que consiste en óxido férrico, óxido de cobalto, óxido cúprico, óxido de cromo, dióxido de manganeso y óxido de níquel.

30 US 2003/0185735 A1 de Hotta y otros (presentada el 27 de septiembre 2001) desarrolla y mejora más los procedimientos y aparatos conocidos y, además, propone mecanismos para eliminar el vapor de agua y gases volátiles orgánicos analgésicos, anestésicos, narcóticos u otros gases o vapores que pueden afectar a la eficiencia y la vida útil del catalizador de descomposición. El documento describe además un reactor de descomposición con un intercambiador de calor, y un calefactor eléctrico para elevar la temperatura del gas que contiene óxido nitroso que se ha de descomponer, el cual se acciona cuando se detecta óxido nitroso en el gas descargado del reactor de descomposición a través de unos medios de control de óxido nitroso.

40 WO 2006/059506 A1 de Hotta y otros (presentada el 15 de noviembre 2005) modifica ligeramente el diseño del aparato del reactor de descomposición integrando el calefactor eléctrico y unos deflectores específicos en una parte del reactor de descomposición.

45 Sin embargo, los aparatos de Hotta y otros y otras configuraciones conocidas son dispositivos muy grandes diseñados para la descomposición de una corriente de gas residual de todo un hospital. Tienen que instalarse de manera fija y han funcionar continuamente bajo unas condiciones de funcionamiento y de concentración de óxido nitroso en gran parte constantes.

50 Hasta ahora no existen procedimientos prácticos que puedan utilizarse por ejemplo, en un solo quirófano, sala de partos, cirugía, clínica dental, sala de emergencia o ambulancia y que pueda hacer frente a una aparición repentina o intermitente y/o una concentración inestable de óxido nitroso, lo cual que es típico en tales condiciones de funcionamiento. Un problema de los aparatos de la técnica anterior es que el catalizador en el reactor de descomposición de óxido nitroso no puede funcionar bajo condiciones de reacción óptimas (por ejemplo, concentración de óxido nitroso y rango de temperaturas óptimos) durante todas las fases de funcionamiento (es decir, durante la fase de puesta en marcha, altas concentraciones de óxido nitroso, bajas concentraciones de óxido nitroso, o fase de espera), resultando en un grado de conversión temporalmente reducido (en particular durante la fase de puesta en marcha y después de la de espera) y una reducción de la vida útil del catalizador. En particular, tras poner en marcha el aparato, se necesitan entre diez y treinta minutos antes de que la reacción catalítica alcance su grado de conversión óptimo. Después de interrumpir el suministro de óxido nitroso que contiene gas anestésico residual el reactor de descomposición de los aparatos de la técnica anterior se enfrían y no pueden mantenerse en un estado listos para funcionar. Como que el óxido nitroso se utiliza a menudo para aplicaciones de corto tiempo de varios segundos o minutos o intermitentemente para pequeñas intervenciones médicas o quirúrgicas o durante el parto, los aparatos de la técnica anterior no son apropiados para la descomposición del óxido nitroso que se produce bajo tales condiciones de funcionamiento.

Además, dichos dispositivos de la técnica anterior no son apropiados para un uso móvil en interiores, por ejemplo, en salas de operaciones, salas de parto, quirófanos, clínicas dentales, salas de emergencia y ambulancias, donde se exige un diseño compacto y el cumplimiento de altos estándares de seguridad y otros factores (por ejemplo, altos grados de conversión de óxido nitroso a temperaturas de reacción relativamente bajas, bajo consumo de energía, bajo calor residual y/o bajo nivel de ruido).

Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es disponer un procedimiento que supere los problemas de la técnica anterior anteriormente indicados, es decir, un procedimiento que ofrezca una descomposición fiable de óxido nitroso en todas las condiciones de funcionamiento que se produzcan y también que sea adecuado para un uso móvil en interiores, por ejemplo, en salas de operaciones, salas de parto, quirófanos, clínicas dentales, salas de urgencias o ambulancias y bajo condiciones de funcionamiento en las que la presencia y/o concentración de óxido nitroso residual que se ha de descomponer sea intermitente y/o temporalmente muy inestable.

Este problema se resuelve mediante un procedimiento para la descomposición de óxido nitroso en una corriente de gas, en particular para la descomposición de óxido nitroso en el flujo de aire de expiración de un paciente, de acuerdo con la reivindicación 1.

La invención utiliza un dispositivo para la descomposición de óxido nitroso en una corriente de gas entrante, en particular para la descomposición de óxido nitroso en el flujo de aire de expiración de un paciente, que comprende un reactor de descomposición de óxido nitroso que contiene un catalizador de descomposición de óxido nitroso, preferiblemente un catalizador de metales nobles; y medios de control de la temperatura para controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso.

El término "medios de control de la temperatura", tal como aquí se utiliza, pretende hacer referencia a unos medios capaces o apropiados para controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso influyendo directa y/o indirectamente en dicha temperatura, por ejemplo, por calentamiento y/o limitando la temperatura y/o canalizando corrientes de gas y/o utilizando calor de la reacción, o por otros medios. Por lo tanto, los medios de control de la temperatura son capaces o apropiados para tener o aumentar el control sobre la temperatura de reacción bajo diferentes condiciones de funcionamiento. Del mismo modo, "controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso" tal como aquí se utiliza puede ser una influencia directa y/o indirecta de dicha temperatura, de nuevo por ejemplo por calentamiento y/o limitando la temperatura y/o canalizando corrientes de gas y/o utilizando calor de la reacción, o por otros medios.

En la presente invención, los medios de control de la temperatura son adecuados para controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso independiente de la concentración de óxido nitroso que se ha de descomponer. Con la ayuda de estos medios de control de la temperatura, es posible mejorar más el control de la temperatura de reacción prácticamente en todas las condiciones de funcionamiento que se produzcan.

En otra realización preferida de la presente invención, los medios de control de temperatura comprenden por lo menos un sensor de temperatura, situado preferiblemente cerca o en el reactor de descomposición de óxido nitroso, en particular por lo menos un sensor de temperatura curso arriba del reactor de descomposición de óxido nitroso. Colocando un sensor por ejemplo cerca de la entrada del reactor de descomposición, es posible medir y controlar directamente la temperatura de la corriente de gas que entra en el reactor de descomposición y, por lo tanto, controlar por ejemplo un intercambiador de calor y/o un calefactor adicional. En particular, puede ser ventajoso colocar el sensor de temperatura en la corriente de gas, a una pequeña distancia del relleno de catalizador, para que el intercambio de calor pueda impactar el sensor con la corriente de gas y/o por el calor radiante del relleno de catalizador, lo cual puede mejorar las características de respuesta y la calidad de la medición. Además, puede ser deseable montar un sensor de temperatura a la salida del reactor de descomposición, por ejemplo, para tomar medidas para limitar el aumento de temperatura debido al calor de reacción de la descomposición de óxido nitroso en el reactor de descomposición con el fin de evitar un sobrecalentamiento del catalizador de descomposición que supere la temperatura de reacción máxima deseada o admisible. Además, calculando el aumento de la temperatura en el reactor de descomposición a partir de la diferencia entre las temperaturas de las corrientes de gas de entrada y de salida del reactor de descomposición, el caudal de gas - considerando la capacidad térmica del reactor de descomposición y la pérdida de calor - puede valorarse la cantidad de óxido nitroso descompuesto en el reactor de descomposición y/o la concentración de óxido nitroso en la corriente de gas. Por otra parte, puede considerarse instalar uno o más sensores de temperatura en el interior del reactor de descomposición para medir directamente la temperatura o perfil de temperaturas en el interior del reactor de descomposición.

En otra realización preferida de la presente invención, el dispositivo comprende un medio mezclador curso arriba del reactor de descomposición de óxido nitroso para mezclar la corriente de gas entrante con un gas diluyente, preferiblemente con aire ambiente, en el que la cantidad del gas diluyente puede controlarse preferiblemente entre un 0% y un 100%. Esto ofrece la posibilidad de reducir y limitar la concentración de óxido nitroso que entra en el reactor de descomposición por dilución del gas que contiene óxido nitroso entrante a una concentración de óxido

nitroso máxima deseada por ejemplo un 10% molar o menos, preferiblemente un 6% molar o menos, en particular un 2,5 % molar o menos, con el fin de limitar el aumento de la temperatura en el reactor de descomposición, para evitar daños del catalizador y asegurar un alto grado de conversión del óxido nitroso. Además, es posible, por ejemplo, durante las fases de puesta en marcha y/o de espera, pasar, por ejemplo exclusivamente gas diluyente o aire ambiente (es decir, 100% gas diluyente o aire ambiente) a través del reactor de descomposición, cuyo gas o aire se calienta a través de unos medios calefactores, preferiblemente mediante un calefactor eléctrico para precalentar y/o estabilizar el reactor de descomposición a un nivel de temperatura determinado. La mezcla o adición de gas diluyente o aire ambiente en los medios de mezclado puede conseguirse juntando los dos gases mediante una conexión de derivación, por ejemplo, una pieza en T o una pieza en Y, - con o sin mezclador de gas específico. Se entenderá que los medios de mezclado pueden ser parte o pueden formar los medios de control de la temperatura de acuerdo con la invención.

Los medios de mezclado de acuerdo con la presente invención comprenden preferiblemente, además, unos medios de detección, en los que la cantidad de gas diluyente añadido a la corriente de gas entrante se controla en función del resultado de la medición de los medios de detección. A través de dichos medios de detección, por ejemplo, la dilución de gas entrante que contiene óxido nitroso puede controlarse con mayor precisión. Dichos medios de detección pueden comprender sensores de óxido nitroso y/o sensores de caudal y/o uno o más sensores de temperatura para corrientes de gas directos (por ejemplo, electroquímicos, (IR-) ópticos) o indirectos (por ejemplo, mediante la estimación del calor de reacción o entalpía de reacción a midiendo el aumento de la temperatura en el reactor de descomposición y calculando la cantidad de óxido nitroso convertido).

En una realización preferida de la presente invención, los medios de control de la temperatura comprenden medios calefactores, preferiblemente un calefactor eléctrico. Mediante dicho calefactor es posible conseguir y mantener un nivel de temperatura determinado en el reactor de descomposición por ejemplo durante las fases de puesta en marcha, fases de espera o fases con baja carga de óxido nitroso.

En la presente invención, los medios de control la temperatura comprenden un mecanismo para calentar y/o estabilizar la temperatura del reactor de descomposición de óxido nitroso durante las fases de puesta en marcha y/o espera y/o carga baja pasando gas calentado sustancialmente sin óxido nitroso a través del reactor de descomposición de óxido nitroso. Mediante dicho mecanismo de calentamiento y/o estabilización es posible calentar el reactor de descomposición y/o estabilizarlo a un nivel de temperatura determinado predefinido. Dicho nivel de temperatura puede ser idéntico o distinto de la temperatura de reacción estándar; de este modo, dicho nivel de temperatura puede ser, por ejemplo, la temperatura de reacción óptima, o una temperatura en la cual pueda conseguirse por lo menos un cierto grado de conversión de óxido nitroso, por ejemplo, un 25%, 50%, 60%, 70%, 80%, 85%, 90%, o incluso un 95%, o un nivel de temperatura crítico que permita iniciar la reacción en el reactor de descomposición, o una rápida consecución de un grado de conversión requerido. El nivel de temperatura que se regula durante las fases de puesta en marcha y/o espera puede regularse, por ejemplo, de acuerdo con las condiciones de funcionamiento previstas, la frecuencia y la duración de tiempos muertos, salud laboral o requerimientos de eficiencia energética o reglamentos legales para equipos médicos en hospitales y salas de tratamiento y/o consumo de energía, calor residual u otra consideración.

Los medios de control de la temperatura de acuerdo con la presente invención comprenden preferiblemente un mecanismo para limitar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso. Disponiendo medios para limitar la temperatura en el reactor de descomposición puede asegurarse que el reactor de descomposición funcione a una temperatura de funcionamiento preferida o dentro de un rango de temperaturas de funcionamiento preferido, evitando así posibles daños a un catalizador de descomposición que puede dañarse fácilmente si se expone a concentraciones de óxido nitroso más elevadas o durante un funcionamiento continuo a largo plazo. De este modo, es posible aplicar catalizadores sensibles, por ejemplo, catalizadores de metales nobles para el dispositivo de descomposición de la invención, permitiendo mayores grados de conversión a temperaturas de reacción más bajas. Por otra parte esta limitación de la temperatura en el reactor de descomposición puede ser necesaria por razones de seguridad y/o con el fin de cumplir con las regulaciones legales para equipos médicos en hospitales y salas de tratamiento.

En una realización preferida de la presente invención, los medios de control de la temperatura comprenden un intercambiador de calor con un mecanismo de limitación de la temperatura que controla la tasa de intercambio de calor del intercambiador de calor, el cual comprende preferiblemente un mecanismo de derivación. Un intercambiador de calor, que intercambia calor entre los flujos de volumen de gas que entran y salen del reactor de descomposición de óxido nitroso aumenta la eficiencia de energía del dispositivo, reduciendo tanto el consumo de energía media y máxima como el calor residual del dispositivo, sin embargo, con el riesgo de que se supere una temperatura máxima admisible en el reactor de descomposición y se dañe el catalizador de descomposición durante fases con una elevada carga de óxido nitroso. Disponiendo un intercambiador de calor con un mecanismo para limitar el caudal de calor intercambiado entre los flujos de volumen de gas que entran y salen del reactor de descomposición de óxido nitroso, puede mantenerse un nivel superior de temperatura en el reactor de

descomposición. Por lo tanto, puede evitarse superar una temperatura máxima permisible en el reactor de descomposición, por ejemplo, durante un funcionamiento a largo plazo y/o en altas cargas de óxido nitroso.

5 En otra realización preferida de la presente invención, el dispositivo comprende medios de realimentación para realimentar el gas descargado desde el reactor de descomposición de óxido nitroso - o una fracción del mismo - a la
10 entrada del reactor de descomposición de óxido nitroso. A través de los medios de realimentación es posible reciclar completamente o parcialmente el gas que sale del reactor de descomposición, por ejemplo, durante las fases de puesta en marcha y/o de baja carga en las que el reactor de descomposición se calienta o se estabiliza a una temperatura deseada, haciendo que el gas circule en un pequeño bucle a través del calefactor eléctrico y el reactor
15 de descomposición. Otro efecto positivo de dichos medios de realimentación es que durante dichas fases, cuando los medios de realimentación se encuentran activos, la mezcla mencionada anteriormente con aire ambiente puede reducirse, lo cual ayuda a ahorrar energía y calor residual, aumenta la velocidad de descomposición y reduce el ruido durante estas fases. También es posible activar los medios de retroalimentación durante fases de carga elevada con altas concentraciones de óxido de nitroso en el gas que se ha de descomponer y utilizar la retroalimentación de gas purificado (o descompuesto) que sale del reactor de descomposición con el fin de diluir el gas que contiene óxido nitroso a una concentración máxima deseada de óxido nitroso de un 10% molar o menos, preferiblemente un 6% molar o menos, en particular un 2,5 % molar o menos, mientras que al mismo tiempo se sustituye o se reduce la adición de aire ambiente a través de los medios de mezclado descritos anteriormente con los mismos efectos positivos mencionados anteriormente. De nuevo, se comprenderá que los medios de realimentación pueden formar parte o puede formar los medios de control de la temperatura de acuerdo con la invención.

25 Dichos medios de retroalimentación comprenden preferiblemente medios de control para controlar qué cantidad de gas descargado desde el reactor de descomposición de óxido nitroso se realimenta a la entrada del reactor de descomposición de óxido nitroso, dependiendo de un parámetro de temperatura y/o un parámetro de flujo de volumen de gas y/o un parámetro de concentración y/o de cantidad de óxido nitroso. Midiendo uno o más parámetros de funcionamiento, los medios de retroalimentación pueden controlarse con precisión de acuerdo con la descripción técnica mencionada anteriormente.

30 En una realización preferida de la presente invención, el dispositivo puede comprender, además, medios de suavizado del flujo para la corriente de gas entrante, para reducir picos o fluctuaciones en el caudal de la corriente de gas entrante, quedando situados preferiblemente los medios curso arriba de los medios de mezclado. Absorbiendo el gas que contiene óxido nitroso exhalado por el paciente, por ejemplo en una cámara de gas rígida o elástica, una cámara hidráulica o en un depósito a presión, es posible reducir picos o fluctuaciones en el caudal, por
35 ejemplo, producidos por la respiración del paciente y de este modo suavizar el caudal del gas que contiene óxido nitroso procesado adicionalmente en el dispositivo de descomposición. Por lo tanto la dilución del gas que contiene óxido nitroso a una concentración de óxido nitroso deseada a través de los medios de mezclado curso abajo puede conseguirse de una manera más precisa y puede optimizarse el caudal - y por lo tanto el tiempo de permanencia en el reactor de descomposición del gas que se ha de descomponer - o puede ser observarse un tiempo de permanencia mínimo en el reactor de descomposición del gas que se ha de descomponer.

40 La invención se refiere a un procedimiento para la descomposición de óxido nitroso en una corriente de gas entrante, en particular para la descomposición de óxido nitroso en el flujo de aire de expiración de un paciente, en un reactor de descomposición de óxido nitroso, que comprende las etapas de controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso; y pasar la corriente de gas entrante a través del reactor de descomposición de óxido nitroso que contiene un catalizador de descomposición de óxido nitroso, preferiblemente un catalizador de metales nobles.

45 En la presente invención, el control de la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso se lleva a cabo independientemente de la presencia y/o concentración de óxido nitroso que se ha de descomponer. Mediante este enfoque, es posible mejorar más el control en la temperatura de reacción prácticamente en todas las condiciones de funcionamiento que se producen.

50 En otra realización preferida de la presente invención, la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso se controla durante una fase de puesta en marcha - antes de pasar la corriente de gas entrante a través del reactor de descomposición de óxido nitroso -, durante una fase de espera, y/o durante una fase de descomposición. También a través de este enfoque es posible mejorar más el control de la temperatura de reacción prácticamente en todas las condiciones de funcionamiento que se producen.

55 En una realización preferida de la presente invención, el procedimiento comprende la etapa de detectar la temperatura, preferiblemente por lo menos del gas introducido en el reactor de descomposición de óxido nitroso. Colocando un sensor, por ejemplo cerca de la entrada del reactor de descomposición, es posible medir y controlar directamente la temperatura de la corriente de gas que entra en el reactor de descomposición y, por lo tanto,

controlar, por ejemplo, un intercambiador de calor y/o un calefactor adicional. En particular, puede ser ventajoso colocar el sensor de temperatura en la corriente de gas, a una pequeña distancia del relleno de catalizador, de modo que el intercambio de calor pueda impactar el sensor con la corriente de gas y mediante el calor radiante del relleno de catalizador, lo cual puede mejorar las características de respuesta y la calidad de la medición. Además, puede ser deseable montar un sensor de temperatura a la salida del reactor de descomposición, por ejemplo, para tomar medidas para limitar el aumento de temperatura debido al calor de reacción de la descomposición de óxido nítrico en el reactor de descomposición con el fin de evitar que el catalizador de descomposición se sobrecaliente o exceda de la temperatura de reacción máxima deseada. Adicionalmente, calculando el aumento de la temperatura en el reactor de descomposición a partir de la diferencia entre las temperaturas de las corrientes de gas de entrada y de salida del reactor de descomposición, el caudal de gas - considerando la capacidad térmica del reactor de descomposición y la pérdida de calor - puede valorarse la cantidad de óxido nítrico descompuesto en el reactor de descomposición y/o la concentración de óxido nítrico en la corriente de gas.

Además, puede considerarse instalar uno o más sensores de temperatura en el interior del reactor de descomposición para medir directamente la temperatura o perfil de temperaturas en el interior del reactor de descomposición. Se entenderá que la etapa anterior de detección de la temperatura puede formar parte o puede representar la etapa de controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nítrico.

Todavía en otra realización preferida de la presente invención, el procedimiento comprende la etapa de mezclar la corriente de gas de alimentación con un gas diluyente, preferiblemente con aire ambiente, antes de pasar la corriente de gas entrante a través del reactor de descomposición de óxido nítrico, en el que la cantidad del gas diluyente puede controlarse preferiblemente entre un 0% y un 100%. Esto ofrece la posibilidad de reducir y limitar la concentración de óxido nítrico que entra en el reactor de descomposición mediante la dilución del gas que contiene óxido nítrico entrante a una concentración máxima deseada de óxido nítrico de por ejemplo un 10% molar o menos, preferiblemente un 6% molar o menos, en particular un 2,5 % molar o menos, con el fin de limitar el aumento de temperatura en el reactor de descomposición, para evitar daños al catalizador y para asegurar un alto grado de conversión del óxido nítrico. Además, es posible, por ejemplo durante las fases de puesta en marcha y/o las fases de espera, pasar, por ejemplo exclusivamente gas diluyente o aire ambiente (es decir, 100% gas diluyente o aire ambiente) a través del reactor de descomposición, cuyo gas o aire se calienta a través de unos medios calefactores, preferiblemente mediante un calefactor eléctrico para precalentar y/o estabilizar el reactor de descomposición a un nivel de temperatura determinado. La mezcla o adición de gas diluyente o aire ambiente en los medios de mezclado puede conseguirse juntando los dos gases mediante una conexión de derivación, por ejemplo, una pieza en T o una pieza en Y, - con o sin mezclador de gas específico. Se entenderá que la etapa de mezclado anterior puede formar parte o pueden representar la etapa de controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nítrico.

En una realización preferida de la presente invención, la etapa de controlar la temperatura adicionalmente puede comprender, por lo menos temporalmente, calentar el gas que entra en el reactor de descomposición de óxido nítrico y/o calentar el reactor de descomposición de óxido nítrico y/o un tubo de entrada del mismo, preferiblemente mediante un calefactor eléctrico, para la puesta en marcha y la estabilización de la reacción de descomposición en el reactor de descomposición de óxido nítrico. Mediante dicha etapa de calentamiento adicional es posible conseguir y mantener un nivel de temperatura determinado en el reactor de descomposición, por ejemplo durante las fases de puesta en marcha, fases de espera o fases con baja carga de óxido nítrico.

En la presente invención, la etapa de controlar la temperatura también comprende estabilizar la temperatura del reactor de descomposición de óxido nítrico durante las fases de puesta en marcha y/o de espera y/o de carga baja pasando gas calentado sustancialmente libre de óxido nítrico a través del reactor de descomposición de óxido nítrico. Mediante dicha estabilización, es posible calentar el reactor de descomposición y/o estabilizarlo a un nivel de temperatura determinada predefinida. Dicho nivel de temperatura puede ser idéntica o diferente de la temperatura de reacción estándar; de este modo, dicho nivel de temperatura puede ser, por ejemplo, la temperatura de reacción óptima o una temperatura en la que pueda lograrse por lo menos un cierto grado de conversión de óxido nítrico, por ejemplo, un 25%, 50 %, 60%, 70%, 80%, 85%, 90%, o incluso un 95%, o un nivel de temperatura crítico que permita iniciar la reacción en el reactor de descomposición, o una rápida consecución de un grado de conversión requerido. El nivel de temperatura que se regula durante las fases de puesta en marcha y/o espera puede regularse, por ejemplo, de acuerdo con las condiciones de funcionamiento previstas, la frecuencia y duración de tiempos muertos, la salud laboral o requisitos de eficiencia energética o reglamentos legales para equipos médicos en hospitales y salas de tratamiento y/o consumo de energía, calor residual u otra consideración.

En una realización preferida de la presente invención la temperatura del reactor de descomposición de óxido nítrico durante las fases de puesta en marcha y/o espera puede estabilizarse a una primera temperatura objetivo, menor que una segunda temperatura objetivo durante la fase de descomposición, en la que la primera temperatura objetivo preferiblemente es por lo menos aproximadamente 20 °C, 30 °C, 40 °C, y en particular por lo menos aproximadamente 50 °C, 75 °C, 100 °C, 125 °C o incluso 150 °C menor que la segunda temperatura objetivo. En este sentido, la primera temperatura objetivo debe interpretarse como que la temperatura se mantiene activamente

5 por ejemplo mediante un calentamiento controlado, mientras que la segunda temperatura objetivo describe una temperatura de reacción preferida dirigida durante condiciones de funcionamiento estándar o medias durante la fase de descomposición. Seleccionando un nivel de temperatura preestablecida inferior durante las fases de puesta en marcha y/o espera puede reducirse la eficiencia energética y el calor residual durante tiempos muertos del dispositivo de descomposición.

10 En una realización preferida de la presente invención, la etapa de controlar la temperatura comprende, además, limitar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso. Proporcionando medios para limitar la temperatura en el reactor de descomposición el reactor de descomposición puede funcionar a una temperatura de funcionamiento preferida o dentro de un rango de temperaturas de funcionamiento preferidas, evitando así posibles daños a un catalizador de descomposición que puede dañarse fácilmente, si se expone a mayores concentraciones de óxido nitroso o durante un funcionamiento continuo a largo plazo. De este modo, es posible aplicar catalizadores sensibles, por ejemplo, catalizadores de metales nobles para los dispositivos de descomposición, lo cual permite mayores grados de conversión a temperaturas de reacción más bajas. Además, dicha limitación de la temperatura en el reactor de descomposición puede ser necesaria por razones de seguridad y/o con el fin de cumplir con reglamentos legales para equipos médicos en hospitales y salas de tratamiento.

20 Todavía en otra realización preferida de la presente invención, la etapa de controlar la temperatura comprende intercambiar calor entre flujos de volumen de gas que entran y salen del reactor de descomposición de óxido nitroso, en el que la tasa de calor intercambiado entre los flujos de volumen de gas que entran y salen del reactor de descomposición de óxido nitroso se controlan preferiblemente - por lo menos temporalmente - derivando el intercambiador de calor de una fracción controlada de cualquiera de los flujos de volumen de gas que entran y/o salen del reactor de descomposición de óxido nitroso. Un intercambiador de calor, que intercambia calor entre los flujos de volumen de gas que entran y salen del reactor de descomposición de óxido nitroso, aumenta la eficiencia energética del dispositivo, reduciendo de este modo tanto el consumo de energía media y máxima como el calor residual del dispositivo, sin embargo, con el riesgo de que se supere una temperatura máxima admisible en el reactor de descomposición y se dañe el catalizador de descomposición durante fases con una elevada carga de óxido nitroso. Disponiendo un intercambiador de calor con un mecanismo para limitar el caudal de calor intercambiado entre los flujos de volumen de gas que entran y salen del reactor de descomposición de óxido nitroso, puede mantenerse un nivel superior de temperatura en el reactor de descomposición. Por lo tanto, puede evitarse superar una temperatura máxima permisible en el reactor de descomposición, por ejemplo, durante un funcionamiento a largo plazo y/o en altas cargas de óxido nitroso.

35 En una realización preferida de la presente invención, el procedimiento puede comprender la etapa de retroalimentar por lo menos temporalmente el gas descargado desde el reactor de óxido de descomposición nitroso - o una fracción del mismo - en una entrada del reactor de descomposición de óxido nitroso a través de un bucle de realimentación. Mediante dicho bucle de realimentación es posible reciclar completamente o parcialmente el gas que sale del reactor de descomposición, por ejemplo, durante las fases de puesta en marcha y/o baja carga en las que el reactor de descomposición se calienta o se estabiliza a la temperatura deseada, haciendo que el gas circule en un pequeño bucle a través del calefactor eléctrico y el reactor de descomposición. Otro efecto positivo de dicha retroalimentación es que durante estas fases, cuando se realiza la retroalimentación, la mezcla con aire ambiente mencionada anteriormente puede reducirse, lo cual ayuda a ahorrar energía y calor residual, aumenta la velocidad de descomposición y reduce el ruido durante dichas fases. También es posible llevar a cabo la retroalimentación durante las fases de carga elevada con altas concentraciones de óxido de nitrógeno en el gas que ha de descomponer y utilizar la retroalimentación de gas purificado que sale del reactor de descomposición para diluir el gas que contiene óxido nitroso a una concentración de óxido nitroso máxima deseada de un 10% molar por ejemplo o menos, preferiblemente un 6% molar o menos, en particular, un 2,5% molar o menos, mientras que al mismo tiempo se sustituye o se reduce la adición de aire ambiente por la mezcla descrita anteriormente con los mismos efectos positivos mencionados anteriormente. De nuevo, se entenderá que la etapa de realimentación anterior puede formar parte o puede representar la etapa de controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso.

55 En otra realización preferida de la presente invención se controla la cantidad de gas que se descarga desde el reactor de descomposición de óxido nitroso realimentada a la entrada del reactor de descomposición de óxido nitroso en función de un parámetro de temperatura y/o un parámetro de caudal de gas y/o un parámetro de concentración y/o de cantidad de óxido nitroso. Midiendo uno o más parámetros de funcionamiento, la retroalimentación puede controlarse con precisión de acuerdo con la descripción técnica descrita anteriormente.

60 El procedimiento de la presente invención comprende preferiblemente, además, una etapa suavizar fluctuaciones o picos en el caudal de la corriente de gas entrante, preferiblemente antes de controlar la concentración de óxido nitroso en la corriente de gas entrante. Amortiguando el gas que contiene óxido nitroso exhalado por el paciente, por ejemplo en una cámara de gas rígida o elástica, una cámara hidráulica o en un depósito a presión, es posible reducir picos o fluctuaciones en el caudal, por ejemplo, producidos por la respiración del paciente y, de este modo, suavizar

el caudal del gas que contiene óxido nitroso procesado adicionalmente en el dispositivo de descomposición. Por lo tanto la dilución del gas que contiene óxido nitroso a una concentración de óxido nitroso deseada a través de los medios de mezclado curso abajo puede conseguirse de una manera más precisa y puede optimizarse el caudal - y por lo tanto el tiempo de permanencia en el reactor de descomposición del gas que se ha de descomponer - o puede asegurarse que se observa un tiempo de permanencia mínimo deseado en el reactor de descomposición del gas que se ha de descomponer.

En una realización preferida, el procedimiento o dispositivo de la presente invención comprende, además, - por lo menos temporalmente - la etapa de, o medios para, enfriar el gas descargado desde el reactor de descomposición de óxido nitroso, respectivamente. De esta manera, es posible obedecer a consideraciones de seguridad laboral y/o normas legales para equipos médicos en hospitales y salas de tratamiento que requieren que se cumpla una temperatura de salida máxima para el gas purificado descargado a la sala de tratamiento que puede tener que ser inferior a una determinada temperatura límite, por ejemplo, 40 °C, pero también, por ejemplo, 35 °C, 45 °C, 50 °C, 55 °C o 60 °C.

A modo de ejemplo, a continuación se describe una realización de la presente invención con mayor detalle junto con el dibujo adjunto, en el cual:

La figura 1 muestra un diagrama esquemático del funcionamiento de un aparato para el tratamiento de gas anestésico residual de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 1, que muestra un diagrama esquemático del funcionamiento de una realización de un aparato para el tratamiento de gas anestésico residual de acuerdo con el procedimiento de la presente invención, se describe a continuación en la dirección del flujo de gas principal.

El gas anestésico expirado por un paciente y que contiene óxido nitroso es capturado de la corriente de aire de expiración del paciente, por ejemplo, mediante una mascarilla respiratoria. Este gas que contiene una fracción de un 0 a un 70% molar de óxido nitroso puede extraerse por succión por medio de un soplador, por ejemplo, soplador que forme parte del equipo de mascarilla respiratoria o uno que se encuentre dispuesto en el aparato para el tratamiento de gas anestésico residual, o alternativamente puede suministrarse con presión positiva desde el lado del paciente (por ejemplo, en caso de un sistema de respiración asistida de presión positiva con mascarilla de respiración cerrada) al aparato de tratamiento de gas anestésico residual. En cualquier caso, el gas anestésico que contiene óxido nitroso expirado por el paciente es transportado pasiva o activamente hacia el aparato para el tratamiento de gas anestésico residual de la realización aquí descrita (= gas entrante) y entra en el mismo. Opcionalmente (no mostrado), el gas entrante puede ser amortiguado en una cámara de gas rígida o elástica, una cámara hidráulica o en un depósito a presión con el fin de reducir picos o fluctuaciones en el caudal, por ejemplo, producidos por la inhalación del paciente y, por lo tanto, para suavizar el caudal del gas que contiene óxido nitroso exhalado.

Por lo tanto, el gas entrante que contiene óxido nitroso puede analizarse entonces opcionalmente respecto a los parámetros de concentración de óxido nitroso y volumen por unidad de tiempo o caudal. Durante el funcionamiento normal en una fase de descomposición el gas entrante se mezcla y se diluye posteriormente con aire ambiente en unos medios de mezclado 1 con el fin de reducir la concentración máxima de óxido nitroso a, por ejemplo, un 10% molar o menos, preferiblemente un 6% molar o menos, en particular un 2,5% molar o menos. La mezcla de gas que contiene óxido nitroso con aire ambiente o la adición de aire ambiente al gas que contiene óxido nitroso en los medios de mezclado 1 se consigue juntando las dos corrientes de gas mediante una conexión de derivación. Además, puede disponerse un mezclador de gas separado (no mostrado en esta realización).

A continuación, el gas pasa a una válvula limitadora de presión negativa (para proteger al paciente de aire respirable o de la mezcla de gas que se extrae por medio de un soplador 2 del aparato para el tratamiento de gas anestésico residual; la válvula limitadora de presión negativa no se muestra) y dicho soplador 2 que, en este caso, sirve al mismo tiempo para generar una presión negativa para la aspiración tanto de gas que contiene óxido nitroso como de aire ambiente para diluir dicho gas que contiene óxido nitroso, y, adicionalmente, para superar la caída de presión del sistema. Alternativamente, pueden disponerse medios separados para transportar gas que contiene óxido nitroso, por una parte, y por otra parte aire ambiente que diluye dicho gas que contiene óxido nitroso.

Una válvula antirretorno (no mostrada) curso abajo del soplador 2 protege al paciente del flujo de retorno de gas caliente. También opcionalmente (no mostrado) se elimina vapor de agua y gases analgésicos orgánicos, anestésicos, narcóticos u otros gases o vapores que pueden afectar a la eficiencia y la vida útil del catalizador de descomposición, preferiblemente mediante procedimientos de adsorción, absorción, separación o reacción química bien conocidos en la técnica.

El gas pasa después a través de un intercambiador de calor 3 y un calefactor eléctrico 4 antes de ser suministrado al reactor de descomposición 5 que contiene un catalizador de descomposición. Como catalizador de descomposición

puede utilizarse cualquier catalizador adecuado para la descomposición del óxido nitroso, preferiblemente un catalizador de metales nobles, en particular un catalizador que comprende uno o más metales nobles seleccionados de entre el grupo que consiste en Pd, Rh, Pt, Ru - prefiriéndose especialmente Pd y/o Rh - en un portador tal como óxido de aluminio, óxido de silicio y/o zeolita.

5 El intercambiador de calor 3 está provisto de una válvula de derivación de temperatura controlable 6 para que el gas que se ha de descomponer cortocircuite el intercambiador de calor. Por medio de dicha válvula de derivación 6, es posible limitar el aumento de temperatura del gas que contiene óxido nitroso que entra en el reactor de descomposición 5 y por lo tanto también controlar y limitar la temperatura del interior del reactor de descomposición 5 a una temperatura máxima deseada de, por ejemplo, aproximadamente 400° C o 450° C, que ha de cumplirse y no sobrepasar a pesar del calor de reacción de la reacción de descomposición exotérmica.

15 Por otra parte, por ejemplo, en la puesta en marcha del aparato o durante las fases de baja carga con bajas concentraciones de óxido nitroso o durante las fases de espera en ausencia de una corriente de gas que contiene óxido nitroso que entra en el reactor de descomposición 5, el intercambiador de calor 3 no puede precalentar suficientemente la corriente de gas que entra en el reactor de descomposición 5 a un valor en el que pueda iniciarse o continuar la reacción de descomposición en el reactor de descomposición 5, respectivamente. Durante estas fases, que pueden detectarse, por ejemplo, mediante un sensor de temperatura, el calefactor eléctrico 4 se activa para garantizar una temperatura mínima del gas que contiene óxido nitroso (o cualquier otro gas, por ejemplo, gas sin óxido nitroso o aire ambiente) que entra en el reactor de descomposición 5, por ejemplo, aproximadamente 200 °C o 250 °C. Los mecanismos durante las fases de puesta en marcha y espera se describen con mayor detalle a continuación.

25 La temperatura de las corrientes de gas que entran y salen del reactor de descomposición 5 se mide en las inmediaciones del reactor de descomposición 5. Los sensores de temperatura se colocan en la corriente de gas, a poca distancia del relleno de catalizador, de manera que los sensores de temperatura se calienten tanto por el intercambio de calor con la corriente de gas como por el calor radiante del relleno de catalizador, con el fin de mejorar las características de respuesta y la calidad de la medición. Esto ofrece la posibilidad de controlar el precalentamiento del gas que entra en el reactor de descomposición 5, para cumplir el límite de temperatura superior del reactor de descomposición, y para el cálculo o valoración de la concentración y la cantidad de óxido nitroso mediante el aumento de la temperatura en el reactor de descomposición producido por el calor de reacción de la descomposición de óxido nitroso, tal como se ha mencionado anteriormente. Durante la operación de descomposición normal, la temperatura de reacción prevista es entre aproximadamente 100° C y aproximadamente 500° C, preferiblemente entre aproximadamente 150° C y aproximadamente 450° C, en particular entre 35 aproximadamente 200° C y aproximadamente 400 °C, en el que la concentración máxima de óxido nitroso es de un 10% molar o menos, preferiblemente un 6% molar o menos, en particular un 2,5 % molar o menos y la presión en todo el sistema varía entre la presión atmosférica y una presión positiva de 1 bar (= 0,1 MPa).

40 Curso abajo del reactor de descomposición 5 el gas purificado pasa a una conexión de derivación con válvulas de control para permitir temporalmente la derivación de una fracción controlada del gas purificado (medios de retroalimentación 7), que posteriormente pasa a otro soplador 8 y se introduce de nuevo en la tubería de entrada del reactor de descomposición 5 entre el intercambiador de calor 3 y el calefactor eléctrico 4. Mediante dichos medios de retroalimentación 7 es posible reciclar completamente o parcialmente el gas que sale del reactor de descomposición 5, por ejemplo, durante las fases de puesta en marcha y de baja carga en las que el reactor de descomposición 5 se calienta o se estabilizada a una temperatura deseada, haciendo que el gas circule en un pequeño bucle a través del calefactor eléctrico 4 y el reactor de descomposición 5. Otro efecto positivo de dichos medios de retroalimentación 7 es que durante dichas fases, cuando los medios de realimentación está activos, la mencionada mezcla con aire ambiente en los medios de mezclado puede reducirse, lo cual ayuda a ahorrar energía y calor residual, aumenta la tasa de descomposición y reduce el ruido durante estas fases. También es posible activar los medios de retroalimentación durante las fases de carga elevada con altas concentraciones de óxido de nitrógeno en el gas que se ha de descomponer y utilizar la retroalimentación de gas purificado que sale del reactor de descomposición 5 con el fin de diluir el gas que contiene óxido nitroso a una concentración máxima deseada de óxido nitroso de, por ejemplo, un 10% molar, o menos, preferiblemente un 6% molar o menos, en particular, un 2,5% molar o menos, mientras que al mismo tiempo se substituye o se reduce la adición de aire ambiente a través de los medios de 55 mezclado 2 descritos anteriormente con los mismos efectos positivos antes mencionados.

60 El gas purificado restante que no se envía de nuevo al reactor de descomposición 5 se hace pasar de nuevo a través del intercambiador de calor 3 mencionado anteriormente transfiriéndose de ese modo energía térmica al gas que entra en el reactor de descomposición 5. Así, el gas que contiene óxido nitroso se calienta sin consumo adicional de energía y calor residual, mientras que, al mismo tiempo, el gas purificado se enfría.

Finalmente, el gas purificado puede enfriarse adicionalmente a través de unos medios de enfriamiento o post-enfriador 9 para asegurar una temperatura liberación máxima de 40° C que normalmente se requiere en interiores

para su uso en un entorno hospitalario por razones de seguridad. Esto se consigue preferiblemente mediante una unidad refrigeradora de flujo continuo. Alternativamente o adicionalmente, el gas purificado puede enfriarse mezclando el gas purificado que sale del intercambiador de calor o post-enfriador 9 a una temperatura por encima de 40° C con aire ambiente a temperatura ambiente (no mostrado). Con el fin de controlar este proceso de enfriamiento, la temperatura del gas purificado puede medirse antes y después de los medios de enfriamiento 9 para controlar una disipación de calor activa de la unidad de refrigeración por refrigeración forzada mediante un soplador (no mostrado) y/o para calcular la cantidad de aire ambiente necesario para mezclarse con el gas purificado. Finalmente, la corriente de gas purificado y enfriado se hace pasar a través de un tambor de condensado 10 y se libera a la habitación o a un sistema de escape.

En salas de operaciones, salas de parto, quirófanos, clínicas dentales, salas de urgencias o ambulancias, el óxido nitroso se utiliza a menudo para aplicaciones de poco tiempo de varios segundos o minutos o intermitentemente para pequeñas intervenciones médicas o quirúrgicas o durante el parto de manera que el aparato para tratar gas anestésico residual tiene que hacer frente a una aparición repentina o intermitente y/o una concentración inestable de óxido nitroso. Pueden distinguirse por lo menos cinco fases, que pueden producirse durante tales condiciones de funcionamiento:

1. fase de puesta en marcha cuando el aparato no está todavía listo para la descomposición, antes de que pase óxido nitroso a través del aparato; durante dicha fase, el reactor de descomposición se precalienta a la temperatura de funcionamiento o a un nivel de temperatura determinado, por ejemplo, suficiente para iniciar la reacción de descomposición 5 o para cumplir determinadas especificaciones, tal como se ha explicado anteriormente, hasta que el aparato está listo para funcionar.

2. fase de descomposición normal, cuando el aparato está funcionando normalmente con cargas de óxido nitroso ordinarias.

3. funcionamiento a alta carga, que se produce durante determinadas fases de anestesia o ciertas condiciones fisiológicas de un paciente; durante estas fases, en las que la cantidad de óxido nitroso por unidad de tiempo aumenta considerablemente, existe un riesgo de sobrecalentamiento del reactor de descomposición 5, ya que al aumentar las cantidades de óxido nitroso aumenta el calor de reacción, resultando en una elevada transferencia de calor al gas que entra en el reactor de descomposición 5 en el intercambiador de calor 3 lo cual, además, aumenta el calor en el reactor de descomposición 5. Durante dichas fases los medios para limitar la temperatura (por ejemplo, una vía de derivación 6 para el intercambiador de calor 3) son importantes para no superar el límite de temperatura superior en el reactor de descomposición 5 por motivos de seguridad de funcionamiento y/o vida útil del catalizador de descomposición.

4. funcionamiento a baja carga cuando la concentración de óxido nitroso cae por debajo de un límite en el que la reacción está a punto de terminar, debido a un calor de reacción insuficiente y, por lo tanto, un precalentamiento insuficiente del gas que entra en el reactor de descomposición 5; durante dichas fases se requiere un calentamiento adicional del gas que entra en el reactor de descomposición 5 con un calefactor eléctrico 4, que se controla preferiblemente mediante uno o más de los sensores de temperatura mencionados anteriormente.

5. fase de espera en la que no se descompone gas que contiene óxido nitroso; durante estas fases la temperatura en el reactor de descomposición 5 tiene que mantenerse a un cierto nivel, tal como se ha explicado anteriormente, para preservar la disposición de funcionamiento del aparato.

Durante la fase (1) y la fase (5), en la cual no pasa gas que contiene óxido nitroso al reactor de descomposición 5, existen varias opciones para lograr y mantener la disposición de funcionamiento del aparato de descomposición de óxido nitroso: pasar gas sustancialmente sin óxido nitroso, el cual se precalienta, a través del reactor de descomposición 5 (medios de mezclado 2, por ejemplo, regulados por ejemplo a un 100% aire ambiente) con el fin de alcanzar la temperatura de funcionamiento en el reactor de descomposición 5 (por ejemplo, esta medida puede combinarse también con calentamiento directo del reactor de descomposición 5); o bien, gas de retroalimentación descargado desde el reactor de descomposición a través de un calefactor eléctrico 4 de nuevo al reactor de descomposición 5, tal como se ha explicado anteriormente. Las mismas medidas que se han mencionado anteriormente también son adecuadas para la estabilización de la temperatura en el reactor de descomposición 5 durante la fase (4).

Mediante dichos mecanismos de calentamiento y/o estabilización, es posible calentar y/o estabilizar el reactor de descomposición 5 a un nivel de temperatura predefinida determinado. Dicho nivel de temperatura puede ser idéntico o diferente de la temperatura de reacción estándar; por lo tanto, dicho nivel de temperatura puede ser, por ejemplo, la temperatura de reacción óptima o una temperatura a la que pueda conseguirse por lo menos un cierto grado de

5 conversión, por ejemplo, un 25%, 50%, 60%, 70%, 80%, 85%, 90%, o incluso un 95%, o un nivel de temperatura crítico que permita iniciar la reacción en el reactor de descomposición 5, o una rápida consecución de un grado de conversión requerido, tal como se ha explicado anteriormente. El nivel de temperatura que se regula durante las fase de puesta en marcha y/o espera puede regularse, por ejemplo, de acuerdo con las condiciones de funcionamiento
10 previstas, la frecuencia y duración de tiempos muertos, la salud laboral o requisitos de eficiencia energética o de reglamentos legales para equipos médicos en hospitales y salas de tratamiento y/o consumo de energía, calor residual u otra consideración. Conforme a estas consideraciones, la temperatura del reactor de óxido nitroso 5 descomposición durante las fases de puesta en marcha y/o espera se estabiliza a una temperatura objetivo que es preferiblemente de por lo menos aproximadamente 20 °C, 30 °C, 40 °C, y en particular de por menos
15 aproximadamente 50 °C, 75 °C, 100 °C, 125 °C o incluso 150 °C menor que la temperatura de reacción preferida durante la fase de descomposición.

15 El aparato de tratamiento de gas anestésico residual de acuerdo con la realización descrita anteriormente está destinado para un uso móvil en interiores en una sala de operaciones, un quirófano, una sala de partos, una clínica dental, una sala de emergencias o una ambulancia. Sin embargo, también es posible construir dispositivos más grandes, que operen en salas de un hospital separados como unidades centrales de purificación que desechan por ejemplo el gas anestésico residual de varias o todas las salas de operación y de parto del hospital. Además, es posible almacenar temporalmente el gas anestésico residual, por ejemplo en depósitos a presión y transportar el gas en dichos depósitos a presión a una unidad de descomposición central, ofreciendo la ventaja de un funcionamiento
20 uniforme, una mejor utilización y eficiencia con menos fases de puesta en marcha y de espera del dispositivo de descomposición. Como que el aparato y el procedimiento para la descomposición de óxido nitroso de acuerdo con la invención, incluyendo la realización específica descrita anteriormente, también son adecuados para el funcionamiento a baja carga con concentraciones de óxido nitroso en la corriente de gas entrante en un rango por debajo de, e incluso muy por debajo de un 1% molar, también es posible utilizar dichos aparatos para eliminar gas
25 anestésico residual del aire ambiente de una sala de partos, que contiene típicamente una concentración de óxido nitroso de decenas a cientos de ppm, donde a menudo la futura mamá se mueve alrededor de la habitación mientras exhala el gas anestésico residual al aire ambiente sin mascarilla respiratoria. En tal caso, la etapa de diluir el gas que contiene óxido nitroso que se ha descrito anteriormente puede omitirse.

30 Lista de signos de referencia

- 1: medios de mezclado
- 2: soplador
- 3: Intercambiador de calor
- 35 4: calefactor eléctrico
- 5: reactor de descomposición con catalizador de descomposición
- 6: válvula de derivación
- 7: medios de retroalimentación
- 8: soplador
- 40 9: post-enfriador
- 10: tambor de condensado

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la descomposición de óxido nitroso en una corriente de gas entrante, en particular para la descomposición de óxido nitroso en el flujo de aire de espiración de un paciente, en un reactor de descomposición de óxido nitroso, que comprende las etapas de:
- 10 controlar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso; y
 pasar la corriente de gas entrante a través del reactor de descomposición de óxido nitroso que contiene un catalizador de descomposición de óxido nitroso, preferiblemente un catalizador de metales nobles,
 en el que el control de la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso es independiente de la concentración de óxido nitroso que se ha de descomponer,
 caracterizado por el hecho de que
 15 la etapa de controlar la temperatura comprende también estabilizar la temperatura del reactor de descomposición de óxido nitroso durante fases de puesta en marcha pasando gas caliente substancialmente sin óxido nitroso a través del reactor de descomposición de óxido nitroso.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso se controla durante una fase de puesta en marcha - antes de pasar la corriente de gas entrante a través del reactor de descomposición de óxido nitroso -, durante una fase de espera, y/o durante una fase de descomposición.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por el hecho de que comprende la etapa detectar la temperatura, preferiblemente por lo menos del gas introducido en el reactor de descomposición de óxido nitroso.
- 30 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende la etapa de mezclar la corriente de gas entrante con un gas diluyente, preferiblemente aire ambiente, antes de pasar la corriente de gas entrante a través del reactor de descomposición de óxido nitroso, en el que la cantidad del gas diluyente puede controlarse preferiblemente entre un 0% y un 100%.
- 35 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la etapa de controlar la temperatura adicionalmente comprende calentar, por lo menos temporalmente, el gas que entra en el reactor de descomposición de óxido nitroso y/o calentar el reactor de descomposición de óxido nitroso y/o una tubería de entrada del mismo, preferiblemente mediante un calefactor eléctrico, para iniciar y estabilizar la reacción de descomposición en el reactor de descomposición de óxido nitroso.
- 40 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la temperatura del reactor de descomposición de óxido nitroso durante las fases de puesta en marcha y/o espera se estabiliza a una primera temperatura objetivo, menor que una segunda temperatura objetivo durante la fase de descomposición, en el que la primera temperatura objetivo es preferiblemente de por lo menos 20 °C, 30 °C, 40 °C, y en particular de por lo menos 50 °C, 75 °C, 100 °C, 125 °C o incluso 150 °C menor que la segunda temperatura objetivo.
- 45 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que la segunda temperatura objetivo es entre 100 °C y 500 °C, preferiblemente entre 150 °C y 450 °C, en particular entre 200 °C y 400 °C o entre 400 °C y 450 °C.
- 50 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la etapa de controlar la temperatura comprende, además, limitar la temperatura en el reactor de descomposición de óxido nitroso.
- 55 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la etapa de controlar la temperatura comprende intercambiar calor entre flujos de volumen de gas que entran y salen del reactor de descomposición de óxido nitroso, en el que la tasa de calor intercambiado entre los flujos de volumen de gas que entran y salen del reactor de descomposición de óxido nitroso preferiblemente se controla - por lo menos temporalmente - derivando el intercambiador de calor de una fracción controlada de cualquiera de los flujos de volumen de gas que entra y/o sale del reactor de descomposición de óxido nitroso.
- 60 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende la etapa de retroalimentar por lo menos temporalmente el gas - o una fracción del mismo - descargado del reactor de descomposición de óxido nitroso a una entrada del reactor de descomposición de óxido nitroso a través de un bucle de retroalimentación.

11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la cantidad del gas descargado desde el reactor de descomposición de óxido nitroso realimentado en la entrada del reactor de descomposición de óxido nitroso se controla en función de un parámetro de temperatura y/o un parámetro de flujo de volumen de gas y/o un parámetro de concentración y/o de la cantidad de óxido nitroso.
- 5
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además, una etapa de suavizar fluctuaciones o picos en el caudal de la corriente de gas entrante, preferiblemente antes de controlar la concentración de óxido nitroso en la corriente de gas entrante.
- 10
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además, la etapa de, o medios para, enfriar - por lo menos temporalmente - el gas descargado desde el reactor de descomposición de óxido nitroso, respectivamente.

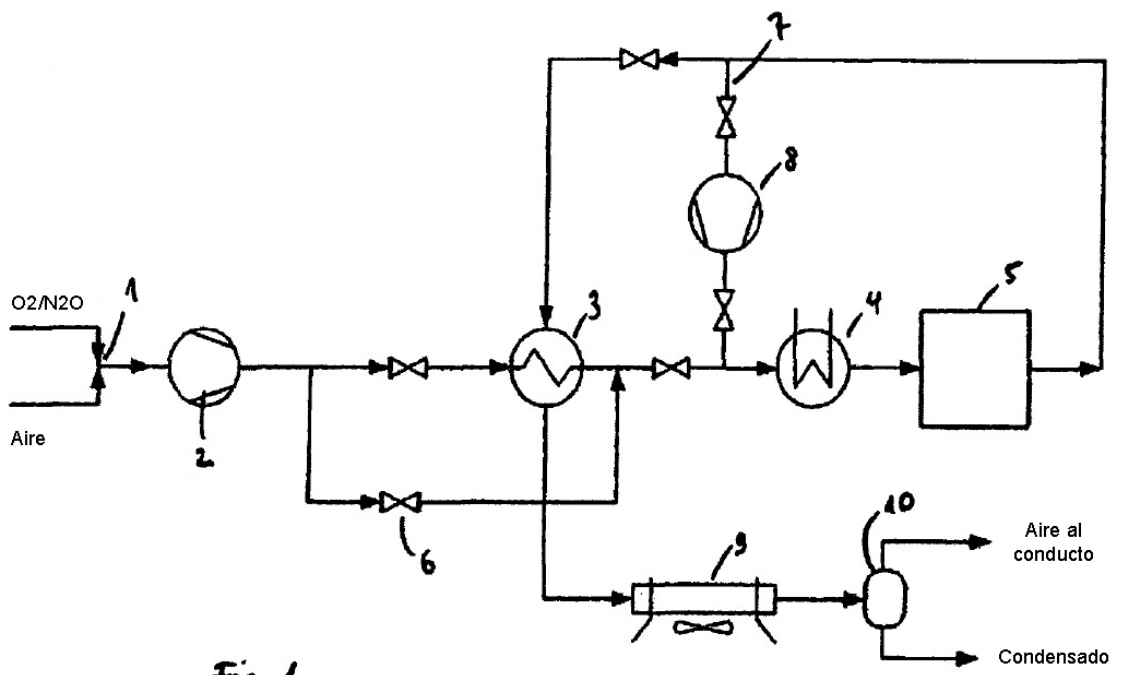


Fig. 1

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10
- US 4259303 A, Nakaji
 - US 20030185735 A1, Hotta
 - WO 2006059506 A1, Hotta