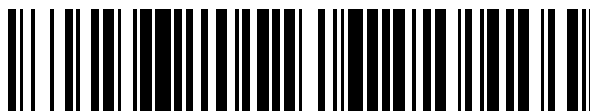


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 745**

51 Int. Cl.:

B01D 53/90	(2006.01)	B01D 53/04	(2006.01)
B01D 53/94	(2006.01)		
C01C 1/02	(2006.01)		
F01N 3/20	(2006.01)		
H01M 8/06	(2006.01)		
H01M 8/22	(2006.01)		
H01M 8/04	(2006.01)		
B01D 53/02	(2006.01)		
B01D 53/86	(2006.01)		
C01C 1/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2007 E 10011305 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.08.2014 EP 2316558**

54 Título: **Método y dispositivo para almacenamiento y suministro de amoniaco usando re-saturación in situ de una unidad de suministro**

30 Prioridad:

22.12.2006 DE 102006061370
23.05.2007 US 939631 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.12.2014

73 Titular/es:

AMMINEX EMISSIONS TECHNOLOGY A/S
(100.0%)
Gladsaxevej 363
2860 Søborg , DK

72 Inventor/es:

JOHANNESSEN, TUE

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 523 745 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

Método y dispositivo para almacenamiento y suministro de amoníaco usando re-saturación *in situ* de una unidad de suministro

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**Campo de la invención**

10 Esta invención se refiere a un método y un dispositivo para almacenar y generar amoníaco a partir de materiales de almacenamiento capaces de unirse a y de liberar amoníaco de forma reversible. En particular, los materiales de almacenamiento son complejos metálicos de amina, sólidos, capaces de unirse a y de liberar amoníaco de forma reversible. El método y el dispositivo pueden usarse en la reducción catalítica de NOx.

15 Descripción de la técnica relacionada

Como se desvela en la solicitud en trámite junto con la presente del solicitante (documento WO2006012903) las sales metálicas de amina pueden usarse como un medio de almacenamiento sólido para amoníaco, que a su vez puede usarse como el reductor en la reducción catalítica selectiva para reducir las emisiones NOx de vehículos automóviles, calderas y hornos. De esta manera, la sal metálica de amina constituye un medio de almacenamiento sólido para amoníaco, que representa una opción segura y práctica para el almacenamiento y transporte de amoníaco. Esto es ventajoso en comparación con la retirada de NOx usando el amoníaco suministrado en forma de solución acuosa de urea o amoníaco debido a que se evita una gran fracción - típicamente mayor del 65 % - de agua. En particular, Mg(NH₃)Cl₂ representa un material de almacenamiento de amoníaco caracterizado por un alto grado de seguridad debido a que la presión de vapor a temperatura ambiente está por debajo del 10 kPa (0,1 bar). Se caracteriza también por una alta densidad másica de amoníaco porque el Mg es un metal ligero. La solicitud en trámite junto con la presente del solicitante (documento WO2006081824) desvela materiales de almacenamiento adicionales con una alta capacidad volumétrica demostrada y un método de preparación de los mismos.

30 La Publicación de Patente Internacional N° WO 99/01205 desvela un método y un dispositivo para la reducción catalítica selectiva de NOx en gases residuales que contienen oxígeno, usando amoníaco y un catalizador de reducción. De acuerdo con el método, el amoníaco gaseoso se proporciona calentando un medio de almacenamiento sólido, que preferentemente es un material granulado que consiste en Ca(NH₃)₈Cl₂ o Sr(NH₃)₈Cl₂.

35 El documento WO 99/01205 A1 desvela un método y un dispositivo para la reducción catalítica selectiva de NOx en gases residuales que contienen oxígeno mediante un catalizador de reducción y amoníaco como reductor, que puede proporcionarse calentando sales que se unen al amoníaco en forma de un complejo. El dispositivo puede comprender un recipiente de tampón para amoníaco gaseoso.

40 En el documento WO 2006/08182 A2 se muestra un dispositivo que comprende tres recipientes, cada uno equipado con un medio de calentamiento y una válvula, y cada uno contiene un material de almacenamiento y suministro de amoníaco. Los recipientes individuales se calientan secuencialmente para la liberación de amoníaco y la válvula del recipiente calentado individual se abre para la liberación del mismo.

45 SUMARIO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se basa en disponer de un gran recipiente que tiene un medio de calentamiento y que contiene una sal metálica de amina como material de almacenamiento de amoníaco y un recipiente más pequeño que también contiene una sal metálica de amina como material de almacenamiento de amoníaco y que tiene un medio de calentamiento para liberar amoníaco, en el que los dos materiales de almacenamiento de amoníaco son el mismo material. Cuando el recipiente pequeño se ha desgasificado parcial o totalmente durante un periodo de calentamiento, por ejemplo, mientras se impulsa durante aproximadamente 1 hora, se permite que la unidad se enfríe a temperatura ambiente, lo que provoca que se cree un gradiente de presión entre los dos recipientes de almacenamiento. Si los dos recipientes tienen un tubo de conexión con una válvula abierta/cerrada en medio, la unidad más pequeña puede absorber amoníaco de la unidad más grande. El funcionamiento del recipiente calentado más pequeño, con capacidad limitada, se usa periódicamente y, durante el uso, el recipiente más pequeño puede re-saturarse de forma pasiva abriendo una conexión con el recipiente más grande. Cuando los dos materiales tienen diferentes presiones de saturación, habrá una fuerza impulsora para la migración del amoníaco del recipiente más grande al más pequeño - y parcial o totalmente desgasificado -. Esto significa también que la energía gastada en el sistema calentado durante un periodo de desgasificación se recupera parcialmente porque la recarga puede realizarse de forma pasiva usando un gradiente en el potencial químico del amoníaco almacenado en un sólido.

Por consiguiente, la invención se refiere a un método para almacenar amoníaco y suministrar amoníaco como se define en la reivindicación 1.

65

Adicionalmente, la invención se refiere a un sistema para proporcionar amoníaco a un dispositivo de eliminación de NOx como se define en la reivindicación 5.

5 Por consiguiente, la presente invención se refiere a un sistema y a un método para almacenamiento y suministro de amoníaco que, por ejemplo, puede estar a bordo cuando la capacidad de almacenamiento se divide en al menos dos recipientes.

El sistema de la presente invención comprende, por tanto:

- 10 a) un recipiente de almacenamiento con amoníaco absorbido en un primer material de almacenamiento y
b) al menos otro recipiente de almacenamiento más pequeño con amoníaco absorbido en un segundo material y
c) un medio de calentamiento para calentar el material de almacenamiento en b) para elevar la temperatura del material para alcanzar una presión de desorción deseada del amoníaco, siendo posible de esta manera liberar el amoníaco del recipiente al proceso de consumo de amoníaco deseado y
15 d) un medio para conectar los dos recipientes o compartimientos para reabsorber el amoníaco en el recipiente de almacenamiento total o parcialmente desgasificado (b) con el amoníaco desorbido del recipiente (a) y
e) un medio de calentamiento para el recipiente de almacenamiento en a) y
f) un medio de control para realizar el método de la invención;
20 en el que el primer y segundo materiales de almacenamiento son el mismo material.

La invención se refiere también al método y el sistema mencionados anteriormente donde el amoníaco se usa como un reductor en la reducción catalítica selectiva de NOx.

25 La invención se refiere también a sistemas y métodos que emplean el almacenamiento y liberación de amoníaco para o incluyendo la reducción de NOx en los gases de escape de los procesos o motores de combustión.

La desgasificación parcial o completa de una unidad más pequeña se invierte por migración de amoníaco desde el recipiente más grande a la unidad más pequeña.

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se desvela con más detalle con referencia a los dibujos, en los que las figuras 1-3 muestran tres realizaciones diferentes de la invención donde la capacidad de almacenamiento de amoníaco total está separada en dos o más recipientes o compartimientos. El amoníaco puede liberarse de al menos una unidad, y al menos una
35 unidad más grande que tiene un medio para calentamiento (no mostrado) puede ser una fuente para la reabsorción pasiva de amoníaco en la unidad más pequeña que tiene un medio para calentamiento.

La figura 4, que no está de acuerdo con la invención, es similar a la figura 1, excepto que muestra una celda de combustible y un catalizador de craqueo de amoníaco en lugar de las partes de un sistema de escape de un motor de combustión.
40

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

45 La presente invención se refiere a un método y un sistema para almacenamiento y suministro de amoníaco que puede usarse, por ejemplo, para un sistema de almacenamiento y suministro a bordo, por ejemplo DeNOx mediante reducción catalítica selectiva usando amoníaco como el reductor. Puede usarse para otros fines que requieren una dosificación/suministro controlado de amoníaco desde una unidad de almacenamiento compacta.

50 Un aspecto de la invención es un método para almacenar amoníaco y suministrar amoníaco de acuerdo con la reivindicación 1.

En el método de la invención, la comunicación fluida se interrumpe mientras se calienta el segundo material de almacenamiento de amoníaco para la desorción de amoníaco, y la comunicación fluida se reanuda cuando el calentamiento se detiene.
55

Otro aspecto de la invención es un sistema para almacenamiento y suministro de amoníaco de acuerdo con la reivindicación 5.

60 Los recipientes de almacenamiento contienen amoníaco almacenado como un complejo metálico de amina.

Los dos materiales de almacenamiento de amoníaco de sal metálica de amina, que son los mismos materiales que pueden elegirse del grupo de materiales conocidos como complejos de amina metálica de fórmula general: $M_a(NH_3)_nX_z$, en la que M es uno o más cationes seleccionados entre metales alcalinos tales como Li, Na, K o Cs, metales alcalinotérreos tales como Mg, Ca o Sr, y/o metales de transición tales como V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu o Zn o combinaciones de los mismos tales como NaAl, KAl, K₂Zn, CsCu o K₂Fe, X es uno o más aniones seleccionados entre iones fluoruro, cloruro, bromuro, yoduro, nitrato, tiocianato, sulfato, molibdato y fosfato, a es el número de
65

cationes por molécula de sal, z es el número de aniones por molécula sal y n es el número de coordinación de 2 a 12.

5 Se evita cualquier reabsorción de amoniaco en el recipiente más grande manteniendo el primer material de almacenamiento a temperatura ambiente, ya sea mediante una válvula unidireccional adecuada o una válvula cerrada durante la liberación de amoniaco por desorción desde el recipiente calentado con el segundo material de almacenamiento.

10 El recipiente con el primer material de almacenamiento de amoniaco está equipado con medios para el calentamiento para aumentar la diferencia en la presión de amoniaco durante la fase de reabsorción cuando los dos recipientes se mantienen por lo demás a temperatura ambiente.

15 Los materiales en los dos recipientes son iguales, implicando dicho método un medio para el calentamiento de la unidad de almacenamiento más grande que tiene la mayor capacidad de almacenamiento de los dos recipientes para aumentar la fuerza impulsora para la re-saturación de amoniaco.

20 El recipiente de almacenamiento que contiene el primer material de almacenamiento puede aislarse para disminuir la velocidad de calentamiento pasivo del material interno cuando la unidad de almacenamiento se coloca en un entorno caliente, es decir, a temperaturas por encima de 40-50 °C, para reducir la velocidad de acumulación a una presión desorción de amoniaco por encima del nivel a temperatura ambiente (298 K).

25 En algunas realizaciones, el material que contiene amoniaco puede compactarse a una *unidad*, por ejemplo un bloque denso, una barra, un anillo cilíndrico o una unidad con bordes, tal como un cubo, con una densidad por encima del 75 % de la densidad estructural máxima teórica del material sólido saturado para ajustarse dentro de un volumen de almacenamiento dado de un recipiente.

El amoniaco desorbido puede usarse en la reducción catalítica selectiva de NOx en un gas de escape que contiene oxígeno de un proceso o un motor de combustión.

30 Por consiguiente, en algunas realizaciones del método de la invención el amoniaco desorbido se suministra a un catalizador para una reducción catalítica selectiva de NOx en un gas de escape que contiene oxígeno desde un proceso o un motor de combustión.

35 Los materiales de almacenamiento de amoniaco pueden tener cualquiera o varias de las características mencionadas anteriormente.

40 El sistema para proporcionar amoniaco a un sistema de eliminación de NOx tiene medios de control para controlar dicho primero y segundo medios de suministro para al menos dos materiales de almacenamiento iguales capaces de liberar amoniaco por desorción.

El material de adsorción/absorción de amoniaco se selecciona entre compuestos coordinados de amina complejos, tales como sales complejadas de amina alcalina.

45 Un dispositivo adecuado puede comprender:

1. Un tanque de almacenamiento principal con un material capaz de almacenamiento reversible de amoniaco (ad- y/o absorción/desorción). El material podría ser $\text{Ca}(\text{NH}_3)_8\text{Cl}_2$ o $\text{Sr}(\text{NH}_3)_8\text{Cl}_2$ que, a temperatura ambiente, (298 K) tiene una presión de vapor en el intervalo de 10-100 kPa (0,1-1 bar). Se prefiere usar materiales de almacenamiento con una presión por debajo de 10 kPa (1 bar) a temperatura ambiente por razones de seguridad. El tanque principal comprende un medio de calentamiento para liberación de amoniaco. La capacidad global del tanque principal debería ajustarse a la demanda durante un largo periodo/intervalo operativo si la unidad debe usarse como una fuente de suministro de amoniaco para DeNOx, por ejemplo en coches. Como ejemplo, 3-5 kg de amoniaco almacenado para reducción de NOx en un vehículo de pasajeros normal darían como resultado un intervalo operativo de 15.000 a 40.000 km.

2. Una unidad de almacenamiento operativo que contiene un material de almacenamiento de amoniaco total o parcialmente saturado, que es el mismo que el material de almacenamiento de amoniaco en el tanque principal. Este podría ser $\text{Mg}(\text{NH}_3)_8\text{Cl}_2$. Este material se coloca en un recipiente que comprende medios de calentamiento. Este tanque más pequeño tiene una capacidad que cubre cualquier periodo/intervalo normal de conducción/operación antes de que tenga lugar un periodo mayor de estacionamiento/detención. Tal unidad para un vehículo de pasajeros tiene una capacidad para almacenar 50 g - 1 kg de amoniaco, pero puede ser mayor o menor de esto dependiendo del tamaño del motor y el intervalo/periodo operativo deseado entre el estacionamiento/detección. Puede haber incluso una segunda unidad (posiblemente más pequeña) para asegurar que al menos una unidad siempre está saturada. Durante la conducción/funcionamiento, el amoniaco se desgasifica de la unidad más pequeña calentándolo para obtener una presión de desorción adecuada de amoniaco para liberar el amoniaco en el tubo de escape para la reducción de NOx mediante reducción catalítica

selectiva.

3. Un volumen de tampón opcional entre la unidad de almacenamiento y la válvula dosificadora para el amoníaco liberado para mejorar el control del sistema.

4. Adicionalmente, puede proporcionarse una válvula dosificadora, un sensor de presión para medir la presión operativa de la unidad calentada (punto 2), un controlador para controlar el suministro de energía para desorción térmica de amoníaco desde la unidad calentada (punto 2) que puede estar basado en $MgCl_2$ y para dosificar la cantidad deseada de amoníaco. El controlador controla los medios de abertura del tanque de almacenamiento principal durante el estacionamiento/detención.

5. Una tubería adecuada mediante la cual se conectan los (al menos dos) recipientes. La tubería está equipada con válvulas (válvulas de cierre o válvulas unidireccionales adecuadas) que pueden controlar la conexión entre los tanques y desde los tanques hasta la unidad de consumo de amoníaco.

El principio operativo en el ejemplo anterior es el siguiente: La unidad más pequeña con, por ejemplo $Mg(NH_3)_6Cl_2$ (del punto 2) se construye preferentemente en el vehículo con un componente fijo que nunca se sustituye. Cuando el vehículo ha estado en carretera durante un periodo de tiempo dado, por ejemplo un viaje de dos horas, la unidad de $Mg(NH_3)_6Cl_2$ ha usado una cantidad dada de amoníaco convirtiendo de esta manera el $Mg(NH_3)_xCl_2$, donde $x < 6$ cuando el vehículo se deja aparcado. Cuando la unidad basada en $MgCl_2$ se enfría a temperatura ambiente, la presión de amoníaco en la unidad de $Mg(NH_3)_xCl_2$ caerá a la presión de desorción del material a temperatura ambiente. Esto creará un vacío generado químicamente. El $Mg(NH_3)_6Cl_2$ saturado tiene una presión de amoníaco de aproximadamente 0,2 kPa (2 mbar) a temperatura ambiente. Como resultado, la unidad más pequeña que contiene $Mg(NH_3)_xCl_2$, donde $x < 6$, captará el amoníaco desde el material de almacenamiento en el tanque principal y recargará la unidad basada en $MgCl_2$ más pequeña. Después de un tiempo de recarga de una cantidad dada, la unidad basada en $MgCl_2$ está total o parcialmente rellena y lista para una rápida puesta en marcha y dosificación.

Por ejemplo, después de 15.000 a 40.000 km de funcionamiento, el tanque de almacenamiento principal puede sustituirse.

Con la presente invención, la capacidad del sistema puede cambiarse de escala a una prácticamente "infinita": Hay una unidad operativa base (punto 2 anterior) que está diseñada para manejar todas las situaciones de conducción normales y está conectada al tanque principal. El tanque principal - en principio - puede ser de un tamaño ilimitado. No hay una barrera técnica para construir tanques principales muy grandes para recargar la unidad operativa.

La recarga *in situ* de la presente invención también funciona a todos los niveles de temperatura ambiente. Si hay una fuerza impulsora entre los dos materiales a temperatura ambiente, también hay una de similar magnitud, por ejemplo a $-30\text{ }^\circ\text{C}$.

La invención se explica ahora con más detalle con referencia a los dibujos, que muestran realizaciones de la invención.

Se hace referencia a las figuras 1, 2 y 3, que muestran diferentes realizaciones de un sistema de acuerdo con la presente invención en el que, sin embargo, no se muestra el medio de calentamiento para el tanque principal 4.

La Figura 1 muestra una realización de acuerdo con lo siguiente:

Un recipiente 1 en el que el segundo material de almacenamiento está en un recipiente que está aislado 2. El recipiente tiene un medio de calentamiento 3. Cuando se calienta el material 1, el amoníaco se libera en un tampón opcional 5 y la presión se detecta mediante un sensor de presión 10. El amoníaco se dosifica a través de una válvula dosificadora 13 hacia un tubo de escape 9 procedente de un motor o proceso de combustión 7 y después el gas mixto entra en un catalizador de reducción catalítica selectiva 8 donde el NO_x y el amoníaco se convierten en especies inocuas.

La liberación y dosificación de amoníaco se controla mediante un controlador 11 diferente o, en una realización adicional, mediante una unidad de control del motor (ECU) (no mostrada) de un vehículo. El controlador 11 controla el suministro de energía al elemento de calentamiento 3 del recipiente 1 de acuerdo con la presión de amoníaco detectada por el sensor 10.

Durante la liberación de amoníaco del recipiente 1 (durante la conducción), la válvula 12 entre el recipiente calentado 1 y el tanque de almacenamiento principal 4 con el medio de calentamiento (no mostrado) que contiene el primer material de almacenamiento de amoníaco, que es el mismo que el segundo material de almacenamiento de amoníaco, está cerrada. Esto evita la reabsorción de amoníaco en el tanque de almacenamiento principal 4 desde el recipiente 1 durante el funcionamiento normal.

5 Durante el aparcamiento, la válvula dosificadora 13 está cerrada y la válvula 12 al tanque de almacenamiento principal 4 está abierta. Esto enfriará rápidamente la unidad calentada puesto que el calentamiento 3 se termina mediante el controlador 11 durante el "estacionamiento" y la desorción endotérmica temporal del amoniaco enfriará el recipiente más caliente 1 a una temperatura menor, donde la presión está por debajo de la presión atmosférica. Después de esto, el amoniaco migrará desde el material en el tanque principal 4 al recipiente 1 y recarga esta unidad de manera que esté lista para el siguiente periodo de funcionamiento.

10 Cuando se desea un siguiente periodo de uso, la válvula 12 se cierra y el calentamiento 3 se conecta, y cuando la presión ha alcanzado un nivel adecuado (es decir, por encima de la presión de la línea de escape), la válvula dosificadora 13 se activa mediante el controlador de acuerdo con las demandas definidas por el funcionamiento del motor o por una unidad de consumo de amoniaco respectiva.

15 La figura 2 muestra una realización adicional, similar al sistema presentado en la figura 1. En el sistema de la figura 2, hay dos unidades (idénticas, si se desea) para desgasificación - denominadas 1a, 1b que son ambas capaces de liberación de amoniaco mediante calentamiento 3. Esto permite conseguir un sistema con un periodo ilimitado de funcionamiento debido a que una unidad, por ejemplo 1a, está desgasificando mientras la otra, 1b, se está recargando desde el tanque de almacenamiento principal 4. Una configuración adecuada de válvulas abiertas/cerradas 12a-d permite que, por ejemplo, la unidad 1a pueda desgasificar el tubo de escape mientras que la otra 1b se recarga con amoniaco de la unidad 4.

20 - Durante la desgasificación desde el recipiente 1a, las válvulas 12b y 12c están abiertas y las válvulas 12a y 12d están cerradas. De esta manera, el amoniaco se suministra desde la unidad 4 hasta un recipiente 1b para recargarla mientras se desgasifica el recipiente 1a.

25 - Durante la desgasificación del recipiente 1b, las válvulas 12b y 12c están cerradas y las válvulas 12a y 12d están abiertas. De esta manera, se suministra amoniaco de la unidad 4 al recipiente 1a para recargar mientras el recipiente 1b se desgasifica.

30 La figura 3 muestra una realización adicional, similar a los sistemas presentados en la figura 1. Este sistema está diseñado de manera que la capacidad de almacenamiento total de la primera sal se distribuye a los diferentes recipientes 4a y 4b. Esto permite una modulación de la disposición del tanque de almacenamiento principal. Dos válvulas, 12e y 12f aseguran que el controlador del sistema puede elegir entre las dos unidades (o potencialmente más) para recargar la unidad de desgasificación 1.

35 Los sistemas en las figuras 2 y 3 se muestran sin el controlador 11 y el sensor de presión 10 (véase la figura 1) pero ambos sistemas en las figuras 2 y 3 pueden incluir también un sensor de presión 10 y un controlador 11. El control puede proporcionarse también mediante la ECU de un vehículo.

40 El recipiente o recipientes de almacenamiento principal 4; 4a, 4b mostrados en las figuras 1 a 3 comprenden un aislamiento para mantener una temperatura operativa entre -40 °C y 70 °C. Puede proporcionarse también un medio de control de temperatura opcional (no mostrado) para mantener la temperatura del material de almacenamiento dentro del intervalo de temperatura operativa.

45 El medio de calentamiento para el segundo recipiente de almacenamiento 1; 1a, 1b puede funcionar mediante una fuente de calentamiento independiente (por ejemplo eléctrica) y/o mediante el calor residual de un motor de combustión. Esto mismo se aplica al medio de control de temperatura (no mostrado) de los primeros recipientes de almacenamiento 4; 4a, 4b.

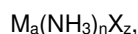
50 Las válvulas 12; 12a a 12d; 12e, 12f y 13 pueden ser de cualquier tipo (por ejemplo: válvulas reguladoras, válvulas de control, válvulas reductoras, válvulas unidireccionales) adecuadas para proporcionar y controlar el flujo de amoniaco deseado, ya sea entre el primer y segundo recipientes de almacenamiento 4; 4a, 4b y 1; 1a, 1b o desde el segundo recipiente de almacenamiento 1; 1a, 1b a la unidad de consumo de amoniaco 8, 9 o al tampón 5. Pueden proporcionarse sensores de presión adicionales 10 y/o un medio de detección de flujo (no mostrado) para mejorar el control del flujo de amoniaco deseado.

55 La figura 4 (no de acuerdo con la invención) es similar a la figura 1, excepto que muestra una celda de combustible 15 y un catalizador de craqueo de amoniaco 14 en lugar de las partes de un sistema de escape de un motor de combustión.

REIVINDICACIONES

1. Un método para almacenar amoníaco y suministrar amoníaco a un dispositivo de eliminación de NOx (8, 9) a través de una válvula dosificadora (13) mediante el calentamiento de un segundo material de almacenamiento de amoníaco de sal metálica de amina capaz de absorber y desorber amoníaco y que tiene almacenado amoníaco en su interior en un segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b) provisto de un elemento de calentamiento (3) que puede desorber el amoníaco, en el que un primer material de almacenamiento de amoníaco de sal metálica de amina en un primer recipiente de almacenamiento (4; 4a, 4b) más grande que el segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b) que está conectado con el segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b) mediante una tubería que comprende una válvula (12; 12a, 12b, 12e, 12f) cerrada durante el calentamiento del segundo material de almacenamiento de amoníaco o una válvula unidireccional adecuada para evitar que el amoníaco se absorba mediante el primer material de almacenamiento que se mantiene a temperatura ambiente, siendo dicho primer recipiente de almacenamiento (4; 4a, 4b) más grande que dicho segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b), y se usa como una fuente de amoníaco para el segundo material de almacenamiento de amoníaco en un segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b), cuando el segundo material de almacenamiento de amoníaco en el segundo recipiente de almacenamiento de amoníaco (1, 1a, 1b) está agotado en amoníaco por consumo, el calentamiento se ha detenido y la válvula (12; 12a, 12b, 12e, 12f) se abre para establecer así una comunicación fluida entre el primer recipiente de almacenamiento de amoníaco (4; 4a, 4b) y el segundo recipiente de almacenamiento de amoníaco (1; 1a, 1b), y en el que dicho primer y segundo materiales de almacenamiento de amoníaco son el mismo material, y dicho primer recipiente de almacenamiento (4; 4a, 4b) está provisto de un medio de calentamiento para aumentar la fuerza impulsora para re-saturación del segundo material de almacenamiento de amoníaco cuando este último está agotado en amoníaco.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sal metálica de amina tiene la fórmula general:



en la que M es uno o más cationes seleccionados entre metales alcalinos tales como Li, Na, K o Cs, metales alcalinotérreos tales como Mg, Ca o Sr, y/o metales de transición tales como V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu o Zn o combinaciones de los mismos tales como NaAl, KAl, K₂Zn, CsCu o K₂Fe, X es uno o más aniones seleccionados entre iones fluoruro, cloruro, bromuro, yoduro, nitrato, tiocianato, sulfato, molibdato y fosfato, a es el número de cationes por molécula de sal, z es el número de aniones por molécula de sal y n es el número de coordinación de 2 a 12.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el primer y/o el segundo material de almacenamiento de amoníaco de sal metálica de amina se compacta a una unidad con una densidad por encima del 75 % de la densidad estructural máxima teórica del material de almacenamiento de amoníaco de sal metálica de amina saturada.

4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el dispositivo de eliminación de NOx es un catalizador para una reducción catalítica selectiva de NOx en un gas de escape que contiene oxígeno de un proceso o un motor de combustión.

5. Un sistema para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho sistema proporciona amoníaco a un dispositivo de eliminación de NOx (8, 9) y comprende un primer recipiente de almacenamiento (4; 4a, 4b) con un primer material de almacenamiento de amoníaco de sal metálica de amina;

un segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b) que es más pequeño que el primer recipiente de almacenamiento con un segundo material de almacenamiento de amoníaco de sal metálica de amina, siendo dicho segundo material de almacenamiento de sal metálica de amina el mismo que dicho primer material de almacenamiento de sal metálica de amina;

un medio de calentamiento para calentar el primer recipiente de almacenamiento (4; 4a, 4b) para aumentar la fuerza impulsora para la re-saturación de amoníaco de dicho segundo material de almacenamiento de amoníaco de sal metálica de amina en dicho segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b); y

un medio de calentamiento (3) para calentar el segundo material de almacenamiento para liberar el amoníaco desde el segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b);

un primer medio (5, 10, 13) para conectar el segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b) a la unidad de consumo de amoníaco (8, 9); y

un segundo medio (12; 12a, 12b, 12c, 12d; 12e, 12f) para conectar el primer recipiente de almacenamiento (4; 4a, 4b) al segundo recipiente de almacenamiento (1; 1a, 1b), incluyendo dicho segundo medio una válvula (12; 12a, 12b, 12e, 12f);

caracterizado por un medio de control (11) programado y adaptado para realizar el método de la reivindicación 1.

6. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el primer material de almacenamiento de amoníaco y el segundo material de almacenamiento de amoníaco tienen las características citadas en la reivindicación 2.

7. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que el primer material de almacenamiento de amoníaco y/o el segundo material de almacenamiento de amoníaco tienen las características citadas en la reivindicación 3.

5 8. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el primer recipiente de almacenamiento (4; 4a, 4b) está aislado.

9. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que el dispositivo de eliminación de NO_x es un catalizador para una reducción catalítica selectiva de NO_x en un gas de escape que contiene oxígeno de un proceso o un motor de combustión.

10

FIGURA 1

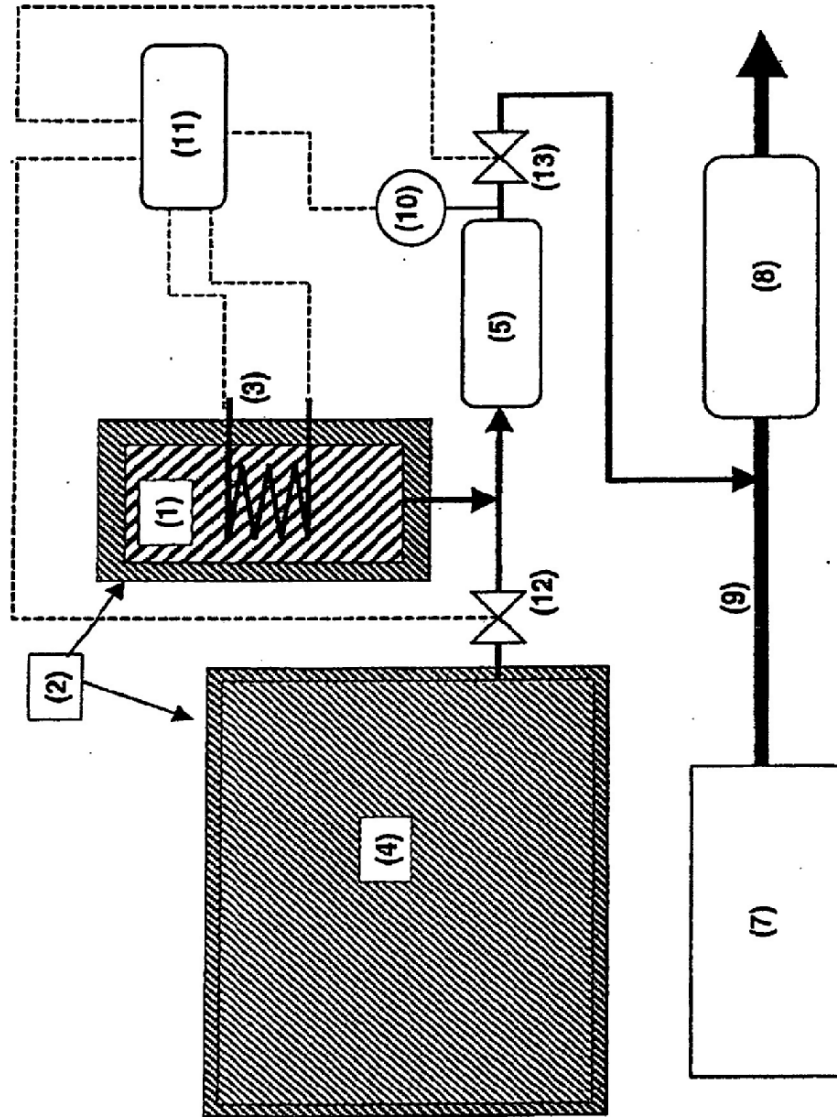


FIGURA 2

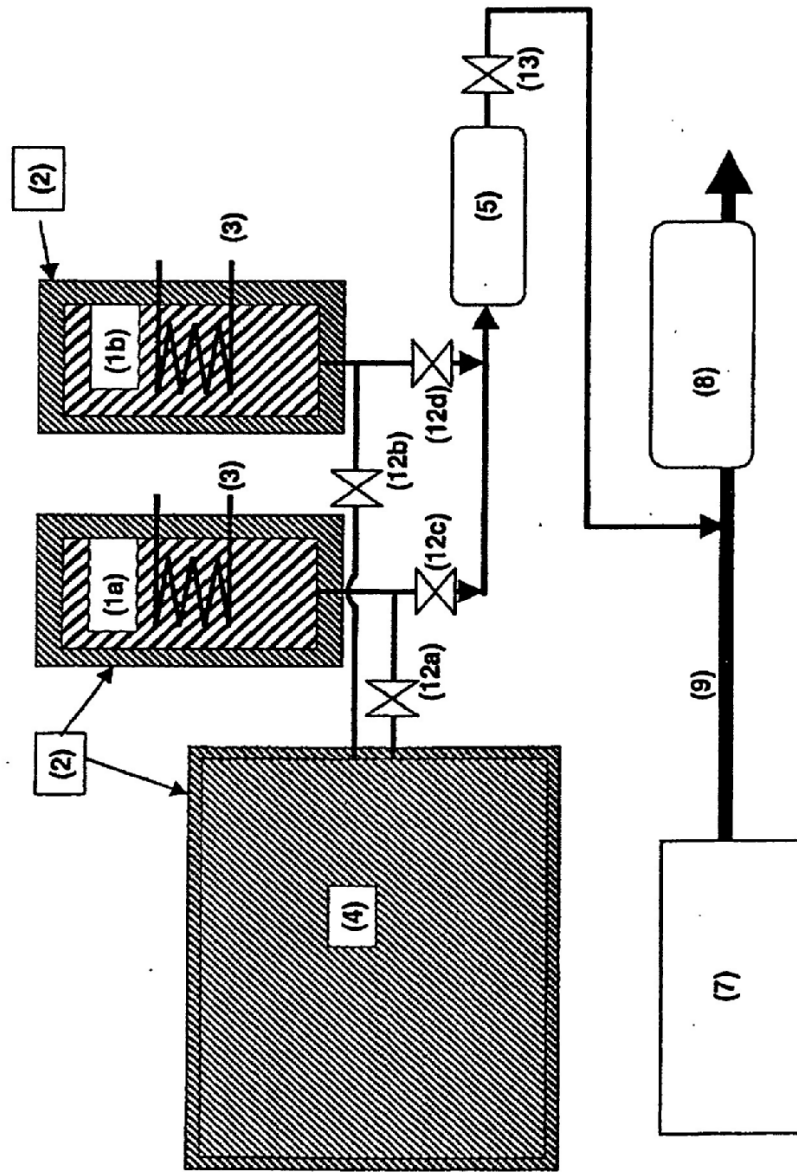


FIGURA 3

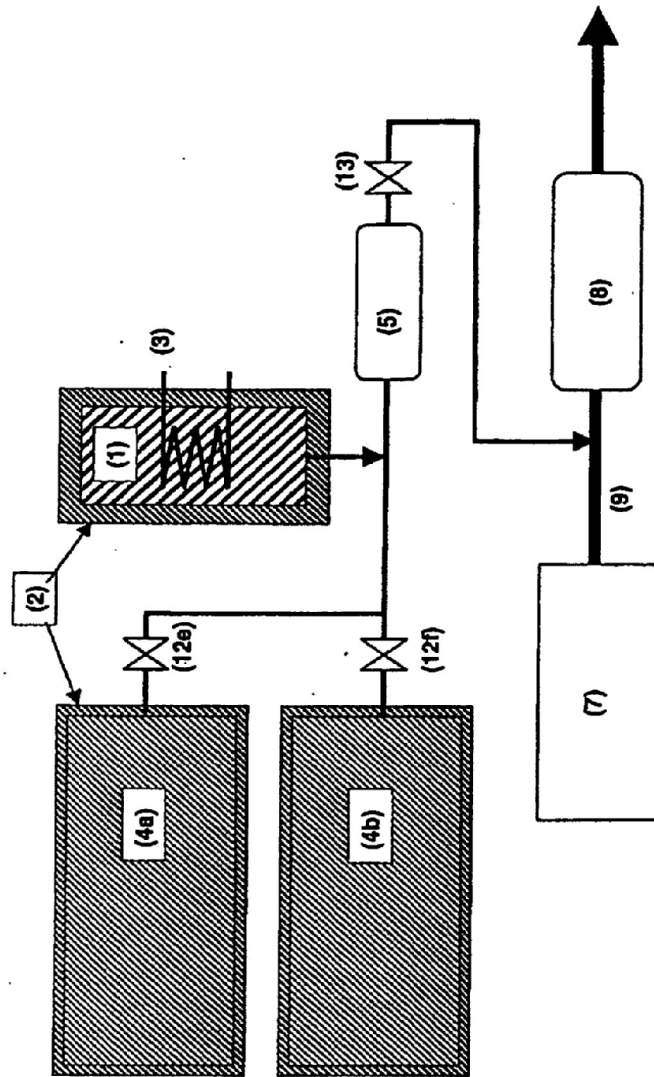


FIGURA 4

