



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 337 710**

51 Int. Cl.:

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 3/28 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06018310 .0**

96 Fecha de presentación : **01.09.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1760284**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.03.2007**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para añadir un reactivo a un gas de escape de un motor de combustión interna.**

30 Prioridad: **02.09.2005 DE 10 2005 041 841**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.04.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.04.2010

73 Titular/es: **Emitec Gesellschaft für
Emissionstechnologie mbH
Hauptstrasse 128
53797 Lohmar, DE**

72 Inventor/es: **Klein, Ulf**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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 y dispositivo para añadir un reactivo a un gas de escape de un motor de combustión interna.

El objeto de la presente invención consiste en un procedimiento y un dispositivo para añadir un reactivo a un gas de escape de un motor de combustión interna. En particular, el procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención son adecuados para añadir un reductor y/o un precursor de reductor, tal como, por ejemplo, urea, al sistema de gas de escape de un motor de combustión interna. El procedimiento según la invención o el dispositivo según la invención se utiliza preferiblemente en sistemas de gas de escape de automóviles.

En muchos Estados de todo el mundo se han adoptado regulaciones legales que fijan un valor límite superior para el contenido de determinadas sustancias no deseadas en el gas de escape de motores de combustión interna. Se trata aquí casi siempre de sustancias cuya entrega al medio ambiente no es deseable. Un ejemplo de tales sustancias son los óxidos de nitrógeno (NO_x). La proporción de óxidos de nitrógeno en el gas de escape tiene que quedar en muchos países por debajo de valores límite legalmente establecidos. Como consecuencia de los relativamente bajos valores límite legalmente establecidos, las medidas internas al motor para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno son sólo condicionalmente adecuadas para respetar los valores límite, pero a menudo es necesario un tratamiento posterior de los gases de escape con relación a óxidos de nitrógeno. Se ha comprobado a este respecto que es ventajosa una reducción catalítica selectiva (SCR, selective catalytic reduction) de los óxidos de nitrógeno. Este llamado método SCR necesita un reductor que esté nitrogenado. En particular, la utilización de amoníaco (NH_3) como reductor ha demostrado ser una alternativa posible. Debido a las propiedades químicas y a las disposiciones legales en muchos Estados es usual que no se ofrezca amoníaco como amoníaco puro, ya que esto puede conducir a problemas, especialmente en aplicaciones móviles. Por el contrario, en lugar de un aprovisionamiento de los reductores mismos, se almacenan frecuentemente precursores de reductores y éstos se transportan también en aplicaciones móviles.

Por precursor de reductor se entiende aquí especialmente una materia que se desdobra proporcionando el reductor y/o puede transformarse químicamente en el reductor. Por ejemplo, la urea representa un precursor para el reductor amoníaco. Otros posibles precursores de reductores para amoníaco como reductor son, por ejemplo, carbamato amónico, ácido isociánico y ácido cianúrico.

Todos los reductores o precursores de reductores pueden transformarse en productos de reacción no deseados o bien descomponerse en estos. El que se produzca, cuándo se produzca y en qué medida se produzca una reacción o una descomposición en subproductos no deseados depende de las respectivas condiciones en el sistema de gas de escape. En particular, la temperatura a la que están expuestos los reactivos es aquí un factor importante. Si se agrega ahora un reductor y/o un precursor de reductor al gas de escape de un motor de combustión interna, puede ocurrir entonces en zonas relativamente frías del sistema de gas de escape que tenga lugar un desplazamiento del equilibrio de reacción hacia subproductos no deseados. En particular, cuando se añade urea como precursor para el reductor amoníaco, por ejemplo en solución acuosa, se puede producir la conversión de la urea ($\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$), entre otros, en biuret ($\text{NH}_2\text{-CO-NH-CO-NH}_2$) con desprendimiento de amoníaco (NH_3). El biuret y otros subproductos no deseados representan una masa plástica que puede conducir a una conglutinación de las zonas correspondientes del sistema de gas de escape. En particular, cuando la pared del sistema de gas de escape está relativamente fría, esto puede dar lugar a la conversión en biuret y a la precipitación de éste sobre las paredes del sistema de gas de escape.

Se conocen por el documento DE-A1-199 13 462 un procedimiento y un dispositivo para la hidrólisis térmica y la dosificación de urea en un reactor por medio del gas de escape de un motor de combustión interna, en donde se extrae una corriente parcial del gas de escape y se la conduce a través del reactor. El reactor puede estar integrado aquí directamente en la tubería de gas de escape.

Se conocen por el documento EP-A1-1 022 048 un procedimiento y un dispositivo para la dosificación de un reductor en el gas de escape de un motor de combustión interna, en los que están previstos unos dispositivos de guía para realizar una distribución uniforme del reductor por toda la sección transversal de la tubería de gas de escape, de modo que se ponga en movimiento de rotación el flujo de gas de escape juntamente con el reductor.

Por tanto, la presente invención se basa en el problema de indicar un procedimiento y un dispositivo para añadir un reactivo, en los que se reduzca la formación de subproductos no deseados en la pared del sistema de gas de escape.

Este problema se resuelve por medio de un procedimiento y un dispositivo con las características de las respectivas reivindicaciones independientes. Perfeccionamientos ventajosos del dispositivo según la invención y del procedimiento según la invención son objeto de las respectivas reivindicaciones subordinadas.

En el procedimiento según la invención para añadir un reactivo a un gas de escape de un motor de combustión interna se divide una corriente de gas de escape en un flujo de gas de escape interior y un flujo de gas de escape exterior que rodea radialmente al flujo de gas de escape interior. Se imprime un vórtice al flujo de gas de escape exterior y se añade luego el reactivo al flujo de gas de escape interior.

Por vórtice o flujo vorticial se entiende aquí especialmente un flujo que, junto con una componente de velocidad de traslación global, presenta también una componente de velocidad de rotación global. En el procedimiento según la invención la formación de un flujo vorticial en el flujo de gas de escape exterior conduce a que resulte más improbable

un contacto del reactivo con una pared que limita radialmente el flujo de gas de escape o incluso se suprime sustancialmente dicho contacto, ya que el flujo vorticial forma una especie de aislamiento para el flujo de gas de escape interior. Se impide así sustancialmente un mezclado del flujo de gas de escape interior con el flujo de gas de escape exterior o, en cualquier caso, este mezclado es tan pequeño que el flujo de gas de escape interior portador del reactivo no pueda entrar en contacto en medida importante con la pared del sistema de gas de escape.

Según un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento de la invención, se laminariza el flujo de gas de escape interior.

Por laminarización de un flujo se entiende especialmente una reducción del número de Reynolds del flujo. En particular, se puede efectuar de manera ventajosa una reducción del número de Reynolds hasta por debajo de un número de Reynolds crítico, por encima del cual el flujo de gas de escape interior está configurado en forma turbulenta y/o cuasilaminar.

Según otra ejecución ventajosa del procedimiento de la invención, en función de al menos una de las magnitudes siguientes:

- a) la temperatura del gas de escape,
- b) la presión del gas de escape,
- c) el caudal másico del gas de escape y
- d) la cantidad de reactivo

se adapta el vórtice imprimido con respecto a al menos una de las magnitudes siguientes:

- 3.1) una componente de velocidad de rotación del flujo de gas de escape exterior y
- 3.2) una componente de velocidad de traslación del flujo de gas de escape exterior.

Esto quiere decir especialmente que, según 3.1), se varía, en particular se genera y/o se incrementa, la velocidad de rotación del flujo vorticial o del flujo de gas de escape exterior y/o, según 3.2), se varía la velocidad de traslación media del flujo de gas de escape exterior o del flujo vorticial. Así, por ejemplo, es posible que, al aumentar la temperatura del gas de escape y/o al aumentar la presión del gas de escape, se incremente la componente de velocidad de rotación del vórtice o del flujo de gas de escape exterior para conseguir con ello un aislamiento netamente mejor del flujo de gas de escape interior con respecto a la pared exterior. Por magnitud d) se entiende preferiblemente la cantidad de reactivo que deberá mantenerse apartada de la pared por el flujo vorticial.

Según otra ejecución ventajosa del procedimiento de la invención, el reactivo comprende al menos una de las materias siguientes:

- 4.1) un reductor,
- 4.2) un precursor de reductor y
- 4.3) un oxidante.

En particular, se trata aquí de reductores o precursores de reductores que se utilizan en el marco de una reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno. Por tanto, es preferiblemente posible un procedimiento de reducción catalítica selectiva en el que se añade un reactivo a un gas de escape de un motor de combustión interna, dividiéndose una corriente de gas de escape en un flujo de gas de escape interior y un flujo de gas de escape exterior que rodea radialmente al flujo de gas de escape interior, imprimiéndose un vórtice al flujo de gas de escape exterior y añadiéndose luego el reactivo al flujo de gas de escape exterior, comprendiendo el reactivo al menos una de las materias siguientes:

- 4.1) un reductor y
- 4.2) un precursor de reductor.

Preferiblemente, se pueden añadir aquí reductores nitrogenados y/o sus precursores, en particular preferiblemente urea, especialmente en solución acuosa.

Un oxidante puede comprender, por ejemplo, hidrocarburos que pueden proceder especialmente también del carburante del motor de combustión interna. En particular, el oxidante puede utilizarse para la regeneración de un elemento acumulador, especialmente un elemento acumulador para óxidos de nitrógeno (NO_x).

ES 2 337 710 T3

Según otra ejecución ventajosa del procedimiento de la invención, el reactivo comprende al menos una de las materias siguientes:

- 5.1) amoníaco (NH_3),
- 5.2) urea,
- 5.3) formiato amónico,
- 5.4) carbamato amónico,
- 5.5) ácido isocianico,
- 5.6) ácido cianúrico y
- 5.7) hidrocarburos.

El formiato amónico 5.3) representa la sal correspondiente del ácido fórmico. El formiato amónico puede utilizarse de manera ventajosa especialmente en soluciones acuosas de urea para la reducción del punto de congelación de esta solución. Una solución de urea correspondiente que contiene formiato amónico puede obtenerse bajo el nombre de marca "Denoxium". Las materias 5.2), 5.4), 5.5) y 5.6) representan precursores para el reductor amoníaco 5.1). Se prefiere aquí la utilización de urea, puesto que precisamente para soluciones acuosas de urea se ha construido ya en algunos Estados una red logística para el repostaje de usuarios móviles con una solución de esta clase. Los hidrocarburos 5.7) pueden utilizarse especialmente también para la regeneración de elementos acumuladores, como, por ejemplo, elementos acumuladores para óxidos de nitrógeno (NO_x).

Según otro aspecto de la presente invención, se propone un dispositivo para añadir un reactivo a un gas de escape de un motor de combustión interna, en donde el gas de escape circula en una dirección de flujo y están previstos unos medios configurados para imprimir un vórtice sobre un flujo de gas de escape exterior que rodea radialmente a un flujo de gas de escape interior, estando formados detrás de los medios para imprimir un vórtice, considerado en la dirección de flujo, unos medios de aportación para añadir el reactivo al flujo de gas de escape interior.

El dispositivo según la invención utiliza de manera ventajosa el hecho de que el flujo vorticial en el flujo de gas de escape exterior puede aprovecharse como una especie de aislamiento para el flujo de gas de escape interior de modo que se evite en lo posible un contacto del reactivo con un tubo o tubo envolvente que limite el dispositivo en dirección radial hacia fuera. Al chocar el reactivo con la pared, que en general está netamente más fría, se puede producir la formación de subproductos no deseados. Por tanto, se evita eficazmente la formación de estos subproductos.

El tubo envolvente puede ser calentable de manera ventajosa, al menos en zonas parciales, por ejemplo por medio de una calefacción de resistencia eléctrica. Como alternativa y/o adicionalmente, es posible también un calentamiento de la corriente de gas de escape, por ejemplo, por medio de un cuerpo de nido de abeja eléctricamente calentable.

Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, los medios para imprimir un vórtice comprenden al menos un álabe de guía.

En particular, puede tratarse aquí de un álabe de guía hecho de un material resistente a la corrosión a altas temperaturas, especialmente hecho de acero fino. En principio, se prefiere la formación de los medios para imprimir un vórtice a base de un material resistente a la corrosión a altas temperaturas que pueda resistir las condiciones en sistemas de gas de escape de motores de combustión interna.

Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, el al menos un álabe de guía es elástico.

La formación de un álabe de guía elástico hace posible una desviación y/o una curvatura del álabe de guía en función de parámetros del gas de escape, como, por ejemplo, el caudal másico del gas de escape y/o la presión del gas de escape. Cuanto mayor sea la presión del gas de escape tanto más fuertemente se deformará el álabe de guía. Preferiblemente, el álabe de guía está configurado de modo que incluso a presiones y/o temperaturas máximas del gas de escape la deformación del álabe de guía se mantenga dentro del dominio elástico. Preferiblemente, el álabe de guía puede estar formado por un material resistente a la corrosión, especialmente por un acero fino correspondientemente configurado.

Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, el al menos un álabe de guía está configurado de modo que al menos una de las magnitudes siguientes

- a) una desviación del álabe de guía y
- b) una curvatura del álabe de guía

ES 2 337 710 T3

sea variable en función de una variación de al menos una de las magnitudes siguientes:

9.1) la temperatura del gas de escape,

5 9.2) el caudal másico del gas de escape y

9.3) la presión del gas de escape.

10 Esta configuración del álabe de guía hace posible de manera ventajosa la adaptación del flujo vorticial a las condiciones reinantes en el flujo de gas de escape exterior. Así, el flujo vorticial puede adaptarse a la situación en el sistema de gas de escape.

15 Según otra ejecución preferida del dispositivo de la invención, el al menos un álabe de guía está formado al menos en parte por un bimetel.

20 Por bimetel se entiende aquí especialmente un material compuesto por dos materiales metálicos que se diferencian con respecto a su dilatación térmica y especialmente con respecto a sus coeficientes de dilatación térmica. Esta diferencia en el coeficiente de dilatación térmica conduce a que, al calentarse el álabe de guía de bimetel, éste se deforme, especialmente se alabee.

En particular, se puede conseguir de manera ventajosa una variación de la curvatura del álabe de guía en función de la temperatura 9.1) del gas de escape.

25 Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, los medios para imprimir un vórtice comprenden al menos un canal sinuoso.

30 Se prefiere aquí la configuración de un canal helicoidal en la zona en la que se genera y/o se conduce el flujo de gas de escape exterior. Se prefiere aquí especialmente que el al menos un canal sinuoso esté limitado por al menos una pared que sea deformable elásticamente al menos en zonas parciales.

Debido a esta deformación elástica de la pared se puede efectuar una adaptación del flujo vorticial a la situación en el gas de escape, especialmente a la presión de dicho gas de escape.

35 Según otra ejecución preferida del dispositivo de la invención, la al menos una pared está configurada de modo que su curvatura sea variable en función de una variación de al menos una de las magnitudes siguientes:

13.1) la temperatura del gas de escape,

40 13.2) el caudal másico del gas de escape y

13.3) la presión del gas de escape.

45 Debido a una variación de la curvatura de la pared del canal sinuoso se puede conseguir especialmente una variación de la componente de velocidad de rotación del vórtice. La pared puede estar formada por un bimetel para que se efectúe de manera sencilla una adaptación de la curvatura de la pared a la temperatura 13.1) del gas de escape.

50 Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, la pared está formada por un bimetel al menos en zonas parciales.

Según la invención, aguas arriba de los medios de aportación están formados unos medios de laminarización para laminarizar el flujo de gas de escape interior.

55 Por laminarización se entiende especialmente una reducción del número de Reynolds del flujo de gas de escape interior. El medio de laminarización puede comprender especialmente un cuerpo de nido de abeja que presente canales. Este cuerpo de nido de abeja puede estar configurado como un cuerpo de nido de abeja cerámico o bien como un cuerpo de nido de abeja metálico constituido por al menos capas metálicas al menos parcialmente estructuradas y eventualmente al menos una capa metálica sustancialmente lisa. La laminarización es tanto más efectiva cuanto más
60 lisas sean las paredes de los canales. De aquí que se prefiera especialmente como medio de laminarización un cuerpo de nido de abeja que no presente ninguna perforación o álaves de guía en las paredes de los canales y, en particular, no presente tampoco ningún revestimiento de las paredes de los canales.

65 Esta ejecución ventajosa aprovecha la circunstancia de que los flujos laminares procedentes de un cuerpo de nido de abeja conservan su naturaleza laminar, después de salir del cuerpo de nido de abeja, a lo largo de un recorrido de flujo bastante prolongado. Así, mediante la adición del reactivo al flujo de gas de escape interior se consigue que el reactivo no llegue al flujo vorticial ni, por tanto, a un tubo que limite el dispositivo hacia fuera o a una pared correspondiente.

ES 2 337 710 T3

Preferiblemente, el dispositivo según la invención puede estar configurado de modo que los medios para imprimir un vórtice sobre el flujo de gas de escape exterior estén formados radialmente por fuera de los medios de laminarización para laminarizar el flujo de gas de escape interior.

Según una ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, los medios de laminarización comprenden un cuerpo de nido de abeja con canales que pueden ser atravesados por un fluido en la dirección de flujo.

Según otra ejecución ventajosa, estos canales están desprovistos de barreras.

Por desprovistos de barreras se entiende especialmente que las paredes de los canales no presentan microestructuras, perforaciones y/o álabes de guía y especialmente no tienen tampoco ningún revestimiento.

Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, los medios para imprimir un vórtice están formados radialmente por fuera del cuerpo de nido de abeja.

Así, es posible una construcción compacta del dispositivo según la invención.

Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, radialmente por fuera de los medios para imprimir un vórtice está formado al menos un primer tubo envolvente.

Por tanto, el primer tubo envolvente sirve como carcasa exterior del dispositivo según la invención.

Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, por fuera de los medios para imprimir un vórtice están formados un primer tubo envolvente exterior y un primer tubo envolvente interior que están separados por una rendija.

La formación de un primer tubo envolvente exterior y un primer tubo envolvente interior por fuera de los medios para imprimir un vórtice da lugar a que el primer tubo envolvente interior esté térmicamente aislado del primer tubo envolvente exterior por la rendija. De este modo, se puede calentar más rápidamente el primer tubo envolvente interior, con lo que se reduce así la formación de subproductos no deseados. La rendija actúa aquí como una especie de aislamiento de entrehierro.

Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, el al menos un primer tubo envolvente está provisto en su interior, al menos en zonas parciales, de un revestimiento catalíticamente activo que es adecuado para convertir el reactivo.

En el interior significa aquí especialmente que el revestimiento está formado sobre el lado del tubo envolvente que queda vuelto hacia los medios para imprimir un vórtice. En particular, la conversión consiste en una termólisis, una pirólisis y/o una hidrólisis, especialmente cuando se añade como reactivo un precursor de reductor.

Según otra ejecución ventajosa del dispositivo de la invención, entre los medios para imprimir un vórtice y el cuerpo de nido de abeja está formado un segundo tubo envolvente que está formado con medios para desplazar la frecuencia de resonancia del segundo tubo envolvente.

Frecuentemente, la formación de un segundo tubo envolvente alrededor del cuerpo de nido de abeja que sirve especialmente como medio de laminarización es ventajosa para conferir la estabilidad necesaria al cuerpo de nido de abeja. Sin embargo, cuando la masa del tubo envolvente o del tubo envolvente con cuerpo de nido de abeja es netamente mayor que la masa de los medios para imprimir un vórtice, esto puede dar lugar a que la frecuencia de resonancia del tubo envolvente o del tubo envolvente con cuerpo de nido de abeja esté situada en un dominio crítico que se alcance a frecuencias usuales en el sistema de gas de escape de un motor de combustión interna, con lo que el dispositivo según la invención puede sufrir daños a consecuencia de un fenómeno de resonancia. Por este motivo, es ventajoso formar medios para desplazar la frecuencia de resonancia. Éstos pueden comprender especialmente medios de apoyo que apoyen el segundo tubo envolvente en el al menos un primer tubo envolvente. Debido al apoyo del segundo tubo envolvente en el primer tubo envolvente se produce un neto desplazamiento de la frecuencia de resonancia, de modo que se puede impedir eficazmente una catástrofe debida a la resonancia.

Se prefiere especialmente aquí que los medios de apoyo formen al menos en parte los medios para imprimir un vórtice. Así, como medio de apoyo puede estar formado de manera ventajosa un álabe de guía correspondientemente unido con el segundo tubo envolvente o bien una pared de un canal helicoidal.

Los detalles y ventajas revelados para el procedimiento según la invención se pueden transferir y aplicar de la misma manera al dispositivo según la invención. Los detalles y ventajas revelados para el dispositivo según la invención se pueden transferir y aplicar de la misma manera al procedimiento según la invención. El dispositivo según la invención es adecuado especialmente para la puesta en práctica del procedimiento conforme a la invención.

Otras ventajas y detalles de la presente invención se explican ahora con más pormenor ayudándose de las figuras adjuntas, sin que la invención quede limitada a los ejemplos de realización y detalles allí expuestos. Muestran:

ES 2 337 710 T3

La figura 1, esquemáticamente, un primer ejemplo de realización de un dispositivo según la invención, en sección longitudinal;

La figura 2, una parte del primer ejemplo de realización de un dispositivo según la invención, en sección longitudinal;

La figura 3, un segundo ejemplo de realización de un dispositivo según la invención, en sección transversal; y

La figura 4, un fragmento de una sección transversal de un tercer ejemplo de realización de un dispositivo según la invención, en sección transversal.

La figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo 1 según la invención para añadir un reactivo a un gas de escape de un motor de combustión interna. El gas de escape del motor de combustión interna, no mostrado, atraviesa el dispositivo 1 en una dirección de flujo 2. El dispositivo 1 comprende medios 3 para imprimir un vórtice. En el primer ejemplo de realización de la presente invención estos medios 3 para imprimir un vórtice están configurados en forma de un canal sinuoso 4 que está limitado por una pared correspondientemente sinuosa 5. El canal sinuoso 4 tiene en el presente ejemplo de realización una forma a manera de tornillo sinfín. Los medios 3 para imprimir un vórtice imprimen un vórtice sobre un flujo de gas de escape exterior 6. Éste rodea a un flujo de gas de escape interior 7. Debido al vórtice imprimido por el flujo de gas de escape exterior 6 se forma un flujo de gas de escape exterior 6 con un flujo vorticial que rodea radialmente al flujo de gas de escape interior 7 y protege dicho flujo de gas de escape interior 7 contra la entrada del mismo en contacto con una pared de un tubo envolvente 8. Detrás de los medios 3 para imprimir un vórtice, considerado en la dirección de flujo 2, están formados unos medios de aportación 9 para añadir el reactivo 10 al flujo de gas de escape interior 7.

Como reactivo 10 se añade de manera especialmente preferida urea, en particular en forma de una solución acuosa de urea. La urea representa un precursor del reductor amoniacal, que se utiliza como reductor, por ejemplo, en la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno. Por precursor de reductor se entiende aquí especialmente una materia que puede reaccionar produciendo el reductor y/o que se puede desdoblar proporcionando el reductor. En el presente caso, los medios de aportación comprenden una boquilla 11 a través de la cual se introduce el reactivo 10 en el flujo de gas de escape interior 7. Los medios de aportación 9 comprenden también unos medios de suministro correspondientes, tales como, por ejemplo, un recipiente de reserva, y/o unos medios de transporte, tales como, por ejemplo, una bomba.

El flujo de gas de escape interior 7 es laminarizado adicionalmente por un medio de laminarización 12. Por laminarización se entiende aquí especialmente una reducción del número de Reynolds del flujo. El medio de laminarización 12 comprende un cuerpo de nido de abeja, tal como se explica con detalle en relación especialmente con las figuras 3 y 4. Gracias a la laminarización del flujo de gas de escape interior 7 se reduce aún más la probabilidad de que se produzca un choque del reactivo 10 con la superficie interior del primer tubo envolvente 8. Si una gota del reactivo chocara con el primer tubo envolvente 8, se podrían formar subproductos no deseados derivados del reactivo 10 cuando la temperatura del primer tubo envolvente 8 sea inferior a una temperatura crítica. En particular, cuando se utiliza urea como reactivo 10, se tiene que, al chocar la urea con el primer tubo envolvente 8, puede tener lugar una formación de subproductos no deseados, como, por ejemplo, biuret. El biuret es una materia viscosa que, usualmente, sólo puede retirarse de nuevo en condiciones de reacción extremas, como, por ejemplo, una presión muy alta y una temperatura alta, y que tiene una consistencia tal que podría producirse una conglutinación del tubo envolvente y a largo plazo también de los cuerpos de nido de abeja formados en el sistema de gas de escape.

Aguas abajo de los medios de aportación 9, considerado en la dirección de flujo 2, está formado un cuerpo de nido de abeja cónico 13 que provoca un ensanchamiento de la sección transversal atravesable por el gas de escape desde la sección transversal de entrada 14 hasta la sección transversal de salida 15. El cuerpo de nido de abeja 15 de forma cónica presenta canales cuya sección transversal se ensancha también de manera correspondiente. Preferiblemente, las paredes de los canales presentan perforaciones y álabes de guía que hacen posible un transporte de materia en sentido transversal a la dirección de flujo 2. Así, se produce un entremezclado del flujo de gas de escape exterior 6 y el flujo de gas de escape interior 7.

El cuerpo de nido de abeja 13 de forma cónica presenta un revestimiento catalíticamente activo que cataliza una hidrólisis de la urea. Se produce así una conversión de la urea en amoniacal. Debido a la idoneidad de admitir un cierto flujo transversal con respecto a la dirección de flujo 2, el cuerpo de nido de abeja 13 de forma cónica provoca una distribución uniforme del reductor urea entonces producido por toda la sección transversal del flujo de gas de escape. Aguas abajo del cuerpo de nido de abeja cónico 13 está formado un catalizador de reducción 16. Este catalizador de reducción 16 comprende un cuerpo de nido de abeja con un revestimiento catalíticamente activo que cataliza una reacción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno. Dado que el catalizador de reducción 16 es barrido por un flujo de gas de escape en el que el reductor está uniformemente distribuido, se produce una conversión efectiva de los óxidos de nitrógeno en el catalizador de reducción 16.

Aguas abajo del catalizador de reducción 16, considerado en la dirección de flujo 2, está formado un sensor 17 de concentración de óxidos de nitrógeno con el que puede medirse la concentración de óxidos de nitrógeno del gas de escape que sale del catalizador de reducción 16. Con ayuda de los valores de medida del sensor 17 de concentración de óxidos de nitrógeno se puede controlar y/o regular la cantidad del reactivo añadido, de modo que tenga lugar una conversión lo más completa posible de los óxidos de nitrógeno (NO_x) presentes en el gas de escape.

ES 2 337 710 T3

La figura 2 muestra esquemáticamente un fragmento de un dispositivo 1 según la invención. Éste comprende el medio de laminarización 12 y también, como medio 3 para imprimir un vórtice, el canal sinuoso 4 que está limitado por la pared sinuosa 5. Se imprime un vórtice al flujo de gas de escape exterior 6 que atraviesa el canal sinuoso 4. El medio de laminarización 12 provoca una laminarización del flujo de gas de escape interior 7. Después de salir del medio de laminarización 12 o del canal sinuoso 4 tiene lugar la adición del reactivo 10 al flujo de gas de escape interior 7, para el cual el flujo de gas de escape exterior 6 provisto del vórtice sirve como una especie de aislamiento que impide que el reactivo 10 entre en contacto con el primer tubo envolvente 8.

La figura 3 muestra esquemáticamente en sección transversal un segundo ejemplo de realización de un dispositivo 1 según la invención. Este dispositivo 1 comprende en la presente sección transversal un medio de laminarización 12 que está configurado como un cuerpo de nido de abeja 18. El cuerpo de nido de abeja 18 en el presente segundo ejemplo de realización está formado por unas capas 19 al menos parcialmente onduladas y unas capas 20 sustancialmente lisas. Las capas 19, 20 están hechas de un material metálico, especialmente en forma de láminas de chapa. Las capas 19, 20 están conformadas de modo que se definen canales 21 entre las capas 19 al menos parcialmente onduladas y las capas 20 sustancialmente lisas. En el presente ejemplo de realización se han apilado para ello, alternando, una pluralidad de capas 19, 20 y se han enlazado tres de tales pilas una con otra. Es posible también enlazar solamente dos o bien solamente una de estas pilas, y, además, se pueden arrollar también capas correspondientes 19, 20 en forma de espiral.

En el presente segundo ejemplo de realización los medios 3 para imprimir un vórtice están configurados en forma de álabes de guía 22 que están formados radialmente por fuera del cuerpo de nido de abeja 18. Los álabes de guía 22 están configurados de modo que impriman un vórtice sobre el flujo de gas de escape exterior 6. En particular, los álabes de guía 22 y/o las paredes sinuosas 5 del canal sinuoso 4 pueden ser de construcción elástica. Preferiblemente, estos elementos 4, 22 están configurados de modo que su curvatura o su desviación varíen en función de la variación de al menos una de las magnitudes siguientes: la temperatura del gas de escape, el caudal másico del gas de escape y la presión del gas de escape. Esto puede efectuarse, por ejemplo, haciendo que la pared sinuosa 5 y/o los álabes de guía 22 sean formados a base de un bimetálico o bien a base de un metal elástico. Se puede adaptar así el vórtice imprimido a las condiciones del flujo de gas de escape.

El cuerpo de nido de abeja 18 está configurado especialmente de modo que conduzca a una reducción del número de Reynolds de la corriente de gas de escape. A este fin, los canales 21 están realizados preferiblemente sin barreras. Esto significa que las superficies de la capa sustancialmente lisa 20 y de la capa al menos parcialmente ondulada 19 no presentan, en particular, microestructuras, álabes de guía y/o perforaciones y preferiblemente no comprenden tampoco ningún revestimiento catalíticamente activo, con lo que se evita en lo posible una formación de turbulencia al circular fluido por los canales 21.

En el presente ejemplo de realización el cuerpo de nido de abeja 18 presenta un segundo tubo envolvente 23 que limita el cuerpo de nido de abeja 18 hacia fuera. Los álabes de guía 22 forman al mismo tiempo medios para desplazar la frecuencia de resonancia del segundo tubo envolvente 23, es decir que el segundo tubo envolvente 23 está fijado al primer tubo envolvente 8 a través de los álabes de guía 22. Se impide así de manera ventajosa que el cuerpo de nido de abeja 18 resulte dañado al alcanzarse una frecuencia de resonancia del segundo tubo envolvente 23. En este ejemplo de realización los medios de aportación 9 no están situados en esta sección transversal, sino detrás del cuerpo de nido de abeja 18, considerado en la dirección de flujo 2. El segundo tubo envolvente 23 provoca, al ser recorrido con gas de escape, la división de la corriente de gas de escape en el flujo de gas de escape interior 7 y el flujo de gas de escape exterior 6.

La figura 4 muestra esquemáticamente un fragmento de una sección transversal de un tercer ejemplo de realización de un dispositivo 1 según la invención. Éste comprende, en lugar de un cuerpo de nido de abeja metálico, un cuerpo de nido de abeja cerámico 18. Éste presenta paredes 24 que limitan canales 21. Preferiblemente, se puede extruir un cuerpo de nido de abeja cerámico 18 de esta clase. En este ejemplo de realización el cuerpo de nido de abeja 18 presenta también un segundo tubo envolvente 23, así como álabes de guía 22 para imprimir un vórtice sobre un flujo de gas de escape exterior 6. En el tercer ejemplo de realización el primer tubo envolvente 8 está configurado como un tubo envolvente doble con un primer tubo envolvente interior 25 y un primer tubo envolvente exterior 26. Los dos primeros tubos envolventes 25, 26 están separados uno de otro por una rendija 27. Esta rendija 27 actúa como una especie de aislamiento de entrehierro que impide un enfriamiento rápido del primer tubo envolvente interior 25. Preferiblemente, el primer tubo envolvente interior 25 está formado de un material que se calienta rápidamente, de modo que, aun cuando algo de reactivo 10 pueda atravesar la corriente de gas exterior 6, no se puede producir la formación de subproductos no deseados, tal como especialmente biuret. Para reducir aún más la probabilidad de una formación de subproductos no deseados se ha formado en el tercer ejemplo de realización, en el interior del primer tubo envolvente interior 25, un revestimiento catalíticamente activo 28 que está concebido especialmente como un revestimiento de catalizador de hidrólisis para urea. Se puede producir así directamente de manera ventajosa una conversión del reactivo 10, con lo que se reduce así también en mayor medida la probabilidad de que se formen subproductos no deseados en el tubo envolvente 8, 25. El tercer ejemplo de realización presenta también unos medios de apoyo adicionales 29 que apoyan el segundo tubo envolvente en el primer tubo envolvente interior 25.

El procedimiento según la invención y el dispositivo 1 según la invención permiten de manera ventajosa que un reactivo 10, especialmente un precursor de reductor y/o un reductor, preferiblemente urea, especialmente en solución acuosa, sea incorporado en el sistema de gas de escape de un motor de combustión interna, sin que tenga lugar la formación de subproductos no deseados, tal como, por ejemplo, biuret, por efecto del contacto del reactivo 10 con el tubo envolvente exterior 8, 25 del dispositivo 1, cuyo tubo se encuentra usualmente en un estado relativamente frío.

Lista de símbolos de referencia

	1	Dispositivo para añadir un reactivo
5	2	Dirección de flujo
	3	Medio para imprimir un vórtice
	4	Canal sinuoso
10	5	Pared sinuosa
	6	Flujo de gas de escape exterior
15	7	Flujo de gas de escape interior
	8	Primer tubo envolvente
	9	Medios de aportación
20	10	Reactivo
	11	Boquilla
	12	Medio de laminarización
25	13	Cuerpo de nido de abeja de forma cónica
	14	Sección transversal de entrada
30	15	Sección transversal de salida
	16	Catalizador de reducción
	17	Sensor de concentración de óxidos de nitrógeno
35	18	Cuerpo de nido de abeja
	19	Capa al menos parcialmente ondulada
40	20	Capa sustancialmente lisa
	21	Canal
	22	Álabe de guía
45	23	Segundo tubo envolvente
	24	Pared
	25	Primer tubo envolvente interior
50	26	Primer tubo envolvente exterior
	27	Rendija
55	28	Revestimiento catalíticamente activo
	29	Medio de apoyo

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para añadir un reactivo (10) a un gas de escape de un motor de combustión interna, en el que se divide una corriente de gas de escape en un flujo de gas de escape interior (7) y un flujo de gas de escape exterior (6) que rodea radialmente al flujo de gas de escape interior (7), **caracterizado** porque se imprime un vórtice al flujo de gas de escape exterior (6) y luego se añade el reactivo (10) al flujo de gas de escape interior (7).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se laminariza el flujo de gas de escape interior (7).

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el reactivo (10) comprende al menos una de las materias siguientes:

4.1) un reductor,

4.2) un precursor de reductor y

4.3) un oxidante.

4. Dispositivo (1) para añadir un reactivo (10) a un gas de escape de un motor de combustión interna, en el que el gas de escape circula en una dirección de flujo (2) y están formados unos medios (3) para imprimir un vórtice sobre un flujo de gas de escape exterior (6) que rodea radialmente a un flujo de gas de escape interior (7), y en el que están formados detrás de los medios (3) para imprimir un vórtice, considerado en la dirección de flujo (2), unos medios de aportación (9) para añadir el reactivo (10) al flujo de gas de escape interior (7), **caracterizado** porque aguas arriba de los medios de aportación (9) están formados unos medios de laminarización (12) para laminarizar el flujo de gas de escape interior (7).

5. Dispositivo (1) según la reivindicación 4, en el que los medios (3) para imprimir un vórtice comprenden al menos un álabe de guía (22).

6. Dispositivo (1) según la reivindicación 5, en el que el al menos un álabe de guía (22) está formado por un bimetálico, de modo que al menos una de las magnitudes siguientes

a) una desviación del álabe de guía (22) y

b) una curvatura del álabe de guía (22)

puede ser variada en función de una variación de al menos una de las magnitudes siguientes:

9.1) la temperatura del gas de escape,

9.2) el caudal másico del gas de escape y

9.3) la presión del gas de escape.

7. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que los medios (3) para imprimir un vórtice comprenden al menos un canal sinuoso (4).

8. Dispositivo (1) según la reivindicación 4, en el que los medios (3) para imprimir un vórtice están formados radialmente por fuera de los medios de laminarización (12).

9. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en el que el reactivo (10) comprende al menos una de las materias siguientes:

25.1) un reductor y

25.2) un precursor de reductor.

FIG. 1

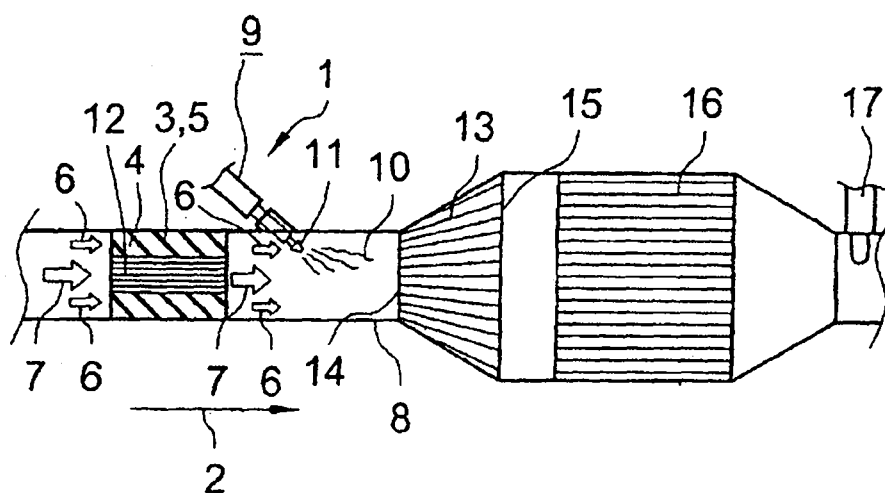


FIG. 2

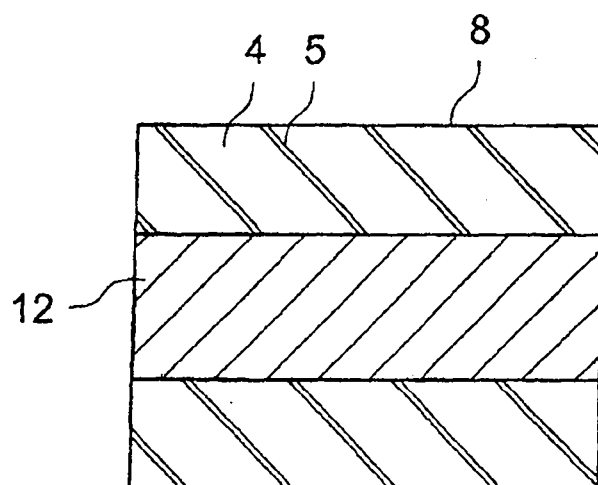


FIG. 3

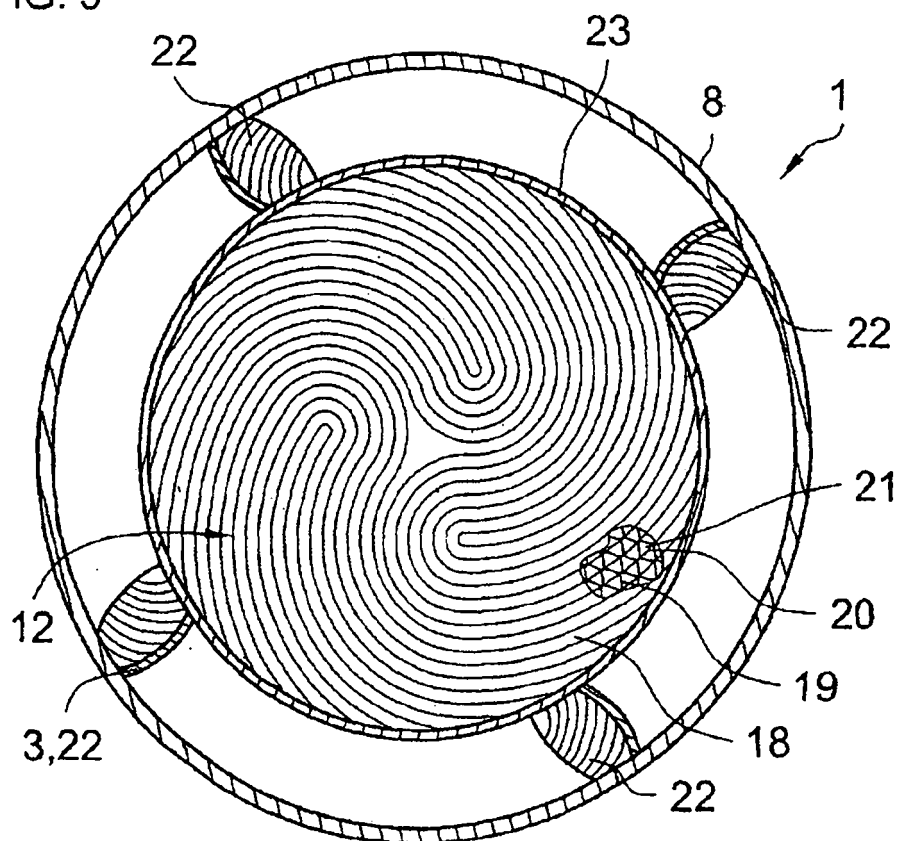


FIG. 4

