



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 978**

51 Int. Cl.:
B01D 46/24 (2006.01)
F01N 3/022 (2006.01)
F01N 3/035 (2006.01)
F01N 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05730342 .2**
96 Fecha de presentación : **12.04.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1735077**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.12.2006**

54 Título: **Aparato de purificación de gas de escape.**

30 Prioridad: **12.04.2004 JP 2004-117189**
12.04.2004 JP 2004-117198
12.04.2004 JP 2004-117202
10.03.2005 JP 2005-67849

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.05.2011

73 Titular/es: **TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA**
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP
EMITEC GESELLSCHAFT FÜR
EMISSIONSTECHNOLOGIE mbH

72 Inventor/es: **Sarai, Susumu y**
Okawara, Seiji

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 358 978 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

Aparato de purificación de gas de escape.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un aparato de purificación de escape según la reivindicación 1, para recoger materias particuladas (se denominarán "MP" a continuación en el presente documento) contenidas en el gas de escape emitido por motores diésel, y similares, para purificar el gas de escape.

Antecedentes de la técnica

10 A partir del documento US2004/043899 A1 se conocen una lámina metálica con una estructura grabada en relieve para su uso en la purificación de gas de escape así como una herramienta y un método para su producción. En la dirección del flujo principal, la lámina metálica tiene picos alternos con flancos ascendentes y flancos descendentes y valles, dividiéndose los picos y los valles en filas paralelas a la dirección del flujo principal y escalonándose los picos y valles de filas adyacentes en la dirección del flujo principal de tal manera que los flancos ascendentes y los flancos descendentes de los picos escalonados forman un canal que conecta los valles escalonados. Los canales ubicados en la región de los flancos ascendentes y los flancos descendentes forman zonas irregulares de perturbación y alabeos que hacen el gas de escape turbulento y que lo hacen entrar en contacto con la superficie. Una configuración de tipo tablero de ajedrez de los picos y valles también contribuye a la turbulencia del gas de escape por medio de deflexión lateral y oblicua y, dependiendo de la medida de la desviación de las filas adyacentes, también a una deflexión vertical a través de los canales. Además, aguas abajo de los canales y en otras regiones orientadas en oposición al aire (*sic*), la estructura grabada en relieve de la lámina metálica crea espacios para la deposición de partículas contenidas en la corriente de gas de escape.

15 Puesto que en el gas de escape emitido por motores diésel están contenidas materias particuladas (MP) que se componen de partículas finas de carbono, FOS (fracción orgánica soluble), sulfato, y similares, estas MP deben eliminarse del gas de escape para emitir un gas de escape purificado. Puesto que las MP apenas pueden eliminarse mediante el catalizador de oxidación normal, el catalizador de 3 vías, y similares, en términos generales, tras recogerse las MP mediante filtros (DPF), se oxidan para eliminarse.

20 Como tal DPF, se han utilizado ampliamente DPF de tipo de flujo de pared. En un DPF de tipo de flujo de pared, una celda en el lado de entrada obturada en una parte de borde en el lado aguas abajo, y también una celda en el lado de salida obturada en una parte de borde en el lado aguas arriba y ubicada adyacente a la celda en el lado de entrada, se han formado en un cuerpo de panal de abeja. Este cuerpo de panel de abeja tiene un gran número de celdas, y se compone de cerámica resistente térmicamente tal como cordierita. En este DPF, el gas de escape que ha entrado en la celda en el lado de entrada pasa a través de una pared de celda y después se emite desde la celda en el lado de salida. Mientras el gas de escape pasa a través de la pared de celda, las MP se recogen en poros de la pared de celda. Posteriormente, cuando se recogen determinadas cantidades de MP, las MP recogidas se queman calentando estas MP mediante un calentador, de modo que puede reproducirse la función de DPF.

25 Sin embargo, en tales DPF, las cantidades de generación de calor aumentan por la combustión cuando se reproducen las funciones de DPF en el caso de que las cantidades recogidas de MP sean grandes. Por tanto, existen posibilidades de que estos DPF resulten dañados por choque térmico. Además, el coste de fabricación en cuanto a tales DPF es alto. Como consecuencia, recientemente se han propuesto varias ideas en cuanto a DPF compuestos por metales.

30 Por ejemplo, el documento JP-A-9-262414 describe un DPF de este tipo en el que cuando se apilan alternativamente entre sí una placa ondulada compuesta por una placa metálica delgada y una placa plana compuesta por tela metálica no tejida, se forman tanto una celda en el lado de entrada obturada en una parte de borde en el lado aguas abajo como una celda en el lado de salida obturada en una parte de borde en el lado aguas arriba y ubicada adyacente a la celda en el lado de entrada. Además, el documento JP-A-2002-113798 describe un DPF de este tipo en el que cuando se apilan alternativamente entre sí una placa ondulada y una placa plana compuesta por tela metálica no tejida, se forman tanto una celda en el lado de entrada obturada en una parte de borde en el lado aguas abajo como una celda en el lado de salida obturada en una parte de borde en el lado aguas arriba y ubicada adyacente a la celda en el lado de entrada.

35 Según estos DPF, las MP contenidas en el gas de escape se recogen en la tela metálica no tejida. Entonces, incluso cuando se llevan a cabo las operaciones del proceso de reproducción para quemar las MP mediante calentamiento; puesto que los DPF están compuestos por metal, los choques térmicos son bajos y pueden suprimirse los daños. Sin embargo, puesto que cualquiera de estos DPF corresponden a DPF de tipo de flujo de pared, aumentan las pérdidas de presión del gas de escape en relación con la recogida de las MP. Además, puesto que las MP se concentran para depositarse en las proximidades de las partes de obturado de las celdas en el lado de entrada, existe el problema de que aumentan rápidamente las pérdidas de presión del gas de escape. En el caso de que las eficiencias del motor, el consumo de combustible, y similares, constituyan factores importantes, las operaciones del proceso de reproducción deben llevarse a cabo frecuentemente.

40 Por otro lado, el modelo de utilidad alemán n.º 20.117.873 UI da a conocer un filtro en el que una placa ondulada compuesta por una lámina metálica y una capa de filtro se apilan alternativamente entre sí; una pluralidad de orificios en

5 forma de uña que tienen alturas en forma de uña están formados en la placa ondulada; los diversos orificios en forma de uña forman un conducto que tiene un orificio en forma de uña dirigido al interior y un orificio en forma de uña dirigido al exterior; el orificio en forma de uña dirigido al interior y el orificio en forma de uña dirigido al exterior están dispuestos de tal manera que estos orificios en forma de uña definen un ángulo; las alturas de los orificios en forma de uña son iguales a del 100% al 60% de la altura con estructura; y se garantiza al menos el 20% de un grado de libertad de flujo.

10 Según este filtro, el gas de escape proveniente de los orificios en forma de uña pasa a través de la capa de filtro, de modo que las MP se recogen por la capa de filtro. Además, puesto que este filtro está formado principalmente a modo de estructura de flujo rectilíneo, también puede suprimirse un aumento de la pérdida de presión del gas de escape. Entonces, puesto que este filtro está hecho de metal, no se produce ningún daño debido a esfuerzo térmico. Sin embargo, en este filtro, a medida que avanzan las deposiciones de MP tanto sobre la capa de filtro como sobre las partes de los orificios en forma de uña, se bloquea el conducto del gas de escape, de modo que la pérdida de presión del gas de escape aumenta rápidamente. Como resultado, puesto que no es posible aumentar la cantidad de MP que pueden recogerse, existe el inconveniente de que debe disminuirse la eficacia de recogida de MP.

15 Además, se ha desarrollado un catalizador de filtro al que se han aplicado funciones de catalizador. Por ejemplo, el documento JP-A-9-262415 describe el siguiente elemento de filtro. Es decir, un filtro de placa plana y una placa ondulada se superponen alternativamente entre sí, y entonces, la placa ondulada/filtro superpuestos se enrollan de modo que se construye un cuerpo en forma de pilar. Entonces, ambos bordes de este cuerpo en forma de pilar se rellenan alternativamente para constituir el elemento de filtro. El filtro de placa plana se fabrica de modo que se rellena o bien cerámica o bien un metal en o bien un cuerpo poroso con estructura en forma de malla tridimensional o bien orificios de este cuerpo poroso de modo que se reduzcan esencialmente los diámetros de estos orificios. El cuerpo poroso con estructura en forma de malla tridimensional está compuesto por un metal resistente térmicamente y tiene un orificio que se vacía de manera continua. En este elemento de filtro, el metal catalítico está soportado sobre o bien la placa ondulada o bien el elemento de placa plana.

25 Según este elemento de filtro, la trampa de MP y el convertidor catalítico pueden formarse como un cuerpo integral, dando como resultado una ventaja de ahorro de espacio. Además, puesto que el elemento de soporte está hecho de metal, la capacidad calorífica es pequeña, aumenta la velocidad de aumento de la temperatura del metal catalítico, y puede obtenerse fácilmente la temperatura requerida para activar eficazmente el metal catalítico. Además, en el caso de que como metal catalítico esté soportado un material de sorción de NO_x como un metal alcalino, puede obtenerse la ventaja mencionada a continuación. Es decir, si una base está compuesta por cordierita o similares, entonces esta base puede hacerse reaccionar con el material de sorción de NO_x . Sin embargo, si una base está compuesta por un metal, entonces esta base metálica no puede hacerse reaccionar con el material de sorción de NO_x .

35 Sin embargo, según la idea técnica dada a conocer en el documento JP-A-9-262415, puesto que se emplea el cuerpo poroso con estructura en forma de malla tridimensional que está compuesto por el metal resistente térmicamente y tiene el orificio que se vacía de manera continua, los diámetros de los orificios se hacen aleatorios. Para soportar el catalizador, resulta eficaz formar una capa de catalizador que contiene un óxido poroso que tiene soportado un metal catalítico. Sin embargo, es difícil en la práctica formar una capa de catalizador uniforme sobre el cuerpo poroso con estructura en forma de malla tridimensional compuesto por el metal resistente térmicamente, cuyos diámetros de orificio se hacen aleatorios. Existen diversos problemas. A saber, la pérdida de presión del gas de escape aumenta en gran medida, la actividad producida por el metal catalítico puede no obtenerse de manera suficiente, y los granos del metal catalítico crecen debido al calor producido cuando se usa el elemento de filtro, de modo que disminuye la actividad.

40 Por ejemplo, el documento JP-A-2001-241316 da a conocer un aparato de purificación de gas de escape en el que un par de DPF están dispuestos en serie, y el DPF que tiene un conducto rectilíneo, sin que sus dos extremos estén obturados, se dispone en el lado aguas arriba. Según este aparato de purificación de gas de escape, puesto que una parte del gas de escape se introduce directamente desde el conducto rectilíneo al DPF en el lado aguas abajo, este DPF en el lado aguas abajo se calienta rápidamente, de modo que las MP recogidas por el DPF del lado aguas abajo pueden quemarse. Como consecuencia, aunque no se disminuye la eficacia de recogida de las MP, puede mejorarse la eficacia de combustión de las MP y puede terminarse la combustión de las MP en poco tiempo.

50 Además, en el último año, tal como se describe, por ejemplo, en el documento JP-A-9-173866, se ha desarrollado un DPF de tipo de reproducción continua (catalizador de filtro), en el que se forma una capa de recubrimiento compuesta por alúmina sobre una superficie de una pared de celda del DPF, y se soporta un metal catalítico tal como platino (Pt) sobre esta capa de recubrimiento. Según este DPF de tipo de reproducción continua, puesto que las MP recogidas se oxidan/queman debido a reacciones catalíticas con el metal catalítico, las MP se queman al mismo tiempo que se recogen las MP, o las MP se queman de manera continua mientras se recogen las MP, de modo que puede reproducirse el DPF. Entonces, puesto que la reacción catalítica puede producirse a una temperatura relativamente baja y las MP pueden quemarse en un estado tal que la cantidad que se recoge de las MP es pequeña, existen ventajas tales como que el esfuerzo térmico aplicado al DPF es pequeño y puede evitarse el fallo del DPF.

60 Además, el documento JP-A-9-053442 describe un aparato de purificación de gas de escape en el que un catalizador de oxidación que tiene la estructura de flujo rectilíneo, el catalizador de filtro descrito anteriormente, y un catalizador de sorción y reducción de NO_x que tiene la estructura de flujo rectilíneo están dispuestos desde un lado aguas arriba del gas de escape en este orden. Tal como se explicó previamente, puesto que se combina o bien el catalizador de

oxidación o bien el catalizador de sorción y reducción de NO_x con el catalizador de filtro, el rendimiento de purificación en cuanto a las MP y NO_x puede mejorarse. Por ejemplo, puede suprimirse una dificultad de este tipo. Es decir, las MP que se introducen en el catalizador de filtro se oxidan por el catalizador de oxidación en el lado aguas arriba y las MP introducidas se llevan a partículas muy finas. De esta manera, puede evitarse el problema de que las partículas se depositen sobre el plano de borde del catalizador de filtro de modo que se bloquee el catalizador de filtro. Además, puesto que la temperatura del gas de escape aumenta debido a la reacción de oxidación por el catalizador de oxidación, o a que se produce NO₂ con una alta actividad de oxidación, se intensifica la oxidación de las MP y puede mejorarse el rendimiento de purificación en cuanto a NO_x.

Además, se conoce otro aparato de purificación de gas de escape en el que cuando se emplea un catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea y se añade urea al gas de escape, se reduce NO_x de modo que se purifica mediante o bien urea o bien amoníaco producido por medio del catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea. Puesto que este catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea se combina con el catalizador de filtro, pueden oxidarse HC, CO y MP de modo que se purifiquen, y puede reducirse NO_x de modo que se purifique.

Sin embargo, en la idea técnica descrita en el documento JP-A-2001-241316, en el caso de que el gas de escape en el intervalo de baja temperatura se introduzca de manera continua, no es posible evitar el hecho de que las MP se depositen sobre el plano de borde en el lado aguas arriba del catalizador de filtro. Por tanto, existen posibilidades de que aumente la pérdida de presión del gas de escape puesto que el plano de borde se bloquea. Además, en el catalizador de filtro, la cantidad de recubrimiento de la capa de catalizador es limitada para evitar un aumento de la pérdida de presión del gas de escape. En un estado de temperatura tal en la que el catalizador de filtro se expone a temperaturas mayores que, o iguales a aproximadamente 600°C, existen posibilidades de que puesto que las partículas de Pt crecen, disminuya el rendimiento de purificación.

Además, en el caso de vehículos diésel, se añade agente reductor tal como aceite ligero al gas de escape de manera intermitente, de modo que aumente el rendimiento de reducción con respecto a NO_x. Como consecuencia, en el caso de que la idea técnica descrita en el documento JP-A-9-053442 se aplique a este sistema, puesto que el agente reductor se oxida parcialmente por el catalizador de oxidación en el lado aguas arriba, la gasificación de este agente reductor puede avanzar, y puede esperarse que pueda mejorarse el rendimiento de purificación en cuanto a NO_x. Sin embargo, para lograr este efecto mediante el catalizador de oxidación, la longitud del catalizador de oxidación debe hacerse larga. Si esta longitud del catalizador de oxidación se hace larga, entonces existe el problema de que el rendimiento de oxidación en cuanto a las MP disminuye, puesto que el catalizador de filtro está dispuesto en tal posición ubicada lejos del motor diésel en el lado aguas abajo.

Entonces, en el aparato de purificación de gas de escape que usa el catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea, puesto que apenas puede reducirse NO_x en la parte de aguas arriba del catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea, la dimensión de este catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea debe hacerse voluminosa. Además, en el caso de que el catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea se combine con el catalizador de filtro, puesto que la temperatura del gas de escape no puede aumentarse en el catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea, existen los problemas de que esta combinación tiene el inconveniente del aumento de la temperatura y de que la actividad oxidante en cuanto a las MP es baja.

Problema que ha de resolver la invención

La presente invención se ha realizado para resolver los problemas mencionados anteriormente, y tiene el objeto de que una mejora de la eficacia de recogida de MP sea compatible con una supresión del aumento de pérdida de presión del gas de escape. Además, la presente invención tiene otro objeto de proporcionar un aparato de purificación de gas de escape compacto que pueda oxidar/quemar de manera continua y eficaz las MP recogidas.

Medios para resolver el problema

Según la presente invención, el objeto anterior se resuelve mediante las características de la reivindicación 1.

Realizaciones mejoradas del aparato de purificación de gas de escape de la invención se derivan de las reivindicaciones dependientes.

Un aparato de purificación de gas de escape que puede resolver los problemas descritos anteriormente, según la presente invención, se caracteriza por un aparato de purificación de gas de escape tal que comprende un cuerpo con estructura de semifiltro que comprende una pluralidad de conductos de gas de escape, y un cuerpo de filtro previsto en los conductos de gas de escape, en el que; los conductos de gas de escape comprenden una parte de conducción de filtro para la conducción de un gas de escape al cuerpo de filtro, y una parte de derivación de filtro para la derivación de la parte de conducción de filtro bifurcándose en un conducto de gas de escape adyacente a la parte de conducción de filtro.

Un aparato de purificación de gas de escape obtenido realizando adicionalmente este aparato de purificación de gas de escape se caracteriza porque el cuerpo con estructura de semifiltro está estructurado de modo que una placa ondulada de una placa metálica delgada que tiene partes de cresta y partes de valle alternativamente vecinas entre sí en una dirección de cruce de una dirección de flujo de gas de escape y una placa plana que puede transmitir gas compuesta

5 por el cuerpo de filtro se apilan alternativamente; la parte de cresta tiene una parte de valle intermedia cóncava estructurada disminuyendo la altura de una cresta de la misma, y la parte de valle intermedia estructura la parte que comprende una parte de bifurcación que permite que el gas de escape fluya desde una parte de valle vecina, y una abertura que permite que el gas de escape fluya hacia una parte de cresta aguas abajo de las partes de cresta; la parte de valle tiene una parte de cresta intermedia convexa estructurada disminuyendo la profundidad de un valle de la misma; la parte de conducción de filtro está estructurada por la parte de cresta intermedia, ambas partes de cresta adyacentes a la parte de valle, y la placa plana en contacto con las partes de cresta; y en el caso de que aumente la presión en la parte de conducción de filtro, al menos una parte del gas de escape que fluye sobre la parte de valle fluye hacia una parte de cresta vecina a través de la parte de bifurcación.

10 En este caso, es preferible que la parte de cresta sea opuesta a la parte de conducción de filtro a través de la placa plana.

15 Además, si la característica de este aparato de purificación de gas de escape se expresa desde un lado posterior de la placa ondulada, entonces se define la siguiente estructura. Es decir, el cuerpo con estructura de semifiltro está estructurado de modo que una placa ondulada de una placa metálica delgada que tiene partes de cresta y partes de valle alternativamente vecinas entre sí en una dirección de cruce de una dirección de flujo de gas de escape y una placa plana que puede transmitir gas compuesta por el cuerpo de filtro se apilan alternativamente; la parte de valle tiene una parte de cresta intermedia convexa estructurada disminuyendo la profundidad de un valle de la misma; la parte de cresta intermedia estructura la parte de derivación de filtro que comprende una parte de bifurcación que permite que el gas de escape fluya desde una parte de cresta vecina, y una abertura que permite que el gas de escape fluya hacia una parte de valle aguas abajo de las partes de valle; la parte de cresta tiene una parte de valle intermedia cóncava estructurada disminuyendo la altura de una cresta de la misma; la parte de conducción de filtro está estructurada por la parte de valle intermedia, ambas partes de valle adyacentes a la parte de cresta; la placa plana en contacto con las partes de valle; y en el caso de que aumente la presión en la parte de conducción de filtro, al menos una parte del gas de escape que fluye sobre la parte de cresta fluye hacia una parte de valle vecina a través de la parte de bifurcación.

25 En este caso, es preferible que la parte de valle sea opuesta a la parte de conducción de filtro a través de la placa plana.

Es preferible que tanto la parte de valle intermedia como la parte de cresta intermedia se formen deformando la parte de cresta o la parte de valle, y la altura de una cresta de la parte de cresta intermedia o la profundidad de la parte de valle intermedia disminuyan gradualmente hacia un extremo aguas abajo de la misma.

30 Además, el área abierta de la placa ondulada en las partes de conducción de filtro, estimada en una vista en planta, es mayor que o igual al 30% del área abierta total de la placa ondulada estimada en una vista en planta. El volumen total de las partes de conducción de filtro es mayor que, o igual al 50% del volumen total de las partes de cresta y las partes de valle.

Además, es preferible que una capa de catalizador que comprende un catalizador de oxidación y un soporte de óxido se haya formado en, al menos, uno del conducto de gas de escape y el cuerpo de filtro.

35 [Efecto de la invención]

40 Según el aparato de purificación de gas de escape de la presente invención, cuando se depositan MP sobre la parte de conducción de filtro del cuerpo con estructura de semifiltro y aumenta la pérdida de presión del gas de escape, el gas de escape fluye desde la parte de derivación de filtro que deriva la parte de conducción de filtro bifurcándose en un conducto de gas de escape adyacente a la parte de conducción de filtro, y el gas de escape se distribuye hasta la parte de borde en el lado de salida mientras este gas de escape pasa a través de la parte de derivación de filtro y se desvía secuencialmente de los filtros. Como resultado, puede suprimirse un aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

45 Entonces, el cuerpo de filtro definido desde la parte de conducción de filtro hasta la parte de derivación de filtro puede emplearse para recoger las MP, y por tanto, la gran área del cuerpo de filtro puede usarse para recoger las MP, de modo que las MP pueden recogerse eficazmente. Como consecuencia, el tiempo de funcionamiento hasta la operación del proceso de reproducción para quemar las MP recogidas puede prolongarse.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva y una vista en perspectiva ampliada, que muestran un aparato de purificación de gas de escape de una realización 1 y una parte principal de la misma.

50 La figura 2 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de una placa ondulada empleada en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 1.

- La figura 4 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 1.
- La figura 5 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 1.
- 5 La figura 6 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 1.
- La figura 7 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 1.
- 10 La figura 8 es una vista en perspectiva ampliada para representar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 2.
- La figura 9 es una gráfica para indicar una relación entre la eficacia de recogida de MP y la pérdida de presión del gas de escape con respecto a las cantidades de recogida de MP en cuanto al aparato de purificación de gas de escape de la realización 1 y un aparato de purificación de gas de escape de un ejemplo de comparación 1.
- 15 La figura 10 es una vista en perspectiva y una vista en perspectiva ampliada que muestran un aparato de purificación de gas de escape de una realización 3 y una parte principal de la misma.
- La figura 11 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de una placa ondulada empleada en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 3.
- La figura 12 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de una placa ondulada empleada en un aparato de purificación de gas de escape de una realización 4.
- 20 La figura 13 es una vista en perspectiva para mostrar una parte principal de un aparato de purificación de gas de escape de una realización 5.
- La figura 14 es una vista en perspectiva para mostrar una parte principal de un aparato de purificación de gas de escape de una realización 6.
- 25 La figura 15 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal de un aparato de purificación de gas de escape de una realización 7.
- La figura 16 es una vista en perspectiva ampliada para indicar una parte principal de una placa ondulada empleada en un aparato de purificación de gas de escape de la realización 7.
- La figura 17 es una vista en perspectiva ampliada para indicar una parte principal de una placa ondulada empleada en un aparato de purificación de gas de escape de una realización 10.
- 30 La figura 18 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 10.
- La figura 19 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 10.
- 35 La figura 20 es una vista en perspectiva ampliada para mostrar una parte principal del aparato de purificación de gas de escape de la realización 10.
- La figura 21 es un diagrama explicativo para mostrar un aparato de purificación de gas de escape de una realización 11.
- La figura 22 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de un cuerpo con estructura de semifiltro empleado en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 11.
- 40 La figura 23 es una vista en perspectiva para mostrar una parte principal de una placa ondulada empleada en el cuerpo con estructura de semifiltro en la realización 11.
- La figura 24 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de un cuerpo con estructura de semifiltro empleado en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 11.
- La figura 25 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de un cuerpo con estructura de semifiltro empleado en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 11.
- 45 La figura 26 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de un cuerpo con estructura de semifiltro empleado en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 11.

La figura 27 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de un cuerpo con estructura de semifiltro empleado en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 11.

La figura 28 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de un cuerpo con estructura de semifiltro empleado en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 11.

5 La figura 29 es un diagrama explicativo para mostrar un aparato de purificación de gas de escape de una realización 12.

La figura 30 es un diagrama explicativo para mostrar un aparato de purificación de gas de escape de un ejemplo de comparación 7.

La figura 31 es un diagrama explicativo para mostrar un aparato de purificación de gas de escape de un ejemplo de comparación 8.

10 La figura 32 es un diagrama explicativo para mostrar un aparato de purificación de gas de escape de un ejemplo de comparación 9.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

15 El aparato de purificación de gas de escape de la presente invención está constituido por un cuerpo con estructura de semifiltro tal que tiene tanto una pluralidad de conductos de gas de escape como un cuerpo de filtro instalado en los conductos de gas de escape, en el que el conducto de gas de escape se compone de: una parte de conducción de filtro para la conducción de gas de escape al cuerpo de filtro; y una parte de derivación de filtro para la derivación de la parte de conducción de filtro bifurcándose en un conducto de gas de escape adyacente a la parte de conducción de filtro.

20 El cuerpo de filtro puede recoger las MP y tiene permeabilidad al gas, pudiendo emplearse un cuerpo integrado de fibra y cerámica porosa como este cuerpo de filtro. Puesto que este cuerpo de filtro se dispone en el conducto de gas de escape, puede formarse la parte de conducción de filtro, y puesto que el orificio que se comunica con el conducto de gas de escape colindante se forma en el conducto de gas de escape previsto en el lado aguas arriba, puede formarse la parte de derivación de filtro. Como modo de realización específicamente preferible, es preferible constituir un cuerpo con estructura de semifiltro que tiene una forma de panal de abeja apilando alternativamente entre sí una placa ondulada que no tiene permeabilidad al gas y un cuerpo de filtro que tiene una forma de placa plana.

25 Más específicamente, como cuerpo con estructura de semifiltro de este tipo, puede emplearse preferiblemente el cuerpo con estructura de semifiltro citado en la reivindicación 3, o en la reivindicación 15. En el aparato de purificación de gas de escape (cuerpo con estructura de semifiltro) citado en la reivindicación 3, el gas de escape que se introduce en el conducto formado por la parte de valle y la placa plana en el lado superior choca con la parte de cresta intermedia, pasa a través de la placa plana en el lado superior (cuerpo de filtro) que tiene la característica de transmisión de gas, y entonces, las MP se recogen por la placa plana. Entonces, cuando aumenta la cantidad de recogida de MP de la placa plana en el lado superior, puesto que aumenta la presión en el interior de la parte de conducción de filtro, el gas de escape fluye desde la parte de conducción de filtro a través de la parte de bifurcación de la parte de derivación de filtro en el lado aguas arriba, y el gas de escape se bifurca para introducirse desde las partes de valle intermedias de las partes de cresta de ambos lados a través de la abertura en las partes de cresta de ambos lados.

35 Entonces, tal como se cita en la reivindicación 15, en el lado del plano posterior de la placa ondulada, el lado del plano posterior de la parte de valle intermedia se vuelve de forma convexa, de modo que la parte de conducción de filtro se forma entre la parte de cresta y la placa plana en el lado inferior, y la parte de derivación de filtro se forma en la parte de cresta intermedia de esta parte de valle en el lado aguas arriba. Como resultado, el gas de escape que se introduce en el conducto formado por la parte de cresta y la placa plana en el lado inferior choca con la parte de valle intermedia. En el caso de que aumente la presión en el interior de la parte de conducción de filtro, el gas de escape fluye desde la parte de conducción de filtro y pasa a través de la parte de bifurcación de la parte de derivación de filtro en el lado aguas arriba, y entonces, se bifurca para introducirse a través de las aberturas de las partes de cresta intermedias de las partes de valle de ambos lados en las partes de valle de ambos lados.

40 Esta operación se repite de manera continua desde el plano de borde en el lado de entrada de gas de escape hasta el plano de borde en el lado de salida.

45 En otras palabras, puesto que el aparato de purificación de gas de escape de la presente invención se dispone básicamente mediante una estructura de flujo de pared tal que el gas de escape pasa a través de un cuerpo de filtro, la eficacia de recogida de MP es alta. Entonces, incluso cuando aumenta la cantidad de recogida de MP de la placa plana en la parte de conducción de filtro, el gas de escape se bifurca desde la parte de derivación de filtro en el lado aguas arriba y se introduce o bien en la parte de cresta o bien en la parte de valle, lo que puede producirse de manera continua. Como consecuencia, no se produce un aumento rápido de la pérdida de presión del gas de escape provocado por las deposiciones de las MP. Además, puesto que la parte principal de la placa plana puede utilizarse para recoger las MP, puede suprimirse eficazmente un aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

50 La placa ondulada se ha formado a partir de una placa metálica delgada, y puede fabricarse preferiblemente llevando a cabo una operación de procesamiento de ondulado, y similares. No hay ninguna restricción específica en cuanto al

5 material de esta placa ondulada siempre que este material pueda tener una característica de resistencia térmica, que pueda soportar las temperaturas del gas de escape y el calor producido durante la operación del proceso de reproducción. De forma deseable se emplea acero inoxidable. Además, en el caso de que esta placa ondulada se use en un automóvil, se define preferiblemente un intervalo de grosor de la misma de desde 20 μm hasta 110 μm , más específicamente se define de manera adecuada desde 40 μm hasta 80 μm .

10 Aunque la placa plana que funciona como el cuerpo de filtro corresponde a un elemento tal que tiene una característica de transmisión de gas, pueden emplearse como cuerpo de filtro elementos tales como, concretamente, una placa metálica en la que se han formado orificios que pueden fluir en superficies de entrada/posterior de esta placa metálica, y una placa plana en la que se ha integrado fibra resistente térmicamente. En cuanto a la placa plana en la que se ha integrado la fibra resistente térmicamente, la fibra resistente térmicamente puede formarse a partir de tela de material textil no tejido y tela de material textil tejido tal como fibra metálica, fibra de cerámica, fibras cortadas monocristalinas metálicas, y fibras cortadas monocristalinas de cerámica. Para que la mejora en la eficacia de recogida de MP sea compatible con la supresión del aumento de la pérdida de presión del gas de escape, como aparato de purificación de gas de escape para automóviles se seleccionan preferiblemente diámetros de fibra de aproximadamente 15 a 60 μm , y se seleccionan preferiblemente cantidades integradas de 300 a 1000 g/m^2 .

15 Para disponer el aparato de purificación de gas de escape (cuerpo con estructura de semifiltro) de la presente invención, una placa ondulada y una placa plana pueden apilarse alternativamente y de manera alterna entre sí para insertarse en un cilindro externo predeterminado. Alternativamente, una placa ondulada que tiene una longitud predeterminada y una placa plana pueden superponerse entre sí de modo que se enrollen en forma de rodillo, y entonces, el cuerpo con estructura de filtro en forma de rodillo puede insertarse en un cilindro externo predeterminado. Ha de observarse que pueden apilarse placas onduladas alternativamente con placas planas de tal manera que estas placas onduladas pueden dirigirse en la misma dirección, y pueden resultar en la misma fase en todas las capas, o alternativamente pueden apilarse de tal manera que estas placas onduladas estén dirigidas de manera alterna en diferentes direcciones 180 grados, o fases de las mismas pueden ser diferentes entre sí. Sin embargo, en el caso de que la parte de conducción de filtro se ha formado en la parte de valle, es preferible que la parte de cresta de la placa ondulada adyacente esté presente en el lado opuesto a través de la placa plana, mientras que en el caso en el que la parte de conducción de filtro se ha formado en la parte de cresta, es preferible que la parte de valle de la placa ondulada adyacente esté presente en el lado opuesto a través de la placa plana. Como resultado, flujos del gas de escape que han penetrado en la placa plana no se ven perturbados, de modo que la eficacia de recogida de MP puede mejorarse adicionalmente, y puede suprimirse adicionalmente el aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

20 O bien la parte de valle intermedia o bien la parte de cresta intermedia se forma deformando o bien la parte de cresta o bien la parte de valle, y pueden continuarse preferiblemente de manera suave hacia la parte inferior o la parte superior. En otras palabras, preferiblemente, o bien la parte de valle intermedia o bien la parte de cresta intermedia puede tener tal plano inclinado, cuya altura disminuye gradualmente, o aumenta gradualmente hacia el lado aguas abajo. Con el empleo de una construcción de este tipo, puesto que un vector dirigido a la placa plana para dividir la parte de conducción de filtro se produce en el gas de escape presente en la parte de conducción de filtro, la eficacia de recogida de MP puede mejorarse adicionalmente.

25 Preferiblemente, el área de abertura de la placa ondulada, vista en un plano, en la parte de conducción de filtro es mayor que, o igual al 30% del área de abertura total de la placa ondulada vista en el plano. Si el área de abertura de la placa ondulada, vista en un plano, en la parte de conducción de filtro es menor que el 30% del área de abertura total, entonces, disminuye el área de utilización de la placa plana, de modo que disminuye la eficacia de recogida de MP. Además, preferiblemente, la capacidad total de la parte de conducción de filtro es mayor que, o igual al 50% de la capacidad total en cuanto a tanto la parte de cresta como la parte de valle. Si esta razón se vuelve inferior al 50%, entonces disminuye la eficacia de recogida de MP.

30 Además, cuanto mayor se vuelva la distancia desde la parte de conducción de filtro hasta la parte de bifurcación en el lado aguas arriba de la misma, más aumentará la eficacia de recogida de MP. Por el contrario, la pérdida de presión del gas de escape puede aumentar fácilmente. Como consecuencia, esta distancia debe establecerse en un valor de distancia óptimo.

35 Sin embargo, al llevar a cabo varios tipos de experimentos de utilización práctica, pudo establecerse el siguiente hecho. En el aparato de purificación de gas de escape explicado anteriormente, en caso de que se introduzca en el mismo, gas de escape que contiene MP a alta concentración durante un largo periodo de tiempo dependiendo del estado de conducción, existen posibilidades de que se deposite una gran cantidad de MP sobre el plano de borde en el lado de entrada. Tal como se explicó anteriormente, cuando se ha depositado una gran cantidad de MP sobre el plano de borde en el lado de entrada, no solo puede aumentar la pérdida de presión del gas de escape, sino que también si las MP se encienden en un estado de alta temperatura, incluso cuando esta cantidad de deposición de MP es menor que, o igual a una cantidad límite permisible, la temperatura aumenta rápida y localmente. Por tanto, existe el riesgo de que pueda suceder un fallo tal como una pérdida por fusión.

40 Como consecuencia, preferiblemente, la parte de derivación de filtro de la corriente más superior está prevista en un lado aguas arriba con respecto a la parte de conducción de filtro de la corriente más superior, y está abierta hacia un plano de borde de un lado de entrada de gas de escape. Con el empleo de tal estructura, puesto que el gas de escape

5 pasa en primer lugar a través de la parte de derivación de filtro de la corriente más superior, las deposiciones de las MP con respecto al plano de borde en el lado de entrada de gas de escape pueden suprimirse, y se evita el bloqueo del plano de borde. Como consecuencia, la abertura de conducto del plano de borde en el lado de entrada siempre puede mantenerse grande, puede suprimirse el aumento de la pérdida de presión del gas de escape, y además, pueden evitarse pérdidas por fusión provocadas por las temperaturas que aumentan excesivamente. A pesar de que la eficacia de recogida de MP disminuye desde el punto de vista microscópico, todos los conductos de gas de escape siempre pueden funcionar eficazmente, de modo que la eficacia de recogida global puede mantenerse en una alta eficacia, y por tanto, la eficacia de recogida global de MP puede mejorarse.

10 La parte de derivación de filtro de la corriente más superior puede estar constituida por una parte de cresta que tiene tanto una abertura en el lado aguas arriba como una abertura en el lado aguas abajo; una parte de valle que continúa hasta la abertura en el lado aguas abajo; y una parte de valle intermedia invertida, cuya profundidad disminuye gradualmente, y que continúa hasta una parte de cresta en el lado aguas abajo. En este caso, el gas de escape se introduce en primer lugar desde el plano de borde en el lado aguas arriba hacia la parte de cresta, y el gas de escape que ha fluido desde la parte de cresta se introduce desde la parte de valle en la parte de valle intermedia invertida. Puesto que la parte de valle intermedia invertida continúa hasta la parte de cresta en el lado aguas abajo, un plano superior de una parte de punta se ha bloqueado por la placa plana. Sin embargo, incluso cuando se depositan MP sobre esta parte, hay un espacio entre la parte de valle intermedia invertida y la placa plana hasta mitad de camino de esta parte de valle intermedia invertida, y por tanto, el gas de escape se bifurca para introducirse desde este espacio hacia las partes de valle de ambos lados. Como consecuencia, tanto la parte de cresta como la parte de valle intermedia invertida pueden funcionar como la parte de derivación de filtro.

15 Alternativamente, la parte de derivación de filtro más aguas arriba puede estar constituida por una parte de valle que tiene una parte de cresta intermedia invertida que está abierta en un lado aguas arriba de la misma, y la altura de una cresta de la parte de cresta intermedia invertida disminuye gradualmente en sentido aguas abajo, y la parte de cresta intermedia invertida continúa hasta una parte de valle aguas abajo de las partes de valle. En este caso, el gas de escape se introduce en primer lugar en la parte de valle, y posteriormente, se introduce en la parte de cresta intermedia invertida. Puesto que una parte de techo continúa hasta la parte de valle en la parte de cresta intermedia invertida, una parte de punta se ha bloqueado por la placa plana en el lado de un plano posterior. Sin embargo, incluso cuando se depositan MP sobre esta parte, hay un espacio entre la parte de cresta intermedia invertida y la placa plana hasta mitad de camino de esta parte de cresta intermedia invertida, y por tanto, el gas de escape se bifurca para introducirse desde este espacio en las partes de cresta de ambos lados. Como consecuencia, tanto la parte de valle como la parte de cresta intermedia invertida pueden funcionar como la parte de derivación de filtro.

20 Además, la parte de derivación de filtro de la corriente más superior puede estar estructurada por un orificio a través del que puede pasar materia particulada en el gas de escape, y el orificio se forma en la placa plana apilada bajo la placa ondulada y es opuesto a la parte de cresta de la placa ondulada. Alternativamente, la parte de derivación de filtro de la corriente superior puede realizarse como una parte de ranura, a través de la que puede pasar materia particulada contenida en el gas de escape, y que se forma en la placa plana en una posición opuesta a la parte de cresta apilada sobre el lado inferior de la placa ondulada. En este caso, el gas de escape se introduce en primer lugar en la parte de cresta, y se introduce a través de o bien el orificio o bien la parte de ranura en el conducto de gas de escape de la placa ondulada apilada a través de la placa plana en el lado inferior incluso cuando se depositan MP en la parte de conducción de filtro en el lado aguas abajo. Por consiguiente, tanto el orificio como la parte de ranura pueden funcionar como la parte de derivación de filtro.

25 En el aparato de purificación de gas de escape de la presente invención, se forma la capa de catalizador preferiblemente y las MP recogidas se oxidan y queman activamente. Sin embargo, si la capa de catalizador se forma sobre el cuerpo de filtro, entonces aumenta la resistencia al paso de aire del cuerpo de filtro, de modo que aumenta la pérdida de presión del gas de escape. Como consecuencia, el cuerpo de filtro puede estar constituido preferiblemente por un orificio que pasa de un lado al otro, y una capa de catalizador que comprende un metal catalítico, y un óxido poroso, y el orificio se contrae o rellena para que el tamaño del mismo sea menor que o igual a 200 μm por la capa de catalizador.

30 Puesto que el orificio se contrae o rellena por la capa de catalizador de tal manera que el diámetro del mismo es menor que o igual a 200 μm , las MP contenidas en el gas de escape pueden recogerse por la capa de catalizador formada en el orificio. Entonces, puesto que la capa de catalizador se ha formado sobre la placa metálica, la capa de catalizador puede formarse uniformemente, y además, puesto que la capa de catalizador puede calentarse uniformemente por el gas de escape y el metal catalítico también puede activarse uniformemente, las MP recogidas pueden oxidarse/quemarse eficazmente. Además, puesto que la capa de catalizador se vuelve uniforme, el grosor de esta capa de catalizador puede hacerse delgado. Como resultado, puede suprimirse el aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

35 En el caso de que el diámetro reducido del orificio sea igual a 200 μm , algunas MP pueden pasar a través de los orificios que tienen los diámetros de 200 μm en el estado inicial. Sin embargo, cuando las MP se adhieren a los orificios, los diámetros de los orificios pueden volverse aproximadamente de 10 a 50 μm , de modo que puede mejorarse la capacidad de recogida de MP. Como resultado, el diámetro de orificio se ha hecho menor que o igual a 200 μm . Ha de observarse que, puesto que la capa de catalizador contiene el polvo de óxido poroso, poros que tienen diámetros de

aproximadamente 10 μm también están presentes en la propia capa de catalizador, y de manera similar hay orificios muy finos presentes en el polvo de óxido poroso. Como consecuencia, incluso cuando los orificios se rellenan completamente por la capa de catalizador, la característica de difusión de gas puede mantenerse, y las MP que se han recogido en la capa de catalizador formada en los orificios puede oxidarse/quemarse eficazmente por el metal catalítico.

- 5 El cuerpo de filtro está equipado con orificios que fluyen a través de planos de entrada/posterior del mismo. Una dimensión de este orificio puede seleccionarse preferiblemente para que sea de 30 a 500 μm . Si una dimensión de un orificio supera los 500 μm , entonces esta dimensión difícilmente puede hacerse menor que, o igual a 200 μm por la capa de catalizador. Si una dimensión de un orificio es menor que 30 μm , entonces este orificio se bloquea por la capa de catalizador. Como resultado, aunque se mantiene la característica de distribución de gas, la pérdida de presión del gas de escape puede aumentar fácilmente. No hay una limitación específica en cuanto al número total de estos orificios. Preferiblemente, estos orificios se proporcionan con la mayor medida posible dentro de un intervalo tal que pueda mantener la resistencia del cuerpo de filtro.

- 15 Una capa de catalizador corresponde a una capa tal que contiene un óxido poroso en el que se ha soportado un metal catalítico. Esta capa de catalizador se forma al menos sobre el cuerpo de filtro, y puede formarse preferiblemente en todo el cuerpo con estructura de semifiltro. Esta capa de catalizador puede formarse preferiblemente en una cantidad tal de 30 a 200 g por 1 litro del cuerpo con estructura de semifiltro. Si la cantidad de esta capa de catalizador es menor que 30 g, entonces el metal catalítico se soporta a alta densidad. Como resultado, puede producirse un crecimiento de grano en el metal catalítico, y disminuye la eficacia de recogida de MP. Por otro lado, si la cantidad de la capa de catalizador se vuelve mayor que 200 g, entonces aumenta la pérdida de presión del gas de escape.

- 20 Como óxido poroso puede seleccionarse al menos una clase de alúmina, zircona, titania y ceria. Alternativamente, puede emplearse un óxido compuesto tal que esté compuesto por varias clases de los óxidos explicados anteriormente. Como metal catalítico, puede emplearse preferiblemente una clase, o varias clases de metales nobles pertenecientes al grupo del platino tales como Pt, Rh, Pd, Ir y Ru. Si la cantidad de soporte del metal catalítico es menor que de 0,1 a 5 g de 1 L del cuerpo con estructura de semifiltro, entonces la actividad se vuelve excesivamente baja y esta cantidad de soporte no puede usarse en la práctica. Por el contrario, incluso si la cantidad de soporte de metal catalítico es mayor que de 0,1 a 5 g, entonces la actividad se satura y aumenta el coste de fabricación de la misma.

- 25 Preferiblemente, en la capa de catalizador puede estar contenido un material de sorción de NO_x que se selecciona de un metal alcalino, un metal alcalinotérreo y un metal de tierras raras. Si el material de sorción de NO_x está contenido en la capa de catalizador, entonces el NO_2 producido por la oxidación por el metal catalítico puede sorberse en el material de sorción de NO_x , de modo que el NO_x puede purificarse adicionalmente. Es deseable ajustar una cantidad de soporte del material de sorción de NO_x dentro de un intervalo de entre 0,05 moles y 0,45 moles por 1 litro del cuerpo con estructura de semifiltro. Si la cantidad de soporte del material de sorción de NO_x es menor que este intervalo, entonces la actividad se vuelve excesivamente baja y esta cantidad de soporte no puede usarse en la práctica. Por el contrario, si la cantidad de soporte del material de sorción de NO_x es mayor que este intervalo, entonces el material de sorción de NO_x cubre el metal catalítico y disminuye la actividad.

- 30 Para formar la capa de catalizador, o bien un polvo de óxido o bien un polvo de óxido compuesto se procesan en combinación con un componente aglutinante tal como sol de alúmina y agua de modo que se obtiene una suspensión. Después de que esta suspensión se adhiera a al menos la placa plana, la capa de soporte resultante puede sinterizarse, y a continuación, puede soportarse un metal catalítico en esta capa de soporte sinterizada. Alternativamente, puede producirse una suspensión a partir un polvo catalítico de tal manera que un metal catalítico se ha soportado previamente en o bien el polvo de óxido o bien el polvo de óxido compuesto. Para adherir la suspensión, puede emplearse el proceso de inmersión normal. Sin embargo, es deseable que la suspensión rellene de manera forzada los orificios por medio de o bien soplado de aire o bien succión de aire, y se elimina una parte de suspensión excedente introducida en los orificios.

- 45 Además, un cuerpo con estructura de semifiltro puede formarse alternativamente. Es decir, el cuerpo con estructura de semifiltro está estructurado de modo que se apilan alternativamente una placa ondulada de una placa metálica delgada que tiene primeras partes de cresta y primeras partes de valle alternativamente vecinas entre sí y una placa plana, y comprende un primer conducto estructurado por la primera parte de cresta y la placa plana bajo la placa ondulada; una primera parte de conducción de filtro estructurada por una segunda parte de valle que se forma en el primer conducto y se inclina hacia arriba a lo largo de un sentido aguas abajo y la placa plana sobre la placa ondulada; una primera parte de derivación de filtro estructurada por la segunda parte de valle y la placa plana bajo la placa ondulada; un segundo conducto estructurado por las primeras partes de valle vecinas al primer conducto y la placa plana sobre la placa ondulada; una segunda parte de conducción de filtro estructurada por una segunda parte de cresta que se forma en el segundo conducto y se inclina hacia abajo a lo largo de un sentido aguas abajo y la placa plana bajo la placa ondulada; y una segunda parte de derivación de filtro estructurada por la segunda parte de cresta y la placa plana sobre la placa ondulada; y en el que: la profundidad de una parte inferior de la segunda parte de valle es menor que la altura de una parte superior de la primera parte de cresta; y la altura de una parte superior de la segunda parte de cresta es menor que la profundidad de una parte inferior de la primera parte de valle. Además, en este caso, el orificio se forma al menos en la placa plana.

5 En este caso, las placas onduladas pueden apilarse alternativamente entre sí y estas placas onduladas están dirigidas en la misma dirección y la misma fase en todas las capas. Alternativamente, estas placas onduladas pueden apilarse alternativamente entre sí de tal manera que estas placas onduladas estén dirigidas alternativamente unas opuestas a otras en un ángulo de 180 grados, o las fases de las mismas sean diferentes entre sí. En otras palabras, cuando el cuerpo con estructura de semifiltro se corta en un plano de sección perpendicular a la dirección de flujo del gas de escape, tanto el primer conducto como el segundo conducto pueden ubicarse en el mismo plano de sección, o pueden ubicarse en diferentes planos de sección. Sin embargo, es preferible que una parte cóncava de una placa ondulada colindante esté presente en una posición opuesta a través de la placa plana de la parte de conducción de filtro. Como resultado, el flujo del gas de escape que ha penetrado en la placa plana no se distribuye, la eficacia de recogida de MP puede mejorarse adicionalmente, y además, puede suprimirse adicionalmente el aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

10 Ha de entenderse que la parte cóncava de la placa ondulada contigua implica a una cualquiera de la primera parte de cresta y la segunda parte de cresta en caso de que la placa ondulada colindante esté situada hacia arriba, mientras que la parte cóncava de la placa ondulada colindante implica una cualquiera de la primera parte de valle y la segunda parte de valle en caso de que la placa ondulada colindante esté situada hacia abajo.

15 Una placa ondulada tiene una parte de cresta/valle en la que una primera parte de cresta y una primera parte de valle se continúan de manera alterna a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección de flujo del gas de escape. Se han formado varios conjuntos de esta parte de cresta/valle separadas de o bien una segunda parte de valle o bien una segunda parte de cresta a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape. La segunda parte de valle se forma en el lado aguas abajo de la primera parte de cresta, y tanto un primer conducto como una primera parte de conducción de filtro se continúan en serie. Además, la segunda parte de cresta se forma en la primera parte de valle ubicada en el lado aguas abajo desde la segunda parte de valle, tanto un segundo conducto como una segunda parte de conducción de filtro se continúan en serie.

20 Una primera parte de derivación de filtro continúa en paralelo a la primera parte de conducción de filtro y en serie al primer conducto. Una segunda parte de derivación de filtro continúa en paralelo a la segunda parte de conducción de filtro y en serie al segundo conducto.

25 En la primera parte de conducción de filtro, el lado aguas arriba de la misma se comunica con el primer conducto, y la parte de borde en el lado aguas abajo de la misma se estrecha. Este proceso de estrechamiento puede realizarse alternativamente mediante un proceso de obturación. Preferiblemente, el proceso de estrechamiento puede realizarse deformando la primera parte de cresta, de modo que la parte de borde en el lado aguas abajo continúa suavemente hasta una parte superior de la primera parte de cresta. En otras palabras, la parte de borde en el lado aguas abajo se estrecha preferiblemente sobre un plano inclinado, cuya altura aumenta gradualmente hacia el lado aguas abajo. Con el empleo de esta estructura, un vector que está dirigido a la placa plana en el lado aguas arriba presente en la primera parte de conducción de filtro se genera en el gas de escape que fluye a través de la primera parte de conducción de filtro. Como resultado, la eficacia de recogida de MP puede mejorarse adicionalmente. Además, el NO contenido en el gas de escape se oxida por la capa de catalizador en el lado aguas arriba de la primera parte de conducción de filtro, y por tanto, se convierte en NO₂ que tiene una mayor actividad de oxidación, que pasa a través de la placa plana, de modo que la oxidación/combustión en cuanto a las MP recogidas por la capa de catalizador de la placa plana puede avanzar adicionalmente.

30 En la segunda parte de conducción de filtro que se forma mediante la segunda parte de cresta y la placa plana en el lado aguas abajo, el lado aguas arriba de la misma se comunica con el segundo conducto, y la parte de borde en el lado aguas abajo de la misma se estrecha. Este proceso de estrechamiento puede realizarse alternativamente mediante un proceso de obturación. Preferiblemente, el proceso de estrechamiento puede realizarse deformando la primera parte de valle, de modo que la parte de borde en el lado aguas abajo continúa suavemente hasta una parte inferior de la primera parte de valle. En otras palabras, la parte de borde en el lado aguas abajo se estrecha preferiblemente sobre un plano inclinado, cuya altura disminuye gradualmente hacia el lado aguas abajo. Con el empleo de esta estructura, un vector que está dirigido a la placa plana en el lado aguas abajo se genera en el gas de escape que fluye a través de la segunda parte de conducción de filtro. Como resultado, la eficacia de recogida de MP puede mejorarse adicionalmente. Además, el NO contenido en el gas de escape se oxida por la capa de catalizador en el lado aguas arriba de la segunda parte de conducción de filtro, y por tanto, se convierte en NO₂ que tiene una mayor actividad de oxidación, que pasa a través de la placa plana, de modo que la oxidación/combustión en cuanto a las MP recogidas por la capa de catalizador de la placa plana puede avanzar adicionalmente.

35 En cuanto a una abertura a través de la que puede distribuirse el gas de escape desde la primera parte de conducción de filtro hacia el segundo conducto, a pesar de que puede formarse un orificio en una pared periférica de la segunda parte de valle, paredes laterales cuyas alturas son inferiores a la altura de la primera parte de cresta pueden formarse preferiblemente a ambos lados de la segunda parte de valle. En cuanto a una abertura a través de la que puede distribuirse el gas de escape desde la segunda parte de conducción de filtro hacia el primer conducto, paredes laterales cuyas alturas son menos profundas que la profundidad de la primera parte de valle pueden formarse preferiblemente a ambos lados de la segunda parte de cresta. Con el empleo de esta construcción, la placa ondulada puede formarse fácilmente a partir de una lámina de una placa metálica delgada por medio de un proceso de ondulación.

- Además, en el aparato de purificación de gas de escape de la presente invención, un catalizador de filtro de este tipo que tiene una estructura de flujo de pared puede disponerse preferiblemente en el lado aguas abajo del gas de escape del cuerpo con estructura de semifiltro descrito anteriormente. Es decir, este catalizador de filtro está constituido por una celda en el lado de entrada obturada en una parte aguas abajo de la misma; una celda en el lado de salida vecina a la celda en el lado de entrada y obturada en una parte aguas arriba de la misma; una pared de celda que delimita la celda en el lado de entrada y la celda en el lado de salida y que tiene varios poros; y una capa de catalizador formada sobre una superficie de la pared de celda y una cara interna de los poros y que comprende un metal catalítico y un soporte de óxido.
- Si se forma una construcción de dos fases de este tipo, entonces una parte de las MP puede recogerse por el cuerpo con estructura de semifiltro en el lado aguas arriba, de modo que las deposiciones de las MP sobre el catalizador de filtro pueden suprimirse, y además, puede suprimirse el deterioro de la actividad en cuanto al metal catalítico de la capa de catalizador. Como resultado, es posible evitar el problema de que se deteriore la actividad de oxidación de MP. Además, puesto que el cuerpo con estructura de semifiltro tiene la parte de derivación de filtro, incluso cuando se depositan MP, puede suprimirse el aumento de la pérdida de presión del gas de escape.
- Además, mientras el gas de escape que fluye a través el cuerpo con estructura de semifiltro se bifurca, el gas de escape bifurcado se distribuye a través de las partes de conducción de filtro y las partes de derivación de filtro de manera compleja. Como consecuencia, en el caso de que este cuerpo con estructura de semifiltro se emplee en un sistema para añadir agente reductor fluido tal como aceite ligero, puesto que se consigue un efecto de agitación mientras el gas de escape se distribuye y el agente reductor se mezcla lo suficiente con el gas de escape, el agente reductor también puede gasificarse adicionalmente y puede mejorarse la actividad reductora en cuanto a NO_x , y además, el rendimiento de purificación en cuanto a NO_x puede mejorarse. Además, en el caso de que este cuerpo con estructura de semifiltro se emplee en un sistema para añadir urea en el gas de escape, los efectos de agitación/resolución para el fluido de urea pueden aumentarse por el cuerpo con estructura de semifiltro. Como resultado, puesto que la longitud del cuerpo con estructura de semifiltro puede hacerse corta de modo que se reduzca la capacidad del mismo, el catalizador de filtro puede ubicarse en las proximidades de un motor, y por tanto, el rendimiento de oxidación en cuanto a las MP también puede mejorarse.
- Además, si una capa de catalizador de oxidación fabricada soportando un metal catalítico en un soporte de óxido se forma en el cuerpo con estructura de semifiltro, entonces la gasificación del agente reductor avanza por la actividad de oxidación del metal catalítico, y la actividad reductora en cuanto a NO_x puede mejorarse adicionalmente en el catalizador de filtro. Entonces, las MP depositadas en el cuerpo con estructura de semifiltro pueden oxidarse, puede suprimirse el aumento de la pérdida de presión del gas de escape, y además, la capacidad de recogida de MP puede reproducirse. Además, el NO_2 que tiene una alta actividad de oxidación se produce a partir del NO en el cuerpo con estructura de semifiltro, y entonces, se introduce en el catalizador de filtro, de modo que la oxidación de las MP depositadas sobre el catalizador de filtro puede avanzar.
- Entonces, cuando la capa de catalizador del catalizador de filtro es o bien catalizador de sorción y reducción de NO_x o bien catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea, el rendimiento de purificación en cuanto a NO_x puede mejorarse adicionalmente.
- En otras palabras, en el aparato de purificación de gas de escape explicado anteriormente, el gas de escape se introduce en primer lugar en el cuerpo con estructura de semifiltro, y después, se introduce en el catalizador de filtro. Puesto que el cuerpo con estructura de semifiltro está equipado con la parte de conducción de filtro a través de la que se distribuye el gas de escape a través del cuerpo de filtro y la parte de derivación de filtro para la derivación de la parte de conducción de filtro, una parte de las MP contenidas en el gas de escape se recoge por el cuerpo de filtro. Además, puede suprimirse el aumento de la pérdida de presión del gas de escape mediante la parte de derivación de filtro. Entonces, puesto que el gas de escape fluye de manera compleja mientras el gas de escape se bifurca, en el caso de que se use el cuerpo con estructura de semifiltro en el sistema para añadir el agente reductor fluido, incluso si la longitud de este cuerpo con estructura de semifiltro es corta, el agente reductor se mezcla de manera suficiente con el gas de escape debido al efecto de agitación, y la gasificación del agente reductor puede avanzar. Además, en el caso de que se use el cuerpo con estructura de semifiltro en el sistema para añadir la urea, el fluido de urea puede agitarse/resolverse eficazmente.
- Cuando tal gas de escape se introduce en el catalizador de filtro en el lado aguas abajo, las MP contenidas en el gas de escape se recogen en los poros de la pared de celda, y se oxidan/purifican de manera continua por el metal catalítico de la capa de catalizador. Como consecuencia, puesto que la generación de calor es pequeña y el esfuerzo térmico también es pequeño, puede evitarse que se rompa el catalizador de filtro y puede obtenerse una durabilidad superior. Además, puede suprimirse el aumento de la pérdida de presión del gas de escape. En el caso de que se emplee el cuerpo con estructura de semifiltro en un sistema para añadir agente reductor fluido, puesto que el agente reductor se ha gasificado de manera suficiente, puede suprimirse el problema de que el agente reductor fluido se adhiere al plano de borde en el lado aguas arriba del catalizador de filtro, y que las MP se adhieren y se depositan sobre este plano de borde en el lado aguas arriba, y además, la actividad reductora en cuanto a NO_x por el agente reductor puede mejorarse. Además, en el caso de que se emplee el cuerpo con estructura de semifiltro en un sistema para añadir urea, puesto que la agitación/resolución del fluido de urea ha avanzado, la actividad reductora en cuanto a NO_x puede mejorarse en la capa de catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea del catalizador de filtro.

5 El catalizador de filtro tiene un cuerpo con estructura de panal de abeja, y una capa de catalizador que se forma sobre una superficie de la pared de celda y sobre las superficies dentro de los poros, y está constituido por el soporte de un metal catalítico sobre un soporte de óxido. El cuerpo con estructura de panal de abeja está constituido por una celda en el lado de entrada que está obturada en el lado aguas abajo del gas de escape; una celda en el lado de salida que está ubicada adyacente a la celda en el lado de entrada y está obturada en el lado aguas arriba del gas de escape; una pared de celda porosa que tiene un gran número de poros, que separa la celda en el lado de entrada respecto a la celda en el lado de salida.

10 El cuerpo con estructura de panal de abeja puede fabricarse alternativamente mediante cerámicas resistentes térmicamente tales como cordierita y carburo de silicio. Por ejemplo, puede procesarse una suspensión en estado arcilloso que contiene polvo de cordierita como componente principal, y la suspensión procesada se moldea mediante moldeo por extrusión, y entonces, el cuerpo en panal de abeja moldeado se sinteriza. Alternativamente, en lugar de este polvo de cordierita, pueden mezclarse respectivos polvos de alúmina, magnetita y sílice de modo que se constituya una composición de cordierita. A continuación, se sella una abertura de celda de un plano de borde mediante una suspensión en estado arcilloso para formar un patrón en cuadros, mientras que una abertura de celda de la celda ubicada adyacente a la celda sellada en un plano de borde se sella en el otro plano de borde. A continuación, el material de sellado se fija por medio de un proceso de sinterización, de modo que puede fabricarse el cuerpo con estructura de panal de abeja.

20 Para formar los poros en la pared de celda del cuerpo con estructura de panal de abeja, aunque se haya mezclado polvo de combustible tal como polvo de carbón, virutas de madera, almidón y polvo de resina, en la suspensión descrita anteriormente, el polvo de combustible puede desaparecer durante el proceso de sinterización, de modo que estos poros pueden formarse. Además, puesto que se ajustan tanto los diámetros de grano como las cantidades de adición del polvo de combustible, pueden controlarse las distribuciones de los orificios vaciados de superficie y los diámetros de los poros internos, y además, las áreas de abertura.

25 De manera similar al DPF convencional, en cuanto a la distribución de poros en la pared de celda del cuerpo con estructura de panal de abeja, la porosidad de la misma puede establecerse dentro de un intervalo de desde un 40% hasta un 80%, y el diámetro promedio de estos poros puede establecerse dentro de un intervalo de desde 10 μm hasta 50 μm . Cuando o bien la porosidad o bien el diámetro promedio de los poros se desvía del intervalo relevante, hay algunos casos en los que disminuye la eficacia de recogida de MP, y aumenta la pérdida de presión del gas de escape.

30 Las capas de catalizador realizadas soportando el metal catalítico en el soporte de óxido se han formado tanto en la superficie de la pared de celda como en las superficies dentro de los poros. Esta capa de catalizador puede fabricarse a partir de un catalizador de oxidación, un catalizador de 3 vías o un catalizador de sorción y reducción de NO_x . En este caso, en cuanto al soporte de óxido, puede emplearse un óxido tal como alúmina, ceria, zircona y titanía, o un óxido compuesto, compuesto por estas diversas clases de óxidos. Como metal catalítico, puede emplearse preferiblemente una clase, o varias clases de metales nobles pertenecientes al grupo del platino, tales como Pt, Rh, Pd, Ir y Ru. Si la cantidad de soporte del metal catalítico es menor que 0,1 g de un volumen de 1 litro del cuerpo con estructura de panal de abeja, entonces la actividad se vuelve excesivamente baja y esta cantidad de soporte no puede usarse en la práctica. Por el contrario, incluso si la cantidad de soporte de metal catalítico es mayor que 5 g, entonces la actividad se satura y aumenta el coste de fabricación de la misma.

40 Preferiblemente, la capa de catalizador puede formarse a partir de catalizador de sorción y reducción de NO_x que contiene un material de sorción de NO_x que se selecciona de un metal alcalino, un metal alcalinotérreo y un metal de tierras raras y puede estar contenido en la capa de catalizador. Si el material de sorción de NO_x está contenido en la capa de catalizador, entonces el NO_2 producido por la oxidación por el metal catalítico puede ocluirse en el material de sorción de NO_x , de modo que el NO_x puede purificarse adicionalmente. Es deseable ajustar una cantidad de soporte del material de sorción de NO_x dentro de un intervalo de entre 0,05 moles y 0,45 moles por volumen de 1 litro del cuerpo con estructura de panal de abeja. Si la cantidad de soporte del material de sorción de NO_x es menor que este intervalo, entonces la actividad se vuelve excesivamente baja y esta cantidad de soporte no puede usarse en la práctica. Por el contrario, si la cantidad de soporte del material de sorción de NO_x es mayor que este intervalo, entonces el material de sorción de NO_x cubre el metal catalítico y disminuye la actividad.

50 Además, la capa de catalizador puede formarse preferiblemente a partir de catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea. En este caso, como soporte de óxido puede emplearse un óxido tal como zeolita, alúmina, ceria, zircona, titanía y óxido de vanadio, o un óxido compuesto, compuesto por varias clases de estos óxidos. Como metal catalítico normalmente se pone como ejemplo Cu.

55 Para formar la capa de catalizador en el cuerpo con estructura de panal de abeja, se procesa o bien un polvo de óxido o bien un polvo de óxido compuesto en combinación con un componente aglutinante tal como sol de alúmina y agua de modo que se obtiene una suspensión. Después de que esta suspensión se haya adherido a la pared de celda, la capa de soporte resultante puede sinterizarse, y a continuación, puede soportarse un metal catalítico en esta capa de soporte sinterizada. Alternativamente, puede producirse una suspensión a partir de un polvo de catalizador de tal manera que un metal catalítico se ha soportado previamente o bien en el polvo de óxido o bien en el polvo de óxido compuesto. Para adherir la suspensión a la pared de celda, puede emplearse el proceso de inmersión normal. Sin embargo, es deseable

que la suspensión rellene de manera forzada los poros por medio de o bien soplado de aire o bien succión de aire, y se elimina una parte de suspensión excedente introducida en los poros.

5 Preferiblemente, puede seleccionarse una cantidad de formación de la capa de catalizador de 30 g a 200 g por volumen de 1 litro del cuerpo con estructura de panal de abeja. Cuando la capa de catalizador es menor que 30 g/L, no es posible evitar el hecho de que disminuye la durabilidad de o bien el metal catalítico o bien el material de sorción de NO_x. Si la capa de catalizador supera los 200 g/L, entonces la pérdida de presión se vuelve excesivamente alta, y esta capa de catalizador no puede usarse en la práctica.

10 Tanto el cuerpo con estructura de semifiltro como el catalizador de filtro están dispuestos en este orden en serie desde el lado aguas arriba del gas de escape hacia el lado aguas abajo. Aunque el cuerpo con estructura de semifiltro y el catalizador de filtro pueden disponerse en un determinado intervalo, este cuerpo con estructura de semifiltro y este catalizador de filtro pueden disponerse preferiblemente adyacentes entre sí para suprimir la disminución de la temperatura del gas de escape. Además, una razón estructural del cuerpo con estructura de semifiltro respecto al catalizador de filtro puede ajustarse preferiblemente en un intervalo tal como cuerpo con estructura de semifiltro:catalizador de filtro = 1 a 5 : 5 a 1 en una razón volumétrica.

15 Una capa de catalizador de oxidación formada soportando el metal catalítico en el soporte de óxido puede formarse además preferiblemente en el cuerpo con estructura de semifiltro. Como resultado, las MP que se recogen por el cuerpo con estructura de semifiltro pueden oxidarse. Además, puesto que el NO₂ que tiene una alta actividad de oxidación se produce por la oxidación de NO, la oxidación en cuanto a las MP recogidas por el catalizador de filtro puede avanzar. Entonces, cuando este cuerpo con estructura de semifiltro se emplea en un sistema para añadir agente reductor fluido, puesto que el agente reductor fluido se oxida, la gasificación avanza, de modo que el rendimiento de purificación en cuanto a NO_x en el catalizador de filtro puede mejorarse. Además, cuando este cuerpo con estructura de semifiltro se emplea en un sistema para añadir urea, puesto que la temperatura del cuerpo con estructura de semifiltro aumenta debido al calor de reacción producido por la oxidación en cuanto a HC y CO, la descomposición del fluido de urea puede avanzar, de modo que el rendimiento de purificación en cuanto a NO_x en el catalizador de filtro puede mejorarse. La capa de catalizador del cuerpo con estructura de semifiltro contiene al menos un metal noble perteneciente al grupo del platino, y puede formarse de manera similar a la capa de catalizador del catalizador de filtro.

20 Ha de entenderse que en el aparato de purificación de gas de escape descrito anteriormente, un catalizador de oxidación, un catalizador de 3 vías, un catalizador de sorción y reducción de NO_x o el DPF pueden disponerse alternativamente en el lado más aguas arriba respecto al cuerpo con estructura de semifiltro. También ha de entenderse que en el aparato de purificación de gas de escape descrito anteriormente, un catalizador de oxidación, un catalizador de 3 vías, un catalizador de sorción y reducción de NO_x o el DPF pueden disponerse alternativamente en el lado más aguas abajo respecto al catalizador de filtro.

REALIZACIONES

35 A continuación se explicará la presente invención basándose concretamente en realizaciones y ejemplos de comparación.

(Realización 1)

40 La figura 1 muestra tanto una vista en perspectiva como una vista ampliada para mostrar una parte principal de un aparato de purificación de gas de escape según una realización 1 de la presente invención. La figura 2 es una vista en perspectiva para representar una parte principal de una placa ondulada del aparato de purificación de gas de escape. De la figura 3 a la figura 5 son vistas en sección ampliadas para mostrar partes principales del cuerpo con estructura de semifiltro. Este aparato de purificación de gas de escape está constituido por un cuerpo con estructura de semifiltro y un cilindro 4 externo en el que se ha forzado y sujetado el cuerpo con estructura de semifiltro. El cuerpo con estructura de semifiltro se fabrica de tal manera que una placa 1 ondulada que tiene un grosor de 60 μm y una placa 3 plana (elemento de filtro) que tiene un grosor de 60 μm y una cantidad integrada de 450 g/m² se apilan alternativamente entre sí. La placa 1 ondulada está compuesta por acero inoxidable y se ha procesado mediante ondulación. La placa 3 plana se fabrica mediante tela de material textil no tejido compuesta por una fibra inoxidable.

50 En la placa 1 ondulada mostrada en la figura 2, partes 10 de cresta y partes 11 de valle se continúan de manera alterna entre sí a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección de flujo del gas de escape. En las partes 10 de cresta, una pluralidad de partes 12 de valle intermedias que tienen formas cóncavas se han formado de tal manera que estas partes 12 de valle intermedias están mutuamente separadas entre sí en un determinado intervalo, que están situadas en paralelo a la dirección de flujo del gas de escape. Las alturas de las partes 12 de valle intermedias disminuyen gradualmente y están dirigidas desde un lado aguas arriba del gas de escape hacia un lado aguas abajo del gas de escape, y las partes de punta de las partes 12 de valle intermedias tienen una ranura, y entonces, se han formado aberturas 13 que se comunican de nuevo con las partes 10 de cresta. Las profundidades de las partes inferiores de las partes 12 de valle intermedias se hacen coincidentes con las posiciones de las partes inferiores de las partes 11 de valle.

55 Además, en la parte 11 de valle, una pluralidad de partes 14 de cresta intermedias que tienen formas convexas se han formado de tal manera que estas partes 14 de cresta intermedias están mutuamente separadas entre sí en un

determinado intervalo, que están situadas en paralelo a la dirección de flujo del gas de escape. Una parte 14 de cresta intermedia se dispone entre dos partes 12 de valle intermedias a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape, cuya altura se hace coincidente con la altura de la parte 10 de cresta.

5 Tal como se muestra también en la figura 3, la pluralidad de placa 1 onduladas y la pluralidad de placas 3 planas se han apilado alternativamente entre sí de tal manera que las fases de las partes 12 de valle intermedias son idénticas a la fase de las partes 14 de cresta intermedias a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape, y a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección de flujo del gas de escape. Tanto las partes 12 de valle intermedias como las partes 14 de cresta intermedias se han dispuesto de tal manera que, en el plano de sección en el que estas partes 10 de valle y de cresta intermedias se cortan en un ángulo recto con respecto a la dirección de flujo del gas de escape del cuerpo con estructura de semifiltro, las partes 12/14 tanto de valle como de cresta intermedias están ubicadas en las mismas posiciones, respectivamente. Además, la parte 10 de cresta hace tope contra la placa 3 plana en el lado superior, mientras que la parte 11 de valle hace tope contra la placa 3 plana en el lado inferior.

15 Tal como se indica de la figura 4 a la figura 7, en este aparato de purificación de gas de escape, una parte 100 de conducción de filtro se ha formado en el lado de superficie de entrada de la placa 1 ondulada, en el que se ha bloqueado un conducto entre la placa 3 plana en el lado superior y las partes 10 de cresta de ambos lados ubicadas adyacentes a la parte 14 de cresta intermedia. Además, otra parte 101 de conducción de filtro se ha formado en el lado de superficie posterior de la placa 1 ondulada, en el que se ha bloqueado un conducto entre la placa 3 plana en el lado inferior y las partes 11 de valle de ambos lados ubicadas adyacentes a la parte 12 de valle intermedia. Entonces, en el lado aguas arriba de la parte 100 de conducción de filtro, la altura de la parte 10 de cresta en la posición de la parte 12 de valle intermedia se vuelve baja, y se ha formado la abertura 13, de modo que el gas de escape que fluye a través la parte 11 de valle puede bifurcarse para introducirse desde las aberturas 13 de ambos lados hacia las partes 10 de cresta de ambos lados, y una parte 200 de derivación de filtro se ha formado en esta parte. Además, en el lado de superficie posterior, la profundidad de la parte 11 de valle se mueve menos profunda en la posición de la parte 14 de cresta intermedia en el lado aguas arriba de la parte 101 de conducción de filtro, y se han formado aberturas 15, de modo que el gas de escape que fluye a través la parte 10 de cresta puede bifurcarse para introducirse desde las aberturas 15 de ambos lados hacia las partes 11 de valle de ambos lados, y otra parte 201 de desvío se ha formado también en esta parte.

20 Como consecuencia, tal como se muestra en la figura 4, según el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 1, el gas de escape que fluye a través el conducto que se ha formado entre la parte 11 de valle y la placa 3 en el lado superior choca con la parte 14 de cresta intermedia. En el estado en el que la cantidad de recogida de MP de la placa 3 plana en el lado superior es pequeña, la mayor parte del gas de escape fluye a través de la placa 3 plana en el lado superior, y entonces, se introduce en la placa 1 ondulada que está presente en el lado opuesto de la placa 3 plana, y por tanto, la mayor parte de se recogen las MP por la placa 3 plana.

25 Cuando aumenta la cantidad de recogida de MP de modo que aumenta la presión del gas de escape en la parte 100 de conducción de filtro, puesto que la fuerza de reacción se ejerce tal como se indica mediante una flecha de línea continua en la figura 5, el gas de escape fluye desde la parte 12 de valle intermedia, pasa a través de la abertura 13, y entonces, se bifurca para introducirse en la parte 10 de cresta colindante en la parte 200 de derivación de filtro que está presente en el lado aguas arriba, tal como se indica mediante una flecha de línea de puntos. Como consecuencia, puede suprimirse el aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

30 De manera similar, tal como se muestra en la figura 6, el gas de escape que fluye a través del conducto que se ha formado entre la parte 10 de cresta y la placa 3 en el lado inferior choca con la parte 12 de valle intermedia en la parte 101 de conducción de filtro. En tal estado en el que la cantidad de recogida de MP de la placa 3 plana en el lado inferior es pequeña, la mayor parte del gas de escape fluye a través de la placa 3 plana en el lado inferior, y entonces, se introduce en la placa 1 ondulada que está presente en el lado opuesto de la placa 3 plana, y por tanto, la mayor parte de se recogen las MP por la placa 3 plana.

35 Cuando aumenta la cantidad de recogida de MP de modo que aumenta la presión del gas de escape en la parte 101 de conducción de filtro, puesto que la fuerza de reacción se ejerce tal como se indica mediante una flecha de línea continua en la figura 7, el gas de escape fluye desde la parte 14 de cresta intermedia, pasa a través de la abertura 15, y entonces, se bifurca para introducirse en la parte 11 de valle en la parte 201 de derivación de filtro que está presente en el lado aguas arriba, tal como se indica mediante una flecha de línea de puntos. Como consecuencia, puede suprimirse el aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

40 Según el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 1, puesto que el ciclo descrito anteriormente se repite de manera continua desde el plano de borde del lado de entrada de gas de escape hacia el plano de borde del lado de salida de gas de escape, se recogen las MP por la placa 3 plana en las partes 100 y 101 de conducción de filtro. Entonces, puesto que se ha formado un gran número de estas partes 100 y 101 de conducción de filtro, se recogen las MP de tal manera que las MP se distribuyen uniformemente por toda la placa 3 plana, de modo que la eficacia de recogida puede mejorarse, e incluso cuando se recogen las MP, la pérdida de presión del gas de escape apenas puede aumentarse. En otras palabras, la mejora en la eficacia de recogida de MP es compatible con el aumento en la pérdida de presión del gas de escape.

Además, en el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 1, un área de abertura de la placa 1 ondulada, vista en un plano, en las partes 100 y 101 de conducción de filtro ocupa aproximadamente el 40% del área de abertura total de la placa 1 ondulada, vista en el plano, mientras que la capacidad total de las partes 100 y 101 de conducción de filtro ocupa aproximadamente el 50% de la capacidad total de tanto las partes 10 de cresta como las partes 11 de valle. Como resultado, el área de utilización de las placas 3 planas es grande, la eficacia de recogida de MP es alta, y se suprime el aumento en la pérdida de presión del gas de escape.

(Realización 2)

Un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 2 es similar al de la realización 1 salvo por el estado de apilamiento de placas 1 onduladas. Tal como se muestra en la figura 8, en este aparato de filtro, placas 1 onduladas similares a las de la realización 1 se apilan alternativamente en direcciones normal e invertida. En otras palabras, las placas 1 onduladas se apilan de tal manera que estas placas 1 onduladas se sitúan en paralelo a las superficies de las placas 3 planas y se invierten alternativamente en un ángulo de 180 grados.

Aunque los efectos del aparato de purificación de gas de escape de esta realización 2 son inferiores a los de la realización 1, pueden aparecer efectos en cuanto a una mejora en la eficacia de recogida de MP y la supresión del aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

(Ejemplo de comparación 1)

Se toma el aparato de filtro descrito en la realización 1 del modelo de utilidad alemán n.º 20.117.873 U1 como ejemplo de comparación 1.

Es decir, en el aparato de purificación de gas de escape del ejemplo de comparación 1, si bien se emplean placas 1 onduladas similares a las de la realización 1 y estas placas 1 onduladas se apilan alternativamente con placas 3 planas similares a las de la realización 1, sin embargo, las placas 1 onduladas están invertidas en un ángulo de 180 grados de tal manera que el lado de entrada del gas de escape está ubicado en el lado de salida del gas de escape de la realización 1, y el lado de salida del gas de escape está ubicado en el lado de entrada del gas de escape de la realización 1.

<EXAMEN/EVALUACIÓN>

Cuando se emplearon tanto el aparato de purificación de gas de escape de la realización 1 como el aparato de purificación de gas de escape del ejemplo de comparación 1, se midieron tanto las razones de recogida de MP como las pérdidas de presión del gas de escape. Cada uno de los cuerpos con estructura de semifiltro tiene aproximadamente 1 L definido por un diámetro de 130 mm y una longitud de 75 mm. Además, el número total de celdas por 1 pulgada cuadrada de un área en sección es igual a 200 en cada uno de los aparatos de purificación de gas de escape.

Cuando el aparato de purificación de gas de escape de la realización 1 y el ejemplo de comparación 1 se montan en un tubo de escape de un motor diésel respectivamente, se midieron tanto las razones de recogida de MP como las pérdidas de presión del gas de escape cada periodo de tiempo predeterminado durante la operación de conducción estacionaria. Puesto que la cantidad emitida de MP emitida desde un motor ya se conoce, se calculan las cantidades de MP recogidas en función del tiempo de medición, y entonces, los valores de medición en cuanto a las razones de recogida de PM y las pérdidas de presión del gas de escape con respecto a las cantidades de MP recogidas se representan en la figura 9.

Tal como puede entenderse a partir de la figura 9, en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 1, las razones de recogida de MP del mismo son altas, y se suprime el aumento de la pérdida de presión del gas de escape, en comparación con el ejemplo de comparación 1. Es evidente que estas diferencias están motivadas por las diferencias en las direcciones de las placas 1 onduladas.

(Realización 3)

La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 3 es similar a la de la realización 1 salvo porque la estructura de una placa ondulada en una parte de borde de un lado de entrada de gas de escape de esta realización 3 es diferente a la de la realización 1. Tal como se muestra en la figura 10 y la figura 11, en el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 3, una parte 10 de cresta que tiene una abertura que está ranurada en el lado aguas abajo se ha formado en un plano de borde de un lado de entrada de gas de escape, y una parte 11' de valle se ha formado que continúa hasta esta abertura en el lado aguas abajo. Una parte 16 de valle intermedia invertida cuya profundidad es gradualmente menos profunda se ha formado en esta parte 11' de valle, y la parte 16 de valle intermedia invertida continúa hasta una parte 10 de cresta en el lado aguas abajo, y entonces, una parte 202 de derivación de filtro de la corriente más superior se ha formado en esta parte.

Es decir, en el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 3, tal como se indica mediante una flecha en la figura 11, el gas de escape se introduce en primer lugar desde el plano de borde en el lado aguas arriba hacia la parte 10 de cresta, y el gas de escape que ha fluido desde la parte 10 de cresta se introduce desde la parte 11' de valle en el lado aguas abajo de esta parte 10 de cresta en la parte 16 de valle intermedia invertida. Puesto que la parte 16 de

5 valle intermedia invertida continúa hasta la parte 10 de cresta en el lado aguas abajo, un plano superior de una parte de punta se ha bloqueado por la placa 3 plana. Sin embargo, incluso cuando se depositan MP sobre esta parte, hay un espacio entre la parte 16 de valle intermedia invertida y la placa 3 plana hasta mitad de camino de esta parte 16 de valle intermedia invertida, y por tanto, el gas de escape se bifurca para introducirse desde este espacio en las partes 11 de valle de ambos lados.

Como consecuencia, puesto que la parte 202 de derivación de filtro se ha formado en la corriente más superior, se suprimen las deposiciones de las MP con respecto al plano de borde en el lado de entrada de gas de escape, y se impide el bloqueo del plano de borde, y además, también pueden evitarse pérdidas por fusión provocadas por temperaturas que aumentan excesivamente.

10 (Realización 4)

15 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 4 es similar a la de la realización 1 salvo porque la estructura de una placa 1 ondulada en una parte de borde de un lado de entrada de gas de escape de esta realización 4 es diferente a la de la realización 1. Tal como se muestra en la figura 12, en el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 4, una parte 11 de valle y una parte 17 de cresta intermedia invertida se han formado en un plano de borde de un lado de entrada de gas de escape. La parte 17 de cresta intermedia invertida se ha formado en esta parte 11 de valle, y se ha abierto en el lado aguas arriba. La altura de esta parte 17 de cresta intermedia invertida se ha disminuido gradualmente hacia el lado aguas abajo, y la parte 17 de cresta intermedia invertida se ha continuado hasta una parte 11 de valle en el lado aguas abajo, y entonces, una parte 202 de derivación de filtro de la corriente más superior se ha formado en esta parte.

20 Es decir, en el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 4, tal como se indica mediante una flecha en la figura 12, el gas de escape se introduce en primer lugar en la parte 11 de valle, y a continuación, se introduce en la parte 17 de cresta intermedia invertida. Puesto que la altura de la parte 17 de cresta intermedia invertida disminuye gradualmente a medida que esta parte 17 de cresta intermedia invertida continúa hasta la parte 11 de valle en el lado aguas abajo, un plano inferior de una parte de punta se ha bloqueado por la placa 3 plana en el lado de un plano posterior. Sin embargo, incluso cuando se depositan MP sobre esta parte, hay un espacio entre la parte 17 de cresta intermedia invertida y la placa 3 plana hasta mitad de camino de esta parte 17 de cresta intermedia invertida, y por tanto, el gas de escape se bifurca para introducirse desde este espacio en las partes 10 de cresta de ambos lados.

25 Como consecuencia, puesto que la parte 202 de derivación de filtro se ha formado en la corriente más superior, se suprimen las deposiciones de las MP con respecto al plano de borde en el lado de entrada de gas de escape, y se impide el bloqueo del plano de borde, y además, también pueden evitarse pérdidas por fusión provocadas por temperaturas que aumentan excesivamente.

30 (Realización 5)

35 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape mostrado en la figura 13 de esta realización 5 es similar a la de la realización 1 salvo porque la estructura de una placa 3 plana en una parte de borde de un lado de entrada de gas de escape de esta realización es diferente a la de la realización 1. Aunque sólo la parte de borde en el lado de entrada de gas de escape de la placa 3 plana se ha realizado de una placa 30 metálica, una pluralidad de orificios 31 se han formado en esta placa 30 metálica. El diámetro de este orificio es de varios mm.

40 En otras palabras, en el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 5, puesto que los orificios 31 se han formado en el lado aguas arriba de la parte 100 de conducción de filtro, el gas de escape introducido en la parte 10 de cresta pasa a través de los orificios 31 en combinación con MP, y después se introduce en la siguiente placa 1 ondulada que se ha apilado en el lado del plano posterior. Como consecuencia, puesto que la parte 202 de derivación de filtro se ha formado en la corriente más superior, se suprimen las deposiciones de las MP con respecto al plano de borde en el lado de entrada de gas de escape, y se impide el bloqueo del plano de borde, y además, pueden evitarse las pérdidas por fusión provocadas por temperaturas que aumentan excesivamente.

45 (Realización 6)

50 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape mostrado en la figura 14 de esta realización 6 es similar a la de la realización 1 salvo porque la estructura de una placa 3 plana en una parte de borde de un lado de entrada de gas de escape de esta realización es diferente a la de la realización 1. La longitud de la placa 3 plana a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape se hace más corta que la longitud de una placa 1 ondulada, y la placa 3 plana no está presente en el lado inferior de la parte 10 de cresta en una parte de borde en el lado de entrada de gas de escape de la placa 1 ondulada.

55 Es decir, en el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 6, puesto que la placa 3 plana no está presente en el lado aguas arriba de la parte 100 de conducción de filtro, el gas emitido introducido en la parte 10 de cresta se introduce en la siguiente placa 1 ondulada en combinación con MP, que se ha apilado en el lado del plano posterior. Como consecuencia, puesto que la parte 202 de derivación de filtro se ha formado en la corriente más superior, se suprimen las deposiciones de las MP con respecto al plano de borde en el lado de entrada de gas de

escape, y se impide el bloqueo del plano de borde, y además, pueden evitarse las pérdidas por fusión provocadas por temperaturas que aumentan excesivamente.

<EXAMEN/EVALUACIÓN>

5 Cuando se emplearon el aparato de purificación de gas de escape de las realizaciones 1, 3 a 6, y del ejemplo de comparación 1, se midieron las razones de recogida de MP, las pérdidas de presión del gas de escape y las razones de bloqueo del plano de borde de entrada. Cada uno de los elementos de filtro tiene una capacidad de aproximadamente 1 L, y tiene un diámetro de 130 mm y una longitud de 75 mm. El número total de celdas por 1 pulgada cuadrada del área en sección es igual a 200.

10 El aparato de purificación de gas de escape respectivo de las realizaciones y el ejemplo de comparación se montaron en un tubo de escape de un motor diésel (2 L), y se dispuso un catalizador de oxidación de 1,3 L en el lado aguas arriba de este tubo de escape. Entonces, se accionó el motor diésel durante 10 horas en el estado totalmente abierto de EGR, modo casi UDC que corresponde a un estado en el que se emiten MP con alta concentración, y entonces, se midió de manera visual la razón de las aberturas de celda en el plano de borde de entrada del cuerpo con estructura de semifiltro, que se había bloqueado por las MP. Además, se midieron tanto las razones de recogida de MP como las pérdidas de presión del gas de escape en un instante de tiempo en el que la cantidad depositada de MP se volvió 1 g/L durante la operación de conducción estacionaria (2400 rpm, 50 Nm, cantidad de hollín de 2 g/L). Los resultados de medición se indican en la tabla 1.

Tabla 1

	razones de bloqueo del plano de borde de entrada (%)	pérdida de presión (KPa)	razones de recogida de MP (%)
realización 3	20	2,4	53
realización 4	20	2,4	53
realización 5	20	2,4	50
realización 6	10	2,2	50
realización 1	80	2,5	48
ejemplo de comparación 1	20	3,0	36

20 A partir de la tabla 1, pudieron ponerse de manifiesto de manera evidente los siguientes hechos. Es decir, las razones de bloqueo del plano de borde de entrada en cuanto al aparato de purificación de gas de escape de la realización 3 a la realización 6 son menores que las razones de bloqueo del plano de borde de entrada del aparato de purificación de gas de escape de la realización 1. Este motivo resulta evidente a partir del efecto de que la parte 202 de derivación de filtro se ha formado en la corriente más superior. Además, las razones de recogida de MP en cuanto al aparato de purificación de gas de escape de las realizaciones 3 a 6 son altas, en comparación con las del ejemplo de comparación 1. Además, los aumentos en las pérdidas de presión del gas de escape se suprimen en gran medida, en comparación con las del ejemplo de comparación 1. Resulta evidente que estas diferencias están provocadas por las diferencias en las direcciones de las placas 1 onduladas.

(Realización 7)

30 Un cuerpo con estructura de semifiltro de un aparato de purificación de gas de escape según esta realización 7, mostrado en la figura 15, es similar al cuerpo con estructura de semifiltro de la realización 1 salvo porque las placas 3 planas se han fabricado mediante placas delgadas inoxidables, y se han formado orificios 20 en las placas 1 onduladas y en las placas 3 planas, y además, se han formado capas de catalizador sobre los planos de entrada y los planos posteriores de tanto las placas 1 onduladas y como los planos 3 lisos. La figura 16 es una vista en perspectiva para mostrar una parte principal de la placa 1 ondulada empleada. Un cuerpo con estructura de semifiltro tiene un volumen de 2 L y un diámetro de 130 mm. En el cuerpo con estructura de semifiltro, el número total de celdas es igual a 200 piezas/pulgada cuadrada, y una pluralidad de orificios 20 que tienen cada uno un diámetro de 0,2 mm se han perforado cada 0,2 mm tanto en las placas 1 onduladas como en las placas 3 planas, respectivamente.

35 Además, una capa de catalizador está constituida por polvo de alúmina en la que se ha soportado Pt, y se recubre por lavado empleando una suspensión, y a continuación, se sinteriza. La capa de catalizador tiene orificios muy finos, cuyo diámetro promedio es de 10 µm. Se forman 150 g de esta capa de catalizador por 1 litro del cuerpo con estructura de semifiltro, y se soportan 2 g de Pt por 1 litro de la base. Además, el diámetro del orificio 20 se reduce por la capa de catalizador hasta volverse de aproximadamente 100 µm.

45 Este aparato de purificación de gas de escape funciona de manera similar al aparato de purificación de gas de escape de la realización 1. Además, en el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 7, los orificios 20 pueden

funcionar como una parte de derivación de filtro, y además, pueden funcionar como una parte de este tipo para recoger MP y para oxidar/quemar las MP recogidas.

5 Cuando este aparato de purificación de gas de escape se montó en el tubo de escape del motor diésel, se midieron la razón de reducción de MP en un modo de 11 vueltas y la pérdida de presión del gas de escape en el periodo posterior a la conducción. Se calculó la razón de reducción de MP basándose en la fórmula mencionada a continuación a partir de una cantidad de MP total (P_0) emitida desde el motor diésel, que se conocía previamente, al tiempo que se mide una cantidad de MP (P_1) contenida el gas de escape que ha pasado a través del aparato de purificación de gas de escape:

$$\text{Razón de reducción de MP (\%)} = 100 \times (P_0 - P_1)/P_0$$

10 Como pérdida de presión del gas de escape, se midió la diferencia entre la presión de pérdida de presión de gas, la diferencia entre la presión del gas que se introdujo en el aparato de purificación de gas de escape y la presión del gas proveniente del aparato de purificación de gas de escape, cuando se accionó el motor diésel durante 1000 km en el modo de 11 vueltas. Los resultados de medición se indican en la tabla 2.

(Realización 8)

15 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 8 es similar a la de la realización 7 salvo porque no se formaron los orificios 20 en la placa 1 ondulada. De manera similar a la realización 7, se midieron tanto la razón de reducción de MP como la pérdida de presión del gas de escape respectivamente también en cuanto al aparato de purificación de gas de escape de esta realización 8. Los resultados de medición se indican en la tabla 2.

(Ejemplo de comparación 2)

20 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 2 es similar a la de la realización 7 salvo porque no se formaron los orificios 20 en la placa 1 ondulada, y se empleó una estera de fibra metálica que tenía un grosor de 0,3 mm y una porosidad del 80% en lugar de la placa 3 plana. De manera similar a la realización 7, se midieron tanto la razón de reducción de MP como la pérdida de presión del gas de escape respectivamente, mientras que se usó el aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 2. Los resultados de medición se indican en la tabla 2.

25 (Ejemplo de comparación 3)

30 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 3 es similar a la de la realización 7 salvo porque no se formaron los orificios 20 en la placa 1 ondulada y la placa 3 plana. De manera similar a la realización 7, se midieron tanto la razón de reducción de MP como la pérdida de presión del gas de escape respectivamente, mientras que se usó el aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 3. Los resultados de medición se indican en la tabla 2.

<EVALUACIÓN>

Tabla 2

	razones de reducción de MP (%)	pérdida de presión del gas de escape (KPa)
realización 7	55	10
realización 8	50	8
ejemplo de comparación 2	40	15
ejemplo de comparación 3	5	12

35 El aparato de purificación de gas de escape de la realización 7 tiene un rendimiento de recogida de MP superior, y también una menor pérdida de presión del gas de escape, en comparación con el ejemplo de comparación 2. Este motivo está provocado por los efectos siguientes: En la realización 7, puesto que las capas de catalizador están formadas sobre la placa 1 ondulada y la placa 3 plana, que están compuestas por la placa metálica delgada, las capas de catalizador se forman de manera uniforme, en comparación con el ejemplo de comparación 2, y además, el Pt se distribuye uniformemente.

40 Además, el aparato de purificación de gas de escape de las realizaciones 7 y 8 tiene un rendimiento de recogida de MP superior, y también menores pérdidas de presión del gas de escape, en comparación con los ejemplos de comparación 2 y 3. Este motivo está provocado por el efecto siguiente: puede aparecer el efecto que se logra cuando se forman los orificios 20.

(Realización 9)

5 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 9 es similar a la de la realización 7 salvo porque no se formaron los orificios 20 en la placa 1 ondulada; se seleccionó una cantidad de formación de una capa de catalizador de 200 g por 1 litro de la base; y además de Pt, se soportaron 0,2 moles de Li, 0,1 moles de Ba, y 0,1 moles de K por 1 litro de la base, por la capa de catalizador.

10 El aparato de purificación de gas de escape de la realización 9 se sometió a prueba con una prueba de resistencia mantenida durante 50 horas a una temperatura de 700°C. Tras la prueba de resistencia, el aparato de purificación de gas de escape se montó en un sistema de escape de un motor diésel, y entonces, se midió la razón de purificación de NO_x en un estado de control de conducción en el que las revoluciones del motor eran de 2900 rpm; la temperatura del gas de entrada era de 300°C; y se inyectó aceite ligero durante 0,1 segundos cada vez que hubieron pasado 10 segundos con el fin de que A/F pasara a ser 14,2. Los resultados de medición se indican en la tabla 3.

(Ejemplo de comparación 4)

15 Mientras se preparó un DPF compuesto por cordierita que tenía un grosor de 0,3 mm y 200 celdas/pulgada cuadrada, se formó una capa de catalizador similar a la de la realización 9 sobre este DPF. Se retiró el 20% de la totalidad de los grifos de obturación de la parte periférica externa para que el coeficiente de recogida de MP de la misma pueda volverse igual al de la realización 9.

Además, en cuanto a este aparato de purificación de gas de escape, se midió la razón de purificación de NO_x de manera similar a la realización 9. Los resultados de medición se indican en la tabla 3.

Tabla 3

	razones de purificación de MP (%)
realización 9	90
ejemplo de comparación 4	70

20 Tal como resulta evidente a partir de la tabla 3, el aparato de purificación de gas de escape de la realización 9 representa un mayor rendimiento de purificación de NO_x, en comparación con el del ejemplo de comparación 4. Este motivo está provocado por los siguientes efectos: Es decir, se emplean la placa 1 ondulada y la placa 3 plana, que están compuestas por las placas metálicas delgadas, y además, el aparato de purificación de gas de escape de la realización 9 tiene un gran número de partes de conducción de filtro. Pueden concebirse los siguientes hechos en el aparato de purificación de gas de escape de la realización 9. Es decir, podría oxidarse el NO contenido en el gas de escape para convertirse en NO₂ con mayor eficacia mediante la capa de catalizador formada en las partes de conducción de filtro, y entonces, podría realizarse la sorción del NO₂ con mayor eficacia mediante el material de sorción de NO_x. Además, puesto que el material de sorción de NO_x no reacciona con el aparato de purificación de gas de escape, el material de sorción de NO_x no desaparece, y por tanto, podría mejorarse la razón de purificación de NO_x debido a estos efectos mutuos. Además, puede evitarse la disminución de las resistencias mecánicas.

(Realización 10)

35 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 10 es similar a la estructura del aparato de purificación de gas de escape de la realización 7, en el que el lado de entrada de gas de escape del aparato de purificación de gas de escape de la realización 7 se invierte de modo que se convierte en un lado de salida de gas de escape, la altura de la parte 14 de cresta intermedia se hace baja, y la profundidad de la parte 12 de valle intermedia se hace poco profunda. La capa de catalizador no se muestra.

40 En cuanto a una placa 5 ondulada mostrada en la figura 17, una parte 52 de cresta/valle en la que se continúan de manera alterna una primera parte 50 de cresta y una primera parte 51 de valle; una segunda parte 53 de valle que continúa hasta la primera parte 50 de cresta en el lado aguas abajo de la parte 52 de cresta/valle; una segunda parte 52 de cresta/valle que continúa hasta la segunda parte 53 de valle; una segunda parte 54 de cresta que continúa hasta la primera parte 51 de valle en el lado aguas abajo de la segunda parte 52 de cresta/valle; y una segunda parte 53 de valle que continúa hasta la primera parte 50 de cresta de la segunda parte 52 de cresta/valle en el lado aguas abajo de la segunda parte 54 de cresta, se han formado alternativamente en este orden en paralelo a la dirección de flujo del gas de escape. La altura de una parte superior de la segunda parte 54 de cresta es menor que la profundidad de una parte inferior de la primera parte 51 de valle, mientras que la profundidad de una parte inferior de la segunda parte 53 de valle es menos profunda que la altura de una parte superior de la primera parte 50 de cresta.

50 La segunda parte 53 de valle tiene un plano 55 de inclinación que está inclinado hacia arriba en el lado aguas abajo, y el plano 55 de inclinación continúa suavemente hasta la parte superior de la siguiente primera parte 50 de cresta. Además, se han formado paredes 56 laterales, que se extienden a lo largo de una dirección superior del dibujo y cuyas alturas son bajas, a ambos lados de la segunda parte 53 de valle. Además, la segunda parte 54 de cresta tiene un plano 57 de inclinación que está inclinado hacia abajo en el lado aguas abajo, y el plano 57 de inclinación continúa suavemente

hasta la parte inferior de la siguiente primera parte 51 de valle. De manera similar a la segunda parte 83 de valle, se han formado paredes 86 laterales, que se extienden a lo largo de una dirección inferior del dibujo, a ambos lados de la segunda parte 84 de cresta.

5 Una pluralidad de las placas 5 onduladas mencionadas anteriormente se han apilado entre sí de tal manera que las fases de la parte 52 de cresta/valle, un grupo de las segundas partes 53 de valle, y un grupo de las segundas partes 54 de cresta, se hacen iguales entre sí a lo largo tanto de la dirección de flujo del gas de escape como de una dirección perpendicular a esta dirección de flujo del gas de escape, y además, estas varias placas 5 onduladas se han dispuesto de tal manera que la parte 52 de cresta/valle, el grupo de las segundas partes 53 de valle, el grupo de las segundas partes 54 de cresta, están ubicadas en las mismas posiciones respectivamente en el plano en sección que se corta en ángulo recto con respecto a la dirección de flujo del gas de escape. Además, tanto la primera parte 50 de cresta como la segunda parte 54 de cresta hacen tope contra las placas 3 planas en el lado superior respectivamente, mientras que tanto la primera parte 51 de valle como la segunda parte 53 de valle hacen tope contra las placas 3 planas en el lado inferior respectivamente.

15 Tal como se indica de la figura 18 a la figura 20, según este aparato de purificación de gas de escape, la mayor parte del gas de escape que fluye a través de un primer conducto 21 formado entre la primera parte 50 de cresta y la placa 3 plana en el lado inferior se introduce en una primera parte 103 de conducción de filtro formada entre la segunda parte 53 de valle y la placa 3 plana en el lado superior. El gas de escape introducido en la primera parte 103 de conducción de filtro se conduce hasta el lado de la placa 3 plana en el lado superior de tal manera que el plano de borde del lado aguas abajo se estrecha por el plano 55 de inclinación que está inclinado hacia la dirección superior, y entonces, se recogen las MP mediante la placa 3 plana. Las MP recogidas se oxidan para purificarse mediante los metales catalíticos soportados en la capa de catalizador. Incluso en el caso de que aumente la cantidad de recogida de MP, el gas de escape puede pasar a través de una primera parte 203 de desviación de filtro formada entre la segunda parte 53 de valle y la placa 3 plana en el lado inferior, de modo que los conductos del gas de escape no se bloquean por completo. Además, el gas de escape puede pasar a través de los orificios 20 hacia conductos de ambos lados.

25 De manera similar, la mayor parte del gas de escape que fluye a través un segundo conducto 22 formado entre la primera parte 51 de valle y la placa 3 plana en el lado superior se introduce en una segunda parte 104 de conducción de filtro formada entre la segunda parte 54 de cresta y la placa 3 plana en el lado inferior. El gas de escape introducido en la segunda parte 104 de conducción de filtro se conduce hasta el lado de la placa 3 plana en el lado inferior de tal manera que el plano de borde del lado aguas abajo se estrecha por el plano 57 de inclinación que está inclinado hacia la dirección inferior, y entonces, se recogen las MP mediante la placa 3 plana. Las MP recogidas se oxidan para purificarse mediante los metales catalíticos soportados en la capa de catalizador. Incluso en el caso de que aumente la cantidad de recogida de MP, el gas de escape puede pasar a través de una segunda parte 204 de desviación de filtro formada entre la segunda parte 54 de cresta y la placa 3 plana en el lado superior, de modo que los conductos del gas de escape no se bloquean por completo.

35 Entonces, puesto que se han formando un gran número de partes de conducción de filtro, las MP se distribuyen uniformemente para que sean recogidas por las áreas completas de las placas 3 planas. Como resultado, puede mejorarse la eficacia de recogida, e incluso cuando se recogen las MP, apenas puede aumentar la pérdida de presión del gas de escape. En otras palabras, la mejora en la eficacia de recogida de MP es compatible con la supresión del aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

40 Además, el gas de escape choca con los planos 55 y 57 de inclinación, NO se convierte en NO₂ que tiene mayor activación de oxidación por el Pt soportado en la capa de catalizador, y entonces, el gas de escape que contiene este NO₂ pasa a través de las placas 9 planas en las partes de conducción de filtro. Como consecuencia, puede intensificarse la oxidación de las MP recogidas por las placas 3 planas, y puede disminuirse adicionalmente la pérdida de presión del gas de escape.

45 En este aparato de purificación de gas, no se forman las partes 100 y 101 de conducción de filtro que se han bloqueado tal como se explicó en la realización 7. Sin embargo, puesto que se produce un vector que está dirigido hacia una dirección que pasa a través de las placas 3 planas, por la fuerza producida por los choques del gas de escape, la mayor parte de las MP pueden recogerse por las placas 3 planas. Como consecuencia, la mejora en la eficacia de recogida de MP es compatible con la supresión en cuanto al aumento de la pérdida de presión del gas de escape en esta realización 10, aunque estos efectos no son demasiado grandes, en comparación con los de la realización 7, o similares.

(Realización 11)

55 La figura 21 muestra un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 11. Este aparato de purificación de gas de escape se dispone de tal manera que un cuerpo 6 con estructura de semifiltro y el catalizador 7 de filtro están ubicados adyacentes entre sí en este orden de modo que pueden almacenarse en un convertidor 8 catalítico, mientras que el cuerpo 6 con estructura de semifiltro y el catalizador 7 de filtro se dirigen desde un lado aguas arriba del gas de escape hasta un lado aguas abajo del mismo. El convertidor 8 catalítico se acopla a un colector 81 de escape de un motor 80 diésel. Además, una boquilla 82 de inyección está dispuesta en el colector 81 de escape de tal manera que puede inyectarse aceite ligero de manera intermitente en el gas de escape. Debe observarse que una parte del gas de

escape emitido desde el colector 81 de escape se devuelve a través de tanto un turbocompresor 83 como un enfriador 84 intermedio a un colector 85 de admisión del motor 80 diésel.

5 La estructura del cuerpo 6 con estructura de semifiltro es similar a la del cuerpo con estructura de semifiltro de la realización 1 salvo porque este cuerpo 6 con estructura de semifiltro tiene orificios 20 y una capa de catalizador de oxidación. En el cuerpo 6 con estructura de semifiltro, tal como se muestra en la figura 22, placas 6' onduladas que tienen cada una un grosor de 65 μm y placas 3 planas se apilan alternativamente entre sí, los orificios 20 se han formado en las placas 3 planas y fluyen a través de planos de entrada y posterior de las placas 3 planas, y se han formado capas de catalizador de oxidación (no mostradas) sobre las placas 6' onduladas y las placas 3 planas. Además, el diámetro del orificio 20 se vuelve de aproximadamente 200 μm por la capa de catalizador de oxidación. La capa de catalizador de oxidación (no mostrada) se forma por polvo de catalizador que se fabrica mediante el soporte de Pt en $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, la cantidad de recubrimiento por 1 L de cuerpo con estructura de panal de abeja es de 150 g, y la cantidad de soporte de Pt es de 2 g.

15 En la placa 6' ondulada mostrada en la figura 23, partes 60 de cresta y partes 61 de valle se continúan de manera alterna entre sí a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección de flujo del gas de escape. En las partes 60 de cresta, una pluralidad de partes 62 de valle intermedias que tienen formas cóncavas se han formado de tal manera que estas partes 62 de valle intermedias están separadas mutuamente entre sí en un determinado intervalo, que están situadas en paralelo a la dirección de flujo del gas de escape. Las alturas de las partes 62 de valle intermedias disminuyen gradualmente y están dirigidas desde un lado aguas arriba del gas de escape hasta un lado aguas abajo del gas de escape, y partes de punta de las partes 62 de valle intermedias están ranuradas, y entonces, se han formado aberturas 63 que se comunican de nuevo con las partes 60 de cresta. Las profundidades de las partes inferiores de las partes 62 de valle intermedias se hacen coincidentes con las posiciones de las partes inferiores de las partes 61 de valle.

20 Además, en la parte 61 de valle, una pluralidad de partes 64 de cresta intermedias que tienen formas convexas se han formado de tal manera que estas partes 64 de cresta intermedias están separadas mutuamente entre sí en un determinado intervalo, que están situadas en paralelo a la dirección de flujo del gas de escape. Una parte 64 de cresta intermedia está dispuesta entre dos partes 62 de valle intermedias a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape, cuya altura se hace coincidente con la altura de la parte 60 de cresta.

25 Tal como se muestra también en la figura 24, la pluralidad de placas 6' onduladas se han apilado alternativamente entre sí de tal manera que las fases de las partes 62 de valle intermedias son idénticas a la fase de las partes 64 de cresta intermedias a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape, y a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección de flujo del gas de escape. Tanto las partes 62 de valle intermedias como las partes 64 de cresta intermedias se han dispuesto de tal manera que en el plano en sección en el que estas partes 62/64 de valle y cresta intermedias se cortan en ángulo recto con respecto a la dirección de flujo del gas de escape del cuerpo 6 con estructura de semifiltro, las partes 62/64 tanto de valle como de cresta intermedias están ubicadas en las mismas posiciones, respectivamente. Además, la parte 60 de cresta hace tope contra la placa 3 plana en el lado superior, mientras que la parte 61 de valle hace tope contra la placa 3 plana en el lado inferior. Debe observarse que puesto que la figura 24 corresponde a un diagrama esquemático, están presentes espacios entre la placa 3 plana, la parte 62 de valle intermedia y la parte 64 de cresta intermedia. Sin embargo, en el plano de borde en el lado aguas arriba, tal construcción apilada se realiza mediante la parte 60 de cresta, la parte 61 de valle y la placa 3 plana, y por tanto, no queda espacio. Como resultado, no hay ningún problema.

30 Tal como se indica de la figura 25 a la figura 28, en este cuerpo 6 con estructura de semifiltro, una parte 100 de conducción de filtro se ha formado en el lado de superficie de entrada de la placa 6' ondulada, en el que se ha bloqueado un conducto entre la placa 3 plana en el lado superior y las partes 60 de cresta de ambos lados ubicadas adyacentes a la parte 64 de cresta intermedia. Además, otra parte 101 de conducción de filtro se ha formado en el lado de superficie posterior de la placa 6' ondulada, en el que se ha bloqueado un conducto entre la placa 3 plana en el lado inferior y las partes 61 de valle de ambos lados ubicadas adyacentes a la parte 62 de valle intermedia. Entonces, en el lado aguas arriba de la parte 100 de conducción de filtro, la altura de la parte 60 de cresta en la posición de la parte 62 de valle intermedia se vuelve baja, y se ha formado la abertura 63, de modo que el gas de escape que fluye a través de la parte 61 de valle puede introducirse desde las aberturas 63 de ambos lados en las partes 60 de cresta de ambos lados, y una parte 200 de derivación de filtro se ha formado en esta parte. Además, en el lado de superficie posterior, la profundidad de la parte 61 de valle se vuelve poco profunda en la posición de la parte 64 de cresta intermedia en el lado aguas arriba de la parte 101 de conducción de filtro, y se han formado aberturas 65, de modo que el gas de escape que fluye a través la parte 60 de cresta puede introducirse desde las aberturas 65 de ambos lados en las partes 61 de valle de ambos lados 61, y otra parte 201 de desviación se ha formado también en esta parte.

35 Como consecuencia, tal como se muestra de la figura 25 a la figura 28, según el cuerpo 6 con estructura de semifiltro de esta realización 11, el gas de escape que fluye a través del conducto que se ha formado entre la parte de valle 41 y la placa 3 en el lado superior choca con la parte 64 de cresta intermedia. En el estado en el que la cantidad de recogida de MP de la placa 3 plana en el lado superior es pequeña, la mayor parte del gas de escape fluye a través de la placa 3 plana en el lado superior, y entonces, se introduce en la parte 61 de valle de la placa 6' ondulada que está presente en el lado opuesto de la placa 3 plana, y por tanto, la mayor parte de las MP se recogen por la placa 3 plana.

5 Cuando aumenta la cantidad de recogida de MP de modo que aumenta la presión del gas de escape en la parte 100 de conducción de filtro, el gas de escape fluye desde la parte 62 de valle intermedia, pasa a través de la abertura 63, y entonces, se bifurca para introducirse en la parte 60 de cresta colindante en la parte 200 de derivación de filtro que está presente en el lado aguas arriba, tal como se indica mediante una línea de puntos de la figura 26. Como consecuencia, puede suprimirse un aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

10 De manera similar, tal como se muestra en la figura 27, el gas de escape que fluye a través del conducto que se ha formado entre la parte 60 de cresta y la placa 3 en el lado inferior choca con la parte 62 de valle intermedia. En el estado en el que la cantidad de recogida de MP de la placa 3 plana en el lado inferior es pequeña, la mayor parte del gas de escape fluye a través de la placa 3 plana en el lado inferior, y entonces, se introduce en la parte 61 de valle de la placa 6' ondulada que está presente en el lado opuesto de la placa 3 plana, y por tanto, la mayor parte de las MP se recogen por la placa 3 plana.

15 Cuando aumenta la cantidad de recogida de MP de modo que aumenta la presión del gas de escape en la parte 101 de conducción de filtro, el gas de escape fluye desde la parte 64 de cresta intermedia, pasa a través de la abertura 65, y entonces, se bifurca para introducirse en la parte 61 de valle en la parte 201 de derivación de filtro que está presente en el lado aguas arriba, tal como se indica mediante una línea de puntos de la figura 28. Como consecuencia, puede suprimirse un aumento de la pérdida de presión del gas de escape.

20 Según el cuerpo 6 con estructura de semifiltro de esta realización 11, puesto que el ciclo descrito anteriormente se repite de manera continua desde el plano de borde en el lado de entrada de gas de escape hasta el plano de borde del lado de salida de gas de escape, las MP se recogen por la placa 3 plana en las partes 100 y 101 de conducción de filtro. Entonces, puesto que se han formado un gran número de estas partes 100 y 101 de conducción de filtro, las MP se recogen de tal manera que las MP se distribuyen uniformemente por la totalidad de la placa 3 plana, de modo que puede mejorarse la eficacia de recogida, e incluso cuando se recogen las MP, apenas puede aumentar la pérdida de presión del gas de escape. En otras palabras, la mejora en la eficacia de recogida de MP es compatible con el aumento en la pérdida de presión del gas de escape.

25 Además, en el cuerpo 6 con estructura de semifiltro del aparato de purificación de gas de escape de esta realización 11, el área de abertura de la placa 6' ondulada, vista en un plano, en las partes 100 y 101 de conducción de filtro ocupa aproximadamente el 40% del área de abertura total de la placa 6' ondulada, vista en el plano, mientras que la capacidad total de las partes 100 y 101 de conducción de filtro ocupa aproximadamente el 50% de la capacidad total tanto de las partes 60 de cresta como de las partes 61 de valle. Como resultado, el área de utilización de las placas 3 planas es grande, la eficacia de recogida de MP es alta y se suprime el aumento en la pérdida de presión del gas de escape.

30 Entonces, entre el gas de escape que pasa a través del cuerpo 6 con estructura de semifiltro, el gas de escape pasa a través de los orificios 20 de la placa 3 plana, y otro gas de escape se bifurca para fluir de manera compleja. Además, los diámetros de los orificios 20 se reducen por las capas de catalizador de oxidación, y por tanto, una parte de las MP pueden recogerse por estas partes de orificios reducidos, de modo que también se han formado partes de conducción de filtro en estas partes de orificios reducidos. Las MP recogidas se oxidan/queman por la capa de catalizador de oxidación. En otras palabras, puesto que el gas de escape se bifurca de manera compleja, puede lograrse un efecto de agitación, y por tanto, el aceite ligero añadido en el gas de escape se mezcla suficientemente con el gas de escape. Además, la oxidación del aceite ligero puede avanzar por la capa de catalizador de oxidación. Como resultado, puede avanzar la gasificación del aceite ligero, de modo que puede suprimirse tal dificultad, y por consiguiente, puede suprimirse el problema de que el aceite ligero se adhiera sobre el plano de borde en el lado aguas arriba del catalizador 7 de filtro, y las MP se adhieran al aceite ligero y entonces se depositen sobre el mismo. Además, puede avanzar la reacción de reducción de NO_x en el catalizador 7 de filtro.

35 A continuación, se realiza una descripción de un método para fabricar el catalizador 7 de filtro, que puede sustituir a una explicación detallada de la estructura. En primer lugar, se preparó un cuerpo con estructura de panal de abeja que tiene una estructura de flujo de pared compuesta por cordierita. Este cuerpo con estructura de panal de abeja tiene un volumen de aproximadamente 2 litros, y tiene 300 celdas/pulgada cuadrada (concretamente, 46,5 celdas/cm²), y además, una pared de celda de un grosor de 0,3 mm. La porosidad de la pared de celda es del 65%, y el diámetro promedio de los poros es de 25 μm. En este cuerpo con estructura de panal de abeja se disponen alternativamente celdas en el lado de salida en las que los planos de borde en el lado aguas arriba de las mismas se han obturado y los planos de borde en el lado aguas abajo de las mismas no se han obturado, y celdas en el lado de entrada en las que los planos de borde en el lado aguas abajo de las mismas se han obturado y los planos de borde en el lado aguas arriba de las mismas no se han obturado. Las celdas en el lado de salida y las celdas en el lado de entrada están divididas por la pared de celda.

40 A continuación, mientras se preparaba una suspensión mezclada en la que se han distribuido cada uno de polvo de alúmina, polvo de titanía, polvo de zircona y polvo de ceria en agua, se formaron capas de recubrimiento de 150 g/L sobre tanto la superficie de la pared de celda como las superficies de los poros formados en el interior de la pared de celda del cuerpo con estructura de panal de abeja explicado anteriormente mediante el método de recubrimiento por lavado. A continuación, se soportó Pt de 2 g/L mediante el método de soporte por absorción de agua y se sinterizó. Tras haberse soportado Li de 0,3 mol/L, Ba de 0,05 mol/L y K de 0,025 mol/L mediante el método de soporte por absorción

de agua, se sinterizó el cuerpo con estructura de panal de abeja resultante a una temperatura de 500°C para fabricar el catalizador 7 de filtro.

<EXAMEN>

5 Tanto el cuerpo 6 con estructura de semifiltro como el catalizador 7 de filtro están dispuestos dentro del convertidor 8 catalítico de tal manera que el cuerpo 6 con estructura de semifiltro y el catalizador 7 de filtro están ubicados adyacentes entre sí en este orden desde el lado aguas arriba del gas de escape hasta el lado aguas abajo del gas de escape, lo que constituye el aparato de purificación de gas de escape de esta realización 11. Entonces, el convertidor 8 catalítico se montó sobre un sistema de escape de un motor 80 diésel que tenía una capacidad cúbica de 2 L, se llevó a cabo una operación de proceso de resistencia durante 50 horas a una temperatura de 650°C, y a continuación, se accionó el motor 80 diésel a una revolución de 2900 rpm y una temperatura del gas de entrada de 300°C. Entonces, se añadió de manera intermitente el aceite ligero desde una boquilla 82 de inyección durante 0,1 segundos cada vez que hubieron pasado 10 segundos. Se realizó un ajuste con el fin de que A/F pasara a ser 14,2 cuando se añadió el aceite ligero.

15 En este estado, se midieron tanto la razón de purificación de NO_x como la razón de oxidación de MP. Además, como operación del proceso de reproducción del rendimiento de recogida de MP, mientras se suministraba gas de escape a 300°C, se añadió de manera continua el aceite ligero desde la boquilla 82 de inyección con el fin de que A/F pudiera pasar a ser 2,5, y entonces, se midió la máxima temperatura alcanzada del catalizador 7 de filtro. Los resultados de medición se indican en la tabla 4.

(Realización 12)

20 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 12 es similar a la de la realización 11 salvo porque se forma una capa de catalizador del cuerpo 6 con estructura de semifiltro a partir de catalizador de sorción y reducción de NO_x que es similar a la capa de catalizador del catalizador 7 de filtro en la realización 11. Tras haberse llevado a cabo una operación del proceso de resistencia de manera similar a de la realización 11, se midieron tanto la razón de purificación de NO_x como la razón de oxidación de MP de manera similar. Además, se midió la máxima temperatura alcanzada del catalizador 7 de filtro cuando se llevó a cabo una operación del proceso de reproducción. Los resultados de medición se indican en la tabla 4.

(Realización 13)

30 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 13 es similar a la de la realización 11 salvo porque se emplea una estera de fibra compuesta por un metal en lugar de la placa 3 plana del cuerpo 6 con estructura de semifiltro, y se forma una capa de catalizador a partir de catalizador de sorción y reducción de NO_x que es similar a la capa de catalizador del catalizador 7 de filtro en la realización 11. Tras haberse llevado a cabo una operación del proceso de resistencia de manera similar a la de la realización 11, se midieron tanto la razón de purificación de NO_x como la razón de oxidación de MP de manera similar. Además, se midió la máxima temperatura alcanzada del catalizador 7 de filtro cuando se llevó a cabo una operación del proceso de reproducción. Los resultados de medición se indican en la tabla 4.

35 (Ejemplo de comparación 5)

40 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 5 es similar a la de la realización 11 salvo porque en lugar del cuerpo 6 con estructura de semifiltro, se ha formado una capa de catalizador de oxidación similar a la de la realización 11 sobre un cuerpo de panal de abeja metálico que tiene una estructura de flujo rectilíneo en el que las placas planas normales y las placas onduladas normales simplemente se han apilado alternativamente entre sí. Tras haberse llevado a cabo una operación del proceso de resistencia de manera similar al de la realización 11, se midieron tanto la razón de purificación de NO_x como la razón de oxidación de MP de manera similar. Además, se midió la máxima temperatura alcanzada del catalizador 7 de filtro cuando se llevó a cabo una operación del proceso de reproducción. Los resultados de medición se indican en la tabla 4.

(Ejemplo de comparación 6)

45 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 6 es similar a la de la realización 11 salvo porque en lugar del cuerpo 6 con estructura de semifiltro, se emplea un cuerpo de panal de abeja metálico tal que tiene una estructura de flujo rectilíneo en el que las placas planas normales y las placas onduladas normales simplemente se han apilado alternativamente entre sí, y se forma una capa de catalizador sobre este cuerpo de panal de abeja metálico, mientras esta capa de catalizador se ha formado a partir de catalizador de sorción y reducción de NO_x que es similar a la capa de catalizador del catalizador 7 de filtro en la realización 11. Tras haberse llevado a cabo una operación del proceso de resistencia de manera similar al de la realización 11, se midieron tanto la razón de purificación de NO_x como la razón de oxidación de MP de manera similar. Además, se midió la máxima temperatura alcanzada del catalizador 7 de filtro cuando se llevó a cabo una operación del proceso de reproducción. Los resultados de medición se indican en la tabla 4.

55

<EVALUACIÓN>

Tabla 4

	razón de purificación de NO _x (%)	razones de oxidación de MP (%)	máxima temperatura alcanzada (°C)
realización 11	60	70	680
realización 12	80	70	680
realización 13	80	90	680
ejemplo de comparación 5	45	60	580
ejemplo de comparación 6	50	60	580

5 Tal como resulta evidente a partir de la tabla 4, en el aparato de purificación de gas de escape de las realizaciones respectivas, tanto las razones de purificación de NO_x como las razones de oxidación de MP son altas, y además, las máximas temperaturas alcanzadas son altas, en comparación con los ejemplos de comparación. Este motivo puede concebirse como el efecto mencionado a continuación: Es decir, puesto que la operación de agitación y la operación de descomposición en cuanto al aceite ligero avanzaron eficazmente en el cuerpo 6 con estructura de semifiltro, el aceite ligero podría gasificarse eficazmente, y el aceite ligero gasificado podría mezclarse eficazmente con el gas emitido.

10 (Realización 14)

15 La figura 29 muestra un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 14. Este aparato de purificación de gas de escape se dispone de tal manera que un catalizador 90 de oxidación que tiene una estructura de flujo rectilíneo, un cuerpo 6 con estructura de semifiltro, y un catalizador 7 de filtro están ubicados adyacentes entre sí en este orden de modo que pueden almacenarse en un convertidor 8 catalítico, mientras el catalizador 90 de oxidación que tiene la estructura de flujo rectilíneo, el cuerpo 6 con estructura de semifiltro y el catalizador 7 de filtro están dirigidos desde un lado aguas arriba del gas de escape hacia un lado aguas abajo del mismo. Además, cuando no está prevista una boquilla de inyección en el colector 81 de escape, se dispone un inyector 82 de fluido de urea para añadir un fluido de urea entre el óxido 90 catalizador y el cuerpo 6 con estructura de semifiltro.

20 El catalizador 90 de oxidación se fabrica de tal manera que se forma una capa de recubrimiento de 150 g/L que contiene principalmente alúmina y zeolita en un cuerpo con estructura de panal de abeja (400 celdas/pulgada cuadrada, grosor de pared de celda = 0,1 mm, diámetro = 130 mm, y 2 L) que tiene una estructura de flujo rectilíneo compuesta por cordierita, y entonces, se soporta uniformemente Pt de 2 g/L en la capa de recubrimiento.

25 En cuanto al cuerpo 6 con estructura de semifiltro, se empleó un cuerpo con estructura de semifiltro de este tipo similar al de la realización 11 salvo porque en lugar de la placa 61 plana, se empleó una estera de fibra compuesta por un metal y que tenía una porosidad del 80% y un grosor de 0,3 mm; se seleccionó el volumen de la misma para que fuese de 1 L, 150 g/L de la capa de catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea compuesta por zeolita en la que se soporta uniformemente Cu de 2 g/L.

30 En cuanto al catalizador 7 de filtro, se han formado 150 g/L de una capa de recubrimiento compuesta por zeolita sobre un cuerpo con estructura de panal de abeja que tiene una estructura de flujo de pared compuesta por cordierita, que es similar a la de la realización 11; y se ha formado una capa de catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea sobre esta capa de catalizador, en la que se soporta uniformemente Cu de 2 g/L.

<EXAMEN>

35 Mientras que el convertidor catalítico 60 se montó en un sistema de escape de un motor 80 diésel que tiene una capacidad cúbica de 2 L, se midieron tanto la razón de purificación de NO_x como la razón de oxidación de MP de las siguientes maneras. Es decir, se llevó a cabo una operación del proceso de resistencia durante 50 horas a una temperatura de 650°C, y a continuación, se ajustó el motor 80 diésel a estados estacionarios respectivos con revolución de 2500 rpm y temperaturas del gas de entrada de desde 250°C hasta 400°C. Mientras el gas de escape se distribuyó en los estados respectivos y se añadió un fluido de urea que tenía una concentración del 35% desde el inyector 82 de fluido de urea al gas de escape de tal manera que el fluido de urea añadido se volvió equivalente al NO_x contenido en el gas de entrada, el motor 80 diésel se accionó durante 3 horas para medir las razones de purificación de NO_x y las razones de reducción de MP. Además, a continuación, se inyectó el fluido de urea como inyección posterior del fluido de urea de tal manera que la temperatura del gas de salida del catalizador 90 de oxidación puede pasar a ser de 650°C con una temperatura del gas de entrada de 300°C, y entonces, se midió la razón de oxidación de MP después de 3 minutos cuando la temperatura comenzó a aumentar. Se representan los resultados de medición en la tabla 5.

45

(Realización 15)

5 La estructura de un aparato de purificación de gas de escape de esta realización 15 es similar a la de la realización 14 salvo porque como cuerpo con estructura de panal de abeja del catalizador 90 de oxidación, se emplea una estera de fibra de un cuerpo 6 con estructura de semifiltro en lugar de la placa 61 plana de la realización 11 y el volumen está compuesto por 1,5 L. Entonces, se midieron la razón de purificación de NO_x, la razón de reducción de PM y la razón de oxidación de MP de manera similar, y los resultados de medición se indican en la tabla 5.

(Ejemplo de comparación 7)

10 Tal como se indica en la figura 30, la estructura de un aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 7 es similar a la de la realización 14 salvo porque en lugar del cuerpo 6 con estructura de semifiltro, se emplea una base de panal de abeja que tiene una estructura de flujo rectilíneo compuesta por cordierita y un volumen de 1 L; y en lugar del catalizador 7 de filtro, un catalizador 91 de reducción selectiva de NO_x de urea de este tipo. En este catalizador 91 de reducción selectiva de NO_x de urea, se forma una capa de recubrimiento de 150 g/L que está compuesta por zeolita en una base de panal de abeja que tiene una estructura de flujo rectilíneo compuesta por cordierita y un volumen de 2 L, y entonces se soporta uniformemente Cu de 2 g/L. Entonces, se midieron la razón de purificación de NO_x y la razón de oxidación de MP de manera similar, y los resultados de medición se indican en la tabla 5.

(Ejemplo de comparación 8)

20 Tal como se indica en la figura 31, la estructura de un aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 8 es similar a la de la realización 14 salvo porque el volumen del catalizador 90 de oxidación está compuesto por 1 L; se emplea el catalizador 92 de filtro en el que se recubre alúmina de 100 g/L sobre un DPF compuesto por cordierita y que tiene un volumen de 2 L, se soporta uniformemente Pt de 0,5/L, en lugar del cuerpo 6 con estructura de semifiltro. Entonces, se midieron la razón de purificación de NO_x, la razón de reducción de MP y la razón de oxidación de MP de manera similar, y los resultados de medición se indican en la tabla 5.

(Ejemplo de comparación 9)

25 Tal como se indica en la figura 32, la estructura de un aparato de purificación de gas de escape de este ejemplo de comparación 9 es similar a la del ejemplo de comparación 8 salvo porque la posición del catalizador 91 de reducción selectiva de NO_x de urea se sustituye por la posición del catalizador 92 de filtro, y además, se dispone un inyector 82 de fluido de urea entre el catalizador 90 de oxidación y el catalizador 91 de reducción selectiva de NO_x de urea. Entonces, se midieron la razón de purificación de NO_x, la razón de reducción de MP y la razón de oxidación de MP de manera similar, y los resultados de medición se indican en la tabla 5.

<EVALUACIÓN>

Tabla 5

	razón de purificación de NO _x (%)			razón de reducción de MP (%)	razón de oxidación de MP (%) durante 3 minutos tras el aumento de temperatura
	250°C	300°C	400°C	400°C	
realización 14	82	92	94	98	90
realización 15	80	94	96	98	95
ejemplo de comparación 7	52	72	75	15	-
ejemplo de comparación 8	43	65	72	90	70
ejemplo de comparación 9	38	58	66	90	40

35 Tal como resulta evidente a partir de la tabla 5, en el aparato de purificación de gas de escape de las realizaciones respetivas, tanto las razones de purificación de NO_x como las razones de reducción de MP son altas, y las razones de oxidación de MP también son altas, en comparación con las de los ejemplos de comparación. Este motivo puede concebirse de la siguiente manera: Es decir, las MP se recogieron por el cuerpo 6 con estructura de semifiltro, y además, el fluido de urea se mezcló con el gas de escape con mayor eficacia, y pudo reducirse/purificarse NO_x eficazmente mediante el amoniaco que se produjo.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de purificación de gas de escape que comprende un cuerpo (1, 3) con estructura de semifiltro que comprende una pluralidad de conductos de gas de escape, y un cuerpo (3) de filtro previsto en los conductos de gas de escape, en el que:
- 5 los conductos de gas de escape comprenden una parte (100, 101) de conducción de filtro para la conducción de un gas de escape al cuerpo (3) de filtro, y una parte (200) de derivación de filtro para la derivación de la parte (100, 101) de conducción de filtro bifurcándose en un conducto (15) de gas de escape adyacente a la parte (100, 101) de conducción de filtro;
- 10 la parte de derivación de filtro más aguas arriba de las partes (200) de derivación de filtro está prevista más aguas arriba que la parte de conducción de filtro más aguas arriba de las partes (100, 101) de conducción de filtro, y el conducto de gas de escape de la parte (200) de derivación de filtro más aguas arriba está abierta en un lado de entrada de gas de escape del cuerpo (1, 3) con estructura de semifiltro; y
- 15 el cuerpo (1, 3) con estructura de semifiltro está estructurado de modo que una placa (1) completamente ondulada de una placa metálica delgada que tiene partes (10) de cresta y partes (11) de valle alternativamente vecinas entre sí en una dirección de cruce de una dirección de flujo de gas de escape y una placa (3) plana que puede transmitir gas compuesta por el cuerpo de filtro se apilan alternativamente.
2. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que:
- la parte (10) de cresta tiene una parte (12) de valle intermedia cóncava estructurada disminuyendo la altura de una cresta de la misma;
- 20 la parte de valle (12) intermedia estructura la parte (200) de derivación de filtro que comprende una parte (15) de bifurcación que permite que el gas de escape fluya desde una parte (11) de valle vecina, y una abertura (13, 15) que permite que el gas de escape fluya hacia una parte de cresta aguas abajo de las partes (10) de cresta;
- la parte (11) de valle tiene una parte (14) de cresta intermedia convexa estructurada disminuyendo la profundidad de un valle de la misma;
- 25 la parte de conducción de filtro está estructurada por la parte (14) de cresta intermedia, ambas partes de cresta adyacentes a la parte (11) de valle, y la placa (3) plana en contacto con las partes (10) de cresta; y
- en el caso de que aumente la presión en la parte de conducción de filtro, al menos una parte del gas de escape que fluye en la parte (11) de valle fluye hacia una parte (10) de cresta vecina a través de la parte (13, 15) de bifurcación.
3. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 2, en el que:
- la parte (10) de cresta es opuesta a la parte (101) de conducción de filtro a través de la placa (3) plana.
- 30 4. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 2, en el que:
- la parte (14) de cresta intermedia se forma deformando la parte (11) de valle, y la altura de una cresta de la parte (14) de cresta intermedia disminuye gradualmente hacia un extremo aguas arriba de la misma.
5. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 2, en el que:
- 35 el área abierta de la placa (1) ondulada en las partes (101) de conducción de filtro, estimada en una vista en planta, es mayor que o igual al 30% del área abierta total de la placa (1) ondulada estimada en una vista en planta.
6. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 2, en el que:
- el volumen total de las partes (101) de conducción de filtro es mayor que o igual al 50% del volumen total de las partes (10) de cresta y las partes (11) de valle.
7. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 2, en el que:
- 40 al menos la placa (3) plana de entre la placa (3) plana y la placa (1) ondulada comprende un orificio (20; 31) que pasa de un lado al otro, y una capa de catalizador que comprende un metal catalítico y un óxido poroso; y
- el orificio (20; 31) se contrae o rellena para que el tamaño del mismo sea menor que o igual a 200 μm por la capa de catalizador.
8. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 7, en el que:
- 45 la parte (10) de cresta es opuesta a la parte (101) de conducción de filtro a través de la placa (3) plana.

9. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 2, en el que:
 la parte (202) de derivación de filtro más aguas arriba comprende una parte (11) de valle que tiene una parte (17) de cresta intermedia invertida que está abierta en un lado aguas arriba de la misma;
 la altura de una cresta de la parte (17) de cresta intermedia invertida disminuye gradualmente en sentido aguas abajo; y
 5 la parte (17) de cresta intermedia invertida continúa hasta una parte de valle aguas abajo de las partes de valle.
10. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 2, en el que:
 la parte (202) de derivación de filtro más aguas arriba está estructurada por un orificio (20) a través del que puede pasar materia particulada en el gas de escape; y
 10 el orificio se forma en la placa (3) plana apilada bajo la placa (1) ondulada y es opuesto a la parte (10) de cresta de la placa (1) ondulada.
11. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que:
 la parte (202) de derivación de filtro más aguas arriba está estructurada por una muesca a través de la que puede pasar materia particulada en el gas de escape; y
 15 la muesca se forma en la placa (3) plana apilada bajo la placa (1) ondulada y es opuesta a la parte (10) de cresta de la placa (1) ondulada.
12. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, en el que:
 el cuerpo con estructura de semifiltro está estructurado de modo que una placa (1) ondulada de una placa metálica delgada que tiene partes (10) de cresta y partes (11) de valle alternativamente vecinas entre sí en una dirección de cruce de una dirección de flujo de gas de escape y una placa (3) plana que puede transmitir gas compuesta por el
 20 cuerpo de filtro se apilan alternativamente;
 la parte (11) de valle tiene una parte (64) de cresta intermedia convexa estructurada disminuyendo la profundidad de un valle de la misma;
- 25 la parte (64) de cresta intermedia estructura la parte (200) de derivación de filtro que comprende una parte (201) de bifurcación que permite que el gas de escape fluya desde una parte (60) de cresta vecina y una abertura que permite que el gas de escape fluya hacia una parte de valle aguas abajo de las partes (41) de valle;
- la parte (60) de cresta tiene una parte (62) de valle intermedia cóncava estructurada disminuyendo la altura de una cresta de la misma;
- 30 la parte (101) de conducción de filtro está estructurada por la parte (62) de valle intermedia, ambas partes (41) de valle adyacentes a la parte (60) de cresta, y la placa (3) plana en contacto con las partes (41) de valle; y
- en el caso de que aumente la presión en la parte (101) de conducción de filtro, al menos una parte del gas de escape que fluye en la parte (60) de cresta fluye hacia una parte (41) de valle vecina a través de la parte (201) de bifurcación.
13. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 12, en el que:
 la parte (41) de valle es opuesta a la parte (101) de conducción de filtro a través de la placa (3) plana.
14. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 12, en el que:
 35 la parte (62) de valle intermedia se forma deformando la parte (60) de cresta, y la profundidad de un valle de la parte (62) de valle intermedia disminuye gradualmente hacia un extremo aguas abajo de la misma.
15. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 12, en el que:
 el área abierta de la placa (3) ondulada en las partes (101) de conducción de filtro, estimada en una vista en planta, es mayor que o igual al 30% del área abierta total de la placa (3) ondulada estimada en una vista en planta.
- 40 16. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 12, en el que:
 el volumen total de las partes (101) de conducción de filtro es mayor que o igual al 50% del volumen total de las partes (60) de cresta y las partes (62) de valle.
17. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 1, que comprende además:
 45 un catalizador de filtro con estructura para flujo de pared que comprende una celda en el lado de entrada obturada en una parte aguas abajo de la misma;

una celda en el lado de salida vecina a la celda en el lado de entrada y obturada en una parte aguas arriba de la misma;
una pared de celda que delimita la celda en el lado de entrada y la celda en el lado de salida y que tiene varios poros;
una capa de catalizador formada sobre una superficie de la pared de celda y una cara interna de los poros y que comprende un metal catalítico y un soporte de óxido; y

5 el catalizador de filtro con estructura para flujo de pared se dispone más aguas abajo que el cuerpo con estructura de semifiltro.

18. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 17, en el que:

el cuerpo con estructura de semifiltro comprende una capa de catalizador de oxidación que comprende un catalizador de oxidación y un soporte de óxido.

10 19. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 17, que comprende además un dispositivo de adición de agente reductor para la adición de un agente reductor en el gas de escape más aguas arriba que el cuerpo con estructura de semifiltro.

20. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 17, en el que:

la capa de catalizador del catalizador de filtro comprende un catalizador de sorción y reducción de NO_x .

15 21. Aparato de purificación de gas de escape según la reivindicación 17, en el que:

la capa de catalizador del catalizador de filtro comprende un catalizador de reducción selectiva de NO_x de urea, y un dispositivo de adición de urea para la adición de urea en el gas de escape más aguas arriba que el cuerpo con estructura de semifiltro.

FIG.1

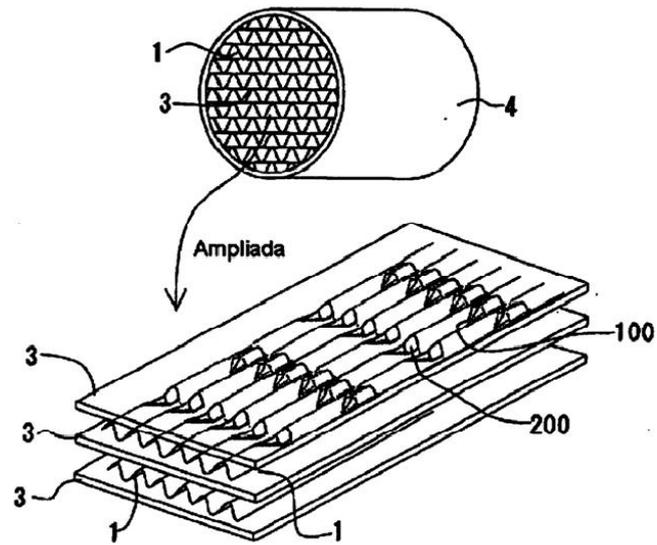


FIG.2

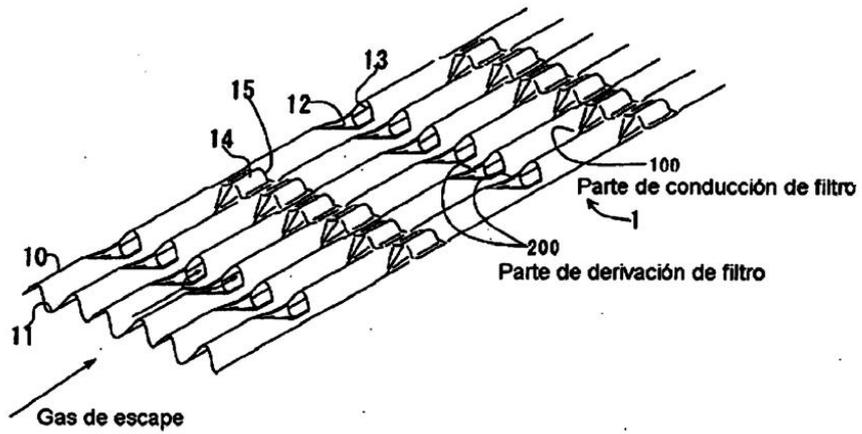


FIG.3

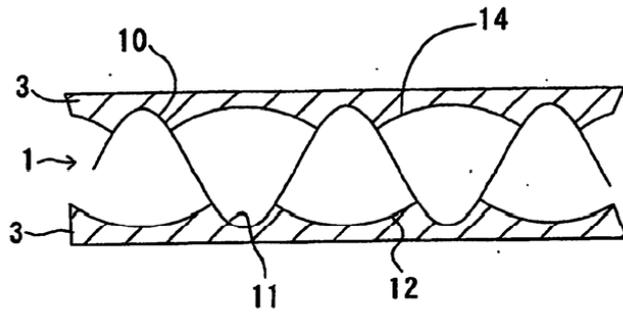


FIG.4

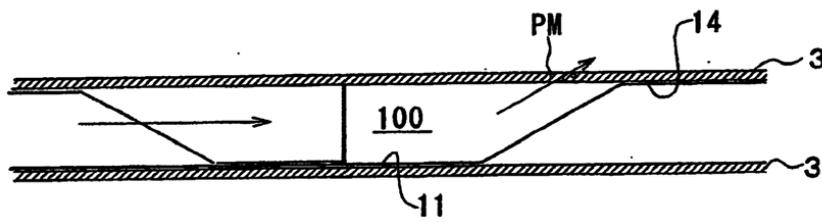


FIG.5

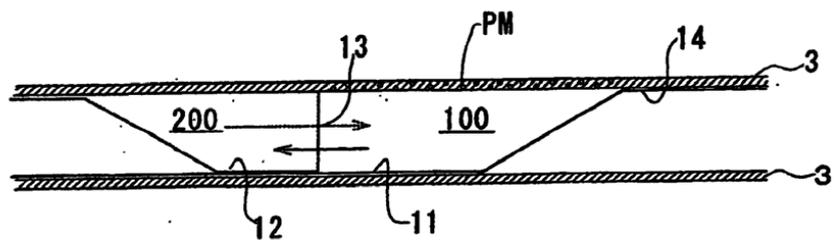


FIG.6

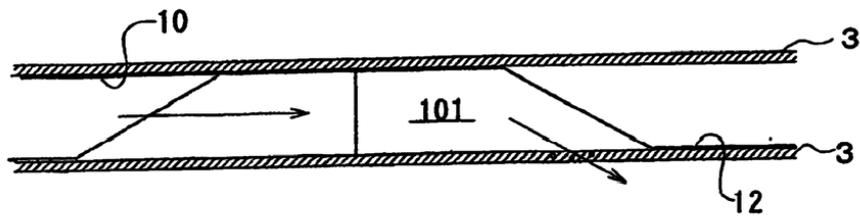


FIG.7

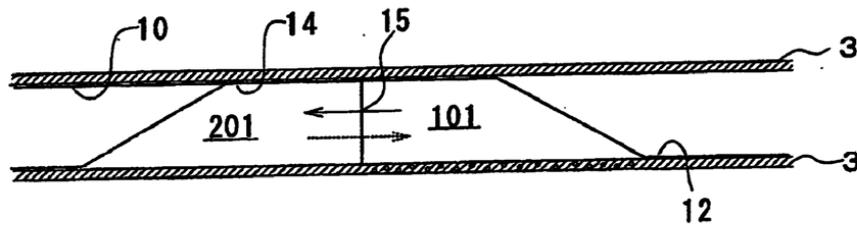


FIG.8

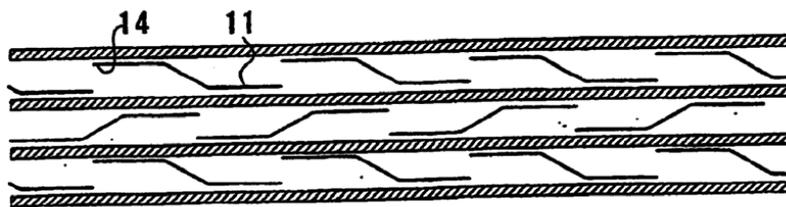


FIG.9

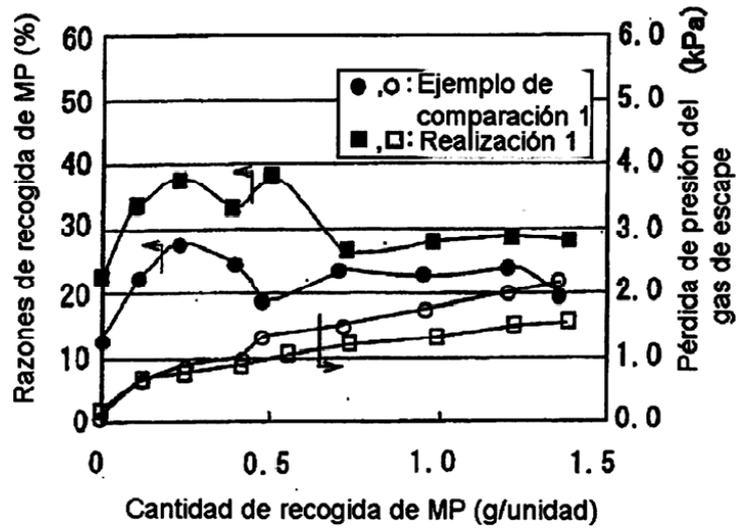


FIG.10

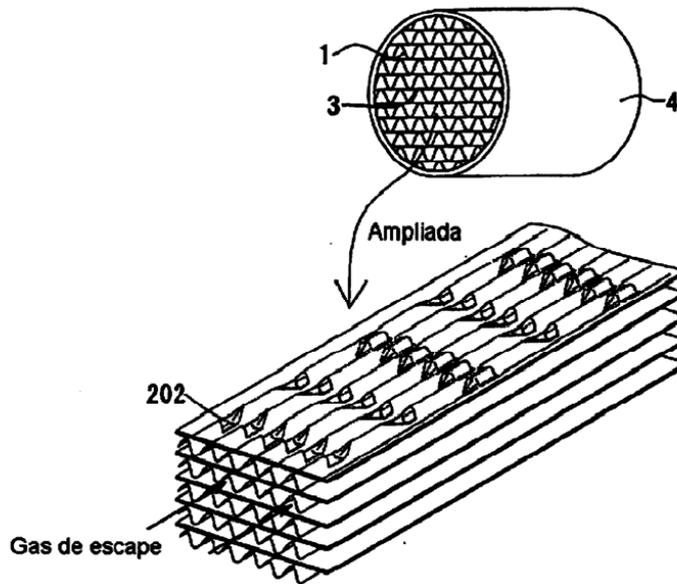


FIG.11

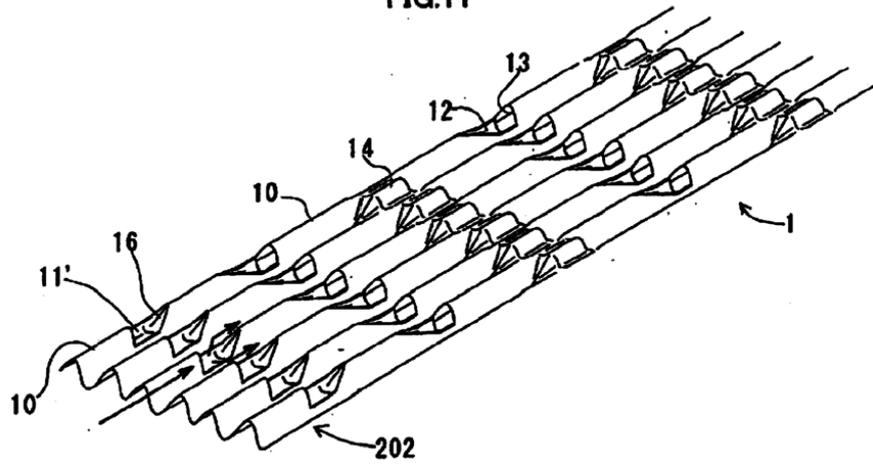


FIG.12

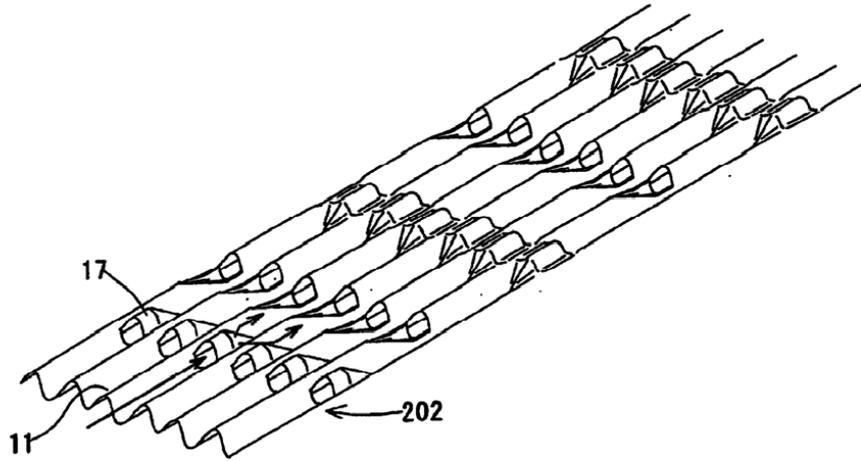


FIG.13

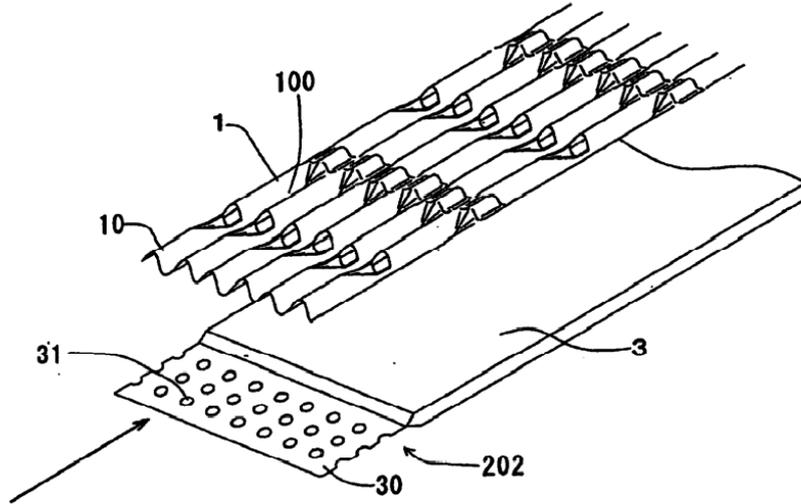


FIG.14

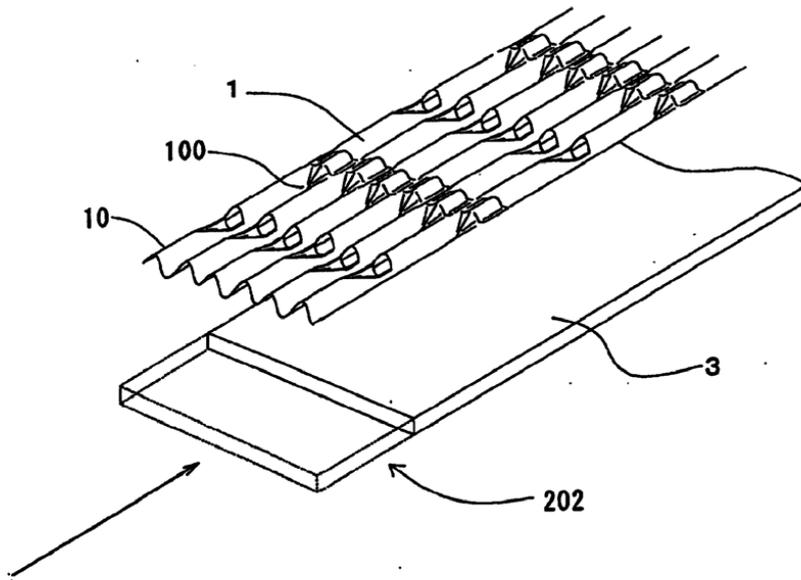


FIG.15

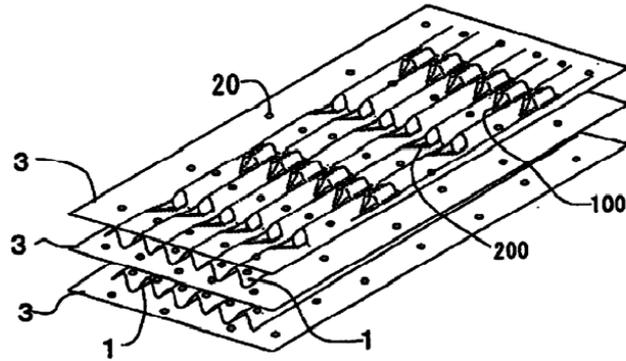


FIG.16

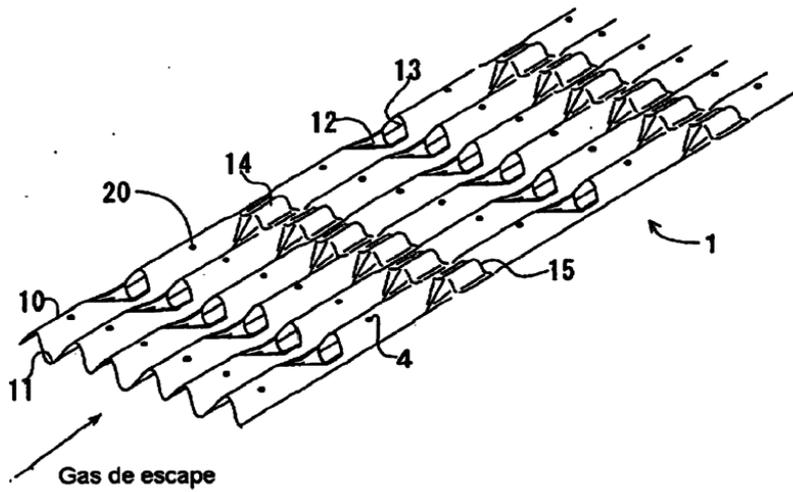


FIG.17

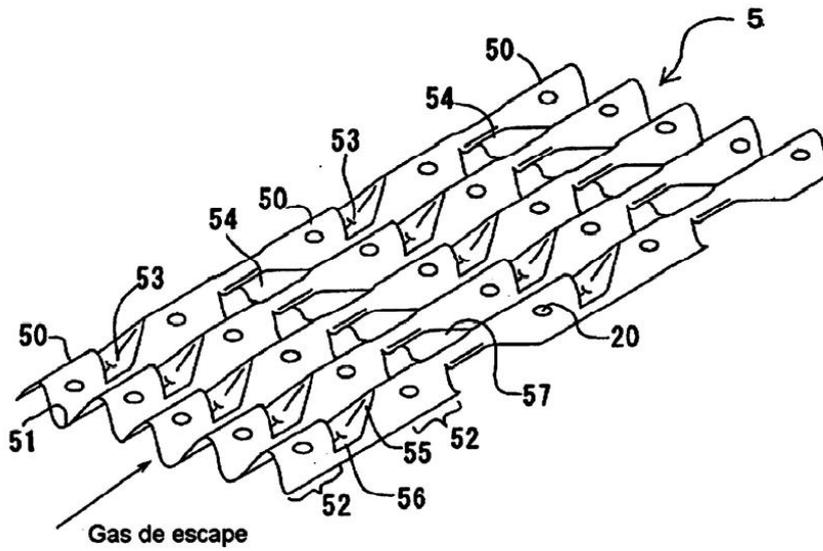


FIG.18

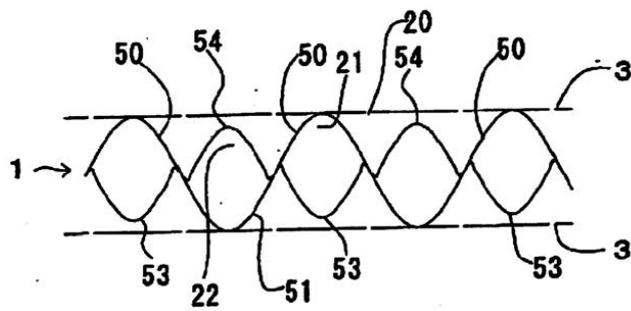


FIG.19

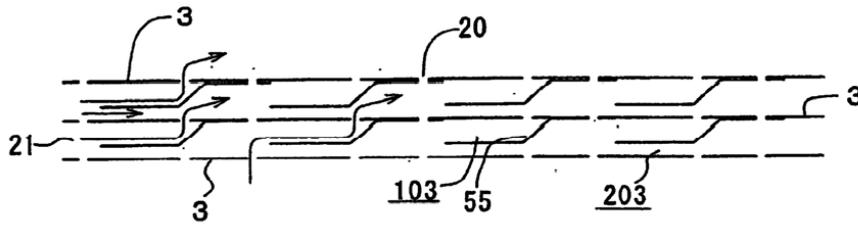


FIG.20

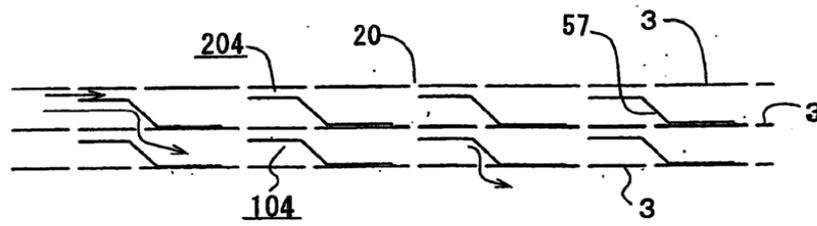


FIG.21

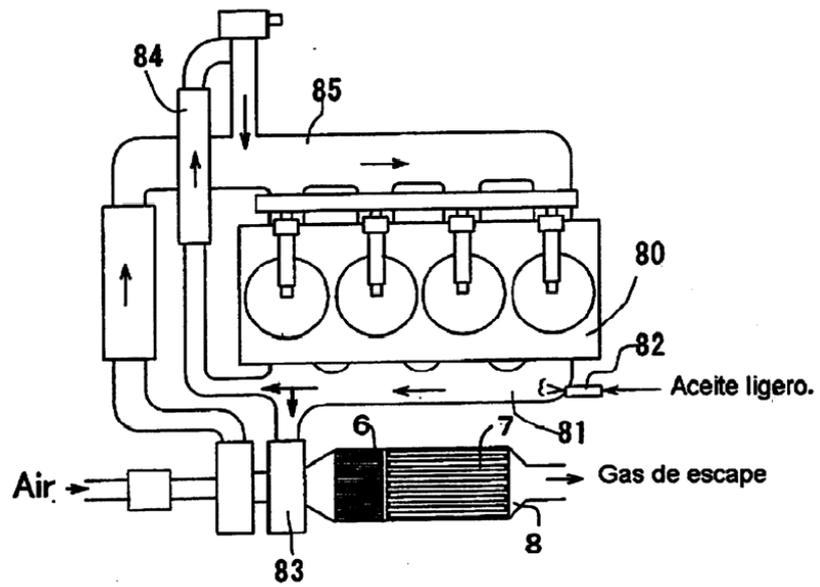


FIG.22

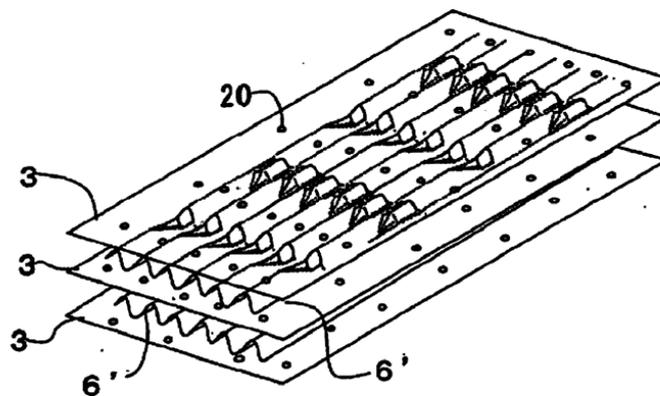


FIG.23

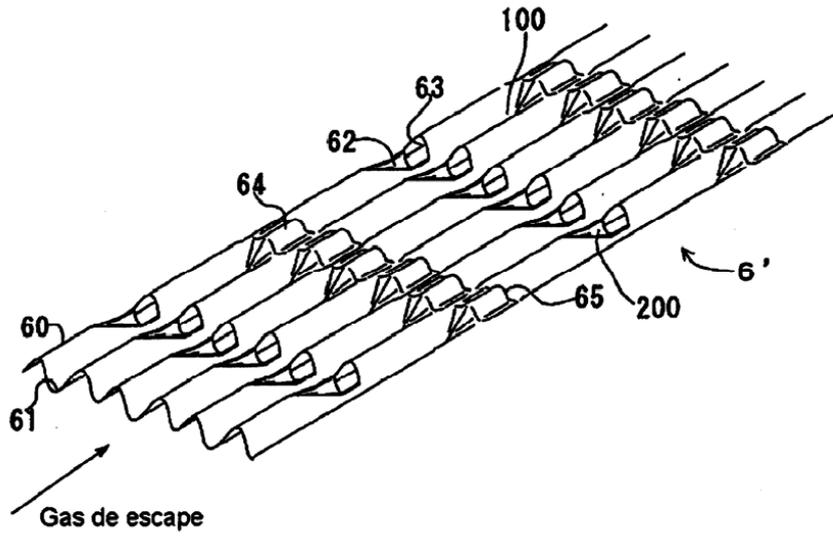


FIG.24

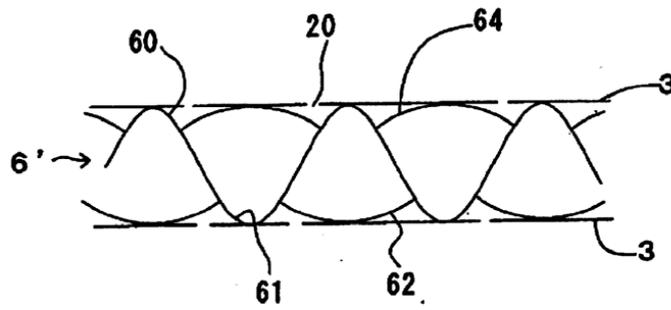


FIG.25

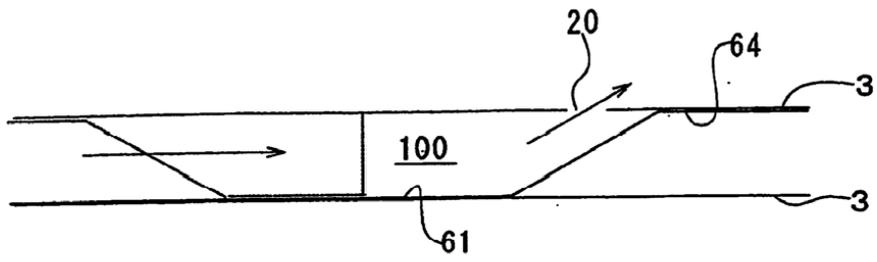


FIG.26

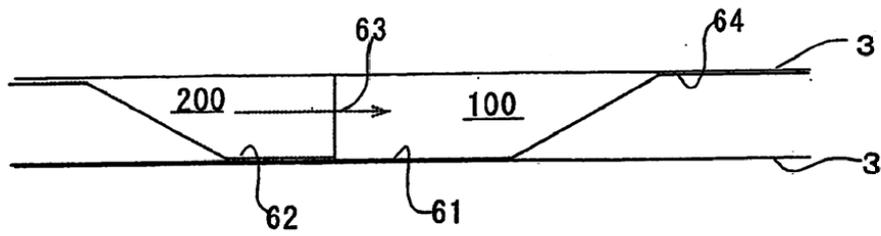


FIG.27

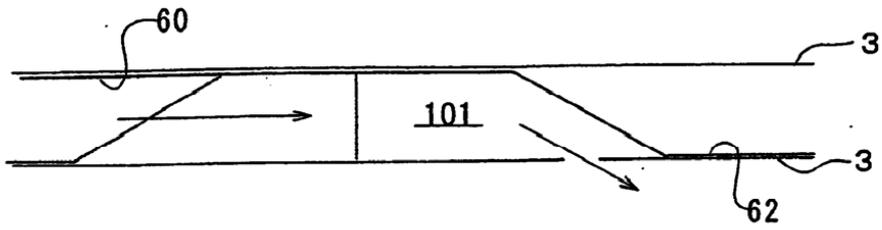


FIG.28

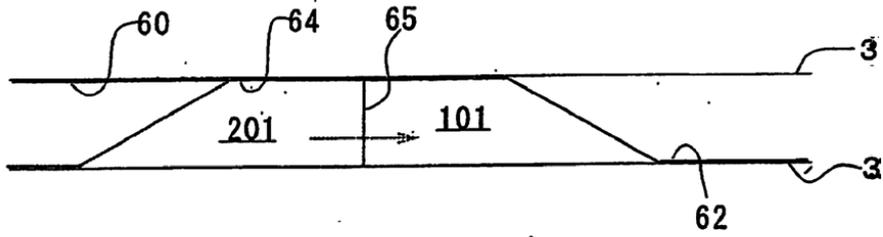


FIG.29

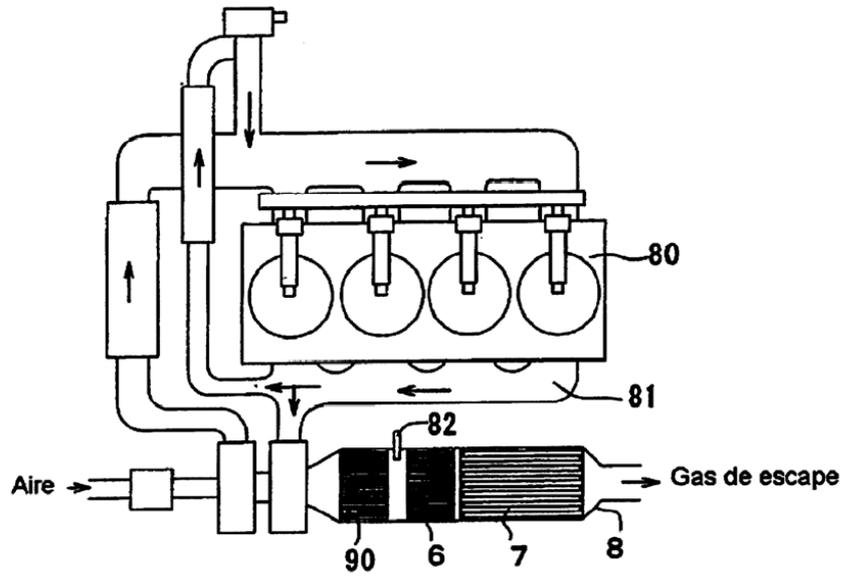


FIG.30

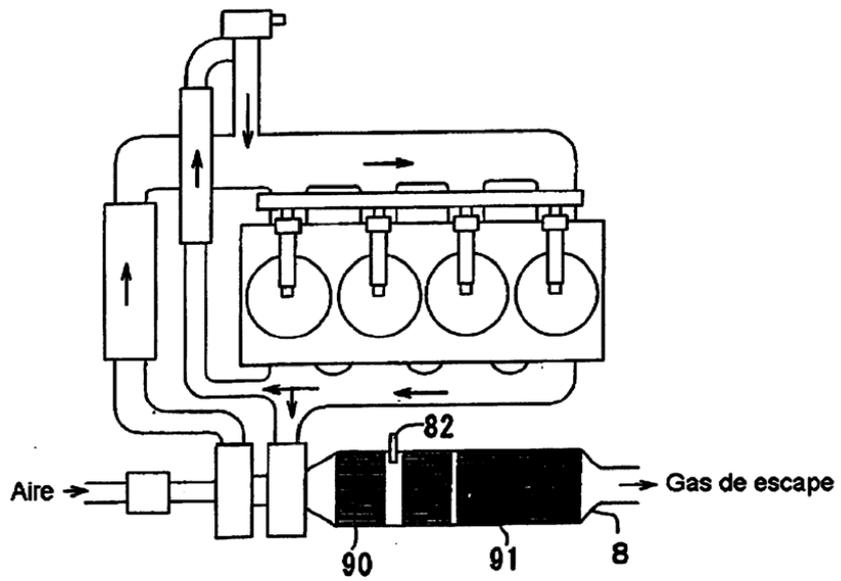


FIG.31

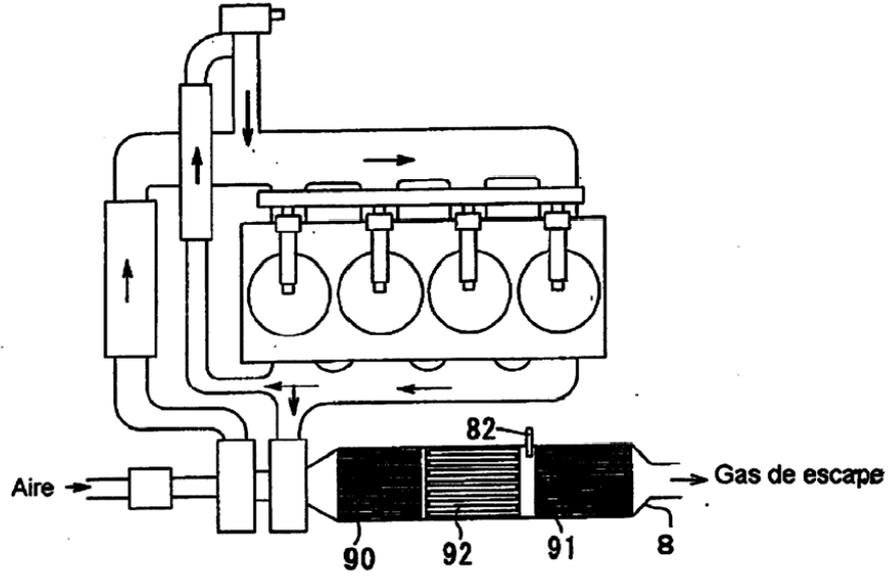


FIG.32

