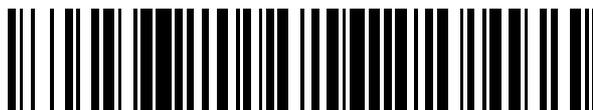


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 145**

51 Int. Cl.:

F01N 3/025 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2007 E 07768725 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015 EP 1960639**

54 Título: **Sistema de reducción de materiales en partículas en gases de escape**

30 Prioridad:

01.08.2006 KR 20060072721
27.10.2006 KR 20060104786
15.12.2006 KR 20060128415

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.07.2015

73 Titular/es:

**KOREA INSTITUTE OF MACHINERY &
MATERIALS (100.0%)**
171, Jang-dong Youseong-Ku
Daejeon-City 305-343, KR

72 Inventor/es:

LEE, DAE-HOON;
KIM, KWAN-TAE;
SONG, YOUNG-HOON;
CHA, MIN-SUK y
LEE, JAE-OK

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 542 145 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

Sistema de reducción de materiales en partículas en gases de escape.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento posterior de gases de escape de un vehículo, y más concretamente se refiere a un reactor de plasma y un sistema de reducción para materiales en partículas en gases de escape, en el que el reactor y el sistema pueden servir para oxidar y eliminar eficazmente los materiales en partículas calentando los gases de escape antes de un filtro en un colector de filtro de partículas diesel (DPF) para eliminar materiales en partículas de gases de escape que salen de un motor.

Estado de la técnica

15 Del documento US 2003/0200742 A, por ejemplo, se conoce un aparato y un procedimiento para regenerar un filtro de partículas de un sistema de escape de un motor de combustión interna.

Los materiales en partículas (PM) de los gases de escape de un vehículo salen principalmente de motores diesel, que generalmente controlan la potencia mediante una relación de mezcla de aire y combustible. Los motores diesel aumentan el suministro de combustible respecto a una cantidad de aire y queman el combustible cuando se requiere una elevada potencia instantánea. Cuando esto ocurre, puede generarse una gran cantidad de contaminantes de escape de vehículos por la combustión incompleta del combustible debido a la escasez de aire. Además, durante la combustión en un motor diesel puede aparecer una cantidad localmente densa de PM ya que el tiempo de pulverización de combustible en una cámara de combustión es extremadamente rápido en comparación con un aumento resultante de la cantidad de aire de admisión y, por lo tanto, puede generarse una gran cantidad de contaminantes de escape del vehículo. Generalmente, el PM tiene un diámetro mínimo e incluye una gran cantidad de materiales orgánicos solubles además de partículas de carbono. La investigación sobre los peligros para el cuerpo humano está avanzando en base a recientes informes dado que se trata de un factor de cáncer de pulmón.

30 Los colectores de DPF utilizan una tecnología de recogida y quema de PM que salen de los motores diesel, y pueden reducir las PM en más de un 80%. Sin embargo, la tecnología presenta inconvenientes de un elevado coste y una incertidumbre de la durabilidad. La tecnología de colectores de DPF se clasifica principalmente como recogida de PM, y tecnología de regeneración y control.

35 Los procedimientos de colectores de DPF se clasifican como procedimientos de regeneración activa y procedimientos de regeneración pasiva de acuerdo con el procedimiento de quemado de PM durante un proceso de regeneración. El procedimiento de regeneración activa aplica activamente calor para la regeneración utilizando un calentador eléctrico, un quemador, o un acelerador, y el procedimiento de regeneración pasiva regenera un filtro con aditivos o catalizadores de oxidación utilizando el calor de los gases de escape. Dado que un vehículo que principalmente circula por ciudad emite gases de escape de baja temperatura y, por lo tanto, no se puede obtener el rendimiento deseado solamente con un procedimiento de regeneración pasiva, generalmente se adopta un procedimiento de combinación utilizando tanto regeneración activa como regeneración pasiva.

45 La tecnología de DPF del procedimiento de regeneración pasiva disminuye la temperatura de regeneración pasiva de PM de 650 °C a 300 °C utilizando catalizadores o aditivos. Sin embargo, el procedimiento de regeneración pasiva es difícil de aplicar directamente a autobuses urbanos ya que los autobuses urbanos funcionan a baja velocidad y paran con frecuencia y, por lo tanto, la temperatura de los gases de escape es baja o normalmente por debajo de 250 °C. El procedimiento también es difícil de aplicar a vehículos diesel de tamaño pequeño o medio en los que la temperatura de los gases de escape es baja en el intervalo entre 150 °C y 200 °C.

50 Si se aplica el procedimiento de regeneración activa utilizando un calentador eléctrico, el coste de la energía eléctrica requerida se vuelve excesivamente elevado. Si se aplica el procedimiento de regeneración activa utilizando un quemador que tiene una estructura simple, es difícil controlar el funcionamiento de acuerdo con el estado del oxígeno en los gases de escape, que varía dependiendo de las condiciones de funcionamiento puesto que el quemador utiliza el oxígeno que hay en los gases de escape. El procedimiento de estrangulamiento o inyección de aditivos de combustible disminuye la temperatura de oxidación de las PM en el catalizador, pero el procedimiento necesita un dispositivo para el estrangulamiento en el tubo de admisión/escape y presenta la posibilidad de contaminación secundaria por los aditivos.

60 Descripción

Problema Técnico

65 La presente invención presenta un sistema de reducción de materiales en partículas en el que un reactor de plasma de funcionamiento rápido aplica calor a los gases de escape que avanzan hacia un filtro de un colector de DPF para

la eliminación de materiales en partículas en gases de escape de un motor y, por lo tanto, el filtro puede oxidarse y eliminar los materiales en partículas recogidos de una manera rápida y eficaz.

5 La presente invención también dispone un sistema de reducción de materiales en partículas en el cual se transfiere combustible líquido suministrado desde un depósito de almacenamiento de combustible a una sección de filtro después de ser reformado a materiales de pre-oxidación que pueden oxidarse en el filtro previamente por un reactor de plasma, y provocando de este modo unas buenas condiciones para la oxidación de los materiales de partículas recogidos, de manera que la oxidación de los materiales en partículas puede facilitarse de manera eficaz.

10 La presente invención también dispone un sistema de reducción de materiales en partículas en el que una estructura de un reactor de plasma se reforma para mejorar la miscibilidad del gas y líquido suministrado y, de este modo, se garantiza la fiabilidad de funcionamiento del sistema global.

15 La presente invención también dispone un sistema de reducción de materiales en partículas en el que un reactor de plasma guía de manera estable una llama creada por combustible líquido que es pulverizado y suministrado al reactor de plasma y calienta gases de escape y, por lo tanto, los gases de escape calientes se suministran a un filtro de manera que los catalizadores de oxidación del filtro pueden oxidar y quemar materiales en partículas acumulados y pueden generar buenas condiciones para la regeneración del filtro.

20 La presente invención también dispone un sistema de reducción de materiales en partículas en el que el combustible líquido se pulveriza y se suministra a una llama formada desde un reactor de plasma y, de este modo, el combustible evaporado se suministra inmediatamente y de manera continua a un filtro de modo que los catalizadores de oxidación del filtro pueden oxidarse y calentar el combustible evaporado y pueden generarse buenas condiciones para la regeneración de los materiales en partículas.

25

Solución técnica

30 De acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención, un sistema de reducción de materiales en partículas en gases de escape, que está conectado a un tubo de escape de un motor que quema un combustible a base de hidrocarburos suministrado desde un depósito de almacenamiento de combustible, y recoge y elimina materiales en partículas de los gases de escape, puede incluir un reactor de plasma que tiene una entrada de gas y una salida, y un colector de DPF (filtro de partículas diesel) que tiene un filtro.

35 El tubo de escape del motor puede comunicarse con la entrada de gas del reactor de plasma, y la salida del reactor de plasma puede comunicarse con el colector de DPF. Los gases de escape emitidos desde el motor pueden ser transferidos al colector de DPF después de ser calentados al pasar por el reactor de plasma.

40 El reactor de plasma puede incluir un cuerpo que incluya una cámara de reacción que presente la entrada de gas y la salida y una base formada en el extremo inferior de la cámara de reacción, incluyendo la base una cámara de mezcla que comunica con la entrada de gas y que comunica con la cámara de reacción a través de un orificio de entrada, y un electrodo que sobresale dentro de la cámara de reacción a la vez que queda soportado por la base y queda separado de la superficie interior de la cámara de reacción.

45 Sobre la base del cuerpo puede estar formada una entrada de combustible y en el interior del electrodo puede estar formada una cámara de calentamiento, comunicando la cámara de calentamiento con la cámara de mezcla y estando conectada la entrada de combustible con la cámara de calentamiento. Puede disponerse un inyector de combustible en la entrada de combustible, estando fijado el inyector de combustible en la base del cuerpo.

50 En un cuerpo de pared de la cámara de reacción puede estar formado un conducto intercambiador de calor para comunicar la entrada de gas con la cámara de mezcla, pudiendo tener el conducto intercambiador de calor forma de espiral a lo largo de una circunferencia de la cámara de reacción.

55 El orificio de entrada puede estar formado en la superficie interior de la cámara de reacción para inclinarse en un ángulo respecto a una línea normal de la superficie interior de la cámara de reacción, en el que el combustible mixto formado mezclando gas y combustible en la cámara de mezcla fluye hacia la cámara de reacción a través del orificio de entrada mientras se forma un flujo giratorio y circula alrededor de una circunferencia del electrodo.

60 De acuerdo con otra realización de ejemplo de la presente invención, el tubo de escape del motor puede bifurcarse y comunicarse con el colector de DPF y la entrada de gas del reactor de plasma, respectivamente, y la salida del reactor de plasma puede comunicarse con el tubo de escape que conecta el motor y el colector de DPF. Parte de los gases de escape emitidos desde el motor pueden ser transferidos al colector de DPF después de ser calentados al pasar por el reactor de plasma.

65 El reactor de plasma puede tener una entrada de combustible y la entrada de combustible puede conectarse al depósito de almacenamiento de combustible. El combustible inyectado a través de la entrada de combustible puede hacerse reaccionar con plasma en la cámara de reacción junto con los gases de escape que fluyen a través de la

entrada de gas, de manera que el combustible puede reformarse en un material de pre-oxidación que puede oxidarse a una temperatura relativamente baja en comparación con los gases de escape, o quemarse para aumentar la temperatura de los gases de escape, y puede transferirse al colector de DPF. El material de pre-oxidación puede incluir hidrógeno o monóxido de carbono.

5 En la entrada de combustible puede disponerse un conducto de suministro de combustible fijado a la base del cuerpo, y puede disponerse un conducto de suministro de gas a un lado del conducto de suministro de combustible para comunicarse con el mismo, pulverizando de este modo el combustible suministrado a través del conducto de suministro de combustible a la cámara de calentamiento con el gas suministrado a través del conducto de suministro de gas.

10 De acuerdo con todavía otra realización de ejemplo de la presente invención, el tubo de escape del motor puede comunicarse con el colector de DPF, y la salida del reactor de plasma puede comunicarse con el tubo de escape que conecta el motor y el colector de DPF.

15 El reactor de plasma puede tener una entrada de combustible y la entrada de combustible puede estar conectada al depósito de almacenamiento de combustible. El combustible inyectado a través de la entrada de combustible puede reaccionar con plasma en la cámara de reacción, de manera que el combustible puede ser reformado a un material de pre-oxidación que puede oxidarse a una temperatura relativamente baja en comparación con los gases de escape, o quemarse para aumentar la temperatura de los gases de escape, y transferirse al colector de DPF.

20 De acuerdo con otra realización de ejemplo de la presente invención, el tubo de escape del motor puede comunicarse con el colector de DPF, y la salida del reactor de plasma puede comunicarse con el tubo de escape que conecta el motor y el colector de DPF. El reactor de plasma puede incluir un primer inyector de combustible dispuesto en una primera entrada de combustible formada en la base del cuerpo y que pulveriza combustible líquido hacia la cámara de mezcla, y estando dispuesto un segundo inyector de combustible en una segunda entrada de combustible conectada a la cámara de reacción y que pulveriza combustible líquido hacia la cámara de reacción.

25 En el interior del electrodo puede estar formada una cámara de calentamiento, comunicando la cámara de calentamiento con la cámara de mezcla y estando conectada la primera entrada de combustible con la cámara de calentamiento, de manera que el primer inyector de combustible puede pulverizar combustible líquido hacia la cámara de calentamiento. El segundo inyector de combustible puede estar dispuesto para inclinarse en un ángulo respecto a la superficie interior de la cámara de reacción en el lado de la misma, y puede pulverizar y suministrar combustible líquido por encima el electrodo dentro de la cámara de reacción. El primer inyector de combustible y el segundo inyector de combustible pueden estar conectados al depósito de almacenamiento de combustible.

30 Puede disponerse una placa de protección adyacente a la salida del reactor de plasma en el tubo de escape para bloquear el viento cruzado de los gases de escape. La placa de protección puede estar situada curso arriba del flujo de los gases de escape, antes de la salida del reactor de plasma.

35 El sistema de reducción puede incluir, además, un tercer inyector de combustible dispuesto en una tercera entrada de combustible formada en el tubo de escape en una posición correspondiente al reactor de plasma.

40 De acuerdo con todavía otra realización de ejemplo de la presente invención, el tubo de escape del motor puede comunicarse con el colector de DPF, y la salida del reactor de plasma puede comunicarse con el tubo de escape que conecta el motor y el colector de DPF. El reactor de plasma puede incluir un inyector de combustible dispuesto en una entrada de combustible que puede estar conectada a la cámara de calentamiento del electrodo, pulverizando y suministrando combustible líquido el inyector de combustible a la cámara de calentamiento. El electrodo puede incluir una boquilla de pulverización a través de la cual el interior de la cámara de reacción puede comunicarse con la cámara de calentamiento.

45 La boquilla de pulverización del electrodo puede estar formada para inclinarse en un ángulo respecto a una superficie exterior del electrodo.

55 **Efectos ventajosos**

De acuerdo con la primera a tercera realización de ejemplo de la presente invención, un reactor de plasma que funciona con rapidez aplica calor a gases de escape que se dirigen hacia un filtro de un colector de DPF para eliminar materiales en partículas en los gases de escape de un motor y, por lo tanto, el filtro puede oxidarse y eliminar los materiales en partículas recogidos de manera rápida y con eficacia.

60 Además, de acuerdo con la primera a tercera realización de ejemplo de la presente invención, el combustible líquido suministrado desde un depósito de almacenamiento de combustible se transfiere a un colector de DPF después de ser reformado a materiales de pre-oxidación compuestos principalmente por hidrógeno y monóxido de carbono, que pueden oxidarse en el colector de DPF previamente o quemarse mediante un reactor de plasma y, por lo tanto,

desarrollándose unas condiciones favorables para la oxidación de los materiales en partículas recogidos de manera que la oxidación de los materiales en partículas puede facilitarse de una manera eficaz.

5 Además, de acuerdo con la primera a tercera realización de ejemplo de la presente invención, el reactor de plasma tiene una estructura reformada para mejorar la miscibilidad del gas y líquido suministrado y, de ese modo, puede garantizarse la fiabilidad de funcionamiento del sistema global.

10 De acuerdo con una cuarta realización de ejemplo de la presente invención, aunque haya una variación de composición y temperatura de los gases de escape dependiendo de las condiciones de funcionamiento, puede mantenerse de manera estable una llama creada por un combustible líquido pulverizado en el reactor de plasma y, por lo tanto, no hay variación en el rendimiento bajo carga y se reduce drásticamente la dependencia del rendimiento del quemador de plasma de acuerdo con la condición de carga y, además, puede simplificarse el equipo del dispositivo y el estado de funcionamiento.

15 Además, el reactor de plasma puede mantener de manera estable el rendimiento de evaporación independientemente de un estado de composición del gas y el combustible y, por lo tanto, puede aumentar los límites más allá del procedimiento convencional utilizando un quemador.

20 El reactor de plasma de la presente invención es particularmente excelente en características de atomización del combustible líquido, características de evaporación, y características de mezcla con un agente oxidante tal que esto puede avanzar la tecnología de reducción de materiales en partículas.

25 De acuerdo con una quinta a séptima realización de ejemplo de la presente invención, el reactor de plasma puede simplificarse formando una boquilla de pulverización sobre un electrodo para pulverizar combustible, y el reactor de plasma permite que el combustible se evapore directamente en el electrodo y se transfiera a una cámara de mezcla y, de ese modo, puede evaporarse y quemarse completamente una gran cantidad de combustible que fluye.

30 Debido al sistema de reducción pueden eliminarse materiales nocivos tales como hidrocarburos no quemados que normalmente salen en un arranque en frío y sin tratamiento debido a una baja temperatura, y el dispositivo de tratamiento posterior previamente montado puede funcionar con éxito incluso en un estado de baja temperatura tal como la conducción urbana.

35 Como resultado, por los efectos antes mencionados, los materiales en partículas en los gases de escape, que son un factor de contaminación del medio ambiente, pueden eliminarse con eficacia, por lo que puede conseguirse el objetivo final de mitigación de la contaminación del medio ambiente.

Descripción de los dibujos

40 La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una primera realización de ejemplo de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una segunda realización de ejemplo de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una tercera realización de ejemplo de la presente invención.

45 La figura 4 es una vista en sección transversal de un reactor de plasma aplicado a la primera a tercera realización de ejemplo de la presente invención.

La figura 5 es una vista en perspectiva del reactor de plasma aplicado a la primera a tercera realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra la forma de un conducto intercambiador de calor.

50 La figura 6 es una vista en sección transversal según una línea AA de la figura 4, que ilustra la forma de un orificio de entrada.

La figura 7 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una cuarta realización de ejemplo de la presente invención.

La figura 8 es una vista en sección transversal de un reactor de plasma aplicado a la cuarta realización de ejemplo de la presente invención.

55 La figura 9 es una vista en sección transversal parcial que ilustra el reactor de plasma que se muestra en la figura 8 que tiene un segundo inyector de combustible.

La figura 10 es una vista en sección transversal del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con la cuarta realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra un tipo de reactor de plasma conectado a un tubo de escape de conexión.

5 La figura 11 es una vista en sección transversal del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con la cuarta realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra otro tipo de reactor de plasma conectado a un tubo de escape de conexión, con una placa de protección formada en el mismo.

La figura 12 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una quinta realización de ejemplo de la presente invención.

10 La figura 13 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una sexta realización de ejemplo de la presente invención.

La figura 14 es una vista en planta del electrodo del reactor de plasma que se muestra en la figura 13, que ilustra la posición y la forma de unas boquillas de pulverización.

15 La figura 15 es una vista en sección transversal del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con la quinta realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra un tipo de reactor de plasma conectado a un tubo de escape de conexión.

La figura 16 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una sexta realización de ejemplo de la presente invención.

20 La figura 17 es una vista en sección transversal del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una séptima realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra un tipo de reactor de plasma conectado a un tubo de escape de conexión, con una placa de protección formada en el mismo.

Mejor modo

25 En adelante, la presente invención se describirá más completamente con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales se muestran realizaciones de ejemplo de la invención. Sin embargo, la invención puede realizarse de distintas maneras y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones que se describen aquí. Para describir claramente las realizaciones de la presente invención, se han omitido los elementos no relacionados con la descripción, y los mismos números de referencia designan los mismos elementos en toda la memoria.

30 La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una primera realización de ejemplo de la presente invención.

35 Tal como se muestra en la figura 1, un sistema de reducción de materiales en partículas 100 de acuerdo con la presente realización incluye un colector de filtro de partículas diesel (DPF) que está conectado a un tubo de escape 140 de un motor 20 que quema un combustible a base de hidrocarburos suministrado desde un depósito de almacenamiento de combustible 10, y recoge y elimina materiales en partículas de los gases de escape, de manera que el sistema de reducción constituye un sistema de tratamiento posterior de gases de escape. Además, el sistema de reducción de materiales en partículas 100 incluye un reactor de plasma 150 que tiene una entrada de gas 163 y una salida 162, y el colector de DPF 30 incluye un catalizador de oxidación 32 y un filtro 35. La presente realización ilustra el colector de DPF 30 que tiene el catalizador de oxidación 32 como ejemplo, pero el sistema de reducción de materiales en partículas de la presente invención puede realizarse sin catalizador de oxidación y todavía pueden esperarse los efectos que la presente invención persigue. Lo siguiente se aplica a todas las realizaciones de ejemplo que se dan a continuación.

45 El tubo de escape 140 del motor 20 está conectado a la entrada de gas 163 del reactor de plasma 150, y la salida 162 del reactor de plasma 150 está conectada al colector de DPF 30. Los gases de escape que salen del motor 20 son transferidos al colector de DPF 30 después de haberse calentado al pasar a través del reactor de plasma 150.

50 El calibre de la salida 162 del reactor de plasma 150 puede formarse para que sea igual o similar al del tubo de escape 140, pero en la figura 1 el calibre de la salida 162 se ilustra mayor que el del tubo de escape 140 para facilitar la explicación. Esto también se aplica a los otros dibujos que se dan a continuación.

55 En la presente realización, el reactor de plasma 150 queda dispuesto en una trayectoria de los gases de escape cuando son transferidos desde el motor 20 hacia el colector de DPF 30. El reactor de plasma 150 reacciona con plasma con los gases de escape suministrados y expulsa lo que resulta hacia la sección del colector de DPF 30, y los gases de escape que se transfieren al colector de DPF 30 son calentados por la reacción de plasma. Por consiguiente, puede mantenerse un estado de altas temperaturas para la oxidación cuando los gases de escape se oxidan en el catalizador de oxidación 32 del colector de DPF 30.

En la presente realización, toda la cantidad de gases de escape transferidos desde el motor 20 al colector de DPF 30 a través del tubo de escape 140 atraviesan el reactor de plasma 150. Además, el reactor de plasma 150 puede incluir adicionalmente una entrada de combustible 176 conectada al depósito de almacenamiento de combustible 10, a través de la cual puede suministrarse un combustible líquido al reactor de plasma 150. El combustible inyectado a través de la entrada de combustible 176 reacciona con plasma en la cámara de reacción 161 con los gases de escape que han fluido a través de la entrada de gas 163 y se han reformado parcialmente a materiales de pre-oxidación, que pueden oxidarse a una temperatura relativamente baja en comparación con los gases de escape, o quemarse, y transferirse entonces al colector de DPF 30.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una segunda realización de ejemplo de la presente invención.

Tal como se muestra en la figura 2, un sistema de reducción de materiales en partículas 200 de acuerdo con la presente realización incluye un colector de DPF que está conectado a un tubo de escape 240 de un motor 20 que quema un combustible a base de hidrocarburos suministrado desde un depósito de almacenamiento de combustible 10, y recoge y elimina materiales en partículas de gases de escape, de manera que el sistema de reducción constituye un sistema de tratamiento posterior de gases de escape. Además, el sistema de reducción de materiales en partículas 200 incluye un reactor de plasma 150 que tiene una entrada de gas 163 y una salida 162, y un colector de DPF 30 que tiene un catalizador de oxidación 32 y un filtro 35.

El tubo de escape 240 del motor 20 está conectado al colector de DPF 30, una línea de derivación 241 que se bifurca desde el tubo de escape 240 está conectada a la entrada de gas 163 del reactor de plasma 150, y la salida 162 del reactor de plasma 150 está conectada al tubo de escape 240 que conecta el motor 20 y el colector de DPF 30 a través de una segunda línea de derivación 243. Parte de los gases de escape emitidos por el motor 20 se transfieren al colector de DPF 30 después de haber sido calentados al atravesar la cámara de reacción 161 del reactor de plasma 150.

El reactor de plasma 150 incluye una entrada de combustible 176, y la entrada de combustible 176 está conectada al depósito de almacenamiento de combustible 10. El combustible inyectado a través de la entrada de combustible 176 reacciona con plasma en la cámara de reacción 161 con los gases de escape que han fluido a través de la entrada de gas 163 y es parcialmente reformado a materiales de pre-oxidación, que pueden oxidarse a una temperatura relativamente baja en comparación con los gases de escape, o quemarse, y transferirse entonces al colector de DPF 30.

En la presente realización, el reactor de plasma 150 se encuentra dispuesto en una trayectoria de los gases de escape a medida que se transfieren desde el motor 20 hacia el colector de DPF 30. Al reactor de plasma 150 se le puede suministrar parte de los gases de escape y combustible a base de hidrocarburos desde el depósito de almacenamiento de combustible 10 al mismo tiempo. En consecuencia, los gases de escape suministrados al reactor de plasma 150 se calientan por la reacción de plasma, y el combustible suministrado junto con los gases de escape es parcialmente reformado a materiales de pre-oxidación mientras reaccionan con plasma con el oxígeno (O_2) en los gases de escape. Estos materiales de pre-oxidación pueden contribuir a un aumento de la temperatura por oxidación y emisión de calor a una temperatura relativamente baja en el catalizador de oxidación, donde los materiales pre-oxidación pueden obtenerse reformando el combustible a base de hidrocarburos suministrado al reactor de plasma 150 y el oxígeno de los gases de escape. Ejemplos de materiales de pre-oxidación son hidrógeno (H_2) y monóxido de carbono (CO), y puede controlarse una relación de composición de estos materiales variando una relación de mezcla de aire y combustible.

Los materiales pre-oxidación creados tal como se ha indicado anteriormente se transfieren al colector de DPF 30, y luego se suministra calor a la sección del catalizador de oxidación 32 del colector de DPF 30 por oxidación.

En otras palabras, en la presente realización, parte de los gases de escape se utiliza para quemar combustible por descarga de plasma mientras atraviesan el reactor de plasma 150 o se transfieren al colector de DPF 30 mientras se mantiene dicho estado para calentar la sección del catalizador de oxidación 32. Al mismo tiempo, los materiales de pre-oxidación, que se crean reformando el combustible a base de hidrocarburos suministrado al reactor de plasma 150 con el oxígeno en los gases de escape, se transfieren al colector de DPF 30 y se oxidan en el catalizador de oxidación 32 previamente. En consecuencia, el filtro 35 puede regenerarse quemando y eliminando los materiales en partículas recogidos en el filtro 35 mientras se calienta la sección del catalizador de oxidación 32 a una temperatura adecuada para la oxidación de los materiales en partículas.

La figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una tercera realización de ejemplo de la presente invención.

Tal como se muestra en la figura 3, un sistema de reducción de materiales en partículas 300 de acuerdo con la presente realización incluye un colector de DPF que está conectado a un tubo de escape 340 de un motor 20 que quema un combustible a base de hidrocarburos suministrado desde un depósito de almacenamiento de combustible 10, y recoge y elimina materiales en partículas en los gases de escape, de manera que el sistema de reducción

constituye un sistema de tratamiento posterior de gases de escape. Además, el sistema de reducción de materiales en partículas 300 incluye un reactor de plasma 150 que tiene una entrada de gas 163 y una salida 162, y un colector de DPF 30 que tiene un catalizador de oxidación 32 y un filtro 35.

5 El tubo de escape 340 del motor 20 está conectado al colector de DPF 30, y la salida 162 del reactor de plasma 150 está conectada al tubo de escape 340 que conecta el motor 20 y el colector de DPF 30. El reactor de plasma 150 incluye una entrada de combustible 176, y la entrada de combustible 176 está conectada al depósito de almacenamiento de combustible 10.

10 Por lo tanto, el combustible inyectado a través de la entrada de combustible 176 reacciona con plasma en la cámara de reacción 161 y se reforma a materiales de pre-oxidación, que pueden oxidarse a una temperatura relativamente baja en comparación con los gases de escape, o quemarse, y se transfieren entonces al colector de DPF 30.

15 En la presente realización, la salida 162 del reactor de plasma 150 se encuentra dispuesta en una trayectoria de los gases de escape a medida que se transfieren desde el motor 20 al colector de DPF 30. El reactor de plasma 150 reforma el combustible a base de hidrocarburos suministrado desde el depósito de almacenamiento de combustible 10 a materiales de pre-oxidación que pueden ser oxidados a una temperatura baja, por reacción de plasma.

20 El oxígeno o aire necesario para la reforma del combustible a base de hidrocarburos se requiere suministrarlo al reactor de plasma 150 simultáneamente, y dicha función puede conseguirse mediante la entrada de gas 163. El gas suministrado desde el exterior se hace fluir a través de la entrada de gas 163 y puede hacerse fluir, por ejemplo, oxígeno (O₂) o aire que incluye oxígeno, como agente oxidante para la oxidación del combustible líquido.

25 Los materiales de pre-oxidación creados mediante el reactor de plasma 150 se transfieren al colector de DPF 30 a través de la salida 162 y se oxidan primero en el catalizador de oxidación 32, y con ello la sección del catalizador de oxidación 32 puede calentarse a una temperatura adecuada para la oxidación de los materiales en partículas acumulados de los gases de escape.

30 El reactor de plasma aplicado a las realizaciones de ejemplo anteriores requiere asegurar una mezcla rápida y eficaz del gas y el líquido que fluyen, y dicha función puede conseguirse incluyendo constituciones que se explicarán en detalle a continuación.

35 La figura 4 es una vista en sección transversal de un reactor de plasma aplicado a la primera a tercera realización de ejemplo de la presente invención, y la figura 5 es una vista en perspectiva que ilustra la forma de un conducto intercambiador de calor.

40 Haciendo referencia a la figura 4, el reactor de plasma 150 incluye un cuerpo 160 que proporciona un espacio para la mezcla y la reacción, y un electrodo 170 que aplica una tensión para descarga de plasma. El cuerpo 160 se compone de una cámara de reacción 161 y una base 165, y el electrodo 170 está soportado por la base 165 y sobresale dentro de la cámara de reacción 161.

45 La cámara de reacción 161 presenta una forma cilíndrica que tiene un espacio interior en la misma, y sobre la misma están formadas una entrada de gas 163 y una salida 162. La entrada de gas 163 es para la entrada de gases tales como aire o gases de escape, y la salida 162 es para el escape de materiales reaccionados después de la reacción de plasma. La entrada de gas 163 puede estar formada para abrirse hacia el lado de la cámara de reacción 161, y la salida 162 puede abrirse hacia un lado opuesto a la base 165.

50 La base 165 está formada en el extremo inferior de la cámara de reacción 161, e incluye una cámara de mezcla 167 que comunica con la entrada de gas 163 y que comunica con la cámara de reacción 161 a través de un orificio de entrada 168.

55 Tal como se muestra en la figura 5, en un cuerpo de la pared de la cámara de reacción 161 hay formado un conducto intercambiador de calor 164 para comunicar la entrada de gas 163 con la cámara de mezcla 167, presentando el conducto intercambiador de calor 164 una forma en espiral a lo largo de una circunferencia de la cámara de reacción 161. El gas que fluye a través de la entrada de gas 163 se transfiere a lo largo del conducto intercambiador de calor 164, y puede absorber calor transferido desde la cámara de reacción 161.

60 La figura 6 es una vista en sección transversal según una línea AA de la figura 4, que ilustra una forma de un orificio de entrada.

65 El orificio de entrada 168 está formado en la superficie interior de la cámara de reacción 161 para inclinarse en un ángulo respecto a una línea normal de la superficie interior de la cámara de reacción 161. El combustible mezclado formado mediante la mezcla de gas y combustible en la cámara de mezcla 167 fluye hacia la cámara de reacción 161, mientras se forma un flujo giratorio y circula alrededor de una circunferencia del electrodo 170, formándose de este modo una especie de flujo en remolino. Puede haber múltiples orificios de entrada 168 formados a intervalos iguales, de manera que el espacio interior de la cámara de reacción 161 puede utilizarse de manera eficiente.

La cámara de reacción 161 y la base 165 pueden estar formadas solidarias, o pueden montarse entre sí después de haberse fabricado por separado. La base 165 puede incluir un aislante tal como cerámica para evitar que pase la electricidad entre el extremo inferior del electrodo 170 y la cámara de reacción 161.

El electrodo 170 está soportado por la base 165, y sobresale dentro de la cámara de reacción 161, a la vez que queda separado de la superficie interior de la cámara de reacción 161. El electrodo 170 presenta forma de cono, al cual se le aplica alta tensión cuando se acciona. Aquí, la cámara de reacción 161 está conectada a tierra para mantener un estado de alta tensión entre el electrodo 170 y la cámara de reacción 161.

El reactor de plasma 150 puede incluir una entrada de combustible 176, y la entrada de combustible 176 está conectada al depósito de almacenamiento de combustible 10 y a través de la misma se suministra combustible líquido. La entrada de combustible 176 está formada en la base 165 del cuerpo 160, y el electrodo 170 tiene una cámara de calentamiento 175 en el mismo. La cámara de calentamiento 175 que comunica con una cámara de mezcla 167 puede estar conectada a la entrada de combustible 176.

Un inyector de combustible 180 que incluye un conducto de suministro de combustible 181 y un conducto de suministro de gas 182 en la presente realización está montado en la entrada de combustible 176. El conducto de suministro de combustible 181 está fijado a la base 165 del cuerpo 160, y el conducto de suministro de gas 182 está montado en un lateral del conducto de suministro de combustible 181 para comunicarse con el mismo, pulverizando así el combustible suministrado a través del conducto de suministro de combustible 181 a la cámara de calentamiento 175 con el gas suministrado a través del conducto de suministro de gas 181. El gas suministrado a través del conducto de suministro de gas 182 puede ser de una fuente exterior de alimentación o puede ser parte de los gases de escape. Alternativamente puede aplicarse un inyector convencional a la entrada de combustible 176 con el fin de pulverizar el combustible líquido directamente.

A continuación se describirá en detalle el funcionamiento del reactor de plasma 150 formado tal como se ha indicado anteriormente.

Se suministra combustible líquido al reactor de plasma 150 a través del conducto de suministro de combustible 181, y al mismo tiempo aire o gases de escape que contienen oxígeno (O₂) fluyen hacia el reactor de plasma 150 a través de la entrada de gas 182. Aquí, el aire o los gases de escape que fluyen se transfieren a la cámara de mezcla 167 en un estado activado en el cual la temperatura se eleva suficientemente al pasar el conducto intercambiador de calor 164. Además, el combustible líquido que se transfiere a la cámara de calentamiento 175 del electrodo 170 a través del conducto de suministro de combustible 181 se transfiere de nuevo a la cámara de mezcla 167 en estado evaporado y activado mediante la absorción de calor en la cámara de calentamiento 175. En la cámara de calentamiento 175, el aire o los gases de escape transferidos a través del conducto intercambiador de calor 164 se mezclan con el combustible evaporado transferido desde la cámara de calentamiento 175, y después la mezcla fluye hacia el espacio interior de la cámara de reacción 161 a través del orificio de entrada 168.

Tal como se ha descrito anteriormente, el aire o los gases de escape y el combustible líquido que ha fluido hacia el reactor de plasma 150 fluyen hacia el espacio interior de la cámara de reacción 161 después haberse mezclado suficientemente en la cámara de mezcla 167. Puede evitarse un fenómeno de humectación y coquización del combustible líquido puesto que se evita que el combustible líquido se expulse directamente desde la cámara de calentamiento 175 o se evita que haga contacto directamente con la superficie exterior del electrodo 170. Además, el combustible líquido que se calienta en la cámara de calentamiento 175 se mezcla inmediatamente con el aire en la cámara de mezcla 167, de manera que inherentemente puede evitarse un fenómeno de licuefacción durante la transferencia.

Mientras tanto, el combustible mixto que incluye el combustible y el aire (o gases de escape) que se suministra desde la cámara de mezcla 167 a la cámara de reacción 161 a través del orificio de entrada 168 puede dar lugar a una reacción de plasma relativamente muy eficiente en base al volumen de acuerdo con la estructura distintiva del orificio de entrada 168 y el electrodo 170. De acuerdo con las realizaciones de ejemplo de la presente invención, el electrodo 170 presenta forma de cono, y el orificio de entrada 168 está formado en la superficie interior de la cámara de reacción 161 para inclinarse en un ángulo respecto a línea normal de la superficie interior de la cámara de reacción 161. En consecuencia, el combustible mezclado que fluye a través del orificio de entrada 168 circula a lo largo de la circunferencia del electrodo 170 y genera un arco giratorio, lo que da lugar a una reacción de plasma continua.

La figura 7 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con un cuarto ejemplo de realización de la presente invención, y la figura 8 es una vista en sección transversal de un reactor de plasma aplicado a la cuarta realización de ejemplo de la presente invención.

Tal como se muestra en la figura 7, un sistema de reducción de materiales en partículas 400 de acuerdo con la presente realización incluye un colector de filtro de partículas diesel (DPF) que está conectado a un tubo de escape 440 de un motor 20 que quema un combustible a base de hidrocarburos suministrado desde un depósito de

almacenamiento de combustible 10, y recoge y elimina materiales en partículas de los gases de escape, de manera que el sistema de reducción constituye un sistema de tratamiento posterior de gases de escape. Además, el sistema de reducción de materiales en partículas 400 incluye un reactor de plasma 250 que tiene una entrada de gas 263 y una salida 262, y el colector de DPF 30 que tiene un catalizador de oxidación 32 y un filtro 35.

5 El tubo de escape 440 del motor 20 está conectado al colector de DPF 30, y la salida 262 del reactor de plasma 250 está conectada al tubo de escape 440 que conecta el motor 20 y el colector de DPF 30. El reactor de plasma 250 incluye una primera entrada de combustible 281 y una segunda entrada de combustible 291 que se encuentran situadas respectivamente en la parte delantera y trasera de un electrodo 270, y las entradas de combustible 281 y 291 están conectadas al depósito de almacenamiento de combustible 10.

10 Haciendo referencia a la figura 8, el reactor de plasma 250 incluye un cuerpo 260 que proporciona un espacio para la mezcla y reacción, y el electrodo 270 que se aplica con una tensión de descarga de plasma. El cuerpo 260 incluye una cámara de reacción 261 y una base 265, y el electrodo 270 está soportado por la base 265 y sobresale dentro de la cámara de reacción 261.

15 La cámara de reacción 261 presenta forma cilíndrica con un espacio interior en la misma, y sobre ésta hay formadas una entrada de gas 263 y una salida 262. La entrada de gas 263 es para la entrada de gases tales como aire o gases de escape, y la salida 262 es para la salida de materiales que han reaccionado después de la reacción de plasma. La entrada de gas 263 puede estar formada para abrirse hacia el lado de la cámara de reacción 261, y la salida 262 puede abrirse hacia un lado opuesto de la base 265.

20 La base 265 está formada en el extremo inferior de la cámara de reacción 261, e incluye una cámara de mezcla 267 que comunica con la entrada de gas 263 y que comunica con la cámara de reacción 261 a través de un orificio de entrada 268.

25 En un cuerpo de la pared de la cámara de reacción 261 hay formado un conducto intercambiador de calor 264 para comunicar el gas de entrada 263 con la cámara de mezcla 267, presentando el conducto intercambiador de calor 264 una forma en espiral a lo largo de una circunferencia de la cámara de reacción 261. El gas que ha fluido a través de la entrada de gas 263 se transfiere a lo largo del conducto intercambiador de calor 264, y puede absorber el calor que se transfiere de la cámara de reacción 261.

30 El orificio de entrada 268 está formado en la superficie interior de la cámara de reacción 261 para inclinarse en un ángulo respecto a una línea normal de la superficie interior de la cámara de reacción 261. El combustible mezclado formado mezclando gas y combustible en la cámara de mezcla 267 desemboca fluye hacia la cámara de reacción 261, mientras se forma un flujo giratorio y circula alrededor de una circunferencia del electrodo 270, formándose de este modo una especie de flujo de remolino. Puede haber múltiples orificios de entrada 268 formados a intervalos iguales, de manera que el espacio interior de la cámara de reacción 261 puede utilizarse de manera eficiente.

35 La cámara de reacción 261 y la base 265 pueden estar formadas solidarias, o pueden montarse entre sí después de haberse fabricado por separado. La base 265 puede incluir un aislante tal como cerámica para evitar que pase la electricidad entre el extremo inferior del electrodo 270 y la cámara de reacción 261.

40 El electrodo 270 está soportado por la base 265, y sobresale hacia la cámara de reacción 261, a la vez que queda separado de la superficie interior de la cámara de reacción 261. El electrodo 270 presenta forma de cono. El electrodo 270 puede tener un cuello en la parte inferior con el fin de formar un espacio más amplio para la reacción entre el electrodo 270 y la superficie interior de la cámara de reacción 261, formándose de ese modo una sección de congestión de la llama. El combustible mezclado suministrado de manera giratoria a través del orificio de entrada 268 se mueve alrededor de la circunferencia del electrodo 270, formándose un flujo giratorio en el espacio de reacción. De esta manera, el plasma generado en el espacio de reacción gira en el mismo para mejorar la eficacia de la reacción de plasma en comparación con el primero con el mismo volumen. Sin embargo, el electrodo 270 puede no tener cuello, y la presente invención no se limita a ello.

45 Mientras tanto, en el reactor de plasma 250 de la presente realización, hay formada en la base 265 del cuerpo 260 una primera entrada de combustible 276 y en la cámara de reacción 261 hay formada una segunda entrada de combustible 278. En la primera entrada de combustible 276 hay montado un primer inyector de combustible 280 que suministra combustible líquido a la cámara de mezcla 267 y en la segunda entrada de combustible 278 hay montado un segundo inyector de combustible de 290 que suministra combustible líquido en la cámara de reacción 261.

50 La primera entrada de combustible 276 está conectada a una cámara de calentamiento 275, de manera que el primer inyector de combustible 280 puede pulverizar y suministrar combustible líquido a la cámara de calentamiento 275. El combustible líquido pulverizado se suministra a la cámara de mezcla 267 después de haber sido calentada por la cámara de reacción 261.

55 El segundo inyector de combustible 290 queda montado para inclinarse en un ángulo respecto a la superficie interior de la cámara de reacción 261 en el lado de la misma, y pulveriza y suministra combustible líquido por encima del

electrodo 270 en el interior de la cámara de reacción 261. Aunque no se muestra, el segundo inyector de combustible 290 puede ir montado perpendicularmente a la superficie interior de la cámara de reacción 261 en el lado de la misma.

5 La figura 9 es una vista en sección transversal parcial que ilustra el reactor de plasma que se muestra en la figura 8 que tiene un inyector de combustible adicional.

10 El número de segundos inyectores de combustible 290 puede variar en función del tamaño de la cámara de reacción 261. Uno o más de los segundos inyectores de combustible 290 pueden ir dispuestos en la cámara de reacción 261, y más de dos pueden quedar dispuestos radialmente a intervalos iguales. En la presente realización, tal como se muestra en la figura 9, tres de los segundos inyectores de combustible 290 están dispuestos a intervalos iguales. El combustible líquido, que se pulveriza desde la pluralidad de segundos inyectores de combustible 290 dispuestos radialmente a intervalos iguales, puede colisionar para producir partículas más pequeñas en la cámara de reacción 261.

15 El segundo inyector de combustible 290 incluye un segundo conducto de suministro de combustible 291 y un segundo conducto de suministro de gas 292. El segundo conducto de suministro de combustible 291 está fijado sobre la base 265 del cuerpo 260, y el segundo conducto de suministro de gas 292 está montado en un lado del segundo conducto de suministro de combustible 291 a la vez que se comunica con el mismo. El combustible suministrado a través del segundo conducto de suministro de combustible 291 puede pulverizarse en la cámara de calentamiento 275 con el gas suministrado a través del segundo conducto de suministro de gas 292. El gas suministrado a través del segundo conducto de suministro de gas 292 puede ser de una fuente de alimentación exterior o una parte de los gases de escape. Alternativamente, puede aplicarse un inyector convencional a la segunda entrada de combustible 278 con el fin de pulverizar directamente combustible líquido.

20 Mientras, el combustible líquido pulverizado a través del segundo inyector de combustible 290 se quema para formar una llama en la salida 262 por el electrodo 270 al que se aplica alta tensión y plasma formado en la cámara de reacción 261.

30 La figura 10 es una vista en sección transversal del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con la cuarta realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra un tipo de reactor de plasma conectado a un tubo de escape de conexión.

35 Haciendo referencia a la figura 10, en el tubo de escape 440 que conecta el motor 20 y el colector de DPF 30 puede formarse un tubo de escape de conexión 441 para el reactor de plasma 250. El tubo de escape de conexión 441 tiene una depresión de ajuste 443 que se reduce hacia un eje central, al cual está conectada la salida 262 del reactor de plasma 250.

40 La figura 11 es una vista en sección transversal del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con la cuarta realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra otro tipo de reactor de plasma conectado a un tubo de escape de conexión, con una placa de protección formada en el mismo.

45 Puede disponerse una placa de protección 447 adyacente a la salida 262 del reactor de plasma 250. La placa de protección 447 se acopla a una depresión de ajuste 446 formada en el tubo de escape de conexión 445 para proteger la llama de viento cruzado de los gases de escape. Es deseable que la placa de protección 447 se encuentre situada curso arriba del flujo de gases de escape antes de la salida 262 del reactor de plasma 250.

50 Mientras, en una entrada de tercer combustible 449 formada en un tubo de escape de conexión 445 en una posición correspondiente a la reactor de plasma 250 hay montado un tercer inyector de combustible 480.

55 El tercer inyector de combustible 480 pulveriza combustible líquido a la llama creada en el reactor de plasma 250 para suministrar combustible gaseoso al catalizador de oxidación 32 del colector de DPF 30. El combustible líquido pulverizado a través del tercer inyector de combustible 480 se evapora inmediatamente por la llama 230 para convertirse en combustible gaseoso, y entonces el combustible gaseoso se transfiere al catalizador de oxidación 32 del colector de DPF 30 a lo largo del tubo de escape 440. El tercer inyector de combustible 480 está conectado al depósito de almacenamiento de combustible 10, y puede aplicarse un inyector o boquilla convencional para el tercer inyector de combustible 480. El tercer inyector de combustible 480 no siempre tiene que aplicarse junto con la placa de protección 447. El tercer inyector de combustible 480 puede aplicarse al tubo de escape de conexión 441 de la figura 10, y además, puede montarse al tubo de escape 440.

60 A continuación se describirá el funcionamiento del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con la presente realización haciendo referencia a la figura 7 y la figura 8.

65 El gas (aire o gases de escape), que fluye a través de la entrada de gas 263 formada en un lado de la cámara de reacción 261 del reactor de plasma 250, se suministra a la cámara de mezcla 267 formada en la base 265, después

de calentarse previamente al pasar por el conducto intercambiador de calor 264 formado en la cámara de reacción 261.

5 El gas que fluyó hacia la cámara de mezcla 267 se mezcla con el combustible líquido suministrado a través del primer inyector de combustible 280. Es decir, el combustible líquido suministrado a través del primer inyector de combustible 280 se pulveriza en la cámara de calentamiento 275 formada en el electrodo 270, y el combustible líquido pulverizado se suministra a la cámara de mezcla 267 después de pre-calentarse en la cámara de calentamiento 275.

10 La mezcla de combustible que se mezcla en la cámara de mezcla 267 se suministra a través del orificio de entrada 268 para formar un flujo giratorio en la cámara de reacción 261. La mezcla de combustible suministrado como tal circula alrededor de una circunferencia del electrodo 270 para generar un arco giratorio, lo que produce una llama inducida por plasma. Aquí, el combustible líquido se suministra a través del segundo inyector de combustible 290, y el combustible líquido se quema para formar una llama en la salida 262 mediante una alta tensión aplicada al electrodo 270 y el plasma.

15 La llama puede expandirse hacia el tubo de escape 440 o el tubo de escape de conexión 441 o 445 por la salida 262 y suministrar calor para los gases de escape transferidos a través de la misma. Si los gases de escape como tales se calientan, los materiales en partículas (PM) contenidos en los gases de escape pueden calentarse a una temperatura en la que las PM pueden reaccionar fácilmente en el catalizador de oxidación 32 del colector de DPF 30.

20 Mientras, si se aplica el tercer inyector de combustible 480 a la presente realización, el combustible líquido se pulveriza a la llama formada en la salida 262 a través del tercer inyector de combustible 480, y entonces el combustible líquido se evapora hasta contribuir a un aumento de la temperatura por oxidación en el catalizador de oxidación 32 del colector de DPF 30.

25 La figura 12 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una quinta realización de ejemplo de la presente invención, y la figura 13 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una sexta realización de ejemplo de la presente invención.

30 Tal como se muestra en la figura 12, un sistema de reducción de materiales en partículas 500 de acuerdo con la presente realización incluye un colector de DPF que está conectado a un tubo de escape 540 de un motor 20 que quema un combustible a base de hidrocarburos suministrado desde un depósito de almacenamiento de combustible 10, y recoge y elimina materiales en partículas de los gases de escape, de manera que el sistema de reducción constituye un sistema de tratamiento posterior de gases de escape. Además, el sistema de reducción de materiales en partículas 500 incluye un reactor de plasma 350 que tiene una entrada de gas 363 y una salida 362, y un colector de DPF 30 que tiene un catalizador de oxidación 32 y un filtro 35.

35 El tubo de escape 540 del motor 20 está conectado al colector de DPF 30, y la salida 362 del reactor de plasma 350 está conectada al tubo de escape 540 que conecta el motor 20 y el colector de DPF 30. El reactor de plasma 350 incluye una entrada de combustible 376 en la parte posterior del electrodo 370, y la entrada de combustible 376 está conectada al depósito de almacenamiento de combustible 10.

40 En la presente realización, el electrodo 370 incluye una boquilla de pulverización 373 a través de la cual el interior de la cámara de reacción 361 se comunica con la cámara de calentamiento 375. Haciendo referencia a la figura 14, la boquilla de pulverización 373 del electrodo 370 está formada para inclinarse en un ángulo respecto a una superficie exterior del electrodo 370. En el electrodo 370 puede disponerse una o más boquillas de pulverización 373, y pueden disponerse radialmente más de dos a intervalos iguales.

45 Cuando se acciona el reactor de plasma 350, puede aplicarse una alta tensión al electrodo 370. El combustible pulverizado desde la boquilla de pulverización 373 formada en el electrodo 370 se quema por el plasma generado en la reacción cámara 361 para formar una llama en la salida 362.

50 Las características de la presente realización que no se han descrito en detalle son similares al reactor de plasma de la cuarta realización de ejemplo.

55 La figura 15 es una vista en sección transversal del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con la quinta realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra un tipo de reactor de plasma conectado a un tubo de escape conexión.

60 Haciendo referencia a la figura 15, en el tubo de escape 540 que conecta el motor 20 y el colector de DPF 30 puede formarse un tubo de escape de conexión 541 para el reactor de plasma 350. El final del tubo de conexión 541 tiene una depresión de ajuste 543 que se reduce hacia un eje central, al que está conectada la salida 362 del reactor de plasma 350.

65

A continuación se describirá el funcionamiento del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con la presente realización, haciendo referencia a la figura 12 y la figura 13.

5 El aire que fluye a través de la entrada de gas 363 formada en un lado de la cámara de reacción 361 del reactor de plasma 350 se suministra a la cámara de mezcla 367 formada en la base 365, después de pre-calentarse al pasar por el conducto intercambiador de calor 364 formado en la cámara de reacción 361. El aire que ha fluido a la cámara de mezcla 367 se mezcla con el combustible líquido suministrado a través del inyector de combustible 380.

10 El combustible líquido suministrado a través del inyector de combustible 380 se pulveriza en la cámara de calentamiento 375 formada en el electrodo 370, y parte del combustible líquido pulverizado se suministra a la cámara de mezcla 367 después de ser precalentado en la cámara de calentamiento 375 y mientras el resto se pulveriza a la cámara de reacción 361 a través de la boquilla de pulverización 373.

15 La mezcla de combustible que se mezcla en la cámara de mezcla 367 se suministra a través del orificio de entrada 368 para formar un flujo giratorio en la cámara de reacción 361. El combustible mezclado suministrado como tal circula alrededor de una circunferencia del electrodo 370 para generar un arco giratorio, produciendo de este modo plasma. Aquí, el combustible líquido se suministra a través de la boquilla de pulverización 373 del electrodo 370, y el combustible líquido se quema para formar una llama en la salida 362 mediante una alta tensión aplicada al electrodo 370 y el plasma.

20 La llama puede expandirse hacia el tubo de escape 540 o el tubo de escape de conexión 541 a través de la salida 362 y suministrar calor para los gases de escape transferidos a través de la misma. Si los gases de escape se calientan como tales, los materiales en partículas (PM) contenidos en los gases de escape pueden calentarse a una temperatura en la que las PM pueden reaccionar fácilmente en el catalizador de oxidación 32 del colector de DPF 30.

25 La figura 16 es un diagrama esquemático de un sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una sexta realización de ejemplo de la presente invención.

30 Un sistema de reducción de materiales en partículas 600 de acuerdo con la presente realización es similar a la de la quinta realización de ejemplo. Sin embargo, los gases de escape fluyen hacia el reactor de plasma 350 ya que la entrada de gas 363 del reactor de plasma 350 está conectada al tubo de escape 640 del motor 20.

35 La figura 17 es una vista en sección transversal del sistema de reducción de materiales en partículas de acuerdo con una séptima realización de ejemplo de la presente invención, que ilustra un tipo de reactor de plasma conectado a un tubo de escape de conexión, con una placa de protección formada en el mismo.

40 En el reactor de plasma 450 aplicado al sistema de reducción de materiales en partículas 700 de acuerdo con la presente realización, el electrodo 470 incluye una boquilla de pulverización 473 a través de la cual un interior de la cámara de reacción 461 se comunica con la cámara de calentamiento 475. De esta manera, el reactor de plasma 450, que es similar al reactor de plasma de la cuarta realización de ejemplo, incluye unas entradas de combustible 476 y 478 que están situadas respectivamente en la parte delantera y la parte trasera del electrodo 470. Las entradas de combustible 476 y 478 están provistas de unos inyectores de combustible 480 y 490 conectados al depósito de almacenamiento de combustible, y el combustible líquido puede pulverizarse a la cámara de calentamiento 475 o la cámara de reacción 461 con la misma.

45 Mientras, puede disponerse una placa de protección 747 adyacente a la salida 462 del reactor de plasma 450. La placa de protección 747 se acopla a la depresión de ajuste 743 formada en el tubo de escape de conexión 741 para hacer que la llama sea estable en viento cruzado de los gases de escape.

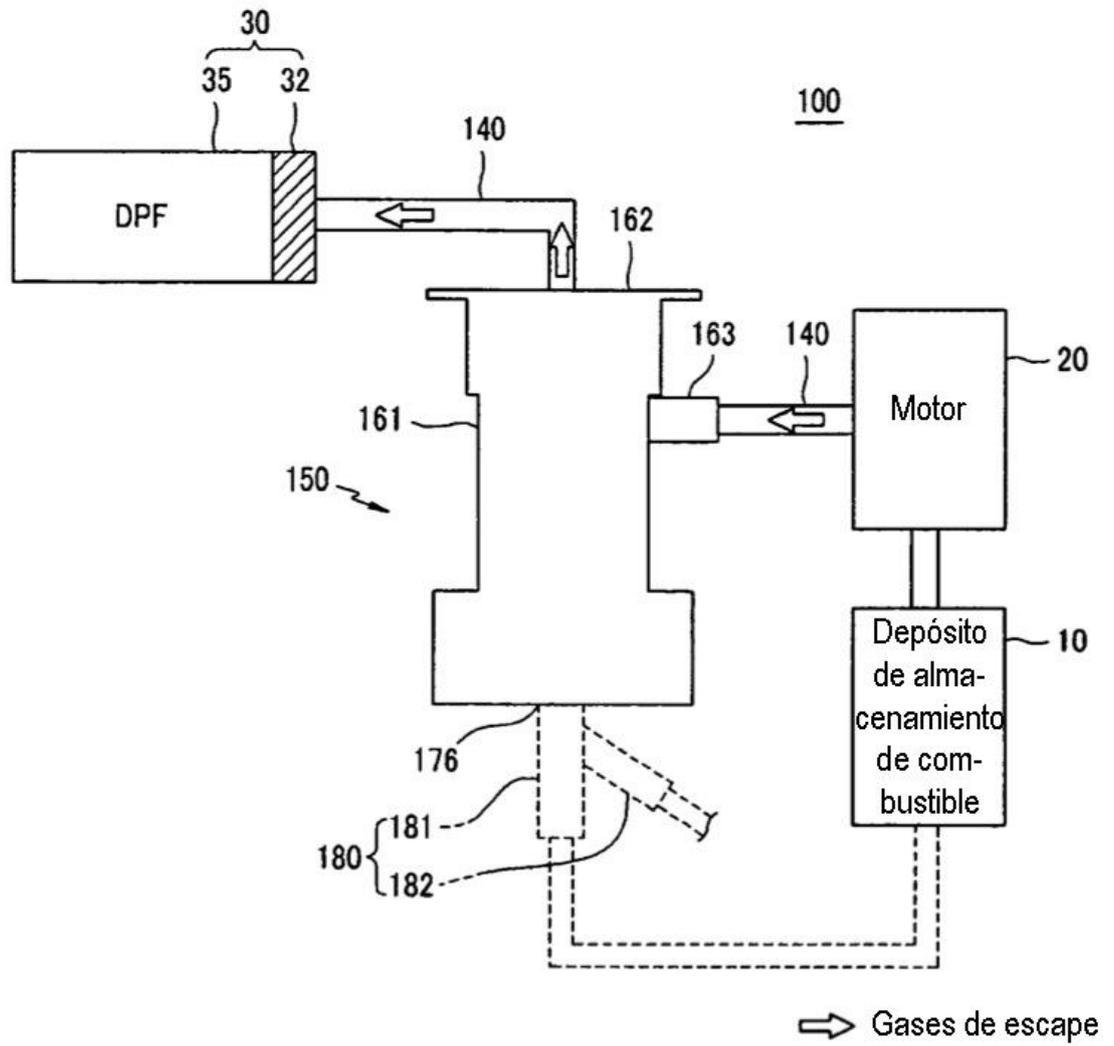
50 Aunque esta invención se ha descrito en combinación con lo que actualmente se considera que son realizaciones de ejemplo prácticas, hay que entender que la invención no está limitada a las realizaciones descritas sino que, al contrario, pretende cubrir diversas modificaciones incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

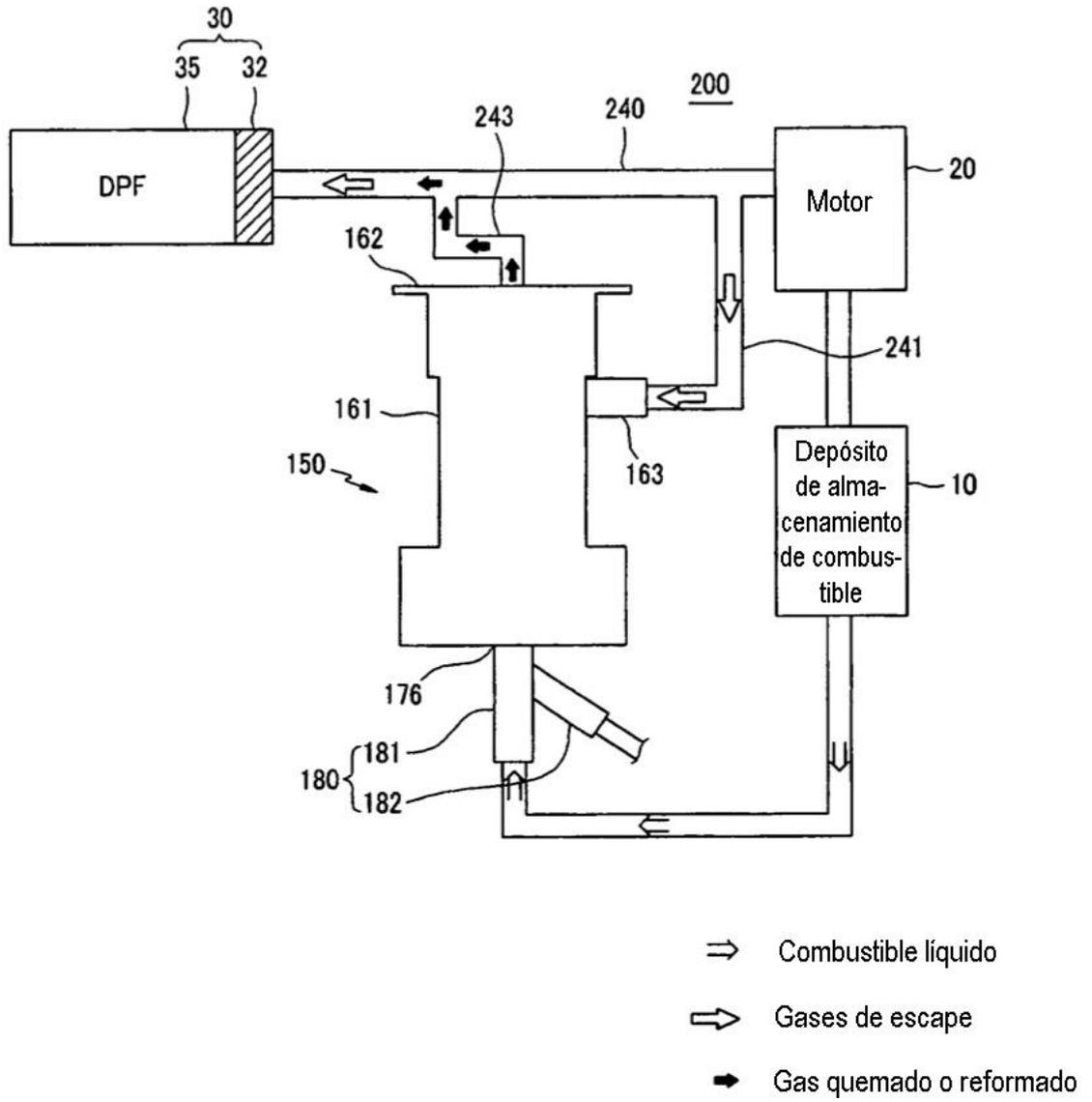
- 5 1. Sistema de reducción de materiales en partículas en gases de escape, que está conectado a un tubo de escape (140) de un motor (20) que quema un combustible a base de hidrocarburos suministrado desde un depósito de almacenamiento de combustible (10), y recoge y elimina materiales en partículas de los gases de escape, comprendiendo el sistema de reducción:
- un reactor de plasma (150) que tiene una entrada (163) para gas y una salida (162); y
 un colector de filtro de partículas diésel (30) que tiene un filtro (35),
 10 en el que el tubo de escape (140) del motor (20) comunica con el colector de filtro de partículas diésel (30) y la salida (162) del reactor de plasma (150) comunica con el tubo de escape (140) que conecta el motor (20) y el colector de filtro de partículas diésel (30), y
- el reactor de plasma (150) tiene una entrada de combustible (176) y la entrada de combustible está conectada al
 15 depósito de almacenamiento de combustible (10),
 caracterizado por el hecho de que el combustible inyectado a través de la entrada de combustible (176) reacciona con plasma en una cámara de reacción (161) de manera que el combustible se quema para aumentar la temperatura de los gases de escape, y se transfiere al colector de filtro de partículas diésel (30).
- 20 2. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el reactor de plasma comprende:
- un cuerpo (160) que incluye una cámara de reacción (161) que tiene la entrada de gas (163) y la salida (162) y una base (165) formada en el extremo inferior de la cámara de reacción (161), incluyendo la base una cámara de mezcla (167) que comunica con la entrada de gas y comunica con la cámara de reacción (161) a través de un orificio de
 25 entrada (168); y
- un electrodo (170) que sobresale hacia la cámara de reacción (161) mientras es soportado por la base (165) y queda separado de la superficie interior de la cámara de reacción (161).
- 30 3. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la entrada de combustible (176) está formada en la base (165) del cuerpo (160) y en el electrodo (170) hay formada una cámara de calentamiento (175), comunicando la cámara de calentamiento con la cámara de mezcla (167) y estando conectada la entrada de combustible (176) a la cámara de calentamiento (175).
- 35 4. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tubo de escape (140) del motor se bifurca y comunica con el colector de filtro de partículas diésel (30) y la entrada para gas del reactor de plasma (150), respectivamente,
- 40 en el que parte de los gases de escape que salen del motor son transferidos al colector de filtro de partículas diésel (30) después de ser calentados al atravesar el reactor de plasma (150), y
- en el que el combustible inyectado a través de la entrada de combustible (176) reacciona con plasma en la cámara de reacción (161) junto con los gases de escape que fluyen a través de la entrada de gas.
- 45 5. Sistema de reducción de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, en el que en la entrada de combustible (165) va montado un conducto de suministro de combustible (181) fijado a la base (165) del cuerpo (160), y en un lado del conducto de suministro de combustible (181) va montado un conducto de suministro de gas (182) mientras se comunican entre sí, pulverizando de ese modo el combustible suministrado a través del conducto de suministro de combustible hacia la cámara de calentamiento (175) con el gas suministrado a través del conducto de suministro de
 50 gas.
6. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el reactor de plasma (150) comprende, además,
- 55 un primer inyector de combustible (280) que está montado en una primera entrada de combustible (281) formada en la base (265) del cuerpo (260) y que pulveriza combustible líquido hacia la cámara de mezcla (267), y
- un segundo inyector de combustible (290) que está montado en una segunda entrada de combustible (291) conectada a la cámara de reacción (261) y que pulveriza combustible líquido hacia la cámara de reacción (261).
- 60 7. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 6, en el que en el electrodo (270) hay formada una cámara de calentamiento (275), comunicando la cámara de calentamiento (275) con la cámara de mezcla (267) y estando conectada la primera entrada de combustible (281) a la cámara de calentamiento (275), de manera que el primer inyector de combustible (280) pulveriza combustible líquido hacia la cámara de calentamiento (275).

8. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el segundo inyector de combustible (290) está montado para inclinarse en un ángulo respecto a la superficie interior de la cámara de reacción (261) en el lado de la misma, y pulveriza y suministra combustible líquido por encima del electrodo dentro de la cámara de reacción (261).
- 5 9. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el primer inyector de combustible (280) y el segundo inyector de combustible (290) están conectados al depósito de almacenamiento de combustible.
- 10 10. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 6, en el que se dispone una placa de protección (447) adyacente a la salida del reactor de plasma (250) en el tubo de escape para bloquear viento cruzado de los gases de escape.
11. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la placa de protección (447) queda situada en un lado curso arriba de los gases de escape antes de la salida del reactor de plasma (250).
- 15 12. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende, además, un tercer inyector de combustible (480) montado en una tercera entrada de combustible (449) formada en el tubo de escape en una posición correspondiente al reactor de plasma (250).
- 20 13. Sistema de reducción de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, en el que el reactor de plasma (350) incluye un inyector de combustible montado en una entrada de combustible que está conectada a la cámara de calentamiento del electrodo, el inyector de combustible pulverizando y suministrando combustible líquido a la cámara de calentamiento (375), y
- 25 en el que el electrodo incluye una boquilla de pulverización (373) a través de la cual el interior de la cámara de reacción (361) comunica con la cámara de calentamiento (375).
14. Sistema de reducción de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la boquilla de pulverización (373) del electrodo está formada para inclinarse en un ángulo respecto a una superficie exterior del electrodo (370).
- 30 15. Sistema de reducción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1, 4, 6 y 13, en el que el orificio de entrada (168) está formado en la superficie interior de la cámara de reacción (161) para inclinarse en un ángulo respecto a una línea normal de la superficie interior de la cámara de reacción, y en el que el combustible mezclado formado mezclando gas y combustible en la cámara de mezcla (167) fluye hacia la cámara de reacción a través del orificio de entrada (168) mientras se forma un flujo giratorio y circula alrededor de una circunferencia del electrodo
- 35 (170).
16. Sistema de reducción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1, 4, 6 y 13, en el que en un cuerpo de la pared de la cámara de reacción (161) hay formado un conducto intercambiador de calor (164) para comunicar la entrada de gas (163) con la cámara de mezcla (167), presentando el conducto intercambiador de calor (164) forma de espiral a lo largo de una circunferencia de la cámara de reacción (161).
- 40

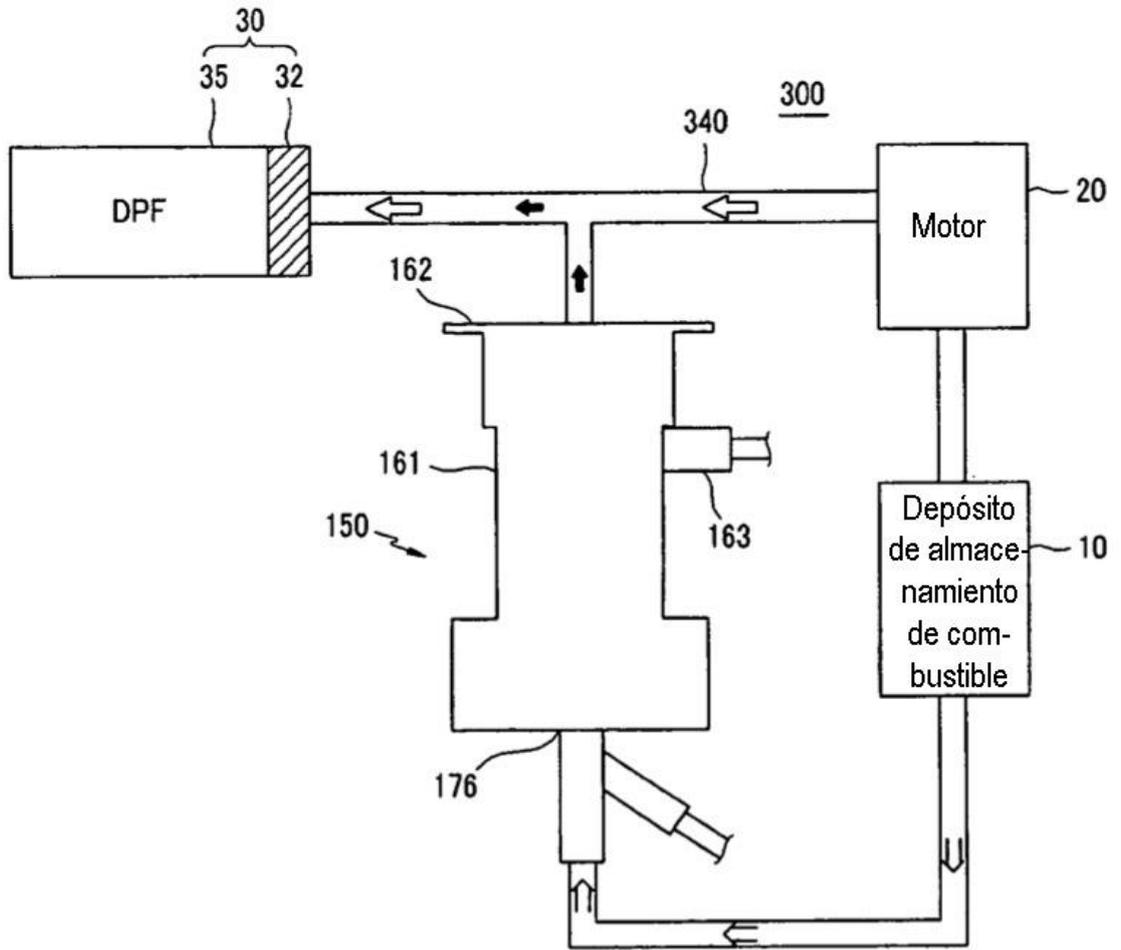
【FIG. 1】



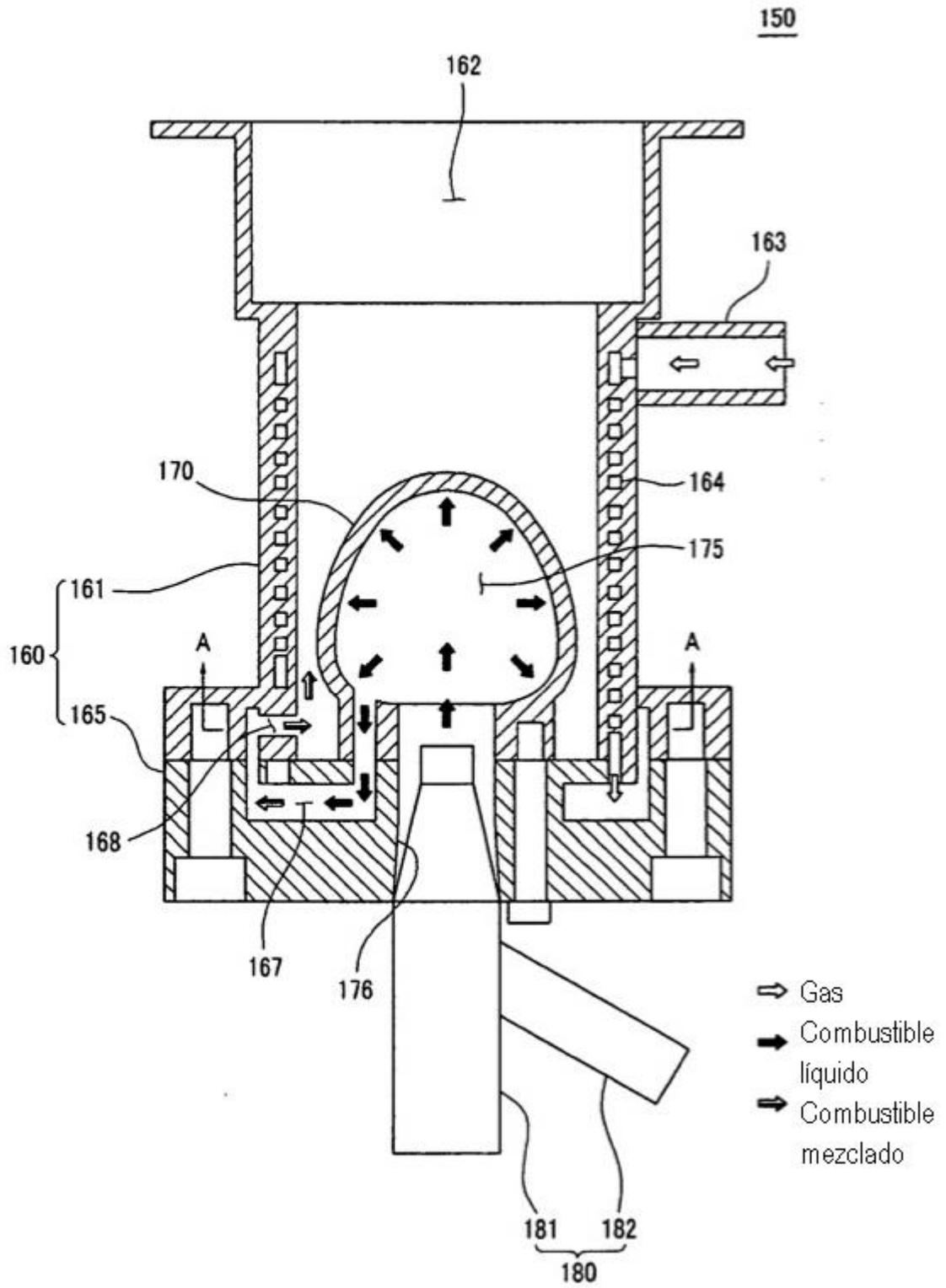
【FIG. 2】



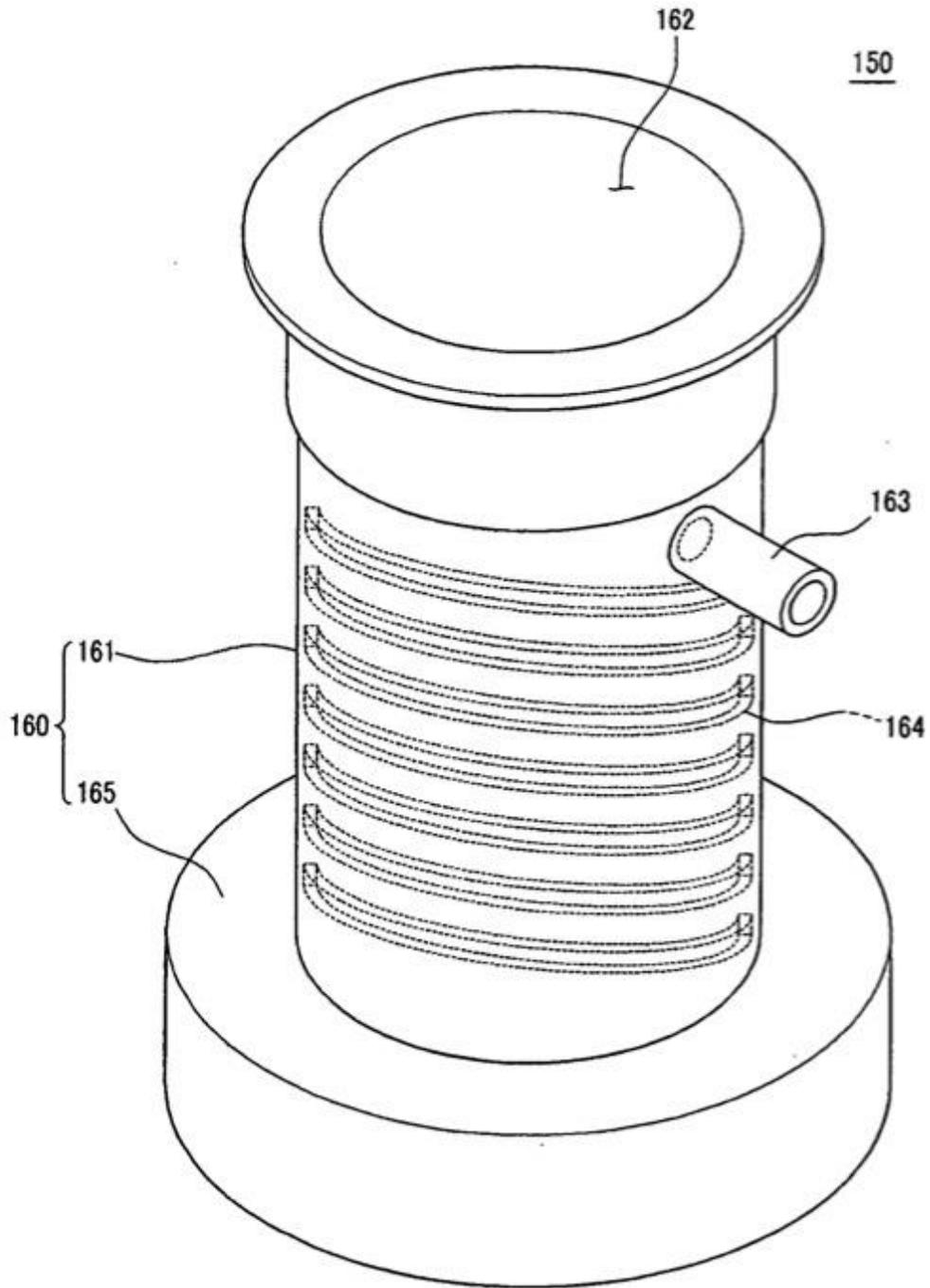
【FIG. 3】



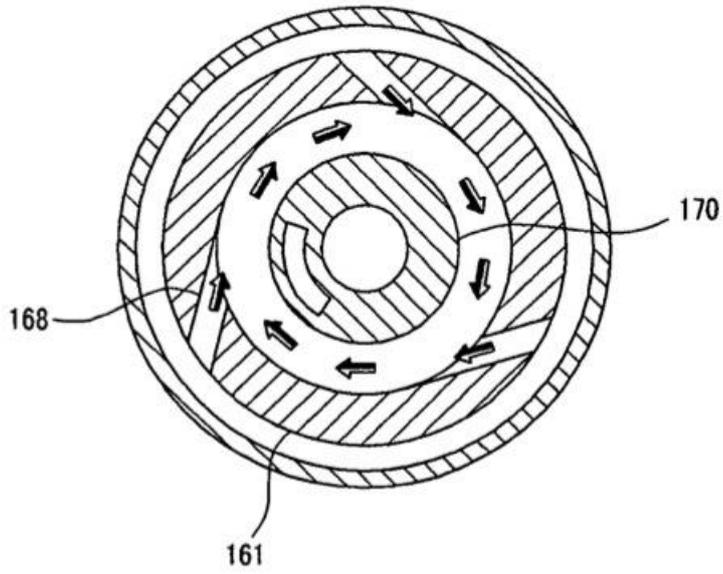
【FIG. 4】



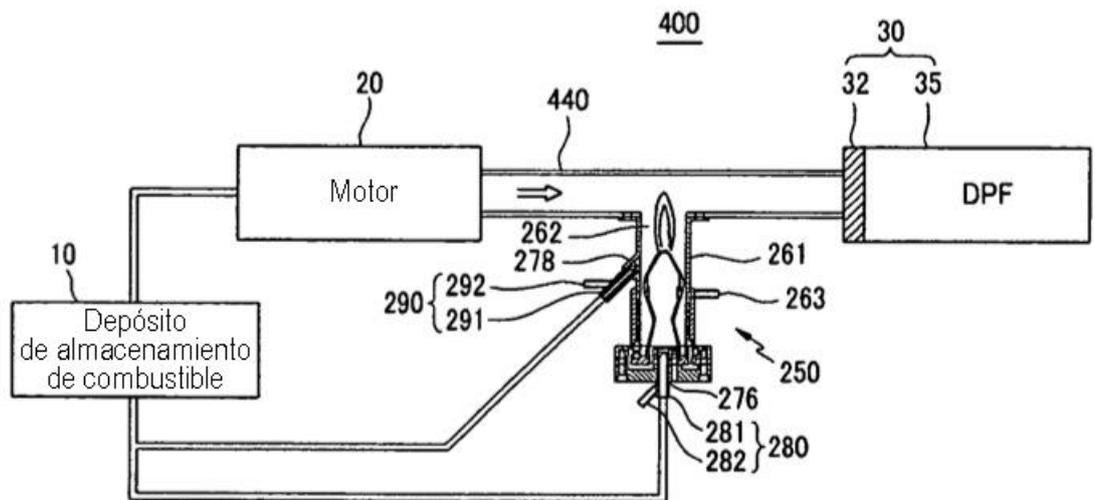
【FIG. 5】



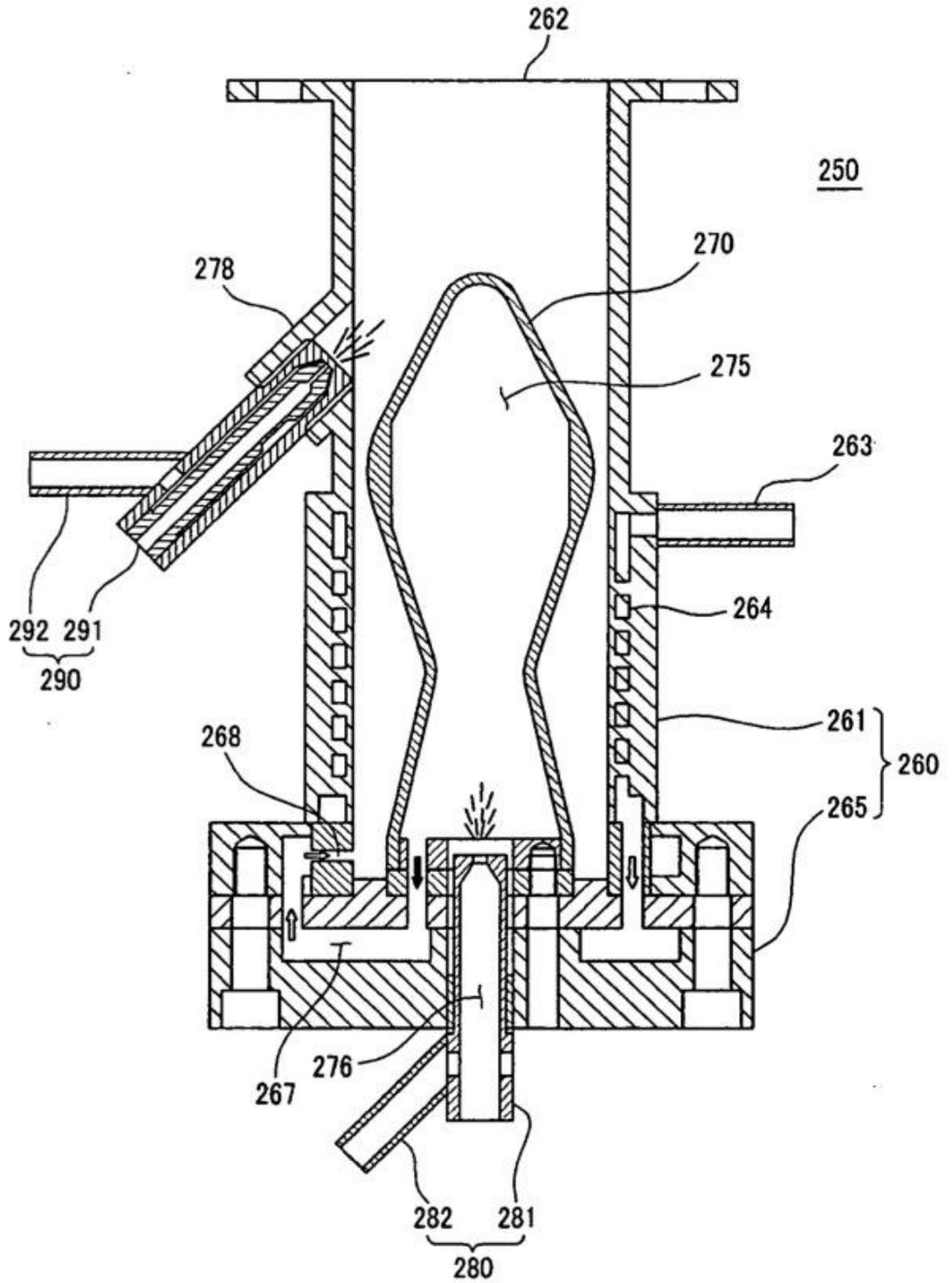
【FIG. 6】



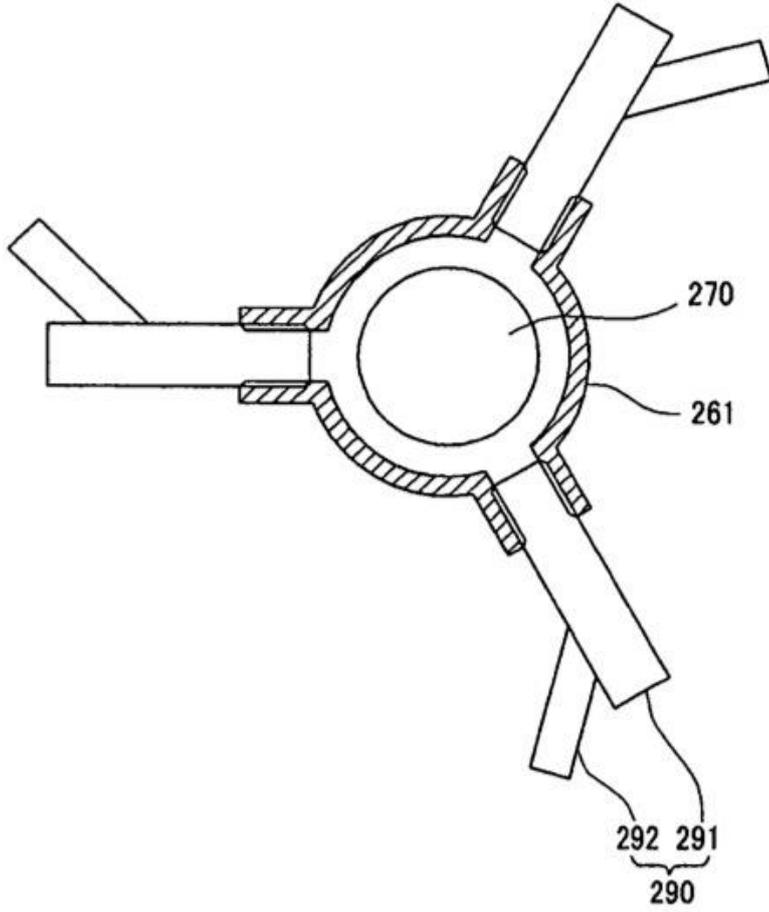
【FIG. 7】



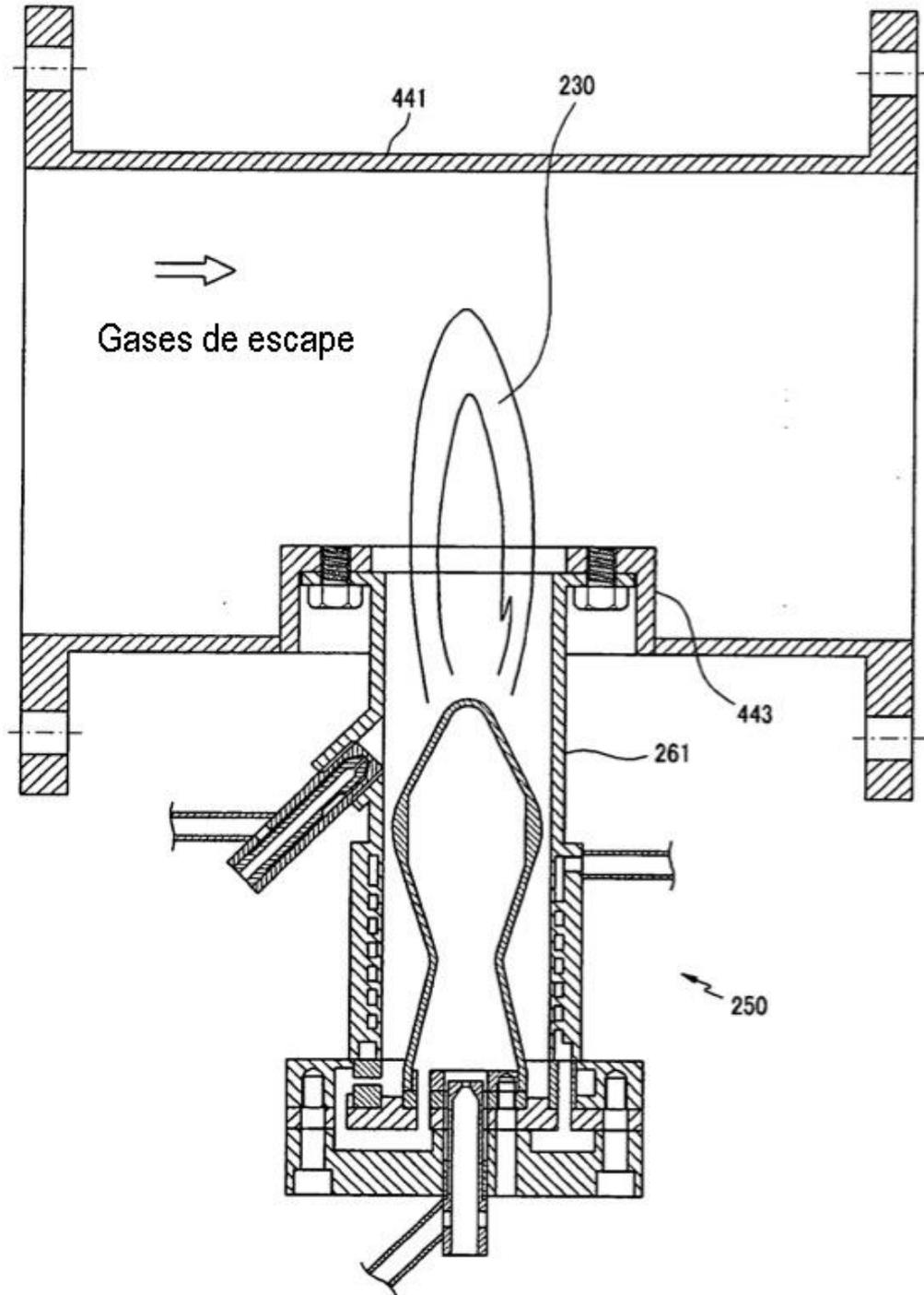
【FIG. 8】



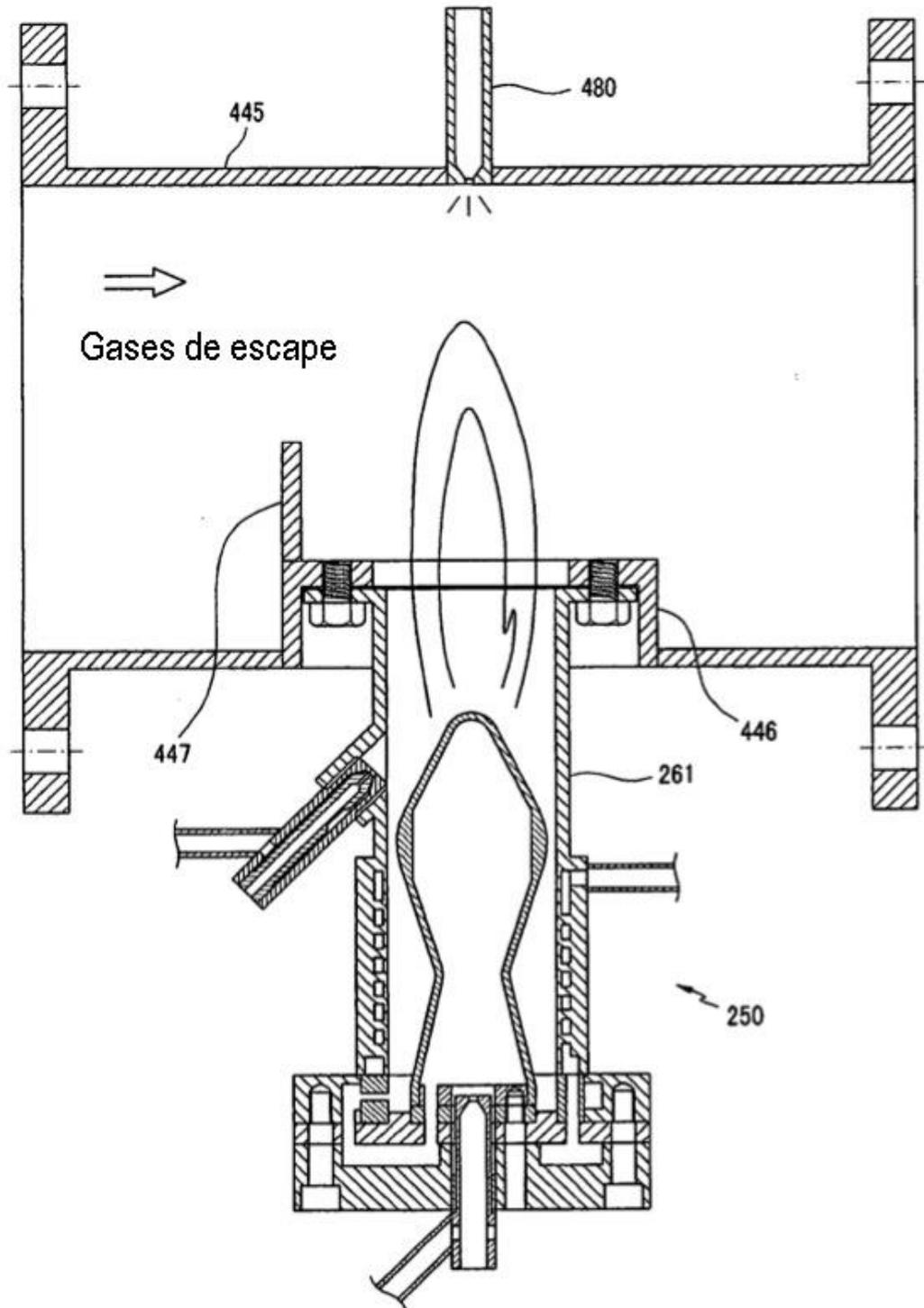
【FIG. 9】



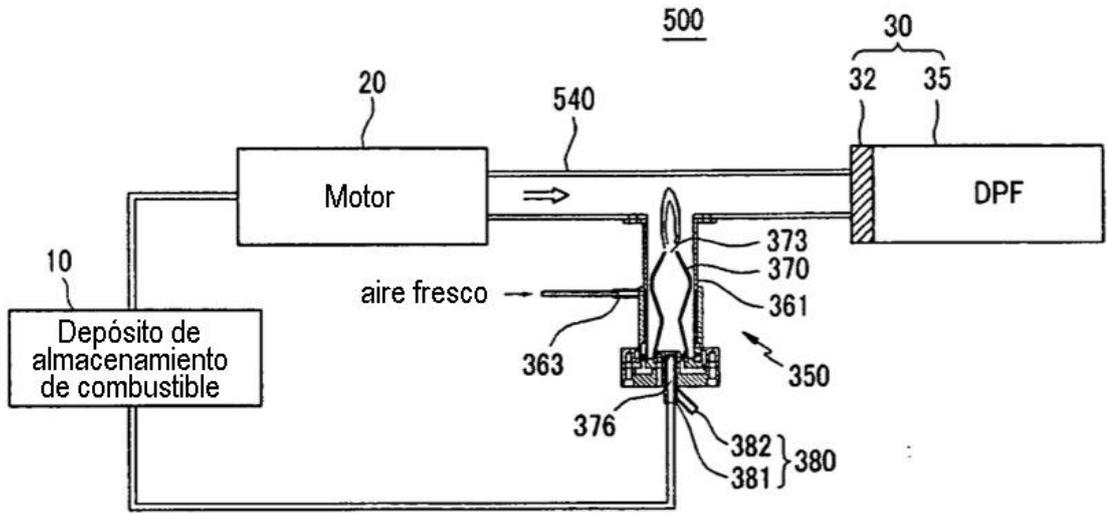
【FIG. 10】



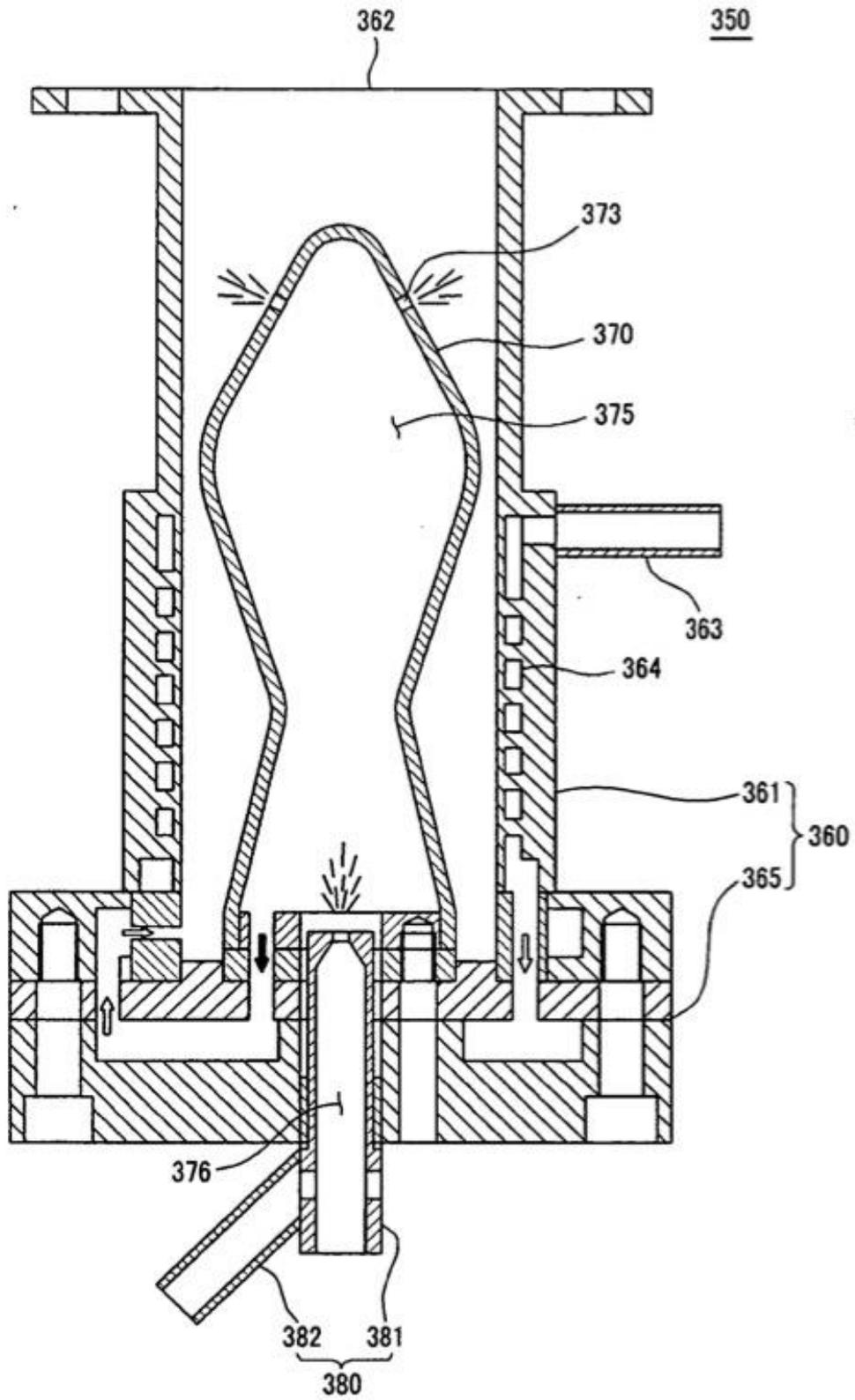
【FIG. 11】



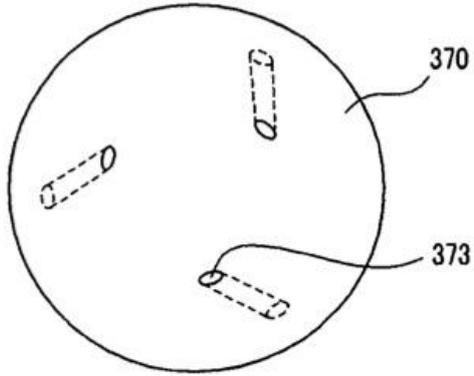
【FIG. 12】



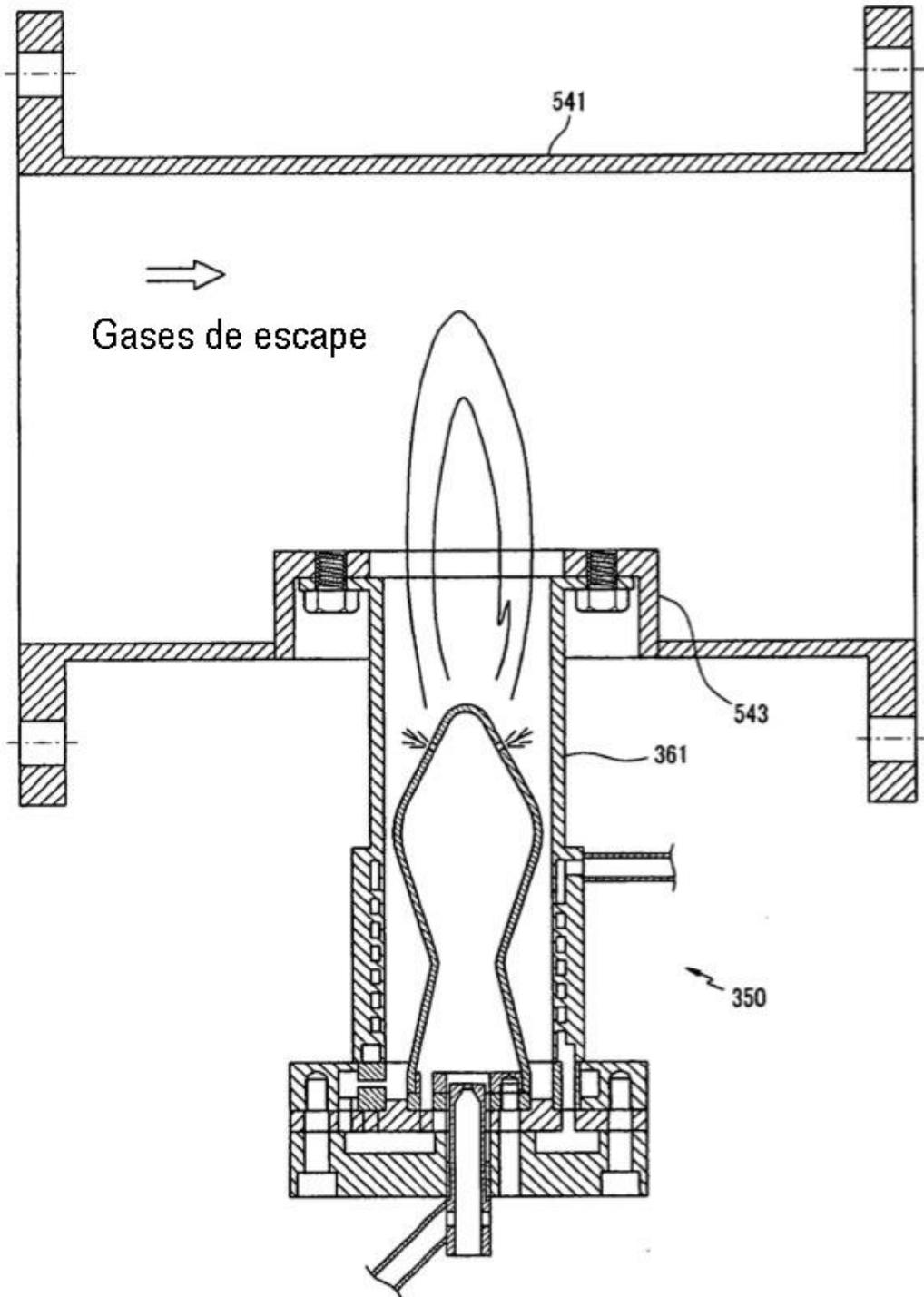
【FIG. 13】



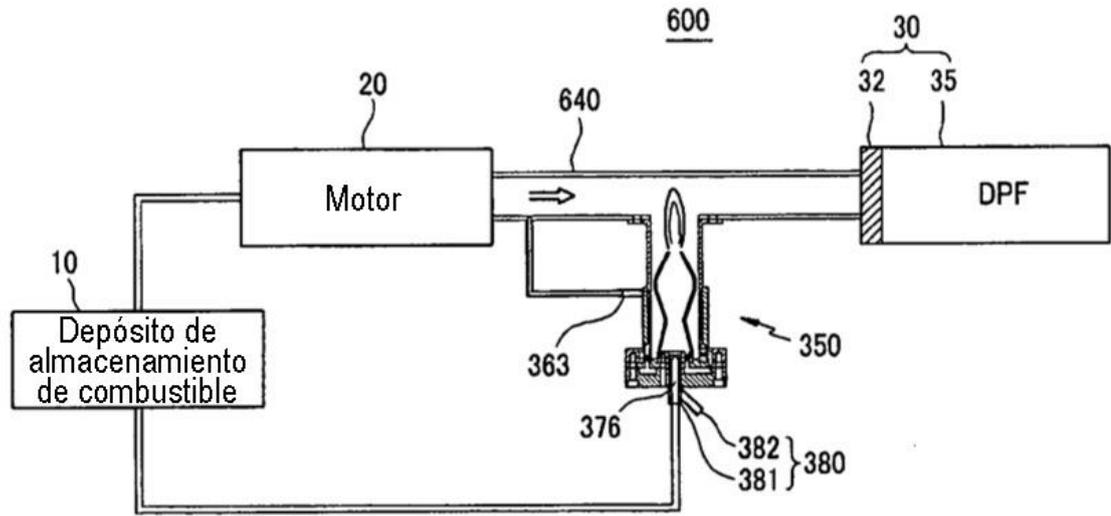
【FIG. 14】



[FIG. 15]



【FIG. 16】



[FIG. 17]

