

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 555**

51 Int. Cl.:

F02D 41/02 (2006.01)

F01N 3/021 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2012** **E 12194111 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** **EP 2602462**

54 Título: **Procedimiento mejorado de limitación de las emisiones contaminantes de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

09.12.2011 FR 1161435

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

28.04.2017

73 Titular/es:

PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA (100.0%)
Route de Gisy
78140 Velizy-Villacoublay, FR

72 Inventor/es:

MATTHESS, NILS y
BERTIN, THIERRY

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 610 555 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento mejorado de limitación de las emisiones contaminantes de un motor de combustión interna

La presente invención concierne a un procedimiento mejorado de limitación de las emisiones contaminantes de un motor de combustión interna especialmente de tipo diesel.

5 A pesar de la optimización del funcionamiento de los motores de combustión interna, y de modo más particular de los motores de tipo diesel, los motores generan emisiones contaminantes consistentes especialmente en la emisión de partículas sólidas contaminantes u hollín producidos durante la combustión incompleta en el motor. Es conocido atrapar estas partículas presentes en los gases de escape por la implantación en la línea de escape aguas abajo de las cámaras de combustión del motor, de un filtro de partículas.

10 Dicho filtro de partículas, tal como está ilustrado en la figura 2, está diseñado de modo que pueda retener las partículas sobre paredes porosas superpuestas 1 entre las cuales está interpuesto un tampón 3 que forma tapón, forzando los tampones 3 y las paredes porosas 1 a los gases a atravesar las diferentes paredes en sus espesores, a fin de retener las partículas sólidas de diámetros superiores a los poros de estas paredes.

Existen principalmente dos clases de filtros de partículas:

- 15 • un filtro de partículas aditivado, que es un filtro de partículas del mismo tipo que el descrito anteriormente asociado a un aditivo de ayuda a la regeneración que es mezclado con el carburante y que permite reducir la temperatura a la cual el hollín puede ser oxidado y por tanto eliminado, es decir en torno a 450°, y
- un filtro de partículas catalizado que es un filtro de partículas aditivado con metales preciosos como el platino en forma de una fase activa que a su vez es depositada sobre y/o en el interior de las paredes porosas de un
- 20 filtro de partículas, teniendo estos metales preciosos por objetivo oxidar el hollín y por consiguiente eliminarle, cuando la temperatura lo permita, o sea en torno a 550 °C – 650 °C.

A medida que se produce la utilización del motor, tal como está ilustrado en las figuras 3 a 5, las partículas se acumulan en el filtro en forma de una capa gruesa 5 de algunas micras ilustrada en la figura 5 y acaban provocando una contrapresión importante en el escape del motor, así como un aumento de la presión diferencial en los bornes

25 del filtro de partículas, lo que disminuye considerablemente el rendimiento del motor. A fin de restablecer el rendimiento del motor, se practica una regeneración del filtro de partículas por combustión de las partículas que se acumulan en el mismo.

Un inconveniente de tal dispositivo proviene del hecho de que tras la regeneración del filtro de partículas, se constata que el filtro deja pasar las partículas sólidas durante aproximadamente 10 minutos.

30 Las emisiones de partículas en número (PN) aumentan entonces de modo importante y el retorno a niveles de emisión aceptables solamente se realiza al cabo de varias decenas de kilómetros de funcionamiento del motor como ilustra el gráfico de la figura 1 que pone en evidencia la emisión por el motor de aproximadamente 1,4. 1012 partículas por kilómetro aproximadamente 21 km después de la regeneración, mientras que el hollín reglamentario aceptable es sensiblemente 6.1011 partículas por kilómetro. Durante este período, la filtración no está por tanto

35 correctamente asegurada.

Para paliar este inconveniente, el documento FR 2 923 531 recomienda hacer solamente una regeneración parcial, después de la cual subsiste siempre una capa de hollín de un cierto espesor, pero esta solución conduce a efectuar más regeneraciones más cortas, lo que aumenta los riesgos de sobreconsumo del motor y de dilución de aceite.

40 Una solución sería reducir más la porosidad de las paredes del filtro (de 18 micras a 9 micras por ejemplo), que desgraciadamente tiene como consecuencia un aumento de la contrapresión en el escape y por tanto un impacto sobre el rendimiento del motor (por tanto el consumo de carburante).

Se conoce también el documento JP2010031799A correspondiente al preámbulo de la reivindicación 1.

La invención tiene por objetivo paliar estos inconvenientes.

45 A tal efecto, la invención concierne a un procedimiento de disminución de las emisiones contaminantes de una línea de escape de un motor de combustión interna de un vehículo especialmente automóvil, provista de un filtro de partículas, que comprende una etapa de filtración de las partículas sólidas contenidas en las emisiones contaminantes por el filtro de partículas, siendo recubierto el filtro, durante el funcionamiento normal del motor, por una capa de partículas sólidas que a su vez permite la filtración de las partículas sólidas más finas (cuyo diámetro es entonces inferior al diámetro medio de los poros) que tiene una acción beneficiosa para la filtración, y al cabo de una

50 duración de funcionamiento más larga, por una capa de partículas sólidas más gruesa que provoca una contrapresión en el escape del motor que degrada su rendimiento, comprendiendo el procedimiento una etapa de regeneración del filtro recubierto por la capa denominada « nociva » por ser demasiado gruesa, consistente en eliminar esta capa « nociva » en su totalidad.

- 5 Por capa que tiene una acción beneficiosa se comprende la capa que se forma progresivamente a partir de las paredes del filtro hasta un espesor del orden de 2 micras a 3 micras. Esta capa es favorable para la filtración, como se explicó anteriormente. A continuación, la capa continúa engrosándose hasta un espesor del orden de 100 micras a 150 micras, y este espesor de capa por encima de 2 micras a 3 micras llega a ser nocivo: cuando esta capa llega a un espesor umbral del orden de 100 micras a 150 micras, la misma genera una contrapresión demasiado importante, que provoca la necesidad de hacer una regeneración del filtro.
- 10 El carácter demasiado grueso de esta capa nociva corresponde por tanto al espesor umbral por encima del cual se activa la regeneración, muy por encima del espesor de la primera capa favorable. Ésta es estimada en función de la variación de la diferencia de presión entre aguas abajo y aguas arriba del filtro (se comprende aguas abajo y aguas arriba en función de la dirección general de circulación de los gases de escape en el filtro).
- 15 Por otra parte, a igualdad de todo lo demás, para un filtro dado, se tiene en efecto una correlación entre una diferencia de presión aguas arriba/aguas abajo del filtro y un espesor de capa sobre las paredes del filtro: se puede por tanto midiendo o estimando esta diferencia de presión deducir el espesor de capa de partículas (que se denomina también « torta ») sobre las paredes del filtro, y detectar cuándo se sobrepasa el espesor umbral.
- 20 Naturalmente esta correlación entre espesor de capa y diferencia de presión aguas arriba/aguas abajo depende de las características del filtro, especialmente de su dimensionamiento (volumen, longitud ...): el especialista en la materia establece, por ejemplo en un banco de ensayo, la correlación para cada filtro dado.
- 25 La medición de la diferencia de presión puede hacerse con uno o dos sensores de presión.
- 30 El procedimiento comprende todavía una etapa de formación acelerada de la capa beneficiosa de partículas sólidas, puesta en práctica en el filtro virgen de cualquier partícula, comprendiendo esta formación acelerada una etapa de formación de un agregado compuesto de núcleos de carbono y de hidrocarburos no quemados, denominado partículas grasas, definida por una fase de aumento del número de núcleos de carbono y de hidrocarburos no quemados producidos por el motor.
- 35 De acuerdo con la invención, la fase de aumento de hidrocarburos no quemados en la línea de escape comprende la acción de cortocircuitar temporalmente un catalizador de oxidación situado aguas arriba del filtro de partículas en el sentido de la evacuación de las emisiones del motor.
- 40 De acuerdo con una característica de la invención, la formación acelerada de la capa fina de partículas sólidas es puesta en práctica durante la primera utilización del filtro.
- 45 De acuerdo con otra característica de la invención, la formación acelerada de la capa fina de partículas sólidas es puesta en práctica en el filtro inmediatamente después de la etapa de regeneración del filtro.
- 50 De acuerdo todavía con otra característica, la fase de aumento del número de núcleos de carbono producidos por el motor comprende una y/u otra de las acciones siguientes:
- realizar una post-inyección en frío de carburante en la cámara de combustión,
 - aumentar la tasa de gases recirculados hacia el motor,
 - degradar el avance de inyección.
- De acuerdo todavía con otra característica, la fase de aumento de hidrocarburos no quemados en la línea de escape comprende una y/u otra de las acciones siguientes:
- post-inyectar carburante en el motor, y
 - degradar la combustión.
- De acuerdo todavía con otra característica, el procedimiento comprende una etapa de control del número de partículas sólidas emitidas aguas abajo del filtro de partículas por un sensor de partículas situado aguas abajo del filtro de partículas, que permite activar o detener la formación acelerada de la capa beneficiosa de hollín.
- La invención se comprenderá mejor, y otros objetivos, características, detalles y ventajas de la misma se pondrán de manifiesto de modo más claro a la luz de la descripción explicativa que sigue, hecha refiriéndose a los dibujos esquemáticos anejos dados únicamente a título de ejemplo que ilustran varios modos de realización de la invención y en los cuales:
- la figura 1 antes citada ilustra la evolución de las emisiones de partículas en número (histogramas de fondo blanco, unidad en número de partículas.Km-1) y en masa (histogramas de fondo rayado, unidad en km-1) en función del número de kilómetros recorridos por el vehículo después de una regeneración del filtro de partículas de este vehículo;

- la figura 2 anteriormente citada representa esquemáticamente, según un corte transversal, un filtro de partículas de paredes porosas, que filtra la emisiones de un motor de combustión interna;
 - las figuras 3 a 5 ilustran esquemáticamente agrandamientos del filtro de la figura 2 que muestran el depósito progresivo de las partículas sólidas sobre las paredes porosas de este filtro;
- 5
- la figura 6 representa esquemáticamente la constitución del hollín que se deposita sobre las paredes del filtro de las figuras 3 a 5; y
 - la figura 7 ilustra esquemáticamente la formación de las partículas de hollín de la figura 6.

La invención tiene por objetivo reducir las emisiones de partículas en número, especialmente después de la regeneración de un filtro de partículas o durante la primera utilización de un filtro nuevo.

- 10 En efecto, se ha constatado, se trate de un filtro aditivado o catalizado, que la capa de hollín 4 de algunas micras que se forma sobre las paredes porosas del filtro de partículas durante el funcionamiento normal del motor, tal como está representado en la figura 4, mejora su eficacia de filtración.

Esta capa de hollín relativamente fina que actúa como un filtro suplementario de las partículas más finas (diámetros inferiores al diámetro medio de los poros de la pared filtrante) que a su vez contribuyen lo más posible en el número de partículas detectadas, es por tanto beneficiosa para la filtración.

15

Desgraciadamente, cuando se produce una regeneración del filtro de partículas, esta capa de hollín beneficiosa ha sido “consumida”, es decir totalmente eliminada, y la eficacia de filtración de la misma se degrada significativamente (véase la figura 1).

- 20 Y, como está ilustrado en la figura 1, el límite reglamentario en masa de partículas de 4,5 mg/km es entonces ciertamente satisfecho, pero se sobrepasa sobradamente el número de 6.10¹¹ partículas/km (véase el primer histograma de fondo blanco que culmina en aproximadamente 1,4.10¹² partículas por kilómetro recorrido por el vehículo). Así, cuando se acaba de producir una regeneración o cuando el filtro de partículas es nuevo, no esta presente la capa de hollín beneficiosa para asegurar la filtración especialmente de las partículas más finas que contribuyen lo más posible en el número de partículas detectadas.

- 25 Evidentemente, este máximo de 1,4.10¹² partículas detectadas inmediatamente después de la regeneración disminuye a continuación para llegar a niveles conformes a las reglamentaciones, tal como ilustra la curva en trazo graso de la figura 1. Desgraciadamente, este retorno a la normal no se hace inmediatamente porque la capa de hollín beneficiosa no reaparece instantáneamente sobre las paredes del filtro de partículas en un procedimiento de gestión del filtro clásico.

- 30 Además, la formación de la capa de hollín depende de las condiciones de funcionamiento del motor. Por ejemplo, si la temperatura en la cámara de combustión sobrepasa netamente la temperatura de combustión del hollín (450 °C en el caso de un filtro aditivado o 550 °C – 650 °C en el caso de un filtro catalizado), el hollín apenas se deposita en superficie ya que el mismo es inmediatamente oxidado y transformado principalmente en CO₂ y en H₂O sin poder por tanto constituir la capa que filtra las partículas finas. Este es el caso, por ejemplo, de la conducción sobre autopista. La capa de hollín filtrante tardará en este caso más tiempo en reconstituirse.
- 35

- Asimismo, en inyección directa de gasolina (IDE), el filtro de partículas dispuesto después de un catalizador de tres vías o directamente después de un colector de emisiones, reduce, ciertamente, las emisiones de partículas pero debe ser optimizado todavía para respetar un límite común IDE/Diesel en número (6.10¹¹ partículas/km). En efecto, en IDE, las temperaturas en la cámara de combustión significativamente superiores a la temperatura de combustión del hollín y la presencia de oxígeno en la cámara en cada levantamiento del pie provocan una regeneración del filtro de manera casi continua, lo que no deja tiempo a la capa de hollín para participar en la filtración de las emisiones.
- 40

La invención consiste en volver a formar de modo acelerado una capa filtrante inmediatamente después de la regeneración del filtro de partículas o durante la primera utilización de un filtro nuevo.

- Esta aceleración puede ser obtenida de diversas maneras que tienen todas el mismo objetivo: aumentar la riqueza del motor para crear zonas de sobreriqueza en la cámara de combustión, y formar así hollín en número.
- 45

- Estas dos operaciones conducen a la emisión de una cantidad importante de partículas y de hidrocarburos « grasos » que formarán rápidamente en el filtro de partículas una capa de hollín filtrante y mejorará su eficacia en filtración. Se trata, como ilustran las figuras 6 y 7, de partículas constituidas por un núcleo de carbono (fracción orgánica insoluble) generado en la cámara de combustión, sobre el cual se condensan diferentes productos a lo largo de la línea de escape. Estos productos son agua, sulfatos/nitratos, pero sobre todo hidrocarburos no quemados presentes en los gases de escape (fracción orgánica soluble cuyo acrónimo inglés es SOF).
- 50

Para acelerar el fenómeno de constitución de esta capa de hollín, puede ser interesante hacer « fumar el motor ». Esto puede ser obtenido de diferentes maneras sabiendo que la idea principal es aumentar la riqueza de la mezcla aire/carburante que genera un aumento de la formación de núcleos de carbono en la cámara de combustión.

A tal efecto, es posible:

- 5 • realizar una post-inyección en frío de carburante en la cámara de combustión,
- aumentar de modo importante la tasa de EGR (gases de escape recirculados o reciclados hacia el motor), así, al disminuir la presión parcial de oxígeno en la cámara de combustión, es posible aumentar temporalmente las emisiones de partículas,
- 10 • degradar el avance de la inyección, es decir retardar la inyección de carburante a fin de degradar su combustión (es decir, combustión incompleta de la mezcla aire/carburante), aumentando las emisiones de partículas durante esta fase.

La post-inyección en frío como el aumento significativo de la tasa de EGR o la degradación de avance generan sobreemisiones de partículas, y después hidrocarburos no quemados « grasos » en la línea de escape, que acelerarán la constitución de la capa de hollín filtrante.

- 15 Así, de acuerdo con la invención, después de cada regeneración del filtro (detectada por ejemplo por los sensores de presión (DeltaP) situados a una y otra parte del filtro de partículas) o durante la primera utilización de un filtro nuevo, se realiza:
 - una post-inyección de carburante en la cámara de combustión si la temperatura del líquido de refrigeración es inferior a 80 °C,
 - 20 • o bien un aumento importante de la tasa de EGR o una degradación del avance si la temperatura del líquido de refrigeración es superior a 80 °C.

Y para constituir a continuación las partículas grasas que permiten una formación rápida de una capa de hollín filtrante, es posible:

- 25 1/ cortocircuitar temporalmente el catalizador de oxidación (DOC) situado aguas arriba del filtro de partículas. En efecto, este catalizador oxida los hidrocarburos no quemados y por tanto limita su condensación sobre los núcleos de carbono que entonces forman únicamente hollín “seco” menos apto para formar rápidamente una capa de hollín filtrante. El cortocircuito del DOC permite por tanto fabricar hollín graso al tiempo de constituir rápidamente la capa de hollín filtrante;
- 30 2/ generar por ejemplo un mayor número de partículas (puntos de funcionamiento del motor en el “mapa de humos”) y al mismo tiempo, aumentar la cantidad de hidrocarburos no quemados en los gases de escape, por ejemplo post-inyectando carburante o degradando su combustión a fin de aumentar la parte de fracción orgánica soluble del hollín generado.

Estas operaciones deben ser optimizadas para que se determine previamente su duración.

- 35 Es necesario encontrar el compromiso adecuado entre la duración de la formación acelerada de una capa de partículas de espesor suficiente para mejorar la eficacia de filtración, y la duración existente entre dos regeneraciones. No sería necesario en efecto que esta solución aumente la frecuencia de regeneraciones porque estas últimas aumentan el riesgo de dilución del carburante post-inyectado en el aceite de lubricación (riesgo de rotura del motor por defecto de lubricación), lo que no es deseable para la durabilidad del motor. Dicho esto, el riesgo de modificar la duración entre dos regeneraciones es pequeño porque el espesor de la capa filtrante que haya que alcanzar para mejorar la filtración es igualmente muy pequeño (algunas micras) y por tanto solamente representará un tiempo muy corto para constituirse.
- 40

En el caso en que un sensor de partículas esté situado aguas abajo del filtro de partículas, es posible controlar estas operaciones de manera más precisa y activarlas como detenerlas gracias al mismo.

- 45 El procedimiento de acuerdo con la invención puede ser puesto en práctica en el seno de las diferentes configuraciones siguientes:

- un motor Diesel equipado en la salida de escape, en ese orden, con un catalizador de oxidación, un catalizador de conversión de los óxidos de nitrógeno (DENOX) por reducción selectiva (SCR) o bien por atrapado y tratamiento de los NOx (PANOx), un sensor DeltaP, un filtro de partículas (aditivado o catalizado), de un sensor DeltaP y un sensor de hollín.
- 50 • un motor Diesel equipado en la salida de escape, en ese orden, con una trampa de óxidos de nitrógeno (NOx), un sensor DeltaP, un filtro de partículas (aditivado o catalizado), un sensor DeltaP y un sensor de hollín.

ES 2 610 555 T3

- un motor Diesel equipado en la salida de escape, en ese orden, con un catalizador de oxidación, de un catalizador DENOx (SCR o PANOx), un sensor DeltaP, un filtro de partículas (aditivado o catalizado), un sensor DeltaP.
- 5
- un motor Diesel equipado en la salida de escape, en ese orden, con una trampa de NOx, un sensor DeltaP, un filtro de partículas (aditivado o catalizado) y un sensor DeltaP.
 - un motor Diesel equipado en la salida de escape, en ese orden, con un catalizador de oxidación, un sensor DeltaP, un filtro de partículas (aditivado o catalizado), un sensor DeltaP y un sensor de hollín.
 - un motor Diesel equipado en la salida de escape, en ese orden, con un catalizador de oxidación, un sensor DeltaP, un filtro de partículas (aditivado o catalizado) y un sensor DeltaP.
- 10
- un motor Diesel equipado en la salida de escape, en ese orden, con un catalizador de oxidación, un sensor DeltaP, un filtro de partículas que contiene una impregnación DENOx, un sensor DeltaP y un sensor de hollín.
 - Un motor Diesel equipado en la salida de escape, en ese orden, con un catalizador de oxidación, un sensor Diesel, de un filtro de partículas que contiene una impregnación DENOx y un sensor DeltaP.

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de disminución de las emisiones contaminantes de una línea de escape de un motor de combustión interna de un vehículo especialmente automóvil, provista de un filtro de partículas que comprende una etapa de filtración de las partículas sólidas contenidas en las emisiones contaminantes por el filtro de partículas, siendo recubierto el filtro, durante el funcionamiento normal del motor, por una capa de partículas sólidas que a su vez permite la filtración de las partículas sólidas más finas, que tiene una acción beneficiosa para la filtración, y al cabo de una duración de funcionamiento más larga, por una capa de partículas sólidas más gruesa que provoca una contrapresión en el escape del motor que degrada su rendimiento, comprendiendo el procedimiento una etapa de regeneración del filtro recubierto por la capa denominada « nociva » por ser demasiado gruesa, consistente en eliminar esta capa « nociva » en su totalidad, una etapa de formación acelerada de la capa beneficiosa (4) de partículas sólidas (2), puesta en práctica en el filtro (1) virgen de cualquier partícula, comprendiendo esta formación acelerada una etapa de formación de un agregado compuesto de núcleos de carbono y de hidrocarburos no quemados, denominado “partícula grasa”, definida por una fase de aumento del número de núcleos de carbono y de hidrocarburos no quemados producidos por el motor, caracterizado por que la fase de aumento de hidrocarburos no quemados en la línea de escape comprende la acción de cortocircuitar temporalmente un catalizador de oxidación situado aguas arriba del filtro de partículas en el sentido de evacuación de las emisiones del motor.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la formación acelerada de la capa fina (4) de partículas sólidas (2) es puesta en práctica durante la primera utilización del filtro.
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que la formación acelerada de la capa fina (4) de partículas sólidas (2) es puesta en práctica en el filtro inmediatamente después de la regeneración del filtro.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la fase de aumento del número de núcleos de carbono producidos por el motor comprende una y/u otra de las acciones siguientes:
- realizar una post-inyección en frío de carburante en la cámara de combustión,
 - aumentar la tasa de gases recirculados hacia el motor,
 - aumentar el avance de la inyección
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la fase de aumento de hidrocarburos no quemados en la línea de escape comprende una y/u otra de las acciones siguientes:
- post-inyectar carburante en el motor, y
 - degradar la combustión.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el mismo comprende una etapa de control del número de partículas sólidas emitidas aguas abajo del filtro de partículas por un sensor de partículas situado aguas abajo del filtro de partículas, que permite activar o detener la formación acelerada de la capa beneficiosa de hollín, evitando el sobreconsumo de carburante y el aumento del riesgo de dilución de aceite.

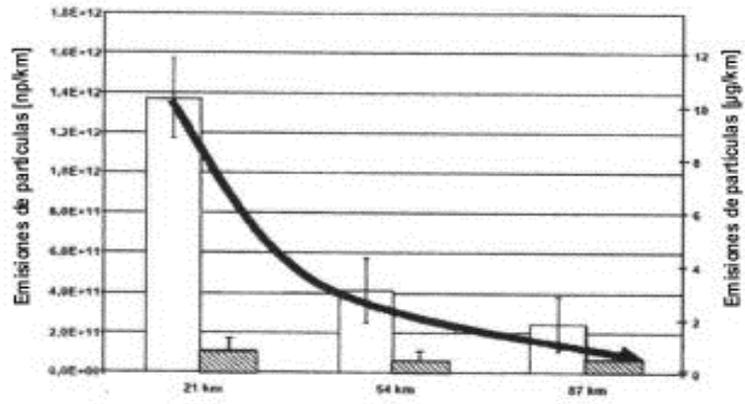


Figura 1

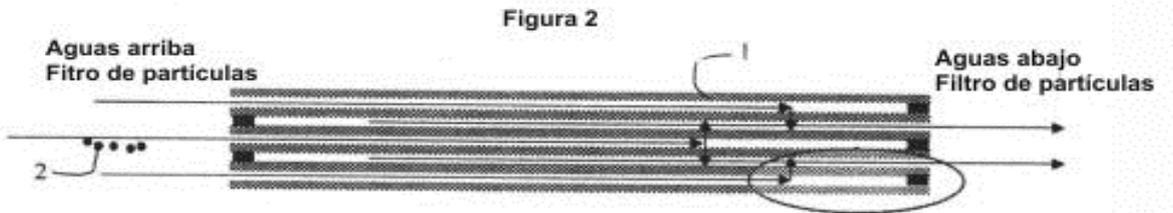


Figura 2

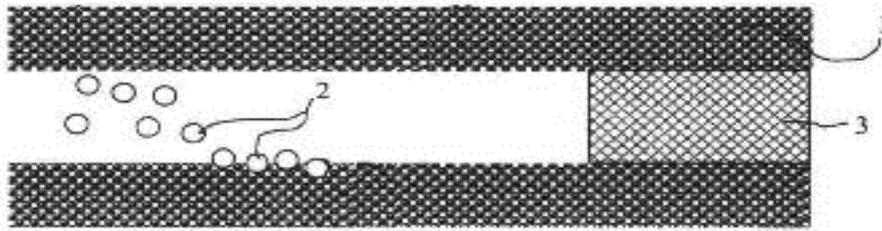


Figura 3

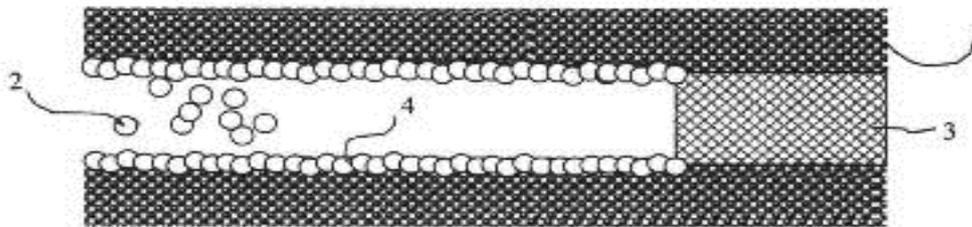


Figura 4

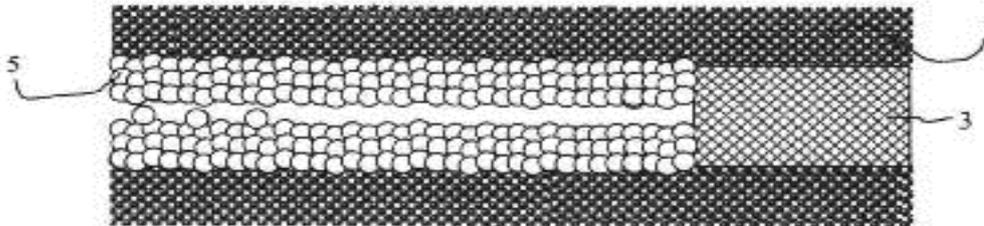


Figura 5

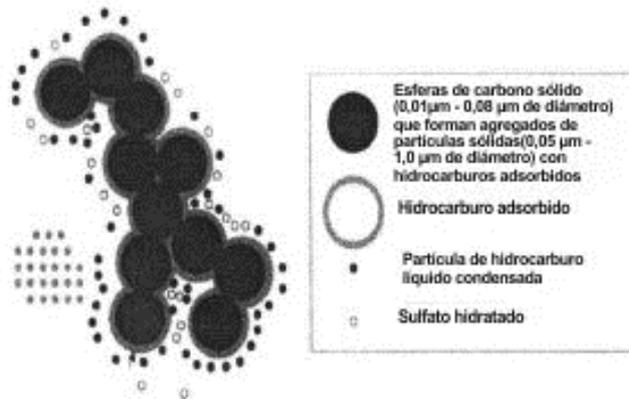


Figura 6

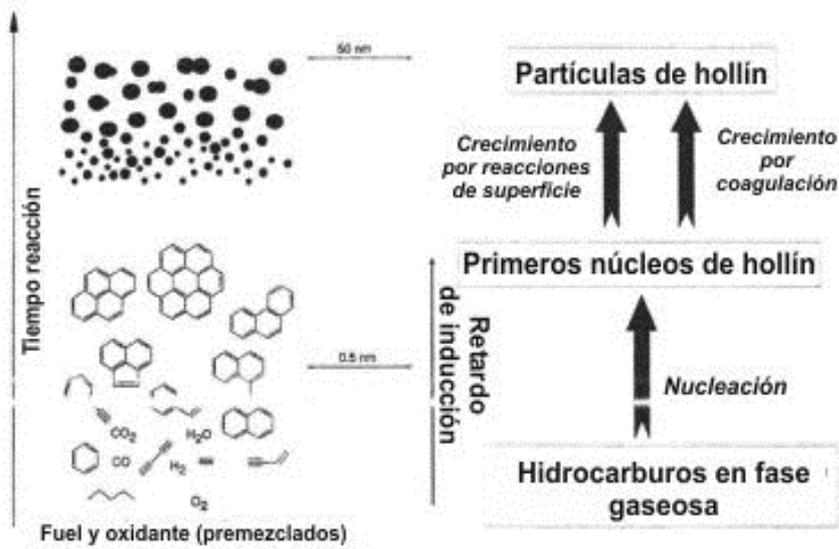


Figura 7