



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 634**

51 Int. Cl.:

F01N 3/022 (2006.01)

F01N 3/023 (2006.01)

F01N 3/027 (2006.01)

F01N 3/035 (2006.01)

F01N 3/037 (2006.01)

F01N 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02781270 .0**

96 Fecha de presentación : **18.10.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1440226**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.07.2004**

54 Título: **Filtro de partículas abierto con elemento de calentamiento.**

30 Prioridad: **29.10.2001 DE 201 17 659 U**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **Emitec Gesellschaft für
Emissionstechnologie mbH
Hauptstrasse 150
53797 Lohmar, DE**

72 Inventor/es: **Treiber, Peter**

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

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

DESCRIPCIÓN

Filtro de partículas abierto con elemento de calentamiento.

5 La invención concierne a un sistema para la depuración de gases de escape de motores de combustión interna móviles, especialmente motores diesel.

10 Para lograr una reducción de las emisiones de contaminantes y especialmente de las emisiones de partículas de motores diesel es conocido el empleo de filtros de partículas hechos de los más diferentes materiales filtrantes, como, por ejemplo, monolitos de cerámica, carburo de silicio, metales sinterizados o filtros arrollados metálicos, extruidos o constituidos por capas. Dado que durante el funcionamiento continuo de un motor diesel se acumula o se deposita un número más o menos grande de partículas en el filtro, es necesaria ocasionalmente una regeneración de los filtros de partículas para garantizar la capacidad funcional de un filtro de partículas de esta clase y del motor diesel correspondientemente equipado a lo largo de un prolongado espacio de tiempo.

15 Se conocen para ello varios procedimientos de regeneración. Se utiliza con la mayor frecuencia la llamada regeneración térmica en la que se queman las partículas acumuladas en el filtro de partículas. Son necesarias usualmente para ello temperaturas del gas de escape por encima de 600°C, pero éstas no siempre se alcanzan en motores diesel modernos y en estados determinados de funcionamiento bajo carga parcial, de modo que la regeneración del filtro de partículas se realiza “espontáneamente” tan sólo en grado insuficiente o no se realiza en absoluto. Esto tiene como consecuencia daños en los filtros o en el motor diesel o mermas de potencia.

20 Además, se conocen los llamados procedimientos de regeneración pasivos en los que agregan al carburante aditivos que fomentan la regeneración y reducen la emisión de partículas y que tienen especialmente la función de disminuir las temperaturas del gas de escape necesarias para la regeneración. Como es sabido, se emplean para ello aditivos de carburante a base de hierro, cerio, manganeso, zinc, platino, cobre o plomo, siendo suficientes, por ejemplo, temperaturas del gas de escape a partir de 300°C para una regeneración del material del filtro.

30 Otro procedimiento conocido concierne al llamado sistema CRT (“continuous regeneration trap” = trampa de regeneración continua). En este caso, el gas de escape es conducido primero a través de un catalizador de oxidación y a continuación es introducido en un filtro de hollín. El catalizador de oxidación tiene la misión de transformar monóxidos de nitrógeno (NO), contenidos en el gas de escape, en dióxido de nitrógeno (NO₂). Una proporción elevada de dióxido de nitrógeno tiene la ventaja de que en el filtro de partículas pospuesto se desarrollan reacciones redox, oxidándose carbono (C) a dióxido de carbono (CO₂) y reduciéndose el dióxido de nitrógeno (NO₂) a nitrógeno puro (N₂). Eso tiene la consecuencia de que especialmente el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC) de cadena larga se convierten ya casi completamente en un intervalo de temperatura comprendido entre 200°C y 450°C. Sin embargo, es de hacer notar en este sistema CRT que deberá emplearse para ello solamente un carburante diesel casi exento de azufre (menos de 10 ppm de S) para no poner en peligro al sistema redox anteriormente descrito.

40 Aparte de los procedimientos de regeneración pasivos, se conocen también posibilidades de regeneración activas. En este caso, se calienta el filtro de partículas directamente con un quemador o bien por vía eléctrica y se produce así una limpieza periódica del filtro de partículas. Esta alimentación activa de energía calorífica se efectúa sustancialmente en función de la temperatura del gas de escape, del número de revoluciones del motor y/o de la contrapresión del gas de escape antes del filtro de partículas. Si se prefijan, por ejemplo, valores límite correspondientes para la temperatura del gas de escape, los números de revoluciones del motor y/o la contrapresión del gas de escape para el respectivo motor diesel, se puede conectar o desconectar de manera correspondiente la alimentación de energía térmica. Usualmente, la magnitud de regulación principal es aquí la contrapresión del gas de escape en función del respectivo número de revoluciones del motor y, en consecuencia, también del caudal volumétrico del gas de escape. Si aumenta la contrapresión del gas de escape, esto es un signo de que el filtro de partículas está sometido a una carga correspondientemente más elevada y deberá realizarse una regeneración. Si las temperaturas del gas de escape no bastan por sí solas para poder realizar una regeneración pasiva, eventualmente asistida por aditivos, se tiene que provocar un aumento adicional de la temperatura del gas de escape antes de la entrada en el filtro de partículas. Se garantiza con ello que las partículas (predominantemente hollín) acumuladas en el filtro de partículas se transformen en productos gaseosos (por ejemplo, dióxido de carbono (CO₂) o vapor de agua (H₂O)).

55 Por lo que concierne a la configuración de tales filtros de partículas, se conocen estructuras de nido de abeja que presentan una constitución en capas de material filtrante. Las capas de material poroso o altamente poroso se apilan y/o arrollan aquí de modo que se delimiten canales al menos parcialmente atravesables por el gas de escape. Mediante un cierre alternado de los canales cerca del lado de entrada o del lado de salida del filtro de partículas se fuerza un flujo del gas de escape a través de las paredes porosas de material filtrante. Esto tiene la consecuencia de que, por un lado, el número de canales en un filtro de partículas de esta clase es limitado, puesto que, para obstruir los canales, los elementos de cierre no pueden quedarse por debajo de un tamaño determinado y, por otro lado, la sección transversal del filtro de partículas que puede ser barrida por el gas de escape se reduce a casi la mitad. Aparte de un modo de construcción especialmente voluminoso de tales filtros, esto tiene también como consecuencia una contrapresión muy alta del gas de escape con independencia de qué cantidades de partículas estén ya almacenadas en el filtro de partículas.

Se desprende del documento GB-A-1 501 381, por ejemplo, un filtro o reactor catalítico que está formado con capas onduladas de alambre metálico y capas onduladas de fibras sueltas de óxido metálico. Se proponen aquí especialmente

ES 2 312 634 T3

formas de espiral que definen en último término un filtro para gases de escape, moviéndose el gas de escape por medio de las ondulaciones hacia la capa de fibras. Además, se propone configurar el trenzado de alambre metálico de manera que, en caso necesario, pueda ser calentado por vía eléctrica.

5 Asimismo, se desprende del documento DE-A-197 04 147 un cuerpo de filtro estable al calor y regenerable, estando dispuestas en las distintas vías de flujo del cuerpo de filtro al menos una primera etapa de filtro y una segunda etapa de filtro más fina, a través de las cuales se mueve todo el gas de escape. Este filtro puede estar construido también de manera que él mismo sea eléctricamente calentable.

10 Además, cabe remitirse todavía al documento US-A-4 829 766, que describe un cilindro de filtro clásico en el que todo el gas de escape es conducido radialmente a través de la pared de un filtro de partículas. Se propone allí fabricar las paredes del filtro con materiales diferentes y eventualmente prever una calefacción eléctrica.

15 Además, cabe remitirse también al contenido divulgativo del documento US-A-4 686 827, que muestra una conexión en serie de un elemento de calentamiento y un filtro de pared.

Por último, cabe remitirse aquí al documento JP-A-2000 145430, que muestra un filtro de pared en una tubería de gas de escape que está dispuesto a menos de 1 m de distancia del motor de combustión.

20 Como consecuencia, el cometido de la invención consiste en indicar un sistema para la depuración de gases de escape de motores de combustión interna móviles, en el que pueda realizarse el filtrado del gas de escape con una contrapresión netamente reducida de dicho gas de escape. Además, el sistema deberá estar en condiciones de asegurar una regeneración del filtro de partículas con independencia del estado de funcionamiento del motor de combustión interna (fase de arranque en frío, estados de carga parcial, etc.) y de la posición en el sistema de gas de escape, especialmente en lo que respecta a la distancia al motor de combustión interna (por ejemplo, en los bajos de un automóvil).

Estos problemas se resuelven por medio de un sistema para depurar gases de escape de motores de combustión interna móviles con las características de la reivindicación 1. Otras ejecuciones ventajosas están descritas en las reivindicaciones subordinadas, pudiendo presentarse las características allí expuestas en forma individualizada o bien en cualquier combinación conveniente de unas con otras.

30 El sistema según la invención para depurar gases de escape de motores de combustión interna móviles, especialmente motores diesel, comprende al menos un filtro de partículas abierto con una libertad de flujo de al menos 20% y al menos un elemento de calentamiento. Cabe señalar aquí en primer que en principio puede estar antepuesta al sistema según la invención cualquier clase de motor de combustión interna móvil que genere ensuciamientos por partículas o similares en la corriente de gas de escape. Esto se aplica, por ejemplo, también a motores Otto o motores de gas. El al menos un elemento de calentamiento se base en el principio de la calefacción por resistencia, siendo recorrido un material eléctricamente conductivo, al menos temporalmente, por una corriente. Debido a la resistencia óhmica se genera calor que se entrega al medio ambiente a través de la superficie del elemento de calentamiento. Se prefiere en este caso una transmisión de calor del elemento de calentamiento hacia la corriente de gas de escape que circula por delante de dicho elemento de calentamiento. Por tanto, respecto del material a emplear, se utilizan en principio materiales metálicos o cerámicos eléctricamente conductivos, pudiendo estar realizados en general estos materiales en forma de alambre, tela, cuerpo sinterizado, chapas, rejillas o similares.

45 En contraposición a los sistemas de filtro parcialmente cerrados descritos al principio, la trampa de partículas esta abierta, puesto que no están previstos pasillos ciegos de flujo. Esta propiedad queda descrita por el hecho de que se proporciona una libertad de flujo de al menos 20%. Libertad de flujo significa en este contexto que en cualquier sección transversal se puede ver a través de al menos el 20% de la superficie, es decir que esta sección transversal es sustancialmente continua y está desprovista de elementos internos, tales como superficies de guía de flujo o similares. Esto quiere decir en otras palabras también que, en una vista frontal de un filtro de partículas de esta clase, puede verse al menos parcialmente a través de los canales, siempre que los elementos internos tengan todos aproximadamente la misma posición de montaje, es decir que estén dispuestos uno tras otro en forma alineada. Esto se proporciona típicamente en cuerpos de nido de abeja constituidos por capas de chapa al menos parcialmente estructuradas. Sin embargo, la libertad de flujo no significa forzosamente para elementos internos no alineados uno con otro que se pueda ver en realidad parcialmente a través de un cuerpo de nido de abeja de esta clase. Para explicar el grado de apertura a la vista cabe señalar aquí a título de ejemplo que, por ejemplo en una trampa de partículas con una densidad de canales de aproximadamente 600 cpsi (cells per square inch = celdas por pulgada cuadrada) con un diámetro hidráulico de 0,08 mm y una libertad de flujo de 20%, se proporciona una superficie libremente visible de más de 0,1 mm². La libertad de flujo asciende aquí ventajosamente a al menos 40% o incluso al menos 60%. Esta configuración tiene la ventaja de que se reduce netamente la contrapresión del gas de escape que se establece delante del filtro de partículas. Dado que en la zona de entrada de la trampa de partículas no se pueden encontrar canales cerrados, la superficie de entrada completa o el número total de canales sirve también para recibir la corriente de gas de escape afluyente. Se sigue de esto también que se proporciona una superficie netamente agrandada que se aprovecha para el filtrado de la corriente de gas de escape.

Como explicación adicional cabe añadir que un filtro de partículas puede designarse como abierto cuando en principio puede ser recorrido completamente por partículas, a saber, también por partículas que sean considerablemente

ES 2 312 634 T3

más grandes que las partículas a filtrar propiamente dichas. De este modo, un filtro de esta clase no puede obstruirse ni siquiera al producirse una aglomeración de partículas durante el funcionamiento. Un procedimiento adecuado para medir el grado de apertura de un filtro de partículas es, por ejemplo, la comprobación de hasta qué diámetro pueden seguir circulando partículas de forma esférica a través de un filtro de esta clase. En los presentes casos de aplicación un filtro es abierto especialmente cuando pueden seguir circulando a su través bolas de diámetros mayores o iguales que 0,1 mm, preferiblemente bolas con un diámetro superior a 0,2 mm y especialmente bolas con un diámetro de más de 0,3 mm.

Al hacer contacto la corriente de gas de escape que circula por los canales con el filtro de partículas se acumulan, se almacenan o directamente se regeneran las partículas de hollín contenidas en el gas de escape o similares. La regeneración directa se efectúa, por ejemplo, cuando precisamente los reaccionantes necesarios están presentes cerca del lugar de acumulación de la partícula de hollín. En caso contrario, la trampa de partículas sirve para prolongar el tiempo de permanencia de las partículas de hollín a transformar en la trampa de partículas hasta que la corriente de gas de escape circulante a su través proporcione los reaccionantes necesarios (dióxido de nitrógeno, oxígeno, etc.). Las temperaturas necesarias para la regeneración son proporcionadas por el propio gas de escape, habiéndose calentado éste eventualmente antes por medio del al menos un elemento de calentamiento a temperaturas superiores a 300°C, en particular superiores a 500°C.

Además, el al menos un filtro de partículas y el al menos un elemento de calentamiento tienen conjuntamente un volumen total que es inferior a un 80% de un volumen de cilindrada del motor de combustión interna, especialmente inferior a 50% y preferiblemente inferior a 10%. Como es sabido, el gas de escape del motor de combustión interna es generado en la cámaras de combustión o en cilindros por combustión de una mezcla de carburante-aire. Los motores de combustión interna conocidos presentan, como es sabido, 2, 4, 5, 6, 8 ó 12 cilindros de esta clase, teniendo todos los cilindros conjuntamente un volumen de cilindrada. Para los automóviles de turismo usuales los volúmenes de cilindrada están situados, por ejemplo, entre 1,2 y 4,21, mientras que en motocicletas el volumen de cilindrada está situado en aproximadamente 0,25 a 1,51. Por consiguiente, el sistema aquí propuesto tiene un volumen total que es netamente más pequeño que el volumen de cilindrada del motor de combustión interna. Precisamente en el caso de una disposición del sistema próxima al motor se puede reducir aún más en ciertas circunstancias el volumen total, de modo que éste se concibe como más pequeño que un 1% del volumen de cilindrada. El volumen total se refiere aquí a la suma de las paredes de canal y de los canales del filtro de partículas y del elemento de calentamiento. Precisamente en vista de las restringidas condiciones de espacio es aquí especialmente ventajoso integrar el al menos un filtro de partículas y el al menos un elemento de calentamiento en una carcasa común.

Según otra ejecución, el al menos un filtro de partículas presenta al menos un cuerpo de nido de abeja constituido por capas al menos parcialmente estructuras hechas de al menos una lámina metálica y al menos una capa filtrante, que están dispuestas de modo que se forman canales atravesables por el gas de escape. Las láminas metálicas tienen aquí un espesor inferior a 50 μm , especialmente inferior a 30 μm y ventajosamente incluso inferior a 15 μm . Por tanto, se reduce la capacidad calorífica específica de la superficie del filtro de partículas, de modo que precisamente en la fase de arranque en frío del motor de combustión interna no se extrae innecesariamente del gas de escape energía térmica que se necesite, por ejemplo, para la regeneración de las partículas de hollín almacenadas. La capa filtrante está constituida sustancialmente por un material fibroso que se ha unido, por ejemplo, formando una tela o un género de punto. Como alternativa a esto, pueden utilizarse para ello, por ejemplo, materiales sinterizados conocidos o similares que sean adecuados para el almacenamiento de partículas o ensuciamientos como los que se presentan en tales gases de escape. Las capas filtrantes tienen aquí un espesor que asciende preferiblemente a menos de 3 mm, especialmente menos de 1,5 mm y ventajosamente menos de 0,5 mm.

Respecto del número de canales que presenta un cuerpo de nido de abeja de esta clase, se pueden prever ventajosamente densidades de canales (número de canales por unidad de superficie de sección transversal) en el intervalo de 50 cpsi a 1.500 cpsi ("cells per square inch" = celdas por pulgada cuadrada), especialmente en un intervalo comprendido entre 200 cpsi y 1.000 cpsi. Al aumentar la densidad de canales se genera una superficie creciente del cuerpo de nido de abeja que puede entrar en contacto con el gas de escape circulante a lo largo de ella. Por tanto, se puede aumentar de esta manera la efectividad de un filtro de partículas de esta clase hasta más del 98%. La efectividad describe aquí la relación de las partículas de hollín o suciedades producidas a las partículas de hollín o suciedades convertidas o almacenadas. Esto significa en otras palabras que únicamente un 2% de las partículas de hollín generadas por el motor de combustión interna se encuentran todavía en el gas de escape después de circular a través del sistema propuesto. No es forzosamente necesario en este caso que estén almacenadas muchísimas partículas de hollín, sino que más bien está aquí concentrada la efectividad de conversión y de almacenamiento del filtro de partículas.

Según otra ejecución, la al menos una capa filtrante tiene una porosidad media de al menos 70%, especialmente al menos 85% y preferiblemente más de 95%. Con porosidad media se quiere dar a entender aquí que la capa filtrante presenta aberturas, poros, espacios libres, rechupes o similares que están dimensionados de modo que éstos representan al menos el 70% de una unidad de volumen de la capa filtrante. Debido al hecho de que la capa filtrante presenta una estructura generalmente irregular de las fibras, se piensa aquí en una porosidad promediada en toda la capa filtrante atravesable por el gas de escape. Si la capa filtrante consiste, por ejemplo, en varios materiales o porosidades diferentes, se piensa aquí también en un valor promediado de estos varios componentes. La porosidad tiene influencia decisiva sobre los procesos de almacenamiento o acumulación, convirtiéndose preferiblemente partículas de un tamaño en el intervalo comprendido entre 20 nm y 100 nm con filtros de partículas de una porosidad comprendida entre 80% y 90%, mientras que, por ejemplo, en el caso de partículas de mayor tamaño se utiliza una porosidad más alta. Esto tiene

su origen en los diferentes mecanismos de deposición, especialmente en lo que respecta a los procesos de difusión que tienen lugar.

Según un perfeccionamiento ventajoso, la al menos una lámina metálica tiene una estructura que está provista preferiblemente de aberturas y/o superficies de desviación que provocan una desviación de corrientes parciales de gas de escape hacia la al menos una capa filtrante. Por tanto, las partículas contenidas en las corrientes parciales de gas de escape son conducidas por los elementos internos (aberturas y/o superficies de desviación) dispuestos sustancialmente en el interior de los canales hacia el material filtrante poroso o altamente poroso, permaneciendo éstas adheridas allí por intercepción y/o impacto en o sobre la capa filtrante. Estos elementos internos provocan aquí diferencias de presión en canales contiguos, de modo que se puede consignar un efecto de filtrado mejorado debido a que las diferencias de presión se compensan sustancialmente de forma espontánea. Las aberturas en la al menos una lámina metálica garantizan los llamados canales “comunicantes”, circulando las corrientes parciales de gas de escape, al menos temporalmente, por canales diferentes durante la circulación a través del filtro de partículas. Las aberturas presentan aquí preferiblemente un diámetro de 2 mm a 6 mm. Las superficies de desviación pueden estar construidas aquí en formas diferentes, especialmente como pequeñas aletas, salientes, protuberancias, tetones o similares. La estructura de la lámina metálica tiene primordialmente la misión de espaciar una de otra capas filtrantes contiguas y formar canales entre éstas, definiendo la altura de la estructura y la longitud de la misma sustancialmente la forma o el número de canales en el cuerpo de nido de abeja.

Según otra ejecución, el al menos un elemento de calentamiento está dispuesto en el interior del filtro de partículas. Esto se materializa, por ejemplo, de modo que en el interior del filtro de partículas esté dispuesto un conductor atravesable por una corriente eléctrica. Este conductor puede ser, por ejemplo, una lámina metálica, un alambre, un zona o disco del filtro de partículas. Para materializar una vía amperimétrica prefijable se tiene que, por ejemplo, la capa filtrante puede estar construida sustancialmente en un material eléctricamente no conductivo, en particular cerámico. El elemento de calentamiento eléctrico se une con una fuente de tensión, pudiendo conectarse o desconectarse ésta en función de parámetros determinados (contrapresión del gas de escape, número de revoluciones del motor, temperatura del gas de escape, etc.).

Según otra ejecución más, el al menos un elemento de calentamiento está construido como un disco de calentamiento separado que, visto en la dirección de flujo del gas de escape, está antepuesto al al menos un filtro de partículas. Esto significa que el gas de escape a depurar es conducido primero a través del elemento de calentamiento antes de que sea alimentado seguidamente al al menos un filtro de partículas. El disco de calentamiento puede estar dispuesto aquí directamente por acoplamiento de conjunción de forma en o delante del filtro de partículas y, en ciertas circunstancias, puede incluso presentar componentes comunes (por ejemplo, láminas metálicas, carcasa, etc.). No obstante, es posible también que se disponga un elemento de calentamiento realizado a manera de disco a cierta distancia delante del filtro de partículas, siendo la distancia (desde el lado de salida del disco de calentamiento hasta el lado de entrada del filtro de partículas) preferiblemente inferior a 50 mm y especialmente inferior a 30 mm. El disco de calentamiento presenta aquí preferiblemente también una estructura de nido de abeja con canales atravesables por un gas de escape.

Precisamente en una realización del elemento de calentamiento como disco de calentamiento separado que está antepuesto al filtro de partículas a cierta distancia del mismo, es ventajoso apoyar el elemento de calentamiento realizado como un disco de calentamiento contra el al menos un filtro de partículas. Se prevén para ello especialmente clavijas de apoyo que penetran al menos parcialmente en zonas interiores del elemento de calentamiento y/o en los canales del filtro de partículas. Para evitar un flujo de corriente no deseado hacia la trampa de partículas, tales clavijas de apoyo están provistas preferiblemente de un aislamiento que está realizado, por ejemplo, en forma de un revestimiento cerámico. Además, es posible también disponer tales clavijas de apoyo en el perímetro o en la carcasa del elemento de calentamiento y/o del filtro de partículas. Eventualmente, son ventajosas también combinaciones de estas formas de realización diferentes de las clavijas de apoyo.

Según un perfeccionamiento del sistema, el elemento de calentamiento construido en forma de un disco de calentamiento tiene una longitud que es inferior a un 60% de la extensión axial del al menos un filtro de partículas, especialmente inferior a un 40% y preferiblemente inferior a un 20%. En atención al hecho de que un disco de calentamiento de esta clase proporciona una superficie muy grande por unidad de volumen, que sirve para calentar la corriente de gas de escape circulante a lo largo de ella, el disco de calentamiento puede ser de construcción muy estrecha, con lo que el sistema puede integrarse en un sistema de gas de escape incluso en condiciones de espacio restringido. La longitud del disco de calentamiento asciende aquí ventajosamente como máximo a 50 mm, especialmente menos de 30 mm y preferiblemente incluso menos de 10 mm.

Según otra ejecución, el al menos un elemento de calentamiento está provisto, al menos parcialmente, de un revestimiento catalíticamente activo, en particular oxidante. Se puede favorecer así especialmente una regeneración según el principio CRT, ya que el elemento de calentamiento antepuesto actúa como un catalizador de oxidación, proporcionándose entonces suficiente dióxido de nitrógeno en el filtro de partículas pospuesto. Por tanto, este sistema representa un sistema especialmente economizador de espacio, altamente eficiente y capaz de reaccionar muy dinámicamente. Eventualmente, el al menos un elemento de calentamiento se puede construir aquí a manera de disco, estando previstos en la dirección de flujo unos discos dotados de revestimiento catalíticamente activo y unos discos no revestidos de esa manera.

ES 2 312 634 T3

Según otra ejecución, se propone que el al menos un filtro de partículas y/o el al menos un elemento de calentamiento esté/estén dispuesto(s) a una distancia del motor de combustión interna que sea superior a 0,7 m. La distancia ha de entenderse aquí especialmente como la separación que necesita la corriente de gas de escape en la tubería de gas de escape con respecto a los cilindros del motor de combustión interna hasta la entrada en el elemento de calentamiento y/o en el filtro de partículas. Precisamente en condiciones de espacio muy restringido en la zona próxima al motor de vehículos automóviles es ocasionalmente necesario tender el sistema para filtrar la corriente de gases de escape, por ejemplo, en los bajos del vehículo. En este caso, precisamente el sistema según la invención puede proporcionar en estas posiciones aún bastante alejadas del motor una regeneración casi continua del filtro o bien una regeneración cíclica deliberada, ya que la temperatura necesaria del gas de escape tiene que ser regenerada por medio del al menos un elemento de calentamiento. Se necesitan así solamente filtros de partículas muy pequeños.

Se explica ahora la invención con más detalle ayudándose de las figuras, que muestran ejecuciones especialmente ventajosas y especialmente preferidas del sistema según la invención. En este contexto, cabe consignar que la invención no se limita a las formas de realización representadas.

Muestran:

La figura 1, esquemáticamente y en una vista en sección, una forma de realización del sistema según la invención con un elemento de calentamiento y un filtro de partículas abierto;

La figura 2, una vista frontal de una forma de realización de un elemento de calentamiento;

La figura 3, una vista frontal de una forma de realización de un filtro de partículas;

La figura 4, esquemáticamente y en una vista en sección, un detalle de una forma de realización de un elemento de calentamiento;

La figura 5, esquemáticamente, la constitución de un sistema de gas de escape con una realización de un sistema según la invención;

La figura 6, esquemáticamente y en perspectiva, un detalle de una forma de realización de un filtro de partículas abierto; y

La figura 7, esquemáticamente y en perspectiva, la constitución de una instalación de gas de escape en un automóvil.

La figura 1 muestra esquemáticamente y en una vista en sección una forma de realización del sistema conforme a la invención, que está integrado en una tubería de gas de escape 29. El sistema según la invención está constituido por un elemento de calentamiento 3 al cual está pospuesto, en la dirección de flujo 11, un filtro de partículas abierto 2. El filtro de partículas abierto 2 comprende un cuerpo de nido de abeja 4 que está rodeado por una carcasa 27 a través de la cual el filtro de partículas 2 está integrado en la instalación de gas de escape 29. El cuerpo de nido de abeja 4 comprende una pluralidad de láminas metálicas 5 y capas filtrantes 6 que están dispuestas de modo que se forman canales 7 atravesables por un gas de escape. Las láminas metálicas 5 están provistas de superficies de desviación 10 que provocan una desviación de corrientes parciales de gas de escape hacia la capa filtrante 6 o a través de ésta. El filtro de partículas 2 representado presenta también una extensión 14 en la dirección de un eje 13 que es mayor que una longitud 12 en la dirección del eje 13 del elemento de calentamiento 3 configurado en forma de disco.

El elemento de calentamiento 3, distanciado por medio de clavijas de apoyo 25, está sujeto por el filtro de partículas 2, estando formada una rendija entre el elemento de calentamiento 3 y el filtro de partículas pospuesto 4. Esta rendija o el elemento de calentamiento 3 y el filtro de partículas 2 tiene/tienen una separación 26 que es preferiblemente inferior a 30 mm. Las clavijas de apoyo 25 pueden estar dispuestas aquí en la carcasa 27 o en el tubo envolvente 34 que limita el elemento de apoyo 3, quedando uniformemente distribuidas. Además, es posible también que las clavijas de apoyo 25 se extiendan dentro de zonas interiores del filtro de partículas 2 y del elemento de calentamiento 3.

Para evitar flujos de corriente no deseados desde el elemento de calentamiento 3 hacia el filtro de partículas 2, las clavijas de apoyo 25 presentan un aislamiento eléctrico 37. El suministro de corriente al elemento de calentamiento 3 se efectúa por medio de electrodos 36 que se extienden a través de un orificio 33 de la tubería de gas de escape 29 y son contactados con el elemento de calentamiento 3. Para impedir que salga gas de escape a través de los orificios 33, estos orificios son provistos de juntas 35 que preferiblemente son también de un material eléctricamente aislante tal como cerámica. El elemento de calentamiento 3 representado puede estar configurado, por ejemplo, en forma de un monolito extruido, provocándose un calentamiento del elemento de calentamiento 3 por medio de una corriente circulante a través del mismo, con lo que el gas de escape que lo atraviesa es calentado preferiblemente a temperaturas superiores a 300°C, en particular superiores a 500°C.

La figura 2 muestra esquemáticamente una vista frontal de una forma de realización de un elemento de calentamiento. El elemento de calentamiento 3 presenta una estructura celular 39 con un gran número de celdas 41. La densidad de celdas está comprendida aquí preferiblemente entre 100 y 1.200 cpsi ("cells per square inch" = celdas por pulgada cuadrada). El suministro de corriente se efectúa a través de electrodos 36 que se extienden a través de

ES 2 312 634 T3

la junta 35 hasta la estructura celular 39. La estructura celular 39 presenta sujetadores 38 que están contruidos preferiblemente en un material térmicamente aislante, con lo que se generan vías amperimétricas prefijables 50. En la forma de realización representada la toma de la corriente se efectúa a través de la misma junta 35, sirviendo la junta opuesta 35 únicamente para inmovilizar las envueltas 38. La estructura de nido de abeja 29 se posiciona aquí en un tubo envolvente 34 de modo que entre la estructura celular 39 y el tubo envolvente 34 se forme un estrehierro 51 que asegure que el tubo envolvente 34 no sea recorrido por la corriente. Asimismo, la figura 2 muestra unas clavijas de apoyo uniformemente distribuidas 25 que están unidas preferiblemente con los sujetadores 38. Esto sujetadores 38 son preferiblemente de construcción reforzada, con lo que el apoyo del elemento de calentamiento 3 a través de las clavijas de apoyo 25 resulta ser especialmente robusto.

La figura 3 muestra esquemáticamente una vista frontal de una forma de realización de un filtro de partículas 2. Este comprende un cuerpo de nido de abeja 4 y una carcasa 27 que rodea a este cuerpo de nido de abeja 4. El cuerpo de nido de abeja está constituido por capas al menos parcialmente estructuradas que comprenden una pluralidad de láminas metálicas estructuradas 5 y capas filtrantes sustancialmente lisas 6. Estas están dispuestas de modo que forman canales 7 atravesables por el gas de escape. En la zona central del cuerpo de nido de abeja 4 están indicadas varias clavijas de apoyo 25 que están dispuestas especialmente en los puntos de arrollamiento de las capas. La densidad de canales 21 de un filtro de partículas de esta clase asciende preferiblemente a más de 600 cpsi ("cells per square inch" = celdas por pulgada cuadrada).

La figura 4 muestra en sección un detalle de una forma de realización del elemento de calentamiento 3. Este elemento de calentamiento 3 está contruido aquí con varias chapas lisas y onduladas 40, estando éstas estructuradas al menos parcialmente de modo que se formen celdas 41. Las chapas presentan un espesor inferior a 30 μm , especialmente inferior a 20 μm y en particular inferior a 12 μm . Las celdas 41 están provistas de un revestimiento catalíticamente activo 17, comprendiendo éste catalizadores 43, tal como, por ejemplo, platino.

La figura 5 muestra esquemáticamente la constitución de un sistema de gas de escape 32 para un motor de combustión interna 1. Este motor de combustión interna 1 está realizado preferiblemente en forma de un motor diesel. El sistema de gas de escape 32 comprende los componentes siguientes en la dirección de flujo 11 del gas de escape:

- un elemento de calentamiento 3 dispuesto aguas arriba que está realizado en forma de un catalizador de oxidación,
- un filtro de partículas 2,
- un turboalimentador 30 y
- un convertidor catalítico 31.

Los distintos componentes pueden estar dispuestos en carcasas separadas o bien pueden estar dispuestos parcialmente juntos unos con otros en una carcasa y están unidos entre ellos a través de una tubería de gas de escape 29. Como ya se ha explicado, la combinación con el al menos un elemento de calentamiento es ventajosa especialmente cuando el filtro de partículas 2 puede disponerse a ser posible no muy cerca del motor de combustión interna 1. En particular, es adecuada para ello una distancia 18 al motor de combustión interna 1 que sea superior a 0,7 m. Para distancias 18 más pequeñas, especialmente incluso inferiores a 30 cm, el elemento de calentamiento 3 ha de realizarse, por ejemplo, con menor tamaño (alambre de calentamiento interno, disco extremadamente estrecho, etc.). Con esta disposición de los distintos componentes se proporciona, en primer lugar, con ayuda del elemento de calentamiento 3 configurado como catalizador de oxidación una cantidad suficiente de dióxido de nitrógeno que asegura en el filtro de partículas directamente pospuesto 2 una regeneración (continua) de las partículas de hollín incorporadas. El convertidor catalítico pospuesto 31 puede estar realizado también, por ejemplo, en forma de un convertidor híbrido, presentando éste zonas parciales con capacidad calorífica diferente. Éste ha de diseñarse aquí de modo que tenga una capacidad calorífica creciente en la dirección de flujo.

La figura 6 muestra en detalle, esquemáticamente y en perspectiva, otra forma de realización del filtro de partículas 2 según la invención. El filtro de partículas 2 comprende aquí láminas metálicas 5 entre las cuales está dispuesta una respectiva capa filtrante 6. En la forma de realización representada la capa filtrante 6 está formada con dos capas metálicas 44 y una capa fibrosa 45 dispuesta entre ellas, habiéndose efectuado la unión de estas capas por técnicas de ensamble en una zona de borde que no puede apreciarse aquí debido a la representación en sección.

Las láminas metálicas 5 tienen un espesor constante 22 y están provistas aquí de una estructura, mientras que la capa filtrante 6 presenta una superficie sustancialmente lisa. Con ayuda de esta estructura de las láminas metálicas 5 se forman canales 7 que pueden ser atravesados por un gas de escape en una dirección de flujo 11. Las láminas metálicas 5 presentan aquí alturas de estructura diferentes 20, de modo que los canales formados 7 están ajustados a la característica de la corriente de gas de escape afluyente. La forma de realización que aquí se representa muestra sustancialmente un detalle de un cuerpo de filtro abierto. Las láminas metálicas 5 están provistas de pasos 9 y superficies de desviación 10 que garantizan una desviación de la corriente de gas de escape hacia la capa filtrante 6. Se generan aquí diferencias de presión que tienen la consecuencia de que corrientes parciales de gas de escape atraviesen la capa filtrante 6 y se efectúe así una adherencia o deposición de partículas de hollín o similares en la capa fibrosa 45. Ventajosamente, los pasos 9 tienen un respectivo diámetro 24 que está aproximadamente en un intervalo comprendido entre 2 mm y 6 mm.

ES 2 312 634 T3

La figura 7 muestra esquemáticamente la constitución de un sistema de gas de escape en un automóvil 46. El automóvil 46 presenta un motor de combustión interna 1 con varios cilindros 28 que forman conjuntamente un volumen de cilindrada 16. El gas de escape generado por combustión de una mezcla de aire-carburante es alimentado, a través de una tubería de gas de escape 29, primero a un catalizador de oxidación 49 y luego al sistema según la invención, que comprende un elemento de calentamiento 3 y un filtro de partículas abierto 4, presentando conjuntamente el elemento de calentamiento 3 y el filtro de partículas 2 un volumen total 15 que es netamente más pequeño que el volumen de cilindrada 16 del motor de combustión interna 1. Finalmente, el gas de escape atraviesa un convertidor catalítico 31, presentando éste preferiblemente componentes para la amortiguación del sonido. El motor de combustión interna 1 está unido, además, con un control de motor 47 que está unido ventajosamente con un gran número de sensores 48. Sobre la base de los valores que pueden obtenerse por medio de los sensores 48, se efectúa preferiblemente el control o regulación del elemento de calentamiento 3. Así, el sensor 48 representado está realizado, por ejemplo, en forma de una sonda de temperatura que capta la temperatura de la corriente de gas de escape en una tubería de gas de escape 29. En un acumulador del control 47 del motor está archivado un valor límite, alimentándose corriente al elemento de calentamiento 3 cuando la temperatura obtenida del gas de escape está por debajo del valor límite.

El sistema propuesto para la depuración de gases de escape de motores de combustión interna móviles, especialmente para eliminar partículas de hollín como las que están contenidas en corrientes de gas de escape de motores diesel, permite también en posiciones bastante alejadas del motor de combustión interna una regeneración continua del filtro de partículas abierto. El sistema se caracteriza aquí por una pérdida de presión muy baja y una alta eficiencia.

Lista de símbolos de referencia

1	Motor de combustión interna
25 2	Filtro de partículas
3	Elemento de calentamiento
4	Cuerpo de nido de abeja
30 5	Lámina metálica
6	Capa filtrante
35 7	Canal
8	Estructura
9	Abertura
40 10	Superficie de desviación
11	Dirección de flujo
45 12	Longitud
13	Eje
14	Extensión
50 15	Volumen total
16	Volumen de cilindrada
55 17	Revestimiento
18	Distancia
19	Espesor de lámina
60 20	Espesor de capa filtrante
21	Densidad de canales
65 22	Altura de estructura
23	Longitud de estructura

ES 2 312 634 T3

	24	Diámetro
	25	Clavija de apoyo
5	26	Separación
	27	Carcasa
	28	Cilindro
10	29	Tubería de gas de escape
	30	Turboalimentador
15	31	Convertidor catalítico
	32	Sistema de gas de escape
	33	Perforación
20	34	Tubo envolvente
	35	Junta
25	36	Electrodo
	37	Aislamiento
	38	Sujetador
30	39	Estructura celular
	40	Chapa
35	41	Celda
	42	Espesor de chapa
	43	Catalizador
40	44	Capa metálica
	45	Capa fibrosa
45	46	Automóvil
	47	Control de motor
	48	Sensor
50	49	Catalizador de oxidación
	50	Vía amperimétrica
55	51	Entrehierro

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sistema para la depuración de gases de escape de motores de combustión interna móviles (1), especialmente
5 motores diesel, que comprende al menos un filtro de partículas abierto (2) con una libertad de flujo de al menos 20%,
en la que en cualquier sección transversal del filtro de partículas (2) al menos un 20% de la superficie está desprovista
de elementos internos, y al menos un elemento de calentamiento (3), **caracterizado** porque el al menos un filtro de
partículas (2) y el al menos un elemento de calentamiento (3) tienen conjuntamente un volumen total (15) que es
10 inferior a un 80% de un volumen de cilindrada (16) del motor de combustión interna (1), especialmente inferior a un
50% y preferiblemente inferior a un 10%.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el al menos un filtro de partículas (2) comprende al menos un cuerpo
de nido de abeja (4) constituido por capas al menos parcialmente estructuras hechas de al menos una lámina metálica
(5) y al menos una capa filtrante (6), que están dispuestas de modo que se forman canales (7) atravesables por el gas
15 de escape.

3. Sistema según la reivindicación 2, en el que la al menos una capa filtrante (6) presenta una porosidad media de
al menos un 70%, especialmente al menos un 85% y preferiblemente más de un 95%.

20 4. Sistema según la reivindicación 2 ó 3, en el que la al menos una lámina metálica (5) tiene una estructura (8)
y preferiblemente está provista de aberturas (9) y/o superficies de desviación (10) que provocan una desviación de
corrientes parciales de gas de escape hacia la al menos una capa filtrante (6).

5. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un elemento de calentamiento (3)
25 está dispuesto en el interior del filtro de partículas (2).

6. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un elemento de calentamiento (3)
es un disco de calentamiento separado que, visto en la dirección de flujo (11) del gas de escape, está antepuesto al al
menos un filtro de partículas (2).
30

7. Sistema según la reivindicación 6, en el que el elemento de calentamiento (3) realizado en forma de un disco de
calentamiento está apoyado contra el al menos un filtro de partículas (2).

8. Sistema según la reivindicación 6 ó 7, en el que el elemento de calentamiento (3) realizado en forma de un disco
35 de calentamiento tiene una longitud (12) que es inferior a un 60% de la extensión axial (14) del al menos un filtro de
partículas (2), especialmente inferior a un 40% y preferiblemente inferior a un 20%.

9. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un elemento de calentamiento (3)
está provisto al menos parcialmente de un revestimiento (17) catalíticamente activo, en particular oxidante.
40

10. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un filtro de partículas (2) y/o el al
menos un elemento de calentamiento (3) está/están dispuesto(s) a una distancia (18) del motor de combustión interna
(1) que es superior a 0,7 m.
45

50

55

60

65

FIG 1

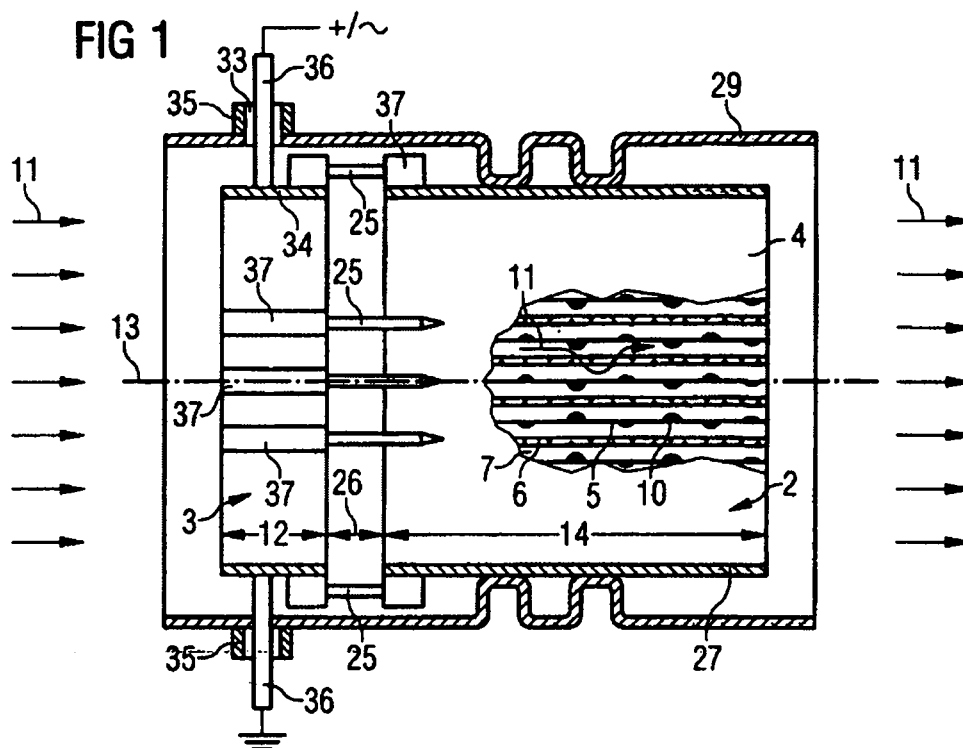


FIG 2

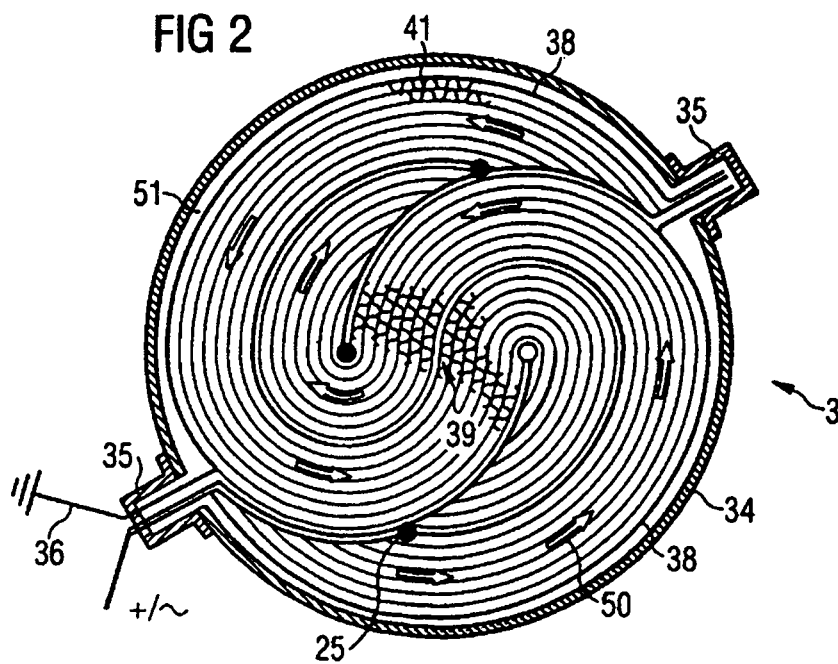


FIG 3

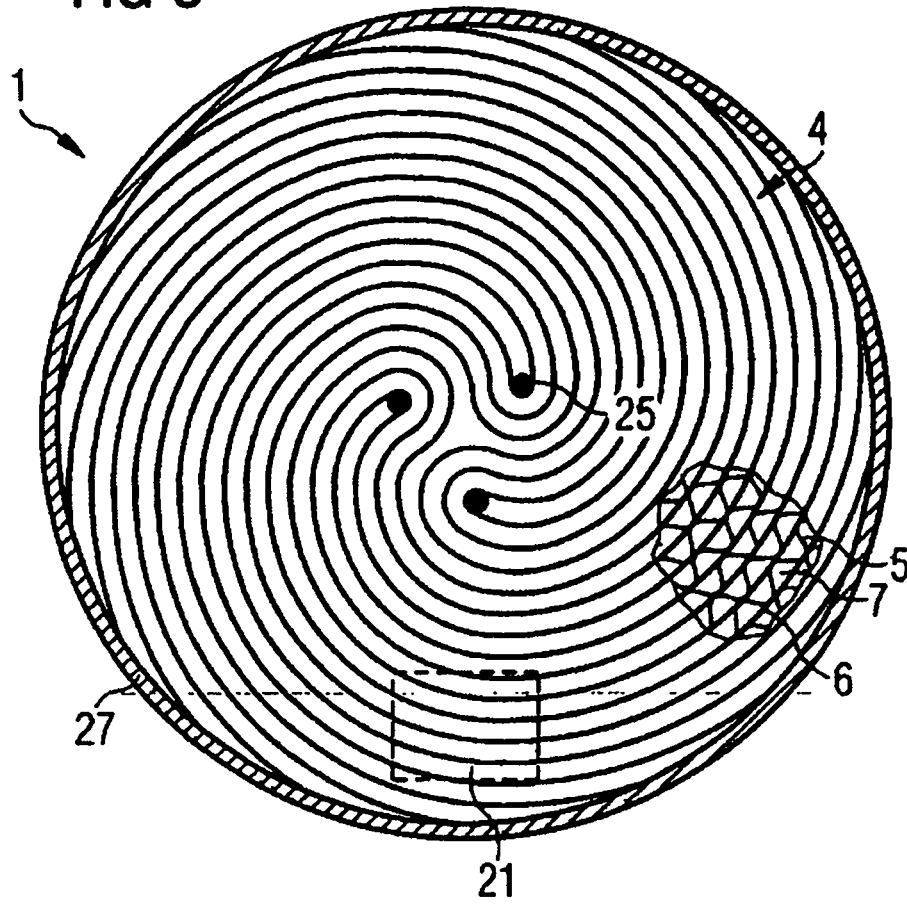


FIG 4

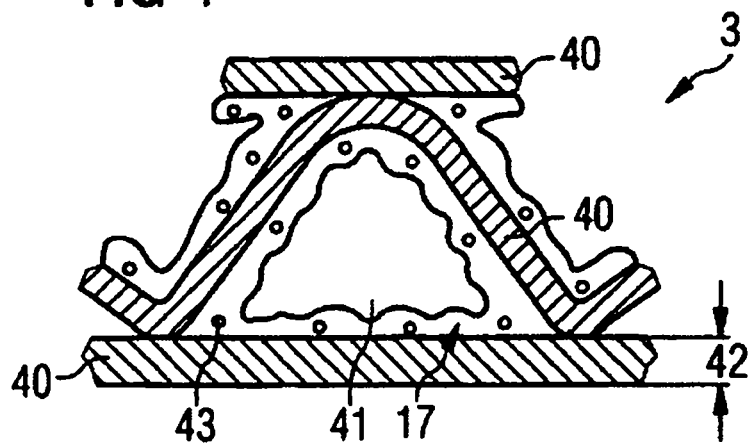


FIG 5

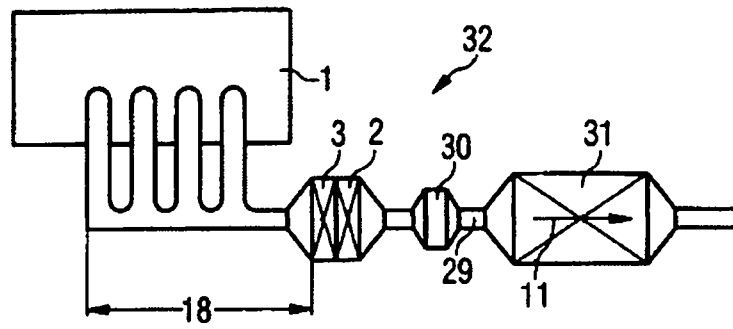


FIG 6

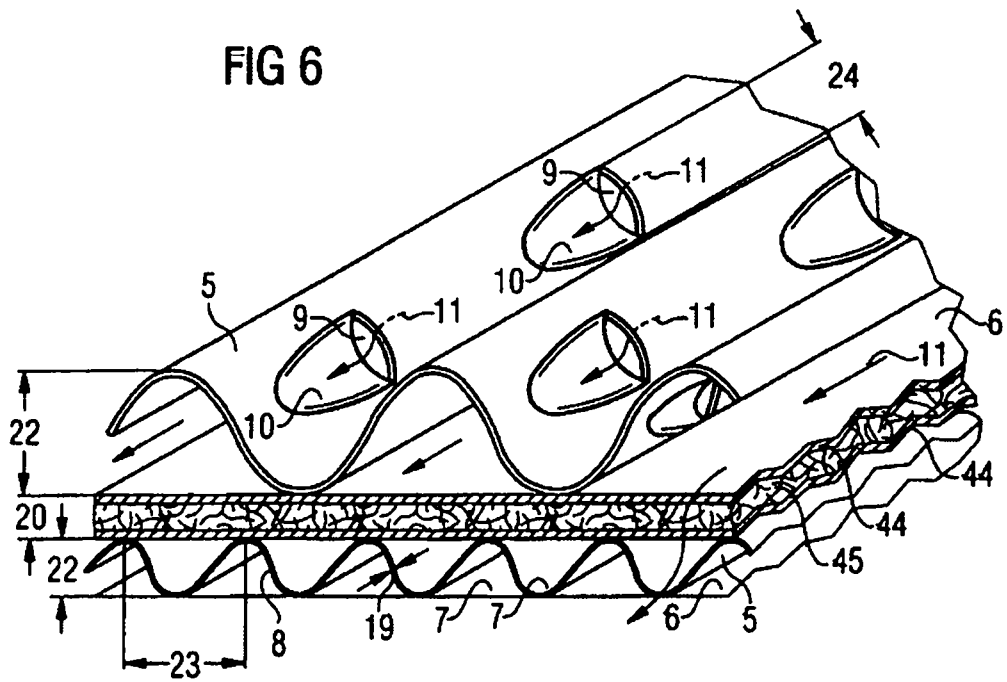


FIG 7

