



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 341 274**

51 Int. Cl.:  
**B01D 39/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06075590 .7**

96 Fecha de presentación : **26.09.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1688171**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.08.2006**

54 Título: **Filtro de panal y conjunto de filtro cerámico.**

30 Prioridad: **29.09.1999 JP 11-277432**  
**29.09.1999 JP 11-277123**  
**29.09.1999 JP 11-277119**  
**29.09.1999 JP 11-277122**  
**30.09.1999 JP 11-279866**  
**30.09.1999 JP 11-278405**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.06.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.06.2010**

73 Titular/es: **IBIDEN Co., Ltd.**  
**1, Kanda-cho 2-chome**  
**Ogaki-shi, Gifu-ken 503-8604, JP**

72 Inventor/es: **Ohno, Kazushige;**  
**Shimato, Koji y**  
**Tsuji, Masahiro**

74 Agente: **Morgades Manonelles, Juan Antonio**

ES 2 341 274 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

Filtro de panel y conjunto de filtro cerámico.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un filtro de panel y un conjunto de filtro cerámico, y más particularmente, a un filtro de panel formado por un conjunto de cuerpo cerámico sinterizado y un filtro cerámico integral producido al adherir una pluralidad de filtros de panel entre sí.

10 **Antecedentes de la técnica**

El número de automóviles ha aumentado drásticamente este siglo. Como resultado de ello, la cantidad de gases descargados por los motores de automóviles han aumentado proporcionalmente. Se emiten diversas sustancias suspendidas en los gases de escape, especialmente de los motores diésel, que provocan polución y afectan gravemente al entorno. Además, los resultados de investigaciones recientes han demostrado que las partículas finas suspendidas en las emisiones (partículas diésel) pueden provocar alergias o reducir el recuento de espermatozoides. Así, deben adoptarse acciones inmediatas para eliminar las partículas finas suspendidas en las emisiones de gas por el bien de la humanidad.

Debido a esta situación, en la técnica anterior se propusieron muchos aparatos para la purificación de los gases de escape. Un aparato típico para la purificación de los gases de escape incluye una carcasa, situada en un tubo de escape conectado al colector de escape de un motor, y un filtro, dispuesto en la carcasa y que posee poros finos. Además de un metal o de una aleación, el filtro puede estar compuesto de material cerámico.

Un filtro de panel de cordierita es un ejemplo conocido de un filtro cerámico. Los filtros frecuentes están formados a menudo a partir de un cuerpo de carburo de silicio poroso sinterizado que resulta ventajoso desde el punto de vista de la resistencia al calor y la resistencia mecánica, posee una elevada eficiencia acumuladora, es químicamente estable y presenta una pequeña pérdida de presión.

La pérdida de presión se refiere a la diferencia entre el valor de presión tomado corriente arriba del filtro y el valor de presión tomado corriente abajo del filtro. Una causa principal de la pérdida de potencia es la resistencia que se encuentran los gases de escape al pasar a través de un filtro.

El filtro de panel incluye una pluralidad de celdas que se extienden a lo largo de la dirección axial del filtro de panel. Cuando los gases de escape pasan a través del filtro, las paredes de las celdas atrapan partículas finas. De este modo se eliminan las partículas finas de los gases de escape.

Sin embargo, el filtro de panel, fabricado a partir de un cuerpo de carburo de silicio poroso sinterizado, es vulnerable a los impactos térmicos. Por lo tanto, los filtros de mayor tamaño tienen tendencia a agrietarse. En consecuencia, se ha propuesto recientemente una técnica para fabricar un conjunto de filtro cerámico de gran tamaño integrando una pluralidad de pequeños filtros para evitar la rotura que se derivan de las grietas.

Por ejemplo, el documento US-A-5 914 187 describe un conjunto de filtro cerámico integral en el que los filtros de panel alargados se mantienen adheridos juntos por una capa de sellado.

Además, el documento US-A-4 329 162 describe un conjunto de filtro cerámico para motores diésel con una sección transversal redondeada.

De modo similar, el documento JP-A-60 065 219 describe un conjunto de filtro con una sección transversal ovalada.

Ahora se describirá un método típico para fabricar un conjunto de filtro cerámico. Primero, se extrude una materia prima cerámica de forma continua desde un molde una extrusora para formar un producto moldeado cuadrado alargado en forma de panel. Tras cortar el filtro de panel en piezas de igual longitud, las piezas cortadas se sinterizan para formar un filtro. Posteriormente al proceso de sinterización, se agrupa una pluralidad de los filtros y se integran adhiriendo la superficie exterior de los filtros entre sí con una capa de sellado cerámico con un espesor de 4 a 5 mm. De este modo se completa el conjunto de filtro cerámico deseado.

Se envuelve un material aislante térmico similar a un fieltro, fabricado de fibra cerámica u otro material similar, alrededor de la superficie exterior del conjunto del filtro cerámico. En este estado, el conjunto se dispone en una carcasa, situada en un tubo de escape.

Sin embargo, en la técnica anterior, existe una deficiencia en el sentido de que las partículas finas atrapadas en el conjunto de filtro cerámico no se queman por completo y algunas de las partículas finas se quedan sin quemar. En consecuencia, la eficiencia del procesamiento de los gases de escape es baja.

Además, el filtro de panel de la técnica anterior posee esquinas. Por lo tanto, existe una tendencia a que la tensión se concentre en las esquinas de la superficie exterior y a que se desportillen las esquinas. Además, la capa de sellado

## ES 2 341 274 T3

puede agrietarse y romper el conjunto de filtro cerámico desde las esquinas dañando la totalidad del conjunto de filtro cerámico. Incluso, si el conjunto no se rompe, existe un inconveniente en el sentido en que dicha fuga de gases de escape puede reducir la eficiencia del procesamiento.

5 Durante el uso del conjunto de filtro, una elevada diferencia de temperatura entre los filtros de panel puede provocar tensión térmica que agriete los filtros de panel y rompa todo el conjunto. Por lo tanto, debe aumentarse la resistencia de cada filtro de panel para aumentar la resistencia del conjunto de filtro de panel.

10 El conjunto de filtro cerámico de la técnica anterior tiene una sección transversal rectangular. Por lo tanto, la periferia del conjunto se corta de modo que el conjunto tenga una sección transversal redondeada u ovalada.

15 Sin embargo, el filtro posee una pluralidad de celdas. Por lo tanto, si se corta la periferia del conjunto, las paredes de celdas están expuestas desde la superficie periférica posterior al corte. Esto forma elevaciones y depresiones en la superficie periférica. Por lo tanto, incluso si el conjunto se aloja en la carcasa con el material aislante térmico sujeto a la superficie periférica del conjunto, se forman huecos en la dirección longitudinal de los filtros. Por lo tanto, los gases de escape tienden a fugarse a través de los huecos. Esto reduce la eficiencia del procesamiento de los gases de escape.

20 En relación con partículas diésel atrapadas en el filtro de panel, se ha confirmado que las partículas con un diámetro pequeño poseen una elevada tasa de adherencia al pulmón y aumentan los riesgos para la salud. Por lo tanto, existe una gran necesidad de atrapar las partículas pequeñas.

25 Sin embargo, cuando el diámetro de poro y la porosidad del filtro de panel son pequeños, el filtro de panel se vuelve demasiado denso y obstaculiza el paso de los gases de escape, lo cual, a su vez, aumenta la pérdida de presión. Esto reduce el rendimiento de la conducción del vehículo, reduce la eficiencia del combustible y deteriora el rendimiento de la conducción.

30 Por otro lado, si aumentan el diámetro del poro y la tasa de porosidad, se solucionan dichos problemas. No obstante, el número de aperturas del filtro de panel es demasiado grande. Por lo tanto, no pueden atraparse las partículas finas. Esto disminuye la eficiencia de atrapamiento. Además, la resistencia mecánica del filtro de panel se vuelve baja.

35 Para conseguir el objetivo anterior, se proporciona un conjunto de filtro cerámico integral producido adhiriendo con una capa de sellado cerámico las superficies exteriores de una pluralidad de filtros de panel alargados, cada uno de los cuales está formado a partir de un cuerpo cerámico poroso sinterizado, comprendiendo el conjunto de filtro cerámico una capa de alisado en su superficie exterior, caracterizado por el hecho de que el conjunto posee una forma exterior en una sección transversal redondeada o sección transversal ovalada, la capa de sellado posee un espesor de 0,3 a 3 mm y una conductancia térmica que va de 0,1 a 10 W/mk, y la capa de sellado es más fina que la capa de alisado.

40 Preferiblemente, la capa de sellado consta de un 70% en peso o menos de fibra cerámica como un sólido.

Aún más preferiblemente, la capa de sellado se compone de fibras cerámicas que poseen unos tramos de fibra de 100 mm o menos.

45 Todavía más preferiblemente, la capa de sellado se compone como un sólido de un 3% en peso a un 80% en peso de partículas inorgánicas.

Típicamente, el conjunto es un filtro de partículas diésel.

50 De forma adecuada, la capa de sellado se compone preferiblemente de al menos fibras inorgánicas, un ligante inorgánico, un ligante orgánico y partículas inorgánicas, y se forma a partir de un material elástico obtenido al unir las fibras inorgánicas y las partículas inorgánicas, que se interrelacionan tridimensionalmente entre sí, con el ligante inorgánico y el ligante orgánico.

55 De forma aún más adecuada, la capa de sellado anterior se forma a partir de un 10% en peso a un 70% en peso de fibra cerámica de sílice y alúmina, un 1% en peso a un 30% en peso de sílice sol, un 0,1% en peso a un 5,0% en peso de carboximetilcelulosa, y un 3% en peso a un 80% en peso de polvo de carburo de silicio.

60 De forma todavía más adecuada, los filtros están dispuestos en un estado desplazado los unos de los otros en una dirección perpendicular a la dirección axial del filtro.

Típicamente, el filtro posee una pluralidad de celdas, y cada celda posee una superficie exterior que lleva al menos un catalizador de oxidación seleccionado entre un elemento del grupo platino, otros elementos metálicos y óxidos de los mismos.

65 Preferiblemente, el filtro posee una porosidad media que va de un 30% a un 70%. Aún más preferiblemente, el filtro posee una conductancia térmica que va de 20 W/mK a 80 W/mK.

Aún más preferiblemente, la capa de sellado posee un espesor que va de 0,5 mm a 1,0 mm y una conductancia térmica que va de 0,3 W/mK a 10 W/mk.

Típicamente, la capa de alisado está formada a partir del mismo tipo de material que la capa de sellado.

La invención también se refiere a un aparato para la purificación de los gases de escape que posee el conjunto de filtro cerámico tal y como se ha definido anteriormente, dispuesto en una carcasa que se coloca en un conducto de paso de los gases de escape de un motor de combustión interna.

Preferiblemente, una porción intermedia de la carcasa posee un diámetro mayor que el del conducto de paso de los gases de escape.

Aún más preferiblemente, se dispone un material aislante térmico compuesto por un material similar a un fieltro que incluye fibras cerámicas entre la superficie exterior del conjunto de filtro cerámico y la superficie interior de la carcasa.

Es un primer objeto proporcionar un conjunto de filtro cerámico con una eficiencia de procesamiento de los gases de escape mejorada.

Es un segundo objeto de la presente invención proporcionar un conjunto de filtro cerámico con una resistencia superior.

Es un tercer objeto de la presente invención proporcionar un conjunto de filtro cerámico que evita la fuga de fluido desde la superficie periférica.

Es un cuarto objeto de la presente invención proporcionar un filtro de panel con una pequeña pérdida de presión y una resistencia mecánica superior.

### Resumen de la invención

Una primera perspectiva de la presente invención es un conjunto de filtro cerámico integral producido adhiriendo con una capa de sellado cerámico las superficies exteriores de una pluralidad de filtros de panel poligonales alargados, cada uno de los cuales está formado a partir de un cuerpo cerámico poroso sinterizado. La capa de sellado posee un espesor que va de 0,3 mm a 3 mm y una conductancia térmica que va de 0,1 W/mK a 10 W/mk.

Una segunda perspectiva de la presente invención es un conjunto de filtro cerámico integral producido adhiriendo con una capa de sellado cerámico las superficies exteriores de una pluralidad de filtros de panel poligonales alargados, cada uno de los cuales está formado a partir de un cuerpo cerámico poroso sinterizado.

El conjunto de filtro cerámico incluye una capa de alisado aplicada en la superficie exterior del conjunto, que tiene una sección transversal generalmente circular o una sección transversal generalmente ovalada.

### Breve descripción de los dibujos

La Fig. nº 1 es una vista esquemática en la que se muestra un aparato para la purificación de los gases de escape, de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La Fig. nº 2 es una vista en perspectiva en la que se muestra un conjunto de filtro cerámico del aparato para la purificación de los gases de escape de la Fig. nº 1.

La Fig. nº 3 es una vista en perspectiva en la que se muestra un filtro de panel del conjunto de filtro cerámico de la Fig. nº 2.

La Fig. nº 4 es una vista transversal ampliada en la que se muestra la porción principal del aparato para la purificación de los gases de escape de la Fig. nº 1.

La Fig. nº 5 es una vista transversal ampliada en la que se muestra la porción principal de un conjunto de filtro cerámico de la Fig. nº 2.

La Fig. nº 6 es una vista transversal ampliada en la que se muestra la porción principal de un conjunto de filtro cerámico de un primer ejemplo modificado.

La Fig. nº 7 es una vista en perspectiva en la que se muestra un filtro de panel según una segunda realización de la presente invención.

La Fig. nº 8 es una vista transversal ampliada en la que se muestra la porción principal de un conjunto de filtro cerámico.

## ES 2 341 274 T3

La Fig. nº 9 es una vista transversal ampliada en la que se muestra la porción principal de un conjunto de filtro cerámico según un primer ejemplo modificado.

La Fig. nº 10 es una vista en perspectiva en la que se muestra el filtro de panel según el primer ejemplo modificado.

La Fig. nº 11 es una vista en perspectiva en la que se muestra un filtro de panel según un segundo ejemplo modificado.

La Fig. nº 12 es una vista en perspectiva en la que se muestra un filtro de panel según un tercer ejemplo modificado.

La Fig. nº 13 es una vista lateral en la que se muestra un conjunto de filtro cerámico según una tercera realización de la presente invención.

Las Figs. nº 14(a) a 14(c) son vistas en perspectiva esquemáticas en las que se ilustra un proceso de fabricación del conjunto de filtro cerámico de la Fig. nº 13.

La Fig. nº 15 es una vista lateral en la que se muestra un conjunto de filtro cerámico según un ejemplo modificado.

La Fig. nº 16 es una vista en perspectiva de un conjunto de filtro cerámico según una cuarta realización de la presente invención.

La Fig. nº 17 es una vista en perspectiva en la que se muestra un conjunto de filtro cerámico 3 de la Fig. nº 16.

La Fig. nº 18(a) es una vista transversal esquemática en la que se muestra el filtro de la Fig. nº 17, mientras que la Fig. nº 18(b) es una vista lateral esquemática en la que se muestra el filtro de la Fig. nº 17.

La Fig. nº 19 es una vista en perspectiva en la que se muestra un filtro de panel que incorpora una estructura de panel según la quinta y sexta realización de la presente invención.

La Fig. nº 20 es una vista transversal en la que se muestra el filtro 59 de la Fig. nº 19 tomada a lo largo de la línea 20-20.

La Fig. nº 21 es una vista transversal ampliada en la que se muestra la porción principal de un aparato para la purificación de los gases de escape.

La Fig. nº 22 es una vista en perspectiva en la que se muestra un conjunto de filtro cerámico.

### **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

A continuación se describe un aparato para la purificación de los gases de escape de un motor diésel 1 según una primera realización de la presente invención en relación con las Fig. nº 1 a 5.

En relación con la Fig. nº 1, el aparato para la purificación de los gases de escape 1 es un aparato para purificar los gases de escape emitidos por un motor diésel 2, que sirve a un motor de combustión interna. El motor diésel 2 posee una pluralidad de cilindros (no se muestran). Cada cilindro está conectado a una ramificación 4 de un colector de escape 3, que está fabricado a partir de un material metálico. Cada ramificación 4 está conectada a un solo cuerpo de colector 5. En consecuencia, los gases de escape emitidos por cada cilindro se concentran en un punto.

Un primer tubo de escape 6 y un segundo tubo de escape 7, que están fabricados de un material metálico, están dispuestos corriente abajo del colector de escape 3. El extremo corriente arriba del primer tubo de escape 6 está conectado al cuerpo del colector 5. Una carcasa tubular 8 fabricada de un material metálico está dispuesta entre el primer tubo de escape 6 y el segundo tubo de escape 7. El extremo corriente arriba de la carcasa 8 se conecta al extremo corriente abajo del primer tubo de escape 6, y el extremo corriente abajo de la carcasa 8 se conecta al extremo corriente arriba del segundo tubo de escape 7. Con esta estructura, puede considerarse que la carcasa 8 está dispuesta en los tubos de escape 6 y 7. El primer tubo de escape 6, la carcasa 8, y el segundo tubo de escape 7 se comunican entre sí de modo que los gases de escape fluyen a través de ellos.

Tal y como se muestra en la Fig. nº 1, la porción intermedia de la carcasa posee un diámetro superior que el de los tubos de escape 6 y 7.

En consecuencia, el interior de la carcasa 8 es mayor que el de los tubos de escape 6 y 7. Un conjunto de filtro cerámico 9 se aloja en la carcasa 8.

Entre la superficie exterior del conjunto 9 y la superficie interior de la carcasa 8 hay dispuesto un material aislante térmico 8. El material aislante térmico 10 es un material similar a un fieltro que incluye fibras cerámicas y que posee un espesor de diversos milímetros a diversas decenas de milímetros. Es preferible que el material aislante térmico 10 sea térmicamente expansivo. Térmicamente expansivo se refiere a la liberación de tensión térmica a través de una estructura elástica.

## ES 2 341 274 T3

Esto es para minimizar la pérdida energética durante la reproducción evitando la liberación de calor de la porción más exterior del conjunto 9. Además, la expansión de fibras cerámicas usando el calor producido durante la reproducción evita el desplazamiento del conjunto de filtro cerámico 9, que sería el resultado de la presión de los gases de escape o de las vibraciones producidas por el vehículo en movimiento.

El conjunto de filtro cerámico 9 elimina las partículas diésel, por lo que normalmente se hace referencia a él como filtro de partículas diésel (DPF). Tal y como se muestra en la Fig. nº 2 y en la Fig. nº 4, el conjunto 9 se forma agrupando e integrando una pluralidad de filtros F. Los filtros cuadrados alargados F1 están dispuestos en la porción central del conjunto 9, y la dimensión exterior del filtro cuadrado alargado F1 es 33 mm x 33 mm x 167 mm (véase la Fig. nº 3). Los filtros F1 que poseen formas diferentes de los filtros cuadrados alargados F1 están dispuestos alrededor de los filtros cuadrados alargados F1. Esto forma el cuerpo de filtro cerámico 9, que en su conjunto es cilíndrico (siendo el diámetro de alrededor de 135 mm).

Estos filtros F1 están fabricados de carburo de silicio poroso sinterizado, que es un tipo de material cerámico sinterizado. El motivo para emplear carburo de silicio poroso sinterizado es debido a que resulta ventajoso especialmente en el sentido en que posee una resistencia al calor y una conductancia térmica superior. Además de carburo de silicio poroso sinterizado, el material sinterizado puede ser nitruro de silicio, sialón, alúmina, cordierita, o mullita.

Tal y como se muestra en la Fig. nº 3 y los dibujos restantes, los filtros F1 poseen una estructura de panal. El motivo para emplear la estructura de panal es que la pérdida de presión es pequeña cuando aumenta la cantidad atrapada de partículas finas.

Cada filtro F1 posee una pluralidad de orificios de paso 12, que generalmente tienen secciones transversales cuadradas y están dispuestos normalmente extendiéndose en dirección axial. Los orificios de paso 12 se separan entre sí por finas paredes celulares 13. La superficie exterior de la pared de la celda 13 transporta un catalizador de óxido formado a partir de un elemento del grupo platino (tal como Pt) u otros elementos metálicos y ahí se oxida. La apertura de cada orificio de paso 12 en una de las superficies finales 9a, 9b se sella con un cuerpo de sellado 14 (cuerpo de carburo de silicio poroso sinterizado). En consecuencia, las superficies finales 9a, 9b tienen la apariencia de un tablero de ajedrez. De este modo, los filtros F1 poseen una pluralidad de celdas con secciones transversales cuadradas. La densidad de las celdas es de alrededor de 200/pulgadas, el espesor de la pared de celdas 13 es de alrededor de 0,3 mm, y la distancia entre celdas es de alrededor de 1,8 mm. Entre la pluralidad de celdas, están abiertas alrededor de la mitad en la superficie del extremo corriente arriba 9a, y el resto están abiertas en la superficie del extremo corriente abajo 9b.

El diámetro medio del poro del filtro F1 es de alrededor de 1  $\mu\text{m}$ -50  $\mu\text{m}$ , y más particularmente, 5  $\mu\text{m}$ -20  $\mu\text{m}$ . Si el diámetro medio del poro es inferior a 1  $\mu\text{m}$ , las partículas finas depositadas tienden a atascar el filtro F1. Si el diámetro medio del poro es superior a 50  $\mu\text{m}$ , las partículas finas no serían atrapadas y disminuiría la eficiencia de atrapamiento.

Es preferible que el índice de porosidad sea de un 30% a un 70%, y más particularmente, de un 40% a un 60%. Si el índice de porosidad es inferior a un 30%, el filtro F1 será demasiado fino y dificultará la circulación de los gases de escape a través de él. Si el índice de porosidad es superior a un 70%, la cantidad de huecos en los filtros F1 sería demasiado grande. De este modo descendiendo la resistencia de los filtros F1 y se reduce la eficiencia de atrapamiento de las partículas finas.

Al seleccionar el carburo de silicio poroso sinterizado, se prefiere que la conductancia térmica del filtro F1 sea de 20 W/mK a 80 W/mK, y más particularmente, de 30 W/mK a 70 W/mK.

En relación con las Figs. nº 4 y 5, las superficies exteriores de un total de 16 filtros F se adhieren entre sí mediante una capa de sellado cerámico 15.

A continuación se describe con detalle la capa de sellado cerámico 15.

Es preferible que la conductancia térmica de la capa de sellado 15 sea de 0,1 W/mK a 10 W/mK, y más particularmente de 0,2 W/mK a 2 W/mK.

Si la conductancia térmica es inferior a 0,1 W/mK, no puede mejorarse suficientemente la conductancia térmica de la capa de sellado 15. De ese modo, la capa de sellado 15 continúa siendo una gran resistencia y dificulta la conducción térmica entre los filtros F1.

Por otro lado, si la conductancia térmica es superior a 10 W/mK, propiedades tales como la adhesión y la resistencia térmica pueden degradarse y hacer que la fabricación resulte difícil.

Es necesario que el espesor t1 de la capa de sellado 15 sea de 0,3 a 3 mm. Además, es preferible que el espesor sea de 0,5 mm a 2 mm.

Si el espesor t1 sobrepasa los 3 mm, la capa de sellado 15 sigue siendo una gran capa de sellado 15 incluso aunque la conductancia térmica sea elevada y se dificulta la conductancia térmica entre los filtros F1. Además, la relación del conjunto 9 ocupada por los filtros F1 disminuiría relativamente y reduciría la capacidad de filtración. Por otro lado, si el espesor t1 de la capa de sellado 15 es inferior a 0,3 mm, la capa de sellado 15 no sería de una gran resistencia. Sin

## ES 2 341 274 T3

embargo, la fuerza que adhiere a los filtros F1 entre sí puede resultar demasiado baja y hacer que el conjunto 9 sea vulnerable a la rotura.

5 La capa de sellado 15 está formada al menos por una fibra inorgánica, un aglomerante inorgánico, un aglomerante orgánico y partículas inorgánicas. Además, es preferible que la capa de sellado 15 sea un material elástico que se forma uniendo las fibras inorgánicas y las partículas inorgánicas, que se interseccionan tridimensionalmente entre sí, con un aglomerante inorgánico y un aglomerante orgánico.

10 Al menos un tipo de fibra cerámica seleccionada de fibra de sílice y alúmina, fibra de mullita, fibra de alúmina y fibra de sílice se seleccionan como la fibra inorgánica incluida en la capa de sellado 15. Entre dichas fibras, es más preferible seleccionar la fibra cerámica de sílice y alúmina. La fibra cerámica de sílice y alúmina posee una elasticidad superior y sirve para absorber la tensión térmica.

15 En este caso, el contenido de la fibra cerámica de sílice y alúmina en la capa de sellado 15 es de un 10% en peso a un 70% en peso, preferiblemente un 10% en peso a un 40% en peso, y más preferiblemente un 20% en peso a un 30% en peso. Si el contenido es inferior a un 10% en peso, disminuye la conductividad térmica y se reduce la elasticidad. Si el contenido sobrepasa el 70%, la conductividad térmica y la elasticidad disminuyen.

20 El contenido del disparo de la fibra cerámica de sílice y alúmina es de un 1% en peso a un 10% en peso, preferiblemente de un 1% en peso a un 5% en peso, y más preferiblemente de un 1% en peso a un 3% en peso. Si el contenido del disparo es inferior a un 1% en peso, la fabricación será difícil, y si el contenido del disparo es de un 50% en peso, la superficie exterior del filtro F1 puede resultar dañada.

25 La longitud de la fibra cerámica de sílice y alúmina es de 1 mm a 10 mm, preferiblemente de 1 mm a 50 mm, y más preferiblemente de 1 mm a 20 mm.

30 Si la longitud de la fibra es de 1 mm o menos, se da el inconveniente de que no puede formarse una estructura elástica. Si la longitud de la fibra es superior a 100 mm, se da el inconveniente de que la fibra puede producir bolas de fibras y reducir la dispersión de partículas finas inorgánicas. Además, si la longitud de la fibra es superior a 100 mm, será difícil hacer que la capa de sellado sea más delgada de 3 mm y mejorar la conductancia térmica entre los filtros F1.

35 Es preferible que el ligante inorgánico incluido en la capa de sellado 15 sea un sol coloidal seleccionado de al menos un sílice sol y alúmina sol. Es especialmente preferible que se seleccione sílice sol. Esto se debe a que el sílice sol resulta óptimo para su uso como agente adhesivo bajo temperaturas elevadas puesto que puede obtenerse fácilmente y sinterizarse fácilmente en  $\text{SiO}_2$ . Además, el sílice sol posee una característica aislante superior.

40 En este caso, el contenido de sílice sol en la capa de sellado 15 como un sólido es de un 1% en peso a un 30% en peso, preferiblemente de un 1% en peso a un 15% en peso, y más preferiblemente de un 5% en peso a un 9% en peso. Si el contenido es inferior a un 1% en peso, disminuye la resistencia de adhesión. Por otro lado, si el contenido es superior a un 30% en peso, disminuirá la conductividad térmica.

45 Se prefiere que el ligante orgánico incluido en la capa de sellado 15 sea un alto polímero orgánico hidrofílico y también es preferible que el ligante orgánico sea un polisacárido seleccionado de al menos un alcohol polivinílico, metilcelulosa, etilcelulosa y carboximetilcelulosa. Se prefiere especialmente que se seleccione carboximetilcelulosa. Esto se debe a que la capa de sellado 15 posee una fluidez óptima debido a la carboximetilcelulosa y por lo que posee una adhesión superior bajo temperaturas normales.

50 En este caso, el contenido de carboximetilcelulosa como un sólido es de un 0,1% en peso a un 5,0% en peso, preferiblemente de un 0,2% en peso a un 1,0% en peso, y más preferiblemente de un 0,4% en peso a un 0,6% en peso. Si el contenido es inferior a un 0,1% en peso, se dificulta la inhibición suficiente de la migración. La migración se refiere a un fenómeno en el que el ligante de la capa de sellado 15 se mueve a medida que se extrae el solvente al secarse cuando se endurece la capa de sellado 15 cargada entre los cuerpos sellados. Si el contenido es superior 5,0% en peso, la temperatura elevada quema y elimina el ligante orgánico y disminuye la resistencia de la capa de sellado 55 15.

60 Es preferible que las partículas inorgánicas incluidas en la capa de sellado 15 sean un polvo inorgánico o un material elástico que emplee un whisker seleccionado de al menos un carburo de silicio, nitruro de silicio y nitruro de boro. Dichos carburos y nitruros poseen una conductividad térmica extremadamente elevada y, cuando se incluyen en la superficie de una fibra cerámica o en la superficie del interior de un sol coloidal, contribuye a aumentar la conductividad térmica.

Entre los carburos y nitruros mencionados, se prefiere especialmente que se seleccione polvo de carburo de silicio.

65 Esto se debe a que la conductividad térmica del carburo de silicio es extremadamente elevada y se adapta fácilmente a la fibra cerámica. Además, en la primera realización, el filtro F1, que es el cuerpo sellado, está fabricado de carburo de silicio poroso sinterizado. De este modo, se prefiere que se seleccione el mismo tipo de polvo de carburo de silicio.

## ES 2 341 274 T3

En este caso, es preferible que el contenido de polvo de carburo de silicio como un sólido sea de un 3% en peso a un 80% en peso, preferiblemente de un 10% en peso a un 60% en peso, y más particularmente, de un 20% en peso a un 40% en peso.

- 5 Si el contenido es un 3% en peso o menos, disminuye la conductividad térmica de la capa de sellado 15, que tiene como resultado que la capa de sellado 15 tenga una mayor resistencia térmica. Si el contenido es superior a un 80% en peso, disminuye la resistencia de adhesión cuando la temperatura es elevada.

10 El diámetro del grano es de 0,01  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 0,1  $\mu\text{m}$  a 15  $\mu\text{m}$ , y más preferiblemente de 0,1  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ . Si el diámetro del grano es superior a 100  $\mu\text{m}$ , la adhesión y la conductividad térmica disminuye. Si el diámetro del grano es inferior a 0,01  $\mu\text{m}$ , aumenta el coste del material de sellado 15.

A continuación se describirá el procedimiento para fabricar el conjunto de filtro cerámico 9.

- 15 En primer lugar, se preparan un lodo de materia prima cerámica usado durante un proceso de extrusión, una pasta de sellado usada durante un proceso de sellado de la superficie final, y una pasta formadora de capa de sellado usada durante un proceso de adhesión del filtro.

20 El lodo de materia prima cerámica se prepara combinando y amasando cantidades predeterminadas de un ligante orgánico y agua con partículas de carburo de silicio. La pasta de sellado se prepara combinando y amasando un ligante orgánico, un agente lubricante, un agente plástico, y agua con polvo de carburo de silicio. La pasta formadora de la capa de sellado se prepara combinando y amasando cantidades predeterminadas de una fibra inorgánica, un ligante inorgánico, un ligante orgánico, partículas inorgánicas y agua.

- 25 A continuación, el lodo de materia prima cerámica se introduce en una extrusora y se extrude a partir de un molde. Posteriormente, el producto moldeado en panal extruido se corta en longitudes equivalentes para obtener piezas de producto moldeado en panal cuadradas y alargadas. Además, se carga una cantidad predeterminada de pasta de sellado en una de las aperturas de cada celda de las piezas cortadas, de modo que se sellan las superficies de ambos extremos de cada pieza cortada.

30 A continuación, se realiza la sinterización principal fijando condiciones predeterminadas, tales como la temperatura y el tiempo, para sinterizar por completo las piezas moldeadas en panal y los cuerpos de sellado 14. Todos los filtros F1 de carburo de silicio poroso sinterizado obtenidos de esta forma tienen aún la forma de poste cuadrado.

- 35 En la presente realización la temperatura de sinterización se fija de 2.100°C a 2.300°C para obtener un diámetro medio del poro de 6  $\mu\text{m}$  a 15  $\mu\text{m}$  y una porosidad de un 35% a un 50%. Además, se fija el tiempo de sinterización de 0,1 horas a 5 horas. Además, el interior de un horno posee una atmósfera inerte durante la sinterización, y la presión en dicha atmósfera es la presión normal.

40 A continuación, tras formar una capa cerámica estratificada en la superficie exterior de los filtros F1 según sea necesario, se aplica la pasta formadora de la capa de sellado. Las superficies exteriores de dieciséis de dichos filtros F1 se adhieren entre sí y de este modo se integran.

- 45 En el siguiente proceso de corte de la forma externa, el conjunto 9, que se ha obtenido a través del proceso de adherencia del filtro y que posee una sección transversal cuadrada, se conecta para formar la forma exterior del conjunto 9 eliminando las secciones innecesarias de la porción periférica del conjunto 9 y formando el conjunto de filtro cerámico 9, cuya sección transversal es redondeada.

50 A continuación se describirá brevemente el atrapamiento de las partículas finas realizado por el conjunto de filtro cerámico 9.

55 Se alimentan gases de escape al conjunto de filtro cerámico 9 alojado en la carcasa 9a. Los gases de escape suministrados a través del primer tubo de escape 6 entran primero en las celdas que están abiertas en la superficie final corriente arriba 9a. A continuación los gases de escape pasan a través de la pared de celdas 13 y entran en las celdas adyacentes, o en las celdas abiertas en la superficie final corriente abajo 9b. Desde las aperturas de dichas celdas, los gases de escape fluyen por las superficies finales corriente abajo 9b de los filtros F1. Sin embargo, las partículas finas incluidas en los gases de escape no pasan a través de las paredes de las celdas 13 y quedan atrapadas en las paredes de las celdas 13. Como resultado de ello, los gases purificados se descargan por la superficie final corriente abajo 9b de los filtros F1. A continuación los gases de escape purificados pasan a través del segundo tubo de escape 7 para ser finalmente descargados en la atmósfera. Las partículas finas atrapadas se encienden y se queman por el efecto catalítico que se produce cuando la temperatura interna del conjunto 9 alcanza una temperatura predeterminada.

### Ejemplo 1-1

- 65 (1) Se mezcló humedecido un 51,5% en peso de un polvo de carburo de silicio con un diámetro de grano medio de 10  $\mu\text{m}$  y un 22% en peso de polvo de carburo de  $\alpha$ -silicio con un diámetro de grano medio de 0,5  $\mu\text{m}$ . Entonces, se añadió a la mezcla obtenida y se amasó un 6,5% en peso del ligante orgánico (metilcelulosa) y un 20% en peso de agua. A continuación, se añadió a la mezcla amasada una pequeña cantidad del agente plástico y el agente lubricante, se

## ES 2 341 274 T3

volvió a amasar y a extrudir para obtener el producto moldeado en panel. Más específicamente, el polvo de carburo de  $\alpha$ -silicio con un diámetro de partícula medio de alrededor de  $10\ \mu\text{m}$  fue producido por Yakushima Denkou Kabushiki Kaisha, con el nombre de producto C-1000F, y el polvo de carburo de  $\alpha$ -silicio con un diámetro de partícula medio de alrededor de  $0,5\ \mu\text{m}$  fue producido por Yakushima Denkou Kabushiki Kaisha con el nombre de producto GC-15.

5 (2) A continuación, tras secar el producto moldeado con un secador de microondas, se sellaron los orificios de paso 12 del producto moldeado con la pasta de sellado hecha de carburo de silicio poroso sinterizado. Después de eso, la pasta de sellado se volvió a secar con el secador. Tras el proceso de sellado de la superficie final se desgrasó del cuerpo seco a  $400^\circ\text{C}$  y a continuación se sinterizó durante alrededor de tres horas a  $2.200^\circ\text{C}$  en una atmósfera de argón a presión normal. De este modo se obtuvieron los filtros de panel de carburo de silicio poroso F1.

15 (3) Se mezcló y amasó un 23,3% en peso de una fibra cerámica (fibra cerámica de silicato de alúmina, contenido del disparo de un 3%, longitud de la fibra de  $0,1\ \text{mm}$  a  $100\ \text{mm}$ ), un 30,2% en peso de carburo de silicio con un diámetro medio del grano de  $0,3\ \mu\text{m}$ , un 7% en peso de sílice sol (siendo la cantidad convertida de  $\text{SiO}_2$  de sol de un 30%) que sirvió como ligante inorgánico, un 0,5% en peso de carboximetilcelulosa que sirvió como ligante orgánico, y un 39% en peso de agua. El material amasado se ajustó hasta una viscosidad apropiada para preparar la pasta usada para formar la capa de sellado 15.

20 (4) A continuación, se aplicó uniformemente la pasta formadora de capa de sellado en la superficie exterior de los filtros F1. Además, en un estado en el que las superficies exteriores de los filtros F1 se adhirieron entre sí, los filtros F1 se secaron y endurecieron bajo la condición de  $50^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$  durante 1 hora. Como resultado de ello, la capa de sellado 15 adhirió los filtros F1 entre sí. El espesor  $t_1$  de la capa de sellado 15 se ajustó a  $0,5\ \text{mm}$ . La conductividad térmica de la capa de sellado 15 era de  $0,3\ \text{W/mK}$ .

25 (5) A continuación, se cortó la porción periférica para darle forma y completar el conjunto de filtro cerámico 9, el cual tiene una sección transversal redondeada.

30 Luego, se enrolló el material aislante térmico 10 alrededor del conjunto 9 obtenido de la forma descrita anteriormente. En este estado, el conjunto 9 se alojó en la carcasa 8 y entonces se alimentó con los gases de escape. Transcurrido un tiempo predeterminado, se extrajo el conjunto 9 y se cortó en una pluralidad de ubicaciones. Se observaron las superficies cortadas a simple vista.

35 En consecuencia, no se confirmó la presencia de residuos de las partículas finas en la porción periférica del conjunto 9 (especialmente, la porción periférica próxima a la superficie final corriente abajo) donde las partículas sin quemar tienen tendencia a permanecer. Por supuesto, las partículas finas se quemaron por completo en otras porciones. Se considera que dichos resultados se obtuvieron debido a que el uso de la capa de sellado 15 evitó que disminuyera la conductancia térmica entre los filtros F1 y que la temperatura aumentó lo suficiente en la porción periférica del conjunto 9. En consecuencia, en el ejemplo 1-1, resulta evidente que los gases de escape se procesaron de forma eficiente.

40

### Ejemplos 1-2, 1-3

45 En el ejemplo 1-2, se preparó el conjunto de filtro cerámico 9 ajustando el espesor  $t_1$  de la capa de sellado 15 a  $1,0\ \text{mm}$ . Las demás condiciones se fijaron básicamente según el ejemplo 1-1. En el ejemplo 3, se formó el conjunto de filtro cerámico 9 ajustando el espesor  $t_1$  de la capa de sellado 15 a  $2,5\ \text{mm}$ . Las demás condiciones se fijaron básicamente según el ejemplo 1-1.

50 A continuación, se usaron los dos tipos de conjuntos 9 obtenidos durante un periodo de tiempo determinado, y se observaron las superficies cortadas a simple vista. Se obtuvieron los mismos resultados deseables que en el ejemplo 1-1. Por lo tanto, resulta evidente que los gases de escape se procesaron de forma eficiente en los ejemplos 1-2 y 1-3.

### 55 Ejemplo 1-4

60 En el ejemplo 1-4, se preparó la pasta formadora de la capa de sellado empleada mezclando y amasando un 25% en peso de una fibra cerámica (fibra de mullita, relación del contenido del disparo de un 5% en peso, longitud de la fibra de  $0,1\ \text{mm}$  a  $100\ \text{mm}$ ), un 30% en peso de polvo de nitruro de silicio con un diámetro medio del grano de  $1,0\ \mu\text{m}$ , un 7% en peso de sol alúmina (siendo la cantidad de conversión de alúmina sol de un 20%) que sirvió como ligante inorgánico, un 0,5% en peso de alcohol polivinílico que sirvió como ligante orgánico, y un 37,5% en peso de alcohol. Las demás porciones se formaron según el ejemplo 1-1 para completar el conjunto de filtro cerámico 9. El espesor  $t_1$  de la capa de sellado 15 se ajustó a  $1,0\ \text{mm}$ . La conductividad térmica de la capa de sellado 15 fue de  $0,2\ \text{W/mK}$ .

65 A continuación, se usó el conjunto 9 obtenido durante un periodo de tiempo determinado, y se observaron las superficies cortadas a simple vista. Se obtuvieron los mismos resultados deseables que en el ejemplo 1. Por lo tanto, resulta evidente que los gases de escape se procesaron de forma eficiente en el ejemplo 4.

## ES 2 341 274 T3

### Ejemplo 1-5

En el ejemplo 1-5, se preparó la pasta formadora de la capa de sellado empleada mezclando y amasando un 23% en peso de una fibra cerámica (fibra de alúmina, relación del contenido del disparo de un 4% en peso, longitud de la fibra de 0,1 mm a 100 mm), un 35% en peso de polvo de nitruro de boro con un diámetro medio del grano de 1  $\mu\text{m}$ , un 8% en peso de alúmina sol (siendo la cantidad de conversión de alúmina sol de un 20%) que sirvió como ligante inorgánico, un 0,5% en peso de etilcelulosa que sirvió como ligante orgánico, y un 35,5% en peso de acetona. Las demás porciones se formaron según el ejemplo 1 para completar el conjunto de filtro cerámico 9. El espesor t1 de la capa de sellado 15 se ajustó a 1,0 mm. La conductividad térmica de la capa de sellado 15 fue de 2 W/mK.

A continuación, se usó el conjunto 9 obtenido durante un periodo de tiempo determinado, y se observaron las superficies cortadas a simple vista. Se obtuvieron los mismos resultados deseables que en el ejemplo 1.

Por lo tanto, resulta evidente que los gases de escape se procesaron de forma eficiente en el ejemplo 5.

El conjunto de filtro cerámico 9 de la primera realización posee las siguientes ventajas:

(1) En cada ejemplo, el espesor t1 de la capa de sellado 15 se fija en el intervalo preferible de 0,3 mm a 3 mm, y la conductividad térmica de la capa de sellado 15 se fija en el intervalo preferible de 0,1 W/mK a 10 W/mK. De este modo se mejora la conductividad térmica de la capa de sellado y se evita que disminuya la conductividad térmica entre los filtros F1. En consecuencia, el calor se conduce rápida y uniformemente a todo el conjunto 9. De este modo se evita que se produzca una diferencia de temperatura en el conjunto 9. En consecuencia, aumenta la uniformidad térmica del conjunto 9 y se evita que se produzcan partículas sin quemar localmente. El aparato para la purificación de los gases de escape 1, que usa el conjunto 9, posee una eficiencia de procesamiento superior de los gases de escape.

Además, si el espesor t1 y la conductividad térmica se encuentran dentro del intervalo descrito, las propiedades básicas, tales como la adhesividad y la resistencia térmica, permanecen igual. De esta forma se evita que la fabricación de la capa de sellado 15 sea difícil. Además, puesto que la capa de sellado 15 sirve para adherir los filtros F1 entre sí, se evita la rotura del conjunto 9. Es decir, el conjunto 9 es relativamente fácil de fabricar y posee una durabilidad superior.

(2) La capa de sellado 15 de cada ejemplo contiene como un sólido de un 10% en peso a un 70% en peso de fibras cerámicas. Esto permite que la capa de sellado 15 tenga una elevada conductividad térmica y elasticidad. Por lo tanto, se mejora la conductividad térmica entre los filtros F1, y también aumenta la conductividad térmica del conjunto 9.

(3) La capa de sellado 15 de cada ejemplo contiene unas fibras cerámicas, cuyas longitudes son de 100 mm o menos. En consecuencia, el espesor t1 de la capa de sellado 15 puede ajustarse en 3 mm o menos sin que se produzcan más dificultades. De este modo se aumenta la conductividad térmica entre los filtros F1, contribuyendo así a la uniformidad térmica del conjunto 9.

(4) La capa de sellado 15 de cada ejemplo contiene como un sólido de un 3% en peso a un 80% en peso de partículas inorgánicas. Por lo tanto, la capa de sellado 15 posee una elevada conductividad térmica. De este modo se aumenta la conductividad térmica entre los filtros F1, contribuyendo a la uniformidad térmica del conjunto 9.

(5) En los ejemplos anteriores la capa de sellado 15 está formada por al menos una fibra inorgánica, un ligante inorgánico, un ligante orgánico, y partículas inorgánicas. Además, la capa de sellado 15 está hecha de un material elástico que se forma uniendo de modo que se interseccionan tridimensionalmente las fibras inorgánicas con las partículas inorgánicas con un ligante inorgánico y un ligante orgánico.

Este material posee las ventajas que se describen a continuación. Se obtiene una resistencia de adhesión suficiente en un intervalo de bajas temperaturas y en un intervalo de altas temperaturas. Además, el material es elástico. Por lo tanto, cuando se aplica una tensión térmica al conjunto 9, se garantiza la liberación de la tensión térmica.

Esta primera realización de la presente invención puede modificarse tal y como se describe a continuación.

(a) El número de los filtros F1 no está limitado a 16 y podría ser cualquier número. En este caso, pueden combinarse los filtros F1 con diferentes dimensiones y formas.

(b) En relación con la Fig. nº 6, en un conjunto de filtro cerámico 21 de una ulterior realización, los filtros F1 están desplazados entre sí en una dirección perpendicular a la dirección axial del filtro, y los filtros F1 están adheridos mediante la capa de sellado 15. En este caso, los filtros F1 resisten el desplazamiento cuando están siendo alojados en la carcasa 8. De este modo se mejora la resistencia de rotura del conjunto 21. En el conjunto de filtro cerámico 21 de la Fig. nº 6, en la capa de sellado 15 no se incluyen porciones transversales. Se considera que esto contribuye a la mejora de la resistencia de rotura. Además, puesto que se ha mejorado la conductividad térmica en la dirección radial del conjunto 21, se mejora aún más la uniformidad térmica del conjunto 21.

(c) En lugar de filtros F1 de panel, los filtros pueden tener una estructura de malla tridimensional, una estructura enmarañada, o una estructura tipo fibra.

## ES 2 341 274 T3

(d) Previamente al proceso de corte de la forma exterior, no se limita la forma del filtro F1 a la forma de cuadrado alargado y puede tener una forma triangular en forma de poste o una forma hexagonal en forma de poste. Además, el conjunto 9 no tiene que estar formado necesariamente para tener una sección transversal redondeada durante el proceso de corte de la forma exterior y puede formarse para tener, por ejemplo, una sección transversal ovalada.

5 La Fig. nº 7 es una vista en perspectiva en la que se muestra un filtro de panel F10 de un conjunto de filtro cerámico en una segunda realización de la presente invención. La Fig. nº 8 es una vista transversal ampliada en la que se muestra la porción principal del aparato para la purificación de los gases de escape. Las esquinas de la superficie exterior del filtro de panel F10 están curvadas para definir las superficies redondeadas 18. Es necesario que la curvatura de las superficies redondeadas 18 sea  $R =$  de 0,3 a 2,5. Es preferible que la de curvatura sea  $R =$  de 0,7 a 2,5, y se prefiere particularmente que la curvatura sea  $R =$  de 1,0 a 2,0.

15 Cuando la curvatura  $R$  sea de 0,3 o menos, las esquinas seguirán siendo en ángulo. Por lo tanto, la concentración de tensión en las esquinas no puede evitarse en la medida suficiente y las esquinas pueden astillarse o agrietarse. Por otro lado, si la curvatura es superior a 2,5, disminuye el área transversal del filtro de panel F1. De este modo se reduce el número efectivo de celdas y disminuye la capacidad de filtrado del conjunto 29.

20 El conjunto de filtro cerámico de la segunda realización se fabrica biselando cada esquina de un producto moldeado en panel cuadrado alargado y formando las superficies redondeadas 18 con la curvatura  $R$  predeterminada.

### Ejemplo 2-1

25 En el ejemplo 2-1, el conjunto de filtro cerámico 29 se fabricó secando los productos moldeados con un secador de microondas, cortando cada esquina para realizar el biselado, y formando las superficies redondeadas 18 de  $R = 1,5$ . Los demás pasos fueron los mismos que en el ejemplo 1-1.

Entonces se alimentó con los gases de escape a un conjunto 29 obtenido del modo descrito anteriormente. Transcurrido un periodo de tiempo predeterminado, se extrajo el conjunto 29 y se observó a simple vista.

30 El resultado reveló que no había presencia de grietas originadas en las esquinas de la capa de sellado 15. Además, no se produjo ningún astillado de las esquinas. En consecuencia, resulta evidente que el conjunto 29 del ejemplo 2-1 tiene una resistencia extremadamente superior.

### Ejemplos 2-2, 2-3

35 En el ejemplo 2, el conjunto de filtro cerámico 18 se fabricó ajustando la curvatura de las superficies redondeadas 18 a  $R = 0,4$  y formando las demás porciones básicamente del mismo modo que en el ejemplo 2-1. En el ejemplo 2-3, el conjunto de filtro cerámico 29 se fabricó ajustando la curvatura de las superficies redondeadas 18 a  $R = 2,4$  y formando las demás porciones básicamente del mismo modo que en el ejemplo 2-1.

40 A continuación, se usaron los dos tipos del conjunto 29 obtenidos durante un periodo de tiempo determinado del mismo modo que en el ejemplo 2-1 y se observaron a simple vista. Se obtuvo un resultado preferible similar al del ejemplo 2-1. Es decir, resulta evidente que los conjuntos 29 de los ejemplos 2-2 y 2-3 tienen una resistencia superior.

### Ejemplo 2-4

45 En el ejemplo 2-4, el conjunto de filtro cerámico 29 se fabricó usando una pasta formadora de capa de sellado del mismo modo que en el ejemplo 1-4 y formando las demás porciones del mismo modo que en el ejemplo 2-1. El espesor de la capa de sellado se ajustó a 1,0 mm, y la curvatura de la superficie redondeada 18 de cada esquina se ajustó a  $R = 1,5$ .

50 A continuación, se usó el conjunto 29 obtenido durante un periodo de tiempo determinado del mismo modo que en el ejemplo 2-1 y se observó a simple vista. Se obtuvo un resultado preferible similar al del ejemplo 2-1. Es decir, resulta evidente que el conjunto 29 del ejemplo 2-4 tiene una resistencia superior.

### Ejemplo 2-5

55 En el ejemplo 2-5, el conjunto de filtro cerámico 29 se fabricó usando una pasta formadora de capa de sellado del mismo modo que en el ejemplo 1-5 y formando las demás porciones del mismo modo que en el ejemplo 2-1. El espesor de la capa de sellado se ajustó a 1,0 mm, y la curvatura de la superficie redondeada 18 de cada esquina se ajustó a  $R = 1,5$ .

60 A continuación, se usó el conjunto 29 obtenido durante un periodo de tiempo determinado del mismo modo que en el ejemplo 2-1 y se observó a simple vista. Se obtuvo un resultado preferible similar al del ejemplo 2-1.

## ES 2 341 274 T3

### Ejemplo comparativo

En el ejemplo comparativo, el conjunto de filtro cerámico 9 se fabricó sin biselar las esquinas y formando las demás porciones del mismo modo que en el ejemplo 2-1. Por lo tanto, los filtros de panel F1 del conjunto 29 poseen esquinas en ángulo.

A continuación, se usó el conjunto 29 obtenido durante un periodo de tiempo determinado del mismo modo que en el ejemplo 2-1 y se observó a simple vista. Se descubrieron grietas y astilladuras provocadas por la concentración de tensión en múltiples ubicaciones.

En consecuencia, el conjunto 29 tenía una resistencia inferior.

El conjunto de filtro cerámico de la segunda realización tiene las ventajas que se describen a continuación.

(1) Las esquinas de la superficie exterior del filtro de panel F1 son superficies redondeadas con una curvatura en un intervalo óptimo. De este modo se evita la concentración de tensión en las esquinas. En consecuencia, se evita el astillado de las esquinas del filtro de panel F1, el agrietado de la capa de sellado 15 de las esquinas, y el conjunto de filtro cerámico 29 resiste a la rotura. De este modo se aumenta la resistencia del conjunto 29 y se mejora la resistencia y la capacidad de filtrado del aparato para la purificación de los gases de escape 1, que emplea el conjunto 29.

(2) El conjunto 29 emplea el filtro de panel 1, que está fabricado de carburo de silicio poroso sinterizado en forma de panel. Como resultado de ello, el conjunto 29 obtenido posee una capacidad de filtración más elevada, menor pérdida de presión y unas características de resistencia térmica y de conductancia térmica superiores.

Esta segunda realización puede modificarse tal y como se describe a continuación.

En relación con la Fig. nº 9, la presente invención puede realizarse en un conjunto de filtro cerámico 221 separando los filtros F1 entre sí en una dirección perpendicular a la dirección axial del filtro.

En lugar de formar las superficies redondeadas biselando las esquinas, pueden formarse las superficies redondeadas simultáneamente al moldeo del producto moldeado en panel con un molde.

El filtro de panel F1 no tiene que tener la forma de un poste rectangular, que tiene una sección transversal cuadrada, antes del proceso de corte de la forma exterior. Por ejemplo, tal y como se muestra en la Fig. nº 10, puede formarse un filtro de panel F20 en forma de un poste rectangular que posee una sección transversal rectangular.

Además, el filtro de panel F30 puede ser triangular como el que se muestra en la Fig. nº 11, mientras que un filtro de panel F40 puede ser hexagonal como el que se muestra en la Fig. nº 12.

La Fig. nº 13 es una vista transversal esquemática en la que se muestra un filtro cerámico 39 según una tercera realización de la presente invención.

En relación con la Fig. nº 13 y la Fig. nº 14(b), el conjunto de filtro cerámico 39 de la tercera realización posee una superficie exterior 39c a la cual se aplica una capa cerámica de alisado 16. La capa de alisado 16 está fabricada a partir de un material cerámico que incluye al menos fibras cerámicas y un ligante. Es preferible que el material cerámico incluya partículas inorgánicas, tales como carburo de silicio, nitruro de silicio y nitruro de boro. Es preferible que se use como ligante un ligante inorgánico, tal como el sílice sol o alúmina sol, o un ligante orgánico, tal como un polisacárido. Es preferible que el material cerámico esté formado uniendo de modo que se interseccionan tridimensionalmente las fibras y las partículas inorgánicas con un ligante. Es preferible que la capa de alisado 16 esté formada a partir del mismo tipo de material que la capa de sellado 15, y se prefiere especialmente que la capa de alisado 16 esté fabricada exactamente del mismo material que la capa de sellado 15.

Es preferible que el espesor de la capa de alisado 16 sea de 0,1 mm a 10 mm, siendo aún más preferible que el espesor sea de 0,3 mm a 2 mm, y siendo óptimo que el espesor sea de 0,5 mm a 1 mm. Si la capa de alisado 16 es demasiado fina, las depresiones 17 que se forman en la superficie exterior 9c del conjunto de filtro cerámico 9 no pueden llenarse por completo.

De este modo, los huecos tienden a permanecer en el mismo sitio. Por otro lado, si se aumenta el espesor de la capa de alisado 16, la formación de la capa puede resultar difícil, y que el diámetro de todo el conjunto 9 sea de mayor tamaño.

Es preferible que la capa de sellado 15 sea más fina que la capa de alisado 16, y más particularmente, que se forme en el intervalo de 0,3 mm a 3 mm. Cuando la capa de sellado 15 es más fina que la capa de alisado, se evita de antemano que la capacidad de filtrado y la conductancia térmica disminuyan.

El procedimiento para fabricar el conjunto de filtro cerámico 39 se describirá a continuación en relación con la Fig. nº 14.

## ES 2 341 274 T3

En primer lugar, se preparan un lodo de materia prima cerámica usado durante un proceso de extrusión, una pasta de sellado usada durante un proceso de sellado de la superficie final, una pasta formadora de capa de sellado usada durante un proceso de adhesión del filtro y una pasta formadora de capa de alisado. Al usar la pasta formadora de capa de sellado para formar la capa de alisado, la pasta formadora de la capa de alisado no tiene que prepararse.

5 El lodo de materia prima cerámica se prepara combinando y amasando cantidades predeterminadas de un ligante orgánico y agua con partículas de carburo de silicio. La pasta de sellado se prepara combinando y amasando un ligante inorgánico, un agente lubricante, un agente plástico, y agua con polvo de carburo de silicio. La pasta formadora de la capa de sellado (pasta formadora de la capa de alisado) se prepara combinando y amasando cantidades predeterminadas de una fibra inorgánica, un ligante inorgánico, un ligante orgánico, partículas inorgánicas y agua.

15 A continuación, el lodo de materia prima cerámica se introduce en una extrusora y se extrude a partir de un molde. Posteriormente, el producto moldeado en panal extruido se corta en longitudes equivalentes para obtener piezas de producto moldeado en panal cuadradas y alargadas. Además, se carga una cantidad predeterminada de pasta de sellado en una de las aperturas de cada celda de las piezas cortadas para sellar las superficies de ambos extremos de cada pieza cortada.

20 A continuación, se realiza la sinterización principal fijando condiciones predeterminadas, tales como la temperatura y el tiempo, para sinterizar por completo las piezas moldeadas en panal y los cuerpos de sellado 14. Todos los filtros F1 de carburo de silicio poroso sinterizado obtenidos de esta forma tienen aún la forma de poste cuadrado.

25 En la presente realización la temperatura de sinterización se fija de 2.100°C a 2.300°C para obtener un diámetro medio del poro de 6  $\mu\text{m}$  a 15  $\mu\text{m}$  y una porosidad de un 35% a un 50%. Además, se fija el tiempo de sinterización de 0,1 horas a 5 horas.

Además, el interior de un horno posee una atmósfera inerte durante la sinterización, y la presión en dicha atmósfera es la presión normal.

30 A continuación, tras formar una capa cerámica estratificada en la superficie exterior de los filtros F1 según sea necesario, se aplica la pasta formadora de la capa de sellado. Las superficies exteriores de dieciséis de dichos filtros F1 se adhieren entre sí y de este modo se integran. Llegados a este punto, el conjunto de filtro cerámico 39A posee una sección transversal cuadrada, tal y como se muestra en la Fig. n° 14(a).

35 En el siguiente proceso de corte de la forma externa, el conjunto 39A, que se ha obtenido a través del proceso de adherencia del filtro y que posee una sección transversal cuadrada, se conecta para formar la forma exterior del conjunto 9 eliminando las secciones innecesarias de la porción periférica del conjunto 39A.

40 Como resultado de ello, se obtiene el conjunto de filtro cerámico 39 que posee una sección transversal circular, tal y como se muestra en la Fig. n° 14(b).

45 Las paredes de las celdas 13 están parcialmente expuestas desde la superficie formada durante el corte de la forma exterior. Por lo tanto, se forman las depresiones 17 en la superficie exterior 39c. Las depresiones 17 tienen alrededor de 0,5 mm a 1 mm y están definidas por cordilleras y valles que se extienden en dirección axial del conjunto 39 (es decir, la dirección longitudinal de los filtros F1).

En el proceso posterior de formación de la capa de alisado, se usa la pasta formadora de la capa de sellado como pasta formadora de la capa de alisado y se aplica uniformemente en la superficie exterior 9c del conjunto 39. De este modo se completa el conjunto de filtro cerámico 39 que se muestra en la Fig. n° 14(c).

### 50 Ejemplo 3-1

55 (1) Se mezcló humedecido un 51,5% en peso de un polvo de carburo de silicio y un 22% en peso de polvo de carburo de  $\beta$  silicio. Entonces, se añadió a la mezcla obtenida y se amasó un 6,5% en peso del ligante orgánico (metilcelulosa) y un 20% en peso de agua. A continuación, se añadió a la mezcla amasada una pequeña cantidad del agente plástico y el agente lubricante, se volvió a amasar y a extrudir para obtener el producto moldeado en panal.

60 (2) A continuación, tras secar el producto moldeado con un secador de microondas, se sellaron los orificios de paso 12 del producto moldeado con la pasta de sellado hecha de carburo de silicio poroso sinterizado. Después de eso, la pasta de sellado se volvió a secar con el secador. Tras el proceso de sellado de la superficie final se desgrasó del cuerpo seco a 400°C y a continuación se sinterizó durante alrededor de tres horas a 2.200°C en una atmósfera de argón a presión normal. De este modo se obtuvieron los filtros de panal de carburo de silicio poroso F1.

65 (3) Se mezcló y amasó un 23,3% en peso de una fibra cerámica (fibra cerámica de silicato de alúmina, contenido del disparo de un 3%, longitud de la fibra de 0,1 mm a 100 mm), un 30,2% en peso de carburo de silicio con un diámetro medio del grano de 0,3  $\mu\text{m}$ , un 7% en peso de sílice sol (siendo la cantidad convertida de  $\text{SiO}_2$  de sol de un 30%) que sirvió como ligante inorgánico, un 0,5% en peso de carboximetilcelulosa que sirvió como ligante orgánico, y un 39% en peso de agua. El material amasado se ajustó hasta una viscosidad apropiada para preparar la pasta usada para formar la capa de sellado 15 y la capa de alisado 16.

## ES 2 341 274 T3

(4) A continuación, se aplicó uniformemente la pasta formadora de capa de sellado en la superficie exterior de los filtros F1. Además, en un estado en el que las superficies exteriores de los filtros F1 se adhirieron entre sí, los filtros F1 se secaron y endurecieron bajo la condición de 50°C a 100°C durante 1 hora. Como resultado de ello, la capa de sellado 15 adhirió los filtros F1 entre sí. El espesor t1 de la capa de sellado 15 se ajustó a 1,0 mm.

(5) A continuación, se cortó la porción periférica para darle forma y completar el conjunto de filtro cerámico 39, el cual tiene una sección transversal redondeada. A continuación, se aplicó uniformemente la pasta de sellado y alisado en la superficie exterior expuesta 39c. Se secó la capa de alisado 16 con un espesor de 0,6 mm y se endureció bajo unas condiciones de 500°C a 100°C durante 1 hora para completar el conjunto 39.

El conjunto 39 obtenido de la forma descrita anteriormente se observó a simple vista. Las depresiones 17 de la superficie exterior 39c fueron rellenadas por completo sustancialmente por la capa de alisado 16, y la superficie exterior 39c quedó lisa.

Además, no se produjeron grietas en las porciones limítrofes de la capa de alisado 16 y de la capa de sellado 15. En consecuencia, esto indica que los niveles de adhesión y sellado eran elevados en las porciones limítrofes.

No se formaron huecos en la superficie exterior 9c del conjunto 39 cuando se alojó el conjunto 39 rodeado por el material aislante térmico de la carcasa 8. Además, cuando se alimentaron realmente los gases de escape, no se produjeron fugas de estos gases de escape a través de los huecos de la superficie exterior 39c desde el lado corriente abajo. Por lo tanto, resulta evidente que se procesan eficientemente los gases de escape en la tercera realización.

### Ejemplo 3-2

En el ejemplo 3-2, se preparó la pasta de sellado y alisado mezclando y amasando un 25% en peso de una fibra cerámica (fibra de mullita, relación del contenido del disparo de un 5% en peso, longitud de la fibra de 0,1 mm a 100 mm), un 30% en peso de polvo de nitruro de silicio con un diámetro medio del grano de 1,0  $\mu\text{m}$ , un 7% en peso de sol de alúmina (siendo la cantidad de conversión de alúmina sol de un 20%) que sirvió como ligante inorgánico, un 0,5% en peso de alcohol polivinílico que sirvió como ligante orgánico, y un 37,5% en peso de alcohol. Las demás porciones se formaron según el ejemplo 3-1 para completar el conjunto de filtro cerámico 39.

A continuación, se realizaron observaciones a simple vista del mismo modo que en el ejemplo 1. Las depresiones 17 de la superficie exterior 39c fueron rellenadas por completo sustancialmente por la capa de alisado 16. Además, no se produjeron grietas en las porciones limítrofes de la capa de alisado 16 y de la capa de sellado 15.

En consecuencia, esto indica que los niveles de adhesión y sellado eran elevados en las porciones limítrofes.

No se formaron huecos en la superficie exterior 39c del conjunto 39 durante su uso. Además, no se produjeron fugas de gases de escape a través de los huecos en la superficie exterior 39c.

Por lo tanto, resulta evidente que se procesaron eficientemente los gases de escape en el ejemplo 3-2, del mismo modo que en el ejemplo 3-1.

### Ejemplo 3-3

En el ejemplo 3-3, se preparó la pasta de sellado y alisado mezclando y amasando un 23% en peso de una fibra cerámica (fibra de alúmina, relación del contenido del disparo de un 4% en peso, longitud de la fibra de 0,1 mm a 100 mm), un 35% en peso de polvo de nitruro de boro con un diámetro medio del grano de 1  $\mu\text{m}$ , un 8% en peso de alúmina sol (siendo la cantidad de conversión de alúmina sol de un 20%) que sirvió como ligante inorgánico, un 0,5% en peso de etilcelulosa que sirvió como ligante orgánico, y un 35,5% en peso de acetona. Las demás porciones se formaron según el ejemplo 3-1 para completar el conjunto de filtro cerámico 39.

A continuación, se realizaron observaciones a simple vista del mismo modo que en el ejemplo 3-1. Las depresiones 17 de la superficie exterior 39c fueron rellenadas por completo sustancialmente por la capa de alisado 16. Además, no se produjeron grietas en las porciones limítrofes de la capa de alisado 16 y de la capa de sellado 15. En consecuencia, esto indica que los niveles de adhesión y sellado eran elevados en las porciones limítrofes.

No se formaron huecos en la superficie exterior 39c del conjunto 39 durante su uso. Además, no se produjeron fugas de gases de escape a través de los huecos en la superficie exterior 39c.

Por lo tanto, resulta evidente que se procesaron eficientemente los gases de escape en el ejemplo 3-3, del mismo modo que en el ejemplo 3-1.

### Ejemplo comparativo

En el ejemplo comparativo, no se formó la capa de alisado 16 en la superficie exterior 39c. Las demás porciones se formaron según el ejemplo 3-1 para completar un conjunto de filtro cerámico.

## ES 2 341 274 T3

A continuación, se realizaron observaciones a simple vista del mismo modo que en el ejemplo 3-1. Se produjeron depresiones 17 en la superficie exterior 39c. Por lo tanto, se formaron huecos en la superficie exterior 39c durante el uso del conjunto, y se produjeron fugas de gases de escape a través de los huecos. En consecuencia, en comparación con los ejemplos 3-1 a 3-3, resultó evidente que la eficiencia del procesamiento de los gases de escape fue inferior.

En consecuencia, el conjunto de filtro cerámico 39 tiene las ventajas que se describen a continuación.

(1) La capa de alisado 16 rellena las depresiones y alisa la superficie exterior 9c. En consecuencia, no se forman huecos en la superficie exterior 39c cuando se utilizó el conjunto 39. De este modo se evita la fuga de los gases de escape. Como resultado de ello, el conjunto de filtro cerámico 39 posee una eficiencia de procesamiento de los gases de escape superior. Esto, a su vez, tiene como resultado el aparato para la purificación de los gases de escape 1 con una eficiencia de procesamiento de los gases de escape superior. La capa de alisado 16 está hecha de un material cerámico, por lo que su adhesión al filtro F1 es superior, el cual se fabrica de un material cerámico poroso sinterizado, y posee una resistencia térmica superior. En consecuencia, incluso aunque el conjunto 39 se exponga a una temperatura elevada de varios cientos de grados Celsius, la capa de alisado 16 no se quema ni se deforma. De este modo, se mantiene la resistencia de adhesión deseada.

(2) El espesor de la capa de alisado 16 se fija en el intervalo preferido de 0,1 mm a 10 mm. De este modo se evita la fuga de los gases de escape sin dificultar la fabricación del conjunto 39.

(3) La capa de sellado 15 es más fina que la capa de alisado 16. De este modo se evita que disminuyan la capacidad de filtrado y la conductividad térmica.

(4) La capa de alisado 16 está hecha del mismo material que la capa de sellado 15. Puesto que el coeficiente de expansión térmica de la capa de alisado 16 y de la capa de sellado 15 es el mismo, no se agrietan las porciones limítrofes de la capa de sellado y de alisado 15, 16. Es decir, se garantiza una elevada adhesividad, sellado y fiabilidad de las porciones limítrofes. Además, no tiene que prepararse una pasta formadora de la capa de alisado además de la pasta formadora de la capa de sellado. Esto simplifica la fabricación del conjunto 39 y evita un aumento de los costes de fabricación.

(5) Puede utilizarse el material descrito a continuación como material para formar la capa de sellado 15 y la capa de alisado 16. Un material elástico que incluye al menos una fibra inorgánica, un ligante inorgánico, un ligante orgánico, y se unen entre sí las partículas inorgánicas mediante el ligante inorgánico y puede usarse el ligante orgánico.

Dicho material posee las ventajas que se describen a continuación. El material posee una resistencia de adhesión satisfactoria tanto en los intervalos de bajas temperatura como en los de altas temperaturas. Además, el material es un material elástico. Así, cuando se aplica una tensión térmica, se alivia la tensión térmica. Además, el material posee una conductancia térmica superior. De este modo, el calor se conduce uniforme y rápidamente por todo el conjunto 39.

Esto permite el procesamiento eficiente de los gases de escape.

Esta tercera realización de la presente invención puede modificarse tal y como se describe a continuación.

(a) Tal y como se muestra en la Fig. nº 15, puede realizarse la presente invención en un conjunto de filtro cerámico 321 desplazando los filtros F1 entre sí en una dirección perpendicular a la dirección axial del filtro.

(b) La capa de alisado 16 puede estar formada a partir de un material cerámico que es distinto del que forma la capa de sellado 15.

(c) La capa de alisado 16 puede tener el mismo espesor que la capa de sellado 15 o puede tener un espesor mayor que el de la capa de sellado 15.

(d) Además de formar la capa de alisado 16 empleando una técnica de aplicación, pueden emplearse otros métodos, tales como una técnica de impresión, una técnica de tinción, una técnica de inmersión, y una técnica de recubrimiento de cortina.

La Fig. nº 16 es una vista en perspectiva esquemática de un conjunto de filtro cerámico 49 según una cuarta realización de la presente invención. El conjunto de filtro cerámico 49 se forma a través de una pluralidad de filtros de panal en forma de poste rectangular F100.

En cada filtro de panal F100, la dirección de flujo de los gases de escape (dirección perpendicular a la superficie final del filtro), que es el fluido procesado, se define como longitud del filtro L (mm). Además, el área obtenida al cortar cada filtro de panal F100 en una dirección perpendicular a la dirección de flujo (es decir, en paralelo a la superficie final del filtro) se define como el área transversal del filtro S (mm<sup>2</sup>).

En este caso, el valor L/S debe ser de 0,06 mm/mm<sup>2</sup> a 0,75 mm/mm<sup>2</sup>. Es preferible que el valor L/S sea de 0,10 mm/mm<sup>2</sup> a 0,60 mm/mm<sup>2</sup>, y más preferible que el valor L/S sea de 0,15 mm/mm<sup>2</sup> a 0,40 mm/mm<sup>2</sup>.

## ES 2 341 274 T3

Cuando los valores  $L/S$  son superiores a  $0,75 \text{ mm/mm}^2$ , se produce una diferencia de temperatura en la dirección longitudinal del filtro. Como resultado de ello, se aplica un elevado nivel de tensión térmica al filtro de panel F100 permitiéndose que se produzcan grietas fácilmente. Por otro lado, cuando el valor  $L/S$  es de  $0,06 \text{ mm/mm}^2$  o inferior, se produce una diferencia de temperatura en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal del filtro. De este modo también se aplica un elevado nivel de tensión térmica al filtro de panel F100 permitiéndose que se produzcan grietas fácilmente.

Se prefiere específicamente que la longitud del filtro  $L$  sea de 120 mm a 300 mm, y es especialmente preferible que la longitud del filtro sea de 140 mm a 200 mm. Se prefiere específicamente que el área transversal del filtro  $S$  sea de  $400 \text{ mm}^2$  a  $2.500 \text{ mm}^2$ , y es especialmente preferible que el área transversal  $S$  sea de  $600 \text{ mm}^2$  a  $2.000 \text{ mm}^2$ , y es aún más especialmente preferible que el área transversal  $S$  sea de  $600 \text{ mm}^2$  a  $2.000 \text{ mm}^2$ . Cuando los valores  $L$  y  $S$  están fuera del intervalo preferido, se produce una diferencia de temperatura en el filtro de panel F100. Como resultado de ello, se forma fácilmente un nivel de tensión térmica.

### Ejemplo 4-1

Básicamente, se fabricó el mismo conjunto 4 9 que el del ejemplo 1-1. La altura  $W$  del filtro F100 fue de 33 mm, la anchura  $W_2$  fue de 33 mm, y la longitud  $L$  fue de 167 mm. En consecuencia, el área transversal del filtro  $S$  fue de  $1.089 \text{ mm}^2$ , y el valor  $L/S$  fue de  $0,15 \text{ mm/mm}^2$  ( $=167/1089$ ).

A continuación, se envolvió el material aislante térmico 10 alrededor del conjunto 49. En este estado, el conjunto se mantuvo en la carcasa 8 y entonces se alimentó con los gases de escape.

En relación con las Figs. n° 18(A) y 18(B), se instalaron unos termopares en cada ubicación de P1 a P6 y se midieron respectivamente las temperaturas de T1 a T6 durante un periodo determinado, respectivamente. Además, se obtuvieron las diferencias máximas de temperatura  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  en cada una de las ubicaciones de P1 a P6. La flecha blanca del dibujo muestra la dirección del flujo de los gases de escape. Se llevó a cabo la medición de temperatura en el filtro de panel F100, que se indica con el carácter de referencia X en la Fig. n° 16.

Transcurrido un periodo de tiempo predeterminado, se extrajo el conjunto 49 y se observaron los filtros de panel F100 a simple vista. Como resultado de ello, la diferencia máxima de temperatura  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  del ejemplo 4-1 fue de alrededor de  $5^{\circ}\text{C}$ , siendo dicho valor extremadamente bajo. Además, no se confirmó la presencia de grietas en ninguno de los filtros de panel F100.

### Ejemplos 4-2 a 4-6

En los ejemplos 4 a 6, el conjunto 49 se fabricó del mismo modo que en el ejemplo 4-1. Sin embargo, en el ejemplo 4-2, la altura  $W_1$  de cada filtro de panel F100 se ajustó a 50 mm, la anchura  $W_2$  se ajustó a 50 mm, y la longitud  $L$  se ajustó a 150 mm. En consecuencia, el área transversal del filtro  $S$  fue de  $2.500 \text{ mm}^2$ , y el valor  $L/S$  fue de  $(150/2.500=) 0,06 \text{ mm/mm}^2$ .

En el ejemplo 4-3, la altura  $W_1$  se ajustó a 20 mm, la anchura  $W_2$  se ajustó a 20 mm, y la longitud  $L$  se ajustó a 300 mm.

En consecuencia, el área transversal del filtro  $S$  fue de  $4.000 \text{ mm}^2$ , y el valor  $L/S$  fue de  $(300/400=) 0,75 \text{ mm/mm}^2$ .

En el ejemplo 4-4, la altura  $W_1$  se ajustó a 33 mm, la anchura  $W_2$  se ajustó a 33 mm, y la longitud  $L$  se ajustó a 230 mm.

En consecuencia, el área transversal del filtro  $S$  fue de  $1.089 \text{ mm}^2$ , y el valor  $L/S$  fue de  $(230/1089) 0,21 \text{ mm}^2$ .

En el ejemplo 4-5, la altura  $W_1$  se ajustó a 25 mm, la anchura  $W_2$  se ajustó a 25 mm, y la longitud  $L$  se ajustó a 300 mm.

En consecuencia, el área transversal del filtro  $S$  fue de  $625 \text{ mm}^2$ , y el valor  $L/S$  fue de  $(300/625=) 0,48 \text{ mm/mm}^2$ .

En el ejemplo 4-6, la altura  $W_1$  se ajustó a 22 mm, la anchura  $W_2$  se ajustó a 22 mm, y la longitud  $L$  se ajustó a 300 mm.

En consecuencia, el área transversal del filtro  $S$  fue de  $484 \text{ mm}^2$ , y el valor  $L/S$  fue de  $(300/484=) 0,62 \text{ mm/mm}^2$ .

Se llevó a cabo un experimento en los cinco tipos de conjuntos 59 del mismo modo que en el ejemplo 4-1. Como resultado de ello, la diferencia máxima de temperatura  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  fue de alrededor de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $10^{\circ}\text{C}$ , siendo dichos valores extremadamente bajos. Además, se confirmó la ausencia de grietas en todos los filtros de panel F100.

## ES 2 341 274 T3

### Ejemplo comparativo

En el ejemplo comparativo 1, el conjunto 49 se fabricó del mismo modo que en el ejemplo 4-1. Sin embargo, la altura W1 de cada filtro de panel F100 se ajustó a 20 mm, la anchura W2 se ajustó a 20 mm, y la longitud L se ajustó a 900 mm. En consecuencia, el área transversal del filtro S fue de 1.000 mm<sup>2</sup>, y el valor L/S fue de (400/400=) 1,00 mm/mm<sup>2</sup>.

Se llevó a cabo un experimento en el conjunto 49 del mismo modo que en el ejemplo 4-1. Como resultado de ello, la diferencia máxima de temperatura  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  fue de alrededor de 30 $^{\circ}\text{C}$  y mayor que en cualquiera de las realizaciones. La longitud L del ejemplo comparativo 1 fue especialmente larga. Por lo tanto, hubo una tendencia hacia una diferencia de temperatura que se produjo en la dirección longitudinal del filtro.

Además, se confirmó la presencia de grietas en algunos de los filtros de panel F100, por lo que resultaron dañados los filtros de panel F100.

### Ejemplo comparativo

En el ejemplo comparativo 2, el conjunto 4 9 se fabricó del mismo modo que en el ejemplo 4-1. Sin embargo, la altura W1 se ajustó a 70 mm, la anchura W2 se ajustó a 70 mm, y la longitud L se ajustó a 167 mm. En consecuencia, el área transversal del filtro S fue de 4.900 mm<sup>2</sup>, y el valor L/S fue de (167/4.900=) 0,03 mm/mm<sup>2</sup>.

Se llevó a cabo un experimento en el conjunto 4 9 del mismo modo que en el ejemplo 4-1. Como resultado de ello, la diferencia máxima de temperatura  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  fue de alrededor de 20 $^{\circ}\text{C}$  y mayor que en cualquiera de las realizaciones. El área transversal S del filtro del ejemplo comparativo 2 fue especialmente grande. Por lo tanto, hubo una tendencia hacia una diferencia de temperatura que se produjo en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal del filtro. Además, se confirmó la presencia de grietas en algunos de los filtros de panel F100, por lo que resultaron dañados los filtros de panel F100.

Se describirán a continuación las ventajas del conjunto de filtro cerámico 4 9 de la cuarta realización.

(1) Al ajustar la relación L/S entre la longitud del filtro L y el área transversal del filtro dentro del intervalo preferido, se evita la producción de una gran tensión térmica sin producir una gran diferencia de temperatura en cada filtro de panel F100. De este modo se evita que se produzcan grietas en los filtros de panel F100, por lo que los filtros de panel F100 resisten los daños. Debido al aumento de la resistencia de cada filtro de panel F100, el conjunto de filtro cerámico 49 se fabrica con una resistencia superior. Además, la utilización del conjunto 49 aumenta la resistencia del aparato para la purificación de los gases de escape 1 y permite su utilización durante un periodo de tiempo prolongado.

Esta cuarta realización puede modificarse tal y como se describe a continuación.

(a) Mientras se satisfaga la condición de que el valor L/S se encuentre dentro del intervalo de 0,06 mm/mm<sup>2</sup> a 0,75 mm/mm<sup>2</sup>, podrá cambiarse la forma del filtro de panel F100 en una forma de poste cilíndrico, una forma de poste triangular o una forma de poste hexagonal.

(b) Además de usar los filtros de panel F100 como un elemento que forma el filtro cerámico 49, podrá usarse el filtro de panel F100 como un filtro independiente.

La Fig. n<sup>o</sup> 19 es una vista en perspectiva en la que se muestra un filtro de panel 59 que tiene una estructura de panel según la quinta realización de la presente invención. La Fig. n<sup>o</sup> 20 es una vista transversal tomada a lo largo de la línea 20-20 del filtro 59 de la Fig. n<sup>o</sup> 19. La Fig. n<sup>o</sup> 21 es una vista transversal en la que se muestra la porción principal de un aparato para la purificación de los gases de escape.

Es preferible que la densidad de celdas del filtro de panel 59 sea de 120/pulgadas<sup>2</sup> (18/cm<sup>2</sup>) o mayor, y más específicamente, que esté dentro del intervalo que va de 120 a 180/pulgadas<sup>2</sup>. Cuando la densidad de las celdas es inferior a 120, disminuye el área de contacto con los gases de escape. De este modo se reduce la capacidad de purificación del filtro de panel 9.

Es preferible que el espesor de la pared de celdas 13 sea de 0,46 mm o inferior, y más específicamente esté dentro del intervalo que va de 0,20 a 0,46 mm. Cuando el espesor de la pared de celdas 13 sobrepasa los 0,46 mm, disminuye el área de apertura de la celda, así como disminuye también el área de contacto con los gases de escape. De este modo se reduce la capacidad de purificación del filtro de panel 9. Además, si la pared de celdas 13 tiene un espesor mayor que 0,46 mm mientras se mantenga el área de apertura de la celda, se agranda el filtro de panel 9.

Es preferible que el diámetro medio del poro del filtro de panel 9 sea de 5  $\mu\text{m}$  a 15  $\mu\text{m}$ , y es más preferible que el diámetro medio del poro sea de 8  $\mu\text{m}$  a 12  $\mu\text{m}$ . Si el diámetro medio del poro es inferior a 5  $\mu\text{m}$ , el depósito de partículas obstruye el filtro de panel 9. De este modo se aumenta la pérdida de presión. Por lo que se reduce el rendimiento de conducción del vehículo, disminuye la eficiencia del combustible y la sensación de conducción resulta insatisfactoria. Por otro lado, si el diámetro medio del poro es superior a 50  $\mu\text{m}$ , no pueden atraparse las partículas finas. De este modo se reduce la eficiencia de atrapamiento y se deteriora la función para el filtrado de las partículas.

## ES 2 341 274 T3

Es preferible que la porosidad del filtro de panal 9 sea de un 30% a un 50% y es más preferible que la porosidad sea de un 35% a un 49%. Si la porosidad es inferior a un 30%, el filtro de panal 9 se vuelve demasiado denso. De este modo se deteriora el flujo interior de los gases de escape. Si la porosidad es superior a un 50%, el número de poros del filtro de panal 9 resulta excesivo. De este modo desciende la resistencia y se reduce la eficiencia de atrapamiento de las partículas finas.

Entre los poros del filtro de panal 9, es preferible que un 20% o más sean poros de paso. Más específicamente, es preferible que sean poros de paso de un 20% a un 80%, y es especialmente preferible que sean orificios de paso de un 20% a un 50%. Un orificio de paso se refiere a un hueco que se extiende a través de una pared de celdas 13 y conecta los orificios adyacentes 12. Si los poros de paso son menos de un 20% de los poros totales, la pérdida de presión es demasiado grande. Por lo que se reduce el rendimiento de conducción del vehículo, disminuye la eficiencia del combustible y la sensación de conducción resulta insatisfactoria. Por otro lado, si los poros de paso son más de un 80% de los poros totales, puede dificultarse tanto la fabricación como la posibilidad de suministrar un material estable.

Es preferible que la capacidad total del filtro de panal 9 sea de 1/4 a 2 veces la cilindrada total del motor. Es más preferible que la capacidad total sea de 1/2 a 1,5 veces la cilindrada total. Si el valor es inferior a 1/4, el depósito de partículas obstruye el filtro de panal 9. Si el valor supera en 2 veces, se agranda el filtro de panal 9. Al agrandarse el filtro de panal 9, la temperatura tiene la tendencia a ser distinta entre las porciones del filtro 9 durante la combustión. De este modo se aumenta la tensión térmica aplicada al filtro de panal 9 y aumenta la posibilidad de formación de grietas.

El filtro de panal 9 está fabricado de carburo de silicio poroso sinterizado, que es un tipo de carburo sinterizado. Las impurezas incluidas en el carburo de silicio poroso sinterizado son un 5% en peso o menos. Es preferible que la cantidad de impurezas sea un 1% en peso o menos y es especialmente preferible que la cantidad de impurezas sea un 0,1% en peso o menos. Si las impurezas son más de un 5% en peso, estas impurezas se concentran en el límite del grano de los granos de cristal de carburo de silicio y hacen descender significativamente la resistencia en el límite del grano (la resistencia que une los granos de vidrio). Esto hace que el límite del grano sea vulnerable a la rotura. Las impurezas constan de Al, Fe, O y C libre. Al igual que el filtro de panal 9, el filtro de panal 59 está fabricado de carburo de silicio sinterizado.

### Ejemplo 5-1

Básicamente, del mismo modo que en el ejemplo 4-1, se secaron con un secador de microondas los orificios de paso 12 del producto moldeado y se sellaron con una pasta de sellado fabricada de carburo de silicio poroso sinterizado. Después de eso, se volvió a utilizar el secador para secar la pasta de sellado. Posteriormente tras finalizar el proceso de sellado, se desgrasó el producto seco a 400°C y a continuación se sinterizó durante alrededor de tres horas a 2.250°C en una atmósfera de argón bajo presión normal.

Como resultado de ello, el filtro de panal de carburo de silicio poroso sinterizado 59 producido tenía un diámetro de poro de 10  $\mu\text{m}$ , una porosidad de un 42%, una tasa de existencia de poros de paso de un 25% en relación con los poros totales, una densidad de celdas de 150/pulgadas<sup>2</sup>, y un espesor de la pared de celdas 13 de 0,4 mm. El filtro de panal 59 tenía un diámetro de 100 mm, una longitud de 200 mm, y una capacidad total de 2.300 cm<sup>3</sup>. La capacidad total se refiere a la capacidad obtenida tras restar la capacidad de los orificios de paso 12 de la capacidad de todo el filtro de panal 59 en su conjunto. Es preferible que el espesor de la pared de celdas 13 sea de 0,46 mm o inferior, y más específicamente dentro del intervalo que va de 0,20 a 0,46 mm.

A continuación, se envolvió el material aislante térmico alrededor del filtro de panal 59. En este estado, se mantuvo el filtro de panal 59 en la carcasa. Se utilizó un motor con una cilindrada de alrededor de 3.000 cc para suministrar los gases de escape al aparato de purificación de los gases de escape 1 a una velocidad de flujo de 7 m/seg. En este estado, se midió el valor de la presión de los gases de escape en el lado corriente arriba del filtro de panal 59 y el valor de presión de los gases de escape del lado corriente abajo. Se obtuvo una pérdida de presión  $\Delta P$  (mmAq), que equivale a la diferencia entre los valores.

Además, se midió la cantidad de hollín en la parte posterior del filtro de panal 59 para confirmar la cantidad de partículas que no fueron atrapadas. Además, transcurrido un periodo de tiempo determinado, se extrajo el filtro de panal 59 y se observó a simple vista para confirmar la presencia de grietas. Los resultados se muestran en la tabla 1.

# ES 2 341 274 T3

TABLA 1

	Tipo de material cerámico	Diámetro medio del poro ( $\mu\text{m}$ )	Porosidad media (%)	Tasa de existencia de poros de paso (%)	Pérdida de presión $\Delta P$ (mmAq)	Cantidad de hollín detrás del filtro (g/km)	Resistencia a la flexión (Mpa)	Capacidad total del filtro ( $\text{cm}^3$ )	Grietas
Ejemplo 1	Carburo de silicio	10	42	25	80	0,01	6,5	2300	Ninguna
Ejemplo 2	Carburo de silicio	6	38	30	100	0,01	6,2	2300	Ninguna
Ejemplo 3	Carburo de silicio	14	48	45	60	0,015	6,0	2300	Ninguna
Ejemplo comparativo 1	Carburo de silicio	3	10	10	300	0,005	7,2	700	Ninguna
Ejemplo comparativo 2	Carburo de silicio	20	70	15	40	0,04	2,5	7000	Confirmadas
Ejemplo comparativo 3	Cordierita	30	20	15	120	0,015	3,1	700	Confirmadas

Tal y como se muestra en la tabla 1, la pérdida de presión  $\Delta P$  en el ejemplo 5-1 fue de alrededor de 8,0 mmAq, siendo dicho valor extremadamente bajo.

La cantidad de fuga de partículas fue de alrededor de 0,01 g/km, siendo dicho valor extremadamente bajo. El filtro de panel 9 tenía una resistencia a la flexión de 6,5 Mpa y un nivel de resistencia mecánica extremadamente elevado. No se produjeron grietas en el filtro de panel 9.

### Ejemplo 5-2, 5-3

En los ejemplos 5-2 y 5-3, el filtro de panel 59 se fabricó básicamente del mismo modo que en el ejemplo 5-1. Sin embargo, en los ejemplos 5-2 y 5-3, solo el volumen total del filtro de panel 59 fue igual al del ejemplo 5-1. Se cambiaron la relación de la mezcla, la temperatura de sinterización, el tiempo de sinterización, etc., tal y como se describe a continuación para ajustar el diámetro del poro, la porosidad y la tasa de existencia de poros de paso en relación con los poros.

En el filtro de panel de carburo de silicio poroso sinterizado 59 del ejemplo 5-2, el diámetro del poro fue de 6  $\mu\text{m}$ , la porosidad fue de un 32%, y la tasa de existencia de poros de paso fue de un 30%. Se llevó a cabo el mismo experimento que en el ejemplo 5-1. La pérdida de presión  $\Delta P$  fue de alrededor de 100 mmAq, siendo dicho valor extremadamente bajo. La cantidad de fuga de partículas fue de alrededor de 0,01 g/km, siendo dicho valor extremadamente bajo. El filtro de panel 59 tenía una resistencia a la flexión de 6,2 Mpa y un nivel de resistencia mecánica extremadamente elevado. Además, no se produjeron grietas en el filtro de panel 59.

En el filtro de panel de carburo de silicio poroso sinterizado 59 del ejemplo 5-3, el diámetro del poro fue de 14  $\mu\text{m}$ , la porosidad fue de un 48%, y la tasa de existencia de poros de paso fue de un 45%. En el resultado del experimento de este ejemplo, la pérdida de presión  $\Delta P$  fue de alrededor de 60 mmAq, siendo dicho valor extremadamente bajo. La cantidad de fuga de partículas fue de alrededor de 0,015 g/km, siendo dicho valor extremadamente bajo. El filtro de panel 59 tenía una resistencia a la flexión de 6,0 Mpa y un nivel de resistencia mecánica extremadamente elevado. No se produjeron grietas en el filtro de panel 59.

## ES 2 341 274 T3

### Ejemplos comparativos 1 a 3

En los ejemplos comparativos 1 a 3, los filtros de panal se fabricaron básicamente del mismo modo que en el ejemplo 5-1. Sin embargo, en el ejemplo comparativo 1, la capacidad total del filtro de panal fue de 700 cm<sup>3</sup>, que es inferior a 1/4 de la cilindrada (3.000 cc). Además, el diámetro del poro, la porosidad y la tasa de existencia de poros de paso en relación con los poros totales fue tal y como se describe a continuación.

En el filtro de panal de carburo de silicio poroso sinterizado del ejemplo comparativo 1, el diámetro del poro fue de 3 μm, la porosidad fue de un 10%, y la tasa de existencia de poros de paso fue de un 10%. En el resultado del experimento del ejemplo comparativo 1, la pérdida de presión ΔP fue de alrededor de 300 mmAq, siendo dicho valor extremadamente elevado. La cantidad de fuga de partículas fue de alrededor de 0,005 g/km, siendo dicho valor extremadamente bajo. El filtro de panal tenía una resistencia a la flexión de 7,2 Mpa y un nivel de resistencia mecánica extremadamente elevado. No se produjeron grietas en el filtro de panal.

En el ejemplo comparativo 2, la capacidad total del filtro de panal fue mayor que la de los ejemplos 1-3 y fue de 7.000 cm<sup>3</sup>, que es dos veces o mayor que la cilindrada (3.000 cc). En el filtro de panal de carburo de silicio poroso sinterizado producido, el diámetro del poro fue de 20 μm, la porosidad fue de un 70%, y la tasa de existencia de poros de paso fue de un 15%. En el resultado del experimento del ejemplo comparativo 2, la pérdida de presión ΔP fue de alrededor de 40 mmAq, siendo dicho valor extremadamente bajo. La cantidad de fuga de partículas fue de alrededor de 0,04 g/km, siendo dicho valor extremadamente bajo. El filtro de panal tenía una resistencia a la flexión de 2,5 Mpa y no se obtuvo una resistencia mecánica satisfactoria. No se produjeron grietas en el filtro de panal.

En el ejemplo comparativo 3, se produjo un filtro de panal de cordierita a través de un medio de fabricación conocido que era distinto del método de fabricación de los ejemplos comparativos 1 y 2. La capacidad total del filtro de panal fue de 700 cm<sup>3</sup>. En el filtro de panal, el diámetro del poro fue de 30 μm, la porosidad fue de un 20%, y la tasa de existencia de poros de paso fue de un 15%. En el resultado del experimento del ejemplo comparativo 3, la pérdida de presión ΔP fue de alrededor de 120 mmAq, siendo dicho valor extremadamente elevado. La cantidad de fuga de partículas fue de alrededor de 0,015 g/km, siendo dicho valor elevado. El filtro de panal tenía una resistencia a la flexión de 3,1 Mpa y no se obtuvo una resistencia mecánica satisfactoria. No se produjeron grietas en el filtro de panal.

En la tabla 1 se muestra el resultado de la comparación de los ejemplos 5-1 a 5-3 y de los ejemplos comparativos 1 a 3, según se han descrito anteriormente.

### 35 *Resultado del experimento*

Tal y como se desprende de la tabla 1, se confirmó que los gases de escape de los ejemplos 5-1 a 5-3 pasaban uniformemente a través de todos los filtros de panal 59. Además, la cantidad de fuga de partículas fue sustancialmente nula, y se obtuvo la resistencia mecánica requerida del filtro de panal.

En comparación, la resistencia mecánica requerida del filtro de panal se obtuvo en el ejemplo comparativo 1.

Sin embargo, los gases de escape no pasaron uniformemente a través del filtro de panal. Además, en el ejemplo comparativo 2, los gases de escape pasaron uniformemente a través del filtro de panal. No obstante, no se obtuvo la resistencia mecánica necesaria. En el ejemplo 3, los gases de escape no pasaron de forma uniforme a través del filtro de panal, y no se obtuvo la resistencia mecánica requerida.

A continuación se describirán las ventajas del filtro de panal 59 de la quinta realización.

(1) El filtro de panal de carburo de silicio poroso sinterizado 59 se dispone en la carcasa 8. El filtro de panal 9 se forma de modo que el diámetro medio del poro es de 5 a 15 μm, la porosidad media es de un 30 a un 40%, y la tasa de existencia de poros de paso en relación con los poros es de un 20% o mayor. Puesto que el filtro de panal 9 no es excesivamente denso, los gases de escape pasan uniformemente a través del interior, y se reduce la pérdida de presión. De este modo se mejora la eficiencia del combustible y se evita el deterioro de la sensación de conducción. Además, puesto que la cantidad de huecos del filtro de panal 9 no es excesiva, las partículas finas se atrapan y se mejora la eficiencia de atrapamiento. Adicionalmente, incluso aunque el filtro de panal 9 sea poroso, se obtiene una resistencia mecánica satisfactoria. De este modo, el filtro de panal 9 producido resiste a la rotura provocada por las vibraciones y por el impacto térmico.

(2) El filtro de panal 9 se forma de modo que el diámetro medio del poro es de 8 a 12 μm, la porosidad media es de un 35 a un 49%, y la tasa de existencia de poros de paso en relación con los poros es de un 20 a un 50% o mayor. De este modo, se reduce aún más la pérdida de presión y se aumenta la resistencia.

(3) Las superficies en los extremos del filtro de panal 9 de manera que los cuerpos de sellado 14 sellan las celdas alternativamente. El número de celdas por pulgada cuadrada es de 120 o más, y el espesor de la pared de celdas 13 es de 0,46 mm o menos. De este modo se aumenta el área de contacto con los gases de escape y se incrementa la capacidad de purificación del filtro de panal 9.

## ES 2 341 274 T3

(4) La capacidad total del filtro de panel 9 es de 1/4 a 2 veces la cilindrada total del motor diésel 2. Puesto que la cantidad de depósito de las partículas no es excesiva, se evita la obstrucción del filtro de panel 9. Además, no se agranda el filtro de panel 9. De este modo se evita que se produzcan diferencias de temperatura entre los distintos puntos del filtro de panel 9 durante la combustión. En consecuencia, disminuye la tensión térmica aplicada al filtro de panel 9 y no se producen grietas.

Esta quinta realización puede modificarse tal y como se describe a continuación.

(a) La forma del filtro de panel 9 no se limita a una forma de poste cilíndrico y puede cambiarse a una forma de poste cilíndrico, una forma de poste triangular, o una forma de poste hexagonal.

(b) Tal y como se muestra en la Fig. nº 22, puede integrarse una pluralidad (16) de filtros de panel 523 para fabricar un conjunto de filtro cerámico 521. En cada filtro de panel poligonal 523, el diámetro medio del poro es de 8 a 12  $\mu\text{m}$ , la porosidad media es de un 35 a un 49%, y de un 20 a un 50% de los poros son poros de paso. Las superficies exteriores de los filtros de panel 523 están conectadas entre sí mediante una capa de sellado cerámico 522.

En una sexta realización, un área de superficie específica de las partículas que forman la pared de celdas 13 del filtro de panel 59 es de 0,1  $\text{m}^2/\text{g}$  o más, y más específicamente, de 0,1 a 1  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Si el área de superficie específica de las paredes de celdas 13 es de 0,1  $\text{m}^2/\text{g}$  o menos, el depósito de partículas obstruye el filtro de panel 59. De este modo se aumenta la pérdida de presión y por consiguiente se reduce la eficiencia del combustible del vehículo y se degrada la sensación de conducción. Si el área de superficie específica es superior a 1,0  $\text{m}^2/\text{g}$ , no pueden atraparse las partículas finas. De este modo se reduce la eficiencia de atrapamiento y se convierte en insatisfactoria la función de filtrado del filtro de panel 59.

### Ejemplo 6-1

Se produjo un filtro de panel 59 básicamente del mismo modo que en el ejemplo 5-1 y el área de superficie específica de las partículas que forman la pared de celdas 13 fue de 0,3  $\text{m}^2/\text{g}$ .

En el ejemplo 6-2 y el ejemplo comparativo 6-1, los filtros de panel 59 se produjeron básicamente del mismo modo que en el ejemplo 5-1. El área de superficie específica del filtro de panel 59 del ejemplo 6-2 fue de 0,8  $\text{m}^2/\text{g}$ , y el área de superficie específica del filtro de panel 59 del ejemplo comparativo fue de 0,05  $\text{m}^2/\text{g}$ . En cada uno de los filtros de panel 59 de los ejemplos 6-1, 6-2 y del ejemplo comparativo, la densidad de las celdas fue de 150 pulgadas<sup>2</sup> y el espesor de la pared de celdas 13 fue de 0,4 mm.

El filtro de panel 59 se envolvió con el material aislante térmico 10. En este estado, se mantuvo el filtro de panel 59 en la carcasa 8. Se utilizó un motor diésel 2 con una cilindrada de alrededor de 3.000 cc para suministrar los gases de escape al aparato de purificación de los gases de escape 1 a una velocidad de flujo de 9 m/seg. En este estado, se midió el valor de la presión de los gases de escape en el lado corriente arriba del filtro de panel 59 y el valor de la presión de los gases de escape del lado corriente abajo. Se obtuvo una pérdida de presión  $\Delta P$  (mmAq), que equivale a la diferencia entre los valores. Los resultados se muestran en la tabla 2.

TABLA 2

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo comparativo
Área de superficie específica ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )	0,3	0,8	0,05
Pérdida de presión de las partículas (mmAq)	180	120	250

Tal y como se desprende de la tabla 2, la pérdida de presión  $\Delta P$  de los filtros de panel 59 en el ejemplo 6-1, el ejemplo 6-2 y el ejemplo comparativo fue de 180 mmAq, 120 mmAq, y 250 mmAq, respectivamente. En consecuencia, en los ejemplos 6-1 y 6-2, no se confirmó una gran pérdida de presión como la del ejemplo comparativo.

El filtro de panel 59 de la sexta realización posee las ventajas que se describen a continuación.

(1) En el filtro de panel 9, el área de superficie específica de las partículas que forman la pared de las celdas 13 es de 0,1  $\text{m}^2/\text{g}$  o mayor. Puesto que el filtro de panel 9 no se vuelve excesivamente denso, los gases de escape pasan uniformemente a través del interior, y se reduce la pérdida de presión. En consecuencia, se mejora la eficiencia del combustible y se evita la degradación de la sensación de conducción. Además, el límite superior del área de superficie

específica de las partículas es de 1,0 m<sup>2</sup>/g. Por lo tanto, la cantidad de huecos del filtro de panel 9 no es excesiva y se garantiza el atrapamiento de las partículas finas. Esto mejora la eficiencia de atrapamiento.

5 (2) La pared de las celdas 13 de carburo de silicio sinterizado posee una resistencia térmica superior. De este modo se evita que se deforme o se queme la pared de las celdas 13. En consecuencia, el fluido se purifica eficientemente durante un largo periodo de tiempo.

10 (3) La pared de las celdas porosas 13 permite el paso uniforme de los gases de escape y reduce aún más la pérdida de potencia. Además, se incrementa aún más la eficiencia de atrapamiento de las partículas.

Esta sexta realización puede modificarse tal y como se describe a continuación. Puede integrarse una pluralidad (16) de filtros de panel para fabricar un conjunto de filtro cerámico. El área de superficie específica de la pared de celdas de cada filtro de panel es de 0,1 a 1 m<sup>2</sup>/g.

#### 15 **Aplicación industrial**

El conjunto de filtro cerámico de la presente invención puede aplicarse a un filtro de purificación de los gases de escape de un motor diésel 2, a un dispositivo de intercambio de calor, a un filtro para fluidos de alta temperatura o vapor de alta temperatura, etc.

20

#### **Referencias bibliográficas mencionadas en la memoria descriptiva**

25 *Esta lista de referencias bibliográficas mencionadas por el solicitante se ha incorporado exclusivamente para información del lector, pero no forma parte integrante de la documentación de la patente europea. Aún habiéndose recopilado esta lista de referencias bibliográficas con sumo cuidado, no pueden excluirse errores u omisiones, por lo que la EPO declina toda responsabilidad a este respecto.*

#### **Documentación de la patente mencionada en la memoria descriptiva**

30

• US 5914187 A

• US 4329162 A

35

• JP 60065219 A

40

45

50

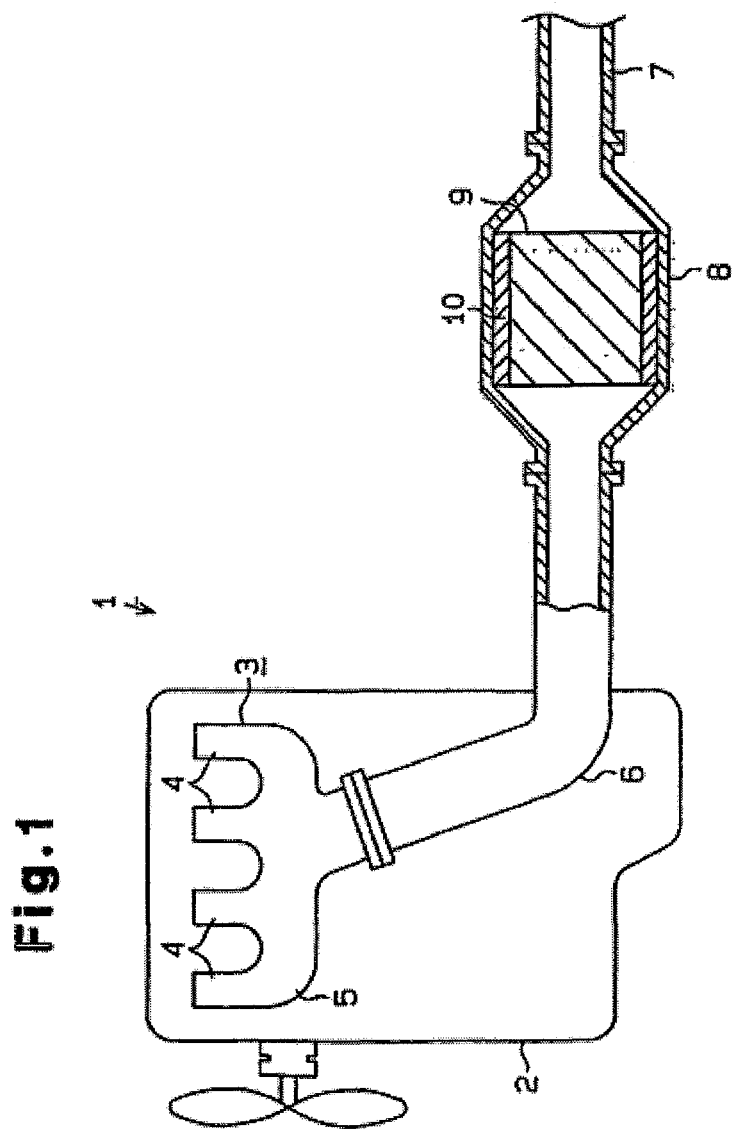
55

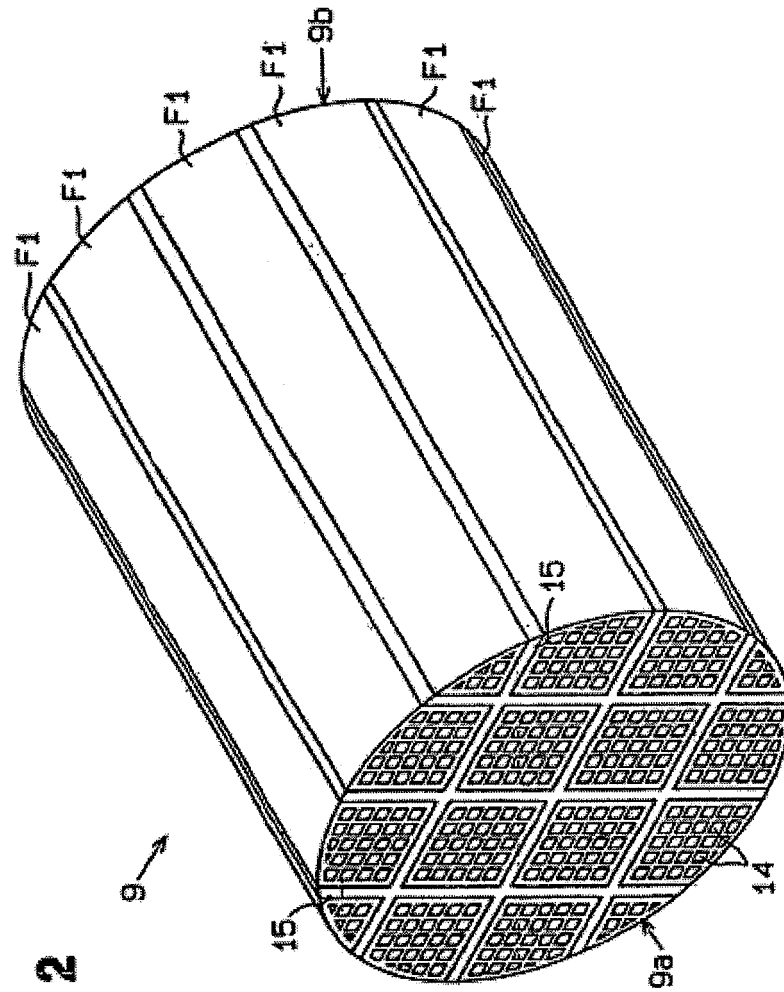
60

65

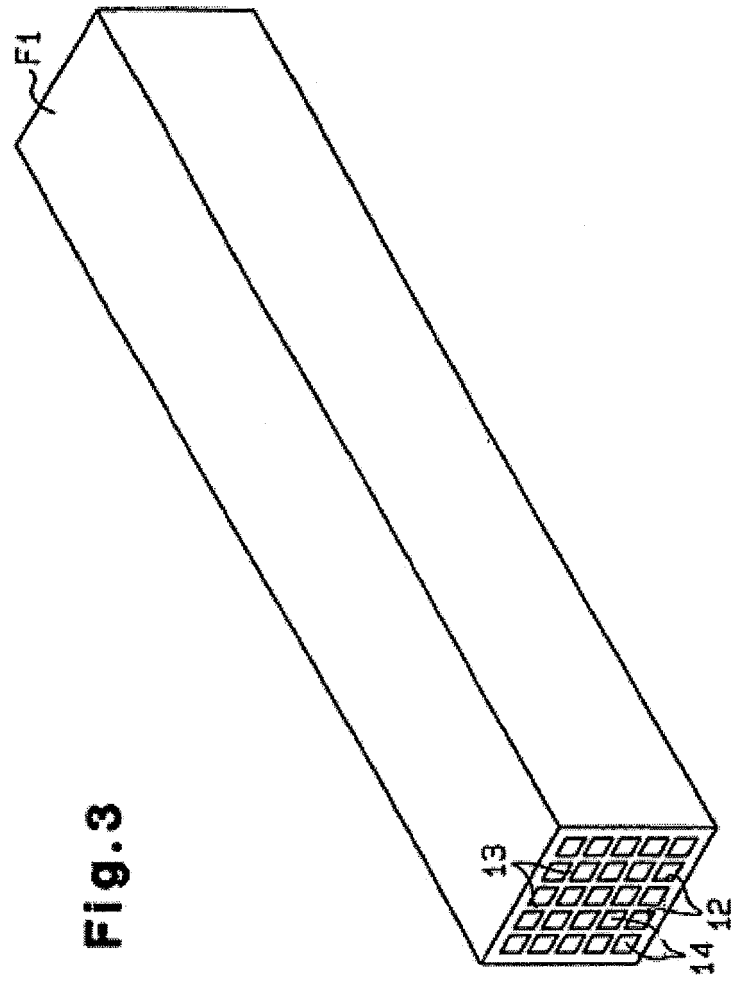
## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un conjunto de filtro cerámico integral (9) producido adhiriendo con una capa de sellado cerámico (15) las superficies exteriores de una pluralidad de filtros de panal alargados (F1), cada uno de los cuales está formado a partir de un cuerpo cerámico poroso sinterizado, comprendiendo el conjunto de filtro cerámico una capa de alisado (16) en su superficie exterior (39c), en el que el conjunto posee una forma exterior en una sección transversal redondeada o sección transversal ovalada, la capa de sellado posee un espesor de 0,3 a 3 mm y una conductancia térmica que va de 0,1 a 10 W/mk, y dicha capa de sellado es más fina que la capa de alisado (16).
- 10 2. El conjunto de filtro cerámico según la 1ª reivindicación, en el que la capa de sellado consta de un 70% en peso o menos de fibra cerámica como un sólido.
- 15 3. El conjunto de filtro cerámico según la 1ª ó 2ª reivindicaciones, en el que la capa de sellado se compone de fibras cerámicas que poseen unos tramos de fibra de 100 mm o menos.
- 20 4. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, en el que la capa de sellado se compone como un sólido de un 3% en peso a un 80% en peso de partículas inorgánicas.
- 25 5. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, en el que el conjunto es un filtro de partículas diésel.
- 30 6. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 5ª, en el que la capa de sellado se compone de al menos fibras inorgánicas, un ligante inorgánico, un ligante orgánico y partículas inorgánicas, y se forma a partir de un material elástico obtenido al unir las fibras inorgánicas y las partículas inorgánicas, que se interrelacionan tridimensionalmente entre sí, con el ligante inorgánico y el ligante orgánico.
- 35 7. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, en el que la capa de sellado se forma a partir de un 10% en peso a un 70% en peso de fibra cerámica de sílice y alúmina, un 1% en peso a un 30% en peso de sílice sol, un 0,1% en peso a un 5,0% en peso de carboximetilcelulosa, y un 3% en peso a un 80% en peso de polvo de carburo de silicio.
- 40 8. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 7ª, en el que los filtros están dispuestos en un estado desplazado los unos de los otros en una dirección perpendicular a la dirección axial del filtro.
- 45 9. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 8ª, en el que el filtro posee una pluralidad de celdas, y cada celda posee una superficie exterior que lleva al menos un catalizador de oxidación seleccionado entre un elemento del grupo platino, otros elementos metálicos y óxidos de los mismos.
- 50 10. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 9ª, en el que el filtro posee una porosidad media que va de un 30% a un 70%.
- 55 11. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 10ª, en el que el filtro posee una conductancia térmica que va de 20 W/mK a 80 W/mK.
- 60 12. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 11ª, en el que la capa de sellado posee un espesor que va de 0,5 mm a 1,0 mm y una conductancia térmica que va de 0,3 W/mK a 10 W/mk.
- 65 13. El conjunto de filtro cerámico según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 12ª, en el que dicha capa de alisado (16) está formada a partir del mismo tipo de material que la capa de sellado (15).
14. Un aparato para la purificación de los gases de escape que posee el conjunto de filtro cerámico de cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 13ª dispuesto en una carcasa que se coloca en un conducto de paso de los gases de escape de un motor de combustión interna.
15. El aparato para la purificación de los gases de escape según la 14ª reivindicación, en el que una porción intermedia de la carcasa posee un diámetro mayor que el del conducto de paso de los gases de escape.
16. El aparato para la purificación de los gases de escape según la 14ª ó 15ª reivindicación, en el que se dispone un material aislante térmico compuesto por un material similar a un fieltro que incluye fibras cerámicas entre la superficie exterior del conjunto de filtro cerámico y la superficie interior de la carcasa.

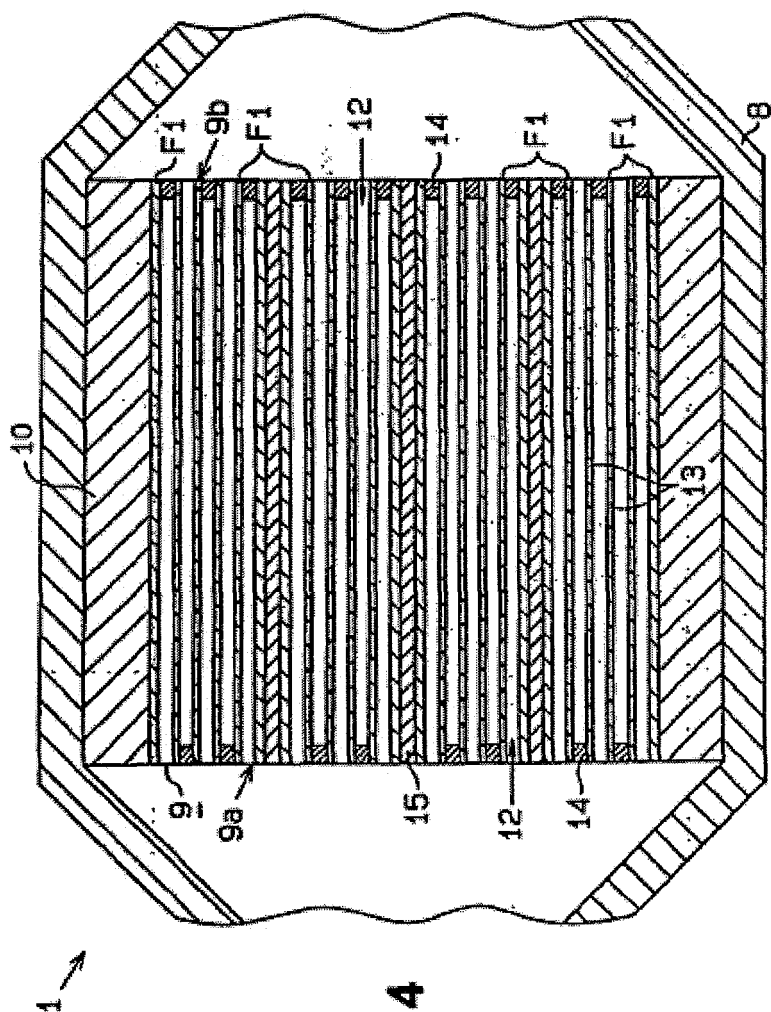




**FIG. 2**

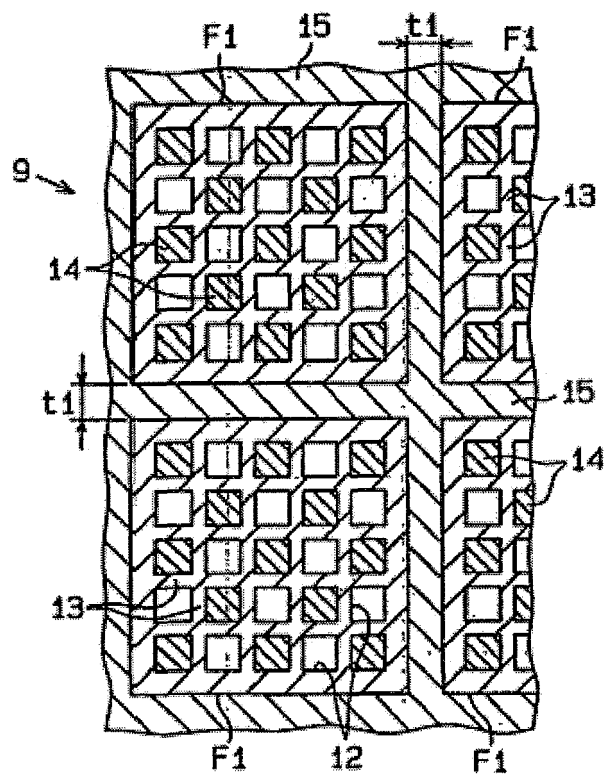


**Fig. 3**

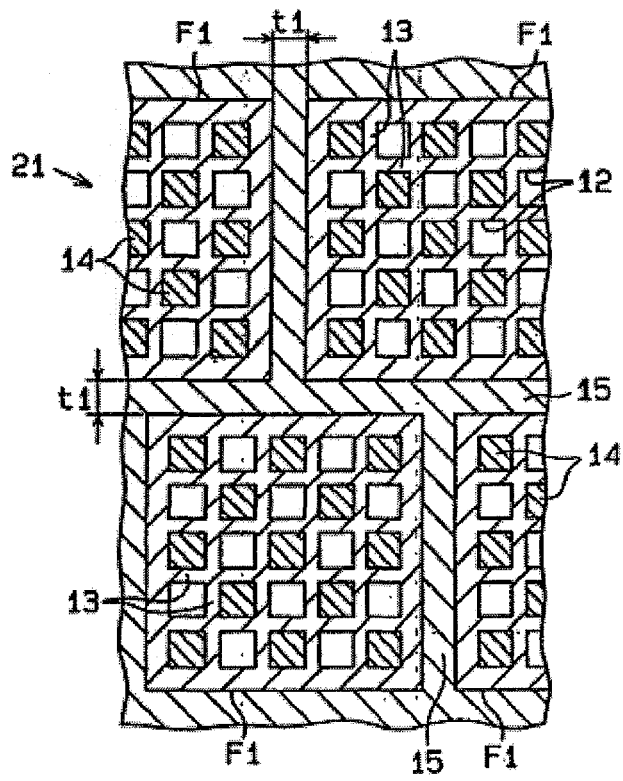


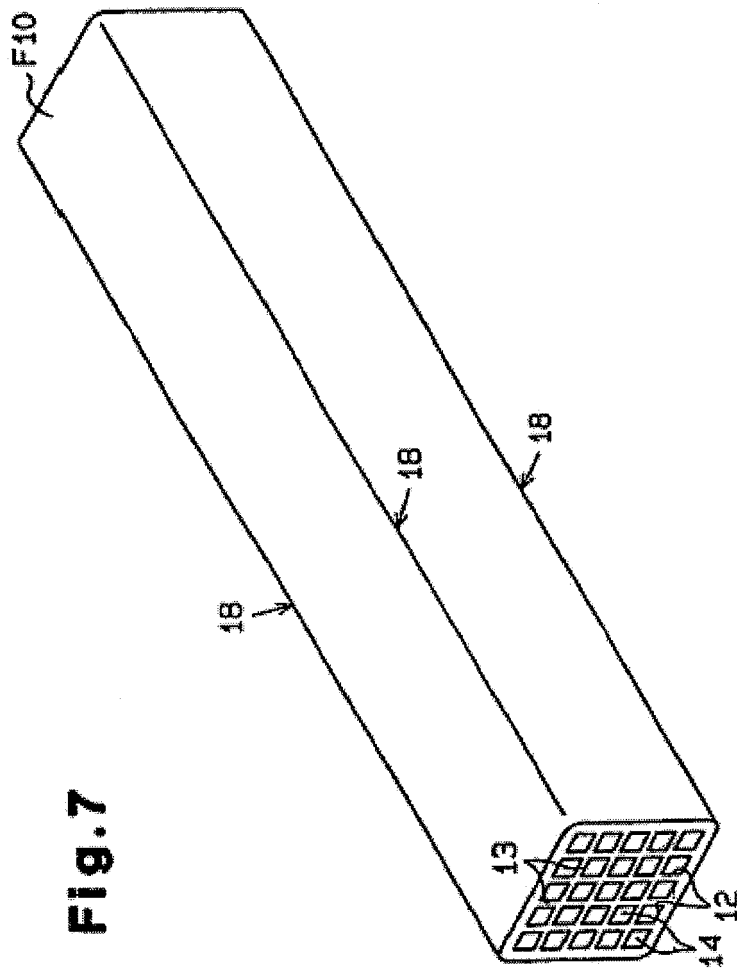
**FIG. 4**

**Fig.5**



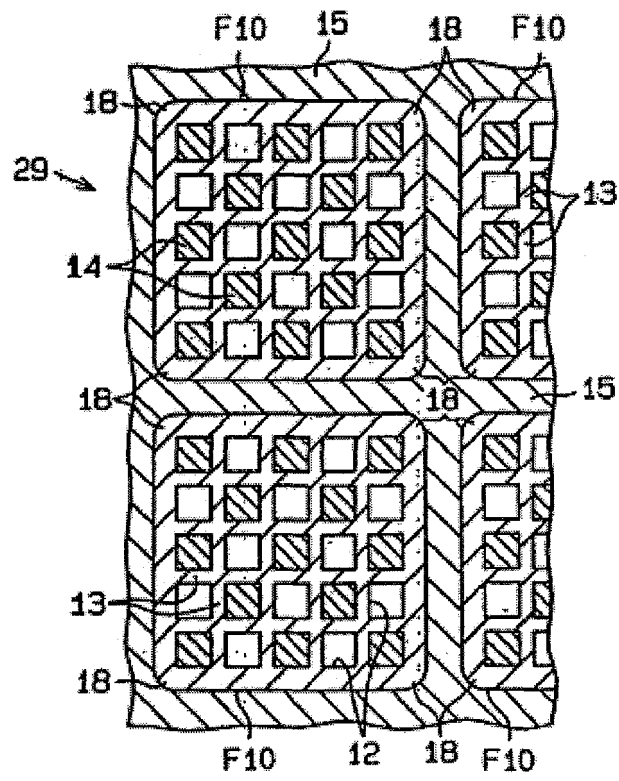
**Fig. 6**



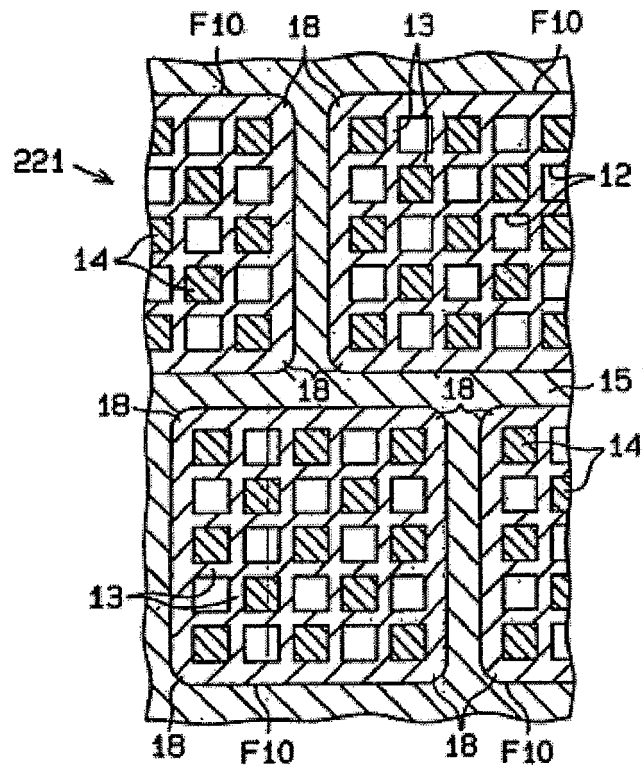


**Fig. 7**

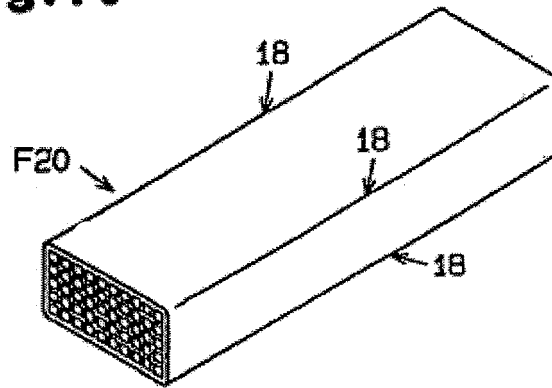
**Fig.8**



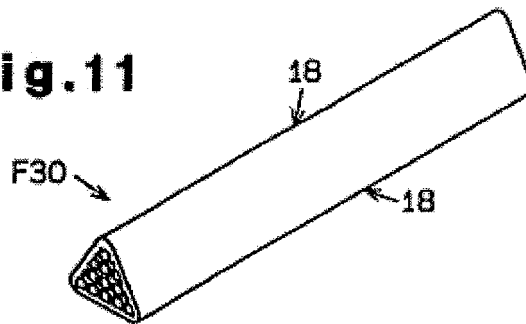
**Fig. 9**



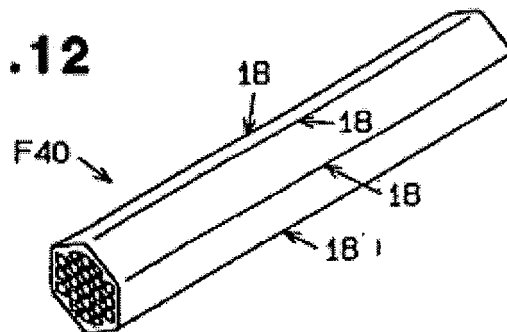
**Fig.10**



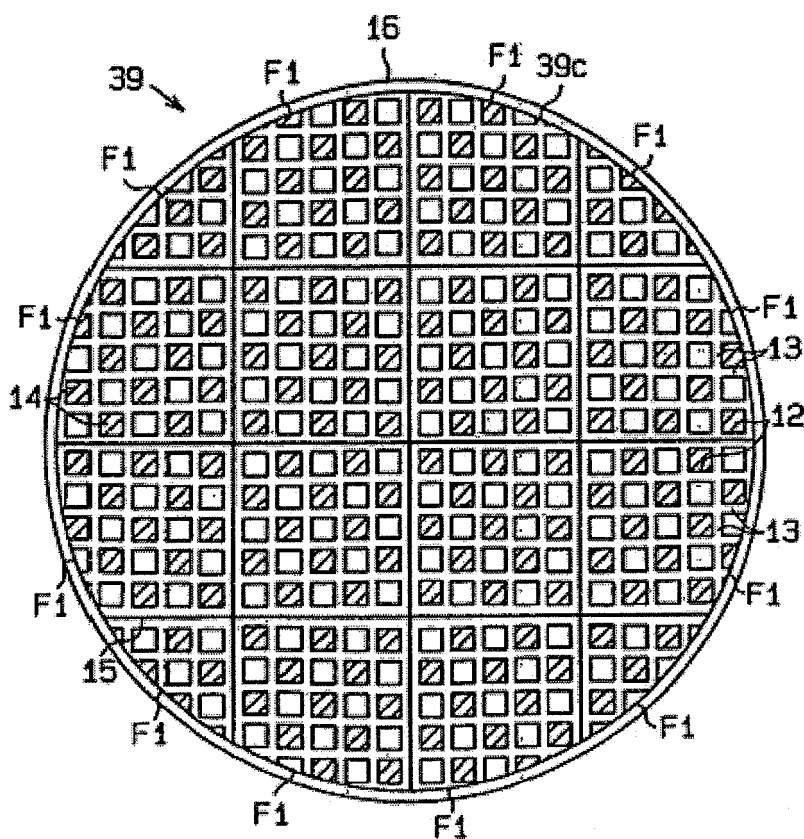
**Fig.11**



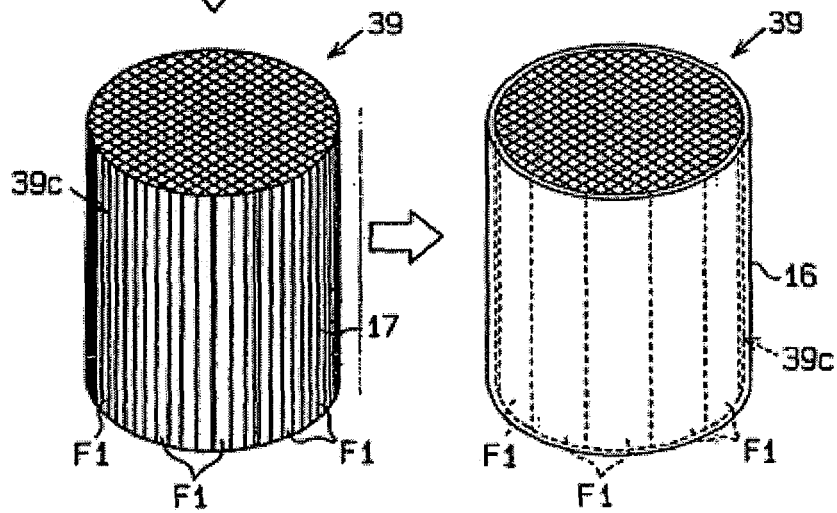
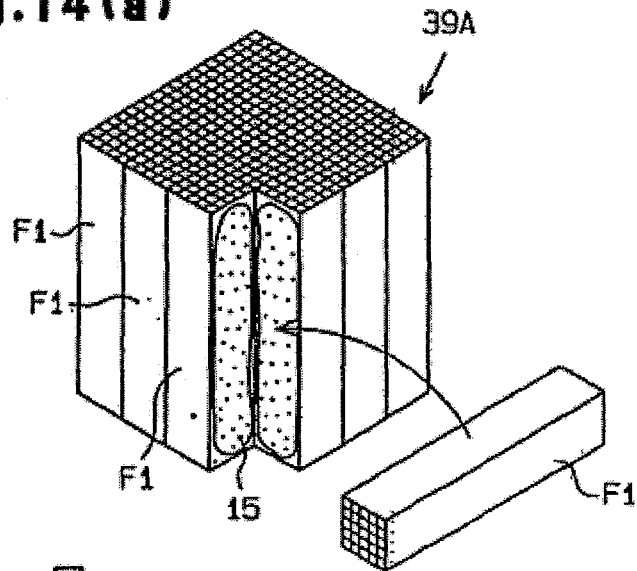
**Fig.12**



**Fig.13**



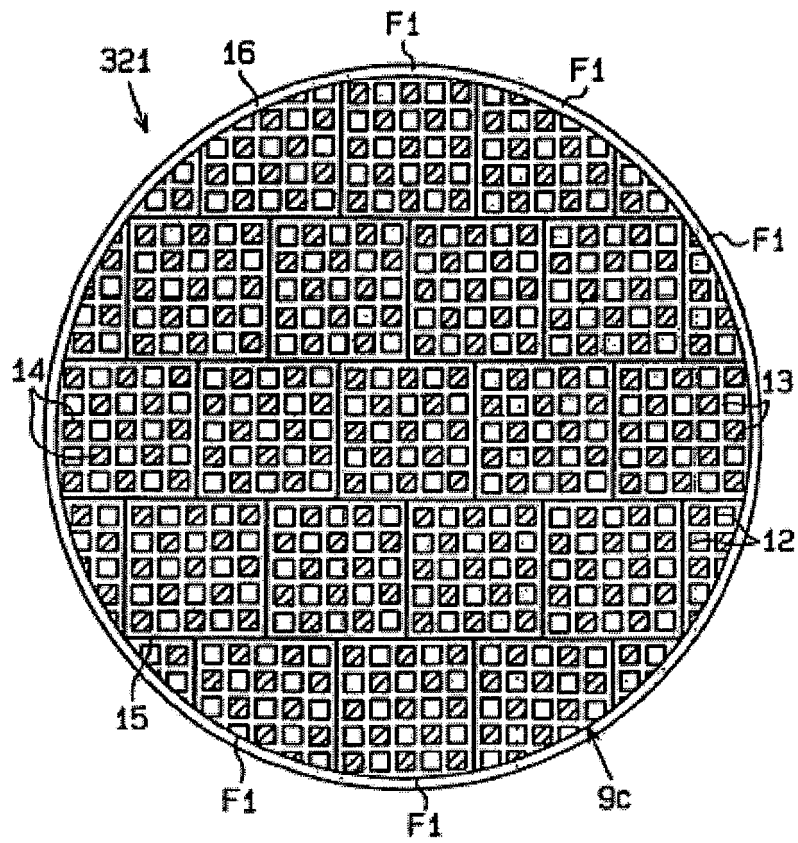
**Fig.14(a)**



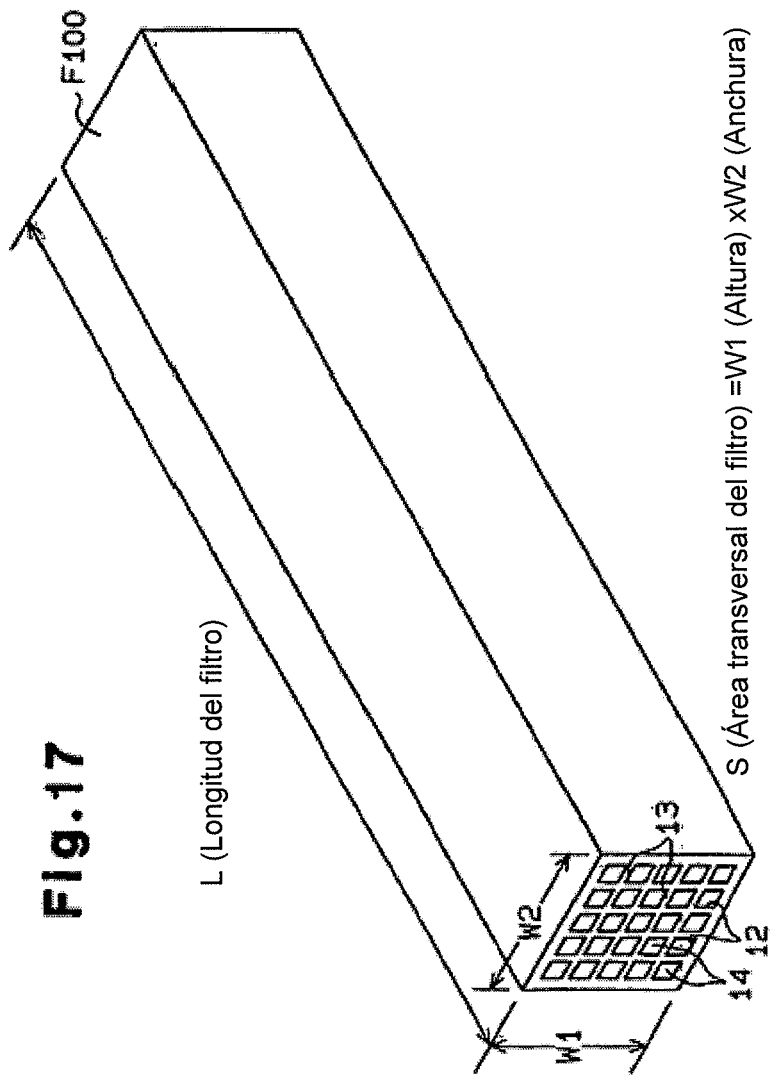
**Fig.14(b)**

**Fig.14(c)**

**Fig.15**

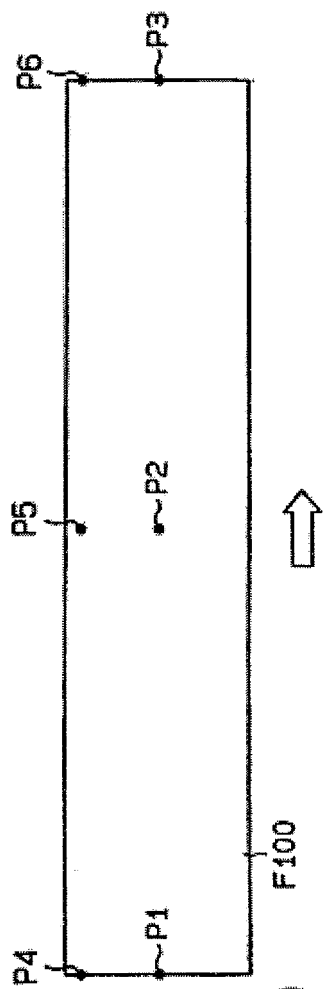




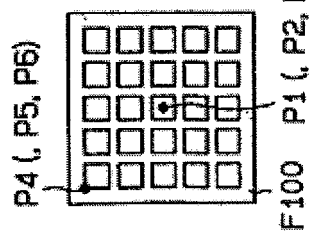


**Fig.17**

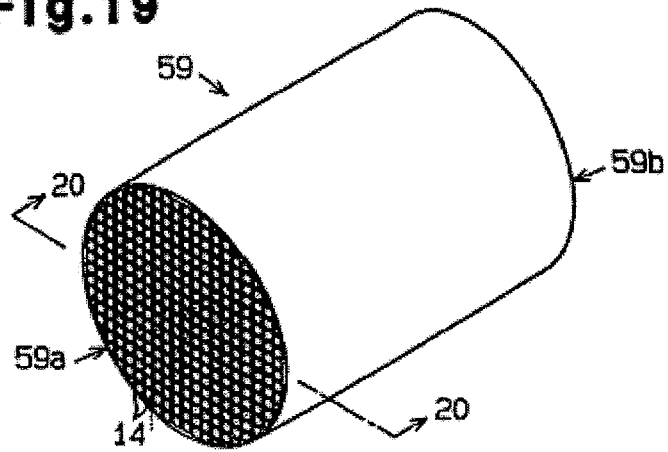
**Fig.18(b)**



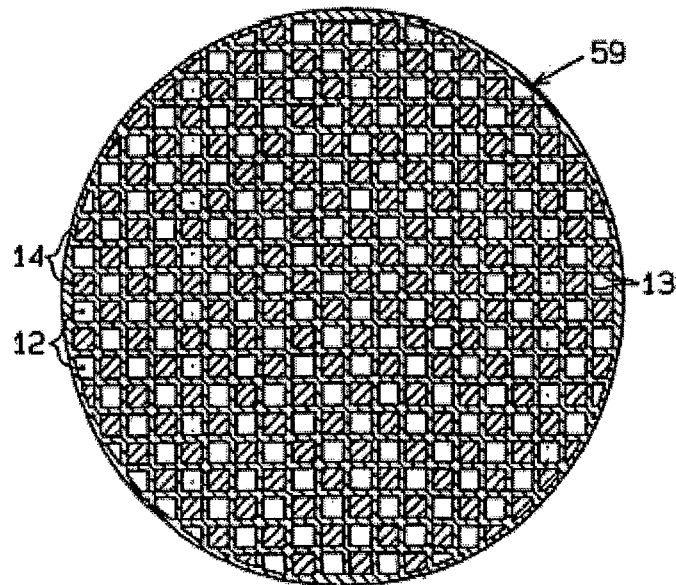
**Fig.18(a)**

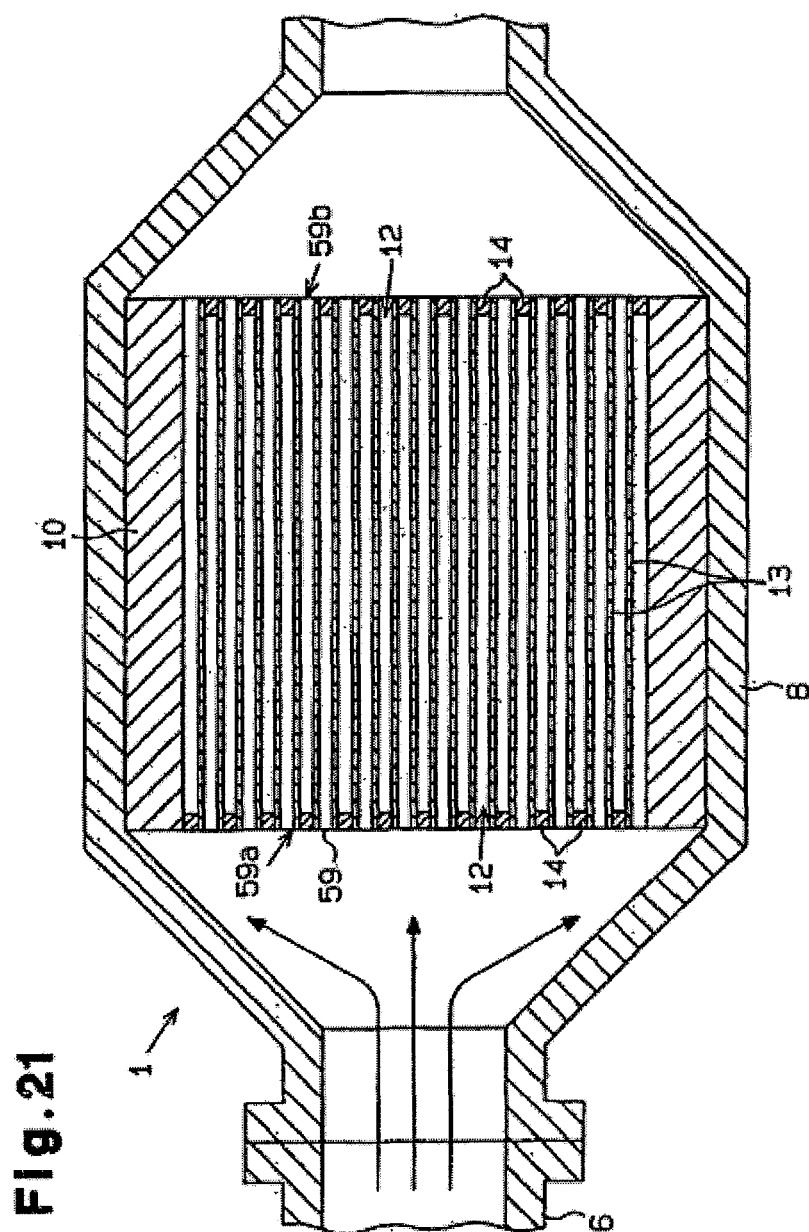


**Fig.19**



**Fig.20**





**FIG. 21**

