

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 543**

51 Int. Cl.:

**B03C 3/30** (2006.01)

**B03C 3/017** (2006.01)

**B01D 46/00** (2006.01)

**B01D 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2007 PCT/SE2007/050452**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2008 WO08008028**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2007 E 07748612 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2040845**

54 Título: **Dispositivo de filtro de aire y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

**14.07.2006 SE 0601562**

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

**06.10.2017**

73 Titular/es:

**ZEHNDER GROUP NORDIC AB (100.0%)**

**Box 7209**

**187 13 Täby, SE**

72 Inventor/es:

**KRANTZ, STAFFAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 636 543 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

Dispositivo de filtro de aire y procedimiento para su fabricación

**Antecedentes de la invención y técnica anterior**

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de filtro de aire y un procedimiento para fabricar dicho dispositivo de filtro de aire. El dispositivo de filtro de aire comprende un canal de aire, un primer filtro de aire que está montado en el canal de aire, cuyo primer filtro de aire comprende un marco de filtro provisto de al menos un pasaje para el flujo pasante de aire y un cuerpo de filtro que comprende fibras cargables electrostáticamente que están unidas al marco de filtro de manera tal que el cuerpo de filtro logra una extensión desde el marco de filtro hasta una posición ubicada a una distancia desde y corriente abajo del marco de filtro con respecto a la dirección de flujo prevista del aire a través del canal de aire.

10 Cuando el aire fluye a través de un primer filtro de aire de la clase antes mencionada, se proporcionan movimientos mutuos entre las fibras en el cuerpo de filtro de tal manera que se frotan entre sí. Este frotamiento y la fricción proporcionada cuando los flujos de aire pasan por las fibras dan como resultado que las fibras mantienen una carga electrostática. Este tipo de filtro de aire separa las partículas del aire tanto por acción electrostática como mecánica.

15 La característica de este tipo de filtro de aire es que la caída de presión en el filtro de aire no cambia sustancialmente durante la vida útil del filtro. El flujo de aire a través del filtro de aire será de ese modo sustancialmente constante durante la vida útil del filtro. Sin embargo, el número de partículas, que son atrapadas y mantenidas sobre las superficies de las fibras, aumenta con el tiempo de manera sucesiva, lo que da como resultado que las superficies de las fibras que se usan para capturar futuras partículas por acción electrostática disminuyan. El

20 grado de separación del filtro de aire de ese modo se reduce con el tiempo. La cantidad de aire limpio obtenida por medio del filtro de aire disminuye de ese modo con el tiempo. Cuando el grado de separación se ha reducido a un nivel aceptable más bajo, el filtro de aire se cambia por uno nuevo.

25 El documento WO 95/33569 muestra un dispositivo para separar partículas muy finas del aire. Se utiliza aquí un modelo más antiguo del primer filtro de aire mencionado inicialmente que comprende un soporte con elementos conectados de cinta cargables electrostáticamente. Un segundo filtro de aire en forma de un tubo de filtro está aquí dispuesto radialmente hacia fuera de los elementos de cinta del primer filtro de aire. El tubo de filtro está provisto de fibras cargables electrostáticamente con una estructura esponjosa. El aire que pasa a través del tubo de filtro de ese modo proporciona una baja resistencia al flujo. El primer filtro de aire está adaptado para proporcionar una pre-separación de partículas. Además, las partículas más grandes caen y son recolectadas en una placa inferior. Tal

30 pre-separación de partículas disminuye la carga en el tubo de filtro. El primer filtro de aire también tiene la tarea de proporcionar un campo electrostático por medio de los elementos de cinta cargables electrostáticamente. De ese modo, las fibras en el tubo de filtro circundante en forma radial proporcionan una carga electrostática tan pronto como el aire fluye a través del primer filtro de aire. Las fibras del tubo de filtro están de ese modo adaptadas para separar partículas finas del aire que fluye a través del tubo filtrante por medio de acción electrostática. Un ventilador para forzar el aire a través de los dos filtros de aire está ubicado aquí corriente arriba de los filtros de aire. El ventilador ha logrado aquí esta posición ya que es difícil disponerlo corriente abajo de los dos filtros de aire porque el aire se distribuye radialmente hacia afuera cuando pasa por el tubo de filtro. Puesto que el ventilador tiene esta posición, éste será atravesado por el aire sin filtrar. Las partes sensibles del ventilador así corren el riesgo de ser obstruidas por partículas en el aire. El ventilador aquí alcanza una vida útil muy reducida.

40 Por lo general, se utilizan filtros de barrera de diferentes tipos para filtrar el aire de las partículas. Generalmente, un filtro de barrera comprende paño de filtro provisto de pasajes finos que están destinados a permitir el paso del aire mientras que las partículas en el aire están destinadas a quedar atrapadas en el paño de filtro. El paño de filtro puede estar formado por un material textil pero también pueden utilizarse otros tipos de material. Sin embargo, los pasajes son obstruidos sucesivamente por partículas que quedan atrapadas en el paño de filtro. El grado de separación del filtro de barrera aumenta simultáneamente con la obstrucción de los pasajes. Simultáneamente, la caída de presión en el filtro de barrera también aumenta, lo que da como resultado que se reduzca el flujo de aire a través del filtro. Sin embargo, el efecto del flujo de aire reducido a través del filtro de barrera es más pronunciado que la capacidad de separación incrementada del filtro. De ese modo, la cantidad de aire limpio proporcionada por el

45 filtro de barrera disminuye con el tiempo. Cuando el filtro de barrera ha alcanzado cierto grado de obstrucción, se cambia por uno nuevo.

50 El documento WO 2006/015808, con el que se delimitan las reivindicaciones independientes, muestra un filtro con fibras cargables electrostáticamente que está montado entre un elemento de pre-filtración y un elemento de post-filtración. El elemento de pre-filtración y el elemento de post-filtración tienen dimensiones para retener partículas de gran tamaño mientras que la filtración de partículas con un tamaño muy pequeño será realizada por el filtro con fibras cargables electrostáticamente.

55 El documento US 5.681.374 D3 muestra un dispositivo para la separación de partículas microscópicas del aire. El dispositivo comprende una unidad principal de separación de partículas con fibras cargables electrostáticamente. El primer filtro fijo está dispuesto corriente arriba de la unidad de separación y un segundo filtro fijo está dispuesto

corriente abajo de la unidad de separación. Los filtros fijos tienen una construcción idéntica. Los filtros fijos son, en la práctica, llamados filtros de electreto con una estructura esponjosa que filtran una parte considerable de las partículas algo más gruesas en el aire.

**Compendio de la invención**

5 El objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de filtro de aire que tenga una larga vida útil al mismo tiempo que pueda proporcionar una cantidad sustancialmente constante de aire limpio durante sustancialmente toda la vida útil del dispositivo de filtro.

Este objeto se logra mediante el dispositivo de filtro de aire de acuerdo a la reivindicación 1. Un paño de filtro es muchas veces relativamente delgado en relación con su extensión, pero también puede tener obviamente un  
 10 espesor considerable. Durante un período inicial cuando el aire fluye a través de un dispositivo de filtro de acuerdo a la invención, todo el filtrado de partículas del aire se lleva a cabo sustancialmente en el primer filtro de aire. El aire que llega al segundo filtro de aire está sustancialmente libre de partículas. Después de un período de uso del dispositivo de filtro de aire, se recoge una cantidad cada vez mayor de partículas sobre las superficies de fibras cargadas electrostáticamente del primer filtro de aire. De ese modo, la capacidad de las fibras para separar futuras  
 15 partículas del aire disminuye. El aire que llega al segundo filtro de aire dispuesto corriente abajo contiene una cantidad cada vez mayor de partículas. Estas partículas son filtradas del aire en el cuerpo de filtro del segundo filtro de aire. Los pasajes del paño de filtro del segundo filtro de aire de ese modo serán más estrechos. De ese modo, el grado de separación para el segundo filtro de aire aumenta con el tiempo al mismo tiempo que el grado de separación para el primer filtro de aire disminuye con el tiempo. Por consiguiente, una combinación de dichos filtros de aire proporciona un grado de separación alto sustancialmente constante de las partículas del aire durante una  
 20 gran parte de su vida útil.

La caída de presión total en la combinación de filtros consiste en la suma de la caída de presión en el primer filtro de aire y la caída de presión en el segundo filtro de aire. En consecuencia, el primer filtro de aire es de un tipo, que sustancialmente no es obstruido durante el funcionamiento. Por lo tanto, la caída de presión en el primer filtro de aire es sustancialmente constante. Por otro lado, el segundo filtro de aire se obstruye sucesivamente. De ese modo, la  
 25 caída de presión en el segundo filtro aumenta con el grado de obstrucción del filtro. Dado que el segundo filtro de aire sólo se obstruye al final de la vida útil del dispositivo de filtro, la caída de presión en el segundo filtro de aire estará en un nivel sustancialmente constante durante gran parte de la vida útil del dispositivo de filtro de aire. De ese modo, la presión total cae en el primer filtro de aire y el segundo filtro de aire también estará en un nivel sustancialmente constante. La corriente de aire a través de la combinación de filtros, que está relacionada con la caída de presión, también se mantiene de ese modo en un nivel sustancialmente constante. En consecuencia, el dispositivo de filtro de aire puede proporcionar una cantidad sustancialmente constante de aire limpio durante una  
 30 gran parte de su vida útil. Dado que se utilizan dos filtros de aire para limpiar el aire de las partículas, las partículas atrapadas se dispersarán en los respectivos filtros de aire. Un dispositivo de filtro de aire con varios filtros de aire de ese modo proporciona una vida útil mayor que un dispositivo de filtro de aire con un filtro de aire solamente. En consecuencia, los filtros de aire en el dispositivo de filtro de aire no necesitan ser cambiados tan a menudo como en el caso en que solamente se utiliza un solo filtro de aire.

De acuerdo a una realización del presente, el dispositivo de filtro comprende un ventilador adaptado para lograr dicho flujo de aire a través del canal de aire cuyo ventilador está dispuesto en el canal de aire en una posición  
 40 corriente abajo del segundo filtro de aire. De ese modo, el ventilador es atravesado por el aire que se ha filtrado de partículas. El ventilador de ese modo entra en contacto con considerablemente menos partículas que si está colocado corriente arriba del filtro de aire. Un ventilador, que está sometido a grandes cantidades de partículas, alcanza usualmente una vida considerablemente reducida. Ventajosamente, al menos la porción del canal de aire, que comprende el primer filtro de aire y el segundo filtro de aire, tiene una extensión recta. De ese modo, se evitan  
 45 curvas en el canal de aire y las pérdidas de flujo en el canal de aire pueden mantenerse en un nivel despreciable. La distancia entre el primer filtro de aire y el segundo filtro de aire debe ser relativamente pequeña. Por lo tanto, el dispositivo de filtro de aire puede hacerse bastante compacto. El dispositivo de filtro puede comprender elementos de pared que definen el canal de aire y dichos elementos de pared comprenden una primera abertura para el montaje del primer filtro de aire en el canal de aire y una segunda abertura para el montaje del segundo filtro de aire en el canal de aire. Una cubierta o similar puede sellar las aberturas cuando los filtros de aire han sido montados en  
 50 el canal de aire.

De acuerdo a una realización de la presente invención, el primer filtro de aire es montable como una unidad integrada separada en el canal de aire. De ese modo, se proporciona un montaje y desmontaje simple y rápido del primer filtro de aire en el canal de aire. El primer filtro de aire y el segundo filtro de aire pueden ser montables como  
 55 una unidad integrada en el canal de aire. En este caso, solamente se requiere una abertura en los elementos de pared que definen el canal de aire para montar y desmontar los filtros de aire. El primer filtro de aire y el segundo filtro de aire pueden estar conectados entre sí por medio de una carcasa circundante. En consecuencia, los dos filtros de aire se mantienen juntos en una forma simple pero funcional.

De acuerdo a una realización adicional de la presente invención, el segundo filtro comprende un filtro de bolsa. Un  
 60 filtro de bolsa comprende un paño de filtro que está provisto de varias porciones con forma de bolsa. De ese modo,

el paño de filtro proporciona una gran superficie que puede utilizarse para filtrar partículas del aire que fluye a través del filtro de bolsa. De ese modo, un filtro de bolsa se puede utilizar un tiempo relativamente largo antes de que se detenga y necesite ser cambiado. Alternativamente, el segundo filtro puede consistir en un filtro plegado o un filtro plano.

5 El objeto mencionado inicialmente se logra también con el procedimiento mencionado en la reivindicación 11.

**Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se describen realizaciones preferidas de la invención como un ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 muestra un dispositivo de filtro de acuerdo a una primera realización de la invención,

10 La Fig. 2 muestra una vista en sección transversal de un dispositivo de filtro de acuerdo a una segunda realización de la invención,

La Fig. 3 muestra una vista en sección transversal de un dispositivo de filtro de acuerdo a una tercera realización de la invención,

15 La Fig. 4 muestra una vista en sección transversal de un dispositivo de filtro de acuerdo a una cuarta realización de la invención,

La Fig. 5 muestra gráficos esquemáticos de cómo varía la caída de presión en los filtros de aire con el tiempo y

La Fig. 6 muestra gráficos esquemáticos de cómo varía el grado de separación de los filtros de aire con el tiempo.

**Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención**

20 La Fig. 1 muestra un dispositivo de filtro realizado con elementos de pared 1 que definen un canal de aire interno 2. En este caso, el dispositivo de filtro está provisto de patas 3 de manera tal que pueda colocarse en una superficie del piso. Alternativamente, podría disponerse en una posición elevada y fijarse contra una superficie de pared, superficie de techo o similar. El canal de aire 2 tiene una abertura de entrada axial 2a para aire que está situada en un extremo superior del dispositivo de filtro y aberturas de salida radiales 2b que están situadas en un extremo inferior del dispositivo de filtro. El dispositivo de filtro comprende una placa inferior homogénea 1a que hace que el aire sólo pueda salir del dispositivo de filtro a través de las aberturas radiales de salida 2b. Un ventilador 4 mostrado esquemáticamente está adaptado para lograr un flujo de aire forzado a través del canal de aire 2. El dispositivo de filtro comprende una cubierta que se puede abrir 5, que en posición cerrada, sella una primera abertura 6 y una segunda abertura 7 al canal de aire 2. Cuando la cubierta 5 está en posición abierta, es posible montar y desmontar un primer filtro de aire 8 en el canal de aire 2 a través de la abertura 6 y un segundo filtro de aire 9 en el canal de aire 2 a través de la abertura 7.

30 El primer filtro de aire 8 comprende al menos un marco 10 que está provisto de un cuerpo de filtro 11 unido de fibras cargables electrostáticamente. Sin embargo, cualquiera de los cuerpos de filtro 11 no son visibles en la Fig. 1. El marco de filtro 10 está formado por elementos de separación longitudinal y transversal que definen pasajes intermedios 10a para el aire. Cuando el aire fluye a través de dicho filtro de aire 8, el aire fluye inicialmente a través de dichos conductos de aire 10a. A continuación, el aire fluye a través del cuerpo de filtro 11 en una dirección sustancialmente longitudinal a las fibras cargables electrostáticamente. De ese modo, se presentan movimientos relativos entre fibras adyacentes en el cuerpo de filtro 11, lo que da como resultado que las fibras se carguen electrostáticamente. En consecuencia, se produce una atracción electrostática entre las partículas en el aire y las fibras cargadas, lo que hace que las partículas queden atrapadas sobre las superficies de las fibras. Además, se consigue una separación mecánica de partículas cuando el aire fluye a través del cuerpo de filtro 11. El primer filtro de aire 8, que se muestra en la Fig. 1, comprende una carcasa 12 que rodea y mantiene juntos tres marco de filtros 10 con los cuerpos de filtro conectados 11. Por lo tanto, el primer filtro de aire 8 puede montarse como una unidad integrada en el canal de aire 2.

45 El segundo filtro de aire 9 comprende un paño de filtro 9a, que en un estado montado, se adapta para extenderse a través del canal de aire 2. De ese modo, el paño de filtro 9a será atravesado por el aire que fluye en una dirección longitudinal del canal de aire 2. El paño de filtro 9a puede ser construido por fibras con paso transversal de aire. El paño de filtro 9a puede realizarse mediante un material textil. El segundo filtro de aire 9, de acuerdo a la presente invención, se monta corriente abajo del primer filtro de aire 8 con respecto a la dirección de flujo prevista del aire a través del dispositivo de filtro. El segundo filtro de aire 9 es, en la Fig. 1, ejemplificado como filtro de bolsa 13a. Un filtro de bolsa 13a tiene un paño de filtro 9a que comprende una pluralidad de porciones en forma de bolsa. De ese modo, se logra una superficie de filtro grande para capturar partículas y un gran número de pasajes por los que el aire puede fluir. Un filtro de bolsa 13a de ese modo tiene una vida útil relativamente larga. El filtro de bolsa 13a está unido en un marco circundante 14a de manera tal que puede montarse como una unidad integrada en el canal de aire 2.

La Fig. 2 muestra una vista en sección transversal de otro dispositivo de filtro de acuerdo a la invención. Este dispositivo de filtro puede montarse en un canal de aire existente, canal de ventilación, agregado de limpieza o similar. El dispositivo de filtro comprende aquí también elementos de pared 1 que definen un canal de aire interno 2. El canal de aire interno 2, en el que los filtros de aires 8, 9 se montan, está provisto de una abertura de entrada 2a y  
 5      abertura de salida 2b. Un ventilador 4 está montado en el canal de aire 2 en una posición apropiada corriente abajo de los filtros de aire 8, 9. El ventilador 4 está adaptado para lograr un flujo de aire forzado a través del canal de aire 2. El primer filtro de aire 8 consiste en un marco 10 con elementos de separación que están dispuestos de manera tal que se forman dichos pasajes de aire 10a. Los elementos de separación 10 son relativamente delgados de manera tal que el aire sólo proporciona pérdidas de flujo pequeñas cuando fluye a través de los pasajes de aire 10a. Un gran  
 10      número de fibras cargables electrostáticamente están unidas al marco de filtro 10 en un extremo superior. Las fibras cuelgan holgadamente hacia abajo desde el bastidor 10 hasta un extremo inferior. De ese modo, las fibras logran una extensión desde el marco de filtro 10 hasta una posición ubicada a una distancia desde y corriente abajo del marco de filtro 10 con respecto a la dirección de flujo prevista del aire a través del canal de aire 2. Las fibras pueden tener una longitud opcional. Ventajosamente, el cuerpo de filtro 11 contiene un gran número de fibras sintéticas que  
 15      pueden ser fibras poliméricas. Sin embargo, el cuerpo de fibra 11 puede contener fibras de otro material sintético o material natural o mezclas de éstos. Sin embargo, las fibras deben tener la propiedad de que se puedan cargar eléctricamente de forma tal que puedan atraer y unir partículas que se transportan con el aire a través del cuerpo de filtro.

El segundo filtro de aire 9 también está ejemplificado, en la Fig. 2, como un filtro de bolsa 13a que tiene un paño de filtro que se extiende a través del canal de aire 2 en un estado montado. El filtro de bolsa 13a está unido en un marco circundante 14a. El marco circundante 14a con el filtro de bolsa 13a aquí está unido dentro de una carcasa 12a que también circunda el primer filtro de aire 8. De ese modo, en este caso, el primer filtro de aire 8 y el segundo filtro de aire 9 pueden montarse como una unidad integrada en el canal de aire 2.

La Fig. 3 muestra una vista en sección transversal de un dispositivo de filtro de acuerdo a una realización adicional. El segundo filtro 9 se ejemplifica aquí como un filtro plegado 13b. El filtro plegado 13b comprende un paño de filtro plegado que se extiende a través del canal de aire 2. El filtro plegado 13b está unido en un marco circundante 14b.

La Fig. 4 muestra una vista en sección transversal de un dispositivo de filtro de acuerdo a una realización adicional. El segundo filtro 9 se ejemplifica aquí como un filtro plano 13c. El filtro plano 13c comprende un paño de filtro sustancialmente plano que se extiende a través del canal de aire 2. El filtro plano 13c está unido en un marco circundante 14c.

La Fig. 5 muestra un gráfico de línea de puntos 8' que muestra esquemáticamente cómo la caída de presión  $\Delta p$  varía con el tiempo  $t$  en un filtro de aire separado del tipo que se utiliza como primer filtro de aire 8 en el dispositivo de filtro. Se supone que el primer filtro de aire 8 tiene la vida útil  $t_1$  cuando se usa por separado. Dado que el filtrado de las partículas en dicho filtro de aire se realiza en la dirección longitudinal de las fibras, el primer filtro de aire 8 no es obstruido sustancialmente. De ese modo, la caída de presión  $\Delta p$  aumenta sólo muy ligeramente durante la vida útil  $t_1$  del filtro. El gráfico de línea discontinua 9' muestra esquemáticamente cómo la caída de presión  $\Delta p$  varía con el tiempo  $t$  en un filtro de aire separado del tipo que se usa como un segundo filtro de aire 9 en el dispositivo de filtro. Se supone que el segundo filtro de aire 9 tiene la vida útil  $t_2$  en un estado separado. Dado que un filtro de este tipo es obstruido sucesivamente, la caída de presión  $\Delta p$  en el filtro aumenta con el tiempo  $t$ . La caída de presión  $\Delta p$  puede aumentar sustancialmente linealmente con el tiempo  $t$ . Con el tiempo significa aquí el tiempo en el que se utiliza el filtro de aire.

La Fig. 6 muestra un gráfico de línea discontinua 8'' que muestra esquemáticamente cómo varía el grado de separación con el tiempo  $t$  de un filtro de aire separado del tipo que se utiliza como primer filtro de aire 8. Durante el funcionamiento, se capturan más y más partículas en el tiempo  $t$  sobre las superficies de las fibras que reducen la capacidad de los filtros de aire 8 para separar las partículas con acción electrostática. En consecuencia, el grado de separación  $s$  disminuye en el tiempo  $t$  en este tipo de filtro de aire. El gráfico de línea discontinua 9'' muestra esquemáticamente cómo varía el grado de separación  $s$  en el tiempo  $t$  del filtro de aire que consiste en el segundo filtro de aire 9. Dado que tal filtro de aire es obstruido sucesivamente en el tiempo  $t$  por partículas, será más y más difícil que las futuras partículas pasen a través del filtro. De ese modo, el grado de separación  $s$  del filtro de barrera aumenta con el tiempo  $t$ .

Durante el funcionamiento del dispositivo de filtro, de acuerdo a lo anterior, el ventilador 4 proporciona un flujo de aire a través de los respectivos canales de aire 2. El ventilador 4 tiene una posición corriente abajo de los filtros de aire 8, 9. En consecuencia, el aire es succionado a través del primer filtro de aire 8 y después a través del segundo filtro de aire 9. Cuando el primer filtro de aire 8 es nuevo, éste proporcionará la separación principal de partículas del aire que fluye a través del canal de aire 2. De ese modo, el aire, que alcanza el segundo filtro de aire situado corriente abajo 9, está relativamente libre de partículas. Por lo tanto, el segundo filtro de aire se mantiene durante un período inicial en un estado relativamente sin uso. De ese modo, la caída de presión en el segundo filtro de aire se mantendrá en un nivel inicial durante el período inicial. Consecuentemente, puesto que la caída de presión  $\Delta p$  en el primer filtro de aire 8 es sustancialmente constante, toda la caída de presión  $\Delta p$  de los filtros de aire 8, 9 será sustancialmente constante durante dicho período inicial. Sin embargo, la capacidad de separación de partículas de los filtros de aire 8 se reduce gradualmente. De ese modo, el segundo filtro de aire 9 toma cada vez más el trabajo de separación de partículas. De ese modo, la caída de presión  $\Delta p$  en la combinación de filtros comenzará

gradualmente a aumentar. No obstante, el gran aumento de la caída de presión  $\Delta p$  en el segundo filtro de aire 9 no se produce hasta el final de la vida útil de la combinación de filtros que puede corresponder a la vida total  $t_1 + t_2$  de los filtros de aire separados 8, 9. El gráfico de línea continua 15 en la Fig. 5 muestra cómo puede variar la caída de presión  $\Delta p$  en la combinación de filtros con el tiempo  $t$ .

5 A partir de la Fig. 6, está claro que el primer filtro de aire 8 y el segundo filtro de aire 9 tienen propiedades completamente diferentes con respecto a cómo varía el grado de separación  $s$  con el tiempo  $t$ . Sin embargo, no es una propiedad deseada que el grado de separación  $s$  varíe con el tiempo  $t$ , sino que se prefiere un grado de separación  $s$  constante. En consecuencia, el grado de separación  $s$  de la combinación de filtros está influenciado por los grados de separación  $s$  de los respectivos filtros de aire 8, 9. Dado que el grado de separación para el primer  
10 filtro de aire 8 disminuye con el tiempo  $t$  y el grado de separación  $s$  para el segundo filtro de aire aumenta con el tiempo  $s$ , la combinación de filtros puede proporcionar un grado de separación  $s$  sustancialmente constante durante una gran parte de su vida útil  $t_1 + t_2$ . El gráfico de línea continua 16 muestra cómo puede variar el grado de separación con el tiempo  $t$ .

15 Si el ventilador 4 de un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a lo anterior opera con un efecto constante, éste proporciona un flujo de aire a través de los filtros de aire 8, 9 que se relaciona con la caída de presión  $\Delta p$  en los filtros de aire 8, 9. CADR (tasa de suministro de aire limpio) es una medida de la capacidad de un dispositivo de filtro de aire y se expresa como la cantidad de aire limpio que se puede suministrar. Esta medida se puede calcular como el producto del flujo de aire a través de un filtro de aire y el grado de separación de partículas del filtro de aire. Un  
20 dispositivo de filtro de aire, que contiene solamente el tipo de filtro de aire usado como el primer filtro de aire 8, logra un flujo de aire sustancialmente constante a través del filtro de aire durante su vida útil entera. Por otro lado, el grado de separación  $s$  se reduce con el tiempo  $t$ . De ese modo, se reducirá con el tiempo la capacidad de tal dispositivo de filtro de aire de suministrar aire limpio. Un dispositivo de filtro de aire que contiene solamente el tipo de filtro de aire usado como el segundo filtro de aire 9, logra un flujo de aire reducido a través del filtro de aire con el tiempo cuando el filtro es obstruido. El grado de separación  $s$  aumenta aquí con el tiempo, pero no tanto que este aumento puede  
25 compensar el flujo de aire reducido a través del filtro de aire 9. De ese modo, la capacidad de dicho un dispositivo de filtro de aire para suministrar aire limpio también se reducirá con el tiempo. El dispositivo de filtro de aire, de acuerdo a la presente invención, que comprende el primer filtro de aire 8 y segundo filtro de aire 9 mencionados más arriba en dicho orden proporciona una caída de presión relativamente constante  $\Delta p$  (véase el gráfico 15) y un grado de separación constante 2 (véase el gráfico 16) durante una parte muy grande de su vida útil esperada  $t_1 + t_2$ . De ese  
30 modo, la capacidad del dispositivo de filtro de aire para suministrar aire fresco se mantendrá en un alto nivel constante durante gran parte de su vida útil.

La invención no está de ninguna manera restringida a las realizaciones descritas en los dibujos, pero puede variarse libremente dentro del alcance de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de filtro de aire que comprende un canal de aire (2), un primer filtro de aire (8) montado en el canal de aire (2), cuyo primer filtro de aire comprende un marco de filtro (10) provisto de al menos un pasaje (10a) para el flujo pasante de aire, y un cuerpo de filtro (11) que comprende fibras cargables electrostáticamente que están unidas al marco de filtro (10) de manera tal que el cuerpo de filtro (11) logra una extensión desde el marco de filtro (10) hasta una posición ubicada a una distancia desde y corriente abajo del marco de filtro (10) con respecto a la dirección de flujo prevista del aire a través del canal de aire (2),
- 5 un segundo filtro de aire (9), que comprende un paño de filtro que, en un estado montado, se adapta para extenderse a través del canal de aire (2) de manera tal que es atravesado por el aire que fluye en una dirección longitudinal substancial en el canal de aire (2), donde el segundo filtro de aire está montado en el canal de aire (2) en una posición ubicada corriente abajo del primer filtro de aire (8) con respecto a la dirección de flujo prevista del aire a través del canal de aire (2), caracterizado porque el segundo filtro de aire es tal que a medida que la capacidad de separación de partículas del primer filtro disminuye gradualmente con el tiempo, el segundo filtro de aire realiza cada vez más el trabajo de separación de partículas.
- 10 2. Un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de filtro comprende un ventilador (4) que está adaptado para lograr dicho flujo de aire a través del canal de aire (2), cuyo ventilador (4) está dispuesto en el canal de aire (2) en una posición corriente abajo del segundo filtro de aire (8).
- 15 3. Un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a la reivindicación 2, caracterizado porque al menos la porción del canal de aire, que comprende el primer filtro de aire (8) y el segundo filtro de aire (9), tiene una extensión recta.
- 20 4. Un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a la reivindicación 3, caracterizado porque el dispositivo de filtro comprende elementos de pared (1) que definen el canal de aire (2) y ese elemento de pared (1) comprende una primera abertura (6) para el montaje del primer filtro de aire (8) en el canal de aire (2) y una segunda abertura (7) para el montaje del segundo filtro de aire (9) en el canal de aire (2).
- 25 5. Un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el primer filtro de aire (8) es montable como unidad integrada en el canal de aire (2).
6. Un dispositivo de filtro de aire *de acuerdo a la reivindicación 5*, caracterizado porque el primer filtro de aire (8) y el segundo filtro de aire (9) son montables como una unidad integrada en el canal de aire (2).
7. Un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a la reivindicación 6, caracterizado porque el primer filtro de aire (8) y el segundo filtro de aire (9) están conectados entre sí por medio de una carcasa circundante (12a).
- 30 8. Un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el segundo filtro es un filtro de bolsa (13a).
9. Un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1-7, caracterizado porque el segundo filtro es un filtro plano (13b).
- 35 10. Un dispositivo de filtro de aire de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1-7, caracterizado porque el segundo filtro es un filtro plegado (13c).
- 40 11. Un procedimiento para fabricar un dispositivo de filtro de aire que comprende un canal de aire (2), en donde el procedimiento comprende la etapa de montar un primer filtro de aire (8) en el canal de aire (2), cuyo primer filtro de aire comprende un marco de filtro (10) provisto de al menos un pasaje (10a) para el flujo pasante de aire y un cuerpo de filtro (11) que comprende fibras cargables electrostáticamente que están unidas al marco de filtro (10), de manera tal que el cuerpo de filtro (11) logra una extensión desde el marco de filtro (10) hasta una posición ubicada a una distancia desde y corriente abajo del marco de filtro (10) con respecto a la dirección de flujo del aire a través del canal de aire (2),
- 45 la etapa de montar un segundo filtro de aire (9) que comprende un paño de filtro en el canal de aire (2), de manera tal que el paño de filtro se extiende a través del canal de aire (2) de manera tal que es atravesado por el aire que fluye en una dirección longitudinal sustancial en el canal de aire (2) y montar el segundo filtro de aire (9) en el canal de aire (2) en una posición corriente abajo del primer filtro de aire (8) con respecto a la dirección de flujo del aire a través del canal de aire (2), caracterizada porque el segundo filtro de aire es tal que a medida que la capacidad de separación de partículas del primer filtro disminuye gradualmente con el tiempo, el segundo filtro de aire realiza cada vez más el trabajo de separación de partículas.
- 50

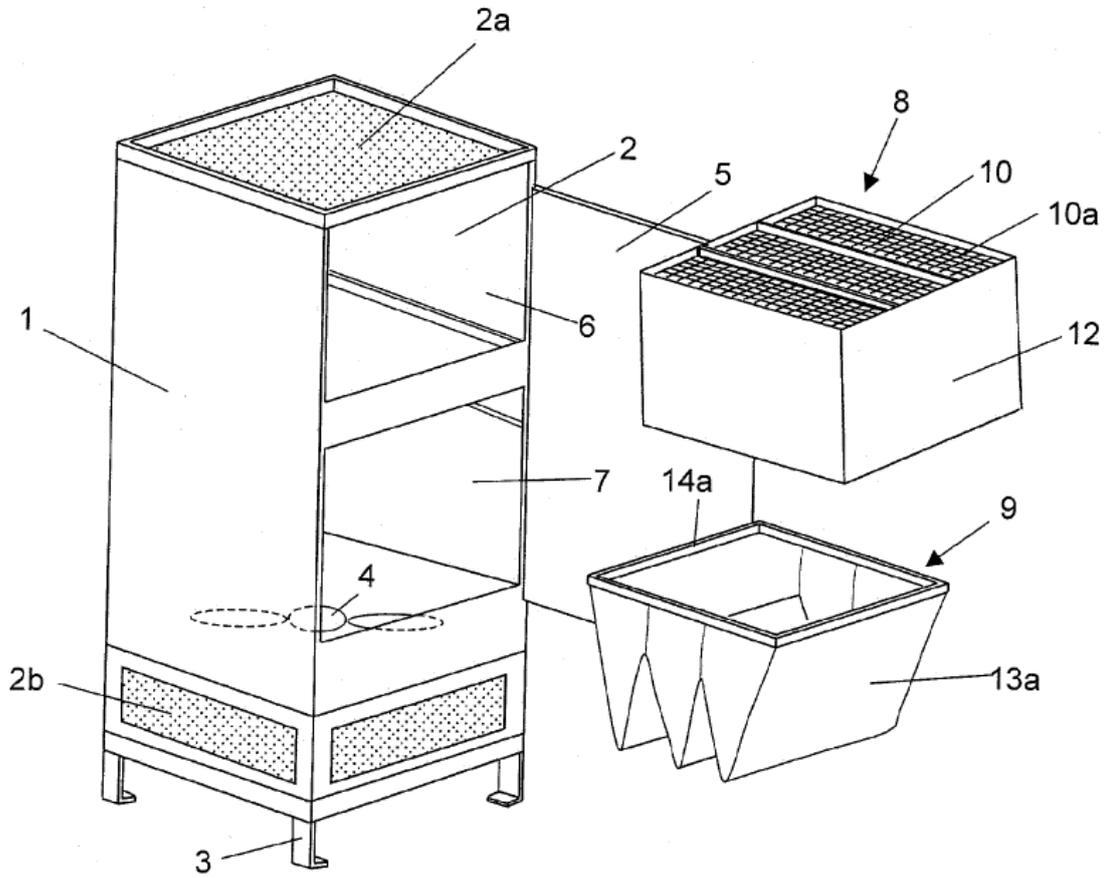


Fig 1

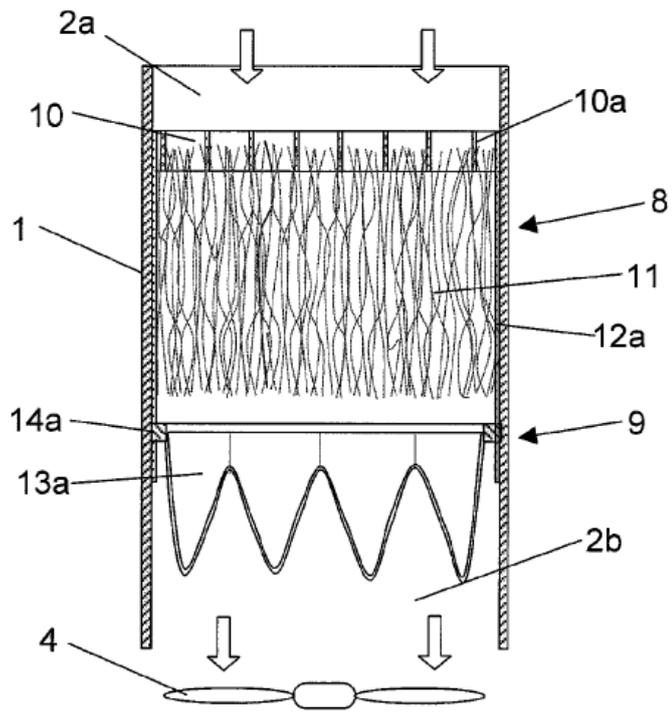


Fig 2

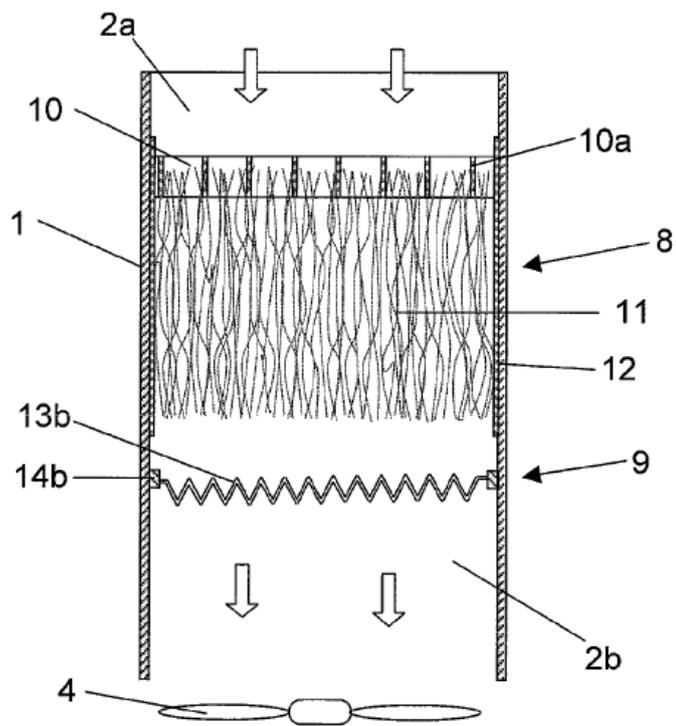


Fig 3

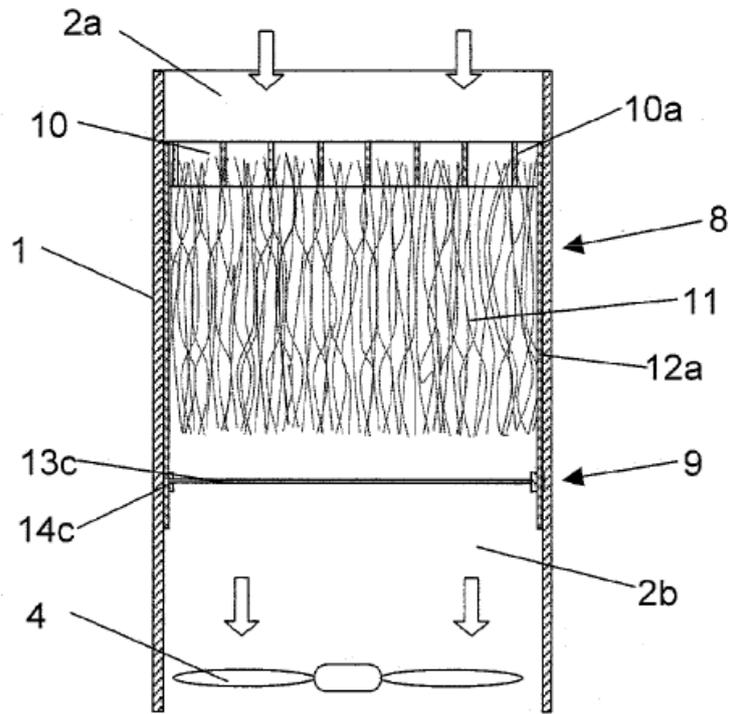


Fig 4

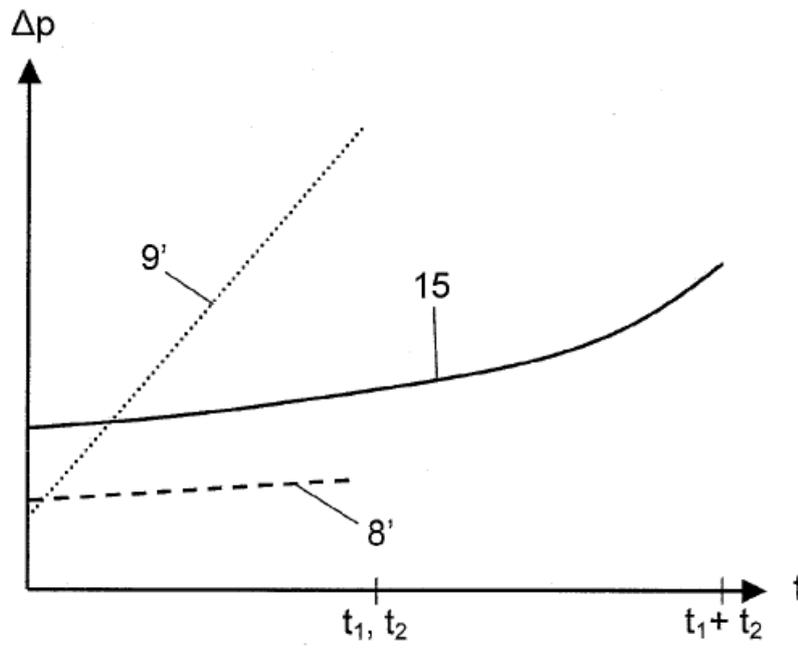


Fig 5

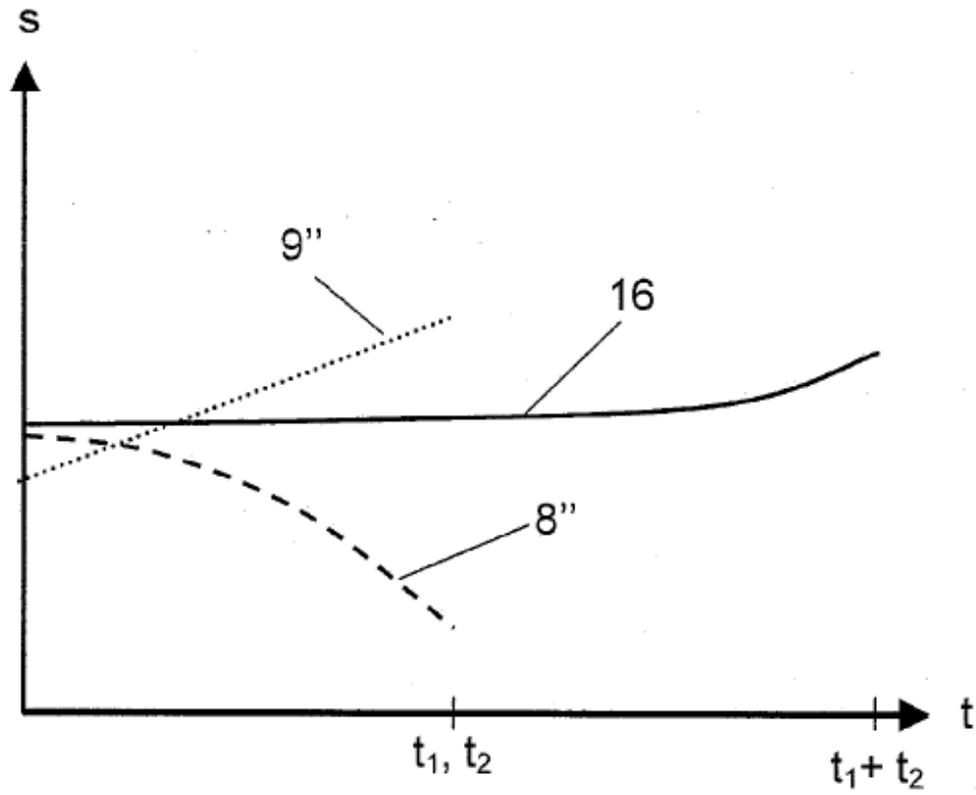


Fig 6