(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 424 939**

(51) Int. CI.:

B01F 3/06 (2006.01)
B01F 3/12 (2006.01)
B01F 5/06 (2006.01)
B01J 19/32 (2006.01)
B01F 5/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2011 E 11168883 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013 EP 2399664**

(54) Título: **Método para mezclar polvo**

(30) Prioridad:

22.06.2010 EP 10166948

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.10.2013

(73) Titular/es:

SULZER CHEMTECH AG (100.0%)
Sulzer-Allee 48
8404 Winterthur, CH

(72) Inventor/es:

HIRSCHBERG, SEBASTIAN

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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

Método para mezclar polvo

La invención se refiere a un método de mezcla de polvo que incluye un mezclador estático para la mezcla de polvo y/o la dispersión homogénea de polvo en un conducto. El mezclador estático es particularmente adecuado para un gas de combustión que contiene partículas de polvo.

En la práctica, los mezcladores con una estructura de canal transversal de acuerdo con el documento DE 2 205 371 como mezclador y vaporizador combinado están en funcionamiento. La caída de presión de un mezclador con una estructura de canal transversal es, sin embargo, más elevada que la caída de presión de un elemento de mezcla, que hace uso de álabes de guía para desviar el flujo en el canal, tal como la solución presentada de acuerdo con el documento DE102008023585. Otro tipo de elemento de mezcla empleado para este fin se muestra en el documento DE19539923 C1. El empaquetamiento apilado que consiste en un material cerámico para su uso con sustancias corrosivas en columnas de transferencia de masa se conoce a partir del documento WO 98/55221 A1. Sin embargo, ninguno de los mezcladores estáticos de la técnica anterior ha sido diseñado para mezclar un polvo dentro de un gas, por tanto un flujo que contiene partículas sólidas.

Un objeto de la invención es distribuir el polvo de forma homogénea sobre la sección transversal del conducto en una corta longitud de trayectoria por medio de un mezclador estático.

El objeto de la invención se resuelve mediante un método de mezcla de polvo que comprende la etapa de introducir un flujo de partículas de polvo, típicamente contenidas en un flujo de gas, en un conducto cerrado, dirigir el flujo en el conducto cerrado a un estático mezclador, donde el mezclador estático se dispone con un elemento de mezcla, teniendo el elemento de mezcla una superficie que está inclinada con respecto al eje principal del conducto cerrado con la superficie del elemento de mezcla estando dispuesta con una estructura superficial a pequeña escala, de tal manera que las partículas de polvo que llegan a la superficie se reflejan por la estructura superficial de manera aleatoria.

Un dispositivo de mezcla de polvo de acuerdo con la invención contiene un conducto cerrado y un mezclador estático dispuesto en el conducto cerrado, donde el mezclador estático comprende un elemento de mezcla para desviar un flujo de partículas de polvo en el interior del conducto y el elemento de mezcla se dispone al menos parcialmente con una estructura superficial a pequeña escala.

El flujo de partículas de polvo se desvía sobre las superficies del elemento de mezcla y se obtiene un flujo turbulento que incluye la generación de vórtices. Para las partículas de polvo de un tamaño grande, por lo general para las partículas más grandes de 0,05 mm, que son críticas para la erosión, estas partículas de polvo pueden no seguir la desviación del flujo e impactan, por tanto, sobre la superficie de los elementos de mezcla. Las partículas de polvo se reflejan desde la superficie, continúan su trayectoria de acceso en el flujo de gases de combustión hasta que llegan a una superficie adicional del elemento de mezcla o salen, finalmente, del mezclador estático. Se ha observado que tales grandes partículas de polvo tienden a concentrarse en ciertos lugares del mezclador. Debido a la formación de tales concentraciones de partículas de polvo, el efecto de la erosión puede variar localmente, por lo tanto hay lugares con un pronunciado efecto de erosión y otros lugares en el conducto con un efecto insignificante de erosión. Cuando se utiliza una estructura superficial, este efecto se puede reducir ya que las partículas de polvo se reflejan desde una estructura superficial de este tipo en una forma aleatoria.

La estructura superficial a pequeña escala comprende ventajosamente nervaduras, protuberancias o ranuras por lo que la altura o la profundidad de la estructura a pequeña escala es, al menos, el diámetro de partícula medio d50 medido por la masa del polvo. De este modo se garantiza que las partículas de polvo vecinas que llegan a la superficie del elemento de mezcla se reflejen por diferentes ángulos y contribuyan, por tanto, a la distribución homogénea del polvo en el conducto.

En particular, la estructura superficial comprende protuberancias, nervaduras o ranuras de una altura o profundidad de un máximo de 20 mm.

De acuerdo con una realización particularmente preferida, el elemento de mezcla comprende un perfil ondulado. Un perfil ondulado de este tipo comprende una secuencia de repetición periódica de porciones elevadas y depresiones en forma de valle. De acuerdo con una realización ventajosa, el perfil ondulado se puede conformar como un perfil en forma de onda.

En particular, el mezclador estático comprende un primer elemento de mezcla y un segundo elemento de mezcla, donde el primer elemento de mezcla comprende un primer perfil ondulado, dicho segundo elemento de mezcla comprende un segundo perfil ondulado, donde el segundo elemento de mezcla se dispone adyacente al primer elemento de mezcla, de tal manera que los perfiles ondulados forman una disposición transversal.

El perfil ondulado puede comprender una pluralidad de canales abiertos por lo que los canales abiertos incluyen un primer valle de ondulación, un primer pico de ondulación y un segundo pico de ondulación, y el primer pico de ondulación y el segundo pico ondulación unen el primer valle de ondulación. El primer pico de ondulación y el segundo pico de ondulación pueden tener un primero ápice y un segundo ápice y el valle de ondulación puede tener un fondo de valle.

Además, el primer elemento de mezcla está ventajosamente en contacto con el segundo elemento de mezcla, de tal manera que al menos algunos de los ápices de los picos de ondulación del primer elemento de mezcla y los fondos de valles de los valles de ondulación del segundo elemento de mezcla tienen un punto de contacto común.

El ángulo entre los canales abiertos de los elementos de mezcla vecinos se encuentra en el intervalo de 10° a 90°, preferentemente en el intervalo de 20° a 80°, y más preferido en el intervalo de 25 a 75°.

El perfil ondulado tiene una altura de ondulación, por lo que la altura de ondulación se define como la separación normal entre el primer ápice del primer pico de ondulación y el fondo de valle del primer valle de ondulación. La estructura superficial a pequeña escala, en particular, las nervaduras, protuberancias o ranuras tiene, por tanto, preferentemente una altura o profundidad que es menor que 1/20 de la altura de ondulación.

Un uso preferido del dispositivo de mezcla de polvo de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores es para la distribución de polvo homogéneamente en el conducto cerrado.

De acuerdo con una segunda realización preferida, el elemento de mezcla incluye al menos un par de elementos de guía. Los elementos de guía se utilizan para mezclar de manera homogénea el polvo y lo distribuyen a través del conducto. Para una duración prolongada de la vida útil del equipo que se dispone en la trayectoria de flujo del polvo, es importante que el polvo se distribuya tan homogéneamente como sea posible sobre la mayor sección transversal posible de dicho equipo con el fin de evitar las manchas de erosión y/o corrosión.

De acuerdo con una realización particularmente ventajosa, el par de elementos de guía incluye un primer álabe y un segundo álabe. Preferentemente, el primer y segundo álabes comprenden cada uno un borde en el lado primario que se dispone perpendicular al flujo y paralelo a la altura o anchura del conducto.

A continuación, la invención se explicará en relación con las figuras. Se muestra en:

La Figura 1 un mezclador estático dispuesto en un conducto

La Figura 2 un primer y un segundo elementos de mezcla del mezclador estático de acuerdo con la Figura 1

La Figura 3 un detalle de un elemento de mezcla del mezclador estático de acuerdo con la Figura 1 o de la Figura 2

La Figura 4 un detalle de la primera lámina o segunda lámina que muestra dos posibles estructuras superficiales

La Figura 5 un detalle de la primera o segunda láminas que muestran además posibles estructuras superficiales

La Figura 6 un mezclador estático de acuerdo con una segunda realización

La Figura 7 un elemento de mezcla del mezclador estático de la Figura 6

La Figura 8 el impacto de las partículas de polvo de un mezclador estático convencional

La Figura 9 el impacto de las partículas de polvo en un mezclador estático de acuerdo con la invención

La Figura 10 el flujo de partículas de polvo a través del mezclador estático

La Figura 1 muestra un dispositivo de mezcla de polvo 1 utilizado de acuerdo con la invención, que incluye un mezclador estático 9 dispuesto en un conducto 2. El mezclador estático 9 se fabrica de una pluralidad de elementos de mezcla 3, 4, 5, 6, 7, 8 que están en una relación geométrica de repetición regular entre sí. Cada uno de los elementos de mezcla 3, 4, 5, 6, 7, 8 se fabrica de láminas de paredes finas con un perfil ondulado. El perfil ondulado se caracteriza por una secuencia de repetición periódica de porciones elevadas, es decir, de picos de ondulación y depresiones en forma de valle, es decir valles de ondulación. Este perfil ondulado se puede hacer, en particular, como un pliegue con una sección en zigzag con bordes agudamente convergentes como se muestra en detalle en la Figura 3.

La Figura 2 muestra dos elementos de mezcla adyacentes 5, 6 del mezclador estático 9 de acuerdo con la Figura 1. Un primer elemento de mezcla 5 se dispone adyacente a un segundo elemento de mezcla 6. El primer elemento de mezcla 5 y el segundo elemento de mezcla 6 pueden incluir, en particular, una lámina de pared fina fabricada de chapa metálica, tejido de metal, plástico o material cerámico. La lámina puede estar provista al menos parcialmente de un revestimiento de plásticos, metales, aleaciones metálicas, óxidos metálicos, materiales cerámicos, cermets o carburos o combinaciones de los mismos para mejorar la resistencia del elemento de mezcla contra las influencias químicas tales como la corrosión o influencias térmicas, tal como la temperatura o influencias mecánicas tales como la presión o la erosión.

El perfil ondulado puede comprender, en particular, picos redondeados y fondos de valles, como se muestra en la Figura 2.

Los elementos de mezcla 5, 6 se disponen uno con respecto al otro de modo que los perfiles ondulados de dos elementos de mezcla adyacentes, por tanto dos láminas adyacentes se inclinan a un ángulo con respecto a la dirección principal de flujo 10. Los perfiles ondulados de las láminas adyacentes se disponen en sentido transversal con respecto al otro.

El primer elemento de mezcla 5 y el segundo elemento de mezcla 6 en la Figura 3 se muestran en una vista que muestra un detalle de la superficie del mezclador estático expuesto al flujo de polvo, por tanto en una sección normal al eje principal del conducto 2.

El primer elemento de mezcla 5 tiene un perfil ondulado formándose una pluralidad de canales abiertos 12, 14, 16. Los canales incluyen un primer valle de ondulación 22, un primer pico de ondulación 32 y un segundo pico de ondulación 42. El primer pico de ondulación 32 y el segundo pico de ondulación 42 unen el primer valle de ondulación 22. El primer pico de ondulación 32 y el segundo pico de ondulación 42 tienen un primer ápice 33 y un segundo ápice 43.

La separación normal entre el primer ápice 33 del primer pico de ondulación 32 y el fondo de valle 23 del primer valle de ondulación 22 se denomina altura de ondulación 28.

En un elemento de mezcla de acuerdo con esta realización, la altura de valle 28 es, en particular, sustancialmente constante, es decir, las variaciones de la altura se encuentran dentro del intervalo de las tolerancias usuales que se encuentran en la región de 0,1 mm - 10 mm, dependiendo del tamaño del elemento.

El segundo elemento de mezcla 6 del mezclador estático tiene un perfil ondulado formándose una pluralidad de canales abiertos 112, 114, 116. Los canales incluyen un primer valle de ondulación 122, un primer pico de ondulación 132 y un segundo pico de ondulación 142. El primer pico de ondulación 132 y el segundo pico de ondulación 142 unen el primer valle de ondulación 122. El primer pico de ondulación 132 y el segundo pico de ondulación 142 tienen un primer ápice 133 y un segundo ápice 143.

La separación normal 27 se extiende desde el fondo de valle 23 del valle de ondulación 22 al fondo de valle correspondiente 123 del segundo elemento de mezcla 6.

La separación normal 27 puede ser la misma o mayor que la altura de ondulación 28. Si la separación normal 27 es la misma que la altura de ondulación 28, el primer y segundo elementos de mezcla están en contacto, mientras que si la separación normal 27 es mayor que la altura de ondulación, se forma un hueco entre el primer elemento de mezcla 5 y el segunda elemento de mezcla 6.

Al menos una parte del ápice puede estar formado como un borde. Al menos algunos de los valles de ondulación se pueden formar en una forma de V. La separación normal entre el fondo de valle y el ápice es esencialmente la misma para todos los picos de ondulación del elemento de mezcla de acuerdo con la Figura 3.

El primer elemento de mezcla 5 se puede disponer transversalmente al segundo elemento de mezcla 6. El ángulo de ondulación puede estar en un intervalo de 10 a 90°, preferentemente en un intervalo de 20 a 80º, lo más preferido en un intervalo de 25 a 75°. El ángulo de ondulación se define como el ángulo entre el primer ápice 33 del primer elemento de mezcla 5 y el primer ápice 133 del segundo elemento de mezcla 6.

La Figura 4 muestra un detalle del perfil ondulado que proporciona una vista sobre la estructura superficial a pequeña escala de uno de los elementos de mezcla. La estructura superficial puede comprender una estructura ondulada o una estructura que contiene picos individuales.

La Figura 5 muestra un detalle adicional del perfil ondulado que proporciona una vista sobre la estructura superficial de uno de los elementos de mezcla donde una estructura superficial se presenta solamente en una porción de la superficie del elemento de mezcla. Como alternativa o adicionalmente, se puede proporcionar una combinación de diferentes estructuras superficiales, por ejemplo, se pueden proporcionar estructuras superficiales de altura variable.

Se puede introducir un aditivo en un flujo de polvo, por lo tanto un flujo de partículas de polvo por sí solas o contenidas en un flujo de gas. El aditivo se mezcla a fondo con un flujo de polvo. El aditivo se puede suministrar en su estado líquido y vaporizarse sólo cuando entra en contacto con el flujo de polvo. En tales casos, se puede utilizar boquillas de pulverización para pulverizar el aditivo directamente en el flujo de polvo. Para un aditivo líquido se utilizan boquillas de pulverización para dispersar el líquido en finas gotitas en el flujo de polvo.

Como un ejemplo, se utilizan frecuentemente boquillas de pulverización para dispersar la mezcla líquida de agua-amoníaco (NH_40H) directamente en el flujo de polvo en las plantas de desnitrificación de gases de combustión tales como aquellas en centrales térmicas.

El mezclador estático 9 de acuerdo con una segunda realización preferida como se muestra en la Figura 6 contiene una pluralidad de elementos de guía 17, 18, 19, 20 que se forman, en particular, como elementos de guía de paredes finas y se extienden en la dirección de flujo de tal manera que ofrecen la menor resistencia al flujo posible. Los elementos de guía 17, 18, 19, 20 se pueden fijar a la pared del conducto 2 en sus bordes exteriores, por ejemplo, mediante una conexión soldada. El conducto 2 tiene, en este caso, forma rectangular. Como alternativa, el conducto 2 puede ser un tubo de sección transversal circular. Un lado superior 11 y un lado inferior 13 del conducto 2 definen la altura del conducto 2. En el detalle ilustrado en la Figura 7, los elementos de guía 17, 18 se muestran como álabes en forma de aletas. Los elementos de guía están al menos parcialmente provistos de estructuras superficiales, tal como por ejemplo se muestra en la Figura 5 o en la Figura 6.

El mezclador estático intensifica el flujo turbulento presente en el conducto 2 y genera grandes vórtices adicionales que promueven la distribución de polvo a gran escala transversal a la dirección de flujo principal. Diferentes construcciones de tales mezcladores estáticos se pueden considerar. Los mezcladores estáticos que tienen una baja caída de presión se disponen con elementos de mezcla que no hacen que el flujo se separe. Un ejemplo de un mezclador estático con una caída de presión favorable se describe en el documento W02008000616. Los elementos de guía de generación de vórtices 17, 18 se disponen de tal manera que el flujo no se separa.

Las partículas de polvo más grandes muestran un comportamiento de deslizamiento en comparación con el flujo principal cuando se curvan las líneas de flujo. Por lo tanto, al menos las partículas de polvo más grandes no pueden seguir la desviación del flujo en el conducto causada por los elementos de guía. En el vórtice detrás del mezclador estático, las partículas de polvo se pueden mover también lejos del centro del vórtice en la dirección de las paredes del conducto 2. Por lo tanto, también las paredes del conducto pueden estar provistas de estructuras superficiales, como por ejemplo se describe en la Figura 4 o en la Figura 5.

El elemento de mezcla que se muestra en la Figura 7 incluye al menos un par de elementos de guía 17, 18 que generan un remolino de flujo 21, cuyo eje está orientado en la dirección del flujo 10, en el conducto 2. El par de elementos de guía 17, 18 incluye un primer álabe 60 y un segundo álabe 61. Los bordes 63, 64 de los álabes 60, 61 en el extremo delantero 62 del elemento de mezcla en el lado primario son perpendiculares al flujo 10 y paralelos a la altura del conducto 2.

De acuerdo con la Figura 7, los álabes 60 y 61 tienen superficies o paredes laterales de flujo 65, 66 que siguen el extremo delantero 62 aguas abajo y que se curvan hacia fuera en una forma cóncava y en sentidos opuestos. El eje del conducto 2 define la dirección del que flujo es el flujo principal donde está orientado el remolino 21.

Se puede proporcionar un refuerzo 67 para una estabilidad mecánica mejorada del par de álabes 60, 61. El refuerzo conecta las paredes laterales del álabe 60 al álabe 61 como se muestra mejor en la Figura 6.

Los álabes 60, 61 fabricados como construcciones ligeras se pueden hacer de manera que, con una altura de álabe de un metro (o incluso más), carecen de vibraciones naturales cuyas frecuencias se encuentran dentro del intervalo de 1 a 10 Hz. Las vibraciones naturales que se encuentran fuera de este intervalo no se excitan por el flujo 10. Debido a la forma aerodinámica de los álabes, durante el flujo de entrada, el flujo 10 entra en una región de los elementos del mezclador estáticos en la que las secciones transversales de flujo entre los álabes se reducen continuamente. De este modo la energía cinética del flujo se incrementa y se observa una caída de presión. Las secciones transversales de flujo se expanden posteriormente en la forma de un difusor. En la región del difusor, la presión puede aumentar de nuevo sin ninguna disipación sustancial de la energía cinética. La disipación reducida tiene la consecuencia de que se crean vórtices secundarios sólo débilmente formados. Los álabes 60, 61 se rigidizan preferentemente por las construcciones ligeras de tal manera que una excitación de oscilaciones está también ausente por completo debido a las propiedades mecánicas cambiadas o bien está al menos desplazada hacia frecuencias de oscilación mayores y, por tanto, no críticas.

Como alternativa, el perfil del elemento de guía puede ser hueco. Un elemento de medición se puede proporcionar en el interior del elemento de guía para introducir un aditivo en el flujo.

La Figura 8 muestra el impacto de las partículas de polvo en un mezclador estático convencional. Las partículas de polvo, que llegan en pistas más o menos paralelas se reflejan en la superficie del elemento de mezcla estático y se van también en pistas más o menos paralelas. Cuando se sometes al flujo, las partículas de polvo son arrastradas

por el flujo y sus pistas tienden a fusionarse, por lo tanto la concentración de las partículas de polvo puede aumentar localmente.

En la Figura 9, el elemento de mezcla está provisto de una estructura superficial a pequeña escala. Tal estructura a pequeña escala puede comprender una pluralidad de nervaduras, ranuras, protuberancias. La estructura superficial a pequeña escala tiene un efecto en el ángulo de reflexión de las partículas de polvo. Debido al hecho de que una estructura superficial a pequeña escala se caracteriza por un ángulo localmente variable de la superficie con respecto al flujo, las partículas de polvo vecinas pueden impactar a diferentes ángulos en la superficie del elemento de mezcla. Por lo tanto, las partículas de polvo se reflejan desde la superficie de manera aleatoria. Por consiguiente, se puede evitar, al menos en cierta medida, la formación de concentraciones de partículas de polvo en ciertas regiones de la superficie debido a la formación de corrientes de una alta concentración de partículas de polvo o de una concentración de grandes partículas de polvo. La estructura superficial a pequeña escala se puede aplicar ventajosamente en elementos de mezcla que ya se sabe que son ventajosos, por ejemplo, en mezcladores estáticos como se ha divulgado en los documentos US3785620 o W02008/000616.

La Figura 10 muestra el flujo de partículas de polvo a través del mezclador estático que está provisto de elementos de mezcla en el conducto 2. Los elementos de mezcla se disponen con una estructura a pequeña escala. Esquemáticamente se muestra la progresión de las partículas de polvo a través del mezclador estático. Las partículas de polvo se reflejan como se muestra en la Figura 9 y de ese modo se distribuyen aleatoriamente en el flujo que pasa por los elementos de mezcla. De este modo la formación de corrientes de una alta concentración de partículas de polvo se puede evitar. De este modo la vida útil del mezclador estático y de cualquier aparato dispuesto aguas abajo del mezclador estático se puede aumentar.

REIVINDICACIONES

1. Un método de mezcla de polvo que comprende la etapa de introducir un flujo de partículas de polvo en un conducto cerrado (2), dirigir el flujo de partículas de polvo en el conducto cerrado a un mezclador estático (9), donde el mezclador estático (9) está dispuesto con un elemento de mezcla (3, 4, 5, 6, 7, 8), teniendo el elemento de mezcla una superficie que está inclinada con respecto al eje principal del conducto cerrado con la superficie del elemento de mezcla estando dispuesta con una estructura superficial a pequeña escala, de tal manera que las partículas de polvo que llegan a la superficie son reflejadas por la estructura superficial de manera aleatoria.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, por lo que la estructura superficial comprende protuberancias, nervaduras o ranuras que tienen una altura o profundidad, que es al menos la misma que el diámetro de partícula medio d50 medido por la masa del polvo.

3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por lo que la estructura superficial comprende protuberancias, nervaduras o ranuras de una altura o profundidad de un máximo de 20 mm.

4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el elemento de mezcla comprende un perfil ondulado.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, donde el perfil ondulado comprende una secuencia de repetición periódica de porciones elevadas y depresiones en forma de valle.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, donde el perfil ondulado es un perfil en forma de onda.

7. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 4 a 6, que comprende un primer elemento de mezcla y un segundo elemento de mezcla, donde el primer elemento de mezcla comprende un primer perfil ondulado, dicho segundo elemento de mezcla comprende un segundo perfil ondulado, donde el segundo elemento de mezcla está dispuesto adyacente al primer elemento de mezcla, de tal manera que los perfiles ondulados forman una disposición transversal por la que el flujo de fluido es desviado.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, donde el perfil ondulado comprende una pluralidad de canales abiertos (12, 14, 16, 112, 114, 116), por lo que los canales abiertos incluyen un primer valle de ondulación (22, 122) un primer pico ondulación (32132) y un segundo pico de ondulación (42, 142) y el primer pico ondulación (32 132) y el segundo pico de ondulación (42142) unen el primer valle de ondulación (22, 122).

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, donde el primer pico ondulación (32, 132) y el segundo pico de ondulación (42142) tienen un primer ápice (33, 133) y un segundo ápice (43, 143) y el valle de ondulación (22, 122) tiene un fondo de valle (23, 123).

10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, donde el primer elemento de mezcla está en contacto con el segundo elemento de mezcla, de tal manera que al menos algunos de los ápices (33, 133, 43 143) de los picos de ondulación del primer elemento de mezcla y los fondos de valles (23, 123) de los valles de ondulación (22, 122) del segundo elemento de mezcla tienen un punto de contacto común.

11. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, donde el ángulo entre los canales abiertos (12, 14, 16, 112, 114, 116) de los elementos de mezcla vecinos está en un intervalo de 10° a 90°, preferentemente en un intervalo de 20° a 80°, lo más preferido en un intervalo de 25 a 75°.

12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, donde una altura de ondulación (28) es definida como la separación normal entre el primer ápice 33 del primer pico de ondulación 32 y el fondo de valle 23 del primer valle de ondulación 22 y donde el estructura superficial a pequeña escala comprende nervaduras, protuberancias o ranuras de una altura o profundidad que es menor que 1/20 de la altura de ondulación.

13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el elemento de mezcla incluye al menos un par de elementos de guía.

14. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las paredes del conducto están provistas de estructuras superficiales.

Fig.1

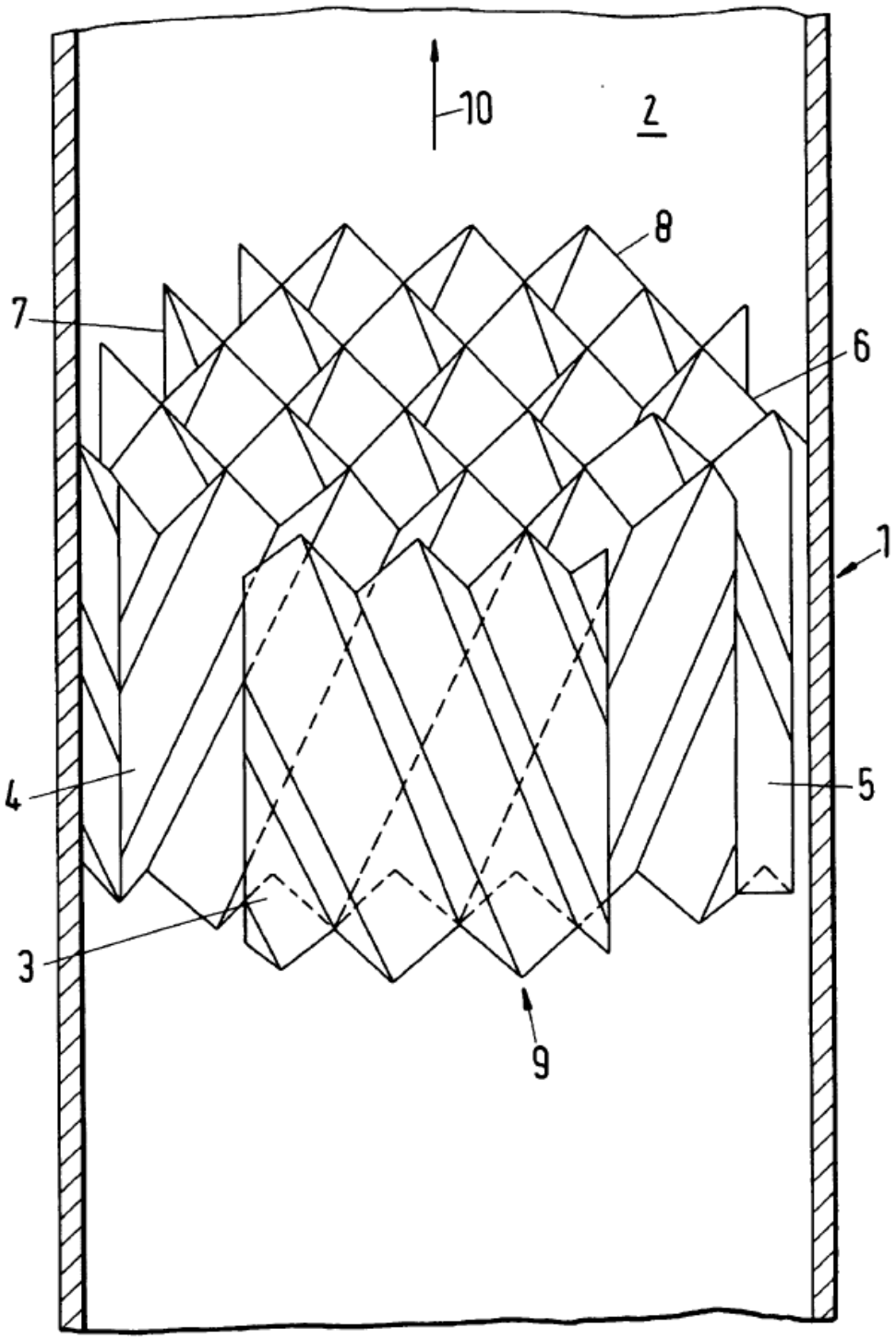

Fig.2

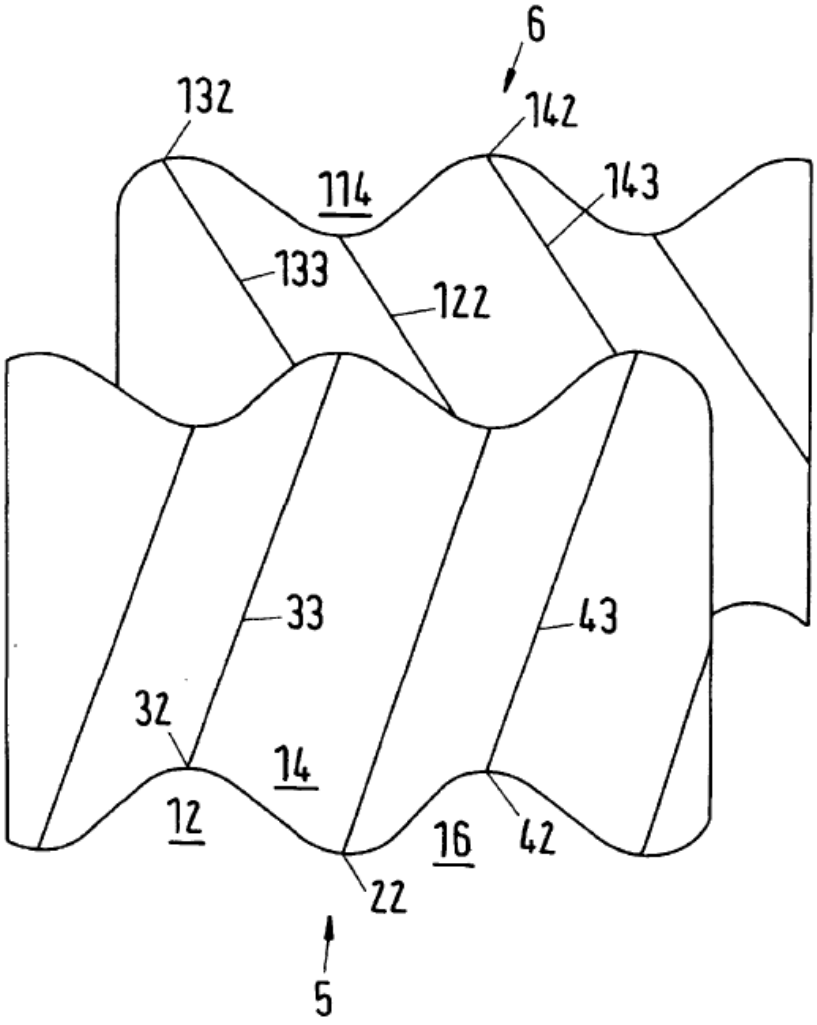

Fig.3

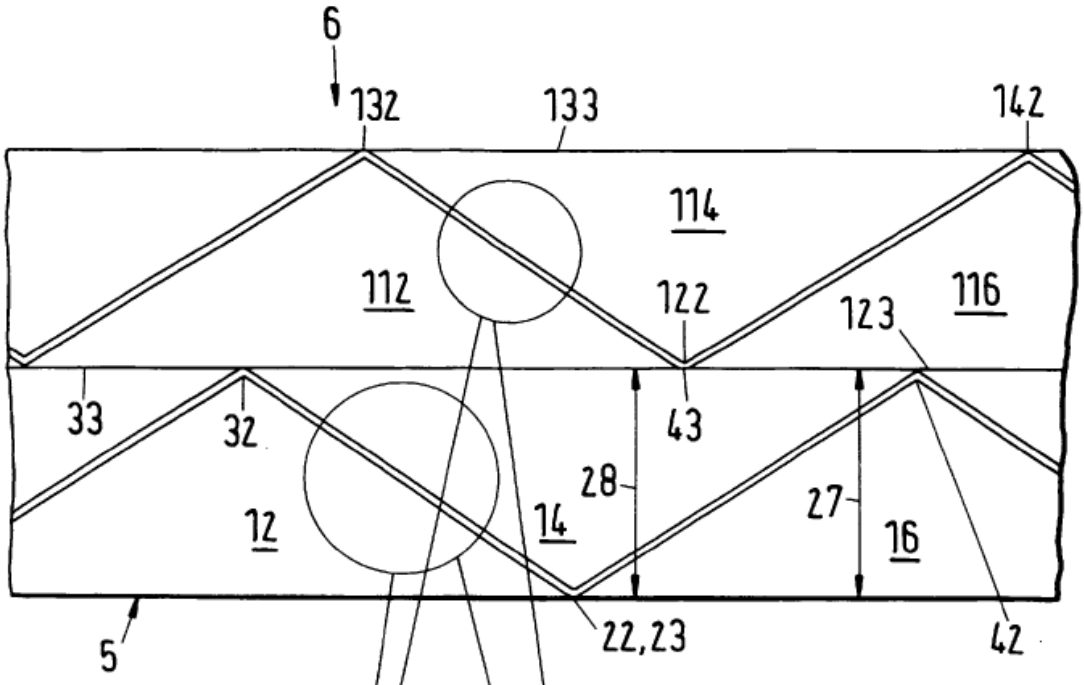

Fig.4

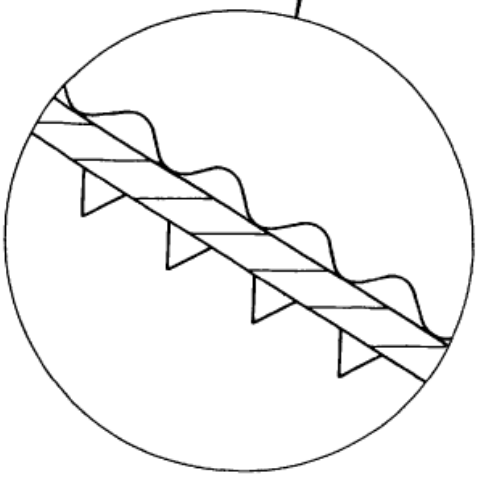

Fig.5

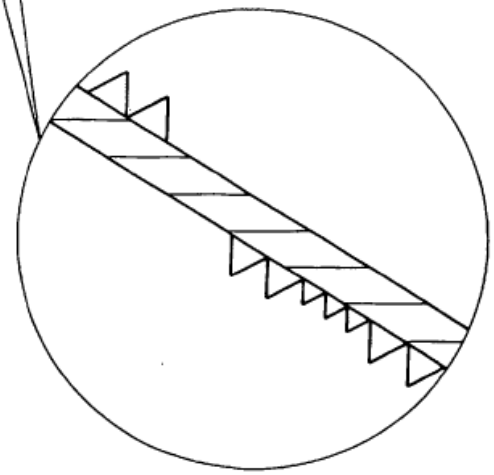

Fig.6

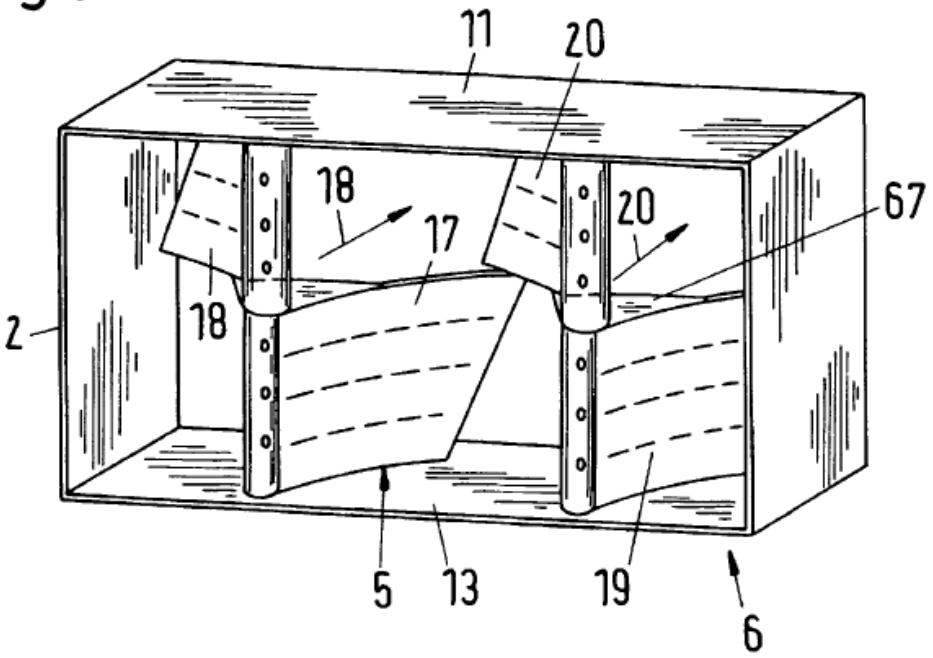

Fig.7

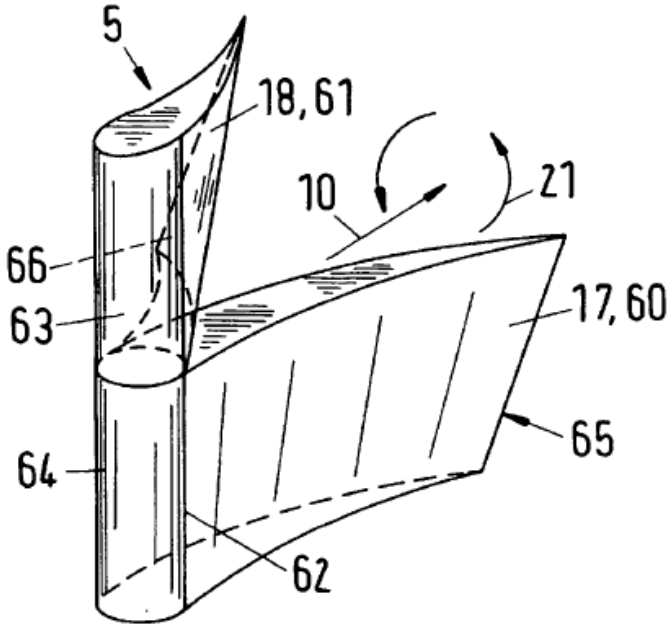

Fig.8

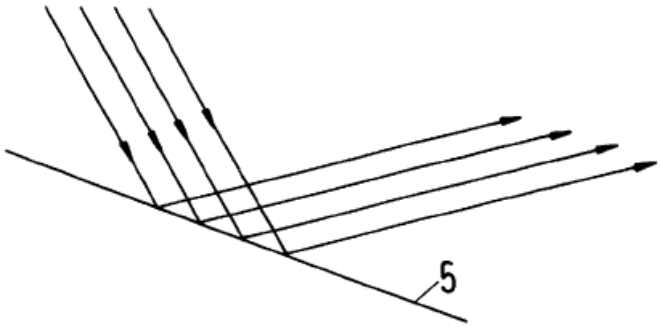

Fig.9

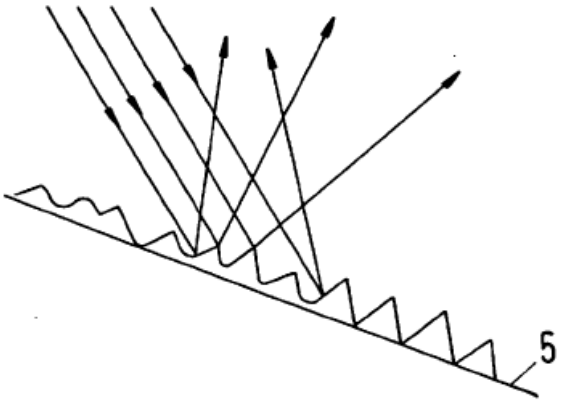
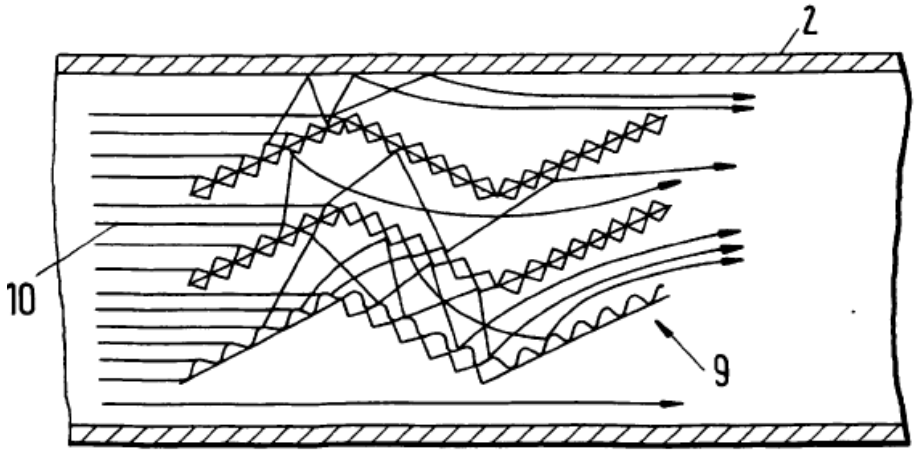
Fig.10