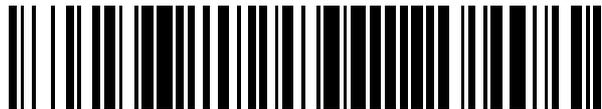


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 947**

51 Int. Cl.:

F28C 3/14 (2006.01)

F28F 9/02 (2006.01)

F28D 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.10.2011 PCT/US2011/058258**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2012 WO2012058523**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2011 E 11781930 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2633254**

54 Título: **Intercambiador de lecho móvil que comprende una placa de orificios para controlar el flujo de sólidos**

30 Prioridad:

27.10.2011 US 201113283411

28.10.2010 US 407694 P

28.10.2010 US 407741 P

28.10.2010 US 407706 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.06.2017

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH
(100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**JUKKOLA, GLEN D. y
TEIGEN, BARD C.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 619 947 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

Intercambiador de lecho móvil que comprende una placa de orificios para controlar el flujo de sólidos

REFERENCIA CRUZADA A APLICACIONES RELACIONADAS

5 Esta descripción reivindica la prioridad de la Solicitud Provisional de los E.E.U.U, nº 61/407.694, presentada el 28 de octubre, de 2010, la Solicitud Provisional de los E.E.U.U, nº 61/407.706, presentada el 28 de Octubre, de 2010 y la Solicitud Provisional de los E.E.U.U, nº 61/407.741, presentada el 28 de Octubre, de 2010.

DECLARACIÓN SOBRE INVESTIGACIÓN O APOYO PATROCINADO POR EL GOBIERNO FEDERAL

10 El Gobierno de los Estados Unidos tiene derechos en esta invención de conformidad con una cesión que tiene el número de contrato DE-FC26-OINT41223 del Departamento de Energía/Laboratorio de Tecnología de Energía Nacional de los E.E.U.U, (NEFTL).

CAMPO TÉCNICO

Esta descripción se refiere a una placa de orificios para controlar el flujo de sólidos. Esta descripción se refiere a una placa de orificios para controlar el flujo de sólidos en un intercambiador de calor de lecho móvil. Esta descripción también se refiere a métodos para utilizar la placa de orificios y a artículos que contienen la placa de orificios.

15 **ANTECEDENTES**

En algunos procesos térmicos (por ejemplo, procesos implicados en la generación de energía) o procesos de fabricación (por ejemplo, procesos implicados en la producción de metales o plásticos) es deseable mover continuamente sólidos. Por ejemplo, en la generación de energía, es deseable transferir calor desde sólidos y/o cenizas calientes a un medio de refrigeración en un intercambiador de calor. Con el fin de hacer esto, se transportan los sólidos calientes a un intercambiador de calor de lecho móvil donde intercambian su calor con un medio de refrigeración que comprende agua, vapor o aceite. En el intercambiador de calor de lecho móvil es deseable mover y descargar los sólidos de manera uniforme de modo que las temperaturas sean uniformes a través del intercambiador de calor de lecho móvil.

25 Si no se mueven y se descargan de manera uniforme los sólidos y/o las cenizas calientes en el intercambiador de calor de lecho móvil, se pueden encontrar entonces diferencias de temperatura grandes a través del intercambiador de calor y estas diferencias de temperatura grandes conducen a ineficiencias en el intercambiador de calor o a un fallo de componente. La mala distribución del flujo de sólidos puede conducir a un rendimiento pobre de transferencia de calor, una utilización ineficaz de la superficie, condiciones que sobrepasan la temperatura y/o esfuerzo de tensión permisibles, y posiblemente desequilibrios de la temperatura del vapor. El documento US 4 479 353 describe un intercambiador de calor de lecho móvil de acuerdo con la parte de pre-caracterización de la reivindicación 1.

30 Es por lo tanto deseable desarrollar un sistema de control de flujo para los procesos que implican el flujo de sólidos de modo que se pueden transferir los sólidos sin ninguna mala distribución o desequilibrios que conducen a un proceso ineficaz.

RESUMEN

35 Se ha descrito en el presente documento una placa de orificios que comprende una o más placas que tienen orificios previstos en ellas; siendo los orificios operativos para permitir el flujo de sólidos desde un intercambiador de calor de lecho móvil a un sistema de control de flujo de sólidos; donde la placa de orificios está aguas abajo de un haz de tubos del intercambiador de calor de lecho móvil y aguas arriba del sistema de control de flujo de sólidos.

40 También se ha descrito en este documento un intercambiador de calor de lecho móvil que comprende un recinto que tiene paredes laterales, un techo y un suelo, un haz de tubos dispuesto dentro del recinto; siendo el haz de tubos operativo para transportar un fluido de refrigeración; en donde los espacios entre los tubos del haz de tubos están operativos para permitir el transporte de sólidos calientes y/o cenizas; una placa de orificios dispuesta aguas abajo del haz de tubos y del suelo del intercambiador de calor de lecho móvil; comprendiendo la placa de orificios una o más placas que tienen orificios previstos en ellas; siendo los orificios operativos para permitir el flujo de sólidos desde el intercambiador de calor de lecho móvil a un sistema de control de flujo de sólidos; donde el sistema de control de flujo de sólidos está ubicado aguas abajo del intercambiador de calor de lecho móvil.

45 También se ha descrito en este documento un método que comprende descargar sólidos desde un intercambiador de calor de lecho móvil a un sistema de control de flujo de sólidos a través de una placa de orificios, comprendiendo la placa de orificios una o más placas que tienen orificios o tolvas dispuestos en ella; en donde los orificios o las tolvas son operativas para permitir el flujo de sólidos desde el intercambiador de calor de lecho móvil a un sistema de control de flujo de sólidos; donde el sistema de control de flujo de sólidos está ubicado aguas abajo del intercambiador de calor de lecho móvil; y formando una pila de sólidos junto a un orificio o una tolva en al menos una placa de orificios; en donde la pila de sólidos sirve para guiar sólidos adicionales descargados desde el intercambiador de calor de lecho móvil a otro orificio o a otra tolva.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La fig. 1 representa el sistema de control de flujo de sólidos para un intercambiador de calor de lecho móvil que comprende una pluralidad de válvulas de control de flujo de sólidos;

5 La fig. 2 es una representación ampliada de la válvula de control de sólidos que muestra la dirección de flujo de sólidos y/o cenizas calientes;

La fig. 3 es una representación de una placa de orificios;

La fig. 4 representa la disposición de los orificios en las placas sucesivas con respecto a las aberturas en el suelo del intercambiador de calor de lecho móvil;

La fig. 5 muestra sólo la disposición de los orificios en las placas sucesivas respectivamente entre sí;

10 La fig. 6 es una representación de una placa de orificios que comprende una pluralidad de placas cada una de las cuales comprende una pluralidad de tolvas con orificios;

La fig. 7 es una fotografía de un modelo de rebanada de un intercambiador de calor de lecho móvil que no tiene una placa de orificios; y

15 La fig. 8 es una fotografía de un modelo de rebanada de un intercambiador de calor de lecho móvil que tiene una placa de orificios.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se ha descrito en este documento un intercambiador de calor de lecho móvil y un sistema de control de flujo de sólidos que controla el flujo de sólidos de alta temperatura (también conocido como cenizas de alta temperatura) cuando abandonan el intercambiador de calor de lecho móvil y son transportados a una cámara de combustión, un reactor o una tolva de recepción. El intercambiador de calor de lecho móvil comprende una placa de orificios. La placa de orificios también se puede utilizar en otros dispositivos de transferencia de sólidos donde se han de transportar los sólidos. En una realización, la placa de orificios también se puede utilizar en otros dispositivos de transferencia de sólidos donde se han de transportar sólidos de forma irregular. Por ejemplo, se puede utilizar en el sistema de entrega para operaciones de fundición, donde se transportan minerales metálicos (por ejemplo, bauxitas, ferritas, y similares) a un horno para fundición.

20 El sistema de control de flujo de sólidos controla el flujo de sólidos de alta temperatura cuando abandonan el intercambiador de calor de lecho móvil, lo que a su vez conduce a controlar el flujo de sólidos dentro del intercambiador de calor de lecho móvil. Los sólidos son sólidos y/o cenizas calientes del intercambiador de calor de lecho móvil. La placa de orificios está dispuesta entre los haces de tubos del intercambiador de calor de lecho móvil y un sistema de válvula de control de flujo de sólidos. El sistema de válvula de flujo de sólidos no tiene ventajosamente partes móviles, lo que minimiza el mantenimiento y mejora la fiabilidad. Utiliza sólo una presión de aire de hasta aproximadamente 28 kPa (4 libras por pulgada cuadrada) para facilitar el transporte de sólidos de nuevo a una cámara de combustión o tolva de recepción. La carencia de partes móviles en el sistema de control de flujo de sólidos hace que todo el sistema sea fácil de construir y de mantener.

35 Las figs. 1 y 2 representan el sistema 100 de control de flujo de sólidos para un intercambiador de calor 200 de lecho móvil que comprende una pluralidad de válvulas 102, 104. Cada válvula 102, 104 comprende una tubería vertical 112, una zapata 126, y un alojamiento 116. Como se ha representado por las flechas en la fig. 2, los sólidos y/o las cenizas calientes procedentes del intercambiador de calor 200 de lecho móvil se desplazan desde el intercambiador de calor de lecho móvil a través de la válvula 102 a un conducto de transporte 120 a una cámara de combustión (no mostrada). Con referencia a la fig. 2, los sólidos y/o las cenizas calientes se desplazan desde el intercambiador de calor 200 de lecho móvil a través de la tubería vertical 112, la zapata 126 y el alojamiento 116 antes de entrar en el conducto de transporte 120 desde el que se transportan a la cámara de combustión 976 o a un reactor (no mostrado) o una tolva de transporte (no mostrada).

45 El sistema 100 de control de flujo de sólidos está dispuesto aguas abajo del intercambiador de calor 200 de lecho móvil y en comunicación operativa con él. El sistema 100 de control de flujo de sólidos está ubicado generalmente aguas arriba de la cámara de combustión 976 o del reactor o de la tolva. En una realización, el sistema 100 de control de flujo de sólidos está dispuesto directamente por debajo del intercambiador de calor 200 de lecho móvil y contacta una abertura 210 en el suelo o el intercambiador de calor de lecho móvil. Como se ha mostrado en la fig. 1, el intercambiador de calor 200 de lecho móvil comprende un recinto 202 que contiene un número de tubos. Los tubos se denominan haces de tubos 220 de intercambiador de calor. El recinto 202 está formado por paredes verticales 204 del intercambiador de calor de lecho móvil, un techo 206 que contacta las paredes verticales y un suelo 208 que también contacta las paredes verticales 204. El intercambiador de calor de lecho móvil recibe sólidos y/o cenizas calientes procedentes del cierre hermético de bucle de ciclón de caldera de lecho fluido o de la cámara de combustión.

Los tubos (del haz de tubos 220) en el intercambiador de calor 200 de lecho móvil están dispuestos en uno o más haces

de tubos, teniendo cada uno una multiplicidad de tubos y disposiciones. El medio de refrigeración es generalmente agua, refrigerante térmico, o vapor. El medio de calentamiento o de refrigeración fluye a través de los tubos. El medio de refrigeración y el flujo de producto (por ejemplo, sólidos y/o cenizas calientes) ocurren de forma transversal, paralela, o a contracorriente entre sí. Los refrigeradores trabajan de acuerdo con el principio de lecho móvil, es decir, los sólidos y/o cenizas calientes forman una columna de producto que fluye continuamente hacia abajo entre las tuberías de refrigeración. El calor se transfiere desde los sólidos y/o las cenizas calientes a través de las paredes del tubo al medio de refrigeración.

La placa de orificios 302 está dispuesta cercana al suelo 208 del intercambiador de calor de lecho móvil entre el sistema 100 de control de flujo de sólidos y los haces de tubos del intercambiador de calor de lecho móvil 220. En una realización, la placa de orificios 302 se encuentra aguas abajo de un haz de tubos (no mostrado) del intercambiador de calor de lecho móvil y aguas arriba del sistema 100 de control de flujo de sólidos. Aunque la placa de orificios 302 está representada por líneas continuas en las figs. 1 y 2, cada placa de orificios comprende una pluralidad de orificios. La disposición de estos orificios dentro de cada una de las placas y la disposición de las placas de orificios se describirán en detalle a continuación.

La placa de orificios 302 regula la distribución de sólidos y/o cenizas calientes en el intercambiador de calor de lecho móvil cuando fluyen aguas abajo hacia el suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil y hacia el sistema 100 de válvula de control de flujo de sólidos.

La placa de orificios 302 está dispuesta a través de todo el área en sección transversal del intercambiador de calor 200 de lecho móvil y en una realización, puede ser paralela al suelo 208 del intercambiador de calor 200. En otra realización, la placa de orificios 302 puede no ser paralela al suelo 208 del intercambiador de calor 200. La placa de orificios 302 comprende una o más placas cada una de las cuales contacta las paredes laterales del intercambiador de calor 200 de lecho móvil. En una realización ejemplar, la placa de orificios 302 es paralela al suelo 208 del intercambiador de calor 200.

Como se ha mostrado en la fig. 3, la placa de orificios 302 comprende una pluralidad de placas cada una de las cuales tiene una pluralidad de agujeros a través de los cuales los sólidos descargados desde el haz de tubos del intercambiador de calor de lecho móvil se pueden desplazar uniformemente a las válvulas de control de cenizas por debajo del intercambiador de calor de lecho móvil y desde el intercambiador de calor de lecho a la cámara de combustión. En una realización, la placa de orificios comprende una pluralidad de placas, cada placa de las cuales tiene menos agujeros de mayor diámetro que los de la placa anterior. El área en sección transversal total de los orificios (es decir, la suma del área en sección transversal de los orificios) en las placas sucesivas es generalmente igual entre sí.

La fig. 3 representa una realización de la placa de orificios 302. La placa de orificios 302 comprende una pluralidad de placas 304, 306, 308 y así sucesivamente. Aunque la placa de orificios 302 en la fig. 3 comprende 3 placas, puede comprender de 1 a aproximadamente 10 placas, y de manera específica de aproximadamente 2 a aproximadamente 6 placas. En una realización ejemplar, la placa de orificios comprende aproximadamente 2 placas.

En la fig. 3, la placa de orificios 302 comprende tres placas 304, 306, y 308, donde la placa 304 está dispuesta por debajo de la placa 306, que está dispuesta por debajo de la placa 308. Cada placa comprende una lámina de metal que tiene orificios previstos en ella. Los orificios permiten que los sólidos pasen a su través. En una realización ejemplar, los orificios permiten que los sólidos y/o las cenizas calientes pasen desde el intercambiador de calor de lecho móvil a una válvula de control de flujo de cenizas.

La placa 304 se denomina en este documento como la primera placa o la placa más baja. La placa 306 se denomina como la segunda placa o la segunda placa más baja, mientras la placa 308 se denomina como la tercera placa de la tercera placa más baja. Cada placa sucesiva de abajo hacia arriba contiene un mayor número de orificios. La placa 304 tiene menos orificios que la placa 306, que tiene menos orificios que la placa 308. En una realización, la placa más baja 304 tiene generalmente el mismo número de orificios que el número de válvulas 102, 104. Por ejemplo, si la placa más baja 304 tiene 4 orificios, entonces el número de válvulas en el sistema de control de flujo también será 4. En otras palabras, en esta realización, el número de orificios en la placa más baja 304 es el mismo que el número de aberturas 210 en el suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil. Cada válvula de control de flujo puede ser considerada como la final en una serie de placa que constituyen la placa de orificios 302, con el número de válvulas igualando el número de orificios en la placa más baja. El suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil no se considera una parte de la placa de orificios 302.

En otra realización, la primera placa o la placa más baja 304 tiene un mayor número de orificios que el número de aberturas 210 en el suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil. Aquí también, el suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil no se considera una parte de la placa de orificios 302.

En una realización, cada placa sucesiva (de abajo a arriba) en la placa de orificios contiene un número creciente de orificios que está dictado por los términos de una secuencia geométrica. En otras palabras, cada placa sucesiva contendrá un número de orificios dictado por la secuencia geométrica como sigue:

$$a, ar, ar^2, ar^3, ar^4, \dots, \text{donde "a" es el factor de escala y "r" es la proporción común.}$$

En una realización, si la placa más baja contiene 2 orificios, entonces la segunda placa más baja contendrá 4 orificios, mientras la tercera placa más baja contendrá 8 orificios. En este caso, "a" es igual a 1 y "r" es igual a 2. En otra realización, si la placa más baja contiene 4 orificios, entonces la segunda placa más baja contendrá 16 orificios, mientras la tercera placa más baja contendrá 64 orificios. En este caso, "a" es igual a 1, y "r" es igual a 4. Aunque la realización ya mencionada enseña que el número de orificios se puede aumentar de acuerdo con una secuencia geométrica desde la placa más baja a la placa más alta, se pueden utilizar otras secuencias mientras que el número de orificios aumenta desde la placa más baja a la placa más alta.

El diámetro de cada orificio es al menos 3 veces el tamaño del desecho o residuo máximo, específicamente al menos 4 veces el tamaño del desecho máximo, y más específicamente al menos 5 veces el tamaño del desecho máximo que puede causar bloqueo en los orificios o en las zapatas 126 respectivas que están dispuestas aguas abajo de los orificios. En una realización, el diámetro es de aproximadamente 3 centímetros a aproximadamente 16 centímetros. En otra realización, el diámetro es de aproximadamente 6 centímetros a aproximadamente 8 centímetros. En una realización, la separación entre orificios vecinos en la placa más baja 304 está determinada por el tamaño de orificio y el ángulo de reposo de las cenizas o sólidos. En otra realización, la separación entre orificios vecinos en la placa más baja 304 es de aproximadamente 8 a aproximadamente 20 centímetros.

Las figs. 4 y 5 representan una disposición de los orificios en las placas sucesivas 304 y 306 entre sí. La fig. 4 representa una vista lateral de la placa de orificios 302, mientras la fig. 5 representa una vista superior de la placa de orificios. La fig. 4 y la fig. 5 no son representaciones entre sí. En otras palabras, la fig. 4 no es una vista lateral de la fig. 5 y viceversa.

La fig. 4 representa una disposición de los orificios en las placas sucesivas 304 y 306 con respecto a las aberturas 210 en el suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil. La fig. 5 muestra sólo la disposición de los orificios en las placas sucesivas 304 y 306 entre sí. Como se puede ver a partir de la vista lateral en la fig. 4, la placa más baja 304 tiene menos orificios que la segunda placa más baja 306. El área total de los orificios en la placa más baja 304 es sin embargo aproximadamente igual al área total de los orificios en la segunda placa más baja 306. Se pueden ver que los orificios en la placa más baja son coaxiales con las aberturas 210 en el suelo 208 del intercambiador de calor de lecho móvil, que son a su vez coaxiales con la tubería vertical 112 de la zapata 126.

En la fig. 4 se puede ver que el área en sección transversal de los orificios individuales en la placa más baja 304 es mayor que el área en sección transversal de los orificios individuales en la segunda placa más baja 306. Hay sin embargo más orificios en la placas que están previstos más alejados del suelo 208 del intercambiador de calor de lecho móvil que aquellos previstos más cerca del suelo 208. Como resultado, habrá más orificios en la segunda placa más baja 306 cuando se compara con la placa más baja 304. El área total de los orificios en la placa más baja 304 es por lo tanto mayor que o aproximadamente igual al área total de los orificios en la segunda placa más baja 306. El área total de los orificios en la placa 304 puede ser menor que el área de los orificios en la placa 306, pero esto restringiría el flujo de partículas a través del intercambiador de calor.

A partir de la fig. 4 también se puede ver que el centro de cada orificio en la placa más baja 304 es coaxial con una línea vertical que representa el centro geométrico (el centro de gravedad o el centro de rotación) de una pluralidad de orificios en la segunda placa más baja 306. La fig. 5 representa esta característica más claramente. La fig. 5 representa una vista superior tomada desde arriba de la segunda placa más baja 306 hacia la placa más baja 304. La fig. 5 representa una parte de la segunda placa más baja 306 que se superpone con una parte de la placa más baja 304.

En la fig. 5, la placa más baja 304 tiene 4 orificios (B1, B2, B3 y B4) (representados por líneas discontinuas), mientras la segunda placa más baja 306 tiene 16 orificios (representados por líneas continuas). Cuatro de estos orificios A1, A2, A3 y A4 de la segunda placa más baja 306 descargan los sólidos y/o las cenizas calientes al orificio B1 de la placa más baja 304. Cada orificio de la placa más baja 304 tiene un centro que es coaxial con el centro geométrico de los 4 orificios que se encuentra en la segunda placa más baja 306 próximo a ese orificio particular. En resumen, cada orificio de la placa más baja 304 (por ejemplo, B1) tiene un centro que es coaxial con el centro geométrico de la pluralidad de orificios (por ejemplo, A1, A2, A3 y A4) que se encuentra en la segunda placa más baja 306 próximo a ese orificio particular (por ejemplo, B1). También cabe destacar que aunque los orificios A1, A2, A3 y A4 se encuentran en los vértices de un cuadrado, también se pueden elegir otras ubicaciones para los orificios. Por ejemplo, los orificios pueden encontrarse a lo largo del perímetro de un círculo o a lo largo de los vértices (o el perímetro) de un polígono (por ejemplo, un pentágono, un hexágono, o similar). Se puede elegir otras geometrías irregulares para ubicar los orificios. También cabe destacar que aunque los orificios en una placa pueden encontrarse a lo largo de los vértices de un primer tipo de geometría (por ejemplo, un cuadrado), los orificios en otra placa pueden encontrarse a lo largo de los vértices o del perímetro de un segundo tipo de geometría (por ejemplo, un pentágono o un círculo). Generalmente, todo el flujo procedente de un orificio en una placa superior (segunda placa más baja 306) fluye hacia un orificio en una placa más baja (por ejemplo, la placa más baja 304). En la fig. 5, aunque hay 4 orificios en la placa 306 por orificio en la placa 304, esta proporción se puede variar de 2:1 a 20:1 si se desea.

Los orificios individuales en las placas o en las tolvas, que se detallan a continuación pueden tener una variedad de geometrías en sección transversal tal como cuadrada, circular, rectangular, pentagonal o hexagonal. También se pueden utilizar otras geometrías irregulares. En una realización ejemplar, la geometría en sección transversal puede ser circular.

Con referencia una vez más a la fig. 4, se puede ver que cuando los sólidos y/o las cenizas calientes se descargan desde el intercambiador de calor 200 de lecho móvil hacia el suelo 208 se desplazan a través de los orificios en la segunda placa más baja 306 hacia la placa más baja 304. El ángulo de reposo (θ) de la pila determina las dimensiones del cono de sólidos y/o cenizas calientes que fluyen que se apilan sobre cada una de las placas de orificios y sobre el suelo 208 del intercambiador de calor de lecho móvil. Cuando los sólidos y/o las cenizas calientes se desplazan a través de los orificios de la segunda placa más baja 306, forman una pila de materia sobre la placa más baja 304. La pila de materia tiene un ángulo de reposo (θ) que está determinado por las características de los sólidos y/o las cenizas calientes en la pila. Después de que se forma la pila, los sólidos y/o cenizas calientes restantes que se desplazan a través de los orificios en la placa 306 se desplazan hacia debajo de las pendientes de la pila y hacia el orificio en la placa 304. Este fenómeno se repite en el suelo 208 del intercambiador de calor 200 de lecho móvil. En otras palabras, la pila de sólidos y/o cenizas calientes formada junto a un orificio sirve inicialmente como una guía para dirigir la corriente subsiguiente de sólidos y/o cenizas calientes hacia los orificios o aberturas que están aguas abajo del primer orificio encontrado por la corriente de sólidos y/o cenizas calientes. El ángulo de reposo de un material granular es el ángulo más pronunciado de descenso o caída de la pendiente con relación al plano horizontal cuando el material en la cara de la pendiente está a punto de deslizar. Cuando los materiales granulares a granel se vierten sobre una superficie horizontal, se formará una pila cónica. El ángulo interno entre la superficie de la pila y la superficie horizontal es conocido como el ángulo de reposo y está relacionado con la densidad, el área superficial y las formas de las partículas, y el coeficiente de fricción del material. En general, el ángulo de reposo para ceniza fina seca es de aproximadamente 30 a aproximadamente 35 grados, para ceniza fina húmeda es de aproximadamente 45 a aproximadamente 90 grados y para cenizas volantes es de aproximadamente 40 grados.

El ángulo de reposo (θ) de la pila de sólidos y/o cenizas calientes determina así la altura mínima entre placas y la separación entre orificios en una placa dada. La distancia (altura) entre placas sucesivas 304, 306 y 308 se determina así por el ángulo de reposo de la pila de cenizas. Si el ángulo de reposo de una pila de sólidos y/o cenizas calientes es demasiado grande (por ejemplo, 75 grados o mayor), puede impedir el flujo suave de sólidos y/o cenizas calientes a través del orificio por encima de la pila. En una realización ejemplar, la altura entre placas sucesivas es mayor que la altura de una pila de sólidos y/o cenizas calientes.

Las placas de la placa de orificios se fabrican a partir de acero de alta aleación, baldosas refractarias, o una combinación de los mismos.

En otra realización, la placa de orificios 302 se puede construir de una pluralidad de tolvas piramidales truncadas en proximidad cercana entre sí en oposición a la superficie plana de la placa de orificios 302. La pluralidad de tolvas piramidales truncadas puede estar dispuesta en filas, unas por encima de las otras, de la misma manera que las placas sucesivas que forman la placa de orificios. Esto se ha representado en la fig. 6.

La fig. 6 representa una placa de orificios que comprende la placa más baja 304 que tiene una pluralidad de tolvas piramidales y la segunda placa más baja 306 que también tiene una pluralidad de tolvas piramidales aunque mayor en número en comparación con la placa más baja 304. Como se ha destallado antes, el número de tolvas aumenta desde la placa más baja 304 a la placa más alta (que está más alejada del suelo 208 del intercambiador de calor de lecho móvil). La configuración y ubicación de las tolvas y el tamaño de los orificios en las tolvas siguen la misma lógica descrita antes con respecto a las figs. 4 y 5. La altura entre las tolvas y la distancia entre los orificios de las tolvas están dictadas por el ángulo de reposo (θ) de la pila de los sólidos y/o las cenizas calientes.

Un intercambiador de calor de lecho móvil con un dispositivo de control de flujo asociado que tiene una placa de orificios tiene un número de ventajas sobre un intercambiador de calor de lecho móvil con un dispositivo de control de flujo asociado que no tiene placa de orificios asociada con él. La placa de orificios proporciona flujo de sólidos uniforme a través del intercambiador de calor de lecho móvil. Reduce significativamente las dimensiones de altura del intercambiador de calor de lecho móvil en comparación con intercambiadores de calor de lecho móvil comparativos que utilizan tolvas de flujo de masa. La placa de orificios asegura por lo tanto el flujo de sólidos uniforme a lo largo de un intercambiador de calor de lecho móvil sin las dimensiones de altura excesiva necesarias con tolvas de flujo de masa. También se pueden utilizar tolvas de flujo de masa para asegurar el flujo de sólidos uniforme, aunque con una dimensión de altura excesiva. Además, cuando no se utiliza una placa de orificios en un intercambiador de calor de lecho móvil, se utiliza un número mucho mayor de válvulas de control de cenizas, aunque esto añade complejidad al sistema total y costes del sistema de control de flujo así como al intercambiador de calor de lecho móvil. Un intercambiador de calor de lecho móvil y un sistema de control de flujo con una placa de orificios utiliza así menos válvulas de control de cenizas en comparación con un intercambiador de calor de lecho móvil comparativo y el sistema de control de flujo a de orificios.

La placa de orificios se ejemplifica por los siguientes ejemplos, que pretenden ser ejemplares y no limitativos.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Este ejemplo representa la diferencia en el tamaño del intercambiador de calor de lecho móvil cuando se utiliza una placa de orificios y cuando no se utilizan. Las disposiciones preliminares del intercambiador de calor de lecho móvil indican que la distribución y el control del flujo de cenizas son importantes para el diseño. Los diseños de intercambiador de calor de

lecho móvil originales utilizan tolvas de flujo de masa con ángulos de 70 grados para asegurar el flujo de sólidos uniforme a lo largo del intercambiador de calor de lecho móvil. Las tolvas están montadas por encima de la tubería vertical 112 en la fig. 2 mostradas antes. Esta aproximación requiere un intercambiador de calor de lecho móvil muy alto o un intercambiador de calor de lecho móvil con un número excesivo de tolvas y válvulas de control de cenizas en el fondo del intercambiador de calor de lecho móvil. La utilización de las placas sucesivas que tienen orificios reduce la altura de seguridad entre el haz del tubo del intercambiador de calor de lecho móvil y la entrada a las válvulas de control de cenizas en un tercio.

Por lo tanto, se desarrolló un sistema de placa de orificios que tiene 2 placas para reducir los requisitos de altura. La altura entre las placas es de aproximadamente 29 centímetros. El número de orificios en la primera placa (la placa más baja) era 4, mientras que el número de orificios en la segunda placa (la segunda placa más baja o la placa superior) era 16. El diseño de la placa de múltiples orificios resultó en la utilización de tolvas con ángulos (ϕ) de 30 grados a 35 grados (en lugar de 70 grados), dando como resultado una reducción de altura del 60 por ciento al 70 por ciento en el distribuidor. Esto se puede ver en la fig. 6.

Ejemplo 2

Este ejemplo representa la diferencia en rendimiento entre un intercambiador de calor de lecho móvil sin una placa de orificios y uno con una placa de orificios. Cuatro válvulas de control de cenizas como se ha representado en la fig. 1 se instalaron en la región de suelo plana por debajo del intercambiador de calor de lecho móvil con la esperanza de que la ceniza se distribuiría uniformemente a algún nivel por encima de la entrada de la válvula de control de cenizas que representa un ángulo de fricción de sólidos interno de 70 grados.

El ángulo de fricción de 70 grados existe para una corta distancia por encima de la entrada de la válvula de control de cenizas, entonces un penacho de sólidos se extiende hacia arriba a la parte superior como se ha mostrado en la fotografía de la fig. 7. Existe un volumen muerto de cenizas entre los penachos como se puede ver por la región oscura de la fig. 7. El funcionamiento del modelo de rebanada sin placas de distribución de orificios muestra que los penachos de flujo de cenizas extendidas desde la parte superior de la columna de cenizas bajan a la válvula de control de cenizas con poca dispersión del penacho. Esto indica que las cenizas no se distribuirán adecuadamente.

Instalar dos placas por encima de la entrada de la válvula de control de cenizas proporciona buena distribución de flujo de cenizas a lo largo del modelo de rebanada. Esto se puede ver en la fig. 8, donde se minimizan sustancialmente los penachos.

En resumen, una placa de orificios que comprende dos placas (con orificios) se instaló por encima de las entradas de la válvula de control de cenizas para proporcionar una distribución de flujo de cenizas uniforme a través del haz de tubos del intercambiador de calor de lecho móvil mientras reduce la altura del intercambiador de calor de lecho móvil y minimiza el número de válvulas de control de cenizas.

Se comprenderá que cuando se hace referencia a un elemento como estando "sobre" otro elementos, puede estar directamente sobre el otro elemento o pueden estar presentes elementos intermedios entre ellos. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento como estando "directamente sobre" otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. Como se ha utilizado en este documento, el término "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

Se comprenderá que, aunque los términos "primera", "segundo", "tercero", etc., se puede utilizar en este documento para describir diferentes elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no deben estar limitados por estos términos. Estos términos sólo se utilizan para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otro elemento, componente, región, capa o sección. Así, "un primer elemento", "componente", "región", "capa" o "sección" tratada a continuación podría ser denominada un segundo elemento, componente, región, capa o sección sin apartarse de las enseñanzas de este documento.

La terminología utilizada en este documento es para el propósito de describir sólo realizaciones particulares y no pretende ser limitativa. Como se ha utilizado en este documento, las formas singulares "un", "uno" y "el" pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se comprenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende", o "incluye" y/o "que incluye" cuando se utilizan en esta memoria, especifican la presencia de características, regiones, números enteros, etapas, operaciones, elementos, y/o componentes, pero no excluyen la presencia o adición de una o más de otras características, regiones, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

Además, los términos relativos, tales como "inferior" o "parte inferior" y "superior" o "parte superior", se pueden utilizar en este documento para describir una relación de un elemento con otro elemento como se ha ilustrado en las figuras. Se comprenderá que términos relativos pretenden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si se gira el dispositivo en una de las figuras, los elementos descritos como estando en el lado "inferior" de otros elementos estaría orientado entonces sobre lados "superiores" de los otros elementos. El término ejemplar "inferior", puede por lo tanto, abarcar tanto una orientación de "inferior" como de "superior", dependiendo de la orientación particular de la figura. De manera similar, si se gira el dispositivo en una de las

figuras, los elementos descritos como “debajo” o “por debajo” de otros elementos estaría entonces orientado “por encima de” los otros elementos. Los términos ejemplares “debajo” o “por debajo” pueden, por lo tanto, abarcar tanto una orientación de arriba como de abajo.

5 A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) utilizados en este documento tiene el mismo significado que comprende comúnmente un experto en la técnica a la que pertenece esta descripción. Se comprenderá además que términos, tales como los definidos en diccionarios utilizados comúnmente, deben interpretarse como que tienen un significado que es coherente con su significado en el contexto de la técnica relevante y de la presente descripción, y no se interpretarán en un sentido idealizado o excesivamente formal a menos que se defina expresamente así en este documento.

10 Las realizaciones ejemplares se describen en este documento con referencia a ilustraciones en sección transversal que son ilustraciones esquemáticas de realizaciones idealizadas. Como tal, se han de esperar variaciones de las formas de las ilustraciones como resultado, por ejemplo, de las técnicas de fabricación y/o tolerancias. Así, las realizaciones descritas en este documento no deben ser construidas como limitadas a las formas particulares de regiones como se ha
15 ilustrado en este documento sino para incluir desviaciones en formas que resultan, por ejemplo, de la fabricación. Por ejemplo, una región ilustrada o descrita como plana puede, típicamente, tener características rugosas y/o no lineales. Además, los ángulos agudos que se han ilustrado pueden ser redondeados. Así, las regiones ilustradas en las figuras son de naturaleza esquemática y sus formas no pretenden ilustrar la forma precisa de una región y no pretenden limitar el marco de las presentes reivindicaciones.

20 Aunque la invención se ha descrito con referencia a una realización preferidas y a diferentes realizaciones alternativas, se comprenderá por el experto en la técnica que se pueden hacer cambios y se pueden sustituir equivalentes por elementos de los mismos sin salir del marco de la invención. Además, se pueden hacer muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la invención sin salir del marco esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a la realización particular descrita como el mejor modo contemplado para llevar a cabo esta invención, sino que la invención incluirá todas las realizaciones que caen dentro del marco de las
25 reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor (200) de lecho móvil, que comprende:
- un recinto (202) que tiene paredes laterales (204), un techo (206) y un suelo (208);
- 5 un haz de tubos (220) dispuesto dentro del recinto; siendo el haz de tubos operativo para transportar un fluido de refrigeración; en donde los espacios entre los tubos del haz de tubos son operativos para permitir el transporte de sólidos y/o cenizas calientes;
- una placa de orificios (302) dispuesta aguas abajo del haz de tubos y aguas arriba de suelo del intercambiador de calor de lecho móvil;
- caracterizado por que
- 10 la placa de orificios comprende una pluralidad de placas (304, 306, 308); teniendo cada placa orificios previstos en ella; siendo los orificios operativos para permitir el flujo de los sólidos y/o las cenizas calientes desde el intercambiador de calor de lecho móvil; siendo la placa de orificios operativa para distribuir uniformemente el flujo de sólidos y/o cenizas calientes, cada placa tiene menos orificios de mayor diámetro que la placa anterior, el área en sección transversal total de los orificios en las placas sucesivas es generalmente igual entre sí.
- 15 2. El intercambiador de calor de lecho móvil de la reivindicación 1, donde la placa de orificios comprende 2 a aproximadamente 10 placas.
3. Un sistema que comprende el intercambiador de calor de lecho móvil de la reivindicación 1 y un sistema de control (100) de flujo de sólidos aguas abajo del intercambiador de lecho móvil y en comunicación operativa con el intercambiador de calor de lecho móvil.
- 20 4. El sistema de la reivindicación 3, donde cada placa sucesiva del sistema de control de flujo de sólidos contiene un número de orificios determinado por términos sucesivos de una secuencia geométrica respectivamente.
5. El sistema de la reivindicación 3, donde la placa de orificios comprende una primera placa y una segunda placa, con la primera placa dispuesta más cerca del sistema de control de flujo de sólidos que la segunda placa.
- 25 6. El sistema de la reivindicación 5, donde la primera placa comprende cuatro orificios y en donde la segunda placa comprende 16 orificios.
7. El sistema de la reivindicación 5, en donde una altura entre la primera placa y la segunda placa es determinada por un ángulo de reposo de los sólidos y/o las cenizas calientes.
8. El sistema de la reivindicación 5, en donde una distancia entre los orificios en la primera placa y/o la segunda placa es determinada por un ángulo de reposo de los sólidos y/o las cenizas calientes.
- 30 9. El sistema de la reivindicación 5, en donde la placa de orificios comprende un acero de alta aleación, baldosas refractarias, o una combinación de los mismos.
10. El sistema de la reivindicación 5, en donde un centro del orificio en la primera placa es coaxial con el centro geométrico de una pluralidad de orificios en la segunda placa.

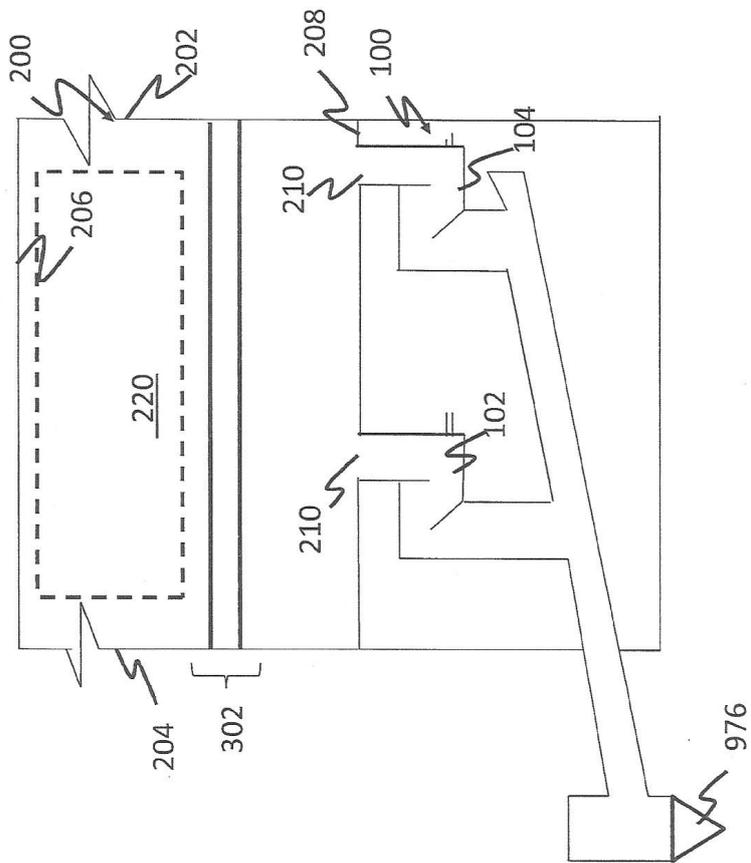


Figure 1

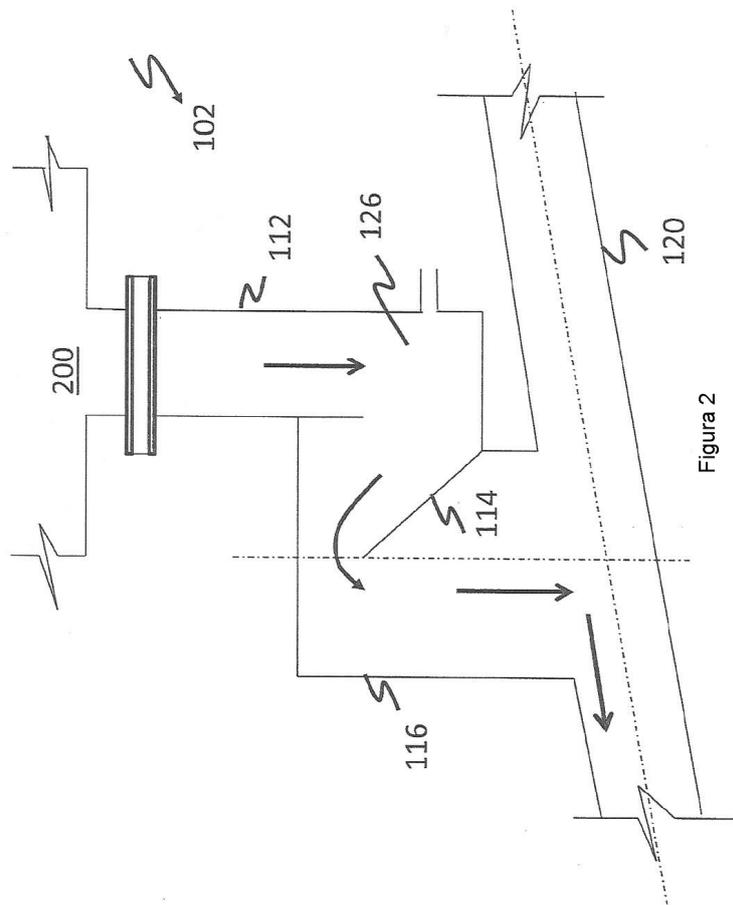


Figura 2

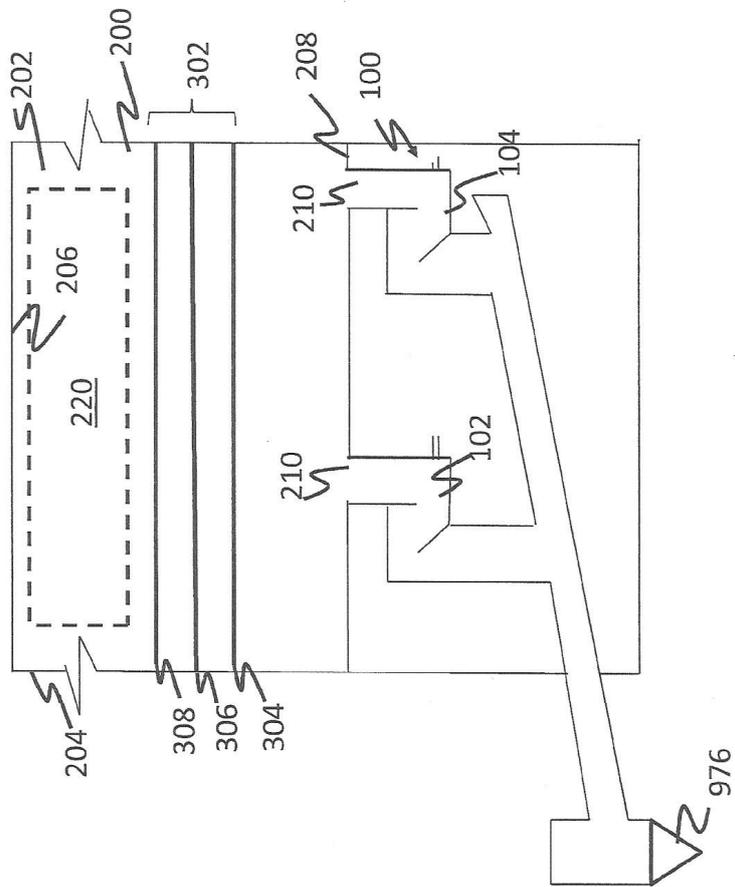


Figura 3

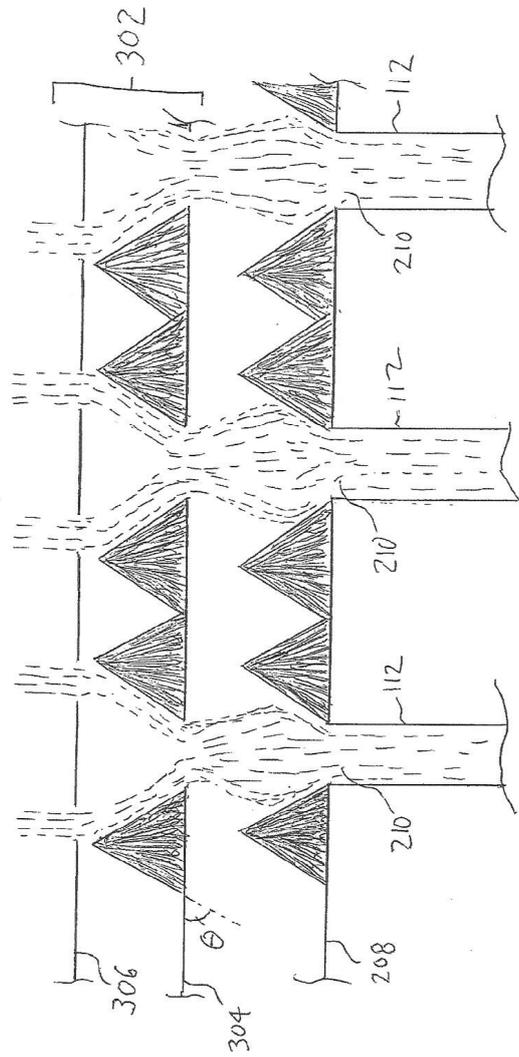


Figura 4

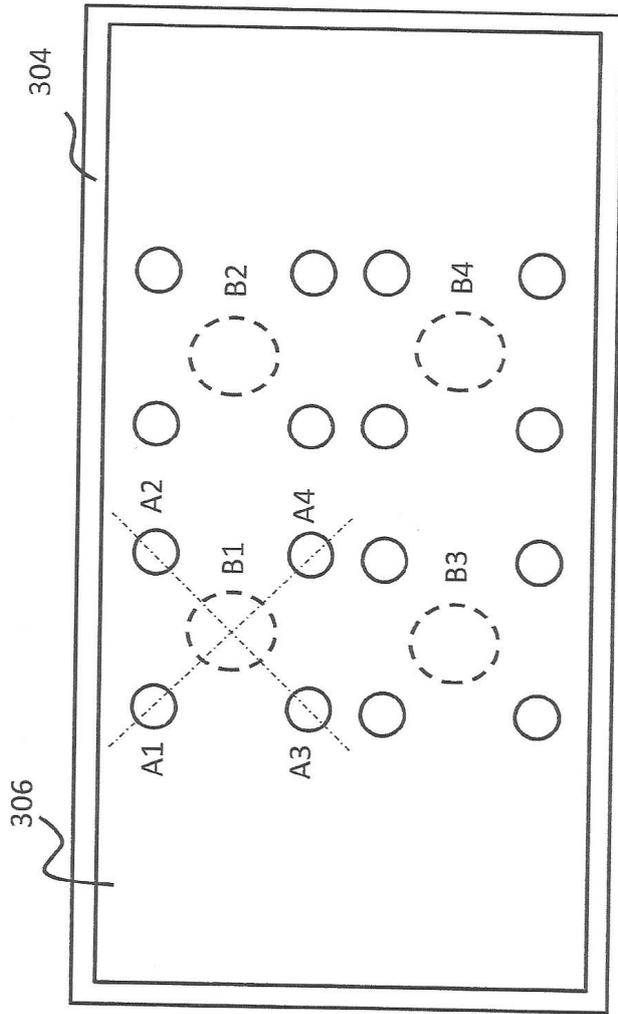


Figura 5 (Vista Superior)

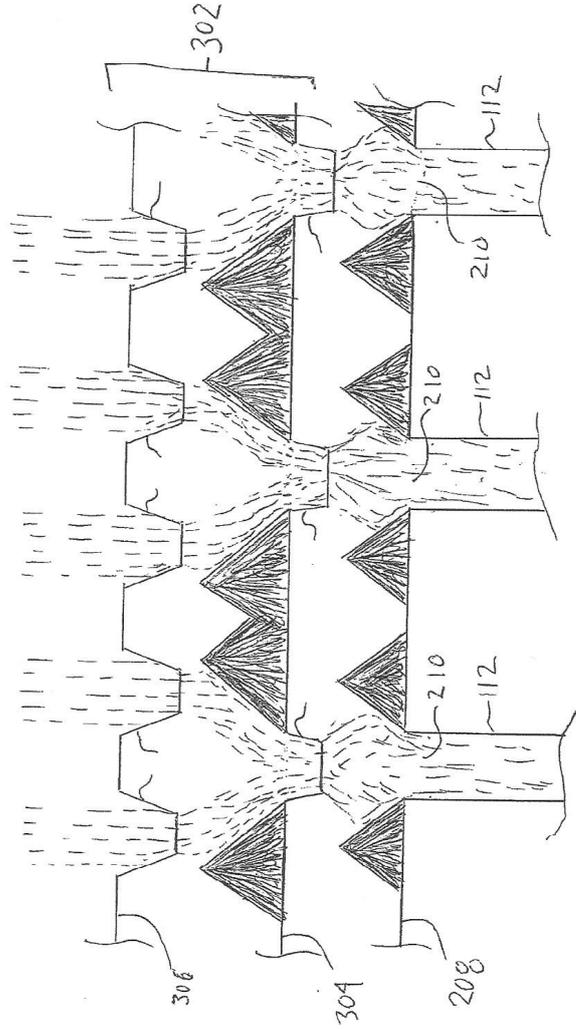


Figura 6

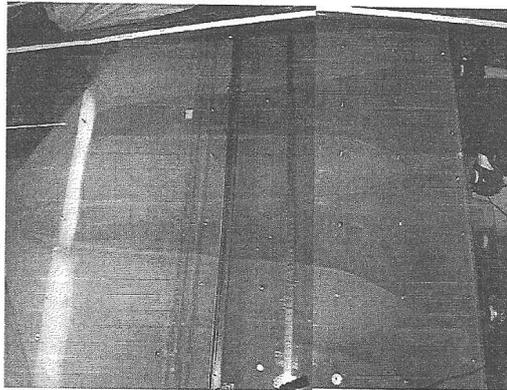
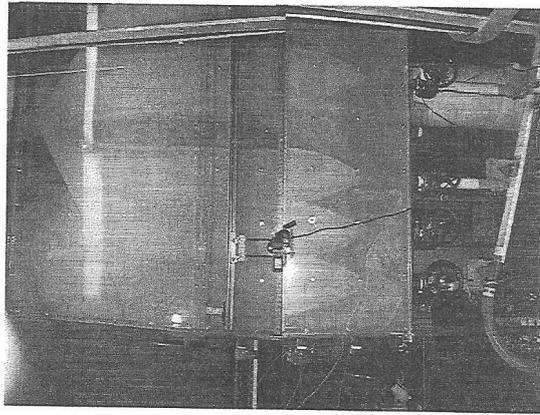


Figura 7

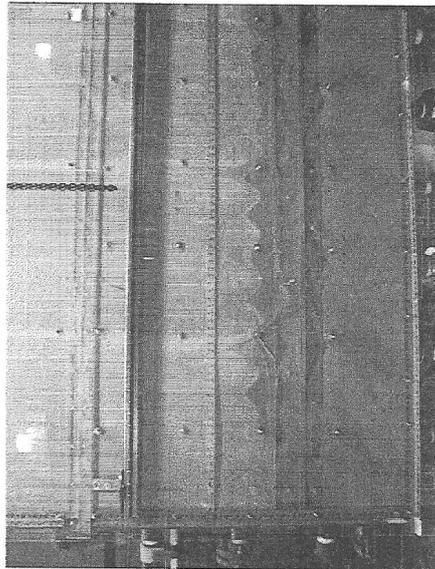


Figura 8