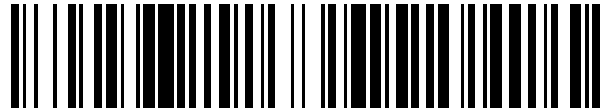


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 470 670**

51 Int. Cl.:

**F28D 19/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2010 E 10709637 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 2427712**

54 Título: **Lámina de transferencia de calor para intercambiador de calor regenerativo rotativo**

30 Prioridad:

**08.05.2009 US 437914**

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

**24.06.2014**

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)  
Brown Boveri Strasse 7  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**O'BOYLE, KEVIN J.;  
BIRMINGHAM, JAMES W.;  
MATTISON, GLENN D. y  
SEEBALD, JAMES D.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 470 670 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

Lámina de transferencia de calor para intercambiador de calor regenerativo rotativo.

### Campo técnico

5 Los dispositivos descritos en esta memoria se refieren a láminas de transferencia de calor del tipo encontrado en los intercambiadores de calor regenerativos rotativos. Una lámina de transferencia de calor según el preámbulo de la reivindicación 1 es conocida por el documento US 2596642.

### Antecedentes

10 Los intercambiadores de calor regenerativos rotativos se utilizan comúnmente para recuperar calor de gases de humo que salen de un horno, un generador de vapor o un equipo de tratamiento de gases de humo. Los intercambiadores de calor regenerativos rotativos convencionales tienen un rotor montado en un alojamiento que define un conducto de entrada de gas de humo y un conducto de salida de gas de humo para el flujo de gases de humo calentados a través del intercambiador de calor. El alojamiento define, además, otro juego de conductos de entrada y conductos de salida para el flujo de corrientes de gas que reciben la energía calorífica recuperada. El rotor tiene tabiques o diafragmas radiales que define compartimientos entre ellos para soportar cestos o bastidores destinados a contener láminas de transferencia de calor.

15 Las láminas de transferencia de calor se apilan en los cestos o bastidores. Típicamente, se apilan una pluralidad de láminas en cada cesto o bastidor. Las láminas se apilan estrechamente en relación espaciada dentro del cesto o bastidor para definir pasajes entre las láminas para el flujo de gases. Ejemplos de láminas de elementos de transferencia de calor se proporcionan en las patentes US Nos. 2.596.642, 2.940.736, 4.363.222, 4.396.058, 4.744.410, 4.553.458, 6.019.160 y 5.836.379.

20 Se dirige gas caliente a través del intercambiador de calor para transferir calor a las láminas. A medida que gira el rotor, la corriente de gas de recuperación (flujo lateral de aire) es dirigida sobre las láminas calentadas, haciendo así que se caliente el gas de recuperación. En muchos casos, la corriente de gas de recuperación consiste en aire de combustión que se calienta y se suministra a un horno o generador de vapor. En lo que sigue se hará referencia a la corriente de gas de recuperación con el término de aire de combustión o aire. En otras formas de intercambiadores de calor regenerativos rotativos las láminas son estacionarias y el gas de humo y los conductos de gas de humo y los conductos de gas de recuperación son hechos girar.

### Sumario de la invención

30 En un aspecto se describe una lámina de transferencia de calor que tiene utilidad en intercambiadores de calor regenerativos rotativos. Se acomoda un flujo de gas a través de la lámina de transferencia de calor desde un borde delantero hasta un borde trasero. La lámina de transferencia de calor está definida en parte por una pluralidad de características de espaciamiento de láminas, tales como nervios (conocidos también como "muescas") o por porciones planas que se extienden sustancialmente paralelas a la dirección del flujo de un fluido de transferencia de calor tal como aire o gas de humo. Las características de espaciamiento de láminas forman espaciadores entre láminas de transferencia de calor adyacentes. La lámina de transferencia de calor incluye también superficies onduladas que se extienden entre características de espaciamiento de láminas adyacentes, estando definida cada superficie ondulada por lóbulos (también conocidos como "ondulaciones" o "corrugaciones"). Los lóbulos de las diferentes superficies onduladas se extienden bajo un ángulo  $A_u$  con relación a las características de espaciamiento de láminas, siendo el ángulo  $A_u$  diferente para al menos una porción de las superficies onduladas, proporcionando así diferentes geometrías de superficie en la misma lámina de transferencia de calor. El ángulo  $A_u$  puede cambiar también para cada uno de los lóbulos a fin de proporcionar una geometría de superficie continuamente variable.

### Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 es una vista en perspectiva parcialmente recortada de un intercambiador de calor regenerativo rotativo de la técnica anterior.

La figura 2 es una vista en planta desde arriba de un cesto que incluye tres láminas de transferencia de calor de la técnica anterior.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una porción de tres láminas de transferencia de calor de la técnica anterior mostradas en una configuración apilada.

La figura 4 es una vista en alzado lateral de una lámina de transferencia de calor de la técnica anterior.

50 La figura 5 es una vista en alzado lateral de una lámina de transferencia de calor según una realización de la presente invención, que tiene dos geometrías de superficie diferentes en la misma lámina.

La figura 6 es una vista en alzado y en sección transversal de una porción de la lámina de transferencia de calor, tomada por la sección VI-VI de la figura 5.

La figura 7 es una vista en alzado y en sección transversal de una porción de la lámina de transferencia de calor, tomada por la sección VII-VII de la figura 5.

- 5 La figura 8 es una vista en alzado lateral de una realización de una lámina de transferencia de calor, que muestra otra disposición de dos geometrías de superficie diferentes en la misma lámina.

La figura 9 es una vista en alzado lateral de otra lámina de transferencia de calor que muestra tres o más geometrías de superficie diferentes en la misma lámina.

La figura 10 ha sido suprimida.

- 10 La figura 11 es una vista en alzado y en sección transversal de una porción de otra realización de láminas de transferencia de calor según la presente invención en relación apilada.

La figura 12 es una vista en alzado y en sección transversal de una porción de otra realización de tres láminas de transferencia de calor en relación apilada.

- 15 La figura 13 es una vista en alzado lateral de una lámina de transferencia de calor según una realización de la presente invención, que tiene dos geometrías de superficie diferentes en la misma lámina.

### Descripción de las realizaciones preferidas

Haciendo referencia a la figura 1, un intercambiador de calor regenerativo rotativo, generalmente designado por el número de referencia 10, tiene un rotor 12 montado en un alojamiento 14. El alojamiento 14 define un conducto de entrada de gas de humo 20 y un conducto de salida de gas de humo 22 para acomodar el flujo de una corriente de gas de humo calentada 36 a través del intercambiador de calor 10. El alojamiento 14 define, además, un conducto de entrada de aire 24 y un conducto de salida de aire 26 para acomodar el flujo de aire de combustión 38 a través del intercambiador de calor 10. El rotor 12 tiene unos tabiques 16 o diafragmas radiales que definen unos compartimientos 17 entre ellos para soportar cestos (bastidores) 40 de láminas de transferencia de calor (conocidas también como "elementos de transferencia de calor"). El intercambiador de calor 10 está dividido en un sector de aire y un sector de gas de humo por unas placas de sector 28 que se extienden a través del alojamiento 14 junto a las caras superior e inferior del rotor 12. Aunque la figura 1 ilustra una sola corriente de aire 38, se pueden acomodar múltiples corrientes de aire, tal como adoptando configuraciones de tres sectores y de cuatro sectores. Estas proporcionan múltiples corrientes de aire precalentadas que pueden ser dirigidas a diferentes usos.

30 Como se muestra en la figura 2, un ejemplo de un cesto 40 de láminas (en lo que sigue "cesto 40") incluye un bastidor 41 en el que se apilan unas láminas de transferencia de calor 42. Aunque solamente se muestra un número limitado de láminas de transferencia de calor 42, se apreciará que el cesto 40 podrá llenarse típicamente con láminas de transferencia de calor 42. Como se ve también en la figura 2, las láminas de transferencia de calor 42 están apretadamente apiladas en relación espaciada dentro del cesto 40 para formar unos pasajes 44 entre láminas de transferencia de calor adyacentes 42. Durante el funcionamiento fluye aire o gas de humo a través de los pasajes 44.

Haciendo referencia a ambas figuras 1 y 2, la corriente de gas de humo calentada 36 es dirigida a través del sector de gas del intercambiador de calor 10 y transfiere calor a las láminas de transferencia de calor 42. Las láminas de transferencia de calor 42 son hechas girar después alrededor de un eje 18 hasta alcanzar el sector de aire del intercambiador de calor 10, en donde el aire de combustión 38 es dirigido sobre las láminas de transferencia de calor 42 y es así calentado.

Haciendo referencia a las figura 3 y 4, se muestran láminas de transferencia de calor convencionales 42 en una relación apilada. Típicamente, las láminas de transferencia de calor 42 son miembros planos de acero que se han configurado para incluir uno o más nervios 50 (conocidos también como "muescas") y superficies onduladas 52 definidas en parte por picos de ondulación 53. Los picos de ondulación 53 se extienden hacia arriba y hacia debajo de una manera alternante (también son conocidos como "corrugaciones").

Las láminas de transferencia de calor 42 incluyen también una pluralidad de nervios más grandes 50, cada uno de los cuales tiene unos picos de nervio 51 que están posicionados a intervalos generalmente equiespaciados y funcionan para mantener un espaciamiento entre láminas de transferencia de calor adyacentes 42 cuando están apiladas una junta a otra y cooperan para formar lados de unos pasajes (44 de la figura 2). Estos acomodan el flujo de aire o de gas de humo entre las láminas de transferencia de calor 42. Los picos de ondulación 53 que definen las superficies onduladas 52 en la lámina de transferencia de calor 42 de la técnica anterior son todos de la misma altura. Como se muestra en la figura 4, los nervios 50 se extienden bajo un ángulo predeterminado (por ejemplo, 0 grados) con relación al flujo de aire o de gas de humo a través del rotor (12 de la figura 1).

Los picos de ondulación 53 que definen las superficies onduladas 52 en la técnica anterior están dispuestos bajo el mismo ángulo  $A_u$  con relación a los nervios y, por tanto, bajo el mismo ángulo con relación al flujo de aire o de gas de humo indicado por las flechas marcadas como "Flujo de Aire". Las superficies onduladas 52 actúan, entre otras cosas, para aumentar la turbulencia en el aire o el gas de humo que fluye por los pasajes (44 de la figura 2) y trastornar así la capa límite térmica en la superficie de la lámina de transferencia de calor 42. De esta manera, las superficies onduladas 52 mejoran la transferencia de calor entre la lámina de transferencia de calor 42 y el aire o el gas de humo.

Como se muestra en las figuras 5 a 7, una nueva lámina de transferencia de calor 60 tiene una longitud L sustancialmente paralela a una dirección de flujo de fluido de transferencia de calor (en lo que sigue "aire o gas de humo") y que se extiende desde un borde delantero 80 hasta un borde trasero 90. Los términos "borde delantero" y "borde trasero" se usan en esta memoria por razones de comodidad. Se refieren al flujo de aire caliente a través de la lámina 60 indicado por las flechas y etiquetado como "Flujo de Aire".

La lámina de transferencia de calor 60 puede utilizarse en lugar de láminas de transferencia de calor convencionales 42 en un intercambiador de calor regenerativo rotativo. Por ejemplo, las láminas de transferencia de calor 60 pueden apilarse e insertarse en un cesto 40 para su uso en un intercambiador de calor regenerativo rotativo.

La lámina de transferencia de calor 60 incluye unas características 59 de espaciamiento de láminas formadas en ella, las cuales efectúan el espaciamiento deseado entre las láminas 60 y forman pasos de flujo 61 entre las láminas de transferencia de calor adyacentes 60 cuando las láminas 60 están apiladas en el cesto 40 (figura 2). Las características 59 de espaciamiento de láminas se extienden en relación espaciada sustancialmente a lo largo de la longitud de la lámina de transferencia de calor (L de la figura 5) y sustancialmente paralelas a la dirección del flujo de aire o de gas de humo a través del rotor del intercambiador de calor. Cada paso de flujo 61 se extiende a lo largo de toda la longitud L de la lámina 60, desde el borde delantero 80 hasta el borde trasero 90, entre nervios adyacentes 62.

En la realización mostrada en las figura 6 y 7 las características 59 de espaciamiento de láminas se muestran como nervios 62. Cada nervio 62 está definido por un primer lóbulo 64 y un segundo lóbulo 64'. El primer lóbulo 64 define un pico (vértice) 66 que se dirige hacia fuera desde un pico 66' definido por un segundo lóbulo 64' en una dirección generalmente opuesta. Una altura total de un nervio 62 entre los picos 66 y 66', respectivamente, es  $H_L$ . Los picos 66, 66' de los nervios 62 se aplican a las láminas de transferencia de calor adyacente 60 para mantener el espaciamiento entre dichas láminas de transferencia de calor adyacentes. Las láminas de transferencia de calor 60 pueden disponerse de tal manera que los nervios 62 de una lámina de transferencia de calor estén situados, a efectos de soporte, aproximadamente a medio camino entre los nervios 62 de las láminas de transferencia de calor adyacentes.

Esto es un significativo avance en la industria debido a que no se conocía anteriormente el modo de crear dos tipos diferentes de ondulaciones en una sola lámina. La presente invención hace esto sin necesidad de juntas o soldaduras entre secciones de ondulación.

Se contempla también que las características 59 de espaciamiento de láminas puedan ser de otras configuraciones para efectuar el espaciamiento deseado entre las láminas 60 y formar los pasos 61 entre las láminas de transferencia de calor adyacentes 60.

Como se muestra en las figuras 11 y 12, la lámina de transferencia de calor 60 puede incluir características 59 de espaciamiento de láminas en forma de regiones planas longitudinales 88 que son sustancialmente paralelas a los nervios 62 de una lámina de transferencia de calor adyacente y están equiespaciadas de ellos, y sobre las cuales descansan los nervios 62 de la lámina de transferencia de calor adyacente. Al igual que los nervios 62, las regiones planas 88 se extienden sustancialmente a lo largo de toda la longitud L de la lámina de transferencia de calor 60. Por ejemplo, como se muestra en la figura 11, la lámina 60 puede incluir nervios 62 y regiones planas 88 alternantes que descansan en los nervios 62 y las regiones planas 88 alternantes de una lámina adyacente 60. Como alternativa, según se muestra en la figura 12, una lámina de transferencia de calor 60 puede incluir todas las regiones planas longitudinales, mientras que la otra lámina de transferencia de calor 60 incluye todos los nervios 62.

Haciendo referencia todavía a las figuras 5 a 7, en la lámina de transferencia de calor 60 están dispuestas varias superficies onduladas 68 y 70 entre las características 59 de espaciamiento de láminas. Cada superficie ondulada 68 se extiende sustancialmente paralela a las otras superficies onduladas 68 entre las características 59 de espaciamiento de láminas.

Como se muestra en la figura 6, cada superficie ondulada 68 está definida por lóbulos (ondulaciones o corrugaciones) 72, 72'. Cada lóbulo 72, 72' define en parte un canal de forma de U que tiene unos respectivos picos 74, 74', y cada lóbulo 72, 72' se extiende a lo largo de la lámina de transferencia de calor 60 en una dirección definida a lo largo de las aristas de sus picos 74, 74', como se muestra en la figura 5. Cada una de las superficies onduladas 68 tiene una altura de pico a pico de  $H_{U1}$ .

Haciendo ahora referencia a las figuras 5 y 7, cada superficie ondulada 70 se extiende sustancialmente paralela a las otras superficies onduladas 70 entre las características 59 de espaciamiento de láminas. Cada superficie ondulada 70 incluye un lóbulo (ondulación o corrugación) 76 que se proyecta en una dirección opuesta a otro lóbulo (ondulación o corrugación) 76'. Cada lóbulo 76, 76' define en parte un canal 61 que tiene unos respectivos picos 78, 78', y cada lóbulo 76, 76' se extiende a lo largo de la lámina de transferencia de calor 60 en una dirección definida a lo largo de las aristas de sus picos 74, 74', como se muestra en la figura 6. Cada una de las superficies onduladas 70 tiene una altura de pico a pico de  $H_{u2}$ .

Los lóbulos 72, 72' de las superficies onduladas 68 se extienden bajo ángulos diferentes a los de los lóbulos 76, 76' de las superficies onduladas 70, con respecto a las características 59 de espaciamiento de láminas, tal como se indica por los ángulos  $A_{u1}$  y  $A_{u2}$ , respectivamente.

Las características 59 de espaciamiento de láminas son generalmente paralelas a la dirección de flujo principal del aire o del gas de humo a través de la lámina de transferencia calor 60. Como se muestra en la figura 5, los canales de las superficies onduladas 68 se extienden sustancialmente paralelos a la dirección de las características 59 de espaciamiento de láminas, y los canales de las superficies onduladas 70 están acodados en la misma dirección que los picos de ondulación 78. Como se muestra, si  $A_{u1}$  es cero grados, entonces  $A_{u2}$  en esta realización es aproximadamente 45 grados. En contraste, como se muestra en la figura 4, las superficies onduladas 52 en láminas de transferencia de calor convencionales 42 se extienden todas ellas bajo el mismo ángulo,  $A_u$ , con relación a las características 59 de espaciamiento de láminas adyacentes.

Los ángulos aquí descritos son solamente para fines de ilustración. Ha de entenderse que la invención abarca una amplia diversidad de ángulos.

La longitud  $L_1$  de las superficies onduladas 68 de la figura 5 (y la figura 8) puede seleccionarse en base a factores tales como flujo de fluido de transferencia de calor, transferencia de calor deseada, localización de la zona en la que se recogen ácido sulfúrico, compuestos condensables y materia en partículas sobre la superficie de transferencia de calor, y penetración deseada del soplante de hollín para fines de limpieza. Se han utilizado soplantes de hollín para limpiar láminas de transferencia de calor. Estos soplantes entregan un chorro de aire o vapor a alta presión a través de los pasos (44 de la figura 2, 61 de las figuras 6, 7, 11, 12) entre los elementos apilados para desalojar depósitos de partículas de la superficie de las láminas de transferencia de calor. Para ayudar a la retirada de los depósitos que se formarán sobre la superficie de transferencia de calor durante el funcionamiento, puede ser deseable seleccionar  $L_1$  como una distancia tal que la totalidad o una porción del depósito esté situada sobre la sección de la lámina de transferencia de calor que es sustancialmente paralela a la dirección del flujo de aire o gas de humo a través del rotor del intercambiador de calor (36, 38 de la figura 1). Sin embargo,  $L_1$  puede ser preferiblemente menor que un tercio de la longitud total  $L$  de la lámina de transferencia de calor 60 y más preferiblemente menor que un cuarto de la longitud total  $L$  de la lámina de transferencia de calor 60. Esto proporciona una cantidad suficiente de superficie ondulada 70 para desarrollar un flujo turbulento del fluido de transferencia de calor y de modo que el flujo turbulento continúe a través de la superficie ondulada 70. La superficie ondulada 70 es de construcción suficientemente rígida para resistir la gama completa de condiciones de funcionamiento, incluida la limpieza con un chorro de un soplante de hollín, para la lámina de transferencia de calor 60.

Las longitudes aquí descritas son solamente para fines ilustrativos. Ha de entenderse que la invención abarca una amplia diversidad de longitudes y relaciones de longitud.

En general, cuanto más alto sea el contenido de azufre en el combustible tanto más larga deberá ser  $L_1$  (y  $L_2$ ,  $L_3$ ) para lograr prestaciones óptimas. Asimismo, cuanto mas baja sea la temperatura del gas de salida del precalentador de aire tanto más larga deberá ser  $L_1$  (y  $L_2$ ,  $L_3$ ) para lograr prestaciones óptimas.

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 6 y 7, se contempla que  $H_{u1}$  y  $H_{u2}$  puedan ser iguales. Alternativamente,  $H_{u1}$  y  $H_{u2}$  pueden diferir. Por ejemplo,  $H_{u1}$  puede ser menor que  $H_{u2}$  y ambas  $H_{u1}$  y  $H_{u2}$  son menores que  $H_L$ . En contraste, como se muestra en la figura 4, las superficies onduladas 52 en láminas de transferencia de calor convencionales 42 son todas ellas de la misma altura.

Una modelación FCD realizada por los inventores ha demostrado que la realización de la figura 5 permite mantener una velocidad y una energía cinética más altas del chorro del soplante de hollín hasta una localización más profunda dentro del paso de flujo (61 de las figuras 6 y 7), lo que se espera que conduzca a una mejor limpieza.

Se cree que la realización de la figura 5 permite una mejor limpieza por un chorro de un soplante de hollín o bien permite potencialmente limpiar un depósito más pegajoso sobre la superficie de transferencia de calor, ya que las superficies onduladas 68 se alinean mejor con un chorro dirigido hacia el borde delantero 80, permitiendo así una penetración mayor del chorro del soplante de hollín a lo largo de los pasos de fluido (61 de las figuras 6, 7).

Además, cuando la configuración de la superficie ondulada 68 proporciona una mejor línea de mira entre las láminas de transferencia de calor 60, la lámina de transferencia de calor descrita en esta memoria se hace más compatible

con un detector de radiaciones infrarrojas (puntos calientes).

La realización de la figura 5 ha demostrado tener una baja susceptibilidad al tableteo durante los ensayos de soplado de hollín. En general, el tableteo de las láminas de transferencia de calor es poco deseable, ya que produce una excesiva deformación de las láminas y, además, hace que éstas se desgasten una contra otra y se reduzca así la vida útil de las láminas. Dado que las superficies onduladas 68 se alinean sustancialmente con la dirección del chorro (Flujo de Aire) del soplante de hollín, se preservan la velocidad y la energía cinética del chorro del soplante de hollín hasta una profundidad mayor a lo largo del canal de flujo (61 de las figuras 6 y 7). Esto da como resultado que esté disponible más energía para la retirada del depósito sobre la superficie de transferencia de calor.

La figura 8 muestra otra realización de una lámina de transferencia de calor 160 que incorpora tres geometrías de superficie. De una manera similar a la lámina de transferencia de calor 60, la lámina de transferencia de calor 160 tiene una serie de características 59 de espaciamiento de láminas a intervalos espaciados que se extienden longitudinalmente y en sentido sustancialmente paralelo a la dirección del flujo del aire o gas de humo a través del rotor de un intercambiador de calor.

La lámina de transferencia de calor 160 incluye también superficies onduladas 68 y 70, estando situadas las superficies onduladas 68 tanto en un borde delantero 80 como en un borde trasero 90 de la lámina de transferencia de calor 160. Como se muestra en las figuras 6 a 8, los lóbulos 72 de las superficies onduladas 68 se extienden en la primera dirección representada por un ángulo  $A_{u1}$  con relación a las características 59 de espaciamiento de láminas.  $A_{u1}$  es aquí cero, ya que las características 59 de espaciamiento de láminas son paralelas a los lóbulos 72. Los lóbulos 76 de las superficies onduladas 70 se extienden en la segunda dirección  $A_{u2}$  con relación a las características 59 de espaciamiento de láminas.

Si embargo, la presente invención no se limita en este aspecto, ya que las superficies onduladas 68 en el borde trasero 90 de la lámina 60 pueden estar acodadas de manera diferente a las superficies onduladas 68 en el borde delantero 80. Las alturas de las superficies onduladas 68 pueden variarse también con relación a las alturas de las superficies onduladas 70. Por ejemplo, una suma de la longitud  $L_3$  de las superficies onduladas 68 en el borde trasero 90 y la longitud  $L_2$  de las superficies onduladas 68 en el borde delantero 80 es menor que la mitad de la longitud  $L$  de la lámina de transferencia de calor 60. Preferiblemente, es menor que un tercio de la longitud total  $L$  de la lámina de transferencia de calor 60. La lámina de transferencia de calor 160 de la figura 8 puede utilizarse, por ejemplo, allí donde se dirijan sopladores de hollín hacia los bordes delantero y trasero 80 y 90.

La lámina de transferencia de calor de la presente invención puede incluir cualquier número de geometrías de superficie diferentes a lo largo de la longitud de cada paso de flujo 61. Por ejemplo, la figura 9 ilustra una lámina de transferencia de calor 260 que incorpora tres geometrías de superficie diferentes. De una manera similar a las láminas de transferencia de calor 60 y 160, la lámina de transferencia de calor 260 incluye características 59 de espaciamiento de láminas a intervalos espaciados que se extienden longitudinalmente y en sentido paralelo a la dirección del flujo de aire o gas de humo a través del rotor de un intercambiador de calor y que definen pasos de flujo 61 entre láminas adyacentes 260.

La lámina de transferencia de calor 260 incluye también superficies onduladas 68, 70 y 71, estando situadas las superficies onduladas 68 en un borde delantero 80. Como se muestra, los lóbulos 72 de las superficies onduladas 68 se extienden en una primera dirección representada por un ángulo  $A_{u1}$  (paralela a las características 59 de espaciamiento de láminas, por ejemplo como se muestra). Los lóbulos 76 de las superficies onduladas 70 se extiende a través de la lámina de transferencia de calor 260 en una segunda dirección bajo un ángulo  $A_{u2}$  con relación a las características 59 de espaciamiento de láminas, y los lóbulos 73 de las superficies onduladas 71 se extienden a través de la lámina de transferencia de calor 260 en una tercera dirección bajo un ángulo  $A_{u3}$  con relación a las características 59 de espaciamiento de láminas, cuyo ángulo es diferente de  $A_{u2}$  y  $A_{u1}$ . Por ejemplo,  $A_{u3}$  puede ser el ángulo negativo (reflejado) de  $A_{u2}$  con relación a las características 59 de espaciamiento de láminas. Al igual que con otras realizaciones descritas en esta memoria, se pueden variar las alturas  $H_{u1}$  y  $H_{u2}$  de las superficies onduladas 68, 70 y 71.

Como se muestra, las superficies onduladas 70 y 71 alternan a lo largo de la lámina de transferencia de calor 260, proporcionando así una turbulencia incrementada del fluido de transferencia de calor a medida que fluye. La turbulencia entra en contacto con las láminas de transferencia de calor 260 durante un período de tiempo más largo y refuerza así la transferencia de calor. El flujo en torbellinos sirve también para mezclar el fluido fluyente y proporciona una temperatura de flujo más uniforme.

Se cree que esta turbulencia refuerza la tasa de transferencia de calor de las láminas de transferencia de calor 60 con un mínimo incremento de la caída de presión, al tiempo que causa un incremento significativo de la cantidad de calor total transferida.

La figura 11 muestra una realización alternativa en la que las partes con los mismos números tienen la misma función que las descritas en relación con las figuras 6 y 7. En esta realización unas porciones planas 88 se encuentran con picos 66 y 66' creando un sellado más efectivo entre los pasos de flujo 61 en los lados izquierdo y

derecho de cada característica de espaciamiento de láminas. Se hace referencia a los pasos de flujo con el término de "canal cerrado".

5 La figura 12 muestra otra realización alternativa de la presente invención en la que las partes con los mismos números tienen la misma función que las descritas en relación con las figuras anteriores. Esta realización difiere de la figura 11 en que solamente están incluidas características 59 de espaciamiento de láminas en la lámina de transferencia de calor central.

10 La figura 13 es una vista en planta desde arriba de una lámina de transferencia de calor que muestra otra disposición de dos geometrías de superficie diferentes en la misma lámina. Las partes con los mismos números de referencia que los de las figuras anteriores realizan la misma función. Esta realización es similar a la de la figura 5. En esta realización una superficies de ondulación adyacente 70, 79 tienen picos 78, 81 que están acodados en direcciones opuestas con respecto a las características 59 de espaciamiento de láminas. Los picos de ondulación 78 forman un ángulo  $A_{u2}$  con respecto a las características 59 de espaciamiento de láminas. Los picos de ondulación 81 forman un ángulo  $A_{u4}$  con respecto a las características 59 de espaciamiento de láminas.

15 La figura 13 se utiliza para fines de ilustración, pero deberá hacerse notar que la invención cubre muchas otras realizaciones que tienen secciones onduladas adyacentes con lóbulos paralelos, cada una de ellas orientada con los ángulos de sus lóbulos alineados uno frente a otro.

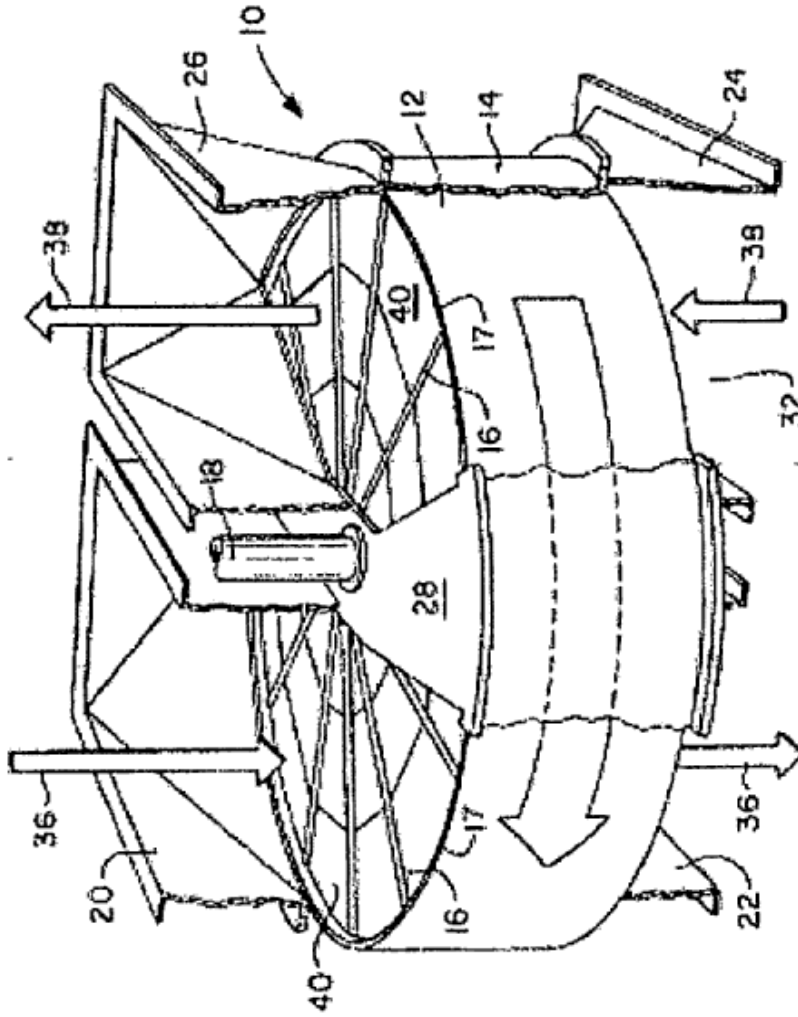
**REIVINDICACIONES**

1. Una lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360) para un intercambiador de calor regenerativo rotativo (10), teniendo la lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360):
- 5 una pluralidad de características (59) de espaciamiento de láminas que se extienden a lo largo de la lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360) en sentido sustancialmente paralelo a una dirección de flujo de gas, definiendo las características (59) de espaciamiento de láminas una porción de un paso de flujo entre una lámina de transferencia de calor adyacente (60, 160, 260, 360); y
- una pluralidad de superficies onduladas (68, 70) dispuestas entre cada par de características (59) de espaciamiento de láminas adyacentes, incluyendo la pluralidad de superficies onduladas (68, 70):
- 10 una primera superficie ondulada (68) formada por lóbulos (74) que se extienden a lo largo de la lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360) en direcciones paralelas una a otra bajo un primer ángulo ( $A_{u1}$ ) con relación a las características (59) de espaciamiento de láminas, y
- una segunda superficie ondulada (70) formada por lóbulos (76) que se extienden a lo largo de la lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360) en direcciones paralelas una a otra bajo un segundo ángulo ( $A_{u2}$ ) con
- 15 relación a las características (59) de espaciamiento de láminas,
- caracterizada** por que:
- el primer ángulo ( $A_{u1}$ ) es sustancialmente igual a cero de tal manera que los lóbulos (74) de la primera superficie ondulada (68) se extienden a lo largo de la lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360) en dirección paralela a las características (59) de espaciamiento de láminas.
- 20 2. La lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360) de la reivindicación 1, en la que la primera superficie ondulada (68) está conectada a la segunda superficie ondulada (70) y los pasos de fluido formados por las superficies onduladas (68, 70) son fluidicamente continuos y están alineados.
3. La lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360) de la reivindicación 2, en la que la primera superficie ondulada (68) está situada cerca de un borde (80) de la lámina de transferencia de calor.
- 25 4. La lámina de transferencia de calor (160) de la reivindicación 2, en la que la pluralidad de superficies onduladas (68, 70) incluye además:
- una tercera superficie ondulada (68) formada por lóbulos (72) que se extienden a lo largo de la lámina de transferencia de calor (160) en direcciones paralelas una a otra y a las características (59) de espaciamiento de láminas, estando situada la tercera superficie ondulada (68) cerca de un borde (90) de la lámina de transferencia de
- 30 calor (160) opuesto a la primera superficie ondulada (68).
5. La lámina de transferencia de calor (160) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que
- los lóbulos (72) que forman la primera superficie ondulada (68) tienen cada uno de ellos un pico superior (74) y un pico inferior (74'),
- los lóbulos (76) que forman la segunda superficie ondulada (70) tienen cada uno de ellos un pico superior (78) y un
- 35 pico inferior (78'),
- una distancia media entre los picos (78, 78') de la primera superficie ondulada (70) difiere sustancialmente de una distancia media entre los picos (74, 74') de la segunda superficie ondulada (68).
6. La lámina de transferencia de calor (60, 160, 260, 360) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que las características de espaciamiento de láminas incluyen al menos uno de entre: nervios (62) y porciones planas (88).
- 40 7. La lámina de transferencia de calor (60) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la segunda superficie ondulada (68) está situada cerca de un borde (80) de la lámina de transferencia de calor (60).
8. La lámina de transferencia de calor (160) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la lámina de transferencia de calor (160) comprende además:
- 45 una tercera superficie ondulada (68) dispuesta en la lámina de transferencia de calor (160) entre las primeras y segundas características (59) de espaciamiento de láminas y que define una quinta porción del paso de flujo, estando formada la tercera superficie ondulada (68) por lóbulos (72) que se extienden a lo largo de la lámina de transferencia de calor (160) en direcciones paralelas una a otra y a las primeras y segundas características (59) de espaciamiento de láminas, estando situada la tercera superficie ondulada (68) cerca de un borde (90) de la lámina



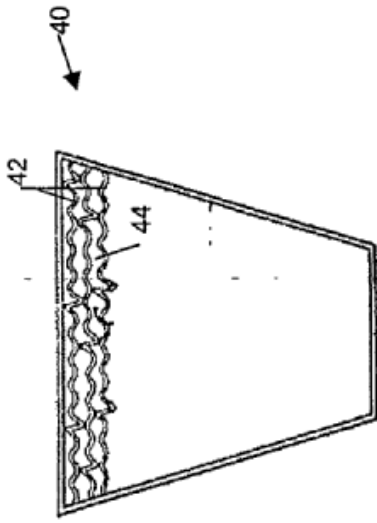
de transferencia de calor (160) opuesto a la segunda superficie ondulada (68), y estando situada la primera superficie ondulada (70) entre las superficies onduladas segunda y tercera (68).

- 5 9. La lámina de transferencia de calor (260) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la lámina de transferencia de calor (260) incluye una pluralidad de primeras (70) y cuartas (70') superficies onduladas alternantes que tienen cada una de ellas unos lóbulos paralelos (76, 76') orientados bajo ángulos diferentes de uno con respecto a otro.
10. La lámina de transferencia de calor (60, 160, 260) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una altura de pico a pico de los lóbulos (76, 76') que forman la primera superficie ondulada (70) es diferente de una altura de pico a pico de los lóbulos (72, 72') que forman la segunda superficie ondulada (68).
- 10 11. La lámina de transferencia de calor (60, 160, 260) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que las características (59) de espaciamiento de láminas incluyen unas porciones planas (88) para crear pasos de flujo de canal cerrado.

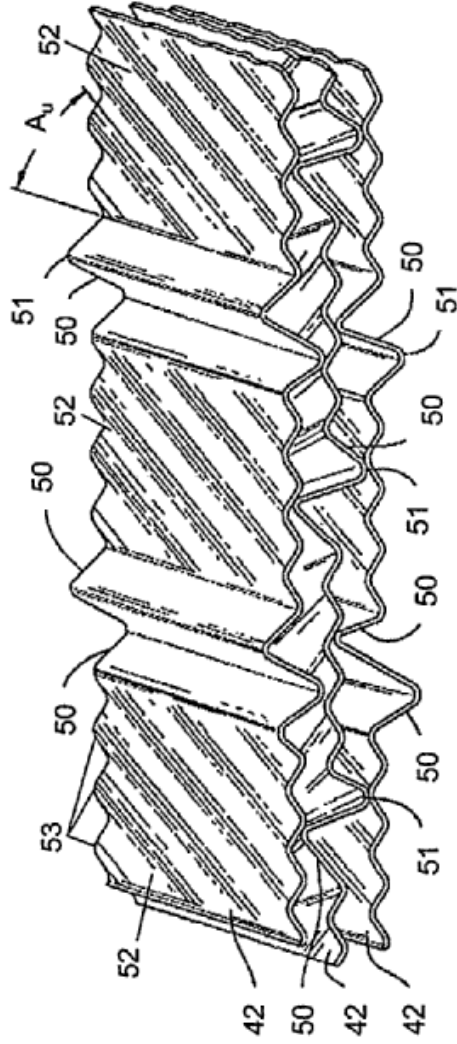


**FIG. 1**

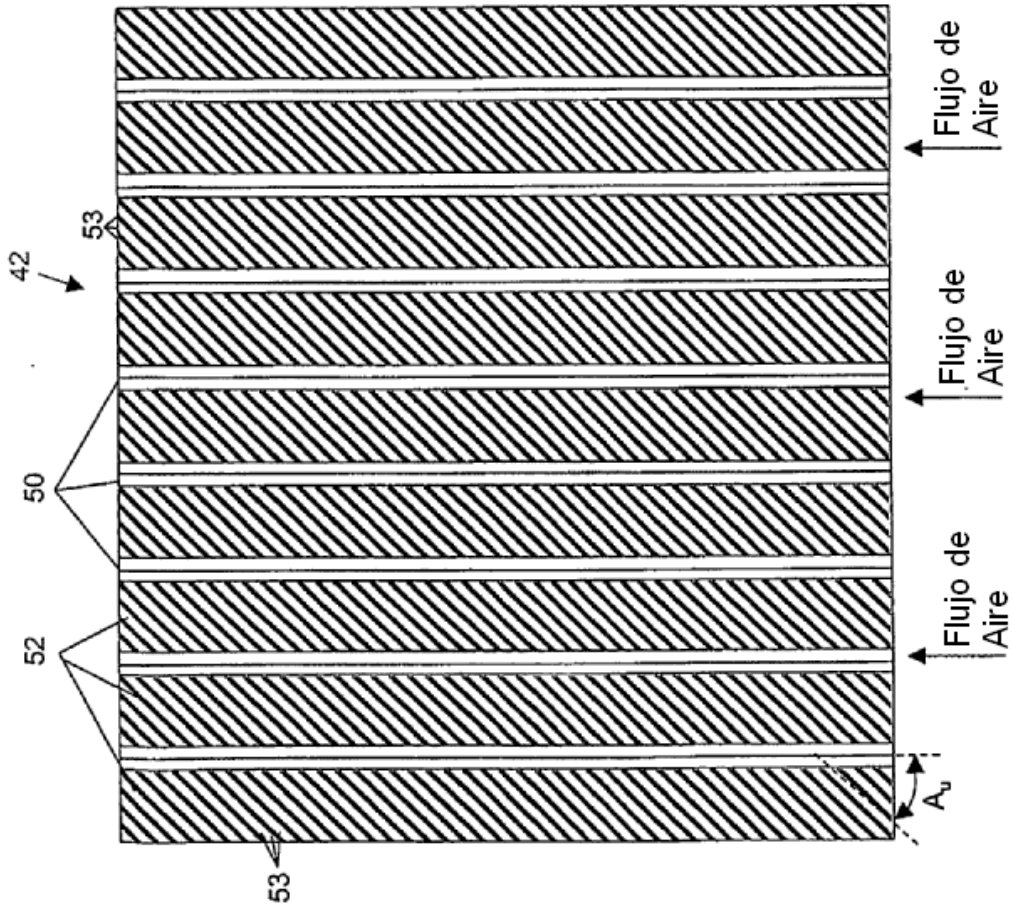
Técnica Anterior



**FIG. 2**  
Técnica Anterior

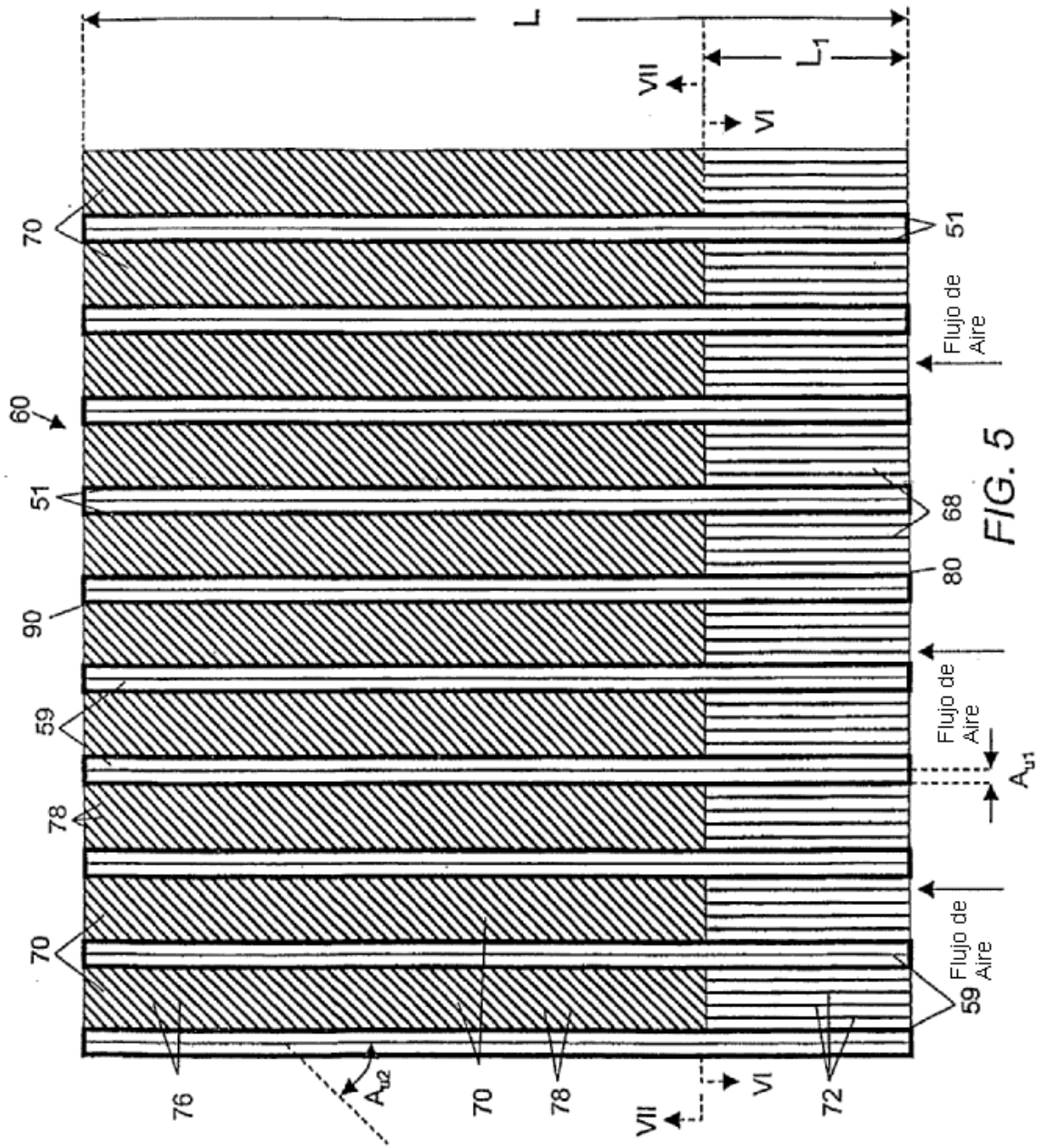


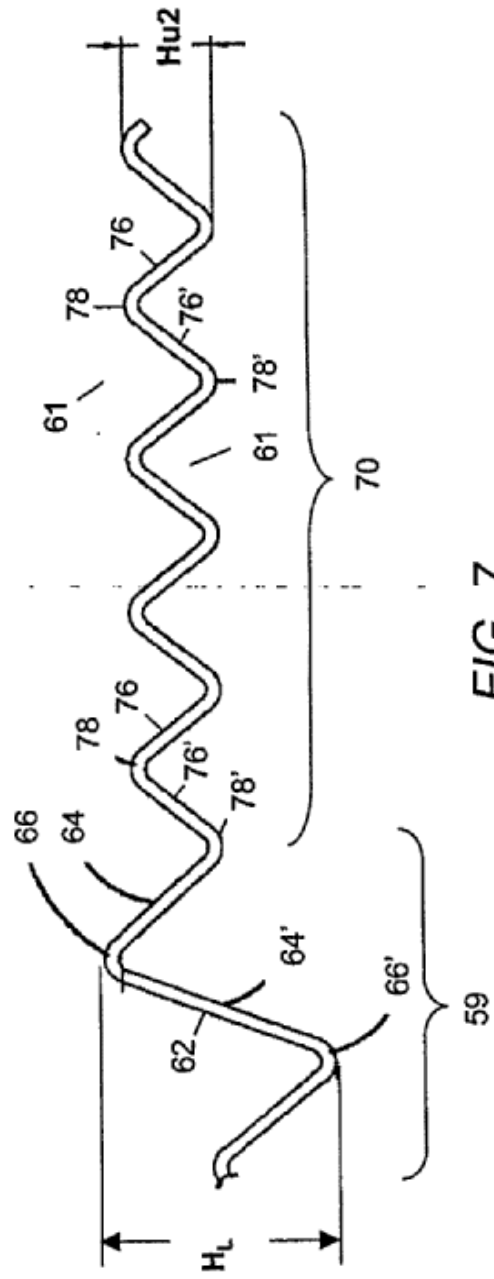
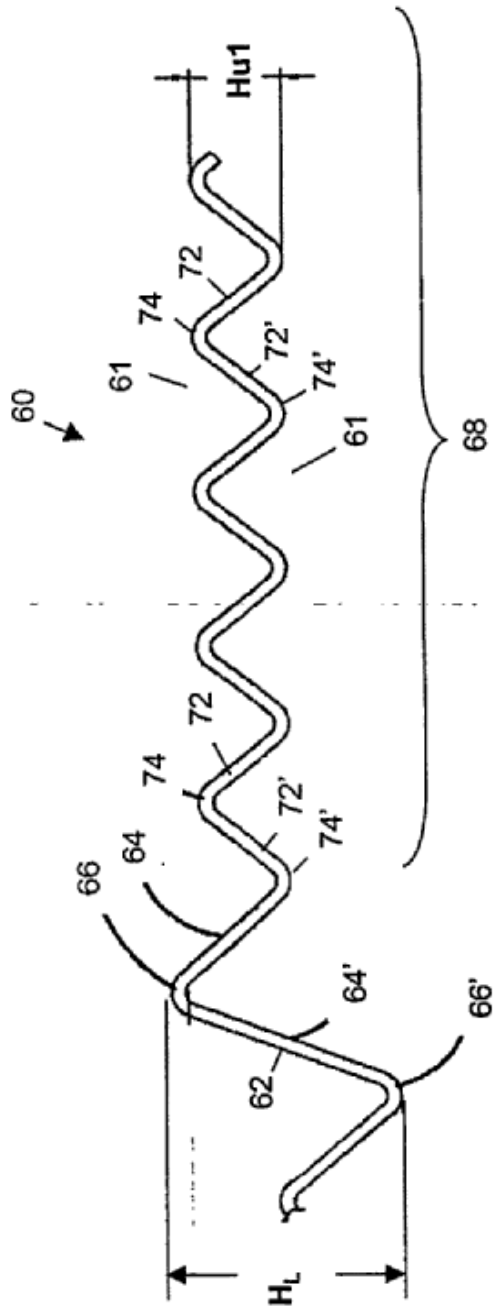
**FIG. 3**  
Técnica Anterior



**FIG. 4**

Técnica Anterior





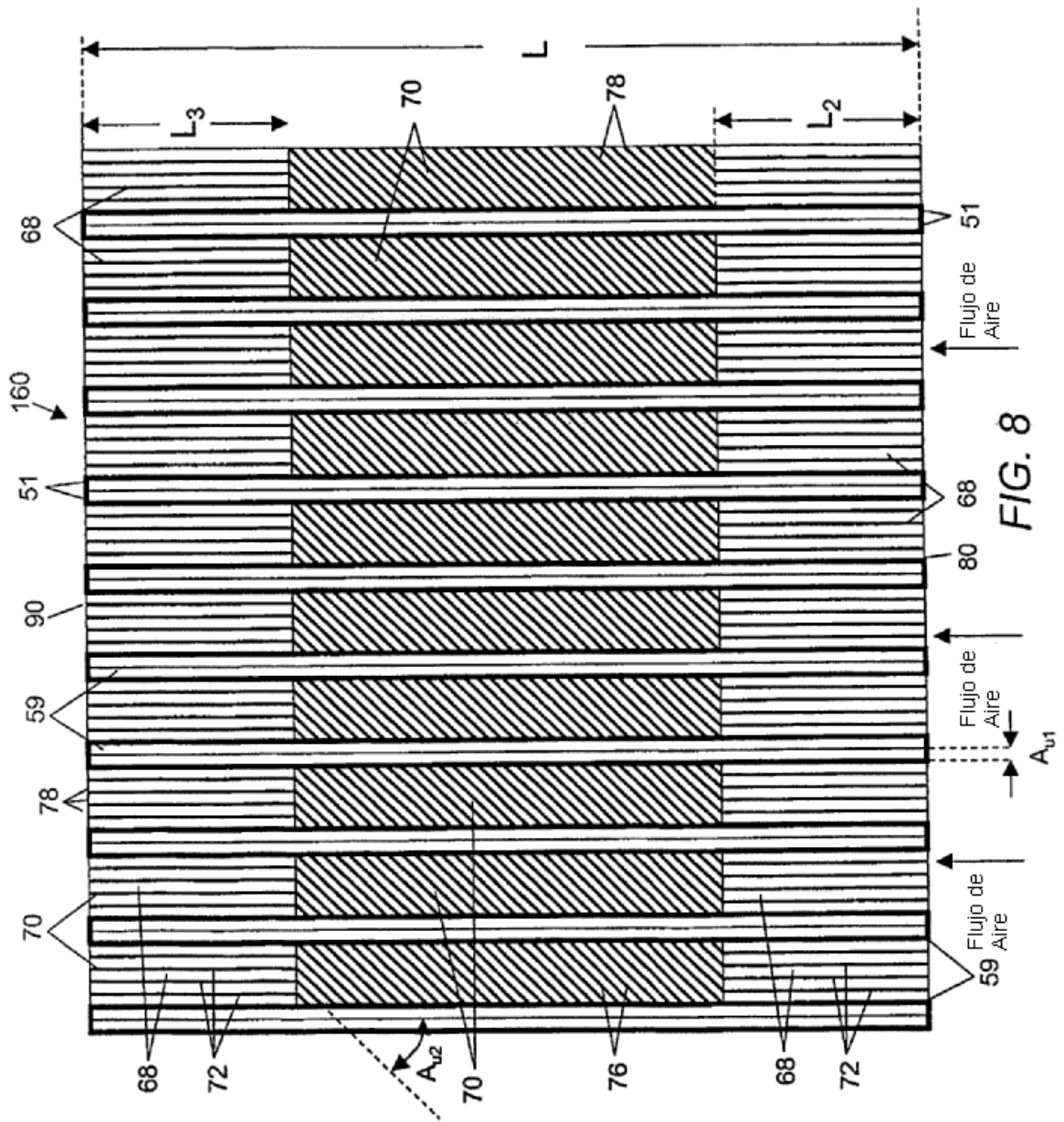


FIG. 8

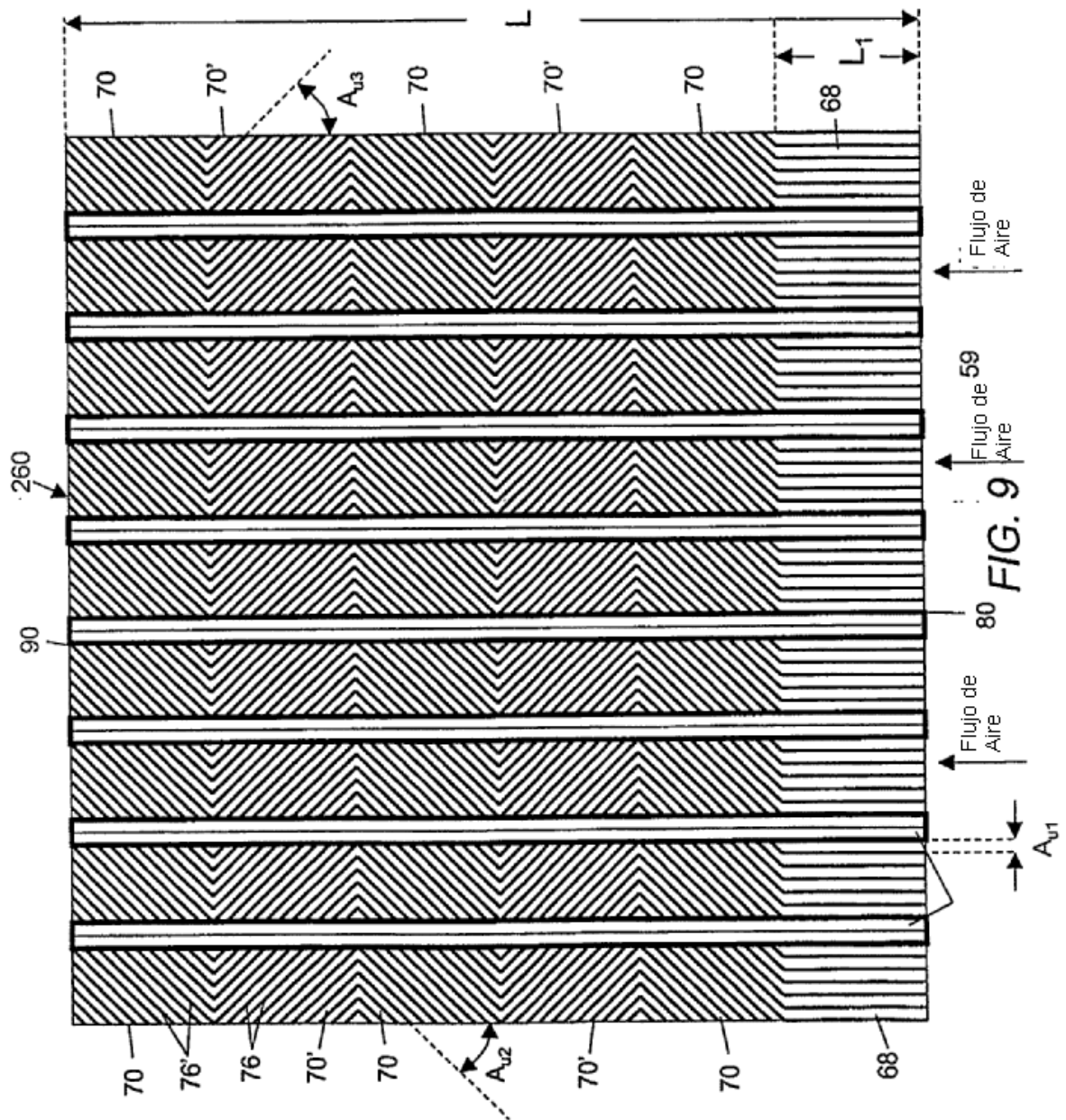


FIG. 9







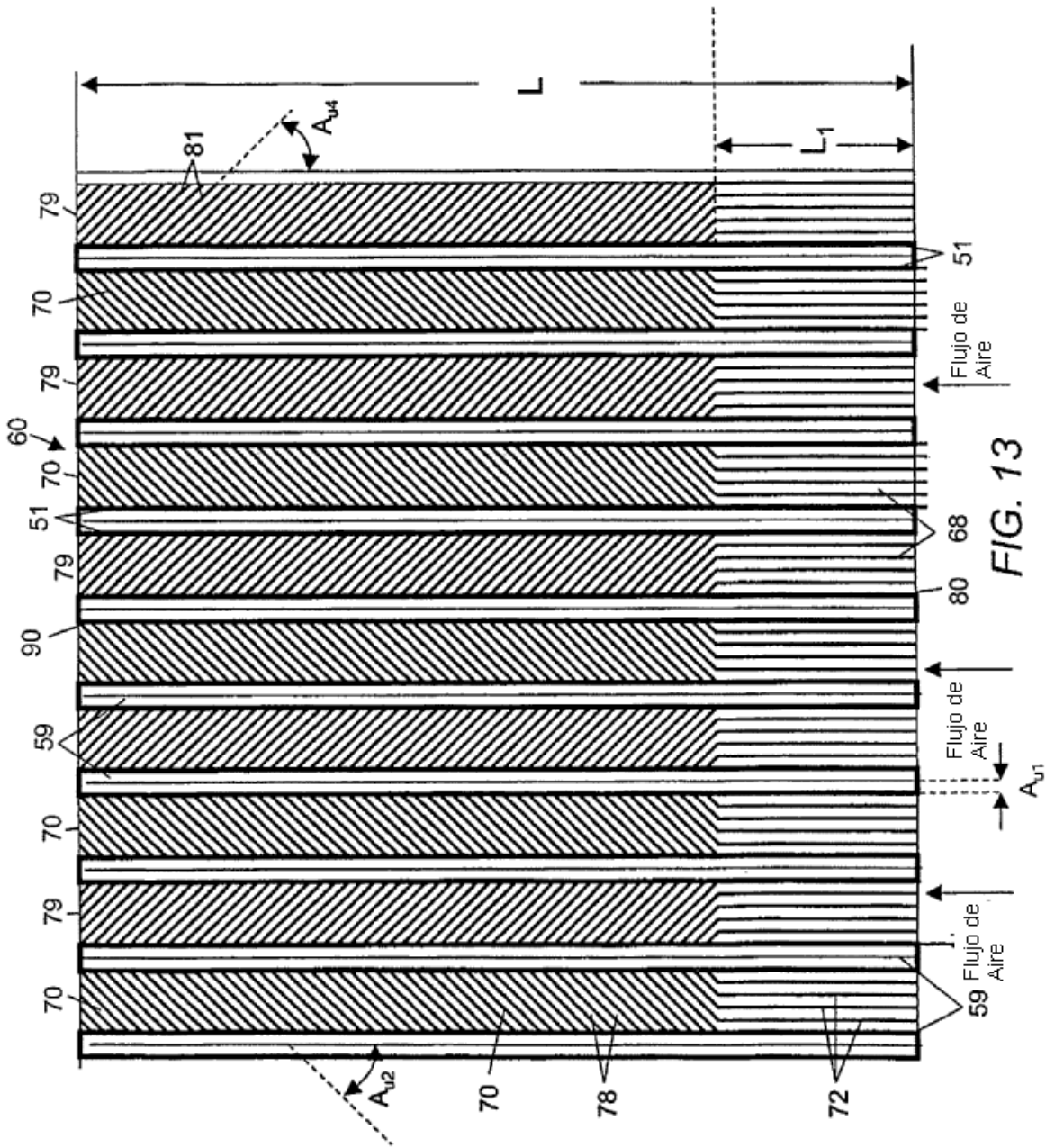


FIG. 13