

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 871**

51 Int. Cl.:

**F28F 3/04** (2006.01)

**F28F 19/00** (2006.01)

**F28D 19/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2013 PCT/GB2013/052451**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015 WO15040353**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2013 E 13771571 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 3047225**

54 Título: **Perfil de elemento de intercambio de calor con características de capacidad de limpieza mejoradas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.04.2019**

73 Titular/es:

**HOWDEN UK LIMITED (100.0%)  
New Sirocco Works Channel Commercial Park  
Queens Road  
BelfastBT3 9DT, GB**

72 Inventor/es:

**COOPER, JIM**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 707 871 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**

Perfil de elemento de intercambio de calor con características de capacidad de limpieza mejoradas

**Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

5 Realizaciones de la invención se refieren, en general, a perfiles de elemento de intercambio de calor y, más particularmente, a perfiles de elemento de intercambio de calor mejorados para uso en intercambiadores de calor regeneradores rotativos, donde los perfiles tienen una capacidad de limpieza mejorada.

**Descripción de la técnica relacionada**

10 Con el fin de ser competitivos en el mercado actual, los elementos de transferencia de calor usados en intercambiadores de calor regeneradores rotativos en centrales de carbón o petróleo deben combinar un alto rendimiento térmico con una baja caída de presión. Al mismo tiempo, estos elementos de transferencia de calor deben tener un potencial de incrustaciones lo más bajo posible hacia el extremo muy frío del perfil de elemento donde la transferencia de calor, la condensación de ácido y, en consecuencia, las tasas de depósito de sólidos asociadas son máximas.

15 Para un funcionamiento óptimo, también es importante que los elementos de transferencia de calor eviten condiciones de incrustaciones potencialmente también problemáticas más arriba del precalentador de aire donde, dependiendo del elemento dispuesto, las temperaturas localizadas del metal del elemento pueden ser casi tan bajas como en el extremo muy frío del precalentador. Además, los procesos de reducción catalítica selectiva (SCR) para la reducción de los óxidos nitrosos y nítricos (NOx) producen el riesgo adicional de incrustaciones de bisulfato de amonio (ABS), que puede ocurrir a temperaturas notablemente más altas que se producen más arriba en el precalentador de aire en la zona que normalmente está ocupada por el nivel intermedio o de extremo caliente de los elementos. Estos elementos de transferencia de calor generalmente tienen características de rendimiento más altas que las necesarias para conseguir el rendimiento térmico global requerido del precalentador de aire.

25 Las técnicas para limpiar estos elementos de transferencia de calor incluyen el uso de dispositivos de soplado de hollín que emplean chorros de limpieza de alta energía que consisten en vapor presurizado o aire comprimido. La eficacia de dichos dispositivos en las áreas de limpieza más arriba de los elementos de intercambio de calor se ve obstaculizada en gran medida por la pérdida de energía y velocidad de impacto de los chorros de limpieza que se produce de forma natural en el espacio entre niveles que inevitablemente existe entre los niveles de extremo frío e intermedio de elementos de intercambio de calor. Por lo tanto, en tales circunstancias, pueden producirse graves incrustaciones más arriba del calentador debido a incrustaciones de ABS o a la condensación de otras especies que tienen un punto de rocío a temperatura relativamente alta.

30 En el pasado, ha sido tradicional para muchos proveedores de precalentadores de aire proporcionar un nivel de extremo frío poco profundo de elementos planos con muescas (NF) de bajo rendimiento como se muestra en la figura 8 del documento WO2007/012874. En estos casos, los niveles de elementos tanto intermedios como de extremo caliente se fabrican a partir de elementos ondulados corrugados de mayor rendimiento, como se muestra en la figura 6 o cualquiera de los elementos alternativos de alto rendimiento mostrados en las figuras 1 a 7 o en las figuras 9-10 del documento WO2007/012874.

35 Como un enfoque alternativo, las láminas en forma de espiga transversales mostradas en las figuras 11-15 del documento WO2007/012874 producen perfiles de elementos de alto rendimiento que posiblemente sean mucho más fáciles de limpiar que cualquiera de los otros elementos de alto rendimiento, permitiendo esta mayor capacidad de limpieza su uso a temperaturas más bajas en el extremo frío antes de que las incrustaciones del elemento se vuelvan incontrolables. Cuando se usan para los elementos del extremo frío, se creía que estas mejoras eran suficientes para permitir que dichos elementos se usen con éxito para operar a temperaturas de salida de gas similares a las de los elementos planos con muescas, mientras se evitan incrustaciones incontrolables.

40 Por lo tanto, mediante el uso de niveles profundos de dichos elementos, se ha propuesto que un elemento de este tipo con el mismo perfil en toda su profundidad sería adecuado para controlar una combinación de incrustaciones potenciadas con ácido en el extremo frío e incrustaciones potenciadas con ABS más arriba de los elementos. Desafortunadamente, aunque se puede esperar que el uso común de elementos planos con muescas de bajo rendimiento reduzca la tasa de incrustaciones del extremo muy frío, este mismo bajo rendimiento térmico también tiende a hacer subir la banda de temperatura de condensación de ácido hacia los elementos con la posibilidad de que se extienda al extremo frío del nivel de elementos intermedios, donde las temperaturas localizadas de los elementos pueden acercarse a la temperatura del elemento del extremo muy frío. Dado que estos niveles intermedios solo se alcanzan después del espacio entre niveles, la reducción asociada en las velocidades del chorro de soplado de hollín da como resultado una gran pérdida de su eficacia de limpieza. En consecuencia, existen muchos casos en los que, mientras que el nivel del elemento del extremo frío se puede limpiar adecuadamente, se ha demostrado que las incrustaciones más extremas se producen en la entrada al nivel intermedio. Estas incrustaciones incontrolables en última instancia limitan la disponibilidad del precalentador de aire, ya que el

aumento asociado de la caída de presión puede llegar a ser demasiado grande para que los ventiladores de tiro inducido puedan adaptarse sin que se estrangule nuevamente el caudal.

En vista de lo anterior, sería deseable proporcionar un elemento de intercambio de calor mejorado que esté diseñado para abordar mejor tanto los problemas de incrustaciones del extremo frío como los problemas de incrustaciones intermedias que se producen debido a la formación de ABS más arriba del precalentador de aire.

### Compendio de la descripción

Para resolver el problema mencionado anteriormente, el inventor ha incorporado dos formas diferentes de perfil en un único elemento de transferencia de calor. Según la invención, un perfil de muy bajo rendimiento (pero también perfil de bajas incrustaciones) está dispuesto en el extremo muy frío de la lámina del elemento de transferencia de calor, mientras que un perfil de mayor rendimiento está dispuesto hacia el extremo caliente de la lámina del elemento de transferencia de calor.

El extremo frío de bajo rendimiento del elemento de transferencia de calor puede servir para limitar la cantidad de transferencia de calor en esa área y, por lo tanto, la oscilación de temperatura asociada y la temperatura mínima de estos elementos de transferencia de calor durante cada revolución del precalentador de aire. Por esta razón, se espera que la tasa de incrustaciones en el extremo muy frío del rotor del precalentador de aire sea menor con dichos elementos de transferencia de calor de bajo rendimiento en comparación con cualquier elemento de transferencia de calor de mayor rendimiento.

Dado que hay un perfil diferente en cada extremo de la lámina de elementos, se puede prever una zona de transición estrecha entre los diferentes perfiles para permitir una transición suave de la superficie entre las zonas de alto y bajo rendimiento y también para garantizar la continuidad de los chorros de soplado de hollín a través de la zona de transición.

Se describe una pila de elementos superficiales de calentamiento. La pila de elementos superficiales incluye una dirección primaria de flujo de gas. La pila comprende un primer elemento superficial de calentamiento que tiene zonas dispuestas secuencialmente a lo largo de la dirección primaria de flujo de gas, una primera zona dispuesta adyacente a un extremo caliente del primer elemento superficial de calentamiento, incluyendo la primera zona una estructura en forma de espiga, y una tercera zona dispuesta adyacente a un extremo frío del primer elemento superficial de calentamiento, incluyendo la tercera zona una pluralidad de corrugaciones almenadas que se extienden en la dirección primaria de flujo de gas, teniendo las corrugaciones almenadas regiones de pico plano y valle de modo que, en uso, el gas generalmente fluirá a lo largo de la dirección de flujo de gas primaria desde el extremo caliente hasta el extremo frío, y un segundo elemento superficial de calentamiento, comprendiendo dicho segundo elemento superficial de calentamiento una pluralidad de corrugaciones onduladas, en donde las corrugaciones onduladas del segundo elemento superficial de calentamiento se extienden en la dirección primaria de flujo de gas, y en donde el primer elemento superficial de calentamiento está dispuesto sobre el segundo elemento superficial de calentamiento en la pila, de modo que una pluralidad de corrugaciones almenadas de la tercera zona del primer elemento superficial de calentamiento están configuradas para contactar con una pluralidad de corrugaciones onduladas del segundo elemento superficial de calentamiento a lo largo de la dirección primaria de flujo de gas.

### Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos ilustran realizaciones preferidas del método descrito ideado hasta cierto punto para la aplicación práctica de sus principios, y en los que:

La FIG. 1 es una vista en planta superior de un conjunto precalentador ejemplar que incorpora los elementos de transferencia de calor descritos;

La FIG. 2 es una vista en planta de un elemento de transferencia de calor ejemplar según la descripción;

La FIG. 3 es una vista isométrica de una pila ejemplar de elementos de transferencia de calor que incluye el elemento de transferencia de calor de la FIG. 2;

La FIG. 4 es una vista isométrica en detalle de una parte de la pila de la FIG. 3;

La FIG. 5 es una vista de extremo de la pila de la FIG. 3;

La FIG. 6 es una vista isométrica de una pila ejemplar de elementos de transferencia de calor que incluye un elemento de transferencia de calor descrito alternativo;

La FIG. 7 es una vista isométrica en detalle de una parte de la pila de la FIG. 6;

La FIG. 8 es una vista de extremo de la pila de la FIG. 6;

La FIG. 9 es una vista isométrica de una pila ejemplar de elementos de transferencia de calor que incluye un

elemento de transferencia de calor descrito alternativo;

La FIG. 10 es una vista isométrica en detalle de una parte de la pila de la FIG. 9; y

La FIG. 11 es una vista de extremo de la pila de la FIG. 9.

### Descripción de realizaciones

- 5 Se describe un perfil de elemento de transferencia de calor mejorado. El perfil de elemento de transferencia de calor descrito comprende un perfil de elemento compuesto que tiene un primer perfil en un extremo caliente del elemento y un segundo perfil en un extremo frío del elemento. En una realización, el perfil de elemento de transferencia de calor incluye un elemento en forma de espiga transversal hacia el extremo caliente del elemento ondulado profundo y un perfil plano con muescas hacia el extremo frío del perfil.
- 10 La FIG. 1 es una vista superior de un precalentador ejemplar 1 que incluye una pluralidad de cestas individuales 2 de calentador, cada una de las cuales puede incluir una pluralidad de elementos 4 de transferencia de calor. En la realización ilustrada, el extremo "caliente" de los elementos 4 de transferencia de calor es visible. Los extremos "fríos" de los elementos 4 de transferencia de calor están situados en el lado opuesto del precalentador.
- 15 Haciendo referencia ahora a la FIG. 2, se muestra un primer elemento 4 de transferencia de calor ejemplar. El elemento 4 de transferencia de calor tiene primer y segundo extremos 6, 8, que se denominan, en general, extremos "caliente" y "frío", respectivamente. El primer elemento 4 de transferencia de calor incluye una pluralidad de zonas de perfil discretas. En la realización ilustrada, hay previstas primera, segunda y tercera zonas 10, 12, 14. La primera zona 10 está dispuesta adyacente al primer extremo ("caliente") 6 del primer elemento 4 de transferencia de calor. La tercera zona 14 está dispuesta adyacente al segundo extremo ("frío") del primer elemento 4 de transferencia de calor. La segunda zona 12 sirve como una zona de transición, y, de este modo, está dispuesta entre las primera y terceras zonas 10, 14. En uso, el elemento 4 de transferencia de calor tiene una dirección primaria de flujo de gas identificada por la flecha "A" de modo que el gas fluirá generalmente desde el primer extremo 6 hasta el segundo extremo 8.
- 20 La primera zona 10 comprende un perfil en forma espiga. El perfil en forma espiga puede incluir una pluralidad de primera y segunda regiones alternas 16, 18. Cada una de las primera y segunda regiones 16, 18 puede estar dispuesta de modo que el límite 20 entre regiones esté orientado a lo largo de la dirección primaria "A" de flujo de gas. En la realización ilustrada, la primera región 16 incluye una pluralidad de ondulaciones 22 dispuestas lateralmente unas al lado de otras, donde el eje longitudinal "B-B" (FIG. 3) de las ondulaciones en la primera región 16 está orientado en un ángulo " $\alpha$ " con respecto a la dirección primaria "A" de flujo de gas. En algunas realizaciones, el ángulo " $\alpha$ " está entre aproximadamente  $0^\circ$  y  $90^\circ$ . La segunda región 18 puede estar posicionada adyacente a la primera región 16, y pueden incluir una pluralidad de ondulaciones 24 dispuestas lateralmente unas al lado de otras, donde el eje longitudinal "C-C" (FIG. 3) de las ondulaciones 24 en la segunda región 18 puede estar orientado en un ángulo " $\beta$ " con respecto a la dirección primaria "A" de flujo de gas. En algunas realizaciones, el ángulo " $\beta$ " está entre aproximadamente  $0^\circ$  y  $-90^\circ$ . Como puede verse, la primera zona 10 puede incluir una pluralidad de primera y segunda regiones alternas 16, 18.
- 25 La tercera zona 14 es una lámina corrugada en la que las ondulaciones 26 están orientadas sustancialmente paralelas a la dirección primaria "A" de flujo de gas. Según la invención, las ondulaciones 26 tienen picos planos 28 y valles 30 (véanse las FIGS. 3 y 4). Dispuesta entre las primera y terceras zonas 10, 14 hay una segunda zona 12 que puede denominarse una zona de "transición". La segunda zona 12 es un perfil generalmente plano sin ondulaciones, como puede verse mejor en la FIG. 3. La segunda zona 12 puede incluir primera y segunda regiones de transición 32, 34 que convierten las formas de las primera y terceras zonas 10, 14, respectivamente, en el perfil plano de la segunda zona 12. De este modo, estas primera y segunda regiones de transición sirven para proporcionar una conversión suave de los perfiles de las primera y terceras zonas 10, 14 al perfil plano de la segunda zona 12.
- 30 Con referencia de nuevo a la FIG. 2, las primera, segunda y tercera zonas 10, 12, 14 pueden tener longitudes respectivas  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ . En algunas realizaciones ejemplares no limitantes, la longitud  $L_1$  puede estar entre 600 y 900 milímetros (mm), la longitud  $L_2$  puede estar entre 5 y 25 mm, y la longitud  $L_3$  puede estar entre 200 y 300 mm. Se apreciará que estas longitudes no son críticas, y que pueden usarse otras longitudes.
- 35 Aunque la realización ilustrada incluye tres zonas de perfil discretas, se apreciará que el número específico de zonas no es crítico, y de este modo, el primer elemento 4 de transferencia de calor puede tener tan solo dos zonas, o más de tres zonas.
- 40 La FIG. 3 muestra una pila de primer y segundo elementos 4, 36 de transferencia de calor interpuestos. Se apreciará que la disposición de la FIG. 3 es para fines ilustrativos, y que en la aplicación práctica una cesta 2 de calentador típica puede incluir un gran número de primer y segundo elementos de transferencia de calor interpuestos. En la realización ilustrada, los segundos elementos de transferencia de calor 36 incluyen un perfil corrugado que tiene una pluralidad de ondulaciones 38 orientadas sustancialmente paralelas a la dirección primaria "A" de flujo de gas.
- 45
- 50
- 55

La FIG. 4 muestra la interacción entre un primer elemento 4 de transferencia de calor y un segundo elemento 36 de transferencia de calor ejemplar cerca del segundo extremo 8 (es decir, el extremo "frío") de la pila. En esta realización, la anchura "FW" de los picos planos 28 y valles 30 del primer elemento 4 de transferencia de calor es aproximadamente 0,5 veces la distancia "TW" entre valles adyacentes 42 de las corrugaciones 38 del segundo elemento 36 de transferencia de calor. Como puede verse, en ciertos lugares 40, los valles 42 del segundo elemento 36 de transferencia de calor tienen buen contacto lineal con los picos de parte superior plana 28 y valles 30 de la tercera zona 14 del primer elemento 4 de transferencia de calor. En otros lugares 44, los valles 40 del segundo elemento de transferencia de calor tienen mal o ningún contacto lineal con los picos de parte superior plana 28 y valles 30 en la tercera zona 14 del primer elemento 4 de transferencia de calor. La interrelación entre las características de los primer y segundo elementos 4, 36 de transferencia de calor también puede verse en la FIG. 5, que es una vista del extremo tomada desde el segundo extremo 8 (es decir, el extremo "frío") de la pila mostrada en la FIG. 3.

Haciendo referencia a las FIGS. 6-8, se muestra una disposición de pila alternativa. Esta realización incluye primer y segundo elementos 104, 136 de transferencia de calor que tienen algunas o todas las características de los primer y segundo elementos 4, 36 de transferencia de calor descritos en relación con las FIGS. 3-5, con la excepción de que los primeros elementos 104 de transferencia de calor pueden tener una relación geométrica diferente entre elementos del perfil en el segundo extremo 108.

De este modo, el primer elemento 104 de transferencia de calor puede tener primera, segunda y tercera zonas 110, 112, 114 alineadas secuencialmente en una dirección primaria "A" de flujo de gas. La primera zona 110 comprende un perfil en forma espiga sustancialmente como se ha descrito anteriormente. La segunda zona 112 puede comprender una "zona de transición" plana y la tercera zona 114 comprende un perfil corrugado como se ha descrito anteriormente, que incluye picos planos 128 y valles 130.

En esta realización, sin embargo, en la tercera zona 114 del primer elemento 104 de transferencia de calor, la anchura "FW" de los picos planos 128 y valles 130 puede ser igual a la distancia "TW" entre valles adyacentes 142 de las corrugaciones 138 del segundo elemento 136 de transferencia de calor. Como puede verse en la FIG. 7, en ciertos lugares 140, los valles 142 del segundo elemento 136 de transferencia de calor tienen buen contacto lineal con los picos 128 de parte superior plana y valles 130 de la tercera zona 114 del primer elemento 104 de transferencia de calor. En otros lugares 144, los valles 140 del segundo elemento de transferencia de calor tienen mal o ningún contacto lineal con los picos 128 de parte superior plana y valles 130 en la tercera zona 114 del primer elemento 104 de transferencia de calor. La interrelación entre las características de los primer y segundo elementos 104, 136 de transferencia de calor también puede verse en la FIG. 8, que es una vista de extremo tomada desde el segundo extremo 8 (es decir, el extremo "frío") de la pila mostrada en la FIG. 6.

Haciendo referencia a las FIGS. 9-11, se muestra una disposición de pila alternativa adicional. Esta realización puede incluir primer y segundo elementos 204, 236 de transferencia de calor que tienen algunas de o todas las características de los primer y segundo elementos 4, 36 de transferencia de calor descritos en relación con las FIGS. 3-6, con la excepción de que los primeros elementos 204 de transferencia de calor pueden tener una relación geométrica diferente entre elementos del perfil en el segundo extremo 208.

De este modo, el primer elemento 204 de transferencia de calor puede tener primera, segunda y tercera zonas 210, 212, 214 alineadas secuencialmente en una dirección primaria "A" de flujo de gas. La primera zona 210 comprende un perfil en forma espiga sustancialmente como se ha descrito anteriormente. La segunda zona 212 puede comprender una "zona de transición" plana y la tercera zona 214 comprende un perfil corrugado como se ha descrito anteriormente, que incluye picos planos 228 y valles 230.

En esta realización, sin embargo, en la tercera zona 214 del primer elemento 204 de transferencia de calor la anchura "FW" de los picos planos 228 y valles 230 puede ser igual a 1,5 veces la distancia "TW" entre valles adyacentes 242 de las corrugaciones 238 del segundo elemento 236 de transferencia de calor. Como puede verse en la FIG. 10, en ciertos lugares 240, los valles 242 del segundo elemento 236 de transferencia de calor tienen buen contacto lineal con los picos 228 de parte superior plana y valles 230 de la tercera zona 214 del primer elemento 204 de transferencia de calor. En otros lugares 244, los valles 240 del segundo elemento de transferencia de calor tienen mal o ningún contacto lineal con los picos 228 de parte superior plana y valles 230 en la tercera zona 214 del primer elemento 204 de transferencia de calor. La interrelación entre las características de los primer y segundo elementos 204, 236 de transferencia de calor también puede verse en la FIG. 11, que es una vista de extremo tomada desde el segundo extremo 8 (es decir, el extremo "frío") de la pila mostrada en la FIG. 9.

Cada una de las realizaciones descritas ilustra novedosos elementos de transferencia de calor que incorporan tres zonas independientes a lo largo de la profundidad/altura de los elementos. La zona 10 del extremo caliente más profunda de estas láminas de elemento 4, que pueden tener aproximadamente 600 mm de profundidad comprende ondulaciones dispuestas en una disposición en forma de espiga transversal. El principal fin de estas espigas transversales es restringir el flujo sesgado a través de los elementos a medida que el gas fluye desde el extremo caliente 6 hasta el extremo frío 8 del conjunto de elementos en recorrido a través del lado de gas del precalentador de aire rotativo 1 y a medida que el aire fluye desde el extremo frío al caliente del precalentador de aire durante el tránsito de la cesta 2 del elemento a través del lado de aire del precalentador de aire regenerador rotativo.

Como se muestra en las figuras, en el extremo frío opuesto 8 del conjunto de elementos hay una tercera zona 114 de ondulaciones de parte superior plana que discurren longitudinalmente a lo largo de la profundidad del elemento en la dirección de flujo y típicamente constituyen los 300 mm inferiores de la profundidad del elemento - aunque esta dimensión puede variar.

5 Como puede verse en las FIGS. 5, 8 y 11, la altura "FTH" de estas dichas ondulaciones 26, 126, 226 de parte superior plana se seleccionan para ser iguales que la altura "HTH" de las ondulaciones en forma de espiga transversales 22, 24 hacia el extremo caliente 6 del elemento 4, 104, 204 de transferencia de calor. Dispuestas de dicha manera, puede verse que estas ondulaciones 26, 126, 226 de parte superior plana proporcionan una superficie de sellado relativamente amplia contra la cual uno o más picos de las corrugaciones 38, 138, 238 en los segundos  
10 elementos 36, 136, 236 de transferencia de calor opuestos se comprimen, formando de este modo una línea de contacto continuo que forma canales cerrados.

Las diferentes realizaciones muestran el efecto típico de aumentar la anchura "FW" de las ondulaciones 26, 126, 226 de parte superior plana al proporcionar contacto entre los picos de las corrugaciones 36, 136, 236.

15 Los canales cerrados formados por estas líneas de contacto producen un perfil de elemento físicamente cerrado que actúa para contener tanto patrones de flujo de gas normales como los chorros de soplado de hollín intermitentes usados para limpiar los elementos. De hecho, la combinación de este elemento físicamente cerrado en el extremo frío (por ejemplo, segundo extremo 8) de los elementos 4, 104, 204, combinado con el perfil aerodinámicamente cerrado producido por las ondulaciones en forma de espiga transversales 22, 24 más arriba del elemento, actúa para maximizar la penetración de los chorros de soplado de hollín y aumentar su eficacia de limpieza.

20 Al mismo tiempo, puede observarse que este extremo frío 8 del perfil compuesto descrito (el primer elemento 4, 104, 204 de transferencia de calor) no incorpora ninguna ondulación en ángulo para promover la turbulencia y aumentar el rendimiento térmico del elemento. Por lo tanto, esta sección corrugada-plana (la tercera zona 14, 114, 214 del primer elemento 4, 104, 204 de transferencia de calor produce una zona con características de transferencia de calor y caída de presión bajas análoga a las de elementos planos con muescas mencionados anteriormente.

25 Una zona intermedia mucho menos profunda (la segunda zona 12, 112, 212) del primer elemento 4 de transferencia de calor está situada entre los diferentes perfiles de extremo caliente (primera zona 10, 110, 210) y extremo frío (tercera zona 14, 114, 214) del elemento. Esta zona intermedia (la segunda zona 12, 112, 212) es típicamente de solo aproximadamente 25 mm de longitud y deliberadamente no está formada en ninguna forma determinada. En su lugar, su fin es producir una transición de forma libre, natural entre los diferentes perfiles (es decir, el perfil en forma de espiga transversal de la primera zona 10, 110, 210 y el perfil corrugado de parte superior plana de la segunda  
30 zona), permitiendo de este modo que esta zona de transición 12, 112, 212 asuma su forma natural de manera suave. Esta zona de transición 12, 112, 212 está diseñada para eliminar cualquier transición repentina entre un perfil y otro, cuyos escalones repentinos podrían, de lo contrario, promover tasas de erosión localizadas y acrecentadas. Además, la continuidad ininterrumpida a través de la zona de transición 12, 112, 212 también garantiza que la  
35 reducción de las velocidades máximas del chorro del soplador de hollín y la presión de impacto máxima asociada se minimicen, garantizando de este modo una limpieza eficaz.

El inventor no conoce ningún elemento de transferencia de calor que se haya diseñado específicamente con el fin de producir diferentes características de rendimiento en cada extremo del mismo elemento de transferencia de calor. El inventor también cree que las ondulaciones de parte superior plana almenadas (picos 28, 128, 228, valles 30, 130, 230) que están diseñadas para entrar en contacto lineal de forma alterna con las corrugaciones de las láminas de elemento opuestas en cualquier lado de la lámina ondulada es un enfoque único para producir elementos de canal cerrado. Adicionalmente, el inventor cree que la zona de transición no preformada, poco profunda 12, 112, 212 proporciona un enfoque novedoso pero sencillo para promover patrones de flujo uniformes entre los diferentes extremos caliente y frío del perfil de elemento, minimizando de este modo la tasa de erosión y promoviendo la transición suave de flujo desde una zona del elemento al otro y reduciendo las caídas de presión y pérdida de  
40 energía intermedias.

Dado que reducirá los choques y pérdidas entre niveles, el solicitante también argumenta que esta invención debe producir una caída de presión más baja que la disposición más tradicional de dos niveles.

50 Se han descrito varias disposiciones estructurales alternativas que podrían incorporarse sin cambiar la invención básica, en las que la anchura "FW" de las ondulaciones de parte superior plana (picos 28, 128, 228, valles 30, 130, 230) se han modificado mostrando disposiciones típicas que producen un mínimo de una a dos líneas de contacto contra ondulaciones de parte superior plana individuales y, análogamente, no más de una a dos líneas de corrugaciones en el extremo frío (la tercera zona 12) del primer elemento 4 de transferencia de calor donde no hay contacto entre estas corrugaciones y los valles adyacentes 30, 130, 230 de las ondulaciones de parte superior plana. Se considera deseable conseguir estas restricciones con el fin de maximizar la estabilidad del conjunto de elementos comprimido finalmente.

Se apreciará que la disposición descrita se puede usar en diversos tipos de intercambiadores de calor, tales como intercambiadores de calor de tipo placa, para producir la misma combinación de beneficios que se ha descrito en

relación con el intercambiador de calor regenerador rotativo 1 descrito en la presente memoria.

Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a ciertas realizaciones, son posibles numerosas modificaciones, alteraciones y cambios en las realizaciones descritas sin alejarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, se pretende que la presente invención no esté limitada a las realizaciones descritas, sino que tenga el alcance completo definido por el lenguaje de las siguientes reivindicaciones.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Una pila de elementos superficiales de calentamiento con una dirección primaria (A) de flujo de gas, comprendiendo dicha pila:

5 un primer elemento (4, 104, 204) superficial de calentamiento que tiene zonas dispuestas secuencialmente a lo largo de la dirección primaria de flujo de gas, una primera zona (10, 110, 210) dispuesta adyacente a un extremo caliente (6) del primer elemento (4, 104, 204) superficial de calentamiento, incluyendo la primera zona (10, 110, 210) una estructura en forma de espiga, y una tercera zona (14, 114, 214) dispuesta adyacente a un extremo frío del primer elemento (4, 104, 204) superficial de calentamiento, incluyendo la tercera zona (14, 114, 214) una pluralidad de corrugaciones almenadas que se extienden en la dirección primaria (A) de flujo de gas, teniendo las corrugaciones almenadas regiones de pico plano (28, 128, 228) y valle (30, 130, 230) de modo que, en uso, el gas generalmente fluirá a lo largo de la dirección primaria de flujo de gas desde el extremo caliente hasta el extremo frío; y

10 un segundo elemento (36, 136, 236) superficial de calentamiento, comprendiendo dicho segundo elemento (36, 136) superficial de calentamiento una pluralidad de corrugaciones onduladas (38, 138, 238),

15 en donde las corrugaciones onduladas (38, 138, 238) del segundo elemento (36, 136, 236) superficial de calentamiento se extienden en la dirección primaria de flujo de gas; y

20 en donde el primer elemento (4, 104, 204) superficial de calentamiento está dispuesto sobre el segundo elemento (36, 136, 236) superficial de calentamiento en la pila, de modo que una pluralidad de corrugaciones almenadas de la tercera zona del primer elemento (4, 104, 204) superficial de calentamiento están configuradas para contactar con una pluralidad de corrugaciones onduladas (38, 138, 238) del segundo elemento (36, 136, 236) superficial de calentamiento a lo largo de la dirección primaria de flujo de gas.

25 2. La pila de la reivindicación 1, que comprende además una segunda zona (12, 112, 212) dispuesta entre dicha primera zona (10, 110, 210) y dicha tercera zona (14, 114, 214), en donde la segunda zona (12, 112, 212) incluye una estructura plana y comprende una primera región de transición (32) adyacente a dicha primera zona (10, 110, 210), comprendiendo la primera región de transición (32) una forma que realiza una transición entre dichas ondulaciones de dicha estructura en forma de espiga de dicha primera zona (10, 110, 210) y dicha estructura plana de dicha segunda zona (12, 112, 212).

30 3. La pila de la reivindicación 2, en donde la segunda zona (12, 112, 212) comprende una segunda región de transición (34) adyacente a dicha tercera zona (14, 114, 214), comprendiendo la segunda región de transición (34) una forma que realiza una transición entre dicha estructura plana de dicha segunda zona (12, 112, 212) y dichas corrugaciones de dicha tercera zona (14, 114, 214).

35 4. La pila de la reivindicación 1, en donde una anchura de cada uno de los picos planos (28, 128, 228) y valles (30, 130, 230) del primer elemento superficial de calentamiento es de 0,5 a 1,5 veces una distancia entre valles adyacentes (42, 142, 242) de dichas corrugaciones onduladas de dicho segundo elemento (36, 136, 236) superficial de calentamiento.

5. La pila de cualquier reivindicación anterior, en donde la estructura en forma de espiga tiene una pluralidad de ondulaciones (22, 24) dispuestas lateralmente unas al lado de otras, siendo la extensión longitudinal de dichas ondulaciones (22, 24) no paralela a dicha dirección primaria de flujo de gas.

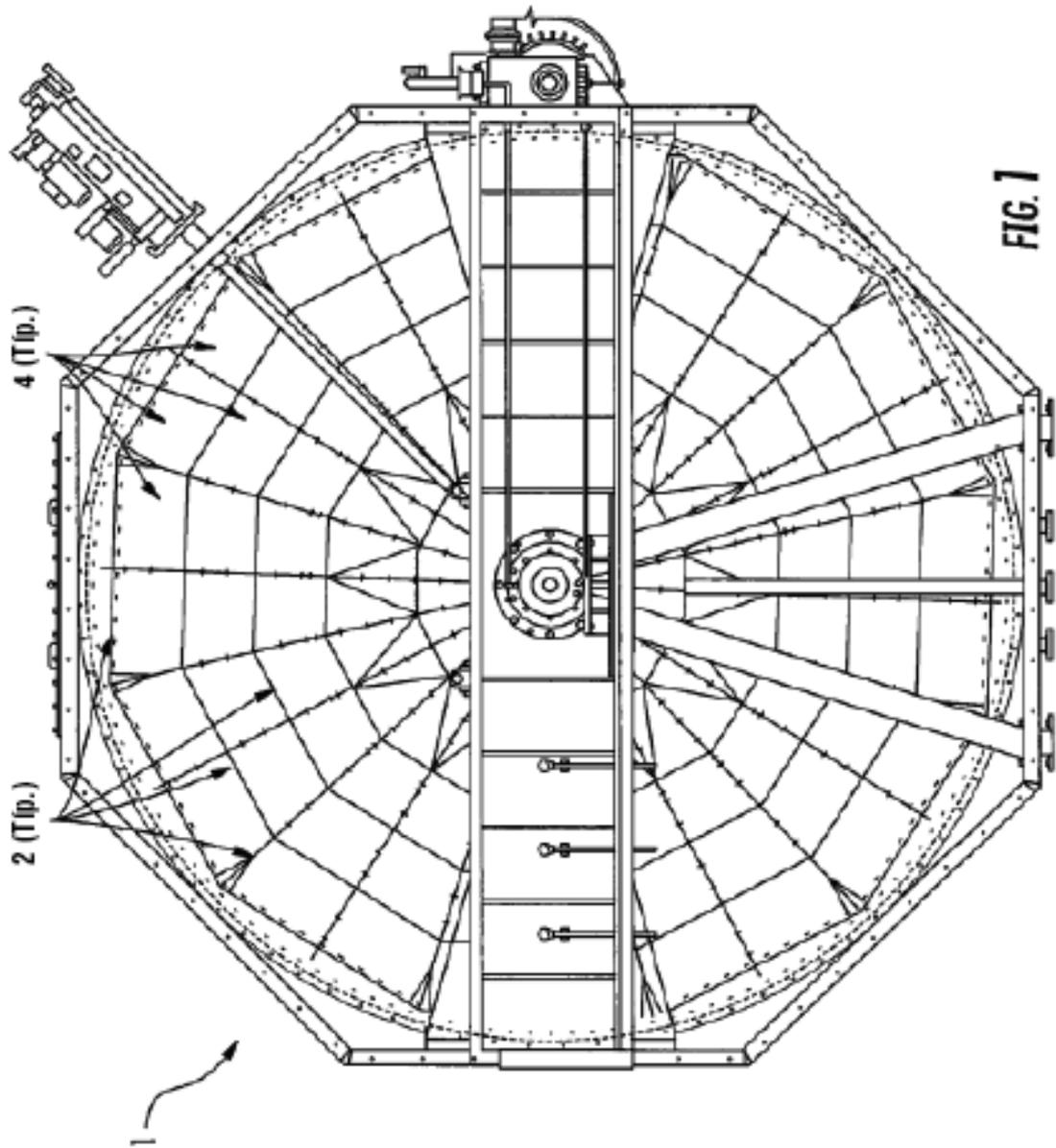
40 6. La pila de la reivindicación 5, en donde la estructura en forma de espiga comprende una primera región (16) que tiene una pluralidad de ondulaciones (22) dispuestas lateralmente unas al lado de otras, siendo la extensión longitudinal de dichas ondulaciones (22) en dicha primera región (16) mayor de 0° y menor de 90° respecto a dicha dirección primaria (A) de flujo de gas, comprendiendo además dicha pluralidad de regiones una segunda región (18), adyacente a dicha primera región (16), teniendo dicha segunda región (18) una pluralidad de ondulaciones (24) dispuestas lateralmente unas al lado de otras, siendo la extensión longitudinal de dichas ondulaciones (24) en dicha segunda región (18) menos de 0° y más de -90° respecto a dicha dirección primaria (A) de flujo de gas.

45 7. La pila de la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en donde dicha pila comprende una pluralidad de primeros elementos (4, 104, 204) superficiales de calentamiento y una pluralidad de segundos elementos (36, 136, 236) superficiales de calentamiento, siendo cada primer elemento superficial de calentamiento adyacente al menos a uno de dichos segundos elementos (36, 136, 236) superficiales de calentamiento.

50 8. La pila de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el contacto de la pluralidad de corrugaciones almenadas del primer elemento (4, 104, 204) superficial de calentamiento con la pluralidad de corrugaciones onduladas del segundo elemento (36, 136, 236) superficial de calentamiento a lo largo de la dirección primaria de flujo de gas crea canales cerrados.

55 9. La pila de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde una altura de la pluralidad de corrugaciones almenadas del primer elemento (4, 104, 204) superficial de calentamiento es igual a una altura de la pluralidad de

ondulaciones (22, 24) en la estructura en forma de espiga del primer elemento (4, 104, 204) superficial de calentamiento, de modo que, en la pila, el contacto continuo entre los primeros (4, 104, 204) y segundos (36, 136, 236) elementos superficiales de calentamiento apilados forma canales cerrados.



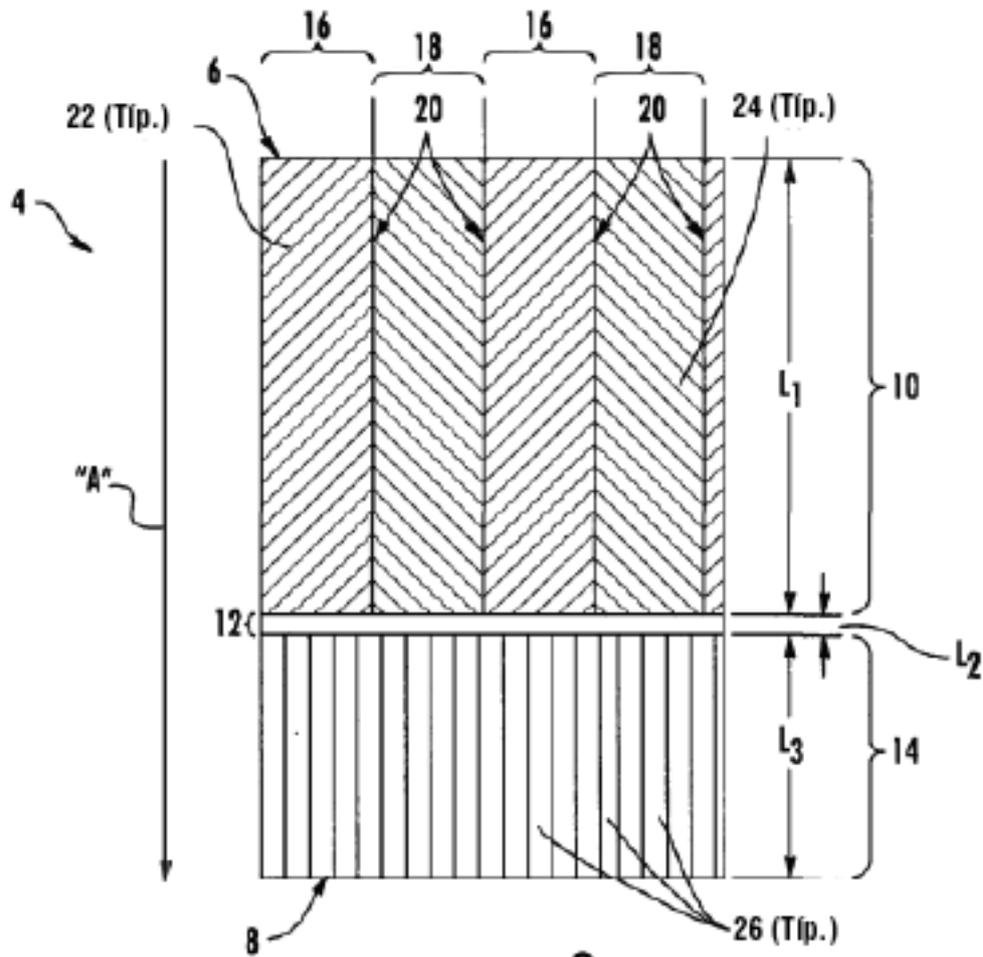


FIG. 2

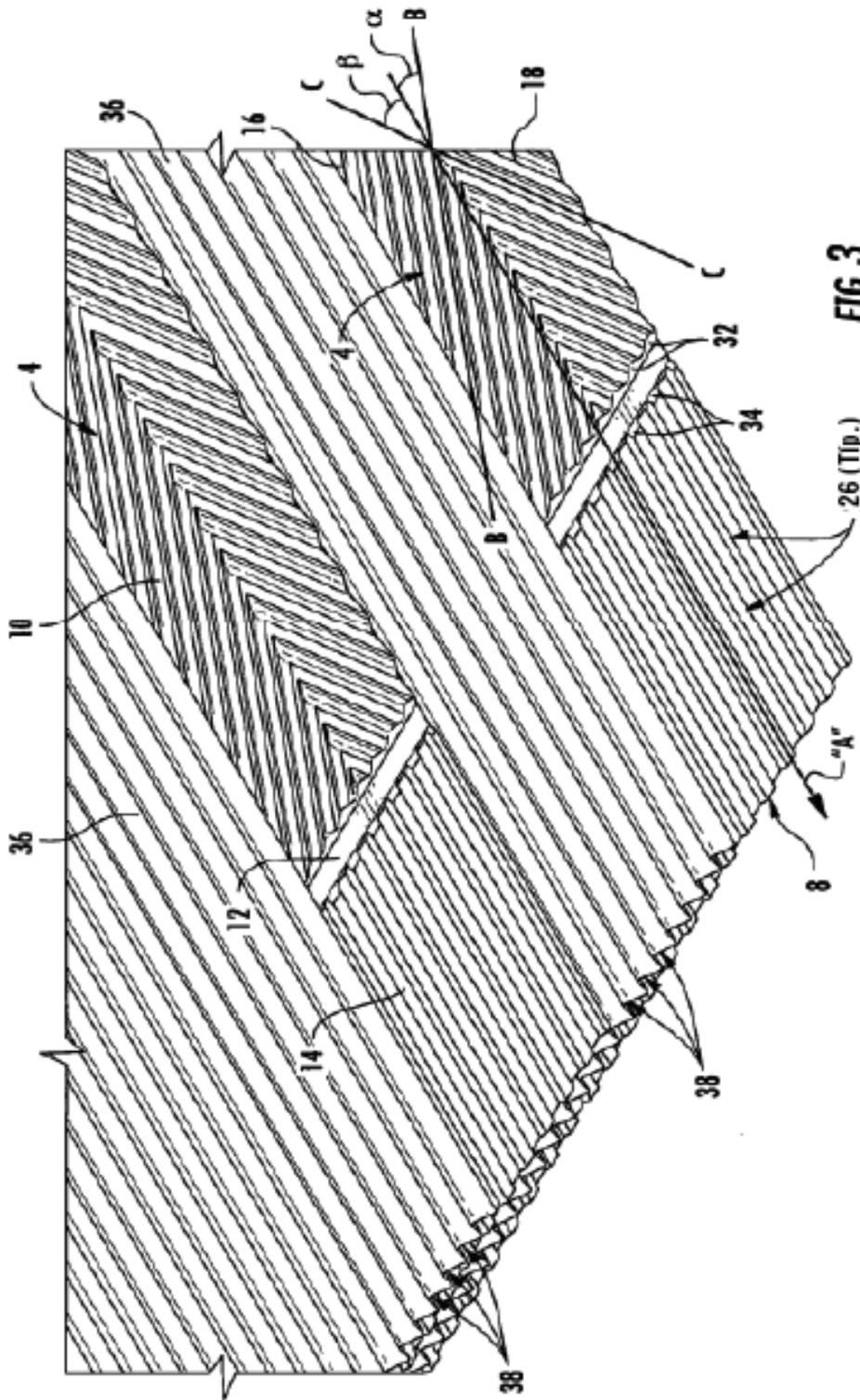


FIG. 3



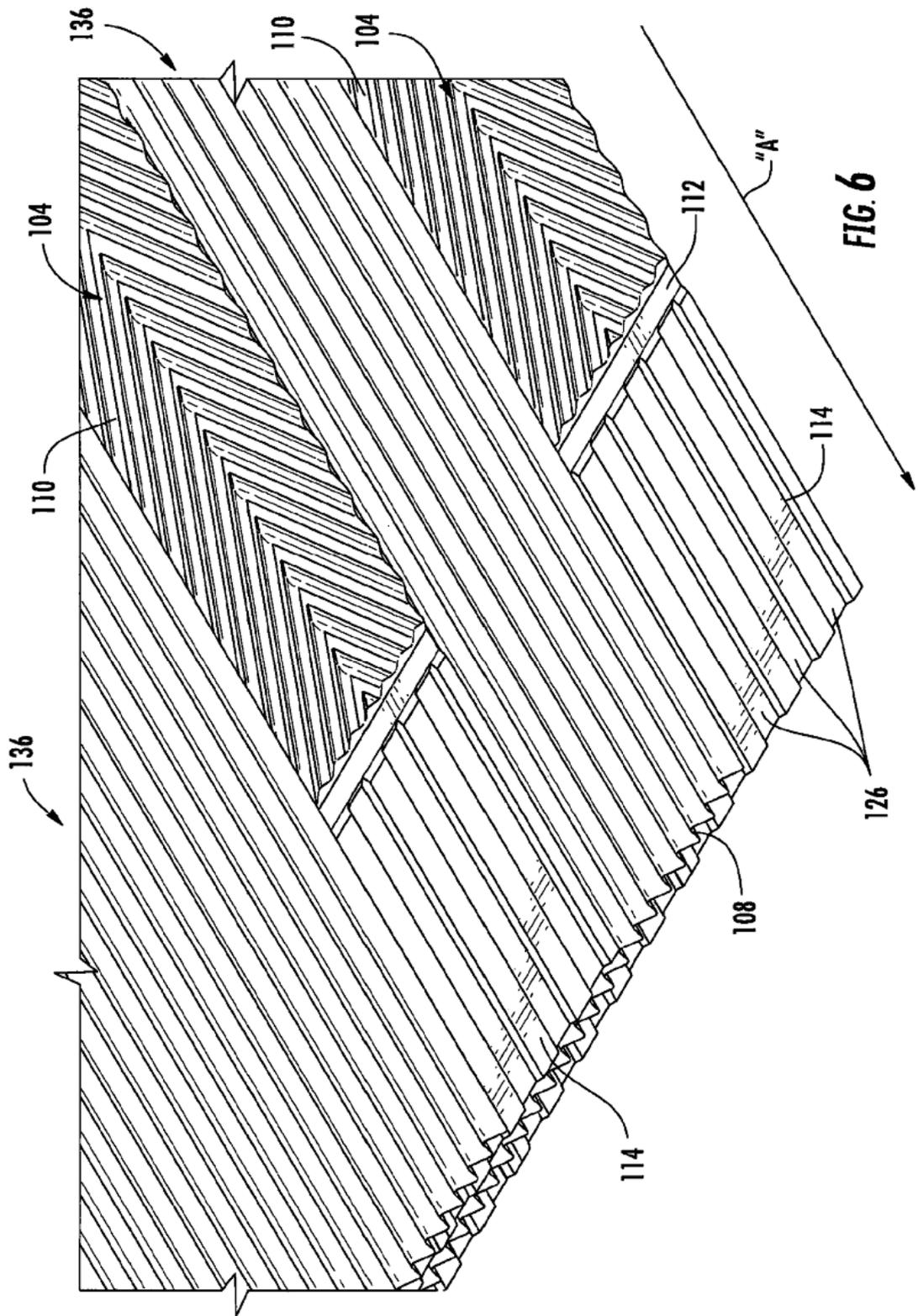


FIG. 6

