

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 339**

51 Int. Cl.:

F22B 5/00 (2006.01)

F22B 21/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2010** E 10189120 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016** EP 2345841

54 Título: **Disposición de las superficies de calentamiento de un generador de vapor o de un intercambiador de calor**

30 Prioridad:

06.11.2009 DE 102009052246

05.08.2010 DE 102010038978

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

06.06.2017

73 Titular/es:

**mitsubishi hitachi power systems
EUROPE GMBH (100.0%)
Schifferstrasse 80
47059 Duisburg, DE**

72 Inventor/es:

**MÜLLER, HERBERT-CHRISTIAN y
MELLES, GÜNTER**

74 Agente/Representante:

LLAGOSTERA SOTO, María Del Carmen

ES 2 615 339 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

Disposición de las superficies de calentamiento de un generador de vapor o de un intercambiador de calor

5 Descripción

La presente invención se refiere a una disposición de superficies de calentamiento de un generador de vapor o de un intercambiador de calor con múltiples superficies de calentamiento y/o múltiples paquetes de superficies de calentamiento, que están formadas por múltiples tubos de calentamiento dispuestos entre sí básicamente en paralelo, que presentan zonas configuradas horizontalmente y, entre dos zonas configuradas horizontalmente, presentan una respectiva zona de desviación en la que los tubos de calentamiento de las zonas configuradas horizontalmente están agrupados para formar pasos de superficies de calentamiento, en que dos pasos de superficies de calentamiento adyacentes constituyen, respectivamente, una aguja de superficies de calentamiento.

La presente invención se refiere, además, a un generador de vapor y/o intercambiador de calor que comprende una disposición de superficies de calor.

Los generadores de vapor de centrales eléctricas, plantas de calefacción, instalaciones de lecho fluidizado y/o plantas incineradoras de residuos, que son alimentados con polvo de carbón, gas o petróleo y otros combustibles, presentan, entre otros, por encima de una cámara de combustión del generador de vapor o intercambiador de calor en cuestión, o a continuación de esta, superficies de calentamiento formadas por grupos de tubos por los que circula un medio, agua o vapor, con el fin de absorber y transportar el calor generado por la combustión del material utilizado en la cámara de combustión del generador de vapor.

Las superficies de calentamiento de una disposición de superficies de calentamiento, concebidas como superficies de calentamiento por convección, están generalmente formadas por múltiples superficies de calentamiento, constituidas por grupos de tubos y configuradas de manera diferente, cuya colocación y disposición son el resultado de los requisitos de procedimiento correspondientes al circuito del medio utilizado, en particular, un circuito de vapor de agua. Dependiendo de la altura de una superficie de calentamiento y de la altura máxima de un paquete de superficies de calentamiento, se agruparán habitualmente los pasos de superficies de calentamiento de una superficie de calentamiento, individual o colectivamente, para formar un paquete de superficies de calentamiento, donde los tubos de calentamiento dispuestos paralelamente entre sí presentan zonas formadas horizontalmente y zonas de desviación adyacentes a las mismas, para lograr una disposición serpenteante de los tubos de calentamiento, donde, en las zonas formadas horizontalmente, los tubos de calentamiento se agrupan formando pasos de superficies de calentamiento, y donde dos pasos de superficies de calentamiento dispuestos uno encima de otro constituyen una aguja de superficies de calentamiento. A ese respecto, los tubos de calentamiento de un paso de superficies de calentamiento están dispuestos de manera alineada. La altura máxima de un paquete de superficies de calentamiento se determina en función de un proceso lo más óptimo posible de limpieza de la disposición de superficies de calentamiento mediante sopladores de hollín, una óptima accesibilidad de los tubos de calentamiento en caso de avería y un control visual lo más simple posible de la disposición de superficies de calentamiento durante la supervisión in situ.

La altura óptima del paquete de superficies de calentamiento es el criterio esencial para calcular la cantidad de carriles necesarios entre los paquetes de superficies de calentamiento de toda la zona de grupos de tubos, dentro de una disposición de superficies de calentamiento. Si no se aprovecha de manera óptima la posible altura del paquete de superficies de calentamiento, aumentará por regla general el número de carriles intercalados entre los paquetes de superficies de calentamiento y, por tanto, a la hora de instalar sopladores de hollín en esos carriles, también aumentará el número de sopladores de hollín necesarios. La altura del generador de vapor o intercambiador de calor aumentará en función del número de carriles adicionales resultantes. Tanto una mayor altura del generador de vapor o intercambiador de calor como un aumento del número de sopladores de hollín instalados en el mismo conllevarán unos costes adicionales

considerables para ese generador de vapor o intercambiador de calor. Si, por el contrario, se sobrepasa la posible altura del paquete de superficies de calentamiento, eso provocará, por ejemplo, una reducción de la eficacia de los sopladores de hollín, lo que tendrá como consecuencia una reducción de la efectividad de una disposición de superficies de calentamiento.

5

Las disposiciones de superficies de calentamiento convencionales tienen normalmente una altura del paquete de superficies de calentamiento que se configura a partir de n pasos de superficies de calentamiento, en que la altura del paquete de superficies de calentamiento que resulta del número necesario de divisiones longitudinales interiores entre pasos de superficies de calentamiento dependerá, básicamente, de la altura de un paso de superficies de calentamiento y/o el número de agujas de superficies de calentamiento en un paquete de superficies de calentamiento y/o la altura de las divisiones longitudinales interiores de una aguja de superficies de calentamiento. En ese sentido, a menudo se da la situación de que la posible altura del paquete de superficies de calentamiento no se aprovecha en su totalidad o se sobrepasa, lo que tiene como resultado las desventajas descritas anteriormente.

10

15

Una disposición de superficies de calentamiento conforme a esa categoría, que presenta múltiples pasos de superficies de calentamiento con múltiples tubos de calentamiento agrupados entre sí, se da a conocer en GB 347 547 A. Entre dos pasos de superficies de calentamiento se forma, respectivamente, una zona de desviación. En el paso de superficies de calentamiento de una superficie de calentamiento, se encuentran los tres tubos de calentamiento inferiores dispuestos a una mayor distancia unos de otros que el resto de tubos de calentamiento dispuestos en el paso de superficies de calentamiento de dicha superficie de calentamiento. En la zona de desviación, los tubos de calentamiento se han dispuesto entrecruzándose unos con otros.

20

25

Por consiguiente, la presente invención tiene como objetivo proporcionar una disposición de superficies de calentamiento de un generador de vapor o de un intercambiador de calor, mediante la cual se consiga un mejor aprovechamiento de la posible altura del paquete de superficies de calentamiento y, al mismo tiempo, se reduzca la altura de un generador de vapor o bien de un intercambiador de calor.

30

En una disposición de superficies de calentamiento como la descrita más detalladamente al principio, se consigue ese objetivo conforme a la invención formando un paso de superficies de calentamiento escalonado, en el que n tubos de calentamiento de este paso de superficies de calentamiento escalonado están conectados a una primera superficie de calentamiento de las múltiples superficies de calentamiento, situada por encima del paso de superficies de calentamiento escalonado, o bien, están conectados a una primera aguja de superficies de calentamiento de las múltiples agujas de superficies de calentamiento, y en el que m tubos de calentamiento de ese mismo paso de superficies de calentamiento están conectados a una segunda superficie de calentamiento de las múltiples superficies de calentamiento, situada por debajo del paso de superficies de calentamiento escalonado, o bien, están conectados a una segunda aguja de superficies de calentamiento de las múltiples agujas de superficies de calentamiento, y/o disponiendo al menos los dos tubos de calentamiento, situados en la parte interior de una zona de desviación, escalonados entre sí por ambos lados, y/o disponiendo al menos los dos tubos de calentamiento, situados en la parte interior de una zona de desviación, escalonados entre sí por un solo lado, donde los respectivos tubos de calentamiento situados en la parte exterior de la zona de desviación están dispuestos en una hilera unos encima de otros, y al menos un tubo de calentamiento, situado en la parte exterior de la zona de desviación, rodea los dos tubos de calentamiento situados en la parte interior de una zona de desviación escalonados entre sí por ambos lados, o los dos tubos de calentamiento situados en la parte interior de una zona de desviación escalonados entre sí por un solo lado.

35

40

45

50

De la misma manera, se consigue el objetivo descrito anteriormente mediante un generador de vapor y/o intercambiador de calor que contenga una disposición de superficies de calentamiento formada y desarrollada según lo descrito, de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-7.

Mediante la formación escalonada de un paso de superficies de calentamiento en una disposición de superficies de calentamiento y/o la disposición escalonada lateralmente de, al menos, dos tubos de calentamiento situados en la parte interior de una zona de desviación, es posible aprovechar de manera óptima la altura disponible del paquete de superficies de calentamiento y, a la vez, minimizar la altura necesaria para la construcción del generador de vapor o intercambiador de calor.

5

En la formación escalonada de un paso de superficies de calentamiento, se conectan n tubos de calentamiento del paso de superficies de calentamiento a una primera superficie de calentamiento situada por encima del paso de superficies de calentamiento escalonado, o a una primera aguja de superficies de calentamiento, y se conectan m tubos de calentamiento del paso de superficies de calentamiento a una segunda superficie de calentamiento situada por debajo del paso de superficies de calentamiento escalonado, o a una segunda aguja de superficies de calentamiento, donde el paso de superficies de calentamiento escalonado estará preferentemente formado en su totalidad por m+n tubos de calentamiento. Mediante el escalonado de un paso de superficies de calentamiento dentro de una disposición de superficies de calentamiento, es posible realizar cualquier altura del paquete de superficies de calentamiento, se minimiza el número de carriles necesarios entre los pasos de superficies de calentamiento y, por tanto, se reduce la altura de construcción del generador de vapor o intercambiador de calor. La altura óptima del paquete de superficies de calentamiento puede ser el resultado, por ejemplo, de la altura de una o múltiples agujas de superficies de calentamiento, más la altura de los n tubos de calentamiento, o la altura de los m tubos de calentamiento del paso de superficies de calentamiento escalonado, donde, en esta configuración, una superficie de calentamiento y/o un paquete de superficies de calentamiento estarán formados por una aguja de superficies de calentamiento y n tubos de calentamiento o m tubos de calentamiento del paso de superficies de calentamiento escalonado. En este caso, las variables "n" y "m" representan preferentemente cualquier número entero ≥ 1 , en que "n" y "m" no representan necesariamente el mismo número, sino que también pueden corresponder a números diferentes.

10

15

20

25

Un aprovechamiento óptimo de la posible altura del paquete de superficies de calentamiento y, simultáneamente, una reducción de la altura del generador de vapor o intercambiador de calor es posible, de manera alternativa o simultánea, mediante una disposición escalonada lateralmente, especialmente a ambos lados, de al menos los dos tubos de calentamiento situados en la parte más interior de la zona de desviación, donde preferentemente se reducirá en una división longitudinal la distancia vertical de los tubos de calentamiento situados en la desviación interior de una aguja de superficies de calentamiento. En ese caso, los dos tubos de calentamiento interiores de una aguja de superficies de calentamiento están, a ambos lados, dispuestos de manera escalonada entre sí en la zona de desviación de la aguja de superficies de calentamiento, donde, preferentemente, los dos tubos de calentamiento interiores, escalonados entre sí a ambos lados, se entrecruzan en la zona de desviación. Mediante una disposición escalonada por ambos lados de los dos tubos de calentamiento situados en la parte más interior de la zona de desviación, se posibilita una formación más compacta de una aguja de superficies de calentamiento, especialmente en cuanto a su altura, a través de lo cual se puede reducir la altura del paquete de superficies de calentamiento y, con ello, la altura total del generador de vapor o intercambiador de calor. Además, también es posible, disponer escalonadamente por un solo lado múltiples tubos de calentamiento situados en la parte interior. El tubo de calentamiento situado en la parte exterior, o también múltiples tubos de calentamiento situados en la parte más exterior, estarán dispuestos en la zona de desviación de tal manera que rodeen, preferentemente en forma de U, los tubos de calentamiento de la parte interior escalonados entre sí por un solo lado, con lo cual se puede reducir en la división longitudinal la distancia vertical de los tubos de calentamiento correspondientes a la desviación interna en la aguja de superficies de calentamiento o en el paquete de superficies de calentamiento. Mediante la curvatura por un solo lado de únicamente los tubos de calentamiento interiores de una aguja de superficies de calentamiento, es posible lograr que, de entre los tubos de calentamiento exteriores no curvados, un tubo de calentamiento situado en un primer paso de superficies de calentamiento de una aguja de superficies de calentamiento, que se encuentre calentado al máximo, tras la desviación en la zona de desviación represente un tubo de calentamiento, calentado al mínimo, de los tubos de calentamiento agrupados en un segundo paso de superficies de calentamiento, así

30

35

40

45

50

como que un tubo de calentamiento más bien frío, de los tubos de calentamiento exteriores no curvados del primer paso de superficies de calentamiento, se encuentre a continuación situado en una zona más caliente del segundo paso de superficies de calentamiento. De esta manera, se puede lograr una absorción de calor uniforme y optimizada sobre toda la zona que comprende la disposición de superficies de calentamiento.

5 Si, por el contrario, todos los tubos de calentamiento de la zona de desviación se dispusieran escalonadamente por un solo lado y, por tanto, también el tubo de calentamiento más exterior de todos, de esa manera el tubo de calentamiento que se encuentre caliente en un primer paso de superficies de calentamiento de una aguja de superficies de calentamiento también sería, tras la desviación en la zona de desviación hacia un segundo paso de superficies de calentamiento, el tubo de calentamiento que se
10 encontraría caliente, y el tubo de calentamiento más frío del primer paso de superficies de calentamiento volvería a ser, asimismo, el tubo de calentamiento más frío del segundo paso de superficies de calentamiento, con lo cual se daría una absorción de calor sustancialmente menos uniforme a través de los tubos de calentamiento de la disposición de superficies de calentamiento, frente a la disposición de superficies de calentamiento conforme a la invención. El número de tubos de calentamiento interiores,
15 escalonados por un solo lado en la zona de desviación, es el resultado, preferentemente, del radio de curvatura del tubo de calentamiento utilizado y de la compensación de dilatación requerida de los tubos de calentamiento.

20 En las reivindicaciones dependientes se describen formas de realizaciones ventajosas de la presente invención.

Una forma de realización preferida de la presente invención prevé la formación de un carril, en particular un carril de sopladores de hollín, entre los n tubos de calentamiento de un paso de superficies de calentamiento y los m tubos de calentamiento de ese mismo paso de superficies de calentamiento. Mediante la formación
25 de un carril en el propio paso de superficies de calentamiento escalonado, no será necesario prever la formación de un carril en una aguja de superficies de calentamiento prevista por encima de ese paso de superficies de calentamiento escalonado, ni tampoco prever la formación de un carril en una aguja de superficies de calentamiento prevista por debajo de ese paso de superficies de calentamiento escalonado, de manera que se puede reducir el número de carriles necesarios en una disposición de superficies de calentamiento, con lo cual, a su vez, también se podrá reducir la altura necesaria del paquete de superficies
30 de calentamiento y, con ello, la altura total del generador de vapor o intercambiador de calor.

También se prevé, preferentemente, que los tubos de calentamiento escalonados entre sí por ambos lados y/o los tubos de calentamiento escalonados entre sí por un solo lado en la zona de desviación presenten
35 un mismo radio de curvatura. De esa manera, se puede aumentar la densidad de agrupamiento de los tubos de calentamiento en la zona de desviación de una aguja de superficies de calentamiento y, con ello, en la totalidad de la aguja de superficies de calentamiento, con lo cual se puede reducir también la altura necesaria del paquete de superficies de calentamiento.

40 De acuerdo con otra forma de realización ventajosa de la presente invención, los tubos de calentamiento escalonados entre sí por ambos lados, en particular los dos interiores, se configuran curvados hacia un lado, respectivamente, donde los tubos de calentamiento escalonados entre sí por ambos lados se configuran, respectivamente, curvados hacia lados opuestos. Por ejemplo, el tubo de calentamiento más interior se configura curvándolo hacia el lado derecho, al observar una sección de la superficie transversal
45 de los tubos de calentamiento de una aguja de tubos de calentamiento, en la que el segundo tubo de calentamiento más interior se configura curvándolo hacia el lado izquierdo. Mediante el hecho de que los tubos de calentamiento escalonados entre sí por ambos lados se configuran, respectivamente, curvados hacia lados opuestos en la zona de desviación de la aguja de superficies de calentamiento, se puede mantener en la zona de desviación el mismo radio de curvatura necesario para un tubo de calentamiento
50 de los tubos de calentamiento escalonados entre sí por ambos lados, a la vez que se reduce la altura de la aguja de superficies de calentamiento y también se reduce la altura de construcción del generador de vapor o intercambiador de calor. Preferentemente, los tubos de calentamiento escalonados entre sí por ambos

lados se entrecruzan y se intercalan en la zona de desviación, con lo cual se puede lograr un aumento de la densidad de agrupamiento de los tubos de calentamiento en la zona de desviación de una aguja de superficies de calentamiento.

5 Además, se prevé preferentemente que una aguja de superficies de calentamiento esté formada en la zona de desviación de tal manera que la aguja de superficies de calentamiento presente una división longitudinal interior, que esté formada de manera que se reduzca en una división longitudinal de una superficie de calentamiento. La división longitudinal interior de una aguja de superficies de calentamiento corresponde a la distancia del tubo de calentamiento más interior, o bien, de los tubos de calentamiento más interiores de
 10 dos pasos de superficies de calentamiento adyacentes de una aguja de superficies de calentamiento. La división longitudinal interior corresponde, normalmente, a dos veces el radio de curvatura del tubo de calentamiento situado más al interior, o bien, de los tubos de calentamiento situados más al interior en la zona de desviación. De acuerdo con la invención, en esta configuración es posible reducir, preferentemente en una división longitudinal de un tubo de calentamiento, la división longitudinal interior de una aguja de
 15 superficies de calentamiento, prevista normalmente, con objeto de poder reducir la altura de una aguja de superficies de calentamiento y, con ello, la altura del paquete de superficies de calentamiento. En ese caso, la altura de la aguja de superficies de calentamiento puede reducirse, preferentemente, de tal manera que la división longitudinal interior de la aguja de superficies de calentamiento corresponda a una división longitudinal de una superficie de calentamiento.

20 Otra forma de realización ventajosa de la presente invención prevé que el número de tubos de calentamiento interiores, dispuestos escalonadamente por un solo lado, se base en el radio de curvatura elegido para el tubo de calentamiento utilizado y en la compensación de dilatación necesaria de los tubos de calentamiento.

25 La invención se refiere, además, a un generador de vapor y/o un intercambiador de calor que presenta una disposición de superficies de calentamiento configurada y desarrollada, tal y como se ha descrito anteriormente.

30 A continuación, se explica más detalladamente la presente invención mediante formas de realización preferentes, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

En los dibujos adjuntos se muestra lo siguiente:

- 35 Fig. 1: Una representación esquemática de una primera disposición de superficies de calentamiento convencional;
 Fig. 2: Una representación esquemática de una disposición de superficies de calentamiento conforme a la presente invención, de acuerdo con una primera forma de realización con un paso de superficies de calentamiento escalonado;
 40 Fig. 3: Una representación esquemática en sección que muestra la superficie transversal de una segunda aguja de superficies de calentamiento convencional;
 Fig. 4: Una representación esquemática de una disposición de superficies de calentamiento conforme a la presente invención, de acuerdo con una segunda forma de realización, con una representación en sección que muestra la superficie transversal de una aguja de
 45 superficies de calentamiento conforme a la presente invención, que presenta una curvatura escalonada por ambos lados de los dos tubos de calentamiento situados en el interior de la misma;
 Fig. 5: Una representación esquemática de una disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con la presente invención, según una combinación de la primera forma de realización mostrada en la Fig. 2 y la segunda forma de realización mostrada en la Fig. 4;
 50 Fig. 6: Una representación esquemática de una tercera disposición de superficies de calentamiento convencional; y

Fig. 7: Una representación esquemática de una disposición de superficies de calentamiento conforme a la presente invención, según una tercera forma de realización, que presenta una curvatura por un solo lado de múltiples tubos de calentamiento situados en el interior de una aguja de superficies de calentamiento.

5

La Fig. 1 muestra una representación esquemática, conocida en el estado de la técnica, de una disposición de superficies de calentamiento convencional en un generador de vapor, con un primer paquete de superficies de calentamiento 10 y un segundo paquete de superficies de calentamiento 12, que están formadas por múltiples tubos de calentamiento 14 dispuestos paralelamente entre sí en forma de serpientes. Los tubos de calentamiento 14 presentan zonas configuradas horizontalmente 16 y zonas de desviación 18, donde, entre dos respectivas zonas configuradas horizontalmente 16 se han previsto las zonas de desviación 18. En las zonas configuradas horizontalmente 16, los tubos de calentamiento 14 están agrupados formando pasos de superficies de calentamiento 20, 22, en los que dos pasos de superficies de calentamiento 20, 22 adyacentes forman, respectivamente, una aguja de superficies de calentamiento 24.

10

15

En el ejemplo representado en la Fig. 1, la disposición de superficies de calentamiento presenta cinco tubos de calentamiento 14 dispuestos paralelamente, que están alineados entre sí. Los paquetes de superficies de calentamiento 10, 12 mostrados en la Fig. 1 están compuestos, respectivamente, por dos agujas de superficies de calentamiento 24, de cuya altura resulta la altura del paquete de superficies de calentamiento 26 de los respectivos paquetes de superficies de calentamiento 10, 12. La altura del paquete de superficies de calentamiento 26 de un paquete de superficies de calentamiento 10, 12 se determina a partir del valor de la división longitudinal 28 de la altura de los pasos de superficies de calentamiento 20, 22 y del valor de la división longitudinal interior 30 de una aguja de superficies de calentamiento 24. La división longitudinal 28 de un paso de superficies de calentamiento 20, 22 es el resultado de la distancia vertical de dos tubos de calentamiento 14 dispuestos paralelamente uno encima de otro, donde la división longitudinal 28 se medirá a partir de la mitad de cada uno de los tubos de calentamiento 14. La división longitudinal interior 30, medida igualmente a partir de la mitad de los tubos de calentamiento 14, se determina en base a la distancia de los dos pasos de superficies de calentamiento 20, 22 de una aguja de superficies de calentamiento 24, donde, por regla general, la división longitudinal interior 30 de una aguja de superficies de calentamiento 24 corresponde a dos veces el radio de curvatura del tubo de calentamiento 14 situado en la parte más interior de la zona de desviación 18 de una aguja de superficies de calentamiento 24. Entre dos paquetes de superficies de calentamiento 10, 12 se forma, respectivamente, un carril 32, en particular un carril de sopladores de hollín.

20

25

30

35

40

Sobre la base del aprovechamiento apropiado de la posible altura del paquete de superficies de calentamiento 26, se calcula el número de carriles 32 necesarios de una disposición de superficies de calentamiento. Con el número de carriles 32 necesarios aumentará, sin embargo, la altura total del generador de vapor o intercambiador de calor. Mediante un aprovechamiento óptimo de la posible altura del paquete de superficies de calentamiento 26, se puede reducir el número de carriles 32 necesarios y, con ello, también la altura total del generador de vapor o intercambiador de calor. Mediante las formas de realización conforme a la presente invención mostradas en las Fig. 2, 4, 5 y 7, se consigue un aprovechamiento óptimo de la posible altura del paquete de superficies de calentamiento 26.

45

Las disposiciones de superficies de calentamiento descritas a continuación se refieren a cualquier tipo de generador de vapor e intercambiador de calor como, por ejemplo, los que se utilizan en centrales eléctricas, en particular las que operan con combustibles fósiles y, preferentemente, con carbón.

50

La Fig. 2 muestra una primera forma de realización de una disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con la presente invención, en la que se ha formado un paso de superficies de calentamiento 120a escalonado, en el cual se ha dispuesto una división de los tubos de calentamiento 114 del paso de superficies de calentamiento 120a escalonado, en la que n tubos de calentamiento 114, 134 del paso de superficies de calentamiento 120a están conectados a una primera superficie de calentamiento 110, situada

por encima del paso de superficies de calentamiento 120a, o bien, a una aguja de superficies de calentamiento 124 de la primera superficie de calentamiento 110, y en la que m tubos de calentamiento 114, 136 están conectados a una segunda superficie de calentamiento 112, situada por debajo del paso de superficies de calentamiento 120a, o bien, a una aguja de superficies de calentamiento 124 de la segunda superficie de calentamiento 112. En el ejemplo mostrado en esta Fig. 2, la variable "n" equivale a cinco tubos de calentamiento 114 y la variable "m" equivale, asimismo, a cinco tubos de calentamiento 114, por lo que un paso de superficies de calentamiento 120, 120a, 122 abarcará un total de diez tubos de calentamiento 114 dispuestos básicamente en paralelo. La altura del paquete de superficies de calentamiento 126 del primer paquete de superficies de calentamiento 110a es el resultado, en este caso, de la altura de la aguja de superficies de calentamiento 124, que dependerá de la división longitudinal 128 de la altura de los pasos de superficies de calentamiento 120, 122 y de la división longitudinal interior 130 de la aguja de superficies de calentamiento 124, así como de la altura de los n tubos de calentamiento 114, 134 del paso de superficies de calentamiento 120a escalonado, o bien, de la altura de los tubos de calentamiento superiores 114, 134 del paso de superficies de calentamiento escalonado 120a y de una división longitudinal interior 130. La altura del paquete de superficies de calentamiento 126 del segundo paquete de superficies de calentamiento 112a es el resultado de la altura de la aguja de superficies de calentamiento 124, que dependerá de la división longitudinal 128 de la altura de los pasos de superficies de calentamiento 120, 122 y de la división longitudinal interior 130 de la aguja de superficies de calentamiento 124, así como de la altura de los m tubos de calentamiento 114, 136 del paso de superficies de calentamiento 120a, o bien, de la altura de los tubos de calentamiento inferiores 114, 136 del paso de superficies de calentamiento 120a escalonado y de una división longitudinal interior 130.

Tal y como se muestra en la Fig. 2, mediante la forma de realización conforme a la presente invención de una disposición de superficies de calentamiento de un generador de vapor o intercambiador de calor, se pueden conseguir unas alturas de los paquetes de superficies de calentamiento 126 que queden ajustadas de manera óptima y, con ello, se puede lograr una reducción de la altura total del generador de vapor o de la altura total del intercambiador de calor.

Entre los n tubos de calentamiento 114, 134 del paso de superficies de calentamiento 120a y los m tubos de calentamiento 114, 136 del paso de superficies de calentamiento 120a, se forma un carril 132 que, por ejemplo, puede estar configurado como un carril de sopladores de hollín.

Mediante el escalonado de un paso de superficies de calentamiento 120a se puede realizar cualquier altura del paquete de superficies de calentamiento 126, minimizar el número de carriles 132 y, con ello, reducir la altura total del generador de vapor o intercambiador de calor.

La disposición de superficies de calentamiento mostrada en la Fig. 2 presenta un espacio libre 142, en cuyo interior se puede disponer otra superficie de calentamiento 110, 112, o bien, otro paquete de superficies de calentamiento 110a, 112a. El espacio libre 142 representa una reserva, que se puede rellenar para lograr una altura del paquete de superficies de calentamiento 126 ajustada de manera lo más óptima posible, y que podría configurarse, por ejemplo, de forma que pudiese ahorrarse otro carril 132.

Para lograr un aprovechamiento óptimo de la posible altura del paquete de superficies de calentamiento se puede prever además, tal y como se muestra en las Fig. 4, 5 y 7, una disposición más compacta de los tubos de calentamiento 214a, 214b, 214c, 214d, 214e, 314a, 314b, 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j, 414a, 414b, 414c, 414d, 414e, 414f, 414g, 414h, 414i, 414j en la zona de desviación 218, 318, 418 de una aguja de superficies de calentamiento 224, 324, 424.

Las Fig. 3 y Fig. 4 muestran representaciones en sección de dos agujas de superficies de calentamiento 24, 224 del generador de vapor o intercambiador de calor, dispuestas una al lado de la otra en paralelo a una pared 40, 240.

La Fig. 3 muestra una disposición convencional de tubos de calentamiento 14a, 14b, 14c, 14d, 14e en una aguja de superficies de calentamiento 24 de un paquete de superficies de calentamiento 10, 12, conocida en el estado de la técnica, en la que los tubos de calentamiento 14a, 14b, 14c, 14d, 14e están dispuestos en una hilera uno encima de otro. La división longitudinal interior 30, es decir, la distancia del tubo de calentamiento 14a situado más al interior de una aguja de superficies de calentamiento 24, entre un primer paso de superficies de calentamiento 20 y un segundo paso de superficies de calentamiento 22 situado debajo de este, asciende en esta realización convencional de una disposición de superficies de calentamiento que se muestra a dos veces el radio de curvatura del tubo de calentamiento 14a.

La Fig. 4 muestra una segunda forma de realización conforme a la invención de una disposición de superficies de calentamiento en la que, a diferencia de la disposición de superficies de calentamiento mostrada en la Fig. 3, los dos tubos de calentamiento 214a, 214b, situados en el interior de la zona de desviación 218 de una aguja de superficies de calentamiento 224, dentro de un paquete de superficies de calentamiento 210, 212, están dispuestos por ambos lados de manera escalonada entre sí, donde los tubos de calentamiento 214c, 214d, 214e situados en la parte exterior no están dispuestos de manera escalonada entre sí, sino formando una hilera unos encima de otros, y donde los tubos de calentamiento 214c, 214d, 214e, situados en la parte exterior, rodean en forma de U los tubos de calentamiento 214a, 214b interiores escalonados entre sí lateralmente. En este caso, los tubos de calentamiento 214a, 214b escalonados entre sí por ambos lados presentan el mismo radio de curvatura, donde la división longitudinal interior 230 de la aguja de superficies de calentamiento 224 es menor que la división longitudinal interior 30 de la aguja de superficies de calentamiento 24 mostrada en la Fig. 3, de manera que la división longitudinal interior 230 se reduce en una división longitudinal 228, en comparación con la altura total de una aguja de superficies de calentamiento 24 convencional, como la mostrada en la Fig. 3. Los tubos de calentamiento 214a, 214b escalonados entre sí por ambos lados se configuran curvados hacia un lado, respectivamente, donde los tubos de calentamiento 214a, 214b escalonados entre sí por ambos lados se configuran curvados hacia lados opuestos. En la forma de realización mostrada en la Fig. 4, el tubo de calentamiento 214a se configura curvado hacia el lado izquierdo y el tubo de calentamiento 214b se configura curvado hacia el lado derecho. La disposición escalonada entre sí de los tubos de calentamiento 214a, 214b provoca que los tubos de calentamiento 214a, 214b se entrecrucen en un punto, de manera que, en la forma de realización mostrada, el tubo de calentamiento 214a situado más al interior del segundo paso de superficies de calentamiento 222 representa el segundo tubo de calentamiento 214a situado más al interior del primer paso de superficies de calentamiento 220, y de manera que los tubos de calentamiento 214a, 214b intercambian su posición en la transición del primer paso de superficies de calentamiento 220 al segundo paso de superficies de calentamiento 222. Mediante esta disposición de los tubos de calentamiento 214a, 214b, 214c, 214d, 214e se puede reducir la altura de una aguja de superficies de calentamiento 224 en una división longitudinal 228.

La forma de realización de la Fig. 4 muestra, de esta manera, otra posibilidad de minimizar la altura del paquete de superficies de calentamiento y, con ello, la altura de un generador de vapor o la altura de un intercambiador de calor, al insertar de nuevo los dos tubos de calentamiento 214a, 214b interiores de una aguja de superficies de calentamiento 224 en los correspondientes pasos de superficies de calentamiento 220, 222, después de ser curvados cada uno hacia un lado y desplazados en una división longitudinal 228, en la zona de desviación 218 de la aguja de superficies de calentamiento 224.

La Fig. 5 muestra una forma de realización en la que se prevé la combinación, en una disposición de superficies de calentamiento, de la primera forma de realización posible mostrada en la Fig. 2 con la segunda forma de realización posible mostrada en la Fig. 4.

La disposición de superficies de calentamiento mostrada en la Fig. 5 presenta dos paquetes de superficies de calentamiento 310a, 312a, los cuales están formados por múltiples tubos de calentamiento 314a, 314b, 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j dispuestos básicamente en paralelo, los cuales presentan zonas formadas horizontalmente 316 y una respectiva zona de desviación 318 entre dos zonas formadas

horizontalmente 316, donde, en las zonas formadas horizontalmente 316, los tubos de calentamiento 314a, 314b, 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j se disponen agrupados para formar pasos de superficies de calentamiento 320, 322, donde dos pasos de superficies de calentamiento 320, 322 adyacentes conforman, respectivamente, una aguja de superficies de calentamiento 324. En este caso, se ha configurado un paso de superficies de calentamiento 320a escalonado, en el que están conectados n tubos de calentamiento 334 del paso de superficies de calentamiento 320a a una primera superficie de calentamiento 310, o a una primera aguja de superficies de calentamiento 324 de la primera superficie de calentamiento 310, y en el que m tubos de calentamiento 336 del primer paso de superficies de calentamiento 320a están conectados a una segunda superficie de calentamiento 312, o a una segunda aguja de superficies de calentamiento 324 de la segunda superficie de calentamiento. Además, los dos tubos de calentamiento 314a, 314b se entrecruzan en el interior de la zona de desviación 318 y están dispuestos de manera escalonada por ambos lados, donde, en la zona de desviación 318, los tubos de calentamiento 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j situados en el exterior rodean los tubos de calentamiento 314a, 314b situados en el interior, escalonados entre sí por ambos lados. La altura del paquete de superficies de calentamiento 326 se determina en base a la división longitudinal 328 de la altura de los pasos de superficies de calentamiento 320, 322 de la división longitudinal interior 330 de la aguja de superficies de calentamiento 324, la altura del paso de superficies de calentamiento 334, 336 escalonado, y la división longitudinal interior 330 de la desviación. Entre los n tubos de calentamiento 334 del paso de superficies de calentamiento 320a escalonado y los m tubos de calentamiento 336 del paso de superficies de calentamiento 320a escalonado, se forma un carril, en cuyo interior se puede formar un carril de sopladores de hollín. Además, la disposición de superficies de calentamiento presenta un espacio libre 342, dentro del cual se puede prever otra superficie de calentamiento 310, 321, o bien, otro paquete de superficies de calentamiento 310a, 312a.

La Fig. 6 muestra una curvatura por un solo lado de todos los tubos de calentamiento 14 de un paquete de superficies de calentamiento 10, conocida en el estado de la técnica. A través de la curvatura por un solo lado de todos los n tubos de calentamiento 14 de un paso de superficies de calentamiento 20, 22 y un salto simultáneo de todas las n divisiones, se logra una reducción de la altura del paquete de superficies de calentamiento 26 y, con ello, una reducción de la altura total del generador de vapor o intercambiador de calor, al rebajar la altura de las divisiones longitudinales interiores 30 de una aguja de superficies de calentamiento 24 a la división longitudinal normal 28. La desventaja de este procedimiento es que, en el primer paso de superficies de calentamiento 20 de una aguja de superficies de calentamiento 24, el tubo de calentamiento 14 que se encuentra caliente también seguirá siendo, tras la desviación, el tubo de calentamiento 14 caliente en el segundo paso de tubos de calentamiento 22. El tubo de calentamiento 14 más frío del primer paso de superficies de calentamiento 20 seguirá siendo, de la misma manera, el tubo de calentamiento 14 más frío en el segundo paso de superficies de calentamiento 22.

La Fig. 7 muestra una tercera forma de realización posible de la disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con la presente invención, donde, en este caso, la altura de la aguja de superficies de calentamiento 424 y, con ello, la altura del paquete de superficies de calentamiento 426 se siguen reduciendo, en comparación con la forma de realización mostrada en la Fig. 4, al reducir la división longitudinal interior 430 de la aguja de superficies de calentamiento 424 de tal manera que corresponda a las medidas de una división longitudinal 428 de los paquetes de superficies de calentamiento 410, 412. En el ejemplo mostrado en la Fig. 7, la aguja de superficies de calentamiento 424 presenta dos pasos de superficies de calentamiento 420, 422, los cuales están formados por diez tubos de calentamiento 414a, 414b, 414c, 414d, 414e, 414f, 414g, 414h, 414i, 414j dispuestos paralelamente entre sí, con zonas formadas horizontalmente 416 y una zona de desviación 418, donde los tubos de calentamiento interiores 414a-414d están dispuestos de manera escalonada entre sí y los tubos de calentamiento exteriores 414e-414j están dispuestos en una hilera unos encima de otros, rodeando en forma de U los tubos de calentamiento interiores 414a-414d. Los tubos de calentamiento interiores 414a-414d están dispuestos de manera escalonada entre sí, de forma que se entrecruzan en la zona de desviación de la aguja de superficies de calentamiento 424. Dado que los tubos de calentamiento exteriores 414e-414j no están

curvados y, por tanto, no intercambian posiciones, el tubo de calentamiento 414j, por ejemplo, será el tubo de calentamiento menos caliente en el primer paso de superficies de calentamiento 420 pero pasará a ser el tubo de calentamiento más caliente en el segundo paso de superficies de calentamiento 422. De esa manera, la diferente absorción de calor en el primer paso de superficies de calentamiento 420 y en el
5 segundo paso de superficies de calentamiento 422 se compensa, en su mayor parte, en comparación con la disposición de superficies de calentamiento mostrada en la Fig. 6, conocida en el estado de la técnica.

Reivindicaciones

1. Disposición de superficies de calentamiento de un generador de vapor o de un intercambiador de calor, con múltiples superficies de calentamiento (110, 112, 310, 312) y/o múltiples paquetes de superficies de calentamiento (110a, 112a, 210, 212, 310a, 312a, 410, 412), que están formadas por múltiples tubos de calentamiento (114, 214a, 214b, 214c, 214d, 214e, 314a, 314b, 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j, 414a, 414b, 414c, 414d, 414e, 414f, 414g, 414h, 414i, 414j) dispuestos entre sí básicamente en paralelo, que presentan zonas formadas horizontalmente (116, 216, 316, 416) y, entre dos zonas formadas horizontalmente (116, 216, 316, 416), una respectiva zona de desviación (118, 218, 318, 418), donde, en las zonas formadas horizontalmente (116, 216, 316, 416), los tubos de calentamiento (114, 214a, 214b, 214c, 214d, 214e, 314a, 314b, 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j, 414a, 414b, 414c, 414d, 414e, 414f, 414g, 414h, 414i, 414j) se disponen agrupados para formar pasos de superficies de calentamiento (120, 122, 220, 222, 320, 322, 420, 422), donde dos pasos de superficies de calentamiento (120, 122, 220, 222, 320, 322, 420, 422) adyacentes constituyen una aguja de superficies de calentamiento (124, 224, 324, 424), **caracterizada porque,** un paso de superficies de calentamiento (120a, 320a) está formado de manera escalonada, donde n tubos de calentamiento (134, 334) de ese paso de superficies de calentamiento (120a, 320a) escalonado están conectados a una primera superficie de calentamiento (110, 310) de las múltiples superficies de calentamiento (110, 112, 310, 312), situada por encima del paso de superficies de calentamiento (120a, 320a) escalonado, o están conectados a una primera aguja de superficies de calentamiento (124, 324) de las múltiples agujas de superficies de calentamiento (124, 224, 324, 424), y m tubos de calentamiento (136, 336) de ese mismo paso de superficies de calentamiento (120a, 320a) están conectados a una segunda superficie de calentamiento (112, 312) de las múltiples superficies de calentamiento (110, 112, 310, 312), situada por debajo del paso de superficies de calentamiento (120a, 320a) escalonado, o están conectados a una segunda aguja de superficies de calentamiento (124, 324) de las múltiples agujas de superficies de calentamiento (124, 224, 324, 424), y/o **porque,** al menos, los dos tubos de calentamiento (214a, 214b, 314a, 314b) situados en la parte interior de una zona de desviación (318) están dispuestos entre sí de manera escalonada por ambos lados y/o, al menos, los dos tubos de calentamiento (414a, 414b, 414c, 414d) situados en la parte interior de una zona de desviación (418) están dispuestos entre sí de manera escalonada por un solo lado, donde los tubos de calentamiento (214c, 214d, 214e, 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j, 414e, 414f, 414g, 414h, 414i, 414j), situados respectivamente en la parte exterior de la zona de desviación (218, 318, 418), están dispuestos formando una hilera unos encima de otros, y al menos un tubo de calentamiento (214c, 214d, 214e, 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j, 414e, 414f, 414g, 414h, 414i, 414j), situado en la parte exterior de la zona de desviación (218, 318, 418), rodea los tubos de calentamiento (214a, 214b, 314a, 314b) situados en la parte interior y dispuestos entre sí de manera escalonada por ambos lados, o los tubos de calentamiento (414a, 414b, 414c, 414d) situados en la parte interior y dispuestos entre sí de manera escalonada por un solo lado.
2. Disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** entre los n tubos de calentamiento (134, 334) de un paso de superficies de calentamiento (120a, 320a) y los m tubos de calentamiento (136,336) de ese mismo paso de superficies de calentamiento (120a, 320a) se ha formado un carril (132, 332), en particular, un carril de sopladores de hollín.
3. Disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada porque** los tubos de calentamiento (214a, 214b, 314a, 314b) dispuestos de manera

escalonada entre sí por ambos lados y/o los tubos de calentamiento (414a, 414b, 414c, 414d) dispuestos de manera escalonada entre sí por un solo lado presentan, en la zona de desviación (218, 318, 418), el mismo radio de curvatura.

5

4. Disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** cada uno de los tubos de calentamiento (214a, 214b, 314a, 314b) dispuestos de manera escalonada entre sí por ambos lados se configura curvado hacia un lado, donde los tubos de calentamiento (214a, 214b, 314a, 314b) escalonados entre sí lateralmente se configuran, respectivamente, curvados hacia lados opuestos.

10

5. Disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** una aguja de superficies de calentamiento (224, 324) está configurada en la zona de desviación (218, 318) de tal manera, que la aguja de superficies de calentamiento (224, 324) presenta una división longitudinal interior (230, 330) que está reducida en una división longitudinal (228, 328) de una superficie de calentamiento (210, 212).

15

6. Disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** una aguja de superficies de calentamiento (424) está configurada en la zona de desviación (418) de tal manera, que la aguja de superficies de calentamiento (424) presenta una división longitudinal interior (430) que corresponde a una división longitudinal (428) de una superficie de calentamiento (410, 412).

20

7. Disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** el número de tubos de calentamiento (214a, 214b, 314a, 314b, 414a, 414b, 414c, 414d) situados en el interior, escalonados entre sí por un solo lado, se determina por medio del radio de curvatura elegido para el tubo de calentamiento (214a, 214b, 314a, 314b, 414a, 414b, 414c, 414d) utilizado, y de la compensación de dilatación necesaria de los tubos de calentamiento (214a, 214b, 314a, 314b, 414a, 414b, 414c, 414d).

25

30

8. Generador de vapor y/o intercambiador de calor que comprende una disposición de superficies de calentamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7.

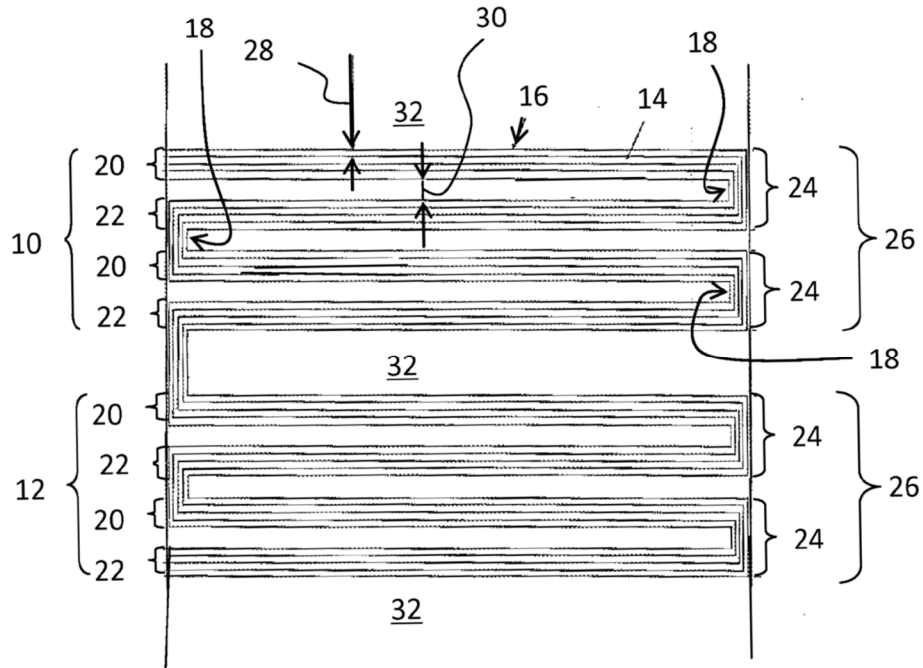


Fig. 1

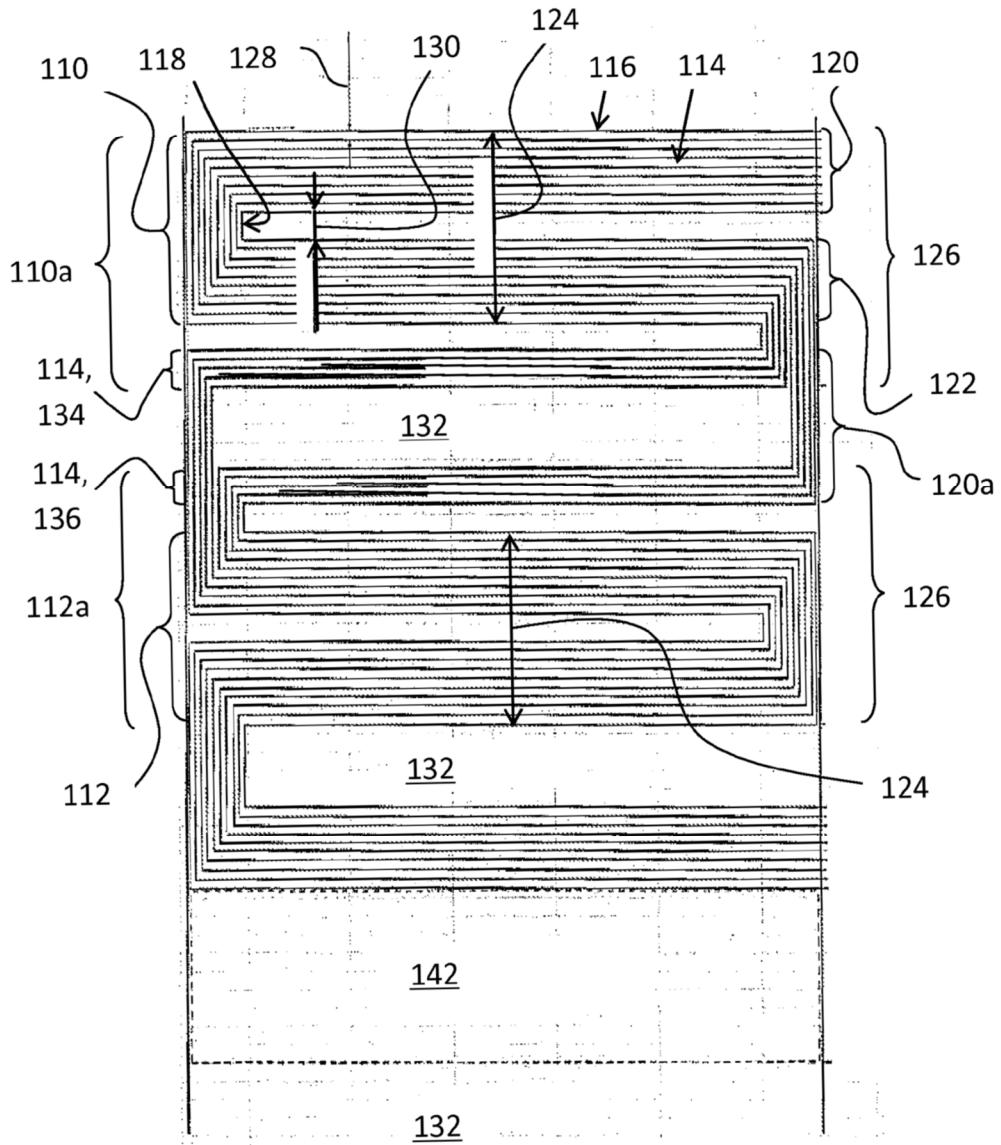


Fig. 2

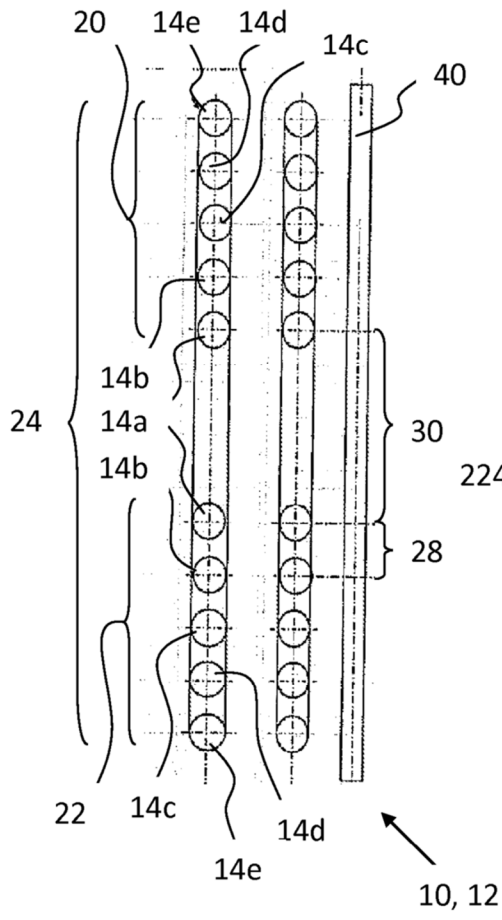


Fig. 3

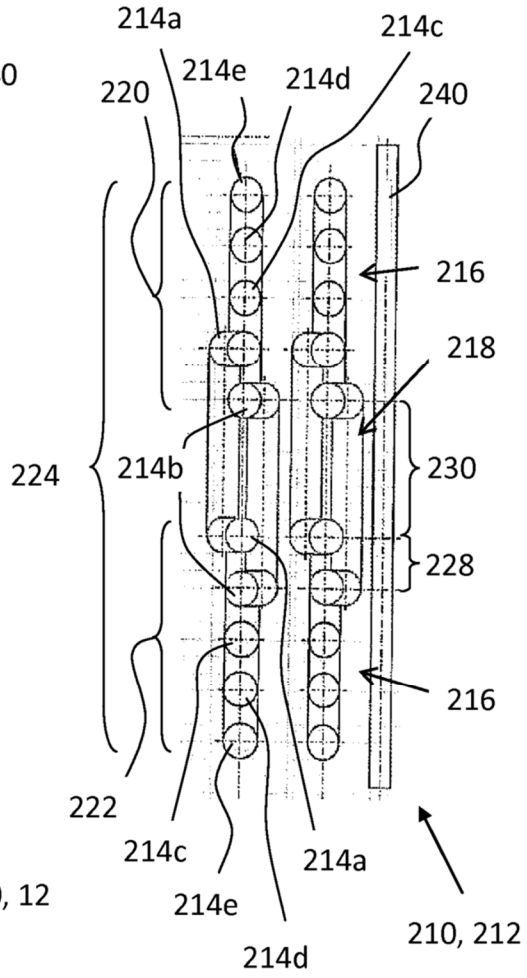


Fig. 4

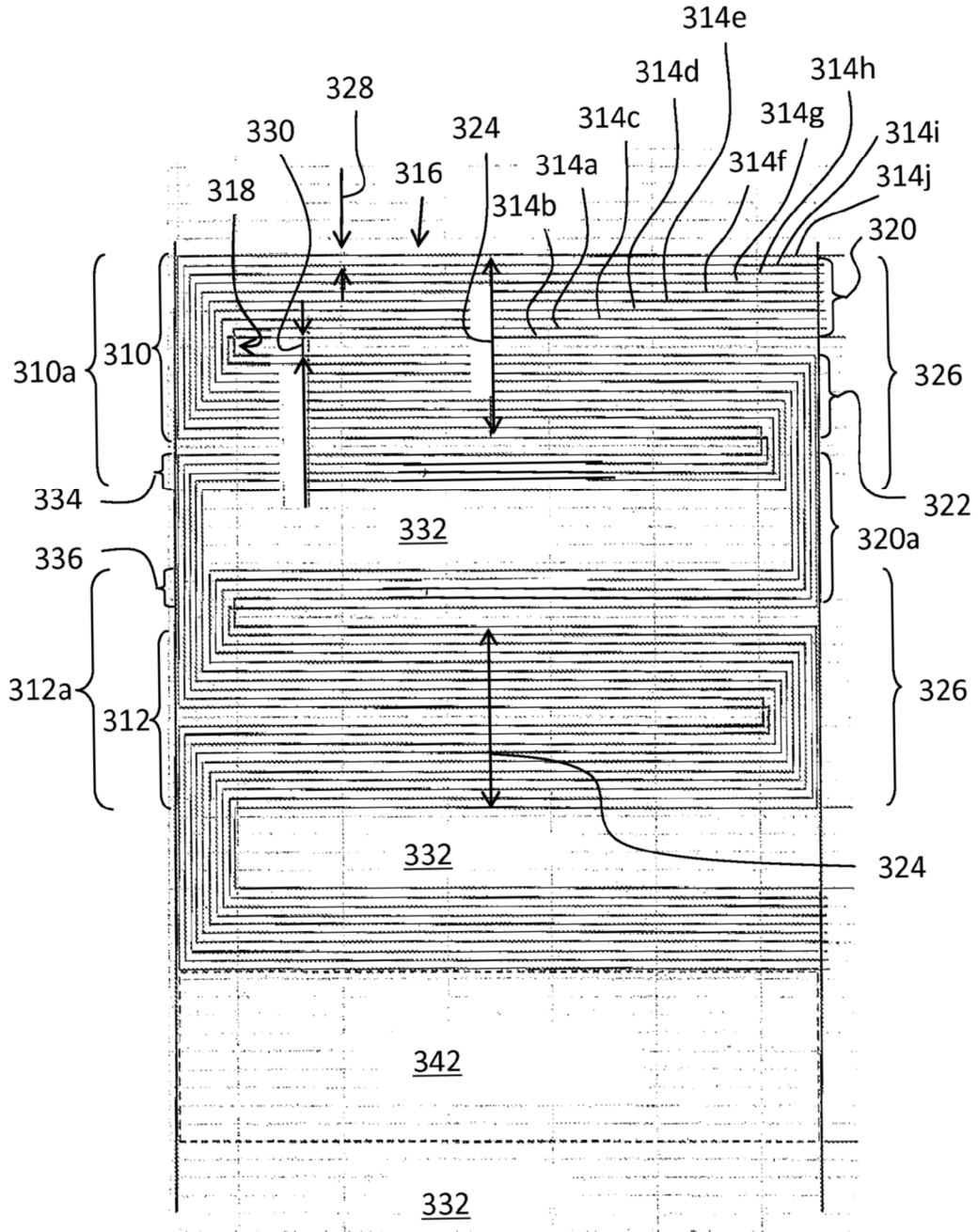


Fig. 5

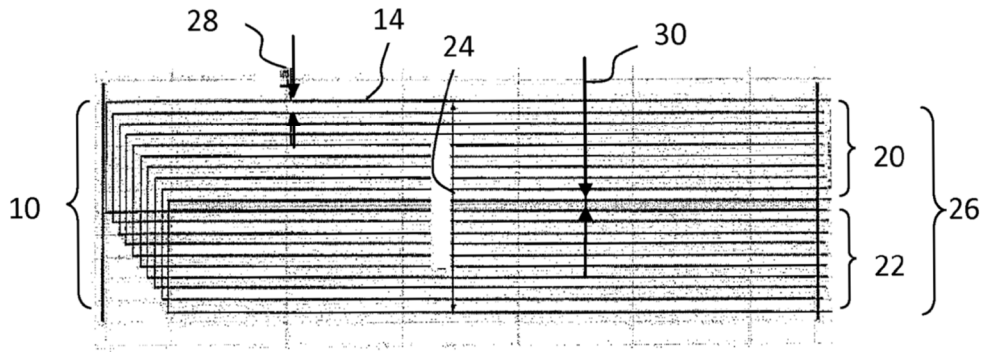


Fig. 6

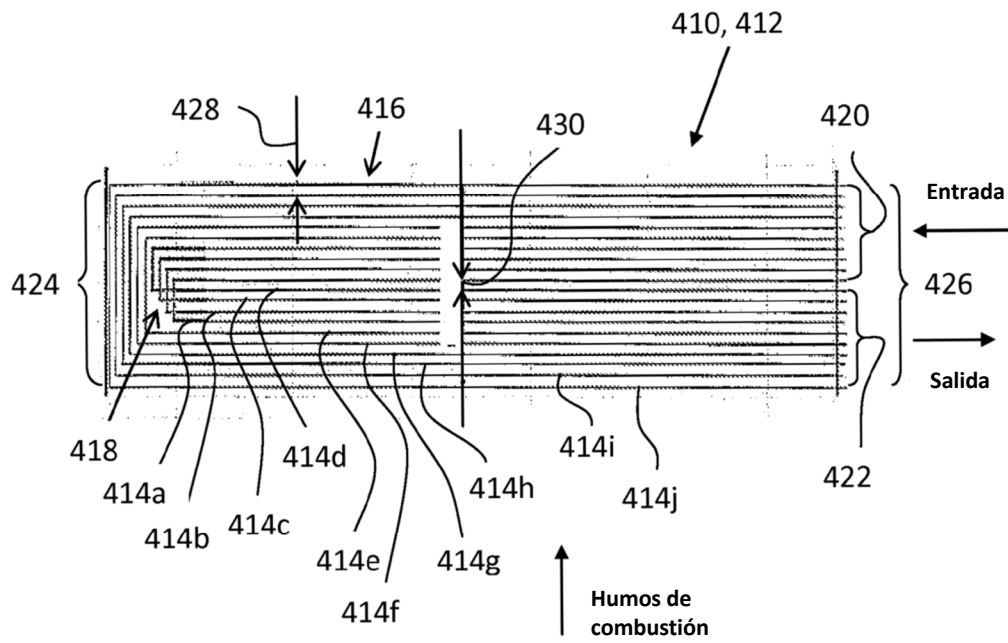


Fig. 7