

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 550**

51 Int. Cl.:

F22B 29/06 (2006.01)

F24J 1/00 (2006.01)

F28D 7/08 (2006.01)

F28F 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2009 E 09014365 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2322854**

54 Título: **Intercambiador de calor para la generación de vapor para centrales de energía solar.**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2013

73 Titular/es:

**BALCKE-DÜRR GMBH (100.0%)
Ernst-Dietrich-Platz 2
40882 Ratingen, DE**

72 Inventor/es:

**STAHLHUT, JÖRG;
BAND, DIRK;
HEGNER, WOLFGANG, DR.;
TREGUBOW, VITALI;
STAHLHUT, JÖRG;
BAND, DIRK;
HEGNER, WOLFGANG, DR. y
TREGUBOW, VITALI**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 435 550 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Intercambiador de calor para la generación de vapor para centrales de energía solar.

La invención se refiere a un intercambiador de calor para la generación de vapor para centrales de energía solar según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Por el estado de la técnica se conocen intercambiadores de calor contruidos de forma modular, que trabajan según el así denominado principio de circulación, circulación natural o forzada. En este caso el intercambiador comprende un número de módulos para el intercambiador de calor, por ejemplo, un módulo de precalentador, uno o varios módulos de evaporador y un módulo de sobrecalentador, que se ensamblan mediante colectores de entrada y salida correspondientes, tubos de circulación y un tambor colector de vapor externo formando una unidad funcional. Un
10 intercambiador de calor genérico con capas de tubos de circulación que discurren en paralelo al eje longitudinal de la envolvente exterior se da a conocer, por ejemplo, en el documento FR 1,359,081 A.

15 En las centrales de energía solar con frecuencia se producen entre otros, en funciones de la estación, hora y también de las condiciones meteorológicas, grandes cambios de carga y temperatura, de modo que resulta difícil el diseño del generador de vapor para centrales térmicas solares. Las rápidas velocidades de marcha con elevados gradientes de temperatura, baja necesidad de espacio, así como bajos costes de fabricación y funcionamiento sólo son algunos de los requisitos importantes de un intercambiador de calor para la generación de vapor en una planta de energía solar.

Entonces existe la necesidad de intercambiadores de calor todavía más compactos y todavía más eficientes para plantas de energía solar, que además se pueden fabricar de forma económica y se pueden hacer funcionar de forma segura.

20 Por ello el objetivo de la invención es especificar un intercambiador de calor que permita un modo constructivo compacto, una fabricación económica, así como un funcionamiento seguro.

El objetivo se resuelve con un intercambiador de calor según la reivindicación independiente. Ampliaciones preferidas se reproducen en las reivindicaciones dependientes.

25 El intercambiador de calor según la invención para la generación de vapor para centrales de energía solar comprende una envolvente exterior con una tubuladura de admisión y una tubuladura de descarga para un medio que emite calor. Además, el intercambiador de calor comprende un colector de entrada y un colector de salida para un medio que absorbe calor, preferentemente agua, estando dispuesto el colector de entrada y el colector de salida esencialmente dentro de la envolvente exterior. Además, dentro de la envolvente exterior se sitúa un haz de tubos con un número de capas de tubos con tubos continuos, que están configurados completamente circundables por el medio que emite calor y que están configurados como recorridos de circulación para el medio que absorbe calor desde el colector de entrada
30 hacia el colector de salida. En este caso el haz de tubos está configurado de forma serpenteante. El intercambiador de calor según la invención está diseñado para una generación de vapor según el principio de circulación forzada, de modo que el medio que absorbe calor, alimentado en el colector de entrada experimenta uno tras otro un precalentamiento, una evaporación y un sobrecalentamiento en el curso del recorrido de circulación, de modo que del colector de salida sale un vapor sobrecalentado. En este caso la energía necesaria para el precalentamiento, evaporación y sobrecalentamiento se pone a disposición esencialmente sólo mediante la transferencia de calor del medio que emite calor hacia el medio que absorbe calor dentro del intercambiador de calor.

35 El intercambiador de calor reúne entonces al menos tres aparatos diferentes, es decir, precalentador, evaporador y sobrecalentador. Mediante la disposición serpenteante de los tubos, el intercambiador de calor se realiza según el principio a contracorriente o de flujo cruzado. Los tubos serpenteantes se atraviesan por un medio que absorbe calor, preferentemente agua. Mediante la disposición serpenteante de los haces de tubos se reduce en conjunto el tamaño constructivo del intercambiador de calor, se mejora la transferencia de calor del medio que emite calor hacia el medio que absorbe calor y, además, se aumenta la termoelasticidad de la estructura.

40 Mediante el diseño del intercambiador de calor para la generación de vapor en plantas de energía solar según el principio de circulación forzada, es decir, el medio alimentado que absorbe calor, preferentemente agua, se precalienta "en un paso" del colector de entrada hacia el colector de salida, a continuación se evapora y finalmente se sobrecalienta y se realiza un generador de vapor extraordinariamente compacto y eficiente. En lugar del uso de varios módulos separados para el intercambiador de calor que necesitan una interconexión costosa y complicada, el agua que entra en estado líquido a través del colector de entrada en el intercambiador de calor, se precalienta, evapora y sobrecalienta en el curso de su circulación dentro de los tubos del intercambiador de calor en la dirección del colector de salida, de modo que un vapor sobrecalentado abandona el intercambiador de calor a través del colector de salida, vapor que se le puede suministrar a la turbina de vapor para la generación de corriente.

45 Mediante el ahorro de tambores colectores de valor, tuberías de circulación y conexiones entre los módulos individuales no sólo se reducen los costes de material en una medida considerable, sino también los costes de fabricación y funcionamiento, ya que se suprimen una gran parte de los costosos trabajos de soldadura y el examen subsiguiente de los mismos. Mediante la supresión de componentes situados fuera de la envolvente exterior, como por ejemplo, tambor
50 colector de vapor, así como también tuberías diversas, se hace posible según la invención una estructura compacta y al mismo tiempo se consigue un rendimiento más elevado del intercambiador de calor, ya que la transferencia de calor para la generación de vapor sólo tiene lugar esencialmente dentro de la envolvente exterior del intercambiador y por consiguiente no se producen pérdidas de calor adicionales debido a los componentes situados fuera de la envolvente

exterior del intercambiador de calor.

“Tubos continuos” significa en este contexto que cada tubo que define respectivamente un recorrido de circulación para el medio que absorbe calor no presenta puntos de ramificación o de mezcla entre el colector de entrada y el colector de salida. Los tubos discurren además completamente “dentro de la envolvente exterior”, que significa que las partes del haz de tubos no se sitúan fuera de la envolvente exterior y que los tubos se circundan completamente por el medio que emite calor. Entonces no se necesitan fuente de energía externas que requieren un precalentamiento, evaporación y sobrecalentamiento. Las superficies calefactores de los mismos tubos continuos forman entonces, observado en la dirección de circulación, una tras otra la zona del precalentador, evaporador y sobrecalentador. Exteriormente no se pueden distinguir estas “zonas” individuales ya que sólo está dispuesto un haz de tubos entre el colector de entrada y el colector de salida y el haz de tubos presenta un desarrollo constante con patrones de meandros que se repiten.

Según la invención el intercambiador de calor se coloca verticalmente. Se prefiere la colocación vertical ya que permite un uso superficial todavía mejor. En este caso se pueden hacer funcionar en paralelo varios de los intercambiadores según la invención unos junto a otros sobre una superficie relativamente pequeña. En plantas de energía solar térmica las relaciones de espacio son desventajosas ya que los colectores del concentrador solar ocupan mucho espacio. El modo constructivo que ahorra espacio de los intercambiadores de calor según la invención permite una colocación casi nómada, de modo que los recorridos de circulación de los medios calentados hacia el intercambiador se pueden acortar de manera conveniente. Las temperaturas del medio que emite calor en la entrada en el intercambiador de calor son más elevadas de modo que se mejora el rendimiento térmico.

Otra variante de realización preferida de la invención prevé que el haz de tubos presente en la colocación vertical un número de capas de tubos verticales, formándose cada capa de tubos de un mismo número de tubos, y que las capas de tubos estén dispuestas de modo que los tubos de las capas de tubos individuales estén orientados tendidos unos junto a otros exactamente en la dirección horizontal, estando opuestas las direcciones de circulación del medio que absorbe calor en las secciones de tubos adyacentes horizontalmente, dispuestas transversalmente al eje central de la envolvente exterior. La realización del haz de tubos en capas de tubos individuales hace posible un modo constructivo extremadamente compacto. Dado que los tubos están tendidos horizontalmente justamente unos junto a otros se pueden usar espaciadores convencionales entre los tubos. La circulación opuesta en las secciones de tubos adyacentes horizontalmente, que están dispuestas transversalmente al eje central de la envolvente exterior, favorece la distribución simétrica de temperaturas en el intercambiador de calor en referencia al eje central.

El acumulador de entrada y el acumulador de salida presentan preferentemente una sección transversal circular. En este caso los tubos de una capa de tubos se conectan con el colector de entrada o de salida en una línea periférica del acumulador de entrada o de salida de forma decalada en un ángulo igual uno de otro. De esta manera se facilita el procedimiento de fabricación ya que se ofrece suficiente espacio para los trabajos de soldadura, fabricación con arranque de viruta u otros trabajos en el colector.

Adicionalmente preferido, los tubos de las capas de tubos adyacentes están conectadas con el colector de entrada o de salida de modo que los tubos de una capa de tubos están dispuestos de forma decalada en un ángulo respecto a los tubos de la capa de tubos adyacente sobre una línea periférica adyacente del colector de entrada y de salida correspondiente. Por ello las superficies periféricas de los colectores de entrada y de salida se pueden usar de forma óptima de modo que la disposición de las capas de tubos se puede configurar de forma compacta. Siempre queda suficiente espacio para trabajos soldaduras, fabricación por arranque de viruta u otros trabajos en los colectores.

Según otra forma de realización de la invención, el haz de tubos presenta una sección separada en la que tiene lugar predominantemente el precalentamiento del medio que absorbe calor. La sección separada del precalentador se puede realizar, por ejemplo, mediante una separación local dentro de la envolvente exterior. También es posible controlar la circulación del medio que emite calor y en consecuencia la distribución de temperaturas en el intercambiador de calor, de modo que en esta sección del precalentador tenga lugar principalmente el precalentamiento del medio que absorbe calor. Alternativamente, el precalentamiento también se podría realizar completamente fuera de la envolvente exterior, es decir, en un precalentador separado. En este caso el intercambiador de calor según la invención estaría diseñado predominantemente para la evaporación y el sobrecalentamiento del medio que absorbe calor.

Según otra forma de realización de la invención, el haz de tubos presenta una sección separada en la que tiene lugar predominantemente la evaporación del medio que absorbe calor. La sección separada del evaporador se puede realizar, por ejemplo, mediante una separación local dentro de la envolvente exterior. También es posible controlar la circulación del medio que emite calor y en consecuencia la distribución de temperaturas en el intercambiador de calor, de modo que en esta sección del evaporador tenga lugar principalmente la evaporación del medio que absorbe calor. Alternativamente, la evaporación también se podría realizar completamente fuera de la envolvente exterior, es decir, en un evaporador separado. En este caso el intercambiador de calor según la invención estaría diseñado predominantemente para el precalentamiento y el sobrecalentamiento del medio que absorbe calor.

Según otra forma de realización de la invención, el haz de tubos presenta una sección separada en la que tiene lugar predominantemente el sobrecalentamiento del medio que absorbe calor. La sección separada de sobrecalentador se puede realizar, por ejemplo, mediante una separación local dentro de la envolvente exterior. También es posible controlar la circulación del medio que emite calor y en consecuencia la distribución de temperaturas en el intercambiador de calor, de modo que en esta sección del sobrecalentador tenga lugar principalmente el sobrecalentamiento del medio que absorbe calor. Alternativamente, el sobrecalentamiento también se podría realizar completamente fuera de la envolvente

exterior, es decir, en un sobrecalentador separado. En este caso el intercambiador de calor según la invención estaría diseñado predominantemente para el precalentamiento y la evaporación del medio que absorbe calor.

5 Los tubos están conectados preferentemente a través de boquillas con el colector de entrada y de salida. De este modo se simplifica la conexión del haz de tubos compacto en el colector de entrada y de salida. La conexión entre las boquillas y los tubos individuales se realiza preferentemente por adherencia de materiales, por ejemplo, por soldadura. El proceso de soldadura puede discurrir de forma automatizada. A continuación se verifican individualmente los cordones de soldadura, por ejemplo, con la ayuda de rayos X.

10 En una forma de realización preferida de la invención, los tubos están conectados directamente con el colector de entrada o de salida sin boquillas. La conexión entre los colectores y los tubos individuales también se realiza en este caso preferentemente por adherencia de materiales, por ejemplo, por soldadura. El proceso de soldadura también puede discurrir de forma automatizada. A continuación se verifican individualmente los cordones de soldadura, por ejemplo, con la ayuda de rayos X.

15 Las boquillas están conectadas preferentemente por su lado por adherencia de materiales, por ejemplo, mediante soldadura, con el colector de entrada y de salida. El proceso de soldadura también puede discurrir aquí de forma automatizada.

20 Según otra forma de realización de la invención, las boquillas están fabricadas por arranque de viruta directamente del material del colector de entrada o de salida. Por ejemplo, las boquillas pueden ser fresadas del material en primer lugar tubular del colector de entrada o de salida. De este modo se reducen eventuales daños debido a los trabajos de soldadura. Además, de este modo se suprime el examen de los cordones de soldadura individuales entre las boquillas y el colector correspondiente.

25 Según una ampliación preferida de la invención, los tubos del haz de tubos están dispuestos en una carcasa interior que está dispuesta concéntricamente dentro de la envolvente exterior y que presenta una abertura de entrada y una abertura de salida para el medio que emite calor. El perfil de sección transversal de la carcasa interior es preferentemente rectangular, de modo que el haz de tubos se rodea lo más estrechamente posible por esta carcasa interior. Debido al recinto adicional de los componentes que intercambian calor se crea un aislamiento ulterior entre los módulos del intercambiador de calor y el entorno. En este caso la abertura de entrada y la abertura de salida de la carcasa interior pueden estar conectadas con la tubuladura de admisión y de descarga correspondiente, de manera que se crea un espacio separado entre la envolvente exterior y la carcasa interior. Alternativamente también se puede permitir una circulación del medio que emite calor a lo largo de la pared interior de la envolvente exterior.

30 En una forma de realización ventajosa de la invención, la tubuladura de admisión y la tubuladura de descarga para el medio que emite calor están dispuestas en caso de colocación vertical del intercambiador de calor en la parte inferior de la envolvente exterior. De este modo todavía se aumenta más la compacidad del intercambiador de calor. Además, de este modo se facilitan los trabajos de mantenimiento ya que las conexiones del lado de la envolvente están dispuestas cerca del suelo de forma asible. En este caso el espacio entre la envolvente exterior y la carcasa interior se usa como canal de flujo para el medio que emite calor. El medio caliente que emite calor entra al interior de la carcasa interior a través de la tubuladura de admisión de la envolvente exterior y la abertura de entrada de la carcasa interior y fluye hacia arriba. A continuación el medio que emite calor fluye a través del canal de flujo anular, que se origina por la disposición concéntrica de la envolvente exterior y la carcasa interior, de vuelta hacia abajo, donde luego abandona la envolvente exterior a través de la tubuladura de descarga. De esta manera se prolonga el tiempo de permanencia del medio que emite calor en el intercambiador de calor de modo que se mejora en conjunto la transferencia de calor hacia el medio que absorbe calor.

A continuación se describe más en detalle la invención mediante las figuras. Muestran esquemáticamente:

Fig. 1 una vista lateral de una forma de realización del intercambiador de calor según la invención;

Fig. 2 una vista en sección a lo largo de la línea A-A de la fig. 1;

45 Fig. 3 una vista en detalle "X" de la fig. 2;

Fig. 4 una vista en sección a lo largo de la línea B-B de la fig. 3;

Fig. 5 una vista en detalle del colector de entrada de la fig. 1 y 2;

Fig. 6 una vista en planta del colector de entrada de la fig. 5.

50 Las figuras 1 y 2 muestran un ejemplo de realización del intercambiador de calor 1. El intercambiador de calor 1 está colocado verticalmente de manera que ahorra espacio. En la envolvente exterior 2 se sitúa una carcasa interior 3 que presenta un perfil de sección transversal rectangular. En la carcasa interior 3 están dispuestos los tubos del haz de tubos 11 que discurren de forma serpenteante. El medio que absorbe calor, por ejemplo agua, entra a través del colector de entrada 6 en el intercambiador 1. Después de atravesar los tubos del haz de tubos 11 sale del intercambiador 1 a través del colector de salida 7. En el recorrido desde el colector de entrada 6 hacia el colector de salida 7 se precalienta el agua, a continuación se evapora y a continuación se sobrecalienta. El vapor sobrecalentado que sale del intercambiador de calor 1 se conduce a la generación de corriente en la turbina de vapor conectada posteriormente (no representado). Exteriormente no se pueden reconocer las "zonas" individuales, es decir, precalentador, evaporador y sobrecalentador. El intercambiador de calor 1, que trabaja según el principio de circulación forzada, por ejemplo, principio Benson, para la

5 generación de vapor genera a partir del agua alimentada, que entra en forma líquida en el colector de entrada, en el curso de la circulación dentro del intercambiador de calor 1 un vapor de agua sobrecalentado que se puede extraer en el colector de salida 7. Por consiguiente se suprimen los tambores colectores de vapor, tubos de circulación, colector de entrada y de salida usados habitualmente, así como los incontables cordones de soldadura, de modo que se aumenta la compacidad y se reducen los costes de producción. Las garras 8 sirven para el montaje del intercambiador de calor 1. A través de las bocas de hombre 9 que presentan ventanas de cristal transparentes y/o medios de cierre se pueden realizar de manera sencilla los trabajos de mantenimiento.

10 El medio que emite calor es preferentemente aceite térmico que se calienta en los tubos absorbedores de los concentradores solares a aproximadamente 400 °C. Alternativamente se pueden usar sales líquidas u otros medios caloportadores apropiados. El aceite térmico entra en el intercambiador de calor 1 a través de la tubuladura de admisión 4 de la envolvente exterior 2. Desde allí fluye en la dirección de la tubuladura de descarga 5 y en este caso fluye alrededor del haz de tubos 11 en forma serpenteante. Después de que el aceite térmico ha emitido una parte de su energía térmica al agua sale del intercambiador de calor 1 a través de la tubuladura de descarga 5.

15 Según un ejemplo de realización no representado, la circulación del aceite térmico en el lado de la envolvente se puede conducir de manera que el aceite térmico entra y sale en la parte inferior del intercambiador de calor 1. En este caso el espacio entre la carcasa interior 3 y la envolvente exterior 2 sirve como recorrido de circulación para el aceite térmico que fluye hacia abajo. En este caso tanto la tubuladura de admisión como también la tubuladura de descarga están dispuestas en la zona inferior del intercambiador de calor 1 colocado verticalmente.

20 En la figura 2 están indicados dos tubos de una capa de tubos. Naturalmente el número de los tubos, así como de las capas de tubos de un haz de tubos 11 se puede adaptar correspondientemente a las diferentes condiciones. Así, por ejemplo, en la figura 3 está representada una capa de tubos 20 con cuatro tubos 21, 22, 23, 24. Aquí se puede reconocer claramente el patrón serpenteante del haz de tubos 11.

25 La figura 4 clarifica la disposición de las capas de tubos 20, 30 individuales unas respecto a otras. En las secciones de tubos 15 (fig. 3), que están dispuestas transversalmente al eje central 10 de la envolvente exterior 1, cada tubo presenta una dirección opuesta de circulación del tubo respecto a su tubo adyacente horizontalmente en caso de colocación vertical. Esto significa, por ejemplo, que la circulación en el tubo 21 es opuesta a la circulación en el tubo 34 adyacente horizontalmente. Esta circulación opuesta en las respectivas capas de tubos 20, 30 adyacentes proporciona adicionalmente una distribución de temperatura uniforme dentro del intercambiador de calor 1. Debido a la disposición uniforme y compacta de los tubos y capas de tubos unos respecto a otros se pueden usar espaciadores 12 sencillos.

30 En la figura 5 se representa de forma ampliada un colector según la invención. En este caso se trata del colector de entrada 6. El colector de entrada y de salida 6, 7 sólo se diferencian ligeramente uno de otro. Se pueden distinguir adecuadamente las boquillas 22a, 33a que sirven para la fijación de los tubos 22, 33 en el colector de entrada 6. Las boquillas 21a, 22a, 23a, 24a y por consiguiente también los tubos 21, 22, 23, 24 de la primera capa de tubos 20 se sitúan en una primer línea periférica 13 y desembocan respectivamente en un colector 6 de forma decalada con un mismo ángulo α . Asimismo los tubos 31, 32, 33, 34 con las boquillas 31a, 32a, 33a, 34a desemboca en el acumulador 6 sobre la línea periférica 14 adyacente de forma decalada con el mismo ángulo α .

35 La figura 6 muestra una vista en planta del colector 6. El ángulo α en el que un tubo de una capa está decalado del siguiente tubo de la misma capa, es en este caso respectivamente 45°. La segunda capa 30, que es adyacente a la primera capa 20, está dispuesta de forma decalada en exactamente $\beta = 22,5^\circ$ en el colector 6 respecto a la primera capa 20, de modo que los tubos 31, 32, 33, 34 de la segunda capa 30 se pueden ver en la figura 6 respectivamente de forma centrada entre los tubos 21, 22, 23, 24 de la primera capa 20. Mediante esta disposición decalada regularmente de forma horizontal y vertical de las boquillas en el colector 6, a pesar de la elevada compacidad siempre queda una distancia suficiente para los trabajos de soldadura u otras etapas de fabricación.

REIVINDICACIONES

1.- Intercambiador de calor (1) con colocación vertical para la generación de vapor para centrales de energía solar, que comprende:

5 - una envolvente exterior (2) con una tubuladura de admisión (4) y una tubuladura de descarga (5) para un medio que emite calor,

- un colector de entrada (6) y un colector de salida (7) para un medio que absorbe calor, preferentemente agua, en el que el colector de entrada (6) y el colector de salida (7) están dispuestos esencialmente dentro de la envolvente exterior (2),

10 - un haz de tubos (11) dentro de la envolvente exterior (2) con un número de capas de tubos (20, 30) con tubos (21, 22, 23, 24, 33, 34) continuos, que están configurados completamente circundables por el medio que emite calor y que están configurados como recorridos de circulación para el medio que absorbe calor desde el colector de entrada (6) hacia el colector de salida (7), estando configurado el haz de tubos (11) de forma serpenteante,

15 en el que el intercambiador de calor (1) está diseñado para la generación de vapor según el principio de circulación forzada, de modo que el medio que absorbe calor, alimentado en el colector de entrada (6) experimenta uno tras otro un precalentamiento, una evaporación y un sobrecalentamiento en el curso del recorrido de circulación, de modo que del colector de salida (7) sale un vapor sobrecalentado, y

en el que la energía necesaria para el precalentamiento, evaporación y sobrecalentamiento se pone a disposición esencialmente sólo mediante la transferencia de calor del medio que emite calor hacia el medio que absorbe calor dentro del intercambiador de calor (1),

caracterizado porque

20 las capas de tubos (20, 30) están dispuestas de modo que los tubos (21, 22, 23, 24, 33, 34) de las capas de tubos (20, 30) individuales están orientadas tendidas unas junto a otras justamente en dirección horizontal, estando opuestas las direcciones de circulación del medio que absorbe calor en las secciones de tubos (15) adyacentes horizontalmente, dispuestas transversalmente al eje central (10) de la envolvente exterior (2), y **porque** las capas de tubos (20, 30) son adyacentes verticalmente, formándose cada capa de tubos (20, 30) a partir de un mismo número de tubos (21, 22, 23, 24, 33, 34).

2.- Intercambiador de calor (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el colector de entrada (6) y el colector de salida (7) presentan una sección transversal circular, y los tubos (21, 22, 23, 24) de una capa de tubos (20) están conectados con el colector de entrada (6) y colector de salida (7) sobre una línea periférica (13) del colector de entrada (6) y de salida (7) de forma decalada unos de otros en un ángulo (α) igual.

30 3.- Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los tubos (21, 22, 23, 24, 33, 34) de las capas de tubos (20, 30) adyacentes están conectados con el colector de entrada (6) y de salida (7), de modo que los tubos (33, 34) de una capa de tubos (30) están dispuestos decalados respecto a los tubos (21, 22, 23, 24) de la capa de tubos (20) adyacentes en un ángulo (β) sobre una línea periférica (14) adyacente del colector de entrada (6) y de salida (7).

35 4.- Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el haz de tubos (11) presenta una sección separada en la que tiene lugar predominantemente el precalentamiento del medio que absorbe calor.

40 5.- Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el haz de tubos (11) presenta una sección separada en la que tiene lugar predominantemente la evaporación del medio que absorbe calor.

6.- Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el haz de tubos (11) presenta una sección separada en la que tiene lugar predominantemente el sobrecalentamiento del medio que absorbe calor.

45 7.- Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los tubos (21, 22, 23, 24, 33, 34) están conectados con el colector de entrada (6) o de salida (7) a través de boquillas (21a, 22a, 23a, 24a, 31a, 32a, 33a, 34a).

8.- Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los tubos (21, 22, 23, 24, 33, 34) están conectados directamente con el colector de entrada (6) o de salida (7) sin boquillas.

ES 2 435 550 T3

9.- Intercambiador de calor (1) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** las boquillas (21a, 22a, 23a, 24a, 31a, 32a, 33a, 34a) están conectadas por adherencia de materiales con el colector de entrada (6) o el colector de salida (7).

10.- Intercambiador de calor (1) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** las boquillas (21a, 22a, 23a, 24a, 31a, 32a, 33a, 34a) están fabricados por arranque de viruta del material del colector de entrada (6) o de salida (7).

5 11.- Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el haz de tubos (11) está dispuesto en una carcasa interior (3) que está dispuesta de forma concéntrica dentro de la envolvente exterior (2) y presenta una abertura de entrada y una abertura de salida para el medio que emite calor.

10 12.- Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la tubuladura de admisión (4) y la tubuladura de descarga (5) para el medio que emite calor están dispuestas en la parte inferior de la envolvente exterior (2) en caso de colocación vertical del intercambiador de calor (1).

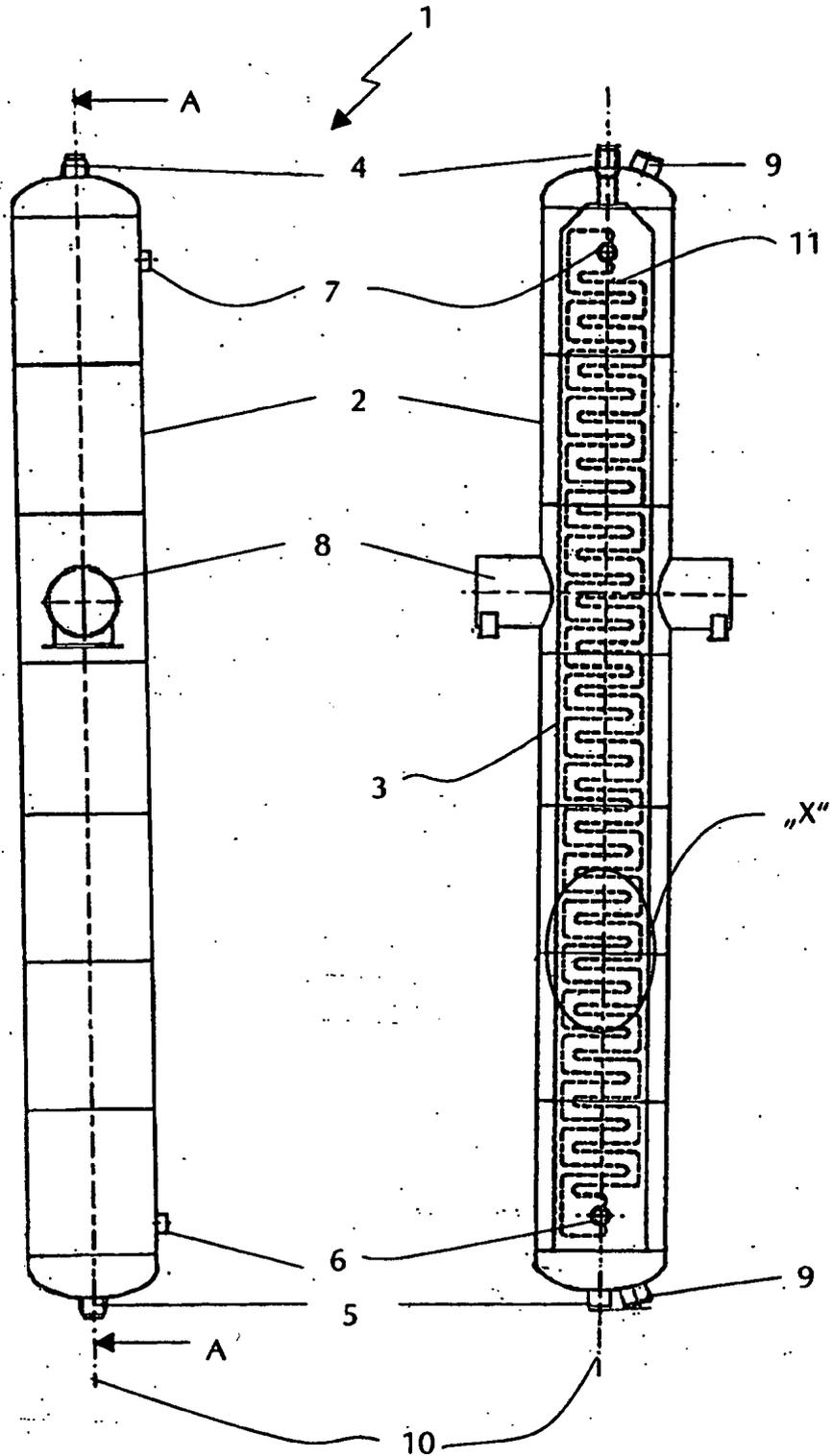


Fig. 1

Fig. 2

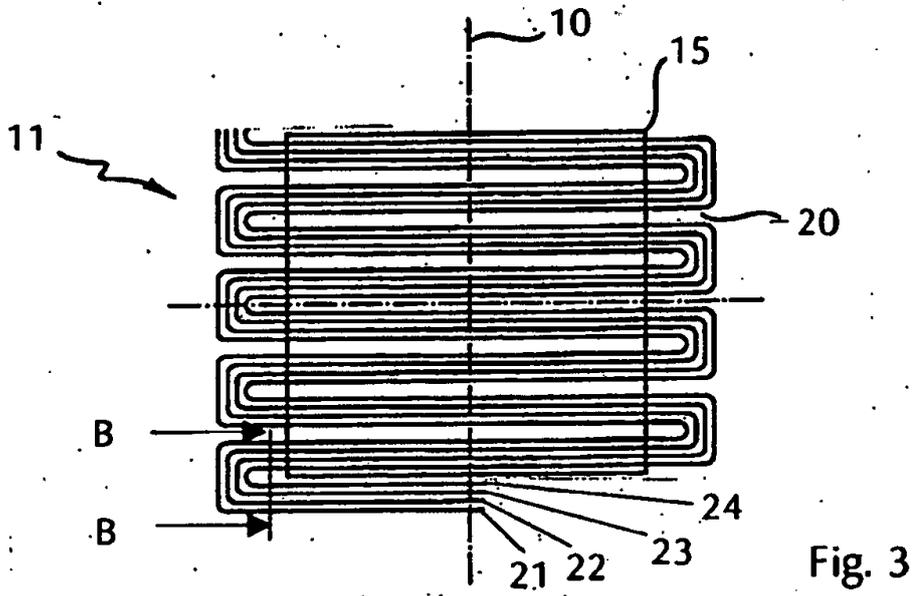


Fig. 3

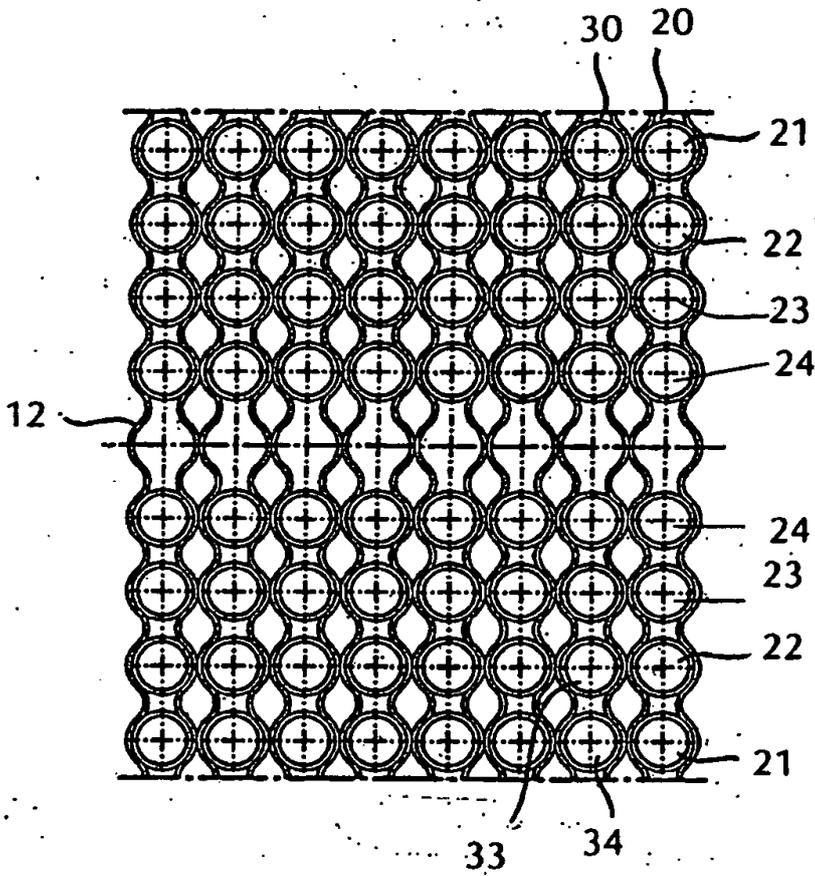


Fig. 4

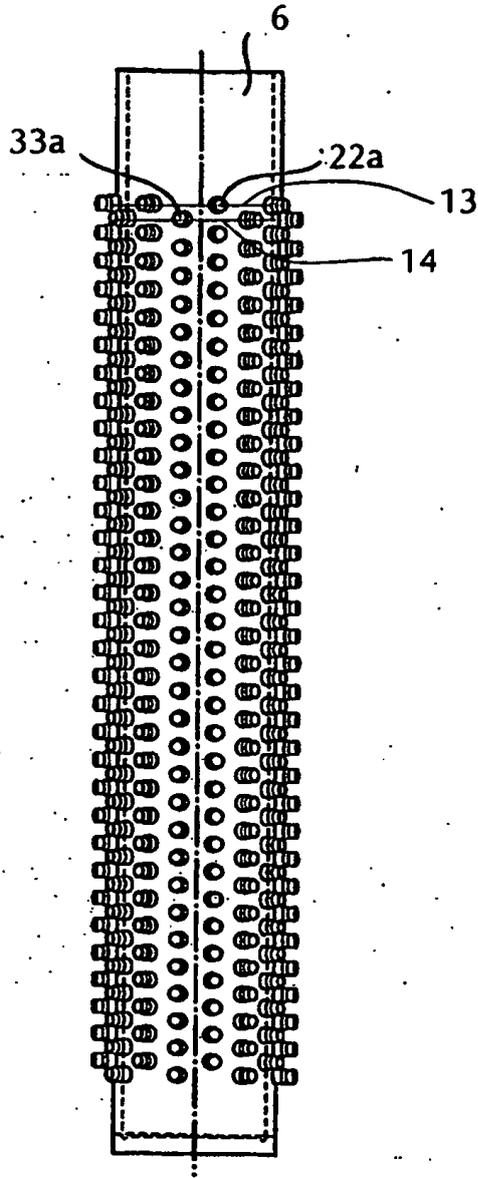


Fig. 5

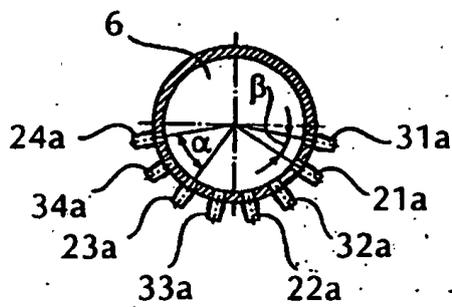


Fig. 6