

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 467 667**

51 Int. Cl.:

**F22B 1/16** (2006.01)  
**F22B 1/00** (2006.01)  
**F22B 1/02** (2006.01)  
**F22B 3/02** (2006.01)  
**F22B 5/00** (2006.01)  
**F22B 15/00** (2006.01)  
**F22B 29/06** (2006.01)  
**F22B 37/26** (2006.01)  
**F22D 1/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2009 E 09008287 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2278220**

54 Título: **Intercambiador de calor para la generación de vapor para una central térmica solar**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.06.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**STAHLHUT, JÖRG, DIPL.-ING.;  
HEGNER, WOLFGANG DR. y  
BAND, DIRK**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 467 667 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 una central térmica solar

La invención se refiere a un intercambiador de calor para la generación de un flujo de vapor para una central térmica solar.

5 Factores, como por ejemplo, mayor conciencia ambiental en la economía y política, encarecimiento y escasez de los combustibles fósiles, han conducido en las últimas décadas a un cambio del modo de pensar en el sector de la generación de electricidad. Las nuevas tecnologías han conducido al uso reforzado de energía eólica y energía solar regenerativas. En particular las instalaciones solares térmicas con colectores de reflector parabólico se han impuesto entre tanto a escala técnica, de modo que ya se han puesto en marcha instalaciones en USA y Europa y se agregarán próximamente otras grandes instalaciones.

10 En las centrales térmicas solares con colectores de reflector parabólico se focaliza la luz solar sobre los tubos absorbedores mediante espejos parabólicos, de modo que el aceite térmico situado en los tubos absorbedores se calienta a una temperatura de aproximadamente 400 °C. Con la ayuda de los intercambiadores de calor se le extrae la energía térmica al aceite térmico y se transmite al agua con el fin de la evaporación, de modo que el vapor de agua generado de este modo acciona una turbina en una central termoeléctrica conectada para la producción de corriente de la manera convencional. Convencionalmente, como en el documento FR 2452666, se usan intercambiadores de calor con haces de tubos en U para la generación de vapor, en los que la separación del agua en forma de vapor de la fase líquida se realiza en una zona de carcasa por encima del haz de tubos, que se crea de forma constructiva mediante un ensanchamiento del diámetro de la carcasa.

20 El documento DE 2815789 da a conocer un generador de vapor con un colector de vapor separado.

Se ha demostrado que en el caso de centrales térmicas solares y su modo de funcionamiento cíclico característico es desventajosa una separación de vapor en la misma carcasa mediante ensanchamiento del diámetro de la carcasa. El diámetro ensanchado de la carcasa requiere un aumento de los espesores de pared de la carcasa, que repercute de forma desventajosa sobre la elasticidad térmica de los intercambiadores de calor, es decir, se reducen los gradientes de temperatura máximos permitidos durante el funcionamiento de arranque y de carga alterna de la central y debido a ello se reduce la disponibilidad de la central por riesgo de fatiga del material.

25 La invención tiene por ello el objetivo de especificar un intercambiador de calor para la generación de vapor para una central térmica solar, que reduzca o supere las desventajas mencionadas en el estado de la técnica.

30 El objetivo se resuelve mediante el objeto de la reivindicación 1 independiente. Las reivindicaciones dependientes están orientadas a formas de realización ventajosas de la invención.

El intercambiador de calor según la invención para la generación de un flujo de vapor para una central térmica solar comprende una carcasa para la recepción de un fluido del lado de la carcasa y tubos, que discurren dentro de la carcasa, para un fluido del lado del tubo. El calor se transmite a través de los tubos desde el fluido del lado del tubo al fluido del lado de la carcasa, siendo el fluido del lado del tubo un aceite térmico o sal y siendo el fluido del lado de la carcasa agua.

35 Con la ayuda del intercambiador de calor según la invención se puede reducir claramente el diámetro de la carcasa. El uso de colectores en lugar de discos tubulares reduce aun más los grosores de pared necesarios mecánicamente. De este modo se pueden aumentar considerablemente los gradientes de temperatura máximos permitidos durante el funcionamiento de arranque y de carga alterna, lo que conduce a una mayor elasticidad térmica y mayor disponibilidad de la central. La elasticidad térmica elevada aumenta además la seguridad de funcionamiento dado que se reduce claramente el riesgo de la fatiga del material y de fisuras térmicas.

40 El intercambiador de calor comprende un canal de entrada de fluido que se conecta con una abertura de entrada para el fluido del lado de la carcasa y rodea al menos una parte de los tubos, de manera que el canal de entrada de fluido está configurado como un tramo de precalentador y/o un orientador de flujo para el fluido del lado de la carcasa que entra en la carcasa. Según esta forma de realización de la invención, el agua fría que entra en la carcasa del intercambiador de calor atraviesa en primer lugar este canal de entrada de fluido, antes de que se mezcle con el agua o mezcla de vapor y agua ya calentada en el intercambiador de calor. De este modo se forma un tramo de precalentador integrado de manera consabida, lo que no demuestra ser favorable termodinámicamente y respecto a la técnica del fluido. Además, el canal de entrada de fluido sirve como orientador de flujo.

45 En otra forma de realización de la invención, el canal de entrada de fluido rodea aproximadamente 1/8 de las superficies de los tubos. El canal de entrada de fluido está construido preferentemente en forma de caja y circunda una parte de las superficies de tubos emisoras de calor. El canal de entrada de fluido también puede estar realizado en forma cilíndrica. En este caso la relación de la superficie de tubos circundada por el canal de entrada de fluido respecto

a toda la superficie de tubos en el intercambiador de calor es de 1/8. Este valor se puede adaptar según el caso de aplicación.

Además, el intercambiador de calor comprende preferiblemente un canal de salida de fluido, que está dispuesto en la zona de una abertura de salida para el fluido del lado de la carcasa, de manera que el canal de salida de fluido está configurado como orientador de flujo y/o separador de agua para el fluido del lado de la carcasa que sale de la carcasa. De este modo se proporciona un flujo dirigido del vapor que sale del intercambiador de calor. Además, el canal de salida de fluido puede comprender elementos que sirven para una mejor separación de agua y gotas.

Los tubos están configurados como haz de tubos horizontal en meandros. Por ello de manera compacta se pone a disposición una gran superficie para la transmisión de calor o generación de vapor y un tiempo de permanencia lo más largo posible del aceite térmico emisor de calor en el intercambiador de calor. La dimensión y disposición del haz de tubos se pueden diseñar correspondientemente de forma óptima para el respectivo caso de aplicación.

Además, el intercambiador de calor según la invención presenta un colector de vapor que está dispuesto por encima del intercambiador de calor y está acoplado con el intercambiador de calor mediante líneas ascendentes y descendentes. El vapor formado en el intercambiador de calor llega a través de las líneas ascendentes al colector de vapor, del que se extrae hacia otra aplicación o sobrecalentamiento. A través de las líneas descendentes el condensado se evacua del colector de vapor y se devuelve al intercambiador de calor. La disposición del colector de vapor por encima del intercambiador de calor permite una circulación natural. Según el caso de aplicación también se puede tomar en consideración una circulación forzada mediante una bomba.

El colector de vapor presenta preferentemente una admisión de agua fresca. De este modo se puede suprimir una abertura de entrada separada, del lado del intercambiador de calor para el fluido, agua, del lado de la carcasa. El agua a calentar llega según esta forma de realización a través de la admisión de agua fresca al colector de vapor y posteriormente a través de las líneas descendentes al intercambiador de calor. A continuación la invención se explica más en detalle mediante las figuras. Muestran esquemáticamente:

Fig. 1 una vista lateral de una primera forma de realización de la invención;

Fig. 2 una vista frontal de la primera forma de realización de la fig. 1;

Fig. 3 una vista en sección a lo largo de la línea A-A de la fig. 1;

Fig. 4 una vista lateral de una segunda forma de realización de la invención;

Fig. 5 una vista frontal de la segunda forma de realización de la fig. 4;

Fig. 6 una vista en sección a lo largo de la línea B-B de la fig. 4;

Fig. 7 una vista lateral de una tercera forma de realización de la invención; y

Fig. 8 una vista frontal de la tercera forma de realización de la fig. 7.

Las figuras 1 a 3 muestran una primera forma de realización del intercambiador de calor 1 según la invención. El intercambiador de calor 1 colocado aquí horizontalmente comprende una carcasa 10 para la recepción de un fluido, agua, del lado de la carcasa, y está montado sobre una estructura portante 11. Dentro de la carcasa 10 están dispuestos los tubos 20 cuyos ejes de simetría están representados mediante líneas a trazos. En este caso se trata de un haz de tubos con tubos 20 curvados en forma de meandro. El fluido caliente, emisor de calor, aceite térmico, entra con una temperatura de aproximadamente 400 °C y una presión de aproximadamente 20 bares a través de la tubuladura de entrada de aceite 21 en el intercambiador de calor 1 y se conduce mediante un distribuidor 23 a los tubos 20 individuales del haz de tubos. Después de atravesar los tubos 18, el aceite térmico abandona el intercambiador de calor 1 con una temperatura de aproximadamente 300 °C y una presión de aproximadamente 16 bares a través de un colector 24 y a través de una tubuladura de salida de aceite 22 y se alimenta de nuevo a los tubos absorbentes de los colectores de reflector parabólico (no representados).

El agua a calentar entra en el intercambiador de calor 1 con una temperatura de aproximadamente 300 °C y una presión de aproximadamente 110 bares a través de la tubuladura de entrada de agua 12. A través de una abertura de entrada 13 el agua fría fluye en primer lugar a un canal de entrada de fluido 14. En este caso el canal de entrada de fluido 14 está construido acodado en forma de caja y presenta una abertura 14' rectangular, de modo que el agua se conduce de forma forzada tras la entrada en la dirección de la flecha 15 y sólo tras el paso de la abertura 14' entra en contacto con el agua o mezcla de vapor y agua ya calientes. El canal de entrada de fluido 14 sirve por consiguiente para el guiado de flujo y el precalentamiento del agua fría. El canal de entrada de fluido 14 encierra una parte de los tubos 20 que conducen el aceite térmico emisor de calor, de modo que dentro del canal 14 se produce una convección forzada. En este caso se ha demostrado que la relación de la superficie de los tubos 20 encerrada por el canal de

entrada de fluido 14 respecto a la superficie total de los tubos 20 situados en el intercambiador de calor 1 es idealmente de aproximadamente 1/8.

5 Mediante la transferencia de calor del aceite térmico al agua se forma vapor de agua en el intercambiador de calor 1, de modo que allí está presente una mezcla de agua y vapor, ascendiendo el vapor de agua formado debido a la diferencia de densidad en la dirección del colector de vapor 30 y situándose el agua preponderantemente en la zona del fondo del intercambiador de calor 1. A través de las aberturas 32, que se sitúan preferentemente en la zona superior vertical del intercambiador de calor 1, el vapor llega a líneas ascendentes 31 y posteriormente al colector de vapor 30. Desde allí se extrae el vapor a través de la conexión 35 y se usa posteriormente. Otro intercambiador de calor (no representado) está conectado preferentemente para el sobrecalentamiento del vapor. El condensado situado en el 10 colector de vapor 30 se le suministra de nuevo al intercambiador de calor 1 a través de las líneas descendentes 33 y las aberturas 34. El vapor extraído del colector de vapor 30 presenta de media una temperatura de aproximadamente 380 °C y una presión de aproximadamente 108 bares.

15 Las figuras 4 a 6 muestran una segunda forma de realización de la invención. La diferencia esencial respecto al primer ejemplo de realización mostrado anteriormente consiste en que el intercambiador de calor 1 no presenta una tubuladura de entrada de agua separada. En lugar de ello el intercambiador de calor 1 se alimenta con agua fresca a través de las líneas descendentes 33 y las aberturas 34. Para ello el colector de vapor 30 presenta una entrada de agua fresca 36. Por consiguiente se pueden reducir los costes de fabricación dado que ya no se necesita una conexión de agua separada. También se puede prescindir de un canal de entrada de fluido 14, dado que el precalentamiento del agua fría ya se ha efectuado en un precalentador separado.

20 Las fig. 7 y 8 muestran una tercera forma de realización de la invención. En principio esta forma de realización es similar a la primera forma de realización (fig. 1 a 3). La diferencia esencial consiste en que los tubos 20' están realizados como un haz de tubos en U. Por consiguiente el aceite térmico entra a través de la tubuladura de entrada de aceite 21 lateral en la dirección de flecha 25 a través del disco tubular 27 en los tubos 20', emite el calor al agua y abandona el intercambiador de calor 1 en la dirección de flecha 26 a través de la tubuladura de salida de aceite 22. El 25 agua a evaporar entra a través de la tubuladura de entrada de agua 12 en la carcasa del intercambiador de calor 10 y atraviesa el canal de salida de fluido 14, estando modificada la posición de la tubuladura de entrada de agua 12 y por consiguiente también del canal de entrada de fluido 14 en comparación a la primera forma de realización. El canal de entrada de fluido 14 se posiciona preferentemente en la zona de la salida del aceite térmico.

30 Las temperaturas y presiones de los fluidos en el intercambiador pueden variar según la ubicación o tamaño de la central.

**REIVINDICACIONES**

5 1.- Intercambiador de calor con una carcasa (10), que contiene agua para la generación de un flujo de vapor y en el que en el interior de la carcasa (10) están dispuestos haces horizontales de tubos (20) para un fluido del lado del tubo, en el que el calor se transmite a través de los tubos (20) del fluido del lado del tubo hacia el agua, en el que está presente un canal de entrada de fluido (14) que se conecta con una abertura de entrada (12) para el agua y rodea al menos una parte de los tubos (20), de manera que el canal de entrada de fluido (14) está configurado como un tramo de precalentador para el agua que entra en la carcasa (10),

**caracterizado porque**

10 un colector de vapor (30) separado está dispuesto por encima del intercambiador de calor (1) para la separación del agua en forma de vapor de la fase líquida y está acoplado con el intercambiador de calor (1) mediante líneas ascendentes y descendentes (31, 33), de manera que se produce una circulación natural, **porque** los tubos (20) están configurados como haz de tubos horizontal en meandro, estando conectados los tubos en el lado de entrada con un distribuidor (23) a través del que el fluido emisor de calor se conduce a los tubos (20) individuales, y estando conectados los tubos (20) en el lado de salida con un colector (24), **porque** el canal de entrada de fluido (14) para el agua, el distribuidor (23) y el colector (24) están dispuestos completamente dentro de la carcasa (10), y **porque** el fluido del lado del tubo es un aceite térmico o sal.

2.- Intercambiador de calor según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizado porque**

20 el haz de tubos en forma de meandro está configurado como haz de tubos de tres vías, formándose una primera vía por el haz de tubos (20) en conexión con el distribuidor, una segunda vía por el haz de tubos (20) situado por debajo y una tercera vía por el haz de tubos (20) conectado con el colector.

3.- Intercambiador de calor según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizado porque**

25 el canal de entrada de fluido (14) está configurado como orientador de flujo para el agua que entra en la carcasa (10).

4.- Intercambiador de calor según la reivindicación 1 ó 2,

**caracterizado porque**

el canal de entrada de fluido (14) rodea aproximadamente 1/8 de las superficies de los tubos.

5.- Intercambiador de calor según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizado porque**

30 presenta un canal de salida de fluido que está configurado como orientador de flujo y/o separador de agua para el agua que sale de la carcasa (10).

6.- Intercambiador de calor según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizado porque**

35 el colector de vapor (30) presenta una admisión de agua fresca.

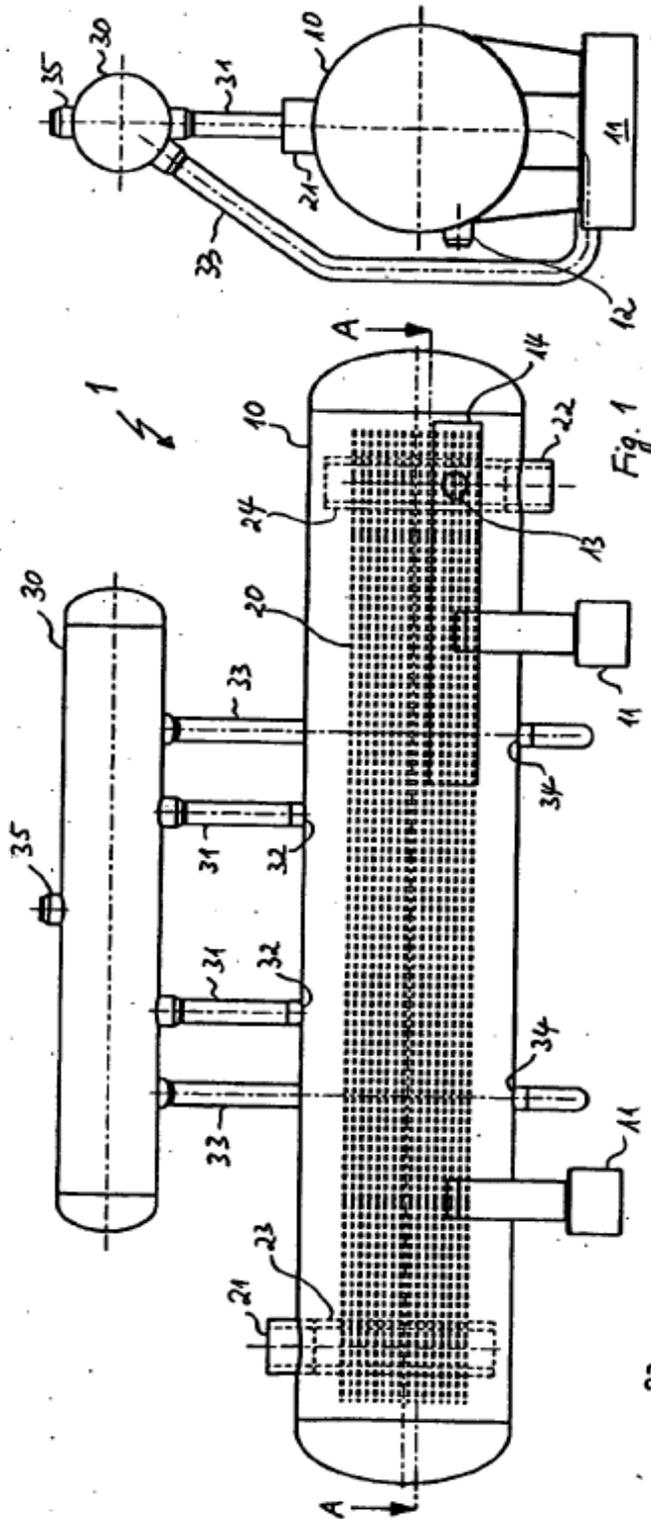


Fig. 1

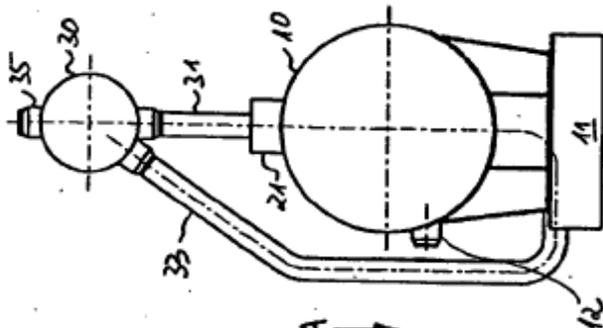


Fig. 2

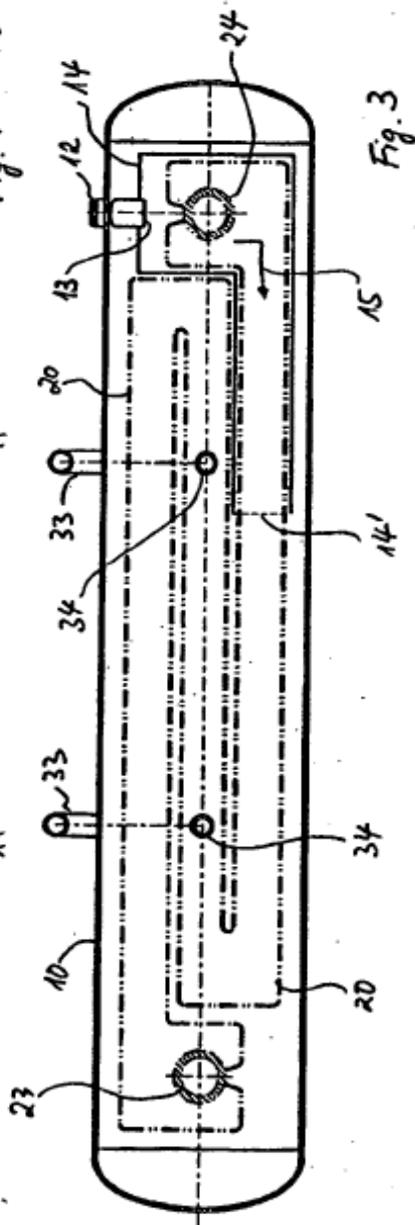


Fig. 3

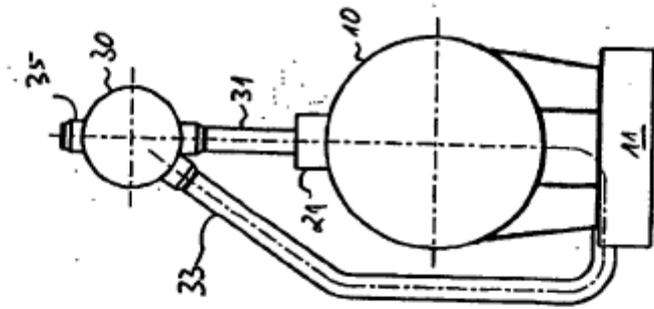


Fig. 5

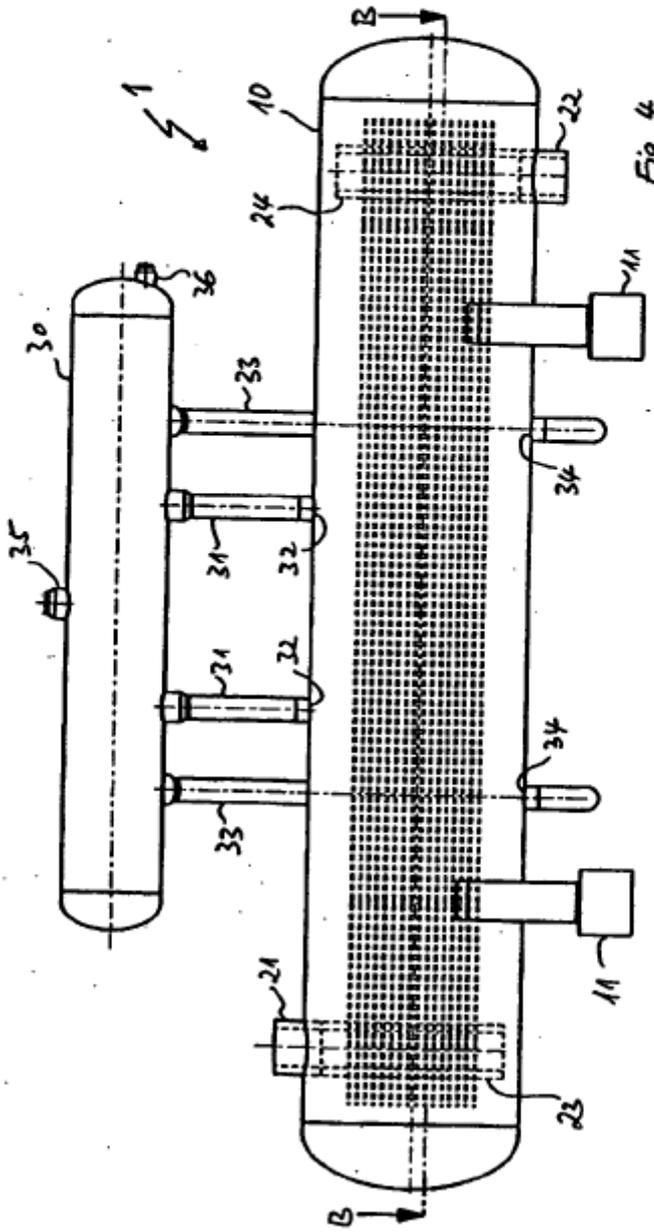


Fig. 4

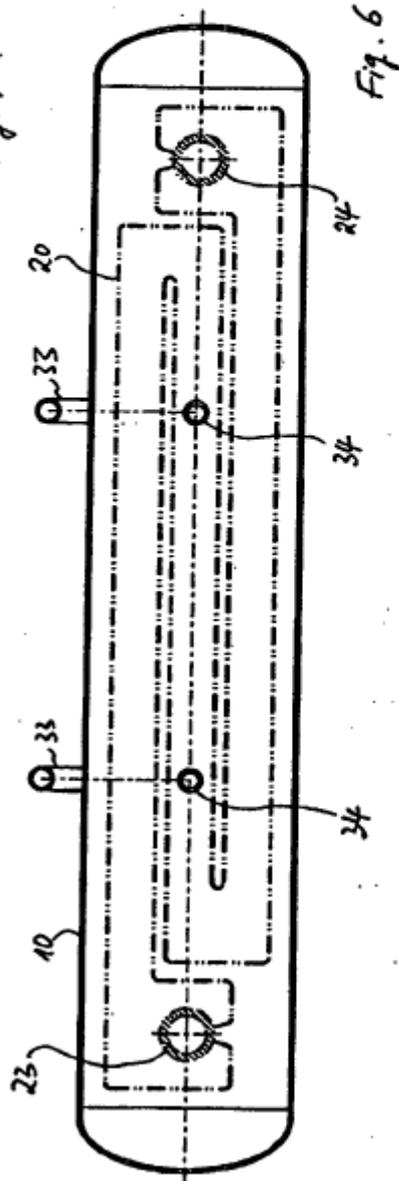


Fig. 6

