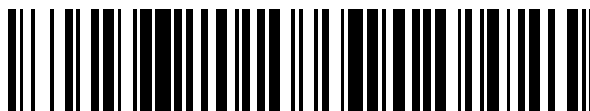


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 341**

51 Int. Cl.:

B01D 5/00 (2006.01)

F28D 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2008 E 08103720 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 1992392**

54 Título: **Dispositivo para enfriar corrientes de material**

30 Prioridad:

18.05.2007 DE 102007023379

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

27.11.2015

73 Titular/es:

**MESSER GROUP GMBH (100.0%)
Messer-Platz 1
65812 Bad Soden, DE**

72 Inventor/es:

**HERZOG, FRIEDHELM y
TERKATZ, STEFAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 552 341 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

Dispositivo para enfriar corrientes de material.

La invención concierne a un dispositivo para enfriar una corriente de material con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

5 Tales dispositivos son conocidos y se utilizan para enfriar materiales gaseosos, líquidos o bien materiales sólidos verticales o fluyentes. En particular, sirven para depurar corrientes de gas por condensación o congelación de impurezas contenidas en el gas. Por "gases" se entienden aquí en general corrientes de aire de salida, gas de escape o gas de proceso, que pueden consistir en vapor, materiales en forma de vapor o gases. En particular, se
10 entienden por estos también corrientes de aire de salida con una carga relativamente alta de disolventes, tales como las que se producen, por ejemplo, en determinados procedimientos del campo de la química o como gases de escape de almacenes de tanques. Por el término "impurezas" se han de entender aquí tanto contaminantes que impurifican el gas y deben ser eliminados como también disolventes u otros materiales que pueden aportarse como materiales valiosos a un uso ulterior.

15 Según el estado de la técnica, se utilizan intercambiadores de calor directos o indirectos. En los intercambiadores de calor directos se efectúa un contacto directo del gas a depurar con el refrigerante, por ejemplo en forma de una ducha. En los intercambiadores de calor indirectos se pone en contacto la corriente de gas a depurar en superficies de intercambiador de calor con un refrigerante. Las superficies del intercambiador de calor pueden estar configuradas en este caso de maneras diferentes y están diseñadas en general de modo que se efectúe una
20 transmisión de calor lo más grande posible. Si se reduce la temperatura del gas por el contacto con las superficies del intercambiador de calor o con el refrigerante hasta que se caiga entonces por debajo del punto de rocío de las impurezas presentes en la corriente de gas, se licúa o solidifica al menos una parte de estos materiales y ésta puede ser separada de la corriente de gas portador.

25 Así, por ejemplo, en el documento US 4 188 793 se describen diferentes equipos de funcionamiento directo o indirecto en los que se retiran componentes en forma de vapor de corrientes de gas por condensación. En uno de estos equipos se utiliza un intercambiador de calor de haz de tubos en el que la corriente de material a enfriar se pone en contacto térmico con nitrógeno gaseoso actuante como refrigerante. El nitrógeno utilizado para enfriar la corriente de material es generado por evaporación de nitrógeno líquido en un intercambiador de calor de evaporación. Para evaporar el nitrógeno líquido se realimenta al menos parcialmente al intercambiador de calor de evaporación el nitrógeno gaseoso calentado en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto y se pone en
30 contacto térmico este nitrógeno gaseoso con el nitrógeno líquido.

35 Se conocen por el documento DE 19517273 C1 un procedimiento y un dispositivo para la depuración de gas de escape con intercambiadores de calor, en el que se efectúa de la manera anteriormente descrita en un primer intercambiador de calor una depuración del gas de proceso. Para impedir una recontaminación del gas saliente con condensado se utiliza un segundo intercambiador de calor en el que se conduce la corriente de gas de tal manera que ésta entra en contacto, en un flujo dirigido hacia arriba, con las superficies de intercambiador de calor. Gracias a esta disposición, el condensado se acumula en la zona de entrada del segundo intercambiador de calor y puede ser evacuado.

40 La proporción de la cantidad de material separada del gas portador frente a la cantidad de material presente en total en el gas depende en primer lugar del grado de caída por debajo del punto de rocío. Sin embargo, en el proceso de enfriamiento se producen en general una sobresaturación de la corriente de gas y una formación de aerosoles. Dado que los aerosoles se depositan sólo en una parte muy pequeña en el intercambiador de calor, la cantidad de material realmente separable de la corriente de gas portador es más pequeña que la separación teóricamente obtenible en base a las presiones de vapor dependientes de la temperatura de los materiales. Los aerosoles forman así una proporción considerable de las impurezas que abandonan el condensador con la corriente de gas portador.

45 Para limitar la formación de aerosoles se propone en el documento EP 1 674 140 A1 precalentar el refrigerante que entra en contacto con el gas bruto a depurar en un criocondensador, antes de su alimentación al criocondensador, con el refrigerante calentado evacuado del criocondensador. Al mismo tiempo, el gas bruto aportado es preenfriado en un preenfriador antes de su alimentación al criocondensador con el gas bruto enfriado en el criocondensador. De esta manera, se minimiza la diferencia de temperatura entre el refrigerante y el gas bruto a depurar y se reprime
50 fuertemente la formación de aerosoles.

Sin embargo, en este objeto son desventajosas las pérdidas de calor producidas en las tuberías de alimentación entre los intercambiadores de calor, debido a las cuales se aumenta la diferencia de temperatura entre los medios y, por tanto, no se reprime la formación de aerosoles en la medida que sería teóricamente posible.

55 Por tanto, el problema de la presente invención consiste en crear un dispositivo con el que se reprima adicionalmente la formación de aerosoles y se minimicen las pérdidas de calor.

Este problema se resuelve por medio de un dispositivo de la clase citada al principio con las características de la reivindicación 1.

Por tanto, según la invención, la evaporación del gas condensado y el enfriamiento del gas de proceso se realizan en un único equipo, estando alojado el intercambiador de calor de evaporación en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto y contribuyendo mediante una superficie de intercambiador de calor propia al enfriamiento de la corriente de material. Gracias a la disposición de los intercambiadores de calor en un solo equipo se obtienen ventajas técnicas de procedimiento, tales como, por ejemplo, menores pérdidas de calor y menores pérdidas de presión, así como un aprovechamiento más favorable de las superficies de los intercambiadores de calor y un menor peso total. Además, se obtienen ahorros de costes gracias a la construcción compacta y también ahorros debido a un menor gasto para el entubado externo y el aislamiento.

La invención prevé a este respecto que el intercambiador de calor de enfriamiento de producto comprenda una tubería de alimentación y una tubería de evacuación para un segundo refrigerante, así como superficies de intercambiador de calor para el intercambio de calor de la corriente de material con el segundo refrigerante, estando unida para flujo la tubería de alimentación para el segundo refrigerante con la tubería de evacuación para el medio gaseoso proveniente del intercambiador de calor de evaporación. De esta manera, se aprovecha aún mejor el contenido de frío del refrigerante.

En una estructura de equipamiento especialmente preferida del dispositivo según la invención las superficies de intercambiador de calor para el primer refrigerante y para el segundo refrigerante en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto están realizadas como haces de tubos tendidos en paralelo al menos en ciertos tramos, los cuales son bañados dentro de una carcasa común por la corriente de material que se debe enfriar. El tendido paralelo cuida de que las respectivas temperaturas de entrada y salida de las corrientes de gas frío (corrientes de refrigerante) sean al menos aproximadamente iguales. El aparato trabaja así termodinámicamente en el rango casi óptimo.

Para lograr una acción de enfriamiento lo mejor posible se conducen preferiblemente el primer refrigerante y/o el segundo refrigerante en contracorriente con respecto a la corriente de material en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto.

Una ejecución aún más ventajosa de la invención prevé que la tubería de evacuación para el primer refrigerante en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto esté unida para flujo con la tubería de alimentación para el medio gaseoso en el intercambiador de calor de evaporación. Por tanto, después de recorrer el intercambiador de calor de enfriamiento de producto el primer refrigerante sirve para evaporar el gas condensado en el intercambiador de calor de evaporación. De esta manera, el calor alimentado al primer refrigerante debido al intercambio de calor con la corriente de material se utiliza para evaporar el gas condensado.

En otra forma de realización preferida de la invención el dispositivo presenta un intercambiador de calor adicional por medio del cual se pone la corriente de material a enfriar en contacto térmico con la corriente de material ya enfriada. A este fin, una tubería de evacuación para la corriente de material proveniente del intercambiador de calor de enfriamiento de producto está unida para flujo con una superficie de intercambiador de calor en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto, en la que la corriente de material conducida desde el intercambiador de calor de enfriamiento de producto está en intercambio de calor con la corriente de material a enfriar en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto. La superficie de intercambiador de calor adicional representa así un llamado recuperador en el que el contenido de frío de la corriente de material ya enfriada coopera también en el enfriamiento de la corriente de material.

Preferiblemente, el intercambiador de calor de enfriamiento de producto está equipado con medios para evacuar constituyentes condensados. Esta forma de realización se prefiere especialmente cuando el dispositivo debe utilizarse para la depuración criógena de gas de escape, es decir que la depuración de la corriente de material debe efectuarse con la acción térmica de un agente frigorífico criógeno, por ejemplo nitrógeno, que se alimenta al intercambiador de calor de evaporación en estado licuado, se evapora allí y, en forma de gas frío con una temperatura de, por ejemplo, 160°C, se alimenta como refrigerante al intercambiador de calor de enfriamiento de producto. Las impurezas retiradas del gas de proceso a depurar se retiran con seguridad debido a la fuerte acción de enfriamiento; el condensado así obtenido puede reutilizarse o desecharse con seguridad.

Preferiblemente, el intercambiador de calor de evaporación comprende un haz de tubos recorrido por el gas a evaporar, que está alojado en una envolvente recorrida por el medio gaseoso. En este caso, el medio gaseoso utilizado para evaporar el refrigerante criógeno está en intercambio de calor con la corriente de material en al menos algunos tramos de la envolvente. Por tanto, la pared exterior del intercambiador de calor de evaporación sirve, al menos en algunos tramos, como superficie de intercambiador de calor. De esta manera, se ahorran costosos aislamientos en el intercambiador de calor de evaporación.

Seguidamente, se explicarán ejemplos de realización de la invención con más detalle ayudándose de los dibujos.

En vistas esquemáticas muestran:

La figura 1, un dispositivo según la invención en una primera forma de realización y

La figura 2, un dispositivo según la invención en una segunda forma de realización con recuperador adicional.

5 El dispositivo 1 comprende un equipo designado aquí en su totalidad como condensador 2 para enfriar una corriente de material, en el ejemplo de realización una corriente de gas de proceso. El condensador 2 comprende una carcasa 3 con paredes exteriores térmicamente aisladas, dentro de la cual están previstas dos unidades funcionales, a saber, un intercambiador de calor de evaporación 5 dispuesto en el núcleo del condensador 2 y un intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 conectado radialmente alrededor del perímetro del intercambiador de calor de evaporación 5. El intercambiador de calor de evaporación 5 sirve para evaporar un refrigerante criógeno utilizado para enfriar el gas de proceso. Como refrigerante criógeno se utiliza aquí preferiblemente nitrógeno, que se evapora en el intercambiador de calor de evaporación 5 y a continuación se utiliza en forma de nitrógeno gaseoso frío para enfriar el gas de proceso en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto. En el intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 se enfría una corriente de gas con el objetivo de retirar del gas de proceso por condensación y evacuar las "impurezas" gaseosas en forma de gas o vapor (según la definición anterior) contenidas en el gas de proceso.

10 El intercambio de calor en los intercambiadores de calor 5, 6 se efectúa aquí en primer lugar en unos haces de tubos 7, 7'; 8, 8'; 9, 9', es decir, en grupos de tubos rectos o curvados en forma de hélice con paredes térmicamente buenas conductoras, que se extienden en la carcasa 3 aproximadamente paralelos uno a otro entre dos chapas de separación 11, 12 distanciadas horizontalmente una de otra y herméticas al flujo, con excepción de las aberturas de paso de flujo para los haces de tubos 7, 7'; 8, 8' y para el intercambiador de calor de evaporación 5. Los haces de tubos 7, 7'; 8, 8'; 9, 9' consisten generalmente en un gran número de tubos individuales; únicamente por motivos de claridad se representan en los dibujos los haces de tubos 7, 7'; 8, 8'; 9, 9' por medio de dos respectivos tubos rectos dispuestos aproximadamente simétricos uno respecto de otro. La chapa de separación 11 separa un espacio de cabeza 13 de la carcasa 3 respecto de los intercambiadores de calor 5, 6. En el espacio de cabeza 13 está previsto un elemento de separación 14 que separa reotécnicamente los haces de tubos 8, 8' y 9, 9' uno de otro. Asimismo, la chapa de separación 12 separa una zona de fondo 16 de la carcasa 3 respecto de los intercambiadores de calor 5, 6. La zona de fondo 16 sirve para recibir un baño 17 de condensado separado del gas de proceso. En la zona de fondo 16 están previstos también unos elementos de separación 19, 20 con los cuales los haces de tubos 8, 8'; 9, 9' pueden ser separados reotécnicamente uno de otro y también del baño de condensado 17. Los haces de tubos, 8, 8'; 9, 9' del intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 están rodeados por un espacio de conducción de producto 22 a través del cual se conduce, al utilizar el dispositivo 1, el gas de proceso a enfriar o a depurar. Este espacio de conducción de producto 22 está en unión de flujo con el baño de condensado 17 a través de una tubería 23.

20 El intercambiador de calor de evaporación 5 está reotécnicamente separado del espacio de conducción de producto 22 del intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6, de una manera hermética al flujo, por una envolvente de evaporador 24 que se extiende entre las chapas de separación 11, 12 y rodea a los haces de tubos 7, 7' en forma aproximadamente cilíndrica, cuya envolvente de evaporador se extiende en la zona de una abertura de paso correspondiente en la chapa de separación 11 hasta el interior del espacio de cabeza 13. La envolvente de evaporador 24 limita un espacio de envolvente 25 del intercambiador de calor de evaporación 5 que es recorrido por el medio de intercambio de calor necesario para evaporar el refrigerante criógeno. En el ejemplo de realización la envolvente de evaporador 24 está constituida por un material térmicamente buen conductor y, por tanto, actúa como una superficie de intercambiador de calor adicional para el enfriamiento del gas de proceso en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6. En la zona del espacio de cabeza 13 la envolvente de evaporador 24 presenta una abertura 27 de paso a la zona del espacio de cabeza 13 delimitado por el elemento de separación 14, con lo que se establece una unión de flujo desde el espacio de envolvente 25 del intercambiador de calor de evaporación 5 hasta el haz de tubos 8, 8'.

25 Para evaporar el refrigerante criógeno se conduce el refrigerante en estado líquido desde un suministro de líquido no mostrado aquí (por ejemplo, un tanque con nitrógeno líquido) hasta los haces de tubos 7, 7' a través de una tubería 28. Por intercambio de calor con un medio gaseoso que circula alrededor de los haces de tubos 7, 7' en el espacio de envolvente 25 se evapora el refrigerante y éste llega al intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 a través de una tubería 29. Para producir en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto 9 un contraflujo del refrigerante con el gas de proceso a enfriar se conduce, en los ejemplos de realización según la figura 1 y la figura 2, el refrigerante en la tubería 29 fuera de la carcasa 3 hasta el espacio de cabeza 13. Por tanto, la tubería 29 está provista de un aislamiento térmico. Sin embargo, es posible también conducir el refrigerante evaporado hasta el espacio de cabeza 13 a través del intercambiador de calor de evaporación 5.

30 El gas de proceso a enfriar se introduce por la entrada de gas de proceso 31 en el espacio exterior 22 del intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 y este gas abandona el intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 por la salida de gas de proceso 32. El gas de proceso puede ser forzado en este caso a

través del intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6, en una vía de flujo de forma de meandros, por medio de chapas deflectoras aquí no mostradas, para garantizar una transmisión de calor máxima. Tales chapas deflectoras son conocidas, por ejemplo, por el documento DE 10 2004 026 908 A1.

5 El refrigerante que entra desde la tubería 29 en el espacio de cabeza del intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 recorre primero los haces de tubos 9, 9' en contracorriente con el gas de proceso y es conducido de nuevo seguidamente por la tubería 33 al intercambiador de calor de evaporación 5 para evaporar el refrigerante líquido en los haces de tubos 7, 7'. El refrigerante gaseoso entonces nuevamente enfriado abandona el espacio de envolvente 25 del intercambiador de calor de evaporación 5 a través de la abertura de paso 27 y circula seguidamente hacia los haces de tubos 8, 8', para entrar allí una vez más en intercambio de calor con el gas de proceso. A continuación, se evacua el refrigerante nuevamente calentado por la tubería 34 y éste puede ser descargado a la atmósfera exterior, reutilizado o alimentado a otro uso. Por tanto, el gas de proceso es enfriado eficazmente por contacto térmico con el refrigerante tanto en los haces de tubos 9, 9'; 8, 8' como en la envolvente 24 del evaporador. Si se cae entonces por debajo del punto de rocío del material que debe retirarse del gas, éste se condensa y se deposita como condensado en las paredes exteriores de los haces de tubos 8, 8'; 9, 9' o de la envolvente 24 del evaporador y se alimenta al baño de condensado 17 por la tubería 23. El condensado puede ser descargado por una salida de condensado aquí no mostrada y desechado o alimentado a un uso ulterior.

20 El equipo 35 mostrado en la figura 2 se diferencia del equipo 1 por un denominado recuperador, es decir, por un intercambiador de calor adicional en el que el gas de proceso a enfriar o depurar es enfriado adicionalmente por intercambio de calor con gas de proceso ya enfriado o depurado. Por lo demás, en el equipo 35 los elementos funcionalmente iguales están provistos de los mismos números de referencia que en el equipo 1.

25 El recuperador se materializa en el equipo 35 por unos haces de tubos 36, 36' que están dispuestos en el lado exterior del intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6, pero todavía dentro de la carcasa 3 del condensador 2. Los haces de tubos 36, 36' se extienden, como los haces de tubos 8, 8'; 9, 9', a través del intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 y están unidos uno con otro a través del espacio de cabeza 13 y la zona de fondo 16 del condensador 2, pero están reotécnicamente separados de los haces de tubos restantes 7, 7'; 8, 8'; 9, 9' por medio de elementos de separación adicionales 37, 38. Para que pueda utilizarse eficazmente el contenido de frío del gas de proceso depurado, el intercambio de calor con el gas de proceso se efectúa solamente en la zona inferior del condensador 2. En esta zona el gas de proceso que entra desde la entrada de gas de proceso presenta una temperatura que es netamente superior a la temperatura del gas de proceso depurado. Por tanto, los haces de tubos 36, 36' están acortados con respecto a los haces de tubos 8, 8'; 9, 9' y no se extienden desde la chapa de separación 12 hasta la altura de la chapa de separación 11, sino que terminan distanciados de ésta en dirección a la entrada de gas de proceso 31. Como consecuencia, el espacio de cabeza exterior 39 separado por el elemento de separación 37 que actúa al menos parcialmente como aislante está correspondientemente avanzado hacia abajo en la zona del recuperador. La zona en la que el gas de proceso depurado puede utilizarse todavía eficazmente para la refrigeración, depende aquí de la estructura del respectivo equipo. En particular, mediante la incorporación de chapas de flujo adecuadas se optimiza la transmisión de calor al gas de proceso depurado. El gas de proceso enfriado y depurado (gas puro) en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 entra en el espacio de cabeza exterior 39 del condensador 2 a través de una abertura de salida 40 y es conducido desde allí en contracorriente con el gas de proceso en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto 6 a través de los haces de tubos 36, 36', entrando el gas puro en intercambio de calor con el gas de proceso. El frío residual contenido en el gas puro puede aprovecharse de esta manera para el enfriamiento del gas de proceso. Después de recorrer los haces de tubos 36, 36', el gas puro es evacuado por una salida de gas puro 41.

45 El dispositivo según la invención es adecuado para el enfriamiento de corrientes de material gaseosas o líquidas; en particular, hace posible una depuración altamente eficiente de corrientes de gas cargadas con materiales gaseosos o en forma de vapor, junto con pequeñas pérdidas de calor y de presión. Gracias a la construcción compacta se obtienen considerables ahorros debido a un menor gasto para el entubado fuera de los intercambiadores de calor y para el aislamiento.

Lista de símbolos de referencia

- 50 1 Dispositivo
- 2 Condensador
- 3 Carcasa
- 4 -
- 5 Intercambiador de calor de evaporación
- 6 Intercambiador de calor de producto
- 55 7, 7' Haz de tubos
- 8, 8' Haz de tubos
- 9, 9' Haz de tubos
- 10 -
- 11 Chapa de separación

ES 2 552 341 T3

	12	Chapa de separación
	13	Espacio de cabeza
	14	Elemento de separación
	15	-
5	16	Zona de fondo
	17	Baño de condensado
	18	-
	19	Elemento de separación
	20	Elemento de separación
10	21	-
	22	Espacio exterior (del intercambiador de calor de enfriamiento de producto)
	23	Tubería
	24	Envolvente de evaporador
	25	Espacio de envolvente (del intercambiador de calor de evaporación)
15	26	Espacio
	27	Abertura de paso
	28	Tubería
	29	Tubería
	30	-
20	31	Entrada de gas de proceso
	32	Salida de gas de proceso
	33	Tubería
	34	Tubería
	35	Equipo
25	36, 36'	Haz de tubos
	37	Elemento de separación
	38	Elemento de separación
	39	Espacio de cabeza exterior
	40	Abertura de salida
30	41	Salida de gas puro

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para enfriar una corriente de material, que comprende un intercambiador de calor de evaporación (5) para evaporar un gas condensado por intercambio de calor con un medio gaseoso, que presenta una tubería de alimentación (28) para el gas condensado y una tubería de evacuación (29) para gas evaporado, así como una tubería de alimentación (33) y una tubería de evacuación (27) para el medio gaseoso, y un intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6) para enfriar una corriente de material, que presenta una tubería de alimentación (31) y una tubería de evacuación (32, 40) para la corriente de material a enfriar, una tubería de alimentación y una tubería de evacuación para un medio refrigerante, y superficies de intercambiador de calor (9, 9') para el intercambio de calor de la corriente de material con el refrigerante, en donde la tubería de alimentación para el refrigerante está unida para flujo con la tubería de evacuación (29) para el gas evaporado proveniente del intercambiador de calor de evaporación (5), y el intercambiador de calor de evaporación (5) está alojado en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6) y está equipado con una superficie de intercambiador de calor (24) para el intercambio de calor con la corriente de producto en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6), en donde la tubería de evacuación para el refrigerante en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6) está unida para flujo con la tubería de alimentación (33) para el medio gaseoso en el intercambiador de calor de evaporación (5), **caracterizado** por que el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6) comprende una tubería de alimentación y una tubería de evacuación para un segundo refrigerante, así como superficies de intercambiador de calor (8, 8') para el intercambio de calor de la corriente de material con el refrigerante proveniente de la segunda tubería de alimentación, estando la tubería de alimentación para el segundo refrigerante unida para flujo con la tubería de evacuación (27) para el medio gaseoso proveniente del intercambiador de calor de evaporación (5).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6) las superficies de intercambiador de calor (9, 9') y las superficies de intercambiador de calor (8, 8') están realizadas como haces de tubos tendidos paralelamente al menos en ciertos tramos, los cuales son bañados dentro de una carcasa común (3) por la corriente de material a enfriar.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que el refrigerante y/o el segundo refrigerante son conducidos en contracorriente con la corriente de producto en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6).
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que una tubería de evacuación (39) para la corriente de material proveniente del intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6) está unida para flujo con una superficie de intercambiador de calor (36, 36') en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6), en la cual la corriente de material conducida desde el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6) está en intercambio de calor con la corriente de material a enfriar en el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6).
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el intercambiador de calor de enfriamiento de producto (6) está equipado con medios (23, 17) para la evacuación de constituyentes condensados.
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el intercambiador de calor de evaporación (5) comprende un haz de tubos (7, 7') alojado en una envolvente (24) recorrida por el medio gaseoso y recorrido por el gas a evaporar, estando el medio gaseoso utilizado para la evaporación del refrigerante criógeno en intercambio de calor con la corriente de material en al menos algunos tramos de la envolvente (24).

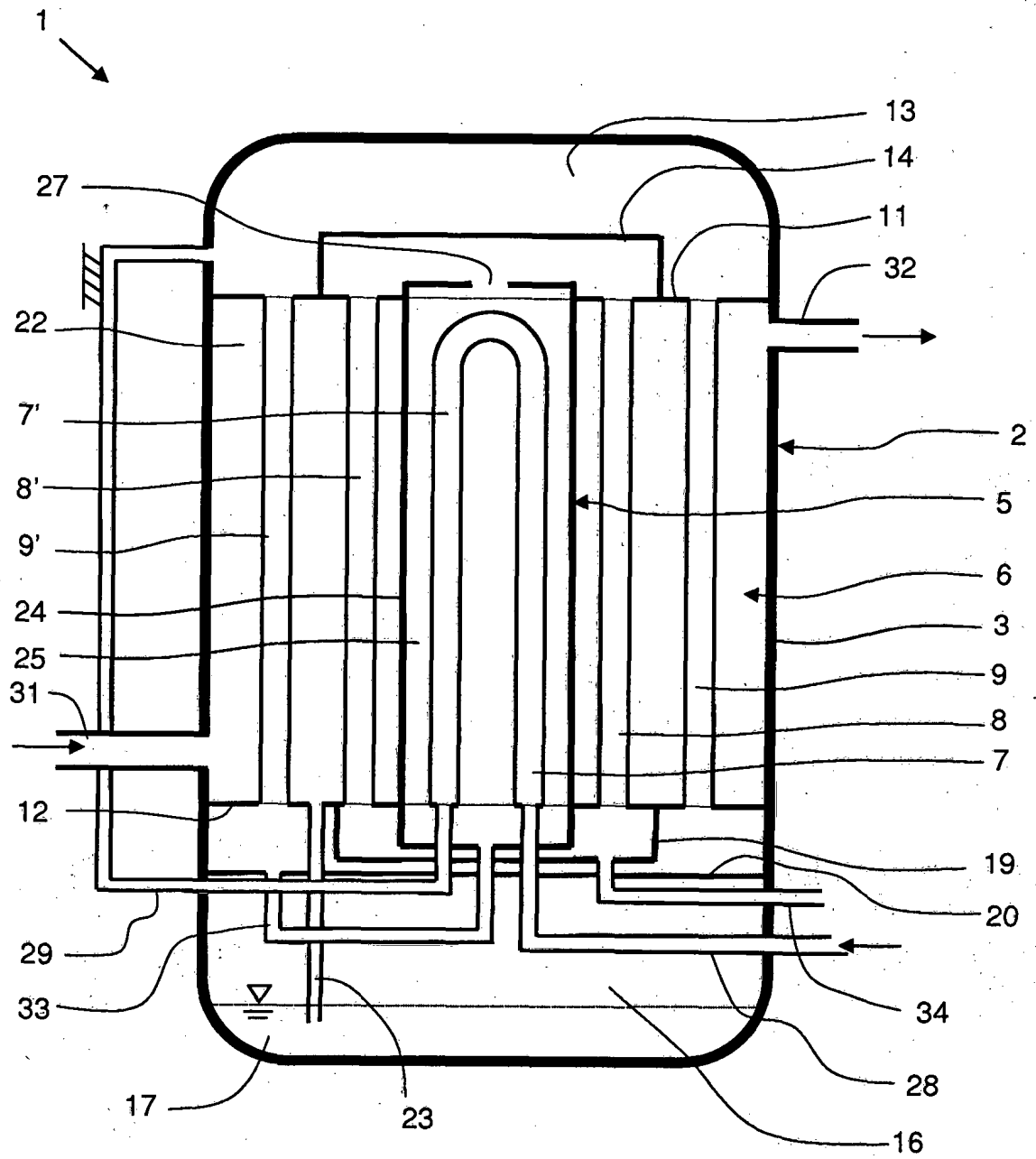


Fig .1

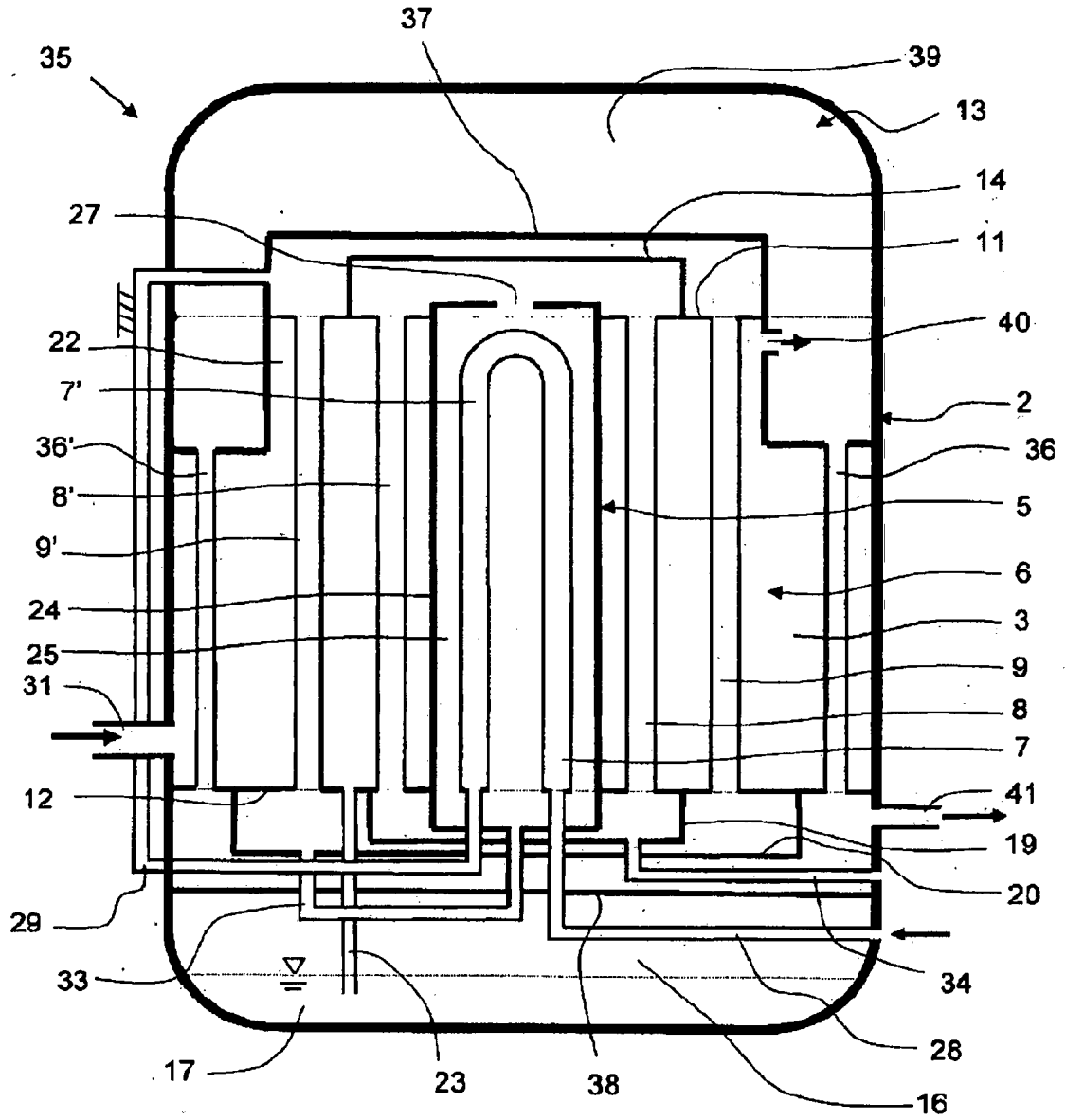


Fig .2