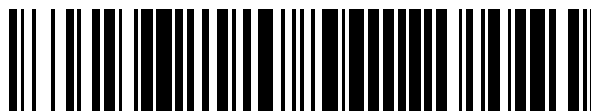


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 488 827**

51 Int. Cl.:

G01F 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2011** **E 11707577 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.05.2014** **EP 2539788**

54 Título: **Dispositivo y método para la medición del nivel de llenado**

30 Prioridad:

22.02.2010 DE 102010008843

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

29.08.2014

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG
(100.0%)**

**ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**DZIOBEK, FRANK y
JOHANNING, JOACHIM**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 488 827 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 y método para la medición del nivel de llenado

5 La invención se refiere a una nueva disposición de medición y a un método así como a su aplicación para la regulación del nivel de llenado en recipientes con mezclas de líquido y gas. Es imaginable igualmente la aplicación en evaporadores.

10 A partir del estado de la técnica son conocidas disposiciones de medición de nivel, que están realizadas como tubos indicadores de nivel dispuestos lateralmente junto a los respectivos recipientes y están equipadas con mirillas de inspección para la observación del nivel de líquido en los recipientes. Los tubos indicadores de nivel poseen respectivamente una tubuladura de medición superior y una inferior, que están ambas respectivamente en conexión conductora de fluido con los espacios interiores de los recipientes. Aquí, las tubuladuras de medición inferiores están colocadas cerca del fondo de los recipientes y las tubuladuras de medición superiores claramente por encima de los valores nominales de los niveles de líquido deseados.

15 La medición funciona según el principio de los "vasos comunicantes". El tubo indicador de nivel de líquido muestra el mismo nivel que el existente en el recipiente, siempre que el líquido en el tubo indicador de nivel de líquido así como el líquido que se encuentra en el recipiente tengan la misma densidad ρ . En líquidos puros, esta condición básica del mismo valor de ρ para el líquido en el recipiente y para el líquido en el tubo de medición se cumple con buena precisión y el principio de medición descrito puede aplicarse sin problemas.

20 En mezclas de líquido y gas en un recipiente, la densidad depende sin embargo de la cantidad de gas contenido en el líquido. Es decir, que para mediciones de nivel en recipientes con mezclas de dos fases, el requisito anteriormente citado no se cumple siempre, ya que en el tubo indicador de nivel la mezcla de dos fases está separada y el líquido puro tiene una densidad correspondientemente más alta. Debido a ello, la medición está ligada a incertidumbres.

25 Un ejemplo del estado de la técnica para medir el nivel de líquido para líquidos agresivos mediante un tubo indicador de nivel de líquido se da a conocer en el documento EP0330123A2. Aquí sin embargo no juega ningún papel la diferencia de densidad entre los líquidos en el recipiente y en el tubo indicador de nivel, ya que en cuanto al recipiente se trata de un separador, que no es calentado y con ello la liberación de gases en el separador es igual o al menos similar a la del tubo indicador de nivel de líquido. El documento EP0330123A2 no entra en una reducción de la indicación de error en el tubo indicador de nivel de líquido para líquidos que se evaporan. Mediante el dispositivo dado a conocer ahí habría que contar con un valor de error alto, ya que no está prevista ninguna medida permanente limitadora de la corriente de retorno en el dispositivo hidráulico 28 inferior y otro dispositivo hidráulico debería ser previsto por debajo del valor nominal del nivel de líquido en el recipiente para cada uno de los líquidos mostrados en la figura 2 en D1, para indicar exactamente la altura de ambos líquidos. Una variación de este tipo de las enseñanzas expuestas en D1 no se indica, pero como se explica a continuación, es esencial en la medición de líquidos que se evaporan.

35 Hay desde luego estados de operación en los que la ρ del líquido en el recipiente sólo es la mitad de grande que la ρ en el tubo indicador de nivel de líquido. En evaporadores, la cantidad de burbujas de gas ascendentes y con ello la reducción de la densidad efectiva es una función de la carga del evaporador, y no existe por lo tanto una desviación constante del peso específico entre la mezcla de dos fases y el líquido. Es decir, la presión que actúa respectivamente en la tubuladura de medición inferior depende de la densidad efectiva del medio en la cámara del evaporador. Esta densidad es rebajada sin embargo por la proporción de burbujas de vapor del medio que se evapora en una medida no directamente determinable desde fuera.

40 En los evaporadores, por lo tanto, la medida en la que es rebajada la densidad efectiva del medio en la cámara del evaporador depende esencialmente de la cantidad de líquido que se evapora, es decir de la carga del evaporador. Es por lo tanto posible que la altura de llenado en la cámara del evaporador suba hasta el separador de gotas, aunque el nivel de llenado indicado sugiera una altura de llenado normal.

45 Se alcanza un nivel de llenado óptimo en evaporadores cuando todos los tubos intercambiadores de calor están cubiertos de líquido, y el evaporador puede funcionar a pleno rendimiento. Un nivel de llenado mayor no es necesario y tampoco deseable, ya que existe el riesgo de que junto con el gas también salga líquido del recipiente, lo que puede llevar a su vez a daños en máquinas conectadas a continuación.

50 Por regla general es al menos indeseable que sea arrastrado líquido por la fase gaseosa hacia fuera de un recipiente así, ya que con él pueden ser extraídas impurezas tales como sales. Esto puede llevar a corrosión y erosión en las partes de la instalación conectadas a continuación. En instalaciones con compresores conectados inmediatamente a continuación, como es el caso por ejemplo en instalaciones de refrigeración de plantas de amoníaco, puede llegarse a través de ello adicionalmente a daños en rotores.

55 De ello se sigue que en caso de aparición de mezclas de dos fases, el principio de medición descrito sólo es aplicable de forma condicionada. Aquí es irrelevante si se trata de una indicación óptica local o de una indicación a distancia mediante captadores de presión eléctricos.

Si a pesar de la precisión de medición descrita se confía en la indicación en el tubo de medición, el manejo de un circuito de regulación de este tipo para la regulación del nivel de llenado en un recipiente con una mezcla de líquido y gas requiere mucha experiencia y mucho tacto. Un ajuste óptimo del nivel de llenado en el recipiente no es posible para todos los casos de carga imaginables.

- 5 Es decir, por lo tanto, según la construcción y la aplicación u operación del recipiente es conocido el nivel de operación óptimo, pero queda por resolver el problema de la detección precisa en cuanto a técnica de medición.

10 Constituye por lo tanto la tarea de la invención proporcionar una disposición de medición en evaporadores, un método de operación de esta disposición de medición en evaporadores así como aplicaciones de esta disposición de medición, que permitan garantizar, para un cierto valor nominal del nivel de llenado en el recipiente, que la altura del líquido en el recipiente no suba tanto como para que salga del recipiente líquido junto con la fase de gas.

15 Esto se consigue mediante la aplicación de una nueva disposición de medición en un evaporador para la regulación del nivel de llenado de una mezcla de líquido y gas a través de una válvula de alimentación de líquido en un recipiente, que es un evaporador, cuya disposición comprende al menos un tubo vertical indicador de nivel de líquido, que está colocado junto a la pared exterior lateral del recipiente y que está en conexión conductora de fluido con el espacio interior del recipiente a través de dispositivos hidráulicos tubulares horizontales, en que

- un primer dispositivo hidráulico inferior, que está colocado cerca del fondo del recipiente, de modo que el nivel de llenado en el tubo indicador de nivel de líquido varía con el nivel en el recipiente, y
- está previsto un segundo dispositivo hidráulico, por encima del valor nominal del nivel de llenado en el recipiente, de modo que el nivel de llenado en el tubo indicador de nivel de líquido varía al superarse un valor nominal libremente seleccionable del nivel de llenado en el recipiente, y
- la disposición de medición está equipada con una disposición de indicación y regulación, que está en conexión de control con la válvula de alimentación de líquido del recipiente, y
- el recipiente comprende conductos de entrada y salida para líquidos y gases, y
- el tubo indicador de nivel de líquido está equipado con al menos otro tercer dispositivo hidráulico tubular que sobresale horizontalmente hacia dentro del recipiente, cuyo dispositivo está colocado a la altura del valor nominal o debajo del valor nominal del nivel de llenado en el recipiente, y
- el primer dispositivo hidráulico inferior está equipado de forma limitadora de la corriente de retorno con relación a los otros dispositivos hidráulicos previstos.

30 Con la expresión “a la altura del valor nominal del nivel de llenado en el recipiente” se hace referencia a una colocación del tercer dispositivo hidráulico tubular que sobresale horizontalmente hacia dentro del recipiente, la cual corresponde directamente a la altura del valor nominal, medida en el punto central del dispositivo hidráulico tubular.

35 Mediante la colocación de este tercer dispositivo hidráulico por debajo del valor nominal se garantiza que junto al nivel de líquido en el tubo indicador de nivel de líquido también se indica el valor correspondiente en el tubo indicador de nivel de líquido al alcanzarse el valor nominal en el recipiente. En una forma de realización preferida de la invención, el tercer dispositivo hidráulico tubular que sobresale hacia dentro del recipiente está colocado, medido en el punto central del diámetro del dispositivo hidráulico, de 1 a 25% respecto al valor nominal, preferentemente de 1 a 15% y de forma particularmente preferida de 8 a 12% por debajo del valor nominal.

40 En una forma de realización preferida, el recipiente es un evaporador, en que el valor nominal del nivel de llenado en el evaporador está dado por un cubrimiento completo de dispositivos de calentamiento contenidos en el evaporador. En este caso, los dispositivos de calentamiento en el evaporador comprenden al menos un tubo intercambiador de calor. El líquido puede ser por ejemplo un líquido de refrigeración de cualquier tipo conocido a partir del estado de la técnica.

45 Preferentemente, la estructuración limitadora de la corriente de retorno del primer dispositivo hidráulico comprende una de las medidas consistentes en dispositivos de estrechamiento de sección transversal y/o válvulas y/o limitadores de flujo de retorno.

Ventajosamente, los dispositivos hidráulicos tubulares se escogen del grupo de tubuladuras y tubos flexibles.

Convenientemente, la disposición de indicación y regulación está equipada con sensores y/o sondas.

50 El método correspondiente para la medición del nivel de llenado de una mezcla de líquido y gas en un recipiente mediante una disposición de medición en un evaporador según la reivindicación 1 comprende los siguientes pasos de procedimiento:

- un líquido es conducido al recipiente, que es un evaporador, este líquido es calentado en el evaporador mediante dispositivos de calentamiento y es descargado del evaporador en forma de gas,

- un líquido es conducido al recipiente, en que el líquido, a través de un primer dispositivo hidráulico que está colocado cerca del fondo del recipiente y está estructurado de forma limitadora de la corriente de retorno con relación a los otros dispositivos hidráulicos previstos, fluye al tubo indicador de nivel de líquido colocado exteriormente junto al recipiente, y
- 5
- al seguir aumentando el nivel de llenado en el recipiente y al alcanzarse el nivel correspondiente, el líquido es introducido a través de al menos otro tercer dispositivo hidráulico, que está colocado a la altura del valor nominal o por debajo del valor nominal del nivel de llenado del recipiente, y el líquido es cargado en el tubo indicador de nivel de líquido hasta el nivel verdadero, y
- 10
- al continuar la conducción de líquido al recipiente, el nivel del líquido en el tubo indicador de nivel de líquido sigue aumentando, y
 - el gas que se escapa del líquido en el tubo indicador de nivel de líquido exterior es conducido a través de un segundo dispositivo hidráulico, que está colocado por encima del valor nominal del nivel de llenado en el recipiente, y
- 15
- al alcanzarse el valor nominal se interrumpe la introducción de líquido en el recipiente, mediante el recurso de que desde una disposición de indicación en el tubo indicador de nivel de líquido es enviada una señal a una disposición de regulación, y mediante ésta es cerrada la válvula de alimentación de líquido del recipiente, y
 - al bajar el nivel por debajo del valor nominal es enviada una señal por la disposición de indicación y regulación, mediante la cual es abierta la válvula de alimentación de líquido del recipiente.
- 20
- Una aplicación preferida es la disposición de medición para la regulación del nivel de llenado en evaporadores en frío con mezclas de dos fases. Esta aplicación es ventajosa sobre todo en instalaciones de amoniaco. Es igualmente posible una aplicación en evaporadores en caliente.

Con ayuda de las siguientes figuras se explicarán más detalladamente diversas variantes de realización de la invención:

- 25
- Figura 1: una representación esquemática de una disposición de medición según el estado de la técnica para la regulación del nivel de llenado de una mezcla de líquido y gas es mostrada con ayuda de una sección transversal a través de un recipiente.
- Figura 2: una representación esquemática de la disposición de medición conforme a la invención para la regulación del nivel de llenado de una mezcla de líquido y gas es mostrada con ayuda de una sección transversal a través de un recipiente.
- 30
- Figura 3: representación de los errores de medición esperables del nivel de líquido para el dispositivo conforme a la invención.
- Figura 4: una representación esquemática de la disposición de medición conforme a la invención del nivel de llenado de una mezcla de líquido y gas es mostrada con ayuda de una sección transversal a través de un evaporador multitubular en frío.
- 35

En la figura 1 está representado un recipiente, que a través de un conducto de alimentación 2, que está equipado con una válvula de alimentación de líquido 3 controlable, que está en conexión de control con la disposición de medición según el estado de la técnica 4. Si llega líquido al recipiente 1, este líquido fluye hacia dentro de la primera tubuladura de medición inferior 5 del dispositivo de medición según el estado de la técnica 4, cuya tubuladura está colocada cerca del fondo del recipiente. Al subir el nivel de llenado en el recipiente 1 también sube la columna de líquido 6 en el tubo indicador de nivel de líquido 7 del dispositivo de medición según el estado de la técnica 4. La columna de líquido 6 en el tubo indicador de nivel de líquido 7 sube hasta el valor en reposo 8 del líquido.

40

Si el líquido contiene burbujas de gas, el nivel de líquido indicado 6 en el tubo indicador de nivel de líquido 7 está afectado además por un error, que se produce porque la presión estática 9 que actúa en la tubuladura de medición inferior 5 depende de la densidad efectiva del medio en el interior del recipiente. Esta densidad es rebajada por la proporción de burbujas de gas del líquido en el recipiente. En una disposición de medición según el estado de la técnica se separan gas y líquido en el tubo indicador de nivel de líquido 7 exterior, el gas es desviado a través de la segunda tubuladura de medición superior 13, que está prevista por encima del valor nominal 10 en el recipiente 1, y la columna de líquido 6 consta sólo de líquido con una densidad correspondientemente más alta. Como en la tubuladura de medición inferior 5 existe un equilibrio de presión, la altura de la columna de líquido 6 es por principio más baja que en el recipiente.

45

50

Es por ello posible que el valor real 11 de la altura del líquido en el interior del recipiente sea ya mucho más alto que lo que sugiere la columna de líquido 6 en el tubo indicador de nivel de líquido. Si se designa por y_d el contenido

medio de vapor del líquido en el recipiente, a partir del equilibrio de las presiones hidrostáticas en la tubuladura de medición inferior 5 puede derivarse la relación

$$F_h = (h_b - h_m) / h_b = 1 - h_b / h_m = y_d$$

5 para el error relativo de la disposición de medición habitual. El error depende esencialmente del contenido volumétrico de gas del líquido y es ampliamente constante sobre todo el rango de medición. En la fórmula, h_b significa el valor real (8) del nivel de líquido en el recipiente y h_m el valor medido (6) conforme a la figura 1.

10 Por este motivo, es muy difícil mantener un valor nominal 10 deseado de una mezcla de dos fases en el interior del recipiente mediante la disposición de medición 4 y evitar una descarga de líquido del recipiente 1 a través de una tubuladura de salida de gas 12.

El reconocimiento tardío del nivel de líquido verdadero en el recipiente 1 es muy desventajoso, ya que eventualmente se llega a una descarga de líquido mediante la fase de gas, que es retirada del recipiente 1 a través de la tubuladura de salida de gas 12.

15 En la figura 2, que muestra el recipiente 1 con el dispositivo de medición 15 conforme a la invención, en caso de entrada de líquido fluiría igualmente líquido a través de la primera tubuladura de medición inferior 5 de la disposición de medición 15 hacia dentro del tubo indicador de nivel de líquido 7. La columna de líquido en el tubo indicador de nivel de líquido subiría entonces hasta el valor en reposo 8 del líquido. Esto corresponde al mismo valor de la columna de líquido 6 de la figura 1.

20 Si el líquido contiene burbujas de gas, el nivel de líquido mostrado en el tubo indicador de nivel de líquido 7 está afectado también en la disposición de medición 15 conforme a la invención por el mismo error que se ha expuesto en la descripción de la figura 1. Al seguir subiendo el nivel de líquido en el recipiente 1, el líquido es conducido a través de otra tubuladura de medición 14, que está colocada por debajo del valor nominal 10 del nivel de llenado del recipiente 1. La columna de líquido 6 de la figura 1 en el tubo indicador de nivel de líquido 7 es llenada con ello hasta el nivel verdadero. Se produce entonces una fuerza impulsora en el tubo indicador de nivel de líquido 7, ya que la presión estática 9 en el pie del tubo indicador de nivel de líquido 7 es más alta que la presión estática en el fondo del recipiente. Esto está provocado por el hecho de que para una misma altura del nivel del llenado, en el recipiente 1 actúa una mezcla de dos fases, mientras que en el tubo indicador de nivel de líquido 7 existe un líquido puro. Con ello se inicia una corriente en bucle en el tubo indicador de nivel de líquido 7 y el líquido en el tubo indicador de nivel de líquido 7 fluye a través de la primera tubuladura de medición inferior 5 nuevamente de vuelta al recipiente 1. Este flujo de retorno es frenado entonces en la disposición de medición 15 conforme a la invención mediante un limitador de corriente de retorno 16, de modo que el líquido no puede escapar del tubo indicador de nivel de líquido más rápidamente de lo que entra líquido a través de la otra tubuladura de medición 14. Por ello, en este punto de operación la medición es muy exacta y corresponde casi al valor nominal 10. Se analizará correspondientemente este error de medida en la figura 3 descrita a continuación.

35 Como el valor nominal sin embargo no se ha alcanzado todavía completamente en este punto de operación, la válvula de alimentación 3 sigue permaneciendo abierta, y la columna de líquido 17 en el tubo indicador de nivel de líquido 7 sigue subiendo. El gas que escapa del líquido en el tubo indicador de nivel de líquido 7 abandona el tubo indicador de nivel de líquido 7 a través de la segunda tubuladura de medición superior 13, que está prevista por encima del nivel nominal 10 en el recipiente 1. Al alcanzarse el nivel nominal se interrumpe la introducción de líquido en el recipiente 1, mediante el recurso de que se envía mediante sensores una señal a la válvula de alimentación de líquido 3 controlable y la válvula de alimentación de líquido 3 es cerrada.

45 Al seguir subiendo el líquido en el recipiente 1, este líquido fluye a través de la tubuladura de medición superior 13 hacia el tubo indicador de nivel de líquido 7, con lo que la columna de líquido 17 en el tubo indicador de nivel de líquido 7 es llenada adicionalmente y se indica un valor de superación de nivel. Al alcanzarse este valor de superación de nivel, se envía nuevamente a través de sensores una señal a la válvula de alimentación de líquido 3 controlable, con lo que la válvula de alimentación de líquido 3 se cierra entonces y con ello no llega más líquido al recipiente 1.

50 Sólo en caso de bajada por debajo del nivel nominal 10 se transmite nuevamente a la válvula de alimentación de líquido 3 una señal, que provoca que la válvula de alimentación de líquido 3 se abra otra vez y fluya nuevamente líquido al recipiente 1.

55 En lo que sigue se describe en detalle con ayuda de la figura 3 el error de medida esperable del dispositivo conforme a la invención. Si se designa – como se representa en la figura 2 - el contenido volumétrico de vapor del líquido en el recipiente por y_d , el nivel de líquido en el recipiente por h_b , el nivel de líquido en la nueva disposición de medición por h_m , la altura de la tercera tubuladura de alimentación 14 por H así como los coeficientes de caudal de la tubuladura de medición inferior por $K_{VS,D1}$ y el coeficiente de la tercera tubuladura de medición por $K_{VS,D2}$, resulta la relación entre el nivel de líquido verdadero en el recipiente h_b y el nivel de medición indicado h_m para el caso

$$h_m < H$$

como sigue

$$h_b = h_m \cdot [1 + H / h_m \cdot (1 - y_d)^{2*} (K_{VS,D2}/K_{VS,D1})^2] / [(1 - y_d) + (1 - y_d)^{2*} (K_{VS,D2}/K_{VS,D1})^2]$$

y el error relativo entre el valor real y el valor de medición como sigue

10
$$F_u = (h_b - h_m) / h_b = 1 - h_m / h_b$$

$$F_u = 1 - [(1 - y_d) + (1 - y_d)^{2*} (K_{VS,D2}/K_{VS,D1})^2] / [1 + H / h_m \cdot (1 - y_d)^{2*} (K_{VS,D2}/K_{VS,D1})^2]$$

15 así como para el caso

$$h_m \geq H$$

la relación entre el nivel verdadero de líquido en el recipiente h_b y el valor de medición h_m indicado resulta como sigue

20

$$h_b = h_m \cdot [y_d \cdot H / h_m + (1 - y_d) + (1 - y_d)^{2*} (K_{VS,D2}/K_{VS,D1})^2] / [(1 - y_d) + (1 - y_d)^{2*} (K_{VS,D2}/K_{VS,D1})^2]$$

y el error relativo entre valor real y valor de medición como sigue

25

$$F_o = [(1 - y_d) + (1 - y_d)^{2*} (K_{VS,D2}/K_{VS,D1})^2] / [y_d \cdot H / h_m + (1 - y_d) + (1 - y_d)^{2*} (K_{VS,D2}/K_{VS,D1})^2]$$

30 La figura 3 muestra cómo el error restante en la nueva disposición de medición depende de la selección de las características de caudal de la tubuladura de medición inferior 5 ($K_{VS,D1}$) así como de la tercera tubuladura de medición 14 adicional ($K_{VS,D2}$) y deja clara la magnitud bastante pequeña de los errores restantes también para valores grandes del contenido de vapor y_d en el líquido, para una selección adecuada de la relación $K_{VS,D2}/K_{VS,D1}$. Para ello, la [figura 3a](#) muestra los errores para el intervalo $h_m < H$ y la [figura 3b](#) los errores para el intervalo $h_m \geq H$.

35 En la [figura 4](#) se muestra la aplicación de la disposición de medición conforme a la invención con ayuda de un evaporador en frío 23, tal como el que encuentra aplicación por ejemplo en instalaciones de amoniaco. El arranque puede producirse, cuando esto sea posible en cuanto a técnica de procedimiento, también con un evaporador en frío 23 vacío. Tan pronto como llega medio refrigerante líquido 21, 22 a la primera tubuladura de medición inferior 5, empieza a operar la disposición de medición, como se ha descrito para la figura 2. El valor nominal 10 está dado en esta aplicación por un cubrimiento completo de los tubos intercambiadores de calor 18 con medio refrigerante 21, 22. Mediante los tubos intercambiadores de calor 18 contenidos en el evaporador en frío, el medio refrigerante líquido 21, 22, que se encuentra en el evaporador en frío 23, se evapora y forma burbujas de gas ascendentes en el líquido, con lo que se genera una mezcla de dos fases. Estas burbujas de gas abandonan el evaporador en frío 23 a través de la tubuladura de salida de gas 12. El medio refrigerante gaseoso es conducido a través del conducto 19 a

un compresor 20, con cuya ayuda es nuevamente licuado el medio refrigerante gaseoso y conducido nuevamente al evaporador en frío 23, con lo que se cierra el circuito de medio refrigerante. A través del conducto 22 puede recargarse externamente medio refrigerante. Como medio refrigerante se emplea en esta aplicación preferentemente amoníaco.

- 5 Al producirse un cambio desde funcionamiento a plena carga a funcionamiento a carga baja del evaporador en frío 23, las condiciones son tales que en caso de carga baja del evaporador en frío 23 hay menos burbujas de gas en el líquido, ya que se evapora menos líquido. Con ello se reduce en esa cantidad el volumen de la mezcla de dos fases. Esto tiene como consecuencia que el nivel de llenado en el evaporador en frío 23 se reduce fuertemente. Empieza entonces el proceso de regulación descrito en la figura 2 y el valor nominal 10 del nivel de llenado es llevado
10 nuevamente al estado óptimo.

- Para un cambio de carga inverso, desde funcionamiento a carga baja a funcionamiento a plena carga del evaporador en frío 23, existe el riesgo de que en caso de cambio espontáneo se llegue a un rebosamiento del evaporador en frío 23. El motivo estriba en que el nivel de llenado en el evaporador en frío 23 se encuentra en el punto óptimo para un funcionamiento a carga baja, en el que debido a la pequeña cantidad de burbujas de gas que se producen, es reajustado el medio refrigerante líquido, como se ha descrito anteriormente. Si entonces aumenta espontáneamente la proporción de burbujas de gas por un funcionamiento repentino a plena carga del evaporador en frío 23, aumenta también el volumen del nivel de llenado en el evaporador en frío 23. De ello resulta que el gradiente del cambio de carga no debe superar el volumen de espacio libre del evaporador en frío 23. Si se cumple este requisito, el nivel de llenado demasiado alto es rebajado por evaporación, mientras que la válvula de alimentación 3 controlable permanece cerrada, hasta que el nivel de llenado óptimo, es decir el valor nominal 10, se ha alcanzado nuevamente y la disposición de medición retoma su funcionamiento de regulación como se ha descrito para la figura 2.
15
20

Ventajas que resultan de la invención:

- Es realizable sin gran esfuerzo.
- 25 - Se alcanza en todo momento un nivel de llenado óptimo del recipiente.
- En evaporadores, el nivel de llenado óptimo se garantiza también en caso de cambios de carga.
- El error de la indicación óptica en el vidrio de medición de líquido, una vez alcanzado el nivel de llenado en el recipiente del tercer dispositivo hidráulico adicional de la disposición de medición, está afectado sólo por un error muy pequeño.

30 **Lista de números de referencia**

- 1 Recipiente
- 2 Conducto de alimentación
- 3 Válvula controlable de alimentación de líquido
- 4 Disposición de medición según el estado de la técnica
- 35 5 Primera tubuladura de medición inferior
- 6 Columna de líquido
- 7 Tubo indicador de nivel de líquido
- 8 Valor en reposo
- 9 Presión estática
- 40 10 Valor nominal
- 11 Valor real
- 12 Tubuladura de salida de gas
- 13 Segunda tubuladura de medición superior
- 14 Tubuladura de medición adicional
- 45 15 Disposición de medición conforme a la invención
- 16 Limitador de corriente de retorno

- 17 Columna de líquido
- 18 Tubos intercambiadores de calor
- 19 Conducto
- 20 Compresor
- 5 21 Medio refrigerante líquido
- 22 Medio refrigerante líquido
- 23 Evaporador en frío

REIVINDICACIONES

1. Disposición de medición en un evaporador para la regulación del nivel de llenado de una mezcla de líquido y gas a través de una válvula de alimentación de líquido en un recipiente (1), que es un evaporador, cuya disposición comprende al menos un tubo vertical indicador de nivel de líquido (7), que está colocado junto a la pared exterior lateral del recipiente (1) y que está en conexión conductora de fluido con el espacio interior del recipiente (1) a través de dispositivos hidráulicos tubulares horizontales (13, 14, 5), en que
- un primer dispositivo hidráulico inferior (5), que está colocado cerca del fondo del recipiente (1), de modo que el nivel de llenado en el tubo indicador de nivel de líquido (7) varía con el nivel en el recipiente (1), y
 - está previsto un segundo dispositivo hidráulico (13), por encima del valor nominal del nivel de llenado en el recipiente, de modo que el nivel de llenado en el tubo indicador de nivel de líquido (7) varía al superarse un valor nominal libremente seleccionable del nivel de llenado en el recipiente (1), y
 - la disposición de medición está equipada con una disposición de indicación y regulación, que está en conexión de control con la válvula de alimentación de líquido (3) del recipiente (1), y
 - el recipiente (1) comprende conductos de entrada y salida para líquidos y gases,
- 15 **caracterizada porque**
- el tubo indicador de nivel de líquido (7) está equipado con al menos otro tercer dispositivo hidráulico tubular (14) que sobresale horizontalmente hacia dentro del recipiente (1), cuyo dispositivo está colocado a la altura del valor nominal o debajo del valor nominal del nivel de llenado en el recipiente, y
 - el primer dispositivo hidráulico inferior (5) está equipado de forma limitadora (5) de la corriente de retorno con relación a los otros dispositivos hidráulicos previstos.
- 20
2. Disposición de medición en un evaporador para la regulación del nivel de llenado según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el recipiente (1) es un evaporador, en que el valor nominal del nivel de llenado en el evaporador está dado por un cubrimiento completo de dispositivos de calentamiento (18) contenidos en el evaporador.
- 25 3. Disposición de medición en un evaporador para la regulación del nivel de llenado según la reivindicación 2, **caracterizada porque** los dispositivos de calentamiento en el evaporador comprenden al menos un tubo intercambiador de calor (18).
- 30 4. Disposición de medición en un evaporador para la regulación del nivel de llenado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el tercer dispositivo hidráulico tubular (14), que sobresale horizontalmente hacia dentro del recipiente (1), está colocado, medido en el punto central del diámetro del dispositivo hidráulico (14), de 1 a 25% respecto al valor nominal, preferentemente de 1 a 15% y de forma más particularmente preferida de 8 a 12% por debajo del valor nominal.
- 35 5. Disposición de medición en un evaporador para la regulación del nivel de llenado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la estructuración limitadora (5) de la corriente de retorno del primer dispositivo hidráulico (5) comprende una de las medidas consistentes en dispositivos de estrechamiento de sección transversal y/o válvulas y/o limitadores de flujo de retorno.
6. Disposición de medición en un evaporador para la regulación del nivel de llenado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** los dispositivos hidráulicos tubulares (13, 14, 5) se escogen del grupo de tubuladuras y tubos flexibles.
- 40 7. Disposición de medición en un evaporador para la regulación del nivel de llenado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la disposición de indicación y regulación está equipada con sensores y/o sondas.
8. Método para la regulación del nivel de llenado de una mezcla de líquido y gas en un recipiente (1) mediante una disposición de medición en un evaporador según la reivindicación 1, en que
- un líquido es conducido al recipiente (1), que es un evaporador, este líquido es calentado en el evaporador mediante dispositivos de calentamiento (18) y es descargado del evaporador en forma de gas,
 - un líquido es conducido al recipiente (1), en que el líquido, a través de un primer dispositivo hidráulico (5) que está colocado cerca del fondo del recipiente (1) y está estructurado de forma limitadora (5) de la corriente de retorno con relación a los otros dispositivos hidráulicos (13, 14) previstos, fluye al tubo indicador de nivel de líquido (7), y
- 50

- al seguir aumentando el nivel de llenado en el recipiente (1), el líquido es introducido a través de al menos otro tercer dispositivo hidráulico (14), que está colocado a la altura del valor nominal o por debajo del valor nominal del nivel de llenado del recipiente (1), y el líquido es cargado en el tubo indicador de nivel de líquido (7) hasta el nivel verdadero, y
- 5
- al continuar la conducción de líquido al recipiente (1), el nivel del líquido en el tubo indicador de nivel de líquido (7) sigue aumentando, y
 - el gas que se escapa del líquido en el tubo indicador de nivel de líquido (7) es conducido a través de un segundo dispositivo hidráulico (13), que está colocado por encima del valor nominal del nivel de llenado en el recipiente (1), y
- 10
- al alcanzarse el valor nominal se interrumpe la introducción de líquido en el recipiente (1), mediante el recurso de que desde una disposición de indicación y regulación es enviada una señal, mediante la cual es cerrada la válvula de alimentación de líquido (3) del recipiente (1), y
 - al bajar el nivel por debajo del valor nominal es enviada una señal por la disposición de indicación y regulación, mediante la cual es abierta la válvula de alimentación de líquido (3) del recipiente (1).
- 15
9. Aplicación de la disposición de medición en un evaporador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la disposición de medición se emplea para la regulación del nivel de llenado en evaporadores en frío (23) con mezclas de dos fases.
- 20
10. Aplicación de la disposición de medición en un evaporador según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la disposición de medición se emplea para la regulación del nivel de llenado en evaporadores en frío de instalaciones de amoniaco.

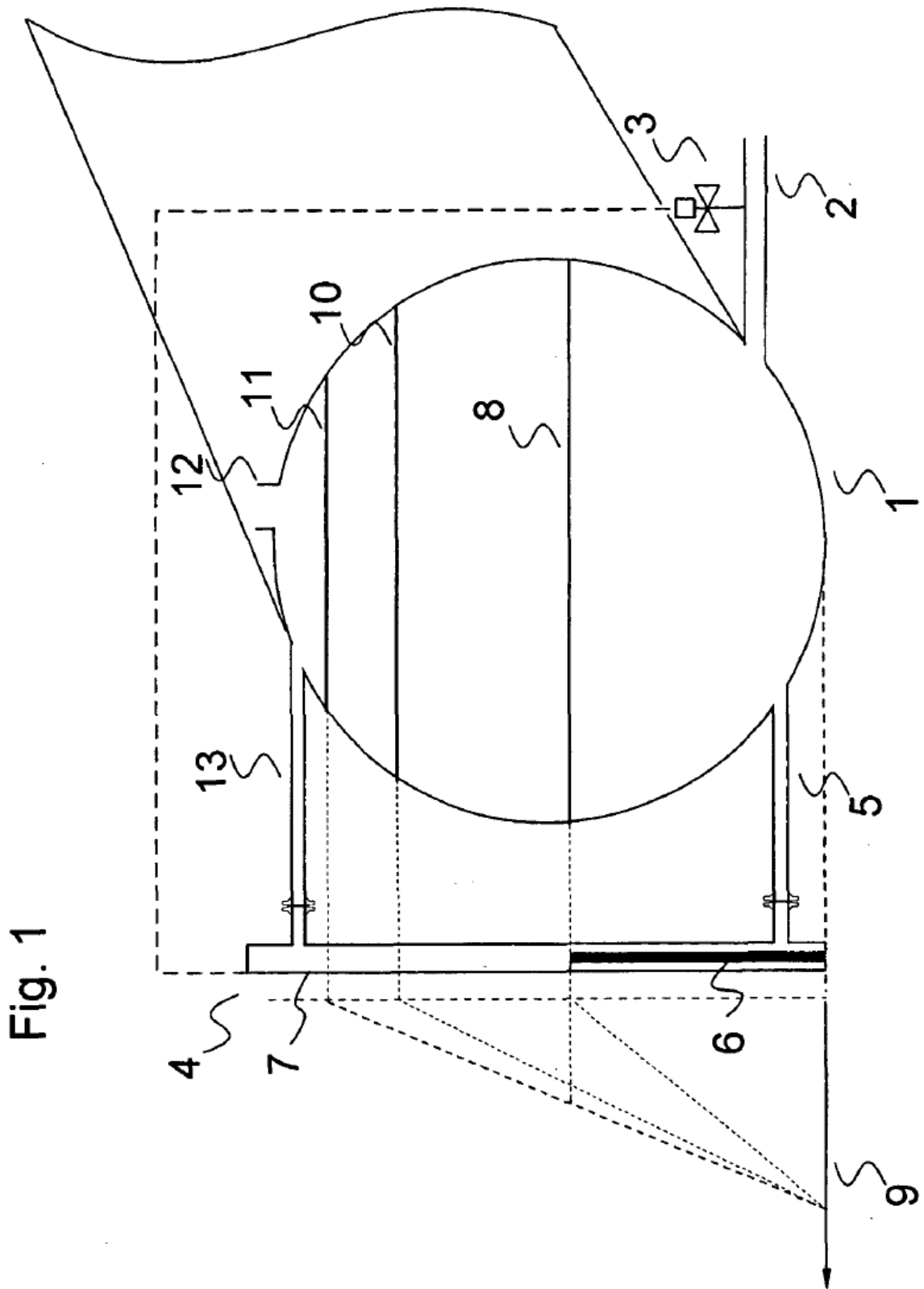


Fig. 3

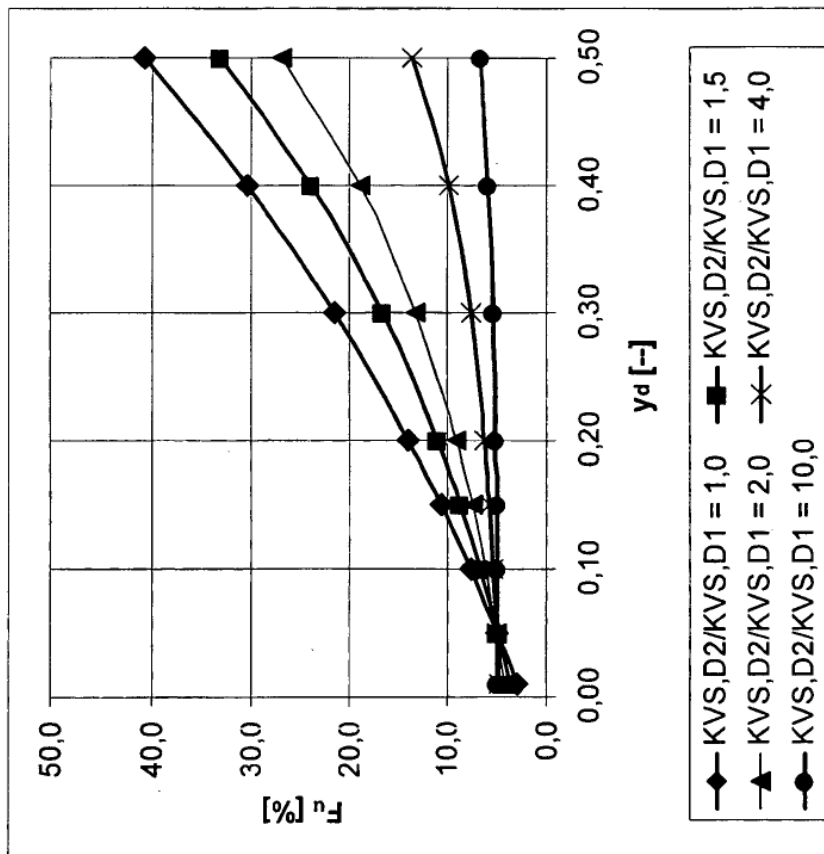


Fig. 3a

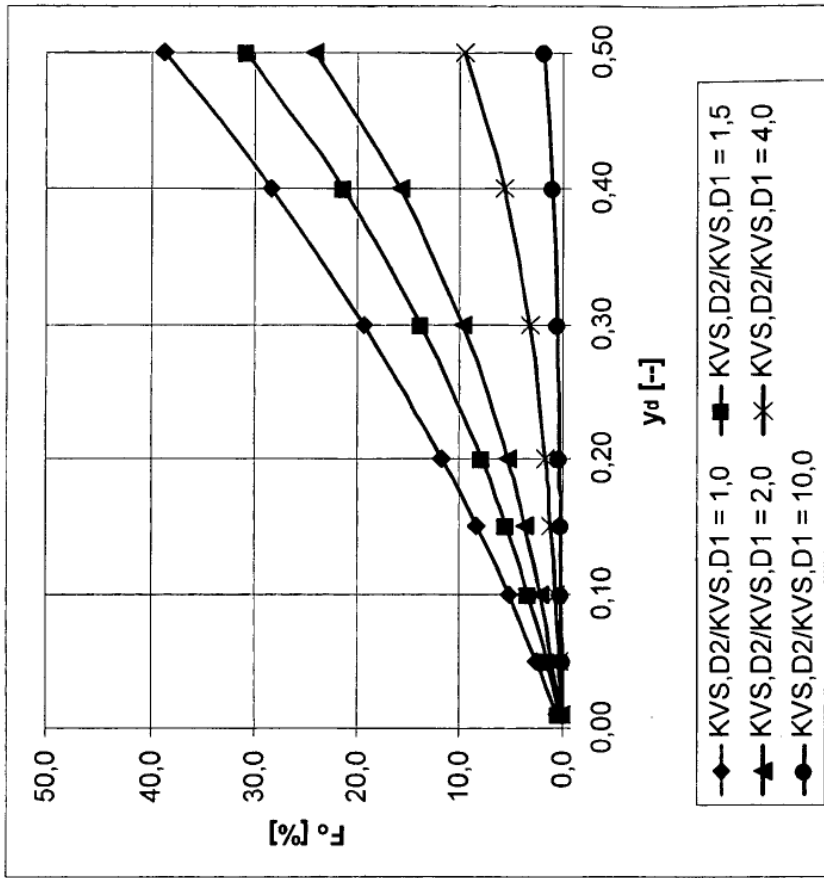


Fig. 3b

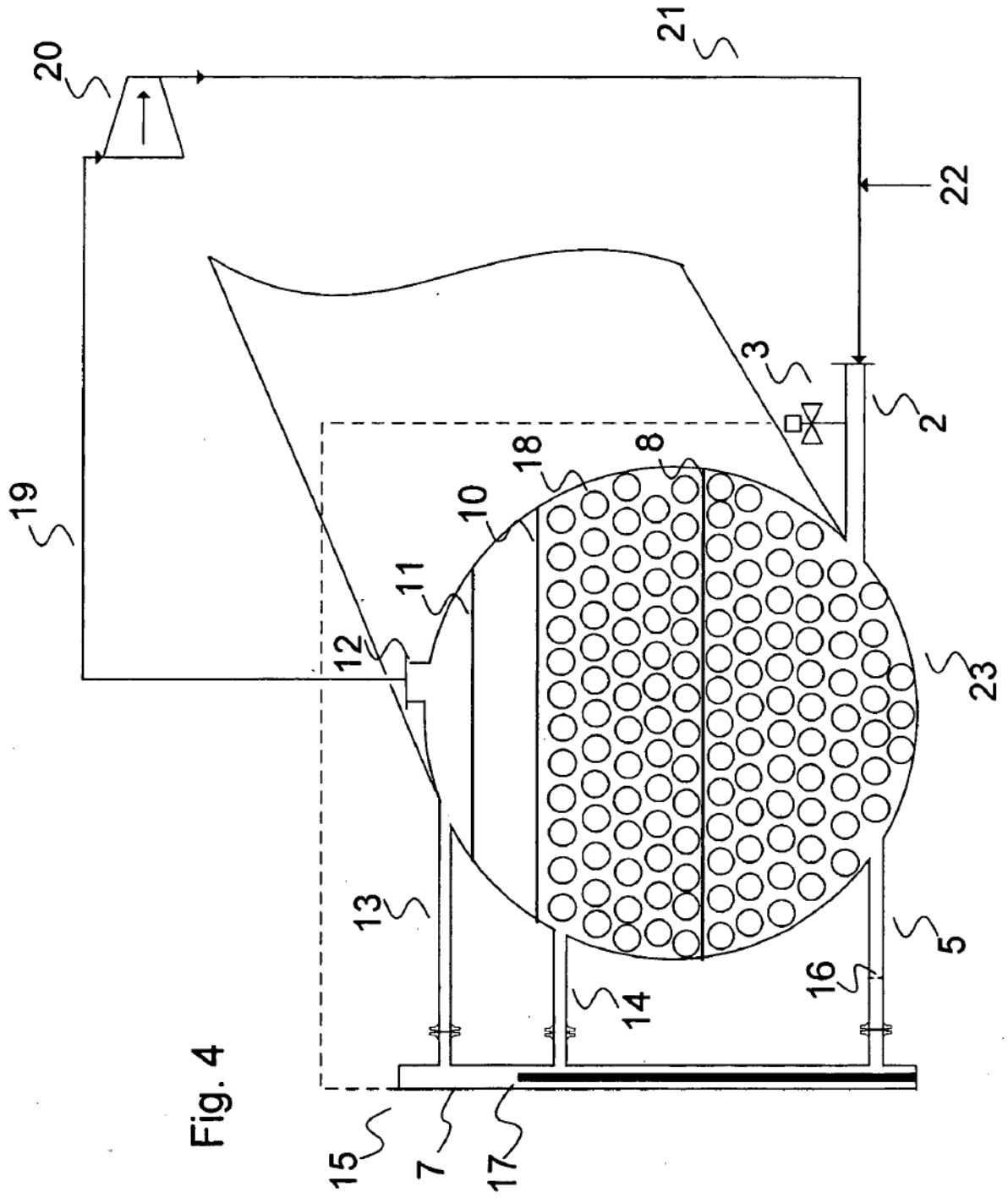


Fig. 4

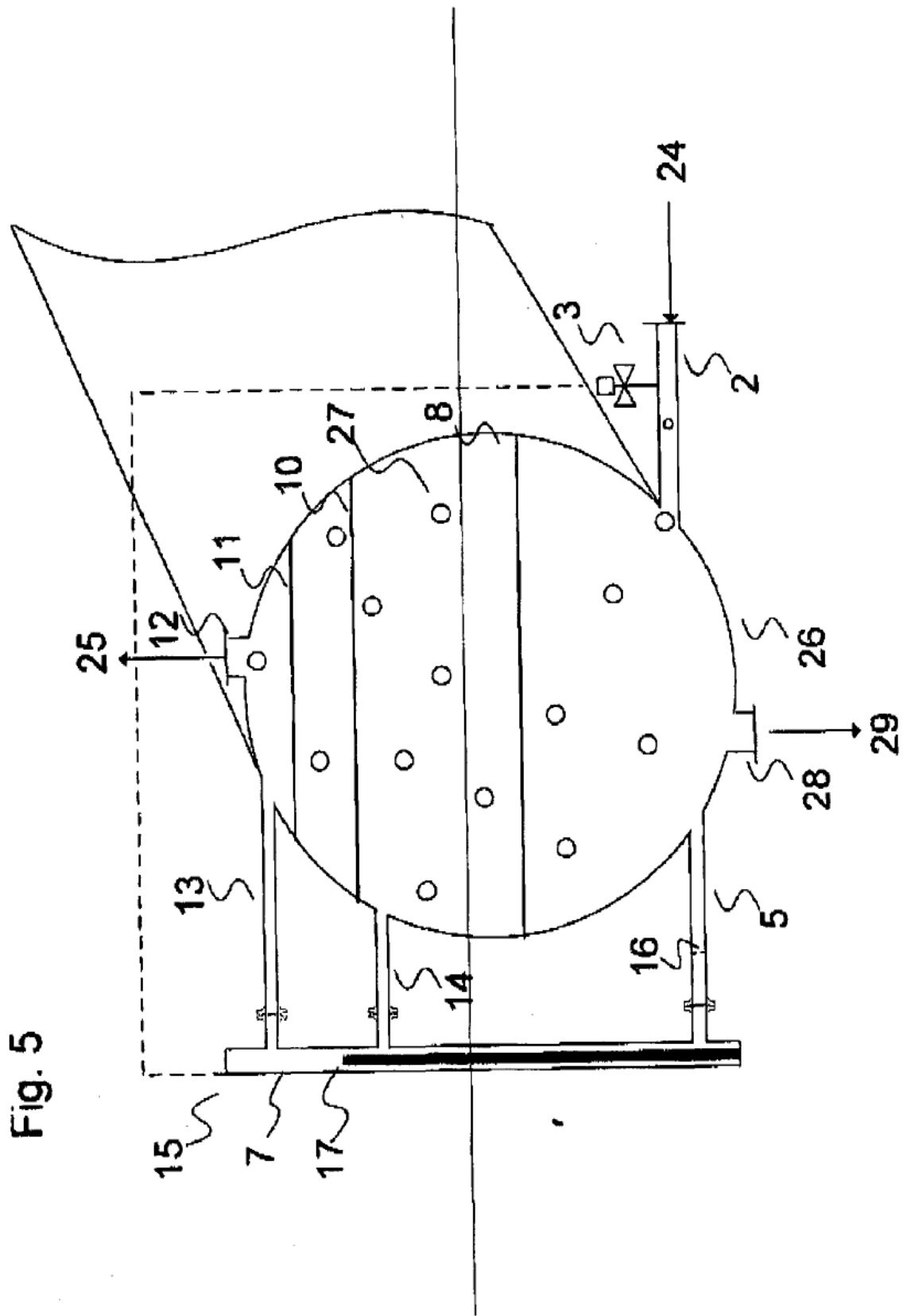


Fig. 5