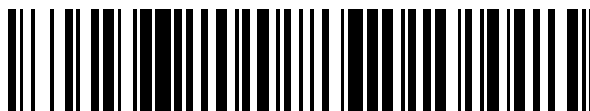


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 039**

51 Int. Cl.:

F01K 9/00 (2006.01)

F01K 25/10 (2006.01)

F28D 1/04 (2006.01)

F28B 1/06 (2006.01)

F28B 9/08 (2006.01)

F28B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2011 E 11007883 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.09.2014 EP 2574742**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la condensación de vapor a partir de sistemas ORC**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.12.2014

73 Titular/es:

**ORCAN ENERGY GMBH (100.0%)
Rupert-Mayer-Strasse 44
81379 München , DE**

72 Inventor/es:

**AUMANN, RICHARD;
SCHUSTER, ANDREAS y
SICHERT, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 525 039 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 procedimiento para la condensación de vapor a partir de sistemas ORC

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para la condensación de vapor expandido en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica para obtener un líquido condensado, en particular con contenido de aceite.

10

Estado de la técnica

En el estado de la técnica es conocido el funcionamiento de las máquinas de expansión, por ejemplo, las turbinas de vapor o las máquinas de desplazamiento positivo, por ejemplo, las máquinas de émbolo, con ayuda del proceso de Ciclo Orgánico de Rankine (Organic Rankine Cycle, ORC) para la generación de energía eléctrica mediante la utilización de medios orgánicos, por ejemplo, medios orgánicos de baja temperatura de evaporación, que presentan en general presiones de evaporación mayores en comparación con el agua como medio de trabajo a temperaturas iguales.

20 El documento US5115654A divulga un dispositivo para la recuperación de medios refrigerantes de un sistema de aire acondicionado.

El documento EP0473888A1 divulga un condensador para sustancias en forma de vapor, en el que están previstos al menos dos tubos que están asignados entre sí en una conexión en serie y alrededor de los que circula un medio refrigerante.

25 El documento WO2009/009928A1 divulga un procedimiento y un dispositivo para la condensación y la transferencia térmica con una función de división automática mediante la utilización de aire o líquido refrigerado.

30 Las instalaciones ORC representan una realización del Ciclo de Clausius-Rankine, en el que en principio, la energía eléctrica se obtiene, por ejemplo, debido a cambios de estado adiabáticos e isobáricos de un medio de trabajo. En este caso, la energía mecánica se obtiene y se transforma en energía eléctrica por evaporación, expansión y condensación subsiguiente del medio de trabajo. En principio, el medio de trabajo se lleva a la presión de servicio mediante una bomba de alimentación y se le suministra energía en forma de calor en un intercambiador de calor, que es proporcionada por una combustión o un flujo de calor residual. El medio de trabajo circula desde el evaporador a través de un tubo de presión hasta una máquina de expansión de un sistema ORC, en la que se expande a una presión menor. A continuación, el vapor del medio de trabajo expandido circula a través de un condensador, en el que tiene lugar un intercambio de calor entre el medio de trabajo en forma de vapor y un medio de refrigeración, después de lo cual, el medio de trabajo condensado retorna al evaporador mediante una bomba de alimentación en un proceso cíclico.

Las ventajas de la utilización de los sistemas de Ciclo Orgánico de Rankine son suficientemente conocidas, especialmente para el aprovechamiento del calor a baja temperatura. En particular en el intervalo de potencias relativamente pequeñas de las instalaciones, aproximadamente en el intervalo de 1 kW a 50 kW aproximadamente, se utilizan a menudo máquinas de desplazamiento positivo. Estas máquinas de desplazamiento positivo pueden ser máquinas de émbolo. Estas máquinas necesitan una cierta cantidad de aceite como medio lubricante en la máquina. En el circuito de la máquina, generalmente el aceite circula en el circuito junto con el medio de trabajo. En este caso, el aceite atraviesa también en particular el condensador de la instalación, lo que puede provocar una pérdida de presión elevada durante la condensación.

50 Como estado de la técnica se pueden considerar los condensadores de la tecnología de refrigeración y de acondicionamiento de aire, los llamados licuefactores. En la tecnología de refrigeración, el vapor se condensa después de la compresión a presión alta y a temperatura relativamente alta. El vapor presenta una densidad relativamente grande al entrar en el condensador. Con el fin de obtener velocidades de flujo suficientemente grandes, el flujo volumétrico de vapor se divide entre una pequeña cantidad de conductos que pasan a continuación por los planos individuales del condensador.

60 El condensador presenta típicamente una entrada y una salida, entre las que están dispuestos los conductos, en los que tiene lugar la mayor parte de la condensación. Los tubos de los conductos están dispuestos a menudo esencialmente en horizontal. En el caso de una disposición horizontal, el condensado necesita además una fuerza motriz para llegar a la salida del condensador. A tal efecto, el vapor y el condensado deben circular en el mismo sentido. Con ello, el condensado es "soplado" por el vapor a través de las tuberías. Para el transporte del condensado mediante el vapor se necesita energía. Esto se manifiesta en una pérdida de presión dentro del

condensador, pudiéndose medir la pérdida de presión entre la entrada del vapor en el condensador y la salida del condensado. La pérdida de presión se incrementa de manera cuadrática con la velocidad de flujo del vapor en caso de flujos turbulentos. Además, la pérdida de presión depende de la viscosidad del líquido. En particular, la pérdida de presión aumenta con la viscosidad del líquido.

5

El aceite, mencionado arriba, en las máquinas de desplazamiento positivo se utiliza, por ejemplo, para la lubricación de flancos y cojinetes. En otras palabras, se trata de la lubricación de componentes que se deslizan y/o ruedan uno contra otro. El aceite participa en el circuito de la máquina. Se puede hablar asimismo de un fluido que representa una mezcla formada por el medio de trabajo real de la máquina y el aceite o un líquido con contenido de aceite.

10

El aceite pasa a través de la máquina de expansión junto con el vapor y abandona la máquina de expansión, por ejemplo, como mezcla de vapor y aceite pulverizada o mezcla de vapor y aceite nebulizada. Por tanto, el mismo está presente como líquido en el vapor, en particular en la entrada del condensador. Es decir, mientras que la mayor parte del vapor está presente como medio de trabajo aún en forma de vapor, una parte del vapor está mezclada al menos parcialmente con gotas de líquido con contenido de aceite cerca o incluso delante de la entrada/orificio de admisión del condensador. Al inicio, es decir, cerca de la entrada del condensador, se separa una pequeña cantidad de condensado, siendo muy alto el porcentaje de aceite en este condensado. Se trata prácticamente de aceite casi puro. Por consiguiente, es muy alta la viscosidad de este líquido separado. Esto puede provocar pérdidas de presión muy altas que resultan muy desfavorables para el condensador. Estas pérdidas de presión pueden reducir a su vez el rendimiento de toda la instalación, en particular de la máquina de expansión, reduciendo finalmente la eficiencia de todo el proceso. En este caso se pueden registrar reducciones porcentuales de dos dígitos en el rendimiento.

15

20

En comparación con la tecnología de climatización, el medio de trabajo se condensa a presiones menores en particular en los sistemas ORC. Es decir, el vapor presenta aquí una densidad menor. Con flujos másicos y rendimientos de condensación similares se puede conseguir un flujo volumétrico claramente mayor. En caso de una construcción igual del condensador, esto implica una mayor velocidad del vapor y, por tanto, pérdidas de presión claramente superiores.

25

Con ayuda de una división más frecuente del flujo volumétrico de vapor se puede intentar conseguir un mejoramiento de la condensación y una reducción de las pérdidas de presión. Sin embargo, se mantiene el problema del aceite o de los líquidos oleaginosos o con contenido de aceite en el sistema y las pérdidas de presión asociadas al mismo.

30

Teniendo en cuenta el problema del estado de la técnica mostrado arriba, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo y un procedimiento para la condensación de vapor, expandido en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica, de una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica, mediante los que se puedan atenuar o incluso eliminar las desventajas mencionadas arriba y mediante los que se puedan reducir o incluso superar las pérdidas de rendimiento asociadas a esto.

35

40 Descripción de la invención

El objetivo mencionado arriba se consigue mediante un dispositivo para la condensación de vapor expandido en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica para obtener un líquido condensado, en particular con contenido de aceite, con las características de la reivindicación 1. Asimismo, este objetivo se consigue mediante un procedimiento correspondiente para la condensación de vapor expandido en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica para obtener un líquido condensado, en particular con contenido de aceite, según la reivindicación 9.

45

La invención proporciona un dispositivo para la condensación de vapor expandido en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica para obtener un líquido condensado, en particular con contenido de aceite, con:

50

un módulo de condensación, comprendiendo el módulo de condensación una entrada, así como uno o varios conductos, por ejemplo, con tubos dispuestos esencialmente en horizontal; un separador de líquido para separar el líquido condensado y/o ya contenido en el vapor, y un colector de líquido para recoger el líquido separado, condensado y/o ya contenido en el vapor, estando previsto el separador de líquido delante o en la entrada o después del primer conducto, comprendiendo el colector de líquido un tubo de derivación que está configurado para derivar al menos una parte del líquido condensado, separado, hacia afuera del dispositivo, comprendiendo el separador de líquido un sifón dispuesto entre el tubo de derivación y el colector de líquido.

55

La separación del líquido, en particular con contenido de aceite, del vapor expandido se puede llevar a cabo en el dispositivo, mediante lo cual el líquido con contenido de aceite puede salir del dispositivo de condensación y se pueden reducir claramente los residuos en las paredes interiores tubulares de un conducto o de varios conductos.

60

Por líquido se debe entender aquí un líquido que contiene al menos parcialmente aceite y partes de un medio de trabajo de la instalación termoeléctrica.

5 Por conducto se debe entender aquí al menos un tubo que discurre esencialmente en horizontal y en cuyo extremo está situado, por ejemplo, un codo de tubo que puede desviar un flujo de fluido a través del tubo en un ángulo fijo, por ejemplo, de 180 grados. No obstante, son posibles también otros ángulos para los codos de tubo, por ejemplo, 90 grados. Típicamente se pueden unir entre sí varios conductos.

10 El dispositivo de condensación, o sea, el condensador, puede estar instalado a una cierta distancia o incluso de manera separada espacialmente de la máquina de expansión. Esto puede originar longitudes considerables en los tubos de unión, por ejemplo, de varios metros a varias decenas de metros. En este sentido es posible prever un separador de líquido delante de la entrada del condensador, por ejemplo, inmediatamente antes de que un tubo de unión conduzca el vapor expandido por la máquina de expansión hacia el dispositivo de condensación. Es decir, este separador de líquido puede estar previsto en principio directamente delante o en la entrada del dispositivo. El mismo puede separar el líquido, condensado en el tubo de unión, del tubo de unión, de modo que este líquido o al menos una parte de este líquido no llegue a entrar en el dispositivo. Por consiguiente, este tipo de separador de líquido puede estar previsto también directamente a continuación de la entrada del dispositivo. De manera adicional o alternativa, un separador de líquido puede estar previsto típicamente después del primer conducto del módulo del dispositivo. Esto permite separar asimismo lo antes posible al menos una parte del líquido con contenido de aceite, 15 de modo que la menor cantidad posible de líquido con contenido de aceite pase a través del dispositivo o llegue incluso a la salida del dispositivo.

25 Mediante la utilización de un sifón, o sea, un tubo curvado en U, se puede apoyar una dirección de flujo definida del fluido, o sea, de la mezcla de vapor y líquido, dentro del dispositivo. El líquido se encuentra típicamente en el sifón. Debido a la diferencia de altura de la columna de líquido, a través del sifón circula esencialmente sólo líquido y no circula esencialmente vapor hasta una diferencia de presión máxima.

30 En caso de existir un sifón no se necesitan típicamente otras piezas móviles. La pérdida de presión a través del sifón debería ser mayor o igual que la pérdida de presión en el recorrido restante a través del dispositivo.

El dispositivo, como se describe arriba, puede comprender además un dispositivo de refrigeración que está configurado para enfriar el líquido condensado, separado, antes de ser conducido al colector de líquido.

35 El líquido separado puede presentar, en el punto en el que se separa el líquido con contenido de aceite, una temperatura que supere, por ejemplo, un valor predefinido deseado de la temperatura del líquido recogido en el colector de líquido. Una entrada de este líquido separado más caliente en el colector de líquido podría provocar entonces un aumento no deseado de la temperatura del líquido en el colector de líquido. Un enfriamiento del punto de separación, o sea, esencialmente del tubo de derivación, permite evitar este tipo de incremento de temperatura en el colector de líquido. A este respecto, se puede utilizar también, por ejemplo, además de un dispositivo de refrigeración adicional, un flujo volumétrico de aire del dispositivo, es decir, del condensador. 40

En el dispositivo, como se describe arriba, el colector de líquido puede ser un depósito de alimentación, o el conducto o los varios conductos pueden estar configurados adicionalmente al menos en parte como colectores de líquido. 45

Por consiguiente, un depósito de alimentación separado puede alojar el líquido que ha sido separado del dispositivo. A modo de ejemplo, este depósito de alimentación puede estar unido a una bomba, por ejemplo, a una bomba de alimentación, para bombear líquido de vuelta al circuito.

50 Asimismo, es posible de manera adicional o alternativa que al menos partes de uno o varios de los conductos estén previstas como colectores de líquido. En aplicaciones específicas, esto permite prescindir de un depósito de alimentación o permite prever, de manera adicional a un depósito de alimentación, una reserva de líquido/medio de trabajo, por ejemplo, si se puede prever, por lo demás, sólo un recipiente de alimentación pequeño. El dispositivo se puede diseñar entonces de modo que una cantidad suficientemente grande de líquido/medio de trabajo encuentre espacio en la zona inferior de los conductos del dispositivo. El nivel de líquido en los conductos correspondientes puede variar en función del estado de carga. Dado que las transferencias/transmisiones de calor se pueden producir también en la zona de la reserva de líquido/medio de trabajo, se puede efectuar un subenfriamiento adicional. Esto permite evitar, por ejemplo, cavitaciones también en el funcionamiento dinámico. 55

60 En el dispositivo, como se describe arriba, el separador de líquido puede ser un primer separador de líquido; el dispositivo puede comprender además al menos otro conducto con al menos otro separador de líquido que corresponde al primer separador de líquido, estando dispuesto el otro separador de líquido después del al menos

otro conducto y estando configurado para derivar al menos otra parte del líquido condensado, separado, hacia afuera del dispositivo.

5 Es posible prever otros separadores de líquido después de otros conductos, si existen varios conductos después de un primer separador de líquido que puede estar previsto, por ejemplo, delante o después de un primer conducto, como se describe arriba. Es decir, en o después de otro conducto o después de otros conductos se puede separar nuevamente otra parte de líquido con el fin de seguir reduciendo las pérdidas de presión.

10 En el dispositivo, como se describe arriba, puede estar previsto además al menos otro módulo de condensación que corresponde al módulo descrito arriba, y puede estar previsto además un tubo colector que está dispuesto delante del separador de líquido y configurado para concentrar el vapor expandido después de atravesar uno o varios conductos y para conducirlo hacia el otro módulo de condensación.

15 Un dispositivo de condensación, un condensador, puede contener, por ejemplo, varios módulos, como se describe arriba. Estos módulos se pueden identificar también como planos. Los módulos son típicamente del mismo tipo. En la entrada del dispositivo se puede dividir el flujo volumétrico de vapor para el primer módulo. Delante y/o después del primer módulo, como se describe arriba, puede estar previsto un separador de líquido. El vapor no condensado aún se puede conducir o transportar al próximo módulo. A tal efecto, puede estar previsto un tubo colector que concentra el vapor expandido y lo conduce al próximo módulo. El tubo colector puede estar dispuesto antes o
20 después del separador de líquido.

En el dispositivo, como se describe arriba, el tubo colector puede presentar una sola conexión central con un tubo para conducir el vapor expandido o puede presentar varios tubos separados para conducir el vapor expandido.

25 El tubo colector puede concentrar y conducir, por ejemplo, el vapor expandido en un único tubo y a partir de este tubo se puede llevar a cabo después la separación de líquido, o el tubo colector puede estar unido a una pluralidad de tubos que conducen individualmente una parte del vapor hacia el próximo módulo. El tubo colector conduce esencialmente, por ejemplo, líquido condensado desde los tubos para la separación de líquido.

30 En el dispositivo, como se describe arriba, el tubo colector puede presentar una pendiente dirigida hacia el separador de líquido.

Una pendiente permite aprovechar la fuerza gravitatoria para evacuar mejor el líquido. En este caso, la inclinación puede ser típicamente una inclinación predefinida de algunos grados. El valor de la inclinación puede estar
35 predefinido a fin de que el líquido pueda circular automáticamente para la separación de líquido.

La presente invención pone a disposición también una instalación termoeléctrica con un dispositivo de condensación, como se ha descrito anteriormente.

40 El dispositivo, como se describe arriba, se puede utilizar en una instalación termoeléctrica, por ejemplo, una instalación que utiliza un Ciclo de Clausius-Rankine o un Ciclo Orgánico de Rankine.

La presente invención pone a disposición además un procedimiento para la condensación de un vapor expandido en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica para obtener un líquido condensado, en particular con
45 contenido de aceite, con un módulo de condensación, comprendiendo el módulo de condensación uno o varios conductos, por ejemplo, con tubos dispuestos esencialmente en horizontal, un separador de líquido y un colector de líquido, con las etapas siguientes:

50 dividir un flujo volumétrico de vapor en un conducto o varios conductos,
separar al menos una parte del líquido condensado, en particular con contenido de aceite, y/o ya contenido en el vapor delante o después del primer conducto mediante el separador de líquido,
evacuar el líquido separado, condensado y/o ya contenido en el vapor, y
recoger el líquido separado, condensado y/o ya contenido en el vapor mediante el colector de líquido,

55 comprendiendo el colector de líquido un tubo de derivación y comprendiendo el separador de líquido un sifón que está dispuesto entre el tubo de derivación y el colector de líquido.

Para el procedimiento según la invención resulta válido lo mencionado arriba.

60 El procedimiento, como se describe arriba, puede comprender además la etapa de refrigeración del líquido condensado, separado, antes de ser recogido.

El procedimiento, como se describe arriba, puede comprender además la etapa de separación de al menos una parte del líquido condensado, en particular con contenido de aceite, después de al menos otro conducto.

En el procedimiento, como se describe arriba, puede estar previsto al menos otro módulo de condensación que
5 corresponde al módulo descrito arriba, y el procedimiento puede comprender además las etapas siguientes:

concentrar el vapor expandido después de atravesar un conducto o varios conductos, y
conducir el vapor expandido concentrado hacia el otro módulo de condensación.

10 Otras características, así como realizaciones a modo de ejemplo y ventajas de la presente invención se explican en detalle por medio de los dibujos siguientes.

Se entiende que estas realizaciones, mostradas a modo de ejemplo, no agotan el alcance de la presente invención.
Se entiende además que algunas o todas las características descritas a continuación se pueden combinar también
15 de otras maneras entre sí.

Breve descripción de las figuras

Muestran:

- 20
Figura 1 una representación esquemática de una instalación termoeléctrica convencional;
Figura 2 una representación esquemática de una división de un flujo volumétrico de vapor en un condensador convencional de una instalación termoeléctrica;
Figura 3 esquemáticamente, la separación de líquido condensado en un dispositivo de condensación según una realización de la presente invención;
25 Figura 4 esquemáticamente, la separación de líquido condensado en un dispositivo de condensación según otra variante que no forma parte de la presente invención;
Figura 5 una representación detallada de la separación de líquido condensado según la realización mostrada en la figura 3;
30 Figura 6 otra variante del dispositivo de condensación mostrado en las figuras 3 y 5;
Figura 7 otra variante del dispositivo de condensación basada en la realización mostrada en las figuras 3 y 5;
Figura 8 esquemáticamente, la división de un flujo volumétrico de vapor en la entrada de un módulo de un dispositivo en correspondencia con la presente invención;
Figura 9 esquemáticamente, otra configuración para la división de un flujo volumétrico de vapor en la entrada de un módulo de un dispositivo según la presente invención; y
35 Figura 10 esquemáticamente, un elemento de derivación que se puede utilizar en las figuras 8 y 9.

Descripción detallada

40 La figura 1 muestra de manera puramente esquemática una instalación termoeléctrica convencional que puede ser una instalación basada en el Ciclo de Clausius-Rankine o una instalación basada en el Ciclo Orgánico de Rankine. En principio, la instalación puede funcionar con evaporación directa o con un circuito intermedio (no mostrado aquí).

La figura 1 muestra un evaporador 1 que puede ser, por ejemplo, un intercambiador de calor o un elemento de
45 transferencia térmica. El calor procedente de una fuente de calor (no mostrada aquí) se puede suministrar al evaporador 1, por ejemplo, mediante un fluido, por ejemplo, gas de humo. El suministro de calor está indicado a modo de ejemplo con la flecha 1A. En el evaporador 1, el calor se transfiere del fluido a un medio de trabajo/fluido de trabajo. El medio de trabajo se suministra al evaporador 1, por ejemplo, mediante una bomba de alimentación 2. El medio de trabajo se evapora, por ejemplo, completamente en el evaporador 1. Asimismo, éste se puede evaporar
50 por evaporación instantánea después del elemento de transferencia térmica. El medio de trabajo, evaporado ahora prácticamente por completo, se suministra a través de un conducto de presión adecuado a una máquina de expansión 3. En la máquina de expansión 3 se puede expandir el vapor del medio de trabajo sometido a presión. La expansión permite poner en marcha adecuadamente un generador 4.

55 La máquina de expansión 3 puede ser una máquina de desplazamiento positivo, por ejemplo, una máquina de émbolo. El medio de trabajo expandido se conduce después de la máquina de expansión 3 a un condensador 5. En el condensador 5 se condensa el medio de trabajo. El calor de condensación generado aquí se puede evacuar a través de otro intercambiador de calor, provisto del número de referencia 5A, o directamente hacia un medio de refrigeración, por ejemplo, aire. El intercambiador de calor 5A puede ser también un elemento de refrigeración. El
60 medio de trabajo, licuado ahora, se conduce hacia la bomba de alimentación 2 y desde aquí nuevamente hacia el evaporador 1. Se entiende que en el sistema se pueden utilizar, dado el caso, otras bombas no son mostradas aquí.

La figura 2 muestra de manera puramente esquemática una conexión convencional de entradas de vapor y conductos en la tecnología de climatización. En la mitad izquierda de la figura 2 se muestra un flujo de vapor o vapor 10 en una entrada de un condensador. Un tubo de entrada está indicado con el número de referencia 11. Un conducto está indicado con el número de referencia 12. El conducto 12 está compuesto de un tubo superior 12A y un tubo inferior 12B. Los dos tubos 12A y 12B están unidos con un codo de tubo 15. El codo de tubo 15 está configurado a modo de ejemplo como "codo de tubo de 180 grados". Es decir, el codo de tubo 15 desvía el flujo de vapor en 180 grados. Se muestran varios conductos 12, antes de que el vapor se desvíe hacia otro módulo del condensador o hacia un conducto colector (no mostrado aquí) al completarse la condensación, como se indica con el número de referencia 14.

En la mitad derecha de la figura 2 se muestra otra posibilidad de interconexión en entradas de vapor. En este caso se muestran varias divisiones a través de varios tubos 16 que conducen el flujo de vapor hacia otro módulo de condensación o hacia un tubo colector (no mostrado aquí) al completarse la condensación. Los tubos 16 se pueden considerar asimismo como conductos que no presentan, sin embargo, codos de tubo.

La figura 3 muestra una realización de la presente invención. En este caso, los elementos iguales, ya mostrados en las figuras 1 ó 2, están provistos de los mismos números de referencia.

En la figura 3, un flujo de vapor 10, por ejemplo, un medio de trabajo en forma de vapor que se expandió en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica, se conduce hacia un dispositivo de condensación. En particular, la máquina de expansión puede ser en una máquina de desplazamiento positivo. En particular, el medio de trabajo en forma de vapor, el vapor 10, puede contener una parte de aceite disponible, por ejemplo, como mezcla de aceite-vapor pulverizado.

La figura 3 muestra a modo de ejemplo un conducto 12 con un tubo superior 12A y un tubo inferior 12B. Los dos tubos 12A y 12B están unidos a un codo de tubo 15. Por detrás del codo de tubo 15 está previsto un elemento de derivación 17. El elemento de derivación 17 puede ser un tubo de derivación. En el elemento de derivación 17 se puede desviar esencialmente el líquido condensado después del primer conducto 12 o incluso después de la primera parte del primer conducto 12A. El medio de trabajo en forma de vapor, que no se deriva en el elemento de derivación 17, se conduce a través del tubo 12B hacia un depósito de alimentación 23 y se condensa en el recorrido hacia el depósito de alimentación 23. En el depósito de alimentación 23 está prevista una reserva de líquido 23F. Se entiende que este líquido 23F es a su vez una mezcla del líquido con contenido de aceite y del medio de trabajo real de la instalación termoeléctrica. La ventaja de la derivación mostrada con el elemento de derivación 17 radica en que se puede separar lo antes posible el líquido condensado, pudiendo presentar el líquido, separado primero, una gran parte de líquido con contenido de aceite.

Se entiende que la limitación en principio a un solo conducto mostrado 12 es puramente esquemática y sirve sólo para explicar el principio. Es posible asimismo prever varios conductos en correspondencia esencialmente con el conducto 12.

La figura 3 muestra un sifón 19 después del elemento de derivación 17. En el sifón 19 hay esencialmente sólo líquido y no vapor debido a la diferencia de altura de la columna de líquido hasta una diferencia de presión máxima. Esto aparece representado en detalle también en la figura 5.

La figura 4 muestra otra variante del dispositivo de condensación que no forma parte de la presente invención. La representación se debe entender nuevamente como una representación puramente esquemática y a modo de ejemplo. De manera similar a la figura 3, la limitación a un solo conducto 12 con elementos 12A y 12B y codo de tubo 15 se ha de entender como una forma utilizada para explicar el principio. Naturalmente es posible prever otros conductos 12 en el dispositivo. En la figura 4 está representado, al igual que en la figura 3, un elemento de derivación 17. El elemento de derivación 17 está configurado para derivar, de manera similar a la realización mostrada en la figura 3, el líquido condensado, o sea, el condensado hacia afuera del conducto 12. El medio de trabajo en forma de vapor, que no se deriva en el elemento de derivación 17, se conduce a través del conducto/del tubo 12B del conducto 12 hacia el depósito de alimentación 23. En el depósito de alimentación 23 está dibujado a su vez un nivel de líquido 23F.

La figura 4 muestra un elemento purgador de condensado/purgador de condensado 21 en vez del sifón 19 utilizado en la figura 3. El purgador de condensado 21 puede comprender, por ejemplo, un elemento flotador/flotador (no mostrado aquí). En presencia de condensado en el purgador de condensado, el flotador puede subir, por ejemplo, debido al propio condensado, lo que permite la purga de condensado. A este respecto, se aprovecha, por ejemplo, el peso específico diferente del líquido y del vapor para separar el líquido del vapor. En principio, es posible también la utilización de purgadores de condensado que se basan en el principio de Bernoulli, o sea, en la respuesta dinámica diferente a cambios de la velocidad de flujo en el caso de fluidos compresibles o incompresibles. Asimismo, es posible la utilización de purgadores de condensado que se basan en el efecto Venturi.

La figura 5 muestra una representación detallada de la realización ya descrita por medio de la figura 3. El sifón 19 recibe el líquido separado y derivado a partir del dispositivo, por ejemplo, de un conducto 12. El sifón 19 en forma de tubo en U se llena de líquido hasta una altura h_F . El sifón 19 está compuesto esencialmente de dos mitades en forma de tubo en U. La mitad derecha está identificada con el número de referencia 19R. La mitad izquierda está identificada con el número de referencia 19L. Las dos mitades del sifón 19 están dispuestas esencialmente en vertical. La mitad izquierda 19L llega hasta una altura H, en la que otro tubo 19K se dobla esencialmente en horizontal. El tubo 19K conduce el líquido 19F del sifón 19 al depósito de alimentación 23. En el depósito de alimentación 23, el nivel de líquido 23F está a la misma altura que la altura H. Una diferencia de presión Δp en el sifón 19, es decir, sobre o en la mitad derecha 19R del sifón 19, se calcula a partir del producto de la densidad ρ del líquido, de la aceleración de la gravedad g y de la diferencia de altura h de las columnas de líquido. En caso de diferencias de presión usuales se originan, por ejemplo, diferencias de altura de 10 cm aproximadamente hasta 1 m aproximadamente. Sin embargo, son posibles también diferencias de altura mayores o menores. Por encima de la altura h_F , o sea, en la zona de la altura h, hay esencialmente sólo vapor y por debajo de la altura h_F hay esencialmente sólo líquido en la mitad derecha 19R del sifón 19.

La figura 6 muestra otra variante de la realización representada por medio de las figuras 3 y 5. En este caso, los elementos iguales están provistos de los mismos números de referencia. La figura 6 muestra después del elemento de derivación 17 otro conducto 18, antes de que el líquido derivado en el elemento de derivación 17 sea conducido hacia el sifón 19. A través del otro conducto 18 circula esencialmente el líquido derivado. Además, en esta zona se puede utilizar un dispositivo de refrigeración para enfriar el líquido. En la figura 6, un flujo de refrigeración, por ejemplo, un flujo de aire, está indicado con las flechas 18F. Debido al calor de condensación generado en el dispositivo de condensación, el dispositivo está provisto a menudo de un sistema de refrigeración. Asimismo, se puede utilizar un intercambiador de calor para calentar otro líquido/otro fluido mediante el calor procedente del dispositivo para la condensación. De manera análoga se puede proceder en el caso del líquido separado y derivado. Es posible asimismo integrar (no mostrado aquí) el tubo después del elemento de derivación 17 en un paquete de transferencia térmica (no mostrado aquí) del dispositivo, por ejemplo, en el intercambiador de calor mencionado arriba. Esto permite, por una parte, controlar y en particular reducir la temperatura del líquido derivado. Por otra parte, este calor se puede utilizar también para la transferencia térmica a otros fluidos, en vez de disiparse al medio ambiente.

La figura 7 muestra otra variante de las realizaciones representadas por medio de las figuras 3 y 5 ó 6. En la figura 7 se muestra nuevamente un dispositivo similar al dispositivo de la figura 5. En particular, el dispositivo de la figura 7 presenta a su vez un elemento de derivación 17 y un sifón 19. Sin embargo, el líquido conducido en el sifón 19 no se conduce ahora hacia un depósito de alimentación, sino a otro conducto 32. En este caso se aplican de manera análoga las consideraciones sobre las diferencias de presión analizadas por medio de la figura 5.

El otro conducto 32 está unido al conducto 12 mediante otro codo de tubo 15. Se ha de entender también aquí que se han seleccionado puramente a modo de ejemplo dos conductos 12 y 32 para la explicación y que es posible asimismo utilizar una mayor cantidad de conductos. El conducto 32 está compuesto de los tubos 32A y 32B y un codo de tubo 35. En un punto de desembocadura 37, el sifón 19, es decir, la mitad izquierda 19L del sifón, desemboca en el tubo 32B en el extremo del codo de tubo 35. El conducto 32 está lleno esencialmente de líquido, es decir, el conducto 32 como parte del dispositivo de condensación sirve como colector de líquido. En el conducto 32 está almacenada una reserva de líquido 32F. El líquido se puede seguir transportando a partir del conducto 32 mediante otro codo de tubo 37 desviado esencialmente en 90 grados. Por tanto, el conducto 32 sustituye a un depósito de alimentación o se puede utilizar de manera adicional a un depósito de alimentación (no mostrado aquí). Durante el funcionamiento se puede almacenar así una cantidad suficientemente grande en la zona típicamente inferior del dispositivo, en este caso en el conducto 32. Esta reserva puede variar en función del estado de carga. En caso de altas presiones de vapor vivo, el vapor de gran densidad llena el evaporador, así como los tubos y los conductos. Durante el funcionamiento a baja carga se necesita más líquido que se puede tomar de la reserva, por ejemplo, del conducto 32.

La figura 8 muestra una división del flujo volumétrico de vapor en la entrada del dispositivo en correspondencia con la presente invención. El flujo de vapor, el vapor 10, se conduce en un tubo 11. El vapor 10 conducido en el tubo 11 se divide en tubos 16. La cantidad de ocho tubos 16, mostrada aquí, no se debe entender de ningún modo como limitante, sino puramente a modo de ejemplo. El vapor conducido a través de los tubos 16, que puede ser a su vez, como se describió arriba, una mezcla del medio del trabajo real y de un fluido con contenido de aceite, por ejemplo, un líquido con contenido de aceite, se concentra mediante un tubo colector común 25. El tubo 25 conduce el vapor concentrado hacia un elemento de derivación/derivación 27. Desde aquí, al menos una parte del vapor se puede conducir a través del tubo 29 hacia otro módulo (no mostrado aquí) del dispositivo de condensación. El otro módulo puede presentar una división del flujo volumétrico de vapor, como se muestra a modo de ejemplo para el módulo de la figura 8.

A través del tubo 28 en la figura 8 se puede conducir, por ejemplo, condensado/líquido condensado, hacia un separador de líquido (no mostrado aquí). Es posible asimismo proveer al tubo 29 de un separador de líquido (no mostrado aquí). El separador de líquido puede ser en ambos casos del tipo analizado por medio de las figuras 3 a 7. La representación seleccionada en la figura 8 muestra las condiciones de los elementos mostrados en un plano. Es
 5 decir, no se muestra una disposición espacial de los elementos. En particular, un separador de líquido puede estar dispuesto también espacialmente por detrás del plano mostrado en la figura 8.

La figura 9 muestra otra variante de la división del flujo volumétrico de vapor en la entrada del dispositivo de condensación, como se describe arriba. De manera similar a la figura 8, un flujo de vapor 10 se conduce en un tubo
 10 11 que divide el flujo de vapor en tubos 16 del mismo tipo. Se debe entender también aquí que no existe una limitación a sólo ocho tubos 16, ya que puede haber una cantidad mayor o menor de tubos. A diferencia de la realización mostrada en la figura 6, cada uno de los tubos 16 presenta un elemento de derivación/una derivación 27.1, 27.2, 27.3, 27.4, 27.5, 27.6, 27.7 y 27.8. Cada tubo 16 está unido a un tubo colector 25 mediante su respectivo elemento de derivación 27.1, 27.2, 27.3, 27.4, 27.5, 27.6, 27.7 y 27.8. Los elementos de derivación 27.1 a 27.8 están
 15 representados en la figura 10 para la explicación, como se analiza más abajo. De manera similar a la realización mostrada en la figura 8, a través del tubo colector 25 se puede separar líquido condensado, por ejemplo, en la dirección indicada con la flecha 28A. Este líquido se puede conducir a su vez hacia un separador de líquido (no mostrado aquí). El separador de líquido puede ser del tipo explicado por medio de las figuras 3 a 7.

20 Cada uno de los tubos 16 presenta otros tubos correspondientes 29.1, 29.2, 29.3, 29.4, 29.5, 29.6, 29.7 y 29.8 por detrás del respectivo elemento de derivación 27.1, 27.2, 27.3, 27.4, 27.5, 27.6, 27.7 y 27.8. A través de estos otros tubos correspondientes 29.1, 29.2, 29.3, 29.4, 29.5, 29.6, 29.7 y 29.8 se puede conducir el vapor, no condensado aún en los tubos 16, hacia otro módulo (no mostrado aquí) del dispositivo. El otro módulo puede corresponder a su vez al módulo mostrado aquí. Como se menciona por medio de la figura 8, la representación de la figura 9 muestra
 25 también las condiciones de los elementos mostrados en un plano. Con otras palabras, se puede hablar de una proyección sobre el plano del dibujo. No se muestra una disposición espacial posible de los elementos. En particular, un separador de líquido, como el representado en las figuras 3 a 7, puede estar dispuesto también espacialmente por detrás del plano mostrado en la figura 9.

30 La figura 10 muestra a modo de ejemplo un elemento de derivación 27 representado en las figuras 8 ó 9. El elemento de derivación mostrado en la figura 10 puede corresponder a los elementos 27, 27.1 a 27.8 mostrados en las figuras 8 y 9. En este caso se muestra a modo de ejemplo un tubo que puede corresponder al tubo 16 de las figuras 8 y 9. En el tubo 16 se conduce un flujo de vapor. La dirección de flujo del flujo de vapor está identificada con la flecha 16R. El flujo de vapor se curva en 180 grados en la zona 27R de la figura 10 y se sigue conduciendo a
 35 través del tubo 29. El tubo 29 puede corresponder a los tubos 29 y 29.1 a 29.8 de las figuras 8 y 9. La curvatura en 180 grados se ha seleccionado aquí a modo de ejemplo. Se podría seleccionar también una curvatura de 90 grados u otro ángulo. En este punto habría que señalar además que la proyección seleccionada en las figuras 8 y 9 no muestra esta curvatura. El flujo de vapor, que avanza después de la curvatura, está indicado con la flecha 29R. Debido a la inercia del líquido conducido a la vez en el flujo de vapor 16R, este líquido no sigue la curvatura pronunciada, en este caso de 180 grados, o al menos no por completo, y puede llegar a través del tubo 25, por
 40 ejemplo, por la fuerza de gravedad. La dirección de flujo correspondiente del líquido está representada con la flecha 25R. El tubo 25 conduce a continuación hacia un separador representado en las figuras 3 a 7.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la condensación de vapor expandido en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica para obtener un líquido (23F) condensado, en particular con contenido de aceite, con:
- 5 un módulo de condensación, comprendiendo el módulo de condensación una entrada, así como uno o varios conductos (12), por ejemplo, con tubos (12A, 12B) dispuestos esencialmente en horizontal, un separador de líquido para separar el líquido (23F) condensado y/o ya contenido en el vapor, y un colector de líquido para recoger el líquido (23F) separado, condensado y/o ya contenido en el vapor, estando
- 10 previsto el separador de líquido delante o en la entrada o después del primer conducto (12), comprendiendo el colector de líquido un tubo de derivación (17, 27) que está configurado para derivar al menos una parte del líquido (23F) condensado, separado, hacia afuera del dispositivo,
- caracterizado porque**
- 15 el separador de líquido comprende un sifón (19) que está dispuesto entre el tubo de derivación (17, 27) y el colector de líquido.
2. Dispositivo según la reivindicación 1 además con un dispositivo de refrigeración que está configurado para enfriar el líquido (23F) condensado, separado, antes de ser conducido al colector de líquido.
- 20 3. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 1 - 2, en el que el colector de líquido es un depósito de alimentación (23) o en el que un conducto o varios conductos (12) están configurados adicionalmente como colectores de líquido.
- 25 4. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 1 - 3, en el que el separador de líquido es un primer separador de líquido; con al menos otro conducto (18) y con al menos otro separador de líquido que corresponde al primer separador de líquido, estando dispuesto el otro separador de líquido después del al menos otro conducto (18) y estando configurado para derivar al menos otra parte del líquido (23F) condensado, separado, hacia afuera del dispositivo.
- 30 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 - 4 con al menos otro módulo de condensación que corresponde al módulo según la figura 1, y además con un tubo colector (25, 28) dispuesto delante del separador de líquido y configurado para concentrar el vapor expandido (10) después de atravesar uno o varios conductos (32) y para conducirlo a continuación hacia el otro módulo de condensación.
- 35 6. Dispositivo según la reivindicación 5, en el que el tubo colector (25, 28) posee una sola conexión central con un tubo (29) para conducir el vapor expandido (10) o posee varios tubos separados (29.1 a 29.8) para conducir el vapor expandido (10).
- 40 7. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 5 ó 6, en el que el tubo colector (25, 28) presenta una pendiente dirigida hacia el separador de líquido.
8. Instalación termoeléctrica con un dispositivo de condensación según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 45 9. Método para la condensación de un vapor expandido en una máquina de expansión de una instalación termoeléctrica para obtener un líquido condensado (23F), en particular con contenido de aceite, con un módulo de condensación, comprendiendo el módulo de condensación uno o varios conductos (12), por ejemplo, con tubos (12A, 12B) dispuestos esencialmente en horizontal; un separador de líquido y un colector de líquido, con las etapas siguientes:
- 50 dividir un flujo volumétrico de vapor en un conducto o varios conductos (12); separar al menos una parte del líquido (23F) condensado, en particular con contenido de aceite, y/o ya contenido en el vapor delante o después del primer conducto (12) mediante el separador de líquido; evacuar el líquido (23F) separado, condensado y/o ya contenido en el vapor;
- 55 recoger el líquido (23F) separado, condensado y/o ya contenido en el vapor mediante el colector de líquido; comprendiendo el colector de líquido un tubo de derivación (17, 27);
- caracterizado porque**
- 60 el separador de líquido comprende un sifón (19) que está dispuesto entre el tubo de derivación (17, 27) y el colector de líquido.
10. Método según la reivindicación 9, además con la etapa de refrigeración del líquido (23F) condensado, separado, antes de ser recogido.

11. Método según la reivindicación 9, además con la etapa de separación de al menos otra parte del líquido (23F) condensado, en particular con contenido de aceite, después de al menos otro conducto (18).

5 12. Método según al menos una de las reivindicaciones 9 - 11, con al menos otro módulo de condensación que corresponde al módulo según la figura 11, con las etapas siguientes:

concentrar el vapor expandido después de atravesar un conducto o varios conductos; y conducir el vapor expandido concentrado hacia el otro módulo de condensación.

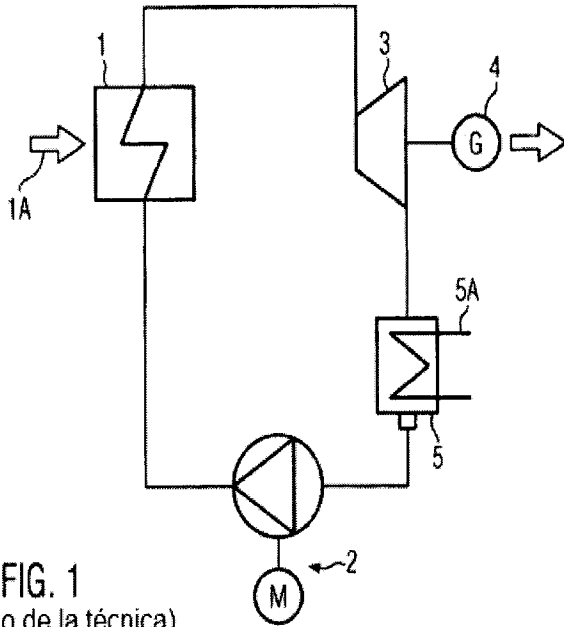


FIG. 1
(Estado de la técnica)

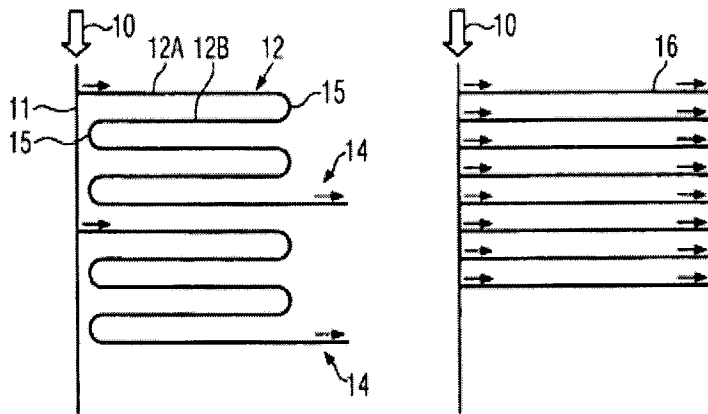


FIG. 2
(Estado de la técnica)

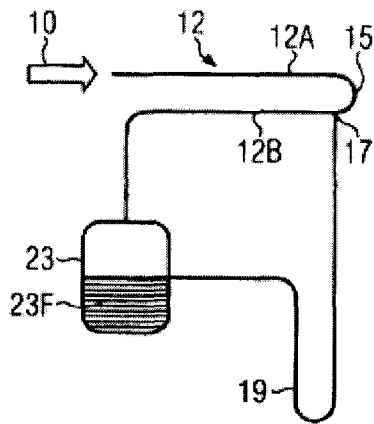


FIG. 3

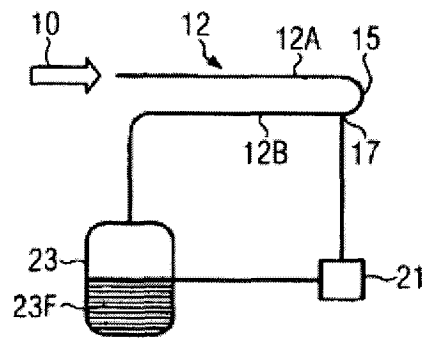


FIG. 4

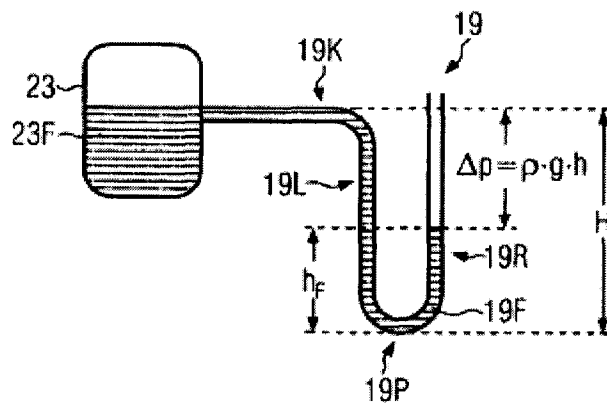


FIG. 5

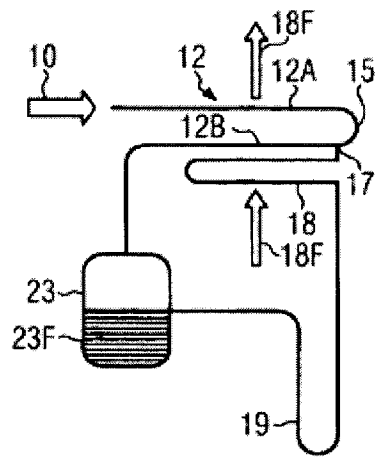


FIG. 6

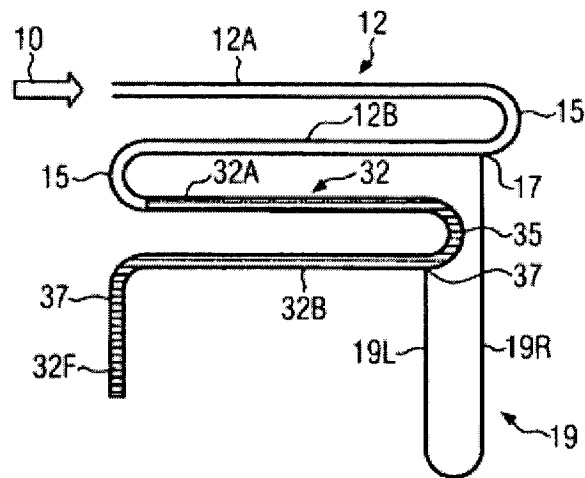


FIG. 7

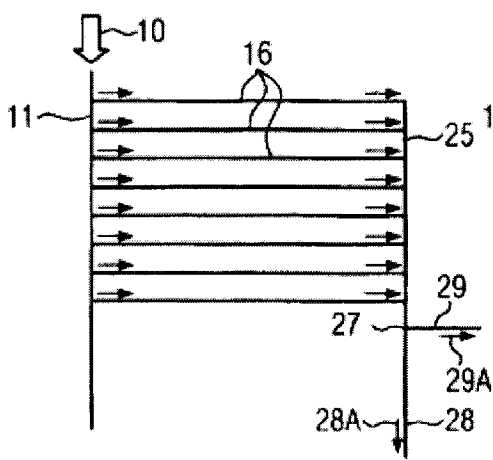


FIG. 8

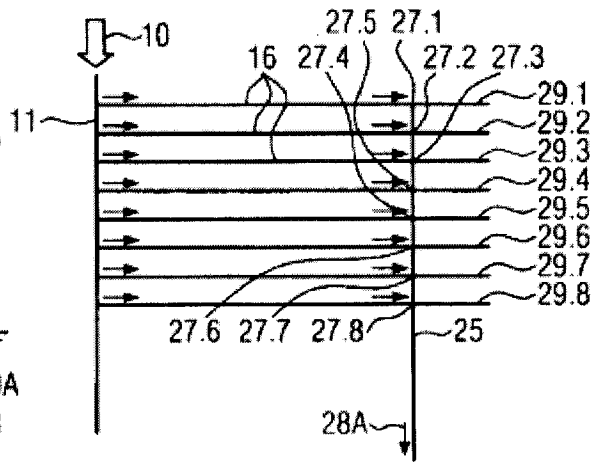


FIG. 9

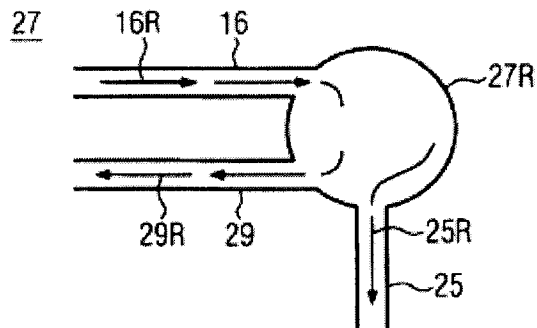


FIG. 10