



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 869**

51 Int. Cl.:
F25B 3/00 (2006.01)
F25B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08708958 .7**
96 Fecha de presentación : **13.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2118585**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.11.2009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la transferencia de calor desde un primer medio a un segundo medio.**

30 Prioridad: **14.02.2007 EP 07102399**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.10.2011

73 Titular/es: **HELEOS TECHNOLOGY GmbH**
Schmidgasse 3
6300 Zug, CH

72 Inventor/es: **Hoos, Frank**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 366 869 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

Procedimiento y dispositivo para la transferencia de calor desde un primer medio a un segundo medio.

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para transferir calor desde un primer medio relativamente frío a un segundo medio relativamente caliente.

10 En las plantas energéticas actuales, el trabajo se genera típicamente mediante un ciclo Carnot o "ciclo de vapor", empleando una fuente de alta temperatura y otra de baja temperatura (pozo térmico). En la práctica un medio a elevada temperatura, por regla general vapor sobrecalentado, es alimentado en una turbina que genera trabajo, y posteriormente se condensa, (sobre)calentado y una vez más es alimentado a la turbina. La diferencia entre la cantidad de calor contenido en el medio de alta temperatura y la cantidad de calor absorbido a la fuente de baja temperatura lo que se convierte en trabajo, de acuerdo con la primera ley de la termo-dinámica.

- 15 A mayor diferencia de temperatura entre las fuentes de alta y baja temperatura, más calor podrá convertirse en trabajo y la eficacia del procedimiento se mejorará. Típicamente, el medio ambiente (tierra) sirve como fuente de baja temperatura (pozo térmico) en tanto que el medio de alta temperatura se genera por combustión de combustibles fósiles o bien por fisión nuclear.

20 El documento DE 32 38 567 hace referencia a un dispositivo para generar diferencias de temperaturas por calentamiento o enfriamiento. Bajo la influencia de una fuerza exterior se establece una diferencia de temperatura en el gas. Este efecto se incrementa empleando fuerzas centrífugas y con gases de alto peso molecular, hasta el punto de hacerse interesante para aplicaciones técnicas.

25 El documento WO 03 /095920 hace referencia a un método para transmitir energía térmica, para lo cual la energía térmica se transmite dentro de una cámara interna (3) de una centrífuga giratoria a través de un primer intercambiador térmico (4,4a,4b), en cuya cámara interna(3) se alimenta un medio gaseoso para la transferencia de la energía, y en donde el calor se descarga desde la centrífuga (2) a través de un segundo intercambiador térmico (5,5 a,5b). La cantidad de energía utilizada puede reducirse sustancialmente proporcionando un medio gaseoso para la transmisión de energía dentro del rotor(12) en un estado de equilibrio y orientando radialmente el flujo térmico en dirección hacia el exterior. Es esencial para la invención base del documento WO 03/095920 que se evite la convección (pagina 2 última frase).

35 El documento US 3 .902.549 hace referencia a un rotor montado para girar a alta velocidad. En su centro se sitúa una fuente de energía térmica, mientras que en su periferia se ha dispuesto un intercambiador térmico. Existen cámaras para almacenar un material gaseoso, que dependiendo de su posición en las cámaras puede recibir calor de la fuente de energía térmica o bien producir calor para el intercambiador térmico.

40 Un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para la generación eficaz de un medio de alta temperatura.

En este punto, el procedimiento según la presente invención comprende los pasos que se definen en la reivindicación 1.

45 En cierto aspecto, la presente invención comprende además el paso consistente en la extracción de calor desde, por ejemplo, el enfriamiento, del primer medio a través del fluido situado en un tramo, o bien relativamente próximo al eje de rotación.

50 Los medios caliente y frío así obtenidos pueden a su vez emplearse para calentar o refrigerar edificios o para generar electricidad mediante, por ejemplo, un ciclo Carnot o "ciclo de vapor".

La eficacia del proceso según la presente invención es susceptible de seguir incrementándose si segmentos definidos en dirección radial del fluido son exhaustivamente mezclados para obtener una entropía como mínimo

55 sustancialmente constante en estos segmentos, mejorando de este modo la conducción del calor dentro del fluido.

Por lo tanto, la conducción térmica, y de ahí su eficacia, aumenta con la presión y la densidad del fluido. De este modo, es preferible que la presión exceda en 10 bar (en el eje de rotación). La relación de presión en la circunferencia y la presión en el eje de rotación es preferible que exceda de 5 bar y en el mejor de los casos que exceda de 8 bar.

60 La presente invención se refiere además a un dispositivo como el descrito en la reivindicación 10.

En un aspecto de la presente invención el dispositivo comprende un segundo intercambiador térmico situado en, o relativamente próximo al eje de rotación.

En otro aspecto , el dispositivo comprende una o mas paredes básicamente casi cilíndricas y coaxiales, separando en sentido radial, la parte interior del tambor en una serie de compartimentos.

5 En otro aspecto, por lo menos uno de los intercambiadores de calor esta acoplado a un ciclo para generar trabajo. El siguiente ciclo puede comprender un evaporador o sobrecalentador, que esta térmicamente acoplado a un intercambiador térmico para alta temperatura, un condensador, térmicamente acoplado a un intercambiador térmico para baja temperatura, y a una máquina térmica. El medio ambiente servirá típicamente como un pozo térmico, si bien puede también servir una fuente de alta temperatura, siempre que la temperatura de funcionamiento del ciclo sea suficientemente baja.

10 Todavía en cuanto otro aspecto, el fluido comprimible es un gas y preferentemente contiene o consiste básicamente en un elemento mono-atómico con un número atómico (Z) ≥ 18 , tal como el Argon, o preferentemente ≥ 36 , tal como el Kripton y el Xenon.

15 La presente invención se basa en la idea que a pesar de que el calor fluye normalmente desde una entropía superior a una inferior y como sea de una temperatura superior a otra inferior, en una columna de un fluido isentrópico , comprimible situado en un campo de gravedad, el calor fluirá también desde una entropía mas baja a una de mas alta. En la atmósfera de la tierra este efecto reduce el gradiente vertical de temperatura desde un teórico $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ a un real de $6,5^{\circ}\text{C}/\text{km}$. La potencia hidráulica se basa en el mismo principio.

20 Una resistencia térmica reducida refuerza además el flujo térmico desde una temperatura baja a una temperatura alta.

25 De acuerdo, por lo menos, con algunos aspectos de la presente invención, se emplea gravedad artificial para reducir la longitud de la columna de fluido comprimible, en comparación con una columna sujeta únicamente a la gravedad de la tierra, sustituyendo la atmósfera por un gas que permita un gradiente de mucha mayor temperatura en el fluido. La mezcla se emplea para mejorar la conducción térmica dentro del fluido.

Dentro del ámbito de la presente invención el término "gradiente" significa un incremento o reducción continua o escalonada en la magnitud de una propiedad observada al pasar desde un punto a otro, por ejemplo, a lo largo de un radio de un cilindro.

30 Para mayor detalle se subraya que el documento US 4.107.944 se refiere a un método y dispositivo para generar calor y enfriarlo haciendo circular un fluido de trabajo dentro de conductos que presenta el rotor, comprendiendo el mencionado fluido de trabajo y extrayendo calor del mencionado fluido de trabajo en un intercambiador térmico para la extracción de calor y agregando calor dentro del mencionado fluido de trabajo en un intercambiador térmico para adición de calor, y todo ello llevado a cabo por el mencionado rotor. El fluido de trabajo esta herméticamente encerrado dentro, y puede ser cualquier gas idóneo, tal como el nitrógeno. Un intercambiador térmico con fluido de trabajo esta dotado para intercambiar calor dentro del rotor entre dos corrientes del mencionado fluido de trabajo.

40 El documento US 4.005.587 hace referencia a un método y dispositivo para transportar calor desde una fuente térmica de baja temperatura a un pozo caldeado de alta temperatura, empleando un fluido de trabajo comprimible, que ha sido comprimido por fuerza centrífuga dentro de un rotor giratorio , acompañado de un incremento de temperatura. El calor es transportado desde el fluido de trabajo caldeado al interior de un pozo térmico a temperatura mas elevada y el calor se agrega al fluido de trabajo tras expansión y enfriamiento desde una fuente térmica mas fría. El enfriamiento se proporciona dentro del rotor para controlar la densidad del fluido de trabajo para de este modo ayudar a la circulación del fluido de trabajo.

Métodos y dispositivos similares se han dado a conocer a través de los documentos, US 3.828.573, US 3.933.008, US 4.060.989. y US 3.931.713.

50 El documento WO 2006/119946 se refiere al dispositivo (70) y al método para la transferencia de calor desde una primera zona (71) a una segunda zona (72) utilizando átomos o moléculas móviles (4) (frecuentemente gaseosas o en fase de vapor) en las cuales en una forma de realización, el movimiento caótico de los átomos /moléculas que generalmente inhiben la transferencia del calor por el simple movimiento molecular, se supera empleando preferentemente agentes restrictivos o limitadores (33) nano -dimensionados alargados (tales como un carbón nano-tubo) para alinear los átomos/moléculas y luego someténdolas a una fuerza de aceleración en la dirección en la que hay que transferir el calor. La fuerza de aceleración es preferible que sea centrípeta. En una forma de realización alternativa, las moléculas (4c) en un limitador nano-dimensional puede disponerse para transferir de calor mediante una oscilación transversal del alargamiento y de un limitador alargado (40).

60 Los documentos JP 61165590 y JP58035388 hacen referencia a tubos térmicos de tipo giratorio. El documento US 4.285 202 se refiere a procedimientos industriales para la conversión energética comprendiendo .como mínimo una fase que consiste en actuar en presencia de un fluido de trabajo de modo que produzca, bien compresión o expansión.

65 La presente invención se explicará ahora mas detalladamente con la ayuda de los dibujos, que representan esquemáticamente una forma de realización preferente.

Las figuras 1 y 2 corresponden a una vista en perspectiva y otra lateral de una primera realización del dispositivo al que se refiere la presente invención

La figura 3 corresponde a una sección transversal de un tambor empleado en la forma de realización de las figuras 1 y 2.

La figura 4 corresponde a una sección transversal de una segunda forma de realización de un dispositivo según la presente invención.

La figura 5 es un diseño esquemático de una planta energética que comprende la forma de realización de la figura 4.

Las partes idénticas y las partes realizando la misma o básicamente idéntica función se caracterizarán con la misma cifra de referencia.

La figura 1 muestra la disposición experimental de un dispositivo para gravedad artificial 1 según la presente invención. El dispositivo 1 comprende un bastidor de apoyo estático 2 firmemente asentado en el suelo, y una tabla giratoria 3 montada sobre el bastidor de apoyo 2. Un medio para el accionamiento, por ejemplo, un motor eléctrico 4. Montada en el bastidor de apoyo 2 y acoplada a la mesa giratoria 3. Para reducir el arrastre se fija una pared anular 5 a la mesa giratoria 3, a lo largo de su circunferencia. Por otra parte, se fija un cilindro 6 a la mesa giratoria y se extiende a lo largo de un radio de la misma.

Según se muestra en la figura 3, el cilindro 6 comprende un anillo central 7, dos cilindros exteriores 8 (PerspexTM), dos cilindros interiores 9 (PerspexTM), montados coaxialmente dentro de los cilindros exteriores 8, dos placas extremo 10, y una serie de tacos 11, con los cuales las placas extremo 10 son empujadas sobre los cilindros 8,9 en tanto que los cilindros 8,9 lo son sobre el anillo central 7. El cilindro 6 presenta una longitud total de 1.0 metros. La figura 3 se representa a escala.

La luz o espacio definido por el aro central 7, el cilindro interior 9 y las placas extremas 10, se rellena con xenon, a temperatura ambiente y a una presión de 1,5 bar, y además contiene una serie de mezcladores o ventiladores 13.

Finalmente, un elemento Peltier (que no es mostrado) se monta sobre la pared interior del anillo 7 y se instalan sondas de temperatura y manómetros para indicar la presión (tampoco mostrados) tanto en el anillo 7 como en las placas finales 10.

Durante el procedimiento, la mesa giratoria 3 y por tanto el cilindro 6 giran a una velocidad aproximada de 1000 r.p.m. Los segmentos radiales del fluido se mezclan exhaustivamente con la ayuda de los ventiladores 12, para conseguir por lo menos una entropía prácticamente constante en estos segmentos. En vista del hecho de que el procedimiento es reversible y del aislamiento térmico proporcionado por los cilindros interior y exterior 8,9, cuyo aislamiento permite conducir procesos básicamente adiabáticos, la transferencia térmica dentro del cilindro 6, desde el eje de rotación a la circunferencia y viceversa, es básicamente isotrópica.

Al girar, la temperatura y la presión del xenon en las placas finales 10 aumenta y la temperatura y la presión en el anillo 7 desciende. Al alcanzar el equilibrio, un ritmo térmico escalonado se alimenta al gas por el anillo 7 mediante un elemento Peltier, aumentando la temperatura y la presión en el anillo 7 y por subsiguiente, aumentan la temperatura y la presión en las placas finales 10, esto es, el calor fluye desde una fuente que presenta una temperatura relativamente baja (el gas en el anillo) hasta una fuente que presenta una temperatura relativamente alta (el gas en las placas finales).

La figura 4 corresponde a una sección transversal de un segundo dispositivo para gravedad artificial 1 de acuerdo con la presente invención. El dispositivo 1 comprende un marco de apoyo estático 2, posicionado firmemente sobre el suelo, y un tambor giratorio 6, montado de forma giratoria alrededor de su eje longitudinal en el bastidor de apoyo 2 es decir, mediante cojinetes idóneos, tales como, cojinetes de bolas 20. El tambor 6 presenta convenientemente un diámetro del orden de 2 a 10 metros, en este ejemplo 4 metros. La pared del tambor se ha aislado térmicamente de una forma conocida. El dispositivo 1 comprende además un medio necesario para el accionamiento (no representado) para hacer girar el tambor a velocidades del orden de 50 a 500 r.p.m.

El tambor 7 contiene (por lo menos) dos intercambiadores térmicos, un primer intercambiador térmico 22 montado dentro del tambor, relativamente alejado del eje de rotación del tambor 7 y un segundo intercambiador térmico 23 situado en o relativamente cerca del mencionado eje, en este ejemplo, tanto el intercambiador 22 como el 23 comprenden un tubo coaxial enrollado en el eje de rotación y conectado, mediante un primer acoplamiento 24 para el fluido giratorio, a un suministro y mediante un segundo acoplamiento 25 para el fluido giratorio, a una evacuación.

La forma de realización que se muestra en la fig. 4 comprende además un tubo 26, coaxial con el eje longitudinal del tambor 7 y conteniendo un ventilador axial 27 para la circulación forzada del contenido del tambor. En este ejemplo el tambor se ha llenado con gas xenon a una presión de 5 bar (a temperatura ambiente), mientras que los intercambiadores térmicos 22, 23 están rellenos de agua.

La figura 5 corresponde al diseño esquemático de una planta energética comprendiendo la forma de realización de la figura 4, acoplada a un ciclo para generar trabajo, en el ejemplo así denominado "ciclo de vapor". El ciclo

comprende un sobre calentador 30, acoplado al intercambiador térmico 22 para alta temperatura del dispositivo 1, una máquina térmica, bien conocida y comprendiendo, en este ejemplo, una turbina 31, un condensador 32 acoplado al primer intercambiador térmico 23 del dispositivo 1, una bomba 33, y un evaporador 34. El ciclo de vapor se rellena también con agua. Otros medios idóneos utilizados son conocidos técnicamente.

5 El tambor giratorio generará un gradiente de temperatura radial en el xenon, con un diferencial de temperatura de (ΔT) entre el intercambiador térmico dentro de un orden desde 100°C a 600°C, en función de la velocidad angular del tambor. En este ejemplo el tambor gira a 350r.p.m. resultando un diferencial de temperatura (ΔT) aproximado de 300°C. Ambos intercambiadores térmicos 22, 23 se alimentan con agua a 20 °C. El vapor calentado (320°C)

10 proveniente de un intercambiador térmico 22 para alta temperatura y alimenta a un sobre calentador 30, mientras que agua fría(10°C), procedente de un intercambiador térmico 23 es alimentada a un condensador 32. El ciclo de vapor genera trabajo de forma bien conocida.

15 En otra forma de ejecución, el dispositivo comprende dos o mas tambores acoplados en serie o en paralelo. Así por ejemplo, en aquellas configuraciones que comprenden dos tambores acoplados en serie, el medio caldeado proveniente del primer tambor es alimentado en el intercambiador térmico para baja temperatura del segundo tambor. Como resultado la transferencia térmica al intercambiador térmico para alta temperatura, aumenta considerablemente en el segundo tambor, si se compara con la transferencia térmica en el primer tambor. El medio enfriado procedente del primer tambor puede usarse como refrigerante, por ejemplo, para un condensador.

20 En otra forma de realización y como alternativa o adición al tubo anteriormente mencionado (26), el dispositivo comprende una serie de paredes casi cilíndricas y co-axiales , separando la parte interior del tambor en una serie de compartimentos. El fluido en cada uno de los compartimentos se mezcla exhaustivamente, por ejemplo, mediante ventiladores o elementos estáticos, así como para establecer una entropía básicamente constante con cada uno de

25 los compartimentos y de este modo reforzar el transporte masivo con cada uno de ellos. Como resultado, se consigue un gradiente de entropía, negativo y escalonado en dirección radial hacia el exterior, lo que permite la transferencia térmica desde el eje de rotación del tambor hasta la circunferencia del mismo.

30 Las paredes que separan entre sí los compartimentos pueden ser sólidas, evitando de este modo la transferencia térmica desde un compartimento al próximo, permitiendo de este modo una limitada transferencia en masa. Las paredes pueden confeccionarse con salientes y/o otras características que incrementen las áreas superficiales y de este modo la transferencia térmica entre los compartimentos.

35 Ya en otra forma de realización, un líquido adicional fluye, por ejemplo, dentro de tubos que se extienden radialmente, desde el centro a la circunferencia del tambor, ganando de este modo energía potencial y presión. El líquido de alta presión acciona un generador, por ejemplo, una (hidro)turbina siendo a continuación evaporado mediante el fluido comprimible relativamente caliente (por ejemplo, xenon) en o bien cerca la pared interior del tambor. El vapor obtenido de este modo es transportado de vuelta al centro del tambor, por lo menos parcialmente,

40 empleando su propia expansión y condensado mediante el fluido comprimible relativamente frío. Esta forma de realización puede emplearse para accionar directamente un generador.

45 La presente invención no se limita a las formas de realización anteriormente descritas, que puede modificarse según varios sistemas, dentro del ámbito de las reivindicaciones. Así por ejemplo, otros medios, tales como el dióxido de carbono, el hidrógeno, y el CF4 puede usarse para los intercambiadores térmicos en el tambor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la transferencia térmica desde un primer medio relativamente frío (23) hasta un segundo medio relativamente caliente(22), comprendiendo una fase de rotación de una cantidad (6), de un fluido comprimible, contenida alrededor de un eje de rotación, generando de este modo un gradiente de temperatura radial en el fluido, y calentando un segundo medio (22) por medio del fluido en un tramo del fluido relativamente alejado del eje de rotación, caracterizado por que, el fluido comprimible se encuentra a una presión que sobrepasa de 2 bar determinada en el eje de rotación.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende la fase de extracción del calor proveniente de un primer medio (23) por medio del fluido en una sección situada o relativamente próxima al eje de rotación.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en la que segmentos del fluido(12;27) se mezclan exhaustivamente.
- 20 4. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde el fluido comprimible se halla a una presión que rebasa 10 bar.
- 25 5. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones en donde el fluido comprimible esta contenido en un tambor con un diámetro, como mínimo de 1,5 metros que es girado por lo menos a 50 r.p.m., si bien , preferiblemente por lo menos a 100 r.p.m.
- 30 6. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones en donde el trabajo se genera mediante, por lo menos el primer medio(22) preferentemente mediante ambos, el primero y el segundo medio(22, 23), y preferentemente mediante un Carnot o ciclo de vapor(30, 34).
- 35 7. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, que comprende dos o mas fases, en serie o en paralelo, conteniendo una cantidad (6) de fluido comprimible girando alrededor de un eje de giro.
- 40 8. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, comprendiendo las siguientes fases que permiten a un líquido adicional fluir alejándose del eje de rotación, accionando un generador con el líquido, evaporando el líquido mediante el fluido en una sección del fluido relativamente alejada del eje de rotación, bombeando el vapor hacia el eje de rotación, y condensando el vapor mediante el fluido en una sección en o bien relativamente cerca del eje de rotación.
- 45 9. Procedimiento según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde el fluido comprimible contiene o consiste básicamente de un elemento mono-atómico con un número atómico (Z) \geq 18, o preferentemente (Z) \geq 36.
- 50 10. Dispositivo 1 para la transferencia de calor desde un primer medio relativamente frío a un segundo medio relativamente caliente, comprendiendo un tambor estanco al gas montado de forma que pueda girar en un bastidor y, un primer intercambiador térmico(23) montado dentro del tambor (6) relativamente alejado del eje de rotación del tambor, caracterizado por que, el tambor contiene un fluido comprimible y el dispositivo se ha construido para operar a una presión superior a 2 bar, determinada en el eje de rotación.
- 55 11. Dispositivo(1) según la reivindicación 10, que comprende un segundo intercambiador térmico (2) situado en o relativamente próximo al eje de rotación.
12. Dispositivo (1) según las reivindicaciones 1 o 11, comprendiendo por lo menos una o mas paredes coaxiales prácticamente cilíndricas , que dividen la parte interior del tambor (6) en una serie de compartimentos.
13. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 10-12 , en donde por lo menos uno de los intercambiadores térmicos (22,23) comprende un tubo enrollado coaxialmente al eje de rotación.
14. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 10-13, en donde por lo menos uno de los intercambiadores térmicos (22, 23) esta acoplado a un ciclo (30-34) para generar trabajo a determinar en el eje de rotación.

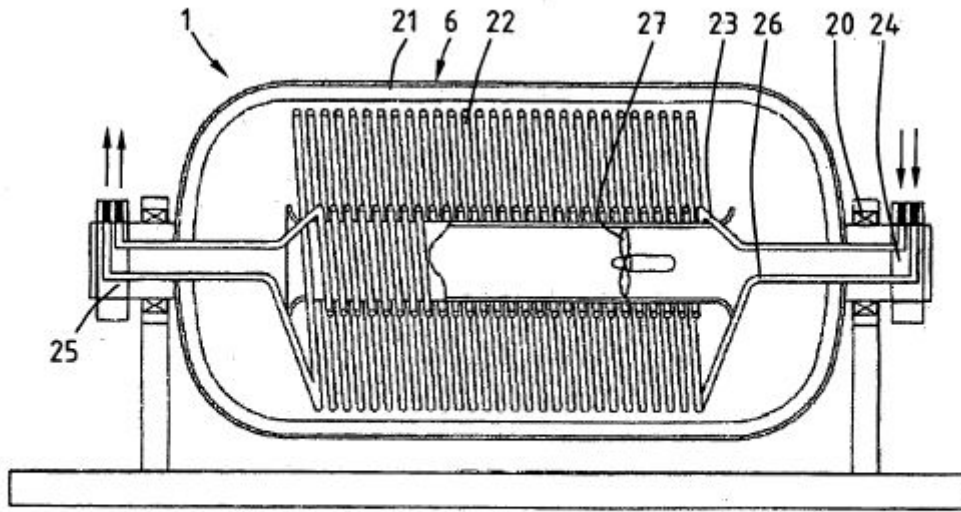


Fig.4

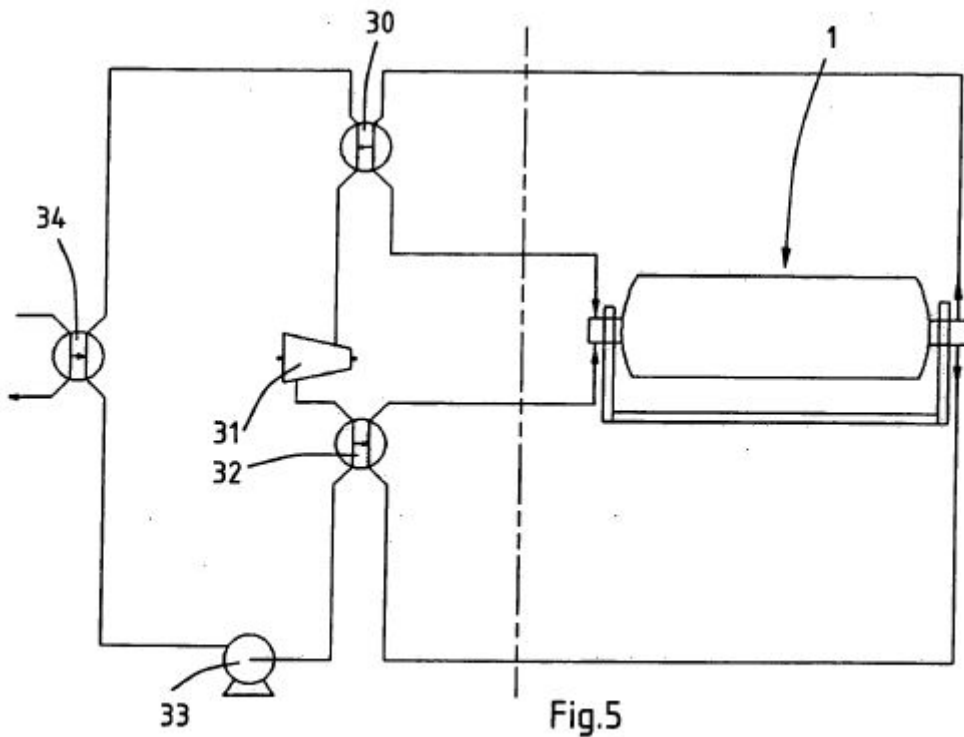


Fig.5