

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 942**

51 Int. Cl.:

F01D 5/00 (2006.01)
F01D 5/02 (2006.01)
F01C 1/344 (2006.01)
F01C 21/06 (2006.01)
F01D 17/04 (2006.01)
F01D 17/06 (2006.01)
F01D 17/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2010 E 10780849 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2013 EP 2435661**

54 Título: **Aparato y método de conversión en trabajo mecánico de una parte de la energía específica de un fluido en fase gaseosa**

30 Prioridad:

28.05.2009 NO 20092085

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

31.01.2014

73 Titular/es:

**ENERGREEN AS (100.0%)
Ålgårdsveien 170
4325 Sandnes, NO**

72 Inventor/es:

MELHUS, TROND

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 440 942 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

Aparato y método de conversión en trabajo mecánico de una parte de la energía específica de un fluido en fase gaseosa

5 La presente invención se refiere a un aparato y a un método de conversión en trabajo mecánico de una parte de la energía específica de un fluido en fase gaseosa.

10 Una gran parte de la energía eléctrica producida es proporcionada por medio de generadores impulsados por medio de turbinas de vapor. El vapor que impulsa las turbinas es producido por la combustión de carbón, por ejemplo. Aproximadamente el 40% de toda la energía eléctrica que se consume se produce de este modo. Además, la energía eléctrica es producida por medio de reactores nucleares que utilizan la energía para producir vapor, o a partir de las denominadas plantas de gas que utilizan el escape de la combustión de gas para producir vapor.

15 Existen varios inconvenientes relacionados con la producción de energía eléctrica por medio de turbinas de vapor de acuerdo con la técnica anterior. Los inconvenientes están relacionados con la relativamente baja utilización de la energía del combustible en la forma de corriente producida, en tanto que al mismo tiempo, el equipo requerido para es costoso y grande y requiere unos grandes sistemas auxiliares. Además, las turbinas de gas deben ser operadas a muy altas velocidades. Esto es debido a que las fuerzas de succión de la subpresión en el lado del vacío se usan para producir altos caudales unitarios, y para captar la mayor parte posible de la energía las ruedas de las turbinas deben ser hechas rotar a un alto número de revoluciones por minuto. Otro inconveniente sustancial es que las turbinas de vapor requieren un vapor sobrecalentado para impedir la condensación y el deterioro de la turbina.

20 Una persona experta en la técnica sabrá que la eficiencia de una turbina de vapor depende del rendimiento total de la turbina. El rendimiento total está afectado, entre otras cosas, por la subpresión que se consigue en un condensador que está conectado a la parte de escape de la turbina. A su vez, la subpresión es susceptible a la influencia de la cantidad de enfriamiento que el condensador puede proporcionar.

25 Se sabe que las modernas plantas de gas utilizan agua de mar para conseguir el mejor enfriamiento posible del condensador. Por ejemplo, se sabe que las plantas de gas consumen 60 m³ de agua de mar a 4°C para producir 1 MW de potencia, en donde el agua de enfriamiento fuera del condensador tiene una temperatura de aproximadamente 14°C. Por lo tanto, se desperdician grandes cantidades de energía.

30 El documento US 5501586 describe un aparato de expansión de gas de paletas rotatorias sin contacto que funciona para convertir la expansión controlada de gas a presión en una potencia motriz rotatoria. El aparato incluye un alojamiento del estator, un rotor soportado en el alojamiento del estator para experimentar una rotación con respecto a él con el rotor que tiene un miembro de salida en él, una pluralidad de paletas dispuestas en una pluralidad de ranuras radiales definidas en el rotor y que están separadas circunferencialmente entre sí y con un movimiento de vaivén radial con respecto al rotor, de modo que las partes de los extremos de las paletas son mantenidas en una relación hermética sustancialmente no contraíble con el alojamiento del estator, una pluralidad de bolsas definidas en el rotor contiguo a los lados traseros de las ranuras radiales y de las partes extremas exteriores de las paletas con respecto a la dirección de rotación del rotor con respecto al alojamiento del estator, y una pluralidad de formaciones definidas en el alojamiento del estator para efectuar la transferencia de gas a presión a través del alojamiento del estator a las sucesivas bolsas que reciben el gas para permitir la expansión del gas a presión en ellas a fin de provocar la rotación del rotor y del miembro de salida con él.

40 El documento EP1925776 describe una máquina de vapor que comprende una máquina de desplazamiento que tiene un rotor, una parte de generación de vapor dispuesta debajo de él y un condensador 3 dispuesto sobre él. El agua calentada en la parte de generación de vapor se convierte en el vapor que es alimentado al interior de la máquina de desplazamiento, entra en la cámara de operación que se mueve hacia arriba, hace rotar el rotor y, después de esto, es alimentado en el condensador 3 en donde se condensa para convertirse en el condensado.

45 El documento WO02101203 describe un motor que comprende un alojamiento que define una cámara, una placa dispuesta dentro de dicha cámara, y unos medios para condensar un gas dentro de dicha cámara de forma que cree un presión suficientemente negativa cerca de dicha placa para ayudar al movimiento de dicha placa.

Muchos tipos de gases serán adecuados para su uso en el aparato. Uno de los gases más importantes es el agua en su fase gaseosa, o sea vapor. En lo que sigue, el concepto de "vapor" se usará además del de gas. No obstante, como vapor se ha de entender que incluye también cualquier gas adecuado.

50 La invención tiene como objeto remediar o reducir al menos uno de los inconvenientes de la técnica anterior.

El objeto se consigue mediante unas características que se definen en la descripción posterior y en las reivindicaciones que siguen.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se ha dispuesto un aparato para convertir una parte de la energía específica de un fluido en fase gaseosa en trabajo mecánico, donde el aparato incluye:

- al menos un alojamiento que está provisto de al menos una parte de suministro de gas y de al menos una parte de escape, en donde cada uno del al menos un alojamiento comprende;
- una rueda de álabes que está dispuesta de forma rotatoria en el alojamiento y que incluye: un árbol encerrado por un tambor; al menos dos álabes dispuestos de forma que pueden moverse con respecto al tambor, de forma que una parte de los álabes están dispuestos para ser movidos hacia la superficie interna de la carcasa del alojamiento de modo que el tambor, la superficie interna de la carcasa del alojamiento y los álabes definen una o más cámaras dispuestas para contener gas, en donde un área efectiva de un álabe que está inmediatamente aguas arriba de la parte de escape es mayor que un área efectiva de un álabe que está inmediatamente aguas arriba de la parte de suministro de gas, y que el área efectiva de los álabes es máxima cuando los álabes están inmediatamente aguas arriba de la parte de escape y es mínima cuando los álabes están en una parte definida por un lado aguas abajo de la parte de escape y de la parte de suministro de gas; que la rueda de álabes constituye una barrera entre la parte de suministro de gas y la parte de escape; y que la parte de escape de uno del al menos un alojamiento está provista de un condensador hermético a los gases dispuesto para proporcionar aproximadamente un vacío proporcionando una fase de transición de gas a líquido del gas en la parte de escape y en la cámara que está en comunicación fluida con la parte de escape. El condensador está provisto de una salida controlada con objeto de que el vacío pueda ser proporcionado al condensador.

Por un área efectiva se entiende, a este respecto, el componente del área que origina la rotación de la rueda de álabes. Por ejemplo, un álabe que es oblicuo con respecto a la superficie del tambor de la rueda de álabes (y a la superficie interna de la carcasa del alojamiento) tendrá un área efectiva que está definida por el componente del área que sale perpendicularmente de la superficie del tambor.

Es una ventaja que el área efectiva del álabe que está inmediatamente aguas arriba de la parte de suministro de gas sea aproximadamente cero. Esto es conseguido por el tambor de la rueda de álabes al estar lo más cerca posible de la superficie interna de la carcasa del alojamiento y por el álabe que prácticamente no sale del tambor. El efecto de esto es que como el área efectiva es aproximadamente cero, no habrá fuerzas, con la excepción de las fuerzas de rozamiento, que actúen contra la rotación de la rueda de álabes.

Es una ventaja que la parte de suministro de gas esté provista de una rejilla de levas dispuesta para guiar los álabes de tal modo que el área efectiva del álabe aumente gradualmente a través de la parte de suministro de gas.

Es una ventaja que la parte de escape esté provista de una rejilla de levas dispuesta para guiar el álabe de tal modo que el área efectiva del álabe se reduzca gradualmente a través de la parte de escape. Esto tiene como efecto que los álabes sean transportados a lo largo de la parte de escape y guiados a la posición correcta con respecto a la superficie interna de la carcasa del alojamiento aguas abajo de la parte de escape.

Los ensayos han mostrado sorprendentemente que es una ventaja que una parte del alojamiento aguas abajo de la parte de escape esté provista de un dispositivo de drenaje que comunique con la parte de escape de tal modo que cualquier fluido arrastrado por los álabes desde la parte de escape hacia la parte de suministro de gas pueda ser drenado al interior de la parte de escape. En una realización, el dispositivo de drenaje está formado por una o más ranuras en la parte de la carcasa del alojamiento.

Es una ventaja que las rejillas de levas y el dispositivo de drenaje en el alojamiento sean oblicuos con respecto a la dirección del movimiento de los álabes, de forma que el posible desgaste de los álabes esté uniformemente distribuido y se evite el ranurado procedente del desgaste. Se entenderá que las rejillas de levas oblicuas y las ranuras en el alojamiento sean una ventaja solamente en los casos en los que los álabes hagan tope en la superficie interna de la carcasa del alojamiento y en las rejillas de levas. Si los álabes están guiados a una pequeña distancia de la superficie interna de la carcasa del alojamiento y de las rejillas de levas, el desgaste no será importante. Por una pequeña distancia se entiende una distancia que es típicamente menor de 0,05mm. Tal distancia puede conseguirse por medio de fuerzas magnéticas, por ejemplo, en donde el alojamiento y la parte extrema de los álabes están magnetizados con la misma polaridad. Además, el campo magnético que surge tendrá un efecto de hermeticidad contra la fuga de líquido entre los álabes y el alojamiento.

En una realización el área efectiva de los álabes aumenta continuamente desde inmediatamente aguas arriba de la parte de suministro de gas hasta inmediatamente aguas arriba de la parte de escape. Alternativamente, el área efectiva de los álabes aumenta progresivamente desde inmediatamente aguas arriba de la parte de suministro de gas hasta inmediatamente aguas arriba de la parte de escape.

Aumentando el área efectiva de los álabes continuamente desde inmediatamente aguas arriba de la parte de suministro de gas hasta inmediatamente aguas arriba de la parte de escape, el volumen de la cámara que está definido entre dos álabes, la superficie externa del tambor y la superficie interna de la carcasa del alojamiento aumentarán cuando rote la rueda de álabes. Esto significa que habrá una diferencia de presión entre dos cámaras sucesivas, de modo que la fuerza resultante que actúa sobre cada álabe será positiva, vista en la dirección de rotación.

En una realización el aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención incluye dos o más alojamientos que están dispuestos en serie. La parte de escape del último alojamiento en la serie de los dos o más alojamientos está

conectada al condensador para proporcionar la condensación del gas en la salida del aparato. Mediante tal disposición la energía del gas puede ser extraída por etapas a través de los dos o más alojamientos del aparato.

5 Alternativamente o además de la provisión de dos o más alojamientos en serie como se ha descrito antes, se pueden disponer dos o más alojamientos en paralelo, en donde la parte de escape de un primer alojamiento está conectada a las partes de suministro de gas de dos alojamientos siguientes.

En un aparato de acuerdo con la presente invención provisto de varios álabes que proporcionan varias cámaras conjuntamente, la presión diferencial que se produce cuando el gas se expande puede ser utilizada durante toda la expansión desde la parte de suministro de gas hasta la parte de escape.

10 La subpresión en el condensador ejercerá una tracción siempre en el área más grande posible mientras que el álabe tiene su área más grande en el condensador.

15 Disponiendo un aparato que es "hermético" (es decir, que está provisto de una o más barreras) entre el lado de la presión y el lado del vacío, las fuerzas que se producen como consecuencia de la subpresión generada en la transición de la fase de gas a líquido, se pueden controlar las denominadas "fuerzas de colapso" en el condensador. Esto se puede conseguir de varias formas. Una de ellas es la dosificación de una cierta cantidad (volumen) de gas que tiene una cierta presión de modo que se consiga la presión diferencial deseada entre el gas en el último sector antes del condensador y el gas condensado en el condensador. Otra forma de controlar las fuerzas de colapso consiste en proveer al aparato de un dispositivo de control dispuesto para ajustar la velocidad de rotación de la rueda de álabes, de modo que el caudal unitario del gas a través del aparato pueda ser ajustado en relación con la capacidad del condensador.

20 La velocidad de rotación del aparato puede, con ventaja, ser influida por medio de una carga que está conectada al árbol de la rueda de álabes. La carga puede ser, por ejemplo, un generador eléctrico.

25 Otra forma más de controlar las fuerzas de colapso es proveer al aparato de un controlador de la temperatura dispuesto para influir en la temperatura del gas que se suministra al aparato de forma que el gas no experimente una transición de fase de gas a líquido, es decir que se colapse, antes de la llegada al condensador, pero que no tenga una "temperatura residual" que requiera un enfriamiento extra en el condensador.

Otra forma más de controlar las fuerzas de colapso es proveer al aparato de un controlador dispuesto para influir en la capacidad de enfriamiento del condensador.

30 Se ha comprobado que es ventajoso que el aparato esté provisto de un algoritmo de control dispuesto para controlar una producción de energía procedente del aparato, en donde el algoritmo de control esté dispuesto para influir en una de o en una combinación de: la temperatura y/o la presión del gas de suministro; la velocidad de rotación de la rueda de álabes; la capacidad de enfriamiento del condensador; la carga.

En un segundo aspecto de la presente invención se ha provisto un método para el control de al menos la subpresión en una parte de escape de un aparato que está dispuesto para convertir en trabajo mecánico una parte de la energía específica de un fluido en fase gaseosa, en donde el método incluye:

- 35
- suministrar al aparato un fluido en fase gaseosa a través de una parte de suministro de gas;
 - encerrar el fluido en fase gaseosa en una cámara sustancialmente hermética a los fluidos definida por al menos una barrera que sale fuera de un elemento rotatorio, de modo que la barrera es movida a lo largo de una superficie interna del alojamiento que se extiende entre la parte de suministro de gas y una parte de escape;
 - mover la cámara entre la parte de suministro de gas y la parte de escape; y
 - 40 - proporcionar aproximadamente un vacío en la parte de escape y en la cámara que está fijada en comunicación fluida con ella, en donde el vacío es creado por medio de un condensador hermético a los fluidos.

45 La subpresión en la parte de escape del aparato puede ser controlada por medio de, por ejemplo, la velocidad de rotación de la barrera rotatoria, es decir, la velocidad de la cámara que está siendo movida entre la parte de suministro de gas y la parte de escape, con el fin de ajustar de este modo el caudal unitario del gas a través del aparato con la capacidad del condensador que está dispuesto para la parte de escape.

50 Controlando la velocidad de rotación de la barrera rotatoria, la cantidad de energía que se suministra a la parte de escape se puede ajustar de este modo a la capacidad de enfriamiento que podría estar disponible en la parte de escape. Por lo tanto, es posible evitar un aumento de la presión en la parte de escape como consecuencia de las grandes cantidades de energía que se están suministrando, lo que podría dar lugar a una considerable reducción en la eficiencia del aparato.

En una realización la velocidad de rotación de la barrera rotatoria se controla por medio de una carga que está conectada al aparato. La carga puede ser, por ejemplo, un generador eléctrico que está conectado al árbol del aparato.

Para asegurar que se gasta la menor energía posible en el intercambio de calor en el condensador, un método preferido incluye el ajuste de la temperatura del fluido que se suministra al aparato, de modo que la temperatura del fluido en fase gaseosa que es transportado al condensador esté cerca de una temperatura de condensación.

5 Es una ventaja que se pueda ajustar la presión y/o la temperatura del gas que se suministra al aparato a través de la parte de suministro de gas. Mediante la capacidad de ajustar la temperatura del gas que se suministra al aparato, la temperatura del gas que es transportado al condensador puede ajustarse para que esté cerca de una temperatura de condensación, de modo que se gaste la menor energía posible en intercambio de calor en el condensador.

Es una ventaja que se pueda ajustar la capacidad de enfriamiento del condensador, de modo que se pueda ajustar la capacidad de enfriamiento con respecto a la cantidad y propiedades del gas que es transportado al condensador.

10 Es una ventaja que los dispositivos de ajuste y control antes mencionados estén controlados por un algoritmo de control superior.

Puede haber más de un aparato dispuesto en un árbol común.

En lo que sigue se describe un ejemplo de una realización preferida que se visualiza en los dibujos que se acompañan, en los que:

15 la Figura 1 muestra un dibujo de una sección en una vista lateral de un aparato de principio de acuerdo con la presente invención, en donde el aparato incluye tres álabes;

la Figura 2 muestra el aparato de la Figura 1 en una realización con doce álabes;

la Figura 3 muestra una vista del aparato de las Figuras 1 y 2 de derecha a izquierda;

20 la Figura 4 muestra una vista desde A-A en la Figura 2 de una rejilla de levas que está dispuesta en una parte de salida;

la Figura 5 muestra una realización alternativa del aparato mostrado en la Figura 1;

la Figura 6 muestra una realización alternativa adicional del aparato de acuerdo con la invención, en donde el aparato está provisto de dos partes de suministro de gas y de dos partes de escape;

25 la Figura 7 muestra a escala reducida una realización del aparato de acuerdo con la presente invención, en donde el aparato incluye dos alojamientos que están dispuestos en serie; y

la Figura 8 muestra a escala ampliada el aparato de acuerdo con la presente invención con un diseño alternativo de los álabes.

30 Una persona experta en la técnica comprenderá que los dibujos adjuntos solamente son dibujos de principio que muestran los componentes principales, y que el alojamiento en las Figuras 1-2 y 5-8 se muestra sin las necesarias piezas extremas.

En las diferentes figuras los componentes similares o correspondientes están indicados por el mismo número de referencia. Por lo tanto, no se dará una explicación de todos los detalles en relación con cada una de las figuras.

35 Para clarificar la explicación de cada una de las figuras se especifican algunas indicaciones sobre la posición, en lo que sigue, mediante el uso de indicaciones de tipo esfera de reloj, en donde las doce horas está arriba. Cuando se usan los conceptos "aguas arriba" y "aguas abajo" se supone que la rueda de álabes rota en el sentido de las agujas del reloj, como está indicado por una flecha en las figuras.

40 En las figuras el número de referencia 1 indica un aparato de acuerdo con la presente invención. El aparato 1 incluye al menos un alojamiento 3 que encierra una rueda de álabes 5 que está dispuesta de forma que puede rotar en el alojamiento 3. El alojamiento 3 está provisto de al menos una parte de suministro de gas 7. Al menos uno del al menos un alojamiento 3 está provisto de una o más partes 9 de escape.

El gas que se suministra al aparato 1 a través de su parte 7 de suministro puede ser suministrado de forma continua o intermitente. El suministro intermitente se consigue por medio de una válvula de control 61 conocida por sí misma (véanse las Figuras 5 y 6), que está dispuesta para ser controlada por medio de unos dispositivos conocidos por sí mismos, que serán bien conocidos por una persona experta en la técnica.

45 La rueda de álabes 5 incluye un árbol 51 que está encerrado por un tambor 53. Al menos dos álabes 55 están dispuestos de forma que pueden moverse con respecto al tambor 53. Una parte extrema 57 de los álabes 55 está dispuesta para ser movida hacia la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3 de tal forma que el tambor 53, la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3 y los álabes 55, cuando éstos se encuentran en una posición que salen al menos parcialmente del tambor 53, definen unos volúmenes o cámaras 59 dispuestos para

contener un gas, por ejemplo vapor. El gas ha sido transportado al interior del aparato a través de la parte de suministro de gas 7.

5 En las Figuras 1 y 2 el alojamiento 3 está provisto de dos recortes o aberturas. Las aberturas en el alojamiento 3 están provistas de la parte de suministro de gas 7, que está dispuesta en una parte superior del alojamiento 3 en aproximadamente las doce horas, y de la parte de escape 9, que se extiende aproximadamente entre las siete y las nueve horas.

10 La parte de escape 9 está conectada a un condensador 11 que está provisto de un dispositivo de enfriamiento en forma de un bucle 13 del tubo de un tipo conocido por sí mismo. Un fluido puede ser hecho fluir a través del bucle 13 del tubo. Alternativamente o además del bucle 13 del tubo, el condensador 11 puede estar provisto de un dispositivo agua-niebla (no mostrado) o de otros dispositivos apropiados para proporcionar enfriamiento en el condensador.

15 El gas que ha sido condensado en el condensador 11 es bombeado fuera de él y a una tubería 14 de condensado por medio de un dispositivo de bombeo 15. Es vital para la presente invención que el condensador sea hermético de forma que se pueda conseguir un vacío en el condensador. El dispositivo de bombeo 15 está por tanto provisto de un dispositivo de control no mostrado que controla un nivel 12 del líquido en el condensador 11 para formar una junta hermética en la parte del fondo del condensador 11.

La única diferencia entre las Figuras 1 y 2 es el número de álabes, la Figura 1 muestra una realización con tres álabes 55, en tanto que la Figura 2 muestra una realización con doce álabes 55. En las realizaciones mostradas, los álabes 55 están separados uniformemente.

20 Los álabes 55 están dispuestos para moverse hacia dentro y hacia fuera de las ranuras 54 en el tambor 53 por medio de un dispositivo de control no mostrado. En una realización el dispositivo de control puede estar constituido por un elemento de desvío tal como un dispositivo de muelle (no mostrado) que está dispuesto para impulsar los álabes 55 a hacer tope contra o en la dirección hacia la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3. En una realización alternativa el dispositivo de control está constituido por un dispositivo de control de las levas que está dispuesto para impulsar los álabes 55 a hacer tope contra o en la dirección hacia la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3. En otras realizaciones los álabes pueden ser controlados de forma neumática o hidráulica. No obstante, la forma en la que se realiza el control de los álabes 55 no es importante para la presente invención.

30 En las Figuras 1 y 2, la distancia entre el tambor 53 y la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3 aumenta desde aguas arriba de la parte de suministro de gas 7 (aproximadamente en las once horas en las figuras) hasta una parte aguas arriba de la parte de escape 9 (en aproximadamente las siete horas en las figuras).

35 En una realización alternativa la distancia aumenta progresivamente entre el tambor 53 y la superficie interna de la carcasa del alojamiento 3 desde una parte aguas arriba de la parte de suministro de gas 7 hasta una parte aguas arriba de la parte de escape 9. Esto significa que en una (véase la Figura 5) o más partes entre la parte de suministro de gas 7 y la parte de escape 9, el radio desde una parte central del árbol 51 hasta la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3 es equidistante.

40 Cuando una rueda de álabes 5 rota, se expandirá un gas, por ejemplo vapor, a una temperatura dada y a una presión dada, el cual es transportado al interior del aparato 1 de acuerdo con las figuras 1, 2, 6-8 a través de la parte de suministro de gas 7 de él. Esto se debe a que aumentan los volúmenes de las cámaras 59 que están definidas por la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3, la superficie exterior del tambor 53 y cualesquiera dos álabes sucesivos 55.

Los volúmenes en constante aumento de las cámaras 59 harán que la presión del gas en cada una de las cámaras 59 se reduzca constantemente cuando el gas es transportado, en tanto que "se cierra" cada una de las cámaras 59, desde la parte de entrada 7 hasta la parte de escape 9. Se producirá por tanto una presión diferencial entre el gas de cualesquiera dos cámaras sucesivas.

45 El área de la parte de un álabe 55 que sale del tambor 53 y que define dos cámaras sucesivas será prácticamente igual en ambos lados. La fuerza resultante que actúa en cada uno de los álabes 55 presentes entre la parte de suministro de gas 7 y la parte de escape 9 contribuirá por lo tanto a hacer rotar el tambor 53 en el sentido de las agujas del reloj. Esto puede también ser considerado como sigue:

50 Por el mismo hecho de que las áreas efectivas de los álabes 55 que definen cualquier cámara 59 entre la parte de suministro de gas 7 y la parte de escape 9 serán diferentes en las realizaciones mostradas en la Figura 2, por ejemplo, y por el mismo hecho de que el esfuerzo debido al gas será igual en todas las superficies de la cámara 59, la fuerza que actúa sobre los dos álabes 55 de la cámara 59 será diferente. Por lo tanto se producirá una fuerza diferencial que dará lugar a una rotación en el sentido de las agujas del reloj de la rueda de álabes 5 con respecto al alojamiento 3.

55 No obstante, la fuerza mayor resultante que contribuye a la rotación del tambor 53 se producirá en el momento en el que un álabe 55 es movido sobre la parte de escape 9 que está conectada al condensador 11. El gas presente en la

cámara 59 que es movido sobre la parte de escape 9, y por lo tanto resulta "pinchado", se colapsará inmediatamente. Se producirá una presión diferencial considerable entre la cámara "pinchada" y la cámara siguiente.

La velocidad de rotación es controlada por medio de una carga (no mostrada) que está conectada al árbol 51 de la rueda de álabes 5. La carga, por ejemplo, puede ser un generador.

5 Para que se repita el ciclo de expansión entre la parte de suministro de gas 7 y la parte de escape 9, los álabes 55 son impulsados desde su posición más saliente en un lado aguas arriba de la parte de escape 9 a su posición más replegada en un lado aguas arriba de la parte de suministro de gas 7. Este cambio de posición se consigue por medio de una rejilla de levas 17 que se extiende a través de la parte de escape 9 y por medio de una distancia constantemente menor entre la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3 y el eje central del árbol de álabes 51 entre la parte de escape 9 y la parte de suministro de gas 7.

En las realizaciones del aparato 1 mostrado la distancia entre la superficie exterior del tambor 53 y la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3 está cerca de cero en una parte inmediatamente aguas arriba de la parte de suministro de gas 7. Cada uno de los álabes 55 que supera esta parte será prácticamente replegado al interior de la ranura 54 en el tambor 53.

15 La Figura 3 muestra una vista del aparato de la Figura 2 de derecha a izquierda. Como será evidente a partir de la Figura 3, en la realización mostrada, la parte de suministro de gas 7 y la parte de escape que está conectada al condensador 11 tienen unas vías amplias que prácticamente corresponden a la anchura de la rueda de álabes 5. Los álabes 55 y el árbol 51 del tambor 53 se muestran en líneas de puntos. La posición de rotación del tambor 53 con respecto al alojamiento 3 corresponde a la posición de rotación que el tambor 53 tiene en la Figura 2. El bucle del tubo del condensador 11 no está indicado en la Figura 3.

La Figura 4 muestra a una escala ampliada una vista de la rejilla de levas 17 a través de A-A en la Figura 2. La rejilla de levas 17 incluye una pluralidad de elementos paralelos 19 que se extienden a través de una abertura 4 en el alojamiento 3 y que están separados de tal forma que se ha previsto la comunicación fluida a través de la abertura 4 del alojamiento 3. La rejilla de levas 17 proporciona también una guía para los álabes 55 de modo que son impulsados desde una posición saliente en un lado aguas arriba de la parte de escape 9 a una posición sustancialmente replegada en un lado aguas abajo de la parte de escape 9 como se muestra en la Figura 1, por ejemplo. Para reducir el desgaste localizado en las partes extremas 57 de los álabes 55, los elementos paralelos 19 de la rejilla de levas 17 están dispuestos oblicuamente con respecto a la dirección del movimiento de los álabes 55. Una correspondiente rejilla de levas 17' está dispuesta en la parte de suministro de gas 7 del aparato 1. No obstante, la rejilla de levas 17' solamente está indicada en las Figuras 1, 2, 5-8.

Se ha de resaltar que las rejillas de levas 17, 17' no serán necesarias si el aparato 1 está provisto de un dispositivo de control de las levas, no mostrado, que controla la posición saliente de los álabes 55 de una forma diferente a la de apoyo contra la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3.

La Figura 5 muestra una realización alternativa del aparato 1, en la que el aparato 1 se asemeja al aparato mostrado en la Figura 1 con la excepción de un punto esencial; entre una parte aguas abajo de la parte de suministro de gas 7 y una parte aguas arriba de la parte de escape 9, la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3 está dispuesta equidistante del eje central de la rueda de álabes 5. Las características ventajosas conseguidas por medio de un aumento constante del volumen de las cámaras 59, como se han descrito antes, no estarán presentes en la realización mostrada. Por medio de la válvula 61 de puesta en marcha controlada el aparato puede ser usado como un motor.

La Figura 6 muestra una realización alternativa adicional de los aparatos 1 mostrados en las Figuras 1, 2 y 5. El aparato 1 mostrado en la Figura 6 está provisto de dos partes de suministro de gas 7, 7' y de dos partes de escape 9, 9'. En la realización mostrada las partes de suministro de gas 7, 7' están provistas de una válvula 61 de puesta en marcha controlada. Por otra parte, el aparato 1 está construido de la misma forma que los aparatos mostrados en las Figuras 1 y 2, pero en la realización mostrada está provisto de seis álabes 55.

La Figura 7 muestra una realización alternativa adicional del aparato 1 de acuerdo con la presente invención. En la Figura 7 un primer alojamiento 3 está conectado a un segundo alojamiento 3' por la parte de escape 9 del primer alojamiento 3 que está conectado a la parte de suministro de gas 7' del segundo alojamiento 3'. La parte de escape 9' del segundo alojamiento 3' está conectada a un condensador 11 del tipo mencionado antes. En el ejemplo mostrado, cada uno de los alojamientos 3, 3' y las ruedas de álabes 5 corresponden al alojamiento 3 y la rueda de álabes 5 mostrada en la Figura 2, si bien los aparatos están conectados en serie. Por lo tanto, con fines de claridad, solamente algunos de los elementos están indicados por números de referencia en la Figura 7.

En las realizaciones alternativas (no mostradas) más de dos alojamientos 3, 3' se pueden conectar en serie y/o en paralelo, en donde el último alojamiento o alojamientos 3, 3' de la serie está o están preferiblemente conectados a un condensador 11.

Para ser capaz de ajustar la temperatura del gas que es transportado entre, por ejemplo, dos alojamientos 3, 3' como se muestra en la figura 7, la parte de escape 9 del primer alojamiento 3 puede estar provista de un elemento

(no mostrado) de cambio de la temperatura. El objeto de tal elemento de cambio de la temperatura es optimizar la temperatura del gas que es transportado desde el primer alojamiento 3 al segundo alojamiento 3'. Por lo tanto es posible, por una parte, evitar la condensación del gas antes de que llegue a la parte de escape del segundo alojamiento 3' y, por otra parte, evitar tener una temperatura innecesariamente alta en el gas transportado desde el
5 segundo alojamiento 3' al condensador 11, lo que requiere un suministro extra de un medio de enfriamiento a través del bucle 13 del tubo.

Se sobreentiende que cualquier combinación de un alojamiento y rueda de álabes, por ejemplo del tipo mostrado en el resto de las figuras, puede ser conectada en serie y/o en paralelo.

La Figura 8 muestra un aparato 1 de acuerdo con la presente invención, en donde el aparato está provisto de unos álabes 55 de una realización alternativa. En vez de dejar que los álabes 55 sean movidos dentro y fuera de las ranuras 54 del tambor 53 como se ha mostrado en algunas de las anteriores figuras, los álabes 55 están dispuestos embisagrados en una parte del tambor 53. Las partes extremas libres 57 de los álabes 55 están dispuestas para ser movidas hacia la superficie interna 31 de la carcasa del alojamiento 3, por ejemplo por medio de un elemento de desviación en forma de un dispositivo de muelle (no mostrado) o de un dispositivo de control de un tipo conocido por
10 sí mismo, el cual es mencionado en las discusiones de las Figuras 1 y 2.

En la realización mostrada la superficie del tambor 53 está provista de unos entrantes 56. Los entrantes 56 están formados para recibir y alojar los álabes 55, de modo que su área efectiva es aproximadamente cero en una parte de aguas arriba de la parte de suministro de gas 7.

Los cálculos que se han hecho muestran que el aparato de acuerdo con la presente invención es mucho más eficiente con respecto a la utilización de la energía específica del fluido en fase gaseosa transportado al aparato. Esto se debe al hecho de que el volumen en constante aumento de las cámaras hace que la fuerza resultante en cada uno de los álabes entre la parte de suministro de gas y la parte de escape contribuye conjuntamente a la rotación de la rueda de álabes, y a que el aparato está provisto de una o más barreras entre la parte de suministro de gas 7 y la parte de escape 9, donde dicha barrera permite la optimización de la subpresión en el condensador, y
20 las fuerzas de tracción de la subpresión mientras que al mismo tiempo se puede optimizar el gasto de la energía mínima en enfriamiento en el condensador.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (1) para convertir en trabajo mecánico una parte de la energía específica de un fluido en fase gaseosa, en donde el aparato (1) comprende:
- 5 - al menos un alojamiento (3, 3') que está provisto de al menos una parte de suministro de gas (7, 7') y de al menos una parte de escape (9, 9'), y cada uno del al menos un alojamiento (3, 3') que comprende:
 - 10 - una rueda de álabes (5) que está dispuesta de forma que puede rotar en el alojamiento (3, 3') y que incluye: un árbol (51) encerrado en un tambor (53); al menos dos álabes (55) que están dispuestos de forma que pueden moverse con respecto al tambor (53) de modo que una parte (57) de los álabes (55) están dispuestos para ser movidos hacia la superficie interna (31) de la carcasa del alojamiento (3, 3') de tal forma que el tambor (53), la superficie interna (31) de la carcasa del alojamiento (3) y los álabes (55) definen unas cámaras (59) dispuestas para contener gas, en donde un área efectiva de un álabe (55) que está inmediatamente aguas arriba de la parte de escape (9, 9') es mayor que un área efectiva de un álabe (55) que está inmediatamente aguas arriba de la parte de suministro de gas (7, 7'); la rueda de álabes (5) constituye una barrera entre la parte de suministro de gas (7, 7') y la parte de escape (9, 9'); y la parte de escape (9, 9') de uno de al menos un alojamiento (3, 3') está provista de un condensador (11) para condensar el gas que ha sido transportado a la parte de escape (9, 9'), caracterizado por que el aparato (1) está provisto de un dispositivo de control dispuesto para controlar la velocidad de rotación de la rueda de álabes (5) por medio de una carga que está conectada al árbol (51) de la rueda de álabes (5), de modo que el caudal unitario del gas a través del aparato (1) puede ser ajustado con respecto a la capacidad del condensador (11).
- 20 2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el área efectiva del álabe (55) que está inmediatamente aguas arriba de la parte de suministro de gas (7, 7') es cero o es aproximadamente cero.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la parte de suministro de gas (7, 7') está provista de una rejilla de levas dispuesta para guiar los álabes (55) de tal forma que el área efectiva del álabe (55) aumente gradualmente a través de la parte de suministro de gas (7, 7').
- 25 4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la parte de escape (9, 9') está provista de una rejilla de levas (17) dispuesta para guiar el álabe (55) de tal forma que el área efectiva del álabe (55) se reduzca gradualmente a través de la parte de escape (9, 9').
5. El aparato de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde el área efectiva de los álabes (55) es máxima cuando los álabes (55) están inmediatamente aguas arriba de la parte de escape (9, 9') y es mínima cuando los álabes (55) están en una parte definida por un lado aguas abajo de la parte de escape (9, 9') y de la parte de suministro de gas (7, 7').
- 30 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, en donde los álabes (55) son desviados hacia el alojamiento (3, 3') y las rejillas de levas (17).
7. El aparato de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde una parte limitada de la superficie interna (31) de la carcasa del alojamiento (3) está provista de un dispositivo de drenaje que comunica con la parte de escape (9, 9') de tal forma que cualquier fluido transportado por el álabe (55) desde la parte de escape (9, 9') hacia la parte de suministro de gas (7, 7') será drenado de vuelta a la parte de escape (9, 9').
- 35 8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aparato (1) está provisto de un dispositivo de control dispuesto para ajustar la presión del gas que se suministra al aparato (1) a través de la parte de suministro de gas (7, 7').
- 40 9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aparato (1) está provisto de un controlador de la temperatura que está dispuesto para influir en la temperatura del gas que se suministra al aparato (1).
10. Un método para el control de al menos la subpresión en un escape de un aparato que está dispuesto para convertir en trabajo mecánico una parte de la energía específica de un fluido en fase gaseosa, en donde el método incluye:
- 45 - suministrar al aparato (1) un gas a través de una parte de suministro de gas (7, 7');
 - proporcionar una barrera sustancialmente hermética a los fluidos, que hace rotar la barrera entre la parte de suministro de gas (7, 7') y la parte de escape (9, 9'); y
 - 50 - controlar al menos la subpresión en la parte de escape (9, 9') del aparato (1), caracterizado por que la subpresión en la parte de escape (9, 9') del aparato (1) está controlada por medio de la velocidad de rotación de la barrera rotatoria con el fin de ajustar de este modo el caudal unitario del gas a través del aparato (1) con respecto a la capacidad de un condensador (11) que está dispuesto en la parte de escape (9, 9');
- en donde el método incluye controlar la velocidad de rotación de la barrera rotatoria por medio de una carga.

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el método incluye además controlar una salida del condensador (11) para ajustar un nivel (12) del líquido en él con el fin de mantener de este modo el vacío en el condensador (11).

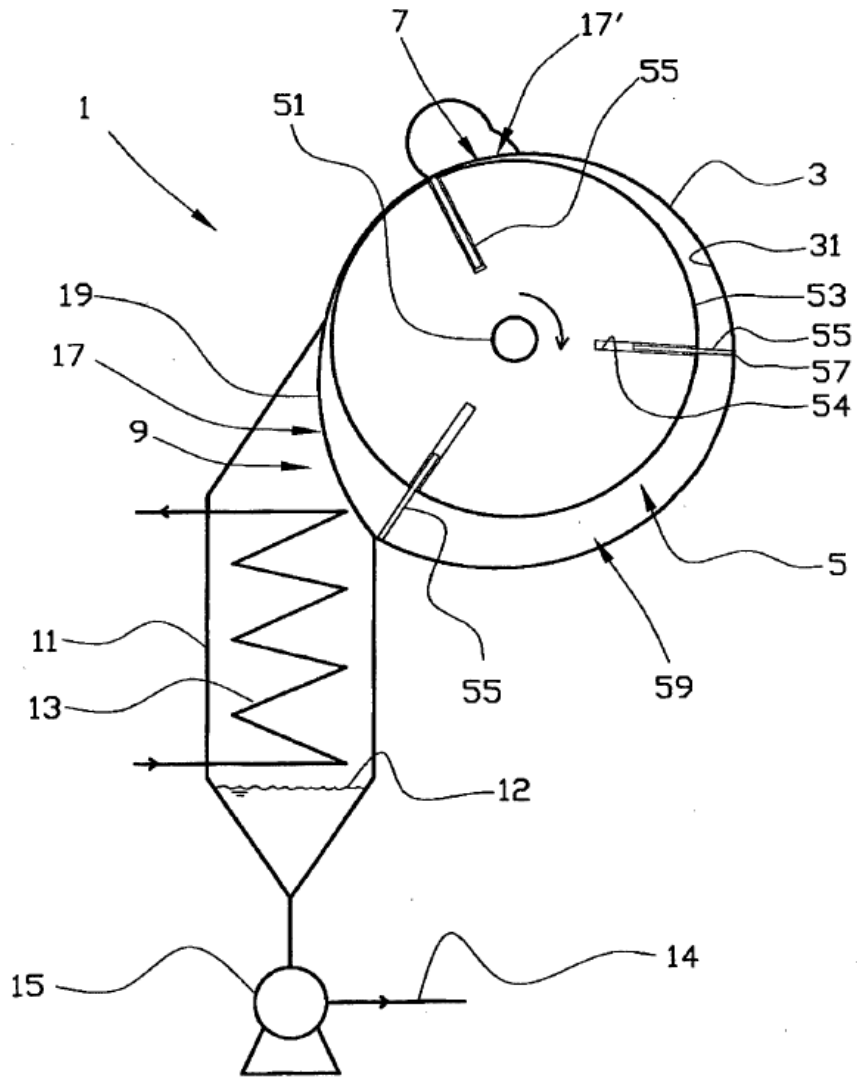


Fig. 1

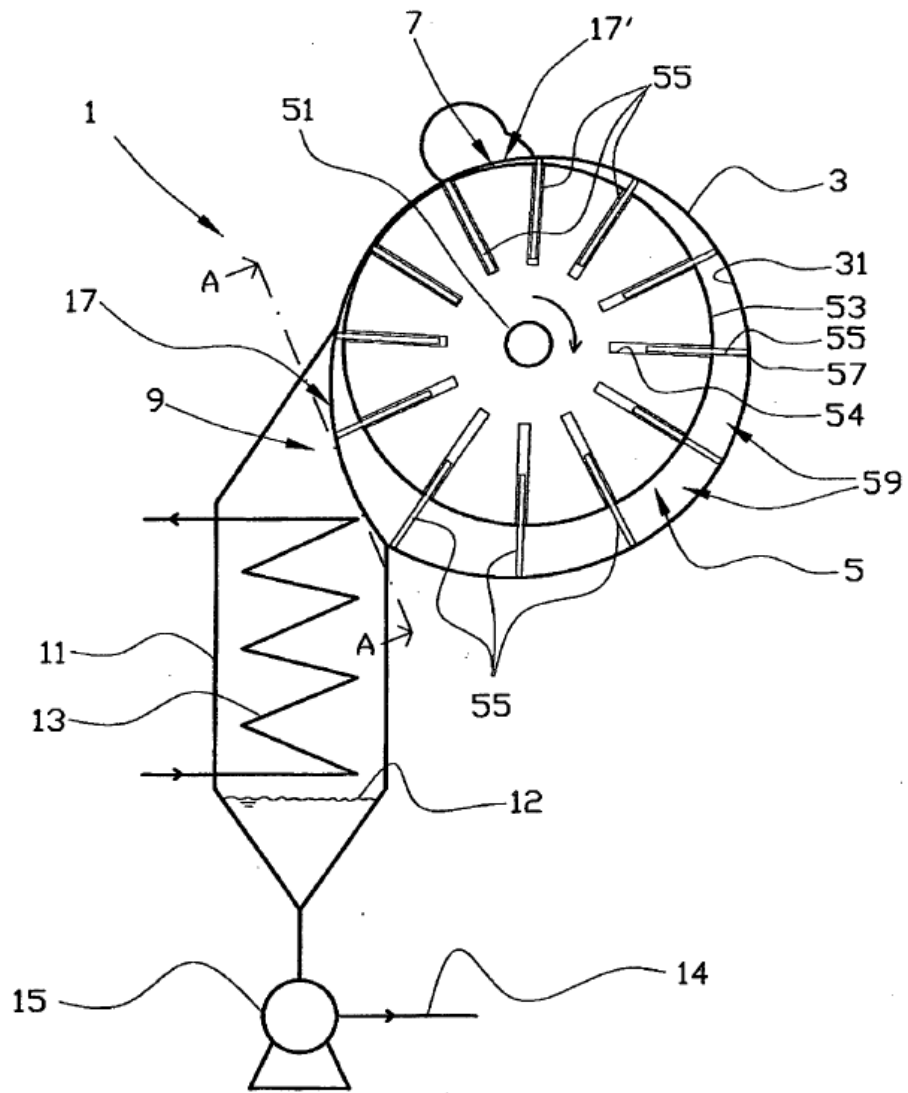


Fig. 2

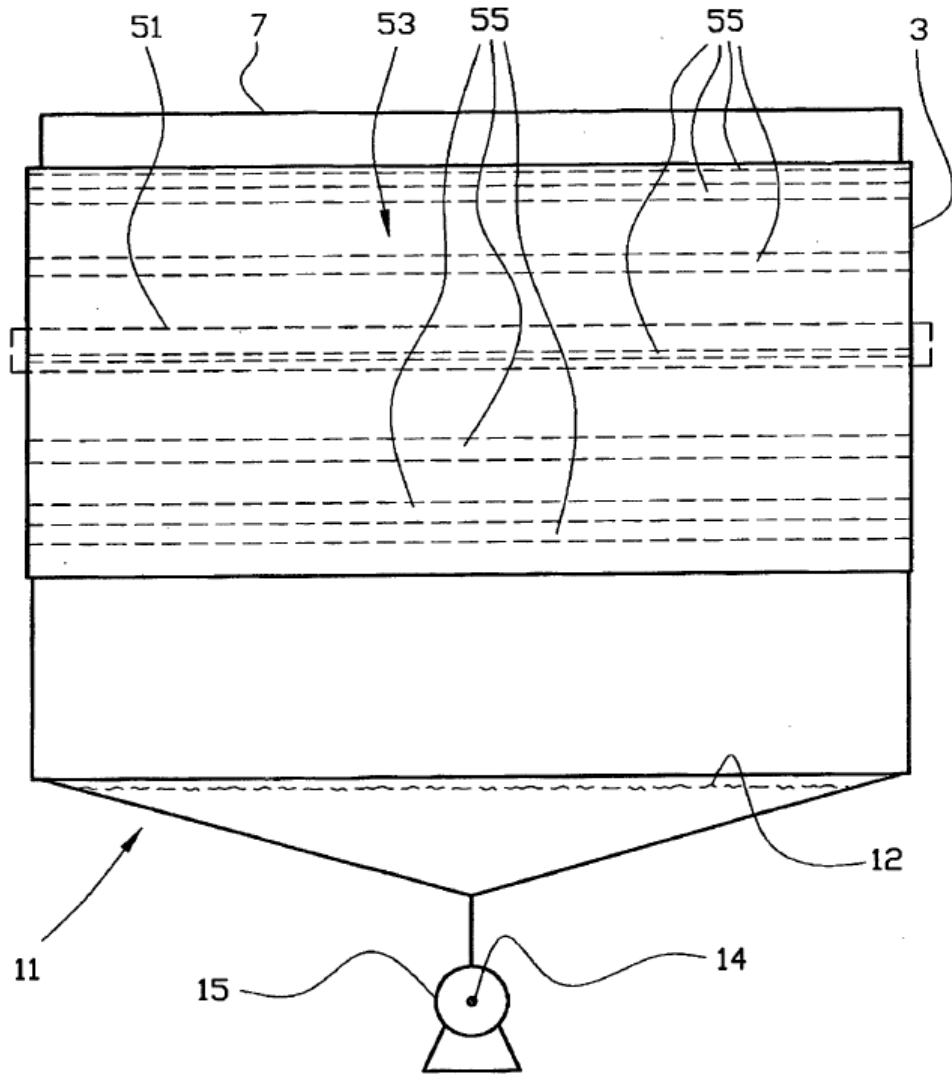


Fig. 3

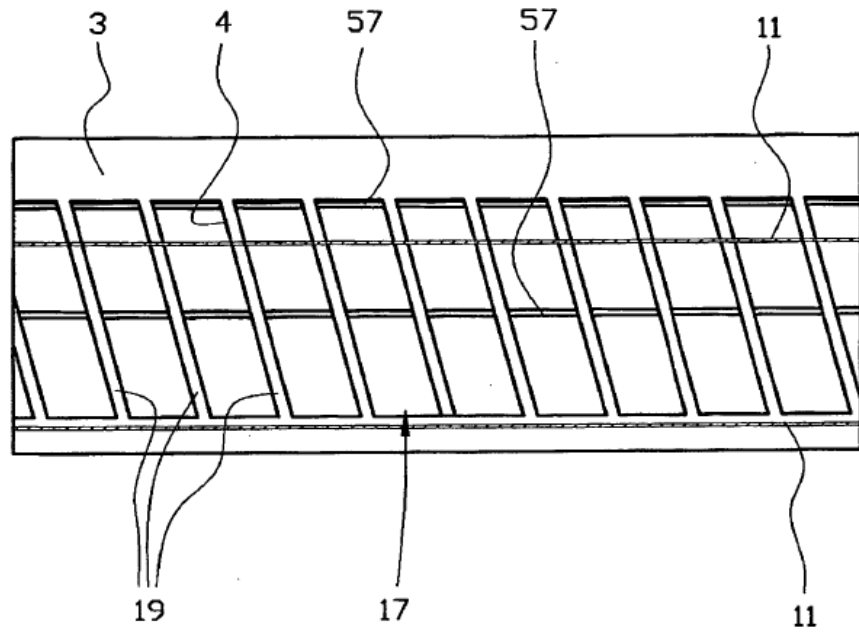


Fig. 4

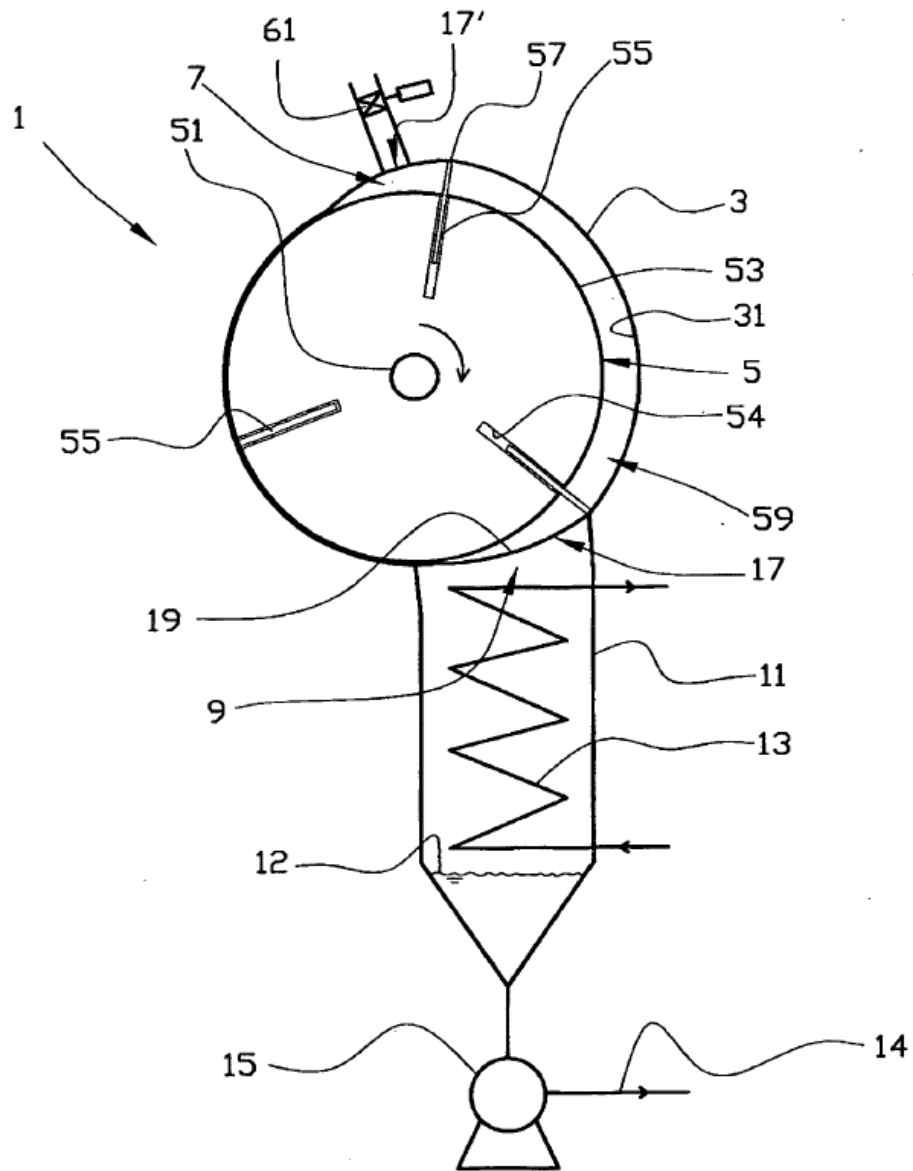


Fig. 5

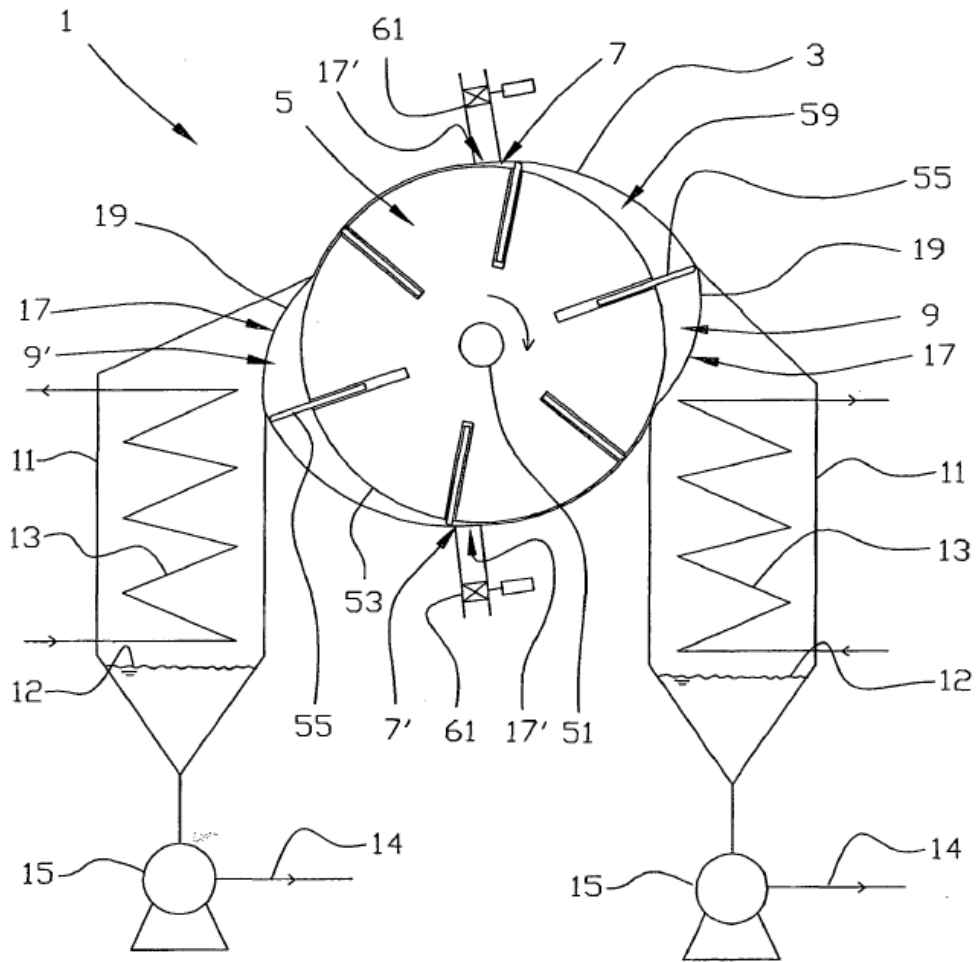


Fig. 6

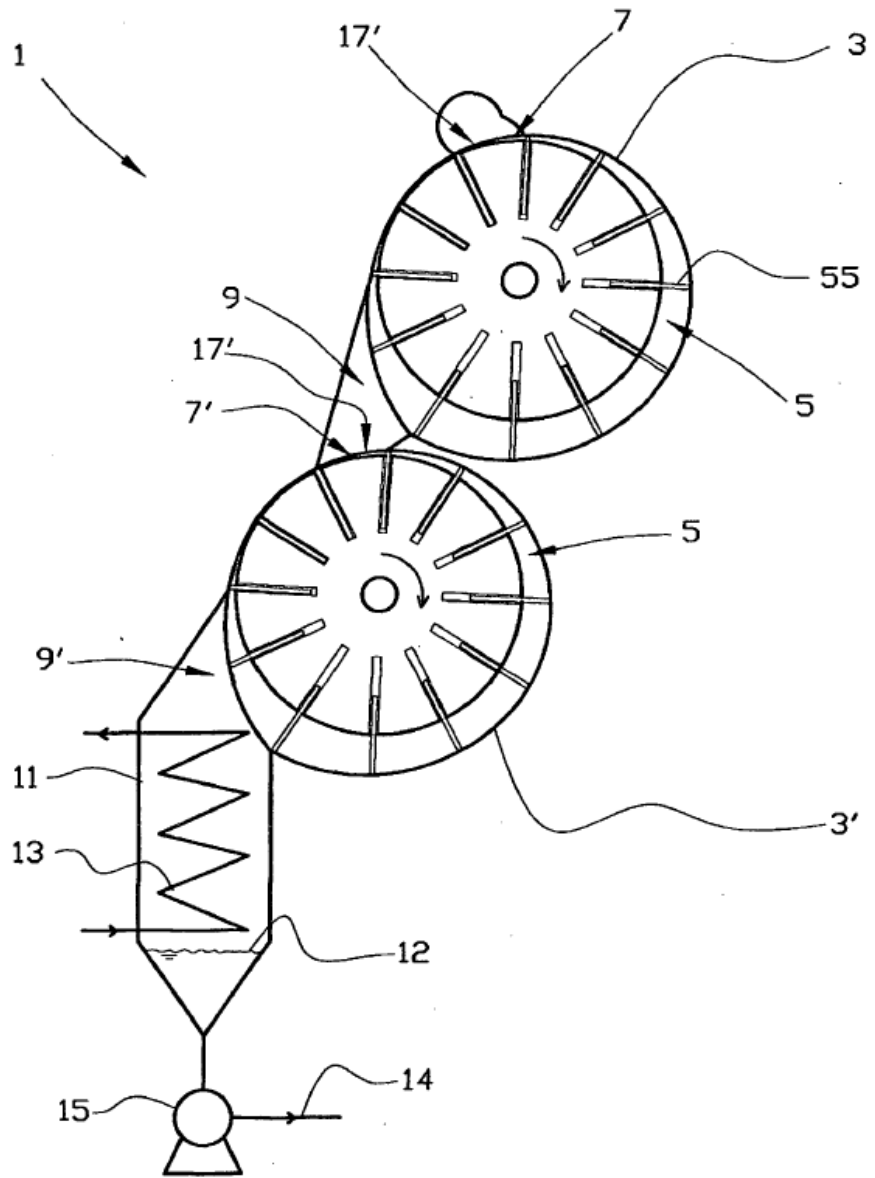


Fig. 7

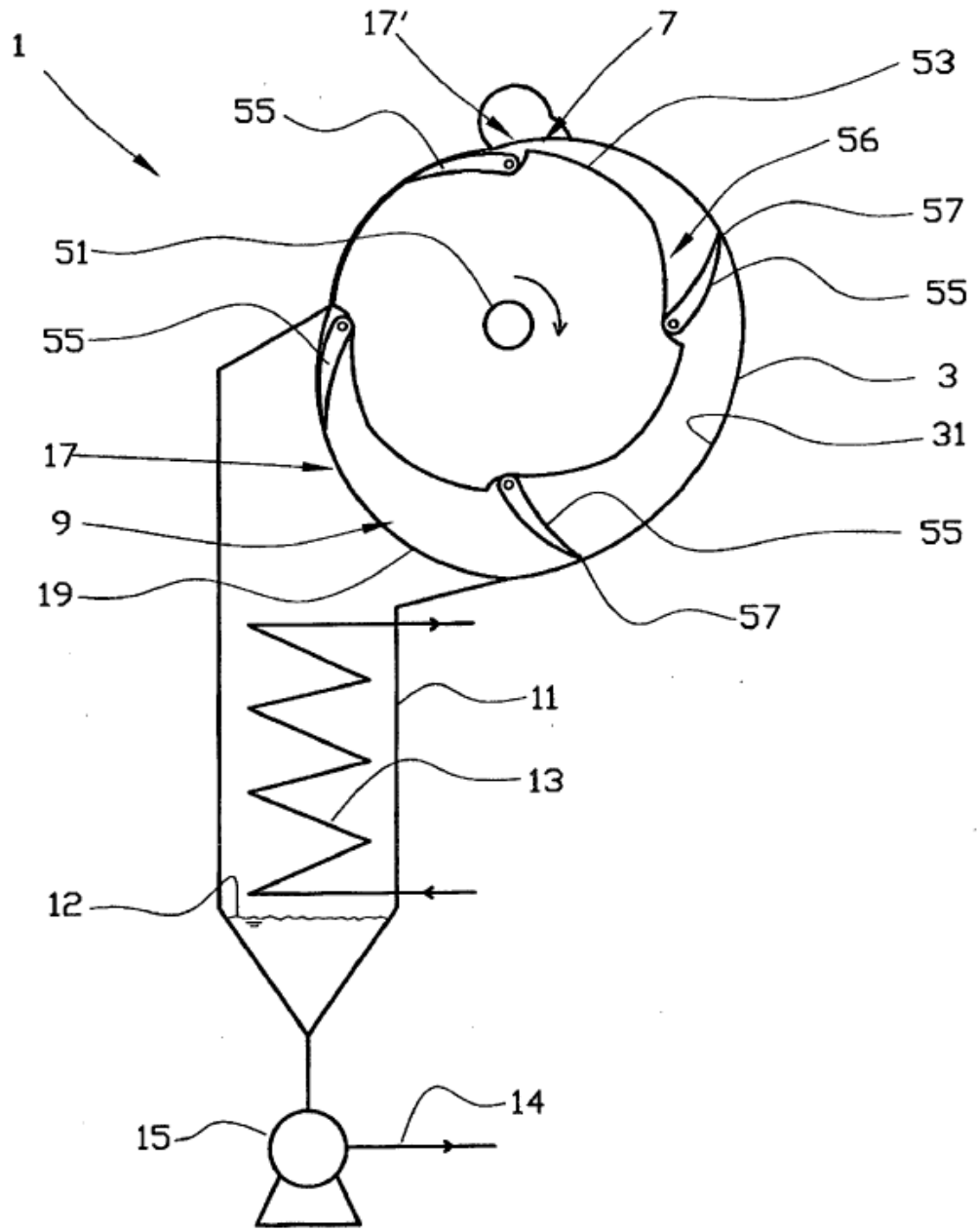


Fig. 8