

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 347**

51 Int. Cl.:

F02C 1/10 (2006.01)

F02C 1/04 (2006.01)

F01C 1/08 (2006.01)

F02C 3/055 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.04.2012** **PCT/AU2012/000383**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2012** **WO12151606**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2012** **E 12782973 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019** **EP 2691623**

54 Título: **Un motor de aire caliente**

30 Prioridad:

06.05.2011 AU 2011901682

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

28.05.2020

73 Titular/es:

EVANS, GLYN (100.0%)
18 Lennox Street
Gordon, NSW 2072, AU

72 Inventor/es:

EVANS, GLYN

74 Agente/Representante:

GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 763 347 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

Un motor de aire caliente

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un motor de aire caliente para convertir calor de combustión externa, combustión interna, energía solar u otras fuentes en trabajo mecánico.

10 La invención se ha desarrollado principalmente para su uso en la conversión de calor de grado bajo a medio de las diversas fuentes en energía mecánica. Una aplicación particularmente útil es la generación de electricidad a partir de energía solar. Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a esta aplicación particular y que también es adecuada para su uso en el transporte y otros usos automotrices, que incluyen los vehículos híbridos.

15 Antecedentes de la invención

Se conocen los motores de aire caliente. Sir George Cayley propuso uno de los primeros ejemplos de un motor de aire caliente en 1807, que utilizó un compresor de pistón alternativo acoplado a un motor de expansión de pistón alternativo. Una versión más moderna de un motor de aire caliente conocido es un motor de turbina de aire caliente.

20 Los motores de aire caliente conocidos adolecen de numerosas desventajas, particularmente cuando funcionan con fuentes de energía a temperatura relativamente baja, que incluyen: poca eficiencia mecánica; poca eficiencia térmica; tamaño físico relativamente grande con relación a la potencia de salida; y costos relativamente altos.

25 Otros motores de aire caliente se conocen por los documentos US 2002/017099 A1, DE 4317690 A1 y DE 3332726 A1, así como también por el documento US 3750391.

Objeto de la invención

30 Es el objeto de la presente invención para superar sustancialmente o al menos corregir una o más de las anteriores desventajas.

Sumario de la invención

35 En consecuencia, la presente invención proporciona un motor de aire caliente de acuerdo con la reivindicación 1.

Las realizaciones ventajosas del motor de aire caliente de acuerdo con la presente invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes 2-12.

40 El motor de trabajo de tipo de desplazamiento rotatorio es un motor de trabajo soplante tipo Roots. Se debe entender que el motor de trabajo soplante tipo Roots es una bomba o compresor soplador tipo Roots que se hace funcionar en la dirección inversa a la utilizada cuando se hace funcionar como una bomba o compresor.

45 En una forma, el compresor es un compresor de tipo rotatorio. En una variación de esta forma, el compresor de tipo rotatorio es un compresor de dos rotores. El compresor de dos rotores es preferentemente un soplador tipo Roots, un soplador tipo Roots modificado o un tipo de tornillo. En otra variación de esta forma, el compresor de tipo rotatorio es un compresor de rotor único. El compresor de rotor único es preferentemente una turbina axial, una turbina radial, un compresor de paletas o un compresor tipo scroll.

50 En otra forma, el compresor es un compresor de pistón alternativo.

El motor de trabajo tiene una capacidad de 20 % -50 % más que la capacidad del compresor.

55 En una forma, la cámara de calentamiento es un horno, preferentemente calentado por combustión interna o externa. En otra forma, la cámara de calentamiento se calienta por uno o más colectores solares, tales como los paneles solares.

El motor de trabajo preferentemente incluye una salida. La salida del motor de trabajo está preferentemente en comunicación de fluidos con la entrada del compresor.

60 El motor de aire caliente preferentemente incluye al menos un primer conducto entre la salida del compresor y la entrada de la cámara de calentamiento. El motor de aire caliente preferentemente incluye al menos un segundo conducto entre la salida de la cámara de calentamiento y la entrada del motor de trabajo.

65 El motor de aire caliente preferentemente incluye al menos un tercer conducto entre la salida del motor de trabajo y la entrada del compresor, lo que permite de esta manera que el motor de aire caliente funcione en un ciclo cerrado.

El motor de aire caliente preferentemente incluye un intercambiador de eliminación de calor residual en el tercer conducto, aguas arriba de la entrada del compresor. Alternativamente, el motor de aire caliente preferentemente incluye al menos un tercer conducto entre la salida del motor de trabajo y la atmósfera. El motor de aire caliente preferentemente incluye un intercambiador de calor entre una porción del al menos un primer conducto y una porción del al menos un tercer conducto.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones preferentes de la presente invención se describirán ahora, solo a manera de ejemplo, con referencia a los dibujos acompañantes en los que:

La Figura 1 es una vista lateral esquemática en sección transversal de una primera realización del motor de aire caliente;

La Figura 2 es una vista lateral esquemática en sección transversal de una segunda realización del motor de aire caliente;

La Figura 3 es una vista lateral esquemática en sección transversal de una tercera realización del motor de aire caliente;

La Figura 4 es una vista lateral esquemática en sección transversal de una cuarta realización del motor de aire caliente;

La Figura 5 es una vista lateral esquemática en sección transversal de una quinta realización del motor de aire caliente;

La Figura 6 es una vista lateral esquemática en sección transversal de una sexta realización del motor de aire caliente; y

La Figura 7 es una vista lateral esquemática en sección transversal de una séptima realización del motor de aire caliente.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes.

La Figura 1 muestra esquemáticamente una primera realización de un motor de aire caliente 10 que incluye un compresor soplador tipo Roots 12, una cámara de calentamiento en forma de horno 14 y un motor de trabajo por desplazamiento del soplador tipo Roots 16. Los expertos en la técnica entenderán que el motor de trabajo de desplazamiento del soplador de tipo Roots 16 es una bomba o compresor soplador tipo Roots que se hace funcionar en la dirección inversa a la utilizada cuando se hace funcionar como bomba o compresor.

El horno 14 calienta el aire mediante el uso de un proceso de combustión externa. Sin embargo, puede usarse además la combustión interna. El horno 14 aumenta la presión y el volumen del aire que va a suministrarse por el compresor 12, que luego actúa sobre el motor de trabajo 16.

La capacidad del motor de trabajo 16 varía de acuerdo con la aplicación. Para una potencia de salida específica, la capacidad del motor de trabajo 16 es generalmente mayor para aplicaciones de baja temperatura y menor para aplicaciones de mayor temperatura (tales como aplicaciones automotrices).

Además, la relación entre la capacidad del motor de trabajo a la capacidad del compresor varía de acuerdo con la aplicación, particularmente la temperatura de funcionamiento. Como un ejemplo, para producir la máxima potencia, el motor de trabajo 16 que funciona a aproximadamente 300 grados centígrados tendría una capacidad que es aproximadamente un 30 % más que la capacidad del compresor 12. Como otro ejemplo, para producir la máxima potencia, el motor de trabajo 16 que funciona a aproximadamente 800 o 1.000 grados centígrados tendría una capacidad que es aproximadamente un 50 % más que la capacidad del compresor 12.

El compresor tiene una entrada 12a y una salida 12b, el horno tiene una entrada 14a y una salida 14b y el motor de trabajo 16 tiene una entrada 16a y una salida 16b. Un primer conducto 18 conecta la salida 12b a la entrada 14a y un segundo conducto 20 conecta la salida 14b a la entrada 16a.

El motor de trabajo 16 incluye un eje de accionamiento 22 que se acopla mecánicamente al compresor 12, de manera que el funcionamiento del motor de trabajo 16 provoca el funcionamiento del compresor 12. El motor de trabajo 16 incluye además un eje de salida 24 que, por ejemplo, puede conectarse a un generador eléctrico para la generación de electricidad.

Ahora se describirá el funcionamiento del motor de aire caliente 10. En primer lugar, el horno 14 se activa para calentar aire en el interior a aproximadamente 300 grados centígrados y hacer que aumente la presión en el horno 14. El aire calentado y los productos de combustión calentados se comunican desde la salida 14b del horno 14 a la entrada 16a del motor de trabajo 16, a través del segundo conducto 20, para actuar sobre el motor de trabajo 16 y hacer que gire. La rotación del motor de trabajo 16 provoca la rotación en el compresor 12, lo que hace que se aspire más aire a la entrada 12a, que luego se comprime en el compresor 12 antes de que se conduzca desde la salida 12b a la entrada 14a a través del primer conducto 18.

- Una ventaja del motor de aire caliente 10 es que ha mejorado la eficiencia térmica ya que el motor de trabajo 16 puede funcionar a temperaturas relativamente altas con poco o ningún enfriamiento. Esto se debe a que el motor de trabajo soplante tipo Roots 16 tiene una fricción relativamente baja, requiere poca o ninguna lubricación (y por lo tanto tiene poca o ninguna pérdida de calor de los requisitos de enfriamiento del aceite) y no requiere enfriamiento de sus superficies externas. El uso de compresores sopladores tipo Roots para el compresor 12 y también el motor de trabajo 16 mejora además ventajosamente la eficiencia mecánica al minimizar la fricción. El uso de compresores sopladores tipo Roots para el compresor 12 (y otros compresores de tipo rotatorio) también es ventajoso porque pueden escalarse fácilmente para motores más grandes y producen niveles muy bajos de vibración.
- La Figura 2 muestra esquemáticamente una segunda realización de un motor de aire caliente 30. Las características similares a las descritas con relación al motor de aire caliente 10 se indicarán con números de referencia similares. La construcción y operación del motor de aire caliente 30 es similar a la del motor de aire caliente 10, excepto que el motor térmico 30 incluye un tercer conducto 32 que conecta la salida 16b del motor de trabajo 16 a la entrada 12a del compresor 12. El motor 30 incluye además un intercambiador de calor 34, entre una porción del primer conducto 18 y una porción del tercer conducto 32. El motor 30 incluye además un intercambiador de eliminación de calor residual 36 en el tercer conducto 32, aguas arriba de la entrada 12a del compresor 12.
- El intercambiador de calor 34 mejora la eficiencia térmica al aumentar la temperatura del aire suministrado al horno 14. El uso del intercambiador de calor 34 permite que la eficiencia térmica teórica del motor de aire caliente 30 se eleve de un máximo de aproximadamente 28 % a un máximo de aproximadamente 72 %, o mayor si se configura para una mayor eficiencia a expensas de la potencia.
- El intercambiador de eliminación de calor residual 36 elimina el calor que no puede usarse para calentar la temperatura del aire que va a suministrarse al horno 14 a través del intercambiador de calor 34 para reducir la temperatura del aire que ingresa a la entrada 12a del compresor 12 a la temperatura ambiente o cerca de la temperatura ambiente.
- El motor de aire caliente 30 funciona en un ciclo cerrado. Como el gas de funcionamiento puede presurizarse, la potencia del motor de aire caliente 30 aumenta ventajosamente para un tamaño de motor dado.
- La Figura 3 muestra esquemáticamente una tercera realización de un motor de aire caliente 50. Los números de referencia similares a los usados para describir las características de las realizaciones anteriores se usarán nuevamente para indicar las características similares. En el motor de aire caliente 50, el horno 14 se reemplaza por un intercambiador de calor 52 conectado a una fuente de energía solar, tal como uno o más paneles solares (no se muestran) a través de una entrada 54 y una salida 56. Si no hay energía solar disponible, el intercambiador de calor 52 puede calentarse mediante energía solar térmica almacenada u otras fuentes de energía térmica.
- Además, el primer conducto 18, el segundo conducto 20 y el tercer conducto 32 se recubren con aislamiento 58, 60 y 62 respectivamente. Esto evita pérdidas de calor y mejora la eficiencia.
- El motor de aire caliente 50 aloja el intercambiador de calor 34, el intercambiador de calor 52 y el motor de trabajo 16 en una carcasa aislada para evitar la pérdida de calor. El motor de aire caliente 50 también dispone ventajosamente los intercambiadores de calor 34 y 52 con un gradiente de temperatura vertical. El motor de aire caliente 50 incluye además un área de expansión donde puede expandirse el aire presurizado del motor de trabajo 16. Esto permite ventajosamente que cualquier energía cinética del aire se convierta en energía térmica aumentada.
- La Figura 4 muestra esquemáticamente una cuarta realización de un motor de aire caliente 70 muy similar al motor de aire caliente 50 que se muestra en la Figura 3. Las características similares se indican con números de referencia similares. Sin embargo, en el motor térmico 70, el compresor tiene forma de un compresor de turbina radial 72. Puede usarse además un compresor de turbina axial.
- La Figura 5 muestra esquemáticamente una quinta realización de un motor de aire caliente 90 muy similar al motor de aire caliente 70 que se muestra en la Figura 4. Las características similares se indican con números de referencia similares. Sin embargo, en el motor de aire caliente 90, el compresor tiene forma de un compresor de paletas 92.
- La Figura 6 muestra esquemáticamente una sexta realización de un motor de aire caliente 110 muy similar a los motores de aire caliente 10 y 30 mostrados en las Figuras 1 y 2. Las características similares se indican con números de referencia similares. Sin embargo, el motor de aire caliente 110 funciona en un ciclo abierto y no usa un intercambiador de eliminación de calor residual 36.
- La Figura 7 muestra esquemáticamente una séptima realización de un motor de aire caliente 130 muy similar al motor de aire caliente 10 mostrado en la Figura 1. Las características similares se indican con números de referencia similares. Sin embargo, el motor de aire caliente 130 usa un compresor de pistón alternativo 132.
- Las realizaciones de los motores de aire caliente descritos anteriormente proporcionan muchas ventajas sobre los motores de pistón alternativos y también los motores de turbina de aire caliente. Cuando se compara con un motor de aire caliente que usa un compresor de pistón alternativo acoplado a un motor de expansión de pistón alternativo, las

5 realizaciones descritas anteriormente proporcionan una eficiencia mejorada, menores requisitos de mantenimiento, mayor durabilidad y menor costo de producción. En comparación con un motor de turbina de gas, las realizaciones descritas anteriormente pueden funcionar con calor de grado bajo a medio, pueden funcionar con combustibles sólidos (renovables), tener una eficiencia a la salida máxima y pueden retener o aumentar la eficiencia térmica cuando funcione a menos de la salida máxima.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a las realizaciones preferentes, se apreciará por los expertos en la técnica que la invención puede llevarse a la práctica de muchas otras formas.

10 Por ejemplo, en aplicaciones que usan temperaturas de horno superiores a 150 grados centígrados, el motor de trabajo puede utilizar un enfriador para el aceite lubricante de sus cojinetes, y/o puede tener engranajes de sincronización externos o cojinetes externos (es decir, posicionados fuera del área caliente del motor de trabajo) y/o pueden tener aislamiento y/o barreras térmicas entre los rotores y los cojinetes para evitar la penetración de calor desde los rotores a los cojinetes. El aislamiento y/o las barreras térmicas pueden usarse además entre las carcasas de los cojinetes y el
15 cuerpo principal del motor de trabajo para evitar la penetración de calor desde las carcasas a los cojinetes. Estas características pueden usarse además cuando las temperaturas del horno son inferiores a 150 grados centígrados.

Puede usarse además una válvula unidireccional en la salida del compresor para detener el flujo inverso desde el motor de trabajo que retorna al compresor.
20

Puede instalarse una caja de engranajes, por ejemplo, del tipo continuamente variable, entre el motor de expansión y el compresor para controlar la velocidad del compresor con relación a la velocidad del motor de trabajo.

25 Los gases distintos del aire y que tienen una relación gamma más baja que el aire (por ejemplo, amoníaco, dióxido de carbono o butanol) pueden usarse además en las realizaciones de ciclo cerrado para aumentar la eficiencia hasta aproximadamente 15-20 %.

El compresor también puede ser un compresor rotatorio tipo Wankel.

REIVINDICACIONES

1. Un motor de aire caliente que incluye:
un compresor (12) con una entrada (12a) y una salida (12b);
una cámara de calentamiento (14) con una entrada (14a), en comunicación de fluidos con la salida (12b) del compresor (12), y una salida (14b);
un motor de trabajo de tipo de desplazamiento rotatorio (16) con una entrada (16a), en comunicación de fluidos con la salida (14b) de la cámara de calentamiento (14), y un eje de salida (24); y
un medio de accionamiento (22) que conecta el motor de trabajo (16) al compresor (12) de manera que el funcionamiento del motor de trabajo (16) provoque el funcionamiento del compresor (12),
caracterizado porque el motor de trabajo (16) tiene una capacidad de 20 % -50 % más que la capacidad del compresor (12), y
el motor de trabajo de tipo de desplazamiento rotatorio (16) es un motor de trabajo soplante tipo Roots.
2. El motor de aire caliente según la reivindicación 1, en el que el compresor (12) es un compresor de tipo rotatorio.
3. El motor de aire caliente según la reivindicación 1, en el que el compresor (12) es un compresor de pistón alternativo (132).
4. El motor de aire caliente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara de calentamiento (14) es un horno.
5. El motor de aire caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la cámara de calentamiento (14, 52) se calienta por uno o más colectores solares.
6. El motor de aire caliente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el motor de trabajo (16) incluye una salida (16b) que está en comunicación de fluidos con la entrada (12a) del compresor (12).
7. El motor de aire caliente según la reivindicación 6, en el que el motor de aire caliente incluye al menos un primer conducto (18) entre la salida (12b) del compresor (12) y la entrada (14a) de la cámara de calentamiento (14).
8. El motor de aire caliente según la reivindicación 7, en el que el motor de aire caliente incluye al menos un segundo conducto (20) entre la salida (14b) de la cámara de calentamiento (14) y la entrada (16a) del motor de trabajo (16).
9. El Motor de aire caliente según la reivindicación 8, en el que el motor de aire caliente incluye al menos un tercer conducto (32) entre la salida (16b) del motor de trabajo (16) y la entrada (12a) del compresor (12), lo que permite de esta manera que el motor de aire caliente funcione en un ciclo cerrado.
10. El motor de aire caliente según la reivindicación 9, en el que el motor de aire caliente incluye un intercambiador de eliminación de calor residual (36) en el tercer conducto (32), aguas arriba de la entrada (12a) del compresor (12).
11. El motor de aire caliente según la reivindicación 6, en el que el motor de aire caliente incluye: al menos un primer conducto (18) entre la salida (12b) del compresor (12) y la entrada (14a) de la cámara de calentamiento (14); al menos un segundo conducto (20) entre la salida (14b) de la cámara de calentamiento (14) y la entrada (16a) del motor de trabajo (16); y al menos un tercer conducto (32) entre la salida (16b) del motor de trabajo (16) y la atmósfera.
12. El motor de aire caliente según la reivindicación 9, 10 u 11, en el que el motor de aire caliente incluye un intercambiador de calor (34) entre una porción del al menos un primer conducto (18) y una porción del al menos un tercer conducto (32).

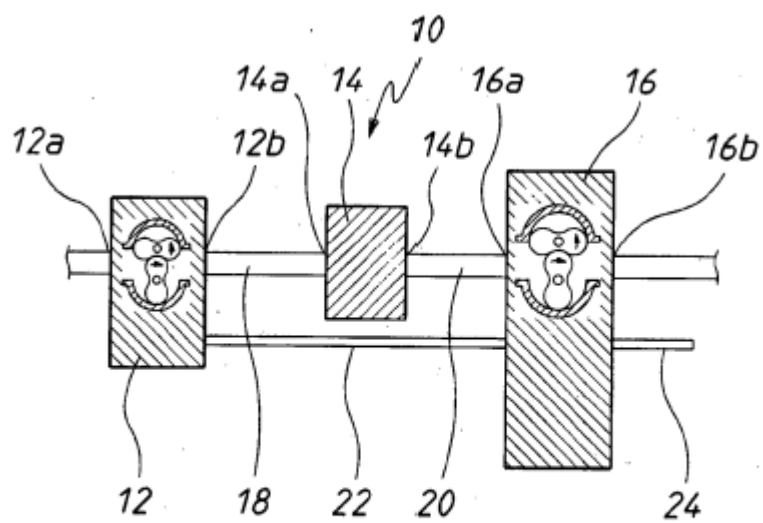


FIG. 1

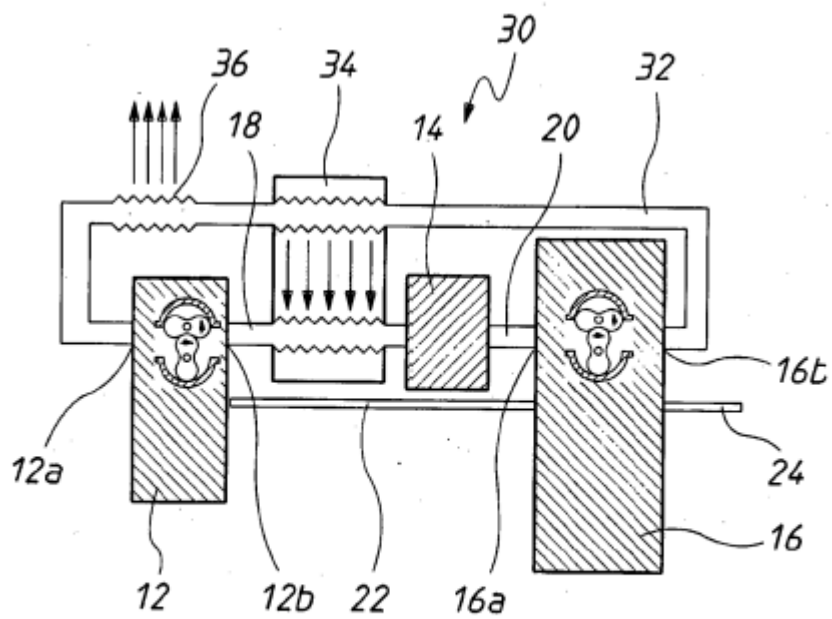


FIG. 2

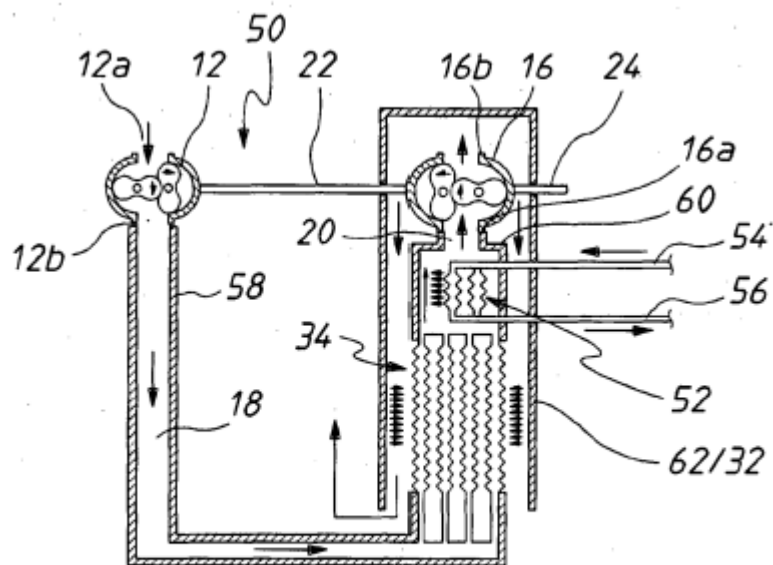


FIG. 3

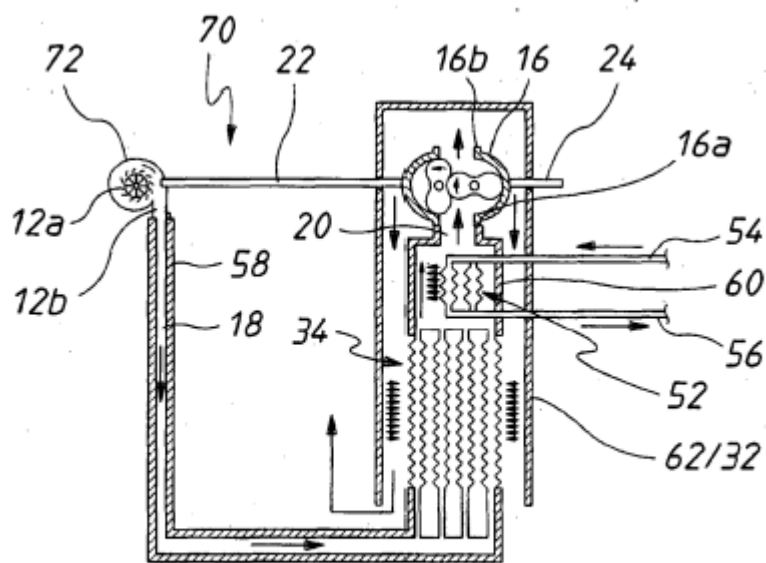


FIG. 4

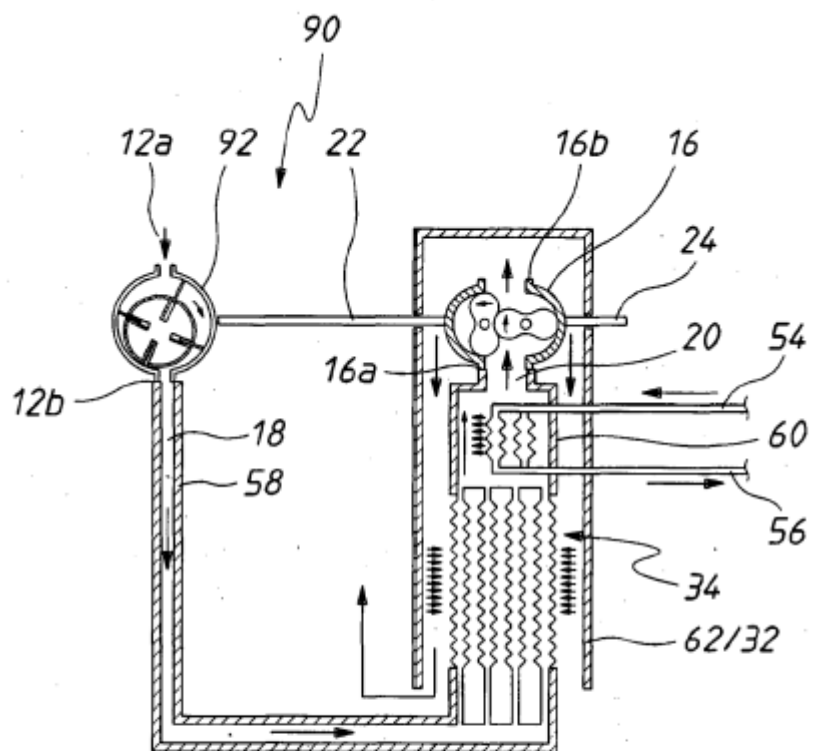


FIG.5

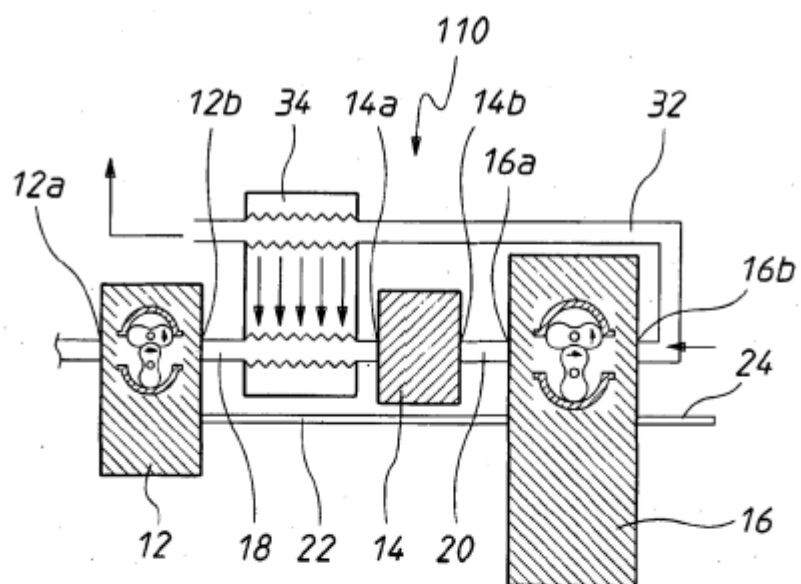


FIG. 6

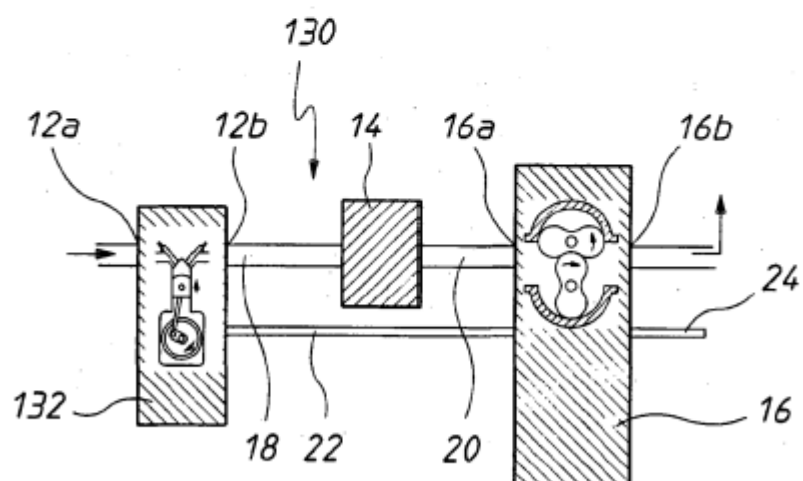


FIG. 7