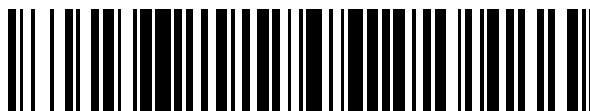


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 835**

51 Int. Cl.:

F03G 6/04 (2006.01)

F03G 6/06 (2006.01)

F02G 1/043 (2006.01)

F24D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2008 E 08737599 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013 EP 2153067**

54 Título: **Aparato para obtener electricidad a partir de energía solar**

30 Prioridad:

29.05.2007 IT MO20070183

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

04.11.2013

73 Titular/es:

**FONDAZIONE BRUNO KESSLER (100.0%)
VIA SANTA CROCE 77
38100 TRENTO, IT**

72 Inventor/es:

**BOZZOLI, ALESSANDRO;
CICOLINI, GUIDO;
CONTIN, GIORDANO;
FONTANA, FRANCESCO y
POMARI, LUCA**

74 Agente/Representante:

MONZÓN DE LA FLOR, Luis Miguel

ES 2 427 835 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 para obtener electricidad a partir de energía solar.

5 **Ámbito de la invención**

Esta invención se refiere a un aparato para obtener electricidad a partir de la energía solar.

Antecedentes de la invención

10 La utilización de energía solar convertida en electricidad o calor es conocida, con el fin de reducir la utilización de energías no renovables.

15 Especialmente, es conocida la utilización de máquinas que explotan las propiedades termodinámicas de fluidos para generar electricidad.

20 Estas máquinas, como por ejemplo, el tipo Stirling o el tipo Joule-Brayton con motor de aire caliente, funcionan utilizando un gas termovector a dos temperaturas diferentes, utilizando en particular, los cambios en el volumen de fluido para mover los mecanismos conectados a los generadores de energía.

El cambio en la temperatura del gas es inducido poniéndolo en contacto con una superficie caliente (o fría) que a su vez absorbe la energía de una superficie de una fuente de calor y luego, en contacto con una superficie fría (o caliente), en la cual el gas produce la energía térmica absorbida previamente.

25 Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el punto caliente y el punto frío, mejor será la eficiencia del sistema.

30 El sol es la fuente del calor utilizado en el ámbito técnico referente a la invención. Por ejemplo, es conocida la asociación de maquinas Stirling con sistemas de espejos concentradores. Los espejos, a menudo asociados con superficies en forma de disco, reciben la luz del sol y la reflejan en un punto de enfoque a lo largo del eje del disco. Una de estas máquinas está situada en el punto de enfoque y en concreto la parte de la maquina que se destina a calentar el fluido vector.

35 La energía producida por la irradiación es convertida en energía térmica y transferida al fluido termovector, generalmente un gas, que a su vez hace funcionar uno o más pistones cuyo movimiento genera una corriente dentro de un generador. El sistema de espejo, aunque muy eficiente, tiene, no obstante, una serie de inconvenientes.

40 De hecho, debe ser instalada una estructura suficientemente resistente para soportar un disco, el cual requiere mucho espacio para suministrar una adecuada cantidad de energía, lo que restringe la utilización de esta tecnología a espacios abiertos.

45 Aún más, debido a su forma, el disco debe recibir siempre los rayos solares paralelos con respecto a su eje, lo que requiere un sistema de movimiento de espejos y motor que hace que la instalación de un aparato de este tipo sea aún más compleja. Otro inconveniente es que la instalación de un disco grande puede representar un riesgo, en el caso de fuerte viento, que incluso puede desarraigar todo el sistema con riesgo de herir a personas o dañar objetos en la vecindad.

Otro inconveniente adicional es que el sistema de espejos es muy caro, haciendo la explotación de la energía solar menos ventajosa con respecto a fuentes de energía no renovables.

50 Un sistema similar está divulgado por el documento de patente US 5.735.123.

55 La explotación de la energía solar es también conocida para obtener electricidad mediante el uso de colectores solares o paneles solares térmicos, a través de los que corre un líquido fluido termovector.

En particular, la temperatura de los líquidos es aumentada por irradiación hasta que hierve y la energía del vapor así obtenida se transfiere a turbinas vinculadas a un generador.

60 Esta solución también tiene una serie de inconvenientes, porque la eficiencia del proceso de transferencia de la energía es muy baja, convirtiendo en no muy económicamente viable la instalación de un aparato colector solar vinculado a turbinas.

Otros sistemas son divulgados por los documentos de patente US 4.414.814 y DE 20 2005 017622.

Objetivo de de la invención

5 El objetivo principal de esta invención es proporcionar un aparato especial para la obtención de electricidad a partir de la energía solar que tenga alta eficacia y al mismo tiempo no esté restringido por los límites relativos a los sistemas de gran tamaño.

10 Otro objetivo de esta invención es conseguir un aparato que requiera menos espacio y de coste de instalación inferior, permitiendo una mayor difusión de los dispositivos para explotar energías alternativas; de hecho, es posible aprovechar diferentes superficies de apoyo, tales como techos, terrazas, paredes verticales, parcelas, etc.

15 El último, pero no menos importante objetivo de esta invención, es actualizar la eficacia térmica del sistema mediante la reducción de los intercambios de calor entre superficies de temperatura diferentes.

20 Dentro de ese objetivo técnico, otro objetivo de esta invención es satisfacer los objetivos anteriores con una estructura simple que sea relativamente fácil y práctica de realizar, segura de utilización y que funcione con eficacia, así como también de coste relativamente bajo.

25 Mediante este aparato se consiguen todos los objetivos anteriores, especialmente para la obtención de electricidad a partir de energía solar, según la reivindicación 1

Breve descripción de los dibujos

30 Las características y ventajas adicionales de esta invención se mostrarán más evidentes gracias a la descripción detallada de una preferente, pero no única, realización, de un aparato especial para la obtención de electricidad a partir de energía solar, ilustrado de forma indicativa, a modo de ejemplo no limitante, en los dibujos adjuntos, donde:

La Figura 1 es una vista esquemática de un aparato según la invención en una primera realización;
La Figura 2 es una vista esquemática de un aparato que no forma parte de la presente invención.

30 Realizaciones de la invención

Con referencia especial a estas figuras, se ha designado como 1 un aparato especialmente diseñado para obtener electricidad a partir de la energía solar.

35 El aparato 1 consta de medios de calentamiento para calentar un fluido termovector que consiste en un colector solar 2 a través del cual fluye un fluido termovector; el colector solar 2 puede ser del tipo tubería, del tipo de tubería de vacío, plano o de cualquier otra forma.

40 El fluido termovector es un gas seleccionado entre aire, nitrógeno, helio o mezclas gaseosas elegidas con el propósito de mejorar la eficiencia termodinámica del aparato 1.

El colector solar 2 está, de forma ventajosa, asociado con una máquina 3 de tipo alternativo, mediante medios de conexión 4 a través de los cuales fluye el fluido termovector.

45 La máquina 3 es del tipo alternativo en el sentido que comprende al menos un pistón 5a y 5b que se mueven con movimiento rectilíneo alternativo dentro de un cuerpo hueco cilíndrico 6a y 6b; deslizándose herméticamente entre el pistón 5a y 5b y el respectivo cuerpo hueco 6a y 6b.

50 La máquina 3 de la figura 1 es un motor del tipo Stirling, mientras que la máquina 3 de la figura 2 es un motor del tipo Joule-Brayton.

55 La máquina 3 es, por tanto, del tipo capaz de convertir la energía contenida en un fluido gaseoso en forma de calor, en una energía mecánica útil por medio de uno o más pistones 5a y 5b, en concreto mediante la explotación de ciclos termodinámicos definidos como Stirling, Joule-Brayton o Brayton.

60 El fluido termovector está en contacto con la cabeza del pistón 5a y 5b y con la pared del cuerpo hueco 6a y 6b, comprendida entre la cabeza de los pistones 5a y 5b y el extremo final de carrera del cuerpo hueco 6a y 6b. De manera ventajosa, el contacto directo entre el fluido termovector y el pistón 5a y 5b permite eliminar la superficie de intercambio de calor del cuerpo hueco 6a y 6b requerida en los motores termodinámicos tradicionales, aumentando la eficiencia de la maquina 3.

La parte posterior del pistón 5a y 5b está asociada con un mecanismo rotativo empujador que se compone de un vástago de conexión tipo biela 7a y 7b y una manivela 8a, 8b, 8c; la manivela 8a, 8b, 8c está, a su vez, asociada con un elemento rotativo 9 que consiste en un eje de transmisión.

En las realizaciones especiales que se muestran en las ilustraciones, las máquinas 3 comprenden cada una dos pistones 5a y 5b deslizándose en los cuerpos huecos respectivos 6a y 6b y conectados a una biela 7a y 7b; además, los dos pistones 5a y 5b, pueden ser cinéticamente acoplados mediante el mecanismo de empuje y el elemento rotativo 9.

5 El eje 9 opera un mecanismo de transformación 10 para convertir la energía mecánica en electricidad y consiste en un generador de energía y/o de corriente.

10 De forma ventajosa, el elemento rotativo 9 está asociado con una masa inercial rotatoria 11, necesaria para hacer continuo el movimiento de los pistones 5a y 5b.

15 En la máquina 3 de tipo Stirling que se muestra en la figura 1, los cuerpos huecos 6a y 6b están asociados juntos perpendicularmente en un solo cuerpo, en una configuración del tipo "alfa", con los pistones 5a y 5b girados desfasados 90°.

Sin embargo, no puede descartarse la realización de la configuración "beta" o "gamma" de la máquina 3 de tipo Stirling.

20 En la configuración de tipo beta, los pistones 5a y 5b se colocan en el mismo cilindro 6a ó 6b, mientras que en la configuración de tipo gamma, los pistones 5a y 5b están colocados en dos diferentes cuerpos huecos paralelos 6a y 6b.

25 Los pistones 5a y 5b se asocian con dos bielas respectivas 7a y 7b, que están a su vez vinculadas con la misma manivela 8a. Los medios de conexión 4, convenientes para permitir el tránsito del fluido termovector en el aparato 1, incluyen una serie de tuberías 12a, 12b, 12c, 12d, 12e que conectan el colector solar a la máquina 3. Una primera tubería 12a está asociada a uno de los cuerpos huecos 6a, en la figura 1 el vertical y al otro cuerpo hueco 6b está asociada una segunda tubería 12b. Entre la primera tubería 12a y la segunda tubería 12b se encuentra una tercera tubería 12c que conecta las dos primeras tuberías.

30 El colector solar 2 se instala en relación fluida con la máquina 3 por medio de una cuarta tubería 12d a través de la cual entra el fluido termovector en el colector solar 2 que está conectado a la primera tubería 12a por medio de una quinta tubería 12e por la que el fluido termovector sale del colector que está conectado con la segunda tubería 12b.

35 Los medios de conexión 4 están, de forma ventajosa, provistos con un conjunto de válvulas 13 conveniente para dirigir el fluido termovector desde el colector solar 2 a la segunda tubería 12b a través de la quinta tubería 12e, para dirigir el fluido termovector de la segunda tubería 12b a la primera tubería 12a a través de la tercera tubería 12c y para dirigir el fluido termovector de la primera tubería 12a al colector solar 2 a través de la cuarta tubería 12d.

40 El conjunto de válvulas 13 consiste en válvulas de control situadas en la tercera tubería 12c, en la cuarta tubería 12d y en la quinta tubería de salida 12e; en concreto, estas válvulas son del tipo de dirección única para evitar el flujo inverso del fluido termovector o pueden tener control de apertura con el fin de optimizar el uso del calor acumulado en el fluido termovector.

45 El cuerpo hueco 6a conectado a la primera tubería 12a está asociado con un sistema de enfriamiento 14 colocado en contacto con la superficie del cuerpo hueco 6a.

50 El sistema de enfriamiento 14 absorbe el calor del fluido termovector, aumentando la diferencia de temperatura entre el fluido caliente (que sale del colector solar 2) y el fluido frío (que sale desde el cuerpo hueco 6a) requerido para el funcionamiento de la máquina 3; ventajosamente, este calor se transfiere más tarde a un circuito de calefacción doméstica 15, en el cual, por ejemplo, circula agua caliente sanitaria.

55 El cuerpo hueco 6b, que está conectado con la segunda tubería 12b, puede, incluso, asociarse con una fuente de calor 16 que puede funcionar bajo demanda, pudiendo reemplazar el colector solar o cooperar con el mismo, por ejemplo, cuando las condiciones climáticas no proporcionan suficiente luz solar.

La fuente de calor 16 puede ser por ejemplo, la llama de una estufa, de un quemador o de la caldera utilizada para calentar la casa.

60 De manera beneficiosa, con el fin de mejorar la eficiencia de la maquina 3, en la primera tubería 12a, se coloca un intercambiador de calor 17 que actúa como un regenerador, intercambiando calor rápidamente con el fluido termovector.

El funcionamiento del aparato 1 en la realización mostrada en la figura 1 es la siguiente.

65 La integración entre el colector solar 2 y la máquina 3, en el caso específico del motor Stirling mostrado en la figura 1, se realiza compartiendo el fluido termovector que, en realidad, es común para ambos.

5 El fluido vector se calienta en el colector 2 solar y fluye dentro de la máquina 3 transfiriéndole la energía térmica que ha almacenado. Dicha energía es convertida en energía mecánica, tras la expansión del propio fluido termovector dentro del cuerpo hueco 6b representado horizontalmente en la figura 1, lo que, a su vez, provoca el movimiento del pistón relativo 5b.

Por consiguiente, el fluido vector calentado en el colector solar 2 realiza la función de incorporar energía térmica suministrable, en cualquier caso, desde el exterior sobre la cabeza de la cuerpo hueco 6b.

10 El movimiento de pistón 5b en el cuerpo hueco 6b causa la fase posterior de compresión dentro del otro cuerpo hueco 6a (representado verticalmente en la figura 1); la eficiente refrigeración mediante el sistema de enfriamiento 14 conectado al circuito de calefacción 15 permite utilizar la energía térmica residual para propósitos de calefacción convencional o para el agua caliente del sistema de agua caliente sanitaria.

15 El ciclo según Stirling se cierra con la regeneración del fluido vector que es otra vez transferido al colector solar 2 para que sea, de nuevo, calentado.

20 El conjunto utilizado de válvulas 13, interpreta un papel crucial, pues a través de la programación de los tiempos de apertura y cierre, se garantizan tanto el ajuste correcto del ciclo Stirling como la gestión de la carga térmica suministrada por el colector solar 2.

25 Las válvulas de control 13, de hecho, funcionan, para garantizar que la máquina 3 trabaja en las mejores condiciones posibles, como si no hubiera ningún medio de conexión 4 con el colector solar 2, garantizando el funcionamiento del sistema 1.

En la máquina de tipo Joule-Brayton que se muestra la figura 2 y que no forma parte de la presente invención, el mecanismo de empuje rotativo asociado con los pistones 5a y 5b incluye dos bielas 7a y 7b asociadas con dos manivelas 8b y 8c, cada una de las cuales funcionan con el mismo eje 9.

30 Los dos cuerpos huecos 6a y 6b tienen aberturas 18a, 18b, 18c, 18d que permiten la entrada y salida del fluido termovector; en concreto, existen, en el cuerpo hueco 6a, una primera abertura de entrada 18a y una segunda abertura de salida 18b del fluido, mientras que, una tercera abertura de entrada 18c y una cuarta abertura de salida 18d están presentes en el otro cuerpo hueco 6b.

35 Los medios de conexión 4 conectan la segunda abertura de salida 18b con el colector solar 2 mediante una primera sección tubular 19a y el colector solar 2 a la tercera abertura de entrada 18c mediante una segunda sección tubular 19b.

40 Cada abertura 18a, 18b, 18c, 18d está vinculada con los medios de apertura y cierre 20 que regulan el flujo del fluido termovector y que, especialmente, evitan el flujo en sentido inverso al previsto para el funcionamiento.

Los medios de apertura y cierre 20 son, por ejemplo, válvulas de dirección única que pueden funcionar bajo demanda para mejorar la eficiencia de la máquina 3.

45 En conexión fluida con los cuerpos huecos 6a y 6b y, en particular, entre la segunda abertura de salida 18d y la primera abertura de entrada 18a, se coloca un intercambiador de calor 21 en el que fluye agua de refrigeración.

50 El intercambiador de calor 21, por lo tanto, reduce la temperatura del fluido termovector cuando entra en la máquina 3 a través de la primera abertura de entrada 18a y al mismo tiempo calienta cualquier agua destinada a usos domésticos.

Sin embargo, no puede ser descartado que el aire que sale del intercambiador 21 sea liberado hacia el exterior y con ello que la máquina 3 obtenga aire fresco directamente del medio ambiente.

55 El funcionamiento del aparato 1 en la realización mostrada en la figura 2 es el siguiente.

El fluido termovector se calienta en el colector solar 2 y mediante la segunda sección tubular 19b y los medios de apertura y cierre 20 entra en el cuerpo hueco de expansión 6b a través de la tercera abertura de entrada 18c, empujando activamente el pistón 5b.

60 En el movimiento de retorno del pistón 5b, el fluido termovector es expulsado desde el cilindro 6b a través de la cuarta abertura de salida 18d y es transferido a través de una tubería y las válvulas correspondientes al intercambiador 21 que reduce su temperatura. A través de otra tubería y las válvulas correspondientes, el fluido termovector se introduce en el cuerpo hueco 6a a través de la primera abertura de entrada 18a y durante la carrera de vuelta del pistón 5a, el gas es comprimido en la primera sección tubular 19a y enviado de vuelta al colector solar 2 donde recibe nueva energía térmica, lo que aumenta la temperatura y la presión.

65

Luego se repite el ciclo.

5 De hecho, se ha comprobado cómo la invención descrita, como se ilustra en la figura 1, alcanza los objetivos propuestos y en particular, se subraya el hecho de que el aparato según la invención, como se ilustra en la figura 1, representa una alternativa válida al aparato tradicional para la producción de electricidad obtenida mediante la transformación de la energía solar, combinando la eficiencia de la transformación con la reducción de las dimensiones del sistema, la complejidad y los costes de instalación.

10 El aparato es adecuado tanto para usos domésticos, porque no requiere ni mucho espacio ni un sistema de rastreo y posicionamiento con respecto al sol, como para utilizaciones industriales empleando numerosos colectores solares conectados en serie con varias maquinas termodinámicas.

15 Además, con el aparato según la invención, es posible aprovechar superficies tales, por ejemplo, como cubiertas, terrazas, paredes verticales que no serían adecuadas para la instalación de aparatos complejos tales como espejos de disco.

20 De esta forma, la versatilidad de los aparatos resulta fundamental para los propósitos de la amplia difusión de energías alternativas, con el fin de reducir, tanto como sea posible, la utilización de fuentes de energía no renovables.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (1) para la obtención de electricidad a partir de energía solar que se compone de:
- medios de calentamiento (2) que comprenden al menos un colector solar para calentar un fluido termovector
 - al menos una máquina (3) que es conveniente para transformar la energía de dicho fluido termovector en energía mecánica y que está asociada con los mencionados medios de calentamiento (2) mediante la interposición de medios de conexión (4) a través los cuales fluye el citado fluido termovector hacia dicha maquina (3) que es del tipo Stirling y que incluye:
 - dos cuerpos huecos sustancialmente cilíndricos (6a, 6b)
 - dos pistones (5a, 5b) que se mueven y deslizan con movimiento rectilíneo alternativo dentro de los mencionados cuerpos huecos (6a, 6b) y en contacto con dicho fluido termovector y
 - al menos un mecanismo rotativo empujador situado entre dichos pistones (5a, 5b) y al menos un elemento rotativo (9), y
 - un mecanismo de transformación (10) asociado con dicha máquina (3) para transformar la mencionada energía mecánica en electricidad,
- en el cual, dichos medios de conexión (4) comprenden:
- una primera tubería (12a) asociada con uno de los mencionados cuerpos huecos (6a),
 - una segunda tubería (12b) asociada con el otro de dichos cuerpos huecos (6b),
 - una tercera tubería (12c) entre dicha primera tubería (12a) y la mencionada segunda tubería (12b), **caracterizado por** el hecho de que los citados medios de conexión (4) incluyen además:
 - una cuarta tubería (12d) a través de la cual el mencionado fluido termovector entra en dicho colector solar (2) que está conectado a la primera tubería (12a),
 - una quinta tubería (12e) a través de la cual el mencionado fluido termovector sale de dicho colector solar (2) y que está conectada a la segunda tubería (12b) y
 - un conjunto de válvulas (13) adecuadas para dirigir el fluido termovector desde dicho colector solar (2) a dicha segunda tubería (12b) a través de dicha quinta tubería (12e), para dirigir el fluido termovector desde dicha segunda tubería (12b) a la citada primera tubería (12a) a través de la mencionada tercera tubería (12c) y para dirigir el fluido termovector desde dicha primera tubería (12a) dentro de dicho colector solar (2) a través de la citada cuarta tubería (12d).
2. Un aparato (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por** el hecho de que dicho mecanismo rotativo empujador incluye al menos una biela (7a, 7b) asociada con los mencionados pistones (5a, 5b) y por lo menos una manivela (8a) asociada con dicha biela (7a, 7b) y con el citado elemento rotativo (9).
3. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de que dichos pistones (5a, 5b) pueden estar acoplados cinéticamente.
4. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de ese dicho elemento rotativo (9) consta de un eje asociado con el mencionado mecanismo de transformación (10).
5. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de que dicha maquina (3) se compone de una masa inercial rotatoria (11) asociada a dicho elemento rotativo (9).
6. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de que dicho mecanismo de transformación (10) es un generador de energía/corriente.
7. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de que los mencionados cuerpos huecos (6a, 6b) se asocian uno con el otro de manera sustancialmente transversal.
8. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de que el mencionado conjunto de válvulas (13) lo compone al menos una válvula de control situada en al menos una, entre dicha tercera tubería (12c), dicha cuarta tubería, (12d) y dicha quinta tubería (12e).
9. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de que al menos uno de dichos cuerpos huecos (6a, 6b) se asocia con un sistema de refrigeración (14) de dicho fluido termovector.
10. Un aparato (1) según la reivindicación 9, **caracterizado por** el hecho de que dicho sistema de enfriamiento (14) está situado alrededor del cuerpo hueco (6a) y está asociado con la citada primera tubería (12a).

11. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de que incluye una fuente de calor (16) asociada bajo demanda cerca de por lo menos uno de dichos cuerpos huecos (6b).

5 12. Un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** el hecho de que dichos medios de conexión (4) incluyen al menos un intercambiador de calor (17) situado entre la mencionada maquina (3) y dicho colector solar (2).

13. Un aparato (1) según la reivindicación 12, **caracterizado por** el hecho de que dicho intercambiador de calor (17) está situado a lo largo de dicha primera tubería (12a).

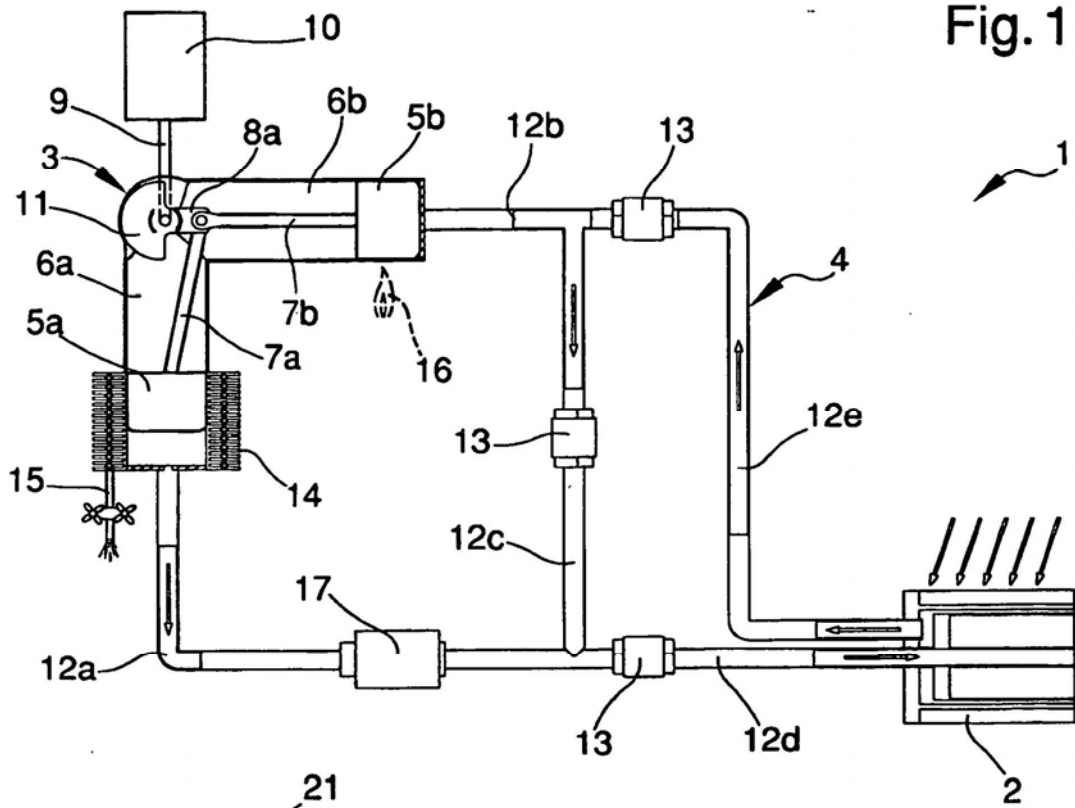


Fig. 1

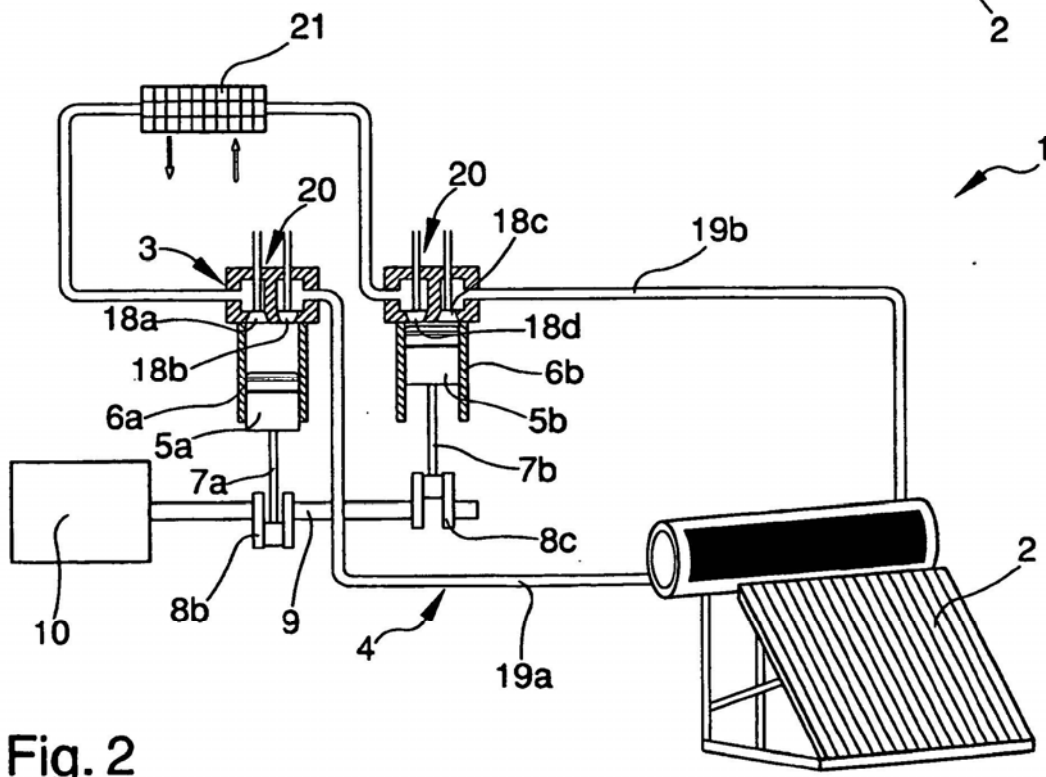


Fig. 2