

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 613**

51 Int. Cl.:

F02G 1/043 (2006.01)

F01B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2004 E 04723151 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015 EP 1651852**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para transformar energía térmica en energía mecánica**

30 Prioridad:

01.04.2003 CZ 20030927

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2015

73 Titular/es:

**ZELEZNY, EDUARD (33.3%)
M. Cibulkové 9
140 00 Praha 4, CZ;
TOLAROVA, SIMONA (33.3%) y
ZELEZNY, FILIP (33.3%)**

72 Inventor/es:

ZELEZNY, EDUARD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 546 613 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para transformar energía térmica en energía mecánica

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para transformar energía térmica en energía mecánica mediante la modificación del volumen, la presión y la temperatura del medio de trabajo, en particular gases en varias etapas, así como un dispositivo para la realización de este procedimiento.

10 Un procedimiento de este tipo y un dispositivo de este tipo se desvelan, por ejemplo, en los documentos WO 03/102403 A y WO 03/12257 A.

15 Se conocen procedimientos para transformar energía térmica en energía mecánica, en los que la presión y la temperatura del medio de trabajo en un espacio de trabajo se modifican con un volumen variable. Con un volumen decreciente aumentan la presión y la temperatura, y esto tanto como consecuencia del mencionado cambio de volumen, así como también – y esto en particular – en la última etapa de la reducción de volumen o, respectivamente, en la primera etapa del nuevo aumento de volumen por el suministro adicional de energía térmica bien sea desde el exterior o por la generación de calor en el medio dentro del espacio de trabajo (por ejemplo, por combustión). Con un repetido aumento de volumen, debido a la presión que se genera por la reducción de volumen en el espacio de trabajo cerrado, después de restar las pérdidas se efectúa un trabajo necesario para la posterior reducción de volumen, mientras que la presión, que se produce por el suministro adicional de energía térmica, igualmente después de restar las pérdidas efectúa el trabajo mecánico resultante. Con un espacio de trabajo permanentemente cerrado, debido al suministro adicional de energía térmica la temperatura del medio al final de un aumento de volumen y, por lo tanto, también al comienzo de la siguiente reducción de volumen, sería siempre mayor que la temperatura al comienzo del proceso de aumento de volumen anterior. Por lo tanto, la temperatura del medio, con un suministro de calor desde el exterior, alcanzaría la temperatura en que se suministra calor desde afuera, por lo que la diferencia de temperatura y por ende también la cantidad de calor suministrado, sin incluir las pérdidas, se ubicaría en cero. Sin embargo, el suministro de calor por procesos en el medio cesaría en el caso de un espacio de trabajo cerrado debido a la falta de oxígeno. Por lo tanto, el espacio de trabajo debe abrirse por un determinado periodo de tiempo para la descarga del medio usado y la alimentación de medio nuevo, y esto tanto al comienzo del aumento de volumen como también después. El proceso de trabajo de cambios de presión y de temperatura con reducción de volumen y aumenta de volumen se efectúa en dos ciclos. Si a estos dos ciclos se añaden otros dos adicionales, es decir, aumenta de volumen para la alimentación del medio usado y reducción de volumen para la descarga del medio usado, se trata de un proceso de cuatro tiempos para la transformación de energía térmica en energía mecánica. Si la alimentación y la descarga del medio se efectúan al comienzo del primer ciclo o al final del segundo ciclo, entonces se trata de un proceso de dos tiempos. Todos estos procesos se desarrollan, de acuerdo con el estado conocido de la técnica, en un espacio de trabajo que en casos excepcionales puede estar dividido en dos partes.

40 De acuerdo con el procedimiento conforme a la presente invención para la transformación de energía térmica en energía mecánica por modificación del volumen, la presión y la temperatura del medio de trabajo, el medio de trabajo es aspirado a la primera etapa con aumento de volumen de la primera etapa, después de lo que el medio de trabajo con reducción de volumen de la primera etapa es transferido a la segunda etapa con aumento del volumen de la segunda etapa, después de lo que el medio de trabajo con reducción de volumen de la segunda etapa es transferido pasando por la tercera etapa con suministro simultáneo de calor a la cuarta etapa, después de lo que es transferido desde la cuarta etapa con reducción del volumen de la cuarta etapa a la quinta etapa y en esta quinta etapa es expandido con aumento del volumen de la quinta etapa. Ventajosamente, el medio de trabajo es transferido directamente a la quinta etapa con reducción de volumen de la segunda etapa pasando por la tercera etapa y con calentamiento simultáneo. Ventajosamente, el medio de trabajo se enfría durante la transferencia desde la primera etapa a la segunda etapa. Ventajosamente, el medio de trabajo es transferido desde la quinta etapa con reducción del volumen de la quinta etapa y enfriamiento simultáneo a la primera etapa con aumento simultáneo del volumen de la primera etapa. Ventajosamente, el medio de trabajo es transferido de la quinta etapa con reducción del volumen de la quinta etapa a la tercera etapa y se usa para el proceso de calentamiento. Ventajosamente, el medio de trabajo es transferido con reducción del volumen de la quinta etapa y/o con enfriamiento simultáneo desde la quinta etapa directamente a la segunda etapa con aumento del volumen de la segunda etapa. En el dispositivo para la transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica por modificación del volumen, la presión y la temperatura del medio de trabajo, la tercera etapa está configurada por lo menos de acuerdo con la presente invención como un espacio de trabajo de volumen modificable, mientras que las otras etapas están configuradas como espacios de trabajo de volumen modificable, en particular como máquinas de pistón giratorio, y en el sentido de paso del medio de trabajo están dispuestas en orden consecutivo, en parte antes de la tercera etapa y en parte después de esa etapa. Ventajosamente, el volumen máximo de la primera etapa es mayor que el volumen máximo de la segunda etapa, en donde el volumen máximo de la quinta etapa es mayor que el volumen máximo de la cuarta etapa y en donde el volumen máximo de la quinta etapa es mayor que el volumen máximo de la primera etapa o tiene el mismo tamaño que el volumen máximo de la primera etapa. Ventajosamente, la quinta etapa está unida con la primera etapa. Ventajosamente, la tercera etapa está configurada como cámara de combustión y/o como intercambiador de calor. Ventajosamente, la quinta etapa que está provista con una válvula de aspiración. Ventajosamente, entre la primera etapa y la segunda etapa, así como entre la quinta etapa y la primera etapa, se

encuentra interconectado un refrigerador y entre la etapa unida y la segunda etapa se encuentra interconectado un refrigerador.

La presente invención se representa más detalladamente en los dibujos adjuntos. La figura 1 muestra la forma de realización básica de la presente invención, mientras que en la figura 2 se muestra una modificación con refrigerador entre la primera y la segunda etapa, así como entre la quinta y la primera etapa. La figura 3 muestra la forma de realización, en la que la primera etapa se une con la quinta etapa y entre la quinta y la segunda etapa se interconecta un refrigerador.

De acuerdo con la figura 1, el medio de trabajo es introducido en la primera etapa 1 con ampliación del volumen de la primera etapa 1, después de lo que es transferido con reducción de volumen de la primera etapa 1 por aumento de volumen de la segunda etapa a la segunda etapa 2. Después, el medio de trabajo pasa a la tercera etapa 3 con reducción de volumen de la segunda etapa 2. Durante el paso por la tercera etapa 3, se suministra calor al medio de trabajo – bien sea desde el interior por combustión de combustible en el medio de trabajo, o desde el exterior por calentamiento de la tercera etapa, por ejemplo, a través de un proceso de combustión externo. Desde la tercera etapa 3, el medio de trabajo es transferido a la cuarta etapa 4, cuyo volumen aumenta simultáneamente, después de lo que el medio de trabajo pasa de la cuarta etapa 4 con reducción del volumen de la cuarta etapa a la quinta etapa 5. En esta quinta etapa 5, el medio de trabajo se expande con aumento del volumen de la quinta etapa. Después de la expansión, el medio de trabajo es conducido con reducción de volumen de la quinta etapa 5 bien sea hacia el exterior o nuevamente de regreso a la primera etapa 1. Cuando se usa aire como medio de trabajo y con un proceso de combustión externo como forma de suministro de calor para la tercera etapa, es ventajoso usar aire caliente expandido para el proceso de combustión externo. El procedimiento de acuerdo con la presente invención representa, por lo tanto, un proceso de circuito termodinámico con cinco tiempos o ciclos. En algunos casos, puede ser ventajoso suprimir la cuarta etapa 4 y conducir el medio directamente a la quinta etapa para su correspondiente expansión. En la figura 2 se puede ver que el medio de trabajo ventajosamente se enfría durante la transferencia desde la primera etapa 1 a la segunda etapa 2 en un refrigerador interconectado 6. Con un proceso de circuito cerrado, en el que el medio de trabajo es conducido desde la quinta etapa 5 nuevamente a la primera etapa 1, es ventajoso interconectar un refrigerador adicional 7 entre la quinta etapa y la primera etapa. En algunos casos, es ventajoso que de acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención se unifique la quinta etapa con la primera etapa en una etapa conjunta 51 y conducir el medio de trabajo – expandido con el aumento de volumen de la etapa unificada 51 – con nueva reducción del volumen de dicha etapa unificada, a la segunda etapa 2 con aumento simultáneo del volumen de la segunda etapa, y esto eventualmente también pasando por un refrigerador interconectado 76. En este caso, el proceso de circuito termodinámico con cinco tiempos o ciclos ha sido modificado a un proceso de circuito de tres tiempos.

El dispositivo para la realización del procedimiento descrito para la transformación de energía térmica en energía mecánica está dispuesto conforme a la presente invención de tal manera que la tercera etapa 3 está formada por lo menos como un espacio de trabajo de volumen invariable, mientras que las otras etapas 1, 2, 4, 5, 51 están formadas como espacios de trabajo de volumen variable. Es ventajoso que todas las etapas, excepto la tercera etapa, estén realizadas como máquina de pistón giratorio, en las que con el giro del pistón giratorio sobre la superficie unida por sus bordes de vértice aumenta y se reduce de manera cíclica el volumen del espacio delimitado por dicha superficie y la pared interior opuesta del cilindro, en la que gira el pistón. A este respecto, el volumen máximo de la primera etapa 1 es mayor que el volumen máximo de la segunda etapa 2, adicionalmente el volumen máximo de la quinta etapa 5 es mayor que el volumen máximo de la cuarta etapa 4 y el volumen máximo de la quinta etapa 5 es mayor que el volumen máximo de la primera etapa 1 o igual de grande que el volumen máximo de la primera etapa 1, respectivamente. El volumen máximo de la etapa unida 51 es mayor que el volumen máximo de la segunda etapa 2. La tercera etapa 3 sirve como cámara de combustión y/o como intercambiador de calor. El medio de trabajo es introducido primero en el volumen creciente de la etapa 1 (por ejemplo, por aspiración). Después de alcanzar el valor máximo, el volumen de esta etapa comienza a reducirse y el medio de trabajo es desplazado al volumen creciente de la segunda etapa 2. Debido a que el volumen máximo de la segunda etapa 2 es múltiples veces menor que el volumen máximo de la primera etapa 1, el estado del medio de trabajo cambia de tal manera que después de la transición desde la primera etapa 1 a la segunda etapa 2 presenta una presión aumentada y también presenta una temperatura más elevada. Si fuese indeseable un incremento de temperatura demasiado grande, entre las dos etapas se puede interconectar un refrigerador 6, según se representa en la figura 2. Con una nueva reducción de volumen de la segunda etapa 2, el medio de trabajo es transferido desde esta etapa a través de la tercera etapa 3 a la cuarta etapa 4 con volumen creciente de esta última. En la tercera etapa 3, se suministra calor al medio de trabajo – bien sea mediante un proceso de combustión externo, o mediante combustión interna, de manera similar a las cámaras de combustión de turbinas, pero con presiones sustancialmente mayores. Debido a que el volumen máximo de la cuarta etapa 4 normalmente tiene el mismo tamaño que el volumen máximo de la segunda etapa 2, el medio de trabajo en el estado final en la cuarta etapa 4 después del calentamiento en la tercera etapa 3 presentara una mayor presión y una mayor temperatura en comparación con el estado inicial de la segunda etapa. A partir del volumen decreciente de la cuarta etapa 4, el medio de trabajo se expande entonces al volumen creciente de la quinta etapa 5, en donde se efectúa el trabajo. Obviamente, también es posible modificar el dispositivo de acuerdo con la presente invención de tal manera que el volumen máximo de la cuarta etapa 4 es mayor que el volumen máximo de la segunda etapa 2, por lo que entre las dos etapas se produce una expansión parcialmente isobárica e isotérmica, y el procedimiento de acuerdo con la presente invención entonces es similar al

ciclo de Carnot. En el caso extremo, la cuarta etapa puede ser removida completamente y el medio de trabajo puede expandirse desde la segunda etapa 2 bajo calentamiento en la tercera etapa 3 directamente a la quinta etapa 5. La tercera etapa tiene un volumen que no es igual a cero, por lo que, si no se suministra calor, al comienzo de la alimentación del medio de trabajo se produce una expansión parcial y después de la transferencia a través de la tercera etapa el medio de trabajo en la cuarta etapa presenta una presión menor y una temperatura menor que en la segunda etapa. Como consecuencia de esta presión reducida, la cuarta etapa extrae de la tercera etapa una cantidad proporcionalmente menor, referida al peso, del medio de trabajo, comparado con la cantidad transferida desde la segunda etapa a la tercera etapa. La cantidad restante acumula o incrementa, respectivamente la presión residual en la tercera etapa. De manera correspondiente al tamaño de la tercera etapa, por lo tanto, la presión en la tercera etapa se incrementa muy rápidamente incluso sin suministro de calor, de tal manera que durante la transferencia del medio de trabajo es de la segunda a la cuarta etapa (pasando por la tercera etapa) ya no se produce ninguna expansión, y el calor puede ser suministrado bajo presión (condicionado por la compresión del medio de trabajo de la primera etapa a la segunda etapa). Debido a esto, la tercera etapa puede ser dimensionada tanto como cámara de combustión con una superficie exterior pequeña (para prevenir pérdidas de calor), así como también como intercambiador de calor con una superficie grande (a fin de transferir tanto calor como sea posible). Para que en la tercera etapa se transfiera tanto calor como sea posible y se pueda reducir el trabajo requerido para la fase de compresión del proceso de ciclo, la temperatura, si es posible, debe ser reducida durante la transferencia desde la primera a la segunda etapa. De acuerdo con la presente invención esto se hace posible debido a que entre la primera etapa 1 y la segunda etapa 2 se interconecta el refrigerador 6. En un circuito cerrado, en el que el medio de trabajo es conducido desde la quinta etapa 5 de regreso a la primera etapa 1, es ventajoso si entre las dos etapas se interconecta un refrigerador adicional 7. Con una disposición de acuerdo con la presente invención, la magnitud de la relación de expansión puede ser seleccionada independientemente de la magnitud de la relación de compresión. Por lo tanto, el medio de trabajo comprimido y calentado puede expandirse hasta alcanzar la presión del entorno, por lo que se logra un buen rendimiento del proceso cíclico. Con una magnitud predeterminada de la relación de expansión, la presión al final de la expansión equivale a la presión al comienzo de la misma y, por lo tanto, con poco suministro de calor, la presión al final de la expansión puede caer por debajo de la presión del entorno. Si este descenso de presión no fuese deseable, se puede aplicar una característica adicional de la presente invención, en el sentido de que el medio de trabajo al final de la expansión es aspirado mediante una válvula de aspiración 8. Por lo tanto, el proceso cíclico de trabajo realizado de acuerdo con el procedimiento y el dispositivo de la presente invención es un proceso cíclico de cinco tiempos. Con una determinada magnitud de la relación de expansión en la quinta etapa 5, es decir, la relación entre los volúmenes máximos de la quinta y la cuarta etapa, al final de la expansión no sólo se reduce la presión sino también la temperatura desciende a un valor que casi equivale al valor del entorno. En el caso de un proceso cíclico de circuito cerrado y con un calentamiento externo del medio de trabajo en la tercera etapa 3, de acuerdo con una característica adicional de la presente invención que se representa la figura 3, la quinta etapa 5 y la primera etapa 1 pueden ser unidas y el medio de trabajo después de la expansión en la etapa unida 51 puede ser conducido a la segunda etapa 2 pasando por un refrigerador interconectado 76 y comprimido al mismo tiempo. También en este caso, es ventajoso si la etapa unida 51 se provee con una válvula de aspiración 8. Por lo tanto, en el marco de la presente invención, el proceso cíclico de cinco tiempos en algunos casos puede ser modificado a un proceso cíclico de tres tiempos.

Las ventajas de la presente invención, tanto de acuerdo con los ejemplos de realización descritos como también con otras formas de realización que resultan de las reivindicaciones, se manifiestan en que, comparado con los motores térmicos conocidos (en particular, un proceso cíclico de cuatro tiempos), se pueden alcanzar mayores presiones de trabajo y temperaturas de trabajo que en los motores de turbina, así como también un período de tiempo más largo para el calentamiento del medio de trabajo comprimido, y también presiones y temperaturas más reducidas al final de la expansión, que en los motores de pistón conocidos hasta ahora. El resultado se traduce en un mayor grado de rendimiento del proceso cíclico y en una menor generación de ruido, así como en una menor emisión de óxidos de carbono y nitrógeno durante el calentamiento del medio de trabajo por combustión interna o externa. La presente invención también ser usada ventajosamente para la transformación de energía solar en energía mecánica.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica por modificación del volumen, la presión y la temperatura del medio de trabajo, en particular de los gases,
 5 caracterizado por que el medio de trabajo es aspirado en la primera etapa con aumento de volumen, después de lo que el medio de trabajo es transferido, con reducción de volumen de la primera etapa, a la segunda etapa, con aumento de volumen de la segunda etapa, después de lo que el medio de trabajo, con reducción de volumen de la segunda etapa y pasando por la tercera etapa con un volumen invariable y suministro simultáneo de calor, es transferido a la cuarta etapa con aumento del volumen de la cuarta etapa, después de lo que el medio de trabajo es transferido desde la cuarta etapa, con reducción del volumen de la cuarta etapa, a la quinta etapa, en donde el medio de trabajo en esta quinta etapa se expande con aumento del volumen de la quinta etapa y se efectúa el trabajo, y después de la expansión el medio de trabajo es descargado de la quinta etapa con reducción de volumen de la quinta etapa.
- 15 2. Procedimiento para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el medio de trabajo es transferido con reducción de volumen de la segunda etapa a través de la tercera etapa y con calentamiento simultáneo directamente a la quinta etapa.
- 20 3. Procedimiento para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el medio de trabajo es enfriado durante la transferencia desde la primera etapa a la segunda etapa.
- 25 4. Procedimiento para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el medio de trabajo es transferido desde la quinta etapa con reducción del volumen de la quinta etapa y refrigeración simultánea a la primera etapa con aumento simultáneo del volumen de la primera etapa.
- 30 5. Procedimiento para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el medio de trabajo es transferido desde la quinta etapa con reducción del volumen de la quinta etapa a la tercera etapa y es usado para el proceso de calentamiento.
- 35 6. Procedimiento para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el medio de trabajo es transferido con reducción del volumen de la quinta etapa y/o con refrigeración simultánea desde la quinta etapa directamente a la segunda etapa con aumento del volumen de la segunda etapa.
- 40 7. Dispositivo para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la tercera etapa (3) está formada como por lo menos un espacio de trabajo con volumen invariable, mientras que las otras etapas (1, 2, 4, 5) están formadas como espacios de trabajo con volumen variable, en particular como máquina de pistón giratorio, y en el sentido del paso del medio de trabajo están dispuestas consecutivamente, en parte antes de la tercera etapa (3) y en parte después de esta etapa.
- 45 8. Dispositivo para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que el volumen máximo de la primera etapa (1) es mayor que el volumen máximo de la segunda etapa (2), en donde el volumen máximo de la quinta etapa (5) es mayor que el volumen máximo de la cuarta etapa (4) y en donde el volumen máximo de la quinta etapa (5) es mayor que el volumen máximo de la primera etapa (1) o tiene el mismo tamaño que el volumen máximo de la primera etapa (1).
- 50 9. Dispositivo para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que la quinta etapa (5) está unida con la primera etapa (1).
- 55 10. Dispositivo para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que la tercera etapa (3) está formada como cámara de combustión y/o como intercambiador de calor.
- 60 11. Dispositivo para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por que la quinta etapa (5) está provista con una válvula de aspiración (8).
- 65

12. Dispositivo para una transformación en varias etapas de energía térmica en energía mecánica de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11,
caracterizado por que un refrigerador (6, 7) se encuentra interconectado entre la primera etapa (1) y la segunda etapa (2), así como entre la quinta etapa (5) y la primera etapa (1), y un refrigerador (76) se encuentra interconectado entre la etapa unida (51) y la segunda etapa (2).

5

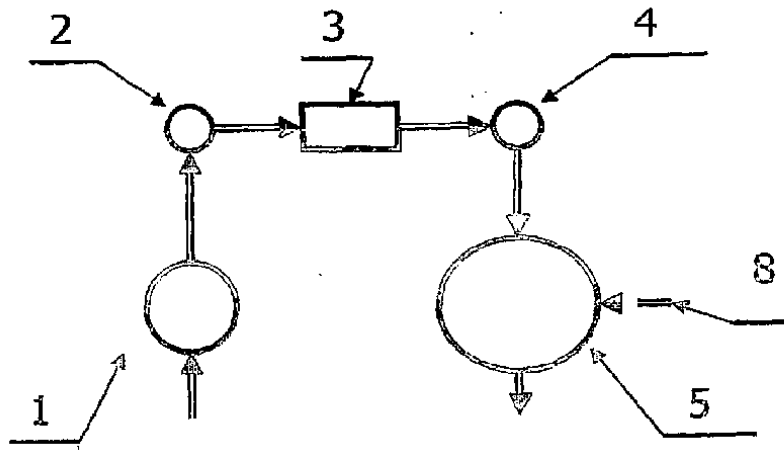


Fig. 1

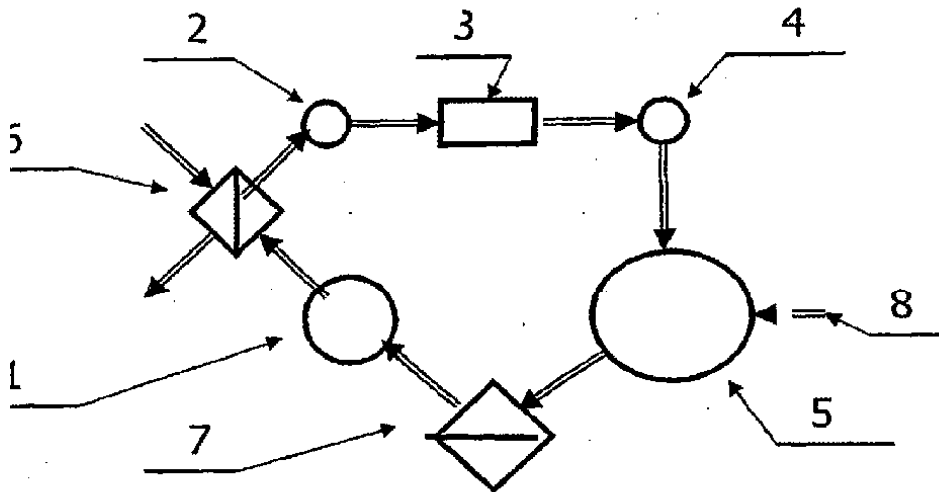


Fig. 2

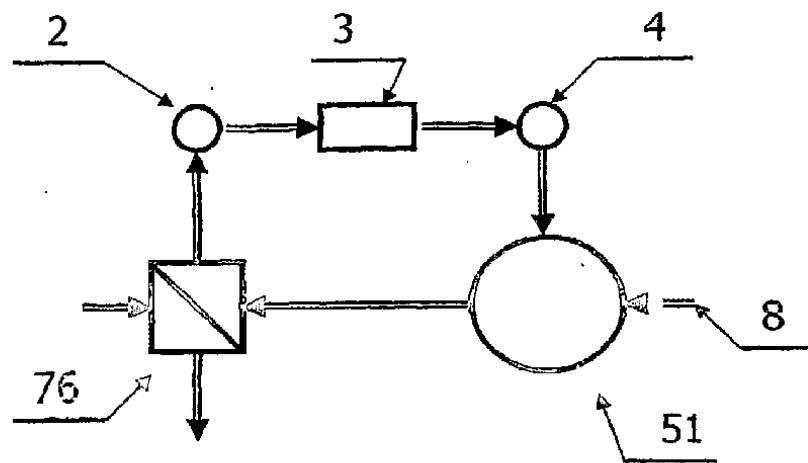


Fig. 3