

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 923 120**

51 Int. Cl.:

F17C 5/00 (2006.01)

F17C 5/06 (2006.01)

F17C 7/04 (2006.01)

F17C 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2019 PCT/EP2019/056104**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2019 WO19179819**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2019 E 19709500 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2022 EP 3769003**

54 Título: **Recipiente a presión para gas licuado y conexión para el consumidor**

30 Prioridad:

23.03.2018 EP 18382198

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

23.09.2022

73 Titular/es:

**CRYO INOX, S.L. (100.0%)
Carretera de Sentmenat 46-48
08213 Polinyà, Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

**CALLEJÓN, ISMAEL y
FORNS, SERGI**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 923 120 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

Recipiente a presión para gas licuado y conexión para el consumidor

5 ANTECEDENTES

Algunos materiales gaseosos pueden licuarse ventajosamente a bajas temperaturas con el fin de que ocupen menos volumen para un mejor almacenamiento o transporte. Dicho gas licuado puede transferirse para ser consumido, o presurizarse y después pasar de una fase líquida a una fase gaseosa para ser consumido. Este volumen del proceso de regasificación se produce, por ejemplo, en puertos industriales, donde el gas natural licuado (GNL) se convierte en gas natural comprimido (GNC). Este proceso de regasificación consume una cantidad significativa de energía. Dicha energía se utiliza, por ejemplo, para calentar gas licuado con el fin de evaporarlo, así como para hacer funcionar bombas industriales de alta potencia para trasvasar el gas a través de la instalación de regasificación. El documento WO2011059344 A1 describe un procedimiento para la regasificación de gases licuados como GNL.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Diversas características de ejemplo serán claras a partir de la siguiente descripción detallada, junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de ejemplo de acuerdo con la presente descripción.

25 Las figuras 2a-f son representaciones esquemáticas del sistema de ejemplo de la figura 1.

La figura 3 es una representación esquemática de otro ejemplo del sistema de acuerdo con la presente descripción.

La figura 4 es una representación esquemática de otro ejemplo del sistema de acuerdo con la presente descripción.

30 Las figuras 5a-e son representaciones esquemáticas del sistema de ejemplo de la figura 4.

La figura 6 es una representación esquemática de otro ejemplo del sistema de acuerdo con la presente descripción.

La figura 7 es una representación esquemática de otro ejemplo del sistema de acuerdo con la presente descripción.

35 La figura 8 es una representación en diagrama de bloques de un ejemplo de un procedimiento de regasificación de acuerdo con la presente descripción.

La figura 9 es una representación en diagrama de bloques de un procedimiento de ejemplo para modificar cíclicamente la presión de acuerdo con la presente descripción.

La figura 10 es una representación esquemática de un sistema de ejemplo de acuerdo con la presente descripción.

40 La figura 11 es una representación esquemática de un sistema de ejemplo de acuerdo con la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 La presente descripción tiene como objetivo reducir o incluso suprimir los costes energéticos de bombear un fluido a una instalación de regasificación o transferencia para producir un gas a alta presión o un gas licuado a presión curso abajo. En ese caso, mientras que la temperatura ambiente puede utilizarse para evaporar un gas licuado si la temperatura del gas licuado es menor que la temperatura ambiente, los sistemas de la técnica anterior utilizan bombas de alta potencia para evacuar el fluido líquido. La presente descripción no sólo permite utilizar la temperatura ambiente para poner gas licuado a presión, sino que también evita el uso de una bomba a través de una configuración elegante la cual se describirá con más detalle a continuación. En particular, los sistemas de ejemplo permiten producir un ciclo entre tres recipientes equivalentes y tres tipos de fluidos (líquido o gas comprimido, gas licuado y gas a menor presión que el gas comprimido) de manera que la energía almacenada en presión y temperatura de los fluidos se intercambia para mover el fluido entre recipientes y ejecutar el ciclo con un coste de energía mínimo.

60 Tal como se ilustra en la figura 1, esta descripción se refiere a un sistema para proporcionar un gas comprimido o un gas licuado comprimido. En un ejemplo, el gas comprimido comprende una fase gaseosa y también comprende gas en una fase líquida. En un ejemplo, más de un 70% del gas comprimido en masa se encuentra en fase gaseosa. En un ejemplo, menos de un 5% del gas comprimido en masa se encuentra en fase líquida. En un ejemplo, el gas comprimido es líquido en más de un 99% de su masa. En un ejemplo, el gas comprimido se encuentra a una presión de entre 6 y 10 bar. En un ejemplo, el gas comprimido se encuentra a una presión de entre 25 y 35 bar. En un ejemplo, el gas comprimido se encuentra a una presión de por lo menos 200 bar. En un ejemplo, el gas comprimido

comprende gas natural. En un ejemplo, el gas comprimido comprende aire. En un ejemplo, el gas comprimido comprende N_2 . En un ejemplo, el gas comprimido comprende O_2 . En un ejemplo, el gas comprimido se encuentra a una temperatura de entre -90 y -60 grados centígrados. En un ejemplo, el gas comprimido se encuentra a una temperatura de entre -60 y -25 grados centígrados.

5 El sistema de la figura 1 de acuerdo con esta descripción comprende una conexión de suministro 300 para el suministro de gas licuado. En un ejemplo, el gas licuado comprende una fase líquida y también comprende gas en una fase gaseosa. En un ejemplo, más de un 70% del gas licuado en masa se encuentra en fase líquida. En un ejemplo, menos de un 5% del gas licuado en masa se encuentra en fase gaseosa. En un ejemplo, el gas licuado se encuentra en fase líquida en más de un 99% de su masa. En un ejemplo, el gas licuado se encuentra a una presión de entre 1 y 2 bar. En un ejemplo, el gas comprimido se encuentra a una presión de entre 2 y 4 bar. En un ejemplo, el gas licuado se encuentra a una presión de por lo menos 4 bar. En un ejemplo, el gas licuado comprende gas natural. En un ejemplo, el gas licuado comprende gas natural líquido criogénico. En un ejemplo, el gas licuado comprende aire. En un ejemplo, el gas licuado comprende N_2 . En un ejemplo, el gas licuado comprende O_2 . En un ejemplo, el gas licuado se encuentra a una temperatura de entre -180 y -140 grados centígrados. En un ejemplo, el gas licuado se encuentra a una temperatura de entre -160 y -80 grados centígrados.

20 El sistema de la figura 1 de acuerdo con esta descripción comprende tres recipientes a presión 101, 102 y 103. En un ejemplo, los recipientes a presión son recipientes a presión diseñados para contener un fluido, tal como un gas, un líquido o una combinación de ambos a una presión diferente de la presión ambiental. En un ejemplo, los recipientes a presión están realizados en acero. En un ejemplo, los recipientes a presión tienen un recinto sustancialmente cilíndrico. En un ejemplo, un recipiente a presión tiene un volumen interior de por lo menos 0,3 metros cúbicos. En un ejemplo, los tres recipientes a presión 101, 102 y 103 tienen una estructura idéntica. En un ejemplo, los tres recipientes a presión 101, 102 y 103 están situados al mismo nivel, es decir, a la misma altitud, para minimizar el impacto de la gravedad en un procedimiento para modificar cíclicamente la presión de acuerdo con esta descripción.

30 El sistema de la figura 1 de acuerdo con esta descripción comprende un evaporador 210. En un ejemplo, el evaporador comprende unas superficies radiantes en las que el gas licuado que pasa a través del evaporador se expone a la temperatura ambiente o se calienta mediante un fluido calefactor a través de las superficies radiantes, transmitiendo así calor al gas licuado, elevando su temperatura y reduciendo progresivamente su fase líquida, aumentando su fase gaseosa, y aumentando la presión en el interior del depósito o recipiente a medida que el fluido pasa por el evaporador. En un ejemplo, el evaporador es un radiador pasivo que utiliza aire ambiente como fluido de transferencia de calor. En un ejemplo, el evaporador es un evaporador de circulación forzada, que utiliza la circulación forzada de un fluido de transferencia de calor para evaporar el gas licuado.

40 El sistema de la figura 1 de acuerdo con esta descripción comprende un intercambiador de calor. El intercambiador de calor es un intercambiador de calor de flujo a contracorriente que tiene dos entradas y dos salidas; estando conectadas dos entradas y una primera salida a los recipientes a presión 101, 102, 103, estando conectada la segunda salida a una conexión para el consumidor 400. El uso de un intercambiador de calor de flujo a contracorriente contribuye a obtener el ahorro de energía que se pretende en la presente descripción utilizando la diferencia de temperatura entre el gas comprimido y el gas licuado en el sistema de la descripción de manera beneficiosa tal como se explicará a continuación.

45 El sistema de la figura 1, de acuerdo con esta descripción, comprende una conexión para el consumidor 400. La conexión para el consumidor es, en un ejemplo, una conexión a una red de distribución de gas comprimido. En un ejemplo, la conexión para el consumidor está conectada a una red que distribuye gas natural comprimido. La conexión para el consumidor 400 está conectada al intercambiador de calor. En el sistema de esta descripción, una conexión entre elementos es una conexión a presión que permite una transferencia de fluido (el fluido incluyendo gas, líquido o una mezcla de gas y líquido) entre un elemento y otro elemento, siendo la conexión directa o indirecta. Puede disponerse una conexión directa mediante un tubo entre elementos. Puede disponerse una conexión directa mediante un tubo conectado mecánicamente a elementos con juntas que mantienen la presurización del sistema. Los elementos incluyen, por ejemplo, la conexión de suministro, los recipientes a presión, el evaporador, el intercambiador de calor, válvulas o un elemento de expansión. Puede disponerse una conexión indirecta entre un primer elemento y un segundo elemento si se disponen uno o más elementos adicionales entre el primer y el segundo elemento, lo que significa que un fluido que se mueve entre el primer y el segundo elemento pasaría a través de uno o más otros elementos adicionales al pasar del primer al segundo elemento o viceversa. En un ejemplo, el sistema comprende un circuito a presión entre los elementos del sistema.

60 El sistema de la figura 1 de acuerdo con esta descripción comprende unas válvulas que interconectan cada recipiente a presión 101, 102, 103 con la conexión de suministro 300, con el evaporador 210 y con el intercambiador de calor. En este ejemplo, las válvulas 701, 702, 703 controlan la conexión de los respectivos recipientes 101, 102, 103 con una primera conexión de fluido del evaporador 210 a través de una válvula adicional 710. Las válvulas 707,

708 y 709 controlan la conexión de los respectivos recipientes 101, 102 y 103 con una segunda conexión de fluido del evaporador 210. El evaporador 210 comprende un circuito de fluido interno entre su primera conexión de fluido y su segunda conexión de fluido. Las válvulas 704, 705 y 706 controlan la conexión de los respectivos recipientes 101, 102 y 103 a través de las respectivas válvulas 707, 708 y 709 a la entrada del canal de flujo en sentido de la corriente 501 del intercambiador de calor. La válvula 714 controla la conexión entre la salida del canal de flujo en sentido de la corriente 501 del intercambiador de calor y la conexión para el consumidor 400. Las válvulas 711, 712 y 713 controlan la conexión de los respectivos recipientes 101, 102 y 103 a la entrada del canal de flujo a contracorriente 502 del intercambiador de calor. La válvula 700 controla la conexión de la conexión de suministro 300 al resto del sistema. Las válvulas 715, 716 y 717 controlan la conexión de los respectivos recipientes 101, 102 y 103 a la salida del canal de flujo a contracorriente 502 del intercambiador de calor a través de un elemento de expansión 600. Tal como quedará claro en esta descripción, se trata sólo de un ejemplo de conexión entre elementos del circuito, y pueden diseñarse diferentes circuitos que conduzcan a un sistema de acuerdo con esta descripción.

El sistema de la figura 1 de acuerdo con esta descripción comprende un elemento de expansión 600. En un ejemplo, un elemento de expansión reduce la temperatura en un fluido que fluye a través del elemento de expansión. En un ejemplo, un fluido que entra en el elemento de expansión tiene una mayor proporción de fase gaseosa que el fluido que sale del elemento de expansión, y el fluido que entra en el elemento de expansión tiene una menor proporción de fase líquida que el fluido que sale del elemento de expansión. En un ejemplo, el elemento de expansión 600 comprende una válvula Joule-Thomson o un elemento de estrangulación. El elemento de expansión 600 se encuentra situado entre la primera salida del intercambiador de calor de flujo a contracorriente y los recipientes a presión. En un ejemplo, el flujo de fluido a través del elemento de expansión va desde la salida del canal de flujo a contracorriente 502 hasta uno o más recipientes 101, 102 o 103.

En la figura 2a, el sistema de la figura 1 se representa en un estado específico. En la figura 2a, el recipiente 101 está lleno de gas licuado. El recipiente 101 se llena abriendo las válvulas 701 y 700 entre el recipiente 101 y la conexión de suministro 300 para el suministro de gas licuado. En nuestras figuras, las válvulas abiertas están representadas por dos triángulos blancos opuestos, mientras que las válvulas cerradas están representadas por dos triángulos negros opuestos. En la figura 2a, el recipiente 101 se llena con gas licuado dado que las válvulas 700 y 701 están abiertas y dado que la presión del recipiente 101 es menor que la presión en la conexión de suministro 300. En un ejemplo, la presión del recipiente 101 es de 6 bar y la presión en la conexión de alimentación 300 es de 7 bar. En la figura 2a, se suministra gas licuado a un primer recipiente a presión 101, estando el recipiente a una primera presión. En la figura 2a, el recipiente 102 se llena con gas en fase gaseosa a aproximadamente 5 bar representado por una textura de color gris claro, y el recipiente 103 se llena con gas comprimido a aproximadamente 200 bar, representado por una textura de color gris oscuro. Los recipientes 102 y 103 en la figura 2 están cerrados y sin conexión de fluido a otros elementos debido a que las válvulas están cerradas.

En la figura 2b, el sistema de la figura 1 se representa en un estado que sigue directamente al estado representado en la figura 2a. En la figura 2b, la válvula 700 se ha cerrado después del llenado del recipiente 101 con gas licuado a través de la conexión de suministro 300. En la figura 2b, ambas válvulas 710 y 707 se han abierto, y la válvula 701 se mantuvo abierta, de modo que se abre un circuito entre el recipiente 101 y el evaporador 210. Cuando el sistema está en esta configuración, el primer recipiente a presión 101 está conectado al evaporador 210 para evaporar gas licuado para producir un primer fluido y aumentar la presión en el primer recipiente a presión 101 a una segunda presión. En un ejemplo, la presión del recipiente 101 aumenta de aproximadamente 5 bar a aproximadamente 200 bar durante esta fase, por lo que el gas licuado se convierte progresivamente en gas comprimido por evaporación. En la figura 2b se ha ilustrado una fase gaseosa en el recipiente 101, habiéndose ilustrado la fase gaseosa en una sombra oscura sobre la fase gaseosa licuada ilustrada por líneas discontinuas horizontales. El resto de las válvulas del sistema permanecen cerradas. Durante esta fase, la presión aumenta en el recipiente 101 por evaporación en el evaporador 210.

En la figura 2c, el sistema de la figura 1 se representa en un estado que sigue directamente al estado representado en la figura 2b. En la figura 2c, las válvulas 701, 707 y 710 permanecen abiertas como en la figura 2b, de manera que el gas licuado continúa siendo sometido a evaporación. En la figura 2c, las válvulas 704 y 714 están abiertas para que el fluido presente en el recipiente 101 salga a la segunda presión, por ejemplo, del orden de 200 bar, a través de la conexión para el consumidor 400. En efecto, el primer recipiente 101 está conectado a la conexión para el consumidor 400 a través de un canal 501 de un intercambiador de calor, siendo la segunda presión superior a la presión en la conexión para el consumidor 400. Paralelamente al flujo desde el recipiente 101 y el evaporador 210 hasta la conexión para el consumidor a través del canal de flujo en sentido de la corriente 501 del intercambiador de calor, en el canal de flujo a contracorriente 502 tiene lugar un flujo a contracorriente. El flujo a contracorriente se produce abriendo las válvulas 713 y 716. El segundo recipiente a presión 103 que contiene un segundo fluido, en este ejemplo, gas comprimido a una presión de aproximadamente 200 bar en fase gaseosa, se conecta a un tercer recipiente a presión 102, en este ejemplo, originalmente lleno de gas a una presión de unos 5 bar en fase gaseosa, siendo dicha conexión a través de un canal de flujo a contracorriente 502 del intercambiador de calor, reduciendo el

segundo fluido su temperatura a medida que fluye a través del canal de flujo a contracorriente, por lo que, en este ejemplo, intercambia calor con el fluido que pasa a través del canal 501, siendo la presión en el segundo recipiente 103 superior a la presión en el tercer recipiente 102, pasando el segundo fluido a través del elemento de expansión 600 entre el intercambiador de flujo a contraflujo y el tercer recipiente a presión 102.

En el ejemplo de la figura 2c, existe un primer circuito de fluido en el que un gas licuado a alta presión y baja temperatura aumenta de presión a medida que fluye a través del intercambiador de calor a través del canal 501. La mezcla resultante de líquido y gas a alta presión tiene como objetivo distribuirse a los consumidores a través de la conexión. En paralelo, otro circuito a través del canal de flujo a contracorriente 502 y el elemento de expansión 600 convierte el gas comprimido a alta presión en fase gaseosa en un gas a una presión mucho menor y que puede incluir una fase líquida. Estos dos circuitos de fluido interactúan dentro del intercambiador de calor, por lo que uno de los fluidos aumenta su temperatura y el otro disminuye su temperatura. El fluido que fluye a través del canal de flujo a contracorriente 502 reduce su temperatura, el fluido que fluye a través del canal de flujo en sentido de la corriente 501 aumenta su temperatura. Debe tenerse en cuenta que la terminología canal de flujo a contracorriente y canal de flujo en sentido de la corriente es relativa y que ambos canales son equivalentes, pero contienen flujos que discurren en direcciones opuestas.

En el ejemplo de la figura 2c, el recipiente 101 contiene un fluido que tiene una fase gaseosa comprimida creciente y una fase gaseosa licuada decreciente. Paralelamente, la presión del recipiente 103 se reduce, y el fluido contenido en el recipiente 102 contiene progresivamente una fase de gas licuado mayor, debido a que el gas comprimido del recipiente 103 desciende su temperatura en el intercambiador de calor y su presión en el elemento de expansión 600.

En la figura 2d, el sistema de la figura 1 se representa en un estado que sigue directamente al estado representado en la figura 2c. Las válvulas en la figura 2d se encuentran en la misma posición que en la figura 2c. El cambio se ilustra mostrando que el recipiente 101 ha llegado a una etapa en la que se llena con gas comprimido a alta presión, por ejemplo, de aproximadamente 200 bares, como resultado del aumento de temperatura y presión del gas licuado. El recipiente 102 comprende ahora una mayor proporción de gas licuado y permanece a una presión relativamente baja del orden de 5 bar. El recipiente 103 también se encuentra a baja presión, por ejemplo, contiene gas a una presión de aproximadamente 5 bar. La representación de las diversas fases del fluido en las figuras es simbólica en el sentido de que algunas de las fases pueden entremezclarse y tener una variedad de proporciones.

En la figura 2e, el sistema de la figura 1 se representa en un estado que sigue directamente al estado representado en la figura 2d. Ahora se han cerrado todas las válvulas excepto las válvulas 700 y 702 para ir llenando progresivamente el recipiente 102 con gas licuado hasta alcanzar un nivel de llenado tal como se ilustra en la figura 2f. El llenado puede ser completo o puede ser parcial. Si se comparan las figuras 2f y 2a, se apreciará que las situaciones son equivalentes, pero los recipientes ahora han intercambiado las funciones. Puede ilustrarse este cambio de funciones de manera cíclica en una tabla:

Figura	Contenido del recipiente 101	Contenido del recipiente 102	Contenido del recipiente 103	Comentario
2a	Gas licuado	Gas a baja presión	Gas comprimido	Inicio del ciclo 1
2f	Gas comprimido	Gas licuado	Gas a baja presión	Fin del ciclo 1 e inicio del siguiente ciclo 2
No ilustrado	Gas a baja presión	Gas comprimido	Gas licuado	Fin del ciclo 2 e inicio del siguiente ciclo 3
2a	Gas licuado	Gas a baja presión	Gas comprimido	Fin del ciclo 3 e inicio del siguiente ciclo 4

Tal como se ilustra en la tabla, un ciclo entre recipientes permite suministrar gas comprimido a partir de gas licuado a una red de abastecimiento sin necesidad de una bomba. Si bien las bombas de fluido de baja potencia pueden ayudar a realizar el ciclo de esta descripción, en un ejemplo, el sistema es un sistema sin bomba. Los recipientes a presión repiten las etapas anteriores utilizando una permutación circular entre el primer, el segundo y el tercer recipiente, realizando cada recipiente un ciclo a través de fases sucesivas de suministrarse con gas licuado de acuerdo con la figura 2a para el primer recipiente a presión 101, evaporando gas licuado de acuerdo con la figura 2b para el primer recipiente a presión 101, la conexión para el consumidor de acuerdo con la figura 2c para el primer recipiente a presión 101 y despresurización de acuerdo con la transición entre las figuras 2c y 2d para el segundo recipiente a presión 103. La despresurización debe entenderse como una fase durante la cual la presión disminuye.

Pueden diseñarse numerosos sistemas o circuitos de acuerdo con la descripción. En la figura 3 se ilustra otro ejemplo. El sistema de la figura 3 comprende los elementos del sistema de la figura 1 y, además, comprende un segundo evaporador 2002, estando conectado el segundo evaporador a cada uno de los recipientes a presión 101, 102 y 103. El sistema de la figura 3 permite un ciclo acelerado. En un ejemplo, ambos evaporadores 210 y 220

evaporan el fluido que pasa a través de los mismos utilizando temperatura ambiente. Al utilizar la temperatura ambiente, algunos evaporadores pueden cubrirse de hielo debido a la baja temperatura del gas licuado, lo que reduce el proceso de evaporación. Por ejemplo, añadir otro evaporador ayuda a compensar esta reducción, por ejemplo. Cabe señalar que el término evaporador en esta descripción puede incluir una pluralidad de evaporadores. El evaporador 220 en el sistema de la figura 3 está conectado a su propia válvula 720 que permite controlar selectivamente el uso del evaporador 220.

En la figura 4 se ilustra otro ejemplo de un sistema de acuerdo con la descripción, en el que el sistema comprende un primer evaporador 231, un segundo evaporador 232 y un tercer evaporador 233, estando conectados a cada uno de los recipientes a presión 101, 102 y 103, en este caso respectivamente. Dicha pluralidad de evaporadores puede considerarse termodinámicamente como un solo evaporador. Este diseño incluye unas válvulas 731, 732 y 733, cada una de las cuales corresponde a los respectivos evaporadores 231, 232 y 233. Este diseño permite utilizar menos válvulas que el sistema de la figura 1. De hecho, es posible implementar varios sistemas de acuerdo con esta descripción. El diseño de la figura 4 evita utilizar un evaporador 231, 232 o 233 de manera continua, por lo que el evaporador se conectaría a su respectivo recipiente cuando dicho recipiente se encuentre en un ciclo de tener su contenido pasando de gas licuado a gas comprimido, de manera que el respectivo evaporador puede no utilizarse cuando el respectivo recipiente se encuentra en una parte diferente del ciclo, por ejemplo, cuando su contenido cambia de gas a baja presión a gas comprimido o cuando se está llenando con gas licuado. Dicho uso intermitente de un evaporador puede permitir que dicho evaporador aumente su temperatura para prepararse para un nuevo ciclo, por ejemplo, si se expone a condiciones ambientales y se somete a congelamiento debido a una temperatura por debajo del congelamiento de un gas licuado.

El sistema de la figura 4 se ilustra cuando funciona en las figuras 5a a 5e. En la figura 5a, el recipiente 101 se llena con gas licuado abriendo las válvulas 701 y 700, conectando así la conexión de suministro 300 con el recipiente 101. El recipiente 102 se llena con gas en fase gaseosa a baja presión, por ejemplo 5 bar, y el recipiente 103 con gas comprimido a por ejemplo 200 bar. En la figura 5b, que representa un estado que sigue en el ciclo al estado de la figura 5a, todas las válvulas están cerradas excepto la válvula 731, comenzando así la evaporación del contenido del recipiente 101, aumentando la presión del recipiente 101, reduciendo la fase líquida en el recipiente 101. El estado del sistema de la figura 4 ilustrado en la figura 5b va seguido de un estado ilustrado en la figura 5c, en el que el evaporador 231 continúa evaporando el contenido del recipiente 101, en el que el contenido de mayor presión del recipiente 101 pasa a través de las válvulas abiertas 704, a través del canal de flujo en sentido de la corriente 501 de un intercambiador de calor, a través de la válvula abierta 714 y a una conexión para el consumidor, proporcionando gas comprimido a alta presión, tal como, por ejemplo, aproximadamente 180000 hPa. Paralelamente, las válvulas 702 y 713 quedan abiertas para permitir un flujo de fluido entre el recipiente 103 y el recipiente 102, por lo que el gas comprimido del recipiente 103 reduce su temperatura mientras fluye a través del canal de flujo a contracorriente 502 del intercambiador de calor, reduciendo su presión mientras fluye a través del elemento de expansión 600, y entra en el recipiente 102 con menor presión y temperatura, por ejemplo, comprendiendo una fase de gas licuado. Dichos flujos de fluido ilustrados en la figura 5c conducen a un estado ilustrado en la figura 5d, quedando las válvulas en 5d en las mismas posiciones que en 5c, donde el contenido de los recipientes es tal que el recipiente 103 contiene gas a una presión menor y el recipiente 101 gas comprimido a una presión mayor. 102 se encuentra a menor presión y menor temperatura y puede contener gas licuado. En la figura 5e, que ilustra un estado que sigue al estado de la figura 5d, todas las válvulas están cerradas, excepto las válvulas 700 y 702, lo que permite llenar el recipiente 102 con gas licuado para comenzar un nuevo ciclo, desempeñando ahora el recipiente 102 la función que desempeñó el recipiente 101 en el ciclo anterior.

En la figura 6 se ilustra otro ejemplo de un sistema de acuerdo con la invención. El sistema ilustrado en la figura 6 comprende los elementos del sistema ilustrado en la figura 1, y la segunda salida del intercambiador de calor o la conexión para el consumidor está conectada a la fase gas de los recipientes, a la salida del evaporador 210, a través de una válvula 740. Dicha conexión permite inyectar gas comprimido a los recipientes, aumentando así la temperatura y la presión en el evaporador, por ejemplo, para permitir el restablecimiento del circuito o sistema si el evaporador está saturado de su función y no se evapora con un rendimiento satisfactorio. Dicha conexión podría considerarse en otro punto del circuito.

En la figura 7 se ilustra otro ejemplo de un sistema de acuerdo con la invención. En la figura 7, se ilustra un sistema que comprende los elementos del sistema ilustrado en la figura 1 e incluye, además, un depósito de suministro 104 para el gas licuado, estando conectado el depósito de suministro 104 a los tres recipientes a presión 101, 102 y 103. El depósito de suministro 104 puede haberse llenado con gas licuado procedente de un barco de transporte de gas licuado, por ejemplo. Debe tenerse en cuenta que, en el sistema ilustrado en la figura 7, la conexión de suministro es una conexión unidireccional, lo que significa que desde el sistema hacia el depósito de suministro no fluye fluido. Evitar dicho retorno de fluido a través de una conexión unidireccional evita aumentar innecesariamente la temperatura en el depósito de suministro y minimiza el riesgo de cavitación. En el sistema ilustrado en la figura 7, el sistema incluye, además, una conexión de suministro de gas licuado adicional desde la salida inferior de los recipientes (salida inferior significa una salida del recipiente en el fondo de los recipientes, definiéndose el fondo de

acuerdo con la gravedad) a una conexión para el consumidor adicional 401 a través de una válvula 750. Dicha conexión para el consumidor adicional puede utilizarse, por ejemplo, para llenar medios de transporte de gas licuado, tal como un camión cisterna. Un sistema de acuerdo con esta descripción no solo permitiría proporcionar gas comprimido a partir de gas licuado en una zona remota o en una zona que no disfrute de una conexión eléctrica de alta potencia para una bomba de alta potencia, sino que dicha conexión para el consumidor adicional también permitiría proporcionar gas licuado directamente.

La figura 8 ilustra un procedimiento de regasificación o presurización de acuerdo con la descripción. Dicho procedimiento puede aplicarse a cualquier sistema de acuerdo con la descripción. En este ejemplo, se describe aplicado al sistema ilustrado en la figura 1. La regasificación es el proceso de devolver a una fase gaseosa un gas que ha sido licuado. El procedimiento ilustrado en la figura 8 comprende, en la etapa 801, suministrar gas licuado a un primer recipiente a presión, tal como 101, estando el recipiente a presión 101 a una primera presión. La etapa 802 ilustra la conexión del primer recipiente a presión 101 al evaporador 210 para evaporar gas licuado para producir un primer fluido y aumentar la presión en el primer recipiente a presión a una segunda presión. La etapa 803 ilustra la conexión del primer recipiente a presión 101 a la conexión para el consumidor 400 a través de un canal 501 de un intercambiador de calor, elevando su temperatura el primer fluido a medida que fluye a través del canal 501, siendo la segunda presión mayor que la presión en la conexión para el consumidor 400. La etapa 804 ilustra la conexión de un segundo recipiente a presión 103 que contiene un segundo fluido a un tercer recipiente a presión 102 a través de un canal de flujo a contracorriente 502 del intercambiador de calor, reduciendo su temperatura el segundo fluido a medida que fluye a través del canal de flujo a contracorriente 502, siendo la presión en el segundo recipiente a presión 103 mayor que la presión en el tercer recipiente a presión 102, pasando el segundo fluido a través de un elemento de expansión 600 entre el intercambiador de flujo a contracorriente y el tercer recipiente a presión 102. En un ejemplo, el gas licuado comprende gas natural líquido criogénico y el primer fluido comprende gas natural comprimido.

La figura 9 ilustra un procedimiento para modificar cíclicamente la presión en un recipiente a presión de acuerdo con esta descripción. Este procedimiento puede aplicarse a cualquier recipiente descrito en la presente descripción. Se ilustra aquí utilizando el sistema mostrado en la figura 1. El procedimiento consiste en repetir las siguientes etapas en un ciclo proporcionando, en la etapa 901, un suministro unidireccional 300 de gas licuado en el recipiente a presión 101, estando el recipiente a presión 101 a una primera presión; evaporar, en la etapa 902, el gas licuado dispuesto en el primer recipiente a presión 101, elevar la presión del recipiente a presión 101 a una segunda presión, evacuándose el contenido del primer recipiente a presión 101 desde el recipiente a presión 101 a una conexión para el consumidor 400 a través de un intercambiador de calor, siendo la segunda presión superior a la presión de la conexión para el consumidor; reducir, en la etapa 903, la presión del recipiente a presión 101 a una tercera presión conectando el recipiente a presión 101 a otro recipiente a presión 103 a través de un flujo a contracorriente 502 del intercambiador de calor y a través de un elemento de expansión 600, conteniendo el otro recipiente a presión 103 un fluido a baja presión, teniendo el fluido a baja presión una presión baja inferior a la primera presión, estando situado el elemento de expansión 600 entre el intercambiador de calor y el otro recipiente a presión 103. En este ejemplo, las etapas 901, 902 y 903 se repiten en ciclo. En un ejemplo, las etapas se implementan abriendo y cerrando válvulas, introduciendo las válvulas pérdidas de presión. En otro ejemplo, las etapas se implementan utilizando una bomba además de válvulas. En un ejemplo, el recipiente a presión 101 se llena con gas licuado proporcionando un suministro unidireccional de gas licuado en el recipiente a presión 101, evitando así el retorno de fluido a un depósito de suministro o red de suministro. En un ejemplo, la primera presión es inferior a 6 bar y la presión de conexión para el consumidor es superior a 200 bar.

La figura 10 es una representación esquemática de otro ejemplo de un sistema de acuerdo con la presente descripción. Este ejemplo comprende los elementos de la figura 1 así como una entrada adicional o conexión de suministro adicional 402 conectada a un canal adicional 503 del intercambiador de calor a través de una válvula adicional 718. Dichos elementos adicionales permiten, por ejemplo, un suministro adicional de gas licuado a presión comprime gas o una mezcla de estos en el sistema con el fin de enfriar dicho suministro adicional. El citado suministro adicional enfriado se dirige hacia el elemento de expansión 600. El enfriamiento de este suministro adicional tiene lugar al fluir a través del canal adicional 503, que es un canal de flujo a contracorriente que participa en el intercambio de calor de manera similar al canal de flujo a contracorriente 502. Un posible uso de dicho suministro adicional sería para vehículos propulsados exclusiva o parcialmente por gas licuado o comprimido como combustible que deberían expulsar parte de dicho combustible debido, por ejemplo, a una presión elevada en los depósitos que contienen dicho combustible. Dicho uso no solo evitaría la liberación de combustible a la atmósfera, sino que también permitiría reciclar dicho combustible utilizando el sistema de esta descripción. Si bien dicho suministro adicional se ilustra en el contexto del sistema de la figura 1, dicho suministro adicional también puede proporcionarse en el contexto de otro sistema de acuerdo con esta descripción. Dicho suministro adicional puede ser controlado por una válvula tal como la válvula 718 que puede abrir o cerrar dicho suministro adicional. Si se utiliza, dicho suministro adicional pasaría a través del elemento de expansión 600 que convierte el gas comprimido a alta presión en fase gaseosa en un gas a una presión mucho más baja y que puede incluir una fase líquida. Este suministro adicional, por lo tanto, participa en el procedimiento para modificar cíclicamente la presión de acuerdo con

esta descripción. En un ejemplo, el suministro adicional 402 de gas licuado a presión, gas comprimido o mezcla de éstos, se encuentra a una temperatura que oscila entre 90 y 110 grados centígrados y a una presión de más de 13 bar o más de 14 bar o más de 15 bar.

5 La figura 11 es una representación esquemática de otro ejemplo del sistema de acuerdo con la presente descripción. Este ejemplo comprende los elementos de la figura 3, reemplazando funcionalmente el segundo evaporador 220 por un canal de flujo en sentido de la corriente adicional 504 en el intercambiador de calor. En otras palabras, el intercambiador de calor comprende un canal de flujo en sentido de la corriente adicional 504 que interconecta directa y selectivamente cada recipiente a presión con cada uno de los demás recipientes a presión. Dicho canal de flujo en sentido de la corriente adicional 504 funciona de manera similar al canal de flujo en sentido de la corriente 501 por lo que el gas que pasa a través de este canal se calienta. Este canal de flujo en sentido de la corriente adicional es una alternativa a un evaporador que participa en el funcionamiento del intercambiador de calor. Si bien dicha alternativa se representa en base a la representación esquemática del sistema de la figura 3, dicho canal de flujo en sentido de la corriente adicional puede estar comprendido en otros sistemas de acuerdo con esta descripción incluyendo, por ejemplo, el sistema de la figura 10, lo que da lugar a un sistema que comprende dos canales de flujo y dos canales de flujo a contracorriente. Dicho canal de flujo en sentido de la corriente adicional 504 puede ser operado selectivamente por una válvula tal como la válvula 721 que puede estar abierta, cerrada o parcialmente abierta como las otras válvulas del sistema de esta descripción. Dicho canal de flujo en sentido de la corriente adicional 504 puede servir para aliviar el funcionamiento de un evaporador tal como el evaporador 210, por ejemplo, si dicho evaporador tiene que recuperar una temperatura más cercana a la temperatura ambiente, por ejemplo, si dicho evaporador está cubierto de hielo debido a que ha alcanzado una temperatura muy por debajo de la temperatura ambiente. Además de aliviar el funcionamiento de un evaporador, dicho canal de flujo en sentido de la corriente adicional participa en el funcionamiento del intercambiador de calor de acuerdo con los procedimientos de esta descripción.

25 Las válvulas pueden ser operadas manualmente o a través de un sistema de control, el cual puede comprender elementos electromecánicos o elementos electrónicos. El control puede tener lugar con un controlador, comprendiendo el controlador un procesador y almacenamiento de datos, comprendiendo el almacenamiento de datos un conjunto de instrucciones legibles por una máquina para operar las válvulas de acuerdo con esta descripción. En ejemplos de acuerdo con esta descripción, cada válvula puede interconectar directa y selectivamente elementos de esta descripción. Una conexión directa puede ser a través de tuberías entre la válvula y cada elemento. Una conexión selectiva puede estar completamente abierta a través de una válvula y tuberías, puede estar completamente cerrada o puede estar parcialmente abierta. En algunos ejemplos, las válvulas pueden interconectar elementos de esta descripción indirectamente, por lo que pueden insertarse otros elementos entre una válvula y un elemento interconectado. Un ejemplo de ese otro elemento es un filtro.

35 La descripción anterior se ha presentado para ilustrar y describir determinados ejemplos. Se han descrito diferentes conjuntos de ejemplos; éstos pueden aplicarse individualmente o en combinación, a veces con un efecto sinérgico. Esta descripción no pretende ser exhaustiva ni limitar estos principios a ninguna forma precisa descrita. Son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de la enseñanza anterior. Debe entenderse que cualquier característica descrita en relación con cualquier ejemplo puede utilizarse sola o en combinación con otras características descritas, y también puede utilizarse en combinación con cualquier característica de cualquier otro de los ejemplos, o cualquier combinación de cualquier otro de los ejemplos siempre que queden cubiertos por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de presurización para modificar cíclicamente la presión en un primer, un segundo y un tercer recipiente, comprendiendo el procedimiento repetir las siguientes etapas en un ciclo:
- 5 a- suministrar gas licuado a través de un suministro unidireccional (300) al primer recipiente a presión (101), estando el primer recipiente a presión (101) a una primera presión,
 b- conectar el primer recipiente a presión (101) a un evaporador (210) para evaporar gas licuado para producir un primer fluido y aumentar la presión del primer recipiente a presión (101) a una segunda presión,
 10 c- conectar el primer recipiente a presión (101) a una conexión para el consumidor (400) a través de un canal (501) de un intercambiador de calor, aumentando su temperatura el primer fluido a medida que fluye a través del canal (501), siendo la segunda presión mayor que una presión en la conexión para el consumidor (400),
 d- conectar el segundo recipiente a presión (103) que contiene un segundo fluido al tercer recipiente a presión (102) a través de un canal de flujo a contracorriente (502) del intercambiador de calor, reduciendo el segundo fluido su temperatura a medida que fluye a través del canal de flujo a contracorriente (502), siendo la presión en el segundo recipiente a presión (103) mayor que la presión del tercer recipiente a presión (102), pasando el segundo fluido a través de un elemento de expansión (600) entre el intercambiador a contracorriente y el tercer recipiente a presión (102),
 15 e- repetir las etapas anteriores utilizando una permutación circular entre el primer, el segundo y el tercer recipiente, realizando cada recipiente un ciclo a través de fases sucesivas de suministrarse con gas licuado, evaporación de gas licuado, conexión para el consumidor y despresurización.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el gas licuado comprende gas natural líquido criogénico y el primer fluido comprende gas natural licuado a presión o bien gas natural comprimido.
- 25 3. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que las etapas se implementan abriendo y cerrando unas válvulas, introduciendo las válvulas pérdidas de presión.
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la primera presión es inferior a 6 bar.
5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la segunda presión es superior a 200 bar.
- 35 6. Sistema para proporcionar un gas licuado a presión o gas comprimido, estando configurado el sistema para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el sistema:
- 40 una conexión de suministro (300) para el suministro de gas licuado;
 tres recipientes a presión (101, 102, 103), un evaporador (210) y un intercambiador de calor;
 una conexión para el consumidor (400) conectada al intercambiador de calor;
 unas válvulas que interconectan el recipiente a presión (101, 102, 103) con la conexión de suministro (300), con el evaporador (210), y con el intercambiador de calor;
 45 un elemento de expansión (600), y
- el intercambiador de calor es un intercambiador de calor de flujo a contracorriente que tiene dos entradas y dos salidas, estando conectadas dos entradas y una primera salida a los recipientes a presión (101, 102, 103), estando situado el elemento de expansión entre la primera salida y los recipientes a presión, estando conectada la segunda salida a la conexión para el consumidor.
- 50 7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende, además, un segundo evaporador (220), estando conectado el segundo evaporador (220) a cada uno de los recipientes a presión (101, 102, 103).
8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende un segundo (232) y un tercer (233) evaporador, estando conectado cada evaporador (231, 232, 233) a un recipiente a presión respectivo (101, 102, 103).
- 55 9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que el evaporador (210) está conectado a la segunda salida del intercambiador de calor a través de una válvula.
- 60 10. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el elemento de expansión (600) comprende una válvula Joule-Thomson.

ES 2 923 120 T3

11. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye una conexión de suministro de gas licuado adicional a una conexión para el consumidor adicional (401).
- 5 12. Sistema v cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la conexión de suministro (300) es una conexión unidireccional.
13. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el sistema es un sistema sin bomba.
- 10 14. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el sistema comprende, además, una conexión de suministro adicional (402) conectada al elemento de expansión (600) a través de un canal de flujo a contracorriente adicional (503) del intercambiador de calor.
- 15 15. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el intercambiador de calor comprende un canal de flujo en sentido de la corriente adicional (504) que interconecta directa y selectivamente cada recipiente a presión con cada uno de los demás recipientes a presión.

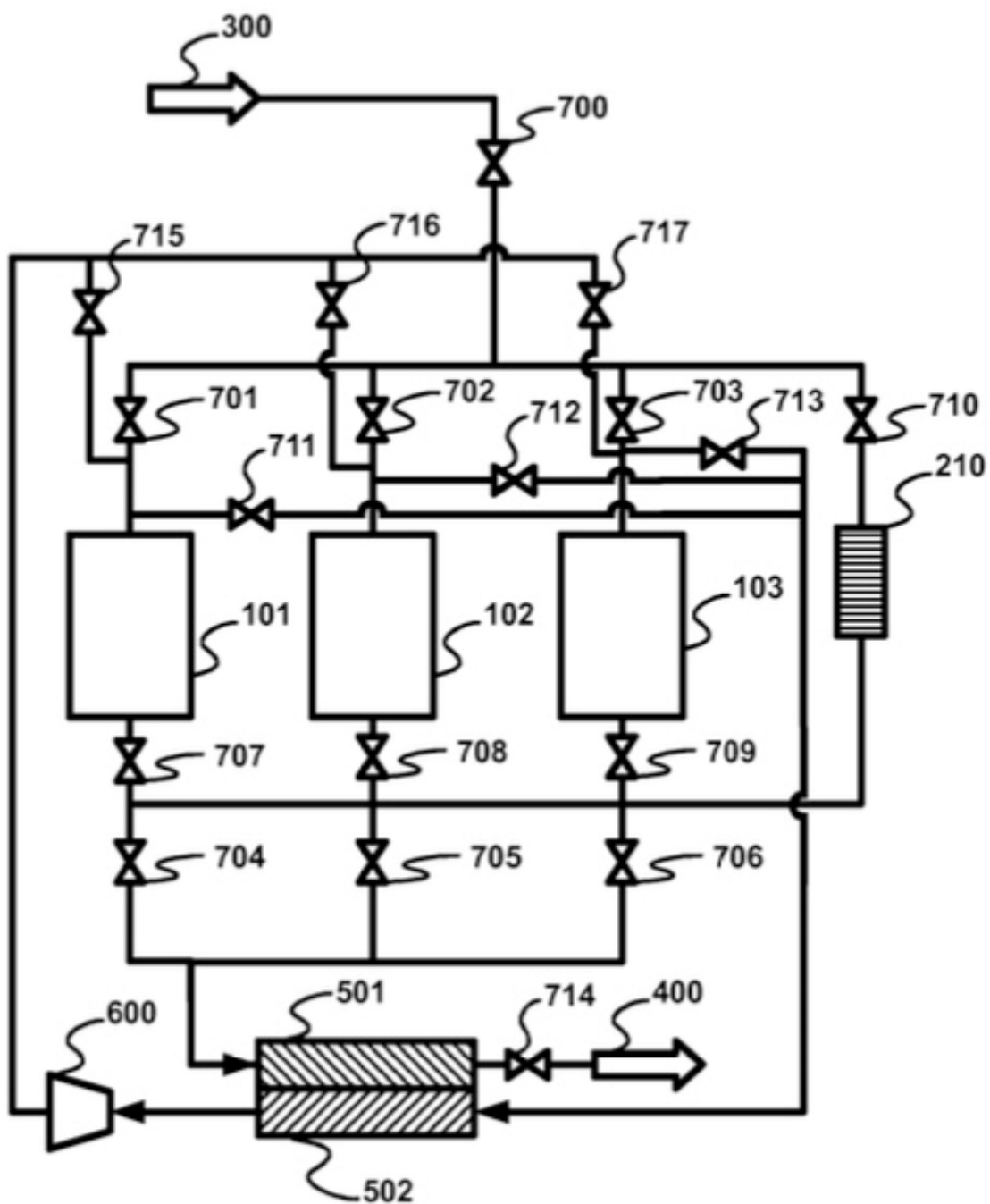


FIG. 1

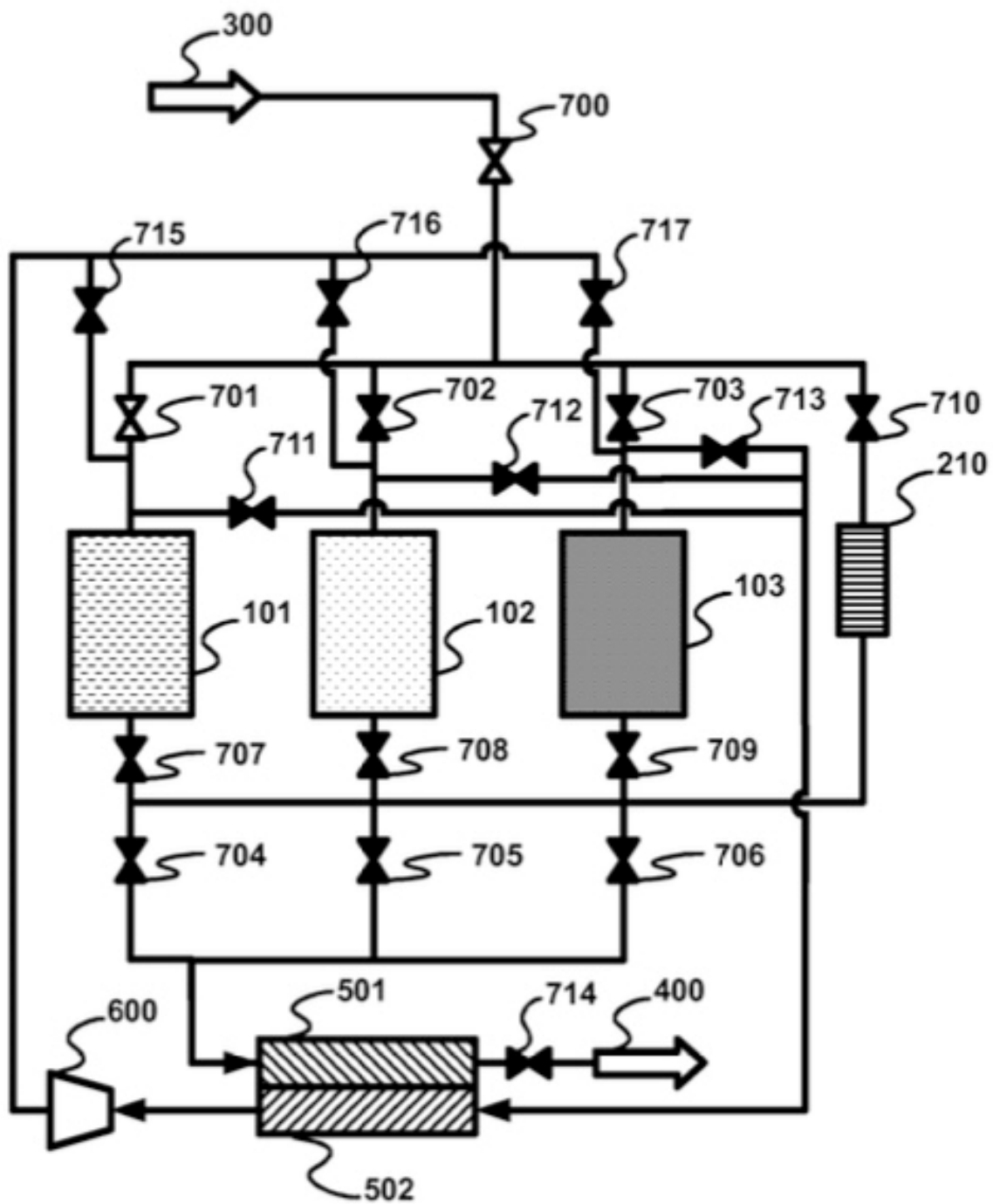


FIG. 2a

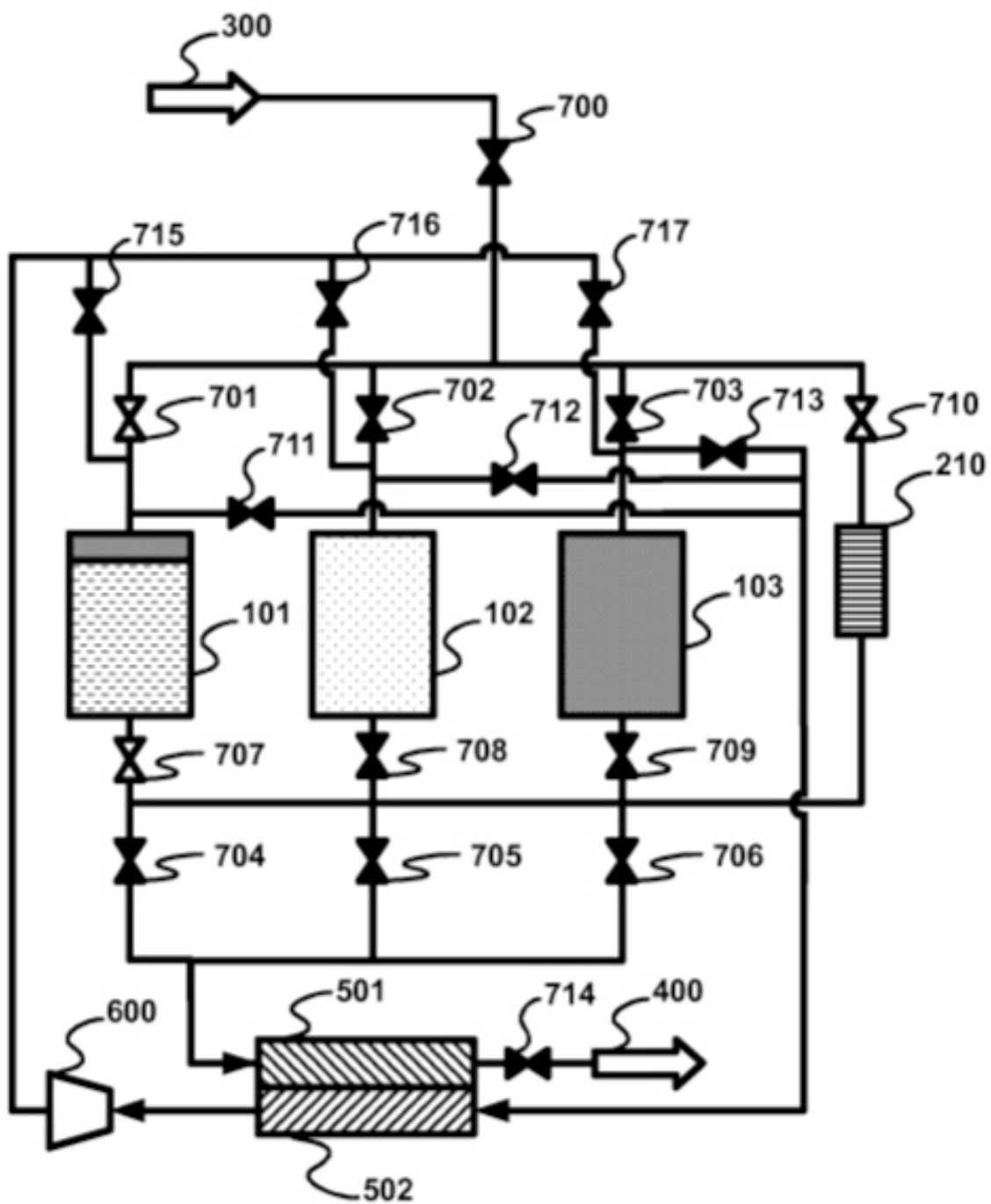


FIG. 2b

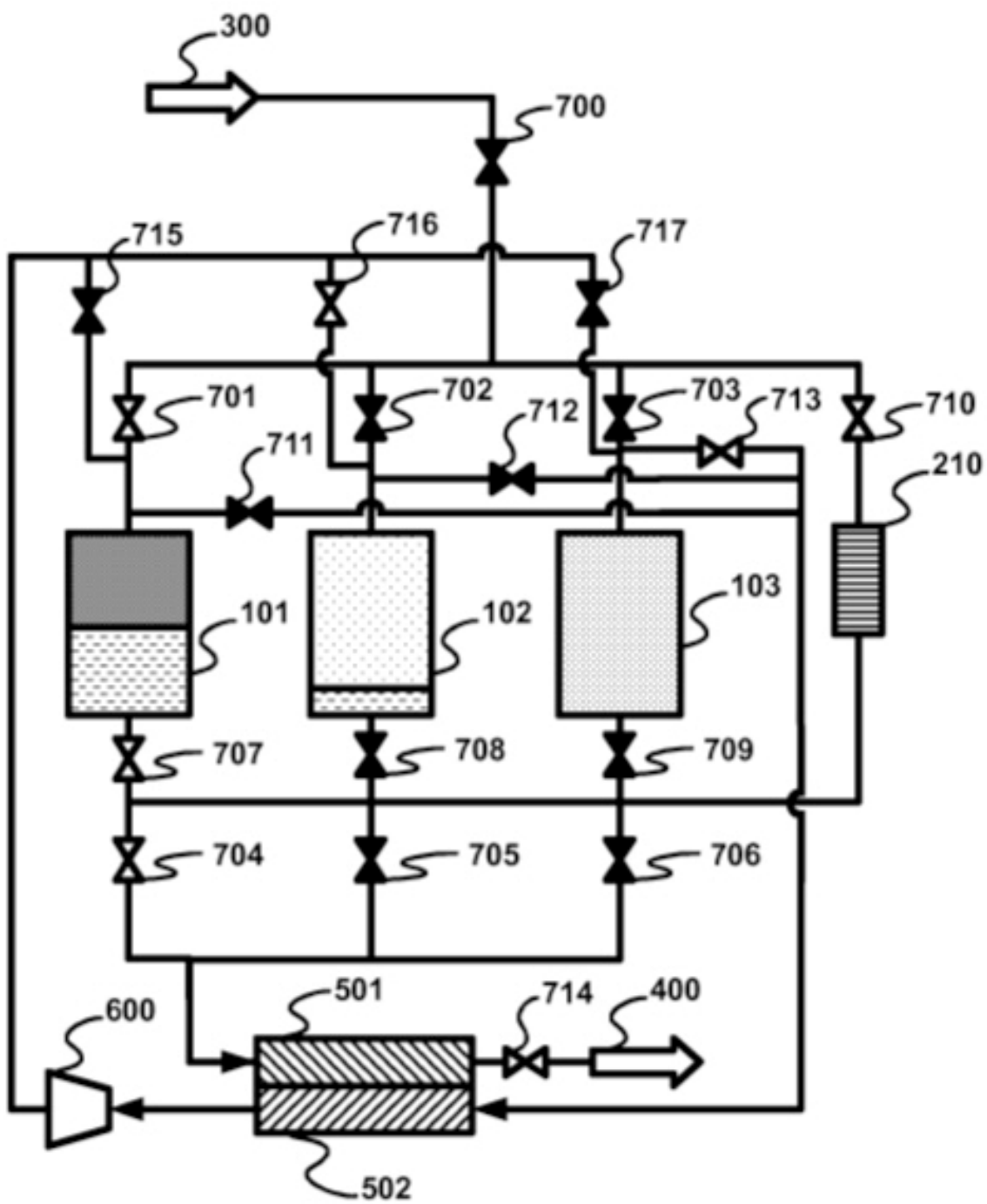


FIG. 2c

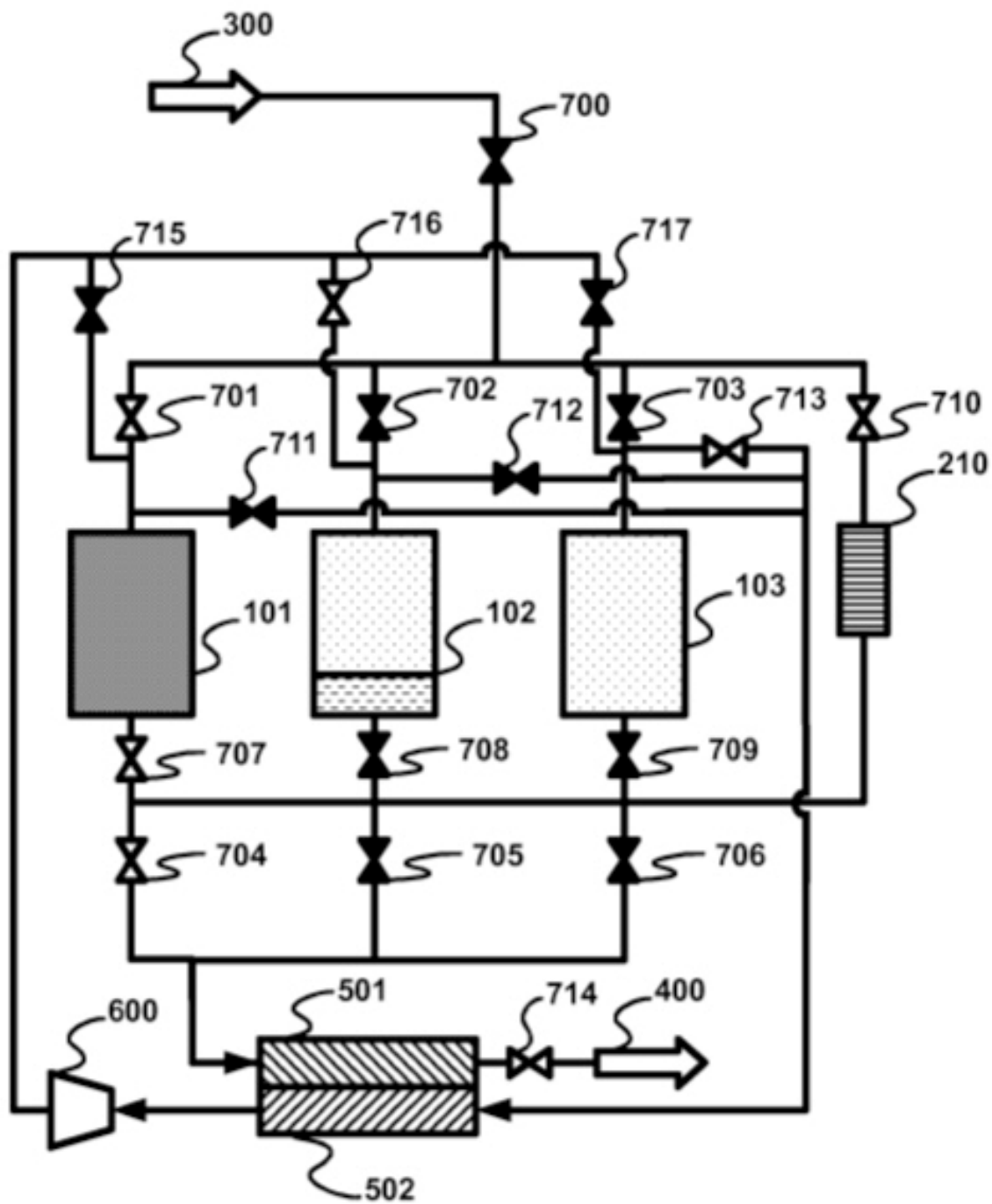


FIG. 2d

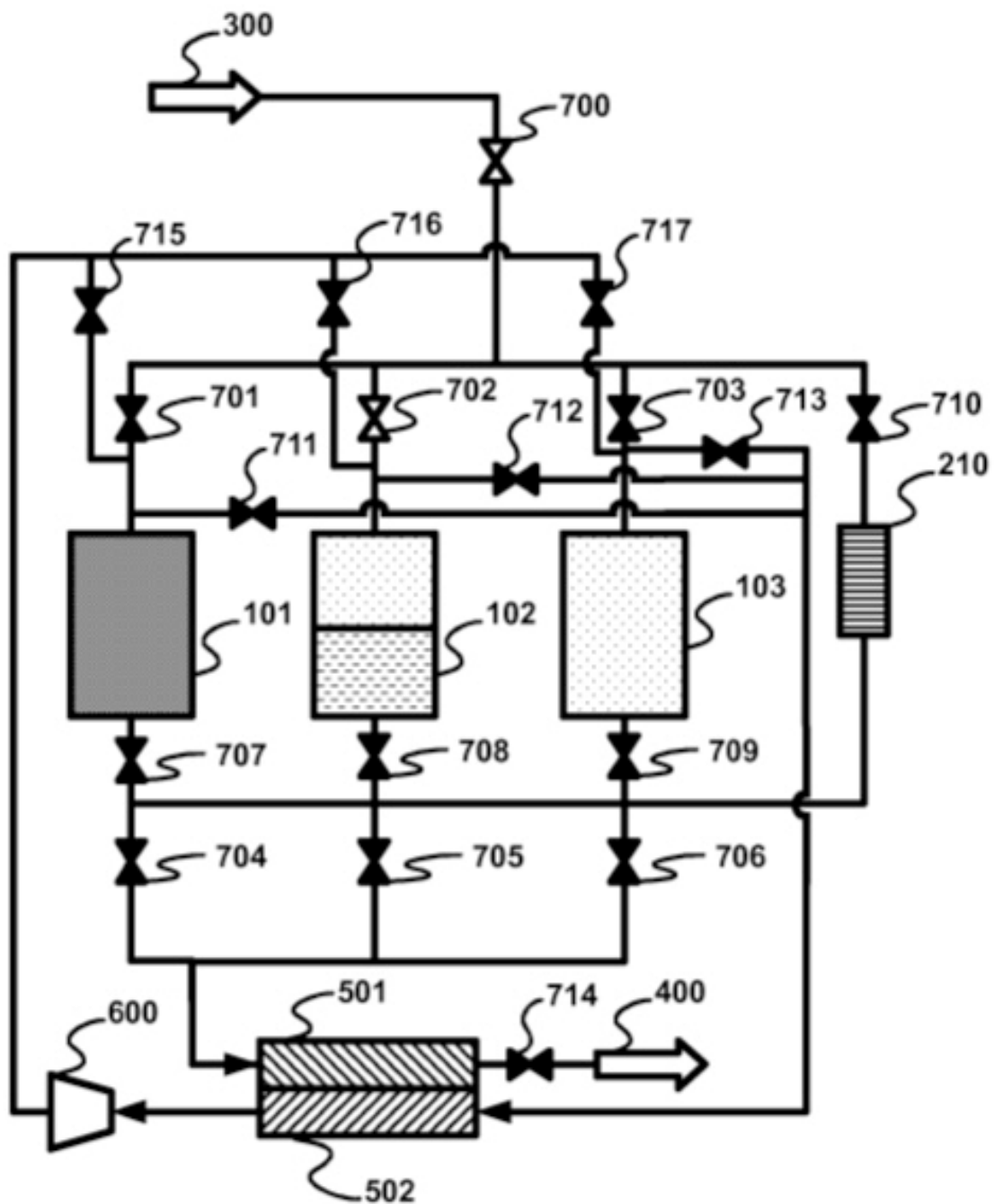


FIG. 2e

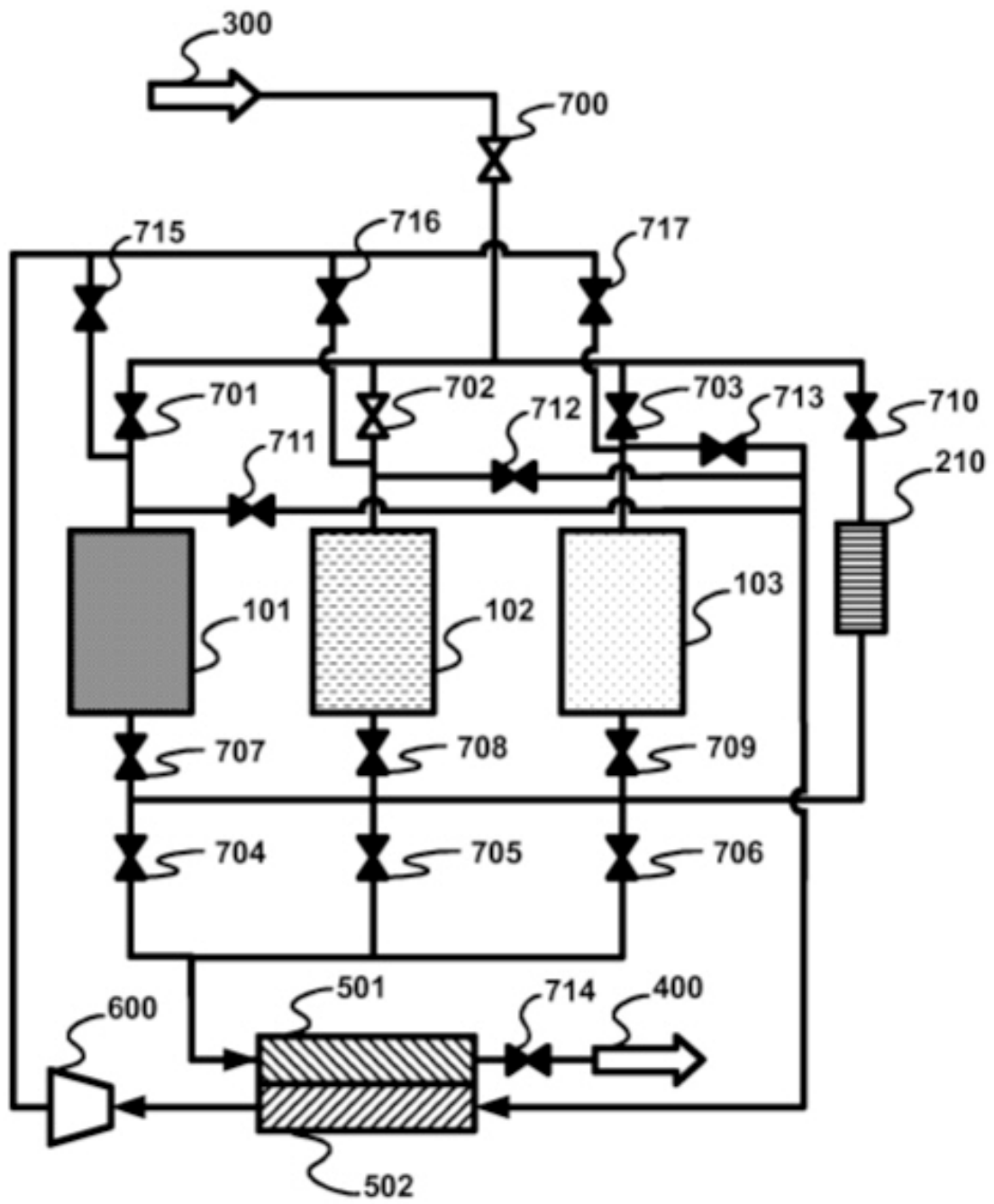


FIG. 2f

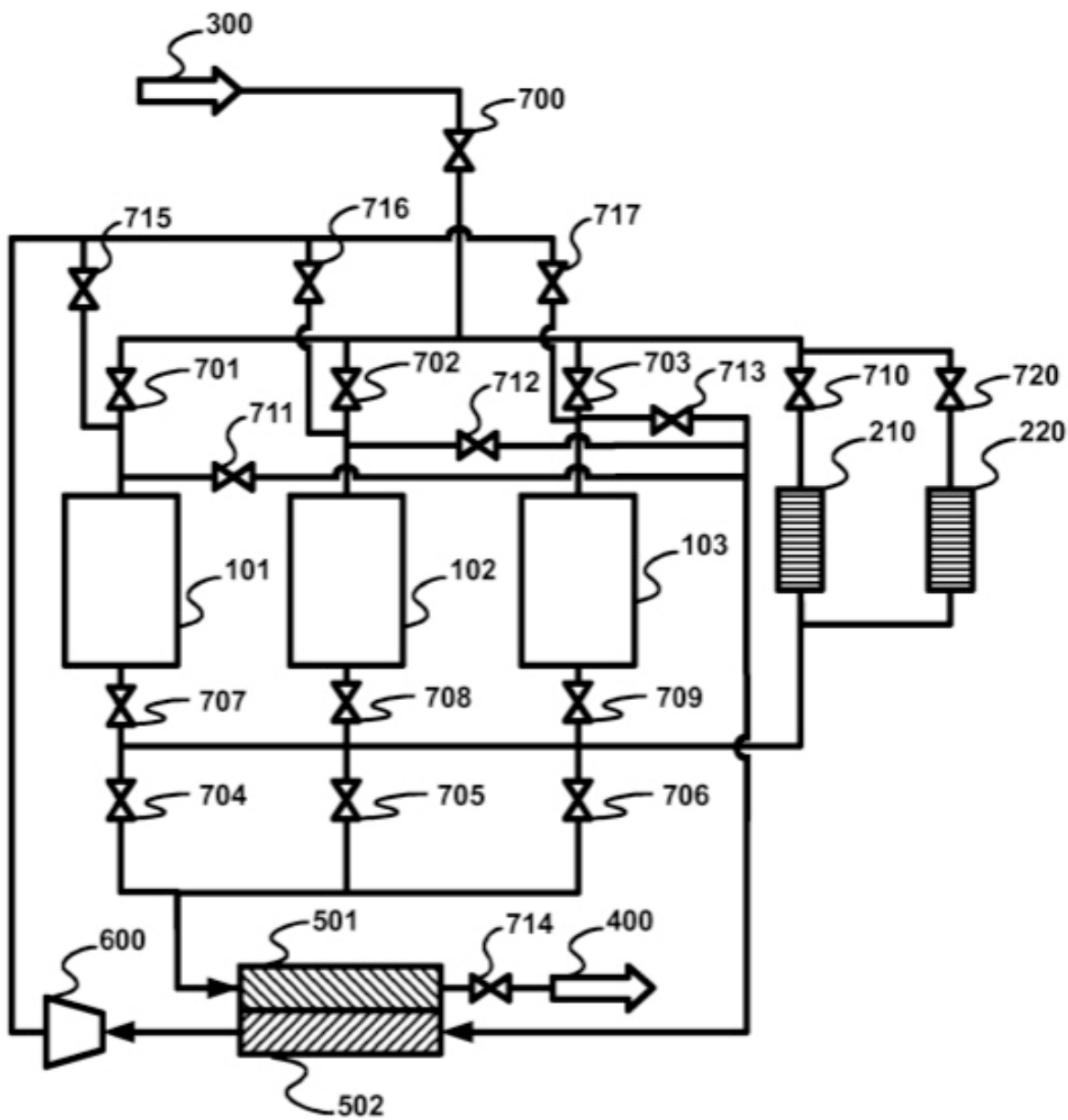


FIG. 3

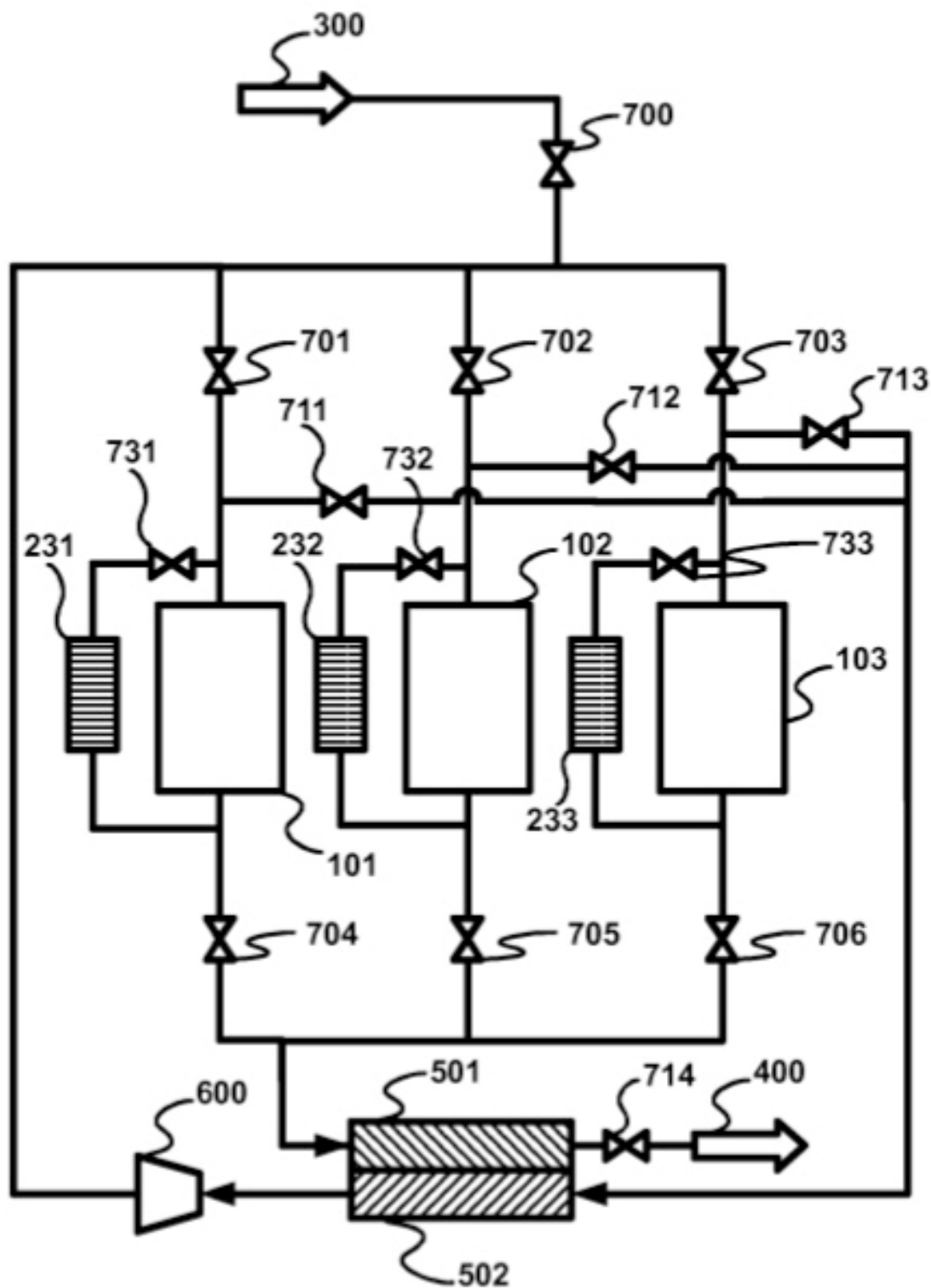


FIG. 4

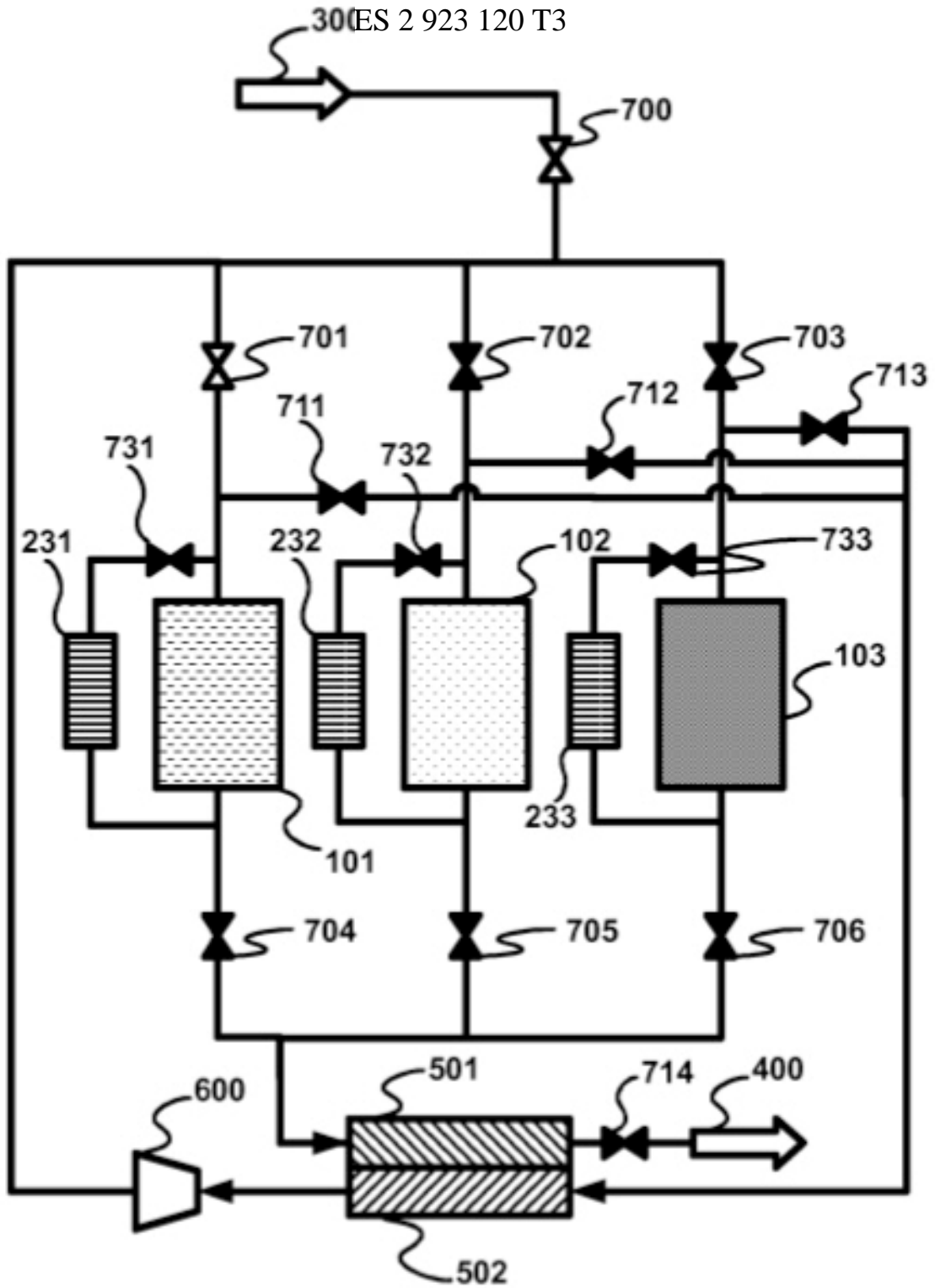


FIG. 5a

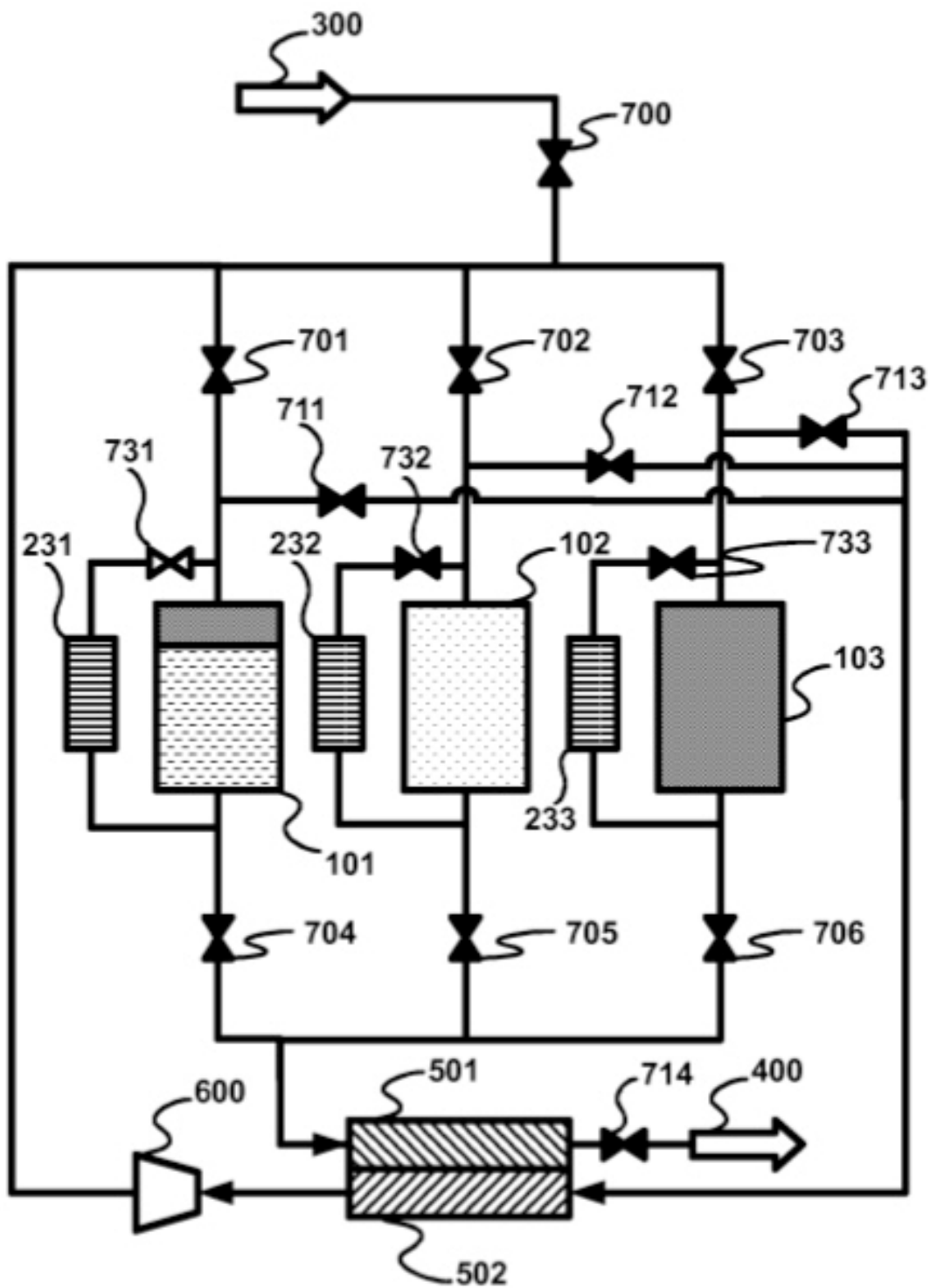


FIG. 5b

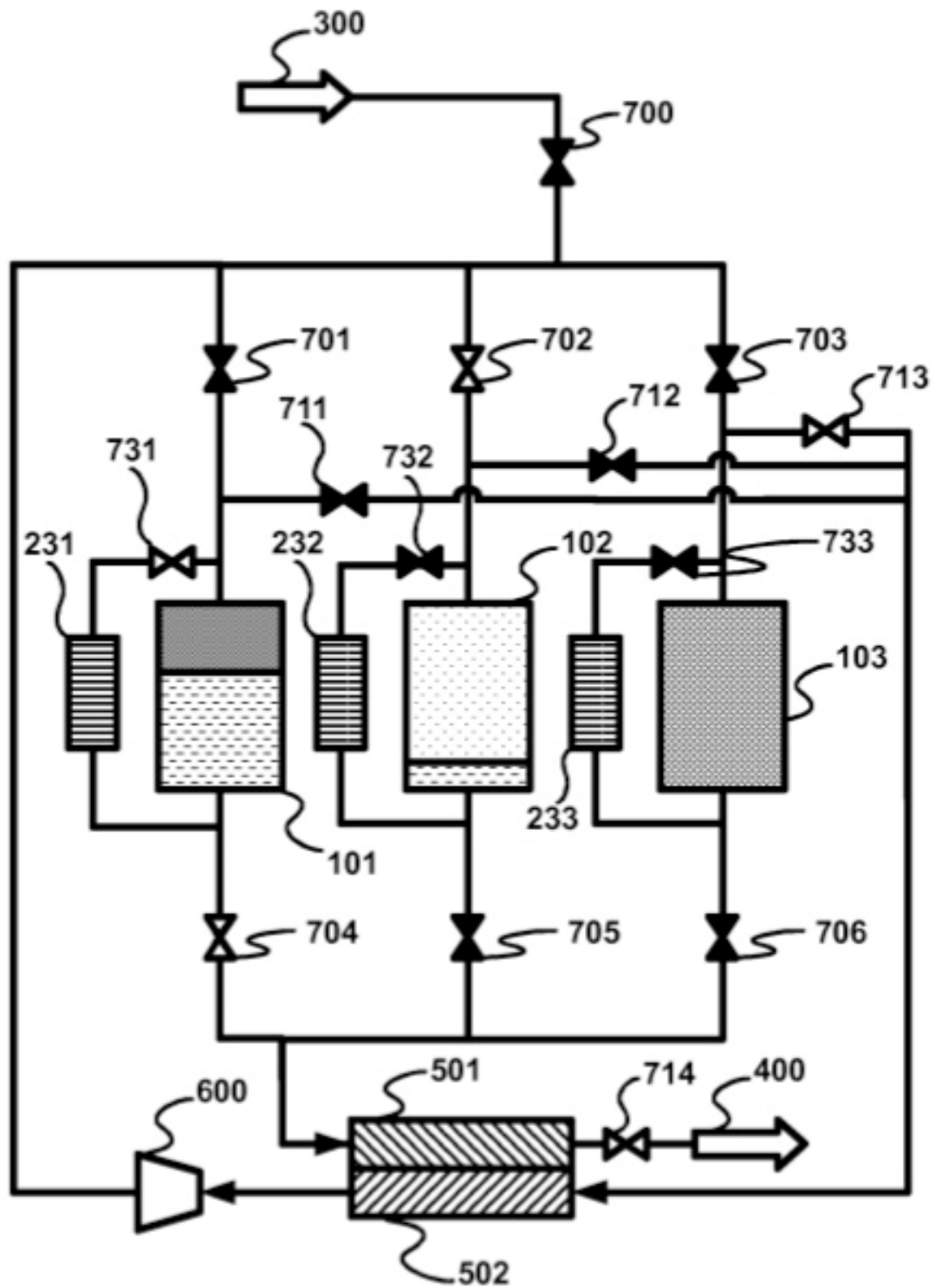


FIG. 5c

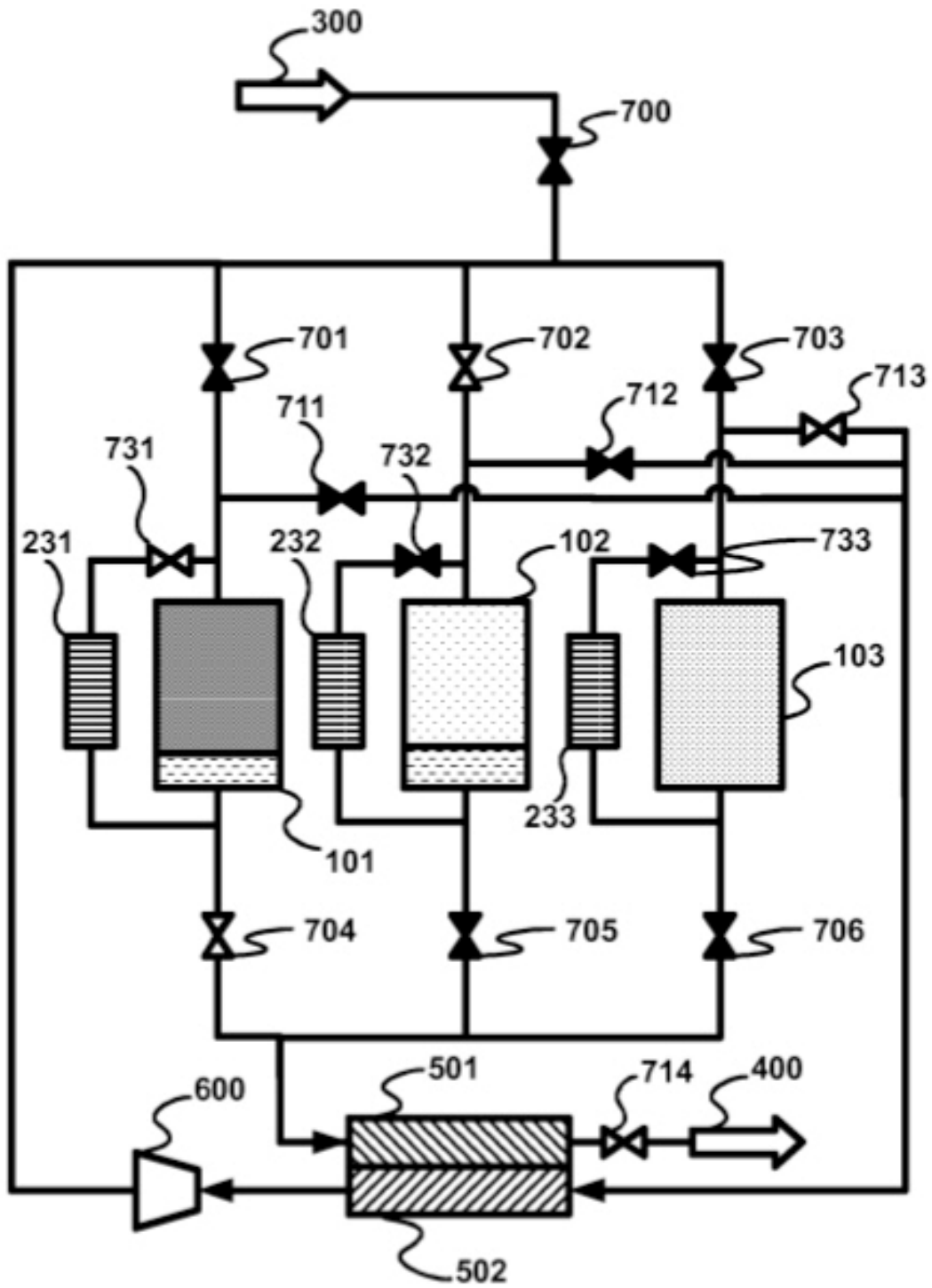


FIG. 5d

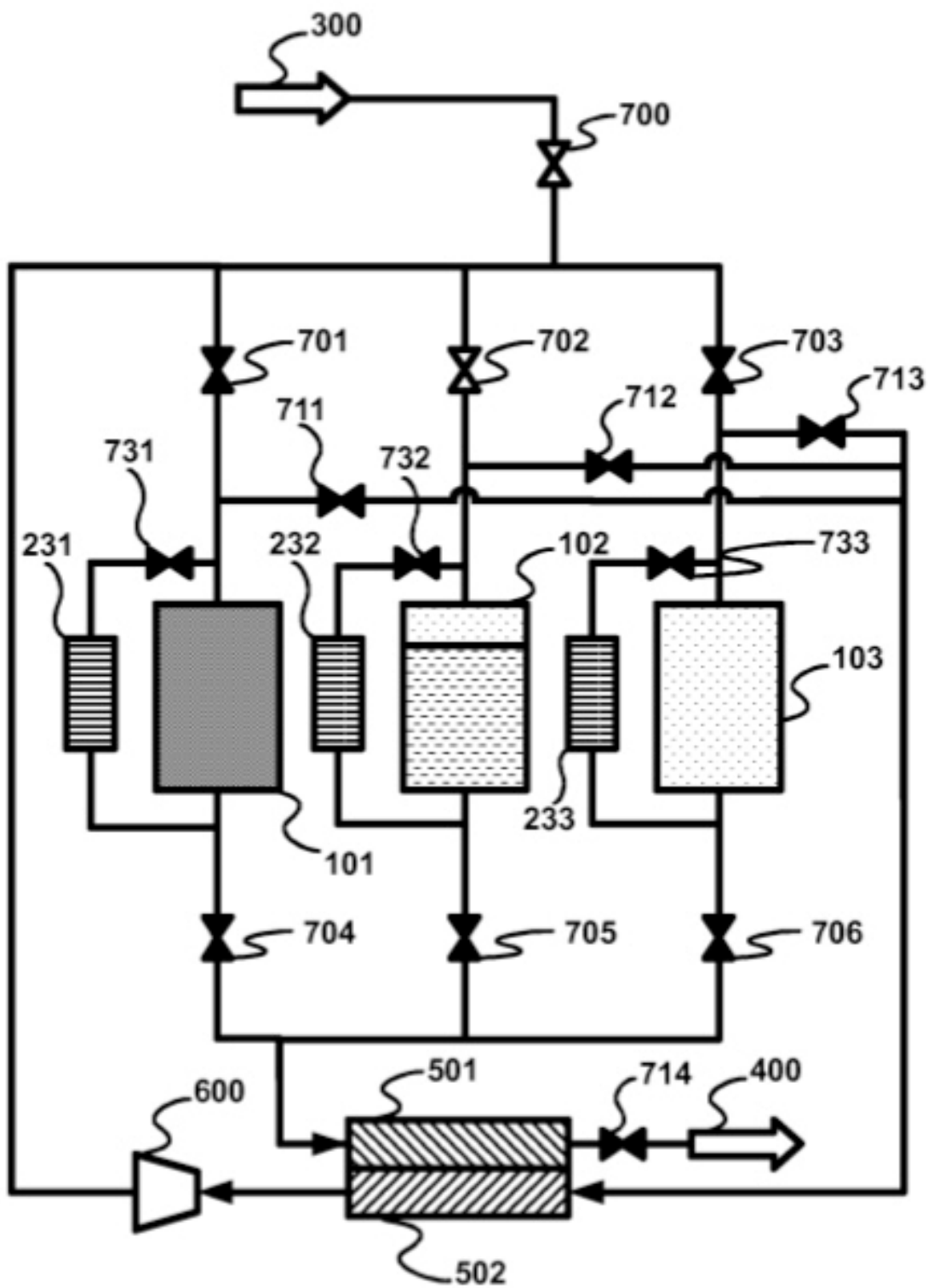


FIG. 5e

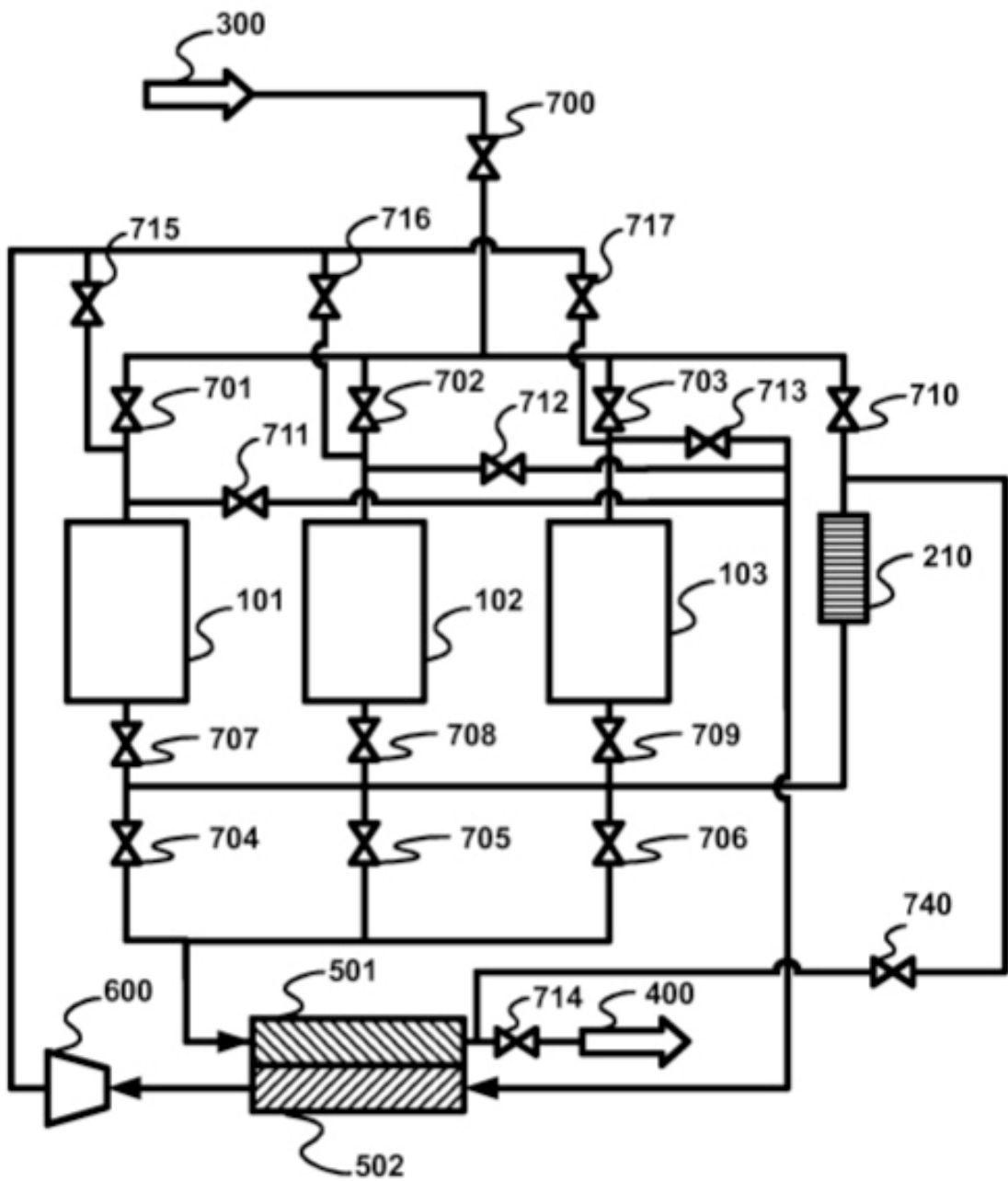


FIG. 6

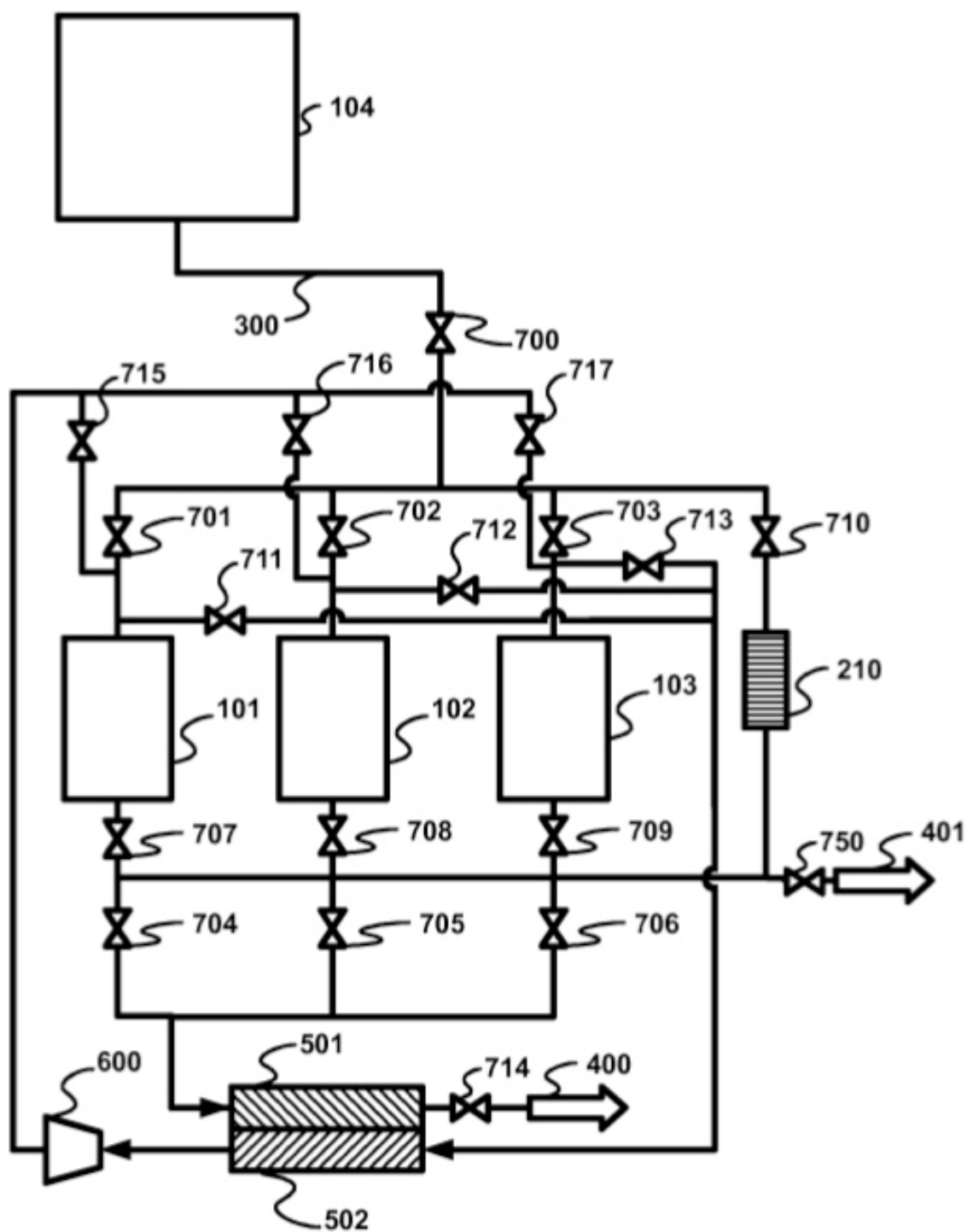


FIG. 7

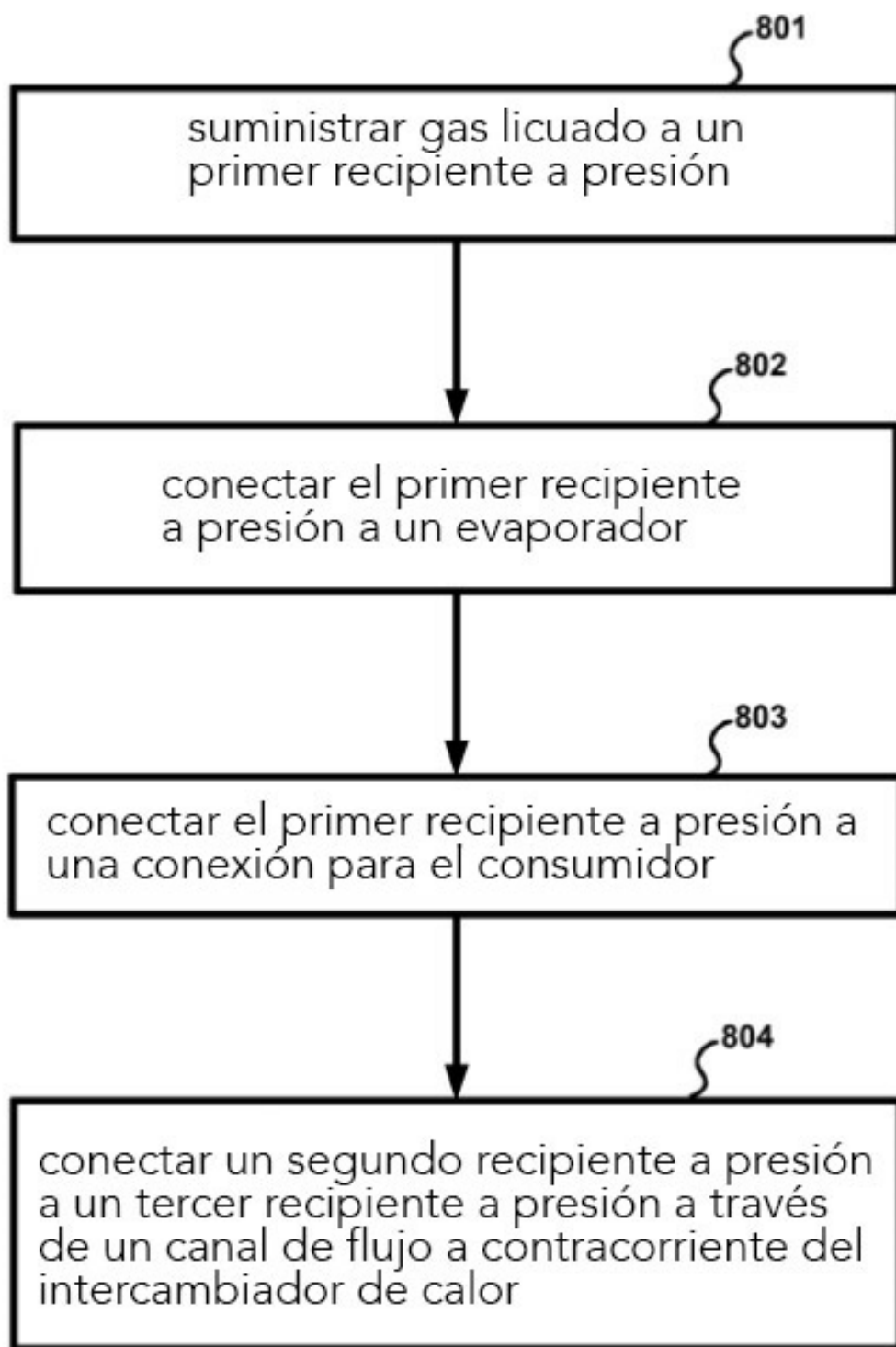


FIG. 8

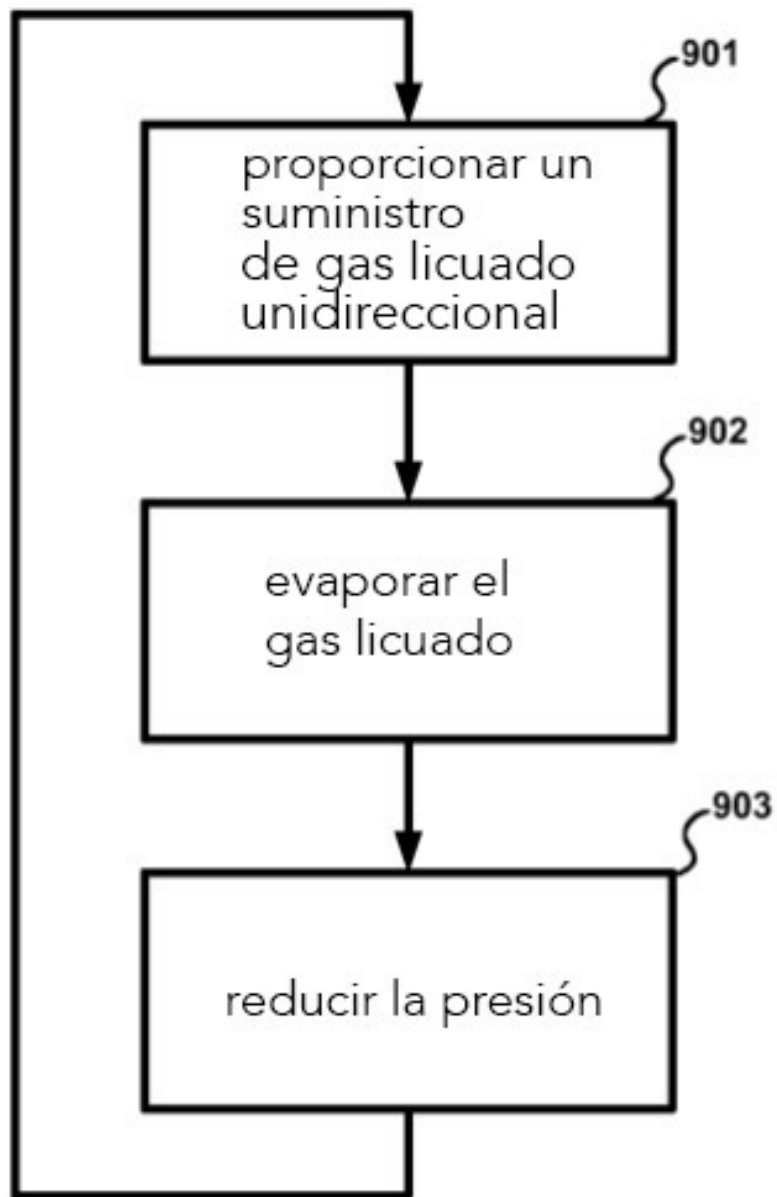


FIG. 9

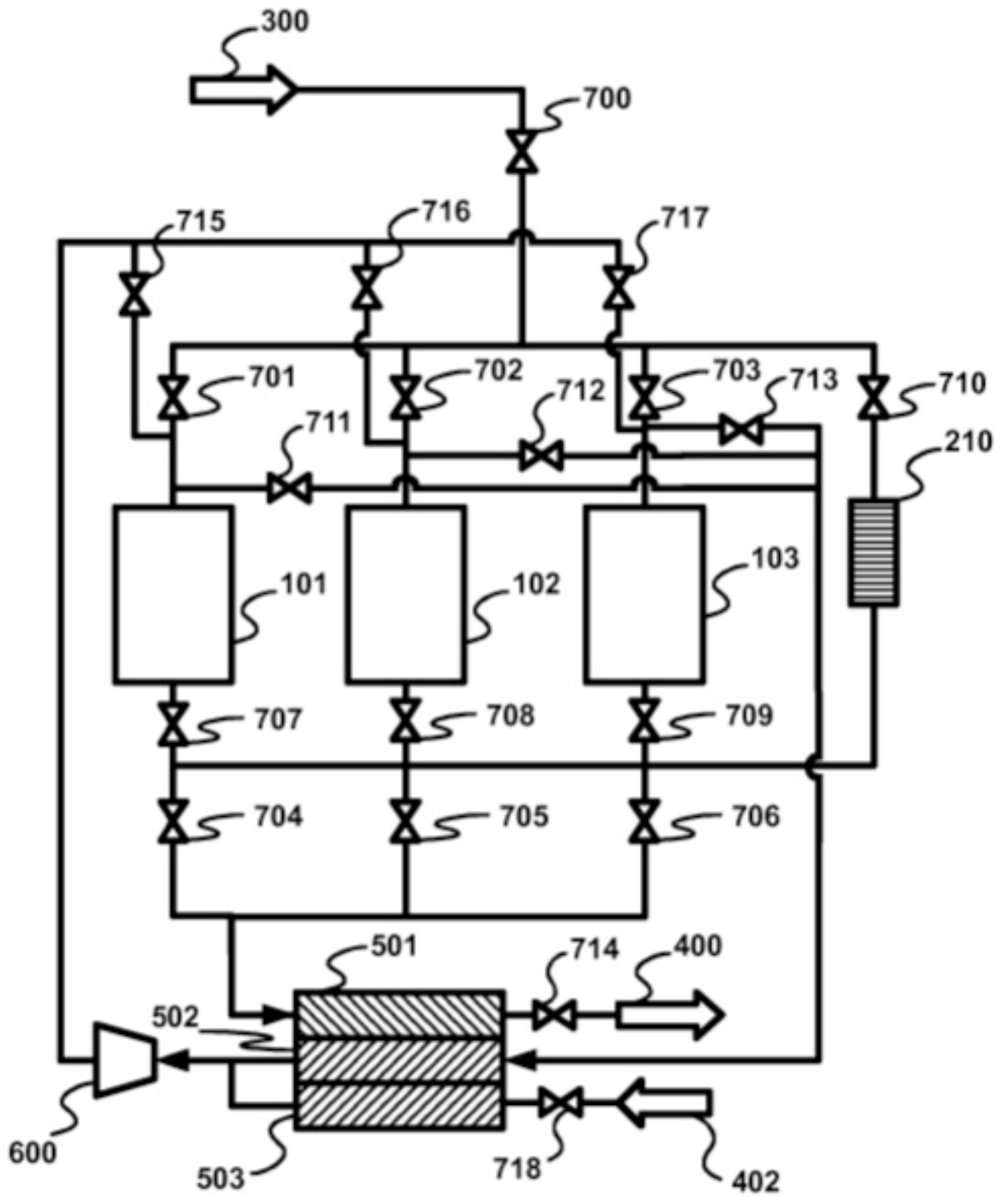


FIG. 10

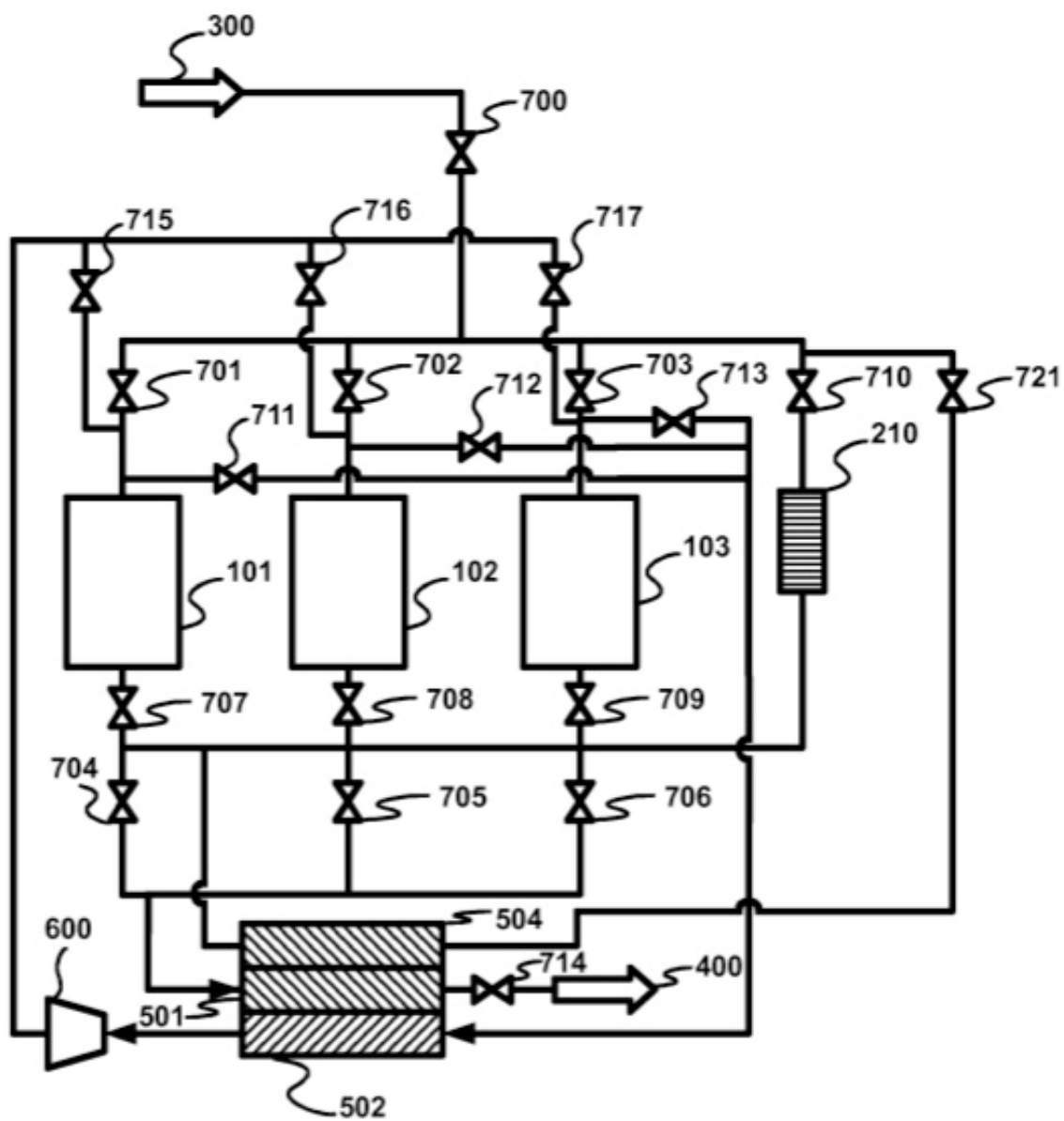


FIG. 11