

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 237**

51 Int. Cl.:

F17C 7/04 (2006.01)

F17C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2021** **E 21168448 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2024** **EP 3896328**

54 Título: **Sistema de distribución de gas con gestión de presión y calor en tanque**

30 Prioridad:

14.04.2020 US 202063009614 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2024

73 Titular/es:

CHART INC. (100.0%)
2200 Airport Industrial Drive, Suite 100
Ball Ground, GA 30107, US

72 Inventor/es:

KONFRST, LUKAS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 973 237 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

Sistema de distribución de gas con gestión de presión y calor en tanque

5 Reivindicación de la prioridad

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de provisional estadounidense n.º 63/009.614, presentada el 14 de abril de 2020.

10 Campo de la divulgación

La presente divulgación se refiere en general a sistemas de almacenamiento y suministro criogénicos para proporcionar gas a un dispositivo o proceso de uso y, más particularmente, proporcionar gas a un dispositivo o proceso de uso mientras se gestiona el calor y la presión en el tanque criogénico.

15 Antecedentes

Los tanques criogénicos son una forma eficiente de almacenar fluidos criogénicos para su uso como gases. El gas se almacena normalmente en un estado licuado porque ocupa un volumen mucho más pequeño. El gas natural licuado, por ejemplo, ocupa aproximadamente 1/600^{ésima} parte del espacio como líquido en comparación con el estado gaseoso. La regulación de temperatura y presión de los tanques criogénicos es extremadamente importante. El gas licuado se almacena en tanques criogénicos aislados debido a los requisitos de baja temperatura y, por lo general, a presiones más bajas. Asimismo, el líquido criogénico almacenado suele estar saturado, de modo que los estados gaseoso y líquido existan simultáneamente a una temperatura y presión deseadas.

Los dispositivos de uso requieren, a menudo, el suministro de gas desde el sistema de tanque criogénico a una temperatura y presión específicas. Mientras se proporciona gas a los dispositivos de uso, la presión y la temperatura en el tanque criogénico pueden fluctuar. Cuando la temperatura y/o la presión aumentan demasiado, puede ser necesario ventilar el gas a la atmósfera, provocando una pérdida de producto almacenado. Es, por lo tanto, deseable tener un sistema de tanque de suministro criogénico para proporcionar gas a un dispositivo de uso que pueda gestionar la temperatura y la presión internas y evitar la pérdida de producto.

Un sistema de la técnica anterior para dispensar gas desde un tanque de almacenamiento y suministro de líquido criogénico, como se muestra en la Figura 1, incluye un tanque criogénico 100 con líquido criogénico 110 y vapor 120 en el espacio de cabeza por encima de la línea de nivel de líquido 115. El tanque criogénico incluye una carcasa interior 101 y una carcasa exterior 102. El sistema de tanque criogénico incluye una tubería o línea de vapor o primera 400 del tanque criogénico 100 a un vaporizador de producto 12 y a una válvula de salida de distribución 10. La tubería o línea 400 puede incluir una serie de válvulas de aislamiento manuales, tal como la válvula 30. La tubería o línea 400 incluye también un regulador economizador 6. Una línea de líquido o segunda 300 va de la porción de líquido del tanque al vaporizador 12 y a la válvula de salida de distribución 10. De forma adicional, el sistema incluye una generación de presión o tercera línea 500 que va de la porción líquida del tanque al vaporizador de generación de presión 13 y de vuelta al tanque 100, e incluye un regulador de generación de presión 7.

Cuando se abre la válvula de distribución 10, el gas del sistema se toma para su consumo por un dispositivo o proceso de uso. El regulador 7 está configurado para abrirse a aproximadamente 30 bar, mientras que el economizador 6 se ajusta para abrirse a aproximadamente 32 bar. En consecuencia, si la presión del tanque es superior a 32 bar, se supone que el vapor gaseoso desde la cabeza o espacio superior del tanque fluye hacia el vaporizador de producto 12. Sin embargo, el economizador 6 es un regulador pequeño con una capacidad pequeña (valor kv o cv) y, por lo tanto, solo se acomoda un caudal bajo sin una gran caída de presión a través del economizador. El gas fluye a través de la línea 400 cuando el economizador 6 está abierto, como se muestra en la Figura 2 como la trayectoria 401. Cuando la presión en el espacio de cabeza del tanque cae por debajo de aproximadamente 32 bar, el economizador 6 se cierra.

Independientemente de si el economizador 6 está abierto o cerrado, el líquido desde el fondo del tanque viaja al vaporizador 12 a través de la tubería de líquido 300 a lo largo de la trayectoria 301, como se muestra en la Figura 3, para cumplir con los requisitos de consumo cuando la válvula de distribución o distribución 10 está abierta.

Si la presión del tanque cae por debajo del punto de consigna del regulador de generación de presión 7, este regulador se abre y, como se ilustra en la Figura 4, el líquido fluye a lo largo de la línea 501 para presurizar el tanque usando el vapor del vaporizador de generación de presión 13.

Dependiendo de la cantidad de gas tomada por el dispositivo o proceso de uso en 10, el vaporizador de producto 12 se inundará. Cerrar la válvula de distribución 10 detendrá la evacuación de gas y la presión aumentará bruscamente en el vaporizador de producto 12 debido a la evaporación del líquido residual que queda en el mismo. La presión generada empuja el vapor y el líquido calentado, que aún no se ha evaporado, de vuelta al fondo del tanque. El economizador 6 está cerrado en ese momento. Durante ciclos frecuentes (consumo de gas, interrupción, consumo de

gas, etc.), este proceso calienta rápidamente el líquido en el tanque. Después de algún tiempo, la presión en el tanque aumentará hasta el punto de consigna de la válvula de alivio principal. Las válvulas de seguridad, indicadas en general en 600, se abrirán después, lo que resultará en la pérdida de una porción del fluido almacenado.

- 5 Para este diseño de la técnica anterior, la función de economización tiene una ventana de trabajo muy pequeña. La economización funciona solo cuando hay alta presión dentro del tanque y muy bajo consumo por el dispositivo o proceso de uso a través de la válvula de distribución 10. A consumos más altos, el caudal y, por tanto, la caída de presión a través del economizador 6 aumentan y principalmente solo se toma el líquido del tanque 100. Esto hace que se acumule presión en el tanque, lo que puede requerir la ventilación del criógeno del tanque. Se conoce un sistema de suministro de gas criogénico a partir del documento US 2017159611 A1.

Es deseable proporcionar un tanque de suministro criogénico para suministrar gas a dispositivos de uso con un mantenimiento mejorado de una temperatura y presión deseables en el tanque criogénico.

15 Sumario de la divulgación

Hay varios aspectos de la presente materia objeto que pueden incorporarse por separado o juntos en los métodos, dispositivos y sistemas descritos y reivindicados a continuación. Estos aspectos pueden emplearse solos o en combinación con otros aspectos de la materia objeto descrita en el presente documento, y la descripción de estos aspectos juntos no pretende impedir el uso de estos aspectos por separado o la reivindicación de tales aspectos por separado o en diferentes combinaciones como se establece en las reivindicaciones adjuntas al presente documento.

En un aspecto, un sistema para el suministro de gas criogénico incluye un tanque criogénico que contiene un líquido criogénico y un gas dentro de un espacio de cabeza por encima del líquido criogénico. El sistema incluye también un primer vaporizador y un segundo vaporizador y una salida de uso. Una primera tubería está configurada para transferir gas desde el espacio de cabeza a través del primer vaporizador hasta la salida de uso. Una segunda tubería está configurada para transferir líquido desde el tanque a través del primer vaporizador de modo que una primera corriente de vapor se dirija a la salida de uso. Una tercera tubería está configurada para generar presión dentro del tanque transfiriendo líquido desde el tanque a través del segundo vaporizador de modo que una segunda corriente de vapor se dirija de vuelta al espacio de cabeza del tanque. Una primera válvula reguladora está en comunicación fluida con la segunda tubería. La primera válvula reguladora está configurada para abrirse cuando una presión en un lado de salida del primer regulador cae por debajo de un primer nivel de presión predeterminado. Una segunda válvula reguladora está en comunicación fluida con la tercera tubería. La segunda válvula reguladora está configurada para abrirse cuando una presión dentro del tanque cae por debajo de un segundo nivel de presión predeterminado. El primer nivel de presión predeterminado es más alto que el segundo nivel de presión predeterminado.

El sistema puede comprender además un bucle de tuberías antes del primer vaporizador. El bucle puede incluir una porción de pico que se eleva físicamente por encima del primer vaporizador.

40 El sistema puede comprender además una válvula en la segunda línea de tubería entre el regulador y el primer vaporizador. La válvula puede ser una válvula de retención. La válvula puede ser una válvula de retención de globo.

La primera válvula puede no tener una válvula reguladora.

45 El primer nivel de presión predeterminado puede ser de 30 bar.

El segundo nivel de presión predeterminado puede ser de 29 bar.

50 El primer vaporizador puede ser un vaporizador de aire ambiente. El segundo vaporizador puede ser un vaporizador de aire ambiente.

La primera tubería puede incluir una válvula de aislamiento.

55 En otro aspecto, un método para proporcionar gas desde un tanque criogénico a un dispositivo de uso mientras se mantiene una temperatura y presión dentro del tanque incluye líquido almacenado en un tanque de suministro que incluye abrir una válvula de distribución para comenzar a distribuir gas a un dispositivo de uso. A una primera presión del tanque, el gas se dirige a través de una primera tubería y un primer vaporizador al dispositivo de uso. A una segunda presión del tanque, el líquido se dirige desde el tanque a través de una segunda tubería y el primer vaporizador al dispositivo de uso. A una tercera presión del tanque, el líquido se dirige desde el tanque a través de una tercera tubería y un segundo vaporizador y de vuelta al tanque. La válvula de distribución se cierra para detener la distribución de gas a un dispositivo de uso y cualquier líquido o gas residual en el primer vaporizador se devuelve a la parte superior del tanque por la primera tubería.

65 La primera presión del tanque puede ser de o superior a aproximadamente 30 bar.

La segunda presión del tanque puede ser igual o inferior a aproximadamente 30 bar.

La tercera presión del tanque puede ser igual o inferior a aproximadamente 29 bar.

El método puede comprender dirigir líquido o gas a través de un bucle antes del primer vaporizador.

5 La segunda línea puede comprender además un regulador que se abre a la segunda presión del tanque, permitiendo que el líquido fluya a través de la segunda línea al primer vaporizador.

10 La tercera línea puede comprender además un regulador que se abre a la tercera presión del tanque, permitiendo que el líquido fluya a través de la tercera línea al segundo vaporizador.

Breve descripción de los dibujos

15 La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de tanque de suministro criogénico de la técnica anterior.

La Figura 2 es una ilustración esquemática de una primera función de suministro de gas del sistema de la Figura 1.

20 La Figura 3 es una ilustración esquemática de una segunda función de suministro de gas del sistema de la Figura 1.

La Figura 4 es una ilustración esquemática de la función de generación de presión del sistema de la Figura 1.

25 La Figura 5 es una ilustración esquemática de una realización de un sistema de tanque de suministro de la divulgación actual.

La Figura 6 es una ilustración esquemática de una primera función de suministro de gas del sistema de la Figura 5.

30 La Figura 7 es una ilustración esquemática de una segunda función de suministro de gas del sistema de la Figura 5.

La Figura 8 es una ilustración esquemática de una función de generación de presión del sistema de la Figura 5.

35 La Figura 9 es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de tanque de suministro de la divulgación actual.

La Figura 10 es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de tanque de suministro de la divulgación actual.

40 La Figura 11 es una ilustración esquemática de una primera función de suministro de gas del sistema de la Figura 10.

45 La Figura 12 es una ilustración esquemática de una segunda función de suministro de gas del sistema de la Figura 10.

La Figura 13 es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de tanque de suministro de la divulgación actual.

50 Descripción detallada de las realizaciones

Una realización de la divulgación proporciona un tanque de almacenamiento y suministro con una función de gestión de calor y presión.

55 La Figura 5 ilustra un sistema de tanque de suministro criogénico 200 de la divulgación actual que incluye el tanque criogénico 203. El tanque criogénico 203 se emplea para almacenar líquido criogénico. Solo como ejemplos, el líquido criogénico puede ser nitrógeno, helio, oxígeno o cualquier otro fluido criogénico conocido.

60 En la realización ilustrada, el tanque criogénico 203 tiene una carcasa interior 201 y una carcasa exterior 202, donde la carcasa interior define un interior del tanque. El líquido criogénico 210 se almacena dentro del interior de la carcasa interior 201. El líquido criogénico 210 ocupa un volumen específico del tanque criogénico 203, con el volumen restante ocupado por gas o vapor criogénico 220. El nivel de líquido 215 se incluye con fines ilustrativos, pero el nivel de líquido puede variar, especialmente en diferentes eventos (después del suministro de gas por parte del sistema, relleno del tanque con líquido, etc.).

65 En la realización ilustrada, el tanque criogénico 203 es un tanque vertical. En otras realizaciones, el tanque 203 puede

ser un tanque horizontal.

El tanque criogénico 203 de la presente invención, aunque se muestra como de doble pared, puede también ser de pared simple o triple. El tanque criogénico puede estar hecho de aleación de cobre, aleación de níquel, carbono, acero inoxidable o cualquier otro material conocido en la técnica.

El tanque criogénico 203 puede tener aislamiento entre las paredes (o carcasas) interior y exterior y/o puede estar aislado al vacío. Se puede utilizar aislamiento de una o varias capas de cualquier material conocido para aislamiento.

El recipiente interior 201 puede unirse al recipiente exterior 202 mediante uno o más miembros de soporte del recipiente interior. Por ejemplo, como se conoce en la técnica, el miembro de soporte del recipiente interior puede conectar el cuello y la base del recipiente interior al recipiente exterior.

El sistema de suministro criogénico 200 incluye al menos un vaporizador y, preferiblemente, al menos dos para convertir un gas licuado en un gas para su uso en un dispositivo o proceso de uso. Se pueden usar diversos tipos de vaporizadores para los vaporizadores divulgados en el presente documento, tales como vaporizadores de aire ambiente, de agua circulante, eléctricos, alimentados por combustible, de vapor o de baño de agua. En una realización, se utiliza un vaporizador de aire ambiente. El sistema de suministro criogénico 200 tiene al menos un primer vaporizador 12 y un segundo vaporizador 13. El vaporizador 12 funciona como un vaporizador de producto y convierte el líquido del tanque en vapor y calienta el vapor, o calienta el vapor del espacio libre del tanque, a la presión y temperatura apropiadas para el dispositivo de uso. El vaporizador 13 funciona como un vaporizador de generación de presión para elevar la presión del tanque criogénico tomando líquido del tanque y formando un gas antes de devolverlo al espacio libre del tanque. Aunque se muestran tres vaporizadores para cada uno de los vaporizadores de producto y de generación de presión, se pueden incluir más o menos vaporizadores en el sistema de suministro criogénico 200.

Varias tuberías o líneas de transferencia conectadas proporcionan diferentes funciones con respecto al tanque y al dispositivo de uso como parte del sistema de suministro criogénico 200. El sistema de suministro criogénico 200 incluye una línea de líquido 350 desde la porción de líquido del tanque, que proporciona líquido para convertirlo en gas a través del vaporizador 12 y a la salida de uso 250, que se conecta a un dispositivo o proceso de uso. La línea de vapor 450 proporciona gas desde el tanque 203 para su distribución al dispositivo de uso a través de la salida de uso 250 después de moverse a través del vaporizador 12. La línea de generación de presión 550 dirige el líquido desde el tanque 203 al vaporizador de generación de presión 13 para la circulación de una corriente de vapor resultante de vuelta al tanque 203, de modo que se pueda aumentar la presión en el tanque. Aunque no se muestran detalles específicos en las figuras, ambos extremos de cada tubería de transferencia pueden presentar una serie de accesorios específicos. Como ejemplo, cada uno puede comprender un sello extraíble y reutilizable. Cada extremo de tubería puede incluir también una válvula o ventilación. Las secciones transversales de esta tubería y otras estructuras pueden tener varias formas, tal como un círculo, elipse, cuadrado, triángulo, pentágono, hexágono, polígono y otras formas.

Las tuberías de transferencia del sistema de tanque de suministro criogénico 200 pueden tener varias válvulas. La línea 450 tiene una válvula de aislamiento 32, mientras que la línea 350 tiene una válvula 10, que en la realización de la Figura 5 es una válvula de aislamiento. La línea 550 tiene una válvula de aislamiento 8. La salida de uso 250 puede tener una válvula de distribución que se abre para proporcionar gas al dispositivo o proceso de uso.

Las válvulas del sistema pueden ser, pero sin limitación, válvulas de guante, válvulas de bola, válvulas de retención, válvulas de compuerta, válvulas de retención de disco basculante, válvulas de retención oscilantes o de retención por parada.

Las válvulas pueden ser también válvulas electromecánicas, tales como válvulas solenoides. En una realización, la válvula de distribución a la salida de uso 250 es una válvula solenoide.

La línea de generación de presión 550 incluye el regulador de generación de presión 16 y la línea de líquido 350 incluye el regulador de líquido 17. En la realización ilustrada en la Figura 5, la línea de vapor 450 no tiene una válvula reguladora o economizador.

El sistema de tanque criogénico 200 puede incluir dispositivos o medidores para leer diferentes características del sistema de tanque. Estos dispositivos o manómetros pueden mostrar presión, temperatura, presión diferencial, nivel de líquido, etc.

El sistema de tanque criogénico 200 puede incluir también un sistema de control. El sistema de control puede incluir un controlador y, opcionalmente, varios sensores (tales como sensores de presión y temperatura) colocados sobre o en el sistema. El controlador puede utilizarse para controlar diversas partes del sistema de tanque criogénico, tales como las válvulas del sistema de tanque criogénico 200. El controlador puede ser cableado o inalámbrico y estar en comunicación con los sensores opcionales y esas válvulas y otras porciones de los sistemas que controla. El controlador incluye un procesador u otro dispositivo informático y puede ser programable para regular o iniciar procesos en ciertos eventos o información de estado, incluyendo colocar el sistema en las configuraciones descritas a continuación. El controlador puede proporcionar también información tal como datos históricos o diversos tipos de

indicaciones a un usuario.

En la realización de la Figura 5, o en cualquier otra realización de la presente divulgación, el sistema de tanque criogénico 200 incluye al menos una tubería para llenar el tanque con líquido criogénico. En una realización, hay una tubería de llenado separada y una tubería de extracción separada. Puede haber otras trayectorias fuera del recipiente interior para llenar y eliminar el líquido también. Las tuberías de llenado y extracción pueden ser cualquier conducto adecuado para transportar o permitir el flujo de fluido a través de las mismas.

La Figura 6 ilustra una primera función de suministro de gas por el sistema de tanque criogénico 200. La válvula 32 de la línea 450 está abierta y permanece abierta a través de las operaciones descritas a continuación. Cuando el dispositivo o proceso de uso está conectado y se abre una válvula de distribución en la salida de uso 250, el gas de transfiere desde el espacio de cabeza del tanque criogénico 203, siempre que la presión en la línea 450 y, por tanto, en el lado de salida del regulador de líquido 17, sea más alta que una presión específica. En una realización, esa presión es de aproximadamente 30 bar. Dicho de otra forma, el regulador de líquido 17 se cierra cuando la presión en el lado de salida (es decir, la presión dentro de la línea 450) está por encima de aproximadamente 30 bar. El gas viaja desde el espacio de cabeza del tanque criogénico a través de la tubería 450 y el vaporizador de producto 12 (donde puede calentarse) hasta la salida de uso 250, como se indica en general por las flechas 451. Tomar el vapor del espacio de cabeza del tanque mejora significativamente la gestión general del calor porque la eliminación del gas elimina una cantidad significativa de calor del tanque. A diferencia del sistema convencional, no hay economizador o regulador en la línea 450 que interfiera con el gas que se transfiere fuera del espacio de cabeza del tanque.

La Figura 7 ilustra una segunda función de suministro de gas por el sistema de tanque criogénico 200. Como se ha expuesto anteriormente, el regulador de líquido 17 en la línea 350 se ajusta a una presión específica de aproximadamente 30 bar. Cuando la presión en el espacio de cabeza del tanque criogénico disminuye debido a la eliminación del gas/vapor del espacio de cabeza, la presión dentro de la línea 450 caerá por debajo de 30 bar y el regulador de líquido 17 se abrirá. El líquido fluirá después desde el tanque a través de la línea 350 y del regulador 17 al vaporizador de producto 12. El vapor resultante fluirá después a través de la salida de uso 250 al dispositivo o proceso de uso. La trayectoria de fluido se muestra en general mediante las flechas 351 en la Figura 7.

La Figura 8 ilustra una función de aumento de presión por el sistema de tanque criogénico 200. El regulador de generación de presión 16 en la línea 550 se ajusta para abrirse cuando la presión dentro del tanque cae a una presión específica. En una realización, la presión específica es de aproximadamente 29 bar. Cuando la presión en el tanque criogénico desciende a esa presión específica, debido a la eliminación del gas/vapor del espacio de cabeza y/o líquido del fondo del tanque, el líquido fluirá del tanque a través de la línea 550 hasta el vaporizador de generación de presión 13. El vapor resultante fluirá de regreso al tanque criogénico 203, entrando en el espacio de cabeza de vapor. La trayectoria de fluido se muestra en general mediante las flechas 551 en la Figura 8. El regulador de generación de presión 16 se cierra cuando la presión en el tanque se eleva por encima de aproximadamente 29 bar. Esto mantiene una presión deseada en el tanque y en el vaporizador de producto 12.

Cuando se detiene el consumo por el dispositivo o proceso de uso, el líquido que queda en el vaporizador de producto 12 se evapora. La presión generada por esta acción empuja hacia atrás el líquido calentado que aún no ha podido evaporarse y el vapor residual. El líquido y el vapor viajan de vuelta a través de la línea 450 y hacia el espacio de cabeza del tanque criogénico 203. El regulador de líquido 17 se cerrará debido a una mayor presión en el vaporizador de producto 12. La presión dentro del tanque volverá a subir probablemente por encima de 29 bar, cerrando así el regulador de generación de presión 16. El exceso de calor en forma de vapor se acumulará de nuevo en la parte superior del tanque y permitirá la eliminación de gas/vapor desde la parte superior del tanque antes de cambiar a la extracción de líquido durante el siguiente ciclo de suministro o distribución de gas.

Esta mejora en el diseño asegura que el líquido frío en el fondo del tanque permanecerá en el tanque y no se calentará como en el sistema de la técnica anterior de la Figura 1. Al mantener el líquido frío en el tanque, se mantiene también la capacidad térmica del líquido almacenado. Por lo tanto, incluso si hay ciclos frecuentes (consumo de gas, interrupción, consumo de gas, etc.), los efectos serán limitados y darán como resultado una apertura menos frecuente de una válvula de alivio y menores pérdidas del líquido almacenado.

La Figura 9 ilustra una realización adicional de la divulgación actual, en donde el sistema de tanque criogénico 225 usa una válvula de retención 18 a lo largo de la línea de líquido 350. El sistema de tanque criogénico 225 puede incluir todas las características del sistema de tanque criogénico 200, pero con la válvula de retención adicional 18. La válvula de retención 18, como una válvula unidireccional, evita que el líquido fluya de vuelta al fondo del tanque criogénico desde el vaporizador de producto 12 después de que se detenga el consumo de gas en el caso de que la presión en el vaporizador de producto esté por debajo del punto de consigna del regulador de líquido 17 (y, por tanto, el regulador de líquido 17 esté abierto).

Alternativamente, la válvula 10 de la Figura 9 puede ser una válvula de retención de globo (y se omite la válvula de retención 18) que evita que el líquido fluya de vuelta al fondo del tanque criogénico desde el vaporizador de producto 12 después de que se detenga el consumo de gas en el caso de que la presión en el vaporizador de producto esté por debajo del punto de consigna del regulador de líquido 17 (y, por tanto, el regulador de líquido 17 esté abierto).

La Figura 10 ilustra una realización adicional de la divulgación actual, en donde el sistema de tanque criogénico 226 usa un bucle 19 antes del vaporizador de producto 12. El sistema de tanque criogénico 226 puede incluir todas las características del sistema de tanque criogénico 200, pero también incluye el bucle antes del vaporizador de producto 12. En concreto, en la realización de la Figura 10, el bucle 19 presenta una porción de pico que se eleva físicamente por encima del vaporizador de producto 12. Como se ilustra en la Figura 10, la línea de vapor 450 está unida a esta porción de pico del bucle. Esta realización, que puede ser deseable en algunas aplicaciones de la tecnología de la divulgación, evita que una porción del líquido del tanque y de la línea 350 fluya simultáneamente hacia la línea 450 a medida que la porción restante viaja al vaporizador de producto 12. Tal flujo hacia la línea 450 daría como resultado un flujo hacia el espacio de cabeza del tanque, de modo que la línea 450 actuaría como un circuito de generación de presión, lo que no es deseable.

Las Figuras 11 y 12 ilustran una primera y una segunda funciones de suministro de gas para el sistema de tanque criogénico 226. La Figura 11 muestra la trayectoria del gas desde el espacio de cabeza del tanque criogénico 203 hasta la salida de uso 250 y el dispositivo o proceso de uso cuando el regulador de líquido 17 está cerrado, indicado en general con las flechas en 452. La Figura 12 muestra la trayectoria del líquido desde el tanque criogénico 203 a través del regulador de líquido abierto 17 y el vaporizador 12 hasta la salida de uso 250 y el dispositivo o proceso de uso, indicado en general con las flechas en 352. Como se ha indicado previamente, el bucle 19 proporciona una estructura adicional para garantizar que el líquido extraído del tanque criogénico a través de la línea 350 no fluya hacia la línea de gas 450 a través de la válvula 32.

La Figura 13 ilustra una realización adicional de la divulgación actual, donde el sistema de tanque criogénico 227 usa una válvula de retención 18 a lo largo de la línea 350 junto con la estructura de bucle 19 de las Figuras 10-12. El sistema de tanque criogénico 227 puede incluir todas las características y funcionalidades del sistema de tanque criogénico 226 de las Figuras 10-12, pero con la válvula de retención adicional 18, cuya funcionalidad se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 9. Como se describe con más detalle con respecto a la Figura 9, en otra realización alternativa del sistema de la divulgación, la válvula 10 de la Figura 13 puede ser una válvula de retención de globo (y se omite la válvula de retención 18).

Aunque se han mostrado y descrito las realizaciones preferidas de la divulgación, para los expertos en la materia será evidente que se pueden hacer cambios y modificaciones en la misma sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de tanque criogénico que comprende:

- 5 un tanque criogénico (203) que comprende una carcasa interior (201) y una carcasa exterior (202) en donde la carcasa interior define un interior configurado para contener un líquido criogénico y un gas dentro de un espacio de cabeza por encima del líquido criogénico;
- un primer vaporizador (12);
- un segundo vaporizador (13);
- 10 una salida de uso (250);
- una primera tubería (450) configurada para transferir gas desde el espacio de cabeza a través del primer vaporizador hasta la salida de uso;
- una segunda tubería (350) configurada para transferir líquido desde el tanque a través del primer vaporizador de modo que una primera corriente de vapor se dirija a la salida de uso;
- 15 una tercera tubería (550) configurada para generar presión dentro del tanque transfiriendo líquido desde el tanque a través del segundo vaporizador de modo que una segunda corriente de vapor se dirija de vuelta al espacio de cabeza del tanque;
- una primera válvula reguladora (17) en comunicación fluida con la segunda tubería, dicha primera válvula reguladora configurada para abrirse cuando una presión en un lado de salida del primer regulador cae por debajo de un primer nivel de presión predeterminado;
- 20 una segunda válvula reguladora (16) en comunicación fluida con la tercera tubería, **caracterizado por que** dicha segunda válvula reguladora está configurada para abrirse cuando la presión dentro del tanque cae por debajo de un segundo nivel de presión predeterminado; en donde el primer nivel de presión predeterminado es más alto que el segundo nivel de presión predeterminado, y en donde la primera tubería no tiene una válvula reguladora.

2. El sistema de suministro de tanque criogénico de la reivindicación 1, en donde el sistema comprende además un bucle de tuberías antes del primer vaporizador, opcionalmente, en donde el bucle incluye una porción de pico que se eleva físicamente por encima del primer vaporizador.

3. El sistema de suministro de tanque criogénico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una válvula en la segunda línea de tubería entre el regulador y el primer vaporizador, opcionalmente en donde la válvula es una válvula de retención, opcionalmente en donde la válvula es una válvula de retención de globo.

4. El sistema de suministro de tanque criogénico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer nivel de presión predeterminado es 30 bar.

5. El sistema de suministro de tanque criogénico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segundo nivel de presión predeterminado es 29 bar.

6. El sistema de suministro de tanque criogénico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer vaporizador es un vaporizador de aire ambiente, y/o en donde el segundo vaporizador es un vaporizador de aire ambiente.

7. El sistema de suministro de tanque criogénico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera tubería incluye una válvula de aislamiento.

8. Un método de proporcionar gas de un tanque criogénico a un dispositivo de uso mientras se mantiene una temperatura y presión dentro del tanque que comprende las etapas de:

- abrir una válvula de distribución para comenzar a distribuir gas a un dispositivo de uso;
- a una primera presión de tanque, dirigir el gas a través de una primera tubería y un primer vaporizador al dispositivo de uso;
- a una segunda presión del tanque, dirigir líquido desde el tanque a través de una segunda tubería y el primer vaporizador al dispositivo de uso;
- 55 a una tercera presión del tanque, dirigir el líquido desde el tanque a través de una tercera tubería y un segundo vaporizador y de vuelta al tanque;
- cerrar la válvula de distribución para detener la distribución de gas a un dispositivo de uso; y
- devolver cualquier líquido o gas residual en el primer vaporizador de vuelta a la parte superior del tanque por la primera tubería.

9. El método de la reivindicación 8, en donde la primera presión del tanque es igual o superior a aproximadamente 30 bar.

10. El método de la reivindicación 8 o 9, en donde la segunda presión del tanque es igual o inferior a aproximadamente 30 bar.

11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en donde la presión del tercer tanque es igual o inferior a aproximadamente 29 bar.
- 5 12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8-11, que comprende además dirigir líquido o gas a través de un bucle antes del primer vaporizador.
- 10 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8-12, en donde la segunda línea comprende además un regulador que se abre a la segunda presión del tanque, permitiendo que el líquido fluya a través de la segunda línea al primer vaporizador.
14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8-13, en donde la tercera línea comprende además un regulador que se abre a la tercera presión del tanque, permitiendo que el líquido fluya a través de la tercera línea al segundo vaporizador.

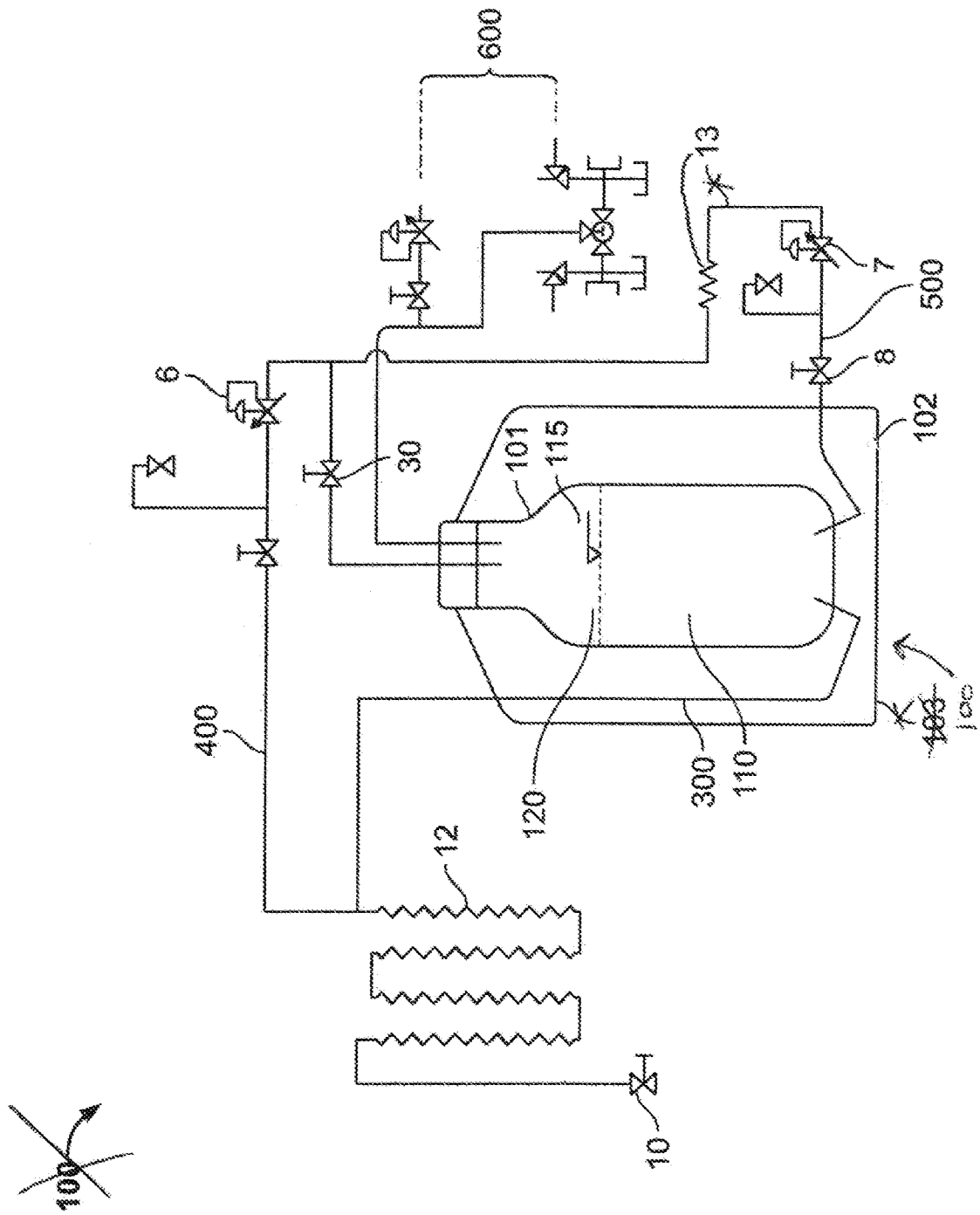


FIG. 1
(Técnica anterior)

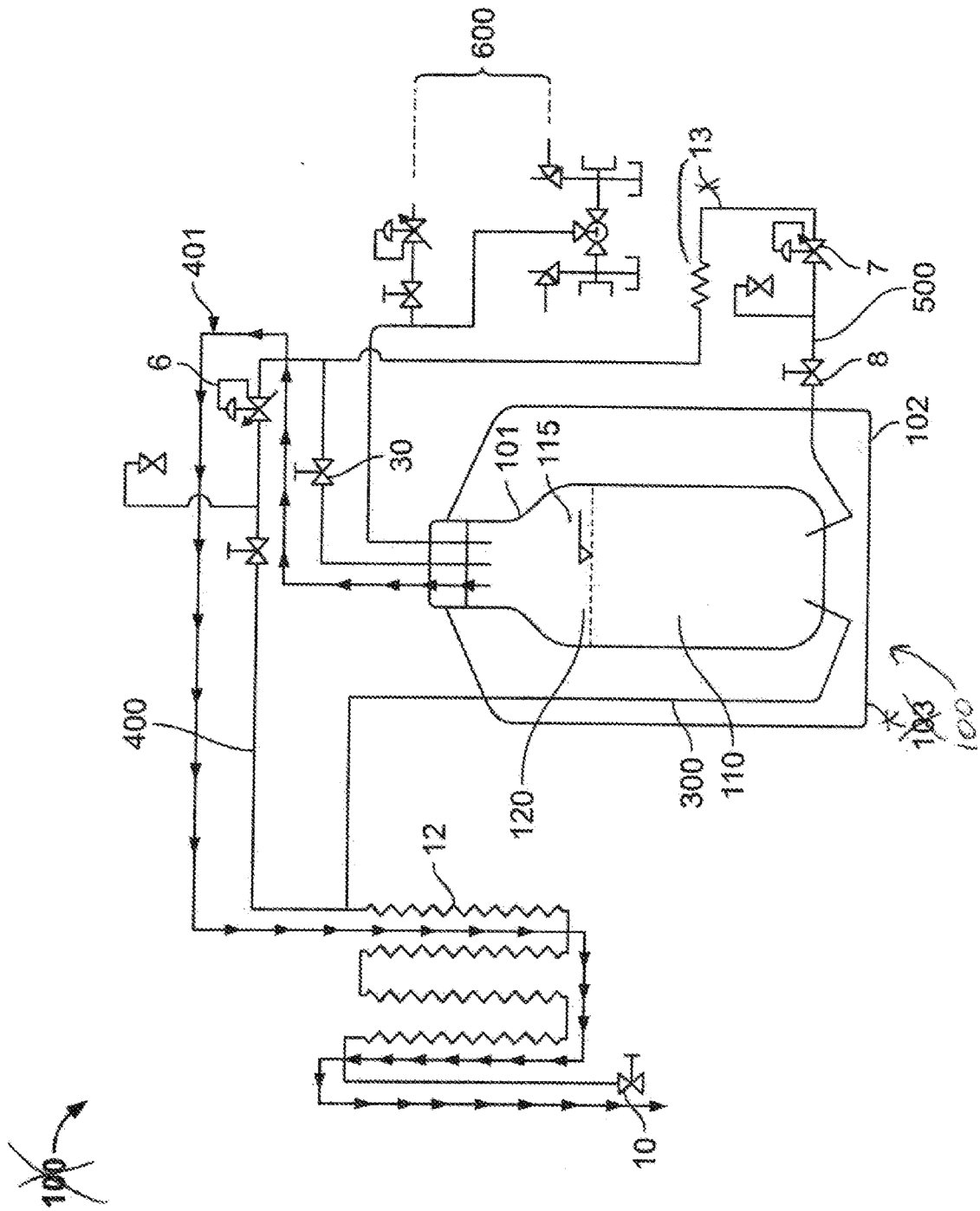


FIG. 2
(Técnica anterior)

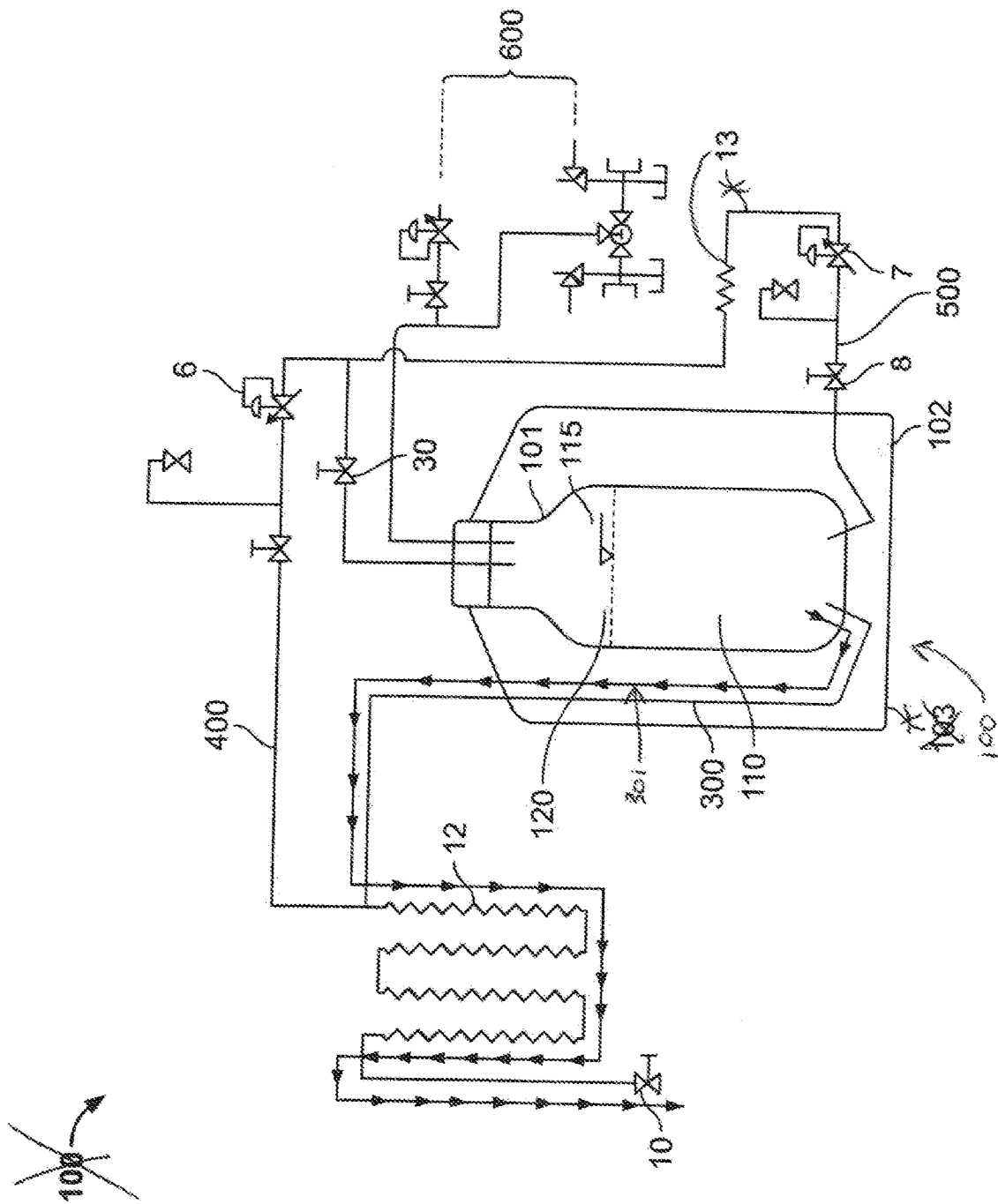


FIG. 3
(Técnica anterior)

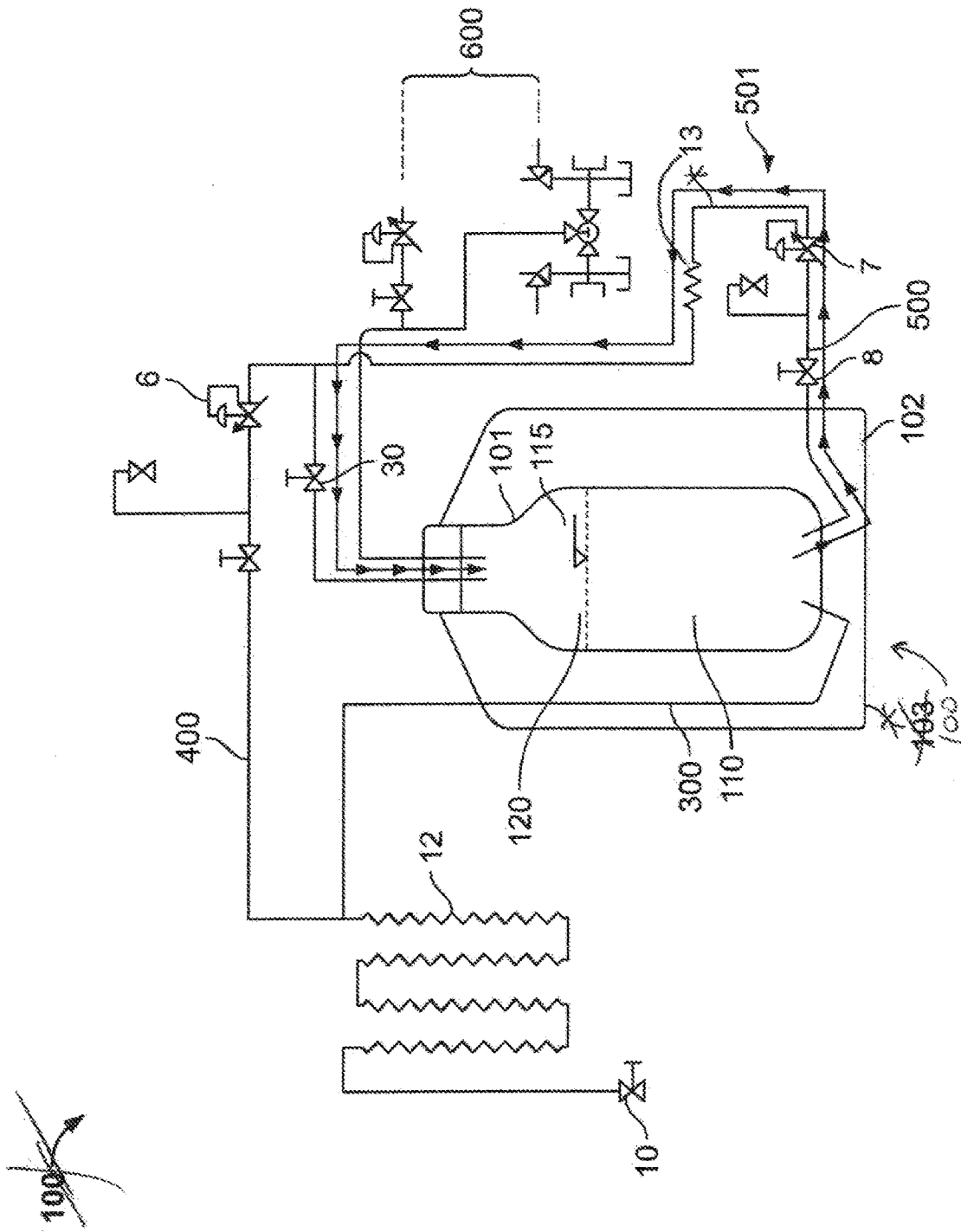


FIG. 4
(Técnica anterior)

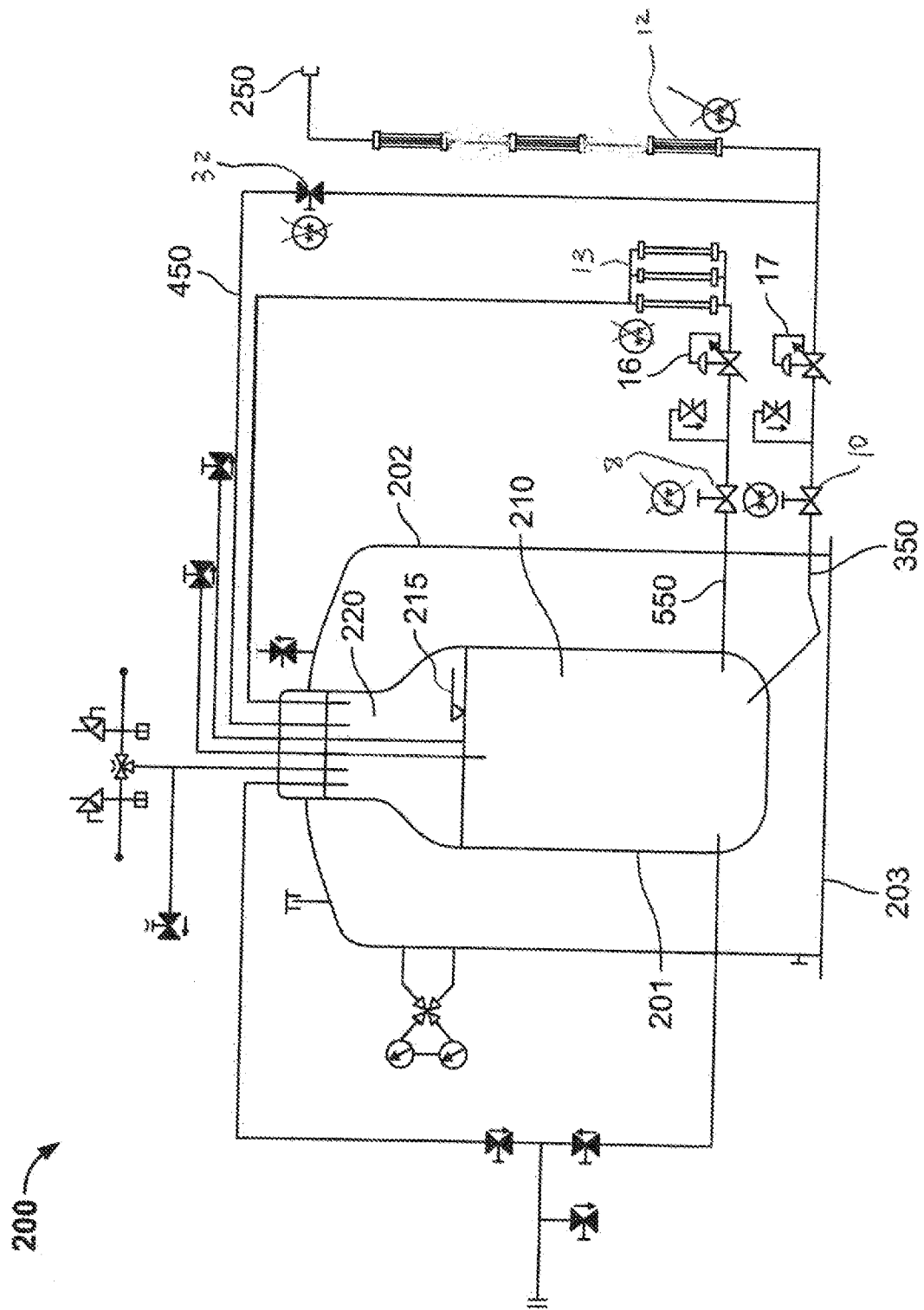


FIG. 5

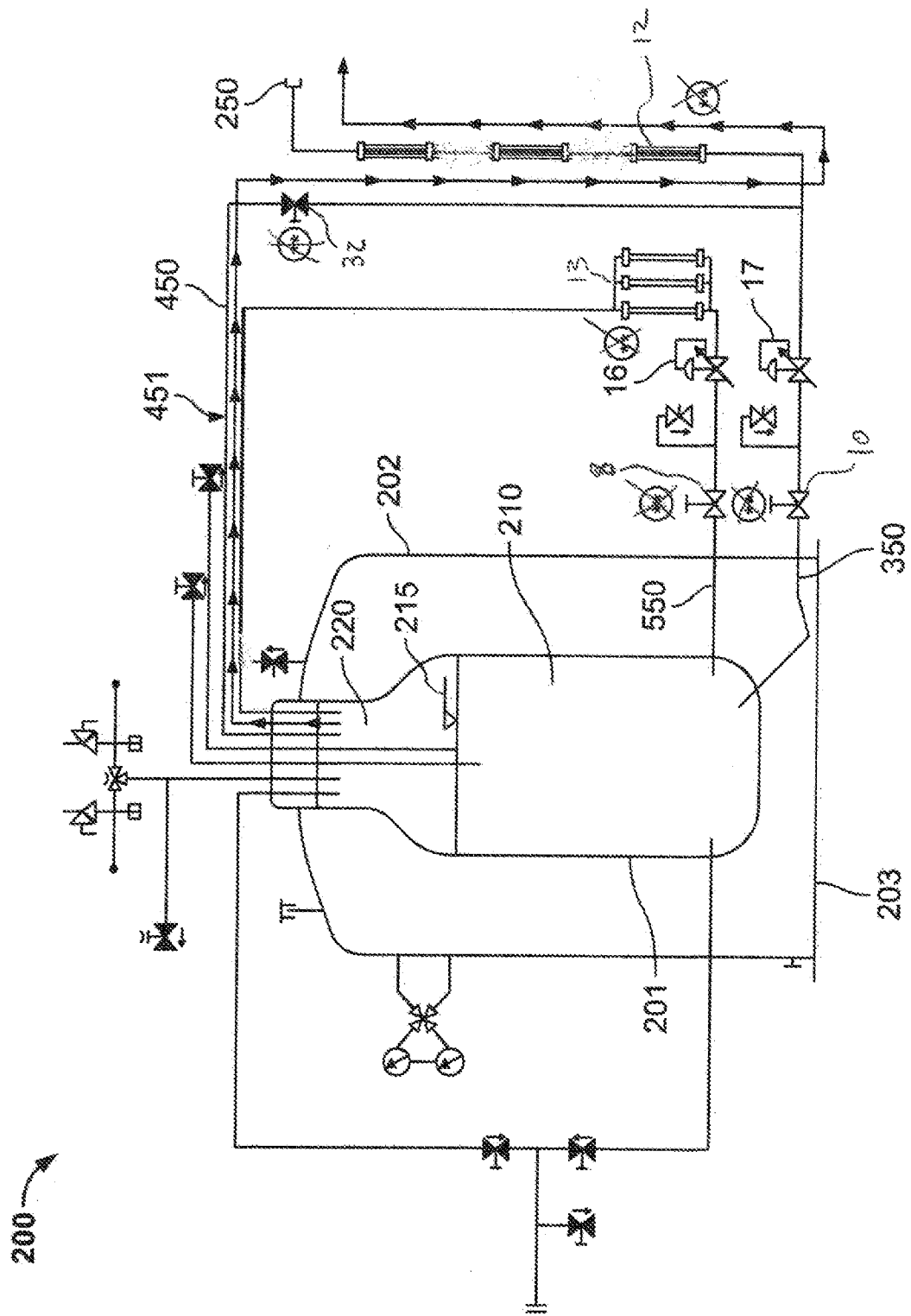


FIG. 6

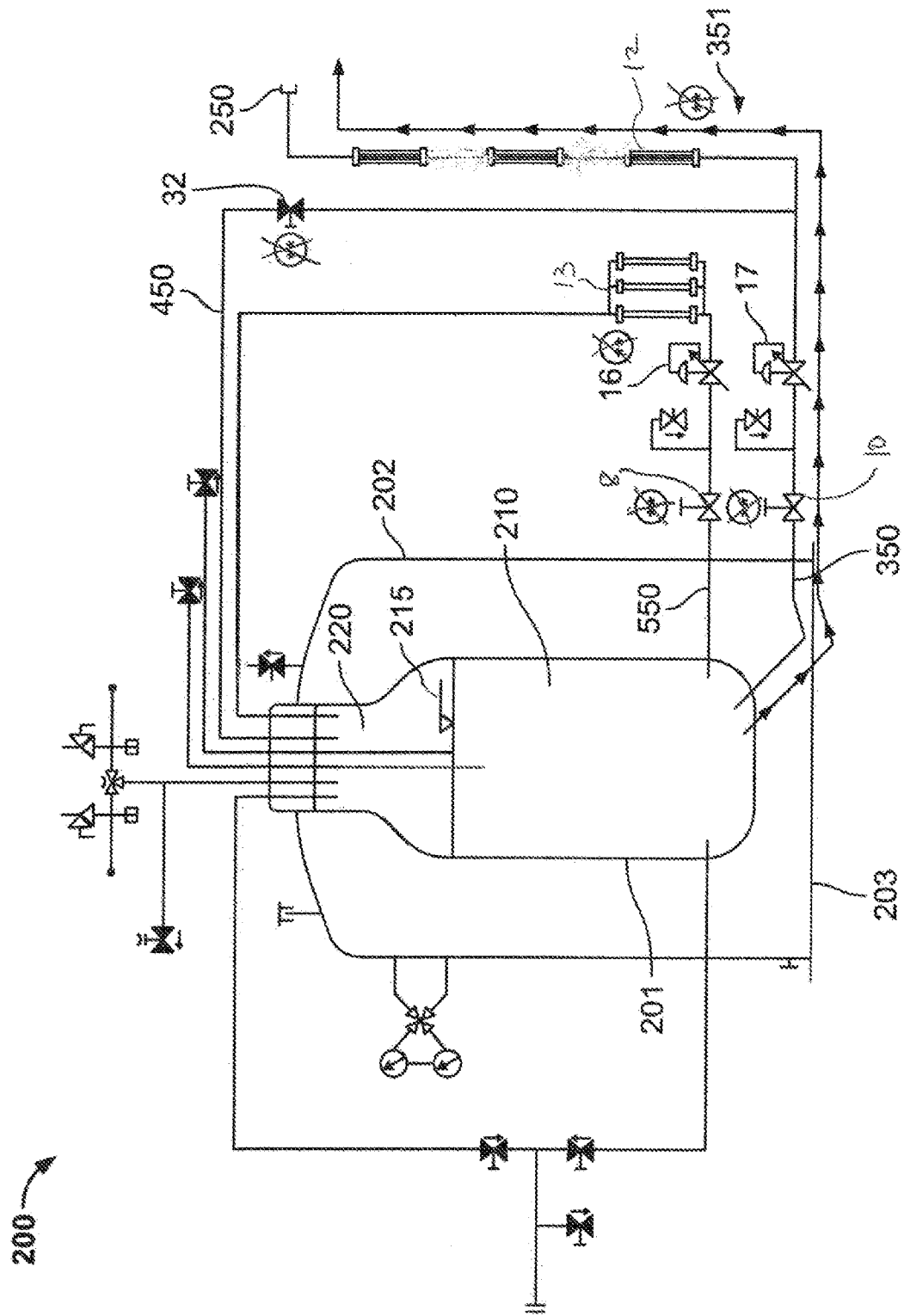
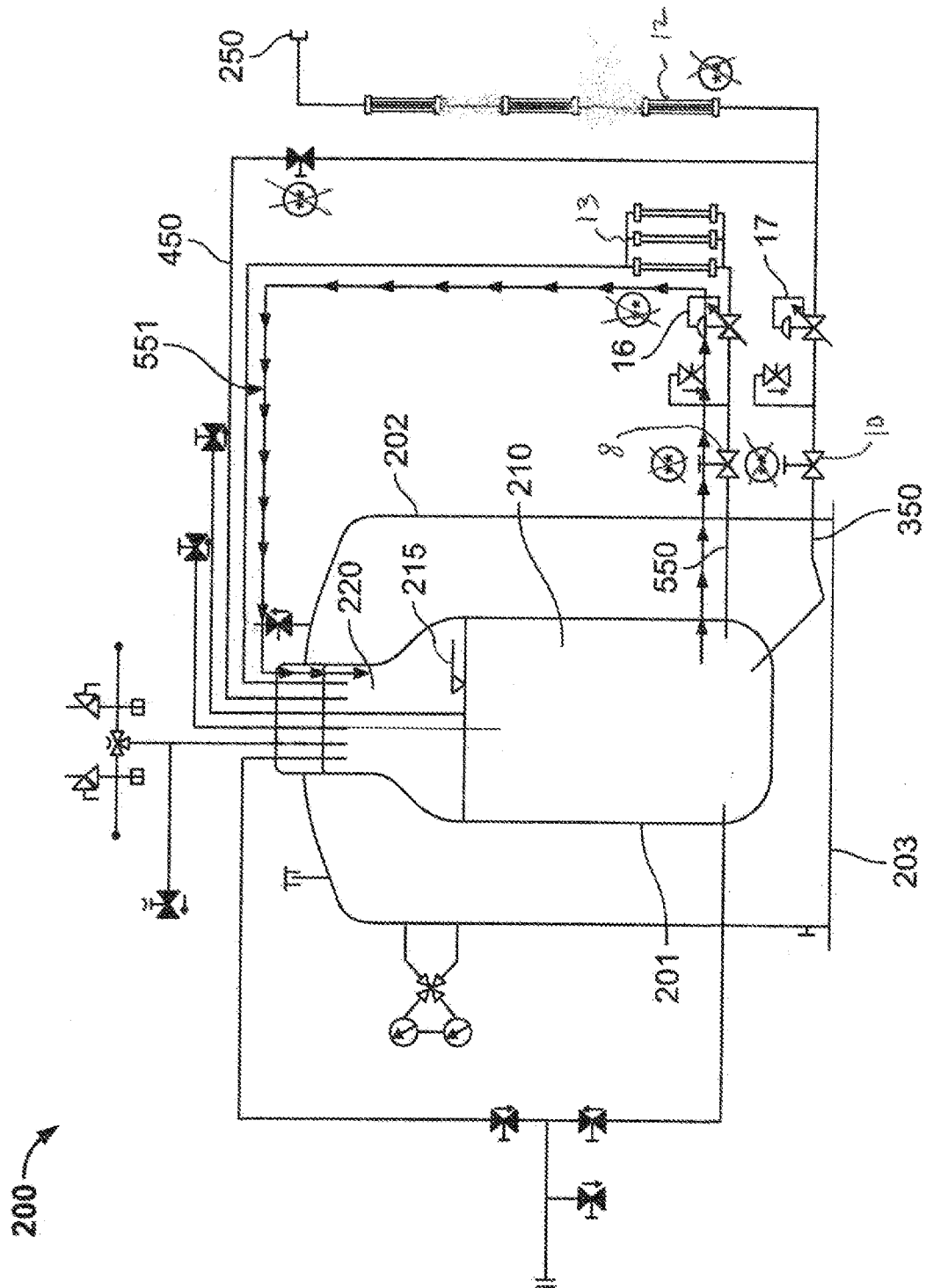
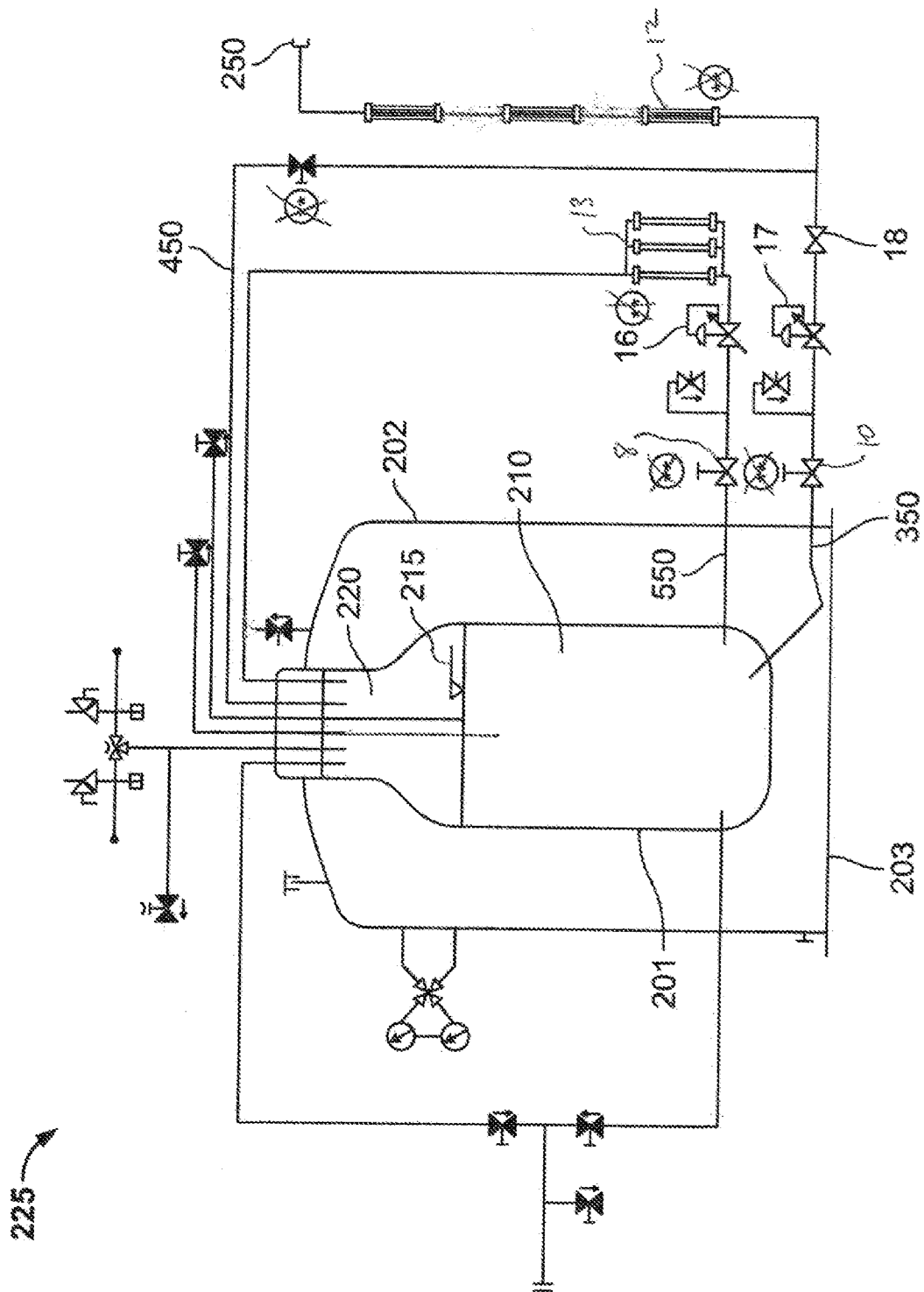
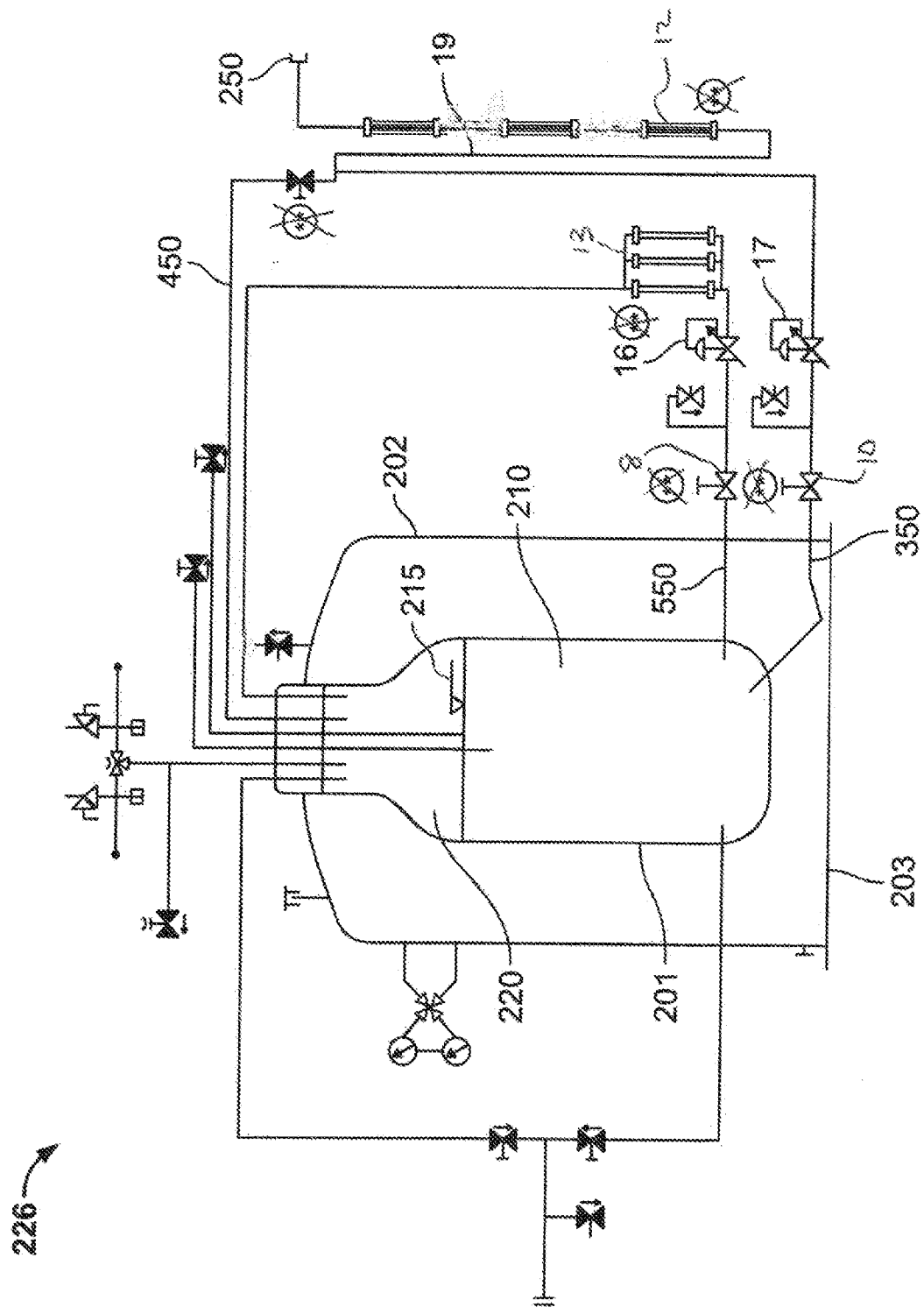


FIG. 7







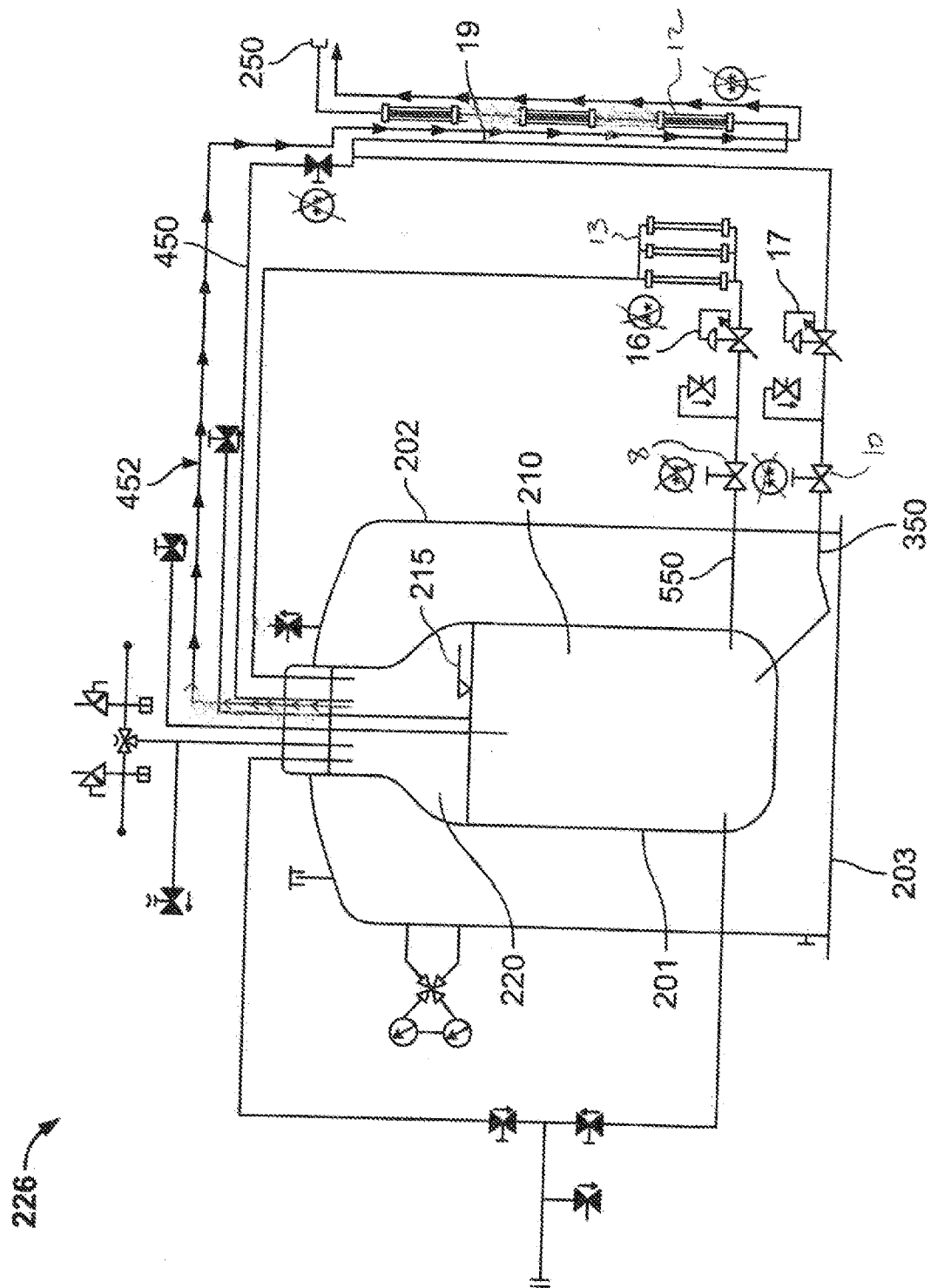


FIG. 11

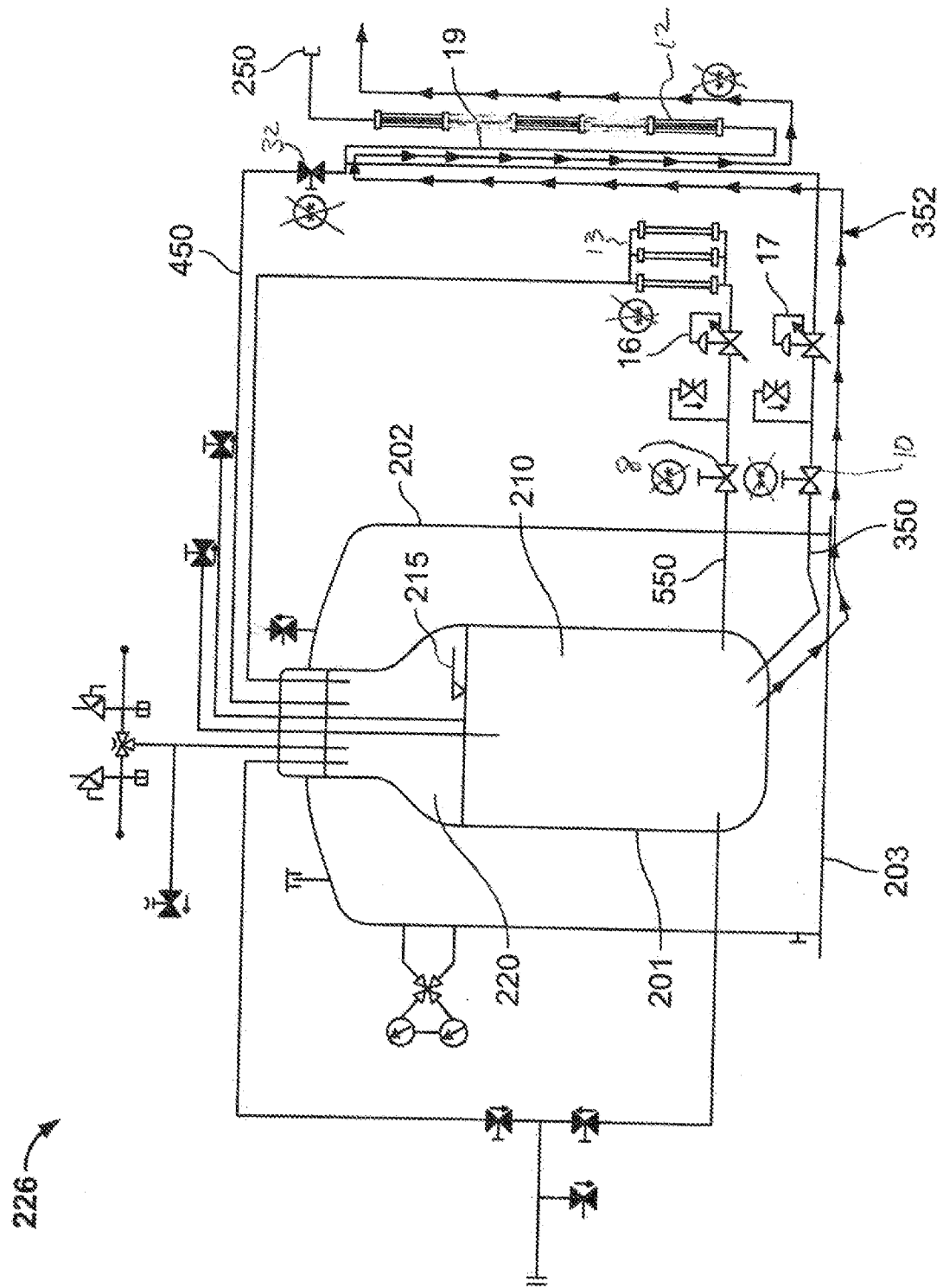


FIG. 12

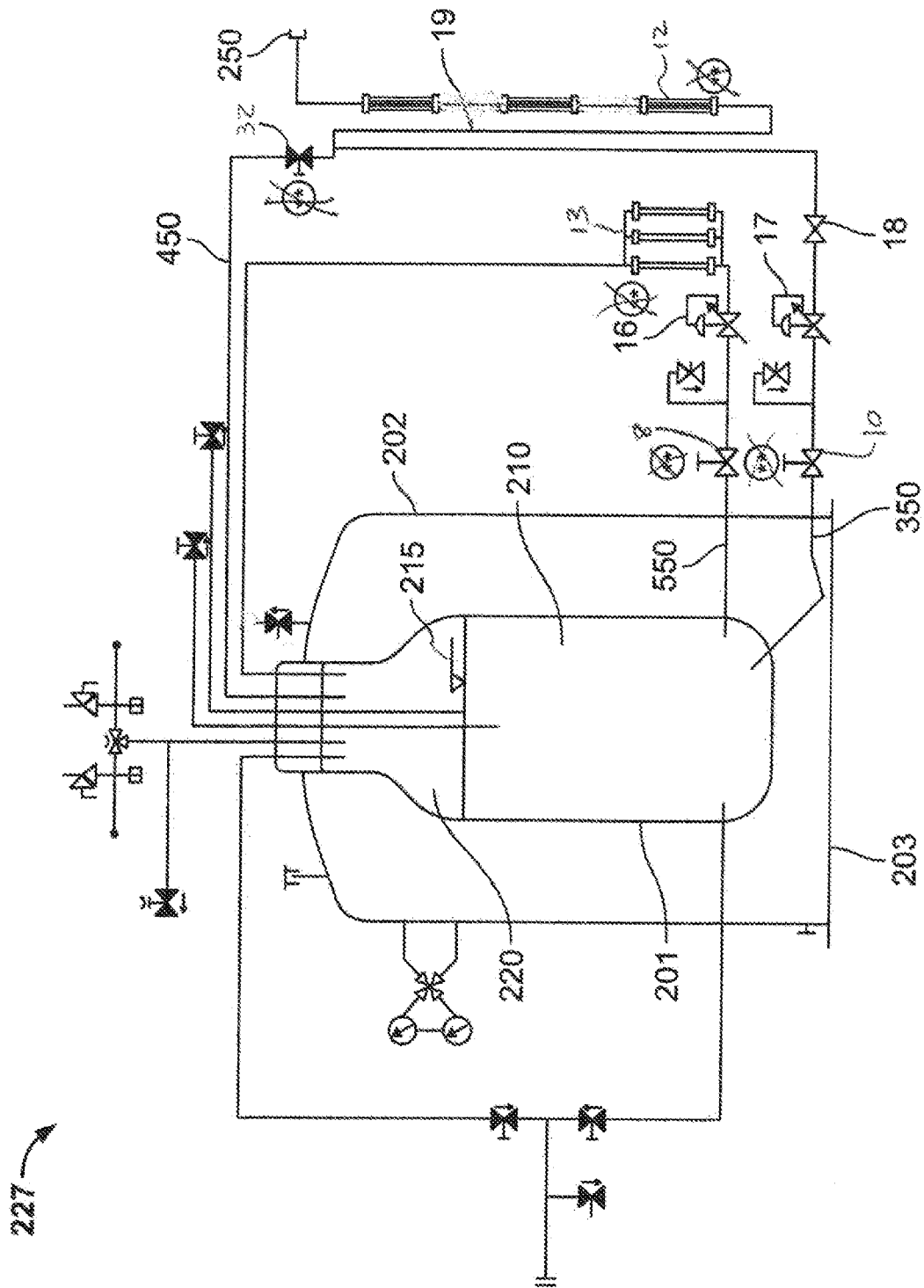


FIG. 13