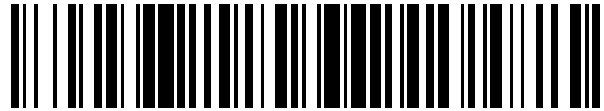


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 943**

51 Int. Cl.:

**C12M 1/107** (2006.01)

**C05F 17/00** (2006.01)

**C05F 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2009 E 09155621 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2014 EP 2103681**

54 Título: **Instalación combinada para la generación de biogás y compost así como procedimiento para cambiar un fermentador en una instalación de este tipo entre generación de biogás y compostaje**

30 Prioridad:

**20.03.2008 DE 102008015240**

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

**13.03.2014**

73 Titular/es:

**BEKON ENERGY TECHNOLOGIES GMBH & CO.  
KG (100.0%)  
Feringastrasse 9  
85774 Unterföhring , DE**

72 Inventor/es:

**LUTZ, PETER**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

**ES 2 447 943 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

Instalación combinada para la generación de biogás y compost así como procedimiento para cambiar un fermentador en una instalación de este tipo entre generación de biogás y compostaje.

La invención se refiere a una instalación combinada para la generación de biogás y compost a partir de biomasa con al menos un fermentador según el principio de la fermentación en seco según la reivindicación 1, así como a un procedimiento para cambiar un fermentador en una instalación de este tipo entre generación de biogás y compostaje según la reivindicación 13.

La denominada "fermentación en seco" permite metanizar biomasa a granel de la agricultura, de desechos biológicos y zonas verdes municipales, sin convertir los materiales en un sustrato líquido que pueda bombearse. Pueden fermentarse biomasa con hasta un 50% de porcentaje de sustancia seca. Este procedimiento de fermentación en seco se describe por ejemplo en el documento EP 0 934 998.

En la fermentación "seca" el material que va a fermentarse no se añade a una fase líquida con agitación, tal como es el caso por ejemplo en la fermentación líquida de desechos biológicos. En lugar de esto, el sustrato de fermentación introducido en el fermentador se mantiene constantemente húmedo al retirar el percolado en el fondo de fermentador y volver a rociarlo sobre la biomasa. Así se consiguen condiciones de vida óptimas para las bacterias. En la recirculación del percolado puede regularse adicionalmente la temperatura, y existe la posibilidad de añadir aditivos para una optimización del proceso.

Por el documento WO 02/06439 se conoce un biorreactor o fermentador en forma de un garaje prefabricado, que se hace funcionar según el principio de la fermentación en seco en el denominado procedimiento discontinuo. A este respecto, tras una inyección con material ya fermentado el sustrato de fermentación se introduce mediante palas cargadoras en el interior del fermentador. El depósito de fermentación con estructura en forma de garaje se cierra con una puerta hermética a los gases. La biomasa se fermenta bajo cierre hermético, a este respecto no tiene lugar ningún mezclado adicional y no se alimenta material adicional. El percolado que rezuma del material de fermentación se retira a través de un canal de drenaje, se almacena temporalmente en un tanque y vuelve a rociarse sobre el sustrato de fermentación para la humectación. El proceso de fermentación tiene lugar en el intervalo de temperatura para organismos mesófilos a 34-37°C, la regulación de la temperatura se realiza mediante una calefacción de suelo y pared.

El biogás que se produce puede aprovecharse en una planta de cogeneración para obtener energía eléctrica y calor. Para que siempre haya disponible suficiente biogás para la planta de cogeneración, en la instalación de fermentación en seco se hacen funcionar varios depósitos de fermentación con un retardo en el tiempo. Al final del tiempo de permanencia la cámara de fermentación se vacía completamente y entonces se llena de nuevo. El sustrato fermentado se alimenta a continuación a un compostaje, de modo que se produce un abono orgánico comparable con compost convencionales.

Los fermentadores de este tipo para la generación de biogás según el principio de la fermentación en seco se conocen también por el documento DE 203 19 847 U1 y el documento EP 1 681 274 A2. Por el documento DE 34 38 057 A1 se conoce realizar la fermentación en una instalación de biogás y someter a continuación a compostaje la biomasa consumida.

Debido al funcionamiento discontinuo deben apagarse de vez en cuando los fermentadores individuales, es decir tras haber hecho reaccionar completamente de manera anaeróbica la biomasa situada en el fermentador, es decir, debe detenerse la producción de biogás, debe extraerse la biomasa fermentada del respectivo fermentador, debe introducirse biomasa nueva en el fermentador y debe reanudarse la producción de biogás. A este respecto resulta desventajoso que por motivos de seguridad debe evitarse que durante la descarga y carga de los fermentadores individuales se produzca una mezcla explosiva de biogás/aire.

Para ello se conoce por el documento EP 1 301 583 B inundar un fermentador en funcionamiento en caso de riesgo de explosión, es decir, que haya entrado aire en el fermentador, con gas de escape con contenido en dióxido de carbono desde la planta de cogeneración operada con biogás. A continuación puede extraerse la biomasa fermentada sin peligro del fermentador y alimentarse a una instalación de compostaje. Por el documento EP 1 997 875 A1 publicado posteriormente se conoce una instalación de biogás convencional, en la que el fermentador se purga en primer lugar con gas de escape con contenido en dióxido de carbono durante la carga y descarga.

Es por tanto el objetivo de la presente invención perfeccionar una instalación de biogás, tal como se conoce por el documento EP 1301583 B de tal manera que se simplifique el compostaje posterior de la biomasa consumida.

La solución de este objetivo se realiza mediante las características de las reivindicaciones 1 y 12.

Debido a que la biomasa consumida se somete a compostaje en el fermentador mediante el cambio de fermentación anaeróbica a compostaje aeróbico, resulta superfluo cambiar la biomasa consumida a un compostador separado. La

- 5 instalación combinada según la reivindicación 1 comprende los componentes necesarios para posibilitar un cambio, apagado y descarga seguros e igualmente un arranque seguro de un fermentador. El fermentador según la invención está configurado de tal manera que todo el proceso de fermentación, que se compone de una fermentación anaeróbica y un compostaje aeróbico, puede tener lugar en el mismo, antes de que deba llevarse a cabo una extracción de la biomasa consumida y una nueva carga del fermentador con biomasa nueva. Para ello, en la placa de fondo del fermentador están previstos canales de gas de purgado, que se conectan con una segunda entrada de gas de purgado.
- 10 Según una configuración preferida de la invención según la reivindicación 10, en la zona por encima de la biomasa en los fermentadores desemboca una primera entrada de gas de purgado.
- 15 Según una configuración preferida de la invención según la reivindicación 11, los canales de gas de purgado están diseñados para evacuar líquidos de rezumado que salen de la biomasa durante la generación de biogás.
- 20 Mediante las medidas según la reivindicación 12 se mantiene la producción y el aprovechamiento de biogás también durante la finalización del proceso de fermentación mediante purgado con gas de escape con contenido en dióxido de carbono el mayor tiempo posible, es decir, la mezcla de biogás/gas de escape del fermentador sigue alimentándose a la instalación consumidora de biogás hasta que la calidad de esta mezcla disminuya por debajo de un grado predeterminado, antes de que entonces se cambie el fermentador para el compostaje de la biomasa fermentada contenida en el mismo. Sólo cuando la concentración de metano en la salida de biogás disminuya por debajo de un valor umbral superior, el conducto de biogás que conduce hasta la instalación consumidora de biogás se separa de la salida de biogás. A continuación la mezcla de biogás/gas de escape a la que sólo le queda un contenido reducido de metano se evacua a través de una chimenea de aire de escape. Esto se realiza hasta que la concentración de metano haya disminuido hasta un valor umbral inferior, en el que casi no queda nada de metano contenido en la mezcla de biogás/gas de escape. A continuación se purga el fermentador, en lugar de con gas de escape con contenido en dióxido de carbono, con aire limpio y la mezcla de gas de escape/biogás/aire limpio se evacua a través de la chimenea de aire de escape hasta que la concentración de dióxido de carbono en la mezcla de gas de escape/biogás/aire limpio haya disminuido hasta un primer valor umbral. Sólo entonces se cambia el fermentador al compostaje. Tras finalizar la operación de compostaje puede abrirse el fermentador para descargar la biomasa consumida y para cargar de nuevo el fermentador con biomasa nueva. Mediante el compostaje posterior a la fermentación es posible sin riesgo la apertura para descargar y cargar de nuevo el fermentador.
- 25 Según una configuración preferida de la invención según la reivindicación 13, la mezcla de biogás/gas de escape al alcanzar el valor umbral superior de la concentración de metano no se emite al entorno a través de la chimenea de aire de escape, sino que se alimenta a una antorcha de gas de escape y se quema en la misma. Dado el caso la antorcha de gas de escape puede alimentarse con combustible adicional, de modo que en cualquier caso tenga lugar una combustión. El quemado de la mezcla de biogás/gas de escape se realiza hasta que la concentración de metano en la mezcla de biogás/gas de escape quede por debajo de un valor umbral medio que se sitúa entre el valor umbral superior y el inferior.
- 30 Según configuraciones preferidas de la invención según las reivindicaciones 14 y 16, la operación de compostaje se controla mediante el ajuste de la cantidad y/o la temperatura del aire limpio alimentado a través del conducto de aire limpio, para alcanzar así un medio de proceso óptimo.
- 35 Según una configuración preferida de la invención según la reivindicación 16, las mezclas de gases evacuadas desde el fermentador se filtran. Mediante el filtrado se eliminan en su mayor parte las sustancias posiblemente dañinas para las instalaciones consumidoras, que pueden conducir por ejemplo a obstrucciones de válvulas.
- 40 Según una configuración preferida de la invención según las reivindicaciones 17 y 18, se evita de manera segura que en el arranque se produzca una mezcla explosiva de biogás/aire.
- 45 La conexión adicional de este fermentador que ha vuelto a arrancarse al conducto de biogás se realiza al alcanzarse un cuarto valor umbral de la concentración de metano, que es igual al valor umbral superior, reivindicación 19.
- 50 El gas de escape para el purgado del fermentador se proporciona por ejemplo por un motor de combustión interna, reivindicación 20.
- 55 Según una forma de realización preferida de la invención según la reivindicación 21, el gas de escape con contenido en dióxido de carbono se proporciona desde un dispositivo de tratamiento de biogás conectado aguas abajo del al menos un fermentador.
- 60 Las demás reivindicaciones dependientes se refieren a configuraciones ventajosas de la invención.
- 65 Detalles, características y ventajas adicionales de la invención se muestran en la siguiente descripción de formas de realización a modo de ejemplo con ayuda de los dibujos:

Muestran:

5 las figuras 1 a 7, representaciones esquemáticas de diferentes estados de funcionamiento durante la finalización del proceso de fermentación en un fermentador de una instalación combinada y durante el (nuevo) arranque del fermentador;

la figura 8, una representación esquemática de una segunda forma de realización de la invención con un fermentador;

10 las figuras 9 a 15, representaciones esquemáticas de diferentes estados de funcionamiento de una instalación combinada con tres fermentadores durante la finalización del proceso de fermentación en un fermentador de una instalación combinada y durante el (nuevo) arranque de un fermentador;

15 la figura 16, una representación correspondiente a la figura 1 de una forma de realización de la invención con alimentación de gas de escape o aire limpio desde la placa de fondo del fermentador;

la figura 17a, una vista en planta de la placa de fondo del fermentador según la forma de realización según la figura 16 con canales de gas de purgado;

20 la figura 17B, una representación en corte a lo largo de la línea B - B en la figura 17A con canal transversal y los canales de gas de purgado; y

la figura 17C, una representación en corte a lo largo de la línea C - C en la figura 17A con los canales de gas de purgado.

25 Las figuras 1 a 7 muestran una primera forma de realización de una instalación combinada con un único fermentador 2. El fermentador 2 tiene forma de paralelepípedo y tiene aproximadamente la estructura de un garaje prefabricado. A través de una abertura 4 de carga y descarga, que se extiende por uno de los lados frontales del fermentador 2 en forma de paralelepípedo, puede introducirse biomasa 6 mediante una pala cargadora en el fermentador 2 y volver a extraerse del mismo. Con respecto a la estructura exacta del fermentador 2 se hace referencia al documento WO 30 02/06439.

35 El fermentador 2 comprende además una salida 8 de biogás, que puede conectarse a través de válvulas 10 con un conducto 12 de biogás, un primer conducto 14 de biogás/gas de escape y un segundo conducto 16 de biogás/gas de escape. El conducto 12 de biogás conduce a una planta 18 de cogeneración como dispositivo de aprovechamiento de biogás. El primer conducto 14 de biogás/gas de escape conduce a una chimenea 20 de biogás de escape. El segundo conducto 16 de biogás/gas de escape conduce a una antorcha 22 de gas de escape. Además, el fermentador 2 comprende una entrada 24 de gas de purgado, que puede conectarse a través de válvulas 10 con un 40 conducto 26 de gas de escape o un conducto 28 de aire limpio. En el conducto 26 de gas de escape está dispuesto un ventilador 27 de gas de escape, mediante el que puede bombearse gas de escape al interior del fermentador 2. En el conducto 28 de aire limpio está dispuesto un ventilador 29 de aire limpio para aspirar aire limpio del entorno. A través del conducto 26 de gas de escape se conduce gas de escape con contenido en dióxido de carbono como gas de purgado y a través del conducto 28 de aire limpio se conduce aire limpio al interior del fermentador 2.

45 Las válvulas 10 están conectadas con un dispositivo 30 de control y se abren o se cierran mediante el dispositivo 30 de control. El dispositivo 30 de control está conectado también con un primer sensor 32 de medición que está dispuesto en la salida 8 de biogás y que detecta la concentración de metano en la respectiva mezcla de gases. El dispositivo 30 de control está conectado además con un segundo sensor 34 de medición que también está dispuesto en la salida 8 de biogás y que detecta la concentración de dióxido de carbono en la respectiva mezcla de gases. El 50 dispositivo 30 de control está conectado también con un tercer sensor 36 de medición que está dispuesto en la salida 8 de biogás y detecta el caudal de gas en la salida de biogás. A través de un ventilador 38 dispuesto en la salida de biogás puede potenciarse dado el caso la evacuación de gas desde el fermentador 2.

55 En las figuras 1 a 7 se representan diferentes fases de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2 y el arranque del fermentador 2, representándose posiciones y líneas activas de componentes con líneas continuas, mientras que posiciones y líneas no activas o bloqueadas de componentes se representan con líneas discontinuas. Según la invención directamente a continuación del proceso de fermentación sigue la conversión aeróbica de la biomasa fermentada en el mismo fermentador, cambiándolo de manera adecuada al compostaje, antes de que entonces se abra, descargue, se cargue de nuevo y se arranque de nuevo el fermentador.

60 La figura 1 muestra la primera fase de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2, en la que se bombea gas de escape con contenido en dióxido de carbono a través del conducto 26 de gas de escape y la entrada 24 de gas de purgado al interior del fermentador 2. La salida 8 de biogás sigue estando conectada con el conducto 12 de biogás, de modo que la mezcla de biogás/gas de escape sigue alimentándose a la planta 18 de cogeneración.

65 Sólo cuando la concentración de metano detectada por el primer sensor 32 de medición en la salida 8 de biogás

haya disminuido por debajo de un valor umbral superior, la válvula 10 en el conducto 12 de biogás se cierra en una segunda fase mediante el dispositivo 30 de control y se abre la válvula 10 en el segundo conducto 16 de biogás/gas de escape, tal como se representa en la figura 2. En esta segunda fase de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2 se quema la mezcla de biogás/gas de escape en la antorcha 22 de gas de escape. Dado el caso este proceso de combustión puede verse potenciado añadiendo combustible adicional.

Cuando la concentración de metano detectada por el primer sensor 32 de medición en la salida 8 de biogás haya disminuido por debajo de un valor umbral medio, la válvula 10 en el segundo conducto 16 de biogás/gas de escape se cierra en una tercera fase a través del dispositivo 30 de control y se abre la válvula 10 en el primer conducto 14 de biogás/gas de escape, tal como se representa en la figura 3. En esta tercera fase de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2, la mezcla de biogás/gas de escape se emite a través de la chimenea 20 de gas de escape al entorno.

Cuando la concentración de metano detectada por el primer sensor 32 de medición en la salida 8 de biogás haya disminuido por debajo de un valor umbral inferior, la válvula 10 en el conducto 26 de gas de escape se cierra en una cuarta fase mediante el dispositivo 30 de control y se abre la válvula 10 en el conducto 28 de aire limpio, tal como se representa en la figura 4. En esta cuarta fase de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2 se bombea a través del conducto 28 de aire limpio y la entrada 24 de gas de purgado aire limpio al interior del fermentador 2. La mezcla de gas de escape/aire sigue emitiéndose a través de la salida 8 de biogás y el primer conducto 14 de biogás/gas de escape en la chimenea 20 de gas de escape al entorno.

Cuando la concentración de dióxido de carbono detectada por el segundo sensor 34 de medición en la salida 8 de biogás haya disminuido por debajo de un primer valor umbral, el fermentador se cambia a un mando de proceso aeróbico, de modo que se somete a compostaje la biomasa fermentada situada en el fermentador que sigue estando cerrado. Al final del compostaje se cierra la válvula 10 en el conducto 28 de aire limpio mediante el dispositivo 30 de control y se abre la abertura 4 de carga y descarga, tal como se representa en la figura 5.

Cuando el fermentador 2 está cargado de nuevo con biomasa nueva, se cierra la abertura 4 de carga y descarga, se mantiene la conexión entre la salida 8 de biogás y la chimenea 20 de gas de escape a través del primer conducto 14 de biogás/gas de escape y el dispositivo 30 de control abre la válvula 10 en el conducto 26 de gas de escape, de modo que se bombee gas de escape con contenido en dióxido de carbono al interior del fermentador 2, véase la figura 6. Esto se continua hasta que la concentración de dióxido de carbono detectada por el segundo sensor 34 de medición en la salida 8 de biogás alcance o supere un segundo valor umbral.

Cuando se ha alcanzado este segundo valor umbral para la concentración de dióxido de carbono, mediante el dispositivo 30 de control se cierra la válvula 10 en el conducto 26 de gas de escape y en el primer conducto 14 de biogás/gas de escape y se abre la válvula 10 del conducto 12 de biogás, tal como se representa en la figura 7. De este modo vuelve a alcanzarse la fase de la producción de biogás y el biogás generado en el fermentador 2 se alimenta a través del conducto 12 de biogás a la planta 18 de cogeneración.

En la forma de realización anteriormente descrita todos los sensores 32, 34, 36 de medición están dispuestos en la salida 8 de biogás. Como alternativa, según una segunda forma de realización de la presente invención, el segundo y el tercer sensor 24, 36 de medición pueden disponerse también en el primer o el segundo conducto 14, 16 de biogás/gas de escape. La figura 8 muestra una configuración alternativa de la invención, que se diferencia de la forma de realización según las figuras 1 a 7 porque los conductos 14, 16 de biogás/gas de escape primero y segundo están agrupados en un conducto 40 de biogás/gas de escape común, antes de desembocar en la salida 8 de biogás. El segundo sensor de medición para la detección de la concentración de dióxido de carbono está dispuesto en el conducto 40 de biogás/gas de escape común y el tercer sensor 36 de medición está dispuesto en el primer conducto 14 de biogás/gas de escape. Por lo demás, esta segunda forma de realización de la invención coincide con la primera forma de realización. También el funcionamiento es idéntico.

Las figuras 9 a 15 muestran una tercera forma de realización de una instalación combinada, en la que están previstos tres fermentadores 2-1, 2-2 y 2-3 (denominados en lo sucesivo de manera abreviada "2-i") en funcionamiento en paralelo. Los componentes que se corresponden entre sí están dotados de los mismos números de referencia. En la instalación combinada según las figuras 9 a 15, cada uno de los tres fermentadores 2-i está dotado de una entrada 24-1, 24-2 ó 24-3 de gas de purgado, que en cada caso puede bloquearse con una válvula 10. Las tres entradas 24-i de gas de purgado están agrupadas en una entrada 42 de gas de purgado común. En la entrada 42 de gas de purgado común desembocan un conducto 26 de gas de escape y un conducto 28 de aire limpio, que en cada caso pueden bloquearse por una válvula 10.

Cada uno de los tres fermentadores 2-i está dotado de una salida 8-1, 8-2 u 8-3 de biogás, que en cada caso puede bloquearse con una válvula 10. El primer conducto 14 de biogás/gas de escape hacia la chimenea 20 de gas de escape y el segundo conducto 16 de biogás/gas de escape hacia la antorcha 22 de gas de escape están agrupados en un conducto 40 de biogás/gas de escape común en el que está dispuesto un ventilador 38. Aguas abajo del ventilador 38, el conducto 40 de biogás/gas de escape común se ramifica en subconductos de biogás/gas de escape primero 40-1, segundo 40-2 o tercero 40-3. El primer subconducto 40-1 de biogás/gas de escape desemboca entre

la válvula 10 y el primer fermentador 2-1 en la primera salida 8-1 de biogás. El segundo subconducto 40-2 de biogás/gas de escape desemboca entre la válvula 10 y el segundo fermentador 2-2 en la segunda salida 8-2 de biogás. El tercer subconducto 40-3 de biogás/gas de escape desemboca entre la válvula 10 y el tercer fermentador 2-3 en la tercera salida 8-3 de biogás. Los tres subconductos 40-1, 40-2 y 40-3 de biogás/gas de escape pueden bloquearse en cada caso mediante una válvula 10. Las tres salidas 8-1, 8-2 y 8-3 de biogás desembocan en un conducto 12 de biogás común, que conduce a una planta 18 de cogeneración. Un conducto 44 de tubo de escape desde la planta 18 de cogeneración desemboca en una segunda chimenea 46 de gas de escape. El conducto 26 de gas de escape está conectado a través de una válvula 48 de tres vías con el conducto 44 de tubo de escape, es decir, el gas de escape con contenido en dióxido de carbono que se produce en la planta 18 de cogeneración se utiliza para el purgado de un fermentador 2-i, cuyo proceso de fermentación debe finalizarse y que debe cambiarse al proceso de compostaje. Mediante la válvula de tres vías puede regularse el caudal del gas de escape, que se envía a través del conducto 26 de gas de escape para el purgado de un fermentador 2-i, y la cantidad de gas de escape que se emite a través de la segunda chimenea 46 de gas de escape al entorno.

Un primer sensor 32 de medición está dispuesto en el conducto 12 de biogás común para la detección de la concentración de metano. Un segundo sensor 34 de medición para la detección de la concentración de dióxido de carbono, un tercer sensor 36 de medición para la detección del caudal y un cuarto sensor 50 de medición para la detección de la concentración de metano, están dispuestos en el conducto 40 de biogás/gas de escape común en la dirección de flujo aguas abajo del ventilador 38. Los cuatro sensores 32, 34, 36 y 50 de medición están conectados con un dispositivo 30 de control. También están conectadas con el dispositivo de control las respectivas válvulas 10. Por motivos de claridad las líneas de control correspondientes no están dibujadas en las figuras 9 a 15.

En las figuras 9 a 15 se representa la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2-2 y el nuevo arranque del segundo fermentador 2-2 tras el proceso de compostaje que sigue directamente al proceso de fermentación y que se inicia mediante el cambio del fermentador 2-2, representando las figuras 9 a 15 las mismas fases y estados de funcionamiento que las figuras 1 a 7. La producción de biogás de los fermentadores primero 2-1 y tercero 2-3 se realiza de manera continua durante la finalización del proceso de fermentación y el proceso de compostaje en el segundo fermentador 2-2 y el nuevo arranque del segundo fermentador 2-2.

La figura 9 muestra la primera fase de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2-2, en la que se bombea gas de escape con contenido en dióxido de carbono desde la planta 18 de cogeneración a través de la válvula 48 de tres vías y el conducto 26 de gas de escape, el ventilador 27 de gas de escape y la segunda entrada 24-2 de gas de purgado al interior del fermentador 2-2. La segunda salida 8-2 de biogás sigue estando conectada con el conducto 12 de biogás común, de modo que la mezcla de biogás/gas de escape sigue alimentándose al dispositivo 44 de tratamiento de gas.

Sólo cuando la concentración de metano detectada por el primer sensor 32 de medición en el conducto 12 de biogás común haya disminuido por debajo de un valor umbral superior, la válvula 10 en la segunda salida 8-2 de biogás se cierra en una segunda fase mediante el dispositivo 30 de control y se abre la válvula 10 en el segundo subconducto 40-2 de biogás/gas de escape y en el segundo conducto 16 de biogás/gas de escape, tal como se representa en la figura 10. En esta segunda fase de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2-2 se quema la mezcla de biogás/gas de escape en la antorcha 22 de gas de escape. Dado el caso este proceso de combustión puede verse potenciado añadiendo combustible adicional.

Cuando la concentración de metano detectada por el cuarto sensor 50 de medición en el conducto 40 de biogás/gas de escape común haya disminuido por debajo de un valor umbral medio, la válvula 10 en el segundo conducto 16 de biogás/gas de escape se cierra en una tercera fase mediante el dispositivo 30 de control y se abre la válvula 10 en el primer conducto 14 de biogás/gas de escape, tal como se representa en la figura 11. En esta tercera fase de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2-2 la mezcla de biogás/gas de escape se emite a través de la chimenea 20 de gas de escape al entorno.

Cuando la concentración de metano detectada por el cuarto sensor 50 de medición en el conducto 40 de biogás/gas de escape común haya disminuido por debajo de un valor umbral inferior, la válvula 10 en el conducto 26 de gas de escape se cierra en una cuarta fase mediante el dispositivo 30 de control, se conecta de manera correspondiente la válvula 48 de tres vías y se abre la válvula 10 en el conducto 28 de aire limpio, tal como se representa en la figura 12. En esta cuarta fase de la finalización del proceso de fermentación en el fermentador 2-2 se bombea, mediante el ventilador 29 de aire limpio, aire limpio a través del conducto 28 de aire limpio y la entrada 24 de gas de purgado al interior del fermentador 2-2. La mezcla de gas de escape/aire se emite adicionalmente a través de la segunda salida 8-2 de biogás, el segundo subconducto 40-2 de biogás/gas de escape, el conducto 40 de biogás/gas de escape común y el primer conducto 14 de biogás/gas de escape en la chimenea 20 de gas de escape, al entorno. Dado el caso esto puede potenciarse mediante el ventilador 38.

Cuando la concentración de dióxido de carbono detectada por el segundo sensor 34 de medición en el conducto 40 de biogás común haya disminuido por debajo de un primer valor umbral, se cambia el fermentador 2-2 y se inicia el compostaje, y se cierra la válvula 10 en el conducto 28 de aire limpio mediante el dispositivo 30 de control. Tras finalizar el compostaje puede abrirse el fermentador 2-2, extraerse la biomasa consumida e introducirse biomasa

nueva.

5 Cuando el fermentador 2-2 está cargado de nuevo con biomasa nueva, se cierra la abertura de carga y descarga, se mantiene la conexión entre la segunda salida 8-2 de biogás y la chimenea 20 de gas de escape a través del segundo subconducto 40-2 de biogás/gas de escape, el conducto de biogás/gas de escape común y el primer conducto 14 de biogás/gas de escape, y el dispositivo 30 de control abre la válvula 10 en el conducto 26 de gas de escape y conecta la válvula 48 de tres vías en el conducto 44 de tubo de escape de la planta 18 de cogeneración, de modo que el gas de escape con contenido en dióxido de carbono se bombea al interior del fermentador 2-2, véase la figura 14. Esto continúa hasta que la concentración de dióxido de carbono detectada por el segundo sensor 34 de medición en el conducto 40 de biogás/gas de escape común alcance o supere un segundo valor umbral.

15 Cuando se haya alcanzado este segundo valor umbral para la concentración de dióxido de carbono, se cierra mediante el dispositivo 30 de control la válvula 10 en el conducto 26 de gas de escape, se conecta la válvula 38 de tres vías, se cierra la válvula 10 en el segundo subconducto 40-2 de biogás/gas de escape y se abre la válvula 10 en la segunda salida 8-2 de biogás, tal como se representa en la figura 15. De este modo también el segundo fermentador 2-2 ha alcanzado de nuevo la fase de la producción de biogás y el biogás generado en el fermentador 2-2 se alimenta a través del conducto 12 de biogás al dispositivo 44 de tratamiento de gas y a la planta 18 de cogeneración. La conexión adicional de la salida 8-2 de biogás al conducto 12 de biogás común sólo se realiza cuando la concentración de metano detectada por el cuarto sensor 50 de medición alcanza un cuarto valor umbral. Este cuarto valor umbral coincide con el valor umbral superior.

20 Puede prescindirse de la válvula 10 en el conducto 26 de gas de escape, ya que su función también puede adoptarla la válvula 48 de tres vías.

25 A continuación se indican valores numéricos a modo de ejemplo para los diferentes valores umbrales:

Concentración de metano:	valor umbral superior	del 30% al 50%
	valor umbral medio	del 10% al 20%
	valor umbral inferior	del 0% al 3%
Concentración de dióxido de carbono:	cuarto valor umbral	del 30% al 50%
	primer valor umbral	del 0,5% al 2%
	segundo valor umbral	del 5% al 15%

30 El caudal de gas de escape en el conducto 26 de gas de escape asciende, según el tamaño de los fermentadores y la cantidad de gas de escape disponible, a entre 150 y 1000 m<sup>3</sup>/h. El caudal de aire limpio en el conducto 28 de aire limpio asciende a entre 1000 y 5000 m<sup>3</sup>/h.

35 La figura 16 muestra una representación correspondiente a la figura 1 de una instalación combinada según una forma de realización de la invención, que se diferencia de la primera forma de realización según las figuras 1 a 7 porque el gas de purgado en forma de gas de escape o aire limpio en los diferentes estados de funcionamiento se alimenta no sólo a través de la primera entrada 24 de gas de purgado en la zona por encima de la biomasa 6, sino adicional o alternativamente a través de una segunda entrada 25 de gas de purgado en la zona de la placa de fondo del fermentador 2. De este modo se consigue que se "lave" de manera segura también el biogás situado en la biomasa 6. De este modo se consigue además que se reduzca adicionalmente la fuga de metano durante la carga y descarga del fermentador.

40 La figura 17A muestra una vista en planta de la placa de fondo del fermentador 2 en la forma de realización según la figura 16. En la placa de fondo del fermentador 2 están previstos en la dirección longitudinal canales 52 de gas de purgado, que están cubiertos por una rejilla 54 permeable a los líquidos y gases. Los diferentes canales 52 de gas de purgado que discurren en paralelo se conectan entre sí en uno o varios puntos mediante un canal 56 transversal que discurre en perpendicular a la dirección longitudinal de los canales 52 de gas de purgado. En este canal 56 transversal desemboca la segunda entrada 25 de gas de purgado. La figura 17B muestra una representación en corte a lo largo de la línea B - B en la figura 17A con el canal 56 transversal y los canales 52 de gas de purgado. La figura 17C muestra una representación en corte a lo largo de la línea C - C en la figura 17A con los canales 52 de gas de purgado.

50 También en las formas de realización según las figuras 8 y 9 a 15 puede realizarse la alimentación de gas de purgado a través de canales 52 de gas de purgado en el fondo del fermentador 2. En las diferentes formas de realización, la abertura de carga y descarga está prevista en cada caso en el lado izquierdo del fermentador 2. La abertura de carga y descarga también puede estar prevista en el lado opuesto.

55

**Lista de números de referencia**

	2	fermentador
	4	abertura de carga y descarga
5	6	biomasa
	8	salida de biogás
	10	válvulas
	12	conducto de biogás
	14	primer conducto de biogás/gas de escape
10	16	segundo conducto de biogás/gas de escape
	18	planta de cogeneración
	20	chimenea de gas de escape
	22	antorcha de gas de escape
	24	entrada de gas de purgado
15	25	segunda entrada de gas de purgado
	26	conducto de gas de escape
	27	ventilador de gas de escape
	28	conducto de aire limpio
	29	ventilador de aire limpio
20	30	dispositivo de control
	32	primer sensor de medición (concentración de metano)
	34	segundo sensor de medición (concentración de dióxido de carbono)
	36	tercer sensor de medición (caudal)
	38	ventilador
25	40	conducto de biogás/gas de escape común
	40-1	primer subconducto de biogás/gas de escape
	40-2	segundo subconducto de biogás/gas de escape
	40-3	tercer subconducto de biogás/gas de escape
	42	entrada de gas de purgado común
30	44	conducto de tubo de escape
	46	segunda chimenea de gas de escape
	48	válvula de tres vías
	50	cuarto sensor de medición (concentración de metano)
	52	canales de gas de purgado
35	54	rejilla de cobertura
	56	canal transversal



**REIVINDICACIONES**

1. Instalación combinada para la generación de biogás y compost, con
  - 5 al menos un fermentador (2) que funciona según el principio de la fermentación en seco para la generación de biogás en funcionamiento discontinuo con una placa de fondo en la que están previstos canales (52) de gas de purgado, una salida (8) de biogás, una primera entrada (24) de gas de purgado y una segunda entrada (25) de gas de purgado, que está conectada con los canales (52) de gas de purgado;
  - 10 un conducto (12) de biogás que puede conectarse con la salida (8) de biogás;
  - un conducto (26) de gas de escape por medio del cual puede alimentarse gas de escape con contenido en dióxido de carbono a la al menos una entrada (24, 25) de gas de purgado;
  - 15 una chimenea (20) de gas de escape, que puede conectarse a través de un primer conducto (14) de biogás/gas de escape con la salida (8) de biogás;
  - 4e una antorcha (22) de gas de escape, que puede conectarse a través de un segundo conducto (16) de biogás/gas de escape con la salida (8) de biogás;
  - 20 un conducto (28) de aire limpio, que puede conectarse con la al menos una entrada (24, 25) de gas de purgado;
  - un dispositivo (30) de control para conectar la salida (8) de biogás con el conducto (12) de biogás o con la chimenea (20) de biogás de escape a través del primer conducto (14) de biogás/gas de escape o con la antorcha (22) de gas de escape a través del segundo conducto (16) de biogás/gas de escape y para conectar la entrada (24, 25) de gas de purgado con el conducto (26) de gas de escape o con el conducto (28) de aire limpio; y
  - 25 un dispositivo (32, 34) de medición, que está conectado con el dispositivo (30) de control y presenta un primer sensor (32) de medición para la detección de la concentración de metano y un segundo sensor (34) de medición para la detección de la concentración de dióxido de carbono en la mezcla de gases que sale del al menos un fermentador (2).
- 35 2. Instalación combinada según la reivindicación 1, caracterizada porque el dispositivo (32, 34) de medición está dispuesto en la salida (8) de biogás.
- 40 3. Instalación combinada según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque están previstos una pluralidad de fermentadores (2-i), cuyas salidas (8-i) de biogás desembocan en el conducto (12) de biogás común y porque el primer sensor de medición para la detección de la concentración de metano está dispuesto en el conducto de biogás común.
- 45 4. Instalación combinada según la reivindicación 3, caracterizada porque las salidas (8-i) de biogás pueden conectarse de manera selectiva a través de un conducto (40) de biogás/gas de escape común con la chimenea (20) de gas de escape o la antorcha (22) de gas de escape y porque el segundo sensor de medición para la detección de la concentración de dióxido de carbono está dispuesto en el conducto (40) de biogás/gas de escape común.
- 50 5. Instalación combinada según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el conducto (26) de gas de escape alimenta gas de escape procedente de un motor de combustión interna.
- 55 6. Instalación combinada según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el conducto (12) de biogás establece la conexión con un dispositivo de aprovechamiento de biogás, que genera gas de escape con contenido en dióxido de carbono.
- 60 7. Instalación combinada según la reivindicación 5, caracterizada porque el dispositivo de aprovechamiento de biogás presenta una planta (18) de cogeneración.
- 65 8. Instalación combinada según la reivindicación 5, caracterizada porque el dispositivo de aprovechamiento de biogás presenta una pila de combustible.
9. Instalación combinada según la reivindicación 5, caracterizada porque el dispositivo de aprovechamiento de biogás presenta un dispositivo (44) de tratamiento de gas.
10. Instalación combinada según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la primera entrada (24) de gas de purgado desemboca en la zona por encima de la biomasa (6) en el fermentador (2).

11. Instalación combinada según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los canales (52) de gas de purgado están diseñados para evacuar líquidos de rezumado que salen de la biomasa durante la generación de biogás.

5 12. Procedimiento para cambiar un fermentador en una instalación combinada según una de las reivindicaciones anteriores entre generación de biogás y compostaje con las etapas de procedimiento de:

a) mantener la conexión entre la salida (8) de biogás y el conducto (12) de biogás;

10 b) conectar el conducto (26) de gas de escape con la al menos una entrada (24, 25) de gas de purgado del fermentador (2) que va a cambiarse;

15 c) purgar el fermentador (2) que va a cambiarse con gas de escape procedente del conducto (26) de gas de escape hasta que la concentración de metano detectada por el primer sensor (32) de medición haya disminuido hasta un valor umbral superior;

d) separar el conducto (12) de biogás de la salida (8) de biogás del fermentador (2) que va a cambiarse;

20 e) conectar la salida (8) de biogás del fermentador (2) que va a cambiarse con el primer conducto (14) de biogás/gas de escape y alimentar la mezcla de gas de escape/biogás a la chimenea (20) de biogás de escape hasta que la concentración de metano detectada por el primer sensor (32) de medición haya disminuido hasta un valor umbral inferior;

25 f) separar el conducto (26) de gas de escape de la entrada (24, 25) de gas de purgado del fermentador (2) que va a cambiarse;

30 g) conectar el conducto (28) de aire limpio con la entrada (24, 25) de gas de purgado del fermentador (2) que va a cambiarse y alimentar aire limpio al interior del fermentador (2) que va a cambiarse hasta que la concentración de dióxido de carbono detectada por el segundo sensor (34) de medición haya disminuido hasta un primer valor umbral; y

h) someter a compostaje la biomasa consumida en el fermentador (2).

35 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque entre la etapa de procedimiento d) y la etapa de procedimiento e) se llevan a cabo las siguientes etapas de procedimiento:

40 d1) conectar la salida (8) de biogás del fermentador (2) que va a cambiarse con el segundo conducto (16) de biogás/gas de escape y alimentar la mezcla de gas de escape/biogás a la antorcha (22) de gas de escape hasta que la concentración de metano detectada por el primer sensor (32) de medición haya disminuido hasta un valor umbral medio, que se sitúa entre el valor umbral superior y el inferior; y

d2) separar la salida (8) de biogás del fermentador (2) que va a cambiarse del segundo conducto (16) de biogás/gas de escape.

45 14. Procedimiento según la reivindicación 12 ó 13, caracterizado porque se calienta previamente el aire limpio alimentado a través del conducto (28) de aire limpio.

50 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 12 a 14, caracterizado porque la operación de compostaje se controla mediante la cantidad de aire limpio alimentada.

16. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 12 a 15, caracterizado porque se filtran las mezclas de gases evacuadas desde el fermentador (2).

55 17. Procedimiento para arrancar un fermentador (2) recién cargado con biomasa según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 11 con las etapas de procedimiento de:

a) cerrar la abertura (4) de carga y descarga;

60 b) conectar la salida (8) de biogás con el primer conducto (14) de biogás/gas de escape;

c) conectar el conducto (26) de gas de escape con la entrada (24, 25) de gas de purgado del fermentador (2) que va a arrancarse y alimentar gas de escape al fermentador (2) que va a arrancarse hasta que la concentración de dióxido de carbono detectada por el segundo sensor (34) de medición alcance un segundo valor umbral;

65 d) separar el conducto (26) de gas de escape de la entrada (24, 25) de gas de purgado;

e) separar el primer conducto (14) de biogás/gas de escape de la salida (8) de biogás;

f) conectar el conducto (12) de biogás con la salida (8) de biogás.

5           18.       Procedimiento según la reivindicación 17, caracterizado porque la etapa de procedimiento f) se  
lleva a cabo cuando la concentración de metano detectada por el primer o cuarto sensor (32; 50) de medición supera  
un cuarto valor umbral.

10           19.       Procedimiento según la reivindicación 18, caracterizado porque el cuarto valor umbral de la  
concentración de metano es igual al valor umbral superior de la concentración de metano.

            20.       Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 12 a 19, caracterizado porque el  
conducto (26) de gas de escape se conecta con el tubo de escape de un motor de combustión interna.

15           21.       Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 12 a 19, caracterizado porque el  
conducto (26) de gas de escape está conectado con el tubo (48) de escape de un dispositivo (44) de tratamiento de  
biogás que genera un gas de escape con contenido en dióxido de carbono.

20           22.       Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 12 a 19, caracterizado porque el  
conducto (26) de gas de escape está conectado con el tubo de escape de una pila de combustible.

Fig. 1

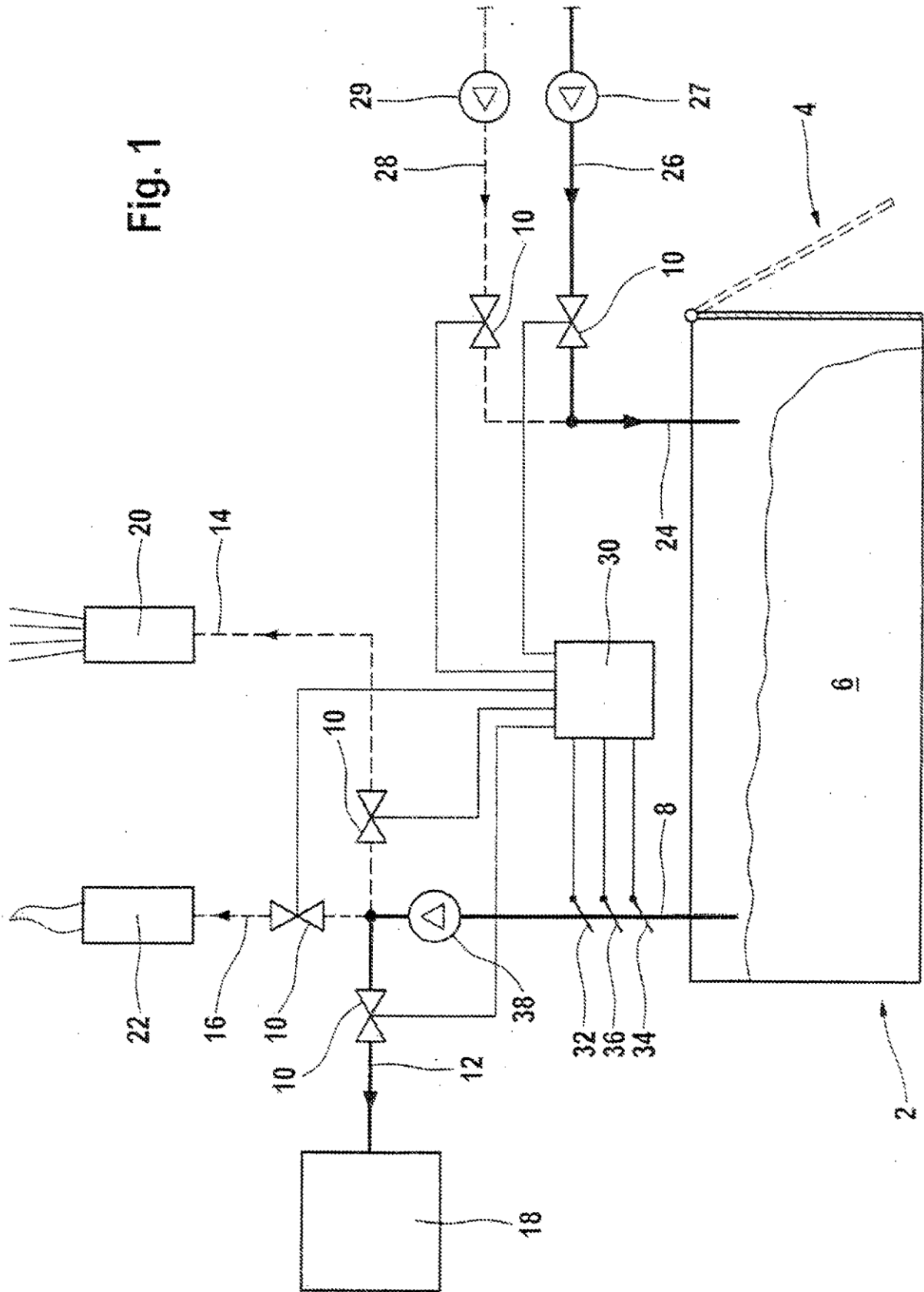


Fig. 2

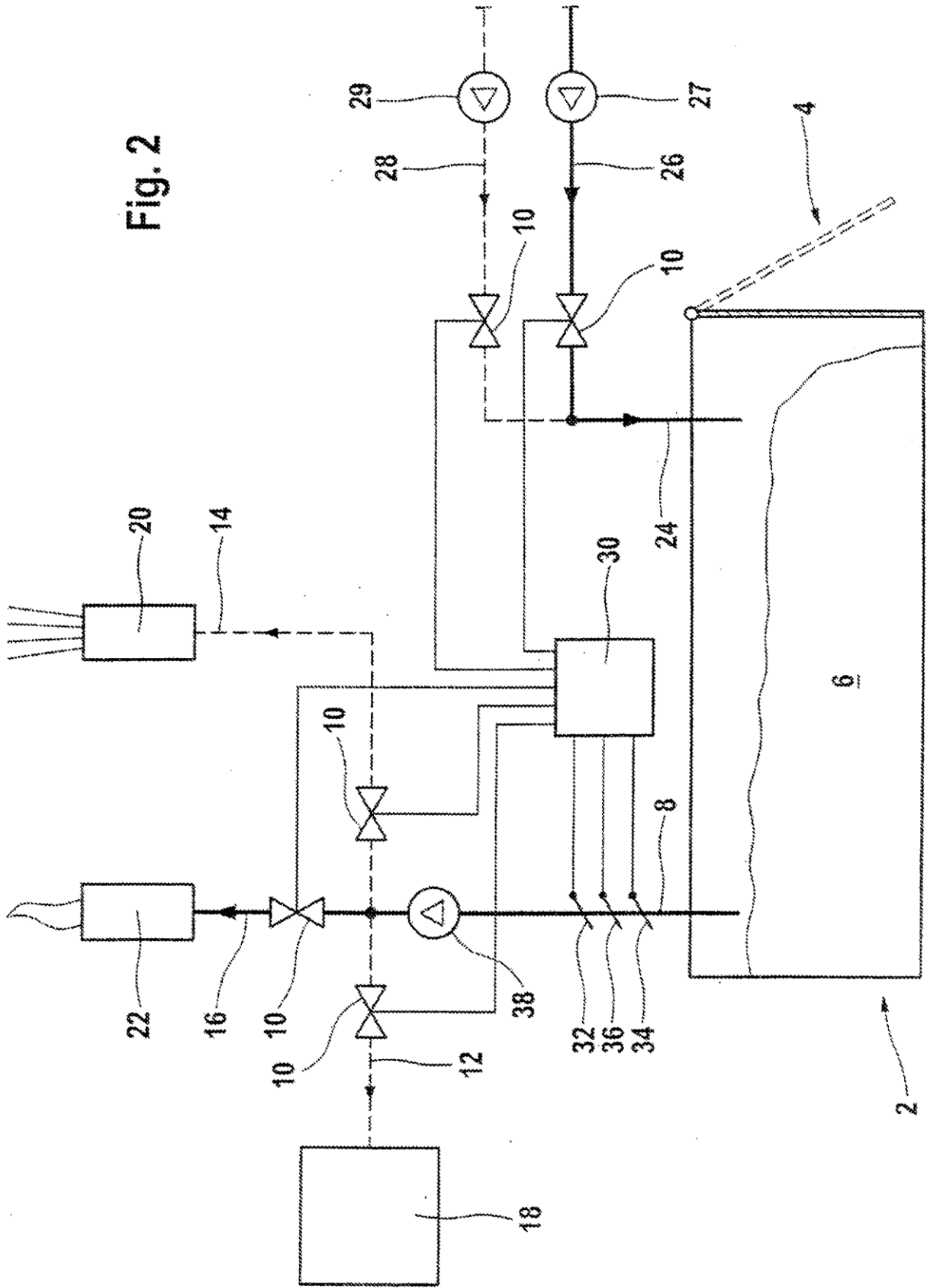


Fig. 3

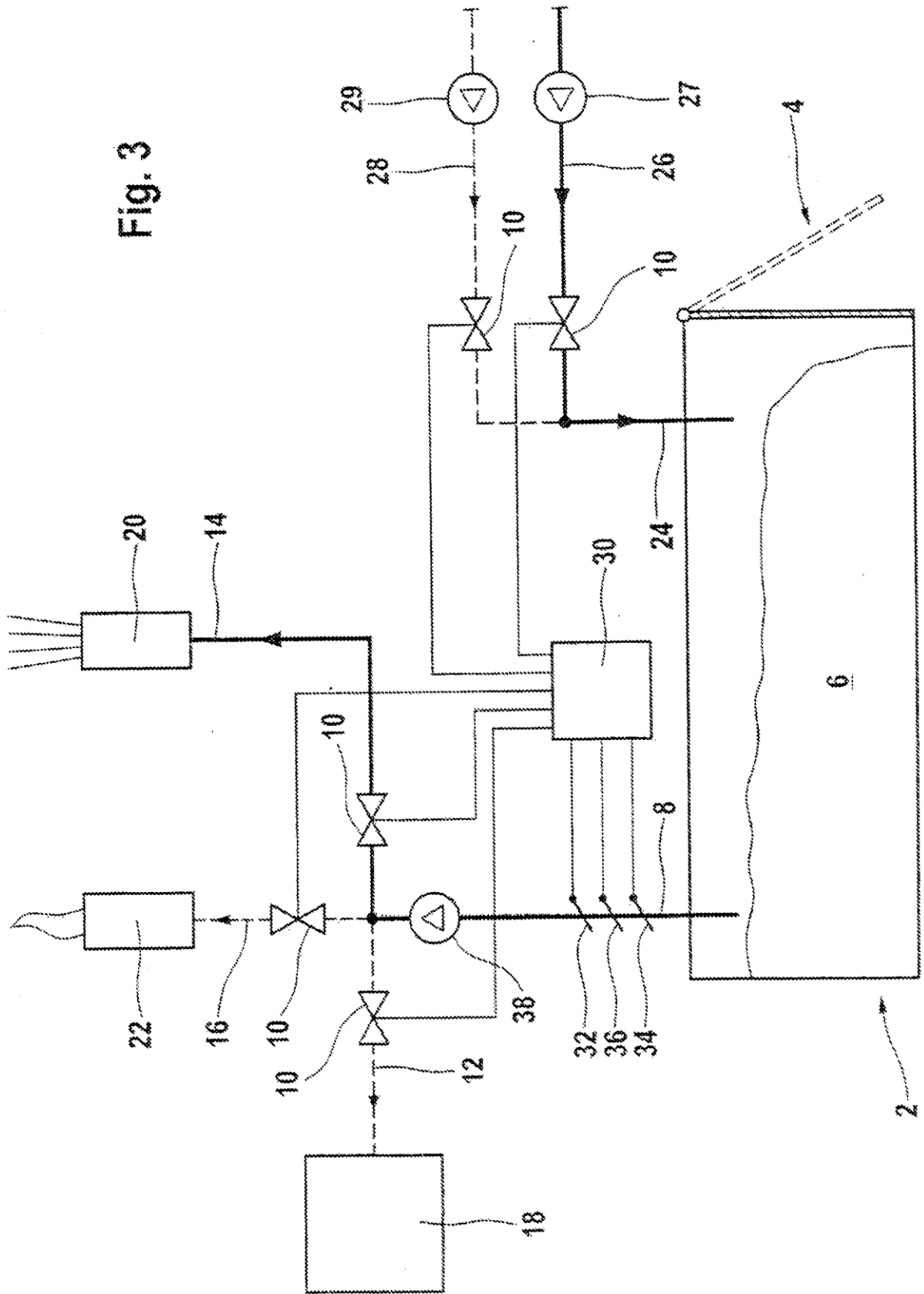


Fig. 4

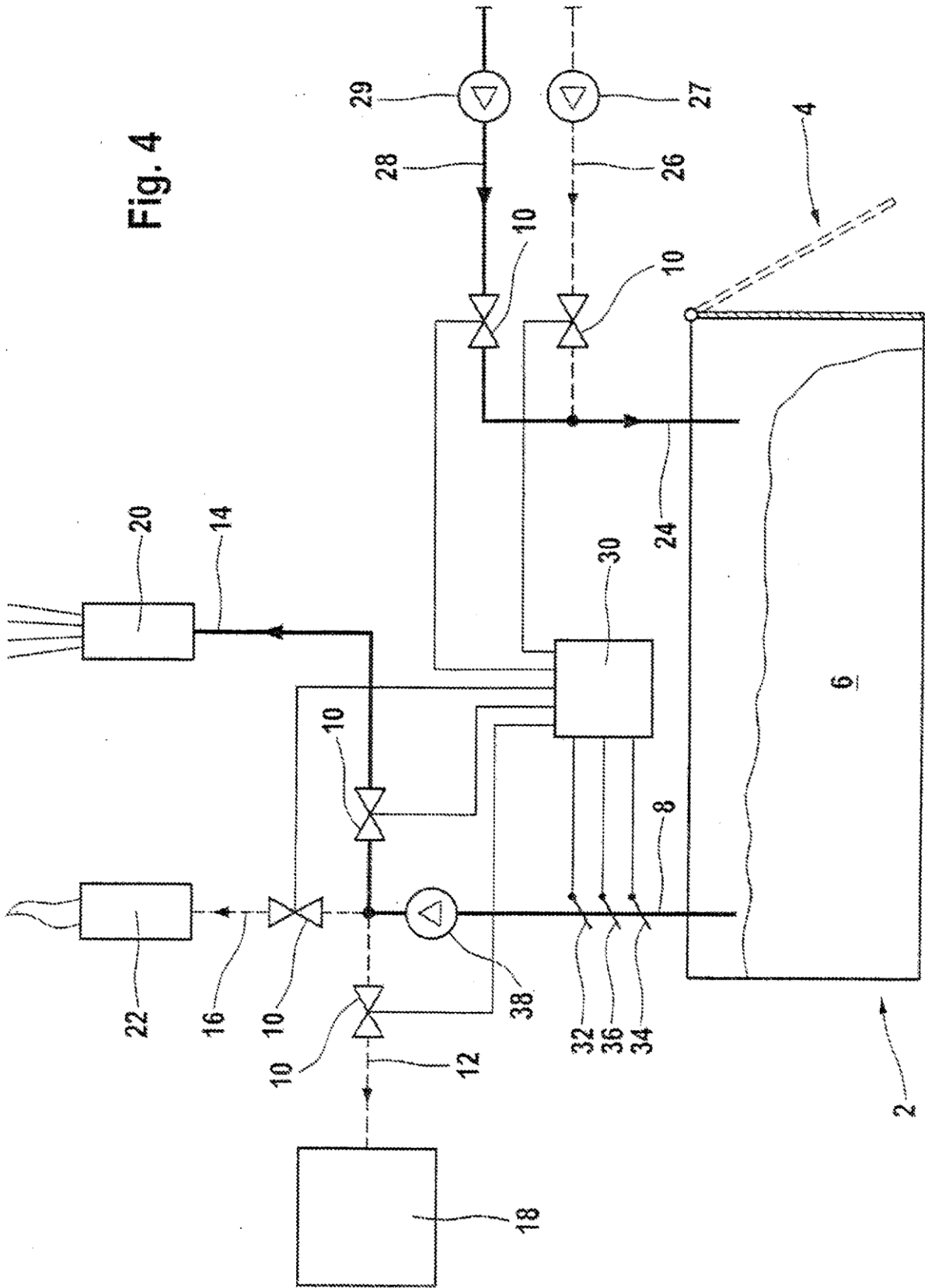


Fig. 5

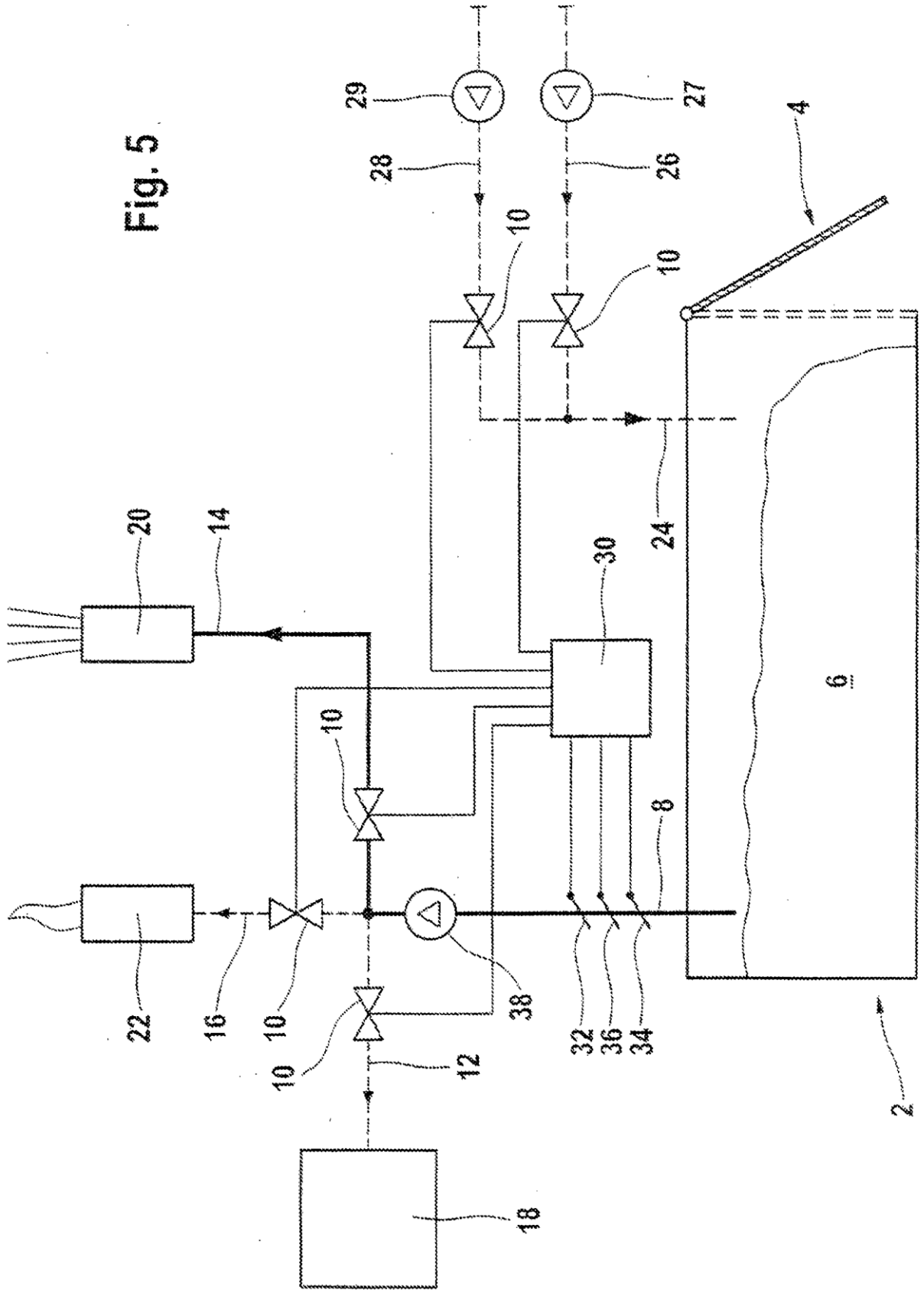




Fig. 6

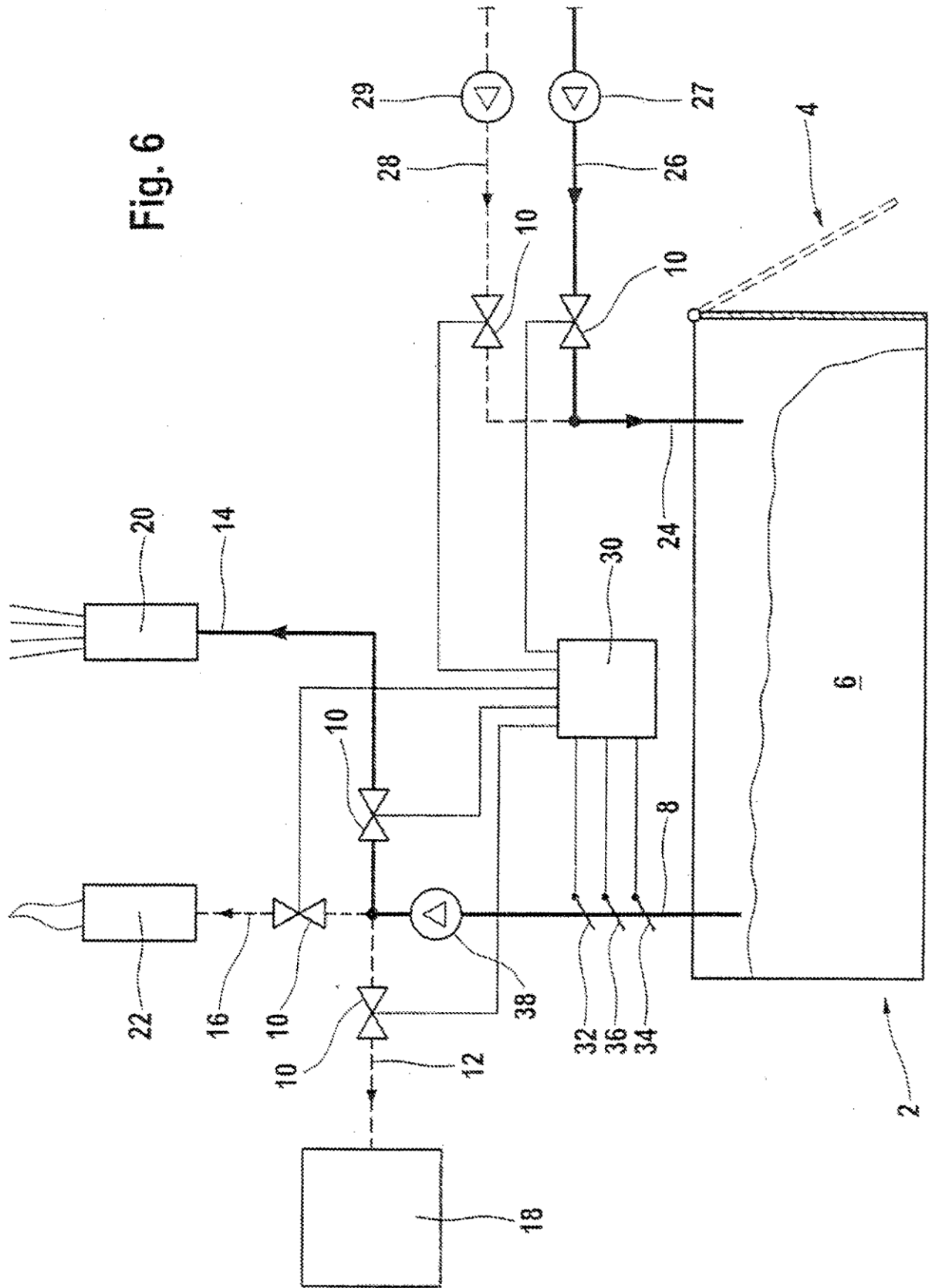


Fig. 7

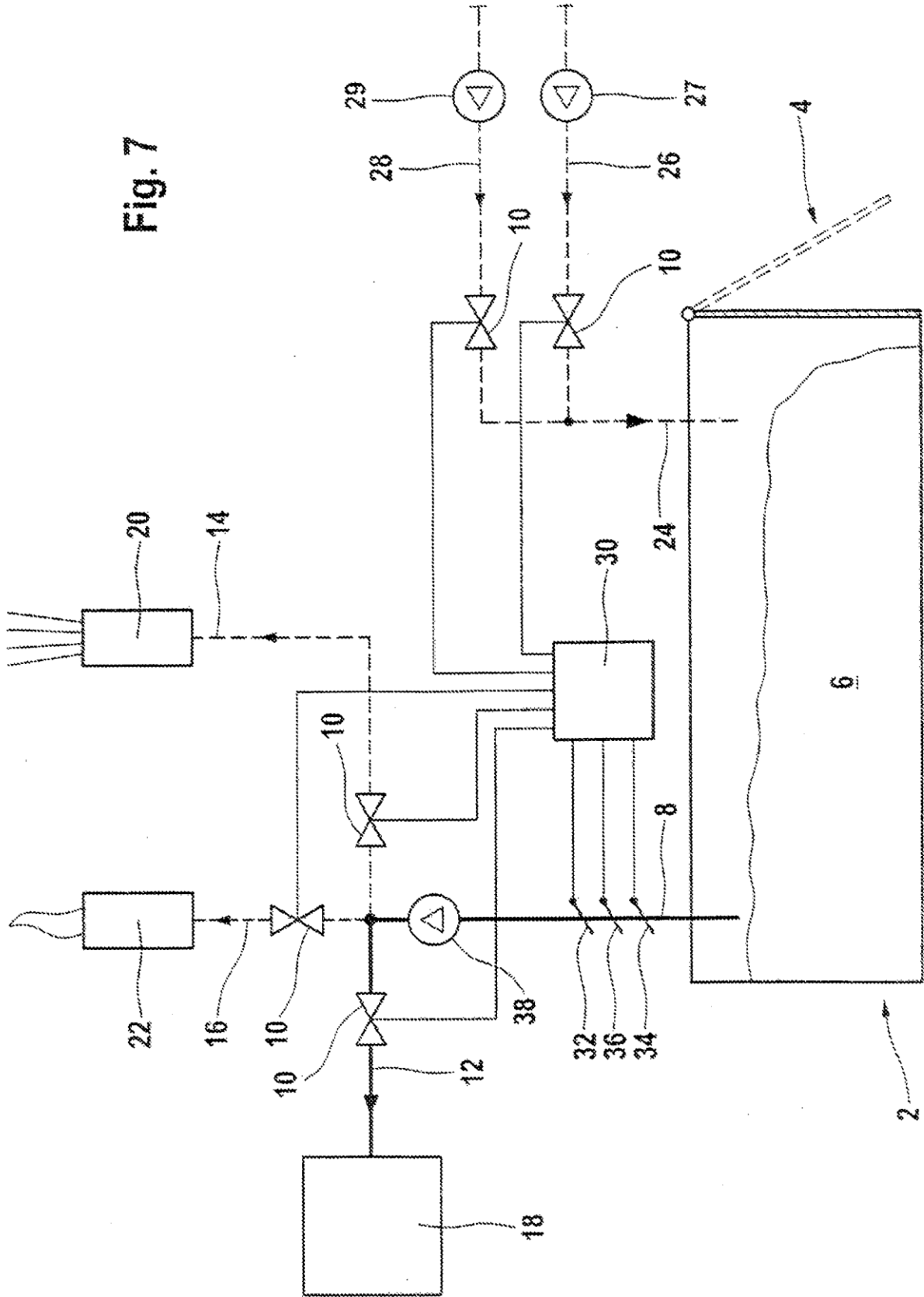
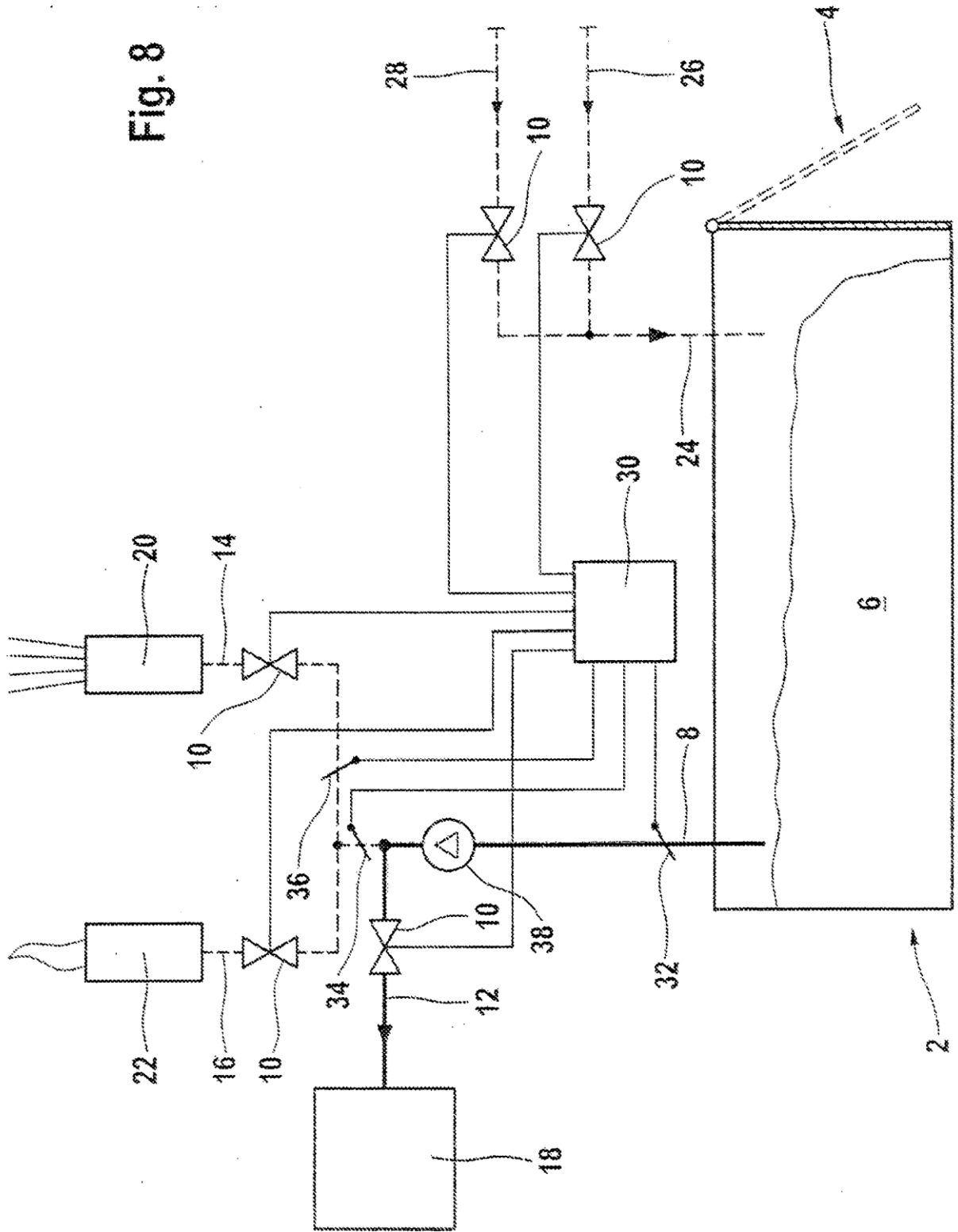


Fig. 8



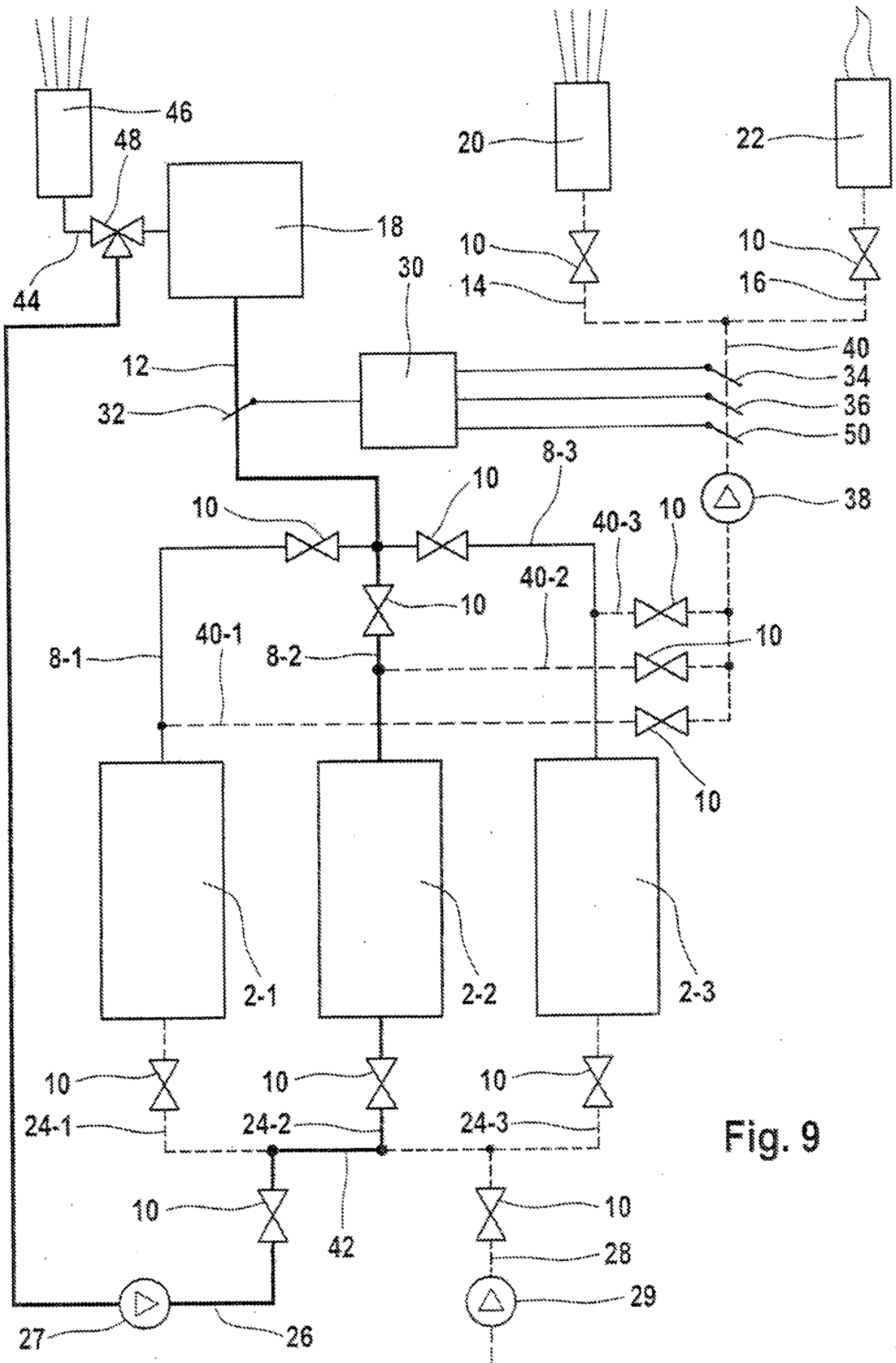


Fig. 9

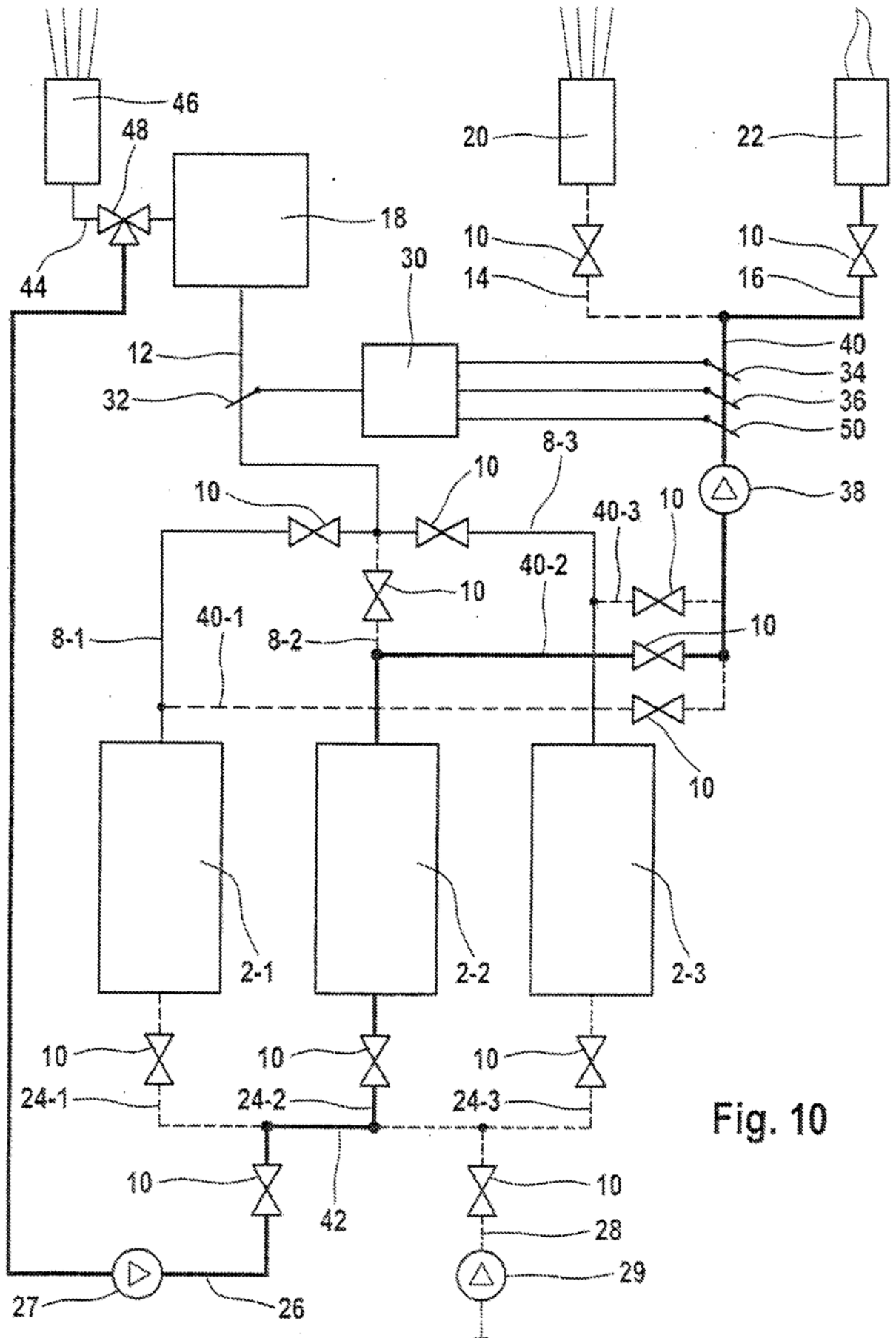


Fig. 10

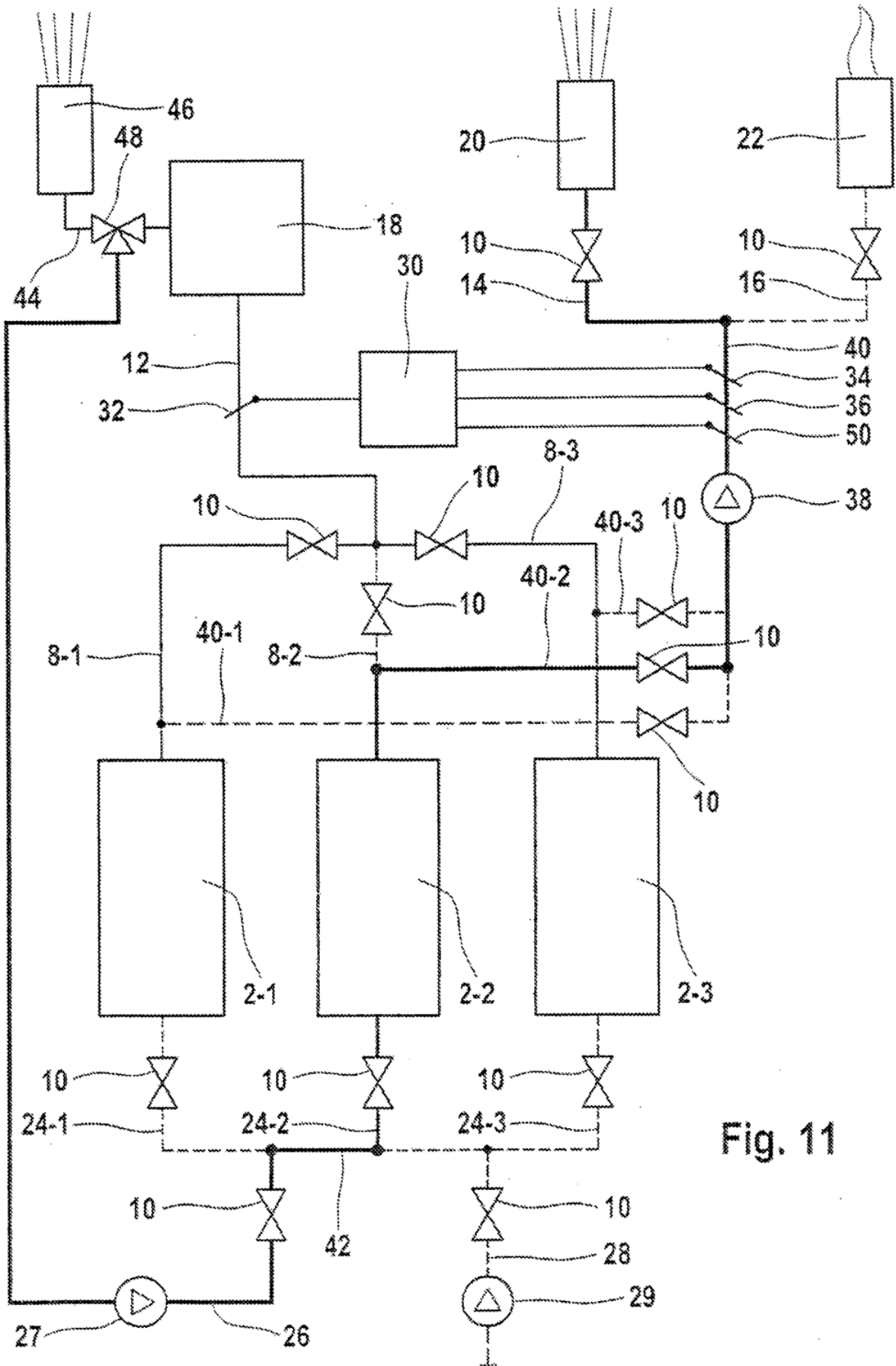


Fig. 11

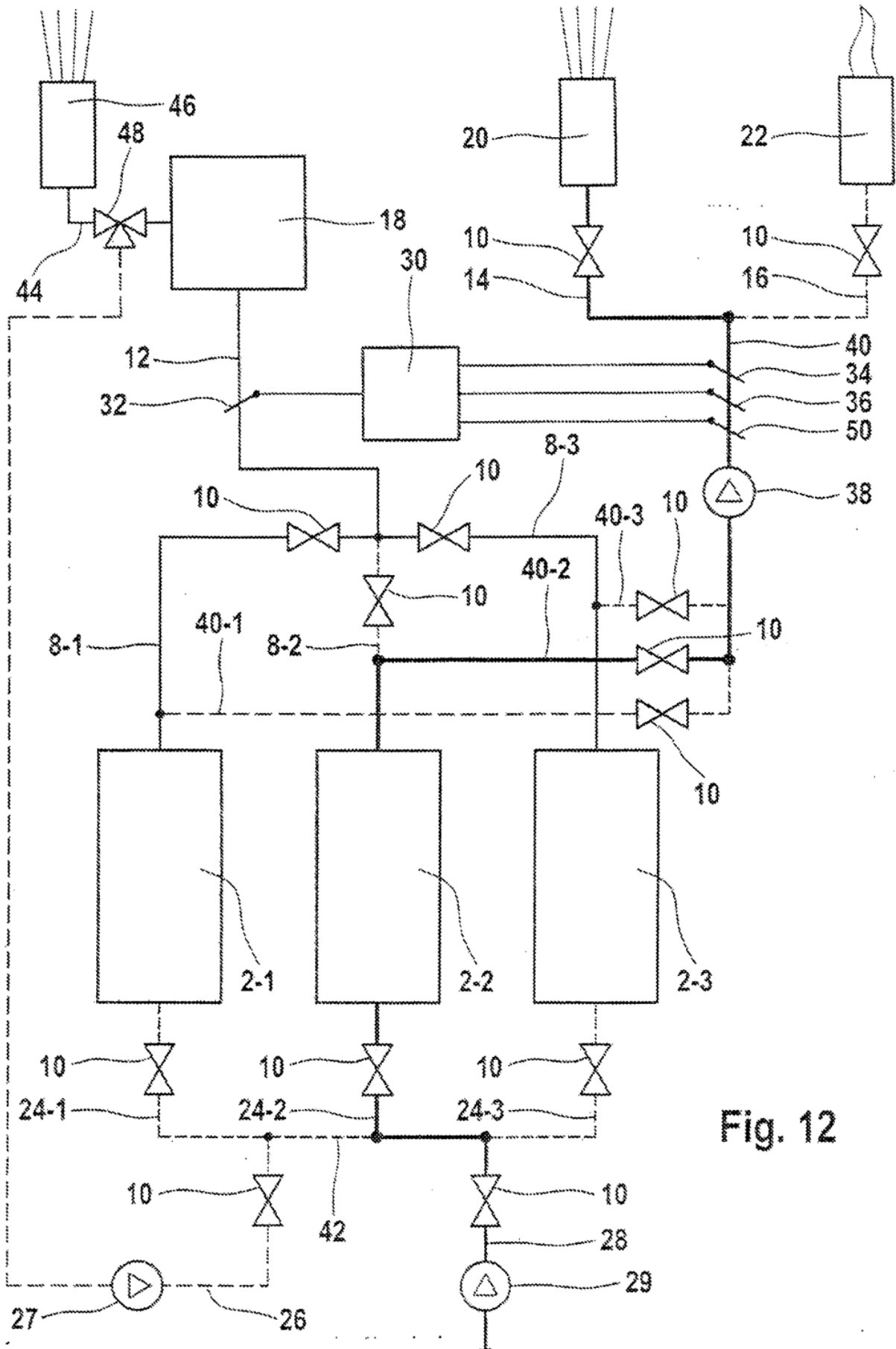


Fig. 12

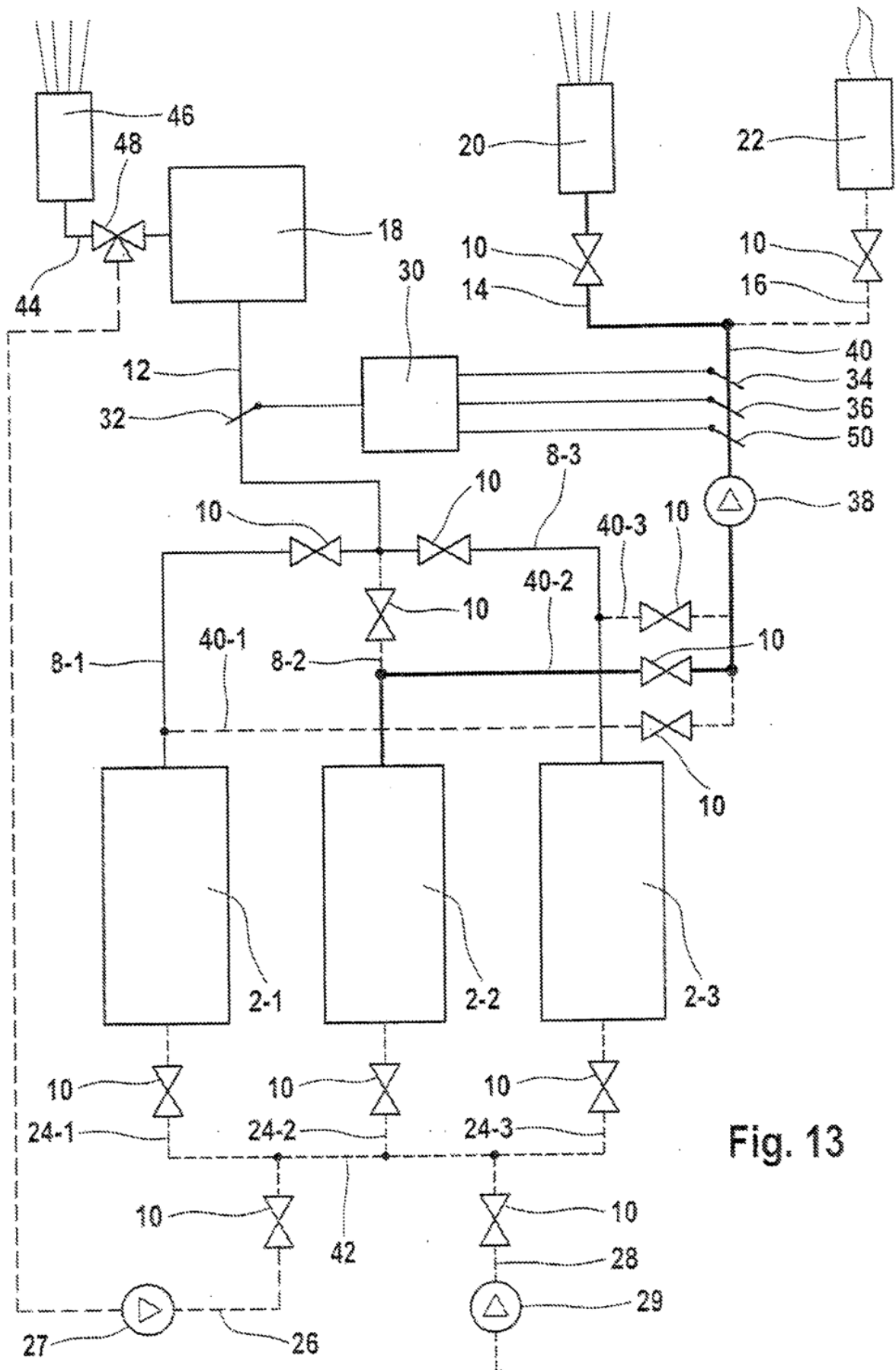


Fig. 13



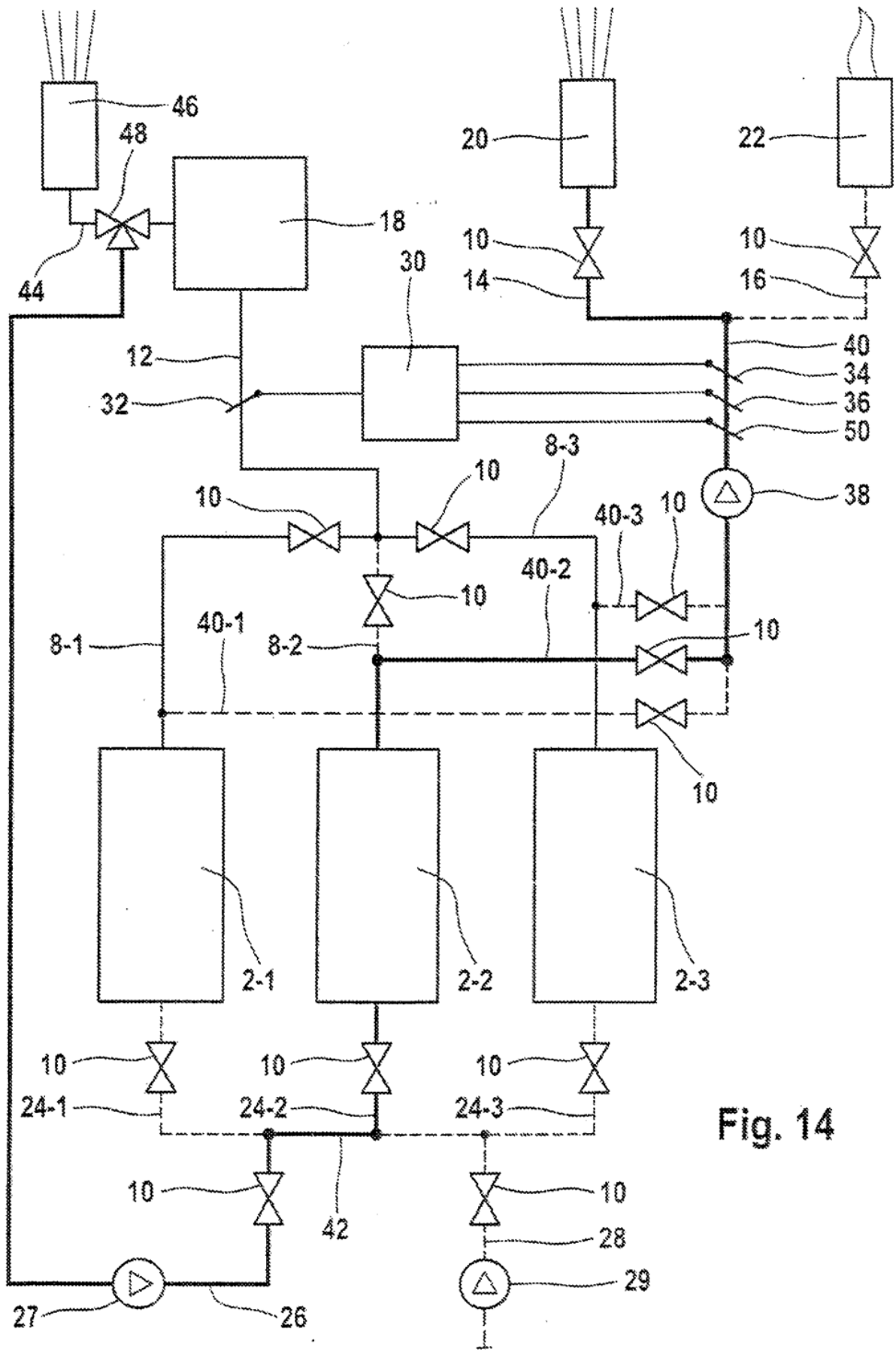
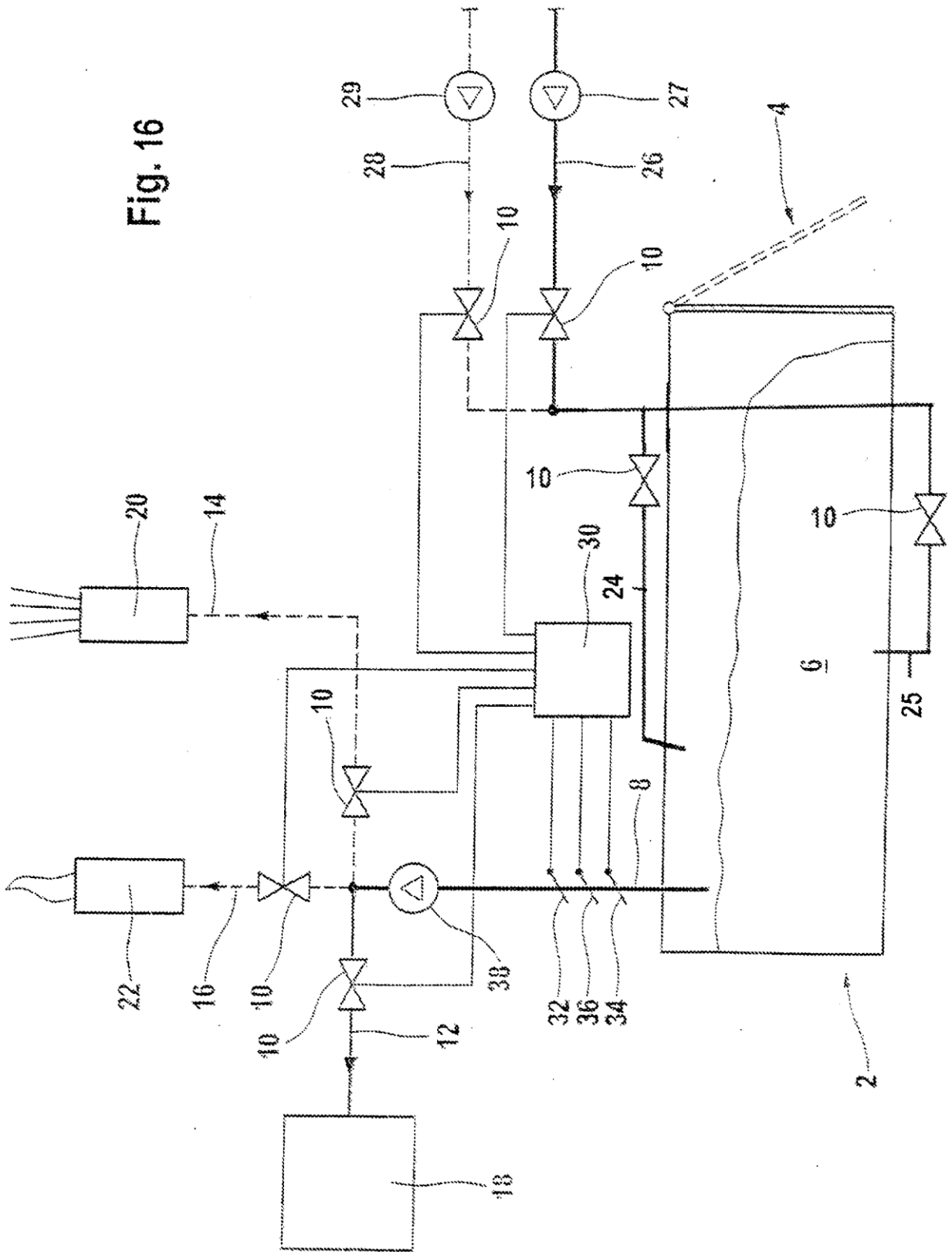


Fig. 14



Fig. 16



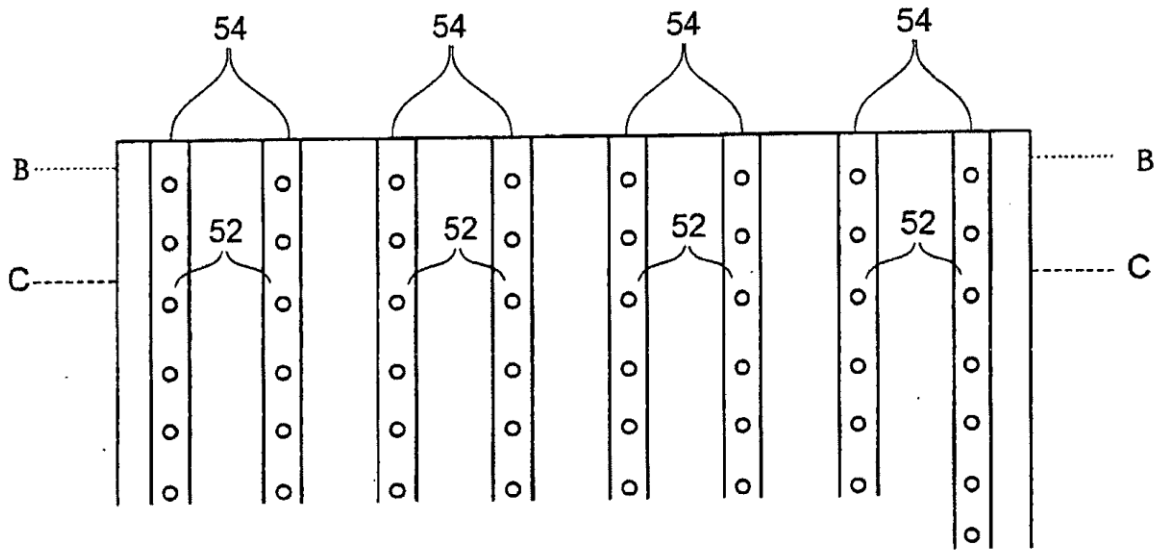


Fig. 17A

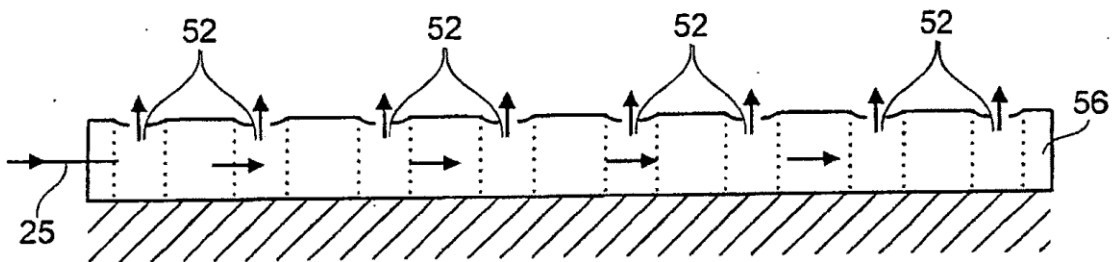


Fig. 17B

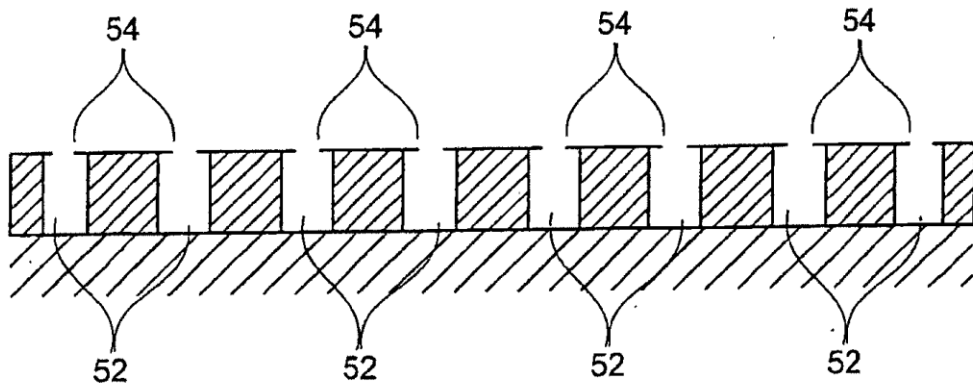


Fig. 17C