

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 953**

51 Int. Cl.:

B01J 19/00 (2006.01)

C40B 60/12 (2006.01)

F16L 41/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.10.2011 PCT/NL2011/050665**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2012 WO12047095**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2011 E 11767820 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2624948**

54 Título: **Sistema y procedimiento para medir caudales de flujos de fluido a reactores paralelos**

30 Prioridad:

07.10.2010 US 390755 P
07.10.2010 NL 2005476

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.07.2019

73 Titular/es:

AVANTIUM TECHNOLOGIES B.V. (100.0%)
Zekeringstraat 29
1014 BV Amsterdam, NL

72 Inventor/es:

MOONEN, ROELANDUS HENDRIKUS
WILHELMUS

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 720 953 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 y procedimiento para medir caudales de flujos de fluido a reactores paralelos

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un sistema y procedimiento para medir caudales de flujos de fluido paralelos.
- [0002]** En la investigación de reacciones químicas, se usa ampliamente la experimentación de alto rendimiento. En la experimentación de alto rendimiento, se coloca en paralelo una pluralidad de reactores de escala relativamente pequeña. En cada reactor tiene lugar un experimento diferente. Por lo general, las condiciones y/o los reactivos varían ligeramente por los diferentes reactores. Por ejemplo, todos los reactores funcionan a la misma presión y temperatura, pero todos contienen un reactivo diferente, o los reactivos son todos iguales, pero la presión y la temperatura varían. Después de llevarse a cabo los experimentos, los resultados de los experimentos se comparan entre sí y, por ejemplo, se identifican reactivos interesantes (p. ej., catalizadores) o condiciones de reacción prometedoras. Llevar a cabo los experimentos en paralelo conduce a una reducción significativa en el tiempo que se tarda en presentar los resultados de la experimentación.
- 10 **[0003]** Por lo general, en la experimentación de alto rendimiento, los reactores son pequeños, al igual que las cantidades de reactivos que se usan. Si se usan flujos a través de reactores, los caudales de los flujos de fluido también son bajos. Los tamaños típicos de los reactores no exceden de 1 cm de diámetro, y cuando, por ejemplo, se prueba la actividad catalítica, normalmente están presentes unos pocos gramos de un catalizador potencial en cada reactor. A veces se usa aún menos catalizador potencial, p. ej., entre 0,005 y 1 gramo. Los caudales son generalmente inferiores a 10 ml/hora para líquidos y/o inferiores a 150 Nml/minuto para gas. El bajo caudal típico usado en reacciones de alto rendimiento dificulta el control del flujo de fluido a través de los reactores individuales.
- 20 **[0004]** Con el fin de poder comparar entre sí los resultados de los experimentos que se llevan a cabo en los diferentes reactores, es importante conocer las condiciones de proceso bajo las que tuvo lugar cada experimento. Tales condiciones de proceso incluyen, p. ej., la temperatura, la presión y el caudal.
- [0005]** El documento WO99/64160 tiene por objetivo mantener el caudal igual a través de todos los reactores proporcionando un limitador de flujo pasivo aguas arriba o aguas abajo de cada reactor. La resistencia al flujo de fluido en cada limitador es tan alta que es el limitador el que determina el caudal a través de cada reactor. Los controladores de flujo pasivos por lo general son más baratos y más compactos que los controladores de flujo activos. Por otra parte, los controladores de flujo activos permiten el ajuste del flujo durante el experimento, sin tener que interrumpir el experimento.
- 30 **[0006]** Una desventaja de usar limitadores de flujo como controladores de flujo pasivos para controlar el caudal a través de los reactores es que todos los limitadores de flujo tienen que ser calibrados individualmente con el fin de obtener la distribución de flujo deseada por los reactores. Cuando, por ejemplo, se usan capilares como limitadores de flujo, la longitud de los capilares tiene que cambiarse con el fin de obtener la resistencia adecuada al flujo de fluido.
- 35 **[0007]** El documento US2004/0121470 describe un procedimiento y aparato para la selección y optimización de catalizadores de alto rendimiento. En este procedimiento y dispositivo, se proporcionan múltiples reactores paralelos, pero los experimentos tienen lugar secuencialmente. Mientras que un reactor es alimentado con un gas y/o líquido reactivo, los otros reactores son alimentados con un fluido inerte y/o un fluido para tratamiento previo, regeneración o similares. El efluente procedente del reactor en el que tiene lugar el experimento es suministrado a un analizador. Cuando se realiza el experimento, un reactor diferente es alimentado con el fluido reactivo y el reactor previamente activo recibe el otro fluido (inerte, tratamiento previo, regeneración, etc.).
- 45 **[0008]** El aparato conocido comprende una válvula rotativa aguas arriba de los reactores, válvula que garantiza que el fluido reactivo sea dirigido a un reactor y el otro fluido (inerte, tratamiento previo, regeneración, etc.) sea dirigido a los otros reactores. Así, en el aparato conocido, la válvula aguas arriba de los reactores se usa para determinar qué reactor recibe qué fluido.
- 50 **[0009]** El documento US2004/131515 describe un sistema de tratamiento térmico. Este sistema conocido comprende una pluralidad de líneas de alimentación para alimentar un fluido, una pluralidad de zonas de tratamiento, siendo alimentada cada zona de tratamiento por una de la pluralidad de líneas de alimentación. Cada zona de tratamiento incluye al menos una cámara para contener un material y hacer fluir el fluido a través del material, y una pluralidad de elementos de calentamiento. Cada elemento de calentamiento calienta el material en al menos una de la pluralidad de cámaras.
- 55 **[0010]** El documento WO2005/063372 describe un dispositivo para el estudio paralelo de reacciones químicas. El dispositivo comprende al menos los siguientes componentes: (a) al menos dos espacios de reacción separados espacialmente; (b) en el lado de entrada del espacio de reacción, al menos una alimentación de ducto común para la reacción en el lado de salida del espacio de reacción, al menos una convección por espacio de reacción a al menos
- 60 la pluralidad de cámaras.
- 65

una alimentación de gas de retención común a todos los espacios de reacción, o subconjuntos de ellos; (e) en el lado de salida del espacio de reacción, y aguas abajo de la conexión a la alimentación de gas de retención según (d) en la dirección de flujo de producto, al menos un limitador por espacio de reacción.

- 5 **[0011]** El objeto de la invención es proporcionar un sistema y procedimiento mejorados que midan caudales de flujos de fluido paralelos.
- [0012]** Este objeto se logra con el sistema de la reivindicación 1 y con el procedimiento de la reivindicación 12.
- 10 **[0013]** De acuerdo con la invención, un flujo de fluido se distribuye por una pluralidad de reactores. Estos reactores son preferentemente reactores de flujo continuo, pero también es posible usar la invención durante el llenado de una pluralidad de reactores discontinuos.
- [0014]** El flujo puede distribuirse por igual por los reactores, pero también es posible que se desee una
15 distribución de flujo diferente, p. ej., que el primer reactor reciba x ml/min, que el segundo reactor reciba $2x$ ml/min, que el tercer reactor reciba $3x$ ml/min, etc. El experto entenderá que en la invención puede usarse cualquier distribución de flujo predeterminada.
- [0015]** De acuerdo con la invención, una línea de alimentación común se ramifica en una pluralidad de líneas
20 de alimentación de reactor. Las líneas de alimentación de reactor reciben fluido procedente de la línea de alimentación común. A través de la línea de alimentación común fluye un flujo de fluido combinado, que se divide en flujos de alimentación de reactor, fluyendo cada uno de los flujos de alimentación del reactor hacia un reactor. El fluido del flujo de alimentación combinado y de los flujos de alimentación de reactor puede ser gas, líquido o una combinación de los mismos. Cada línea de alimentación de reactor conduce el fluido recibido al reactor que está conectado a dicha línea
25 de alimentación de reactor. Es posible que múltiples líneas de alimentación de reactor estén conectadas a cada reactor. Esto hace posible, por ejemplo, suministrar tanto un líquido como un gas a los reactores.
- [0016]** Además de las líneas de alimentación de reactor, el sistema también comprende una línea de medición. La línea de medición se ramifica, de modo que tiene múltiples salidas. Cada salida está conectada a una línea de
30 alimentación de reactor asociada.
- [0017]** En una primera realización, la línea de medición tiene una única entrada. En esta realización, la entrada de línea de medición está conectada a la línea de alimentación común.
- 35 **[0018]** En una segunda realización, la línea de medición tiene múltiples entradas. En esta realización, cada una de las entradas de línea de medición está conectada a una línea de alimentación de reactor asociada. En cada línea de alimentación de reactor, la conexión con la entrada de línea de medición está dispuesta aguas arriba de la conexión con la salida de línea de medición.
- 40 **[0019]** En la línea de medición, está dispuesto un primer sensor de flujo. Este sensor de flujo está adaptado para medir el caudal del fluido que fluye a través de la línea de medición. El sensor de flujo puede ser cualquier clase adecuada de sensor de flujo. Sin embargo, se prefiere que se use un sensor de flujo que tenga una baja resistencia al flujo de fluido, tal como un sensor de flujo que esté basado en el principio del tiempo de vuelo. También es posible usar otros tipos adecuados de sensores de flujo.
- 45 **[0020]** Además, el sistema según la invención comprende un sistema de válvula. El sistema de válvula comprende una o más válvulas y una unidad de control de válvula para controlar la una o más válvulas, en particular controlar el ajuste de la una o más válvulas. El sistema de válvula está dispuesto y/o adaptado de manera que puede adoptar un ajuste de no medición que permite que el fluido que procede de la línea de alimentación común fluya hacia
50 las líneas de alimentación de reactor que están conectadas a la línea de alimentación común y por las líneas de alimentación de reactor hacia los reactores. En este ajuste de no medición, los flujos de fluido fluyen a través de todas las líneas de alimentación de reactor. Cuando el sistema de válvula está en su ajuste de no medición, el caudal no es medido por el sensor de flujo en la línea de medición.
- 55 **[0021]** El sistema de válvula también puede adoptar un ajuste de medición, en el cual las válvulas redirigen uno de los flujos de alimentación del reactor de manera que fluye a través de la línea de medición. Mientras este flujo de alimentación de reactor redirigido fluye a través de la línea de medición, la línea de alimentación de reactor a través de la que fluiría cuando las válvulas estuvieran en su ajuste de no medición, está bloqueada. Esta línea de alimentación de reactor bloqueada (temporalmente) es evitada completamente o en parte por la línea de medición.
- 60 **[0022]** Cuando el sistema de la válvula está en su ajuste de medición, la unidad de control de válvula preferentemente cambia los ajustes de la válvula o las válvulas de modo que secuencialmente, uno tras otro, el fluido que fluye a o hacia cada línea de alimentación de reactor es redirigido para que fluya a través de la línea de medición y que el flujo redirigido fluya a través de la línea de medición. Así, uno después de otro, el caudal del flujo de fluido de
65 una línea de alimentación de reactor es medido por el primer sensor de flujo.

[0023] Durante un ciclo de medición, cada flujo de alimentación de reactor es redirigido a través de la línea de medición una vez. Así, uno después de otro, el caudal de flujo de cada flujo de alimentación de reactor es medido por el sensor de flujo en la línea de medición.

5

[0024] Preferentemente, se lleva a cabo una pluralidad de ciclos de medición durante el transcurso de los experimentos. Puede haber un intervalo de tiempo entre ciclos de medición sucesivos, o los ciclos de medición pueden realizarse uno justo después del otro. Además, puede haber un intervalo de tiempo entre las mediciones en un ciclo de medición, o las mediciones en un ciclo de medición pueden realizarse una justo después de otra.

10

[0025] El sistema de válvula puede comprender cualquier clase de válvula adecuada. Es posible usar válvulas individuales para cada línea individual (teniendo cada válvula una única entrada y una única salida), pero también es posible que se usen válvulas rotativas que actúen sobre los flujos de fluido en o hacia una pluralidad de líneas al mismo tiempo. Tales rotativas tienen, por lo tanto, múltiples entradas y múltiples salidas.

15

[0026] Una ventaja del sistema y procedimiento según la invención es que sólo la línea de medición debe estar provista de un sensor de flujo, pero aun así pueden medirse los caudales en todas las líneas de alimentación de reactor individuales. Esto, por supuesto, reduce los costes ya que tienen que estar presentes menos sensores de flujo. Otra ventaja importante en el uso de un sensor de flujo sólo en la línea de medición es que todas las mediciones se llevan a cabo mediante el mismo sensor de flujo. Con ello, ya no es necesaria una calibración exhaustiva. Si se usan múltiples sensores de flujo, uno en cada línea de alimentación de reactor, y se quiere comparar los caudales de las diferentes líneas de alimentación de reactor, debe asegurarse de que las lecturas de todos los sensores de flujo sean suficientemente precisas para una comparación fiable. En la práctica, esto se reduce a que todos los sensores de flujo tienen que ser calibrados individualmente con el mismo estándar. En el sistema y procedimiento según la invención, esto ya no es necesario, ya que para todas las mediciones se usa el mismo sensor de flujo.

20

[0027] En una posible realización, el caudal no sólo se mide en la línea de medición, sino que también se determina el caudal a través de la línea de alimentación común. Este caudal puede medirse mediante un sensor de flujo de cualquier tipo adecuado que esté dispuesto en la línea de alimentación común. En la práctica, se ha descubierto que un sensor de flujo de Coriolis funciona bien. Alternativamente (o incluso además) puede usarse un simple medidor de masa que mida la reducción de la masa de la fuente de fluido que es causada por el fluido que sale de la fuente de fluido. La reducción de masa a lo largo del tiempo puede correlacionarse con el caudal del fluido fuera de la fuente de fluido y dentro de la línea de alimentación común.

30

[0028] En una posible realización adicional, además de la línea de medición aguas arriba de los reactores, está presente una segunda línea de medición aguas abajo de los reactores. Esta segunda línea de medición tiene múltiples entradas. Cada entrada de la línea de medición está conectada a una de las líneas de efluente que salen de un reactor.

35

[0029] En tal realización, están presentes segundas válvulas y un segundo controlador de válvula para asegurarse de que el flujo es redirigido desde una primera línea de efluente a través de la segunda línea de medición de modo que pueda medirse su caudal. Sucesivamente, el flujo de cada línea de efluente es dirigido a través de la segunda línea de medición de manera que puedan determinarse todos los caudales. Esta información puede usarse, por ejemplo, para determinar la actividad del catalizador o la eficiencia de reacción.

40

[0030] En una realización ventajosa, el sistema de medición según la invención se usa en el control de los caudales de los flujos de fluido a los reactores.

45

[0031] En tal realización, cada línea de alimentación de reactor comprende un controlador de flujo. Este controlador de flujo es un controlador de flujo activo, lo que significa que el caudal del flujo de fluido que pasa a través de él puede ajustarse sin tener que interrumpir el experimento. Ejemplos de controladores de flujo activos adecuados son los limitadores de flujo controlados por calor (por ejemplo, capilares controlados por calor o poros controlados por calor), válvulas de aguja o controladores de flujo másico.

50

[0032] Tal realización comprende además una unidad de control de flujo para controlar el caudal del flujo de fluido a través de las líneas de alimentación de reactor. El ajuste de los controladores de flujo en las líneas de alimentación de reactor se determina basándose en los resultados de la medición del primer sensor de flujo que está dispuesto en la línea de medición.

55

[0033] En una realización adicional es posible que estén dispuestos dos o más sensores de flujo en la línea de medición. Estos dos sensores de flujo pueden estar dispuestos en serie o en paralelo.

60

[0034] Por ejemplo, un sensor de flujo puede servir como sensor de flujo redundante, un dispositivo de reserva en caso de que el otro falle. En tal sistema, resulta ventajoso disponer los sensores de flujo en paralelo, y tener un sistema de válvula que dirija todo el flujo a través de la línea de medición a través de uno de los sensores de flujo. Si este sensor de flujo falla, el sistema de válvulas cambia el ajuste de las válvulas de modo que el flujo se dirija a través

65

del otro sensor. El sensor defectuoso puede ser reemplazado sin apagar el sistema y, por lo tanto, sin tener que interrumpir los experimentos.

5 **[0035]** Como alternativa, o además, pueden disponerse dos o más sensores de flujo en paralelo en la línea de medición. Los sensores de flujo pueden usarse como doble verificación, o pueden tener un intervalo de medición diferente.

[0036] La invención se explicará con más detalle con referencia al dibujo, en el que se muestran realizaciones no limitativas de la invención. El dibujo muestra en:

10

la fig. 1: un sistema para realizar experimentos paralelos como se conoce de la técnica anterior,

la fig. 2: una primera realización de un sistema según la invención en un estado inactivo,

15 la fig. 3: el sistema de la fig. 2 durante etapas sucesivas de un ciclo de medición,

la fig. 4: una segunda realización del sistema según la invención,

la fig. 5: el ciclo de medición en la realización de la fig. 4,

20

la fig. 6: una variante de la realización de la fig. 2, la fig. 7: una variante de la realización de la fig. 4, la fig. 8: una variante de la realización de la fig. 2, la fig. 9: una variante de la realización de la fig. 2, la fig. 10: una realización adicional en la invención, la fig. 11: una realización adicional en la invención, la fig. 12: una realización adicional en la invención.

25

[0037] La fig. 1 muestra un sistema para realizar experimentos paralelos como se conoce de la técnica anterior. El sistema conocido comprende cuatro reactores R1, R2, R3, R4 que están dispuestos en paralelo. En el ejemplo de la fig. 1, los reactores R1, R2, R3, R4 son reactores de flujo continuo. Un fuente de fluido 10 está presente para suministrar un fluido a los reactores paralelos R1, R2, R3, R4. El fluido puede ser un gas, un líquido o una combinación de un gas y un líquido. La fuente de alimentación de fluido puede ser, por ejemplo, un contenedor o depósito presurizado, o un depósito en combinación con una bomba o un compresor.

30

[0038] El fluido sale de la fuente de fluido 10 por una línea de alimentación común 12. El flujo de fluido que sale de la fuente de fluido 10 se indica como el "flujo de alimentación combinado". A la línea de alimentación común 12 están conectadas cuatro líneas de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8. El flujo de alimentación combinado se divide en estas cuatro líneas de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8. Cada una de las líneas de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8 lleva una parte del flujo de alimentación combinado a uno de los reactores R1, R2, R3, R4. La parte del flujo de alimentación combinado que fluye a un reactor se indica como "el flujo de alimentación de reactor".

35

[0039] Cada línea de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8 ha sido provista de una válvula 15, 16, 17, 18. Las válvulas permiten abrir o cerrar la línea de alimentación de reactor en la que están dispuestas.

40

[0040] Es posible que el sistema conocido comprenda una pluralidad de fuentes de fluido, y que cada reactor reciba fluido de dos o más fuentes de fluido al mismo tiempo.

45

[0041] En una posible realización del sistema conocido de la fig. 1, están dispuestos controladores de flujo activos o pasivos en las líneas de alimentación de reactor. También es posible, como alternativa o además, que los controladores de flujo activos o pasivos estén dispuestos en el sistema aguas abajo de los reactores.

[0042] En cada uno de los reactores R1, R2, R3, R4 tiene lugar una reacción diferente. Por ejemplo, cada reactor está provisto de una sustancia diferente, sustancia que podría ser un catalizador potencial. Un gas, un líquido o una combinación de los mismos es conducido desde la fuente de fluido 10, a través de la línea de alimentación común 12 y una de las líneas de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8, a uno de los reactores R1, R2, R3, R4. El efluente del reactor de cada uno de los reactores es analizado mediante un analizador (no mostrado en la fig. 1). En una realización, el efluente del reactor de cada reactor es recibido en un recipiente separado para análisis fuera de línea. En una realización diferente, el efluente del reactor es conducido a una válvula selectora, que conduce el efluente ya sea a un analizador o a residuos. En una realización diferente adicional, cada corriente de efluente es dirigida simultáneamente a un analizador en línea.

50

55

[0043] El experto entenderá que, en lugar de cuatro reactores, puede usarse cualquier otro número de reactores (cada uno con una línea de alimentación de reactor asociada).

60

[0044] la fig. 2 muestra una primera realización de un sistema según la invención en un estado inactivo. En comparación con el sistema conocido de la fig. 1, se ha añadido la línea de medición 21. En la realización de la fig. 2, la línea de medición 21 tiene una única entrada de línea de medición 22. La entrada de línea de medición 22 está

65

conectada a la línea de alimentación común 21. Con ello, están en comunicación de fluido con la fuente de fluido 10.

- [0045]** En la realización de la fig. 2, la línea de medición 21 tiene cuatro salidas de línea de medición 30, 31, 32, 33. Cada salida de línea de medición está conectada a una línea de alimentación de reactor asociada 5, 6, 7, 8. La conexión a una salida de línea de medición 30, 31, 32, 33 está dispuesta aguas abajo de la válvula 15, 16, 17, 18 de la línea de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8 respectiva. La conexión entre una salida de línea de medición 30, 31, 32, 33 y una línea de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8 hace que la línea de medición 21 esté en comunicación de fluido con las líneas de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8.
- 10 **[0046]** En la realización de la fig. 2, la línea de medición 21 se bifurca hacia las cuatro salidas de línea de medición 30, 31, 32, 33. En cada rama 25, 26, 27, 28, está dispuesta una válvula 35, 36, 37, 38, aguas arriba de la salida de línea de medición 30, 31, 32, 33.
- [0047]** En la parte de la línea de medición aguas arriba de las ramas, está dispuesto un sensor de flujo 23. Este sensor de flujo 23 está adaptado para medir el caudal del flujo de fluido que pasa a través de la línea de medición 21. El sensor de flujo 23 puede ser cualquier clase adecuada de sensor de flujo, pero preferentemente se usa un tipo de sensor de flujo que tiene una resistencia al flujo de fluido que es baja en comparación con otros elementos del sistema a través de los cuales pasa flujo, de modo que el sensor de flujo no altera la relación de los caudales que fluyen a los reactores cuando las válvulas 15, 16, 17, 18 en las líneas de alimentación de reactor y/o las válvulas 35, 36, 37, 38 en la línea de medición son accionadas (lo que podría ocurrir si el caudal de la línea de alimentación común se mantuviera a una velocidad fija). Los sensores de flujo que se basan en el principio de tiempo de vuelo o los sensores de flujo térmicos han demostrado ser particularmente adecuados.
- 15 **[0048]** El experto entenderá que puede usarse cualquier número de reactores en el sistema de la fig. 2, con el número correspondiente de líneas de alimentación de reactor (cada una con una válvula), salidas de línea de medición y ramas de línea de medición (cada una con una válvula).
- 20 **[0049]** El experto también entenderá que los diferentes tipos de instalaciones de análisis como se describe en relación con la fig. 1 también pueden usarse en el sistema de la fig. 2.
- 30 **[0050]** La fig. 3 muestra el sistema de la fig. 2 durante etapas sucesivas de un ciclo de medición.
- [0051]** La fig. 3A muestra el sistema de la fig. 2 justo antes del inicio de un ciclo de medición. Las válvulas 35, 36, 37, 38 en las ramas 25, 26, 27, 28 de las líneas de medición están todas cerradas y las válvulas 15, 16, 17, 18 en las líneas de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8 están todas abiertas. El flujo de alimentación combinado se divide en cuatro flujos de alimentación de reactor. Cada flujo de alimentación de reactor fluye a través de una línea de alimentación de reactor a un reactor. Las flechas en la fig. 3A indican los flujos de fluido.
- 35 **[0052]** La fig. 3B muestra la primera etapa de un ciclo de medición. La válvula 35 en la rama 25 de la línea de medición que está conectada a la primera línea de alimentación de reactor 5 está abierta, y la válvula 15 en la primera línea de alimentación de reactor 5 está cerrada. Las válvulas 36, 37, 38 en las otras ramas 26, 27, 28 de la línea de medición permanecen cerradas y las válvulas 16, 17, 18 en las otras líneas de alimentación de reactor 6, 7, 8 permanecen abiertas.
- 40 **[0053]** Debido a este ajuste de las válvulas, el fluido de alimentación combinado todavía se divide en cuatro flujos de alimentación de reactor, pero debido a que la válvula 15 bloquea la línea de alimentación de reactor 5, un flujo de alimentación de reactor es dirigido a través de la línea de medición 21 y la última parte de la línea de alimentación de reactor 5 en lugar de sólo a través de (toda) la línea de alimentación de reactor 5. El sensor de flujo 23 en la línea de medición 21 mide el caudal de este flujo de alimentación de reactor redirigido. Las flechas en la fig. 3B muestran los flujos de fluido. En una variante de esta realización, la salida 30 de la rama 25 de la línea de medición 21 está conectada directamente al reactor R1, de modo que el flujo de alimentación de reactor redirigido evita la línea de alimentación de reactor 5.
- 45 **[0054]** La resistencia al flujo de fluido en la línea de medición 21 y el sensor de flujo 23 es preferentemente tal que la conmutación del ajuste de las válvulas no influye en la distribución del flujo de alimentación combinado por los reactores durante cualquiera de las etapas en el ciclo de medición.
- 50 **[0055]** La fig. 3C muestra la segunda etapa en el ciclo de medición. La válvula 35 en la rama 25 de la línea de medición que está conectada a la primera línea de alimentación de reactor 5 está cerrada de nuevo, pero ahora la válvula 36 en la rama 26 de la línea de medición que está conectada a la segunda línea de alimentación de reactor 6 está abierta. Asimismo, la válvula 15 en la primera línea de alimentación de reactor se abre de nuevo, pero la válvula 16 en la segunda línea de alimentación de reactor 6 está cerrada.
- 60 **[0056]** Con este ajuste de las válvulas, el fluido de alimentación combinado todavía se divide en cuatro flujos de alimentación de reactor, pero debido a que la válvula 16 bloquea la línea de alimentación de reactor 6, uno de ellos

es dirigido a través de la línea de medición 21 y la última parte de la línea de alimentación de reactor 6 en lugar de sólo a través de (toda) la línea de alimentación de reactor 6. El sensor de flujo 23 en la línea de medición 21 mide el caudal de este flujo de alimentación de reactor redirigido. Las flechas en la fig. 3C muestran los flujos de fluido. En una variante de esta realización, la salida 31 de la rama 26 de la línea de medición 21 está conectada directamente al reactor R2, de modo que el flujo de alimentación de reactor redirigido evita la línea de alimentación de reactor 6.

[0057] La fig. 3D muestra la tercera etapa en el ciclo de medición. La válvula 36 en la rama 26 de la línea de medición que está conectada a la segunda línea de alimentación de reactor 6 se cierra nuevamente, pero la válvula 37 en la rama 27 de la línea de medición que está conectada a la tercera línea de alimentación de reactor 7 está abierta. Asimismo, la válvula 16 en la segunda línea de alimentación de reactor 6 se abre, y la válvula 17 en la tercera línea de alimentación de reactor 7 está cerrada.

[0058] Con este ajuste de las válvulas, el fluido de alimentación combinado todavía se divide en cuatro flujos de alimentación de reactor, pero debido a que la válvula 17 bloquea la línea de alimentación de reactor 7, uno de ellos es dirigido a través de la línea de medición 21 y la última parte de la línea de alimentación de reactor 7 en lugar de sólo a través de (toda) la línea de alimentación de reactor 7. El sensor de flujo 23 en la línea de medición 21 mide el caudal de este flujo de alimentación de reactor redirigido. Las flechas en la fig. 3D muestran los flujos de fluido. En una variante de esta realización, la salida 32 de la rama 27 de la línea de medición 21 está conectada directamente al reactor R3, de modo que el flujo de alimentación de reactor redirigido evita la línea de alimentación de reactor 7.

[0059] La fig. 3E muestra la cuarta etapa en el ciclo de medición. La válvula 37 en la rama 27 de la línea de medición que está conectada a la tercera línea de alimentación de reactor 7 se cierra nuevamente, y la válvula 38 en la rama 28 de la línea de medición que está conectada a la cuarta línea de alimentación de reactor 8 está abierta. Asimismo, la válvula 17 en la tercera línea de alimentación de reactor 7 se abre, y la válvula 18 en la cuarta línea de alimentación de reactor 8 está cerrada.

[0060] Con este ajuste de las válvulas, el fluido de alimentación combinado todavía se divide en cuatro flujos de alimentación de reactor, pero debido a que la válvula 18 bloquea la línea de alimentación de reactor 8, uno de ellos es dirigido a través de la línea de medición 21 y la última parte de la línea de alimentación de reactor 8 en lugar de sólo a través de (toda) la línea de alimentación de reactor 8. El sensor de flujo 23 en la línea de medición 21 mide el caudal de este flujo de alimentación de reactor redirigido. Las flechas en la fig. 3E muestran los flujos de fluido. En una variante de esta realización, la salida 33 de la rama 28 de la línea de medición 21 está conectada directamente al reactor R4, de modo que el flujo de alimentación de reactor redirigido evita la línea de alimentación de reactor 8.

[0061] Después de la cuarta etapa en el ciclo de medición, el sistema puede volver al estado de no medición de la fig. 3A, o puede continuar midiendo iniciando otro ciclo de medición. En este último caso, el sistema volverá al estado de fig. 3B.

[0062] La fig. 4 muestra una segunda realización del sistema según la invención.

[0063] En la realización de la fig. 4, la línea de medición tiene una pluralidad de salidas de línea de medición como en la realización de la fig. 2, pero también tiene una pluralidad de entradas de línea de medición 22a, 22b, 22c, 22d. En la realización de la fig. 4, la línea de medición tiene ramas de entrada 45, 46, 47, 48, así como ramas de salida 25, 26, 27, 28. Cada entrada de línea de medición está conectada a una de las líneas de alimentación de reactor 5, 6, 7, 8.

[0064] En la realización de la fig. 4, las válvulas 15, 16, 17, 18 y las válvulas 35, 36, 37, 38 son válvulas de tres vías (una entrada, dos salidas); una salida abierta, una salida cerrada). Esto permite que la realización de la fig. 4 funcione de la misma manera que la realización de la fig. 2.

[0065] El experto entenderá que puede usarse cualquier número de reactores en el sistema de la fig. 4, con el número correspondiente de líneas de alimentación de reactor (cada una con una válvula), salidas de línea de medición y ramas de línea de medición (cada una con una válvula).

[0066] El experto también entenderá que los diferentes tipos de instalaciones de análisis como se describe en relación con la fig. 1 también pueden usarse en el sistema de la fig. 4.

[0067] En comparación con la realización de la fig. 2, la entrada de la línea de medición en la realización de la fig. 4 está dispuesta más aguas abajo en el sistema. Así, cuando se usa la misma presión en la fuente de fluido, la realización de la fig. 4 permite que la línea de medición y el sensor de flujo dispuesto en la misma funcione a presiones más bajas. La presión en la línea de medición puede, en ambas realizaciones, reducirse aún más disponiendo un limitador de flujo aguas arriba de la entrada de la línea de medición.

[0068] La fig. 5 muestra el ciclo de medición en la realización de la fig. 4.

[0069] La fig. 5A muestra el sistema de la fig. 4 justo antes del inicio de un ciclo de medición. Las válvulas 15, 16, 17, 18 y las válvulas 35, 36, 37, 38 están todas configuradas de manera que no fluye fluido a través de la línea de medición 21. El flujo de alimentación combinado se divide en cuatro flujos de alimentación de reactor. Cada flujo de alimentación de reactor fluye a través de una línea de alimentación de reactor a un reactor. Las flechas en la fig. 5A indican los flujos de fluido.

[0070] La fig. 5B muestra la primera etapa de un ciclo de medición. En esta primera etapa, las válvulas se configuran de modo que el fluido que fluye a través de la primera línea de alimentación de reactor 5 evite una parte de esta primera línea de alimentación de reactor 5. Durante esta derivación, el flujo de fluido fluye a través de la primera rama de entrada 45 de la línea de medición 21, a través del sensor de flujo 23, y a través de la primera rama de salida 25 de la línea de medición de regreso a la primera línea de alimentación de reactor 5. Durante el paso del flujo de fluido a través del sensor de flujo 23, se mide el caudal.

[0071] La fig. 5C muestra la segunda etapa de un ciclo de medición. En esta segunda etapa, las válvulas se configuran de modo que el fluido que fluye a través de la segunda línea de alimentación de reactor 6 evite una parte de esta segunda línea de alimentación de reactor 6. Durante esta derivación, el flujo de fluido fluye a través de la segunda rama de entrada 46 de la línea de medición 21, a través del sensor de flujo 23, y a través de la segunda rama de salida 26 de la línea de medición de regreso a la segunda línea de alimentación de reactor 6. Durante el paso del flujo de fluido a través del sensor de flujo 23, se mide el caudal.

[0072] La fig. 5D muestra la tercera etapa de un ciclo de medición. En esta tercera etapa, las válvulas se configuran de modo que el fluido que fluye a través de la tercera línea de alimentación de reactor 7 evite una parte de esta tercera línea de alimentación de reactor 7. Durante esta derivación, el flujo de fluido fluye a través de la tercera rama de entrada 47 de la línea de medición 21, a través del sensor de flujo 23, y a través de la tercera rama de salida 27 de la línea de medición de regreso a la tercera línea de alimentación de reactor 7. Durante el paso del flujo de fluido a través del sensor de flujo 23, se mide el caudal.

[0073] La fig. 5E muestra la cuarta etapa de un ciclo de medición. En esta cuarta etapa, las válvulas se configuran de modo que el fluido que fluye a través de la cuarta línea de alimentación de reactor 8 evite una parte de esta cuarta línea de alimentación de reactor 8. Durante esta derivación, el flujo de fluido fluye a través de la cuarta rama de entrada 48 de la línea de medición 21, a través del sensor de flujo 23, y a través de la cuarta rama de salida 28 de la línea de medición de regreso a la cuarta línea de alimentación de reactor 8. Durante el paso del flujo de fluido a través del sensor de flujo 23, se mide el caudal.

[0074] Después de la cuarta etapa en el ciclo de medición, el sistema puede volver al estado de no medición de la fig. 5A, o puede continuar midiendo iniciando otro ciclo de medición. En este último caso, el sistema volverá al estado de fig. 5B.

[0075] En las realizaciones de la fig. 2 y la fig. 4, se usa una pluralidad de válvulas para realizar las conexiones de fluido correctas durante las diversas etapas del ciclo de medición. En lugar de tal pluralidad de válvulas, pueden usarse válvulas con múltiples entradas y salidas, p. ej., válvulas rotativas. Una válvula adecuada de esta clase que puede usarse en sistemas según la invención es, por ejemplo, el tipo EMT4CSC8MWE de Vici.

[0076] La fig. 6 muestra una variante de la realización de la fig. 2. En esta variante, el sensor de flujo 23 de la línea de medición 21 se usa en un bucle de control para controlar el caudal de los flujos de alimentación de reactor.

[0077] La fig. 6 muestra el ajuste de válvula durante la primera etapa del ciclo de medición. El experto entenderá que el bucle de control no está limitado a esta etapa del ciclo de medición.

[0078] En la realización de la fig. 6, cada línea de alimentación de reactor está provista de un controlador de flujo C1, C2, C3, C4. Estos controladores de flujo son controladores de flujo activos, de modo que su ajuste puede cambiarse durante el transcurso de los experimentos sin tener que interrumpir los experimentos.

[0079] La realización de la fig. 6 comprende además una unidad de control de flujo 50. Esta unidad de control de flujo 50 recibe datos de medición de flujo procedentes del sensor de flujo 23 a través de una conexión de entrada de datos 51. Esta conexión de entrada de datos 51 puede ser un cable, pero también puede ser una conexión inalámbrica.

[0080] La unidad de control de flujo 50 controla los ajustes de los controladores de flujo C1, C2, C3, C4 a través de conexiones de control 55, 56, 57, 58. Estas conexiones de control pueden ser conexiones cableadas o conexiones inalámbricas. Los ajustes deseados de los controladores de flujo C1, C2, C3, C4 están basados en los datos de medición que la unidad de control de flujo recibe del sensor de flujo 23 en la línea de medición 21.

- 5 **[0081]** En una variante a la realización de la fig. 6, uno o más sensores de flujo están dispuestos aguas abajo de los controladores de flujo y aguas arriba de los reactores. Estos sensores de flujo pueden proporcionar datos de retroalimentación con respecto al caudal real, que se devuelven a la unidad de control de flujo 50. Por medio de estos datos de retroalimentación, el caudal puede controlarse con mayor precisión.
- 10 **[0082]** La figura 7 muestra una variante de la realización de la fig. 4. En esta variante, el sensor de flujo 23 de la línea de medición 21 se usa en un bucle de control para controlar el caudal de los flujos de alimentación de reactor.
- 15 **[0083]** La fig. 7 muestra el ajuste de válvulas durante la primera etapa del ciclo de medición. El experto entenderá que el bucle de control no está limitado a esta etapa del ciclo de medición.
- 20 **[0084]** Como en la realización de la fig. 6, en la realización de la fig. 7 cada línea de alimentación de reactor está provista de un controlador de flujo C1, C2, C3, C4. Estos controladores de flujo son controladores de flujo activos, de modo que su ajuste puede cambiarse durante el transcurso de los experimentos sin tener que interrumpir los experimentos. Aunque la fig. 7 muestra que los controladores de flujo están dispuestos aguas arriba de las entradas de la línea de medición, también pueden estar dispuestos aguas abajo de las salidas de la línea de medición. También es concebible que estén dispuestos en la parte de las líneas de alimentación de reactor entre la entrada y la salida de la línea de medición.
- 25 **[0085]** La realización de la fig. 7 comprende además una unidad de control de flujo 50. Esta unidad de control de flujo 50 recibe datos de medición de flujo procedentes del sensor de flujo 23 a través de una conexión de entrada de datos 51. Esta conexión de entrada de datos 51 puede ser un cable, pero también puede ser una conexión inalámbrica.
- 30 **[0086]** La unidad de control de flujo 50 controla los ajustes de los controladores de flujo C1, C2, C3, C4 a través de conexiones de control 55, 56, 57, 58. Estas conexiones de control pueden ser conexiones cableadas o conexiones inalámbricas. Los ajustes deseados de los controladores de flujo C1, C2, C3, C4 están basados en los datos de medición que la unidad de control de flujo recibe del sensor de flujo 23 en la línea de medición 21.
- 35 **[0087]** En realizaciones del sistema y método según la invención en las que está presente un bucle de control que usa datos de medición del sensor de flujo 23 en la línea de medición 21, tal como en las mostradas en la fig. 6 y la fig. 7, es posible que la unidad de control de flujo compare los datos de medición para los diferentes flujos. En tal caso, los ajustes de los controladores de flujo en las líneas de alimentación de reactor pueden ajustarse de modo que se obtenga la relación deseada de los caudales de los flujos de alimentación de reactor.
- 40 **[0088]** La figura 8 muestra una variante adicional de la realización de la fig. 2.
- 45 **[0089]** En esta realización, un segundo sensor de flujo 11 está dispuesto en la línea de alimentación común 12, aguas arriba de la entrada 22 de la línea de medición 21. El segundo sensor de flujo 23 mide el caudal del flujo de alimentación combinado. El flujo de alimentación combinado tiene un caudal mayor que los flujos de alimentación de reactor. Como consecuencia, el flujo de alimentación combinado puede medirse más fácil y más preciso que los flujos de alimentación de reactor. Sólo es necesario un único sensor de flujo para medir el flujo de alimentación combinado, lo cual mantiene los costos bajo control, o permite invertir en un sensor de flujo más caro y de mayor calidad.
- 50 **[0090]** Es posible usar los datos de medición del segundo sensor de flujo 11 además de los datos de medición del primer sensor de flujo 23. Por ejemplo, el primer sensor de flujo 23 (el que está en la línea de medición 21) puede usarse sólo para determinar la relación de los caudales de los flujos de alimentación de reactor, mientras que el valor absoluto de los caudales de los flujos de alimentación de reactor se calcula sobre la base de esta relación y el caudal medido del flujo de alimentación combinado. Por ejemplo, si con el primer sensor 23 se determina que la relación de los caudales del primer al cuarto flujo de alimentación de reactor es 1:2:1:1, y se mide que el caudal combinado es 50 ml/minuto, entonces puede concluirse que el caudal en la primera, la tercera y la cuarta línea de alimentación de reactor es 10 ml/minuto, mientras que el caudal en la segunda línea de alimentación de reactor es 20 ml/minuto.
- 55 **[0091]** Una ventaja de usar el segundo sensor de flujo además del primer sensor de flujo es que el segundo sensor de flujo puede ser un sensor de flujo más regular que el primer sensor de flujo, ya que el intervalo de medición del segundo sensor de flujo puede ser uno que se use más comúnmente en la industria. Además, poder medir caudales bajos implica, por lo general, un compromiso en el diseño del sensor de flujo, p. ej., haciéndolo menos robusto, menos fiable, menos estable o menos preciso. El segundo sensor de flujo generalmente no tendrá tal compromiso de diseño.
- 60 **[0092]** La instalación con el segundo sensor de flujo hace posible obtener una medición precisa y fiable de los caudales de los flujos de alimentación de reactor, ya que la medición no se basa únicamente en el sensor de flujo que tiene que ser capaz de medir flujos pequeños. Una medición precisa del caudal del flujo de alimentación combinado puede obtenerse mediante el segundo sensor de flujo, mientras que el primer sensor de flujo se usa únicamente para determinar la relación entre los caudales de los flujos de alimentación de reactor.
- 65

[0093] Quedará claro que el segundo sensor de flujo 11 también puede aplicarse en las otras realizaciones del sistema y procedimiento según la invención.

[0094] En la realización de la fig. 8, se ha proporcionado un medidor de masa 14 que mide la masa de la fuente de fluido 10. El medidor de masa 14 puede ser una simple balanza o una célula de carga en la que descansa la fuente de fluido 10. Monitorizando la disminución de la masa de la fuente de fluido a lo largo del tiempo durante los experimentos, puede calcularse cuál es el caudal másico del flujo de alimentación combinado. El medidor de masa puede usarse en lugar del segundo sensor de flujo en la línea de alimentación común 12, o además de él. Quedará claro para el experto que cuando se usa el medidor de masa 14 en lugar del segundo sensor de flujo 11, pueden obtenerse las mismas ventajas que cuando se usa el segundo sensor de flujo 11.

[0095] En la variante de la fig. 8, está provista una fuente de fluido adicional 10*. Esta fuente de fluido adicional 10* proporciona un segundo fluido de reacción a los reactores R1, R2, R3, R4. Este fluido de reacción adicional puede ser un gas, un líquido o una combinación de un gas y un líquido.

[0096] Quedará claro que la fuente de fluido adicional 10* también puede aplicarse en las otras realizaciones del sistema y procedimiento según la invención. También quedará claro que en cualquier realización puede estar presente el segundo sensor de flujo 11 o la fuente de fluido adicional 10*.

[0097] La figura 9 muestra una variante adicional de la realización de la fig. 2.

[0098] En esta realización, una pluralidad de sensores de flujo 23a, 23b, 23c está presente en la línea de medición 21.

[0099] Los sensores de flujo 23a y 23b están dispuestos en serie. El sensor de flujo 23a tiene un primer intervalo de medición, mientras que el sensor de flujo 23b tiene un segundo intervalo de medición, que es diferente del primer intervalo de medición del sensor de flujo 23a. De esta manera, los caudales pueden medirse a lo largo de un intervalo mayor.

[0100] Los sensores de flujo 23b y 23c están dispuestos en paralelo. Están provistas válvulas 24a, 24b, 24c, 24d con el fin de dirigir el flujo de fluido a través del sensor de flujo 23b o a través del sensor de flujo 23c. En este ejemplo, los sensores de flujo 23b y 23c son iguales o al menos similares. Si en la situación representada en la fig. 9 el sensor de flujo 23b falla durante un experimento, las válvulas 24a y 24b pueden abrirse y las válvulas 24c y 24d cerrarse, de modo que el fluido fluya a través del sensor 23c. De esta manera, el experimento y las mediciones no tienen que interrumpirse debido al fallo del sensor de flujo 23b. El sensor de flujo 23b puede incluso ser reemplazado sin tener que interrumpir el experimento de las mediciones.

[0101] Quedará claro que pueden disponerse más sensores de flujo en paralelo y/o en serie o que pueden usarse sólo sensores de flujo en serie o sólo sensores de flujo en paralelo. También quedará claro que una línea de medición que tiene una pluralidad de sensores de flujo puede aplicarse en cualquiera de las realizaciones del sistema y procedimiento según la invención.

[0102] La fig. 10 muestra una variante de la fig. 2 en la que está provista una fuente de fluido adicional 110. La fuente de fluido adicional 110 está conectada a los reactores R1, R2, R3, R4 a través de una línea de alimentación común adicional 112 y líneas de alimentación de reactor adicionales 105,106,107,108. En las líneas de alimentación de reactor adicionales están presentes válvulas 115, 116, 117, 118.

[0103] La realización de la fig. 10 también comprende una línea de medición adicional 121 y un sensor de flujo adicional 123. La línea de medición adicional tiene una única entrada 122 y ramas 125, 126, 127, 128, válvulas 135, 136, 137, 138 y salidas 130, 131, 132, 133. La salida 130 está conectada a la línea de alimentación de reactor adicional 105, la salida 131 está conectada a la línea de alimentación de reactor adicional 106, la salida 132 está conectada a la línea de alimentación de reactor adicional 107 y la salida 133 está conectada a la línea de alimentación de reactor adicional 108.

[0104] El subsistema de la fuente de fluido adicional, la línea de alimentación común adicional, las líneas de alimentación de reactor adicionales, la línea de medición adicional, el sensor de flujo adicional y las válvulas asociadas hacen posible suministrar un segundo fluido a los reactores. También permite medir el caudal de los flujos de alimentación de reactor de este segundo fluido de una manera que está de acuerdo con la invención.

[0105] El subsistema de la fig. 10 también puede usarse en combinación con las otras realizaciones de la invención.

[0106] Además o como una alternativa del subsistema como se muestra en la fig. 10, también es posible idear un subsistema para la adición de un segundo fluido sobre la base de la realización de la fig. 4.

65

[0107] La fig. 11 muestra una realización en la que se usa una línea de medición 223 de acuerdo con la invención para medir el caudal de las corrientes de efluente que salen de los reactores R1, R2, R3, R4.

[0108] En esta realización, cada reactor R1, R2, R3, R4 ha sido provisto de un conducto de efluente 205, 206, 207, 208. El conducto de efluente lleva el efluente que sale de un reactor, p. ej., a un analizador, o a un recipiente de recogida de muestras (para su posterior análisis fuera de línea), o a una válvula de selección que dirige el efluente del reactor ya sea a un analizador o a residuos.

[0109] En la realización, se ha provisto una línea de medición de efluente 221. En la línea de medición de efluente 221, se ha dispuesto un sensor de flujo de efluente 223.

[0110] Las válvulas 215, 216, 217, 218 están dispuestas en las entradas 222a, 222b, 222c, 222d de las ramas de entrada 245, 246, 247, 248 de la línea de medición de efluente 221. Las válvulas 235, 236, 237, 238 están dispuestas en las salidas de las ramas de salida 225, 226, 227, 228 de la línea de medición de efluente 221.

[0111] Cuando se desea la medición de los caudales de las corrientes de efluente, las válvulas se configuran de modo que una corriente de efluente sea redirigida de modo que evite parte del conducto de efluente y a través de la línea de medición de efluente 221. Después de algún tiempo, los ajustes de válvula se cambian de modo que otra corriente de efluente sea dirigida a través de la línea de medición de efluente 221, y el flujo redirigido previamente fluye de nuevo a través de todo el conducto de efluente. En un ciclo de medición, los caudales de todas las corrientes de efluentes se miden una vez.

[0112] La línea de medición de efluente 221 se usa básicamente de la misma manera que la línea de medición 21 aguas arriba de los reactores como se describe en relación con la fig. 4 y 5.

[0113] La medición del caudal de efluente como se muestra en la fig. 10 puede tener lugar independientemente de qué configuración se use aguas arriba de los reactores para el suministro de la alimentación de reactor.

[0114] La fig. 12 muestra una configuración en la que las salidas de la línea de medición 21 no están conectadas a las líneas de alimentación de reactor, sino directamente a los reactores R1, R2, R3, R4. La fig. 12 se basa en la realización de la fig. 2, pero también en las otras realizaciones de la invención, las salidas de la línea de medición pueden conectarse directamente a los reactores.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para medir caudales de flujos de fluido a reactores paralelos,

5 sistema que comprende:

- una pluralidad de reactores, teniendo cada uno de los reactores una entrada de reactor,

- una línea de alimentación común,

10

teniendo la línea de alimentación común una entrada de línea de alimentación común para recibir un fluido procedente de una fuente de fluido y al menos una salida de línea de alimentación común, formando el fluido recibido un flujo de alimentación combinado, estando adaptada la línea de alimentación común para transportar dicho flujo de alimentación combinado desde la entrada de línea de alimentación común a la salida de línea de alimentación común de las salidas,

15

- una pluralidad de líneas de alimentación de reactor para recibir un flujo de fluido de reactor, flujo de fluido del reactor que forma parte del flujo de alimentación combinado procedente de la línea de alimentación común, y para transportar dicho flujo de fluido de reactor a al menos uno de la pluralidad de reactores, extendiéndose cada línea de alimentación de reactor entre una salida de línea de alimentación común y la entrada de reactor de dicho reactor,

20

- una línea de medición, línea de medición que tiene una pluralidad de salidas de línea de medición, cada una de las salidas de línea de medición conectada a una de las líneas de alimentación de reactor o a uno de los reactores,

y línea de medición que tiene una entrada de línea de medición que está conectada a la línea de alimentación común o una pluralidad de entradas de línea de medición, estando conectada cada una de esas entradas de línea de medición a una de las líneas de alimentación de reactor,

25

- en la línea de medición, un primer sensor de flujo para medir el caudal del flujo de fluido a través de la línea de medición, y

30

- un sistema de válvula, que comprende una o más válvulas y una unidad de control de válvula para controlar la una o más válvulas,

estando dispuesto y/o adaptado el sistema de válvula de manera que puede adoptar un ajuste de medición en el que las válvulas redirigen uno de los flujos de alimentación de reactor de modo que fluye a través de la línea de medición.

35

2. Sistema según la reivindicación 1,

en el que el sistema comprende además:

40

- en cada línea de alimentación de reactor, un controlador de flujo, y

- una unidad de control de flujo, que está adaptada para controlar los caudales de los flujos de fluido de reacción a través de los controladores de flujo en las líneas de alimentación de reactor, estando basado dicho control en las mediciones del primer sensor de flujo.

45

3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de válvula está adaptado para redirigir secuencialmente todos los flujos de alimentación de reactor a través de la línea de medición.

50

4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema comprende además un segundo sensor de flujo para medir el caudal del flujo de alimentación combinado, segundo sensor de flujo que está dispuesto en la línea de alimentación común.

5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer sensor de flujo y/o el segundo sensor de flujo están basados en el principio de tiempo de vuelo.

55

6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema comprende además un medidor de masa, medidor de masa que está dispuesto de modo que mide la masa de la fuente de fluido y/o cualquier cambio en la masa de la fuente de fluido.

60

7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las líneas de alimentación de reactor están provistas cada una de un controlador de flujo, y en el que la línea de medición tiene una única entrada de línea de medición, y en el que las salidas de línea de medición están conectadas a las líneas de alimentación de reactor aguas arriba de los controladores de flujo, y la entrada de línea de medición está conectada a la línea de alimentación común.

65

8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en el que las líneas de alimentación de reactor están provistas cada una de un controlador de flujo, y en el que la línea de medición tiene una pluralidad de entradas de línea de medición, y en el que tanto las entradas de medición como las salidas de línea de medición están
5 conectadas a las líneas de alimentación de reactor aguas abajo de los controladores de flujo.
9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una salida de la línea de medición está conectada a un reactor.
- 10 10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un controlador de flujo comprende un capilar de temperatura controlada, un controlador de flujo másico o un controlador de flujo de Coriolis.
11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema comprende además:
- 15 - una pluralidad de conductos de efluente, estando conectado cada conducto de efluente a un reactor para recibir el efluente procedente de dicho reactor y para transportar dicho efluente fuera de dicho reactor,
- una línea de medición de efluente, línea de medición de efluente que tiene una pluralidad de entradas de línea de medición de efluente, estando conectada cada una de las entradas de línea de medición de efluente a uno de los
20 conductos de efluente,
- y línea de medición de efluente que tiene una pluralidad de salidas de línea de medición de efluente, estando conectada cada una de esas salidas de línea de medición de efluente a uno de los conductos de efluente,
- 25 - en la línea de medición de efluente, un sensor de flujo de efluente para medir el caudal del flujo de fluido a través de la línea de medición de efluente, y
- un sistema de válvula de efluente, que comprende una o más válvulas y una unidad de control de válvula para controlar la una o más válvulas,
30
- estando dispuesto y/o adaptado el sistema de válvula de efluente de modo que puede adoptar un ajuste de medición en la que las válvulas redirigen uno de los flujos de efluente de modo que fluye a través de la línea de medición de efluente.
- 35 12. Procedimiento para medir caudales de flujos de fluido a reactores paralelos,
el procedimiento comprende las etapas siguientes:
- proporcionar un según la reivindicación 1,
40
- suministrar un flujo de alimentación combinado a la entrada de la línea de alimentación común,
- distribuir el flujo de alimentación combinado por las líneas de alimentación de reactor, dividiendo con ello el flujo de alimentación combinado en una pluralidad de flujos de fluido de reactor,
45
- transportar cada flujo de fluido de reactor a un reactor,
- llevar a cabo una medición de caudal, medición de caudal que comprende las etapas siguientes:
- 50 - controlar el ajuste de la válvula o de las válvulas de modo que un flujo de fluido de reactor se desvíe de manera que fluya a través de la línea de medición,
- medir el caudal de este flujo de fluido de reactor desviado,
- 55 - suministrar el flujo de fluido de reactor desviado a un reactor.
13. Procedimiento según la reivindicación 12,
en el que el procedimiento comprende además las etapas siguientes:
- 60 - cambiar el ajuste de la válvula o de las válvulas de modo que el flujo de fluido de reactor desviado ya no sea desviado a través de la línea de medición,
- cambiar el ajuste de la válvula o de las válvulas de modo que otro flujo de fluido de reactor sea desviado de modo
65 que fluya a través de la línea de medición,

- medir el caudal de este flujo de fluido de reactor desviado,
- suministrar el flujo de fluido de reactor desviado a un reactor,
- 5 - repetir las etapas anteriores del ciclo de medición para todos los flujos de fluido de reactor.

14. Procedimiento según la reivindicación 13,

10 en el que el procedimiento comprende además las etapas siguientes:

- determinar las diferencias entre los caudales de los diferentes flujos de fluido de reactor,
- usando una unidad de control de flujo de acuerdo con la reivindicación 2, controlar los caudales de los flujos de fluido
- 15 de reactor a través de las líneas de alimentación de reactor, estando basado el control en las diferencias determinadas en los caudales de los flujos de fluido de reactor.

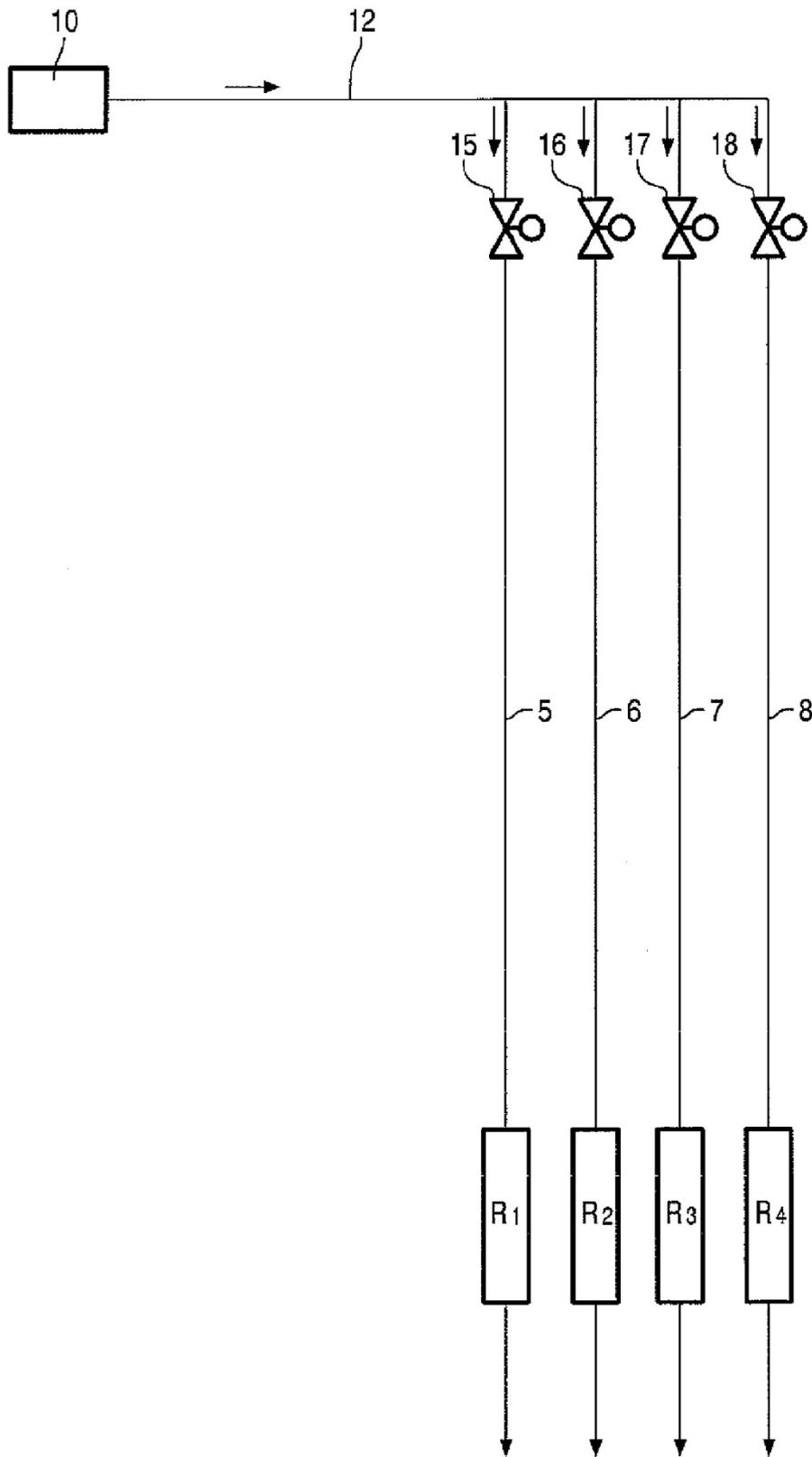


FIG.1

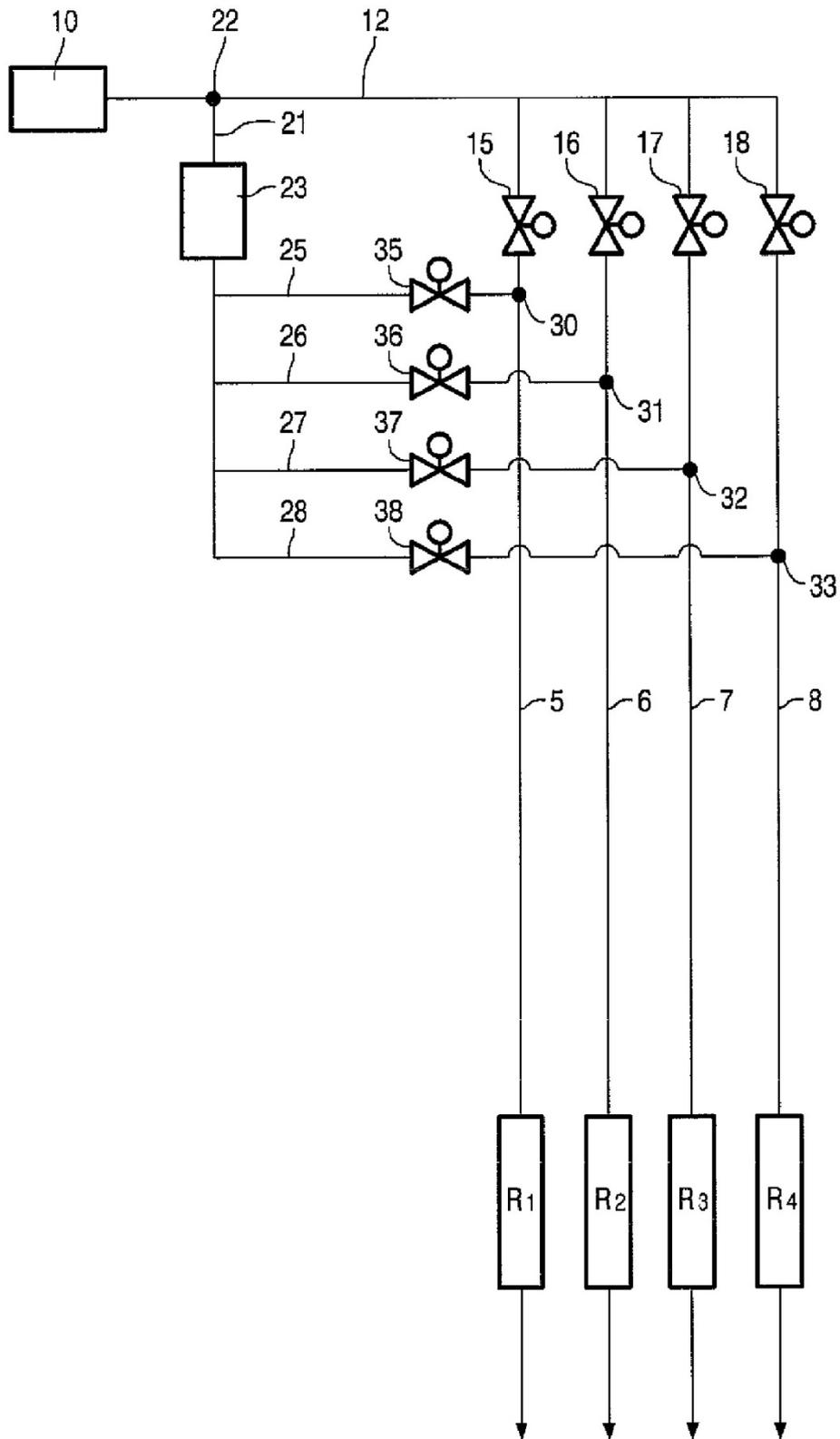


FIG.2

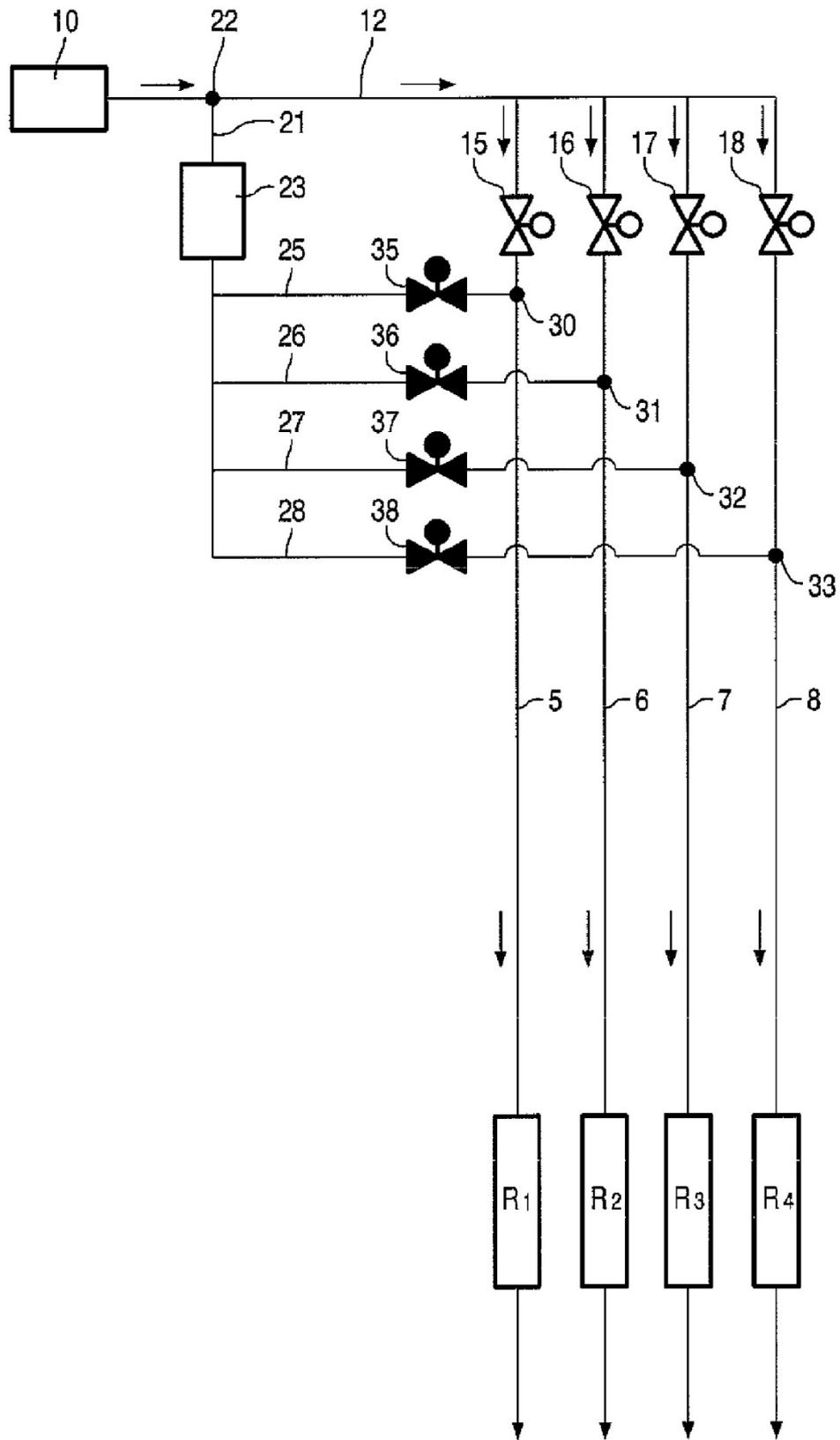


FIG.3A

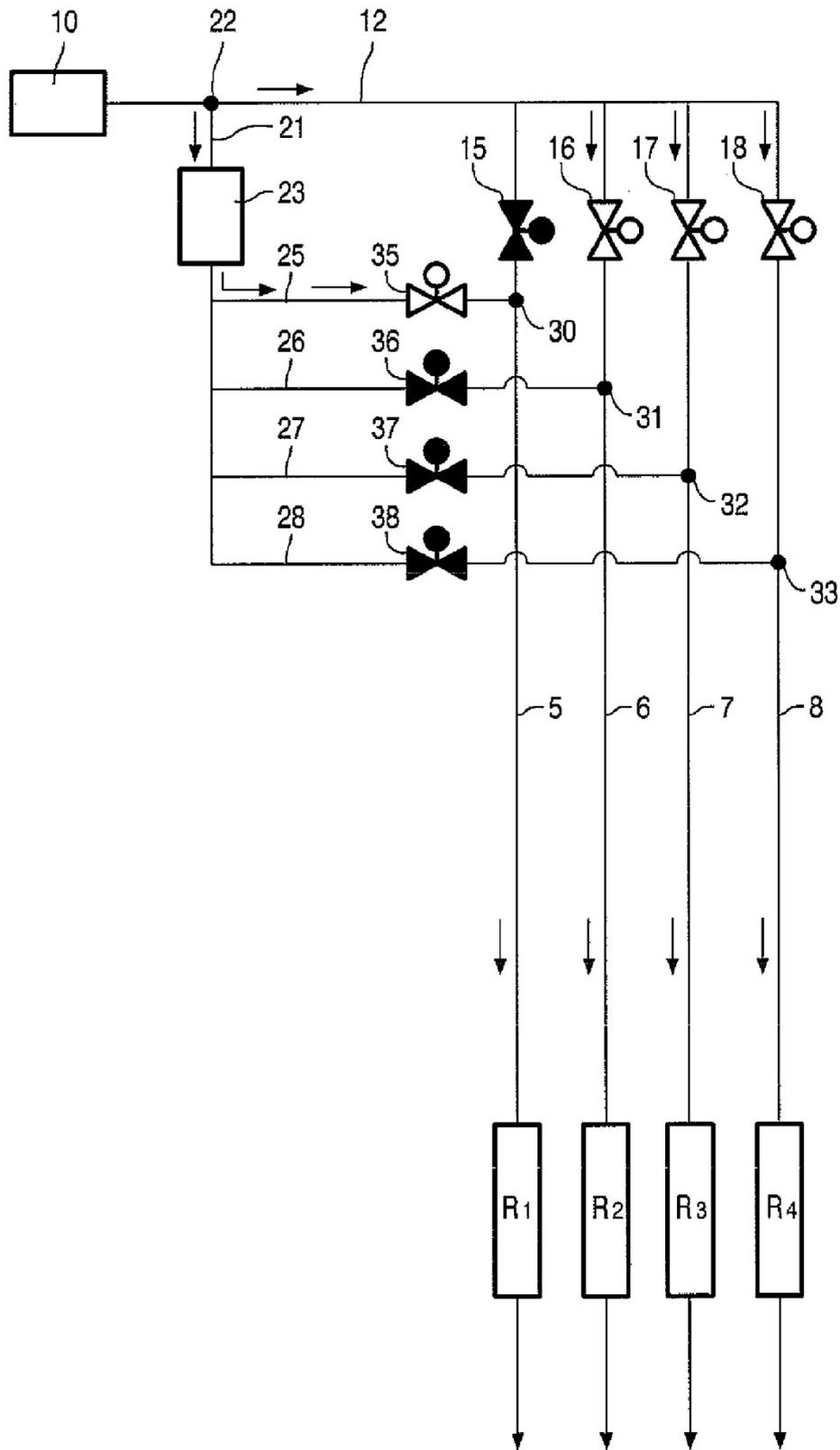


FIG.3B

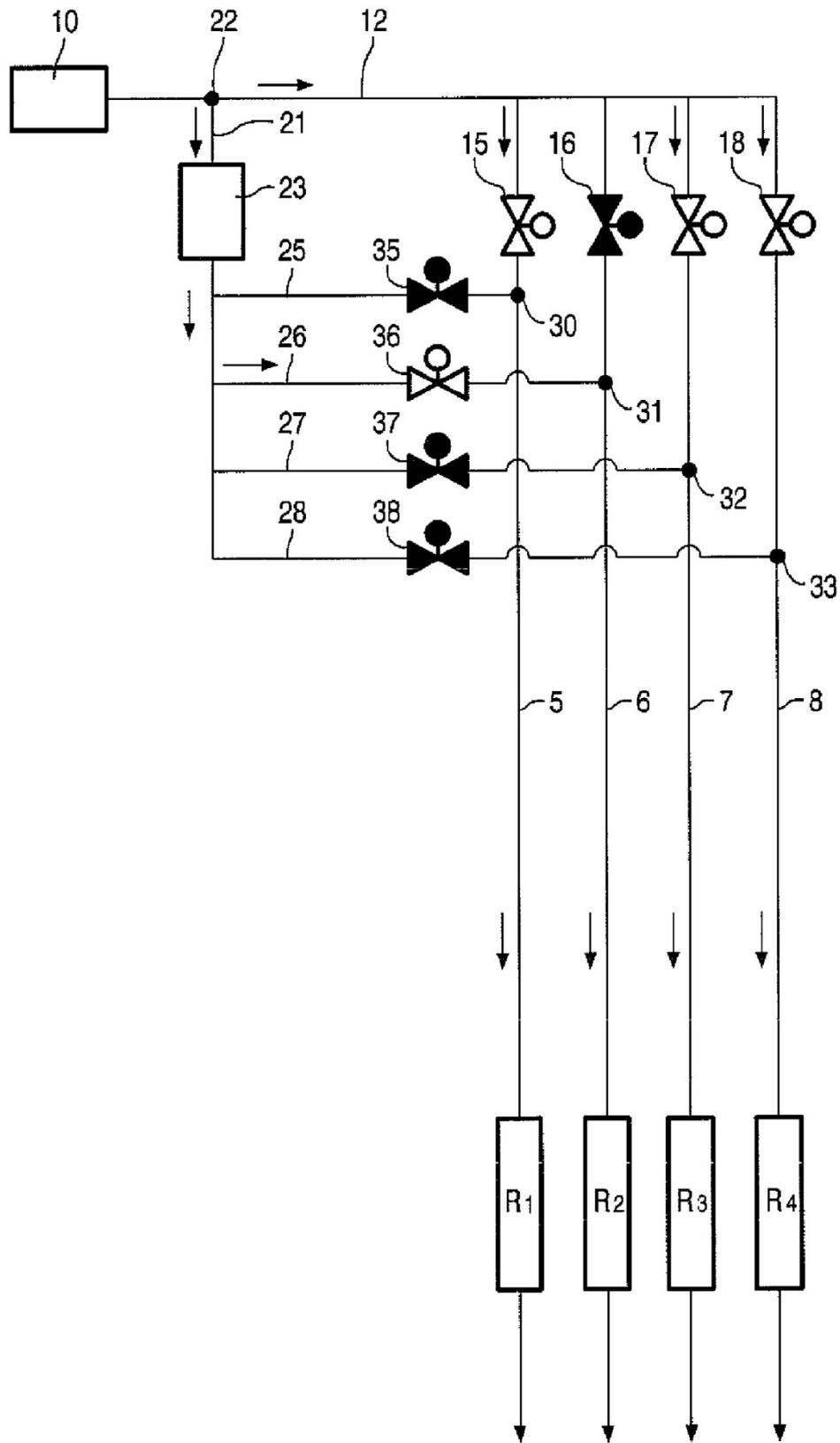


FIG.3C

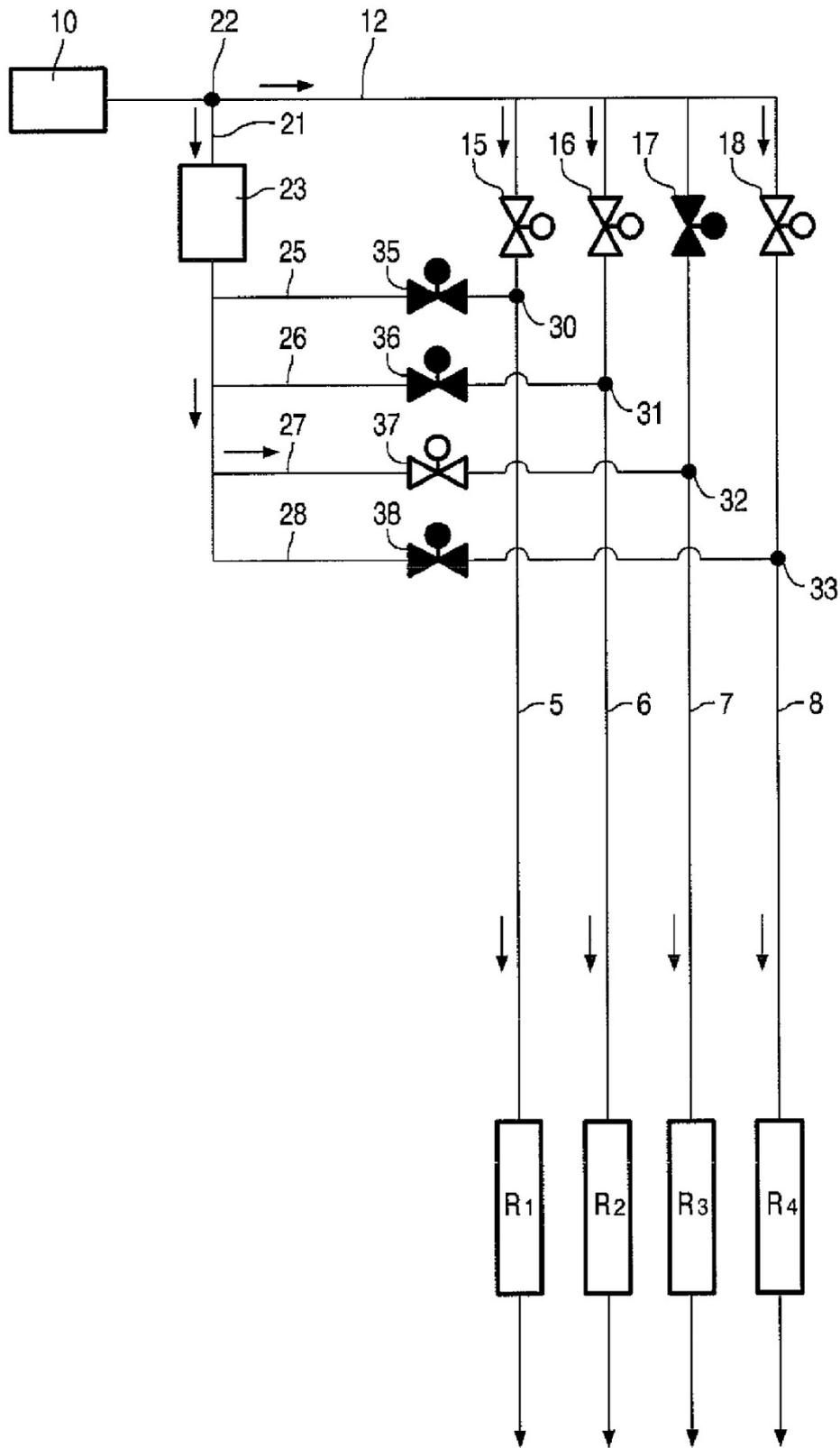


FIG.3D

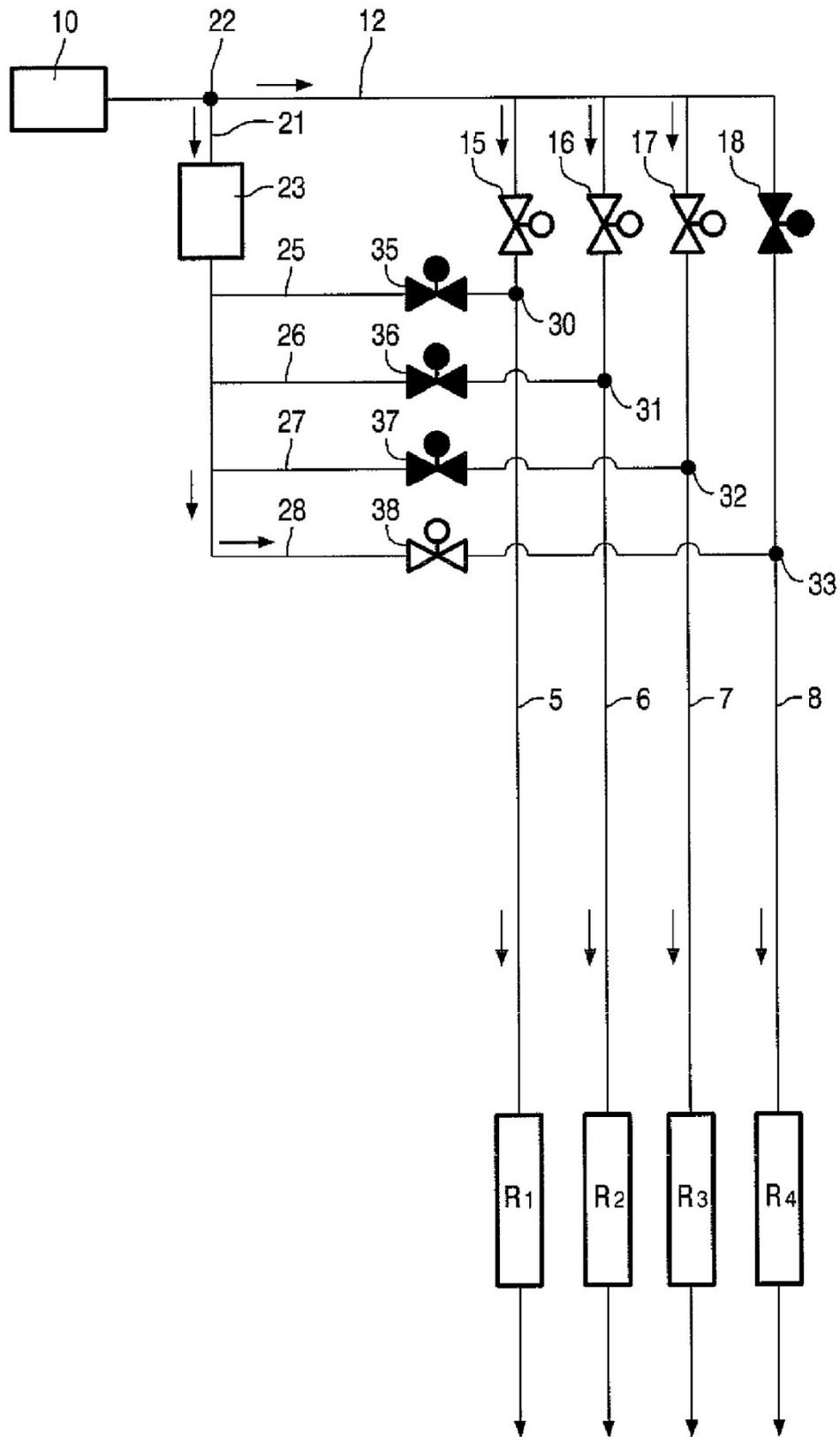


FIG.3E

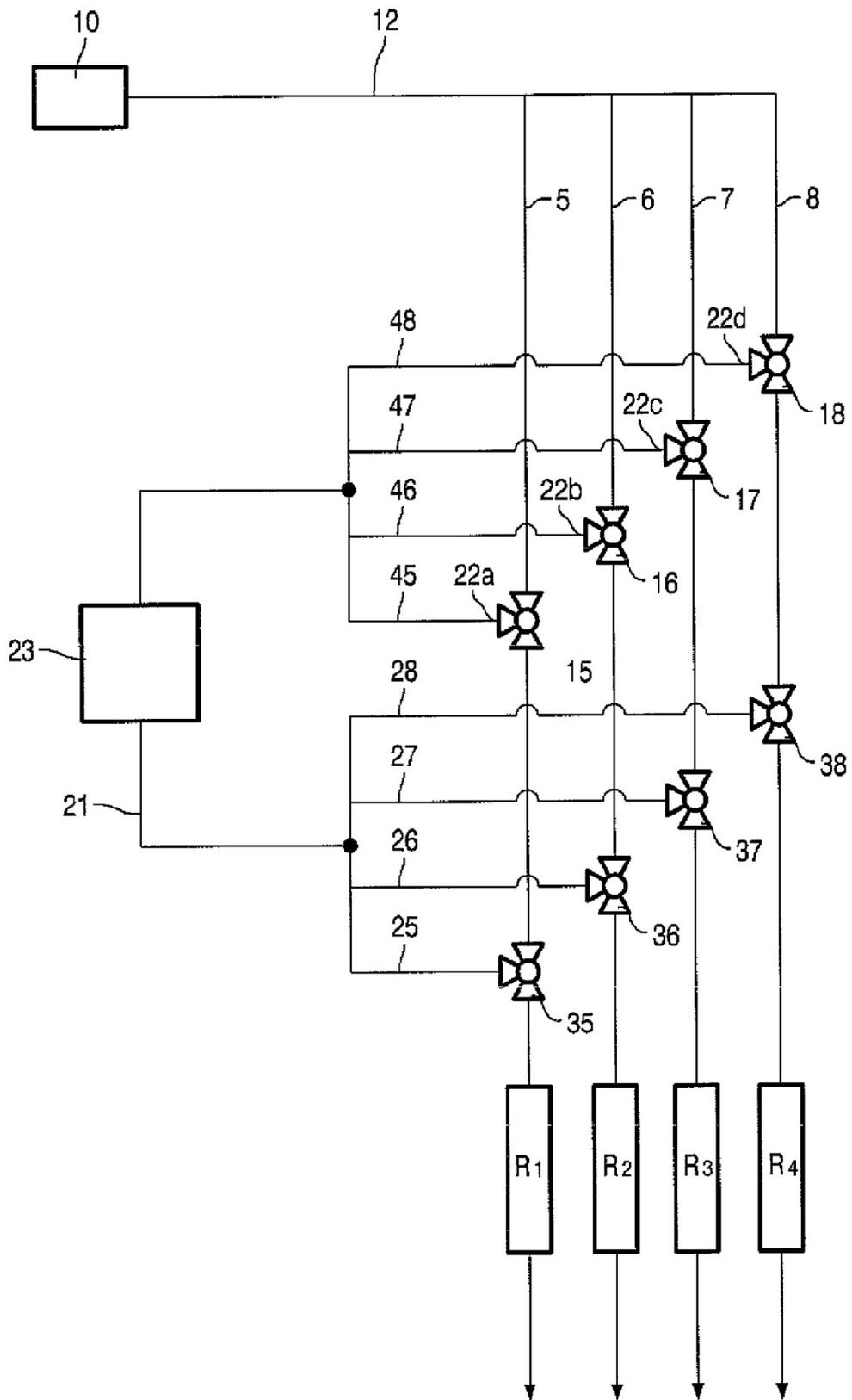


FIG.4

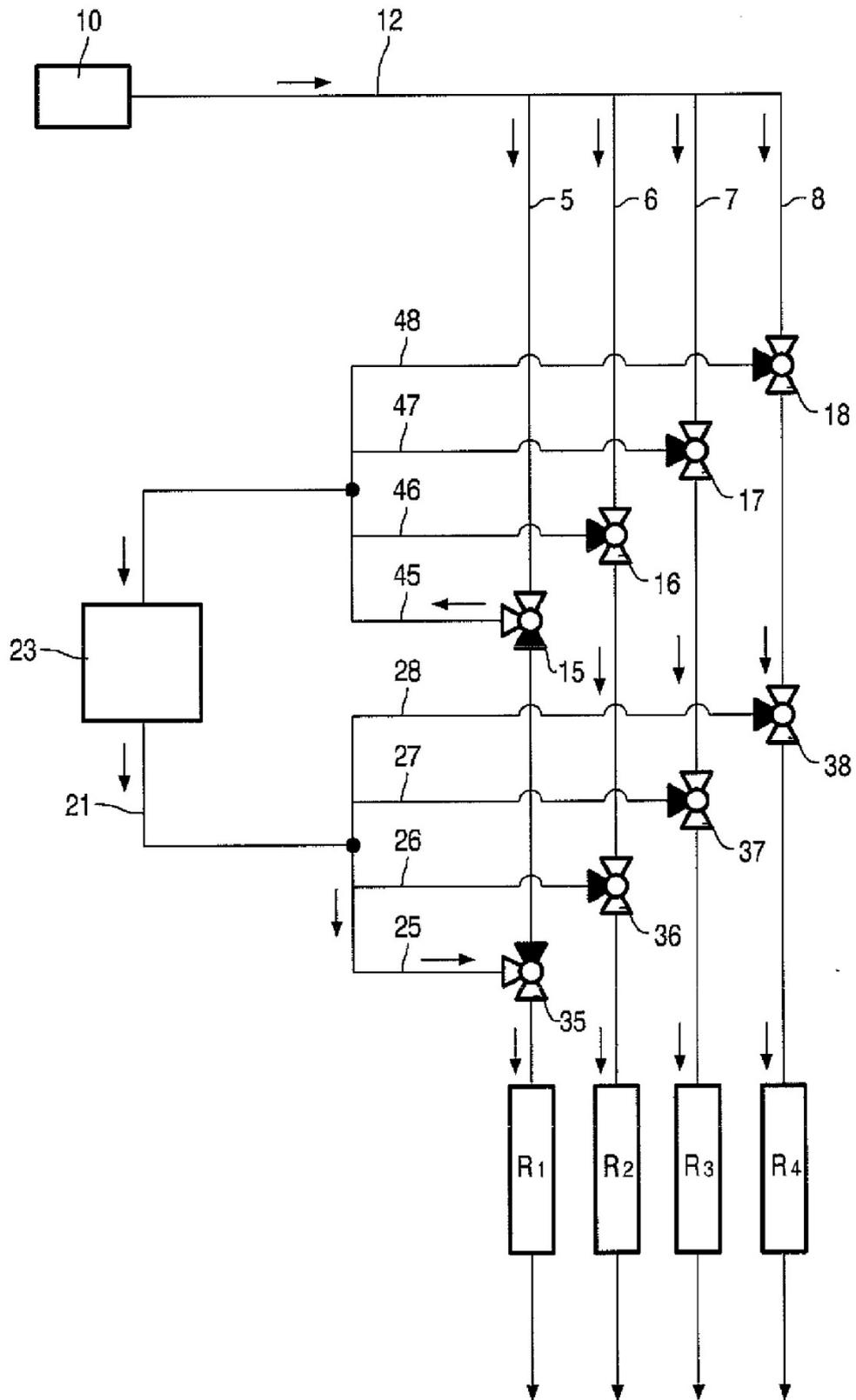


FIG.5B

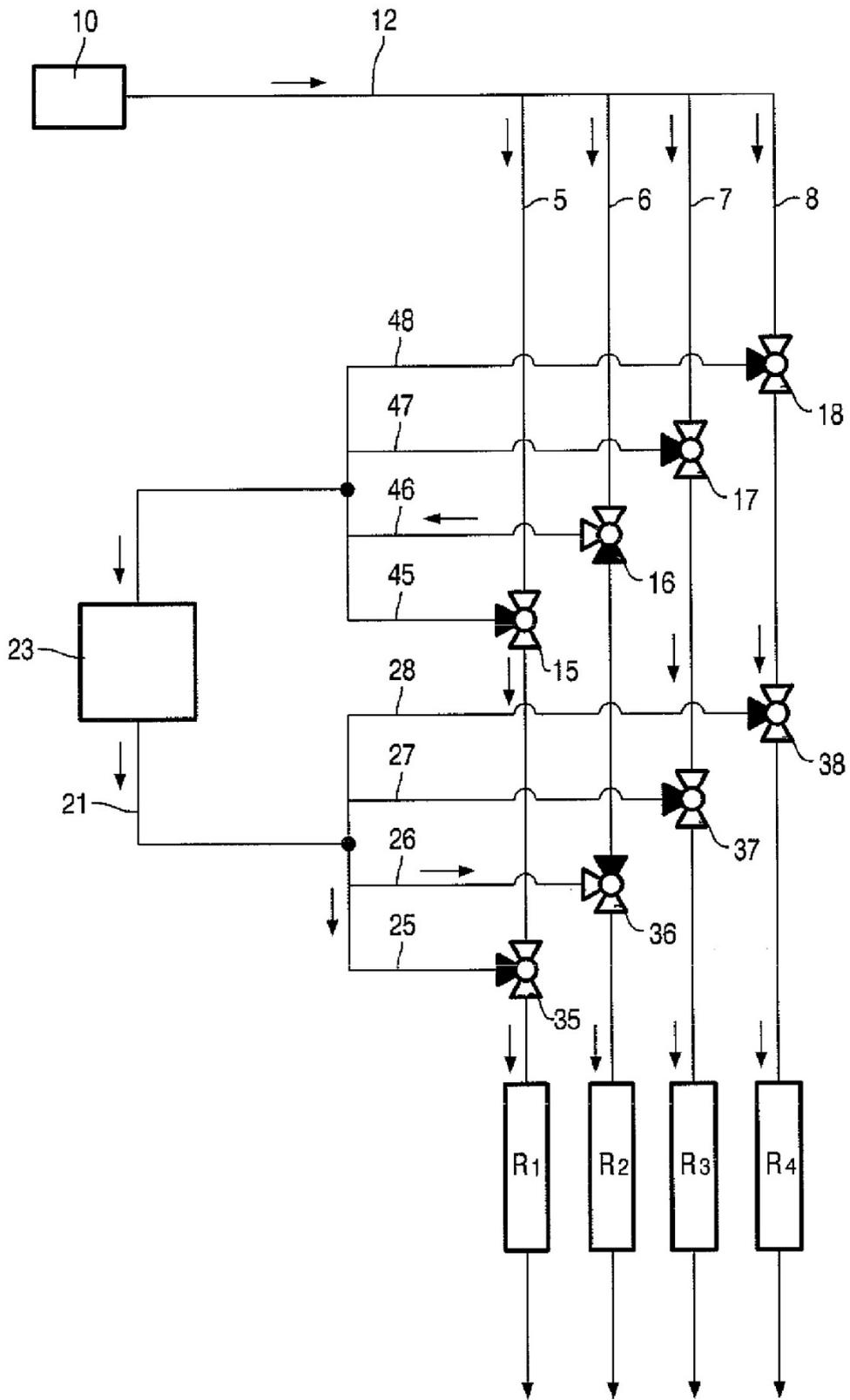


FIG.5C

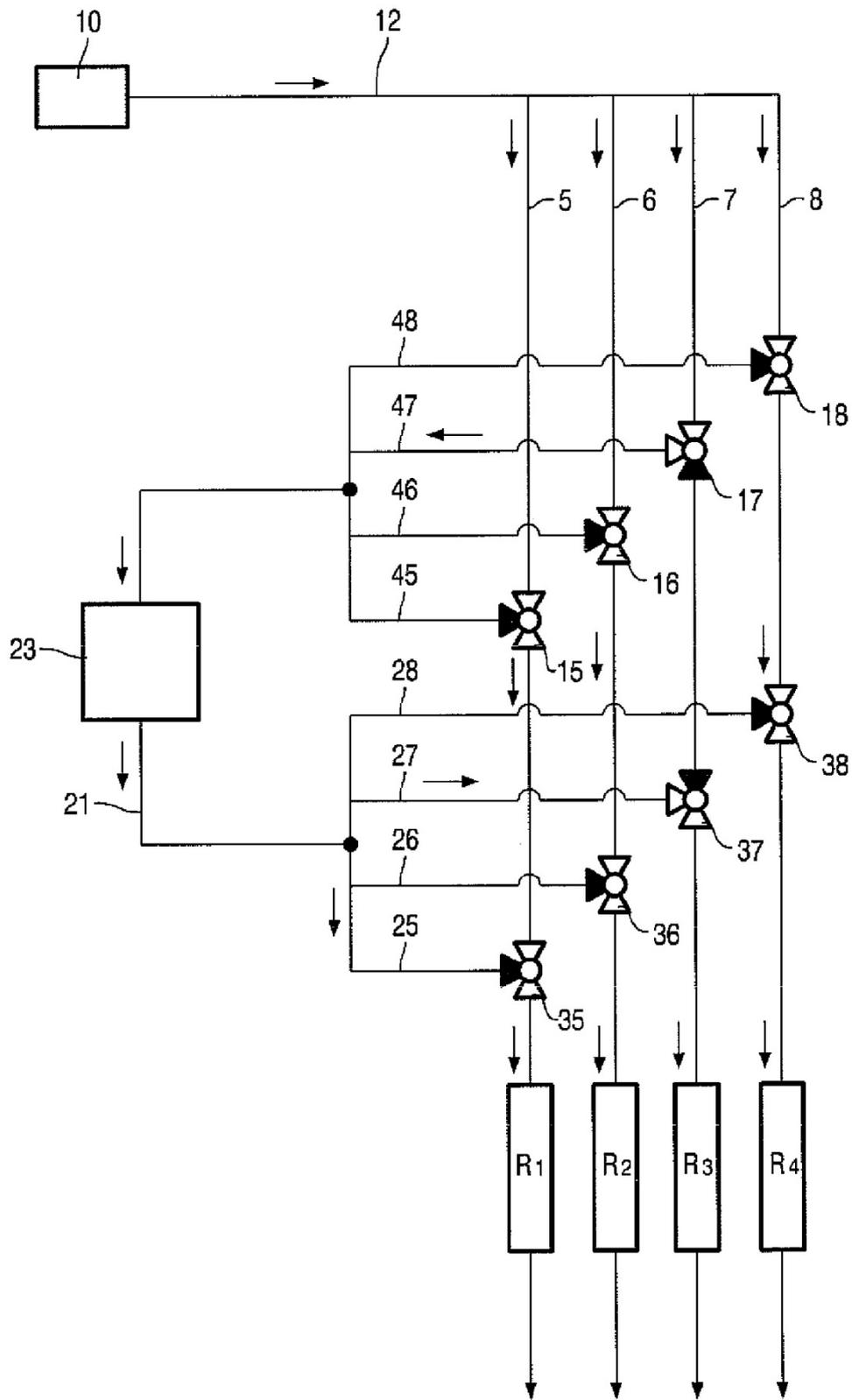


FIG.5D

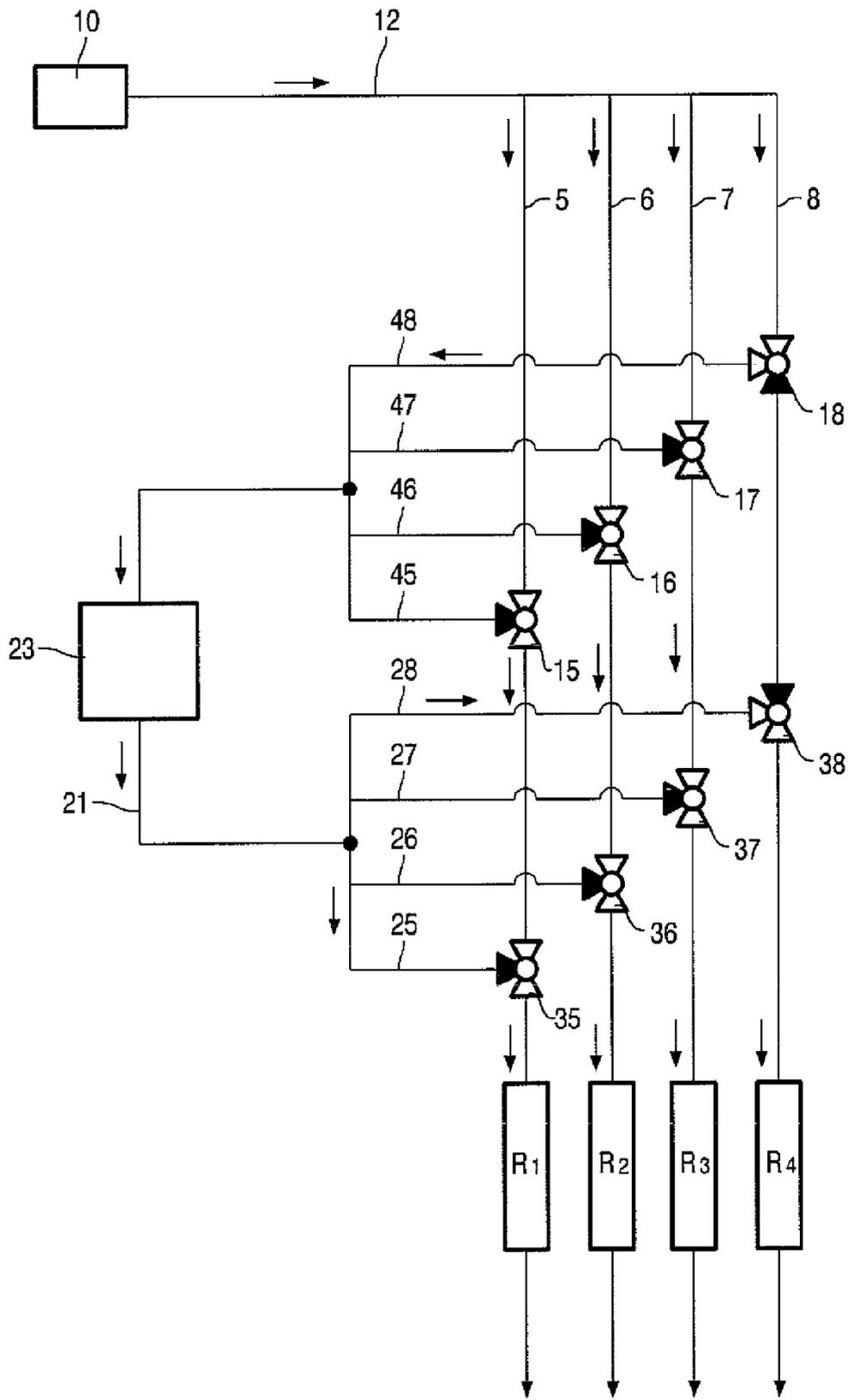


FIG.5E

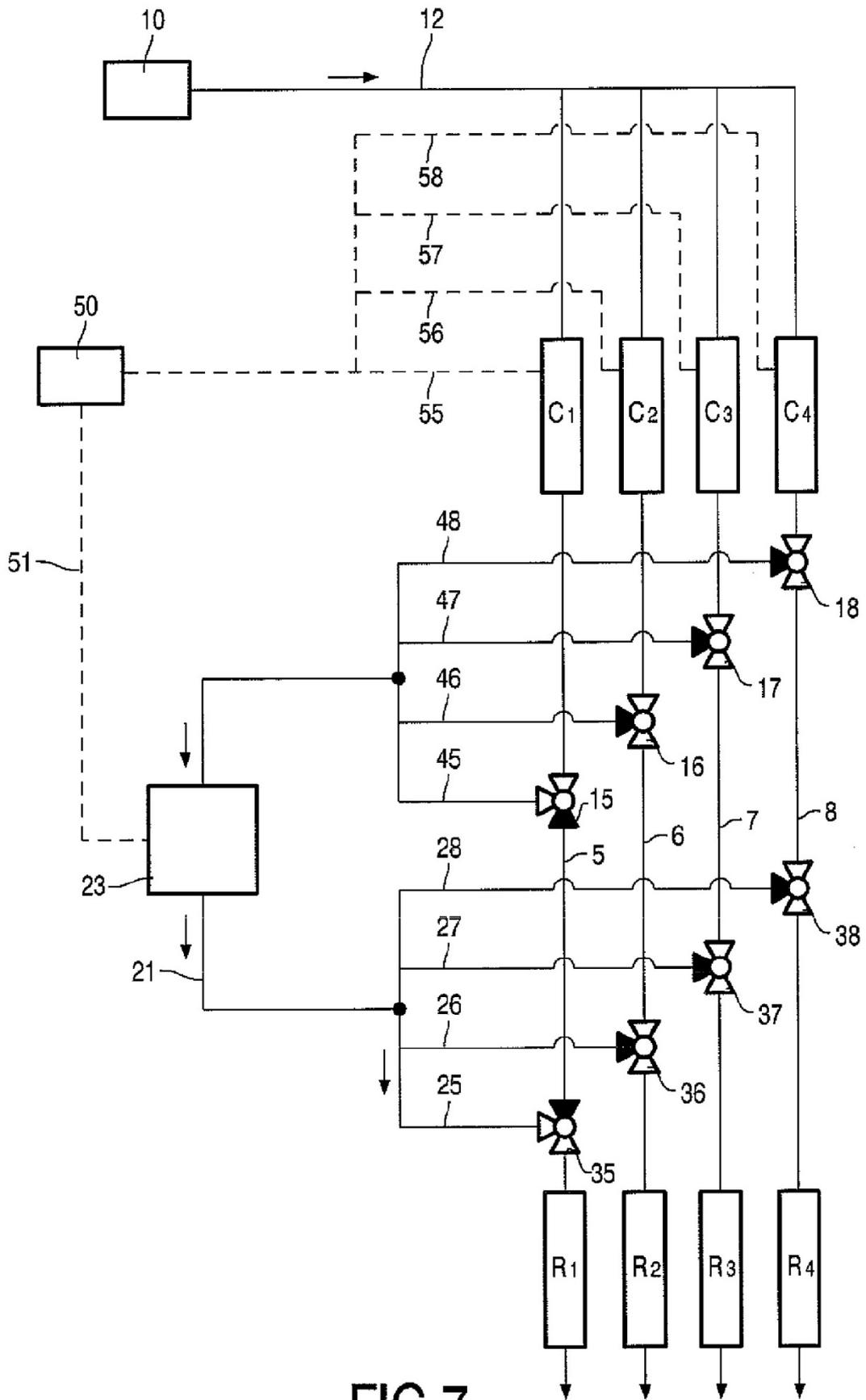


FIG.7

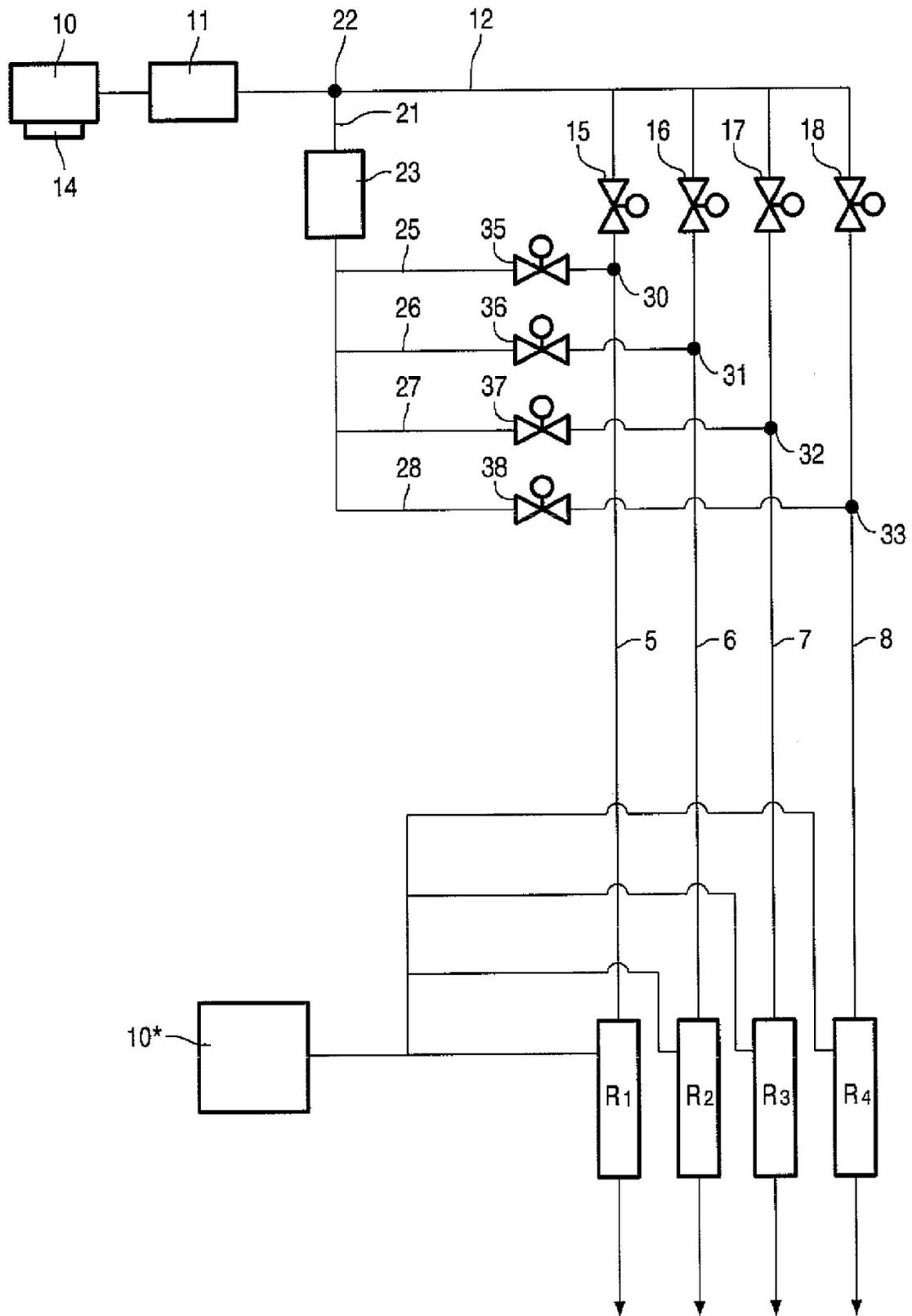


FIG.8

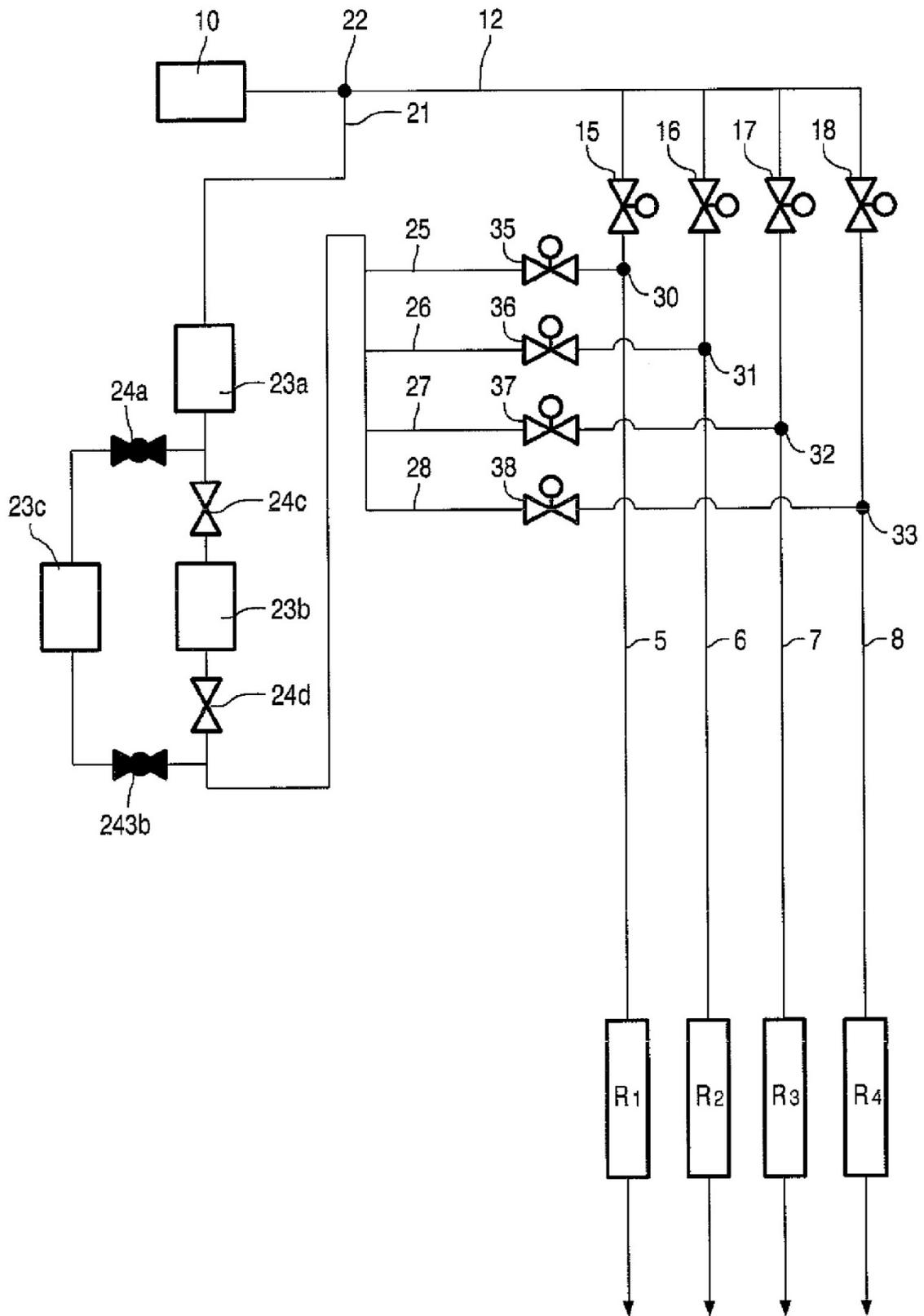


FIG.9

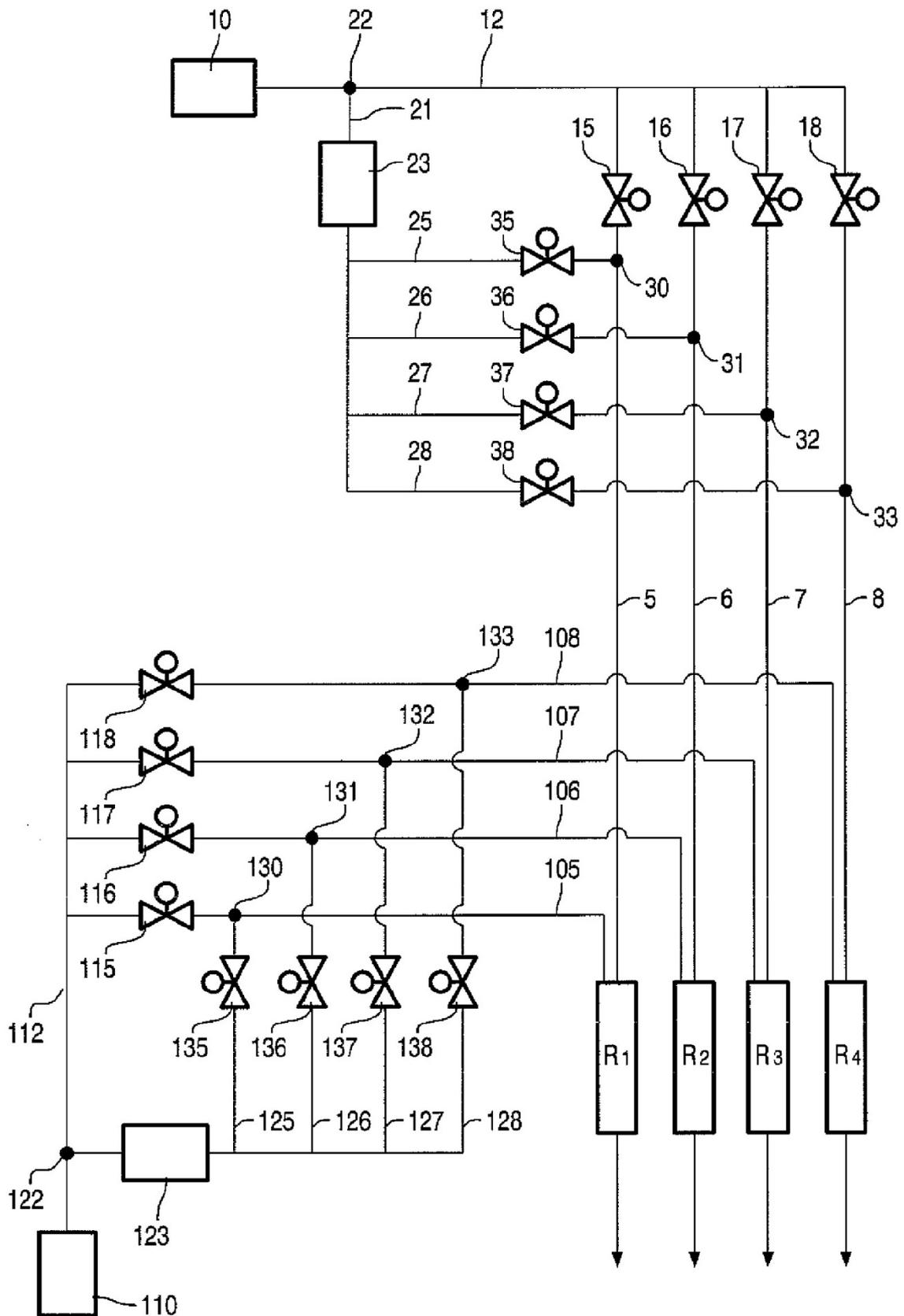


FIG. 10

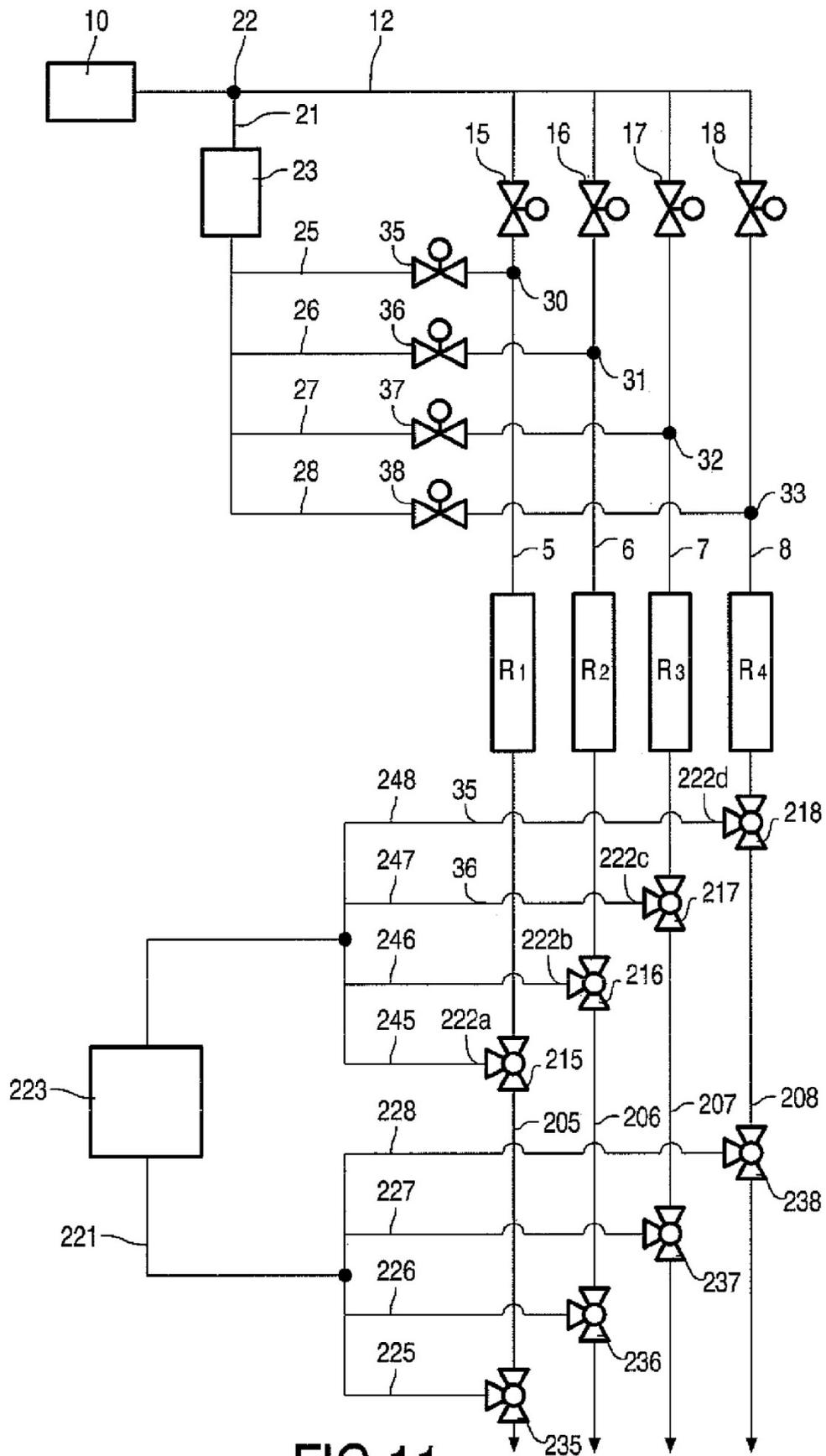


FIG.11

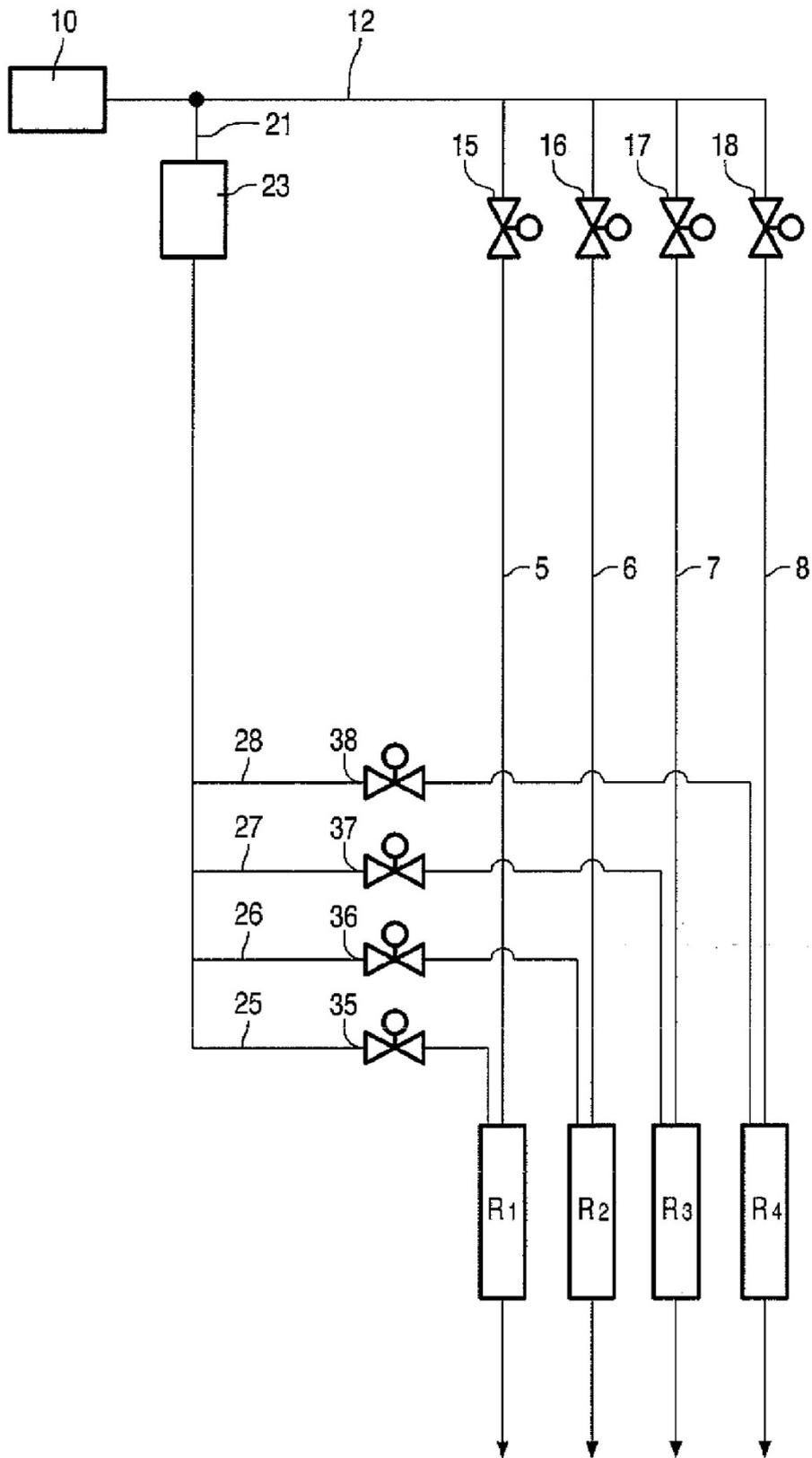


FIG.12