

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 464**

51 Int. Cl.:

B01D 1/00 (2006.01)

B01D 1/28 (2006.01)

B01D 3/00 (2006.01)

B01D 3/32 (2006.01)

B01D 3/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2009 PCT/US2009/058726**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2010 WO10062462**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2009 E 09829525 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2341995**

54 Título: **Bomba de calor mejorada para producto de fondo de alta pureza**

30 Prioridad:

27.10.2008 US 258920

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

05.03.2018

73 Titular/es:

**UOP LLC (100.0%)
25 East Algonquin Road P.O. Box 5017
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US**

72 Inventor/es:

**SECHRIST, PAUL, A. y
WEGERER, DAVID, A.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 657 464 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

Bomba de calor mejorada para producto de fondo de alta pureza

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a la separación de hidrocarburos. Específicamente, la invención se refiere a mejorar el uso de energía para la separación de componentes de hidrocarburos que tienen puntos de ebullición similares mediante destilación.

10

Antecedentes de la invención

La separación de hidrocarburos es un proceso básico en la industria petrolera. El petróleo es una mezcla de muchos compuestos de hidrocarburos y los compuestos se separan y utilizan para diferentes fines, tales como combustible, lubricantes, materia prima para plantas de polímeros, etc. Un procedimiento de separación en la industria petrolera es la destilación. La destilación es un procedimiento de separación que se basa en una diferencia en las volatilidades relativas de los componentes en una mezcla y por tanto, las diferencias en la composición entre una mezcla líquida y un vapor formado a partir de la mezcla líquida. En un proceso de destilación continua convencional que implica múltiples fases, las diferencias en la composición permiten una separación parcial en cada fase. Las fases líquida y de vapor se hacen pasar a diferentes fases y adicionalmente, producen unas fases líquida y de vapor nuevas en cada una que tienen composiciones diferentes.

Los documentos US 5.124.004 y DE 1114168 dan a conocer columnas de destilación con compresión de una extracción de vapor de la columna para la reutilización del calor.

25

Existe el problema en los sistemas de destilación de que consumen mucha energía y son ineficientes con respecto al uso y consumo de energía. Mejoras en el diseño pueden reducir significativamente el consumo de energía. Con los costes de energía en aumento y las presiones por reducir las emisiones de CO₂ asociadas con el consumo de energía en aumento, existe la necesidad imperiosa de diseños de destilación más eficientes.

30

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un uso de energía más eficiente en la destilación de una mezcla. La mejora de destilación permite aumentar la pureza del producto de fondo al tiempo que se reduce la cantidad de energía externa añadida para evaporar la corriente de fondo para crear el vapor para separar los componentes más ligeros de la corriente de fondo.

35

El aparato de la presente invención incluye las características de la reivindicación 1.

Para los expertos en la técnica resultarán evidentes otros objetos, ventajas y aplicaciones de la presente invención a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos.

40

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 muestra un diagrama de una forma de realización de la invención;

la figura 2 muestra un diagrama de una forma de realización con un compresor de bomba de calor adicional para comprimir la corriente de vapor de cabeza;

50 la figura 3 muestra un diagrama para una forma de realización alternativa con vaporización instantánea del líquido de fondo; y

la figura 4 muestra un diagrama alternativo para la forma de realización con vaporización instantánea del líquido de fondo.

55

Descripción detallada de la invención

La separación de fluidos se conoce muy bien en la técnica y la separación por destilación es un medio común para separar dos o más líquidos. Un proceso de destilación funciona según el principio de diferentes componentes líquidos en una mezcla que tienen diferentes volatilidades y por tanto, desarrollarán un equilibrio en el que para el componente más volátil, la fase de vapor tiene una concentración más alta con respecto a la concentración de esos componentes en la fase líquida.

60

65 En un proceso de destilación continua, el equipo básico comprende una columna de destilación que tiene una pluralidad de placas, un condensador de cabeza y un evaporador de fondo. En general la columna de destilación es un recipiente cilíndrico, orientado verticalmente y comprende una entrada para la admisión del fluido que va a

separarse, una sección de rectificación que está por encima de la entrada y una sección de agotamiento que está por debajo del fluido. Las placas son normalmente platos perforados o platos de burbujeo, u otros platos que permiten que el líquido fluya y que el vapor se filtre hacia arriba a través del plato.

5 Durante el proceso de destilación hay una fase de vapor que asciende por la columna y una fase líquida que desciende por la columna. El líquido fluye a través de las placas y hacia abajo hasta placas posteriores mientras que el vapor pasa a través de las placas para entrar en contacto con el líquido. Esto proporciona un cambio en el equilibrio y por tanto, en la composición en las fases puesto que una asciende o desciende por la columna. En el fondo de la columna, el líquido se evapora parcialmente para crear la corriente de vapor que de manera continua
10 asciende por la columna, extrayendo el resto como corriente de producto de fondo. En la parte superior de la columna se condensa el vapor y una parte se dirige de nuevo al interior de la columna para proporcionar una corriente de líquido continua que desciende por la columna, extrayéndose el resto como condensado o destilado.

15 Sin embargo, la destilación puede consumir mucha energía y puede requerir muchas fases, o placas, dependiendo de las propiedades de los componentes en la mezcla que va a separarse. Esto es importante para mezclas de líquidos que tienen puntos de ebullición próximos, debido al aumento del número de fases para llevar a cabo una separación deseada.

20 Cuando el producto de fondo tiene un requisito de alta pureza, puede ahorrarse energía comprimiendo las corrientes de vapor intermedias a partir de la sección de rectificación para evaporar la corriente de fondo. La presente invención proporciona una evaporación eficaz de la corriente de fondo. En la figura 1 se muestra un aparato para una separación por destilación. El aparato incluye una columna de destilación 10 con una entrada de alimentación 12, una sección de rectificación 20 dispuesta por encima de la entrada de alimentación 12 y que tiene una salida 22 para una corriente de vapor de cabeza y una sección de agotamiento 30 dispuesta por debajo de la entrada de alimentación 12 y que tiene una salida 32 para una corriente de líquido de fondo. El aparato incluye además un
25 evaporador de fondo 40 para evaporar la corriente de líquido de fondo y una sección de condensación de cabeza 50 para condensar la corriente de vapor de cabeza. El aparato incluye además una extracción de vapor lateral 60 desde la sección de rectificación 20. La extracción de vapor lateral 60 pasa al compresor de bomba de calor 62, en el que se comprime el vapor procedente de la extracción de vapor lateral 60. El vapor comprimido se hace pasar hacia el
30 lado de vapor de un segundo intercambiador de calor de evaporador 64. Una parte del líquido de fondo se hace pasar hacia el lado de líquido del segundo intercambiador de calor de evaporador 64. El líquido de fondo se evapora para producir un vapor y se alimenta al fondo de la sección de agotamiento 30 de la columna de destilación 10. Preferiblemente se condensará el vapor comprimido y el vapor condensado procedente del intercambiador de calor de evaporador 64 se dirige hacia una entrada en la sección de rectificación 20 de la columna de destilación 10.

35 Por motivos de eficiencia, cuando el aparato es para producir un producto de fondo con un requisito de alta pureza, puede reducirse el tamaño de la sección de rectificación 20 sacando el vapor a través de la extracción de vapor lateral 60 y la extracción de vapor lateral 60 puede situarse por encima del plato inferior en la sección de rectificación 20. Se permite que la alimentación se separe en líquido y vapor de la alimentación y la extracción de una parte del vapor que fluye a través de la sección de rectificación 20, reduce el flujo de volumen de vapor y líquido a través de la
40 sección de rectificación 20 por encima de la extracción de vapor lateral. Extrayendo una corriente intermedia para la compresión, se reduce la relación de compresión y ahorra energía a través del funcionamiento de un compresor a menor intensidad.

45 Mediante el uso de corrientes de vapor intermedias de compresión para evaporar el fondo, habrá una disminución significativa de la energía externa requerida para una columna de destilación. La compresión de las corrientes de vapor intermedias reducirá la relación de compresión y proporcionará un ahorro de energía por la reducción de los medios. Para corrientes de vapor procedentes de la parte superior de la columna, la composición diferirá y habrá una relación de compresión mayor. Esta invención será especialmente útil para la separación de componentes
50 similares con puntos de ebullición próximos. Por ejemplo, en la separación de una mezcla de propano/propileno, la destilación se lleva a cabo a presiones elevadas y debido a las propiedades similares, un alto grado de separación requeriría un gran número de fases, o platos, en una columna de destilación. El uso de corrientes intermedias de compresión extraídas desde la sección de rectificación puede proporcionar una cantidad significativa de energía para evaporar la corriente de fondo. Si sólo es necesario purificar una corriente de propano, la sección de
55 rectificación puede ser menor y las corrientes comprimidas extraídas desde la sección de rectificación tendrán un calor suficiente para evaporar una parte del fondo.

60 En la invención, como se muestra en la figura 2, el aparato incluye además un segundo compresor de bomba de calor 52 para comprimir la corriente de vapor de cabeza. La corriente de vapor de cabeza pasa hacia un separador de vapor-líquido 54, en el que el vapor se dirige hacia el compresor 52. Una parte del líquido procedente del separador de vapor-líquido se dirige al producto, mientras que una segunda parte se dirige al reflujo de líquido en la columna 10. En esta forma de realización, el evaporador de fondo 40 es un intercambiador de calor de evaporador, la corriente de vapor de cabeza comprimida pasa hacia el lado de vapor del intercambiador de calor y una parte del líquido de fondo pasa hacia el lado de líquido del evaporador de intercambiador de calor 40. El vapor comprimido
65 se condensa al menos parcialmente y se redirige hacia la parte superior de la columna 10. El líquido condensado está a presión y pasa a través de una válvula de reducción de presión, en la que tras entrar en la parte superior de la

sección de rectificación 20 de la columna 10, el líquido sufre una vaporización instantánea. El líquido condensado puede entrar en un orificio independiente en la parte superior de la sección de rectificación o puede entrar a través del orificio de entrada de reflujo. El vapor sale por la salida 22 de la sección de rectificación 20 y el líquido se utiliza como reflujo para la sección de rectificación 20. El líquido condensado en exceso procedente del separador de vapor-líquido 54 se bombea a través de una bomba 58 a un depósito u otras unidades funcionales dentro de una planta petroquímica.

El aparato incluye además un tercer evaporador 42, también conocido como evaporador de regulación. El tercer evaporador 42 proporciona calor adicional cuando hay calor insuficiente procedente del primer intercambiador de calor de evaporador 40 y el segundo intercambiador de calor de evaporador 64.

Una parte de la corriente de vapor de cabeza comprimida puede hacerse pasar a través de un condensador de regulación 56. Esta parte se condensa y hace pasar hacia el separador de vapor-líquido después de pasar a través de una válvula de reducción de presión hasta obtener la presión inferior del separador de vapor-líquido. El líquido condensado se vaporizará instantáneamente de manera parcial y el líquido restante contribuirá al reflujo en la columna 10.

El uso de un condensador de regulación 56 dependerá de la cantidad de vapor de cabeza comprimido que no es necesario que pase hacia el evaporador 40. Esto lo determinan los requisitos de carga térmica del evaporador 40 y la cantidad de vapor de cabeza comprimido que va a condensarse.

La invención también proporciona un procedimiento para separar un componente menos volátil en una mezcla cuando el producto de fondo tiene un requisito de alta pureza. Al utilizar un compresor de bomba de calor, pueden utilizarse corrientes de vapor intermedias para proporcionar el calor para evaporar la corriente de fondo para la columna de destilación. El procedimiento comprende hacer pasar una mezcla hacia una sección de alimentación de una columna de destilación, teniendo una sección de rectificación por encima de la sección de alimentación y una sección de agotamiento por debajo de la sección de alimentación. El procedimiento genera una corriente de vapor de cabeza y una corriente de fondo. Una parte de la corriente de vapor de cabeza se condensa, creando así una corriente de cabeza condensada. Una parte de la corriente de cabeza condensada se hace pasar hacia la parte superior de la sección de rectificación como reflujo para el procedimiento de destilación. Una parte de la corriente de fondo se hace pasar hacia un primer evaporador en el que se vaporiza al menos parcialmente la corriente y la corriente de fondo vaporizada se hace pasar hacia el fondo de la sección de agotamiento.

El procedimiento comprende además extraer una corriente de vapor lateral de una fase intermedia de la sección de rectificación y hacer pasar la corriente de vapor lateral hacia un compresor de bomba de calor en el que se comprime la corriente de vapor para formar una corriente de vapor lateral comprimida. La corriente de vapor lateral comprimida se hace pasar hacia el lado de vapor de un segundo intercambiador de calor de evaporador y se utiliza para evaporar una parte de la corriente de fondo que se hace pasar hacia el lado de líquido del segundo intercambiador de calor. La corriente de fondo se evapora para producir una corriente de vapor y se hace pasar hacia el fondo de la sección de agotamiento. La corriente de vapor lateral comprimida se enfría y se condensa parcial o completamente y se hace pasar hacia un orificio de entrada en la sección de rectificación de la columna. La corriente de vapor lateral comprimida condensada pasa a través de una válvula de reducción de presión y sufre una vaporización instantánea parcial a medida que pasa hacia la columna de destilación, creando así una corriente de alimentación lateral que es parcialmente líquido y parcialmente vapor.

En una forma de realización alternativa del procedimiento, la corriente de vapor de cabeza se hace pasar hacia un separador de vapor-líquido, creando así una corriente de vapor y una corriente de líquido para su uso como reflujo. La corriente de vapor se hace pasar hacia un compresor de bomba de calor de cabeza que crea una corriente de vapor de cabeza comprimida. La corriente de vapor de cabeza comprimida se calienta como resultado de la compresión y se utiliza para evaporar una parte de la corriente de fondo. En esta forma de realización, el primer evaporador es un intercambiador de calor en el que la corriente de vapor de cabeza comprimida se hace pasar hacia el lado de vapor del intercambiador de calor. Una parte de la corriente de fondo se hace pasar hacia el lado de líquido del primer evaporador y una parte de la corriente de fondo se vaporiza para crear una corriente de vapor de fondo. A continuación se hace pasar la corriente de vapor de fondo hacia el fondo de la sección de agotamiento. Se enfría la corriente de vapor de cabeza comprimida y una parte de la corriente se condensa. Preferiblemente, el primer evaporador está dimensionado y se hace funcionar en condiciones para condensar toda la corriente de vapor de cabeza comprimida.

La corriente de vapor de cabeza condensada está a una presión elevada y pasa a través de una válvula de reducción de presión antes de pasar hacia la parte superior de la sección de rectificación de la columna. La corriente condensada sufrirá una vaporización instantánea a medida que pase hacia la columna y una parte del líquido de la vaporización instantánea proporcionará una corriente de reflujo para la sección de rectificación. El vapor que se genera a partir de la corriente condensada sometida a vaporización instantánea se hace pasar hacia el separador de vapor-líquido.

- En una forma de realización alternativa no reivindicada, la purificación mejorada de la corriente de fondo implica la reducción de la presión de la corriente de fondo y la evaporación de la corriente de fondo de presión reducida para producir una corriente de vapor de fondo. Como se muestra en la figura 3, el aparato comprende una columna de destilación 10 que tiene una sección de rectificación 20 con una salida 22 para una corriente de vapor de cabeza, una sección de agotamiento 30 con una salida 32 para una corriente de líquido de fondo y una sección de alimentación con una entrada de alimentación 12 dispuesta entre la sección de rectificación 20 y la sección de agotamiento 30. El aparato incluye además una sección de evaporador, incluyendo la sección de evaporador unos medios 46 para reducir la presión de la corriente de fondo de líquido, un primer evaporador 40 que tiene un lado de líquido en comunicación de fluido con la corriente de fondo de presión reducida y un lado de vapor en comunicación de fluido con la corriente de vapor de cabeza y un primer compresor de bomba de calor 70 en comunicación de fluido con el lado de líquido de primer evaporador. La corriente de vapor de cabeza que se condensa en el primer evaporador 40 se hace pasar hacia un tambor de separación de vapor-líquido y está en comunicación de fluido con la parte superior de la sección de rectificación 20.
- El aparato incluye además una extracción lateral 60 para extraer una corriente de vapor desde la sección de rectificación 20. La extracción de vapor lateral está en comunicación de fluido con el lado de vapor de un segundo evaporador 64. El lado de líquido del segundo evaporador 64 está en comunicación de fluido con una corriente de fondo de líquido de presión reducida. La corriente de fondo de líquido de presión reducida puede extraerse de la corriente de fondo de líquido de presión ya reducida que pasa a través de los medios de reducción de presión 46 o puede ser una parte independiente de la corriente de fondo de líquido que se hace pasar a través de unos segundos medios de reducción de presión (no mostrados). Un segundo compresor de bomba de calor 72 está en comunicación de fluido con la corriente de fondo evaporada y genera una corriente de vapor de fondo comprimida que se hace pasar hacia el fondo de la sección de agotamiento 30.
- Los medios de reducción de presión 46 pueden ser una válvula de Joule-Thompson o cualquier otro medio para reducir la presión de la corriente de líquido de fondo. Otros medios incluyen hacer pasar el líquido a través de una turbina para impulsar un motor y recuperar algo de la energía consumida en el procedimiento de reducir la presión.
- El procedimiento para esta forma de realización comprende hacer pasar una mezcla hacia la sección de alimentación de la columna de destilación 10. La columna de destilación 10 se hace funcionar para crear una corriente de vapor que fluye hacia arriba por la columna 10 y una corriente de líquido que fluye hacia abajo por la columna, saliendo una corriente de vapor de cabeza por la salida 22 de la sección de rectificación 20 y saliendo una corriente de líquido de fondo por la salida 32 de la sección de agotamiento 30. Una parte de la corriente de fondo de líquido se hace pasar a través de unos medios de reducción de presión 46 y crea una corriente de fondo de presión reducida. La corriente de fondo de presión reducida se hace pasar hacia un primer evaporador 40 en el lado de líquido del evaporador. La corriente de vapor de cabeza se hace pasar hacia el lado de vapor del primer evaporador 40. La corriente de vapor de cabeza se condensa generando así una corriente condensada y la corriente de fondo de presión reducida se vaporiza creando así una corriente de vapor de fondo. La corriente de cabeza condensada se hace pasar hacia la parte superior de la sección de rectificación 20 como reflujo.
- La corriente de fondo de presión reducida se evapora en el evaporador 40 y genera una corriente de vapor de fondo. Cualquier líquido procedente de la corriente de fondo de presión reducida no evaporado se separa y recoge y dirige de nuevo hacia el fondo de la sección de agotamiento 30. Como el líquido está a una presión reducida, la presión del líquido se aumenta mediante una bomba 74 hasta una presión suficiente para suministrar el líquido hacia la sección de agotamiento 30. La separación de líquido-vapor del líquido evaporado es para evitar que el líquido pase hacia los compresores de bomba de calor 70, 72. La corriente de vapor de fondo se comprime con un compresor de bomba de calor 70, creando así una corriente de vapor de fondo comprimida. La corriente de vapor de fondo se hace pasar hacia el fondo de la sección de agotamiento 30 para proporcionar calor y vapor para separar los componentes más volátiles del fluido que fluye hacia abajo por la columna de destilación 10.
- Una segunda parte de la corriente de fondo de líquido se hace pasar a través de unos medios para reducir la presión del líquido. La segunda parte puede tener unos medios de reducción de presión independientes, tales como una válvula independiente o puede extraerse de la primera parte del líquido de fondo después de que la primera parte haya pasado a través de los medios para reducir la presión. Unos segundos medios de reducción de presión proporcionan un control de la fuerza de conducción de temperatura necesaria para transferir el calor y de este modo evaporar la segunda parte de la corriente de fondo de líquido. La segunda parte pasa a través de un segundo evaporador 64 en el que se vaporiza la segunda parte para formar una segunda corriente de vapor de fondo. Cualquiera de la segunda parte de la corriente de fondo de líquido que no se vaporiza se separa y recoge y se bombea de nuevo hacia el fondo de la sección de agotamiento 30 a través de una bomba 74. La segunda corriente de vapor de fondo se comprime mediante un segundo compresor de bomba de calor 72, creando así una segunda corriente de vapor de fondo comprimida. A continuación se hace pasar la segunda corriente de vapor de fondo comprimida hacia el fondo de la sección de agotamiento 30 para añadir vapor adicional para el procedimiento de destilación. El resto de la corriente de fondo de líquido es un producto de fondo que tiene una mayor pureza.
- Se extrae una corriente de lado de vapor de un orificio lateral 60 en la columna de destilación 10 y se hace pasar a través del lado de vapor del segundo evaporador 64, en el que se condensa la corriente de lado de vapor. A

continuación se hace pasar la corriente lateral condensada hacia la columna de destilación 10 como alimentación de líquido lateral. Se prefiere que la corriente de lado de vapor se extraiga cerca del fondo de la sección de rectificación 10.

5 En la figura 4 se muestra otra variación de esta forma de realización no reivindicada. El aparato comprende la columna de destilación 10 que tiene una sección de rectificación 20 y una sección de agotamiento 30. El aparato comprende además unos primeros medios 46 para reducir la presión de la corriente de fondo de líquido y un primer evaporador 40 que tiene un lado de líquido en comunicación de fluido con la corriente de fondo de líquido de presión reducida. Una parte de la corriente de vapor de cabeza se hace pasar hacia el lado de vapor del primer evaporador 10 40, en el que se condensa la corriente de vapor de cabeza y se vaporiza la corriente de fondo de líquido. Cualquiera de la corriente de fondo de líquido no vaporizada se separa y recoge y se bombea de nuevo hacia el fondo de la sección de agotamiento 30. Una bomba 74 aumenta la presión del líquido hasta al menos la presión del fondo de la sección de agotamiento 30 para el líquido no vaporizado recogido del primer evaporador 40. La corriente de fondo 15 vaporizada se comprime con un compresor de bomba de calor 70, generando así una corriente de vapor comprimida y se hace pasar hacia el fondo de la sección de agotamiento 30. La corriente de vapor de cabeza condensada se hace pasar hacia la parte superior de la sección de rectificación 20 como reflujo. Preferiblemente, la corriente de vapor de cabeza condensada se hace pasar en primer lugar hacia un tanque de separación de vapor-líquido 54. El tanque 54 recoge el líquido y envía una parte hacia fuera como destilado de cabeza, mientras que devuelve el resto a la parte superior de la sección de rectificación 20.

20 El aparato incluye además un orificio 60 para extraer una corriente de líquido intermedia de la columna 10. Preferiblemente, el orificio 60 está en la sección de agotamiento 30 de la columna. La corriente de líquido intermedia se hace pasar a través de unos segundos medios de reducción de presión 66 y se genera una corriente de líquido intermedia de presión reducida. La corriente de líquido intermedia de presión reducida está en comunicación de 25 fluido con el lado de líquido de un segundo evaporador 64, en el que se vaporiza al menos una parte del líquido. Cualquiera de la corriente de líquido intermedia que no se vaporiza se separa y recoge y devuelve a la sección de agotamiento 30. La parte de líquido procedente del segundo evaporador 64 que no se vaporiza se hace pasar a través de una segunda bomba 76 a una presión suficiente para devolver el líquido a la columna 10. La parte de líquido no vaporizada puede devolverse a la sección de agotamiento en o por debajo del orificio de extracción de 30 líquido 60. En una forma de realización, se devuelve con el líquido recuperado del primer evaporador. Una segunda parte de la corriente de vapor de cabeza se hace pasar hacia el lado de vapor del segundo evaporador 64, en el que se condensa al menos parcialmente la segunda parte. La corriente intermedia vaporizada se comprime con un segundo compresor de bomba de calor 72 y el vapor intermedio comprimido se devuelve a la columna 10. Preferiblemente, el vapor se devuelve a una posición en la columna 10 por encima del plato donde la corriente de 35 líquido intermedia se extrae del orificio 60. La corriente de vapor de cabeza condensada está en comunicación de fluido con la parte superior de la sección de rectificación, en la que la corriente condensada se devolverá como reflujo.

40 El procedimiento comprende utilizar la corriente de vapor de cabeza para evaporar la corriente de fondo de líquido y una corriente de líquido intermedia. Las corrientes de líquido se hacen pasar a través de unos medios de reducción de presión y se vaporizarán a temperaturas inferiores. A continuación se comprimen las corrientes vaporizadas, calentándose el vapor a través de la compresión. A continuación se hace pasar el vapor calentado y comprimido de nuevo a la columna de destilación para proporcionar el vapor de flujo ascendente para la separación del líquido de 45 flujo descendente.

50 En esta forma de realización, se hace pasar una mezcla hacia la sección de alimentación de la columna de destilación. La columna de destilación tiene una salida en la parte superior de la sección de rectificación 20 para una corriente de vapor de cabeza y una salida en el fondo de la sección de agotamiento 30 para una corriente de fondo de líquido. Una parte de la corriente de fondo se hace pasar a través de una válvula de reducción de presión 46 hacia un primer evaporador 40, en el que intercambia calor con una parte de la corriente de vapor de cabeza. La corriente de fondo se vaporiza y la corriente de vapor de cabeza se condensa. La corriente de fondo vaporizada se comprime con un compresor de bomba de calor 70, creando una corriente de vapor de fondo comprimida y calentada. La corriente de vapor de fondo se hace pasar hacia el fondo de la sección de agotamiento 30 para proporcionar calor para separar los componentes del líquido que fluye hacia abajo a través de la columna 10. La corriente de vapor de cabeza condensada se hace pasar hacia la parte superior de la sección de rectificación 20 55 como reflujo.

60 El procedimiento comprende además la extracción de una corriente de líquido desde un orificio intermedio 60 en la columna 10 y hacer pasar la corriente de líquido intermedia a través de una válvula de reducción de presión 66 para producir una corriente de líquido intermedia de presión reducida, que se hace pasar hacia un segundo evaporador 64. La corriente de líquido de presión reducida intercambia calor con una segunda parte de la corriente de vapor de cabeza, vaporizándose la corriente de líquido de presión reducida y condensándose la corriente de vapor de cabeza.

65 La corriente de vapor intermedia evaporada se comprime con un segundo compresor de bomba de calor 72 y se hace pasar hacia un orificio de entrada intermedio en la columna 10. Preferiblemente, el vapor se hace pasar hacia por encima del plato donde el líquido intermedio se extrae del orificio 60 en la columna. La segunda parte

condensada de la corriente de vapor de cabeza se hace pasar hacia la parte superior de la sección de rectificación 20 como reflujo adicional.

- 5 Al utilizar el calor procedente de la corriente intermedia comprimida, la energía se utiliza de manera más eficiente en el procedimiento de destilación, y esto puede reducir adicionalmente el tamaño de la columna de destilación por debajo de la extracción intermedia puesto que hay menos flujo de vapor y líquido a través de la sección de agotamiento por debajo de la extracción intermedia.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la separación por destilación de un primer componente de una mezcla, que comprende:
- 5 una columna de destilación (10) que comprende una sección de rectificación (20) que tiene una salida para una corriente de vapor de cabeza, una sección de agotamiento (30) que tiene una salida para una corriente de líquido de fondo y una sección de alimentación que tiene una entrada de alimentación (12) y está dispuesta entre la sección de rectificación (20) y la sección de agotamiento (30);
- 10 una sección de evaporador de fondo para evaporar la corriente de líquido de fondo que entra desde la sección de agotamiento (30);
- una sección de condensación de cabeza (50) para condensar la corriente de vapor de cabeza desde la sección de rectificación (20);
- 15 una extracción de vapor lateral (60) desde la sección de rectificación (20);
- un compresor de bomba de calor (62) que tiene una entrada en comunicación de fluido con la extracción de vapor lateral (60), y una salida; y
- 20 un intercambiador de calor de evaporador (64) que tiene un lado de fluido en comunicación de fluido con la corriente de fondo desde la sección de agotamiento (30) y que tiene un lado de vapor en comunicación de fluido con la salida desde el compresor de bomba de calor (62);
- 25 comprendiendo el aparato además un segundo compresor de bomba de calor (52) que tiene una entrada en comunicación de fluido con la corriente de vapor de cabeza y una salida generando así una corriente de vapor comprimida de cabeza;
- 30 en el que la sección de evaporador de fondo comprende un intercambiador de calor (40) que tiene un lado de fluido en comunicación de fluido con la corriente de fondo desde la sección de agotamiento y que tiene un lado de vapor en comunicación de fluido con la corriente de vapor comprimida de cabeza;
- en el que el aparato está configurado de modo que el vapor comprimido de cabeza se condensa al menos parcialmente en el intercambiador de calor (40) que tiene un lado de vapor en comunicación de fluido con la corriente de vapor comprimida de cabeza y se redirige hacia la parte superior de la columna; y
- 35 comprendiendo el aparato además una entrada lateral a la sección de rectificación (20) y en el que la salida de compresor de bomba de calor está en comunicación de fluido con la entrada lateral a la sección de rectificación (20);
- 40 en el que la entrada lateral está dispuesta por debajo de la extracción de vapor lateral (60).
2. El aparato según la reivindicación 1, que comprende además un condensador (56) que tiene una entrada en comunicación de fluido con la salida de segunda bomba de calor (52) y para condensar una parte de la corriente de vapor comprimida de cabeza.
- 45
3. El aparato según la reivindicación 2, en el que el condensador (56) es un condensador de regulación.
4. El aparato según la reivindicación 1, que comprende además un tanque de separación de vapor-líquido (54) para una separación que tiene una entrada en comunicación de fluido con la salida de sección de rectificación (20) y una salida en comunicación de fluido con la entrada de segundo compresor de bomba de calor (52).
- 50
5. El aparato según la reivindicación 1, que comprende además un tercer evaporador (42) para evaporar el líquido adicional de la corriente de fondo.
- 55
6. El aparato según la reivindicación 1, en el que la extracción de vapor lateral (60) se sitúa por encima del plato inferior de la sección de rectificación (20).

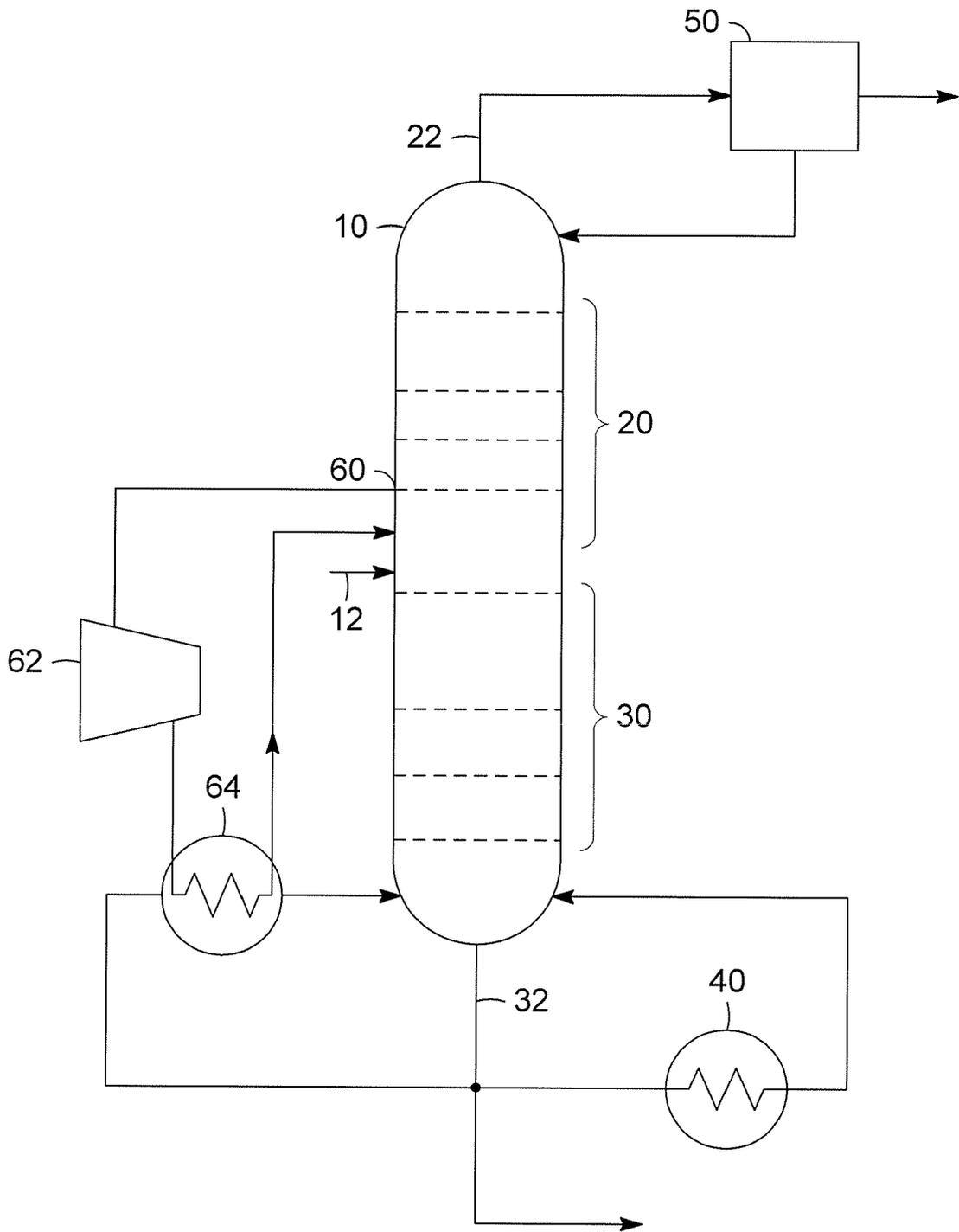


FIG. 1

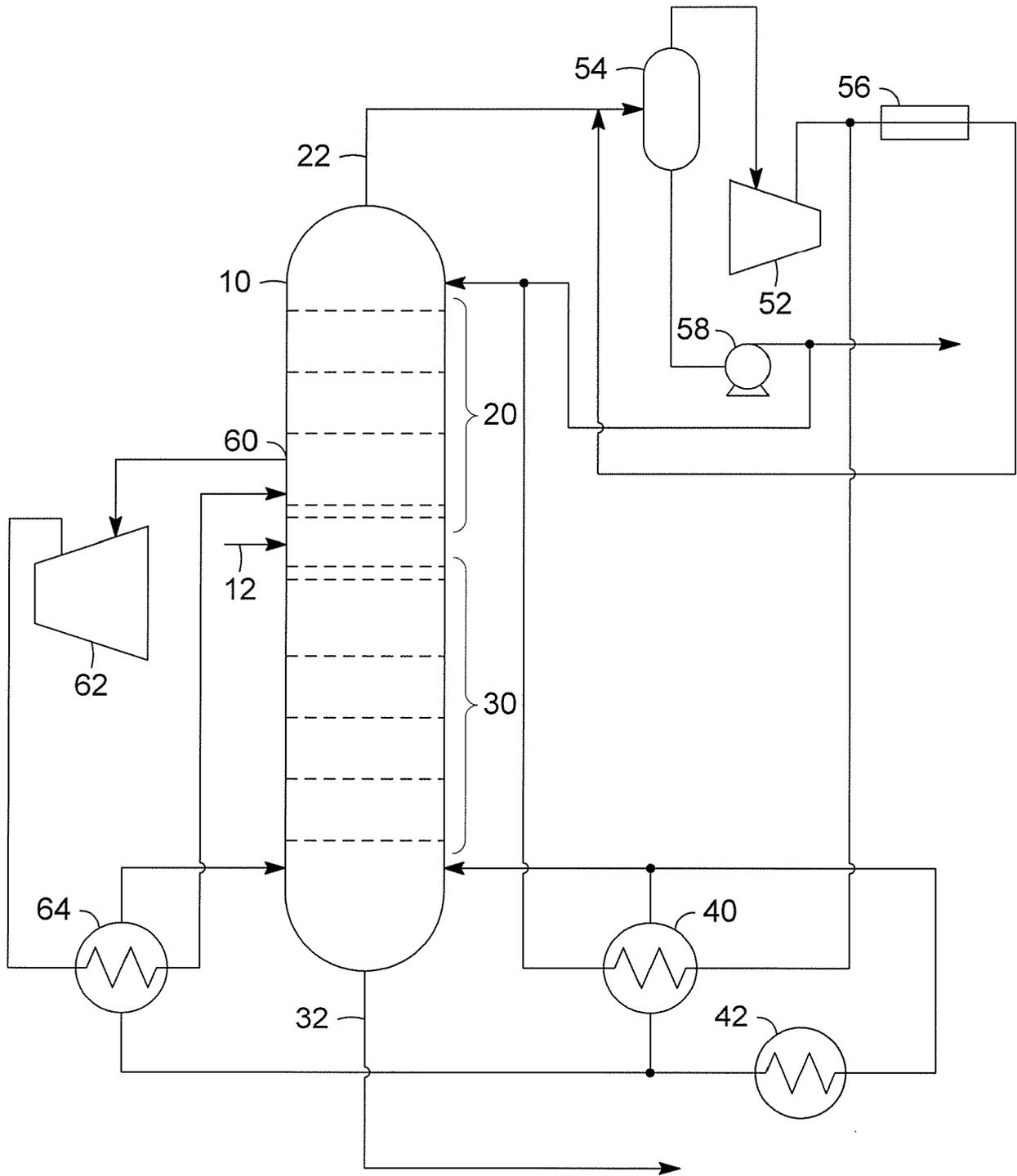


FIG. 2

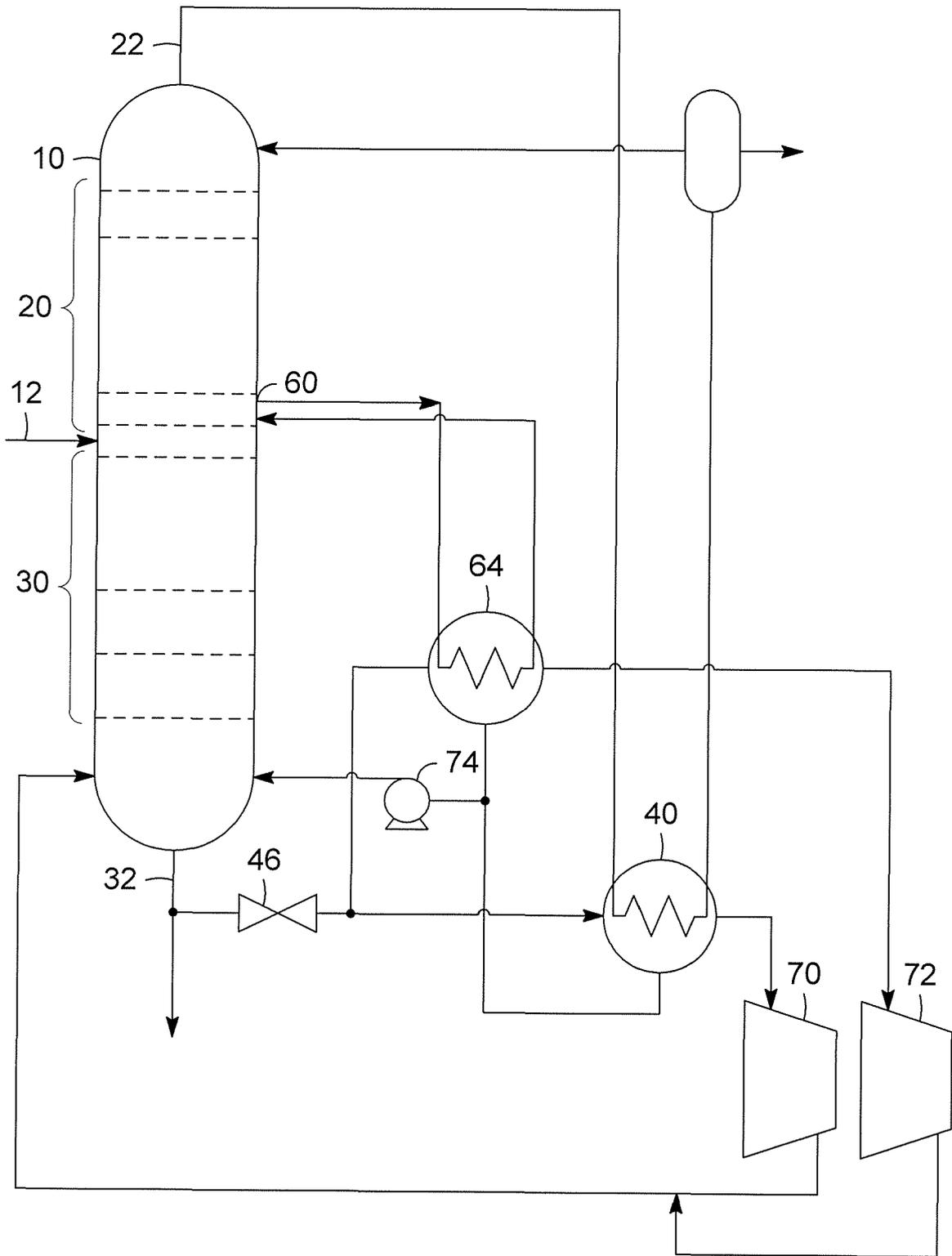


FIG. 3

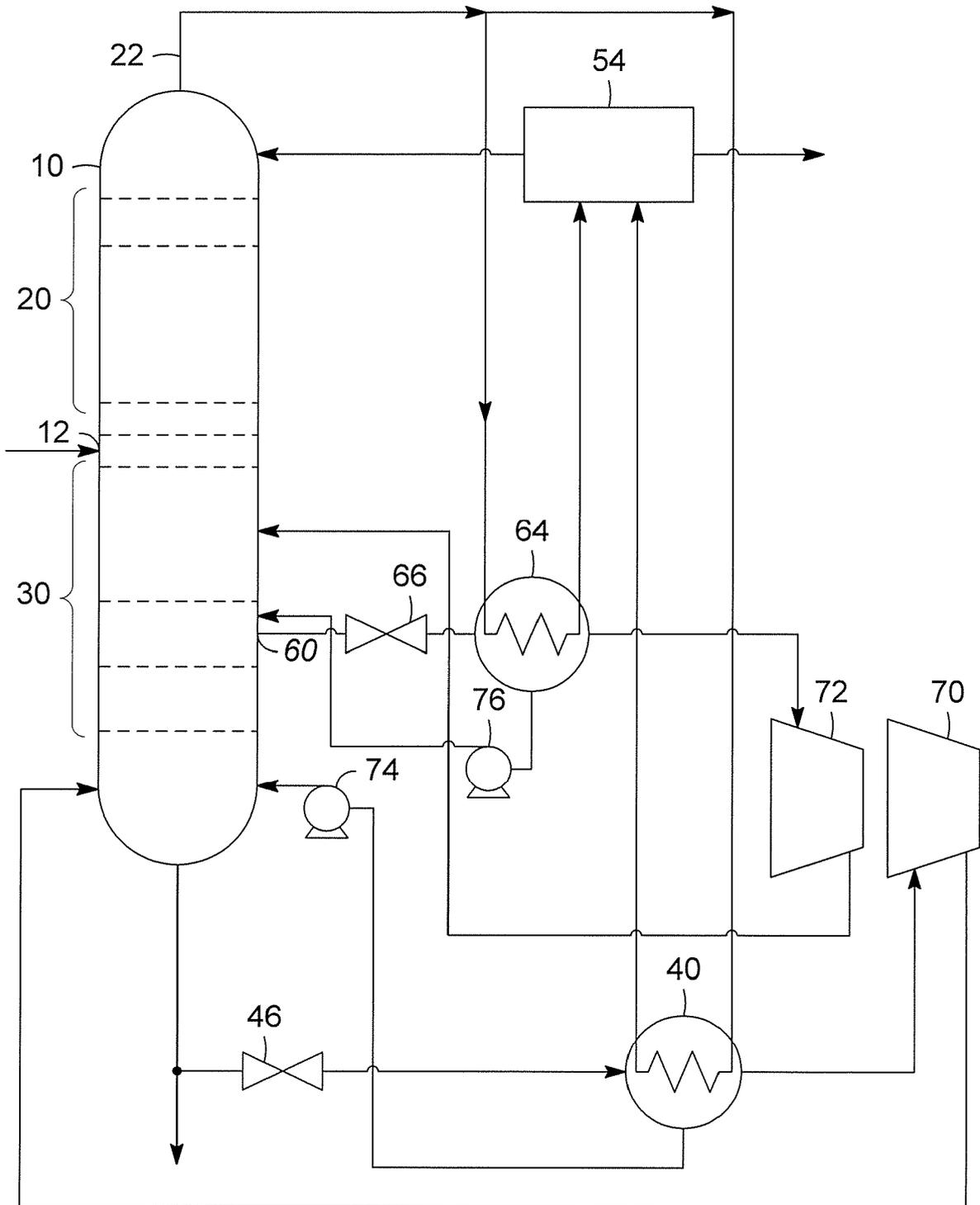


FIG. 4