



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 273 675**

51 Int. Cl.:
F25J 3/04 (2006.01)
F25J 3/02 (2006.01)
F25J 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00915300 .8**
86 Fecha de presentación : **05.04.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1169609**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2002**

54 Título: **Aparato y proceso de separación de mezcla de fluidos de capacidad variable.**

30 Prioridad: **05.04.1999 US 285794**
02.12.1999 FR 99 15208
12.01.2000 US 481681

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

73 Titular/es: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à
Directorie et Conseil de Surveillance pour l'Etude
et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75, quai d'Orsay
75321 Paris Cédex 07, FR

72 Inventor/es: **Brugerolle, Jean-Renaud;**
Guillard, Alain;
Saulnier, Bernard;
Le Bot, Patrick;
Tsevery, Jean-Marc;
Fossier, Alain;
Bretesche, Jean-Luc;
Darredeau, Bernard y
Judas Frédéric

74 Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

ES 2 273 675 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

Aparato y proceso de separación de mezcla de fluidos de capacidad variable.

La presente invención se refiere a un proceso para aumentar la capacidad de un aparato de separación de aire y un aparato y proceso de separación de aire.

Frecuentemente las plantas industriales tratan al menos una mezcla gaseosa por destilación y/o licuefacción y/o adsorción y/o filtración para producir al menos un producto que puede incluir energía en forma de electricidad o vapor o un producto líquido o gaseoso que tiene una composición o estado diferente del de una de las mezclas gaseosas tratadas.

Generalmente, cuando la demanda de producto aumenta, en una primera fase, la capacidad de la planta se lleva al límite aumentando la cantidad de mezcla tratada y, si es necesario, cambiando el equipo de planta para permitir este aumento. Una vez que la capacidad máxima de la planta existente no es suficiente, se inicia una segunda fase y se construye una planta similar adicional para suministrar las demandas adicionales, produciendo por sí misma parte del producto demandado.

Por ejemplo, en muchos casos, una planta de separación de aire debe suministrar cantidades variables de gas y de líquido durante su vida útil. Si la cantidad de producto demandado aumenta, en la primera fase, la planta de separación de aire se puede hacer funcionar a capacidad máxima como se divulga en el documento EP-A-0678317 para aumentar la cantidad de aire enviado a la columna.

Adicionalmente se pueden demandar productos diferentes durante la vida útil de la planta. Por ejemplo, la pureza demandada para un gas suministrado puede cambiar o un gas no necesitado inicialmente puede ser demandado subsecuentemente. De este modo, como se describe en la patente de Estados Unidos 4.869.742 y en el documento EP-A-0699884, se pueden colocar bandejas adicionales dentro de la columna de una planta existente o se puede añadir una nueva columna a una planta existente como modernización, como para proporcionar un nuevo producto. En los ejemplos de los documentos EP-A-0081472, US-A-4.433.990 y US-A-4.715.874 se divulga una planta que produce sólo oxígeno modificada para producir también argón.

Los documentos GB-A-1416163 y JP-A-11325718 divulgan modificar una planta existente aumentando el contenido de oxígeno del aire alimentado a la unidad de separación, usando una membrana o PSA. En el documento JP-A-11325718 parte del aire se enriquece en oxígeno usando PSA y se envía entonces a la entrada del compresor principal de aire de la unidad criogénica de separación de aire. Por consiguiente, el documento JP-A-11325718 no divulga la integración con una segunda unidad criogénica de separación de aire, comprendiendo una única columna con un condensador superior para condensar gas de cabecera enriquecido en nitrógeno, en el que líquido vaporizado o no vaporizado enriquecido en nitrógeno es enviado a la unidad criogénica de separación de aire.

La divulgación de investigación 39361 (enero de 1997) describe la integración de una columna de mezclado en una planta existente de separación de aire.

El documento US-A-5170630 divulga mejorar la

pureza de nitrógeno producido por una planta modificando el condensador y la columna y añadiendo un tanque de separación de fases y la canalización asociada.

El documento EP-A-0628778 describe una planta de separación de aire en la que se mezclan y se vaporizan oxígeno líquido de una columna de la planta y oxígeno líquido de una fuente externa, en el intercambiador de calor de la planta de separación de aire.

En particular, el aparato y el proceso de la invención permiten que se aumente la capacidad de una unidad existente de separación de aire más allá de los límites de sistemas previamente conocidos.

Es conocido que un aparato de separación de aire comprenda una columna doble y una columna adicional alimentada por aire. En tales casos, la columna adicional es comúnmente una columna de mezclado alimentada por un líquido rico en oxígeno en la parte superior de la columna como se divulga en los documentos US-A-4022030, US-A-4883517, US-A-5244489, US-A-5291737 y EP-A-0732556.

También son conocidas columnas de arrastre de nitrógeno por los documentos EP-A-0387872, EP-A-0532155 y EP-A-0542559. En ninguno de estos casos es una corriente de aire alimentada a la columna.

Es un objeto de la presente invención minimizar el coste de la segunda fase usando una planta adicional que puede o no producir directamente cualquiera de los productos adicionales demandados pero que está vinculada a la planta existente mediante intercambios de materia y/o energía de modo que la planta existente puede producir la cantidad adicional de producto demandado así como nuevos productos, en algunos casos.

De este modo, el objetivo de la invención es aumentar la cantidad de un primer producto de una instalación que comprende una primera unidad existente sólo desde A mol/h antes de la modificación hasta C mol/h tras la modificación, siendo intensificada la producción de la primera unidad hasta C mol/h mayor que A.

La presión del primer producto en cantidad A y en cantidad C puede variar hasta en 5 bar.

La temperatura del primer producto en cantidad A y en cantidad C puede variar hasta en 25°C, o preferiblemente 5°C.

Generalmente se dará el caso de que la cantidad total de alimentación en mol/h enviada a la primera unidad existente antes de la modificación será menor que la cantidad total de alimentación enviada a la primera unidad (o a las unidades primera y segunda si la alimentación se envía a ambas).

De acuerdo con una primera realización de la invención, se proporciona un proceso de acuerdo con la reivindicación 1.

Las composiciones del primer producto antes y después de la integración no necesitan ser estrictamente idénticas: por ejemplo el porcentaje de componente principal en el primer producto en cantidad A y en cantidad C puede diferir hasta en un 5% molar, hasta en un 1% molar o hasta en un 0,2% molar.

Generalmente, la cantidad de alimentación en moles enviados a la primera unidad para la producción de cantidad A sólo es menor que la cantidad de alimentación en moles enviados a la primera unidad para la producción de cantidad C.

En general, el aumento proporcional en cantidad de alimentación en moles enviados a la primera uni-

dad para la producción de cantidad C tras la adición de la segunda unidad cuando se compara con la producción de cantidad de alimentación en moles enviados a la primera unidad para la producción de cantidad A antes de la adición de la segunda unidad puede ser menor, igual o mayor que el aumento proporcional entre la cantidad C y la cantidad A.

El primer producto se puede retirar desde la primera unidad en forma gaseosa, y/o al menos un líquido se puede retirar desde una columna de la primera unidad y se vaporiza para formar el primer producto y entonces se extrae de la primera unidad en forma gaseosa para formar todo o parte del resto del primer producto gaseoso.

Opcionalmente, la segunda unidad produce al menos un producto que tiene una composición o una presión diferentes al primer producto producido por la primera unidad, y/o al menos un producto de la segunda unidad no se mezcla con el primer producto de la primera unidad que se ha de producir en cantidades aumentadas.

Preferiblemente, tras la integración de la segunda unidad, al menos un fluido de la primera unidad se envía a la segunda unidad como corriente de alimentación que ha de ser tratada (por ejemplo calentada o enfriada) dentro de la segunda unidad.

En algunos casos, el fluido enviado desde la primera unidad hasta la segunda unidad es menos rico en el componente principal del primer producto que el aire, y, en casos particulares el fluido de la segunda unidad es más rico en el componente principal del primer producto que el aire pero menos rico en el componente principal del primer producto que el primer producto.

Preferiblemente, la cantidad de fluido enviado desde la primera unidad hasta la segunda unidad en mol/h es sustancialmente igual a la cantidad de fluido enviado de la segunda unidad a la primera unidad en mol/h o se diferencia de esa cantidad en no más de un 50%, preferiblemente en no más de un 30% o incluso de un 10%.

Preferiblemente, cuando se transfieren fluidos de la segunda a la primera unidad y viceversa, o bien ambos o bien todos los fluidos son líquidos, o bien ambos o bien todos los fluidos son gases.

Preferiblemente, la cantidad de fluido enviado desde la primera unidad hasta la segunda unidad en m³/h es sustancialmente igual a la cantidad de fluido enviado de la segunda unidad a la primera unidad en m³/h o se diferencia de esa cantidad en no más de un 50%, preferiblemente en no más de un 30% o incluso de un 10%.

Preferiblemente, las cantidades de primer producto A y C tienen el mismo componente principal y la cantidad de componente principal en producto C es menor, mayor o igual a la cantidad de componente principal en A.

En algunos casos, el o los fluidos enviados de la segunda unidad a la primera unidad son retirados de la segunda unidad a una temperatura subambiente y son suministrados a la primera unidad a una temperatura subambiente, y/o el o los fluidos enviados desde la primera unidad hasta la segunda unidad son retirados de la primera unidad a una temperatura subambiente y son suministrados a la segunda unidad a una temperatura subambiente.

Alternativamente, el o los fluidos enviados de la segunda unidad a la primera unidad son retirados de

la segunda unidad a una temperatura criogénica y son suministrados a la primera unidad a una temperatura criogénica, y/o el o los fluidos enviados desde la primera unidad hasta la segunda unidad son retirados de la primera unidad a una temperatura criogénica y son suministrados a la segunda unidad a una temperatura criogénica.

El o los fluidos enviados de la segunda unidad a la primera unidad se pueden retirar de la segunda unidad a cualquier temperatura y se pueden suministrar a la primera unidad a cualquier temperatura, y/o el o los fluidos enviados desde la primera unidad hasta la segunda unidad se pueden retirar de la primera unidad a cualquier temperatura y se pueden suministrar a la segunda unidad a cualquier temperatura.

El fluido enriquecido en oxígeno es derivado desde el fondo de la columna de la unidad criogénica de destilación de columna individual y contiene entre un 25 y un 45% molar de oxígeno.

Alternativamente, la primera unidad comprende al menos una columna de alta presión y una columna de baja presión, y se alimenta aire al menos a la columna de alta presión y el fluido enriquecido en oxígeno de la segunda unidad se alimenta a la primera unidad, en donde se separa, se mezcla y/o se trata.

En este caso, el único producto de la segunda unidad puede ser un fluido enriquecido en nitrógeno.

Preferiblemente, líquido enriquecido en oxígeno de la primera unidad se vaporiza en la segunda unidad, especialmente en el intercambiador de calor de la segunda unidad.

La primera unidad de separación de aire puede comprender al menos dos columnas de destilación y dicha primera columna de destilación es la columna que funciona a una presión más alta o a la presión más alta, y el producto enriquecido en oxígeno se retira de una columna que funciona a una presión igual o inferior.

Las características opcionales incluyen:

- enviar dicho líquido vaporizado y/o no vaporizado enriquecido en oxígeno de la segunda unidad a la primera unidad para que sea destilado y/o tratado,

- enviar dicho líquido vaporizado y/o no vaporizado enriquecido en oxígeno a otra columna de la unidad de separación de aire,

- enviar dicho líquido no vaporizado enriquecido en oxígeno a al menos la primera columna de destilación de la primera unidad,

- enviar dicho líquido no vaporizado enriquecido en oxígeno a otra columna de la unidad de separación de aire,

- enviar dicho líquido vaporizado enriquecido en oxígeno al condensador de una columna de argón, a una columna de baja presión o a una columna de mezclado,

- el aire enviado a la segunda unidad está a una presión más alta, a una presión más baja o a una presión igual que cualquier corriente de aire enviada a la primera unidad,

- retirar nitrógeno de producto de la segunda unidad,

- expandir al menos parte del gas enriquecido en nitrógeno retirado de la segunda unidad en una turbina.

De acuerdo con otra realización, se proporciona un aparato de separación de aire de acuerdo con la reivindicación 27.

Las características opcionales de esta realización incluyen:

- medios para retirar al menos un fluido enriquecido en nitrógeno de la columna individual,

- medios de conducto vinculan el condensador superior de la segunda unidad como para retirar un líquido y un gas que contienen al menos un 20% molar de oxígeno de ella y están conectados a la columna de alta presión y a la columna de baja presión de la primera unidad,

- medios para retirar la corriente enriquecida en oxígeno de la columna de baja presión de la primera unidad en forma líquida y vaporizar la corriente de tal manera que se forme la corriente de producto gaseoso,

- medios para enviar la corriente que contiene más de un 20% molar de oxígeno a la columna de alta y/o mediana y/o baja presión de la primera unidad, estando conectados dichos medios aguas abajo de un intercambiador de calor de la primera unidad en donde se enfría aire que ha de ser destilado en la columna de alta presión hasta una temperatura adecuada para la destilación,

- medios para enviar fluido enriquecido en nitrógeno desde la primera unidad hasta la segunda unidad y/o de la segunda unidad a la primera unidad,

- medios para enviar al menos un fluido desde la primera unidad hasta la segunda unidad, y medios para expandir el fluido de la primera unidad dentro de la segunda unidad,

- medios para enviar al menos un líquido desde la primera unidad hasta la segunda unidad, y medios para vaporizar el fluido de la primera unidad dentro de la segunda unidad, preferiblemente en una tubería de intercambio de calor de la segunda unidad.

En particular, el proceso puede ser un proceso integrado de gasificación de ciclo combinado en el que se envía oxígeno de la unidad de separación de aire para gasificar una sustancia que contiene carbono, produciendo por ello combustible para la cámara de combustión a presión.

El término "mezcla fluida" cubre corrientes líquidas o gaseosas que contienen al menos dos componentes que tienen una composición química diferente. El fluido puede contener alternativamente tanto fases líquidas como gaseosas.

El término "temperatura subambiente" significa una temperatura inferior a 10°C.

El término "temperatura criogénica" significa una temperatura inferior a -100°C.

El término "producto" significa un gas o un líquido que se retira de una de las unidades, no retorna a ninguna de las unidades y no se envía directamente a la atmósfera.

El término "turbina de Claude" significa una turbina de aire cuya salida está conectada a una columna de destilación del sistema distinta a la columna que funciona a una presión más baja o a la presión más baja.

El término "fluido" significa un gas o un líquido, un gas y un líquido, o una mezcla bifásica gaseosa-líquida.

La invención se describirá ahora en más detalle con referencia a las figuras 1 a 5, que son diagramas de flujo esquemáticos de unidades de separación de aire de capacidad variable de acuerdo con la invención, en las que:

La figura 1 muestra una primera unidad antes de

la integración con una segunda unidad;

las figuras 2 y 3 muestran la primera unidad de la figura 1 tras la integración con dos segundas unidades diferentes;

la figura 4 muestra otra primera unidad antes de la integración con una segunda unidad; y

la figura 5 muestra la unidad de la figura 4 tras la integración con una segunda unidad.

En el aparato de la figura 1, una primera unidad X de separación de aire comprende una columna doble de destilación con una columna 25 de alta presión y una columna 27 de baja presión vinculadas térmicamente mediante un condensador 29 de hervidor como en plantas estándar. El sistema puede incluir adicionalmente una columna de separación de argón alimentada por la columna de baja presión. Las presiones de funcionamiento varían preferiblemente entre 4 y 25 bar para la columna de alta presión.

El aire para la columna doble viene de un compresor 30 y se envía a la columna 25 de alta presión, después de la purificación y el enfriamiento en un intercambiador 33. Un líquido 32 enriquecido en oxígeno se envía desde el fondo de la columna de alta presión hasta la columna de baja presión tras la expansión y un líquido 34 enriquecido en nitrógeno se envía desde la columna de alta presión hasta la columna de baja presión como reflujo. El sistema puede usar una turbina de Claude, o una turbina de nitrógeno (no ilustrada) u otros medios conocidos para producir la refrigeración.

El intercambiador 33 de calor, la turbina 28 y las columnas 25, 27 están contenidas dentro de la caja fría.

Desde la columna de baja presión se produce oxígeno gaseoso 36, bien directamente extrayendo una corriente de gas de la columna o bien vaporizando oxígeno líquido en el vaporizador-condensador principal o en un vaporizador-condensador separado contra una corriente individual de gas. Se extrae nitrógeno 38 de producto o de desecho desde la parte superior de la columna 27 de baja presión. Se retira nitrógeno gaseoso 43 desde la parte superior de la columna 25 de alta presión.

También se retiran como productos nitrógeno líquido 41 y/o oxígeno líquido 42.

En el aparato de la figura 2, con el fin de aumentar la cantidad de oxígeno gaseoso que se puede producir, una segunda unidad se añade a la primera unidad formando la planta existente mostrada en la figura 1.

Esta segunda unidad es un generador de nitrógeno de columna individual.

Una corriente adicional de aire se comprime hasta 9 bar en el compresor 130, se purifica separadamente y se enfría en un intercambiador 133 y se envía entonces a la segunda unidad dentro de la misma caja fría que la columna doble 25, 27. Los intercambiadores 33, 133 de calor también están preferiblemente dentro de la misma caja fría. Esta segunda unidad es una columna individual 125 de destilación que tiene un condensador superior 129. Líquido 132 enriquecido en oxígeno que contiene entre un 25 y un 45% molar de oxígeno del fondo de la columna 125 se vaporiza en el condensador superior y se envía a la primera columna 25 después de ser mezclado con la corriente de aire hacia esa columna. El líquido vaporizado 136 enriquecido en oxígeno abandona el condensador 129 y entra en la primera columna 25 a temperaturas criogénicas aguas abajo del intercambiador 33 y no se

somete preferiblemente a ningún paso de caldeo o enfriamiento entre el condensador superior y la primera columna.

Al menos parte del gas 138 enriquecido en nitrógeno de la parte superior de la columna se caldea en un intercambiador, se expande en una turbina 128 y después se caldea hasta temperatura ambiente en el intercambiador adicional 133.

La turbina 128 puede proporcionar opcionalmente toda la refrigeración para la unidad de separación de aire y la segunda columna, y por lo tanto la turbina usada para la planta existente ya no se requiere. Alternativamente, se usan ambas turbinas 28 y 128 y se puede aumentar la producción de líquido de la planta.

Otras características opcionales incluyen:

- el envío de una corriente 142 enriquecida en nitrógeno desde la parte superior de la columna 27 de baja presión hasta el intercambiador 133 de calor en el que se caldea hasta temperatura ambiente,

- el envío de líquido 140 rico en nitrógeno desde la parte superior de la columna individual 125 hasta la parte superior de la columna 27 para servir como reflujo adicional,

- la retirada de una corriente de nitrógeno de producto desde la parte superior de la columna 25 que no se expande en una turbina,

- al menos parte del líquido 132 de la base de la columna 125 se puede enviar directamente a la columna 25 ó 27 sin experimentar un paso de vaporización.

La figura 3 se diferencia de la figura 2 en que el líquido rico vaporizado 136 se envía desde el condensador 129 de la columna 125 hasta un primer intercambiador y después hasta el intercambiador 133 en donde se caldea hasta temperatura ambiente y después se envía a la unidad X aguas abajo de la unidad de purificación y se envía con el aire purificado hasta la columna 25.

Las características opcionales de esta figura 3 incluyen:

- el envío de una corriente 142 enriquecida en nitrógeno desde la parte superior de la columna 27 de baja presión hasta el intercambiador 133 de calor en el que se caldea hasta temperatura ambiente,

- el envío de líquido 140 rico en nitrógeno desde la parte superior de la columna individual 125 hasta la parte superior de la columna 27 para servir como reflujo adicional,

- la retirada de una corriente de nitrógeno de producto desde la parte superior de la columna 25 que no se expande en una turbina,

- al menos parte del líquido 132 de la base de la columna 125 se puede enviar directamente a la columna 25 ó 27 sin experimentar un paso de vaporización.

La figura 4 muestra una primera unidad de separación de aire que comprende una columna doble con una columna 25 de alta presión y una columna 27 de baja presión vinculadas mediante un condensador 29 que condensa gas enriquecido en nitrógeno de la parte superior de la columna de alta presión.

La columna de alta presión funciona a alrededor de 6 bar y la columna de baja presión funciona a alrededor de 1,3 bar.

Se comprime aire en el compresor hasta 35 bar, se purifica (no mostrado) y se envía a un intensificador 227 en el que se comprime hasta 40 bar. El aire comprimido se enfría entonces en el intercambiador 33 hasta una temperatura intermedia a la que se divide en dos fracciones 229, 230. La fracción 230 se enfría

adicionalmente, se licua, se expande en una válvula y se envía a la columna de alta presión al menos parcialmente en forma líquida. La fracción 229 se expande hasta la presión de la columna de alta presión en una turbina 228 de Claude y se envía entonces a la columna de alta presión.

Desde el fondo de la columna 25 de alta presión se retira líquido 32 enriquecido en oxígeno y se envía a la columna de baja presión tras la expansión. Desde la parte superior de la columna 25 de alta presión se retira líquido enriquecido en nitrógeno y se envía a la parte superior de la columna de baja presión tras la expansión.

Desde la parte superior de la columna 27 de baja presión se retira gas 37 de desecho enriquecido en nitrógeno y se envía al intercambiador en el que se caldea hasta temperatura ambiente.

En el fondo de la columna de baja presión se retira líquido 36 rico en oxígeno, se presuriza mediante una bomba 26 hasta 40 bar y se vaporiza en el intercambiador 33 para formar oxígeno gaseoso 236 de producto.

Si el oxígeno producido debe ser puro o si se requiere argón, se usa una columna de argón y se alimenta de la columna de baja presión de la manera estándar. La primera unidad puede comprender opcionalmente una columna de mezclado del tipo descrito en el documento FR-A-2169561 o en el documento EP-A-0531182 u otros tipos bien conocidos de columna de mezclado.

Por supuesto, se pueden prever otras modificaciones obvias tales como diferentes presiones de funcionamiento, producción de nitrógeno gaseoso a alta presión desde la columna de alta presión, vaporización interna de argón o nitrógeno.

En el caso en el que la cantidad de gas 236 rico en oxígeno ya no es suficiente para las demandas del cliente, el aparato se modifica como se muestra en la figura 5 mediante la integración de un aparato Y.

El segundo aparato Y comprende una columna 125 de separación de aire de columna individual que tiene un condensador superior 129, un intercambiador 133 de calor y un compresor 130 de aire.

Se entenderá fácilmente que la columna individual podría ser alternativamente la columna de alta presión de una columna doble estándar o podría incluir una sección de destilación por encima del condensador superior para enriquecer el líquido de fondo enriquecido en oxígeno antes de que se envíe al condensador superior.

El aire se comprime hasta 9 bar mediante el compresor 130, se purifica (no mostrado) y se enfría en el intercambiador 133 hasta una temperatura criogénica antes de ser enviado al fondo de la columna individual 125. Líquido 132 enriquecido en oxígeno que contiene entre un 25 y un 45% molar de oxígeno se envía desde el fondo de la columna 125 hasta el condensador 129, tras la expansión, donde se vaporiza parcialmente para formar una corriente líquida 232 a 6 bar y una corriente gaseosa 136 a 6 bar.

La corriente líquida 232 se incorpora en la corriente 32 de la figura 4 y se envía a la columna 27 de baja presión. La corriente 136 de gas se divide en dos fracciones 236, 336. La fracción 236 se mezcla con el aire 229 de la turbina 228 de Claude y se envía a la columna 25 de alta presión.

La corriente 336 se expande en la turbina 128 tras un paso de caldeo en el intercambiador 133 y se

caldea adicionalmente después hasta temperatura ambiente tras el mezclamiento con una corriente 140 de nitrógeno de desecho de la columna 27 de baja presión.

Opcionalmente, una pequeña parte 436 del oxígeno líquido de la primera unidad se vaporiza en el intercambiador 133 de calor de la segunda unidad.

El efecto global de enviar las corrientes 232, 236 enriquecidas en oxígeno desde la segunda unidad hasta la primera unidad es posibilitar que se extraiga de la columna 27 de baja presión una cantidad aumentada de oxígeno 36. Esta cantidad aumentada de oxígeno se puede vaporizar toda en el intercambiador 33 de la primera unidad o en parte en ese intercambiador 33 y en parte en otro lugar, por ejemplo en el intercambiador 133. El aumento en la cantidad de oxígeno producido está en la región del 30% de la producción máxima de la unidad de la figura 4.

La pureza del oxígeno 36 se reduce ligeramente tras la integración de la unidad Y del 99,995% molar al 99,99% molar; sin embargo, en muchos casos esto es aceptable.

La línea discontinua entre las dos unidades X e Y de la figura 5 indica simplemente las diferentes unidades. Preferiblemente, las dos unidades estarán dentro de la misma caja fría o, en su defecto, la transferencia de fluidos 140, 232, 236, 336 tendrá lugar no obstante sin caldear estos fluidos, de manera que permanecen preferiblemente a temperaturas criogénicas.

En el caso en el que la primera unidad incluya una columna de mezclamiento, se puede enviar fluido desde la segunda unidad hasta la columna de mezclamiento.

En todos los ejemplos dados para las figuras 1 a 5, se apreciará que la primera unidad podría adoptar cualquier forma de planta conocida de separación de aire. Podría ser, por ejemplo, una columna individual

con un condensador superior y/o un hervidor inferior, una columna individual con al menos una bandeja de destilación o una sección de envasado por encima del condensador superior en la que el líquido enriquecido en oxígeno se alimenta a la bandeja superior o a la parte superior de la sección de envasado, una columna individual que es la columna de alta presión de una columna doble que comprende una columna de alta presión y una columna de baja presión, una columna doble con un cierto número de hervidores o condensadores en la columna de baja presión o de alta presión, una columna triple con cualquier número de hervidores o condensadores en la columna de baja presión, de mediana presión o de alta presión, en la que la columna de baja presión se calienta con gas de la parte superior de la columna de alta y/o mediana presión, cualquiera de los sistemas previamente mencionados con una o unas columnas de argón, una columna de producción de criptón o xenón y/o al menos una columna de mezclamiento.

Los productos pueden ser producidos en forma líquida o forma gaseosa que se extrae en forma gaseosa o líquida desde una columna desde la primera, y opcionalmente la segunda, unidad.

La vaporización de un líquido extraído de la primera o de la segunda unidad puede tener lugar en un intercambiador de calor de la primera o de la segunda unidad. En particular, un líquido extraído de la primera unidad puede tener lugar en un intercambiador de calor de la segunda unidad y/o un líquido extraído de la segunda unidad puede tener lugar en un intercambiador de calor de la primera unidad.

También se apreciará que la segunda unidad podría comprender dos o más unidades similares funcionando a presiones diferentes, todas las cuales envían fluido y/o reciben fluido de la primera unidad.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para aumentar la cantidad de al menos un producto fluido (36, 236, 436) enriquecido en oxígeno, producido por una primera unidad criogénica (X) de destilación de aire, que comprende enviar aire enfriado y comprimido a al menos una primera columna de destilación de la primera unidad de separación de aire que comprende al menos una columna, y retirar fluido enriquecido en oxígeno y fluido enriquecido en nitrógeno de la primera unidad, en el que la primera unidad de destilación de aire sola, antes de la integración de una segunda unidad (125) de destilación de aire a la primera unidad, produce una cantidad de A mol/h de un primer producto fluido (36) enriquecido en oxígeno y dicha cantidad de primer producto fluido enriquecido en oxígeno extraído de la primera unidad y opcionalmente de la segunda unidad se aumenta a C mol/h, comprendiendo la cantidad C al menos una corriente de fluido enriquecido en oxígeno extraída de la primera unidad, mediante integración de la segunda unidad con la primera unidad, comprendiendo dicha integración enviar líquido vaporizado o no vaporizado enriquecido en oxígeno desde una columna individual de la segunda unidad hasta al menos una columna de la primera unidad de separación de aire y, durante el funcionamiento de la segunda unidad de destilación de aire, enviar aire enfriado y comprimido a la segunda unidad (125, 130, 133) que comprende al menos la columna individual (125), teniendo dicha columna al menos un condensador superior (129) que condensa al menos parcialmente gas enriquecido en nitrógeno en la parte superior de la columna individual de la segunda unidad en el condensador, retirar fluido enriquecido en nitrógeno de la segunda unidad, opcionalmente tras un paso de expansión para al menos parte de él, retirar líquido enriquecido en oxígeno de la columna individual y enviarlo al condensador superior, posiblemente tras un paso de destilación, para formar líquido vaporizado enriquecido en oxígeno.

2. El proceso de la reivindicación 1, en el que la cantidad de alimentación en moles enviados a la primera unidad para la producción de la cantidad A sólo es menor que la cantidad de alimentación en moles enviados a la primera unidad para la producción de la cantidad C.

3. El proceso de la reivindicación 1 o 2, en el que la cantidad de alimentación en moles enviados a la primera unidad para la producción de la cantidad A sólo es menor que la cantidad de alimentación en moles enviados a las unidades primera y segunda para la producción de la cantidad C.

4. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en el que el aumento proporcional en la cantidad de alimentación en moles enviados a la primera unidad para la producción de la cantidad C tras la adición de la segunda unidad en comparación con la producción de cantidad de alimentación en moles enviados a la primera unidad para la producción de la cantidad A antes de la adición de la segunda unidad en menor, igual o mayor que el aumento proporcional entre la cantidad C y la cantidad A.

5. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en el que al menos un líquido se retira de al menos una columna de la primera unidad y se vaporiza para formar al menos parte del primer producto, y después se extrae de la primera unidad en forma gaseosa.

6. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en el que al menos parte de la cantidad aumentada de primer producto C se trata, preferiblemente mediante caldeo, en un elemento de la segunda unidad.

7. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en el que al menos un producto de la segunda unidad no se mezcla con el primer producto de la primera unidad que ha de ser producido en cantidades aumentadas.

8. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en el que, tras la integración de la segunda unidad, al menos un fluido (142, 436) de la primera unidad se envía a la segunda unidad como corriente de alimentación que ha de ser tratada dentro de la segunda unidad.

9. El proceso de la reivindicación 8, en el que al menos un fluido (140) enviado desde la primera unidad hasta la segunda unidad es menos rico en el componente principal del primer producto que el aire o que el primer producto.

10. El proceso de la reivindicación 8, en el que al menos un fluido (140) enviado de la segunda unidad a la primera unidad es más rico en el componente principal del primer producto que el aire pero menos rico en el componente principal del primer producto que el primer producto.

11. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en el que la cantidad de fluido (140, 436) enviado desde la primera unidad hasta la segunda unidad, opcionalmente para ser separado en la segunda unidad, en mol/h es sustancialmente igual a la cantidad de fluido (232, 236) enviado de la segunda unidad a la primera unidad, opcionalmente para ser separado en la primera unidad, en mol/h, o se diferencia de esa cantidad en no más de un 50%.

12. El proceso de la reivindicación 11, en el que la cantidad de fluido enviado desde la primera unidad hasta la segunda unidad, opcionalmente para ser separado en la segunda unidad, en m³/h es sustancialmente igual a la cantidad de fluido enviado de la segunda unidad a la primera unidad, opcionalmente para ser separado en la segunda unidad, en m³/h, o se diferencia de esa cantidad en no más de un 50%.

13. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 38 a 41, en el que las cantidades de primer producto A y C tienen el mismo componente principal y la cantidad de componente menor está entre las cantidades A y C multiplicadas por como mucho un factor de 1,2, opcionalmente 2 cuando el componente principal es oxígeno o argón.

14. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en el que las cantidades de primer producto A y C tienen el mismo componente principal y la cantidad de componente principal en el producto C es menor, mayor o igual a la cantidad de componente principal en A.

15. El proceso de cualquier reivindicación anterior, en el que al menos uno o unos fluidos (141, 142) enviados desde la segunda unidad hasta la primera unidad se retiran de la segunda unidad a una temperatura subambiente y se suministran a la primera unidad a una temperatura subambiente, y/o en el que al menos uno o unos fluidos enviados desde la primera unidad hasta la segunda unidad se retiran de la primera unidad a una temperatura subambiente y se suministran a la segunda unidad a una temperatura subambiente. (Figura 2, 4, 5, 8, 9, 15, 16).

16. El proceso de la reivindicación 15, en el que al

menos uno o unos fluidos (141, 142) enviados desde la segunda unidad hasta la primera unidad se retiran de la segunda unidad a una temperatura criogénica y se suministran a la primera unidad a una temperatura criogénica, y/o en el que al menos uno o unos fluidos enviados desde la primera unidad hasta la segunda unidad se retiran de la primera unidad a una temperatura criogénica y se suministran a la segunda unidad a una temperatura criogénica. (Figura 8, 9).

17. El proceso de la reivindicación 1, en el que el fluido enriquecido en oxígeno, derivado del fondo de la columna y/o del contenedor superior, contiene entre un 25 y un 45% molar de oxígeno.

18. El proceso de la reivindicación 1 ó 17, en el que la primera unidad comprende al menos una columna de alta presión y una columna de baja presión y se alimenta aire al menos a la columna de alta presión y el fluido enriquecido en oxígeno de la segunda unidad se separa y/o se trata en la primera unidad.

19. El proceso de la reivindicación 1 a 18, en el que el único producto de la segunda unidad es un fluido enriquecido en nitrógeno.

20. El proceso de la reivindicación 1, en el que la primera unidad de separación de aire comprende al menos dos columnas de destilación y dicha primera columna de destilación es la columna que funciona a una presión más alta o a la presión más alta y el producto enriquecido en oxígeno se retira de una columna que opera a una presión igual o inferior.

21. El proceso de la reivindicación 1 ó 20, que comprende enviar dicho líquido vaporizado y/o no vaporizado enriquecido en oxígeno desde la segunda unidad hasta la primera unidad para ser destilado y/o tratado.

22. El proceso de la reivindicación 21, que comprende enviar dicho líquido vaporizado y/o no vaporizado enriquecido en oxígeno a al menos la primera columna de destilación de la primera unidad de separación de aire.

23. El proceso de una de las reivindicaciones 1 ó 20 a 22, en el que dicho líquido vaporizado enriquecido en oxígeno se envía al condensador de una columna de argón, a una columna de baja presión o a una columna de mezclamiento.

24. El proceso de la reivindicación 1 ó 20 a 23, en el que el aire enviado hasta la segunda unidad está a una presión más alta, a una presión más baja o a la misma presión que la presión más alta de cualquier corriente de aire enviada a la primera unidad.

25. El proceso de la reivindicación 1 ó 20 a 24, que comprende retirar nitrógeno de producto de la segunda unidad.

26. El proceso de la reivindicación 1 ó 20 a 25, que comprende expandir al menos parte del gas enriquecido en nitrógeno retirado de la segunda unidad en una turbina (128).

27. Un aparato de separación de aire que tiene una primera unidad (X) que comprende al menos una columna (25, 28) de alta presión y una columna (27) de baja presión y posiblemente una columna de mediana presión y/o una columna de mezclamiento, que están vinculadas térmicamente, medios para producir una corriente que contiene más de un 20% molar de oxígeno desde una segunda unidad (Y) que incluye medios

para la destilación criogénica de aire (125), medios para enviar al menos parte de la corriente que contiene más de un 20% molar de oxígeno a la columna de alta y/o de baja presión y/o la columna de mediana presión y/o la columna de mezclamiento, medios para enviar aire enfriado y purificado al menos a la columna de alta presión y a la segunda unidad, y medios para retirar un producto (36, 236, 436) enriquecido en oxígeno de al menos la primera unidad y opcionalmente de la segunda unidad del aparato; comprendiendo la segunda unidad una columna individual (125) con un condensador superior (129), medios para alimentar aire enfriado y purificado a la columna individual, y medios para enviar un fluido (132) desde la columna hasta el condensador superior, y en el que los medios para enviar una corriente que contiene más de un 20% molar de oxígeno están conectados a al menos el condensador superior y/o la columna individual (125) y una columna de la primera unidad.

28. El aparato de la reivindicación 27, que comprende medios para retirar al menos un fluido enriquecido en nitrógeno de la columna individual (125).

29. El aparato de la reivindicación 27 ó 28, en el que medios de conducto están conectados al condensador superior (129) de la segunda unidad como para retirar un líquido y/o un gas que contiene al menos un 20% de oxígeno de él y están conectados a la columna (25, 28) de alta presión y/o la columna (27) de baja presión de la primera unidad.

30. El aparato de la reivindicación 27, 28 ó 29, que comprende medios para retirar un líquido (36) enriquecido en oxígeno de la columna (27) de baja presión de la primera unidad y vaporizar el líquido (236, 436) enriquecido en oxígeno como para formar el producto gaseoso enriquecido en oxígeno.

31. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 27 a 30, que comprende medios para enviar la corriente que contiene más de un 20% molar de oxígeno (232, 236) a la o las columnas de alta y/o mediana y/o baja presión de la primera unidad, estando conectados dichos medios aguas abajo de un intercambiador (133) de calor de la primera unidad, en el que el aire que ha de ser destilado en la columna de alta presión se enfría hasta una temperatura adecuada para la destilación.

32. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 27 a 31, que comprende medios para enviar fluido (140, 141, 142) enriquecido en nitrógeno desde la primera unidad hasta la segunda unidad y/o desde la segunda unidad hasta la primera unidad.

33. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 32, que comprende medios para enviar al menos un fluido (140) desde la primera unidad hasta la segunda unidad y medios (128) para expandir o comprimir el fluido de la primera unidad dentro de la segunda unidad.

34. El aparato de las reivindicaciones 27 a 33, que comprende medios para enviar al menos un líquido (436) desde la primera unidad hasta la segunda unidad y medios para vaporizar el fluido de la primera unidad dentro de la segunda unidad, preferiblemente en una tubería (133) de intercambio de calor de la segunda unidad.

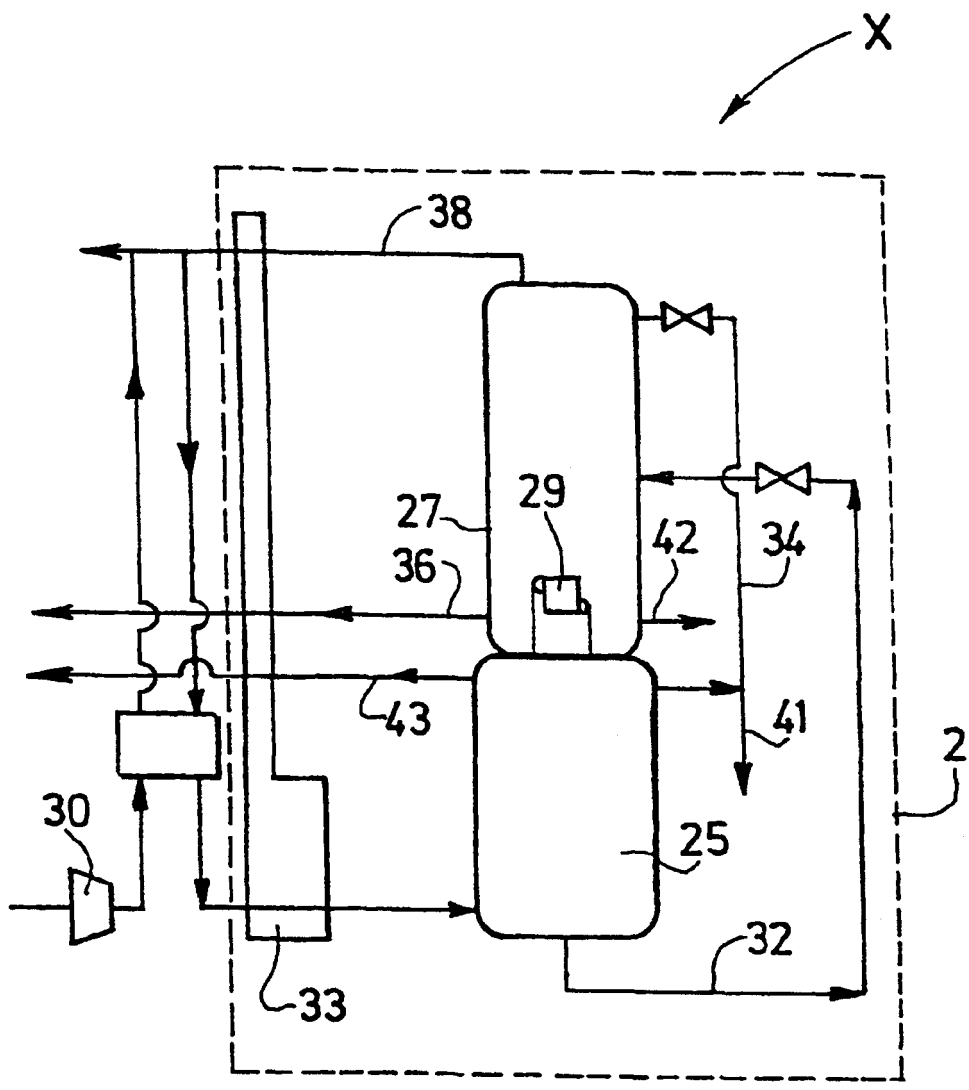
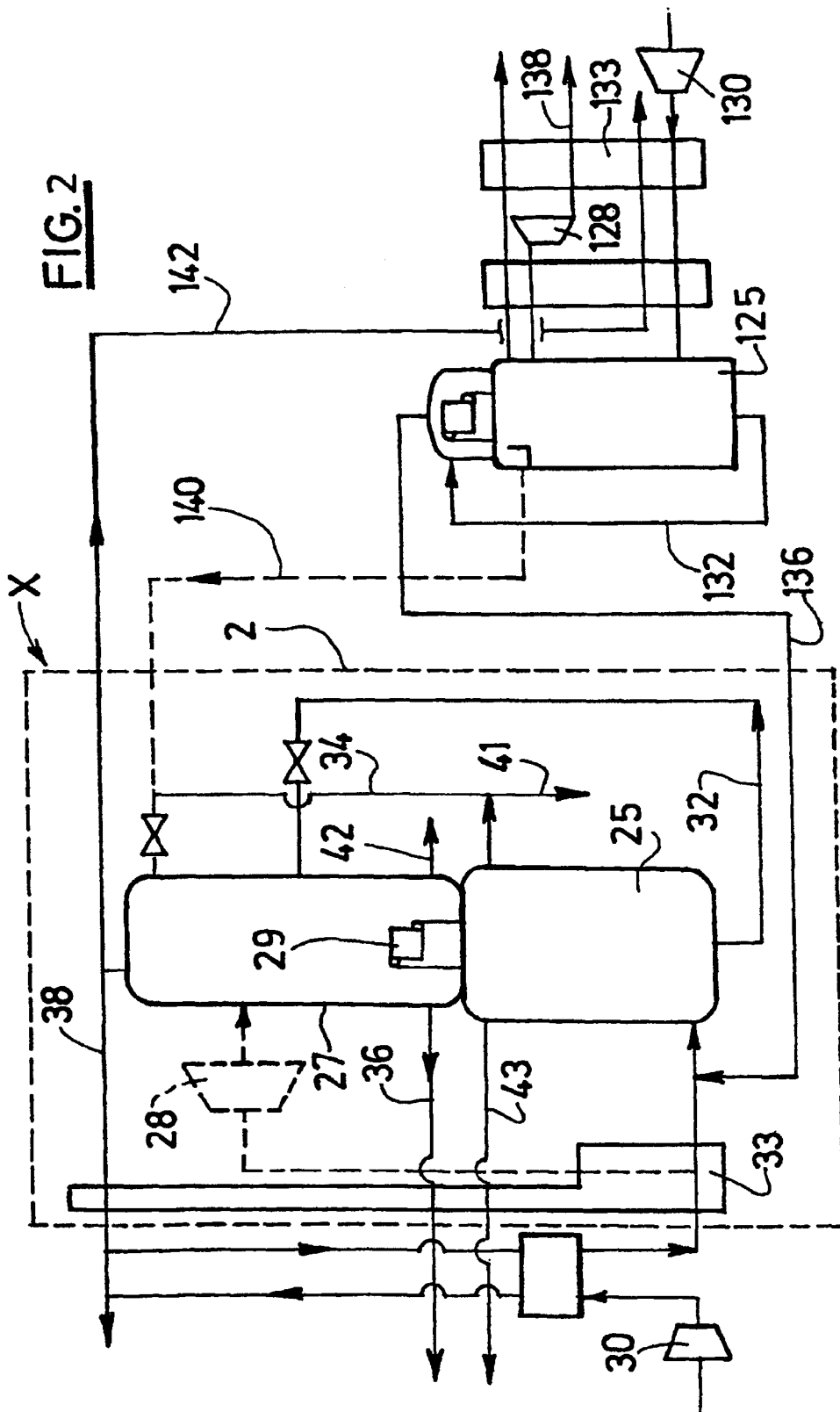
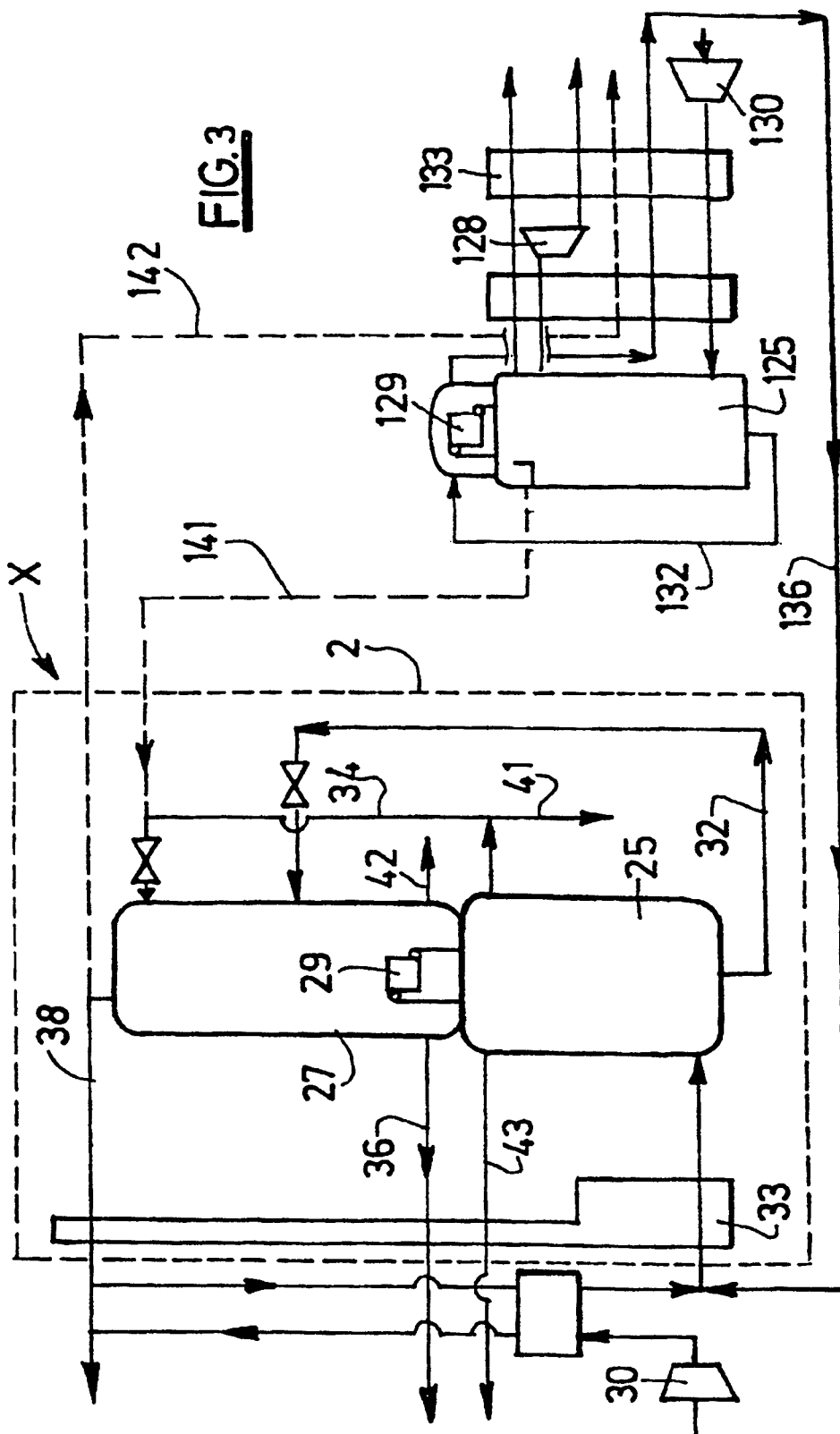


FIG.1





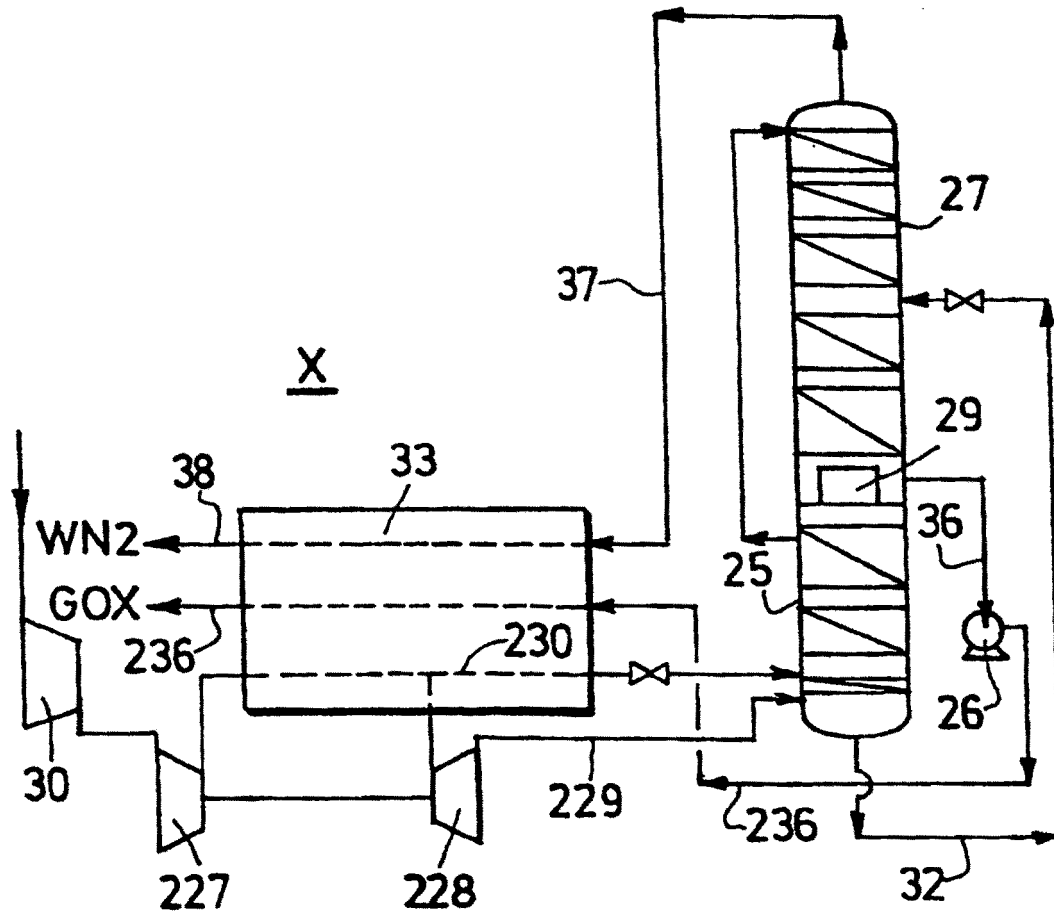


FIG. 4

