



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 328 457**

51 Int. Cl.:
C01B 3/50 (2006.01)
F25J 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **02076094 .8**
96 Fecha de presentación : **20.03.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1245533**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.10.2002**

54 Título: **Método y aparato para el tratamiento del gas de síntesis y gases relacionados.**

30 Prioridad: **21.03.2001 US 277596 P**
09.04.2001 US 282627 P
26.12.2001 US 35709

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.11.2009

73 Titular/es: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour
l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges
Claude**
75, quai d'Orsay
75007 Paris, FR

72 Inventor/es: **Granier, Francois**

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

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

Método y aparato para el tratamiento del gas de síntesis y gases relacionados.

La presente invención se refiere a los métodos y aparatos para el tratamiento del gas de síntesis.

A los fines de esta patente, los siguientes términos son definidos. Como es usado aquí, el término “unidad separadora de aire” o “unidad de separación de aire” significa y se refiere a una planta, instalación, locación o proceso para separar los componentes de un gas de alimentación y puede incluir instalaciones criogénicas y no criogénicas. El término “contaminante” significa y se refiere a los componentes de un gas que son indeseables en el producto final.

El término “gas de alimentación” significa y se refiere a un gas alimentado a un proceso o un aparato de destilación. El término “proceso de caja fría” significa y se refiere a los procesos para purificar el monóxido de carbono (“CO”) y/o de hidrógeno (“H₂”). El término “lavado con metano” significa y se refiere a un tipo de proceso de caja fría. El término “gas de síntesis” significa y se refiere al gas sintético y/o de síntesis que contiene al menos H₂ y CO. El gas de síntesis se produce comúnmente mediante la conversión catalítica o la oxidación parcial de un hidrocarburo.

En general, las eficiencias de las cajas frías se miden por varios factores. En una caja fría clásica que utiliza un lavado con metano, el rendimiento de una caja fría de lavado con metano es medido con más frecuencia por, pero no está limitado a:

- Recuperación de CO (este parámetro tiene un impacto directo en la cantidad de materia prima necesaria para generar el gas de síntesis)
- Consumo de energía requerido para producir la refrigeración y la separación/purificación de los productos usualmente a través de un ciclo de refrigeración con CO (o N₂), incluyendo un compresor y un expansor criogénico.

Frecuentemente, la relación de H₂/CO deseada de un producto final no coincide con la relación de H₂/CO del gas de alimentación del gas de síntesis. Con bastante frecuencia, un exceso de H₂ es producido. Se requiere entonces que este exceso de H₂ sea eliminado a través de la quema, por ejemplo, como combustible en un reformador y/o similar o eliminado en otra parte. El arte anterior ha llegado a varias soluciones para este problema.

Comúnmente, unidades de permeación a base de membranas son instaladas aguas arriba de la caja fría en un tratamiento de lavado con metano. El H₂ se extrae del gas de síntesis y se produce impuro y a baja presión a partir de la membrana. La caja fría trata entonces la cantidad requerida de H₂. Sin embargo, estos métodos están limitados por el tamaño del equipamiento y el consumo de energía. Las soluciones del arte anterior relacionadas con este método son económicas sólo cuando el exceso de H₂ es lo suficientemente grande que los ahorros en la caja fría puedan justificar el costo adicional de la membrana y el reequipamiento de la instalación. Además, las soluciones del arte anterior de este tipo eliminan una corriente de H₂ que contiene una concentración de CO de alrededor del 1-2%, disminuyendo de esta manera la producción de CO.

Otra solución del arte anterior es tratar todo el gas de síntesis en una caja fría. Todo la corriente de H₂ se lava en la columna de lavado con metano de manera que la mayor parte del CO sea extraído del H₂. El H₂ es extraído y una primera porción del producto H₂ se produce bajo presión y una segunda porción se expande en un expansor criogénico para producir refrigeración. Sin embargo, los métodos del arte anterior de este tipo no producen una refrigeración adecuada cuando el volumen de la segunda porción es relativamente pequeño, consecuentemente se requiere un aumento en el consumo de energía cuando sólo hay pequeñas cantidades de H₂ en el gas de síntesis.

Otros ejemplos del arte anterior para mejorar la recuperación del CO se ilustran en US-A-4888035 y EP-A-0895961. Estos documentos describen procesos para aumentar la recuperación de CO desde una columna de agotamiento por medio de una inyección adicional de CH₄ como un líquido de lavado en la columna de agotamiento. US-A-4888035 enseña y revela el uso de una corriente de CH₄ regenerada que es eliminada de una columna flash e inyectada en la columna de agotamiento por encima de la alimentación proveniente de la columna de lavado para aumentar la recuperación de CO a partir del gas de síntesis. Sin embargo, estas patentes no enseñan o sugieren el uso de una retirada intermedia de una porción del H₂ a partir de un punto intermedio en una columna de lavado con metano para reducir la cantidad de metano líquido requerido para lavar un producto de hidrógeno. Además, US-A-4888035 no enseña o sugiere los procedimientos y/o estructuras para la reducción del consumo de energía y la reducción de los gastos de capital. EP-A-0895961 divulga el uso de una alimentación de un líquido H₂/CH₄ de la columna de lavado para lavar el CO en la columna de agotamiento. Esta aplicación está dirigida a la pérdida de CO y la conservación de la energía mediante la eliminación de una corriente intermedia de la fase final de la columna de lavado con metano para proporcionar reflujo de metano impuro hacia la parte superior de la columna de agotamiento de hidrógeno. EP-0895961-A declara que el proceso que describe es una mejora con respecto a US-A-4888035-A, porque EP-0895961 divulga el uso del reflujo de metano impuro de la columna de lavado que es rico en CO, permitiendo de esta manera ahorros en metano. El autor de EP-A-895961 reconoce que el procedimiento requiere una mayor cantidad de metano para el lavado del CO, pero declara que la cantidad de metano usado sería menor que la cantidad requerida para US-A-4888035 lo que resultaría en ahorros de energía de entre 2 a 4% en comparación con el contenido equivalente de CO en la corriente de hidrógeno rechazada de US-A-4888035. Sin embargo, EP-A-

0895961 aún requiere un gasto de capital extra para una bomba grande y los costos asociados con la operación de la bomba. En consecuencia, el campo del arte está en la búsqueda de un método para mejorar la recuperación del CO a partir del gas de síntesis, sin aumentar excesivamente el consumo de energía y/o los costos. Otra solución del arte anterior para mejorar la recuperación del CO a partir del gas de síntesis se divulga en EP-A-1074510. La solicitud de patente divulga un proceso y sistema mediante el cual el hidrógeno y el monóxido de carbono son separados a partir de una mezcla gaseosa que contiene un condensado usando una primera columna de agotamiento para reducir el contenido de hidrógeno de la corriente de metano cargado con CO obtenida lavando el CO a partir de la mezcla gaseosa que asciende por una columna de lavado con metano y una segunda columna de agotamiento para reducir el contenido de hidrógeno del condensado del gas de alimentación obtenido de la columna de lavado con metano o la separación de las fases. La corriente de vapor de la segunda columna de agotamiento o separador flash se alimenta a la primera columna de agotamiento. La corriente de líquido de la primera y segunda columnas se alimentan a diferentes locaciones en una columna de agotamiento de monóxido de carbono gaseoso con lo cual una corriente del producto CO gaseoso es eliminada y una corriente de reciclaje del lavado con metano es eliminada. El proceso se declaró como que mejora la eficiencia de la separación del CO al evitar la dilución del CO con la corriente de metano cargada con CO. Sin embargo, la patente aún requiere grandes bombas para el bombeo del metano, aumentando de esta manera los gastos de capital y el consumo de energía. En consecuencia, el campo del arte está en la búsqueda de un método mediante el cual los gastos de capital se puedan reducir y el consumo de energía se pueda reducir mientras al mismo tiempo se obtiene una alta recuperación de CO. Además, el campo del arte está en la búsqueda de un método mediante el cual las tasas de flujo de CO puedan ser incrementadas mientras se produce CO de alta pureza.

La presente invención se refiere generalmente a métodos y aparatos para el tratamiento del gas de síntesis para la producción de monóxido de carbono, H_2 y/o gases relacionados. En general, la producción de la corriente de CO desde una instalación para el tratamiento del gas de síntesis puede mejorarse retirando al menos una corriente rica en H_2 de un punto o puntos intermedios en una columna de lavado asociada a la instalación para el tratamiento del gas de síntesis.

De acuerdo con la invención, se proporciona un proceso para mejorar la separación de un gas de alimentación compuesto de al menos monóxido de carbono e hidrógeno donde la mezcla es lavada con metano líquido para separar, al menos parcialmente, una primera corriente rica en monóxido de carbono y una primera corriente rica en hidrógeno en una columna de lavado, la primera corriente rica en monóxido de carbono es además separada en una segunda corriente rica en monóxido de carbono, y la segunda corriente rica en monóxido de carbono es separada en una tercera corriente rica en monóxido de carbono donde la mejora comprende el paso de retirar al menos una segunda corriente rica en hidrógeno de la columna de lavado en una locación intermedia de la primera corriente de hidrógeno y la primera corriente de monóxido de carbono. La primera, segunda y tercera corrientes ricas en monóxido de carbono son ricas en monóxido de carbono con respecto a la corriente del gas de síntesis. La primera corriente rica en hidrógeno es rica en hidrógeno con respecto a la corriente del gas de síntesis.

De acuerdo con aspectos opcionales adicionales de la invención, el proceso comprende:

- retirar al menos una corriente rica en metano de la columna de lavado en una locación intermedia de la corriente de hidrógeno y la corriente de monóxido de carbono
- alimentar al menos una porción de la corriente rica en metano a una columna flash asociada con el proceso.

Preferiblemente el gas de alimentación consiste principalmente de monóxido de carbono e hidrógeno.

Al menos una corriente rica en hidrógeno es expandida para proporcionar refrigeración, esa corriente siendo preferiblemente al menos una segunda corriente rica en hidrógeno.

De acuerdo con una realización, la primera corriente de monóxido de carbono se divide en una primera y una segunda sub-corrientes. Preferiblemente, la primera sub-corriente es sub-enfriada y se inyecta en otra columna y/o la segunda sub-corriente es evaporada e inyectada en otra columna.

Preferiblemente la segunda corriente rica en hidrógeno es de alrededor de 15% a 50% en volumen del total del flujo de hidrógeno contenido en el gas de síntesis y/o contiene al menos 90% en moles de hidrógeno, preferiblemente al menos 95% en moles de hidrógeno, aún más preferiblemente al menos 98% en moles de hidrógeno.

Preferiblemente la primera corriente rica en hidrógeno es retirada en la parte superior de la columna de lavado.

Preferiblemente la primera corriente rica en hidrógeno es retirada con un contenido de monóxido de carbono de menos de 1 ppm.

Preferiblemente la tercera corriente rica en monóxido de carbono es de alrededor de 92% a alrededor de 99% en volumen de monóxido de carbono en el gas de alimentación.

La columna de destilación de monóxido de carbono/metano puede operar entre 8 y 10 bar abs.

ES 2 328 457 T3

De acuerdo con una realización adicional de la invención, se proporciona un aparato para la separación del gas de monóxido de carbono e hidrógeno a partir de una mezcla gaseosa que comprende:

- una columna de lavado con metano;
- una columna flash de hidrógeno;
- una columna de destilación de monóxido de carbono/metano;
- al menos un medio de conducción para alimentar un gas de alimentación que comprende al menos monóxido de carbono e hidrógeno a la columna de lavado;
- al menos un medio de conducción para alimentar una primera corriente rica en monóxido de carbono desde la columna de lavado a al menos una locación alrededor de la columna flash;
- al menos un medio de conducción para alimentar una segunda corriente rica en monóxido de carbono desde la columna flash a la columna de agotamiento; y,
- al menos un medio de conducción provisto en el intermedio en la columna de lavado para retirar una segunda corriente de hidrógeno.

De acuerdo con los aspectos opcionales adicionales de la invención, el aparato comprende:

- al menos un segundo medio de conducción para retirar al menos una corriente enriquecida con metano desde la columna de lavado e inyectar al menos una corriente enriquecida con metano en la columna flash.
- al menos un medio de conducción para alimentar una segunda corriente rica en monóxido de carbono desde la columna flash a al menos una locación alrededor de la columna de destilación comprende un primer y un segundo medios de conducción mediante los cuales la segunda corriente es dividida en una primera sub-corriente y un segunda sub-corriente.
- medios para inyectar la primera sub-corriente en una locación alrededor de la columna de destilación y de medios para inyectar la segunda sub-corriente en una locación en la columna de destilación por debajo de la primera sub-corriente.
- un expansor conectado al medio de conducción para extraer el segundo producto de hidrógeno.

Preferiblemente el segundo gas rico en hidrógeno es retirado entre 10 y 20 bandejas teóricas por debajo de la parte superior de la columna. Sin embargo, el segundo gas rico en hidrógeno podrá ser retirado en cualquier punto intermedio de la columna.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un proceso para separar una corriente de monóxido de carbono de un gas de alimentación compuesto al menos de monóxido de carbono e hidrógeno que comprende los pasos de:

separar una tercera corriente rica en monóxido de carbono del gas de alimentación en un sistema que comprende una columna de lavado, una columna flash, una columna de agotamiento donde el gas de alimentación es separado en una primera corriente rica en monóxido de carbono, una primera corriente rica en hidrógeno, y una segunda corriente rica en hidrógeno en el columna de lavado, la primera corriente rica en monóxido de carbono es adicionalmente separada en una segunda corriente rica en monóxido de carbono en la columna flash, la segunda corriente rica en monóxido de carbono es adicionalmente separada en una tercera corriente rica en monóxido de carbono en la columna de agotamiento mediante lo cual el volumen de monóxido de carbono en la tercera corriente rica en monóxido de carbono es de alrededor de 92% a alrededor de 99% del volumen de monóxido de carbono en el gas de alimentación y la extracción de la segunda corriente rica en hidrógeno reduce una cantidad de metano requerida para lavar el gas de alimentación.

Para una mayor comprensión de la naturaleza y los objetos de la presente invención, debe hacerse referencia a la siguiente descripción detallada, en relación con los dibujos que se acompañan, en los cuales a los elementos son dados los mismos números de referencia ó análogos y donde:

La Fig. 1 es una ilustración de una realización de un aparato de la presente invención.

La Fig. 2 es una ilustración de una realización alternativa de un aparato de la presente invención.

La Fig. 3 es una ilustración de una realización alternativa de un aparato de la presente invención.

La Fig. 4 es una ilustración de una realización alternativa de un aparato de la presente invención.

La Fig. 5 es una ilustración de una realización alternativa de un aparato de la presente invención.

Con referencia ahora a la Fig. 1, una ilustración de una realización de un aparato de la presente invención, un proceso de caja fría común usando un lavado con metano es divulgado. El proceso proporciona la producción un gas rico en monóxido de carbono y/o la producción de un gas rico en hidrógeno. Una realización de un proceso de caja fría de la presente invención utiliza una columna de lavado con metano 2, una columna flash 5 y una columna de destilación 11, a veces denominada columna agotadora o de agotamiento 11.

Una corriente de gas de alimentación 1 para las realizaciones de la presente invención comprende, en general, una corriente que contiene al menos monóxido de carbono e hidrógeno, tal como gas de síntesis. El gas de alimentación es enfriado, secado y el dióxido de carbono (CO_2) es retirado por cualquier método común en el arte y el gas de alimentación 1 se pasa a través del intercambiador de calor 17 después de la eliminación del dióxido de carbono y el secado. La corriente del gas de alimentación 18 se pasa entonces a la parte inferior de la columna de lavado con metano 2 por un conducto que funciona entre 10 y 40 bar abs, típicamente entre 15 y 35 bar abs. La columna de lavado con metano 2 contiene 40 bandejas teóricas. La corriente del gas de alimentación 1 que aumenta en la columna 2 es llevada a un contacto gas-líquido en un estado de contracorriente con líquido rico en metano (" CH_4 ") de reflujo que fluye desde arriba. Como resultado, el flujo de líquido hacia abajo es gradualmente enriquecido en los componentes cuyos puntos de ebullición son más altos que el del hidrógeno para convertirse en un líquido rico en monóxido de carbono. De la misma manera, el vapor que se eleva hacia arriba es gradualmente enriquecido en hidrógeno para convertirse en un gas rico en hidrógeno. Una primera corriente rica en hidrógeno 3 es extraída en la parte superior de la columna 2 por un conducto. La primera corriente de hidrógeno 3 puede ser extraída como producto, calentada a través del intercambiador de calor 17 antes de la extracción de un producto, usada posteriormente en el(los) proceso(s), expandida y usada para recuperar la energía y/o para cualquier otro propósito común en el arte.

Al menos una segunda corriente rica en hidrógeno gaseoso 20 es extraída de al menos una porción intermedia superior de la columna 2 por un conducto en un punto 10 bandejas teóricas por debajo de la parte superior de la columna 2. La al menos una segunda corriente rica en hidrógeno gaseoso 20 contiene al menos 90% en moles de hidrógeno, preferiblemente al menos 95% en moles de hidrógeno, aún más preferiblemente al menos 95% en moles de hidrógeno. La extracción de al menos una segunda corriente rica en hidrógeno reduce la cantidad de metano requerida en la columna de lavado. Además, una extracción intermedia aumentará la recuperación de monóxido de carbono disminuyendo la cantidad de metano requerida para lavar la corriente del gas de alimentación 1, que en consecuencia, permite una mayor presión en la columna flash 5. Además, la reducción en la cantidad de metano requerida para el lavado permite columnas de menor tamaño para un determinado volumen de gas de alimentación, con el consiguiente ahorro en gastos de capital y consumo de energía por el proceso. En varias realizaciones, los resultados experimentales han demostrado una reducción del consumo total de energía en alrededor de 10% a alrededor de 40%. Sin embargo, otros ahorros de energía se pueden lograr. La segunda corriente de hidrógeno 20 puede ser extraída como un producto, calentada a través del intercambiador de calor 17 antes de la extracción como un producto, mezclada con el metano líquido para disminuir la temperatura de vaporización del metano, usada posteriormente en el proceso y/o para cualquier otro propósito común en el arte. En la Fig. 1, toda la segunda corriente de hidrógeno 20 es calentada en el intercambiador de calor 17 y luego expandida en la turbina de expansión 16, antes de ser calentada en el intercambiador de calor. En otras realizaciones, una porción de la segunda corriente de hidrógeno 20 puede ser expandida en el expansor 16 para proporcionar refrigeración. La corriente expandida 20 puede entonces ser recogida como una corriente de hidrógeno expandida. En varias realizaciones, la expansión de la corriente 20 puede ser usado para sustituir y/o suplementar una expansión de monóxido de carbono/nitrógeno, conservando de esta manera una porción mayor del monóxido de carbono para su recogida como un producto. Otras realizaciones utilizan otros retiros de corrientes de hidrógeno de tal manera que un múltiple número de retiros pueden ser realizados. Por otra parte, el al menos una retiro no se limita necesariamente a una porción superior de la columna y puede realizarse en cualquier otro lugar de la columna 2.

Varias realizaciones de la presente invención pueden ser utilizadas para eliminar contenidos y/o porcentajes variables del total de hidrógeno en el gas de síntesis a través de la corriente 20. En una realización, 15% a 50% del total de hidrógeno en el gas de síntesis 1 es eliminado a través de la corriente 20. En una realización alternativa, alrededor del 26% del total de hidrógeno en el gas de síntesis 1 es eliminado a través de la corriente 20.

Una segunda corriente rica en monóxido de carbono 4, que también por lo general contiene metano, es retirada desde la parte inferior de la columna 2 por un conducto. En varias realizaciones la corriente 4 es al menos parcialmente líquida. La corriente 4 puede ser expandida a través de una válvula de 9 antes de la introducción a una columna flash 5. En la columna flash 5, una porción del hidrógeno remanente en la corriente 4 es retirada como una tercera corriente rica en hidrógeno 6 por un conducto. La corriente 6 puede ser recogida como un producto o usada para cualquier otro fin, como fue declarado aquí.

Una porción de líquido en la columna flash 5 es retirada como corriente 7 e introducida a una columna de destilación 11 que opera entre 1.5 y 3 bar abs. por un conducto. En varias realizaciones, la corriente 7 es expandida a través de una válvula 8 antes de ser alimentada a la columna 11. La columna 11 funciona entre 8 y 10 bar abs. Una tercera corriente de monóxido de carbono 14 es extraída de una porción superior de la columna 11 por un conducto y el metano, por lo general al menos parcialmente metano líquido, es retirado de una parte inferior de la columna 11 por un conducto y reciclado de nuevo a la columna 2, a través del conducto 15 después del bombeo en la bomba 10. En varias realizaciones de la presente invención, el volumen de monóxido de carbono extraído en la tercera corriente de monóxido de carbono es de alrededor de 92% a alrededor de 99% en volumen de monóxido de carbono en el gas de alimentación.

El proceso utiliza un ciclo de refrigeración de monóxido de carbono en el cual el gas rico en monóxido de carbono 14 de la parte superior de la columna de destilación 11 es calentado en el intercambiador de calor 17, comprimido en un compresor del ciclo y enviado de nuevo al intercambiador de calor. Parte del gas comprimido en el compresor hasta una presión intermedia es eliminado como el gas producto y el resto es comprimido adicionalmente. Parte del gas es enfriado hasta una temperatura intermedia, expandido en una turbina y reciclado en el compresor. El resto del gas sigue siendo enfriado en el intercambiador de calor 17, y es usado para calentar los evaporadores de la parte inferior de la columna flash 5 y la columna de destilación 11. El gas al menos parcialmente condensado por el enfriamiento en los evaporadores de la parte inferior se envía al condensador de la parte superior de la columna de destilación 11 donde se evapora y vuelve a unirse al ciclo de refrigeración.

Las realizaciones de todas las figuras usan el mismo ciclo de refrigeración que no será descrito en cada caso.

Con referencia ahora a la Fig. 2, una ilustración de una realización alternativa de un proceso y un aparato de la presente invención, al menos una corriente rica en hidrógeno intermedia 31 es extraída de al menos una porción intermedia de la columna 2 y recogida como un producto. La corriente rica en hidrógeno intermedia 31 es gaseosa y contiene al menos 90% en moles de hidrógeno, preferiblemente al menos 95% en moles de hidrógeno, aún más preferiblemente al menos 95% en moles de hidrógeno. El producto recogido puede ser calentado en un intercambiador de calor o recogido de la columna, como fue antes mencionado.

En general, un gas de alimentación 18 es alimentado a la columna de lavado 2 donde la separación se produce a través de la rectificación como fue descrito hasta ahora donde al menos una primera corriente rica en hidrógeno 3 podrá ser retirada y al menos una segunda corriente de hidrógeno gaseoso 31 podrá ser retirada. La primera corriente 3 es por lo general retirada en un área alrededor de una porción superior de la columna 2 y la segunda corriente 31 es retirada alrededor de un área intermedia entre la alimentación 18 y la primera corriente 3.

Ahora con referencia a la Fig. 3, una ilustración de una realización alternativa de un proceso y un aparato de la presente invención, una corriente rica en hidrógeno intermedia 70 es extraída de al menos una porción intermedia inferior de la columna 62 y recogida como un producto y una corriente rica en hidrógeno intermedia 71 es extraída de al menos otra porción intermedia de la columna 62. La corriente rica en hidrógeno 70 es gaseosa y contiene al menos 90% en moles de hidrógeno, preferiblemente al menos 95% en moles de hidrógeno, aún más preferiblemente al menos 95% en moles de hidrógeno. Sin embargo, varias otras realizaciones usan números variables de retiros intermedios entre la alimentación y la primera retirada del producto de hidrógeno.

La Fig. 4 y 5 muestran elementos y corrientes ya descritos en las anteriores figuras los cuales no serán descritos en estas figuras, salvo cuando existan diferencias.

Ahora con referencia a la Fig. 4, una ilustración de una realización alternativa de un aparato de la presente invención, el mejoramiento en la recuperación de monóxido de carbono y la separación del hidrógeno se puede lograr inyectando una corriente de metano regenerada 75 la cual es eliminada de la parte inferior de la columna de destilación 65, bombeada en 67 y enviada por parte a una región intermedia de la columna flash para limpiar adicionalmente el monóxido de carbono que ha quedado en el hidrógeno liberado durante la separación en la columna flash 64. El metano regenerado puede ser inyectado en cualquier locación de la columna flash 64 encima de la alimentación proveniente de la columna de lavado 62. En varias realizaciones, una trampa de enfriamiento 77 está por debajo de un punto de alimentación para el metano regenerado. Sin embargo, tales otras y más realizaciones pueden utilizar diferentes arreglos y/o fuentes de metano para ayudar adicionalmente en la eliminación del hidrógeno en la columna flash 64.

Con referencia ahora a la Fig. 5, una ilustración de una realización alternativa de un aparato de la presente invención, una forma alternativa de aumentar la producción de monóxido de carbono es ilustrada. En la corriente 82, en varias realizaciones, un líquido, es retirado de la columna 62 desde una porción inferior y alimentado a la columna flash 64. En varias realizaciones, la mezcla retirada puede ser reducida en presión, según sea necesario, y como es común en el arte. Una corriente de crudo condensada 83, típicamente al menos parcialmente un líquido, es retirada de la columna 62 y alimentada a la columna 64. En varias realizaciones, la corriente 83 pueden ser al menos parcialmente vaporizada en un intercambiador de calor 63. En varias realizaciones, un evaporador 76 es usado para proporcionar un vapor para ayudar en la separación del hidrógeno y el monóxido de carbono en la columna 64. Además, en varias realizaciones, una corriente rica en metano 81 para la limpieza puede ser retirada de la columna 62 y alimentada a una porción superior de la columna 64 para proporcionar un líquido de lavado a la porción superior de la columna 64 para ayudar adicionalmente en la reducción de las pérdidas de monóxido de carbono en el hidrógeno retirado de la columna 64. La eliminación de una corriente de metano de la columna 62 permite un mayor reflujo en la columna flash y/o columna de destilación para ayudar adicionalmente en la recuperación del monóxido de carbono.

En otras realizaciones se podrá retirar una sola corriente de una columna de lavado y, a continuación, dividir la corriente retirada antes de la inyección de la corriente retirada en otra columna. Por ejemplo, en una realización una corriente es retirada de la columna de lavado y dividida en una primera y una segunda sub-corrientes. La primera sub-corriente es sub-enfriada y es inyectada en la columna flash y la segunda sub-corriente es vaporizada e inyectada en la columna flash en una locación por debajo de la inyección de la primera sub-corriente. Otras realizaciones retiran una corriente de la columna flash y dividen la corriente en una primera y una segunda sub-corrientes. En esta realización, la primera sub-corriente es sub-enfriada y es inyectada en la columna de destilación y la segunda sub-corriente

es vaporizada e inyectada en la columna de destilación en una locación por debajo de la inyección de la primera sub-corriente.

La presente invención también está dirigida a los métodos y procesos para mejorar la producción de hidrógeno y monóxido de carbono, a partir del gas de síntesis. En general, el método comprende los pasos de pasar un gas de alimentación, tal como un gas de síntesis, a un sistema de caja fría que comprende una columna de lavado, una columna flash, y una columna de destilación; y retirar al menos una segunda corriente rica en hidrógeno de una porción intermedia de la columna de lavado. Realizaciones adicionales de los métodos de la presente invención pueden comprender además expandir una porción de la segunda corriente rica en hidrógeno retirada para proporcionar refrigeración para el proceso, otro proceso o para otra recuperación de energía. Otras realizaciones podrán incluir otros usos para la segunda corriente rica en hidrógeno retirada y/o otros procesos dentro del sistema de caja fría. Además, otras realizaciones utilizan al menos un líquido y/o vapor rico en metano retirado de una columna de lavado para proporcionar reflujo y/o ayuda en la separación de hidrógeno en la columna flash.

En una realización adicional, la presente invención es un proceso para mejorar la separación de un gas de alimentación compuesto de al menos monóxido de carbono e hidrógeno donde la mezcla es lavada con metano líquido para separar, al menos parcialmente, una primera corriente rica en monóxido de carbono y una primera corriente rica en hidrógeno, la primera corriente rica en monóxido de carbono es separada en al menos una segunda corriente rica en monóxido de carbono, la segunda corriente rica en monóxido de carbono es separada adicionalmente en un tercera corriente producto rica en monóxido de carbono donde la mejora comprende el paso de:

retirar al menos una segunda corriente rica en hidrógeno de la columna de lavado en una locación intermedia de la primera corriente de hidrógeno y la corriente de monóxido de carbono.

Ejemplo

Una caja fría clásica de lavado con metano fue establecida utilizando una presión de 27 bar absoluta que resulta en una recuperación de H_2 de $5.444 \text{ Nm}^3/\text{h}$ a partir del gas de síntesis de alimentación con una cantidad de H_2 de $5540 \text{ Nm}^3/\text{h}$. El lavado con CH_4 requerido fue de $3.400 \text{ Nm}^3/\text{h}$ hasta alcanzar menos de 5 ppm de CO en el H_2 purificado. El consumo de energía del ciclo fue de 640 kW.

Utilizando estas mismas condiciones, una extracción intermedia de gas enriquecido con H_2 a $1450 \text{ Nm}^3/\text{h}$ de H_2 permitió una producto de H_2 de $4039 \text{ Nm}^3/\text{h}$ con menos de 5 ppm de CO a ser extraídos.

La extracción intermedia puede servir como un producto o ser retirada a la atmósfera o quemada. La extracción intermedia de H_2 reduce la cantidad de metano requerido para lavar el gas de síntesis en la columna de lavado. Como consecuencia la alimentación de la columna flash y la columna de destilación de CO/CH_4 se reduce lo que conlleva a ahorros en el consumo de energía y ahorros de inversión. El reciclado del lavado con metano se reduce a $1900 \text{ Nm}^3/\text{h}$, el consumo de energía se reduce a 490 kW. La presión de la columna flash es aumentada de 8 a 9.7 bars abs incrementándose de esta manera la recuperación del CO de 95.39% a 95.86%.

La cantidad de CO perdido en la retirada intermedia, es intrascendente cuando es comparado con la mejora de la recuperación de CO en la columna flash. La disminución del reciclado del lavado con CH_4 permite que una porción inferior de la columna flash sea más rica en CO. Por lo tanto, se puede hacer funcionar a una mayor presión para una determinada presión de reciclado de CO, permitiendo de esta manera una menor pérdida de CO en la parte superior de la columna flash e incrementar la recuperación de CO.

La disminución del flujo del lavado con CH_4 también aumenta la recuperación de H_2 , es decir, una extracción de $1.450 \text{ Nm}^3/\text{h}$ de la porción intermedia aún permitió la recuperación de $4039 \text{ Nm}^3/\text{h}$ en una porción superior, ya que menos lavado con CH_4 significa menos pérdida de H_2 en el CH_4 .

Además, una expansión de la retirada de H_2 de la porción intermedia produjo un ahorro adicional de 140 kW/h por la sustitución de una expansión de CO/N_2 tradicional.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para mejorar la separación de un gas de alimentación (1) compuesto de al menos monóxido de carbono e hidrógeno donde el gas de alimentación es lavado con metano líquido para separar, al menos parcialmente, una primera corriente rica en monóxido de carbono (4, 83) y una primera corriente rica en hidrógeno (3) en una columna de lavado (2, 62), la primera corriente rica en monóxido de carbono es además separada en una segunda corriente rica en monóxido de carbono (4), y la segunda corriente rica en monóxido de carbono es separada en una tercera corriente rica en monóxido de carbono (14, 69) **caracterizado** porque comprende el paso de:
 - retirar al menos una segunda corriente rica en hidrógeno (20, 31, 70, 71) de la columna de lavado en una locación intermedia de la primera corriente de hidrógeno y la primera corriente de monóxido de carbono.
2. El proceso de la Reivindicación 1 que comprende además el paso de retirar al menos una corriente rica en metano (81, 82) de la columna de lavado (62) en una locación intermedia de la corriente de hidrógeno y la corriente de monóxido de carbono.
3. El proceso de la Reivindicación 2 donde al menos una porción de la corriente rica en metano (81, 82) es alimentada a una columna flash asociada al proceso.
4. El proceso de cualquier reivindicación precedente donde el gas de alimentación (1) se compone principalmente de monóxido de carbono e hidrógeno.
5. El proceso de cualquier reivindicación precedente donde la al menos una corriente rica en hidrógeno (20, 31, 70, 71) es expandida para proporcionar la refrigeración.
6. El proceso de la reivindicación 5 donde al menos una segunda corriente rica en hidrógeno (20, 31, 70, 71) es expandida para recuperar energía.
7. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la segunda corriente rica en hidrógeno es de alrededor de 15% al 50% del flujo de hidrógeno total contenido en el gas de síntesis y/o contiene al menos el 90% en moles de hidrógeno, preferiblemente al menos el 95% en moles de hidrógeno y/o es retirada en forma gaseosa.
8. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la primera corriente rica en hidrógeno es retirada alrededor de una porción superior de la columna de lavado (2, 62).
9. El proceso de la Reivindicación 8 donde la primera corriente rica en hidrógeno es retirada con un contenido de monóxido de carbono de menos de 1 ppm.
10. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde una tercera corriente rica en monóxido de carbono es de alrededor de 92% a alrededor de 99% en volumen de monóxido de carbono en el gas de alimentación.
11. Un aparato para la separación del gas de monóxido de carbono y el hidrógeno a partir de una mezcla gaseosa que comprende:
 - una columna de lavado con metano (2, 62);
 - una columna flash de hidrógeno (5);
 - una columna de destilación de monóxido de carbono/metano (11);
 - al menos un medio de conducción (1) para alimentar un gas de alimentación que comprende al menos monóxido de carbono e hidrógeno a la columna de lavado;
 - al menos un medio de conducción (4) para alimentar una primera corriente rica en monóxido de carbono desde la columna de lavado a al menos una locación alrededor de la columna flash;
 - al menos un medio de conducción (7) para alimentar una segunda corriente rica en monóxido de carbono desde la columna flash a la columna de agotamiento; y,
 - al menos un medio de conducción provisto en un punto intermedio de la columna de lavado (2) para retirar una segunda corriente de hidrógeno (20, 31, 70, 71).
12. El aparato de la Reivindicación 11 que comprende además al menos un segundo medio de conducción para retirar al menos una corriente enriquecida con metano (81, 82) de la columna de lavado (62) e inyectar la al menos una corriente enriquecida con metano en la columna flash (64).

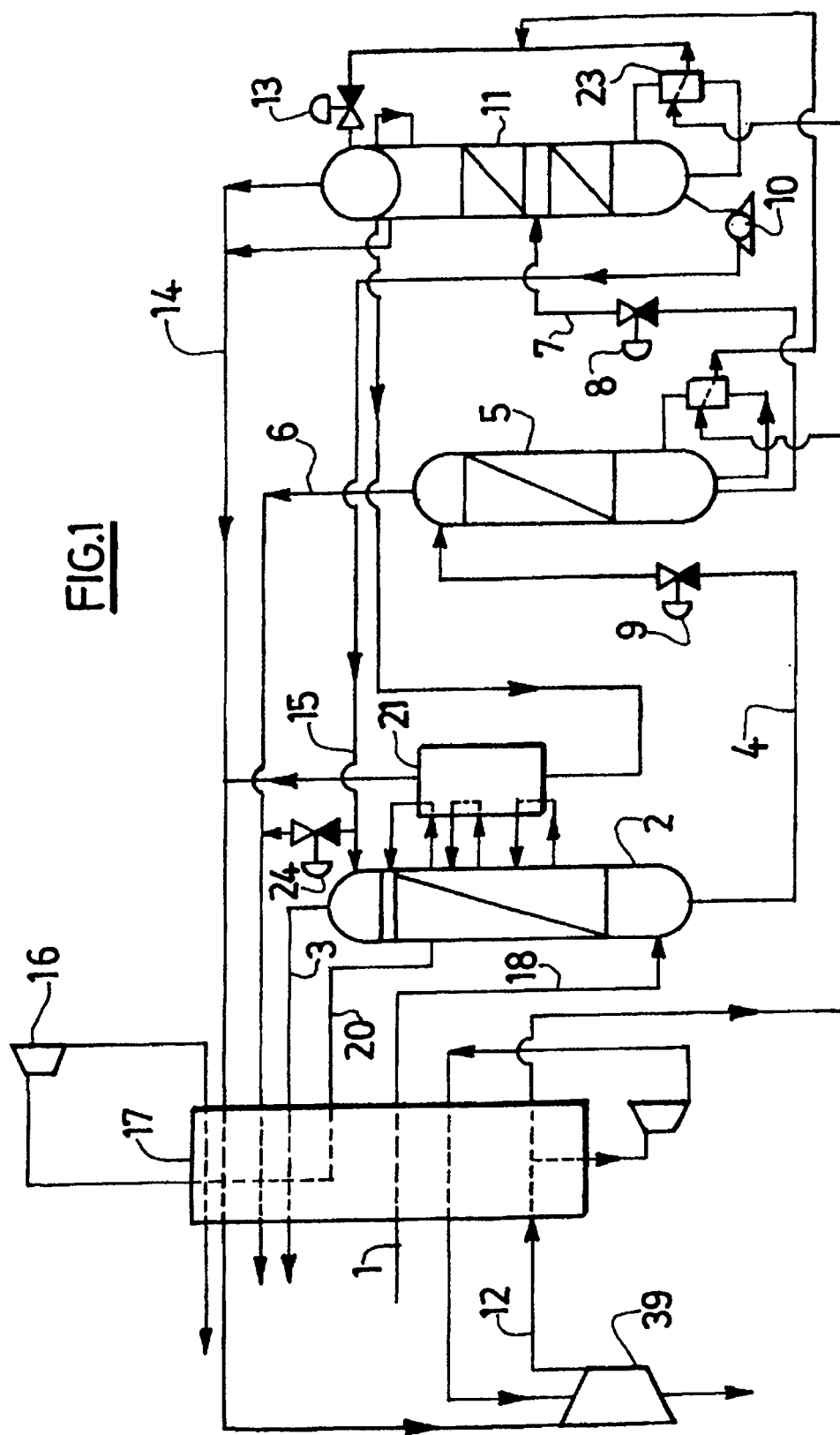
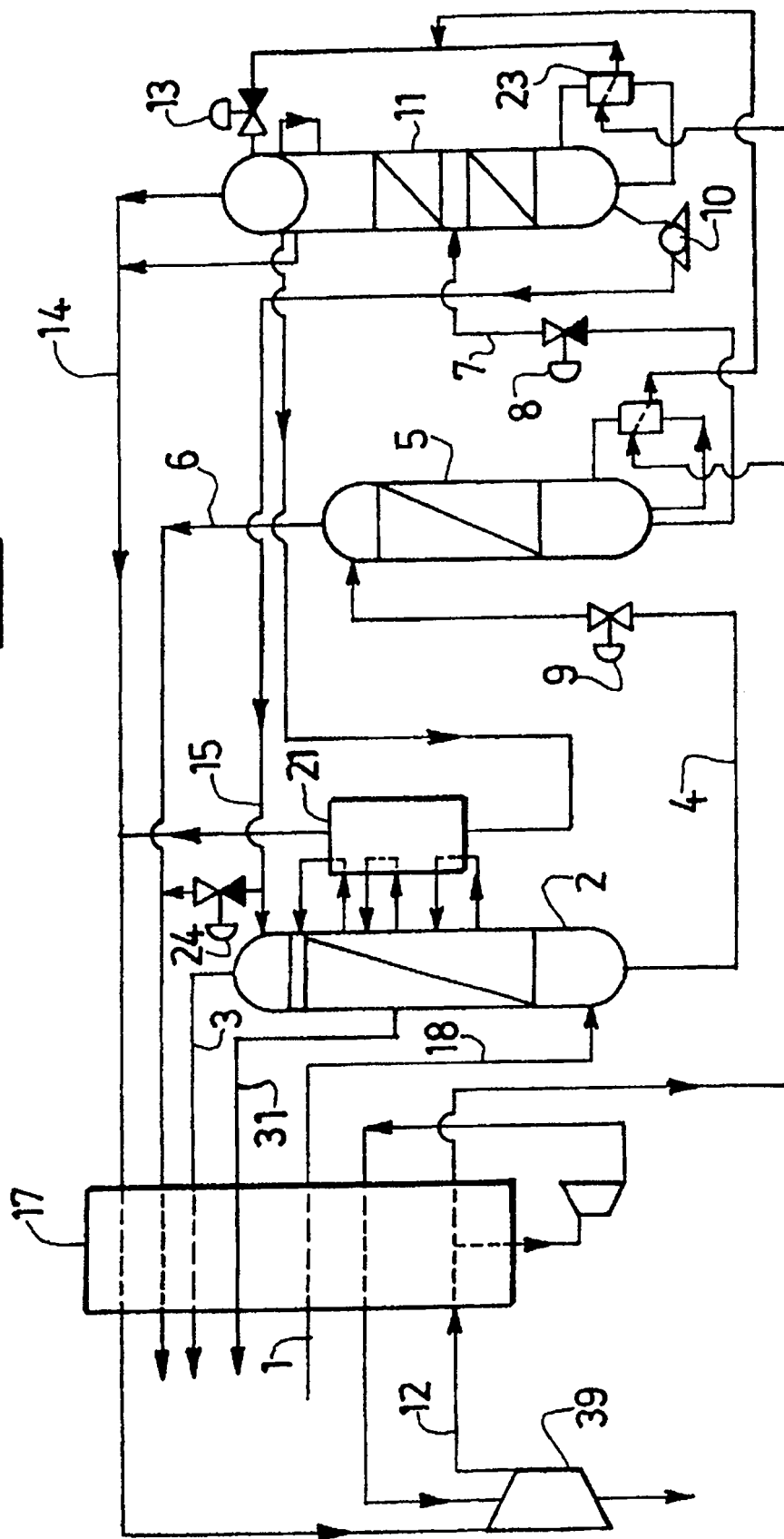


FIG.2



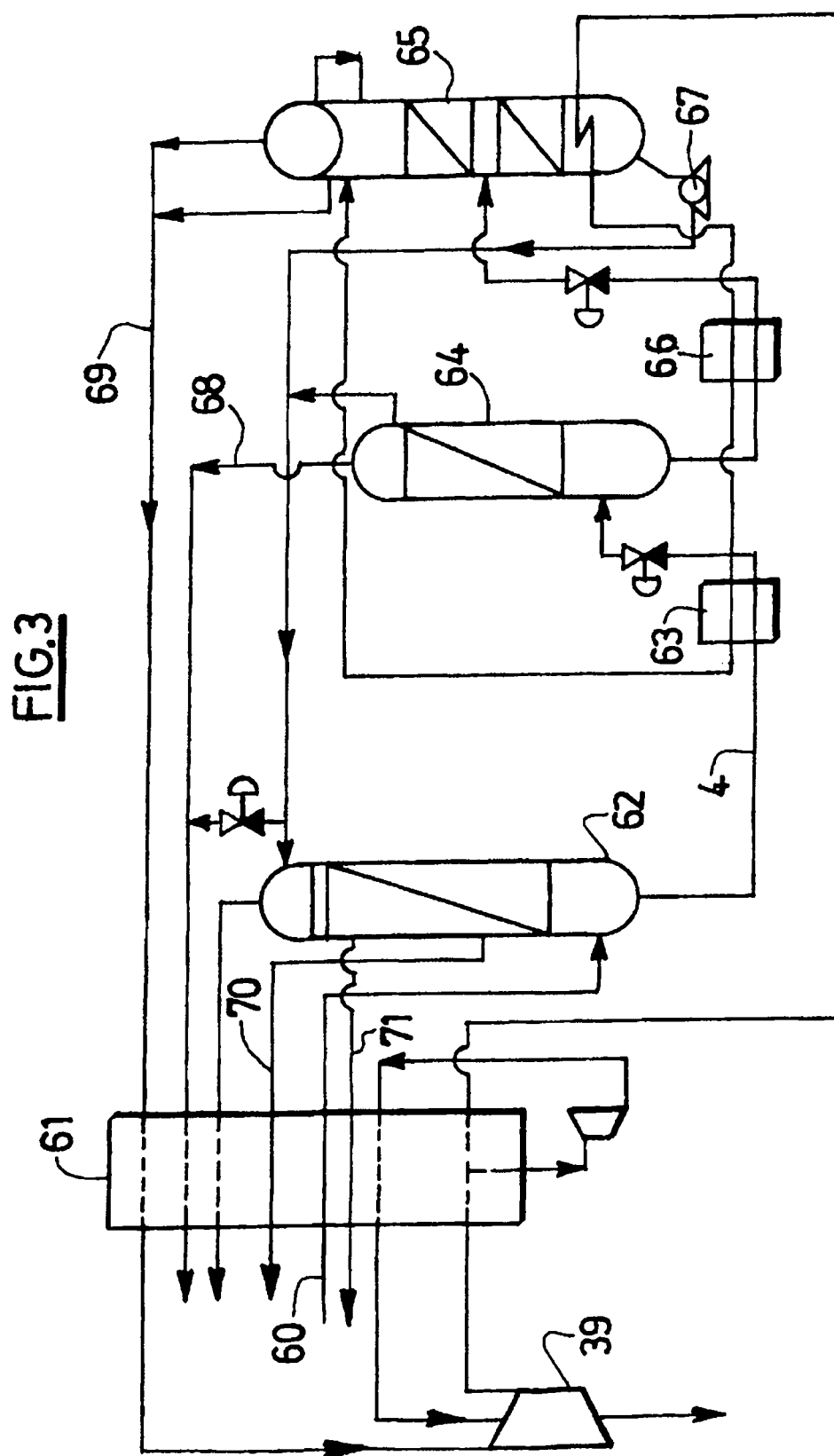


FIG.4

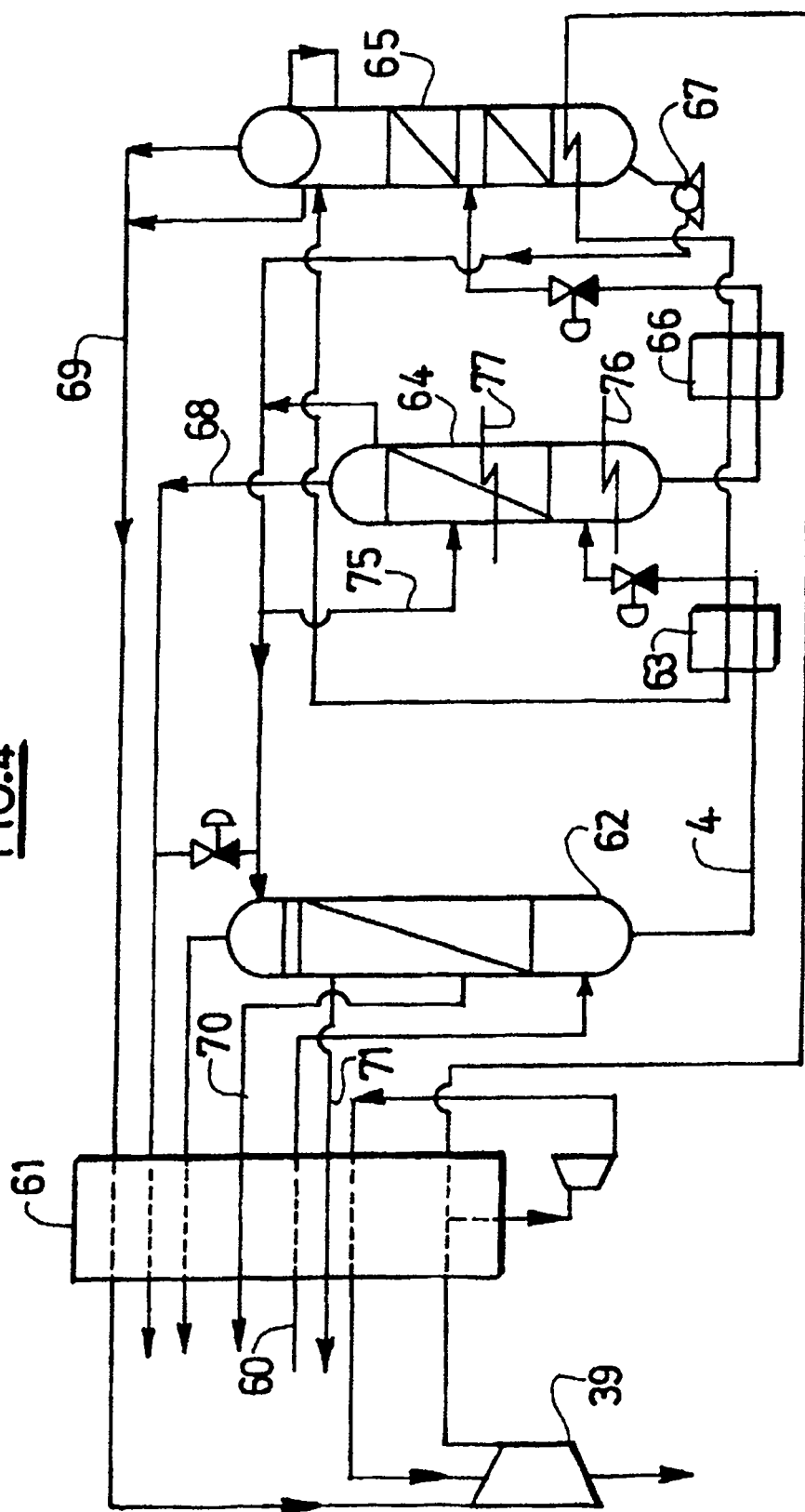


FIG. 5

