

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 762**

51 Int. Cl.:

B01J 38/36 (2006.01)

B01J 8/18 (2006.01)

B01J 38/34 (2006.01)

C10G 11/18 (2006.01)

B01J 8/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2016** **PCT/US2016/063097**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017** **WO17105791**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2016** **E 16876343 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** **EP 3389865**

54 Título: **Regenerador de combustión parcial de alta eficiencia FCC**

30 Prioridad:

18.12.2015 US 201562269281 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
31.03.2025

73 Titular/es:

UOP LLC (100.00%)
25 East Algonquin Road, P.O. Box 5017
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US

72 Inventor/es:

PALMAS, PAOLO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 009 762 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

Regenerador de combustión parcial de alta eficiencia FCC

Declaración de prioridad

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente de EE. UU. n.º 62/269,281 presentada el 18 de diciembre de 2015.

Campo

El campo de la materia objeto se refiere a la regeneración de catalizador en unidades de craqueo catalítico fluidizado y, más particularmente, se refiere a un regenerador de combustión parcial.

Antecedentes

El craqueo catalítico fluido (FCC) es un proceso de conversión de hidrocarburos que se lleva a cabo poniendo en contacto los hidrocarburos en una zona de reacción fluidizada con un catalizador compuesto de material particulado finamente dividido. La reacción en el craqueo catalítico, a diferencia del hidrocraqueo, se lleva a cabo en ausencia de hidrógeno añadido sustancial o el consumo de hidrógeno. A medida que avanza la reacción de craqueo, se depositan sobre el catalizador cantidades sustanciales de material altamente carbonoso denominado coque. Una operación de regeneración a alta temperatura dentro de una zona de regeneración quema coque del catalizador. El catalizador que contiene coque, denominado en esta invención catalizador coque, se retira continuamente de la zona de reacción y se reemplaza por un catalizador esencialmente libre de coque de la zona de regeneración. La fluidización de las partículas de catalizador mediante diversas corrientes gaseosas permite el transporte de catalizador entre la zona de reacción y la zona de regeneración.

Un objetivo común de estas configuraciones es maximizar el rendimiento del producto del reactor mientras se minimizan los costes operativos y de equipo. La optimización de la conversión de la materia prima en general requiere esencialmente la eliminación completa del coque del catalizador. Esta eliminación esencialmente completa del coque del catalizador a menudo se conoce como regeneración completa. La regeneración o combustión completas produce un catalizador que tiene menos de 0,1 y preferentemente menos de 0,05 % en peso de coque. Con el fin de obtener una regeneración completa, el catalizador tiene que estar en contacto con el oxígeno durante un tiempo de residencia suficiente para permitir la combustión completa del coque. La regeneración parcial se produce cuando no se produce la regeneración completa. La regeneración parcial se produce cuando la regeneración produce un catalizador que tiene al menos 0,1 y preferentemente al menos 0,05 y típicamente al menos 0,03 % en peso de coque.

En el regenerador, el coque se quema del catalizador con gas que contiene oxígeno, en general aire. El gas de combustión formado al quemar el coque en el regenerador se trata para la eliminación de partículas y la conversión de monóxido de carbono, después de lo cual el gas de combustión puede descargarse normalmente a la atmósfera. Los regeneradores convencionales incluyen típicamente un recipiente que tiene una entrada de catalizador coquizado, una salida de catalizador regenerado y un distribuidor de gas de combustión para suministrar aire u otro gas que contiene oxígeno al lecho de catalizador que reside en el recipiente. Los separadores ciclónicos eliminan el catalizador arrastrado en el gas de combustión antes de que el gas salga del recipiente regenerador. El regenerador incluye una fase diluida y un lecho de catalizador fluidizado de fase densa dispuesto en las regiones superior e inferior respectivas del recipiente.

Hay varios tipos de regeneradores de catalizador en uso hoy en día. Un regenerador de lecho burbujeante convencional típicamente tiene solo una cámara en donde se burbujea aire a través de un lecho de catalizador denso. Se añade catalizador coquizado y el catalizador regenerado se retira del mismo lecho de catalizador denso. Se arrastra relativamente poco catalizador en el gas de combustión que sale del lecho denso. Los lechos de burbujeo de dos etapas tienen dos cámaras. El catalizador coquizado se añade a un lecho denso en una primera cámara superior y se regenera parcialmente con aire. El catalizador parcialmente regenerado se transporta a un lecho denso en una segunda cámara inferior y se regenera completamente con aire. El catalizador completamente regenerado se retira de la segunda cámara.

Un regenerador de tipo cámara de combustión o regenerador de alta eficiencia como se describe en el documento WO2010/074891A tiene una cámara inferior llamada cámara de combustión que quema casi todo el coque a CO₂ con poco o ningún promotor de CO y con un bajo exceso de oxígeno, típicamente. Una parte del catalizador regenerado caliente del regenerador superior se recircula a la cámara de combustión inferior para calentar el catalizador gastado entrante y para controlar la densidad y la temperatura del catalizador de la cámara de combustión para una velocidad de combustión de coque óptima. A medida que la mezcla de catalizador y gas de combustión entra en una sección superior más estrecha de la cámara de combustión, la velocidad ascendente aumenta aún más y la mezcla de dos fases sale a través de un desacoplador hacia una cámara superior. La cámara superior separa el catalizador del gas de combustión en el desacoplador y los ciclones y devuelve el catalizador a un lecho de catalizador denso que suministra catalizador regenerado caliente tanto al reactor ascendente como a la cámara de combustión inferior.

La postcombustión es un fenómeno que ocurre cuando el gas de combustión caliente que se ha separado del catalizador regenerado contiene monóxido de carbono que se quema en dióxido de carbono en una fase diluida del catalizador. El catalizador insuficiente está presente en la fase diluida para servir como un disipador de calor para absorber el calor, sometiendo así el equipo circundante a temperaturas más altas que pueden estar por encima de los límites metalúrgicos y tal vez creando una atmósfera propicia para la generación de óxidos nitrosos que son indeseables para el medio ambiente. La combustión incompleta a dióxido de carbono puede resultar de la insuficiencia de oxígeno en el gas de combustión, la mala fluidización o aireación del catalizador coquizado en el recipiente regenerador o la mala distribución del catalizador coquizado en el recipiente regenerador.

Convencionalmente, en una operación de combustión parcial, es difícil quemar todo el carbono del catalizador y el carbono residual puede tener un efecto negativo sobre la actividad del catalizador. Se considera que hay combustión parcial en el regenerador cuando el contenido de oxígeno o de monóxido de carbono, o ambos, están presentes en el gas de combustión en una concentración inferior al 0,1 % y, por lo general, no superior a 200 ppm, respectivamente, a la salida del recipiente del regenerador. Para evitar la postcombustión, muchos refinadores añaden metal promotor de monóxido de carbono (promotor de CO), como el costoso platino, al catalizador de FCC para promover la combustión completa a dióxido de carbono antes de la separación del gas de combustión del catalizador en el bajo exceso de oxígeno requerido para mantener el NOx a niveles bajos. Si bien el bajo exceso de oxígeno reduce los NOx, el uso simultáneo del promotor de CO que a menudo se necesita para el control de la postcombustión puede compensar con creces la ventaja de los NOx del bajo exceso de oxígeno. El promotor de CO disminuye las emisiones de CO, pero aumenta las emisiones de NOx en el gas de combustión del regenerador.

Por otro lado, muchos refinadores usan altos niveles de promotor de CO y altos niveles de exceso de oxígeno para acelerar la combustión y reducir la postcombustión en el regenerador, especialmente cuando operan a altos rendimientos. Estas prácticas pueden aumentar los NOx hasta 10 veces desde las 10-30 ppm posibles cuando no se utiliza un promotor de platino CO y el exceso de O₂ se controla por debajo del 0,5 % en volumen.

Por lo tanto, existe la necesidad de procedimientos mejorados para prevenir la postcombustión y la generación de óxidos nitrosos mientras se opera un regenerador de alta eficiencia en un modo de combustión parcial. Existe la necesidad de un proceso y un aparato para garantizar la mezcla completa del catalizador y el gas de combustión en un regenerador que pueda promover temperaturas más uniformes y una actividad del catalizador que fomente una combustión más eficiente del coque del catalizador.

Compendio

Un aspecto de la invención es un proceso según la reivindicación 1 para quemar coque a partir de catalizador comprendiendo poner en contacto la alimentación de hidrocarburos con catalizador para producir productos craqueados y catalizador coquizado. Los productos craqueados se separan del catalizador coquizado. El catalizador coquizado se suministra a una cámara inferior de un recipiente de regeneración. El catalizador coquizado se pone en contacto con oxígeno para quemar el coque del catalizador coquizado. El catalizador y el gas de combustión se transportan desde la cámara inferior a una cámara superior del recipiente de regeneración a través de un lecho de catalizador denso en la cámara superior. El catalizador coquizado se pone en contacto con oxígeno para quemar el coque del catalizador coquizado en el lecho de catalizador denso de la cámara superior. El gas de combustión se separa del catalizador regenerado en la cámara superior. El catalizador regenerado se expulsa de la cámara superior y el gas de combustión se expulsa de la cámara superior del recipiente de regeneración.

Otro aspecto de la invención es un recipiente regenerador de catalizador según la reivindicación 6 para quemar coque de catalizador comprendiendo una cámara inferior que tiene una entrada de catalizador para alimentar catalizador gastado a la cámara inferior y un distribuidor de gas para distribuir gas de combustión a la cámara inferior. Una cámara superior que tiene un distribuidor de catalizador que tiene una entrada en la cámara inferior y una salida en la cámara superior para distribuir el catalizador desde la cámara inferior a la cámara y la parte superiores de la salida del distribuidor de catalizador está dispuesta en un tercio inferior de la cámara superior. Los separadores ciclónicos en el recipiente regenerador son para separar el gas de combustión del catalizador. Una salida de gas de combustión es para descargar gas de combustión del recipiente regenerador y una salida de catalizador regenerado para descargar el catalizador regenerado del recipiente regenerador.

La presente materia proporciona un procedimiento y un aparato mejorados para prevenir la postcombustión y la generación de óxidos nitrosos mientras se hace funcionar un regenerador de alta eficiencia en un modo de combustión parcial. La presente materia proporciona la conversión de un regenerador de alta eficiencia de combustión completa a combustión parcial elevando el nivel de catalizador en la cámara superior del recipiente del regenerador. El catalizador coquizado y el gas de combustión de la cámara inferior se descargan en el lecho de catalizador denso en la cámara superior. La quema parcial puede efectuarse en la cámara superior. Estas y otras características, aspectos, y ventajas de la presente invención se entenderán mejor al considerar la siguiente descripción detallada, dibujos y reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista esquemática en alzado de una unidad de FCC que incorpora la presente materia.

La FIG. 2 es una vista en sección del recipiente regenerador de la FIG. 1 tomada en el segmento 2-2.

La FIG. 3 es una vista en alzado parcial ampliada del distribuidor de catalizador de la presente materia.

5 Descripción detallada

Aunque se contemplan otros usos, el proceso y el aparato de la presente invención pueden realizarse en una unidad FCC. La FIG. 1 muestra una unidad de FCC que incluye una sección 10 de reactor y un recipiente 50 regenerador. Un conducto 12 de catalizador regenerado transfiere el catalizador regenerado desde el recipiente 50 regenerador a una velocidad regulada por una válvula 14 de control a un tubo 20 ascendente de la sección 10 de reactor. Un medio de fluidización tal como vapor de una boquilla 16 transporta el catalizador regenerado hacia arriba a través del tubo 20 ascendente a una densidad relativamente alta hasta que una pluralidad de boquillas 18 distribuidoras de alimentación inyectan alimentación de hidrocarburos a través de la corriente de flujo de partículas de catalizador. El catalizador se pone en contacto con la alimentación de hidrocarburos que lo craquea para producir productos de hidrocarburos craqueados más pequeños mientras se deposita coque sobre el catalizador para producir catalizador coquizado.

Una materia prima de FCC convencional o una materia prima de hidrocarburo de mayor punto de ebullición son alimentaciones adecuadas. La más común de dichas materias primas convencionales es un "gasóleo al vacío" (VGO), que es típicamente un material de hidrocarburo que tiene un intervalo de ebullición de 343 a 552 °C (650 a 1025 °F) preparado mediante fraccionamiento al vacío del residuo atmosférico. Dicha fracción es en general baja en precursores de coque y contaminación por metales pesados que pueden servir para contaminar el catalizador. Las materias primas de hidrocarburos pesados a las que se puede aplicar esta invención incluyen fondos pesados de petróleo crudo, petróleo crudo de bitumen pesado, petróleo de esquisto bituminoso, extracto de arena de alquitrán, residuo desasfaltado, productos de licuefacción de carbón, crudos atmosféricos y reducidos al vacío. Las materias primas pesadas para esta invención también incluyen mezclas de los hidrocarburos y la lista anteriores no es exhaustiva.

La mezcla resultante continúa hacia arriba a través del tubo 20 ascendente hasta una parte superior donde una pluralidad de brazos 22 de desacoplamiento descargan tangencial y horizontalmente la mezcla de gas y catalizador desde una parte superior del tubo 20 ascendente a través de los puertos 24 hacia un recipiente 26 de desacoplamiento que efectúa la separación de gases del catalizador. Un conducto 28 de transporte transporta los vapores de hidrocarburos, incluidos los hidrocarburos separados, los medios de separación y el catalizador arrastrado a uno o más ciclones 30 en un recipiente 32 del reactor que separa el catalizador coquizado de la corriente de vapor de hidrocarburos. El recipiente 32 del reactor puede contener al menos parcialmente el recipiente 26 de desacoplamiento, y el recipiente 26 de desacoplamiento se considera parte del recipiente 32 del reactor. Una cámara 34 de recolección en el recipiente 32 del reactor reúne las corrientes de vapor de hidrocarburos separadas de los ciclones 30 para su paso a una boquilla 36 de salida y, finalmente, a una zona de recuperación de fraccionamiento (no se muestra). Los patas 38 de inmersión descargan el catalizador de los ciclones 30 en una porción inferior del recipiente 32 del reactor, y el catalizador y los hidrocarburos adsorbidos o arrastrados pasan a una sección 40 de separación del recipiente 32 del reactor a través de los puertos 42 definidos en una pared del recipiente 26 de desacoplamiento. El catalizador separado en el recipiente 26 de desacoplamiento pasa directamente a la sección 40 de separación. La sección 40 de separación contiene deflectores 43, 44 u otro equipo para promover la mezcla entre un gas de separación y el catalizador. El gas de separación entra en una porción inferior de la sección 40 de separación a través de un conducto a uno o más distribuidores 46. El catalizador extraído y coquizado sale de la sección de 40 separación del recipiente 32 del reactor a través de un conducto 48 del catalizador del reactor y pasa al recipiente 50 regenerador a una velocidad regulada por una válvula 52 de control. El catalizador coquizado en el recipiente 32 del reactor en general contiene carbono en una cantidad del 0,2 al 2 % en peso, que está presente en forma de coque. Aunque el coque se compone principalmente de carbono, puede contener de 3 a 12 % en peso de hidrógeno, así como azufre y otros materiales.

El recipiente 50 regenerador para quemar coque del catalizador comprende una cámara 102 inferior y una cámara 104 superior. La cámara inferior tiene una entrada 56 de catalizador para alimentar el catalizador coquizado a la cámara inferior y un distribuidor 80 de gas. El distribuidor 80 de gas distribuye el gas de combustión comprendiendo oxígeno desde la línea 55 de combustión a la cámara 102 inferior.

La entrada 56 de catalizador suministra catalizador coquizado a la cámara 102 inferior del recipiente 50 regenerador. El gas de combustión que contiene oxígeno, típicamente aire, de la línea 55 de gas de combustión es suministrado por el distribuidor 80 a la cámara 102 inferior del recipiente 50 regenerador. El gas de combustión entra en contacto con el catalizador coquizado en la cámara 102 inferior y eleva el catalizador en condiciones de flujo fluidizado rápido que se forman en una fase 54 diluida por encima de un lecho 64 de catalizador de fase densa. En una realización, las condiciones de flujo en la cámara 102 inferior incluirán una velocidad de gas superficial de 0,8 a 2,2 m/s (2,8 a 7 pies/s) y una densidad de catalizador de 16 kg/m³ (1 lb/pie³) a 80 kg/m³ (5 lb/pie³) en la fase 54 diluida y de 320 kg/m³ (20 lb/pie³) a 560 kg/m³ (35 lb/pie³) en el lecho 64 de catalizador de fase densa. El oxígeno en el gas de combustión entra en contacto con el catalizador coquizado y quema los depósitos carbonosos del catalizador. Se añade oxígeno en

proporción para quemar el coque del catalizador coquizado en un modo de combustión parcial para generar gas de combustión y catalizador parcialmente regenerado.

La mezcla de catalizador parcialmente regenerado y gas de combustión fluye a través de una sección 116 de transición troncocónica al transporte, sección 118 ascendente de la cámara 102 inferior. La sección ascendente define un tubo que se extiende hacia arriba desde la cámara 102 inferior. Un distribuidor 60 de catalizador está conectado a la sección 118 ascendente. La mezcla de catalizador parcialmente regenerado y gas se acelera a una velocidad de gas superficial más alta debido al área de sección transversal reducida de la sección 118 ascendente en relación con el área de sección transversal de la cámara 102 inferior por debajo de la sección de transición 116.

El catalizador parcialmente regenerado y el gas de combustión de la cámara 102 inferior se transportan a la cámara 104 superior del recipiente 50 de regeneración a través de la sección 118 ascendente del regenerador al distribuidor 60 de catalizador con una entrada 62. El distribuidor 60 que tiene la entrada 62 comprendiendo una salida para la cámara 102 inferior, y el distribuidor 60 tiene una salida 68 comprendiendo una entrada a la cámara 104 superior para distribuir el catalizador parcialmente regenerado y el gas de combustión desde la cámara 102 inferior hacia la cámara 104 superior. Para mantener las condiciones de combustión parcial en la cámara 102 inferior, la concentración de monóxido de carbono en la pared del gas de combustión se mantiene al menos 200 ppm y preferentemente al menos 3 % molar y la relación molar de CO_2 a CO será no más de 5 y preferentemente no más de 4 y al menos 0,5 y preferentemente al menos 1,0 en la entrada 68 a la cámara 104 superior y la salida 62 de la cámara 102 inferior del recipiente 50 regenerador. La concentración de oxígeno en el gas de combustión que sale de la salida 62 de la cámara inferior es menor que 0,1 % molar y preferentemente no mayor que 200 ppm para lograr condiciones de combustión parcial en la cámara 102 inferior.

El catalizador parcialmente regenerado y el gas de combustión que entra en la cámara 104 superior desde la cámara inferior tienen una gran concentración de monóxido de carbono debido a la operación de combustión parcial en la cámara 102 inferior. Para evitar el fenómeno de postcombustión en la cámara 104 superior, el gas de combustión y el catalizador parcialmente regenerado se descargan en un lecho 58 de catalizador denso. Se añade oxígeno a la cámara 104 superior en el lecho 58 de catalizador denso desde un distribuidor 76 de gas de combustión. El oxígeno oxida el monóxido de carbono a dióxido de carbono para generar calor, pero hay suficiente catalizador presente en el lecho 58 de catalizador denso para absorber el calor de combustión, protegiendo así el equipo del daño por calor.

El distribuidor 60 de catalizador comprende preferentemente al menos una y preferentemente una pluralidad de boquillas 74 que proporcionan salidas 68 que se comunican con el cabezal 66 para descargar el catalizador parcialmente regenerado en la cámara 104 superior del recipiente 50 regenerador. La parte superior de la salida del distribuidor 60 de catalizador está dispuesta en un tercio inferior de la cámara 104 superior, por lo que el distribuidor 60 de catalizador se sumergirá en el lecho 58 de catalizador. La FIG. 1 muestra la altura total desde el extremo inferior de la cámara 104 superior hasta el extremo superior de la cámara superior como H y la posición del distribuidor 60 de catalizador en un tercio inferior de la cámara 104 superior como h, que no es mayor que H dividido por 3 (H/3). Específicamente, la parte superior de la salida más alta 68 tiene una altura h que no es mayor que H/3. En la FIG. 1, todas las salidas 68 tienen la misma altura. El catalizador parcialmente regenerado se transporta desde el tubo 118 ascendente del regenerador a través del distribuidor 60 a un lecho 58 de catalizador denso en la cámara 104 superior. En funcionamiento, el distribuidor 60 de catalizador se sumerge en el lecho 58 de catalizador debajo de una superficie 150 superior del mismo. Además, el distribuidor 60 de catalizador descarga radialmente el catalizador parcialmente regenerado en el lecho 58 de catalizador denso desde debajo de la superficie 150 superior del lecho 58 de catalizador denso. El catalizador parcialmente regenerado puede descargarse horizontalmente desde el distribuidor. El gas de combustión en el tubo 118 ascendente del regenerador que sale de la cámara 102 inferior ayuda a la descarga del catalizador parcialmente regenerado en el lecho 58 desde el distribuidor 60 de catalizador y también puede proporcionar oxígeno sobrante para los requisitos de combustión en la cámara 104 superior.

El gas de combustión que contiene oxígeno, tal vez aire, se suministra al distribuidor 76 de gas de combustión en la cámara 104 superior para su distribución a través de las salidas 78 a la cámara 104 superior del recipiente 50 regenerador. El oxígeno en el gas de combustión distribuido a la cámara 104 superior quema el coque restante del catalizador parcialmente regenerado en el lecho 58 de catalizador de fase densa antes de ascender a través de la superficie 150 superior del lecho 58 a la fase 152 diluida. La parte superior de la salida del distribuidor 76 de gas de combustión está dispuesta en un tercio inferior de la cámara 104 superior, por lo que el distribuidor 76 de gas de combustión estará sumergido en el lecho 58 de catalizador. La FIG. 1 muestra la posición del distribuidor 76 de gas de combustión en un tercio inferior de la cámara 104 superior por debajo de h, que no es mayor que H dividido por 3 (H/3). Específicamente, la parte superior de la salida 78 más alta tiene una altura h que no es mayor que H/3.

El catalizador puede quedar atrapado con el gas de combustión ascendiendo en la fase 152 diluida en la cámara 104 superior del recipiente 50 regenerador. Por lo tanto, el catalizador arrastrado en el gas de combustión entrará en los separadores 122, 124 ciclónicos que separan centripetalmente el gas de combustión de las partículas de catalizador más pesadas. El gas de combustión se separa del catalizador regenerado en la cámara 104 superior. Las partículas de catalizador caerán por las patas 132, 134 de inmersión y entrarán nuevamente en el lecho 58 de catalizador de fase densa. Las patas de inmersión pueden sumergirse en el lecho 58 de catalizador por debajo de la superficie 150 superior. El catalizador completamente regenerado del lecho 58 de catalizador denso se descarga desde la cámara 104 superior y se transfiere al conducto 12 de catalizador regenerado. El catalizador completamente regenerado

regulado por la válvula 14 de control desciende por el conducto 12 del catalizador del reactor desde la cámara 104 superior de vuelta a la sección 10 de reactor y entra en el tubo 20 ascendente donde de nuevo entra en contacto con la alimentación a medida que continúa el proceso de FCC.

En una realización, para acelerar la combustión del coque en la cámara 102 inferior, el catalizador caliente completamente regenerado de un lecho 58 de catalizador denso en la cámara 104 superior puede recircularse en la cámara 102 inferior a través de un conducto 108 de catalizador de reciclaje externo regulado por una válvula 106 de control. El catalizador caliente completamente regenerado entra en una entrada del conducto 108 de catalizador de reciclaje que está conectado y en comunicación aguas abajo con la cámara 104 superior. La recirculación del catalizador regenerado, mezclando el catalizador caliente del lecho 58 de catalizador denso con el catalizador coquizado relativamente frío del conducto 48 de catalizador del reactor que entra en la cámara 102 inferior, eleva la temperatura general de la mezcla de catalizador y gas en la cámara 102 inferior.

El recipiente 50 regenerador funciona en condiciones de combustión parcial en la cámara 102 inferior y la cámara 104 superior. No más del 10-30 % en peso de las necesidades totales de gas dentro del proceso entra en el lecho 58 de catalizador denso en la cámara 104 superior y el 70-90 % en peso restante se añade a la cámara 102 inferior. En esta realización, se puede añadir gas de combustión a la cámara 104 superior tanto para fines de combustión como de fluidización. Si el aire es el gas de combustión, en general se requieren de 10 a 12 kg (libras) de aire por kilogramo (libra) de coque alimentado con catalizador al recipiente del regenerador para una combustión parcial. El recipiente 50 regenerador típicamente tiene una temperatura de 594 a 704 °C (1100 a 1300 °F) en la cámara 102 inferior y de 649 a 760 °C (1200 a 1400 °F) en la cámara 104 superior. La presión puede estar entre 173 y 414 kPa (manómetro) (25 a 60 psig) en ambas cámaras.

La velocidad superficial del gas de combustión en la cámara 104 superior está típicamente entre 0,8 m/s (2,7 pies/s) y 1,2 m/s (4,0 pies/s) y la densidad del lecho denso 58 está típicamente entre 400 kg/m³ (25 lb/pie³) y 640 kg/m³ (40 lb/pie³) y la densidad de la fase 152 diluida está típicamente entre 4,8 kg/m³ (0,3 lb/pie³) y 32 kg/m³ (2 lb/pie³) dependiendo de las características del catalizador.

El gas de combustión con una carga más ligera de la pared del catalizador asciende desde los separadores 122, 124 ciclónicos a través de los conductos hacia la cámara 90 impelente y se descarga desde la cámara 104 superior a través de una salida 130 de gas de combustión. El contenido de monóxido de carbono en el gas de combustión se mantiene al menos 200 ppm y preferentemente al menos 3 % en moles en la salida 130 de gas de combustión de la cámara 104 superior del recipiente regenerador y la relación molar de CO₂ a CO en la salida 130 de gas de combustión será al menos 0,5 y preferentemente al menos 1 y no más de 5 y preferentemente no más de 4 para lograr la combustión de combustión parcial del coque. La concentración de oxígeno en el gas de combustión que sale de la salida 130 de la cámara 104 superior es menor que 0,1 % molar y preferentemente no mayor que 200 ppm para lograr condiciones de combustión parcial en la cámara superior. Aunque las condiciones de combustión parcial se mantendrán en la cámara 104 superior, el catalizador parcialmente regenerado de la cámara 102 inferior encontrará suficiente oxígeno para ser completamente regenerado en la cámara 104 superior.

Una vista en planta del distribuidor 60 de catalizador tomada en el segmento 2-2 de la FIG. 1 omitiendo las patas 132, 134 de inmersión se muestra en la FIG. 2. El distribuidor de catalizador puede comprender un cabezal 66 o una pluralidad de cabezales 66. Cuatro cabezales se muestran a modo de ejemplo en la FIG. 2. El gas de combustión con catalizador parcialmente regenerado de la cámara 102 inferior se transporta al distribuidor 60 en la cámara 104 superior a través de una pluralidad de cabezales 66. Cada cabezal 66 define un eje L longitudinal y una boquilla 68a angular en comunicación aguas abajo con el cabezal 66 que descarga el catalizador en un ángulo agudo con respecto al eje longitudinal. El catalizador se expulsa del distribuidor 60 a través de las boquillas 68 con una parte inferior dispuesta en el cuarto inferior del cabezal 66. La boquilla 68a angular define un ángulo α agudo con el eje L longitudinal del cabezal 66. En otras palabras, un eje longitudinal a definido por la boquilla 68a angular define un ángulo α agudo con el eje L longitudinal. La boquilla angular está en comunicación con el cabezal 66. Puede haber dos boquillas angulares que definen dos ángulos diferentes con el eje longitudinal. La boquilla 68a angular descarga el catalizador en la cámara 104 superior del recipiente 50 regenerador en un ángulo α agudo con respecto al eje L longitudinal. La parte inferior de la boquilla 68a está dispuesta en el cuarto inferior del cabezal 66. En una realización, las pluralidades de boquillas 68a-d en comunicación aguas abajo con y conectadas al cabezal 66 tienen cada una un eje que define un ángulo agudo con el eje L longitudinal. Las boquillas 68b-d definen ángulos β , γ y δ agudos con el eje L longitudinal del cabezal 66, respectivamente. En otras palabras, los ejes longitudinales a-d definidos por las boquillas 68a-d definen ángulos agudos con el eje longitudinal L, respectivamente. La pluralidad de boquillas 68a-d descarga catalizador parcialmente regenerado en el recipiente 50 regenerador en ángulos agudos con respecto al eje L longitudinal. Una boquilla 68e próxima puede ser perpendicular al eje L longitudinal. De manera similar, una boquilla 68f próxima puede ser perpendicular al eje L longitudinal. En otras palabras, los ejes e y f longitudinales definidos por las boquillas 68e y f definen cada uno ángulos ϵ , ζ rectos con el eje L longitudinal. Las boquillas 68a, b y f son un lado del cabezal 66 y las boquillas c, d y e están en el lado opuesto del cabezal 66. Las boquillas directamente opuestas entre sí pueden tener la misma longitud y definir el mismo ángulo con el eje L longitudinal. En una realización, las boquillas angulares en el mismo lado del cabezal 66 definen ángulos α y β y γ y δ con el eje L longitudinal que son cada uno diferente. El distribuidor de catalizador puede incluir una boquilla 68g distal en el extremo 70 exterior del cabezal 66 que define un eje g longitudinal que está alineado con el eje L longitudinal.

En una realización, los ángulos más pequeños que las boquillas 68a-g definen con el eje L longitudinal disminuyen sucesivamente a medida que las boquillas se colocan más lejos de la entrada 62 y más cerca del extremo 70 exterior. Las boquillas descargan el catalizador en ángulos con respecto al eje L longitudinal en ángulos que disminuyen sucesivamente a medida que aumenta la distancia desde el extremo de entrada. Esto permite que las boquillas proyecten radialmente el catalizador en partes iguales a través de la sección transversal del lecho al que está dedicado el cabezal 66 en la cámara 104 superior del recipiente 50 regenerador. Además, en una realización, la longitud de las boquillas 68a-f en ambos lados del cabezal 66 aumenta sucesivamente a medida que las boquillas se colocan más lejos de la entrada 62 y más cerca del extremo 70 exterior. El distribuidor 60 de catalizador puede comprender cuatro cabezales 66 con cada cabezal dispuesto en un cuadrante de la sección transversal de la cámara superior del recipiente 50 regenerador. Además, el eje L longitudinal puede intersectar un centro C de sección del recipiente 50 regenerador. Las boquillas 68g distales alineadas también se muestran en la FIG. 2. Las boquillas 68g distales también tienen cada una un eje g que está alineado horizontalmente con el eje L.

La FIG. 3 proporciona una vista en alzado parcial ampliada del distribuidor 60 de catalizador con los cabezales 66 que definen una altura T. Una parte inferior 72a de la boquilla 68a está dispuesta en el cuarto inferior de la altura T del cabezal 66. En una realización, la parte inferior 72a se define como el punto más bajo de la circunferencia interna de la boquilla 68a. El posicionamiento de la boquilla 68a con respecto al cabezal 66 asegura que ningún catalizador se estanque en el cabezal 66. La boquilla 68a también tiene una altura t. En una realización, más del 50 % de la altura t de la boquilla 68a está dispuesta por debajo del 50 % de una altura T del cabezal 66. La FIG. 3 también ilustra que el eje longitudinal definido por la boquilla 68a es horizontal en una realización. En una realización, el eje L longitudinal del cabezal 66 también es horizontal. En una realización adicional, las partes inferiores 72a-f de todas las boquillas 68a-f están dispuestas en el cuarto inferior de la altura T del cabezal 66. En una realización, las partes inferiores 72a-f se definen como el punto más bajo de la circunferencia interna de la boquilla 68a-f. En una realización, todas las boquillas 68a-f tienen alturas t y más del 50 % de una altura t de las boquillas 68a-f están dispuestas por debajo del 50 % de una altura T del cabezal 66. En una realización adicional, los ejes longitudinales definidos por todas las boquillas 68a-f son horizontales. Las boquillas 68g distales alineadas también se muestran en la FIG. 3. Las boquillas 68g distales también tienen cada una un eje g que es horizontal y paralelo al eje L. Las boquillas 68a-g horizontales descargan el catalizador horizontalmente desde el cabezal 66.

El distribuidor 60 de catalizador, típicamente estará hecho de acero inoxidable, como el acero inoxidable 304, y recubierto con revestimiento resistente a la abrasión tanto externa como internamente. El regenerador puede estar equipado con uno o más enfriadores de catalizador para evitar temperaturas excesivamente altas del regenerador.

Si bien la materia se ha descrito con lo que actualmente se consideran las realizaciones preferidas de la invención, se debe entender que la materia no se limita a las realizaciones descritas, sino que pretende cubrir diversas modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Realizaciones específicas

Si bien lo siguiente se describe junto con realizaciones específicas, se entenderá que esta descripción pretende ilustrar y no limitar el alcance de la descripción anterior y las reivindicaciones adjuntas.

Sin mayor elaboración, se cree que, utilizando la descripción anterior, un experto en la técnica puede utilizar la presente invención en su mayor medida y determinar fácilmente las características esenciales de esta invención, para realizar diversos cambios y modificaciones de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas y para adaptarla a diversos usos y condiciones. Por lo tanto, las realizaciones específicas preferidas de la invención anteriores deben interpretarse como meramente ilustrativas y no limitantes del resto de la descripción de ninguna manera, y que se pretende cubrir diversas disposiciones de modificaciones incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de combustión de coque a partir de catalizador comprendiendo:

a. poner en contacto la alimentación de hidrocarburos con el catalizador para producir productos craqueados y catalizador coquizado;

5 b. separar dichos productos craqueados de dicho catalizador coquizado;

c. suministrar catalizador coquizado a una cámara (102) inferior de un recipiente (50) de regeneración;

d. poner en contacto el catalizador coquizado con oxígeno para quemar el coque del catalizador coquizado en un modo de combustión parcial;

10 e. transportar el catalizador y el gas de combustión desde la cámara (102) inferior a una cámara (104) superior del recipiente (50) de regeneración a través de un distribuidor (60) de catalizador a un lecho (58) de catalizador denso en la cámara (104) superior, en donde la parte superior de la salida del distribuidor (60) de catalizador está dispuesta en un tercio inferior de la cámara (104) superior de modo que el distribuidor (60) de catalizador esté sumergido en el lecho (58) de catalizador denso,

15 por debajo de una superficie (150) superior del lecho (58) de catalizador denso, y en donde el distribuidor (60) de catalizador descarga radialmente el catalizador parcialmente regenerado en el lecho (58) de catalizador denso desde debajo de la superficie (150) superior del lecho (58) de catalizador denso;

20 f. poner en contacto el catalizador coquizado con oxígeno para quemar el coque del catalizador coquizado en el lecho (58) de catalizador denso de la cámara (104) superior, en donde el gas de combustión que contiene el oxígeno se suministra a un distribuidor (76) de gas de combustión en la cámara (104) superior y se distribuye a través de las salidas (78) a la cámara (104) superior del recipiente (50) regenerador, y en donde la parte superior de la salida del distribuidor (76) de gas de combustión está dispuesta en un tercio inferior de la cámara (104) superior, y en donde el distribuidor (76) de gas de combustión está sumergido en el lecho (58) de catalizador denso;

g. separar el gas de combustión del catalizador regenerado en la cámara (104) superior;

25 h. descargar el catalizador regenerado de dicha cámara (104) superior; y

i. descargar el gas de combustión de dicha cámara (104) superior.

2. El proceso de la reivindicación 1, en donde dicho distribuidor (60) de catalizador tiene un cabezal (66) que define un eje (L) longitudinal y que descarga dicho catalizador en un ángulo agudo (α) con respecto a dicho eje (L) longitudinal.

30 3. El proceso de la reivindicación 1, incluyendo además descargar catalizador de dicho distribuidor (60) de catalizador a través de boquillas (68) con un fondo dispuesto en el cuarto inferior de dicho cabezal (66).

4. El proceso de la reivindicación 1, incluyendo además descargar el catalizador de dicho distribuidor (60) de catalizador horizontalmente.

35 5. El proceso de la reivindicación 1, comprendiendo además transportar el catalizador y el gas de combustión hacia arriba desde la cámara (102) inferior hasta el distribuidor (60) de catalizador y en donde el distribuidor (60) de catalizador está dispuesto en el tercio inferior de la cámara (104) superior.

6. Un recipiente (50) regenerador de catalizador para quemar coque del catalizador comprendiendo:

a. una cámara (102) inferior que tiene una entrada (56) de catalizador para alimentar catalizador gastado a dicha cámara (102) inferior y un distribuidor (80) de gas para distribuir gas de combustión a dicha cámara (102) inferior;

40 b. una cámara (104) superior que tiene un distribuidor (60) de catalizador que tiene una entrada (62) en la cámara (102) inferior y una salida (68) en la cámara (104) superior para distribuir catalizador desde dicha cámara (102) inferior a dicha cámara (104) superior, la parte superior de la salida del distribuidor (60) de catalizador está dispuesta en un tercio inferior de la cámara (104) superior de modo que el distribuidor (60) de catalizador esté sumergido en el lecho (58) de catalizador denso,

debajo de una superficie (150) superior del lecho (58) de catalizador denso, y

45 en donde el distribuidor (60) de catalizador está configurado para descargar radialmente catalizador parcialmente regenerado en el lecho (58) de catalizador denso desde debajo de la superficie (150) superior del lecho (58) de catalizador denso;

- 5 c. un distribuidor (76) de gas de combustión en la cámara (104) superior configurado para distribuir gas de combustión que contiene oxígeno a través de las salidas (78) al lecho (58) de catalizador denso en la cámara (104) superior del recipiente (50) regenerador, en donde la parte superior de la salida del distribuidor (76) de gas de combustión está dispuesta en un tercio inferior de la cámara (104) superior, y en donde el distribuidor (76) de gas de combustión está sumergido en el lecho (58) de catalizador denso;
- d. separadores (122, 124) ciclónicos en dicho recipiente (50) regenerador para separar centripetalmente el gas de combustión de las partículas de catalizador más pesadas;
- e. una salida (130) de gas de combustión para descargar el gas de combustión de dicho recipiente (50); y
- f. un conducto (12) de catalizador regenerado para descargar el catalizador regenerado de dicho recipiente.
- 10 7. El recipiente (50) regenerador de catalizador de la reivindicación 6, en donde el distribuidor (60) de catalizador comprende un cabezal (66) que tiene un eje (L) longitudinal y una boquilla (68a) angular en comunicación con dicho cabezal (66), definiendo dicha boquilla (68a) angular un ángulo agudo (α) con dicho eje (L) longitudinal para descargar catalizador en dicha cámara (104) superior.
- 15 8. El recipiente (50) regenerador de catalizador de la reivindicación 7, en donde una parte inferior de dicha boquilla (68a) está dispuesta en el cuarto inferior de dicho cabezal (66).
9. El recipiente (50) regenerador de catalizador de la reivindicación 7, que incluye una pluralidad de boquillas (68) y dicha boquilla (68a) angular, teniendo dicho cabezal (66) una entrada y un extremo exterior, definiendo dichas boquillas (68) los ángulos más pequeños con dicho eje (L) longitudinal que disminuyen sucesivamente a medida que las boquillas (68) se colocan más lejos de la entrada y más cerca de dicho extremo exterior.
- 20 10. El recipiente (50) regenerador de catalizador de la reivindicación 6, comprendiendo además un tubo (118) ascendente en la cámara (102) inferior que tiene un área de sección transversal disminuida, estando dicho distribuidor (60) de catalizador conectado a dicho tubo (118) ascendente.

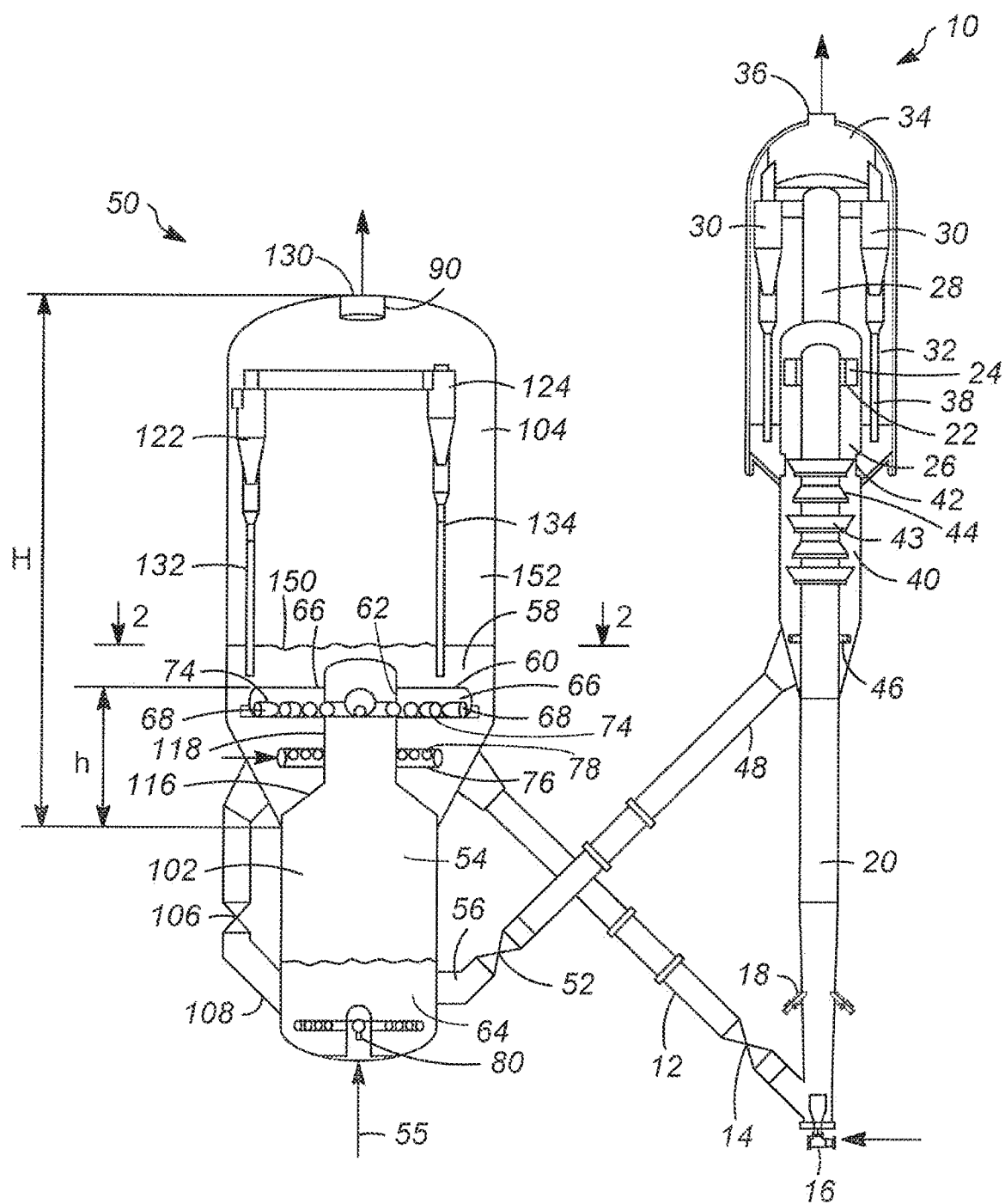


FIG. 1

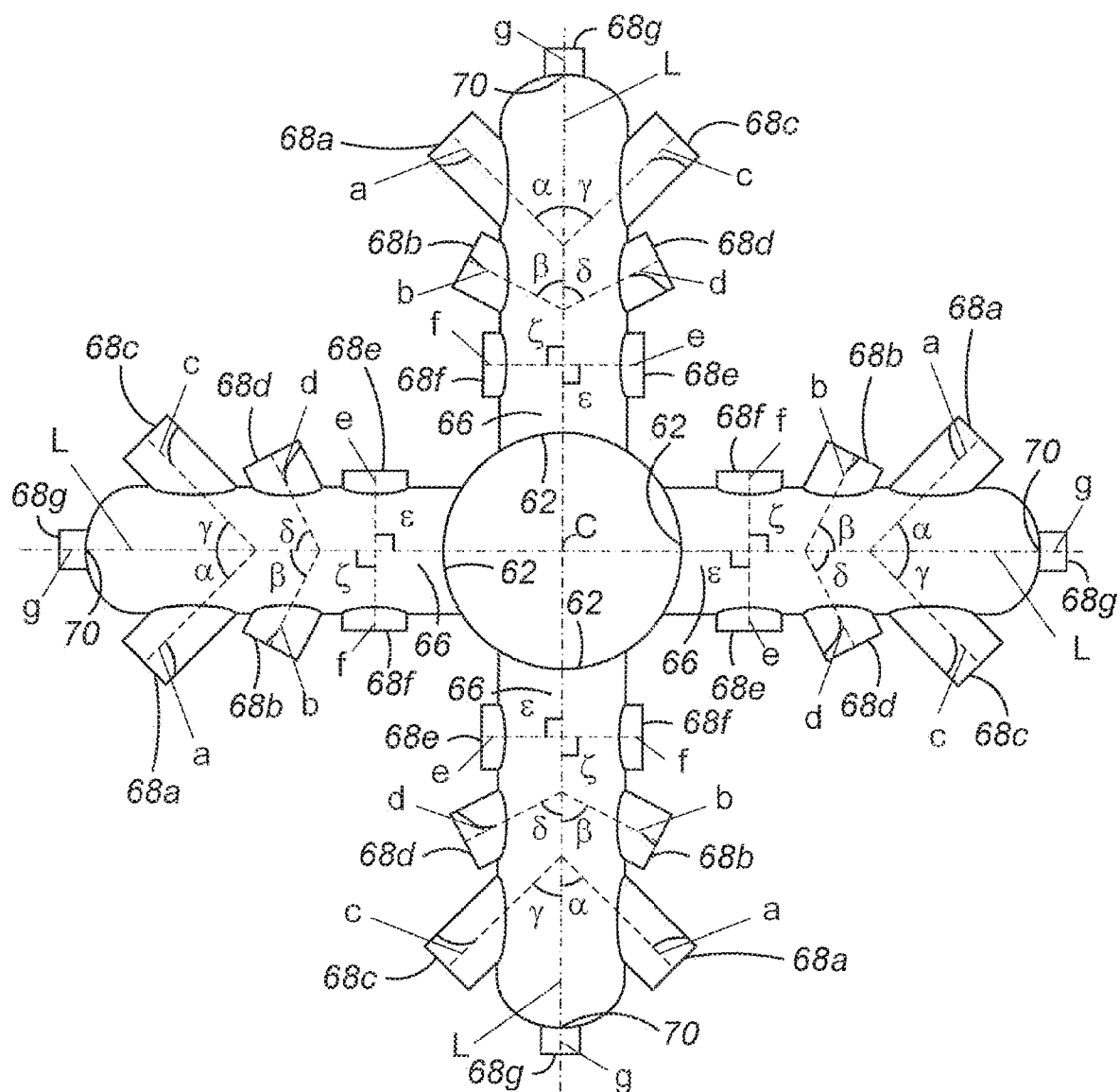


FIG. 2

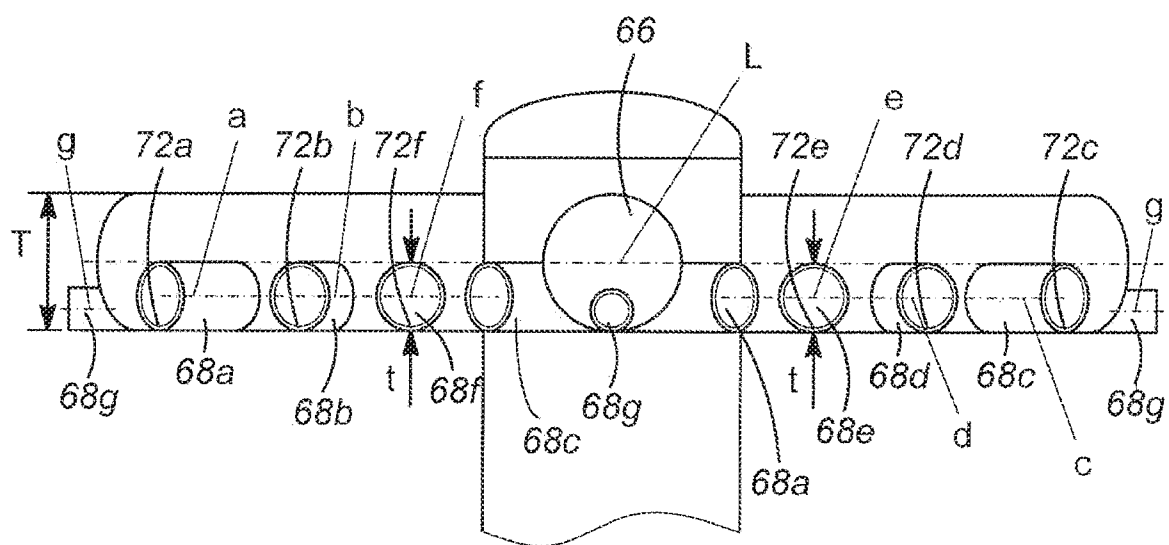


FIG. 3