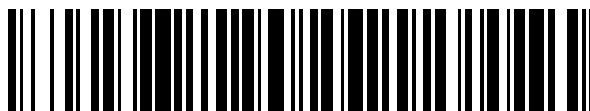


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 136**

51 Int. Cl.:  
**C01B 17/04** (2006.01)  
**B01D 53/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09788868 .9**  
96 Fecha de presentación: **07.07.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2303773**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.04.2011**

54 Título: **Unidad compacta de recuperación de azufre de varios pisos**

30 Prioridad:  
**15.07.2008 US 173605**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.07.2012**

73 Titular/es:  
**Born, Sidney Leroy**  
**50 Lansing Street, No. 704**  
**San Francisco, CA 94105, US**

72 Inventor/es:  
**Born, Sidney Leroy**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 385 136 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

Unidad compacta de recuperación de azufre de varios pisos

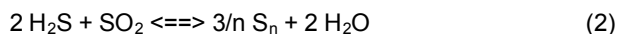
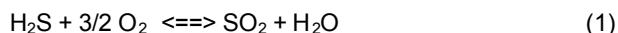
**Campo de la invención**

5 De manera general, esta invención se refiere a una unidad compacta de recuperación de azufre, de varios pisos, para la recuperación de azufre elemental a partir de sulfuro de hidrógeno y, más particularmente, a una unidad compacta de recuperación de azufre de varios pisos que utiliza una configuración de diseño eficiente, compacto, que combina un quemador, una cámara de combustión, una cámara de reacción, una caldera de recuperación y un colector de vapor en un diseño compacto, de tres niveles o pisos, que necesita espacio solo para una única plataforma.

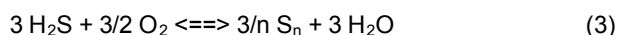
**10 Descripción de la técnica relacionada**

15 Las plantas de recuperación de azufre, también denominadas plantas Claus, son bien conocidas y utilizan el procedimiento de desulfurización de gases más significativo para recuperar azufre elemental a partir de sulfuro de hidrógeno gaseoso (H<sub>2</sub>S). El sulfuro de hidrógeno es un gas incoloro, inflamable, corrosivo, altamente tóxico y que tiene un olor acre. Las plantas de recuperación de azufre recuperan azufre elemental a partir de gas sulfuro de hidrógeno que se encuentra en el gas natural y a partir de gases que contienen sulfuro de hidrógeno que son subproductos resultantes de procesos de refinado del petróleo y otros procesos industriales. Las plantas de recuperación de azufre se pueden dividir en dos etapas de proceso primarias: una etapa térmica o de combustión y una etapa catalítica. En la etapa térmica, que se lleva a cabo en una cámara de combustión y reactor, el gas sulfuro de hidrógeno se oxida parcialmente con una cantidad estequiométrica de aire o con una mezcla de oxígeno y aire en un quemador. La reacción de oxidación (véase ecuación 1 más adelante) es altamente exotérmica y no limitada por el equilibrio. Mientras está en el reactor, una parte del sulfuro de hidrógeno que no ha sufrido la combustión reacciona con algo del producto dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) para formar azufre elemental (S<sub>n</sub>) y vapor de agua (ecuación 2 más adelante), lo cual se denomina a veces "reacción de Claus"; es endotérmica y el grado de conversión del sulfuro de hidrógeno y del dióxido de azufre en azufre elemental está limitado solo por el equilibrio químico de la reacción.

25 Las siguientes reacciones químicas se utilizan en las plantas de recuperación de azufre para convertir el gas sulfuro de hidrógeno en azufre elemental:



30 La reacción global para el proceso es:



35 En la etapa térmica, un total de aproximadamente 60 a 70 % del gas sulfuro de hidrógeno alimentado originalmente a la cámara de reacción se convierte en azufre elemental. Los gases de combustión calientes de la cámara de combustión entran en una caldera de recuperación o caldera caldeada por gases desprendidos y se enfrían parcialmente generando vapor. Los gases de combustión calientes se enfrían suficientemente para condensar el azufre elemental formado en la cámara de combustión. El calor despedido por los gases de combustión y el calor de condensación despedido se utilizan para generar vapor. El azufre elemental condensado se elimina de la caldera de recuperación, mientras que el sulfuro de hidrógeno que permanece sin experimentar la reacción de combustión y el dióxido de azufre entran en la etapa catalítica para la eliminación adicional de azufre en el proceso, que se lleva a cabo típicamente en una serie de reactores catalíticos situados corriente abajo.

40 En la etapa catalítica, el sulfuro de hidrógeno que queda reacciona con el dióxido de azufre a temperaturas más bajas sobre un lecho de catalizadores de conversión en azufre, típicamente alúmina o dióxido de titanio. Antes de que pasen sobre los catalizadores, los gases se vuelven a calentar, con el fin de evitar que el azufre condense en el lecho de catalizadores corriente abajo. Después de eso, el sulfuro de hidrógeno que queda reacciona con el dióxido de azufre a temperaturas más bajas sobre el catalizador para producir más azufre. Se necesitan reactores catalíticos adicionales para conseguir que la reacción se complete, eliminando el azufre elemental entre los reactores catalíticos. En la reacción influyen diversos factores, como la concentración, el caudal y la temperatura de la reacción. En cualquier parte se emplean usualmente de manera industrial de una a cuatro etapas adicionales de calentamiento, reacción y condensación para hacer reaccionar la mayor parte del sulfuro de hidrógeno y del dióxido de azufre que quedan. Típicamente, el gas residual de la planta de recuperación de azufre se encamina o bien a una unidad de gas residual para su desulfurización adicional o bien a una unidad de incineración, lo que puede permitir alcanzar una tasa de recuperación del azufre superior al 97 %.

45 Las unidades actuales de recuperación de azufre (SRU por sus siglas en inglés) utilizadas en la etapa térmica de refinerías están diseñadas y dispuestas típicamente en forma lineal, extremo con extremo. Además, el quemador, la cámara de combustión, la cámara de reacción y la caldera de recuperación de las SRU conocidas están situadas en

plataformas individuales separadas de piso bajo. Otra desventaja es que típicamente los equipos están diseñados y dispuestos de forma lineal, extremo con extremo, más cara de construir y que implica que la SRU ocupe una gran cantidad de espacio para su implantación. Con el fin de cumplir las normativas medioambientales cada vez más restrictivas, las SRU típicas suponen cada vez más aparatos y ocupan mucho espacio.

- 5 Por lo tanto, es conveniente y deseable proporcionar una SRU compacta, en pisos, que proporcione ahorros de espacio del orden de 50 a 65 % respecto de las SRU tradicionales dispuestas de manera lineal.

Además es conveniente proporcionar una SRU compacta, en pisos, que permita a una refinería existente que se está modernizando o renovando y/o ampliando su capacidad implementarse sin tener que resituar carreteras, racks de tuberías y otros equipos.

- 10 Además es conveniente proporcionar una SRU compacta, en pisos, que proporcione ventajas a nuevas construcciones de plantas ahorrando espacio de implantación, tuberías, soportes de tuberías etc.

### Compendio de la invención

- En general, en un primer aspecto, la invención se refiere a una unidad de recuperación de azufre compacta, en pisos, que incluye un quemador en conexión de fluidos con una cámara de combustión y una cámara de reacción que tiene un cuerpo horizontal y un plénum o cámara de empuje sustancialmente vertical. El cuerpo horizontal de la cámara de reacción tiene extremos opuestos mientras que el plénum vertical tiene un extremo inferior y un extremo superior. Un extremo del cuerpo horizontal de la cámara de reacción está en conexión de fluidos con la cámara de combustión en el extremo inferior del plénum vertical. La unidad de recuperación de azufre compacta, en pisos, incluye también una caldera de recuperación en conexión de fluidos con el extremo superior del plénum vertical de la cámara de reacción y a un colector de vapor en conexión de fluidos con la caldera de recuperación. Se proporciona una conexión de entrada en el cuerpo horizontal de la cámara de reacción para recibir un gas de azufre ácido, como sulfuro de hidrógeno gaseoso. Se proporciona una conexión de salida en la caldera de recuperación para liberar los productos de combustión calientes para la extracción adicional de azufre corriente abajo en el proceso. La caldera de recuperación se monta encima del cuerpo horizontal de la cámara de reacción y el colector de vapor se monta encima, a su vez, de la caldera de recuperación; todo ello da como resultado la unidad de recuperación de azufre compacta, en pisos.

- El quemador, la cámara de combustión, la cámara de reacción, la caldera de recuperación y el colector de vapor de la unidad de recuperación de azufre compacta, en pisos, pueden estar orientadas horizontalmente, respectivamente. Además, el quemador, la cámara de combustión y el cuerpo horizontal de la cámara de reacción pueden formar un primer piso; la caldera de recuperación puede formar un segundo piso y el colector de vapor puede formar un tercer piso. El primer piso, el segundo piso y el tercer piso se pueden alinear sobre ejes paralelos. Además, el quemador, la cámara de combustión y el cuerpo horizontal de la cámara de reacción se pueden alinear coaxialmente. Además, la conexión de entrada de la cámara de reacción y la conexión de salida de la caldera de recuperación se pueden colocar cerca de los mismos extremos de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos.

- 35 El cuerpo horizontal y el plénum vertical de la cámara de reacción de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos pueden incluir elementos térmicos internos como tubos de cerámica o materiales refractarios. Adicionalmente, la cámara de reacción puede incluir varias zonas de reacción.

- La caldera de recuperación se puede montar en una plataforma de soporte encima del cuerpo horizontal de la cámara de reacción y la orientación de la caldera de recuperación y del plénum vertical forma un muro de calor radiante entre la cámara de reacción y la caldera de recuperación. Los gases de azufre ácidos dentro de la cámara de reacción se pueden calentar hasta aproximadamente 1000 – 1300 °C utilizando el quemador en conexión de fluidos con la cámara de combustión. Los gases de azufre ácidos calentados forman los productos de combustión calientes que fluyen desde el extremo superior del plénum vertical de la cámara de reacción hacia la caldera de recuperación. Los productos de combustión calientes se pueden entonces enfriar en la caldera de recuperación hasta aproximadamente 300 – 500 °C mediante el vapor creado en el colector de vapor.

- De manera general, en un segundo aspecto, la invención se refiere a una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos que incluye una cámara de combustión sustancialmente horizontal que tiene un quemador en un primer extremo terminal y una cámara de reacción sustancialmente horizontal que tiene un cuerpo principal y un plénum sustancialmente vertical. El cuerpo principal de la cámara de reacción tiene extremos opuestos mientras que el plénum vertical tiene un extremo inferior y un extremo superior. Un extremo del cuerpo principal de la cámara de reacción está en conexión de fluidos con un segundo extremo terminal de la cámara de combustión y el otro extremo del cuerpo principal de la cámara de reacción está en conexión de fluidos con el extremo inferior del plénum vertical. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos incluye también una caldera de recuperación sustancialmente horizontal conectada fluidamente al extremo superior del plénum vertical de la cámara de reacción y un colector de vapor sustancialmente horizontal en conexión de fluidos con la caldera de recuperación. Se puede proporcionar una conexión de entrada en el cuerpo principal de la cámara de reacción para recibir el sulfuro de hidrógeno gaseoso. Se puede proporcionar una conexión de salida en la caldera de recuperación para liberar los productos de combustión calientes para la extracción adicional de azufre corriente abajo en el proceso.

El quemador, la cámara de combustión, el cuerpo principal de la cámara de reacción y el extremo inferior del plenum vertical forman un primer piso de una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos. La caldera de recuperación y el extremo superior del plenum vertical forman el segundo piso de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos, mientras que el colector de vapor forma el tercer piso de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos. El primer piso, el segundo piso y el tercer piso de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos se alinean en ejes paralelos.

La conexión de entrada de la cámara de reacción y la conexión de salida de la caldera de recuperación se pueden colocar cerca de los mismos extremos de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos. El cuerpo principal y el plenum vertical de la cámara de reacción pueden incluir elementos térmicos internos, como tubos de cerámica o materiales refractarios. De forma adicional, la cámara de reacción puede incluir varias zonas de reacción dentro de la cámara de reacción. La caldera de recuperación de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos se puede montar en una plataforma de soporte encima del cuerpo principal de la cámara de reacción y la orientación de la caldera de recuperación y del plenum vertical forma un muro de calor radiante entre la cámara de reacción y la caldera de recuperación.

### Descripción breve de los dibujos

La figura 1 es una vista lateral en alzado de un ejemplo de una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos según una realización ilustrativa de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos descrita en este documento.

La figura 2 es una vista de un corte transversal a lo largo de la línea 2-2 de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos mostrada en la figura 1.

Y la figura 3 es una vista en planta desde arriba de un ejemplo de una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos según una realización ilustrativa de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos descrita en este documento.

Otras ventajas y características resultarán claras a partir de la siguiente descripción y de las reivindicaciones.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Los dispositivos y métodos que se discuten en este documento son meramente ilustrativos de maneras específicas de hacer y usar esta invención y no debe interpretarse que limiten su alcance.

Si bien los dispositivos y métodos se han descrito con cierto grado de especificidad, debe notarse que se pueden hacer numerosas modificaciones en los detalles de la construcción y de la disposición de los dispositivos y de los componentes, sin que esto implique sobrepasar el alcance de esta descripción. Se entiende que los dispositivos y los métodos no se limitan a las realizaciones descritas aquí con el objetivo de servir de ejemplos.

En referencia a las figuras de los dibujos, en las cuales los mismos números de referencia designan los mismos elementos en todas las varias vistas, e inicialmente a la figura 1, una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 comprende un quemador 12, una cámara de combustión 14, una cámara de reacción 16, una caldera de recuperación 18 y un colector de vapor 20. La caldera de recuperación 18 se monta encima de la cámara de reacción 16 y el colector de vapor 20 se monta encima de la caldera de recuperación 18, lo que da como resultado un diseño compacto, en tres pisos, que necesita solamente el espacio de una única plataforma. La cámara de reacción 16 comprende un cuerpo horizontal 22 y un plenum vertical 24. La cámara de reacción 16 incluye una entrada 26 para recibir un gas ácido, como sulfuro de hidrógeno gaseoso ( $H_2S$ ). Un extremo 28 del cuerpo horizontal 22 de la cámara de reacción 16 está unido mediante conexión de fluidos a la cámara de combustión 14, mientras que el otro extremo 30 del cuerpo horizontal 22 de la cámara de reacción 16 está unido mediante conexión de fluidos al extremo inferior 32 del plenum vertical 24 de la cámara de reacción 16. El quemador 12, la cámara de combustión 14 y el cuerpo horizontal 22 de la cámara de reacción 16 pueden estar alineados coaxialmente. El cuerpo horizontal 22 y el plenum vertical 24 de la cámara de reacción 16 contienen elementos térmicos internos 66, tales como tubos de cerámica o de otros materiales refractarios, para ayudar en las reacciones cinéticas durante el proceso de recuperación de azufre. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 no necesita catalizadores o un lecho catalizador dentro de la cámara de reacción 16, sino que utiliza más bien los elementos térmicos internos 66, como tubos cerámicos u otros elementos térmicos o refractarios, para calentar suficientemente los gases de azufre ácidos introducidos para la reacción térmica con el fin de producir azufre elemental. El extremo superior 34 del plenum vertical 24 de la cámara de reacción 16 está unido mediante conexión de fluidos a la caldera de recuperación 18. La caldera de recuperación 18 incluye una salida 36 para la liberación de dióxido de azufre ( $SO_2$ ) para la extracción de azufre corriente abajo en el proceso para producir azufre elemental adicional mediante reacciones catalíticas. La caldera de condensación 18 está conectada a través de fluidos al colector de vapor 20. Tanto la caldera de recuperación 18 como el colector de vapor 20 están sustancialmente horizontales, lo que da como resultado que la cámara de reacción 16, la caldera de recuperación 18 y el colector de vapor 20 están alineados a lo largo de ejes paralelos. Además, la conexión de entrada 26 de la cámara de reacción 16 y la conexión de salida 36 de la caldera de recuperación 18 se pueden colocar cerca de los mismos extremos de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10.

5 Cuando está funcionando la unidad, los gases de azufre ácidos, como los de  $H_2S$ , se alimentan a la cámara de reacción 16 a través de la conexión de entrada 26. En la cámara de reacción 16, los gases ácidos de azufre se calientan a aproximadamente 1000 – 1300 °C utilizando el quemador 12 unido a la cámara de combustión 14. En la cámara de reacción 16, el gas ácido se convierte térmicamente en dióxido de azufre ( $SO_2$ ). Esta reacción térmica es  
 10 ayudada por los elementos térmicos internos 66 dentro del cuerpo horizontal 22 y por el plenum vertical 24 de la cámara de reacción 16. La conversión térmica del gas ácido comienza en el cuerpo horizontal 22 de la cámara de reacción 16 y continúa a través del plenum vertical 24 de la cámara de reacción 16. El plenum vertical 24 permite el diseño compacto y en pisos de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 y es necesario para completar la reacción de craqueo térmico. Los productos de combustión calientes procedentes del plenum vertical 24  
 15 de la cámara de reacción 16 entran a la caldera de recuperación 18 y se enfrían parcialmente por el vapor generado por el colector de vapor 20. Los productos de combustión calientes se enfrían en la caldera de recuperación 18 hasta aproximadamente 300 – 500 °C. El azufre elemental resultante se puede retirar de la caldera de recuperación 18, mientras que los productos de combustión enfriados restantes dejan la caldera de recuperación 18 a través de la salida 36 y se alimentan corriente abajo para extracción adicional del azufre utilizando reacciones catalíticas para producir más azufre elemental.

20 En referencia ahora a las figuras 2 y 3, la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 tiene una cámara de combustión sustancialmente horizontal 14 con un quemador 12 en conexión de fluidos con un primer extremo terminal 38. Un segundo extremo terminal 40 de la cámara de combustión 14 está en conexión de fluidos con un primer extremo opuesto 28 del cuerpo principal 22 de una cámara de reacción sustancialmente horizontal 16. El quemador 12, la cámara de combustión 14 y el cuerpo principal 22 de la cámara de reacción 16 pueden estar alineados coaxialmente. Además, el quemador 12, la cámara de combustión 14 y el cuerpo principal 22 de la cámara de reacción 16 forman un primer piso 42 de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10. El cuerpo principal 22 de la cámara de reacción 16 incluye una conexión de entrada 26 para recibir gas sulfúrico ácido para procesado térmico con el fin de producir azufre elemental. La cámara de combustión 14 y la cámara de reacción 16  
 25 pueden calentar el gas sulfúrico ácido que entra hasta aproximadamente 1000 – 1300 °C utilizando el quemador 12 en conexión de fluidos con la cámara de combustión 14.

30 El extremo inferior 32 de un plenum sustancialmente vertical 24 está conectado mediante fluidos a un segundo extremo opuesto 30 del cuerpo principal 22 de la cámara de reacción 16. El cuerpo principal 22 y el plenum sustancialmente vertical 24 forman la cámara de reacción 16; ambos pueden incluir elementos térmicos internos 66, como tubos cerámicos o de otro material refractario. Además, la cámara de reacción 16 puede estar dividida en zonas separadas (no mostradas) para permitir una mayor conversión térmica de los gases de azufre ácidos introducidos, como el sulfuro de hidrógeno. La conversión térmica del gas ácido de azufre comienza en el cuerpo principal 22 de la cámara de reacción 16 y continúa a través del plenum vertical 24 de la cámara de reacción 16. El plenum sustancialmente vertical 24 de la cámara de reacción 16 permite que el espacio ocupado por la unidad de  
 35 recuperación de azufre compacta y en pisos 10 sea pequeño.

40 El extremo superior 34 del plenum sustancialmente vertical 24 de la cámara de reacción 16 está conectado mediante fluidos a una caldera de recuperación 18 sustancialmente horizontal que se monta encima del cuerpo principal 22 de la cámara de reacción 16. La caldera de recuperación 18 se puede montar sobre una plataforma de soporte 48 encima del cuerpo principal 22 de la cámara de reacción 16. La orientación de la caldera de recuperación 18 y el plenum vertical 24 forman un muro de calor radiante entre la cámara de reacción 16 y la caldera de recuperación 18 que evitan que la caldera de recuperación 18 esté expuesta a la zona de calor radiante producido por la cámara de combustión 14 y la cámara de reacción 16. La plataforma de soporte 48 puede estar apoyada en varias patas de soporte 50. De manera adicional, la caldera de recuperación 18 se puede montar sobre la plataforma de soporte 48 utilizando un par de piezas de soporte 52. La caldera de recuperación 18 forma un segundo piso 44 de la unidad de  
 45 recuperación de azufre compacta y en pisos 10.

50 Un colector de vapor sustancialmente horizontal 20 está en conexión mediante fluidos con la caldera de recuperación 18 y se monta encima de la caldera de recuperación 18. El colector de vapor 20 puede estar en conexión mediante fluidos con la caldera de recuperación 18 a través de una serie de tuberías superiores 54 y una serie de tuberías inferiores 56. Las tuberías superiores 54 pueden estar conectadas mediante fluidos con el fondo 58 del colector de vapor 20 y con la parte superior 60 de la caldera de recuperación 18. Las tuberías inferiores 56 pueden estar conectadas mediante fluidos con la parte inferior 62 del colector de vapor 20 y con la parte inferior 64 de la caldera de recuperación 18. El colector de vapor 20 forma un tercer piso 46 de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10. El vapor producido en el colector de vapor 20 enfría parcialmente los productos de combustión calientes dentro de la caldera de recuperación 18 hasta aproximadamente 300 – 500 °C. Los productos de combustión enfriados salen de la caldera de recuperación 18 a través de la salida 36 situada en un extremo opuesto a la conexión de fluidos del extremo superior 34 del plenum sustancialmente vertical 24 de la cámara de  
 55 reacción 16. Los productos de combustión enfriados se alimentan corriente abajo en el proceso para extraer más azufre en al menos una reacción catalítica a fin de producir más azufre elemental.

60 El primer piso 42 que tiene el quemador 12, la cámara de combustión 14, el cuerpo principal 22 de la cámara de reacción 16 y el extremo inferior 32 del plenum sustancialmente vertical 24; el segundo piso 44 que contiene el extremo superior 34 del plenum sustancialmente vertical 24 y la caldera de recuperación 18 y el tercer piso 46 que tiene el colector de vapor 20 están alineados según ejes paralelos para formar la unidad de recuperación de azufre

compacta y en pisos 10. Además, la conexión de entrada 26 de la cámara de reacción 16 y la conexión de salida 36 de la caldera de recuperación 18 se pueden situar cerca de los mismos extremos de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10.

5 La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10, que es el corazón de una planta de azufre, tiene numerosas ventajas, tanto en el aspecto económico como de ingeniería. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 proporciona una configuración de diseño de una unidad de recuperación de azufre (SRU) eficaz y eficiente combinando cuatro componentes separados, la cámara de combustión de la SRU 12 y 14, la cámara de reacción de la SRU 16, la caldera de recuperación de la SRU 18 y el colector de vapor de la SRU 20, en una configuración de diseño de tres pisos apilados utilizando una estructura y una base comunes, permitiendo de esta manera que se combinen todas las cargas estructurales, térmicas, de tuberías y civiles. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 ahorra en numerosas bases estructurales y de obra civil, dando un gran resultado en ahorros de espacio, tal como de 50 a 60 % sobre las implantaciones en serie tradicionales de las SRU. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 ahorra tiempo y costo de ingeniería, revisiones, espacio en planta precioso, lo que es especialmente interesante en los casos de aplicaciones de reconversión con aumento de capacidad, en las cuales el espacio está limitado.

15 La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 proporciona también ahorros tanto en los trabajos de obra civil como estructurales, así como en suministros, implantación e instalación de tuberías, soportes de tuberías y en eficiencia y en flujo de equipos compactos. Adicionalmente, la unidad de recuperación de azufre en pisos y compacta 10 aumenta la eficiencia de la operación, así como la eficiencia del mantenimiento. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 permite que todo el trabajo se concentre en un espacio situado centralmente lo que permite que todo el trabajo de campo y el mantenimiento operativo se lleve a cabo en una ubicación, con facilidad de acceso a cada uno de los pisos 42, 44 y 46 de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10.

20 Cada uno de los componentes 12, 14, 16, 18 y 20 en cada uno de los pisos 42, 44 y 46 están orientados horizontalmente, lo que permite sintonizar finamente las ventanas de operación críticas tanto internas como externas. Las ventanas de operación de los equipos y procesos críticos son críticas para el diseño del proceso, para el diseño de los aparatos y para la seguridad de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10, además de para evitar fallos o funcionamientos inadecuados. Además, las tuberías 54 y 56 que conectan mediante fluidos la caldera de recuperación 18 y el colector de vapor 20 mejoran el proceso de extracción de azufre adicional.

25 La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 proporciona además mayor flexibilidad en el diseño de la cámara de reacción de la SRU 16, lo que permite una mayor capacidad durante la recuperación del azufre elemental en el proceso térmico, así como una sintonización fina de los parámetros de diseño complejos requeridos en las SRU, como tener en cuenta una cámara de reacción de dos zonas 16 o una cámara de reacción de una única zona 16 con química compleja sin tener que cambiar la huella de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10.

30 La estructura externa de los componentes de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 tiene una ventana de operación óptima térmica, que se mejora con la estructura vertical en pisos, compacta. La configuración compacta, en pisos, de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 permite un control más estrecho mediante diseño del medio ambiente térmico externo a niveles primario y secundario, lo cual es crítico para la duración de los componentes, el mantenimiento y la seguridad.

35 Los problemas asociados con la gran expansión térmica de las SRU conocidas se solucionan con la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10. Las SRU conocidas utilizan componentes alineados en serie, que exageran los problemas de la expansión térmica con un efecto en serie aditivo. Las cargas de cimentación se tienen en cuenta en una unidad con la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 tanto en condiciones estáticas en frío como durante el funcionamiento. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 tiene en cuenta el crecimiento térmico horizontal en el primer nivel, contrarrestado por el crecimiento térmico en el extremo opuesto en el nivel secundario, que se divide en el plano vertical. Este efecto contrario nivela la carga y mantiene la estabilidad de la carga de toda la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10. Se permite el crecimiento vertical, con la configuración de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10, sin restricciones en la planta y además se permiten y se tienen en cuenta tanto las operaciones "en frío" como durante el funcionamiento en la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10. Además, no hay restricciones de gastos generales asociadas con la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 y proporciona mejor flexibilidad de diseños, lo cual es especialmente importante en las SRU de gran capacidad.

40 De manera adicional, se mejora el funcionamiento del proceso interno con la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10. En uno de los más importantes y críticos criterios, la orientación de la caldera de recuperación 18 y el plenum vertical 24 forman un muro de calor radiante entre la cámara de reacción 16 y la caldera de condensación 18, que protege la lámina del tubo de la cara caliente de la caldera de recuperación 18 de la exposición a la zona de calor radiante producida por la combustión 14 y la cámara de reacción 16. Esto hace mejor y más eficaz el funcionamiento de la caldera de recuperación 18, además de evitar su mal funcionamiento producido por fallos, fugas o siniestros.

- Además, la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 proporciona numerosas ventajas económicas en ahorros de espacio en la planta. La unidad de recuperación de azufre compacta y en planta 10 permite un sistema de tuberías y una configuración de la instrumentación eficientes y compactos, lo que proporciona fácil acceso para el funcionamiento y el mantenimiento, trabajos sobre el terreno y menores trabajos de ingeniería de planta, de revisión y de obra civil. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 proporciona también una vida más larga a la instalación, menos problemas y menos mantenimiento como factores ventajosos económicos definitivos. Además, la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 proporciona ventajas en la estética de la planta. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos 10 es estéticamente atractiva, lisa y compacta y tiene un factor de forma atractivo, que mejora la estética de la planta.
- 5
- 10 Si bien los dispositivos y los métodos se han descrito en relación con los dibujos y las reivindicaciones, debería comprenderse que se pueden hacer, dentro del alcance de esta invención, otras modificaciones adicionales, distintas de aquéllas mostradas o sugeridas aquí.

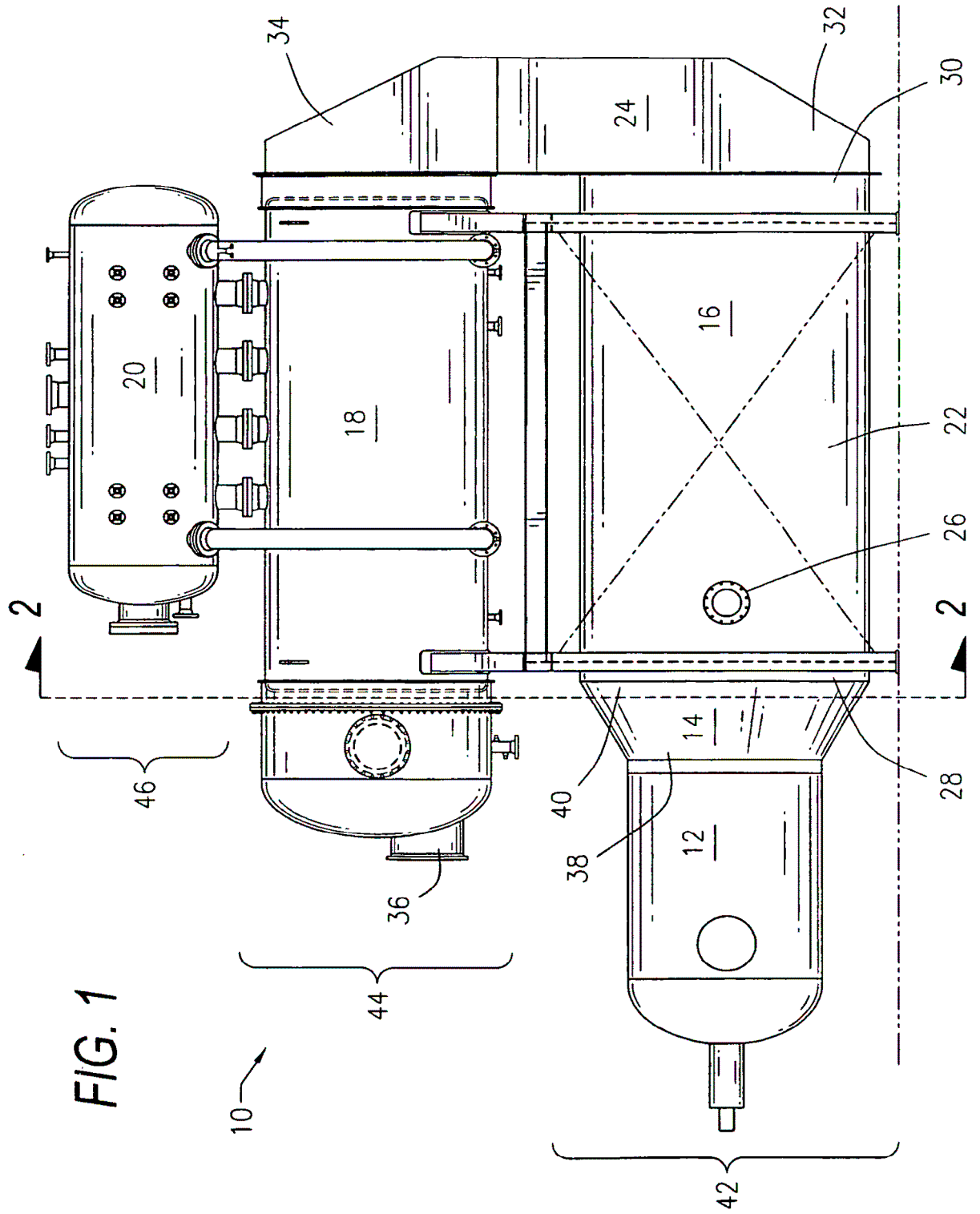
## REIVINDICACIONES

1. Una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos (10), que comprende:
  - un quemador (12) en conexión mediante fluidos con una cámara de combustión (14);
  - una cámara de reacción (16) que tiene un cuerpo horizontal (22) y un plenum sustancialmente vertical (24);
  - teniendo el cuerpo horizontal (22) de la cámara de reacción (16) extremos opuestos (28,30); teniendo el plenum vertical (24) un extremo inferior (32) y un extremo superior (34); en el que un extremo del cuerpo horizontal (22) de la cámara de reacción (16) está en conexión mediante fluidos con la cámara de combustión (14); en el que el otro extremo del cuerpo horizontal (22) de la cámara de reacción (16) está en conexión mediante fluidos con el extremo inferior (32) del plenum vertical (24);
  - una caldera de recuperación (18) en conexión mediante fluidos con el extremo superior (34) del plenum vertical (24) de la cámara de reacción (16);
  - un colector de vapor (20) en conexión mediante fluidos con la caldera de recuperación (18);
  - una conexión de entrada (26) en el cuerpo horizontal (22) de la cámara de reacción (16) para recibir un gas de azufre ácido;
  - una conexión de salida (36) en la caldera de recuperación (18) para liberar los productos de combustión calientes a fin de extraer más azufre corriente abajo en el proceso; y
  - en la que la caldera de recuperación (18) se monta encima del cuerpo horizontal (22) de la cámara de reacción (16) y el colector de vapor (20) se monta encima de la caldera de recuperación (18), dando como resultado una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos (10).
2. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que el quemador, la cámara de combustión, la cámara de reacción, la caldera de recuperación y el colector de vapor están orientados horizontalmente, respectivamente.
3. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 2 en la que el quemador, la cámara de combustión, el cuerpo horizontal de la cámara de reacción y el extremo inferior del plenum vertical forman un primer piso; en el que la caldera de recuperación y el extremo superior del plenum vertical forman un segundo piso; en el que el colector de vapor forma un tercer piso y en el que el primer piso, el segundo piso y el tercer pisos están alineados a lo largo de ejes paralelos.
4. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que el quemador, la cámara de combustión y el cuerpo horizontal de la cámara de reacción están alineados coaxialmente.
5. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que la conexión de entrada de la cámara de reacción y la conexión de salida de la caldera de recuperación se colocan cerca de los mismos extremos de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos.
6. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que el gas ácido de azufre es sulfuro de hidrógeno gaseoso.
7. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que el cuerpo horizontal y el plenum vertical de la cámara de reacción incluyen elementos térmicos internos.
8. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 7 en la que elementos térmicos internos son tubos cerámicos o materiales refractarios.
9. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que la cámara de reacción incluye varias zonas de reacción dentro de la cámara de reacción.
10. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que la caldera de recuperación se monta en una plataforma de soporte encima del cuerpo horizontal de la cámara de reacción.
11. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que la orientación de la caldera de recuperación y el plenum vertical forman un muro de calor radiante entre la cámara de reacción y la caldera de recuperación.
12. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 1 en la que los gases ácidos de azufre dentro de la cámara de reacción se calientan hasta aproximadamente 1000 – 1300 °C utilizando el quemador que está en conexión mediante fluidos con la cámara de combustión.
13. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 12 en la que los gases ácidos de azufre calentados forman los productos de combustión calientes que salen por el extremo superior del plenum



vertical de la cámara de reacción hacia la caldera de recuperación.

14. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 13 en la que los productos de combustión calientes se enfrían parcialmente en la caldera de recuperación hasta aproximadamente 300 – 500 °C por el vapor creado en el colector de vapor.
- 5 15. Una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos (10) de la reivindicación 1, que comprende:
- una cámara de combustión (14) sustancialmente horizontal que tiene un quemador (12) en un primer extremo terminal;
- una cámara de reacción (16) sustancialmente horizontal que tiene un cuerpo principal (22) y un plénum sustancialmente vertical (24); teniendo el cuerpo principal (22) de la cámara de reacción (16) extremos opuestos; 10 teniendo el plénum vertical (24) un extremo inferior (32) y un extremo superior (34); en la que un extremo del cuerpo principal (22) de la cámara de reacción (16) está en conexión mediante fluidos con un segundo extremo terminal de la cámara de combustión (14); en la que el otro extremo del cuerpo principal (22) de la cámara de reacción (16) está en conexión mediante fluidos con el extremo inferior (32) del plénum vertical (24);
- 15 una caldera de recuperación (18) sustancialmente horizontal conectada al extremo superior (34) del plénum vertical (24) de la cámara de reacción (16);
- un colector de vapor (20) sustancialmente horizontal en conexión mediante fluidos con la caldera de recuperación (18);
- una conexión de entrada (26) en el cuerpo principal (22) de la cámara de reacción (16) para recibir el sulfuro de hidrógeno gaseoso;
- 20 una conexión de salida (36) en la caldera de recuperación (18) para liberar productos de combustión calientes a fin de extraer más azufre corriente abajo en el proceso;
- en la que el quemador (12), la cámara de combustión (14) y el cuerpo principal (22) de la cámara de reacción (16) están alineados coaxialmente;
- 25 en la que el quemador (12), la cámara de combustión (14), el cuerpo principal (22) de la cámara de reacción (16) y el extremo inferior (32) del plénum vertical (24) forman un primer piso (42) de una unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos (10);
- en la que la caldera de recuperación (18) y el extremo superior (34) del plénum vertical (24) forma un segundo piso (44) de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos (10);
- 30 en la que el colector de vapor (20) forma un tercer piso (46) de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos (10); y
- en la que el primer piso (42), el segundo piso (44) y el tercer piso (46) de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos (10) se alinean a lo largo de ejes paralelos.
16. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 15 en la que la conexión de entrada de la cámara de reacción y la conexión de salida de la caldera de recuperación se sitúan cerca de los 35 mismos extremos de la unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos.
17. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 15 en la que el cuerpo principal y el plénum vertical de la cámara de reacción incluyen elementos térmicos internos.
18. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 17 en la que los elementos térmicos son tubos cerámicos o materiales refractarios.
- 40 19. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 15 en la que la cámara de reacción incluye varias zonas de reacción dentro de la cámara de reacción.
20. La unidad de recuperación de azufre compacta y en pisos de la reivindicación 15 en la que la caldera de recuperación se monta en una plataforma de soporte encima del cuerpo principal de la cámara de reacción y en la 45 que la orientación de la caldera de recuperación y del plénum vertical forman un muro de calor radiante entre la cámara de reacción y la caldera de recuperación.



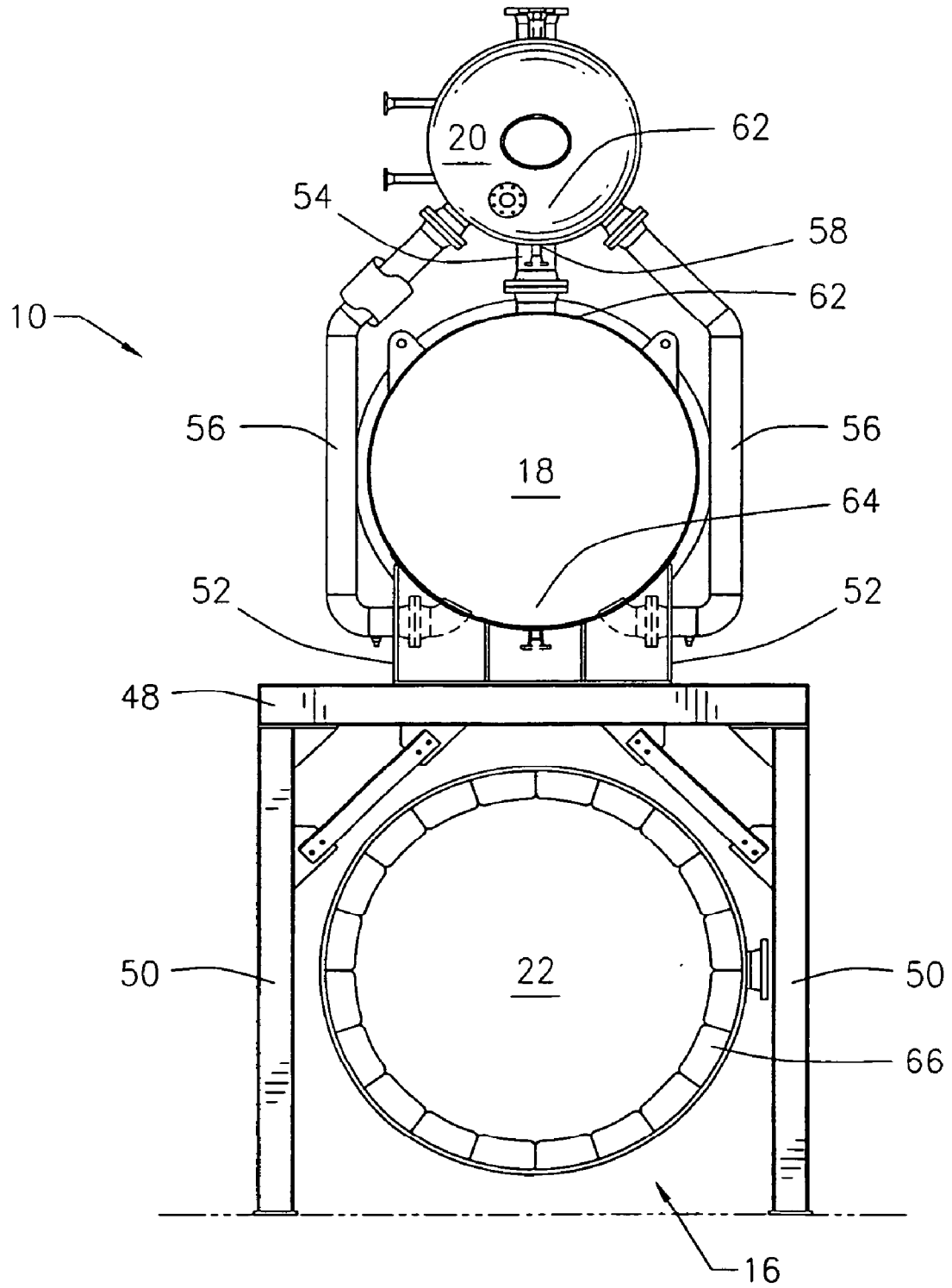


FIG. 2

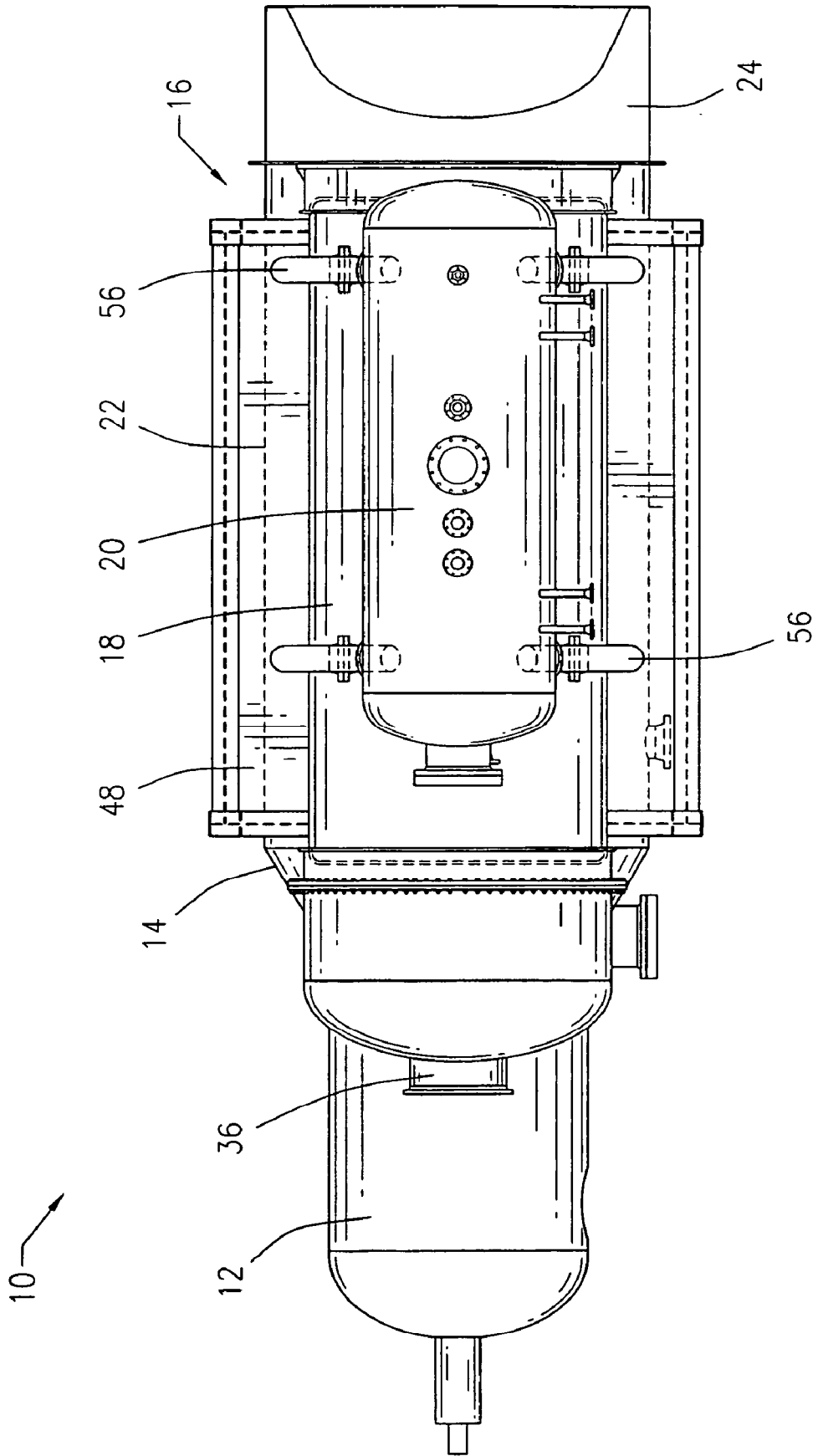


FIG. 3