

	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 13-256691- -00002-0000 Fecha: 2014-01-24 17:13:29 Dep. 2020 DIR.NUEVASCREACI Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI Act. 608 MODIFICASOLICIT Folios: 58
---	--

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
MODIFICACIONES Y/O CORRECCIONES

1. Identificación del Trámite

☐ Error material

☒ Modificación a una Solicitud en trámite

☒ Patente de Invención

☐ Patente de Modelo de Utilidad

☐ Registro de Diseño Industrial

☐ Esquema de Trazado de Circuitos Integrados

2. Datos del solicitante

Persona Natural

☐

Persona Jurídica

☒

JGC CORPORATION

Nombre o denominación / Nombre o razón social completa

Nombre representante legal

Tipo de empresa Micro ☐ Pequeña ☐ Mediana ☐ Otra ☐

Documento de identificación: ☐ C.C. ☐ C.E. ☐ NIT ☐ Otro Número _____

Nacionalidad/País de constitución	Dirección y domicilio del titular	Ciudad
Japón	2-1, Otemachi 2-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0004 Japón	Tokyo
Dirección electrónica	No. Fax	Número telefónico
clientes@cavelier.com	2 11 86 50	3 47 36 11

☐ Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico

3. Datos del apoderado:

Apellidos y Nombre
De Páez Luz Clemencia

Documento de identificación
C.C. 35.456.344

Tarjeta profesional
T.P.A. 23.555

Dirección y domicilio	Ciudad	
Carrera 4ª No. 72 –35	Bogotá	
Dirección electrónica	No. Fax	Número telefónico
cavelier@cavelier.com	2 11 86 50	3 47 36 11

En caso de haber presentado poder general para asuntos que se adelanten ante la Delegatura de Propiedad Industrial, sírvase indicar el número de su radicación o protocolo de poder general

4. Datos del trámite**Corrección:****Expediente No 13.256.691****Aparece****Debe ser****Modificación:****Modificación al capítulo reivindicatorio.**

Presento nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 13 reivindicaciones y pido respetuosamente que el examen de patentabilidad sea realizado sobre estas nuevas reivindicaciones presentadas. Respetuosamente manifiesto que a pesar de eliminar materia del pliego reivindicatorio originalmente presentado, mi representada no renuncia a la protección que pueda obtener sobre dicha materia y además se reserva el derecho de presentar una solicitud divisional que la contenga durante el trámite de la presente solicitud, beneficiándose de la fecha de prioridad inicialmente reivindicada.

**Modificación al capítulo descriptivo.**

Presento nuevo capítulo descriptivo el cual solicito sea tenido en cuenta al momento de realizar el examen.

**Modificación al resumen.****Modificación a los dibujos.****5. Anexos**

Comprobante de pago de la tasa para la presentación de la corrección y/o modificación por \$128.000.



Poder, si fuere el caso.



Documento que contiene las modificaciones o correcciones.



Copia de la solicitud y sus anexos en formato magnético.



Comprobante de pago por 3 reivindicaciones adicionales después de la décima reivindicación por \$93.000.

3

6. Firma	
Nombre y apellidos LUZ CLEMENCIA DE PAEZ	Firma <i>Luz Clemencia De Paez</i>
C.C. 35.456.344 DE Usaquén	Tarjeta Profesional 23.555

del MMS\MMS\NCA\ID-AF258908\WPC20535

UNIDAD DE RECUPERACIÓN DE AZUFRE Y SU MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE AZUFRE

REFERENCIA A LAS SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud es un 371 de la solicitud internacional de la solicitud PCT N° PCT/JP2012/059016, presentada en abril 2 de 2012, la cual reivindica prioridad de la solicitud Japonesa N° 2011-080338, presentada en marzo 31 de 2012. Cada una de las solicitudes de patente arriba mencionadas, han sido enteramente incorporadas por referencia y se han vuelto parte de esta descripción.

CAMPO

[0001] La presente invención se refiere a una unidad de recuperación de azufre y a un método de recuperación de azufre para la recuperación de azufre elemental a partir de gas con contenido de sulfuro de hidrógeno, los cuales resultan ser idóneos para su uso en una planta de gas que trata continuamente grandes cantidades de gas, tales como gas natural, gas con contenido de sulfuro de hidrógeno con el fin de producir gas purificado.

ANTECEDENTES

[0002] El gas natural producido en los pozos de gas natural contienen compuestos de azufre tales como sulfuro de hidrógeno, otros sulfuros y tiofeno. El petróleo crudo presente en los pozos de petróleo también contiene compuestos de azufre. El hidrocraqueo de petróleo crudo produce sulfuro de hidrógeno, conjuntamente con

gases ligeros. Dado que los compuestos de azufre se convierten en anti catalizadores durante los procesos de reacción y en óxidos de azufre (SOx) al ser quemados, por lo general los componentes de azufre son separados y recuperados sin ser descargados directamente. Dado que los pozos de gas natural con bajo contenido de compuestos de azufre han sido explotados activamente primero, el gas natural producido en la actualidad proveniente de los pozos de gas natural restantes posee concentraciones de compuestos de azufre equivalentes al 40% del peso.

[0003] Por lo tanto, tanto las plantas de gas como las refinerías de petróleo cuentan con unidades de recuperación de azufre (denominadas de ahora en lo sucesivo como "SRU", por sus siglas en inglés), que absorben y separan al sulfuro de hidrógeno del gas natural con alto contenido de hidrógeno sulfúrico, o provenientes del gas ligero y recuperan azufre elemental. Las SRU recientes han crecido en tamaño para ajustarse al aumento en las concentraciones de compuestos de azufre.

[0004] Las SRU incluyen una caldera de reacción configurada para llevar a cabo una reacción de Claus a alta temperatura. En este sentido, la reacción de Claus a alta temperatura consiste en hacer reaccionar sulfuro de hidrógeno con oxígeno presente en el aire a altas temperaturas con el fin de obtener azufre elemental (S₂) y agua (H₂O) del sulfuro de hidrógeno (H₂S). La reacción de Claus a alta temperatura se lleva a cabo en una temperatura superior a los 850 °C.

[0005] La caldera de reacción también sirve de caldera calentadora de desperdicios (WHB) con el fin de utilizar efectivamente el calor de reacción generado por la reacción de Claus. En una WHB, el gas de reacción queda sometido al enfriamiento primario, y el calor es recuperado en forma de vapor de alta presión. Dado que el gas de reacción contiene restos de compuestos de azufre tales como sulfuro de hidrógeno

y óxidos sulfúricos, la SRU cuenta adicionalmente con un reactor configurado para calentar el gas de reacción, el cual ha sido sometido al enfriamiento primario, con vapor a baja presión para inducir una reacción de Claus catalítica y convertir el sulfuro de hidrógeno sin reaccionar en azufre elemental. El azufre presente en el gas reaccionado en la caldera de reacción o en el reactor se enfría hasta aproximadamente 140 °C, y se recupera en forma de azufre líquido. Un proceso SRU se revela, por ejemplo, en la Literatura de Patente N° 1.

[0006] Dado que el gas de reacción tiene una alta temperatura tal como se expuso anteriormente, tanto las tuberías como los dispositivos que constituyen a la SRU se expanden debido al calor a medida que la temperatura aumenta. Sin embargo, dado que su desplazamiento queda limitado, se generan tensiones térmicas. En consecuencia, se han considerado medidas en contra de la expansión térmica en tuberías y dispositivos que conforman la SRU, como por ejemplo aumentar la fortaleza de las porciones periféricas de las boquillas de los dispositivos, de forma tal que estas cuenten con la fortaleza suficiente ante estas tensiones térmicas generadas en la sección de la boquilla, o en su defecto instalar estructuras de tubería que absorban la expansión o contracción térmica con el fin de reducir las tensiones térmicas generadas tanto en la tubería como en la sección de la boquilla. Dichas estructuras de tubería son instaladas en el medio de las tuberías y dobladas en forma de anillo de tal forma que absorba la expansión o contracción generada por la diferencia de temperatura, y por lo tanto se denominan "liras de expansión".

[0007] En el caso de la FIG. 1 encontramos un diagrama que ilustra un ejemplo de una SRU convencional. La SRU de la FIG. 1 incluye una caldera de reacción 1010 para la mezcla e incineración del sulfuro de hidrógeno (H_2S) y aire, para llevar a cabo

una reacción de Claus a alta temperatura, un condensador 1020 que enfría al gas de reacción, y una tubería 1030 que conecta la caldera de reacción 1010 con el condensador 1020. La tubería 1030 incluye una lira de expansión 1040. La caldera de reacción 1010, el condensador 1020, y la tubería 1030 se expanden térmicamente al momento de calentarse a altas temperaturas, y en consecuencia se generan tensiones térmicas. La deformación causada por la expansión térmica se absorbe por la deformación elástica de la lira de expansión 1040 de la tubería 1030 entre la caldera de reacción 1010 y el condensador 1020. Esto disminuye las tensiones térmicas aplicadas a las boquillas de los dispositivos. Con el fin de evitar una deformación excesiva debido a tensiones térmicas, tanto las boquillas de la caldera de reacción 1010 como el condensador 1020 han sido diseñados para tener un espesor y fuerza suficiente para soportar las tensiones térmicas. Con el fin de asegurarse una deformación suficiente en una dirección de la expansión o contracción térmica, la lira de expansión queda dispuesta en una dirección ortogonal a la dirección de expansión o contracción térmica. En la FIG. 1, se presenta solamente una lira de expansión. No obstante, es deseable proveer dos o más liras de expansión en aquellos casos en los que se espera que el desplazamiento causado por la expansión o contracción térmica de la tubería sea mayor.

Lista de referencias

Literatura de patentes

[0008] Literatura de Patentes No. 1: Publicación de Patente Abierta del Japón No. 2007-526205.

RESUMEN

Problema Técnico

[0009] En el caso de materiales de acero, tanto la expansión como la contracción térmica pueden ser determinadas teóricamente a partir de los coeficientes de expansión térmica y la diferencia en la temperatura. En teoría, los dispositivos y la tubería se expanden durante la operación en aquellos casos en los que aumenta la temperatura, y regresan a sus posiciones originales al discontinuarse la operación y al disminuir la temperatura. No obstante, en la práctica, los asientos del dispositivo deslizante y los puntos de soporte de la tubería no siempre regresan a su sitio original. Esto se debe a que la temperatura del sistema de tubería no necesariamente aumenta ni disminuye uniformemente, ni a una tasa en particular. Adicionalmente la “relajación de la tensión” ocurre cuando cualquier tubería se haya deformado durante la operación y absorbido su elongación térmica, causando que tanto los asientos como los puntos de soporte no regresen a sus posiciones originales.

[0010] En aquellos casos en los que los dispositivos y la tubería no regresan a sus posiciones originales, cambian las posiciones de los dispositivos y la tubería en consecuencia de la reiterada expansión y contracción térmica, resultando en la inestabilidad del comportamiento del sistema. En consecuencia, podría actuar una carga no esperada en las boquillas de los dispositivos y puntos de soporte de la tubería. Para resolver esto, se proveen puntos de anclaje y guías de soporte en la caldera de reacción 1010 y los dispositivos y las tuberías corriente abajo de la caldera de reacción 1010 de tal forma que se establezca el comportamiento del sistema desde la caldera de reacción al punto de anclaje. Paso seguido, se requieren medidas para absorber la expansión térmica que ocurre en la línea desde la caldera de reacción 1010 al punto de anclaje corriente abajo de la caldera de reacción.

[0011] En una SRU convencional, se fijan en su lugar los dispositivos que la

constituyen, y la deformación causada por la expansión térmica queda absorbida por los dispositivos entre tuberías. Por lo tanto, se han provisto liras de expansión y la forma de las tuberías se ramifica con el fin de mejorar la flexibilidad. En años recientes, el tamaño de las plantas SRU ha aumentado, proporcional a la cantidad procesada de gas de sulfuro de hidrógeno a, por ejemplo, 4.000 toneladas / día. En dicha planta, se utiliza una tubería de 80 pulgadas. Con el propósito de lograr una función de absorción a una tubería de 80 pulgadas, se hace necesaria una lira de expansión de 12 metros x 8 metros, además de un área para instalar toda la unidad. Esta lira de expansión aumenta la cantidad de materiales necesarios para la tubería, así como su longitud, con lo cual se aumenta el tamaño de la planta SRU y por ende los costos.

[0012] Un objeto de un aspecto de la presente invención es el de reducir la cantidad las liras de expansión para la absorción de la expansión y la contracción térmica e igualmente reducir el tamaño del diseño en general.

Solución al problema

[0013] Las modalidades que resuelven el precitado objeto son las siguientes:

[0014] 1. Una unidad de recuperación de azufre que incluye:

una caldera de reacción configurada para llevar a cabo una reacción de Claus a alta temperatura entre gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y gas con contenido de oxígeno introducidos a la caldera de reacción;

un primer condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado de la caldera de reacción y condensar el azufre contenido en el gas de reacción;

un calentador configurado para recalentar el gas condensado descargado del

primer condensador de azufre;

un reactor de Claus catalítico configurado para llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción descargado del calentador;

un segundo condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado del reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción; y

un separador que permite que las gotas de azufre que acompañan el gas de reacción descargado del segundo condensador de azufre choquen entre sí y elimina las gotas que se hacen más grande de ese modo,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado de un grupo que consiste del calentador, el reactor Claus catalítico, el segundo condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica. La unidad de recuperación de azufre es para reducir el número de etapas de expansión para absorber la expansión y contracción térmica y reducir el tamaño del diseño.

[0015] 2. La unidad de recuperación de azufre conforme al punto 1, que incluye además:

un segundo calentador configurado para recalentar el gas condensado descargado del segundo condensador de azufre;

un segundo reactor de Claus catalítico configurado para llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción descargado desde el segundo

calentador; y

un tercer condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado del reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado de un grupo que consiste del calentador, el segundo calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo reactor de Claus catalítico, el segundo y tercer condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

[0016] 3. La unidad de recuperación de azufre conforme al punto 2, que incluye además:

un tercer calentador configurado para recalentar el gas condensado descargado del tercer condensador de azufre;

un tercer reactor de Claus catalítico configurado para llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción descargado del tercer calentador; y

un cuarto condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado del reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado de un grupo que consiste del calentador, el segundo y tercer calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo y tercer reactor de Claus catalítico, el segundo al cuarto

condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo; y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

[0017] 4. La unidad de recuperación de azufre de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 al 3, que incluye además un tubo que conecta la caldera de reacción al condensador de azufre, tubo que tiene la forma de la letra "U", de tal manera que no se limita la expansión o contracción térmica. Debido a que el tubo tiene la forma de la letra "U", la expansión o contracción térmica en sentido hacia el extremo frontal de la letra "U" no está restringida, y no se producen tensiones térmicas en el tubo como resultado de la expansión o contracción térmica en sentido hacia el extremo frontal, y se reducen las tensiones térmicas que aparecen sobre el tubo.

[0018] 5. La unidad de recuperación de azufre conforme a cualquiera de los Puntos del 1 al 4, que incluye además:

una sección de base fijada al suelo,

en donde el condensador de azufre queda dispuesto en la sección de base de tal forma que pueda moverse, y

la sección de base posee un miembro anti resbalante que limita los movimientos del condensador de azufre. Adicionalmente, los dispositivos o tubos cuyos movimientos son restringidos por el miembro anti resbalante quedan sometidos a la expansión térmica, pero la expansión térmica es absorbida por la relajación de tensión. En consecuencia, incluso en aquellos casos en los que la expansión y contracción térmica son limitadas por los miembros anti resbalantes, la magnitud de

las tensiones térmicas generadas en las tuberías es pequeña, la fuerza (carga) generada en el sistema de tubería es redistribuida, y no ocurren tensiones térmicas excesivamente grandes en la boquilla ni en el sistema de tubería.

[0019] 6. La unidad de recuperación de azufre conforme a cualquiera de los Puntos del 1 al 5, en donde el calentador calienta el gas de reacción descargado del condensador de azufre y está dispuesto sobre el condensador de azufre de tal forma que pueda moverse en relación al condensador de azufre, y

el calentador incluye un elemento de soporte que sirve de apoyo al calentador y permite que este se desplace en una dirección vertical. Se aplica una fuerza ascendente al elemento de soporte del calentador. Debido a que el elemento de soporte permite desplazamientos del tubo en dirección perpendicular, el calentador está dispuesto de tal manera que pueda moverse en dirección perpendicular con respecto al condensador de azufre, se reduce una fuerza de restricción en la dirección de los movimientos causados por la expansión térmica, se puede disminuir el número de liras de expansión entre los dispositivos móviles, y se puede reducir aún más el tamaño del diseño.

[0020] 7. La unidad de recuperación de azufre conforme a cualquiera de los Puntos del 1 al 6, en donde el calentador, el reactor de Claus catalítico, y el segundo condensador de azufre están dispuestos de tal forma que puedan moverse y el separador está fijo en un lugar relativo a una dirección horizontal.

[0021] 8. Un método de recuperación de azufre para recuperar azufre a partir de un gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y gas con contenido de oxígeno, método que incluye:

introducir el gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y el gas con contenido

de oxígeno en una caldera de reacción y llevar a cabo una reacción de Claus a alta temperatura entre el gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y el gas con contenido de oxígeno;

enfriar el gas de reacción descargado de la caldera de reacción para condensar el azufre contenido en el gas de reacción, mediante el uso de un primer condensador de azufre;

recalentar el gas condensado descargado del primer condensador de azufre, mediante el uso de un calentador;

llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción descargado del calentador, mediante el uso de un reactor de Claus catalítico;

enfriar el gas de reacción descargado del reactor de Claus catalítico para condensar el azufre contenido en el gas de reacción, mediante el uso de un segundo condensador de azufre; y

permitir que las gotas de azufre que acompañan el gas de reacción descargado del segundo condensador de azufre choquen entre sí, y eliminar las gotas que se hacen más grandes de ese modo mediante el uso de un separador,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado de un grupo que consiste del calentador, la reacción de Claus catalítica, el segundo condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica. Dado que la pérdida de presión que ocurre en los tubos usados en el método de recuperación de

azufre de esta modalidad es pequeña, se puede disminuir la presión para suministrar el gas que contiene oxígeno.

[0022] 9. El método de recuperación de azufre conforme al punto 8, que incluye además:

recalentar el gas condensado descargado del segundo condensador de azufre, mediante el uso de un segundo calentador;

llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción mediante el uso de un segundo reactor de Claus catalítico, el gas de reacción habiendo sido descargado del segundo calentador; y

enfriar el gas de reacción descargado del segundo reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción, mediante el uso de un tercer condensador de azufre,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado de un grupo que consiste del calentador, el segundo calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo reactor de Claus catalítico, el segundo y tercer condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

[0023] 10. El método de recuperación de azufre conforme al punto 9, que incluye además:

recalentar el gas condensado descargado del tercer condensador de azufre, mediante el uso de un tercer calentador;

llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción mediante el uso de un tercer reactor de Claus catalítico, el gas de reacción habiendo sido descargado del tercer calentador; y

enfriar el gas de reacción descargado del tercer reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción, mediante el uso de un cuarto condensador de azufre,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado de un grupo que consiste del calentador, el segundo y tercer calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo y tercer reactor de Claus catalítico, el segundo al cuarto condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

[0024] 11. El método de recuperación de azufre de acuerdo con cualquiera de los puntos 8 al 10, en donde un tubo que conecta la caldera de reacción al condensador de azufre tiene la forma de la letra "U", de tal manera que no se limita la expansión o contracción térmica.

[0025] 12. El método de recuperación de azufre conforme a cualquiera de los puntos 8 a 11, en donde el condensador de azufre está dispuesto en una sección de base de tal forma que pueda moverse, y la sección de base está fijada al suelo y posee un miembro anti resbalante que limita los movimientos del condensador de azufre.

[0026] 13. El método de recuperación de azufre conforme a cualquiera de los

puntos del 8 al 12, en donde el calentador calienta el gas de reacción descargado del condensador de azufre y está dispuesto sobre el condensador de azufre de tal forma que pueda moverse en relación al condensador de azufre; un segundo tubo conecta el condensador de azufre al calentador; y

el calentador incluye un miembro de soporte que sirve de apoyo al calentador y permite que el este se desplace en una dirección vertical.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0027] En la FIG. 1 se presenta un diagrama que ilustra un ejemplo de una tubería utilizada en una unidad de recuperación de azufre;

en la FIG. 2 se presenta un diagrama en el que se ilustra un ejemplo de una unidad de recuperación de azufre;

La FIG. 3A es una vista lateral de un ejemplo de disposición de una unidad de recuperación de azufre;

La FIG. 3B es una vista de plano de un ejemplo de disposición de un reactor y un condensador de azufre;

La FIG. 3C es una vista de plano de un ejemplo de disposición de un reactor y un condensador de azufre;

en la FIG. 4 se presenta un diagrama en el que se ilustra un ejemplo de disposición de una unidad de recuperación de azufre;

en la FIG. 5 se presenta una vista lateral en la que se ilustra un ejemplo de un dispositivo equipado con una sección deslizante;

en la FIG. 6A se presenta una vista lateral que ilustra un ejemplo de miembros anti resbalantes;

en la FIG. 6B se presenta una vista superior en la que se ilustra un ejemplo de miembros anti resbalantes;

en la FIG. 7 se presenta un diagrama que ilustra un ejemplo de disposición de una unidad de recuperación de azufre;

La FIG. 8 es una vista de plano de un ejemplo de disposición de un reactor y un condensador de azufre;

en la FIG. 9 se presenta un diagrama en el que se ilustra una válvula instalada en una tubería de una unidad de recuperación de azufre; y

en la FIG. 10 se presenta un diagrama de flujo en el cual se ilustra un método de recuperación de azufre conforme a una modalidad.

DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES

[0028]

1. Unidad de recuperación de azufre

La FIG. 2 consiste en un diagrama en el cual se ilustra un ejemplo de una unidad de recuperación de azufre. Una unidad de recuperación de azufre (SRU) 120 en la FIG. 2 incluye un soplador de aire 1, una caldera de reacción 2, un primer condensador de azufre 11, un segundo condensador de azufre 12, un tercer condensador de azufre 13, un cuarto condensador de azufre 14, un primer calentador 21, un segundo calentador 22, un tercer calentador 23, un primer Reactor de Claus 31, un segundo Reactor de Claus 32, un tercer Reactor de Claus 33, un dispositivo de fusión 41, un pozo de azufre 51, una primera pata de sellado 81, una segunda pata de sellado 82, una tercera pata de sellado 83, y una cuarta pata de sellado 84.

[0029] La caldera de reacción 2 quema el sulfuro de hidrógeno conjuntamente con el

aire proveniente del soplador de aire 1 a alta temperatura con el fin de oxidar el sulfuro de hidrógeno y separar el sulfuro de hidrógeno en azufre (S_2) y agua (H_2O). Esta reacción se denomina "reacción de Claus a alta temperatura". La reacción de Claus a alta temperatura se describe más adelante mediante el uso de las fórmulas 1 y 2.

[0030] La caldera de reacción 2 incluye una caldera calentadora de desperdicios 3. La caldera calentadora de desperdicios 3 induce intercambio de calor entre el gas de reacción y agua provista a la caldera (BFW, por sus siglas en inglés) para enfriar el gas de reacción y a la vez generar vapor a alta o media presión.

[0031] El primer condensador de azufre 11 enfría el azufre contenido en el gas de reacción descargado de la caldera de reacción 2 y condensa (licúa) el azufre. El azufre líquido descargado del primer condensador de azufre 11 pasa a través de una tubería de drenaje libre. La tubería de drenaje libre se comunica con el azufre líquido en la primera pata de sellado 81 a los efectos de sellar la porción de reacción en el décimo primer lado del primer condensador de azufre.

[0032] La primera pata de sellado 81 tiene una forma cilíndrica o prisma rectangular y se mantiene a una presión próxima a la de la presión atmosférica. No obstante, dado que la presión en el primer condensador de azufre 11 es alta, la altura de la primera pata de sellado 81 ha sido diseñada a los efectos de mantener una profundidad de azufre suficiente de forma tal que prevenga que el azufre líquido en la primera pata de sellado 81 se disperse y mantenga la función de sellado. El azufre líquido retenido en la primera pata de sellado 81 se rebasa en aquellos casos en los que se exceda la altura particular del líquido, requerida para el sellado y fluya en el pozo de azufre 51. El pozo de azufre 51 por lo general queda ubicado en el subsuelo

de forma tal que el azufre líquido provisto desde las patas de sellado sea recuperado mediante un sistema de drenaje libre. La segunda pata de sellado 82, la tercera pata de sellado 83, y la cuarta pata de sellado 84 tienen la misma función que la primera pata de sellado 81.

[0033] La temperatura de la reacción de Claus catalítica es superior a la temperatura en la cual el azufre se enfría en su forma líquida. En consecuencia, el primer calentador 21 recalienta el gas de reacción, del cual se ha separado el azufre mediante el primer condensador de azufre 11, a la temperatura de reacción de la reacción de Claus catalítica.

[0034] El primer reactor de Claus 31 incluye estrato de catalizador por oxidación que cataliza la reacción del sulfuro de hidrógeno restante en el gas de reacción y estrato del catalizador de Claus que cataliza la reacción entre dióxido de azufre y sulfuro de hidrógeno en el gas de reacción y genera gas de reacción con contenido de azufre. El estrato del catalizador de Claus queda dispuesto corriente abajo del estrato del catalizador por oxidación. El catalizador que cataliza la oxidación del sulfuro de hidrógeno es al menos preferiblemente uno seleccionado entre el grupo conformado por $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{NiO-Al}_2\text{O}_3$, TiO_2 , $\text{V}_2\text{O}_5\text{-TiO}_2$, y $\text{MoO}_3\text{-TiO}_2$. El catalizador de Claus puede ser alúmina o titania utilizados en procesos convencionales.

[0035] El primer reactor de Claus 31 permite que el estrato del catalizador por oxidación y el estrato del catalizador de Claus entren en contacto con el gas de reacción descargado del primer condensador de azufre 11 para realizar una reacción de Claus catalítica y de generar azufre.

[0036] El gas de reacción descargado del primer reactor de Claus 31 es alimentado al segundo condensador de azufre 12 con el propósito de enfriar el gas de reacción y

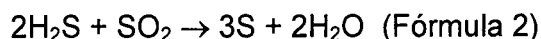
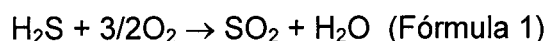
condensar azufre tal como sucede en el primer condensador de azufre 11. En esta modalidad, la cantidad de Reactores de Claus es de tres. No obstante, esta cantidad cambia dependiendo de la tasa de conversión de azufre de cada reacción. Por ejemplo, en aquellos casos en los que la tasa de conversión de azufre de cada Reactor de Claus es alta o en aquellos casos en los que se espera que la producción de azufre de la SRU disminuya, la cantidad de Reactores de Claus puede ser dos (02).

[0037] Tal como sucede con el primer condensador de azufre 11, cada uno del segundo condensador de azufre 12 y del tercer condensador de azufre 13 condensa azufre y proveen de azufre líquido al pozo de azufre 51, en tanto que el sulfuro de hidrógeno sin reaccionar se dispone en un calentador corriente abajo. De igual modo, tal como sucede con el primer reactor de Claus 31, el segundo Reactor de Claus 32 y el tercer Reactor de Claus 33 permiten que ocurra una reacción de Claus catalítica, y así se genere azufre a partir del sulfuro de hidrógeno.

[0038] El dispositivo de fusión 41 elimina el azufre líquido en el gas de reacción mediante el uso de un filtro que causa que el azufre en forma de gotas que acompaña al gas de reacción sea descargado del cuarto condensador de azufre 14 entre en contacto entre sí y aumente allí el tamaño de las gotas. Paso seguido, el dispositivo de fusión 41 dispone del azufre en el pozo de azufre 51.

[0039]**2. Proceso de recuperación de azufre**

El sulfuro de hidrógeno es oxidado a través de una reacción de Claus a alta temperatura en la caldera de reacción 2 y se obtiene (S_2) y agua (H_2O). La reacción está representada por las siguientes fórmulas 1 y 2:



La reacción de Claus a alta temperatura ocurre entre los 1000 °C y 1400 °C.

[0040] La caldera calentadora de desperdicios 3 de la caldera de reacción 2 enfría el gas de reacción con una temperatura de 1000 °C a 1400 °C hasta una temperatura que varía entre los 250 °C a los 400 °C mediante el uso de BFW. El gas de reacción del cual se recupera el calor en la caldera calentadora de desperdicios 3 se enfría adicionalmente hasta alcanzar entre los 130 °C a 150 °C en un condensador con el fin de condensar y separar el azufre del gas de reacción. La tasa de conversión de azufre de la reacción de Claus a alta temperatura que tiene lugar en la caldera de reacción 2 llega aproximadamente al 70%. El sulfuro de hidrógeno restante presente en el gas de reacción y el dióxido de azufre generado por la combustión, son dispuestos en un Reactor de Claus corriente abajo de la caldera de reacción 2, en donde el sulfuro de hidrógeno es convertido en azufre mediante el uso de un catalizador.

[0041] La presión de la unidad de recuperación de azufre 120 disminuye desde la caldera de reacción 2 hacia la salida del dispositivo de fusión 41 debido a pérdidas de presión en los dispositivos y tuberías. En otras palabras, la presión en la caldera de reacción 2 es la más alta. A medida en la que la unidad de recuperación de azufre 120 aumenta de tamaño, aumenta la capacidad del soplador de aire 1 que suministra el

oxígeno, tal como se indica en la fórmula 1 al proveer aire, y el aumento en la presión de descarga aumenta la potencia requerida por el soplador de aire 1. En consecuencia, la potencia del soplador de aire 1 puede ser disminuida al reducir las pérdidas de presión en los dispositivos y tuberías de la unidad de recuperación de azufre 120. En la unidad de recuperación de azufre 120, de acuerdo con la presente invención, se reduce el tamaño del diseño, y se acorta la longitud de la tubería. Por lo tanto, se pueden reducir las pérdidas de presión en la tubería, a la vez de disminuir la potencia del soplador de aire 1 durante el proceso de producción de azufre. Asimismo, dado que la presión operativa es baja, se puede disminuir la altura de la pata de sellado.

[0042] La reacción de Claus catalítica involucra la misma reacción química representada en la fórmula 2 y provee azufre. No obstante, la temperatura de reacción es inferior a la de la reacción de Claus a alta temperatura y se aproxima a una temperatura (240 °C a 350 °C) igual o superior al punto exacto del azufre. El gas de reacción enfriado por el condensador de azufre y descargado del condensador de azufre es recalentado hasta alcanzar una temperatura de reacción de la reacción de Claus catalítica en un calentador y alimentado al Reactor de Claus.

[0043] Con el fin de aumentar la tasa de recuperación del azufre del gas sin reaccionar, se dispone de dos o más conjuntos de un condensador de azufre, un calentador, y un Reactor de Claus. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 2, el azufre es recuperado mediante el uso de tres conjuntos de reactores y finalmente, el 98% de los componentes de azufre son recuperados como azufre. El gas sin reaccionar separado con el dispositivo de fusión 41 es gas de cola y provisto una unidad de tratamiento de gas de cola (TGT, por sus siglas en inglés) no ilustrado en la FIG. 2. El TGT elimina el

azufre restante en el gas mediante el uso una solución de amina o similar, y quema el gas de cola con una llama.

[0044]

3. Disposición de unidad de recuperación de azufre

La FIG. 3A es una vista lateral de un ejemplo de disposición de una unidad de recuperación de azufre. En la FIG. 3 se ilustra la caldera de reacción 2 y el primer condensador de azufre 11 como parte de la unidad de recuperación de azufre 120 en la FIG. 2. La caldera de reacción 2 y el primer condensador de azufre 11 se conectan entre sí a través de una tubería 4A a través de la cual fluye el gas de reacción. La caldera de reacción 2 queda fijada al suelo para prevenir el movimiento. Por ejemplo, la caldera de reacción 2 queda fijada con pernos a una base 2-1 fijada al suelo. El primer condensador de azufre 11 alimenta gas de reacción sin reaccionar en la caldera de reacción 2 al primer calentador 21 (no ilustrado en la FIG. 3) corriente abajo a través de una tubería 4B. El azufre líquido (Liq.) obtenido mediante condensación es descargado al pozo de azufre 51 a través de una tubería 4C.

[0045]

3.1. Movimientos de dispositivos en dirección horizontal

El primer condensador de azufre 11 posee una sección deslizante 61. La sección deslizante 61 reduce la fuerza de fricción entre el primer condensador de azufre 11 y el suelo, y el primer condensador de azufre 11 es ordenado de forma tal que pueda moverse de forma relativa al suelo y a la caldera de reacción 2. Por ejemplo, en aquellos casos en los que la tubería 4A se expande térmicamente, el primer condensador de azufre 11 también se expande térmicamente en una dirección horizontal (gas de reacción dirección corriente abajo) debido a que la caldera de

reacción 2 es inamovible. Debido a que el primer condensador de azufre 11 puede moverse, el primer condensador de azufre 11 puede moverse en respuesta a desplazamientos causados por la expansión térmica de la caldera de reacción 2, la tubería 4A, y el primer condensador de azufre 11. En consecuencia, la tubería 4A ya no necesitará una lira de expansión grande, tal como se ilustra en la FIG. 1, la distancia entre la caldera de reacción 2 y el primer condensador de azufre 11 puede ser disminuida, e igualmente se puede reducir el tamaño del diseño de la SRU.

[0046]

3.2 Análisis de tensión térmica de un modelo integrado constituido por dispositivos y tuberías

Las FIG. 3B y 3C son una vista de plano que ilustra un ejemplo de una disposición de una unidad de recuperación de azufre. En la FIG. 3B, se fija un dispositivo fijo 70 en posición corriente abajo de la caldera de reacción 2 y un dispositivo 60 es dispuesto de tal manera que pueda moverse en relación a la caldera de reacción 2 y al dispositivo fijo 70. El dispositivo fijo 70 es, por ejemplo, por lo menos un dispositivo seleccionado entre un calentador, un reactor de Claus catalítico, un segundo condensador de azufre, y un separador. Tal y como se ilustra en la FIG. 3C, una unidad de recuperación de azufre 120 puede incluir una pluralidad de dispositivos fijos 70A y 70B, el reactor 2, una pluralidad de dispositivos móviles 60A y 60B entre el reactor 2 y el dispositivo fijo 70A, y un dispositivo móvil 60C entre los dispositivos fijos 70A y 70B. Los dispositivos móviles son dispositivos que constituyen la unidad de recuperación de azufre 120 pero que no son dispositivos fijos.

[0047] El dispositivo 60 está dispuesto de tal manera que puede moverse y absorber la tensión térmica en el caso en que la temperatura se incremente por una

reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica. Usualmente, en el diseño de planta, todos los dispositivos son fijos y las tensiones térmicas que se generan en las tuberías entre los dispositivos se calculan. En este caso, existe la necesidad de proporcionar curvas y liras de expansión en el sistema de tubos para absorber las tensiones térmicas. Sin embargo, cuando se implementa este diseño habitual en una unidad de recuperación de azufre que involucra grandes diámetros de tubo y maneja altas temperaturas, se proporciona de manera deseable un gran número de liras de expansión grandes y un gran diseño de tuberías. Así, en una unidad de recuperación de azufre de esta modalidad, los dispositivos de la mitad se dejan no fijos para que puedan moverse y absorber las tensiones térmicas. Como resultado, se realiza un diseño significativamente compacto que proporciona un sistema de tuberías de distribución lineal. Dado que una pluralidad de dispositivos se mueven simultáneamente, el análisis de estrés térmico debe llevarse a cabo de manera integral en una unidad de recuperación de azufre constituida por una pluralidad de dispositivos. La cantidad de movimiento generada por la expansión y contracción térmica se calcula mediante análisis y el dispositivo 60 está dispuesto de tal manera que el dispositivo no se caiga de la base. Como resultado, el dispositivo 60 se mueve y absorbe la tensión térmica pero no se cae de la base. De este modo, la unidad de recuperación de azufre puede ser operada sin problemas.

[0048] El análisis de tensión térmica se lleva a cabo mediante la ejecución de un programa de análisis de tensión térmica a través de un computador. En primer lugar, se construye un modelo de dispositivos y tuberías a partir de las características y forma del material. Se asignan las condiciones de temperatura/presión y las condiciones de contorno para el modelo de los dispositivos y tuberías y se lleva a

cabo el análisis de tensión térmica en un modelo completo, incluyendo los dispositivos y tuberías para calcular las tensiones y cargas impuestas a los dispositivos mediante análisis numérico. Como condiciones de contorno se consideran las condiciones que restringen la expansión térmica y el peso de los dispositivos y tuberías. Sin embargo, en la construcción de un modelo se debe incluir un rango desde un punto fijo a un punto fijo. Por consiguiente, cuando se deja algunos de los dispositivos deslizables, sin ser fijos, dichos dispositivos deben ser instalados entre dispositivos fijos. Esto hace que sea inapropiado llevar a cabo un análisis parcial y por lo tanto un análisis integral es deseable. Usualmente el análisis de tensión térmica se lleva a cabo mediante un método de elementos finitos (FEM) o similares.

[0049] La FIG. 4 es una vista lateral en la que se ilustra un ejemplo de un dispositivo equipado con una sección deslizante. Una sección deslizante 61 ilustrada en el dibujo está, por ejemplo, constituida por una placa deslizante 61A y una placa deslizante 61B. La placa deslizante 61A, la cual reduce la fuerza de fricción, queda dispuesta en un extremo de la porción de la pata 11-1 del primer condensador de azufre 11 y la placa deslizante 61B queda dispuesta en una fundación 11-2 en el suelo. Dado que el primer condensador de azufre 11 queda ordenado en suelo con la placa deslizante 61A y la placa deslizante 61B entre ambos, el primer condensador de azufre 11 puede moverse con facilidad con relación al suelo.

[0050] En el caso de la FIG. 5 encontramos una vista superior en la que se ilustran ejemplos de placas deslizantes. La placa deslizante 61A y la placa deslizante 61B aparecen representadas a modo de ilustración en la FIG. 5. Las placas deslizantes 61A y 61B quedan dispuestas al tener en cuenta la expansión térmica de la tubería 4A en la FIG. 3 de forma tal que la dirección longitudinal de las placas deslizantes

coincida con una dirección 62 en la cual la tubería 4A quede sometida al desplazamiento. De esta manera, se puede prevenir que la placa deslizante 61A caiga sobre la placa deslizante 61B. El coeficiente de fricción entre la placa deslizante 61A y la placa deslizante 61B es menor al coeficiente de fricción entre el primer condensador de azufre 11 y la fundación 11-2 sin la placa deslizante 61A y la placa deslizante 61B. En consecuencia, la fuerza de fricción actuante en el primer condensador de azufre 11 puede ser disminuida mediante el uso de la placa deslizante 61A y la placa deslizante 61B.

[0051] En la FIG. 6A encontramos una vista lateral en la que se ilustran ejemplos de miembros anti resbalantes. Tal como se ilustra en la figura, un miembro anti resbalante 62A y un miembro anti resbalante 62B quedan dispuestos en la base 11-2 y al lado de la placa deslizante 61A y la placa deslizante 61B. En el caso de la FIG. 6B encontramos una vista superior en la que se ilustran ejemplos de miembros anti resbalantes. En la FIG. 6B, el primer condensador de azufre 11 queda omitido en la figura. Tal como se ilustra en la figura, los miembros anti resbalantes 62A al 62D quedan dispuestos en la base 11-2 y al lado de la placa deslizante 61B. Los miembros anti resbalantes 62A al 62D limitan los movimientos de la placa deslizante 61A y previenen que los dispositivos caigan de la base. Por lo tanto, incluso en aquellos casos en los que la tubería quede sometida a relajación de tensión y la posición del primer condensador de azufre 11 cambie gradualmente, los movimientos son limitados por los miembros anti resbalantes y por ende se evita que los dispositivos puedan caer de la base. Los dispositivos y tuberías cuyos movimientos son limitados por los miembros anti resbalantes, quedan sometidos a la expansión térmica, aun cuando esta expansión térmica es absorbida por la relajación de tensión. En

consecuencia, incluso en aquellos casos en los que la expansión y contracción térmica son limitadas por los miembros anti resbalantes, la magnitud de las tensiones térmicas generadas en las tuberías es pequeña, la fuerza (carga) generada en el sistema de tubería es redistribuida, y sin que ocurran tensiones térmicas excesivamente grandes en la boquilla ni en el sistema de tubería.

[0052] Se puede determinar la relación de posiciones entre los miembros anti resbalantes y las placas deslizantes con base en la fuerza de fricción del dispositivo. En aquellos casos en los que el peso del dispositivo sea grande, y la fuerza de fricción sea intensa, el dispositivo no se moverá con facilidad. En consecuencia, se disminuye la distancia entre los miembros anti resbalantes y las placas deslizantes.

[0053]

3.3. Movimientos de dispositivos en dirección perpendicular

En el caso de la FIG. 7 encontramos una figura que ilustra un ejemplo de disposición de una unidad de recuperación de azufre. En la FIG. 7 se ilustra la caldera de reacción 2, el primer condensador de azufre 11, y el primer calentador 21, los cuales son parte de la unidad de recuperación de azufre 120, ilustrada en la FIG. 2. La caldera de reacción 2, el primer condensador de azufre 11, y el primer calentador 21 están conectados entre sí a través de las tuberías 4A y 4B a través de las cuales fluye el gas de reacción. El primer calentador 21 queda ordenado de forma tal que pueda moverse de forma relativa al primer condensador de azufre 11. El primer calentador 21 calienta el gas de reacción proveniente del primer condensador de azufre 11 hasta alcanzar la temperatura de reacción de la reacción de Claus catalítica y provee el gas de reacción calentado al primer reactor de Claus 31 corriente debajo de éste.

[0054] El primer calentador 21 queda dispuesto en muelles de soporte 72A y 72B en una guía 71. Los muelles de soporte 72A y 72B permiten que la tubería quede sometida a desplazamientos en una dirección vertical y en consecuencia contar con una capacidad de soporte fluctuante. En aquellos casos en los que la tubería 4B se expanda térmicamente, la fuerza ascendente trabaja al lado del muelle de soporte 72A / 72B el primer calentador 21. Los muelles de soporte 72A y 72B permiten desplazamientos de la tubería 4B en la dirección vertical y expansión. En consecuencia, el primer calentador 21 queda ordenado de forma tal que puedan moverse en perpendicular dirección con relación al primer condensador de azufre 11.

[0055] Tal como se ilustra en la FIG. 7, los dispositivos adyacentes conectados por tuberías quedan dispuestos de forma tal que no se limiten los movimientos entre sí.

En consecuencia, la fuerza de limitación en la dirección de movimientos causados por expansión térmica queda reducida. Asimismo, la cantidad de las liras de expansión entre los dispositivos móviles puede ser disminuida y el tamaño del diseño de la SRU puede ser aún más reducido.

[0056]

3.4. Dispositivos inamovibles

En el caso de la FIG. 4 y FIG. 7 se utilizan con el fin de ilustrar que los movimientos del primer condensador de azufre 11 y el primer calentador 21 no quedan limitados. El resto de los condensadores de azufre, calentadores, y Reactores de Claus pueden ser ordenados de forma tal que puedan moverse en una dirección horizontal o perpendicular con relación al suelo o a la corriente arriba de un dispositivo con relación al primer condensador de azufre 11.

[0057] En esta modalidad, tal como se ilustra en la FIG. 2, todos los dispositivos movibles excepto el dispositivo de fusión 41 quedan dispuestos de forma tal que sean orientados horizontalmente. Los dispositivos orientados horizontalmente no se inclinan incluso en aquellos casos en los que son movidos. Por lo tanto, los dispositivos orientados horizontalmente quedan dispuestos para su movimiento exceptuando la caldera de reacción 2. En contraste, el dispositivo de fusión 41 queda ordenado de forma tal que queda orientado verticalmente. Dado que un dispositivo orientado verticalmente es inestable al moverse, el dispositivo de fusión 41 queda fijado al suelo. En resumen, en la SRU de acuerdo con esta modalidad, la caldera de reacción 2, ubicado en el extremo más remoto corriente arriba en la SRU, y el dispositivo de fusión 41, el cual queda ubicado en el extremo más remoto corriente abajo en la SRU, son los únicos dispositivos inamovibles, y los dispositivos ubicados entre la caldera de reacción 2 y el dispositivo de fusión 41 son movibles. Por lo tanto, las liras de expansión para tuberías entre la caldera de reacción 2 y el dispositivo de fusión 41 pueden ser eliminadas tanto como sea posible, y el tamaño del diseño de la SRU puede ser reducido.

[0058]

4. Forma de las tuberías

Tal como se ha descrito anteriormente, las estructuras de tubería para absorber tanto la expansión como la contracción térmica dejan de ser necesarias en la unidad de recuperación de azufre 120 en la cual los dispositivos corriente abajo de la caldera de reacción 2 pueden moverse. No obstante, dado que los dispositivos movibles quedan colocados en el suelo a merced de la gravedad, se genera una fuerza de fricción entre los dispositivos y el suelo. En consecuencia, la fuerza de fricción obstruye los movimientos de los dispositivos y genera tensiones térmicas en las tuberías.

[0059] En el caso de la FIG. 8 se presenta una vista plana en la que se ilustra un ejemplo de disposición de una caldera de reacción y un condensador de azufre. La tubería 4A que conecta la caldera de reacción 2 al primer condensador de azufre 11 no se conecta directamente con los dispositivos en posiciones opuestas, tal como se ilustra en la FIG. 3. Por lo contrario, la tubería 4A se conecta con la boquilla 2-2 y la boquilla 11-2 respectivamente dispuesta a los lados de los dispositivos, y tiene forma de letra "U". Debido a que la caldera de reacción 2 queda fijada al suelo, la porción de conexión entre la tubería 4A y la caldera de reacción 2 queda limitada, y las partes corriente abajo de la porción de conexión podrán moverse. No obstante, dado que la fuerza de fricción es generada entre el primer condensador de azufre 11 y el suelo debido al peso del primer condensador de azufre 11, ocurren tensiones térmicas en la tubería 4A.

[0060] En el ejemplo ilustrado en la FIG. 8 en el cual la tubería 4A tiene forma de letra "U", ni la expansión térmica ni la contracción térmica en la dirección "Y" ilustrada

en la FIG. 8 quedan limitadas, por lo que no ocurren tensiones térmicas causadas por la expansión o contracción térmica en la dirección "Y" en la tubería 4A. Por otra parte, los movimientos en la dirección X ilustrados en la FIG. 8 generan fuerza de fricción debido al primer condensador de azufre 11 y en consecuencia ocurren tensiones térmicas en la tubería 4A. A pesar de ello, en aquellos casos en los que la tubería 4A puede moverse libremente en la dirección "Y", no se generan tensiones térmicas en la dirección "Y", y en consecuencia se pueden reducir las tensiones térmicas en la tubería 4A.

[0061] Por cuanto la lira de expansión ilustrada en la FIG. 1 queda instalada en el medio de la tubería, y tiene una forma complementaria idónea para dicha instalación la forma de letra "U" ilustrada en la FIG. 8 difiere de dicha forma en la que la forma de letra "U" se necesita a los fines de proporcionar una conexión entre las boquillas en las caras laterales de los dispositivos. Por cuanto la lira de expansión en la FIG. 1 queda dispuesta para absorber la expansión y contracción térmica generadas en una tubería cuyos movimientos están limitados, la tubería en la FIG. 8 diseñada para tener una forma de letra "U" en si queda sometida a expansión y contracción térmica. En aquellos casos en los que las posiciones de boquillas de los dispositivos y la tubería quedan dispuestos de forma tal que la tubería tiene forma de letra "U" y la expansión y contracción térmica no quedan limitados, la tubería no tendrá la necesidad de incluir liras de expansión, incluso en aquellos casos en los que la fuerza de fricción ocurra debido a los movimientos de los dispositivos móviles. En consecuencia, se podrá reducir el tamaño del diseño de la SRU.

[0062]

5. Válvula

En el caso de la FIG. 9 hallamos un diagrama en el que se ilustra una válvula instalada en una tubería de una unidad de recuperación de azufre. En años recientes, el aumento de la producción de las SRU ha aumentado, y el tamaño de las tuberías en algunas ocasiones llega a ser de 80 pulgadas aproximadamente. Al instalar una válvula 63 en una tubería 4D con un diámetro mayor aumentar el peso total de la tubería dada la longitud de éstas. En consecuencia, se desea proveer un soporte 62 que provea de soporte a la tubería 4D. En virtud de que se genera fuerza de fricción entre el soporte 62 y la tubería 4D, los movimientos de la tubería 4D quedan limitados. Esta fuerza de fricción previene que las tuberías se muevan y generen tensiones térmicas entre sí. En la SRU de acuerdo con esta modalidad, no existe la necesidad de proveer válvulas en las tuberías desde la caldera de reacción 2 al dispositivo de fusión 41. La SRU no necesita tener ninguna válvula ya que existe una serie de dispositivos corriente abajo de la caldera de reacción 2 dispuestos de forma continua y operados simultáneamente, sin la necesidad de dividir la línea en el medio. Asimismo, dado que los dispositivos rotativos, tales como bombas y compresores, cuyo rango de operación es limitado y no se incluyen en la SRU, no existe la necesidad de proporcionar válvulas de control. En consecuencia, las tuberías utilizadas en la SRU de acuerdo con esta modalidad no tienen ninguna válvula y por lo tanto son ligeras de peso. Como resultado, las tuberías pueden moverse fácilmente en respuesta tanto a la expansión como a la contracción térmica y las tensiones térmicas generadas por la fuerza de fricción causada por el peso de la tubería quedan reducidas. En este sentido, dejarán de ser necesarias las liras de expansión para las válvulas.

[0063]

6. Método de recuperación del azufre

En la FIG. 10 se dispone de un diagrama de flujo de un método de recuperación de azufre de acuerdo con una modalidad. Primero, el gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y el gas con contenido de oxígeno son introducidos en una caldera de reacción y se induce una reacción de Claus a alta temperatura entre el gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y el gas con contenido de oxígeno (S101). Paso seguido, el gas de reacción descargado de la caldera de reacción es enfriado, y el azufre contenido en el gas de reacción es condensado (S102). El gas de reacción descargado del condensador de azufre es calentado con un calentador ordenado sobre el condensador de azufre de forma tal que pueda moverse de forma relativa con el condensador de azufre (S103). El gas de reacción descargado del calentador queda sujeto a una reacción de Claus catalítica en a Reactor de Claus (S104). El gas de reacción descargado del Reactor de Claus es enfriado con el fin de condensar azufre con un condensador de azufre (S105). A los efectos de aumentar la tasa de recuperación de los componentes sulfurosos del gas sin reaccionar, se disponen de dos o más conjuntos del condensador de azufre, el calentador, y el reactor, llevándose a cabo de forma repetida el paso de condensación S102, el paso de calentamiento S103, el paso de la reacción de Claus catalítica S104, y en paso de condensación S105 en concordancia con la cantidad de conjuntos. Después de los pasos S102 al S105, se remueve el azufre líquido en el gas de reacción en un dispositivo de fusión mediante el uso de un filtro que causa que el azufre en forma de gotas que acompaña al gas de reacción descargado del condensador de azufre entre en contacto entre sí a los fines de aumentar el tamaño de las gotas (S106). El azufre líquido es recuperado en un pozo de azufre.

[0064] Dado que la pérdida de presión que ocurre en las tuberías utilizadas en el presente método de recuperación de azufre es pequeña, se podrá disminuir la presión de alimentación del gas con contenido de oxígeno.

[0065] Todos los ejemplos y lenguaje condicional vertido en el presente documento está orientado con fines pedagógicos con el fin de ayudar al lector en la comprensión de la invención los conceptos aportados por el inventor a los fines de refinar el arte, y habrán de interpretarse sin limitación alguna a los ejemplos y condiciones recitados específicamente, y en ningún caso la organización de dichos ejemplos en la memoria descriptiva se relacionarán con la superioridad ni la inferioridad de la invención. A pesar de que las modalidades de la presente invención han sido descritas en detalle, deberá entenderse que los diversos cambios, sustituciones y alteraciones podrían hacerse en la presente sin partir del espíritu y alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de recuperación de azufre que incluye:

una caldera de reacción configurada para llevar a cabo una reacción de Claus a alta temperatura entre gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y gas con contenido de oxígeno introducidos a la caldera de reacción;

un primer condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado de la caldera de reacción y condensar el azufre contenido en el gas de reacción;

un calentador configurado para recalentar el gas condensado descargado del primer condensador de azufre;

un reactor de Claus catalítico configurado para llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción descargado del calentador;

un segundo condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado del reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción; y

un separador que permite que las gotas de azufre que acompañan el gas de reacción descargado del segundo condensador de azufre choquen entre sí y elimina las gotas que se hacen más grande de ese modo,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado de un grupo que consiste del calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una

reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

2. La unidad de recuperación de azufre conforme a la reivindicación 1, que comprende además:

un segundo calentador configurado para recalentar el gas condensado descargado del segundo condensador de azufre;

un segundo reactor de Claus catalítico configurado para llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción descargado del segundo calentador; y

un tercer condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado del reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado del grupo que consiste del calentador, el segundo calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo reactor de Claus catalítico, el segundo y tercer condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

3. La unidad de recuperación de azufre conforme a la reivindicación 2, que comprende además:

un tercer calentador configurado para recalentar el gas condensado descargado del tercer condensador de azufre;

un tercer reactor de Claus catalítico configurado para llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción descargado desde el tercer calentador; y

un cuarto condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado del reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado del grupo que consiste del calentador, el segundo y tercer calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo y tercer reactor de Claus catalítico, el segundo al cuarto condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo; y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

4. La unidad de recuperación de azufre conforme a cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 3, que incluye además un tubo que conecta la caldera de reacción al condensador de azufre, tubo que tiene la forma de la letra "U", de tal manera que no se limita la expansión o contracción térmica.

5. La unidad de recuperación de azufre conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 que comprende:

una sección de base fija al suelo,

en donde el condensador de azufre está dispuesto en la sección de base de tal

manera que se pueda mover, y

la sección de base posee un miembro anti resbalante que limita los movimientos del condensador de azufre.

6. La unidad de recuperación de azufre conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el calentador calienta el gas de reacción descargado del condensador de azufre y está dispuesto sobre el condensador de azufre de tal forma que pueda moverse en relación al condensador de azufre, y

el calentador incluye un miembro de apoyo que sirve de soporte al calentador y permite que el calentador se desplace en una dirección vertical.

7. La unidad de recuperación de azufre conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el calentador, el reactor de Claus catalítico, y el segundo condensador de azufre están dispuestos de tal forma que puedan moverse y el separador está fijo en un lugar relativo a una dirección horizontal.

8. Un método de recuperación de azufre para recuperar azufre a partir de gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y gas con contenido de oxígeno, método que incluye:

introducir el gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y el gas con contenido de oxígeno en una caldera de reacción y llevar a cabo una reacción de Claus a alta temperatura entre el gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y el gas con contenido de oxígeno;

enfriar el gas de reacción descargado de la caldera de reacción para

condensar el azufre contenido en el gas de reacción, mediante el uso de un primer condensador de azufre;

recalentar el gas condensado descargado del primer condensador de azufre, mediante el uso de un calentador;

llevar a cabo una reacción de Claus del gas de reacción descargado del calentador, mediante el uso de un reactor de Claus catalítico;

enfriar el gas de reacción descargado del reactor de Claus catalítico para condensar el azufre contenido en el gas de reacción, mediante el uso de un segundo condensador de azufre; y

permitir que las gotas de azufre que acompañan el gas de reacción descargado del segundo condensador de azufre choquen entre sí, y eliminar las gotas que se hacen más grandes de ese modo mediante el uso de un separador,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado del grupo que consiste del calentador, la reacción de Claus catalítica, el segundo condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

9. El método de recuperación de azufre conforme a la reivindicación 8, que comprende además:

recalentar el gas condensado descargado del segundo condensador de azufre, mediante el uso de un segundo calentador;

llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción mediante el uso de un segundo reactor de Claus catalítico, el gas de reacción habiendo sido descargado del segundo calentador; y

enfriar el gas de reacción descargado del segundo reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción, mediante el uso de un tercer condensador de azufre,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado del grupo que consiste del calentador, el segundo calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo reactor de Claus catalítico, el segundo y tercer condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo, y

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

10. El método de recuperación de azufre conforme a la reivindicación 9, que comprende además:

recalentar el gas condensado descargado del tercer condensador de azufre, mediante el uso de un tercer calentador;

llevar a cabo una reacción de Claus catalítica del gas de reacción mediante el uso de un tercer reactor de Claus catalítico, el gas de reacción habiendo sido descargado del tercer calentador; y

enfriar el gas de reacción descargado del tercer reactor de Claus catalítico y condensar el azufre contenido en el gas de reacción, mediante el uso de un cuarto

condensador de azufre,

en donde la caldera de reacción y por lo menos un dispositivo seleccionado del grupo que consiste del calentador, el segundo y tercer calentador, el reactor de Claus catalítico, el segundo y tercer reactor de Claus catalítico, el segundo al cuarto condensador de azufre, y el separador están fijados al suelo

un dispositivo ubicado entre los dispositivos fijos se dispone de tal manera que pueda moverse de forma relativa a los dispositivos fijos, de modo que las tensiones térmicas puedan ser absorbidas, incluso cuando la temperatura aumenta debido a una reacción de Claus a alta temperatura o una reacción de Claus catalítica.

11. El método de recuperación de azufre de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde un tubo que conecta la caldera de reacción al primer condensador de azufre tiene la forma de la letra "U", de tal manera que no se limita la expansión o contracción térmica.

12. El método de recuperación de azufre conforme a cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde el condensador de azufre está dispuesto en una sección de base de tal forma que puedan moverse, y la sección de base está fijada al suelo y posee un miembro anti resbalante que limita los movimientos del condensador de azufre.

13. El método de recuperación de azufre conforme a cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en donde el calentador calienta el gas de reacción descargado del condensador de azufre y está dispuesto sobre el condensador de

45

azufre de tal forma que pueda moverse en relación al condensador de azufre;

un segundo tubo conecta el condensador de azufre al calentador; y

el calentador incluye un miembro de apoyo que sirve de soporte al calentador y permite que este se desplace en una dirección vertical.

RESUMEN

Una unidad de recuperación de azufre que incluye: una caldera de reacción configurada para llevar a cabo una reacción de Claus a alta temperatura entre gas con contenido de sulfuro de hidrógeno y gas con contenido de oxígeno introducidos a la caldera de reacción; un condensador de azufre configurado para enfriar el gas de reacción descargado de la caldera de reacción y condensar el azufre contenido en el gas de reacción; y un tubo que conecta la caldera de reacción al condensador de azufre, en donde la caldera de reacción está fijada al suelo; y el condensador de azufre y el tubo están dispuestos de tal manera que puedan moverse en relación a la caldera de reacción.

FIG. 1

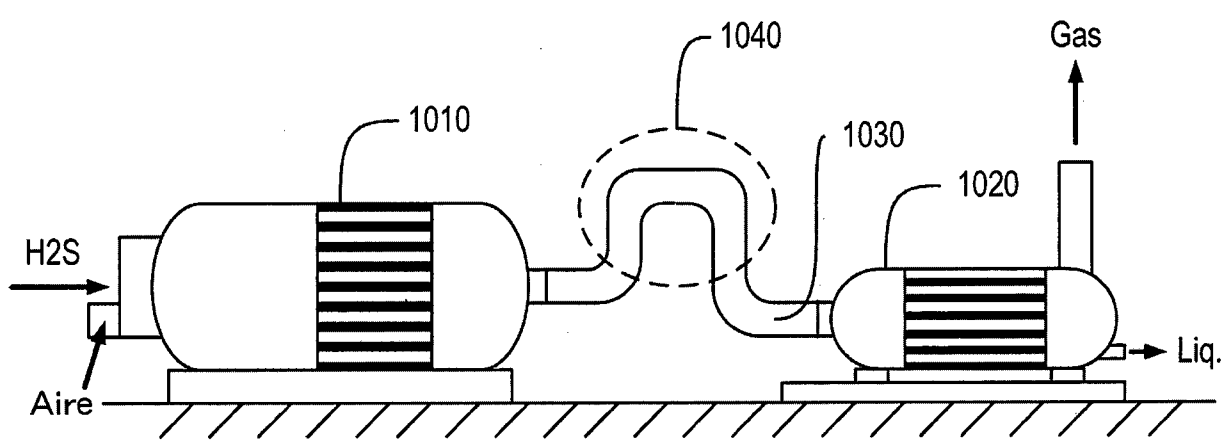


FIG. 2

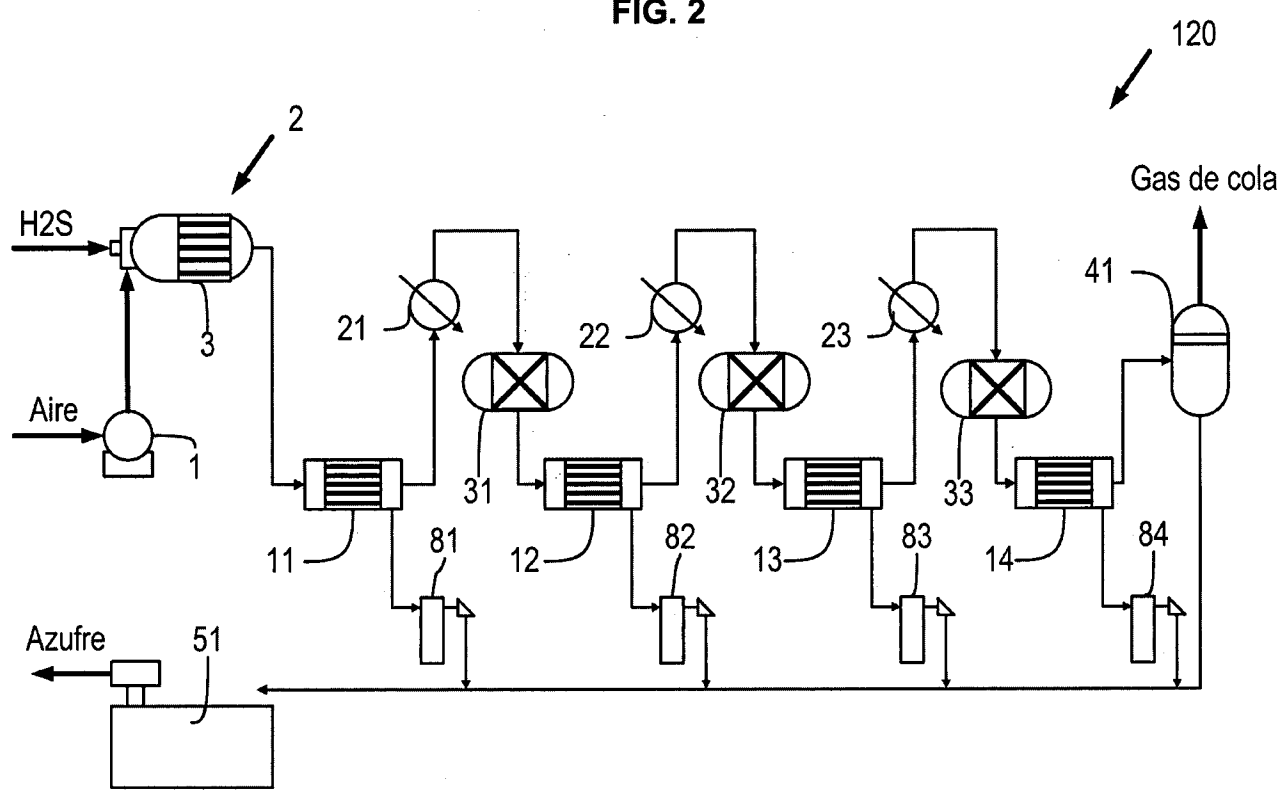


FIG. 3

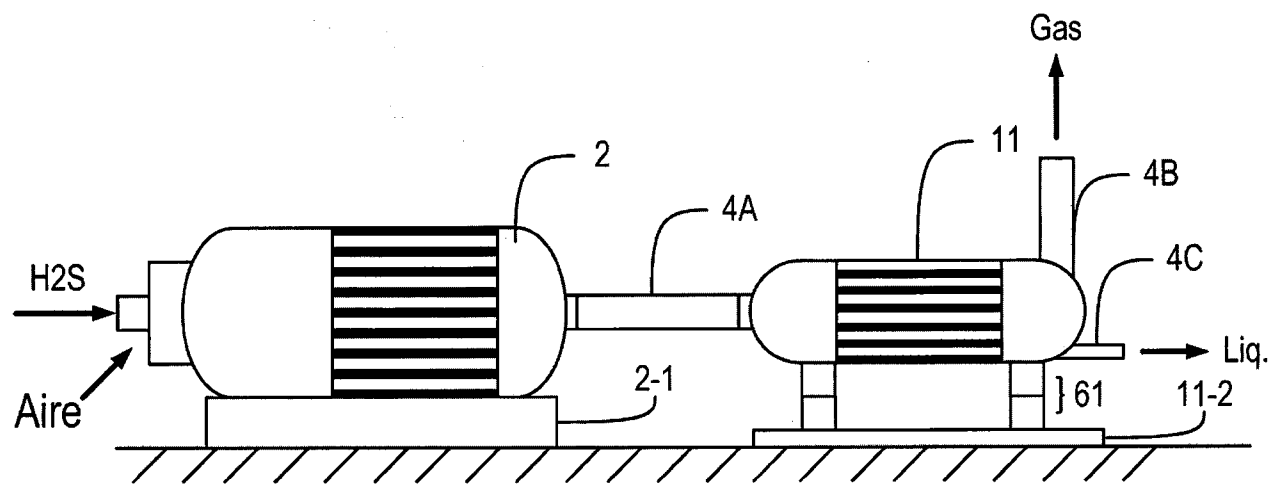


FIG. 4

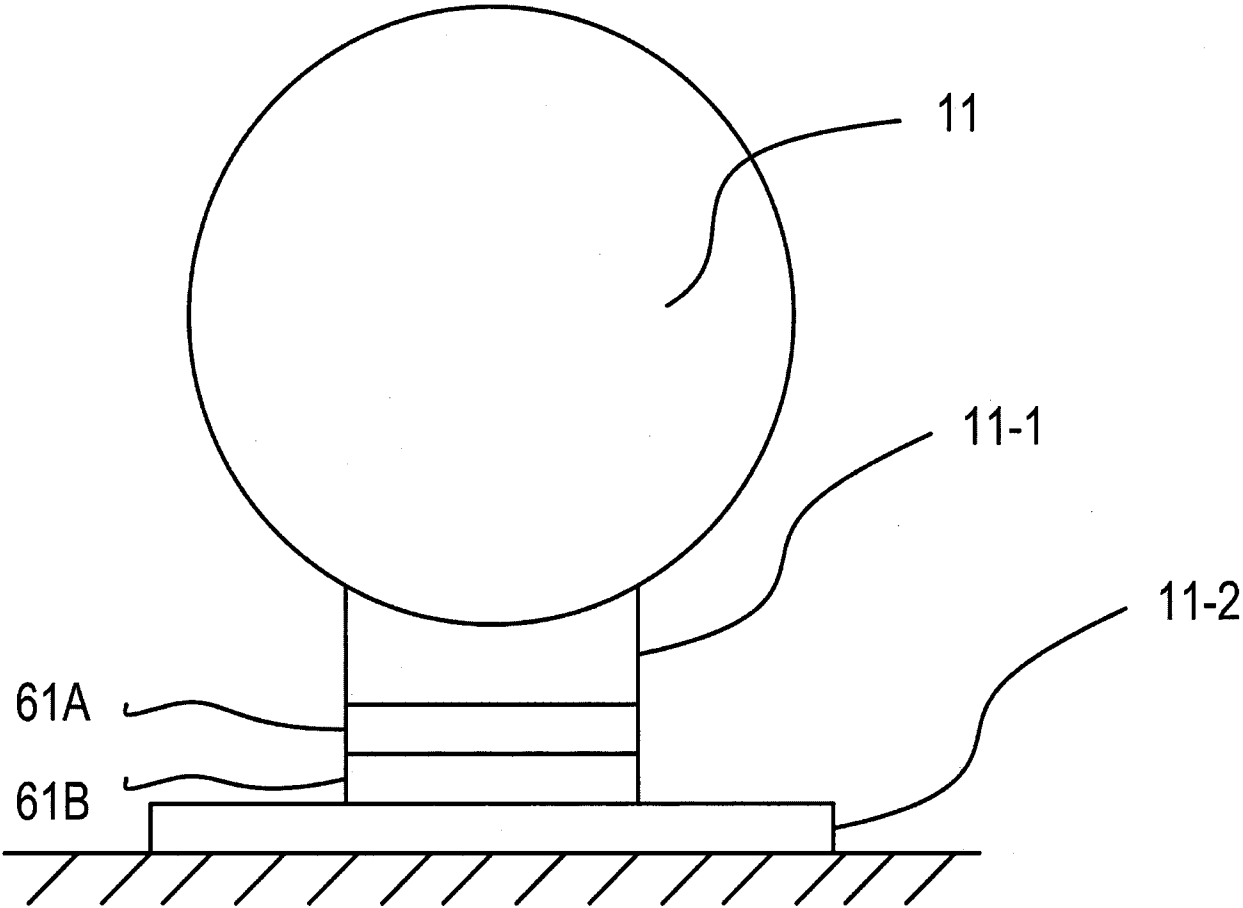
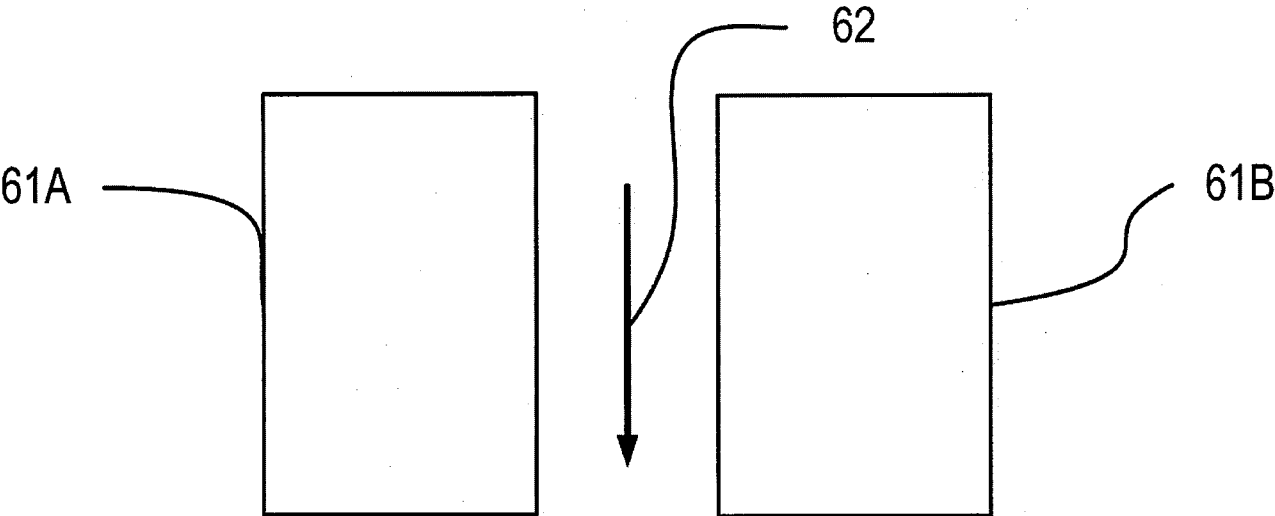
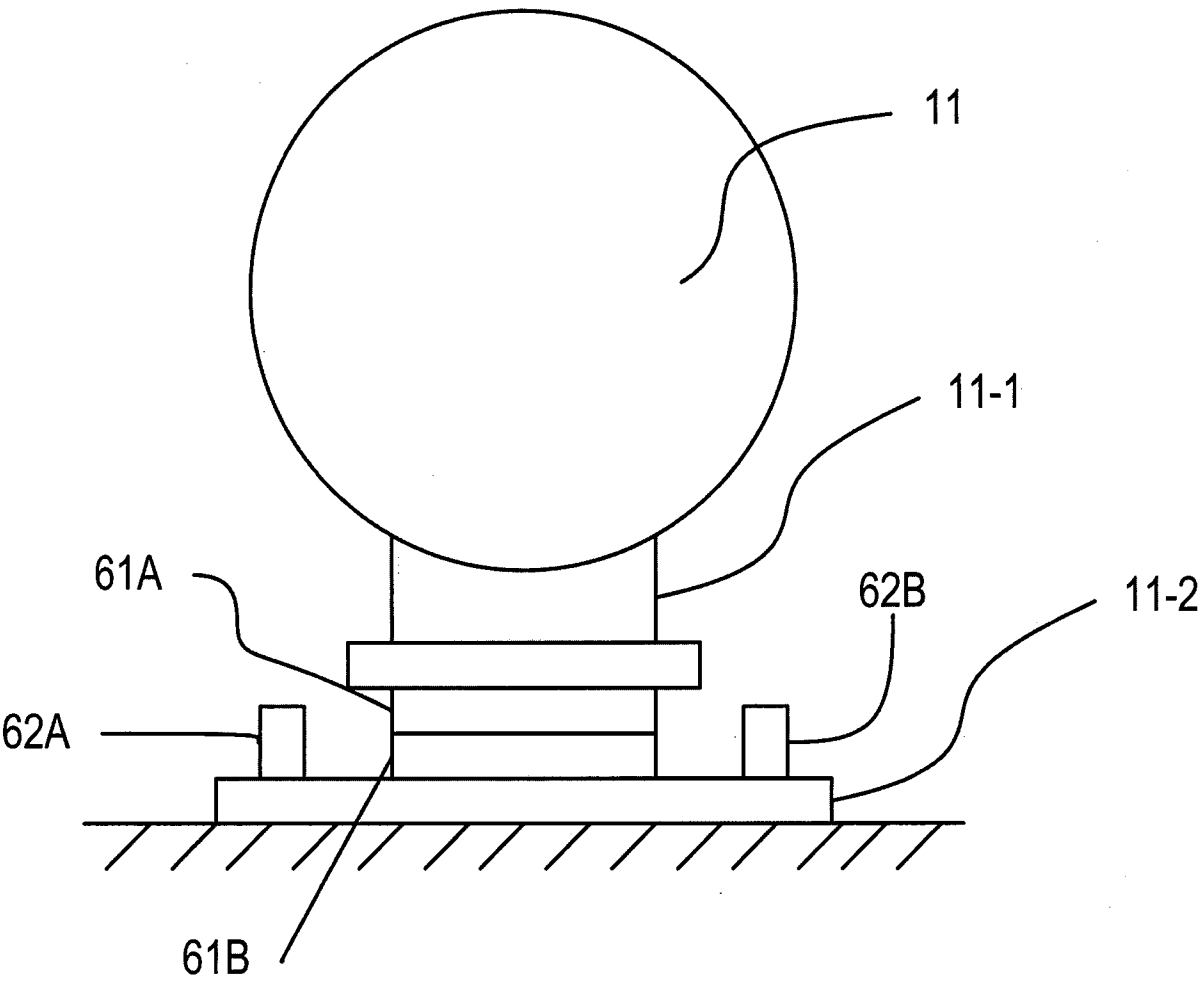


FIG. 5



52

FIG. 6A



5

FIG. 6B

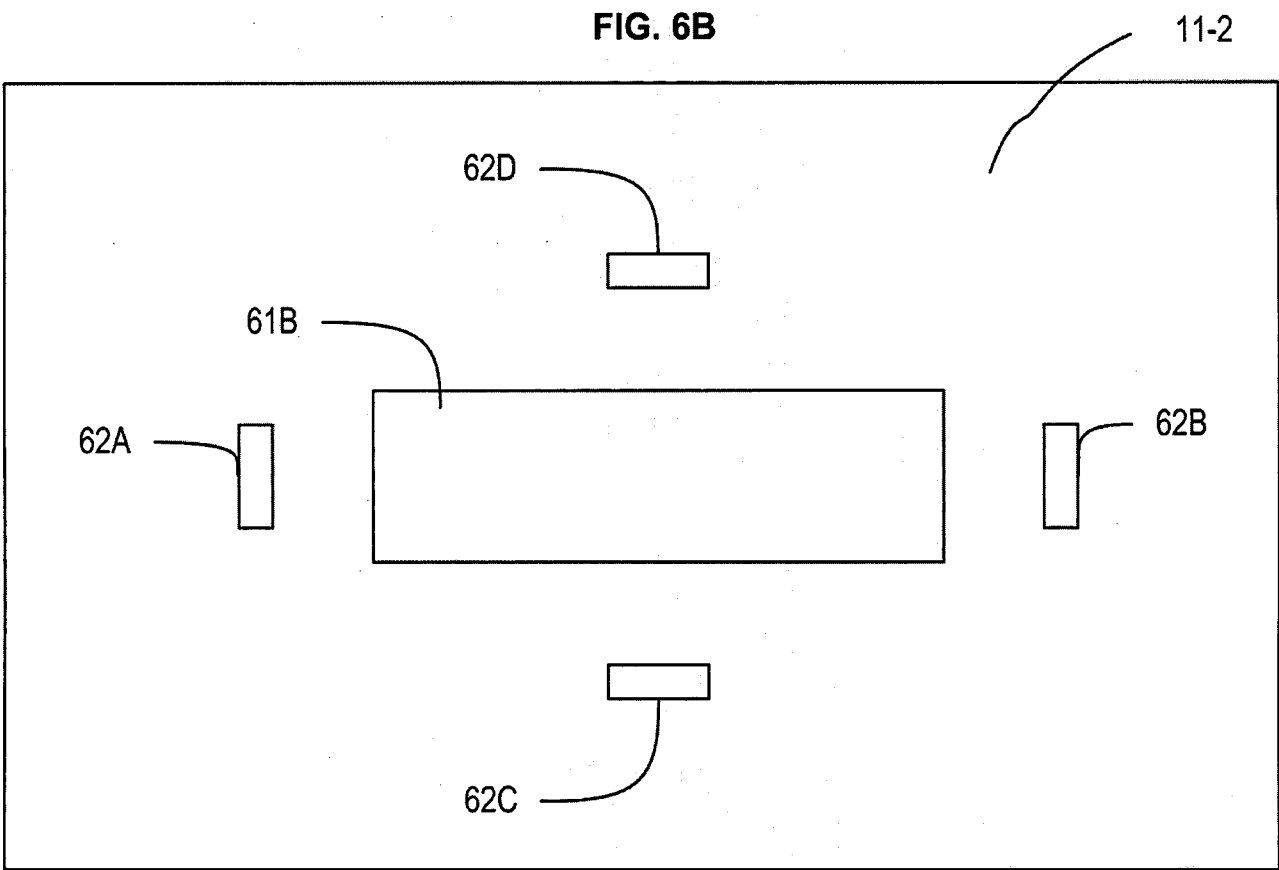
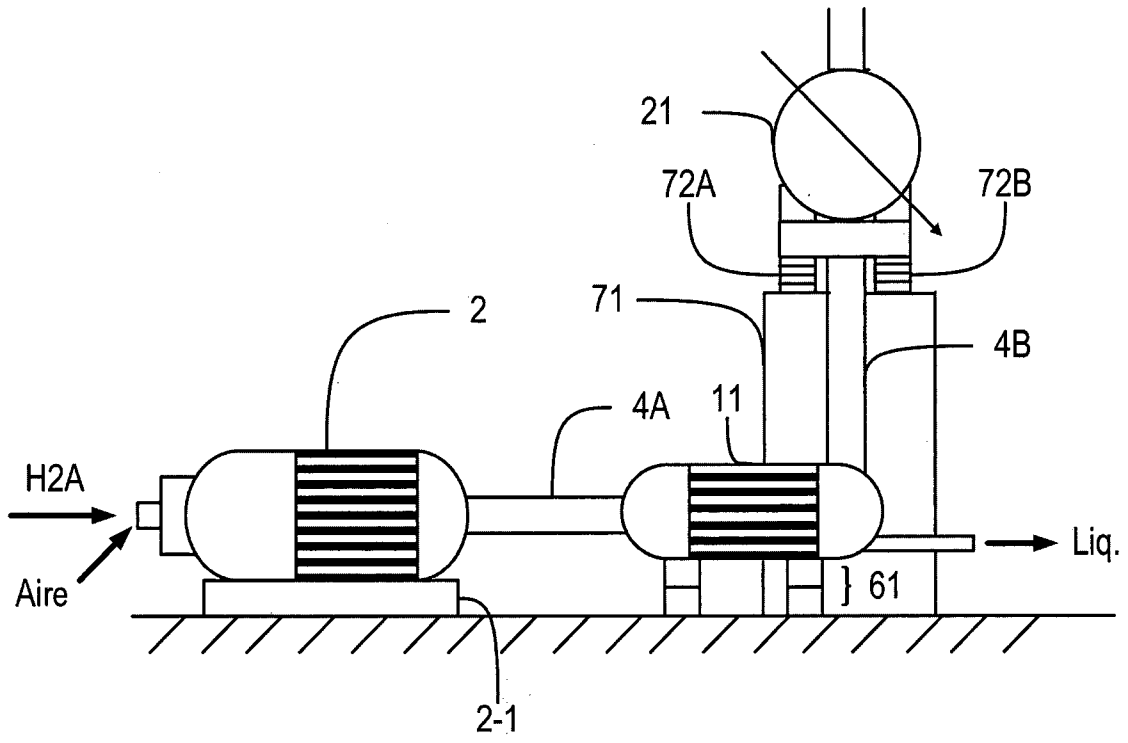


FIG. 7



58

FIG. 8

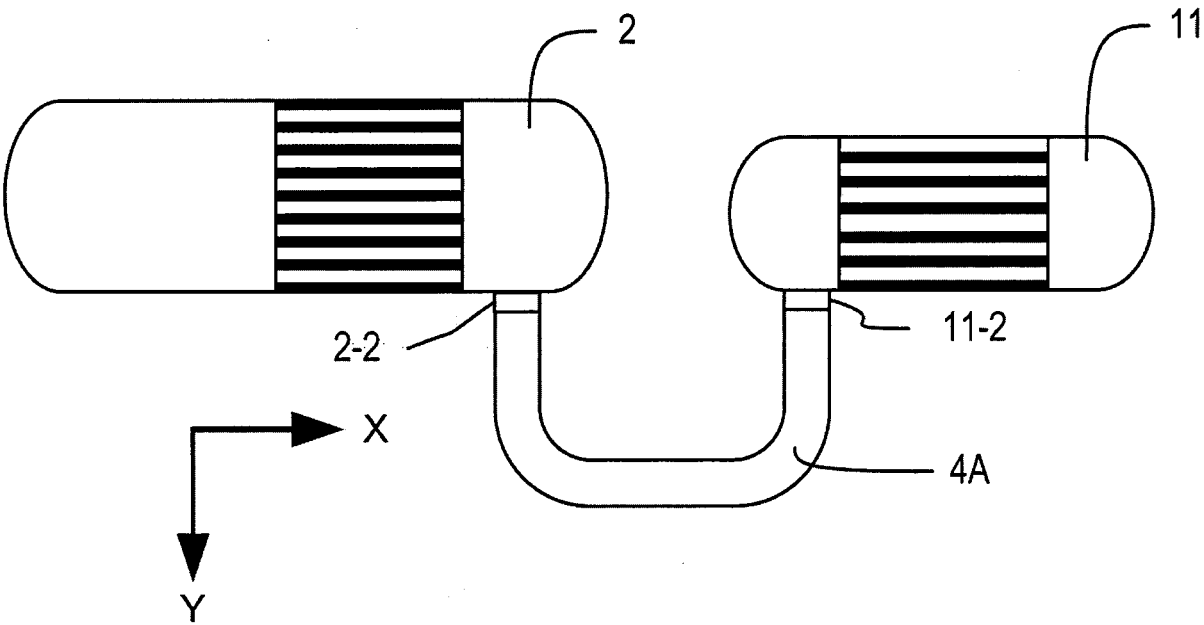
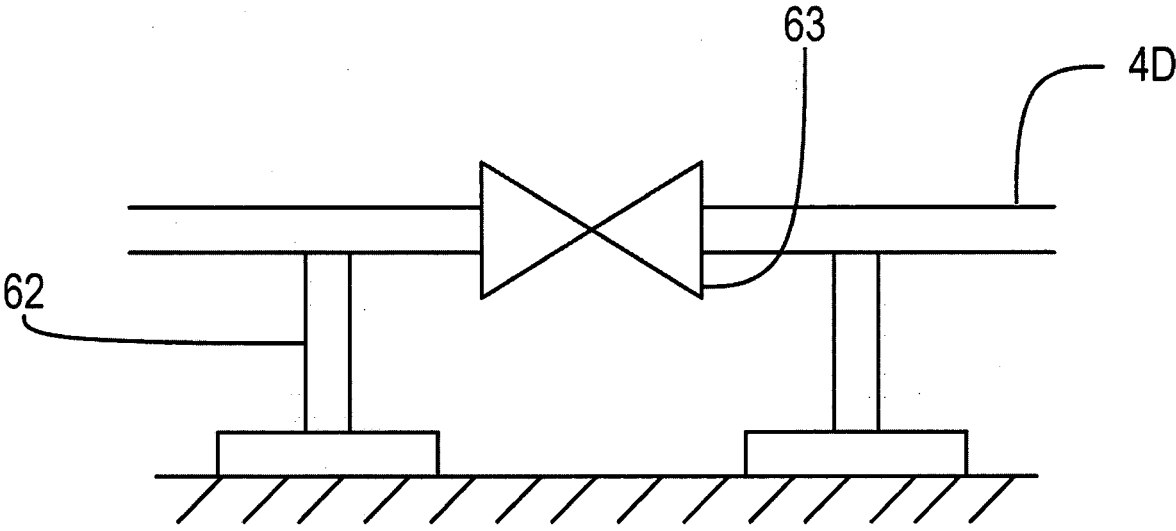


FIG. 9



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -

5x



RECIBO DE CAJA

No. 14 - 005687

Bogotá D.C., Enero 20 de 2014 - 12:27:06

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS

NI 860.041.367

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	651470805	20/01/2014	12.736.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
3 50005-01-01	SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	31.000.00	93.000.00
				\$93.000.00

SON: **NOVENTA Y TRES MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-256691- -00002-0000

Fecha: 2014-01-24 17:13:29 Dep. 2020 DIR.NUEVASCREACI
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 608 MODIFICASOLICIT Folios: 58

COLO: 20535-841-001-2.

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.slc.gov.co e-mail: info@slc.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Enero 20 de 2014 - 12:27:10

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-

50



RECIBO DE CAJA

No. 14 - 004281

Bogotá D.C., Enero 15 de 2014 - 10:43:19

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS

NI 860.041.367

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	651470772	15/01/2012	12.980.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-03 CAMBIO DE MODALIDAD Y MODIFICACIONES EN CREACION CORRECCION A SOLICITUD EN TRAMITE / MODIFICA		128.000.00	128.000.00
				\$128.000.00

SON: **CIENTO VEINTIOCHO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-256691- -00002-0000

Fecha: 2014-01-24 17:13:29 Dep. 2020 DIR.NUEVASCREACI
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 608 MODIFICASOLICIT Folios: 58

CÓDIGO: 20535-841-001-2

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Enero 15 de 2014 - 10:43:27