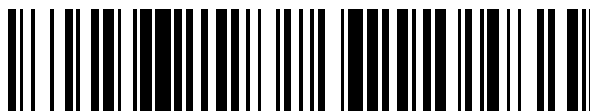


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 656**

51 Int. Cl.:

B01F 3/04	(2006.01)
B01D 3/00	(2006.01)
B01D 3/32	(2006.01)
C10G 11/18	(2006.01)
F28F 25/10	(2006.01)
B01D 3/18	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2016 PCT/US2016/014468**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2016 WO16118827**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2016 E 16740820 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3247486**

54 Título: **Columna de intercambio de calor y/o transferencia de masa que comprende un distribuidor de gas y método para distribuir gas**

30 Prioridad:

23.01.2015 US 201514603511

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

18.06.2020

73 Titular/es:

**TECHNIP PROCESS TECHNOLOGY, INC.
(100.0%)
11740 Katy Freeway
Houston, Texas 77079, US**

72 Inventor/es:

**KURUKCHI, SABAH;
KRUG, KENNETH, EDWARD y
FEWEL, KENNETH, JACK**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 767 656 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

Columna de intercambio de calor y/o transferencia de masa que comprende un distribuidor de gas y método para distribuir gas

5

Campo técnico

La presente invención se refiere por lo general a un distribuidor de gas de diseño de "Onda F" que proporciona un flujo de gas uniforme en una columna de intercambio de calor y/o transferencia de masa, y en concreto, a un distribuidor de gas que proporciona un flujo de gas uniforme a los platos o al relleno de una columna de Fraccionador Principal (MF) en una instalación de unidad de craqueo catalítico fluido (FCCU).

10

Antecedentes

15 Proporcionar una distribución de vapor uniforme en torres de fraccionamiento de alta capacidad es uno de los aspectos que plantea mayores retos en el diseño de una columna de alto rendimiento. Los dispositivos convencionales dentro de la industria han intentado distribuir de manera uniforme el gas de alimentación de entrada a la sección inmediatamente por encima de la tobera de alimentación en las columnas de MF. Por ejemplo, el Distribuidor de Vapor y el Schoepentoeter son dispositivos registrados de distribuidor de entrada de vapor y de
20 entrada del tipo de aleta, respectivamente, que introducen mezclas de gas/líquido en un recipiente o columna. Sin embargo, se ha demostrado que estos dispositivos plantean problemas ya que a medida que el gas de alimentación se refrigera dentro de ambos dispositivos, los componentes más pesados, por ejemplo, asfaltenos, empiezan a condensarse y a depositarse o a pegarse en las superficies frías del aparato. Con un contacto adicional y continuo del gas de alimentación caliente se produce una separación del material más ligero del depósito, así como una
25 separación de los átomos de hidrógeno de los asfaltenos polimerizados, haciendo que se conviertan en coque. Poco a poco, el depósito de coque crece hasta un tamaño significativo y provoca una interferencia con el flujo de gas y, como resultado, tienen que extraerse los dispositivos de las columnas de MF.

En los siguientes documentos se desvelan dispositivos típicos de la técnica anterior que han intentado solucionar el problema de garantizar una mezcla de calidad y una distribución uniforme: la Patente de Estados Unidos n.º 8.286.952 de Lee *et al.* desvela un distribuidor de vapor para una columna de contacto de gas-líquido; la Patente de Estados Unidos n.º 8.025.718 de Kooijman *et al.* desvela un dispositivo de entrada de fluido; la Patente de Estados Unidos n.º 7.744.067 de Kurukchi *et al.* desvela un distribuidor de vapor en tres fases; la Patente de Estados Unidos n.º 7.459.001 de Christiansen *et al.* desvela un difusor de aleta; la Patente de Estados Unidos n.º 7.281.702 de Jacobs *et al.* desvela métodos y un aparato para mezclar y distribuir fluidos; la Patente de Estados Unidos n.º 7.104.529 de Laird *et al.* describe un aparato distribuidor de vapor, cuyo distribuidor de vapor incluye una serie de aletas cuyo tamaño aumenta con la distancia a partir de la tobera de entrada del distribuidor de vapor; la Patente de Estados Unidos n.º 6.997.445 desvela un método y un dispositivo para introducir una mezcla de líquido-vapor en una columna de fraccionamiento cilíndrica de alimentación radial; la Patente de Estados Unidos n.º 6.948.705 de Lee *et al.* describe un aparato de contacto de gas-líquido en el que se suministra una corriente de gas, por ejemplo vapor, en una columna a través de un distribuidor de vapor anular; la Patente de Estados Unidos n.º 6.889.961 de Laird *et al.* describía un distribuidor de vapor modificado con deflectores en la sección transitoria intermedia inferior para reducir la turbulencia del suministro y de este modo mejorar la distribución; la Patente de Estados Unidos n.º 6.889.962 de Laird *et al.* desvelaba un distribuidor de vapor de entrada anular que hace circular el suministro de
45 entrada para separar cualquier gota de líquido a la par que se proporciona una distribución más uniforme del flujo de entrada a través de la columna; la Patente de Estados Unidos n.º 6.309.553 de Lanting *et al.* desvela un separador de fase que tiene múltiples unidades de separación, un aparato de reactor de flujo ascendente y métodos para una separación de fases; la Patente de Estados Unidos n.º 6.341.765 de Moser desvela un método para la alimentación de un fluido en un aparato; la Patente de Estados Unidos n.º 5.632.933 de Yeoman *et al.* describe un dispositivo de flujo de gas bidireccional anular que tiene una pluralidad de salidas en una pared interior de la cubierta y una serie de aletas de dirección de flujo para la distribución de una corriente de vapor de entrada a través de la anchura de una columna; la Patente de Estados Unidos n.º 5.605.654 de Hsieh *et al.* desvela un distribuidor de vapor que tiene una cubierta anular con una serie de puertos para el suministro de la corriente de vapor de una manera distribuida; la Patente de Estados Unidos n.º 5.558.818 de Gohara *et al.* desvela un depurador de gas de escape húmedo que
55 tiene una entrada de gas de escape distribuido de manera uniforme; la Patente de Estados Unidos n.º 5.632.933 de Yeoman desvela un método y aparato para la distribución de vapor en columnas de transferencia de masa y de intercambio de calor; la Patente de Estados Unidos n.º 5.106.544 de Lee *et al.*, que describe una combinación de un distribuidor de entrada que tiene una cubierta anular de 360 grados con aletas de flujo direccionales; la Patente de Estados Unidos n.º 4.435.196 de Pielkenrood desvela un separador multifase para tratar mezclas de componentes gaseosos, líquidos y/o sólidos inmiscibles, que comprende un tanque hermético a gas y a prueba de presión; la Patente de Estados Unidos n.º 3.651.619 de Miura desvela un aparato para la purificación de gas; la Patente de Estados Unidos n.º 3.348.364 de Henby desvela un depurador de gas con un separador de líquido; y el documento US2007/251384 A1 de Kurukchi *et al.*, desvela una columna de intercambio de calor y/o de transferencia de masa que comprende un distribuidor de gas.

65

Otros dispositivos de la técnica anterior que han intentado solucionar los problemas anteriormente referidos incluyen los siguientes documentos: la Solicitud de Estados Unidos Publicada 2005/0146062 de Laird *et al.* desvela un método y aparato para facilitar la distribución de vapor uniforme en columnas de masa de transferencia y de intercambio de calor. La Solicitud de Estados Unidos Publicada 2005/0029686 de Laird *et al.* desvela un dispositivo de suministro de corriente de fluido para una columna de transferencia de masa; y la Solicitud de Estados Unidos Publicada 2003/0188851 de Laird *et al.* desvela un método y aparato para una distribución uniforme en columnas de transferencia de masa y de intercambio de calor.

Otras referencias a la técnica anterior a este respecto incluyen: McPherson, L. J.: "Causes of FCC ReactorCoke Deposits Identified"; O&GJ, 10 de septiembre, 1984, págs. 1 39; NPRA Question and Answer Session, 1986, (Transcripts) Heavy Oil Processing, Cuestión 12, pág. 45; Lieberman, N. P.: "Shot Coke: its origins and prevention"; O&GJ, 8 de julio, 1985, pág. 45; Christopher Dean *et al.* "FCC Reactor Vapor Line Coking," Petroleum Technology Quarterly otoño 2003; Christopher Dean *et al.* "Process Equipment Specification and Selection," Petroleum Technology Quarterly otoño 2004; Hanson D. W. *et al.* "De-Entrainment and Washing of Flash-Zone Vapor in Heavy Oil Fractionators," HCP, julio 1999, 55-60; Scott W. Golden *et al.* "Correcting Design Errors can Prevent Coking in Main Fractionators," Oil & Gas J. 21 Nov., 1994, 72-82; Dana G. Laird. "Benefit of Revamping a Main Fractionator," Petroleum Technology Quarterly; invierno 2005. David Hunt *et al.*; "Minimizing FCC Slurry Exchanger Fouling," Petroleum Technology Quarterly invierno 2008; Mark Pilling *et al.*; "Entrainment Issues in vacuum Column Flash Zones," Petroleum Technology Quarterly; invierno 2010.

Ha de tenerse en cuenta que la mayoría de dispositivos que utilizan un distribuidor de vapor el flujo de entrada es unidireccional, teniendo un efecto ciclónico en el suministro de vapor. En este tipo de dispositivos se usan deflectores o aletas para redirigir o interrumpir el flujo circular de la corriente de entrada.

Como tal, esto representaría un avance en el estado de la técnica y daría solución a una necesidad en la técnica que hacía falta desde hace tiempo, si se dispusiera un dispositivo distribuidor de gas que pudiera refrigerar el gas de alimentación supercalentado a alta velocidad a la columna de MF y distribuirlo de manera uniforme a la parte inferior de la sección llena de residuo (*slurry*) sin crear obstrucciones o depósitos de coque dentro del dispositivo de distribución de suministro.

Sumario de la invención

La presente invención es como se establece en las reivindicaciones independientes.

El distribuidor de gas reivindicado tiene un diseño simple y puede instalarse de manera sencilla en una columna para proporcionar una distribución uniforme horizontal y vertical del gas que entra en la columna. El distribuidor de gas de Onda F reivindicado en el presente documento sirve de manera provechosa para: refrigeración del gas de alimentación multifase de reactor supercalentado dentro del distribuidor de gas de Onda F al contactar estrechamente con el líquido de residuo que se rocía desde el techo de distribuidor de gas de Onda F; reducción inmediata de la temperatura de gas de alimentación para reducir la posibilidad de una temperatura superficial alta de la cubierta de fraccionador principal por encima de su temperatura de diseño; el distribuidor de gas de Onda F reduce la distancia requerida entre la tobera de alimentación y la sección llena de residuo en unos 2,5 metros o más, y una longitud T-T global de torre más pequeña; usar el distribuidor de gas de Onda F en actualizaciones (*revamps*) es una alternativa efectiva en cuanto a coste para aumentar el tamaño tanto de la tobera de alimentación como de la línea de transferencia de gas con revestimiento refractario; los elementos internos de distribuidor de gas de Onda F totalmente humedecidos previenen los puntos secos y calientes que causan los depósitos de coque y su crecimiento; la eliminación de la distribución ineficiente de gas a la sección llena de residuo ayuda a distribuir el líquido sobre el relleno de manera más uniforme y supone una transferencia de calor más efectiva en la sección de residuo, lo que supone una longitud más corta de la sección requerida llena de residuo; y la distribución de gas uniforme en la sección llena de residuo reduce el arrastre del líquido de residuo a la sección de lavado de petróleo y puede eliminar por completo la necesidad de una sección de lavado de petróleo.

Breve descripción del dibujo

El documento de solicitud de patente contiene al menos un dibujo hecho a color. La Oficina proporcionará copias de esta patente o publicación de solicitud de patente con dibujos a color, tras su solicitud y previo pago de la tasa necesaria.

La FIG. 1A es una vista transversal de una realización del distribuidor de gas reivindicado que tiene un diseño de Onda F representado por lo general dentro de una columna para intercambio de calor y/o transferencia de masa.

La FIG. 1B es una vista 3D isométrica del distribuidor de gas de Onda F y representa una realización de la invención que tiene secciones de techo de placa planas perforadas y una placa plana perforada con chimeneas y secciones de techo de tapa alta, así como los segmentos de pared deflectora cilíndrica interior, ventanas de ventilación y la sección de fondo que prolonga la pared deflectora cilíndrica interior.

La FIG. 1C es una vista 3D de la placa plana perforada con chimeneas y la sección de techo de tapa alta de una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

5 La FIG. 2A es una vista 3D de la sección de techo de placa-varilla de una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

10 La FIG. 2B es una vista 3D isométrica del distribuidor de gas de Onda F y representa una realización de la invención que tiene secciones de techo de placa-varilla, así como los segmentos de pared deflectora cilíndrica interior, ventanas de ventilación y la sección de fondo que prolonga la pared deflectora cilíndrica interior.

La FIG. 3A es una vista 3D de la sección de techo de placa plana perforada de una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

15 La FIG. 3B es una vista 3D isométrica del distribuidor de gas de Onda F y muestra una realización de la invención que tiene secciones de techo de placa plana perforada, así como los segmentos de pared deflectora cilíndrica interior, ventanas de ventilación y la sección de fondo que prolonga la pared deflectora cilíndrica interior.

20 La FIG. 4A es una vista 3D de la sección de techo de placa corrugada perforada de una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

25 La FIG. 4B es una vista 3D isométrica del distribuidor de gas de Onda F y representa una realización de la invención que tiene secciones de techo de placa corrugada perforada, así como los segmentos de pared deflectora cilíndrica interior, ventanas de ventilación y la sección de fondo que prolonga la pared deflectora cilíndrica interior.

30 La FIG. 5 es una representación gráfica del gas de alimentación supercalentado y de la temperatura (°C) de líquido de residuo y del caudal de gas de alimentación supercalentado y líquido en kg/h en la entrada de relleno, salida de distribuidor de gas (por ejemplo, salida de onda) y entrada de distribuidor de gas (por ejemplo, entrada de onda).

35 La FIG. 6 es una representación gráfica de la ratio de coste para actualizar tres torres de fraccionador principal de diferente tamaño, por ejemplo, un sistema 37KBPD, un sistema 90KBPD, un sistema 125KBPD con conductos gemelos, mediante el distribuidor de gas de Onda F reivindicado en el presente documento.

La FIG. 7 ilustra una simulación de dinámica de fluido computacional a color de los contornos de magnitud de velocidad de distribución de gas en la sección transversal de una columna de fraccionador principal por debajo de la entrada de relleno sin una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

40 La FIG. 8 ilustra una simulación de dinámica de fluido computacional a color de los contornos de magnitud de velocidad de distribución de gas en la sección transversal de una columna de fraccionador principal por debajo de la entrada de relleno con una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

45 La FIG. 9 ilustra una simulación de dinámica de fluido computacional a color de los contornos de magnitud de velocidad vertical de distribución de gas en la sección transversal de un fraccionador principal por debajo de la entrada de relleno sin una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

50 La FIG. 10 ilustra una simulación de dinámica de fluido computacional a color de los contornos de magnitud de velocidad vertical de distribución de gas en la sección transversal de un fraccionador principal por debajo de la entrada de relleno con una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

55 La FIG. 11 ilustra una simulación de dinámica de fluido computacional a color de los contornos de magnitud de velocidad de distribución de gas con una realización del distribuidor de gas de Onda F reivindicado al nivel de tobera de entrada de gas de alimentación.

La FIG. 12 es una vista transversal del distribuidor de gas reivindicado que tiene un diseño de Onda F con dimensiones a modo de ejemplo en milímetros y marcas que indican posiciones de nivel líquido alto alto (HHLL), nivel líquido alto (HLL) y nivel líquido bajo (LLL).

60 Descripción detallada de la invención

65 La presente invención reivindicada se dirige a una columna de intercambio de calor y/o transferencia de masa con un distribuidor de gas que distribuye de manera uniforme gas desde una corriente de gas de alimentación hacia el interior de una columna. En concreto, la presente invención se refiere a un distribuidor de gas que condiciona una corriente de gas de alimentación supercalentada a una velocidad de entrada alta, de manera que el gas de la corriente de gas de alimentación se distribuye de manera uniforme dentro de la periferia interior de la columna.

El distribuidor de gas resulta particularmente eficiente para evitar la formación de coque cuando los componentes de punto de ebullición de productos de reactor de FCCU se refrigeran muy cerca de su punto de condensación. Estos productos pueden condensarse donde existen puntos fríos, o algunos componentes de producto de reacción pueden polimerizarse para formar moléculas grandes que se vuelven no volátiles a temperaturas de entrada del gas de alimentación. Los puntos fríos pueden atribuirse a un aislamiento inadecuado, o a una pérdida de calor alta cerca de los elementos de ajuste tales como bridas, que facilitan la condensación. Si estos líquidos depositados tienen un periodo de permanencia suficiente en las superficies sólidas del recipiente, empieza a acumularse coque en el interior de la línea de transferencia y en las paredes del recipiente. Una vez se forma el coque, el coque adicional cuenta con una superficie donde crece con mayor facilidad.

El catalizador de FCC no craquea eficientemente los naftenos en la alimentación hacia el reactor de FCC, así que estos son transportados mediante el gas efluente de reactor caliente a la columna de MF. En los últimos años, las formulaciones de catalizador de FCC han supuesto un mayor uso de catalizadores de reacción de alta transferencia de hidrógeno y operan a temperaturas del reactor mayores que favorecen la producción de más olefinas y, en conjunto con alimentaciones de aromáticos más pesadas, tienden a producir aromáticos polinucleares (PNA) de punto de ebullición más elevado, que tienen más probabilidades de condensarse en el punto de entrada a la columna de MF. Una vez que estos PNA se condensan en las superficies sólidas dentro de la columna, forman coque con facilidad. El catalizador de FCC de zeolita con alto contenido de tierras raras tiende a formar aromáticos a partir de los naftenos como un resultado de las reacciones de transferencia de hidrógeno secundarias. Estos aromáticos pueden experimentar reacciones térmicas adicionales para formar coque.

La formación de coque se ha descrito mediante los dos mecanismos independientes que se describen a continuación: (i) "coque asfáltico" que se forma a medida que los aceites de solubilización se craquean térmicamente y los asfaltenos grandes restantes y las moléculas de resina precipitan para formar una estructura sólida (coque) sin variar mucho en la forma; y (ii) "coque térmico" que se produce mediante la reticulación de anillos aromáticos.

Las primeras gotas condensadas a partir de la corriente de gas de alimentación de reactor supercalentado hacia el distribuidor de gas tienen más probabilidades de ser aceite pesado rico en asfaltenos y resinas. Si este material alcanza una superficie de metal rugosa en un área de velocidad baja de la columna de MF, el largo periodo de permanencia puede hacer que los aceites disolventes se evaporen lentamente y formen coque mediante precipitación. Una vez que el coque se deposita, puede convertirse en una zona ideal para que se depositen más gotas condensadas en su superficie rugosa y favorecer un crecimiento de la zona de coque.

Estos son dos principios básicos para minimizar la formación de coque que se utilizan en la presente invención, el primero consiste en evitar los puntos muertos al prevenir las pérdidas de calor desde una superficie de metal no cubierta, y el segundo consiste en mantener húmedas las superficies sólidas. En la presente invención, el efluente de reactor (por ejemplo, gas de alimentación supercalentado al distribuidor de gas) entra en la columna principal y se refrigera a través del contacto directo mediante retrobombeo de residuo frío. La columna de MF usa relleno, divisores (deflectores) o platos de disco y de corona para contactar las dos corrientes, por ejemplo, gas desde la corriente de gas de alimentación y líquido de residuo. El/los relleno/platos funcionan al crear una lámina de líquido a través de la cual debe pasar el gas caliente. De manera ideal, el gas y el líquido se distribuyen de manera uniforme. Sin embargo, en la práctica, esta distribución uniforme de gas y líquido no tiene lugar. La distribución de líquido y gas por lo general es mala y por lo tanto el relleno, divisor o platos de disco o corona anegan adecuadamente por debajo de sus capacidades estipuladas.

Debido a la distribución ineficiente del líquido y del gas de los dispositivos de la técnica anterior, en algunas ocasiones se bloquea más del 50 % de la tobera de entrada de columna de MF al elevar el coque por encima de los 70 m/s la velocidad del gas, lo que dobla la velocidad de diseño. Por consiguiente, fluye más gas hacia arriba de la columna a 180 grados de la tobera de entrada, por ejemplo, áreas en la columna opuestas directamente a la tobera de alimentación, que pueden causar una anegación localizada del relleno o platos de campana (deflectores) en la región de velocidad de gas elevada. Asumiendo que la distribución de líquido inicial hacia el relleno/plato superior sea uniforme, las temperaturas de gas que abandonan el relleno/plato son más elevadas a 180 grados de la tobera de entrada debido a la distribución ineficiente de gas. Las columnas que disponen de pares termoelectrónicos situados en el espacio de gas por encima del (de los) relleno/platos, que están orientados directamente por encima y a 180 grados de la tobera de entrada, tienen diferencias de temperatura de hasta 50 °C. Una vez que anegan platos de relleno, se arrastra residuo frío en los platos de gasóleo de lavado situados directamente por encima del relleno de sección de residuo. Como resultado, la caída de presión a lo largo de los platos de gasóleo de lavado aumenta, afectando además al resto de la presión unitaria.

La distribución ineficiente de gas y líquido anteriormente mencionada en la sección de residuo por encima de la entrada de gas de alimentación se resuelve mediante el distribuidor de gas de Onda F reivindicado en el presente documento. El distribuidor de gas actual proporciona un flujo uniforme mayor que entra en el lecho de retrobombeo de residuo, soporta el ambiente de erosión de temperatura elevada y resiste el daño y la coquización.

Tanto los distribuidores tangenciales convencionales (por ejemplo, distribuidores de vapor, dispositivos de entrada

de aleta y tabiques deflectores en V) como los distribuidores multialeta de flujo radial (por ejemplo, Schoepentoeter) han demostrado que no funcionan en fraccionadores principales de FCCU debido a la coquización, erosión, o a ambos. Los distribuidores diseñados de manera ineficiente se habían coquizado hasta el punto de que el flujo de gas estaba obstruido, lo que provocaba desconexiones prematuras.

5 Los inventores señalan que el distribuidor de placa de tubería escalonada es un distribuidor de gas que puede distribuir a grandes rasgos el gas mientras queda coque libre a través del proceso. El distribuidor de placa de tubería escalonada comprende una tubería escalonada colocada en un anillo con forma ovalada situado en la columna en un ángulo hacia la dirección del gas de flujo ascendente por encima de la tobera de alimentación donde fluyen a
10 contracorriente el gas de alimentación y el líquido de residuo desde la sección llena de residuo a través del distribuidor. El éxito del distribuidor a la hora de combatir la coquización se debe a la acción de lavado inmediata y continua de las gotas de asfalto que condensan en las tuberías de distribuidor mediante el líquido de residuo que fluye. Sin embargo, este distribuidor proporciona una mejora limitada de la distribución de gas a la sección de relleno anterior.

15 Si la sección de retrobombeo de residuo se diseña adecuadamente, habrá muy poco arrastre y no se necesitará una sección de lavado. Sin embargo, cuando existe un arrastre elevado, la solución correcta consiste en fijar la sección de retrobombeo de residuo para reducir el arrastre. De este modo, la sección de gasóleo de lavado resulta innecesaria y puede eliminarse.

20 Existen dos mecanismos principales que contribuyen a la coquización de la sección de gasóleo de lavado. El primero es el arrastre de líquido de retrobombeo de residuo hacia la sección de gasóleo de lavado, y el segundo lo conforman áreas calientes locales en el plato de gasóleo de lavado. En algunos casos, ambos pueden suceder al mismo tiempo, provocando una rápida formación de coque y, en última instancia, una desconexión no programada.

25 Cuando el líquido de retrobombeo de residuo se arrastra con el gas de la sección de retrobombeo y no puede drenar porque los platos de gasóleo de lavado están muy cargados, o un soplado (por ejemplo, velocidad de gas elevada y velocidad de líquido baja) está teniendo lugar, se forma coque. El arrastre por sí mismo no supone el problema, ya que el líquido arrastrado debe estar sujeto a un periodo de permanencia prolongado y a temperaturas localizadas
30 relativamente altas. Además, las temperaturas locales pueden ser muy altas al mismo tiempo que los caudales de líquido son extremadamente bajos, creando de este modo unas condiciones ideales para la formación de coque.

Los dispositivos de la técnica anterior, tales como el distribuidor de vapor y el Schoepentoeter, no han tenido éxito en la distribución uniforme de la corriente de gas de alimentación a la sección directamente por encima de la tobera
35 de entrada de gas de alimentación en la columna de MF. Esto se debe a que la corriente de gas de alimentación se refrigera dentro de estos dispositivos y que los componentes más pesados, que incluyen asfaltenos, empiezan a condensarse y a depositarse/pegarse en las superficies frías de los dispositivos. Mediante un contacto continuo con el gas de alimentación caliente, se produce una separación del material más ligero del depósito. De manera adicional, la separación de los átomos de hidrógeno de los asfaltenos polimerizados hace que se convierta en
40 coque. Con el tiempo, los depósitos de coque crecen hasta un tamaño significativo y causan interferencia con el flujo de gas. Como resultado, los dispositivos tienen que extraerse de las columnas de MF.

Con el fin de aumentar la eficiencia del intercambio de calor y de la transferencia de masa que tienen lugar entre el gas de la corriente de gas de alimentación y el líquido de residuo, es importante que el gas se distribuya
45 uniformemente a través de la sección transversal horizontal de la columna, particularmente en la interfaz de gas/líquido inferior donde el gas entra en el relleno. Cuando se introduce la corriente del gas de alimentación desde una tobera de entrada de gas de alimentación en la columna por debajo del relleno sin un distribuidor de gas, la fuerza impulsiva del gas puede evitar la distribución horizontal deseada del gas antes de su entrada en el relleno.

50 De manera adicional, para un funcionamiento óptimo de la sección llena de residuo en las columnas de fraccionador principal se requiere una distribución uniforme de las películas de líquido y del flujo de gas a través del relleno. Aunque el papel de la distribución de líquido adecuada nunca se ha puesto en duda, los dispositivos de la técnica anterior han abandonado la distribución inicial de gas dentro de la columna. La importancia de la distribución de gas inicial dentro de la columna se ha vuelto más evidente al considerarse diámetros de columna grandes con secciones
55 de fondo cortas y rellenos con caída de presión inferior. De este modo, el sistema de distribución de gas de Onda F actual introduce, por ejemplo, el gas de reactor de FCC supercalentado (por ejemplo, una corriente de gas de alimentación supercalentado) en la columna y lo distribuye de manera uniforme a lo largo de toda la sección transversal de la columna.

60 Para lograr esto ha de reducirse la velocidad de la corriente de gas de alimentación a lo largo de una distancia corta entre la tobera de entrada de gas de alimentación y la sección de relleno y/o plato anterior. Al mismo tiempo, la tobera de entrada de gas de alimentación no debería bloquear indebidamente la sección transversal de columna o producir excesivas caídas de presión. Por razones económicas se prefiere una distancia mínima entre la tobera y el/los relleno/platos, de este modo, es altamente deseable un dispositivo de distribuidor de gas eficiente.

65

El distribuidor de gas proporciona una solución a los problemas de los dispositivos de la técnica anterior. El distribuidor de gas vale para una columna de intercambio de calor y/o transferencia de masa. El diseño de Onda F proporciona una distribución uniforme de una corriente de gas de alimentación supercalentado utilizando una columna de cubierta interna abierta que tiene un eje central por lo general vertical. Al menos una tobera de entrada de gas de alimentación se extiende a través de la pared de cubierta de columna y dirige la corriente de gas de alimentación supercalentado hacia una pared deflectora cilíndrica interior vertical por lo general anular que está separada hacia adentro de manera radial desde la tobera de entrada de gas de alimentación de manera que el gas de alimentación circula en una dirección circunferencial. El distribuidor de gas comprende, además, un techo y un fondo que se extiende entre la pared deflectora interna y la cubierta de columna para encerrar de manera esencial la parte superior y prolongar el fondo del distribuidor en una sección de fondo con forma cilíndrica o cónica al colector de columna. De este modo, el distribuidor de gas de Onda F evita que el gas de alimentación se desvíe directamente a la sección de relleno anterior.

El distribuidor de gas tiene un diseño de "Onda F" que refrigera la corriente de gas de alimentación al contactarla con un flujo de contracorriente de líquido de residuo desde la sección de residuo de columna por encima del distribuidor de gas. Propiamente dicho, el líquido de residuo se vaporiza parcialmente tras el contacto con la corriente de gas de alimentación haciendo que se refrigere la corriente de gas de alimentación. El líquido de residuo de flujo descendiente "lava" y desconecta los finos de catalizador sólido si se encuentran presentes en la corriente de gas de alimentación.

El gas refrigerado de la corriente de gas de alimentación abandona el distribuidor de gas de Onda F a través tanto de las ventanas de ventilación en la pared deflectora cilíndrica interior circunferencial como de las aberturas de gas en el techo del distribuidor de gas de Onda F. El techo (por ejemplo, un tejado) del distribuidor de gas de Onda F ocupa el espacio entre la parte superior de la pared deflectora cilíndrica interior circunferencial esencialmente vertical y la pared interior de la cubierta de columna. Propiamente dicho, el techo define la parte superior de un canal de flujo de gas de alimentación y separa el canal de flujo de gas de alimentación del área descubierta de sección completa transversal interior por encima del distribuidor de gas de Onda F dentro de la columna. El líquido de residuo de la sección de relleno por encima del área descubierta de sección completa transversal interior recoge en la parte superior del techo a un nivel de unos 25 mm a unos 50 mm, según el tipo de techo. Mediante varios medios, tal y como se describe con mayor detalle en el presente documento a continuación, el líquido de residuo se precipita o "se rocía" hacia abajo a través de la corriente de gas de alimentación en el canal de flujo de gas de alimentación.

De acuerdo con una realización de la invención, el techo de distribuidor de gas de Onda F comprende secciones de placa plana perforada, o segmentos hechos de una lámina de metal plano que contienen una pluralidad de perforaciones de unos 2,54 centímetros (1 pulgada) a unos 3,81 centímetros (1,5 pulgadas), por ejemplo, orificios, distribuidos de manera uniforme sobre la sección de placa plana. Las secciones o segmentos están diseñados para fijarse o conectarse entre sí para formar un techo entre la pared deflectora cilíndrica interior circunferencial generalmente anular y el lado interior de la pared de cubierta de columna. Las secciones que forman el techo, por ejemplo, pueden soldarse a un reborde circunferencial. Las secciones o segmentos de placa plana perforada permiten tanto al gas refrigerado de la corriente de gas de alimentación como al líquido de residuo fluir a través de las perforaciones (orificios), con una reducción en la cantidad de líquido de residuo que se recoge en la parte superior del techo. Específicamente, los orificios en el techo permiten que el gas y el líquido de residuo pasen de manera alternativa a través de la misma perforación, proporcionando un rápido efecto de lavado. Cualquier partícula de coque formada, que de otra manera sería transportada mediante el gas, se recoge mediante el líquido de residuo de contacto y se lava hacia abajo mediante el líquido de residuo que fluye. A este respecto, la pluralidad de orificios en el techo distribuye el líquido de residuo que fluye hacia abajo a modo de un rociado y crea un área de contacto de superficie grande de líquido para potenciar la interacción de transferencia de calor/masa mediante el gas que fluye hacia arriba de la corriente de gas de alimentación. Usar secciones de placa plana perforada reduce o minimiza el estancamiento de líquido en el tejado.

En otra realización de la invención, el tejado de distribuidor de gas de Onda F, además de la pluralidad de orificios, puede comprender chimeneas de gas que permiten que el gas refrigerado a partir del gas de alimentación dentro del canal de flujo de gas de alimentación entre en el área descubierta de sección completa transversal interior de la columna sobre el distribuidor de gas y por debajo de la sección de residuo de plato de relleno. Las chimeneas en el techo están rodeadas por la pluralidad de orificios de techo y el líquido de residuo de la sección de relleno de residuo va recogiendo en la parte superior del techo, a medida que el líquido de residuo pasa a través de la pluralidad de orificios para rociar la corriente de gas de alimentación.

De acuerdo con otra realización de la invención, el techo de distribuidor de gas de Onda F puede disponer de secciones o segmentos de placa-varilla que comprenden varillas escalonadas con un espacio de al menos 2,84 centímetros (una pulgada) y soldadas a un reborde circunferencial. Las secciones de placa-varilla permiten tanto al gas como al líquido de residuo fluir a través del espacio entre las varillas escalonadas. Este diseño obliga al gas que fluye hacia arriba a contactar de manera estrecha con el líquido de residuo que fluye hacia abajo, dando lugar a la formación de espuma en la parte superior de las secciones de placa-varilla, pero con una cantidad mínima de líquido de residuo que se recoge o que se mantiene en la parte superior de las varillas.

Sin embargo, de acuerdo con una realización alternativa de la invención, el techo de distribuidor de gas de Onda F comprende secciones o segmentos de placa corrugada perforada hechos de una lámina de metal corrugada perforada soldada a un reborde circunferencial. Las perforaciones (por ejemplo, orificios) en la placa corrugada permiten tanto al gas como al líquido de residuo abrirse paso de manera alternativa. Además, la lámina corrugada proporciona una superficie aumentada y un área descubierta (por ejemplo, más orificios) para que tanto el gas como el líquido pasen a través del techo. Además, la lámina corrugada minimiza la recolección de líquido o su estancamiento en el tejado.

La invención contempla, además, combinaciones de los diseños de techo anteriormente mencionados, por ejemplo, secciones de placa corrugada perforada con secciones de placa plana perforada y secciones de placa-varilla, además de las chimeneas. Además, la presente invención difiere de los dispositivos de distribución de gas de la técnica anterior puesto que el distribuidor de gas de Onda F está construido con superficies de metal que son extremadamente lisas y/o que están pulidas, a la par que proporciona superficies que están humedecidas por completo mediante el líquido de residuo para evitar la deposición de coque.

El distribuidor de gas de Onda F produce una distribución uniforme y homogénea nunca vista antes del gas a la sección llena de residuo por encima del distribuidor. Las ventajas del distribuidor de gas de Onda F reivindicado en el presente documento pueden apreciarse con más detalle en la siguiente descripción de las Figuras presentadas en el presente documento.

La FIG. 1A representa una realización de la presente invención. En la FIG. 1A, el distribuidor de gas de onda F **10** se representa, por lo general, dentro de una columna **1** para intercambio de calor y/o transferencia de masa. La columna **1** puede ser cualquier tipo de columna para intercambio de calor y/o transferencia de masa, incluyendo pero sin limitación, fraccionadores principales, torres de destilación, absorción, separación, de aceite de enfriamiento y/o agua de enfriamiento, torres para descoquificación y superfraccionadores. La columna **1** puede ser de cualquier forma deseada, incluyendo, pero sin limitación, circular, ovalada, cuadrada, rectangular u otra sección transversal poligonal. La columna **1** de la FIG. 1A es una cubierta interna abierta y que tiene un eje central por lo general vertical y una forma por lo general anular. El distribuidor de onda F **10** puede estar diseñado para acomodar cualquier forma de cualquier columna de transferencia de calor y/o transferencia de masa.

En la FIG. 1A se forma un canal de flujo de gas de alimentación **14** entre el interior de la pared de cubierta **15** de la columna **1**, la pared deflectora cilíndrica interior **12** y el techo **11**. El distribuidor de gas de onda F **10** comprende, además, una sección de fondo **13** que puede tener forma de cono para acomodar el contorno de la pared de cubierta **15** de columna. Se introduce un gas de alimentación **30** supercalentado de alta velocidad en el canal de flujo de gas de alimentación **14** a través de al menos una tobera de entrada de gas **20** en una dirección por lo general perpendicular a la altura de la columna **1**. El flujo de gas de alimentación **30** supercalentado circula a través del canal de flujo de gas **14** circunferencialmente a lo largo de la pared de cubierta **15** de columna exterior por lo general cilíndrica de la columna **1** debido a las fuerzas centrífugas y a la alta velocidad a la que se introduce el gas de alimentación **30** supercalentado en el distribuidor de gas de onda F **10**.

La pared deflectora cilíndrica interior **12** y el techo **11** del distribuidor de gas de onda F **10** pueden estar hechos de cualquier material de acero de alta temperatura adecuado para procesos de transferencia de calor y/o de masa que no sean susceptibles a la degradación de flujo de gas **30** supercalentado de alta velocidad de químicos volátiles, líquidos y partículas sólidas, como es de sobra conocido para los expertos en la materia.

Como se muestra en la FIG. 1A, el gas de alimentación **30** supercalentado fluye circunferencialmente alrededor del canal de flujo de gas **14** dentro del distribuidor de gas de onda F **10**. El gas de alimentación **30** supercalentado de la tobera de entrada de gas **20** fluye a través del canal de flujo de gas **14** en donde se separan los sólidos y los líquidos mientras se refrigera el gas supercalentado. Se elimina el gas del gas de alimentación **30** supercalentado del canal de flujo de gas de alimentación **14** de muchos modos. El primer modo comprende ventanas de ventilación **21** dispuestas en la pared deflectora cilíndrica interior **12**. Las ventanas de ventilación **21** permiten que el gas refrigerado salga del canal de flujo de gas de alimentación **14**. En una realización de la invención, el número de ventanas de ventilación **21** va desde aproximadamente 10 a aproximadamente 30. Las ventanas de ventilación **21** pueden ser de cualquier tamaño hasta aproximadamente 1 metro x 0,6 metros. El gas que sale del canal de flujo de gas de alimentación **14** a través de la ventana de ventilación **21** fluye hacia un área descubierta interior **23** formada a partir de la forma cilíndrica de la pared deflectora cilíndrica interior **12** y de la construcción anular del distribuidor de gas de onda F **10**. Posteriormente, el gas sigue hacia arriba hacia el área descubierta de sección completa transversal interior **25** de la columna **1** así como los platos **40** y/o relleno de contacto de la columna **1** situados por encima del distribuidor de gas de onda F **10**.

Los medios adicionales mostrados en la FIG. 1A, mediante los cuales se separa el gas del gas de alimentación **30** supercalentado y se dirige hacia el área descubierta de sección completa transversal interior **25** de la columna **1** por encima del distribuidor de gas de onda F **10**, se sitúan en el techo **11** del distribuidor de gas de onda F **10**. De acuerdo con una realización de la invención, el techo **11** comprende chimeneas **24** que permiten que el gas refrigerado del gas de alimentación **30** supercalentado siga hacia arriba hasta el área descubierta de sección completa transversal interior **25** de la columna **1** y relleno **40** y/o platos de contacto de la columna **1** situados por

encima del distribuidor de gas de onda F 10.

Las chimeneas 24 pueden estar equipadas con tapas altas 41 (véase la FIG. 1C) para regular la velocidad a la que se permite que el gas de alimentación 30 supercalentado multifase abandone el canal de flujo de gas 14 a través de las chimeneas 24. De acuerdo con una realización de la invención, el número de chimeneas 24 va de unas 1 a unas 3 por metro de longitud del canal de flujo de gas de alimentación 14. Las chimeneas 24 tienen un área seccional transversal que varía de unos 0,1 a unos 0,4 m² y las tapas altas 41 están construidas a unos 100 mm a unos 300 mm por encima de las chimeneas 24 y tienen un área seccional transversal que va desde unos 0,1 a unos 0,4 m² o más.

La FIG. 1A representa la sección de fondo 13 con forma de cono del distribuidor de gas de onda F 10 que comprende una abertura de sección de fondo 16 y al menos una abertura de rebosamiento 27 que suministra en el colector de columna 28 de la columna 1 situada directamente por debajo del distribuidor de gas de onda F 10. Las aberturas de rebosamiento 27 proporcionan un drenaje del líquido que ha sido separado del gas dentro y por encima del área descubierta interior 23 en el colector de columna 28. De acuerdo con una realización de la invención, el número de aberturas de rebosamiento 27 va desde aproximadamente 4 hasta aproximadamente 6. Las aberturas de rebosamiento 27 son de un tamaño para acomodar el rociado o la precipitación de líquido en el área descubierta interior 23 del distribuidor de gas de onda F 10 y que actúa como un desagüe de rebosamiento en el caso de que la tubería de drenaje 18 en comunicación fluida con la abertura de sección de fondo 16 quede obstruida. La FIG. 1A presenta, además, marcas que indican posiciones de nivel líquido alto (HLL), nivel líquido normal (NLL) y nivel líquido bajo (LLL).

La FIG. 1B es una vista 3D isométrica del distribuidor de gas de onda F 10 fuera de la columna 1, que incluye el techo 11, que comprende las secciones de techo 29A y 29C (29B, 29D no mostradas en la FIG. 1B), la pared deflectora cilíndrica interior 12 compuesta de segmentos de pared 12A conectados entre sí mediante técnicas convencionales conocidas por los expertos en la materia y de forma anular para proporcionar una pared deflectora cilíndrica interior 12. La FIG. 1B presenta, además, la sección de fondo 13 de forma cónica del distribuidor de gas de onda F 10. En una realización de la presente invención, la pared deflectora cilíndrica interior 12 comprende segmentos de pared 12A que son de un tamaño para proporcionar anchuras que puedan pasar a través de un pozo de escalas dado. Las ventanas de ventilación 21 se encuentran en varios segmentos de pared 12A alrededor de la pared deflectora cilíndrica interior 12. Las ventanas de ventilación 21 pueden cortarse en los segmentos de pared 12A o en la pared deflectora cilíndrica interior 12. Cuando se usan los segmentos 12A para proporcionar la pared deflectora cilíndrica interior 12 continúan de una manera anular que incluye ventanas de ventilación 21 hasta que forman el área descubierta interior 23 del distribuidor de gas de onda F 10. Los segmentos 12A que forman el canal de flujo de gas de alimentación 14 son por lo general uniformes en tamaño, es decir, altura y anchura.

La FIG. 1B muestra el techo 11 que comprende secciones de techo 29A, 29C que pueden comprender una o más láminas de metal sólidas (no mostrado), una sección de placa plana perforada de metal 29C y una sección de placa plana perforada con chimeneas y tapas altas 29A (véase también la FIG. 1C) que permiten que el gas fluya fuera del distribuidor de gas de onda F 10 y dentro del área descubierta de sección completa transversal interior 25 de la columna 1.

Cada sección de placa plana perforada con chimeneas y tapas altas 29A tal y como se presenta en la FIG. 1C está equipada con al menos dos chimeneas 24 y una pluralidad de perforaciones, es decir, orificios 42. Los orificios 42 están perforados entre las chimeneas y son de un tamaño para retener justo el líquido necesario para generar el sellado de gas.

En la FIG. 1A y FIG. 1B, la sección de fondo 13 con forma de cono del distribuidor de gas de onda F 10 tiene una forma cónica para acomodar la porción inferior de columna 1 y que suministra en el colector de columna 28. Además, la sección de fondo 13 con forma cónica puede comprender segmentos de sección de fondo 13A que están conectados entre sí y que prolongan la pared deflectora cilíndrica interior 12 de una manera que forma una forma cónica en la porción inferior del canal de flujo de gas de alimentación 14 mientras que acomoda, además, la forma de la columna 1. Aunque la sección de fondo 13 del distribuidor de gas de onda F 10 tenga forma de cono, como se muestra en las FIGS. 1A y 1B, se contempla que puede usarse cualquier forma necesaria para acomodar la porción inferior de la columna de intercambio de calor y/o de transferencia de masa y prolongar la pared deflectora cilíndrica interior 12 para suministrar líquidos y partículas sólidas al colector de columna. Los segmentos de sección de fondo 13 de forma de cono tienen un tamaño para proporcionar anchuras que puedan pasar a través del pozo de escalas.

La sección de fondo 13 con forma de cono tiene dos propósitos: evitar que el gas de la tobera de entrada de gas 20 de alimentación se desvíe de las aberturas de distribuidor de gas de onda F 10, es decir, de las ventanas de ventilación 21 y de las chimeneas 24; y facilitar el drenaje de las gotas al área descubierta interior 23 del distribuidor de gas de onda F 10 al colector de columna 28 sin la posibilidad de arrastre de líquido. En otras palabras, el gas se separa de las gotas que caen fuera del distribuidor de gas de Onda F. La forma del cono sigue el contorno de la sección estampada de torre, permitiendo un drenaje rápido del líquido y ayudando a evitar el re-arrastre de líquido en la corriente de vapor.

De acuerdo con una realización de la invención, el gas de alimentación **30** supercalentado se refrigera a medida que circula dentro del canal de flujo de gas de alimentación **14** de distribuidor de gas de onda F **10** mediante el flujo de contracorriente de "gotas" del líquido de residuo del líquido de sección de residuo de columna que cae desde los orificios **42** en las secciones de techo. Este efecto proporciona una transferencia de calor mayor dentro del distribuidor de gas de onda F **10** en comparación con una columna que no contiene el distribuidor de gas porque: (i) la velocidad del gas de alimentación **30** supercalentado dentro del distribuidor de gas de onda F **10** es mayor que la velocidad del gas dentro de la columna (este efecto de velocidad aumentada del gas de alimentación **30** supercalentado pasadas las gotas líquidas de residuo mejora las velocidades de transferencia de calor); (ii) esta velocidad más alta y turbulencia del gas de alimentación **30** supercalentado tiende a romper de manera aerodinámica las gotas de líquido de residuo dentro del distribuidor de gas de onda F **10**, aumentando su área de superficie interfacial para transferencia de calor y de masa; (iii) el distribuidor de gas de onda F **10** proporciona un área de superficie humedecida mayor para una transferencia de calor convectiva mayor; y (iv) el distribuidor de gas de onda F **10** crea una distribución uniforme de gas en el relleno, y evita la segregación de gotas de líquido y de gas causada por daño por fluido a presión de tobera en una torre vacía. El resultado provechoso de todas estas ventajas es que el distribuidor de gas de Onda F aumenta la velocidad de transferencia de calor desde gas hasta las gotas de líquido de residuo y esto permite una longitud más pequeña de la torre/columna para una cantidad dada de transferencia de calor y de masa.

Como alternativa, el techo **11** del distribuidor de gas de onda F **10** de la presente invención puede estar hecho de secciones de placa-varilla **29B** como se presenta en la FIG. 2A. La sección de placa-varilla **29B**, como se presenta en la FIG. 2A, comprende varillas escalonadas **43** que tienen una separación mínima de 1 hasta unos 2,54 - 3,81 centímetros (1 - 1/2 pulgada) entre sí y pueden soldarse a un reborde circunferencial. Las varillas escalonadas **43** pueden estar posicionadas en una o varias combinaciones de patrones, por ejemplo, espiga, diagonal, etc., como se presenta en la FIG. 2B. Las secciones de placa-varilla **29B** permiten que tanto el gas como el líquido de residuo fluyan a través del espacio entre las varillas. Esto obliga al gas que fluye hacia arriba desde el canal de flujo de gas de alimentación **14** a contactar estrechamente con el líquido de residuo que fluye hacia abajo, dando lugar de este modo a la formación de espuma en la parte superior de las secciones de placa-varilla **29B**. Existe una pequeña cantidad de líquido de residuo sujeto en las varillas escalonadas **43**. Sin embargo, el diseño de techo de la FIG. 2B reduce el líquido de residuo retenido en la sección de techo en comparación con el de la sección de placa plana perforada con chimeneas y tapas altas presentada en la FIG. 1B.

La FIG. 3A presenta otra alternativa al distribuidor de gas de onda F **10**, en donde la sección de techo comprende secciones de placa plana **29C** perforada. Las secciones de placa plana **29C** perforada están perforadas mediante orificios **42**. Las secciones de placa plana **29C** perforada pueden estar hechas de lámina de metal y soldadas a un reborde circunferencial. Los orificios **42** en la sección de placa plana **29C** perforada permiten tanto al gas como al líquido de residuo abrirse paso de manera alternativa. El flujo de contracorriente de gas y de líquido alternativamente a través de las mismas perforaciones proporciona un rápido efecto de lavado de cualquier partícula de coque formada y transportada mediante el gas. Las partículas sólidas son recogidas por el líquido de contacto y lavadas hacia abajo mediante el líquido de residuo que fluye. Las secciones de lámina plana perforada **29C**, como se presentan en la FIG. 3B, son las más fáciles de construir y proporcionan un estancamiento del líquido minimizado en la parte superior del techo **11**.

La FIG. 3B es una vista 3D isométrica del distribuidor de gas de onda F **10** fuera de la columna **1**, incluyendo el techo **11**, que comprende la sección de techo **29C** (**29A**, **29B**, **29D** no mostradas en la FIG. 3B), la pared deflectora cilíndrica interior **12** que dispone de segmentos de pared **12A** conectados entre sí mediante técnicas convencionales conocidas por los expertos en la materia en una forma anular para proporcionar la pared deflectora cilíndrica interior **12**. La FIG. 3B presenta, además, la sección de fondo **13** con forma de cono del distribuidor de gas de onda F **10**. La pared deflectora cilíndrica interior **12** comprende segmentos de pared **12A**, las ventanas de ventilación **21** están situadas en varios segmentos de pared **12A** alrededor de la pared deflectora cilíndrica interior **12**. Los segmentos **12A** que forman el canal de flujo de gas de alimentación **14** son de un tamaño por lo general uniforme, es decir, altura y anchura y permiten que el gas entre en el área descubierta interior **23**.

La FIG. 4A presenta otro tipo alternativo más del distribuidor de gas de onda F **10** conteniendo el techo **11** secciones de placa corrugada **29D** perforada. En la FIG. 4A, las secciones de placa corrugada **29D** perforada están hechas de una lámina de metal y pueden soldarse a un reborde circunferencial. Las perforaciones (por ejemplo, orificios **42**) en la placa corrugada permiten tanto al gas como al líquido de residuo abrirse paso de manera alternativa. La lámina corrugada de secciones de placa corrugada **29D** perforada proporciona un área aumentada efectiva tanto para el gas como para el líquido y permitir que pasen a través del tejado. El flujo de contracorriente de gas y líquido alternativamente a través de los mismos orificios de corrugado proporcionan un rápido efecto de lavado de cualquier partícula de coque formada y transportada mediante el gas. Tales partículas son recogidas por el líquido de contacto y lavadas hacia abajo mediante el líquido de residuo que fluye hacia el colector de columna **28**. Además, las secciones de placa corrugada **29D** perforada minimizan el estancamiento del líquido en el tejado. Este tipo de distribuidor de gas de onda F **10**, como se presenta en la FIG. 4B, con secciones de placa corrugada **29D** perforada representan una opción preferente para su uso en una columna de fraccionador principal, mientras ofrece la mayor resistencia al atascamiento mediante coque.

La invención del distribuidor de gas de onda F **10** reivindicada en el presente documento puede usar cualquier combinación de las secciones de techo descritas anteriormente.

5 La FIG. 5 es una representación gráfica de la temperatura (°C) del gas de alimentación supercalentado y líquido de residuo y tráfico (por ejemplo, caudal de gas y líquido en kg/h). Las temperaturas y caudales se miden a partir del área de entrada del distribuidor de gas de Onda F, por ejemplo, el gas de alimentación supercalentado en la tobera de entrada de gas de la FIG. 1A a la entrada de relleno. El tráfico y la temperatura simulados de tanto el líquido de residuo (que entra en la columna **1** a través del distribuidor de líquido de residuo **44** de la FIG. 1A) como la corriente de gas supercalentada dentro y fuera del distribuidor de gas de Onda F. La representación gráfica indica que el gas de alimentación supercalentado entra en el distribuidor de gas de Onda F reivindicado a una temperatura de aproximadamente 560 °C y que se enfría inmediatamente a unos aproximadamente 420 °C dentro del canal de flujo de gas de alimentación del distribuidor de gas de Onda F al evaporar el líquido de residuo. De este modo, el flujo de masa de gas aumenta desde aproximadamente unos 500.000 kg/h a un máximo de aproximadamente 1.600.000 kg/h, y de manera similar, la velocidad de líquido aumenta y desciende a aproximadamente 1.100.000 kg/h desde 1.550.000 kg/h hasta 450.000 kg/h. El gas de la alimentación de gas supercalentado abandona el distribuidor de gas de Onda F (salida de onda) a una velocidad de aproximadamente 1.200.000 kg/h y una temperatura de aproximadamente 410 °C.

20 La FIG. 6 es una representación gráfica de la ratio de coste de la actualización de tres torres de fraccionador principal de tamaños diferentes con la distribución de gas de Onda F reivindicada en el presente documento de la FIG. 1A. La actualización convencional de las torres de fraccionador principal existentes requiere la sustitución de tobera(s) de alimentación de torre y el balanceo de una porción de la longitud de línea de transferencia de línea refractaria que lleva a la tobera de alimentación, de una longitud equivalente a 5-7 veces el diámetro de la tobera de alimentación, en un área seccional transversal proporcional a la relación de la capacidad de diseño de la actualización/original. Este trabajo elaborado puede evitarse al instalar el distribuidor de gas de Onda F reivindicado, ya que proporciona una distribución uniforme del gas de alimentación supercalentado enfriado bajo el relleno por encima de la tobera de alimentación. La ventaja de coste tal y como se presenta en la FIG. 6 es significativa al usar el distribuidor de gas de Onda F reivindicado en comparación con la sustitución de tobera de alimentación y balanceo de canalización de línea de transferencia, por ejemplo, en una unidad ("KBPD") de 37.000 barriles por día existe un ahorro de coste de aproximadamente 100 %, en una unidad de 90 KBPD existe un ahorro de coste de aproximadamente 400 % y en una unidad de conducto gemelo de 125 KBPD existe un ahorro de coste aproximadamente de 400 %.

35 Para mostrar la distribución de gas mejorada del distribuidor de gas de Onda F de la FIG. 1A se prepararon simulaciones de dinámicas de fluido computacionales (CFD), cuyos resultados se presentan en las FIG. 7-11. Las simulaciones de dinámicas de fluido computacionales de las FIG. 7-11 ilustran contornos de magnitud de velocidad de distribución de gas tridimensionales en la sección transversal de una columna de fraccionador principal. Las simulaciones presentadas en las FIG. 7-10 ilustran la distribución de gas en una sección transversal de una columna de fraccionador principal 5 cm por debajo de la entrada de relleno con o sin un distribuidor de gas de Onda F, respectivamente. La tobera de entrada del gas de alimentación se sitúa en el lado izquierdo de cada figura, es decir, de las FIG. 7-11. Las simulaciones de dinámicas de fluido computacionales se basaban en el distribuidor de gas de Onda F reivindicado, teniendo las dimensiones en milímetros (mm), como se presenta en la FIG. 12. Sin embargo, la distribución de gas puede mejorarse para cualquier tamaño de recipiente, cuando se proporciona el distribuidor de gas de diseño de Onda F reivindicado en el presente documento para acomodar el recipiente.

La FIG. 7 y la FIG. 8 presentan modelos de simulación CFD de contornos de magnitud de velocidad de distribución de gas de la distribución de gas (es decir, patrones de distribución de gas) en la sección transversal de una columna de fraccionador principal 5 cm por debajo de la entrada de relleno con o sin el distribuidor de gas de Onda F reivindicado, respectivamente. La comparación puede medirse usando niveles (PAV) de velocidad de valor máximo a valor medio. Para las FIG. 7 y 8 los niveles PAV oscilan en el valor numérico de 0,00 a 8,38. La columna vacía, es decir, la FIG. 7 con el distribuidor de gas de Onda F ausente, tiene una magnitud de PAV de 8,38 veces el nivel de velocidad medio. La FIG. 7 presenta unos contornos de magnitud de velocidad prominentes ilustrados mediante contornos ovalados amplios con niveles de PAV altos que abandonan la tobera de entrada de gas de alimentación y que están dirigidos a lados opuestos de la columna de fraccionador. Los contornos ovalados amplios están separados por un contorno de magnitud de velocidad estrecho que tiene un nivel de PAV bajo. El patrón de contornos de magnitud de velocidad en la FIG. 7 indica una distribución de velocidad extremadamente desigual de gas dentro de la sección transversal de la columna. Sin embargo, la simulación de la columna con el distribuidor de gas de Onda F reivindicado, es decir, de la FIG. 8, tiene una magnitud de PAV de 4,45 que es un 47 % inferior a la columna vacía. Los contornos de magnitud de velocidad esencialmente uniformes dentro de la sección transversal de la columna presentada en la FIG. 8 están ilustrados mediante la uniformidad de los contornos presentados y mediante la ausencia de los niveles de PAV altos.

Las FIG. 9 y 10 son modelos de simulación de CFD de contornos de magnitud de velocidad de distribución de gas verticales (es decir, patrones de distribución de gas) a 5 cm por debajo del relleno de la columna. La FIG. 9 indica los contornos de magnitud de velocidad de distribución de gas vertical para la columna vacía, es decir, estando

ausente el distribuidor de gas de Onda F reivindicado, y la FIG. 10 presenta los contornos de magnitud de velocidad de distribución de gas verticales para la columna con el distribuidor de gas de Onda F reivindicado instalado. Los niveles de PAV oscilan en un valor numérico de -0,50 a 2,81. La simulación de la columna vacía en la FIG. 9 mide un componente vertical de PAV a 2,8 veces el nivel de velocidad medio ilustrado mediante contornos de magnitud de velocidad ovalados significativos que tienen niveles de PAV altos que abandonan la tobera de entrada de gas de alimentación y que están dirigidos a lados opuestos de la columna de fraccionador. Estos contornos de magnitud de velocidad verticales indican una distribución de velocidad extremadamente desigual de gas por debajo del relleno de la columna. La columna en la FIG. 10 con el distribuidor de gas de Onda F, sin embargo, mide el componente vertical de PAV de 2,1 que es un 25 % inferior a la columna vacía. Los modelos de simulación indican claramente que el distribuidor de gas de Onda F reivindicado mejora la uniformidad de velocidad, y que de este modo mejora la distribución de gas al área de relleno cuando se instala.

La FIG. 11 es un modelo de simulación CFD que ilustra los contornos de magnitud de velocidad del gas de alimentación supercalentado (es decir, patrones de distribución de gas) dentro de un distribuidor de gas de Onda F de la invención reivindicada en el presente documento al nivel de tobera de entrada de gas de alimentación. Esta simulación indica claramente los contornos de magnitud de velocidad uniformes a lo largo de la mayoría del canal de flujo de gas de alimentación y área descubierta interior del distribuidor de gas de Onda F reivindicado.

De manera adicional, el distribuidor de gas de Onda F de la invención potenciará la transferencia de calor y de masa al reducir el diámetro de Sauter medio (SMD) de la distribución de gotita. Las estimaciones basadas en la ruptura aerodinámica indican que el SMD de las gotas dentro del distribuidor de gas de Onda F será un 33 % menor que en una columna sin el distribuidor de gas de Onda F. Esto aumenta el área de superficie interfacial entre líquido y el gas para aumentar la transferencia de calor y de masa.

La siguiente Tabla 1 presenta la diferencia estimada en SMD y la transferencia de calor con o sin el distribuidor de gas de Onda F de la FIG. 1 A.

TABLA 1:

Diseño	SMD-mm	Transferencia de Calor - Vatios/°K
Columna Vacía	4,0	4,2 E 05
Distribuidor de gas de onda F 10	2,7	5,5 E 05

La pluralidad de ventanas de ventilación en el distribuidor de gas de Onda F están posicionadas a lo largo del deflector cilíndrico interior, y la pared y chimeneas posicionadas a lo largo del techo, permitiendo que el gas de alimentación supercalentado refrigerado separado salga del distribuidor hacia el área descubierta de sección completa transversal interior de la columna con una velocidad uniforme y significativamente reducida para una distribución hacia el relleno o los platos situado(s) dentro de la columna y por encima del distribuidor de gas de Onda F.

Las paredes del distribuidor de gas de Onda F, es decir, la pared deflectora cilíndrica interior, la sección de fondo con forma cónica que se extiende por la pared deflectora cilíndrica interior y el lado interior de pared de cubierta de columna, que comprende la pared exterior del distribuidor de gas de Onda F, están totalmente humedecidas con líquido de residuo. La pared deflectora cilíndrica interior, la sección de fondo y el lado interior de la pared de cubierta de columna están completamente humedecidos ya que el techo está conectado a la pared deflectora cilíndrica interior y al lado interior de la pared de cubierta de columna a través de un dispositivo de conexión, tal como, una clavija, un reborde circular, una varilla u horquilla soldada, y similares, para incluir una pluralidad de aberturas de manera que el líquido de residuo pueda caer de manera vertical hacia abajo en la pared deflectora cilíndrica interior, sección de fondo y lado interior de la pared de cubierta de columna para mantenerlos húmedos.

Cualquier condensación de los componentes de punto de ebullición alto de los componentes de gas de alimentación de supercalentador dentro del distribuidor de gas de Onda F ocurrirá en la fase de líquido de residuo e inmediatamente se mezclarán y se lavarán hacia abajo con el líquido de residuo que fluye hacia el colector de columna de la columna de MF. Esto evitará que las gotas condensadas del gas de alimentación supercalentado que contienen asfaltenos se adhiera a las superficies de pared sólidas y que están expuestas por periodos largos a gas de alimentación supercalentado caliente que es la causa principal de la formación de partículas de coque y de su crecimiento, lo que ha causado el fallo de los dispositivos de distribución de gas de la técnica anterior.

De manera adicional, la expansión de gas de alimentación supercalentado desde la tobera de entrada de gas de alimentación junto con el rociado del líquido de residuo a partir de las secciones de techo dentro del distribuidor de gas de Onda F proporciona un vehículo para que los finos de catalizador sólido se separen del gas de alimentación supercalentado y puedan transportarse mediante el flujo amplio del líquido de residuo hacia abajo hasta el colector de columna sin causar problemas de erosión a las paredes de columna y a sus elementos internos. Si los finos de catalizador sólido y las partículas de coque no se separan de manera eficiente del gas de alimentación supercalentado en el punto de la entrada de la columna y pasa con el gas de alimentación supercalentado hacia la sección llena de residuo y se deposita en su relleno, la eficiencia de la columna para refrigerar el gas de alimentación se reduce. Además, la columna requiere una limpieza más frecuente para la extracción de los finos de

catalizador sólido así como de las partículas de coque.

Además, se ha demostrado que el distribuidor de gas de Onda F de la invención puede reducir de manera significativa la velocidad de gas local máxima por debajo del relleno en la porción de la columna situada por encima del distribuidor de gas de Onda F, es decir, gas de alimentación supercalentado refrigerado en el área descubierta de sección completa transversal interior. Esta reducción en la velocidad de gas local implica una distribución más uniforme de la presión de gas y, por último, una transferencia de calor más eficiente en la sección de residuo así como un fraccionamiento mejor en las secciones de columna superiores. Una distribución uniforme del gas en el relleno y en los platos es crucial para una transferencia de calor y de masa adecuada. La distribución uniforme puede llevarse a cabo para un grado mayor de intercambio de calor y fraccionamiento a través del uso del distribuidor de gas de Onda F de la presente invención, lo que permite que se supere el perfil de capacidad diseñado convencionalmente de una columna de transferencia de masa y calor/ columna de MF sobre manera en cuanto a sus limitaciones tradicionalmente aceptadas. Esto se traduce en una capacidad mayor dentro de la misma columna en relación con dispositivos similares que no emplean el dispositivo de distribución de gas de la presente invención. El distribuidor de gas de Onda F de la presente invención reducirá de manera significativa la velocidad local máxima por debajo de un relleno o plato en una columna y, por lo tanto, mejorará el perfil de velocidad por debajo del relleno/plato.

La invención proporciona, además, una temperatura más baja del flujo de gas a la sección de relleno de residuo así como una distribución más uniforme; estos dos factores conllevan una reducción en el diámetro de columna requerido. Una distribución más uniforme del gas inferior hacia las secciones de torre superiores mejora la eficiencia de los elementos internos de columna para una transferencia de calor y de masa y conduce a una reducción de la altura global de columna.

Se ha demostrado que las características innovadoras de la presente invención producen esta distribución uniforme de presión de gas a un nivel por encima de cualquier distribuidor de gas conocido en la técnica anterior. El distribuidor de gas de Onda F reivindicado en el presente documento proporciona una temperatura superficial de columna baja al refrigerar el gas de alimentación primero con el líquido de residuo rociado a la entrada en la columna en el interior del distribuidor de gas de Onda F.

El distribuidor de gas reduce o elimina el “daño por fluido a presión” del gas de alimentación supercalentado, por el que el gas de alimentación supercalentado choca contra la pared de columna creando puntos secos, y causando que la pared de columna alcance temperaturas por encima de la temperatura de diseño de la cubierta de columna. A este respecto, el distribuidor de gas de Onda F reivindicado también evita la erosión de la cubierta de columna (es decir, pared) al eliminar el efecto de daño por fluido a presión del gas de alimentación supercalentado que contiene los finos de catalizador erosivos que impactan constantemente y a altas velocidades la pared de columna y causan una erosión local y/o un adelgazamiento de la cubierta de columna en un área directamente opuesta a la tobera de alimentación. El uso del distribuidor de gas de Onda F reivindicado eliminará los finos de catalizador al rociar el líquido de residuo dentro del distribuidor de gas de Onda F y no habrá un contacto directo del gas de alimentación supercalentado con la pared de cubierta de columna.

REIVINDICACIONES

1. Una columna de intercambio de calor y/o de transferencia de masa (1), que comprende un distribuidor de gas (10) estando dicho distribuidor de gas (10) situado dentro de dicha columna (1) y comprendiendo al menos una tobera de entrada de gas de alimentación (20) que se extiende a través de una pared de cubierta (15) de la columna (1) sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la columna (1) para dirigir un gas de alimentación (30) perpendicularmente a una pared deflectora cilíndrica interior (12) esencialmente vertical que comprende al menos una abertura (21) a un área descubierta interior anular (23) dentro del distribuidor de gas (10), una sección de fondo (13) que se extiende por la pared deflectora cilíndrica interior (12) y que se ajusta al contorno de la pared de cubierta (15), comprendiendo dicha sección de fondo (13) una abertura de sección de fondo (16) a un colector de columna (28) dentro de la columna (1) y un techo (11), por lo general horizontal, por encima de la tobera de entrada de gas de alimentación (20) entre la pared deflectora cilíndrica interior (12) y la pared de la cubierta (15) para definir un canal de flujo de gas (14) por lo general circunferencial formado entre la pared de cubierta (15) y la pared deflectora cilíndrica interior (12), en donde la pared deflectora cilíndrica interior (12) comprende segmentos de pared y comprendiendo dicho techo (11) una pluralidad de aberturas (24,42).
2. La columna de la reivindicación 1, en donde la columna de intercambio de calor y/o de transferencia de masa (1) es una columna de fraccionador principal y el gas de alimentación (30) puede estar supercalentado.
3. La columna de la reivindicación 1, en donde la sección de fondo (13) tiene forma de cono y se ajusta al contorno de la pared de cubierta (15) de la columna (1).
4. La columna de la reivindicación 1, en donde la columna (1) comprende, además, relleno y/o platos (40) por encima del distribuidor de gas (10).
5. La columna de la reivindicación 1, en donde los segmentos de pared están dimensionados para ajustarse a través de un pozo de escalas.
6. La columna de la reivindicación 5, en donde al menos uno de los segmentos de pared comprende una abertura (21), en donde la abertura es preferiblemente una ventana de ventilación (21).
7. La columna de la reivindicación 1, en donde el techo (11) comprende al menos una sección de techo (29A, 29B, 29C, 29D).
8. La columna de la reivindicación 7, en donde la al menos una sección de techo (29A, 29B, 29C, 29D) se define además por una de las siguientes características:
- la al menos una sección de techo (29A, 29B, 29C, 29D) es una placa plana con al menos una perforación (42) y/o una chimenea (24), en donde preferiblemente al menos una chimenea (24) tiene una tapa alta;
 - la al menos una sección de techo (29A, 29B, 29C, 29D) comprende varillas (43) separadas por al menos aproximadamente 2,54 cm (1 pulgada);
 - la al menos una sección de techo (29A, 29B, 29C, 29D) está corrugada con al menos una perforación (42) y/o una chimenea (24);
 - la al menos una sección de techo (29A, 29B, 29C, 29D) está dimensionada para ajustarse a través de un pozo de escalas.
9. La columna de la reivindicación 1, en donde existe una pluralidad de aberturas (27) entre el techo (11) y la pared deflectora cilíndrica interior (12) y el techo (11) y la pared de cubierta (15).
10. La columna de intercambio de calor y/o de transferencia de masa de la reivindicación 1, en donde la sección de fondo (13) comprende, además, al menos una abertura de rebosamiento (27) o en donde la sección de fondo (13) comprende segmentos de sección de fondo (13A).
11. La columna de la reivindicación 1, en donde el gas de alimentación (30) puede estar supercalentado y el gas de alimentación supercalentado (30) puede estar distribuido en un área por encima del distribuidor de gas (10) de una manera esencialmente uniforme.
12. La columna de la reivindicación 1, que comprende, además, una tubería de drenaje (18) en conexión fluida con la abertura de sección de fondo (16).
13. Un método para distribuir gas de alimentación en una columna de intercambio de calor y/o de transferencia de masa (1), comprendiendo dicho método las etapas de:
- suministrar un gas de alimentación supercalentado (30) a través de una tobera de entrada de gas de alimentación (20) que se extiende a través de una pared de cubierta (15) de la columna (1) esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la columna y dirigir el gas de alimentación perpendicularmente a una pared

- 5 deflectora cilíndrica interior (12) esencialmente vertical que tiene una sección de fondo (13) que se extiende por la pared deflectora cilíndrica interior (12) y que se ajusta al contorno de la pared de cubierta (15) de la columna (1) y al menos una abertura (21) a un área descubierta interior anular (23) dentro de la columna (1), comprendiendo dicha sección de fondo (13) una abertura de sección de fondo (16) a un colector de columna (28) dentro de la columna (1), y un techo (11) por lo general horizontal por encima de la tobera de entrada (20) entre la pared de cubierta (15) y la pared deflectora cilíndrica interior (12) para definir un canal de flujo de gas (14) por lo general circunferencial formado entre la pared de cubierta (15) y la pared deflectora cilíndrica interior (12), teniendo dicho techo (11) una pluralidad de aberturas (24,42), en donde la pared deflectora cilíndrica interior comprende segmentos de pared;
- 10 refrigerar el gas de alimentación supercalentado (30) al poner en contacto el gas (30) con un flujo de contracorriente de líquido a medida que el líquido pasa a través de la pluralidad de aberturas (24,42) en el techo (11) y en el canal de flujo de gas (14) circunferencial;
- 15 humedecer la pared deflectora cilíndrica interior (12) y el lado interior de la pared de cubierta (15) que forma el canal de flujo de gas (14) circunferencial con el flujo de contracorriente de líquido después de que el líquido haya pasado a través de la pluralidad de aberturas (24,42) de techo; y
- 20 ventilar el gas de alimentación supercalentado (30) hacia un área por encima del techo (11) y del área interior anular (23) dentro de la columna (1) a través de al menos una abertura (24,42) de la pared deflectora cilíndrica interior (12) y de la pluralidad de aberturas (24,42) en el techo (11) para proporcionar una distribución esencialmente uniforme del gas de alimentación supercalentado (30) dentro de la columna (1).
14. El método de la reivindicación 13, en donde el caudal de gas de alimentación aumenta desde unos 500.000 kg/h tras entrar en el canal de flujo de gas (14) hasta unos 1.200.000 kg/h tras abandonar la pluralidad de aberturas (24,42) en el techo y la al menos una abertura (21) de la pared deflectora cilíndrica interior (12).
- 25 15. El método de la reivindicación 13, en donde la temperatura de gas de alimentación se reduce desde unos 560 °C, tras entrar en el canal de flujo de gas (14), hasta unos 420 °C tras abandonar la pluralidad de aberturas (24,42) en el techo y la al menos una abertura de la pared deflectora cilíndrica interior.
- 30 16. El método de la reivindicación 13, en donde existe una pluralidad de aberturas entre el techo (11) y la pared deflectora cilíndrica interior (12) y el techo y la pared de cubierta (15).
17. El método de la reivindicación 13, en donde la sección de fondo (13) tiene forma de cono.

FIG. 1A

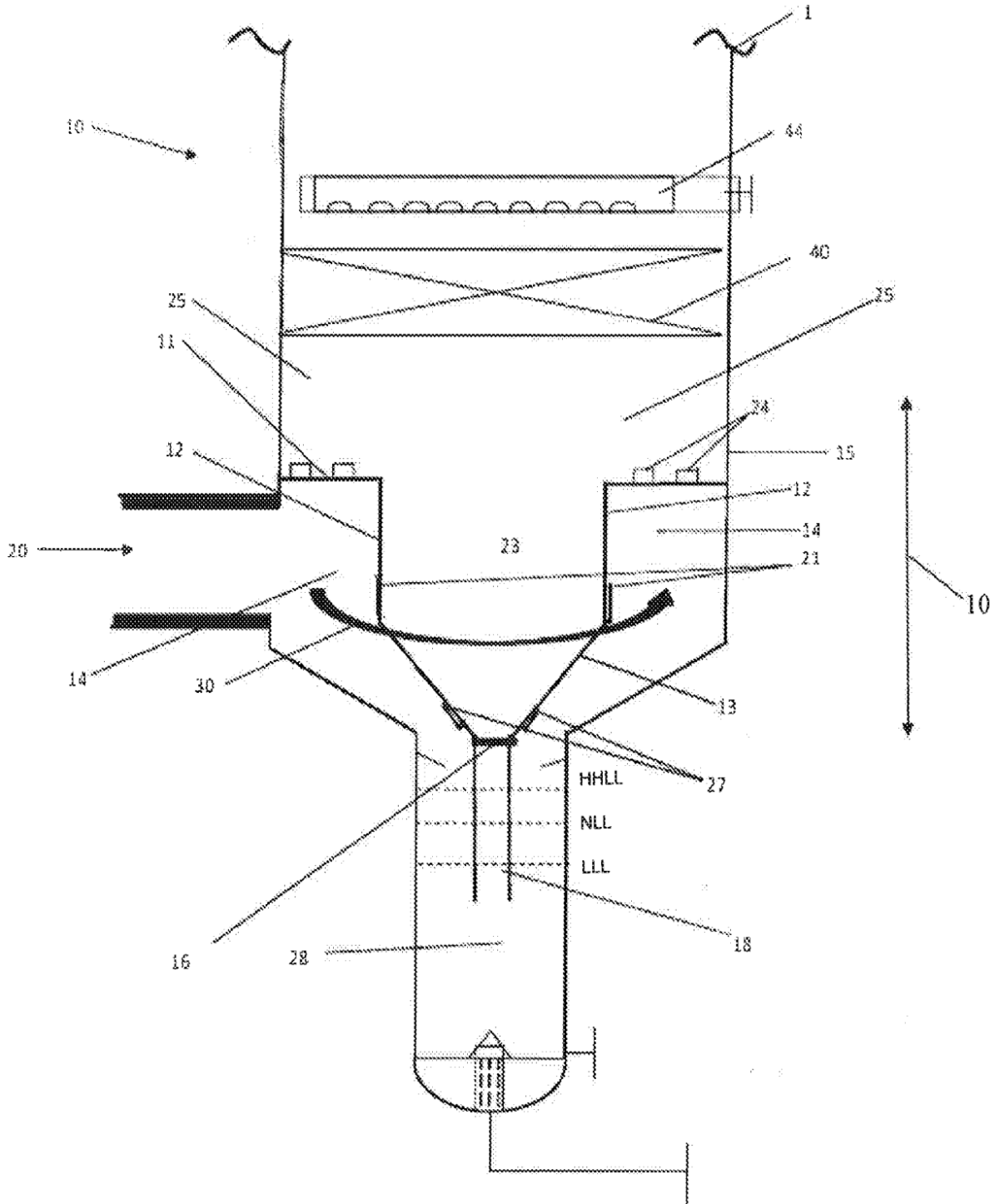


FIG. 1B

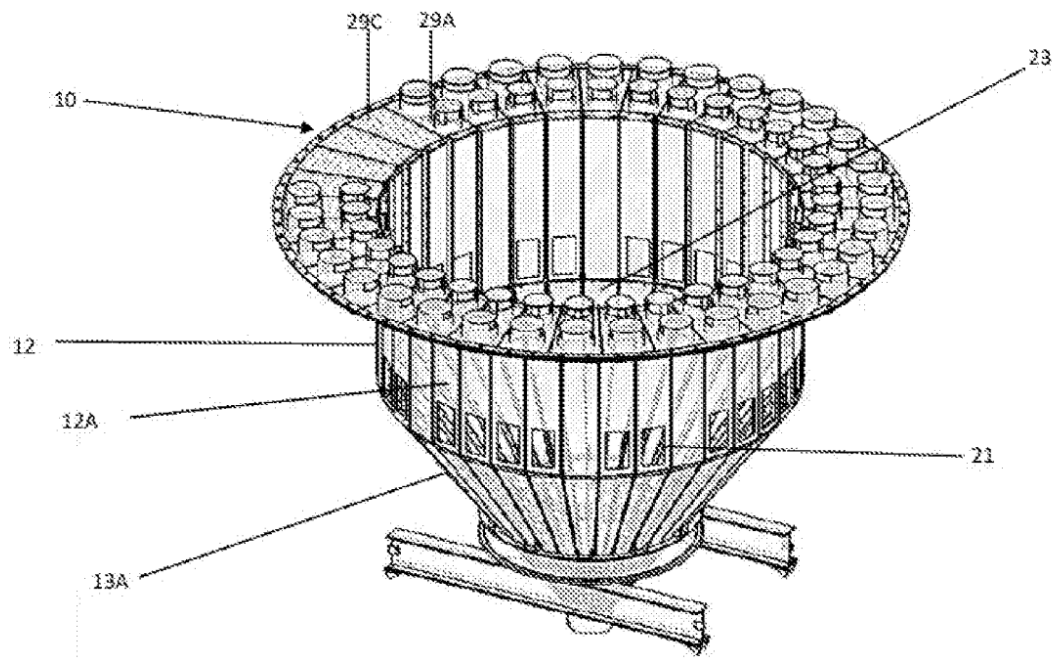


FIG. 1C

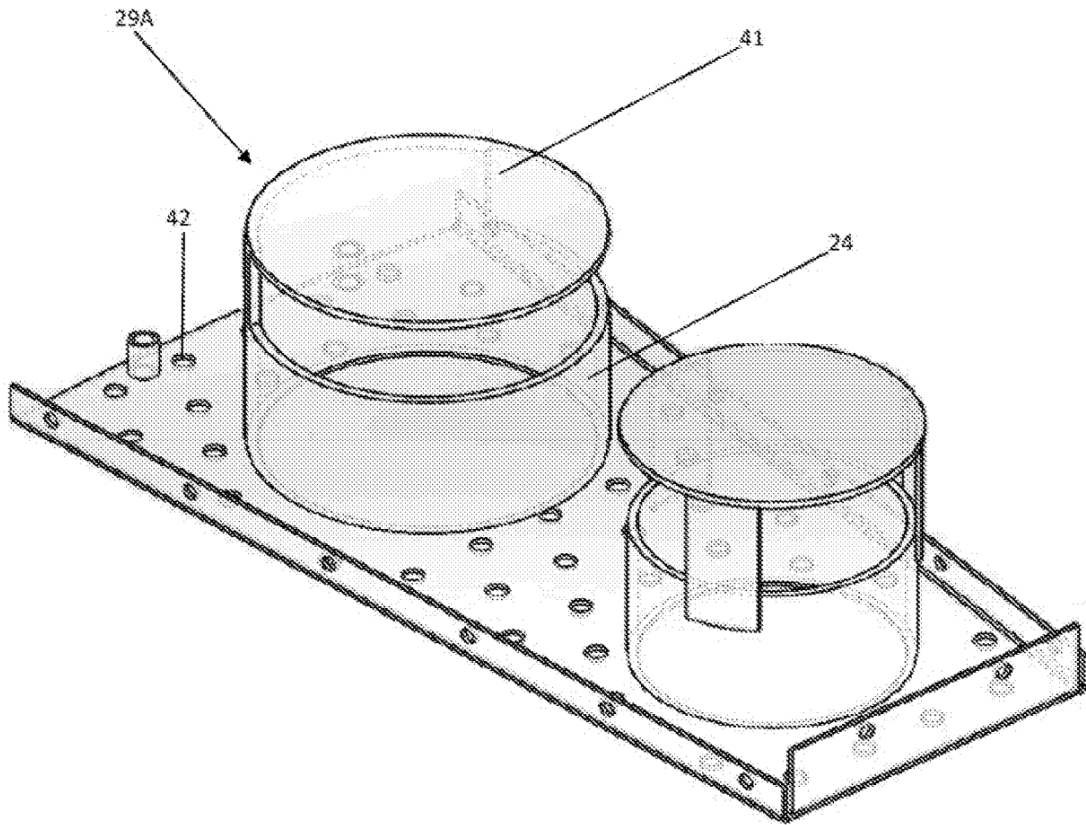


FIG. 2A

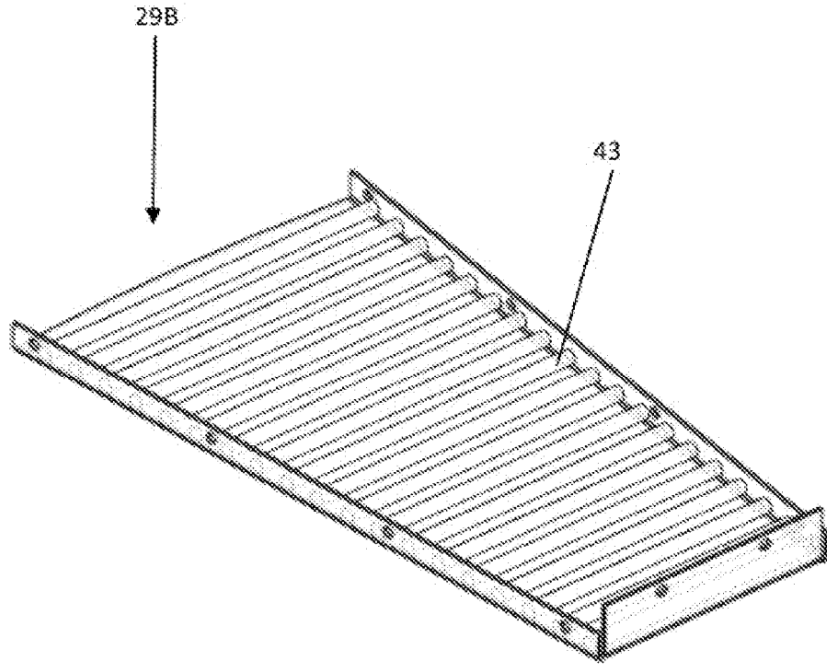


FIG. 2B

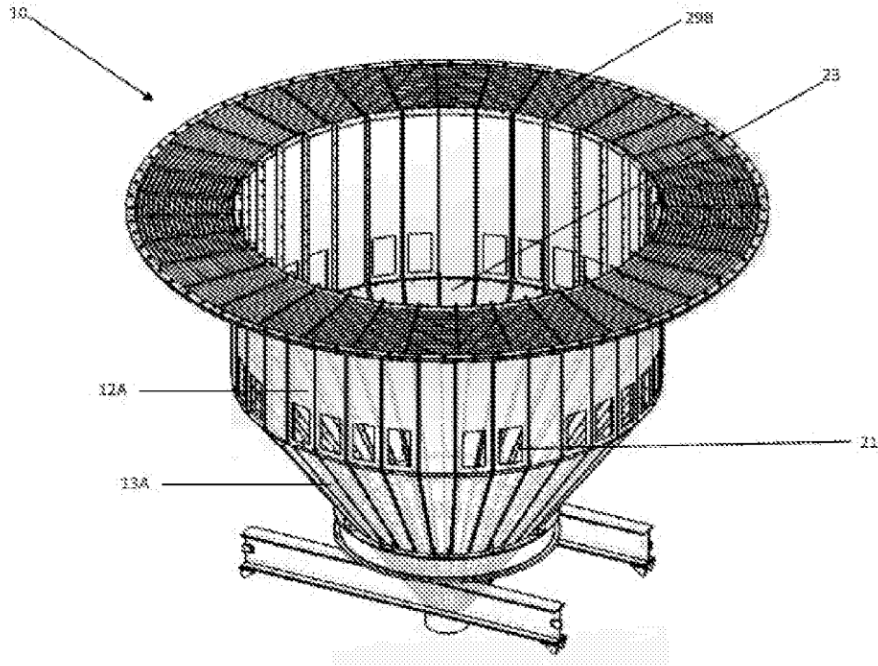


FIG. 3A

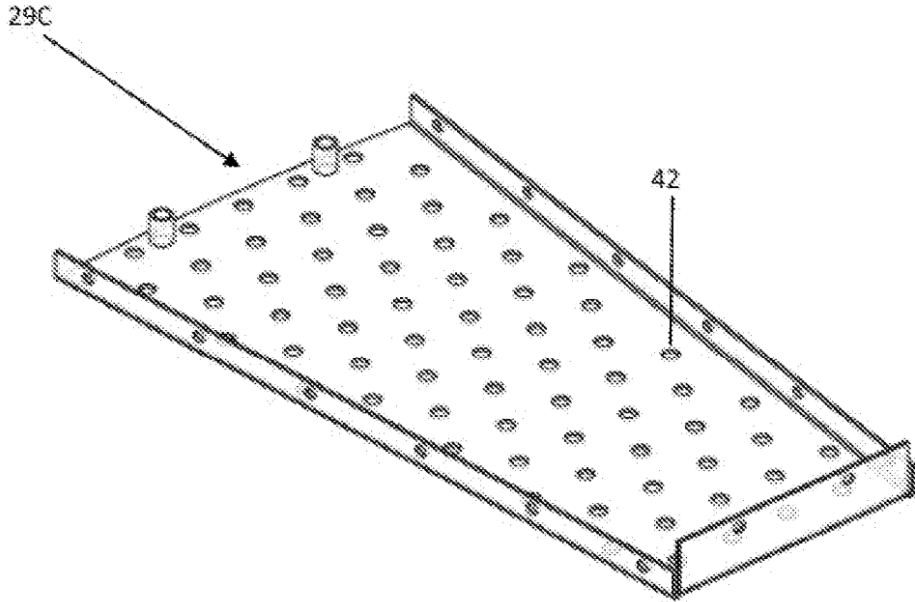


FIG. 3B

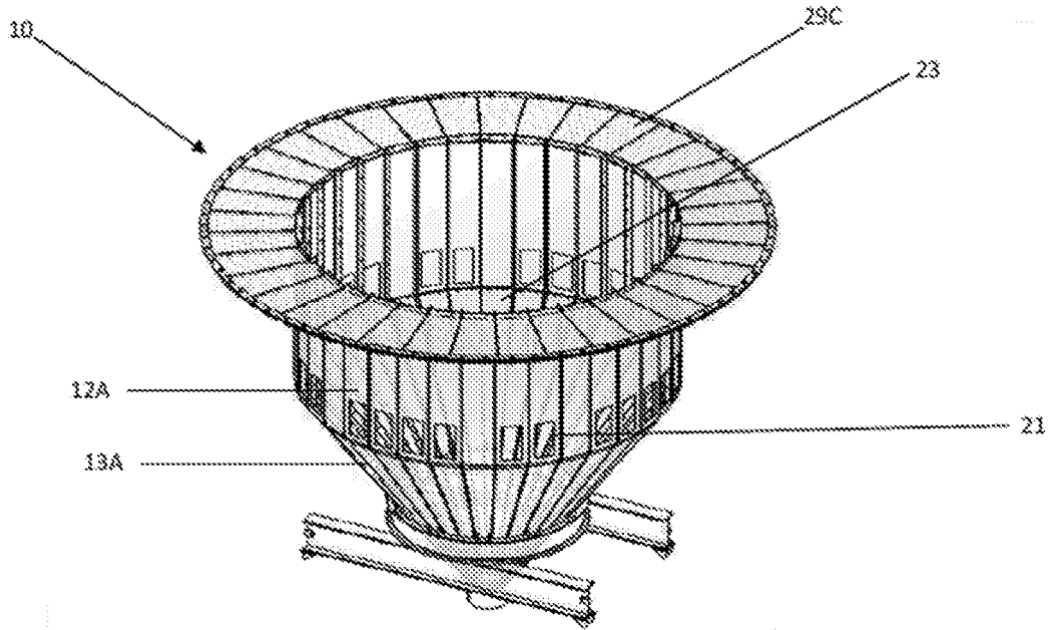


FIG. 4A

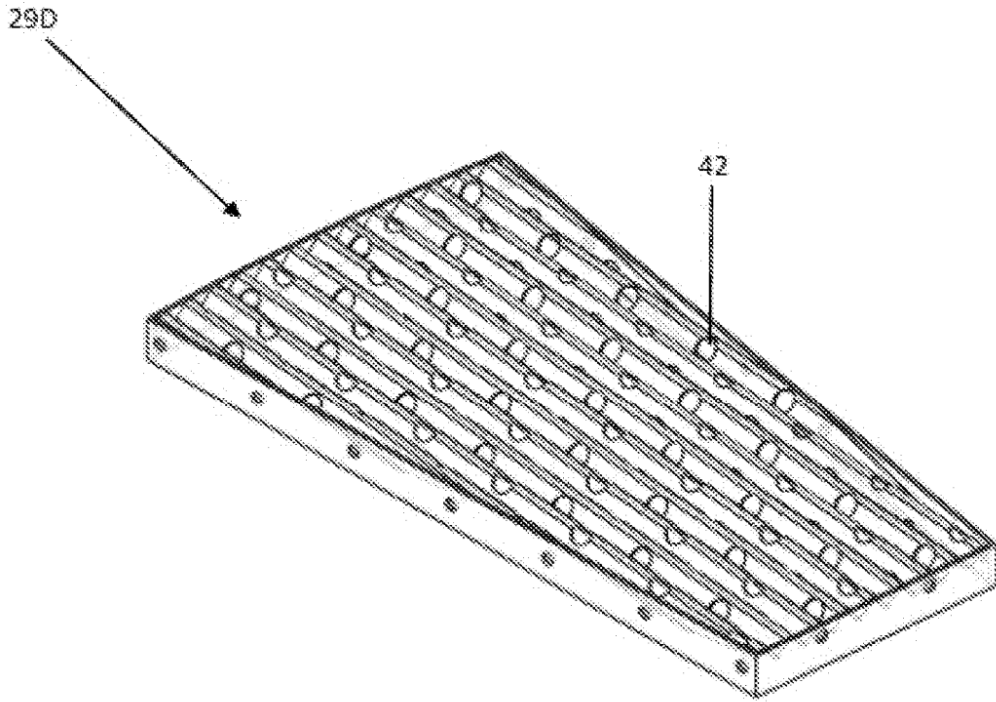


FIG. 4B

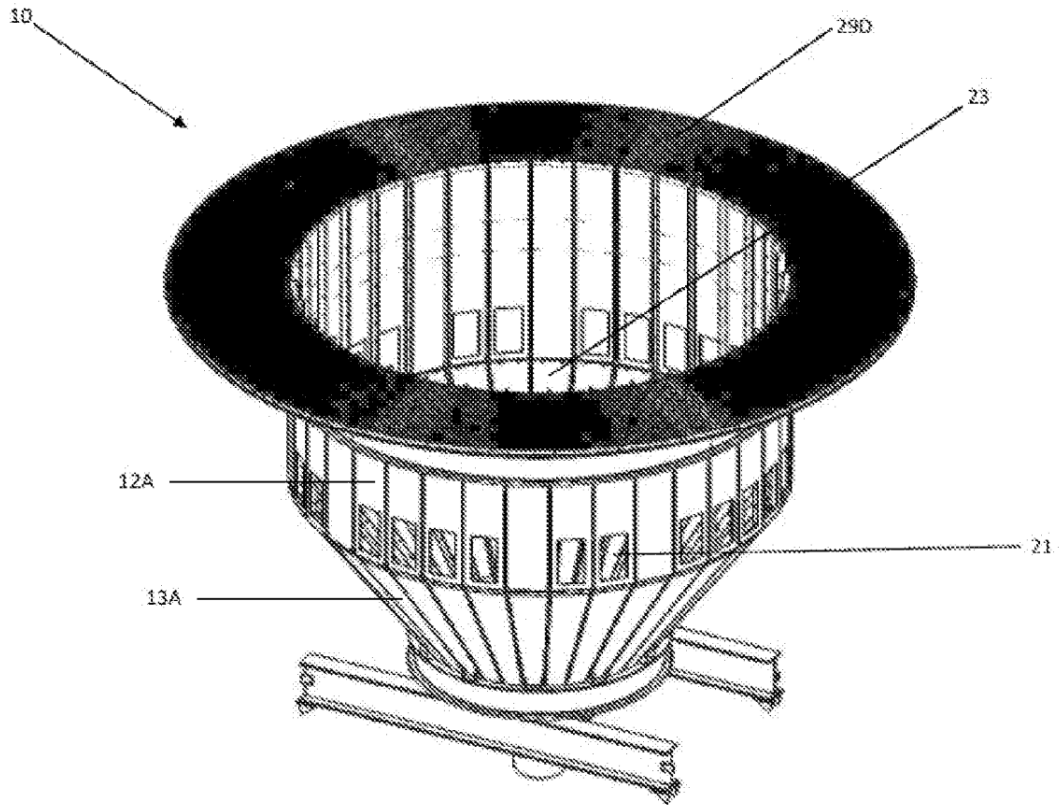


FIG. 5

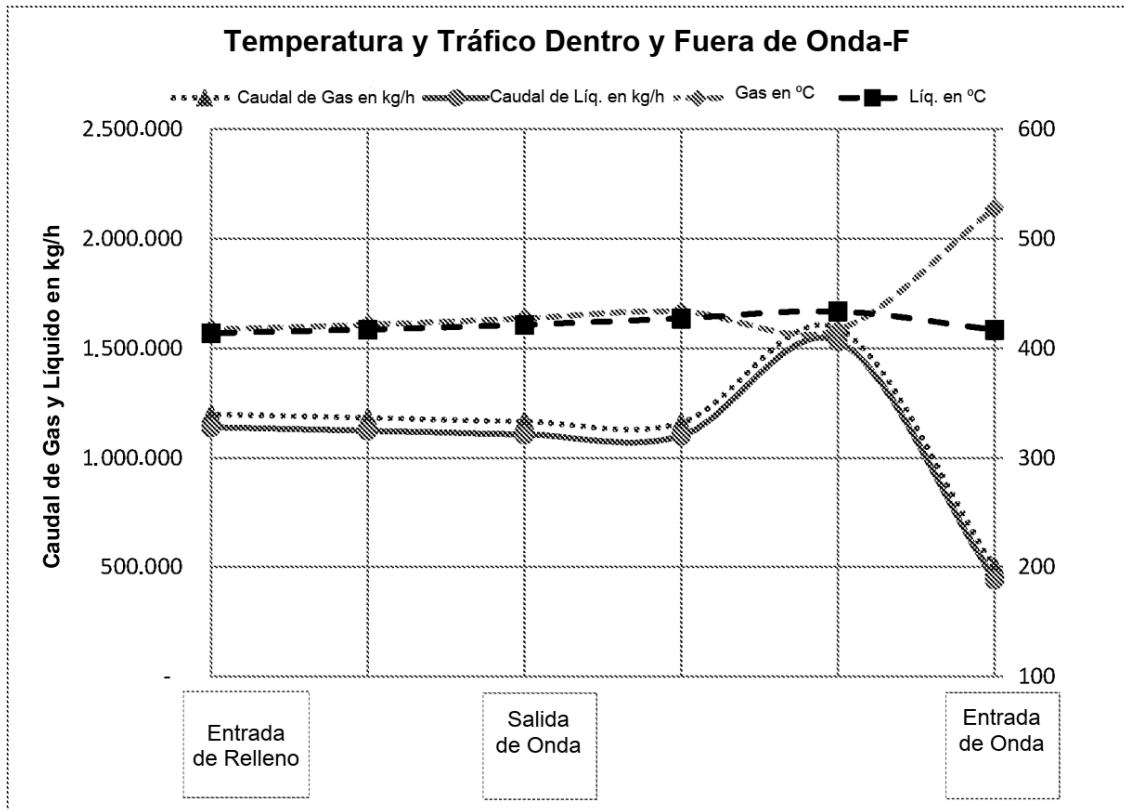


FIG. 6

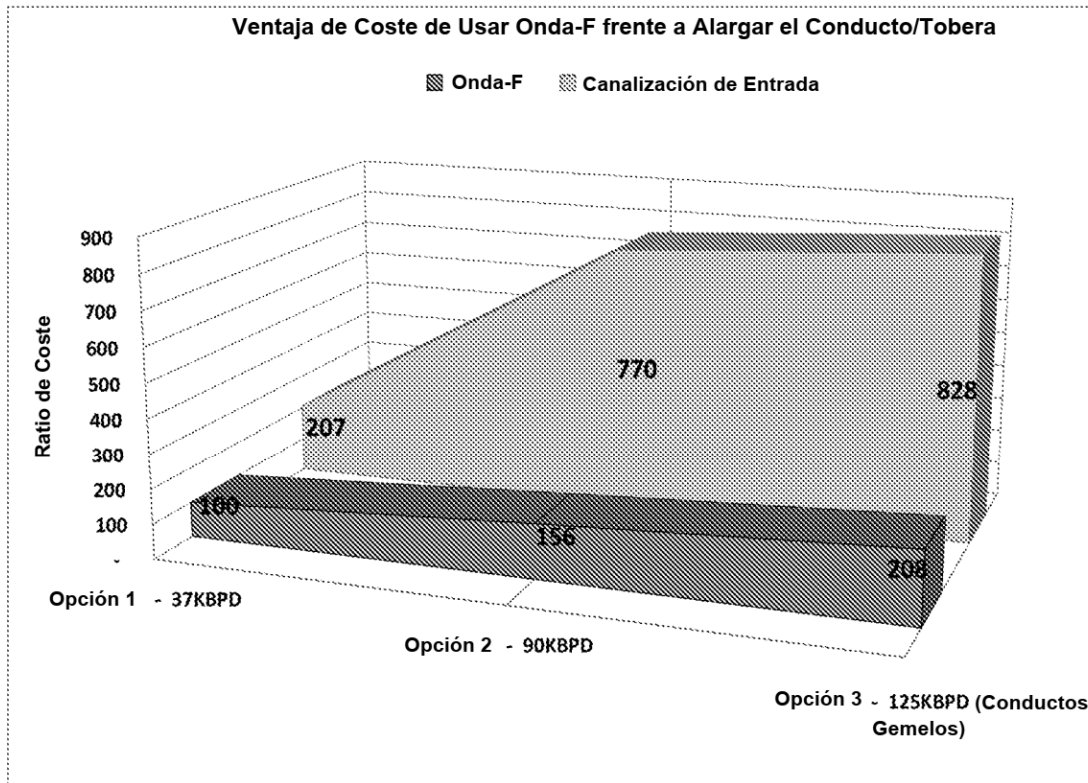


FIG. 7

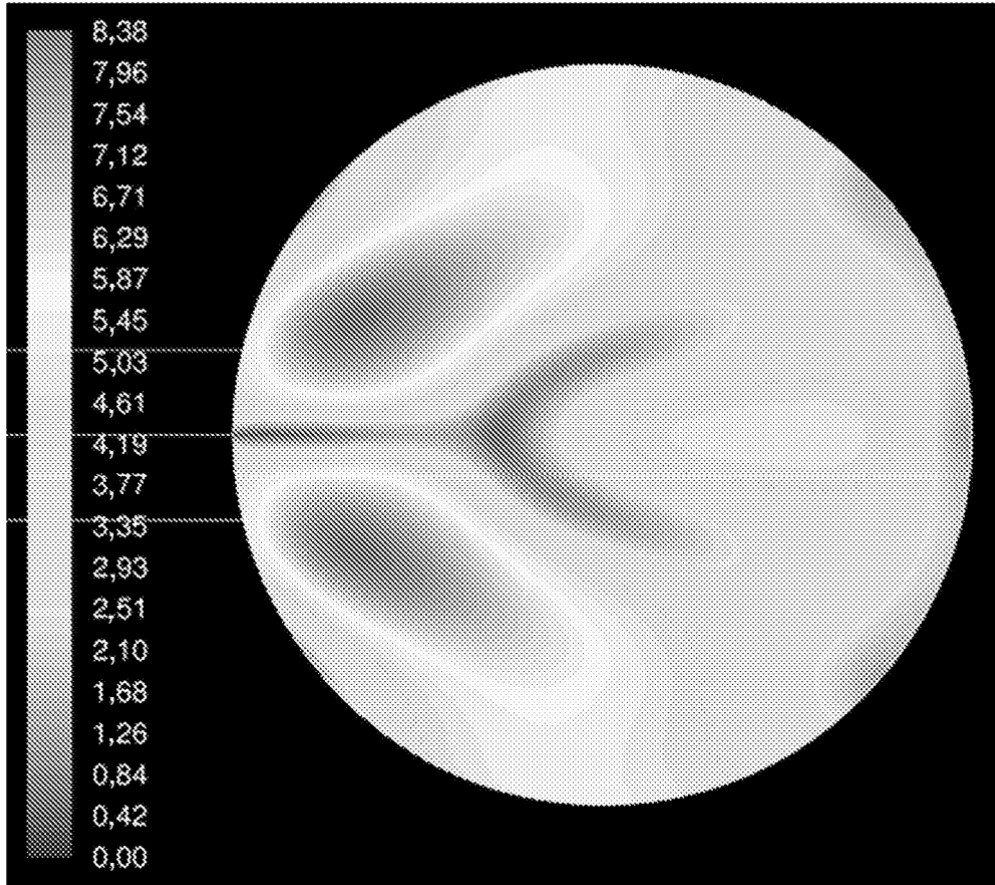


FIG. 8

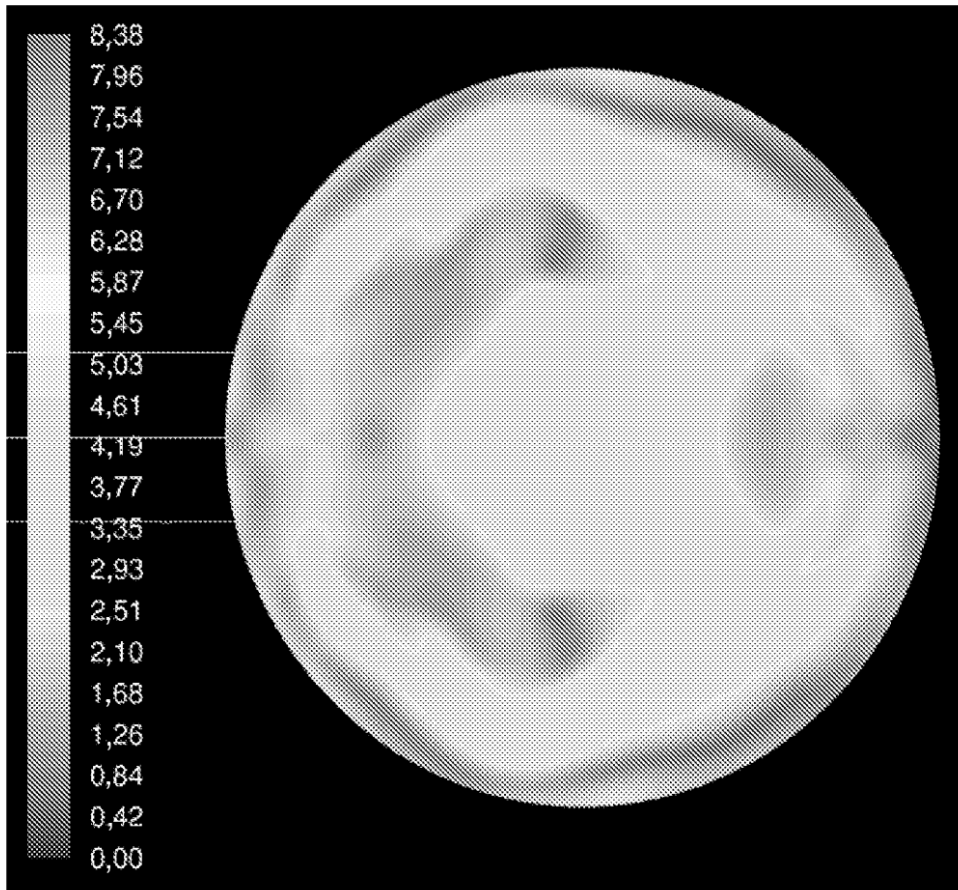


FIG. 9

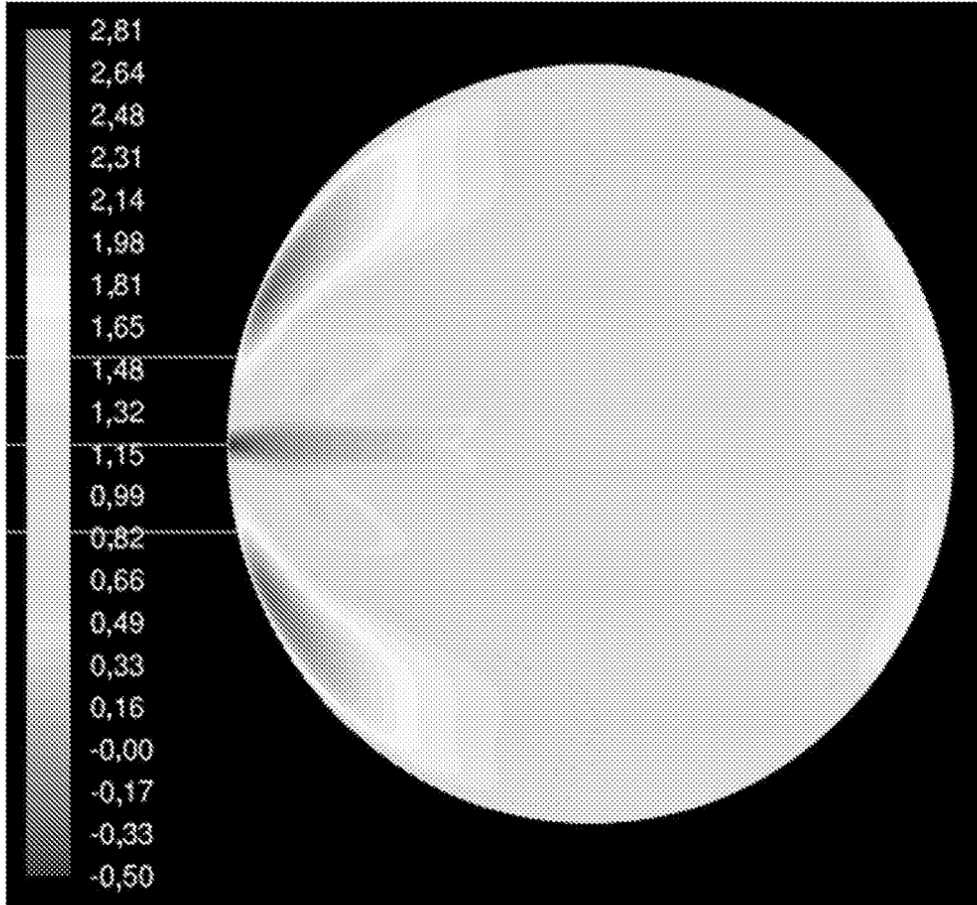


FIG. 10

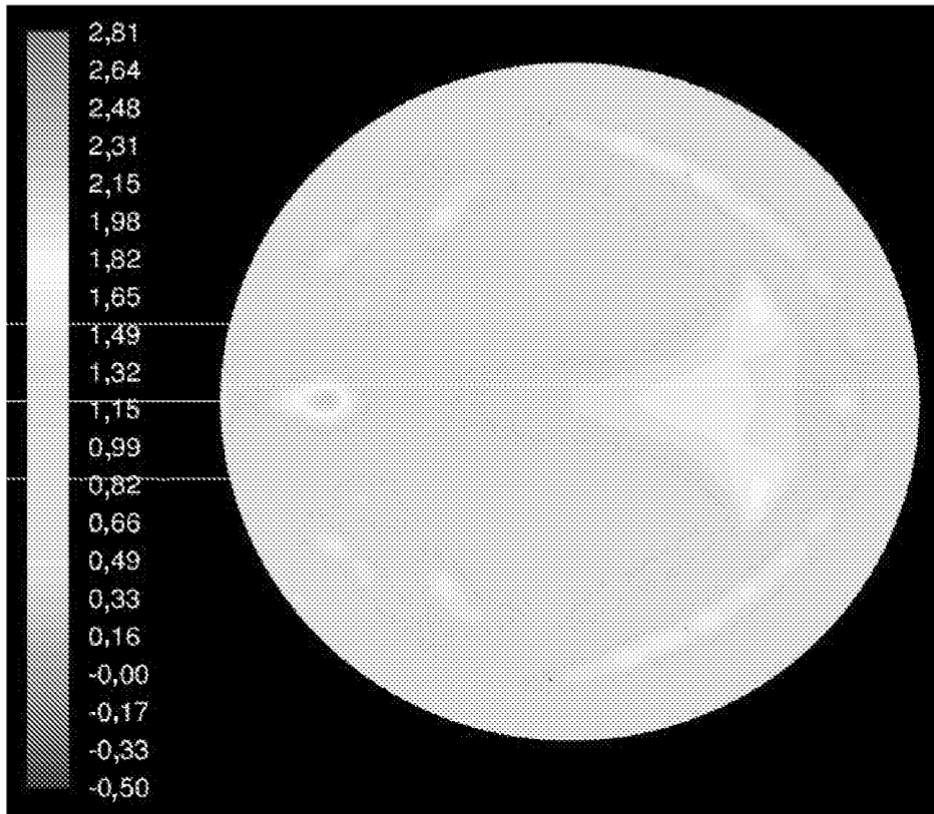


FIG. 11

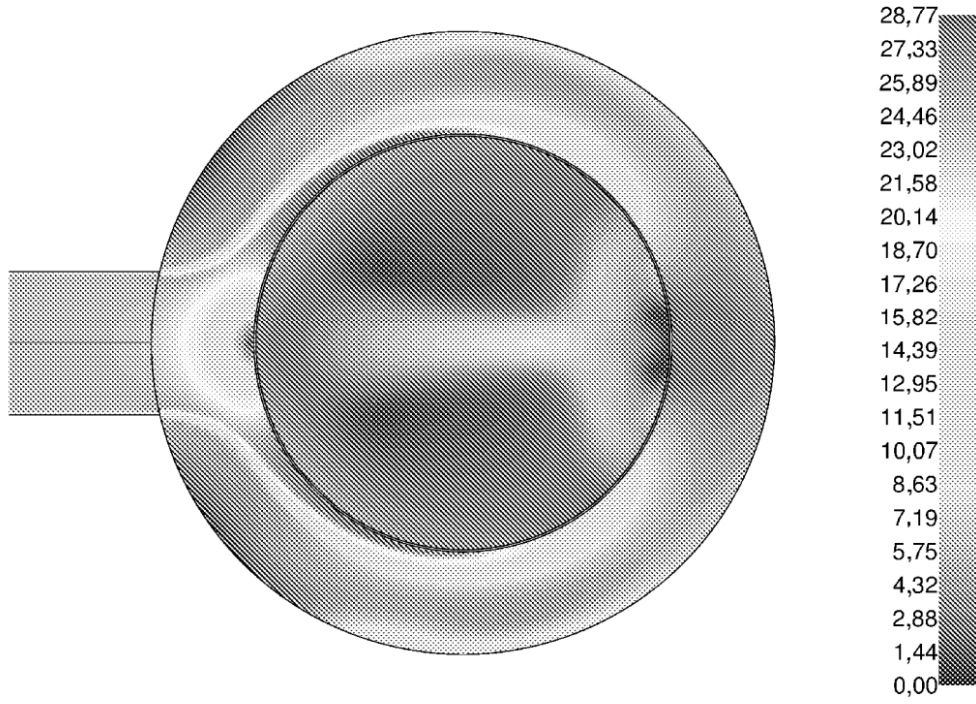


FIG. 12

