



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 276 679**

51 Int. Cl.:
C10G 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00920585 .7**

86 Fecha de presentación : **23.03.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1173528**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **23.01.2002**

54 Título: **Aparato para enfriar.**

30 Prioridad: **24.03.1999 US 275846**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

73 Titular/es: **SHELL INTERNATIONALE RESEARCH
MAATSCHAPPIJ B.V.
Carel van Bylandtlaan 30
2596 HR Den Haag, NL**

72 Inventor/es: **Garcia, Raul, Jasso, Sr.;
Ngan, Danny, Yuk-Kwan;
Sanborn, Richard, Addison y
Stein, Louis, Edward**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 276 679 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).

ES 2 276 679 T3

DESCRIPCIÓN

Aparato para enfriar.

5 La invención está dirigida, de manera general, a un aparato para enfriar rápidamente una corriente gaseosa caliente. La invención está dirigida, más específicamente, a un aparato para enfriar rápidamente el producto de pirólisis de un horno de pirólisis.

10 En una de las plantas de craqueo de gasoil a vapor del solicitante para producir olefinas se reconoció que el mojado de la pared del tubo de enfriamiento es esencial para impedir que el tubo de enfriamiento se obstruya debido a los depósitos de coque. Se encontró que el uso de una boquilla de pulverización para introducir el aceite de enfriamiento para enfriar el gas de pirólisis caliente que sale de la sección radiante no funcionaba, debido a las dificultades en mantener las paredes completamente mojadas. Las configuraciones de boquilla previas incluían un anillo externo de enfriamiento que rodeaba el tubo de enfriamiento para distribuir el aceite de enfriamiento entre tres boquillas
15 dispuestas con una separación de 120 grados alrededor del tubo de enfriamiento. Este diseño creaba una excesiva tensión térmica en el anillo de enfriamiento. Posteriormente, se modificó a tres boquillas de enfriamiento separadas, compartiendo todas una tubería de suministro de aceite de enfriamiento, lo que requería una restricción de flujo en cada boquilla para asegurar una buena distribución del aceite de enfriamiento.

20 Los orificios de restricción y las boquillas de tamaño más pequeño en los tubos de enfriamiento anteriores de inyección de aceite por boquillas múltiples se atascaban frecuentemente por partículas de coque presentes en el aceite de enfriamiento. Cuando esto sucedía, el flujo de aceite de enfriamiento que mojaba la pared del tubo de enfriamiento se interrumpía, y esto conducía a un mojado incompleto de la pared del tubo de enfriamiento. Se formaría el coque y crecería en la parte seca de la pared del tubo de enfriamiento y al final taponaría el tubo de enfriamiento. Cuando esto
25 sucedía, el horno entero tenía que ser detenido para su limpieza. Incluso sin problemas con las boquillas de inyección, el tubo de enfriamiento estaba sujeto a la formación de coque y al taponamiento en el límite móvil entre las paredes mojadas y secas cerca de las entradas de aceite.

30 La presente invención tiene el objetivo de proporcionar una configuración de boquilla en la que los problemas esbozados anteriormente puedan ser evitados. Esto se consiguió usando una configuración de boquilla de enfriamiento en la que la boquilla introduce aceite de enfriamiento tangencialmente en el tubo de enfriamiento y enfría rápidamente los productos gaseosos calientes de pirólisis que salen de los tubos radiantes calientes en un horno de pirólisis (p.ej., en la fabricación de etileno), mientras que al mismo tiempo se mantiene la pared interior del tubo de enfriamiento mojada por el aceite de enfriamiento, lo cual es necesario para impedir la deposición de coque en el tubo de enfriamiento.

35 Por consiguiente, la presente invención se refiere a un aparato de acuerdo con la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de este aparato se describen en las reivindicaciones 2 a 7. Una realización específica del aparato de la presente invención es la zona de enfriamiento definida en la reivindicación 8, con realizaciones preferidas en las reivindicaciones 9 y 10.

40 El segundo conducto del aparato o boquilla tiene una entrada de aceite de enfriamiento, eliminando así la necesidad de ningún orificio de restricción que se requeriría para distribuir uniformemente los flujos de aceite de enfriamiento entre varias boquillas. Además, la introducción de aceite por una sola boquilla tiene un diámetro más grande que el requerido si se empleara más de una boquilla en este servicio. La sustitución de boquillas múltiples (y orificios de
45 restricción) por una única boquilla de diámetro más grande elimina los problemas de taponamiento causados por las partículas de coque presentes en el aceite de enfriamiento. Las paredes interiores del primer medio de conducción o tubo de enfriamiento se mantienen mojadas mediante el uso de medios internos de obstrucción del flujo, adecuadamente en forma de un anillo con un borde delantero estrechado especialmente y un extremo terminal abrupto que sirve para impedir que la interfaz aceite de enfriamiento/gas se mueva axialmente hacia atrás y hacia delante en el tubo de
50 enfriamiento, y de este modo se elimina la formación de coque.

La invención se ilustra por las Figuras 1 a 10:

La Figura 1 es una vista en sección transversal del tubo de enfriamiento y la boquilla de la presente invención.

55 La Figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la Figura 1.

Las Figuras 3-10 muestran diversas realizaciones de varias permutaciones del anillo de inserción.

60 Un posible entorno de la presente invención es un horno de pirólisis como el descrito en la Figura 1 de la patente de EE.UU. N° 3.907.661. La invención de los solicitantes es una mejora en el diseño de la zona 13 de enfriamiento de esa patente o en otro aparato similar.

Haciendo referencia ahora a la Figura 1 de la presente solicitud, el tubo 10 de enfriamiento se muestra en sección
65 transversal, y tiene un tubo o boquilla 12 de entrada de aceite de enfriamiento que forma una entrada al tubo 10 de enfriamiento en una tangente a él. La Figura 1 está tomada sobre un diámetro de la boquilla 12 y del tubo 10 de enfriamiento donde los dos conductos se intersecan y la combinación descrita en la presente memoria comprende una mejora a la zona 13 de enfriamiento de la patente de EE.UU. N° 3.907.661 mencionada anteriormente.

ES 2 276 679 T3

La Figura 2 muestra una sección transversal del tubo 10 de enfriamiento tomada a lo largo de su eje longitudinal y mirando desde atrás hacia la boquilla 12. Dentro del tubo 10 de enfriamiento y corriente arriba de la boquilla 12 (respecto al flujo de gas y correspondiente a la entrada a la zona 13 de enfriamiento en la Figura 1 de la patente '661) hay un anillo 14 de inserción que tiene una parte 14a en rampa que termina en una sección 14b llana, teniendo esta última una interfaz escarpada con una cara 14c. Es decir, la sección 14b llana y la cara 14c del anillo 14 de inserción se intersecan en un ángulo recto para formar un borde 14d afilado. La función del anillo 14 de inserción y sus variaciones es formar una zona 16 de baja presión en la cara 14c de corriente abajo.

La boquilla 12, en su forma más simple, puede ser una tubería de diámetro constante que entre en el tubo 10 de enfriamiento, preferiblemente en un ángulo recto y con una de sus paredes en una tangente al tubo 10 de enfriamiento. Un anillo 14 de inserción está situado a una corta distancia corriente arriba de la boquilla 12 y crea una zona 16 de baja presión en la cara 14c. La distancia óptima entre la cara 14c y la boquilla 12 es la distancia que da como resultado que no haya ningún flujo de líquido sobre el borde 14d afilado, pero que moje completamente la cara 14c. El aceite de enfriamiento inyectado por la boquilla 12 fluye circunferencialmente alrededor de la superficie interior del tubo 10 de enfriamiento (debido a la inyección tangencial a presión suficiente) llenando la zona 16 de baja presión en la cara 14c. Para que la invención funcione apropiadamente, es necesario que el líquido que es inyectado tangencialmente a través de la boquilla 12 tenga una velocidad suficiente para que la fuerza centrífuga aplicada que actúa sobre esta corriente entrante para la duración de la primera revolución del fluido dentro del tubo 10 de enfriamiento exceda de la que actúa sobre la corriente entrante que es debida al campo gravitacional con efecto en esta región del aparato. En otras palabras, esta velocidad debe ser tal que

$$U^2/(Rg) > 1,$$

donde

U^2 es el cuadrado de la velocidad de entrada,

R es el radio interior del tubo 10 de enfriamiento, y

g es la aceleración de la gravedad,

todos expresados en un conjunto consistente de unidades dimensionales. Los valores típicos de $U^2/(Rg)$ oscilan entre 3 y 20. El aceite de enfriamiento se extiende entonces a lo largo de la pared interior del tubo 10 de enfriamiento como resultado de fuerzas de arrastre de fluido que actúan sobre el aceite por parte de la fase gaseosa. Esta interacción entre las fases gaseosa y oleosa también da como resultado alguna transferencia de momento, en la dirección corriente abajo, desde el gas hasta el aceite de enfriamiento. De esta manera, la cara 14c y la pared interior del tubo 10 de enfriamiento corriente abajo de ella, se mantienen en un estado "mojado", creando de este modo un régimen de flujo anular de dos fases que inhibe la formación de coque. La parte del tubo 10 de enfriamiento corriente arriba de la cara 14c, incluyendo las superficies 14a y 14b del anillo 14 de inserción, permanecen "secas" y no están sujetas, por tanto, a la formación de coque. El borde afilado, 14d, del anillo 14 de inserción forma la interfaz abrupta entre las secciones "mojada" y "seca".

El anillo 14 de inserción ha sido descrito en la presente memoria teniendo secciones planas (14a, 14b y 14c) pero también podría construirse con secciones curvadas, extendidas o acortadas. Los rasgos críticos que se requiere que sean mantenidos son la interfaz 14d afilada y la zona 16 de baja presión. De la Figura 3 a la 10 ilustran una parte de otras combinaciones para el anillo 14 de inserción. La Figura 3 utiliza una sección 14b llana de longitud cero, es decir, una rampa 14a que termina en una interfaz 14d afilada, con una cara 14c. La Figura 4 muestra una curvatura en la sección 14b que es, de manera general, paralela al eje del tubo de enfriamiento. La Figura 5 utiliza una sección 14c cóncava para contener la zona de baja presión y cambiar el ángulo del borde afilado, 14d. La Figura 6 ilustra una forma cambiada de la parte en rampa, 14a. La Figura 7 muestra una realización de combinaciones de modificaciones que mantienen la interfaz "mojada/seca" y la zona de baja presión. La Figura 8 es otra combinación que utiliza una longitud de rampa "infinita", es decir, sin anillo 14a de inserción interno. Es, esencialmente, una demostración de cómo dos tubos de enfriamiento de diferentes diámetros pueden realizar la función del anillo 14 de inserción. La Figura 9 muestra un anillo 14 de inserción que tiene caras 14a y 14c de 90 grados. Esta configuración causa una turbulencia excesiva en el borde delantero (del anillo de inserción) y una resultante caída de presión, pero se podría usar en algunas aplicaciones. La Figura 10 es una realización de la Figura 8 que puede ser más fácil de fabricar. Se muestra con una cara 14c cóncava, aunque se pueden utilizar también superficies convexas o planas.

Aunque la boquilla 12 se describe en la presente memoria en términos de un elemento en forma de tubo o conducto (cilíndrico), podría ser de otras formas en sección transversal, es decir, elíptico, cuadrado, rectangular, etc. Los rasgos críticos del diseño son la utilización de un tubo de entrada tangencial, o aproximadamente tangencial, para comunicar una velocidad al aceite de momento suficiente para causar que el aceite fluya alrededor de la circunferencia del tubo 10 de enfriamiento a la vez que moje completamente la cara 14c. Asimismo, aunque sólo se describe una boquilla, se podrían usar boquillas plurales, p.ej., dos boquillas diametralmente opuestas sobre el tubo 10 de enfriamiento para ayudarse la una a la otra a hacer fluir circunferencialmente el aceite de enfriamiento. También, la entrada tangencial está preferiblemente en un ángulo recto respecto al tubo 10 de enfriamiento, aunque se puede emplear cualquier ángulo siempre y cuando el aceite llene la zona 16 de baja presión alrededor de la circunferencia del tubo 10 de enfriamiento

ES 2 276 679 T3

junto a la cara 14c. De manera similar, la distancia desde la superficie exterior de la boquilla 12 a la cara 14c está determinada por la necesidad de tener el aceite empujado y extendido hacia la zona 16 de baja presión sin rebosar el borde 14c afilado. En la realización preferida de la invención, esta distancia debe estar entre aproximadamente 20% y 100% del diámetro interior de la boquilla 12.

El anillo 14 de inserción se puede fabricar como un anillo que está soldado dentro del tubo 10 de enfriamiento, o se puede fabricar como una parte integral del tubo de enfriamiento. El anillo 14 de inserción, como se ilustra en la Figura 1, incluye una parte 14a en rampa que es preferiblemente aproximadamente 7½ grados pero puede estar inclinada a 90 grados, o más, de grado máximo. La rampa, 14a, puede ser tan pequeña como cero grados en el caso de tubos de enfriamiento de dos diámetros separados (Figura 8). La parte 14a en rampa termina en una parte 14b llana o curvada que, a su vez, termina en un borde afilado, o interfaz 14d, con una cara 14c. Bajo condiciones de flujo de gas, el anillo 14 de inserción restringe el área de flujo causando que la velocidad del gas aumente según fluye a través del anillo de inserción. Se crea una zona 16 de baja presión por esta velocidad aumentada, que tiende a empujar al aceite de enfriamiento inyectado tangencialmente desde la boquilla 12 hacia la zona 16 de baja presión, mojando de este modo la pared interior del tubo de enfriamiento y la superficie 14c del anillo de inserción en esta área. El aceite de enfriamiento de la boquilla 12 es transportado entonces corriente abajo por el flujo de gas del horno y es mantenido contra (mojando de este modo) la pared del tubo 10 de enfriamiento. La longitud de la rampa 14a es preferiblemente tan larga como sea posible para causar la mínima turbulencia; sin embargo, las limitaciones de fabricación (maquinización) controlan las dimensiones físicas que son posibles.

Aunque la orientación del tubo 10 de enfriamiento se muestra estando horizontal, siempre y cuando el momento combinado del aceite de enfriamiento y el flujo de gas pueda mantener la pared del tubo de enfriamiento mojada, la orientación del tubo 10 de enfriamiento puede ser vertical o en un ángulo respecto a la posición horizontal, flujo arriba o flujo abajo. Las tuberías deben ser ajustadas en tamaño y orientadas, y los caudales de gas y líquido deben ser tales que produzcan y mantengan el flujo anular de dos fases dentro del tubo 10 de enfriamiento corriente abajo de la cara 14c para llevar a cabo la función de mojar las paredes.

Aunque la invención ha sido descrita en la presente memoria con referencia a la aplicación específica en hornos de pirólisis, también son posibles otras aplicaciones, tales como:

1. La inyección de una corriente de “agua de lavado” en una tubería que lleva una corriente gaseosa para mojar las paredes de la red de tuberías corriente abajo, con el fin de impedir o retirar depósitos de sal, en operaciones de lavado de procesos con agua (p.ej., operaciones de lavado de unidades de hidrocrqueo con agua).

2. La inyección de un inhibidor de la corrosión basado en agua o en hidrocarburos en una tubería que lleva una corriente gaseosa, con el fin de mojar de manera uniforme las paredes de las tuberías corriente abajo para el control de la corrosión (p.ej., la inyección de una amina formadora de película en la tubería de cabeza de una columna de absorción o de destilación).

3. La inyección de un líquido basado en hidrocarburos o en agua en una tubería que lleva una corriente gaseosa, con el fin de impedir que las paredes de la tubería corriente abajo lleguen a calentarse excesivamente (p.ej., inyección o “pulverización” de agua de enfriamiento en tuberías de cabeza de craqueo catalítico o coquización fluida con el fin de mantener las temperaturas de las tuberías por debajo de sus límites metalúrgicos de funcionamiento).

4. La configuración de tubo de enfriamiento tangencial de paredes mojadas se puede aplicar al tubo individual en el Intercambiador de Tubería de Transferencia (ITT) en la salida de los hornos de pirólisis. Los ITTs son intercambiadores de calor de “carcasa y tubo” donde los productos gaseosos calientes de pirólisis que salen del tubo radiante son indirectamente refrescados o enfriados rápidamente en el lado del tubo, a la vez que se genera vapor de alta presión en el lado de la carcasa. El coque se depositará en el lado del tubo, reduciendo de este modo la transferencia de calor, aumentando la caída de presión a través del ITT y requiriendo una descoquización periódica y un tiempo de inactividad del horno. Aplicando la tecnología (método) de enfriamiento de paredes mojadas descrita en la presente memoria para mojar completamente el interior de estos tubos ITT, se puede impedir la coquización, reduciendo así el tiempo de inactividad y la pérdida de producción concomitantes.

La invención se ilustra adicionalmente por el siguiente ejemplo, sin limitarse el alcance de la invención a esta realización particular.

Ejemplo

Los hornos de una de las plantas del solicitante que utilizan el diseño de boquillas de enfriamiento antiguo tienen típicamente que ser parados cada quince días debido al taponamiento de la boquilla de enfriamiento en uno o más de los diez pasos de enfriamiento en cada horno. En la instalación de prueba del solicitante para probar el concepto de la invención descrita en la presente memoria, el paso de enfriamiento (con el diseño de boquilla antiguo) que era el más propenso a un problema de taponamiento en el horno más frecuentemente taponado se seleccionó para su sustitución. Esa boquilla fue reemplazada por un tubo 10 de enfriamiento que utilizaba una tubería Schedule 40 que tenía un diámetro nominal de 20,3 cm y estaba intersecada por una boquilla 12 que tenía un diámetro interno o calibre de 4,3 cm. El líquido de enfriamiento se inyectó a un caudal de aproximadamente 4,0 m/s en la corriente gaseosa caliente que fluía a aproximadamente 61-76 m/s. El sistema de boquilla de paso de enfriamiento de prueba se hizo

ES 2 276 679 T3

funcionar durante aproximada- mente un año, sin periodos de inactividad ni taponamiento, si bien otras boquillas (con el diseño antiguo), incluyendo las adyacentes a la boquilla de prueba en el mismo horno de prueba, se taponaron debido a la coquización, requiriendo así la parada del horno de prueba entero. Esto demostró la resistencia del nuevo diseño de boquilla al taponamiento en un entorno propenso al taponamiento, como muestran los continuos problemas de taponamiento experimentados por las otras boquillas “de diseño antiguo” en el mismo horno.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Aparato para enfriar rápidamente una corriente gaseosa caliente, que comprende:

- 5 (i) un primer medio (10) de conducción para transportar dicho gas caliente desde una fuente corriente arriba hasta una ubicación corriente abajo;
- 10 (ii) un medio de obstrucción del flujo situado dentro de dicho medio de conducción para crear una zona de baja presión en dicha corriente gaseosa caliente inmediatamente corriente abajo de dicho medio de obstrucción;
- 15 (iii) un segundo medio (12) de conducción situado corriente abajo de dicho medio de obstrucción del flujo, intersecándose dicho segundo medio de conducción con dicho primer medio de conducción en una tangente suya y en un ángulo respecto a él, estando dicho segundo medio de conducción adaptado para inyectar un fluido de enfriamiento tangencialmente en dicha corriente gaseosa caliente para fluir circunferencialmente alrededor de la superficie interior de dicho primer medio de conducción y para llenar dicha zona de baja presión de dicha corriente gaseosa caliente y contactar con la cara de corriente abajo de dicho medio de obstrucción del flujo; y
- 20 (iv) un medio interfacial en dicha cara de corriente abajo de dicho medio de obstrucción del flujo para proporcionar una interfaz afilada entre dicha corriente gaseosa caliente y dicho fluido de enfriamiento.

2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el segundo medio (12) de conducción se interseca con dicho primer medio (10) de conducción en una tangente suya y perpendicular a él.

25 3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho medio de obstrucción de flujo es un anillo (14) de inserción adaptado para ser colocado en dicho primer medio (10) de conducción en un diámetro suyo.

30 4. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dicho primer conducto es un cilindro y dicho anillo (14) de inserción está situado circunferencialmente en un diámetro interior del mismo, teniendo dicho anillo (14) de inserción una rampa (14a) que aumenta de altura en la dirección de dicho flujo de gas, terminando dicha rampa en una parte llana (14b), terminando dicha parte llana en una interfaz (14d) afilada con el lado (14c) de corriente abajo de dicho medio de obstrucción del flujo.

35 5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la rampa (14a) tiene una curvatura convexa o cóncava.

6. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicho medio de obstrucción del flujo está formado por dos o más conductos concéntricos.

40 7. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que la distancia entre la superficie exterior de dicho segundo conducto (12) y la cara (14c) corriente abajo de dicho medio de obstrucción del flujo es entre 20% y 100% del diámetro interior de dicho segundo conducto (12).

45 8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, para enfriar rápidamente el producto de pirólisis de un horno de pirólisis, aparato que comprende

- 50 (a) un tubo (10) de enfriamiento a través del cual está fluyendo el gas caliente y dentro del cual se inyecta el aceite de enfriamiento para enfriar rápidamente este gas caliente, comprendiendo dicho tubo de enfriamiento un anillo (14) de inserción, situado circunferencialmente en un diámetro interior de dicho tubo de enfriamiento, teniendo dicho anillo (14) de inserción una rampa (14a) que aumenta de altura en la dirección del flujo del gas, terminando dicha rampa en una parte llana (14b), terminando dicha parte llana (14b) en una interfaz (14d) afilada; y
- 55 (b) al menos una boquilla (12) situada corriente abajo de dicha interfaz afilada, estando colocada dicha boquilla en un ángulo respecto a dicho tubo (10) de enfriamiento y tangencial a él, para la introducción de aceite de enfriamiento en dicho tubo de enfriamiento.

9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la boquilla está situada perpendicular y tangencial a dicho tubo de enfriamiento.

60 10. Aparato de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, en el que la distancia entre la superficie exterior de la boquilla (12) y la interfaz (14d) afilada es entre 20% y 100% del diámetro interior de dicha boquilla (12).

Figura 1

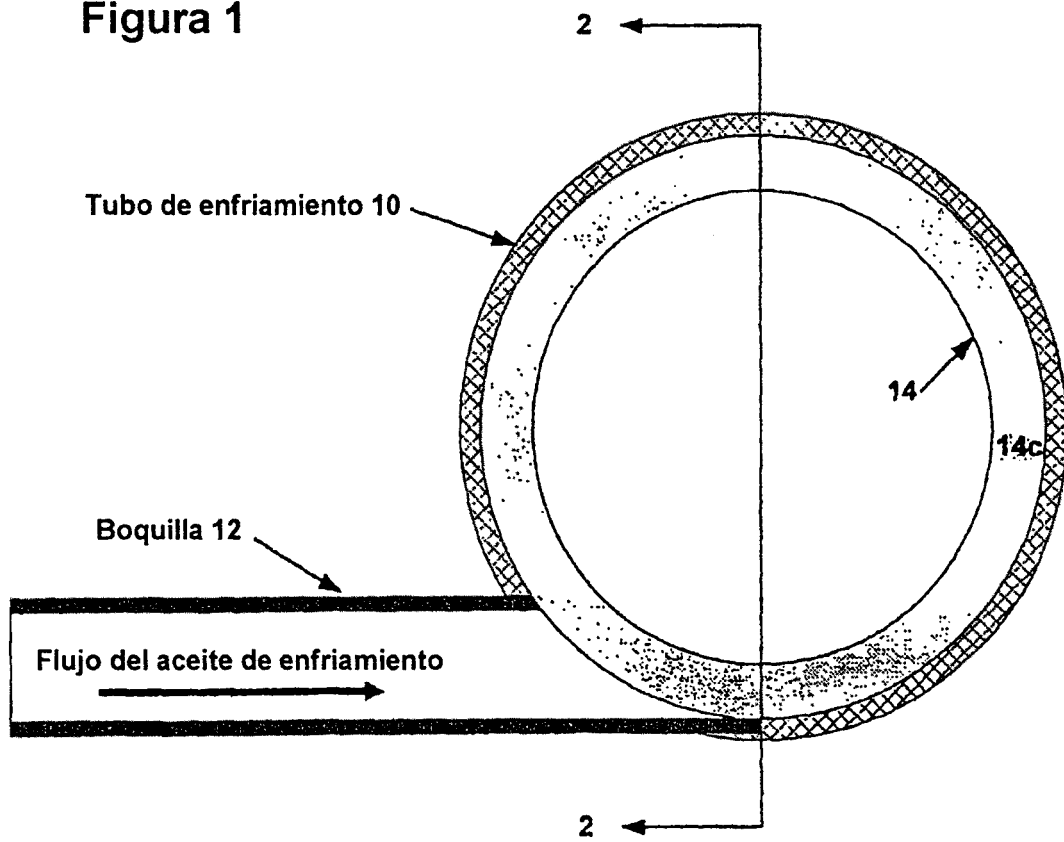


Figura 2

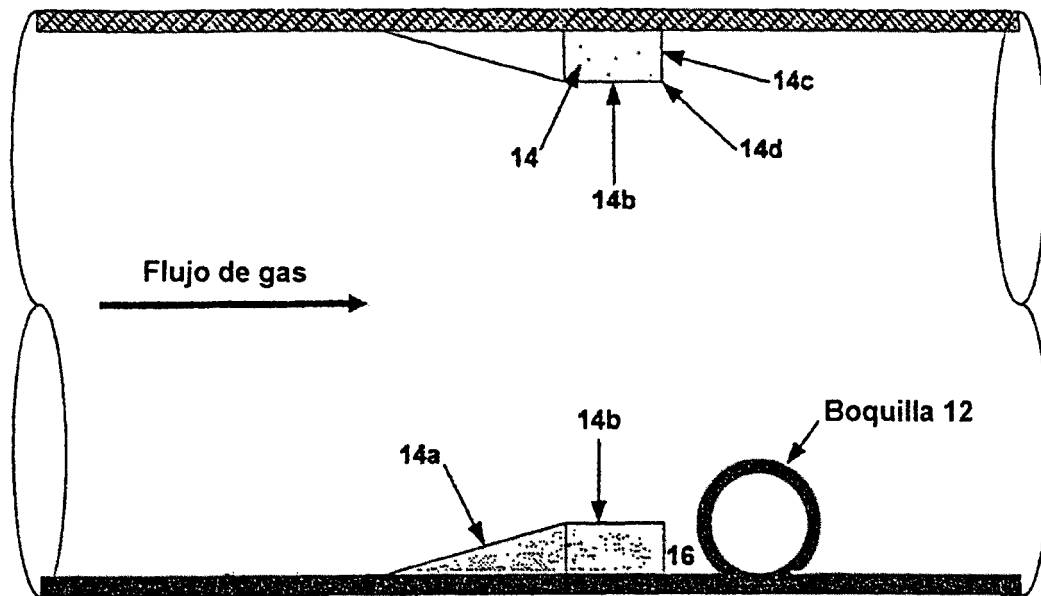


Figura 3

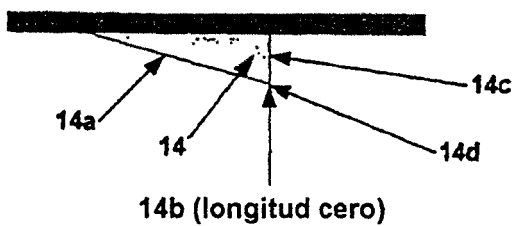


Figura 4

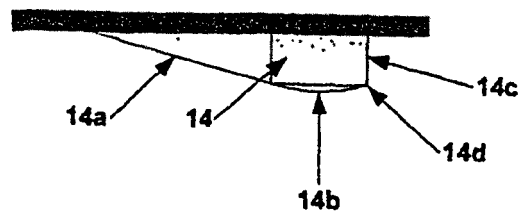


Figura 5

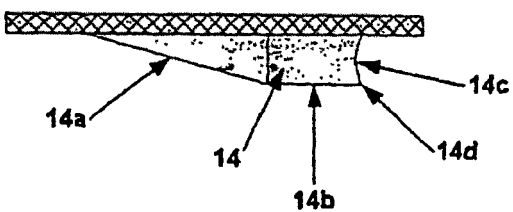


Figura 6

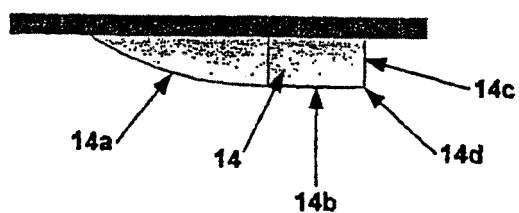


Figura 7

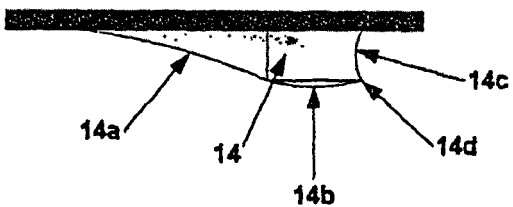


Figura 8

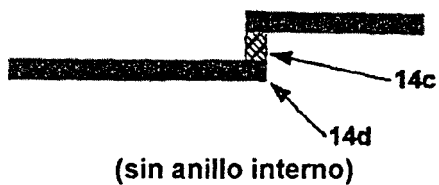


Figura 9

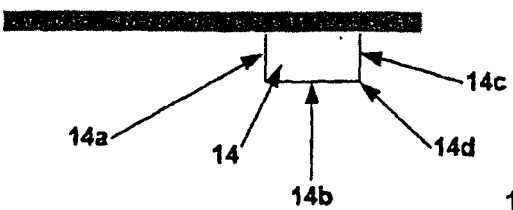


Figura 10

