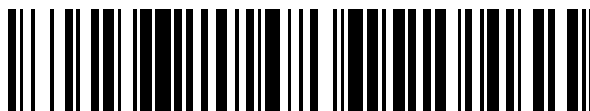


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 720**

51 Int. Cl.:

**F17C 13/10** (2006.01)

**F28D 7/02** (2006.01)

**F28F 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2004** **E 04252324 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018** **EP 1589280**

54 Título: **Un calentador de gas, un aparato de suministro de gas y un método para proporcionar gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.09.2018**

73 Titular/es:  
**AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (100.0%)**  
**7201 Hamilton Boulevard**  
**Allentown, PA 18195-1501, US**

72 Inventor/es:  
**ALFOLDI, CSABA y**  
**DE PAEPE, LIEVE**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 683 720 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

Un calentador de gas, un aparato de suministro de gas y un método para proporcionar gas

5 La invención presente se refiere a un calentador de gas, un aparato de suministro de gas y un método para proporcionar gas. La patente de los EE. UU. US 2001/030040 describe dicho calentador de gas que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1. En un sistema de suministro de gas convencional, típicamente, una fuente de gas a alta presión está conectada a un regulador de presión de gas. El regulador de presión de gas es operable para regular una reducción en la presión de gas desde la alta presión a la que el gas fue almacenado en la fuente hasta la presión de trabajo deseada. Típicamente, el gas se almacena en cilindros o botellas de alta presión a presiones de aproximadamente 200 bares. Los reguladores comúnmente disponibles han sido diseñados para operar a este nivel de presión de gas de entrada.

10 Recientemente, los cilindros suministran gas a presiones más altas. Por ejemplo, ahora es posible obtener cilindros de gas a una presión de 300 bares. Se solicitó a los fabricantes de reguladores de presión que ofrecieran reguladores de 300 bares con diseños similares a los utilizados para presiones de entrada de 200 bares. La diferencia entre los reguladores para operar a 300 bares en comparación con los diseñados para operar a 200 bares consiste en el intervalo de presión de entrada de los medidores, y que se requiere una unidad de control de válvula adaptada que tenga un resorte o un diafragma más resistente.

15 Conforme se expande el gas, es conocido que experimenta el efecto Joule-Thomson, es decir, el gas se enfría conforme se expande. La disminución de la temperatura conforme el gas se expande está relacionada con el cambio de la presión del gas. Si inicialmente el gas está a una presión más alta (por ejemplo, de aproximadamente 300 bares frente a una presión de aproximadamente 200 bares), y en ambos casos el gas es regulado a la misma presión de trabajo (por ejemplo, aproximadamente 10 bares), el gas que comenzó a una presión más alta (300 bares) está sustancialmente más frío que el que comenzó a la presión más baja. Por tanto, la temperatura de un regulador de presión llega a ser mucho más baja en comparación cuando la presión de entrada de gas recibida por el regulador es, por ejemplo, de aproximadamente 300 bares en lugar de aproximadamente 200 bares.

20 De hecho, este efecto de presión más alta comienza a resultar prominente por encima de 240 bares y se amplifica aún más con temperaturas ambientales más bajas. No es raro en tales circunstancias que el regulador de presión se congele. Esto puede hacer que el regulador de presión se vuelva inútil. Alternativamente, pueden ocurrir problemas tales como la oscilación del flujo de salida, el bloqueo de la funcionalidad del regulador y la fuga resultante.

25 Existen sistemas conocidos que han sido desarrollados para tratar de resolver este problema. Un tipo de sistema se basa en calentar el gas a alta presión entre la fuente de gas y el regulador de presión. Esto se hace dirigiendo el gas a través de un tubo recto o en espiral que está caliente. Sin embargo, tales sistemas son incapaces de proporcionar calor suficiente al gas sin estar al mismo tiempo peligrosamente calientes o que requieran una longitud de tuberías inviablemente largas.

30 Un intento alternativo de solución a este problema ha sido calentar el regulador de presión directamente de manera que conforme el gas pasa a través de él y se enfría debido al efecto Joule-Thomson, la temperatura del dispositivo regulador no baje más de la temperatura de trabajo más baja del regulador. En otras palabras, el regulador es calentado para que los problemas descritos anteriormente se moderen aunque sigan estando presentes.

35 Una vez más, tales intentos de resolver el problema identificado anteriormente no han tenido éxito. En particular, los dos intentos antes mencionados de una solución a este problema tienen baja eficiencia. Esto significa que incluso si se usan grandes cantidades de energía de entrada, con la intención de aumentar la temperatura del gas lo suficiente, no ha sido posible garantizar que no haya problemas con el regulador.

40 La Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 2003/0154700 describe un módulo para ser usado como filtro, convertidor catalítico o calentador.

45 Según un primer aspecto de la invención presente, se proporciona un calentador de gas que tiene las características de la reivindicación 1. La invención proporciona un calentador de gas que tiene una entrada de gas y una salida de gas que definen una cavidad entre ellas y que comprende un intercambiador de calor poroso que se extiende dentro de la cavidad, desde la entrada hasta la salida. Hay dispuestos medios para proporcionar calor al intercambiador de calor a lo largo de la longitud del intercambiador de calor. Los medios para proporcionar calor al intercambiador de calor pueden ser una superficie de contacto entre la camisa y el intercambiador de calor o una superficie de contacto entre el intercambiador de calor y un elemento de calentamiento dispuesto dentro del intercambiador de calor.

50 Según un segundo aspecto de la invención presente, se proporciona un aparato de suministro de gas para ser conectado a una fuente de gas a presión, el aparato de suministro de gas comprende: un calentador de gas según el primer aspecto de la invención presente; y, un regulador de presión que tiene una entrada conectada a una salida

del calentador de gas, cuyo regulador de presión está dispuesto para recibir gas calentado del calentador de gas y regular la presión del gas.

5 Según un tercer aspecto de la invención presente, se proporciona un método para suministrar gas desde una fuente a presión, comprendiendo el método: alimentar el gas desde una fuente a presión a un calentador de gas; alimentar el gas desde el calentador a un regulador de presión para regular la presión del gas, cuyo calentador de gas es un calentador de gas según el primer aspecto de la invención presente.

10 Según un cuarto aspecto de la invención presente, se proporciona un calentador de gas para ser conectado a una fuente de calor y a una fuente de gas a presión, el calentador de gas comprende: una camisa; y un intercambiador de calor poroso contenido dentro de la camisa, dispuesto en el uso para recibir calor y calentar el gas que fluye a través del calentador en donde, en el uso, una distancia entre un flujo de gas a través del calentador y una superficie de transferencia de calor a través de la que está dispuesto el intercambiador de calor para recibir calor es sustancialmente constante.

15 En una realización, la invención proporciona un calentador de gas que tiene una camisa que contiene un intercambiador de calor poroso o elemento de intercambio de calor. El intercambiador de calor poroso está configurado de tal manera que, en el uso, conforme el gas pasa a través de la camisa, entra en contacto con un área superficial grande del intercambiador de calor. En el uso, si se aplica calor a la camisa de manera que a  
20 continuación alimenta al intercambiador de calor, el calor se transfiere eficientemente al gas que pasa a través del calentador. Dado que el intercambiador de calor es seleccionado para que un área superficial de intercambio de calor esté expuesta al gas que pasa a través y sea mayor de la que de otra manera experimentaría el gas, la longitud de la zona de intercambio de calor dentro del calentador puede ser reducida.

25 El calentador de gas de la invención presente incluye un intercambiador de calor poroso dispuesto en el uso para recibir calor y calentar el gas que fluye a través del calentador. La distancia entre un flujo de gas por el calentador y la superficie de transferencia de calor a través de la que el intercambiador de calor está dispuesto para recibir calor es sustancialmente constante en la dirección del flujo de gas a través del calentador. En otras palabras, sustancialmente a lo largo de todo el recorrido del gas a través del calentador (y a través del intercambiador de calor dentro del calentador), el intercambiador de calor está dispuesto de manera que es constante una superficie de  
30 transferencia de calor a través de la que recibe calor. Esto quiere decir que el gas puede ser calentado de manera sustancialmente uniforme conforme pasa a través del calentador y prácticamente es posible calentar el gas eficientemente en todas las partes del recorrido del gas a través del calentador.

35 Al proporcionar un material conductor del calor poroso como intercambiador de calor, se asegura que el calor puede ser transferido eficientemente al gas que pasa a través del calentador. Además, a diferencia de los calentadores de gas convencionales en los que típicamente el tiempo de contacto entre el gas y la fuente de calor es muy corto debido a que la velocidad del gas es bastante alta, por ejemplo, hasta 10 m/s, en la invención presente la transferencia de calor es eficiente debido a la gran superficie de intercambio de calor.

40 Se puede usar una velocidad lenta del gas debido al material poroso. Por ejemplo, se pueden usar velocidades entre 0,005 y 0,5 m/s. De hecho, en sistemas convencionales, la superficie de intercambio de calor está limitada a la pared interior del tubo del calentador o a una pequeña superficie interior del cuerpo regulador y, por tanto, se ha necesitado un flujo de gas turbulento para mejorar la transferencia de calor al gas. Esto ha necesitado las altas  
45 velocidades de gas usadas previamente. Lo que representa un marcado contraste con la invención presente.

Además, en la invención presente se usa un intercambiador de calor que aumenta la superficie de intercambio de calor experimentada por el gas que pasa a través del calentador, por lo que la longitud del calentador puede ser sustancialmente reducida en comparación con los calentadores de tubo convencionales. Por tanto, es más fácil y  
50 menos perturbador construir dicho calentador en línea en un sistema de suministro de gas.

En un ejemplo de una realización de la invención presente, se proporciona un calentador de gas, el calentador comprende: una camisa adecuada para contener un flujo de gas a alta presión; un intercambiador de calor poroso dispuesto para llenar sustancialmente la camisa; y, un deflector de calor dispuesto dentro del intercambiador de calor para proporcionar medios para transferir calor desde una fuente de calor al intercambiador de calor. El deflector de calor puede tener cualquier forma y/o configuración adecuada según se describe en detalle en esta memoria. Por ejemplo, puede ser de forma espiral con un orificio central opcional para recibir un elemento de calentamiento. En todos los casos, el intercambiador de calor poroso está dispuesto para llenar todos los espacios dentro de la camisa no ocupados por el deflector de calor. Los materiales usados en el calentador que incluye el  
55 intercambiador de calor poroso, la camisa y el deflector de calor pueden ser según se describe en detalle en este documento.

A continuación se describen en detalle ejemplos de realizaciones de la invención presente haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

65

La Figura 1A es una representación esquemática de un ejemplo de un sistema de suministro de gas;  
 La Figura 1B es una representación esquemática de otro ejemplo de un sistema de suministro de gas;  
 La Figura 2 muestra un corte transversal longitudinal a través de un calentador de gas según la técnica anterior.

5 Las Figuras 3A a 3I muestran ejemplos de camisas térmicas adecuadas para ser usadas en el calentador de gas de la Figura 2;

La Figura 4 muestra una representación esquemática de un corte transversal a través de un ejemplo adicional de una realización de la invención presente;

10 La Figura 5 muestra una representación esquemática de un corte transversal a través de un ejemplo adicional de una realización de la invención presente;

La Figura 6 muestra una representación esquemática de un inserto para un calentador de gas;

La Figura 7 muestra una representación esquemática de un corte transversal a través de un calentador de gas según un ejemplo de una realización de la invención presente;

15 La Figura 8 muestra una representación esquemática de un corte transversal a través de un calentador de gas según un ejemplo de una realización de la invención presente;

Las Figuras 9A a 9D muestran representaciones esquemáticas de cortes transversales a través de una parte de un calentador de gas según los ejemplos de una realización de la invención presente; y,

20 La Figura 10 muestra la variación en la temperatura de un gas conforme pasa a través de un sistema de suministro de gas de la Figura 1A o 1B con las diferentes disposiciones de calentamiento usadas.

La Figura 1A es una representación esquemática de un sistema de suministro de gas según un ejemplo de una realización de la invención presente. El sistema de suministro de gas comprende un cilindro de gas a alta presión 2 conectado a un regulador de presión 4 a través de un calentador 6 de gas de flujo pasante. El tubo 8 ha sido dispuesto para proporcionar un conducto para el gas del cilindro al calentador 6. El tubo 10 está dispuesto para proporcionar un conducto para el gas desde el calentador 6 al regulador de presión 4. Hay dispuesta una válvula 7 controlable para permitir el control del flujo de gas desde el cilindro 2 al calentador 6.

30 La Figura 1B es una representación esquemática de un sistema de suministro de gas según otro ejemplo de una realización de la invención presente. En este ejemplo, los componentes equivalentes a los del sistema de la Figura 1A están numerados con los mismos números de referencia. Además, hay dispuesto un colector 5 para recibir gas a alta presión desde uno o más de los cilindros 2 dentro de los paquetes de cilindros 3. En el ejemplo específico mostrado, hay dispuesta una válvula de corte 9 aguas abajo del colector 5.

35 A continuación se describe en detalle un ejemplo de un calentador 6 adecuado para ser usado en los sistemas de las Figuras 1A y 1B con referencia a la Figura 2.

40 La Figura 2 muestra una sección transversal longitudinal a través de un calentador de gas adecuado para ser usado en el sistema de suministro de gas de la Figura 1. El calentador de gas tiene una camisa de alta presión 12 en la que está dispuesto un intercambiador de calor poroso 14, es decir, una matriz porosa conductora de calor que funciona como medio de relleno para llenar el calentador y proporcionar una gran área superficial de intercambio de calor para el gas que pasa por el calentador. Hay dispuesta además una fuente de calor (no mostrada) para proporcionar calor al gas que pasa a través del calentador 6. En el ejemplo mostrado, la camisa térmica tiene una entrada 16 y una salida 18 dispuestas para permitir que el gas a alta presión fluya hacia y fuera del calentador 6, respectivamente.

45 En el uso, una fuente de calor (que se describe con más detalle a continuación) sirve para calentar la camisa 12 y de este modo proporcionar calor al medio de relleno 14. El material del que está hecho el medio de relleno es seleccionado para que sea conductor del calor de manera que cuando la camisa 12 se calienta, el calor es transferido por conducción desde la camisa 12 al medio de relleno 14.

50 El medio de relleno 14 es seleccionado de manera que presenta una superficie de intercambio de calor al gas que pasa a través del calentador que es mayor que la que experimentaría el gas que pasa a través del calentador si el medio de relleno no estuviera allí. En un ejemplo preferido, se proporciona un material poroso conductor como medio de relleno. Esto cumple una serie de funciones. Además de aumentar la superficie de intercambio de calor expuesta al gas que pasa a través del calentador 6, ralentiza el gas según pasa a través del calentador 6, aumentando así el tiempo de residencia del gas en el calentador 6. Por consiguiente, en contraste con calentadores de gas de flujo pasante convencionales en los que el gas fluye rápidamente y sólo está expuesto a una superficie interior calentada cilíndrica como superficie de intercambio de calor, en el ejemplo mostrado en la Figura 2, la superficie de intercambio de calor es significativamente mayor debido a la naturaleza porosa del medio de relleno 14 y así la velocidad del gas a través del calentador 6 puede ser mucho menor, por ejemplo, entre aproximadamente 0,005 y aproximadamente 0,5 m/s.

60 Los materiales porosos usados como intercambiador de calor pueden servir para establecer capas de flujo de gas, es decir un flujo laminar de gas, a través del calentador que proporciona buenas condiciones para la transferencia de calor al gas.

5 El medio de relleno 14 está rodeado por la camisa 12. Cuando la camisa es calentada, resultará evidente que se proporciona calor al gas que fluye a través del calentador a lo largo de toda la longitud del calentador, es decir, la longitud de la camisa. En otras palabras, la distancia entre un flujo de gas a través del calentador y una superficie de transferencia de calor a través de la que el intercambiador de calor está dispuesto para recibir calor es sustancialmente constante en la dirección del flujo de gas a través del calentador. Esto es deseable ya que significa que el gas puede experimentar un calentamiento uniforme a lo largo de su paso a través del calentador.

10 Preferiblemente, la camisa y/o el medio de relleno tienen una sección transversal circular. Típicamente, la sección transversal del medio de relleno cuando se trata de un material poroso puede ser de hasta aproximadamente 50 mm y preferiblemente entre aproximadamente 14 y aproximadamente 25 mm.

15 El gas es calentado mientras todavía está a alta presión y a alta densidad. Por ejemplo, si el gas es Argón a 300 bares, su densidad es de aproximadamente 450 - 550 kg/m<sup>3</sup>.

20 La camisa de alta presión 12 está hecha preferiblemente de un material conductor para permitir que una fuente de calor simple sea usada para proporcionar calor al calentador 6. Un ejemplo incluye un collarín calentado dispuesto axialmente alrededor de la camisa de alta presión 12. A continuación se describen en detalle ejemplos adicionales.

25 En un ejemplo preferido, el material poroso usado como medio de relleno 14 es seleccionado del grupo que consiste en cobre, latón, bronce, aluminio, acero, acero inoxidable u otros metales ferrosos o no ferrosos y sus aleaciones. De hecho, se puede usar cualquier material adecuado. Para ser adecuado, un material debe ser conductor del calor para permitir una transferencia eficiente del calor desde la camisa de alta presión 12 al intercambiador de calor 14 y a continuación al gas cuando pasa a través del calentador 6.

30 De manera similar, la camisa de alta presión 12 puede estar hecha de cualquier material que sea adecuadamente conductor del calor y suficientemente fuerte para actuar como un conducto o alojamiento para el gas a alta presión que pasa a través del calentador. Los ejemplos incluyen, cobre, latón, bronce, aluminio, acero, acero inoxidable y sus aleaciones y otros metales ferrosos y no ferrosos. Además, la camisa de alta presión puede ser reforzada también con materiales compuestos tales como cristal, aramida, fibra de carbono o cualquier otro material adecuado.

35 Según se ha mencionado anteriormente, la camisa de alta presión puede tener cualquier forma o aspecto siempre que pueda alojar un intercambiador de calor que pueda ser usado para presentar una superficie de intercambio de calor al gas que pasa a través del calentador. Las Figuras 3A a 3I muestran varios ejemplos de camisas térmicas adecuadas para ser usadas en el calentador de gas de la Figura 2. En la Figura 3A, la camisa térmica 12 es un cilindro circular y se muestra un collar de calentamiento 20 dispuesto axialmente alrededor de la camisa 12.

40 En cada una de las Figuras 3B y 3D a 3I, hay dispuesto un hueco cilíndrico central 22 dentro de la camisa 12. El hueco cilíndrico 22 está destinado a contener un medio de relleno tal como un material poroso conductor del calor que actúa como intercambiador de calor. Además, en cada una de las Figuras 3B y 3D a 3I, hay dispuestos dos o más orificios axiales 24 para alojar varillas calefactoras. En el uso, se inserta una varilla calefactora en uno o más de los orificios 24 de la camisa de alta presión 12. Por tanto, la camisa 12 se calienta y esto permite que tenga lugar la transferencia de calor al medio 14 de relleno.

45 En el ejemplo mostrado en la Figura 3C, el medio de relleno 26 está dispuesto alrededor de un elemento de calentamiento central 28. Por tanto, a diferencia de los otros ejemplos mostrados en la Figura 3, se proporciona calor desde el interior del medio de relleno en lugar de desde el exterior.

50 La Figura 4 muestra una sección a través de un calentador de gas según un ejemplo de una realización de la invención presente. Al igual que el calentador de gas mostrado en la Figura 2, el calentador 6 tiene una camisa de alta presión 12 y un medio de relleno 14 que actúa como un intercambiador de calor contenido en su interior. Además, hay dispuestas una entrada 16 y una salida 18 para permitir que el gas a alta presión fluya dentro y fuera del calentador, respectivamente.

55 El calentador 6 tiene también una pluralidad de deflectores de flujo 30 dispuestos dentro de la camisa 12. En el ejemplo ilustrado, se muestran cinco deflectores de flujo separados 30, aunque resultará evidente que se puede disponer cualquier número. En el ejemplo mostrado en la Figura 4, cada deflector de flujo 30 comprende un disco instalado dentro de la camisa 12. Cada uno de los discos 30 tiene uno o más orificios pasantes 32 para proporcionar un camino y definir una dirección de flujo al gas cuando éste pasa a través del calentador 6. En el ejemplo mostrado,

60 hay dispuesto un orificio pasante en cada disco y los orificios pasantes respectivos 32 de cada uno de los discos 30 están escalonados de manera que el gas es forzado a seguir un camino tortuoso a través del intercambiador de calor 14. Por consiguiente, el tiempo de residencia del gas dentro del calentador 6 es aumentado de manera que la eficiencia del calentador aumenta correspondientemente. Se muestra el camino del gas cuando pasa a través del calentador 6 mediante las flechas 34.

65

- 5 El deflector de flujo 30 puede tener cualquier forma adecuada para definir un camino tortuoso para el gas que fluye a través del intercambiador de calor dentro del calentador. Por ejemplo, en lugar de, o además de proporcionar orificios pasantes dentro de los discos, los discos pueden estar dispuestos de manera que sólo entren en contacto con una parte de la camisa y el gas pueda pasar entre el disco y la camisa donde no hay contacto entre el disco y la camisa.
- 10 Preferiblemente, cada deflector de flujo 30 está hecho de un material conductor del calor para que pueda funcionar como un distribuidor de calor, es decir, conducir el calor desde la camisa 12 al interior del intercambiador de calor 14. Esto aumenta la naturaleza uniforme de la distribución del calor dentro del medio de relleno 14.
- 15 La Figura 5 muestra una sección a través de un calentador de gas de flujo pasante 6 según un ejemplo adicional de una realización de la invención presente. Al igual que el calentador 6 en cada una de las Figuras 2 y 4, el calentador 6 de la Figura 5 comprende una camisa 12 que define un alojamiento que tiene una entrada 16 y una salida 18 para permitir el paso de gas a alta presión a través del calentador 6. El deflector de flujo 30 está hecho preferiblemente de un material sólido conductor del calor. En el ejemplo mostrado en la Figura 5, el deflector de flujo es un elemento metálico espiral contenido dentro de la camisa 12. El medio 14 de relleno poroso está provisto en los espacios entre las vueltas en espiral del deflector de calor 30. En el ejemplo mostrado en la Figura 5, se proporciona calor a la camisa 12 por medio de una fuente de calor (no mostrada).
- 20 En el uso, el gas a alta presión entra en el calentador 6 a través de la entrada 16 y es dirigido por el deflector de flujo 30 a través del medio de relleno poroso 14. Las flechas 36 muestra el camino tortuoso que el deflector de flujo 30 obliga al gas a seguir. Resultará evidente que el gas es forzado a tomar un camino relativamente largo a través del calentador 6. Además, debido a la naturaleza porosa del medio de relleno 14, la superficie de transferencia de calor experimentada por el gas cuando pasa desde la entrada 16 a la salida 18 es relativamente grande.
- 25 Significativamente, es sustancialmente mayor que la superficie de transferencia de calor que experimentaría si no se proporcionara el medio de relleno 14. Las ventajas que este dispositivo confiere se han explicado en detalle anteriormente.
- 30 La Figura 6 muestra un ejemplo del deflector de flujo usado por el calentador 6 de la Figura 5. El deflector de flujo 30 tiene una bobina 38 de anchura  $S_1$ . La separación o paso entre vueltas consecutivas de la bobina 38 es  $S_2$ . El diámetro total del deflector de calor es  $D_2$ . El deflector de flujo 30 tiene un eje central 40 de anchura  $D_1$ . Resultará evidente que al variar cualquiera o todas las  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $D_1$  y  $D_2$ , se puede cambiar el rendimiento global del calentador.
- 35 La Figura 7 muestra un ejemplo adicional de un calentador 6. En este ejemplo, se proporciona un deflector de flujo helicoidal 30 tal como el mostrado y descrito con referencia a la Figura 6 dentro de la camisa 12. En el ejemplo mostrado, el deflector de flujo 30 es conductor del calor y tiene un orificio axial central 42 dentro del que está dispuesto un elemento calefactor 44. La Figura 8 muestra una vista de otra sección a través del calentador de la Figura 7.
- 40 Además del componente descrito anteriormente con referencia a la Figura 7, el calentador comprende también un elemento de bloqueo 46 dispuesto aplicado a la pared interior de la camisa 12. Hay dispuesta una rosca de acoplamiento 48 entre el elemento de bloqueo 46 y la camisa 12. El elemento de bloqueo 46 tiene un orificio pasante 50 dispuesto en el uso para que coincida con una abertura 52 en el extremo derecho del deflector de flujo 30. Esto define un paso para que el gas salga del calentador 6 después de haber pasado a través de él. En el ejemplo
- 45 mostrado, el elemento de bloqueo 46 asegura que el deflector de flujo 30 no sea forzado fuera de la camisa 12 por el efecto del gas a alta presión que está dispuesto a recibir.
- 50 El calentador 44 mostrado en la Figura 8 es un calentador eléctrico y está provisto de contactos eléctricos 54 por medio de los que se puede proporcionar energía al elemento calefactor 44 para que pueda proporcionar calor al calentador 6. Se puede usar cualquier tipo de calentador adecuado.
- Según se mencionó anteriormente, el intercambiador de calor está dispuesto preferiblemente como un medio de relleno 40 tal como un material poroso conductor del calor.
- 55 En el uso, la energía térmica procedente de una fuente de calor es transferida desde la camisa 12 al intercambiador de calor poroso a través de una superficie de contacto cilíndrica. Cuando ha sido instalado un deflector de flujo conductor del calor, se consigue también la transferencia de calor al intercambiador de calor a través del deflector de flujo así como a través de la superficie de contacto cilíndrica.
- 60 Típicamente, el material poroso se proporciona como un material sinterizado o prensado. El material poroso está hecho de una pluralidad de granos del material poroso conductivo que puede tener cualquiera de una serie de formas deseadas. Las Figuras 9A a 9D muestran una serie de ejemplos de una sección del contacto entre el intercambiador de calor poroso y la camisa del calentador. Resultará evidente que hay formados puentes conductores entre partículas individuales que permiten que el calor sea transferido por conducción desde la camisa
- 65 12 al interior del material poroso 14.

La Figura 9A muestra una situación en la que el intercambiador de calor poroso ha sido ajustado dentro de la camisa 12. En otras palabras, ha sido holgadamente situado dentro de la camisa 12.

5 En la Figura 9B, el material poroso 14 ha sido dispuesto con un ajuste de interferencia con la camisa 12. En otras palabras, ha sido forzado dentro de una camisa 12 con una fuerza considerable. Esto causa una mejora del contacto entre las partículas del material poroso 14 y la camisa 12.

10 En el ejemplo de la Figura 9C, antes del montaje en la camisa 12, la superficie del material poroso 14 es tratada mecánicamente. En otras palabras, es mecanizada causando una deformación de los granos y una superficie cilíndrica consecuente del material poroso. La superficie del material poroso está preferiblemente cerrada de manera que se consigue un contacto mejorado entre el material poroso 14 y la camisa 12.

15 Por último, con referencia a la Figura 9D, en este caso, el material poroso 14 ha sido apretado por medio de un anillo de calibración para asegurar que tenga un tamaño definido con precisión. Esto causa cierta deformación de las partículas del material poroso que entran en contacto con el anillo de calibración conforme es impulsado a través, por lo que se consigue un buen ajuste y un buen acoplamiento conductivo con la camisa 12.

20 El contacto punto a punto entre las partículas individuales del material poroso actúa como una restricción para la conducción de calor a través del material sinterizado/poroso. En vista de la conveniencia de mantener un tamaño pequeño para la unidad, los deflectores de flujo de conducción de calor descritos anteriormente sirven para aumentar la conducción de calor desde la camisa 12 hasta dentro del calentador 6.

25 En conjunto, el gas que fluye a través del calentador es calentado con alta eficiencia debido a la superficie de transferencia de calor de tamaño sustancial proporcionada por el intercambiador de calor. Además, si se usa un deflector de calor, se puede mejorar la transferencia de calor al intercambiador de calor y se puede controlar el camino del gas que fluye a través del calentador para prolongar el tiempo de residencia del gas dentro del calentador 6.

30 El deflector de flujo está dispuesto para que pueda desviar el flujo de gas dentro del calentador 6. Sin embargo, Debe apreciarse que el flujo de gas a través del calentador es tal que en todo momento durante el flujo de gas, la distancia entre el flujo de gas y una superficie de transferencia de calor a través de la que el intercambiador de calor está dispuesto para recibir calor, permanece de preferencia sustancialmente constante.

35 La diferencia de temperaturas máximas entre la superficie de intercambio de calor del intercambiador de calor y el gas que fluye a través del calentador está limitada por el hecho de que es deseable mantener la temperatura de la superficie exterior del calentador 6 o de la camisa 12 o las conexiones al calentador o a la camisa a una temperatura segura, es decir, a una temperatura a la que el usuario no se quema si la mano del usuario hace contacto involuntario con el calentador o con la camisa. En el caso en el que se usa un deflector de calor en espiral con un cartucho de calor interno (según se muestra en las Figuras 7 y 8), esta diferencia puede ser mayor. Esto se debe a que, en el uso, existe un gradiente de temperaturas entre la fuente de calor y parte del calentador más alejado de la fuente de calor. Si la fuente de calor está dispuesta interiormente respecto a la camisa 12, el gradiente de temperaturas es tal que la parte exterior de la camisa 12 está más fría que la fuente de calor. Por tanto, la fuente de calor puede estar más caliente si está dispuesta sustancialmente a lo largo de un eje longitudinal central del calentador 6. Por tanto, la eficacia del calentador por unidad de longitud del calentador mejora.

40 Se puede usar cualquier fuente de calor adecuada para el calentador y se puede disponer enteramente dentro del calentador y/o ser dispuesta como una parte intercambiable o extraíble. Se prefiere usar un cartucho de resistencia eléctrica en la camisa de calentador sólido según se describió anteriormente con referencia a las Figuras 3A a 3I o dentro de un núcleo central de un deflector de flujo 30 conductor del calor según se describió anteriormente con referencia a las Figuras 7 y 8. Como alternativa, puede usarse una camisa calefactora, envuelta alrededor de la camisa 12. En el caso de usar un cartucho de resistencia eléctrica, el cartucho puede tener la longitud total del elemento de intercambio de calor poroso o sólo una parte de la longitud de este último. Otras alternativas incluyen el uso de líquido templado o gas, vapor, metal fundido o calor por radiación. En cada caso, la disposición del calentador es tal que el calor puede ser aplicado al calentador desde la fuente de calor.

50 La Figura 10 es un gráfico que muestra la variación de la temperatura de un gas que fluye a través de un aparato de suministro de gas según se muestra en cualquiera de las Figuras 1A o 1B. El gráfico muestra la variación de la temperatura del gas para seis disposiciones diferentes de la fuente de calor.

60 Los ejemplos mostrados por las líneas C, E, F y H muestran ejemplos en los que los cartuchos de resistencia eléctrica están insertados en la camisa del calentador según se describió anteriormente con referencia a las Figuras 3A a 3I.

Las líneas D y G muestran la situación en la que la fuente o las fuentes de calor están apagadas o no. Como puede verse, conforme pasa el tiempo, la temperatura del gas baja por debajo de  $-55^{\circ}\text{C}$  debido al efecto Joule-Thomson.

5 Puede verse que en las situaciones en las que se usan calentadores según ejemplos de realizaciones de la invención presente, la temperatura del gas que ha pasado a través del calentador aumenta significativamente.

10 Se apreciará que numerosas modificaciones y desviaciones de las realizaciones preferidas descritas anteriormente se les ocurrirán a los expertos en la técnica. Por tanto, se pretende que la invención presente cubra las modificaciones y variaciones de la invención, siempre que entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.



REIVINDICACIONES

- 5 1. Un calentador de gas (6) para conectar a una fuente de calor y a una fuente de gas a presión, comprendiendo el calentador de gas:
- una camisa (12) que tiene una entrada de gas (16) en un primer extremo de ella y una salida de gas en el segundo extremo de ella y que define una cavidad entre ellas, en la que la camisa (12) comprende un cilindro hecho de un material conductor del calor;
- 10 un intercambiador de calor poroso (14) que se extiende dentro de dicha cavidad, desde dicha entrada a dicha salida; y medios para proporcionar calor a dicho intercambiador de calor a lo largo de su longitud; en el que el intercambiador de calor está en comunicación conductiva con la camisa para permitir la transferencia de calor desde la camisa al intercambiador de calor, **caracterizado por que** el calentador comprende un deflector de flujo (30) dispuesto dentro de la camisa, estando el deflector de flujo (30) dispuesto en el uso para dirigir el gas a lo largo de un camino tortuoso a través del intercambiador de calor desde el primer extremo de la
- 15 camisa hasta el segundo extremo de ésta, en donde el deflector de flujo comprende un disco o una rosca en espiral.
2. Un calentador de gas según la reivindicación 1, en donde el intercambiador de calor está dispuesto para llenar sustancialmente la camisa (12)
- 20 3. Un calentador de gas según la reivindicación 2, en donde el intercambiador de calor poroso (14) está hecho de un material seleccionado del grupo que consiste en cobre, latón, bronce, aluminio, acero, acero inoxidable u otros metales ferrosos y no ferrosos y sus aleaciones.
- 25 4. Un calentador de gas según la reivindicación 3, en donde el intercambiador de calor poroso está formado por granos de un material poroso conductor, siendo los granos de una o más formas esférica, ovoide, poliédrica o similar a una placa.
- 30 5. Un calentador de gas según la reivindicación 4, en donde los granos del material poroso están unidos entre sí por uno o ambos métodos de prensado y de sinterización.
6. Un calentador de gas según la reivindicación 1, en donde la camisa está hecha de un material conductor del calor seleccionado del grupo formado por cobre, latón, bronce, aluminio, acero, acero inoxidable y sus aleaciones y otros metales ferrosos y no ferrosos, en los que la camisa está reforzada con material compuesto.
- 35 7. Un calentador de gas según la reivindicación 1, en donde el deflector de flujo es conductor del calor.
8. Un calentador de gas según la reivindicación 1, en donde, cuando se proporciona un deflector de flujo de rosca en espiral, el deflector de rosca en espiral comprende un orificio axial sustancialmente central (40) para recibir una
- 40 fuente de calor.
9. Un calentador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo una fuente de calor para proporcionar calor al calentador.
- 45 10. Un aparato de suministro de gas para conectar a una fuente de gas a presión, comprendiendo el aparato de suministro de gas:
- un calentador de gas; y,
- 50 un regulador de presión que tiene una entrada conectada a una salida del calentador de gas, en donde el regulador de presión está dispuesto para recibir gas calentado del calentador de gas y regular la presión del gas, en donde el calentador de gas está de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Un aparato de suministro de gas según la reivindicación 10, comprendiendo una o más fuentes de gas a presión conectadas a él.
- 55 12. Un método para proporcionar gas desde una fuente a presión, comprendiendo el método:
- alimentar el gas desde una fuente a presión a un calentador de gas;
- 60 alimentar el gas desde el calentador a un regulador de presión para regular su presión, en donde el calentador de gas es un calentador de gas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

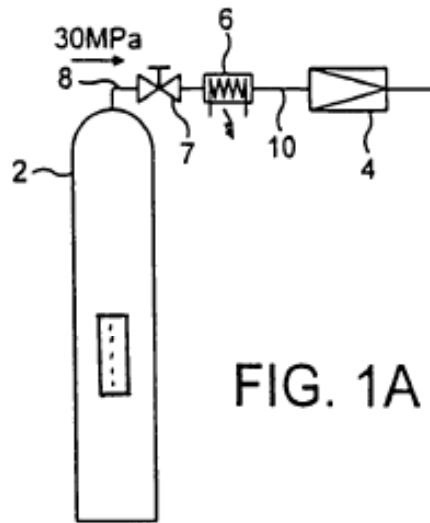


FIG. 1A

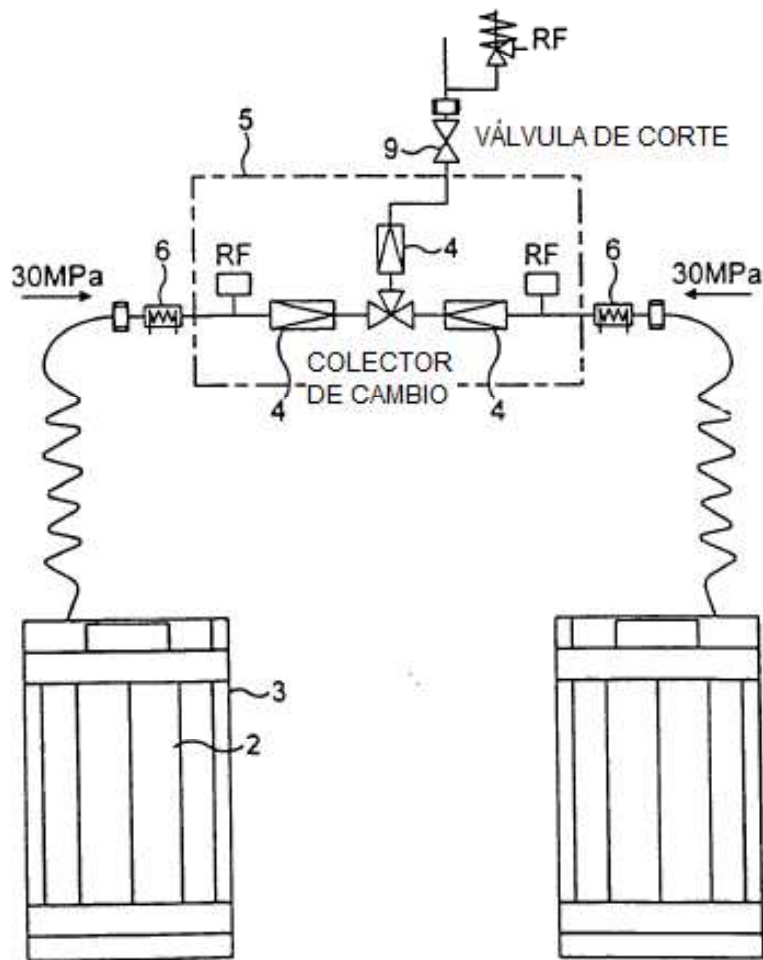


FIG. 1B

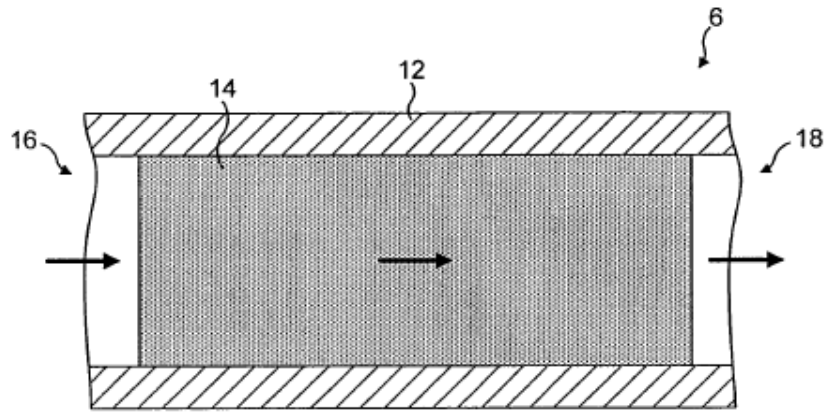


FIG. 2

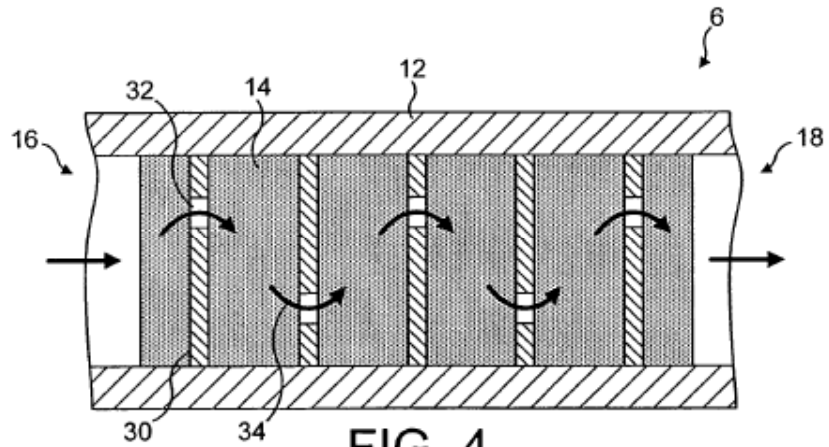


FIG. 4

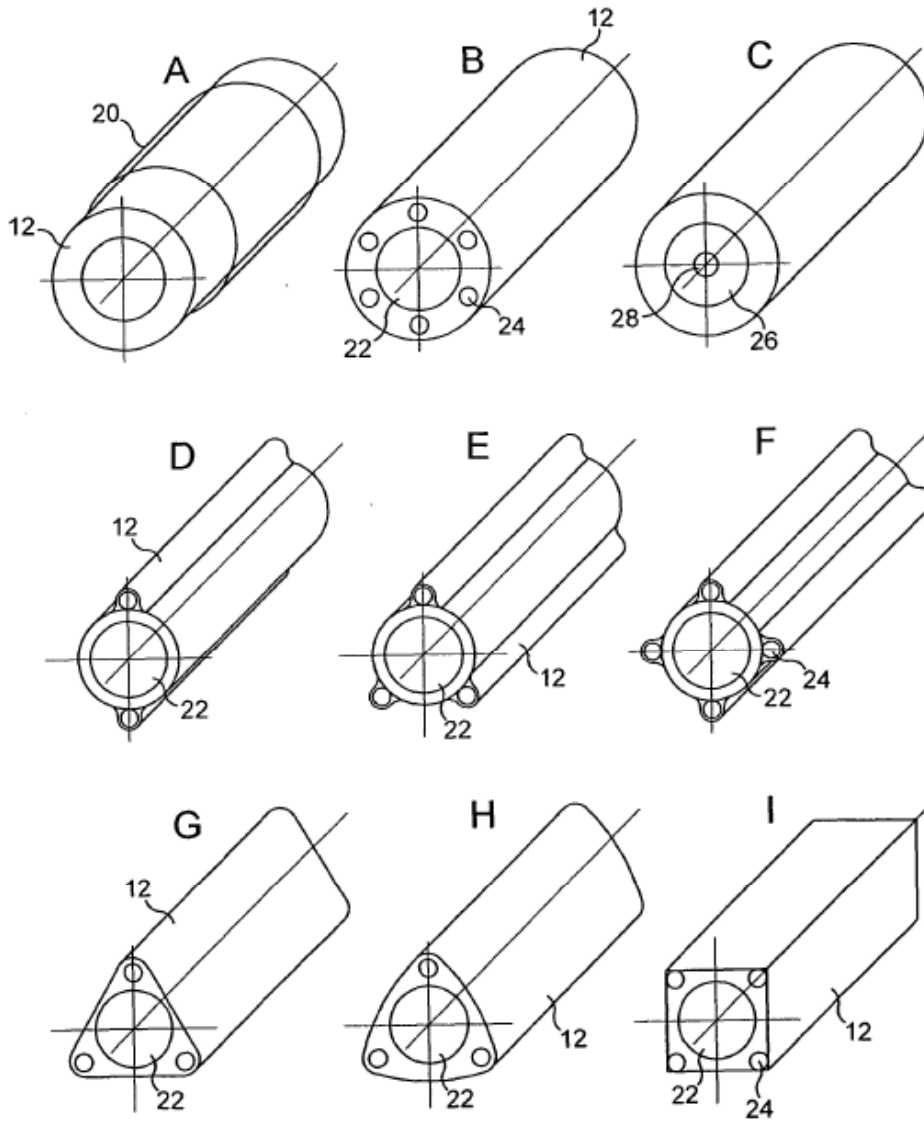
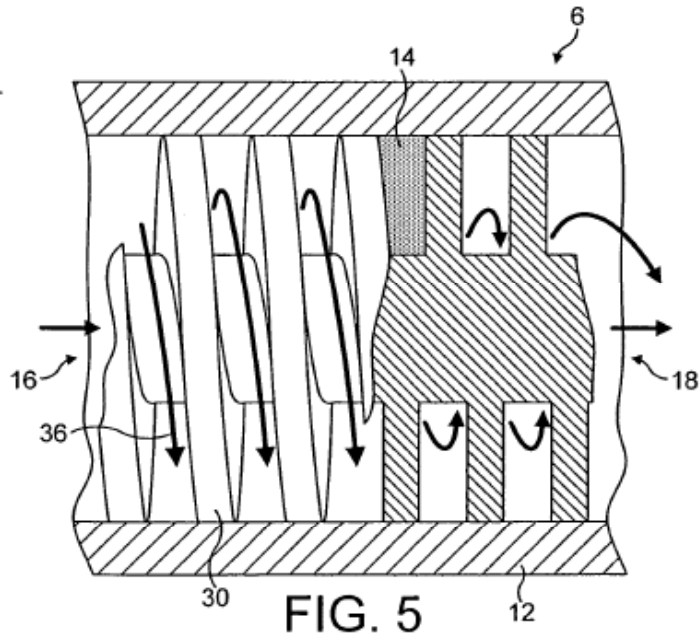


FIG. 3



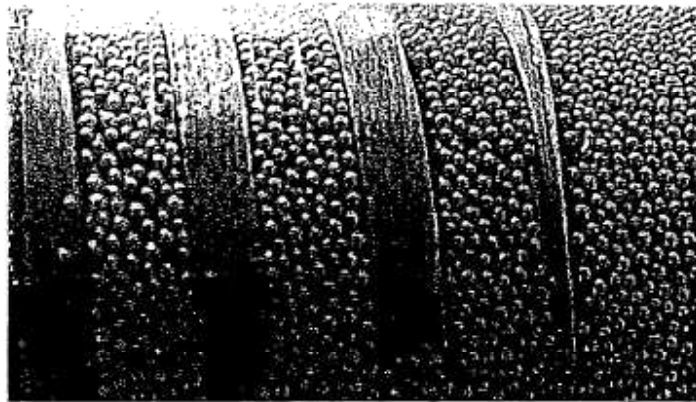
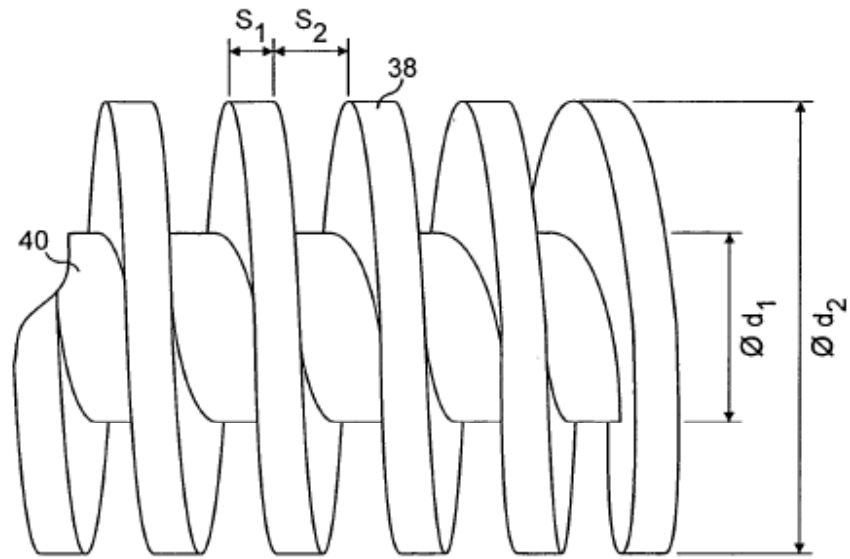


FIG. 6

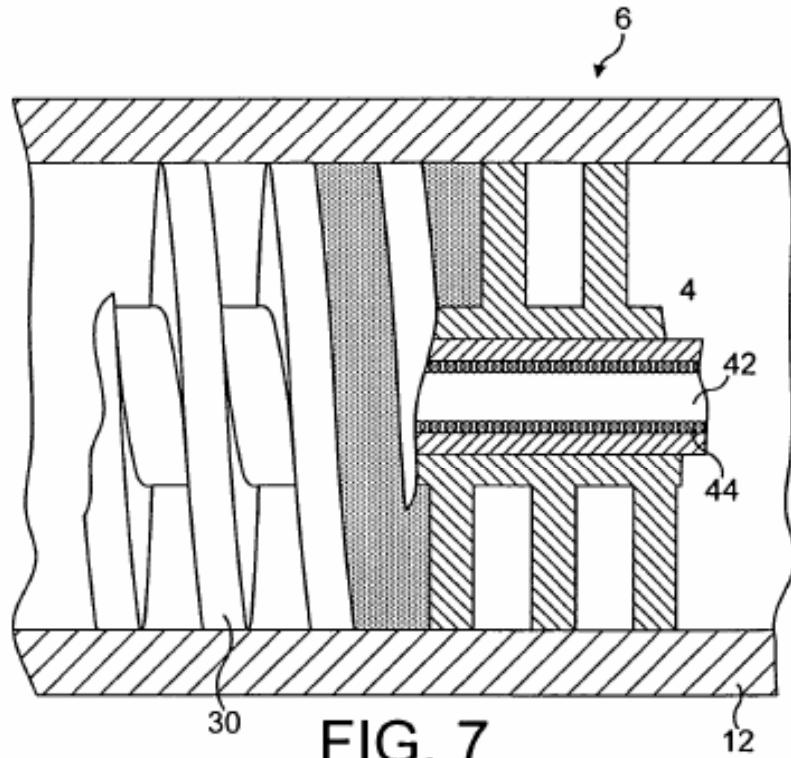


FIG. 7

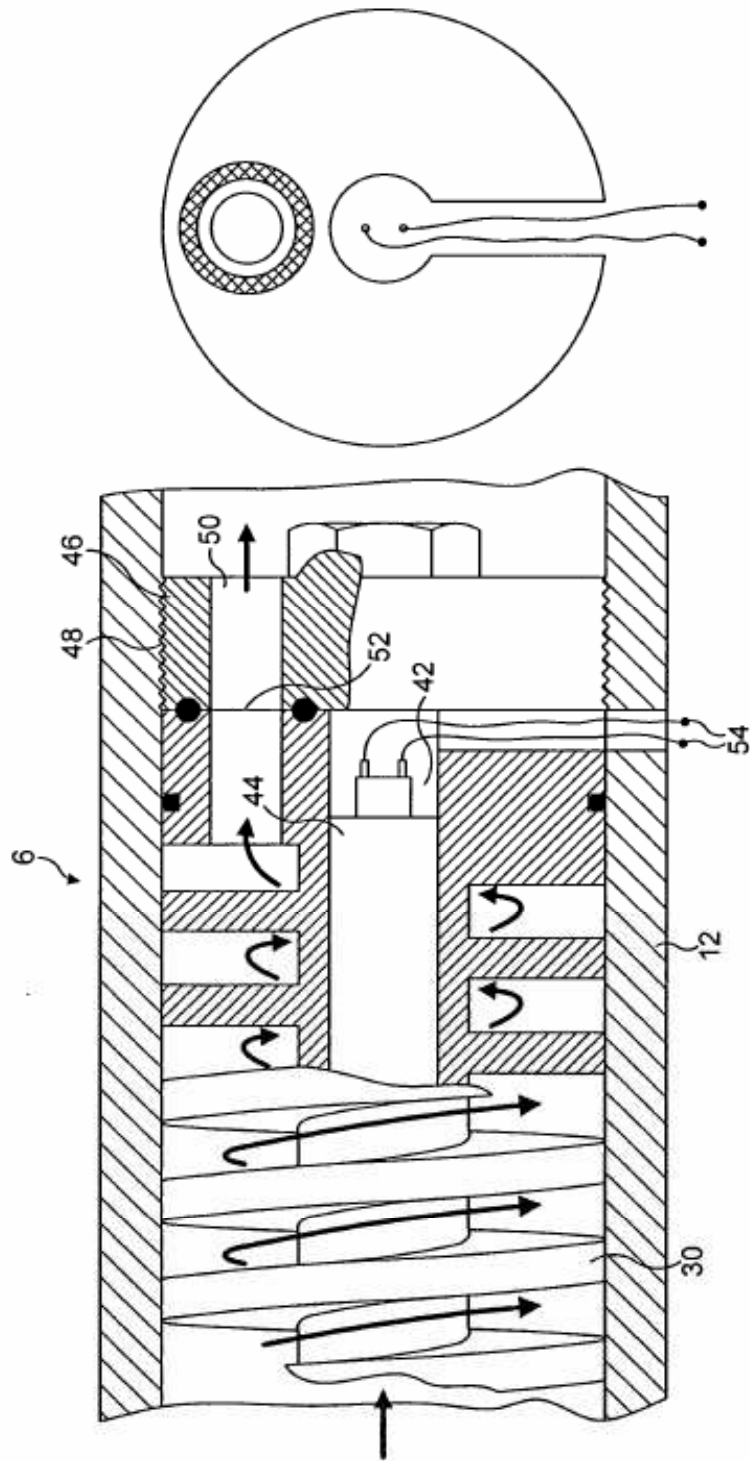


FIG. 8



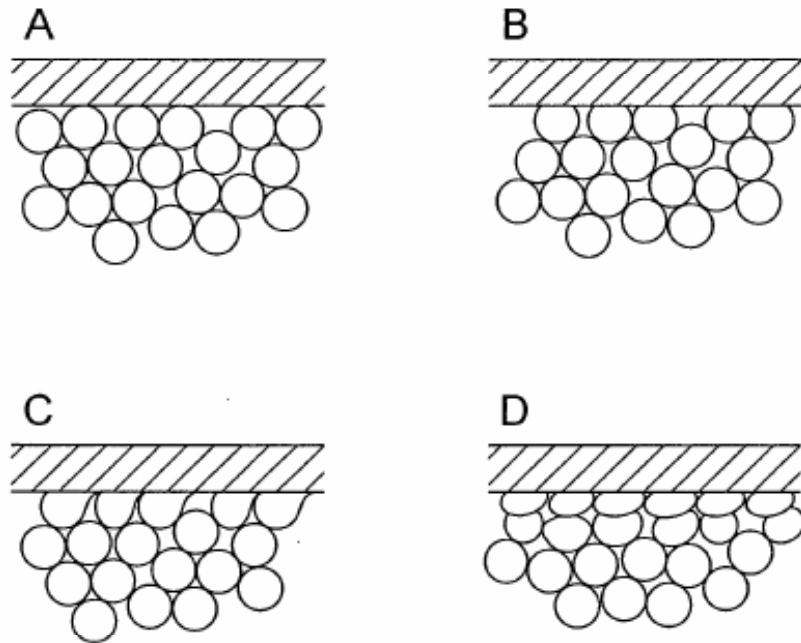


FIG. 9

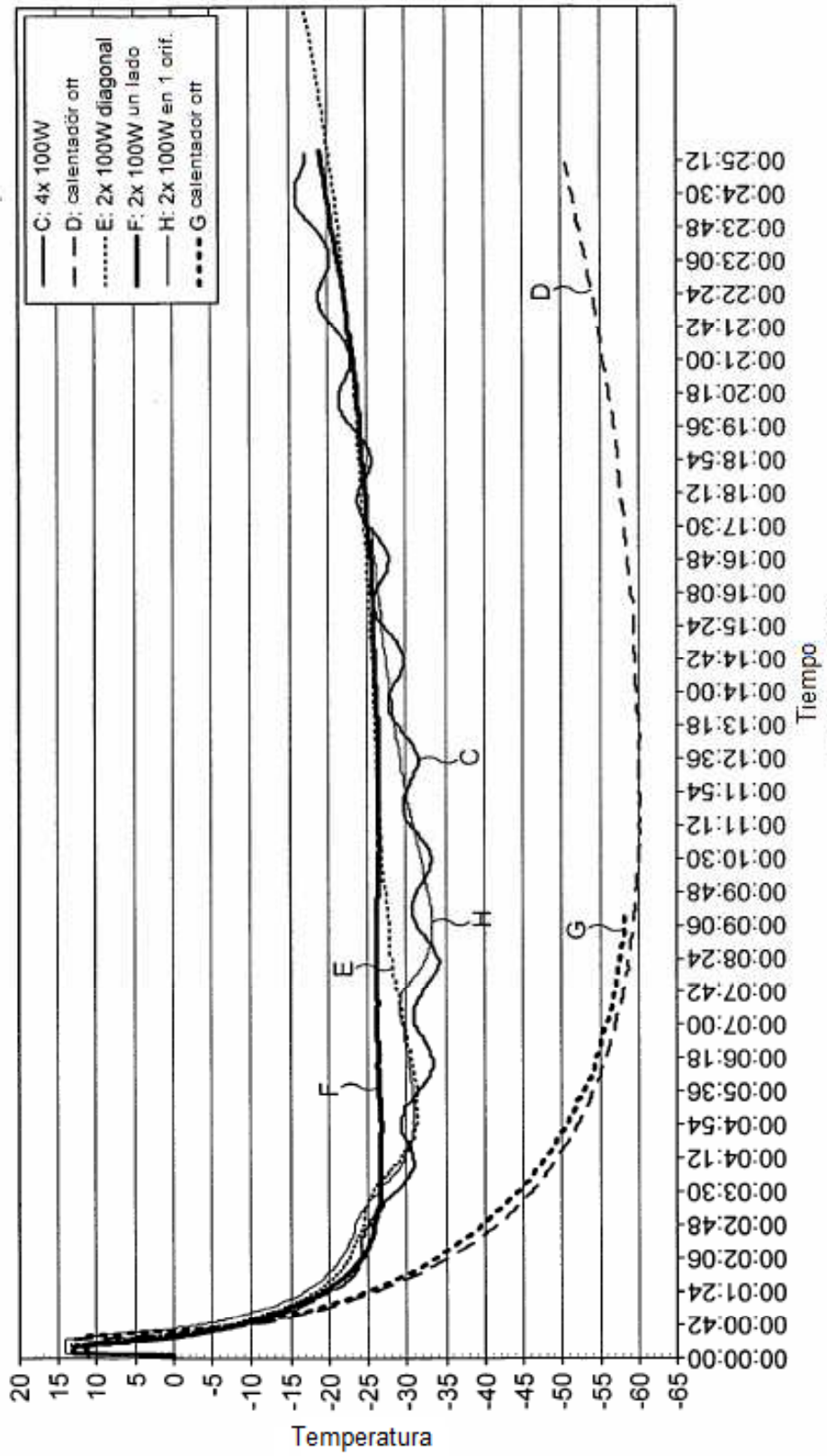


FIG. 10