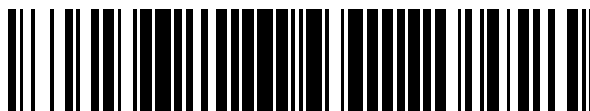


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 957**

51 Int. Cl.:  
**F23D 14/16** (2006.01)  
**F23G 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08719035 .1**  
96 Fecha de presentación: **18.03.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2132485**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2009**

54 Título: **Destrucción por combustión de sustancias nocivas**

30 Prioridad:  
**04.04.2007 GB 0706544**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.04.2012**

73 Titular/es:  
**Edwards Limited**  
**Manor Royal Crawley**  
**West Sussex RH10 9LW , GB**

72 Inventor/es:  
**SEELEY, Andrew James**

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

ES 2 377 957 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

Destrucción por combustión de sustancias nocivas

5 La presente invención se refiere a la destrucción por combustión de sustancias nocivas, en particular gases con efecto de calentamiento global, contenidos dentro de una corriente de gas, y encuentra uso en el tratamiento de un gas quemado en una herramienta de procesamiento usada en la industria de fabricación de semiconductores o pantallas planas.

10 Los gases perfluorados (PFC), tales como  $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ,  $NF_3$  y  $SF_6$ , se suministran normalmente a cámaras de procesamiento usadas en la industria de fabricación de semiconductores y pantallas planas para, por ejemplo, de ataque químico de capas dieléctricas y/o propósitos de limpieza de cámaras. Siguiendo al procedimiento de fabricación o limpieza, existe por regla general una cantidad residual del gas suministrado a la cámara de procesamiento contenida en el gas quemado en la cámara de procesamiento. Los compuestos perfluorados mencionados anteriormente se conocen por ser gases con efecto invernadero, y por ello es deseable eliminar estas especies del gas de combustión antes de ventear el gas a la atmósfera.

15 El documento EP-A-0 694 735 describe un aparato de reducción de gas para tratar una corriente de gas, para eliminar sustancias nocivas de una corriente de gas, en el que un gas carburante se premezcla con la corriente de gas antes de que sea inyectada a través de una tobera en una zona de combustión que está rodeada lateralmente por la superficie de salida de un quemador de gas poroso de prendido interno, cilíndrico. Se suministran simultáneamente un gas carburante y aire a una cámara de admisión que rodea el quemador poroso para realizar la combustión sin llama en la superficie de salida, siendo la cantidad de aire que pasa a través del quemador poroso suficiente para consumir no sólo el carburante suministrado al quemador sino también todos los combustibles de la mezcla inyectada en la zona de combustión. El extremo abierto del fondo de la zona de combustión está conectado a una columna de refrigeración que tiene una superficie interna que está recubierta con una corriente de agua para enfriar la corriente de gas que sale de la zona de combustión. La corriente de gas se separa posteriormente del agua de refrigeración y se pasa a través de un lavador de gases antes de ser venteadada a la atmósfera.

20 Se encontró que premezclar la corriente de gas con un gas carburante antes de la entrada de la corriente en la zona de combustión mejoraba la eficacia de reducción de PFC del aparato. Aunque se obtuvieron buenos resultados con  $C_2F_6$ ,  $SF_6$  y  $NF_3$ , la técnica no fue aplicable a la reducción de  $CF_4$  debido a la máxima temperatura que fue alcanzable dentro de la zona de combustión.

30 En el documento EP-A-0 802 370 se describe una modificación de la técnica anterior, en la que el carburante y la corriente de gas premezclados se inyectan en la zona de combustión a través de una tobera que es concéntrica con una lanza que introduce oxígeno en la mezcla antes de que entre en la zona de combustión. Usando esta técnica, se consiguieron buenos resultados para todos los gases PFC, incluyendo el  $CF_4$ . En el documento WO-A-2006/013355 se describe una modificación adicional, en la que la tobera está rodeada también por una manga para permitir inyectar un gas carburante en la zona de combustión con la corriente de gas, en contraposición a premezclar la corriente de gas con carburante. Variando la naturaleza de los gases que se suministran tanto a la lanza como a la manga, se puede tratar una gama de sustancias nocivas usando una estequiometría de inyección única. Se ha encontrado que esta configuración es particularmente eficaz en el tratamiento de una corriente de gas que contiene flúor ( $F_2$ ) sin la generación de  $CF_4$  como un producto secundario de la combustión.

40 El coste de posesión de tal aparato depende, entre otros, de la cantidad de gas carburante suministrada al quemador de gas poroso. Una técnica que se ha usado para reducir el consumo de carburante ha sido reducir la longitud del quemador poroso, y reducir así tanto el volumen de la cámara de admisión que rodea al quemador, como las cantidades de gas carburante y aire que se necesitan suministrar a la cámara de admisión para realizar una combustión sin llama en la superficie de salida del quemador.

45 La superficie de salida del quemador poroso emite radiación infrarroja que ayuda en el mantenimiento de una temperatura elevada dentro de la zona de combustión. Sin embargo, unas condiciones relativamente frías prevalecen hacia el fondo del quemador poroso debido al reducido intercambio de radiación. Como se ha reducido la longitud del quemador, la proporción del quemador en la que estas condiciones relativamente frías prevalecen ha aumentado. Se ha observado que cuando la relación de aspecto (longitud/diámetro interno) del quemador disminuye por debajo de una valor de 1, la cantidad de CO y gas carburante no consumido dentro de la corriente de gas quemado en el aparato empieza a aumentar, y el rendimiento de reducción del aparato empieza a disminuir. Este pobre rendimiento se ha atribuido al aumento de la proporción del quemador que funciona a una temperatura relativamente baja, situando de hecho un límite en la extensión a la que la relación de aspecto del quemador poroso se puede reducir.

55 Otro factor que ha afectado al coste de posesión del aparato de reducción de gas ha sido el aumento del tamaño de las cámaras de procesamiento de semiconductores y pantallas planas. Existe una tendencia en la fabricación de tales dispositivos a dirigir el procesamiento sobre sustratos cada vez más grandes para generar economías de escala, siendo cortado en tacos el sustrato tras la finalización de las etapas de procesamiento para producir una multiplicidad de dispositivos individuales del tamaño requerido. Como resultado, el tamaño de las cámaras de

procesamiento y los caudales de los gases suministrados en ellas, y posteriormente quemados en ellas, han aumentado también para alojar sustratos más grandes y producir velocidades de procesamiento aceptables.

5 El aumento de la cantidad de gas que entra en el aparato de reducción de gas se puede ajustar aumentando tanto el número de entradas a través de las que el gas de combustión se inyecta en la zona de combustión, como el volumen de la zona de combustión. Por las razones discutidas anteriormente, el aumento en el volumen de la zona de combustión no se puede realizar aumentando sólo el diámetro interno del quemador poroso (para alojar aumento en el número de entradas requeridas por la disminución de flujo del gas de combustión) sin detrimento del rendimiento del aparato de reducción. Por consiguiente, la longitud de la zona de combustión, y así también tanto la longitud del quemador poroso como el volumen de la cámara de admisión que rodea al quemador, deben aumentar también cuando aumenta el diámetro interno del quemador, aumentando de este modo el consumo de gas carburante del aparato.

Es una intención de al menos la realización preferida de la invención proporcionar un aparato de reducción de gas que incluye un quemador de gas poroso y que es capaz de tratar una corriente de gas que tiene un caudal relativamente elevado con sólo un consumo de gas carburante relativamente bajo.

15 La presente invención proporciona un aparato para la destrucción por combustión de sustancias nocivas, que comprende una zona de combustión rodeada por una superficie de salida de un quemador poroso de prendido interno, quemador poroso que tiene un extremo abierto a través del cual se descarga un producto de combustión desde la zona de combustión, medios para inyectar en la zona de combustión una corriente de gas que contiene al menos una sustancia nociva, medios para suministrar gas carburante y oxidante al quemador poroso para realizar la combustión en la superficie de salida, y caracterizado por un segundo quemador para calentar al menos el extremo abierto del quemador poroso.

20 Proporcionar un segundo quemador para calentar al menos el extremo abierto del quemador poroso puede reducir significativamente el diferencial de temperatura entre el extremo abierto del quemador poroso y el resto del ese quemador durante el uso. Esto puede posibilitar la reducción de la relación de aspecto del quemador poroso a un valor por debajo de 1, por ejemplo entre 0,4 y 1, sin reducir de forma significativa el rendimiento de reducción del aparato. Como resultado, se puede reducir el consumo de gas carburante del aparato sin detrimento del rendimiento del aparato. Además, se puede aumentar el diámetro del aparato para alojar un aumento en el número de entradas o de otros dichos medios a través de los cuales se inyecte la corriente de gas en la zona de combustión, y de esta manera aumentar la capacidad del aparato, sin detrimento del rendimiento del aparato.

30 El segundo quemador puede estar al menos parcialmente rodeado por el quemador poroso, y puede ser básicamente coaxial con el quemador poroso. En una realización preferida, el segundo quemador comprende un quemador poroso de prendido externo rodeado tanto por el quemador poroso de prendido interno como por la zona de combustión, el aparato comprende medios para suministrar gas carburante y oxidante al quemador poroso de prendido externo.

35 La presente invención proporciona también aparatos para la destrucción por combustión de sustancias nocivas, que comprenden una zona de combustión anular rodeada por una superficie de salida de un quemador poroso de prendido interno, y que rodea una superficie de salida de un quemador poroso de prendido externo, medios para inyectar en la zona de combustión una corriente de gas que contiene al menos una sustancia nociva, y medios para suministrar gas carburante y oxidante a los quemadores porosos para realizar la combustión en las superficies de salida.

40 Los medios para suministrar gas carburante y oxidante a los quemadores porosos se pueden disponer para suministrar la misma mezcla de gas carburante y oxidante a ambos quemadores porosos. Alternativamente, los medios para suministrar gas carburante y oxidante a los quemadores porosos se pueden disponer para suministrar una primera mezcla de gas carburante y oxidante al quemador poroso de prendido interno, exterior y una segunda mezcla de gas carburante y oxidante, diferente de la primera mezcla, al quemador poroso de prendido externo, interior. Por ejemplo, si se puede alcanzar el rendimiento de reducción requerido con una velocidad de combustión superficial menor (medida en kg-cal por hora por centímetro cuadrado de superficie del quemador) en la superficie de salida en el quemador interior, entonces la proporción de gas carburante contenida en la mezcla suministrada al quemador interior puede ser menor que la de la mezcla suministrada al quemador exterior, reduciendo de esta manera los costes.

45 Los quemadores porosos pueden tener cada uno una capa porosa de fibras cerámicas y/o de metal. El quemador exterior puede tener una composición diferente que el quemador interior, o los dos quemadores pueden tener la misma composición.

50 Se pueden proporcionar los medios para inyectar una corriente de gas en la zona de combustión mediante varios grupos de toberas para inyectar la corriente de gas en la zona de combustión. Estos grupos de toberas pueden estar espaciadas de forma básicamente equidistante respecto al eje longitudinal respecto al que se extiende la zona de combustión anular.

Cada grupo de toberas puede comprender varias toberas localizadas respecto a un eje respectivo que se extiende de forma básicamente paralela a y espaciada del eje longitudinal, y estos ejes pueden estar espaciados de forma básicamente equidistante respecto al eje longitudinal de la zona de combustión anular.

5 Cada grupo de toberas puede comprender al menos tres toberas. Estas toberas pueden estar dispuestas respecto al eje longitudinal para que las toberas formen un primer subconjunto de toberas localizado a una primera distancia radial de ese eje, y un segundo subconjunto de toberas localizado a una segunda distancia radial de ese eje. El aparato se puede proporcionar con al menos cuatro grupos de toberas, preferentemente con al menos seis grupos. Esto puede permitir que el aparato se proporcione con al menos dieciocho toberas, que pueden permitir que el caudal de la corriente de gas en el aparato sea al menos de 900 litros por minuto.

10 Cada tobera puede tener una lanza respectiva que se proyecta dentro de ella para suministrar uno de un gas carburante y un antioxidante a la parte de la corriente de gas que pasa a través de esa tobera. La tobera se puede prolongar respecto a la lanza, y es preferentemente básicamente concéntrica con la lanza.

15 Cada tobera puede tener también una manga respectiva que se prolonga en el entorno para suministrar uno de un gas carburante y un oxidante a la parte de la corriente de gas que pasa a través de esa tobera. Esta manga puede ser básicamente concéntrica con la tobera, y la tobera puede terminar dentro de la manga.

20 La provisión tanto de una lanza como de una manga para cada tobera puede permitir que las condiciones de combustión dentro de la zona de combustión se optimicen para una sustancia o sustancias nocivas particulares contenidas en la corriente de gas. Por ejemplo, la lanza puede inyectar selectivamente un antioxidante en la corriente de gas, y la manga puede inyectar selectivamente un carburante en la corriente de gas. Así, se pueden inyectar un carburante, un oxidante o tanto un carburante como un oxidante en la corriente de gas según se requiera, simplemente conectando y desconectando los flujos de fluido a la lanza y a la manga.

25 Se puede suministrar una columna de refrigeración por debajo y en comunicación fluida con la zona de combustión, junto con medios para mantener un flujo de agua a lo largo de la superficie interior de la columna de refrigeración, y un separador gas-líquido conectado a la parte inferior de la columna. Esto puede permitir que la corriente del producto de combustión deje la zona de combustión para ser enfriada mientras se posibilita que algunos de los gases ácidos contenidos en la corriente de gas, tales como HF y HCl, se recojan en disolución mediante el recubrimiento de flujo de agua de la superficie interior de la columna, y permitiendo que este flujo de agua capture partículas sólidas.

30 La presente invención proporciona también un método para la destrucción por combustión de sustancias nocivas, que comprende inyectar una corriente de gas que contiene al menos una sustancia nociva en una zona de combustión rodeada por la superficie de salida de un quemador poroso de prendido interno que tiene un extremo abierto, que suministra gas carburante y oxidante al quemador poroso para realizar una combustión en la superficie de salida, y que descarga un producto de combustión desde la zona de combustión a través del extremo abierto del quemador poroso, caracterizado porque el extremo abierto del quemador poroso se calienta mediante un segundo quemador.

35 La presente invención proporciona además un método para la destrucción por combustión de sustancias nocivas, que comprende inyectar una corriente de gas que contiene al menos una sustancia nociva en una zona de combustión anular rodeada por la superficie de salida de un quemador poroso de prendido interno y que rodea la superficie de salida de un quemador poroso de prendido externo, y que suministra gas carburante y oxidante a los quemadores porosos para realizar la combustión en las superficies de salida.

40 Las características descritas anteriormente en relación a cuestiones del aparato de la invención son aplicables igualmente a cuestiones del método, y viceversa.

Se describirán ahora características preferidas de la presente invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

45 La Fig. 1 ilustra una sección transversal de un aparato para la destrucción por combustión de sustancias nocivas; y

La Fig. 2 ilustra la disposición de toberas para inyectar una corriente de gas en la zona de combustión del aparato de la Figura 1.

50 Con relación primero a la Figura 1, el aparato comprende varias entradas 10, en este ejemplo seis entradas, para recibir una corriente de gas bombeada desde una herramienta de procesamiento de semiconductores o pantallas planas, mediante un sistema de bombeo a vacío. La corriente de gas es conducida desde cada entrada 10 hasta un grupo de toberas respectivo 12, que inyecta la corriente de gas en una zona de combustión 14. En este ejemplo, cada grupo de toberas 12 comprende tres toberas que están dispuestas respecto a un eje respectivo 16 que se extiende básicamente paralelo al eje longitudinal 18 de la zona de combustión 14. Estos ejes 16 están preferentemente espaciados básicamente de forma igualmente radial del eje longitudinal 18, y están preferentemente espaciados básicamente de forma igualmente angular respecto a ese eje 18. Dentro de cada

grupo, las toberas 12 se pueden disponer como se desee respecto a su eje común 16, pero en una disposición preferida ilustrada en la Figura 2 una de las toberas se localiza a una primera distancia radial  $r_1$  del eje longitudinal 18, y las otras dos toberas se localizan a una segunda distancia radial  $r_2$ , mayor, del eje longitudinal 18.

5 Cada tobera 12 está localizada dentro de una perforación formada en una placa cerámica 20, que define (como se muestra) la superficie superior de la cámara de combustión 14. Para posibilitar que las condiciones de combustión dentro de la cámara de combustión 14 sean óptimas para una sustancia nociva particular contenida en la corriente de gas, cada tobera 12 se extiende respecto a, y es básicamente concéntrica con, una lanza 22 que recibe un suministro de un oxidante, por ejemplo aire, desde una entrada de oxidante 24. Como se ilustra en la Figura 1, cada una de las lanzas 22 asociadas con las toberas 12 de una única entrada de gas 10 puede estar alimentada con antioxidante a través de una entrada de oxidante común 24. Las seis entradas de oxidante 24 pueden estar convenientemente conectadas a una fuente compartida de oxidante.

10 Cada tobera 12 está opcionalmente rodeada por una segunda tobera, o manga, concéntrica 26, cada una de las cuales está localizada dentro de una perforación respectiva formada en la placa 20. Cada manga 26 rodea una tobera respectiva 12 tal que la salida de la tobera 12 está localizada dentro de la manga 26. Una entrada de gas carburante 28 suministra un gas carburante a un pasaje de gas anular 30 definido entre la superficie exterior de la tobera 12 y la superficie interior de la manga 26 para permitir que el gas carburante, por ejemplo metano, sea conducido dentro de la zona de combustión 14 con la corriente de gas y cualquier oxidante que se haya inyectado en la corriente de gas mediante la lanza 22. Como se ilustra en la Figura 1, cada una de las mangas 26 asociadas con las toberas 12 de una única entrada de gas 10 se puede alimentar con gas carburante a través de una entrada común de gas carburante 28. Las seis entradas de gas 28 se pueden conectar convenientemente a una fuente compartida de gas carburante.

15 Se puede proporcionar un controlador (que no se muestra) para controlar las cantidades relativas de gas carburante y antioxidante que se suministran a las entradas de gas carburante 28, y a las entradas de oxidante 24 para optimizar la combustión de la(s) sustancia(s) nociva(s) contenida(s) en la corriente de gas. Por ejemplo, para la reducción por combustión de organosilanos, se inyecta oxígeno en la corriente de gas a través de las lanzas 22. Como otro ejemplo, para la reducción por combustión de las especies  $F_2/NF_3$  contenidas en la corriente de gas, se inyecta gas carburante en la corriente de gas a través de los pasajes de gas 30 para proporcionar la reducción de especies necesaria. Opcionalmente, se puede inyectar también oxígeno en la corriente de gas a través de las lanzas 22 para producir condiciones de combustión que dan como resultado pocos hidrocarburos residuales y bajas emisiones de monóxido de carbono desde el aparato.

20 Volviendo a la Figura 1, en este ejemplo la zona de combustión 14 es anular, y está rodeada por la superficie de salida de un quemador poroso de prendido interno, exterior, 32, tal y como se describe en el documento EP-A-0 694 735. El quemador exterior 32 tiene una capa porosa 34 de fibras cerámicas y/o de metal depositadas sobre, o unidas a, una pantalla anular 36. Se forma un volumen de cámara de admisión 38 entre la pantalla del quemador 36 y una carcasa exterior cilíndrica 40. Se introduce una mezcla de gas carburante, tal como gas natural o un hidrocarburo, y aire en el volumen de la cámara de admisión 38 a través de una o más toberas de entrada (que no se muestran) para que, durante el uso, la mezcla de gas carburante y aire se queme sin llama visible en la superficie de salida del quemador exterior 32. El extremo inferior (como se muestra) de la zona de combustión 14 está abierto para permitir que los productos de la combustión salgan de la zona 14.

25 Durante el uso, la superficie de salida del quemador exterior 32 emite radiación infrarroja que ayuda en el mantenimiento de una temperatura elevada dentro de la zona de combustión 14. Para evitar problemas asociados con un intercambio de radiación reducido en el extremo abierto del quemador exterior 32, se proporciona un segundo quemador para calentar al menos el extremo abierto del quemador exterior 32. En este ejemplo, este segundo quemador se proporciona mediante un quemador poroso de prendido externo, interior, 42, rodeado por, y básicamente concéntrico a, la zona de combustión anular 14. Parecido al quemador exterior 32, el quemador interior 42 tiene una capa porosa 44 de fibras cerámicas y/o de metal, que pueden tener la misma composición que la capa porosa 34 del quemador exterior 32 o una composición diferente que la de esa capa porosa. Como se ilustra en la Figura 1, la capa porosa 44 tiene una pared lateral anular rodeada por la zona de combustión 14, y una pared terminal 48 que cierra el extremo del quemador interior 42. La capa porosa 44 está depositada en una pantalla tubular 50 que define un volumen de cámara de admisión cilíndrico 52 del quemador interior 42. Se introduce una mezcla de gas carburante, tal como gas natural o un hidrocarburo, y aire en este volumen de cámara de admisión 52 a través de la entrada 54 para que, durante el uso, esta mezcla de gas carburante y aire se queme sin llama visible en la superficie de salida del quemador interior 44. La mezcla de gas carburante y aire que se suministra al volumen de cámara de admisión cilíndrico 52 puede ser el mismo que, o diferente de, la mezcla de gas carburante y aire que se suministra al volumen de cámara de admisión anular 38 del quemador exterior 32.

30 En el uso se suministra una corriente de gas que contiene una o más sustancias nocivas, por ejemplo una especie halogenada, a las entradas 10. Se adicionan gas carburante y oxidante a la corriente de gas según se requiera mediante las lanzas 22 y las mangas 26 antes de que se inyecte el gas en la zona de combustión anular 14. El exceso de aire que existe en las capas de fibras porosas de los quemadores 32, 42 consigue la destrucción por combustión de las sustancias nocivas dentro de la zona de combustión 14.

5 Se proporciona un quemador piloto de encendido para encender los quemadores exterior e interior 32, 42. El quemador piloto puede ser de un tipo convencional que tiene una bujía de encendido para inflamar una mezcla de gas carburante y oxidante suministrada a una tobera adicional 31, similar en tamaño a las toberas 12 y localizada también en una perforación que se extiende a través de la placa cerámica 20. Según se ilustra en la Figura 2, el quemador piloto puede estar localizado cerca del quemador interior 42 para encender el quemador interior 42, que por turnos enciende el quemador exterior 32. Alternativamente se puede proporcionar un segundo quemador piloto próximo al quemador exterior 32 para encender este quemador. El(los) quemador(es) piloto se proporciona(n) únicamente con la intención de encender los quemadores exterior e interior 32, 42, y por ello se pueden apagar una vez que estos quemadores 32, 42 se han encendido. Según se ilustra también en la Figura 2, se puede proporcionar un orificio de observación 31a, adyacente a esta tobera 31.

10 La longitud del quemador interior 42 (medida en la dirección del eje longitudinal 18) es básicamente la misma que la del quemador exterior 32. En un ejemplo, cada quemador 32, 42 tiene una longitud de aproximadamente 15,24 cm (6 pulgadas), el quemador interior 42 tiene un diámetro externo de aproximadamente 6,35 cm (2,5 pulgadas) y el quemador exterior tiene un diámetro interno de aproximadamente 30,48 cm (12 pulgadas). Esto puede permitir que el aparato esté provisto de hasta 18 toberas para inyectar la corriente de gas en la zona de combustión anular 14, que puede permitir que el aparato reciba al menos 900 litros de gas por minuto. En comparación, en el ejemplo declarado en el documento EP-A-0 694 735, el (único) quemador poroso de prendido interior tiene un diámetro de 7,62 cm (3 pulgadas), y una longitud de 30,48 cm (12 pulgadas), y por consiguiente una capacidad de volumen mucho menor. Dado el calentamiento en el extremo abierto del quemador poroso exterior 32 por el quemador interior 42, se puede conseguir un buen rendimiento de reducción con bajas emisiones de CO y gas carburante, con un consumo de carburante en el intervalo de 40 a 50 litros por minuto.

15 El extremo abierto de la zona de combustión 14 está conectado a una cámara cilíndrica de postcombustión 60 que comprende una columna de refrigeración por agua 62 para recibir la corriente del producto de combustión que fluye desde la zona de combustión 14. Se suministra, a través de una tubería (que no se muestra), agua a una cubeta anular 64 que rodea la columna de refrigeración 62 para que el agua se desborde desde la parte superior de la cubeta 64 y corra hacia abajo en la superficie interior de la columna de refrigeración 62. El agua sirve para enfriar la corriente de producto de combustión y evitar el depósito de partículas sólidas en la superficie de la columna de refrigeración 62. Además, el agua puede disolver cualquier componente ácido de la corriente del producto de combustión. La longitud de la cámara 60 se puede seleccionar para optimizar el rendimiento de reducción del aparato. La corriente de gas y el agua se descargan a través de la salida 66 de la cámara 60, se puede conducir a un separador (que no se muestra) para separar el agua, que contiene ahora partículas sólidas y especies ácidas, de la corriente de gas. La corriente de gas se puede conducir entonces a través de un lavador de gases húmedo para eliminar el resto de especies ácidas de la corriente de gas antes de su venteo a la atmósfera.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un aparato para la destrucción por combustión de sustancias nocivas, que comprende una zona de combustión (14) rodeada por la superficie de salida de un quemador poroso de prendido interno (32), quemador poroso que tiene un extremo abierto a través de cual se descarga de la zona de combustión el producto de combustión, medios (10) para inyectar una corriente de gas que contiene al menos una sustancia nociva en la zona de combustión, medios (38) para suministrar gas carburante y oxidante al quemador poroso para realizar la combustión en la superficie de salida, y caracterizado por un segundo quemador (42) para calentar al menos el extremo abierto del quemador poroso.
- 10 2. El aparato según la reivindicación 1, en el que el segundo quemador está rodeado al menos parcialmente por el quemador poroso.
3. El aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el segundo quemador es básicamente coaxial con el quemador poroso.
- 15 4. El aparato según cualquier reivindicación precedente, en el que el segundo quemador comprende un quemador poroso de prendido externo rodeado tanto por el quemador poroso de prendido interno como por la zona de combustión, el aparato comprende medios (54) para suministrar gas carburante y oxidante al quemador poroso de prendido externo.
- 20 5. El aparato según la reivindicación 4, en el que el medio para suministrar gas carburante y oxidante a los quemadores porosos está dispuesto para suministrar la misma mezcla de gas carburante y oxidante a ambos quemadores porosos.
- 25 6. El aparato según la reivindicación 4, en el que el medio para suministrar gas carburante y oxidante a los quemadores porosos está dispuesto para suministrar una primera mezcla de gas carburante y oxidante al quemador poroso de prendido interno, y una segunda mezcla de gas carburante y oxidante, diferente de la primera mezcla, al quemador poroso de prendido externo.
7. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que cada quemador poroso tiene una capa porosa (34, 44) de fibras cerámicas y/o de metal.
8. El aparato según la reivindicación 7, en el que el quemador poroso de prendido interno tiene una composición diferente que el quemador poroso de prendido externo.
- 30 9. El aparato según cualquier reivindicación precedente, en el que el medio para inyectar una corriente de gas en la zona de combustión comprende varios grupos de toberas (12) para inyectar la corriente de gas en la zona de combustión.
10. El aparato según la reivindicación 9, en el que la zona de combustión anular se extiende respecto a un eje longitudinal (18), y en el que los grupos de toberas están espaciados de forma básicamente equidistante respecto al eje longitudinal.
- 35 11. El aparato según la reivindicación 10, en el que cada grupo de toberas comprende o varias toberas localizadas respecto a un eje respectivo que se extiende básicamente paralelo a, y espaciado del eje longitudinal; o al menos tres toberas; o al menos cuatro grupos de toberas.
12. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que cada tobera tiene una lanza respectiva (22) que se proyecta dentro de ella para suministrar uno de un gas carburante y un oxidante en la parte de la corriente de gas que pasa a través de esa tobera.
- 40 13. El aparato según la reivindicación 12, en el que la tobera se extiende respecto a la lanza.
14. El aparato según la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en el que la tobera es básicamente concéntrica con la lanza.
- 45 15. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que cada tobera tiene una manga respectiva (26) que se extiende en el entorno para suministrar uno de un gas carburante y un oxidante en la parte de la corriente de gas que pasa a través de esa tobera.
16. El aparato según la reivindicación 15, en el que la manga es básicamente concéntrica con la tobera.
17. El aparato según la reivindicación 15 o la reivindicación 16, en el que la tobera termina dentro de la manga.
18. El aparato según cualquier reivindicación precedente, en el que la relación de aspecto del quemador poroso de prendido interno tiene un valor menor de 1.
- 50 19. El aparato según cualquier reivindicación precedente, que comprende una columna de refrigeración (60) debajo

de y en comunicación fluida con la zona de combustión, medios para mantener un flujo de agua a lo largo de la superficie interna (62) de la columna de refrigeración, y un separador gas-líquido conectado a la parte inferior (66) de la columna.

- 5 20. Un método para la destrucción por combustión de sustancias nocivas, que comprende inyectar una corriente de gas que contiene al menos una sustancia nociva, en una zona de combustión rodeada por la superficie de salida de un quemador poroso de prendido interno que tiene un extremo abierto, suministrar gas carburante y oxidante al quemador poroso para realizar la combustión en la superficie de salida, y descargar un producto de combustión de la zona de combustión a través del extremo abierto del quemador poroso, caracterizado porque el extremo abierto del quemador poroso se calienta mediante un segundo quemador.
- 10 21. Un método según la reivindicación 20, en el que el extremo abierto del quemador poroso se calienta mediante un quemador poroso de prendido externo rodeado por el quemador poroso de prendido interno y al que se suministra un gas carburante y un oxidante para realizar la combustión en una superficie de salida del mismo.
- 15 22. Un método según la reivindicación 21, en el que o se suministra la misma mezcla de gas carburante y oxidante a ambos quemadores porosos, o se suministran mezclas diferentes de gas carburante y oxidante a los quemadores porosos.
23. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 22, en el que se suministra uno de un gas carburante y un oxidante a la corriente de gas antes de la inyección en la zona de combustión.
- 20 24. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 23, en el que la corriente de gas se descarga, a través de un fondo abierto de la zona de combustión, en una columna que tiene una superficie interna a lo largo de la cual se mantiene un flujo de agua.



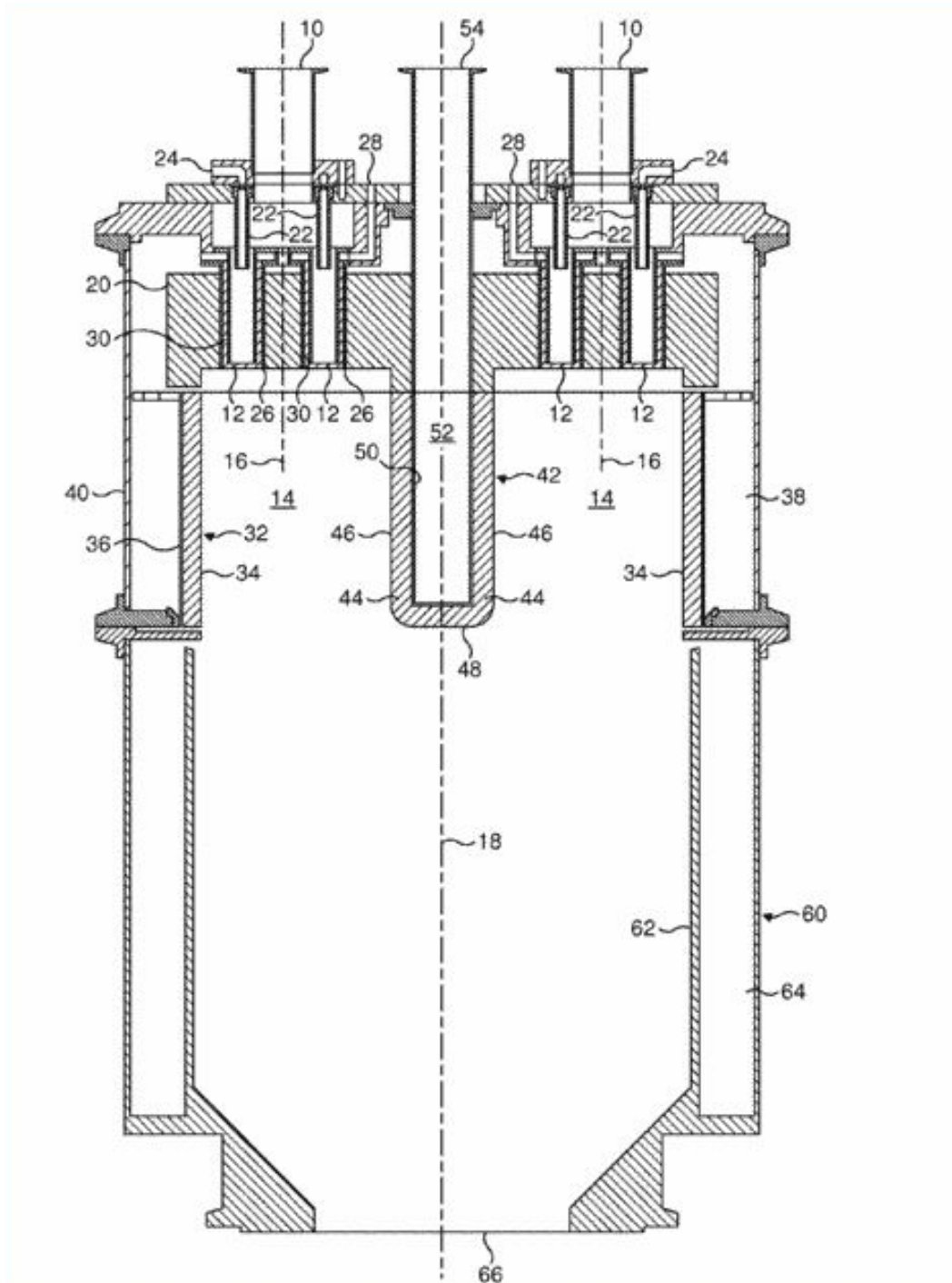
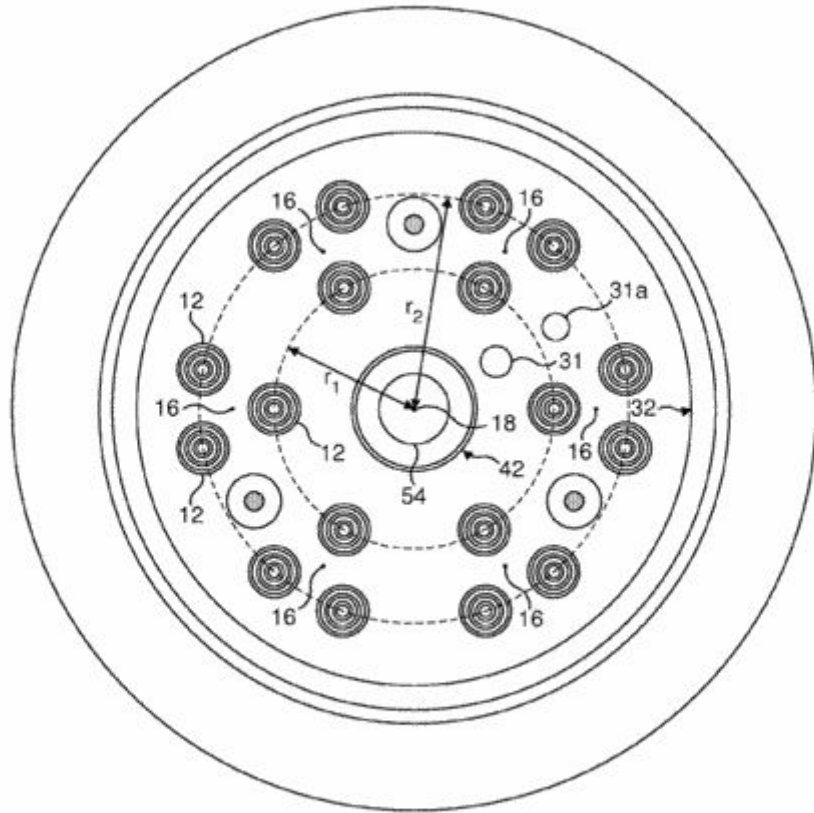


FIG. 1



**FIG. 2**