



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 368 000**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06726957 .1**

96 Fecha de presentación : **28.04.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1877701**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.01.2008**

54 Título: **Aparato de combustión de gas.**

30 Prioridad: **05.05.2005 GB 0509163**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.11.2011**

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

72 Inventor/es: **Mennie, Darren y**  
**Jones, Nicholas Benjamin**

74 Agente: **De Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 368 000 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

Aparato de combustión de gas.

La presente invención se refiere a un aparato, así como un método, para quemar un gas de escape que contiene al menos amoniaco.

5 Una etapa básica en la fabricación de dispositivos semiconductores es la formación de una película delgada sobre un sustrato semiconductor por reacción química de precursores en fase de vapor. Una técnica conocida para depositar una película delgada sobre un sustrato es la deposición química en fase de vapor (CVD –“chemical vapour deposition”). En esta técnica, los gases del proceso son suministrados a una cámara de proceso que aloja el sustrato y reaccionan para formar una película delgada sobre la superficie del sustrato.

10 Un ejemplo de material que se deposita por lo común sobre un sustrato es el nitruro de galio (GaN). El GaN y los materiales de aleación con él relacionados (tales como InGaN, AlGaIn e InGaAlN) son semiconductores compuestos que se utilizan para la fabricación de dispositivos emisores de luz o electroluminiscentes (tales como LEDs y diodos de láser) y de dispositivos de potencia (tales como HTBs y HEMTs). Estos semiconductores compuestos se forman por lo común utilizando una forma de CVD habitualmente conocida como MOCVD (deposición química en fase de vapor, metálica y orgánica –“metal organic chemical vapour deposition”). Visto en conjunto, este procedimiento implica hacer reaccionar entre sí fuentes organometálicas volátiles de los metales del grupo III Ga, In y/o Al, tales como el trimetil galio (TMG), el trimetil indio (TMI) y el trimetil aluminio (TMA), con amoniaco a elevadas temperaturas, a fin de formar películas delgadas de material sobre obleas de un material de sustrato adecuado (tal como Si, SiC, zafiro o AlN). Está también presente, generalmente, el gas hidrógeno, lo que proporciona una gas portador para el precursor organometálico y los otros gases del proceso.

15 Siguiendo al procedimiento de deposición conducido dentro de la cámara de proceso, se encuentra, típicamente, una cantidad residual de los gases suministrados a la cámara de proceso, contenida en el escape de gas desde la cámara de proceso. Los gases de proceso, tales como el amoniaco y el hidrógeno, son altamente peligrosos si se expulsan a la atmósfera, y así, en vista de esto, antes de que el gas de escape sea venteado o liberado a la atmósfera, se proporciona a menudo un aparato de supresión destinado a tratar el gas de escape con el fin de convertir los componentes más peligrosos del gas de escape en especies que puedan ser fácilmente extraídas del gas de escape, por ejemplo, por lavado o depuración convencional, y/o puedan ser liberadas de forma segura a la atmósfera.

20 Un tipo conocido de aparato de supresión se describe en el documento EP-A-0819887. Este aparato de supresión comprende una cámara de combustión que tiene una tobera de combustión de gases de escape destinada a recibir el gas de escape que se ha de tratar. Se ha proporcionado una tobera de combustión anular fuera del tubo de gases de escape, y se suministra una mezcla gaseosa de un combustible y aire a la tobera de combustión anular para formar una llama en el interior de la cámara de combustión, a fin de quemar los gases de escape recibidos desde la cámara de proceso y destruir los componentes peligrosos de los gases de escape.

25 Esta forma de aparato de supresión se sitúa, generalmente, aguas abajo con respecto a un sistema de bombeo destinado a extraer los gases de escape de la cámara de proceso. Con el fin de evitar daños en el sistema de bombeo conforme los gases de escape pasan a su través, se suministra, típicamente, un gas de purga de nitrógeno a una o más lumbreras de purga del sistema de bombeo, para su purga con los gases de escape. Como resultado de ello, el gas recibido por el aparato de supresión también contiene, por lo común, una cantidad significativa de nitrógeno.

30 El nitrógeno es seguro y no requiere ser suprimido. Con un aparato tal como el que se describe en el documento EP-A-0819887, los presentes solicitantes han encontrado que la eficiencia de destrucción y de eliminación (DRE – “destruction and removal efficiency”) del hidrógeno es muy alta, a menudo por encima del 99,99%, en tanto que la DRE del amoniaco es altamente variable, dependiendo de los otros gases contenidos en el seno de los gases de escape que entran en el aparato de supresión. El amoniaco es altamente tóxico, con un valor límite de umbral, o TLV (“threshold limit value”), de 25 ppm [partes por millón], y los presentes solicitantes han encontrado que la cantidad de amoniaco de escape desde el aparato de supresión puede ser tan alta como 2.400 ppm, dependiendo de la química y las cantidades relativas de los gases contenidos en el seno del gas de escape.

Otro tipo conocido de aparato de supresión se describe en el documento EP-A-0311317.

35 Es un propósito de al menos la realización preferida de la presente invención tratar de proporcionar un método y un aparato para quemar amoniaco con una DRE consistentemente elevada, con independencia de los otros gases y de las cantidades relativas de los mismos, que estén presentes en los gases de escape que contienen el amoniaco.

40 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un método para quemar amoniaco, de tal modo que el método comprende las etapas de transportar un gas de escape que contiene cantidades variables de al menos amoniaco e hidrógeno, desde una cámara a una tobera de combustión conectada a una cámara de combustión, suministrar a la cámara un gas de combustión para formar una llama de combustión dentro de la cámara, y de

manera que el método se caracteriza por que comprende, también, añadir selectivamente hidrógeno al gas de escape, aguas arriba con respecto a la cámara de combustión, dependiendo de las cantidades relativas de amoníaco e hidrógeno de escape desde la cámara, de tal manera que, cuando el gas de escape contiene amoníaco, el gas que es quemado por la llama contiene al menos una cantidad predeterminada de hidrógeno.

5 Los presentes solicitantes han encontrado que la eficiencia de destrucción y de eliminación (DRE) del amoníaco se ve significativamente mejorada cuando está presente una cantidad predeterminada de hidrógeno en los gases que se van a quemar por la llama. Si se añade selectivamente hidrógeno a los gases de escape, cuando los gases de escape contienen amoníaco pero no una cantidad suficiente de hidrógeno como para conseguir una elevada DRE del amoníaco, la DRE del amoníaco puede ser mantenida en un nivel o grado consistentemente alto.

10 En una realización preferida, el hidrógeno es transportado hasta la tobera para su adición a los gases de escape, donde el hidrógeno es inyectado preferiblemente en la cámara de combustión desde una pluralidad de aberturas que se extienden alrededor de la tobera de combustión.

15 La adición de hidrógeno a los gases de escape puede ser regulada temporalmente de acuerdo con el ciclo de suministro de gas a la cámara. Alternativamente, la cantidad de hidrógeno añadido a los gases de escape puede ajustarse en respuesta a la recepción de datos indicativos de una variación de la química de los gases de escape de la cámara. Los datos indicativos de la variación de la química de los gases de escape son suministrados por los útiles o instrumentos de proceso, por ejemplo, cuando los gases suministrados a la cámara no contienen suficiente hidrógeno como para conseguir una elevada DRE del amoníaco. Alternativamente, puede existir un sensor de gas situado en el interior de un sistema de conductos para transportar los gases de escape a la tobera, de tal modo que este sensor está configurado para suministrar los datos.

20 Se añade, preferiblemente, hidrógeno a los gases de escape, de tal manera que la relación en volumen entre el hidrógeno y el amoníaco quemados por la llama es al menos 1:1. Los presentes solicitantes han encontrado que mezclas de hidrógeno, amoníaco y nitrógeno en proporciones aproximadas de 1:1:1 y 2:1:1, respectivamente, pueden ser quemadas por debajo del TLV del amoníaco utilizando tan solo una llama piloto de la cámara de combustión. La llama piloto se forma, típicamente, a partir de una mezcla de combustible y oxidante, por ejemplo, metano y aire, en una relación volumétrica de entre 1:8 y 1:12. En consecuencia, la cantidad de metano u otro combustible que se suministra a la cámara para formar la llama de combustión puede ser significativamente reducida, con lo que se reducen los costes de funcionamiento.

25 En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un aparato para quemar gases de escape, de tal manera que el aparato comprende una cámara de combustión, medios para suministrar a la cámara un gas de combustión para formar una llama de combustión dentro de la cámara, una tobera de combustión, conectada a la cámara de combustión, medios para transportar un gas de escape que contiene cantidades variables de al menos amoníaco e hidrógeno desde una cámara hasta la tobera, y medios para añadir selectivamente hidrógeno al gas de escape dependiendo de las cantidades relativas de amoníaco e hidrógeno de escape procedentes de la cámara, de tal modo que los medios de adición de hidrógeno están configurados para añadir hidrógeno al gas de escape aguas arriba con respecto a la cámara de combustión.

30 Las características anteriormente descritas en relación con los aspectos del método de la invención son igualmente aplicables a los aspectos del aparato de la invención, y viceversa.

40 Se describirán a continuación características preferidas de la presente invención con referencia los dibujos que se acompañan, en los cuales:

la Figura 1 ilustra una cámara de proceso conectada a un aparato de combustión, de acuerdo con una realización que no forma parte de la invención;

la Figura 2 ilustra una vista en corte transversal de una pluralidad de toberas de combustión de gases de escape, conectadas a una cámara de combustión del aparato de combustión de la Figura 1;

45 la Figura 3 ilustra una disposición para suministrar hidrógeno a cada tobera de combustión conectada a la cámara de combustión de la Figura 2;

la Figura 4 ilustra un sistema de control para controlar la cantidad de hidrógeno suministrado a cada tobera de combustión de la Figura 2; y

la Figura 5 ilustra una cámara de proceso conectada a un aparato de combustión de acuerdo con la invención.

50 Haciendo referencia, en primer lugar, a la Figura 1, se ha proporcionado un aparato de combustión 10 para tratar gases de escape procedentes de una cámara de proceso 12 para tratar, por ejemplo, dispositivos semiconductores, dispositivos de presentación visual de paneles planos o dispositivos de paneles solares. La cámara 12 recibe diversos gases de proceso para uso a la hora de llevar a cabo el tratamiento dentro de la cámara. En este ejemplo, la MOCVD (deposición química en fase de vapor, metálica y orgánica –“metal organic chemical vapour deposition”) de una capa de material tal como GaN se lleva a cabo dentro de la cámara de proceso 12. Gases que comprenden

fuentes organometálicas de los metales del grupo III Ga, In y/o Al, tales como el trimetil galio (TMG), el trimetil indio (TMI) y el trimetil aluminio (TMA), amoniaco e hidrógeno, son transportados a la cámara de proceso 12 desde fuentes respectivas 14, 16, 18 de los mismos, a elevadas temperaturas, con el fin de formar películas delgadas de material sobre obleas de un material de sustrato adecuado (tal como Si, SiC, zafiro o AlN).

5 Se extrae un gas de escape de la salida de la cámara de proceso 12 por medio de un sistema de bombeo 20. Durante el tratamiento dentro de la cámara, solo se consumirá una parte de los gases de proceso y, por tanto, el gas de escape contendrá una mezcla de los gases de proceso suministrados a la cámara, así como productos secundarios procedentes del tratamiento dentro de la cámara. Tal como se ilustra en la Figura 1, el sistema de bombeo 20 puede comprender una bomba secundaria 22, típicamente en forma de una bomba turbomolecular, para extraer el gas de escape de la cámara de proceso. La bomba turbomolecular 22 puede generar un vacío de al menos  $10^{-3}$  mbar dentro de la cámara de proceso 12. El gas se expelle, típicamente, desde la bomba turbomolecular 22 a una presión de en torno a 1 mbar. A la vista de esto, el sistema de bombeo también comprende una bomba primaria o de refuerzo 24, destinada a recibir el gas de escape que sale de la bomba turbomolecular 22 y a elevar la presión del gas hasta un valor en torno a la presión atmosférica. A fin de evitar daños en el sistema de bombeo 20 durante el bombeo de los gases desde la cámara 12, se suministra un gas de purga de nitrógeno desde una fuente 26 del mismo, a una o más lumbreras de purga 28, 30 del sistema de bombeo 20.

El gas de escape procedente del sistema de bombeo 22 se transporta hasta una entrada 32 del aparato de combustión 10. Como se ha ilustrado en la Figura 2, la entrada 32 comprende al menos una tobera 34 de combustión de gas de escape, conectada a una cámara de combustión 36 del aparato de combustión 10. Cada tobera de combustión 34 tiene una entrada 38 destinada a recibir el gas de escape, así como una salida 40 desde la que el gas de escape entra en la cámara de combustión 38. Si bien la Figura 2 ilustra dos toberas de combustión 34 para recibir el gas de escape, la entrada 32 puede comprender cualquier número adecuado, por ejemplo, cuatro, seis o más toberas de combustión 34 para recibir el gas de escape. En las realizaciones preferidas, la entrada 32 comprende cuatro toberas de combustión 34.

25 En esta realización, cada tobera de combustión 34 incluye una entrada 42 de hidrógeno, destinada a recibir hidrógeno desde una fuente 44 del mismo (ilustrada en la Figura 3). Un espacio de separación o intersticio anular 46, definido entre la superficie externa de la tobera 34 y la superficie interna de un manguito 48 que se extiende alrededor de la tobera 34, permite que el hidrógeno sea transportado desde la entrada 42 hasta una pluralidad de salidas 50 de hidrógeno que rodean la tobera 34 y desde las el hidrógeno entra en la cámara de combustión 36 coaxialmente con el gas de escape.

Como se ha ilustrado en la Figura 2, cada tobera de combustión 34 está montada en una primera cámara de cavidad interior anular 52, que tiene una entrada 54 destinada a recibir una primera mezcla de gases formada por combustible y oxidante, por ejemplo, una mezcla de metano y aire, que proporciona un gas de combustión para formar llamas de combustión dentro de la cámara de combustión 36, y una pluralidad de salidas 56 desde las que el gas de combustión es transportado al interior de la cámara de combustión 36. Como se ha ilustrado en la Figura 2, las toberas de combustión 34 están montadas dentro de la primera cavidad interna de la cámara 52 de manera tal, que cada tobera 34 pasa de forma sustancialmente coaxial a través de una salida 56 respectiva, de tal modo que el gas de combustión es transportado al interior de la cámara de combustión 36 en torno a los manguitos 48 de las boquillas de combustión 34.

40 Como se ha ilustrado también en la Figura 2, la primera cámara 52 de cavidad interna está situada por encima de una segunda cámara 58 de cavidad interna anular que tiene una entrada 60 para recibir una segunda mezcla gaseosa piloto de, por ejemplo, combustible y oxidante, otra mezcla de metano y aire, a fin de formar llamas piloto dentro de la cámara de combustión 36. Como se ha ilustrado en la Figura 2, la segunda cámara 58 de cavidad interna comprende una pluralidad de primeras aberturas 62 coaxiales con las salidas 56 desde la primera cámara 52 de cavidad interna y a través de las cuales se extienden las toberas de combustión 34 al interior de la cámara de combustión 36, así como una pluralidad de segundas aberturas 64 que rodean las primeras aberturas 62. Las segundas aberturas 64 permiten a la mezcla gaseosa piloto entrar en la cámara de combustión 36 para formar la llama piloto, con el fin de encender el gas de combustión para formar llamas de combustión dentro de la cámara de combustión 36. En el caso de que el dispositivo de supresión sea accionado solo en modo piloto, entonces el suministro de gas de combustión a la primera cámara 52 de cavidad interna puede ser interrumpido. La llama piloto formada en las aberturas 64 se utiliza entonces para encender el gas de escape así como todo hidrógeno adicional que se haya suministrado a las toberas 34.

La Figura 4 ilustra un sistema de control para controlar el suministro de hidrógeno a cada una de las toberas de combustión 34. El sistema de control comprende un controlador 70 para recibir señales 72 con datos indicativos de una variación de la química de la salida de gas de escape desde la cámara de proceso 12, que se suministra, por tanto, a las toberas de combustión 34. Cada una de las señales 72 puede ser recibida directamente desde un instrumento de proceso 74 que controla el suministro de gases a la cámara de proceso 12 mediante el uso de válvulas 75, tal como se ilustra en la Figura 1. Alternativamente, las señales 72 pueden ser recibidas desde una computadora anfitriona o principal de una red de área local de la que forman parte el controlador 70 y el controlador del instrumento de proceso 74, de tal manera que la computadora principal está configurada para recibir información

desde el controlador del instrumento de proceso, relativa a la química de los gases suministrados a la cámara de proceso, y para suministrar como salida las señales 72 al controlador 70 en respuesta a la misma. Como otra alternativa, las señales 72 pueden ser recibidas desde un sensor de gas situado entre la salida de la cámara de proceso 12 y las toberas de combustión 34.

5 En respuesta a los datos contenidos en las señales recibidas 72, el controlador 70 puede controlar selectivamente el suministro de hidrógeno a cada tobera de combustión 34. Con referencia a las Figuras 3 y 4, el sistema de control incluye una pluralidad de dispositivos de control de flujo variables 76, por ejemplo, las válvulas 76, cada uno de los cuales está situado entre la fuente de hidrógeno 44 y una entrada de hidrógeno respectiva 42, y es susceptible de desplazarse entre posiciones abierta y cerrada en respuesta a una señal 78 recibida desde el controlador 70. Puede proporcionarse un orificio de estrangulamiento de flujo entre cada válvula 76 y la entrada de hidrógeno respectiva 10 42, a fin de restringir el caudal de suministro de hidrógeno a cada entrada de hidrógeno 42. Alternativamente, puede utilizarse una única válvula 76 para controlar el suministro de hidrógeno a cada una de las toberas de combustión 34 que proporcionan la entrada 32 del aparato de combustión 10.

15 Cuando las válvulas 76 se abren, el hidrógeno es transportado desde la fuente de hidrógeno 44 hasta cada entrada de hidrógeno 42. El hidrógeno pasa hacia abajo (como se ilustra) por dentro del espacio de separación o intersticio anular 46, y es suministrado como salida desde las salidas de hidrógeno 50 al interior de la cámara de combustión 36 para su combustión con el gas de escape.

Añadiéndose selectivamente hidrógeno al gas quemado dentro de la cámara de combustión 36, el controlador 70 puede mantener las cantidades relativas de amoníaco e hidrógeno que se queman dentro de la cámara de combustión 36 en, o en torno a, valores predeterminados, por ejemplo, de al menos 1:1, por lo que se mantiene una elevada DRE del amoníaco. Los presentes solicitantes han encontrado experimentalmente que mezclas de hidrógeno, amoníaco y nitrógeno en proporciones aproximadas de 1:1:1 y 2:1:1, respectivamente, pueden ser quemadas por debajo del TLV del amoníaco utilizando únicamente una llama piloto de la cámara de combustión, y se anticipa que la combustión de mezclas con menores cantidades de hidrógeno será similarmente alcanzable. 20 Como ya no hay, por tanto, ninguna necesidad de proporcionar gas de combustión a la cámara de combustión 36 para la combustión de amoníaco, al menos, el consumo de combustible puede ser significativamente reducido.

Volviendo a la Figura 1, los productos secundarios de la combustión del gas de escape dentro de la cámara de combustión 36 pueden ser transportados a una depuradora en mojado, medios de reacción sólidos u otro dispositivo de supresión secundario 80, tal como se ilustra en la Figura 1. Tras pasar a través del dispositivo de supresión 80, el gas de escape puede ser venteado o expulsado de forma segura a la atmósfera. 30

La Figura 5 ilustra una realización de acuerdo con la invención en la cual el hidrógeno adicional se transporta al gas de escape aguas arriba de la entrada 32 del aparato de combustión 10. En esta realización, un primer sistema de conductos 82 transporta el hidrógeno desde la fuente de hidrógeno 44 hasta un segundo sistema de conductos 84 destinado a transportar el gas de escape desde el sistema de bombeo 20 hasta la entrada 32 del aparato de combustión 10. Como se ha ilustrado, puede haberse proporcionado una única válvula 76 en el primer sistema de conductos 82, la cual puede ser controlada por el controlador 70 en respuesta a señales 72 recibidas desde el controlador del instrumento de proceso 74 para transportar selectivamente hidrógeno desde la fuente de hidrógeno 74 hasta el gas de escape dentro del segundo sistema de conductos 84. Puede haberse proporcionado un orificio de estrangulamiento de flujo entre la válvula 76 y el segundo sistema de conductos 84 con el fin de restringir el caudal de suministro de hidrógeno al gas de escape. En esta realización, por tanto, pueden omitirse la entrada de hidrógeno 42 y el manguito 48 de cada tobera de combustión 34. 35 40

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método para quemar amoniaco, de tal modo que el método comprende las etapas de transportar un gas de escape que contiene cantidades variables de al menos amoniaco e hidrógeno, desde una cámara a una tobera de combustión conectada a una cámara de combustión, suministrar a la cámara de combustión un gas de combustión para formar una llama de combustión dentro de la cámara de combustión, y de manera que el método se caracteriza por que comprende, también, añadir selectivamente hidrógeno al gas de escape, aguas arriba con respecto a la cámara de combustión, dependiendo de las cantidades relativas de amoniaco e hidrógeno de escape desde la cámara, de tal manera que, cuando el gas de escape contiene amoniaco, el gas que es quemado por la llama contiene al menos una cantidad predeterminada de hidrógeno.
- 10 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la cantidad de hidrógeno añadido al gas de escape se ajusta en respuesta a la recepción de datos indicativos de una variación en la química del gas de escape desde la cámara.
- 15 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual el gas de escape se expulsa desde una cámara de un útil o instrumento de proceso, de tal modo que los datos indicativos de la variación de la química del gas de escape son suministrados por el instrumento de proceso.
- 4.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual se añade hidrógeno al gas de escape de tal manera que la proporción en volumen entre hidrógeno y amoniaco quemados por la llama es menos 1:1.
- 20 5.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el gas de combustión comprende una mezcla de un combustible y un oxidante.
- 6.- Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual el combustible comprende un hidrocarburo, preferiblemente metano.
- 7.- Un método de acuerdo con la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en el cual el oxidante comprende aire.
- 25 8.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el cual la proporción en volumen entre combustible y oxidante en el seno del gas de combustión está comprendida entre 1:8 y 1:12.
- 9.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el gas de combustión se suministra a la cámara de forma sustancialmente coaxial con el gas de escape.
- 10.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el gas de escape comprende al menos uno de entre amoniaco, hidrógeno y nitrógeno.
- 30 11.- Un aparato para la combustión de gas de escape, de tal modo que el aparato comprende una cámara de combustión (36), medios (52, 54, 62) para suministrar a la cámara de combustión un gas de combustión para formar una llama de combustión dentro de la cámara de combustión (36), una tobera de combustión (34), conectada a la cámara de combustión, medios (38, 40) para transportar un gas de escape que contiene cantidades variables de al menos amoniaco e hidrógeno desde una cámara hasta la tobera, de manera que el aparato está caracterizado por
- 35 que comprende medios (44) para añadir selectivamente hidrógeno al gas de escape dependiendo de las cantidades relativas de amoniaco e hidrógeno de escape procedentes de la cámara, de tal modo que los medios (44) de adición de hidrógeno están configurados para añadir hidrógeno al gas de escape aguas arriba con respecto a la cámara de combustión.
- 40 12.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual los medios de adición de hidrógeno (44) comprenden medios (76) para recibir datos indicativos de una variación de la química del gas de escape procedente de la cámara, y para ajustar la cantidad de hidrógeno añadida al gas de escape en respuesta a los mismos.
- 45 13.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende una entrada (32) de gas de escape, de tal manera que el gas de escape se expulsa de una cámara de un instrumento de proceso, así como un controlador (70) para recibir los datos indicativos de la variación de la química del gas de escape que está siendo suministrado por el instrumento de proceso.
- 50 14.- Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el cual los medios de adición de hidrógeno están configurados para añadir hidrógeno al gas de escape de tal manera que la proporción en volumen entre el hidrógeno y el amoniaco quemados por la llama es al menos 1:1.
- 15.- Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el cual los medios de suministro de gas de combustión están configurados de tal manera que el gas de combustión comprende una mezcla de un combustible y un oxidante.
- 16.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 15, en el cual los medios de suministro de gas de combustión

están configurados de tal manera que el combustible comprende un hidrocarburo, preferiblemente metano.

17.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 15 o la reivindicación 16, en el cual los medios de suministro de gas de combustión están configurados de tal manera que el oxidante comprende aire.

5 18.- Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el cual los medios de suministro de gas de combustión están configurados de tal manera que la proporción en volumen entre combustible y oxidante en el seno del gas de combustión está comprendida entre 1:8 y 1:12.

19.- Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18, en el cual los medios de suministro de gas de combustión están configurados para suministrar el gas de combustión a la cámara de forma sustancialmente coaxial con el gas de escape.

10

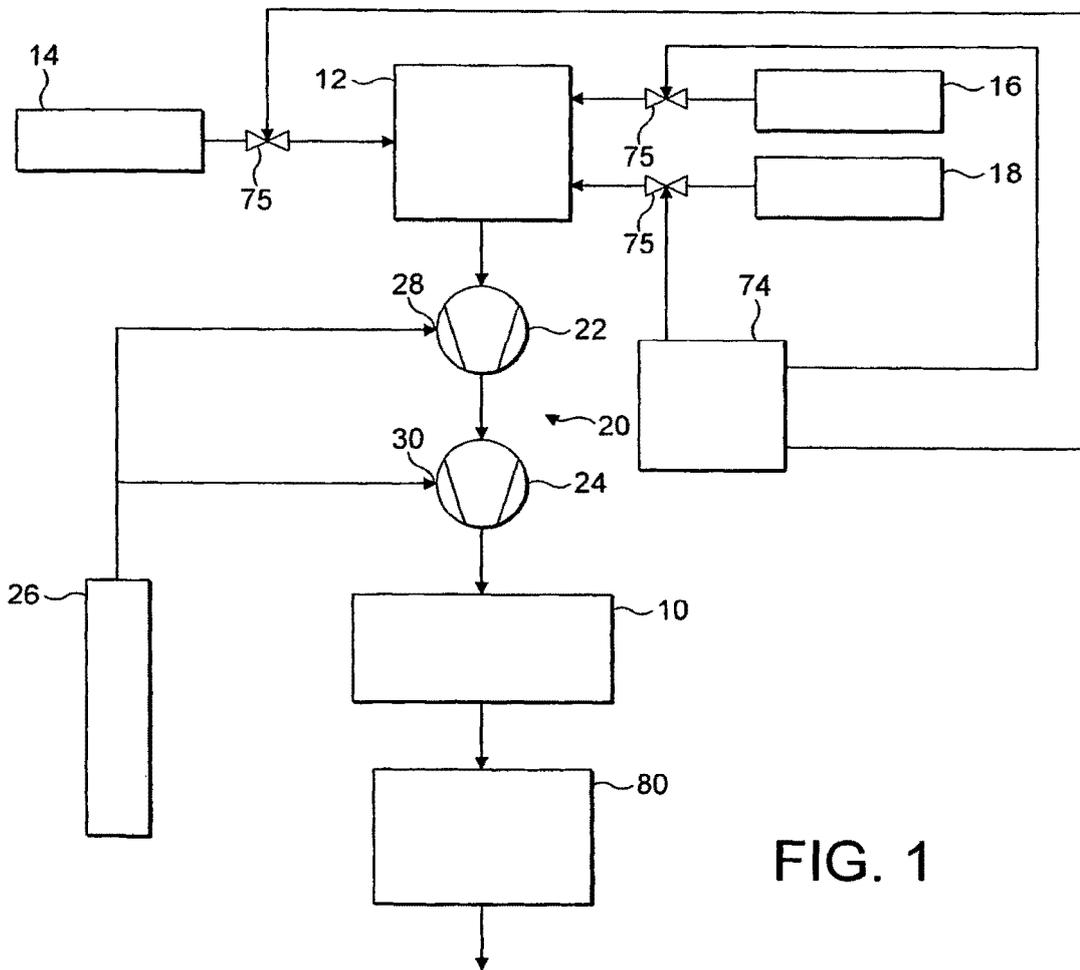


FIG. 1

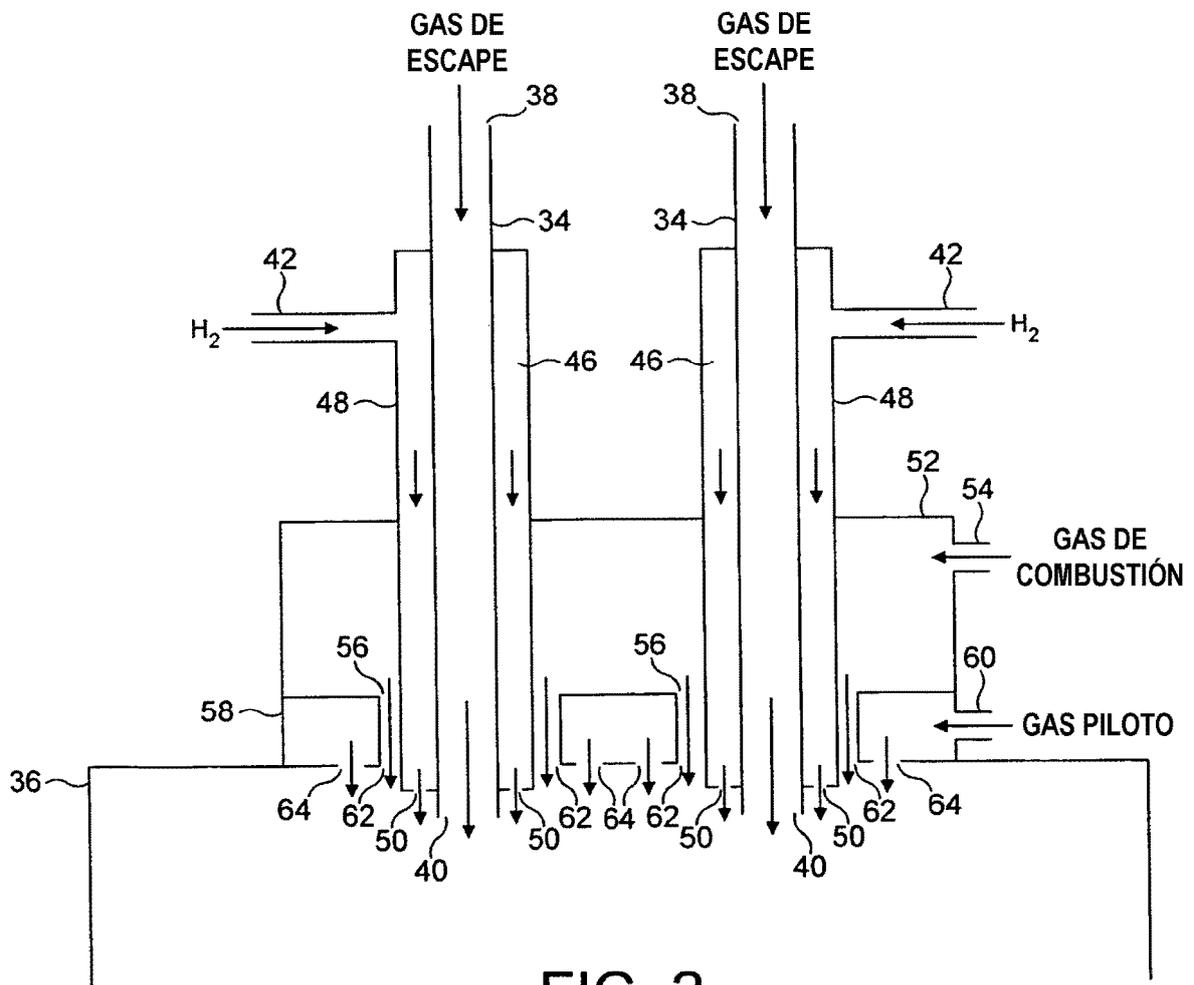


FIG. 2

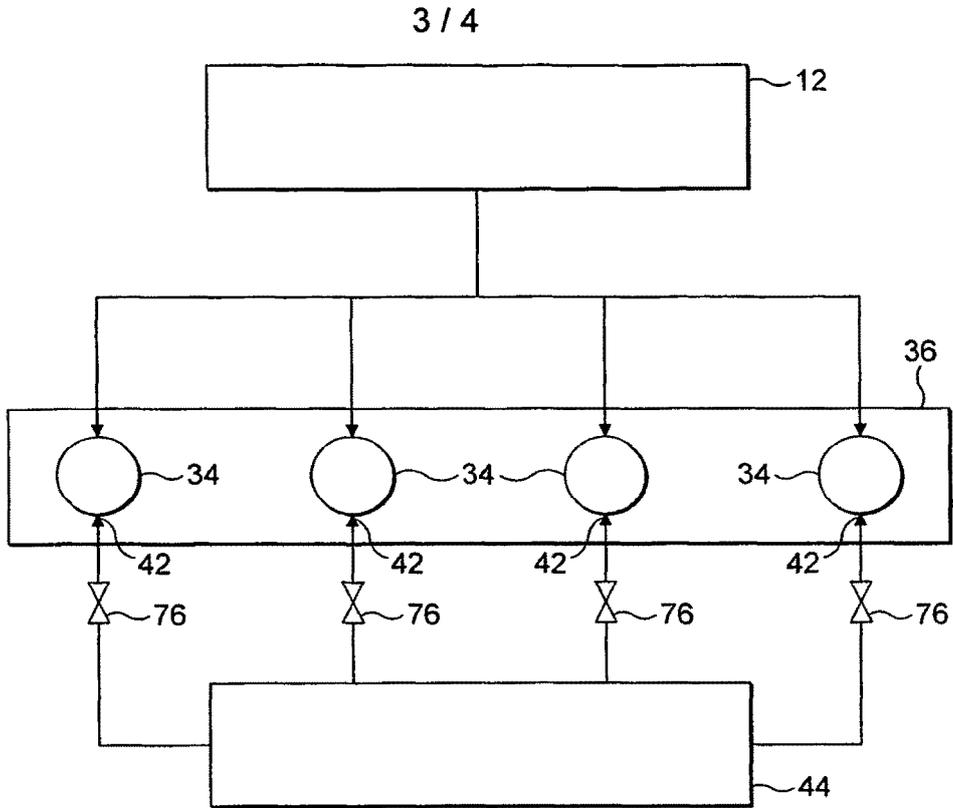


FIG. 3

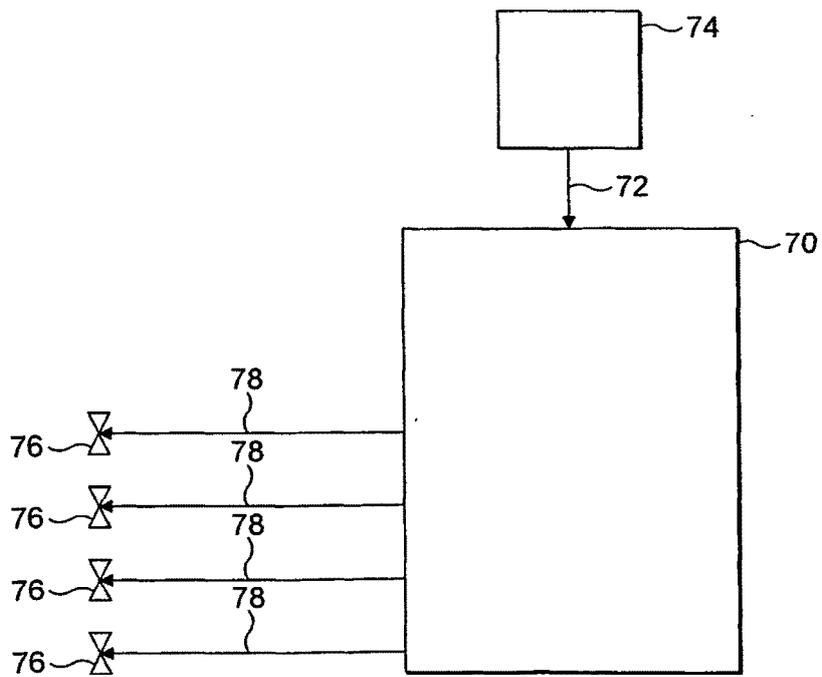


FIG. 4

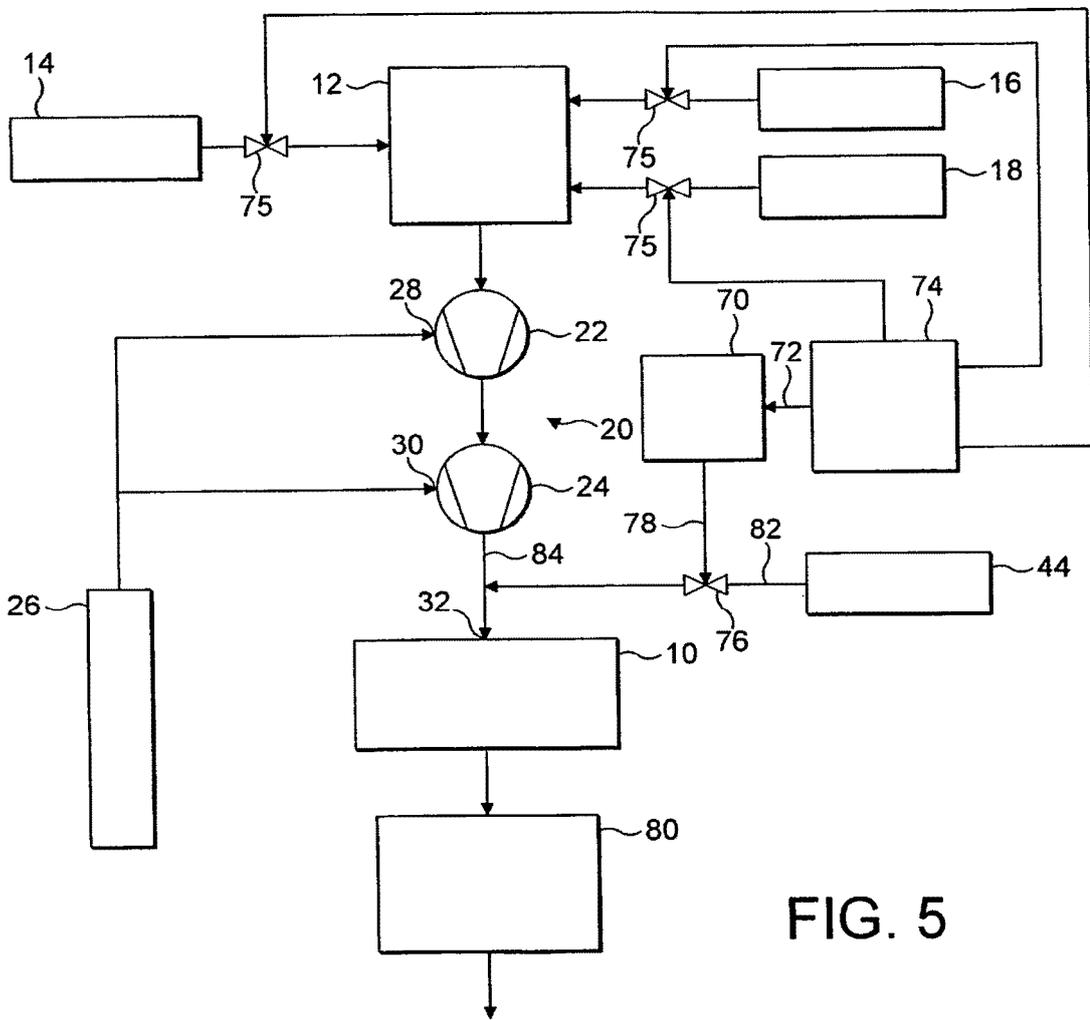


FIG. 5