

Int. Cl.<sup>2</sup> F23D

- 9 DIC. 1976

CONCEDIDA

Nº 435326

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: MITSUBISHI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA.

Domicilio: 5-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku,  
TOKYO, Japón.

Enunciado: PROCEDIMIENTO PARA QUEMAR COMBUSTIBLES  
LIQUIDOS.

Prioridad: de la solicitud de patente japonesa,  
Nº 24778/1974 del 5 de marzo 1.974.

---

1976 11 21

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Se describen un método y un aparato quemador destinados a quemar combustibles líquidos, en los cuales una mezcla previa de aire-combustible líquido con una reducida concentración de combustible líquido obtenida mediante premezcla  
5 do de un combustible líquido con aire de combustión en una proporción superior a la cantidad teórica de aire necesaria para asegurar la combustión de dicho combustible líquido se introduce y se quema en una zona de combustión, y simultáneamente, una mezcla de combustible líquido y de aire de combustión  
10 en una proporción inferior a la cantidad teórica de aire necesaria para asegurar la combustión de dicho combustible líquido se introduce por separado y se quema en la proximidad de dicha zona de combustión, o una premezcla de  
15 aire-combustible líquido formada por premezclado de un combustible con una parte de aire de combustión suministrado en dicha proporción y el resto de dicho aire de combustión se introducen por separado en la proximidad de dicha zona de combustión.

DESCRIPCION DETALLADA DEL INVENTO

La mayoría de los quemadores convencionales son del tipo llamado de llama de difusión en el cual se inyectan un gas combustible y aire de combustión en un horno a través de unos conductos correspondientes y se determina el grado de  
25 mezclado del gas combustible y del aire de combustión principalmente en función del grado de difusión del gas combustible y del gas de combustión.

En los quemadores de este tipo, para reducir los óxidos de nitrógeno en el gas de escape se han adoptado los  
30 siguientes procedimientos:

(1) el método de combustión llamado método de combustión en dos fases en el cual una parte del aire de combustión suministrado en una cantidad superior a la cantidad teórica de aire necesaria para asegurar la combustión de un combustible líquido se inyecta a partir de un quemador (es decir que concretamente, se reduce en la zona del quemador la relación de aire sobrante), y el aire sobrante restante se inyecta a partir de un orificio situado separadamente del quemador;

(2) un método de mezclado de gas reciclado en el cual un gas inerte (por ejemplo un gas de escape de combustión) se añade al aire de combustión;

(3) un método de combustión con relación de aire sobrante no uniforme, en el cual se utiliza una pluralidad de quemadores y se iguala el caudal de aire en todos los quemadores cambiando el caudal del combustible entre los varios quemadores.

Es sabido que estos métodos son más o menos eficaces para reducir el contenido de óxidos de nitrógeno en un gas de escape. En la figura 1 se ilustran los resultados de experimentos realizados con estos métodos conocidos utilizando quemadores del tipo mencionado más arriba. En la figura 1, se representa en ordenada la concentración de óxido de nitrógeno en un gas de escape, y en abscisa se indica la relación entre el aire que atraviesa la garganta del quemador (en el caso del método de combustión en dos etapas, se excluye el aire que se introduce en la última fase de combustión) y la cantidad de aire teórica, es decir la relación de aire sobrante.

En la figura 1, las líneas interrumpidas representan

datos experimentales obtenidos cuando la relación (GM) entre la cantidad de gas de escape de combustión añadido al aire de combustión y la cantidad de dicho aire de combustión se hace variar en un quemador convencional del tipo de llama de difusión.

Según se representa en la figura 1, cada curva que representa la relación entre la concentración de óxido de nitrógeno en un gas de escape de combustión y la proporción de aire sobrante sube hacia la derecha y por tanto, puede verse que el método de combustión en dos etapas que incluye la reducción de la relación de aire sobrante en la zona del quemador tiene un cierto grado de eficacia.

Además, ya que la concentración de óxido de nitrógeno disminuye cuando se aumenta la relación de mezclado (GM) de un gas de escape de combustión respecto al aire de combustión, puede verse que el método de mezclado de gas reciclado presenta una eficacia considerable.

Sin embargo, incluso si se procura que la relación de aire sobrante no sea uniforme en la pluralidad de quemadores y se realiza en un quemador una combustión con elevada relación de aire sobrante (por ejemplo en el punto d de la figura 1) realizando en otro quemador una combustión con una reducida relación de aire sobrante (por ejemplo en el punto e de la figura 1) estos efectos se compensan mutuamente y en conjunto, la concentración de óxido de nitrógeno se sitúa, por ejemplo, en el punto f de la figura 1. Por tanto, puede decirse que el método de combustión con relación de aire sobrante no uniforme, no es muy eficaz.

El método de combustión en dos etapas y los métodos de combustión con relación de aire sobrante no uniforme, son

defectuosos porque la combustión es retardada en la zona de combustión con relación de aire sobrante reducida, y se observa un cierto volumen de componentes no quemados. El método de mezclado de gas reciclado es defectuoso porque es preciso utilizar un ventilador para realizar la aportación de gas reciclado y se necesita una grán cantidad de energía para accionar este ventilador.

Se conoce igualmente un método de combustión que no utiliza un quemador convencional del tipo de llama de difusión como dispositivo para reducir los óxidos de nitrógeno en los gases de escape. De acuerdo con este método, se combinan dos llamas de premezcla que difieren en la relación combustible/aire, lo que permite reducir mucho la cantidad de óxidos de nitrógeno formada en comparación con los métodos convencionales. Sin embargo, este método es defectuoso porque, ya que se mezclan de antemano de manera uniforme el combustible y el aire, cuando se reduce el caudal de inyección, se produce a veces un retorno de llama y la gama de reglaje de las cargas es inferior a la de los métodos convencionales.

El invento puede subsanar los inconvenientes descritos más arriba inherentes a los métodos convencionales y se caracteriza por los dos puntos siguientes:

(1) Se utilizan dos sistemas, uno para el combustible y otro para el aire de combustión. Se utilizan un sistema de combustible y un sistema de aire de combustión para premezclar el combustible y el aire de combustión antes de la salida de un quemador para formar una llama denominada llama de premezclado. Los restantes sistemas de combustible y aire de combustión se utilizan para introducir un combustible y el aire de combustión separadamente en el orificio de salida

del quemador para formar una llama denominada llama de difusión. En variante, estos sistemas restantes se emplean para premezclar una parte del aire de combustión con el combustible antes del orificio de salida del quemador como en el caso de un quemador Bunsen y para introducir el resto del aire río abajo del orificio de salida del quemador con el objeto de formar una llama de premezcla parcial.

(2) En la porción de llama de premezcla, se mantiene la relación combustible/aire en un valor reducido y en la llama de difusión o en la porción de llama de premezcla parcial se mantiene la relación combustible/aire en un valor elevado de modo que en conjunto sea posible mantener en el quemador la relación adecuada de aire sobrante.

El invento se ilustrará ahora de manera detallada haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una curva que ilustra la proporción entre la relación de aire sobrante en la zona del quemador y la concentración de óxido de nitrógeno;

La figura 2 es una curva que ilustra la proporción entre la relación de aire sobrante en la zona del quemador y la velocidad de propagación de la llama;

Las figuras 3 y 4 son vistas de frente y lateral en sección de un ejemplo del quemador utilizado con el invento; y

Las figuras 5 y 6 son vistas laterales de frente y en sección de otro ejemplo del quemador utilizado con el invento.

La figura 1 ilustra resultados experimentales relacionados con la descarga de óxido de nitrógeno en quemadores de llama de premezcla.

Como puede verse en estos resultados experimentales,

la relación entre la concentración de óxido de nitrógeno y la proporción de aire sobrante en el quemador de llama de premezcla, que se representa mediante líneas continuas, es muy diferente de la misma relación obtenida en los métodos convencionales que utilizan un quemador de llama de difusión, que se representa por medio de líneas interrumpidas. Concretamente, esta relación se expresa por medio de una curva en forma de colina empinada que presenta un vértice en un punto que corresponde a una proporción de aire sobrante de aproximadamente 1,0 a 1,1. Por tanto, cuando se aumenta la proporción de aire sobrante, la concentración de óxido de nitrógeno disminuye extraordinariamente hasta un nivel que no puede alcanzarse por métodos convencionales.

Los efectos obtenidos por medio del invento se describirán ahora en lo que sigue.

En la figura 1, el punto a indica el punto de funcionamiento de una porción de llama de premezcla en la cual la proporción de aire sobrante se mantiene en un nivel superior a 1,0, y el punto b indica el punto de funcionamiento de una llama de difusión (o llama de premezcla parcial) en la cual la proporción de aire sobrante se mantiene en un nivel inferior a 1,0.

En la porción de llama de premezcla, ya que el combustible se mezcla de antemano con una cantidad suficiente de aire de combustión, la combustión se realiza en un tiempo muy corto a la salida del quemador, y la concentración de nitrógeno se mantiene en el nivel que corresponde al punto a en la figura 1. Sin embargo, en la llama de difusión o en la porción de llama de premezcla parcial, ya que la cantidad de aire es escasa, la combustión progresa paulatinamente por difusión

de un gas de combustión que contiene oxígeno en cantidad excesiva formado en la porción de llama de premezcla y se efectúa en un tiempo relativamente largo. Por tanto, la formación de óxidos de nitrógeno en la llama de difusión o en la porción de llama de premezcla parcial se mantiene a un nivel sustancialmente igual al nivel alcanzado en el método convencional de mezclado de gas reciclado. Por consiguiente, cuando se combina la llama de premezcla con la llama de difusión o la llama de premezcla parcial, la cantidad final de óxidos de nitrógeno formados está representada por el peso medio de óxidos de nitrógeno generados por ambas llamas, y puede mantenerse a un nivel muy inferior (punto c) respecto al nivel alcanzado en el método convencional de mezclado de gas reciclado. Si, en el quemador mencionado más arriba se incorpora un gas de escape de combustión para desplazar el punto de funcionamiento a hasta el punto a' o el punto a'', y para desplazar el punto de funcionamiento b hasta el punto b' o hasta el punto b'', será posible reducir la cantidad total de óxidos de nitrógeno formados por combustión hasta el valor que corresponde al punto c' o al punto c''.

Como se representa en la figura 2, la velocidad de propagación de la llama de la premezcla de aire-combustible es más elevada cuando la proporción de aire sobrante está incluida aproximadamente entre 0,9 y 1,0, y cuando la proporción de aire sobrante aumenta o disminuye respecto a este punto, la velocidad de propagación de la llama disminuye. Durante el funcionamiento de un horno en el cual la combustión se hace por medio de quemadores, si se desea reducir la carga de los quemadores, en razón de las características del dispositivo de reglaje, el funcionamiento se efectúa generalmente

con una proporción de aire sobrante superior a la proporción utilizada con el funcionamiento a plena carga. Por tanto, en el caso de un quemador en el cual se emplean dos llamas de premezcla que difieren por su concentración de combustible, cuando se reduce la carga aplicada al quemador, la proporción total de aire sobrante aumenta en el quemador y por tanto la velocidad de inyección de la premezcla de aire-combustible con reducida proporción de aire sobrante disminuye, ya que la proporción de aire sobrante de dicha premezcla rica en combustible se acerca a 0,1, mientras que la velocidad de propagación de la llama, por el contrario, sufre un incremento. Por tanto, existe la posibilidad de que se produzca un retorno de llama. Sin embargo, de acuerdo con el invento, ya que la porción del quemador que corresponde a esta porción de premezcla con reducida proporción de aire sobrante está construída de modo que se forme una llama de difusión, no se producirá ningún retorno de llama y la combustión se hará de manera estable. Cuando la porción del quemador mencionada más arriba está contruída de modo que se obtenga una llama de premezcla parcial, ya que la proporción de aire sobrante se mantiene en un nivel muy bajo en la porción de llama de premezcla parcial, la velocidad de propagación de la llama en la porción de llama de premezcla no aumenta hasta un nivel capaz de producir un retorno de llama, incluso si se aumenta en el quemador la proporción total de aire sobrante, y por tanto la combustión puede hacerse de manera muy estable.

Igualmente, según el invento, el quemador está construído de tal manera que una premezcla de combustible/aire con elevada proporción de aire sobrante forme una llama de premezcla adecuada, pero de acuerdo con el invento no existe

ningún peligro de retorno de llama incluso si se reduce la carga aplicada al quemador. Más específicamente, cuando se reduce la carga del quemador, aunque se reduzca la velocidad de inyección cuando la proporción de aire sobrante aumenta, no se produce retorno de llama, ya que la velocidad de propa-  
5 gación de la llama disminuye igualmente.

Como medio para llevar a la práctica el procedimiento de combustión mencionado más arriba, según el invento, se proporciona ventajosamente un aparato quemador que incluye una tobera de alimentación de premezcla de combustible que  
10 incluye unos medios para premezclar un combustible y el aire de combustión en una cantidad superior a la cantidad teórica de aire necesaria para la combustión de dicho combustible an tes del orificio de salida del quemador, es decir unos medios para formar un combustible llamado combustible de premezcla  
15 con reducida concentración de combustible, y una boquilla de inyección de combustible que incluye un tubo de suministro de combustible para suministrar un combustible y un tubo de suministro de aire para suministrar aire en una cantidad inferior a la cantidad de aire teóricamente necesaria para la  
20 combustión de dicho combustible a partir de la porción perifé- rica del tubo de suministro de combustible.

Ya que el aparato quemador según el invento incluye a la vez una boquilla para suministrar un combustible de pre-  
25 mezcla y una boquilla de inyección de combustible para formar una llama de difusión o una llama de premezcla parcial, la combustión se hace siempre de manera estable. Además, la estructura del aparato es muy sencilla y puede montarse en una cámara de combustión de manera muy cómoda. Por otra par-  
30 te, el aparato puede fabricarse de manera económica. Utilizan

do este aparato quemador, el procedimiento de combustión mencionado más arriba, según el invento, podrá llevarse a la práctica de manera muy ventajosa.

5 Un modo de realización en el cual el aparato quemador que permite llevar a la práctica el método del invento se utiliza para la combustión de un gas combustible o de un combustible gaseoso obtenido por vaporización o gasificación de un combustible líquido, se describirá ahora con referencia a las figuras 3 y 4.

10 Haciendo referencia a las figuras 3 y 4, se ve que las boquillas 1 y 2 constituyen un quemador, utilizándose la boquilla 1 para formar una llama de premezcla y la boquilla 2 para formar una llama de premezcla parcial. El combustible gaseoso es suministrado por las tuberías de alimentación de combustible 3a y 3b, y el combustible gaseoso procedente de la tubería 3a se premezcla con el aire de combustión 4a (mezclado, en variante, con un gas de escape de combustión), en un premezclador 5. Los números de referencia 6 y 7 indican un inyector de combustible gaseoso y un dispositivo de retención de llama, respectivamente, mientras que el número de referencia 8 indica una porción de formación de premezcla parcial para el mezclado del combustible gaseoso procedente de la tubería de alimentación 3b con una pequeña cantidad de gas de combustión (que se mezcla en variante con gas de escape de combustión).

25 En la figura 4 el caudal de combustible no es el mismo en las tuberías de alimentación de combustible 3a y 3b, o se procura que el caudal de aire sea diferente en las boquillas 1 y 2, de modo que la proporción de aire sobrante sea superior a 1 en la boquilla 1 y que la proporción de aire

30

sobrante sea inferior a 1 en la boquilla 2.

En el aparato quemador que se representa en las figuras 3 y 4, un combustible gaseoso procedente de la tubería de alimentación de combustible gaseoso 3a se premezcla con aire de combustión 4 en una cantidad superior a la cantidad teóricamente necesaria para asegurar la combustión del combustible gaseoso (por ejemplo, se ajusta la cantidad de aire de modo que la proporción de aire sobrante, es decir la relación entre la cantidad de aire utilizada realmente y la cantidad de aire teórica, esté incluida entre 1,2 y 1,4) en el premezclador 5, y se inyecta la premezcla procedente de la boquilla 1 para formar una llama de premezcla. El combustible gaseoso procedente de la tubería de alimentación 3b se introduce en la porción 8 de formación de premezcla parcial de la boquilla 2, conjuntamente con una pequeña cantidad de aire de combustión, se mezcla uniformemente con éste, y se inyecta a partir de la extremidad superior de la porción 8 de formación de premezcla parcial. Simultáneamente, el aire de combustión es introducido a partir de la periferia de la porción 8 de formación de premezcla parcial para formar una llama de premezcla parcial. La cantidad de este aire de combustión se controla de tal manera que la suma de dicha pequeña cantidad de aire de combustión y de la cantidad de este aire de combustión, sea inferior a la cantidad de aire teóricamente necesaria para asegurar la combustión del combustible gaseoso procedente de la tubería de alimentación de combustible gaseoso 3b (por ejemplo una proporción de aire sobrante de 0,5 a 0,8). Este aparato quemador incluye a la vez la boquilla 1 para formar una llama de premezcla y la boquilla 2 para formar una llama de premezcla parcial. Por tanto, la

combustión se hace siempre de manera estable. Además, la estructura del aparato es muy sencilla y éste aparato puede montarse muy cómodamente en una cámara de combustión. Por otra parte, el aparato puede fabricarse a bajo precio. Utilizando este aparato quemador, el procedimiento de combustión según el invento puede ser llevado a la práctica de manera muy ventajosa.

Se describirá ahora con referencia a las figuras 5 y 6 otro modo de realización del aparato según el invento, en el cual un combustible líquido es introducido en la porción de formación de llama de difusión y un combustible gaseoso es introducido en la porción de formación de llama de premezcla.

Haciendo referencia a las figuras 5 y 6, se ve que las boquillas 11 y 12 constituyen un quemador, utilizándose la boquilla 11 para formar una llama de premezcla y la boquilla 12 para formar una llama de difusión. Los números de referencia 13, 14, 15, 16, 17 y 18 indican una tubería de alimentación de combustible gaseoso, una tubería de alimentación de combustible líquido, un premezclador para realizar el premezclado del combustible gaseoso con el aire de combustión, una boquilla de pulverización de combustible líquido, un dispositivo de retención de llama para llama de gas de premezcla, y un dispositivo de retención de llama para llama de difusión, respectivamente, y los números de referencia 19a y 19b indican una cámara de combustión.

En la figura 6, el caudal de combustible no es el mismo en las tuberías de alimentación de combustible 13 y 14, o se procura que el caudal de aire no sea el mismo en las boquillas 11 y 12, de modo que la proporción de aire sobrante

en la porción de llama de premezcla sea diferente de la proporción de aire sobrante en la porción de llama de difusión.

Este modo de realización difiere del modo de realización descrito más arriba, que se ilustra en las figuras 3 y 4; solo porque se forma una llama de difusión con un combustible líquido en la porción que corresponde a la formación de llama de premezcla parcial en el modo de realización anterior, aunque las funciones y los efectos sean los mismos que en este modo de realización. Por tanto, se omitirá una explicación detallada de este modo de realización.

Como se ve en la descripción detallada que antecede, relacionada con los dos modos de realización ilustrados en los dibujos, de acuerdo con el invento, se facilita un procedimiento para quemar combustible que consiste en introducir y quemar en una zona de combustión una premezcla de aire-combustible con reducida concentración de combustible, formada mediante premezclado de un combustible con aire de combustión en una cantidad superior a la cantidad de aire teóricamente necesaria para asegurar la combustión de dicho combustible, y simultáneamente se introducen separadamente y se quema en la proximidad de dicha cámara de combustión un combustible y aire de combustión en una cantidad inferior a la cantidad de aire teóricamente necesaria para asegurar la combustión de dicho combustible, o se introduce por separado y se quema en la proximidad de dicha cámara de combustión una premezcla de aire-combustible de un combustible y de una parte del aire de combustión suministrado en dicha cantidad y el resto de dicho aire de combustión, y según el invento, se proporciona igualmente un quemador que está constituido por lo menos por una boquilla de alimentación de combustible de

premezclado que incluye unos medios para premezclar un combustible y aire de combustión en una cantidad superior a la cantidad de aire teóricamente necesaria para la combustión de dicho combustible antes del orificio de salida de un quemador, y por lo menos una boquilla de inyección de combustible que incluye una tubería de alimentación de combustible para suministrar un combustible y una tubería de alimentación de aire para suministrar aire en una cantidad inferior a la cantidad de aire teóricamente necesaria para asegurar la combustión de dicho combustible, a partir de la porción periférica de la tubería de alimentación de combustible.

De acuerdo con el procedimiento de combustión según el invento, se prepara una premezcla de combustible-aire con reducida concentración de combustible (elevada proporción de aire sobrante) y se quema esta premezcla para formar una llama de premezcla, y simultáneamente, se forma una llama de difusión o de premezcla parcial con reducida proporción de aire sobrante. Por tanto, se inhibe la generación de  $\text{NO}_x$  (óxidos de nitrógeno) y se impide completamente los retornos de llama que podrían producirse fácilmente en una llama de premezcla con elevada concentración de combustible. En el aparato quemador según el invento, ya que se utilizan en combinación una boquilla de alimentación de premezcla de aire-combustible y una boquilla de inyección de combustible, es posible obtener siempre una combustión estable. Además, la estructura del aparato es muy sencilla, y éste puede montarse muy fácilmente en una cámara de combustión. Por otra parte, el aparato puede ser fabricado a un precio económico. Por tanto, utilizando este aparato quemador, es posible llevar a la práctica de manera muy ventajosa el procedimiento de

combustión según el invento.

En resumen, la presente Patente de Invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

5

1. Procedimiento para quemar combustibles líquidos que consiste en introducir y quemar en una zona de combustión una premezcla de aire-combustible con una reducida concentración de combustible, formada por premezclado de un combustible con aire de combustión en una cantidad superior a la cantidad de aire teóricamente necesaria para asegurar la combustión de dicho combustible, e introducir simultáneamente, de manera separada, y quemar en la proximidad de dicha zona de combustión, un combustible y aire de combustión en una cantidad inferior a la cantidad de aire teóricamente necesaria para asegurar la combustión de dicho combustible, e introducir por separado y quemar en la proximidad de dicha zona de combustión una premezcla de aire-combustible constituida por un combustible y una parte del aire de combustión suministrada en dicha cantidad y el resto de dicho

10

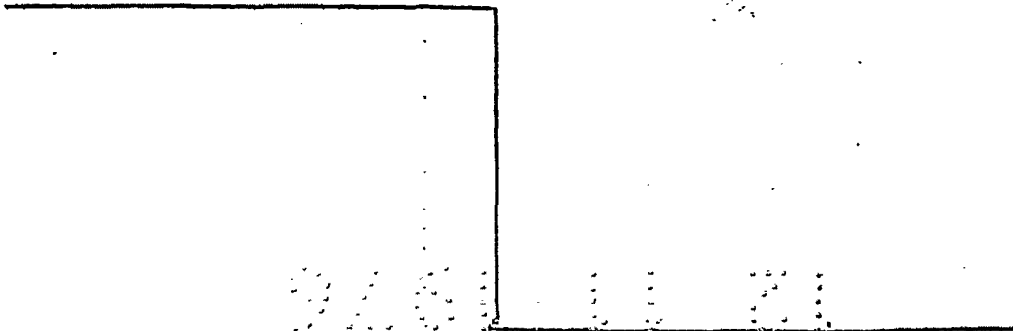
15

20

2. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de invención que se solicita:  
PROCEDIMIENTO PARA QUEMAR COMBUSTIBLES LIQUIDOS.

25

30



Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de diecisiete páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid 5 marzo de 1975

BERNARDO UNGRIA

P.P.

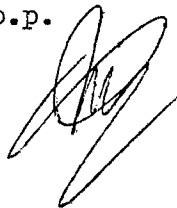
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'B. Ungria', written over the typed name 'BERNARDO UNGRIA'.

FIG. 1

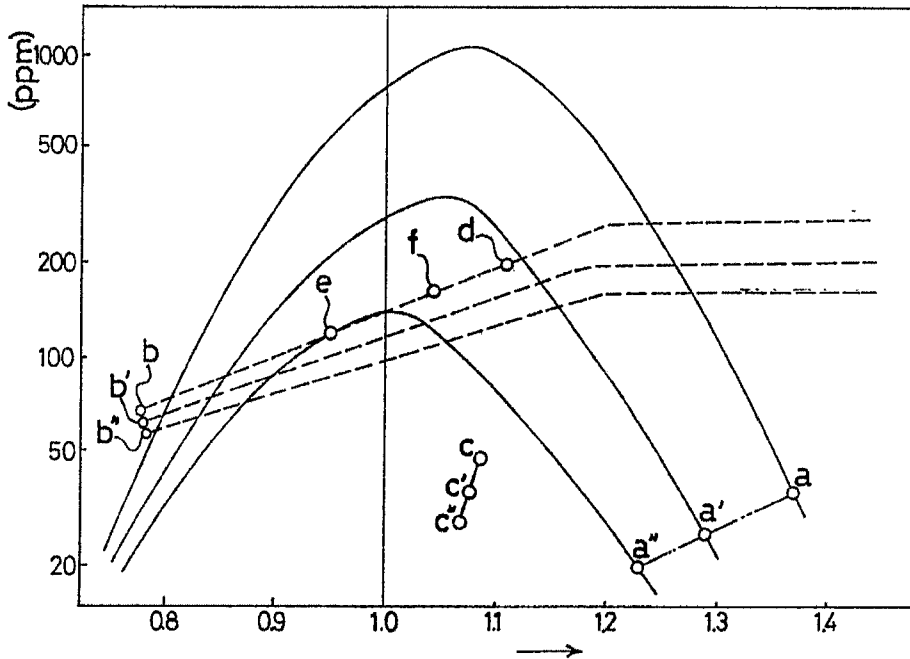
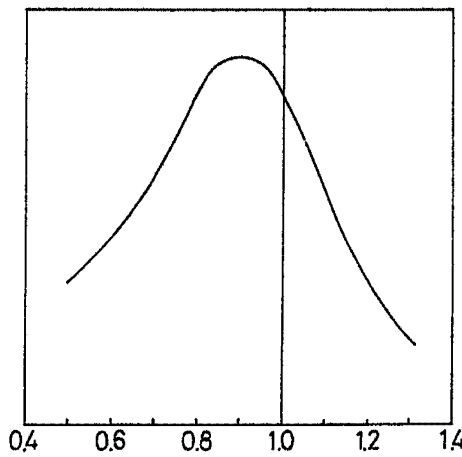


FIG. 2



ESCALA VARIABLE  
Madrid 5 de marzo de 1975  
BERNARDO INGRIA  
p.p.

FIG. 3

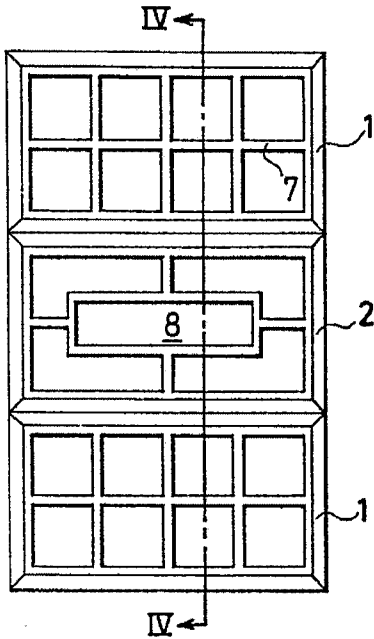


FIG. 4

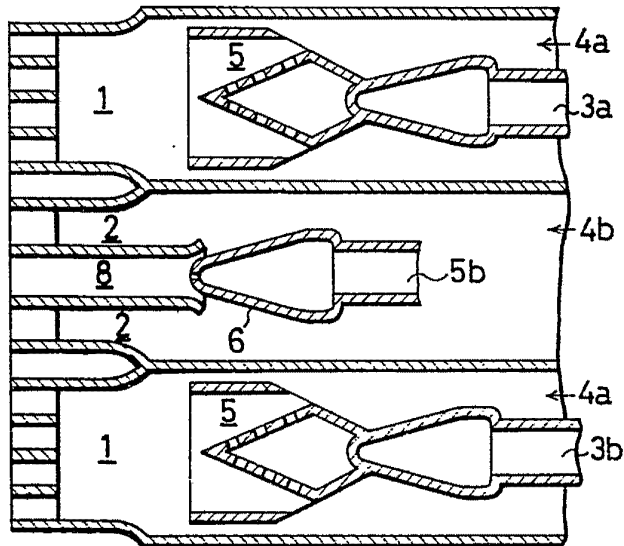


FIG. 5

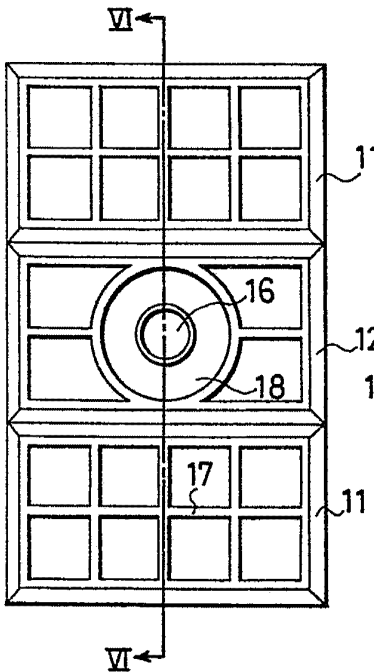
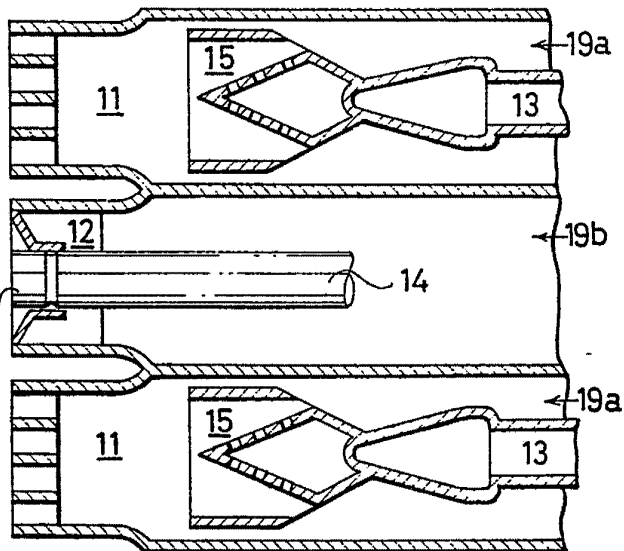


FIG. 6



ESCALA VARIABLE  
Madrid 5 de marzo de 1975  
BERNARDO MORA  
p.p.