

S/Ref.: AC-2037

N/Ref.: O.G. 29.382.-MY.

Int Cl.^a F23D 14/60

433324

PATENTE DE INVENCION

Int. Cl. F 23.J

30 JUN. 1976

CONCEDIDA

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"UN METODO PARA QUEMAR COMBUSTIBLE Y APARATO PARA SU
REALIZACION"

Solicitante: La Corporación del Estado de Delaware:
AQUA-CHEM, Inc., con domicilio en: 3707
North Richards Street - MILWAUKEE, WISCONSIN
(U. S. A.)

Inventores: Paul G. LaHaye y John W. Bjerklie, ambos
de nacionalidad norteamericana.

Esta invención se refiere a un método y aparato para reducir los agentes de contaminación del aire tales como el óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas carbonosas e hidrocarburos no quemados en los gases de escape o de la chimenea de los quemadores de combustibles carbonosos e hidrocarbonados.

Una importante mejora conseguida recientemente en la reducción de los contaminantes antes mencionados se caracteriza por ser una combustión radialmente escalonada que consiste en inyectar el combustible dentro de una cámara de combustión con menos de la cantidad de aire necesaria para la combustión estequiométrica de manera que tenga lugar la combustión en un núcleo de llama que tiene un diámetro relativamente pequeño en la proximidad del quemador y se expande hacia fuera al propagarse dentro de la cámara de combustión. Dado que la mezcla del núcleo es rica en combustible, la combustión es muy incompleta en la proximidad del quemador y el núcleo gaseoso está mucho más frío que si se inyectara la totalidad del aire para la combustión completa en el combustible. Las temperaturas más frías y el rico contenido de combustible del núcleo tienden a inhibir la formación de óxidos de nitrógeno. Ello hace que parte del oxígeno del aire se combine preferentemente con los constituyentes del combustible en vez de hacerlo con el nitrógeno bajo condiciones de baja temperatura y ricas en combustible. Se inyecta también una funda de aire con el fin de rodear y arremolinarse alrededor del núcleo mezclándose poco en la proximidad del quemador. Una vez extraído algo de calor del núcleo, según avanza el mismo hacia abajo en la cámara de combustión, se hace más completo el mezclado de los gases del núcleo y el aire de la funda y los constituyentes no quemados son oxidados en esta

- etapa bajo condiciones de temperatura relativamente bajas para inhibir nuevamente la producción de óxido de nitrógeno. En algunas formas de este aparato, se fomenta la turbulencia de mezclado por una rejilla interpuesta en el recorrido de la llama alejada del quemador. Parte del aire de combustión puede ser inyectada también a través de la rejilla para aumentar la velocidad y fomentar la turbulencia, lo que aumenta la oxidación de los constituyentes combustibles sin producción importante de óxidos de nitrógeno, puesto que la mezcla íntima es debida más a la oxidación completa que a la alta temperatura.
- 5.
- 10.

- La realización que acaba de ser descrita es eficaz para reducir los sólidos no quemados tales como el óxido de carbono y nitrógeno. No obstante, en ciertos sistemas de combustión usados en calderas, particularmente, cuando se utiliza ciertos tipos de combustibles, los gases de la chimenea presentan una cantidad superior a la deseada de carbono que se manifiesta en forma de humo. De este modo, la presente invención se propone reducir el humo así como los óxidos de nitrógeno y otros contaminantes en los gases de la chimenea por un método que es aplicable a la técnica de combustión escalonada descrita más arriba y a otras técnicas de combustión de combustibles así como por la recirculación selectiva del gas de la chimenea.
- 15.
- 20.

- De acuerdo con la invención, parte del aire para la combustión que se inyecta dentro de la cámara de combustión en varios chorros se mezcla con/o es suplantada por los productos de combustión gaseosos cogidos de la chimenea o conducto de humos y recirculados a través de la cámara de combustión. En/o más allá de la cámara de combustión aguas abajo del quemador, se hace reaccionar al dióxido de carbono procedente del gas de la chimenea con las partículas de carbono de los productos de
- 25.
- 30.

combustión gaseosos para producir monóxido de carbono que es oxidado posteriormente para dar dióxido de carbono en las últimas etapas del proceso de combustión. De este modo, el carbono que resultaría de otro modo en una emisión de humo visible procedente de la chimenea es oxidado completamente. El resultado neto es que el uso del gas de la chimenea recirculado consigue un control del humo más cercano al ideal o aire estequiométrico del que puede lograrse con el aire solo.

Un objeto general de esta invención es proporcionar un método y aparato de combustión en los que se reduce sustancialmente los óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos gaseosos y en partículas y carbono en el gas de escape o de la chimenea en comparación con los métodos convencionales en los que se introduce todos los gases de mantenimiento de la combustión íntimamente mezclados con el combustible.

Otro objeto es hacer reaccionar el dióxido de carbono procedente de los gases de escape con el carbono resultante de la combustión incompleta y hacer reaccionar a los productos de combustión resultantes con oxígeno del aire para reducir el carbono y monóxido de carbono en los gases de escape.

Otro objeto adicional de esta invención es proporcionar un método y aparato de combustión para minimizar los contaminantes atmosféricos antes citados sin afectar adversamente a la eficacia del proceso de combustión recirculando selectivamente los gases de la chimenea y reduciendo así al mínimo la cantidad que debe ser recirculada para conseguir un resultado dado.

Otro objeto de esta invención es minimizar en los gases de escape de un quemador de combustible el contenido de carbono en partículas que aparece en forma de humo y mantener a la vez unos niveles satisfactoriamente bajos de óxidos de nitrógeno

en los gases de la chimenea.

En la siguiente descripción más detallada de las realizaciones de la invención, tomada a la vista de los dibujos, se va a describir el modo de conseguir los citados objetos y otros más específicos de la invención.

5.

Descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una caldera con partes cortadas para ilustrar un dispositivo de combustión en el que se utiliza los principios de la invención;

10.

La figura 2 muestra una sección transversal parcial de una cámara de combustión y un quemador asociado preparado para la recirculación del gas de la chimenea de acuerdo con la invención;

15.

La figura 3 es similar a la figura precedente con la excepción de que se ha mostrado un tipo diferente de quemador;

20.

La figura 4 es una sección longitudinal fragmentaria de una cámara de combustión preparada para ser usada con gases de chimenea recirculados;

La figura 5 es una vista en planta de una placa perforada usada en los conjuntos de quemador de las figuras 2 y 3 como se ha representado específicamente como ejemplo visto en la dirección del plano 5-5 de la figura 2; y

25.

La figura 6 es un gráfico que muestra el tiempo de combustión frente al tamaño de las partículas de carbono para varios porcentajes de dióxido de carbono y aire de mantenimiento de la combustión.

Descripción de una forma de realización preferida

30.

La invención se basa en la recirculación de los gases de escape desde una chimenea de combustión a una o más entradas de aire de la zona de combustión que quema el combusti-

ble en etapas bajo diferentes condiciones controladas calculadas para reducir tanto el óxido de carbono como de nitrógeno en los gases de la chimenea.

5. La invención es aplicable a una variedad de dispositivos quemadores de combustible pero será descrita con referencia a las calderas o generadores de vapor tal como se ha representado en la figura 1. Con la excepción de la cámara de combustión y el modo en que son manipulados el combustible y los gases para la combustión, la caldera de la figura 1 es sustancialmente convencional. Esta caldera está destinada a la producción de agua caliente o vapor e incluye una envuelta o carcasa 10 que constituye un recinto para un tambor superior 11 y un tambor inferior 12. Los tambores están conectados por medio de una pluralidad de tubos llenos de agua 13 en primer plano y otra pluralidad de tubos, no visibles, en el lado de fondo. 15. Los tubos tienen membranas o placas de alma 14 soldadas entre ellos para definir una cavidad en la que se deriva el calor por los tubos a partir de los gases de combustión calientes descargados desde una cámara de combustión y por radiación a partir de la cámara de combustión. Los gases de escape una vez extraída la mayor parte de su calor, son descargados en la atmósfera a través de una chimenea 15 que ha sido representada parcialmente. 20.

25. El extremo frontal, a la derecha en la figura 1, de la caldera tiene una cámara de aire impelente 16 y una cámara impelente para el gas de la chimenea recirculado 17. La cámara impelente para el gas de la chimenea 17 es alimentada con gas de la chimenea a través de un tubo 18 que se une al tubo de la chimenea 15 en la proximidad de la parte superior de la carcasa de la caldera de manera que se pueda obtener, de la chimenea, 30.

gas a temperaturas del orden de 60 a 400° C por lo menos. El tubo para el gas de la chimenea 18 puede tener una válvula 19 incorporada, válvula que en este caso ha sido simbolizada simplemente como una válvula manual pero se comprenderá que la misma puede estar sujeta a un estrangulamiento automático. En determinadas circunstancias, puede usarse un soplador de baja presión 20 para impulsar los gases de la chimenea 15 a la cámara impelente 17.

La cámara impelente de aire 16 tiene una paleta de ventilador interna 20 arrastrada por un motor 21. Este ventilador aspira el aire atmosférico a través de una rejilla 22 y dirige el aire hacia abajo dentro de la cámara impelente 16 para su introducción a través de uno o más orificios de inyección del aire asociados con un quemador de combustible que ha sido designado de un modo general por la referencia 23 en la figura 1. El quemador de combustible será descrito con detalle más adelante.

La cámara de combustión de la caldera comprende una carcasa refractaria 25 que tiene un interior cilíndrico 26. Debe comprenderse que la cámara de combustión 25 no precisa ser del tipo revestido de material refractario sino que puede ser definida simplemente por los tubos de la caldera o puede ser del tipo de envuelta de agua teniendo envueltas interior y exterior, no representadas, entre las cuales fluye el agua para absorber directamente el calor por radiación y convección a partir de la llama existente dentro de la cámara de combustión. El extremo de entrada del combustible y el gas de combustión de la cámara de combustión 25 tiene preferentemente una forma cónica marcada con 27 aunque ello no sea indispensable siempre que se utilicen los principios de la invención.

La cámara de combustión 25 está caracterizada porque los gases y el combustible arden en etapas en este ejemplo. De acuerdo con la invención, se inyecta el combustible dentro de la cámara de combustión 25 junto con el aire o los gases de la chimenea o una mezcla de los mismos. En una etapa de la combustión, el combustible fluido, que es inyectado con mucho menos aire del necesario para su combustión completa, arde como un núcleo central de llama que es indicado por la región central fuertemente sombreada de la figura 1 marcada con la referencia numérica 28. La escasez de aire para la combustión completa en el núcleo 28 resulta en una llama de núcleo de temperatura relativamente baja en la proximidad del quemador 23 donde el núcleo no ha sufrido una turbulencia importante que resultaría en su expansión y difusión con aire u otro gas de mantenimiento de la combustión en la cámara. Según desciende el núcleo de los gases calientes en el interior 26 de la cámara de combustión el calor es transferido, principalmente por radiación, a las paredes del horno y luego a los tubos 13 y se incrementa la turbulencia, expansión y la mezcla con una funda circundante de aire o gases de chimenea inyectados de tal modo que circundan y se mezclen con el núcleo 28. Los gases de la chimenea no son mezclados intencionadamente con el aire de enfundado pero resulta inevitable algo de mezcla. El mezclado del gas de la chimenea con el aire de enfundado resultó tener un efecto mínimo sobre los resultados deseados y en el desperdicio de los gases de la chimenea. El aire circundante o de enfundado sigue la región periférica 29 y este gas se mezcla finalmente con el gas del núcleo, conteniendo gases de la chimenea recirculados y productos de combustible parcialmente quemado, en la proximidad del extremo de salida de la cámara de combustión donde tiene lugar

una combustión más completa.

5. Una característica resultante del aislamiento del aire de la funda 29 con respecto a los productos de combustión gaseosos más calientes del núcleo 28 es que el oxígeno que se puede obtener del aire en el núcleo tiene tendencia a combinarse con los hidrocarburos del combustible con preferencia con el nitrógeno del aire en cuyo caso se produce cantidades sustanciales de monóxido de carbono y algo de dióxido de carbono pero se produce cantidades relativamente pequeñas de los diversos óxidos de nitrógeno.

10. Existe también una cantidad sustancial de carbono sin quemar en el núcleo de la llama en ese momento. La baja producción de óxido de nitrógeno es debida al hecho de que la mezcla rica en combustible del núcleo 28 arde a una temperatura suficientemente inferior a 1.375°C por lo que se inhibe la reacción entre el nitrógeno y el oxígeno.

15. En la región de la cámara de combustión aguas abajo del quemador 23, una vez extraído bastante calor del núcleo por radiación y convección, se fomenta la mezcla del aire de la funda 29 y los gases del núcleo en cuyo caso el oxígeno disponible del gas de la funda se combina con la mayor parte del carbono, otros hidrocarburos no quemados del combustible y el monóxido de carbono para efectuar una combustión más completa pero, nuevamente, a una temperatura mucho más baja que la que se produciría si se mezclara todo el aire de combustión con el combustible inicialmente de acuerdo con la práctica convencional.

20. En el presente caso, sólo se permite la combustión completa una vez que se ha extraído suficiente cantidad de calor de la llama de núcleo. Por consiguiente, la combustión del monóxido de carbono residual en dióxido de carbono y la combustión de

25.

30.

les hidrocarburos que pudieran quedar sin quemar se produce cuando son difundidos los gases de combustión y a baja temperatura con lo que se inhibe la producción de óxidos de nitrógeno. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de funcionamiento, el carbono procedente del combustible puede no ser oxidado de forma completa y ello es puesto de manifiesto al presentar humo los gases de la chimenea, lo que resulta indeseable. La presente invención se propone obtener una combustión más completa del carbono sin sacrificar las buenas características inhibidoras de los óxidos de nitrógeno del proceso de combustión escalonado.

De acuerdo con un aspecto de la invención, los gases de la chimenea son recirculados a la cámara del quemador y estos gases son inyectados principalmente dentro del núcleo de la llama 28 para lograr el control del humo. Los buenos resultados obtenidos al reducir el humo emitido por la chimenea 15 son debidos, según se cree, a la reacción del CO_2 (dióxido de carbono) en los gases de la chimenea recirculados con las partículas finas de carbono del núcleo de la llama antes y después de la difusión para formar así CO (monóxido de carbono) que, de acuerdo con la invención, ha de arder limpiamente con posterioridad en CO_2 . Es sabido que el CO_2 puede ser usado como oxidante para el carbono y que el carbono arderá en 100% de CO_2 aproximadamente a la misma cadencia que arde en el aire. Cuando el nivel de CO_2 es inferior al 100% como cuando se deriva del gas de la chimenea, se ha comprobado que el mismo resulta todavía adecuado para quemar pequeñas partículas de alrededor de una micra de tamaño en menos de 10 milisegundos lo que resulta suficientemente rápido para obtener la combustión de tales partículas en los hornos de caldera. Las partículas de carbono del

humos resultantes de la combustión de los combustibles hidrocarbonados en forma gaseosa tienen usualmente un tamaño de 0,05 micras aproximadamente. Las partículas de carbono resultantes de la combustión del combustible hidrocarbonado líquido tienen

5. usualmente un tamaño del orden de 1 a 10 micras y algunas partículas se forman dentro de gotitas de combustible. La relación existente entre el tiempo de combustión en milisegundos y el tamaño de las partículas de carbono en presencia de 25, 50 y 100% de CO_2 y en presencia de aire para partículas de
10. carbono del orden de 0,01 a 10,0 micras ha sido representada gráficamente en la figura 6. Los tiempos de combustión son calculados y se basan en la siguiente ecuación:

$$d^2 = d_0^2 - kt$$

donde d = el diámetro de la bolita en el tiempo t .

15. d_0 = el diámetro inicial de la bolita.

t = el tiempo de combustión.

k es una constante de cadencia de combustión empírica peculiar de cada combustible y condición de combustión.

- Los valores de k usados en los cálculos se obtuvieron a partir de los datos contenidos en la obra titulada "The Interaction Between Carbon and Carbon Dioxide and Oxygen at Temperatures Up to 3000°K" de E.S. Yelovins y G.P. Khaustovich, Octavo Simposio (Internacional) sobre Combustión, 1.960.
- 20.

- La combustión del carbono en el aire o CO_2 alcanza una cadencia de combustión máxima del orden de 1.200 a 1.400°C. A 1.300°C la cadencia es prácticamente la máxima. Por encima de estas temperaturas, la cadencia parece permanecer prácticamente constante.
- 25.

- Se ha comprobado que inyectando los gases de escape o de la chimenea recirculados a una temperatura de aproximada-
- 30.

mente 60 a 90°C dentro de los gases de combustión, se consigue tanto un bajo nivel de humo como un bajo contenido de óxidos de nitrógeno. El proceso consiste en mezclar los gases de la chimenea que contienen dióxido de carbono recirculado en el núcleo 28 del proceso de combustión descrito más arriba. Se va a describir ahora varias clases de aparatos para llevar a la práctica el método de recirculación de los gases de la chimenea.

Se hace referencia ahora a la figura 2 que muestra un tipo de conjunto de quemador 23 asociado con una cámara de combustión 25 similar a la representada en la figura 1. En la figura 2, el quemador comprende un cuerpo de tobera 36 que tiene una boquilla 35 a partir de la cual se emite una mezcla de combustible y un gas de atomización tal como aire a alta presión para su combustión en la cámara de combustión 25. Desde el extremo alejado del cuerpo de la tobera 36, la boquilla de la tobera 35 es alimentada con combustible fluido a través de un tubo 37 y la sustancia de atomización o vaporización a través de un tubo 38. Adyacente a la boquilla de la tobera 35 hay un cilindro o manguito hueco 39 a través del cual se proyecta el combustible dentro de la cámara de combustión 25 donde arde. El manguito 39 puede ser omitido sin afectar gravemente al humo cuando se usa fueloil nº 2 aunque el color de la llama pasa del azul al amarillo. El manguito 39 es omitido cuando se usa fuel nº 2 para impedir el aumento de coque. El aire y CO₂ individualmente o juntos, de acuerdo con la invención, son dirigidos a través del manguito 39 para mantener la combustión en el núcleo de llama que, como en la figura 1, ha sido distinguido por la referencia numérica 28. Estos gases de mantenimiento de la combustión son admitidos a través de un diafragma 40 que presen

- ta una abertura 41. Los gases son dosificados como se explicará más adelante. El diafragma 40 se extiende a través de un cilindro hueco 42 que rodea a una porción del cuerpo de la tobera y está separado en relación esencialmente concéntrica con el manguito 39. La porción interior posterior 43 del cilindro hueco 42 está prevista para permitir la conducción del aire, el gas de la chimenea que contiene CO_2 y las mezclas de estos gases según se desee a la abertura 41. Según se ha indicado más arriba, el flujo de aire es regulado normalmente de tal modo que se suministre mucho menos que la cantidad estequiométrica de aire a la llama del núcleo 28 para inhibir de este modo la producción de óxidos de nitrógeno. La cantidad de gas de chimenea que contiene CO_2 recirculado es así controlada para fomentar la oxidación o combustión del carbono en el núcleo 28 independientemente del aire de combustión. De este modo, se introduce CO_2 en la llama del núcleo 28 por recirculación del gas de chimenea para su reacción con el carbono en la llama del núcleo lo que resulta en la producción de monóxido de carbono en cantidades considerablemente mayores que las que se producirían en caso de mezclar todo el aire para la combustión del combustible con el combustible según la práctica convencional. Se recircula también algunos gases de combustión que contienen dióxido de carbono dentro del núcleo como resultado de un efecto venturi que ocurre en la proximidad de la abertura 41 y la boca 44 del manguito 39. Dicho en otras palabras, se invierte algo de gas que contiene CO_2 en una dirección indicada por la flecha 54 y sigue el espacio concéntrico existente entre el cilindro 42 y el manguito 39 después de lo cual vuelve a entrar en el manguito y se mezcla con el combustible que está siendo proyectado a través del mismo. Ello contribuye a la reacción del carbono y el
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

CO₂ en cierto grado. Dado que este mismo gas contiene gran cantidad de calor, ello contribuye considerablemente a vaporizar el combustible al equilibrio dentro del manguito.

5. El conjunto de quemador 23 que ha sido representado simbólicamente en la figura 2 tiene una región hueca 43 aguas arriba para permitir el envío del aire o gas de la chimenea o ambos a través de la abertura 41. La región hueca 43 se comunica con otra cámara 45 que está rodeada por la cámara impelente del gas de la chimenea 17. La cámara 45 puede ser cilíndrica
10. y estar provista de una pluralidad de agujeros 46 que pueden ser alineados y desalineados con una pluralidad similar de agujeros 47 de un manguito rotativo 48. Dado que los agujeros 46 y 47 están separados circunferencialmente uno de otro, es posible hacer girar al manguito 48 de manera que se alineen completamente los agujeros 46 y 47 o que se desalineen los mismos
15. para regular el gas de chimenea que puede entrar en la región 43. Ello permite el control o estrangulamiento de la cantidad de gas de chimenea conteniendo dióxido de carbono que puede ser admitida en el núcleo de la llama 28.
20. Se puede admitir también una cantidad seleccionada de aire de combustión para que salga por la abertura 41 con el fin de mantener la combustión del núcleo 28 de combustible inyectado por la boquilla de la tobera 35. Con tal objeto, el cilindro 42 está provisto de una pluralidad de agujeros separados circunferencialmente 51 que están rodeados por un manguito 52 en el
25. que hay también una pluralidad de agujeros radiales separados circunferencialmente 53. El manguito 52 puede ser girado para ajustar la cantidad de aire que es admitida en la abertura 41 para mantener la combustión en la llama del núcleo 28.
30. Puede obtenerse el aire a partir de una cámara impe-

lente a presión 15 en la que puede existir también un registro de control 55 que puede regular en bruto la cantidad de aire proporcionada por el ventilador 20 en la cámara impelente. El aire procedente de la cámara impelente 16 fluye dentro de una

5. cavidad 56 a través de una pluralidad de agujeros 57 de la pared de la carcasa del quemador que pueden ser alineados o desalineados con una pluralidad de agujeros 58 de un manguito rotativo 59 para regular la admisión del aire.

Una pestaña radial 60 que se extiende a partir del

10. cilindro 42 junto con una placa calada 61 define la cavidad de aire 56. De acuerdo con la invención, gran parte del aire necesario para la combustión completa del combustible es suministrado a la zona de combustión a través de una pluralidad de perforaciones 62 de la placa 61. En la figura 5 se ha representado una vista en planta de la placa donde puede verse que

15. la misma tiene una pluralidad de aberturas 62 que pueden ser formadas perforando el metal de origen con el fin de producir paletas 63 que se extienden angular y axialmente que hacen que el aire proyectado a través de las aberturas sea desviado radialmente con respecto al núcleo de la llama 28 y para formar una funda que avanza helicoidalmente a su alrededor. La placa perforada específica 61 puede ser sustituida por cualquier medio apropiado para producir la funda de aire que gira lentamente que corre a lo largo del núcleo de la llama 28 y lo rodea a través de la mayor parte de la zona de combustión hasta

20. que se produzca finalmente su mezcla. En ciertas configuraciones, el componente de rotación puede ser tal que se aproxime o llegue a cero. Como se ha mencionado anteriormente, en la proximidad del conjunto quemador 23 el aire que fluye a través

25. de las placas caladas 61 y la llama del núcleo permanecen muy

30.

hien aislados y puede llamárseles funda, pero según se propaga la llama descendiendo en la zona de combustión, existe una mezcla importante del aire y el núcleo, una vez que ha sido extraído el calor del mismo, para efectuar la combustión de los componentes no quemados a una temperatura que inhibe la producción de óxidos de nitrógeno. Igualmente, el dióxido de carbono procedente de los gases de la chimenea reacciona con el carbono presente en las zonas de combustión para producir gran cantidad de monóxido de carbono que es finalmente oxidado en dióxido de carbono antes de volver a la chimenea como se explicará más adelante.

Resultará evidente que se puede inyectar algo de gas de la chimenea a través de la placa calada 61 equilibrando convenientemente la presión del aire y la presión del aire de la chimenea en sus respectivas cámaras impelentes 16 y 17. Según avanza el aire o los gases de escape que contienen CO_2 y aire en la funda 29 descendiendo dentro de la cámara de combustión lejos del quemador, y al expandirse el núcleo 28 rico en CO_2 en la misma zona, se produce algo de turbulencia y entremezcla lo que fomenta la combustión de los productos de combustión residuales. En esta zona la temperatura necesaria para la reacción máxima del CO_2 y carbono para producir CO es superior a los 1.250°C por lo que la producción de CO es relativamente alta.

Es necesario hacer reaccionar el CO con gas que contenga oxígeno para reconvertirlo en CO_2 antes de que vuelvan los productos de combustión gaseosos a la chimenea y a la atmósfera. Aguas abajo de la zona donde tiene lugar la máxima reacción entre el CO_2 y el carbono, los gases sufren un enfriamiento adicional por radiación y convección. De este modo resulta posible oxidar el CO nuevamente bajo condiciones de

temperatura relativamente baja lo que hace que se produzca CO_2 pero a temperaturas no tan altas que se produzca gran cantidad de óxidos de nitrógeno.

5. Se ha comprobado que mezclando completamente los gases en una situación bastante aguas abajo de la zona de combustión se consigue la oxidación del CO a las temperaturas deseadas. Se consigue lo que precede fomentando la mezcla de los gases por obstrucciones físicas o inyectando aire secundario dentro de la corriente de productos de combustión gaseosos o
10. ambos. Se puede obtener una buena turbulencia y entremezclado interponiendo una pantalla o medios de rejilla, a veces denominados "portallamas", a través de la pantalla de los productos de combustión cerca del extremo de la cámara de combustión como se ha representado en la figura 4. En esta figura, la cámara de combustión 25 tiene un medio en forma de pantalla o rejilla perforada 71 de material refractario interpuesto en la corriente de gases de combustión lejos del quemador. Las perforaciones 72 de los medios de pantalla, evidentemente, provocarán un aumento de la velocidad del gas desde el lado de la
15. cámara de combustión al lado de descarga y ello fomenta la turbulencia externa a la cámara lo que provoca una oxidación más completa del monóxido de carbono y otros productos de combustión cualesquiera que pudieran quedar en los gases de combustión. Generalmente, un medio de rejilla que produce una
20. caída de presión de aproximadamente el 0,3% de la presión aguas arriba del horno justamente más allá del cono 27 o una presión hidráulica de dos pulgadas para hornos de caldera que trabajen esencialmente a la presión atmosférica producirá la turbulencia y entremezcla necesarias.
25. En la figura 2, se ha interpuesto una pluralidad de
- 30.

tubos paralelos 64 a través de la corriente de los productos de combustión gaseosos para inducir el mezclado de los gases. La separación entre los tubos 64 es tal que se produzca una caída de presión que se aproxime a la mencionada más arriba.

5. En los casos en que la cámara de combustión 25 es grande, simplemente produciendo una caída de presión no puede conseguirse una mezcla suficiente con el aire de combustión ni la oxidación completa del monóxido de carbono y otros productos no quemados por lo que resulta deseable introducir la cantidad final de
10. aire para la combustión por medio de tubos paralelos 64. De este modo, los tubos paralelos 64 de la figura 2 pueden ser conectados a un colector 65 que recibe una alimentación de aire a través de un tubo 66 procedente de la cámara impelente de aire 16, por ejemplo. Cuando se usa los tubos 64 para inyec-
15. tar aire en vez de simplemente como medio para producir una caída de presión, los mismos son provistos de hileras de pequeños agujeros 67 en la cara aguas abajo o en ambas caras. Por los agujeros se emite aire para completar la oxidación
20. del monóxido de carbono y otros productos residuales que pueden arder. En ciertos dispositivos de combustión, es deseable disponer de dos etapas de inyección de aire secundario y, según se ha representado en la figura 2, la cámara de combustión puede estar provista de un segundo grupo de tubos perforados
25. 68 conectados a otro colector 69 que recibe una alimentación de aire a través de un tubo de entrada 70. La cantidad de aire alimentado a través del segundo tubo 70 es usualmente inferior a la que es suministrada a través del primer tubo de alimenta-
30. ción 66 ya que usualmente se emite una cantidad de aire suficiente por los tubos 68 para completar la oxidación de pequeñas cantidades solamente de sustancias combustibles oxidadas de

forma incompleta.

5. El aire secundario para quemar el carbono y otros combustibles bajo condiciones turbulentas y a temperatura relativamente baja lejos del quemador puede ser introducido también a través de orificios 73 de la pared de la cámara de combustión 25 según se ha representado en la figura 4. Los orificios pueden ser alimentados a partir de un colector 74 que está conectado con la cámara de aire impelente 16 por medios de canalización apropiados, no representados.

10. El nuevo método que incluye la recirculación de los gases de chimenea que contiene CO_2 puede ser practicado con varios tipos de quemadores de combustible fluido. El quemador que acaba de ser descrito en relación con la figura 2 es especialmente muy apropiado para quemar combustibles altamente volátiles tales como el fueloil nº 2 para obtener pocas partículas de carbono, CO y óxidos de nitrógeno dosificando de forma apropiada los gases de escape recirculados y el aire para la combustión a través de la placa calada 61 y las rejillas de inyección de aire 64 y 68 ó, en ciertos casos, produciendo simplemente turbulencia con una caída de presión a través de una rejilla.

15. Otras configuraciones de quemador son más apropiadas para reducir los óxidos de carbono y nitrógeno de los gases de escape cuando se usa combustibles menos volátiles tal como el fueloil nº 6. La puesta en práctica del nuevo método de recirculación de los gases de la chimenea bajo estas circunstancias será descrita ahora con referencia a la figura 3.

20.

25.

30. En la figura 3, el conjunto quemador ha sido designado de un modo general por la referencia numérica 80. Comprende un cilindro interior hueco 81 a través del cual se puede proyectar el combustible y el gas de escape que contiene aire de combus-

- tión y dióxido de carbono dentro de la cámara de combustión 25'. El exterior del cilindro 81 está rodeado por una placa calada o distribuidora del gas de entrada 84 que tiene una pluralidad de perforaciones 85 para proyectar el aire alrededor de la periferia del núcleo de la llama 86 que, en este caso como en el anterior, comprende una mezcla que es pobre en su contenido de aire de combustión y rica en combustible por lo que arde a temperatura relativamente baja y de este modo inhibe la producción de óxidos de nitrógeno.
- 5.
10. La placa calada 85 junto con una pestaña 87 que se extiende radialmente a partir del extremo posterior del cilindro 81 define una cavidad de aire 88. La cavidad 88 tiene dos salidas para el aire, la primera de las cuales desemboca en la cámara de combustión 25 a través de las perforaciones 85 de la placa 84 y la segunda en el interior del cilindro 81 a través de los agujeros 89 de un anillo regulador rotativo 90. Los agujeros 89 se alinean con una pluralidad de agujeros 91 del cilindro 81 y, como en el ejemplo descrito anteriormente, el anillo regulador 90 puede ser girado para variar el alineamiento entre los agujeros 89 y 91 y de este modo regular el flujo de aire a través de ellos hacia el interior del cilindro 81. El aire es suministrado a la cavidad 88 a partir de una cámara impulsante 92 que es presionizada por un ventilador o paleta de soplador accionado por motor tal como 20 en la figura 1. El flujo de aire que va de la cámara impulsante 92 a la cavidad 88 es regulado por rotación selectiva de un anillo regulador 93 de tal modo que sus aberturas 94 puedan ser alineadas selectivamente con una pluralidad de agujeros 95 de un anillo estacionario 96.
- 15.
- 20.
- 25.
30. El quemador de la figura 3 incluye un conjunto de to-

bera de quemador sustancialmente convencional 97 que es alimentado con combustible fluido a través de un tubo de entrada representado parcialmente 98. Un gas apropiado tal como aire para atomizar el combustible del quemador puede ser admitido a través de un tubo 99. En ciertos casos, como es bien sabido, no es preciso utilizar un gas atomizador y el combustible puede ser atomizado simplemente empujándolo a través de pequeños orificios, no representados, de la boquilla de la tobera 97.

El gas de la chimenea recirculado puede ser inyectado a través de una abertura 83 en relación circundante con el combustible atomizado procedente de una cavidad 100 que comunica con una cámara impelente para el gas de la chimenea distinguida por 17' en la figura 3. El flujo de gas de la chimenea que va de la cámara impelente 17' a la cavidad 100 y de ahí a través de la abertura de salida del gas y el combustible 83 es regulado nuevamente por un anillo rotativo 101, representado simbólicamente, que tiene una pluralidad de aberturas 102 que están sujetas a grados variables de alineamiento con las aberturas 103 de una envuelta estacionaria 104. Los gases de la chimenea pueden ser admitidos bajo presión dentro de la cámara impelente 17' a partir de un tubo 18' que comunica con la chimenea 15 como se ha indicado en la figura 1.

En la realización de la figura 3, se lleva a cabo la combustión por etapas como en la realización descrita anteriormente. Se produce una combustión a temperatura relativamente baja en el núcleo de llama rico en combustible 86, particularmente adyacente a la salida del quemador. Se admite algo de aire de combustión dentro de la cámara de combustión 25' en relación circundante con el núcleo 86 por medio de las aberturas 85 de la placa 84. Este aire avanza en una hélice de paso largo, lon-

5. gitudinalmente con respecto a la cámara de combustión 25 o bien puede avanzar simplemente en sentido longitudinal o axial para mezclarse finalmente con los gases en el núcleo 86. La combustión es incompleta en el núcleo 86 y se produce considerable cantidad de partículas de humo y CO. Dado que se extrae algo de calor del núcleo 86 por medio de radiación y convección, la combustión final tiene lugar en la zona de mezcla alejada del quemador a temperaturas suficientemente bajas por lo que no se produce muchos óxidos de nitrógeno. El dióxido de carbono disponible en los gases de escape que son inyectados dentro del núcleo de la llama 86 reacciona con las partículas de carbono del núcleo en sentido longitudinal y en la proximidad de la zona de mezcla final y produce altos niveles de monóxido de carbono y algo de carbono en partículas en la primera etapa de la cámara de combustión pero, posteriormente, cuando se hacen más completas la mezcla y la turbulencia, el oxígeno del aire de enfundado circundante o aire que se introduce por los otros medios reacciona con el monóxido de carbono y lo convierte nuevamente en dióxido de carbono antes de que los productos de combustión gaseosos salgan por la chimenea 15. Las partículas de carbono que quedan son consumidas también en este punto. Nuevamente, esta reacción se efectúa a unas temperaturas tan bajas que se producen pocos óxidos de nitrógeno.

15. Como se ha indicado anteriormente, cuando la configuración o el tamaño de la cámara de combustión son tales que no ocurra una mezcla adecuada en su interior para producir la combustión completa, tal mezcla puede ser mejorada con un medio de rejilla apropiado. Uno de tales medios ha sido representado en la figura 3 y ha sido distinguido de un modo general por la referencia 106. La rejilla comprende aquí una pluralidad de tubos

107 que están separados uno de otro por una distancia suficiente para producir una caída de presión a través de la rejilla.

Una caída de aproximadamente el 0,3% de la presión del horno es usualmente satisfactoria pero la misma puede ser ligeramente inferior o incluso mayor tal como de hasta un 10% de la presión

5. del horno. Esta caída de presión relativamente pequeña aumenta la velocidad del flujo de gas y, desde luego, fomenta la turbulencia lo que resulta en una reacción más completa entre la fundación de aire y el monóxido de carbono para producir dióxido de carbono que no es nocivo, y entre el carbono y el oxígeno del aire lo que produce más dióxido de carbono y pocos óxidos de nitrógeno debido a la temperatura a la que se produce la combustión en esta etapa.

15. La rejilla 106 puede comprender también tubos 107 con una pluralidad de perforaciones dirigidas aguas abajo o transversalmente a la corriente para inyectar aire de combustión con vistas a oxidar completamente los productos residuales no quemados. Los tubos 107 pueden ser conectados a un colector que se extiende transversalmente 108 que es alimentado con gas que contiene oxígeno a través de un tubo 109 que puede ser conectado nuevamente con la cámara impulsante de aire 92 u otra fuente apropiada de gas de mantenimiento de la combustión, no representada.

20. La rejilla 106 de la figura 3 y sus partes correspondientes de la figura 2 pueden consistir simplemente en tubos de agua o gas de combustión que forman parte de la caldera u otros componentes de intercambio térmico con tal que los tubos estén cerca de la salida de la cámara de combustión 25 y se encuentren separados y suficientemente próximos para producir alguna caída de presión y, por consiguiente, la turbulencia y la mezcla de los gases.

En algunas configuraciones de cámara de combustión, no representadas, la pared posterior de la cámara de combustión aguas abajo puede ser calentada suficientemente para mantener la inflamación de la mezcla gaseosa para producir así la oxidación de todo el carbono e monóxido de carbono residual en dióxido de carbono con tal que se disponga del aire apropiado. La experiencia ha demostrado que se puede conseguir la combustión completa de los combustibles gaseosos y un partículas cuando la temperatura de la pared posterior rebasa los 982°C y la caída de presión de la cámara de combustión dentro de la región tubular de la caldera es adecuada para asegurar una mezcla completa.

Las proporciones del aire de enfundado y el gas de la chimenea recirculado difieren entre los diferentes quemadores y combustibles como ya se ha indicado. En general, la cantidad relativa de aire admitido en el núcleo y a través de las placas caladas tales como las placas 61 u 85 puede variar entre que pase prácticamente la totalidad del aire a través de las placas a que pase más de la mitad del mismo directamente dentro del núcleo con el combustible atomizado. En un caso, se admitió tan poco aire como el 40% para la combustión total o estequiométrica a través de la plaza calada y en el núcleo saliendo el resto por las rejillas 106. El flujo de gas de chimenea recirculado fue igual al núcleo más el flujo de aire de la placa calada. La recirculación masiva de los gases de chimenea conteniendo dióxido de carbono al núcleo de la llama cuando el flujo másico de gases recirculados era superior al 50% del flujo de aire para el núcleo y la placa calada, con muy poco aire en el núcleo, produjo poco humo y muy bajos niveles de óxido de nitrógeno en la chimenea.

El resumen, el nuevo método consiste en recircular los gases de la chimenea dentro del núcleo rico en combustible junto con una pequeña cantidad de aire y todo el combustible como medio para controlar los óxidos de nitrógeno y el humo simultáneamente. Se obtiene algún control adicional sobre los óxidos de nitrógeno producidos para los combustibles de volatilidad superior dividiendo de forma apropiada el aire secundario entre la primera rejilla 64 y la segunda rejilla 68 como en la figura 2. Con los combustibles de baja volatilidad tales como los destinados a ser usados en el quemador representado en la figura 3, se puede suprimir la segunda rejilla y normalmente sólo puede resultar necesaria una primera rejilla 106 para admitir el aire de combustión secundario. Las proporciones típicas para los diversos gases comprendidos en el método de combustión aquí representado son expuestas en la Tabla I indicada más adelante, donde las cantidades que se encuentran bajo la columna encabezada por FIGURA 2 son típicas de un combustible de alta volatilidad tal como se usaría en un quemador representado en la figura 2 y las cantidades que se encuentran bajo el encabezamiento de FIGURA 3 son típicas de las que serían aplicables a un combustible de baja volatilidad tal como el que se quemaría preferentemente en un quemador del tipo representado en la figura 3. Los técnicos en la materia comprenderán que puede ser necesario regular las cantidades de aire y gas de chimenea recirculado según el combustible particular utilizado para obtener cantidades mínimas de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados en los gases de la chimenea. En la tabla I, el "porcentaje" se refiere al flujo másico total de los gases de escape procedentes del sistema de combustión a la atmósfera es decir, una vez restados los gases de la chimenea recirculados.

T A B L A I

	<u>FIGURA 2</u>	<u>FIGURA 3</u>
	Porcentaje	Porcentaje
5.		
Gases de chimenea recirculados al núcleo	20 a 30	25
Aire de núcleo	5 a 15	0 a 10
10.		
Gas de la zona de combustión recirculado interiormente	5 a 10	0
Aire de la placa calada	30 a 50	40 a 50
Aire de la primera rejilla	30 a 50	aproximadamente 50
Aire de la segunda rejilla	50 a 0	0 a 10

15.

Aunque el nuevo método de combustión del combustible en un núcleo de llama con adición de gases de chimenea que contienen dióxido de carbono ha sido descrito con un considerable detalle en relación con configuraciones de quemador y de cámara de combustión particulares, se comprenderá que tal descripción pretende solamente ser ilustrativa en vez de limitativa dado que el nuevo método puede ser llevado a la práctica en varios tipos de dispositivos de combustión. Se comprenderá también que varios orificios y aberturas de medida y otros componentes que fueron descritos como regulables puedan ser fijon en su diseño con tal que no se muestre las características regulables en la ferretería actual. En cualquier caso, el alcance de la invención ha de ser determinado solamente mediante la interpretación de las reivindicaciones que siguen.

20.

25.

N O T A

La patente de invención que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "UN METODO PARA QUEMAR COMBUSTIBLE Y APARATO PARA SU REALIZACION", con Prioridad de la Solicitud de Patente en U.S.A., Serial nº 432.623, presentada el 11 de enero de 1974, según las características esenciales de las siguientes

REIVINDICACIONES

- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- 1ª.- Un método para quemar combustible y aparato para su realización, cuyo combustible consiste sustancialmente en hidrocarburos para obtener bajos niveles de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, carbono y otros materiales en partículas en los gases de escape del mismo, y cuyo método consiste en: introducir simultáneamente dentro de una porción aguas arriba de una zona de combustión una cantidad de dicho combustible y una cantidad de aire que es sustancialmente menor que el aire necesario para la combustión completa de dicho combustible y una cantidad de gases de escape que contienen dióxido de carbono para impedir la reacción entre el oxígeno de dicho aire y el nitrógeno disponible pero permitiendo que dicho oxígeno reaccione con los hidrocarburos para producir carbono para su reacción con dicho dióxido de carbono de los mencionados gases de escape para producir monóxido de carbono, introduciendo aire adicional en una porción aguas abajo de dicha zona una vez que dicho núcleo ha producido algo de calor para fomentar así la oxidación del carbono residual y el monóxido de carbono en dióxido de carbono.

2ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el que se inflama la corriente del núcleo y la temperatura del núcleo de llama de la porción aguas arriba de la zona de combustión

es inferior a la temperatura a la que se forman cantidades importantes de óxidos de nitrógeno.

5. 3ª.- El método expuesto en las reivindicaciones 1ª ó 2ª, en el que la cantidad de aire adicional proporcionada es sustancialmente igual a la diferencia entre la cantidad de aire necesaria para la combustión completa del combustible y la cantidad introducida con dicho combustible para formar dicho núcleo de llama.

10. 4ª.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la cantidad de gas de escape introducida con dicho combustible es aproximadamente del 10 al 30% del flujo másico total de los gases de escape resultantes de la combustión de dicho combustible bajo las condiciones expuestas.

15. 5ª.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que consiste en hacer pasar los productos de combustión gaseosos producidos en dicha zona de combustión a través de medios para producir una caída de presión con el fin de aumentar de este modo la velocidad de dichos productos y la turbulencia de los mismos para fomentar su mezcla y, por consiguiente, una combustión más completa.

20. 6ª.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicho combustible es proyectado dentro de una zona de combustión en una forma finamente dividida, siendo introducida dicha cantidad de aire adicional de tal modo que se difunda y mezcle con los productos de combustión de dicho núcleo progresivamente aguas abajo una vez que dicho núcleo ha producido algo de calor para oxidar así el carbono residual y el monóxido de carbono presentes en dióxido de carbono a temperaturas que suprimen la reacción entre el nitrógeno y el oxígeno.

25.

30.

7a.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dicho aire adicional es introducido para mezclarse en un grado limitado con dicha corriente del núcleo en dicha región aguas arriba y para mezclarse más extensivamente con él y diluir dichos gases de la corriente del núcleo en una región aguas abajo una vez que dichos gases de la corriente del núcleo han dado algo de calor y son menos ricos en constituyentes combustibles que aguas arriba.

8a.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que consiste además en recircular internamente una porción de los productos de combustión gaseosos y calientes desde dicha región aguas arriba de dicho núcleo más arriba y en la proximidad de dicho combustible para facilitar la vaporización y preparar dicho combustible para la combustión.

9a.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la cantidad de aire introducida con el combustible en las regiones arriba de dicha corriente del núcleo es del orden del 5 al 15% aproximadamente del flujo másico total de los gases de escape descargados de la chimenea que resultan de la combustión de dicho combustible bajo las condiciones expuestas.

10a.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que la cantidad de aire introducida en dicha corriente de gas que incluye aire adicional para mezclarse con dicha corriente del núcleo como ya se ha indicado es del 30 al 50% con respecto al flujo másico descargado de la chimenea de gases de escape resultantes de la combustión de dicho combustible bajo las condiciones expuestas.

11a.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-10, que consiste en introducir una tercera cantidad

de aire continuamente para difundirse y mezclarse con los productos de combustión gaseosos aguas abajo de la región donde existe una mezcla sustancial de dicho aire adicional y de los productos de combustión de dicha corriente del núcleo.

5. 12ª.- El método expuesto en la reivindicación 11ª, en el que la cantidad de aire introducida como dicha tercera cantidad es del 0 al 50% aproximadamente del flujo másico total de los gases de escape resultantes de la combustión de dicho combustible bajo las condiciones expuestas.
10. 13ª.- El método expuesto en las reivindicaciones 11 ó 12, que consiste en introducir además una cuarta cantidad de aire continuamente para difundirse y mezclarse a continuación aguas abajo con los productos de combustión gaseosos resultantes de una mezcla de dicha segunda cantidad de aire.
15. 14ª.- El método expuesto en la reivindicación 12ª, en el que la cantidad de aire introducida como dicha cuarta cantidad de aire es del 0 al 50% aproximadamente del flujo másico descargado de la chimenea de gases de escape.
20. 15ª.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-3 y especialmente apropiado para quemar combustibles líquidos de alta gravedad específica, en el que la cantidad de gases de escape introducida con dicho combustible en la porción aguas arriba de dicha corriente del núcleo es del 25% aproximadamente del flujo másico descargado de la chimenea de gases de escape resultantes de la combustión de dicho combustible bajo las condiciones expuestas.
25. 16ª.- El método expuesto en la reivindicación 15, en el que la cantidad de dicho aire adicional introducida para mezclarse con dicha corriente del núcleo aguas abajo es del 40 al 50% del flujo másico descargado de la chimenea de gases de escape resultantes de la combustión de dicho combustible bajo las
- 30.

condiciones expuestas.

5. 17#.- El método expuesto en las reivindicaciones 15 ó 16, en el que la cantidad de aire introducida en dicha corriente del núcleo junto con el citado combustible y el gas de escape que contiene dióxido de carbono es del 0 al 10% aproximadamente del flujo másico total de los gases de escape resultantes de la combustión de dicho combustible bajo las condiciones expuestas.
10. 18#.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 15-17, consistente en introducir una primera cantidad de aire continuamente para difundirse y mezclarse con los productos de combustión gaseosos aguas abajo de la región donde tiene lugar una mezcla sustancial de dicho aire adicional y los productos de combustión de dicha corriente del núcleo.
15. 19#.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-18, en el que se introduce dicho aire adicional como una corriente que rodea a dicha corriente del núcleo y que fluye conjuntamente con ella.
20. 20#.- El método expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-18, en el que se introduce dichos gases de escape dentro de dicha corriente del núcleo a una temperatura de 60 a 400° C.
25. 21#.- Aparato para quemar combustible, según el método reivindicado anteriormente cuyo combustible está constituido sustancialmente por hidrocarburos para obtener bajos niveles de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y sustancias no quemadas en los gases de escape de los mismos, y cuyo aparato comprende: medios definiendo una zona de combustión que tiene una salida para los productos de combustión gaseosos producidos en su interior; medios de quemador acoplados con dichos medios que definen
- 30.

la zona de combustión, incluyendo dichos medios de quemador
unos medios para inyectar el combustible dentro de dicha zona
así como medios definiendo una pluralidad de pasos para inyec-
tar selectivamente los gases dentro de dicha zona juntamente
5. con dicho combustible; un primer medio de los que definen dichos
pasos para el gas está construido para enviar un primer gas des-
de una dirección aguas arriba de dichos medios de inyección y
pasando por dichos medios de inyección en relación circundante
10. con ellos y conjuntamente con dicho combustible para efectuar
una corriente de núcleo encendida para su paso a través de di-
cha zona de combustión; un segundo de dichos pasos del gas está
construido para introducir un segundo gas dentro de dicha zona
de combustión contigua con dicha corriente del núcleo para reac-
15. cionar con sus constituyentes, y medios para restituir a dicho
primer paso una porción de los productos de escape gaseosos re-
sultantes de la combustión en dicha zona y que salen de la mis-
ma.

22^a.— El aparato expuesto en la reivindicación 21 y
que incluye medios construidos y dispuestos para introducir
20. aire adicional dentro de dicha zona de combustión por separado
de dicho primer medio que define el paso para el gas para que
reaccione dicho aire adicional con una cantidad sustancial de
dicho monóxido de carbono con vistas a dar así dióxido de car-
bono.

25. 23^a.— El aparato expuesto en las reivindicaciones 21
ó 22, en el que dichos medios de inyección de combustible com-
prenden medios en forma de tobera que tienen medios en forma de
orificio dirigidos hacia dicha zona de combustión, incluyendo
dicho primer medio que define el paso unos medios de diafragma
30. que tienen una abertura alineada con dichos medios de tobera,
con el fin de dirigir dicho gas de mantenimiento de la combus-

ción conjuntamente con dicho combustible finamente dividido para permitir la generación de dicha corriente del núcleo.

5. 24ª.- El aparato expuesto en las reivindicaciones 22 ó 23, en el que dicho primer medio que define el paso para el gas incluye un medio en forma de cilindro alineado con dichos medios de tobera y dispuesto con relación a dichos medios de tobera de tal modo que el combustible y el gas que incluye dicho dióxido de carbono puedan fluir conjuntamente a través del mismo dentro de dicha zona de combustión para formar dicha corriente del núcleo.

10.

25ª.- El aparato expuesto en la reivindicación 24, en el que dicho medio de diafragma es transversal a dichos medios de cilindro, y su abertura admite dichos gases en dichos medios de cilindro para salir a dicha corriente de núcleo de la zona de combustión.

15.

26ª.- El aparato expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 21-25, en el que dichos primer y segundo medios que definen el paso para el gas están en comunicación entre sí y con dichos medios para devolver dicha porción de los productos de combustión gaseosos de escape, y medios interpuestos entre dichos medios de devolución del gas y pasos para regular la cantidad de gas de escape que fluye dentro de dichos pasos.

20.

27ª.- El aparato expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 21-26, que incluye medios interpuestos en la corriente de productos de combustión gaseosos próximos a la salida de dichos medios que definen la zona de combustión, teniendo dichos medios interpuestos una pluralidad de aberturas para que fluyan dichos gases a través de las mismas con el fin de aumentar así la velocidad y efectuar la mezcla de los gases de dicha corriente del núcleo y los gases introducidos en dicha zona de

25.

30.

combustión desde dicho segundo paso mejorando así la oxidación del monóxido de carbono resultante de la reacción del carbono y el dióxido de carbono en dicha corriente del núcleo.

5. 28^a.- El aparato expuesto en cualquiera de las reivindicaciones 24-26, que incluye primeros medios de rejilla formados por medios en forma de tubo que tienen una pluralidad de agujeros de salida para el gas, siendo interpuestos dichos primeros medios de rejilla en la corriente de productos de combustión gaseosa a distancia aguas abajo de dichos medios de quemador para mezclar el gas que contiene oxígeno con dicha corriente.

10. 29^a.- El aparato expuesto en la reivindicación 21, en el que dicho medio de quemador incluye medios de tobera para inyectar combustible finamente dividido en una dirección aguas abajo dentro de dicha zona de combustión, estando contruidos y dispuestos dichos primeros medios que definen el paso para el gas con vistas a dirigir los gases de mantenimiento de la combustión en una dirección generalmente aguas abajo y en relación circundante con respecto a dichos medios de tobera; medios para 15. conducir a dichos primeros medios que definen el paso para el gas menos de la cantidad de aire que contiene oxígeno necesaria para la combustión estequiométrica de dicho combustible.

20. 30^a.- El aparato expuesto en la reivindicación 29, en el que dicho primer medio comprende una cámara para recibir dicha cantidad de aire inferior a la estequiométrica y dicho gas que contiene dióxido de carbono, medios en dicha cámara que tienen una abertura para el envío de dicha mezcla gaseosa, estando 25. alineados dichos medios de tobera con dicha abertura para proyectar dicho combustible sustancialmente por su centro.

30. 31^a.- UN METODO PARA QUEMAR COMBUSTIBLE Y APARATO

PARA SU REALIZACION.

Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria, que consta de treinta y cinco hojas, escritas a máquina por una sola cara, y acompañada de dibujos.

Madrid, 24 DIC. 1974

AQUA-CHEM, Inc.

P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRENZO
P. P.


Firmado: M. Dolores Jorquera

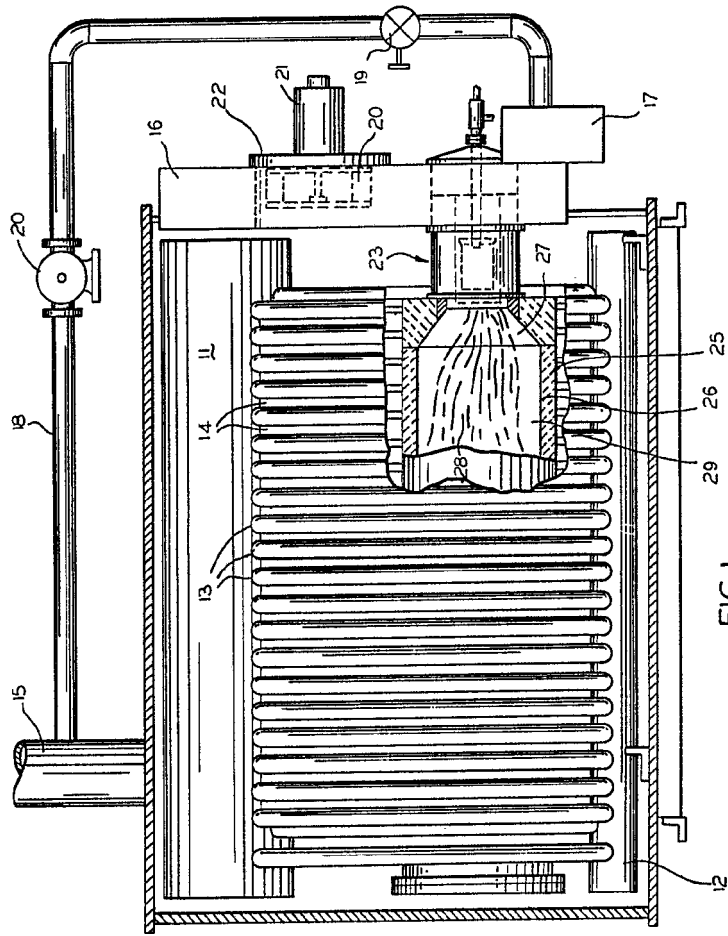


FIG. 1

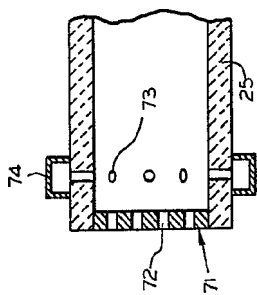


FIG. 4

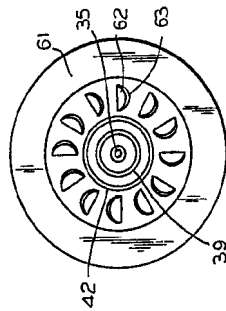


FIG. 5

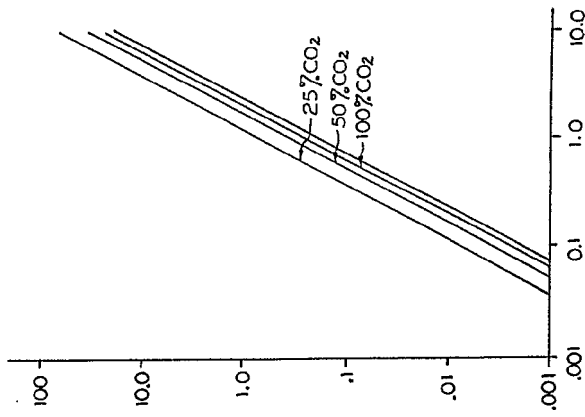


FIG. 6

Madrid, P.R.

24 Dic. 1974

FRANCISCO GARCIA CABREZO
P.R.

Firmado M. Delores Borquiza

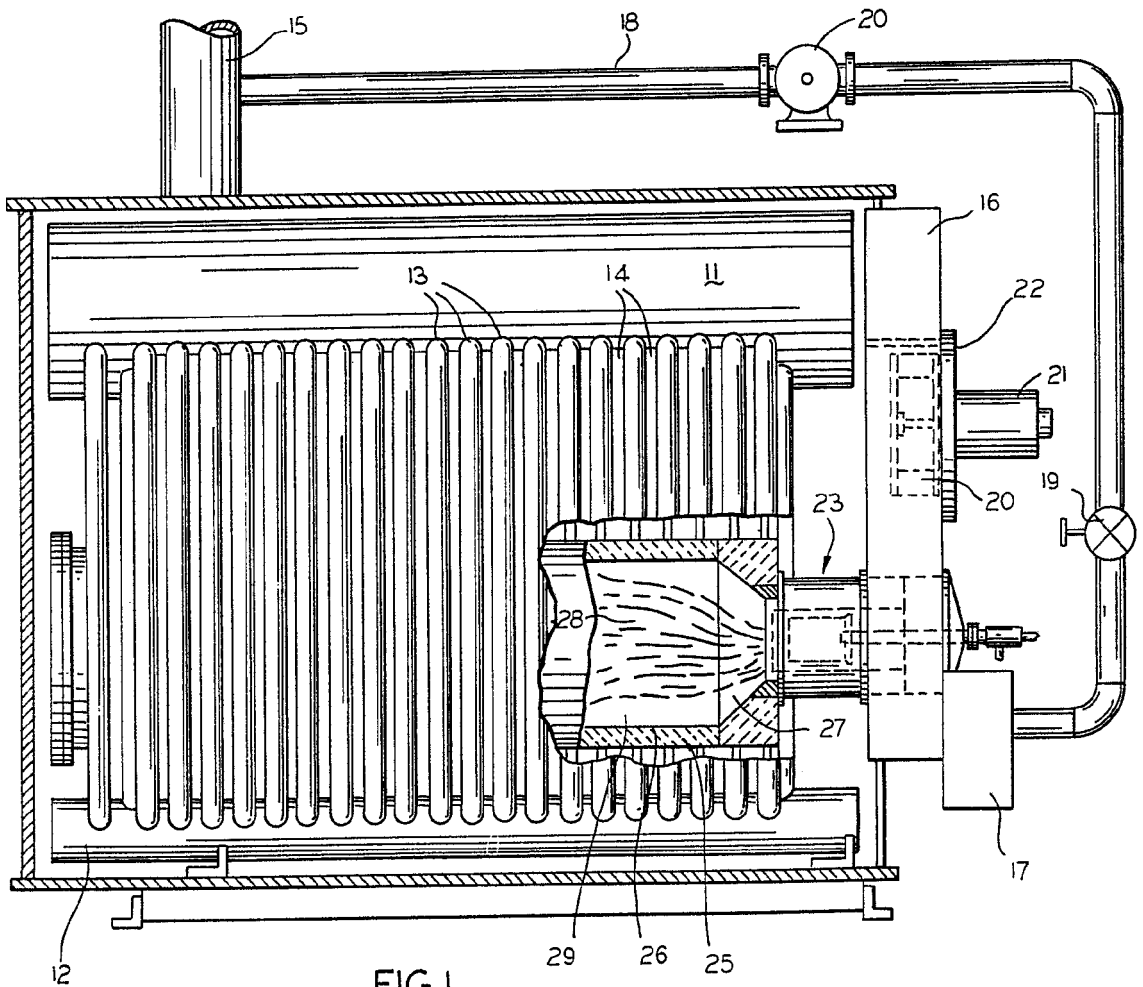


FIG. 1

Escala variable

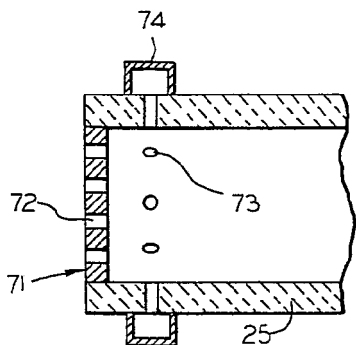
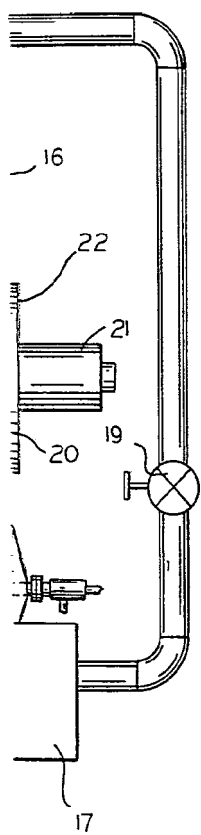


FIG.4

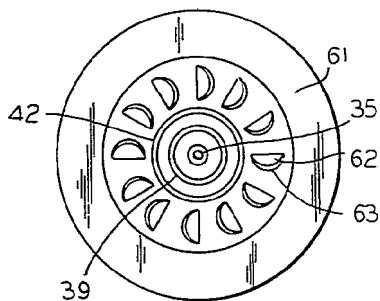


FIG.5

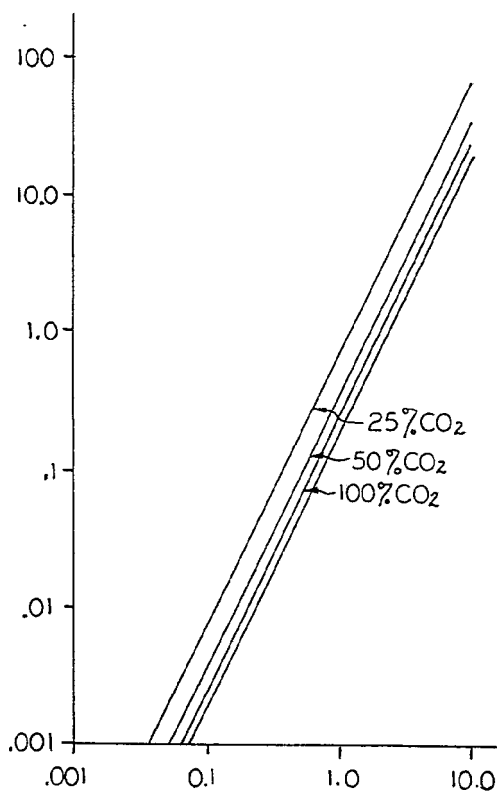


FIG.6

Madrid,
P.P.

24 JUN 1974

FRANCISCO GARCÍA GABRIEL
P.P.

Firmado: M. Dolores Corcuera

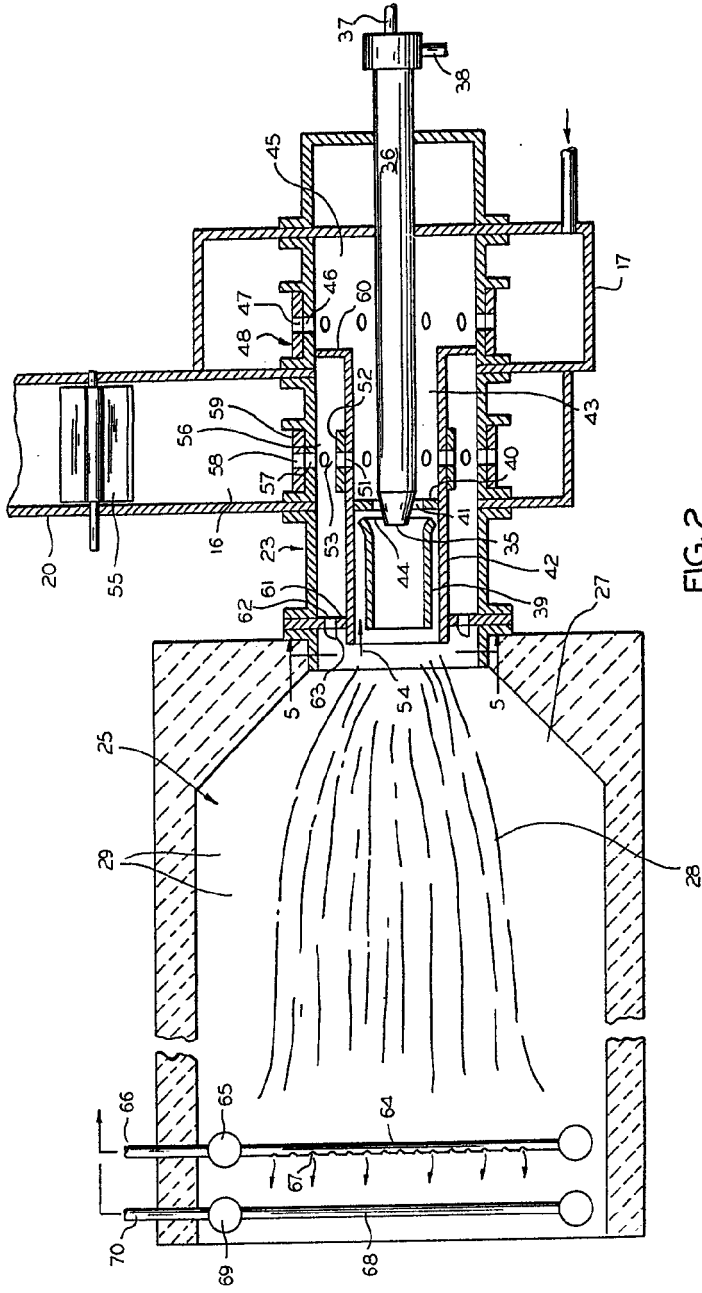


FIG. 2

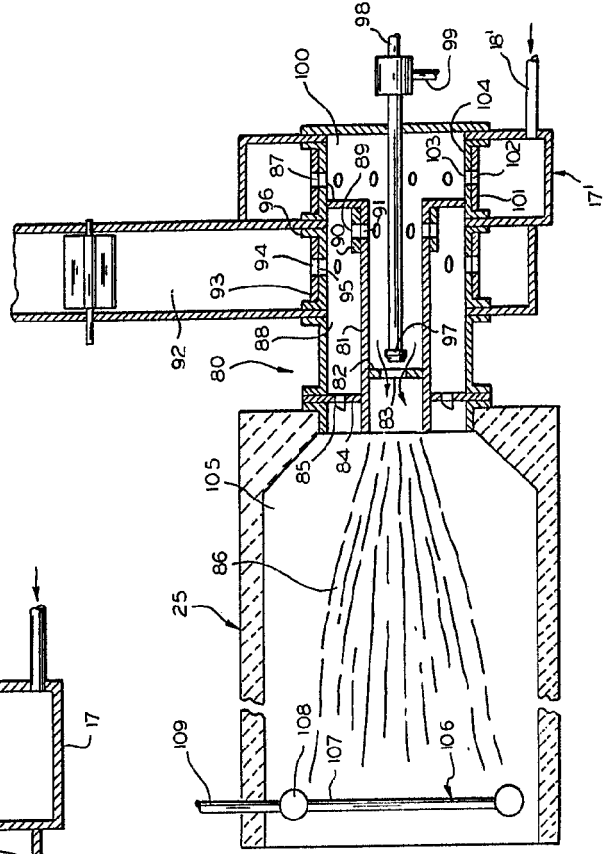


FIG. 3

Madrid, 24 DIC. 1974
 P.R. FRANCISCO GARCIA CABRENZO
 P.R.

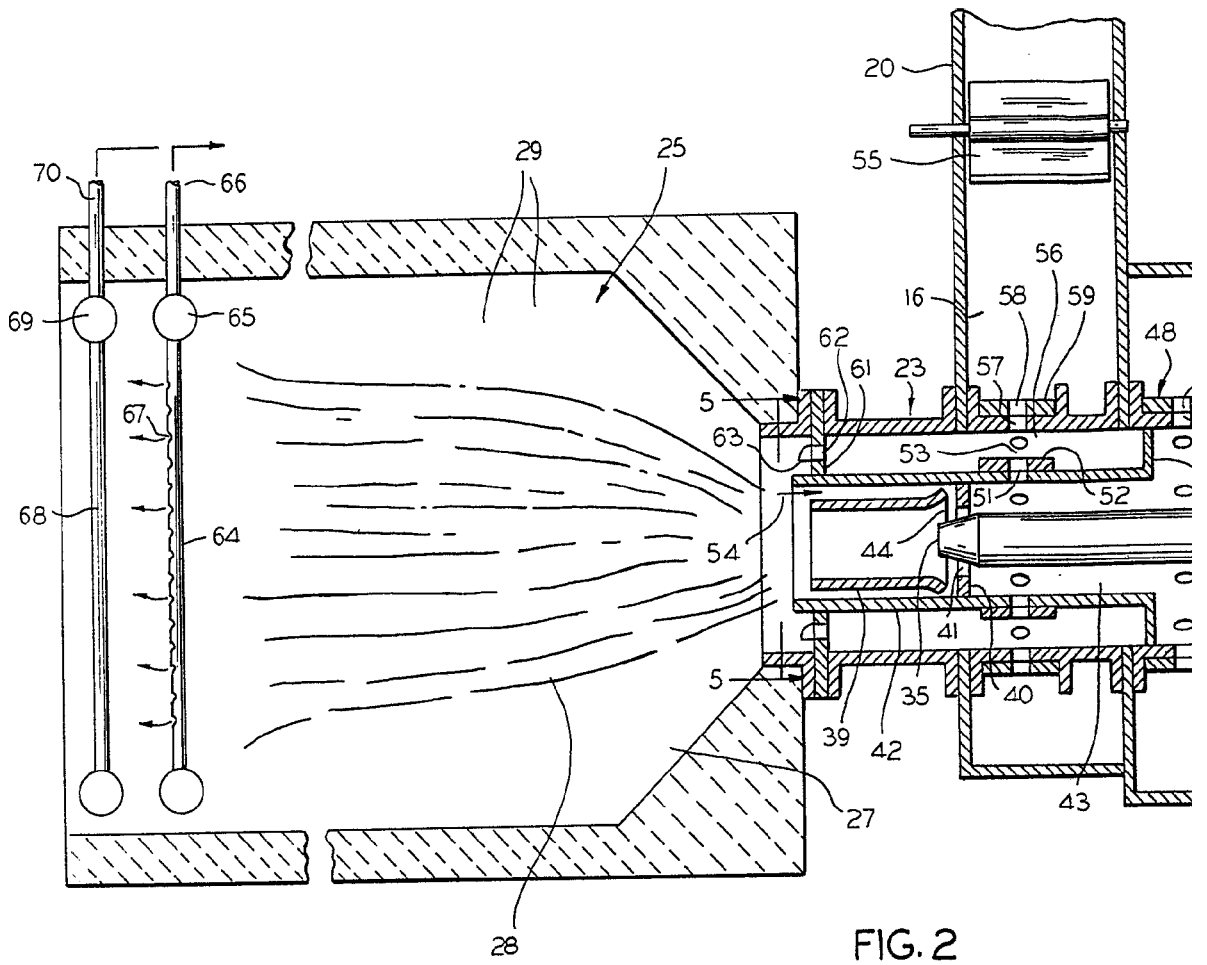
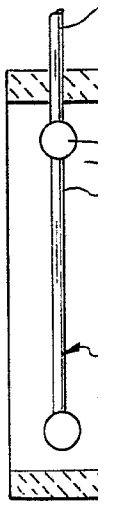


FIG. 2



Escala variable

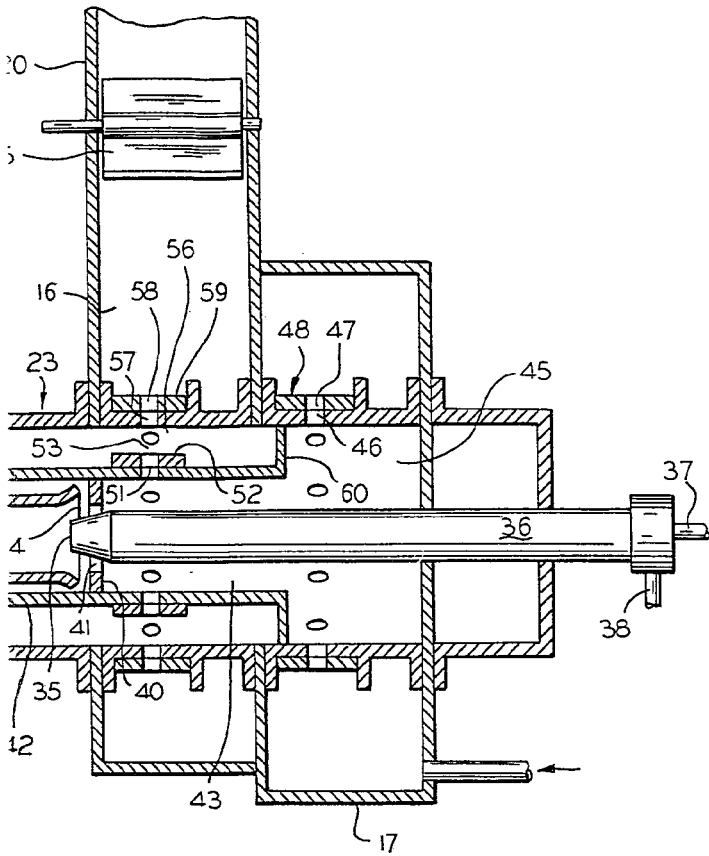


FIG. 2

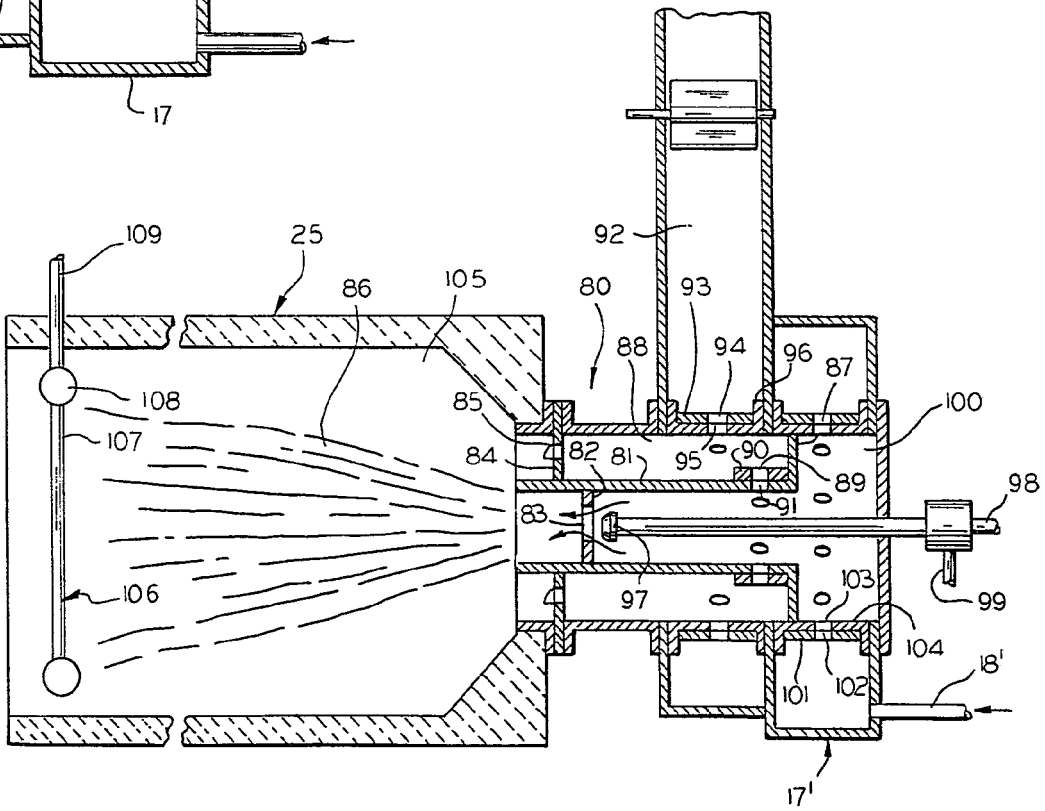


FIG. 3

Madrid, 24 DIC. 1974
 P.P. FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
 P.P.