



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 316 731**

51 Int. Cl.:
F23D 14/22 (2006.01)
F23D 14/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03708262 .5**
96 Fecha de presentación : **21.03.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1490631**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.12.2004**

54 Título: **Quemador.**

30 Prioridad: **22.03.2002 IT MI02A0611**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

73 Titular/es:
DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A.
Via Nazionale, 41
33042 Buttrio, UD, IT

72 Inventor/es: **Vecchiet, Fabio;**
Pavlicevic, Milorad y
Poloni, Alfredo

74 Agente: **Álvarez López, Fernando**

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

Quemador.

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a un quemador para su uso en la industria del hierro y del acero para calentar o como una ayuda para otros medios de calentamiento de metal durante un proceso de fusión.

10 Técnica anterior

Los quemadores se utilizan de manera generalizada en la industria del hierro y del acero, y se usan especialmente en procesos de fusión para la producción de acero y otros metales, tales como en hornos de arco eléctrico (EAF, por sus siglas en inglés) para el calentamiento y la fusión de metales, para aumentar la productividad del proceso y para reducir el consumo de electricidad. Se utilizan en particular en los hornos de líneas de laminación para un calentamiento continuo del producto fundido. Otro uso particular de los quemadores es en los sistemas de precalentamiento para componentes de sistema, tales como cucharas y artesas de colada, etc. Pero los quemadores actuales también se usan en otros campos, incluyendo la incineración de residuos sólidos urbanos.

Los EAF en los que se usan los quemadores sufren a menudo restricciones debido a la mala distribución del calor creado por los quemadores tradicionales. Un tipo de quemador que se usa generalmente en los EAF es el quemador de llama concentrada, que ofrece una mala capacidad de mezcla y que oxida la chatarra. Se ha observado la presencia de grandes cantidades de metano y de oxígeno libre en el horno que alcanzan una distancia considerable desde el cabezal de quemador.

Los quemadores tradicionales presentan una gran cantidad de oxígeno libre en la llama y esta característica, junto con el efecto de calentamiento localizado del quemador sobre la chatarra, los hace idóneos para el oxicorte de la chatarra pero no para una distribución uniforme del calor. La oxidación de la chatarra provoca importantes trastornos en el balance energético global del proceso de fusión.

La concentración de la llama generada por estos quemadores provoca otras desventajas. El volumen de la chatarra calentada sigue siendo limitado mientras que al mismo tiempo se producen con frecuencia perforaciones en la chatarra hasta la zona del arco eléctrico, perturbando el arco y provocando que el gas de combustión ascienda hasta el electrodo sin pasar a través de la chatarra, la cual no se calienta de manera eficiente. Además, el anillo de chatarra en la base de la columna del horno se precalienta de manera discontinua, lo que implica que tiene que instalarse un mayor número de quemadores en el horno.

Un quemador de este tipo se desvela en el documento FR-A-1438494, con el que se genera una llama concentrada mediante el cabezal del quemador de manera que el volumen envolvente de la llama adopta una forma anular. Por tanto, este quemador genera una concentración de calor en un volumen cilíndrico estrecho delante del quemador. El uso de este quemador provoca que el calor generado no se use eficazmente durante toda la fase de fusión de la chatarra.

Resumen de la invención

Un objetivo principal de la invención es superar los problemas mencionados anteriormente proporcionando un quemador que los evite y que mejore el balance energético del horno en el que vaya a usarse.

Estos y otros objetivos que resultan evidentes a la luz de la siguiente descripción se consiguen mediante un quemador para hornos de fusión de arco eléctrico que presenta las características de la reivindicación 1. Características preferidas del quemador según la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Gracias a la conformación de los orificios en el cabezal, el quemador puede generar cualquier forma de llama. Otra ventaja es la facilidad con la que los cabezales de quemador según la invención pueden adaptarse a quemadores conocidos con características normalizadas, permitiendo ahorros considerables en los costes de funcionamiento del sistema. El quemador comprende un cuerpo cilíndrico hecho con tubos concéntricos simples conectados a un cabezal de cobre cilíndrico. El quemador está construido de una manera similar al usado por todos los quemadores tradicionales que se usan normalmente en los EAF y por lo tanto es compatible con los sistemas actuales.

El quemador según la invención ofrece varias ventajas en comparación con el tipo tradicional. Hay una oxidación mínima de la chatarra gracias a una mezcla óptima, una ausencia de zonas ricas en oxígeno y una velocidad reducida de la llama generada. La chatarra se funde mediante el calor generado por la llama y no mediante el oxicorte, con una distribución uniforme de calor y una oxidación reducida de la chatarra, lo que resulta beneficioso en lo que respecta al balance energético global del proceso de fusión del horno.

El volumen de chatarra calentada es entre 3 y 4 veces mayor que el de los quemadores concentrados tradicionales. La inyección de la llama es más suave y está mejor distribuida impidiendo de ese modo perforar la chatarra hasta la zona del arco eléctrico, evitando el riesgo de perturbar el arco eléctrico e impidiendo que el gas de combustión ascienda hasta el electrodo, sin pasar a través de la chatarra.

ES 2 316 731 T3

Es posible precalentar todo el anillo de chatarra en la base de la columna del horno sin dejar zonas discontinuas, con menos unidades instaladas.

5 El gas caliente generado por el quemador asciende de una manera más lenta y equitativa hasta la chatarra y tiene más tiempo para liberar su energía en la chatarra de hierro.

Con el mismo número de quemadores es posible instalar más potencia sin poner en peligro la concentración de energía en zonas limitadas, manteniendo un precalentamiento continuo a través de toda la circunferencia del horno.

10 De manera ventajosa, la orientación de los ejes de los orificios del quemador con respecto al eje del propio quemador se elige con el fin de generar llamas divergentes y volúmenes envolventes de llama que adopten formas diferentes. La forma puede elegirse en vista de una distribución de calor óptima en la capa de la chatarra durante toda la fase de fusión de la chatarra.

15 Una forma de llama particularmente ventajosa es la forma con un volumen envolvente de llama llano y ancho. Esta solución ofrece un uso óptimo del calor generado, por lo que la cavidad generada por la llama del quemador se mantiene durante una parte más larga de la fase de fusión de chatarra antes de que se produzca una abertura en la parte justo por encima de la llama. Evitar tal abertura por encima de la llama es una ventaja importante ya que a través de esta abertura, parte del calor fluye directamente hacia la atmósfera superior de horno sin ningún intercambio térmico
20 con la chatarra.

Breve descripción de los dibujos

Características y ventajas adicionales de la invención aparecerán a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas pero no exclusivas de un quemador para hornos de fusión de arco eléctrico mostradas a modo de ejemplos no limitativos con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la fig. 1 representa una vista lateral del quemador inventado;

30 la fig. 2 representa una perspectiva del cabezal ampliado del quemador de la fig. 1;

la fig. 3 representa la sección transversal a lo largo del plano axial del cabezal de la fig. 2;

35 la fig. 4 representa una vista delantera del quemador de la fig. 1;

la fig. 5a representa una perspectiva esquemática de parte de una primera realización del quemador de la fig. 1 en funcionamiento, mostrada desde un ángulo particular, resaltando las direcciones de los chorros generados por los orificios del cabezal;

40 la fig. 5b representa una perspectiva esquemática de parte de una primera realización del quemador de la fig. 5a, mostrada desde un ángulo diferente;

la fig. 6a representa una vista delantera de una segunda realización del quemador según la invención;

45 la fig. 6b representa una sección transversal esquemática de la huella dibujada por la llama generada por el quemador mostrado en la fig. 6a;

las figs. 7a, 7b, 7c y 7d representan realizaciones adicionales del quemador según la invención que muestran las huellas generadas por las llamas respectivas;

50 la fig. 8 representa la curva que indica el porcentaje de combustible que ha hecho reacción de acuerdo con la distancia desde un cabezal según la invención, comparado con un cabezal del estado de la técnica;

55 la fig. 9 muestra una vista esquemática de una huella de una llama plana y ancha generada por una realización adicional del quemador según la invención;

la fig. 10 representa una vista en perspectiva esquemática de varias huellas de la llama de la fig. 9 durante su propagación.

60 Descripción detallada de formas preferidas de realización

Haciendo referencia en particular a la fig. 1, un quemador para la generación de calor en un horno de arco eléctrico, indicado de manera global con el número 1, comprende un cabezal 2 hecho de un material adecuado, normalmente cobre, y un cuerpo 3 cilíndrico. El cabezal 2, mostrado ampliado en las figs. 2, 3 y 4, presenta diversos orificios 4 dispuestos a lo largo de circunferencias o arcos de circunferencia concéntricos al eje X del cabezal y del quemador. El cuerpo 3 cilíndrico del quemador 1 está formado por diversos tubos coaxiales fijados unos dentro de otros, con una estructura de un tipo ampliamente conocido que no se describirá en mayor detalle.

En las realizaciones mostradas en las figuras, el cabezal 2 presenta dos cámaras 7 y 6 anulares para suministrar el combustible (por ejemplo, metano) y el comburente (por ejemplo, oxígeno) al quemador 1. También existen variantes de esta invención con más cámaras anulares. En el círculo raíz de la cámara 6 se proporcionan orificios 4', cuyo eje forma un primer ángulo α' , con un valor comprendido entre 5° y 60°, con respecto al eje X, y forma un segundo ángulo β' , con un valor comprendido entre 5° y 60°, con respecto al plano que pasa a través del eje X y a través del punto definido por la intersección del eje A del orificio con la superficie exterior del cabezal 2.

De manera similar, la extremidad de la cámara 7 presenta orificios 4'', cuyo eje respectivo forma un ángulo α'' , con un valor comprendido entre 5° y 60°, con respecto al eje X, y forma un ángulo β'' , con un valor comprendido entre 5° y 60°, con respecto al plano que pasa tanto a través del eje X como a través del punto definido por la intersección del eje A del orificio con la superficie exterior del cabezal 2. Los ángulos α' , β' pueden tener el mismo o diferentes valores en comparación con los ángulos α'' , β'' dependiendo de los efectos y formas de llama requeridos.

La posición de los orificios 4' y 4'' en el círculo raíz de las cámaras 6, 7 respectivas y los ángulos α' , β' , α'' , β'' de inclinación del eje de los orificios se escogen de tal manera que los chorros de comburente y de combustible suministrados por los orificios 4' y 4'' se corten recíprocamente con el fin de mezclar de manera apropiada el combustible con el comburente. Este efecto de mezcla se muestra de manera esquemática en las figs. 5a y 5b.

Haciendo referencia en particular a la fig. 4, los orificios 4' y 4'' están colocados de tal manera que la posición recíproca de los centros de dos orificios adyacentes, vistos desde delante, sea una distancia de un ángulo δ , con el vértice en el eje X del quemador. Los orificios están agrupados juntos para incluir los orificios 4' para el comburente y los orificios 4'' para el paso de combustible en cada grupo 5. El cabezal está dotado varios grupos 5 de orificios, separados por sectores circulares con un ángulo γ , cuyo vértice coincide con el eje X del quemador. En estos sectores no se proporcionan orificios.

Tanto el número de orificios para el comburente como el número de orificios para el combustible en cada grupo 5, así como el número de grupos, puede variar según las necesidades. Los grupos 5 de orificios pueden tener cada uno diferentes números, diámetros y espacios δ de orificios. Los grupos 5 de orificios pueden estar separados de dos en dos con diferentes ángulos γ . Los ángulos α' , α'' y β' , β'' de la inclinación de los ejes de los orificios pueden ser diferentes para cada grupo. En la realización del cabezal 2 de quemador mostrado en las figs. 5a y 5b, que presenta una cámara para el comburente, una cámara para el combustible y 4 grupos de orificios, cada uno con 4 orificios para el oxígeno y 4 orificios para el metano, los cuales son todos iguales y están separados de manera uniforme, es posible observar cómo los chorros de oxígeno y de metano chocan perfectamente, de dos en dos, creando una mezcla óptica de combustible y comburente.

El quemador según la invención presenta características termofluido-dinámicas que son particularmente ventajosas por las siguientes razones.

En la realización preferida en la que los orificios están dispuestos en grupos, la forma de la llama generada por el quemador 1 está regulada por el efecto físico del remolino inducido por la inclinación de los orificios, que tiende a ensanchar la llama, que se combina con el efecto producido por el grado de independencia de los flujos generados por cada grupo de orificios 5, cuya intensidad depende del ángulo γ de separación entre los mismos.

La disposición de los orificios 4', 4'' en grupos diferentes separados de manera recíproca produce un efecto que permite que la llama se ensanche de manera continua y que impide que se estreche. La llama anular generada por un cabezal sin separación entre los grupos de orificios se ensancha induciendo una depresión interna. La velocidad adquirida de los chorros cerca del cabezal permite la creación de una depresión en la zona central, cerca del eje del quemador, a la cual no se suministran gases directamente. A una distancia del cabezal, la velocidad adquirida de los chorros ya no es suficiente para mantener la depresión y las llamas se contraen hacia dentro.

La fig. 7a muestra un quemador con tres grupos de orificios, separados de manera uniforme en intervalos de 120°, cada grupo formado por tres orificios para el oxígeno y tres para el metano. El flujo resultante tiene tres zonas de llama completamente separadas y su ensanchamiento sigue la dirección de los orificios. La separación de los grupos se determina de manera que el flujo generado por cada uno sea prácticamente independiente. Hay un ligero efecto de remolino que proporciona a los chorros una configuración espacial de tipo hélice. En el espacio entre los grupos de orificios puede fluir el gas ambiental, extraído mediante la acción de los flujos generados por los diferentes grupos de orificios, abasteciendo a la región axial del quemador. De esta manera, los flujos generados por cada grupo pueden expandirse en el espacio siguiendo la dirección determinada por la inclinación de los orificios. La conexión fluido-dinámica entre el entorno circundante y la región axial del quemador evita la creación de una depresión central, lo que provocaría que la llama se contrajera.

Según la invención, es posible diseñar quemadores que generen una llama que sea la suma de varios flujos/llamas con un grado predefinido de independencia entre los mismos, caracterizados por la separación geométrica entre los grupos de orificios.

La forma de la llama en el espacio se regula en lo que respecta a la altura y al ancho mediante el efecto del remolino de los orificios y la distancia entre los grupos. Si la distancia entre los grupos es regular, se crea una llama cilíndrica periódica; si la distancia de los grupos es variable, se crea una llama no periódica.

ES 2 316 731 T3

Al igual que en las realizaciones de la fig. 7a, las realizaciones del quemador según la invención mostradas en las figs. 7b, 7c y 7d presentan una corona externa de orificios para el comburente y una corona interna para el combustible, con orificios del mismo diámetro en todos los casos. Todos los orificios, tanto para el metano como para el oxígeno, son oblicuos con respecto al eje del cabezal en ángulos α' y α'' , del mismo valor, y β' y β'' , que también tienen el mismo valor.

La fig. 7b muestra un quemador con cuatro grupos de orificios, cada uno formado por cuatro orificios externos para el comburente y cuatro orificios internos para el combustible, separados de manera uniforme en intervalos de 90° . El flujo resultante presenta cuatro zonas de llama que interaccionan parcialmente de manera recíproca debido al hecho de que el remolino asociado con la separación y reducida entre los grupos de orificios determina la recirculación de los productos de combustión hacia la zona del eje del quemador. De esta manera es posible identificar cinco direcciones de llama principales. El ancho de las cuatro llamas externas es menor que la dirección geométrica de los orificios.

La variante del quemador mostrada en la fig. 7c es diferente de la variante anterior ya que presenta un par de orificios para el combustible y para el comburente situados de manera intermedia entre los grupos del quemador mostrado en la fig. 7b. La llama es isomorfa comparada con la del quemador de la fig. 7b pero es más compacta y presenta una interacción más evidente de los flujos generados por los grupos. En este caso, el ancho de la llama es menor que el ancho de la llama del quemador de la fig. 7b.

La fig. 7d muestra un quemador con dos grupos de orificios separados, cada uno presentando nueve orificios externos para el oxígeno y nueve orificios internos para el metano. En este caso se generan dos llamas planas y éstas interactúan entre sí en la zona central dando a la llama una forma en Z característica cuando se observa en sección transversal.

En todos los casos mostrados, la llama gira en el espacio, aumentando su eficacia a medida que se aleja gradualmente del cabezal.

Quemadores con grupos de orificios que se diferencian en cuanto al número, distribución, dirección y diámetro de los orificios, así como quemadores con grupos separados de diferente manera, generan llamas sin ninguna periodicidad cilíndrica.

Otra realización del quemador según la invención se muestra en la fig. 6a. Esta realización presenta un grupo superior de orificios, que genera una llama plana, y dos grupos inferiores verticalmente simétricos, que generan dos llamas independientes que divergen hacia abajo, cuya sección transversal se muestra de manera esquemática en la fig. 6b.

Según una segunda realización de la invención, en la que los orificios están dispuestos de manera regular alrededor de la circunferencia y no están agrupados juntos, los resultados obtenidos son menos eficientes. Si los orificios $4'$ y $4''$ se distribuyen de manera uniforme y continua alrededor del eje X del quemador y si están próximos entre sí, con la misma inclinación de los orificios para el comburente y para el combustible, la presencia por sí sola del efecto de remolino genera una llama que no es tan ancha. En este caso, la llama se ensancha a medida que abandona el cabezal, dependiendo del vector inducido por el remolino, pero se contrae por sí misma a tan sólo una pequeña distancia del cabezal. Esto sucede porque, a una determinada distancia del cabezal, la velocidad adquirida de los chorros se disipa y no puede mantener la depresión en la región axial. Por consiguiente, la llama se estrecha y se vuelve concentrada de nuevo. Sin embargo, esta realización ofrece la ventaja de una mejor mezcla de los reactivos suministrados por el cabezal que la de los quemadores tradicionales.

En general, el efecto de remolino, junto con el hecho de que los chorros de comburente y de combustible están orientados de manera que choquen entre sí de dos en dos, determina una mezcla óptima de los reactivos de manera que el quemador desarrolla casi toda su potencia en las distancias más cortas desde el cabezal del quemador con respecto a los quemadores conocidos.

La fig. 8 muestra un gráfico que permite la comparación del porcentaje de metano que ha reaccionado con oxígeno dependiendo de la distancia desde el cabezal a lo largo del eje para el quemador inventado, representado mediante la curva H, y para un quemador tradicional para su uso en los EAF, representado mediante la curva L.

El gráfico muestra que el quemador inventado agota la reacción de combustión a una distancia de 200 a 300 mm desde el cabezal, mientras que un quemador convencional necesita una distancia de más de 700 mm para presentar el mismo efecto de agotamiento de la reacción de combustión.

Este comportamiento de la llama junto con la morfología particular adoptada en el espacio es el origen de todas las ventajas mencionadas anteriormente y es exclusivo para aplicaciones técnicas particulares, tal como su uso en la fusión de metales en hornos EAF.

Las figs. 9, 10 muestran de manera esquemática una realización preferida adicional de un quemador según la presente invención, particularmente adecuada para generar llamas anchas y planas. En esta realización, los orificios $4'$, $4''$ están agrupados en el cabezal del quemador en uno o más primeros grupos 5 de orificios, con espacios intermedios de ángulo γ , mayor que el ángulo δ , que separan dos orificios adyacentes. Preferentemente, dos de estos primeros

grupos 5 de orificios están fijados en el cabezal de manera simétrica y opuestos entre sí con respecto al eje X del cabezal. Los ángulos α' , α'' de estos orificios 4', 4'' presentan valores comprendidos entre 5° y 60°, y los ángulos β' , β'' de los orificios 4', 4'' presentan un valor sustancialmente de 0°, es decir, los ejes A de los orificios son coplanares con el eje X del cabezal. Además, los ejes A de los orificios cortan sustancialmente el eje X del quemador. Los ángulos α' , α'' y β' , β'' son los mismos que los definidos previamente en las otras realizaciones descritas anteriormente. De esta manera, los dos primeros grupos opuestos de orificios 4', 4'' son adecuados para generar dos llamas simétricas con respecto al eje X y divergentes desde la punta del cabezal de manera que los dos ejes de llama corten el eje X del quemador por detrás del cabezal. Por ejemplo, cada orificio 4', 4'' del primer grupo es simétrico con respecto al eje X para otro orificio 4', 4'' del segundo y opuesto grupo de orificios.

En esta realización, el cabezal 2 está dotado también de uno o más segundos grupos de orificios 5, cuyos orificios 4', 4'' están orientados como en las otras realizaciones descritas anteriormente, es decir, los ángulos α' , α'' , β' , β'' de estos ejes de orificios son diferentes de 0° y por tanto no son coplanares con el eje X del cabezal 2. Las dos llamas simétricas interactúan entre sí y generan un volumen envolvente de llama correspondiente a una llama única, ancha y aproximadamente plana, tal como se muestra en las figs. 9, 10. La fig. 9 muestra esquemáticamente una sección transversal de una llama plana obtenida con la presente realización. La fig. 10 muestra varias secciones transversales de una llama plana que se propaga. Las dos llamas del primer grupo generan sustancialmente la parte central del volumen envolvente de llama global, mientras que las llamas del segundo grupo generan la parte externa del volumen envolvente de llama global.

El quemador de llama ancha y plana según la presente invención, además de las ventajas de las realizaciones anteriores tiene la ventaja de funcionar más tiempo con una mayor eficacia: de hecho, a medida que la chatarra desaparece durante la fusión, una llama ancha y cónica tiende a quedarse al descubierto en su parte superior, disminuyendo la eficacia del quemador durante la propia fase final de la fusión de chatarra. Por el contrario, la llama ancha y plana puede orientarse hacia abajo y puede funcionar con una eficacia máxima casi hasta que el poste sólido de chatarra se haya fundido completamente.

Aunque en esta realización se han proporcionado preferentemente dos primeros grupos de orificios y dos segundos grupos de orificios, también es posible tener un número de grupos diferente para cualquiera de los primeros o segundos grupos.

El quemador según la invención, descrito anteriormente, es idóneo para su uso en la industria del hierro y del acero y en otros campos, tales como los mencionados anteriormente, así como en otras aplicaciones técnicas que requieran calor difundido no concentrado y, por lo tanto, una llama distribuida.

REIVINDICACIONES

1. Quemador (1) para generar una llama, que comprende un cuerpo (3) cilíndrico que define un primer eje (X) y una extremidad, dotado de al menos un primer conducto interno axial para el paso de combustible y de al menos un segundo conducto axial para el paso de comburente y un cabezal (2), fijado en una posición coaxial en la extremidad del cuerpo cilíndrico, que presenta una superficie exterior sustancialmente ortogonal al primer eje (X) y dotado de primeros orificios (4') de paso que permiten la comunicación del al menos un primer conducto interno axial con el entorno exterior y de segundos orificios (4'') de paso que permiten la comunicación del al menos un segundo conducto interno axial con el entorno exterior, definiendo cada uno de los primeros y segundos orificios (4', 4'') de paso un segundo eje (A) respectivo, que está dispuesto a lo largo de círculos concéntricos que tienen sus centros respectivos sustancialmente en el primer eje (X), a una distancia (δ) angular recíproca predeterminada, siendo cada uno de los segundos ejes (A) oblicuos con respecto a dicho primer eje (X) por lo que forma primeros ángulos (α' , α'') mayores que cero con respecto al primer eje (X) y cruza un plano, que pasa a través del primer eje (X) y a través de punto definido por la intersección del propio eje (A) con la superficie exterior del cabezal (2), en segundos ángulos (β' , β''), **caracterizado** porque los primeros (4') y los segundos orificios (4'') están agrupados en al menos dos grupos (5), separados de manera recíproca mediante sectores circulares de un ángulo (γ) predeterminado, por lo que no se proporcionan orificios en estos sectores, por lo que el ángulo (γ) es mayor que la distancia (δ) angular recíproca.

2. Quemador según la reivindicación 1, en el que los primeros ángulos (α' , α'') miden entre 5° y 60°.

3. Quemador según la reivindicación 1 ó 2, en el que los segundos ángulos (β' , β'') miden entre 5° y 60°.

4. Quemador según la reivindicación 1 ó 2, en el que los al menos dos grupos (5) de orificios comprenden al menos un primer y al menos un segundo grupo de orificios, cada uno de los cuales comprende respectivamente varios primeros (4') y varios segundos orificios (4''), por lo que en el primer grupo de orificios los segundos ángulos (β' , β'') tienen un valor de 0° y en el segundo grupo de orificios los segundos ángulos (β' , β'') tienen un valor diferente de 0°.

5. Quemador según la reivindicación 4, en el que el al menos un primer grupo de orificios son dos o más y están situados en el cabezal del quemador de manera simétrica con respecto al eje (X) de manera que cada uno de dicho primer grupo de orificios es adecuado para generar una llama respectiva en direcciones divergentes respectivas sustancialmente simétricas con respecto a dicho eje (X) y en el que el al menos un segundo grupo de orificios son dos o más y están situados en el cabezal del quemador de manera simétrica con respecto al eje (X) de manera que cada uno de dicho segundo grupo de orificios es adecuado para generar una llama respectiva en direcciones divergentes respectivas sustancialmente simétricas con respecto a dicho eje (X).

6. Quemador según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que los primeros ángulos (α') de los primeros orificios (4') son diferentes de los primeros ángulos (α'') de los segundos orificios (4'').

7. Quemador según una o más de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los segundos ángulos (β') de los primeros orificios (4') son diferentes de los segundos ángulos (β'') de los segundos orificios (4'').

8. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que para cada orificio, el segundo ángulo (β') relacionado es diferente del primer ángulo (α'') relacionado.

9. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que pares de orificios que comprenden un primer (4') y un segundo (4'') orificio están colocados en radios respectivos que pasan a través del primer eje (X).

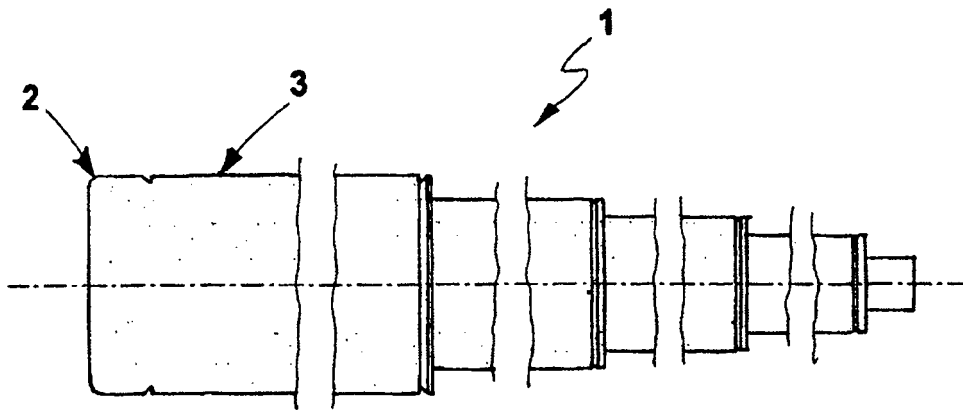


Fig. 1

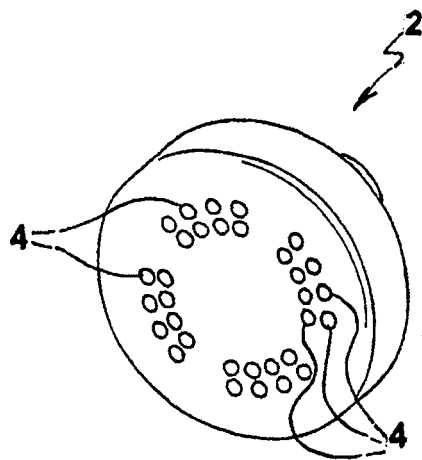


Fig. 2

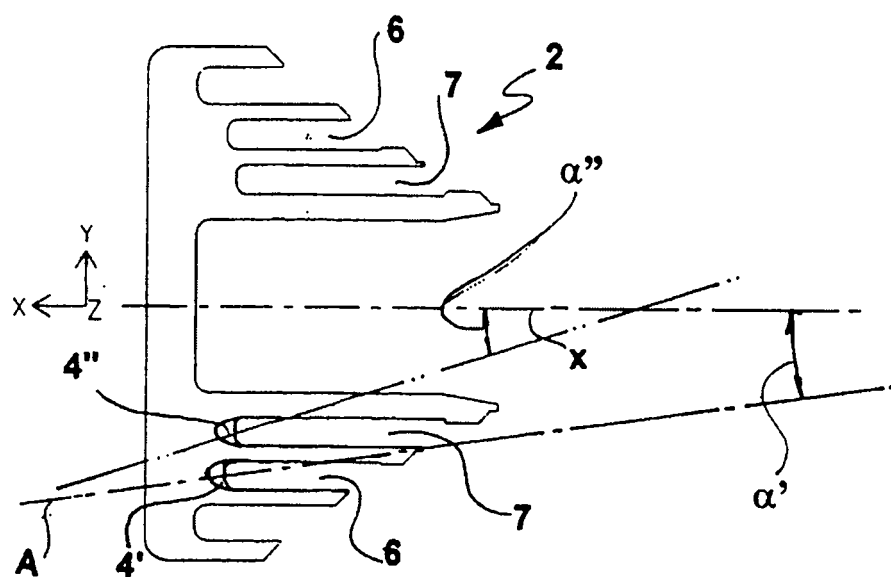


Fig. 3

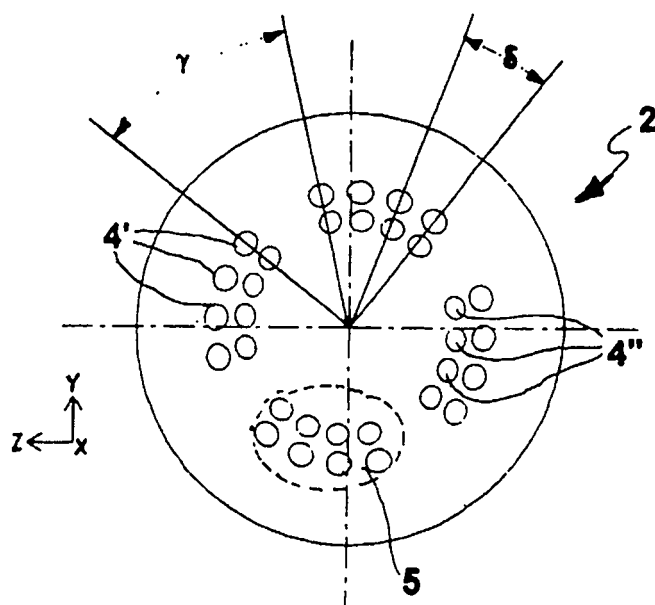


Fig. 4

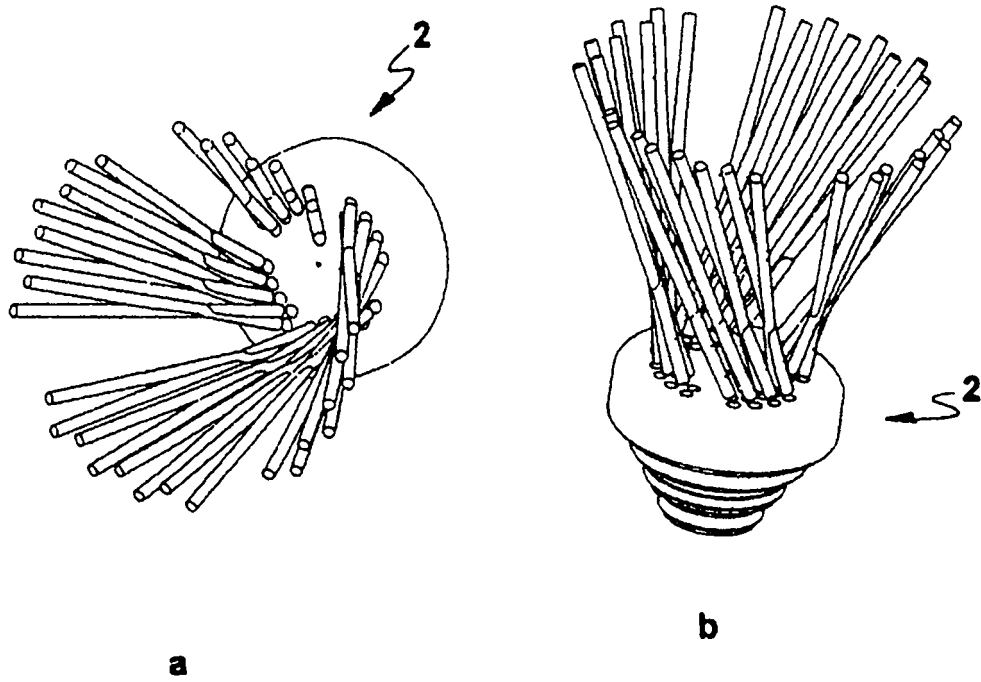


Fig. 5

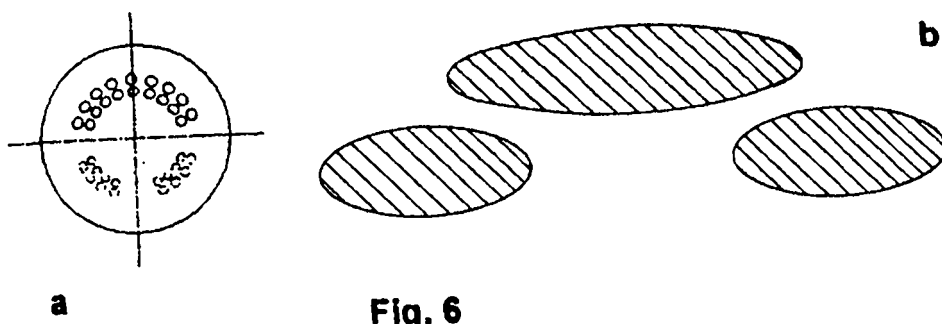


Fig. 6

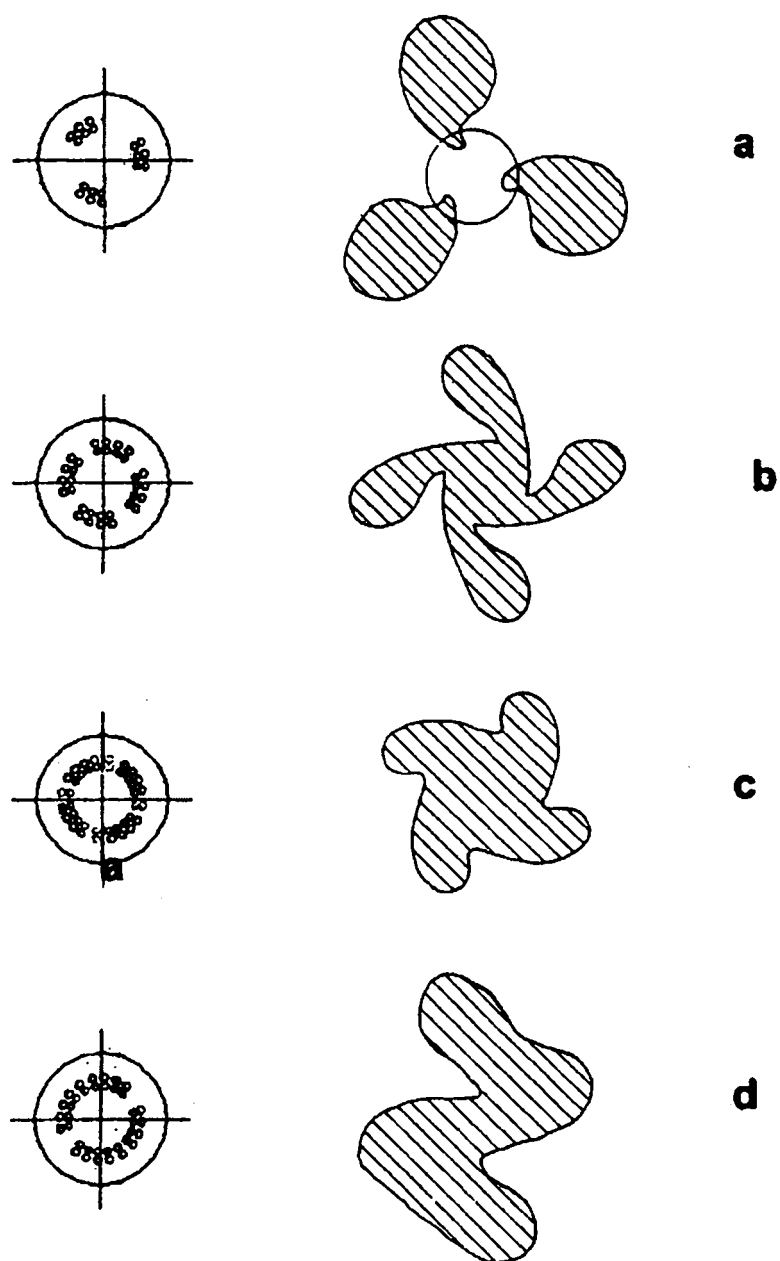


Fig. 7

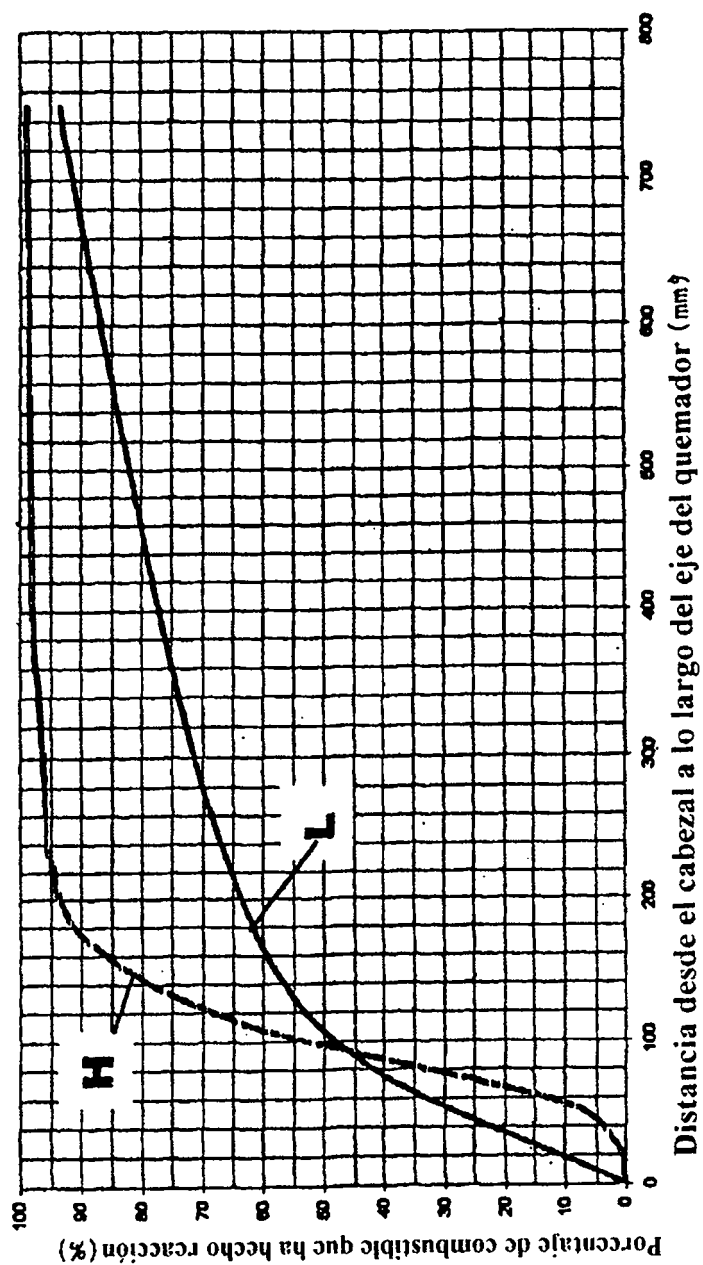


Fig. 8

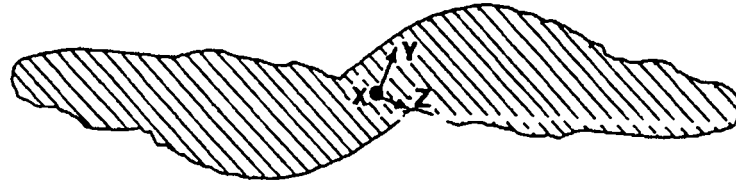


Fig. 9

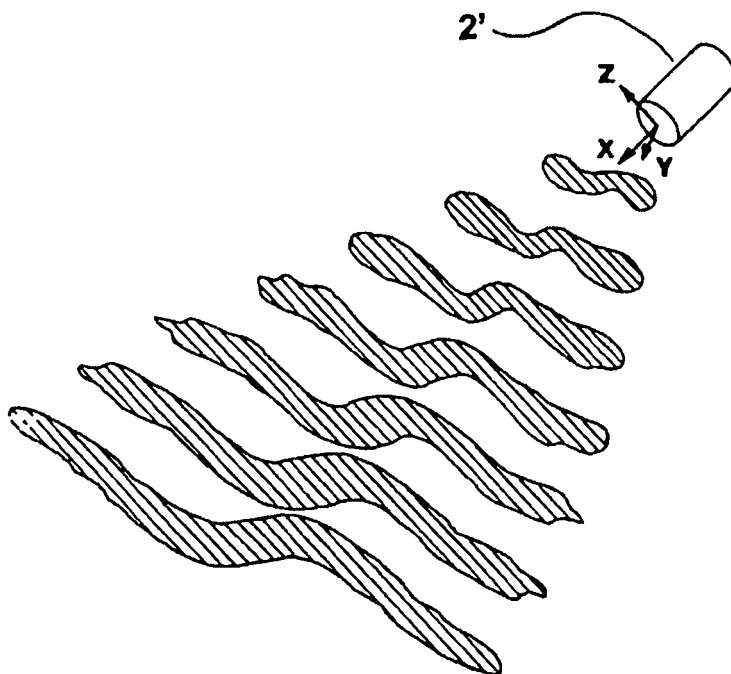


Fig. 10