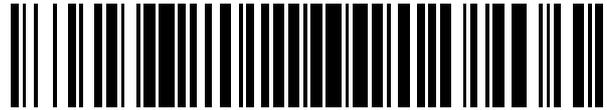


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 991**

51 Int. Cl.:

C21C 7/10 (2006.01)
C21C 5/46 (2006.01)
C21C 5/52 (2006.01)
F23D 14/74 (2006.01)
F23D 14/22 (2006.01)
F23D 14/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2006 E 06787003 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 1915574**

54 Título: **Método para formar un chorro coherente**

30 Prioridad:

13.07.2005 US 179616

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.12.2015

73 Titular/es:

**PRAXAIR TECHNOLOGY, INC. (100.0%)
39 OLD RIDGEBURY ROAD
DANBURY, CT 06810-5113, US**

72 Inventor/es:

**MAHONEY, WILLIAM J.;
VARDIAN, GARY T.;
DENEYS, ADRIAN C.;
RILEY, MICHAEL F.;
HOLMES, RONALD;
ZOLADZ, AL y
CATES, LARRY**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 553 991 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para formar un chorro coherente

Campo técnico

La presente invención se refiere en general a tecnología de chorro coherente o supersónico.

5 Técnica anterior

Un avance significativo reciente en el campo de la dinámica de gases, es el desarrollo de tecnología de chorro coherente, por ejemplo en la Patente estadounidense No. 5.814.325 - Anderson et al., Patente estadounidense No 6,171.544 - Anderson et al. y en el documento US 2004/135296. En la práctica de esta tecnología uno o más chorros de gas de alta velocidad expulsados desde una o más boquillas en una lanza se mantienen coherentes a través de una distancia relativamente larga por el uso de una envoltura de llama alrededor y a lo largo del chorro de gas a alta velocidad. La envoltura de llama se forma por combustión de combustible y oxidante expulsado de la lanza a partir de uno o más anillos de los puertos alrededor de la boquilla. El combustible y el oxidante en combustión en condiciones de presión atmosférica para formar la envoltura de llama. El funcionamiento de esta tecnología en condiciones de presión subatmosféricas sería deseable. Sin embargo, es problemático debido a los efectos negativos del apagado de llama y reventón experimentado en tales condiciones.

Compendio de la invención

Un aspecto de la presente invención es:

Un método para formar y mantener un chorro de gas coherente dentro de un recipiente que comprende la inyección de gas en una corriente de gas a una velocidad supersónica a partir de un dispositivo de inyección en el recipiente en el que se establecen condiciones de vacío, proporcionando combustible y oxidante a una velocidad subsónica en el recipiente alrededor de dicha corriente de gas, y quemando dicho combustible y oxidante para formar una envoltura de llama alrededor de dicha corriente de gas para formar y mantener dicha corriente de gas como un chorro de gas coherente.

Otro aspecto de la presente invención es:

Un método para hacer funcionar un recipiente metalúrgico que contiene metal fundido y que tiene un espacio de cabeza por encima del metal fundido, comprendiendo dicho método la inyección de gas en una corriente de gas a una velocidad supersónica desde un dispositivo de inyección en el espacio de cabeza en el que se establecen condiciones de vacío, suministrar combustible y oxidante a una velocidad subsónica en el espacio de cabeza alrededor de dicha corriente de gas, quemar dicho combustible y oxidante para formar una envoltura de llama alrededor de dicha corriente de gas y pasar dicha corriente de gas como un chorro de gas coherente a dicho metal fundido.

Tal como se utiliza en la presente memoria el término "condiciones de vacío" significa una presión inferior a la presión atmosférica ambiente, y para un recipiente metalúrgico, preferiblemente dentro del intervalo de 13 mbar a 400 mbar (de 10 a 300 Torr), más preferiblemente dentro de el intervalo de 47 mbar a 200 mbar (de 35 a 150 Torr).

35 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista frontal de una realización preferida de la cara de un dispositivo de inyección y la Figura 2 es una vista en sección transversal de una realización preferida de un dispositivo de inyección que tiene dicha cara que se puede usar en la práctica de esta invención.

La Figura 3 ilustra una realización de la invención en funcionamiento en un recipiente metalúrgico. Los números en los dibujos son los mismos para los elementos comunes.

La Figura 4 es una representación gráfica de los resultados obtenidos con la práctica de la invención en comparación con los resultados sin la práctica de la invención.

Descripción detallada

La invención se describirá en detalle con referencia a los dibujos

45 Con referencia ahora a las figuras, el gas como se muestra por la flecha de flujo 1, se hace pasar a través de al menos una boquilla 2, preferiblemente una boquilla convergente/divergente, y luego hacia fuera del dispositivo de inyección 3 a través de una abertura de boquilla 4 en la cara 6 para formar una corriente de gas coherente 5 que tiene una velocidad supersónica dentro del intervalo mayor que Mach 1 a aproximadamente Mach 6, preferiblemente dentro del intervalo de Mach 3 a Mach 4,5 y puede tener una velocidad de flujo de hasta aproximadamente 0,79 m3/s (aproximadamente 100.000 scfh) o más. El número de chorros de gas expulsado a través de las respectivas

boquillas en la práctica de esta invención puede estar dentro del intervalo de 1 a 6. El volumen de inyección en el que los chorros de gas coherentes se inyectan puede ser una estación de tratamiento de metal tal como una estación de tratamiento al vacío. Cuando se emplea una pluralidad de boquillas, cada boquilla puede estar alejada en ángulo una de otra y del eje central de la lanza.

5 Cualquier gas eficaz puede ser utilizado como gas para formar el chorro o chorros coherente/s en la práctica de esta invención. Entre tales gases se pueden nombrar oxígeno, nitrógeno, argón, dióxido de carbono, hidrógeno, helio, vapor y gases de hidrocarburos. Preferiblemente, el gas es oxígeno comercialmente puro. También se pueden utilizar como tal gas mezclas que comprenden dos o más gases, por ejemplo, aire, tal como en la práctica de esta invención.

10 Un anillo 20 de los puertos está situado en la cara 6 alrededor de la abertura o aberturas de la boquilla 4. El anillo 20 es preferentemente un círculo que tiene un diámetro dentro del intervalo de 1,9 cm a 50 cm (de 0,75 a 20 pulgadas). Generalmente el anillo 20 comprenderá de 6 a 48 puertos. Cada salida de puerto es preferentemente un círculo que tiene un diámetro dentro del intervalo de 0,3 cm a 7,6 cm (de 0,125 a 3 pulgadas). Sin embargo, los puertos pueden tener una forma no circular tal como una forma rectangular o una forma elíptica. El anillo de los puertos puede estar en un receso o ranura en la cara de lanza 6 para ayudar a apoyar la estabilización de la llama. Típicamente un receso tal tiene una profundidad dentro del intervalo de 0,3 cm a 61 cm (de 0,125 pulgadas a 24 pulgadas) y un ancho dentro del intervalo de 0,3 cm a 7,6 cm (de 0,125 a 3 pulgadas). Los parámetros para cualquier diseño de dispositivo de inyección en particular dependerán de la velocidad de flujo de el/los chorro/s de gas supersónico.

20 Una envoltura de llama se forma alrededor y a lo largo de la/s corriente (s) de gas supersónico quemando el combustible y oxidante proporcionado desde los puertos. El combustible y el oxidante pueden proporcionarse desde los puertos como una mezcla, es decir, en una disposición de premezclado, o pueden proporcionarse por separado y se mezclan después de la inyección en el volumen de inyección del dispositivo de inyección. Se prefiere el último método, y se describe más completamente a continuación.

25 El combustible es proporcionado a un primer conjunto de puertos 22 en el anillo 20 y el oxidante se suministra a un segundo conjunto de puertos 23 en el anillo 20. Preferiblemente, como se ilustra en la Figura 1, el primer conjunto de puertos 22 se alterna con el segundo conjunto de puertos 23 en el anillo 20 de manera que cada puerto de combustible 22 tiene dos puertos de oxidante 23 adyacentes a cada lado de dicho puerto de combustible, y cada puerto de oxidante 23 tiene dos puertos de combustible 22 adyacentes a cada lado de dicho puerto de oxidante. El combustible y el oxidante se expulsan desde el dispositivo de inyección a partir de sus respectivos puertos en el volumen de inyección. La velocidad del combustible y oxidante expulsados desde el anillo de puertos tiene una velocidad subsónica, preferiblemente dentro del intervalo de 61 m/s a 305 m/s (de 200 a 1.000 pies por segundo).

30 El combustible expulsado desde los puertos 22 es preferiblemente gaseoso y es un combustible que contiene hidrógeno. Entre tales combustibles se pueden nombrar hidrógeno, metano, gas natural, gas de coque, gas de síntesis, gas de petróleo, propano, butano y aceites combustibles gasificados o vaporizados. El oxidante expulsado desde los puertos 23 puede ser aire, aire enriquecido con oxígeno que tiene una concentración de oxígeno superior a la del aire, u oxígeno comercial que tenga una concentración de oxígeno de al menos 90 por ciento en moles. Preferiblemente, el oxidante es un fluido que tiene una concentración de oxígeno de al menos 25 por ciento en moles.

40 El combustible y el oxidante pasados afuera desde el dispositivo de inyección forman una envoltura de gas alrededor de chorro de gas 5 que se quema para formar una envoltura de llama o llama, cubierta alrededor de el/los chorro/s de gas dentro del volumen de inyección. La envoltura de llama 24 alrededor de la corriente de gas sirve para evitar que el gas ambiente sea arrastrado en la corriente o corrientes de gas, evitando así que la velocidad de la corriente o corrientes de gas disminuya significativamente y evitando que el diámetro de la corriente o corrientes de gas aumente significativamente sirviendo así para establecer y mantener la corriente de gas 5 como un chorro coherente.

45 Alternativamente, el combustible y el oxidante pueden proporcionarse respectivamente a partir de dos anillos de puertos en la cara, un anillo interior de los puertos alrededor de y más cercano a la/s boquilla/s central/es 4, y un anillo exterior de los puertos espaciados radialmente desde y alrededor del anillo interior de los puertos. Preferiblemente, el combustible es suministrado desde el anillo interior de los puertos y el oxidante se proporciona desde el anillo exterior de los puertos. Los puertos en el anillo exterior de los puertos pueden estar alineados con o desplazados entre los puertos en el anillo interior de los puertos.

50 El oxidante y combustible de cubierta de llama se pueden expresar como una relación estequiométrica. La definición relación estequiométrica es la relación operativa de combustible y oxígeno (F/O) dividido por el F/O requerida para una combustión completa. Por ejemplo, cuando el combustible es metano y el F/O operativo es 1,25, ya que la estequiométrica para la combustión completa de metano y oxígeno es 0,5, la relación estequiométrica en este ejemplo es 1,25 / 0,5 o 2,5. Preferiblemente, en la práctica de esta invención, la relación estequiométrica del combustible de cubierta de llama y oxígeno es superior a 2.

La extensión 15 se extiende desde la cara para formar una zona de recirculación 16 en la que se inyectan inicialmente la corriente de gas y los gases de envoltura de llama. Típicamente, la extensión será de forma cilíndrica,

aunque son posibles otras formas, y tendrá una longitud dentro del intervalo de 1,3 cm a 61 cm (de 0 a 24 pulgadas) y un diámetro dentro del intervalo de 2,5 cm a 61 cm (de 1,0 a 24 pulgadas). La zona de recirculación 16 formada por la extensión 15 sirve para ayudar a la formación inicial de la envoltura de llama alrededor de la corriente de gas y para anclar la envoltura de llama a la cara del dispositivo de inyección en las condiciones de vacío del recipiente. Los parámetros particulares de la extensión dependerán de la velocidad de flujo de gas principal.

La invención puede ponerse en práctica con la extensión y/o las ranuras de puerto de envoltura de llama debatidos anteriormente para ayudar a la estabilización de la llama de soporte. La extensión puede ser parte del propio dispositivo de inyección o puede ser formada por separado.

La velocidad subsónica de combustible y oxidante y la envoltura de llama alrededor de la/s corriente/s de gas resultante/s de la combustión del combustible y el oxidante junto con la recirculación de gas adyacente a la cara sirve para mantener la envoltura de llama unida o anclada a la cara en condiciones de vacío, evitando así el despegue de la llama y el reventón. La integridad resultante de la envoltura de llama sirve para mantener la corriente de gas o de chorro coherente. Esto permite que la corriente de gas recorra una distancia más larga de lo que sería el caso mientras se mantiene una velocidad supersónica. Esto es particularmente ventajoso en una aplicación metalúrgica porque el dispositivo de chorro coherente no tiene que sobresalir en la cámara de tratamiento en comparación con los dispositivos convencionales de lanza que deben sobresalir significativamente en la cámara durante el tratamiento. Como resultado, en el caso convencional, el equipo de elevación y juntas deslizantes especiales deben ser montados en la parte superior del recipiente para retraer la lanza convencional desde el recipiente cuando el tratamiento ha terminado. También el dispositivo de chorro coherente no sufrirá daño que se produce a una lanza convencional y juntas deslizantes

Una aplicación importante para la práctica de esta invención es en un recipiente metalúrgico que funciona a presión subambiente, tal como el proceso de refinado al vacío que se ilustra en la Figura 3. En esta práctica en particular, el recipiente metalúrgico 30 comprende una cámara 31 y una cuchara de colada 32 que contiene un metal fundido 35. Se establecen condiciones de vacío dentro del espacio de cabeza 33 del recipiente 30, tal como por evacuación de la atmósfera del espacio de cabeza por medio de una bomba de vacío a través del canal 34. El gas en corriente de gas 5 se proporciona a continuación en el espacio de cabeza 33 del dispositivo de inyección 3 y se forma la envoltura de llama 24 alrededor de la corriente de gas 5 como se ha descrito anteriormente. Preferiblemente el dispositivo de inyección 3, estará al ras con la cara refractaria del recipiente o se extenderá por sólo una corta distancia en el recipiente. El inyector en la práctica de esta invención puede ser un inyector de posición fija o puede ser un inyector de posición variable que se puede insertar en el recipiente y que puede moverse a diversas posiciones. El gas en la corriente de gas 5, por ejemplo, oxígeno, se pasa desde el dispositivo de inyección 3 y entra en contacto con el metal fundido, por ejemplo, acero, que, debido a las condiciones del proceso de refinado de vacío, es inducido a fluir en la trayectoria que se muestra en la Figura. 3. El gas puede ser empleado para descarburar el metal fundido y/o para otros propósitos tal como el calentamiento del metal fundido mediante la oxidación de combustibles de alta energía adicionales, tal como aluminio, silicio y similares.

Con el uso de esta invención, el dispositivo de inyección de chorro coherente o la cara del inyector puede estar situado sustancialmente arriba de donde la cara de una lanza convencional se posicionaría, incluyendo el ser posicionado al ras con la cara refractaria dentro de la parte superior del vaso. Preferiblemente, tal distancia sería de aproximadamente 7,6 m (aproximadamente 25 pies) o en el intervalo de 4,5 m a 12 m (de 15 a 40 pies) en el caso de la mayoría de los recipientes construidos en los últimos años. En el caso de los viejos recipientes más cortos la distancia puede ser menor, pero el dispositivo de chorro coherente o la cara del inyector todavía estarían al ras de la superficie refractaria superior interna. Puede concebiblemente haber casos donde la cara del inyector de chorro coherente podría tener que extenderse desde 0,6 m a 1,5 m (de 2 a 5 pies) dentro del recipiente para colocarlo a la distancia requerida por encima de la superficie del metal fundido. Sin embargo, incluso con tal posición alta por encima de la superficie del metal fundido, la invención es capaz de proporcionar gas tal como oxígeno en el metal fundido con una mejor eficiencia que la que se puede lograr con la práctica convencional.

Para fines ilustrativos y comparativos se llevaron a cabo pruebas con la práctica de la invención y sin la práctica de la invención, y los resultados se presentan en la Figura 4. Las pruebas se presentan con fines ilustrativos y comparativos y no se pretende que sean limitativas.

Se realizaron experimentos para ilustrar el efecto de la cubierta de llama sobre las características de preservación de chorro agotando los chorros en una cámara de vacío experimental. Los experimentos se llevaron a cabo en una cámara de presión de 67 mbar (50 Torr) y se presentan como un ejemplo. Una boquilla convergente-divergente cónica fue diseñada para admitir 14,1 m³/h (500 pies cúbicos estándar por hora (scfh)) de oxígeno cuando se suministra con calibre de 10,3 bares (150 libras por pulgada cuadrada (psig)) aguas arriba de la entrada de la boquilla y escapando en una cámara de presión absoluta de 0,6 m hasta 15 m (50 Torr) (-13,73 psig)) aguas abajo de la salida de la boquilla. El diámetro de la garganta de la boquilla era de 1,5 mm (0,0605 pulgadas) y el diámetro de salida era de 5,2 mm (0,2061 pulgadas). La longitud de la garganta era igual al diámetro de la garganta y el ángulo medio de divergencia de la boquilla fue de 5 grados. En las condiciones de flujo, el chorro de oxígeno completamente expandido salió de la boquilla con un número de Mach de 4,08 (2110 pies por segundo).

La cubierta de llama fue formada circundando la boquilla convergente-divergente con un anillo simple de combustible

5 igualmente espaciado y alterna y puertos de oxígeno secundarios. Ocho puertos de gas natural y ocho puertos de oxígeno secundario se colocaron en un círculo de 2,5 cm (1 pulgada) de diámetro. Todos los puertos de la cubierta eran perforaciones con paredes resistentes cada uno con un diámetro de 0,32 cm (0,125 pulgadas). El caudal de gas natural fue admitido en un total de 2,8 m³/h (100 scfh) (20 por ciento del flujo de oxígeno principal) y el flujo de oxígeno secundaria fue un total de 2,3 m³/h (80 scfh). Se empleó una extensión de recirculación situada en la salida de la boquilla para estabilizar la combustión para asegurar que la llama estaba anclada a la salida de la boquilla. Esta extensión tenía una longitud de 1,6 cm (0,625 pulgadas) y un diámetro de 32 cm (1,25 pulgadas)

10 Las mediciones del tubo de Pitot tomadas del chorro en la línea central axial se registraron como una función de la distancia desde la salida de la boquilla. Las mediciones se registraron sin la cubierta de llama y con la cubierta de llama. Los resultados se muestran en la Figura 4 que muestra la velocidad de la línea central del chorro calculada (normalizada por la velocidad de salida de boquilla) frente a la distancia axial (normalizada por el diámetro de salida de boquilla). Sin la cubierta de llama, la distancia a la que la velocidad había decaído a la mitad de la velocidad inicial ($V/V(0) = 0,5$) fue de 50 diámetros de la boquilla ($X/D = 50$). Con la cubierta de la llama, la distancia a la que la velocidad había decaído a la mitad de la velocidad inicial ($V/V(0) = 0,5$) se encontró que era 260 diámetros de boquilla ($X/D = 260$). Esto representa un aumento en la longitud del chorro por un factor de 5,2 (520 por ciento).

20 Aunque la invención ha sido descrito en detalle con referencia a ciertas realizaciones preferidas, los expertos en la técnica reconocerán que hay otras realizaciones de la invención dentro del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo la extensión de recirculación se puede diseñar en el propio dispositivo de inyección o, lanza o estar formado como parte de un ensamblaje separado, por ejemplo, la inserción de la lanza en un receso formado por la pared refractaria del recipiente o un panel diseñado por separado que alberga la lanza. Preferiblemente, la invención se practica con chorros supersónicos totalmente expandidos con boquillas convergentes/divergentes diseñadas adecuadamente. Sin embargo, la invención tendrá algún grado de efectividad si se emplea un bajo chorro expandido a partir de una boquilla convergente sónica o una boquilla convergente/divergente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar y mantener un chorro coherente de gas dentro de un recipiente que comprende la inyección de gas en una corriente de gas a una velocidad supersónica desde un dispositivo de inyección en el recipiente en el que se establecen condiciones de vacío, proporcionando el combustible y el oxidante a una velocidad subsónica al recipiente alrededor de dicha corriente de gas, y quemando dicho combustible y oxidante para formar una envoltura de llama alrededor de dicha corriente de gas para formar y mantener dicha corriente de gas como un chorro de gas coherente.
5
2. El método de la reivindicación 1, en donde la relación estequiométrica de combustible y oxidante es mayor que 2.
- 10 3. El método de la reivindicación 1 en el que el gas comprende oxígeno.
4. El método de la reivindicación 1 en el que el combustible y oxidante se proporcionan en el recipiente desde un anillo simple de puertos en el dispositivo de inyección.
5. El método de la reivindicación 1 en el que el gas, combustible y oxidante se hacen pasar inicialmente en un volumen de recirculación formado por una extensión en el dispositivo de inyección y, posteriormente, se hacen pasar al interior del recipiente.
15
6. Un método para hacer funcionar un recipiente metalúrgico que contiene metal fundido y que tiene un espacio de cabeza por encima del metal fundido, comprendiendo dicho método la inyección de gas en una corriente de gas a una velocidad supersónica desde un dispositivo de inyección en el espacio de cabeza en el que se establecen condiciones de vacío, la provisión de combustible y oxidante a una velocidad subsónica en el espacio de cabeza alrededor de dicha corriente de gas, la combustión de dicho combustible y oxidante para formar una envoltura de llama alrededor de dicha corriente de gas, y el paso de dicha corriente de gas como un chorro de gas coherente a dicho metal fundido.
20
7. El método de la reivindicación 6 en el que la relación estequiométrica de combustible y oxidante es mayor que 2.
- 25 8. El método de la reivindicación 6 en el que el gas comprende oxígeno.
9. El método de la reivindicación 6 en el que el combustible y oxidante se proporcionan en el recipiente de un anillo simple de puertos en el dispositivo de inyección.
10. El método de la reivindicación 6 en el que el gas, combustible y oxidante se hacen pasar inicialmente en un volumen de recirculación formado por una extensión en el dispositivo de inyección y, posteriormente, se hacen pasar al espacio de cabeza.
30

FIG. 1

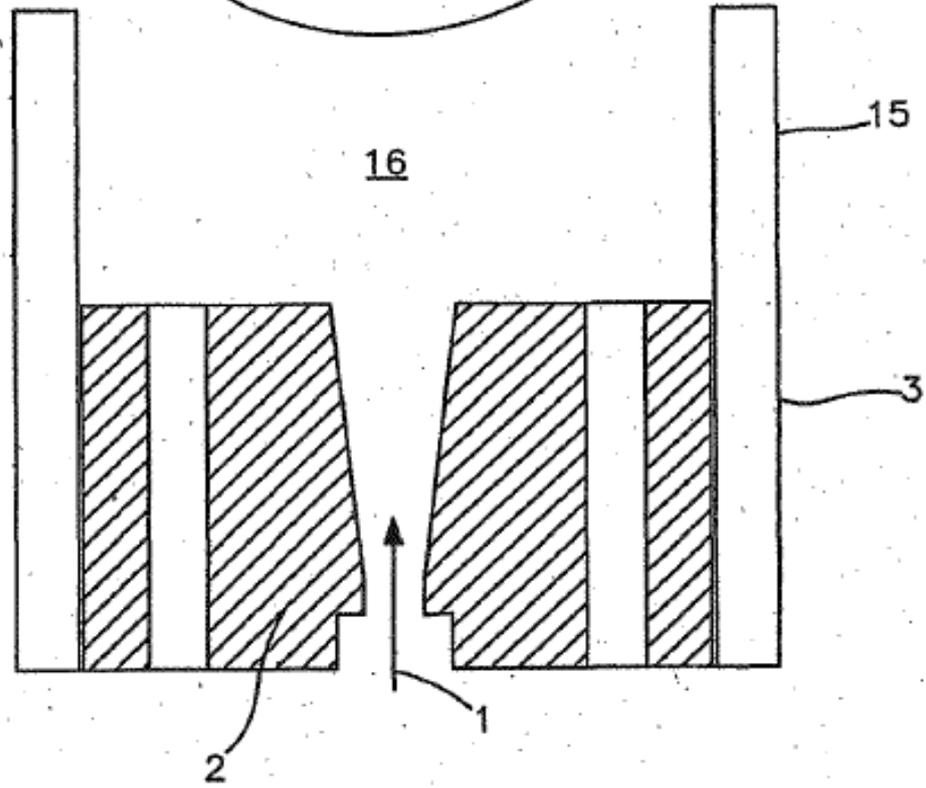
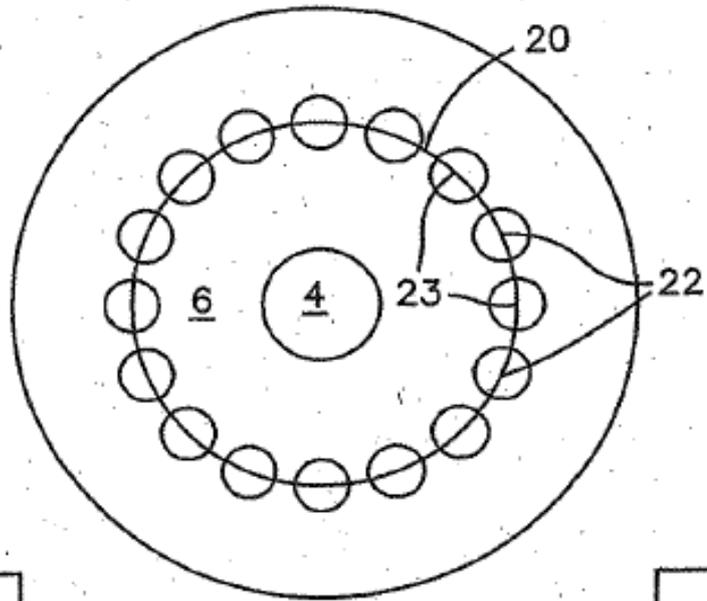


FIG. 2

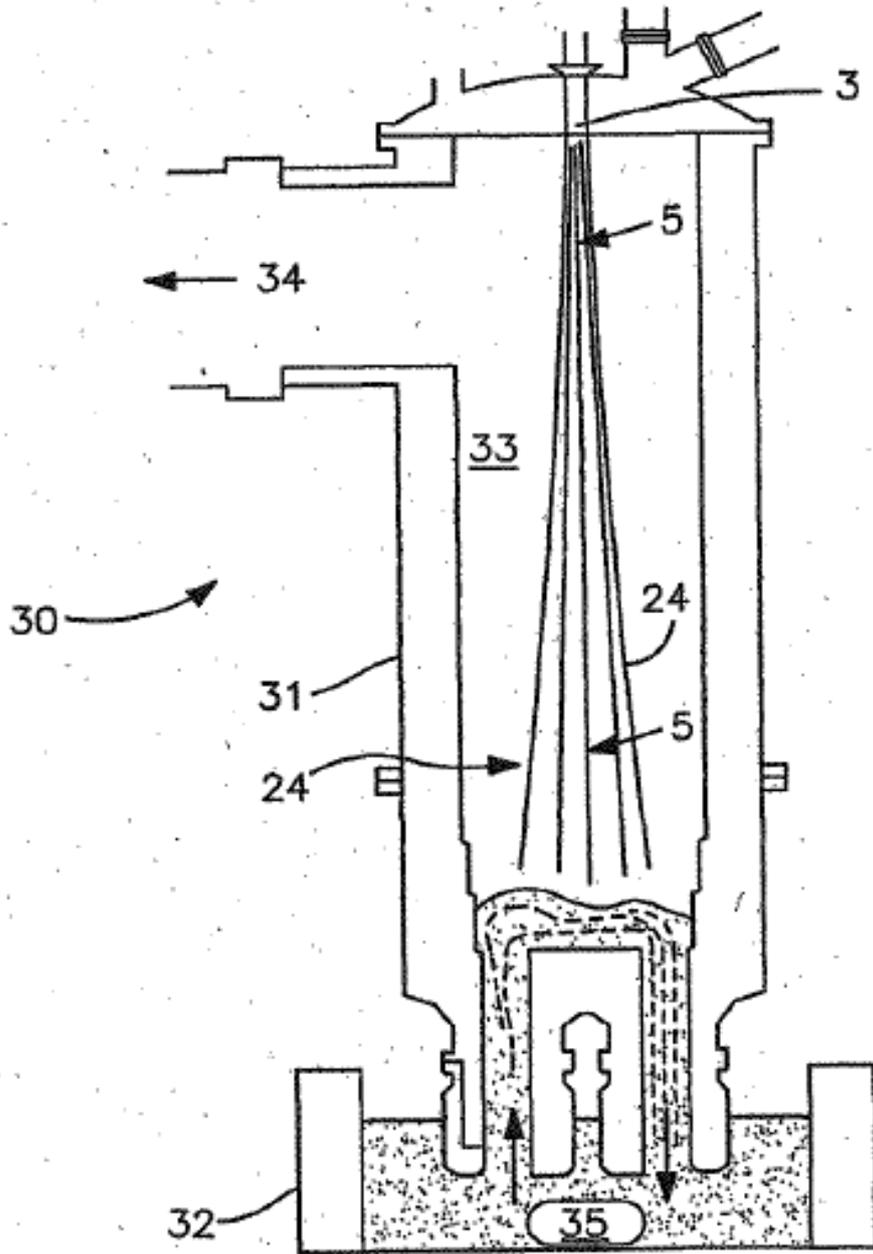


FIG. 3

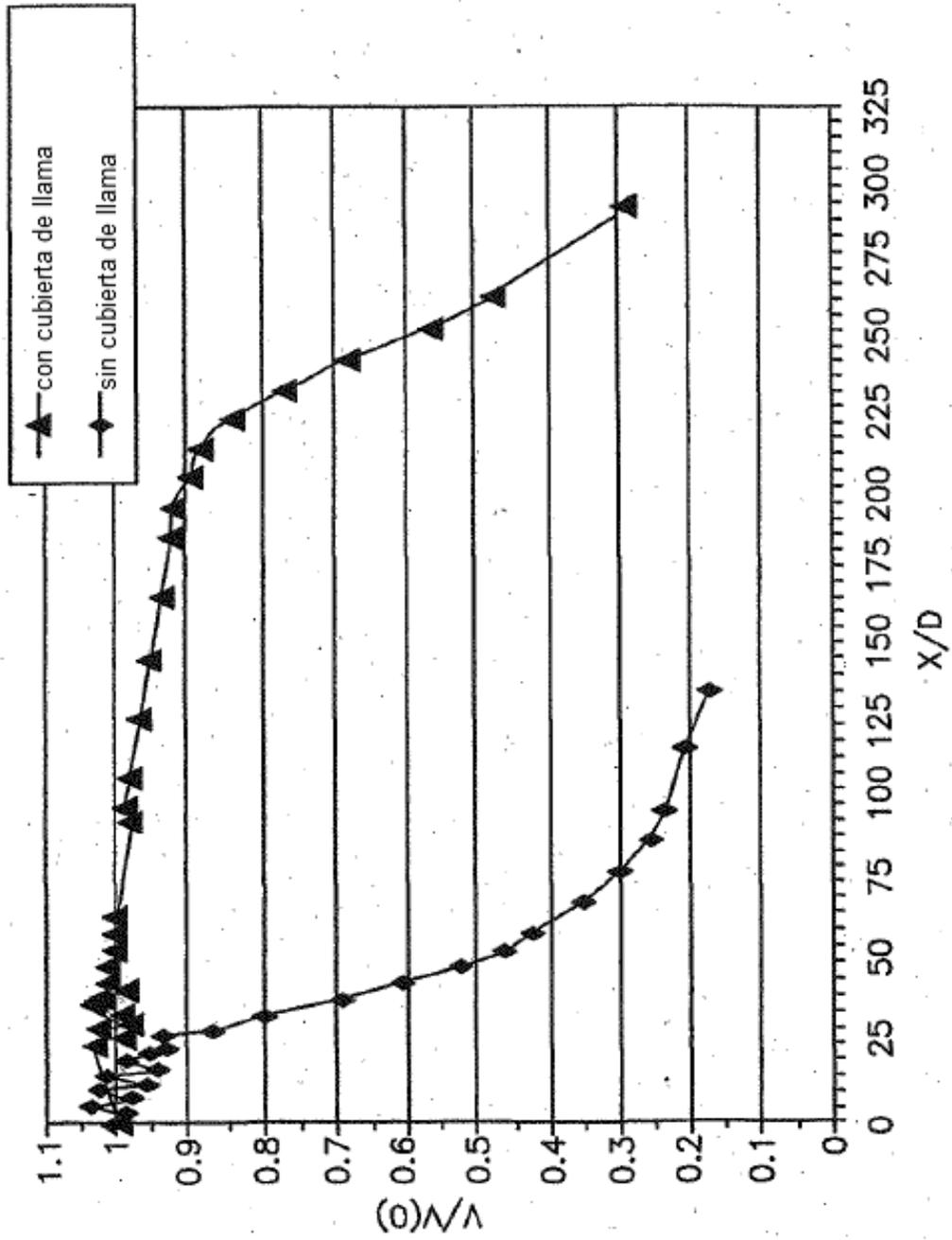


FIG. 4