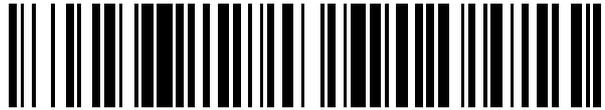


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 671**

51 Int. Cl.:

**F27B 1/02** (2006.01)

**F27B 1/16** (2006.01)

**C21B 11/00** (2006.01)

**C21B 7/16** (2006.01)

**F27D 99/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2014 PCT/BR2014/050053**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2015 WO15095946**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2014 E 14874476 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 3088824**

54 Título: **Horno metalúrgico**

30 Prioridad:

**27.12.2013 BR 13033702**

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

**14.05.2019**

73 Titular/es:

**TECNORED DESENVOLVIMENTO TECNOLOGICO  
S.A. (100.0%)**

**Rua Marechal Deodoro nº 18 salas 05 e 06  
CEP-12401-010 Pindamonhangaba São Paulo, BR**

72 Inventor/es:

**FERREIRA FILHO, HERMES JOAQUIM y  
LOVATI, KLEITON GONÇALVES**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 712 671 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

Horno metalúrgico

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a procedimientos y equipos metalúrgicos. Más particularmente, la presente invención se refiere a procedimientos y equipos metalúrgicos para producir aleaciones metálicas.

10 **Descripción del estado de la técnica**

Ya se conocen procedimientos clásicos de obtención de arrabio como, por ejemplo, los altos hornos y los hornos de reducción eléctrica. También se conocen otros procedimientos para obtener aleaciones a partir de óxido de hierro o minerales de hierro después del acondicionamiento del tamaño de partícula, granulados clásicos u otros aglomerados tradicionales, para obtener, mediante operaciones tradicionales en estos hornos, hierro líquido o sólido de una composición determinada.

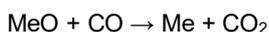
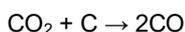
En los altos hornos, la carga que puede comprender mineral clasificado, granulados, sinterizados u otros aglomerados clásicos, coque y piedra caliza se cargan secuencialmente a través de la parte superior del horno, formando una columna continua. El aire atmosférico se introduce en la parte inferior del alto horno, precalentado en calentadores regenerativos o no, a una temperatura aproximada de 300 a 1200 °C, por medio de una fila de toberas en la parte superior de un crisol. En este sitio, se forma una zona que tiene una atmósfera reductora debido a la presencia de monóxido de carbono, formado por la reacción de CO<sub>2</sub> con el carbono del coque. Este CO se combina con el oxígeno del óxido de hierro, reduciéndolo a hierro metálico y produciendo arrabio.

Las impurezas, es decir, la ganga mineral y la ceniza de coque forman con piedra caliza una escoria líquida, menos densa, que flota en la superficie del arrabio fundido.

Los gases formados en contracorriente con la carga lo precalientan y lo dejan desde la parte superior. Este gas se compone principalmente de CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>, enviándose a los precalentadores regeneradores de aire de combustible que entran en el horno y en los otros dispositivos de calefacción.

También se sabe que, en los granulados clásicos, la reducción se lleva a cabo reduciendo la carga oxidada por el CO generado por la combustión parcial del coque. El CO se propaga al interior del aglomerado o de las partículas de mineral, la reducción se produce de acuerdo con la reacción  $\text{MeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Me} + \text{CO}_2$ . El CO<sub>2</sub> generado en esta reacción se propaga en dirección opuesta al CO y se incorpora a la corriente de gas que sale del horno a través de la parte superior. Esta reacción requiere un cierto tiempo para la difusión completa de CO dentro del mineral o el granulado clásico, lo que requiere hornos con altos tiempos de residencia en el interior del mismo, como es típico de los altos hornos.

Los granulados autorreductores, a su vez, presentan condiciones de reducción considerablemente más favorables. El contacto más íntimo entre el mineral o el óxido y el material de carbono, que están finamente divididos, proporciona un menor tiempo de reacción en la medida en que no hay necesidad de la etapa de difusión de CO hacia el interior de la, la reducción que se produce por las siguientes reacciones, preconstruido dentro del granulado con este objetivo:



En este sentido, el aglomerado mismo establece, en la práctica, un sistema semicerrado en el que la atmósfera es reductora durante todo el período de tiempo en el que el carbono está disponible en el interior. Como alternativa, los aglomerados autorreductores, como su propio nombre, mantienen en su interior una atmósfera autorreductora que no depende de las características de la atmósfera exterior, es decir, del tipo de atmósfera existente dentro del horno de cuba provisto por los gases en aumento.

Por consiguiente, es posible convertir en energía para el procedimiento el CO presente en la atmósfera del horno que se origina a partir de la combustión parcial del combustible y de la reacción de reducción que se procesa dentro de los granulados.

Por el contrario, en los procedimientos de fusión en los hornos de cuba, la presencia de coque u otro combustible sólido, cargado a través de la parte superior durante la operación, corre una trayectoria descendente con el resto de la carga, reaccionando con el aumento de CO<sub>2</sub> en un régimen contracorriente, según la reacción de Boudouard  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$ , el consumo de material de carbono por lo tanto es mayor, sin resultar en una utilización efectiva en el

procedimiento de reducción-fusión. Si fuera posible quemar este gas de CO en el procedimiento mismo, se obtendría una mayor eficiencia, lo que resultaría en una economía de coque combustible en los hornos de cúpula y de combustible y de reducción en los hornos altos, como en el caso de todos los demás hornos de cuba empleados. en reducción / fusión o simplemente fusión de cualquier otra aleación de metal.

5 El documento PI9403502-4, propiedad del solicitante, resuelve el problema antes citado proporcionando un horno que comprende un alimentador de combustible separado de la entrada de carga (materia prima). Particularmente, el horno descrito en el documento PI9403502-4 presenta un tubo superior, que recibe la carga (óxidos / minerales, por ejemplo) y un tubo inferior, y el combustible se inserta aproximadamente en la unión entre los dos tubos.

10 Los gases que se originan en la zona inferior, en contracorriente a la carga, transfieren a la misma la energía térmica necesaria para el calentamiento y para la reducción o fusión simple. Dado que la carga en el tubo superior no presenta coque, carbón ni ningún otro combustible sólido, no se produce la reacción de Boudouard ( $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$ ), que es endotérmica, y que además consume cantidades apreciables de carbono. Así que los gases de escape que salen del equipo son esencialmente  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$ .

15 Sin embargo, a pesar de tener innumerables ventajas, como las citadas anteriormente, el horno descrito en el documento PI9403502-4 no permite el uso de materias primas o combustibles con un alto contenido de impurezas porque generalmente no proporcionan suficiente calor para fundir muchas de estas impurezas. El artículo "Oxy-Fuel Burner Technology for Cupola Melting" of T. Niehoff et. al. (XP008184030) presentado durante la 2ª Conferencia internacional de cúpula - Trier 19.03.2004 trata, entre otras cosas, un horno de cúpula Whitting equipado con tres quemadores de combustible de aire para quemar el gas de la parte superior de la cúpula justo al final del eje en el que se instalan seis quemadores-toberas dentro de su sección inferior.

## 25 **Objetivos de la invención**

El objetivo de la presente invención es proporcionar un horno metalúrgico con una potencia térmica alta y eficiente capaz de usar materias primas y combustibles con altos niveles de impurezas.

## 30 **Sumario de la descripción de la invención**

Para lograr los objetivos descritos anteriormente, la presente invención proporciona un horno metalúrgico, que comprende (i) al menos un tubo superior, (ii) al menos un tubo inferior, (iii) al menos un alimentador de combustible situado sustancialmente entre al menos un tubo superior y al menos un tubo inferior, y (iv) al menos una fila de toberas situadas en al menos uno de al menos un tubo superior y al menos una fila de toberas situadas en al menos un tubo inferior al menos una fila de toberas que se comunican de manera fluida dentro del horno con el ambiente exterior, en el que el horno de la presente invención comprende adicionalmente (v) al menos un quemador situado en al menos una tobera en al menos una fila de toberas en el tubo superior y un quemador situado en al menos una tobera en al menos una fila de toberas en el tubo inferior. El quemador está dispuesto para quemar una mezcla de comburente soplado en la tobera y combustible inyectado en el mismo, de modo que haya una liberación de calor en el horno.

## **Descripción de los dibujos**

45 La descripción detallada expuesta más adelante hace referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- **La figura 1** ilustra una primera realización del horno metalúrgico de acuerdo con la presente invención;
- **la figura 2** ilustra una segunda realización del horno metalúrgico según la presente invención;
- **la figura 3** ilustra un quemador de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;
- 50 – **la figura 4** ilustra dispositivos de evacuación de gas de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención.

## **Descripción detallada de la invención**

55 La siguiente descripción se basa en una realización preferida de la invención. Como será evidente para cualquier experto en la materia, sin embargo, la invención no se limita a esta realización particular.

La presente invención proporciona un horno metalúrgico dotado de innovaciones que permiten el consumo de diferentes materiales combustibles para generar energía para el procedimiento, además del uso de materias primas con altos niveles de impurezas en comparación con las técnicas clásicas de metalurgia. Además, el horno de la presente invención permite quemar el CO o cualquier otro gas combustible presente en el gas ascendente, como el  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , etc.

65 El horno metalúrgico de la presente invención se ilustra en **figuras 1 y 2**, estando esencialmente compuesto por un tubo superior **1** donde se carga la carga (materia prima) en el horno. Como se puede observar, la **figura 1** ilustra un

tubo en forma de cilindro (sección transversal circular), mientras que la **figura 2** Muestra un tubo en forma de paralelepípedo (sección transversal rectangular). Por lo tanto, se enfatiza que la presente invención no está limitada a ninguna forma específica del horno.

5 En el tubo superior **1** hay un conjunto de al menos una fila de toberas secundarios **4**, que son, preferentemente orificios que permiten el inflado del aire atmosférico caliente o frío para quemar el CO y otros gases combustibles presentes en el gas ascendente. El aire inflado puede comprender potencialmente el enriquecimiento de O<sub>2</sub>. Además, se puede inyectar combustible gaseoso, líquido o sólido a través de las toberas **4** junto con el aire inflado.

10 El horno de la presente invención comprende además un tubo inferior **2**, que tiene una sección transversal preferentemente circular o rectangular, que tiene un diámetro o que está suficientemente dimensionado para alimentar el combustible sólido. El diámetro o ancho de la sección transversal del tubo **2** es mayor que el del tubo **1** suficiente para posicionar los alimentadores de combustible. En los alimentadores, ubicados alrededor de la unión del tubo superior **1** con el tubo inferior **2**, se pueden acoplar conductos de suministro de combustible **5** para  
15 garantizar la carga de combustible en el lecho del horno, evitando que se produzca un arrastre de carga cuando se utilizan materiales finos. Con el descenso de la carga en el alimentador, se produce precalentamiento, presecado y destilación de las fracciones volátiles presentes en los combustibles sólidos y los residuos de carbón combustible.

20 El tubo inferior **2** tiene una o más filas de toberas primarias **3** que, al igual que las toberas secundarias descritas anteriormente, son para inflar aire caliente o frío, y también pueden enriquecerse con O<sub>2</sub> o no. Los combustibles sólidos en forma de polvo, líquido o gaseoso también pueden inyectarse para quemar parcialmente el combustible, produciendo gas y proporcionando la energía térmica necesaria para la reducción y / o fusión de la carga.

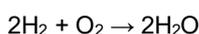
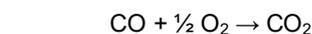
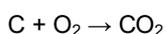
25 Si el aire caliente se infla en las toberas primarias **3** y / o secundarias **4** se pueden usar conjuntos de inflado, como se ilustra en **figura 2**, que se pueden conectar a cualquier sistema de calefacción de aire (no mostrado) conocido en el estado de la técnica.

Opcionalmente, el tubo inferior **2** puede tener un revestimiento refractario y / o tener paneles enfriados.

30 Adicionalmente, al menos parte de las toberas primarias o secundarias **3, 4** comprende quemadores de gas **10**, como se ilustra en **figura 3**. Estos quemadores **10**, situados en las toberas **4** preferentemente, comprenden un tubo coaxial, es decir, un tubo central pequeño **12**, a través del cual se inyecta el combustible, y un tubo exterior **14** que lo envuelve, a través del cual se sopla el aire a través de las toberas **3, 4** o cualquier otro comburente. De este modo,  
35 el aire inflado pasa a través del tubo exterior del quemador, mientras que el combustible pasa a través del tubo central **12**. El aire se mezcla con el combustible para quemar la mezcla en la región **16** aguas abajo del quemador, y esta región **16** se encuentra dentro del horno. De este modo, se garantiza una mayor seguridad para el procedimiento de combustión, ya que la mezcla del combustible con el comburente y la posterior combustión solo se producen dentro del horno.

40 La combinación del aire soplado en las toberas. **3, 4** con el combustible inyectado (gas, líquido o sólido) y quemado en los quemadores **10** genera una liberación muy intensa de calor en virtud de las reacciones exotérmicas que se producen por esta combinación.

45 La combustión completa del CO y de los gases combustibles presentes puede generar productos gaseosos tales como CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.



55 Los materiales fundidos salen del equipo por la parte inferior de un crisol, situado en la parte inferior del tubo inferior **2**, a través de la toma o tomas de salida de una manera continua o no.

60 Este calor adicional proporcionado por los quemadores es extremadamente necesario para materias primas con un alto contenido de impurezas, es decir, la ganga de mineral y las cenizas del coque o carbón vegetal, ya que terminan extrayendo mucho calor del procedimiento. Por lo tanto, la combinación de aire soplado en las toberas **3, 4** con combustible inyectado (gas, líquido o sólido) y quemado en los quemadores **10** genera el calor necesario para reducir las materias primas con un alto contenido de impurezas y para fundir la alta cantidad de escoria generada por estas impurezas.

65 Además de los productos de combustión, la combustión asistida por la combustión de los quemadores **10** proporciona suficiente calor para la carga de aglomerados, aglomerados de combustible, arrabio, chatarra, hierro esponja, minerales o composición de proporciones variadas de estos materiales, lo que permite una amplia gama de materias primas y combustibles para llevar a cabo el procedimiento de trabajo del metal de la preparación de las

aleaciones.

5 El horno de la presente invención, por lo tanto, permite que el combustible no se cargue con la carga en la parte superior del tubo, diferenciándose así de los procedimientos de fabricación clásicos y, en consecuencia, evitando las reacciones de gasificación del carbono (reacciones de Boudouard) y aumentando tanto el calor como el consumo de combustible en el horno.

10 Con las mejoras relacionadas con los tubos y las distintas zonas de reacción, la flexibilidad en términos de forma de los tubos y la presencia de quemadores en las toberas, el horno de acuerdo con la presente invención hace un mejor uso del calor de la combustión del combustible, reduciendo el consumo y potenciando el rendimiento. Esto se debe a que, a diferencia de las tecnologías de fabricación clásicas, como los altos hornos u otros hornos de cuba, el monóxido de carbono y otros gases formados en la parte inferior del horno pueden quemarse en la parte superior, transfiriendo energía térmica a la carga que desciende por el tubo. En otras palabras, los gases que se originan en la zona inferior, a contracorriente con la carga, se queman en el tubo superior y transfieren la energía térmica necesaria para el calentamiento, a la reducción y / o fusión simple de la carga.

20 El horno metalúrgico propuesto en la presente invención, debido a su alto poder calorífico y eficiencia, permite una mayor flexibilidad en las operaciones, y puede usarse para fundir chatarra, arrabio, esponja, materiales metálicos que proceden de hornos de fundición o acerías, así como cualquier aleación, tales como, por ejemplo, aquellas usadas en hornos de cúpula clásicos.

25 Opcionalmente, la presente invención proporciona válvulas de cierre hermético para la alimentación de combustible sólido. También opcionalmente, la sección del alimentador de combustible sólido puede comprender dispositivos de evacuación de gas por medio de válvulas de control de flujo **6 (figura 4)** capaces de garantizar el paso de una cierta cantidad de gases para promover el precalentamiento, el secado previo y la destilación de las fracciones volátiles presentes en varios combustibles sólidos. En particular, los dispositivos de evacuación de gas permiten el intercambio de gases entre los conductos de suministro de combustible. **5** y el tubo superior **1**.

30 Existen innumerables variaciones dentro del alcance de la protección de la presente solicitud. Por consiguiente, se enfatiza que la presente invención no está limitada a las disposiciones / realizaciones particulares descritas anteriormente.

**REIVINDICACIONES**

1. Un horno metalúrgico, que comprende:

- 5 al menos un tubo superior (1);  
al menos un tubo inferior (2);  
al menos un alimentador de combustible sólido situado sustancialmente entre al menos un tubo superior (1) y al  
menos un tubo inferior (2); y  
10 al menos una fila de toberas (4) situadas en al menos un tubo superior (1) y al menos una fila de toberas (3)  
situadas en al menos un tubo inferior (2), al menos una fila de toberas (3, 4) en comunicación fluida dentro del  
horno con el ambiente exterior;

**caracterizado por** que comprende además:

- 15 un quemador (10) situado en al menos una tobera (4) en la al menos una fila de toberas en el tubo superior (1) y  
un quemador situado en al menos una tobera (3) en al menos una fila de toberas en el tubo inferior (2),  
en donde el quemador está dispuesto para quemar una mezcla de comburente soplado en la tobera y  
combustible inyectado en el mismo de modo que haya una liberación de calor en el horno.
- 20 2. El horno metalúrgico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el al menos un quemador (10)  
comprende un tubo central (12), a través del cual se inyecta el combustible, y un tubo exterior (14) que lo envuelve,  
a través del cual pasa un comburente
- 25 3. El horno metalúrgico de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el comburente es aire  
atmosférico inflado por las toberas (3, 4).
4. El horno metalúrgico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el  
comburente y el combustible del quemador (10) se mezclan y queman en una región (16) aguas abajo del  
quemador, dentro del horno.
- 30 5. El horno metalúrgico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que**  
comprende adicionalmente al menos un conducto de suministro de combustible (5) acoplado a al menos un  
alimentador de combustible.
- 35 6. El horno metalúrgico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el al menos  
un alimentador de combustible comprende al menos uno de una válvula de cierre hermético y un dispositivo de  
evacuación de gas (6).
- 40 7. El horno metalúrgico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** al menos  
uno de al menos un tubo superior (1) y al menos un tubo inferior (2) comprende una sección transversal circular o  
rectangular.

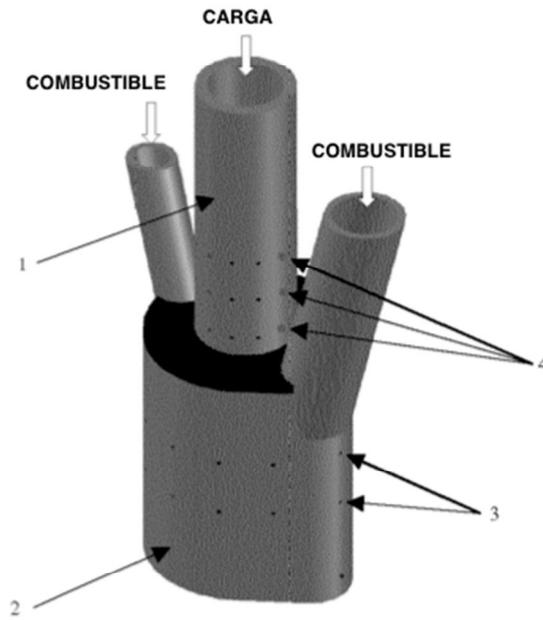


FIG. 1

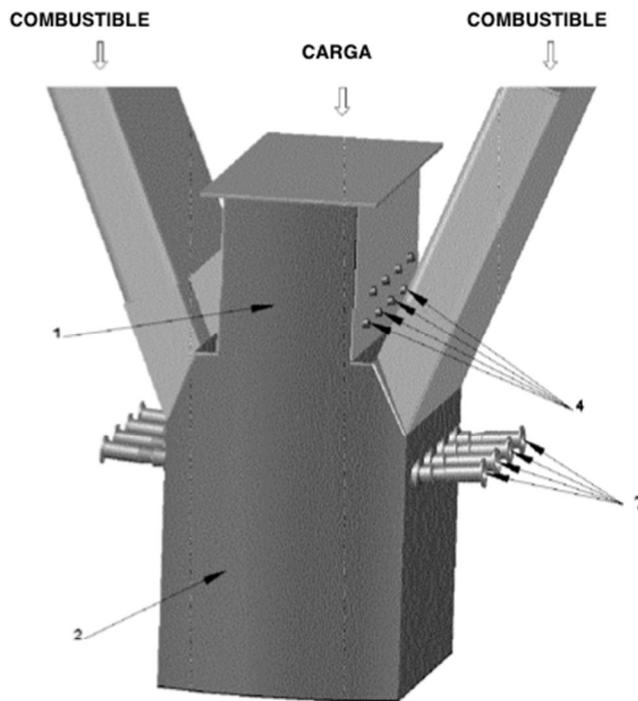


FIG. 2

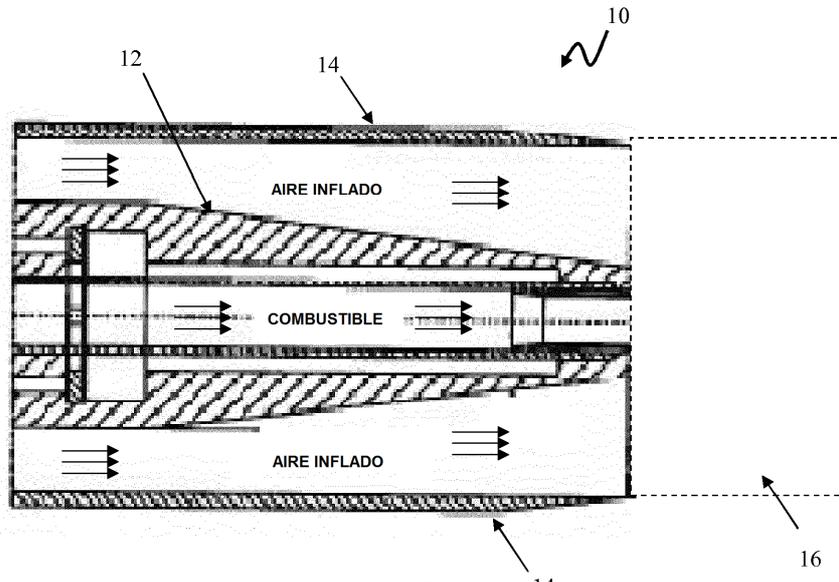


FIG. 3

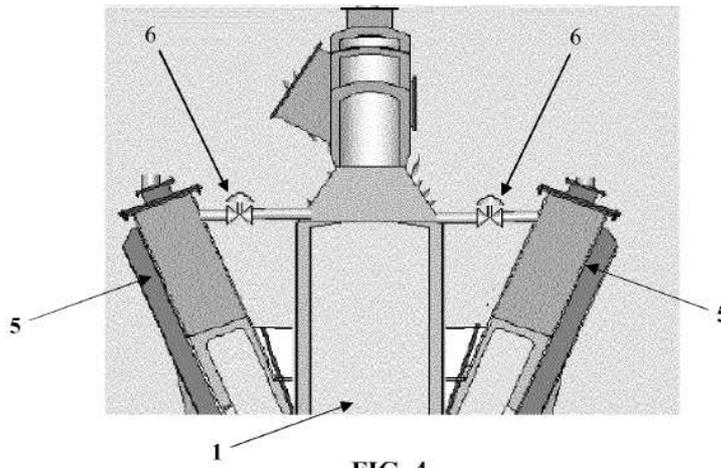


FIG. 4