

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 232**

51 Int. Cl.:

**C22B 15/00** (2006.01)

**F27D 3/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2011 PCT/FI2011/051055**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2013 WO13079762**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2011 E 11876769 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2785885**

54 Título: **Procedimiento de control de la suspensión en un horno de fundición en suspensión, un horno de fundición en suspensión y un quemador de concentrado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.02.2020**

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)  
Rauhalanpuisto 9  
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**LAHTINEN, MARKKU;  
PESONEN, LAURI P.;  
AHOKAINEN, TAPIO y  
BJÖRKLUND, PETER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 744 232 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**

Procedimiento de control de la suspensión en un horno de fundición en suspensión, un horno de fundición en suspensión y un quemador de concentrado

5

**Campo de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento para controlar la suspensión en un horno de fundición en suspensión como se define en el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

10

La invención se refiere a un procedimiento que tiene lugar en un horno de fundición en suspensión, tal como un horno de fundición instantánea.

Un horno de fundición en suspensión comprende generalmente tres partes principales: un eje de reacción, un horno inferior y una captación. En un procedimiento de fundición en suspensión, la materia sólida pulverulenta, que comprende concentrado sulfúrico, agente formador de escoria y otros componentes pulverulentos, se mezcla con gas de reacción por medio de un quemador de concentrado en la parte superior del eje de reacción para formar una suspensión de materia sólida pulverulenta y gas de reacción en el eje de reacción. El gas de reacción puede ser aire, oxígeno o aire enriquecido con oxígeno. La suspensión formada en el eje de reacción cae al horno inferior en el que la suspensión forma una masa fundida que tiene dos o tres fases de capa diferentes. La capa más baja puede ser una capa de metal, tal como una capa de cobre ampollado, con una capa mate o directamente una capa de escoria directamente sobre ella. En general, la capa más baja es una capa mate con una capa de escoria sobre ella.

15

20

En la fundición en suspensión, el equilibrio de la fase final entre la escoria y el mate solo surge durante las reacciones de escoria que tienen lugar en el horno inferior. En otras palabras, los compuestos sobreoxidados y suboxidados potencialmente desequilibrados formados en el eje de reacción aún reaccionan entre sí en la fase de escoria, particularmente en el punto de descarga primario de la suspensión del eje debajo del eje de reacción, de modo que la escoria masiva y la fase mate están casi en la composición definida por su composición termodinámica. Además del cobre determinante del equilibrio mencionado anteriormente, ya disuelto en la escoria, el mate rico en cobre, insoluble a la escoria, permanece en la escoria como una suspensión mecánica, que se deposita completamente en la capa mate en un tiempo realista.

25

30

La formación de magnetita en la escoria aumenta la viscosidad de la escoria y ralentiza la separación de las partículas mate fundidas contenidas en la escoria.

35

Esto se sabe antes que usar agentes reductores tales como el coque para ralentizar la formación de magnetita en la escoria.

40

45

La solicitud de patente japonesa 58-221241 presenta un procedimiento, en el que el polvo de coque o el polvo de coque junto con carbón pulverizado se cargan en el eje de reacción de un horno de fundición instantánea a través de un quemador de concentrado. El coque se alimenta al horno de modo que toda la superficie de la masa fundida en el horno inferior se cubra uniformemente con el polvo de coque sin quemar. Según la aplicación, el grado de reducción de la magnetita disminuye cuando el tamaño de grano es ultrafino, por lo que el tamaño de grano utilizado es preferentemente de 44  $\mu\text{m}$  a 1 mm. La capa de escoria cubierta por coque no quemado, que permanece en el baño de escoria fundida, disminuye considerablemente la presión parcial de oxígeno en la fase de escoria. La atmósfera altamente reductora que surge de la capa de coque provoca, por ejemplo, daños en el revestimiento del horno.

La publicación WO 00/70103 presenta un procedimiento y equipo, en el cual el mate con un alto contenido de metales no ferrosos y escoria desechable se producen simultáneamente en un horno de fundición en suspensión a partir de concentrado de sulfuro no ferroso. Según la invención, un agente reductor carbonoso se carga en el horno inferior de un horno de fundición en suspensión a través de toberas a la parte del horno que tiene un área de sección transversal reducida.

50

La publicación WO 2011/048263 presenta un procedimiento de alimentación de gas combustible en el eje de reacción de un horno de fundición en suspensión y un quemador de concentrado.

55

La publicación US 5.912.401 presenta un procedimiento de fundición pirometalúrgica de cobre en un horno de fundición instantánea.

La publicación WO 98/14741 presenta un procedimiento de alimentación y dirección de gases de reacción y sólidos en un horno de fundición y un quemador multiajustable diseñado para dicha finalidad.

60

La publicación WO 00/70104 presenta un procedimiento de reducción del contenido de metales no ferrosos en la escoria en la producción de metales no ferrosos que se producen en hornos de fundición en suspensión.

65

**Objetivo de la invención**

El objeto de la invención es proporcionar un procedimiento mejorado para limitar la formación de magnetita en la escoria en el horno inferior de un horno de fundición en suspensión durante el procedimiento de fundición en suspensión.

5 Otro objeto de la invención es proporcionar un procedimiento mejorado para controlar la temperatura de la suspensión en el eje de reacción.

**Breve descripción de la invención**

10 El procedimiento de control de la suspensión en un horno de fundición en suspensión de la invención se caracteriza por las definiciones de la reivindicación independiente 1.

15 Las realizaciones preferidas del procedimiento se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 12.

La invención se refiere también al uso del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para reducir la magnetita en el fundido ajustando la cantidad de gas de reacción alimentado a la cantidad de agente reductor alimentado para formar un sub-estequiométrico en el eje de reacción del horno de fundición en suspensión. Al crear condiciones sub-estequiométricas en el eje de reacción, el agente reductor funciona como un agente reductor, evitando al menos en parte la formación de magnetita en la escoria.

20 La invención se basa en que al alimentar agente reductor en forma de una corriente concentrada de agente reductor sobre la superficie de la masa fundida para formar una zona reductora dentro de la zona de recogida, la corriente concentrada de agente reductor crea ondas en la superficie de la masa fundida que de manera efectiva extiende la zona reductora.

25 Al alimentar el agente reductor en forma de una corriente concentrada de agente reductor sobre la superficie de la masa fundida para formar una zona reductora dentro de la zona de recogida, el efecto del agente reductor será bueno, porque esto lleva a que el agente reductor se mezcle de forma efectiva con la magnetita formando componentes de la suspensión que se añade a la masa fundida.

30 En esta realización preferida del procedimiento, se alimenta materia sólida pulverulenta y gas de reacción en el eje de reacción por medio del quemador de concentrado de modo que la suspensión producida por la materia sólida pulverulenta y el gas de reacción forma un chorro de suspensión en el eje de suspensión, en el que el chorro de suspensión se ensancha en el eje de reacción en la dirección del horno inferior y en el que el chorro de suspensión tiene un eje central vertical imaginario. En esta realización preferida del procedimiento, se alimenta una corriente concentrada de agente reductor por medio del quemador de concentrado, de modo que dicha corriente concentrada de agente reductor se alimenta esencialmente en la dirección del eje central vertical imaginario del chorro de suspensión y en las proximidades de el eje central vertical imaginario de la suspensión para evitar al menos en parte que el agente reductor de la corriente concentrada de agente reductor reaccione con el gas de reacción antes de caer en la superficie de la masa fundida. En esta realización, se evita que el agente reductor de la corriente concentrada de agente reductor reaccione al menos en parte con el gas de reacción antes de caer en la superficie de la masa fundida, porque el contenido de gas de reacción es menor en las proximidades del eje central vertical imaginario de dicho chorro de suspensión que fuera del chorro de suspensión. En el procedimiento, la corriente concentrada de agente reductor se alimenta por medio del quemador de concentrado a una velocidad de alimentación inicial que es al menos el doble de la velocidad de alimentación inicial del gas de reacción para evitar la detonación.

35 La invención se refiere también al uso del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 para controlar el equilibrio térmico en el eje de reacción de un horno de fundición en suspensión ajustando la cantidad de gas de reacción alimentada a la cantidad de agente reductor alimentado para formar una sobre-estequiometría en el eje de reacción del horno de fundición en suspensión, el agente reductor produce energía térmica en el eje de reacción que puede usarse para controlar la temperatura de la suspensión en el eje de reacción.

**55 Lista de figuras**

A continuación, la invención se describirá con más detalle haciendo referencia a las figuras, de las cuales

60 la figura 1 es una primera representación esquemática de un horno de fundición en suspensión,  
 la figura 2 es una segunda representación esquemática de un horno de fundición en suspensión,  
 la figura 3 es una tercera representación esquemática de un horno de fundición en suspensión,  
 la figura 4 es una cuarta representación esquemática de un horno de fundición en suspensión,  
 la figura 5 es una quinta representación esquemática de un horno de fundición en suspensión,  
 la figura 6 es una primera representación esquemática de un quemador de concentrado para un horno de fundición en suspensión, y  
 65 la figura 7 es una segunda representación esquemática de un quemador de concentrado para un horno de fundición

en suspensión.

**Descripción detallada de la invención**

5 A continuación, se describirá con mayor detalle el procedimiento de control de la suspensión en un horno de fundición en suspensión y realizaciones preferidas y alternativas del procedimiento.

10 El procedimiento comprende usar un horno de fundición en suspensión 1 que comprende un eje de reacción 2 y un horno inferior 3 en el extremo inferior del eje de reacción 2 y un quemador de concentrado 5 en la parte superior del eje de reacción 2. El horno de fundición en suspensión 1 mostrado en las figuras 1 a 5 también comprende una captación 4.

15 El procedimiento comprende usar un quemador de concentrado 5 que comprende un dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta 18 para alimentar materia sólida pulverulenta 6 al eje de reacción 2 y que comprende un dispositivo de suministro de gas (24) para alimentar gas de reacción 7 al eje de reacción 2 para producir una suspensión 8 de materia sólida pulverulenta 6 y gas de reacción 7 en el eje de reacción 2.

20 El procedimiento comprende alimentar materia sólida pulverulenta 6 y gas de reacción 7 en el eje de reacción 2 por medio del quemador de concentrado 5 para producir una suspensión 8 de materia sólida pulverulenta 6 y gas de reacción 7 en el eje de reacción 2.

25 El procedimiento comprende recoger la suspensión 8 en el horno inferior 3 en la superficie 9 de una masa fundida 10 en el horno inferior 3, de modo que la suspensión 8 que cae en la superficie 9 crea una zona de recogida 14 en la superficie 9 de una masa fundida 10 en el horno inferior 3. En las figuras 1 a 5 se muestra una masa fundida 10 que tiene una capa mate 11 y una capa de escoria 12 en la parte superior de la capa mate.

El principio de funcionamiento de dicho horno de fundición en suspensión se conoce, por ejemplo, por la publicación US 2.506.577.

30 El procedimiento comprende alimentar adicionalmente a la materia sólida pulverulenta 6 y adicionalmente al agente reductor 13 del gas de reacción 7 en el horno de fundición en suspensión 1, de modo que el agente reductor 13 se alimente en forma de una corriente concentrada de agente reductor 13 a través de la suspensión 8 en el eje de reacción 2 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10.

35 El procedimiento puede comprender una etapa de disponer un medio de alimentación de agente reductor 16 al menos en parte dentro del horno de fundición en suspensión 1, en el que el medio de alimentación de agente reductor 16 comprende una boquilla 17 que se abre en el horno de fundición en suspensión 1, y una etapa de alimentar la corriente concentrada de agente reductor 13 a través de la boquilla 17 del medio de alimentación de agente reductor 16 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10.

40 En la figura 1 una corriente concentrada de agente reductor 13 se alimenta desde el interior del horno de fundición en suspensión 1, más precisamente desde el interior del horno inferior 3 del horno de fundición en suspensión 1, sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10. El procedimiento ilustrado en la figura 1 puede comprender una etapa de disponer un medio de alimentación de agente reductor 16 al menos en parte dentro del horno inferior 3 del horno de fundición en suspensión 1, en el que el medio de alimentación de agente reductor 16 comprende una boquilla 17 que se abre en el horno de fundición en suspensión 1, y una etapa de alimentar la corriente concentrada de agente reductor 13 a través de la boquilla 17 del medio de alimentación de agente reductor 16 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10.

45 En la figura 2 una corriente concentrada de agente reductor 13 se alimenta desde el interior del eje 2 de reacción del horno de fundición en suspensión 1, sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10. El procedimiento ilustrado en la figura 2 puede comprender una etapa de disponer un medio de alimentación de agente reductor 16 al menos en parte dentro del eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión 1, en el que el medio de alimentación de agente reductor 16 comprende una boquilla 17 que se abre en el horno de fundición en suspensión 1, y una etapa de alimentar la corriente concentrada de agente reductor 13 a través de la boquilla 17 del medio de alimentación de agente reductor 16 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10.

50 En la figura 3 una corriente concentrada de agente reductor 13 se alimenta desde el interior del eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión 1, de modo que una corriente concentrada de agente reductor 13 se alimenta desde la parte superior del eje de reacción 2 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15

que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10. El procedimiento ilustrado en la figura 3 puede comprender una etapa de disponer un medio de alimentación de agente reductor 16 en la parte superior del eje de reacción 2 dentro del eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión 1, en el que el medio de alimentación de agente reductor 16 comprende una boquilla 17 que se abre en el horno de fundición en suspensión 1, y una etapa de alimentar la corriente concentrada de agente reductor 13 a través de la boquilla 17 del medio de alimentación de agente reductor 16 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10.

En la figura 4 una corriente concentrada de agente reductor 13 se alimenta por medio del quemador de concentrado 5 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10. El procedimiento ilustrado en la figura 4 puede comprender una etapa de proporcionar al quemador de concentrado 5 un medio de alimentación de agente reductor 16, en el que el medio de alimentación de agente reductor 16 comprende una boquilla 17 que se abre en el horno de fundición en suspensión 1, y una etapa de alimentar la corriente concentrada de agente reductor 13 a través de la boquilla 17 del medio de alimentación de agente reductor 16 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10.

En una realización preferida del procedimiento, el procedimiento comprende usar un quemador de concentrado 5 que comprende un dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta 18 que comprende un tubo alimentador 19 para alimentar materia sólida pulverulenta 6 al eje de reacción 2, en el que el tubo alimentador 19 tiene un orificio 20 que se abre al eje de reacción 2;

un dispositivo de dispersión 21, que está dispuesto concéntricamente dentro del tubo alimentador 19 y que se extiende hasta una distancia más allá del orificio 20 del tubo alimentador 19 en el eje de reacción 2 y que comprende aberturas de gas de dispersión 22 para dirigir el gas de dispersión 23 alrededor del dispositivo de dispersión 21 y hacia la materia sólida pulverulenta 6 que fluye alrededor del dispositivo de dispersión 21; y

un dispositivo de suministro de gas 24 para alimentar el gas de reacción 7 al eje de reacción 2, en el que el dispositivo de suministro de gas 24 se abre al eje de reacción 2 a través de un orificio de descarga anular 25 que rodea concéntricamente el tubo alimentador 19 para mezclar el gas de reacción 7 que se descarga desde el orificio de descarga anular 25 con materia sólida pulverulenta 6, que se descarga desde el orificio 20 del tubo alimentador 19 y que se dirige hacia un lado por medio de gas de dispersión.

En esta realización preferida del procedimiento, el procedimiento comprende

alimentar materia sólida pulverulenta 6 en el eje de reacción 2 a través del orificio 20 del tubo alimentador 19 del quemador de concentrado 5;

alimentar gas de dispersión 23 en el eje de reacción 2 a través de las aberturas de gas de dispersión 22 del dispositivo de dispersión 21 del quemador de concentrado 5 para dirigir el gas de dispersión 23 hacia la materia sólida pulverulenta 6 que fluye alrededor del dispositivo de dispersión 21 para dirigir la materia sólida pulverulenta 6 hacia un lado por medio de gas de dispersión; y alimentar gas de reacción 7 en el eje de reacción 2 a través del orificio de descarga anular 25 del dispositivo de suministro de gas 24 del quemador de concentrado 5 para mezclar el gas de reacción 7 con la materia sólida pulverulenta 6 que se descarga desde el medio del tubo alimentador 19 y que se dirige hacia un lado por medio de gas de dispersión 23 para producir la suspensión 8 de materia sólida pulverulenta 6 y gas de reacción 7 en el eje de reacción 2.

Esta realización preferida del procedimiento puede comprender el uso de un quemador de concentrado 5 que comprende un medio de alimentación de agente reductor 16 en forma de una lanza central 26 que está dispuesta dentro del dispositivo de dispersión 21 del quemador de concentrado 5, en el que la lanza central 26 comprende un orificio de descarga 27 que se abre al eje de reacción 2; y alimentar una corriente concentrada de agente reductor 13 a través del orificio de descarga 27 de la lanza central 26 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10.

Esta realización preferida del procedimiento puede comprender el uso de un quemador de concentrado 5 que comprende un medio de alimentación de agente reductor 16 que está dispuesto dentro del quemador de concentrado 5, en el que la lanza central 26 comprende un orificio de descarga 27 que se abre al eje de reacción 2; y alimentar una corriente concentrada de agente reductor 13 a través del orificio de descarga 27 de la lanza central 26 sobre la superficie 9 de la masa fundida 10 para formar una zona reductora 15 que contiene el agente reductor 13 dentro de la zona de recogida 14 de la masa fundida 10. El procedimiento puede comprender el uso del agente reductor 13 que contiene al menos uno de carbono y sulfuro tal como coque, polvo de coque, biomasa pulverizada, carbón pulverizado, la misma materia sólida pulverulenta que se alimenta por medio del dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta 18 del quemador de concentrado, desecho electrónico triturado y/o residuo del circuito impreso.

El agente reductor 13 se alimenta a una velocidad inicial que es al menos el doble de la velocidad de alimentación del gas de reacción 7.

El gas de reacción 7 en forma de gas enriquecido con oxígeno que tiene un contenido de oxígeno entre aproximadamente 50 y aproximadamente 100 % se usa preferentemente, pero no necesariamente, en el procedimiento.

5 En el procedimiento, la materia sólida pulverulenta 6 y el gas de reacción 7 se alimenta preferentemente, pero no necesariamente, en el eje de reacción 2 por medio del quemador de concentrado 5 de modo que la suspensión 8 producida por la materia sólida pulverulenta 6 y el gas de reacción 7 forma un chorro de suspensión 28 en el eje de suspensión 2, en el que el chorro de suspensión 28 se ensancha en el eje de reacción 2 en la dirección del horno inferior 3 y en el que el chorro de suspensión 28 tiene un eje central vertical imaginario 29. Si la materia sólida pulverulenta 6 y el gas de reacción 7 por medio del quemador de concentrado 5 de modo que se forma dicho chorro de suspensión 28, el procedimiento puede incluir dirigir una corriente concentrada de agente reductor 13 esencialmente en la dirección del eje central vertical imaginario 29 del chorro de suspensión 28 y en las proximidades del eje central vertical imaginario 29 del chorro de suspensión 28 para evitar al menos en parte que el agente reductor 13 de la corriente concentrada de agente reductor reaccione con el gas de reacción antes de caer en la superficie de la masa fundida. En esta realización, se evita al menos en parte que el agente reductor de la corriente concentrada de agente reductor 13 reaccione con el gas de reacción antes de caer en la superficie de la masa fundida, porque el contenido de gas de reacción es menor en las proximidades del eje central vertical imaginario 29 de dicho chorro de suspensión 28 que fuera del chorro de suspensión.

20 El procedimiento puede incluir formar una corriente concentrada de agente reductor dirigiendo una parte de la materia sólida pulverulenta que se alimenta por medio del dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta 18 del quemador de concentrado hacia el centro del eje de reacción 2 en el que el contenido de gas de reacción es bajo para evitar al menos una parte de dicha parte de la materia sólida pulverulenta que se alimenta por medio del dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta 18 del quemador de concentrado y que se dirige hacia el centro del eje de reacción 2 en el que el contenido de gas de reacción es bajo para reaccionar con el gas de reacción antes de caer en la superficie de la masa fundida.

30 El procedimiento puede incluir formar el control de la cantidad de gas de reacción alimentado 7 a la cantidad de agente reductor alimentado 13 para formar condiciones sub-estequiométricas en el eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión. Esto se hace preferentemente de modo que primero se determine la cantidad de alimentación de agente reductor 13 y luego se ajuste la cantidad de alimentación de gas de reacción 7 para formar condiciones sub-estequiométricas en el eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión.

35 El procedimiento puede incluir formar el control de la cantidad de gas de reacción alimentado 7 a la cantidad de agente reductor alimentado 13 para formar condiciones sub-estequiométricas en el medio de la suspensión 8 en el eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión. Esto se hace preferentemente de modo que primero se determine la cantidad de alimentación de agente reductor 13 y luego se ajuste la cantidad de alimentación de gas de reacción 7 para formar condiciones sub-estequiométricas en el medio de la suspensión 8 en el eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión.

45 El procedimiento puede incluir controlar la cantidad de gas de reacción alimentado 7 a la cantidad de agente reductor alimentado 13 para formar condiciones sobre-estequiométricas en el eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión. Esto se hace preferentemente de modo que primero se determine la cantidad de alimentación de agente reductor 13 y luego se ajuste la cantidad de alimentación de gas de reacción 7 para formar condiciones sobre-estequiométricas en el eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión.

50 El método puede incluir controlar la cantidad de gas de reacción alimentado 7 a la cantidad de agente reductor alimentado 13 para formar condiciones sobre-estequiométricas en el medio de la suspensión 8 del eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión. Esto se hace preferentemente de modo que primero se determine la cantidad de alimentación de agente reductor 13 y luego se ajuste la cantidad de alimentación de gas de reacción 7 para formar condiciones sobre-estequiométricas en el medio de la suspensión 8 en el eje de reacción 2 del horno de fundición en suspensión.

55 Es evidente para un experto en la materia que a medida que avanza la tecnología, la idea básica de la invención se puede implementar de varias maneras. La invención y sus realizaciones, por lo tanto, no están restringidas a los ejemplos anteriores, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de control de la suspensión (8) en un horno de fundición en suspensión (1), en el que el procedimiento comprende
- 5 usar un horno de fundición en suspensión (1) que comprende un eje de reacción (2) y un horno inferior (3) en el extremo inferior del eje de reacción (2) y un quemador de concentrado (5) en la parte superior del eje de reacción (2),
- 10 usar un quemador de concentrado (5) que comprende un dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta (18) para alimentar materia sólida pulverulenta (6) al eje de reacción (2) y que comprende un dispositivo de suministro de gas (24) para alimentar gas de reacción (7) al eje de reacción (2), alimentar materia sólida pulverulenta (6) y gas de reacción (7) al eje de reacción (2) por medio del quemador de concentrado (5) para producir una suspensión (8) de materia sólida pulverulenta (6) y gas de reacción (7) en el eje de reacción (2), y
- 15 recoger la suspensión (8) en el horno inferior (3) en la superficie (9) de una masa fundida (10) en el horno inferior (3), de modo que la suspensión (8) que cae en la superficie (9) crea una zona de recogida (14) en la superficie (9) de una masa fundida (10) en el horno inferior 3,
- caracterizado por** alimentar adicionalmente a la materia sólida pulverulenta (6) y adicionalmente al agente reductor (13) del gas de reacción (7) en el horno de fundición en suspensión (1), en el que el agente reductor (13) se alimenta en forma de una corriente concentrada de agente reductor (13) a través de la suspensión (8) en el eje de reacción (2) sobre la superficie (9) de la masa fundida (10) para formar una zona reductora (15) que contiene el agente reductor (13) dentro de la zona de recogida (14) de la masa fundida (10), y
- 20 por alimentar el agente reductor (13) a una velocidad inicial que es al menos el doble de la velocidad de alimentación del gas de reacción (7).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por** alimentar una corriente concentrada de agente reductor (13) desde el interior del horno inferior (3) del horno de fundición en suspensión (1), sobre la superficie (9) de la masa fundida (10) para formar una zona reductora (15) que contiene el agente reductor (13) dentro de la zona de recogida (14) de la masa fundida (10).
3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por** alimentar una corriente concentrada de agente reductor (13) desde el interior del eje de reacción (2) del horno de fundición en suspensión (1), sobre la superficie (9) de la masa fundida (10) para formar una zona reductora (15) que contiene el agente reductor (13) dentro de la zona de recogida (14) de la masa fundida (10).
- 35
4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por** alimentar una corriente concentrada de agente reductor (13) desde la parte superior del eje de reacción (2) dentro del eje de reacción (2) del horno de fundición en suspensión (1), sobre la superficie (9) de la masa fundida (10) para formar una zona reductora (15) que contiene el agente reductor (13) dentro de la zona de recogida (14) de la masa fundida (10).
- 40
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por** alimentar una corriente concentrada de agente reductor (13) por medio del quemador de concentrado (5) sobre la superficie (9) de la masa fundida (10) para formar una zona reductora (15) que contiene el agente reductor (13) dentro de la zona de recogida (14) de la masa fundida (10).
- 45
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por** usar un quemador de concentrado (5) que comprende un dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta (18) que comprende un tubo alimentador (19) para alimentar materia sólida pulverulenta (6) al eje de reacción (2), en el que el tubo alimentador (19) tiene un orificio (20) que se abre al eje de reacción (2);
- 50 un dispositivo de dispersión (21), que está dispuesto concéntricamente dentro del tubo alimentador (19) y que se extiende hasta una distancia más allá del orificio (20) del tubo alimentador (19) en el eje de reacción (2) y que comprende aberturas de gas de dispersión (22) para dirigir el gas de dispersión (23) alrededor del dispositivo de dispersión (21) y hacia la materia sólida pulverulenta (6) que fluye alrededor del dispositivo de dispersión (21); y
- 55 un dispositivo de suministro de gas (24) para alimentar gas de reacción (7) al eje de reacción (2), en el que el dispositivo de suministro de gas (24) se abre al eje de reacción (2) a través de un orificio de descarga anular (25) que rodea concéntricamente el tubo alimentador (19) para mezclar el gas de reacción (7) que se descarga desde el orificio de descarga anular (25) con materia sólida pulverulenta (6), que se descarga desde el orificio (20) del tubo alimentador (19) y que se dirige hacia un lado por medio del gas de dispersión (23);
- 60 y por el procedimiento que comprende
- 65 alimentar materia sólida pulverulenta (6) en el eje de reacción (2) a través del orificio (20) del tubo alimentador (19) del

quemador de concentrado (5);

5 alimentar gas de dispersión 23 en el eje de reacción (2) a través de las aberturas de gas de dispersión (22) del dispositivo de dispersión (21) del quemador de concentrado (5) para dirigir el gas de dispersión (23) hacia la materia sólida pulverizada (6) que fluye alrededor del dispositivo de dispersión (21) para dirigir la materia sólida pulverulenta (6) hacia un lado por medio de gas del dispersión (23); y

10 alimentar gas de reacción 7 en el eje de reacción (2) a través del orificio de descarga anular (25) del dispositivo de suministro de gas (24) del quemador de concentrado (5) para mezclar el gas de reacción (7) con la materia sólida pulverulenta (6) que se descarga desde el medio del tubo alimentador (19) y que se dirige hacia un lado por medio del gas de dispersión (23).

7. El procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado**

15 **por** usar un quemador de concentrado (5) que comprende una lanza central (26) que está dispuesta dentro del dispositivo de dispersión (21) del quemador de concentrado (5), en el que la lanza central (26) comprende un orificio de descarga (27) que se abre al eje de reacción (2); y por alimentar una corriente concentrada de agente reductor (13) a través del orificio de descarga (27) de la lanza central (26) sobre la superficie (9) de la masa fundida (10) para formar una zona reductora (15) que contiene el agente reductor (13) dentro de la zona de recogida (14) de la masa fundida (10).

25 8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por** usar un agente reductor (13) que contiene al menos uno de carbono y sulfuro tal como coque, polvo de coque, biomasa pulverizada, carbón pulverizado, la misma materia sólida pulverulenta que se alimenta por medio del dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta (18) del quemador de concentrado, desecho electrónico triturado y/o residuo del circuito impreso.

30 9. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por** usar como gas de reacción (7), gas enriquecido con oxígeno que tiene un contenido de oxígeno entre aproximadamente 50 y aproximadamente 100 %.

35 10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por** alimentar materia sólida pulverulenta (6) y gas de reacción (7) en el eje de reacción (2) por medio del quemador de concentrado (5) de modo que la suspensión (8) producida por la materia sólida pulverulenta (6) y el gas de reacción (7) forma un chorro de suspensión (28) en el eje de suspensión (2), en el que el chorro de suspensión (28) se ensancha en el eje de reacción (2) en la dirección del horno inferior (3) y en el que el chorro de suspensión (28) tiene un eje central vertical imaginario (29).

40 11. El procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por** dirigir una corriente concentrada de agente reductor (13) esencialmente en la dirección del eje central vertical imaginario (29) del chorro de suspensión (28) y en las proximidades del eje central vertical imaginario (29) del chorro de suspensión (28) para evitar al menos en parte que el agente reductor de la corriente concentrada reaccione con el gas de reacción antes de caer en la superficie de la masa fundida.

45 12. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por** formar una corriente concentrada de agente reductor dirigiendo una parte de la materia sólida pulverulenta que se alimenta por medio del dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta (18) del quemador de concentrado hacia el centro del eje de reacción (2) en el que el contenido de gas de reacción es bajo para evitar al menos una parte de dicha parte de la materia sólida pulverulenta que se alimenta por medio del dispositivo de suministro de materia sólida pulverulenta (18) del quemador de concentrado y que se dirige hacia el centro del eje de reacción (2) en el que el contenido de gas de reacción es bajo para reaccionar con el gas de reacción antes de caer en la superficie de la masa fundida.

50 13. Uso del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, para controlar el equilibrio térmico en el eje de reacción (2) de un horno de fundición en suspensión ajustando la cantidad de gas de reacción alimentado (7) a la cantidad de agente reductor alimentado (13) para formar diferentes grados de condiciones estequiométricas en el medio de la suspensión (8) del horno de fundición en suspensión (1).



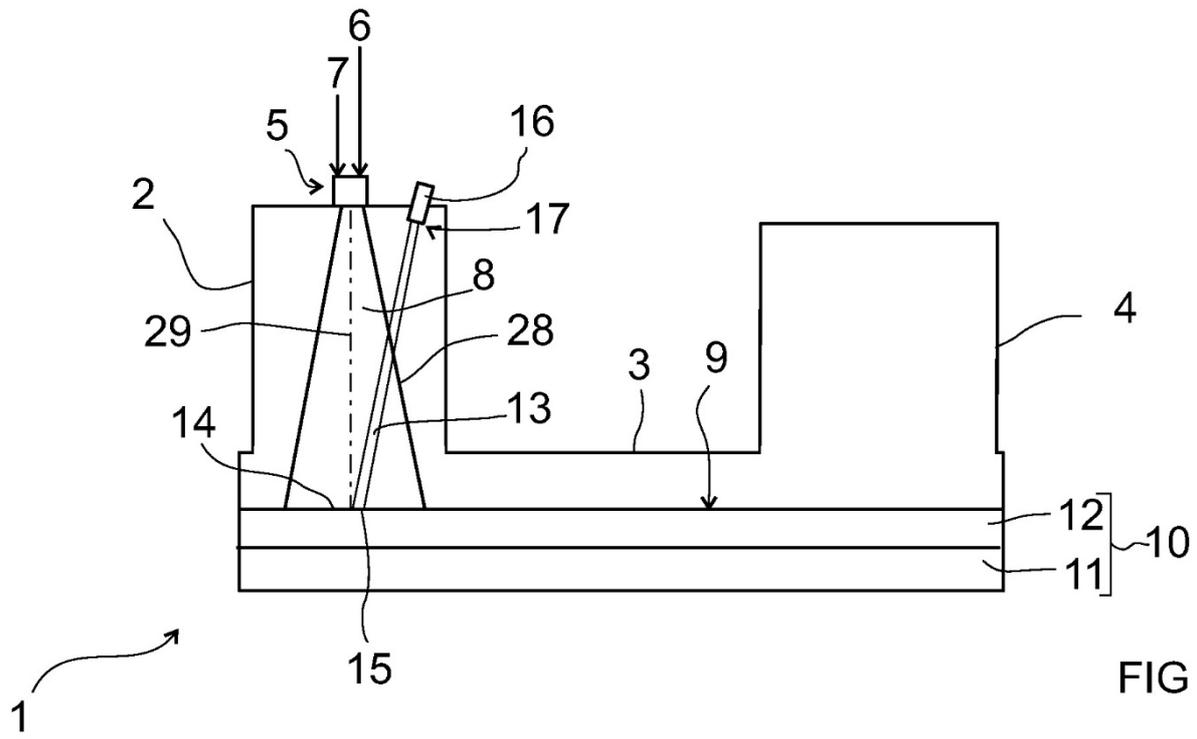


FIG 3

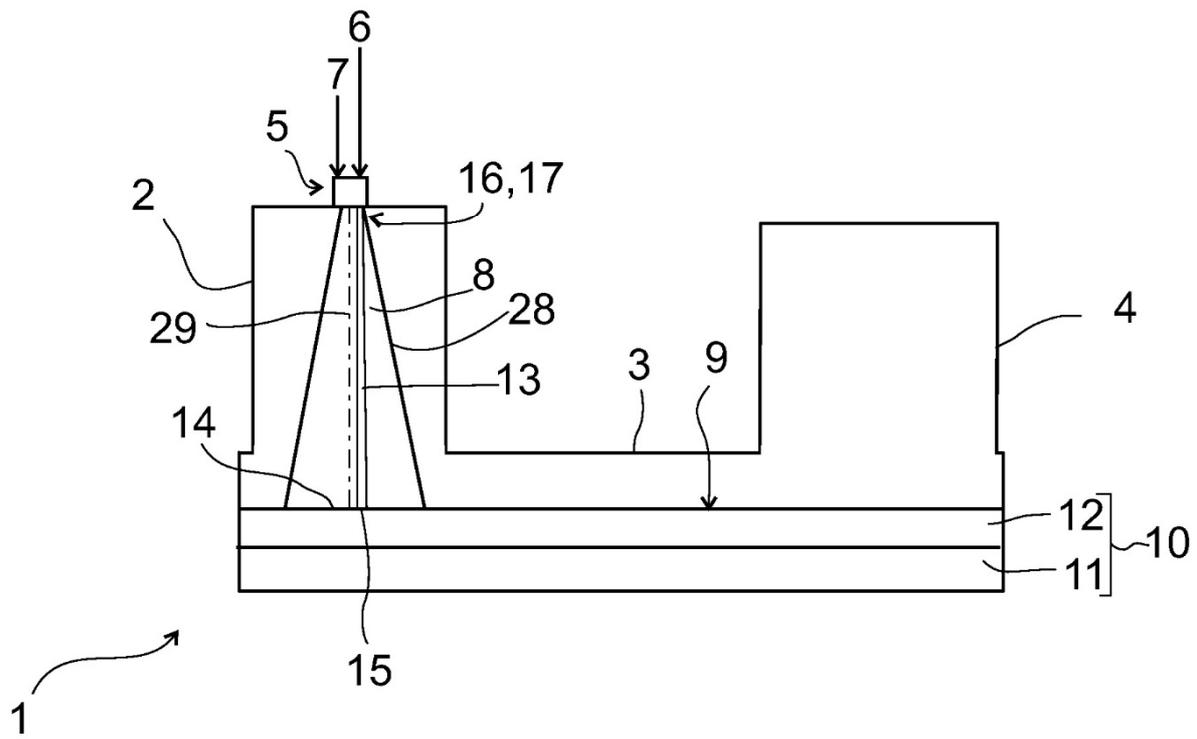


FIG 4

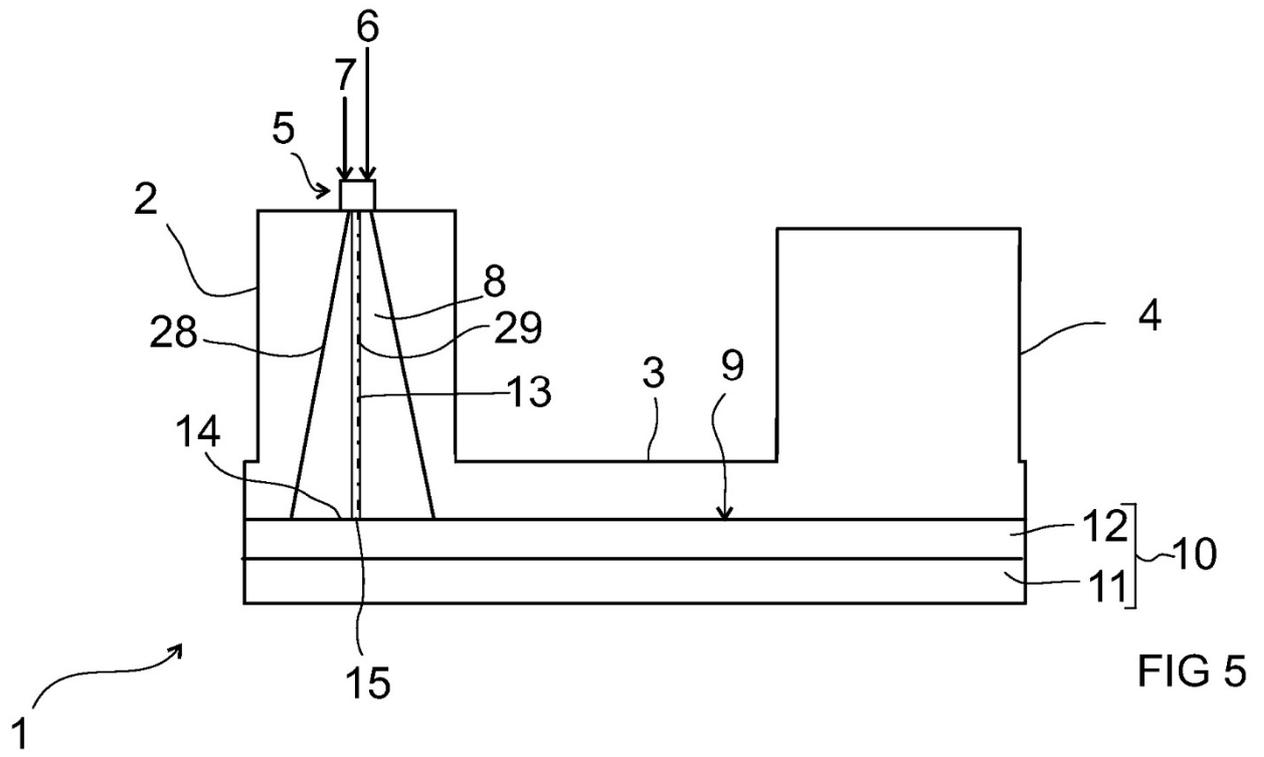


FIG 5

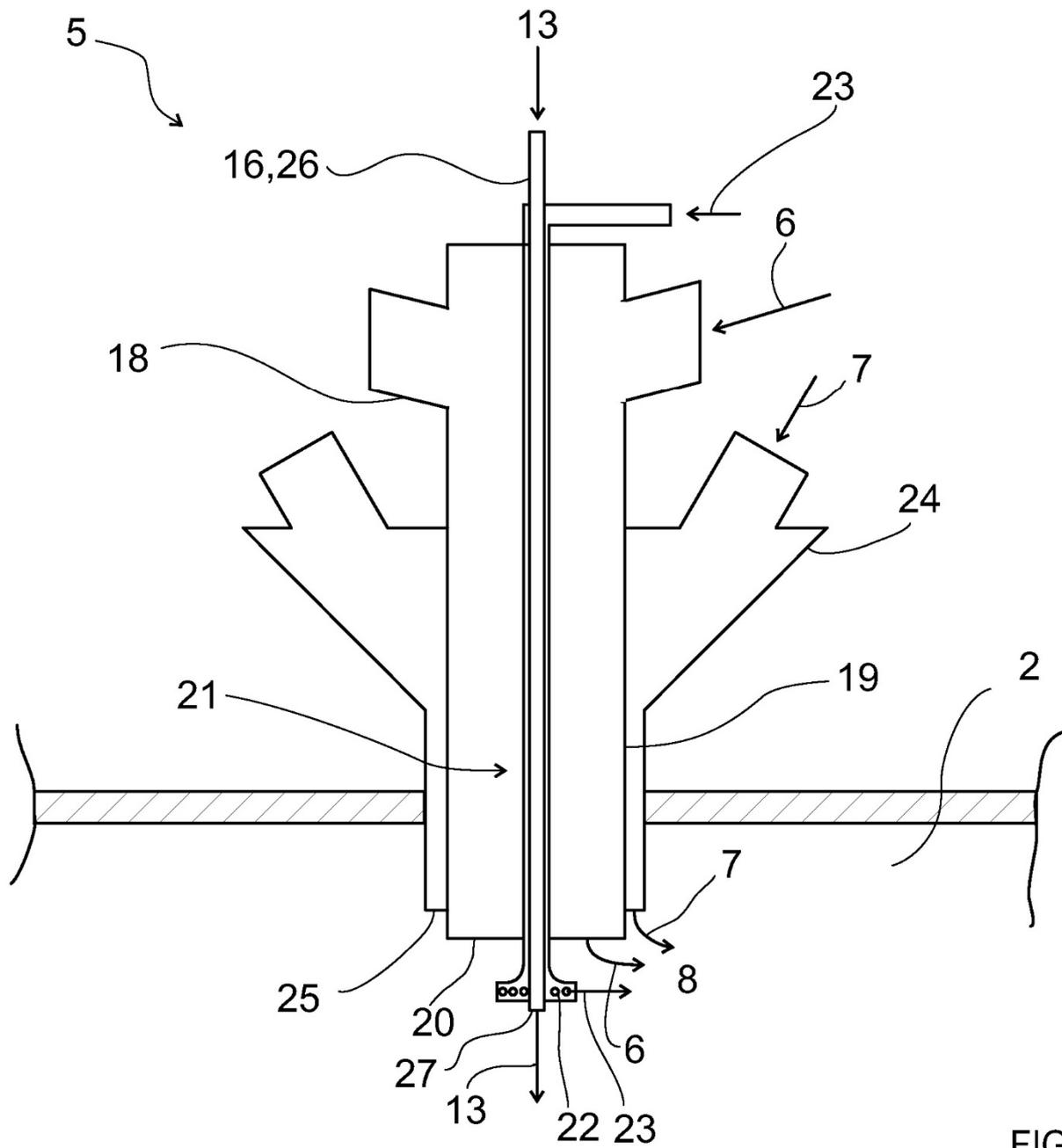


FIG 6

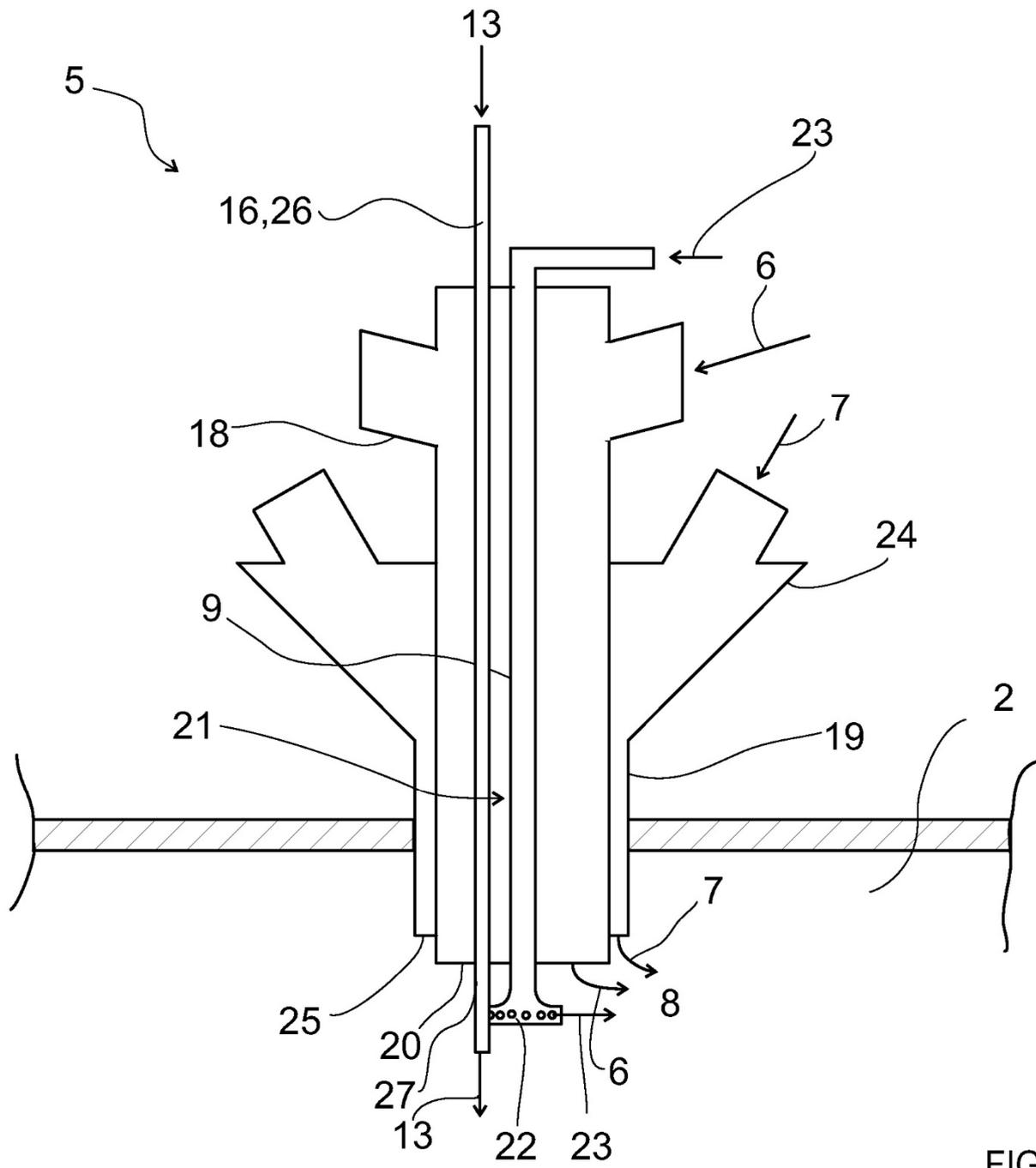


FIG 7