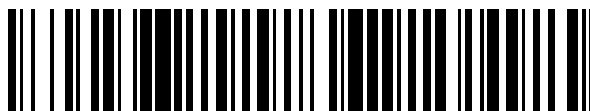


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 668**

51 Int. Cl.:

**C04B 2/12** (2006.01)

**F27D 17/00** (2006.01)

**C04B 2/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2010 E 10156025 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2013 EP 2230223**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la producción de cal**

30 Prioridad:

**19.03.2009 DE 102009013935**

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

**07.10.2013**

73 Titular/es:

**MESSER GROUP GMBH (100.0%)  
Messer-Platz 1  
65812 Bad Soden, DE**

72 Inventor/es:

**GROHMANN, PAUL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 424 668 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 y dispositivo para la producción de cal

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la calcinación de calcita u otros carbonatos, en el que el carbonato es expuesto a una elevada temperatura generada por la combustión de combustible con agentes oxidantes y es calcinado para formar un producto, y el producto calcinado es enfriado a continuación mediante contacto con un medio refrigerante. La invención se refiere, además, a un dispositivo correspondiente.
- 10 En la producción de cal se recurre al hecho de que la calcita y también la dolomita afín modifican durante el calentamiento su composición química. A temperaturas entre 900 y 1.300°C, la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) se descompone en dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gaseoso y óxido de calcio ( $\text{CaO}$  = cal viva). El calor necesario para ello se habilita, por norma general, mediante la combustión de un combustible gaseoso, líquido o en forma de polvo bajo la aportación de aire en un horno de cuba o en un horno rotativo tubular. En la producción de cal en hornos de cuba tal como se describe, por ejemplo, en el documento DE 148 30 43 A1, el aire primario se insufla desde abajo en el horno de cuba dispuesto esencialmente en posición vertical. El combustible, a menudo gas natural, petróleo o polvo de carbón, se inyecta en una zona media del horno y allí se calcina con el aire primario aportado desde abajo al horno. El proceso de combustión puede optimizarse, eventualmente, mediante la aportación de aire secundario en la zona superior del horno de cuba. Mediante la combustión se constituye dentro del horno de cuba un perfil de temperaturas que, comenzando desde el extremo superior del horno de cuba, muestra una temperatura creciente hacia el fondo que en la zona de la aportación de combustible, la denominada zona de calcinación, alcanza su máximo de hasta 1300°C. Por debajo de la entrada de combustible, la temperatura del recinto interior del horno disminuye rápidamente en virtud del aire fresco aportado desde abajo. La calcita alimentada desde arriba es calentada, por consiguiente, en la zona superior del horno de cuba y es llevada a la temperatura necesaria para la calcinación. Una vez efectuada la calcinación, el producto calcinado, la cal viva, cae a la zona inferior del horno, y es enfriado allí por el aire primario que allí afluye.
- 20
- 25
- 30 Tanto en la combustión del combustible habitualmente fósil como en la calcinación propiamente dicha resulta en medida considerable dióxido de carbono, el cual es evacuado junto con el nitrógeno del aire, vapor de agua, así como sustancias nocivas que resultan eventualmente durante la combustión. Mientras que las sustancias nocivas pueden ser eliminadas del aire de escape mediante medidas de filtración adecuadas, la separación a gran escala técnica de dióxido de carbono y nitrógeno apenas se puede realizar desde un punto de vista rentable. Por este motivo, durante la calcinación y sinterización de calcita y otros carbonatos se entregan al aire del entorno considerables cantidades de dióxido de carbono. Sería, por lo tanto, deseable obtener durante el proceso de la producción de cal, un gas de escape que se componga de dióxido de carbono lo más puro posible, el cual pueda ser purificado y secuestrado según métodos habituales.
- 35
- 40 Una posibilidad de eliminar la porción de nitrógeno en el gas de escape consiste en la combustión con oxígeno puro u otro agente oxidante rico en oxígeno. Por "agente oxidante rico en oxígeno" o "gas rico en oxígeno" se entiende en este caso un gas cuyo contenido en oxígeno se encuentra por encima del contenido en oxígeno del aire, es decir, por ejemplo, presenta una proporción de oxígeno superior a 30% en vol. En particular, en este caso se trata de un gas con un contenido en oxígeno superior a 90% en vol, preferiblemente superior a 95% en vol., de manera particularmente preferida superior a 99% en vol. Gases de este tipo se producen, por ejemplo, en instalaciones de descomposición del aire criógenas o en generadores de oxígeno que trabajan con procedimientos de adsorción por cambio de presión (PSA o VPSA). En el caso de la combustión de combustibles fósiles habituales tales como gas natural o petróleo, con oxígeno o un gas rico en oxígeno aparecen, sin embargo, en ocasiones temperaturas de la llama muy elevadas que pueden deteriorar las paredes del horno. Conforme al procedimiento "Oxifuel" conocido y desarrollado para procesos de combustión en centrales térmicas, las temperaturas de la llama pueden reducirse debido a que una parte del gas de escape que resulta durante la combustión es devuelta al horno. Dado que, sin embargo, el gas de escape presenta durante la combustión de combustible rico en carbono tal como, por ejemplo, gas natural, una porción muy elevada de dióxido de carbono, resulta con ello el peligro de que una parte nada desconsiderable de la cal viva ya generada sea carbonizada de nuevo con el dióxido de carbono reciclado para formar carbonato de calcio.
- 45
- 50
- 55 En el documento EP 1 211 222 A1 se describe un procedimiento así como un dispositivo para la combustión de calcita u otros carbonatos, en el que el carbonato es expuesto a una temperatura elevada generada mediante la combustión de combustible con agentes oxidantes y es calcinado para formar un producto, y el producto calcinado es enfriado a continuación mediante contacto con un agente refrigerante. En este caso, en calidad de agente

refrigerante se emplea aire que es conducido en una corriente transversal hacia el producto a través de una zona de refrigeración del horno de calcinación y, a continuación, es entregado a la atmósfera circundante. El calor recogido en este caso es utilizado en un intercambiador de calor en parte para el precalentamiento de gases de combustión que son calcinados en un quemador del horno de calcinación. Una parte esencial del calor permanece, sin embargo, en el agente refrigerante y se pierde sin aprovechamiento en su expulsión a la atmósfera del entorno.

Por lo tanto, misión de la presente invención es indicar un procedimiento así como un dispositivo para la calcinación de calcita u otros carbonatos, en el que como gas de escape se forme dióxido de carbono lo más puro posible y sea susceptible de ser secuestrado.

Este problema se resuelve mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y mediante un dispositivo con las características de las reivindicaciones 7, 3.

Conforme a ello, de acuerdo con la invención, un procedimiento del tipo y finalidad mencionada al comienzo se caracteriza por que el carbonato es aportado a un primer recinto del horno que contiene una zona de calcinación, en el que son introducidos al mismo tiempo combustible y un agente oxidante rico en oxígeno, son calcinados y el gas de escape rico en dióxido de carbono que resulta durante la combustión y calcinación es devuelto, al menos en parte, como gas de reciclaje al recinto del horno. A continuación, el producto calcinado es transferido a través de un dispositivo de esclusas a un segundo recinto del horno que contiene una zona de refrigeración, cuya atmósfera está separada, de modo estanco al flujo, de la atmósfera del primer recinto del horno y en el que la refrigeración del producto calcinado tiene lugar mediante contacto térmico con un medio refrigerante.

De acuerdo con la invención, la calcinación y el enfriamiento que tiene lugar a continuación del producto calcinado se producen, por lo tanto, en dos recintos del horno separados uno de otro desde un punto de vista de técnica de flujo, en los que se mantienen atmósferas diferentes. En particular, en el marco de la invención es posible llevar a cabo en la zona de calcinación una combustión de un combustible con contenido en carbono tal como, por ejemplo, gas natural, biogás, petróleo o polvo de carbón, con un gas rico en oxígeno, bajo la formación de un gas de escape rico en dióxido de carbono, mientras que en el segundo recinto del horno que contiene la zona de refrigeración está presente una atmósfera que no contiene o sólo contiene un poco de dióxido de carbono. Con ello, se evita eficazmente que durante el enfriamiento se produzca una recarbonización del producto calcinado.

En la refrigeración del producto calcinado es particularmente ventajosa una conducción, al menos en parte, en circuito del medio refrigerante. En este caso, el medio refrigerante atraviesa el segundo recinto del horno en una dirección opuesta a la dirección de transporte del producto calcinado y, en este caso, se calienta en intercambio de calor con el producto calcinado a enfriar. Después de recorrer el segundo recinto del horno, el medio refrigerante es aportado a un dispositivo de refrigeración y luego es devuelto, al menos en parte renovado como medio refrigerante enfriado, al segundo recinto del horno con el fin de enfriar el producto calcinado. Con ello, también es posible desde un punto de vista de la rentabilidad un empleo de gases inertes relativamente caros para el enfriamiento.

La invención prevé, además, que el medio refrigerante, después de recorrer el segundo recinto del horno, entre en intercambio de calor con el gas de reciclaje del primer recinto del horno. El calor recogido por el medio refrigerante durante la refrigeración del producto calcinado es aprovechado, por lo tanto, para el calentamiento del gas de reciclaje antes de su entrada al primer recinto del horno. Con ello, se continúa mejorando la rentabilidad del procedimiento. El intercambiador de calor puede estar dispuesto, naturalmente, también en la tubería de circulación del medio refrigerante precedentemente descrita y, por consiguiente, puede funcionar como dispositivo refrigerante para el medio refrigerante conducido en circuito.

Como medio refrigerante preferido en el segundo recinto del horno pasa a emplearse aire, pero de manera particularmente preferida un gas inerte tal como nitrógeno o gas noble, o una mezcla gaseosa consistente predominantemente en gases inertes.

Para mejorar la no contaminación del procedimiento de acuerdo con la invención es conveniente que el dióxido de carbono contenido en el gas de escape del primer recinto del horno sea separado al menos en parte y, eventualmente después de una etapa de purificación, sea aportado para un secuestro. El dióxido de carbono precipita como producto de la calcinación, al igual que como producto de la combustión durante la combustión de un combustible con contenido en carbono tal como, por ejemplo, gas natural, petróleo o polvo de carbón. La proporción en dióxido de carbono en el gas de escape se continúa aumentando mediante el uso de oxígeno o gas

rico en oxígeno en lugar del aire utilizado habitualmente en los procedimientos de calcinación conocidos como agente oxidante, lo cual facilita el secuestro.

5 El problema de la invención se resuelve también mediante un dispositivo para la calcinación de calcita u otros carbonatos, con una zona de calcinación dispuesta en un recinto del horno, zona en la que el carbonato es expuesto a una temperatura elevada generada por la combustión de combustible con un agente oxidante y, con ello, es calcinada para formar un producto, y una zona de refrigeración en la que el producto calcinado es enfriado mediante contacto térmico con un medio refrigerante, y que se caracteriza por que la zona de calcinación y la zona de refrigeración están dispuestas en cada caso en recintos del horno separados entre sí, estando conectada al primer recinto del horno que contiene la zona de calcinación una tubería de alimentación de combustible, una tubería de alimentación de agente oxidante y una tubería de gas de escape, y en el segundo recinto del horno que contiene la zona de refrigeración está conectada una tubería de alimentación y una tubería de evacuación para el medio refrigerante, en donde el primer recinto del horno y el segundo recinto del horno están unidos entre sí a través de una disposición de esclusas que separa entre sí desde un punto de vista de técnica de flujo las atmósferas de los dos recintos del horno, a través de la cual el producto calcinado puede ser transferido desde el primer recinto del horno al segundo recinto del horno.

20 Con el fin de reducir el consumo de energía en el caso del empleo del dispositivo de acuerdo con la invención, la tubería de evacuación para el medio refrigerante del segundo recinto del horno está térmicamente unida con la tubería de retorno del primer recinto del horno a través de un intercambiador de calor. Las corrientes de producto en las tuberías permanecen en este caso separadas, únicamente tiene lugar una transferencia de energía térmica. El calor absorbido por el medio refrigerante durante el enfriamiento del producto calcinado se aprovecha entonces para precalentar el gas de reciclaje en el primer recinto del horno.

25 Mediante la capacidad de separación, prevista en el dispositivo de acuerdo con la invención, de las atmósferas de la zona de calcinación y de la zona de refrigeración puede evitarse, en particular, una recarbonización indeseada del producto calcinado que se encuentra en la fase de refrigeración por parte del gas de combustión rico en dióxido de carbono procedente de la zona de calcinación.

30 Preferiblemente, la tubería de gas de escape del primer recinto del horno está unida con una tubería de retorno para el retorno, al menos parcial, del gas de escape al primer recinto del horno. El gas de escape que resulta durante la combustión del combustible en la zona de calcinación puede devolverse, así, al menos en parte, como gas de moderación al primer recinto del horno y, con ello, puede emplearse para reducir la temperatura de la llama.

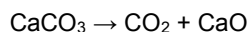
35 Una ejecución particularmente ventajosa de la invención prevé que la tubería de alimentación y la tubería de evacuación para el medio refrigerante en el segundo recinto del horno estén unidas entre sí a través de una tubería de circulación en la que está previsto un dispositivo de refrigeración. Con ello, puede ahorrarse medio refrigerante, y se posibilita el empleo rentable también de medios de refrigeración relativamente caros tales como, por ejemplo, gases inertes tales como gases nobles o nitrógeno puro.

40 La disposición de esclusas separa las atmósferas de los dos recintos del horno al menos ampliamente. En función del tipo de disposición de esclusas, las dos atmósferas de los recintos del horno no sólo pueden variar en relación con su composición, sino que, p. ej., pueden presentar también diferentes relaciones de presión. Como disposición de esclusas preferida pasa a emplearse una esclusa mecánica, por ejemplo una esclusa mecánica, por ejemplo una esclusa de rodete. De forma alternativa o complementaria a una esclusa mecánica de este tipo puede pasar a emplearse, sin embargo, también una cortina de gas, mediante la cual se impide, mediante la afluencia de una corriente de gas de separación en un tubo de unión entre los recintos del horno, la mezcladura de las dos atmósferas de los recintos del horno. Otra ejecución preferida prevé la disposición de un tubo separador de presión (designado también como "Seal leg" ("pata de sellado")) tal como se describe, por ejemplo, en el documento US 4 078 675 B1. En este caso, la separación de las atmósferas de los recintos del horno tiene lugar mediante el propio producto en forma de polvo mientras que éste recorre el tubo de separación de presión que une los recintos del horno.

55 Preferiblemente, la tubería de gas de escape del primer recinto del horno está unida con un dispositivo para la purificación de dióxido de carbono. En este dispositivo, el gas de escape que se compone esencialmente de dióxido de carbono es liberado de otras sustancias y, así, es preparado para un aprovechamiento ulterior en otros procesos industriales o en otro almacenamiento final (secuestro).

Con ayuda del dibujo se ha de explicar con mayor detalle un ejemplo de realización de la invención. En una vista esquemática, la única figura (Fig. 1) muestra un dispositivo de acuerdo con la invención para la calcinación de calcita o demás carbonatos.

5 El dispositivo 1 para la calcinación de calcita o demás carbonatos comprende un primer recinto 2 del horno para calcinar el material de alimentación y un segundo recinto 3 del horno para enfriar el producto calcinado en el primer recinto 2 del horno. En el caso de los recintos 2 y 3 del horno se trata, en el ejemplo de realización, de hornos tubulares rotativos o de cuba separados uno de otro; los recintos 2, 3 del horno pueden en el marco de la  
10 invención estar dispuestos, sin embargo, también dentro de un único horno de cuba u horno rotativo tubular. El material de alimentación, por ejemplo calcita o dolomita molida, es aportado en una tubería de alimentación 5 a la zona superior del recinto 2 del horno. En una zona inferior del recinto 2 del horno, la zona de calcinación 6, desembocan dos tuberías de afluencia 7, 8, a saber una tubería de afluencia 7 para combustible y una tubería de afluencia 8 para oxígeno o un gas rico en oxígeno, junto a una tobera 9 del quemador en el recinto 2 del horno.  
15 Como combustible pasa a emplearse preferiblemente gas natural, biogás, petróleo o polvo de carbón. Mediante la combustión del combustible se genera dentro de la zona de calcinación 6 la temperatura necesaria para la calcinación del material de alimentación de, por ejemplo, 900°C-1300°C. Los gases de combustión que resultan durante la combustión ascienden en el recinto 2 del horno y recorren así el recinto 2 del horno en contracorriente al material de alimentación. La interacción térmica entre los gases de combustión y el material de alimentación  
20 conduce a que el material de alimentación se caliente sucesivamente en su recorrido descendente hacia la zona de calcinación, y los gases de la combustión se enfrían asimismo sucesivamente en su trayectoria ascendente hacia la tubería 11 del gas de escape. Desde la zona de calcinación 6 a la tubería 11 de gas de escape, el perfil de temperaturas en el recinto 2 del horno muestra, por consiguiente, un descenso continuo de la temperatura. En virtud de la combustión del combustible que consiste predominantemente en carbono o hidrocarburos con un gas  
25 predominantemente consistente en oxígeno se genera un gas de combustión que se compone predominantemente de dióxido de carbono y, eventualmente, de agua. En el caso de calcita o dolomita como material de alimentación, durante la calcinación en la zona de calcinación 6 y en virtud de la reacción



30 la calcita se convierte en cal viva (CaO). En este caso, precipita de nuevo dióxido de carbono, el cual, junto con el gas de combustión, es evacuado como gas de escape a través de la tubería de gas de escape 11. El gas de escape se somete a continuación – aquí no mostrado – a un procedimiento para la separación y/o purificación del dióxido de carbono, el cual puede ser luego aportado o secuestrado para un aprovechamiento ulterior.

35 Una parte del gas de escape es retirada, sin embargo, de la tubería de gas de escape 11 y es devuelta al recinto 2 del horno en forma de un denominado gas de moderación a través de una tubería de reciclaje 13. El gas de moderación sirve para la regulación de la temperatura de combustión en la zona de calcinación 6. Por medio de un fuelle mecánico 14 se puede controlar la corriente del gas de escape determinada para el reciclaje y bifurcada a la tubería de reciclaje 13.  
40

El producto generado durante la calcinación en la zona de calcinación 6 – por ejemplo cal viva (CaO) – es aportado a continuación para el enfriamiento al segundo recinto 3 del horno. Para ello, entre el primer recinto 2 del horno y el segundo recinto 3 del horno está dispuesta una tubería de producto 16. En la tubería de producto 16  
45 está prevista una disposición de esclusas 17 la cual garantiza que, por una parte, el producto pueda atravesar la tubería de producto 16 y, por otra parte, sin embargo, las atmósferas presentes en los recintos 2, 3 del horno no se mezclen a fondo. En el caso de la disposición de esclusas 17 se trata, por ejemplo, de un “Seal leg” (tubo de separación de presión) en el que tiene lugar la separación neumática de las atmósferas de los recintos del horno a través del producto transportado a través de la disposición de esclusas 17. De forma alternativa o complementaria,  
50 también puede pasar a emplearse – aquí no mostrado – una esclusa de rodete o una cortina de gas. El producto enfriado es retirado del recinto 3 del horno a través de una tubería de evacuación de producto 18 dispuesta en la zona inferior del recinto 3 del horno y es aportada, por ejemplo, a un dispositivo de empaquetamiento.

55 En su recorrido desde la desembocadura de la tubería de producto 16 al recinto 3 del horno hasta la tubería de evacuación de producto 18, el producto es puesto en contacto térmico con un medio refrigerante. Por consiguiente, el recinto 3 del horno funciona, a lo largo de casi toda su longitud, como zona de refrigeración 19. En el caso del medio refrigerante se trata preferiblemente de aire o de un gas inerte tal como nitrógeno, o un gas noble, por ejemplo argón. El medio refrigerante es introducido junto a una tubería de alimentación de medio refrigerante 21, a

una zona inferior del recinto 3 del horno, es conducido en contracorriente hacia el producto a través del recinto 3 del horno y es retirado del recinto 3 del horno en un tramo superior del recinto 3 del horno junto a una tubería de evacuación del medio refrigerante 22. En el contacto térmico con el medio refrigerante se enfría el producto hasta valores de temperatura de 50°C e inferiores. En este caso, el calor es absorbido por el medio refrigerante, de manera que se calienta con ello hasta valores de varios cientos de grados. El medio refrigerante calentado es aportado a un intercambiador de calor 23 y allí es puesto en contacto térmico con el gas en la tubería de reciclaje 13, gas que es calentado con ello antes de su alimentación al recinto 2 del horno. En el intercambiador de calor 23 tiene lugar únicamente una transferencia de calor, pero ningún intercambio de sustancias entre los medios. En el caso del intercambio de calor en el intercambiador de calor 23 se enfría de nuevo el medio refrigerante. El medio refrigerante puede aportarse a continuación, en su totalidad o en parte, mediante el fuelle mecánico 24 a través de una tubería de retorno 25 a la tubería de alimentación del medio refrigerante 21 y, por consiguiente, de nuevo al recinto 3 del horno, o bien evacuarse a través de una tubería de evacuación 26. El medio refrigerante evacuado a través de la tubería de evacuación 26 es entregado a la atmósfera circundante o es aportado para un uso ulterior. La tubería de retorno con el fuelle mecánico 24 es ante todo conveniente en el caso de un medio refrigerante relativamente caro tal como, por ejemplo, gas noble, dado que el medio refrigerante pasa a emplearse de este modo varias veces. Por el contrario, si se emplea un medio refrigerante económico tal como, por ejemplo, aire, o un gas del proceso presente con abundancia en virtud de otros procesos, resulta superflua la incorporación de la tubería de retorno 24. En este caso, el medio refrigerante aportado a través de la tubería de alimentación 21 del medio refrigerante es evacuado por completo a través de la tubería de evacuación 26. El medio refrigerante que fue evacuado a través de la tubería de evacuación 26 es reemplazado por medio refrigerante reciente que es conducido a través de una tubería de alimentación 27. Como medio refrigerante reciente entra en consideración, por ejemplo, nitrógeno líquido o presente en un estado gaseoso congelado. Mediante una regulación adecuada de la alimentación de medio refrigerante reciente y de la proporción del medio refrigerante conducido en circuito a través de la tubería de retorno 25 puede modificarse, por lo demás, también la temperatura del medio refrigerante en la introducción en el recinto 3 del horno y, por consiguiente, puede influirse de manera preestablecida sobre el perfil de temperaturas en el recinto 3 del horno.

En el dispositivo de acuerdo con la invención, el enfriamiento del material calcinado en el recinto 3 del horno tiene lugar, por consiguiente, en un atmósfera que presenta una composición diferente y, eventualmente, también una presión distinta que la atmósfera que reina en el recinto 2 del horno. En particular, la atmósfera en el recinto 3 del horno es pobre en dióxido de carbono y presenta, por ejemplo, a lo sumo un contenido en dióxido de carbono que corresponde al del aire (400 ppm<sub>v</sub>). Con ello, en la fase de enfriamiento del producto se impide una recarbonización del producto calcinado mediante la reacción con el gas de escape con fuerte contenido en dióxido de carbono y reciclado en el recinto 2 del horno. El producto se compone, por lo tanto, en una elevada pureza de material totalmente calcinado. Al mismo tiempo, como gas de escape de la combustión resulta dióxido de carbono ampliamente puro que puede ser aportado o secuestrado para un uso ulterior y, por consiguiente, puede ser hecho no contaminante para el medio ambiente.

La invención no se limita, por lo demás, al empleo en la calcinación de cal, más bien puede emplearse de manera correspondiente también en otros procesos en los que se calcinan carbonatos.

**Lista de símbolos de referencia**

- |    |     |   |
|----|-----|---|
|    | 1.  | dispositivo                                   |
| 5  | 2.  | primer recinto del horno                      |
|    | 3.  | segundo recinto del horno                     |
|    | 4.  | -   |
|    | 5.  | tubería de alimentación                       |
|    | 6.  | zona de calcinación                           |
| 10 | 7.  | tubería de alimentación de combustible        |
|    | 8.  | tubería de alimentación de oxígeno            |
|    | 9.  | tobera del quemador                           |
|    | 10. | -   |
|    | 11. | tubería del gas de escape                     |
| 15 | 12. | -   |
|    | 13. | tubería de reciclaje                          |
|    | 14. | fuelle mecánico                               |
|    | 15. | -   |
|    | 16. | tubería de producto                           |
| 20 | 17. | disposición de esclusas                       |
|    | 18. | tubería de evacuación del producto            |
|    | 19. | zona de refrigeración                         |
|    | 20. | -   |
|    | 21. | tubería de alimentación de medio refrigerante |
| 25 | 22. | tubería de evacuación de medio refrigerante   |
|    | 23. | intercambiador de calor                       |
|    | 24. | fuelle mecánico                               |
|    | 25. | tubería de retorno                            |
|    | 26. | tubería de evacuación                         |
| 30 | 27. | tubería de alimentación                       |

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento para la calcinación de calcita u otros carbonatos, en el que el carbonato es expuesto a una elevada temperatura generada por la combustión de combustible con agentes oxidantes y es calcinado para formar un producto, y el producto calcinado es enfriado a continuación mediante contacto con un medio refrigerante, caracterizado por que
- 10 - el carbonato es aportado a un primer recinto (2) del horno que contiene una zona de calcinación (6), en el que son introducidos al mismo tiempo combustible y un agente oxidante rico en oxígeno, son calcinados y el gas de escape rico en dióxido de carbono que resulta durante la combustión y calcinación es devuelto, al menos en parte, como gas de reciclaje al recinto (2) del horno,
- 15 - el producto calcinado es transferido a continuación a través de un dispositivo de esclusas (17) a un segundo recinto (3) del horno que contiene una zona de refrigeración (19), cuya atmósfera está separada, de modo estanco al flujo, de la atmósfera del primer recinto del horno y en el que la refrigeración del producto calcinado tiene lugar mediante contacto térmico con el medio refrigerante,
- 20 - el medio refrigerante atraviesa el segundo recinto (3) del horno en una dirección opuesta a la dirección de transporte del producto calcinado, después de recorrer el segundo recinto (3) del horno es aportado a un dispositivo de refrigeración (23) y el medio refrigerante enfriado es aportado de nuevo, al menos en parte, al segundo recinto (3) del horno con el fin de enfriar el producto, y
- el medio refrigerante, después de recorrer el segundo recinto (3) del horno, entra en intercambio de calor con el gas de reciclaje del primer recinto (2) del horno.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que como combustible en el primer recinto (2) del horno pasa a emplearse una fuente de carbono, y como agente oxidante, oxígeno o un gas rico en oxígeno.
- 25 3.- Dispositivo para la calcinación de calcita u otros carbonatos, con una zona de calcinación (6) dispuesta en un recinto (2) del horno, zona en la que el carbonato, en estado de funcionamiento del dispositivo, es expuesto a una temperatura elevada generada por la combustión de combustible con un agente oxidante y, con ello, es calcinada para formar un producto, y una zona de refrigeración (19) en la que el producto calcinado, en estado de funcionamiento del dispositivo, es enfriado mediante contacto térmico con un medio refrigerante, caracterizado por que
- 30 la zona de calcinación (6) y la zona de refrigeración (19) están dispuestas en cada caso en recintos (2, 3) del horno separados entre sí, estando conectada al primer recinto (2) del horno que contiene la zona de calcinación (6) una tubería de alimentación de combustible (7), una tubería de alimentación de agente oxidante (8) y una tubería de gas de escape (11), y en el segundo recinto (3) del horno que contiene la zona de refrigeración (19) está conectada una tubería de alimentación (21) y una tubería de evacuación (22) para el medio refrigerante, y el primer recinto (2) del horno y el segundo recinto (3) del horno están unidos entre sí a través de una disposición de esclusas (17) que separa entre sí desde un punto de vista de técnica de flujo las atmósferas de los dos recintos (2, 3) del horno, a través de la cual el producto calcinado puede ser transferido desde el primer recinto (2) del horno al segundo recinto (3) del horno,
- 35 la tubería de gas de escape del primer recinto (2) del horno está unida con una tubería de retorno (13) para el retorno, al menos parcial, del gas de escape al primer recinto (2) del horno, la tubería de alimentación (21) y la tubería de evacuación (22) para el medio refrigerante están unidas entre sí en el segundo recinto (3) del horno a través de una tubería de circulación (25) en la que está previsto un dispositivo de refrigeración, y la tubería de evacuación (22) para el medio refrigerante del segundo recinto (3) del horno está térmicamente unida con la tubería de retorno (25) del primer recinto (2) del horno a través de un intercambiador de calor (23).
- 40 4.- Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado por que la disposición de esclusas (17) comprende una esclusa mecánica, por ejemplo una esclusa de rodete, una cortina de gas o tubo de separación de presión (Seal leg).
- 45 5.- Dispositivo según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado por que la tubería de gas de escape (11) del primer recinto (2) del horno está unida con un dispositivo para la separación de dióxido de carbono.
- 50



