

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 825**

51 Int. Cl.:

C04B 7/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2014** **E 14193698 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020** **EP 2881377**

54 Título: **Procedimiento para la producción de clínker de cemento**

30 Prioridad:

07.12.2013 DE 102013020722

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

08.09.2020

73 Titular/es:

**MESSER AUSTRIA GMBH (100.0%)
Industriestrasse 5
2352 Gumpoldskirchen, AT**

72 Inventor/es:

DEMUTH, MARTIN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 781 825 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 para la producción de clínker de cemento

5 La invención se refiere a un procedimiento para producir clínker de cemento, en el que se calienta harina cruda de cemento en al menos un precalentador ciclónico, se desacidifica la harina cruda calentada en un calcinador equipado con un quemador y se quema en un horno de clínker para dar clínker, y a continuación se enfría el clínker en un enfriador de clínker, suministrándose la energía necesaria para la transformación de materia mediante la combustión de un combustible primario con un agente de oxidación primario y/o secundario en un quemador en el horno de clínker
10 y mediante la combustión de un combustible secundario con un agente de oxidación terciario en el quemador del calcinador.

15 En la producción de clínker de cemento en el proceso en seco se calienta un material de partida mineral, que contiene carbonato de calcio (CaCO_3), denominado en lo sucesivo "harina cruda de cemento", en un precalentador ciclónico de una o varias fases y se seca de manera residual. A continuación, en un calcinador se escinde ("desacidifica") el carbonato de calcio a una temperatura de desde 800°C hasta 900°C en su mayor parte con la formación de óxido de calcio (CaO) y dióxido de carbono (CO_2). La harina cruda caliente se desacidifica de manera residual a continuación en un horno de clínker configurado en la mayoría de los casos como horno tubular rotatorio a una temperatura de desde 1000°C hasta 1500°C y se quema mediante un proceso de sinterización para dar clínker. A continuación se
20 enfría el clínker en un enfriador de clínker en una corriente de aire hasta una temperatura de aproximadamente 100°C a 300°C y se procesa adicionalmente en etapas de proceso posteriores para dar cemento.

25 La energía necesaria para la transformación de materia se suministra al proceso mediante la combustión de un combustible primario en el horno de clínker y mediante la combustión de un combustible secundario en un horno de combustión asociado al calcinador. Mientras que el horno de clínker se calienta habitualmente debido a las altas temperaturas necesarias con combustibles de alta calidad, en el horno de combustión del calcinador se utilizan con frecuencia combustibles de sustitución de baja potencia calorífica. Los oxidantes necesarios para la combustión de los combustibles se denominan agentes de oxidación primarios, secundarios y terciarios.

30 En lo sucesivo, con el término "agente de oxidación primario" pretende denominarse un agente de oxidación que se aporta a través de canales de suministro del quemador de horno de clínker y/o a través de la zona de descarga del material de alimentación a la cámara de combustión del horno de clínker. Como "agente de oxidación secundario" pretenden denominarse todos los demás agentes de oxidación, adicionales al agente de oxidación primario, aportados al horno de clínker. Por ejemplo, en muchos casos se suministra aire, que se utilizó previamente como medio de enfriamiento en el enfriador de clínker, a continuación total o parcialmente como aire secundario al horno de clínker.
35 Otro ejemplo de un agente de oxidación secundario se conoce por el documento DE 10 2008 029 512 B4. En el mismo se utiliza como agente de oxidación secundario oxígeno o gas rico en oxígeno, que se aporta a través de lanzas al horno de clínker y posibilita en particular la adición de combustibles de baja potencia calorífica también al quemador del horno de clínker. Por "agente de oxidación terciario" (también denominado "aire terciario") se entiende en este caso un agente de oxidación, que se utiliza para la combustión de combustible secundario en el calcinador. El agente de oxidación terciario puede suministrarse al calcinador en diferentes puntos; en particular se suministra total o parcialmente a un horno de combustión denominado en lo sucesivo también "horno de calcinación", en el que se aporta el combustible secundario en un quemador (en lo sucesivo denominado también "quemador de calcinador") al horno de calcinación y se quema. Como agente de oxidación terciario se utiliza en muchos casos aire de enfriamiento del enfriador de clínker, tal como se describe, por ejemplo, en el documento DE 10 2006 012 267 A1, el documento WO 83/03601 A1 o el documento EP 0 162 215 B1.
45

50 Los gases de escape que se generan en el horno de clínker se guían a través de una cámara de entrada del horno de clínker hacia el calcinador, lo atraviesan y se introducen, junto con los gases de escape que se generan durante la combustión del combustible secundario en el calcinador, en el precalentador ciclónico, lo recorren a contracorriente con respecto a la harina cruda y a continuación se evacúan. Tras el intercambio de calor con la harina cruda en el precalentador ciclónico, los gases de escape presentan todavía temperaturas de desde 300°C hasta 400°C .

55 Durante la combustión del combustible de sustitución de baja potencia calorífica en el horno de combustión del calcinador se genera en una magnitud no reducida monóxido de carbono (CO). Parcialmente, este monóxido de carbono puede aprovecharse para destruir óxidos de nitrógeno (NO_x) en el gas de escape del calcinador; sin embargo, dado que a este respecto solo se necesita una cantidad comparativamente pequeña de monóxido de carbono, se emite una cantidad considerable del contaminante medioambiental monóxido de carbono con el gas de escape a la atmósfera circundante.
60

65 Para reducir la expulsión de sustancias nocivas, en particular para reducir el contenido de CO y NO_x en el gas de escape, en el objeto del documento DE 10 2009 055 942 A1 se utiliza una instalación de combustión posterior térmica regenerativa, en la que a una temperatura de más de 800°C en una cámara de combustión de múltiples etapas se oxida monóxido de carbono y se reducen térmicamente óxidos de nitrógeno con el suministro de un compuesto de nitrógeno-hidrógeno. Aunque esta propuesta de solución es efectiva, está asociada con costes de aparatos extraordinariamente altos.

Además, por el documento WO 99/06778 A1 se conoce un procedimiento para la producción de clínker de cemento, que tiene lugar en un dispositivo, que comprende un precalentador, un calcinador, un horno tubular rotatorio y un enfriador de clínker, enriqueciéndose el aire terciario guiado al calcinador con oxígeno de una fuente de oxígeno.

5 El objetivo de la presente invención es reducir la expulsión de monóxido de carbono en el calcinador con un esfuerzo de aparatos comparativamente reducido.

10 Este objetivo se alcanza mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

15 Es decir, según el procedimiento según la invención, al calcinador se le aporta oxígeno además del agente de oxidación terciario, teniendo lugar el suministro de este oxígeno adicional en la zona del quemador de calcinador. A este respecto, la cantidad del agente de oxidación terciario que debe suministrarse no se reduce por regla general a pesar de la cantidad de oxígeno adicional, dado que la cantidad del oxígeno adicional es reducida con respecto a la cantidad de aire terciario y asciende, por ejemplo, a solo del 0,5% al 2% de su flujo volumétrico. Mediante la propia adición de una cantidad tan reducida de oxígeno se aumenta sustancialmente la eficiencia de la combustión de los combustibles de baja potencia calorífica en el quemador de calcinador; al mismo tiempo se reduce la formación de monóxido de carbono, pero no se impide completamente. Se ha mostrado que el dióxido de carbono que aun así se genera es suficiente para provocar la reducción deseada de los óxidos de nitrógeno.

20 Se considera "oxígeno" en este caso un gas con un porcentaje de oxígeno de más del 90% en volumen, preferiblemente más del 95% en volumen, de manera especialmente preferible más del 99% en volumen. Como combustible secundario se utilizan en particular combustibles de sustitución de baja potencia calorífica, tales como, por ejemplo, lodo de depuradora, residuos de trituradora, fracción ligera de trituradora, restos de disolvente o materias primas biogénicas, tales como, por ejemplo, madera.

30 Para acelerar el quemado inicial del combustible, el oxígeno se suministra preferiblemente en forma de un chorro de oxígeno, que se dirige a una llama que sale del quemador del calcinador. El chorro de oxígeno se genera, por ejemplo, por medio de una lanza de oxígeno, que o bien está diseñada como dispositivo de aporte independiente del quemador o bien está montada en el propio quemador, por ejemplo, en forma de una lanza dispuesta dentro de un suministro de combustible del quemador de calcinador o de un canal anular, que sigue en la carcasa de quemador radialmente por fuera al suministro de combustible o a un suministro de aire terciario dado el caso existente. El oxígeno también puede precalentarse antes de su suministro al calcinador. Además puede estar previsto un accesorio de regulación adecuado, por medio del cual se regula el suministro del oxígeno adicional, por ejemplo, en función del contenido en CO del gas de escape, para garantizar que se esté de manera duradera por debajo de un valor límite de gas de escape durante el funcionamiento.

40 Una configuración ventajosa de la invención prevé que el oxígeno se suministre con velocidad del sonido o supersónica. La velocidad muy alta durante el aporte del agente de oxidación secundario conduce a que el agente de oxidación secundario penetre profundamente en la llama. Sin embargo, la invención no descarta que el oxígeno se aporte de manera subsónica.

45 Una configuración de nuevo preferida de la invención prevé que el oxígeno se suministre al calcinador en forma de pulsos de gas. A este respecto, mediante una variación de las duraciones de los pulsos puede ventajosamente variarse la cantidad de oxígeno suministrada y adaptarse a los respectivos requisitos.

50 La cantidad del oxígeno suministrado al calcinador además del aire terciario asciende según la invención a entre el 0,5% y el 2% del agente de oxidación terciario y con ello apenas modifica la cantidad del gas residual de calcinador. Ya esta cantidad escasa de oxígeno adicional reduce claramente el contenido en monóxido de carbono en el gas de escape, hasta, por ejemplo, aproximadamente del 10% a 40% de la cantidad generada sin suministro de oxígeno. Una cantidad mayor de oxígeno adicional es menos preferible, dado que aunque de este modo puede reducirse adicionalmente el contenido en monóxido de carbono, se necesita una cierta cantidad de monóxido de carbono en el gas de escape para reducir los óxidos de nitrógeno.

55 Un dispositivo para la producción de cemento que no pertenece en sí mismo a la invención está equipado con un calcinador, que presenta un suministro de combustible o varios suministros de combustible para un combustible secundario o varios combustibles secundarios y un suministro o varios suministros para agente de oxidación terciario, un horno de clínker y un enfriador de clínker, presentando el horno de clínker un suministro de combustible para un combustible primario y suministros para agente de oxidación primario y/o secundario, y estando caracterizado el dispositivo porque al calcinador está asociado, además del suministro para el agente de oxidación terciario, un suministro de oxígeno en comunicación de fluido con una fuente de oxígeno.

65 El dispositivo descrito, no según la invención, posibilita además del suministro de aire terciario al calcinador el suministro adicional de oxígeno, para acelerar la combustión del combustible secundario (o de los combustibles secundarios) y de este modo reducir la formación de monóxido de carbono. Siempre que el monóxido de carbono que

se encuentra con frecuencia en forma de mechas en el calcinador entre directamente en contacto con el oxígeno aportado puede tener lugar además una combustión posterior directa del monóxido de carbono.

Convenientemente, el suministro de oxígeno comprende una lanza de oxígeno dirigida a la llama del quemador de calcinador. La lanza de oxígeno en comunicación de fluido con una fuente de oxígeno, por ejemplo, un tanque de oxígeno, o bien desemboca directamente en una cámara de combustión del calcinador, concretamente de tal manera que un chorro de oxígeno que sale de la misma choque dentro de la cámara de combustión con la llama que sale del quemador de calcinador, o bien la lanza se hace pasar a través de la carcasa de quemador, por ejemplo, se dispone dentro de un suministro de combustible del quemador de calcinador. La lanza de oxígeno está equipada en formas de realización preferidas de la invención con una tobera de Laval, para posibilitar un aporte con velocidad supersónica, y/o con accesorios, que permiten un aporte del oxígeno en forma de pulsos de gas. Además, la lanza de oxígeno también puede estar como lanza de inercia y/o el suministro de oxígeno estar equipado con una unidad de precalentamiento. En el marco de la invención, naturalmente también es posible utilizar varias lanzas de oxígeno de los tipos mencionados anteriormente en un calcinador.

En una variante igualmente preferida, el suministro de oxígeno comprende, de manera complementaria o en lugar de las lanzas de oxígeno mencionadas anteriormente, un intersticio anular en comunicación de fluido con una fuente de oxígeno, por ejemplo, un tanque de oxígeno, en el quemador del calcinador. A este respecto, el intersticio anular está dispuesto de manera preferible radialmente por fuera en un conducto de alimentación de combustible o en un conducto de alimentación de aire terciario previsto en el quemador.

Alternativa o complementariamente a las formas de realización mencionadas anteriormente, el suministro de oxígeno está en comunicación de fluido con el suministro o un suministro para el agente de oxidación terciario al calcinador. Es decir, en esta configuración al menos una parte del oxígeno adicional llega junto con el aire terciario al calcinador.

Ejemplo 1:

En un calcinador se quema un combustible de baja potencia calorífica con, por ejemplo, aire terciario que procede del enfriador de clínker. El contenido en monóxido de carbono en el gas de escape del calcinador asciende, sin suministro de oxígeno adicional, al 0,5% en volumen en el caso de una cantidad de gas de escape total de 100000 Nm³/h. Por medio de una lanza dirigida a la llama del quemador de calcinador o dispuesta dentro del suministro de combustible del quemador de calcinador se aporta oxígeno con una pureza de al menos el 95% en volumen al calcinador. La cantidad de oxígeno asciende a entre 500 y 1000 Nm³/h. Mediante el aporte de oxígeno se consigue una reducción del contenido en CO en el gas de escape hasta el 0,2% en volumen y por debajo.

Ejemplo 2:

Mediante la combustión de un combustible de baja potencia calorífica con aire terciario en el quemador de un calcinador, el contenido en monóxido de carbono en el gas de escape de calcinador asciende, sin suministro de oxígeno adicional, al 3% en volumen en el caso de una cantidad de gas de escape total de 100000 Nm³/h. Mediante el aporte de oxígeno con una pureza de al menos el 95% en volumen por medio de una lanza dirigida a la llama que sale del quemador de calcinador o dispuesta dentro del suministro de combustible del quemador de calcinador en una cantidad de desde 500 hasta 1000 Nm³/h se consigue una reducción del contenido en CO en el gas de escape de hasta el 0,5% en volumen.

Mediante el dibujo pretende explicarse más detalladamente a continuación un ejemplo de realización de la invención. El único dibujo (Fig. 1) muestra esquemáticamente un dispositivo para producir clínker de cemento.

En el dispositivo 1 para producir clínker de cemento mostrado en el dibujo se suministra la harina cruda que debe quemarse a través de un conducto de alimentación 2 a un sistema de intercambiadores de calor ciclónicos 3. A continuación atraviesa un calcinador 4, que comprende un horno de calcinación 5 previsto para la calcinación de la materia prima así como una unidad de separación 6 configurada igualmente como ciclón. En el calcinador 4 se desacidifica la harina cruda a temperaturas de desde aproximadamente 800°C hasta 900°C con liberación de dióxido de carbono y a continuación se suministra a través de un conducto de suministro 7 a la entrada 8 de un horno de clínker 10.

El horno de clínker 10 configurado como horno tubular rotatorio está equipado con un quemador 12, que se alimenta a través de un suministro de combustible primario 13 y a través de un suministro de aire primario 14 con combustible primario y aire primario. Dado el caso, al horno de clínker 10 se le suministra a través de una lanza 16 conectada a un conducto de alimentación 15 un agente de oxidación secundario, por ejemplo, oxígeno. La lanza 16 que desemboca en el horno de clínker 10 está situada de tal manera que un chorro de oxígeno que sale de la misma se evacúa en la dirección de una llama 17 que sale del quemador 12 en el interior del horno de clínker 10. A temperaturas de desde 1200°C hasta 1500°C se sinteriza la materia prima ya calcinada en su mayor parte en una zona de sinterización 18 del horno de clínker 10 y abandona el horno de clínker 10 en su cabezal de horno 19 como clínker caliente completamente quemado, que entonces se enfría en el enfriador de clínker 20 hasta temperaturas de desde 100°C hasta 300°C, tras lo cual tiene lugar su procesamiento ya no representado para dar cemento. El enfriamiento del clínker

en el enfriador de clínker 20 tiene lugar por medio de aire fresco, que se aporta a través de un suministro de aire de enfriamiento 21 equipado con ventiladores no mostrados en este caso al enfriador de clínker 20.

5 Los gases de escape de horno calientes que se generan durante la combustión del combustible primario en el quemador 12 del horno de clínker 10 se suministran, después de haber provocado la sinterización de la harina cruda en la zona de sinterización 18 del horno de clínker 10, a través de un conducto de gas de horno 23 al horno de calcinador 5. Los gases de escape del horno de clínker 10 y del horno de calcinación 5 atraviesan el sistema de los intercambiadores de calor ciclónicos 3 a contracorriente con respecto a la harina cruda y se evacúan en un conducto de gas de escape 24, en el que está integrado un ventilador de succión no mostrado en este caso, y a continuación se purifican.

15 Al menos una parte del aire de salida caliente del enfriador de clínker 20 se suministra como denominado aire terciario a través de un conducto de aire terciario 26 al horno de calcinación 5 y se utiliza allí para la combustión de combustible secundario, que se suministra a través de un conducto de alimentación de combustible 27 dado el caso con ayuda de aire de transporte a un quemador 25 del horno de calcinación 5. El conducto de aire terciario 26 puede pasar por lo demás también de una manera no mostrada en este caso a varios conductos de alimentación, con lo que puede introducirse aire terciario en diferentes zonas del calcinador 4, tal como se describe, por ejemplo, en el documento DE 10 2006 012 267 A1.

20 En el caso del combustible secundario se trata por regla general de un combustible de baja potencia calorífica, en particular de sustancias residuales sólidas, líquidas o gaseosas, tales como, por ejemplo, pedazos de plástico, fracción ligera de trituradora o lodo de depuradora. Dado que estos combustibles de baja potencia calorífica se queman en el aire terciario suministrado solo de manera lenta e incompleta, se produce de manera considerable la formación de monóxido de carbono, que se evacúa junto con los gases de escape restantes del horno de calcinación 5 a través del conducto 28. El quemador 25 puede presentar también varios suministros independientes para diferentes combustibles, por ejemplo, suministros separados para combustibles sólidos, líquidos y/o gaseosos.

30 Para limitar la carga del gas residual de calcinador con monóxido de carbono, en la zona próxima al quemador del horno de calcinación 5, además del aire terciario, se aporta oxígeno. El suministro de este oxígeno adicional tiene lugar de la manera más directa posible al interior de una llama 31 que sale del quemador 25 del horno de calcinación 5. En el ejemplo de realización mostrado, el oxígeno adicional se conduce a través de un conducto de alimentación de oxígeno 29, que está conectado con un tanque de oxígeno no mostrado en este caso y está en comunicación de fluido con una lanza de oxígeno 30 que desemboca en el interior del horno de clínker 10. La lanza de oxígeno 30 está orientada de tal manera que un chorro de oxígeno que se descarga de la misma penetra directamente en la llama 31.

35 La cantidad del oxígeno adicional suministrado es comparativamente reducida y asciende únicamente a del 0,5% al 2% de la cantidad de aire terciario. Mediante el suministro del oxígeno adicional se acorta la zona de combustión en el interior del horno de calcinación 5, y el combustible conducido a través del conducto de alimentación de combustible 27 se enciende antes de lo que sería el caso sin aporte de oxígeno adicional. En particular en el caso de la utilización de combustibles de baja potencia calorífica, el proceso de combustión se acelera sustancialmente de este modo, dado que incluso los combustibles de sustitución húmedos se encienden bien y se mejora el quemado completo. Al mismo tiempo se reduce claramente la generación de monóxido de carbono, pero no se impide totalmente.

45 Complementariamente o en lugar de la lanza de oxígeno 30 dirigida hacia la llama de quemador 31 o de una pluralidad tales lanzas, también pueden estar previstas (no mostradas en este caso) otras unidades de aporte para el suministro del oxígeno adicional, por ejemplo, una lanza de oxígeno, que está dispuesta dentro de la carcasa de quemador, por ejemplo, en un suministro de combustible del quemador 25, o puede estar prevista una conexión de corriente desde el conducto de alimentación de oxígeno 29 hasta el conducto de alimentación de aire terciario, por medio de la que se enriquece con oxígeno el aire terciario suministrado al quemador 25. A este respecto, la inyección del oxígeno adicional en la lanza 30 y/u otras unidades de aporte puede tener lugar con velocidad del sonido, subsónica o supersónica y/o en forma de pulsos de gas espaciados temporalmente entre sí y/o con ayuda de una unidad de turbulencia.

Lista de números de referencia

- 1 dispositivo
- 55 2 conducto de alimentación
- 3 intercambiador de calor ciclónico
- 4 calcinador
- 5 horno de calcinación
- 6 unidad de separación
- 60 7 conducto de suministro
- 8 entrada del horno de clínker
- 9 -
- 10 horno de clínker
- 11 -
- 65 12 quemador
- 13 suministro de combustible primario

ES 2 781 825 T3

	14	suministro de aire primario
	15	conducto de alimentación (para agente de oxidación secundario)
	16	lanza de oxígeno
	17	llama
5	18	zona de sinterización
	19	cabezal de horno
	20	enfriador de clínker
	21	suministro de aire de enfriamiento
	22	-
10	23	conducto de gas de horno
	24	conducto de gas de escape
	25	quemador
	26	conducto de alimentación de aire terciario
	27	conducto de alimentación de combustible
15	28	conducto
	29	conducto de alimentación de oxígeno
	30	lanza
	31	llama
20		

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para producir clínker de cemento, en el que se calienta harina cruda de cemento en al menos un precalentador ciclónico (3), se desacidifica la harina cruda calentada en un calcinador (4) equipado con un quemador (25) y se quema en un horno de clínker (10) para dar clínker y a continuación se enfría el clínker en un enfriador de clínker (20), suministrándose la energía necesaria para la transformación de materia mediante la combustión de un combustible primario con un agente de oxidación primario y dado el caso uno secundario en un quemador (12) en el horno de clínker (10) y mediante la combustión de un combustible secundario con un agente de oxidación terciario en el calcinador (4),
- 10 aportándose al calcinador (4), además del agente de oxidación terciario, en la zona del quemador de calcinador (25) oxígeno en una pureza de más del 90% en volumen,
- 15 caracterizado porque la cantidad del oxígeno aportado al calcinador (4) además del aire terciario asciende a entre el 0,5% y el 2% de la cantidad del gas de escape de calcinador generado mediante la combustión del combustible secundario con el agente de oxidación terciario.
- 20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque para el aporte del oxígeno se genera un chorro de oxígeno, que se dirige a una llama que sale de un quemador de calcinador (25).
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el oxígeno adicional se aporta con velocidad del sonido o supersónica.
- 25 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el oxígeno adicional se aporta en forma de pulsos de gas consecutivos.

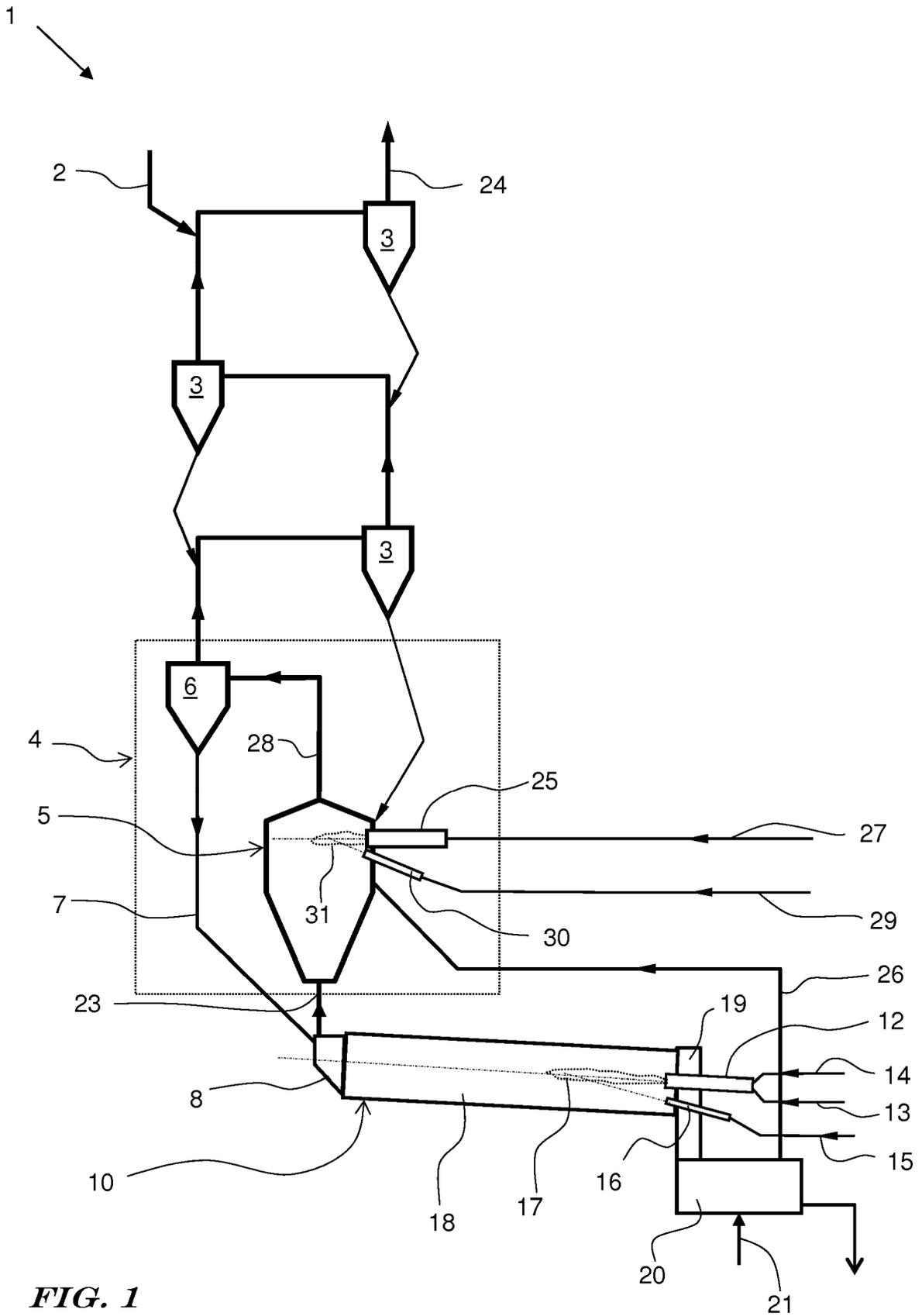


FIG. 1