

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 041**

51 Int. Cl.:

C04B 11/028	(2006.01)
B01J 6/00	(2006.01)
B09B 3/00	(2012.01)
C01F 11/46	(2006.01)
F26B 3/08	(2006.01)
F27B 15/00	(2006.01)
F27D 7/04	(2006.01)
F26B 3/084	(2006.01)
F26B 3/092	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2016 PCT/JP2016/054065**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016 WO16136485**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2016 E 16755232 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2024 EP 3263536**

54 Título: **Aparato y procedimiento de calcinación de yeso**

30 Prioridad:

25.02.2015 JP 2015035905
25.02.2015 JP 2015035904

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2024

73 Titular/es:

YOSHINO GYPSUM CO., LTD. (100.0%)
Shin-Tokyo Building 3-1, Marunouchi 3-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-0005, JP

72 Inventor/es:

NIIMI, KATSUMI;
ENDO, KAZUMI;
TAKENAKA, TAKESHI y
NITOH, KOUJI

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 983 041 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

Aparato y procedimiento de calcinación de yeso

[Campo técnico]

5 La presente invención se refiere a un aparato y procedimiento de calcinación de yeso, y más específicamente, a dicho aparato y procedimiento para calcinar o deshidratar yeso crudo en un calcinador, en el que un flujo de chorro de gas a alta temperatura es expulsado hacia una parte inferior del calcinador por una cámara de combustión tubular, que está situada, en general, en una parte central del calcinador y que se extiende verticalmente hacia abajo desde una parte superior del calcinador.

[Técnica Antecedente]

10 Las placas a base de yeso producidas a partir de yeso, como los paneles de yeso, las placas de yeso, etc., están comercial y ampliamente disponibles como materiales de acabado arquitectónico de interiores, etc. El yeso puede clasificarse generalmente en yeso dihidratado, yeso hemihidratado y yeso anhidro, de acuerdo con el estado existente de agua combinada. En general, el hemihidrato de yeso obtenido por calcinación del dihidrato de yeso se utiliza como materia prima para la producción de placas a base de yeso. Como calcinadores de yeso para la producción de hemihidrato de yeso se utilizan un horno de tipo horno (horno de calentamiento directo), un horno de calentamiento indirecto, etc., tal y como se describe en las Literaturas de Patente 1 y 2 (Publicación Abierta de Patente Europea No. 0230793 y Publicación de Patente Japonesa No. 2571374). En general, en un caso del calcinador para producir el hemihidrato de yeso a partir del dihidrato de yeso, una temperatura interna del calcinador se establece para ser un valor aproximadamente en un rango de temperatura de 100 grados C a 250 grados C. Además, el calcinador para calcinar el hemihidrato de yeso al yeso anhidro es conocido en la técnica como se describe en la Literatura de Patentes 3 (Publicación de Patente Japonesa No. 2005-15263). En general, en un caso de calcinación para calcinar el hemihidrato de yeso hasta el yeso anhidro, la temperatura interna del calcinador se ajusta a un valor aproximadamente en un rango de temperatura de 300 grados C a 950 grados C.

25 Con respecto a este tipo de calcinadores, se conocen en la técnica un calcinador cónico y un calcinador cilíndrico. El calcinador cónico tiene una parte inferior cónica invertida, mientras que el calcinador cilíndrico tiene una sección transversal circular prácticamente uniforme en toda su altura. En los últimos años, el calcinador de tipo caldera cónica que tiene una parte inferior con un diámetro reducido tiende a ser empleado para la producción del hemihidrato de yeso y así sucesivamente. En ambos tipos de calcinadores, el calcinador está provisto de una cámara de combustión tubular o un tubo interno que va desde la parte superior del calcinador hasta una zona central en el interior del calcinador, y un medio de suministro de yeso crudo, un tubo de gases de escape, etc., están conectados a la pared superior del calcinador.

35 Dicha cámara de combustión tubular del calcinador está conectada con un tubo de suministro de combustible y un conducto de suministro de aire de combustión. Un gas de combustión o gas caliente a alta temperatura (denominado en lo sucesivo "gas de alta temperatura") se produce mediante una reacción de combustión de un combustible y aire de combustión, y el gas de alta temperatura se expulsa desde una parte inferior de la cámara de combustión tubular a una parte inferior del calcinador. Las materias sólidas, incluido el yeso dihidratado, etc., que se acumulan en el calcinador, se fluidifican mediante el flujo de chorro de gas a alta temperatura expulsado a gran velocidad hacia la parte inferior, y pierden el agua combinada por contacto de transferencia de calor con el gas a alta temperatura, por lo que la materia prima se calcina a hemihidrato de yeso (o yeso anhidro). El yeso calcinado así obtenido se extrae del calcinador a través de un orificio de salida de yeso calcinado, situado en una posición determinada de una superficie de la pared interior del calcinador.

[Lista de citas]

[Literatura de patentes]

45 Literatura de patentes 1: Publicación de Patente Europea abierta a inspección pública No. 0230793
 Literatura de patentes 2: Publicación de patente japonesa nº 2571374
 Literatura de patentes 3: Publicación Japonesa de Patente abierta a inspección pública No. 2005-15263

Además de lo anterior, los documentos US 4 052 149 A, US 4 915 623 A y US 2009/151187 A1 también tratan de aparatos y procedimientos para la calcificación del yeso.

[Sumario de la invención]

50 El objeto reivindicado se define en la reivindicación independiente 1, así como en las reivindicaciones 9 y 11. Los aspectos, formas de realización y ejemplos de la presente divulgación que no están comprendidos en las reivindicaciones anexas no forman parte de la materia reivindicada y se proporcionan a título ilustrativo.

[Problema técnico]

Con respecto a los calcinadores de yeso, en general, es deseable que se evite que se produzca una "calcificación desigual" en el yeso calcinado para igualar la cantidad de agua combinada contenida en el yeso calcinado extraído del calcinador, y que se mejore la eficiencia energética reduciendo el consumo de combustible hidrocarbonado necesario para el funcionamiento del calcinador. Desde tal aspecto, los presentes inventores han preparado un modelo de esqueleto del calcinador de yeso para el análisis de un fenómeno de fluidización que ocurre en el calcinador, y han realizado varios experimentos con respecto a la fluidez de un depósito del yeso crudo acumulado en el calcinador. Como resultado, los presentes inventores han reconocido el fenómeno que se describe a continuación, en el que la mencionada "calcificación desigual" significa un fenómeno en el que el yeso calcinado contiene una cantidad relativamente grande de yeso excesivamente calcinado y/o yeso insuficientemente calcinado.

(1) Gran parte del flujo de chorro de gas a alta temperatura, que se expulsa hacia la parte inferior del calcinador, tiende a fluir hacia arriba a lo largo de una superficie periférica exterior de la cámara de combustión tubular, saliendo así de una zona central de una superficie superior del depósito del yeso crudo.

(2) En el calcinador, en el que el flujo de chorro de gas a alta temperatura se expulsa hacia la zona central de su parte inferior, el yeso crudo en las proximidades de la superficie periférica exterior de la cámara de combustión puede fluidificarse de forma deseable. Sin embargo, es difícil que el flujo de gas actúe sobre el yeso en una zona periférica interior del calcinador que está cerca de la superficie de la pared interior del mismo y que está separada de la cámara de combustión y, por lo tanto, el yeso crudo en la zona periférica interior es difícil fluidificarlo suficientemente.

(3) A medida que el yeso calcinado se extrae del calcinador a través de una cierta parte de la zona periférica interior del calcinador, el yeso crudo en el calcinador debe moverse generalmente en una dirección circunferencial del calcinador. El yeso crudo de la zona periférica tiende a desplazarse hacia abajo a lo largo de la superficie de la pared cónica inversa del calcinador. Sin embargo, el yeso crudo de la zona periférica es relativamente difícil de mover en la dirección circunferencial del calcinador.

Como se describe en las Literaturas de Patente 1 a 3, el tipo convencional de calcinador de yeso es, por ejemplo un calcinador que está dispuesto para expulsar el flujo de chorro de gas a alta temperatura a través de un número de ranuras o hendiduras formadas en la parte inferior de la cámara de combustión tubular, o un calcinador que está dispuesto para difundir el flujo de chorro de gas a alta temperatura radialmente hacia fuera por una protuberancia cónica, la protuberancia se proporciona en una superficie inferior del calcinador con la protuberancia que se extiende parcialmente en una abertura de extremo inferior de la cámara de combustión tubular. Como el otro tipo de calcinador de yeso, un calcinador de tipo de tubo múltiple es conocido en la técnica, que tiene una cámara de combustión tubular con una parte inferior que se divide en un número de tubos estrechos y que expulsa el flujo de chorro de gas de alta temperatura hacia abajo desde un extremo inferior de cada uno de los tubos estrechos. El calcinador de tubos múltiples se ha empleado en relativamente muchas instalaciones en los últimos años.

Según el reconocimiento de los presentes inventores, se considera que el fenómeno de fluidización que tiene la tendencia descrita en los puntos (1) a (3) anteriores puede ocurrir en cada uno de los calcinadores de yeso que tienen los respectivos tipos de sistemas de expulsión de gas, y que dicho fenómeno de fluidización está relativamente relacionado con la ocurrencia de la calcificación desigual y el consumo de combustible hidrocarbonado.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato y procedimiento de calcinación de yeso dispuesto para expulsar el flujo de chorro de gas a alta temperatura a la parte inferior del calcinador, en el que la fluidez del depósito del yeso crudo acumulado en el calcinador se mejora de tal manera que se puede evitar que se produzca la calcificación desigual en el yeso calcinado y que se puede reducir el consumo de combustible del aparato.

[Solución al problema]

Los presentes inventores han descubierto en los experimentos que el objeto anterior puede lograrse mediante la provisión de un dispositivo auxiliar de tipo veleta estacionaria (tipo pasivo) o de tipo veleta móvil (tipo activo), que energiza el yeso crudo en las proximidades de una superficie de la pared interior del calcinador en una dirección circunferencial del calcinador, o aumenta un movimiento del yeso crudo en las proximidades del mismo en la dirección circunferencial.

(1) Aparato y procedimiento de calcinación de yeso de tipo estacionario (tipo pasivo)

Con el fin de lograr el objeto anterior, la presente invención proporciona un aparato para la calcinación de yeso de acuerdo con la reivindicación 1 con el dispositivo auxiliar que tiene una pluralidad de álabes estacionarios. Según un aspecto, el aparato incluye un calcinador de yeso que tiene una superficie de pared interior con una sección o perfil transversal horizontal circular o anular, y una cámara de combustión tubular ubicada en una parte central del calcinador y que genera un gas de alta temperatura., en el que un flujo de chorro del gas a alta temperatura se expulsa a una zona interior del calcinador a través de una salida de gas a alta temperatura situada en una parte inferior de la cámara de combustión, de modo que el yeso crudo alimentado a la zona interior de forma continua o intermitente se calcina o deshidrata mediante el gas a alta temperatura, y el yeso calcinado o deshidratado se descarga fuera del calcinador, que comprende:

un dispositivo auxiliar que energiza el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior hacia una dirección circunferencial de dicho calcinador, o que aumenta un movimiento del yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior hacia la dirección circunferencial,

5 en el que el dispositivo auxiliar tiene una pluralidad de álabes estacionarios dispuestos circunferencialmente en una zona periférica exterior de dicha cámara de combustión y espaciados a un intervalo angular entre sí,

y los álabes adyacentes entre sí definen una trayectoria de fluido para el yeso crudo y el gas de alta temperatura, de modo que un flujo ascendente de dicho gas de alta temperatura, que se vierte a una parte inferior del calcinador, se desvía hacia una dirección radialmente exterior y circunferencial de dicha cámara de combustión por la trayectoria de fluido.

10 La presente invención también proporciona un procedimiento de calcinación de yeso con el uso del aparato para la calcinación de yeso que tiene la disposición como se establece en la reivindicación 1 con el dispositivo auxiliar que tiene una pluralidad de álabes estacionarios.

De acuerdo con un aspecto, el flujo ascendente del gas a alta temperatura, que se vierte hacia la parte inferior del calcinador, es guiado hacia la dirección radialmente exterior y circunferencial de dicha cámara de combustión por dichos álabes estacionarios, de modo que dicho yeso crudo se fluidiza hacia la dirección radialmente exterior y circunferencial de la cámara de combustión con desviación del flujo ascendente, mediante lo cual el yeso en crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior se energiza hacia la dirección circunferencial del calcinador, o se aumenta el movimiento del yeso en crudo hacia la dirección circunferencial en las proximidades de la superficie de la pared interior.

20 Desde otro aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento de calcinación de yeso con el aparato como se define en la reivindicación 1 y en el caso de que el dispositivo auxiliar tenga una pluralidad de álabes estacionarios. Según un aspecto, el yeso crudo en el calcinador se calcina o deshidrata mediante un flujo de chorro de un gas de alta temperatura expulsado desde una parte inferior de la cámara de combustión, y un flujo ascendente de dicho chorro de gas a alta temperatura hacia una parte inferior del calcinador es guiado hacia una dirección radialmente hacia afuera y circunferencial de la cámara de combustión por dichos álabes, y se provoca la fluidización de dicho yeso en crudo hacia la dirección radialmente hacia afuera y circunferencial de la cámara de combustión por dicho flujo ascendente, por lo que el yeso en crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior se energiza hacia la dirección circunferencial del calcinador, o se aumenta un movimiento del yeso crudo hacia la dirección circunferencial en las proximidades de la superficie de la pared interior.

30 De acuerdo con un aspecto, el flujo ascendente del chorro de gas a alta temperatura hacia la parte inferior del calcinador es desviado hacia la dirección radialmente exterior y circunferencial de la cámara de combustión tubular por la acción desviadora o de guía de los álabes estacionarios, para fluidizarse hacia la zona periférica interior, por lo que el yeso en crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior del calcinador se energiza en la dirección circunferencial del calcinador, o se aumenta el movimiento del yeso en crudo en las proximidades del mismo en la dirección circunferencial del calcinador. De acuerdo con los experimentos de los presentes inventores, que se han llevado a cabo con el uso de un calcinador real que tiene la disposición antes mencionada, se ha encontrado que la cantidad de agua combinada contenida en el yeso calcinado se reduce generalmente en comparación con la cantidad correspondiente obtenida en un caso del calcinador sin los álabes anteriores, y que las proporciones de hemihidrato de yeso y yeso anhidro contenidas en el yeso calcinado son tan estables que el yeso uniformemente calcinado con menos irregularidades de calcinación se puede producir generalmente. Además, según los experimentos de los presentes inventores, un valor de temperatura de ajuste del calcinador puede disminuirse en 5 grados C o más, con relación a tal efecto de calcinación uniforme en el yeso crudo, y por lo tanto, el consumo de combustible puede reducirse notablemente. De este modo, se puede mejorar la fluidez del depósito del yeso crudo acumulado en el calcinador, evitar que se produzca una calcinación desigual en el yeso calcinado y reducir el consumo de combustible del calcinador.

(2) Aparato y procedimiento de calcinación de yeso de tipo cuba móvil (tipo activo)

Para lograr el objeto anterior, la presente invención proporciona un aparato para la calcinación de yeso según la reivindicación 1 con el dispositivo auxiliar que tiene al menos dos agitadores. Según un aspecto, el aparato incluye un calcinador de yeso que tiene una superficie de pared interior con una sección o perfil transversal horizontal circular o anular, y una cámara de combustión tubular ubicada en una parte central del calcinador y que genera un gas de alta temperatura., en el que un flujo de chorro del gas a alta temperatura se expulsa a una zona interior del calcinador a través de una salida de gas a alta temperatura situada en una parte inferior de la cámara de combustión, de modo que el yeso crudo alimentado a la zona interior de forma continua o intermitente se calcina o deshidrata mediante el gas a alta temperatura, y el yeso calcinado o deshidratado se descarga fuera del calcinador, que comprende:

55 un dispositivo auxiliar que energiza el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior hacia una dirección circunferencial de dicho calcinador, o que aumenta un movimiento del yeso crudo en las proximidades de la pared interior hacia la dirección circunferencial,

en el que el dispositivo auxiliar tiene un agitador que se extiende a través de una superficie cónica o una superficie circunferencial interior definida por dicha superficie de pared interior;

5 en el que el agitador está provisto de un eje giratorio que sobresale hacia el interior del calcinador desde dicha superficie cónica o circunferencial interior en una posición por debajo de una superficie superior del yeso crudo acumulado en el calcinador, y un álabe agitador que gira en la zona interior con la rotación del eje giratorio; y

10 donde un eje central (X) de la rotación de dicho eje está orientado en una dirección en un ángulo (θ_{12}) en un rango de 30 grados a 80 grados como se ve en su vista en planta, en relación con una línea normal (RL) que pasa a través de un punto de intersección (CP) entre dicho eje (X) y dicha superficie cónica o circunferencial interior, y dicho álabe gira alrededor de dicho eje (X) para energizar el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior hacia una dirección circunferencial de la superficie de la pared interior.

La presente invención también proporciona un procedimiento de calcinación de yeso con el uso del calcinador con la disposición como se establece en la reivindicación 1 con el dispositivo auxiliar que tiene al menos dos agitadores.

15 Según un aspecto, el yeso crudo en la vecindad de la superficie de la pared interior es energizado hacia la dirección circunferencial del calcinador por la rotación de dicho álabe, o un movimiento del yeso crudo hacia la dirección circunferencial del calcinador en la vecindad de la superficie de la pared interior es aumentado por la rotación de dicho álabe.

Desde otro aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento de calcinación de yeso con el aparato como se define en la reivindicación 1 con el dispositivo auxiliar que tiene al menos dos agitadores.

20 Según un aspecto, el yeso crudo en el calcinador es calcinado o deshidratado por un flujo de chorro de gas a alta temperatura expulsado desde una parte inferior de la cámara de combustión, donde el yeso crudo acumulado en el calcinador es agitado por un álabe agitador, de modo que el yeso crudo en una zona periférica interior del calcinador en las proximidades de la superficie de la pared interior es energizado hacia una dirección circunferencial del calcinador para ser movido en la dirección circunferencial.

25 Preferiblemente, un valor de temperatura de ajuste para la calcinación, que debe establecerse en una condición en la que el agitador está en funcionamiento, disminuye, en comparación con el valor de temperatura de ajuste para la calcinación que debe establecerse en una condición en la que el agitador no está en funcionamiento, en al menos 5 grados C.

30 De acuerdo con un aspecto, el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior del calcinador se energiza en una dirección circunferencial del calcinador mediante la rotación del álabe, o el movimiento del yeso crudo en el mismo se aumenta en la dirección circunferencial por la rotación del álabe. De acuerdo con los experimentos de los presentes inventores, que se han llevado a cabo con el uso de un calcinador real que tiene la disposición antes mencionada, se ha encontrado que, cuando se opera el agitador, la cantidad de agua combinada contenida en el yeso calcinado se reduce en general, en comparación con la cantidad correspondiente obtenida cuando el agitador no es operado, y que las proporciones de hemihidrato de yeso y yeso anhídrido contenidas en el yeso calcinado son tan estables que el yeso uniformemente calcinado con menos desigualdad de calcinación puede ser generalmente producido. Además, según los experimentos de los presentes inventores, un valor de temperatura de ajuste en el calcinador puede disminuirse en 5 grados o más, con relación a tal efecto de calcinación uniforme en el yeso crudo, y por lo tanto, el consumo de combustible puede reducirse notablemente. De este modo, se puede mejorar la fluidez del depósito del yeso crudo acumulado en el calcinador, evitar que se produzca una calcinación desigual en el yeso calcinado y reducir el consumo de combustible del calcinador.

[Efectos ventajosos de la invención]

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se puede proporcionar un aparato y procedimiento de calcinación de yeso dispuesto para expulsar el flujo de chorro de gas a alta temperatura a la parte inferior del calcinador, en el que la fluidez del depósito del yeso crudo acumulado en el calcinador se puede mejorar de tal manera que se puede evitar que se produzca la calcinación desigual en el yeso calcinado y que se puede reducir el consumo de combustible del aparato.

[Breve descripción de los dibujos]

50 [FIG. 1] La Fig. 1 es un diagrama de flujo del sistema que ilustra la constitución de un aparato de tipo estacionario (pasivo) para la calcinación de yeso.

[FIG. 2] La Fig. 2 es una vista transversal vertical que muestra esquemáticamente una estructura de un calcinador como el mostrado en la Fig. 1.

[FIG. 3] La Fig. 3 es una vista transversal vertical que muestra parcialmente el calcinador, en la que se omiten las representaciones de los álabes estacionarios y de un depósito.

[FIG. 4] La Fig. 4 es una vista en sección transversal similar a la Fig. 3, en la que se representan los álabes estacionarios y el depósito.

[FIG. 5] La Fig. 5 es una vista en perspectiva fragmentaria del calcinador, en la que se ilustra una posición, configuración y estructura de cada uno de los álabes estacionarios.

5 [FIG. 6] La Fig. 6 es una vista en perspectiva fragmentaria del calcinador, en la que se ilustra la posición, configuración y estructura de cada uno de los álabes estacionarios.

[FIG. 7] La Fig. 7 es una vista en sección horizontal del calcinador, en la que se ilustra esquemáticamente la posición, configuración y estructura de cada uno de los álabes estacionarios.

10 [FIG. 8] La fig. 8 es una vista en planta parcialmente ampliada que muestra la estructura de cada uno de los álabes estacionarios.

[FIG. 9] La Fig. 9 (A) y 9 (B) son vistas en alzado parcialmente ampliadas, cada una de las cuales muestra la estructura de la aleta, en las que una vista según una flecha w_a de la Fig. 8 se ilustra en la Fig. 9 (A) y una vista según una flecha w_b de la Fig. 8 se ilustra en la Fig. 9 (B).

15 [FIG. 10] La Fig. 10 es un diagrama de flujo del sistema que ilustra la constitución de un sistema de un aparato móvil de tipo álabes (de tipo activo) para la calcinación de yeso.

[FIG. 11] La Fig. 11 es una vista transversal vertical que ilustra conceptualmente el modo de funcionamiento del refrigerador.

[FIG. 12] La Fig. 12 es una vista en planta del calcinador mostrado en la Fig. 11.

20 [FIG. 13] Las Fig. 13 (A) y 13 (B) son una vista en alzado lateral y una vista en planta que muestran esquemáticamente la estructura del agitador, y la Fig. 13 (C) es una vista en alzado frontal de los álabes agitadores.

[FIG. 14] La Fig. 14 es una vista de un área interior vista oblicuamente desde su lado superior, en la que el área que rodea los álabes se ilustra en una condición en la que el yeso crudo no ha sido vertido en el calcinador.

25 [FIG. 15] Las Fig. 15(A) y 15(B) son vistas en planta, cada una mostrando una relación posicional entre el agitador y una pared cónica.

[FIG. 16] La Fig. 16 es una vista transversal vertical que muestra la relación posicional entre el agitador y la pared cónica.

[Descripción de las Realizaciones]

30 De acuerdo con una realización preferente de la presente invención, el calcinador con el dispositivo auxiliar de álabes estacionarios tiene el paso de fluido definido por los álabes estacionarios adyacentes entre sí, en el que el paso de fluido se abre hacia la zona periférica interior del calcinador y se extiende hacia arriba en una dirección generalmente inclinada con respecto a una dirección vertical. Preferiblemente, con respecto a las posiciones angulares de los extremos exterior e interior de una parte inferior del álabe alrededor de un eje central de la cámara de combustión tubular, el extremo exterior del álabe hacia atrás en una dirección de desviación del flujo de chorro de gas a alta temperatura está situado en una posición angular hacia delante en la dirección de desviación, en relación con el extremo interior de la aleta hacia delante en la dirección de desviación, con lo que se restringe un movimiento del flujo dirigido en la dirección radialmente hacia fuera, para no impedir el movimiento del yeso crudo en la dirección circunferencial. Más preferentemente, una porción de extremo proximal del álabe acoplado a la cámara de combustión está situada para superponerse a la porción de extremo proximal del álabe adyacente, tal como se ve en sus vistas en planta, de modo que los álabes adyacentes entre sí forman una zona de superposición (η) de los álabes en la zona periférica exterior de la porción de extremo inferior de la cámara de combustión. La zona de solapamiento (η) impide o dificulta que el flujo ascendente del gas a alta temperatura sople verticalmente hacia arriba en una zona próxima a una superficie periférica exterior de la cámara de combustión.

45 En una realización preferente de la presente invención, el intervalo angular de los álabes estacionarios se establece para que sea un ángulo en un rango de 10 grados a 60 grados, más preferiblemente, en un rango de 15 grados a 30 grados, y una parte superior de cada una de los álabes estacionarios se coloca por debajo de una superficie superior (un nivel de diseño) del depósito del yeso crudo acumulado en el área interior del calcinador. Si el número de álabes estacionarios es excesivamente pequeño, se impone una carga o tensión relativamente grande en cada uno de los álabes. Esto hace temer que se produzcan daños, roturas o similares en el extremo proximal de la aleta. Por otra parte, si el número de álabes estacionarios es excesivamente grande, se reduce la distancia entre los álabes adyacentes. Esto hace temer que se produzca la adherencia del yeso a los álabes estacionarios. Por lo tanto, el número de álabes estacionarios debe establecerse en un número adecuado teniendo en cuenta la carga o la tensión en los álabes, la adherencia del yeso en los álabes, etc.

Preferiblemente, el nivel diseñado (ha) de la superficie superior del depósito se ajusta para ser un nivel en un rango de $1,0 \times hb$ a $1,2 \times hb$, donde "hb" es un nivel diseñado de la parte superior del álabe estacionario, y donde los niveles diseñados "ha", "hb" son dimensiones medidas verticalmente desde una superficie inferior del calcinador. La superficie superior del depósito se comporta de forma irregular durante el funcionamiento del calcinador. El nivel diseñado de la superficie superior del depósito es un nivel preestablecido o un nivel medio diseñado o determinado teóricamente, basado en la suposición de un funcionamiento estable o normal del calcinador. Es decir, el álabe estacionario puede estar situado preferentemente por debajo de la superficie superior del depósito (el nivel diseñado), y por lo tanto, el álabe estacionario puede estar situado preferentemente, sobre diseño, en una posición en la que el álabe está sustancial y completamente incrustado en el depósito del yeso crudo acumulado en la zona interior del calcinador.

Más preferiblemente, el álabe estacionario es una placa curva que define la trayectoria curvada del fluido, que desvía el yeso crudo hacia arriba moviéndose junto con el flujo ascendente, hacia la dirección radialmente exterior y circunferencial. Preferentemente, una porción de borde superior de la aleta es curvada como se ve en su vista en planta, y está generalmente inclinada hacia abajo, extendiéndose hacia una dirección radialmente hacia fuera de la cámara de combustión, mientras que una porción de borde inferior de la aleta es curvada como se ve en su vista en planta, y se extiende sustancialmente horizontalmente. El diámetro definido por los extremos exteriores de las porciones inferiores de los álabes fijos (el diámetro (db) de un círculo cuyo centro se encuentra en un eje central del cuerpo del calcinador o de la cámara de combustión tubular) es menor que un diámetro de la superficie de la pared interior al mismo nivel, de modo que el álabe fijo y la superficie de la pared interior están separados entre sí a una distancia horizontal predeterminada (dc). En el nivel de los bordes inferiores de los álabes estacionarios, el diámetro (db) de los álabes se ajusta para estar, preferiblemente, en un rango de $0,8 \times "da"$ a $1,0 \times "da"$, más preferiblemente, en un rango de $0,9 \times "da"$ a $1,0 \times "da"$, donde "da" es un diámetro interior de la superficie de la pared interior en el calcinador.

Preferiblemente, en lo que respecta al calcinador con el álabe estacionario, un valor de temperatura establecida para la calcinación disminuye en al menos 5 grados C, en comparación con el valor de temperatura establecida para la calcinación que debe establecerse para el calcinador sin el álabe estacionario.

En una realización preferente del calcinador con el dispositivo auxiliar de tipo cuba móvil, el ángulo (θ_{12}) del eje central (X) de rotación del agitador se establece en un valor comprendido entre 45 grados y 75 grados. Preferiblemente, un ángulo inclinado (θ_{13}) del eje central (X) de la rotación con respecto a un plano horizontal que pasa por el punto de intersección (CP) antes mencionado se establece para ser un ángulo en un rango de -15 grados a 40 grados. En un caso en el que el eje rotatorio está dispuesto para sobresalir oblicuamente hacia arriba en la zona interior del calcinador, el yeso crudo de la zona periférica se energiza adicionalmente oblicuamente hacia arriba mediante la rotación del álabe agitador.

Preferentemente, el álabe agitador es de tipo paleta, incluyendo una pluralidad de álabes que se extienden radialmente hacia afuera desde un área central de rotación que contiene el eje rotatorio, donde el plano de cada uno de los álabes está inclinado en un ángulo (θ_{11}) relativo al eje central (X). Más preferiblemente, el agitador tiene un tubo de vaina que rodea el eje en concetricidad con el eje, y una sección de soporte para el eje, que se encuentra dentro del tubo de vaina. El tubo de revestimiento está fijado al cuerpo del calcinador, y el eje giratorio está girado por la sección de soporte. El eje se extiende hacia el interior del calcinador desde un extremo abierto del tubo de la vaina en el lado interior, y lleva el álabe en la zona interior.

En una realización más preferente de la presente invención, la altura hc del punto de intersección (CP) se establece para estar en un rango de $0,3 \times ha$ a $0,7 \times ha$, donde "ha" es una altura de la superficie superior del depósito del yeso crudo acumulado medida desde la superficie inferior del calcinador. Preferiblemente, los al menos tres agitadores están colocados para estar circunferencialmente espaciados a un intervalo angular entre sí.

[Realización-1]

Con referencia a los dibujos adjuntos, a continuación se describe una realización preferente de la presente invención.

La Fig. 1 es un diagrama de flujo del sistema que ilustra un aparato para la calcinación de yeso provisto de un calcinador de yeso de tipo estacionario (de tipo pasivo). En referencia a las Figs. 1 a 9, una primera realización de la presente invención (el estacionario-vane-tipo) se describe a continuación.

Un sistema de calcinación de yeso está provisto de un calcinador de yeso de tipo cónico 1 (denominado en lo sucesivo "calcinador 1") para calcinar yeso dihidratado; un dispositivo de suministro de yeso crudo I (mostrado generalmente mediante líneas fantasma) para suministrar al calcinador 1 el yeso dihidratado como yeso crudo M; un conducto de suministro de yeso crudo S para verter o cargar el yeso crudo M del dispositivo I en una zona interna α del calcinador 1; un tubo de gases de escape E para descargar los gases de escape de combustión e de la zona α a través de una parte superior del calcinador; un separador de polvo de tipo ciclón B conectado con el tubo E; y un compresor C conectado con el calcinador 1 mediante un tubo de suministro de aire comprimido K. El separador B está conectado con un colector de polvo (no mostrado), como un filtro de bolsa, a través de una tubería de escape G. El colector de polvo está conectado con un ventilador de escape (no mostrado) para descargar el gas de escape de combustión e fuera del sistema mediante, por ejemplo, la emisión del gas a la atmósfera. Una cantidad de polvo separado o

capturado por el separador B o el colector de polvo se descarga fuera del sistema a través de una línea de descarga J, o se recicla a través de una línea de reciclaje de polvo R hacia el calcinador 1. Por lo que respecta a los dispositivos de transporte y de carga/descarga del yeso crudo y del yeso calcinado, o a diversos equipos del sistema de escape de los gases de escape, en la Fig. 1 se omiten las representaciones de sus constituciones concretas o similares.

5 El calcinador 1 está provisto de un cuerpo tipo reactor o tipo horno de reacción montado integralmente, que también se denomina deshidratador o caldera de calcinación. El yeso crudo M se alimenta de forma continua o intermitente a una zona interna del calcinador a través del conducto S, y el yeso calcinado W se expulsa de forma continua o intermitente del calcinador a través de un conducto de salida V. El calcinador 1 consta de una cámara de combustión tubular 2 situada en una parte central del cuerpo y dirigida verticalmente hacia abajo; una pared superior horizontal 3 a través de la cual se extiende verticalmente la cámara de combustión 2; una pared anular 4 que tiene una pared cilíndrica 5 y una pared cónica 6 unidas integralmente; y una pared inferior horizontal 7 que tiene un diámetro menor que el diámetro de la pared superior 3. Cada una de las paredes 5, 6 tiene una sección transversal horizontal o un perfil en forma de círculo perfecto o una configuración anular. La cámara de combustión 2 está provista de un conducto de suministro de combustible 21 y un conducto de suministro de aire de combustión 22 situados a lo largo de un eje central (un eje vertical) de la cámara de combustión 2 respectivamente, y un dispositivo mezclador 23 para mezclar el combustible con el aire de combustión. Un conducto de alimentación de combustible F está conectado con el paso 21 y un conducto de alimentación de aire de combustión A está conectado con el paso 22. El paso 21 está conectado a través de la tubería F con una fuente de suministro de combustible (no mostrada), como una fuente de suministro de gas ciudad. El paso 22 está conectado con un dispositivo de suministro de aire Q a través del conducto A. El dispositivo Q es un ventilador centrífugo, un soplador o similar, que suministra aire exterior OA, como aire atmosférico, al paso 22 bajo presión. Además, un conducto de alimentación de aire de recirculación U provisto de un ventilador N para la recirculación de los gases de escape está conectado con la cámara de combustión 2, y una parte de los gases de escape de la combustión se introduce en la cámara de combustión 2 a través del conducto G. En la Fig. 1 se omiten las representaciones de constituciones concretas del sistema de alimentación de combustible, etc. Además, en la Fig. 1 se omiten las representaciones de un sistema de suministro de aire secundario para suministrar opcionalmente aire de combustión secundario a la cámara de combustión 2, etc.

El combustible y el aire que atraviesan los conductos 21, 22 se mezclan colisionando entre sí en el dispositivo mezclador 23, de modo que se produce una reacción de combustión en el mismo, por lo que se genera una cantidad de gas de combustión a una temperatura elevada en un área intratubular β de la cámara de combustión 2. La cámara de combustión 2 es una cámara de combustión de tipo de tubos múltiples que tiene una porción de salida del área β dividida en un número de pasajes de fluido, cada uno de los cuales tiene una sección transversal estrecha. Una serie de tubos estrechos 24, cada uno de los cuales tiene un diámetro reducido, están conectados a una placa inferior 25 de la cámara de combustión 2, de modo que los tubos 24 forman una serie de pasos de fluido estrechos, cada uno de los cuales tiene un diámetro reducido. El gas de combustión de la zona β fluye hacia el interior de cada uno de los tubos 24 en forma de gas caliente H a alta temperatura (denominado en lo sucesivo "gas de alta temperatura H"), que sale expulsado por cada una de las aberturas de los extremos inferiores de los tubos 24 hacia la pared inferior 7.

En la zona interior α del calcinador, el yeso crudo M alimentado a través del conducto S se acumula en forma de depósito Ms. Una parte inferior de la cámara de combustión 2 está situada por debajo del nivel de una superficie superior Ma del depósito Ms, hasta el punto de que aproximadamente una cuarta parte de la cámara de combustión 2 en la zona α está incrustada en el depósito Ms de yeso crudo M. El gas de alta temperatura H se enfría por radiación térmica a la zona α a través de las paredes de los tubos de la cámara de combustión 2 y los tubos 24, y el gas H sale hacia abajo por las aberturas de los extremos inferiores de los tubos 24, como flujos de chorro de gas de alta temperatura Hg que todavía tienen una temperatura de unos 200-300 grados C. El yeso crudo M es fluidizado por los flujos Hg expulsados en una parte inferior del calcinador, y el agua combinada contenida en el yeso crudo M es eliminada del mismo por transferencia de calor entre el yeso crudo M y el gas Hg, por lo que el yeso crudo M es calcinado principalmente para ser hemihidrato de yeso.

Un orificio de salida 8 para extraer el yeso calcinado se abre en la pared cónica 6, aproximadamente a un nivel ha de la superficie superior Ma (un nivel medido desde una superficie inferior del calcinador). El puerto 8 está provisto de una válvula de control (no mostrada). Una vía de extracción 70 para extraer el yeso calcinado desde la parte inferior del calcinador hasta el puerto 8 se proporciona a lo largo de una superficie inclinada de la pared cónica 6, y un tubo de inyección de aire comprimido 81 de un dispositivo de lanza de aire 80 se extiende oblicuamente hacia abajo a través de una porción de paso de fluido de una vía de extracción 70. El dispositivo 80 está conectado con el compresor C a través del tubo de suministro de aire comprimido K. El dispositivo 80 tiene un número de puertos de inyección de aire (no mostrados) proporcionados en una pared del tubo 81, y el aire comprimido se inyecta a través de los puertos de inyección de aire, de modo que un movimiento fluido del yeso calcinado dirigido desde la parte inferior del calcinador hacia el exterior del calcinador es impulsado bajo una presión de inyección del aire comprimido. Un dispositivo de desbordamiento 9 se proporciona fuera del puerto 8. El dispositivo 9 tiene una compuerta de desbordamiento 90. El yeso calcinado W sale del calcinador a través del puerto 8 y el dispositivo 9 y, a continuación, se alimenta a un dispositivo para el proceso siguiente (por ejemplo, un homogeneizador, una trituradora o similar) o a un silo mediante la línea de entrega V.

Una parte de detección de temperatura de un sensor de temperatura T se proporciona en una porción de extremo inferior de la ruta de extracción 70. El sensor T detecta la temperatura del yeso calcinado (la temperatura del producto) que se va a extraer del calcinador. En esta realización, el sistema de calcinación de yeso incluye un sistema de control (no mostrado), que detecta la temperatura de calcinación con el uso del sensor T y que controla las operaciones de los diversos dispositivos o equipos del sistema de calcinación de yeso.

En el calcinador 1 con tal disposición, es preferible impulsar la fluidización del yeso crudo M y energizar el yeso M (o el yeso calcinado W) hacia una dirección circunferencial, extrayendo así suavemente el yeso calcinado W a través del puerto 8 hacia el exterior del calcinador. Por lo tanto, el calcinador 1 comprende una pluralidad o un número de álabes estacionarios como dispositivo para promover la fluidización o energización en la dirección circunferencial, que están provistas en una porción de extremo inferior de la cámara de combustión 2 y espaciadas a un intervalo angular entre sí. Los álabes 10 constituyen un dispositivo auxiliar de tipo álabe estacionario (de tipo pasivo).

La Fig. 2 es una vista transversal vertical que muestra de forma general la estructura del calcinador 1. La Fig. 3 es una vista transversal vertical que muestra parcialmente el calcinador 1, en la que se omiten las representaciones de los álabes 10 y el depósito Ms para ilustrar la estructura de la parte inferior de la cámara de combustión 2. La Fig. 4 es una vista en sección transversal vertical similar a la Fig. 3, pero en ella se representan los álabes 10 y el depósito Ms. Las figuras 5 a 7 son vistas fragmentarias en perspectiva y una vista en sección transversal horizontal del calcinador 1, que muestran la posición, configuración y estructura de cada uno de los álabes 10. En las Figs. 5 a 7, se omiten las representaciones de los tubos 24 y el depósito Ms para mostrar claramente la estructura de los álabes 10. [FIG. 8 y 9 son una vista en planta parcialmente ampliada y vistas en alzado que muestran la estructura de cada una de los álabes 10.

En la Fig. 2, se ilustra esquemáticamente la estructura del calcinador 1 tal como se muestra en la Fig. 1. Como se muestra en la Fig. 2, un bastidor de soporte 52 (parcialmente mostrado en la Fig. 2) soporta el cuerpo del calcinador 1 por medio de sus partes de mordaza o partes de pata 51 que sobresalen de una superficie exterior de la pared cilíndrica 5. Un paso tubular 53 que constituye la línea S se extiende a través de la pared superior 3 y depende de ella en la zona α . La superficie superior Ma del depósito Ms (el nivel ha) está situada por debajo de una abertura extrema inferior 54 del paso 53.

Como se muestra en la Fig. 3, la cámara de combustión 2 tiene una porción de extremo inferior agrandada 26 con un diámetro agrandado, y la porción 26 está conectada a un extremo inferior de una porción de tubo recto 27. Una superficie periférica exterior de la porción 26 tiene forma de círculo perfecto en su sección transversal horizontal. Una serie de tubos estrechos 24, que constituyen los mencionados tubos múltiples, están conectados a una placa inferior 25 de la porción 26. Cada uno de los tubos 24 forma un paso de fluido de sección reducida. Por ejemplo, cada uno de los tubos 24 tiene un área de sección transversal de paso de fluido igual o inferior a la quincuagésima parte del área de sección transversal de paso de fluido de la cámara de combustión 2, por ejemplo, aproximadamente igual a la centésima parte de la de la cámara de combustión 2. Una porción del extremo superior del tubo 24 se abre hacia la zona intratubular β y un extremo inferior del tubo 24 se abre hacia abajo, hacia la parte inferior del calcinador, en las proximidades de la pared inferior 7. Si se desea, en la porción 26 puede colocarse el dispositivo mezclador 23 según lo expuesto anteriormente.

Como se muestra en las Fig. 2 y 4, los álabes 10 están situados en una zona periférica exterior de la porción 26 bajo la superficie superior Ma. Una porción superior del álabe 10 (un extremo superior/interior 18 del álabe 10, como se muestra en la Fig. 9) se sitúa a un nivel hb (una posición de la altura hb medida desde la superficie inferior del calcinador). Suponiendo que el nivel ha como se muestra en las Figs. 2 y 4 es un nivel preestablecido o un nivel diseñado de la superficie superior Ma, el nivel ha puede ajustarse preferentemente para que esté en un intervalo de $1,0 \times hb$ a $1,2 \times hb$. Sin embargo, durante el funcionamiento del calcinador 1, el comportamiento de la superficie superior Ma del depósito Ms es relativamente violento, y se produce un fenómeno que incluye ondulaciones, elevaciones, hundimientos y similares en la superficie superior Ms. Por lo tanto, una parte superior del álabe 10 está frecuentemente expuesta a un espacio por encima de la superficie superior Ma. Por lo tanto, debe entenderse que la relación posicional entre los niveles ha, hb como se establece anteriormente es la relación posicional en una condición de diseño o una condición de ajuste inicial.

Como se muestra en las Fig. 2 y 4, un diámetro db con respecto a un eje central de la cámara de combustión 2, que está definido por los extremos exteriores de las porciones inferiores de los álabes 10, es menor que un diámetro interior da de la pared cónica 6 al mismo nivel, y cada uno de los álabes 10 y la pared 6 están separados entre sí a una distancia horizontal de. Con respecto al diámetro da, el diámetro db se establece para estar, preferiblemente, en un rango entre $0,8 \times da$ y $1,0 \times da$, más preferiblemente, en un rango entre $0,9 \times da$ y $1,0 \times da$. Por lo tanto, la distancia horizontal de se establece para ser, preferiblemente, igual o inferior a $0,1 \times da$. En esta realización, el eje central de la cámara de combustión 2 es sustancialmente idéntico al eje central de la pared 6.

Como se muestra en la Fig. 7, los álabes estacionarios 10 están dispuestos circunferencialmente y espaciados entre sí en un intervalo angular igual θ_1 alrededor de un eje central CL de la cámara de combustión 2. El intervalo angular θ_1 se establece para ser, preferiblemente, un ángulo en un rango de 10 grados a 60 grados, más preferiblemente, un ángulo en un rango de 15 grados a 30 grados (22,5 grados en esta realización). El número de álabes 10 se establece para ser, preferiblemente, en un rango de seis a treinta y seis, más preferiblemente, en un rango de doce a veinticuatro

(dieciséis en esta realización). Un extremo proximal de la aleta 10 está integralmente unido a una superficie periférica exterior de la porción de extremo inferior agrandada 26, y la aleta 10 se extiende desde allí, en general, radialmente hacia fuera de la porción 26. El intervalo angular de los álabes 10 no se fija inevitablemente para que sea un ángulo igual en toda la circunferencia total, sino que el intervalo angular puede fijarse para que sea un ángulo arbitrario en correspondencia con las estructuras del calcinador 1 y la cámara de combustión 2, etc.

Como se muestra en las Figs. 8 y 9, cada uno de los álabes fijos 10 está formado por una placa metálica curvada que tiene un borde interior curvado 11, un borde exterior curvado 12, un borde superior curvado 13 y un borde inferior curvado 14. La porción de extremo proximal de la aleta 10, incluido el borde 11, se fija a la porción 26 mediante medios de fijación, como soportes y pernos (no mostrados), o medios de unión, como soldadura. La aleta 10 forma una superficie sustancialmente continua con la superficie exterior de la porción 26. Cada uno de los bordes 11, 12, 13, 14 están curvados en un radio de curvatura predeterminado, y la aleta 10 forma una superficie curva convexa 15 orientada oblicuamente hacia arriba y una superficie curva cóncava 16 orientada oblicuamente hacia abajo. El borde superior 13 se inclina hacia abajo, extendiéndose hacia el exterior. El borde inferior 14 se extiende sustancialmente en horizontal.

Se define una trayectoria de fluido P entre los álabes adyacentes 10. Como se ve en su vista en planta, la trayectoria P se extiende en dirección circunferencial y radialmente hacia fuera de la cámara de combustión 2, al tiempo que se curva. La trayectoria P se abre hacia una zona periférica interior del calcinador, y se extiende hacia arriba en forma de un paso de fluido curvo generalmente inclinado con respecto a la dirección vertical. Como se describe más adelante, la trayectoria P desvía un flujo ascendente del flujo de chorro de gas a alta temperatura Hg hacia una dirección radialmente exterior y circunferencial.

En la Fig. 8, un segmento de línea DL1 que se extiende en una dirección diametral de la cámara de combustión 2 (como se ve en su vista en planta) se representa mediante una línea de cadena de un punto, en la que el segmento DL1 pasa a través del eje central CL y un extremo superior/exterior 17 del álabes 10. Como se muestra en la Fig. 8, una línea tangencial Th (en un plano horizontal) de la aleta 10 en el extremo 17 está orientada en una dirección de un ángulo θ_2 con respecto al segmento DL1. Además, la línea tangencial Tv, Tv' (en un plano vertical) del álabes 10 en un extremo superior/interior 18 y el extremo superior/exterior 17 están orientados en direcciones de ángulos θ_3 , θ_4 con respecto a la dirección vertical VL. El ángulo θ_2 se establece para ser un ángulo, preferiblemente, en un rango de 20 grados a 60 grados, más preferiblemente, en un rango de 30 grados a 50 grados. Los ángulos θ_3 , θ_4 se fijan para ser un ángulo, preferiblemente, en un rango de 20 grados a 60 grados, más preferiblemente, en un rango de 30 grados a 55 grados.

Como se muestra en la Fig. 8, los álabes adyacentes 10 se colocan de tal manera que sus porciones de extremo proximal se superponen entre sí y sus porciones de extremo distal están separadas entre sí, como se ve en sus vistas en planta. El extremo inferior/interior 19 y el extremo inferior/exterior 20 de la aleta 10 se ilustran en la Fig. 8. Además, los segmentos de línea DL2, DL3 que se extienden en una dirección diametral de la cámara de combustión 2 (como se ve en sus vistas en planta) se representan mediante líneas de cadena de un punto, en la Fig. 8. El segmento DL2 pasa por el eje central CL y el extremo 19 de la aleta 10 colocada hacia delante en una dirección de desviación del gas Hg (una dirección en el sentido de las agujas del reloj, como se ve en la vista en planta). El segmento DL3 pasa por el eje central CL y el extremo 20 de la aleta 10 posicionado hacia atrás en la dirección de desviación del gas Hg. Además, una zona de solapamiento η de los álabes 10 (tal como se ve en su vista en planta) se indica mediante sombreado en la Fig. 8.

Como se muestra en la Fig. 9 (B), en la dirección de deflexión, el extremo 20 de la aleta de retroceso 10 está situado en una posición angular desplazada hacia delante, en relación con el extremo 19 de la aleta de avance 10. Los extremos 19, 20 están espaciados en un intervalo angular de un ángulo central θ_5 alrededor del eje central CL, como se muestra en la Fig. 8. Es decir, visto en la dirección de deflexión, una posición angular del extremo 20 de la aleta hacia atrás 10 tiene una diferencia de fase del ángulo avanzado θ_5 alrededor del eje central CL, con respecto a la posición angular del extremo 19 de la aleta hacia delante 10.

Según los experimentos realizados por los presentes inventores, el flujo de chorro de gas de alta temperatura Hg expulsado a la parte inferior del calcinador se mueve hacia arriba a lo largo de un grupo de los tubos 24, como se indica con flechas hacia arriba en la Fig. 3. La placa inferior 25 de la porción de extremo inferior ampliada 26 actúa para dirigir el flujo ascendente Hg radialmente hacia fuera, como se indica con las flechas Hg' en la Fig. 3. Por lo tanto, un movimiento circunferencial del yeso crudo M en las proximidades de la superficie de la pared interior del calcinador es apto para ser impedido por un movimiento del flujo Hg (Hg') dirigido radialmente hacia fuera. Además, según los experimentos de los presentes inventores, si no se proporciona el álabes 10, gran parte del flujo Hg es apto para salir de la superficie superior Ma en una zona cercana a la pared periférica exterior de la porción 26, como se indica con las flechas Hg'' en la Fig. 3. Se considera que este fenómeno se deriva de una condición en la que el flujo Hg se desplaza con relativa facilidad hacia arriba a lo largo de los tubos 24, ya que la resistencia al flujo del fluido es relativamente pequeña en el límite entre el tubo metálico (el tubo 24) y el yeso crudo M.

Sin embargo, el flujo Hg dirigido radialmente hacia fuera por la placa 25 es seguramente desviado por los álabes 10, ya que el extremo 20 del álabes 10 situado hacia atrás en la dirección de desviación tiene la diferencia de fase del ángulo θ_5 , con respecto al extremo 19 del álabes 10 hacia delante en la dirección de desviación, y el extremo 20 está

en la posición angular adelantada con respecto al extremo 19. Por lo tanto, el flujo Hg dirigido radialmente hacia fuera por la placa 25 es desviado de forma segura por el álabe 10. De este modo, se puede evitar con seguridad que se produzca el fenómeno en el que el movimiento del yeso crudo M en la dirección circunferencial del calcinador se ve impedido por el movimiento del flujo Hg dirigido radialmente hacia fuera. El ángulo θ_5 es mayor que cero grados, y se establece para ser, preferiblemente, igual o menor que $0,3 \times \theta_1$, más preferiblemente, igual o menor que $0,2 \times \theta_1$, con respecto al intervalo angular θ_1 de los álabes 10. Además, dado que el área de solapamiento η del álabe 10 está asegurada como se ha expuesto anteriormente, el movimiento ascendente del flujo Hg se ve impedido de manera efectiva en las proximidades de la superficie periférica exterior de la porción 26, y por lo tanto, el flujo Hg puede ser desviado por los álabes 10. Así, la diferencia de fase (el ángulo θ_5) y el área de solapamiento η promueven una circulación del flujo Hg como se describe más adelante y contribuyen a una calcinación uniforme del yeso crudo M. El área de solapamiento η puede establecerse preferentemente para ser un área en la que un ángulo θ_6 es mayor que cero y $L1/L2$ es igual o menor que $1/2$, en la que el ángulo θ_6 es un ángulo entre el extremo 18 del determinado álabe 10 y el extremo 19 de su álabe adyacente 10, "L1" es una distancia entre un extremo radialmente exterior v del área η y el extremo 19 (visto en la vista en planta), y "L2" es una longitud del álabe 10 medida en su dirección diagonal vista en la vista en planta (es decir, la longitud máxima del álabe 10 en su vista en planta).

Como muestran las flechas discontinuas de las Figs. 4 a 9, el álabe 10 guía el flujo Hg, que se mueve hacia arriba en la trayectoria P, hacia una dirección radialmente exterior y circunferencial, de modo que las materias fluidizadas del yeso crudo M fluidizado por el flujo Hg se dirigen hacia la dirección radialmente exterior y circunferencial, junto con el flujo Hg. El flujo Hg y el yeso crudo M se desplazan fuera de la trayectoria P sustancialmente en dirección tangencial a la porción 26 desde las proximidades de los bordes exterior y superior 12, 13 y se desplazan hacia la zona periférica interior del calcinador. El álabe 10 está generalmente curvado y el borde 13 está inclinado hacia abajo mientras se extiende hacia fuera, y por lo tanto, una parte de la esquina superior del álabe 10 no interfiere con tales movimientos del flujo Hg y el yeso crudo M. El flujo Hg que se mueve hacia la zona periférica está en contacto transferible de calor con el yeso crudo M en las proximidades de la superficie de la pared interior del calcinador. Además, el flujo Hg y el yeso crudo M dirigido hacia la dirección circunferencial energizan el yeso crudo M en la zona periférica hacia la dirección circunferencial, o aumentan un movimiento del yeso crudo M en la zona periférica hacia la dirección circunferencial.

A continuación se explica el funcionamiento del calcinador 1 con la disposición mencionada.

En el uso del sistema de calcinación de yeso como se muestra en la Fig. 1, el yeso crudo M preparado por el dispositivo de suministro de yeso crudo I se alimenta al área α , y el yeso M se acumula en la parte inferior del área α . El aire de combustión se alimenta al paso de suministro de aire de combustión 22 a través del conducto de suministro de aire de combustión A bajo la presión de suministro del dispositivo de suministro de aire Q. El combustible hidrocarbonado, como el gas de ciudad, se alimenta al paso de suministro de combustible 21 a través del conducto de suministro de combustible F. El aire y el combustible mezclados en el dispositivo de mezcla 23 generan el gas de combustión a una temperatura elevada en la cámara de combustión tubular 2. El gas de combustión fluye hacia el interior de los tubos estrechos 24 como gas de alta temperatura H, y sale por las aberturas de los extremos inferiores de los tubos 24 hacia la parte inferior del calcinador, como flujo de chorro de gas de alta temperatura Hg.

El flujo Hg se mueve hacia arriba a lo largo del grupo de tubos estrechos 24 como indican las flechas en las Figs. 4, 9 El flujo Hg es desviado hacia la dirección radial y circunferencial por los álabes 10, como se ha indicado anteriormente. El yeso crudo M del depósito Ms es fluidizado por el flujo Hg y calentado por el contacto de transferencia de calor con el flujo Hg. El flujo Hg se enfría calentando el yeso crudo M y, a continuación, sale de la superficie superior Ma al espacio superior del calcinador y se introduce en el tubo de gases de escape E desde la parte superior del calcinador como gas de escape de combustión e. El gas de escape e se emite fuera del sistema a través del separador de polvo B y el colector de polvo.

Como se muestra por las flechas Mr en la Fig. 3, una gran cantidad de yeso crudo M, que se mueve hacia arriba en la parte central del depósito Ms bajo la presión del flujo Hg, se mueve radialmente hacia fuera en la capa superior del depósito Ms, y luego, se mueve hacia abajo a lo largo de la superficie de la pared interior de la pared cónica 6 para recircular hacia la parte inferior del calcinador. Las materias fluidizadas del flujo Hg y el yeso crudo M, que se dirigen hacia el exterior radialmente y en dirección circunferencial, energizan el yeso crudo M en las proximidades de la pared cónica 6 hacia la dirección circunferencial del calcinador, o aumentan el movimiento del yeso crudo M en la dirección circunferencial del calcinador. Es decir, en el depósito Ms, una acción de desviación pasiva del álabe 10 provoca un flujo o lecho fluidizado del yeso crudo M o del yeso calcinado W que se desplaza hacia la dirección circunferencial del calcinador en las proximidades de la superficie de la pared interior del calcinador. Este flujo o lecho fluidizado puede no ser siempre un flujo o lecho fluidizado independientemente claramente observable. En otras palabras, el álabe 10 está destinado a generar un flujo circulante en el calcinador que hace que el yeso crudo M o el yeso calcinado W en las proximidades de la superficie de la pared interior se fluidice hacia la dirección circunferencial al menos parcialmente, o destinado a formar dicho flujo circulante en el depósito Ms.

El yeso crudo M se calienta en dicho proceso de fluidificación mediante su intercambio de calor con el gas a alta temperatura, de modo que pierde el agua combinada, por lo que el yeso crudo M se calcina hasta convertirse en yeso hemihidratado y así sucesivamente. A continuación, el yeso se extrae del calcinador a través del orificio de salida 8

mediante el dispositivo de rebose 9 y se alimenta al sistema o similar para el proceso siguiente o similar, como yeso calcinado W, mediante la línea de suministro V.

De acuerdo con los experimentos realizados por los presentes inventores, que se han llevado a cabo con el uso de un calcinador real correspondiente al calcinador 1, se ha encontrado que, en un caso en el que el dihidrato de yeso se calcina a hemihidrato de yeso por el calcinador 1 de acuerdo con la presente realización, la proporción del dihidrato de yeso contenido en el yeso calcinado W se reduce, en comparación con la proporción correspondiente en un caso de calcinación por un calcinador convencional sin los álabes 10, y por lo tanto, que el yeso uniformemente calcinado puede ser producido, que tiene la calcinación poco desigual y que tiene la cantidad del agua combinada generalmente reducida. Además, dado que el yeso crudo M puede calcinarse uniformemente, el valor de la temperatura de calcinación puede reducirse en aproximadamente 6 ó 7 grados C. Por ejemplo, con respecto a la temperatura de calcinación detectada por el sensor de temperatura T, su valor objetivo o preestablecido puede reducirse de 150 grados C a 143 ó 144 grados C. Por ejemplo, en el caso de que se utilice gas ciudad como combustible del calcinador 1, el consumo de combustible se puede reducir en aproximadamente un 5 % si el valor establecido de la temperatura en el calcinador se reduce en 6,5 grados C. Por lo tanto, el empleo de los álabes 10 con la disposición antes mencionada es significativamente eficaz en la reducción del consumo de combustible del calcinador 1.

En la realización descrita anteriormente, la condición de diseño de la relación posicional entre la superficie superior del depósito y el álabe estacionario se establece de modo que el nivel ha se encuentre en un intervalo comprendido entre el nivel $hb \times 1,0$ y el nivel $hb \times 1,2$. Sin embargo, si se desea, la relación posicional entre ellos puede establecerse de modo que el nivel ha sea inferior al nivel hb.

Además, el álabe estacionario y la cámara de combustión tubular pueden estar dispuestas de tal manera que el extremo proximal del álabe esté ensamblado a la cámara de combustión a través de un medio de ajuste de posición para ajustar la posición del álabe con respecto a la cámara de combustión, para un ajuste variable de la posición del álabe. Además, en la realización antes mencionada, el álabe tiene una superficie sustancialmente continua con la superficie exterior de la cámara de combustión, pero si se desea se puede formar un espacio o espacio libre con un cierto tamaño entre la porción del extremo proximal del álabe y la superficie exterior de la cámara de combustión.

[Realización-2]

La Fig. 10 es un diagrama de flujo del sistema que ilustra un aparato para la calcinación de yeso provisto de un calcinador de yeso móvil de tipo álabes (tipo activo). En referencia a las Figs. 10 a 16, una segunda realización de la presente invención (el móvil-furgoneta-tipo) se describe a continuación. En cada una de las Figs. 10 a 16, el constituyente o miembro sustancialmente el mismo que el constituyente o miembro en la realización antes mencionada (Figs. 1 a 9) o equivalente se indica con el mismo número de referencia.

Como se muestra en la Fig. 10 tiene la misma disposición básica que la del aparato mostrado en la Fig. 1. El aparato de esta realización, sin embargo, tiene una pluralidad de agitadores 30, en lugar de los mencionados álabes estacionarios 10. El agitador 30 define el dispositivo auxiliar de tipo álabe móvil (tipo activo). Las descripciones explicativas sobre la disposición genérica del aparato como se muestra en la Fig. 10 son sustancialmente las mismas que las descripciones sobre la disposición correspondiente del aparato como se ilustra en la Fig. 1, y por lo tanto, las descripciones duplicadas se omiten haciendo referencia a las descripciones antes mencionadas sobre la disposición del aparato como se muestra en la Fig. 1.

Las Fig. 11 y 12 son una vista transversal vertical y una vista en planta, cada una de las cuales muestra esquemáticamente la estructura del calcinador 1. [FIG. 13 (A) y 13 (B) son una vista en alzado lateral y una vista en planta, cada una de las cuales muestra esquemáticamente la estructura del agitador 30. La Fig. 13 (C) es una vista en alzado frontal de los álabes agitadores. La Fig. 14 es una vista de la zona interior α vista oblicuamente desde su lado superior, en la que la zona que rodea los álabes se ilustra en una condición en la que el yeso crudo M no se ha vertido al calcinador 1.

En las Fig. 11 y 12, se ilustra esquemáticamente la estructura del calcinador 1 según la Fig. 10. Como se muestra en la Fig. 11, el cuerpo del calcinador 1 está soportado a través de las partes de las mordazas o patas 51 por el bastidor de soporte 52, de forma similar a la realización antes mencionada. El paso tubular 53 de la línea S se extiende a través de la pared superior 3 y depende de ella en la zona interna α . La superficie superior Ma (el nivel ha) del depósito de yeso crudo M se encuentra por debajo de la abertura del extremo inferior del paso 53, de forma similar a la realización anteriormente mencionada. Como se ilustra mediante líneas de puntos en la Fig. 12, se sitúan cuatro agitadores 30, espaciados a un intervalo angular aproximadamente igual entre sí. Como se ilustra en la Fig. 11, cada uno de los agitadores 30 está situado en el nivel hc de la pared cónica 6. El nivel hc está comprendido entre $0,3 \times ha$ y $0,7 \times ha$, preferiblemente entre $0,4 \times ha$ y $0,6 \times ha$. De este modo, los álabes agitadores 31 del agitador 30 se sitúan a un nivel por debajo de la superficie superior Ma para quedar totalmente incrustadas en el depósito Ms, como se muestra en la Fig. 11. El nivel he es la altura de un punto de intersección CP entre la superficie de la pared cónica 6 (la superficie cónica de la estructura) y un eje central X-X del agitador 30 (Fig. 13).

La estructura del agitador 30 se ilustra en la Fig. 13. Los álabes 31 del agitador 30 son álabes agitadores de tipo paleta que giran alrededor del eje central X-X del agitador 30. El agitador 30 tiene una sección de resalte 32 integrada con el

eje giratorio 36 y cuatro partes de álabes 33 que se extienden radialmente hacia fuera desde la sección de resalte 32. Las partes 33 de la aleta se extienden desde la sección de resalte 32 en una dirección aproximadamente ortogonal, como se ve en sus vistas frontales en alzado (Fig. 13 (C)). Un plano de cada una de las partes de álabe 33 está inclinado con respecto al eje X-X. Un ángulo de inclinación Θ_{11} del plano de cada una de las partes de álabe 33 es un ángulo, preferiblemente, en un rango de 10 grados a 60 grados, y más preferiblemente, en un rango de 30 grados a 60 grados (en la presente realización, aproximadamente 30 grados).

El agitador 30 está provisto de un tubo de vaina 35, una sección de soporte 34, una sección de unión 61, una pieza base 60, una sección de cojinete 62 y una estructura de sujeción 42. El tubo de vaina 35 es concéntrico con un eje giratorio 36. La sección de soporte 34 tiene las propiedades requeridas de estanqueidad al aire y resistencia al calor. La sección de unión 61 conecta integralmente una porción de extremo proximal del eje 36 con un eje de accionamiento 41 de un dispositivo de accionamiento 40. La sección de cojinete 62 está soportada por la pieza base 60 y el eje 36 está girado por la sección de cojinete 62. El dispositivo de accionamiento 40 se fija a la pieza base 60 mediante la estructura de sujeción 42. El tubo de cubierta 35 es un tubo metálico resistente al calor que tiene un área interior cilíndrica y que protege la sección de soporte 34 del movimiento y el calor de los componentes sólidos y el gas a alta temperatura en el área α .

Como se muestra en la Fig. 14, el tubo 35 se extiende a través de la pared cónica 6. Una parte cónica que penetra en la pared 37 del tubo 35 está integralmente unida a la pared 6 por medios de fijación, como la soldadura. El eje 36 se extiende a través de una parte central de la sección de soporte 34 (fig. 13) y sobresale hacia la zona α de la zona y del tubo 35. Los álabes 31 giran alrededor del eje central X-X en la zona α .

Las Fig. 15 y 16 son una vista en planta y una vista en sección transversal vertical, cada una de las cuales muestra una relación de posición entre el agitador 30 y la pared cónica 6. En las Figs. 15 y 16, la superficie interior de la pared 6 se muestra mediante un círculo perfecto o una línea recta de una cadena de dos puntos (una línea fantasma). En la Fig. 15, se ilustra la línea central CL del calcinador 1 (un centro de la pared 6 visto en su vista en planta). Además, en cada una de las Figs. 15 y 16, se muestra el punto de intersección CP entre la superficie interior de la pared 6 (la pared inclinada) y el eje central X-X del agitador 30. Además, en la Fig. 15, se muestra una línea tangencial GL en el punto de intersección CP y una línea normal RL (una línea de extensión radial representada por una línea de cadena de un punto) en el punto de intersección CP. Como se muestra en la Fig. 15 (B), el punto de intersección CP se sitúa en el centro del área γ y del tubo 35.

Como se muestra en la Fig. 15(A), los cuatro agitadores 30 están colocados alrededor de la línea central CL del calcinador 1 y están espaciados entre sí a intervalos angulares de Θ_{15} , Θ_{16} , Θ_{17} , Θ_{18} . Cada uno de los ángulos Θ_{15} , Θ_{16} , Θ_{17} , Θ_{18} se establece como un ángulo en un rango de 60 grados a 120 grados. En la presente realización, el ángulo Θ_{15} se establece en 110 grados, el ángulo Θ_{16} se establece en 90 grados, y los ángulos Θ_{17} , Θ_{18} se establecen en 80 grados, respectivamente. Los ángulos Θ_{15} , Θ_{16} , Θ_{17} , Θ_{18} pueden establecerse para ser un ángulo igual (por ejemplo, 90 grados), o los ángulos Θ_{15} , Θ_{16} , Θ_{17} , Θ_{18} pueden establecerse para ser valores arbitrarios respectivamente.

Como se muestra en la Fig. 15(B), un eje central X-X del agitador 30 se extiende en el área α en una dirección inclinada en sentido contrario a las agujas del reloj (en su vista en planta) en un ángulo Θ_{12} con respecto a la línea normal RL como se ve en la vista en planta. El ángulo Θ_{12} se establece para ser un ángulo, preferiblemente, en un rango de 30 grados a 80 grados, más preferiblemente, en un rango de 45 grados a 75 grados. Como se muestra en la Fig. 16, el eje X-X del agitador 30 se extiende por el lado de la zona interior en una dirección inclinada en un ángulo Θ_{13} con respecto a un plano horizontal. El ángulo Θ_{13} se establece para ser un ángulo, preferiblemente, en un rango de -15 grados a 40 grados. Un ángulo Θ_{19} del eje X-X relativo a la superficie inclinada de la pared cónica 6, que es un ángulo alrededor de un eje horizontal que pasa por el punto de intersección CP, se establece para estar, preferiblemente, en un rango de 50 grados a 105 grados. En esta realización, un ángulo Θ_{14} de la pared 6 inclinada con respecto al plano horizontal se fija en aproximadamente 65 grados, y el eje central X-X se orienta en una dirección perpendicular a la pared 6 (un ángulo Θ_{19} es de 90 grados), y el ángulo Θ_{13} se fija en aproximadamente 25 grados.

A continuación se explica el funcionamiento del calcinador 1 con la disposición mencionada.

En el uso del calcinador 1 como se muestra en la Fig. 10, el yeso crudo M se alimenta al área α a través de la línea S y se acumula en la parte inferior del área α , y el flujo de chorro de gas a alta temperatura Hg de la cámara de combustión tubular 2 se expulsa desde las aberturas de los extremos inferiores de los tubos 24 a la parte inferior del calcinador, de forma similar al sistema de calcinación de yeso como se muestra en la Fig. 1.

Cada uno de los agitadores 30 se acciona para transferir un par del dispositivo de accionamiento 40 a los álabes 31 a través de los ejes 41, 36, por lo que los álabes 31 giran. La velocidad de rotación del agitador 30 está comprendida entre 200 rpm y 400 rpm, por ejemplo, 300 rpm. El yeso crudo M del depósito Ms es fluidizado por el flujo Hg, y el yeso crudo M pierde su agua combinada por contacto de transferencia de calor con el flujo Hg, por lo que el yeso crudo M se calcina a, principalmente, hemihidrato de yeso. De forma similar al sistema que se muestra en la Fig. 1, el flujo de Hg se introduce en el tubo de gases de escape E después de enfriarse mediante el calentamiento del yeso crudo M, y luego, se expulsa fuera del sistema a través del separador de polvo B y el colector de polvo.

5 Como se ha descrito anteriormente, el yeso crudo M se mueve hacia arriba en la parte central del depósito Ms bajo la presión del flujo Hg, y después, una gran cantidad de yeso crudo M se mueve radialmente hacia fuera en una parte de la capa superior del depósito Ms, y después, el yeso crudo M se mueve hacia abajo a lo largo de la superficie de la pared interior de la pared 6, por lo que el yeso M circula hacia la parte inferior del calcinador. En dicho proceso de fluidificación, el yeso crudo M se calienta por intercambio de calor con el gas de alta temperatura, y se calcina para obtener el hemihidrato de yeso y así sucesivamente por pérdida de agua combinada. A continuación, el yeso calcinado se extrae del calcinador a través del orificio de salida 8 por el dispositivo de rebose 9, y se alimenta a través de la línea de entrega V al sistema que lleva a cabo el proceso siguiente, siendo el yeso calcinado W.

10 El yeso crudo M en las proximidades de la pared cónica 6 es energizado en la dirección circunferencial de la pared 6 por los álabes 31, de modo que el yeso crudo M se mueve en la dirección circunferencial del calcinador o se aumenta el movimiento del yeso crudo M en la dirección circunferencial del mismo. El yeso crudo M fluidizado por el flujo Hg o el yeso crudo M suspendido en el flujo Hg es desviado con relativa facilidad en la dirección circunferencial por los álabes 31. Por lo tanto, se genera un flujo o lecho móvil del yeso crudo M o del yeso calcinado W, que se fluidiza circunferencialmente en las proximidades de la superficie de la pared interior. Este flujo o lecho móvil puede no ser inevitablemente reconocido claramente como un flujo o lecho móvil independiente. Es decir, el agitador 30 está destinado a asegurar una acción dinámica para fluidificar positivamente el yeso M, W en las proximidades de la superficie de la pared interior hacia la dirección circunferencial al menos parcialmente, o está destinado a proporcionar al depósito Ms tal acción positiva.

20 De acuerdo con los experimentos llevados a cabo por los presentes inventores, en los que el yeso dihidratado se ha calcinado hasta el yeso hemihidratado con el uso de un calcinador real correspondiente al calcinador 1, se ha encontrado que, cuando el agitador 30 está en funcionamiento, la proporción del dihidrato de yeso contenido en el yeso calcinado W se reduce generalmente en comparación con esta proporción en una condición en la que el agitador 30 no se opera, y por lo tanto que, en la operación del agitador 30, se puede producir el yeso uniformemente calcinado, que tiene la cantidad del agua combinada generalmente reducida y que tiene la calcinación poco desigual. Por ejemplo, con respecto a la temperatura de calcinación detectada por el sensor de temperatura T, el valor objetivo o preestablecido de la temperatura de calcinación puede reducirse de 150 grados C a 143 o 144 grados C. Por ejemplo, en un caso en el que el gas de ciudad se utiliza como combustible del calcinador 1, el consumo de combustible se reduce en aproximadamente un 5% si el valor establecido de la temperatura en el calcinador se reduce en 6,5 grados C. Por lo tanto, el empleo del agitador 30 con la disposición mencionada anteriormente es significativamente eficaz en la reducción del consumo de combustible del calcinador 1.

35 En la realización descrita anteriormente, los cuatro agitadores están situados en la pared del calcinador, de forma que están separados circunferencialmente entre sí. Sin embargo, los dos o tres agitadores, o los cinco o más agitadores espaciados entre sí pueden estar situados en la pared del calcinador. Además, el eje central de rotación del agitador está inclinado para extenderse oblicuamente hacia arriba en el calcinador en esta realización, pero el eje central de rotación del agitador puede estar orientado en una dirección horizontal o dirigido para extenderse hacia una dirección inclinada oblicuamente hacia abajo.

Además, los álabes en esta realización son álabes agitadores tipo paleta que tienen cuatro porciones de álabes que se extienden radialmente. Sin embargo, el número de álabes puede ser dos o tres, o cinco o más, o el agitador puede tener otro tipo de álabes agitadores, como álabes agitadores de tipo hélice o de tipo turbina.

40 Aunque la presente invención se ha descrito en cuanto a realizaciones preferentes, la presente invención no está limitada a las mismas, sino que debe definirse únicamente de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

45 Por ejemplo, la realización expuesta anteriormente se refiere al calcinador de yeso en el que la presente invención se aplica a la cámara de combustión de tipo tubular múltiple, pero la presente invención puede aplicarse, por ejemplo, a una cámara de combustión tubular con ranuras o similares formadas en una porción de extremo inferior de la cámara de combustión.

Además, la realización expuesta anteriormente se refiere a un calcinador de yeso de tipo cónico, pero la presente invención puede aplicarse a otro tipo de calcinador de yeso, como un calcinador de yeso de forma cilíndrica.

50 Además, la forma de realización como se indica anteriormente se refiere a un calcinador de yeso para calcinar dihidrato de yeso a hemihidrato de yeso, pero la presente invención se puede aplicar a un calcinador de yeso para calcinar dihidrato de yeso a yeso anhidro, un calcinador de yeso utilizando residuos de yeso como el yeso crudo, y así sucesivamente.

[Aplicabilidad industrial]

55 La presente invención puede aplicarse a un aparato y procedimiento de calcinación de yeso. En particular, la presente invención se aplica preferentemente a dicho aparato y procedimiento, en el que el yeso crudo se calcina o deshidrata para producir el hemihidrato de yeso o similar, que se utiliza como materia prima para la producción de placas a base de yeso. Según la presente invención, la fluidez del depósito del yeso crudo acumulado en el calcinador se mejora de tal manera que se puede evitar que se produzca una calcinación desigual en el yeso calcinado y que se reduzca el

consumo de combustible del aparato. Por lo tanto, una ventaja práctica de la presente invención es notable. Además, la disposición de la presente invención puede aplicarse con relativa facilidad no sólo a un calcinador de nueva construcción, sino también a un calcinador existente que deba reformarse, por lo que la presente invención resulta ventajosa desde el punto de vista práctico.

5 **[Lista de signos de referencia]**

	1	calcinador de yeso
	2	cámara de combustión tubular
	3	pared superior del calcinador
	4	pared del calcinador
10	5	pared cilíndrica
	6	pared cónica
	7	pared inferior del calcinador
	8	puerto de salida para extraer el yeso calcinado
	9	dispositivo de rebose
15	10	álabe estacionario (dispositivo auxiliar)
	15	superficie curva convexa
	16	superficie curva cóncava
	24	tubo estrecho
	30	agitador (dispositivo auxiliar)
20	31	álabe agitadora
	32	sección de resalte
	33	parte de álabes
	34	sección de soporte para eje giratorio
	35	tubo de revestimiento
25	36	eje giratorio
	37	sección de penetración de pared cónica
	40	dispositivo de accionamiento
	60	pieza base
	α	superficie interior del calcinador
30	β	zona intratubular
	γ	zona interior
	η	zona de solapamiento
	v	extremo radialmente exterior de la zona de solapamiento
	H	gas de alta temperatura (gas caliente a alta temperatura)
35	Hg	flujo de chorro de gas a alta temperatura
	M	yeso crudo
	Ma	superficie superior del depósito
	Ms	yacimiento de yeso crudo
	P	ruta del fluido
40	S	línea de suministro de yeso crudo
	W	yeso calcinado
	X-X	eje central de rotación del eje rotativo
	CL	línea central
	CP	punto de intersección
45	RL	línea normal
	$\theta 1-\theta 6, \theta 11-\theta 19$	ángulo

REIVINDICACIONES

1. Aparato de calcinación de yeso, que incluye un calcinador de yeso (1) que tiene una superficie de pared interior con un perfil o sección transversal horizontal circular o anular, y una cámara de combustión tubular (2) configurada para generar un gas a alta temperatura (H), en el que la cámara de combustión está situada en una parte central del calcinador y se extiende verticalmente hacia abajo desde una parte superior del calcinador, de manera que una parte inferior de la cámara de combustión está incrustada en un depósito (Ms) de yeso crudo (M) acumulado en una zona interior (α) del calcinador, y en la parte inferior de la cámara de combustión hay una salida de gas a alta temperatura situada por debajo del nivel de una superficie superior (Ma) del depósito, y en el que la salida de gas de alta temperatura está configurada para expulsar un flujo de chorro del gas de alta temperatura (Hg) a la zona interior del calcinador a través de dicha salida de gas de alta temperatura y para verter el gas de alta temperatura a una parte inferior del calcinador, de manera que el yeso crudo alimentado a la zona interior de forma continua o intermitente se fluidifica y calcina o deshidrata mediante un flujo ascendente del gas de alta temperatura, y en el que el calcinador está configurado para permitir la descarga del yeso calcinado o deshidratado (W), en el que el aparato comprende: un dispositivo auxiliar configurado para energizar el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior hacia una dirección circunferencial de dicho calcinador, o aumentar un movimiento del yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior hacia la dirección circunferencial, y el dispositivo auxiliar tiene una pluralidad de álabes estacionarios (10) o al menos dos agitadores (30),

en el que, en caso de que el dispositivo auxiliar tenga una pluralidad de álabes estacionarios,

dichos álabes están dispuestos circunferencialmente en una zona periférica exterior de dicha cámara de combustión y espaciados a un intervalo angular (01) entre sí, y los álabes adyacentes entre sí están configurados para definir una trayectoria de fluido (P) para el yeso crudo y el gas a alta temperatura, de modo que dicho flujo ascendente del gas a alta temperatura se desvía hacia una dirección radialmente exterior y circunferencial de dicha cámara de combustión por la trayectoria de fluido

en el que dichos álabes estacionarios están situados a un nivel en el que los álabes están al menos parcialmente incrustados en el depósito (Ms) de dicho yeso crudo acumulado en la zona interior del calcinador,

en el que las porciones de extremo proximal de los álabes estacionarios adyacentes fijados a dicha cámara de combustión se superponen como puede observarse vistos en planta, de modo que se forma una zona de superposición (η) de los álabes estacionarios adyacentes en la zona periférica exterior de la porción de extremo inferior de dicha cámara de combustión; y

en el que, en caso de que el dispositivo auxiliar tenga al menos dos agitadores,

dichos agitadores se extienden a través de una superficie cónica o una superficie circunferencial interior definida por dicha superficie de pared interior,

cada uno de los agitadores está provisto de un eje giratorio (36) que sobresale hacia el interior del calcinador desde dicha superficie cónica o circunferencial interior en una posición por debajo de la superficie superior del yeso crudo acumulado en el calcinador, y de un álabe agitador (31) que gira en la zona interior con la rotación del eje giratorio,

un eje central (X) de rotación de dicho eje está orientado en una dirección con un ángulo (θ 12) comprendido entre 30 grados y 80 grados visto en planta, respecto a una línea normal (RL) que pasa por un punto de intersección (CP) entre dicho eje (X) y dicha superficie cónica o circunferencial interior, y dicho álabe agitador (31) gira alrededor de dicho eje (X) para energizar el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior hacia una dirección circunferencial de la superficie de la pared interior, en el que los al menos dos agitadores (30) están colocados para estar circunferencialmente espaciados a un intervalo angular entre sí.

2. El aparato según la reivindicación 1 y en caso de que el dispositivo auxiliar tenga una pluralidad de álabes estacionarios, en el que dichos álabes estacionarios (10) adyacentes entre sí están configurados para definir dicha trayectoria de fluido (P) que se abre hacia una zona periférica interior del calcinador y se extiende hacia arriba en una dirección generalmente inclinada con respecto a una dirección vertical (VL);

en el que dicho álabe estacionario es una placa curva que define la trayectoria curva del fluido, que desvía el yeso crudo hacia arriba moviéndose junto con dicho flujo ascendente, hacia la dirección radialmente hacia fuera y circunferencial; y/o

en el que una porción de borde superior de dicho álabe estacionario está curvado según se observa en su vista de planta, y está generalmente inclinado hacia abajo, hacia una dirección radialmente hacia afuera de dicha cámara de combustión.

3. El aparato según la reivindicación 1 o 2 y en caso de que el dispositivo auxiliar tenga una pluralidad de álabes estacionarios, en el que, con respecto a las posiciones angulares de los extremos exterior e interior (20, 19) de una parte inferior de dicho álabe estacionario (10) alrededor de un eje central (CL) de dicha cámara de combustión, el extremo exterior (20) del álabe estacionario hacia atrás en una dirección de desviación de dicho flujo (Hg) está situado

en una posición angular (05) hacia delante en la dirección de desviación, con respecto al extremo interior (19) del álabe estacionario hacia delante en dicha dirección de desviación.

5 4. El aparato según una de las reivindicaciones 1 a 3 y en el caso de que el dispositivo auxiliar tenga una pluralidad de álabes estacionarios, en el que dicho intervalo angular (01) de dichos álabes estacionarios (10) está configurado para ser un ángulo en un rango de 10 grados a 60 grados; y/o
 10 en el que una porción de borde inferior de dicho álabe estacionario está curvada según se observa en su vista en planta, y una porción de extremo exterior de la porción de borde inferior está espaciada a una distancia horizontal predeterminada (dc) de dicha superficie de pared interior, y la distancia horizontal (dc) está configurada para ser igual o menor que $0,1 \times da$, en el que el diámetro (da) es un diámetro interior de dicha superficie de pared interior a un nivel de dicha porción de extremo exterior.

15 5. El aparato según la reivindicación 1 y en caso de que el dispositivo auxiliar tenga un agitador, en el que dicho ángulo (θ_{12}) de dicho eje central (X) se establece para ser un ángulo en un rango de 45 grados a 75 grados; y/o en el que un ángulo inclinado (θ_{13}) del eje central (X) con respecto a un plano horizontal que pasa a través de dicho punto de intersección (CP) se establece para ser un ángulo en un rango de -15 grados a 40 grados.

15 6. El aparato según la reivindicación 1 o 5 y en caso de que el dispositivo auxiliar tenga un agitador, en el que dicho álabe agitador (31) es de álabes agitadores tipo paleta que incluyen una pluralidad de álabes que se extienden radialmente hacia afuera desde un área de centro de rotación que contiene dicho eje giratorio, y un plano de cada uno de los álabes está inclinado en un ángulo (θ_{11}) con respecto a dicho eje central (X), estando el ángulo (θ_{11}) en un rango de 10 grados a 60 grados.

20 7. El aparato según la reivindicación 1, 5 o 6 y en caso de que el dispositivo auxiliar tenga un agitador, en el que dicho agitador tiene un tubo de revestimiento (35) que rodea dicho eje giratorio en concetricidad con el eje, y una sección de soporte (34) para el eje, que se encuentra dentro del tubo de revestimiento; en el que dicho tubo de revestimiento está fijado a un cuerpo de dicho calcinador; y en el que dicho eje giratorio está apoyado de manera giratoria por dicha sección de soporte, y el eje se extiende dentro del calcinador desde un extremo abierto del tubo de revestimiento en su lado interior y lleva dicho álabe agitador (31) en el área interior.

25 8. El aparato según la reivindicación 1, 5, 6 o 7 y en caso de que el dispositivo auxiliar tenga un agitador, en el que una altura h_c de dicho punto de intersección (CP) con respecto a una superficie inferior del calcinador se establece para ser un valor en un rango de $0,3 \times h_a$ a $0,7 \times h_a$, en el que "ha" es una altura de una superficie superior (Ma) de un depósito de dicho yeso crudo medida desde dicha superficie inferior.

30 9. Uso de dicho aparato según una de las reivindicaciones 1 a 8 para la calcinación de yeso,
 en el que el dispositivo auxiliar tiene dichos álabes estacionarios (10), y el flujo ascendente del gas a alta temperatura, que se vierte hacia la parte inferior del calcinador, es guiado hacia la dirección radialmente exterior y circunferencial de dicha cámara de combustión por dichos álabes estacionarios, de modo que dicho yeso crudo se fluidifica hacia la dirección radialmente hacia afuera y circunferencial de la cámara de combustión con desviación del flujo ascendente, por lo que el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior se energiza hacia la dirección circunferencial del calcinador, o se aumenta el movimiento del yeso crudo hacia la dirección circunferencial en las proximidades de la superficie de la pared interior; o
 35 en el que el dispositivo auxiliar tiene dicho agitador (30), y el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior es energizado hacia la dirección circunferencial de dicho calcinador por rotación de dicho álabe agitador (31), o se aumenta un movimiento del yeso crudo hacia la dirección circunferencial en las proximidades de la superficie de la pared interior por la rotación de dicho álabe agitador.

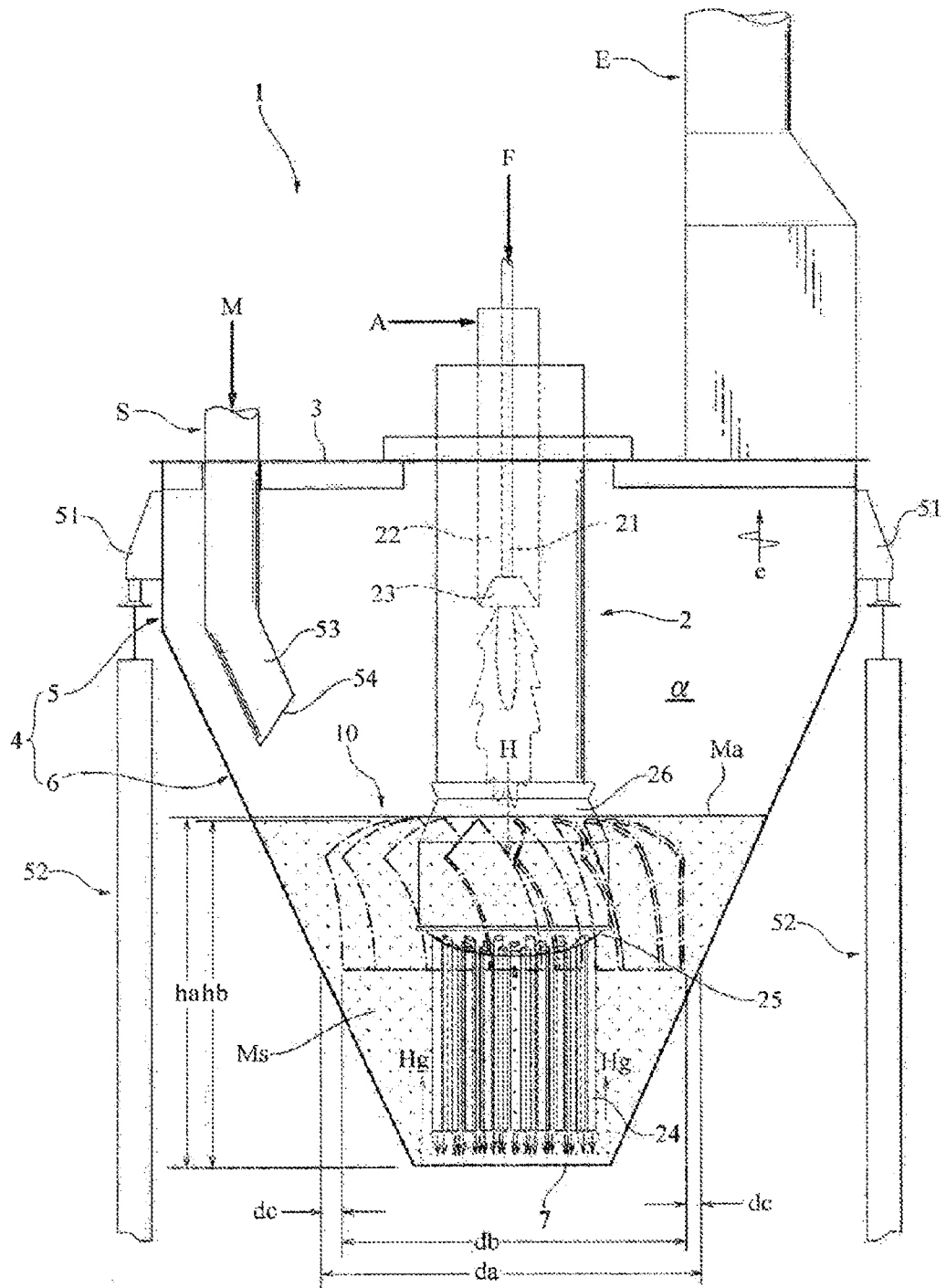
40 10. El uso según la reivindicación 9, en el que, en un caso en el que el dispositivo auxiliar tiene dichos álabes estacionarios (10), un valor de temperatura de consigna para la calcinación disminuye en al menos 5 grados C, con la provisión de dichos álabes estacionarios; o
 45 en el que, en un caso en el que el dispositivo auxiliar tiene dicho agitador (30), un valor de temperatura de consigna para la calcinación en una condición en la que el agitador está en funcionamiento disminuye en al menos 5 grados C, en comparación con el valor de temperatura de consigna para la calcinación en una condición en la que el agitador no está en funcionamiento.

50 11. Un procedimiento de calcinación de yeso, con uso de dicho aparato según una de las reivindicaciones 1 a 8 para calcinar yeso, en el que

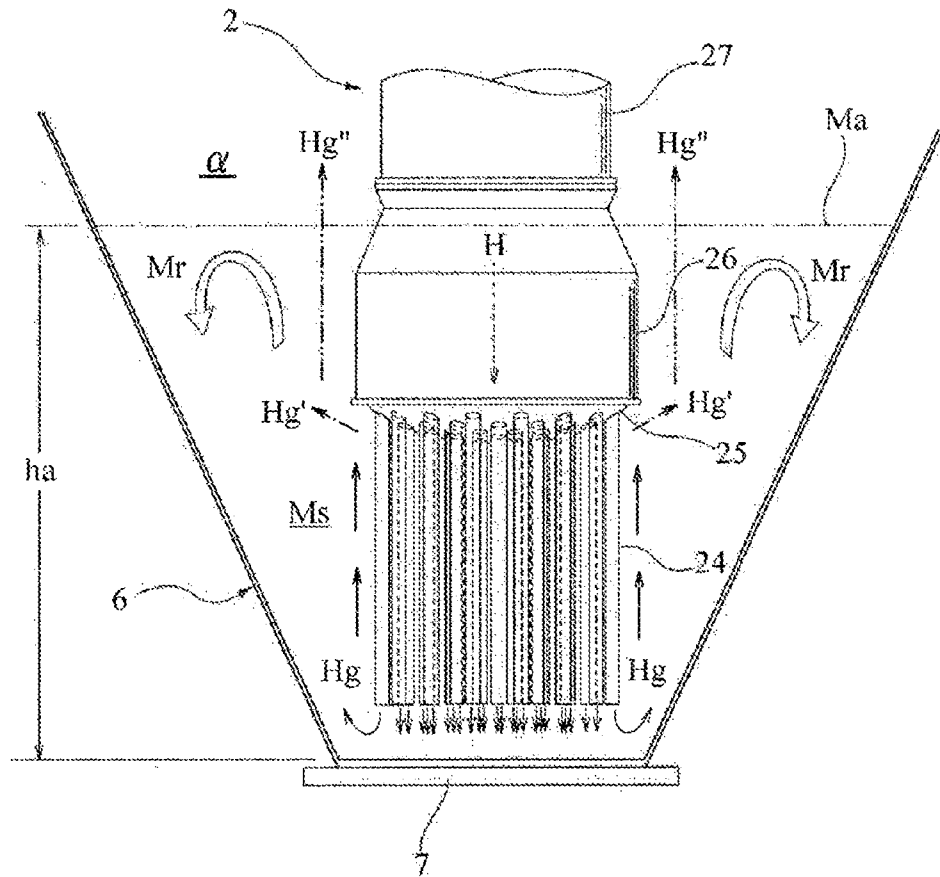
55 (i) la pluralidad de álabes estacionarios (10) están dispuestos en la zona periférica exterior de dicha cámara de combustión (2) y espaciados a un intervalo angular (01) entre sí, en el que dichos álabes estacionarios están colocados a un nivel en el que los álabes están al menos parcialmente incrustados en el depósito (Ms) de dicho yeso crudo (M) acumulado en la zona interior (α) del calcinador, y el flujo ascendente del chorro gas de alta temperatura (Hg) hacia la parte inferior del calcinador es guiado hacia una dirección radialmente hacia afuera y circunferencial de dicha cámara de combustión mediante dichos álabes, y la fluidización de dicho yeso crudo hacia la dirección radialmente hacia afuera y circunferencial de la cámara de combustión es causada por dicho

- 5 flujo ascendente, en el que una porción del extremo proximal del álabe estacionario está ubicada para superponerse sobre la porción del extremo proximal del álabe estacionario adyacente como se observa en su vista en planta, de modo que los álabes estacionarios adyacentes entre sí forman el área de superposición (η) de los álabes estacionarios en la zona periférica exterior de la porción extrema inferior de dicha cámara de combustión, por lo que se impide que dicho flujo ascendente se desplace verticalmente hacia arriba en una zona próxima a una superficie periférica exterior de la cámara de combustión, por lo que el yeso crudo en las proximidades de la superficie de la pared interior se energiza hacia la dirección circunferencial del calcinador, o se aumenta el movimiento del yeso crudo hacia la dirección circunferencial en las proximidades de la superficie de la pared interior,
- 10 o en el que
- 15 (ii) dichos al menos dos agitadores (30) se extienden a través de la superficie cónica o de la superficie circunferencial interior definida por dicha superficie de pared interior, en el que los al menos dos agitadores están colocados para estar separados circunferencialmente a un intervalo angular entre sí, sobresaliendo dicho eje rotatorio (36) hacia el interior del calcinador desde la superficie cónica o circunferencial interior en una posición por debajo de dicha superficie superior (Ma) del yeso crudo acumulado en el calcinador, y el yeso crudo acumulado en el calcinador se agita mediante dicho álabe agitador (31) que gira en dicha zona interior con rotación de dicho eje giratorio, de modo que el yeso crudo en una zona periférica interior del calcinador en las proximidades de la superficie de la pared interior se energiza hacia la dirección circunferencial del calcinador para ser desplazado en la dirección circunferencial.
- 20 12. El procedimiento según la reivindicación 11, caso (i), en el que, con respecto a las posiciones angulares de los extremos exterior e interior (20, 19) de una parte inferior del álabe estacionario (10) alrededor de un eje central (CL) de dicha cámara de combustión, el extremo exterior (20) del álabe hacia atrás en una dirección de desviación de dicho flujo está situado en una posición angular hacia delante en la dirección de desviación, en relación con el extremo interior (19) del álabe estacionario hacia delante en la dirección de desviación, por lo que se restringe un movimiento del flujo dirigido en la dirección radialmente hacia fuera, a fin de no impedir el movimiento de dicho yeso crudo en la dirección circunferencial.
- 25 13. El procedimiento según la reivindicación 11 o 12, caso (i), en el que un valor de temperatura de consigna para la calcinación disminuye en al menos 5 grados C, con la provisión de dichos álabes estacionarios (10).
- 30 14. El procedimiento según la reivindicación 11, caso (ii), en el que el yeso crudo en la zona periférica interior del calcinador es adicionalmente energizado oblicuamente hacia arriba por rotación de dicho álabe agitador (31).
15. El procedimiento según la reivindicación 11 o 14, caso (ii), en el que un valor de temperatura de consigna para la calcinación en una condición en la que dicho álabe agitador (31) está en funcionamiento se reduce en al menos 5 grados C, en comparación con el valor de temperatura de consigna para la calcinación en una condición en la que dicho álabe agitador no está en funcionamiento.

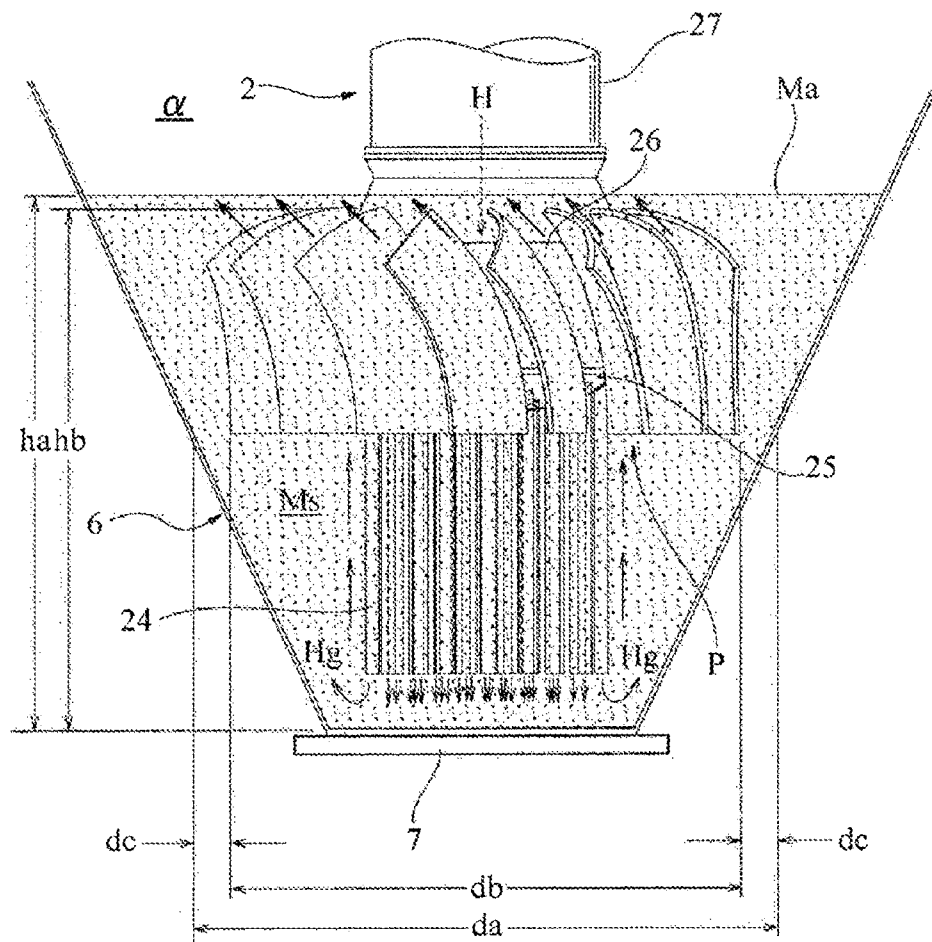
【FIG. 2】



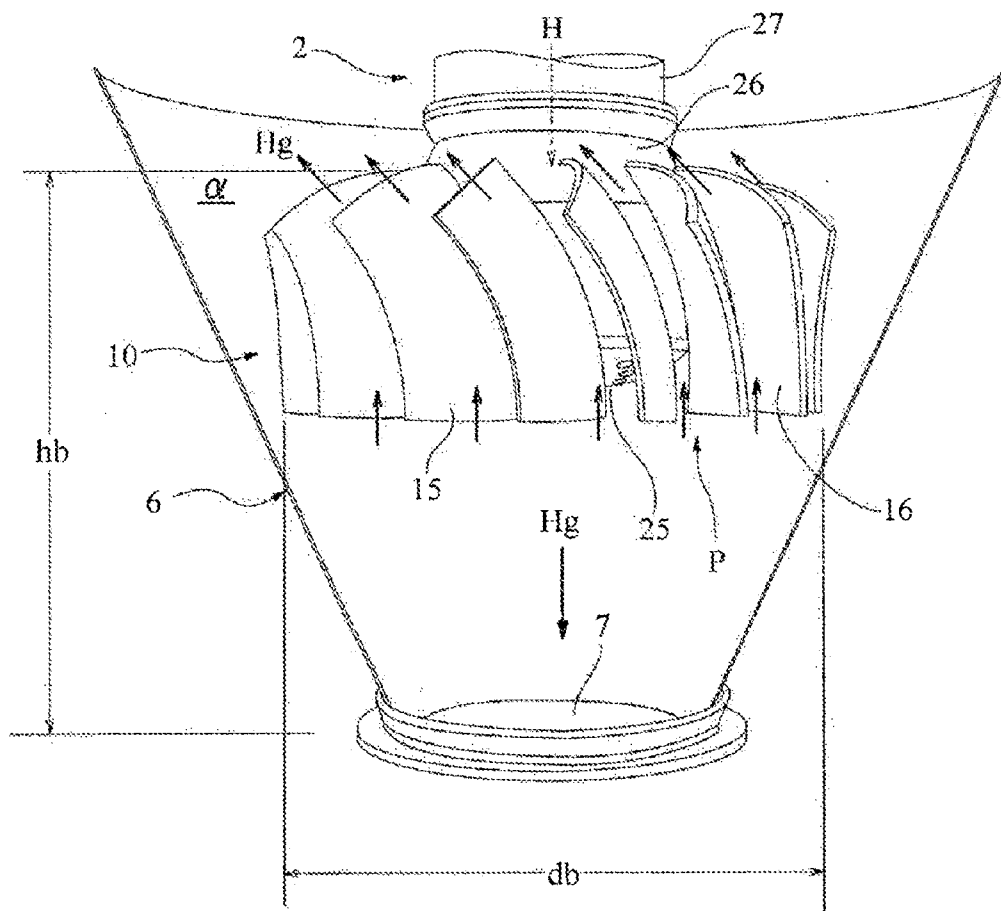
【FIG. 3】



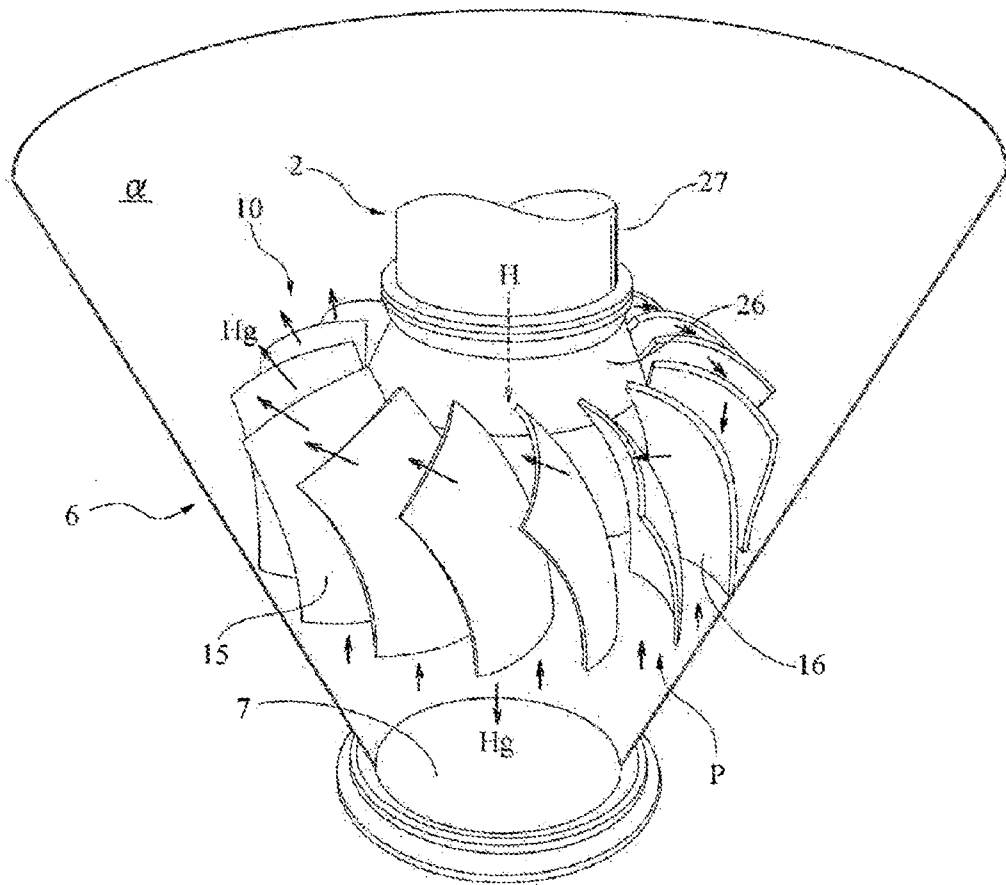
【FIG. 4】



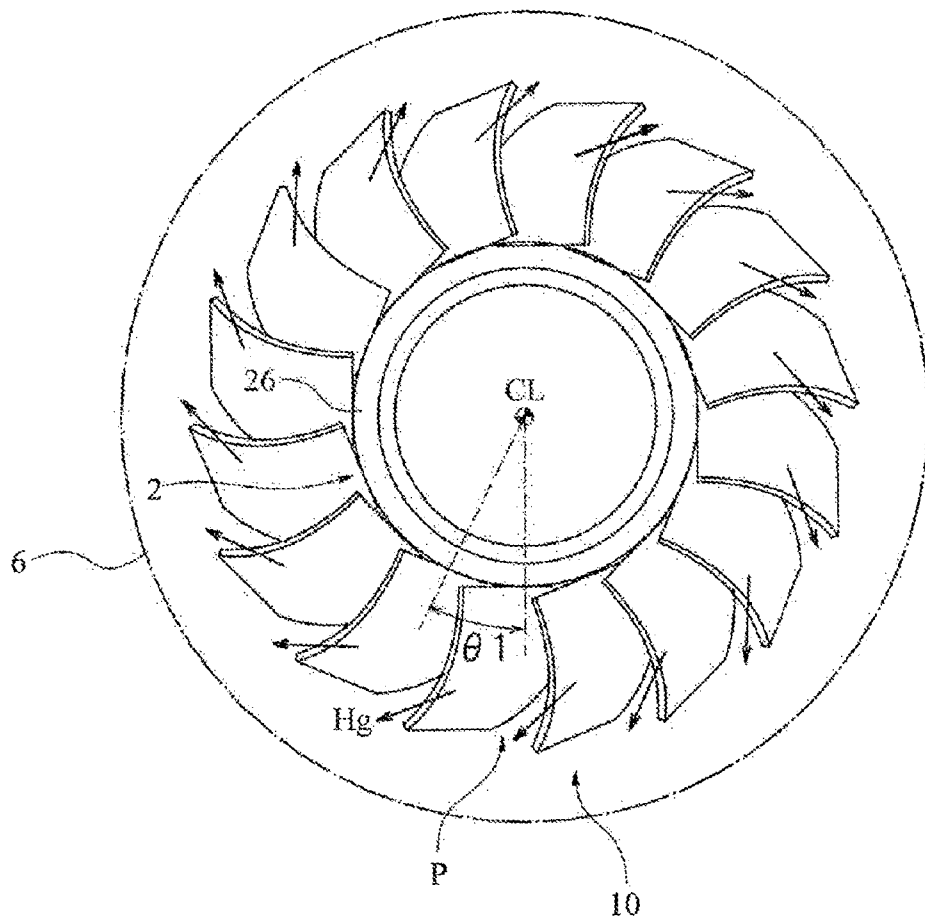
【FIG. 5】



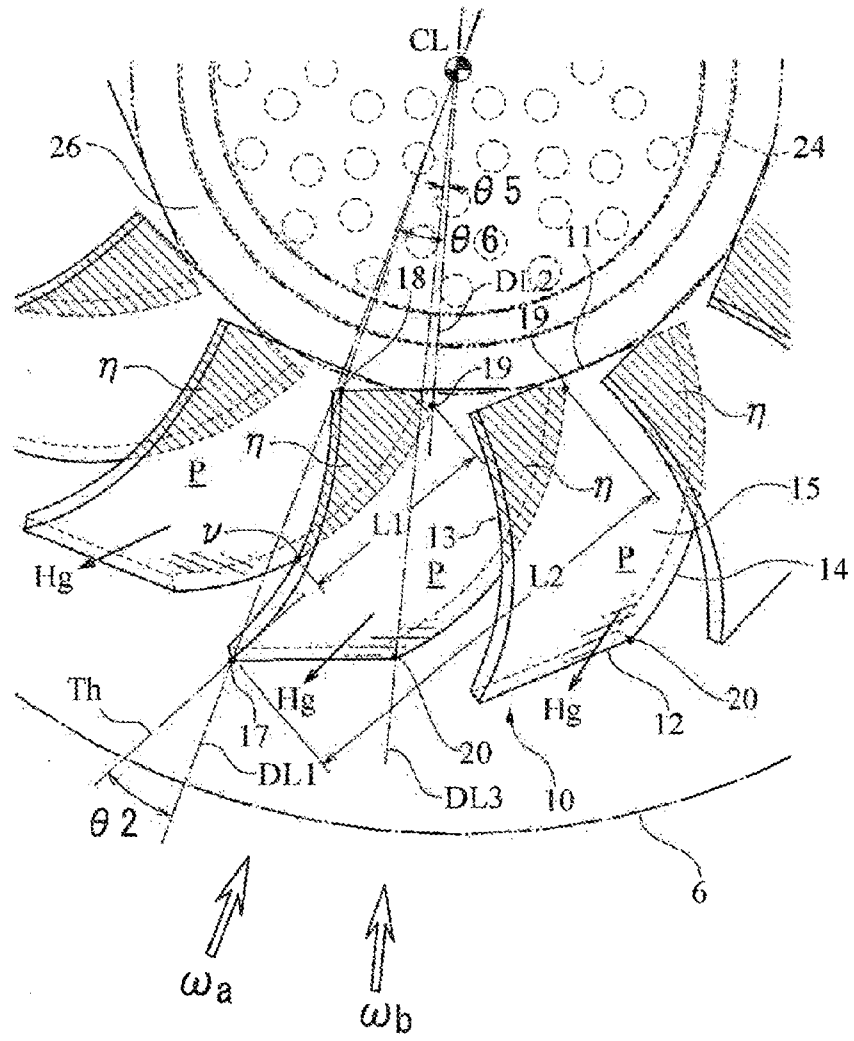
【FIG. 6】



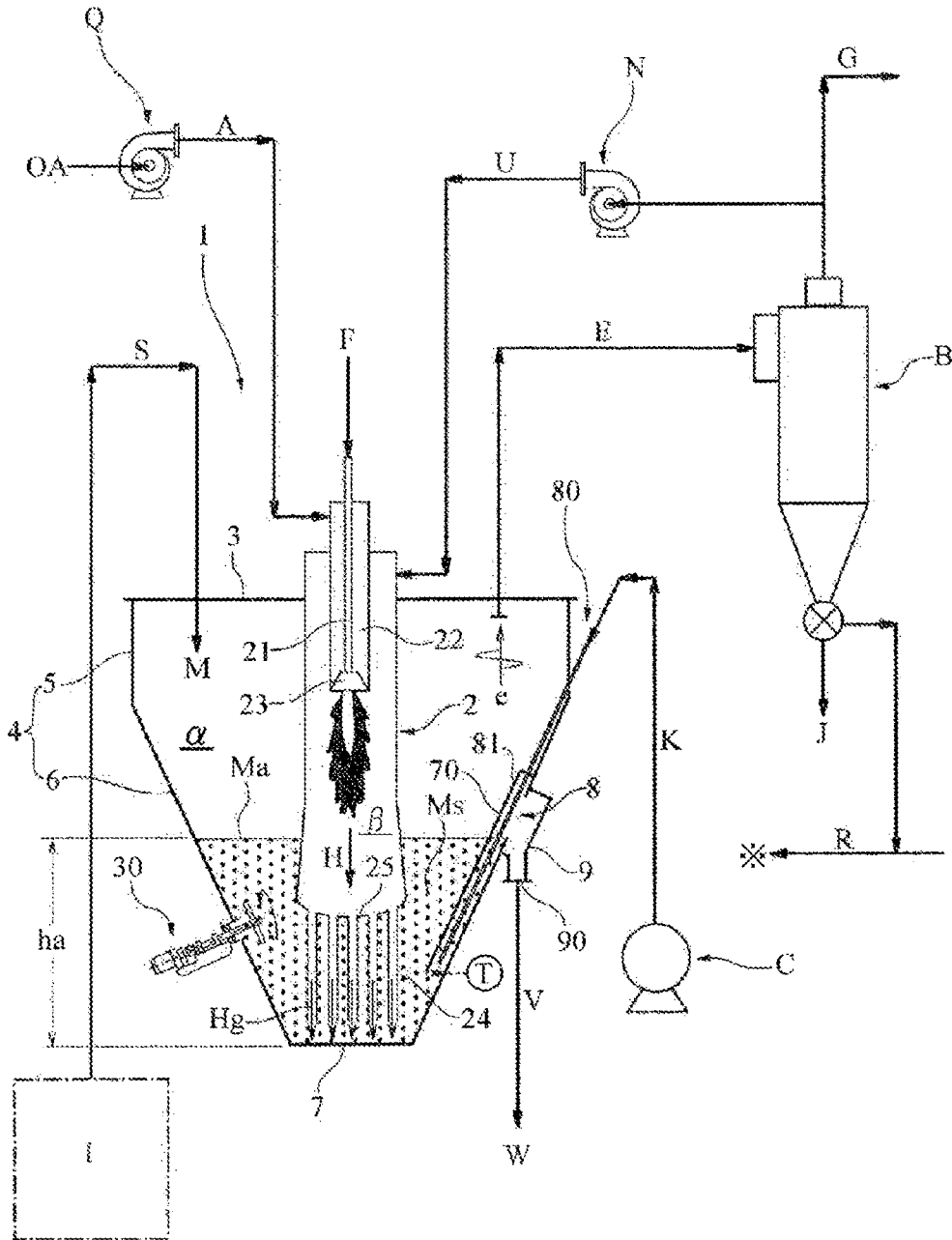
【FIG. 7】



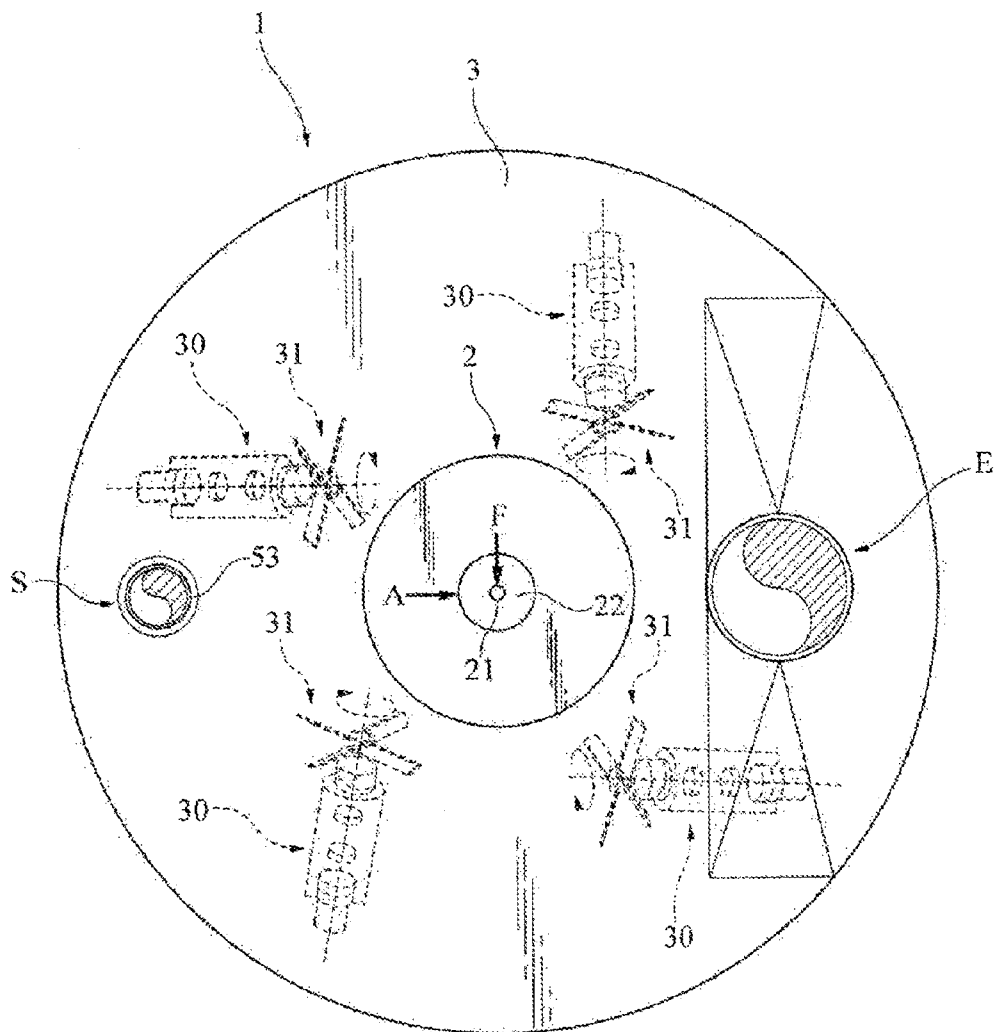
[FIG. 8]



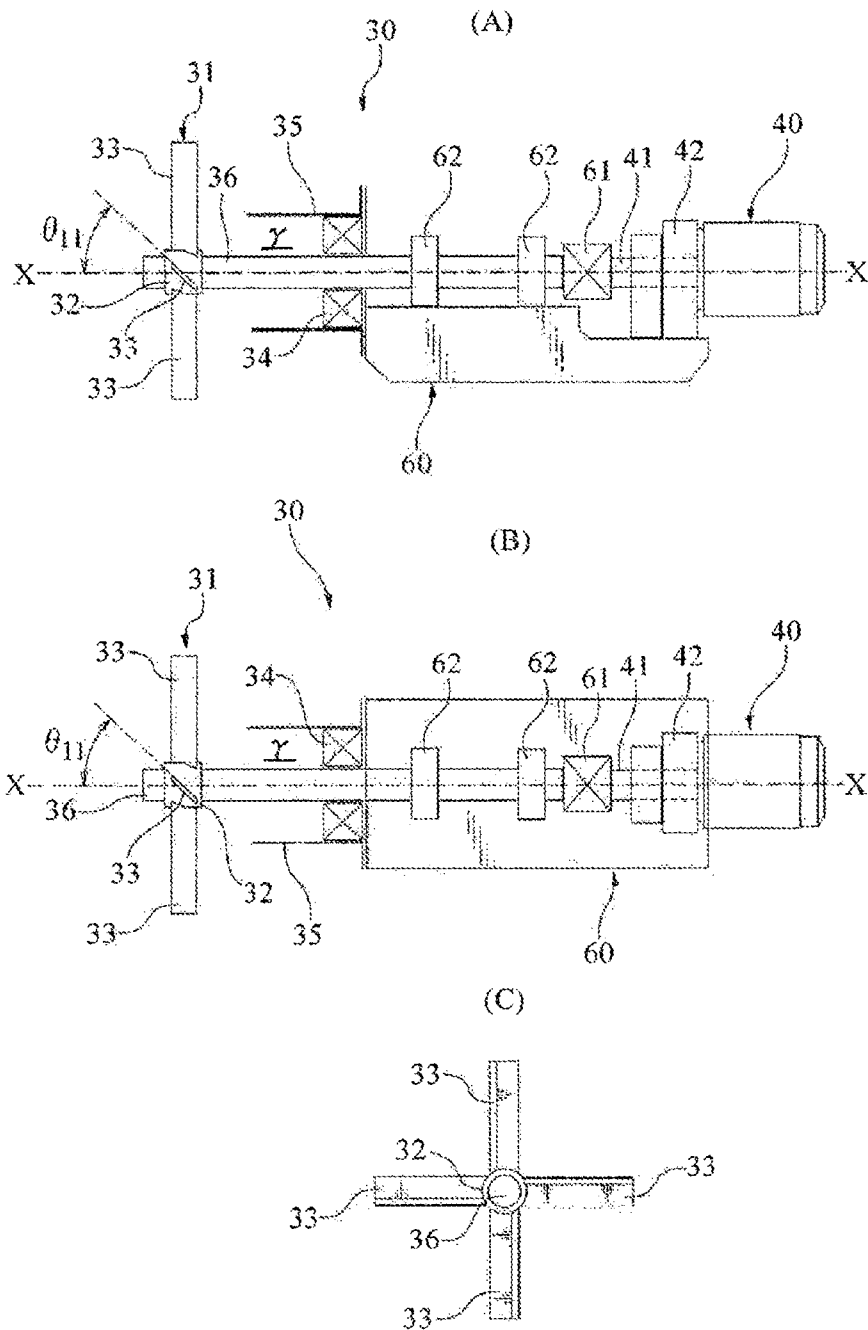
【FIG. 10】



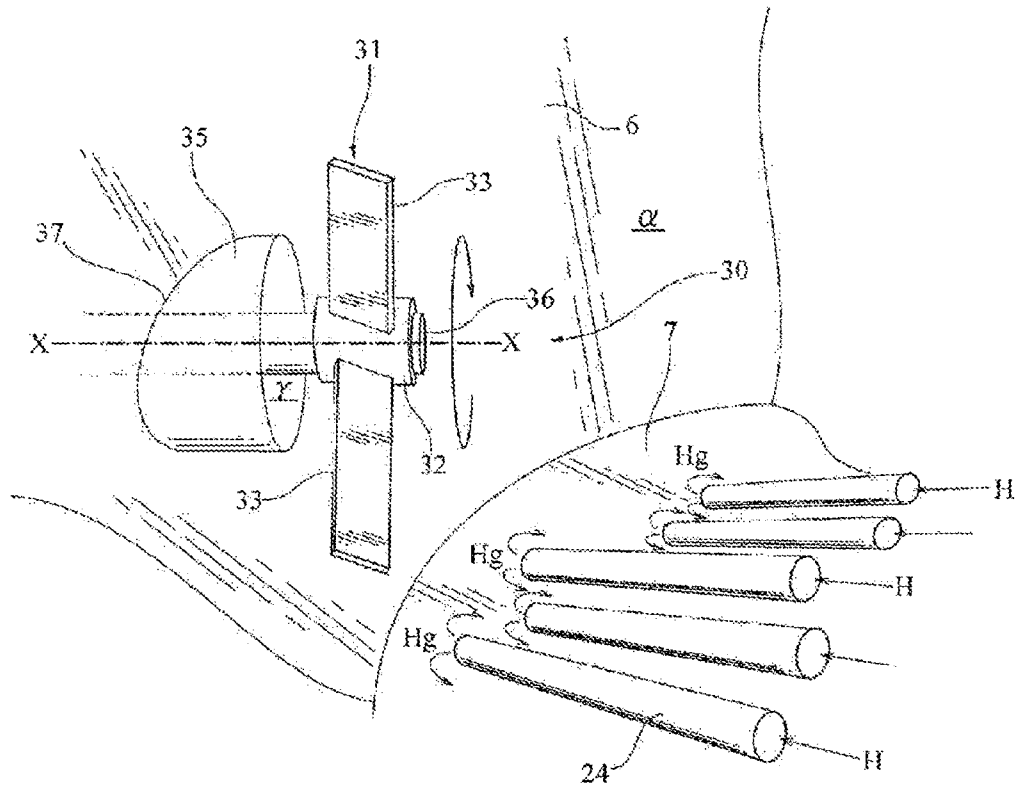
[FIG. 12]



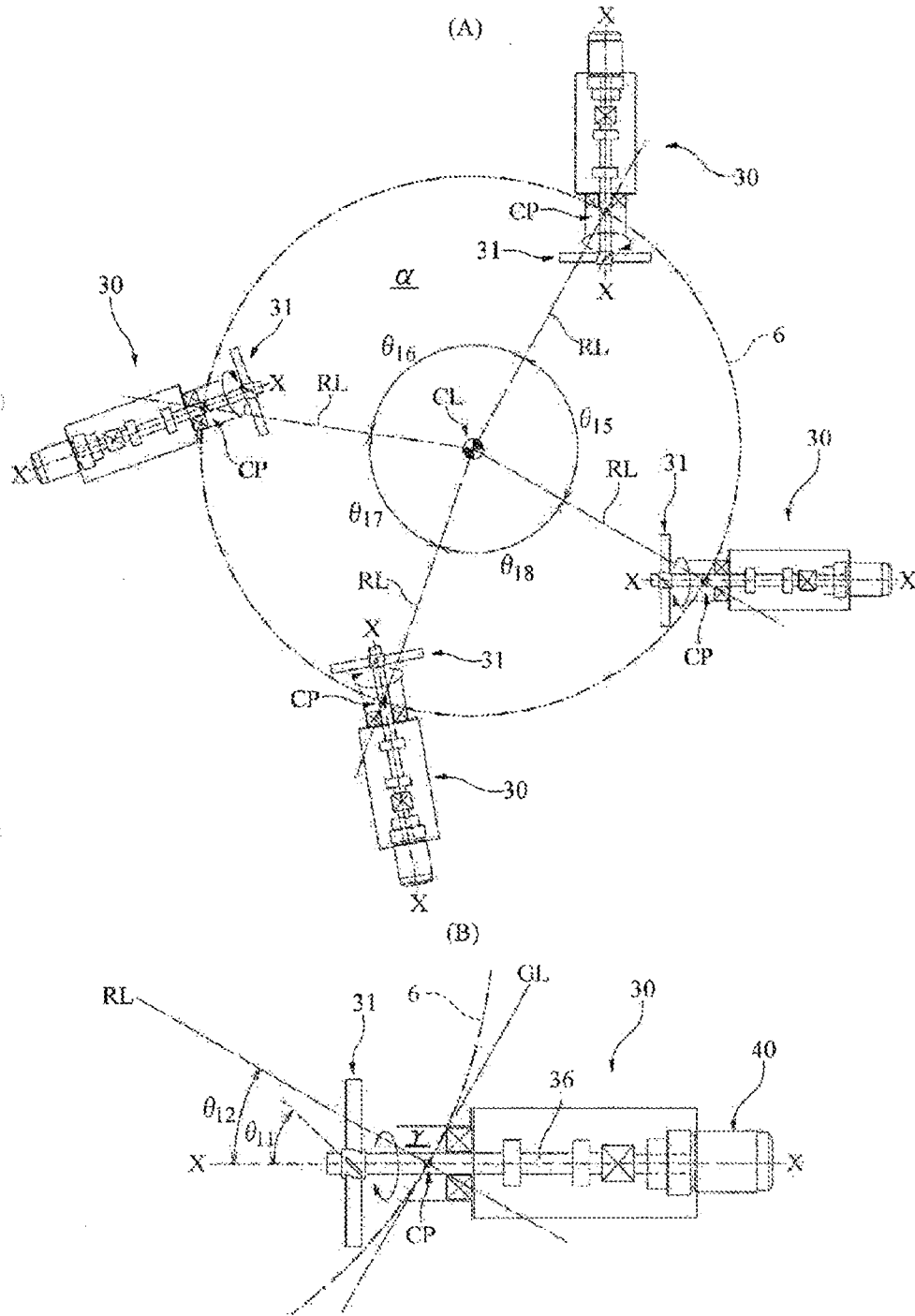
【FIG. 13】



【FIG. 14】



[FIG. 15]



【FIG. 16】

