

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 726**

51 Int. Cl.:

F26B 17/32 (2006.01)

F26B 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2015 PCT/JP2015/065780**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15186666**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2015 E 15802490 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024 EP 3153805**

54 Título: **Método para secar material que se procesa**

30 Prioridad:

04.06.2014 JP 2014115983

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

27.11.2024

73 Titular/es:

**TSUKISHIMA KIKAI CO., LTD. (100.0%)
3-5-1, Harumi, Chuo-ku
Tokyo 104-0053, JP**

72 Inventor/es:

**NAKATA, YOICHI;
SATO, SUMITO;
SUWA, SATOSHI y
WATARAI, TOMONORI**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 989 726 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

Método para secar material que se procesa

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de secado para material de procesamiento y un secador giratorio horizontal que mejora una velocidad de secado.

10 Antecedentes

Como secador que seca materiales de procesamiento tal como carbones o minerales, a menudo se usa un secador de tubo de vapor (que se denomina "STD", en lo sucesivo), un tubo de carbón (Documento de patente 1), un horno giratorio y similares. Los carbones o minerales mencionados anteriormente se utilizan como materias primas para la fabricación o refinación de hierro, combustible para la generación de energía y similares, y dado que se exige procesar una masa de los carbones o minerales de una manera estable, los secadores respectivos descritos anteriormente se han empleado como secadores que satisfacen la demanda.

El STD calienta indirectamente los materiales de procesamiento, de modo que la eficiencia térmica es alta y la cantidad de procesamiento por unidad de volumen también es grande. Además, también es posible aumentar el tamaño del STD, de modo que el STD satisfaga la demanda con respecto al procesamiento masivo.

El tubo de carbón también calienta indirectamente los materiales de procesamiento, de modo que la eficiencia térmica es alta, y la cantidad de procesamiento por unidad de volumen también es grande, de manera similar al STD mencionado anteriormente. Sin embargo, existe un punto desventajoso de que un tamaño de la misma es difícil de aumentar, en comparación con el STD. Por ejemplo, cuando se intenta procesar una cantidad capaz de procesarse por un STD descrito anteriormente por el carbón en tubo, a veces se requiere una pluralidad de los carbón en tubos.

El horno giratorio aplica aire caliente a los materiales de procesamiento para secar directamente los materiales de procesamiento y, por lo tanto, tiene el punto desventajoso de que la eficiencia térmica es menor que la proporcionada por el calentamiento indirecto. Además, también hay un punto desventajoso de que una instalación de procesamiento de gases de escape se vuelve muy grande. De las razones como se describió anteriormente, el STD tiene prioridad como el secador que procesa una masa de materiales de procesamiento.

Documentos de la técnica anterior

Documentos de patente

40 Documento de patente 1: Publicación de Registro de Modelo de Utilidad Núm. 2515070
Documento de patente 2: Publicación de solicitud de patente japonesa examinada núm. Sho 62-60632
Documento de patente 3: JP 2014 055687 A
Documento de patente 4: JP S58 501245 A

45 JP 2014 055687 A se refiere a una máquina secadora giratoria de tipo de calentamiento indirecto en la que una pluralidad de tubos de calentamiento que se extienden en una dirección axial se dispone en una dirección periférica en una parte periférica interna de un cuerpo principal de la máquina secadora cilíndrica, que es giratoria alrededor de una línea de eje central lateral. Un producto procesado suministrado desde un lado del extremo del cuerpo principal de la máquina secadora se seca en tanto que se transfiere al otro extremo. JP S58 501245 A describe un recipiente giratorio de una forma cilíndrica.

Divulgación de la invención

Problemas que se van a resolver por la invención

55 En los últimos años, la demanda con respecto al procesamiento de secado de la masa de los materiales de procesamiento es fuerte, y con el fin de satisfacer la demanda, el tamaño del secador es cada vez mayor. Cuando se cita como ejemplo el aumento de tamaño del STD, se fabrica el STD cuyo diámetro de carcasa es de 4 m y cuya longitud de cuerpo principal es de 30 m o más.

60 Sin embargo, el aumento de tamaño del secador crea no solo un problema de tal manera que se tiene que aumentar un área de instalación, sino también problemas en términos de fabricación y transporte. Concretamente, se aumenta un espesor de placa de cada miembro para mantener la resistencia, y el peso del cuerpo principal del STD mencionado cuyo diámetro de carcasa es de 4 m y cuya longitud de cuerpo principal es de 30 m, alcanza las 400 toneladas. Por consiguiente, existe un problema de que se tarda mucho tiempo hasta que se completa la fabricación. Además, también existe el problema de que se requiere una instalación especial para la fabricación.

Además, de acuerdo con el aumento de tamaño, cuando se transporta un producto, se requiere un vehículo especial capaz de soportar el peso del producto, y cuando una ruta de transporte es estrecha, el producto tiene que dividirse para que se transporte y se una y monte en un sitio de trabajo, y por lo tanto el trabajo de construcción es muy complicado, lo que también es un problema.

Por consiguiente, se descubrió una tarea que, con base en el hecho de que existe una limitación en el aumento de tamaño del aparato como se describe anteriormente, el objetivo más bien debería ser mejorar la velocidad de secado de un material de procesamiento.

Por lo tanto, la tarea de la presente invención es mejorar una velocidad de secado del material de procesamiento secado por un secador.

Además, la tarea de la presente invención es evitar los problemas descritos anteriormente de acuerdo con el aumento de tamaño del aparato al máximo, mediante la presente invención capaz de aumentar una cantidad de procesamiento de secado por tamaño (diámetro de carcasa) del secador.

Medios para resolver los problemas

La presente invención que resuelve los problemas descritos anteriormente es como sigue.

Invención descrita en la reivindicación 1

Un método de secado para material de procesamiento usando un secador giratorio horizontal proporcionado de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta.

Operación y efecto

Convencionalmente, la operación se ha realizado con base en el siguiente valor sin realizar una verificación teórica con respecto a un número de rotaciones de una carcasa giratoria de STD. Específicamente, cuando un diámetro interior de la carcasa giratoria es de 4 m, la operación se ha llevado a cabo estableciendo un límite superior de un número de rotaciones de 2 a 4,5 rpm, cuando el diámetro interior es de 3 m, la operación se ha llevado a cabo estableciendo el límite superior del número de rotaciones de 2 a 5 rpm, cuando el diámetro interior es de 2 m, la operación se ha llevado a cabo estableciendo el límite superior del número de rotaciones de 2 a 6 rpm, y cuando el diámetro interior es de 1 m, la operación se ha llevado a cabo estableciendo el límite superior del número de rotaciones de 3 a 10 rpm.

Por otro lado, de acuerdo con los hallazgos de los presentes inventores, existe un problema de que cuando se cambia un tamaño del STD (el diámetro interior de la carcasa giratoria), incluso si el STD se gira con el mismo número de rotaciones, una velocidad de secado del material de procesamiento cambia, y es difícil predecir la velocidad. En particular, a medida que el STD se vuelve grande, se hace más difícil predecir la velocidad de secado, de modo que un área de transferencia de calor se ha diseñado previamente para ser un área grande, para dar así un margen al rendimiento de secado.

Debido a estas razones, ha sido difícil, en el ejemplo convencional, llevar a cabo el rendimiento de secado deseado cuando se realiza un aumento de escala de una máquina de prueba a una máquina real. Por el contrario, mediante el uso del método de secado para material de procesamiento de acuerdo con la presente invención para decidir la velocidad de rotación, se vuelve fácil sacar el rendimiento de secado deseado cuando se realiza el aumento de escala.

Además, en el método de secado para material de procesamiento de la presente invención, al aumentar la velocidad de rotación del secador, el rendimiento de secado se puede mejorar drásticamente en comparación con el rendimiento de secado convencional y, por lo tanto, se hace posible realizar un procesamiento en masa de material de procesamiento.

Invención descrita en la reivindicación 2

En el método de secado para material de procesamiento descrito en la reivindicación 1, el material de procesamiento se alimenta a la carcasa giratoria para hacer que una relación de retención η del material de procesamiento definido por la siguiente expresión 3 se convierta en 20 a 40%,

$$\eta = A_p / A_f \cdot 100 \quad \text{Expresión 3}$$

en donde η indica la relación de retención (%), A_p indica un área de sección transversal (m^2) ocupada por el material de procesamiento con respecto a un área de sección transversal libre, y A_f indica un área de sección transversal libre (m^2) como resultado de restar un área de sección transversal de todos los tubos de calentamiento de toda el área de sección transversal de la carcasa giratoria.

Operación y efecto

Si la relación de retención η es del 20 al 40%, la cantidad de procesamiento por unidad de área de sección transversal se vuelve grande y, además, la velocidad de secado también se vuelve rápida. Además, dado que el límite superior de la relación de retención η no es excesivamente grande, se proporciona una buena velocidad de secado. Una relación de retención η más preferible es de 25 a 30%. Se señala que toda el área de sección transversal A_f de la carcasa giratoria indica un área de sección transversal del interior de la carcasa giratoria en una sección transversal arbitraria de la carcasa giratoria y no incluye un área de una porción de pared gruesa de la carcasa giratoria. Específicamente, toda el área de sección transversal A_f indica un área de sección transversal calculada en función de un diámetro interior de la carcasa giratoria.

Invención descrita en la reivindicación 3

En el método de secado para material de procesamiento descrito en la reivindicación 1 o 2, cuando el material de procesamiento es carbón cuyo diámetro medio es de 50 mm o menos, se usa la carcasa giratoria con un diámetro interior de 1 a 6 m, y la carcasa giratoria se gira para hacer que la relación de velocidad crítica α se convierta en 40 a menos del 100% para secar el material de procesamiento.

Operación y efecto

Cuando el material de procesamiento es carbón, la relación de velocidad crítica α de 40 a menos del 100% es óptima desde el punto de vista de la cantidad de procesamiento y la velocidad de secado. Una relación de velocidad crítica α más preferible es de 60 a 90%.

Invención descrita en la reivindicación 4

En el método de secado para material de procesamiento descrito en la reivindicación 1 o 2, cuando el material de procesamiento es un material a base de resina cuyo diámetro medio es de 200 μm o menos, se utiliza la carcasa giratoria con un diámetro interior de 1 a 6 m, y la carcasa giratoria se gira para hacer que la relación de velocidad crítica α se convierta en 30 a 70% para secar el material de procesamiento.

Operación y efecto

Cuando el material de procesamiento es el material a base de resina con el diámetro medio de 200 μm o menos, la relación de velocidad crítica α de 30 a 70% es óptima desde el punto de vista de la cantidad de procesamiento y la velocidad de secado. Una relación de velocidad crítica α más preferible es de 40 a 60%.

Invención descrita en la reivindicación 5

En el método de secado para material de procesamiento descrito en la reivindicación 1 o 2, una pluralidad de los tubos de calentamiento está dispuesta de manera radial o en círculos concéntricos, y una distancia de separación entre tubos de calentamiento adyacentes es de 80 a 150 mm.

Operación y efecto

La distancia de separación entre los tubos de calentamiento adyacentes se refiere a una cantidad por la cual el material de procesamiento se recoge de acuerdo con la rotación de la carcasa giratoria, y una cantidad por la cual el material de procesamiento recogido cae para regresar a una posición entre los tubos de transferencia de calor, y además, estas cantidades también están asociadas con la velocidad de rotación de la carcasa giratoria, y se descubrió que la distancia de separación de 80 a 150 mm es adecuada.

Otra divulgación diferente a la presente invención

Un método de evaluación de velocidad de secado para material de procesamiento que es un método en el que un secador giratorio horizontal provisto de: una carcasa giratoria que tiene un puerto de alimentación para material de procesamiento en un lado de extremo de la misma y un orificio de descarga para material de procesamiento en el otro lado de extremo de la misma, y capaz de girar libremente alrededor de un centro axial; y un grupo de tubos de calentamiento a través de los cuales pasa un medio de calentamiento, proporcionado dentro de la carcasa giratoria, y configurado de manera que el material de procesamiento se eleva en una dirección de rotación por el grupo de tubos de calentamiento de acuerdo con la rotación de la carcasa giratoria, y se utiliza una velocidad de secado del material de procesamiento cuando el material de procesamiento se seca, a través de calentamiento indirecto, por el grupo de tubos de calentamiento en un proceso de alimentación del material de procesamiento a un lado de extremo de la carcasa giratoria y de descarga del material de procesamiento desde el otro lado de extremo de la carcasa giratoria, se evalúa, el método de evaluación de la velocidad de secado para material de procesamiento que incluye evaluar la velocidad de secado mediante el uso de una relación de velocidad crítica α definida por la siguiente expresión 1 y la expresión 2,

$$V_c = 2,21 D^{1/2} \quad \text{Expresión 1}$$

$$\alpha = V/V_c \cdot 100 \quad \text{Expresión 2}$$

- 5 en donde V_c indica una velocidad crítica (m/s), D indica un diámetro interior (m) de la carcasa giratoria, α indica la relación de velocidad crítica (%) y V indica una velocidad de rotación (m/s).

Operación y efecto

- 10 Se obtiene una operación y efecto similares a los de la reivindicación 1. Además, con el uso del método de evaluación de la velocidad de secado de acuerdo con la presente reivindicación, es posible obtener un secador giratorio horizontal de calentamiento indirecto preciso a un nivel de máquina real.

Efecto de la divulgación diferente a la presente invención

- 15 Como se describió anteriormente, de acuerdo con la presente invención, es posible mejorar la velocidad de secado del material de procesamiento secado por el secador. Además, como resultado de la velocidad de secado mejorada, es posible aumentar la cantidad de procesamiento de secado por tamaño (diámetro de carcasa) del secador. Por el contrario, es posible reducir el tamaño del aparato por cantidad de procesamiento.

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista lateral de un secador giratorio horizontal en el que se basa la presente invención;
 La figura 2 es una vista lateral que ilustra un alimentador de tornillo y una periferia del mismo;
 25 La figura 3 es una vista agrandada (vista lateral) del otro lado de extremo de una carcasa giratoria;
 La figura 4 es una vista lateral de un secador giratorio horizontal (ejemplo modificado) en el que se basa la presente invención;
 La figura 5 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea X-X en la figura 4;
 La figura 6 es una vista lateral que ilustra un caso en el que un sistema de alimentación es uno de tipo de conducto;
 30 La figura 7 es una vista lateral que ilustra un caso en el que el sistema de alimentación es uno de tipo de canal de vibración;
 La figura 8 ilustra un ejemplo en el que una forma de una sección transversal de la carcasa giratoria se establece en una forma rectangular;
 La figura 9 es una vista lateral que ilustra un caso en el que se proporciona una camisa en el exterior de la carcasa giratoria;
 35 La figura 10 es una vista lateral que ilustra un ejemplo modificado de un sistema de descarga para material procesado;
 La figura 11 es una vista en perspectiva de un secador giratorio horizontal que emplea un flujo de contracorriente;
 Las figuras 12 son diagramas explicativos de un secador giratorio horizontal de un tipo que emplea una tubería de soplado de gas, en el que la figura 12(a) es una vista en sección de la tubería de soplado de gas, y la figura 12(b) es una vista en perspectiva en la que la tubería de soplado de gas está dispuesta en el secador;
 40 La figura 13 es un diagrama explicativo que ilustra un proceso de derivar una relación de velocidad crítica;
 La figura 14 es una gráfica que ilustra una relación entre un diámetro de una carcasa giratoria, un número de rotaciones y una relación de velocidad crítica;
 45 La figura 15 es una gráfica que ilustra una relación entre la relación de velocidad crítica y una velocidad de secado cuando un diámetro de la carcasa giratoria es de 320 mm;
 La figura 16 es un diagrama obtenido de manera que se opera una carcasa giratoria en tanto que se cambia arbitrariamente la relación de velocidad crítica y un diámetro de la carcasa giratoria, se fotografían los estados de dispersión del material de procesamiento en la parte interior de la carcasa giratoria y se trazan las fotografías;
 50 La figura 17 es una gráfica que ilustra una relación entre la relación de velocidad crítica y la velocidad de secado cuando se cambia el diámetro de la carcasa giratoria;
 La figura 18 es una gráfica que ilustra una relación entre la relación de velocidad crítica y la velocidad de secado cuando se cambia una relación de retención;
 La figura 19 es un diagrama explicativo de un espacio entre los tubos de calentamiento del secador giratorio horizontal;
 55 La figura 20 es una gráfica que ilustra una relación entre la relación de velocidad crítica y la velocidad de secado cuando se cambia una longitud del espacio entre los tubos de calentamiento (material de procesamiento: carbón);
 La figura 21 es una gráfica que ilustra una relación entre la relación de velocidad crítica y la velocidad de secado cuando se cambia la longitud del espacio entre los tubos de calentamiento (material de procesamiento: material a base de resina);
 60 La figura 22 es una vista en sección transversal que ilustra un ejemplo de disposición de los tubos de calentamiento del secador giratorio horizontal;
 La figura 23 es un diagrama explicativo con respecto a un método de decidir la disposición de los tubos de calentamiento;
 65 La figura 24 es una vista en sección transversal que ilustra un ejemplo de disposición de los tubos de calentamiento del secador giratorio horizontal;

La figura 25 es una vista en sección transversal que ilustra un ejemplo de disposición de los tubos de calentamiento del secador giratorio horizontal;

La figura 26 es una vista en sección transversal que ilustra un estado en el que el número de tubos de calentamiento aumenta en función de la figura 22 ;

5 La figura 27 es una vista en sección transversal que ilustra un estado en el que el número de tubos de calentamiento aumenta en función de la figura 24 ;

La figura 28 es una vista en sección transversal que ilustra un estado en el que el número de tubos de calentamiento aumenta en función de la figura 25 ;

10 La figura 29 es una vista en sección transversal que ilustra un ejemplo de disposición de tubos de calentamiento de un secador giratorio horizontal convencional; y

La figura 30 es una tabla que explica las propiedades adhesivas de los materiales que se van a procesar.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

15 En lo sucesivo, las realizaciones preferidas de la presente invención se describirán adicionalmente mediante el uso de las figuras. Se señala que la siguiente descripción y figuras simplemente ilustran un ejemplo de las realizaciones de la presente invención, y el contenido de la presente invención no se debe interpretar como limitado a las realizaciones.

20 Fundamento de la invención

En general, una velocidad de secado de un secador se puede representar como la siguiente expresión 4,

25 $Q = U_{oa} \times A_{ef} \times T_{In}$ Expresión 4

en donde Q indica una cantidad de transferencia de calor (W), U_{oa} indica un coeficiente de transferencia de calor general ($W/m^2 \cdot K$), A_{ef} indica un área de transferencia de calor de contacto efectiva (m^2) y T_{In} indica una diferencia de temperatura ($^{\circ}C$).

30 La velocidad de secado es sinónimo de la cantidad de transferencia de calor Q, y con el fin de aumentar la cantidad de transferencia de calor Q en el lado izquierdo de la expresión 4 mencionada anteriormente, solo se requiere tomar una medición de manera que se aumente uno o todos del coeficiente de transferencia de calor general U_{oa} , el área de transferencia de calor de contacto efectiva A_{ef} y la diferencia de temperatura T_{In} en el lado derecho de la expresión 4.

35 El presente inventor centró su atención en el coeficiente de transferencia de calor general U_{oa} y el área de transferencia de calor de contacto efectiva A_{ef} , y consideró, con el fin de aumentarlos, proporcionar una velocidad de contacto relativa más rápida entre una superficie de transferencia de calor y el material a secar W, y proporcionar un área de transferencia de calor de contacto efectiva más grande entre la superficie de transferencia de calor y el material a secar W al mejorar la dispersión del material de procesamiento W. Cuando se realizaron varios experimentos y estudios, fue posible confirmar claramente la efectividad del método de la presente invención.

40 Además, como resultado de analizar la técnica de rotación de alta velocidad de acuerdo con la presente invención en detalle, se descubrió que la idea de la presente invención se puede aplicar también a un caso en el que el diámetro de una carcasa giratoria 10 de un secador es diferente.

Material de procesamiento W

45 En primer lugar, no hay limitación con respecto a un material de procesamiento W como un objetivo de secado, y como un ejemplo concreto del material de procesamiento W, se puede citar carbón, mineral tal como mineral de cobre, polvo de hierro o polvo de zinc, un material metálico, ácido tereftálico, un material a base de resina tal como polietileno, poliacetal o cloruro de vinilo, metionina, un material a base de alimentos procesados tal como harina de gluten, polvo procesado de soja, fibra de maíz o germen de maíz, un material inorgánico tal como yeso, alúmina o ceniza de sosa, lodo deshidratado o similares.

55 El material de procesamiento W es preferiblemente uno cuya superficie no es pegajosa y, por lo tanto, que tiene una baja propiedad adhesiva. La figura 30 ilustra una tabla citada de un diagrama explicativo 5 en la página 17 de un manual explicativo de la Association of Powder Process Industry and Engineering, Japan Standard SAP 15-13, 2013. En la presente invención, los materiales dentro de una región rodeada por una línea punteada en la figura 30 , que son, en detalle, materiales secos, materiales en una región pendular, materiales en una región funicular 1, materiales en una región funicular 2 y materiales en una región capilar, se usan preferentemente como material de procesamiento W. La suspensión espesa no es adecuada para el material de procesamiento W en la presente invención ya que tiende a tener una propiedad adhesiva extremadamente alta.

65 Diámetro medio

Un diámetro medio de la presente invención se define usando el siguiente método, a manera de ejemplo. En detalle, cuando un diámetro de partícula del material de procesamiento W es 500 micrómetros o más, el tamizado se realiza de acuerdo con un método descrito en un método de prueba de carbón de JIS (Estándar Industrial de
5
Japón) M 8801, un resultado del tamizado se representa por distribución de Rosin-Rammler, y un diámetro de partícula cuando una masa acumulativa (sobredimensionamiento) corresponde al 50% se define como un diámetro medio (D₅₀). Además, cuando el diámetro de partícula del material de procesamiento W es inferior a 500 micrómetros, se mide una distribución de tamaño de partícula mediante el uso de un aparato de medición de distribución de tamaño de partícula de tipo difracción láser (por ejemplo, SALD-3100, que es un nombre de producto fabricado por SHIMADZU CORPORATION), y un diámetro de partícula cuando un volumen acumulado
10
corresponde al 50% se define como un diámetro medio (D₅₀).

Secador giratorio horizontal de calentamiento indirecto

Después, se describirá un secador giratorio horizontal en el que se basa la presente invención (que también se denomina "STD (nombre abreviado de secador de tubo de vapor)", en lo sucesivo). El secador giratorio horizontal tiene una estructura como se ejemplifica en las figuras 1, en la que se proporciona una carcasa giratoria cilíndrica
15
10, la carcasa giratoria 10 se instala de modo que su centro axial se incline ligeramente con respecto a un plano horizontal, y un extremo de la carcasa giratoria 10 se coloca más alto que el otro extremo de la carcasa giratoria 10. En una posición debajo de la carcasa giratoria 10, se instalan dos unidades de soporte 20 y una unidad de motor 30 para soportar la carcasa giratoria 10, y la carcasa giratoria 10 está diseñada para poder girar libremente alrededor de su centro axial con el uso de la unidad de motor 30. La carcasa giratoria 10 está diseñada para girar en una dirección. La dirección se puede determinar arbitrariamente y, por ejemplo, como se ilustra en la figura 5, es posible hacer que la carcasa giratoria 10 gire en sentido antihorario (en una dirección de marca de flecha R) cuando se mira en un lado de extremo (un lado de orificio de alimentación 41 del material de procesamiento W) desde el otro lado de extremo (un lado de orificio de descarga del material de procesamiento W).
20
25

Dentro de la carcasa giratoria 10, una gran cantidad de tubos de vapor (tubos de calentamiento) 11, cada uno de los cuales es una tubería de metal, se unen para extenderse a lo largo del centro axial de la carcasa giratoria 10, como tubos de transferencia de calor para el material que se va a secar W. Una pluralidad de los tubos de vapor
30
11 están dispuestos en una dirección circunferencial y en una dirección radial, respectivamente, para formar círculos concéntricos alrededor del centro axial de la carcasa giratoria 10, a manera de ejemplo. Más adelante se describirán en detalle las formas de la disposición. Se señala que los tubos de calentamiento 11 se calientan cuando el vapor o similar que es un medio de calentamiento fluye a través del interior de los tubos de calentamiento 11.
35

Además, en las proximidades del alimentador de tornillo 42, se proporciona una unidad de soplado de gas (no ilustrada) que sopla aire, gas inerte o similar como el gas portador A en la carcasa giratoria 10 desde el orificio de alimentación 41 que también sirve como una abertura de soplado de gas, y el gas portador A soplado por la unidad de soplado de gas fluye a través de la parte interior de la carcasa giratoria 10 hacia el otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10.
40

Como se ilustra en la figura 1 y la figura 3, en una pared periférica en el otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10, se penetran una pluralidad de orificios de descarga 50 para que se formen. La pluralidad de orificios de descarga 50 se forman a lo largo de la dirección circunferencial de la carcasa giratoria 10, y en los ejemplos de la
45
figura 1 y la figura 3, los orificios de descarga 50 se forman separados entre sí para hacer dos líneas. Además, todos de la pluralidad de orificios de descarga 50 se forman en la misma forma, pero también se pueden formar en diferentes formas.

Además, en el otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10, se proporciona una tubería de gas 72, y se proporciona una tubería de alimentación 70 que alimenta vapor en los tubos de vapor 11 y una tubería de drenaje 71.
50

Ejemplo modificado

Cabe señalar que, como se ilustra en la figura 4, también es posible proporcionar una unidad de agitación 65 que agita el material de procesamiento W, en una posición en el otro lado del extremo de la carcasa giratoria 10.
55

Además, como se ilustra en la figura 4 y la figura 5, también es posible que se proporcione una campana de clasificación 55 capaz de descargar el material de procesamiento W y el gas portador A a la carcasa giratoria 10 para cubrir el otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10 que tiene la pluralidad de orificios de descarga 50. La campana de clasificación 55 está formada de metal grueso, y tiene, en una superficie inferior, un orificio de
60
descarga fijo 57 desde el cual el material de procesamiento W después de ser sometido a secado y clasificación, es decir, el material procesado E se descarga, y tiene, en una superficie de techo, una abertura de gas de escape fija 56 desde la cual se expulsa el gas portador A.
65

Proceso de secado

Luego, se describirá un proceso de secado del material de procesamiento W en el secador giratorio horizontal en tanto que se hace referencia a la figura 1 a la figura 3 .

El material de procesamiento W se alimenta al alimentador de tornillo 42 desde el orificio de alimentación 41, y al girar un tornillo 44 dispuesto dentro del alimentador de tornillo 42 con el uso de una unidad de accionamiento no ilustrada, el material de procesamiento W se alimenta al interior de la carcasa giratoria 10. El material de procesamiento W alimentado desde el orificio de alimentación 41 se mueve al otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10 en tanto que se seca al ponerse en contacto con los tubos de vapor (tubos de calentamiento) 11 calentados por vapor y se descarga desde los orificios de descarga 50.

Por otro lado, el gas portador A soplado desde el orificio de alimentación 41 por la unidad de soplado proporcionada en un lado de extremo de la carcasa giratoria 10 pasa a través del interior de la carcasa giratoria 10, y se expulsa al exterior de la carcasa giratoria 10 desde los orificios de descarga 50 que también son orificios de descarga para el material de procesamiento W.

Además, el vapor alimentado a los tubos de calentamiento 11 desde la tubería de alimentación 70 se enfría en un proceso de flujo a través del interior de los tubos de calentamiento 11, cuando el material de procesamiento W y los tubos de calentamiento 11 se ponen en contacto entre sí para realizar el intercambio de calor, y el vapor se convierte en líquido D para ser descargado desde la tubería de drenaje 71.

Ejemplo modificado

Después, se describirá también un caso en el que se utiliza un secador giratorio horizontal provisto de la unidad de agitación 65 y la campana de clasificación 55, en tanto que se hace referencia a la figura 4 y la figura 5 . En este caso, se omitirá una parte de la descripción superpuesta con la descripción anterior.

Cuando el material de procesamiento W alimentado a la carcasa giratoria 10 alcanza la posición en la que se proporciona la unidad de agitación 65, el material de procesamiento W se agita mediante la unidad de agitación 65, y posteriormente se eleva mediante los elevadores 60 que giran de acuerdo con la rotación de la carcasa giratoria 10, como se ilustra en la figura 5 . El material de procesamiento levantado W cae naturalmente cuando los elevadores 60 se colocan en el lado superior de la carcasa giratoria 10, y en este momento, las partículas finas C incluidas en el material de procesamiento W se dispersan en la carcasa giratoria 10 (la llamada acción de vuelo). Se señala que la forma de la unidad de agitación 65 puede emplear una forma de placa que sobresale hacia una dirección central de la carcasa giratoria 10, o similar, de modo que la unidad de agitación 65 esté estructurada para poder levantar el material de procesamiento W de acuerdo con la rotación de la carcasa giratoria 10. Por ejemplo, la unidad de agitación 65 puede tener una forma similar a la del elevador 60.

Por otro lado, el gas portador A soplado desde el orificio de alimentación 41 por la unidad de soplado proporcionada en un lado de extremo de la carcasa giratoria 10 pasa a través del interior de la carcasa giratoria 10, y se expulsa al exterior de la carcasa giratoria 10 desde los orificios de descarga 50 que también sirven como salidas para el material de procesamiento W. En este momento, el gas portador A se expulsa desde los orificios de descarga 50 en tanto que se acompaña de las partículas finas C dispersadas en la carcasa giratoria 10 por los elevadores 60. El gas portador A expulsado de los orificios de descarga 50 se expulsa de la campana de clasificación 55 a través de la abertura de gas de escape fija 56.

En el material de procesamiento W, las partículas pesadas que tienen cada una un tamaño de partícula grande caen en la carcasa giratoria 10, y naturalmente caen desde los orificios de descarga 50 colocados en un lado inferior, sin descargarse desde la abertura de gas de escape fija 56 por el gas portador A. Las partículas (material de procesamiento W) que han caído naturalmente se descargan como el material procesado E al exterior desde la salida fija 57.

Ejemplo modificado de sistema de alimentación

Se describirá un ejemplo modificado del secador giratorio horizontal en el que se basa la presente invención.

Como sistema de alimentación del material de procesamiento W al secador giratorio horizontal, se puede ejemplificar uno de, aparte del tipo de tornillo mencionado anteriormente (figura 2), un tipo de conducto (figura 6) o un tipo de canal de vibración (figura 7). En el tipo de conducto, un conducto de alimentación 46 se acopla a una caja de admisión 45, y el material de procesamiento W alimentado desde el orificio de alimentación 41 cae en el conducto de alimentación 46 para moverse al interior de la carcasa giratoria 10. La caja de admisión 45 se conecta a la carcasa giratoria 10 a través de una empaquetadura de sellado 47, y está estructurada de manera que la carcasa giratoria 10 gira en tanto que se mantiene el sellado entre la carcasa giratoria 10 y la caja de admisión 45. En el tipo de canal de vibración, la caja de admisión 45 tiene una forma de canal (forma de sección transversal rebajada), y un motor de vibración 48 y un muelle 49 están acoplados a un extremo inferior de la caja de admisión 45. El material de procesamiento W alimentado desde el orificio de alimentación 41 cae en el canal. Además, cuando el motor de vibración 48 hace vibrar la caja de admisión 45, el material de procesamiento W se mueve al

interior de la carcasa giratoria 10. Es preferible que cuando la caja de admisión 45 está unida, la caja de admisión 45 esté inclinada hacia abajo hacia la carcasa giratoria 10 para permitir el movimiento fácil del material de procesamiento W.

5 Ejemplo modificado de carcasa giratoria

La forma en sección transversal de la carcasa giratoria 10 se puede establecer en una forma rectangular, que no sea una forma circular que se describirá más adelante. Como un ejemplo de la forma rectangular, la carcasa giratoria 10 en una forma hexagonal se ilustra en la figura 8. Cuando se gira la carcasa giratoria rectangular 10, el material de procesamiento W se eleva mediante las porciones de esquina 15 de la carcasa giratoria 10, lo que realiza una mejor mezcla del material de procesamiento W. Mientras tanto, dado que el área de la sección transversal de la carcasa giratoria 10 se vuelve estrecha en comparación con un caso en el que se emplea la carcasa giratoria circular 10, también existe un inconveniente de manera que se reduce el número de tubos de calentamiento 11 que se van a disponer. Se señala que el número de porciones de esquina (número de lados) de la forma rectangular se puede cambiar, y en más detalle, el número de porciones de esquina se puede establecer en un número arbitrario de tres o más.

Como se ilustra en la figura 9, también es posible proporcionar una camisa 12 que rodea la carcasa giratoria 10. En este caso, se hace fluir un medio de calentamiento S entre una pared exterior de la carcasa giratoria 10 y una pared interior de la camisa 12, para realizar así el calentamiento también desde el exterior de la carcasa giratoria 10. Como resultado de esto, es posible aumentar la velocidad de secado del material de procesamiento W, en comparación con un caso en el que no se proporciona la camisa 12. Como ejemplo del medio de calentamiento S, se puede citar gas de alta temperatura a 200° C a 400° C, aceite caliente a 200° C a 400° C, o similares. Aparte de lo anterior, también es posible proporcionar, en lugar de la camisa 12, una pluralidad de tuberías de rastreo (no ilustradas) para rodear la carcasa giratoria 10.

Ejemplo modificado de sistema de descarga

Como sistema de descarga del material procesado E desde el secador giratorio horizontal, también se puede emplear una configuración como se ilustra en la figura 10. En esta configuración, el gas portador A se envía al interior de una pared divisoria 23 desde un puerto de alimentación de gas portador 33 en una porción superior de una carcasa 80. Cuando el gas portador A es gas reutilizado, el gas portador A contiene polvo en polvo y similares, pero, dado que los tornillos de cinta Z están dispuestos dentro de la pared de división 23, a saber, en un paso de gas U2, el polvo de potencia y similares mezclados en el gas son capturados por los tornillos de cinta Z. El polvo en polvo capturado y similares se envían hacia una abertura 22 debido a una acción de transferencia de los tornillos de cinta Z y se descargan al interior de la carcasa 80. El polvo en polvo descargado y similares caen libremente para descargarse desde el puerto de descarga 32 en una porción inferior de la carcasa. Por el contrario, el gas como resultado de la eliminación del polvo en polvo y similares del gas portador A se envía al interior de la carcasa giratoria 10 sin que los tornillos de cinta Z lo impidan.

Además, las palas de tornillo 24 también giran de acuerdo con la rotación de la carcasa giratoria 10. Por lo tanto, el material seco E como resultado de secar el material de procesamiento W se envía, en un pasaje de suministro U1, hacia una abertura 21 debido a una acción de transferencia de las palas de tornillo 24 y se descarga desde la abertura 21. El material seco descargado E se descarga, por su propio peso, desde el puerto de descarga 32 en la porción inferior de la carcasa de descarga.

Por otro lado, una trayectoria de vapor (formada por una tubería de alimentación de vapor interna 61 y una tubería de descarga de drenaje interna 62) que penetra a través de la carcasa 80 y se extiende al interior de la pared de división 23, se proporciona integralmente con la carcasa giratoria 10. La tubería de alimentación de vapor interna 61 se comunica con una porción de cabezal de entrada para los tubos de calentamiento 11 de una parte de placa de extremo 17, y la tubería de descarga de drenaje interna 62 se comunica con una porción de cabezal de salida para los tubos de calentamiento 11 de la parte de placa de extremo 17. Además, una tubería de alimentación de vapor 70 y una tubería de descarga de drenaje 71 se conectan a la tubería de alimentación de vapor interna 61 y la tubería de descarga de drenaje interna 62, respectivamente, a través de una junta giratoria 63.

Ejemplo modificado de sistema de distribución de gas

Cada uno de los secadores giratorios horizontales en la figura 1 y la figura 4 emplea "flujo a favor de corriente" en el que la dirección en la que se mueve el material de procesamiento W y la dirección en la que fluye el gas portador A son las mismas. Aparte de lo anterior, también es posible emplear un "flujo de contracorriente" en el que la dirección en la que se mueve el material de procesamiento W y la dirección en la que fluye el gas portador A son opuestas.

Un ejemplo de un secador giratorio horizontal que emplea el "flujo de contracorriente" se ilustra en la figura 11. Este secador giratorio horizontal tiene un orificio de alimentación 31 para el material de procesamiento W proporcionado por encima de un alimentador de tornillo 42 y tiene un orificio de descarga 32 para el material

procesado E proporcionado en un extremo inferior de una campana 35. Además, el material de procesamiento W se alimenta desde el orificio de alimentación 31 para moverse desde un lado de extremo al otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10, el material de procesamiento W se calienta para secarse mediante los tubos de calentamiento 11 a través del proceso de movimiento, y el material procesado seco E se descarga desde el orificio de descarga 32. Mientras tanto, se proporciona un orificio de alimentación 33 para el gas portador A en un extremo superior de la campana 35, y se proporciona un orificio de descarga 34 para el gas portador A por encima del alimentador de tornillo 42. Además, el gas portador A se alimenta desde el orificio de alimentación 33, y se hace fluir desde el otro lado de extremo a un lado de extremo de la carcasa giratoria 10, el gas portador transporta vapor evaporado del material de procesamiento W durante un proceso del flujo, y el gas portador A acompañado por el vapor se descarga desde el orificio de descarga 34. 10, el gas portador transporta vapor evaporado del material de procesamiento W durante un proceso del flujo, y el gas portador A acompañado por el vapor se descarga desde el puerto de descarga 34.

Aparte de lo anterior, también es posible utilizar un secador giratorio horizontal de un tipo que emplea una tubería de soplado de gas, como se ilustra en las figuras 12. Se proporciona una tubería de soplado de gas 36 dentro de la carcasa giratoria 10 para extenderse en la dirección axial y gira junto con la carcasa giratoria 10 y los tubos de calentamiento 11. Por ejemplo, la tubería de soplado de gas 36 se puede proporcionar entre la pluralidad de tubos de calentamiento 11, 11, o en una posición adicional en el lado interno con respecto a los tubos de calentamiento 11 colocados en el lado más interno. Se señala que en las figuras 12, se omite la ilustración de los tubos de calentamiento 11, para una comprensión más fácil de la tubería de soplado de gas 36. En una superficie de pared de la tubería de soplado de gas 36, se abren una pluralidad de aberturas de escape de gas 37. En el ejemplo de las figuras 12, las aberturas de escape de gas 37 se proporcionan en dos líneas en una dirección axial, en las porciones superiores de la tubería de expulsión de gas 36.

Cuando se opera el secador descrito anteriormente del tipo que emplea la tubería de soplado de gas, el gas portador A se alimenta a la tubería de soplado de gas 36 desde el otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10. El gas portador alimentado A se expulsa a la carcasa giratoria 10 desde las aberturas de escape de gas 37, y fluye desde un lado de extremo de la carcasa giratoria 10 en tanto que está acompañado por el vapor generado a partir del material de procesamiento W. Aparte de lo anterior, también es posible emplear una configuración en la que el gas portador A se alimenta a la tubería de soplado de gas 36 desde un lado de extremo de la carcasa giratoria 10, y el gas se expulsa desde el otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10.

Ejemplo modificado de estructura de soporte de carcasa giratoria

Aparte de lo anterior, la estructura de soporte de la carcasa giratoria 10 también puede emplear, aparte de la estructura de soporte mencionada anteriormente en la que dos miembros de neumático 20, 20 están unidos a la periferia exterior de la carcasa giratoria 10, una estructura en la que los cojinetes (no ilustrados) están unidos a las periferias exteriores de una carcasa de tornillo 42 proporcionada en un lado de extremo y la tubería de gas 72 proporcionada en el otro lado de extremo, y los cojinetes están soportados, o una estructura de soporte realizada combinando los miembros de neumático 20 y los cojinetes.

Velocidad de rotación

En la presente invención, la carcasa giratoria 10 se hace girar a una velocidad más rápida que la del secador giratorio horizontal convencional, para aumentar la velocidad de secado del material de procesamiento W. En lo sucesivo se describirá un método para decidir la velocidad de rotación.

Proceso 1

Se decide una carga de procesamiento PL del secador giratorio horizontal. Concretamente, la carga PL se calcula con base en un tipo de material de procesamiento W, el contenido de agua (%), una cantidad de procesamiento objetivo (kg/h) y similares.

Proceso 2

Un secador giratorio horizontal de pequeño tamaño se utiliza como una máquina experimental, para examinar una velocidad de secado Rd por unidad de carga.

Proceso 3

Un tamaño de la carcasa giratoria 10 se decide en función de la velocidad de secado Rd examinada en el proceso 2.

Proceso 4

Se decide un número de rotaciones de la carcasa giratoria 10. Un método convencional para decidir el número de

rotaciones utiliza, como criterio importante, una velocidad de rotación de la carcasa giratoria 10 (en la presente invención, "velocidad de rotación" también se denomina "velocidad circunferencial") y, concretamente, el número de rotaciones se ha decidido utilizando la siguiente expresión 5. Se señala que un valor de velocidad de rotación V se ha decidido en función de una regla empírica dentro de un intervalo de aproximadamente 0,1 a 1 [m/s].

$$N = (V \times 60)/(D \times \pi) \quad \text{Expresión 5}$$

En este caso, N indica el número de rotaciones (r.p.m.), V indica la velocidad de rotación (m/s) y D indica un diámetro interior (m) de la carcasa giratoria 10.

En la presente invención, el número de rotaciones se decide en función, no de la expresión 5 mencionada anteriormente, sino de una relación de velocidad crítica, y concretamente, el número de rotaciones se decide mediante el uso de la siguiente expresión 6,

$$N = V/V_C \times N_c \quad \text{Expresión 6}$$

en donde N indica el número de rotaciones (r.p.m.), V indica la velocidad de rotación (m/s), V_C indica una velocidad crítica (m/s) y N_c indica un número crítico de rotaciones (r.p.m.).

Velocidad crítica, relación de velocidad crítica

Se describirán en detalle la "velocidad crítica" y el "número crítico de rotaciones" en la expresión 6 mencionada anteriormente. Cuando se hace referencia a la figura 13, la "velocidad crítica" corresponde a una velocidad de rotación a la que la gravedad del material de procesamiento W y la fuerza centrífuga que actúa sobre el material de procesamiento W se equilibran en el secador giratorio horizontal, y teóricamente indica una velocidad de rotación de la carcasa giratoria 10 cuando el material de procesamiento W gira con la carcasa giratoria 10. Se señala que ω indica una velocidad. Además, la "relación de velocidad crítica" indica una relación de la velocidad de rotación real a la velocidad crítica.

Velocidad crítica

Se describirá en detalle la velocidad crítica. A la velocidad crítica, la gravedad (mg) del material de procesamiento W y la fuerza centrífuga ($m\omega^2 r$) son iguales, de modo que se satisface la siguiente expresión 7,

$$mg = m\omega^2 r \quad \text{Expresión 7}$$

en donde m indica la masa (kg) del material de procesamiento W, g indica una aceleración gravitacional (m/s^2), r indica un radio (m) de la carcasa giratoria 10 y ω indica una velocidad angular (rad/s).

Además, la siguiente expresión 8 se puede derivar de la expresión 7 mencionada anteriormente,

$$g = r(V_C/r)^2 \quad \text{Expresión 8}$$

en donde g indica la aceleración gravitacional (m/s^2), r indica el radio (m) de la carcasa giratoria 10 y V_C indica la velocidad crítica (m/s).

Por lo tanto, es posible derivar la siguiente expresión 1 de la expresión 8 mencionada anteriormente, para determinar así la velocidad crítica (m/s),

$$V_C = (rg)^{1/2} = (D/2 \cdot g)^{1/2} = 2,21D^{1/2}$$

$$V_C = 2,21D^{1/2} \quad \text{Expresión 1}$$

en donde V_C indica la velocidad crítica (m/s) y D indica el diámetro interior (m) de la carcasa giratoria 10.

Relación de velocidad crítica

Luego, se describirá la relación de velocidad crítica. La relación de velocidad crítica α indica la relación de la velocidad de rotación real V a la velocidad crítica (V_C), y por lo tanto se puede representar mediante la siguiente expresión 2,

$$\alpha = V/V_C \cdot 100 \quad \text{Expresión 2}$$

en donde α indica la relación de velocidad crítica (%), V indica la velocidad de rotación (m/s) y V_C indica la velocidad crítica (m/s).

Número crítico de rotaciones

Tenga en cuenta que el número de rotaciones de la carcasa giratoria 10 a la velocidad crítica se denomina "número crítico de rotaciones" y se puede determinar a través de la siguiente expresión 9,

$$N_c = V_c \cdot 60 / (\pi D) = 2,21 D^{1/2} \cdot 60 / (\pi D) = 42,2 / D^{1/2}$$

$$N_c = 42,2 / D^{1/2} \quad \text{Expresión 9}$$

en donde N_c indica el número crítico de rotaciones (r.p.m.), V_c indica la velocidad crítica (m/s) y D indica el diámetro interior (m) de la carcasa giratoria 10.

Ampliación

La figura 14 ilustra un cambio en la relación de velocidad crítica α (%) en la que el eje X representa el diámetro interior D (m) de la carcasa giratoria 10, y el eje Y representa el número de rotaciones N (r.p.m.). P1 indica un número de rotaciones de una carcasa giratoria convencional 10, y P2 indica un número de rotaciones de la carcasa giratoria 10 de la presente invención. De acuerdo con la figura 14, se puede reconocer claramente, a simple vista, que la condición operativa de la presente invención (relación de velocidad crítica $\alpha = 30$ a menos del 100%) es diferente de la condición operativa del ejemplo convencional.

Ejemplo experimental 1

Se utilizaron tres secadores giratorios horizontales con diferentes diámetros interiores para realizar un experimento con respecto a una relación entre la relación de velocidad crítica α (%) y la velocidad de secado R_d . Los diámetros de las carcasas giratorias 10 de las respectivas Std son 320 mm, 900 mm y 1830 mm. Además, un espacio K entre los tubos de calentamiento 11 dispuestos en cada una de las carcasas giratorias 10 es de 100 mm.

Se cargó carbón (material de procesamiento W) en cada uno de los STD de manera discontinua. Una cantidad de carga del carbón con respecto al STD con el diámetro de 320 mm es de 4 kg, una cantidad de carga del carbón con respecto al STD con el diámetro de 900 mm es de 50 kg, y una cantidad de carga del carbón con respecto al STD con el diámetro de 1830 mm es de 250 kg. Además, el diámetro medio del carbón es de 2,2 mm. Se señala que una presión de vapor que se hace fluir en los tubos de calentamiento 11 dispuestos en cada una de las carcasas giratorias 10 se estableció en 0,6 MPa (presión manométrica).

La figura 15 es una gráfica que ilustra una relación entre la relación de velocidad crítica y la velocidad de secado cuando el diámetro de la carcasa giratoria 10 del STD es de 320 mm. Los valores de la velocidad de secado en la figura 15 son valores numéricos relativos. En detalle, un valor de la velocidad de secado cuando el diámetro de la carcasa giratoria 10 del STD es de 320 mm, y la relación de velocidad crítica es del 20% se define como 1, y los valores de la velocidad de secado se representan mediante valores numéricos relativos basados en el valor de 1.

Además, en la figura 16 se ilustra un diagrama obtenido de manera que se operó la carcasa giratoria 10 en tanto que se cambió arbitrariamente la relación de velocidad crítica y el diámetro de la carcasa giratoria 10, se fotografiaron los estados de dispersión del material de procesamiento W en la parte interior de la carcasa giratoria 10 y se trazaron las fotografías. Específicamente, se proporcionó una placa transparente en una sección transversal de cada uno de los secadores giratorios horizontales para que el comportamiento del material de procesamiento W pudiera reconocerse visualmente, los estados de dispersión del material de procesamiento W en la parte interior de la carcasa giratoria 10 se fotografiaron a través de esta placa transparente, y se trazaron las fotografías. Se señala que la dirección de rotación de la carcasa giratoria 10 en la figura 16 es en sentido contrario a las agujas del reloj, de manera similar a la figura 5.

Cuando la operación se realizó estableciendo la relación de velocidad crítica al 20%, el material de procesamiento W se somete a la acción del horno en una región del lado derecho de la carcasa giratoria 10. Sin embargo, el material de procesamiento W permanece, en un estado agregado, en una pared interior de la carcasa giratoria 10, y por lo tanto una cantidad de movimiento de la misma es pequeña, de modo que el material de procesamiento W no se dispersa mucho. Esto significa que la superficie de transferencia de calor de la carcasa giratoria 10 y el material de procesamiento W (carbón) no se ponen en contacto entre sí de manera suficiente.

Por otro lado, cuando se verificó la parte interior de la carcasa giratoria 10 en el momento de realizar la operación estableciendo la relación de velocidad crítica en 50%, se confirmó que el material de procesamiento W se dispersó en un amplio intervalo en la carcasa giratoria 10. Además, cuando se realizó la operación aumentando la relación de velocidad crítica al 70%, y se verificó la parte interior de la carcasa giratoria 10, el material de procesamiento W se dispersó en un intervalo más amplio.

Además, cuando se verificó la parte interior de la carcasa giratoria 10 en el momento de realizar la operación al establecer la relación de velocidad crítica al 100%, se confirmó que, aunque una pequeña cantidad del material de

procesamiento W cayó desde el medio, casi todo el material de procesamiento W se sometió a corrotación y, por lo tanto, la superficie de transferencia de calor y el material de procesamiento W no se pusieron en contacto entre sí y no se realizó ninguna transferencia de calor.

- 5 Se señala que una marca de flecha ilustrada en la carcasa giratoria 10 en la figura 16 indica una dirección en la que cae el material de procesamiento W.

10 En realidad, se confirmó que la velocidad de secado aumenta a medida que aumenta la relación de velocidad crítica, como se ilustra en la figura 17. Además, incluso si el diámetro de la carcasa giratoria 10 cambia, no hay cambio en la tendencia al alza de la velocidad de secado con respecto a la relación de velocidad crítica. Se señala que los valores de la velocidad de secado en la figura 17 son valores numéricos relativos. En detalle, un valor de la velocidad de secado cuando el diámetro de la carcasa giratoria 10 del STD es de 320 mm, y la relación de velocidad crítica es del 20% se define como 1, y los valores de la velocidad de secado se representan mediante valores numéricos relativos basados en el valor de 1.

15 Relación de retención

20 En la presente invención, cuando la carcasa giratoria 10 se hace girar a alta velocidad, es preferible establecer la relación de retención del material de procesamiento W en 20 a 40%. La relación de retención se establece preferentemente a 25 a 30%.

Se señala que la relación de retención se puede determinar mediante la siguiente expresión 3,

25
$$\eta = A_p/A_f \cdot 100 \quad \text{Expresión 3}$$

en donde η indica la relación de retención (%), A_p indica un área de sección transversal (m^2) ocupada por el material de procesamiento W con respecto a un área de sección transversal libre, y A_f indica un área de sección transversal libre (m^2) como resultado de restar un área de sección transversal de todos los tubos de calentamiento de toda el área de sección transversal de la carcasa giratoria 10.

30 Ejemplo experimental 2

35 Se realizó un experimento cargando carbón (material de procesamiento W) en un STD con un diámetro de 450 mm a 200 kg/h. El espacio K entre los tubos de calentamiento 11 dispuestos en la carcasa giratoria 10 es de 100 mm. Además, el diámetro medio del carbón es de 2,2 mm. Se señala que una presión de vapor que se hace fluir en los tubos de calentamiento 11 dispuestos en la carcasa giratoria 10 se estableció en 0,6 MPa (presión manométrica).

40 La figura 18 es una gráfica que ilustra la relación de velocidad crítica y la velocidad de secado cuando se cambia la relación de retención. Los valores de la velocidad de secado en la figura 18 son valores numéricos relativos. En detalle, un valor de la velocidad de secado cuando la relación de retención es del 15% y la relación de velocidad crítica es del 20% se define como 1, y los valores de la velocidad de secado se representan mediante valores numéricos relativos basados en el valor de 1. Cuando se realizó la operación estableciendo la relación de retención del material de procesamiento W al 15%, el área de contacto entre el material de procesamiento W y los tubos de calentamiento 11 era pequeña, de modo que no se aumentó la velocidad de secado. Por otro lado, cuando la operación se realizó estableciendo la relación de retención del material de procesamiento W en 25%, el área de contacto entre el material de procesamiento W y los tubos de calentamiento 11 aumentó, y la velocidad de secado aumentó. Además, cuando se realizó la operación estableciendo la relación de retención del material de procesamiento W al 35%, se produjo deslizamiento en una capa superior de la capa de polvo (capa de material de procesamiento W en forma de polvo), y aumentó la cantidad de material de procesamiento W que no se puso en contacto con la superficie de transferencia de calor. Como resultado de esto, en comparación con el caso en el que se realizó la operación con la relación de retención del 25%, no se aumentó la velocidad de secado. Sin embargo, la velocidad de secado fue más rápida que cuando se realizó la operación con la relación de retención del 15%. Se señala que incluso si se empleó cualquiera de las relaciones de retención, a medida que se aumentó la relación de velocidad crítica, aumentó la velocidad de secado.

A través del experimento descrito anteriormente, se confirmó que es preferible emplear la relación de retención de 20 a 40% por la cual la velocidad de secado del material de procesamiento W aumenta significativamente.

60 Espacio entre los tubos de calentamiento 11

La figura 19 ilustra el espacio K entre los tubos de calentamiento 11. En este ejemplo, el espacio K es el mismo entre cuatro líneas de círculos concéntricos. Por esta razón, el diámetro del tubo de calentamiento 11 aumenta hacia el exterior. Una distancia entre los tubos de calentamiento adyacentes 11 (espacio) K se establece preferentemente en 80 a 150 mm. Por supuesto, es posible realizar una modificación adecuada de modo que los tubos de calentamiento 11 se ajusten para tener el mismo diámetro, o el espacio K se aumente hacia el exterior,

por ejemplo. Además, también es posible emplear una primera forma de disposición descrita más adelante o una segunda forma de disposición.

Ejemplo experimental 3

Se realizó un experimento cargando 250 kg de carbón (material de procesamiento W) en un STD con un diámetro de 1830 mm de manera discontinua. El diámetro medio del carbón es de 2,2 mm. Se señala que una presión de vapor que se hace fluir en los tubos de calentamiento 11 dispuestos en la carcasa giratoria 10 se estableció en 0,6 MPa (presión manométrica).

La figura 20 es una gráfica que ilustra la relación de velocidad crítica y la velocidad de secado. Los valores de la velocidad de secado en la figura 20 son valores numéricos relativos. En detalle, un valor de la velocidad de secado cuando el espacio K entre los tubos de calentamiento 11 es de 50 mm, y la relación de velocidad crítica es del 20%, se define como 1, y los valores de la velocidad de secado se representan mediante valores numéricos relativos basados en el valor de 1.

Además, la disposición de los tubos de calentamiento 11 al crear la gráfica en la figura 20 fue similar a la de la figura 19. Específicamente, los tubos de calentamiento 11 se dispusieron de manera radial desde un centro de la carcasa giratoria 10 hacia el exterior, y los diámetros de los tubos de calentamiento 11 se aumentaron gradualmente desde el interior hacia el exterior. Por consiguiente, todos los espacios K entre los tubos de calentamiento 11 colocados en la primera columna a la enésima columna se establecen para ser los mismos. Por ejemplo, cuando el espacio K entre los tubos de calentamiento 11 es de 50 mm, cada uno de todos los espacios K entre los tubos de calentamiento 11 colocados en la primera columna a la enésima columna es de 50 mm. Se señala que esta disposición de los tubos de calentamiento 11 se emplea de manera similar también en la figura 21 descrita más adelante.

Cuando la operación se realizó estableciendo el espacio K entre los tubos de calentamiento 11 a 50 mm, una cantidad del material de procesamiento W que fluía a través del espacio K era pequeña, y el material de procesamiento W no se mezcló mucho, lo que resultó en que la velocidad de secado era lenta. A partir de entonces, a medida que el espacio K entre los tubos de calentamiento 11 aumentó a 80 mm, 100 mm y 150 mm, la velocidad de secado se volvió gradualmente rápida. Se puede estimar que una parte de la razón de esto es que la cantidad de material de procesamiento W que fluye a través del espacio K se vuelve gradualmente grande y, por lo tanto, se produce favorablemente la mezcla del material de procesamiento W. Por otro lado, cuando se realizó la operación estableciendo el espacio K entre los tubos de calentamiento 11 a 200 mm, se aumentó la cantidad de material de procesamiento W que fluye a través del espacio K. Sin embargo, en comparación con el caso en el que la longitud del espacio K era de 150 mm, el área de contacto entre el material de procesamiento W y los tubos de calentamiento 11 no cambió mucho. Como resultado de esto, la velocidad de secado no fue tan diferente de la velocidad de secado cuando el espacio K fue de 150 mm. Se señala que en cualquier relación de retención, a medida que se aumentó la relación de velocidad crítica, aumentó la velocidad de secado.

A través del experimento descrito anteriormente, se confirmó que la distancia (espacio) entre los tubos de calentamiento adyacentes 11 se establece preferentemente en 80 a 150 mm.

Ejemplo experimental 4 (material a base de resina)

Se cargó un material a base de resina en un STD con un diámetro de 1830 mm de manera discontinua. Una cantidad de carga del material a base de resina es de 250 kg. Además, el diámetro medio del material a base de resina es de 0,1 mm. Además, una presión de vapor que se hace fluir en los tubos de calentamiento 11 en la carcasa giratoria 10 se estableció en 0,45 MPa (presión manométrica).

La figura 21 es una gráfica que ilustra una relación entre la relación de velocidad crítica y la velocidad de secado cuando la longitud del espacio K entre los tubos de calentamiento 11 se cambia utilizando el material a base de resina como material de procesamiento W. Los valores de la velocidad de secado en la figura 21 son valores numéricos relativos. En detalle, un valor de la velocidad de secado cuando el espacio K entre los tubos de calentamiento 11 es de 50 mm, y la relación de velocidad crítica es del 20% se define como 1 y los valores de la velocidad de secado se representan mediante valores numéricos relativos basados en el valor de 1.

Como se ilustra en la figura 21, las velocidades de secado forman una forma de montaña en la que aparecen picos de la misma cuando la relación de velocidad crítica α es de alrededor del 50%. Por lo tanto, se puede entender que la relación de velocidad crítica α de 30 a 70% es preferible. Además, cuando el espacio K entre los tubos de calentamiento 11 aumenta gradualmente a 50 mm, 80 mm y 100 mm, la velocidad de secado también se vuelve gradualmente rápida.

Como se puede predecir también a partir de los resultados anteriores, es preferible emplear la relación de velocidad crítica de 40 a 90%, aunque la relación de velocidad crítica óptima difiere dependiendo del tipo y el contenido de agua del material de procesamiento W, el tamaño del secador y similares.

Relación entre el diámetro exterior y el diámetro interior

En las descripciones respectivas descritas anteriormente y las expresiones respectivas, se utiliza el diámetro interior D de la carcasa giratoria 10, y no se utiliza el diámetro exterior. Sin embargo, también es posible utilizar el diámetro exterior corrigiendo las expresiones respectivas descritas anteriormente. Este punto se describirá en detalle en lo sucesivo.

En las expresiones respectivas descritas anteriormente, D indica el diámetro interior y se describirá una expresión de corrección para usar, no el diámetro interior, sino el diámetro exterior. Cuando el diámetro exterior de la carcasa giratoria 10 se establece en D_o , el espesor de placa (espesor de pared) de la carcasa giratoria 10 se establece en t, y el diámetro interior se establece en D, una relación entre estos se representa mediante la siguiente expresión 10.

$$D = D_o - (2 \times t) \quad \text{Expresión 10}$$

Por lo tanto, solo se requiere sustituir el lado derecho en la expresión 10 en D en las expresiones respectivas descritas anteriormente. Por ejemplo, la expresión con respecto a la relación de velocidad crítica se puede describir como sigue.

$$V_c = 2,21D^{1/2} \quad \text{Expresión 1}$$

$$V_c = 2,21 \times (D_o - 2 \times t)^{1/2}$$

Se señala que, como referencia, se describirá un valor numérico general del espesor de pared t de la carcasa giratoria 10 del STD o similar. A medida que el tamaño de la carcasa giratoria 10 se vuelve grande, el grosor de la pared t tiende a aumentar para mantener la resistencia de la carcasa giratoria, y en realidad, el grosor de la pared t está diseñado para tener aproximadamente el siguiente valor numérico. Cuando el diámetro interior D de la carcasa giratoria 10 es de 0,3 a 6 m, el espesor de pared t pasa a ser de 3 a 100 mm.

Con respecto al tubo de calentamiento

Aunque el tamaño y la disposición de los tubos de calentamiento 11 se pueden seleccionar adecuadamente en la presente invención, con el fin de incrementar principalmente la eficiencia de contacto para incrementar de ese modo la velocidad de secado en el proceso de realización de la rotación de alta velocidad pretendida por los presentes inventores, se descubrió que las mediciones que se describirán a continuación son eficaces.

Disposición de tubos de calentamiento

Convencionalmente, los tubos de calentamiento 11 se han dispuesto de manera radial en la carcasa giratoria 10, como se ilustra en la figura 29. En la carcasa giratoria 10, el material de procesamiento W (material granular) entra en los espacios entre la pluralidad de tubos de calentamiento 11 movidos a una parte inferior de la carcasa giratoria 10 y levantados en la dirección de rotación por la pluralidad de tubos de calentamiento 11 de acuerdo con la rotación de la carcasa giratoria 10. El material de procesamiento W levantado hasta su ángulo de reposo comienza a caer principalmente en un punto de tiempo que excede el ángulo de reposo y se somete a un movimiento de caída. En más detalle, el material de procesamiento W cae, como un deslizamiento de nieve, desde porciones entre la pluralidad de tubos de calentamiento 11 en posiciones superiores que exceden el límite del ángulo de reposo y choca con los tubos de calentamiento 11 colocados en la parte inferior de la carcasa giratoria 10.

El material de procesamiento caído W entra nuevamente en los espacios entre la pluralidad de tubos de calentamiento 11, 11 en la parte inferior de la carcasa giratoria 10. Se aclaró que, dado que un ángulo en el que el material de procesamiento W cae y un ángulo en el que el material de procesamiento W entra en el espacio entre los tubos de calentamiento 11, 11 son diferentes, el material de procesamiento W no entra inmediatamente en el espacio entre los tubos de calentamiento 11, 11, y permanece en el exterior de los tubos de calentamiento 11, 11 (lado central de la carcasa giratoria 10), lo que resulta en que es pobre la eficiencia de contacto entre el material de procesamiento W y el tubo de calentamiento 11. Si la eficiencia de contacto es deficiente, hubo un problema de que se reduce la velocidad de secado del material de procesamiento W.

Además, dado que la dirección en la que cae el material de procesamiento W y la dirección en la que entra el material de procesamiento W entre la pluralidad de tubos de calentamiento 11, 11 son diferentes, hubo un problema de que el material de procesamiento W caído choca con los tubos de calentamiento 11, 11 en la columna más interna (columna en el lado más cercano al centro de la carcasa giratoria 10), y la energía cinética una vez se vuelve cero (la energía cinética se restablece).

La presente invención mejoró la disposición de los tubos de calentamiento 11 con el fin de resolver los problemas descritos anteriormente.

Específicamente, en el secador giratorio horizontal provisto de: la carcasa giratoria 10 que tiene el orificio de alimentación para material de procesamiento W en un lado de extremo de la misma y el orificio de descarga para material de procesamiento W en el otro lado de extremo de la misma, y capaz de girar libremente alrededor del centro axial; y el número grande de tubos de calentamiento 11, 11 ... a través de los cuales pasa el medio de calentamiento, proporcionados dentro de la carcasa giratoria 10, y calentando y secando el material de procesamiento W mediante el uso de los tubos de calentamiento 11, 11 ... en el proceso de alimentación del material de procesamiento W a un lado de extremo de la carcasa giratoria 10 y descargando el material de procesamiento W desde el otro lado de extremo de la carcasa giratoria 10, la disposición de los tubos de calentamiento 11, 11 ... emplea deseablemente las siguientes formas de disposición.

El grupo de los tubos de calentamiento 11, 11 ... está dispuesto sustancialmente en una forma concéntrica alrededor del centro de la carcasa giratoria 10, y una línea de conexión que se conecta desde un núcleo de un primer tubo de calentamiento de referencia S1 en el círculo del lado central a un núcleo de un segundo tubo de calentamiento de referencia S2, se selecciona de una de las siguientes (1) y (2) formas de disposición, y una forma de disposición como resultado de combinar estas (1) y (2) formas de disposición.

Con referencia a la figura 24: Forma en forma de línea recta diagonal

(1) Primera forma de disposición en la que los núcleos de los respectivos tubos de calentamiento 11, 11 ... se colocan en una línea recta L1 que conecta directamente el núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1 y el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2, y además, el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 se coloca hacia atrás en la dirección de rotación de la carcasa giratoria 10 con respecto a una línea radial J1 que pasa a través del núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1.

Con referencia a la figura 22: Forma en forma de línea curva

(2) Segunda forma de disposición en la que los núcleos de los respectivos tubos de calentamiento 11, 11 ... se colocan en una línea curva L2 que conecta el núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1 y el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2, y se colocan más en el lado trasero en la dirección de rotación de la carcasa giratoria 10 a medida que se dirigen hacia el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2, y además, el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 se coloca hacia atrás en la dirección de rotación de la carcasa giratoria 10 con respecto a una línea radial J1 que pasa a través del núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1.

Específicamente, como se ilustra en la figura 22 y la figura 24, los tubos de calentamiento 11, 11 ... están dispuestos en forma concéntrica alrededor de un centro F de la carcasa giratoria 10, y están dispuestos en círculos concéntricos respectivos que incluyen un círculo concéntrico r1 que es un círculo de lado central en el que se coloca el primer tubo de calentamiento de referencia S1, un círculo concéntrico r2 en el que se coloca el segundo tubo de calentamiento de referencia S2 y un círculo concéntrico r3 en el que se colocan los tubos de calentamiento más externos 11 colocados en el lado más externo de la carcasa giratoria 10.

El núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1 (consultar figura 22 y la figura 24) corresponde a un núcleo del tubo de calentamiento 11 (centro del tubo de calentamiento) que se selecciona arbitrariamente de una columna del grupo de los tubos de calentamiento 11 colocados en el lado más cercano al centro de la carcasa giratoria 10 ("columna 1": consultar figura 23).

Además, el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 indica un núcleo del tubo de calentamiento S2 (centro del tubo de calentamiento 11) en un número de columna deseado, en "columnas" de la pluralidad de tubos de calentamiento 11, 11 ... (consultar figura 23), contado desde el tubo de calentamiento 11 colocado en el lado más cercano al centro de la carcasa giratoria 10 (el primer tubo de calentamiento de referencia S1) hacia el exterior a lo largo de la misma "fila".

Una posición del núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 se puede seleccionar adecuadamente de acuerdo con un comportamiento de flujo del material de procesamiento W (este comportamiento de flujo depende de un factor derivado de las propiedades físicas (forma, tamaño, viscosidad, tipo de material y similares) del material de procesamiento W, un factor derivado de las condiciones operativas del secador y similares).

En este momento, una relación de disposición $\varepsilon = h2$ (desde el círculo concéntrico r2 en el que se coloca el segundo tubo de calentamiento de referencia S2 hasta el círculo concéntrico r1 en el que se coloca el primer tubo de calentamiento de referencia (más interno) S1)/ $h1$ (desde una superficie interna de la carcasa giratoria hasta el círculo concéntrico r1 en el que se coloca el primer tubo de calentamiento de referencia (más interno) S1), se establece deseablemente en mayor que 1/2.

Además, en la presente invención, al menos una sección desde el primer tubo de calentamiento de referencia S1 hasta el segundo tubo de calentamiento de referencia S2 emplea deseablemente la disposición de tubos de calentamiento de la primera forma de disposición mencionada anteriormente o la segunda forma de disposición.

Además, la presente invención también incluye un caso en el que la posición del núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 está en el círculo concéntrico r3 en el que se colocan los tubos de calentamiento más externos 11.

5 Como se describió anteriormente, la región que emplea la primera forma de disposición o la segunda forma de disposición se puede seleccionar adecuadamente, y en el ejemplo ilustrado en la figura 24, el número total de columnas de los tubos de calentamiento 11 es siete, y el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 se coloca en la cuarta columna.

10 La figura 24 ilustra el ejemplo de la primera forma de disposición, y la figura 22 y la figura 23 ilustran el ejemplo de la segunda forma de disposición.

La figura 24 ilustra el ejemplo en el que las siete columnas emplean la primera forma de disposición. Específicamente, los núcleos de los respectivos tubos de calentamiento 11, 11 ... se colocan en la línea recta L1 que conecta directamente el núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1 y el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2, y además, el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 se coloca hacia atrás en la dirección de rotación de la carcasa giratoria 10 con respecto a la línea radial J1 que pasa a través del núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1.

20 La figura 22 y la figura 23 ilustran el ejemplo en el que las nueve columnas emplean la segunda forma de disposición. Específicamente, los núcleos de los respectivos tubos de calentamiento 11, 11 ... se colocan en la línea curva L2 que conecta el núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1 y el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 y se colocan más en el lado trasero en la dirección de rotación de la carcasa giratoria 10 a medida que se dirigen hacia el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2, y además, el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2 se coloca hacia atrás en la dirección de rotación de la carcasa giratoria 10 con respecto a la línea radial J1 que pasa a través del núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1.

30 Cabe señalar que en la figura 22 y la figura 24, una línea que pasa a través del núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1 y una línea que pasa a través del núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2, al establecer el punto central F de la carcasa giratoria 10 como punto de partida, se indican como la línea radial J1 y una línea radial J2, respectivamente. Las distancias respectivas de h1 y h2 descritas anteriormente se pueden determinar a partir de una distancia en la línea radial J2.

35 Otra disposición en forma de línea curva o línea recta de tubos de calentamiento

Aparte de lo anterior, en otra realización preferida de la presente invención, también es posible emplear una disposición en la que el espacio entre los tubos de calentamiento adyacentes 11 se aumenta desde el lado central hacia el exterior en los círculos concéntricos alrededor del eje de rotación de la carcasa giratoria 10. La figura 22 a la figura 24 ilustran ejemplos en los que el espacio entre los tubos de calentamiento adyacentes 11 aumenta gradualmente desde el lado central hacia el exterior.

45 Además, como la línea curva L2 que conecta el núcleo del primer tubo de calentamiento de referencia S1 y el núcleo del segundo tubo de calentamiento de referencia S2, es posible emplear una cicloide (línea dibujada por una partícula cuando la partícula cae a la velocidad más rápida), la espiral de Cornu (línea dibujada por una partícula cuando la partícula cae suavemente), una curva logarítmica, una línea de arco, una línea aproximada a estas líneas, o similares.

50 La figura 28 ilustra un ejemplo de forma en la que las partes interiores de los tubos de calentamiento 11, 11 ... están dispuestas en una forma de línea curva de acuerdo con la segunda forma de disposición, y las partes exteriores de los tubos de calentamiento 11, 11 ... están dispuestas a lo largo de una dirección radial.

La figura 25 ilustra un ejemplo de forma en la que las partes interiores de los tubos de calentamiento 11, 11 ... están dispuestas en una forma de línea curva de acuerdo con la segunda forma de disposición, y las partes exteriores de los tubos de calentamiento 11, 11 ... están dispuestas a lo largo de una dirección radial.

60 La figura 27 ilustra un ejemplo en el que los tubos de calentamiento 11, 11 ... están dispuestos en una forma de línea recta diagonal de acuerdo con la primera forma de disposición, en la que con respecto a las partes externas, las filas de tubos de calentamiento 11, 11 ... dispuestas en una forma de línea recta diagonal se interponen desde posiciones en un círculo concéntrico intermedio hacia el círculo concéntrico más externo.

Por otro lado, como se puede estimar con base en estos ejemplos, también es posible disponer los tubos de calentamiento combinando la primera forma de disposición y la segunda forma de disposición, aunque un ejemplo concreto de los mismos no se ilustra en el dibujo.

65 Con respecto a todas las columnas, cuando no se emplean la primera forma de disposición y la segunda forma de

disposición, sino que estas formas de disposición se emplean hasta el centro de las columnas, también es deseable que la relación de disposición $\epsilon = h2$ (desde el círculo concéntrico $r2$ en el que se coloca el segundo tubo de calentamiento de referencia S2 hasta el círculo concéntrico $r1$ en el que se coloca el primer tubo de calentamiento de referencia (más interno) S1)/ $h1$ (desde la superficie interna de la carcasa giratoria hasta el círculo concéntrico $r1$ en el que se coloca el primer tubo de calentamiento de referencia (más interno) S1), se establece en mayor que 1/2.

Operación y efecto

Al disponer los tubos de calentamiento 11 en forma de línea curva o línea recta diagonal como se describió anteriormente, se aproximan la dirección en la que cae el material de procesamiento W y la dirección en la que entra el material de procesamiento W entre la pluralidad de tubos de calentamiento 11, lo que resulta en que el material de procesamiento W caído entra en el espacio entre la pluralidad de tubos de calentamiento 11, 11 sin cambiar en gran medida su dirección de movimiento. El material de procesamiento W que entra en el espacio entre los tubos de calentamiento 11, 11 fluye desde el interior hacia el exterior de la carcasa giratoria 10, y alcanza una pared de carcasa de la carcasa giratoria 10. Al seleccionar la disposición de los tubos de calentamiento 11, el material de procesamiento W entra inmediatamente en el espacio entre los tubos de calentamiento 11 y no permanece en el exterior de los tubos de calentamiento 11 (lado central de la carcasa giratoria 10), de modo que el contacto entre el material de procesamiento W y los tubos de calentamiento 11 se vuelve bueno, lo que permite mejorar la eficiencia de secado. Además, el área de contacto entre el material de procesamiento W y los tubos de calentamiento 11 aumenta, y el tiempo de contacto entre ambos también aumenta, y también desde ese punto, es posible mejorar la eficiencia de secado.

Además, dado que el material de procesamiento W entra suavemente en el espacio entre los tubos de calentamiento 11, 11, el impacto recibido por el tubo de calentamiento 11 desde el material de procesamiento W se vuelve pequeño. Por esta razón, en comparación con un caso en el que los tubos de calentamiento 11 están dispuestos de manera convencional, se puede reducir el diámetro del tubo de calentamiento 11 y se puede aumentar el número de tubos de calentamiento 11. Como resultado de esto, se aumenta el área de transferencia de calor de los tubos de calentamiento 11 en su conjunto, lo que permite mejorar la eficiencia de secado.

Aparte de lo anterior, en el dispositivo convencional, se ha producido el aplastamiento del material de procesamiento W (material granular) debido a la colisión entre el material de procesamiento W caído y el tubo de calentamiento 11, pero, de acuerdo con las realizaciones preferidas descritas anteriormente, es posible prevenir o suprimir el aplastamiento. Como resultado de esto, se estabiliza la distribución de tamaño de partícula del producto final (producto seco) y, al mismo tiempo, se reduce el polvo fino, lo que permite reducir la carga en la instalación de procesamiento de gases de escape.

Se señala que el diámetro y el espesor de pared de cada uno de los tubos de calentamiento 11, 11 ... se pueden seleccionar adecuadamente.

Número de tubos de calentamiento 11

Aunque es posible que todos los números de tubos de calentamiento 11 en los círculos concéntricos respectivos se establezcan para que sean los mismos, cuando los tubos de calentamiento 11 se proporcionan en forma de línea recta, el número de tubos de calentamiento 11 desde la periferia más externa hasta las proximidades del centro de la carcasa giratoria 10 se establece preferentemente para que sea mayor que el número de tubos de calentamiento 11 desde las proximidades del centro hasta la periferia más interna de la carcasa giratoria 10, como se ilustra en la figura 27. Al aumentar el número de tubos de calentamiento 11 desde la proximidad del medio hasta la periferia más externa de la carcasa giratoria 10 como se describió anteriormente, la distancia entre los tubos de calentamiento adyacentes 11, 11 se puede establecer en aproximadamente la misma desde la periferia más interna hasta la periferia más externa. Además, al aumentar el número de tubos de calentamiento 11, el área de transferencia de calor de los tubos de calentamiento 11 aumenta, lo que permite mejorar la eficiencia de secado del material de procesamiento W movido al lado periférico exterior de la carcasa giratoria 10.

Diámetro del tubo de calentamiento 11

Aunque todos los tubos de calentamiento 11 pueden tener el mismo diámetro, también es posible diseñar de manera que, como se ilustra en la figura 23, el diámetro aumente gradualmente desde el lado periférico interno hacia el lado periférico externo de la carcasa giratoria 10. Al cambiar los diámetros de los tubos de calentamiento 11 como se describió anteriormente, la distancia entre los tubos de calentamiento adyacentes 11 se puede establecer en aproximadamente la misma desde la periferia interna hasta la periferia externa. Al aumentar los diámetros de los tubos de calentamiento 11 como se describió anteriormente, el área de transferencia de calor de los tubos de calentamiento 11 aumenta, lo que permite mejorar la eficiencia de secado del material de procesamiento W movido al lado periférico exterior de la carcasa giratoria 10.

Método para decidir la disposición de los tubos de calentamiento 11

Un método para decidir la disposición de los tubos de calentamiento 11 se describirá con referencia a la figura 23. Se señala que la disposición de los tubos de calentamiento 11 está representada por "filas y columnas", en las que la disposición en una dirección radial de la carcasa giratoria 10 (dirección desde el lado central hacia el exterior de la carcasa giratoria 10) está representada por la "columna", y la disposición en una dirección circunferencial de la carcasa giratoria 10 está representada por la "fila".

Al cambiar una distancia entre filas adyacentes (distancia entre la fila 1 y la fila 2, por ejemplo), y una distancia entre columnas adyacentes (distancia entre la columna 1 y la columna 2, por ejemplo), es posible cambiar la dispersabilidad y la fluidez del material de procesamiento W.

Por ejemplo, cuando el tubo de calentamiento 11 al que se aplica el sombreado en la figura 23 (denominado "tubo de calentamiento de referencia 11", en lo sucesivo) se establece como una referencia, como una distancia entre filas, se puede considerar, aparte de una distancia entre el tubo de calentamiento 11 de (1) y el tubo de calentamiento de referencia 11, y una distancia entre el tubo de calentamiento 11 de (5) y el tubo de calentamiento de referencia 11, una distancia entre el tubo de calentamiento 11 de (2) y el tubo de calentamiento de referencia 11, una distancia entre el tubo de calentamiento 11 de (8) y el tubo de calentamiento de referencia 11, una distancia entre el tubo de calentamiento 11 de (4) y el tubo de calentamiento de referencia 11, y una distancia entre el tubo de calentamiento 11 de (6) y el tubo de calentamiento de referencia 11, y cada una de estas distancias se establece para tener el valor determinado descrito anteriormente o mayor. Además, como una distancia entre columnas, se puede considerar una distancia entre el tubo de calentamiento 11 de (3) y el tubo de calentamiento de referencia 11, y una distancia entre el tubo de calentamiento 11 de (7) y el tubo de calentamiento de referencia 11, y cada una de estas distancias también se establece para tener el valor determinado descrito anteriormente o mayor. Se señala que la distancia entre los tubos de calentamiento adyacentes 11 se establece preferentemente en 80 a 150 mm.

Como se describió anteriormente, la distancia entre filas y la distancia entre columnas se convierten en condiciones de restricción en el momento de decidir la disposición de los tubos de calentamiento 11. Se prueban varias variaciones en tanto que se cambian los diámetros de los tubos de calentamiento 11, el número de filas y el número de columnas para que el área de transferencia de calor se vuelva lo más grande posible y se mejore la fluidez, en tanto que se cumplen las condiciones de restricción, y como resultado de esto, se adopta la disposición con la que el área de transferencia de calor se vuelve más grande y se mejora la fluidez, y se diseña un producto. Se señala que, como resultado de estudiar realmente la disposición de los tubos de calentamiento 11, cuando una curvatura de la fila se aumentó gradualmente, al disminuir gradualmente los diámetros de los tubos de calentamiento 11 y aumentar gradualmente el número de columnas, fue posible realizar el área de transferencia de calor más grande. Por el contrario, cuando la curvatura de la fila disminuyó gradualmente, al aumentar gradualmente los diámetros de los tubos de calentamiento 11 y disminuir gradualmente el número de columnas, fue posible realizar el área de transferencia de calor más grande.

Explicación de números y símbolos

10	carcasa giratoria
11	tubo de vapor (tubo de calentamiento)
41	orificio de alimentación
50	orificio de descarga
55	campana de clasificación
56	abertura de gas de escape fija
57	orificio de descarga fijo
60	elevador
65	unidad de agitación
A	gas portador
E	material procesado
W	material de procesamiento

REIVINDICACIONES

1. Un método de secado para material de procesamiento (W) usando un secador giratorio horizontal provisto de:
una carcasa giratoria (10) que tiene un orificio de alimentación (41) para material de procesamiento (W) en un lado
de extremo de la misma y un orificio de descarga (50) para material de procesamiento (W) en el otro lado de
extremo de la misma, y capaz de girar libremente alrededor de un centro axial; y un grupo de tubos de
calentamiento (11) a través de los cuales pasa un medio de calentamiento, proporcionados dentro de la carcasa
giratoria (10), y configurados de manera que el material de procesamiento (W) se eleva en una dirección de rotación
por el grupo de tubos de calentamiento (11) de acuerdo con la rotación de la carcasa giratoria (10), el método de
secado para material de procesamiento (W) que comprende
- secar, a través de calentamiento indirecto, el material de procesamiento (W) mediante el uso del grupo de tubos
de calentamiento (11) en un proceso de alimentación del material de procesamiento (W) a un lado de extremo de
la carcasa giratoria (10) y descargar el material de procesamiento (W) desde el otro lado de extremo de la carcasa
giratoria (10),
caracterizado porque
- la carcasa giratoria (10) se gira para hacer que una relación de velocidad crítica α definida por la siguiente
expresión 1 y la expresión 2 se convierta en 30 a menos del 100% para secar el material de procesamiento (W),
$$V_c = (rg)^{1/2} \quad \text{Expresión 1}$$
$$\alpha = V/V_c \cdot 100 \quad \text{Expresión 2}$$
donde V_c indica una velocidad crítica (m/s), r indica el radio (m) de la carcasa giratoria (10), g indica la aceleración
gravitacional (m/s²), α indica la relación de velocidad crítica (%) y V indica una velocidad de rotación (m/s).
2. El método de secado para material de procesamiento (W) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el material
de procesamiento (W) se alimenta a la carcasa giratoria (10) para hacer que una relación de retención η del material
de procesamiento (W) definido por la siguiente expresión 3 se convierta en 20 a 40%,
$$\eta = A_p/A_f \cdot 100 \quad \text{Expresión 3}$$
donde η indica la relación de retención (%), A_p indica un área de sección transversal (m²) ocupada por el material
de procesamiento (W) con respecto a un área de sección transversal libre, y A_f indica un área de sección
transversal libre (m²) como resultado de restar un área de sección transversal de todos los tubos de calentamiento
(11) de toda el área de sección transversal de la carcasa giratoria (10).
3. El método de secado para material de procesamiento (W) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde cuando
el material de procesamiento (W) es carbón cuyo diámetro medio es de 50 mm o menos, se usa la carcasa giratoria
(10) con un diámetro interior de 1 a 6 m, y la carcasa giratoria (10) se gira para hacer que la relación de velocidad
crítica α se convierta en 40 a menos del 100% para secar el material de procesamiento (W).
4. El método de secado para material de procesamiento (W) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde cuando
el material de procesamiento (W) es un material a base de resina cuyo diámetro medio es de 200 μ m o menos, se
utiliza la carcasa giratoria (10) con un diámetro interior de 1 a 6 m, y la carcasa giratoria (10) se gira para hacer
que la relación de velocidad crítica α se convierta en 30 a 70% para secar el material de procesamiento (W).
5. El método de secado para material de procesamiento (W) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde una
pluralidad de los tubos de calentamiento (11) está dispuesta de manera radial o en círculos concéntricos, y una
distancia de separación entre tubos de calentamiento adyacentes es de 80 a 150 mm.

DIBUJOS

UN LADO TERMINAL $\longleftrightarrow$ OTRO LADO TERMINAL

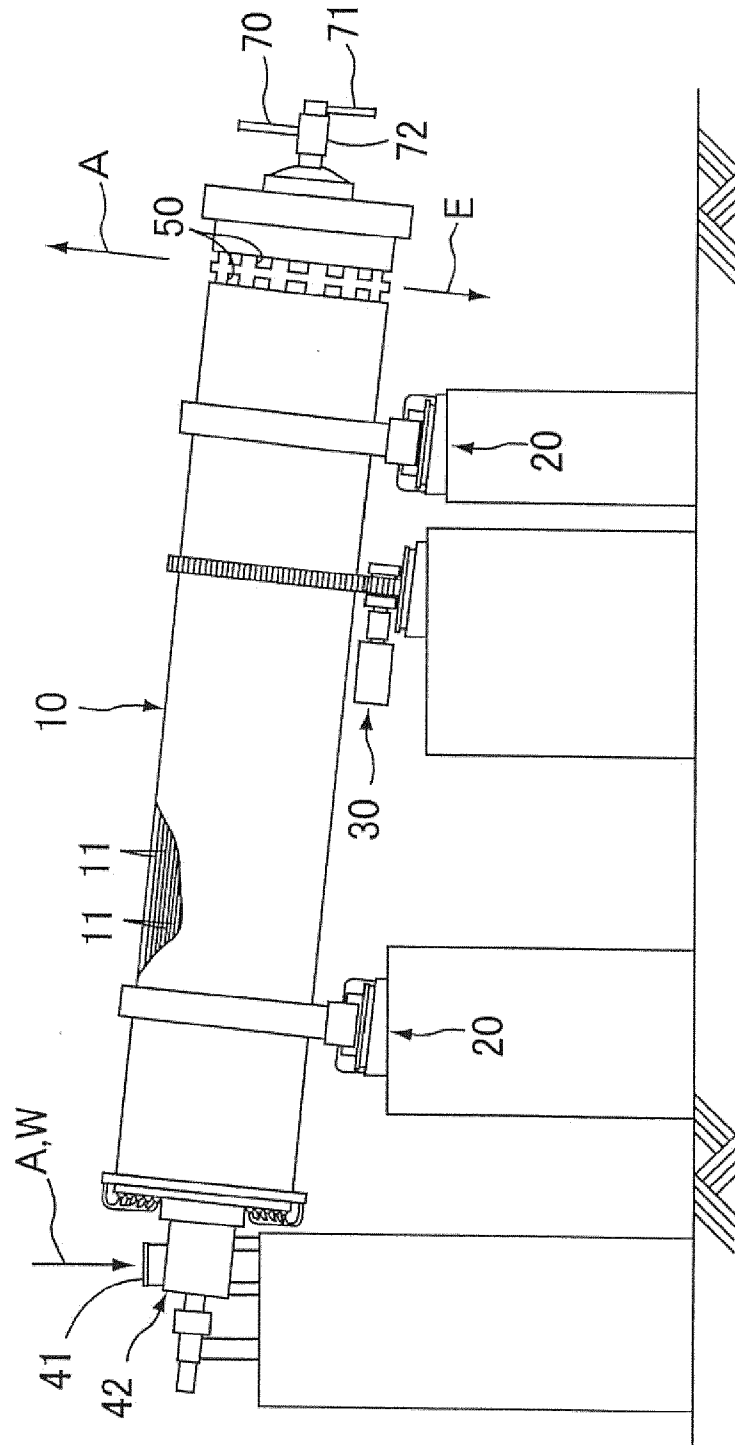


FIG.2

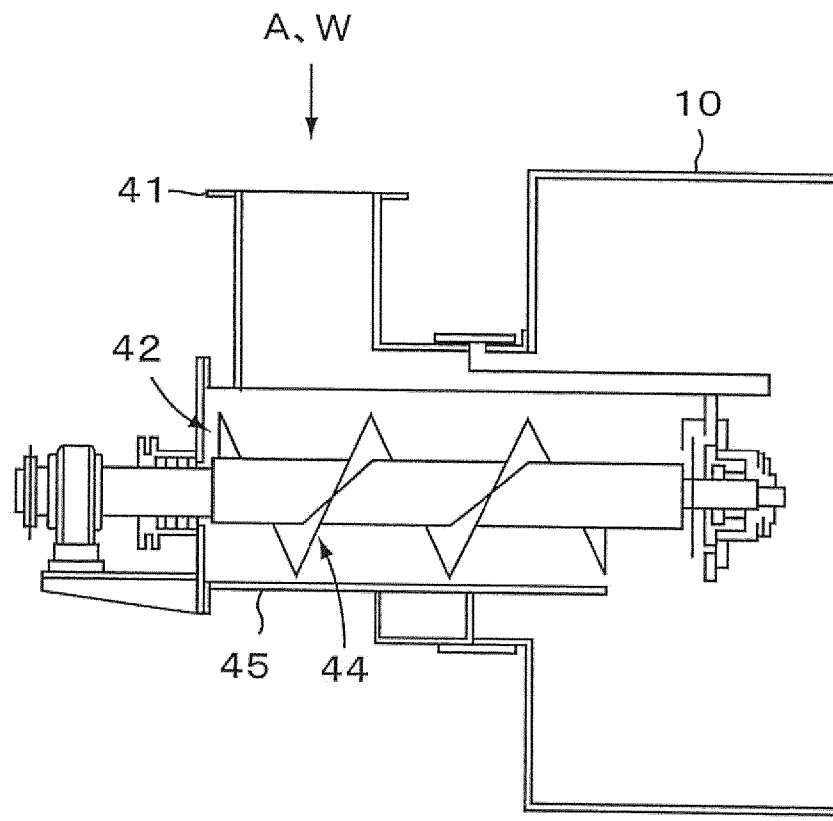


FIG.3

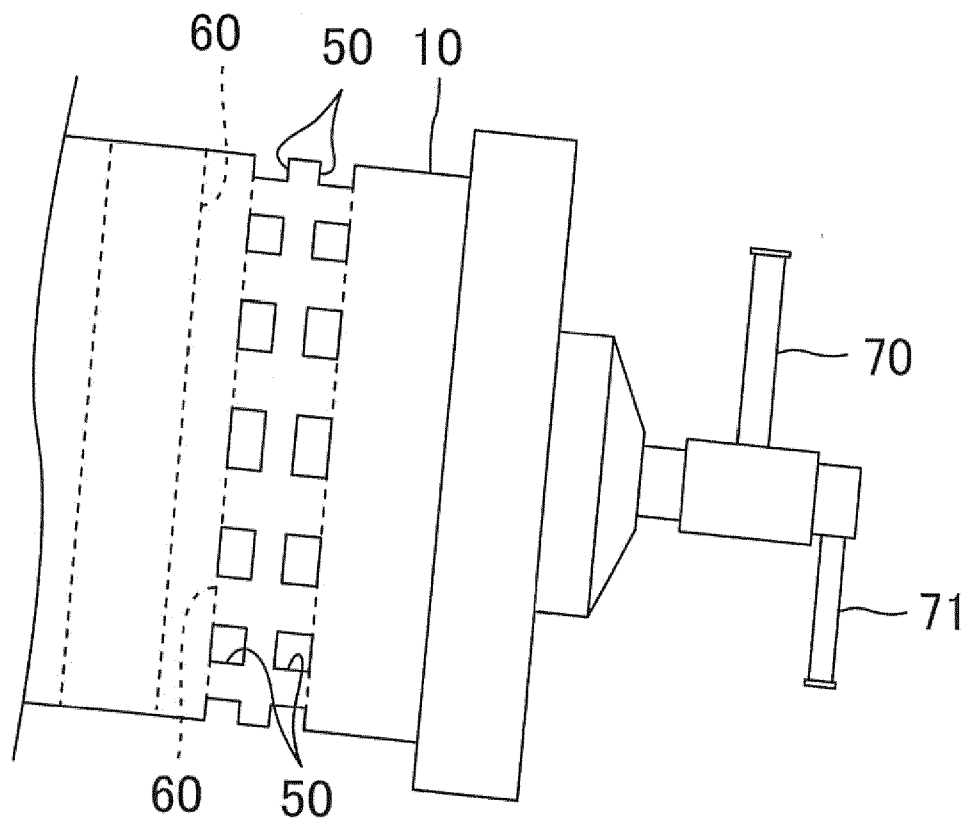


FIG.4

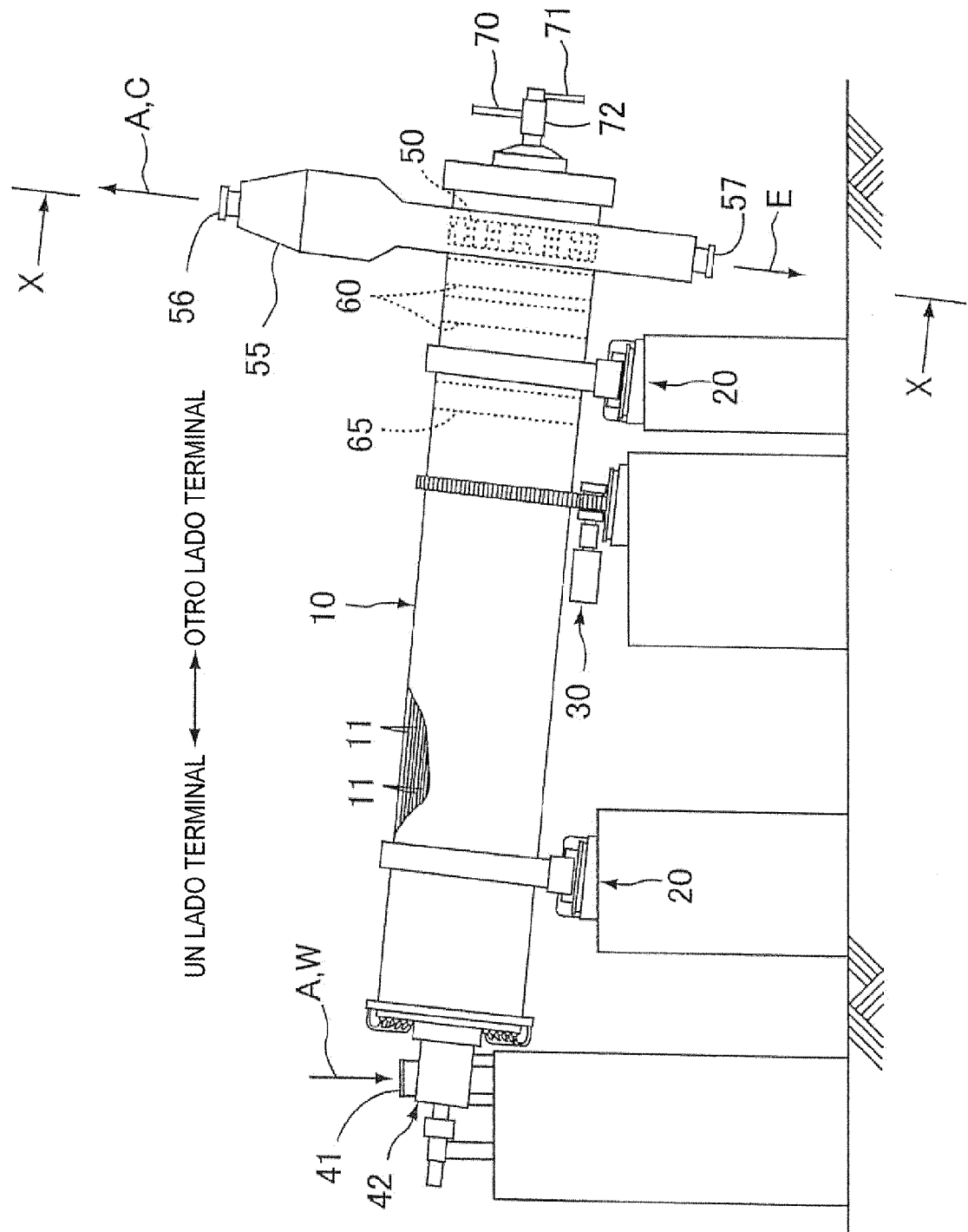


FIG.5

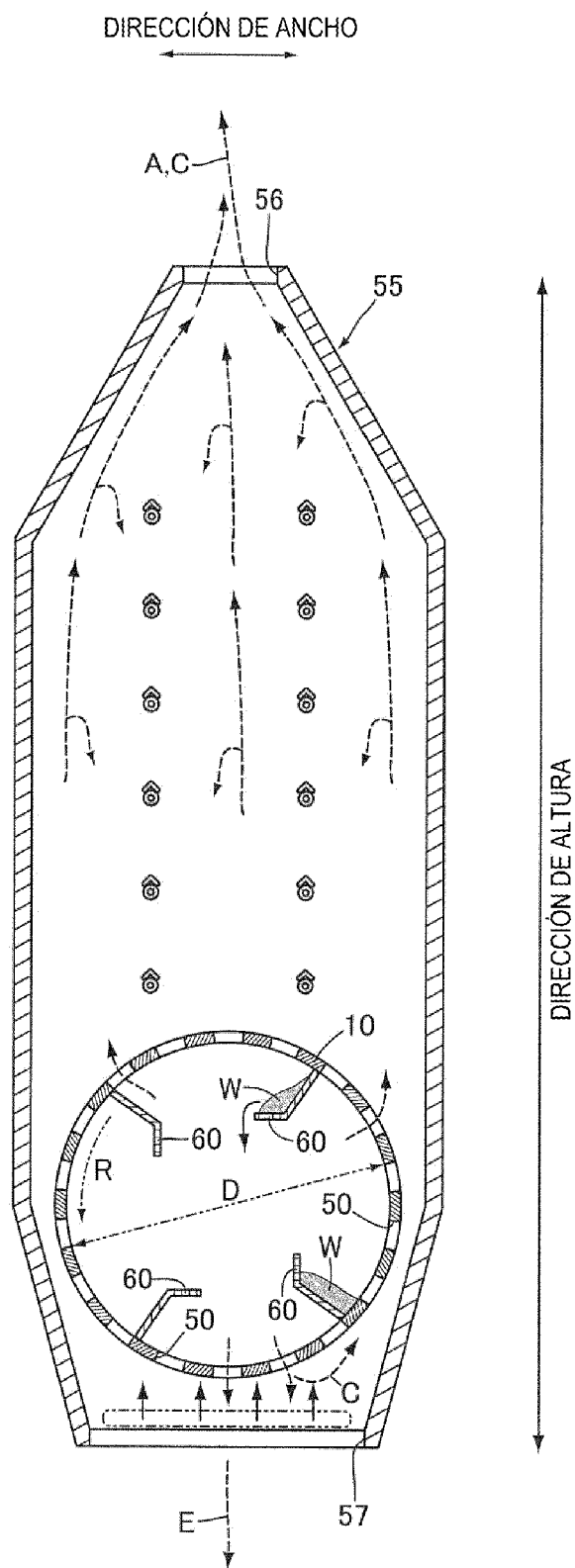


FIG.6

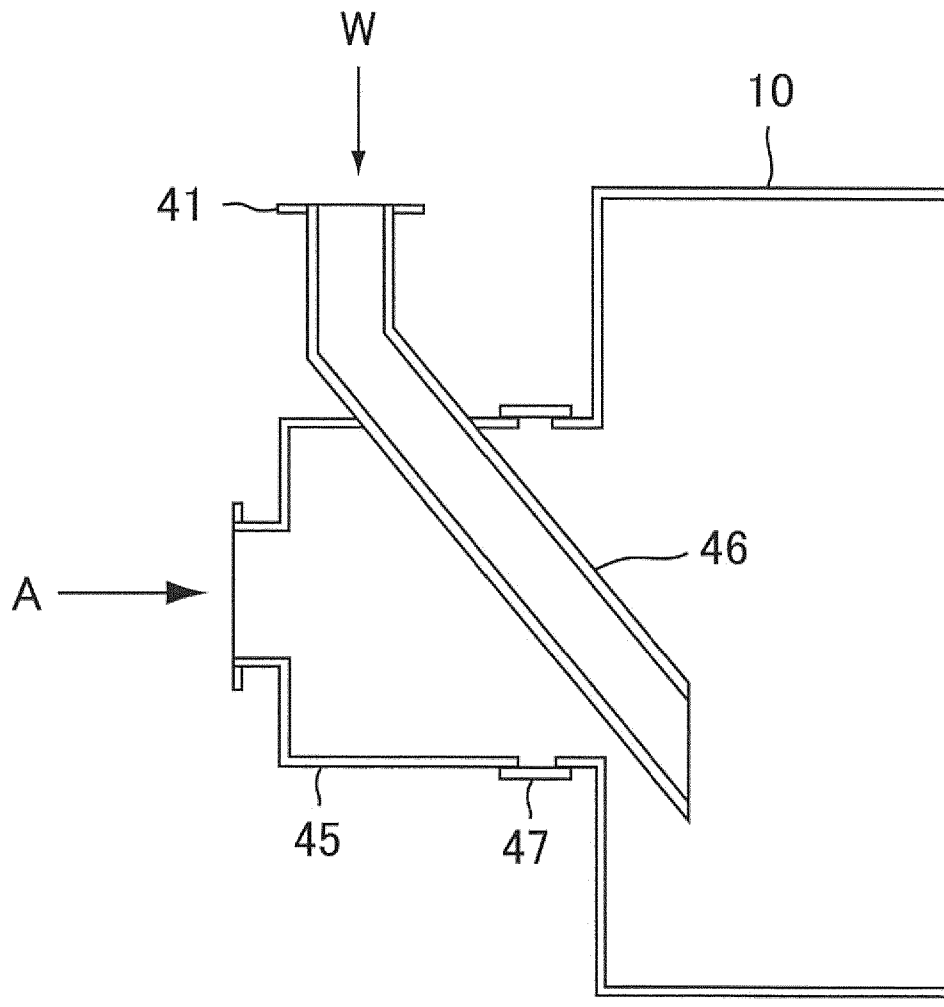


FIG.7

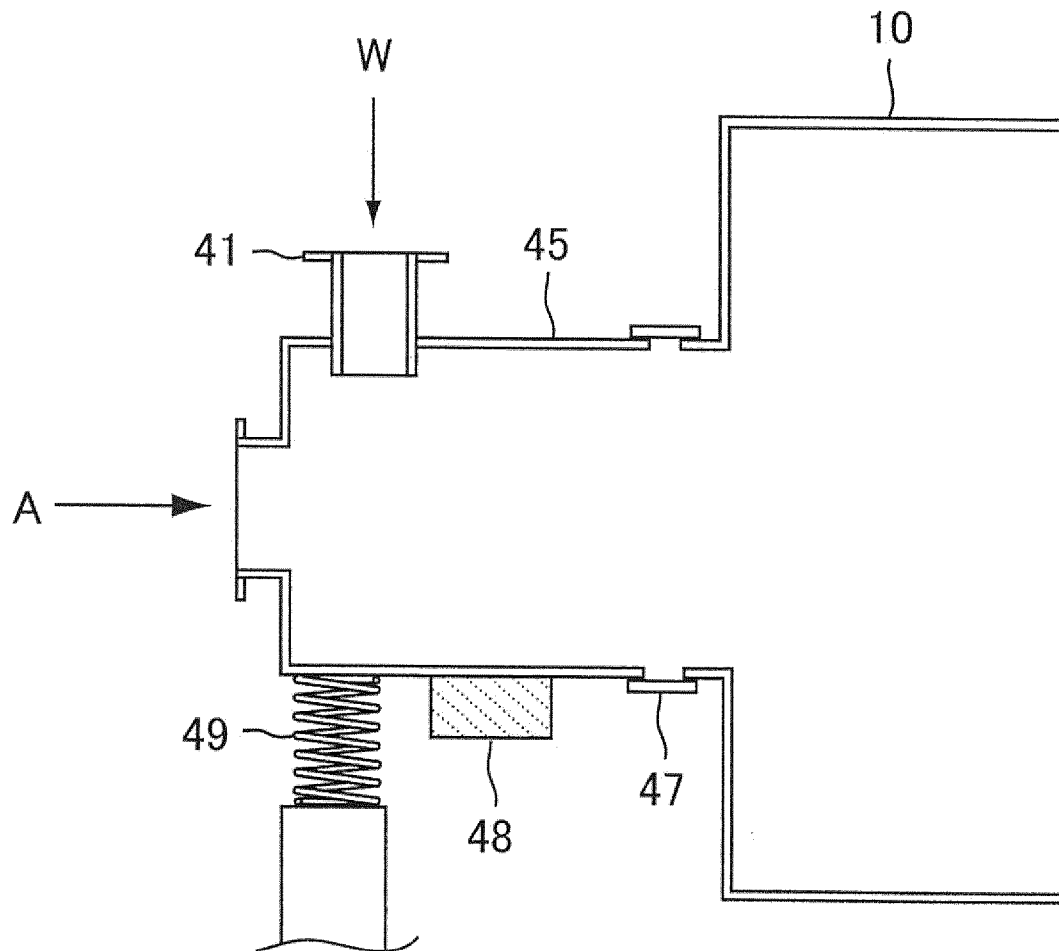


FIG.8

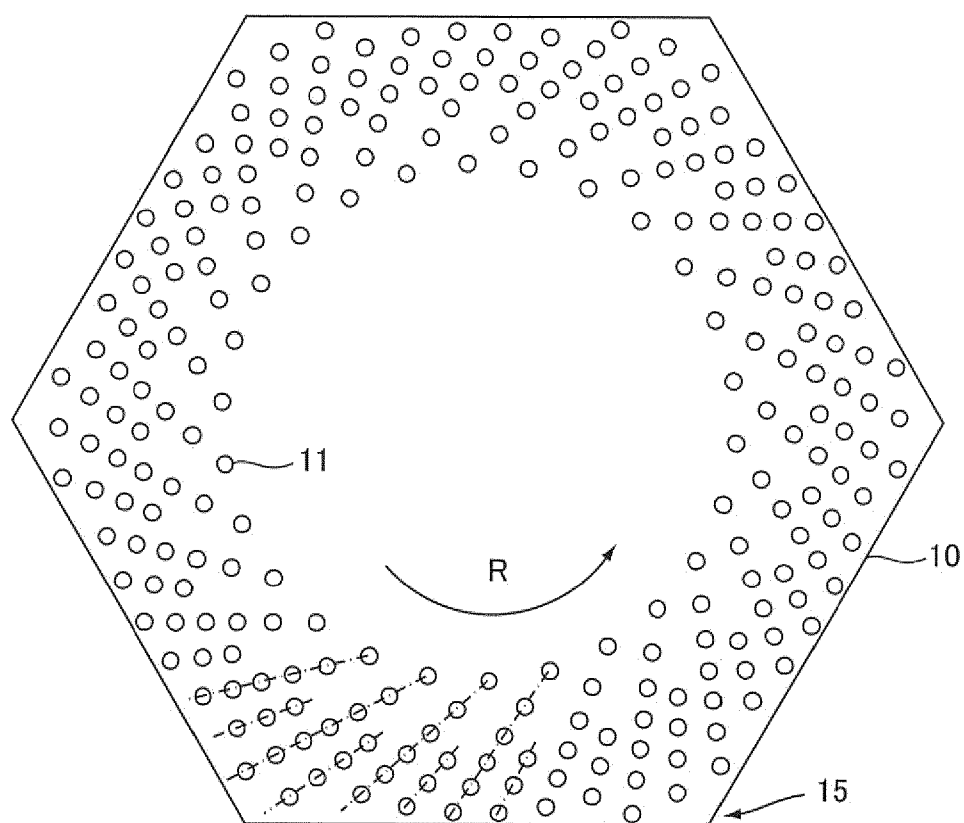


FIG.9

UN LADO TERMINAL $\longleftrightarrow$ OTRO LADO TERMINAL

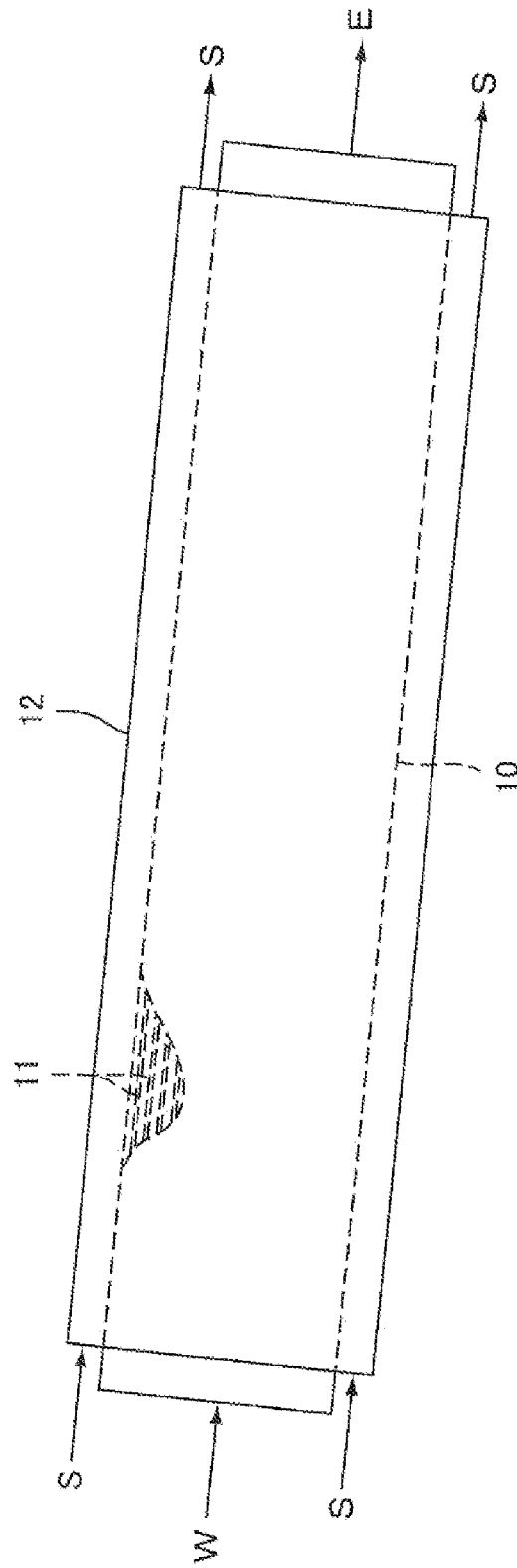


FIG.10

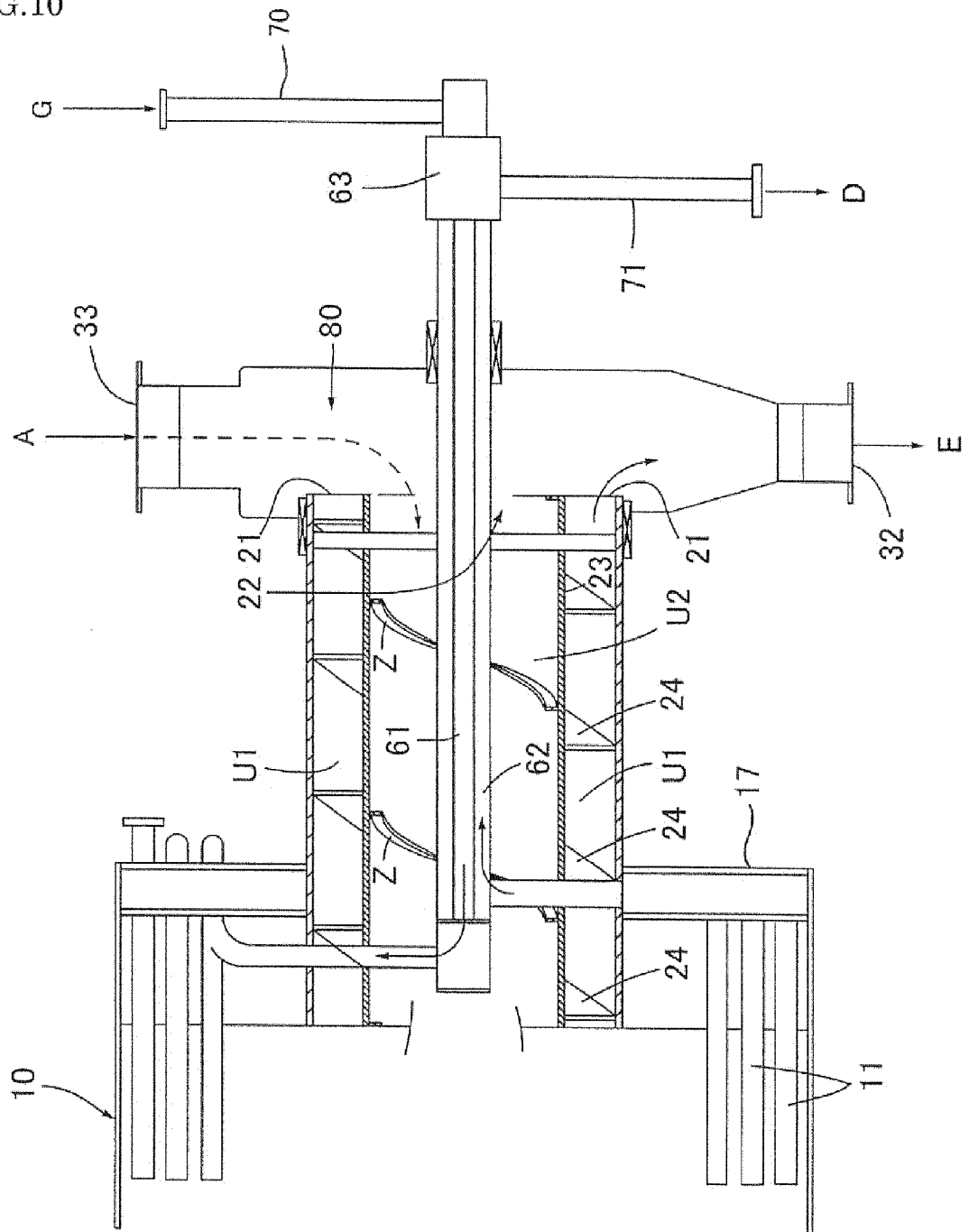


FIG.11

UN LADO TERMINAL ← → OTRO LADO TERMINAL

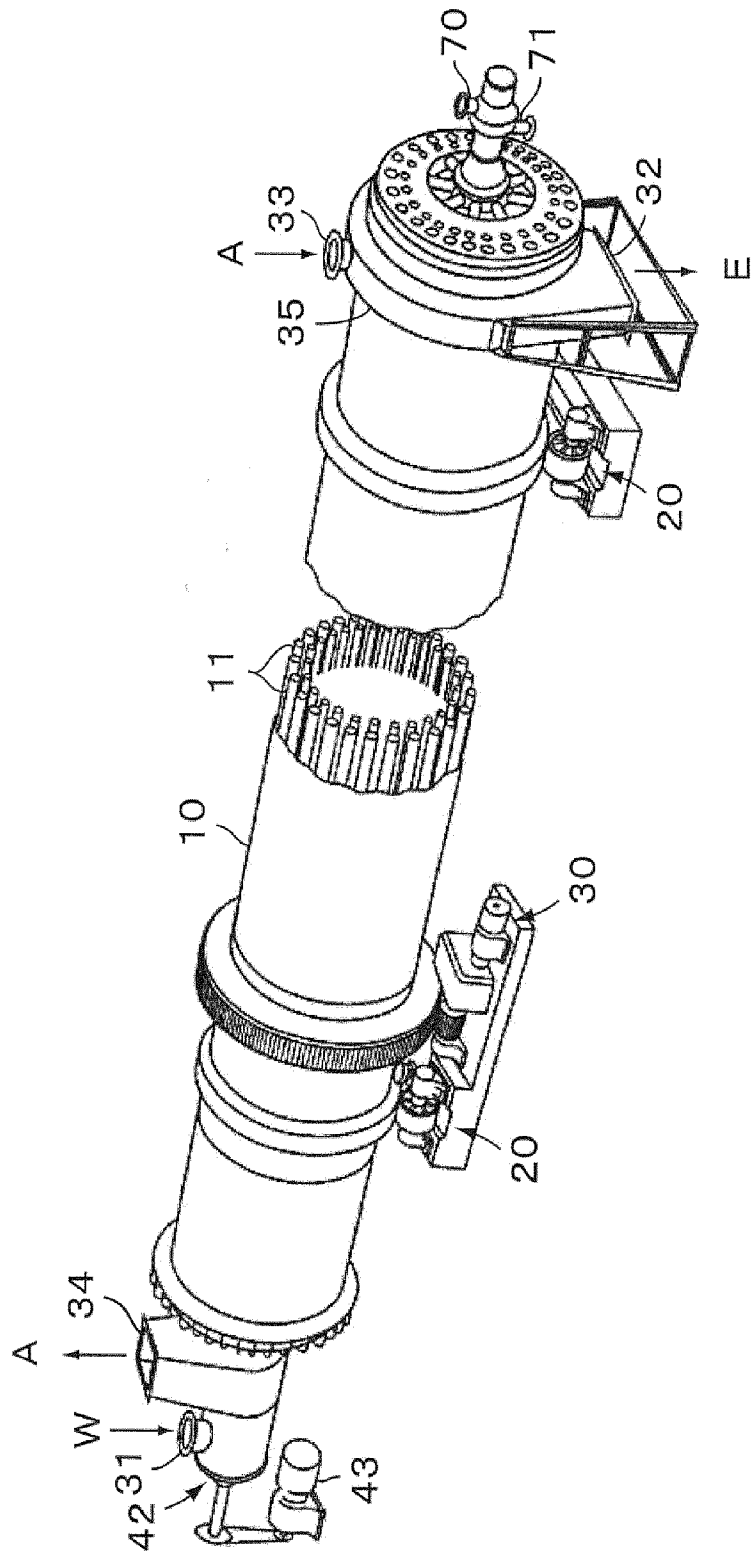


FIG.12

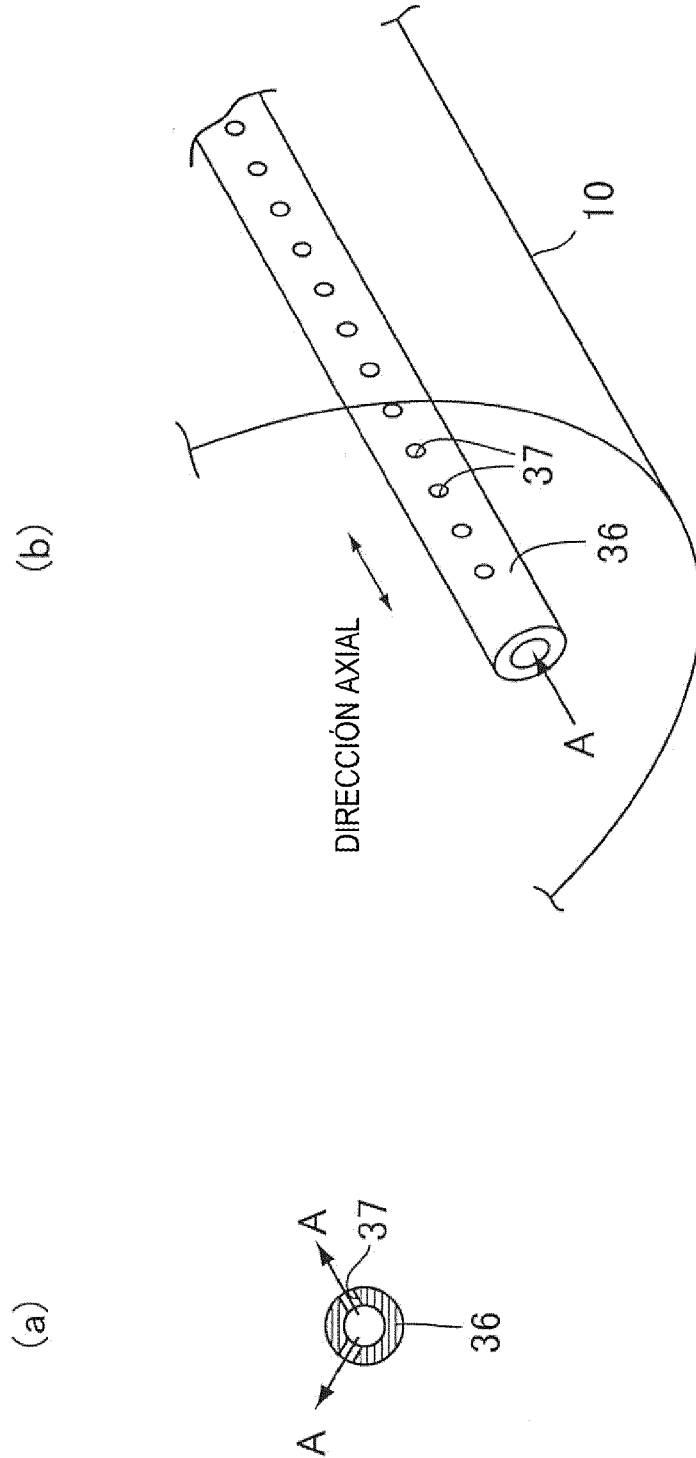


FIG.13

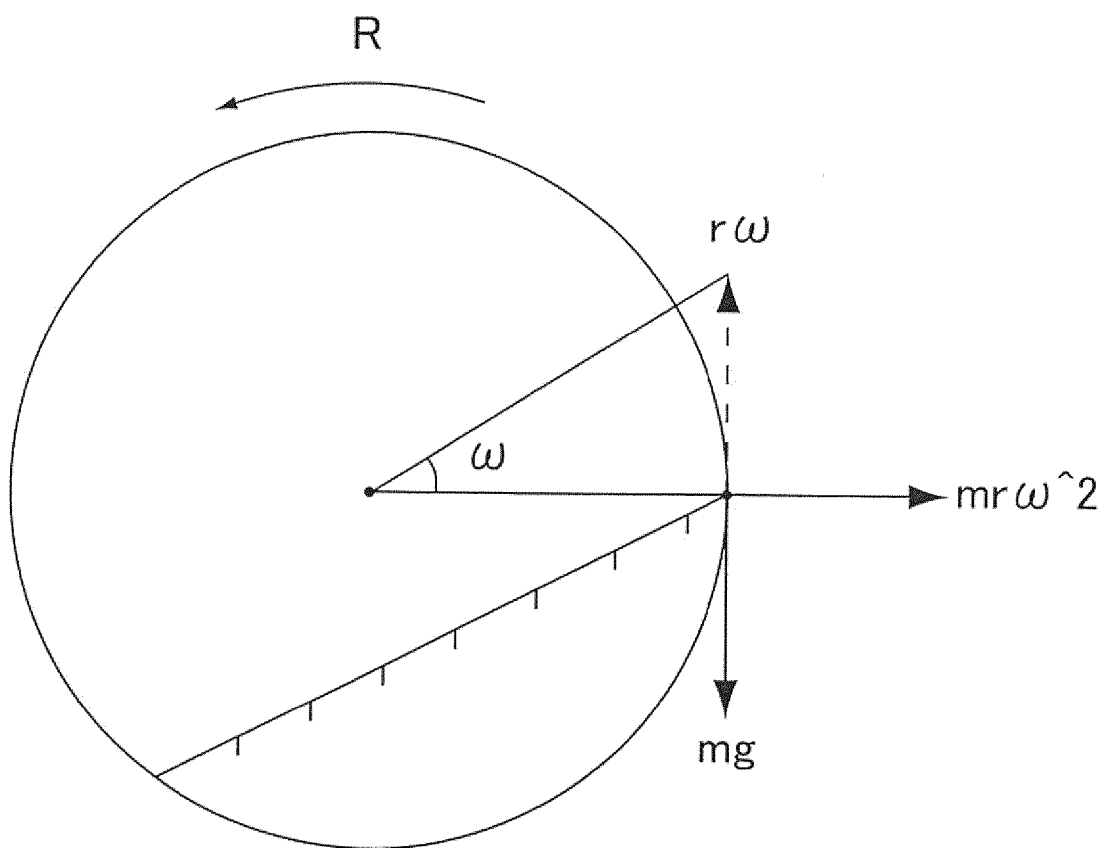


FIG.14

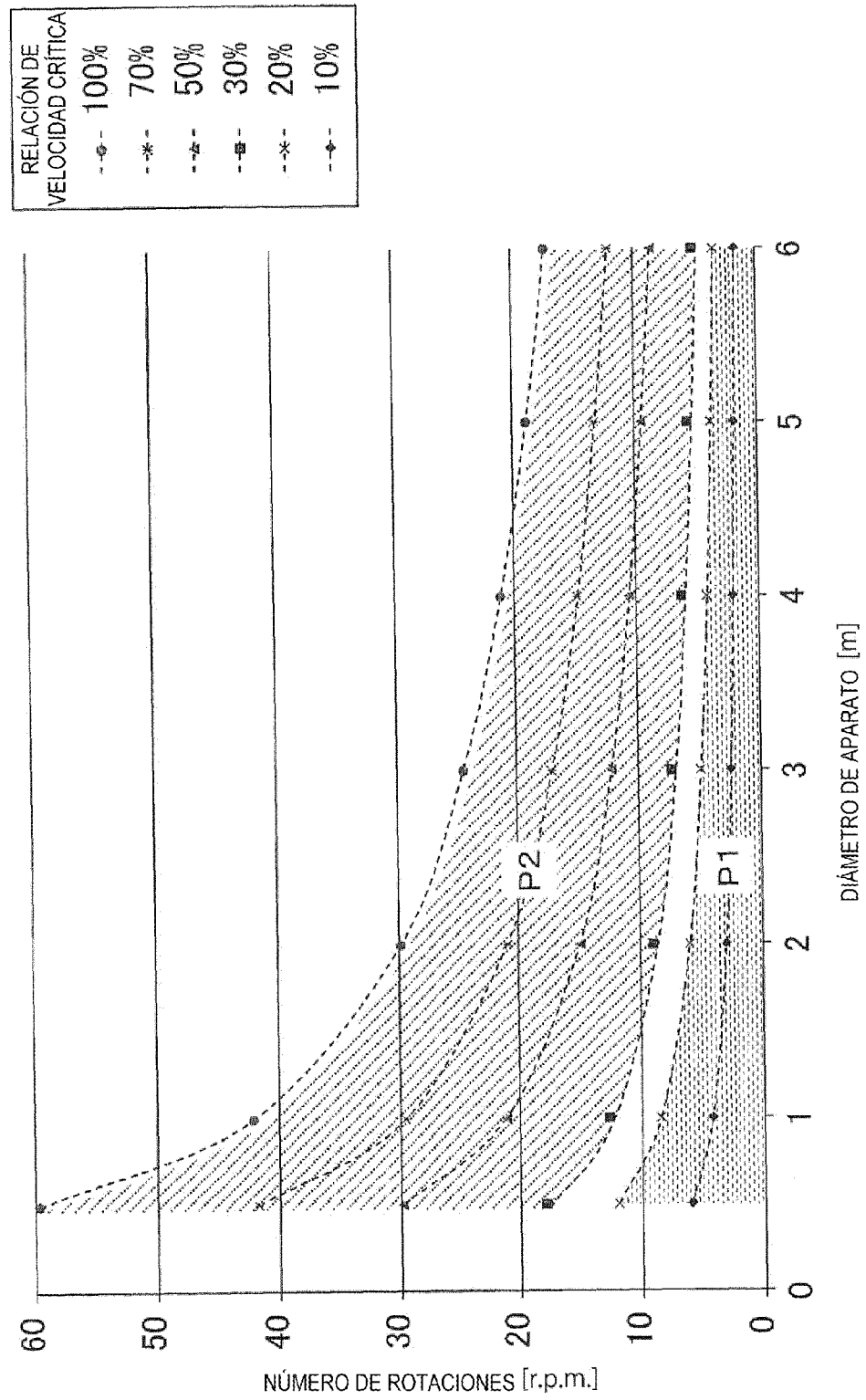


FIG.15

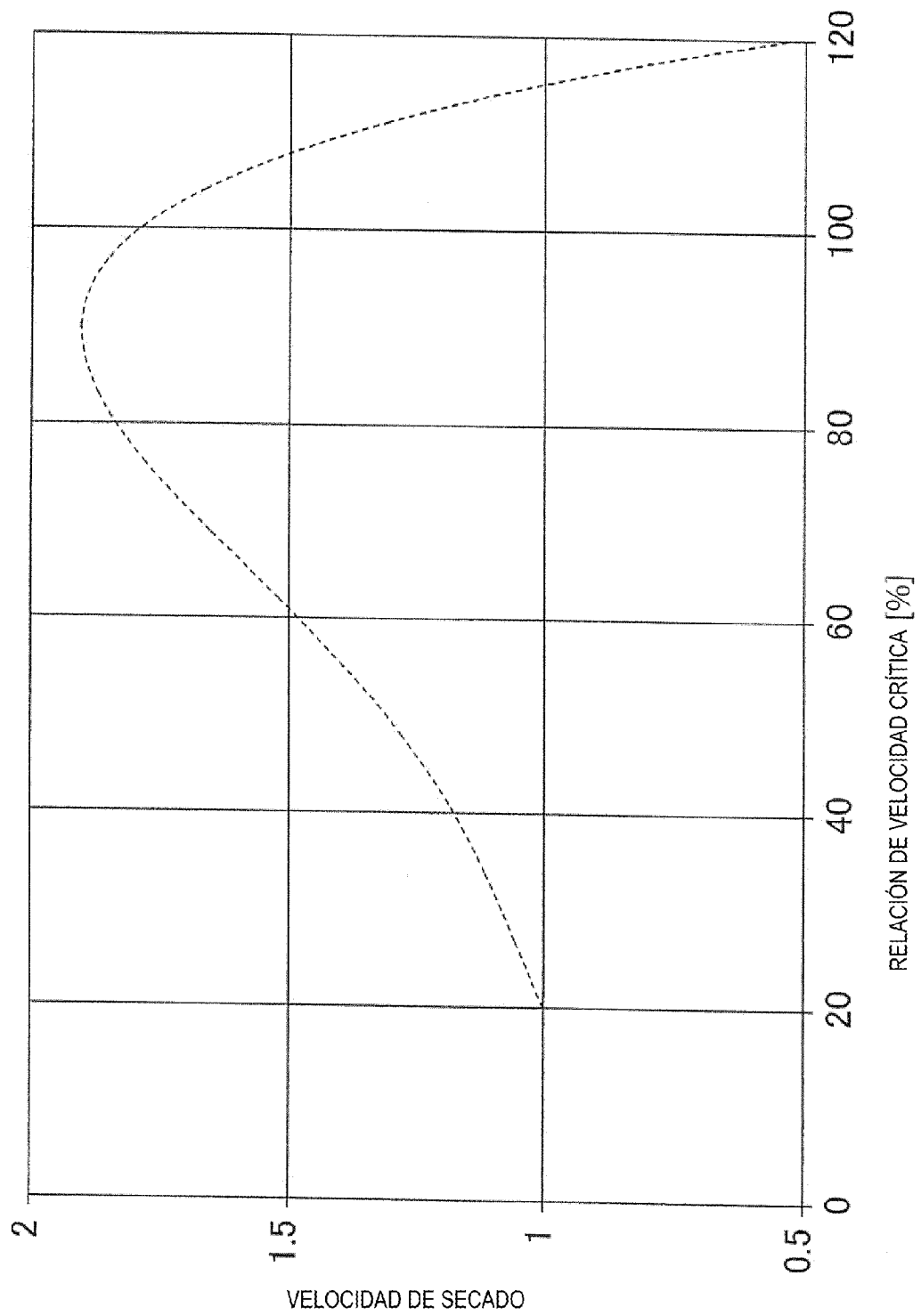


FIG.16

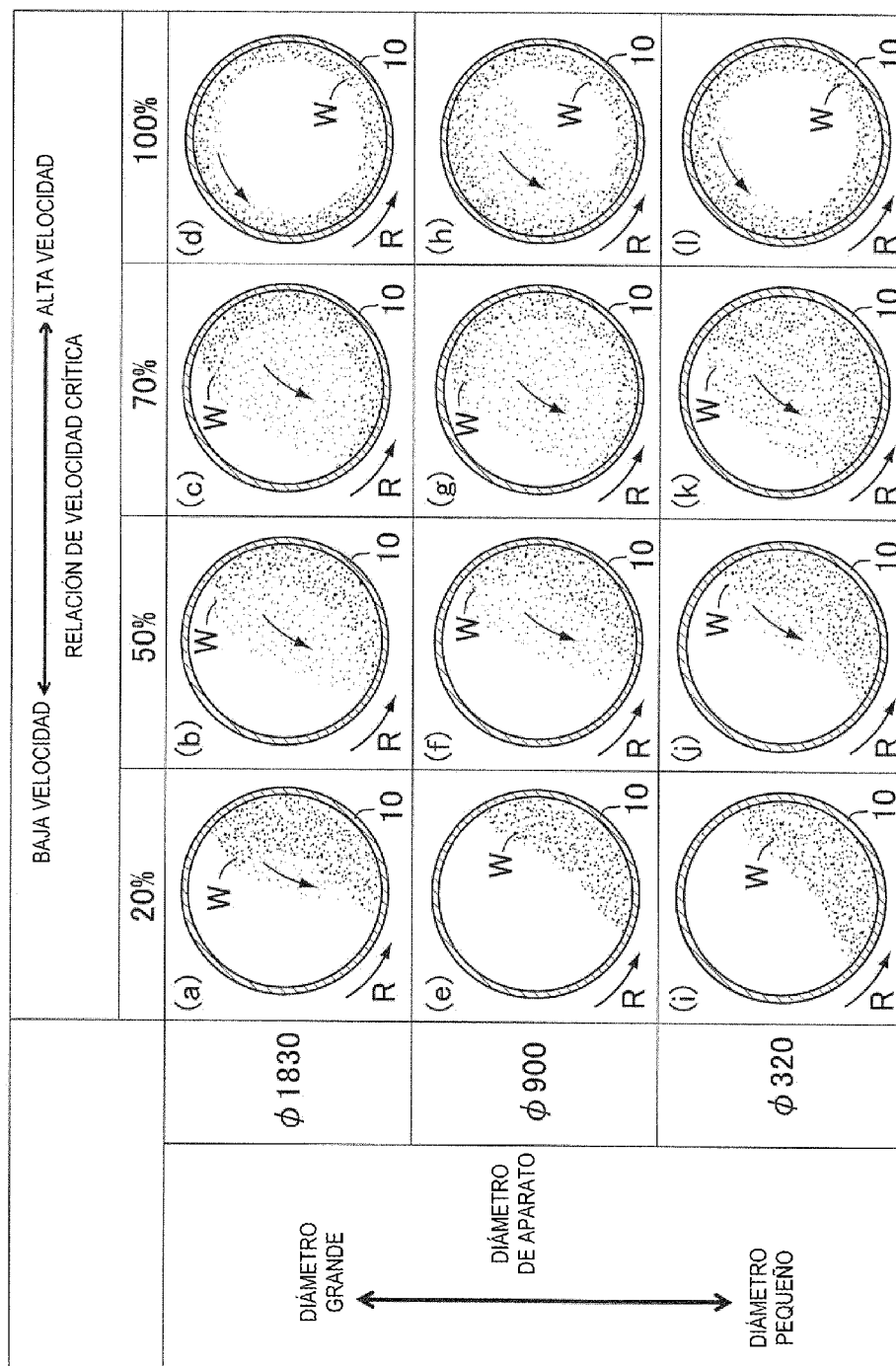


FIG.17

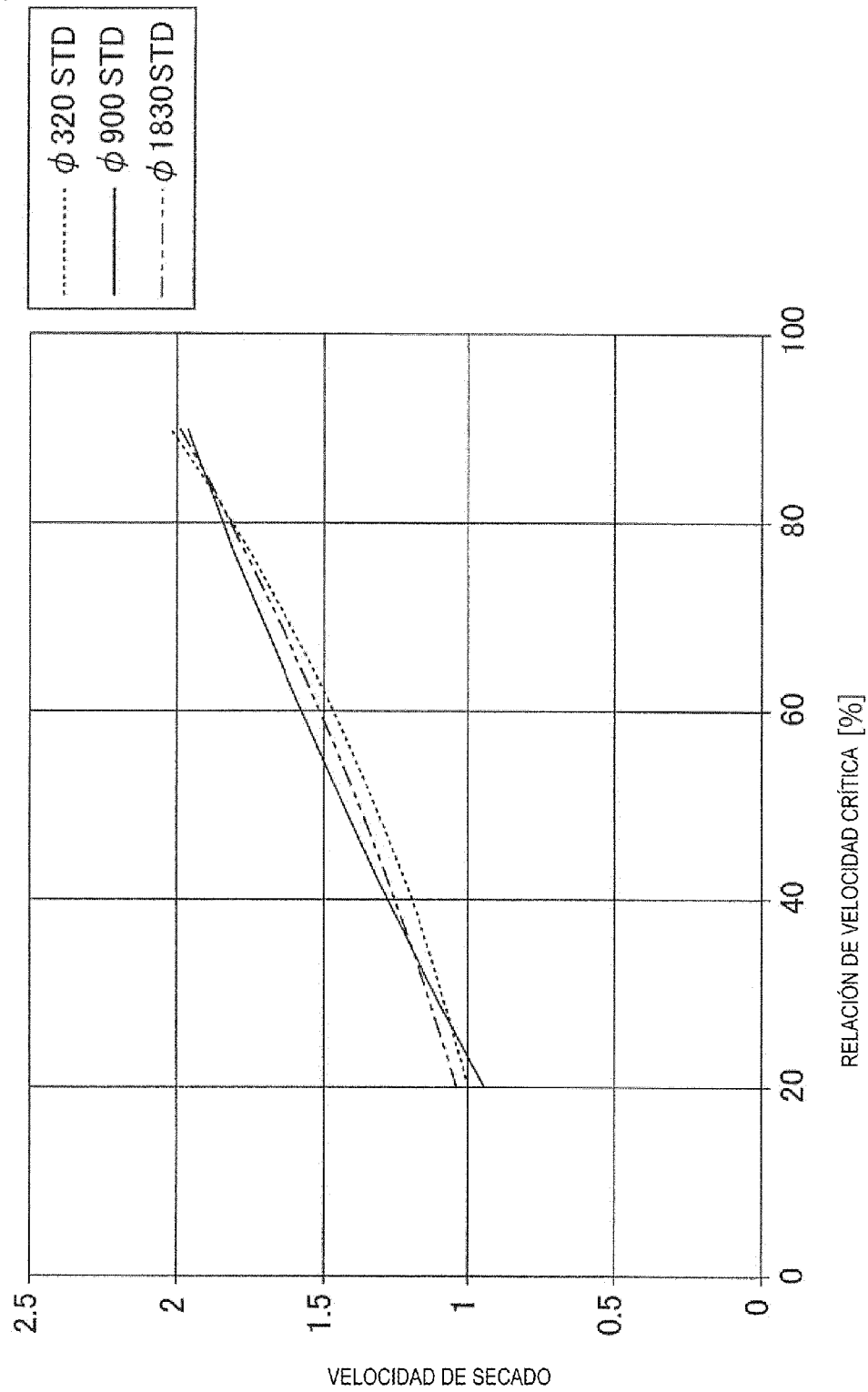


FIG.18

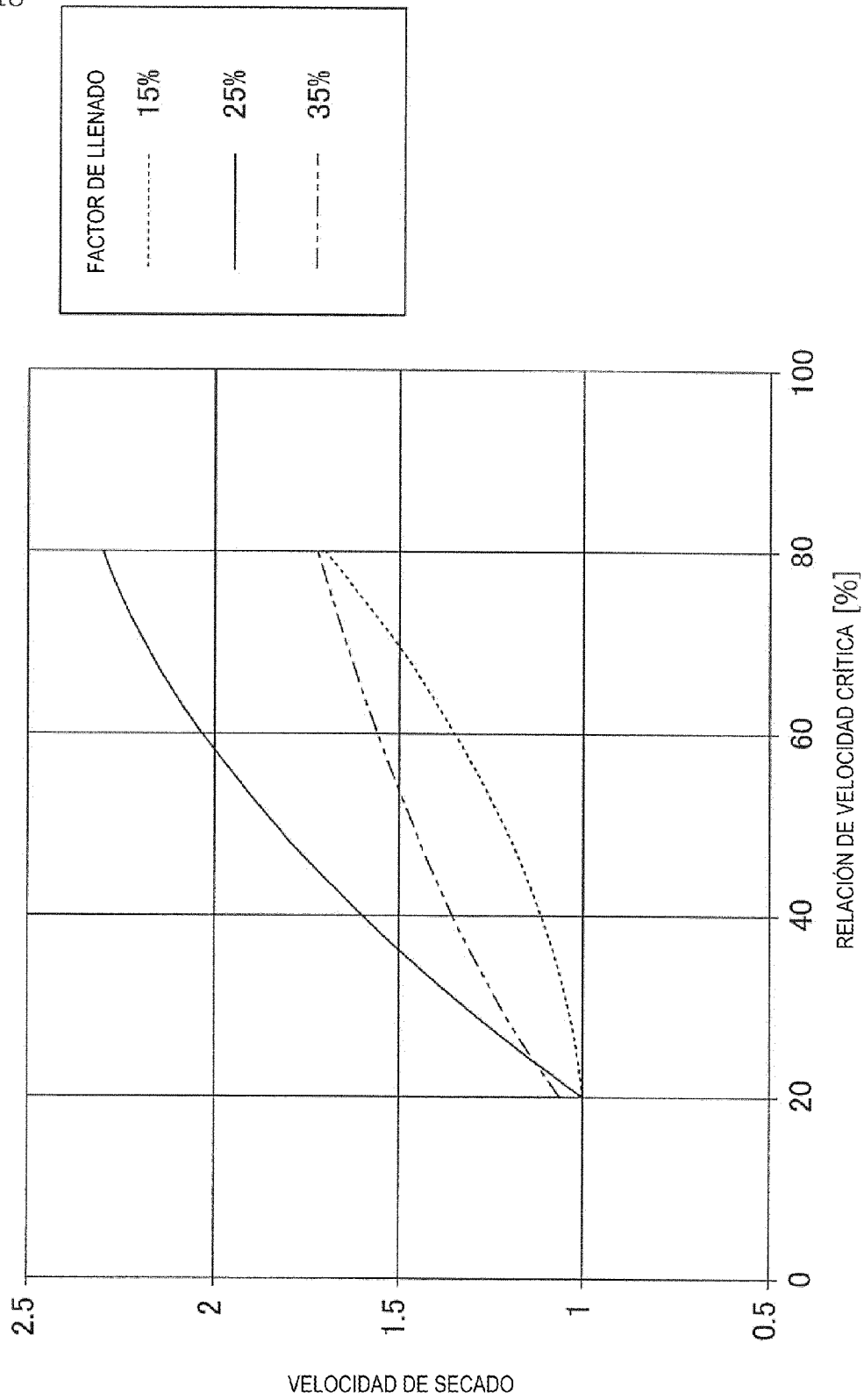


FIG.19

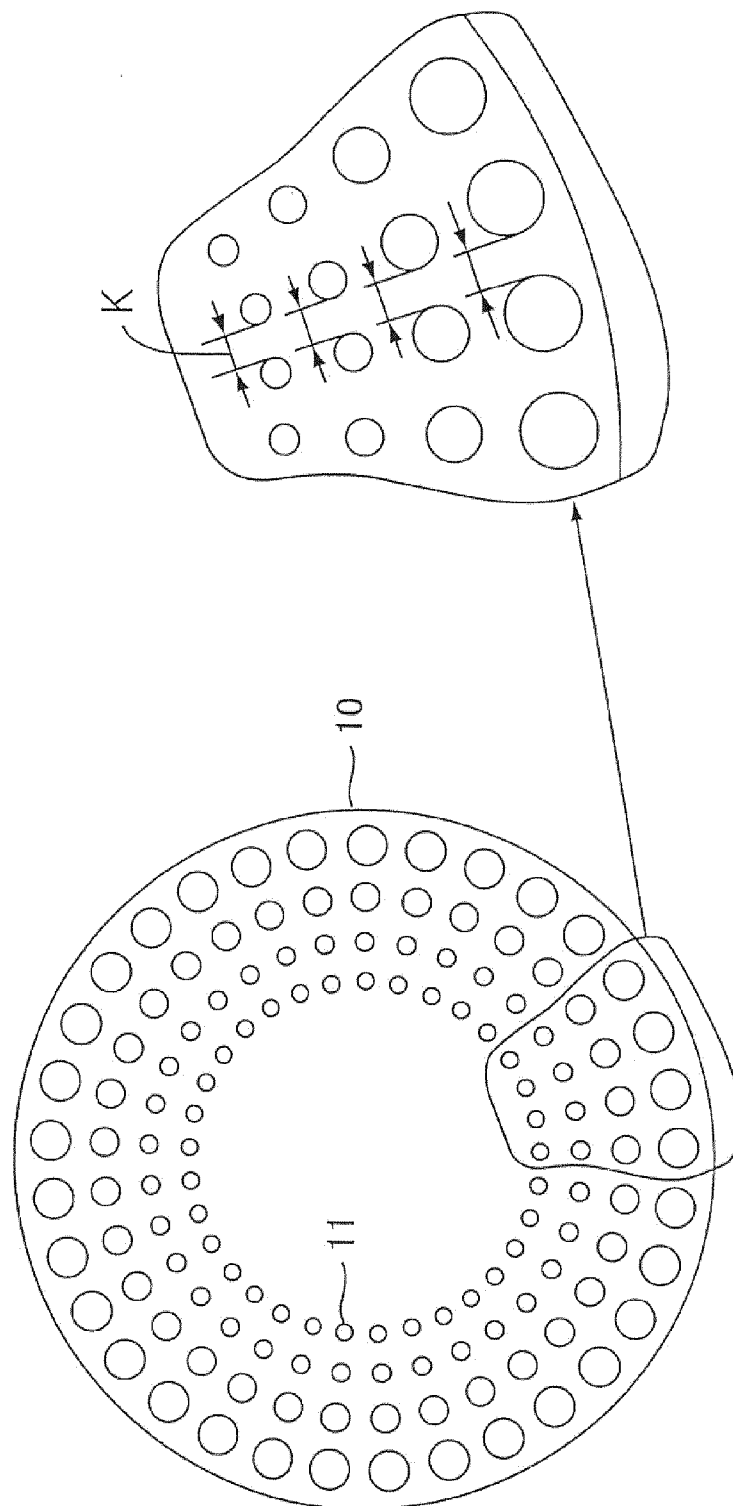


FIG.20

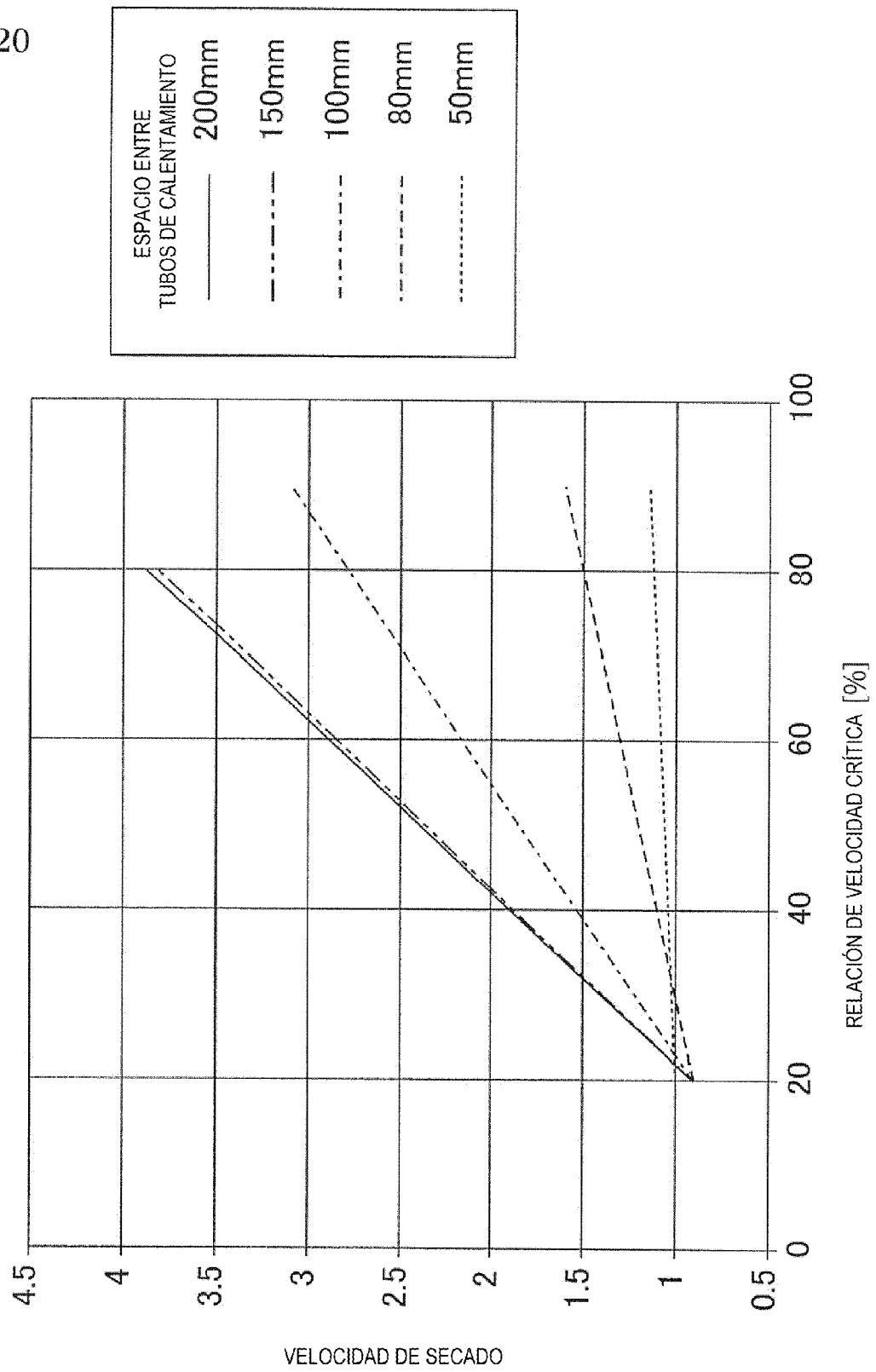


FIG.21

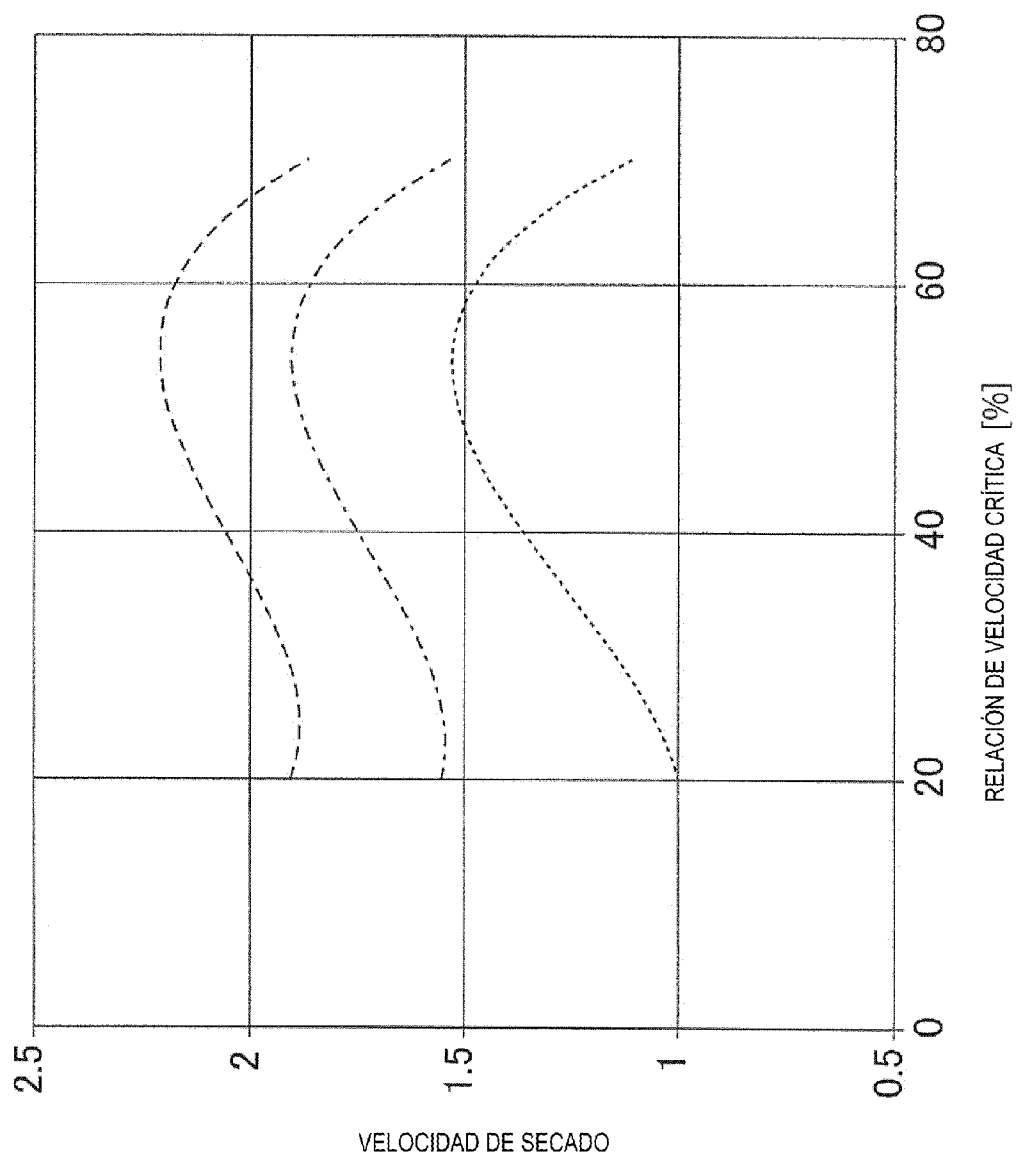


FIG.22

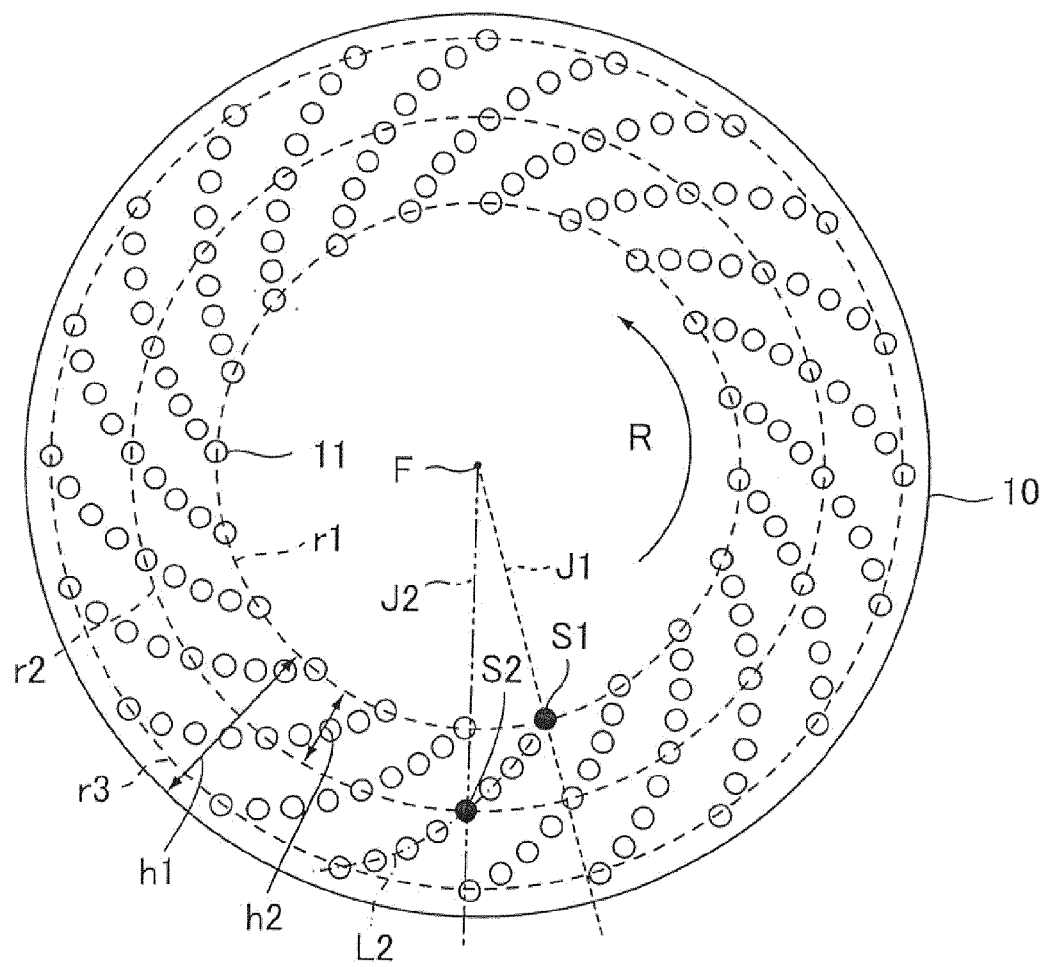


FIG.23

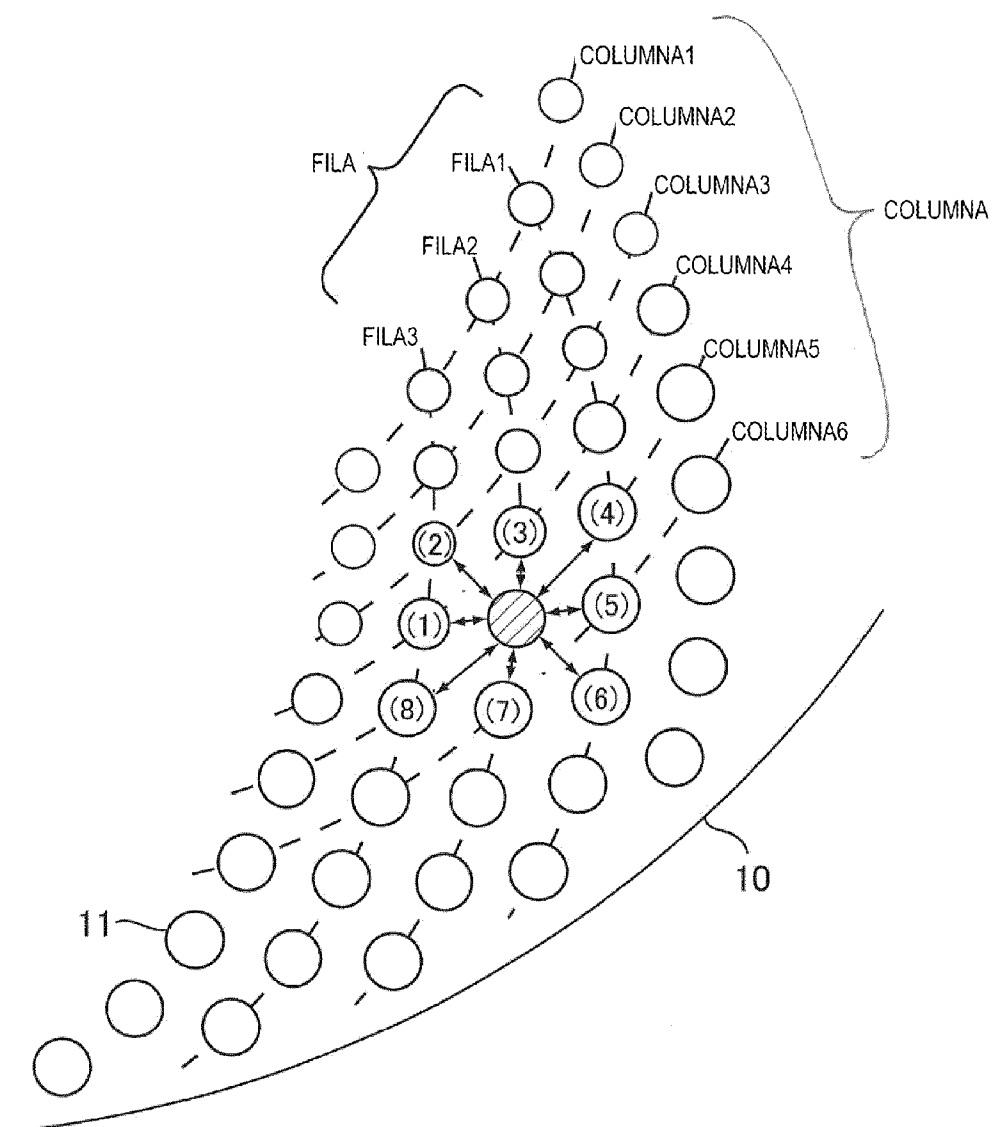


FIG.24

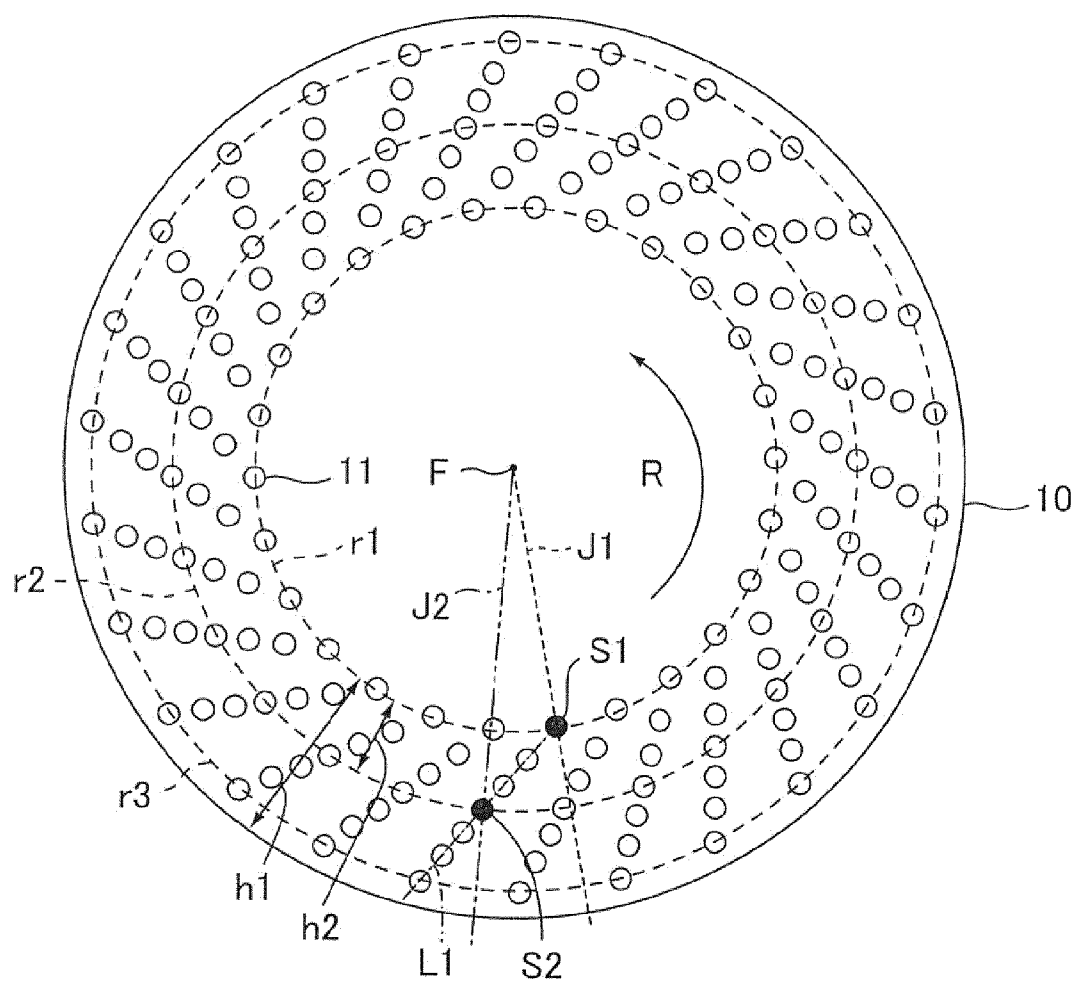


FIG.25

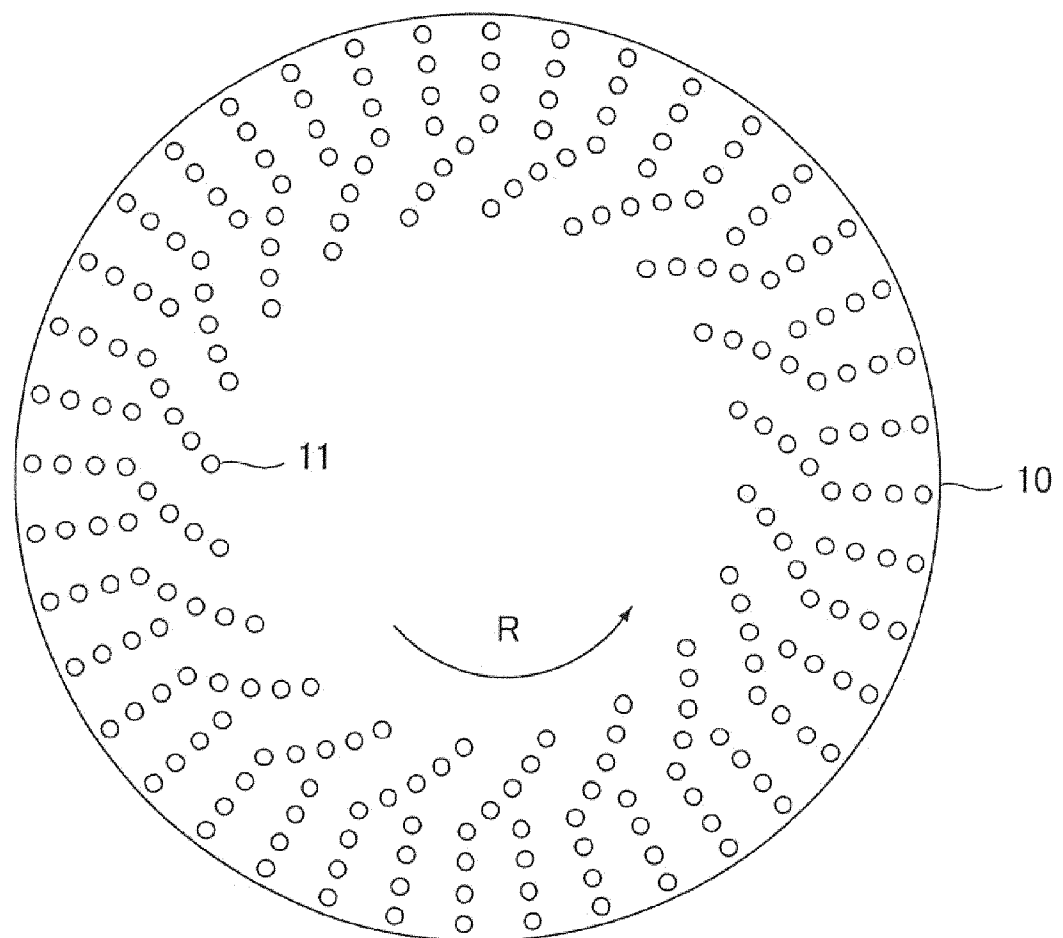


FIG.26

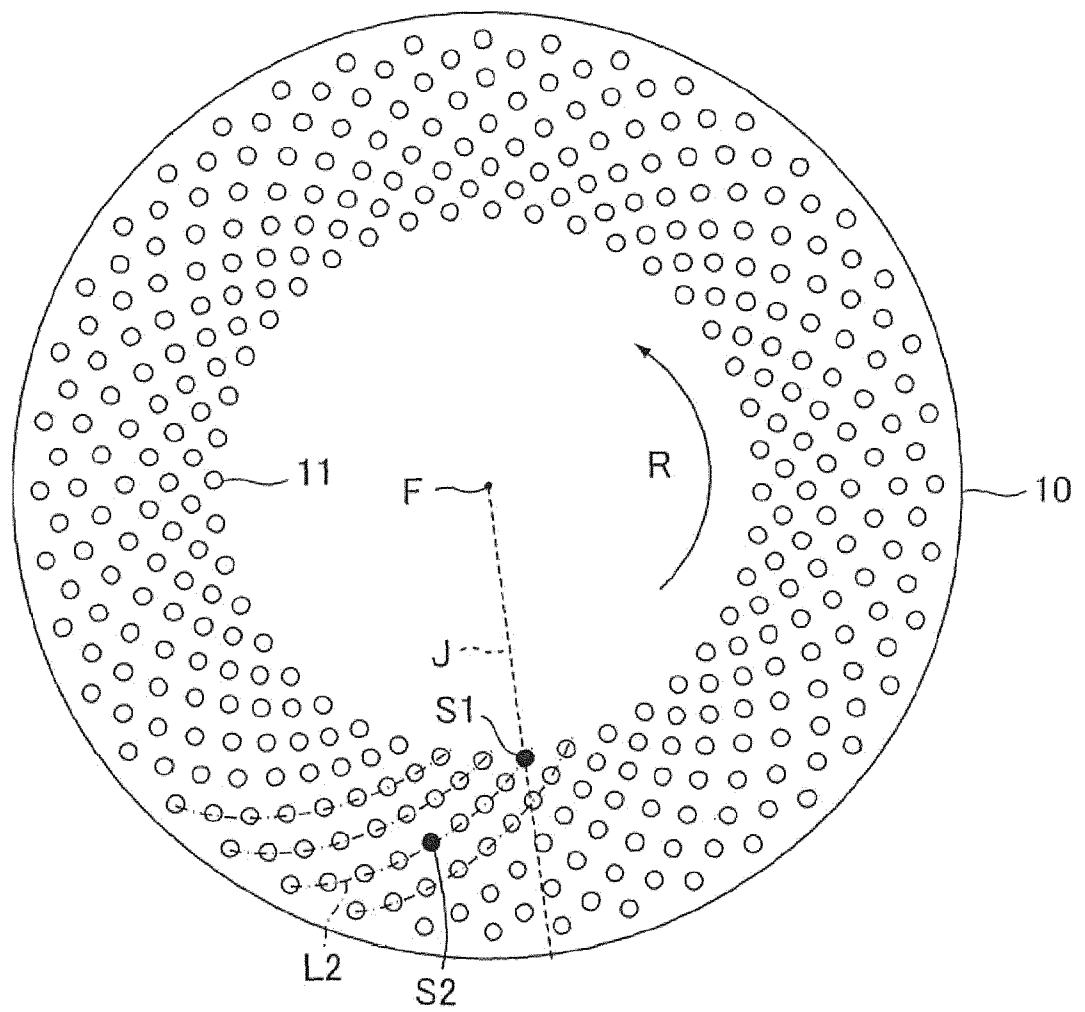


FIG.27

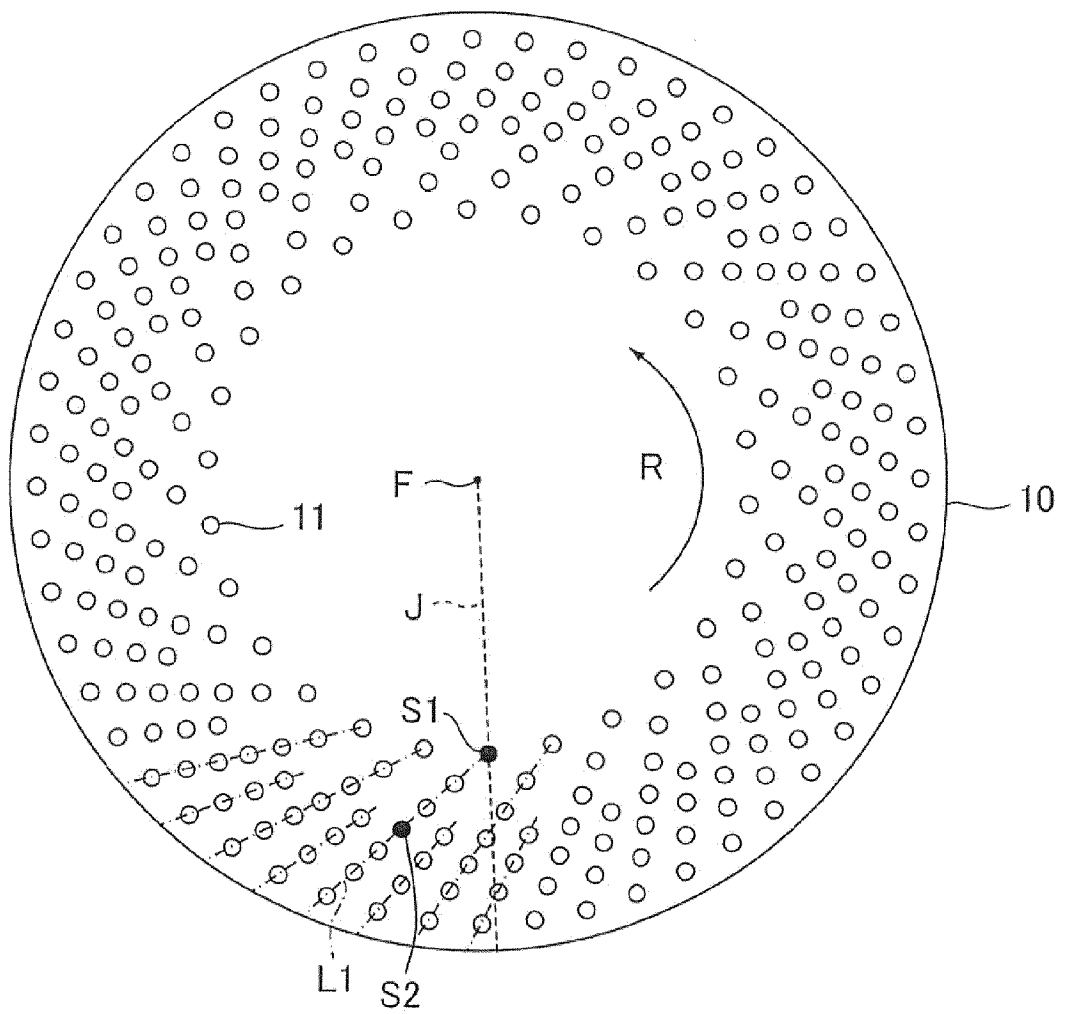


FIG.28

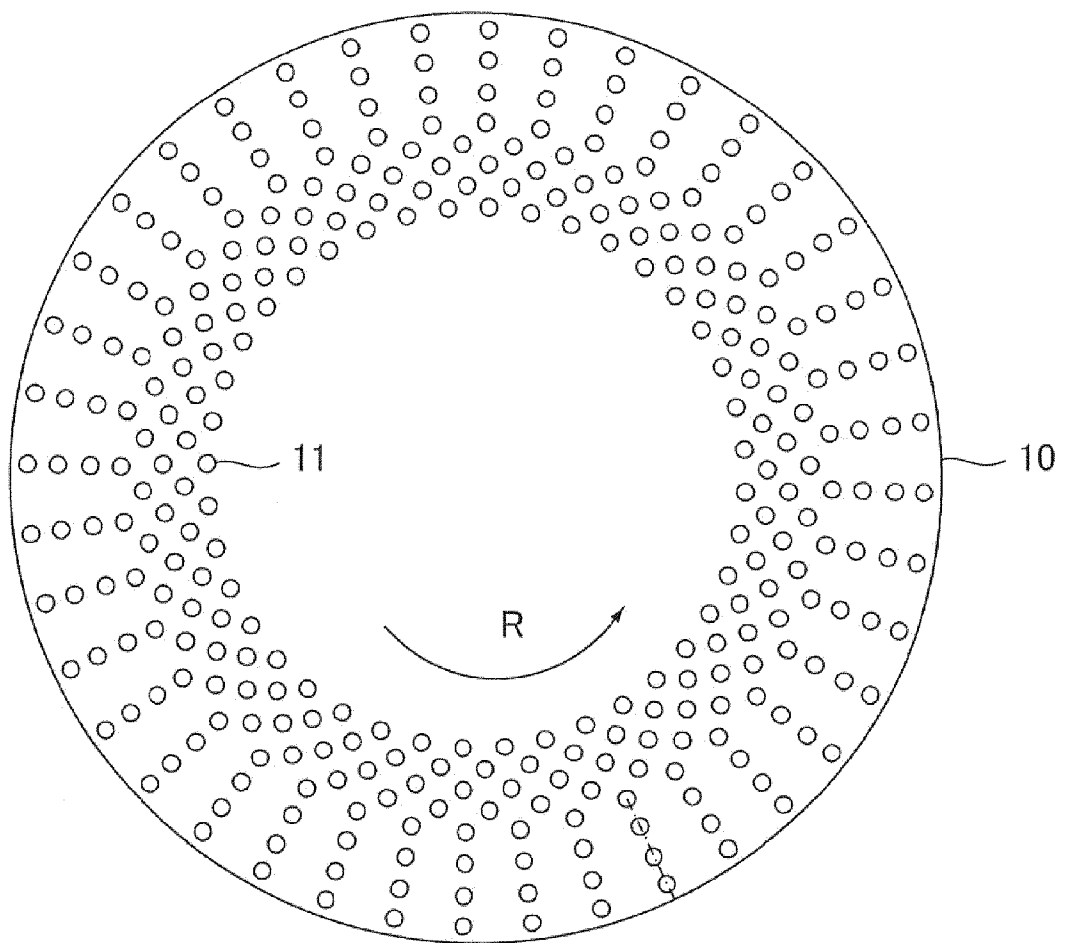


FIG.29

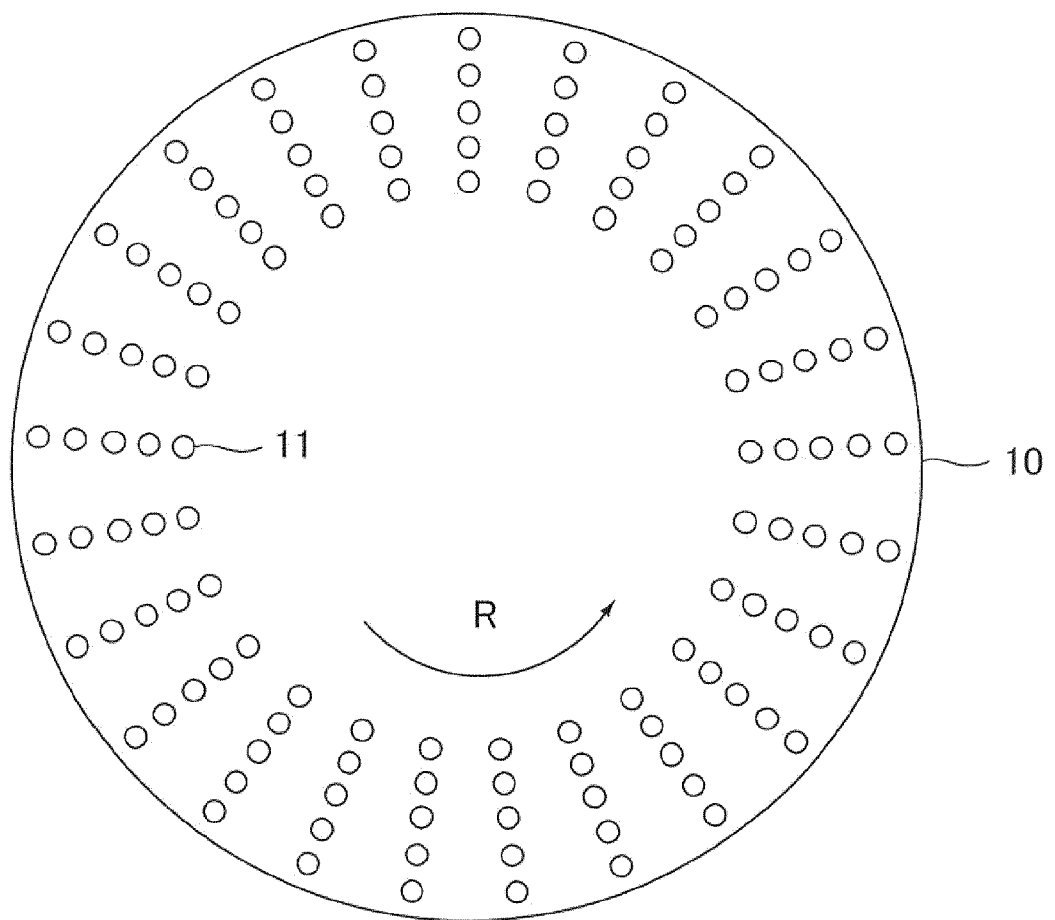


FIG.30

	SECO	REGIÓN PENDULAR	REGIÓN FUNICULAR 1	REGIÓN FUNICULAR 2	REGIÓN CAPILAR	SUSPENSIÓN ESPESA
FASE SÓLIDA	CONTINUA	CONTINUA	CONTINUA	CONTINUA	DISCONTINUA	DISCONTINUA
FASE LÍQUIDA	0	DISCONTINUA	CONTINUA	CONTINUA	CONTINUA	CONTINUA
FASE GASEOSA	CONTINUA	CONTINUA	CONTINUA	DISCONTINUA	0	0
ESTADO	MUY SECO 	SECO 		PEGAJOSO 		PASTOSO 