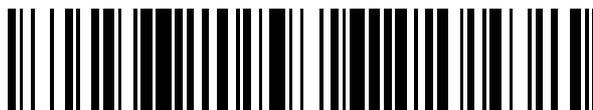


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 685**

51 Int. Cl.:

B29B 7/18 (2006.01)
B29B 7/24 (2006.01)
B29B 7/82 (2006.01)
B29C 47/40 (2006.01)
B29C 47/60 (2006.01)
B29C 47/62 (2006.01)
B29C 47/64 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2013 E 13742829 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2810755**

54 Título: **Rotor mezclador para uso en un mezclador interno, y mezclador interno que comprende el mismo**

30 Prioridad:

31.01.2012 JP 2012018556

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

28.09.2016

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (100.0%)
2-4, Wakinohama-Kaigandori 2-chome, Chuo-ku,
Kobe-shi, Hyogo 651-8585, JP**

72 Inventor/es:

**TANAKA, YUSUKE;
YAMADA, NORIFUMI;
YAMANE, YASUAKI;
UEMURA, MASAOKI y
FUKUTANI, KAZUHISA**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 584 685 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

Rotor mezclador para uso en un mezclador interno, y mezclador interno que comprende el mismo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un rotor mezclador y a un mezclador interno usado para mezclar un material polimérico como plástico o caucho.

10 Estado de la técnica anterior

En un mezclador interno de la técnica relacionada, se emplea un rotor tangencial (rotor mezclador) cuando se necesita mantener una gran capacidad de mezcla con el fin de mejorar la productividad del mezclador interno para producir un material mezclado (por ejemplo, véase el documento de patente 1). En el mezclador interno de la técnica relacionada que emplea el rotor tangencial, resulta difícil transmitir alta energía específica (energía de mezcla por unidad de peso de un material que va a mezclarse) al material que va a mezclarse en un corto período de tiempo. Por esta razón, se usa un método que aumenta el tiempo de mezcla con el fin de mezclar el material que va a mezclarse como uno en un estado de mezcla deseado.

20 Sin embargo, con el método de aumentar el tiempo de mezcla, la temperatura del material que va a mezclarse aumenta con el paso del tiempo de mezcla. Por otra parte, hay un límite de temperaturas, como una temperatura para evitar la degradación del material que va a mezclarse y una temperatura de reacción predeterminada para el material que va a mezclarse. En estas circunstancias, para el mezclador interno que usa el rotor tangencial de la técnica relacionada, existe a menudo un caso en el que el número de rotaciones del rotor tiene que disminuirse
25 después de que el tiempo de mezcla alcance cierto tiempo con el fin de evitar que la temperatura del material que va a mezclarse sobrepase el límite de temperatura. Como se ha descrito anteriormente, los problemas con la técnica relacionada incluyen el tiempo de mezcla prolongado y la disminución del número de rotaciones del rotor. Como resultado, surge un problema de que la productividad no mejora debido a la influencia de los mismos.

30 Por consiguiente, se desarrolla también un rotor mezclador que puede realizar una operación de mezcla a baja temperatura y mejorar la calidad de la mezcla, en comparación con el rotor revelado en el documento de patente 1, ejercitando el ingenio en la forma, la disposición o similar de las paletas (por ejemplo, véase el documento de patente 2). Sin embargo, existe un margen de mejora en la productividad del rotor mezclador para la producción del material mezclado.

35 Concretamente, en el sellado herméticamente tangencial, incluso cuando existe un intento de transmitir alta energía específica al material que va a mezclarse en un corto período de tiempo disminuyendo el peso del material que va a mezclarse introducido en la cámara para aumentar la cantidad de la energía de mezcla transmitida al material que va a mezclarse por unidad de peso del material que va a mezclarse, la energía de mezcla no se transmite fácilmente al material que va a mezclarse debido a la influencia de una disminución en la velocidad de carga del material que va a mezclarse dentro de la cámara. Por esta razón, el tiempo de mezcla no puede acortarse notablemente, y el peso del material que va a mezclarse introducido por lotes disminuye. Por consiguiente, la productividad del mezclador de la técnica relacionada para el material mezclado no mejora según lo esperado.

45 Además, en un mezclador interno tangencial, con el fin de acortar el tiempo de mezcla aumentando rápidamente la homogeneidad del material que va a mezclarse dentro de la cámara, también se usa un método que aumenta el ángulo de torsión de cada paleta con respecto a la línea axial del rotor con el fin de provocar el flujo activo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor. Sin embargo, cuando aumenta el ángulo de torsión, aumenta la cantidad del material que va a mezclarse que fluye hacia la superficie posterior de la paleta sobre la parte superior (también denominada "parte de punta" o "parte de apoyo") de la paleta. Por esta razón, existe un efecto de mejorar el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor, pero el efecto es bajo. Es decir, el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor no aumenta notablemente. Como resultado, con tal método, el tiempo de mezcla no se mejora tan drásticamente.

55 Lista de referencia

DOCUMENTOS DE PATENTE

60 Documento de patente 1: JP S55 3837 A
Documento de patente 2: JP 2002-11336 A

Sumario de la invención

65 Un objeto de la presente invención es proporcionar un rotor mezclador y un mezclador interno capaces de mejorar la productividad de un material mezclado en comparación con la técnica relacionada sin degradar la calidad de la mezcla del material mezclado.

El objeto de la presente invención se logra con un rotor mezclador con las características de la reivindicación 1. Otros perfeccionamientos ventajosos de la invención son materia de las reivindicaciones dependientes.

5 Un rotor mezclador de acuerdo con un aspecto de la presente invención es un rotor mezclador para el uso en un mezclador interno, incluyendo el rotor mezclador: una parte de árbol del rotor que incluye un conducto de refrigeración formado en el mismo; y una parte de paleta mezcladora que está formada en una parte circunferencial exterior de la parte de árbol del rotor, donde la parte de paleta mezcladora incluye una paleta corta a una longitud predeterminada en una dirección axial de la parte de árbol del rotor, y al menos dos paletas largas a longitudes mayores que la longitud de la paleta corta en la dirección axial, incluyendo cada una de las paletas largas una parte de apoyo como una superficie de extremo de la paleta larga orientada radialmente hacia el exterior del rotor mezclador, la longitud de cada una de las paletas largas en la dirección axial está ajustada para ser 0,6 veces o más grande que una longitud de la parte de paleta mezcladora en la dirección axial, un ángulo máximo de incidencia de cada una de las paletas largas está ajustado a un ángulo igual o menor que 31° , y un ángulo central con respecto a una anchura de apoyo como una anchura de la parte de apoyo en una sección transversal de cada una de las paletas largas ortogonales a la dirección axial está ajustado a un ángulo igual o mayor que 7° .

Un mezclador interno de acuerdo con otro aspecto de la presente invención incluye: un par de rotores mezcladores de acuerdo con un aspecto; y una cámara que aloja los rotores mezcladores emparejados en la misma mientras trayectorias representadas por partes radialmente más exteriores de los rotores mezcladores no se cruzan entre sí durante la rotación de los rotores mezcladores emparejados.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La Fig. 1 es una vista frontal en sección transversal que ilustra un mezclador interno equipado con un rotor mezclador de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

[Fig. 2] La Fig. 2 es un diagrama explicativo que ilustra el rotor mezclador de acuerdo con el modo de realización de la presente invención.

[Fig. 3] La Fig. 3 es un diagrama de desarrollo de un centro axial de una parte de paleta mezcladora de cada rotor mezclador ilustrado en la Fig. 2.

[Fig. 4] La Fig. 4 es una vista en sección transversal que ilustra una sección transversal ortogonal a la dirección axial del rotor mezclador de una parte provista de paletas largas en la parte de paleta mezcladora del rotor mezclador ilustrado en la Fig. 2.

[Fig. 5] La Fig. 5 es un gráfico que ilustra una relación entre un ángulo central de apoyo y una cantidad de fuga de un material que va a mezclarse con respecto a la superficie posterior de la paleta.

[Fig. 6] La Fig. 6 es un gráfico que ilustra una relación entre un valor $\Delta G'$ y un tiempo de mezcla.

[Fig. 7] La Fig. 7 es un gráfico que ilustra una relación entre un valor CV y un tiempo de mezcla.

[Fig. 8] La Fig. 8 es un diagrama que resume las formas de los rotores mezcladores capaces de transmitir una alta energía específica al material que va a mezclarse al tiempo que evita un aumento excesivo de la temperatura del material que va a mezclarse y de obtener una mayor productividad con respecto a dos parámetros de un ángulo central de apoyo y un ángulo máximo de incidencia en comparación con la técnica relacionada.

Descripción de los modos de realización

45 De aquí en adelante, los modos de realización de la presente invención se describirán haciendo referencia a los dibujos.

Un mezclador interno de acuerdo con los modos de realización de la presente invención ilustrados en la Fig. 1 también se llama "mezclador por lotes". La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un rotor mezclador de acuerdo con los modos de realización. Además, el rotor mezclador y el mezclador interno de acuerdo con los modos de realización son adecuados para mezclar caucho con una composición que provoca una reacción en una operación de mezcla y son especialmente adecuados para mezclar caucho con un alto contenido de sílice.

(Configuración del mezclador interno)

55 Como se ilustra en la Fig. 1, un mezclador interno 1 incluye una cámara 3 que incluye una cámara mezcladora 2 en la misma, un par de rotores mezcladores 4 y 5 izquierdo y derecho, un cilindro de suministro de material 7 provisto de una tolva 6, y un peso flotante 8.

60 La cámara mezcladora 2 está formada para tener una sección longitudinal en forma de ceja. La cámara 3 incluye una parte de abertura superior formada en una parte superior de la misma. Un espacio dentro de la parte de abertura superior se comunica con la cámara mezcladora 2. Los rotores mezcladores 4 y 5 izquierdo y derecho emparejados están insertados en la cámara mezcladora 2 para que los rotores mezcladores 4 y 5 sean rotatorios alrededor de sus ejes. Los rotores mezcladores 4 y 5 emparejados están formados simétricamente. El cilindro de suministro de material 7 está formado verticalmente en la parte de abertura superior de la cámara 3. El peso flotante 8 está alojado dentro del cilindro de suministro de material 7 para que pueda moverse hacia arriba y hacia abajo.

Un cilindro de presión de aire 9 está conectado a una parte superior del cilindro de suministro de material 7. Como alternativa, un cilindro de presión de fluido que usa una presión de un fluido distinto del aire puede conectarse a la parte superior del cilindro de suministro de material 7 en lugar del cilindro de presión de aire 9. Un pistón 10 está alojado dentro del cilindro de presión de aire 9, y el pistón 10 está conectado al peso flotante 8 mediante un vástago de pistón 11. El vástago de pistón 11 penetra en una tapa inferior del cilindro de presión de aire 9 para mantener la estanqueidad del aire dentro del cilindro de presión de aire 9. Con tal configuración, cuando se presuriza un espacio superior dentro del cilindro de presión de aire 9 para mover el pistón 10 hacia abajo, el peso flotante 8 puede moverse hacia abajo. Por consiguiente, el movimiento hacia abajo del peso flotante 8 posibilita que el material que va a mezclarse que se suministra desde la tolva 6 al cilindro de suministro de material 7 se presione dentro de la cámara 3.

Mientras tanto, una parte inferior de la cámara 3 está provista de un puerto de descarga, y este puerto de descarga está cerrado por una puerta de guillotina 12. Un accionador rotativo actúa sobre la puerta de guillotina 12 para que pueda funcionar para abrir y cerrar el puerto de descarga. Cuando la puerta de guillotina 12 que cierra el puerto de descarga se hace funcionar para abrir el puerto de descarga, el material mezclado (el material que va a mezclarse completado con la operación de mezcla) que está mezclado durante un tiempo predeterminado dentro de la cámara de mezcla 2 puede descargarse al exterior del mezclador interno 1.

El mezclador interno 1 es un mezclador del tipo sin acoplamiento en el que los rotores mezcladores 4 y 5 izquierdo y derecho emparejados no se acoplan entre sí. Es decir, una distancia central axial S (en lo sucesivo, "distancia central axial de rotor S") entre los rotores mezcladores 4 y 5 emparejados del mezclador interno 1 es mayor que un diámetro exterior de rotación Dr (véase la Fig. 4) de cada uno de los rotores mezcladores 4 y 5. En otras palabras, las trayectorias rotacionales que están representadas por partes radialmente más exteriores de los rotores mezcladores 4 y 5 no se cruzan entre sí durante la rotación de los rotores mezcladores 4 y 5 emparejados.

(Rotor mezclador del primer modo de realización)

Haciendo referencia a las Fig. 1 a 4, se describirán los rotores mezcladores 4 y 5 de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención. La Fig. 2 es una vista en planta que ilustra el rotor mezclador 4.

Cada uno de los rotores mezcladores 4 y 5 incluye una parte de árbol del rotor 20 que incluye un conducto de refrigeración 22 formado en el mismo y una parte de paleta mezcladora 21 que está formada en una parte circunferencial exterior de la parte de árbol del rotor 20. La parte de paleta mezcladora 21 de cada uno de los rotores mezcladores 4 y 5 tiene una longitud L predeterminada en una dirección axial Z (en lo sucesivo, "dirección axial del rotor Z") del rotor mezclador 4 o 5. Juntas rotativas que se usan para suministrar un medio de refrigeración a los conductos de refrigeración 22 formados en los rotores mezcladores 4 y 5 y para descargar el medio de refrigeración desde el conducto de refrigeración 22 están conectadas respectivamente a los rotores mezcladores 4 y 5. Cada uno de los conductos de refrigeración 22 es una cavidad con fondo con una sección transversal circular. El conducto de refrigeración 22 de cada uno de los rotores mezcladores 4 y 5 está previsto para estar localizado en una parte central de la parte de árbol del rotor 20 cuando el rotor mezclador 4 o 5 se ve desde la dirección axial del rotor Z. Además, resulta preferente que el conducto de refrigeración 22 de cada uno de los rotores mezcladores 4 y 5 esté formado en al menos un intervalo desde un extremo de la parte de paleta mezcladora 21 al otro extremo de la misma en la dirección axial del rotor Z como se ilustra en este modo de realización en una vista en planta del rotor mezclador 4 o 5. Por ejemplo, el agua se suministra como un medio de refrigeración al conducto de refrigeración 22. El agua suministrada al conducto de refrigeración 22 fluye dentro del conducto de refrigeración 22 y después fluye hacia el exterior del mismo. El flujo del medio de refrigeración como el agua dentro del conducto de refrigeración 22 puede evitar un aumento en la temperatura de la parte de paleta mezcladora 21. Como resultado, es posible evitar un estado de un aumento de temperatura excesivo que provoque la degradación en el material que va a mezclarse que contacta con parte de paleta mezcladora 21.

Los rotores mezcladores 4 y 5 emparejados están adaptados para rotar en direcciones opuestas para que las partes opuestas de los rotores mezcladores 4 y 5 puedan moverse hacia abajo (véase la Fig. 1). La parte de paleta mezcladora 21 de cada uno de los rotores mezcladores 4 y 5 incluye una pluralidad de paletas mezcladoras 13 a 16. Se forma un hueco (un huelgo radial) entre cada una de las paletas mezcladoras 13 a 16 y una superficie de pared interior (una superficie periférica interior) de una parte que aloja el rotor mezclador 4 o 5 provisto de las paletas mezcladoras 13 a 16 en la cámara 3, y se aplica una fuerza de cizallamiento al material que va a mezclarse que pasa por el hueco durante la rotación de los rotores mezcladores 4 y 5. Cada una de las paletas mezcladoras 13 a 16 tiene una forma de espiral alrededor del centro axial del rotor mezclador 4 o 5 provisto de aquellas paletas mezcladoras 13 a 16. Debido a las formas de las paletas mezcladoras 13 a 16, el material que va a mezclarse se presiona hacia un lado en la dirección axial del rotor Z durante la rotación de los rotores mezcladores 4 y 5 y, por tanto, se genera el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor Z. Además, el material que va a mezclarse se mueve entre los rotores mezcladores 4 y 5 emparejados dispuestos a una distancia predeterminada mantenida entre los mismos durante la rotación de aquellos rotores mezcladores 4 y 5. Las paletas mezcladoras 13 a 16 incluyen respectivamente partes superiores de paleta mezcladora (también "partes de punta" o "partes de apoyo") 13a a 16a que son superficies de extremo frontales de las paletas mezcladoras 13 a 16 orientadas radialmente hacia fuera del rotor mezclador 4 o 5 provisto de las paletas mezcladoras 13 a 16. Específicamente, el

huelgo radial indica el hueco entre cada una de las partes superiores de paleta mezcladora 13a a 16a de las paletas mezcladoras 13 a 16 y la superficie de parte interior (la superficie periférica interior) de la parte que aloja el rotor mezclador 4 o 5 provisto de las paletas mezcladoras 13 a 16 en la cámara 3.

5 Hay que tener en cuenta que el mezclador y el rotor mezclador tienen cada uno una configuración en la que las trayectorias rotacionales representadas las partes radialmente más exteriores de los rotores mezcladores durante la rotación de los rotores mezcladores emparejados no se cruzan entre sí, es decir, la distancia central axial de rotor S es mayor que el diámetro exterior de rotación del rotor Dr del rotor mezclador que se denomina respectivamente "mezclador tangencial" y "rotor mezclador tangencial".

10 La Fig. 3 ilustra un diagrama de desarrollo del centro axial de la parte de paleta mezcladora 21 de cada uno de los rotores mezcladores 4 y 5. Como se ilustra en la Fig. 3, las paletas mezcladoras 13 a 16 de los rotores mezcladores 4 y 5 de este modo de realización están dispuestas de manera que tengan simetría puntual entre sí con respecto a un punto O de la Fig. 3. Por consiguiente, en la siguiente descripción, se describirá una estructura de un rotor mezclador 4 que representa ambos rotores mezcladores 4 y 5.

15 Como se ilustra en las Fig. 2 y 3, la parte de paleta mezcladora 21 del rotor mezclador 4 incluye las cuatro paletas mezcladoras 13 a 16. Las cuatro paletas mezcladoras 13 a 16 incluyen la primera paleta larga 13, la segunda paleta larga 14, la primera paleta corta 15 y la segunda paleta corta 16. La parte de paleta mezcladora 21 indica la parte entera donde se forman las paletas mezcladoras 13 a 16 del rotor mezclador 4. En general, una longitud de la paleta corta en la dirección axial del rotor es 0,5 veces o menos grande que una longitud de la parte de paleta mezcladora en la dirección axial del rotor. Además, generalmente, una longitud de la paleta larga en la dirección axial del rotor es mayor que la longitud de la paleta corta en la dirección axial del rotor, y la longitud en la dirección axial del rotor es 0,5 veces o más grande que la longitud de la parte de paleta mezcladora en la dirección axial del rotor.

25 (Primera paleta larga)

30 En este modo de realización, la primera paleta larga 13 está formada en un área desde un extremo de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z hasta una parte intermedia de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z. Además, la primera paleta larga 13 está formada en una forma en la que una forma de desarrollo de la primera paleta larga 13 es una forma lineal cuando la parte de paleta mezcladora 21 está desarrollada en un estado plano alrededor del centro axial de la misma. En este modo de realización, la primera paleta larga 13 está formada en una forma de espiral en un ángulo de torsión de 60° con respecto a la línea axial del rotor del rotor mezclador 4 (línea axial de la parte de árbol del rotor 20) de manera que el material que va a mezclarse fluye hacia un centro de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z por la primera paleta larga 13 durante la rotación del rotor mezclador 4. Es decir, la primera paleta larga 13 tiene un ángulo de torsión de 60° con respecto a la dirección axial del rotor Z del rotor mezclador 4 provisto de la primera paleta larga 13. Hay que tener en cuenta que el ángulo de torsión de la paleta indica en ángulo formado entre la paleta y la línea axial del rotor en la forma de desarrollo obtenida cuando la parte de paleta mezcladora está desarrollada en un estado plano alrededor del centro axial. Cuando el ángulo de torsión de la primera paleta larga 13 es menor que 40°, el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor Z se ralentiza y, por tanto, aumenta el tiempo de mezcla necesario para mejorar la homogeneidad del material mezclado. Por esta razón, resulta preferente que el ángulo de torsión de la primera paleta larga con respecto a la dirección axial del rotor Z está ajustado a un ángulo de 40° o más. Lo mismo se aplica a las otras paletas que se describirán más adelante.

45 Resulta más preferente que el ángulo de torsión de la primera paleta larga con respecto a la dirección axial del rotor Z sea igual o mayor que 50° e igual o menor que 65°. Lo mismo se aplica a las otras paletas que se describirán más adelante. Si el ángulo de torsión de la paleta es igual o mayor que 50°, es posible reducir una cantidad de fuga del material que va a mezclarse (que se describirá en detalle más adelante) provocada por el ajuste de un ángulo central de apoyo a, por ejemplo, un ángulo igual o mayor que 7° y activar aún más el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor Z. Como resultado, la homogeneidad del material que va a mezclarse dentro de la cámara 3 puede mejorarse en un período de tiempo más corto. Sin embargo, si el ángulo de torsión de la paleta sobrepasa los 65°, surge fácilmente otro problema de que el material que va a mezclarse no puede insertarse fácilmente en la cámara 3 (la cámara de mezcla 2) en un período de mezcla inicial. Por esta razón, resulta preferente que el ángulo de torsión de la paleta sea igual o menor que 65°.

60 Como se ha descrito anteriormente, la longitud de la paleta larga en la dirección axial del rotor está ajustada generalmente para ser 0,5 veces o más grande que la longitud de la parte de paleta mezcladora en la dirección axial del rotor. Sin embargo, con el fin de activar el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor Z, resulta preferente que la longitud L_w de la primera paleta larga 13 en la dirección axial del rotor Z esté ajustada para ser 0,6 veces o más grande que la longitud L de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z. Lo mismo se aplica a la segunda paleta larga que se describirá a continuación. En esta forma de realización, la longitud L_w de la primera paleta larga 13 en la dirección axial del rotor Z está ajustada para ser 0,7 veces tan grande como la longitud L de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z. Si la longitud de la paleta larga L_w en la dirección axial del rotor Z está ajustada para ser 0,6 veces o más grande que la longitud L de la parte de paleta mezcladora 21 en la misma dirección, es posible mejorar una velocidad de carga del material que va a

mezclarse dentro de la cámara 3 (la cámara de mezcla 2). Como resultado, es posible obtener un efecto en el que puede transmitirse fácilmente alta energía específica al material que va a mezclarse en un corto período de tiempo.

<Ángulo máximo de incidencia>

5 La Fig. 4 ilustra una sección transversal ortogonal a la dirección axial del rotor Z de la parte provista de las paletas largas 13 y 14 en la parte de paleta mezcladora 21 del rotor mezclador 4. Un ángulo máximo de incidencia θ_1 de la primera paleta larga 13 ilustrado en la Fig. 4 está ajustado a 15° . Si una trayectoria representada por la parte de apoyo 13a (la parte superior de la paleta mezcladora) de la primera paleta larga 13 durante la rotación del rotor mezclador 4 se denota con un círculo C, y un punto de una parte límite entre la parte de apoyo 13a de la primera paleta larga 13 y una superficie de acción 13b de la primera paleta larga 13 en el círculo C se denota por un punto A, entonces un ángulo formado entre una línea tangencial del círculo C en el punto A y una línea tangencial de la superficie de acción 13b en el punto A corresponde al "ángulo máximo de incidencia θ_1 ". Hay que tener en cuenta que la superficie de acción 13b es una superficie que está orientada a un lado frontal de la primera paleta larga 13 en una dirección de rotación r del rotor mezclador 4.

El ángulo máximo de incidencia θ_1 de la primera paleta larga 13 está ajustado preferentemente a un ángulo igual o menor que 31° , más preferentemente a un ángulo igual o mayor que 10° e igual o menor que 21° . Lo mismo se aplica a las otras paletas que se describirán más adelante. Si el ángulo máximo de incidencia θ_1 de la paleta larga es mayor que 31° , disminuye un área de la superficie de acción 13b. Como resultado, la temperatura del material que va a mezclarse puede aumentar fácilmente de manera excesiva. Por el contrario, si el número de rotaciones del rotor se disminuye con el fin de evitar un aumento excesivo de la temperatura del material que va a mezclarse, aumenta el tiempo de mezcla del material que va a mezclarse y, por tanto, disminuye la productividad para producir el material mezclado. Por consiguiente, resulta preferente que el ángulo máximo de incidencia θ_1 de la paleta larga sea igual o menor que 31° . Sin embargo, si el ángulo máximo de incidencia θ_1 de la paleta larga es menor que 10° , el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor Z puede ralentizarse fácilmente. Como resultado, aumenta posiblemente el tiempo de mezcla necesario para mejorar la homogeneidad del material mezclado. Por esta razón, resulta preferente que el ángulo máximo de incidencia θ_1 de la paleta larga esté ajustado al ángulo igual o mayor que 10° .

Además, en un caso en el que el ángulo máximo de incidencia θ_1 sea igual o menor que 21° , puede mejorarse aún más un rendimiento de refrigeración del material que va a mezclarse incluso si el ángulo central de apoyo θ_2 (que se describirá en detalle más adelante) está ajustado a cualquier ángulo en un intervalo igual de 7° a 40° (véase la Fig. 8). Si se mejora el rendimiento de refrigeración del material que va a mezclarse, puede aumentarse el número de rotaciones del rotor y, por tanto, puede mejorarse aún más la productividad para producir el material mezclado. Hay que tener en cuenta que un límite superior del ángulo máximo de incidencia θ_1 está aproximadamente a 54° desde el punto de vista de la estructura del rotor mezclador.

<Ángulo central con respecto a la anchura de apoyo>

40 Resulta preferente que el ángulo central θ_2 con respecto a una anchura de apoyo W de la paleta larga esté ajustado a un ángulo igual o mayor que 7° . Lo mismo se aplica a las otras paletas que se describirán más adelante. En este modo de realización, el ángulo central con respecto a la anchura de apoyo W de la primera paleta larga 13 es 30° . Hay que tener en cuenta que la anchura de apoyo W es una anchura de la parte de apoyo 13a en una sección transversal de la parte de apoyo 13a ortogonal a la dirección axial del rotor Z de la parte de apoyo 13a, e indica una longitud a lo largo del arco circular de una parte de arco circular de la parte de apoyo 13a paralela a la superficie de pared interior de la cámara 3. La anchura de apoyo W está ilustrada en las Fig. 3 y 4. Además, el ángulo central θ_2 (en lo sucesivo, "ángulo central de apoyo θ_2 ") con respecto a la anchura de apoyo W indica un ángulo formado entre una línea que conecta un extremo (el punto A) de la parte de apoyo 13a en la sección transversal ortogonal a la dirección axial del rotor Z al centro O del círculo C (centro de rotación (centro axial) del rotor mezclador 4) y una línea que conecta el otro extremo (un punto B) de la parte de apoyo 13a en la misma sección transversal al centro O del círculo C (centro de rotación (centro axial) del rotor mezclador 4). Hay que tener en cuenta que el punto B corresponde a un punto de un límite entre la parte de apoyo 13a y una superficie posterior de paleta 13c de la primera paleta larga 13. La superficie posterior de paleta 13c es una superficie opuesta a la superficie de acción 13b de la primera paleta larga 13, es decir, la superficie de la primera paleta larga 13 orientada a un lado posterior en la dirección de rotación r del rotor mezclador 4.

Puesto que el ángulo central de apoyo θ_2 de la primera paleta larga 13 (paleta larga) es igual o mayor que 7° , una cantidad del material que va a mezclarse que pasa por el huelgo radial, es decir, la cantidad (la cantidad de fuga) del material que va a mezclarse que fluye a la superficie posterior de paleta 13c de la primera paleta larga sobre la parte de apoyo 13a puede disminuirse en comparación con una paleta larga común del rotor tangencial de la técnica relacionada que mezcla el material que va a mezclarse provocando que el material que va a mezclarse pase activamente por el huelgo radial, más específicamente, la paleta larga tiene un ángulo central de apoyo de aproximadamente 2° a 3° . Sin embargo, esto se aplica a un caso en el que el huelgo radial entre las paletas largas y los objetivos de comparación es el mismo. Como se ha descrito, puesto que disminuye la cantidad del material que va a mezclarse que pasa por el huelgo radial, se activa el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial

del rotor Z, y puede omitirse la cantidad de calor del material que va a mezclarse provocada por el paso del material que va a mezclarse por el huelgo radial. Además, disminuye una capacidad de mezcla dentro de la cámara 3 (dentro de la cámara de mezcla 2) en comparación con la técnica relacionada. Por consiguiente, aumenta la velocidad de carga del material que va a mezclarse dentro de la cámara 3 (dentro de la cámara de mezcla 2) y, por tanto, puede transmitirse fácilmente la alta energía específica al material que va a mezclarse en un corto período de tiempo.

Hay que tener en cuenta que, si el ángulo central de apoyo θ_2 es mayor que 40° , entonces puede no esperarse la mejora adicional en el efecto de reducir la cantidad de fuga del material que va a mezclarse, y disminuye relativamente la capacidad de mezcla dentro de la cámara 3. Por esta razón, resulta preferente que el ángulo central de apoyo θ_2 sea igual o menor que 40° . Lo mismo se aplica a las otras paletas que se describirán más adelante.

Además, un tamaño del huelgo radial como el hueco entre la parte de apoyo 13a de la primera paleta larga 13 (paleta larga) y la parte orientada a la parte de apoyo 13a en la superficie de pared interior de la cámara 3 está ajustado para tener una relación igual o mayor que 0,005 e igual o menor que 0,05 para un diámetro interior de la parte que aloja el rotor mezclador 4 provisto de la primera paleta larga 13 en la cámara 3. Lo mismo se aplica a las otras paletas que se describirán más adelante. Hay que tener en cuenta que la relación de denomina "relación de huelgo radial". Puesto que la relación de huelgo radial está ajustada para ser igual o mayor que 0,005 e igual o menor que 0,05, puede reducirse la cantidad de fuga del material que va a mezclarse y, por tanto, se activa el flujo del material que va a mezclarse en la dirección axial del rotor Z.

Además, en un caso de al menos las paletas largas 13 y 14 entre las del rotor mezclador, una altura de la parte de apoyo (parte superior de paleta) está ajustada para que sea uniforme desde un extremo de la paleta al otro extremo de la misma de manera que el tamaño del huelgo radial se hace uniforme desde un extremo de la paleta al otro extremo de la misma en la dirección axial del rotor. La altura de la parte de apoyo es una distancia desde el centro axial del rotor mezclador hasta la parte de apoyo, y corresponde, por ejemplo, a una distancia lineal entre el centro O y el punto A en la Fig. 4. Si la relación de huelgo radial se encuentra en un intervalo de 0,005 a 0,05, puede cambiarse la altura de la parte de apoyo (parte superior de paleta) entre un extremo de la paleta al otro extremo de la misma. En este caso, pueden formarse partes distintas de la parte más alta de la parte de apoyo para que tengan una superficie plana en lugar de la superficie de arco circular.

(Segunda paleta larga)

En este modo de realización, una forma de desarrollo, una anchura de apoyo, un ángulo de torsión, una longitud, un ángulo máximo de incidencia y un ángulo central de apoyo de la segunda paleta larga 14 son respectivamente los mismos que los de la primera paleta larga 13. Solo la disposición de la segunda paleta larga 14 es diferente de la disposición de la primera paleta larga 13. Específicamente, la segunda paleta larga 14 está dispuesta en la parte posterior de la primera paleta larga 13 en la dirección de rotación del rotor r. Más específicamente, la segunda paleta larga 14 está dispuesta en la parte posterior de la primera paleta larga 13 en la dirección de rotación del rotor r para tener una diferencia de fase de 180° desde la primera paleta larga 13 con respecto a una fase de rotación del rotor mezclador.

Además, si el rotor mezclador está provisto de solo una paleta larga, entonces aumenta la capacidad de mezcla dentro de la cámara 3 y, por tanto, puede no transmitirse alta energía específica al material que va a mezclarse en un corto período de tiempo. Por esta razón, el rotor mezclador tiene que incluir al menos dos paletas largas.

(Primera paleta corta)

En este modo de realización, la primera paleta corta 15 está formada en un área desde el otro extremo (opuesto al extremo en el que está formada la primera paleta larga 13) de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z hasta una parte intermedia de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z. Además, la primera paleta corta 15 está formada en una forma en la que una forma de desarrollo de la primera paleta corta 15 es una forma lineal cuando la parte de paleta mezcladora 21 está desarrollada en una forma plana alrededor del centro axial de la misma. Específicamente, la primera paleta corta 15 está formada en una forma de espiral en un ángulo de torsión de 50° con respecto a la línea axial del rotor (la dirección axial del rotor Z) de manera que el material que va a mezclarse fluye hacia el centro de la primera paleta corta 15 en la dirección axial del rotor Z por la primera paleta corta 15 durante la rotación del rotor mezclador 4. Es decir, la primera paleta corta 15 tiene una forma de espiral con una torsión en una dirección opuesta a la de la paleta larga.

Resulta preferente que la longitud de la primera paleta corta 15 en la dirección axial del rotor Z sea menor que las longitudes de las paletas largas 13 y 14 en la misma dirección. Por ejemplo, resulta preferente que la longitud de la primera paleta corta 15 en la dirección axial del rotor Z sea 0,4 veces o menos grande que la longitud L de la parte de paleta mezcladora 21 en la misma dirección. En este modo de realización, la longitud de la primera paleta corta 15 en la dirección axial del rotor Z es 0,3 veces tan grande como la longitud L de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z. Además, resulta preferente que cada una de las sumas de la longitud de la primera paleta larga 13 en la dirección axial del rotor Z y la longitud de la primera paleta corta 15 en la dirección axial del rotor Z y la suma de la longitud de la segunda paleta larga 14 en la dirección axial del rotor Z y la longitud

de la segunda paleta corta 16 en la dirección axial del rotor Z sea igual a la longitud L de la parte de paleta mezcladora 21 en la dirección axial del rotor Z.

5 Además, un punto de partida de la primera paleta corta 15, es decir, un borde frontal de la primera paleta corta 15 en la dirección de rotación del rotor r está localizado en la parte posterior de un punto de partida de la primera paleta larga 13, es decir, un borde frontal de la primera paleta larga 13 en la dirección de rotación del rotor r. Además, una anchura de apoyo, un ángulo máximo de incidencia y un ángulo central de apoyo de la primera paleta corta 15 de este modo de realización son respectivamente los mismos que los de la primera paleta larga 13.

10 (Segunda paleta corta)

15 En este modo de realización, una forma de desarrollo, una anchura de apoyo, un ángulo de torsión, una longitud, un ángulo máximo de incidencia y un ángulo central de apoyo de la segunda paleta corta 16 son respectivamente los mismos que los de la primera paleta corta 15. Solo la disposición de la segunda paleta corta 16 es diferente de la disposición de la primera paleta corta 15. Específicamente, la segunda paleta corta 16 está dispuesta en la parte posterior de la primera paleta corta 15 en la dirección de rotación del rotor r. Más específicamente, la segunda paleta corta 16 está dispuesta en la parte posterior de la primera paleta corta 15 en la dirección de rotación del rotor r para tener una diferencia de fase de 180° desde la primera paleta corta 15 con respecto a una fase de rotación del rotor mezclador.

20 (Funcionamiento (método de mezcla de material) del mezclador interno)

25 Haciendo referencia a la Fig. 1, se describirá un funcionamiento realizado por el mezclador interno 1. En primer lugar, el peso flotante 8 está separado de la cámara 3 para abrir la parte de abertura superior de la cámara 3 mientras la puerta de guillotina 12 se pone en contacto directo con la cámara 3. Después de eso, el material que va a mezclarse se carga en la cámara 3 (en la cámara de mezcla 2) a través de esta parte de abertura superior y el espacio dentro del cilindro de suministro de material 7, y entonces el peso flotante 8 se pone en contacto directo con la cámara 3 para que el material que va a mezclarse se presione en la cámara 3 (en la cámara de mezcla 2).

30 A continuación, los rotores mezcladores 4 y 5 empiezan a rotar en direcciones opuestas, de manera que los rotores mezcladores 4 y 5 mezclan el material que va a mezclarse. Cuando el material que va a mezclarse se mezcla en un estado de mezcla deseado, la puerta de guillotina 12 se separa de la cámara 3 para que el material mezclado (material completamente mezclado) dentro de la cámara de mezcla 2 se descargue desde el puerto de descarga en la parte inferior de la cámara 3 hacia el exterior del mezclador.

35 En el mezclador interno tangencial de la técnica relacionada, se presta atención a aplicar activamente una fuerza de cizallamiento al material que va a mezclarse y a mezclar (mezclar de manera dispersiva) el material que va a mezclarse pasando el material que va a mezclarse a través del huelgo radial. Sin embargo, esto provoca problemas. La presente invención resulta de prestar atención a los problemas y a llevar a cabo análisis repetidos de los problemas por parte del presente inventor. Específicamente, el presente inventor ha descubierto los siguientes conocimientos. Es posible transmitir una alta energía específica al material que va a mezclarse en un corto período de tiempo, incluso si no se aplica la fuerza de cizallamiento igual a la fuerza de cizallamiento de la técnica relacionada al material que va a mezclarse para mezclar activamente el material que va a mezclarse, siempre y cuando la capacidad de mezcla dentro de la cámara esté limitada a una capacidad menor que la de la técnica relacionada y se reduzca la cantidad de paso (cantidad de fuga) por la que el material que va a mezclarse pasa a través del huelgo radial. Como resultado, no se degrada la dispersabilidad del material que va a mezclarse. El presente inventor ha descubierto entonces los siguientes conocimientos. La mezcla de dispersión del material que va a mezclarse se promueve para mejorar la uniformidad en la mezcla del material que va a mezclarse, y el material que va a mezclarse puede estar completamente mezclado al final en un corto período de tiempo, siempre y cuando la capacidad de mezcla dentro de la cámara esté limitada a una capacidad menor que la de la técnica relacionada y se reduzca la cantidad de paso (cantidad de fuga) por la que el material que va a mezclarse pasa a través del huelgo radial. El presente inventor ha llegado a la siguiente conclusión basándose en estos conocimientos. Es posible evitar la degradación del material que va a mezclarse debido al aumento excesivo en la temperatura del mismo, y compensar la degradación de la productividad para producir el material mezclado por lotes acortando el tiempo de mezcla, siempre y cuando la capacidad de mezcla dentro de la cámara esté limitada a la capacidad menor que la de la técnica relacionada y se reduzca la cantidad de paso por la que el material que va a mezclarse pasa a través del huelgo radial. El presente inventor ha logrado la presente invención basándose en esta conclusión. Es decir, de acuerdo con el rotor mezclador de la presente invención y el mezclador interno que incluye el rotor mezclador, la productividad para producir el material mezclado puede mejorarse sin degradar la calidad de la mezcla del material mezclado.

(Rotor mezclador del segundo modo de realización)

65 A continuación, se describirá un rotor mezclador de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención. El rotor mezclador de acuerdo con el segundo modo de realización difiere del rotor mezclador de acuerdo con el primer modo de realización en una magnitud del ángulo central de apoyo (anchura de apoyo W). El rotor

mezclador de acuerdo con el segundo modo de realización está configurado de manera similar a aquel de acuerdo con el primer modo de realización en las otras configuraciones. Los ángulos centrales de apoyo de las paletas del rotor mezclador de acuerdo con el segundo modo de realización están todos ajustados a 15°.

5 (Resultado del cálculo de la cantidad de fuga de material que va a mezclarse para la superficie posterior de paleta)

La cantidad de fuga del material que va a mezclarse para la superficie posterior de paleta se calcula cambiando el ángulo central de apoyo. El resultado del cálculo está ilustrado en la Fig. 5. En el gráfico de la Fig. 5, el eje vertical indica la cantidad de fuga (%), y esta cantidad de fuga está representada por un porcentaje con la cantidad de fuga en un caso del ángulo central de apoyo de 2° de la técnica relacionada supuesta en 100 %. Como se entiende a partir de la Fig. 5, si el ángulo central de apoyo es igual o mayor que 7°, la cantidad de fuga puede omitirse a aproximadamente 1/3 o menos de la cantidad de fuga de la técnica relacionada. Por otra parte, se entiende a partir de la Fig. 5 que, incluso si el ángulo central de apoyo es mayor que 40°, apenas puede esperarse la mejora adicional en el efecto de omitir la cantidad de fuga.

10

15

(Resultado del ensayo 1)

El mezclador interno que incluye los rotores mezcladores de acuerdo con cada uno de los modos de realización y el mezclador interno que incluye los rotores mezcladores de acuerdo con ejemplo comparativo se hicieron funcionar en las mismas condiciones y se llevó a cabo un ensayo para investigar una diferencia en el rendimiento. En este ensayo, se usaron materiales que van a mezclarse cada uno de ellos con un alto contenido de sílice. Específicamente, el ensayo se llevó a cabo en cada uno de una pluralidad de tipos de materiales que van a mezclarse que contenían sílice con diferentes valores de PCC de 70 a 90. Hay que tener en cuenta que PCC (partes por cien de caucho) indica las partes en peso de diversos agentes de combinación con un peso en caucho supuesto en 100. La tabla 1 a continuación muestra los contenidos de combinación del material que va a mezclarse que contienen sílice que se han combinado para tener un PCC de 80 entre la pluralidad de tipos de materiales que van a mezclarse.

20

25

[Tabla 1]

Elemento	PCC
SRB EXTENDIDO CON ACEITE (SOLUCIÓN DE POLIMERIZACIÓN DE CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO)	96
BR (CAUCHO BUTADIENO)	30
SÍLICE	80
ÓXIDO DE ZINC	3
ÁCIDO ESTEÁRICO	2
CERA	1
ANTIOXIDANTE	1,5
AGENTE DE ACOPLAMIENTO	6,4
ACEITE DE AROMA ALTERNATIVO	15
*) La combinación descrita anteriormente es una modelo de combinación con un alto contenido de sílice.	

30 Como rotor mezclador de acuerdo con el ejemplo comparativo y mezclador interno de acuerdo con el ejemplo comparativo se usaron, respectivamente, el rotor mezclador (4) que incluye una paleta no lineal y tres paletas lineales como paletas mezcladoras como se revela en el documento JP 2002-11336 A y el mezclador por lotes (1) (mezclador interno) que incluye el rotor mezclador (4). Además, la operación de mezcla que usa el mezclador interno de acuerdo con los modos de realización y la operación de mezcla que usa el mezclador interno de acuerdo con el ejemplo comparativo se llevaron a cabo en las mismas condiciones (configuraciones) a excepción de la configuración de las paletas mezcladoras. El tamaño de los rotores mezcladores (el mezclador interno) también fue el mismo entre los modos de realización y el ejemplo comparativo. El diámetro interno de la cámara también fue el mismo entre los modos de realización y el ejemplo comparativo.

35

40 La Fig. 6 ilustra un resultado del ensayo. En la Fig. 6, una línea continua ilustra el resultado del ensayo en un caso de uso de los rotores mezcladores de acuerdo con el primer modo de realización, una línea discontinua indica el resultado del ensayo en un caso de uso de los rotores mezcladores de acuerdo con el segundo modo de realización, y una línea de puntos y rayas indica el resultado del ensayo en un caso de uso de los rotores mezcladores de acuerdo con el ejemplo comparativo. En la Fig. 6, un eje vertical del gráfico indica un valor $\Delta G'$, y un eje horizontal del gráfico indica el tiempo de mezcla.

45

El valor $\Delta G'$ indica una diferencia entre un módulo elástico de almacenamiento en un pequeño estado de deformación/distorsión obtenido a partir de propiedades viscoelásticas de la composición de caucho no vulcanizado y un módulo elástico de almacenamiento en un gran estado de deformación/distorsión obtenido a partir de las mismas propiedades viscoelásticas, y sirve de índice (en este caso, índice para evaluar la dispersión de sílice en el material mezclado) para determinar la calidad del material mezclado. Esto significa que la calidad del material mezclado es mayor si el valor $\Delta G'$ es menor.

Además, el resultado ilustrado en la Fig. 6 se obtuvo midiendo la dependencia de tensión de los módulos elásticos de almacenamiento G' del material mezclado a partir del pequeño estado de deformación/distorsión en el que el módulo elástico de almacenamiento era del 0,56 % respecto al gran estado de deformación/distorsión en el que el módulo elástico de almacenamiento era del 60 % mediante un analizador de procesamiento de caucho (RPA, *Rubber Processing Analyzer*) 2000 fabricado por Alpha Technologies Co. en las condiciones en las que la temperatura del material mezclado durante la medición del valor $\Delta G'$ era de 100 °C y la frecuencia de provocación de la tensión del material mezclado era de 0,5 Hz.

Como se entiende a partir de la Fig. 6, si se usan los rotores mezcladores de acuerdo con el primer y segundo modos de realización, mejora en gran medida la calidad del material mezclado en comparación con el caso del uso de los rotores mezcladores de acuerdo con la técnica relacionada.

(Resultado del ensayo 2)

Se mezcla un agente de acoplamiento de silano en el material que va a mezclarse en el que se combina sílice para acoplar sílice con caucho. En la operación de mezclar el material que va a mezclarse, el agente de acoplamiento de silano reacciona con la sílice, por ejemplo, cuando la temperatura del material que va a mezclarse se encuentra en un intervalo de 140 °C a 160 °C. Por consiguiente, con el fin de provocar satisfactoriamente la reacción, existe una necesidad de mezclar de manera suficiente el material que va a mezclarse para que el sílice y el agente de acoplamiento de silano se mezclen de manera uniforme entre sí mientras la temperatura del material que va a mezclarse se mantiene en el intervalo de 140 °C a 160 °C. Por lo tanto, se llevó a cabo el siguiente ensayo de mezcla con el fin de evaluar la uniformidad en la operación de mezclar el material que va a mezclarse.

En este ensayo de mezcla, se investigó un cambio en un valor CV de un elemento predeterminado contenido en el material que va a mezclarse en cada uno de un caso de mezcla del material que va a mezclarse ensamblando modelos a escala tridimensional de los rotores mezcladores de acuerdo con el primer modo de realización, los rotores mezcladores de acuerdo con el segundo modo de realización, y los rotores mezcladores de acuerdo con el ejemplo comparativo en un dispositivo de ensayo en el que los diámetros interiores de las partes izquierda y derecha de una cámara que aloja en la misma rotores mezcladores emparejados eran iguales entre sí. En el ensayo de mezcla, se usó un material simulador preparado añadiendo 0,4 % de perlas de vidrio al 30 % de una solución de CMC (carboximetilcelulosa) como el material que va a mezclarse. Las perlas de vidrio en el material simulador correspondían con el elemento predeterminado. Además, incluso en el ensayo de mezcla, todas las condiciones son las mismas entre el primer modo de realización, el segundo modo de realización y el ejemplo comparativo, a excepción de que las paletas mezcladoras difieren en la configuración.

La Fig. 7 ilustra el resultado del ensayo tridimensional (ensayo de mezcla). En la Fig. 7, una línea continua indica el resultado del ensayo en el caso de uso de los rotores mezcladores de acuerdo con el primer modo de realización, una línea de puntos indica el resultado del ensayo en el caso de uso de los rotores mezcladores de acuerdo con el segundo modo de realización, y una línea de puntos y rayas indica el resultado del ensayo en el caso de uso de los rotores mezcladores de acuerdo con el ejemplo comparativo. En la Fig. 7, un eje vertical del gráfico indica el valor CV, y un eje horizontal del gráfico indica el tiempo de mezcla.

El valor CV indica un valor que corresponde con un índice de evaluación que indica la uniformidad del elemento, es decir, un grado de dispersión del elemento en el material que va a mezclarse. Esto quiere decir que la dispersión del elemento en el material que va a mezclarse continúa si el valor CV disminuye. En otras palabras, esto quiere decir que se promueve la mezcla del material que va a mezclarse y que la calidad del material mezclado es buena. El valor CV puede obtenerse mediante la siguiente ecuación (1).

$$CV = \rho/M \dots (1)$$

En la ecuación (1), M indica una fracción media del elemento predeterminado (perlas de vidrio) en el material que va a mezclarse alojado en la cámara. La fracción media M puede obtenerse de la siguiente manera. Se toman muestras de una cantidad predeterminada del material que va a mezclarse de cada una de nueve posiciones de un material por lotes que va a mezclarse que está mezclado dentro de la cámara, se mide el número de perlas incluidas en el material que va a mezclarse en cada posición de muestreo, se calcula una fracción de las perlas en el material que va a mezclarse en cada posición de muestreo basándose en el número de perlas medidas, y se calcula la fracción media de las perlas en el material que va a mezclarse en cada posición de muestreo a partir de la fracción de las

perlas en el material que va a mezclarse en cada posición de muestreo. Además, en la ecuación (1), ρ indica la desviación estándar de la fracción del elemento predeterminado (perlas de vidrio) en el material que va a mezclarse alojado dentro de la cámara.

5 A partir del resultado de las Fig. 6 y 7, se entiende que se mejora cualquier dispersabilidad y uniformidad del material mezclado en comparación con el caso del uso de rotores mezcladores de acuerdo con el ejemplo comparativo (técnica relacionada) cuando se usan los rotores mezcladores de los modos de realización primero y segundo. Además, la comparación del tiempo de mezcla de cada caso demuestra que, si se usan los rotores mezcladores de acuerdo con los modos de realización primero y segundo, podría obtenerse el material mezclado con la misma
10 dispersabilidad o uniformidad en un corto período de tiempo en comparación con el caso del uso de rotores mezcladores de acuerdo con el ejemplo comparativo (técnica relacionada). Es decir, se entiende que la productividad también mejora si se usan los rotores mezcladores de acuerdo con los modos de realización primero y segundo.

15 (Ángulo central de apoyo y ángulo máximo de incidencia)

La Fig. 8 es un diagrama que resume las formas de los rotores mezcladores capaces de transmitir una alta energía específica al material que va a mezclarse mientras que evitan un aumento excesivo de la temperatura del material que va a mezclarse y de obtener una mayor productividad con respecto a dos parámetros del ángulo central de apoyo y el ángulo máximo de incidencia en comparación con la técnica relacionada.
20

En este caso, si se obtiene un índice de productividad P como un índice que indica la productividad del mezclador interno que usa los rotores mezcladores para el material mezclado de acuerdo con la siguiente ecuación (2) y se determinan los valores del ángulo máximo de incidencia y del ángulo central de apoyo de cada paleta de manera que el índice de productividad P está ajustado para ser mayor que "1", la productividad del mezclador interno para el material mezclado mejora en comparación con la técnica relacionada. Además, si un índice de energía E como un índice que indica la magnitud de la energía específica transmitida al material que va a mezclarse mediante los rotores mezcladores cuando el material que va a mezclarse se mezcla mediante los rotores mezcladores de acuerdo con la siguiente ecuación (3) y se determinan los valores del ángulo máximo de incidencia y del ángulo central de apoyo de cada paleta de manera que el índice de energía E está ajustado para ser mayor que "1", puede transmitirse la energía específica mayor que la de la técnica relacionada al material que va a mezclarse. Además, si un índice de rendimiento de refrigeración C como un índice que indica un rendimiento de refrigeración para el material que va a mezclarse cuando el material que va a mezclarse se mezcla mediante los rotores mezcladores de acuerdo con la siguiente ecuación (4) y se determinan los valores del ángulo máximo de incidencia y del ángulo central de apoyo de cada paleta de manera que el índice de rendimiento de refrigeración C está ajustado para ser menor que "1", puede mejorar el efecto de evitar el aumento excesivo en la temperatura del material que va a mezclarse en comparación con la técnica relacionada.
25
30
35

40
$$P = 0,9227 + 0,006x + 0,0042y - 0,0001x^2 + 0,0002xy - 0,0002y^2 \dots (2)$$

$$E = 1,6453 - 0,0342x + 0,033y + 0,0003x^2 - 7,8444 \times 10^{-18}xy - 3,1099 \times 10^{-5}y^2 \dots (3)$$

$$C = 0,6304 + 0,0108x + 0,0092y + 3,6995 \times 10^{-5}x^2 - 2,8554 \times 10^{-5}xy - 0,0002y^2 \dots (4)$$

45 En las ecuaciones (2) a (4), x indica el ángulo máximo de incidencia ($^\circ$) de la paleta, y indica el ángulo central de apoyo ($^\circ$) de la paleta.

Una línea continua de la Fig. 8 indica una línea que pasa por puntos que indican el ángulo máximo de incidencia y el ángulo central de apoyo de la paleta en un caso en el que el índice de productividad P obtenido de acuerdo con la ecuación (2) es "1". Además, una línea de puntos y rayas de la Fig. 8 indica una línea que pasa por puntos que indican el ángulo máximo de incidencia y el ángulo central de apoyo de la paleta cuando el índice de energía E obtenido de acuerdo con la ecuación (3) es "1". Una línea discontinua de la Fig. 8 indica una línea que pasa por puntos que indican el ángulo máximo de incidencia y el ángulo central de apoyo de la paleta cuando el índice de rendimiento de refrigeración C obtenido de acuerdo con la ecuación (4) es "1".
50
55

Hay que tener en cuenta que la técnica relacionada como objetivo de comparación corresponde al rotor mezclador (4) y al mezclador por lotes (1) que usa el rotor mezclador (4) revelado en el documento JP 2002-11336 A.

60 Puesto que el ángulo máximo de incidencia y el ángulo central de apoyo de cada paleta están ajustados para que el índice de productividad P , el índice de energía E y el índice de rendimiento de refrigeración C obtenidos por las ecuaciones (2), (3) y (4) cumplan las condiciones anteriormente descritas ($P > 1$, $E > 1$ y $C < 1$), es posible obtener simplemente la forma del rotor mezclador capaz de transmitir una mayor energía específica al material que va a mezclarse mientras que evita el aumento excesivo de la temperatura del material que va a mezclarse y de obtener una mayor productividad en comparación con el rotor mezclador (4) de la técnica relacionada revelado en el documento JP 2002-11336 A cuando las otras condiciones que no pueden cambiarse de manera deseable están
65

ajustadas para ser iguales. Además, un área sombreada en la Fig. 8 indica un área en la que el índice de productividad P, el índice de energía E y el índice de rendimiento de refrigeración C cumplen las condiciones anteriormente descritas ($P > 1$, $E > 1$ y $C < 1$), y en la que la cantidad de fuga del material que va a mezclarse es 1/3 o menos de la cantidad de fuga de la técnica relacionada.

5 Por ejemplo, mientras que las formas de desarrollo, las anchuras de apoyo, los ángulos de torsión, las longitudes, los ángulos máximos de incidencia y los ángulos centrales de apoyo de la primera paleta larga y la segunda paleta larga son fundamentalmente iguales entre sí en los modos de realización anteriormente descritos, la presente invención no está limitada a los mismos. Es más, mientras que las anchuras de apoyo, los ángulos máximos de incidencia y los ángulos centrales de apoyo de las paletas largas y las paletas cortas son iguales entre sí en los modos de realización anteriormente descritos, la presente invención no está limitada a los mismos.

15 Además, mientras que las paletas mezcladoras de los rotores mezcladores emparejados de acuerdo con los modos de realización anteriormente descritos están formadas fundamentalmente en la misma forma, las paletas mezcladoras de los rotores mezcladores emparejados pueden tener fundamentalmente diferentes formas. Es más, las paletas mezcladoras de acuerdo con los modos de realización anteriormente descritos están formadas de manera que las formas de desarrollo de las paletas mezcladoras son lineales cuando la parte de paleta mezcladora está desarrollada en una forma plana alrededor del centro axial. Sin embargo, las formas de desarrollo de las paletas mezcladoras (las paletas largas y/o las paletas cortas) de acuerdo con la presente invención pueden ser no lineales.

20 [Esbozo de los modos de realización]

Los modos de realización anteriormente descritos pueden resumirse de la siguiente manera.

25 El rotor mezclador de acuerdo con los modos de realización es un rotor mezclador para el uso en un mezclador interno, incluyendo el rotor mezclador: una parte de árbol del rotor que incluye un conducto de refrigeración formado en el mismo; y una parte de paleta mezcladora que está formada en una parte circunferencial exterior de la parte de árbol del rotor, donde la parte de paleta mezcladora incluye una paleta corta a una longitud predeterminada en la dirección axial de la parte de árbol del rotor, y al menos dos paletas largas a longitudes mayores que la longitud de la paleta corta en la dirección axial, incluyendo cada una de las paletas largas una parte de apoyo como una superficie de extremo de la paleta larga orientada radialmente hacia el exterior del rotor mezclador, la longitud de cada una de las paletas largas en la dirección axial está ajustada para ser 0,6 veces o más grande que la longitud de la parte de paleta mezcladora en la dirección axial, un ángulo máximo de incidencia de cada una de las paletas largas está ajustado a un ángulo igual o menor que 31° , y un ángulo central con respecto a una anchura de apoyo como una anchura de la parte de apoyo en una sección transversal de cada una de las paletas largas ortogonales a la dirección axial está ajustado a un ángulo igual o mayor que 7° .

40 En el rotor mezclador, cada una de las paletas largas puede incluir una superficie de acción que corresponde con una superficie de la paleta larga orientada hacia el lado frontal del rotor mezclador en la dirección de rotación de la paleta larga, y una parte límite que está formada por la parte de apoyo y la superficie de acción. Preferentemente, la parte de apoyo puede representar una trayectoria circular durante la rotación del rotor mezclador en la sección transversal de cada una de las paletas largas ortogonales a la dirección axial, y el ángulo máximo de incidencia de cada una de las paletas largas puede ser un ángulo entre una línea tangencial de la trayectoria circular en la parte límite y la línea tangencial de la superficie de acción en la parte límite en la sección transversal de cada una de las paletas largas ortogonales a la dirección axial.

En el rotor mezclador, resulta preferente que el ángulo central con respecto a la anchura de apoyo de cada una de las paletas largas pueda ajustarse a un ángulo igual o menor que 40° .

50 En el rotor mezclador, resulta preferente que el ángulo máximo de incidencia de cada una de las paletas largas pueda ajustarse a un ángulo igual o mayor que 10° e igual o menor que 21° .

En el rotor mezclador, resulta preferente que un ángulo de torsión de cada una de las paletas largas sea igual o mayor que 40° con respecto a una línea axial de la parte de árbol del rotor. En este caso, resulta más preferente que el ángulo de torsión de cada una de las paletas largas pueda estar ajustado a un ángulo igual o mayor que 50° e igual o menor que 65° .

60 En el rotor mezclador, resulta preferente que si un índice de productividad como un índice que indica la productividad del mezclador interno para la producción de material mezclado usando el rotor mezclador se denota con P, un índice de energía como un índice que indica una magnitud de energía transmitida a un material que va a mezclarse por el rotor mezclador cuando el material que va a mezclarse está mezclado por el rotor mezclador se denota con E, el ángulo máximo de incidencia se denota con x, y el ángulo central con respecto a la anchura de apoyo se denota con y, el ángulo máximo de incidencia x y el ángulo central y pueden estar ajustados para cumplir una condición en la que tanto el índice de productividad P obtenido por la siguiente ecuación (1) como el índice de energía E obtenido por la siguiente ecuación (2) se convierten en valores mayores que 1.

$$P = 0,9227 + 0,006x + 0,0042y - 0,0001x^2 + 0,0002xy - 0,0002y^2 \dots \text{ecuación (1)}$$

$$E = 1,6453 - 0,0342x + 0,033y + 0,0003x^2 - 7,8444 \times 10^{-18}xy - 3,1099 \times 10^{-5}y^2 \dots \text{ecuación (2)}$$

5 En este caso, resulta preferente si un índice de rendimiento de refrigeración como un índice que indica un rendimiento de refrigeración para el material que va a mezclarse cuando el material que va a mezclarse está mezclado por el rotor mezclador se denota con C, el ángulo máximo de incidencia x y el ángulo central y pueden estar ajustados para cumplir una condición en la que el índice de rendimiento de refrigeración C obtenido por la siguiente ecuación (3) se convierte en un valor mayor que 1.

10
$$C = 0,6304 + 0,0108x + 0,0092y + 3,6995 \times 10^{-5}x^2 - 2,8554 \times 10^{-5}xy - 0,0002y^2 \dots \text{ecuación (3)}$$

15 El mezclador interno de acuerdo con los modos de realización incluye: los rotores mezcladores emparejados; y una cámara que aloja los rotores mezcladores emparejados en la misma mientras trayectorias representadas por partes radialmente más exteriores de los rotores mezcladores no se cruzan entre sí durante la rotación de los rotores mezcladores emparejados.

20 En el mezclador interno, resulta preferente que pueda formarse un hueco entre la parte de apoyo de cada una de las paletas largas de cada uno de los rotores mezcladores y una superficie de pared interior de una parte que aloja los rotores mezcladores en la cámara, y un tamaño del hueco con respecto a cada uno de los rotores mezcladores pueda estar ajustado de manera que tenga una relación igual o mayor que 0,005 e igual o menor que 0,05 para un diámetro interior de la parte que aloja los rotores mezcladores en la cámara.

REIVINDICACIONES

1. Un rotor mezclador (4; 5) para el uso en un mezclador interno (1), comprendiendo el rotor mezclador (4; 5):

5 una parte de árbol del rotor (20) que incluye un conducto de refrigeración (22) formado en el mismo; y una parte de paleta mezcladora (21) que está formada en una parte circunferencial exterior de la parte de árbol del rotor (20),
 10 donde la parte de paleta mezcladora (21) incluye una paleta corta (15; 16) a una longitud predeterminada en una dirección axial de la parte de árbol del rotor (20), y al menos dos paletas largas (13; 14) a longitudes mayores que la longitud de la paleta corta (15; 16) en la dirección axial, incluyendo cada una de las paletas largas (13; 14) una parte de apoyo (13a; 14a) como una superficie de extremo de la paleta larga (13; 14) orientada radialmente hacia el exterior del rotor mezclador (4; 5),
caracterizado por que
 15 la longitud de cada una de las paletas largas (13; 14) en la dirección axial está ajustada para ser 0,6 veces o más grande que una longitud de la parte de paleta mezcladora (21) en la dirección axial, un ángulo máximo de incidencia (θ_1) de cada una de las paletas largas (13; 14) está ajustado a un ángulo igual o menor que 31° , y un ángulo central (θ_2) con respecto a una anchura de apoyo (W) como una anchura de la parte de apoyo (13a; 14a) en una sección transversal de cada una de las paletas largas (13; 14) ortogonales a la dirección axial está ajustado a un ángulo igual o mayor que 7° .

2. El rotor mezclador (4; 5) de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada una de las paletas largas (13; 14) incluye una superficie de acción (13b) que corresponde a una superficie de la paleta larga (13; 14) orientada hacia un lado frontal del rotor mezclador (4; 5) en una dirección de rotación del rotor mezclador (4; 5), y una parte límite que está formada por la parte de apoyo (13a; 14a) y la superficie de acción (13b), y donde la parte de apoyo (13a; 14a) representa una trayectoria circular durante la rotación del rotor mezclador (4; 5) en la sección transversal de cada una de las paletas largas (13; 14) ortogonales a la dirección axial, y el ángulo máximo de incidencia (θ_1) de cada una de las paletas largas (13; 14) es un ángulo entre una línea tangencial de la trayectoria circular en la parte límite y una línea tangencial de la superficie de acción (13b) en la parte límite en la sección transversal de cada una de las paletas largas (13; 14) ortogonales a la dirección axial.

3. El rotor mezclador (4; 5) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el ángulo central (θ_2) con respecto a la anchura de apoyo (W) de cada una de las paletas largas (13; 14) está ajustado a un ángulo igual o menor que 40° .

4. El rotor mezclador (4; 5) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el ángulo máximo de incidencia (θ_1) de cada una de las paletas largas (13; 14) está ajustado a un ángulo igual o mayor que 10° e igual o menor que 21° .

5. El rotor mezclador (4; 5) de acuerdo con la reivindicación 1, donde un ángulo de torsión de cada una de las paletas largas (13; 14) es igual o mayor que 40° con respecto a una línea axial de la parte de árbol del rotor (20).

6. El rotor mezclador (4; 5) de acuerdo con la reivindicación 5, donde el ángulo de torsión de cada una de las paletas largas (13; 14) está ajustado a un ángulo igual o mayor que 50° e igual o menor que 65° .

7. El rotor mezclador (4; 5) de acuerdo con la reivindicación 1, donde si un índice de productividad como un índice que indica la productividad del mezclador interno para la producción de material mezclado usando el rotor mezclador (4; 5) se denota con P, un índice de energía como un índice que indica una magnitud de energía transmitida a un material que va a mezclarse por el rotor mezclador (4; 5) cuando el material que va a mezclarse está mezclado por el rotor mezclador (4; 5) se denota con E, el ángulo máximo de incidencia (θ_1) se denota con x, y el ángulo central (θ_2) con respecto a la anchura de apoyo (W) se denota con y, el ángulo máximo de incidencia (θ_1) x y el ángulo central (θ_2) y están ajustados para cumplir una condición en la que tanto el índice de productividad P obtenido por la siguiente ecuación (1) como el índice de energía E obtenido por la siguiente ecuación (2) se convierten en valores mayores que 1.

$$P = 0,9227 + 0,006x + 0,0042y - 0,0001x^2 + 0,0002xy - 0,0002y^2 \dots \text{ecuación (1)}$$

$$E = 1,6453 - 0,0342x + 0,033y + 0,0003x^2 - 7,8444 \times 10^{-18}xy - -3,1099 \times 10^{-5}y^2 \dots \text{ecuación (2)}$$

8. El rotor mezclador (4; 5) de acuerdo con la reivindicación 7, donde si un índice de rendimiento de refrigeración como un índice que indica un rendimiento de refrigeración para el material que va a mezclarse cuando el material que va a mezclarse está mezclado por el rotor mezclador (4; 5) se denota con C, el ángulo máximo de incidencia (θ_1) x y el ángulo central (θ_2) y están ajustados para cumplir una

condición en la que el índice de rendimiento de refrigeración C obtenido por la siguiente ecuación (3) se convierte en un valor menor que 1.

$$C = 0,6304 + 0,0108x + 0,0092y + 3,6995 \times 10^{-5}x^2 - 2,8554 \times 10^{-5}xy - 0,0002y^2 \dots \text{ecuación (3)}$$

- 5
9. Un mezclador interno (1) que comprende:
- 10 un par de rotores mezcladores (4; 5) de acuerdo con la reivindicación 1; y una cámara (3) que aloja los rotores mezcladores (4; 5) emparejados en la misma mientras trayectorias representadas por partes radialmente más exteriores de los rotores mezcladores (4; 5) no se cruzan entre sí durante la rotación de los rotores mezcladores (4; 5) emparejados.
- 15 10. El mezclador interno (1) de acuerdo con la reivindicación 9, donde está formado un hueco entre la parte de apoyo (13a; 14a) de cada una de las paletas largas (13; 14) de cada uno de los rotores mezcladores (4; 5) y una superficie de pared interior de una parte que aloja los rotores mezcladores (4; 5) en la cámara (3), y un tamaño del hueco con respecto a cada uno de los rotores mezcladores (4; 5) está ajustado de manera que tiene una relación igual o mayor que 0,005 e igual o menor que 0,05 para un diámetro interior de la parte que aloja los rotores mezcladores (4; 5) en la cámara (3).

FIG. 1

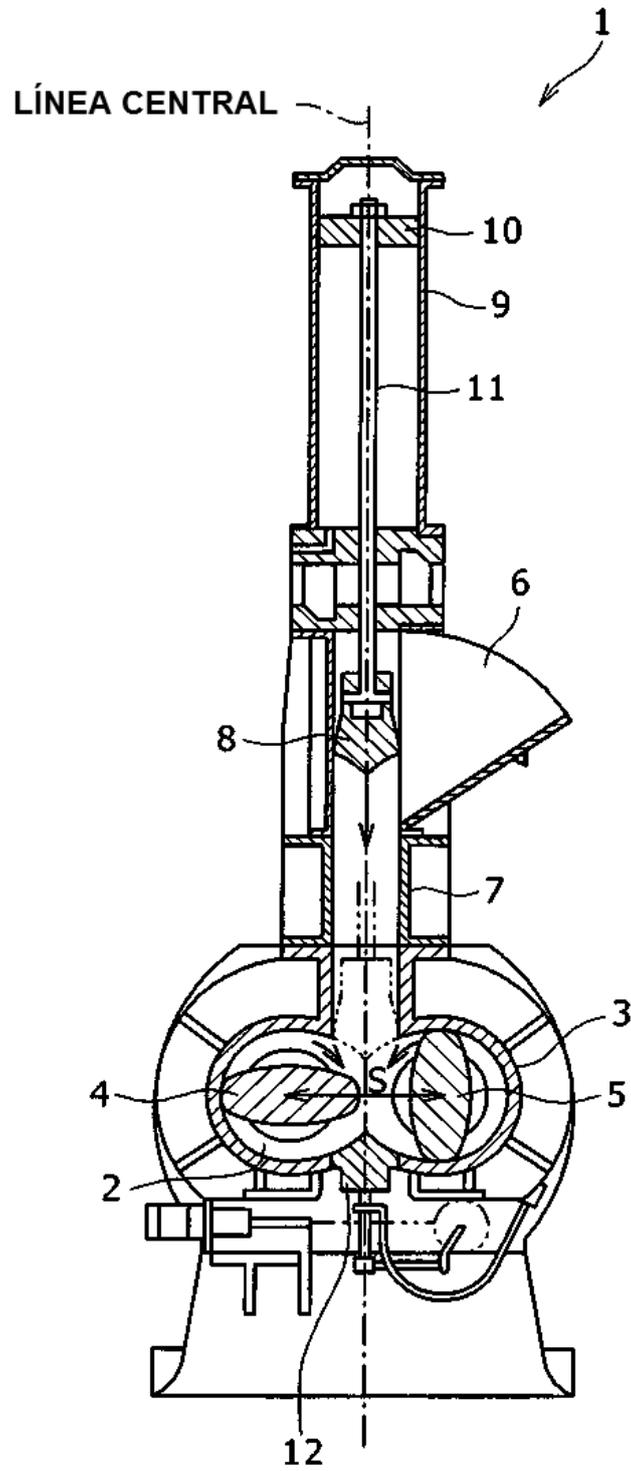


FIG. 2

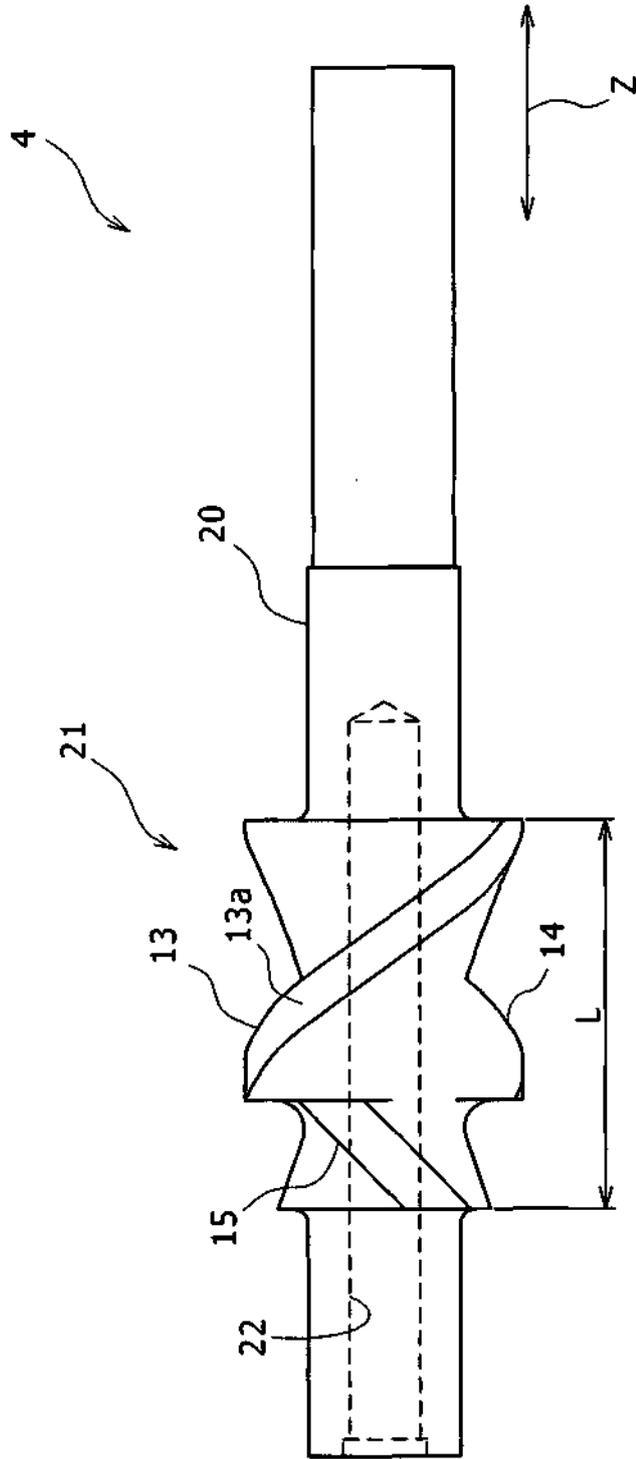


FIG. 3

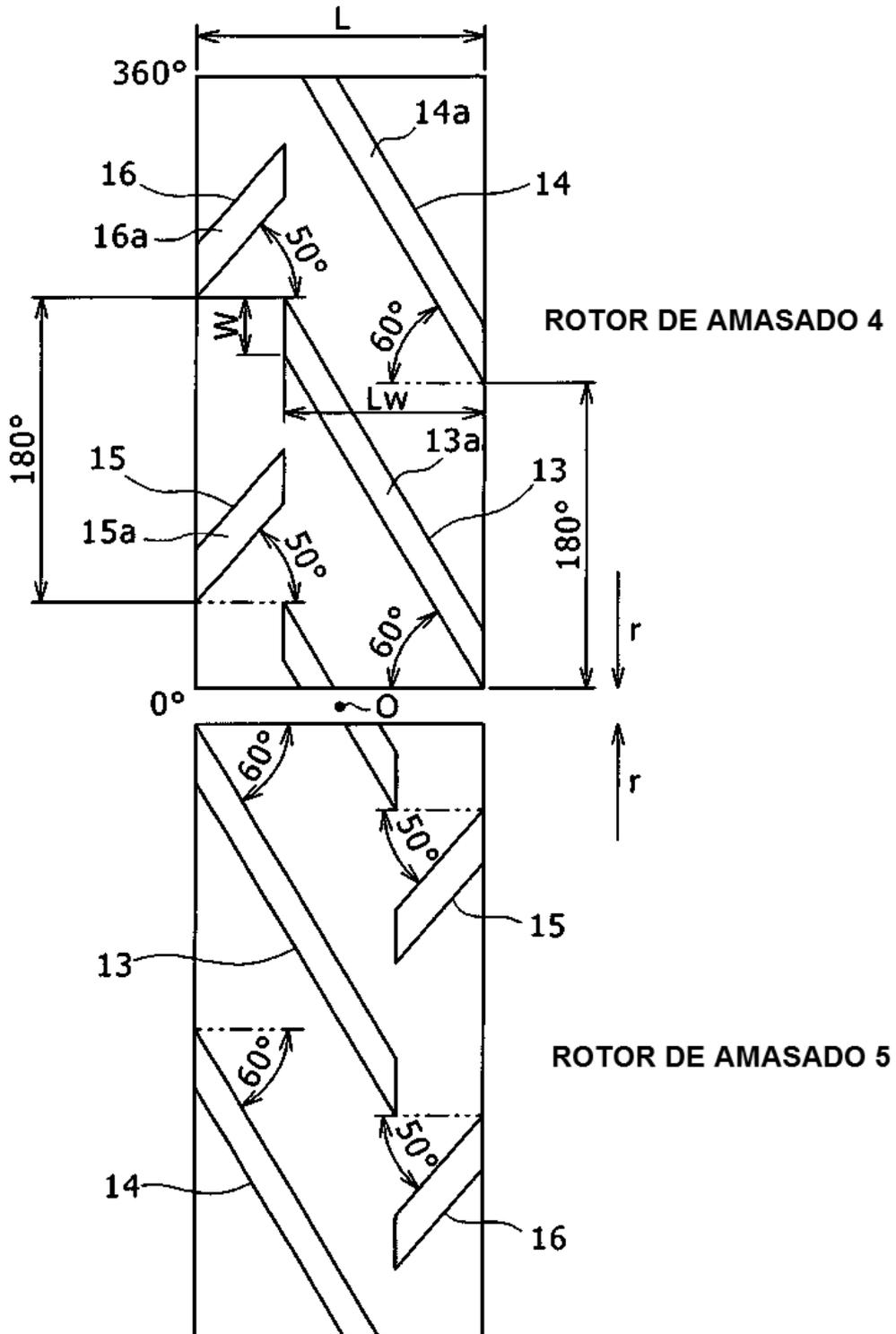


FIG. 4

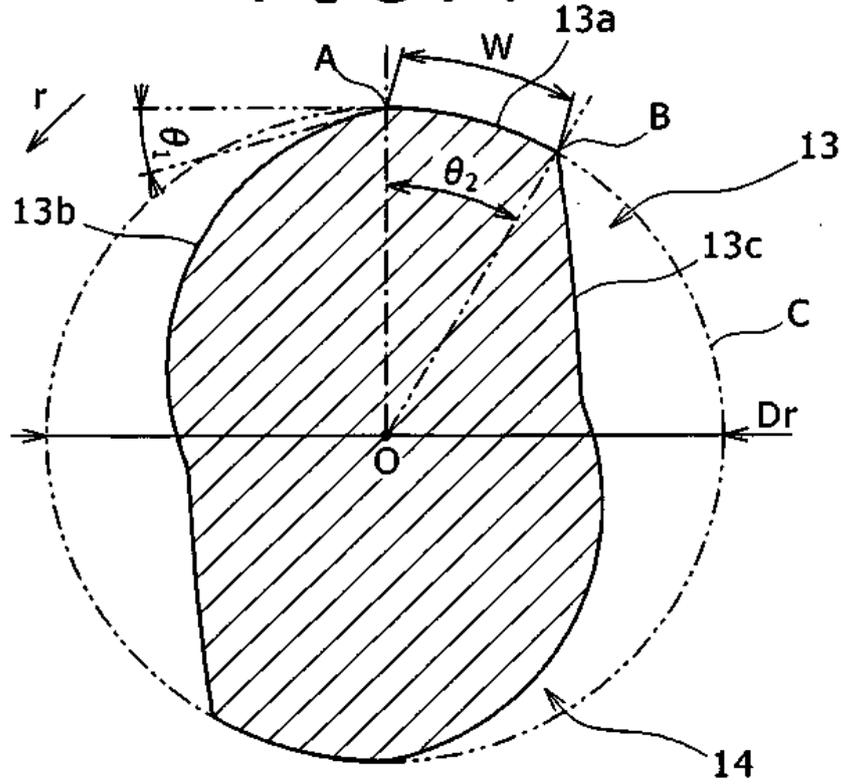


FIG. 5

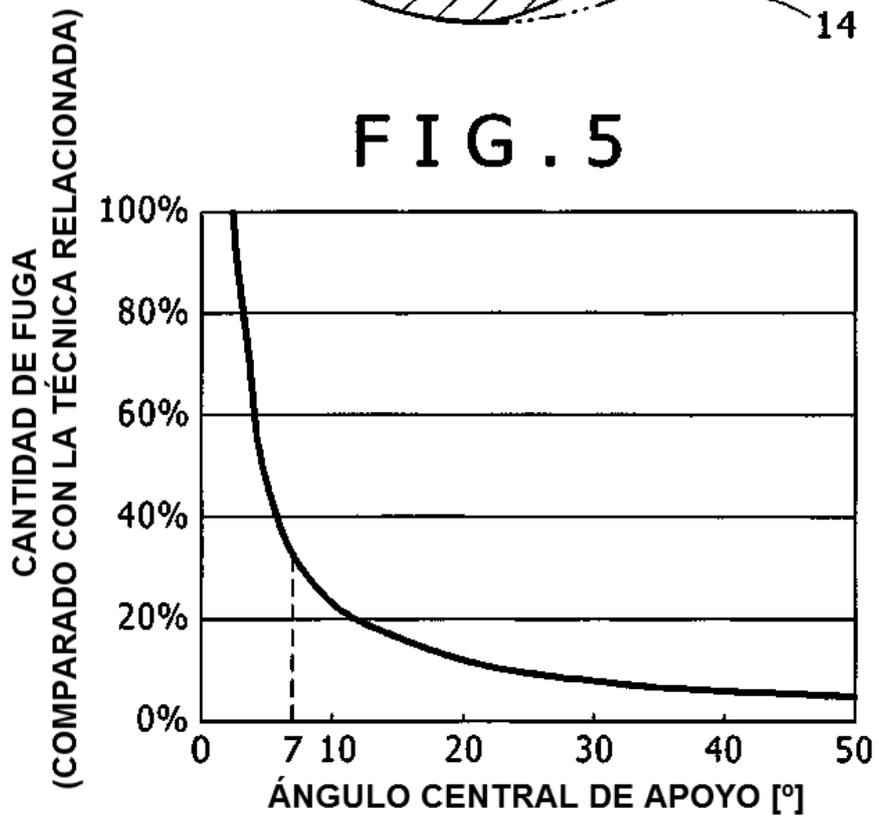


FIG. 6

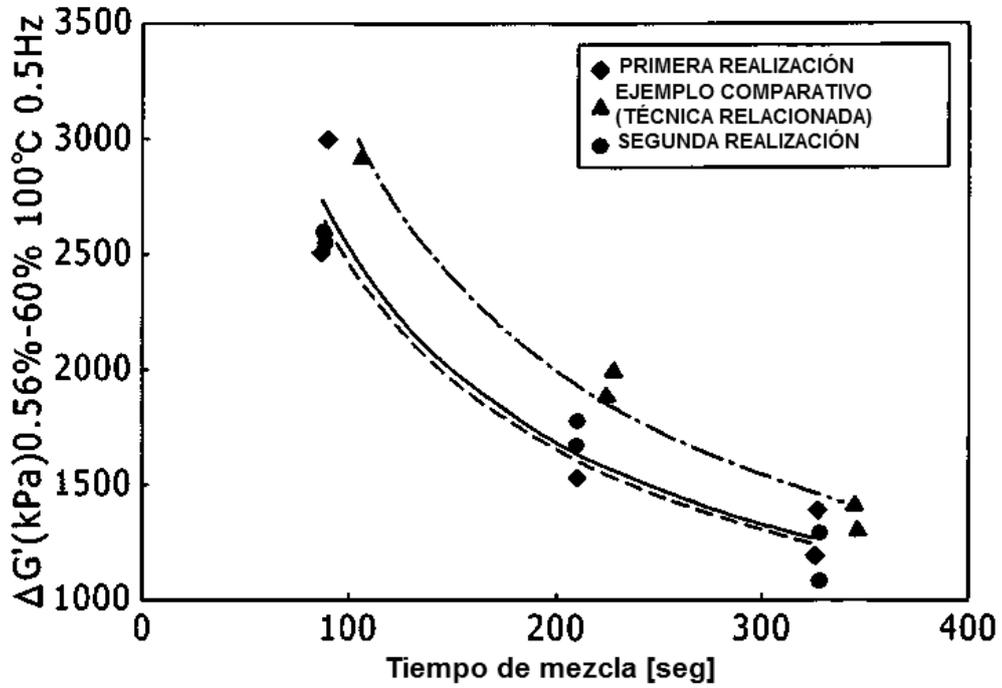


FIG. 7

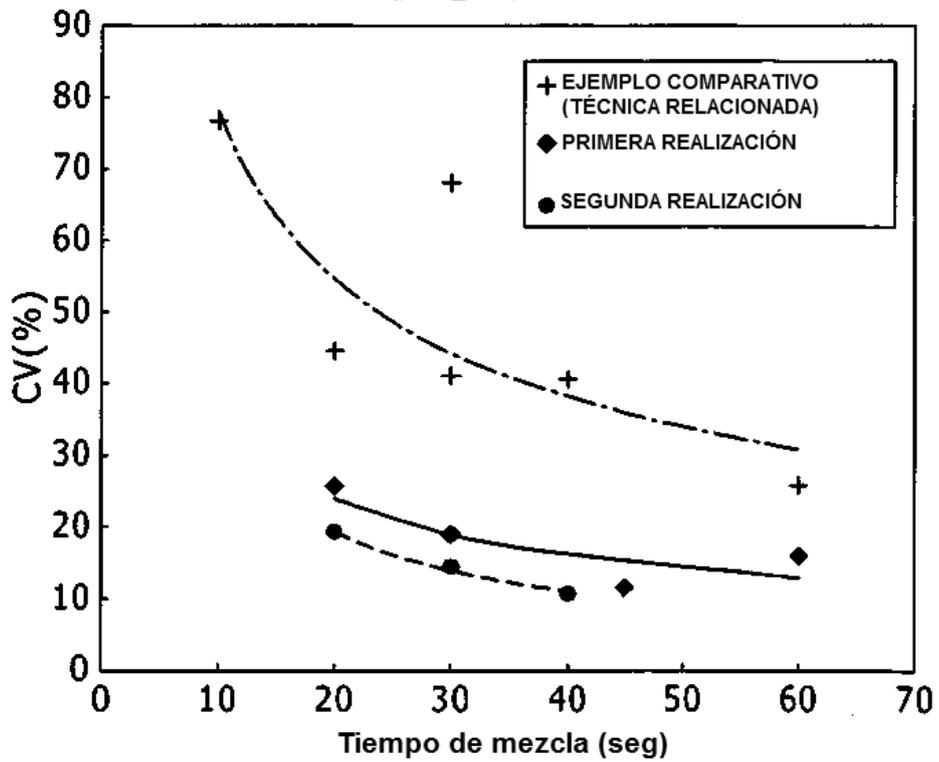


FIG. 8

