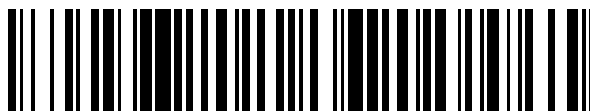


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 722**

51 Int. Cl.:

B29B 7/18 (2006.01)

B29B 7/24 (2006.01)

B29B 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2010** **E 13167207 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015** **EP 2626180**

54 Título: **Rotor de amasado para amasadora cerrada**

30 Prioridad:

15.04.2009 JP 2009098660

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.03.2015

73 Titular/es:

KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (100.0%)
10-26, Wakinohama-cho 2-chome, Chuo-ku Kobe-
shi
Hyogo 651-8585, JP

72 Inventor/es:

YOSHIDA, NORIFUMI;
UEMURA, MASAOKI;
NAKANO, HIROMI;
HAGIWARA, KATSUNOBU;
INOUE, KIMIO;
NISHIDA, MIKA y
FUKUTANI, KAZUHISA

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 532 722 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 de amasado para amasadora cerrada

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una amasadora cerrada y un rotor de amasado para la misma.

10 Antecedentes de la invención

El documento de Patente JP 6 285 349 A describe un rotor de amasado del tipo de engrane convencional según el preámbulo de la reivindicación 1. En el rotor de amasado descrito en este documento de Patente, la relación I/L entre la longitud I de la cuchilla larga del rotor y la longitud L del rotor en la dirección axial se especifica como 0,6 o más, y además, la relación a/L entre la longitud a en la dirección axial de la porción del rotor entre el extremo de la cuchilla larga y el extremo del rotor en la dirección axial, y dicha longitud L se especifica como 0,2 o menos. Por lo tanto, es posible amasar eficientemente un material por medio de la cuchilla larga. Además, dado que se puede hacer que el flujo de material se bifurque de ambos extremos de la cuchilla larga, se eliminan las no uniformidades de amasado del material.

En una amasadora cerrada, las propiedades de fluidez del material (rendimiento de la distribución) y las propiedades de cizalladura del material (rendimiento de la dispersión) son factores importantes. Sin embargo, en un rotor de amasado convencional, si se incrementa el ángulo helicoidal de la cuchilla larga, entonces aunque se elevan las propiedades de fluidez (rendimiento de la distribución), las propiedades de cizalladura (rendimiento de la dispersión) disminuyen.

25 Descripción de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una amasadora cerrada y un rotor de amasado que resuelve los problemas descritos anteriormente.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una amasadora cerrada y un rotor de amasado que tiene tanto excelentes propiedades de fluidez como excelentes propiedades de cizalladura.

Según la presente invención, el objeto anterior se logra con un rotor de amasado que tiene las características de la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] La figura 1 es un dibujo esquemático en sección transversal de una amasadora cerrada con relación a una realización de la presente invención.

[Figura 2] La figura 2 es un diagrama derecho de un rotor de amasado.

[Figura 3] La figura 3 es un diagrama frontal de un rotor de amasado (un diagrama en la dirección de la flecha A del rotor de amasado representado en la figura 2).

[Figura 4] La figura 4 es un diagrama trasero de un rotor de amasado (un diagrama en la dirección de la flecha B del rotor de amasado representado en la figura 2).

[Figura 5] La figura 5 es un diagrama de plano proyectado de secciones de amasado de un rotor de amasado.

[Figura 6] La figura 6 es un diagrama de plano proyectado de secciones de amasado de un primer rotor de amasado.

[Figura 7] La figura 7 es un diagrama de plano proyectado de secciones de amasado de un segundo rotor de amasado.

[Figura 8] La figura 8 es un diagrama proyectado superpuesto de secciones de amasado de un primer rotor de amasado y secciones de amasado de un segundo rotor de amasado.

[Figura 9] La figura 9 es un diagrama derecho de un primer rotor de amasado.

[Figura 10] La figura 10 es un diagrama derecho de un segundo rotor de amasado.

[Figura 11] La figura 11 es un diagrama derecho de un primer rotor de amasado y un segundo rotor de amasado en un estado donde las respectivas cuchillas largas están en un estado de aproximación.

[Figura 12] La figura 12 es un diagrama frontal del primer rotor de amasado y el segundo rotor de amasado representados en la figura 11.

5 [Figura 13] La figura 13 es un diagrama trasero del primer rotor de amasado y el segundo rotor de amasado representados en la figura 11.

[Figura 14] La figura 14 es un diagrama esquemático en sección transversal en la posición G-G' en la figura 8 de los dos rotores de amasado en un estado inmediatamente antes de la aproximación mutuo de las cuchillas largas.

10 [Figura 15] La figura 15 es un diagrama esquemático en sección transversal que representa un estado donde la rotación de los rotores de amasado ha avanzado desde el estado de la figura 14.

[Figura 16] La figura 16 es un diagrama esquemático en sección transversal que representa un estado donde la rotación de los rotores de amasado ha avanzado más desde el estado en la figura 15.

15 [Figura 17] La figura 17 es un diagrama esquemático en sección transversal que representa un estado donde la rotación de los rotores de amasado ha avanzado más desde el estado de la figura 16.

20 [Figura 18] La figura 18 es un diagrama expandido de un diagrama esquemático en sección transversal de un estado de aproximación de las cuchillas largas de los dos rotores de amasado representados en la figura 15.

[Figura 19] La figura 19 es un gráfico que representa la correlación entre la temperatura de salida del material de amasado y el valor $\Delta G'$ según la presente realización.

25 [Figura 20] La figura 20 es un gráfico que representa la correlación entre el ángulo helicoidal de la cuchilla del rotor de amasado y la salida extrusionada de material amasado según la presente realización.

[Figura 21] La figura 21 es un gráfico que representa las propiedades de mezcla con respecto al ángulo helicoidal de cuchilla, investigado por una prueba de perlas.

30 [Figura 22] La figura 22 es un diagrama proyectado superpuesto de las secciones de amasado de un par de rotores de amasado con relación a un ejemplo modificado.

35 [Figura 23] La figura 23 es un diagrama proyectado superpuesto de las secciones de amasado de un par de rotores de amasado con relación a un ejemplo comparativo.

Modo de llevar a la práctica la invención

40 (Composición general)

A continuación se describirá una realización de la presente invención con referencia a los dibujos.

45 Una amasadora cerrada 80 es una mezcladora biaxial por lotes, que se usa para amasar material inicial de caucho, por ejemplo. La amasadora cerrada 80 incluye una caja 70, una puerta abatible 73, un par de rotores de amasado (un primer rotor de amasado 1 y un segundo rotor de amasado 5), un tubo de suministro de material 77, un cilindro de presión neumática 78, y un lastre flotante 74.

50 La caja 70 es una sección de cuerpo principal de la amasadora cerrada 80 y se hace de metal. La caja 70 es soportada por una plataforma metálica de soporte. Dos cámaras (cámaras de amasado) 70s están formadas dentro de la caja 70. Las respectivas cámaras 70s están formadas en una forma hueca que tiene una sección transversal aproximadamente circular.

55 Un orificio de suministro de material 71 para suministrar material a amasar al interior de las cámaras 70s está dispuesto en la porción superior de la caja 70, y un orificio de descarga de material 72 para descargar material que ha sido amasado dentro de las cámaras 70s está dispuesto en la porción inferior de la caja 70. El orificio de descarga de material 72 se ha formado de manera que se extienda a lo largo de la dirección axial D del rotor de amasado (una dirección perpendicular al plano del dibujo en la figura 1, y la dirección indicada por la flecha D en otros dibujos). Dentro de la caja 70, el orificio de suministro de material 71, las dos cámaras 70s y el orificio de descarga de material 72 están conectados entre sí.

60 Un par de rotores de amasado hechos de material metálico están alojados en las dos cámaras 70s. El par de rotores de amasado se giran respectivamente en direcciones mutuamente opuestas (véase las direcciones de las flechas F, F' en la figura 1) aplicando una fuerza de accionamiento de un motor (no ilustrado).

65 La puerta abatible 73 se hace de metal y funciona como un elemento de tapa para cerrar el orificio de descarga de

material 72 de la caja 70. La puerta abatible 73 se ha dispuesto de manera que sea móvil en la dirección hacia arriba/hacia abajo. La puerta abatible 73 se baja cuando se ha de abrir el orificio de descarga de material 72, y la puerta abatible 73 se sube cuando se ha de cerrar el orificio de descarga de material 72.

El tubo de suministro de material 77 se extiende en la dirección hacia arriba/hacia abajo encima de la caja 70, y el espacio interno del tubo de suministro de material 77 está conectado al orificio de suministro de material 71. Además, una tolva 76 está dispuesta en el tubo de suministro de material 77. El lastre flotante 74 está dispuesto dentro del tubo de suministro de material 77. El lastre flotante 74 está fijado al extremo inferior de un vástago de pistón 75 y se puede mover en la dirección hacia arriba/hacia abajo conjuntamente con el vástago de pistón 75.

Se ha colocado un cilindro de presión neumática 78 encima del tubo de suministro de material 77. Un pistón 78s está dispuesto dentro del cilindro de presión neumática 78, y el pistón 78s está fijado al extremo superior del vástago de pistón 75. Cuando el lastre flotante 74 desciende debido a la acción del cilindro de presión neumática 78, material a amasar que ha sido suministrado desde la tolva 76 es suministrado al interior de la cámara 70s.

(Rotores de amasado)

A continuación se describirá el par de rotores de amasado (primer rotor de amasado 1 y segundo rotor de amasado 5). El par de rotores de amasado están alojados en las cámaras (cámara de amasado 70s) dentro de la caja 70 y están dispuestos mutuamente en paralelo. Además, el par de rotores de amasado son rotores del tipo de engrane.

Los respectivos rotores de amasado giran en direcciones mutuamente diferentes. Más específicamente, el primer rotor de amasado 1 gira en la dirección de rotación F (véase la dirección de la flecha F en los dibujos) y el segundo rotor de amasado 5 gira en la dirección de rotación F' (véase la dirección de la flecha F' en los dibujos).

El primer rotor de amasado 1 incluye una sección de rotor 10, un eje de rotación 10j, y un eje de rotación 10k (véase la figura 2 y la figura 9). La sección de rotor 10 está instalada en el eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k, y la sección de rotor 10, el eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k están dispuestos coaxialmente. Un eje de rotación 10j se extiende de manera que sobresalga de un extremo de la sección de rotor 10 en la dirección axial, y el otro eje de rotación 10k se extiende de manera que sobresalga del otro extremo de la sección de rotor 10 en la dirección axial. La sección de rotor 10, el eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k se hacen de metal. El segundo rotor de amasado 5 incluye una sección de rotor 10, un eje de rotación 10j y un eje de rotación 10k, al igual que el primer rotor de amasado 1 (véase la figura 10).

En el segundo rotor de amasado 5, la sección de rotor 10 está instalada en una disposición opuesta con respecto al eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k en comparación con la disposición de la sección de rotor 10 con respecto al eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k en el primer rotor de amasado 1 (véase la figura 9 y la figura 10). Más específicamente, en el primer rotor de amasado 1, la sección de rotor 10 está instalada con respecto al eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k de tal manera que una cuchilla media 40, que se describe a continuación, esté dispuesta en el lado del eje de rotación 10k, y una cuchilla corta 30, que se describe a continuación, esté dispuesta en el lado del eje de rotación 10j, mientras que en el segundo rotor de amasado 5, la sección de rotor 10 está instalada con respecto al eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k de tal manera que una cuchilla media 40, que se describe a continuación, esté dispuesta en el lado del eje de rotación 10j, y una cuchilla corta 30, que se describe a continuación, esté dispuesta en el lado del eje de rotación 10k. Aparte de estas direcciones de disposición, las estructuras de la sección de rotor 10, el eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k en el segundo rotor de amasado 5 son las mismas que las estructuras de la sección de rotor 10, el eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k del primer rotor de amasado 1. La descripción dada a continuación se centra principalmente en el primer rotor de amasado 1, y se omite la descripción del segundo rotor de amasado 5. Al considerar el segundo rotor de amasado 5, la referencia a la "dirección de rotación F" en la descripción del primer rotor de amasado 1 deberá reescribirse como "dirección de rotación F'".

La sección de rotor 10 es una sección dispuesta dentro de las cámaras 70s que amasa el material a amasar dentro de la cámara 70s. La sección de rotor 10 tiene un cuerpo principal de sección de rotor en forma de barra redonda 15 instalado coaxialmente con el eje de rotación 10j y el eje de rotación 10k, y tres cuchillas de amasado, a saber, una cuchilla larga 20 y dos cuchillas cortas (una cuchilla corta 30 y una cuchilla media 40). La cuchilla larga 20 y las dos cuchillas cortas (la cuchilla corta 30 y la cuchilla media 40) están dispuestas en la superficie (superficie circunferencial) del cuerpo principal de sección de rotor 15. Por medio de estas cuchillas de amasado, se aplica una fuerza de cizalladura al material a amasar que ha pasado a través del espacio libre de punta. El espacio libre de punta es el intervalo entre la porción de punta (porción de vértice de cuchilla de amasado) formada como la superficie de extremo más alejado de la cuchilla de amasado, y la superficie interior de la caja 70 que forma la cámara 70s.

Además, estas cuchillas de amasado están formadas en forma de espiral en la dirección axial D con respecto a la sección de rotor 10, centrada alrededor del eje central de la sección de rotor 10. De esta forma, dado que las cuchillas de amasado se han formado en forma de espiral, se genera un flujo de material a amasar a lo largo de la dirección axial D por la rotación de los dos rotores de amasado.

La figura 8 representa un diagrama proyectado de la sección de amasado (sección de rotor 10) del primer rotor de amasado 1 y un diagrama proyectado de la sección de amasado (sección de rotor 10) del segundo rotor de amasado 5, estando estos diagramas mutuamente superpuestos en la misma fase. En otros términos, las respectivas porciones de las secciones de amasado de los dos rotores de amasado 1 y 5 que están mutuamente enfrente cuando giran se representan en forma superpuesta en la figura 8. La forma de la sección de amasado del primer rotor de amasado 1 representada en la figura 8 corresponde a la forma representada en la figura 6, y la forma de la sección de amasado del segundo rotor de amasado 5 representada en la figura 8 corresponde a la forma representada en la figura 7.

La forma de la sección de amasado del segundo rotor de amasado 5 representada en la figura 8 es una imagen especular de la forma representada en la figura 7. Además, en la figura 8, las porciones incluidas en el segundo rotor de amasado 5 van etiquetadas con números de referencia subrayados. En la figura 5 y la figura 8, F1 representa la dirección hacia delante de la dirección de rotación F y F2 representa la dirección hacia atrás.

Además, la figura 8 representa diagramas proyectados superpuestos de los dos rotores 1 y 5 en un estado donde las fases del primer rotor de amasado 1 y las fases del segundo rotor de amasado 5 concuerdan, y en este diagrama, la dirección de rotación F y la dirección de rotación F' coinciden una con otra.

La figura 12 es un diagrama frontal de los dos rotores de amasado 1 y 5, en otros términos, un diagrama en la dirección de la flecha A en la figura 11, y la figura 13 es un diagrama trasero de los dos rotores de amasado 1 y 5, en otros términos, un diagrama en la dirección de la flecha B en la figura 11. Más específicamente, un diagrama en la dirección de la flecha K en la figura 12 y la figura 13 corresponde a la figura 11.

La figura 9 corresponde a un diagrama del primer rotor de amasado 1 visto en la dirección K en el estado de la figura 12, y la figura 10 corresponde a un diagrama del segundo rotor de amasado 5 visto en la dirección K en el estado de la figura 12. Además, en las figuras 5 a 13, la relación entre la posición en términos de la dirección de rotación y el ángulo que indica la fase concuerda en cada uno de los diagramas.

Las respectivas cuchillas de amasado se describen a continuación.

(Cuchilla larga)

La cuchilla larga 20 se ha formado en forma lineal en el diagrama de plano proyectado de la superficie de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1. Además, el ángulo helicoidal θ_1 de la cuchilla larga 20 con respecto a la dirección axial D de la sección de rotor 10 es 50 grados (véase la figura 5). En la figura 5, la cuchilla larga 20 se ha formado de manera que se extienda desde el lado superior izquierdo al lado inferior derecho. En la figura 5, el lado izquierdo corresponde al lado del eje de rotor 10j y el lado derecho corresponde al lado del eje de rotor 10k.

Además, se ha formado una sección de punta 21 como una superficie de amasado en la porción de vértice de la cuchilla larga 20. La sección de punta 21 se ha formado sustancialmente en paralelo con la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15.

Además, una primera sección de extremo 22 se ha formado en la porción de extremo de lado trasero de la cuchilla larga 20 (la porción de extremo en el lado F2) en términos de la dirección de rotación F (véase el círculo interrumpido en la figura 2 a la figura 5, la figura 8 y la figura 9, y la figura 18). Además, se ha formado un primer extremo delantero 22t en el extremo delantero de la primera sección de extremo 22 (véase el círculo interrumpido en la figura 2 y la figura 3, y la figura 5 y la figura 18). El primer extremo delantero 22t está incluido en la primera sección de extremo 22, y la primera sección de extremo 22 tiene una anchura más grande que la anchura del primer extremo delantero 22t.

Se ha formado una superficie inclinada 29 en la primera sección de extremo 22. La superficie inclinada 29 está inclinada con respecto a la dirección axial D. Además, la dirección normal a la superficie inclinada 29 está inclinada hacia el lado del eje de rotor 10j con respecto a un plano virtual que es perpendicular a la dirección axial D. Por lo tanto, en la vista lateral frontal de la figura 3, la superficie inclinada 29 es visible, pero esta superficie inclinada 29 no es visible en el diagrama de superficie trasera de la figura 4. La superficie inclinada 29 no se tiene que formar en la cuchilla larga (véase los ejemplos modificados descritos más adelante).

Se ha formado una segunda sección de extremo 23 en la porción de extremo de lado delantero de la cuchilla larga 20 (la porción de extremo en el lado F1) en términos de la dirección de rotación F (véase el círculo interrumpido en la figura 2 a la figura 5, la figura 8 y la figura 10, y la figura 18). Además, se ha formado un segundo extremo delantero 23t en el extremo delantero de la segunda sección de extremo 23 (véase el círculo interrumpido en la figura 4, y la figura 5 y la figura 18). El segundo extremo delantero 23t está incluido en la segunda sección de extremo 23, y la segunda sección de extremo 23 tiene una anchura mayor que la anchura del segundo extremo delantero 23t.

Además, se ha formado una primera superficie opuesta 24 en la porción lateral delantera de la cuchilla larga 20 en términos de la dirección de rotación F, y se ha formado una segunda superficie opuesta 25 en la porción lateral trasera de la cuchilla larga 20 en términos de la dirección de rotación F (véase la figura 5). La primera superficie opuesta 24 y la segunda superficie opuesta 25 son superficies (caras laterales) que están formadas entre la sección de punta 21 y la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15.

En la cuchilla larga 20, la longitud L1 de la línea central de la sección de punta 21 en la dirección axial D es mayor que la mitad de la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D (véase la figura 5).

La longitud L4 de la cuchilla larga 20 en la dirección de rotación F (la dirección de rotación F' en el segundo rotor de amasado 5) es mayor que la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación F, en otros términos, mayor que la mitad de la longitud de la circunferencia del cuerpo principal de sección de rotor 15 en una sección transversal perpendicular a la dirección axial D (véase la figura 5). Más específicamente, la diferencia de fase entre los respectivos extremos de la cuchilla larga 20 en la dirección de rotación F es mayor que 180 grados.

Aquí, L1 es la longitud de la cuchilla larga 20 en la dirección axial D y L2 es la longitud total del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D. En este caso, la relación entre L1 y L2 ($L1/L2$) es igual o mayor que 0,6 y menor que 1. Además, si se considera que a es la distancia, en la dirección axial D, desde un extremo de la cuchilla larga 20 (el extremo izquierdo de la cuchilla larga 20 en la figura 5 y la figura 8) hasta el extremo del cuerpo principal de sección de rotor 15 más próximo a este extremo de la cuchilla larga 20, entonces la relación entre a y L2 ($a/L2$) es mayor que 0 e igual o inferior a 0,2. Además, si se considera que b es la distancia en la dirección axial D entre el otro extremo de la cuchilla larga 20 (el extremo derecho de la cuchilla larga 20 en la figura 5 y la figura 8) y el extremo del cuerpo principal de sección de rotor 15 más próximo a este otro extremo de la cuchilla larga 20, entonces $a = b$. O a y b pueden ser diferentes. Según esta composición de la cuchilla larga 20, es posible un amasado más eficiente del material por medio de la cuchilla larga 20, en comparación con el caso donde la cuchilla larga es corta. Además, en esta composición de la cuchilla larga 20, dado que el flujo de material se bifurca de manera que pase al lado exterior de los respectivos extremos de la cuchilla larga 20, es posible lograr un amasado uniforme del material.

(Cuchilla corta)

A continuación se describirá la cuchilla corta 30. La cuchilla corta 30 se ha formado en forma lineal en el diagrama de plano proyectado de la superficie del primer rotor de amasado 1. Además, el ángulo helicoidal θ_2 de la cuchilla corta 30 con respecto a la dirección axial D es 50 grados (véase la figura 5). En la figura 5, la cuchilla corta 30 se ha formado de manera que se extienda desde el lado superior derecho al lado inferior izquierdo, en contraposición a la cuchilla larga 20.

Además, una sección de punta 31 se ha formado como una superficie de amasado en la porción de vértice de la cuchilla corta 30. La sección de punta 31 se ha formado sustancialmente en paralelo con la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15.

Además, se ha formado una superficie opuesta 32 en la porción lateral delantera de la cuchilla corta 30 en términos de la dirección de rotación F. La superficie opuesta 32 es una superficie (cara lateral) que se ha formado entre la sección de punta 31 y la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15.

En la cuchilla corta 30, la longitud L3 de la línea central de la sección de punta 31 en la dirección axial D es igual o menor que la mitad de la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 (véase la figura 5).

(Cuchilla media)

A continuación se describirá la cuchilla media 40. La cuchilla media 40 se ha formado en forma lineal en el diagrama de plano proyectado de la superficie del primer rotor de amasado 1. Además, el ángulo helicoidal θ_3 de la cuchilla media 40 con respecto a la dirección axial D es 50 grados (véase la figura 5). En la figura 5, al igual que la cuchilla larga 20, la cuchilla media 40 se ha formado de manera que se extienda desde el lado superior izquierdo al lado inferior derecho.

Además, se ha formado una sección de punta 41 como una superficie de amasado en la porción de vértice de la cuchilla media 40. La sección de punta 41 se ha formado sustancialmente en paralelo con la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15.

Además, se ha formado una superficie opuesta 42 en la porción lateral trasera de la cuchilla media 40 en términos de la dirección de rotación F (la porción trasera de extremo en la dirección longitudinal). La superficie opuesta 42 es una superficie (cara lateral) que se ha formado entre la sección de punta 41 y la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15.

En la cuchilla media 40, la longitud L3' de la línea central de la sección de punta 41 en la dirección axial D es igual o menor que la mitad de la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 (véase la figura 5). Además, L3' es mayor que L3.

(Disposición detallada de las cuchillas)

Sigue una descripción detallada de la relación posicional relativa de las cuchillas de amasado, conjuntamente con una explicación del estado de engrane del par de rotores de amasado, cuando el par de rotores de amasado giran en direcciones mutuamente opuestas dentro de las cámaras 70s, en otros términos, cuando el primer rotor de amasado 1 gira en la dirección de rotación F y el segundo rotor de amasado 5 gira en la dirección de rotación F'.

(Aproximación A)

Con la rotación de los dos rotores de amasado, las dos cuchillas cortas (cuchilla corta 30 y cuchilla media 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 (una sección de rotor) repiten alternativamente una acción de aproximación y separación en la dirección de rotación F (dirección de rotación F') con respecto a la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 (la otra sección de rotor) (véase la región de 20° a 120° en la figura 8). Esta aproximación (engrane) entre las dos cuchillas cortas (30, 40) del primer rotor de amasado 1 y la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5 se denomina "aproximación A".

En la aproximación A, la superficie opuesta 42 de la cuchilla media 40 del primer rotor de amasado 1 y la primera superficie opuesta 24 de la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5 están una enfrente de otra en la dirección de rotación. Además, en la aproximación A, la superficie opuesta 32 de la cuchilla corta 30 del primer rotor de amasado 1 y la segunda superficie opuesta 25 de la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5 están una enfrente de otra en la dirección de rotación (véase la figura 8).

Además, en el estado de la aproximación A, la porción central de la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5 (la porción central en la dirección de rotación F) está intercalada entre las dos cuchillas cortas (30 y 40) del primer rotor de amasado 1, en la dirección axial D.

(Aproximación B)

Además, con la rotación de los dos rotores de amasado, las dos cuchillas cortas (cuchilla corta 30 y cuchilla media 40) de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 (la otra sección de rotor) repiten alternativamente una acción de aproximación y separación en la dirección de rotación F (dirección de rotación F') con respecto a la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 (una sección de rotor) (véase la región de 200° a 300° en la figura 8). Esta aproximación (engrane) entre las dos cuchillas cortas del segundo rotor de amasado 5 y la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 se denomina "aproximación B".

En la aproximación B, la superficie opuesta 42 de la cuchilla media 40 del segundo rotor de amasado 5 y la primera superficie opuesta 24 de la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 están mutuamente enfrente en la dirección de rotación. Además, en la aproximación B, la superficie opuesta 32 de la cuchilla corta 30 del segundo rotor de amasado 5 y la segunda superficie opuesta 25 de la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 están mutuamente enfrente en la dirección de rotación (véase la figura 8).

Además, en el estado de la aproximación B, la porción central de la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 está intercalada entre las dos cuchillas cortas (30 y 40) del segundo rotor de amasado 5, en la dirección axial D.

(Aproximación C)

Además, con la rotación de los dos rotores de amasado, la primera sección de extremo 22 en el lado trasero, en términos de la dirección de rotación F, de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 (una sección de rotor) y la segunda sección de extremo 23 en el lado delantero, en términos de la dirección de rotación F', de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 (la otra sección de rotor) repiten alternativamente una acción de aproximación y separación mutuos (véase la región de 320° a 30° en la figura 8). Esta aproximación entre la primera sección de extremo 22 del primer rotor de amasado 1 y la segunda sección de extremo 23 del segundo rotor de amasado 5 se denomina "aproximación C". La porción C rodeada por el círculo interrumpido en la figura 8 y la figura 11 es la porción de aproximación entre la primera sección de extremo 22 del primer rotor de amasado 1 y la segunda sección de extremo 23 del segundo rotor de amasado 5 en el estado de aproximación C.

(Aproximación D)

Además, con la rotación de los dos rotores de amasado, la primera sección de extremo 22 en el lado trasero, en términos de la dirección de rotación F', de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de

amasado 5 (la otra sección de rotor) y la segunda sección de extremo 23 en el lado delantero, en términos de la dirección de rotación F, de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 (una sección de rotor) repiten alternativamente una acción de aproximación y separación mutuos (véase la región de 130° a 200° en la figura 8). Esta aproximación entre la primera sección de extremo 22 del segundo rotor de amasado 5 y la segunda sección de extremo 23 del primer rotor de amasado 1 se denomina "aproximación D".

Además, los respectivos estados de la aproximación A, aproximación B, aproximación C y aproximación D se producen en la secuencia, aproximación A, aproximación C, aproximación B y aproximación D, con la rotación del primer rotor de amasado 1 en la dirección de rotación F y la rotación del segundo rotor de amasado 5 en la dirección de rotación F'. Además, la aparición de los respectivos estados de aproximación en esta secuencia se repite cíclicamente cuando los dos rotores de amasado 1 y 5 giran. En la presente realización, las aproximaciones A, B, C y D no indican estados de contacto entre las cuchillas de los dos rotores de amasado 1 y 5. En otros términos, en los respectivos estados de las aproximaciones A, B, C, y D, se forma un intervalo ligero entre las respectivas cuchillas de los dos rotores de amasado 1 y 5.

(Estado de aproximación de las cuchillas largas)

Un estado de aproximación de las cuchillas largas, que es un estado donde las cuchillas largas de los dos rotores de amasado se acercan una a otra, se describirá con referencia a las figuras 14 a 18. Las figuras 14 a 18 muestran una vista en sección transversal de las secciones de amasado de los dos rotores de amasado perpendicular a la dirección axial D, y la posición de esta sección transversal corresponde a la posición G-G' en la figura 8 y la posición H-H en la figura 11. Además, la figura 18 corresponde a una vista ampliada de la figura 15.

Aquí, D1 es la distancia entre el eje central de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 (una sección de rotor) y el extremo delantero de la cuchilla larga 20 de dicha sección de rotor 10 (primer extremo delantero 22t), en la dirección M que enlaza los dos ejes centrales del par de secciones de rotor 10 (véase la dirección indicada con la flecha M en la figura 18). D2 es la distancia en esta dirección M entre el eje central de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 (la otra de las secciones de rotor) y el extremo delantero de la cuchilla larga 20 de dicha sección de rotor 10 (segundo extremo delantero 23t). D3 es la distancia entre los ejes centrales de las secciones de rotor 10 de los dos rotores de amasado 1 y 5. En la figura 18 se cumple la relación $D1 + D2 > D3$.

En un estado que cumple la relación $D1 + D2 > D3$ indicada anteriormente, se produce una porción de solapamiento (véase la región E en la figura 8) en la porción de extremo de la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 y la porción de extremo de la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5, en los diagramas proyectados superpuestos del par de rotores de amasado (figura 8). El "solapamiento" significa un estado donde el extremo delantero de la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5, que se ha dispuesto al lado trasero, está colocado al lado delantero del extremo trasero de la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 que está dispuesto al lado delantero, en la dirección de rotación F y la dirección de rotación F'. "Solapamiento" también se refiere, igualmente, a un estado donde el extremo delantero de la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1, que está dispuesto al lado trasero, está colocado al lado delantero del extremo trasero de la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5 que está dispuesto al lado delantero, en la dirección de rotación F y la dirección de rotación F'.

En la figura 8, la longitud indicada por L_{OL} es la longitud de solapamiento. Además, en una sección transversal perpendicular a la dirección axial D de los rotores de amasado 1 y 5 representados en la figura 18, la longitud de solapamiento es $D1 + D2 - D3$. El "estado de aproximación de las cuchillas largas" significa un estado donde se establece la relación $D1 + D2 > D3$ y donde $(D1 + D2 - D3)$ es máximo.

Antes y después del estado de aproximación de las cuchillas largas, la relación posicional de las cuchillas largas 20 de los rotores de amasado 1 y 5 cambia en la secuencia representada en la figura 14, la figura 15, la figura 16 y la figura 17, debido a la rotación de los dos rotores de amasado 1 y 5. El estado de aproximación de las cuchillas largas tiene lugar dos veces con cada revolución de los dos rotores de amasado 1 y 5. Uno de los dos estados de aproximación de las cuchillas largas que tiene lugar se denomina el primer estado de aproximación de las cuchillas largas y el otro se denomina el segundo estado de aproximación de las cuchillas largas.

En la figura 18, la relación $D1 + D2 > D3$ se describe con respecto a un ejemplo del primer estado de aproximación de las cuchillas largas (el estado de oposición A descrito más adelante y el estado de aproximación C descrito anteriormente), pero esta relación también se establece de manera similar en el segundo estado de aproximación de las cuchillas largas (el estado de oposición B descrito más adelante y el estado de aproximación D descrito anteriormente). En el segundo estado de aproximación de las cuchillas largas, el valor D1 en la expresión $D1 + D2 > D3$ es la distancia en la dirección M entre el eje central de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 (la otra sección de rotor) y el extremo delantero de la cuchilla larga 20 de dicha sección de rotor 10 (el primer extremo delantero 22t), y el valor D2 es la distancia entre el eje central de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 (una sección de rotor) y el extremo delantero de la cuchilla larga 20 (el segundo extremo delantero 23t) con respecto a la dirección M.

(Oposición A)

En el primer estado de aproximación de las cuchillas largas, la primera sección de extremo 22 de la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 y la segunda sección de extremo 23 de la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5 están una enfrente de otra en la dirección de rotación de la sección de rotor 10 en una línea que enlaza los respectivos ejes centrales de las secciones de rotor 10 de los dos rotores de amasado 1 y 5 (véase la línea de trazos corto y largo L en la figura 18), en otros términos, en una dirección J (véase la dirección J representada por la flecha en la figura 18) perpendicular a la línea recta L. Esto se denomina oposición A. La oposición A tiene lugar conjuntamente con la aproximación C.

(Oposición B)

En el segundo estado de aproximación de las cuchillas largas, la primera sección de extremo 22 de la cuchilla larga 20 del segundo rotor de amasado 5 y la segunda sección de extremo 23 de la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 están una enfrente de otra en la dirección de rotación de la sección de rotor 10 en una línea que enlaza los respectivos ejes centrales de las secciones de rotor 10 de los dos rotores de amasado 1 y 5 (véase la línea de trazos corto y largo L en la figura 18), en otros términos, en una dirección J (véase la dirección J representada por la flecha en la figura 18) perpendicular a la línea recta L. Esto se denomina oposición B. La oposición B tiene lugar conjuntamente con la aproximación D.

(Efectos beneficiosos)

A continuación se describirán los efectos beneficiosos obtenidos por medio de los rotores de amasado y la amasadora cerrada 80 según la presente realización.

El primer rotor de amasado 1 es un rotor de amasado del tipo de engrane de una amasadora cerrada 80, como se ha descrito anteriormente, e incluye una sección de rotor 10 que está dispuesta en una cámara 70s de la amasadora cerrada 80. La sección de rotor 10 tiene un cuerpo principal de sección de rotor 15 de una forma cilíndrica redonda, y una cuchilla larga 20 y dos cuchillas cortas (30, 40) dispuestas en la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15; la longitud L4 de la cuchilla larga 20 en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación F. Además, la relación $(L1/L2)$ entre la longitud L1 de la cuchilla larga 20 en la dirección axial D de la sección de rotor 10 y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D es igual o mayor que 0,6 y menor que 1, y la relación $(a/L2)$ entre la distancia a en la dirección axial D desde un extremo de la cuchilla larga 20 al extremo del cuerpo principal de sección de rotor 15, y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D es mayor que 0 e igual o menor que 0,2. Las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 están dispuestas de tal manera que, en un caso donde la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de las cámaras 70s de la amasadora cerrada 80 y se giran en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 repiten una acción de aproximación y separación en la dirección de rotación F (dirección de rotación F') de la sección de rotor 10 con respecto a la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5, y en los estados de aproximación descritos anteriormente, la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 está intercalada en la dirección axial D entre las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1. Además, la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 está dispuesta de tal manera que, en un caso donde la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de las cámaras 70s de la amasadora cerrada 80 y se giran en direcciones mutuamente opuestas, la primera sección de extremo 22 que es la porción de extremo de lado trasero de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 en la dirección de rotación F de dicha sección de rotor 10 y la segunda sección de extremo 23 que es la porción de extremo de lado delantero de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 en la dirección de rotación F' de dicha sección de rotor 10 repiten alternativamente una acción de aproximación y separación mutuos, y en el estado de aproximación descrito anteriormente (primer estado de aproximación de las cuchillas largas), la primera sección de extremo 22 del primer rotor de amasado 1 y la segunda sección de extremo 23 del segundo rotor de amasado 5 están una enfrente de otra en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 (dirección J) en una línea recta L que enlaza los ejes centrales del par de secciones de rotor 10, en una sección transversal perpendicular a la dirección axial D (sección transversal G-G').

En esta composición, la longitud L4 de la cuchilla larga 20 en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación F, y cuando las cuchillas largas 20 del par de secciones de rotor 10 se acercan una a otra, la primera sección de extremo 22 y la segunda sección de extremo 23 de estas cuchillas largas 20 están una enfrente de otra en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 en la línea recta L que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor 10, en otros términos, en una dirección perpendicular a la línea recta L que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor 10. En consecuencia, dado que las secciones de extremo mutuamente opuestas de las cuchillas largas 20 del par de secciones de rotor 10 cierran el recorrido de escape de material dentro de las cámaras 70s, es posible reducir o eliminar el escape de material por el intervalo entre las dos

secciones de extremo. Por lo tanto, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material por los rotores de amasado. Además, en la presente composición, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material por los rotores de amasado por medio de las secciones de extremo del par de cuchillas largas 20, y por lo tanto es posible mantener unas altas propiedades de cizalladura aunque las propiedades de fluidez del material de los rotores de amasado se eleven incrementando el ángulo helicoidal de las cuchillas largas 20. En consecuencia, en la presente composición se obtiene un rotor de amasado que tiene tanto excelentes propiedades de fluidez del material como excelentes propiedades de cizalladura del material.

Aquí se han descrito los efectos beneficiosos obtenidos con el primer rotor de amasado 1, pero también se obtienen efectos beneficiosos similares por medio del segundo rotor de amasado 5. Al considerar el segundo rotor de amasado 5, la referencia a "dirección de rotación F" en la descripción de los efectos beneficiosos dada anteriormente se deberá reescribir como "dirección de rotación F".

Además, en el primer rotor de amasado 1, la cuchilla larga 20 tiene un ángulo helicoidal de 50° con respecto a la dirección axial D. Dado que el ángulo helicoidal de la cuchilla larga 20 es igual o mayor que 50° e igual o menor que 57° , entonces es posible suprimir suficientemente la variación en la operación de mezcla por los rotores de amasado.

La amasadora cerrada 80 incluye: una caja 70 en la que se han dispuesto cámaras 70s, y que tiene un orificio de suministro de material 71 dispuesto en una posición encima de las cámaras 70s y un orificio de descarga de material 72 dispuesto en una posición debajo de las cámaras 70s, sellándose herméticamente las cámaras 70s cerrando el orificio de suministro de material 71 y el orificio de descarga de material 72, y un primer rotor de amasado 1 y un segundo rotor de amasado 5 de un tipo de engrane que están alojados en las cámaras 70s y que están dispuestos mutuamente en paralelo. Además, cada uno de los respectivos rotores de amasado 1 y 5 tiene una sección de rotor 10 y las respectivas secciones de rotor 10 tienen un cuerpo principal de sección de rotor 15 de forma cilíndrica redonda, una cuchilla larga 20 y dos cuchillas cortas (cuchilla corta 30 y cuchilla media 40) que están dispuestas en la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15 de la sección de rotor 10. En cada sección de rotor 10, la longitud L4 de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 en la dirección de rotación F (dirección de rotación F') es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación F (dirección de rotación F'). Además, en cada una de las secciones de rotor 10, la relación (L1/L2) entre la longitud L1 de la cuchilla larga 20 en la dirección axial D de la sección de rotor 10 y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D es igual o mayor que 0,6 y menor que 1, y la relación (a/L2) entre la distancia a en la dirección axial D desde un extremo de la cuchilla larga 20 al extremo del cuerpo principal de sección de rotor 15, y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D es mayor que 0 e igual o menor que 0,2. Las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 están dispuestas de tal manera que, en un caso donde la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 giran en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 repiten alternativamente una acción de aproximación y separación en la dirección de rotación F (dirección de rotación F') de la sección de rotor 10 con respecto a la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5, y en los estados de aproximación descritos anteriormente, la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 está intercalada en la dirección axial D entre las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1. Además, la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 está dispuesta de tal manera que, en un caso donde la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 giran en direcciones mutuamente opuestas, la primera sección de extremo 22 que es la porción de extremo de lado trasero de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 en la dirección de rotación F de dicha sección de rotor 10 y la segunda sección de extremo 23 que es la porción de extremo de lado delantero de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 en la dirección de rotación F' de dicha sección de rotor 10 repiten alternativamente una acción de aproximación y separación mutuos, y en el estado de aproximación descrito anteriormente (primer estado de aproximación de las cuchillas largas), la primera sección de extremo 22 del primer rotor de amasado 1 y la segunda sección de extremo 23 del segundo rotor de amasado 5 están una enfrente de otra mutuamente en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 (dirección J) en una línea recta L que enlaza los ejes centrales del par de secciones de rotor 10, en una sección transversal perpendicular a la dirección axial D.

En esta composición, la longitud L4 de la cuchilla larga 20 en la dirección de rotación de la sección de rotor 10 es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación, y cuando las cuchillas largas 20 del par de secciones de rotor 10 se acercan una a otra, la primera sección de extremo 22 y la segunda sección de extremo 23 de estas cuchillas largas 20 están una enfrente de otra en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 en la línea recta L que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor 10, en otros términos, en una dirección perpendicular a la línea recta L que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor 10. En consecuencia, dado que las secciones de extremo mutuamente opuestas de las cuchillas largas 20 del par de secciones de rotor 10 cierran el recorrido de escape de material dentro de las cámaras 70s, es posible reducir o eliminar el escape de material por el intervalo entre las dos secciones de extremo. Por lo tanto, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material por la amasadora cerrada 80. Además, en la presente composición, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material por la

amasadora cerrada 80 por medio de las secciones de extremo del par de cuchillas largas 20, y por lo tanto es posible mantener unas altas propiedades de cizalladura aunque las propiedades de fluidez del material de la amasadora cerrada 80 se eleven incrementando el ángulo helicoidal de las cuchillas largas 20. En consecuencia, en la presente composición se obtiene una amasadora cerrada 80 que tiene tanto excelentes propiedades de fluidez del material como excelentes propiedades de cizalladura del material.

El primer rotor de amasado 1 es un rotor de amasado del tipo de engrane de una amasadora cerrada 80, e incluye una sección de rotor 10 que está dispuesta en una cámara 70s de la amasadora cerrada 80. La sección de rotor 10 tiene un cuerpo principal de sección de rotor 15 de forma cilíndrica redonda, y una cuchilla larga 20 y dos cuchillas cortas (30, 40) dispuestas en la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15; la longitud L4 de la cuchilla larga 20 en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación F. Además, la relación $(L1/L2)$ entre la longitud L1 de la cuchilla larga 20 en la dirección axial D de la sección de rotor 10 y la longitud total L2 de la sección de rotor 10 en la dirección axial D es igual o mayor que 0,6 y menor que 1, y la relación $(a/L2)$ entre la distancia a en la dirección axial D desde un extremo de la cuchilla larga 20 al extremo del cuerpo principal de sección de rotor 15, y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D es mayor que 0 e igual o menor que 0,2. Las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 están dispuestas de tal manera que, en un caso donde la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de las cámaras 70s de la amasadora cerrada 80 y giran en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 repiten alternativamente una acción de aproximación y separación en la dirección de rotación F (dirección de rotación F') de la sección de rotor 10 con respecto a la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5, y en los estados de aproximación descritos anteriormente, la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 está intercalada en la dirección axial D entre las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1. Además, entonces la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 está dispuesta de tal manera que, en un caso donde la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de las cámaras 70s de la amasadora cerrada 80 y giran en direcciones mutuamente opuestas, la primera sección de extremo 22 que es la porción de extremo de lado trasero de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 en la dirección de rotación F de dicha sección de rotor 10 y la segunda sección de extremo 23 que es la porción de extremo de lado delantero de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 en la dirección de rotación F' de dicha sección de rotor 10 repiten alternativamente una acción de aproximación y separación mutuos, y en el estado de aproximación descrito anteriormente, la distancia D1 entre el eje central de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y el primer extremo delantero 22t de la cuchilla larga 20, la distancia D2 entre el eje central de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 y el segundo extremo delantero 23t de la cuchilla larga 20, y la distancia D3 entre los ejes centrales del par de secciones de rotor 10, cumplen la relación $D1 + D2 > D3$, en la dirección M que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor 10 en una sección transversal perpendicular a la dirección axial D (sección G-G').

En esta composición, la longitud L4 de la cuchilla larga 20 en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación F, y además, las distancias D1, D2 y D3 en la dirección M que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor 10 cumplen la relación $D1 + D2 > D3$. Por lo tanto, en los diagramas proyectados superpuestos del par de rotores de amasado 1 y 5, se produce una porción de solapamiento mutuo en la dirección de rotación de las secciones de rotor 10 entre las porciones de extremo de las cuchillas largas 20 del par de rotores de amasado 1 y 5. En otros términos, en el diagrama proyectado superpuesto del par de rotores de amasado 1 y 5, tiene lugar una porción donde el extremo delantero de la cuchilla larga 20 que está dispuesta al lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor 10 se coloca al lado delantero del extremo trasero de la cuchilla larga 20 que está dispuesta al lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor 10 (véase la región E en la figura 8). En consecuencia, dado que las secciones de extremo mutuamente opuestas de las cuchillas largas 20 del par de secciones de rotor 10 cierran el recorrido de escape de material dentro de las cámaras 70s, es posible reducir o eliminar el escape de material por el intervalo entre las dos secciones de extremo. Por lo tanto, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material por los rotores de amasado 1 y 5. Además, en la presente composición, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material por los rotores de amasado 1 y 5 por medio de las secciones de extremo del par de cuchillas largas 20, y por lo tanto es posible mantener altas propiedades de cizalladura aunque las propiedades de fluidez del material de los rotores de amasado 1 y 5 se eleven incrementando el ángulo helicoidal de las cuchillas largas 20. En consecuencia, en la presente composición se obtiene un rotor de amasado que tiene tanto excelentes propiedades de fluidez del material como excelentes propiedades de cizalladura del material.

Aquí se han descrito los efectos beneficiosos obtenidos por el primer rotor de amasado 1, pero también se obtienen efectos beneficiosos similares por medio del segundo rotor de amasado 5. Al considerar el segundo rotor de amasado 5, la referencia a la "dirección de rotación F" en la descripción de los efectos beneficiosos dada anteriormente deberá reescribirse como "dirección de rotación F".

La amasadora cerrada 80 incluye: una caja 70 en la que se ha dispuesto cámaras 70s, y que tiene un orificio de suministro de material 71 dispuesto en una posición encima de las cámaras 70s y un orificio de descarga de material 72 dispuesto en una posición debajo de las cámaras 70s, sellándose herméticamente las cámaras 70s cerrando el orificio de suministro de material 71 y el orificio de descarga de material 72, y un primer rotor de amasado 1 y un segundo rotor de amasado 5 de un tipo de engrane que están alojados en las cámaras 70s y que están dispuestos mutuamente en paralelo. Además, cada uno de los respectivos rotores de amasado 1 y 5 tiene una sección de rotor 10, y las respectivas secciones de rotor 10 tienen el cuerpo principal de sección de rotor 15 de forma cilíndrica redonda, una cuchilla larga 20 y dos cuchillas cortas (cuchilla corta 30 y cuchilla media 40) que están dispuestas en la superficie del cuerpo principal de sección de rotor 15. En cada sección de rotor 10, la longitud L4 de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 en la dirección de rotación F (dirección de rotación F') es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación F (dirección de rotación F'). Además, en cada una de las secciones de rotor 10, la relación (L1/L2) entre la longitud L1 de la cuchilla larga 20 en la dirección axial D de la sección de rotor 10 y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D es igual o mayor que 0,6 y menor que 1, y la relación (a/L2) entre la distancia a en la dirección axial D desde un extremo de la cuchilla larga 20 al extremo del cuerpo principal de sección de rotor 15, y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección axial D es mayor que 0 e igual o menor que 0,2. Las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 están dispuestas de tal manera que, en un caso donde la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 giran en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas (30, 40) del primer rotor de amasado 1 repiten alternativamente una acción de aproximación y separación en la dirección de rotación F (dirección de rotación F') de la sección de rotor 10 con respecto a la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5, y en los estados de aproximación descritos anteriormente, la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 está intercalada en la dirección axial D entre las dos cuchillas cortas (30, 40) de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1. Además, la cuchilla larga 20 del primer rotor de amasado 1 está dispuesta de tal manera que, en un caso donde la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 giran en direcciones mutuamente opuestas, la primera sección de extremo 22 que es la porción de extremo de lado trasero de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 en la dirección de rotación F de dicha sección de rotor 10 y la segunda sección de extremo 23 que es la porción de extremo de lado delantero de la cuchilla larga 20 de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 en la dirección de rotación F' de dicha sección de rotor 10 repiten alternativamente una acción de aproximación y separación mutuos, y en el estado de aproximación descrito anteriormente, la distancia D1 entre el eje central de la sección de rotor 10 del primer rotor de amasado 1 y el extremo delantero de la cuchilla larga 20 de dicha sección de rotor 10, la distancia D2 entre el eje central de la sección de rotor 10 del segundo rotor de amasado 5 y el extremo delantero de la cuchilla larga 20 de dicha sección de rotor 10, y la distancia D3 entre los ejes centrales del par de secciones de rotor 10, cumplen la relación $D1 + D2 > D3$ en la dirección M que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor 10, en una sección transversal perpendicular a la dirección axial D.

En esta composición, la longitud L4 de la cuchilla larga 20 en la dirección de rotación F de la sección de rotor 10 es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor 15 en la dirección de rotación F, y además, las distancias D1, D2 y D3 en la dirección M que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor 10 cumplen la relación $D1 + D2 > D3$. Por lo tanto, en los diagramas proyectados superpuestos del par de rotores de amasado 1 y 5, se produce una porción de solapamiento mutuo en la dirección de rotación de las secciones de rotor 10 entre las porciones de extremo de las cuchillas largas 20 del par de rotores de amasado 1 y 5. En otros términos, en el diagrama proyectado superpuesto del par de rotores de amasado 1 y 5, tiene lugar una porción donde el extremo delantero de la cuchilla larga 20 que está dispuesto al lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor 10 se coloca al lado delantero del extremo trasero de la cuchilla larga 20 que está dispuesta al lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor 10 (véase la región E en la figura 8). En consecuencia, dado que las secciones de extremo mutuamente opuestas de las cuchillas largas 20 del par de secciones de rotor 10 cierran el recorrido de escape de material dentro de las cámaras 70s, y por lo tanto es posible reducir o eliminar el escape de material por el intervalo entre las dos secciones de extremo. Por lo tanto, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material por la amasadora cerrada 80. Además, en la presente composición, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material por la amasadora cerrada 80 por medio de las secciones de extremo del par de cuchillas largas 20, y por lo tanto es posible mantener altas propiedades de cizalladura aunque las propiedades de fluidez del material de la amasadora cerrada 80 se eleven incrementando el ángulo helicoidal de las cuchillas largas 20. En consecuencia, en la presente composición, se obtiene una amasadora cerrada 80 que tiene tanto excelentes propiedades de fluidez del material como excelentes propiedades de cizalladura del material.

Además, si las porciones de aproximación de las cuchillas de amasado son pocas en los dos rotores de amasado 1 y 5, entonces el material a amasar que se ha unido a las cuchillas de amasado de uno de los rotores de amasado permanece unido en vez de ser raspado por las cuchillas de amasado del otro rotor de amasado, y por lo tanto permanece en la superficie de las cuchillas de amasado del rotor de amasado. En la presente realización, las cuchillas de amasado de los dos rotores de amasado 1 y 5 se acercan una a otra en mayor número de posiciones que en un rotor de amasado convencional donde el par de cuchillas largas no se solapan mutuamente. Más específicamente, considerando en concreto la cuchilla larga 20 de una de las secciones de rotor 10, esta cuchilla

larga 20 no solamente está enfrente de las dos cuchillas cortas (cuchilla corta 30 y cuchilla media 40) de la otra sección de rotor 10 en dos posiciones, sino que también la cuchilla larga 20 está enfrente de la cuchilla larga 20 de la otra sección de rotor 10 en las dos posiciones de la primera sección de extremo 22 y la segunda sección de extremo 23 de la cuchilla larga 20. En otros términos, una cuchilla larga 20 tiene porciones de aproximación en

cuatro posiciones con respecto a la otra cuchilla larga 20. Por lo tanto, en la amasadora cerrada 80, es posible impedir que el material para amasado permanezca parcialmente unido a la superficie de las secciones de rotor 10 de los rotores de amasado y gire conjuntamente con las secciones de rotor 10 en un estado de cubrir las superficies de las secciones de rotor 10.

Como se ha descrito anteriormente, en la amasadora cerrada 80 según la presente realización, hay gran número de porciones de aproximación entre las cuchillas de amasado del par de rotores de amasado 1 y 5. Por lo tanto, se raspa una gran cantidad de material a amasar de las superficies de los rotores de amasado en las porciones de aproximación de las respectivas cuchillas de amasado, y por lo tanto queda expuesta una gran área de contacto superficial de la superficie de los rotores de amasado que hace contacto con el material a amasar. Además, dado que la frecuencia de aproximación entre las cuchillas de amasado del par de rotores de amasado 1 y 5 es alta, el tiempo durante el que la superficie de contacto está cubierta con el material a amasar es pequeño. En consecuencia, se obtienen excelentes efectos de amasado por medio de la amasadora cerrada 80.

(Ejemplos prácticos)

A continuación se describirán ejemplos prácticos de la amasadora cerrada según la presente invención.

(Experimento 1)

En primer lugar, se llevó a cabo un experimento consistente en amasar material a amasar usando una amasadora cerrada (una Kobelco BB=16) que incorpora rotores de amasado según el ejemplo práctico de la presente invención, y se evaluó la calidad del material después del amasado (experimento 1). Aquí, la calidad del material se evaluó midiendo el valor $\Delta G'$ del material. El valor $\Delta G'$ significa la diferencia entre el módulo elástico de almacenamiento en el caso de pequeña deformación por distorsión del material después del amasado y el módulo elástico de almacenamiento en el caso de gran deformación por distorsión del material después del amasado, y es un indicador que se usa para determinar la calidad en relación a la dispersión de relleno en el material después del amasado. El módulo elástico de almacenamiento en el caso de pequeña deformación por distorsión del material después del amasado se obtiene a partir de las propiedades viscoelásticas de una composición de caucho sin vulcanizar. Si el valor $\Delta G'$ es pequeño, entonces la calidad del material amasado en relación a la dispersión de relleno es buena. Además, $\Delta G'$ se representa por la diferencia en los módulos de rigidez entre un material combinado con sílice y un material que no se combina con sílice.

(Agentes de mezcla y PHR)

Los materiales combinados conjuntamente como el material a amasar en el experimento presente y sus valores PHR se exponen a continuación.

S-SBR: 96

BR: 30

Sílice: 80

Agente de acoplamiento de sílice: 6,4

ZnO: 3,0

Ácido esteárico: 2,0

Aceite aromático: 15

Antidegradante de caucho 6 PPD: 1,5

Cera antiozonante: 1,0

PHR (partes por cien de caucho; partes en peso) significa los pesos de los respectivos ingredientes cuando el peso de caucho es 100. S-SBR es un caucho de estireno butadieno polimerizado en solución y BR es un caucho de butadieno. Además, PPD es p-fenilen diamina.

(Ejemplos comparativos)

A continuación se describirá un ejemplo comparativo del experimento 1. La amasadora cerrada según el ejemplo comparativo usa dos rotores de amasado (rotor de amasado 901 y rotor de amasado 905) que se representan en el diagrama proyectado superpuesto de la figura 23. El rotor de amasado 901 y el rotor de amasado 905 según este ejemplo comparativo incluyen respectivamente un cuerpo principal de sección de rotor 915 de forma cilíndrica redonda y tres cuchillas de amasado (una cuchilla larga 920, una cuchilla corta 930 y una cuchilla media 940) que están dispuestas en la superficie de este cuerpo principal de sección de rotor 915.

En la figura 23, las porciones etiquetadas con los números de referencia 901, 905, 910, 915, 920, 921, 924, 925, 929, 930, 931, 932, 940, 941 y 942 corresponden respectivamente a las porciones etiquetadas con los números de referencia 1, 5, 10, 15, 20, 21, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 40, 41 y 42 de la realización descrita anteriormente. Además, en la figura 23, los números de referencia de las porciones incluidas en el rotor de amasado 901 no están subrayados, mientras que los números de referencia de las porciones incluidas en el rotor de amasado 905 están subrayados.

En este ejemplo comparativo, la longitud de la cuchilla larga 920 en la dirección de rotación F del rotor de amasado 901 es menor que la mitad de la longitud total del cuerpo principal de sección de rotor 915 en la dirección de rotación F. En el ejemplo comparativo, no hay porciones de solapamiento en las respectivas secciones de extremo del par de cuchillas largas 920, como se ha indicado dentro del círculo interrumpido N en la figura 23. La porción entre las secciones de extremo de las dos cuchillas largas 920 representada dentro del círculo interrumpido N forma un recorrido de escape de material.

Además, en el ejemplo comparativo, los ángulos helicoidales de la cuchilla larga 920, la cuchilla corta 930 y la cuchilla media 940 con respecto a la dirección axial D son los mismos que los ángulos helicoidales de las porciones correspondientes en el rotor de amasado relativo al ejemplo práctico que se usó en el experimento 1 descrito anteriormente. Además, en el par de rotores de amasado del ejemplo comparativo, con la rotación de los rotores de amasado, mientras que la cuchilla larga 920 de un rotor de amasado está intercalada entre las dos cuchillas cortas del otro rotor de amasado (cuchilla corta 930 y cuchilla media 940) en la dirección axial D, estas dos cuchillas cortas repiten una acción de aproximación y separación con respecto a la cuchilla larga 920.

En la figura 19, los resultados de amasado al usar el primer rotor de amasado 1 y el segundo rotor de amasado 5 del ejemplo práctico descrito anteriormente se indican con una línea continua, y los resultados de amasado al usar rotores de amasado según el ejemplo comparativo se indican con una línea discontinua. El eje vertical del gráfico es el valor $\Delta G'$, y el eje horizontal es la temperatura del material amasado (temperatura de salida) cuando es descargado por la salida de descarga de material 72.

Como se representa en la figura 19, los resultados del experimento de amasado indican que el valor $\Delta G'$ relativo al ejemplo práctico es inferior al valor $\Delta G'$ del ejemplo comparativo, en el rango de temperatura de 155°C a 160°C del material. A partir de este resultado, según el ejemplo presente, se puede ver que la calidad del material amasado se mejora en comparación con el ejemplo comparativo.

En el caso de un material a amasar que combina sílice, se combina un agente de acoplamiento de sílice con el fin de unir la sílice y el caucho, y este agente de acoplamiento de sílice reacciona con la sílice en el rango de temperatura del material de 140°C a 160°C, por ejemplo, (rango de temperatura alta). En consecuencia, para que la reacción entre la sílice y el agente de acoplamiento de sílice tenga lugar eficientemente, hay que amasar uniformemente la sílice y el agente de acoplamiento de sílice en el rango de temperatura de aproximadamente 140°C a 160°C. A condición de que el ángulo helicoidal de las tres cuchillas de amasado del rotor de amasado (la cuchilla larga, la cuchilla media y la cuchilla corta) sea igual o mayor que 45 grados e igual o menor que 61 grados, es posible el amasado uniforme de la sílice y el agente de acoplamiento de sílice.

Además, en el ejemplo práctico presente, se combina sílice con el material a amasar, pero incluso en el caso de amasar un material a amasar que incluya una gran cantidad de otros agentes de mezcla (relleno, o análogos), se obtienen efectos beneficiosos satisfactorios con respecto a la dispersibilidad de los agentes de mezcla, si se usa la amasadora cerrada incluyendo los rotores de amasado según el ejemplo práctico.

(Experimento 2)

A continuación se calculó la relación entre la salida extrusionada del material durante el amasado en la dirección axial D del rotor de amasado y el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado. La salida extrusionada de material es un indicador de las características fluidas del material en la dirección axial D de los rotores de amasado en la amasadora cerrada, y cuanto más grande es este valor, más altas son las características fluidas y más uniforme es el amasado del material que se puede lograr. La salida extrusionada de material Q se expresa por la ecuación siguiente.

$$Q = \alpha \cdot N - (\beta \cdot \Delta P / \mu) - (\gamma \cdot \Delta P / \mu)$$

Q: salida extrusionada de material

N: velocidad de rotación de rotor [s^{-1}]

5 μ : viscosidad [Pa·s]

ΔP : cambio de presión [Pa]

α , β , γ : coeficientes relativos a la forma del rotor

10 La figura 20 muestra los resultados del cálculo usando la ecuación dada anteriormente. En la figura 20, el eje vertical indica el valor relativo de la velocidad de extrusión del material, y el eje horizontal indica el ángulo helicoidal de las tres cuchillas de amasado (cuchilla larga, cuchilla media y cuchilla corta). Como se muestra en la figura 20, los resultados del experimento demostraron que la salida extrusionada de material es menor si el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado es demasiado pequeño o demasiado grande. Además, en la figura 20, también se puede ver que la salida extrusionada de material es grande cuando el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado es del rango de 43° o mayor y 61° o inferior, y por lo tanto las propiedades de fluidez del material son más altas en este rango. Además, también se puede ver que la salida extrusionada de material es aún mayor cuando el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado es del rango de 47° o mayor y 57° o menor, y por lo tanto las propiedades de fluidez del material son aún más altas en este rango. La salida extrusionada de material fue máxima cuando el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado era de cerca de 50° .

(Experimento 3)

25 A continuación se realizó una prueba de perlas usando la amasadora cerrada según la presente realización (experimento 3). Una prueba de perlas es un experimento en el que se amasa un material modelo en el que se ha introducido gran número de perlas y se evalúa el estado de distribución (estado de fluidez) de las perlas en el material después del amasado. Además, este experimento se realizó poniendo el tiempo de amasado de material respectivamente a 30 segundos y 40 segundos.

30 En el experimento presente, al igual que en el experimento 1, se llevó a cabo un experimento de amasado usando rotores de amasado que tenían cuchillas largas de una longitud en la dirección de rotación F mayor que la mitad de la longitud total de las secciones de rotor 10, estando dispuestas las cuchillas largas de tal manera que hubiese porciones de solapamiento de las respectivas porciones de extremo de las cuchillas largas de los dos rotores de amasado, y teniendo los mismos ángulos helicoidales de las respectivas cuchillas de amasado de los rotores de amasado con respecto a la dirección axial D que los ángulos helicoidales de las respectivas cuchillas de amasado de los rotores de amasado usados en el experimento 1. En este experimento de amasado, después de amasar el material modelo conteniendo perlas dentro de las cámaras, el interior de las cámaras se dividió en una pluralidad de regiones sustancialmente del mismo volumen, se extrajo una cantidad preestablecida del material modelo respectivamente de cada una de estas regiones, y se midió el número de perlas contenidas en cada uno de los materiales modelo así extraídos respectivamente. Acto seguido, se calculó el número medio y la desviación estándar del número medido de perlas contenidas en el material modelo en cada una de las regiones, y el valor de desviación estándar/valor medio se determinó dividiendo la desviación estándar por el valor medio. Los resultados del cálculo se indican en la figura 21.

45 El eje vertical en la figura 21 indica el valor de desviación estándar/valor medio, y cuanto menor es este valor, más uniformemente se mezclan las perlas en el material modelo. En otros términos, cuanto menor es el valor de desviación estándar/valor medio, mejor es la evaluación que se puede aplicar al rendimiento de la distribución y la eficacia de mezcla de los rotores de amasado y la amasadora que los incluye. Además, el eje horizontal en la figura 21 indica el ángulo helicoidal de las tres cuchillas de amasado (la cuchilla larga, la cuchilla media y la cuchilla corta). La línea de dos puntos y trazo "ave 30s/40s" en la figura 21 representa el valor medio de "desviación estándar/valor medio" cuando el tiempo de amasado es 30 segundos y "desviación estándar/valor medio" cuando el tiempo de amasado es 40 segundos. Este valor medio se halla derivando la media aritmética del valor de "desviación estándar/valor medio" para un tiempo de amasado de 30 segundos y el valor de "desviación estándar/valor medio" para un tiempo de amasado de 40 segundos, respectivamente para diferentes ángulos helicoidales de las cuchillas de amasado. El valor de "ave 30s/40s" se emplea al evaluar los resultados del experimento con el fin de averiguar los efectos de los ángulos helicoidales de las cuchillas de amasado de los rotores de amasado eliminando al mismo tiempo los efectos debidos al tiempo de amasado. A partir de los resultados indicados en la figura 21, se puede ver que el valor de desviación estándar/valor medio es menor cuando el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado es igual o mayor que 45° e igual o inferior a 61° , y que el valor de desviación estándar/valor medio es drásticamente menor cuando el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado es igual o mayor que 50° e igual o inferior a 57° . En otros términos, se puede ver que si el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado es igual o mayor que 50° e igual o inferior a 57° , entonces se logra un efecto especialmente marcado de suprimir la variación en las propiedades de mezcla de los rotores de amasado.

(Ejemplo modificado)

A continuación se explicará un ejemplo modificado de la realización descrita anteriormente con referencia a la figura 22. En la figura 22, las porciones que son similares a la realización descrita anteriormente van etiquetadas con los mismos números de referencia que las porciones correspondientes de la realización descrita anteriormente. La figura 22 es un diagrama proyectado superpuesto de un par de rotores de amasado según este ejemplo modificado. La descripción siguiente se centra en la porción que es diferente de la realización descrita anteriormente, y las porciones y los elementos que son similares a la realización descrita anteriormente no se explican aquí. En la figura 22, las porciones etiquetadas con los números de referencia 201, 205, 220, 221, 222, 222t, 224 y 225 respectivamente corresponden a las porciones etiquetadas con los números de referencia 1, 5, 20, 21, 22, 22t, 24 y 25 en la realización descrita anteriormente. Además, en la figura 22, los números de referencia de las porciones incluidas en el primer rotor de amasado 201 no están subrayados, mientras que los números de referencia de las porciones incluidas en el segundo rotor de amasado 205 están subrayados.

En el par de rotores de amasado según este ejemplo modificado (el primer rotor de amasado 201 y el segundo rotor de amasado 205), la forma de la cuchilla larga 220 es diferente de la forma de la cuchilla larga 20 según la realización descrita anteriormente. Más específicamente, la forma de la segunda sección de extremo 23 que es la sección de extremo en el lado delantero en la dirección de rotación del rotor de amasado, de la cuchilla larga 220, es similar a la forma de la segunda sección de extremo 23 de la cuchilla larga 20 según la presente realización, pero la forma de la primera sección de extremo 222 que es la sección de extremo en el lado trasero en la dirección de rotación del rotor de amasado, de la cuchilla larga 220, es diferente de la forma de la primera sección de extremo 22 de la cuchilla larga 20 según la realización descrita anteriormente. En otros términos, no se forma una superficie inclinada 29 en la primera sección de extremo 222 de la cuchilla larga 220. Además, la longitud de la cuchilla larga 220 en la dirección axial D del rotor de amasado es más corta que la longitud de la cuchilla larga 20 según la realización descrita anteriormente en la misma dirección. Para dar una explicación más detallada, en la primera sección de extremo 222, la porción de extremo delantero de la primera sección de extremo 22 de la realización descrita anteriormente, incluyendo la superficie inclinada 29, se ha eliminado y la primera sección de extremo 222 es una cantidad correspondiente más corta que la primera sección de extremo 22 de la realización descrita anteriormente. El rotor de amasado puede tener una composición como la de este ejemplo modificado. El diagrama en sección transversal del rotor de amasado en la posición P-P' en la figura 22 es similar al diagrama en sección transversal del rotor de amasado en la posición G-G' en la realización descrita anteriormente (figura 18).

(Otras realizaciones)

Las realizaciones de la presente invención no se limitan a la realización y el ejemplo modificado descrito anteriormente. Por ejemplo, en la realización descrita anteriormente, el eje de rotor 10j y el eje de rotor 10k tienen formas diferentes, pero estos ejes de rotor también pueden tener la misma forma. Más específicamente, la forma de los dos ejes de rotor que empujan la sección de rotor 10 pueden tener formas simétricas. Según una composición de este tipo, es posible utilizar el mismo tipo de rotor de amasado para cada uno del par de rotores de amasado, alterando la dirección de disposición solamente, y por lo tanto el tiempo establecido y se puede reducir el costo.

[Resumen de realizaciones]

A continuación se ofrece un resumen de la realización descrita anteriormente.

Más específicamente, el rotor de amasado relativo a la realización descrita anteriormente es un rotor de amasado de un tipo de engrane usado en una amasadora cerrada que tiene una caja dentro de la que se dispone una cámara, incluyendo una sección de rotor que está dispuesta en la cámara. La sección de rotor tiene un cuerpo principal de sección de rotor de una forma cilíndrica redonda, y una cuchilla larga y dos cuchillas cortas dispuestas en la superficie del cuerpo principal de sección de rotor. La longitud L4 de la cuchilla larga en la dirección de rotación de la sección de rotor es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección de rotación. La relación (L1/L2) entre la longitud L1 de la cuchilla larga en la dirección axial de la sección de rotor y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección axial es igual o mayor que 0,6 y menor que 1, y la relación (a/L2) entre la distancia a en la dirección axial desde un extremo de la cuchilla larga al extremo del cuerpo principal de sección de rotor, y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección axial es mayor que 0, e igual o menor que 0,2. Las dos cuchillas cortas están dispuestas de tal manera que, en un caso donde un par de las secciones de rotor están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de la cámara de la amasadora cerrada y giran en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas de una de las secciones de rotor repiten alternativamente una acción de aproximación y acción de separación en la dirección de rotación de la sección de rotor con respecto a la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor, y en el estado de aproximación, la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor está intercalada entre las dos cuchillas cortas de una de las secciones de rotor en la dirección axial. Las cuchillas largas están dispuestas de tal manera que, en un caso donde un par de las secciones de rotor están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de la cámara de la amasadora cerrada y giran en direcciones mutuamente opuestas, una sección de extremo en el lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor, de la cuchilla larga de una de las secciones de rotor, y una sección de extremo en el lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor, de la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor, repiten alternativamente mutuamente una acción de aproximación y una acción de separación, y

en el estado de aproximación, la sección de extremo en el lado delantero y la sección de extremo en el lado trasero están una enfrente de otra en la dirección de rotación de las secciones de rotor en una línea que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor, en una sección transversal perpendicular a la dirección axial.

En esta composición, la longitud L4 de la cuchilla larga en la dirección de rotación de la sección de rotor es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección de rotación, y cuando las cuchillas largas del par de secciones de rotor se aproximan una a otra, las respectivas secciones de extremo de las cuchillas largas están una enfrente de otra en la dirección de rotación de la sección de rotor en la línea que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor, en otros términos, en una dirección perpendicular a la línea que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor. En consecuencia, dado que las secciones de extremo mutuamente opuestas de las cuchillas largas del par de secciones de rotor cierran el recorrido de escape de material en las cámaras, es posible reducir o eliminar el escape de material por el intervalo entre las dos secciones de extremo. Por lo tanto, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material. Además, por lo general, si se incrementa el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado, las propiedades de cizalladura se reducen, pero en la presente composición, es posible aumentar las propiedades de cizalladura del material por medio de las secciones de extremo del par de cuchillas largas, como se ha descrito anteriormente, y por lo tanto es posible mantener altas propiedades de cizalladura aunque las propiedades de fluidez del material se eleven incrementando el ángulo helicoidal de la cuchilla larga. Como se ha descrito anteriormente, según la presente composición, se obtiene un rotor de amasado que tiene tanto excelentes propiedades de fluidez del material como excelentes propiedades de cizalladura del material.

Aquí, una "cuchilla larga" es una cuchilla de amasado en la que la longitud en la dirección axial de la sección de rotor de la línea central de la sección de punta dispuesta en la porción de vértice de la cuchilla de amasado es mayor que la mitad de la longitud total L2 de la sección de rotor en la dirección axial, y una "cuchilla corta" es una cuchilla de amasado en la que la longitud en la dirección axial de la sección de rotor de la línea central de la sección de punta dispuesta en la porción de vértice de la cuchilla de amasado es igual o menor que la mitad de la longitud total L2 de la sección de rotor en la dirección axial.

"Un extremo de la cuchilla larga" significa cualquier extremo de la cuchilla larga en su dirección longitudinal. Además, la distancia desde un extremo de la cuchilla larga al extremo de la sección de rotor que está cerca de un extremo de la cuchilla larga y la distancia desde el otro extremo de la cuchilla larga al extremo de la sección de rotor que está cerca del otro extremo de la cuchilla larga pueden ser las mismas distancias o diferentes.

Las "dos cuchillas cortas" dispuestas en una sección de rotor pueden tener la misma longitud o diferentes longitudes en la dirección axial de la sección de rotor.

La "amasadora cerrada" amasa un material como caucho, plástico o análogos, mediante un proceso por lotes.

La "cámara" es una cámara de amasado que aloja un rotor de amasado. El amasado del material lo llevan a cabo los rotores de amasado dentro de la cámara.

Además, en el estado de aproximación, deberá haber, en una cierta posición en el rotor de amasado, una sección transversal en la que la sección de extremo en el lado trasero y la sección de extremo en el lado delantero estén mutuamente enfrente en la dirección de rotación de la sección de rotor en la línea que enlaza los ejes centrales del par de secciones de rotor, y cuando el estado de aproximación tiene lugar en esta sección transversal, puede haber en el rotor de amasado una sección transversal en la que un estado de aproximación de este tipo no tiene lugar, en otros términos, una sección transversal en la que la sección de extremo en el lado trasero y la sección de extremo en el lado delantero están en un estado separado.

En el rotor de amasado descrito anteriormente, la cuchilla larga puede tener un ángulo helicoidal igual o mayor que 45 grados, e igual o menor que 61 grados con respecto a la dirección axial.

Adoptando una composición de este tipo, es posible suprimir la variación de las propiedades de mezcla de los rotores de amasado.

En este caso, la cuchilla larga puede tener un ángulo helicoidal igual o mayor que 50 grados, e igual o menor que 57 grados con respecto a la dirección axial.

Adoptando una composición de este tipo, también es posible suprimir la variación de las propiedades de mezcla de los rotores de amasado.

Más específicamente, la amasadora cerrada relativa a la realización descrita anteriormente incluye: una caja en la que se dispone una cámara, un orificio de suministro de material está dispuesto en una posición encima de la cámara, un orificio de descarga de material está dispuesto en una posición debajo de la cámara, y la cámara se sella herméticamente cerrando el orificio de suministro de material y el orificio de descarga de material; y un par de

rotores de amasado de un tipo de engrane alojados en la cámara y dispuestos mutuamente en paralelo. El par de rotores de amasado tienen respectivamente una sección de rotor, y cada una de las secciones de rotor tiene un cuerpo principal de sección de rotor de forma cilíndrica redonda, y una cuchilla larga y dos cuchillas cortas dispuestas en la superficie del cuerpo principal de sección de rotor. En cada una de las secciones de rotor, la longitud L4 de la cuchilla larga en la dirección de rotación de la sección de rotor es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección de rotación. En cada una de las secciones de rotor, la relación (L1/L2) entre la longitud L1 de la cuchilla larga en la dirección axial de la sección de rotor y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección axial es igual o mayor que 0,6, y menor que 1, y la relación (a/L2) entre la distancia a en la dirección axial desde un extremo de la cuchilla larga al extremo del cuerpo principal de sección de rotor, y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección axial es mayor que 0, e igual o menor que 0,2. Las dos cuchillas cortas están dispuestas de tal manera que, en un caso donde el par de secciones de rotor giran en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas de una de las secciones de rotor repiten alternativamente una acción de aproximación y una acción de separación en la dirección de rotación de la sección de rotor con respecto a la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor, y en el estado de aproximación, la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor está intercalada entre las dos cuchillas cortas de una de las secciones de rotor en la dirección axial. Las cuchillas largas están dispuestas de tal manera que, en un caso donde el par de secciones de rotor giran en direcciones mutuamente opuestas, una sección de extremo en el lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor, de la cuchilla larga de una de las secciones de rotor, y una sección de extremo en el lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor, de la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor, repiten alternativamente mutuamente una acción de aproximación y una acción de separación, y en el estado de aproximación, la sección de extremo en el lado delantero y la sección de extremo en el lado trasero están una enfrente de otra en la dirección de rotación de las secciones de rotor en una línea que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor, en una sección transversal perpendicular a la dirección axial.

En esta composición, la longitud L4 de la cuchilla larga en la dirección de rotación de la sección de rotor es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección de rotación, y cuando las cuchillas largas del par de secciones de rotor se aproximan una a otra, las respectivas secciones de extremo de las cuchillas largas están una enfrente de otra en la dirección de rotación de la sección de rotor en la línea que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor, en otros términos, en una dirección perpendicular a la línea que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor. En consecuencia, dado que las secciones de extremo mutuamente opuestas de las cuchillas largas del par de secciones de rotor cierran el recorrido de escape de material dentro de las cámaras, es posible reducir o eliminar el escape de material por el intervalo entre las dos secciones de extremo. Por lo tanto, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material. Además, por lo general, si se incrementa el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado, las propiedades de cizalladura se reducen, pero en la presente composición, es posible aumentar las propiedades de cizalladura del material por medio de las secciones de extremo del par de cuchillas largas, como se ha descrito anteriormente, y por lo tanto es posible mantener altas propiedades de cizalladura aunque las propiedades de fluidez se eleven incrementando el ángulo helicoidal de la cuchilla larga. Como se ha descrito anteriormente, según la presente composición, se obtiene una amasadora cerrada que tiene tanto excelentes propiedades de fluidez del material como excelentes propiedades de cizalladura del material.

Los significados de "cuchilla larga", "un extremo de la cuchilla larga", "dos cuchillas cortas", "amasadora cerrada", "cámara" y "una sección transversal" son los mismos que en la descripción expuesta anteriormente y por lo tanto aquí se omite su explicación adicional.

Además, el rotor de amasado relativo a la realización descrita anteriormente es un rotor de amasado de un tipo de engrane usado en una amasadora cerrada que tiene una caja dentro de la que se ha dispuesto una cámara, incluyendo una sección de rotor que está dispuesta en la cámara. La sección de rotor tiene un cuerpo principal de sección de rotor de una forma cilíndrica redonda, y una cuchilla larga y dos cuchillas cortas dispuestas en la superficie del cuerpo principal de sección de rotor. La longitud L4 de la cuchilla larga en la dirección de rotación de la sección de rotor es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección de rotación. La relación (L1/L2) entre la longitud L1 de la cuchilla larga en la dirección axial de la sección de rotor y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección axial es igual o mayor que 0,6, y menor que 1, y la relación (a/L2) entre la distancia a en la dirección axial desde un extremo de la cuchilla larga al extremo del cuerpo principal de sección de rotor, y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección axial es mayor que 0 e igual o menor que 0,2. Las dos cuchillas cortas están dispuestas de tal manera que, en un caso donde un par de las secciones de rotor están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de la cámara de la amasadora cerrada y giran en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas de una de las secciones de rotor repiten alternativamente una acción de aproximación y una acción de separación en la dirección de rotación de la sección de rotor con respecto a la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor, y en el estado de aproximación, la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor está intercalada entre las dos cuchillas cortas de una de las secciones de rotor en la dirección axial. Las cuchillas largas están dispuestas de tal manera que en un caso donde un par de las secciones de rotor están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de la cámara de la amasadora cerrada y giran en direcciones mutuamente opuestas, una sección de extremo en el lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor, de la cuchilla larga de una de las secciones de rotor, y una sección de

extremo en el lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor, de la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor, repiten alternativamente mutuamente una acción de aproximación y una acción de separación, y en el estado de aproximación, la distancia D1 entre el eje central de una de las secciones de rotor y el extremo delantero de la cuchilla larga de dicha sección de rotor, la distancia D2 entre el eje central de la otra de las secciones de rotor y el extremo delantero de la cuchilla larga de dicha sección de rotor, y la distancia D3 entre los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor cumplen la relación $D1 + D2 > D3$ en la dirección que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor, en una sección transversal perpendicular a la dirección axial.

En esta composición, la longitud L4 de la cuchilla larga en la dirección de rotación de la sección de rotor es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección de rotación, y además, las distancias D1, D2 y D3 en la dirección que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor cumplen la relación $D1 + D2 > D3$. Por lo tanto, en los diagramas proyectados superpuestos del par de rotores de amasado, se produce una porción de solapamiento mutuo en la dirección de rotación de las secciones de rotor entre las porciones de extremo de las cuchillas largas del par de rotores de amasado. En otros términos, en el diagrama proyectado superpuesto del par de rotores de amasado, tiene lugar una porción donde el extremo delantero de la cuchilla larga que está dispuesta al lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor se coloca al lado delantero del extremo trasero de la cuchilla larga que está dispuesta al lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor. En consecuencia, dado que las secciones de extremo mutuamente opuestas de las cuchillas largas del par de secciones de rotor cierran el recorrido de escape de material dentro de las cámaras, es posible reducir o eliminar el escape de material por el intervalo entre las dos secciones de extremo. Por lo tanto, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material. Además, por lo general, si se incrementa el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado, las propiedades de cizalladura se reducen, pero en la presente composición, es posible aumentar las propiedades de cizalladura del material por medio de las secciones de extremo del par de cuchillas largas, como se ha descrito anteriormente, y por lo tanto es posible mantener altas propiedades de cizalladura aunque las propiedades de fluidez del material se eleven incrementando el ángulo helicoidal de la cuchilla larga. Como se ha descrito anteriormente, según la presente composición, se obtienen rotores de amasado que tienen tanto excelentes propiedades de fluidez del material como excelentes propiedades de cizalladura del material.

Los significados de "cuchilla larga", "un extremo de la cuchilla larga", "dos cuchillas cortas", "amasadora cerrada", "cámara" y "una sección transversal" son los mismos que en la descripción expuesta anteriormente y por lo tanto aquí se omite su explicación adicional.

Además, la amasadora cerrada relativa a la realización descrita anteriormente incluye: una caja en la que se ha dispuesto una cámara, un orificio de suministro de material está dispuesto en una posición encima de la cámara, un orificio de descarga de material está dispuesto en una posición debajo de la cámara, y la cámara se sella herméticamente cerrando el orificio de suministro de material y el orificio de descarga de material; y un par de rotores de amasado de un tipo de engrane alojados en la cámara y dispuestos mutuamente en paralelo. El par de rotores de amasado tienen respectivamente una sección de rotor, y cada una de las secciones de rotor tiene un cuerpo principal de sección de rotor de una forma cilíndrica redonda, y una cuchilla larga y dos cuchillas cortas dispuestas en la superficie del cuerpo principal de sección de rotor. En cada una de las secciones de rotor, la longitud L4 de la cuchilla larga en la dirección de rotación de la sección de rotor es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección de rotación. En cada una de las secciones de rotor, la relación $(L1/L2)$ entre la longitud L1 de la cuchilla larga en la dirección axial de la sección de rotor y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección axial es igual o mayor que 0,6, y menor que 1, y la relación $(a/L2)$ entre la distancia a en la dirección axial desde un extremo de la cuchilla larga al extremo del cuerpo principal de sección de rotor, y la longitud total L2 de la sección de rotor en la dirección axial es más grande que 0 e igual o menor que 0,2. Las dos cuchillas cortas están dispuestas de tal manera que, en un caso donde el par de secciones de rotor giran en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas de una de las secciones de rotor repiten alternativamente una acción de aproximación y una acción de separación en la dirección de rotación de la sección de rotor con respecto a la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor, y en el estado de aproximación, la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor está intercalada entre las dos cuchillas cortas de una de las secciones de rotor en la dirección axial; y las cuchillas largas están dispuestas de tal manera que, en un caso donde el par de secciones de rotor giran en direcciones mutuamente opuestas, una sección de extremo en el lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor, de la cuchilla larga de una de las secciones de rotor, y una sección de extremo en el lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor, de la cuchilla larga de la otra de las secciones de rotor, repiten alternativamente mutuamente una acción de aproximación y una acción de separación, y en el estado de aproximación, la distancia D1 entre el eje central de una de las secciones de rotor y el extremo delantero de la cuchilla larga de dicha sección de rotor, la distancia D2 entre el eje central de la otra de las secciones de rotor y el extremo delantero de la cuchilla larga de dicha sección de rotor, y la distancia D3 entre los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor cumplen la relación $D1 + D2 > D3$ en la dirección que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor, en una sección transversal perpendicular a la dirección axial.

En esta composición, la longitud L4 de la cuchilla larga en la dirección de rotación de la sección de rotor es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor en la dirección de rotación, y además, las

distancias D1, D2 y D3 en la dirección que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor cumplen la relación $D1 + D2 > D3$. Por lo tanto, en los diagramas proyectados superpuestos del par de rotores de amasado, se produce una porción de solapamiento mutuo en la dirección de rotación de las secciones de rotor entre las porciones de extremo de las cuchillas largas del par de rotores de amasado. En otros términos, en el diagrama proyectado superpuesto del par de rotores de amasado, tiene lugar una porción donde el extremo delantero de la cuchilla larga que está dispuesta al lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor se coloca al lado delantero del extremo trasero de la cuchilla larga que está dispuesta al lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor. En consecuencia, dado que las secciones de extremo mutuamente opuestas de las cuchillas largas del par de secciones de rotor cierran el recorrido de escape de material en las cámaras, es posible reducir o eliminar el escape de material por el intervalo entre las dos secciones de extremo. Por lo tanto, es posible elevar el rendimiento de cizalladura de material. Además, por lo general, se incrementa si el ángulo helicoidal de las cuchillas de amasado, las propiedades de cizalladura se reducen, pero en la presente composición, es posible aumentar las propiedades de cizalladura del material por medio de las secciones de extremo del par de cuchillas largas, como se ha descrito anteriormente, y por lo tanto es posible mantener altas propiedades de cizalladura aunque las propiedades de fluidez del material se eleven incrementando el ángulo helicoidal de la cuchilla larga. Como se ha descrito anteriormente, según la presente composición, se obtiene una amasadora cerrada que tiene tanto excelentes propiedades de fluidez del material como excelentes propiedades de cizalladura del material.

Los significados de "cuchilla larga", "un extremo de la cuchilla larga", "dos cuchillas cortas", "amasadora cerrada", "cámara" y "una sección transversal" son los mismos que en la descripción dada anteriormente y por lo tanto aquí se omite su explicación adicional.

Aplicabilidad industrial

La presente invención puede ser usada en una amasadora cerrada para amasar un material, tal como caucho.

REIVINDICACIONES

1. Un rotor de amasado (1, 5) del tipo de engrane para uso en una amasadora cerrada (80) que tiene una caja (70) dentro de la que se ha dispuesto una cámara (70s), incluyendo una sección de rotor (10) adaptada para disponerse en la cámara (70s), donde;
la sección de rotor (10) tiene un cuerpo principal de sección de rotor (15) de una forma cilíndrica redonda, y una cuchilla larga (20) y dos cuchillas cortas (30, 40) dispuestas en una superficie del cuerpo principal de sección de rotor (15);
las dos cuchillas cortas (30, 40) están dispuestas de tal manera que, en el caso donde un par de las secciones de rotor (10) estén dispuestas mutuamente en paralelo dentro de la cámara (70s) de la amasadora cerrada (80) y se giren en direcciones mutuamente opuestas, las dos cuchillas cortas (30, 40) de una de las secciones de rotor (10) repiten alternativamente una acción de aproximación y una acción de separación, en la dirección de rotación de la sección de rotor (10), con respecto a la cuchilla larga (20) de la otra de las secciones de rotor (10), y en el estado de aproximación, la cuchilla larga (20) de la otra de las secciones de rotor (10) está intercalada entre las dos cuchillas cortas (30, 40) de una de las secciones de rotor (10) en la dirección axial, y la cuchilla larga (20) está dispuesta de tal manera que, en el caso donde un par de las secciones de rotor (10) están dispuestas mutuamente en paralelo dentro de la cámara (70s) de la amasadora cerrada (80) y se giran en direcciones mutuamente opuestas, una sección de extremo (22) en el lado trasero en la dirección de rotación de la sección de rotor (10), de la cuchilla larga (20) de una de las secciones de rotor (10), y una sección de extremo (23) en el lado delantero en la dirección de rotación de la sección de rotor (10), de la cuchilla larga (20) de la otra de las secciones de rotor (10), repiten alternativamente mutuamente una acción de aproximación y una acción de separación, **caracterizado** porque en el estado de aproximación, la sección de extremo (23) en el lado delantero y la sección de extremo (22) en el lado trasero están una enfrente de otra en la dirección de rotación de las secciones de rotor (10) en una línea que enlaza los respectivos ejes centrales del par de secciones de rotor (10), en una sección transversal perpendicular a la dirección axial,
la longitud L4 de la cuchilla larga (20) en una dirección de rotación de la sección de rotor (10) es mayor que la mitad de la longitud total L5 del cuerpo principal de sección de rotor (15) en la dirección de rotación,
la relación (L1/L2) entre la longitud L1 de la cuchilla larga (20) en una dirección axial de la sección de rotor (10) y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor (15) en la dirección axial es igual o mayor que 0,6, y menor que 1; y
la relación (a/L2) entre la distancia a en la dirección axial desde un extremo de la cuchilla larga (20) a un extremo del cuerpo principal de sección de rotor (15) y la longitud total L2 del cuerpo principal de sección de rotor (15) en la dirección axial es mayor que 0, e igual o menor que 0,2.
2. El rotor de amasado (1, 5) según la reivindicación 1, donde la cuchilla larga (20) tiene un ángulo helicoidal (θ_1) igual o mayor que 45 grados, e igual o menor que 61 grados con respecto a la dirección axial.
3. El rotor de amasado (1, 5) según la reivindicación 2, donde la cuchilla larga (20) tiene un ángulo helicoidal (θ_1) igual o mayor que 50 grados, e igual o menor que 57 grados con respecto a la dirección axial.
4. Una amasadora cerrada (80), incluyendo:
una caja (70) en la que se ha dispuesto una cámara (70s), un orificio de suministro de material (71) está dispuesto en una posición encima de la cámara (70s), un orificio de descarga de material (72) está dispuesto en una posición debajo de la cámara (70s), y la cámara (70s) se sella herméticamente cerrando el orificio de suministro de material (71) y el orificio de descarga de material (72); y
un par de rotores de amasado (1, 5) de un tipo de engrane según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 alojados en la cámara (70s) y dispuestos mutuamente en paralelo.

FIG.1

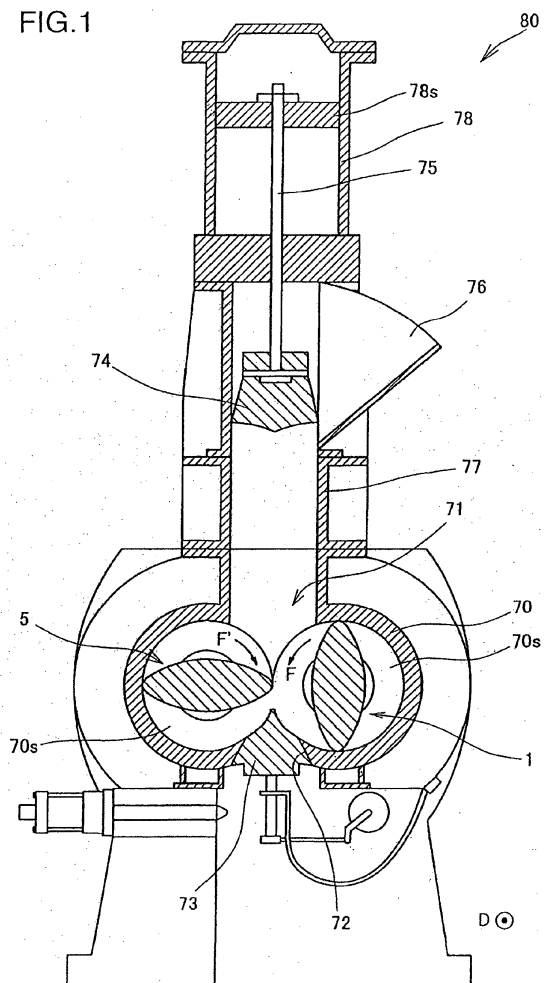


FIG.2

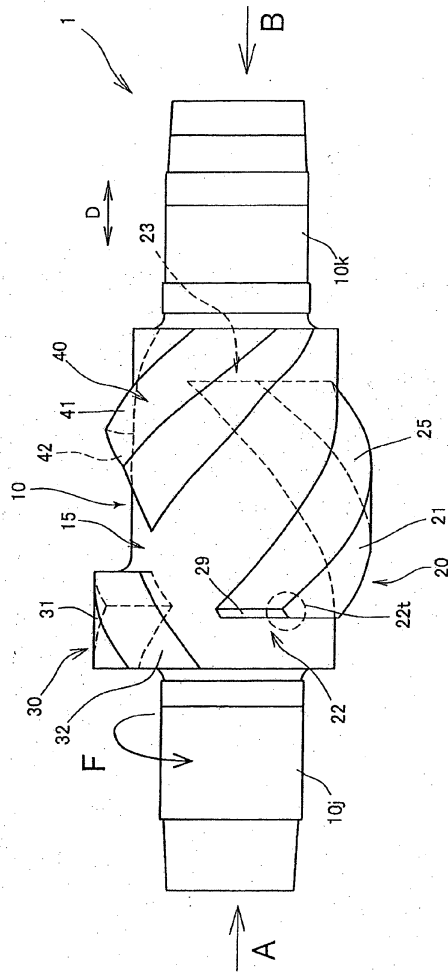


FIG.3

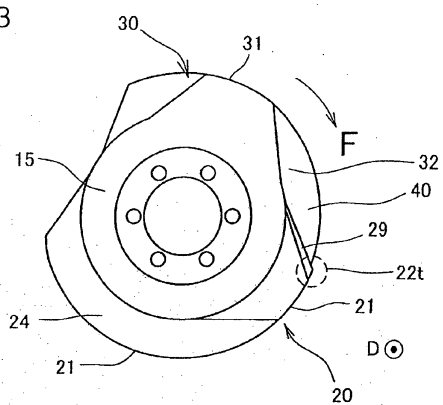


FIG.4

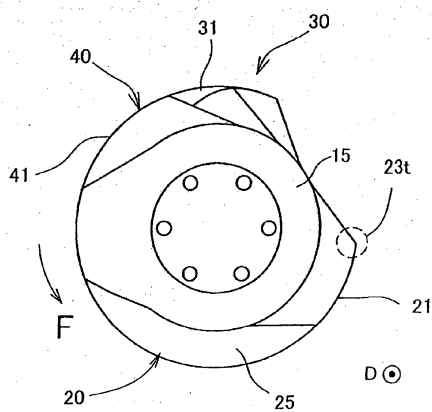


FIG.5

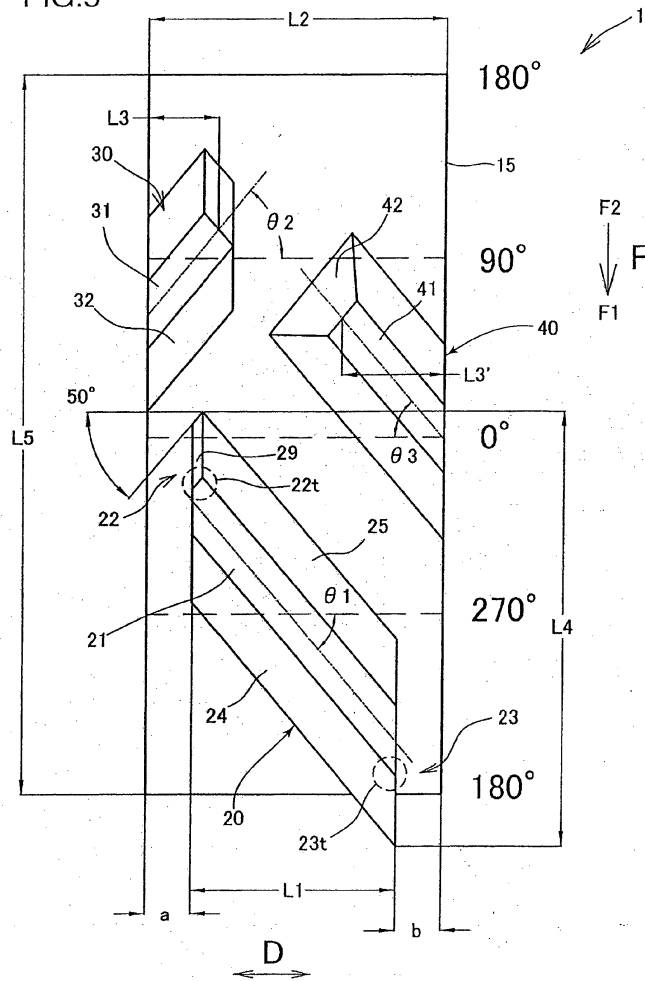


FIG.6

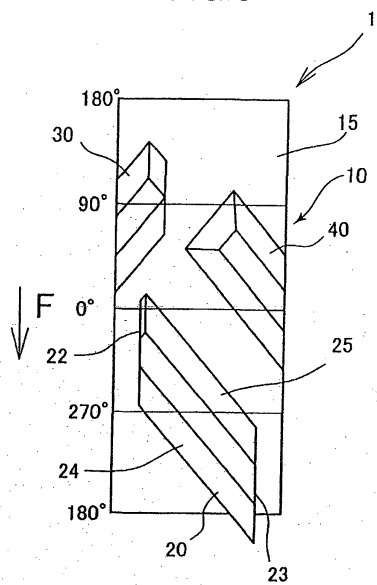


FIG.7

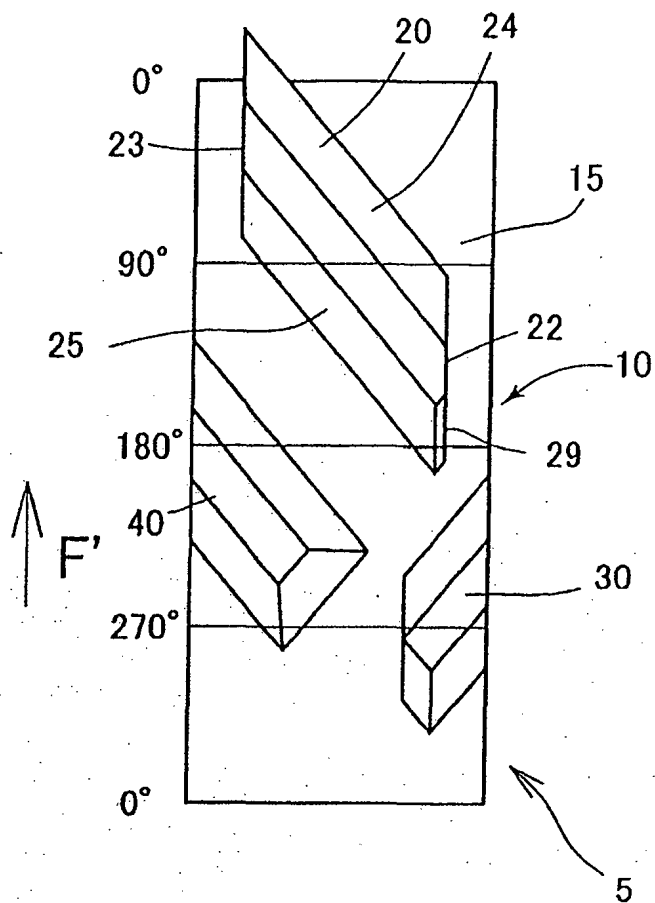
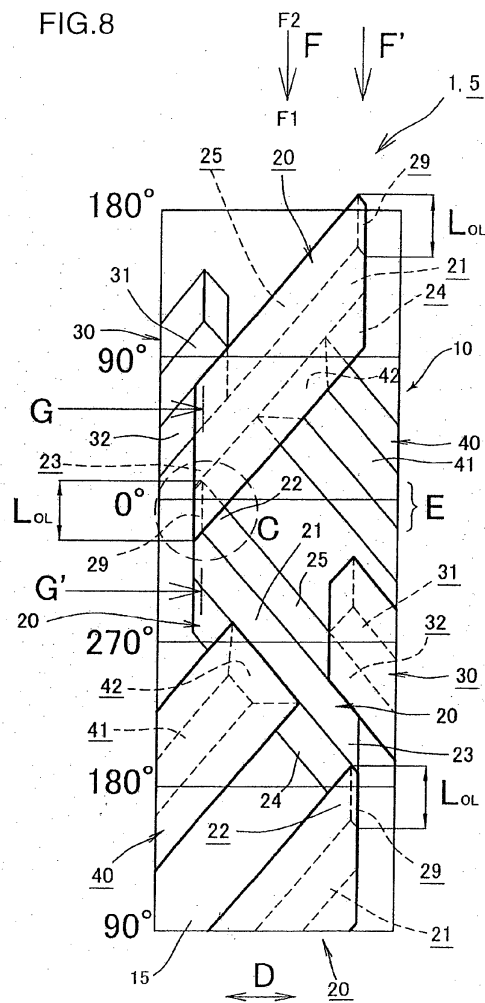


FIG.8



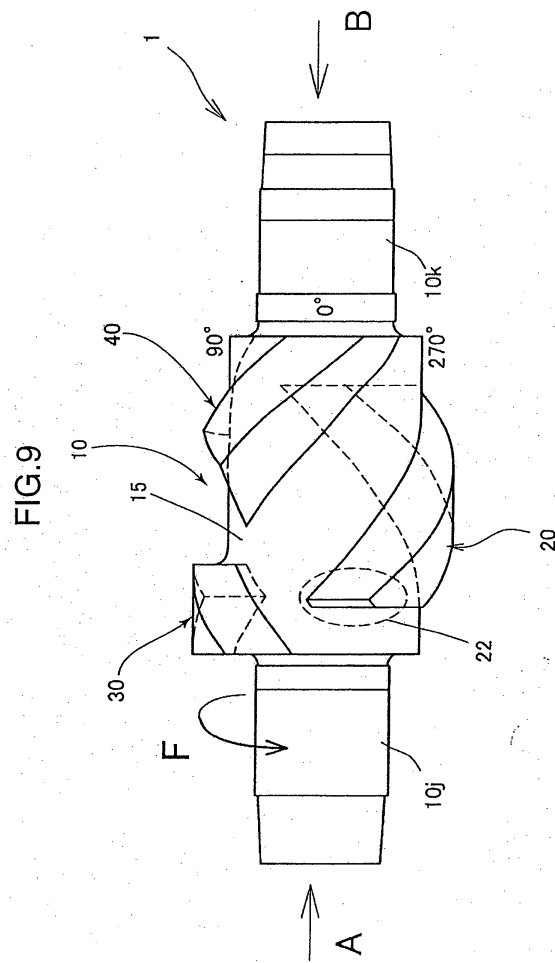
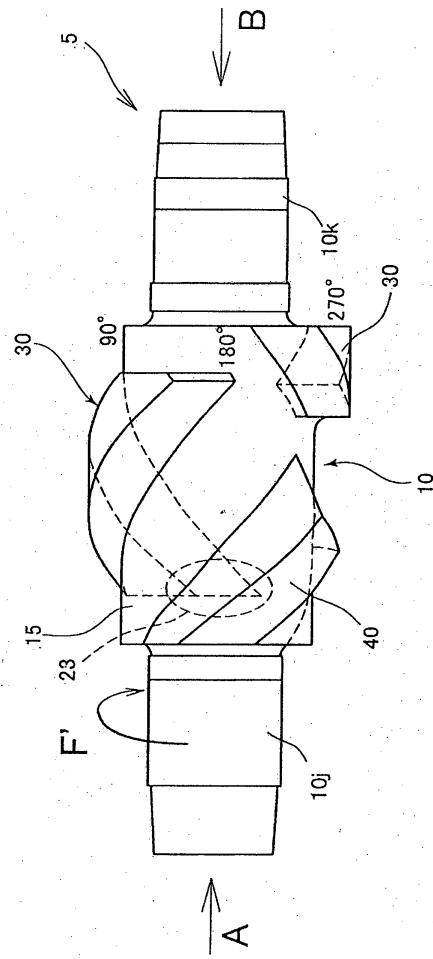


FIG.10



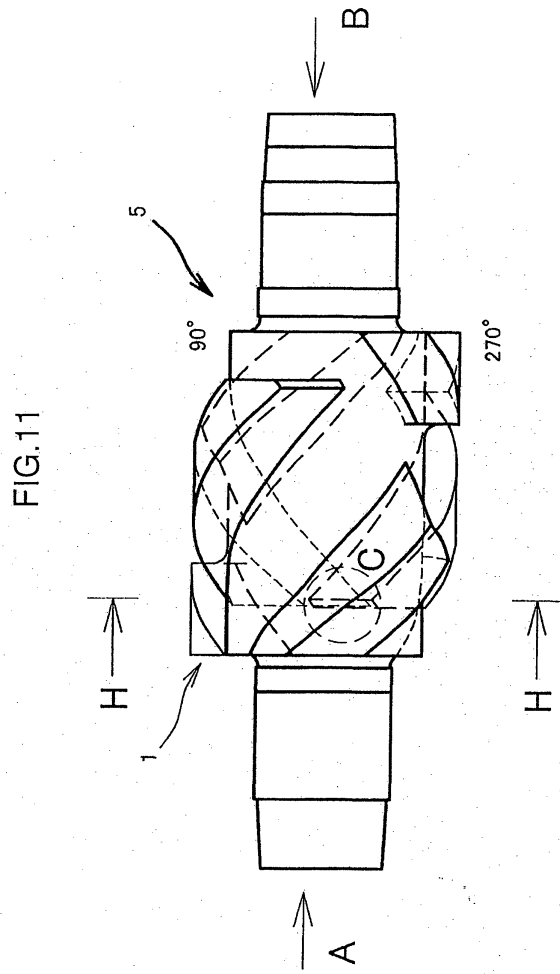


FIG.12

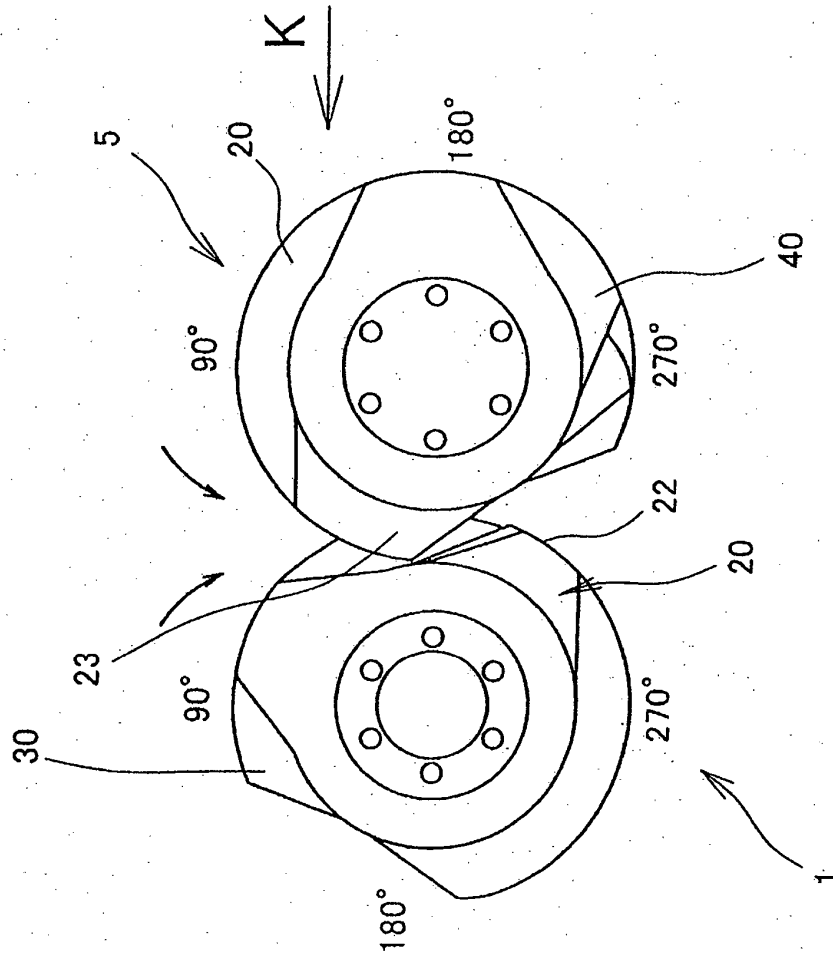


FIG.13

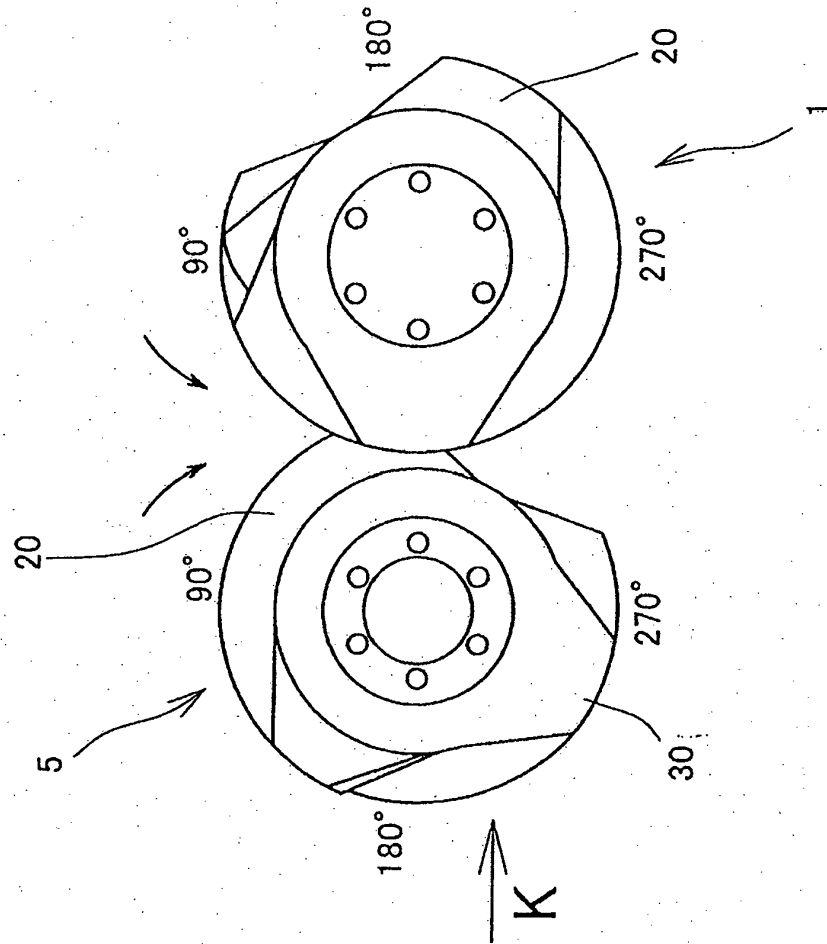


FIG.14

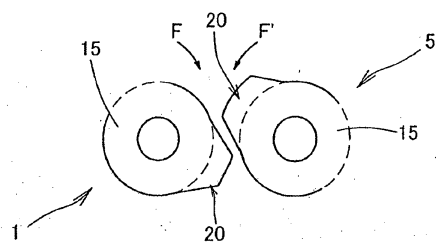


FIG.15

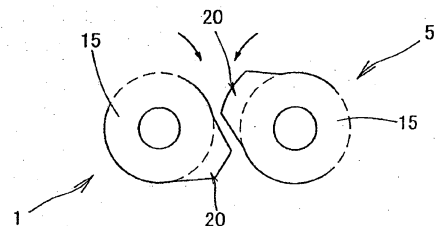


FIG.16

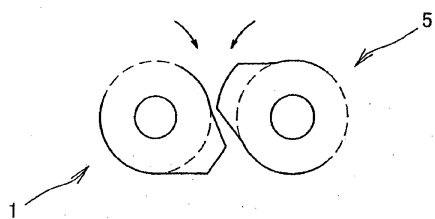
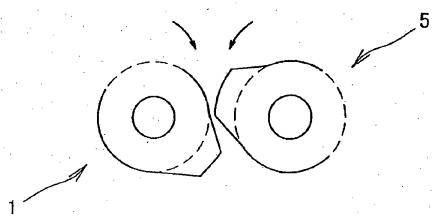


FIG.17



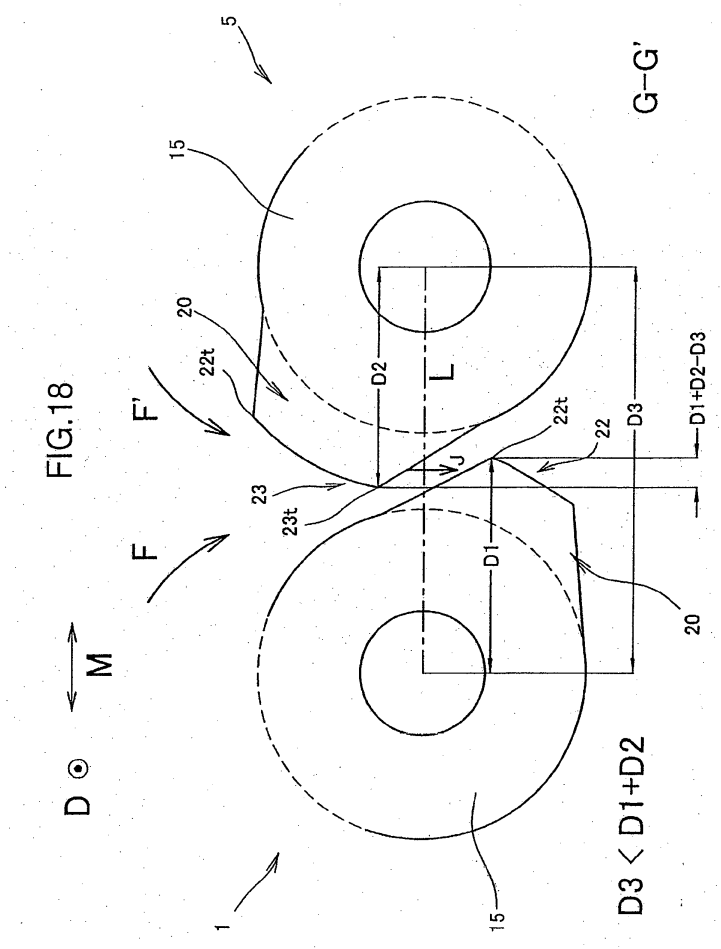


FIG.19

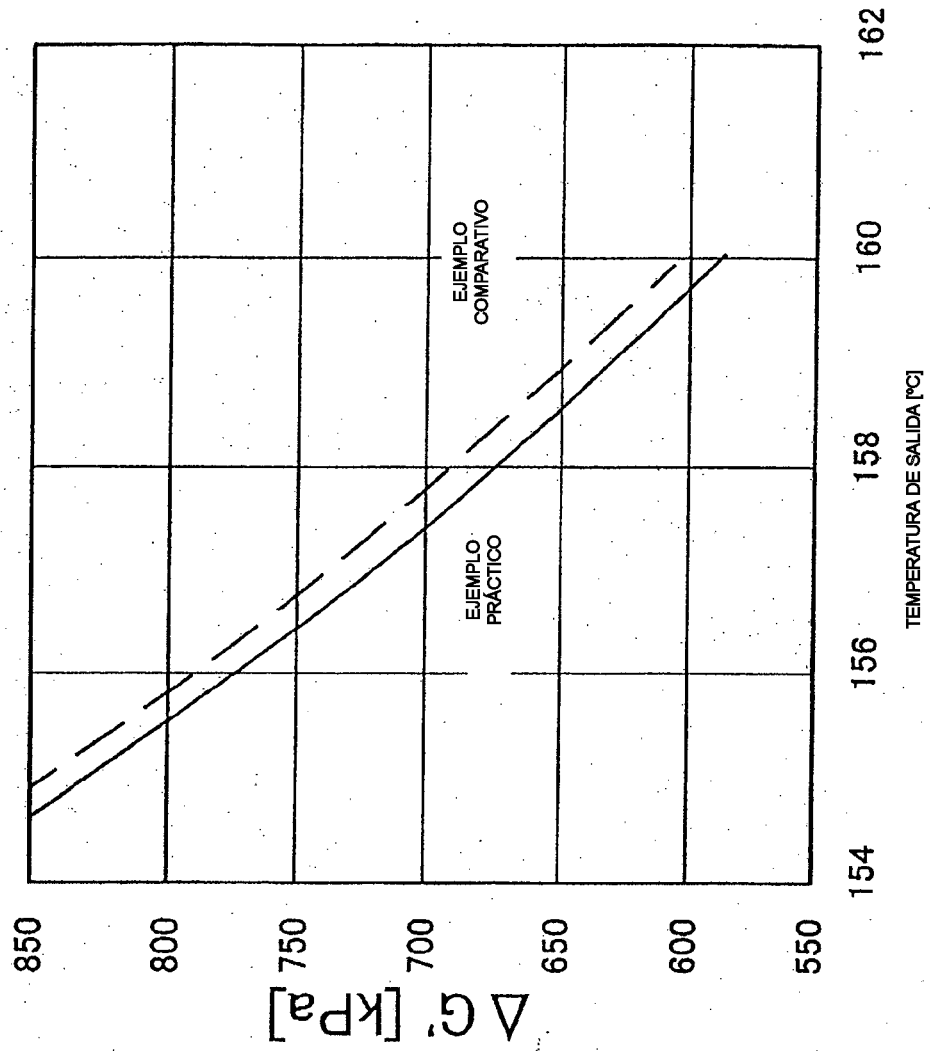
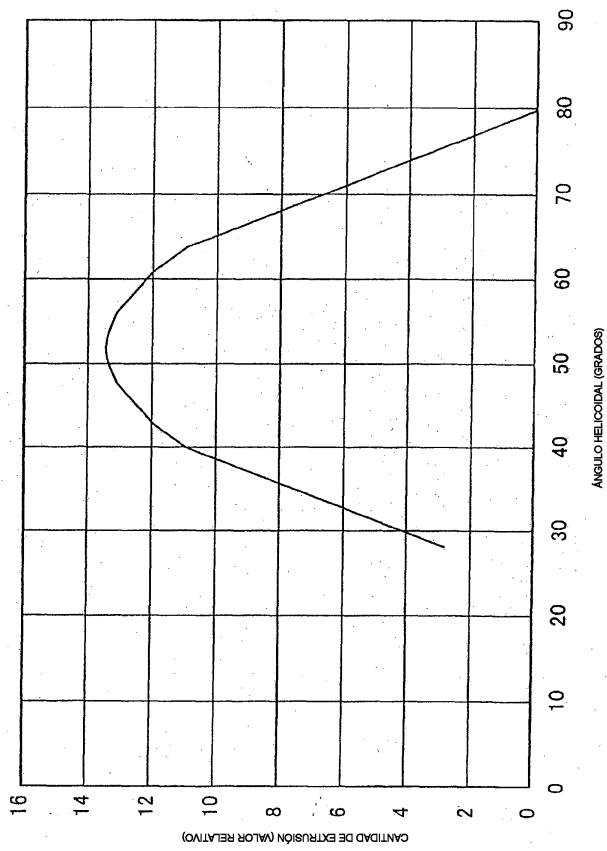


FIG.20



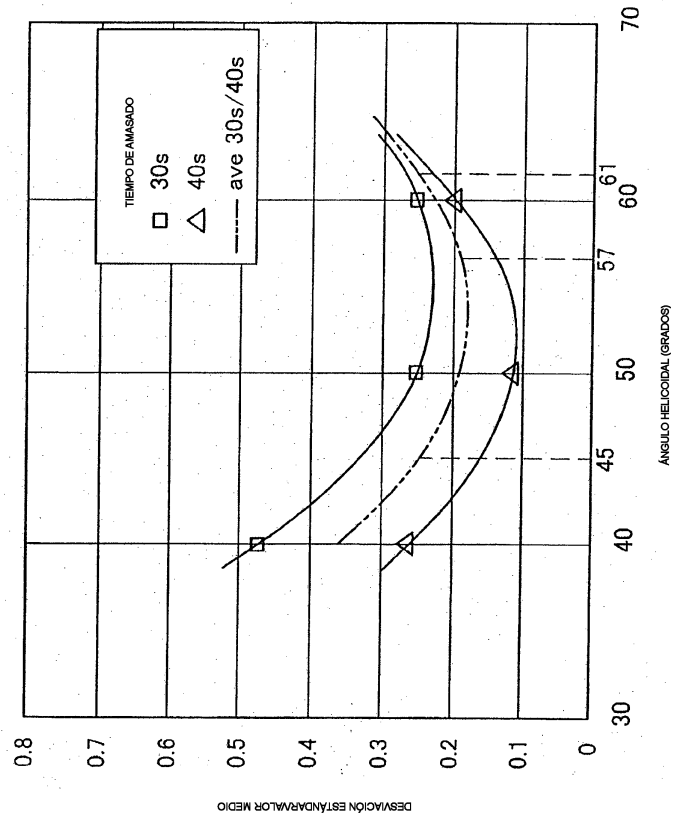


FIG.22

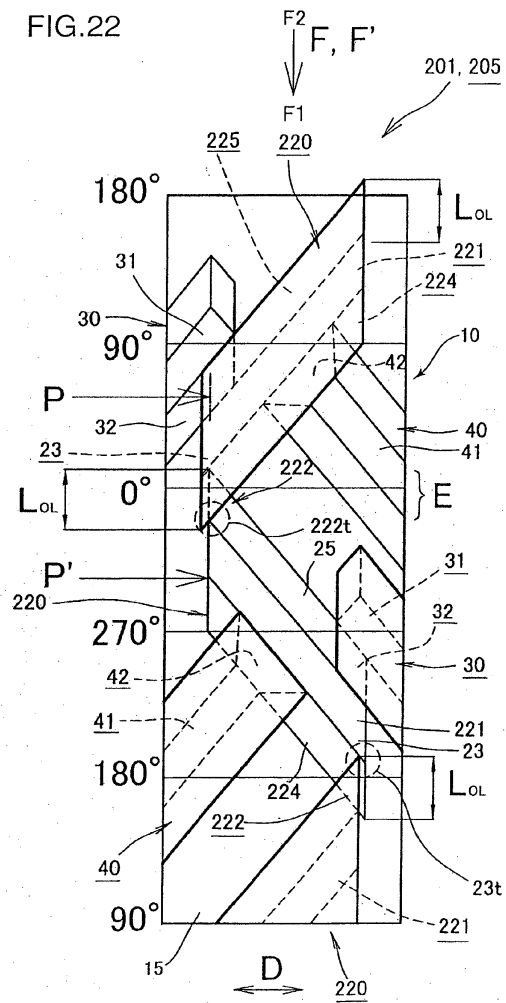


FIG.23

