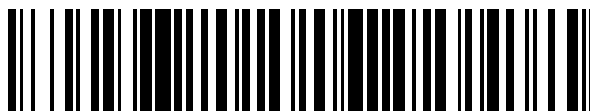


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 185**

51 Int. Cl.:

B01F 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2013** **E 13150447 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015** **EP 2719448**

54 Título: **Aparato de tratamiento para fluidos altamente viscosos**

30 Prioridad:

12.10.2012 JP 2012226977

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

26.11.2015

73 Titular/es:

INOUE MFG., INC. (100.0%)
58 Shirane
Isehara-shi, Kanagawa-ken, JP

72 Inventor/es:

INOUE, MASAKAZU;
NAGAI, SEIJI y
KANEMARU, YOSHIHIRO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 552 185 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).

DESCRIPCION

Aparato de tratamiento para fluidos altamente viscosos

La presente invención se refiere a un aparato de tratamiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La patente US-A- 5 141 328 describe un aparato de tratamiento de este tipo, el cual muestra un cuerpo rotativo de un aparato mezclador de alta velocidad. El rotor tiene una superficie externa que está moleteada con una muestra repetitiva de formas piramidales, en donde cada forma piramidal tiene cuatro caras triangulares que confluyen en el ápice. Cada cara tiene un borde en la base que forma ranuras en el rotor para dirigir el flujo de la dispersión en una dirección de 45° con respecto al eje del rotor de rotación.

La patente US-A- 2009 0 230 223 describe un aparato para el mezclado de una composición polimérica en donde un elemento de mezcla cilíndrico comprende en la superficie externa, unos canales de entrada, unos canales de salida, unos salientes de barrera y unos canales inertes dispuestos entre los canales de entrada y de salida. Otros salientes de sellado están dispuestos entre los canales de entrada y de salida. Los salientes de barrera crean unas brechas de diferentes tamaños con unos correspondientes diferentes grados de cizallamiento.

La presente invención se refiere a un aparato de tratamiento para un fluido de alta viscosidad, mediante el cual los materiales de tratamiento del tipo sólido / líquido en varios campos como la química, los medicamentos, la electrónica, la cerámica, los alimentos o piensos, pueden ser pulverizados mediante un tratamiento de paso del líquido sin utilización de unos medios de dispersión o bolas.

Cuando el fluido de alta viscosidad del tipo sólido/líquido, con una baja viscosidad hasta una alta viscosidad (de 10 a 2500 dPa·s), con independencia de la oleoginosidad o de la acuosidad, es sometido a un mezclado y amasado, un tratamiento de amasado o dispersión, particularmente en un sistema al cual se incorpora un nanopolvo, se observa la formación de un llamado aglomerado duro o aglomerado como agregación parcial del polvo. En consecuencia, dicho tratamiento es a menudo efectuado a través de un paso de dispersión mediante un molino de bolas empleando medios de dispersión o bolas, como está descrito por ejemplo en la patente JP-A-3-178326. Dado que el molino de bolas tiene una estructura en el que los materiales de tratamiento son mezclados con medios de dispersión o bolas en un recipiente, la mezcla se agita mediante un rotor que gira en el recipiente, y la dispersión se efectúa mediante una acción de cizallamiento o impacto causada por los medios de dispersión, los cuales medios de dispersión pueden algunas veces ser erosionados o dañados por el impacto o fricción causada por el movimiento de agitación. La contaminación causada por este motivo puede ser incorporada en los materiales de tratamiento, y puede ocasionarse posiblemente un resultado indeseado en cuanto a la calidad. Además, se necesita una gran cantidad de polvo para mover los medios de dispersión, y también se requiere pasar la mezcla a través de un aparato (separador con medios separadores), para separar los medios de dispersión de los materiales de tratamiento después del tratamiento, con lo cual la resistencia interna aumenta. Como resultado se genera una gran demanda de energía para accionar el molino de bolas. Otra patente, la JP-A- 2007-125518 propone un aparato de tratamiento que no utiliza bolas. En el aparato de tratamiento que se describe en esta publicación, la superficie del rotor es lisa, los materiales de tratamiento ocasionan un deslizamiento cuando los materiales de tratamiento son un fluido de alta viscosidad, por lo cual se hace difícil aplicar un esfuerzo de alto cizallamiento a los materiales y algunas veces es difícil lograr un tratamiento de dispersión suficiente.

Resumen de la invención

Un objetivo de la presente invención es el de proporcionar un aparato de tratamiento para un fluido altamente viscoso el cual es capaz de efectuar un mezclado y amasado, un tratamiento de amasado o dispersión de un fluido altamente viscoso con un bajo consumo de energía sin emplear medios de dispersión o bolas, efectuando con seguridad el tratamiento sin ocasionar un deslizamiento y dispersándolo uniformemente sin formar un aglomerado duro o aglomerado.

A la vista de estas circunstancias, los presentes inventores han focalizado su interés sobre una máquina de dispersión con medios de tipo húmedo, o molino de bolas de un tipo llamado anular, como está descrito por ejemplo, en la patente más arriba mencionada JP-A- 3-178326, y han descubierto una estructura que hace posible efectuar la pulverización de partículas sin la formación de aglomerado duro o aglomerado e incluso sin utilizar ningún medio de dispersión o bolas, logrando un aparato de tratamiento como se explica más adelante.

Es decir, el aparato de tratamiento de la presente invención es un aparato de tratamiento para la producción de materiales de tratamiento tipo sólido/líquido, el cual efectúa un mezclado y amasado, un tratamiento de amasado o dispersión de materiales de tratamiento de un fluido de alta viscosidad preliminarmente mezclado y amasado con un margen de viscosidad de 10 a 2, 500 dPa·s, sin emplear medios de dispersión. Este aparato de tratamiento comprende un recipiente que tiene una abertura de suministro y una abertura de descarga de los materiales de tratamiento, un cuerpo de rotación dispuesto rotablemente en el recipiente, y una fina brecha anular formada entre

una cara interna del recipiente y una cara periférica externa del cuerpo de rotación para el paso de los materiales de tratamiento mientras están sometidos al tratamiento mediante el cuerpo de rotación, en donde el cuerpo de rotación tiene una superficie sobre la cual están dispuestas unas muescas.

Las muescas están formadas sobre la superficie del cuerpo de rotación mediante la aplicación preferente de un proceso de moleteado. Cuando el cuerpo de rotación está formado por un cuerpo tubular que tiene una sección transversal circular, las muescas están formadas sobre la totalidad de su cara periférica externa. Cuando el cuerpo de rotación está formado por un cuerpo tubular con una sección transversal modificada mediante la formación de porciones ranuradas a intervalos en una dirección circunferencial sobre la cara periférica externa para formar unas proyecciones similares a unos dientes que se extienden en una dirección longitudinal, las muescas están formadas sobre la cara periférica externa de las proyecciones similares a unos dientes.

El área de la superficie efectiva o aparente del cuerpo de rotación se expande mediante las muescas, más que el área de la superficie de una cara lisa. La tasa de rugosidad de esta instancia, es decir el ratio entre el área de la superficie efectiva o aparente y la de la superficie proyectada sobre una cara horizontal es de preferencia aproximadamente de 1,05 a 2,35. La fina brecha anular más arriba citada es de preferencia aproximadamente de 1,0 a 10 mm.

En la estructura más arriba mencionada se forma una fina brecha anular entre la cara interna del recipiente y la cara periférica externa del cuerpo de rotación para el paso de los materiales de tratamiento, mientras están sujetos al tratamiento por el cuerpo de rotación, y se forman unas muescas sobre la superficie del cuerpo de rotación que miran hacia la fina brecha anular, con lo cual el área de la superficie efectiva del cuerpo de rotación puede ser sustancialmente aumentada y al mismo tiempo su coeficiente de fricción puede ser aumentado. Por lo tanto, puede aplicarse un alto esfuerzo de cizallamiento a los materiales de tratamiento que pasan entre la fina brecha anular, sin deslizamiento, del cuerpo de rotación, y la tasa de cizallamiento puede ser disminuida. Además, dado que no se utiliza ningún medio de dispersión o bolas, la presión interna del recipiente puede ser disminuida y no existe ninguna influencia sobre la contaminación por abrasión de los medios de dispersión o similares. Dado que no es necesario el aparato adicional con medios de separación o separador, es posible efectuar el tratamiento de dispersión eficientemente con un bajo consumo de energía.

Al existir unas porciones ranuradas a intervalos en una dirección circunferencial sobre la cara periférica externa del cuerpo de rotación para formar proyecciones similares a unos dientes que se extienden en una dirección longitudinal, los materiales de tratamiento están sometidos a unas acciones de compresión y cizallamiento en las muescas formadas sobre las proyecciones similares a unos dientes y a unas acciones de liberación y expansión en las porciones ranuradas entre las proyecciones en las cuales no existen ningunas muescas. Y, los materiales de tratamiento están repetitivamente sometidos a las acciones de compresión y cizallamiento y a las acciones de liberación y expansión, mientras los materiales fluyen desde la abertura de suministro hacia la abertura de descarga. En consecuencia puede efectuarse un tratamiento de dispersión por compresión, cizallamiento y expansión como si los materiales estuvieran tratados mediante un tratamiento de dispersión con un molino de rodillos, y además puede efectuarse con seguridad una uniforme pulverización.

La tasa de rugosidad (r) sobre la superficie del cuerpo de rotación sobre la cual están dispuestas las muescas, se ajusta aproximadamente de 1,05 a 2,35, de preferencia aproximadamente de 1,15 a 1,55. Si la tasa de rugosidad es mayor de 2,35, la resistencia a la agitación se vuelve alta, se requiere un gran consumo de potencia, tiene lugar un fenómeno de pegado de los materiales de tratamiento a la superficie del cuerpo de rotación, y resulta difícil controlar la temperatura de los materiales de tratamiento. Si la tasa de rugosidad es inferior a 1,05 en el caso de que los materiales de tratamiento están en el límite superior del margen de viscosidad del líquido altamente viscoso como ocurre con el sujeto de la presente invención, tiene lugar un fenómeno de deslizamiento o un fenómeno de rotación adicional por obstrucción, por lo cual resulta difícil efectuar eficientemente el tratamiento de dispersión. Además, la fina brecha anular que se forma tiene aproximadamente de 1,0 a 10 mm, de preferencia aproximadamente de 2,0 a 5,0 mm. Si esta brecha es demasiado estrecha, la resistencia al flujo resulta muy grande, se requiere un gran consumo de potencia de accionamiento, mientras que si la brecha es demasiado grande, resulta imposible evitar la formación de un duro aglomerado o de un aglomerado.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un ejemplo de la presente invención y es una vista frontal que muestra una parte del recipiente en una sección transversal.

La figura 2 muestra un ejemplo de un cuerpo de rotación y es una vista lateral de un cuerpo de rotación con una sección transversal circular.

La figura 3 muestra otro ejemplo de un cuerpo de rotación y es una vista lateral de un cuerpo de rotación que tiene unas proyecciones similares a unos dientes.

La figura 4 es una vista plana explicativa que muestra un ejemplo de muescas.

La figura 5 es una vista plana explicativa que muestra otro ejemplo de muescas.

La figura 6 es una vista plana explicativa que muestra otro ejemplo de muescas.

La figura 7 es una sección transversal ampliada explicativa de una porción con muescas.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA VERSION PREFERIDA

La presente invención puede ser aplicada a la pulverización de materiales de tratamiento del tipo sólido / líquido en varios campos como por ejemplo, la química, los medicamentos, la electrónica, la cerámica, los alimentos o los piensos. Como se muestra en la figura 1, el aparato de tratamiento de la presente invención tiene un recipiente 1 y un cuerpo de rotación o rotor 2, el cual gira en el interior del recipiente. El recipiente 1 comunica con una abertura de suministro 3 y una abertura de descarga 4 para los materiales de tratamiento como por ejemplo una dispersión altamente viscosa, y está provisto de una camisa 5, a través de la cual fluye un medio para el control de la temperatura como por ejemplo un agua de refrigeración, alrededor del recipiente, y la camisa 5 está provista de una entrada de fluidos 6 y una salida de fluidos 7 para el medio de control de la temperatura. El cuerpo de rotación 2 gira mediante un eje conductor 9 que está conectado a un motor de accionamiento (no mostrado) a través de un sello mecánico 8.

Una fina brecha anular 10 se forma entre la cara de pared interior del recipiente 1 y la cara periférica externa del cuerpo de rotación 2. Los materiales de tratamiento suministrados al recipiente 1 a partir de la abertura de suministro 3 mediante la utilización de una bomba de suministro (no mostrada), fluyen hacia el portal de descarga y se estancan en la fina brecha anular 10. El tamaño de la fina brecha anular 10 es aproximadamente de 1,0 a 10 mm, de preferencia aproximadamente de 2,0 a 5,0 mm. Los materiales de tratamiento que deben suministrarse al interior del recipiente son óptimamente una pasta altamente viscosa dentro de un margen de viscosidad aproximadamente de 10 a 2500 dPa·s. Si es inferior a 10 dPa·s, la viscosidad es demasiado baja y ocasiona un esfuerzo de cizallamiento insuficiente a no ser que el margen de rotación del cuerpo de rotación sea maximizado. Si se trata de una pasta altamente viscosa con una viscosidad superior a 2500 dPa·s, la resistencia viscosa es demasiado alta, se necesita una gran potencia de accionamiento para el accionamiento del cuerpo de rotación y la generación de calor resulta muy alta, por lo cual resulta imposible efectuar un control normal de la temperatura.

En los aparatos mostrados en la figura 1 y la figura 2, el cuerpo de rotación 2 tiene una forma tubular con una sección transversal circular. En esta estructura, los materiales de tratamiento reciben repetitivamente unas acciones de compresión y cizallamiento mediante la rotación del cuerpo de rotación. Además, en el ejemplo mostrado en la figura 3, el cuerpo de rotación está formado por un cuerpo tubular con una sección transversal modificada mediante la formación de unas porciones ranuradas 11 a intervalos en una dirección circunferencial sobre la cara periférica externa para formar unas proyecciones en forma similar a unos dientes 12, que se extienden en una dirección longitudinal del cuerpo de rotación. En esta estructura, los materiales de tratamiento están sometidos a una compresión y cizallamiento en las proyecciones similares a unos dientes y a una liberación y una expansión en las porciones ranuradas, y reciben estas acciones repetitivamente, y a continuación se descargan por el portal de descarga.

Las muescas 13 están formadas sobre la totalidad de la cara periférica externa cuando el cuerpo de rotación 2 tiene una sección transversal circular o sobre la superficie de las proyecciones similares a unos dientes 12, cuando el cuerpo de rotación tiene una sección transversal modificada. Las muescas 13 están de preferencia formadas por un proceso de moleteado. La forma de las muescas 13 está formada con unas líneas horizontales como se muestra en la figura 1, un moleteado paralelo como por ejemplo unas líneas oblicuas como se muestra en la figura 4 ó una forma de moleteado tipo sarga rectangular, transversal o diagonal como se muestra en la figura 5 y figura 6. Además, las proyecciones finas 14 a formadas por las muescas están formadas con una altura de aproximadamente 1,0 a 0,1 mm, de preferencia aproximadamente 0,6 a 0,3 mm. La altura depende del tamaño de la agregación secundaria contenida en los materiales de tratamiento tipo sólido / líquido, pero cuando la altura es aproximadamente 1,0 mm o mayor, se requiere una gran potencia de accionamiento y el control de la temperatura resulta difícil. Además, cuando la altura es aproximadamente de 0,1 mm o inferior, se aprecia un fenómeno de rotación adicional por obstrucción en el límite superior del margen de viscosidad. Las finas proyecciones 14 formadas por las muescas 13 tienen varias formas. Por ejemplo, en el caso de finas proyecciones rectangulares como se muestra en la figura 7, un ángulo α de la pendiente de un diente definido por las finas proyecciones 14 es aproximadamente de 90 grados, la distancia d entre los picos de las proyecciones es aproximadamente de 1 mm, y la altura es aproximadamente de 0,5 mm.

Al formarse las muescas 13 sobre la superficie del cuerpo de rotación 2, el área de la superficie efectiva del cuerpo de rotación 2 se vuelve mayor que el área de la superficie de un cuerpo de rotación con una cara lisa en la cual no se ha formado ninguna muesca. El grado de incremento de la superficie puede ser representado por un margen de rugosidad (r), es decir, el ratio entre el área de la superficie efectiva o aparente y el área de la superficie proyectada sobre una cara horizontal. Y, en la presente invención, las muescas están formadas de manera que la tasa de rugosidad (r) de la superficie del cuerpo de rotación se vuelva $r > 1$, de preferencia, $r =$ aproximadamente 1,05 a 2,35, con particular preferencia $r =$ aproximadamente de 1,15 a 1,55. Con ello, el área de la superficie efectiva o aparente del cuerpo de rotación se incrementa r veces, cuando se compara con el área de la superficie de un cuerpo de rotación convencional que tiene una cara lisa, el área de contacto con los materiales de tratamiento puede ser aumentada, y el esfuerzo de cizallamiento puede ser aplicado con seguridad como consecuencia de dicho aumento.

En caso de que las partículas de polvo contenidas en los materiales de tratamiento sean partículas de una gran dureza, cuando la cara de la pared interna del recipiente y el cuerpo de rotación, los cuales se utilizan en contacto con los materiales de tratamiento, son de cerámica, los artículos de cerámica pueden ser un material de cerámica de superficie basta en la cual no se ha efectuado ningún tratamiento de la superficie. Particularmente, la superficie del cuerpo de rotación tiene una tasa de rugosidad (r) de aproximadamente 1,05 a 2,35 cuando se compara con la superficie de una cerámica normal para la cual se ha efectuado un tratamiento de superficie, y por lo tanto dicho material cerámico de superficie basta puede ser empleado tal cual.

La velocidad circunferencial rotacional del cuerpo rotatorio está deseablemente dentro de un margen aproximadamente de 3 a 30 m/segundo, de preferencia aproximadamente de 5 a 25 m/segundo. Es aconsejable operar el cuerpo de rotación en condiciones en que la temperatura de los materiales de tratamiento sea de 60 °C ó inferior al máximo. Si la velocidad circunferencial es inferior a 3 m/segundo, el esfuerzo de cizallamiento es insuficiente, los materiales de tratamiento pasan a través de la fina brecha anular sin tratamiento por el cuerpo de rotación, y no se efectúa ninguna acción de dispersión, por lo cual no se recibe sustancialmente ningún efecto de dispersión. Además, si la velocidad circunferencial es de 30 m/segundo o superior, se necesita una gran fuerza de accionamiento y la generación de calor se vuelve alta, y resulta difícil mantener la temperatura de los materiales de tratamiento a 60 °C ó inferior incluso si se ajusta la viscosidad, por lo cual tiene el lugar el deterioro de las propiedades de los materiales de tratamiento y una influencia adversa sobre la calidad del producto.

Ejemplo 1

Una pasta de alta viscosidad con un pigmento blanco mezclado y amasado con un adhesivo tipo epoxi, se trató mediante un aparato sin emplear ninguna bola como se muestra en la figura 1. La fina brecha anular entre la cara de la pared interna del recipiente y la cara periférica externa del cuerpo de rotación fue de 2 mm. Sobre la superficie del cuerpo de rotación se formaron unas muescas con proyecciones finas como está mostrado en la figura 7, en la cual el ángulo de las pendientes era de 90°, la forma era cuadrada en una vista plana y la altura era de 0,5 mm, mediante un moleteado tipo sarga. La tasa de rugosidad del cuerpo de rotación fue aproximadamente de 1,45. La viscosidad de la pasta fue de 2000 dPa·s, y cuando la velocidad circunferencial del cuerpo de rotación fue de 10 metros/segundo, el tamaño de partícula de la pasta obtenida fue de 10 μ m.

Ejemplo 2

Se trató una pasta de alta viscosidad mezclada con cargas y se amasó con un adhesivo tipo epoxi, mediante un aparato sin utilización de bolas como se muestra en la figura 1. El diámetro medio de partícula en este momento fue de 60 a 70 μ m (diámetro de la partícula basta: 90 μ m). La fina brecha anular formada entre la cara de la pared interna del recipiente y la cara periférica externa del cuerpo de rotación en este aparato fue de 5 mm. Sobre la superficie del cuerpo de rotación se formaron mediante moleteado tipo sarga unas muescas con unas finas proyecciones en las cuales el ángulo de las pendientes fue de 60°, siendo la forma de un cuadrado en una vista plana, y la altura fue de 0,5 mm. La tasa de rugosidad del cuerpo de rotación fue aproximadamente de 2,00. La viscosidad de la pasta fue de 2,020 dPa·s y cuando la velocidad circunferencial del cuerpo de rotación fue de 10 m/segundo, el tamaño de partícula fue de 10 μ m, y el tiempo de tratamiento fue aproximadamente la mitad de un molino de bolas convencional.

Ejemplo 3

Se trató una pasta de alta viscosidad que tenía un colorante plástico y un pigmento blanco, mezclada y amasada, se trató mediante un aparato sin utilización de bolas como se muestra en la figura 1. La fina brecha anular formada entre la cara de la pared interna del recipiente y la cara periférica externa del cuerpo de rotación fue de 5 mm. Sobre la superficie del cuerpo de rotación, se formaron mediante moleteado tipo sarga unas muescas que tenían unas finas proyecciones como se muestra en la figura 7 de las cuales el ángulo de pendiente fue de 90°, la forma fue la de un cuadrado en una vista plana y la altura fue de 0,5 mm. La tasa de rugosidad sobre la superficie del cuerpo de rotación fue de aproximadamente 1,45. La viscosidad de la pasta fue de 260 dPa·s y cuando la velocidad circunferencial del cuerpo de rotación fue de 15 m/segundo, el tamaño del grano de partícula fue de 30 μ m.

Como se ha mencionado más arriba, en el aparato de la presente invención las muescas finas se forman sobre la superficie del cuerpo de rotación mediante un procedimiento de moleteado, mediante el cual la tasa de rugosidad (r) de la superficie del cuerpo de rotación que se emplea en contacto con los materiales de tratamiento es mayor de 1. De esta manera, el área de la superficie efectiva o aparente del cuerpo de rotación multiplica r veces el área de superficie de un cuerpo de rotación que tiene una superficie lisa, con lo cual el área de contacto aumenta y al mismo tiempo, el coeficiente de fricción puede aumentarse para prevenir el deslizamiento, por lo cual el esfuerzo de cizallamiento del cuerpo de rotación puede ser suficientemente transmitido a los materiales de tratamiento y puede tener lugar una dispersión eficiente.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de tratamiento para un fluido de alta viscosidad para la producción de materiales de tratamiento del tipo sólido / líquido, el cual efectúa un tratamiento de mezcla y amasado, amasado o dispersión de materiales de tratamiento de un fluido de alta viscosidad preliminarmente mezclado y amasado, teniendo una viscosidad dentro de un margen de 10 a 2500 dPa·s sin utilización de ningún medio de dispersión, el cual aparato comprende un recipiente (1) que tiene una abertura de suministro (3) y una abertura de descarga (4) de los materiales de tratamiento, un cuerpo de rotación (2) dispuesto rotativamente en el recipiente (1), y una fina brecha anular (10) formada entre la cara interna del recipiente (1) y la cara periférica externa del cuerpo de rotación (2) para el paso de los materiales de tratamiento, mientras están sujetos al tratamiento mediante el cuerpo de rotación (2), en donde el cuerpo de rotación tiene una superficie sobre la cual se han formado unas muescas (13); caracterizado porque, el cuerpo de rotación (2) tiene una forma tubular sobre la cual están dispuestas unas porciones ranuradas (11) a intervalos en una dirección circunferencial sobre la cara periférica externa para formar unas proyecciones similares a unos dientes (12) que se extienden en una dirección longitudinal, y las muescas (13) están formadas sobre la cara periférica externa de las proyecciones similares a unos dientes (12) mediante un procedimiento de moleteado; y la superficie del cuerpo de rotación (2) tiene una tasa de rugosidad de 1,05 a 2,35, siendo dicha tasa de rugosidad la relación entre el área de la superficie efectiva o aparente y el área de la superficie proyectada sobre una cara horizontal.
2. El aparato de tratamiento para un fluido altamente viscoso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el cuerpo de rotación (2) tiene una forma tubular con una sección transversal circular y las muescas (13) están formadas sobre la superficie del cuerpo de rotación (2) mediante la aplicación de un procedimiento de moleteado.
3. El aparato de tratamiento para un fluido altamente viscoso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde la fina brecha anular (10) es de 1,0 a 10 mm.
4. El aparato de tratamiento para un fluido altamente viscoso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la velocidad circunferencial del cuerpo de rotación (2) es de 3 a 30 m/segundo.

Fig. 1

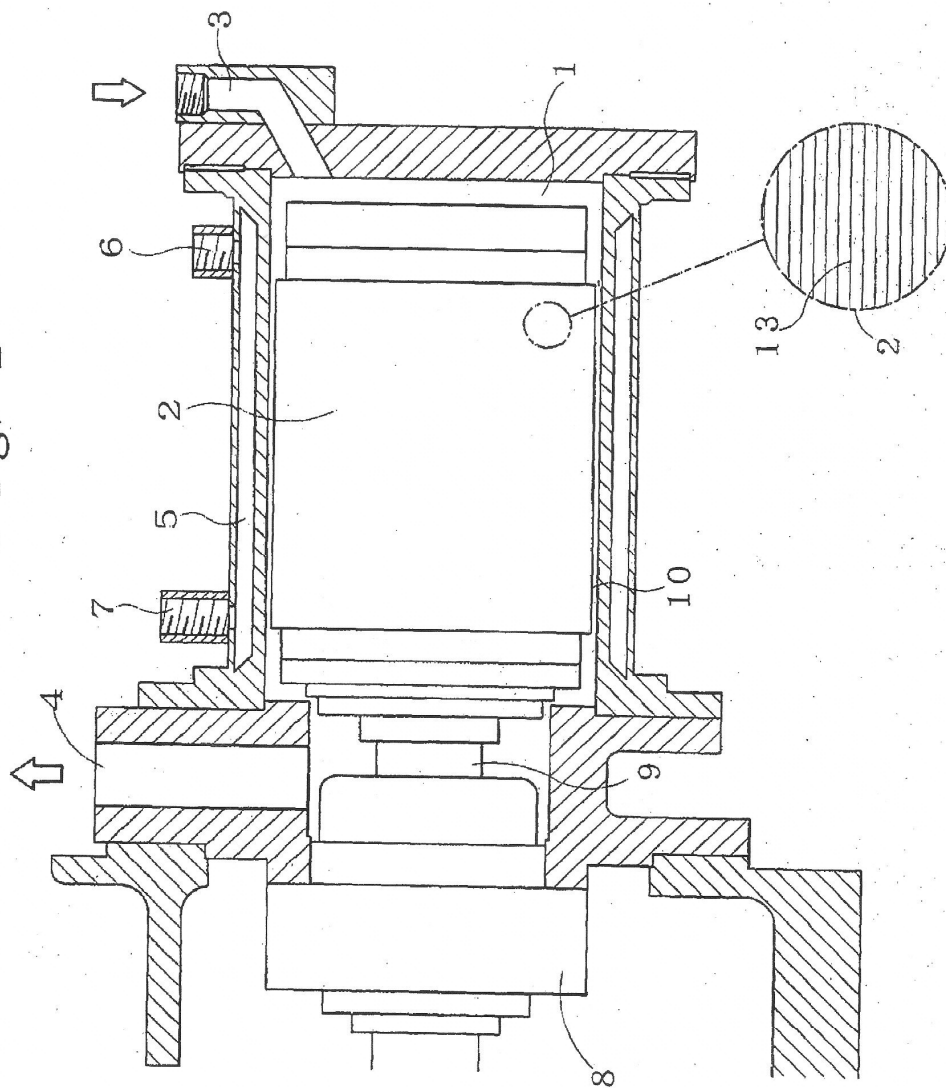


Fig. 2

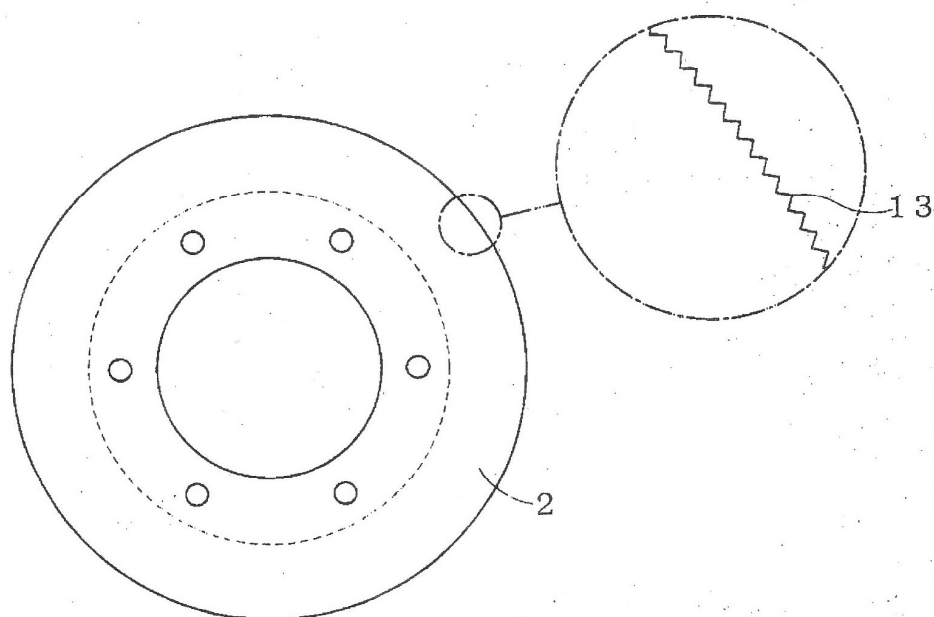


Fig. 3

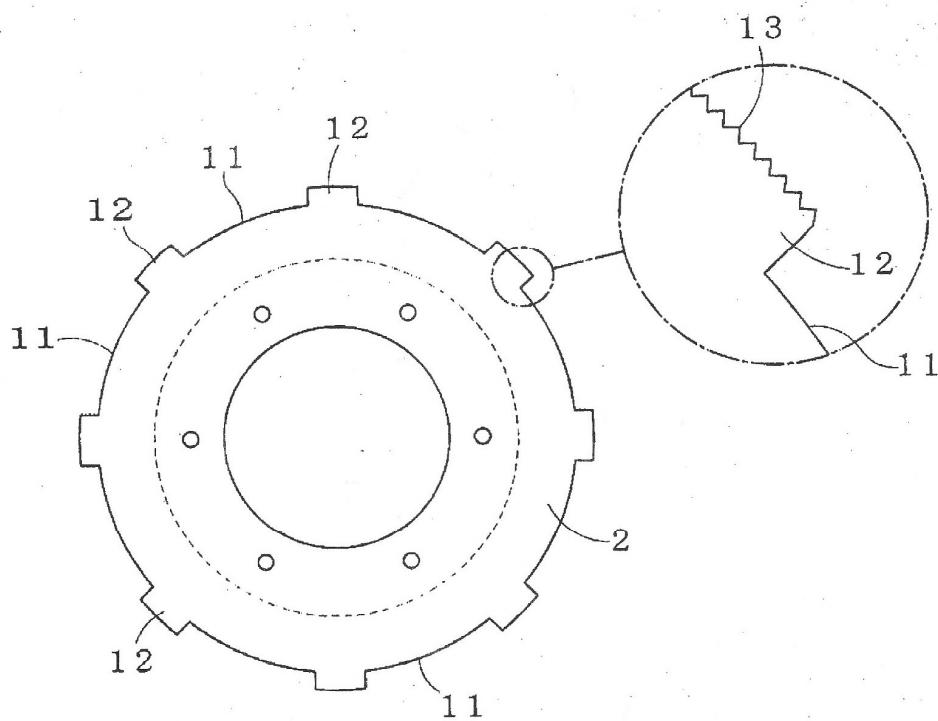


Fig. 4

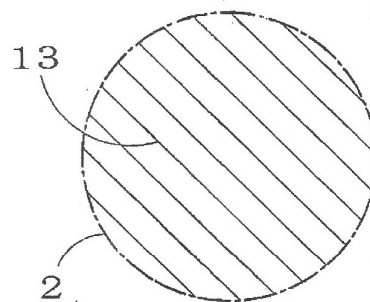


Fig. 5

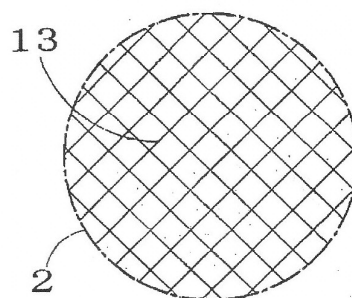


Fig. 6

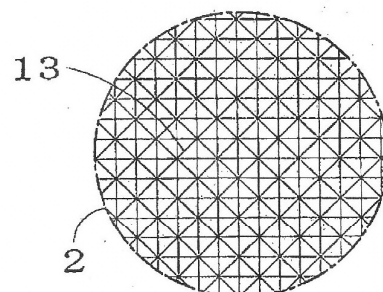


Fig. 7

