(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 299 615**

(51) Int. Cl.:
B29B 13/10 (2006.01)
B02C 7/08 (2006.01)
B01F 15/02 (2006.01)
B01F 7/00 (2006.01)
B29B 17/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA LIMITADA T7

(96) Número de solicitud europea: **02788090 .5**
(96) Fecha de presentación : **09.12.2002**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1472061**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **07.11.2007**

(54) Título: **Mezclador y método de mezclado.**

(30) Prioridad: **30.01.2002 GB 0202065**

(45) Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.06.2008**

(45) Fecha de la publicación de la mención de la patente europea limitada BOPI: **01.08.2011**

(45) Fecha de publicación de la traducción de patente europea limitada: **01.08.2011**

(73) Titular/es: **Watson Brown HSM Ltd.**
Derbyshire SK13 8AZ, GB

(72) Inventor/es: **Brown, Christopher**

(74) Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

ES 2 299 615 T7

DESCRIPCIÓN

Mezclador y método de mezclado.

La presente invención concierne al mezclado y proporciona un nuevo aparato y un nuevo método de mezclado. En particular, la presente invención concierne al mezclado con alto nivel de cizalla. Se entenderá que el término "mezclado" incluye el procesamiento de materiales individuales.

El mezclado con alto nivel de cizalla (HSM) es un desarrollo relativamente reciente de la tecnología de mezclado que puede proporcionar niveles extremadamente elevados de cizalla y tensión extensiva. La tecnología HSM tiene su base en los principios de la química mecánica (básicamente en la inducción de reacciones químicas en materiales aplicando solamente fuerzas mecánicas) y reproduce de manera efectiva las características de espacio de cizalla controlado y de flujo extensivo del molido convencional de dos rodillos en frío de manera más intensa. Esta tecnología la propuso por primera vez William Watson y está descrita en su patente del Reino Unido nº 2.300.129. Esta patente describe mezcladores tanto por lotes como continuos en los que el mezclado tiene lugar entre unos miembros con surco que rotan uno respecto al otro y cortan y separan el material mientras se atraviesan entre sí los surcos y los terrenos intermedios. En el mezclador por lotes, los surcos están formados en unos discos opuestos de giro relativo y están dispuestos de tal manera que el material se empuja hacia dentro a lo largo de los surcos hacia el eje central de rotación de los discos. A medida que el material se mueve hacia el centro del mezclador, el volumen disponible se reduce de tal modo que la presión aumenta, con lo que el material brota lejos del centro del disco y por lo tanto se hace recircular hacia fuera. Esto proporciona un mezclado distributivo efectivo, además de la acción de cizalla y separación.

Mediante una disposición adecuada del tamaño y distribución de los surcos se pueden controlar selectivamente las propiedades de cizalla y de mezclado extensivo y distributivo. En particular, la capacidad de controlar cuidadosamente el grado de tensión proporciona un mezclador ideal para el mezclado mecanoquímico. Por ejemplo, un uso importante de estos mezcladores de HSM es el reciclaje de caucho o materiales reticulados viscoelásticos similares. El mezclado mecanoquímico constituye una forma eficaz de romper selectivamente enlaces reticulados para solubilizar el material sin provocar un daño significativo en las cadenas poliméricas para que se pueda fabricar un producto reciclado de alta calidad a partir del material recogido.

Para una aplicación industrial eficiente de la tecnología HSM es deseable proporcionar mezcladores que puedan asumir grandes lotes de material; por ejemplo, del orden de los 200 kg. No obstante, simplemente aumentar la escala de la geometría del mezclador anteriormente propuesto por William Watson supone diversas dificultades. Por ejemplo, se podrían alojar grandes volúmenes de lotes simplemente aumentando el radio de los discos de mezclado de rotación relativa. Un problema para este enfoque es que el número de surcos y sus terrenos intermedios no varían en relación con el radio, de modo que la intensidad y la frecuencia de las tensiones de mezclado aplicadas al material entre los discos varía con el radio. Mientras que las diferencias en las tensiones de mezclado aplicadas a los materiales en distintos puntos del mezclador pueden no suponer un problema en el caso de mezcladores pequeños, a medida que aumenta el tamaño del mezclador también se incrementan las diferencias en los extremos de la mezcla obtenida. Además, en el caso de discos más grandes la diferencia en la velocidad de rotación puede resultar significativa entre las regiones interiores y exteriores de los discos, con loo que las velocidades necesarias para obtener una mezcla adecuada en el centro del disco pueden conducir a unas velocidades indeseablemente altas hacia la periferia de los discos, que pueden sobrepresionar el material.

Como alternativa a aumentar el diámetro del disco, se pueden alojar volúmenes mayores de material aumentando la profundidad de los surcos en los discos de mezclado. Sin embargo, al incrementar la profundidad de los surcos aumenta también la probabilidad de que parte del material quede atrapado y estancado en el fondo de los surcos.

Otro problema práctico asociado con el mezclado de lotes más grandes de material radica en la extracción del mezclador del material mezclado. Por ejemplo, cuando se utilizan mezcladores con la geometría HSM antes propuesta para reciclar compuestos de caucho, el material resultante está en un "bloque" extremadamente viscoso que se debe extraer levantándolo del mezclador. Si bien esto no resulta particularmente problemático en el caso de lotes más pequeños de material, puede derivar en un problema significativo en el caso de lotes más grandes.

En el documento JP-A-63049239 se describe un mezclador con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Es un objeto de la presente invención eliminar o mitigar los problemas anteriores.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de mezclado por lotes que comprende:

unos miembros de mezclado opuestos primero y segundo que son rotatorios uno respecto al otro alrededor de un eje;

dichos miembros de mezclado primero y segundo tienen unas superficies encaradas que se extienden lejos del eje y que definen entre las mismas una cámara de mezclado;

unos medios para hacer rotar al menos uno de los miembros de mezclado a fin de proporcionar una rotación relativa entre los miembros de mezclado primero y segundo en una primera dirección de rotación;

una serie de formaciones de mezclado en al menos una de dichas superficies que interactúan para mezclar el material dentro de la cámara de mezclado;

donde el número de formaciones de mezclado en al menos una de las superficies aumenta con la distancia radial respecto al eje, y

caracterizado porque al menos algunas de las formaciones de mezclado en al menos una de las superficies se barren hacia delante respecto a dicha primera dirección de rotación a fin de proporcionar una propulsión neta del material dentro de la cámara de mezclado hacia el eje a medida que los miembros primero y segundo se hacen rotar uno respecto al otro en dicha primera dirección de rotación.

Relacionando el número de formaciones de mezclado con el radio del miembro (o miembros) de mezclado es posible normalizar las acciones de mezclado que tienen lugar a lo largo de la superficie.

Preferiblemente, las formaciones de mezclado son incisiones, tales como surcos definidos en cada superficie y pueden tener unas paredes laterales rectas o curvas, y las mismas pueden ser también rectas o curvas. De manera alternativa, las formaciones de mezclado pueden ser protuberancias elevadas por encima de cada superficie; por ejemplo, bordes elevados que pueden tener unas paredes laterales rectas o curvas, y las mismas pueden ser también rectas o curvas. Los ejemplos de realización de la invención pueden incluir tanto surcos como protuberancias.

Para proporcionar la propulsión (o bombeo) necesario del material es preferible que al menos parte de las formaciones de mezclado en al menos una de las superficies, y más preferiblemente en ambas, se barran hacia delante respecto a dicha primera dirección de rotación.

En un ejemplo de realización preferido de la invención, cada formación de mezclado en dicha superficie que es al menos una (y preferiblemente en ambas) tiene un extremo radialmente interior y un extremo radialmente exterior respecto a dicho eje, estando los extremos interiores de algunas de las formaciones de mezclado en cada superficie más lejos de dicho eje que las otras formaciones de mezclado dentro de la misma superficie.

Por ejemplo, la superficie puede dividirse en dos o más sectores, cada uno de los cuales tiene una serie de formaciones de mezclado sustancialmente paralelas definidas en el mismo, sin que las formaciones de mezclado de un sector sean paralelas a las formaciones de mezclado de al menos uno de los demás sectores. Las formaciones de mezclado dentro de un sector concreto pueden ser básicamente paralelas a una línea radial proyectada sobre la superficie respectiva. De manera adicional o alternativa, la superficie puede estar dividida en unas regiones radialmente interiores o exteriores, definiendo cada región unas formaciones de mezclado que comienzan y terminan dentro de dicha región, teniendo las regiones radialmente exteriores más formaciones de mezclado que las regiones radialmente interiores.

Las series de surcos modeladas tal como se ha mencionado se han utilizado, por ejemplo, en los molinos de arroz tradicionales. Más recientemente, dichos patrones de surcos se han utilizado en un dispositivo de mezclado descrito en la patente estadounidense nº 4.657.400. En este dispositivo, el material se mezcla entre dos discos con surcos de rotación relativa, que bombean el material hasta un anillo colector proporcionado alrededor de la zona de mezclado.

A fin de continuar proporcionando la propulsión necesaria del material en los casos en los que ambas superficies están dotadas de surcos o bordes elevados, o algún elemento similar, es preferible disponer las líneas de acción de los surcos, etc. en la superficie respectiva de tal manera que se crucen cuando se ven en superposición. Esta disposición de intersecciones puede disponerse además de tal modo que proporcione una dirección radial predominante de bombeo cuando la rotación tiene lugar en una dirección y la dirección radial predominante de bombeo opuesta cuando se invierte la rotación. Esta disposición también puede disponerse de tal modo que proporcione un aumento y una disminución cíclicos en la intensidad instantánea e incluso la dirección instantánea de la propulsión radial.

Por ejemplo, una disposición de líneas de acción de los surcos, etc. en intersección de este tipo puede conseguirse disponiendo los patrones de formación en cada una de las dos superficies del caso antes descrito de la presente invención como imágenes en espejo una de la otra.

Una característica de las geometrías preferidas de la presente invención en las que las formaciones de mezclado son surcos consiste en que el área en sección transversal total de los surcos, cuando se mide en un radio concreto, aumenta en proporción a ese radio. Por lo tanto, el material que se mueve dentro de un surco está sujeto a una presión en aumento cuando dicho movimiento se realiza en la dirección de disminución del radio y a una presión descendente cuando dicho movimiento se realiza en la dirección de incremento del radio. Mientras el material se bombea activamente hacia el eje del mezclador mediante la acción de los surcos, se mantiene a su vez sujeta a una presión en aumento que invierte su dirección: el denominado fenómeno de flujo inverso bien conocido en el diseño de extrusores. Como consecuencia de la intensidad de fluctuación cíclica de la acción de bombeo del surco o del movimiento no uniforme del material a lo largo de la sección transversal de cualquier surco concreto, o de ambas cosas, el material es capaz de circular radialmente hacia dentro y hacia fuera a lo largo del surco, ya sea simultánea o secuencialmente. Este patrón de flujo bidireccional proporciona un mezclado distributivo extremadamente eficaz en la dirección radial. Los surcos individuales pueden tener un área en sección transversal que aumente con el radio para potenciar el mezclado distributivo conseguido a través del flujo inverso. Por ejemplo, la profundidad y/o la anchura de los surcos pueden incrementarse con un radio en aumento.

Mientras que las superficies de los miembros de mezclado de la presente invención pueden tener una geometría plana, en los ejemplos de realización preferidos una de las dos superficies es cóncava y la otra, convexa. Se prefiere particularmente la geometría cónica, pero también se pueden emplear otras geometrías como abovedada o atrompetada. El uso de tales geometrías no planas permite que se amplíen el volumen de mezclado y las áreas superficiales sin que, de manera no deseada, aumente en exceso el radio de superficie global (es decir, la distancia máxima desde la superficie hasta el eje), con lo que se reducen las exigencias de velocidad y par de superficie para cualquier capacidad de mezclador determinada.

También se prefiere que una parte axial de al menos uno de los miembros de mezclado primero y segundo se pueda extraer para permitir la descarga de material de la cámara de mezclado mediante la rotación relativa de dichos miembros de mezclado primero y segundo en dicha primera dirección de rotación. Esto soluciona los problemas de extracción de lotes de material mezclado más grandes con los que se topan los mezcladores conocidos anteriormente mencionados.

La presente invención también proporciona un método para mezclar un material en un aparato de mezclado, que comprende una cámara de mezcla definida entre las superficies encaradas de unos miembros de mezcla opuestos primero y segundo, que pueden rotar uno respecto al otro alrededor de un eje, teniendo la superficie encarada de al menos el primer miembro de mezclado una serie de formaciones de mezclado que interactúan con la superficie encarada del

segundo miembro de mezclado para mezclar material dentro de la cámara de mezclado a medida que los miembros de mezclado primero y segundo se hacen rotar uno respecto al otro, aumentando el número de formaciones de mezclado en al menos una de las superficies con la distancia radial desde el eje, barriéndose al menos parte de las formaciones de mezclado hacia delante respecto a una primera dirección de rotación para impulsar el material de dentro de la cámara de mezcla hacia el eje en función de la dirección de la rotación relativa de los miembros de mezclado primero y segundo, comprendiendo el método la rotación relativa de los miembros de mezclado primero y segundo en una dirección determinada, de modo que dichas formaciones de mezclado interactúen para impulsar el material hacia dicho eje.

A continuación se describirán unas realizaciones específicas de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista frontal de un mezclador de alto nivel de cizalla de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es una vista lateral del mezclador de la figura 1 mirando en la dirección de la flecha A de la figura 1;

la figura 3 es una vista en planta del mezclador de las figuras 1 y 2;

la figura 4 es una vista lateral ampliada y parcialmente seccionada del mezclador correspondiente a la figura 2 pero mostrando los detalles ocultos;

las figuras 5a y 5b son vistas lateral y en planta, respectivamente, del estator del mezclador de las figuras 1 a 4 (no a escala);

las figuras 6a y 6b son, respectivamente, una vista lateral en sección transversal y una vista en planta del rotor del mezclador de las figuras 1 a 4 (no a escala), y

las figuras 7a a 7d ilustran cuatro etapas en el funcionamiento del mezclador de las figuras 1 a 4.

Haciendo referencia a los dibujos, el mezclador ilustrado es un mezclador HSM por lotes que comprende unos miembros de mezclado superior e inferior 1, 2 en alojamiento cónico, soportados por unas secciones superior e inferior, respectivamente, de un marco de soporte fijo 3. El miembro de mezclado superior 1 es un estator convexo soportado por unos miembros cruzados 3a de la sección superior del marco de soporte 3. Los miembros cruzados 3a están soportados de manera deslizante en cuatro columnas marco 3b y se proporcionan unos cilindros hidráulicos 4 para elevar y bajar el estator 1, tal como se describirá más adelante. La superficie exterior cónica del estator 1 está dotada de una disposición de surcos 1a (vista mejor en las figuras 5a y 5b). El estator tiene una estructura de doble pared que define un canal interior de refrigeración 1b.

El miembro de mezclado inferior 2 es un rotor cóncavo montado para rotar en torno a su eje central en un cojinete de anillo rotatorio 5 soportado por la sección inferior del marco de soporte 3. El rotor 2 tiene una disposición de surcos 2a formada en su superficie interior, la cual en uso coopera con los surcos 1a formados en el estator tal como se describirá más adelante. De manera similar al estator 1, el rotor 2 presenta una estructura de doble pared que define un canal interior de refrigeración 2b, que recibe un líquido refrigerante a través de una unión rotativa 2c. El rotor 2 está accionado por un motor apropiado (no mostrado) a través de una caja de engranajes 6 y un árbol de engranajes 7 dotado de un piñón de transmisión 8 que encaja en una rueda de engranaje anular 9 montada alrededor de la circunferencia exterior del rotor 2.

En el vértice del rotor 2 y del estator 1 están formadas unas aberturas correspondientes 10 y 11, respectivamente, que se alinean entre sí a lo largo del eje de rotación del rotor 2. Un conector 12 proporcionado para conectar/desconectar selectivamente las aberturas 10 y 11 está montado de manera rotatoria en un husillo 13, en cojinetes 14, y sobresale hacia abajo desde un cilindro hidráulico 15 que está soportado por encima del estator 1 en un miembro cruzado 3c de la sección superior del marco de soporte 3. Por lo general, el conector 12 es cilíndrico y tiene una superficie exterior que se corresponde con los contornos de las superficies interiores de las aberturas 10 y 11. En uso, una parte inferior del conector 12 encaja en el rotor 2 dentro de la abertura 10 para que el conector 12 gire con el rotor 2. Se proporcionan unas barras de guía 16 para impedir que el cilindro 15 gire con el conector 12.

La disposición de los surcos 1a y 2a formados en las superficies opuestas del estator 1 y el rotor 2, respectivamente, se pueden ver mejor en las figuras 5 y 6. El patrón de los surcos es esencialmente el mismo en el rotor y en el estator. En cada caso, la superficie con surcos se divide en cuatro sectores (cuadrantes) por unas líneas radiales imaginarias proyectadas sobre la superficie, que se extienden desde el eje hasta la periferia del miembro respectivo. En cada cuadrante se extienden ocho surcos 1a/2a desde lugares separados a lo largo de una de las líneas radiales que definen ese cuadrante hasta unas ubicaciones análogamente separadas en la periferia del rotor/estator. Los surcos de cada cuadrante son generalmente paralelos entre sí y respecto a una línea radial proyectada sobre la superficie del rotor/estator. Dado que todos los surcos se extienden hacia la periferia de la superficie del rotor/estator (es decir, la parte de diámetro máximo de los miembros cónicos) pero no todos los surcos se extienden hacia el centro (vértice), el número de surcos definido en la superficie aumenta efectivamente con el diámetro del estator/rotor. A continuación se explicará el funcionamiento del mezclador haciendo referencia en particular a las figuras 7a a 7d.

Para cargar material en el mezclador, se eleva el estator 1 mediante los cilindros hidráulicos 4 mientras se mantiene el conector 12 en una posición rebajada encajado con la abertura 10 del rotor 2, tal como se ilustra en la figura 7a. Esto permite que el material se introduzca directamente en el interior del rotor cóncavo 2. A continuación, el estator 1 se baja de tal modo que se aloja dentro del rotor 2, y se recibe la parte superior del conector 12 dentro de la abertura 11. Se deja un hueco apropiado entre las superficies con surco del rotor 2 y el estator 1 para definir la cámara de mezclado. En este momento se hace girar el rotor 2 para realizar una operación de mezclado.

En esencia, el mecanismo de mezclado es el mismo que el descrito en relación con la geometría original de mezclador propuesta por William Watson tal como se describe en la patente del Reino Unido nº 2.300.129 mencionada anteriormente. En determinadas orientaciones de rotación relativa, los surcos 1a del estator se alinean con los surcos 2a del rotor, pa-

ra que el material presente en la cámara de mezclado se introduzca en los surcos opuestos. A medida que el rotor 2 y el estator rotan uno respecto al otro, los surcos 1a y 2a se sacan de guía uno al otro para que se produzca una transferencia progresiva de material desde los surcos hasta los espacios más pequeños definidos entre los terrenos definidos entre los surcos del rotor o del estator y los terrenos opuestos definidos entre los surcos del estator o el rotor, respectivamente. De este modo, el material se extiende y se corta, lo que induce las reacciones mecanoquímicas.

Además, se produce una acción de escisión cuando los surcos 1a se cruzan con los surcos 2a, lo que contribuye a cortar y separar el material dentro de la cámara de mezclado. Así, el mezclado tiene lugar entre los surcos y dentro de ellos. Asimismo, los surcos están orientados de tal manera que la acción de escisión tiende a impulsar el material hacia el centro o la periferia de la cámara de mezclado en función de la dirección de rotación, con lo que potencia el mezclado distributivo. En particular, haciendo girar el motor para impulsar el material hacia el centro de la cámara de mezclado, el material circulará radialmente de manera continua dentro de la cámara de mezclado mientras aumenta la presión del material hacia el centro, de modo que vuelve a circular hacia la periferia del mezclador. Sin embargo, si el material tiende a estancarse hacia el centro de la cámara de mezclado, es decir, en el vértice de los miembros cónicos de mezclado, se puede contrarrestar haciendo girar periódicamente el rotor 2 en sentido inverso.

Una ventaja significativa del mecanismo de mezclado proporcionado por la presente invención radica en que, relacionando el número de surcos disponible para mezclar el material con el radio del rotor/estator, para que el número de surcos aumente a la vez que la distancia desde el eje de rotación, es posible normalizar las acciones de cizalla, extensión y escisión, de manera que el material está sustancialmente sujeto a las mismas acciones de mezclado en todas las posiciones del interior de la cámara. Esto permite que se mantenga el mezclado de material básicamente uniforme en toda la cámara de mezclado a medida que aumenta el tamaño del mezclador.

Al final del proceso de mezclado se eleva el conector 12 mientras se mantiene el estator en su posición baja, tal como se muestra en la figura 7c, y se continúa girando el rotor 2 para bombear el material mezclado para su descarga a través de la abertura 10 en el vértice del rotor 2. A continuación se eleva el estator 1 tal como se muestra en la figura 7d para que se pueda extraer manualmente cualquier residuo existente. Por último, se puede bajar de nuevo el conector 12 a la posición mostrada en la figura 7a para una posterior operación de mezclado.

Se observará que la disposición de los surcos para proporcionar un mezclado uniforme en toda la cámara de mezclado se puede aplicar a miembros de mezclado sustancialmente planos, como discos opuestos. En consecuencia, diversas modificaciones de la presente invención pueden incorporar rotores y estatores planos de este tipo en lugar de los miembros cónicos descritos. De manera análoga, los miembros de mezclado en forma de disco pueden estar dotados de un conector central para facilitar la descarga del material mezclado básicamente tal como se describe anteriormente. Sin embargo, el uso de miembros cónicos proporciona ventajas significativas adicionales respecto a la geometría del estado de la técnica.

En primer lugar, al adoptar una geometría cónica el diámetro máximo de los miembros de mezclado se puede reducir respecto al volumen, superficie y velocidad de superficie necesarios en el mezclador. De este modo, se puede proporcionar un mezclador relativamente grande sin los problemas asociados con sobrepresionar el material hacia la periferia de los miembros de mezclado debido a las elevadas velocidades de rotación. Además, las necesidades de par y, por lo tanto, de energía para hacer girar el rotor se reducen en comparación con una geometría plana de un área/volumen de superficie similar. En consecuencia, se pueden mezclar grandes volúmenes de material en un mezclador relativamente compacto sin necesitar proporcionar surcos desventajosamente profundos. La geometría cónica también es útil para retener el líquido dentro del mezclador, lo que contribuye a un mezclado distributivo efectivo. Asimismo, la retención de gas dentro del cono puede proporcionar un mezclado efectivo en entornos alternativos (p. ej. no oxigenados).

Además, al adoptar diferentes ángulos de cono es posible establecer unas intensidades distintas de cizalla y extensión en función de la distancia desde el eje de rotación, proporcionando más control sobre los mecanismos de mezclado gracias a un diseño apropiado de los miembros de mezclado.

Se observará que no es necesario que los miembros de mezclado sean estrictamente cónicos para conseguir las ventajas anteriores. Entre las alternativas se cuenta cualquier geometría en la que la circunferencia de la superficie se reduzca a lo largo de un eje central de la superficie, con lo que se podrían incluir, por ejemplo, geometrías abovedadas o atrompetadas.

Se observará también que el patrón exacto de los surcos puede variar considerablemente. Una modificación relativamente simple de la disposición de los surcos descrita anteriormente consistiría en dividir la superficie en más de cuatro sectores, teniendo cada uno de los sectores una disposición de surcos similar a las proporcionadas en los cuadrantes del ejemplo de realización antes descrito. La característica que proporciona un mezclado uniforme o sustancialmente uniforme en toda la cámara de mezclado es la inclusión de un número de surcos que aumenta con la distancia desde el eje de rotación. Por ejemplo, no es necesario que todos los surcos se extiendan hacia el borde exterior del rotor/estator, ni tampoco que el patrón de surcos sea idéntico en el rotor y en el estator.

De manera similar, la configuración de los surcos individuales puede variar. Por ejemplo, tal como se ha mencionado anteriormente, los surcos podrían estar dotados de una sección transversal que aumenta con el radio para potenciar el mezclado distributivo.

Además, las superficies de mezclado pueden estar dotadas de unas protuberancias tales como bordes elevados en lugar de surcos, pero que pueden disponer de un patrón similar para proporcionar las acciones de mezclado necesarios y la propulsión de material hacia el eje de rotación o lejos del mismo. Los ejemplos de realización de la invención pueden incluir una combinación de surcos (u otras incisiones) y tales protuberancias.

La inclusión ventajosa de un conector extraíble en el centro del rotor/estator, así como muchas de las ventajas obtenidas gracias a la geometría cóni-

ca (o similar), no dependen de la naturaleza de los surcos y pueden aplicarse a una geometría de surcos tal como se propone en la patente del Reino Unido nº 2.300.129. En consecuencia, entre los mezcladores que constituyen realizaciones de algunos aspectos seleccionados de la invención se cuentan los mezcladores que tienen sustancialmente la misma geometría que la descrita en la patente del Reino Unido nº 2.300.129, pero con un conector central extraíble y/o una geometría cónica.

Se observará también que, si bien el ejemplo de realización de la invención descrito anteriormente se ha diseñado en primera instancia para la desvulcanización de materiales reticulados viscoelásticos, como caucho reciclado, no está limitado a esta aplicación y se puede aplicar en cualquier situación en la que se desee un mezclado de alto nivel de cizalla, como por ejemplo en la composición o cualquier otro procesamiento de otros materiales poliméricos tales como caucho, termoplásticos y termosets, o bien en el procesamiento de masas, pastas, lechadas y fluidos. La invención se puede aplicar en la mayoría de ámbitos de las industrias del procesamiento de materiales en las que se necesiten líquidos, sólidos y combinaciones de ambos para exponerlos a acciones de mezclado distributivo y/o dispersivo. Entre esas industrias del procesamiento de materiales se incluyen, de manera no limitativa, industrias de productos químicos o petroquímicos, polímeros, alimentos, bebidas, medicamentos, productos de higiene personal o de limpieza, industrias de gestión de agua, alcantarillado, residuos o energía e industrias del reciclaje.

Otras modificaciones y aplicaciones posibles de la presente invención serán fácilmente comprensibles para el experto en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de mezclado por lotes que comprende:

unos miembros de mezclado primero y segundo (1,2) opuestos que rotan uno respecto al otro en torno a un eje;

teniendo dichos miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) unas superficies encaradas que se extienden lejos del eje y que definen entre las mismas una cámara de mezclado;

unos medios para hacer rotar al menos uno de los miembros de mezclado (1, 2) a fin de proporcionar una rotación relativa entre los miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) en una primera dirección de rotación;

una serie de formaciones de mezclado (1a, 2a) en al menos una de dichas superficies que interactúan para mezclar el material dentro de la cámara de mezclado;

donde el número de formaciones de mezclado (1a, 2a) en al menos una de las superficies aumenta con la distancia radial respecto al eje, y

caracterizado porque al menos parte de las formaciones de mezclado (1a, 2a) en al menos una de las superficies se barren hacia delante respecto a dicha primera dirección de rotación a fin de proporcionar una propulsión neta del material dentro de la cámara de mezclado hacia el eje a medida que los miembros primero y segundo (1, 2) se hacen rotar uno respecto al otro en dicha primera dirección de rotación.

2. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 1, en el que una parte axial (12) de al menos uno de los miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) se puede extraer para permitir la descarga de material de la cámara de mezclado mediante la rotación relativa de dichos miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) en dicha primera dirección de rotación.

3. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 1 ó 2, en el que las formaciones de mezclado (1a, 2a) son incisiones.

4. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 3, en el que las incisiones (1a, 2a) son surcos.

5. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 4, en el que los surcos (1a, 2a) definen un área en sección transversal que aumenta con la distancia radial desde el eje.

6. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende formaciones de mezclado que sobresalen desde la superficie respectiva.

7. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 6, en el que las formaciones de mezclado que sobresalen son bordes elevados.

8. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos parte de dichas formaciones de mezclado (1a, 2a) en ambas superficies se barren hacia delante en dicha primera dirección de rotación.

9. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada formación de mezclado (1a, 2a) de dicha superficie, que es al menos una, tiene un extremo radialmente interior y un extremo radialmente exterior respecto a dicho eje, estando los extremos interiores de parte de las formaciones de mezclado en cada superficie más lejos de dicho eje que las otras formaciones de mezclado dentro de la misma superficie.

10. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 9, en el que el número de formaciones de mezclado (1a, 2a) de una superficie respectiva que tienen los extremos interiores relativamente lejos del eje es mayor que el número de formaciones de mezclado de dicha superficie que tienen los extremos interiores relativamente cerca del eje.

11. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 9 ó 10, en el que el extremo exterior de cada formación de mezclado (1a, 2a) termina en la periferia radial de la superficie respectiva.

12. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que dicha superficie, que es al menos una, está dividida en dos o más sectores, cada uno de los cuales tiene una serie de formaciones de mezclado (1a, 2a) sustancialmente paralelas, sin que las formaciones de mezclado de un sector sean paralelas a las formaciones de mezclado de al menos uno de los demás sectores.

13. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 12, en el que las formaciones de mezclado (1a, 2a) de un sector determinado son básicamente paralelas a una línea radial proyectada sobre la superficie respectiva.

14. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha superficie, que es al menos una, está dividida en unas regiones radialmente interiores o exteriores, definiendo cada región unas formaciones de mezclado que comienzan y terminan dentro de dicha región, teniendo las regiones radialmente exteriores más formaciones de mezclado que las regiones radialmente interiores.

15. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que todas las formaciones de mezclado de dicha superficie, que es al menos una, son básicamente paralelas entre sí y respecto a una línea radial proyectada sobre la superficie.

16. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que ambas superficies tienen unas formaciones de mezclado (1a, 2a) que aumentan en número con la distancia respecto al eje.

17. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha superficie del primer miembro de mezclado (2) es cóncava y dicha superficie del segundo miembro de mezclado (1) es convexa.

18. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 17, en el que las superficies de los miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) tienen forma cónica o troncocónica y se estrechan en dirección a dicho eje.

19. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que dichas superficies de los miembros de mezclado primero y segundo son sustancialmente planas.

20. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 2 o cualquier reivindicación dependiente de la misma, en el que la parte extraíble del miembro de mezclado o de cada uno de ellos comprende un conector (12) que se puede insertar en una abertura respectiva (10, 11) en el miembro de mezclado o en cada uno de ellos.

21. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 20, en el que los miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) están dotados de una abertura (10, 11) en su centro, y se proporciona un conector sencillo (12) para conectar ambas aberturas (10, 11).

22. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 21, en el que los miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) se sostienen por un marco de soporte (3), con el segundo miembro (1) montado encima del primer miembro (2), y en el que dicho conector (12) se sostiene sobre un miembro móvil (13) que se extiende por encima del segundo miembro de mezclado (1) para su inserción en dichas aberturas (10, 11) de dichos miembros de mezclado (1, 2) y para su extracción de las mismas.

23. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 22, en el que se proporcionan unos medios (4) para elevar el segundo miembro (1) mientras se mantiene dicho conector (12) acoplado con el primer miembro de mezclado (2) a fin de facilitar la carga del material de mezcla en la cámara de mezclado.

24. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 23, en el que sólo uno de dichos miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) puede rotar, y en el que dicho conector (12) está montado de manera giratoria y adaptado para encajar en el miembro de mezclado giratorio (2) para rotar junto con el mismo.

25. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 2 o cualquier reivindicación dependiente de la misma, en el que dicha parte extraíble (12) se puede retirar mientras se hacen girar los miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) uno respecto al otro en una dirección determinada para bombear material fuera de la cámara de mezclado a través de una abertura (10) que se deja abierta retirando la parte extraíble.

26. Aparato de mezclado por lotes según la reivindicación 25, en el que se proporcionan unos medios (4) para elevar el segundo miembro (1) mientras se mantiene dicha parte extraíble (12) fuera de acoplamiento con el primer miembro de mezclado (2) a fin de facilitar la extracción manual del material mezclado.

27. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, en el que ambos dichos miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) pueden girar en sentido inverso.

28. Aparato de mezclado por lotes según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporcionan unos medios para la rotación relativa selectiva de dichos miembros de mezclado primero y segundo (1, 2) en una segunda dirección de rotación opuesta a dicha primera dirección de rotación para invertir la dirección de propulsión del material dentro de la cámara de mezclado lejos de dicho eje.

29. Método para mezclar un material en un aparato de mezclado, que comprende una cámara de mezcla definida entre las superficies encaradas de unos miembros de mezcla opuestos primero y segundo, que pueden rotar uno respecto al otro alrededor de un eje, teniendo la superficie encarada de al menos el primer miembro de mezclado una serie de formaciones de mezclado que interactúan con la superficie encarada del segundo miembro de mezclado para mezclar y proporcionar una propulsión neta de material dentro de la cámara de mezclado a medida que los miembros de mezclado primero y segundo se hacen rotar uno respecto al otro, aumentando el número de formaciones de mezclado en al menos una de las superficies con la distancia radial desde el eje, barriéndose al menos parte de las formaciones de mezclado hacia delante respecto a una primera dirección de rotación para impulsar el material de dentro de la cámara de mezcla hacia el eje en función de la dirección de la rotación relativa de los miembros de mezclado primero y segundo, comprendiendo el método la rotación relativa de los miembros de mezclado primero y segundo en una dirección determinada, de modo que dichas formaciones de mezclado interactúen para impulsar el material hacia dicho eje.

30. Método según la reivindicación 29, en el que una parte axial de al menos uno de los miembros de mezclado primero y segundo es extraíble, y en el que dicho método incluye la descarga del mezclador del material mezclado retirando dicha parte axial y haciendo girar dichos miembros primero y segundo uno respecto al otro, de manera que el material mezclado se descargue a través de una abertura que se deja abierta gracias a la extracción de la parte axial.

31. Método según la reivindicación 29 ó 30, que comprende la rotación relativa de dichos miembros de mezclado primero y segundo en una dirección opuesta a dicha primera dirección para proporcionar una propulsión neta de material lejos de dicho eje.

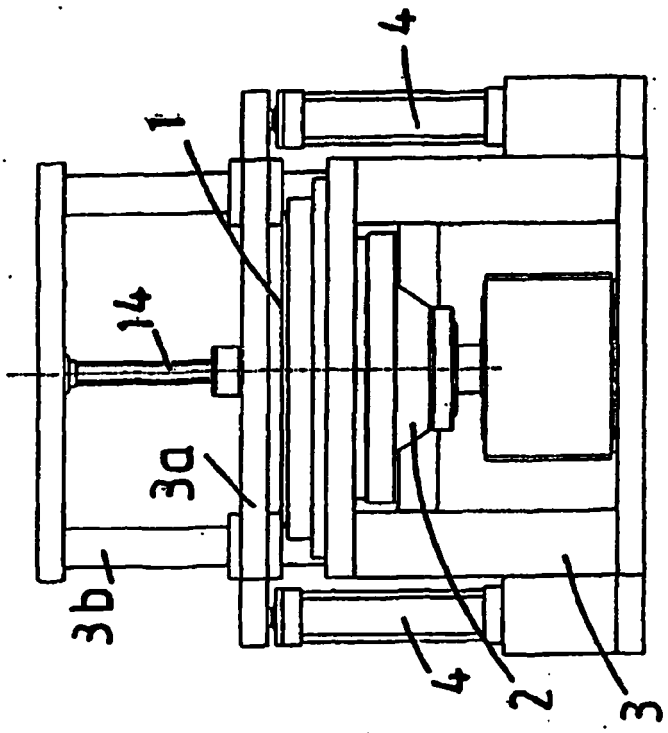


FIG.1

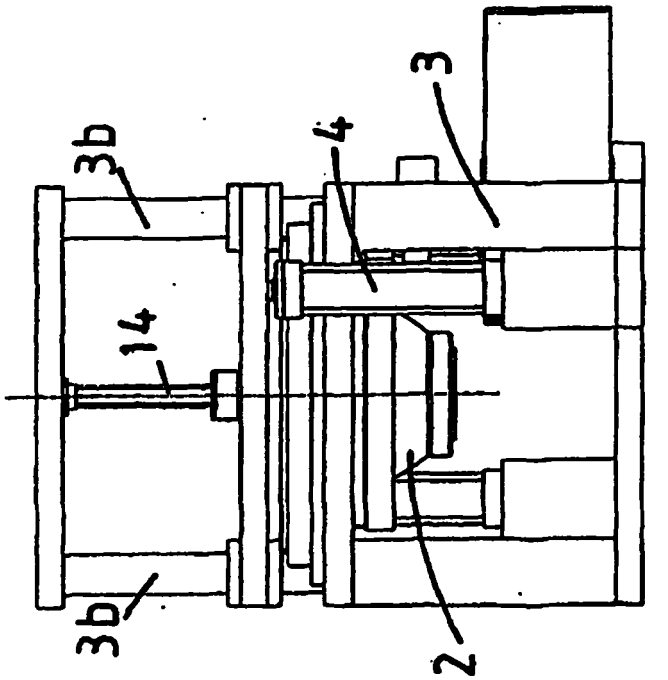


FIG.2

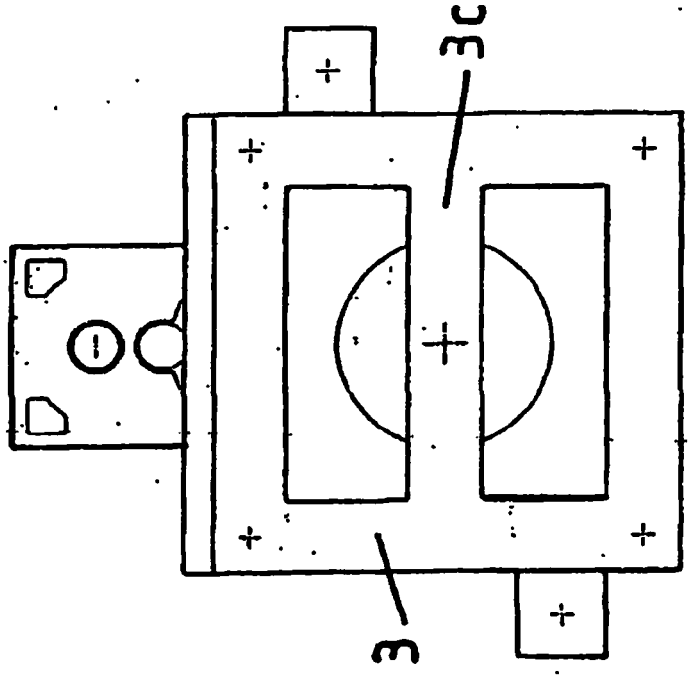


FIG.3

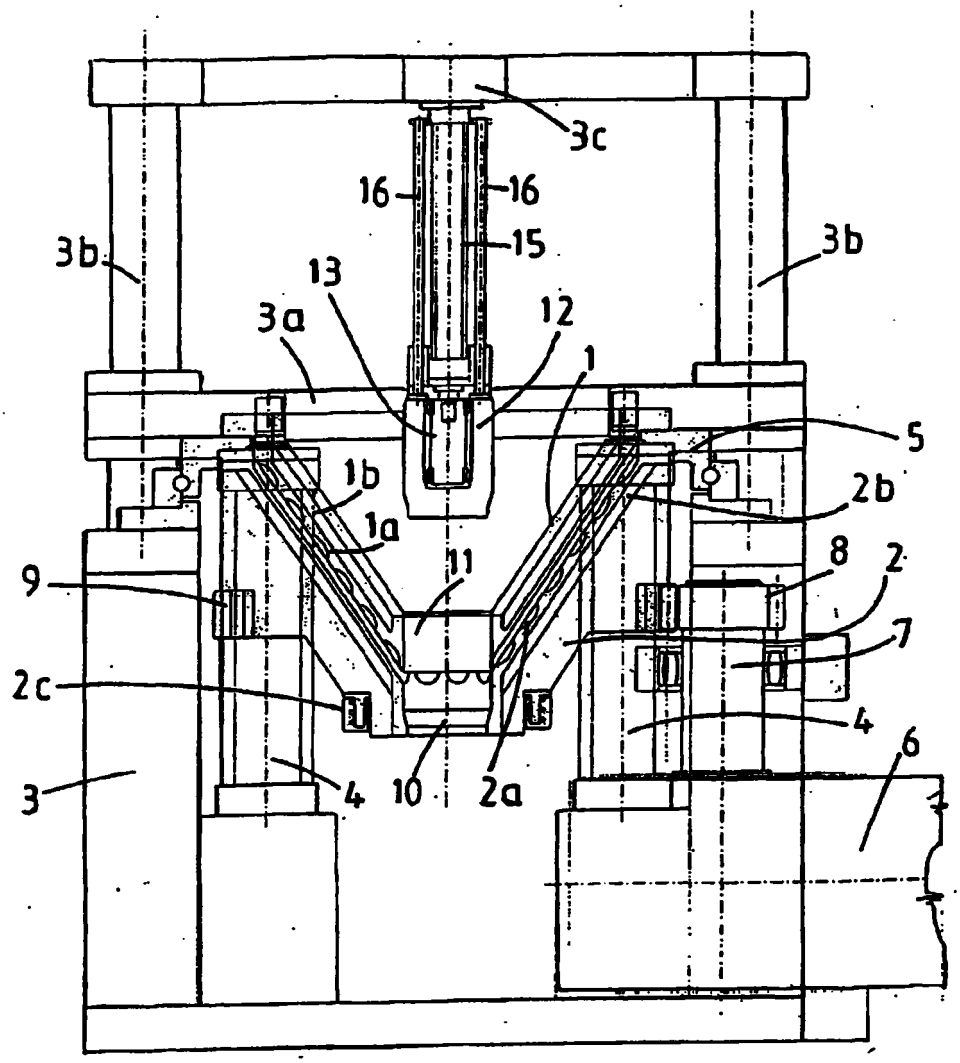


FIG.4

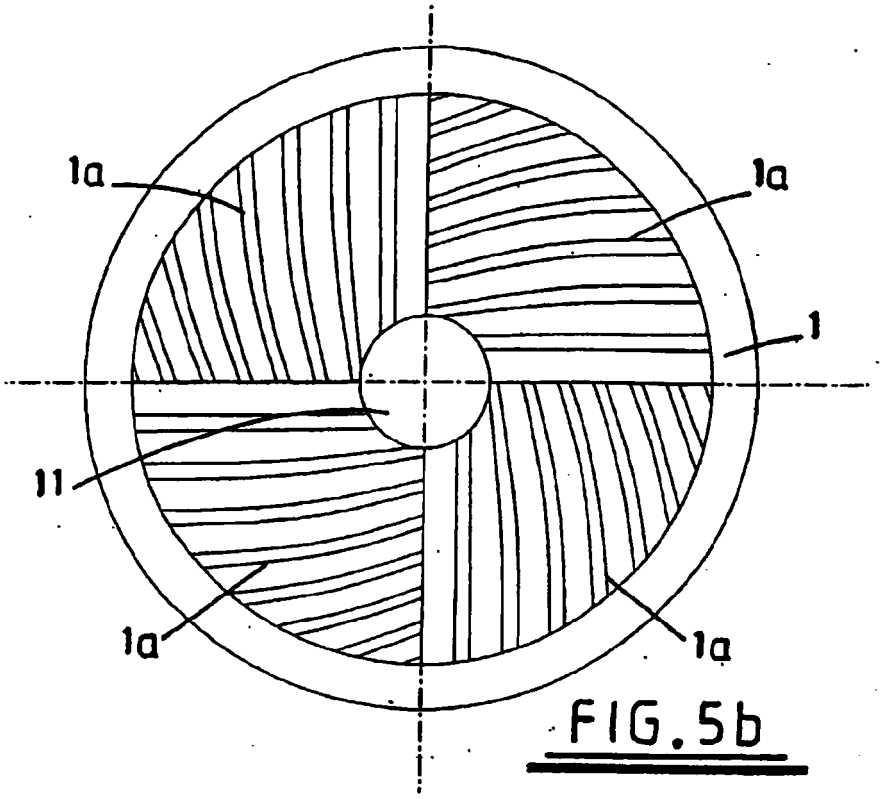


FIG.5b

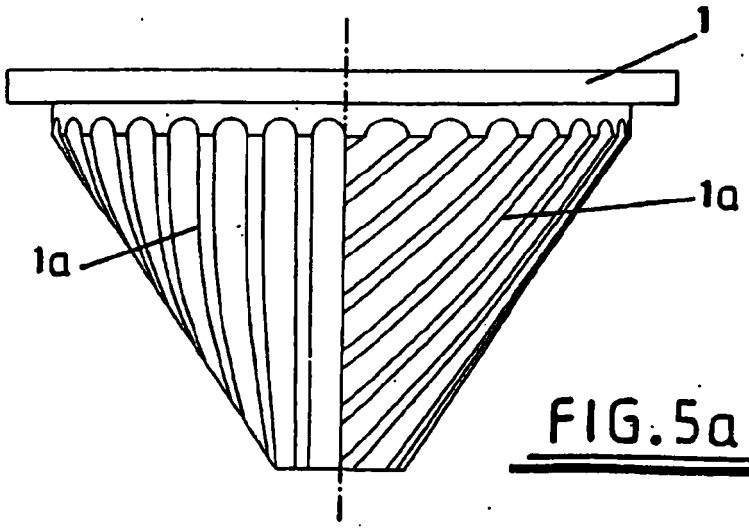


FIG.5a

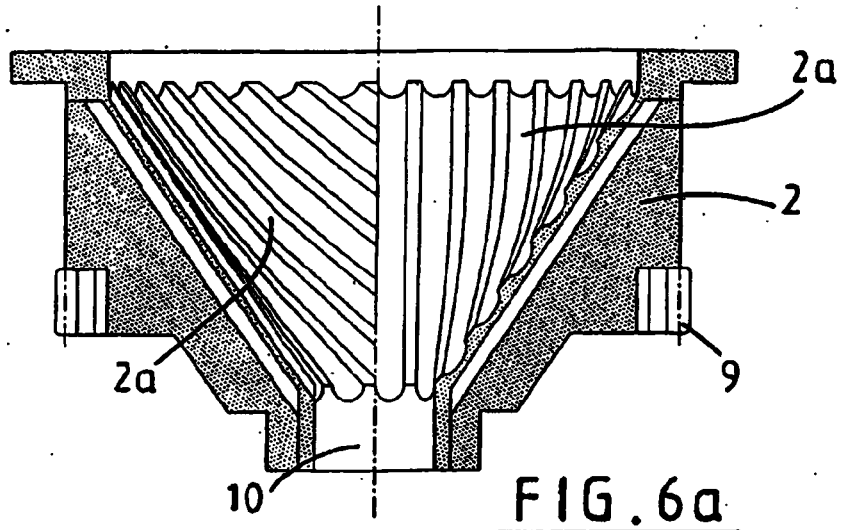


FIG. 6a

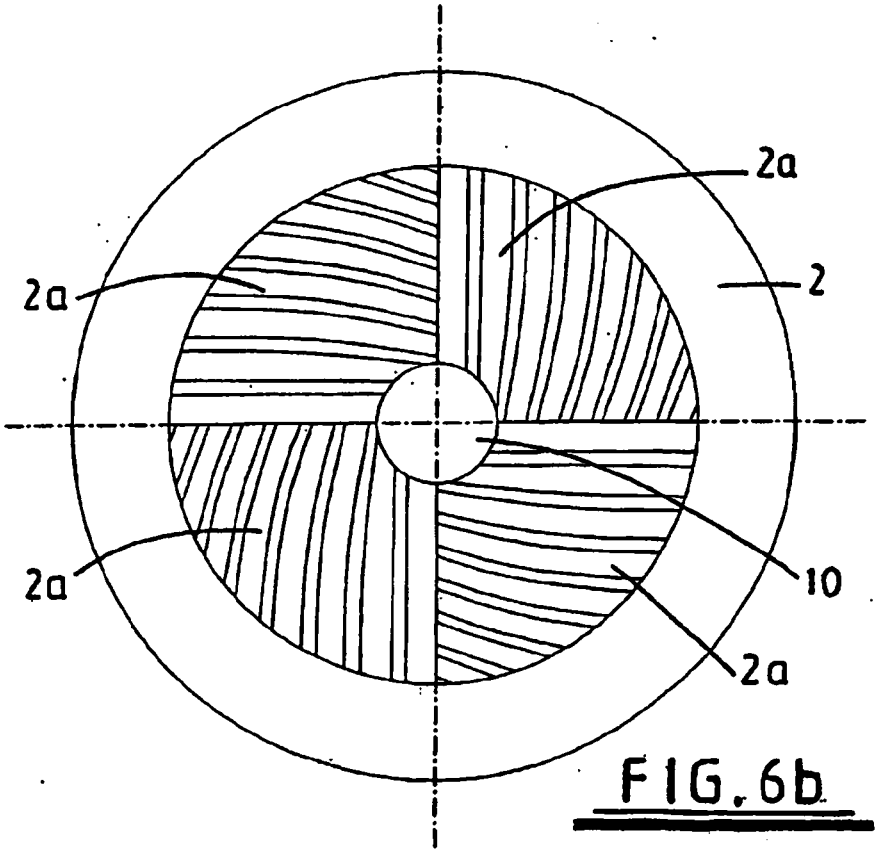


FIG. 6b

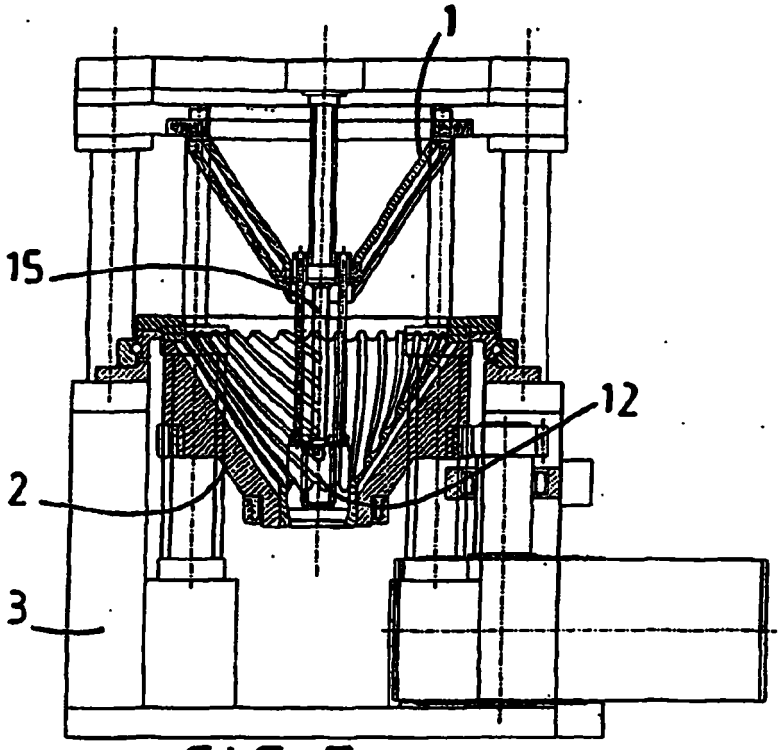


FIG.7a

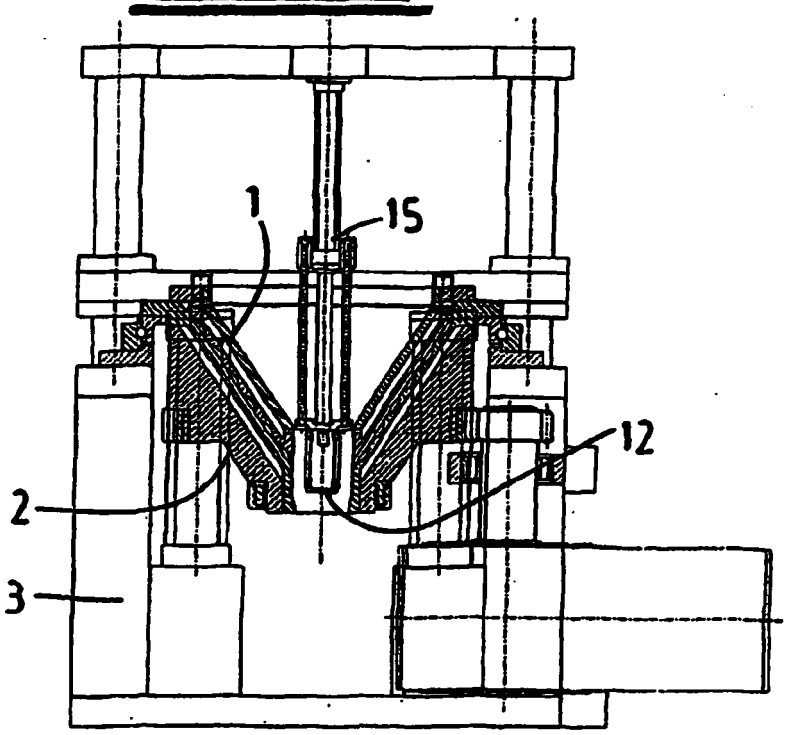


FIG.7b

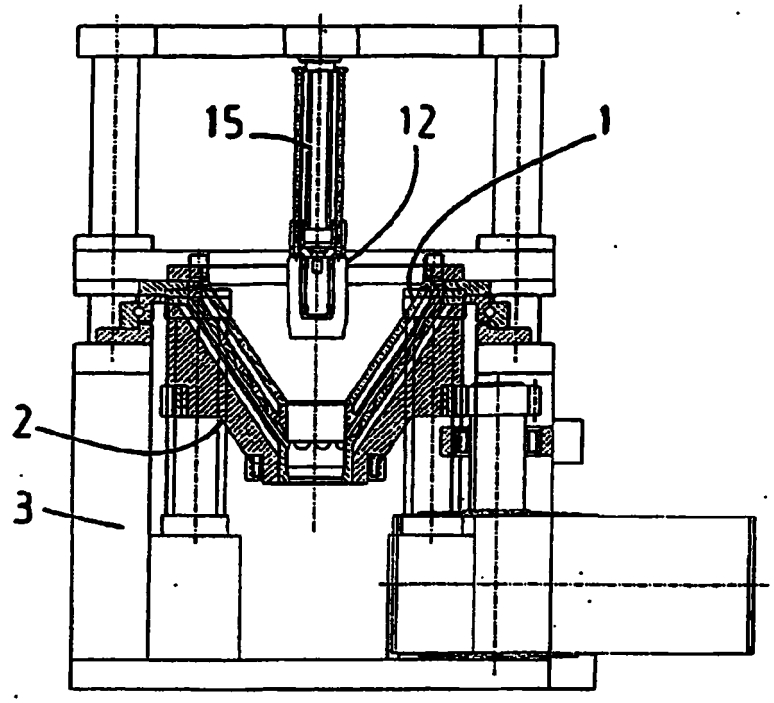


FIG.7c

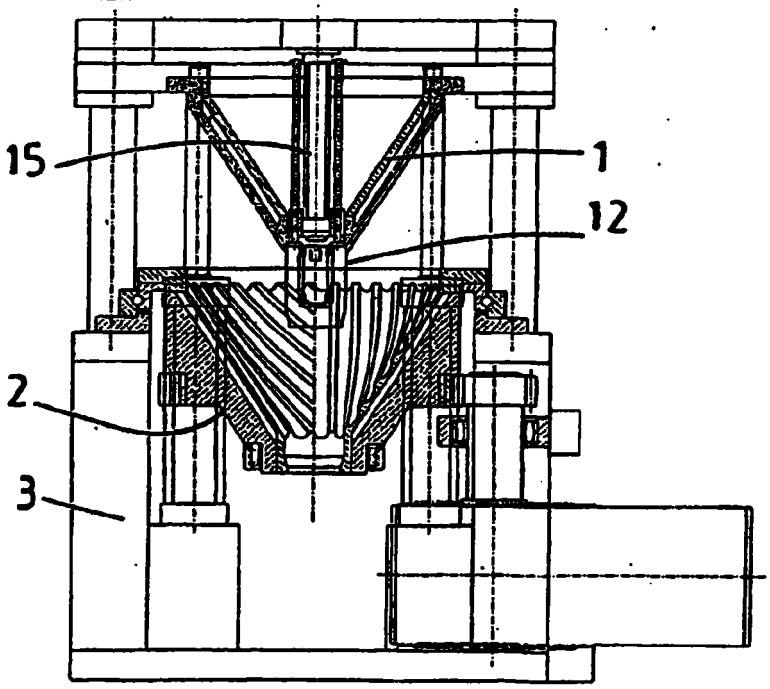


FIG.7d