

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 297**

51 Int. Cl.:

B29C 47/62 (2006.01)

B29B 7/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2004 E 04812322 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.08.2014 EP 1711322**

54 Título: **Aparato para la plastificación de termoplásticos**

30 Prioridad:

24.12.2003 US 746677

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

24.11.2014

73 Titular/es:

**NORSON XALOY INCORPORATED (100.0%)
1399 Countyline Road P.O. Box 7359
New Castle, PA 16107, US**

72 Inventor/es:

**WOMER, TIMOTHY, W.;
BUCK, EFFINGER, J. y
HUDAK, BERNARD, J.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 523 297 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

Aparato para la plastificación de termoplásticos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la plastificación usando un husillo giratorio dentro de un cilindro para extrudir o inyectar material resinoso fundido. Más particularmente, la presente invención se refiere a mejoras en la fusión y el mezclado del material resinoso usando un husillo que tiene una sección de reorientación de material entre una sección de fusión de barrera y una sección de dosificación ondulante.

Antecedentes de la invención

10 Un aparato de plastificación usado normalmente en la actualidad recibe pellets, gránulos o polvos de resina de polímero o termoplástico, desde un puerto de entrada, a continuación, calienta y trabaja la resina para convertirla a un estado fundido. El material fundido es suministrado bajo presión a través de una salida restringida o puerto de descarga para fabricar el artículo acabado. Es deseable que el material fundido que sale del aparato esté completamente fundido y mezclado homogéneamente, resultando en una temperatura, viscosidad, color y composición uniformes.

15 Típicamente, el aparato de plastificación básico tiene un cilindro cilíndrico alargado que se calienta en diversas ubicaciones a lo largo de su longitud. Un husillo soportado axialmente y giratorio se extiende longitudinalmente a través del cilindro. El husillo es responsable de reenviar, fundir, presurizar y homogeneizar el material conforme pasa desde el puerto de entrada al puerto de salida. Típicamente, el husillo tiene un núcleo con un filete helicoidal en el mismo y el filete coopera con la superficie interior cilíndrica del cilindro para definir un valle helicoidal para el paso hacia adelante de la resina al puerto de salida.

20 Hay diversos tipos diferentes de resinas o polímeros termoplásticos, y cada uno tiene diferentes propiedades y características físicas. Por lo tanto, hay diversas configuraciones de husillo diferentes. En general, sin embargo, el husillo de plastificación típico tiene una pluralidad de secciones a lo largo de su eje extendido, en el que cada sección está diseñada para una función particular. Normalmente, hay una sección de alimentación, una sección de fusión y una sección de dosificación en serie. En la técnica, la sección de fusión se ha denominado indistintamente sección intermedia, de compresión o de transición.

25 La sección de alimentación se extiende hacia adelante desde el puerto de entrada de la abertura de alimentación donde las resinas termoplásticas sólidas, en forma de pellets, gránulos o en polvo, son introducidas al aparato y son empujadas hacia adelante por el husillo a lo largo del interior del cilindro. A continuación, la resina es trabajada y calentada en la sección de fusión. Una vez que se ha fundido aproximadamente del 40 al 80 por ciento de la resina, se produce la ruptura del lecho sólido, y los sólidos se dispersan aleatoriamente dentro de la masa fundida. Es importante señalar que la mayoría de la fusión que se produce inicialmente en la sección de fusión tiene lugar en o cerca de la fuente de calor de la pared interior del cilindro.

30 Por lo tanto, para garantizar una masa fundida homogénea, frecuentemente es importante que el material sólido sea separado del material fundido en la sección de fusión usando una barrera para crear dos canales helicoidales contiguos, un canal de sólidos y un canal de material fundido con un filete de barrera entre los mismos, de manera que la película delgada de material fundido que se desarrolla en la periferia exterior del canal de sólidos en la pared interior del cilindro es transportada sobre el filete de barrera y aguas arriba al interior del canal de masa fundida contiguo. Tal como se describe más detalladamente por Chung, en la patente US 4.000.884, y se desarrolla adicionalmente por Medici, et al., en la patente US 6.056.430, la sección de fusión de barrera típica maximiza la cantidad de contacto entre el material sólido y la superficie interior calentada de la pared del cilindro. Tal como explican adicionalmente Medici, et al., en la patente US 6.056.430, las secciones de fusión de barrera convencionales permiten que el material sólido se encuentre en el "lado posterior" del filete principal, mientras que el material fundido se encuentra en el lado de "empuje" del filete principal.

35 Por lo tanto, es importante mover los sólidos al lado de empuje del filete principal en la sección de dosificación del husillo de plastificación para proporcionar una mayor presión y cizallamiento que mezcle y funda los sólidos de manera más eficaz. Medici, Jr. et al., consigue el intercambio descrito en la patente US 6.056.430, invirtiendo el diámetro y la anchura de los filetes primario y secundario en el extremo terminal de la sección de mezclado. Como una alternativa, Medici Jr., et al., usan un filete de barrera que tiene una sección corta de paso mayor en el extremo terminal de la sección de fusión de barrera que estrecha abruptamente el canal de sólidos y, de esta manera, fuerza al material sólido sobre el filete de barrera al interior del canal de fusión y en el lado de empuje del filete primario antes de la sección de dosificación.

Aunque la configuración realizada por Medici Jr., et al., en la patente US N° 6.056.430 puede satisfacer muchas

necesidades generales, el mezclado térmico y compuesto puede ser mejorado todavía más para diversos materiales termoplásticos y poliméricos incluyendo una sección de reorientación más novedosa entre una sección de fusión de barrera de múltiples canales y la sección de dosificación ondulante para permitir mejor la reorientación de los materiales sólidos y fundidos. Puede producirse una fusión adicional mediante convección térmica desde el material fundido. Al mismo tiempo, la presente invención permite un mayor control de temperatura para evitar el sobrecalentamiento o la degradación de la resina. Además, el coste y el tiempo necesario para fabricar el husillo de la presente invención se reducen ya que la estructura intrincada descrita en la patente de Medici, Jr., et al., se elimina en la presente invención y se añaden y describen elementos y parámetros funcionales únicos.

Finalmente, el objetivo principal de la presente invención es mezclar homogéneamente resinas seleccionadas usando una combinación óptima de una sección de fusión de barrera y una sección D de dosificación ondulante de múltiples canales, resultando en un material completamente fundido que tiene temperatura, viscosidad, color y composición uniformes en el extremo terminal de la sección de dosificación.

El documento US 5.056.925 describe husillos extrusores y un procedimiento para acelerar la fusión en los extrusores de plastificación.

El documento US 4.945.313 describe un husillo de mezclado para la extrusión y el moldeo por inyección.

Sumario de la invención

Medici, Jr. y col., confirma en la patente US N° 6.056.430 que los husillos de dosificación de onda de múltiples canales y los husillos de fusión de barrera son bien conocidos. La presente invención, como Medici, Jr., et al., modifica y combina las dos tecnologías. Sin embargo, a diferencia de Medici, Jr., et al., la presente invención elimina el "intercambio" en el extremo terminal de la sección de fusión de barrera, y describe y reivindica, por el contrario, una sección de reorientación única entre la sección de fusión de barrera y la sección de dosificación ondulante.

A lo largo de un husillo de plastificación, se obtienen mayores tasas de presión y de cizallamiento en el lado de empuje del filete principal ya que el filete principal, a diferencia de los filetes de barrera o secundarios, proporciona una menor holgura con la pared interior del cilindro y una mayor anchura de hilo, lo cual, a su vez, produce mayores tasas de cizallamiento para el material que está siendo transportado. Frecuentemente, sin embargo, en los husillos de plastificación convencionales, los sólidos se encuentran principalmente en el lado posterior del filete principal en lugar de en el lado de empuje del filete principal. La presente invención supera esta desventaja proporcionando un husillo que tiene una sección de fusión de barrera de múltiples canales y una sección de reorientación para transferir la mayor parte de los sólidos al lado de empuje del filete principal antes de entrar a una sección de dosificación ondulante.

La presente invención es un aparato de plastificación que comprende un cilindro que tiene una entrada y una salida. Un husillo giratorio que tiene un eje longitudinal está dispuesto dentro de, y coopera con, una pared interior de dicho cilindro. El husillo comprende una sección de alimentación, una sección de fusión de barrera, una sección de reorientación y una sección de dosificación ondulante de múltiples canales situada posteriormente aguas abajo a lo largo de dicho eje de husillo. La sección de alimentación incluye un filete helicoidal principal que tiene un lado de empuje orientado en la dirección aguas abajo y un lado posterior orientado en la dirección aguas arriba. Un filete de barrera está dispuesto en dicha sección de fusión de barrera, en una posición intermedia de dicho filete principal, y dicho filete de barrera con el filete principal divide la sección de fusión de barrera en un canal de material fundido y un canal de sólidos que se extienden helicoidalmente uno al lado del otro. El filete de barrera incluye roscas helicoidales con un diámetro menor que el diámetro de las roscas helicoidales de dicho filete principal, de manera que el material fundido fluye a través de dicho filete de barrera y al interior de dicho canal de masa fundida. Esto permite que el material fundido transportado a lo largo de la sección de fusión de barrera sea posicionado contiguo al lado de empuje de dicho filete principal.

Para cambiar los sólidos al lado de empuje del filete principal en la presente invención para aprovechar el mayor cizallamiento del mismo, el filete de barrera termina cerca del extremo terminal de la sección de fusión de barrera. Después del extremo terminal de la sección de fusión de barrera, el paso del filete helicoidal principal disminuye y, a continuación, atraviesa continuamente a través de la sección de reorientación al menos una vuelta o 360 grados a lo largo del eje longitudinal del husillo. Además, el canal de sólidos y el canal de masa fundida en la sección de fusión de barrera se unen en un canal de reorientación sustancialmente uniforme en una ubicación que coincide sustancialmente con el menor paso del filete principal, forzando, de esta manera, el material plástico sólido transportado a la sección de reorientación a moverse hacia el lado de empuje del filete principal. Después de la sección de reorientación, el filete principal pasa a la sección de dosificación con un filete secundario introducido y dispuesto en dicha sección de dosificación en una posición intermedia del filete principal de manera que el material sólido transportado a lo largo de la sección de dosificación es posicionado principalmente contiguo al lado de

empuje del filete principal.

5 En la sección de dosificación, el filete principal está dispuesto en una dirección helicoidal que se extiende radialmente desde el núcleo y está formada con rebajes pasantes situados sobre la periferia del filete principal y que se extienden axialmente a través del espesor del filete principal. El filete secundario está dispuesto en una
10 dirección helicoidal que se extiende radialmente desde el núcleo y está formado con rebajes pasantes situados sobre la periferia del filete secundario y que se extienden axialmente a través de su espesor. Los rebajes pasantes proporcionan un paso a través del cual el material que está siendo plastificado puede cruzar a través del filete principal y el filete secundario para que recircule con el material aguas abajo, además de pasar sobre la periferia del filete secundario, cuyo diámetro es menor que el del filete principal. De esta manera, esto mejora la turbulencia del material en la sección de dosificación y mejora la minuciosidad del mezclado que se produce en la misma.

15 Otra ventaja de la presente invención es que el material fundido transportado a lo largo de la sección de dosificación es posicionado principalmente contiguo al lado posterior del filete principal, permitiendo la aplicación de una mayor presión y cizallamiento a los sólidos restantes. Debido a que el filete secundario está rebajado y es más delgado que el filete principal, el filete secundario no proporciona el cizallamiento y la presión del filete principal. Al colocar los sólidos en el lado de empuje del filete principal en la sección de dosificación, la presente invención aplica tasas de presión y de cizallamiento más altas a los sólidos.

20 Todavía otra ventaja de la presente invención es que la longitud de la sección de reorientación y la profundidad del canal de reorientación pueden ser cambiadas fácilmente para adaptarse a las diferentes longitudes y diámetros de los husillos de plastificación.

Muchos otros objetivos y características de la presente invención serán obvios para las personas con conocimientos en la materia, tras tener en cuenta la totalidad de la descripción de la presente memoria en conexión con los dibujos adjuntos.

Descripción de los dibujos

25 Sin embargo, debe entenderse que los dibujos están diseñados solamente con propósitos ilustrativos y no como una definición de los límites de la presente invención, para lo cual debería hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas a la misma. Otras características, objetos y ventajas de la presente invención serán obvios a partir de la descripción más detallada siguiente realizada con referencia a los dibujos, en los que:

La Figura 1 muestra una vista en alzado lateral de un aparato de plastificación con el cilindro en corte para exponer el husillo según la presente invención;

30 La Figura 2 muestra una vista ampliada del husillo ilustrado en la Figura 1;

La Figura 3 es una vista parcial ampliada que muestra el extremo terminal de la sección de fusión de barrera, la sección de reorientación y el comienzo de la sección de dosificación ondulante;

35 La Figura 4 es una vista en alzado lateral de la Figura 3 desenrollada en incrementos de 360°, colocados uno junto a otro, que muestra la terminación del filete de barrera, la unión de los canales de sólidos y de material fundido en el canal de reorientación, el menor paso del filete principal a través de la sección de reorientación, y el comienzo del filete secundario en la sección de dosificación;

La Figura 5 es una ilustración similar a la mostrada en la Figura 4 pero con una longitud alternativa de la sección de reorientación;

40 La Figura 6 es una ilustración de la reorientación del material fundido y el material sólido conforme pasan desde la sección de mezclado a través del canal de reorientación a la sección de dosificación;

La Figura 7 muestra una vista lateral de un aparato de plastificación con el cilindro en sección transversal para exponer el husillo según la presente invención;

La Figura 8 muestra una vista ampliada del husillo ilustrado en la Figura 7;

45 La Figura 9 es una vista lateral del husillo similar a la Figura 5, pero que muestra rebajes pasantes en el filete principal y el filete secundario en la sección de dosificación;

La Figura 10 es una vista en alzado lateral similar a la Figura 4, pero que muestra rebajes pasantes en el filete principal de la sección de dosificación;

La Figura 11 es una sección transversal tomada en el plano 11-11 de la Figura 9;

La Figura 12 es una vista en alzado lateral similar a la Figura 10, que muestra rebajes pasantes en el filete secundario de la sección de dosificación;

La Figura 13 es una vista en alzado lateral similar a la Figura 10, que muestra rebajes pasantes en los filetes primarios y secundarios de la sección de dosificación; y

5 La Figura 14 es una vista en alzado lateral similar a la Figura 10, que muestra rebajes pasantes en los pares alternos de filetes primario y secundario consecutivos en la sección de dosificación; y

La Figura 15 es una sección transversal tomada en el plano 15-15 de la Figura 9.

Descripción de la realización preferida

10 Con referencia a la Fig. 1, en la misma puede observarse un aparato de plastificación que comprende un cilindro 2 cilíndrico con una superficie interior o pared 3. El cilindro 2 está provisto de un puerto 4 de entrada para la admisión, a través de una tolva 7 de alimentación, de uno o más materiales resinosos de partículas sólidas y cualquier aditivo o agente requerido. El cilindro 2 está provisto también de un puerto 6 de descarga o de salida para la descarga de material extruido fundido plastificado a un molde o matriz (no mostrados) u otra configuración de salida. Puede proporcionarse cualquier elemento 11 de calentamiento convencional fuera del cilindro 2 para
15 aplicar calor al cilindro 2. También puede haber un orificio de ventilación a través del cilindro 2 del aparato de manera que cualquier materia no deseable en la resina pueda volatilizarse o que otros materiales puedan ser introducidos más tarde en el proceso.

20 Dentro del cilindro 2 hay un husillo 10 soportado axialmente que se hace girar y que se extiende desde el puerto 4 de entrada al puerto 6 de salida. En la realización preferida, el husillo 10 incluye un filete 13 principal helicoidal que se extiende radialmente desde, y se enrolla alrededor de, un núcleo o eje 12, típicamente en una dirección roscada a mano derecha.

25 El filete 13 principal helicoidal incluye una anchura 14 de filete que se mueve en asociación cooperativa estrecha con la pared 3 interior del cilindro 2 con una holgura entre las mismas de aproximadamente 0,0127 a 0,0178 (de 0,005 a 0,007 pulgadas). El filete 13 principal helicoidal define un valle 21 helicoidal que forma un canal 18 helicoidal principal delimitado por el filete 13, la pared 3 interior del cilindro 2 y la superficie del núcleo 12. La profundidad del valle 21 helicoidal se mide radialmente desde la superficie del núcleo a la superficie 3 interior del cilindro 2 y se denomina profundidad de vástago. Con la rotación del husillo 10, el canal 18 helicoidal fuerza un flujo hacia adelante de los materiales resinosos.

30 El husillo 10 incluye una pluralidad de secciones a lo largo de su longitud axial, en el que cada sección está destinada a conseguir una función particular. Típicamente, hay una sección B de alimentación de vástago relativamente profundo para la admisión, calentamiento y trabajo de la resina sólida, una sección C de transición o de fusión de profundidad de vástago decreciente para adaptarse al menor volumen de la resina debido a la fusión y la eliminación de los espacios de aire entre las partículas sólidas, y una sección D de dosificación de vástago relativamente poco profundo en la que la mayoría de la resina está predominantemente en un estado fundido.
35 Típicamente, el puerto 4 de entrada está en la parte más posterior de la sección B de alimentación aguas arriba y el puerto 6 de salida está situado en la parte más adelantada de la sección D de dosificación aguas abajo.

40 En la presente invención, la sección C de fusión es una sección de fusión de barrera, y la sección D de dosificación es una sección D de dosificación ondulante de múltiples canales, tal como se describe a continuación más detalladamente. Además de estas secciones, la presente invención incluye una sección A de reorientación, denominada también, en la presente memoria, una sección de reorientación, dispuesta entre la sección C de fusión de barrera y la sección D de dosificación ondulante.

45 Con referencia a la Fig. 2, dispuesto en el extremo de la sección B de alimentación hay un filete 36 de barrera que se genera aguas abajo del filete 13 principal mediante el mecanizado de su ángulo θ de hélice en un ángulo mayor que el del filete 13 durante aproximadamente un medio giro (180°). En este punto, tal como se muestra en 33 en la Fig. 2, el filete 13 principal se extiende paralelo al filete 36 de barrera a lo largo de la sección C de fusión de barrera.

50 Tal como se muestra en la Fig. 2, la sección C de fusión de barrera se divide en un canal 40 de sólidos y un canal 42 de masa fundida con el filete 36 de barrera dispuesto entre los mismos. Tal como puede verse en la Fig. 2, el filete 36 de barrera está rebajado, o tiene un diámetro más pequeño que el filete 13 principal. Es decir, el filete 36 de barrera tiene un diámetro que es entre 0,076 cm y 0,18 cm (entre 0,030 y 0,070 pulgadas) menor que el diámetro del filete 13 principal. De esta manera, conforme el material plastificado es transportado aguas abajo a lo largo del husillo 10 a través de la sección C de fusión de barrera, se forma una capa delgada de material fundido en la periferia exterior del canal 40 de sólidos. Este material fundido se hace a fluir sobre el filete 36 de barrera

rebajado y al interior del canal 42 de masa fundida de manera que puedan fundirse sólidos adicionales entre la periferia exterior del canal 40 de sólidos y la pared 3 interior del cilindro 2. De esta manera, al pasar aguas abajo a lo largo de la sección C de fusión de barrera, el canal 40 de sólidos disminuye en profundidad mientras que el canal 42 de masa fundida aumenta en profundidad para acomodar la cantidad creciente de material fundido y la correspondiente cantidad decreciente de material sólido. Es deseable mantener la anchura del canal 40 de sólidos constante a lo largo de la sección C de fusión de barrera para evitar perturbar el lecho sólido.

Tal como se muestra adicionalmente en la Fig. 2, el filete 13 principal incluye un lado 44 de empuje y un lado 46 posterior. Pasando aguas abajo a lo largo de la sección C de fusión de barrera, puede entenderse que el canal 40 de sólidos está posicionado en el lado 44 de empuje del filete 13 principal y el canal 42 de masa fundida está posicionado en el lado 46 posterior del filete 13 principal. Cerca del extremo 48 terminal de la sección C de fusión de barrera, sin embargo, el filete de barrera se interrumpe, tal como se observa mejor en la Fig. 3. De manera sustancialmente simultánea con la terminación del filete 36 de barrera, el canal 42 de masa fundida comienza a unirse con el canal 40 de sólidos para formar un canal 43 de reorientación sustancialmente uniforme en la sección A de reorientación.

Además, la unión de los extremos del canal 40 de sólidos y del canal 42 de masa fundida y el canal 43 de reorientación comienza en una ubicación que coincide sustancialmente con un paso más pequeño de dicho filete 13 principal para forzar el material plástico sólido transportado lo largo de dicha sección A de reorientación hacia dicho lado 44 de empuje del filete 13 principal. En la realización ilustrada, la unión del canal 40 de sólidos con el canal 42 de masa fundida de la presente invención es completa en el intervalo de una vuelta o 360° alrededor del eje longitudinal del husillo 10.

La profundidad del canal 43 de reorientación es preferiblemente constante a lo largo de la sección A de reorientación, aunque puede disminuir desde el comienzo hasta el final en un 10% sin afectar significativamente al rendimiento de la presente invención. Preferiblemente, la relación de compresión con referencia al último canal 43 de la sección A de reorientación es de entre 2,3 y 2,5. Tal como se usa en la presente memoria, la expresión "relación de compresión" significa la relación entre el volumen de material retenido en el primer canal en la sección de alimentación y el volumen de material existente en el canal de referencia.

Tal como se muestra en las Figs. 3 y 4, el filete 13 principal helicoidal pasa a través de la sección A de reorientación. Toda la sección de reorientación de la presente invención podría extenderse entre una vuelta (360°) a cuatro vueltas (1440°) del filete 13 principal alrededor del eje longitudinal de dicho husillo 10. En la realización mostrada en las Figs. 2 y 3, es preferible que la sección A de reorientación sea de aproximadamente 720° o dos vueltas. Una sección A de reorientación con aproximadamente cuatro vueltas se muestra en la Fig. 5. Tal como se ha descrito anteriormente, en la presente invención, el filete 13 principal en la sección A de reorientación tiene un paso menor que empieza sustancialmente contiguo al extremo terminal de la sección C de fusión de barrera mostrado en 60 y reanuda de manera uniforme, preferiblemente, su menor paso a lo largo del mismo.

A continuación, el filete 13 principal pasa a la sección D de dosificación ondulante. Un filete 56 secundario emerge en la sección D de dosificación ondulante, dispuesta en una posición intermedia de dicho filete 13 principal, formando, de esta manera, un nuevo canal 50 de sólidos situado en el lado 44 de empuje del filete 13 principal y un nuevo canal 52 de masa fundida situado en el lado 46 posterior del filete 13 principal. El filete 56 secundario tiene un diámetro que es de 0,228 a 0,254 cm (de 0,09 a 0,10 pulgadas) menor que el diámetro del filete 13 principal.

Con referencia ahora a las Figs. 7-11, en la sección D de dosificación, el filete 13 principal está dispuesto helicoidalmente sobre el núcleo 12 y se extiende radialmente desde el núcleo. El filete principal tiene una periferia 66 exterior que está formada con múltiples rebajes 62,64 pasantes que están separados, unos de otros, a lo largo del eje y se extienden axialmente a través del espesor del filete principal. Los rebajes 62,64 pasantes proporcionan un paso para que el material que está siendo plastificado cruce a través del filete principal. Cualquiera de los rebajes puede extender la profundidad radial completa del filete 13 principal desde su periferia 66 a la superficie 70 exterior del núcleo 12, como lo hace el rebaje 64, o desde la periferia 66 radialmente a una profundidad menor de aproximadamente 0,0127 cm (0,005 pulgadas). Los rebajes 62 se muestran en la Fig. 11 extendiéndose parcialmente al interior de la profundidad radial del filete principal. Los rebajes pasantes pueden estar situados en cada paso helicoidal del filete principal, tal como muestra las Figs. 8-10, en pases helicoidales alternos del filete principal, como muestra la Fig. 7, o combinaciones de estas ubicaciones.

El núcleo 12 en la sección D de dosificación está formado con crestas y valles dirigidos helicoidalmente en los canales 50 y 52 situados entre el filete 13 principal y el filete 56 secundario. Tal como muestra la Fig. 11, la altura de las crestas y la profundidad de los valles varían angularmente alrededor del eje del husillo. Una ubicación preferida de los rebajes 62,64 pasantes es la ubicación angular alrededor del eje entre la altura máxima de las crestas y la profundidad máxima de los valles. En estos puntos a lo largo del husillo, la profundidad de los canales

es preferiblemente sustancialmente igual. Los rebajes 62,64 pasantes proporcionan un camino a través del cual material que está siendo plastificado puede cruzar a través del filete principal, además de pasar sobre la periferia del filete secundario. Esto mejora la turbulencia del material en la sección de dosificación y mejora la minuciosidad del mezclado que se produce en la sección D de dosificación.

5 Con referencia ahora a las Figs. 12-15, en la sección D de dosificación, el filete 56 secundario está dispuesto helicoidalmente sobre el núcleo 12 y se extiende radialmente desde el núcleo. El filete secundario tiene una periferia 76 exterior que está formada con múltiple rebajes 62', 64' pasantes, que están separados, unos de los otros, a lo largo del eje y se extienden axialmente a través del espesor del filete secundario. Los rebajes 62', 64' pasantes proporcionan pasos para que el material que está siendo plastificado cruce a través del filete secundario.
10 Cualquiera de los rebajes puede extender la profundidad radial completa del filete 56 secundario desde su periferia 76 a la superficie 70 exterior del núcleo 12, tal como lo hace el rebaje 64', o desde la periferia 76 radialmente a una profundidad menor de aproximadamente 0,0127 cm (0,005 pulgadas). El rebaje 62' se muestra en la Fig. 15 extendiéndose parcialmente al interior de la profundidad radial del filete secundario. Los rebajes 62', 64' pasantes pueden estar situados sobre cada paso helicoidal del filete secundario, tal como muestran las Figs. 9, 12 y 13, en pases helicoidales alternos del filete secundario, tal como la muestra la Fig. 14, o en pases separados aleatoriamente dependiendo de los requisitos de la aplicación.

El núcleo 12 en la sección D de dosificación está formado con crestas y valles dirigidos helicoidalmente en los canales 50 y 52 situados entre el filete 13 principal y el filete 56 secundario. Tal como muestra la Fig. 15, la altura de las crestas y la profundidad de los valles varían angularmente alrededor del eje del husillo. Una ubicación preferida de los rebajes 62', 64' pasantes es la ubicación angular alrededor del eje entre la altura máxima de las crestas y la profundidad máxima de los valles. En estos puntos a lo largo del husillo, la profundidad de los canales es preferiblemente sustancialmente igual. Los rebajes 62', 64' pasantes proporcionan un camino a través del cual el material que está siendo plastificado puede cruzar a través del filete secundario, además de pasar sobre la periferia del filete secundario. Los rebajes 62', 64' mejoran adicionalmente la turbulencia del material en la sección de dosificación y la rigurosidad del mezclado que se produce en la sección D de dosificación con respecto al efecto producido solo por los rebajes 62, 64.

Con referencia adicional a la Fig. 2, en las cuatro secciones de la presente invención (alimentación, mezclado, reorientación y medición), el ángulo θ de hélice del filete 13 helicoidal principal que atraviesa a través de las mismas cambia tal como se ha descrito previamente. Más específicamente, en la sección de alimentación, el ángulo θ de hélice del filete 13 helicoidal principal es de entre 17,7° y 20,0°. En la sección C de fusión de barrera, el ángulo θ de hélice es preferiblemente de entre 17.7° y 25.5°. En la sección A de reorientación y la sección D de dosificación ondulante, el ángulo θ de hélice se reduce preferiblemente entre el 15% y el 20% con respecto al ángulo θ de hélice de la sección C de fusión. El ángulo θ de hélice puede variar entre la sección A de reorientación y la sección D de dosificación ondulante en el intervalo identificado en la presente memoria (del 15% al 20% menor que el ángulo θ de hélice de la sección de fusión de barrera), sin embargo, preferiblemente, el ángulo θ de hélice entre las mismas es constante. En la realización ilustrada, el ángulo θ de hélice en la sección B de alimentación es igual a 20,0°, el ángulo θ de hélice en la sección C de fusión de barrera es de 23,6°, y el ángulo θ de hélice en la sección A de reorientación y la sección D de dosificación ondulante es sustancialmente uniforme e igual a 19,5°. Tal como se usa en la presente memoria, el ángulo θ de hélice es igual a la tangente inversa de la longitud del paso dividida por la circunferencia del cuerpo de vástago en la punta del husillo 10 donde el ángulo θ de hélice está siendo determinado.

El funcionamiento del husillo 10 según la presente invención puede explicarse con referencia a las figuras. Con referencia a la Fig. 1, el material plástico en forma de gránulos o de polvo seco es suministrado a la tolva 7. La tolva 7 se comunica con el canal 18 de la sección B de alimentación y transporta el material plástico a lo largo del mismo con la rotación del husillo 10. El material plástico es calentado y trabajado conforme es transportado a lo largo de la sección B de alimentación por el filete 13 principal. Es decir, el calor aplicado desde el cilindro 2 y las fuerzas de cizallamiento resultantes del transporte a lo largo de la sección B de alimentación causan que el material plástico sólido comience a fundirse. Tal como se ha indicado anteriormente, la fusión se produce principalmente en la periferia exterior del canal 18 o en la pared del cilindro en una zona contigua a la pared 3 interior del cilindro 2 de husillo, de manera que se forma una capa delgada de material fundido. En la sección C de barrera, se hace que la película fundida delgada cruce sobre el filete 36 de barrera rebajado y al interior del canal 42 de material fundido recién formado, tal como muestran las flechas "a" en la Fig. 2. Los sólidos continúan fundiéndose y son transferidos desde el canal 40 de sólidos al canal 42 de material fundido a lo largo de la sección C de fusión de barrera.

55 Hacia el extremo de la sección C de fusión de barrera, los sólidos en el canal 40 están situados contiguos al lado 46 posterior del filete 13 principal y el material fundido en el canal 42 está situado contiguo al lado 44 de empuje del filete 13 principal. Sin embargo, tal como se ha señalado, los sólidos se transforman más rápidamente a una masa fundida colocándolos en el lado 44 de empuje del filete 13 principal debido a la presión y fuerza de cizalla

- 5 superiores proporcionadas por el filete 13 principal. Por consiguiente, la sección A de reorientación descrita anteriormente de la presente invención reorienta una parte principal de los sólidos restantes al lado de empuje del filete 13 principal que, a continuación, continúa en el interior y a través de la sección D de dosificación. De esta manera, tal como se muestra en la Fig. 6, la mayor parte del material sólido no fundido se coloca en el lado 44 de empuje de alta presión, alto cizallamiento, del filete 13 principal y, de esta manera, se mejora la fusión del mismo. Al mismo tiempo, el material fundido es separado por, y es forzado a fluir a través de, el filete 13 secundario en la sección D de dosificación ondulante, tal como se muestra por las flechas "b" en las Figs. 2, 3 y 4 con el fin de mejorar el mezclado, para conseguir una temperatura, viscosidad, color y composición más uniformes en el extremo terminal de la sección de dosificación.
- 10 Los rebajes 62, 64 pasantes mostrados en las Figs. 7-11 y 62', 64 y 64' mostrados en las Figs. 12-15 mejoran todavía más el mezclado y la homogeneización de la masa fundida y las temperaturas, permitiendo el reflujo y la recirculación de la misma. Los rebajes 62, 62', 64 y 64' pasantes en configuraciones variables son particularmente preferidos para mejorar el mezclado de los materiales resinosos más viscosos que tienen puntos de fusión a alta temperatura. Además, se ha encontrado que la recirculación mejora la dispersión y la uniformidad de color dentro
- 15 del material fundido.
- De esta manera, se observará que se ha ilustrado y descrito un aparato y un procedimiento de plastificación, nuevos y útiles, y una parte longitudinal mejorada. Será evidente para las personas con conocimientos en la materia que pueden realizarse diversos cambios o modificaciones a la invención sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

20

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para plastificación de material que comprende:

5 un cilindro (2) que tiene un eje longitudinal, a lo largo del cual el material se mueve axialmente desde una entrada (4) a una salida (6); un husillo (10) giratorio dispuesto dentro de, y que coopera con, una pared (3) interior de dicho cilindro, que incluye un núcleo (12) axial y una sección (D) de dosificación; un filete (13) principal dispuesto helicoidalmente en, y que se extiende radialmente desde el núcleo (12) en la sección (D) de dosificación, en el que el filete (13) principal tiene una primera periferia exterior orientada hacia el cilindro (2), un espesor y múltiples rebajes (62, 64) pasantes, mutuamente separados, que se extienden a través del espesor en la primera periferia, en el que los rebajes (62, 64) pasantes proporcionan un paso para que el material cruce el filete (13) principal; un filete (56) secundario dispuesto helicoidalmente sobre, y que se extiende radialmente desde el núcleo (12), situado entre los pases helicoidales sucesivos del filete (13) principal en la sección de dosificación que tiene un paso sustancialmente igual al paso del filete (13) principal, en el que el filete (56) secundario incluye una segunda periferia orientada hacia el cilindro (2) y separada radialmente desde el cilindro (2) por una distancia mayor que la distancia de separación radial entre la primera periferia y el cilindro (2), proporcionando de esta manera un paso para que el material cruce sobre el filete (56) secundario; y en el que el núcleo (12) axial de la sección (D) de dosificación es ondulante y tiene una pluralidad de crestas y valles en un paso helicoidal del filete (13) principal alrededor del eje, separadas por el filete (56) secundario, en el que una altura de las crestas y una profundidad de los valles varían angularmente alrededor del eje, en el que cada cresta tiene una altura máxima en un punto cerca de una profundidad máxima del valle separado.

20 2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el husillo (10) incluye además una sección (B) de alimentación, una sección (C) de fusión de barrera, y una sección (A) de reorientación, en el que cada sección está dispuesta a lo largo del eje secuencialmente desde la sección (B) de alimentación aguas abajo a la sección (D) de dosificación.

3. Aparato según la reivindicación 1, en el que los rebajes (62, 64) pasantes están situados en pases helicoidales alternos del filete (13) principal alrededor del eje en la sección (D) de dosificación.

25 4. Aparato según la reivindicación 1, en el que: los rebajes (62, 64) pasantes están situados angularmente alrededor del eje entre la altura máxima de las crestas y la profundidad máxima de los valles.

5. Aparato según la reivindicación 2, en el que dicho husillo (10) giratorio está configurado para mover material en un procedimiento de plastificación a lo largo de un conducto desde la entrada (4) a la salida (6), separada a lo largo de un eje de la entrada (4), en el que dicho husillo (10) comprende: un filete (36) de barrera dispuesto en dicha sección (C) de fusión de barrera en una posición intermedia de dicho filete (13) principal, en el que dicho filete (13) principal tiene un paso constante, dicho filete (36) de barrera y dicho filete (13) principal dividen la sección (C) de fusión de barrera en un canal (42) de fusión y un canal (40) de sólidos que se extiende helicoidalmente, uno al lado del otro, en el que dicho filete (36) de barrera tiene una rosca helicoidal con un diámetro menor que el diámetro de una rosca helicoidal de dicho filete (13) principal, de manera que el material fundido puede fluir sobre dicho filete (36) de barrera y al interior de dicho canal (42) de material fundido, de manera que el material sólido transportado a lo largo de dicha sección (C) de fusión de barrera está posicionado contiguo a un lado (46) posterior de dicho filete (13) principal y el material de fusión transportado a lo largo de dicha sección (C) de fusión de barrera está posicionado contiguo a un lado (44) de empuje de dicho filete (13) principal.

40 6. Aparato según la reivindicación 5, en el que dicho husillo (10) está adaptado para plastificar material resinoso suministrado a dicho cilindro (2) a través de dicha entrada (4), en el que dicho filete (13) principal forma un canal de alimentación en dicha entrada de dicho husillo (10); en el que dicho filete (36) de barrera se interrumpe en un extremo (48) terminal de dicha sección (C) de fusión de barrera; en el que dicho filete helicoidal principal pasa a la sección (A) de reorientación realizando una rotación de al menos 540° alrededor de dicho eje con un paso menor que el paso del filete (13) principal en la sección (C) de fusión de barrera, en el que dicho canal (42) de material fundido y dicho canal (40) de sólidos en dicha sección (C) de fusión de barrera se unen en un canal (43) de reorientación sustancialmente uniforme en dicha sección (A) de reorientación forzando, de esta manera, el material plástico sólido transportado a lo largo de dicha sección (A) de reorientación hacia dicho lado (44) de empuje del filete (13) principal.

50 7. Aparato según la reivindicación 6, en el que el núcleo en la sección (D) de dosificación incluye una cresta y un valle situados entre un paso helicoidal del filete (13) principal y un paso helicoidal del filete secundario alrededor del eje en la sección de dosificación.

8. Aparato según la reivindicación 7, en el que los rebajes pasantes proporcionan un paso para el reflujó de material en una dirección desde la salida hacia la entrada cuando cruza el filete (13) principal en la sección (D) de dosificación.

9. Aparato según la reivindicación 2, en el que dicho filete (13) principal en la sección (A) de reorientación realiza una rotación de al menos 360° alrededor de dicho eje.
10. Aparato según la reivindicación 1, en el que los primeros rebajes pasantes se extienden radialmente desde la primera periferia al núcleo.
- 5 11. Aparato según la reivindicación 10, en el que los segundos rebajes pasantes se extienden a lo largo de la segunda periferia del núcleo.
12. Aparato según la reivindicación 10, en el que el filete (56) secundario incluye una primera profundidad radial que se extiende desde la primera periferia al núcleo, y los primeros rebajes pasantes se extienden a través del primer espesor y parcialmente a la primera profundidad radial.
- 10 13. Aparato según la reivindicación 11, en el que dichos segundos rebajes pasantes se extienden a través de un segundo espesor del filete (13) principal y parcialmente a la segunda profundidad radial.

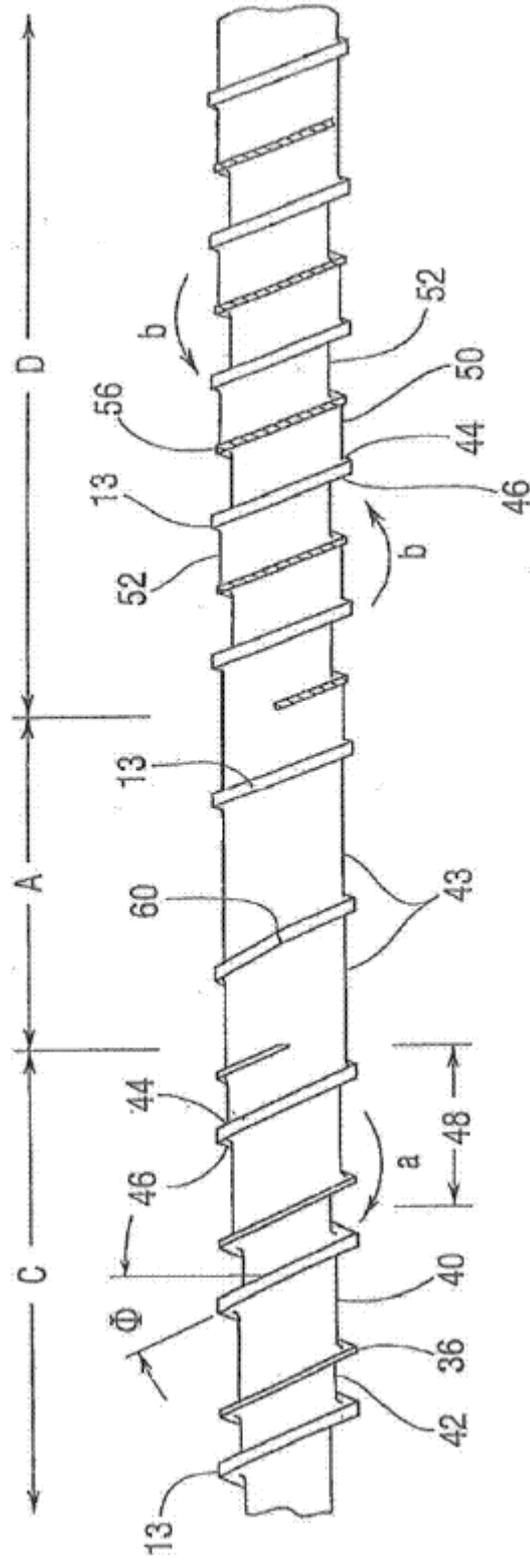


Fig.3

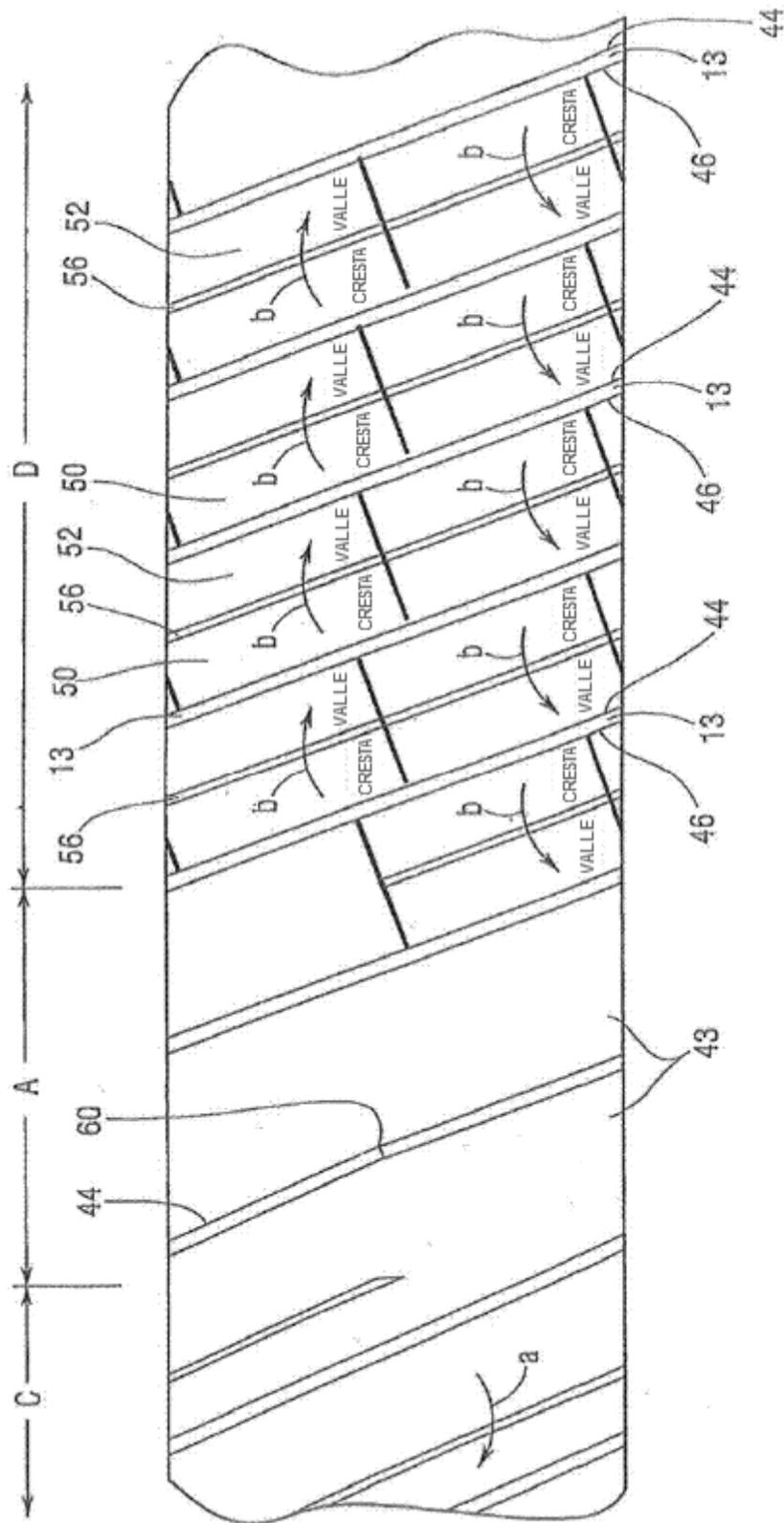


Fig.4

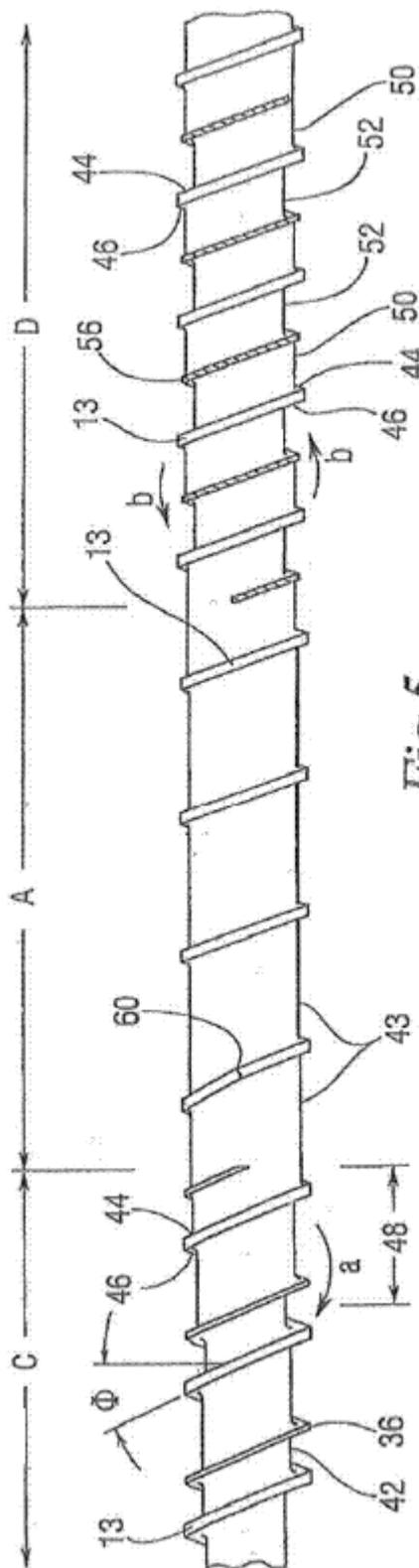


Fig. 5

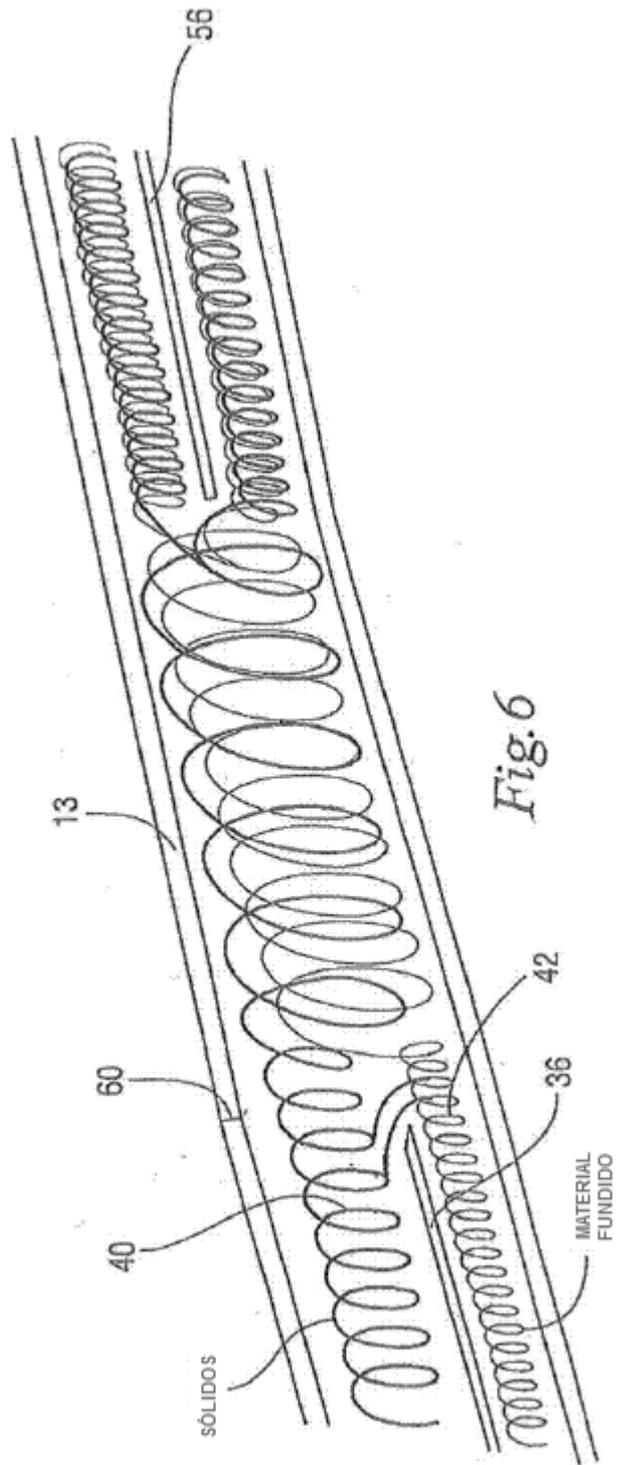


Fig. 6

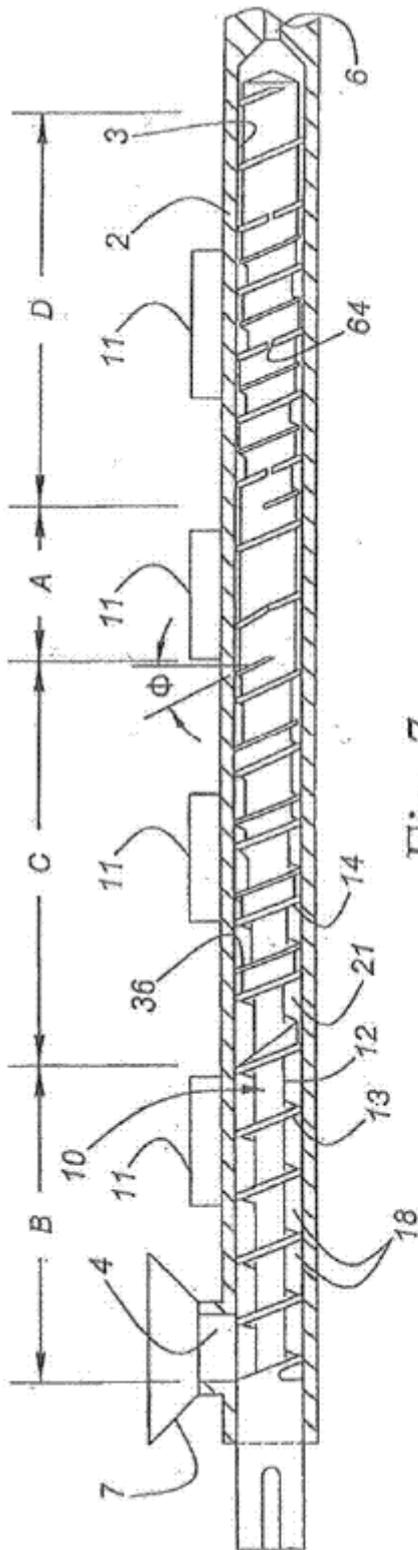


Fig. 7

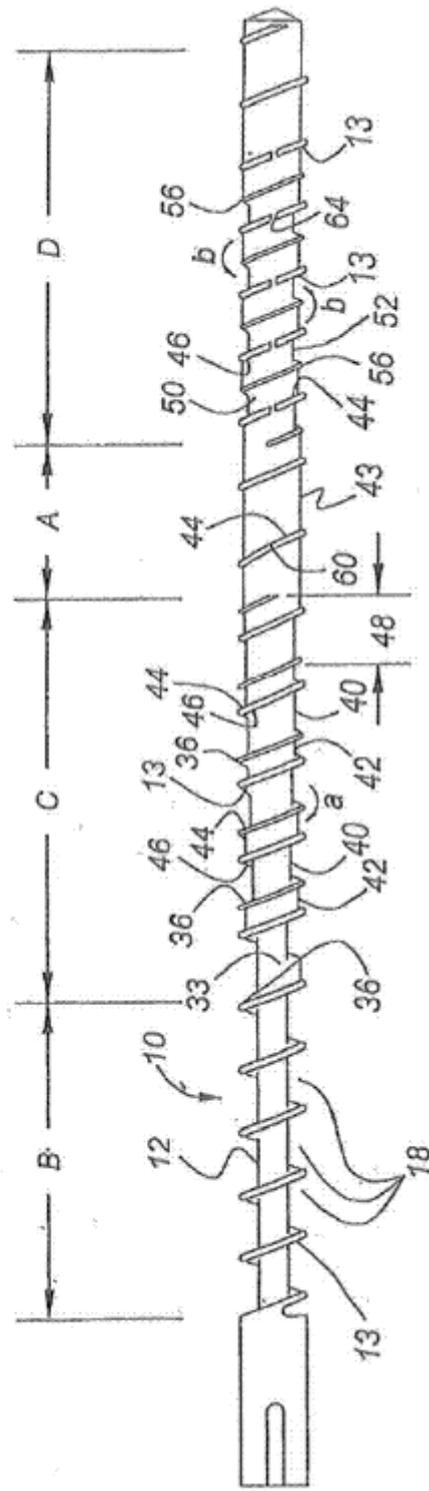


Fig. 8

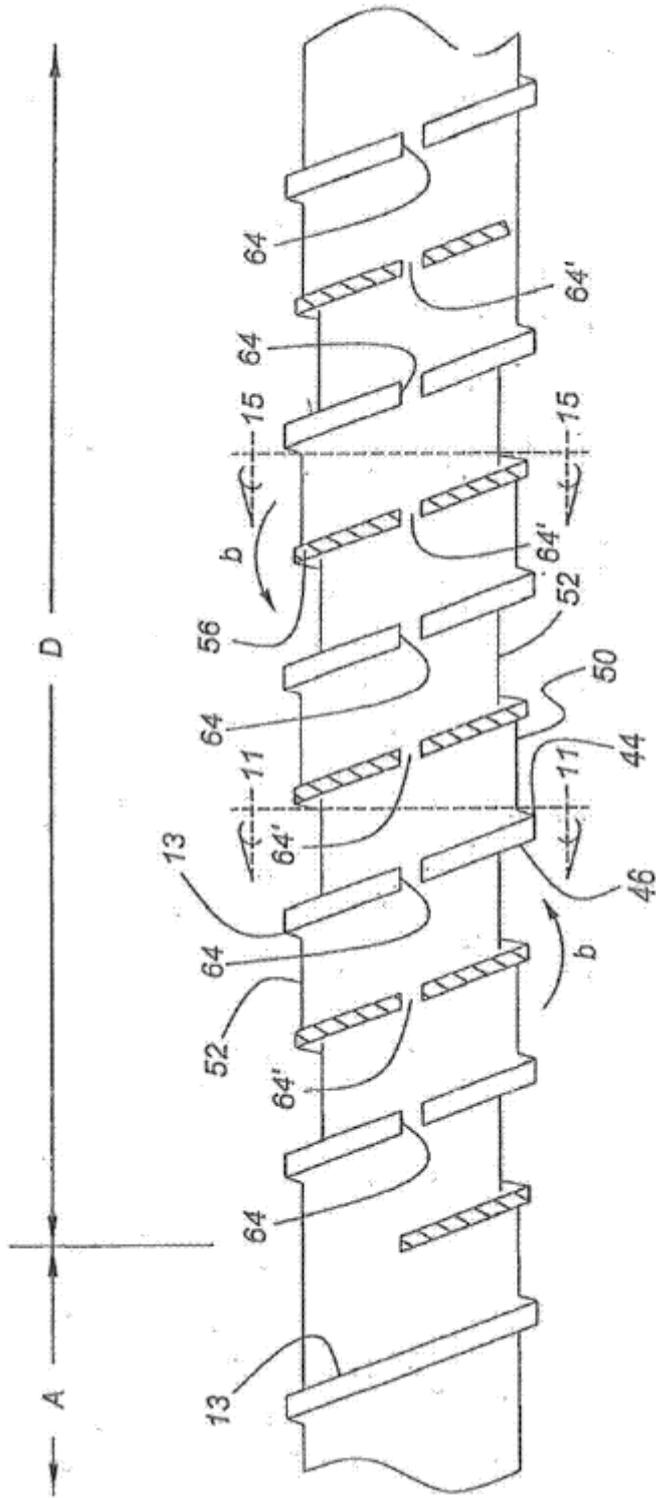
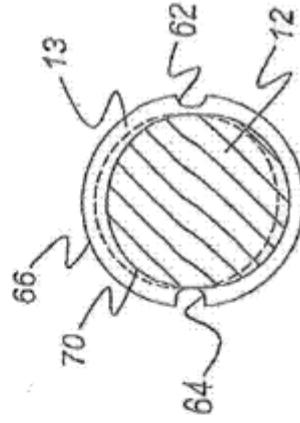
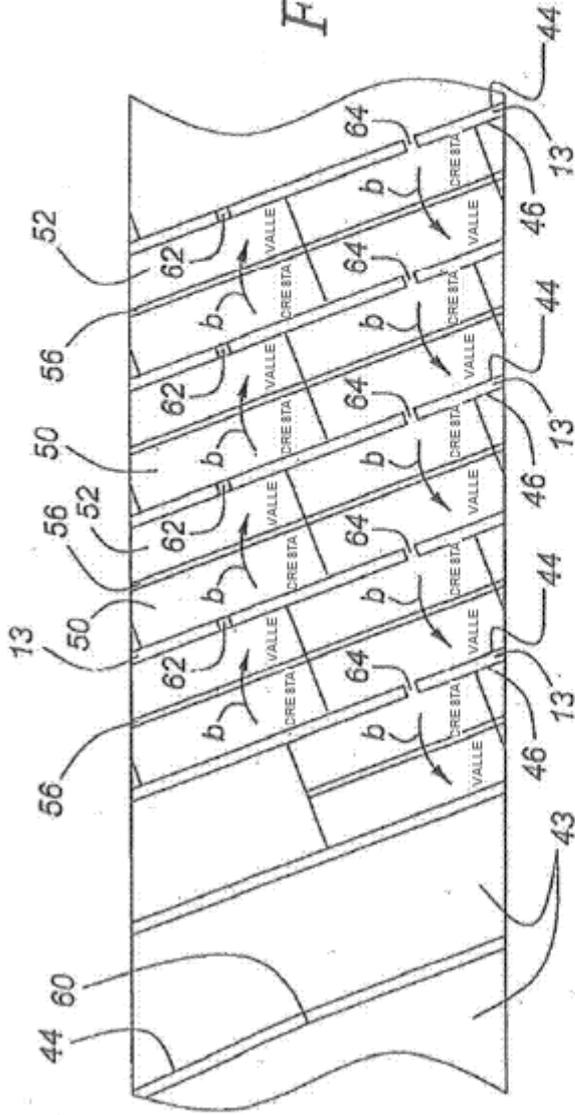


Fig. 9



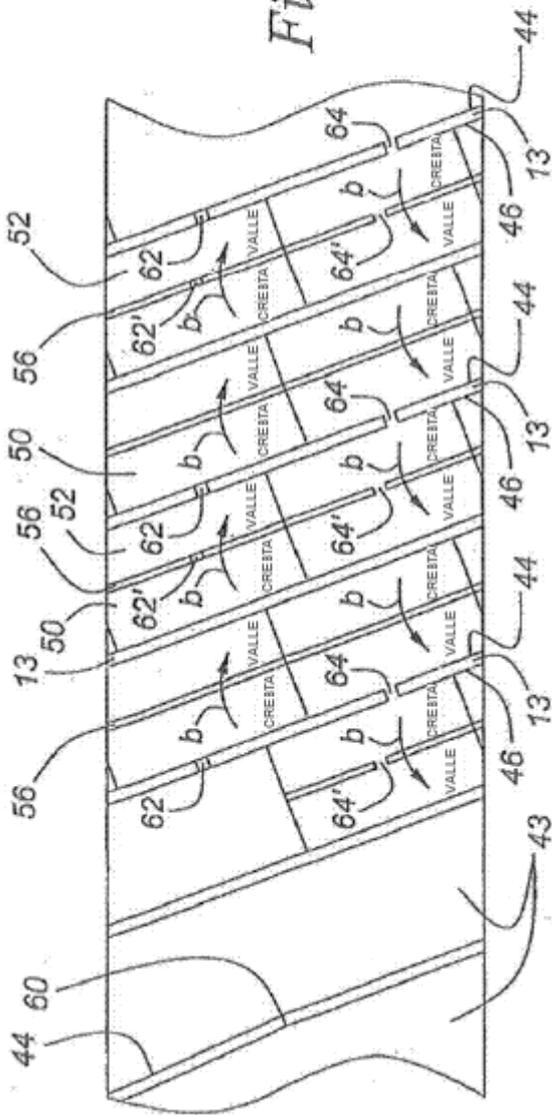


Fig. 14

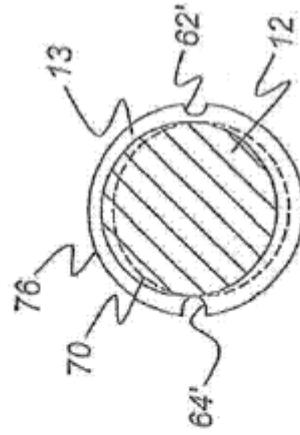


Fig. 15