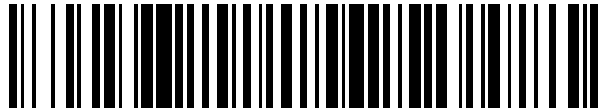


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 412 204**

51 Int. Cl.:

B29C 44/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2003 E 03765646 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 1556201**

54 Título: **Aparato para y método de tratar polímeros que contienen un agente espumante**

30 Prioridad:

18.07.2002 US 198643

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

10.07.2013

73 Titular/es:

**TREXEL, INC. (100.0%)
45 SIXTH RD.
WOBURN, MA 01801, US**

72 Inventor/es:

**XU, JINGYI;
CARDONA, JUAN C. y
KISHBAUGH, LEVI A.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 412 204 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 y método de tratar polímeros que contienen un agente espumante

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere, en general, al tratamiento de materiales de espuma poliméricos y, más particularmente, a sistemas de tratamiento poliméricos que incluyen tornillos sinfín con relaciones L:D cortas, así como a métodos de actualizar y utilizar sistemas de tratamiento poliméricos.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Materiales de espuma poliméricos incluyen una pluralidad de huecos también denominadas celdillas, distribuidos dentro de una matriz de polímeros. Espumas microcelulares (o materiales microcelulares) son un tipo de espuma polimérica caracterizada por tamaños de celdillas pequeños y elevadas densidades de las celdillas. Las espumas microcelulares pueden tener un cierto número de ventajas de propiedades y de tratamiento.

15

Se pueden requerir (o preferir) determinadas etapas de tratamiento cuando se conforman espumas microcelulares. Las etapas incluyen introducir un agente de soplado en el material polimérico dentro de una extrusora, combinar suficientemente la mezcla de material polimérico y del agente de soplado para formar una mezcla homogénea dentro de la extrusora, mantener una presión elevada dentro de la mezcla homogénea para prevenir una nucleación prematura de las microceldillas y reducir rápidamente la presión para nuclear las microceldillas en un tiempo deseado.

20

Los sistemas de moldeo por inyección o de moldeo por soplado convencionales no son capaces, generalmente, de satisfacer la totalidad de las etapas antes mencionadas, necesarias para producir materiales microcelulares. Típicamente, se diseñan sistemas convencionales con el propósito de operar bajo un conjunto de condiciones inconsistentes con la producción de material microcelular. Por consiguiente, se han diseñado y fabricado específicamente nuevos sistemas para producir materiales microcelulares. Se han diseñado, por ejemplo, nuevos sistemas de moldeo por inyección o de moldeo por soplado con tornillos sinfín que tienen relaciones L:D relativamente elevadas (p. ej., relaciones L:D de 28:1 y mayores). En particular, tornillos sinfín que tengan estas relaciones L:D relativamente elevadas pueden permitir una mezcladura suficiente de la mezcla de material polimérico y agente de soplado y mantener una presión elevada dentro de la mezcla, fomentando ambos la formación de material microcelular. Sin embargo, tornillos sinfín con relaciones L:D elevadas pueden ser incompatibles con el equipo convencional existente utilizado en sistemas de moldeo por inyección y por soplado. Además, puede ser más costoso producir sistemas nuevos o actualizados que incluyan tornillos sinfín con relaciones L:D elevadas.

25

30

35

40

El documento EP 1 166 991 A2 describe una máquina de formación de espuma por inyección que comprende un cilindro de compresión de dos etapas de moldeo por inyección. En el cilindro se inyecta un agente espumante a través de un orificio de inyección por medio de una bomba. El orificio de inyección está situado en un punto nueve veces más largo que el diámetro externo de un tornillo sinfín desde el extremo de una tolva del cilindro de compresión.

45 SUMARIO DE LA INVENCION

La invención proporciona sistemas para el tratamiento de polímeros y métodos asociados. La invención reside, en parte, en el reconocimiento de que se pueden utilizar tornillos sinfín con relaciones L:D bajas con respecto a sistemas de moldeo por inyección o de moldeo por soplado (que pueden haber sido sistemas no microcelulares convencionales) para producir materiales poliméricos microcelulares. Tornillos sinfín de este tipo se pueden utilizar cuando se actualizan los sistemas de moldeo por inyección o de moldeo por soplado convencionales existentes para permitir la producción de material microcelular.

50

55

La invención proporciona un sistema de tratamiento de polímeros operativo para inyectar cíclicamente material polimérico en un molde o para expulsar cíclicamente material polimérico de una matriz. El sistema comprende un tornillo sinfín montado dentro de un barril para definir un espacio de tratamiento del polímero entre el tornillo sinfín y el barril. El tornillo sinfín tiene una relación L:D menor que o igual a aproximadamente 24:1. El sistema comprende, además, una fuente de agente de soplado conectada a una lumbrera para agente de soplado para permitir que el agente de soplado fluya desde la fuente al material polimérico dentro del espacio para el tratamiento

del polímero.

La invención proporciona también un método para tratar material polimérico. El método comprende transportar material polimérico a un espacio de tratamiento de polímeros definido entre un tornillo sinfín, que tiene una relación L:D menor que o igual a aproximadamente 24:1, y un barril. El método comprende, además, introducir agente de soplado en el material polimérico dentro del espacio para el tratamiento de polímeros para formar una mezcla de material polimérico y agente de soplado; e inyectar la mezcla de material polimérico y agente de soplado en un molde, o expulsar la mezcla de material polimérico de una matriz.

Se describe en esta memoria un método para actualizar un sistema, previamente utilizado para tratar material polimérico, que comprende una extrusora que incluye un primer tornillo sinfín con una longitud y un diámetro. El sistema es operativo para inyectar cíclicamente material polimérico en un molde o para expulsar cíclicamente material polimérico de una matriz para formar material polimérico microcelular. El método comprende reemplazar el primer tornillo sinfín por un tornillo sinfín de sustitución que tenga una relación L:D menor que aproximadamente 24:1; y conectar una fuente de agente de soplado a una lumbrera para proporcionar una vía para que el agente de soplado fluya desde la fuente a un espacio para el tratamiento de polímeros definido entre el tornillo sinfín de sustitución y el barril, cuando el tornillo sinfín de sustitución está montado dentro del barril.

Se describe en esta memoria un método de actualizar un sistema previamente utilizado para tratar material polimérico inyectando cíclicamente material polimérico en un molde o expulsando cíclicamente material polimérico de una matriz. El sistema comprende una extrusora que incluye un primer tornillo sinfín con una longitud y un diámetro. El método comprende reemplazar el primer tornillo sinfín por un tornillo sinfín de sustitución que tenga una longitud sustancialmente igual a la longitud del primer tornillo sinfín y una relación L:D menor que aproximadamente 24:1. El tornillo sinfín de sustitución incluye un elemento de restricción situado aguas arriba de una lumbrera para agente de soplado formada en un barril cuando el tornillo sinfín de sustitución está montado en el barril. El elemento de restricción está diseñado para limitar el flujo ascendente de material polimérico a través del mismo durante al menos una parte de un ciclo de inyección o un ciclo de expulsión. El tornillo sinfín de sustitución incluye, además, una válvula de accionamiento neumática situada en un extremo aguas abajo del tornillo sinfín de sustitución. La válvula de accionamiento neumático permite el flujo descendente de material polimérico a través de la misma en una configuración abierta y restringe el flujo ascendente de material polimérico a través de la misma en una configuración cerrada.

Se describe en esta memoria un método de actualizar un sistema previamente utilizado para tratar material polimérico inyectando cíclicamente material polimérico en un molde o expulsando cíclicamente material polimérico de una matriz. El sistema comprende una extrusora que incluye un primer tornillo sinfín con una longitud y un diámetro. El método comprende extender el extremo de aguas abajo del barril, p. ej. fijando una extensión al extremo de aguas abajo del barril, incluyendo la parte extendida una o más lumbreras de inyección de agente de soplado, y reemplazando el primer tornillo sinfín por un tornillo sinfín de sustitución que tenga una longitud mayor (sustancialmente mayor en algunas realizaciones) que la longitud del primer tornillo sinfín. El tornillo sinfín de sustitución incluye un elemento de restricción situado aguas arriba de la localización en donde existe una lumbrera para agente de soplado en el barril cuando el tornillo sinfín de sustitución está montado en el barril. El elemento de restricción está diseñado para limitar el flujo ascendente de material polimérico a través del mismo durante al menos una parte de un ciclo de inyección o un ciclo de expulsión. El tornillo sinfín de sustitución puede incluir también, en una realización, una válvula de accionamiento neumática situada en su extremo de aguas abajo. La válvula de accionamiento neumático permite el flujo descendente de material polimérico a través de la misma en una configuración abierta y restringe el flujo ascendente de material polimérico a través de la misma en una configuración cerrada.

Otras ventajas, características y usos de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones no limitantes de la invención cuando se consideran en unión con los dibujos que se acompañan, que son esquemáticos y que no pretenden estar realizados a escala. En las figuras, cada uno de los componentes idénticos o casi idénticos que se ilustran en diversas figuras está representado típicamente por un solo número. Para fines de claridad, no cada uno de los componentes está marcado en cada una de las figuras, ni se muestra cada uno de los componentes de cada una de las realizaciones de la invención en los casos en los que la ilustración no sea necesaria para permitir a los expertos ordinarios en la técnica comprender la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 ilustra un sistema de moldeo por inyección convencional utilizado para tratar material polimérico sólido.

La Fig. 2 ilustra un sistema de moldeo por inyección actualizado de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 La Fig. 3 ilustra un conjunto de lumbrera e inyección para el agente de soplado de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 4 ilustra un conjunto de inyección de agente de soplado de acuerdo con una realización de la presente invención.

10 La Fig. 5 ilustra un tornillo sinfín de acuerdo con una realización de la presente invención.

Las Figs. 6A-6E ilustran diversos elementos de restricción de la presión de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

15 La Fig. 7 ilustra diversas válvulas de accionamiento neumático de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

20 La Fig. 8 ilustra un sistema actualizado con una extensión del barril modular de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 9 ilustra un sistema en el que agente de soplado se inyecta a través del tornillo sinfín utilizando una tubería para la fuente de agente de soplado que penetra desde el extremo de aguas abajo del tornillo sinfín de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se proporcionan sistemas para el moldeo por inyección y el moldeo por soplado que incluyen tornillos sinfín con relaciones L:D bajas. Los sistemas son capaces de producir materiales poliméricos microcelulares. En algunos casos, los sistemas se pueden formar actualizando sistemas de tratamiento de polímeros convencionales. La actualización puede implicar el cambio (p. ej. la mecanización o sustitución) de componentes existentes del sistema convencional, así como añadir nuevos componentes al sistema. Por ejemplo, la actualización implica, generalmente, reemplazar el tornillo sinfín para el tratamiento de polímeros convencional por un nuevo tornillo sinfín diseñado para satisfacer las condiciones necesarias para tratar materiales microcelulares, según se describe adicionalmente a continuación. En otros casos, los sistemas pueden ser de fabricación reciente. Los sistemas actualizados o de fabricación reciente de la invención pueden ser considerablemente menos costosos que los sistemas de tratamiento microcelular de fabricación reciente con relaciones L:D mayores.

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un sistema de moldeo por inyección 10a convencional antes de ser actualizado de acuerdo con métodos de la presente invención. En la realización ilustrativa, el sistema 10a se utiliza para moldear por inyección artículos de material polimérico sólidos. La extrusora 12a del sistema incluye un tornillo sinfín 14a para el tratamiento de polímeros que puede girar dentro de un barril 16a para transportar material polimérico en una dirección 18a aguas abajo dentro de un espacio 20a para el tratamiento de polímeros definido entre el tornillo sinfín y el barril. En algunos casos, el tornillo sinfín 14a tiene una relación L:D menor que o igual a 24:1. Al comienzo de un ciclo de moldeo típico, el tornillo sinfín 14a está situado en un extremo 22a aguas abajo del barril. Material polimérico típicamente en forma granulada, se alimenta al espacio 20a para el tratamiento de polímeros desde una tolva 24a a través de un orificio 26a. El barril 16a se puede calentar por parte de una o más unidades calefactoras 28a montadas en una superficie exterior del barril. El tornillo sinfín 14a gira para plastificar el material polimérico y para transportar el material polimérico a una región 30a dentro del barril aguas abajo del tornillo sinfín. Material polimérico se acumula en la región 30a y fuerza al tornillo sinfín axialmente en una dirección aguas arriba en el barril. Después de haberse acumulado una carga suficiente del material polimérico, el tornillo sinfín cesa de girar y deja de moverse en la dirección de aguas arriba. Después, el tornillo sinfín se mueve axialmente en una dirección aguas abajo para inyectar la carga acumulada de material polimérico a través de una salida 32a de la extrusora y hacia una cavidad 34a de un molde por inyección 36a. El material polimérico dentro del molde se enfría, después de lo cual el molde se abre para producir un artículo polimérico macizo.

Debe entenderse que el sistema puede ser de cualquier tipo de sistema de moldeo por inyección conocido en la técnica que incluyen sistemas de moldeo por inyección que utilizan acumuladores externos al barril. También debe entenderse que los sistemas de moldeo por soplado pueden también ser actualizados de acuerdo con la presente

invención. Por consiguiente, el sistema convencional que se actualiza de acuerdo con métodos de la invención puede incluir un cierto número de diferencias en relación con el sistema mostrado en la realización ilustrativa.

5 La Fig. 2 ilustra un sistema de moldeo por inyección 10b actualizado de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema de moldeo por inyección 10b ha sido modificado para permitir la producción de material microcelular. El sistema 10b incluye un sistema de introducción de agente de soplado 40 que introduce agente de soplado en material polimérico dentro de un espacio 20b para el tratamiento de polímeros en la extrusora 12b. El barril 16b ha sido modificado de modo que incluya una lumbrera 42 a través de la cual se introduce el agente de soplado. El tornillo sinfín 14b incluye un elemento de restricción 44 situado aguas arriba de la lumbrera 42 para el agente de soplado, una sección de barrido 46 en la lumbrera para el agente de soplado, una sección de mezclado 48 aguas abajo de la lumbrera para el agente de soplado y una válvula de accionamiento neumático 49 situada en un extremo aguas abajo del tornillo sinfín, según se describe adicionalmente más abajo. En algunos casos, según se describe adicionalmente más abajo, el tornillo sinfín 14b puede tener una relación L:D relativamente corta, que puede ser sustancialmente la misma longitud y/o relación L:D que la del tornillo sinfín 14a. Entre la salida de la extrusora y la cavidad 34b del molde se ha añadido una válvula 50 con boquilla de cierre. El sistema 10b puede incluir, opcionalmente, un sistema de control 52 que controla el funcionamiento de uno o más componentes del sistema de moldeo (p. ej. sistema de introducción de agente de soplado, extrusora, etc.). Tal como se describe adicionalmente más abajo, estas modificaciones al sistema actualizado fomentan la formación de artículos de material microcelular, controlando la introducción de agente de soplado en el material polimérico dentro de la extrusora, formando una mezcla homogénea de agente de soplado y material polimérico dentro de la extrusora y manteniendo una presión suficiente dentro de esa mezcla antes de la etapa de nucleación, entre otras características.

25 Cuando se forma un material microcelular utilizando el sistema 10b, el sistema de introducción 40 introduce agente de soplado en el material polimérico de una manera controlada a medida que el material es transportado en una dirección 18b aguas abajo para formar una mezcla de material polimérico y agente de soplado en el espacio 20b para el tratamiento de polímeros. La mezcla se combina en una sección de mezclado 48 del tornillo sinfín para formar una mezcla homogénea que se acumula en una región 30b aguas abajo del tornillo sinfín. Puede ser preferible que la mezcla sea una disolución monofásica en la que el agente de soplado está disuelto en el material polimérico. La acumulación de la mezcla en la región 30b crea una presión que fuerza al tornillo sinfín axialmente en una dirección aguas arriba del barril. Durante la acumulación, la válvula 50 con boquilla de cierre se encuentra en una configuración cerrada para mantener la presión dentro de la carga acumulada lo suficientemente elevada para prevenir una nucleación prematura, formación de espuma o disolución del gas.

35 Después de haberse acumulado una carga suficiente de la mezcla, el tornillo sinfín 14b cesa de rotar y deja de moverse en la dirección aguas arriba. Después, el tornillo sinfín se mueve axialmente y la válvula con boquilla de cierre se abre para inyectar la mezcla de material polimérico y agente de soplado en la cavidad 34b del molde de inyección. La válvula de accionamiento neumático 49 limita o previene sustancialmente el flujo de retorno (es decir, en una dirección de aguas arriba) de la mezcla acumulada durante la inyección. El elemento de restricción 44 limita o previene sustancialmente el flujo aguas arriba de la mezcla dentro del espacio para el tratamiento de polímeros durante la inyección para mantener la presión y, así, prevenir una nucleación prematura, formación de espuma o disolución del gas. Además de ello, el elemento de restricción puede reducir o prevenir que el agente de soplado pase aguas arriba de la lumbrera para el agente de soplado y hacia afuera de la garganta de alimentación.

45 La secuencia para el cierre del elemento de restricción 44 y la válvula de accionamiento neumático 49 se puede controlar a través del diseño de los dos elementos. En algunas realizaciones, se puede preferir que el elemento de restricción 44 se cierre al mismo tiempo o después de que se cierre la válvula de accionamiento neumático 49.

50 Debido a la diferencia de presión en la mezcla tras la inyección en el molde, el agente de soplado disuelto en el material polimérico sale de la disolución para nuclear una pluralidad de sitios de las microceldillas. Los sitios nucleados se desarrollan para formar microceldillas y el artículo se enfría dentro del molde. El molde se puede abrir después para producir un artículo de espuma microcelular. El ciclo se puede repetir para formar artículos microcelulares moldeados adicionales. Para controlar la cadencia de la nucleación de las celdillas o el desarrollo de las celdillas, en algunas realizaciones se puede utilizar, si se desea, una contrapresión mecánica o gaseosa en el molde.

55 Debe entenderse que, en algunas realizaciones, el sistema actualizado puede no incluir la totalidad de las modificaciones mostradas en la Fig. 2. Además de ello, debe entenderse que el sistema actualizado puede ser un sistema de moldeo por soplado u otro tipo de sistema de moldeo por inyección. También ha de entenderse que la

invención proporciona también sistemas que son de reciente fabricación y, así, no actualizados. El sistema de reciente fabricación puede ser similar al sistema mostrado en la Fig. 2 y puede incluir, por ejemplo, tornillos sin fin con relaciones L:D cortas según se describe adicionalmente más abajo.

5 El sistema de introducción de agente de soplado 40 se añade al sistema actualizado 10b para introducir agente de soplado en el material polimérico dentro de la extrusora de una manera controlada. El sistema de introducción de agente de soplado incluye una fuente 59 de agente de soplado que está conectada a la lumbrera 42 conformada en el barril, según se describe adicionalmente más abajo, a través del conducto 60. La fuente 59 puede suministrar cualquier tipo de agente de soplado físico conocido por los expertos ordinarios en la técnica, incluidos gases de la atmósfera (p. ej. nitrógeno, dióxido de carbono), hidrocarburos, clorofluorocarbonos, gases nobles o mezclas de los mismos. En algunos casos, se puede preferir que la fuente proporcione dióxido de carbono en calidad de un agente de soplado. En otros casos, se puede preferir que la fuente proporcione nitrógeno como un agente de soplado. En algunas realizaciones, únicamente se utiliza dióxido de carbono o nitrógeno. El agente de soplado se puede suministrar en cualquier estado físico fluible, por ejemplo un gas, líquido o fluido supercrítico. En algunos casos, son especialmente preferidos en determinadas realizaciones agentes de soplado que se encuentran en el estado fluido supercrítico después de la introducción en la extrusora (y, opcionalmente, asimismo antes de la inyección) tales como dióxido de carbono supercrítico y/o nitrógeno supercrítico.

20 Una fuente de un agente de soplado supercrítico, es decir, un agente de soplado contenido bajo condiciones en las que es supercrítico, o un agente de soplado no supercrítico en combinación con un equipo diseñado para disponer al agente de soplado bajo condiciones que le hacen supercrítico, se puede incluir en un equipo de actualización de acuerdo con la invención. En una realización, el equipo de actualización no incluye una fuente de agente de soplado, sino que incluye un sistema capaz de disponer un agente de soplado bajo condiciones supercríticas antes de o después de la entrada en el aparato para el tratamiento de polímeros. De manera similar, en el equipo de actualización se puede incluir otro equipo descrito en esta memoria tal como un equipo dosificador del caudal másico, válvulas de sobrecarga, válvulas de inyector, lumbreras de múltiples orificios, dispositivos para medir diversas condiciones, elementos de restricción, boquillas de cierre, sistemas de control, etc.

30 Un dispositivo de medición 62 se puede conectar a una salida de la fuente 59 para vigilar y controlar el caudal de agente de soplado suministrado por la fuente. El dispositivo de medición 62 puede ser cualquiera del tipo conocido en la técnica. En algunas realizaciones, el dispositivo de medición mide el caudal másico del agente de soplado. En estas realizaciones, el caudal másico del agente de soplado suministrado por la fuente se puede variar a lo largo de un amplio intervalo según sea requerido por el procedimiento particular. Por ejemplo, el caudal másico de agente de soplado oscila generalmente entre aproximadamente 0,001 libras/h y 100 libras/h (0,01 kg/día y 50 kg/h), en algunos casos entre aproximadamente 0,002 libras/h y 60 libras/h (0,02 kg/día y 30 kg/h), y en algunos casos entre aproximadamente 0,02 libras/h y aproximadamente 10 libras/h (0,2 kg/día y 5 kg/h). Debe entenderse que, en algunas realizaciones, el flujo de agente de soplado hacia el material polimérico puede ser discontinuo como resultado de la plastificación discontinua de material polimérico en determinados procesos (p. ej. procesos de moldeo por inyección).

40 El caudal másico de agente de soplado también se puede determinar, controlar y mantener utilizando un diferencial de presión conocido a través de un orificio calibrado. Además de ello, se puede desear utilizar un orificio de flujo crítico. Para controlar el flujo de agente de soplado están disponibles otros numerosos diseños del sistema. También está previsto que los agentes de soplado se puedan inyectar volumétricamente en el polímero fundido. El caudal másico o volumen de agente de soplado en el material polimérico en la extrusora se puede controlar en algunos casos para crear una mezcla con un porcentaje en peso deseado de agente de soplado dependiendo del proceso particular. En general, el nivel de agente de soplado en la mezcla es generalmente menor que aproximadamente 15% en peso de mezcla de material polimérico y agente de soplado. En muchas realizaciones, el nivel de agente de soplado es menor que aproximadamente 8%, y en otras menor que aproximadamente 5%, en otras menor que aproximadamente 3%, en otras menor que aproximadamente 1% y todavía en otras menor que aproximadamente 0,1% o incluso un porcentaje en peso inferior de mezcla de material polimérico y agente de soplado.

55 En algunos casos, el sistema de introducción de agente de soplado incluye una válvula de sobrecarga 63 situada entre la fuente 59 y la lumbrera 42. Cuando la válvula de sobrecarga se encuentra en una configuración cerrada, el flujo de agente de soplado procedente de la fuente hacia la lumbrera se desvía a través de la válvula de sobrecarga y, en algunos casos, a través de un paso de derivación 65. El agente de soplado puede, por ejemplo, ser desviado a través del paso de derivación y ser liberado a la atmósfera re-introducida a la fuente 59 o puede hacerse recircular de nuevo al sistema delante de la bomba. Cuando la válvula de sobrecarga se encuentra en una

configuración abierta, el agente de soplado puede fluir desde la fuente hacia la lumbrera. Diseños y disposiciones adecuados de una válvula de sobrecarga se han descrito en la publicación de patente de EE.UU. N° 2001/0033640 A1, en tramitación con la presente y de titularidad común, titulada "Blowing Agent Delivery System" ("Sistema de suministro de agente de soplado"). La presencia de una válvula de sobrecarga puede ser particularmente útil, por ejemplo, cuando se desea tener un flujo constante de agente de soplado desde la fuente y un flujo discontinuo de agente de soplado hacia el material polimérico (p. ej. durante procesos discontinuos de plastificación tales como moldeo por inyección). Debe también entenderse que el sistema actualizado 10b puede no incluir una válvula de sobrecarga ni un paso de derivación en determinadas realizaciones.

El sistema de introducción de agente de soplado también puede incluir una válvula de inyectores 64 situada entre la fuente 59 y la lumbrera 42. Cuando la válvula de inyectores está en una configuración cerrada, se detiene el flujo de agente de soplado desde la fuente hacia el material polimérico en la extrusora. Cuando la válvula de inyectores se encuentra en una configuración abierta, se permite que el agente de soplado procedente de la fuente fluya a través de la válvula y hacia el material polimérico en la extrusora. Por lo tanto, la válvula de inyectores se puede utilizar para controlar selectivamente la introducción de agente de soplado en el material polimérico en el sistema actualizado. En algunas realizaciones, el sistema de introducción de agente de soplado incluye una válvula de inyectores 64 y una válvula de sobrecarga 63 para controlar la introducción de agente de soplado. En estas realizaciones, el funcionamiento de la válvula de inyectores se puede acoplar al funcionamiento de la válvula de sobrecarga, por ejemplo utilizando un sistema de control 52. En algunas realizaciones, la válvula de inyectores se puede combinar con la válvula de sobrecarga en un solo dispositivo.

Puede ser preferible disponer la válvula de inyectores próxima a la lumbrera 42, con el fin de reducir el volumen de agente de soplado que pueda estar confinado en el conducto detrás de la válvula de inyectores y delante de la lumbrera para el agente de soplado. Las Figs. 3 y 4 muestran la válvula de inyectores como parte de un conjunto de inyectores que está insertado dentro de la lumbrera, por lo tanto, reduciendo la distancia entre la válvula de inyectores y la lumbrera. Tal como se muestra, la válvula de inyectores se conforma, en parte, a partir de un cuerpo de inyectores 68 que se inserta dentro de un manguito de inyectores 70. La válvula ilustrada incluye un vástago 71 de válvula que es accionable, por ejemplo, por aire comprimido, con relación a un asiento de válvula 72, para abrir o cerrar la válvula. En la posición abierta (tal como se muestra en la Fig. 4) el vástago de válvula está separado del asiento de la válvula para proporcionar una vía que permita que el agente de soplado fluya a través de un paso interno 73 de la válvula que está conectado al conducto 60. En la posición cerrada, el vástago de válvula contacta con el asiento de la válvula, creando con ello un sellado que evita que fluya a continuación agente de soplado. El cuerpo 68 de inyectores también puede incluir opcionalmente una válvula de reflujo. Tal como se ilustra, la válvula de reflujo incluye una válvula de retención esférica 74 que es empujada de forma ascendente y es mantenida en posición por un muelle 75, a pesar de que también se pueden utilizar otras construcciones de válvula. Típicamente, cuando la válvula de cierre está abierta, la presión del agente de soplado desplaza a la válvula de retención esférica 74 de una superficie de sellado 76 para proporcionar una vía para que el agente de soplado fluya hacia la lumbrera 42. Conjuntos de inyectores de agente de soplado adecuados han sido descritos en la publicación de patente de EE.UU. N° 2003-0164462 A1 de titularidad común y en tramitación con la presente y titulada "Valve for Injection Molding" ("Válvula para el moldeo por inyección") y la publicación de patente de EE.UU. N° 2001-0033040 A1 de titularidad común y en tramitación conjunta con la presente y titulada "Blowing Agent Delivery Systems" ("Sistema de suministro de agente de soplado"). También debe entenderse que pueden ser adecuados otros diseños de válvula de inyectores.

En algunos casos, aunque no en todos, puede ser deseable introducir el agente de soplado en el material polimérico en el espacio de tratamiento de polímeros a través de una pluralidad de orificios asociados con la lumbrera 42. La introducción de agente de soplado a través de una pluralidad de orificios, por ejemplo, puede fomentar la formación de una mezcla uniforme de material polimérico y agente de soplado. En la realización mostrada en la Fig. 4, una superficie inferior 80 del manguito de inyectores 70 tiene una pluralidad de orificios 78 conformada en la misma a través de los cuales se inyecta el agente de soplado. Cuando el conjunto de inyectores 66 está situado en la lumbrera 42, la superficie inferior 80 del manguito está alineada con una superficie interna del barril 16b. En algunos casos, la superficie inferior 80 tiene al menos aproximadamente dos orificios definidos en ella, en otros al menos aproximadamente diez, en otros al menos aproximadamente cuarenta, en otros al menos aproximadamente cien, en otros al menos aproximadamente quinientos orificios formados en ella.

También debe entenderse que otros sistemas de suministro de agente de soplado adecuados y/o conjuntos de inyectores se pueden utilizar también en relación con el control de fluidos del sistema actualizado. En algunos casos, el sistema actualizado 10b puede no incluir un conjunto inyector de agente de soplado separado. En algunos casos, el sistema 10b puede introducir agente de soplado a través de un único orificio (p. ej. la propia

lumbrera). En algunos casos, el sistema de introducción del agente de soplado puede incluir componentes adicionales que no se ilustran en esta memoria tal como una bomba para aumentar la presión del agente de soplado antes de la introducción en el material polimérico, o un regulador de la presión que controla la presión del agente de soplado, entre otros.

5 Tal como se ha descrito arriba, el barril 16b del sistema actualizado 10b tiene una lumbrera 42 formada en el mismo a través de la cual se introduce agente de soplado en el material polimérico dentro del espacio 20b para el tratamiento de polímeros. En algunos casos, el barril 16a procedente de un sistema convencional 10a (Fig. 1) se puede mecanizar para formar el barril 16b que incluye la lumbrera (y, opcionalmente, otras características según se describen abajo). En otros casos, se puede utilizar un barril recién fabricado para reemplazar al barril 16a cuando se crea un sistema actualizado 10b. Puede ser ventajoso mecanizar el barril a partir del sistema convencional para formar el barril 16b, ya que esto puede ser menos costoso que fabricar un nuevo barril.

15 El barril 16b puede incluir más de una lumbrera 42 para el agente de soplado. La introducción del agente de soplado a través de una pluralidad de lumbreras localizadas en diferentes posiciones en el barril, por ejemplo, puede fomentar la formación de una mezcla uniforme de material polimérico y agente de soplado. Cuando se utilizan múltiples lumbreras, las lumbreras pueden estar dispuestas radialmente alrededor del barril (véase la Fig. 3) o axialmente a lo largo de la longitud del barril. Cuando se disponen axialmente a lo largo de la longitud del barril, las lumbreras pueden facilitar la inyección de agente de soplado en una localización relativamente constante con relación al tornillo sinfín, el cual se mueve aguas arriba dentro del barril a medida que se forma una carga acumulada en la región 30b. En esta disposición, se puede proporcionar una válvula de inyectores en cada localización a lo largo del barril en la que se inyecta agente de soplado. Las válvulas de inyectores se pueden abrir y cerrar con el fin de controlar la inyección de agente de soplado en la localización deseada con relación a la posición del tornillo sinfín. Estas válvulas se pueden controlar en función del tiempo o de la posición del tornillo sinfín. Una disposición axial adecuada de lumbreras ha sido descrita en la patente de EE.UU. N° 6.884.823 de titularidad común y en tramitación con la presente, titulada "Injection Molding of Polymeric Material" ("Moldeo por inyección de material polimérico"). Cuando se utilizan lumbreras dispuestas radialmente, las lumbreras se pueden colocar en la posición de las agujas del reloj de las 12 horas o de las 6 horas tal como se muestra en la Fig. 3. En otros casos, las lumbreras se pueden colocar en las posiciones de las agujas del reloj de las 12 horas, 3 horas, 6 horas y 9 horas alrededor del barril de la extrusora o en cualquier otra configuración según se desee.

La o las lumbreras 42 se forman en una posición en el barril que permite la formación de una mezcla homogénea de material polimérico y agente de soplado dentro del espacio para el tratamiento de polímeros antes de la inyección en el molde. La o las lumbreras se pueden situar con relación a secciones específicas del tornillo sinfín, según se describe adicionalmente más abajo. En sistemas que utilizan un tornillo sinfín con una relación L:D de 24:1, la o las lumbreras se pueden situar en una posición del tornillo sinfín entre aproximadamente 16 y aproximadamente 18 L:D. En sistemas que utilizan un tornillo sinfín que utiliza una L:D de 20:1, las lumbreras se pueden situar en una posición del tornillo sinfín entre aproximadamente 12 y aproximadamente 16 L:D. Debe entenderse que también pueden ser adecuadas otras posiciones de las lumbreras.

40 La lumbrera para el agente de soplado también puede permanecer fijada con relación al tornillo sinfín para proporcionar una dosificación más consistente de agente de soplado en el polímero fundido. Esto se puede conseguir por un cierto número de medios que incluyen una lumbrera de inyectores que se mueve a lo largo del exterior del barril en sincronización con el tornillo sinfín, o incorporando la o las lumbreras a inyectores en el propio tornillo sinfín, según se describe adicionalmente más abajo.

La Fig. 9 muestra un sistema que incluye un tornillo sinfín que tiene una lumbrera 104 para agente de soplado formada en el tornillo sinfín. La lumbrera está conectada a la fuente 59 a través de un lumen o diámetro interior 106 formado en el tornillo sinfín. En algunos casos, la lumbrera se puede formar en la vecindad de la sección de barrido, o en la sección de mezcladura. El lumen se puede conectar al conducto extremo 108 para agente de soplado en un extremo de aguas arriba, o en un extremo de aguas abajo, del tornillo sinfín. La realización de la Fig. 9 reduce ventajosamente la cantidad de trabajo requerida para actualizar al barril de la extrusora. Un ejemplo de un tornillo sinfín adecuado para uso en esta disposición se puede encontrar en la patente de EE.UU. N° 6.884.823 de titularidad común y en tramitación con la presente, titulada "Injection Molding of Polymeric Material" ("Moldeo por inyección de material polimérico"), así como en la publicación de patente internacional N° WO 00/26005, publicada el 11 de mayo de 2000, titulada "Molded Polymeric Material Including Microcellular, Injection-Molded, and Low Density Polymeric Material" ("Material polimérico moldeado que incluye material polimérico microcelular, moldeado por inyección y de baja densidad").

El barril 16b puede también tener un cierto número de otras lumbreras formadas en el mismo, que se utilizan para otros fines que no sean la introducción de agente de soplado. Otras lumbrera o lumbreras no para agente de soplado, por ejemplo, pueden proporcionar a dispositivos de medición (p. ej. transductores de presión, termopares, válvulas y lumbreras de alivio de presión automáticas o manuales, discos de ruptura, etc.), acceso a material polimérico dentro del espacio 20b para el tratamiento de polímeros. Dado que el tratamiento de material microcelular puede requerir más control sobre los parámetros de tratamiento (p. ej. presión y temperatura), el sistema actualizado 10b puede tener dispositivos de medición en posiciones en las que los sistemas convencionales no tienen dispositivos de medición. Por ejemplo, el sistema 10b puede incluir transductores de presión 82 que miden la presión en una posición próxima a la introducción del agente de soplado (p. ej. menos de aproximadamente dos diámetros de tornillo sinfín alejados de la lumbrera 42) y/o en una posición aguas abajo del tornillo sinfín (p. ej. la región 30b). En algunos casos, la medición de la presión en estas zonas puede aumentar el control del proceso, por ejemplo, asegurando el mantenimiento de una presión suficiente en estas regiones de modo que el agente de soplado permanece disuelto en el material polimérico, entre otros motivos. En algunos casos, una válvula y/o lumbrera para el alivio de presión se puede disponer aguas abajo de la o las lumbreras para agente de soplado y aguas arriba de la boquilla de cierre por motivos de seguridad.

La o las lumbreras, tanto para agente de soplado como para agente de no soplado, se pueden conformar utilizando técnicas de mecanización conocidas. En algunos casos, la o las lumbreras se pueden formar de modo que incluyan asientos para ayudar al posicionamiento de los componentes en ellas (p. ej. conjunto de inyector 66). En estos casos, el componente puede mantenerse en la lumbrera utilizando un dispositivo de sujeción. En otros casos, la o las lumbreras se pueden formar con un diseño de tornillo sinfín en el que se enroscan los componentes.

En algunos casos, el barril 12b puede modificarse fijando una sección de barril modular 102 al extremo de aguas abajo del barril 12a. La sección modular se puede taladrar con cualquiera de las siguientes características: lumbrera o lumbreras 66 de inyección de agente de soplado, espita o espitas 82 para masa fundida y transductora de presión, disco o discos de ruptura 100, válvula o válvulas de alivio de presión, etc. La sección modular se puede fijar a la sección 12a del barril utilizando un adaptador que incluye dos piezas 104 y 106 tal como se muestra. La pieza 104 está fijada al barril 12a de salida mediante pernos, encastre a presión u otros medios y la pieza 106 está fijada a la pieza 104 mediante pernos, roscas, u otros medios. Son posibles otras numerosas configuraciones para fijar la extensión 102 del barril modular al barril existente 12a. Por ejemplo, la pieza 106 puede ser una pieza entera de la extensión del barril modular.

Tal como se describe arriba, los métodos de actualización de la presente invención implican cambiar el diseño del tornillo sinfín 14a de un sistema convencional 10a al tornillo sinfín 14b con el fin de permitir la producción de material microcelular. En la mayoría de los casos, el tornillo sinfín 14a es reemplazado por un tornillo sinfín 14b de fabricación reciente. Sin embargo, debe entenderse que también puede ser posible mecanizar el tornillo sinfín 14a para crear el tornillo sinfín 14b.

La Fig. 5 muestra el tornillo sinfín 14b de acuerdo con una realización de la presente invención. El elemento de restricción 44 está situado aguas arriba de la lumbrera 42 para agente de soplado cuando el tornillo sinfín está montado dentro del barril. El elemento de restricción limita el flujo ascendente de la mezcla de material polimérico y agente de soplado en el espacio 20b para el tratamiento de polímeros, al tiempo que la mezcla acumulada es inyectada en el molde. Por lo tanto, el elemento de restricción mantiene la presión de la mezcla en el espacio para el tratamiento de polímeros para evitar que el agente de soplado salga prematuramente de la disolución. Por ejemplo, el elemento de restricción puede mantener al material polimérico aguas abajo del elemento de restricción a una presión de al menos 1000 psi (70,31 kg/cm²) a lo largo del ciclo de inyección; en otros casos, de al menos aproximadamente 2000 psi (140,61 kg/cm²); o de al menos aproximadamente 3000 psi (210,92 kg/cm²) a lo largo del ciclo de inyección.

En algunos casos, el elemento de restricción es una válvula que permite el flujo descendente de material polimérico a través de la misma en una configuración abierta y que limita el flujo ascendente del material polimérico a través de la misma en una configuración cerrada. La válvula, por ejemplo, puede desplazarse desde la configuración cerrada a la configuración abierta cuando la presión de material polimérico aguas abajo de la válvula supera a la presión de material polimérico aguas arriba de la válvula. Diseños de elementos de restricción adecuados se han descrito en la patente de EE.UU. N° 6.322.347 de titularidad común.

Las Figs. 6A-6E muestran diseños de elementos de restricción adecuados. Los diseños incluyen un anillo blíster (Fig. 6A), una válvula de retención anular (Fig. 6B), válvula o válvulas de retención esféricas (Fig. 6C), espira o espiras de canal inversas (Fig. 6D) y válvula de retención con pistón central (Fig. 6E). En algunos casos, el

elemento de restricción puede ser una válvula de retención de anillo central que tiene un diseño similar al de la válvula de accionamiento neumático. La válvula de retención de anillo central y la válvula de accionamiento neumático, por ejemplo, pueden ser válvulas de acción de cierre de una sola fase o de múltiples fases, válvulas cargadas con resorte o no cargadas con resorte y válvulas de anillo de una sola pieza o de múltiples piezas. En algunos casos, el elemento de restricción puede ser una o más válvulas de retención esféricas. La válvula de retención esférica puede tener cualquiera de un cierto número de diseños, que incluyen una acción de cierre cargada por resorte o no cargada por resorte y de una sola fase o múltiples fases. El número de válvulas de retención esféricas puede depender de varios factores que incluyen el caudal de polímero, viscosidad del material, el diámetro del tornillo sinfín y el diámetro de la válvula de retención esférica. La válvula de retención esférica también se puede mecanizar directamente en el tornillo sinfín o puede ser de un diseño de manguito de fácil separación y sustitución para la limpieza o reparación. El manguito se puede mantener en el lugar mediante roscas, tornillo o tornillos sinfín de ajuste, ajuste por salto elástico, medios magnéticos u otros medios mecánicos. En algunos casos, el elemento de restricción puede ser una válvula de retención con pistón central. La válvula de retención con pistón central puede tener un diseño similar al de la válvula de accionamiento neumática. Diseños adecuados incluyen válvulas de retención con pistón central cargadas por resorte o no cargadas por resorte.

El tornillo sinfín 14b incluye una sección de mezcladura 48 situada aguas abajo del elemento de restricción. La sección de mezcladura está también situada, típicamente, aguas abajo de la lumbrera 42 cuando el tornillo sinfín está montado en el barril. La sección de mezcladura potencia la mezcladura del agente de soplado y material polimérico; la mezcladura podría ser distributiva o dispersiva o cualquier combinación de las dos. La mezcladura potenciada puede permitir la formación de una disolución monofásica de material polimérico y agente de soplado, que es deseable para el tratamiento microcelular. Tal como se muestra, la sección de mezcladura incluye espiras del tornillo sinfín rotas. Sin embargo, debe entenderse que la sección de mezcladura también puede ser de otros diseños conocidos, que incluyen Maddock, piña tropical, pasador, engranaje y mezcladores de amasado (y combinaciones de los mismos). La longitud de la sección de mezcladura puede depender del sistema específico. De acuerdo con la presente invención, la sección de mezcladura tiene una longitud entre aproximadamente dos y aproximadamente seis veces el diámetro del tornillo sinfín.

El tornillo sinfín 14b incluye la sección de barrido 46 situada aguas abajo del elemento de restricción y aguas arriba de la sección de mezcladura. La sección de barrido 46 está situada sustancialmente en la lumbrera cuando el tornillo sinfín está montado en el barril. Tal como se muestra, la sección de barrido incluye una espira del tornillo sinfín no rota. La espira del tornillo sinfín pasa por debajo de la lumbrera para agente de soplado (incluidos orificios, si están presentes) para potenciar la dispersión de agente de soplado cuando se introduce en el material polimérico. También, como se establece arriba, si la adición de agente de soplado se produce a través del tornillo sinfín, entonces la o las lumbreras en el tornillo sinfín pueden estar situadas en o cerca de la sección de barrido. La sección de barrido, por ejemplo, puede tener una longitud entre aproximadamente la mitad y aproximadamente tres veces el diámetro del tornillo sinfín.

El tornillo sinfín 14b incluye la válvula de accionamiento neumático 49 situada en un extremo aguas abajo del tornillo sinfín. La válvula de accionamiento neumático 49 está abierta para permitir la acumulación de la mezcla de material polimérico y agente de soplado en la región 30b. Durante la inyección de la mezcla, la válvula de accionamiento neumático está cerrada para evitar el flujo ascendente de la mezcla acumulada. Así, la válvula de accionamiento neumático mantiene la presión de la mezcla en la región 30b para evitar que el agente de soplado salga prematuramente de la disolución. La válvula de accionamiento neumático puede tener un cierto número de diseños que incluyen un diseño de pistón deslizante (Fig. 7A) o un diseño de contención de anillo deslizante (7B). La válvula de accionamiento neumático puede cerrar por presión, acción de muelle u otros medios mecánicos, y puede tener una acción de cierre de una o de múltiples etapas. La válvula de accionamiento neumático puede también incluir potenciales de mezcladura y bombeo para ayudar a desarrollar la disolución monofásica de agente de soplado y polímero fundido tal como se muestra en la Fig. 7C. Según se describe arriba, la válvula de accionamiento neumático puede estar diseñada para equilibrar la velocidad de cierre para coordinarse con la velocidad de cierre del elemento 44 de restricción de la presión central.

Según se describe arriba, y de acuerdo con la presente invención, la relación L:D del tornillo sinfín 14b es menor que aproximadamente 24:1. Esta condición puede simplificar el método de actualización aumentando la compatibilidad del tornillo sinfín 14b con los componentes pre-existentes del sistema 10a. Las relaciones L:D de 24:1 son menores que las relaciones L:D utilizadas en tornillos sinfín de fabricación reciente en sistemas de tratamiento microcelulares de la técnica anterior.

En algunas realizaciones, el tornillo sinfín 14b puede tener sustancialmente la misma longitud y/o sustancialmente

5 el mismo diámetro y/o sustancialmente la misma relación longitud a diámetro (L:D) que el tornillo sinfín 14a. En particular, en realizaciones en las que el barril 16a es mecanizado para formar el barril 16b puede ser preferible que el tornillo sinfín 14b tenga sustancialmente la misma longitud (e incluso más preferible, que tenga la misma longitud, diámetro y relación L:D) que el tornillo sinfín 14a. La longitud, diámetro y relación L:D específicos del tornillo sinfín 14b dependen del sistema. De acuerdo con la presente invención, la relación L:D del tornillo sinfín 14b oscila entre aproximadamente 20:1 y aproximadamente 24:1.

10 En algunos casos, puede ser preferible que el diámetro del tornillo sinfín 14b sea menor que el diámetro del tornillo sinfín 14a. Por ejemplo, cuando el tornillo sinfín 14b tiene la misma longitud y un diámetro menor que el tornillo sinfín 14a, la L:D incrementada permitirá una mezcladura mayor del agente soplado y del material polimérico que el previamente comentado.

15 Debería entenderse que el tornillo sinfín 14b puede tener otros diseños que los ilustrados y descritos en esta memoria. Por ejemplo, el tornillo sinfín puede no incluir todas las secciones ilustradas en la Fig. 5. En algunos casos, el tornillo sinfín puede no incluir una sección de barrido, una sección de mezcladura o una válvula de accionamiento neumático. En algunos casos, el tornillo sinfín puede incluir secciones adicionales no descritas tales como una zona de descompresión. En algunos casos, el tornillo sinfín puede tener otras relaciones L:D que las descritas en esta memoria.

20 Tal como se describe arriba, el sistema actualizado 10b puede incluir una válvula 50 con boquilla de cierre asociada con la salida de la extrusora. Durante la acumulación de material polimérico en la región 30b, la válvula con boquilla de cierre se encuentra en una configuración cerrada para mantener la presión en la mezcla de material polimérico/agente de soplado lo suficientemente elevada dentro del barril. La elevada presión asegura que el agente de soplado permanezca disuelto en una disolución monofásica de material polimérico y agente de soplado formada dentro de la extrusora. La abertura de la válvula de inyección permite el flujo de material polimérico hacia el molde y la nucleación de la mezcla tras la introducción en el molde. Una o más unidades calefactoras 28b pueden estar asociadas con la válvula con boquilla de cierre. Boquillas de cierre están disponibles de numerosos suministradores, incluido Herzog AG (Degersheim, Suiza) y la mayoría de fabricantes de equipo original de máquinas de moldeo por inyección.

30 Debe entenderse que una válvula con boquilla de cierre puede no estar presente en determinados sistemas, por ejemplo en un sistema de moldeo por soplado y extrusión o en una máquina de moldeo por inyección con un molde de canales calientes y compuertas de válvula. Una boquilla de cierre que está cerrada durante la inyección y abierta durante la plastificación puede existir entre un tornillo sinfín y un pistón en un sistema de moldeo por inyección con pistón.

40 Tal como se ha descrito arriba, el sistema puede incluir, opcionalmente, un sistema de control 52; el sistema de control puede estar asociado con la extrusora o el sistema de suministro de agente de soplado. En algunos casos, el controlador puede ser un componente separado, tal como puede requerirse en la actualización. El sistema de control 52, cuando está previsto, puede recibir señales de entrada procedentes de y emitir señales de salida hacia uno o más componentes del sistema. El sistema de control también puede recibir señales de entrada manuales en respuesta a entradas por parte de un operador. En particular, el sistema de control 25 se puede utilizar para sincronizar la operación del sistema de moldeo por inyección y la introducción de agente de soplado. Sistemas de control adecuados han sido descritos en la publicación de patente de EE.UU. N° 2002-0147245 A1 de titularidad común y en tramitación con la presente, titulada "Method and Apparatus for Controlling Foam Molding Processing" ("Método y aparato para controlar el tratamiento de moldeo de espuma") por parte de Kim et al., y la publicación de patente internacional N° WO 02/090085 de titularidad común y en tramitación con la presente, titulada "Injection Molding Systems and Methods" ("Sistemas y métodos de moldeo por inyección") de Pierick et al.

50 En algunos casos, métodos de la presente invención pueden implicar modificar el molde 36a del sistema 10a convencional para crear el molde 36b con el fin de ayudar a la producción de material microcelular. Por ejemplo, si el molde 36b incluye un sistema de canales calientes, el molde se puede modificar de modo que incluya una válvula asociada con cada una de las compuertas de los canales calientes. La o las válvulas se utilizan para mantener la presión en la mezcla de material polimérico y gas antes de la introducción en la cavidad del molde. En algunos casos, el molde 36b se puede modificar de modo que incluya un potencial de enfriamiento mejorado, por ejemplo aumentando el flujo de fluido a través de pasajes en el molde, añadiendo más pasajes de refrigeración a correderas, canales de colada y el bebedero, reemplazando piezas del molde por reemplazos de metal de elevada conductividad y añadiendo pasadores de refrigeración. Modificaciones adicionales pueden incluir aumentar la ventilación de la cavidad, compuertas desplazables hacia secciones de piezas delgadas y modificar el acabado de

la superficie del molde para mejorar el aspecto superficial de la pieza moldeada. Debe entenderse también que el molde puede no modificarse de acuerdo con alguno de los métodos de actualización de la invención. Puede ser preferible no modificar el molde, por ejemplo, para ahorrar gastos.

5 Según se describe arriba, el sistema 10 actualizado puede utilizarse para formar materiales microcelulares. Se han descrito materiales microcelulares adecuados, por ejemplo, en la publicación internacional N° WO 98/31521 (Pierick et al.). Los materiales microcelulares tienen tamaños de celdillas pequeños y elevadas densidades de las celdillas. Tal como se utiliza en esta memoria, la expresión “densidad de celdillas” se define como el número de celdillas por centímetro cúbico de material polimérico no esponjado original. Tal como se utiliza en esta memoria,
10 la expresión “tamaño medio de celdillas” es la media numérica del tamaño de las celdillas formadas en un artículo. El tamaño medio de las celdillas se puede determinar, por ejemplo, mediante análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM – siglas en inglés) de un área representativa del artículo.

15 En algunas realizaciones, los materiales microcelulares tienen un tamaño medio de celdillas menor que 100 micras; en otras realizaciones, un tamaño medio de celdillas menor que 50 micras; en otras realizaciones, un tamaño medio de celdillas menor que 25 micras; en otras realizaciones, un tamaño medio de celdillas menor que 10 micras; y todavía en otras realizaciones, un tamaño medio de celdillas menor que 1 micra. En algunas de estas realizaciones microcelulares, el tamaño de las celdillas puede ser uniforme, a pesar de que una cantidad secundaria de las celdillas puede tener un tamaño de celdillas considerablemente mayor o menor. En algunos
20 casos, diferentes regiones del artículo pueden tener celdillas de diferente tamaño. Por ejemplo, las regiones de borde del artículo pueden tener generalmente un tamaño de celdillas menor que las regiones interiores del artículo. Además de ello, las regiones de borde pueden no tener celdillas, mientras que sí las puede tener la región interior.

25 En algunos casos, los materiales microcelulares tienen una densidad de celdillas mayor que 10^6 celdillas/cm³, en otros mayor que 10^7 celdillas/cm³, en otros mayor que 10^8 celdillas/cm³ y en otros mayor que 10^9 celdillas/cm³.

A pesar de que los sistemas actualizados de la invención son típicamente capaces de producir materiales microcelulares, debe entenderse que los sistemas actualizados también pueden utilizarse para producir espumas poliméricas no microcelulares.
30

Los artículos esponjados poliméricos, incluidos artículos microcelulares, producidos utilizando los sistemas actualizados de la invención, se pueden producir a lo largo de un amplio intervalo de fracciones de huecos. Se pueden utilizar espumas poliméricas que tengan una fracción de huecos entre aproximadamente 1% y aproximadamente 99%. En algunas realizaciones, se utilizan espumas de mayor densidad con una fracción de huecos menor que 50%, en otros casos, una fracción de huecos menor que 30% y, en algunos casos, una fracción de huecos entre aproximadamente 5% y aproximadamente 30%. La fracción de huecos particular dependerá de la aplicación.
35

Los sistemas y métodos de la invención se pueden utilizar para formar artículos moldeados por soplado o moldeados por inyección. Los artículos pueden comprender, generalmente, cualquier tipo de material polimérico. Materiales adecuados incluyen polímeros termoplásticos que pueden ser materiales amorfos, semicristalinos o cristalinos. Ejemplos típicos de materiales poliméricos incluyen polímeros estirénicos (p. ej. poliestireno, ABS), poliolefinas (p. ej. polietileno y polipropileno), fluoropolímeros, poliamidas, poliimidas, poliésteres, policarbonato, polifenilén-éter (PPE – siglas en inglés), elastómeros termoplásticos, haluros de vinilo (p. ej. PVC), componentes acrílicos (p. ej. PMMA), acetal, otros plásticos de elevada temperatura (p. ej. PEEK, PEKK, PES, PPS, PEKK, PEI, PPA) y similares. El artículo puede incluir también cualquier número de otros aditivos conocidos en la técnica tales como agentes de refuerzo, lubricantes, plastificantes, colorantes, cargas, estabilizadores y similares. Opcionalmente, los artículos pueden incluir un agente nucleante tal como talco o carbonato de calcio. En muchas realizaciones, los artículos están exentos de un agente nucleante. Generalmente, los artículos están exentos de agentes de soplado químicos residuales o subproductos de la reacción de agentes de soplado químicos. Los artículos están también generalmente exentos de agentes de soplos atmosféricos, por ejemplo cuando el aditivo del fluido supercrítico es un gas de la atmósfera (p. ej. nitrógeno, dióxido de carbono).
40
45
50

Los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que todos los parámetros listados en esta memoria pretenden ser a modo de ejemplo y que los parámetros reales dependerán de la aplicación específica para la que se utilicen los métodos y artículos de la invención. Por lo tanto, se ha de entender que las realizaciones que anteceden se presentan a modo de ejemplo únicamente y que, dentro del alcance las reivindicaciones anejas, la invención se puede poner en práctica de manera distinta a la específicamente descrita. Además de ello, ha de entenderse que los sistemas descritos en esta memoria pueden ser sistemas de fabricación reciente o sistemas actualizados.
55

REIVINDICACIONES

- 1.- Un sistema (10b) para el tratamiento de polímeros que puede hacerse funcionar cíclicamente, que comprende:
 5 un tornillo sinfín (14b) montado dentro de un barril (16b) para definir un espacio (20b) para el tratamiento de polímeros entre el tornillo sinfín y el barril y una fuente de agente de soplado (59) conectada a una lumbrera (42) para agente de soplado, para permitir que el agente de soplado fluya desde la fuente hacia el material polimérico dentro del espacio para el tratamiento de polímeros, caracterizado por que:
 10 el tornillo sinfín tiene una relación L:D entre 20:1 y 24:1; y el tornillo sinfín incluye una sección de mezcladura situada aguas debajo de la lumbrera, en donde la sección de mezcladura tiene una longitud entre aproximadamente 2 y aproximadamente 6 veces el diámetro del tornillo sinfín.
- 2.- El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema puede hacerse funcionar para inyectar cíclicamente material polimérico en un molde o para expulsar cíclicamente el material polimérico de una hilera.
- 15 3.- El sistema de la reivindicación 1, que comprende al menos dos lumbreras para agente de soplado.
- 4.- El sistema de la reivindicación 1, en el que la lumbrera de agente de soplado se encuentra en el barril.
- 20 5.- El sistema de la reivindicación 1, en el que la lumbrera del agente de soplado se encuentra en el tornillo sinfín.
- 6.- El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema es un sistema actualizado.
- 7.- El sistema de la reivindicación 1, en el que el tornillo sinfín incluye un elemento de restricción (44) situado aguas arriba de la lumbrera, estando diseñado el elemento de restricción para restringir el flujo ascendente de material polimérico o agente de soplado a través del mismo durante al menos una parte de un ciclo de inyección o de un ciclo de expulsión.
- 25 8.- El sistema de la reivindicación 1, en donde el tornillo sinfín incluye una válvula de accionamiento neumático (49) situada en un extremo de aguas abajo del tornillo sinfín, permitiendo la válvula de accionamiento neumático el flujo descendente de material polimérico a través de la misma en una configuración abierta y restringiendo el flujo ascendente de material polimérico a través de la misma en una configuración cerrada.
- 30 9.- El sistema de la reivindicación 1, que comprende, además, una pieza de inyector (70, 80) de agente de soplado situada en la lumbrera, teniendo la pieza de inyector de agente de soplado una pluralidad de orificios (78) en la misma a través de los cuales pasa agente de soplado cuando fluye desde la fuente hacia el espacio para el tratamiento de polímeros.
- 35 10.- El sistema de la reivindicación 1, en el que el agente de soplado es dióxido de carbono o nitrógeno.
- 40 11.- El sistema de la reivindicación 1, que comprende, además, un molde de inyección (36b) que define una cavidad conectada al espacio para el tratamiento de polímeros.
- 12.- El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema está ajustado para producir material microcelular.
- 45 13.- Un método para el tratamiento de material polimérico en un sistema (10b) para el tratamiento de polímeros, que comprende:
 transportar material polimérico en un espacio (20b) para el tratamiento de polímeros definido entre un tornillo sinfín (14b) y un barril (16b),
 50 introducir agente de soplado en el material polimérico dentro del espacio para el tratamiento de polímeros para formar una mezcla de material polimérico y agente de soplado; e inyectar la mezcla de material polimérico y agente de soplado en un molde (35b), o expulsar la mezcla de material polimérico a partir de una hilera, caracterizado por que:
 el tornillo sinfín tiene una relación L:D entre 20:1 y 24:1; y
 55 el tornillo sinfín incluye una sección de mezcladura situada aguas abajo de la lumbrera, en donde la sección de mezcladura tiene una longitud entre aproximadamente 2 y aproximadamente 6 veces el diámetro del tornillo sinfín.
- 14.- El método de la reivindicación 13, que comprende, además, formar una disolución monofásica de agente de soplado y material polimérico en el espacio para el tratamiento de polímeros.

15.- El método de la reivindicación 13, que comprende, además, formar un artículo esponjado.

16.- El método de la reivindicación 15, que comprende, además, formar un artículo microcelular.

5

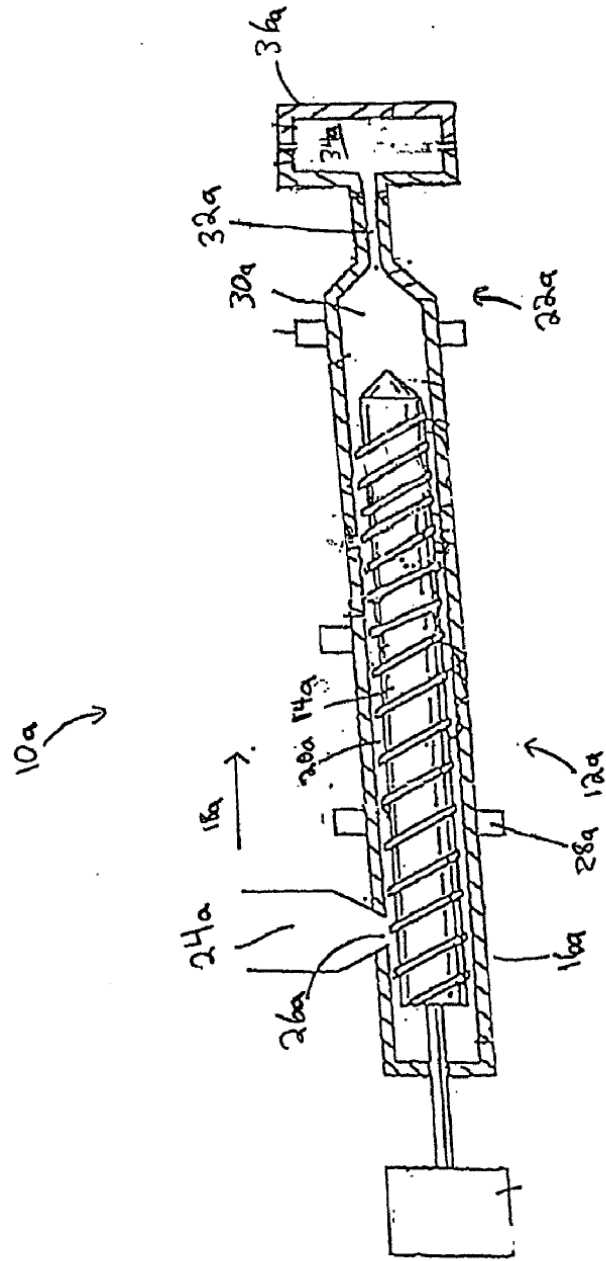


FIG. 1

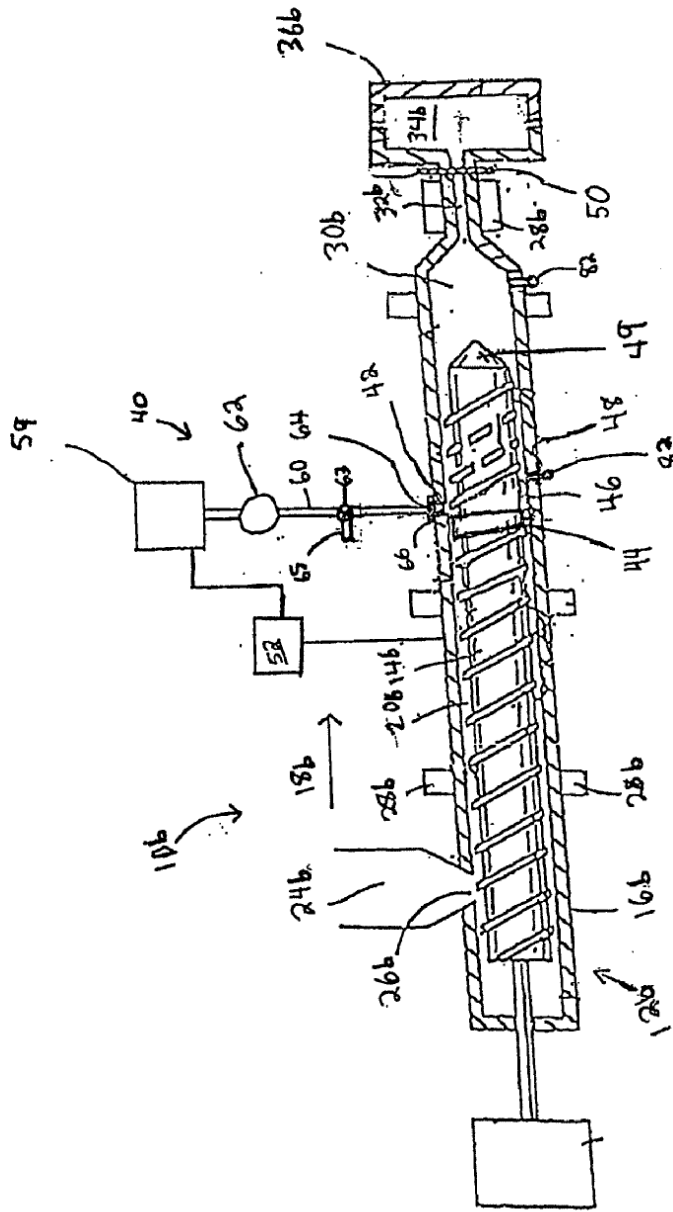


FIG. 2

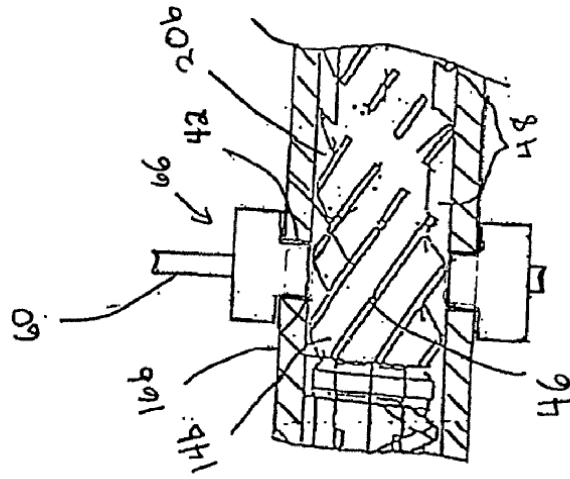


FIG. 3

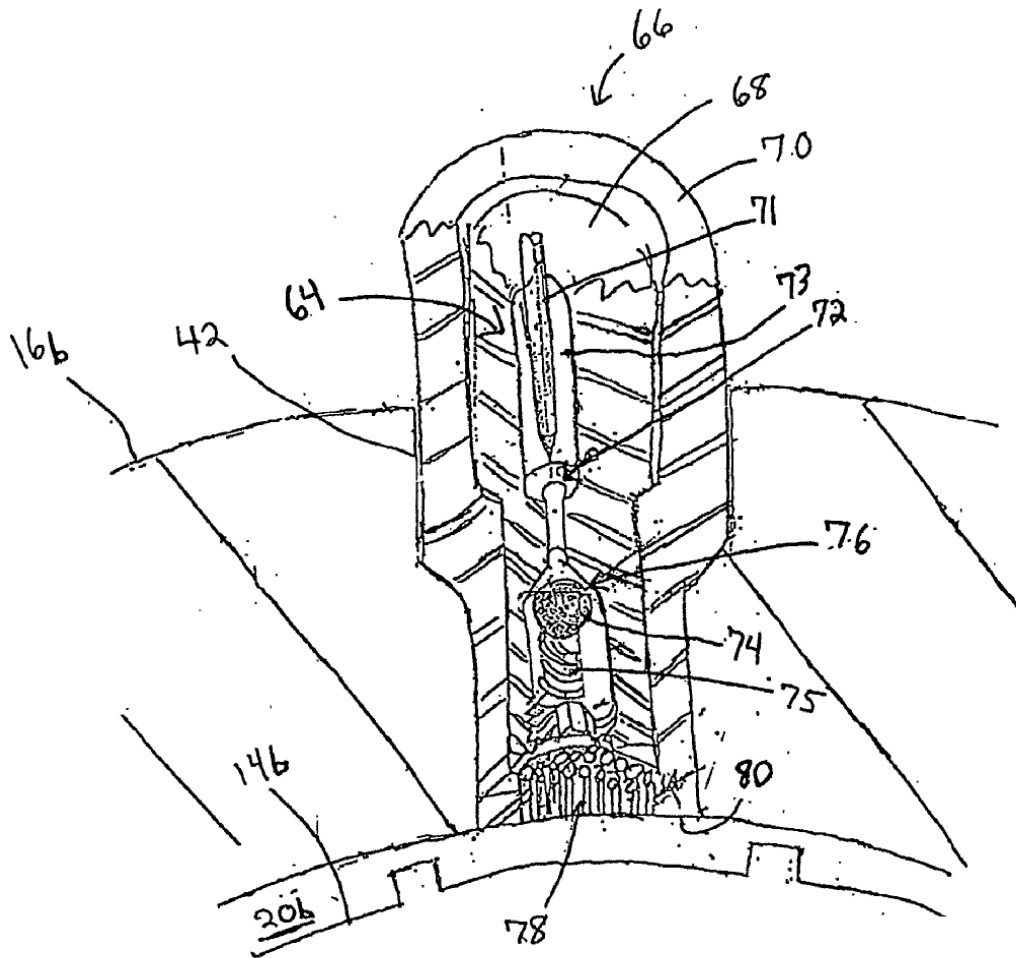


Fig. 4

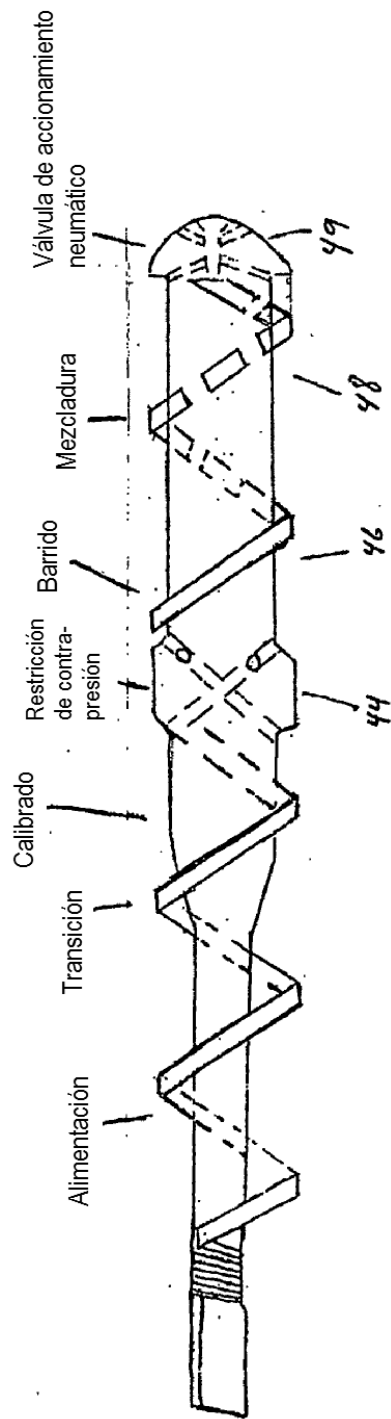


Fig. 5

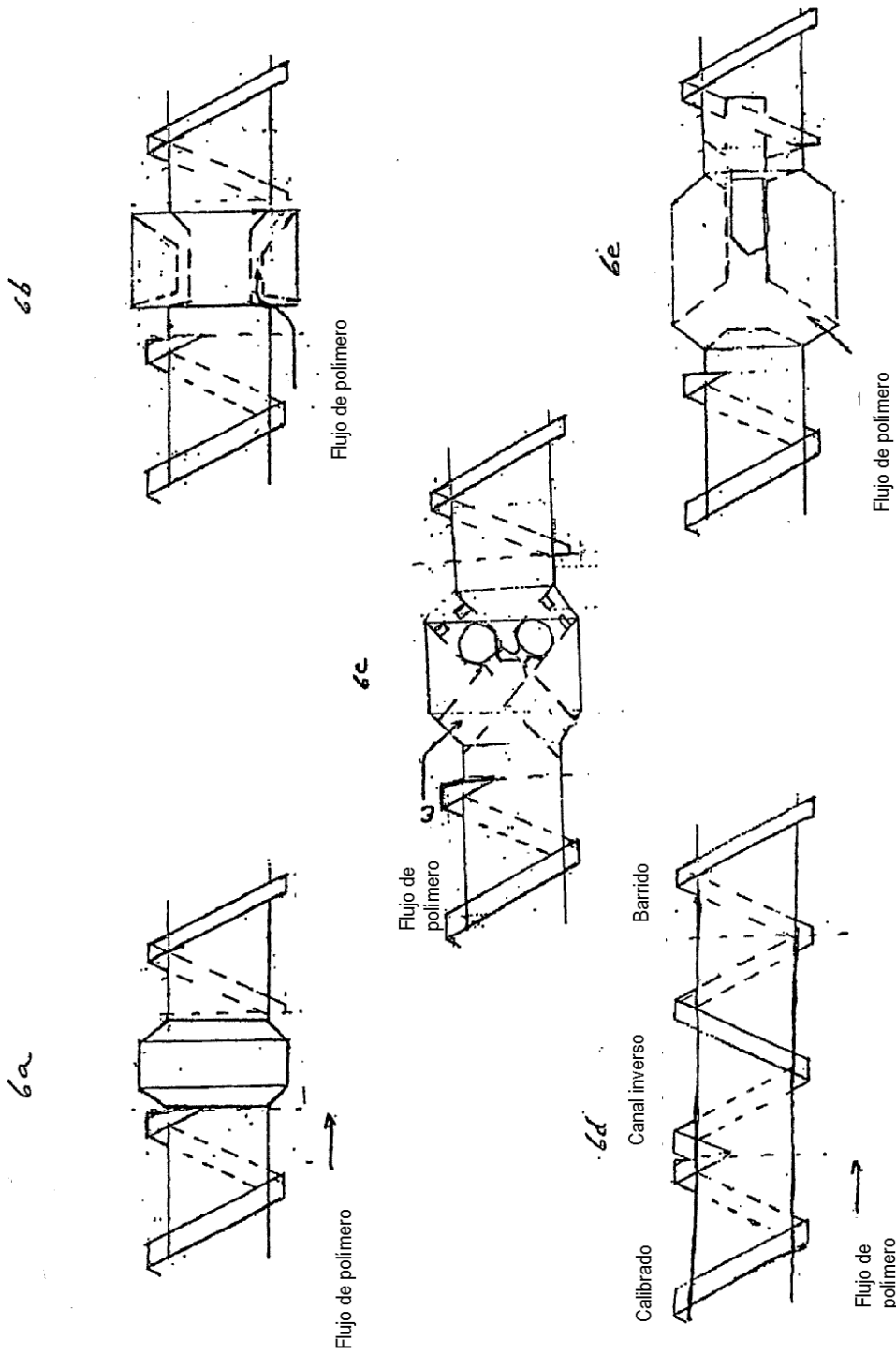


Fig. 6

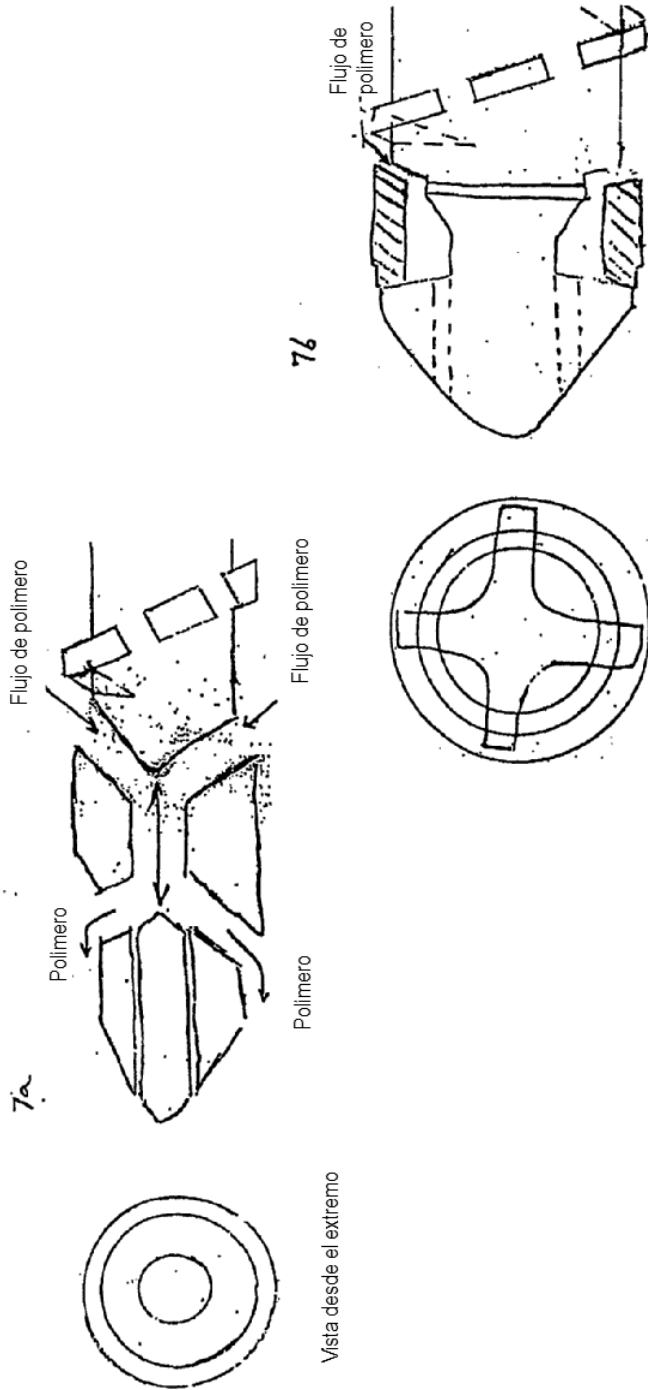


Fig. 7

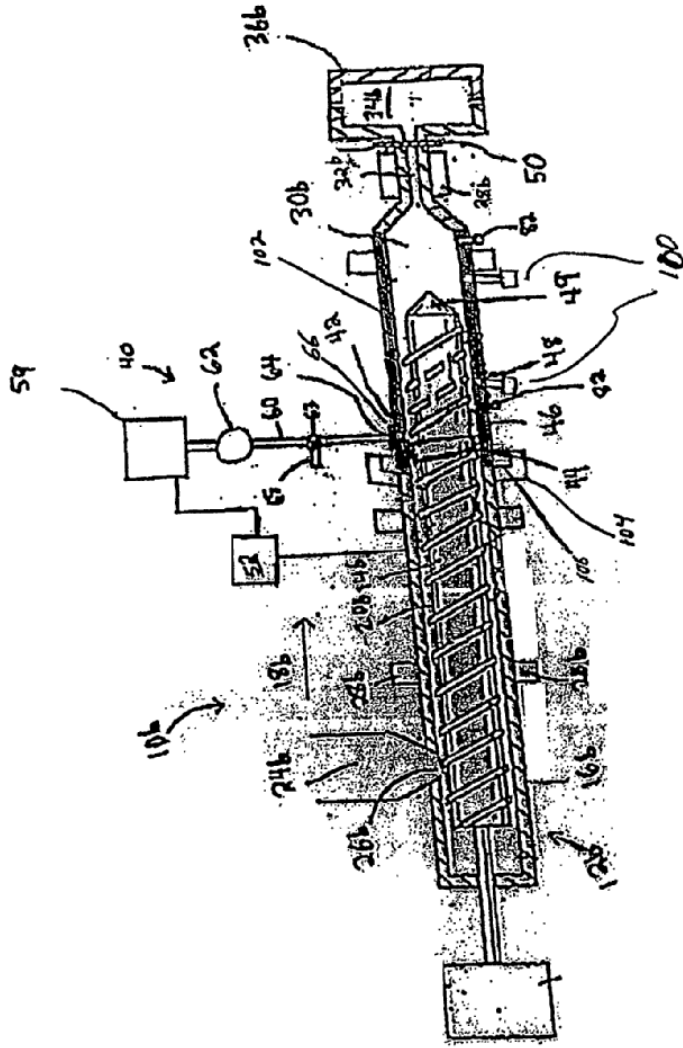


FIG. 8

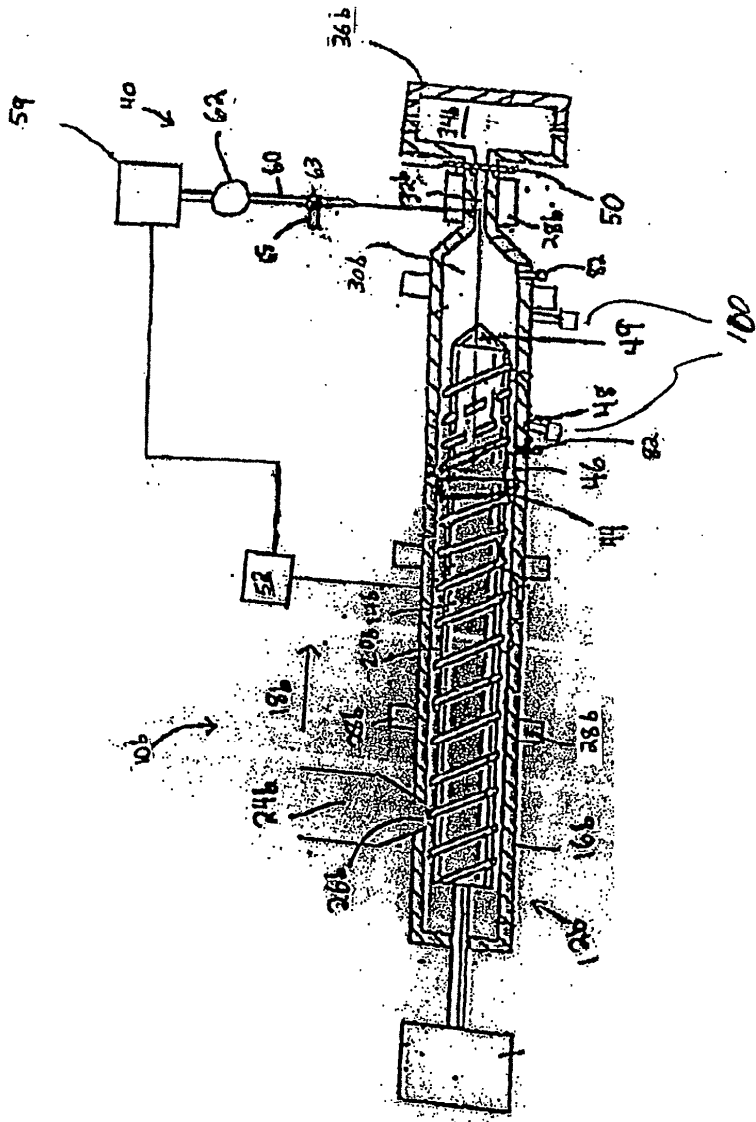


Fig. 9