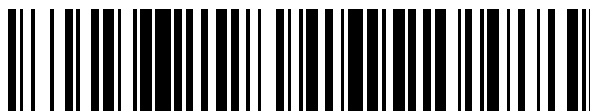


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 150**

51 Int. Cl.:

**B29C 45/47** (2006.01)

**B29C 45/16** (2006.01)

**B29C 45/77** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2016 PCT/US2016/064801**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017 WO17096288**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2016 E 16816540 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3383614**

54 Título: **Máquina de moldeo y método para moldear una pieza**

30 Prioridad:

**04.12.2015 US 201514959921**  
**04.12.2015 US 201514960101**  
**04.12.2015 US 201514960115**  
**04.12.2015 WO PCT/US2015/064045**  
**04.12.2015 WO PCT/US2015/064073**  
**04.12.2015 WO PCT/US2015/064110**  
**08.06.2016 US 201615177302**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.07.2020**

73 Titular/es:

**EXTRUDE TO FILL, INC. (100.0%)**  
**985 North Wilson Avenue, Suite 100**  
**Loveland CO 80537, US**

72 Inventor/es:

**FITZPATRICK, RICHARD ERNEST**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 773 150 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**

Máquina de moldeo y método para moldear una pieza

5 Campo

La presente divulgación se refiere generalmente a máquinas de moldeo. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a una máquina de moldeo y a un método para moldear una pieza.

10 Antecedentes

Un sistema tradicional de moldeo por inyección funde un material, tal como un plástico, principalmente por calor de cizalla que se genera dinámicamente por la rotación de un tornillo de extrusión. El calor de cizalla generado dinámicamente en el sistema de moldeo por inyección tradicional depende del uso de resinas plásticas a base de petróleo de un alto nivel de pureza y consistencia. La FIG. 1 es un diagrama esquemático para un sistema de moldeo por inyección tradicional 100. Una zona de inyección 112 está situada delante de un tornillo de extrusión 102 para contener un material fundido antes de la inyección. Un anillo de seguridad 104 o una válvula de retención se usa para permitir un flujo de fusión hacia delante durante una fase de extrusión de recuperación que se encuentra entre inyectadas y para evitar que el material fundido retroceda al tornillo de extrusión 102. El flujo de retorno puede producirse cuando se aplica una presión de inyección a la masa fundida. El material puede fundirse usando principalmente calor de cizalla. Por ejemplo, el estado fundido puede crearse con aproximadamente un 75 % de calor de cizalla y aproximadamente un 25 % de calor de conducción generado por los calentadores de banda 114.

El tornillo de extrusión tradicional 102 está diseñado con un gran paso 132 para promover la generación de calor de cizalla y mezclar plástico caliente y frío. Tal y como se muestra en la FIG. 1, un diámetro de raíz 134 del tornillo 102 es más estrecho cerca de una tolva 106 que alimenta la materia prima a través de la entrada de un barril 110. A lo largo de la longitud del tornillo de extrusión hacia la boquilla 108, el diámetro de raíz aumenta para crear una zona de compresión para promover la generación de calor de cizalla. Una altura de espira 136 del tornillo 102 disminuye hacia la boquilla 108, lo que reduce el espacio entre el tornillo 102 y el barril 110.

Durante una fase de extrusión de recuperación, el material fundido se transporta a lo largo de la longitud del tornillo 102 hacia la zona de inyección 112 en el barril 110 girando el tornillo de extrusión por medio de un motor 150. La zona de inyección 112 está entre una boquilla 108 y el anillo de seguridad 104 en el extremo del tornillo de extrusión 102. El material fundido queda atrapado en la zona de inyección por la gota fría, que sella la boquilla 108 después del ciclo de inyección y evita que el plástico fluya hacia un molde 140 a través de una compuerta 146 y los conductos 142 durante la fase de extrusión de recuperación.

Durante un ciclo de inyección, el tornillo 102 es impulsado hacia delante sin rotación bajo una presión de inyección muy alta por el cilindro 138. El tornillo 102 y el anillo de seguridad 104 pueden funcionar conjuntamente como un émbolo para inyectar el material fundido en el molde. La fase de extrusión de recuperación puede llevar solo 10-25 % del tiempo de moldeo total, de modo que el calor de cizalla también se puede perder cuando el tornillo de extrusión no gira, excepto durante la fase de extrusión de recuperación.

El sistema tradicional de moldeo por inyección 100 se basa en la formación de una gota fría en la boquilla 108 entre cada inyectada. La gota fría de plástico causa una de las mayores ineficiencias para el sistema tradicional de moldeo por inyección 100. La gota fría requiere que se elimine una presión muy alta de la boquilla 108 para permitir que un material fundido fluya dentro de una cavidad del molde. La alta presión de inyección se requiere para empujar el material fundido dentro de la cavidad del molde a través de los conductos 142. Es común requerir una presión de inyección de entre 137,9 y 206,8 MPa (20.000 y 30.000 psi) para obtener una presión de 3,45 MPa a 10,34 MPa (500 psi a 1.500 psi) en la cavidad del molde. Debido a la alta presión de inyección, el sistema tradicional de moldeo por inyección 100 requiere una pared gruesa del barril 110, lo que reduce la conducción de calor al material desde los calentadores de banda 114 que rodean el barril 110.

El sistema tradicional de moldeo por inyección 100 puede usar un sistema hidráulico o bien un motor eléctrico 128 para alimentar un sistema de retención 120, que puede incluir platinas estacionarias 122A-B, una platina móvil 124 y barras de refuerzo 126. Un cilindro de retención 130 aplica suficiente presión para mantener el molde cerrado durante la inyección. El sistema tradicional de moldeo por inyección requiere fuentes de alimentación grandes y costosas tanto para el sistema de inyección 118 como para el sistema de retención 120. Estas fuentes de alimentación deben estar soportadas por una estructura de máquina masiva, que aumenta los costes de infraestructura de las instalaciones, incluido el suministro eléctrico, cimientos o suelos de hormigón grueso y sistemas de HVAC de gran tamaño que son caros de adquirir, operar y mantener.

El calor de cizalla generado por el sistema tradicional de moldeo por inyección limita su capacidad para moldear ciertos materiales, tales como los plásticos de origen biológico. Los plásticos de origen biológico se degradan por las presiones aplicadas en el sistema tradicional de moldeo por inyección, reaccionando negativamente a la presión que genera la máquina para crear calor de cizalla en el proceso de moldeo por inyección de plásticos a base de petróleo. Un sistema

de moldeo por inyección desarrollado recientemente divulgado en la patente de los Estados Unidos n.º 8.163.208, titulada "Injection Molding Method and Apparatus" de R. Fitzpatrick, utiliza conducción de calor estática para fundir plástico, en lugar de calor de cizalla. El sistema divulgado puede moldear plásticos de origen biológico en piezas pequeñas. Específicamente, el sistema divulgado incluye un émbolo que se posiciona dentro de un tornillo tubular y se extiende a través del centro del tornillo tubular. En general, mover todo el tornillo hacia delante durante el ciclo de inyección requeriría un cilindro de inyección grande. En el sistema divulgado, todo el tornillo de mayor diámetro no se mueve. Solo se avanza el émbolo, lo que requiere un cilindro de inyección mucho más pequeño para aplicar la fuerza sobre el émbolo. El sistema divulgado recupera y transporta el material fundido delante del émbolo entre cada ciclo de inyectada o inyección, e inyecta el material fundido en un molde por medio del émbolo. El tamaño de la pieza está determinado por el área del émbolo multiplicada por la longitud de la carrera del émbolo, ya que eso define el volumen durante la inyección, pero ese tamaño de pieza está limitado al pequeño volumen de desplazamiento del émbolo, típicamente de aproximadamente 3-5 gramos de plástico, lo que supone un tamaño pequeño de inyectada. Es deseable moldear piezas con tamaños ilimitados de inyectada.

Asimismo, el sistema tradicional de moldeo por inyección 100 requiere una operación de purga manual por parte de operadores experimentados en el arranque. Por ejemplo, un operador puede encender primero los calentadores del barril 114 y esperar hasta que el tornillo 102 incrustado en plástico o resina se afloje para permitir el encendido del motor del tornillo 150. Se requiere un proceso de purga para generar calor de cizalla inicial. El proceso de purga comienza cuando el operador gira el tornillo 102 para mover la resina hacia delante, y el tornillo 102 es impulsado hacia atrás hasta su posición de inyección. Entonces, el operador activa la fuerza de inyección para impulsar el tornillo 102 hacia delante, permitiendo que la resina salga de la boquilla 108 sobre la plataforma de la máquina. El proceso de ciclo se repite para generar calor de cizalla inicial hasta que la resina salga de la boquilla 108, lo que indica que el material puede estar lo suficientemente caliente como para que el operador pueda comenzar a moldear. La operación manual es altamente subjetiva y requiere operadores cualificados para iniciar máquinas y ajustar los procesos de moldeo. Las operaciones de moldeo posteriores deben ser consistentes sin interrupciones para satisfacer los requisitos de generación de calor de cizalla.

Los documentos que pueden estar relacionados con la presente divulgación en el sentido de que incluyen diversos sistemas de moldeo por inyección incluyen la patente de los Estados Unidos n.º 7.906.048, la patente de los Estados Unidos n.º 7.172.333, la patente de los Estados Unidos n.º 2.734.226, la patente de los Estados Unidos n.º 4.154.536, la patente de los Estados Unidos n.º 6.059.556 y la patente de Estados Unidos n.º 7.291.297. El documento GB 1513375 A divulga un proceso de moldeo. En el proceso de moldeo de acuerdo con el documento GB1513375 A, el material se introduce en la cavidad del molde por intrusión (es decir, sin movimiento axial del tornillo oscilable axialmente), y la cavidad del molde se reduce en tamaño y se introduce material adicional por inyección (es decir, por movimiento axial del tornillo). La reducción en el tamaño de la cavidad del molde puede tener lugar antes, a la vez, o después del comienzo de la fase de inyección. El método puede aplicarse al moldeo de tipo coinyección; en este caso, el material de recubrimiento se introduce en un molde parcialmente abierto, y el material de núcleo se inyecta posteriormente, cerrándose el molde antes de que finalice la introducción del material de núcleo. Se puede inyectar una porción adicional de material de recubrimiento después del material de núcleo. Estas propuestas, sin embargo, pueden mejorarse.

#### Breve sumario

La presente divulgación generalmente proporciona una máquina de moldeo, que se puede denominar aquí máquina de moldeo de extrusión para llenado (ETF, por sus siglas en inglés), así como un método para moldear una pieza. La máquina de moldeo incluye múltiples sistemas de moldeo (extrusoras) para bombear material fundido en una o más cavidades de molde. Los múltiples sistemas de moldeo pueden bombear el mismo material o materiales diferentes en una o más cavidades de molde. Los múltiples sistemas de moldeo pueden controlarse individual y/o conjuntamente. Un método para moldear una pieza incluye bombear material en una o más cavidades de molde a través de múltiples sistemas de moldeo, detener el bombeo de material en una o más cavidades de molde cuando se logran una o más presiones asociadas con los múltiples sistemas de moldeo y liberar una pieza moldeada de una o más cavidades de molde después de lograr una o más presiones. La invención se define de conformidad con las reivindicaciones 1 y 12 adjuntas.

La máquina de moldeo incluye una primera mitad del molde y dos o más extrusoras asociadas con la primera mitad del molde. Cada extrusora de las dos o más extrusoras incluye un barril, un tornillo de extrusión dentro del barril y una boquilla en contacto sellado con la primera mitad del molde. Cada extrusora de las dos o más extrusoras se controla independientemente para detener el flujo de material una vez que se alcanza una presión objetivo para la extrusora respectiva. La primera mitad del molde puede definir una única cavidad de molde, y cada extrusora de las dos o más extrusoras puede estar en comunicación de fluido con la cavidad de molde único. La primera mitad del molde puede definir dos o más cavidades de molde, y cada extrusora de las dos o más extrusoras puede estar en comunicación de fluido con una cavidad de molde diferente de las dos o más cavidades de molde. La máquina de moldeo puede incluir una sola tolva acoplada operativamente a las dos o más extrusoras para suministrar material a las dos o más extrusoras. La máquina de moldeo puede incluir un colector acoplado operativamente a la tolva individual y las dos o más extrusoras para desviar material a las extrusoras respectivas de las dos o más extrusoras. Las dos o más extrusoras pueden estar dispuestas en una matriz. Las dos o más extrusoras pueden estar orientadas sustancialmente

en paralelo entre sí, y al menos dos de las dos o más extrusoras pueden posicionarse una encima de la otra a lo largo de una dimensión vertical de la primera mitad del molde. La máquina de moldeo puede incluir un controlador que supervisa la presión para cada extrusora de las dos o más extrusoras y está configurado para liberar una fuerza de retención aplicada a la primera mitad del molde para liberar una pieza moldeada en ella una vez que cada extrusora de las dos o más extrusoras alcance su presión objetivo. La presión objetivo para cada extrusora de las dos o más extrusoras puede basarse en el área de la primera mitad del molde en la que la extrusora respectiva está extruyendo material. Las dos o más extrusoras pueden incluir cuatro o más extrusoras separadas entre sí. Las dos o más extrusoras pueden ser idénticas o diferentes entre sí. Las dos o más extrusoras pueden ser operables para extrudir el mismo material o materiales diferentes en la primera mitad del molde.

Un método para moldear una pieza incluye extrudir un primer material a través de una primera boquilla de una primera extrusora en acoplamiento sellado con una primera mitad del molde, extrudir un segundo material a través de una segunda boquilla de una segunda extrusora en acoplamiento sellado con la primera mitad del molde, detener la extrusión del primer material a través de la primera boquilla cuando se logra una primera presión asociada con la primera extrusora, detener la extrusión del segundo material a través de la segunda boquilla cuando se alcanza una segunda presión asociada con la segunda extrusora y liberar una pieza moldeada de la primera mitad del molde después de alcanzar las presiones primera y segunda. Extrudir el primer material y extrudir el segundo material puede incluir extrudir el primer y el segundo material en la misma cavidad definida por la primera mitad del molde. Extrudir el primer material y extrudir el segundo material puede incluir extrudir el primer y el segundo material en diferentes cavidades definidas por la primera mitad del molde. La primera presión puede ser diferente a la segunda presión. La primera extrusora puede ser idéntica o diferente de la segunda extrusora.

Realizaciones y características adicionales aparecen expuestas en parte en la descripción que sigue, y serán evidentes para los expertos en la materia al examinar la memoria descriptiva o pueden ser aprendidas por la práctica de la materia objeto que se divulga. Se puede comprender mejor la naturaleza y las ventajas de la presente divulgación haciendo referencia a las partes restantes de la memoria descriptiva y los dibujos, que forman parte de esta divulgación.

Breve descripción de los dibujos

La descripción se comprenderá más completamente con referencia a las siguientes figuras y gráficos de datos, que se presentan en la divulgación, en donde:

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema tradicional de moldeo por inyección.

La FIG. 2A es un sistema de moldeo con un tornillo de extrusión de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 2B es una vista en sección del sistema de moldeo de la FIG. 2A de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 2C es una vista en perspectiva del sistema de moldeo de la FIG. 2A antes del montaje de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 3A es una vista en sección de un sistema de moldeo que incluye calentamiento por inducción de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 3B es una vista en sección del sistema de moldeo de la FIG. 3A que incluye un manguito de aislamiento térmico de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 3C es una vista en sección del sistema de moldeo de la FIG. 3B que incluye un espacio de aire de aislamiento entre el manguito y una estructura tubular interna del barril de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 4A es un sistema de moldeo con un tornillo de extrusión escalonado de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 4B es una vista en sección del sistema de moldeo de la FIG. 4A de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 5 es una vista en perspectiva del sistema de moldeo de la FIG. 4A antes del montaje de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 6A ilustra un tornillo de extrusión que tiene una geometría afilada de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 6B ilustra un tornillo de extrusión que tiene una geometría menos afilada de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas para moldear una pieza de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 8A es una vista en perspectiva de un sistema de moldeo con una mesa de intercambio en una primera posición de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 8B es una vista en perspectiva de un sistema de moldeo con una mesa de intercambio en una segunda posición de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 9 es un diagrama simplificado que ilustra una máquina de moldeo que incluye múltiples sistemas de moldeo de conformidad con una realización de la presente invención.

La FIG. 10 es una vista en perspectiva de una máquina de moldeo que incluye múltiples sistemas de moldeo de conformidad con una realización de la presente invención.

La FIG. 11 es una vista en sección de la máquina de moldeo de la FIG. 10 tomada a lo largo de la línea 11-11 en la FIG. 10 e ilustra una ruta de flujo desde una tolva a los múltiples sistemas de moldeo de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 12 es una vista en perspectiva de los múltiples sistemas de moldeo de la FIG. 10 acoplados con una mitad de molde que define múltiples cavidades de molde de conformidad con la presente divulgación.

La FIG. 13 es una vista en perspectiva de los múltiples sistemas de moldeo de la FIG. 10 acoplados con una mitad de molde que define una única cavidad de molde de conformidad con una realización de la presente invención.

5

Descripción detallada

La presente divulgación puede entenderse por referencia a la siguiente descripción detallada, tomada en conjunto con los dibujos tal y como se describe a continuación. Cabe destacar que, por motivos de claridad en la ilustración, ciertos elementos en varios dibujos pueden no estar dibujados a escala.

10

La presente divulgación generalmente proporciona una máquina de moldeo, que puede incluir un sistema de moldeo y un sistema de retención. El sistema de moldeo puede incluir un tornillo de extrusión que se extrude bajo demanda para transferir o bombear material fundido a un molde con un tamaño de inyectada o volumen de desplazamiento ilimitado o variable, sin requerir un proceso de purga después de períodos de inactividad. En los sistemas tradicionales de moldeo por inyección, el tamaño de inyectada es fijo y es el volumen de material que se puede desplazar o transferir al molde durante un ciclo de inyección, suficiente para llenar una única cavidad de molde o una pluralidad de cavidades de molde. El tamaño de inyectada variable del sistema de moldeo ETF es diferente del tamaño de inyectada fijo de los sistemas tradicionales de moldeo por inyección, en los que el tamaño de la inyectada está predeterminado por el diámetro del tornillo y la longitud de la carrera de inyección, que es la distancia axial recorrida por el tornillo tradicional 102 (véase la FIG. 1) durante un ciclo de inyección. El sistema tradicional de moldeo por inyección 100 (véase la FIG. 1) ejecuta un proceso fijo, secuencial en el que los cambios en el tamaño de la inyectada requieren cambios en la configuración del control. El sistema de moldeo ETF puede extrudir plástico durante un tiempo específico, hasta que se logre una presión específica de la cavidad del molde, hasta que se logre una contrapresión específica del tornillo, hasta que se logre una carga específica de torsión del tornillo, o para un número preseleccionado de rotaciones de tornillo para moldear piezas con varias dimensiones para proporcionar cualquier tamaño de inyectada deseado.

15

20

25

El sistema de moldeo ETF puede usar conducción de calor para producir una masa fundida homogénea (por ejemplo, un material de resina fundida) con una generación de calor de cizalla sustancialmente reducida. La masa fundida se puede calentar para obtener una viscosidad deseada. Al lograr la viscosidad deseada en un estado estático, puede requerirse menos presión para que la extrusión llene una cavidad del molde. Asimismo, puede ser necesaria una fuerza de retención inferior para cerrar y sostener el molde.

30

El sistema de moldeo ETF puede incluir un tornillo diseñado para funcionar como una bomba de transporte para extrudir material fundido bajo una presión suficientemente alta como para llenar una cavidad de molde. El tornillo puede girar en dos direcciones opuestas. Uno de los beneficios de invertir la rotación del tornillo es ayudar a agitar y mezclar la resina. Cuando el tornillo de extrusión gira en una dirección para bombear el material de resina en una cavidad del molde, se puede establecer un patrón de flujo y presión. La inversión de la rotación del tornillo puede alterar el patrón de flujo e interrumpir la histéresis del material de resina, lo que puede descomprimir el barril entre inyectadas de piezas moldeadas y puede permitir un control más preciso del sistema de moldeo. El tornillo puede promover la conducción de calor al material dentro de un barril. Por ejemplo, la inversión del tornillo puede mezclar el material de resina para mejorar la conducción de calor y lograr una viscosidad de fusión más consistente y asegurar un extrusor más uniforme. El tornillo puede incluir una fuente de calor interna, tal como un calentador colocado dentro del tornillo, para ayudar a la conducción de calor al material dentro del barril. El tornillo puede estar formado por un material termoconductor, tal como el latón, para conducir eficientemente el calor desde la fuente de calor interna al material. El tornillo puede oscilar a lo largo de la dirección axial para abrir o cerrar una boquilla para permitir o evitar, respectivamente, flujo de material de resina en una cavidad del molde.

35

40

45

El sistema de moldeo puede extrudir material sin las altas presiones, comúnmente de 137,9 MPa a 206,8 MPa (20.000 a 30.000 psi), encontradas en el sistema tradicional de moldeo por inyección 100. El sistema tradicional de moldeo por inyección 100 utiliza barriles de paredes gruesas y tornillos pesados diseñados para generar y contener la alta presión y para mover el material dentro del sistema de alta presión 100. Al operar a presiones más bajas, que pueden ser tan bajas como 5-10 % por encima de la presión en una cavidad de molde asociada, el sistema de moldeo ETF puede construirse con materiales y configuraciones no tradicionales que soporten presiones significativamente más bajas. Los requisitos de presión más baja del sistema de moldeo pueden facilitar el uso de materiales no tradicionales, que pueden ser más suaves y livianos que los materiales tradicionales. Por ejemplo, el tornillo en el sistema de moldeo puede construirse con una masa significativamente menor debido al entorno de baja presión y, por lo tanto, puede crear menos disipador de calor en el centro del sistema cuando se utilizan fuentes de calor externas. Los materiales no tradicionales pueden mejorar la conductividad térmica o el aislamiento, mejorar el coeficiente de fricción de la superficie u otras propiedades similares, lo que puede mejorar la fusión y el bombeo de materiales a través del sistema de moldeo. Por ejemplo, el tornillo y/o el barril pueden estar hechos de materiales termoconductores que no se utilizan en los sistemas tradicionales de moldeo por inyección debido a la falta de resistencia, tales como aleaciones de latón, aleaciones de cobre y aleaciones de cobre y níquel.

50

55

60

La FIG. 2A ilustra un sistema de moldeo 200 de conformidad con la presente divulgación. La FIG. 2B es una vista en sección del sistema de moldeo 200 ilustrado en la FIG. 2A. La FIG. 2C es una vista en perspectiva de los componentes

65

del sistema de moldeo 200 ilustrado en la FIG. 2A antes del montaje.

Con referencia en general a las FIGS. 2A-2C, el sistema de moldeo 200 puede incluir un tornillo de extrusión 202 posicionado dentro de un barril 210 (véase la FIG. 2B). Una abertura de bloque de tolva 216 puede estar asociada con la entrada de barril 226 para transferir material, típicamente en forma de gránulos, desde un bloque de tolva 206 al barril 210, y una boquilla 208 puede estar asociada con un extremo del barril 210 para transferir material fundido desde el barril 210 hasta un molde. Uno o más calentadores 214 pueden calentar el material dentro del barril 210 en un estado fundido, y el tornillo de extrusión 202 puede girar dentro del barril 210 para bombear el material a lo largo de una longitud del barril 210 y dentro del molde. Se puede usar un motor u otro sistema de accionamiento para girar el tornillo de extrusión 202. Se puede acoplar un cilindro al tornillo de extrusión 202 o al barril 210 para mover uno del tornillo 202 o el barril 210 en una dirección axial con respecto al otro del tornillo 202 o al barril 210 para abrir o cerrar la boquilla 208.

El sistema de moldeo 200 puede estar asociado con un sistema de retención, que puede incluir un cilindro o un motor eléctrico para alimentar el sistema de retención. El sistema de retención puede incluir una o más platinas estacionarias, una platina móvil y una o más barras de refuerzo. Un cilindro de retención puede aplicar presión a la platina móvil para mantener cerrado un molde durante la extrusión de material fundido desde la boquilla 208 del sistema de moldeo 200 al molde. El sistema de moldeo 200 puede usar principalmente conducción de calor estático, en lugar de generar calor de cizalla, para fundir el material dentro del barril 210. Al lograr una viscosidad deseada utilizando principalmente la conducción de calor estática, puede requerirse una presión más baja para extrudir el material en el molde y, de este modo, una fuerza de retención más baja puede mantener el molde en una posición cerrada. Como tal, el sistema de moldeo 200 y el sistema de retención, incluido el cilindro o motor eléctrico para alimentar el sistema de retención, puede ser de menor tamaño y requerir menos energía para operar que el sistema de moldeo por inyección tradicional 100, que generalmente requiere fuentes de alimentación grandes y costosas tanto para el sistema de inyección 118 como para el sistema de retención 120 (véase la FIG. 1). La fuente de alimentación para el sistema de moldeo por inyección tradicional 100 normalmente debe estar soportada por una estructura de máquina masiva, que aumenta los costes de infraestructura de las instalaciones, incluido el suministro eléctrico, cimientos o suelos de hormigón grueso, y sistemas de HVAC de gran tamaño que son caros de adquirir, operar y mantener.

Con referencia todavía a las FIGS. 2A-2C, el barril 210 del sistema de moldeo 200 puede encerrar el tornillo de extrusión 202. Se muestran más detalles sobre el tornillo de extrusión en la FIG. 2C. Un espacio libre entre el tornillo de extrusión 202 y el barril 210 puede dimensionarse para evitar la generación de calor de cizalla y permitir la rotación del tornillo de extrusión 202 dentro del barril 210. El barril 210 puede permitir un movimiento axial del tornillo de extrusión 202 dentro del barril 210.

El sistema de moldeo 200 puede funcionar a una presión más baja que el sistema de moldeo por inyección tradicional 100. La presión de funcionamiento más baja puede permitir que el barril 210 tenga una pared delgada, que puede proporcionar una mejor conducción de calor al material dentro del barril 210 (véanse las FIGS. 2A-2C) que la pared gruesa del barril 110 tradicional (véase la FIG. 1). Por ejemplo, el grosor de la pared del barril 210 puede ser de 0,318 cm a 0,635 cm (0,125 pulgadas a 0,250 pulgadas) de grosor, en comparación con un grosor de pared del barril 110 de 1,91 cm a 5,1 cm (0,750 pulgadas a 2,00 pulgadas) en el sistema tradicional de moldeo por inyección 100 (véase la FIG. 1). La conducción de calor estático, junto con una boquilla de válvula y una punta de tornillo que se describen a continuación, puede reducir la presión interna del barril en comparación con el sistema tradicional de moldeo por inyección 100.

Los materiales para formar el barril 210 pueden seleccionarse en función de la conducción de calor más que de la contención de presión como resultado de una baja presión de extrusión o inyección. Por ejemplo, el barril 210 puede incluir material magnético para calentamiento inductivo o material altamente conductor tal como latón, cobre, aluminio, o sus aleaciones. El barril 210 puede estar formado a partir de acero.

El bloque de tolva 206 del sistema de moldeo 200 de las FIGS. 2A-2C puede incluir una abertura 216 acoplada a una entrada 226 del barril 210. El bloque de tolva 206 puede incluir una porción hueca 217 configurada para deslizarse sobre el barril 210. El bloque de tolva 206 y el barril 210 pueden montarse de manera que un material en el bloque de tolva 206 pueda ser arrastrado o alimentado al barril 210 a través de la abertura 216 del bloque de tolva y la entrada del barril 226. El bloque de tolva 206 puede incluir uno o más canales de enfriamiento 218 para hacer circular fluido de enfriamiento, tal como agua, compuestos a base de agua u otros compuestos de enfriamiento, de modo que el tornillo de extrusión 202 y el barril 210 cerca del bloque de tolva 206 puedan permanecer fríos, por ejemplo, a temperatura ambiente.

El sistema de moldeo 200 puede calentar material dentro del barril 210 para preparar el material para extrusión en un molde. Por ejemplo, tal y como se ilustra en las FIGS. 2A-2C, el sistema de moldeo 200 puede incluir varios calentadores externos, tales como calentadores de banda 214A-214C, para calentar material dentro del barril 210. Los calentadores de banda 214A-214C pueden estar situados fuera del barril 210 y pueden conducir calor a través del barril 210 al material situado dentro del barril 210. Al calentar el barril 210, los calentadores de banda 214A-214C pueden transferir suficiente calor al material situado dentro del barril 210 para fundir el material para extrusión en un molde. El calor de los calentadores de banda 214A-214C puede conducirse a través del barril 210 e irradiarse a un

espacio anular definido entre el barril 210 y el tornillo 202 en el que se recibe el material. El calor del espacio anular calentado puede transferirse al tornillo 202, que a su vez puede calentar el material a lo largo de una interfaz entre el tornillo 202 y el material. El tornillo 202 puede incluir espiras dispuestas adyacentes a un diámetro interno del barril 210 y, de este modo, el calor del barril 210 puede conducirse a través de las espiras del tornillo 202 para calentar el material dentro del barril 210. La altura de las espiras del tornillo puede definir la profundidad del espacio anular entre el tornillo 202 y el barril 210. Tal como se ilustra en las FIGS. 2B y 2B, los calentadores de banda 214A-214C pueden encerrar el barril 210 cuando el sistema de moldeo 200 se ensambla para transferir calor al material dentro del barril 210. Los calentadores de banda 214A-214C pueden ser calentadores eléctricos.

Con referencia a las FIGS. 2A y 2B, los calentadores de banda 214A-214C pueden estar espaciados a lo largo de una longitud del barril 210. El calentador de banda 214C más cercano al bloque de tolva 206 puede colocarse a una distancia del collar de barril 220, que puede incluir dos porciones 220A y 220B en un extremo frontal del bloque de tolva 206. Con referencia a la FIG. 2B, el calentador de banda 214C puede colocarse a una distancia del bloque de tolva 206 de manera que una región de transición de temperatura 222 en el barril 210 pueda estar presente entre el bloque de tolva 206 y una región calentada 224 en la que se encuentran los calentadores 214A-C. En la región de transición de temperatura 222, el material puede permanecer relativamente frío y puede actuar como un sello entre el diámetro exterior del tornillo 202 y el diámetro interior del barril 210 para conducir el material fundido en la región calentada 224 hacia un molde para transportar continuamente el material para que fluya hacia el molde. La región de transición de temperatura 222 puede estar diseñada de tal manera que el material en la región de transición 222 tenga suficiente volumen para actuar como un sello para conducir el material fundido en la región calentada 224 dentro de un molde. Por ejemplo, la región de transición de temperatura 222 puede incluir una longitud que puede variar dependiendo de la aplicación del sistema de moldeo 200 y puede determinarse caso por caso. Al mantener una región de transición de temperatura adecuada 222 entre el material frío que entra en el barril 210 desde el bloque de tolva 206 y el material fundido en la región calentada 224, el material frío y el material de transición pueden trabajar con el tornillo sinfín 202 para proporcionar una fuerza de extrusión para bombear el material fundido en la región calentada 224. Cuando el material fundido está demasiado cerca de la tolva 206, la fuerza de extrusión puede perderse. La presencia de una cantidad adecuada de material frío en la región o zona de transición de temperatura 222 puede asegurar que el material frío se deslice a lo largo de la geometría del tornillo para mover el material fundido a lo largo de la región calentada 224 hacia el molde. Si el material frío no se desliza a lo largo del tornillo en la zona de transición 222, entonces el material fundido puede adherirse al tornillo 202 en la región calentada 224 y puede girar dentro del barril 210 con el tornillo 202.

El sistema de moldeo 200 puede incluir una fuente de calor interna para calentar el material situado dentro del barril 210. Con referencia a la FIG. 2B, uno o más calentadores resistivos 225, tales como calentadores de cartucho, pueden ser recibidos dentro del tornillo 202. Los calentadores resistivos 225 pueden calentar internamente el tornillo 202, y el tornillo 202 puede transferir el calor al material de moldeo situado entre el tornillo 202 y el barril 210. El sistema de moldeo 200 puede incluir múltiples calentadores resistivos 225 dispuestos axialmente a lo largo de una longitud del tornillo 202, y los calentadores resistivos 225 pueden controlarse independientemente para proporcionar temperaturas variables a lo largo de la longitud del tornillo. El sistema de moldeo 200 puede incluir un anillo deslizante para suministrar potencia eléctrica a los calentadores resistivos 225. El anillo deslizante puede incluir un extremo fijo para la conexión de alimentación y un extremo giratorio que gira con el tornillo 202 para proporcionar conectividad eléctrica a los calentadores resistivos 225 mientras el tornillo 202 gira. Se puede agregar un termopar para proporcionar retroalimentación para controlar los calentadores resistivos 225, y el anillo deslizante puede proporcionar la conexión de los cables del termopar para proporcionar lecturas de termopar para una conducción de calor más eficiente al material entre el tornillo 202 y el barril 210.

El sistema de moldeo 200 puede calentar el material de moldeo entre el tornillo 202 y el barril 210 mediante calentamiento por inducción para facilitar el calentamiento rápido del material de moldeo. En la siguiente descripción, los elementos o componentes similares a los de las FIGS. 2A-2C se designan con los mismos números de referencia aumentados en 100 y se omite la descripción redundante. Con referencia a las FIGS. 3A-3C, un sistema de moldeo 300 puede incluir un tornillo magnético 302 y/o un barril 310. El tornillo 302 y/o el barril 310 pueden calentarse por inducción electromagnética provocada por un campo magnético alterno generado por un calentador de inducción. El calentador de inducción puede incluir un electroimán, tal como la bobina de calentamiento inductivo 340, y un oscilador electrónico puede pasar una corriente alterna a través del electroimán para generar un campo magnético alterno que penetra y calienta el tornillo 302 y/o el barril 310 para calentar de ese modo la materia prima situada entre el tornillo 302 y el barril 310. Tal y como se ilustra en las FIGS. 3A-3C, la bobina de calentamiento inductivo 340 puede rodear el barril 310 para generar un campo magnético que calienta el tornillo 302 y/o el barril 310. El tornillo 302 y/o el barril 310 pueden estar formados por un material magnético, tal como el acero al carbono, para interactuar con el campo magnético, calentando de ese modo el tornillo 302 y/o el barril 310. El tornillo 302 y/o el barril 310 pueden estar formados al menos parcialmente por un material ferromagnético, lo que puede dar como resultado que al menos una parte del tornillo 302 y/o el barril 310 sea magnética. El calentamiento por inducción puede usarse para facilitar un tiempo de respuesta más rápido que los calentadores eléctricos, y el calentamiento por inducción puede calentar instantánea o rápidamente el tornillo 302 y/o el barril 310. El tornillo 302 y/o el barril 310 pueden incluir al menos una porción o sección magnética para facilitar un tiempo de respuesta más rápido. El barril 310 puede estar construido a partir de un material magnético para promover el calentamiento inductivo y puede funcionar en conjunto con el tornillo 302, tal como un material magnético colocado dentro del tornillo 302. Una fuente de calor puede ser el material del

tornillo 302, el barril 310 y/o una cubierta del barril 310 que trabaja con un campo magnético generado por un electroimán (tal como una bobina de calentamiento inductivo 340) para crear calentamiento por inducción.

El tornillo 302 puede estar formado a partir de un material magnético para la interacción con el campo magnético del electroimán, tal como la bobina de calentamiento inductivo 340, y el barril 310 puede estar formado a partir de cerámica, una fibra de carbono, fibra de vidrio u otro material de aislamiento térmico. Por ejemplo, tal y como se ilustra en la FIG. 3A, el electroimán, tal como la bobina de calentamiento inductivo 340, puede calentar por inducción el tornillo 302, lo que a su vez puede calentar el material de moldeo dispuesto entre el tornillo 302 y el barril 310. El barril 310 puede aislar térmicamente el material de moldeo y el tornillo 302 para retener el calor dentro del espacio definido entre el tornillo 302 y el barril 310.

Con referencia a las FIGS. 3B y 3C, el barril 310 puede incluir un manguito aislante 342 que rodea una estructura tubular interior 343. El manguito 342 puede estar formado a partir de cerámica, fibra de carbono, fibra de vidrio u otro material de aislamiento térmico para aislar y controlar el entorno dentro del barril 310. El manguito 342 puede contactar circunferencialmente con la estructura tubular interna 343, tal y como se ilustra en la FIG. 3B, o el manguito 342 puede estar radialmente separado de la estructura tubular interna 343 por un espacio de aire de aislamiento 344 para retener aún más el calor dentro del barril 310. En las FIGS. 3B y 3C, la estructura tubular interna 343 puede estar formada a partir de un material de aislamiento térmico para aislar el entorno dentro del barril 310. Como alternativa, la estructura tubular interna 343 puede estar formada a partir de un material magnético, tal como el acero al carbono, para interactuar con el campo magnético del electroimán, tal como la bobina de calentamiento inductivo 340, y puede calentar el material de moldeo en conjunto con el tornillo 302, y el manguito 342 puede retener el calor dentro del barril 310.

Con referencia continuada a las FIGS. 3A-3C, el tornillo 302 puede definir un núcleo al menos parcialmente hueco para recibir una única fuente de calor o una pluralidad de fuentes de calor para obtener perfiles de calor específicos dentro del tornillo 302. Por ejemplo, el tornillo 302 puede estar formado al menos parcialmente de un material magnético y/o incluir un material magnético, como uno o más insertos magnéticos, dentro del tornillo 302. Tal y como se ilustra en las FIGS. 3A-3C, pueden recibirse uno o más insertos magnéticos 325 dentro del tornillo 302. Los uno o más insertos 325 pueden interactuar con el campo magnético de la bobina de calentamiento inductivo 340 para calentar internamente el tornillo 302. Los insertos 325A-325C pueden tener diferentes tamaños o masas para proporcionar una generación de calor diferente a lo largo de la longitud del tornillo 302.

Tal y como se ilustra en las FIGS. 3A-3C, los insertos 325A-325C pueden posicionarse a lo largo de la longitud del tornillo 302 de manera que el inserto más grande 325A esté situado cerca de la punta del tornillo 302, el inserto más pequeño 325C está situado cerca del bloque de tolva 306, y el inserto central 325B está situado entre los otros insertos 325A, 325B. El inserto 325A situado cerca de la punta del tornillo 302 puede tener un tamaño mayor que los otros insertos magnéticos 325B, 325C, dando como resultado que se aplique más calor al área de la punta del tornillo 302 para asegurar que el material dentro del barril 310 se funda lo suficiente antes de fluir a través de una boquilla unida al barril 310 a una cavidad del molde. El inserto 325C puede tener un tamaño más pequeño que los otros insertos magnéticos 325A, 325B, dando como resultado que se aplique menos calor al tornillo 302 cerca del bloque de tolva 306. Los insertos 325A, 325B, 325C pueden interactuar con el campo magnético del electroimán, tal como la bobina de calentamiento inductivo 340, para generar diferentes cantidades de calor a lo largo del tornillo 302, aplicando de ese modo diferentes cantidades de calor a la materia prima situada entre el tornillo 302 y el barril 310.

El tornillo 302 puede formarse a partir de un material magnético y, de este modo, puede interactuar con el campo magnético para crear una cantidad de calor de referencia para calentar la materia prima, y los insertos 325A-325C pueden complementar el calor generado por el tornillo 302 para calentar progresivamente el material a lo largo del tornillo 302. Los insertos 325A-325C pueden variar en tamaño de acuerdo con los requisitos de calor de una aplicación de moldeo particular. El inserto 325A puede tener aproximadamente 0,95 cm (3/8") de diámetro, el inserto 325B puede tener aproximadamente 0,635 cm (1/4") de diámetro, y el inserto 325C puede tener aproximadamente 0,476 cm (3/16") de diámetro. Mediante el uso de insertos de diferentes tamaños 325A, 325B, 325C, se puede posicionar un solo electroimán (tal como la bobina de calentamiento inductivo 340) alrededor del tornillo 302 y el barril 310. Los insertos 325A-325C pueden estar formados al menos parcialmente de un material magnético, tal como el acero al carbono.

Con referencia a las FIGS. 2A-3C, el sistema de moldeo 200, 300 puede incluir una boquilla de válvula 208, 308 en el extremo del barril 210, 310. El sistema de moldeo 200, 300 puede incluir una punta de tornillo 212, 312 adaptada a la boquilla 208, 308 para sellar la boquilla 208, 308 entre inyectadas. La punta de tornillo 212, 312 puede desplazar sustancialmente todo el material fundido de la boquilla 208, 308 de tal manera que no se pueda formar una gota fría dentro de la boquilla 208, 308. Por ejemplo, tal y como se ilustra en las FIGS. 2B y 3A-3C, la punta de tornillo 212, 312 puede incluir una porción de punta sustancialmente cilíndrica para desplazar material desde dentro de una abertura u orificio de la boquilla 208, 308 y puede incluir además una porción en ángulo para desplazar material desde una superficie interior de la boquilla 208, 308 que se extiende radialmente hacia fuera desde el orificio. La porción en ángulo de la punta de tornillo 212, 312 puede incluir una superficie cónica o troncocónica delantera para acoplarse con una superficie interior correspondiente de la boquilla 208, 308. La porción en ángulo puede extenderse hacia fuera y hacia atrás desde la porción de punta. La combinación de la porción de la punta del tornillo y la porción en ángulo de la punta del tornillo 212, 312 puede desplazar sustancialmente todo el material respecto de la boquilla 208, 308. La



boquilla 208, 308 puede extenderse y acoplarse al molde y, de este modo, puede perder calor a través del acoplamiento con el molde. Al desplazar sustancialmente todo el material respecto de la boquilla 208, 308, que puede ser enfriado por el molde, la punta del tornillo 212, 312 puede restringir la formación de una gota fría en la boquilla 208, 308. La porción en ángulo de la punta del tornillo 212, 312 puede desplazar el material fundido a una distancia suficiente del orificio de la boquilla para garantizar que el material de moldeo cerca de la parte frontal del tornillo 208, 308 esté a la temperatura de fusión deseada cuando el tornillo 202, 302 comience a rotar y extrudir material en el molde. Se puede usar un cilindro en la parte posterior del tornillo 202, 302 para asegurar que la punta del tornillo 212, 312 esté asentada en la boquilla 208, 308 para desplazar todo el material fundido del área de la boquilla. La boquilla de válvula 208, 308 puede permitir una extrusión a baja presión porque no se forma una gota fría y, de este modo, a diferencia del sistema tradicional de moldeo por inyección 100 (véase la FIG. 1), no se requiere que se elimine una gota fría de la boquilla antes de inyectar material en el molde. La punta de tornillo 212, 312 puede colocarse contra la boquilla 208, 308 para sellar o cerrar la boquilla 208, 308, que se puede conectar a un extremo del barril 210, 310. El tornillo de extrusión 202, 302 puede incluir una porción hueca de manera que se pueda colocar un calentador resistivo u otro dispositivo de calentamiento y termopar dentro del tornillo de extrusión 202, 302. Los detalles del diseño de la punta del tornillo se describen en una solicitud de patente internacional con número WO2016/064110 A1 relacionada.

El sistema de moldeo 200, 300 puede incluir un sistema de impulsión para hacer girar el tornillo de extrusión 202, 302. Por ejemplo, el sistema de moldeo 200, 300 puede incluir un motor de extrusión que hace girar el tornillo 202, 302 y puede controlarse mediante corriente eléctrica para impulsar la rotación del tornillo. El motor puede impulsar el tornillo 202, 302 usando una correa o cadena de transmisión. El sistema de moldeo 200, 300 puede incluir un motor de extrusión que está alineado axialmente con el tornillo de extrusión 202, 302 como accionamiento directo, haciendo del sistema de moldeo 200, 300 una unidad discreta que facilita el uso de múltiples sistemas de moldeo 200, 300, que pueden denominarse extrusoras, en una sola máquina (por ejemplo, véase la FIG. 8). El sistema de moldeo 200, 300 puede incluir un cilindro que mueve la punta del tornillo 212, 312 en contacto con el interior de la boquilla 208, 308 o la compuerta del molde. El cilindro puede mover el tornillo de extrusión 202, 302 hacia delante con respecto al barril 210, 310 para poner la punta del tornillo 212, 312 en contacto con la boquilla 208, 308 para cerrar la boquilla 208, 308 o puede mover el barril 210, 310 hacia atrás con relación al tornillo 202, 302 para poner la boquilla 208, 308 en contacto con la punta del tornillo 212, 312 para cerrar la boquilla 208, 308.

Tal y como se muestra en la FIG. 2C, el tornillo de extrusión 202 puede tener un diámetro de raíz constante 230 a diferencia del diámetro de raíz variable del tornillo de extrusión tradicional 102 (véase la FIG. 1). El tornillo de extrusión 202 puede usar un paso comparativamente pequeño 234 en lugar del paso grande 132 del tornillo de extrusión tradicional 102 tal y como se muestra en la FIG. 1. El paso pequeño 234 puede estar diseñado para ayudar a bombear el material dentro del molde, mientras que el paso grande 132 del tornillo de extrusión tradicional 102 es más adecuado para promover la generación de calor de cizalla.

Con referencia todavía a la FIG. 2C, las dimensiones del tornillo, incluyendo la longitud del tornillo, el diámetro de la raíz del tornillo y la altura de espira del tornillo 232, pueden afectar el tamaño de la inyectada o el tamaño de la pieza o la precisión. Por ejemplo, una pieza grande puede moldearse extrudiendo con un tornillo que incluye, por ejemplo, una larga longitud de tornillo, un diámetro de raíz grande o una altura de espira de tornillo alta 232. Cuando el diámetro del tornillo de extrusión se vuelve pequeño, el volumen de plástico extrudido eficientemente puede reducirse, pero el control del volumen extrudido puede ser más preciso, lo que ayuda a controlar el tamaño de la inyectada para que sea consistente para cada ciclo de moldeo.

El tornillo de extrusión 202, 302 puede estar hecho de latón o una aleación de latón, que tiene mayores capacidades de conducción de calor que el acero comúnmente utilizado en el sistema tradicional de moldeo por inyección. Un tornillo de latón puede conducir el calor al material mejor que un tornillo de acero, y el material, tal como plástico, puede moverse más libremente a lo largo de su superficie, promoviendo la mezcla. El latón tiene un bajo coeficiente de fricción, lo que puede ayudar a aumentar la eficiencia de bombeo, especialmente para moldear materiales pegajosos, tales como resina reciclada mezclada/contaminada o resinas a base de almidón. La eficiencia de bombeo es una medida del volumen de material bombeado en un molde por unidad de tiempo.

Con referencia continuada a la FIG. 2C, el barril 210 puede incluir una sección de transición 210B entre una sección principal 210A y una sección de entrada 210C. La sección de transición 210B puede tener un diámetro exterior más pequeño configurado para ajustarse al collar de barril 220 que incluye dos porciones 220A-220B. La sección de entrada 210C puede incluir la entrada 226 acoplada a la abertura 216 del bloque de tolva 206. Con referencia a la FIG. 2A, 2B y 2C, cuando se ensambla el sistema de moldeo 200, los calentadores 214A-214C pueden rodear la sección principal 210A del barril 210, y el collar 220 puede asentarse en la sección de transición 210B del barril 210. Las porciones 220A-220B del collar 220 pueden posicionarse en la sección de transición 210B del barril 210 y pueden unirse entre sí, por ejemplo, con sujeciones roscadas en orificios 228A-228B formados en las porciones de collar 220A-220B. Cuando se sujetan conjuntamente, las porciones de collar 220A-220B pueden resistir la rotación del collar 220 con respecto al barril 210, y la sección de transición rebajada 210B del barril 210 puede inhibir el movimiento axial del collar 220 a lo largo de la longitud del barril 210. El collar 220 puede estar unido al bloque de la tolva 206 para fijar axialmente y de manera giratoria el bloque de tolva 206 al barril 210. El collar de barril 220 puede estar unido al bloque de tolva 206, por ejemplo, usando sujeciones insertadas a través de los orificios 227A-227B formados en las porciones de collar 220A-220B y roscados en los orificios 219 formados en el bloque de tolva 206 tal y como se muestra en la

FIG. 2C. El bloque de tolva 206 puede incluir una porción hueca 217 configurada para deslizarse sobre la sección de barril 210C. El bloque de tolva 206 se puede montar en la sección de entrada 210C del barril 210 de tal manera que la abertura 216 del bloque de tolva 206 esté alineada con la entrada 226 de la sección de entrada 210C del barril 210 para proporcionar una vía para que el material entre en el barril 210 del bloque de tolva 206. El tornillo 202 puede colocarse dentro del barril 210 y las espiras de tornillo pueden extenderse desde la sección de entrada 210C del barril 210 a la sección principal 210A del barril 210 para facilitar el bombeo del material desde la entrada 226 del barril 210 hacia la boquilla 208.

La conducción de calor estático puede facilitar un arranque automático de la máquina para el sistema de moldeo 200, 300. La máquina de moldeo por inyección tradicional 100 requiere un proceso de purga en el arranque para generar calor de cizalla suficiente para lograr la viscosidad plástica antes del moldeo. Se divulgan más detalles a este respecto.

Solicitud de patente internacional WO2016/090294 A1.

La materia prima, tal como plástico, se puede proporcionar en forma de gránulos. Los gránulos pueden tener aproximadamente de 0,318 cm a 0,476 cm (1/8" a 3/16") de diámetro y longitud, y las irregularidades en forma y tamaño son comunes. Para alojar los gránulos, los sistemas de moldeo por inyección tradicionales tienen una tolva con una garganta de cierto tamaño para aceptar los gránulos, y el tornillo de extrusión se puede dimensionar tanto en diámetro como en paso de tornillo para recibir los gránulos de la garganta de la tolva y verter eficientemente los gránulos hacia el barril de extrusión. La necesidad de aceptar gránulos puede determinar un tamaño mínimo del tornillo y el barril para el sistema de moldeo por inyección tradicional 100, lo que puede determinar el tamaño constante del tornillo y el barril en todo el sistema tradicional de moldeo por inyección 100.

El sistema de moldeo 200, 300 puede permitir el empaquetamiento dinámico y la retención de una presión deseada en una cavidad del molde. En general, a medida que el material fundido en el molde comienza a enfriarse, puede encogerse, lo que da como resultado una parte con masa reducida y/o densidad inconsistente o no uniforme. El sistema de moldeo 200, 300 puede supervisare un parámetro indicativo de una presión en la cavidad del molde a través de, por ejemplo, uno o más sensores asociados con el molde, el sistema de moldeo y/o el sistema de retención. Por ejemplo, el sistema de moldeo 200, 300 puede recibir retroalimentación en tiempo real de uno o más sensores (como un sensor de presión de la cavidad del molde, un sensor de contrapresión de tornillo, un medidor de deformación del armazón u otro sensor) y puede determinar una presión en tiempo real en la cavidad del molde en función de la salida de uno o más sensores. Si el sistema de moldeo 200, 300 detecta una caída de presión en la cavidad del molde, el sistema de moldeo 200, 300 puede bombear material fundido adicional en la cavidad del molde para mantener la presión deseada en la cavidad del molde, compensando de ese modo la contracción y/o reducción de masa de la pieza moldeada para asegurar una densidad de pieza más consistente y/o uniforme en toda la pieza moldeada.

El sistema de moldeo 200, 300 puede mantener la boquilla 208, 308 en una configuración abierta durante el proceso de nuevo empaquetamiento, o el sistema de moldeo 200, 300 puede abrir y cerrar selectivamente la boquilla 208, 308 durante el proceso de nuevo empaquetamiento para permitir o evitar, respectivamente, el flujo de material fundido en la cavidad del molde. Por ejemplo, el sistema de moldeo 200, 300 puede invertir las direcciones de rotación del tornillo 202, 302 para mover el tornillo 202, 302 en una dirección axial con respecto a la boquilla 208, 308 para abrir y cerrar selectivamente la boquilla 208, 308 con la punta del tornillo 212, 312. Cuando la boquilla 208, 308 está en una configuración abierta, el tornillo 202, 302 puede rotarse selectivamente para mantener una presión sustancialmente constante en la cavidad del molde. El tornillo 202, 302 puede girarse para bombear material fundido adicional en la cavidad del molde hasta alcanzar la presión deseada en la cavidad del molde. La presión deseada en la cavidad del molde puede ser determinada por el molde o el diseñador de la pieza, y puede basarse en una densidad de material deseada de la pieza moldeada.

El sistema de moldeo 200, 300 puede empaquetar selectivamente el molde a una densidad de pieza deseada, y luego mantener esa densidad de pieza durante el enfriamiento del material dentro de la cavidad del molde debido al menos en parte a la eliminación de una gota fría, permitiendo de ese modo el flujo libre de material para extrusión bajo demanda. Por el contrario, el sistema tradicional de moldeo por inyección 100 es un proceso secuencial fijo que culmina con un solo empuje de inyección, requiriendo una fase de recuperación en preparación para otro ciclo de inyección. La terminación del ciclo de inyección del sistema tradicional de moldeo por inyección 100 da como resultado la formación de una gota fría en una abertura de boquilla, evitando de ese modo un nuevo empaquetamiento. Las modificaciones del tamaño de inyectada para el sistema de moldeo por inyección tradicional 100 requieren cambios en la configuración de control antes del ciclo de inyección. Al empaquetar el molde a una densidad de pieza deseada y luego mantener esa densidad de pieza durante el enfriamiento del material dentro de la cavidad del molde, la densidad de la pieza moldeada puede repetirse constantemente, proporcionando de ese modo un mayor nivel de estabilidad dimensional y resistencia de la pieza moldeada. Adicionalmente o como alternativa, se pueden lograr secciones de pared más gruesas de lo recomendado en la geometría de la pieza moldeada en relación con los grosores de pared moldeados recomendados por la industria, lo que da como resultado una mayor resistencia de la pieza moldeada.

Se puede diseñar un tornillo de extrusión escalonado para acelerar el flujo de material hacia el molde cuando se desean velocidades de llenado más rápidas. La FIG. 4A ilustra un sistema 400 de conformidad con la presente

divulgación. La FIG. 4B es una vista en sección del sistema de moldeo 400 ilustrado en la FIG. 4A. La FIG. 5 es una vista en perspectiva de los componentes del sistema de moldeo 400 ilustrado en la FIG. 4A antes del montaje.

Con referencia a las FIGS. 4A-5, el sistema de moldeo 400 puede incluir un tornillo de extrusión escalonado 402. El extremo de entrada del tornillo de extrusión escalonado 402 puede ser de un tamaño suficiente para recibir los gránulos de la tolva 406, y el diámetro exterior del tornillo 402 puede reducirse a lo largo de la longitud del tornillo 402 hacia el extremo de salida del tornillo 402, dando como resultado una reducción correspondiente en el diámetro interno y externo del barril 410. El tornillo de extrusión escalonado 402 y el barril 410 pueden permitir que la salida o el extremo caliente del aparato 400 se adapte a áreas más estrechas o más pequeñas, lo que puede facilitar la colocación de compuertas en el interior de ciertas piezas moldeadas para que la superficie exterior de las piezas pueda ser completamente decorativa, con las puertas ocultas a la vista en la superficie interior de las piezas. En otras palabras, al escalar el diámetro exterior del tornillo 402 y el diámetro interior y exterior del barril 410 a medida que el material en el barril 410 se eleva en temperatura para fundir el material, el diámetro reducido del tornillo 402 y el barril 410 proporciona una reducción en el tamaño del extremo de salida del sistema de moldeo 400 que permite el uso del sistema de moldeo 400 en áreas prohibidamente pequeñas.

Con referencia continuada a las FIGS. 4A-5, el tornillo de extrusión escalonado 402 y el barril 410 pueden hacer que el material fundido se acelere fuera de la salida o extremo caliente del sistema de moldeo 400, debido a que el material es impulsado a un área de sección transversal más pequeña que acelera el caudal del material. El caudal acelerado del material puede ayudar a llenar configuraciones de molde pequeñas e intrincadas sin una abertura de boquilla o geometría de compuerta de molde significativamente reducidas y puede reducir la tensión inducida en el material y reducir la deformación de la pieza.

Con referencia continuada a las FIGS. 4A-5, el tornillo de extrusión escalonado 402 puede colocarse dentro del barril 410. El barril 410 puede incluir una primera sección 410A y una segunda sección 410B que tiene un diámetro mayor que la primera sección 410A. Una boquilla 408 puede estar acoplada a un extremo de la primera sección 410A para suministrar material fundido a un molde. El barril 410 puede incluir una sección de extremo 410C con una abertura 426 para recibir materia prima de un bloque de tolva 406. El barril 410 puede incluir un collar de barril 410D que funciona como un tope cuando el bloque de tolva 406 se ensambla con el barril 410.

El bloque de tolva 406 puede estar acoplado a la sección de extremo 410C del barril 410. El bloque de tolva 406 puede incluir una abertura superior 416 con una pared lateral inclinada para que un material alimente al barril 410 a través de una entrada 426 definida en la sección de extremo 410C. El bloque de la tolva 406 puede incluir una porción cilíndrica hueca 420 para deslizarse sobre la sección de extremo de barril 410C, y el bloque de tolva 406 puede colocarse contra un collar del barril 410D, que puede estar unido al bloque de tolva 406, por ejemplo, usando sujeciones insertadas en los orificios 419 formados en el bloque de tolva 406. El bloque de tolva 406 puede enfriarse haciendo circular un fluido de enfriamiento, por ejemplo, haciendo circular agua u otros compuestos de enfriamiento, a través de los canales 418.

Tal y como se muestra en la FIG. 5, el tornillo de extrusión escalonado 502 puede tener un diámetro de raíz constante 506, y puede incluir una primera sección 508A con una primera altura de espira 502A, y una segunda sección 508B con una segunda altura de espira 502B. Por ejemplo, el tornillo de extrusión escalonado 502 puede incluir una primera sección de tornillo 508A de una altura de espira más pequeña 502A a lo largo de la longitud del tornillo 502 donde la materia prima se calienta y se funde. El cambio de una altura de espira mayor a una altura de espira menor puede aumentar el flujo de material hacia el molde, de modo que aumente la eficiencia de bombeo. El tornillo de extrusión escalonado 502 puede incluir una segunda sección 508B de una altura de espira más grande 502B cerca de la tolva donde se extrae una materia prima en el barril. La altura de espira más grande 502B del tornillo puede ser eficiente para alimentar el material al barril desde la tolva, de modo que el material se alimente más fácilmente en el barril.

La eficiencia de bombeo puede variar con la forma o geometría del tornillo. Por ejemplo, un tornillo 600A puede incluir una espira o rosca con paredes laterales sustancialmente verticales, y el tornillo 600A puede denominarse tornillo afilado. Las paredes laterales de la espira del tornillo 600A pueden extenderse lejos de la raíz del tornillo 600A en un ángulo relativamente pequeño 602 tal y como se muestra en la FIG. 6A. El ángulo relativamente pequeño 602 puede facilitar la alimentación del material en el barril desde la tolva, como muestras de tipo escama. Con referencia a la FIG. 6B, un tornillo 600B puede incluir una espira o rosca con paredes laterales menos verticales que la espira del tornillo 600A en la FIG. 6A, y se puede hacer referencia al tornillo 600B como tornillo menos afilado. Las paredes laterales de la espira del tornillo 600B pueden extenderse lejos de la raíz del tornillo 600B en un ángulo relativamente grande 604 que es mayor que el ángulo 602 del tornillo 600A. El ángulo relativamente grande 604 del tornillo 600B puede proporcionar una buena mezcla del material, incluyendo material frío y caliente. Un tornillo puede incluir una primera porción de la geometría menos afilada tal y como se muestra en la FIG. 6B cerca de la boquilla y una segunda porción de la geometría afilada tal y como se muestra en la FIG. 6A cerca de la tolva (no se muestra). Las espiras de tornillo posicionadas cerca de la tolva pueden ser más verticales (por ejemplo, más perpendiculares en relación con el diámetro de la raíz) que las espiras de tornillo situadas cerca de la boquilla. Por ejemplo, el tornillo de extrusión puede tener una geometría de espira más vertical cerca de la tolva para recibir material granulado de la tolva y verter eficientemente los gránulos hacia el barril de extrusión, una geometría de espira menos profunda en ángulo en la región de transición de temperatura para mezclar material frío y caliente, y otra geometría de espira cambia para

mezclar y bombear material a lo largo de la longitud final del tornillo hacia la boquilla.

El tornillo puede incluir pasos variables (por ejemplo, múltiples pasos diferentes) a lo largo de su longitud para proporcionar diferentes características de bombeo y mezcla a lo largo de su longitud. Por ejemplo, dependiendo de la aplicación de moldeo, el tornillo puede estar diseñado con un paso relativamente pequeño, un paso relativamente grande, o una combinación de pasos. El cambio de paso a lo largo de la longitud del tornillo puede ser gradual o progresivo, o abrupto. Por ejemplo, la inclinación de las espiras de tornillo puede cambiar gradualmente (por ejemplo, aumentar) a lo largo del tornillo desde la tolva hasta la boquilla. Adicionalmente o como alternativa, el tornillo puede incluir múltiples secciones definidas a lo largo de su longitud, y las secciones pueden tener diferentes pasos entre sí. Por ejemplo, el tornillo de extrusión puede tener un paso de tornillo más grande para recibir material granulado de la tolva y verter eficientemente los gránulos al barril de extrusión, un paso de tornillo más pequeño para mezclar material frío y caliente, y un paso de tornillo aún más pequeño para bombear material fundido a lo largo del tornillo hacia la boquilla. Con referencia a la FIG. 5, la primera sección 508A del tornillo 502 puede incluir un primer paso entre espiras de tornillo adyacentes, y la segunda sección 508B del tornillo 502 puede incluir un segundo paso entre las espiras de tornillo adyacentes que es diferente al primer paso. El segundo paso de la segunda sección 508B puede ser mayor que el primer paso de la primera sección 508A, debido a que la segunda sección 508B puede bombear material granulado desde la tolva hacia la boquilla y la primera sección 508A puede bombear material fundido hacia la boquilla.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas para moldear una pieza de conformidad con la presente divulgación. El método 700 comienza con encender uno o más calentadores para fundir un material dentro de un barril en la operación 702. El molde se puede retener aplicando presión en la operación 706.

El método 700 puede incluir quitar el soporte de detrás del tornillo. La extrusión puede comenzar con la rotación inicial del tornillo de extrusión, lo que puede hacer que el tornillo se mueva axialmente con respecto al cilindro o el movimiento axial inicial del cilindro con relación al tornillo para abrir la boquilla. La extrusión puede continuar con la rotación del tornillo para bombear el material fundido en un molde hasta que el molde se llene en la operación 710. Durante el bombeo del material en el molde, el tornillo de extrusión puede no tener movimiento axial. Después de llenar la cavidad del molde, puede haber un tiempo de retención para mantener la presión de extrusión contra el material en el molde. Por ejemplo, el sistema de moldeo 200, 300 puede rotar el tornillo de extrusión 202, 302 para aplicar una carga dinámica sobre el material en el molde para mantener una densidad de pieza deseada. El tornillo 202, 302 puede moverse axialmente con respecto al barril 210, 310 para abrir y cerrar selectivamente la boquilla 208, 308 para permitir o evitar, respectivamente, que fluya material hacia la cavidad del molde. A medida que el material en el molde comienza a enfriarse, el sistema de moldeo 200, 300 puede abrir la boquilla 208, 308 y girar el tornillo 202, 302 para empaquetar de nuevo el molde, compensando de ese modo la contracción parcial a medida que el material en el molde se enfría. La capacidad de empaquetar de nuevo dinámicamente el molde es alcanzable, por ejemplo, debido a la geometría coincidente de la punta del tornillo 212, 312 y la boquilla 208, 308 que impiden la creación de una gota fría y la capacidad de extrusión bajo demanda del sistema de moldeo 200, 300. Al mantener una presión deseada sobre el material en el molde, el sistema de moldeo 200, 300 puede asegurar una densidad de pieza constante y puede eliminar defectos comunes experimentados con el sistema de moldeo por inyección tradicional 100, tales como contracción parcial y marcas de hundimiento de superficie.

El método 700 puede incluir además la rotación inversa del tornillo de extrusión para descomprimir el barril y romper la acción no newtoniana del material en la operación 714. El ciclo de descompresión inversa puede romper la acumulación de presión en el barril. El ciclo de descompresión puede eliminar cualquier histéresis y puede restablecer el sistema de moldeo a un requisito de par motor bajo en un inicio de extrusión. El ciclo de descompresión puede aliviar la tensión en cualquier componente del bastidor de la máquina. La acción no newtoniana del material puede hacer que el material absorba fuerza directa y empuje hacia fuera contra la pared del barril, lo que puede aumentar la fuerza requerida para mover el material en su trayectoria prevista. La acción no newtoniana se puede romper invirtiendo la rotación del tornillo de extrusión, lo que puede permitir la extrusión continua de material bajo una baja presión de inyección, que puede ser de aproximadamente 3,45 MPa a aproximadamente 10,34 Mpa (500 psi a aproximadamente 1.500 psi).

El método 700 también puede incluir liberar el molde liberando la presión en la operación 718. Entonces, una pieza moldeada se puede quitar del molde. Para cada ciclo de moldeo, el tornillo de extrusión puede girar para moverse hacia atrás en relación con el barril o el barril puede moverse hacia delante en relación con el tornillo para abrir la boquilla y mover el plástico hacia delante para llenar el molde. Entonces, el tornillo puede invertir la rotación para avanzar con respecto al barril o el barril puede moverse hacia atrás con relación al tornillo para cerrar la boquilla.

La operación de moldeo descrita anteriormente es diferente de la operación del sistema tradicional de moldeo por inyección 100 (véase la FIG. 1). El presente sistema de moldeo no incluye una fase de extrusión de recuperación y un ciclo de inyección como el sistema tradicional de moldeo por inyección 100. Con referencia a la FIG. 1 de nuevo, el proceso de moldeo tradicional comienza con la rotación del tornillo de extrusión 102 para batir el plástico para generar calor de cizalla mientras se transfiere el plástico al extremo frontal del tornillo 102. Durante la fase de extrusión de recuperación, el plástico se mueve hacia delante y el tornillo de extrusión 102 puede moverse hacia atrás durante una distancia preseleccionada, lo que afecta el tamaño de la inyectada además del diámetro del tornillo. Un ciclo de inyección comienza después de la fase de extrusión de recuperación. Se aplica una gran fuerza a la parte posterior

del tornillo de extrusión 102 mediante un cilindro de inyección 138 para hacer avanzar el tornillo de extrusión 102, lo que elimina la gota fría y evacua el plástico en la zona de inyección 112.

Operación de moldeo a baja presión

5 El sistema de moldeo 200, 300, 400 puede funcionar con fuerzas de inyección mucho más bajas que el sistema de moldeo por inyección tradicional 100. Por ejemplo, el sistema de moldeo 200, 300, 400 puede generar la misma presión que la presión en la cavidad del molde o una presión de inyección ligeramente mayor, como una presión de inyección 5-10 % mayor, que la presión en la cavidad del molde, que puede variar de 3,45 MPa a 10,34 MPa (500 a 1.500 psi),  
10 por ejemplo. Por el contrario, puede ser necesaria una presión de inyección de 137,9 MPa a 206,8 MPa (20.000 psi a 30.000 psi) para que el sistema de moldeo por inyección tradicional 100 proporcione la misma presión de 3,45 MPa a 10,34 MPa (500 a 1.500 psi) a la cavidad del molde. Como resultado de la presión de inyección más baja, el requisito de potencia total para el sistema de moldeo puede ser, por ejemplo, de 0,5 a 3 kilovatios hora de 110 voltios o 208 voltios de suministro eléctrico monofásico. Por el contrario, el sistema de moldeo por inyección tradicional 100  
15 requiere de 6 a 12 kilovatios hora de suministro eléctrico trifásico de 220 voltios o 440 voltios.

La baja presión de inyección puede reducir la presión de retención requerida para el molde. Por ejemplo, la presión de retención puede ser aproximadamente un 10 % más alta que la presión requerida en la cavidad del molde. Como resultado de la baja presión de retención, los moldes pueden estar formados por un material de menor coste, tal como aluminio, en lugar de acero para moldes tradicionales. La baja presión de inyección y retención puede reducir el tamaño de la máquina, lo que puede reducir el coste de la máquina y los costes operativos. El sistema de moldeo puede ser mucho más pequeño que el sistema de moldeo por inyección tradicional 100. De manera adicional, la extrusión bajo una presión más baja puede dar como resultado piezas moldeadas más uniformemente con una densidad constante, lo que puede reducir la deformación de piezas y mejorar la calidad del producto. El sistema de moldeo puede incluir un sistema de retención de baja presión para el molde, lo que puede reducir el daño a las herramientas debido a la alta presión de retención del sistema tradicional de moldeo por inyección.  
20  
25

La máquina de moldeo puede incluir un sistema de retención que incluye una mesa de acceso frontal o de intercambio (en adelante, "mesa de intercambio" para mayor comodidad pero sin la intención de limitar). La mesa de intercambio puede usarse en asociación con una estructura de retención vertical, y puede facilitar el acceso del operador a la mitad inferior de un molde. La mesa de intercambio puede facilitar el acceso del operador al molde fuera del área de retención, lo que puede proporcionar ventajas a la hora del moldeo y sobremoldeo de insertos. La mesa de intercambio puede moverse a lo largo de una dirección axial de la máquina de moldeo, en contraste con un movimiento lateral de las mesas de intercambio de los sistemas tradicionales de moldeo por inyección. La mesa de intercambio puede proporcionar al operador un período de tiempo abierto para inspeccionar una pieza moldeada, recargar un molde con múltiples insertos, retirar una pieza u otras funciones.  
30  
35

La mesa de intercambio puede proporcionar una o más ventajas sobre la mesa de intercambio de lado a lado comúnmente utilizada en los sistemas tradicionales de moldeo por inyección. La mesa de intercambio de lado a lado utilizada en los sistemas tradicionales de moldeo por inyección requiere la fabricación de dos mitades de molde inferiores independientes. Una vez que se completa el ciclo y se llena la primera mitad del molde inferior, la prensa de retención se abre y la mesa de intercambio de lado a lado se mueve en una dirección lateral para retirar la primera mitad del molde inferior del área de la prensa y verter de una segunda mitad del molde inferior hacia el área de retención en una plataforma de lanzadera común desde la dirección lateral opuesta. Este movimiento de lado a lado de la mesa de intercambio requiere que el operador (o el equipo automático de recogida y colocación) se mueva de lado a lado alrededor de la máquina para descargar la pieza terminada y volver a cargar la primera o segunda mitad inferior del molde para prepararse para el siguiente ciclo de inyección. Este movimiento lateral es necesario debido a la necesidad del sistema tradicional de moldeo por inyección para operar continuamente en un ciclo de secuencia fija para preparar material usando presión de fricción.  
40  
45  
50

La mesa de intercambio de acceso frontal puede permitir que un operador acceda al molde con mayor facilidad, flexibilidad, seguridad y/o visibilidad. Con referencia a las FIGS. 8A y 8B, la máquina de moldeo 800 puede incluir un sistema de moldeo 801 (tal como el sistema de moldeo 200, 300, 400 ilustrado en las FIGS. 2A-4B) y un sistema de retención vertical 802. El sistema de retención 802 puede incluir una mesa de intercambio 803 que puede retirarse de un área de retención 804 del sistema de retención vertical 802 y puede reinsertarse nuevamente en el área de retención 804 según, por ejemplo, las necesidades y el ritmo de la pieza que se está moldeando o sobremoldeando (tal como un inserto) y no según los requisitos de procesamiento del material (fusión) de la máquina de moldeo 800. Una estación de trabajo del operador y las actividades del operador pueden ocupar menos espacio y realizarse de una manera más segura debido a que, por ejemplo, el operador puede permanecer en una estación e interactuar con el molde mientras la máquina permanece en un estado inactivo. La mesa de intercambio 803 puede soportar una sola mitad inferior del molde y, por lo tanto, puede aceptar gastos de capital reducidos en costes de herramientas y equipos automatizados de selección y colocación.  
55  
60

Con referencia todavía a las FIGS. 8A y 8B, la mesa de intercambio 803 puede ser accesible por un extremo axial del sistema de moldeo 800 y puede deslizarse a lo largo de una dirección axial de la máquina de moldeo 800. La mesa de intercambio 803 puede deslizarse entre una posición retraída donde la mesa de intercambio 803 está posicionada  
65

sustancialmente en el área de retención 804 (véase la FIG. 8A), y una posición extendida donde la mesa de intercambio 803 está sustancialmente retirada del área de retención 804 (véase FIG. 8B). Cuando está en la posición retraída, la mesa de intercambio 803 puede colocar una mitad de molde inferior 808 en el área de retención 804 para acoplarse con una mitad de molde superior 810 para definir una cavidad de molde para recibir material fundido desde la boquilla 822 (tal como la boquilla 208, 308, 408 en las FIGS. 2A-4B). Tal y como se ilustra en la FIG. 8A, cuando está en la posición retraída, la mesa de intercambio 803 puede posicionar la mitad inferior del molde 808 en acoplamiento con la boquilla 822 del sistema de moldeo 801. Cuando está en la posición extendida, la mesa de intercambio 803 puede retirar la mitad inferior del molde 808 del área de retención 804 para proporcionar al operador acceso a la mitad inferior del molde 808. Tal y como se ilustra en la FIG. 8B, cuando está en la posición extendida, la mesa de intercambio 803 puede separar la mitad inferior del molde 808 de la boquilla 822 del sistema de moldeo 801. Tal y como se ilustra en las FIGS. 8A y 8B, la boquilla 822 puede estar acoplada al barril 824 (tal como el barril 210, 310, 410 en las FIGS. 2A-4B) del sistema de moldeo 801.

Con referencia continuada a las FIGS. 8A y 8B, la mesa de intercambio 803 puede moverse a lo largo de un eje longitudinal 815 del sistema de moldeo 801, tal como el barril 824. La mesa de intercambio 803 puede estar acoplada de forma deslizante a una platina sustancialmente horizontal 812 de la máquina de moldeo 800 para moverse a lo largo del eje longitudinal 815. La mesa de intercambio 803 puede montarse de forma deslizante sobre una base de intercambio 814, que se puede unir fijamente a la platina 812. La base de intercambio 814 puede restringir que la mesa de intercambio 803 se mueva lateralmente con respecto a la platina 812, y puede funcionar como una pista para guiar la mesa de intercambio 803 a lo largo del eje longitudinal 815. El movimiento de la mesa de intercambio 803 puede ser controlado por un operador de la máquina de moldeo 800. Por ejemplo, la máquina de moldeo 800 puede incluir una interfaz de control (tal como un botón) que controla el movimiento de la mesa de intercambio 803. La interfaz de control puede permitir al operador deslizar la mesa de intercambio 803 dentro del área de retención 804 para moldear una pieza o fuera del área de retención 804 para acceder a la mitad inferior del molde 808 y/o la pieza recibida en su interior.

La mesa de intercambio 803 puede incluir una superficie superior sustancialmente plana 816 para soportar la mitad inferior del molde 808. La superficie superior 816 puede dimensionarse para soportar mitades de molde de diferentes tamaños, y puede colocarse entre las barras de refuerzo verticales 818 de la máquina de moldeo 800. La mitad superior del molde 810 puede estar unida a una platina casi sustancialmente horizontal 820 de la máquina de moldeo 800. La platina superior 820 puede moverse en una dirección vertical a lo largo de las barras de refuerzo 818 hacia y desde la platina inferior 818 para hacer coincidir y separar, respectivamente, las mitades superior e inferior del molde 808, 810.

Aún con referencia a las FIGS. 8A y 8B, para moldear una pieza, la platina móvil 820 puede moverse a lo largo de las barras de refuerzo verticales 818 hasta que la mitad superior del molde 810 se acople en la mitad inferior del molde 808. Se puede aplicar una presión de retención suficiente a las mitades del molde 808, 810 para sellar la interfaz entre las mitades del molde 808, 810. Una vez que las mitades del molde 808, 810 están suficientemente acopladas entre sí, el sistema de moldeo 801 puede extrudir material fundido en una cavidad de molde definida por las mitades de molde 808, 810 hasta que se llena la cavidad de molde. La máquina de moldeo 800 puede supervisar un parámetro indicativo de una presión en la cavidad del molde (tal como por un transductor de presión colocado dentro de la cavidad del molde, un transductor de presión colocado dentro del barril del sistema de moldeo 801, un sensor de torsión que mide la torsión del tornillo del sistema de moldeo 801, un medidor de deformación que mide la deformación de un bastidor de la máquina de moldeo 800, u otro parámetro indicativo de presión), y puede extrudir material adicional en la cavidad del molde si se detecta una pérdida de presión para mantener una presión deseada en la cavidad y obtener una densidad de pieza deseada. La presión deseada puede determinarse en función de diversas características de moldeo (como una densidad de pieza recomendada por el diseñador de la pieza), y la presión deseada puede incluir un intervalo de presiones aceptables. Después de mantener una presión deseada en la cavidad del molde durante un tiempo predeterminado para permitir que el material fundido en la cavidad del molde se enfríe lo suficiente, se puede cerrar una boquilla (por ejemplo, la boquilla 208, 308, 408 en las FIGS. 2A-4B) (por ejemplo, mediante la punta de tornillo 212, 312 en las FIGS. 2A-3C) y la platina superior 820 se puede mover en una dirección vertical a lo largo de las barras de refuerzo 818 para separar las mitades del molde superior e inferior 808, 810. Durante o después de la separación de las mitades del molde 808, 810, la mesa de intercambio 803 puede deslizarse a lo largo de la dirección axial 815 del sistema de moldeo 801 para alejar la mitad inferior del molde 808 del área de retención 804 para proporcionar acceso a un operador para inspeccionar una pieza moldeada que queda en la cavidad del molde de la mitad inferior del molde 808. La mesa de intercambio 803 puede deslizarse a lo largo de un eje sustancialmente horizontal 815 desde una posición de moldeo adyacente a un extremo del barril 824 (por ejemplo, el barril 210, 310, 410 en las FIGS. 2A-4B) hasta una posición de acceso separada axialmente del extremo del barril 824.

El mayor grado de control de la fuerza de inyección, la flexibilidad del diseño del molde y la flexibilidad del diseño de la máquina permite un abanico más amplio de posibilidades para la producción de moldeo por inyección de piezas de plástico discretas e insertar piezas moldeadas donde se colocan componentes o conjuntos discretos en el molde de inyección para que se les agregue plástico en el proceso de moldeo.

Una sola máquina de moldeo puede incluir múltiples sistemas de moldeo ETF (tal como el sistema de moldeo 200, 300, 400 en las FIGS. 2A-4B), que pueden llenar un molde de múltiples cavidades (por ejemplo, múltiples cavidades similares o diferentes) o una gran cavidad de molde de múltiples compuertas. El número de sistemas de moldeo que

pueden incluirse en una sola configuración de moldeo o máquina puede ser ilimitado. El posicionamiento de los sistemas de moldeo no se limita a un plano común o posición tradicional, y cada sistema de moldeo puede montarse, colgarse, suspenderse, etc. para satisfacer los requisitos de activación específicos de una pieza o molde. Los sistemas de moldeo pueden tener un tamaño y un diseño de tornillo similares o diferentes para satisfacer las demandas de moldes o materiales para su salida respectiva. Los sistemas de moldeo pueden estar conectados a una fuente de material común, subgrupos de fuente de material, o fuentes de material independientes para satisfacer las demandas de moldes para su salida respectiva. Los sistemas de moldeo pueden controlarse como un grupo común, subgrupos, o de forma independiente para realizar sus funciones respectivas y satisfacer las demandas de moldes para su salida respectiva. Los sistemas de moldeo pueden coordinarse como un grupo, subgrupos, o de forma independiente para sincronizar las funciones de la máquina controladas por un microprocesador central o principal. Los sistemas de moldeo pueden tener una configuración de calentamiento y aislamiento similar o diferente para satisfacer las demandas de molde o material para su salida respectiva. Los sistemas de moldeo pueden tener métodos y fuentes de retroalimentación de salida similares o diferentes para satisfacer las demandas de molde para sus respectivas salidas.

La FIG. 9 es un diagrama simplificado que ilustra una máquina de moldeo 900 que incluye múltiples sistemas de moldeo 902 de conformidad con la presente invención. El sistema de moldeo 900 puede incluir cuatro sistemas de moldeo separados 902 (en adelante "extrusoras" para mayor comodidad pero sin intención de limitar), cada uno de los cuales puede incluir subconjuntos 904 (cada uno de los cuales puede incluir un controlador para la extrusora respectiva 902) y las entradas correspondientes 906 conectadas a una o más tolvas para recibir materiales desde las tolvas. Las extrusoras 902 pueden alimentarse por gravedad, vacío, tornillo sin fin u otro medio para los tubos o entradas de alimentación individuales 906. Las entradas 906 pueden estar conectadas a una sola tolva común. Por ejemplo, una sola tolva puede aceptar material, tal como gránulos de plástico, y pueden usar una serie de tubos de alimentación o entradas para transportar los gránulos de plástico a las extrusoras individuales 902 para permitir su función independiente dentro de la máquina 900. Las entradas 906 pueden conectarse a una serie de tolvas independientes, y en un ciclo de mecanizado común se pueden moldear materiales de naturaleza común pero de diferentes colores, o bien materiales de diferente naturaleza. Las piezas de diferente tamaño y tipo de material pueden alojarse en un ciclo común debido a que las extrusoras 902 funcionan y se controlan independientemente la una de la otra. Cada extrusora 902 puede funcionar de manera independiente pero coordinada para asegurar un moldeo eficiente como un sistema coordinado.

Con referencia a la FIG. 9, una sola máquina de moldeo 900 puede incluir múltiples extrusoras 902 para llenar un molde con una pluralidad de cavidades (véase, por ejemplo, la FIG. 12) o una sola cavidad (véase, por ejemplo, la FIG. 13). Las extrusoras 902 pueden extrudir los mismos materiales u otros diferentes. Las extrusoras individuales 902 pueden estar acopladas a un único molde que tiene múltiples compuertas (véase, por ejemplo, la FIG. 13) para llenar una porción del molde. La combinación puede ser deseable porque, por ejemplo, el material de resina en las extrusoras 902 puede prepararse para moldearse con las extrusoras 902 en un estado estático. Cada extrusora 902 puede controlarse independientemente. Cada extrusora 902 puede proporcionar retroalimentación individual a su controlador respectivo. Cada extrusora 902 puede incluir detección de presión desde un sensor de presión directa, una carga de par en un motor acoplado al respectivo sistema de inyección, una cantidad de electricidad consumida por el motor respectivo, un medidor de deformación en un almacén del sistema de moldeo u otros parámetros de detección de presión. Cada extrusora 902 puede estar dispuesta como un sistema de circuito cerrado y puede controlarse individualmente. Un microprocesador central o principal puede procesar los datos recibidos de las extrusoras 902 y controlar cada extrusora 902 para detener individual o en conjunto el flujo de material una vez que se alcanza una presión objetivo. Un microprocesador central o principal puede procesar datos recibidos de los extrusoras individuales 902 para activar secuencialmente, simultáneamente, o de otro modo extrusoras individuales 902 para proporcionar una función progresiva. El sistema de moldeo por extrusión 900 puede ser un sistema de circuito cerrado que presenta un proceso de salida definido por sensor que permite el uso de cualquier combinación de extrusoras 902. Los sistemas combinados pueden permitir moldear piezas grandes con una densidad de pieza constante, lo que puede conducir a dimensiones precisas y consistentes para las piezas moldeadas, y puede reducir la deformación de las piezas de plástico. El sistema de moldeo 900 puede ser más eficiente que el sistema de moldeo por inyección tradicional 100, que suministra plástico desde una sola boquilla, a través de múltiples ramas de conductos, provocando cada rama una pérdida de presión que requiere una fuerza de inyección inicial mucho mayor. La alta fuerza de inyección del sistema de moldeo por inyección tradicional 100 requiere más potencia y una máquina más masiva con mayores costes operativos al tiempo que proporciona una temperatura y viscosidad de plástico no uniforme.

Con referencia a la FIG. 9, una sola máquina de moldeo 900 puede producir piezas moldeadas individuales, de similar o diferente geometría, tipo de material o color, desde dos o más cavidades de molde utilizando dos o más extrusoras 902 que operan independientemente alineadas individualmente a cada cavidad independiente dentro del molde. Cada extrusora 902 puede controlarse independientemente. Cuando se usa para piezas de geometría y tipo de material común, cada extrusora 902 puede proporcionar retroalimentación individual a su controlador respectivo para garantizar la uniformidad en cada cavidad del molde y proporcionar una densidad de pieza precisa y calidad del producto. Cuando se usa para piezas de diferente geometría o tipo de material, cada extrusora 902 puede proporcionar retroalimentación individual a su controlador respectivo para asegurar el cumplimiento de diferentes requisitos para cada cavidad de molde independiente. Cada extrusora 902 puede tener detección de presión desde un sensor de presión directo, una carga de par en un motor acoplado al respectivo sistema de inyección, una cantidad de electricidad consumida por el

motor respectivo u otros parámetros de detección de presión. Cada extrusora 902 puede estar dispuesta como un sistema de circuito cerrado para cada cavidad de molde respectiva, recogiendo datos de y en relación con la cavidad del molde individual, y pueden controlarse individualmente. Un microprocesador central o principal puede procesar los datos recibidos de los sistemas de inyección 902, y puede detener individualmente el flujo de material y colectivamente abrir y cerrar el molde en función de los datos recibidos de los sistemas de inyección individuales 902.

La máquina de moldeo 900 puede ser un conjunto altamente eficiente, compacto y autocontenido que se adapta a una pequeña huella permitiendo que las extrusoras individuales 902 se usen muy cerca unas de otras. El sistema de moldeo 900 puede ser un sistema de bucle cerrado que presenta un proceso de salida definido por sensor que permite el uso de cualquier combinación de extrusoras 902. Las extrusoras combinadas 902 pueden permitir moldear piezas individuales con densidad de pieza constante y peso uniforme, lo que puede conducir a dimensiones precisas y consistentes para piezas moldeadas individuales pero comunes, y puede mejorar el rendimiento cuando se usa en operaciones de ensamblaje altamente automatizadas. Las extrusoras 902 pueden permitir moldear piezas dispares con diferente material, densidad y requisitos de peso, que pueden ser artículos discretos o pueden usarse en ensamblajes comunes para mejorar la eficiencia de las operaciones de ensamblaje o reducir el coste de la pieza al amortizar el coste de las herramientas en varias piezas diferentes. La máquina de moldeo 900 puede ser más eficiente que el sistema tradicional de moldeo por inyección 100, que suministra plástico desde una sola boquilla, a través de múltiples ramas de conductos, provocando cada rama una pérdida de presión que requiere una fuerza de inyección inicial mucho mayor. La alta fuerza de inyección del sistema de moldeo por inyección tradicional 100 requiere más potencia y una máquina más masiva con mayores costes operativos al tiempo que proporciona una temperatura y viscosidad no uniformes del material, lo que da como resultado una uniformidad de pieza individual inconsistente.

La máquina de moldeo 900 puede incluir un bastidor que incluye platinas verticales 908A-908C y barras horizontales 910A-910D en las cuatro esquinas de cada platina 908A-908C. Las platinas 908A-908C pueden estar conectadas por las barras horizontales 910A-910D que pasan a través de orificios en las platinas 908A-908C. Las platinas verticales 908A-908C pueden ser sustancialmente paralelas entre sí y pueden estar espaciadas a lo largo de las barras horizontales 910A-910D, que pueden ser sustancialmente paralelas entre sí. Se puede colocar un molde entre las platinas 908A y 908B. La posición de la platina 908B puede ser ajustable a lo largo de las barras 910A-910D, para alojar un molde de un tamaño particular. El marco puede ensamblarse sujetando las barras 910A-910D contra las platinas 908A y 908C en dos extremos opuestos de las barras 910A-910D.

Con referencia a la FIG. 10, una máquina de moldeo 1000 puede incluir múltiples extrusoras 902 acopladas a un colector 1004. El colector 1004 puede soportar las extrusoras 902 entre sí y puede estar acoplado a una tolva 1008. La tolva 1008 puede colocarse en la parte superior del colector 1004 para facilitar la distribución de material de moldeo (tal como gránulos fríos) a las extrusoras individuales 902. Cada extrusora 902 puede incluir un sistema de accionamiento independiente (como un motor) y controles independientes para operar la respectiva extrusora 902. Cada extrusora 902 puede incluir un tornillo (tal como el tornillo 202, 302, 402, 502 en las FIGS. 2A-5) colocado de forma giratoria dentro de un barril 1012 (tal como el barril 210, 310, 410 en las FIGS. 2A-5). Cada extrusora 902 puede incluir uno o más calentadores, que pueden incluir calentadores externos 1016 (tales calentadores de banda 214 en las FIGS. 2A-2C y/o serpentín de calentamiento inductivo 340 en las FIGS. 3A-3C) y/o calentadores internos (tales como el calentador resistivo 225 en las FIGS. 2B y/o insertos 325 en las FIGS. 3A-3C). Cada extrusora 902 puede estar acoplada al colector 1004 a través de un cojinete de empuje alojado en el colector 1004. Cada extrusora 902 puede incluir una boquilla de compuerta de válvula independiente 1020 (tal como la boquilla 208, 308, 408 en las FIGS. 2A-4B) para controlar el flujo de material de resina, tal como plástico, dentro de una cavidad de molde asociada con las boquillas 1020.

Con referencia a la FIG. 11, la materia prima (como los gránulos de plástico fríos) puede cargarse en la tolva 1008. La materia prima puede fluir a través de una ruta de flujo 1024 definida en el colector 1004 desde la tolva 1008 hasta las extrusoras individuales 902. La materia prima puede entrar en las extrusoras 902 a través de puertos de entrada (como la entrada de barril 226 ilustrada en las FIGS. 2B y 2C). La materia prima puede ser alimentada por gravedad desde la tolva 1008, a través del colector 1004 y dentro de cada extrusora 902. La trayectoria de flujo 1024 puede incluir un solo canal o garganta 1028 que se extiende hacia abajo desde la tolva 1008 hacia una porción superior del colector 1004. La garganta 1028 puede dividirse en una o más ramas 1032, estando cada rama 1032 de la trayectoria de flujo 1024 en comunicación de fluido con un puerto de entrada respectivo de una extrusora individual 902. La trayectoria de flujo 1024 puede incluir diferentes disposiciones dependiendo de la disposición y orientación de las extrusoras 902 con respecto al colector 1004. Las extrusoras 902 pueden estar orientadas sustancialmente en paralelo entre sí y sustancialmente en perpendicular al colector 1004 tal y como se ilustra en las FIGS. 10 y 11, o las extrusoras 902 pueden no estar orientadas en paralelo entre sí y/o en perpendicular al colector 1004 dependiendo de la configuración de un molde asociado. Las extrusoras 902 pueden estar dispuestas en una matriz con las extrusoras 902 formando columnas verticales y filas horizontales de extrusoras, o las extrusoras 902 pueden no estar dispuestas en una disposición de matriz dependiendo de la configuración de un molde asociado.

Las extrusoras 902 pueden extrudir material en la misma cavidad de la mitad de un molde o diferentes cavidades de molde de la mitad de un molde. Con referencia a la FIG. 12, la máquina de moldeo 1000 incluye una mitad de molde 1036 que define múltiples cavidades de molde 1040. Cada extrusora 902 está en comunicación de fluido con una cavidad de molde diferente 1040 de la mitad del molde 1036 a través de una compuerta de molde 1044. Cada extrusora



902 puede recibir materia prima de la tolva 1008, fundir la materia prima y luego extrudir el material en las cavidades de molde respectivas 1040, que pueden ser similares entre sí en geometría tal y como se ilustra en la FIG. 12 o pueden ser de geometría diferente. Cada extrusora 902 puede incluir un controlador independiente que controla la presión en la cavidad de molde respectiva 1040, y el controlador puede detener la extrusión desde la extrusora respectiva 902 una vez que se alcanza la presión deseada en la cavidad de molde respectiva 1040. Después de que todas las cavidades 1040 en la mitad del molde 1036 alcancen las presiones deseadas, un controlador principal puede liberar una presión de retención aplicada a las mitades del molde respectivas y puede separar las mitades del molde para liberar las piezas moldeadas.

Con referencia a la FIG. 13, la máquina de moldeo 1000 incluye una mitad de molde 1052 que define una única cavidad de molde 1056. Cada extrusora 902 está en comunicación de fluido con la misma cavidad de molde 1056 de la mitad del molde 1052 a través de compuertas de molde separadas 1060. Cada extrusora 902 puede recibir materia prima de la tolva 1008, fundir la materia prima y luego extrudir el material en la misma cavidad del molde 1056. Cada extrusora 902 puede incluir un controlador independiente que supervisa la presión en el área que rodea la compuerta del molde 1060 de la extrusora respectiva 902, y el controlador puede detener la extrusión desde la extrusora respectiva 902 una vez que se alcanza la presión deseada en la porción respectiva de la cavidad del molde 1056. Después de que todas las extrusoras 902 alcancen las presiones deseadas, un controlador principal puede liberar una presión de retención aplicada a las mitades del molde respectivas y puede separar las mitades del molde para liberar las piezas moldeadas. Un controlador principal puede controlar las extrusoras independientes 902 en función de una o más presiones asociadas con la cavidad del molde 1056. Las extrusoras 902 pueden trabajar conjuntamente para llenar la cavidad del molde 1056 y pueden alcanzar una densidad de pieza más consistente que proporciona una mayor estabilidad dimensional.

#### Materiales de moldeo

La generación y conducción de calor estático utilizado en el sistema de moldeo puede ser insensible a los materiales o propiedades de la resina, incluyendo, pero sin limitación, grado de resina, pureza, uniformidad e índice de flujo de masa fundida entre otros. Por ejemplo, el sistema de moldeo puede ser capaz de moldear cualquier material termoplástico, tal como plásticos reciclados posconsumo mezclados conjuntamente/mezclados, una mezcla de resinas con diferentes índices de flujo de masa fundida, procedentes de diferentes clasificaciones de plástico o familias químicas, materiales de origen biológico, cada uno de los cuales es difícil de moldear con el sistema tradicional de moldeo por inyección. En un ejemplo adicional, se puede mezclar una mezcla que incluye dos o más gránulos de resina diferentes para moldear una pieza. Los plásticos múltiples pueden tener diferentes características de procesamiento, tales como el índice de flujo de masa fundida, temperatura de fusión o temperatura de transición vítrea, pero la mezcla de estos materiales puede no presentar ningún problema para el sistema de moldeo. Los plásticos reciclados pueden incluir, pero sin limitación, polietileno (PE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polipropileno (PP), tereftalato de polietileno (PET), nailon (PA), policarbonato (PC), ácido poliláctico (PLA), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), polisulfona (PS), sulfuro de polifenileno (PPS), óxido de polifenileno (PPO), polieterimida (PEI), acrílico (PMMA), entre otros.

El sistema de moldeo puede ser capaz de moldear plásticos reforzados con contenidos de fibra mucho más altos o cargas minerales de las que las máquinas de moldeo por inyección tradicionales pueden procesar. En general, es difícil moldear plástico reforzado con 50 % en volumen de fibra de vidrio o más mediante el sistema tradicional de moldeo por inyección 100, debido a su dependencia de la generación de calor de cizalla que se basa en resinas que son de 70 % en volumen o más compuestos a base de petróleo. Al utilizar la generación de calor estático en el presente sistema de moldeo, la masa fundida puede no depender de ningún contenido de resina a base de petróleo. Por ejemplo, el plástico reforzado puede contener más del 50 % en volumen de fibras de vidrio, fibras de celulosa, agregado mineral o fibras de carbono.

El presente sistema de moldeo puede ser menos susceptible a la degradación por cizalla a diferencia del sistema tradicional de moldeo por inyección, debido a la conducción de calor estático. La generación de calor estático puede proporcionar un control preciso de la temperatura, lo que puede ayudar a evitar el sobrecalentamiento del material. El tornillo de extrusión puede dimensionarse variando la longitud del tornillo y el diámetro de la raíz del tornillo para controlar los tiempos de residencia para evitar o reducir la degradación térmica.

El presente sistema de inyección de moldeo puede usarse para moldear resinas o plásticos de origen biológico sensibles a la presión y a la temperatura que son sensibles a la degradación por cizalla. Las resinas de origen biológico incluyen materiales de celulosa, resinas vegetales de almidón y las resinas a base de azúcar, que puede usarse para productos como implantes médicos, incluyendo, pero sin limitación, tornillos para huesos, reemplazos óseos, stents, entre otros. El presente sistema de moldeo también se puede usar para moldeo por inyección de metal (MIM) sensible a la temperatura y presión/cizalla. Las materias primas de MIM pueden ser sensibles a las temperaturas, los tiempos de residencia y la presión de cizalla, tales como resinas de origen biológico. El presente sistema de moldeo puede moldear polímeros con hasta un 80% en volumen de carga de acero inoxidable u otros metales. El presente sistema de moldeo puede usarse para inyectar pastas alimenticias, que pueden extrudirse en moldes calentados a temperaturas de horneado para formar productos alimenticios de las formas deseadas. Los materiales de moldeo pueden incluir, pero sin limitación, termoplásticos amorfos, termoplásticos cristalinos y semicristalinos, resinas

vírgenes, plásticos reforzados con fibras, termoplásticos reciclados, resinas recicladas posindustriales, resinas recicladas posconsumo, resinas termoplásticas mezcladas y mezcladas conjuntamente, resinas orgánicas, compuestos de alimentos orgánicos, resinas a base de carbohidratos, compuestos a base de azúcar, compuestos de gelatina/propilenglicol, compuestos a base de almidón y materias primas de moldeo por inyección de metal (MIM).

5 Habiendo descrito varios sistemas, máquinas y métodos, los expertos en la materia reconocerán que pueden usarse diversas modificaciones y construcciones alternativas. De manera adicional, no se han descrito varios procesos y elementos sobradamente conocidos para evitar oscurecer innecesariamente la presente invención. Por consiguiente, la descripción anterior no debe tomarse como limitante del alcance de la invención, que se define de conformidad con  
10 las reivindicaciones adjuntas. Todas las características descritas se pueden usar por separado o en varias combinaciones entre sí.

Los expertos en la materia apreciarán que los sistemas descritos actualmente, así como las máquinas y los métodos enseñan a modo de ejemplo y no por limitación. Por lo tanto, la materia contenida en la descripción anterior o que se muestra en los dibujos adjuntos debe interpretarse en un sentido ilustrativo y no limitante.  
15

**REIVINDICACIONES**

1. Una máquina de moldeo (900, 1000), que comprende:

5 una primera mitad de molde (1036);  
 dos o más extrusoras (902) en asociación con la primera mitad de molde (1036), incluyendo cada extrusora de las  
 dos o más extrusoras (902) un barril (210, 310, 410, 824, 1012), un tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) dentro  
 del barril (210, 310, 410, 824, 1012) y una boquilla (208, 308, 408, 1020) en acoplamiento sellado con la primera  
 10 mitad de molde (1036), en donde cada extrusora de las dos o más extrusoras (902) se controla independientemente  
 para girar el tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) en una primera dirección para hacer que el material fluya y  
 para girar el tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) en una segunda dirección opuesta a la primera dirección  
 para detener el flujo de material una vez que se alcanza una presión objetivo para la extrusora respectiva; y  
 un microprocesador central o principal configurado para procesar datos recibidos de las dos o más extrusoras (902)  
 y controlar cada extrusora para detener individualmente o en conjunto el flujo de material una vez se alcanza la  
 15 presión objetivo.

2. La máquina de moldeo (900, 1000) según la reivindicación 1, en donde girar el tornillo de extrusión (202, 302, 402,  
 502) en la segunda dirección hace que el tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) se mueva en una dirección axial  
 20 hacia la boquilla (208, 308, 408, 1020).

3. La máquina de moldeo (900, 1000) según la reivindicación 2, en donde cada extrusora de las dos o más extrusoras  
 (902) se controla independientemente para girar el tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) en la segunda dirección  
 hasta que una punta (212, 312) del tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) se asienta en la boquilla (208, 308, 408,  
 1020) para desplazar todo el material respecto de la boquilla (208, 308, 408, 1020) y para detener el flujo de material  
 25 a través de la boquilla (208, 308, 408, 1020).

4. La máquina de moldeo (900, 1000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde:

30 la primera mitad de molde (1036) define una única cavidad de molde (1056); y  
 cada extrusora de las dos o más extrusoras (902) está en comunicación de fluido con la única cavidad de molde  
 (1056); o,  
 en donde:

35 la primera mitad de molde (1036) define dos o más cavidades de molde (1040); y  
 cada extrusora de las dos o más extrusoras (902) está en comunicación de fluido con una cavidad de molde  
 diferente de las dos o más cavidades de molde (1040).

5. La máquina de moldeo (900, 1000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende además una  
 40 única tolva (1008) acoplada operativamente a las dos o más extrusoras (902) para suministrar material a las dos o  
 más extrusoras (902);  
 opcionalmente, en donde la máquina de moldeo (1000) comprende además un colector (1004) acoplado  
 operativamente a la única tolva (1008) y las dos o más extrusoras (902) para desviar material a las extrusoras  
 respectivas de las dos o más extrusoras (902).

6. La máquina de moldeo (900, 1000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde las dos o más  
 45 extrusoras (902) están dispuestas en una matriz.

7. La máquina de moldeo (900, 1000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde:

50 las dos o más extrusoras (902) están orientadas sustancialmente en paralelo entre sí; y  
 al menos dos de las dos o más extrusoras (902) están posicionadas una encima de la otra a lo largo de una  
 dimensión vertical de la primera mitad de molde (1036).

8. La máquina de moldeo (900, 1000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende además un  
 55 controlador que supervisa la presión para cada extrusora de las dos o más extrusoras (902) y que está configurado  
 para liberar una fuerza de retención aplicada a la primera mitad de molde (1036) para liberar una pieza moldeada en  
 su interior una vez cada extrusora de las dos o más extrusoras (902) logra su presión objetivo.

9. La máquina de moldeo (900, 1000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la presión objetivo  
 60 para cada extrusora de las dos o más extrusoras (902) se basa en el área de la primera mitad de molde (1036) en la  
 que la extrusora respectiva está extrudiendo material.

10. La máquina de moldeo (900, 1000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde las dos o más  
 65 extrusoras (902) son diferentes entre sí.

11. La máquina de moldeo (900, 1000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde las dos o más

extrusoras (902) son operables para extrudir el mismo material o materiales diferentes en la primera mitad de molde (1036).

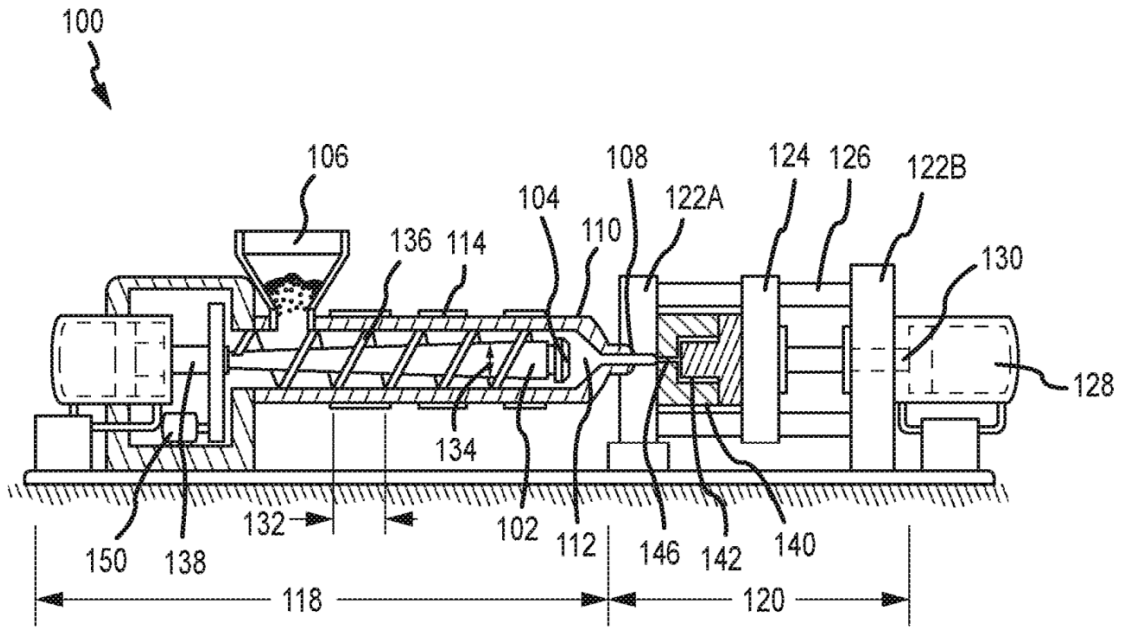
12. Un método para moldear una pieza, que comprende:

5 extrudir un primer material a través de una primera boquilla (208, 308, 408, 1020) de una primera extrusora (902) en acoplamiento sellado con una primera mitad de molde (1036) girando un primer tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) de la primera extrusora (902) en una primera dirección;  
 10 extrudir un segundo material a través de una segunda boquilla (1020) de una segunda extrusora (902) en acoplamiento sellado con la primera mitad de molde (1036) girando un segundo tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) de la segunda extrusora (602) en la primera dirección;  
 15 detener la extrusión del primer material a través de la primera boquilla (208, 308, 408, 1020) cuando se logra una primera presión asociada con la primera extrusora (902) girando el primer tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) en una segunda dirección opuesta a la primera dirección;  
 20 detener la extrusión del segundo material a través de la segunda boquilla (208, 308, 408, 1020) cuando se logra una segunda presión asociada con la segunda extrusora (902) girando el segundo tornillo de extrusión (202, 302, 402, 502) en la segunda dirección; y  
 liberar una pieza moldeada de la primera mitad de molde (1036) después de lograr las presiones primera y segunda.

13. El método según la reivindicación 12, que comprende además mover los tornillos de extrusión primero y segundo (202, 302, 402, 502) en una dirección axial hacia las boquillas primera y segunda (208, 308, 408, 1020) girando los tornillos de extrusión primero y segundo (202, 302, 402, 502), respectivamente, en la segunda dirección;  
 25 opcionalmente, en donde girar los tornillos de extrusión primero y segundo (202, 302, 402, 502) en la segunda dirección comprende girar los tornillos de extrusión primero y segundo (202, 302, 402, 502) en la segunda dirección hasta que las puntas primera y segunda (212, 312) de los tornillos de extrusión primero y segundo (202, 302, 402, 502) se asienten en las boquillas primera y segunda (208, 308, 408, 1020) para desplazar todo el material respecto de las boquillas primera y segunda (208, 308, 408, 1020) y para detener el flujo de material a través de las boquillas primera y segunda (208, 308, 408, 1020), respectivamente.

14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 12-13, en donde extrudir el primer material y extrudir el segundo material comprende extrudir los materiales primero y segundo en una misma cavidad (1040) definida por la primera mitad de molde (1036) o en donde extrudir el primer material y extrudir el segundo material comprende extrudir los materiales primero y segundo en diferentes cavidades (1040) definidas por la primera mitad de molde (1036).

15. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 12-14, en donde la primera presión es diferente de la segunda presión.



**FIG.1**  
**TÉCNICA ANTERIOR**

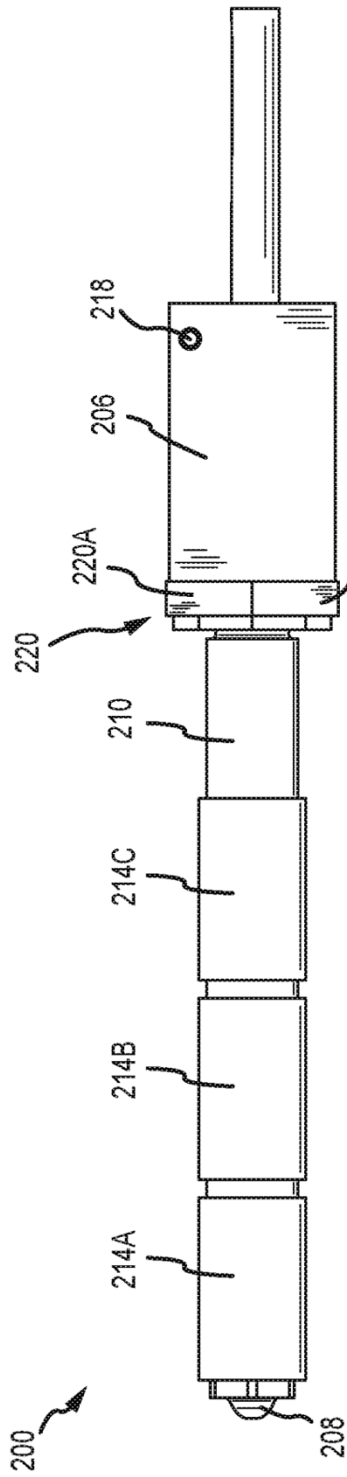


FIG. 2A

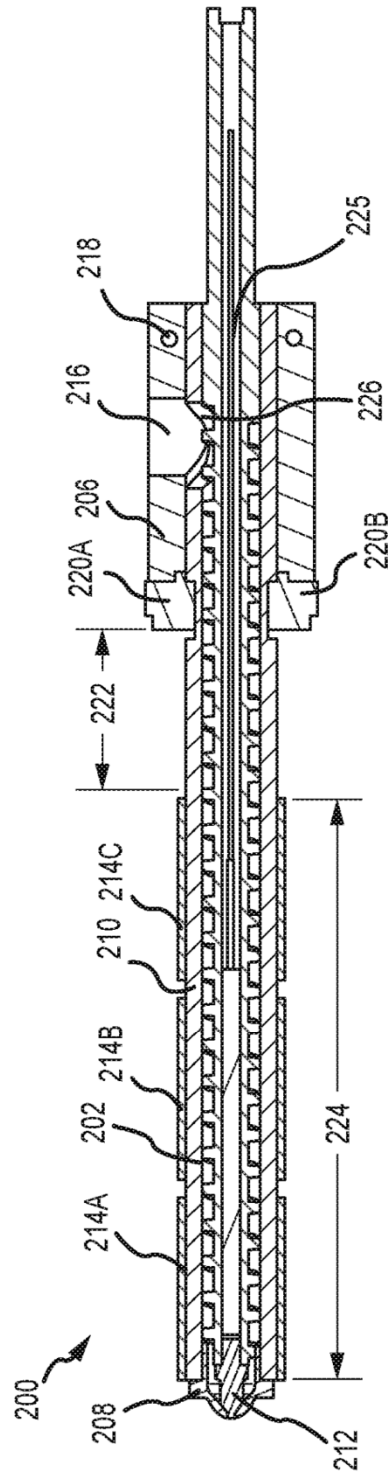


FIG. 2B

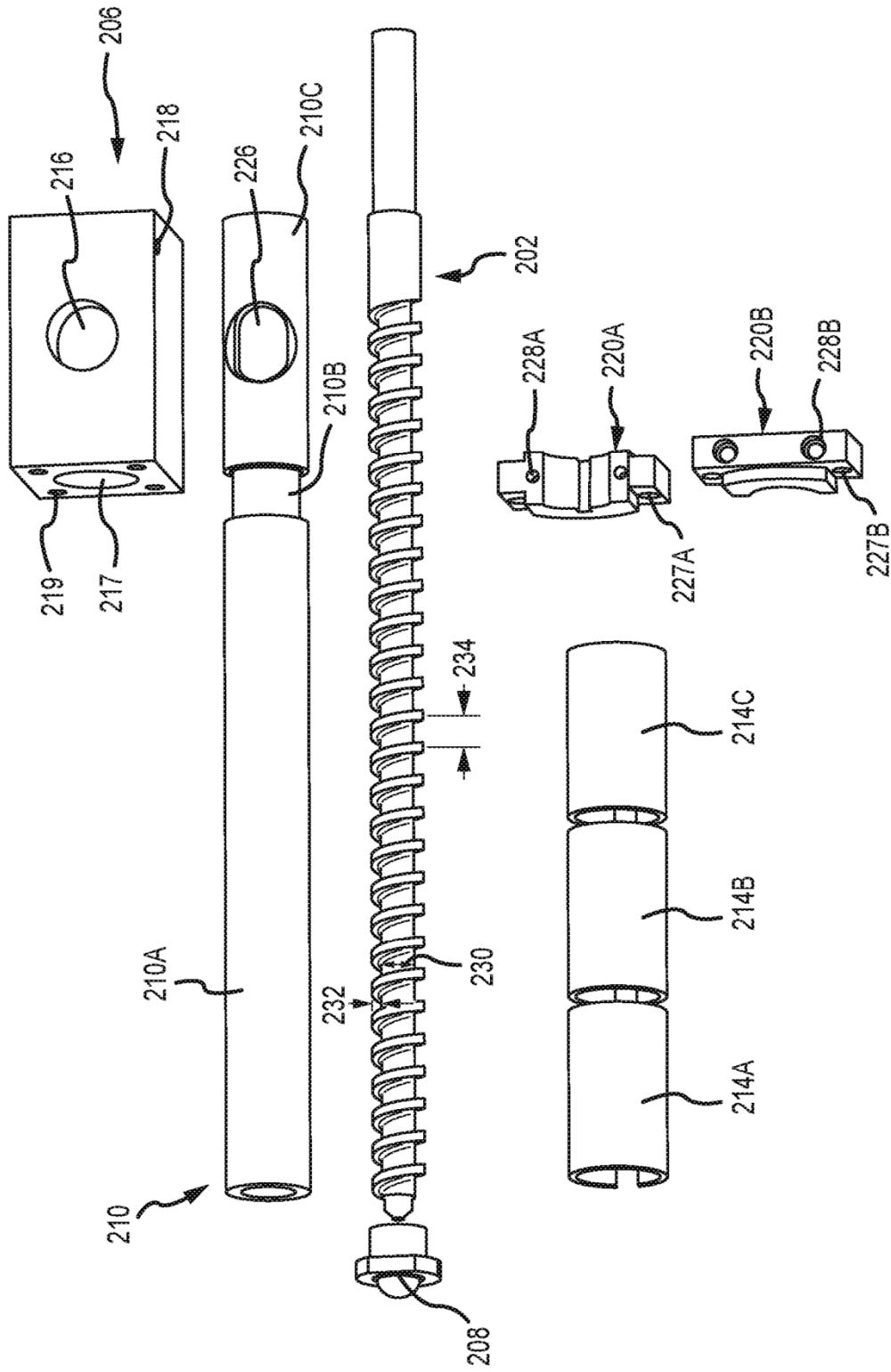


FIG.2C

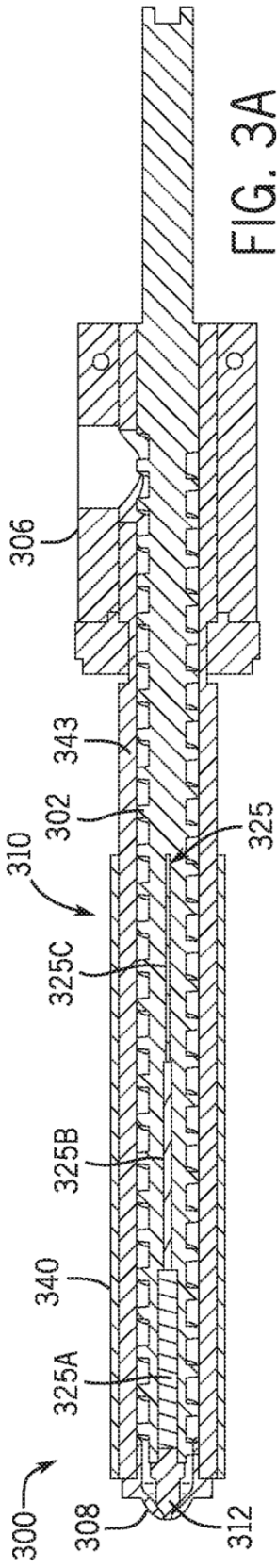


FIG. 3A

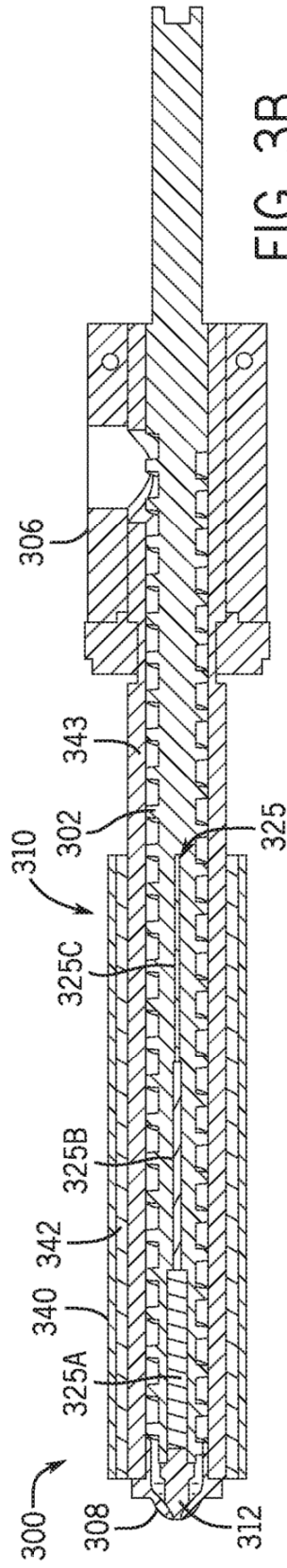


FIG. 3B

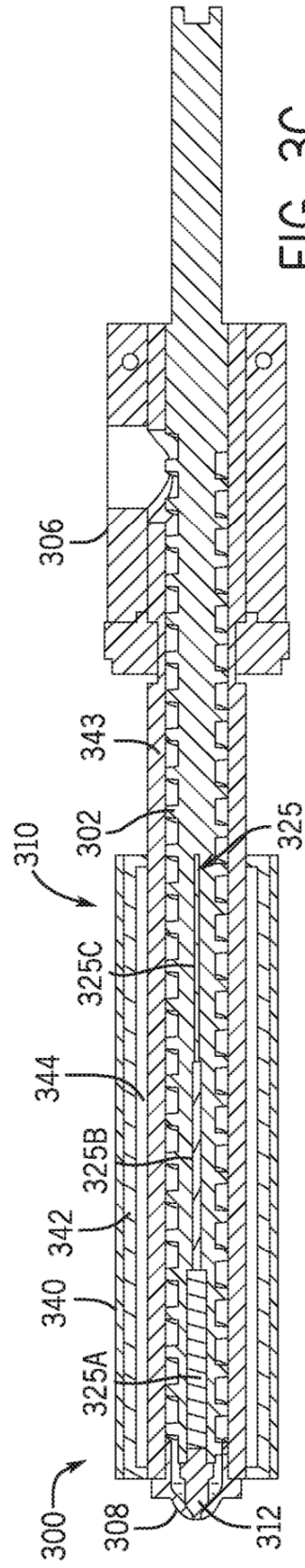
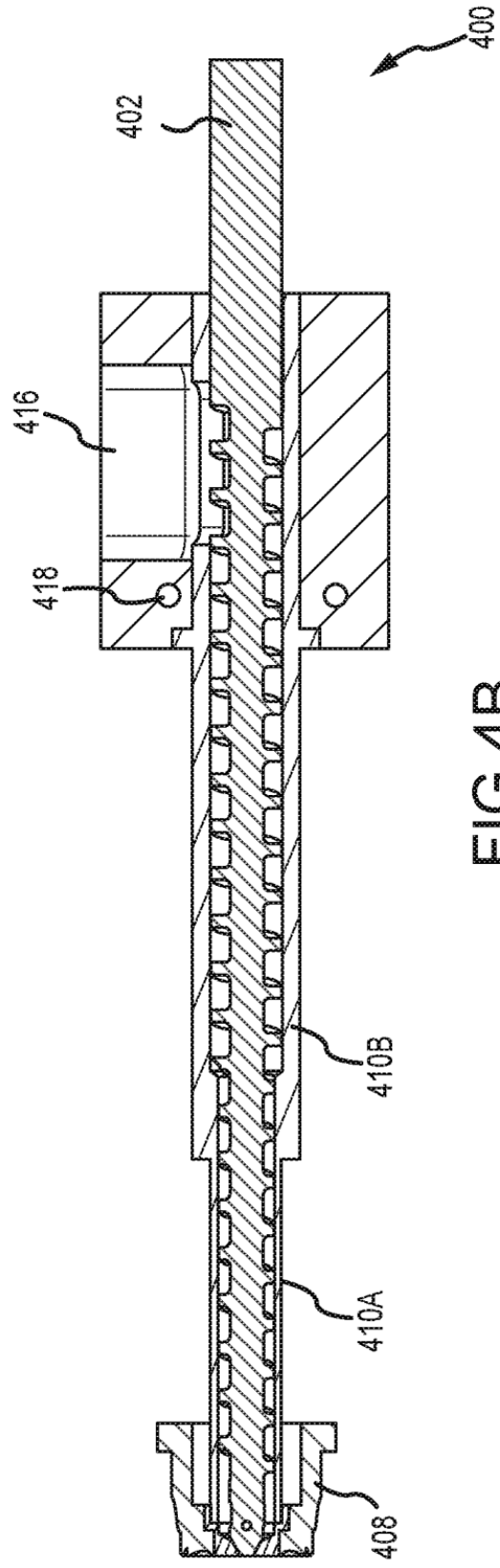
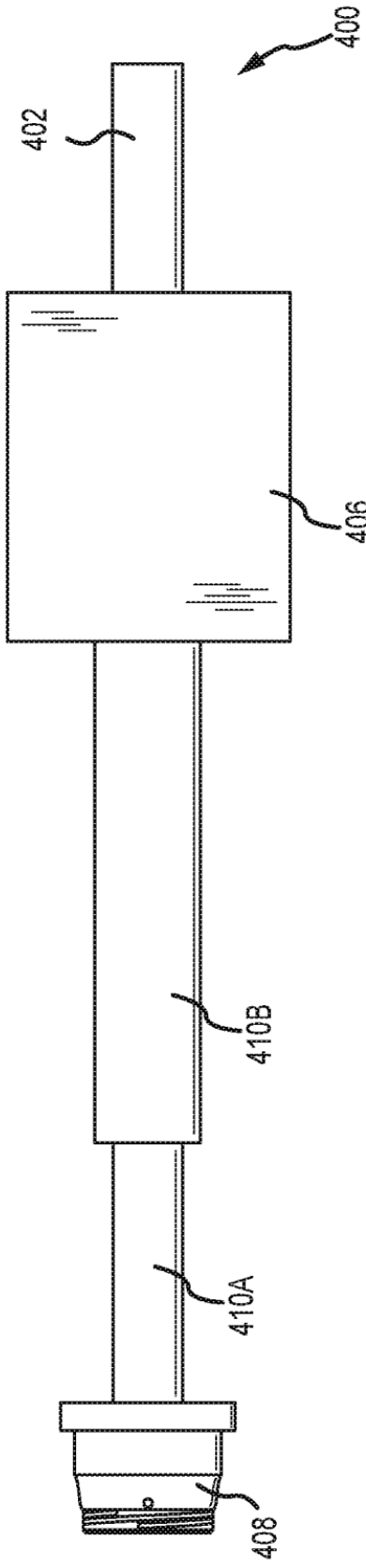


FIG. 3C





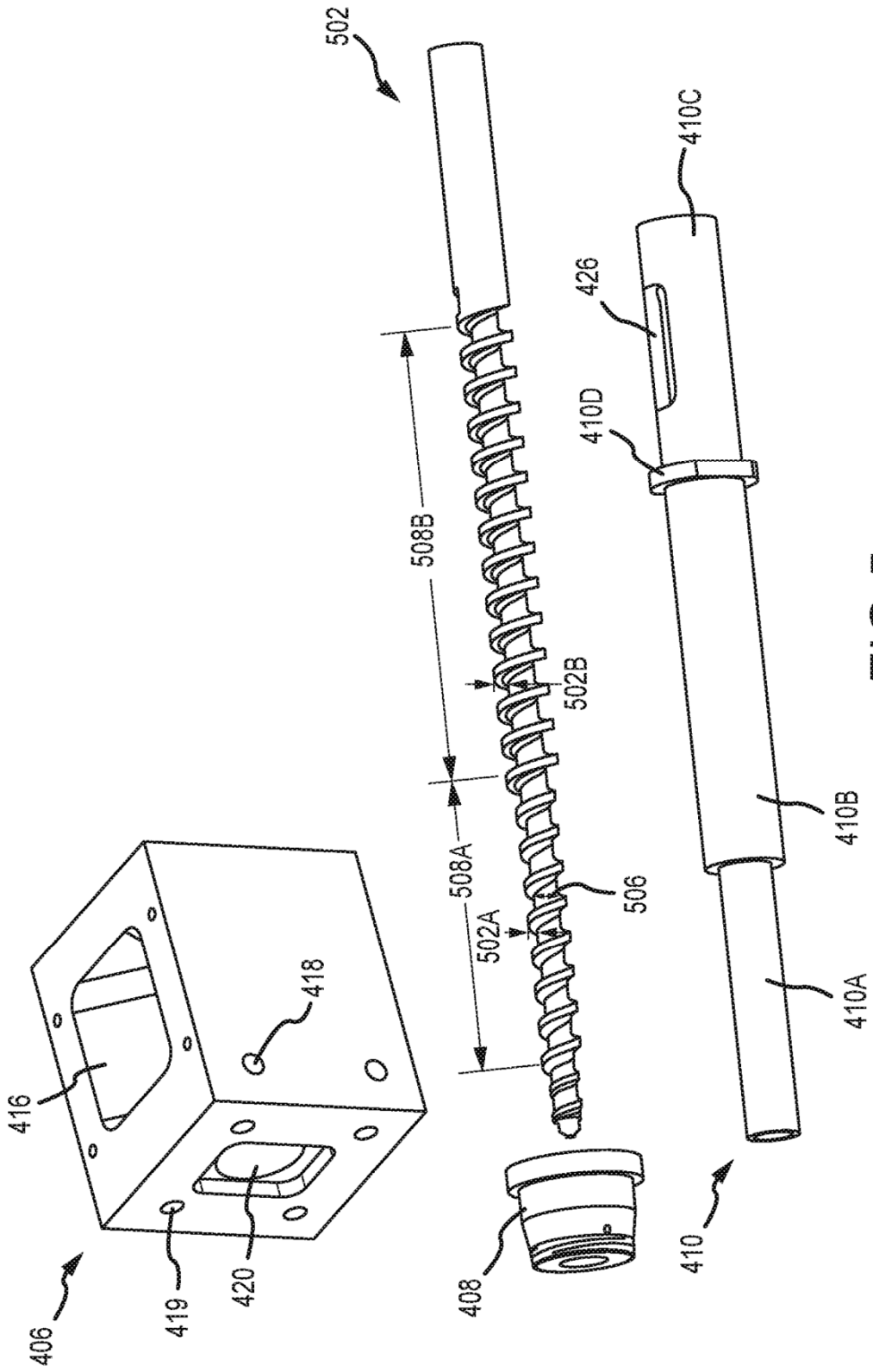


FIG.5

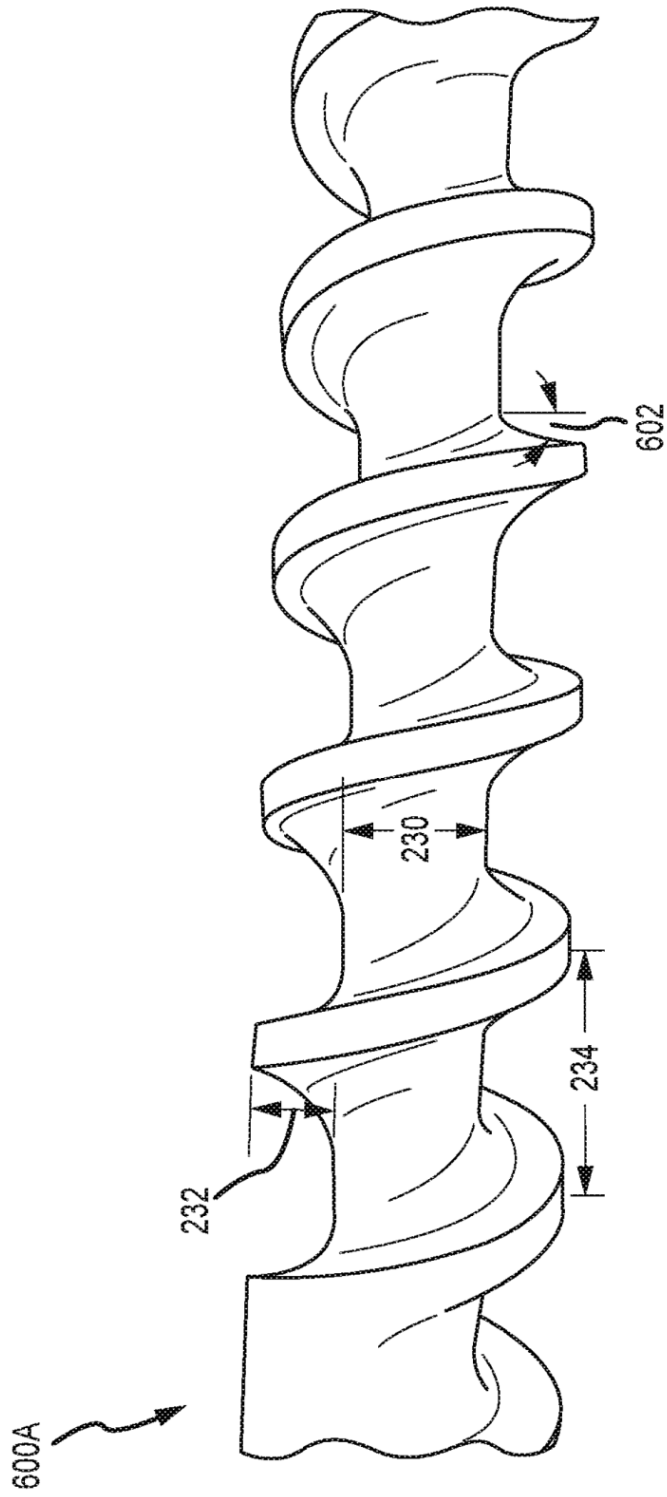


FIG.6A

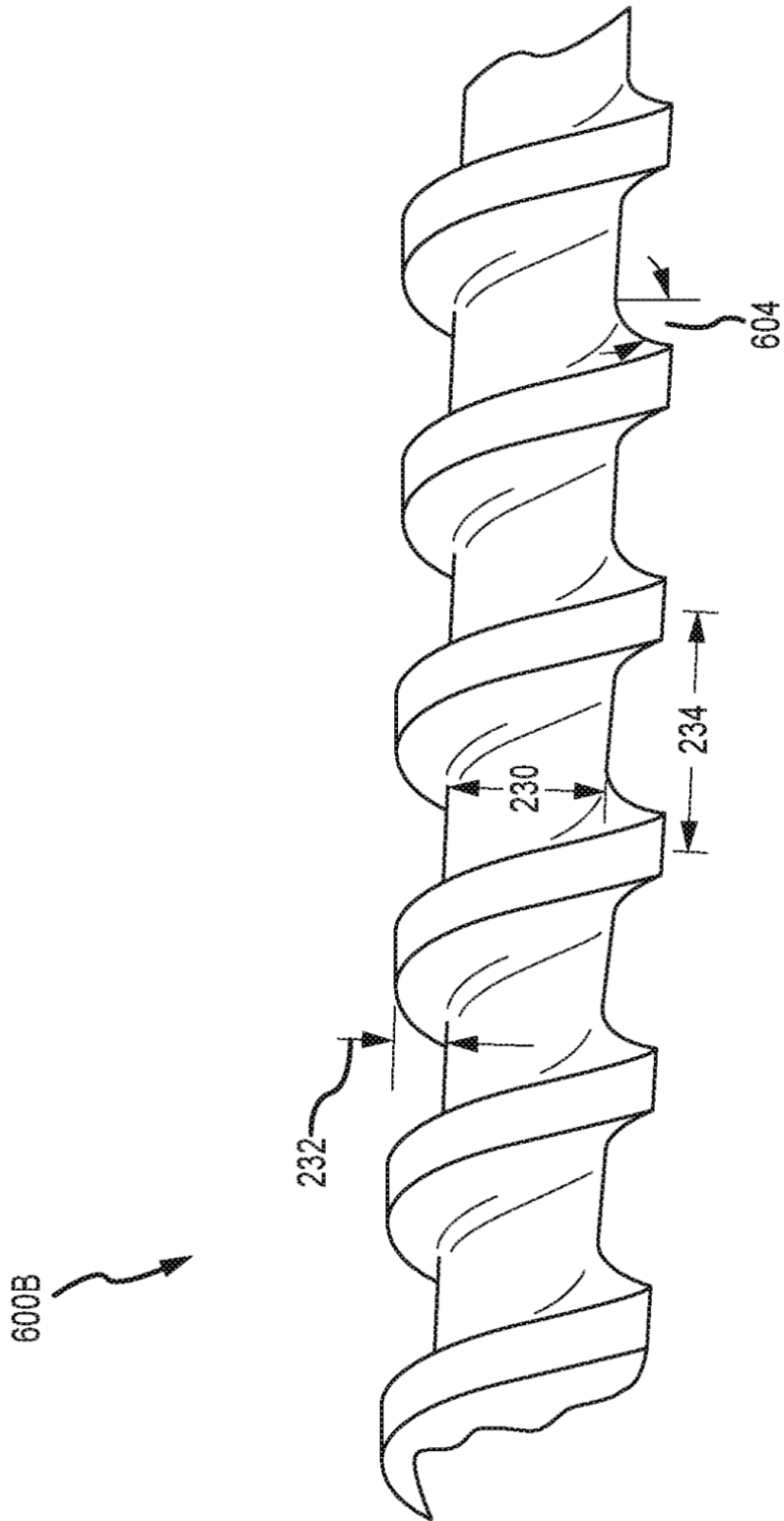


FIG.6B

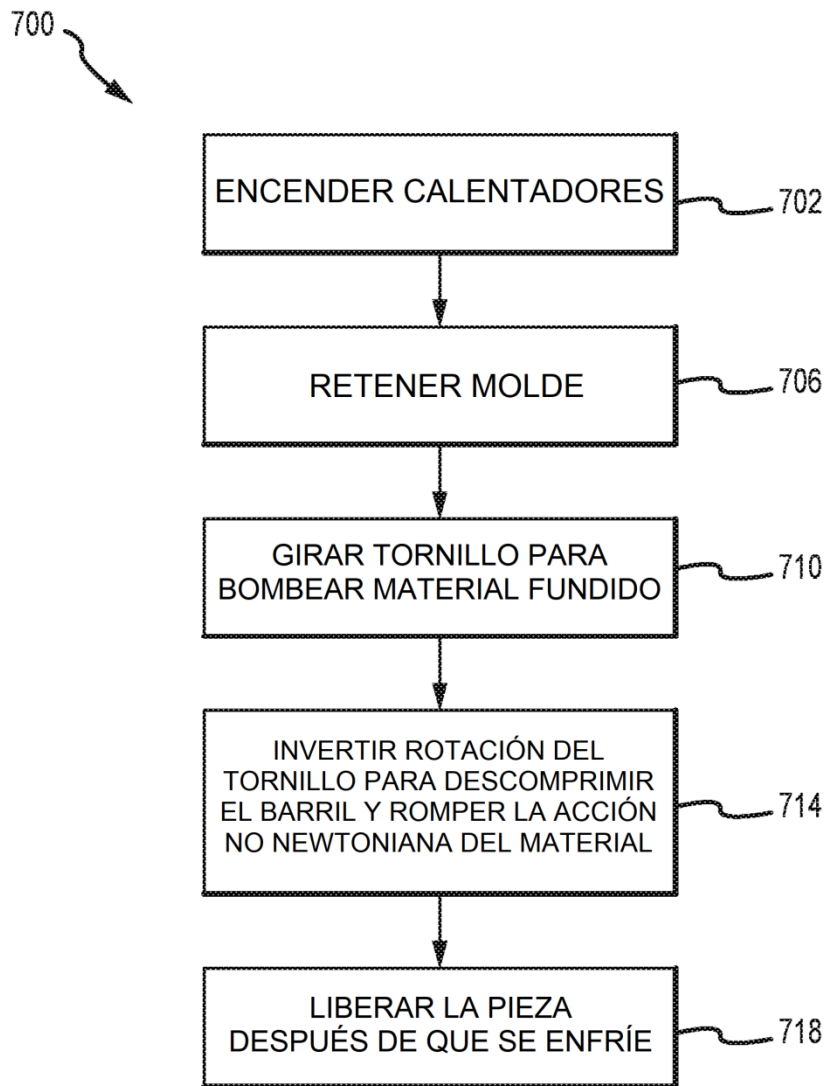
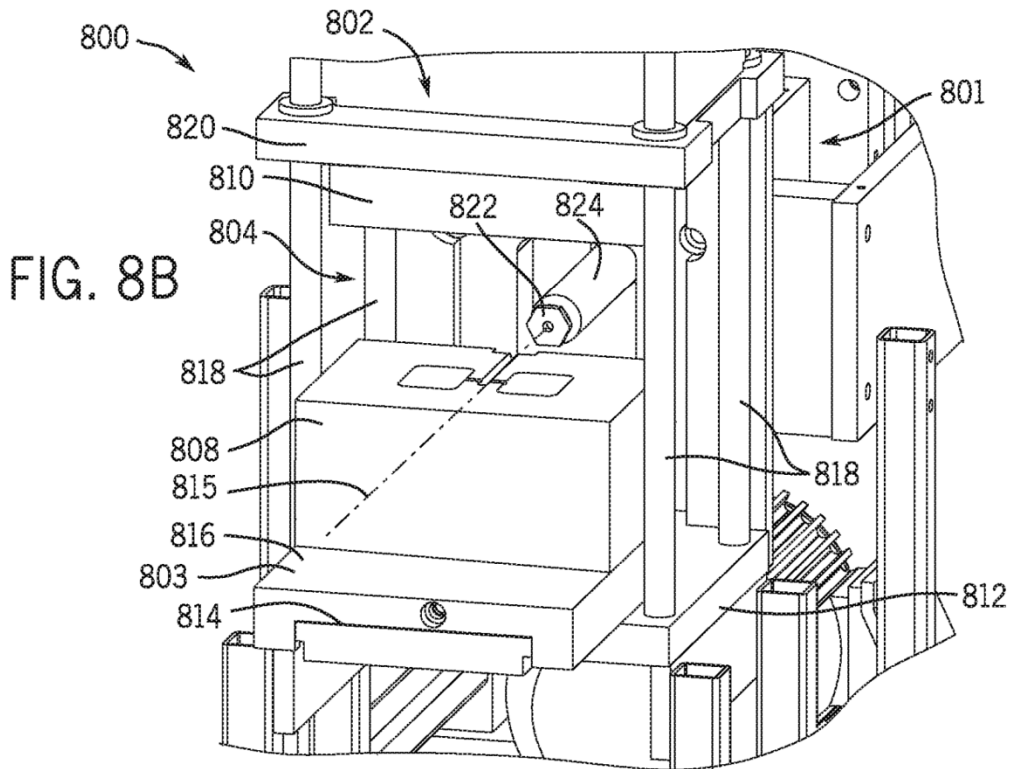
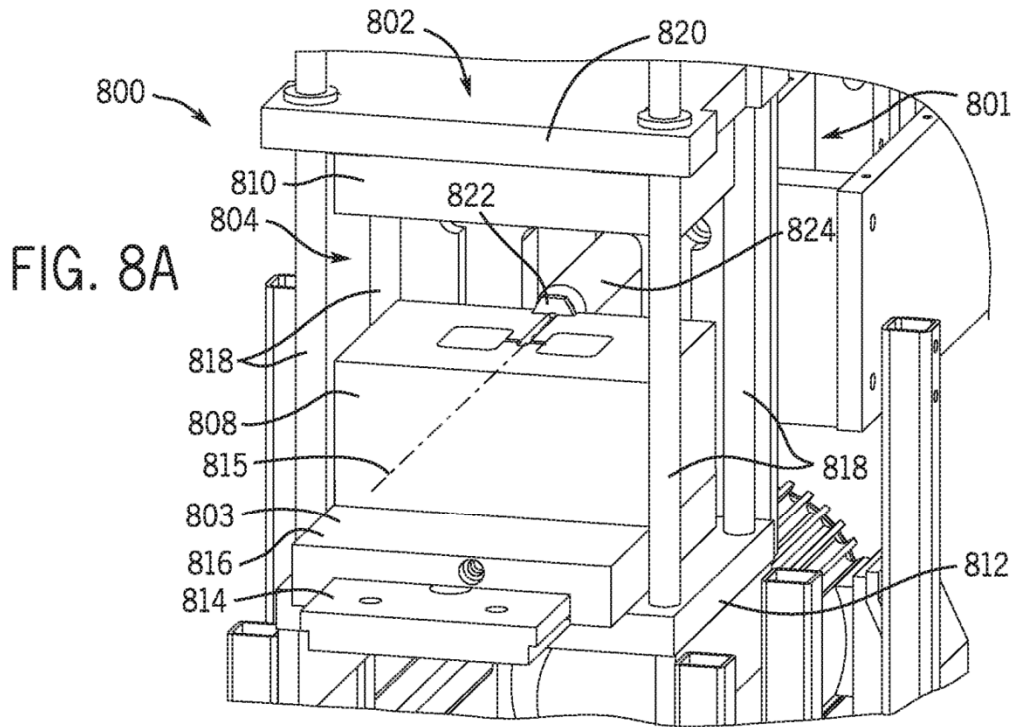


FIG.7



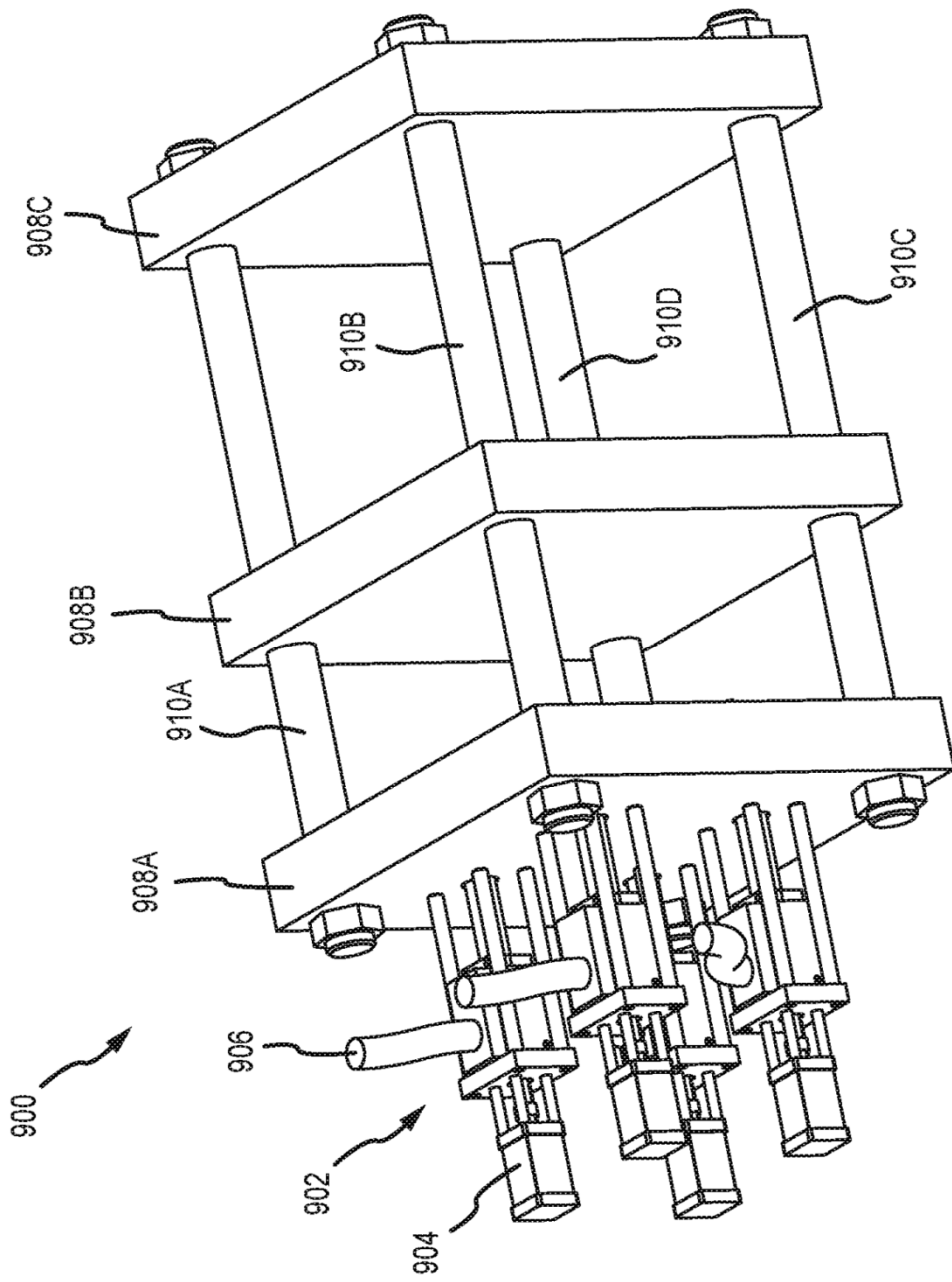


FIG.9

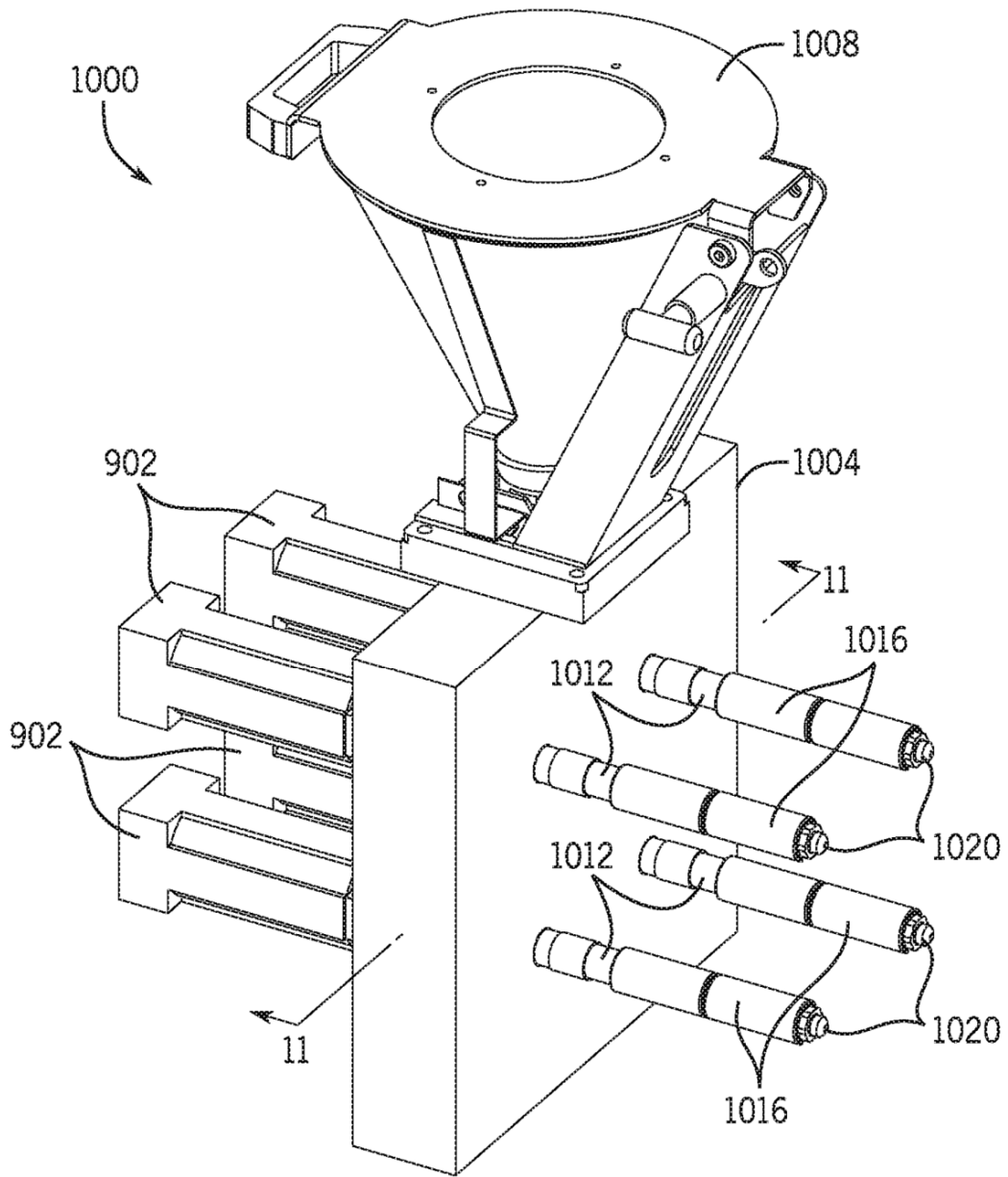


FIG. 10



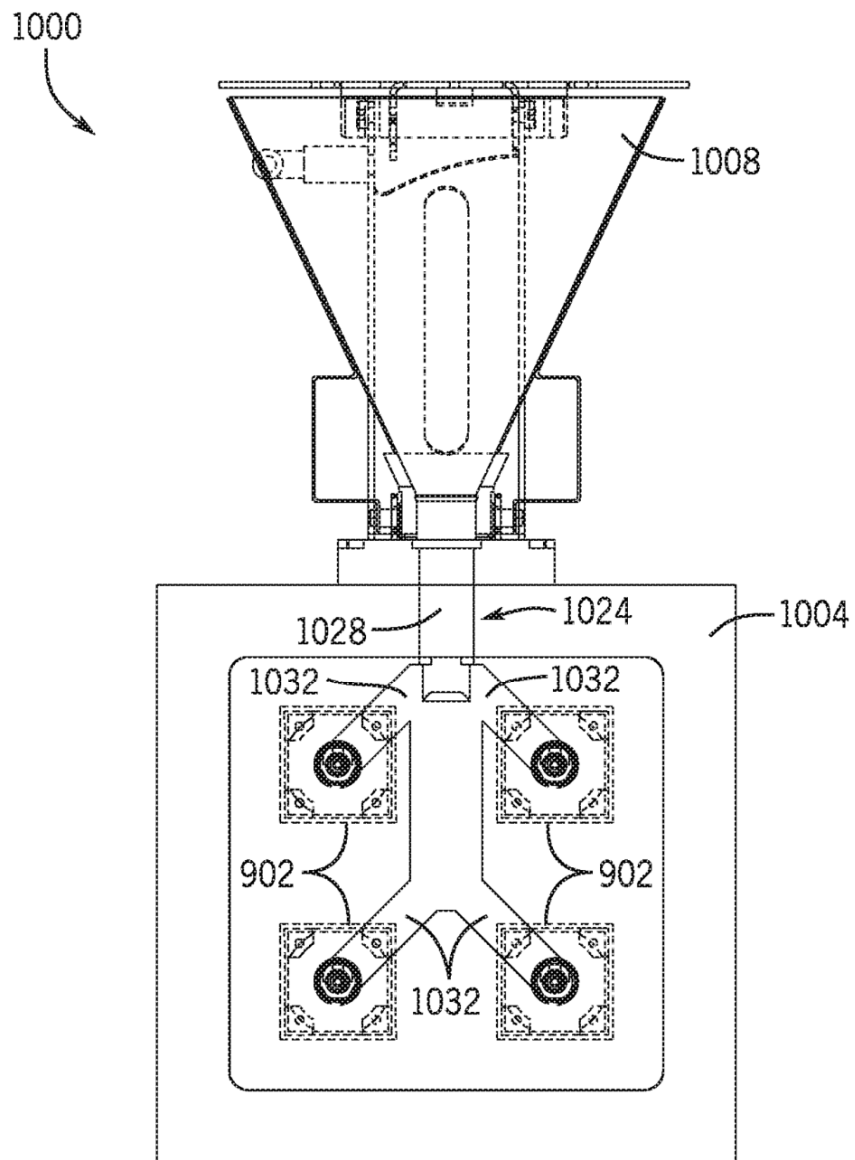


FIG. 11

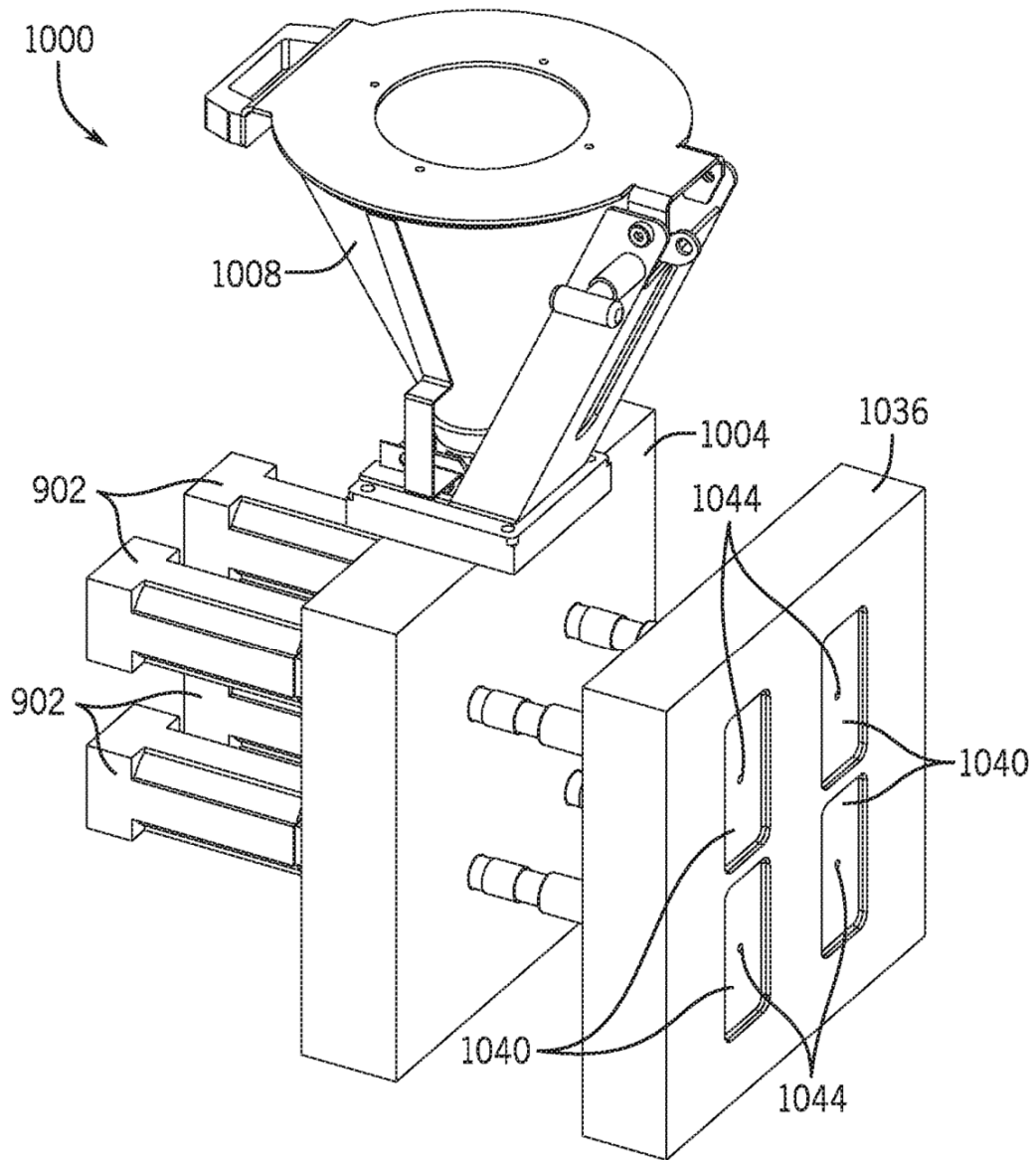


FIG. 12

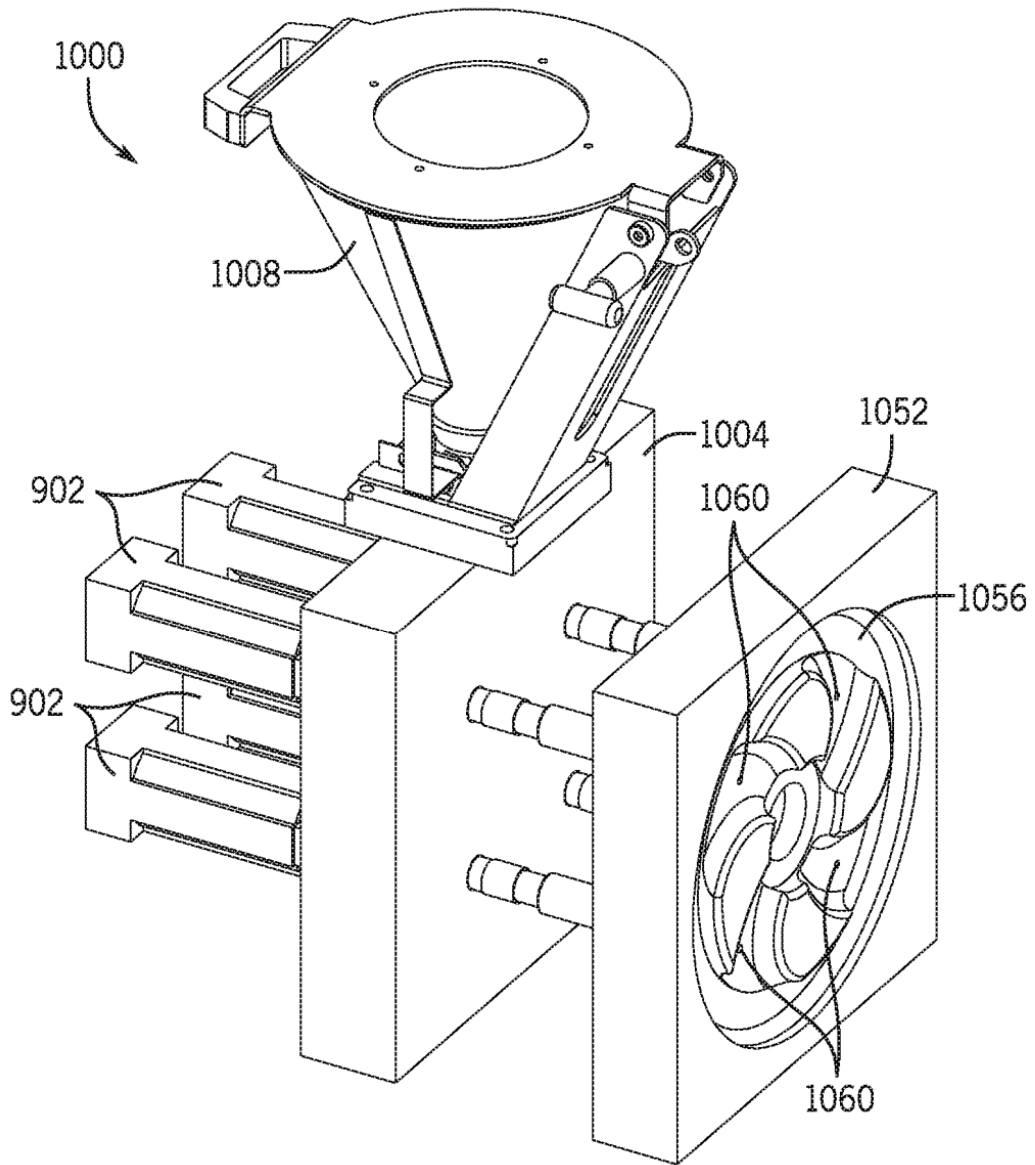


FIG. 13