

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 184**

51 Int. Cl.:

B29C 45/76 (2006.01)

B29C 45/77 (2006.01)

B29C 45/47 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2016 PCT/US2016/064781**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017 WO17096272**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2016 E 16816539 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3383615**

54 Título: **Método para moldear una parte**

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 201615177301

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.09.2020

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 2 782 184 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

Método para moldear una parte

5

Campo

La presente divulgación está dirigida generalmente a máquinas de moldeo. Más específicamente, la presente divulgación está dirigida a un método para moldear una parte.

10

Antecedentes

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

15

20

25

30

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

35

Durante una etapa de extrusión de recuperación, el material fundido se transporta a lo largo de la longitud del tornillo 102 hacia la zona 112 de inyección en el barril 110 rotando el tornillo de extrusión usando un motor 150. La zona 112 de inyección está entre una boquilla 108 y el anillo 104 de verificación al final del tornillo 102 de extrusión. El material fundido queda atrapado en la zona de inyección por la bala 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 las guías 142 durante la etapa de recuperación de extrusión.

40

Durante un ciclo de inyección, el tornillo 102 es accionado hacia adelante sin rotación bajo una presión de inyección muy alta por el cilindro 138. El tornillo 102 y el anillo 104 de verificación pueden funcionar juntos como un émbolo para inyectar el material fundido en el molde. La etapa de extrusión de recuperación puede tomar solo del 10-25% del tiempo de moldeo completo, de modo que el calor de cizallamiento también se puede perder cuando el tornillo de extrusión no rota, excepto durante la etapa de extrusión de recuperación.

45

50

El sistema 100 de moldeo por inyección tradicional se basa en la formación de una bala fría en la boquilla 108 entre cada disparo. La bala fría de plástico causa una de las mayores ineficiencias para el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional. La bala fría requiere que se desaloje una presión muy alta de la boquilla 108 para permitir que un material fundido fluya dentro de una cavidad de molde. Se requiere una alta presión de inyección para empujar el material fundido dentro de la cavidad del molde a través de las guías 142. Es común requerir una presión de inyección entre 20,000 y 30,000 psi con el fin de obtener una presión de 500 psi a 1,500 psi en la cavidad del molde. Debido a la alta presión de inyección, el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional requiere una pared gruesa del barril 110, lo que reduce la conducción de calor al material desde los calentadores 114 de banda que rodean el barril 110.

55

60

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

65

El calor de cizallamiento generado por el sistema de moldeo por inyección tradicional limita su capacidad para moldear ciertos materiales, tales como los plásticos con base biológica. Los plásticos con base biológica 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 cizallamiento en el proceso de moldeo por inyección de plásticos con base en

petróleo. Un sistema de moldeo por inyección recientemente desarrollado divulgado en la Patente de Estados Unidos No. 8,163,208, titulada "Injection Molding Method and Apparatus" de R. Fitzpatrick, utiliza conducción de calor estático para fundir plástico, en lugar de calor de cizallamiento. El sistema divulgado puede moldear plásticos con base biológica en partes pequeñas. Específicamente, el sistema divulgado incluye un émbolo que se coloca dentro de un tornillo tubular y corre a través del centro del tornillo tubular. En general, mover todo el tornillo hacia adelante durante el ciclo de inyección requeriría un cilindro de inyección grande. En el sistema divulgado, el tornillo completo 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 disparo o ciclo de inyección, e inyecta el material fundido en un molde mediante el émbolo. El tamaño de la parte está determinado por el área del émbolo multiplicado por la longitud de la carrera del émbolo, ya que eso define el volumen durante la inyección, pero ese tamaño de parte está limitado al volumen de desplazamiento pequeño del émbolo, típicamente aproximadamente de 3-5 gramos de plástico, que es un tamaño pequeño de disparo. Es deseable moldear partes con tamaños de disparo ilimitados.

Además, el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional requiere una operación de purga manual por parte de operadores experimentados en el arranque. Por ejemplo, un operador puede encender primero los calentadores 114 de barril y esperar hasta que el tornillo 102 incrustado en plástico o resina se afloje para permitir que se encienda el motor 150 de tornillo. Se requiere un proceso de purga para generar calor de cizallamiento inicial. El proceso de purga comienza cuando el operador rota el tornillo 102 para mover la resina hacia adelante, y el tornillo 102 es conducido hacia atrás a su posición de inyección. Entonces, el operador activa la fuerza de inyección para accionar el tornillo 102 hacia adelante, permitiendo que la resina salga de la boquilla 108 hacia el lecho de la máquina. El proceso de ciclado se repite para generar calor de cizallamiento inicial hasta que la resina sale de la boquilla 108, lo que sugiere 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 calificados 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 cizallamiento.

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 Estados Unidos No. 7,906,048, la Patente de Estados Unidos No. 7,172,333, la Patente de Estados Unidos No. 2,734,226, la Patente de Estados Unidos No. 4,154,536, la Patente de Estados Unidos No. 6,059,556, y la patente de los Estados Unidos No. 7,291,297. Estas propuestas, sin embargo, pueden mejorarse. El documento US 2005/161847 A1 divulga un método de moldeo por inyección y un aparato para plastificación continua. El documento US 5013231 A divulga sistemas de control para máquinas de moldeo por inyección. El documento JP S62 236714 A divulga material de inyección en aparatos de inyección electromotriz.

Breve resumen

La presente divulgación generalmente proporciona un método para moldear una parte. Un método para moldear una parte incluye bombear un material dentro de un molde, dejar de bombear el material dentro del molde y bombear material adicional dentro del molde a medida que el material en el molde comienza a enfriarse. La presente invención se define de acuerdo con la reivindicación 1.

Un método para moldear una parte incluye rotar un tornillo dentro de un barril para extrudir un material fundido a través de un orificio de boquilla en una cavidad de molde para llenar la cavidad del molde con el material fundido, detener la rotación del tornillo sobre la cavidad del molde que se está llenando con el material fundido, monitorizar un parámetro indicativo de una presión en la cavidad del molde, y rotar más el tornillo para extrudir material fundido adicional en la cavidad del molde cuando se detecta una caída de presión en la cavidad del molde. El método puede incluir cerrar el orificio de la boquilla después de detener la rotación del tornillo y abrir el orificio de la boquilla antes de rotar más el tornillo. Cerrar el orificio de la boquilla puede incluir insertar una punta del tornillo en el orificio de la boquilla para desplazar sustancialmente todo el material fundido del orificio de la boquilla. Cerrar el orificio de la boquilla puede incluir enganchar la punta del tornillo con una porción de la boquilla que rodea el orificio de la boquilla para desplazar el material fundido lejos de la boquilla. Cerrar el orificio de la boquilla puede incluir invertir la rotación del tornillo. La rotación inversa del tornillo puede mover el tornillo axialmente con respecto al barril para cerrar el orificio de la boquilla. Abrir el orificio de la boquilla puede incluir mover una punta del tornillo fuera del orificio de la boquilla. Abrir el orificio de la boquilla puede incluir rotar el tornillo en una dirección que provoque la extrusión del material fundido. La rotación del tornillo en la dirección que causa la extrusión del material fundido puede mover el tornillo axialmente con respecto al barril para abrir el orificio de la boquilla. Rotar el tornillo puede incluir rotar el tornillo un número predeterminado de revoluciones. Rotar el tornillo puede incluir rotar el tornillo hasta que el parámetro indicativo de la presión en la cavidad del molde indique que la cavidad del molde alcanzó una presión predeterminada. El método puede incluir mantener el orificio de la boquilla en una condición abierta después de detener la rotación del tornillo. Al rotar más el tornillo, el tornillo puede mantener una carga dinámica contra el material fundido en la cavidad del molde para mantener una presión constante en la cavidad del molde para una densidad de parte uniforme. Rotar el tornillo puede incluir rotar el tornillo una primera cantidad de revoluciones en una primera dirección, y rotar más el tornillo puede incluir rotar aún más el tornillo una segunda cantidad de revoluciones en la primera dirección. El segundo número de revoluciones puede ser menor que el primer número de revoluciones. El método puede incluir rotar el tornillo en una segunda dirección opuesta a la primera dirección para cerrar el orificio de la boquilla. El método puede incluir rotar el tornillo en

la primera dirección para abrir el orificio de la boquilla antes de rotar más el tornillo. El método puede incluir repetir la detención de la rotación y la rotación adicional del tornillo para mantener una presión constante en la cavidad del molde.

5 Un método para moldear una parte incluye rotar un tornillo dentro de un barril para extrudir un material fundido a través de un orificio de boquilla en una cavidad del molde, continuar rotando el tornillo para llenar la cavidad del molde con el material fundido, detener la rotación del tornillo una vez que la cavidad del molde se llena con el material fundido, y después de detener la rotación del tornillo, rotar más el tornillo para extrudir material fundido adicional en la cavidad del molde para mantener una presión constante en la cavidad del molde. El método puede incluir repetir la detención de la rotación y la rotación adicional del tornillo para mantener la presión constante en la cavidad del molde. El método puede incluir cerrar el orificio de la boquilla después de detener la rotación del tornillo y abrir el orificio de la boquilla antes de rotar más el tornillo. Cerrar el orificio de la boquilla puede incluir insertar una punta del tornillo en el orificio de la boquilla para desplazar sustancialmente todo el material fundido desde el orificio de la boquilla. Cerrar el orificio de la boquilla puede incluir invertir la rotación del tornillo para mover el tornillo axialmente con relación al barril para cerrar el orificio de la boquilla. El método puede incluir mantener el orificio de la boquilla en una condición abierta después de detener la rotación del tornillo. El método puede incluir mantener, al rotar más el tornillo, una carga dinámica contra el material fundido en la cavidad del molde para mantener la presión constante en la cavidad del molde.

20 Un método para moldear una parte incluye abrir un orificio de boquilla, rotar un tornillo dentro de un barril para extrudir un material fundido a través del orificio de la boquilla en una cavidad del molde, continuar rotando el tornillo para llenar la cavidad del molde con el material fundido, detener la rotación del tornillo sobre la cavidad del molde que se llena con el material fundido, mantener el orificio de la boquilla en una condición abierta después de detener la rotación del tornillo, y luego rotar el tornillo para extrudir material fundido adicional en la cavidad del molde para mantener una presión constante en la cavidad del molde. El método puede incluir mantener una carga dinámica contra el material fundido en la cavidad del molde para mantener la presión constante en la cavidad del molde.

30 Un método para moldear una parte incluye rotar un tornillo dentro de un barril para extrudir un material fundido a través de un orificio de boquilla en una cavidad del molde, continuar rotando el tornillo para llenar la cavidad del molde con el material fundido, detener la rotación del tornillo una vez que la cavidad del molde se llena con el material fundido, cerrar el orificio de la boquilla después de detener la rotación del tornillo, detectar una pérdida de presión en la cavidad del molde, abrir el orificio de la boquilla y luego rotar el tornillo para extrudir material fundido adicional en la cavidad del molde para compensar la pérdida de presión en la cavidad del molde. Cerrar el orificio de la boquilla puede incluir insertar una punta del tornillo en el orificio de la boquilla para desplazar el material desde el orificio de la boquilla. El cierre del orificio de la boquilla puede incluir la rotación inversa del tornillo para mover el tornillo axialmente con respecto al barril. La detección de una pérdida de presión en la cavidad del molde puede incluir la detección de un cambio en una presión de la cavidad del molde, una presión de la cavidad del barril, un torque del tornillo, una contrapresión del tornillo, una tensión del marco u otro parámetro indicativo de una presión en la cavidad del molde.

40 Las realizaciones y características adicionales se exponen en parte en la descripción que sigue, y serán evidentes para los expertos en la técnica al examinar la especificación o pueden ser aprendidas por la práctica del objeto divulgado. Se puede comprender mejor la naturaleza y las ventajas de la presente divulgación haciendo referencia a las porciones restantes de la especificación y los dibujos, que forman parte de esta divulgación.

45 La presente divulgación se proporciona para ayudar a la comprensión, y un experto en la técnica comprenderá que cada uno de los diversos aspectos y características de la divulgación puede usarse ventajosamente por separado en algunos casos, o en combinación con otros aspectos y características de la divulgación en otros casos.

Breve descripción de los dibujos

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

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

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

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

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

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

65

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

5 La FIG. 3C es una vista en sección del sistema de moldeo de la FIG. 3B que incluye una brecha de aire aislante entre el manguito y una estructura tubular interna del barril de acuerdo con la presente divulgación.

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

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

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

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

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

20 La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos para moldear una parte de acuerdo con la presente divulgación.

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

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

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

30 La FIG. 10 es una vista en perspectiva de una máquina de moldeo que incluye múltiples sistemas de moldeo de acuerdo con la presente divulgación.

35 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 trayectoria de flujo desde una tolva hasta los múltiples sistemas de moldeo de acuerdo 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 acuerdo con la presente divulgación.

40 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 acuerdo con la presente divulgación.

Descripción detallada

45 La presente divulgación puede entenderse por referencia a la siguiente descripción detallada, tomada en conjunto con los dibujos como se describe a continuación. Se observa que, para propósitos de claridad ilustrativa, ciertos elementos en varios dibujos pueden no estar dibujados a escala.

50 La presente divulgación generalmente proporciona una máquina de moldeo, que puede incluir un sistema de moldeo y un sistema de abrazadera. 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 disparo 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 del disparo es fijo y es el volumen de material el 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 disparo variable del sistema de moldeo ETF es diferente del tamaño de disparo fijo de los sistemas de moldeo por inyección tradicionales, en los que el tamaño de disparo está predeterminado por el diámetro del tornillo y la longitud de la carrera de inyección, que es la distancia axial recorrida por el tradicional tornillo 102 (véase la FIG. 1) durante un ciclo de inyección. El sistema 100 de moldeo por inyección tradicional (véase la FIG. 1) ejecuta un proceso secuencial fijo en el que los cambios de tamaño de disparo requieren cambios en la configuración del control. El sistema de moldeo ETF puede extrudir plástico durante un tiempo específico, hasta que se alcance una presión específica de la cavidad del molde, hasta que se logre una contrapresión específica del tornillo, hasta que se logre una carga de torque del tornillo específica, o para un número preseleccionado de rotaciones de tornillo para moldear partes con varias dimensiones para proporcionar cualquier tamaño de disparo deseado.

65 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 por cizallamiento sustancialmente reducida. La masa

fundida se puede calentar para obtener la viscosidad deseada. Al lograr la viscosidad deseada en un estado estático, se puede requerir menos presión para que la extrusión llene una cavidad del molde. Además, se puede requerir una fuerza de abrazadera más baja para cerrar y sostener el molde.

5 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 rotar 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 rota 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
10 alterar el patrón de flujo e interrumpir la histéresis del material de resina, lo que puede descomprimir el barril entre disparos de piezas moldeadas y puede permitir un control más preciso del sistema de moldeo. El tornillo puede promover la conducción de calor hasta 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, como un calentador colocado dentro del
15 tornillo, para ayudar a la conducción de calor hasta el material dentro del barril. El tornillo puede estar formado de un material termoconductor, tal como el latón, para conducir eficientemente el calor desde la fuente de calor interna hasta el material. El tornillo puede corresponder a lo largo de la dirección axial para abrir o cerrar una boquilla para permitir o evitar, respectivamente, el flujo de material de resina en una cavidad del molde.

20 El sistema de moldeo puede extrudir material sin las altas presiones, comúnmente de 179,9 MPa a 206,8 MPa (20,000 a 30,000 psi), que se encuentran en el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional. El sistema 100 de moldeo por inyección tradicional utiliza barriles de paredes gruesas y tornillos pesados diseñados para generar y contener la alta presión y para mover el material dentro del sistema 100 de alta presión. 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
25 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 menor 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
30 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 usan en los sistemas de moldeo por inyección tradicionales debido a la falta de resistencia, tal como aleaciones de latón, aleaciones de cobre y aleaciones de cobre y níquel.

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

40 Con referencia en general a las FIGS. 2A-2C, el sistema 200 de moldeo puede incluir un tornillo 202 de extrusión colocado dentro de una barrera 210 (véase la FIG. 2B). Una abertura 216 del bloque de la tolva puede estar asociada con la entrada 226 de barril para transferir material, típicamente en la forma de pellas, desde un bloque 206 de tolva hasta el 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
45 210 hasta un estado fundido, y el tornillo 202 de extrusión puede rotar dentro del barril 210 para bombear el material a lo largo del barril 210 y dentro del molde. Se puede usar un motor u otro sistema de accionamiento para rotar el tornillo 202 de extrusión. Se puede acoplar un cilindro al tornillo 202 de extrusión 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 el barril 210 para abrir o cerrar la boquilla 208.

50 El sistema 200 de moldeo puede estar asociado con un sistema de abrazadera, que puede incluir un cilindro o un motor eléctrico para alimentar el sistema de abrazadera. El sistema de abrazadera puede incluir una o más platinas estacionarias, una platina móvil y una o más barras de unión. Un cilindro de abrazadera puede aplicar presión a la platina móvil para mantener cerrado un molde durante la extrusión de material fundido desde la boquilla 208 del sistema 200 de moldeo al molde. El sistema 200 de moldeo puede utilizar principalmente la conducción de calor
55 estático, en lugar de la generación de calor de cizallamiento, para fundir el material dentro del barril 210. Al lograr una viscosidad deseada principalmente utilizando la conducción de calor estático, se puede requerir una presión más baja para extrudir el material en el molde y, por lo tanto, una fuerza de abrazadera inferior puede mantener el molde en una posición cerrada. Como tal, el sistema 200 de moldeo y el sistema de abrazadera, incluyendo el cilindro o el motor eléctrico para alimentar el sistema de abrazadera, pueden ser de menor tamaño y requerir menos potencia para funcionar que el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional, que generalmente requiere fuentes de energía grandes y costosas tanto para el sistema 118 de inyección como para el sistema 120 de abrazadera (véase la FIG. 1). La fuente de energía para el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional típicamente debe estar respaldada por una estructura de máquina masiva, lo que aumenta los costes de infraestructura de las instalaciones, incluyendo el suministro eléctrico, los cimientos o pisos de concreto grueso y los sistemas de HVAC de gran tamaño que son
65 costosos de adquirir, operar y mantener.

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

El sistema 200 de moldeo puede funcionar a una presión menor que el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional. La presión de operación más baja puede permitir que el barril 210 tenga una pared delgada, lo que puede proporcionar una mejor conducción del calor al material dentro del barril 210 (véanse las FIGS. 2A-2C) que la pared gruesa del tradicional barril 110 (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 el grosor de la pared del barril 110 de 1.91 cm a 5.1 cm (0.750 pulgadas a 2.00 pulgadas) en el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional (véase la FIG. 1). La conducción de calor estático, junto con una boquilla de cierre y una punta de tornillo que se describen a continuación, puede reducir la presión interna del barril en comparación con el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional.

Los materiales para formar el barril 210 pueden seleccionarse con base en la conducción de calor más que a 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 como latón, cobre, aluminio o aleaciones de los mismos. El barril 210 puede estar formado de acero.

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

El sistema 200 de moldeo puede calentar material dentro del barril 210 para preparar el material para extrusión en un molde. Por ejemplo, como se ilustra en las FIGS. 2A-2C, el sistema 200 de moldeo puede incluir varios calentadores externos, tal como los calentadores 214A-214C de banda, para calentar material dentro del barril 210. Los calentadores 214A-214C de banda pueden ubicarse fuera del barril 210 y pueden conducir calor a través del barril 210 hasta el material ubicado dentro del barril 210. Al calentar el barril 210, los calentadores 214A-214C de banda pueden transferir suficiente calor al material ubicado dentro del barril 210 para fundir el material para extrusión en un molde. El calor de los calentadores 214A-214C de banda 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 tramos dispuestos adyacentes a un diámetro interno del barril 210, y así el calor del barril 210 puede conducirse a través de los tramos del tornillo 202 para calentar el material dentro del barril 210. La altura de los tramos del tornillo puede definir la profundidad del espacio anular entre el tornillo 202 y la barrera 210. Como se ilustra en las FIGS. 2A y 2B, los calentadores 214A-214C de banda pueden encerrar el barril 210 cuando el sistema 200 de moldeo se ensambla para transferir calor al material dentro del barril 210. Los calentadores 214A-214C de banda pueden ser calentadores eléctricos.

En referencia a las FIGS. 2A y 2B, los calentadores 214A-214C de banda pueden estar espaciados a lo largo del barril 210. El calentador 214C de banda más cercano al bloque 206 de tolva puede colocarse a una distancia del collar 220 de barril, que puede incluir dos porciones 220A y 220B en el extremo frontal del bloque 206 de tolva. Con referencia a la FIG. 2B, el calentador 214C de banda puede colocarse a una distancia del bloque 206 de tolva de manera que una región 222 de transición de temperatura en el barril 210 pueda estar presente entre el bloque 206 de tolva y una región 224 calentada donde los calentadores 214A- C se encuentran. En la región 222 de transición de temperatura, 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 accionar el material fundido en la región 224 calentada hacia un molde para transportar continuamente el material para que fluya hacia el molde. La región 222 de transición de temperatura puede diseñarse de manera que el material en la región 222 de transición tenga suficiente volumen para actuar como un sello para accionar el material fundido en la región 224 calentada a un molde. Por ejemplo, la región 222 de transición de temperatura puede incluir una longitud que puede variar dependiendo de la aplicación del sistema 200 de moldeo y puede determinarse caso por caso. Al mantener una región 222 de transición de temperatura adecuada entre el material frío que ingresa al barril 210 desde el bloque 206 de tolva y el material fundido en la región 224 calentada, el material frío y el material de transición pueden trabajar con el tornillo 202 sin fin para proporcionar una fuerza de extrusión para bombear el material fundido en la región 224 calentada. Cuando el material fundido está demasiado cerca de la tolva 206, se puede perder la fuerza de extrusión. La presencia de una cantidad adecuada de material frío en la región o zona 222 de transición de temperatura puede garantizar 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 224 calentada hacia el molde.

Si el material frío no se desliza a lo largo del tornillo en la zona 222 de transición, entonces el material fundido puede adherirse al tornillo 202 en la región 224 calentada y puede rotar dentro del barril 210 con el tornillo 202.

El sistema 200 de moldeo puede incluir una fuente de calor interna para calentar el material ubicado dentro del barril 210. Con referencia a la FIG. 2B, uno o más calentadores 225 resistivos, tales como calentadores de cartucho, pueden recibirse dentro del tornillo 202. Los calentadores 225 resistivos pueden calentar internamente el tornillo 202, y el tornillo 202 puede transferir el calor al material de moldeo ubicado entre el tornillo 202 y el barril 210. El sistema 200 de moldeo puede incluir múltiples calentadores 225 resistivos dispuestos axialmente a lo largo de una longitud del tornillo 202, y los calentadores 225 resistivos pueden controlarse independientemente para proporcionar temperaturas variables a lo largo de la longitud del tornillo. El sistema 200 de moldeo puede incluir un anillo deslizante para suministrar potencia eléctrica a los calentadores 225 resistivos. El anillo deslizante puede incluir un extremo fijo para la conexión de potencia y un extremo rotativo que rota con el tornillo 202 para proporcionar conectividad eléctrica a los calentadores 225 resistivos mientras el tornillo 202 está rotando. Se puede agregar un termopar para proporcionar retroalimentación para controlar los calentadores 225 resistivos, 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 200 de moldeo 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, 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 300 de moldeo puede incluir un tornillo 302 magnético y/o un barril 310. El tornillo 302 y/o el barril 310 pueden calentarse por inducción electromagnética causada por un campo magnético alterno generado por un calentador de inducción. El calentador de inducción puede incluir un electroimán, tal como la bobina 340 de calentamiento inductivo, 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 este modo la materia prima ubicada entre el tornillo 302 y el barril 310. Como se ilustra en las FIGS. 3A-3C, la bobina 340 de calentamiento inductivo 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 acero al carbono, para interactuar con el campo magnético, calentando así el tornillo 302 y/o el barril 310. El tornillo 302 y/o el barril 310 pueden estar formados al menos parcialmente de un material ferromagnético, lo que puede dar como resultado que al menos una porción 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 instantáneamente 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 construirse a partir de un material magnético para promover el calentamiento inductivo y puede funcionar en concierto 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 (como la bobina 340 de calentamiento inductivo) para crear calentamiento por inducción.

El tornillo 302 puede estar formado de un material magnético para la interacción con el campo magnético del electroimán, tal como la bobina 340 de calentamiento inductivo, y el barril 310 puede estar formado de cerámica, fibra de carbono, fibra de vidrio u otro material térmicamente aislante. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 3A, el electroimán, tal como la bobina 340 de calentamiento inductivo, puede calentar inductivamente el tornillo 302, 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.

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

Con referencia continua 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 por un material magnético y/o incluye un material magnético, tal como uno o más insertos magnéticos, dentro del tornillo 302. Como se ilustra en las FIGS. 3A-3C, uno o más insertos 325 magnéticos pueden recibirse dentro del tornillo 302. El uno o más insertos 325 pueden interactuar con el campo magnético de la bobina 340 de calentamiento inductivo 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.

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

El tornillo 302 puede formarse a partir de un material magnético y, por lo tanto, 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 de la longitud 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. Al usar insertos 325A, 325B, 325C de diferentes tamaños, un solo electroimán (como la bobina 340 de calentamiento inductivo) puede colocarse 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.

En referencia a las FIGS. 2A-3C, el sistema 200, 300 de moldeo puede incluir una boquilla 208, 308 de cierre al final del barril 210, 310. El sistema 200, 300 de moldeo puede incluir una punta 212, 312 de tornillo adaptada a la boquilla 208, 308 para sellar la boquilla 208, 308 entre disparos. La punta 212, 312 de tornillo puede desplazar sustancialmente todo el material fundido de la boquilla 208, 308 de tal manera que no se pueda formar una bala fría dentro de la boquilla 208, 308. Por ejemplo, como se ilustra en las FIGS. 2B y 3A-3C, la punta 212, 312 de tornillo 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 afuera desde el orificio. La porción en ángulo de la punta 212, 312 de tornillo puede incluir una superficie cónica o troncocónica delantera para enganchar con una superficie interior correspondiente de la boquilla 208, 308. La porción en ángulo puede extenderse hacia afuera 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 212, 312 de tornillo puede desplazar sustancialmente todo el material de la boquilla 208, 308. La boquilla 208, 308 puede extenderse hasta y enganchar el molde, y por lo tanto puede perder calor a través del enganche con el molde. Al desplazar sustancialmente todo el material de la boquilla 208, 308, que puede ser enfriado por el molde, la punta 212, 312 de tornillo puede restringir la formación de una bala fría en la boquilla 208, 308. La porción en ángulo de la punta 212, 312 de tornillo puede desplazar el material fundido a una distancia suficiente del orificio de la boquilla para garantizar que el material de moldeo cerca del frente 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 212, 312 de tornillo esté asentada en la boquilla 208, 308 para desplazar todo el material fundido desde el área de la boquilla. La boquilla 208, 308 de cierre puede permitir una extrusión a baja presión porque no se forma una bala fría y, por lo tanto, a diferencia del sistema 100 de moldeo por inyección tradicional (véase la FIG. 1), no se requiere que una bala fría se desaloje de la boquilla antes de inyectar material en el molde. La punta 212, 312 del tornillo se puede colocar 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 202, 302 de extrusión puede incluir una porción hueca tal que se puede colocar un calentador resistivo u otro dispositivo de calentamiento y termopar dentro del tornillo 202, 302 de extrusión. Los detalles del diseño de la punta del tornillo se divulgan en una Solicitud de Patente Internacional relacionada WO2016/090319 A1.

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

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

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 232 de tramo del tornillo, pueden afectar el tamaño del disparo o el tamaño de la parte o la precisión. Por ejemplo, una gran parte puede moldearse extruyendo con un tornillo que incluye, por ejemplo, una longitud de tornillo larga, un diámetro de raíz grande o una altura 232 de tramo de tornillo alta. Cuando el diámetro del tornillo de extrusión se vuelve pequeño, el volumen del plástico extrudido eficientemente puede reducirse, pero el control del volumen extrudido puede ser más preciso, lo que ayuda a controlar el tamaño del disparo para que sea consistente en cada ciclo de moldeo.

El tornillo 202, 302 de extrusión puede estar hecho de latón o de una aleación de latón, que tiene mayores capacidades de conducción de calor que el acero usado comúnmente en el sistema tradicional de moldeo por inyección. Un tornillo de latón puede conducir calor al material mejor que un tornillo de acero, y el material, como el 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, tal como resinas recicladas mezcladas/contaminadas o resinas con base en almidón. La eficiencia de bombeo es una medida de un volumen de material bombeado en un molde por unidad de tiempo.

Con referencia continua a la FIG. 2C, el barril 210 puede incluir una sección 210B de transición entre una sección 210A principal y una sección 210C de entrada. La sección 210B de transición puede tener un diámetro exterior más pequeño configurado para ajustarse al collar 220 de barril que incluye dos porciones 220A-220B. La sección 210C de entrada puede incluir la entrada 226 acoplada a la abertura 216 del bloque 206 de tolva. Con referencia a la FIG. 2A, 2B y 2C, cuando se ensambla el sistema 200 de moldeo, los calentadores 214A-214C pueden rodear la sección 210A principal del barril 210, y el collar 220 puede asentarse en la sección 210B de transición del barril 210. Las porciones 220A-220B del collar 220 pueden colocarse en la sección 210B de transición del barril 210 y pueden unirse entre sí, por ejemplo, con sujetadores roscados en los orificios 228A-228B formados en las porciones 220A-220B de collar. Cuando se aseguran juntas, las porciones 220A-220B de collar pueden resistir la rotación del collar 220 con relación al barril 210, y la sección 210B de transición rebajada del barril 210 puede inhibir el movimiento axial del collar 220 a lo largo de la longitud del barril 210. El collar 220 se puede unir al bloque 206 de tolva para fijar axialmente y rotativamente el bloque 206 de tolva al barril 210. El collar 220 de barril se puede unir al bloque 206 de tolva, por ejemplo, utilizando sujetadores insertados a través de los orificios 227A -227B formados en las porciones 220A-220B de collar y roscados en orificios 219 formados en el bloque 206 de tolva como se muestra en la FIG. 2C. El bloque 206 de tolva puede incluir una porción 217 hueca configurada para deslizarse sobre la sección 210C de barril. El bloque 206 de tolva puede montarse en la sección 210C de entrada del barril 210 de manera que la abertura 216 del bloque 206 de tolva esté alineada con la entrada 226 de la sección 210C de entrada del barril 210 para proporcionar una trayectoria para que el material ingrese al barril 210 desde el bloque 206 de tolva. El tornillo 202 puede colocarse dentro del barril 210 y los tramos de tornillo pueden extenderse desde la sección 210C de entrada del barril 210 a la sección 210A principal 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 200, 300 de moldeo. La máquina 100 de moldeo por inyección tradicional requiere un proceso de purga en el arranque para generar calor de cizallamiento suficiente para lograr la viscosidad plástica antes del moldeo. Se divulgan más detalles en relación con la Solicitud de Patente Internacional WO2016/090294 A1.

La materia prima, tal como el plástico, se puede proporcionar en forma de pellas. Las pellas pueden tener aproximadamente 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 acomodar las pellas, los sistemas tradicionales de moldeo por inyección tienen una tolva con una garganta de cierto tamaño para aceptar las pellas, y el tornillo de extrusión puede dimensionarse tanto en diámetro como en paso de tornillo para recibir las pellas desde la garganta de la tolva y tirar eficientemente las pellas en el barril de extrusión. La necesidad de aceptar pellas puede determinar un tamaño mínimo del tornillo y el barril para el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional, que puede determinar el tamaño constante del tornillo y del barril en todo el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional.

El sistema 200, 300 de moldeo 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, dando como resultado una parte con masa reducida y/o densidad inconsistente o no uniforme. El sistema 200, 300 de moldeo puede monitorizar 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 abrazadera. Por ejemplo, el sistema 200, 300 de moldeo puede recibir retroalimentación en tiempo real de uno o más sensores (tal

como un sensor de presión de la cavidad del molde, un sensor de contrapresión de tornillo, un medidor de tensión del marco u otro sensor) y puede determinar una presión en tiempo real en la cavidad del molde con base en la salida de uno o más sensores. Si el sistema 200, 300 de moldeo detecta una caída de presión en la cavidad del molde, el sistema 200, 300 de moldeo puede bombear material fundido adicional en la cavidad del molde para mantener la presión deseada en la cavidad del molde, compensando así la contracción y/o reducción de masa de la parte moldeada para asegurar una densidad de parte más consistente y/o uniforme en toda la parte moldeada.

El sistema 200, 300 de moldeo puede mantener la boquilla 208, 308 en una configuración abierta durante el proceso de reempaque, o el sistema 200, 300 de moldeo puede abrir y cerrar selectivamente la boquilla 208, 308 durante el proceso de reempaque para permitir o restringir, respectivamente, el flujo de material fundido en la cavidad del molde. Por ejemplo, el sistema 200, 300 de moldeo 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 212, 312 de tornillo. 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 rotarse 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 parte, y puede basarse en una densidad de material deseada de la parte moldeada.

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

Se puede diseñar un tornillo de extrusión escalonada 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 acuerdo con la presente divulgación. La FIG. 4B es una vista en sección del sistema 400 de moldeo ilustrado en la FIG. 4A. La FIG. 5 es una vista en perspectiva de los componentes del sistema 400 de moldeo ilustrado en la FIG. 4A antes del montaje.

En referencia a las Figs. 4A-5, el sistema 400 de moldeo puede incluir un tornillo 402 de extrusión escalonada. El extremo de entrada del tornillo 402 de extrusión escalonada puede ser de un tamaño suficiente para recibir las pellas 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, lo que resulta en una reducción correspondiente en el diámetro interno y externo del barril 410. El tornillo 402 de extrusión escalonada 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 ubicación de compuertas en el interior de ciertas partes moldeadas para que la superficie exterior de las partes pueda ser completamente decorativa, con las compuertas ocultas a la vista en la superficie interior de las partes. En otras palabras, bajando 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 proporcionan una reducción en el tamaño del extremo de salida del sistema 400 de moldeo que permite el uso del sistema 400 de moldeo en áreas prohibitivamente pequeñas.

Con referencia continua a las FIGS. 4A-5, el tornillo 402 de extrusión escalonada y el barril 410 pueden hacer que el material fundido se acelere fuera de la salida o extremo caliente del sistema 400 de moldeo, porque el material es forzado a un área de sección transversal más pequeña que acelera la rata de flujo del material. La rata de flujo acelerada 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 parte.

Con referencia continua a las FIGS. 4A-5, el tornillo 402 de extrusión escalonada se puede colocar 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 410C de extremo con una abertura 426 para recibir materia prima desde un bloque 406 de tolva. El barril 410 puede incluir un collar 410D de barril que funciona como un tope cuando el bloque 406 de tolva se ensambla con el barril 410.

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

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

La eficiencia de bombeo puede variar con la forma o geometría del tornillo. Por ejemplo, un tornillo 600A puede incluir un tramo o rosca con paredes laterales sustancialmente verticales, y el tornillo 600A puede denominarse tornillo afilado. Las paredes laterales del tramo del tornillo 600A pueden extenderse lejos de la raíz del tornillo 600A en un ángulo 602 relativamente pequeño como se muestra en la FIG. 6A. El ángulo 602 relativamente pequeño puede facilitar la alimentación del material en el barril desde la tolva, tal como las muestras de tipo escama. Con referencia a la FIG. 6B, un tornillo 600B puede incluir un tramo o rosca con paredes laterales menos verticales que el tramo del tornillo 600A en la FIG. 6A, y el tornillo 600B puede referirse como un tornillo menos afilado. Las paredes laterales del tramo del tornillo 600B pueden extenderse lejos de la raíz del tornillo 600B en un ángulo 604 relativamente grande que es mayor que el ángulo 602 del tornillo 600A. El ángulo 604 relativamente grande del tornillo 600B puede proporcionar una buena mezcla del material, incluyendo el material frío y caliente. Un tornillo puede incluir una primera porción de la geometría menos afilada como se muestra en la FIG. 6B cerca de la boquilla y una segunda porción de la geometría afilada como se muestra en la FIG. 6A cerca de la tolva (no se muestra). Los tramos de tornillo colocados cerca de la tolva pueden ser más verticales (por ejemplo, más perpendiculares en relación con el diámetro de la raíz) que los tramos de tornillo colocados cerca de la boquilla. Por ejemplo, el tornillo de extrusión puede tener una geometría de tramo más vertical cerca de la tolva para recibir material en pellas de la tolva y tirar de manera eficiente las pellas en el barril de extrusión, una geometría de tramo en ángulo menos profunda en la región de transición de temperatura para mezclar material frío y caliente, y otro cambio de geometría de tramo 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 diseñarse 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, el paso de los tramos de tornillo puede cambiar gradualmente (por ejemplo, aumentar) a lo largo de la longitud del tornillo desde la tolva hasta la boquilla. Adicionalmente, o alternativamente, 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 en pellas de la tolva y tirar eficientemente las pellas en el 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 tramos de tornillo adyacentes, y la segunda sección 508B del tornillo 502 puede incluir un segundo paso entre tramos de tornillo adyacentes que es diferente del primer paso. El segundo paso de la segunda sección 508B puede ser más grande que el primer paso de la primera sección 508A, porque la segunda sección 508B puede bombear material en pellas 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 los pasos para moldear una parte de acuerdo con realizaciones de la presente invención. 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 sujetar aplicando presión en la operación 706.

El método 700 puede incluir retirar 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 barril o al movimiento axial inicial del barril 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 200, 300 de moldeo puede rotar el tornillo 202, 302 de extrusión para aplicar una carga dinámica sobre el material en el molde para mantener una densidad de parte deseada. El tornillo 202, 302 puede

5 moverse axialmente con respecto al barril 210, 310 para abrir y cerrar selectivamente la boquilla 208, 308 para permitir o evitar, respectivamente, que el material fluya hacia la cavidad del molde. A medida que el material en el molde comienza a enfriarse, el sistema 200, 300 de moldeo puede abrir la boquilla 208, 308 y rotar el tornillo 202, 302 para volver a empaquetar el molde, compensando así la contracción de la parte a medida que el material en el molde se enfía. La capacidad de empaquetar nuevamente de manera dinámica el molde se puede lograr, por ejemplo, debido a la geometría coincidente de la punta 212, 312 del tornillo y la boquilla 208, 308, lo que impide la creación de una bala fría y la capacidad de extrusión bajo demanda del sistema 200, 300 de moldeo. Al mantener una presión deseada sobre el material en el molde, el sistema 200, 300 de moldeo puede asegurar una densidad de parte consistente y puede eliminar defectos comunes experimentados con el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional, tal como la 10 contracción de la parte y las marcas de hundimiento superficiales.

15 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 torque de motor bajo en un inicio de extrusión. El ciclo de descompresión puede aliviar la tensión en cualquier componente del marco de la máquina. La acción no newtoniana del material puede hacer que el material absorba la fuerza directa y empuje hacia afuera 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 presión de inyección baja, que puede ser de aproximadamente 3.45 MPa (500 psi) a aproximadamente 10.34 MPa (1,500 psi). 20

25 El método 700 también puede incluir el desbloqueo del molde mediante la liberación de la presión en la operación 718. Luego, una parte moldeada puede retirarse del molde. Para cada ciclo de moldeo, el tornillo de extrusión puede rotar para moverse hacia atrás en relación con el barril o el barril puede moverse hacia adelante en relación con el tornillo para abrir la boquilla y mover el plástico hacia adelante para llenar el molde. Luego, el tornillo puede revertir la rotación para avanzar con respecto al barril o el barril puede moverse hacia atrás con relación al tornillo para cerrar la boquilla.

30 La operación de moldeo descrita anteriormente es diferente de la operación del sistema 100 de moldeo por inyección tradicional (véase la FIG. 1). El presente sistema de moldeo no incluye una etapa de extrusión de recuperación y un ciclo de inyección como el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional. Con referencia a la FIG. 1 nuevamente, el proceso de moldeo tradicional comienza con la rotación del tornillo 102 de extrusión para batir el plástico para generar calor de cizallamiento mientras se transfiere el plástico al extremo frontal del tornillo 102. Durante el paso de extrusión de recuperación, el plástico se mueve hacia adelante y el tornillo 102 de extrusión se le permite que se mueva hacia atrás sobre una distancia preseleccionada, lo que afecta el tamaño del disparo además del diámetro del 35 tornillo. Un ciclo de inyección comienza después del paso de extrusión de recuperación. Se aplica una gran fuerza a la parte posterior del tornillo 102 de extrusión mediante un cilindro 138 de inyección para hacer avanzar el tornillo 102 de extrusión, que desaloja la bala fría y evacua el plástico en la zona 112 de inyección.

40 Operación de moldeo a baja presión

45 El sistema 200, 300, 400 de moldeo puede funcionar con fuerzas de inyección mucho más bajas que el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional. Por ejemplo, el sistema 200, 300, 400 de moldeo puede generar la misma presión que la presión en la cavidad del molde o una presión de inyección ligeramente mayor, tal como una presión de inyección de 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), por ejemplo. En contraste, se puede requerir una presión de inyección de 137.9 MPa a 206.8 MPa (20,000 psi a 30,000 psi) para que el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional 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 con 110 voltios o 208 voltios de suministro eléctrico monofásico. Por el contrario, el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional requiere de 6 a 12 kilovatios hora de suministro eléctrico trifásico de 220 voltios o 440 voltios. 50

55 La baja presión de inyección puede reducir la presión de abrazadera requerida para el molde. Por ejemplo, la presión de abrazadera puede ser aproximadamente un 10% más alta que la presión requerida en la cavidad del molde. Como resultado de la baja presión de abrazadera, los moldes pueden estar formados por un material de menor coste, tal como el aluminio, en lugar de acero para los moldes tradicionales. La baja presión de inyección y abrazadera 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 100 de moldeo por inyección tradicional. Además, la extrusión bajo una presión más baja puede dar como resultado partes moldeadas de manera más uniforme con una densidad consistente, lo que puede reducir la deformación de las partes y mejorar la calidad del producto. El sistema de moldeo 60 puede incluir un sistema de abrazadera de baja presión para el molde, que puede reducir el daño al equipamiento debido a la alta presión de abrazadera del sistema de moldeo por inyección tradicional.

65 La máquina de moldeo puede incluir un sistema de abrazadera que incluye una mesa de acceso frontal o lanzadera (en adelante, "mesa de lanzadera" por conveniencia sin intención de limitar). La mesa de lanzadera puede usarse asociada con una estructura de abrazadera vertical, y puede facilitar el acceso del operador a la mitad inferior de un molde. La mesa de lanzadera puede facilitar el acceso del operador al molde fuera de un área de abrazadera, lo que

puede proporcionar ventajas cuando se inserta el moldeo y sobremoldeo. La mesa de lanzadera puede moverse a lo largo de una dirección axial de la máquina de moldeo, en contraste con un movimiento lateral de las mesas de lanzadera de los sistemas de moldeo por inyección tradicionales. La mesa de transporte puede proporcionar al operador una cantidad de tiempo indefinida para inspeccionar una parte moldeada, recargar un molde con múltiples insertos, retirar una parte u otras funciones.

La mesa de lanzadera puede proporcionar una o más ventajas sobre la mesa de lanzadera de lado a lado comúnmente utilizada en los sistemas de moldeo por inyección tradicionales. La mesa de lanzadera de lado a lado utilizada en los sistemas de moldeo por inyección tradicionales 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 abrazadera se abre y la mesa de lanzadera de lado a lado, se mueve en una dirección lateral para retirar la primera mitad del molde inferior del área de la prensa y tirar de una segunda mitad del molde inferior en el área de la abrazadera sobre un lecho de lanzadera común desde la dirección lateral opuesta. Este movimiento de lado a lado de la mesa de lanzadera 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 parte terminada y volver a cargar la primera o segunda mitad del molde inferior respectiva 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.

La mesa de lanzadera 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 800 de moldeo puede incluir un sistema 801 de moldeo (tal como el sistema 200, 300, 400 de moldeo ilustrado en las FIGS. 2A-4B) y un sistema 802 de abrazadera vertical. El sistema 802 de abrazadera puede incluir una mesa 803 de lanzadera que se puede extraer de un área 804 de abrazadera del sistema 802 de abrazadera vertical y se puede volver a insertar en el área 804 de abrazadera dictada por, por ejemplo, las necesidades y el ritmo de la parte que se está moldeando (como inserto o sobremoldeado) y no dictado por los requisitos de procesamiento de material (fusión) de la máquina 800 de moldeo. Una estación de trabajo del operador y las actividades del operador pueden ocupar menos espacio y realizarse de una manera más segura porque, por ejemplo, el operador puede permanecer en una estación e interactuar con el molde mientras la máquina permanece en un estado inactivo. La mesa 803 de lanzadera puede soportar una sola mitad del molde inferior y, por lo tanto, puede acomodar gastos de capital reducidos en costes de equipamiento y equipos automatizados de selección y colocación.

Con referencia todavía a las FIGS. 8A y 8B, la mesa 803 de lanzadera puede ser accesible en un extremo axial del sistema 800 de moldeo y puede deslizarse a lo largo de una dirección axial de la máquina 800 de moldeo. La mesa 803 de lanzadera puede deslizarse entre una posición retraída donde la mesa 803 de lanzadera está sustancialmente posicionada en el área 804 de abrazadera (véase la FIG. 8A), y una posición extendida donde la mesa 803 de lanzadera está sustancialmente retirada del área 804 de abrazadera (véase la FIG. 8B). Cuando está en la posición retraída, la mesa 803 de lanzadera puede colocar una mitad 808 del molde inferior en el área 804 de abrazadera para aparearse con una mitad 810 del molde superior 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). Como se ilustra en la FIG. 8A, cuando está en la posición retraída, la mesa 803 de lanzadera puede colocar la mitad 808 del molde inferior en enganche con la boquilla 822 del sistema 801 de moldeo. Cuando está en la posición extendida, la mesa 803 de lanzadera puede quitar la mitad 808 del molde inferior del área 804 de abrazadera para proporcionar a un operador acceso a la mitad 808 del molde inferior. Como se ilustra en la FIG. 8B, cuando está en la posición extendida, la mesa 803 de lanzadera puede separar la mitad 808 del molde inferior de la boquilla 822 del sistema 801 de moldeo. Como se ilustra en las FIGS. 8A y 8B, la boquilla 822 puede estar acoplada al barril 824 (tal como barril 210, 310, 410 en las FIGS. 2A-4B) del sistema 801 de moldeo.

Con referencia continua a las FIGS. 8A y 8B, la mesa 803 de lanzadera puede moverse a lo largo de un eje 815 longitudinal del sistema 801 de moldeo, tal como el barril 824. La mesa 803 de lanzadera puede estar acoplada deslizablemente a una platina 812 sustancialmente horizontal de la máquina 800 de moldeo para movimiento a lo largo del eje 815 longitudinal. La mesa 803 de lanzadera puede montarse de forma deslizable sobre una base 814 de lanzadera, que puede estar fijamente fijada a la platina 812. La base 814 de lanzadera puede restringir el movimiento lateral de la mesa 803 de lanzadera en relación con la platina 812, y puede funcionar como una pista para guiar la mesa 803 de lanzadera a lo largo del eje 815 longitudinal. El movimiento de la mesa 803 de lanzadera puede ser controlado por un operador de la máquina 800 de moldeo. Por ejemplo, la máquina 800 de moldeo puede incluir una interfaz de control (tal como un botón) que controla el movimiento de la mesa 803 de lanzadera. La interfaz de control puede permitir al operador deslizar la mesa 803 de lanzadera en el área 804 de abrazadera para moldear una parte o fuera del área 804 de abrazadera para acceder a la mitad 808 del molde inferior y/o parte recibida allí.

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

Con referencia adicional a las FIGS. 8A y 8B, para moldear una parte, la platina 820 móvil puede moverse a lo largo de las barras 818 de unión verticales hasta que la mitad 810 del molde superior se enganche con la mitad 808 del molde inferior. Se puede aplicar una presión de abrazadera suficiente a las mitades 808, 810 del molde para sellar la interfaz entre las mitades 808, 810 del molde. Una vez que las mitades 808, 810 del molde están suficientemente enganchadas entre sí, el sistema 801 de moldeo puede extrudir material fundido en una cavidad del molde definida por las mitades 808, 810 del molde hasta que la cavidad del molde esté llena. La máquina 800 de moldeo puede monitorizar un parámetro indicativo de una presión en la cavidad del molde (tal como un transductor de presión colocado dentro de la cavidad del molde, un transductor de presión ubicado dentro del barril del sistema 801 de moldeo, un sensor de torque que mide un tornillo de torque del sistema 801 de moldeo, un medidor de tensión que mide una tensión de un marco de la máquina 800 de moldeo 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 parte deseada. La presión deseada puede determinarse con base en diversas características de moldeo (tal como una densidad de parte recomendada por el diseñador de la parte), 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 212, 312 de tornillo en las FIGS. 2A-3C) y la platina 820 superior puede moverse en una dirección vertical a lo largo de las barras 818 de unión para separar las mitades 808, 810 del molde superior e inferior. Durante o después de la separación de las mitades 808, 810 del molde, la mesa 803 de lanzadera puede deslizarse a lo largo de la dirección 815 axial del sistema 801 de moldeo para mover la mitad 808 del molde inferior lejos del área 804 de abrazadera para proporcionar acceso a un operador para inspeccionar una parte moldeada que queda en la cavidad del molde de la mitad 808 del molde inferior. La mesa 803 de lanzadera puede deslizarse a lo largo de un eje 815 sustancialmente horizontal desde una posición de moldeo adyacente a un extremo del barril 824 (por ejemplo, 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 permiten una gama más amplia de posibilidades para la producción de moldeo por inyección de partes de plástico discretas e insertar partes moldeadas donde se colocan componentes o conjuntos discretos en el molde de inyección para tener plástico añadido a ellos en el proceso de moldeo.

Una sola máquina de moldeo puede incluir múltiples sistemas de moldeo de ETF (tales como el sistema 200, 300, 400 de moldeo en las FIGS. 2A-4B), que puede 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 se puede montar, colgar, suspender, etc. para acomodar los requisitos específicos de compuerta de una parte o molde. Los sistemas de moldeo pueden tener un tamaño y un diseño de tornillo similares o diferentes para adaptarse a las demandas de moldes o materiales para su salida respectiva. Los sistemas de moldeo pueden conectarse a una fuente de material común, subgrupos de fuente de material o fuentes de material independientes para acomodar las demandas de molde para su salida respectiva. Los sistemas de moldeo pueden controlarse como un grupo común, subgrupos o independientemente para realizar sus funciones respectivas y acomodar las demandas de moldes para su salida respectiva. Los sistemas de moldeo pueden coordinarse como un grupo, subgrupos o independientemente 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 acomodar 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 acomodar las demandas de molde para sus respectivas salidas.

La FIG. 9 es un diagrama simplificado que ilustra una máquina 900 de moldeo que incluye múltiples sistemas 902 de moldeo de acuerdo con la presente divulgación. El sistema 900 de moldeo puede incluir cuatro sistemas 902 de moldeo separados (en adelante "extrusores" por conveniencia sin intención de limitar), cada uno de los cuales puede incluir subconjuntos 904 (cada uno de los cuales puede incluir un controlador para el extrusor 902 respectivo) y las correspondientes entradas 906 conectadas a una o más tolvas para recibir materiales de las tolvas. Los extrusores 902 pueden alimentarse por gravedad, vacío, sifón u otro medio a los tubos de alimentación individuales o entradas 906. Las entradas 906 pueden conectarse a una única tolva común. Por ejemplo, una sola tolva puede aceptar material, tal como pellas de plástico, y puede usar una serie de tubos de alimentación o entradas para transportar las pellas de plástico a los extrusores 902 individuales para permitir su función independiente dentro de la máquina 900. Las entradas 906 pueden estar conectadas a una serie de tolvas independientes, y pueden moldearse materiales de naturaleza común, pero de diferentes colores, o materiales de diferente naturaleza, en un ciclo de máquina común. Las partes de diferente tamaño y tipo de material pueden acomodarse en un ciclo común debido a que los extrusores 902 funcionan y se controlan independientemente uno de otro. Cada extrusor 902 puede funcionar de manera independiente pero coordinada para asegurar un moldeo eficiente como un sistema coordinado.

En referencia a la FIG. 9, una única máquina 900 de moldeo puede incluir múltiples extrusores 902 para llenar un molde con una pluralidad de cavidades (véase, por ejemplo, la FIG. 12) o una única cavidad (véase, por ejemplo, la FIG. 13). Los extrusores 902 pueden extrudir los mismos o diferentes materiales. Los extrusores 902 individuales se

pueden acoplar a un solo molde que tiene múltiples compuertas (véase, por ejemplo, la FIG. 13) para llenar una parte del molde. La combinación puede ser deseable porque, por ejemplo, el material de resina en los extrusores 902 se puede preparar para moldear con los extrusores 902 en un estado estático. Cada extrusor 902 puede controlarse independientemente. Cada extrusor 902 puede proporcionar retroalimentación individual a su controlador respectivo.

5 Cada extrusor 902 puede incluir detección de presión desde un sensor de presión directo, una carga de torque sobre un motor acoplado al sistema de inyección respectivo, una cantidad de electricidad consumida por el motor respectivo, un medidor de tensión sobre un marco del sistema de moldeo u otros parámetros de detección de presión. Cada extrusor 902 puede estar dispuesto como un sistema de circuito cerrado y puede controlarse individualmente. Un microprocesador central o principal puede procesar los datos recibidos de los extrusores 902 y controlar cada extrusor

10 902 para detener individualmente o colectivamente el flujo de material una vez que se alcanza una presión objetivo. Un microprocesador central o principal puede procesar datos recibidos de los extrusores 902 individuales para secuencialmente, simultáneamente, o de otro modo activar los extrusores 902 individuales para proporcionar una función progresiva. El sistema 900 de moldeo por extrusión puede ser un sistema de circuito cerrado que presenta un proceso definido por el sensor y con base en el resultado que permite el uso de cualquier combinación de extrusores

15 902. Los sistemas combinados pueden permitir moldear partes grandes con una densidad de parte consistente, lo que puede conducir a dimensiones precisas y consistentes para partes moldeadas, y puede reducir la deformación de las partes de plástico. El sistema 900 de moldeo puede ser más eficiente que el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional, que suministra plástico desde una sola boquilla, a través de múltiples ramas de guía, donde cada rama provoca una pérdida de presión que requiere una fuerza de inyección inicial mucho mayor. La alta fuerza de inyección del sistema 100 de moldeo por inyección tradicional requiere más potencia y una máquina más masiva con mayores costes operativos al tiempo que proporciona una temperatura y viscosidad del plástico no uniforme.

Con referencia a la FIG. 9, una sola máquina 900 de moldeo puede producir partes moldeadas individuales, de geometría, tipo de material o color similar o diferente, a partir de dos o más cavidades de molde utilizando dos o más

25 extrusores 902 de funcionamiento independiente alineadas individualmente a cada cavidad independiente dentro del molde. Cada extrusor 902 puede controlarse independientemente. Cuando se usa para partes de geometría común y tipo de material, cada extrusor 902 puede proporcionar retroalimentación individual a su controlador respectivo para garantizar la uniformidad en cada cavidad del molde y proporcionar una densidad de parte precisa y calidad del producto. Cuando se usa para partes de geometría o tipo de material diferente, cada extrusor 902 puede proporcionar retroalimentación individual a su controlador respectivo para asegurar el cumplimiento de diferentes requisitos para cada cavidad de molde independiente. Cada extrusor 902 puede tener detección de presión desde un sensor de presión directo, una carga de torque sobre un motor acoplado al sistema de inyección respectivo, una cantidad de electricidad consumida por el motor respectivo u otros parámetros de detección de presión. Cada extrusor 902 puede estar dispuesto como un sistema de circuito cerrado para cada cavidad de molde respectiva, recopilando datos de la

30 cavidad de molde individual y en relación con la cavidad de molde individual, y puede controlarse individualmente. Un microprocesador central o principal puede procesar datos recibidos de los sistemas 902 de inyección, y puede detener individualmente el flujo de material y colectivamente abrir y cerrar el molde con base en los datos recibidos de los sistemas 902 de inyección individuales.

40 La máquina 900 de moldeo puede ser un conjunto altamente eficiente, compacto y autónomo que cabe en una zona de recepción pequeña permitiendo que los extrusores 902 individuales se usen muy cerca unas de otros. La máquina 900 de moldeo puede ser un sistema de circuito cerrado que presenta un proceso definido por el sensor y con base en la salida que permite el uso de cualquier combinación de extrusores 902. Los extrusores 902 combinados pueden permitir moldear partes individuales con una densidad consistente de partes y un peso uniforme, lo que puede conducir a dimensiones precisas y consistentes para partes moldeadas individuales pero comunes, y puede mejorar el rendimiento cuando se usa en operaciones de ensamblaje altamente automatizadas. Los extrusores 902 pueden permitir moldear partes dispares con diferentes requisitos de material, densidad y peso, que pueden ser elementos discretos o pueden usarse en ensamblajes comunes para mejorar la eficiencia de las operaciones de ensamblaje o reducir el coste de la parte al amortizar el coste del equipamiento en múltiples partes diferentes. La máquina 900 de

45 moldeo puede ser más eficiente que el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional, que suministra plástico desde una sola boquilla, a través de múltiples ramas de guía, donde cada rama provoca una pérdida de presión que requiere una fuerza de inyección inicial mucho mayor. La alta fuerza de inyección del sistema 100 de moldeo por inyección tradicional requiere más potencia y una máquina más masiva con mayores costes operativos al tiempo que proporciona una temperatura y viscosidad no uniformes del material que resulta en una uniformidad individual inconsistente de las partes.

La máquina 900 de moldeo puede incluir un marco que incluye platinas 908A-908C verticales y barras 910A-910D horizontales en las cuatro esquinas de cada platina 908A-908C. Las platinas 908A-908C pueden estar conectadas por las barras 910A-910D horizontales que pasan a través de orificios en las platinas 908A-908C. Las platinas 908A-908C

60 verticales pueden ser sustancialmente paralelas entre sí y pueden estar separadas a lo largo de las barras 910A-910D horizontales, 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 acomodar 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 1000 de moldeo puede incluir múltiples extrusores 902 acoplados a un colector 1004. El colector 1004 puede soportar los extrusores 902 entre sí y puede estar acoplado a una tolva 1008. La tolva 1008 puede colocarse encima del colector 1004 para facilitar la distribución de material de moldeo (tal como pellas frías) a los extrusores 902 individuales. Cada extrusor 902 puede incluir un sistema de accionamiento independiente (tal como un motor) y controles independientes para operar el extrusor 902 respectivo. Cada extrusor 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 extrusor 902 puede incluir uno o más calentadores, que pueden incluir calentadores 1016 externos (tales como calentadores 214 de banda en las FIGS- 2A-2C y/o bobina 340 de calentamiento inductivo en las FIGS. 3A-3C) y/o calentadores internos (tales como calentador 225 resistivo en las FIGS. 2B y/o insertos 325 en las FIGS. 3A-3C). Cada extrusor 902 puede estar acoplado al colector 1004 a través de un cojinete de empuje alojado en el colector 1004. Cada extrusor 902 puede incluir una boquilla 1020 de compuerta de válvula independiente (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.
- En referencia a la FIG. 11, la materia prima (tal como pellas de plástico frías) puede cargarse en la tolva 1008. La materia prima puede fluir a través de una trayectoria 1024 de flujo definida en el colector 1004 desde la tolva 1008 hasta los extrusores 902 individuales. La materia prima puede entrar los extrusores 902 a través de puertos de entrada (tal como la entrada 226 de barril ilustrada en las FIGS. 2B y 2C). La materia prima puede alimentarse por gravedad desde la tolva 1008, a través del colector 1004, y dentro de cada extrusor 902. La trayectoria 1024 de flujo 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 1024 de flujo en comunicación fluida con un puerto de entrada respectivo de un extrusor 902 individual. La trayectoria 1024 de flujo puede incluir diferentes disposiciones dependiendo de la disposición y orientación de los extrusores 902 con respecto al colector 1004. Los extrusores 902 pueden estar orientados sustancialmente paralelos entre sí y sustancialmente perpendiculares al colector 1004 como se ilustra en las FIGS. 10 y 11, o los extrusores 902 pueden estar orientados no paralelos entre sí y/o no perpendiculares al colector 1004 dependiendo de la configuración de un molde asociado. Los extrusores 902 pueden estar dispuestos en una matriz con los extrusores 902 formando columnas verticales y filas horizontales de extrusores, o los extrusores 902 pueden estar dispuestos en una disposición de no matriz dependiendo de la configuración de un molde asociado.
- Los extrusores 902 pueden extrudir material en la misma cavidad de una mitad de molde o diferentes cavidades del molde de una mitad de molde. Con referencia a la FIG. 12, la máquina 1000 de moldeo incluye una mitad 1036 del molde que define múltiples cavidades 1040 del molde. Cada extrusor 902 está en comunicación fluida con una cavidad 1040 del molde diferente de la mitad 1036 del molde a través de una compuerta 1044 de molde. Cada extrusor 902 puede recibir materia prima desde la tolva 1008, fundir la materia prima y luego extrudir el material en las cavidades 1040 del molde respectivas, que pueden ser similares entre sí en geometría como se ilustra en la FIG. 12 o puede ser diferente en geometría. Cada extrusor 902 puede incluir un controlador independiente que monitoriza la presión en la cavidad 1040 del molde respectiva, y el controlador puede detener la extrusión desde el extrusor respectivo 902 una vez que se alcanza la presión deseada en la cavidad 1040 del molde respectiva. Después de que todas las cavidades 1040 en la mitad 1036 del molde alcanzan las presiones deseadas, un controlador principal puede liberar una presión de abrazadera aplicada a las mitades del molde respectivas y puede separar las mitades del molde para liberar las partes moldeadas.
- En referencia a la FIG. 13, la máquina 1000 de moldeo incluye una mitad 1052 del molde que define una única cavidad 1056 de molde. Cada extrusor 902 está en comunicación fluida con la misma cavidad 1056 de molde de la mitad 1052 del molde a través de compuertas 1060 de molde separadas. Cada extrusor 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 extrusor 902 puede incluir un controlador independiente que monitoriza la presión en el área que rodea la compuerta 1060 del molde del respectivo extrusor 902, y el controlador puede cesar la extrusión desde el extrusor 902 respectivo una vez que se alcanza la presión deseada en la porción respectiva de la cavidad 1056 del molde. Después de que todos los extrusores 902 alcanzan las presiones deseadas, un controlador principal puede liberar una presión de abrazadera aplicada a las mitades del molde respectivas y puede separar las mitades del molde para liberar las partes moldeadas. Un controlador principal puede controlar los extrusores 902 independientes con base en una o más presiones asociadas con la cavidad 1056 del molde. Los extrusores 902 pueden trabajar juntos para llenar la cavidad 1056 del molde y pueden lograr una densidad de parte más consistente que proporciona una mayor estabilidad dimensional.

Materiales de moldeo

- La generación y conducción de calor estático usadas en el sistema de moldeo pueden ser insensibles a los materiales o propiedades de la resina, que incluyen, pero no se limitan a, calidad de resina, pureza, uniformidad e índice de flujo de fusión, entre otros. Por ejemplo, el sistema de moldeo puede ser capaz de moldear cualquier material termoplástico, tales como plásticos reciclados entremezclados/mezclados postconsumo, una mezcla de resinas con diferentes índices de flujo de fusión, provenientes de diferentes clasificaciones de plástico o familias químicas, materiales con base biológica cada uno de los cuales son difíciles de moldear con el sistema tradicional de moldeo por inyección. En otro ejemplo, una mezcla que incluye dos o más pellas de resina diferentes se puede mezclar para moldear una parte.

5 Los plásticos múltiples pueden tener diferentes características de procesamiento, tal como el índice de flujo de fusión, la temperatura de fusión o la temperatura de transición vítrea, pero la entremezcla de estos materiales puede no presentar ningún problema para el sistema de moldeo. Los plásticos reciclados pueden incluir, entre otros, polietileno (PE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polipropileno (PP), tereftalato de polietileno (PET), nylon (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.

10 El sistema de moldeo puede ser capaz de moldear plásticos reforzados con contenidos de fibra mucho más altos o cargas minerales 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 por el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional, debido a su dependencia en la generación de calor de cizallamiento con base en resinas que son 70% en volumen o más de compuestos con base en petróleo. Al utilizar la generación de calor estático en el presente sistema de moldeo, la fusión puede no depender de ningún contenido de resina con base en 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.

20 El presente sistema de moldeo puede ser menos susceptible a la degradación por cizallamiento a diferencia del sistema de moldeo por inyección tradicional, 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.

25 El presente sistema de moldeo por inyección puede usarse para moldear resinas o plásticos con base biológica sensibles a la presión y a la temperatura que son sensibles a la degradación por cizallamiento. Las resinas con base biológica incluyen materiales de celulosa, resinas de almidón de plantas y resinas con base en azúcar, que pueden usarse para productos tales como implantes médicos, incluyendo, entre otros, tornillos para huesos, reemplazos de huesos, férulas, entre otros. El presente sistema de moldeo también se puede usar para moldeo por inyección de metal (MIM) sensible a la temperatura y presión/cizallamiento. Las materias primas de MIM pueden ser sensibles a las temperaturas, los tiempos de residencia y la presión de cizallamiento, como las resinas con base biológica. 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 formas deseadas. Los materiales de moldeo pueden incluir, entre otros, termoplásticos amorfos, termoplásticos cristalinos y semicristalinos, resinas vírgenes, plásticos reforzados con fibra, termoplásticos reciclados, resinas recicladas postindustriales, resinas recicladas postconsumo, resinas termoplásticas mixtas y entremezcladas, resinas orgánicas, compuestos de alimentos orgánicos, resinas con base en carbohidratos, compuestos con base en azúcar, compuestos de gelatina/propilenglicol, compuestos con base en almidón y materias primas de moldeo por inyección de metal (MIM).

40 Habiendo descrito varios métodos para moldear una parte y máquinas relacionadas, los expertos en la técnica reconocerán que se pueden usar diversas modificaciones y construcciones alternativas. Además, no se han descrito una serie de procesos y elementos bien conocidos con el fin de evitar oscurecer innecesariamente la presente invención. En consecuencia, la descripción anterior no debe tomarse como limitante del alcance de la invención, que se define de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. Todas las características divulgadas se pueden usar por separado o en varias combinaciones entre sí.

50 Los expertos en la técnica apreciarán que los métodos divulgados actualmente para moldear una parte y máquinas relacionadas se enseñan a modo de ejemplo y no de forma limitativa. Por lo tanto, la materia contenida en la descripción anterior o mostrada en los dibujos adjuntos debe interpretarse como ilustrativa y no en un sentido limitante.

REIVINDICACIONES

1. Un método para moldear una parte, donde el método comprende:

5 rotar un tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) dentro de un barril (210,310,410, 824) para extrudir un material fundido a través de un orificio de boquilla en una cavidad (1040, 1056) de molde para llenar la cavidad (1040) de molde con el material fundido;

10 detener la rotación del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) sobre la cavidad (1040, 1056) de molde que se llena con el material fundido;

monitorizar un parámetro indicativo de una presión en la cavidad (1040, 1056) de molde; y

15 en respuesta al parámetro que indica una caída de presión en la cavidad (1040, 1056) de molde, rotar más el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) y extrudir material fundido adicional en la cavidad (1040, 1056) de molde.

2. El método de la reivindicación 1, donde el método comprende, además:

20 cerrar el orificio de la boquilla después de detener la rotación del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B); y

abrir el orificio de la boquilla antes de rotar más el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B).

25 3. El método de la reivindicación 2, en el que cerrar el orificio de la boquilla comprende insertar una punta (212, 312) del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) en el orificio de la boquilla para desplazar sustancialmente todo el material fundido desde el orificio de la boquilla.

30 4. El método de la reivindicación 3, en el que cerrar el orificio de la boquilla comprende además enganchar la punta (212, 312) del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) con una porción de una boquilla (208, 308, 408, 822, 1020) que rodea el orificio de la boquilla para desplazar el material fundido lejos de la boquilla (208, 308, 408, 822, 1020).

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que cerrar el orificio de la boquilla comprende invertir la rotación del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B).

35 6. El método de la reivindicación 5, en el que la rotación inversa del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) mueve el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) axialmente en relación con el barril (210, 310, 410, 824) para cerrar el orificio de la boquilla.

40 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-6, en el que abrir el orificio de la boquilla comprende mover una o la punta (212, 312) del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) fuera del orificio de la boquilla.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-7, en el que abrir el orificio de la boquilla comprende rotar el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) en una dirección que provoca la extrusión del material fundido;

45 opcionalmente, en el que la rotación del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) en la dirección que causa la extrusión del material fundido mueve el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) axialmente con respecto al barril (210, 310, 410, 824) para abrir el orificio de la boquilla.

50 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que rotar el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) comprende rotar el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) hasta el parámetro indicativo de la presión en la cavidad (1040, 1056) de molde indica que la cavidad (1040, 1056) de molde alcanzó una presión predeterminada.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, que comprende además mantener el orificio de la boquilla en una condición abierta después de detener la rotación del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B);

55 opcionalmente, en el que, al rotar más el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B), el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) mantiene una carga dinámica contra el material fundido en la cavidad (1040, 1056) de molde para mantener una presión constante en la cavidad (1040, 1056) de molde para una densidad de parte uniforme.

60 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que:

rotar el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) comprende rotar el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) un primer número de revoluciones en una primera dirección; y

65 rotar más el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) comprende rotar más el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) un segundo número de revoluciones en la primera dirección, en el que el segundo número de revoluciones es menor que el primer número de revoluciones.

12. El método de la reivindicación 11 cuando depende de la reivindicación 5, en el que dicha rotación inversa del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) está en una segunda dirección opuesta a la primera dirección para cerrar el orificio de la boquilla;

5 opcionalmente, en el que el método comprende además rotar más el tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) en la primera dirección para volver a abrir el orificio de la boquilla antes de que dicho tornillo rote más (202, 302, 402, 600A, 600B).

10 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende además repetir la rotación de detención y la rotación adicional del tornillo (202, 302, 402, 600A, 600B) para mantener una presión constante en la cavidad (1040, 1056) de molde.

15 14. El método de la reivindicación 1, que comprende además mantener una presión constante en la cavidad (1040, 1056) del molde extrudiendo el material fundido adicional.

15 15. El método de la reivindicación 1, que comprende además compensar la caída de presión en la cavidad (1040, 1056) de molde mediante extrusión del material fundido adicional.

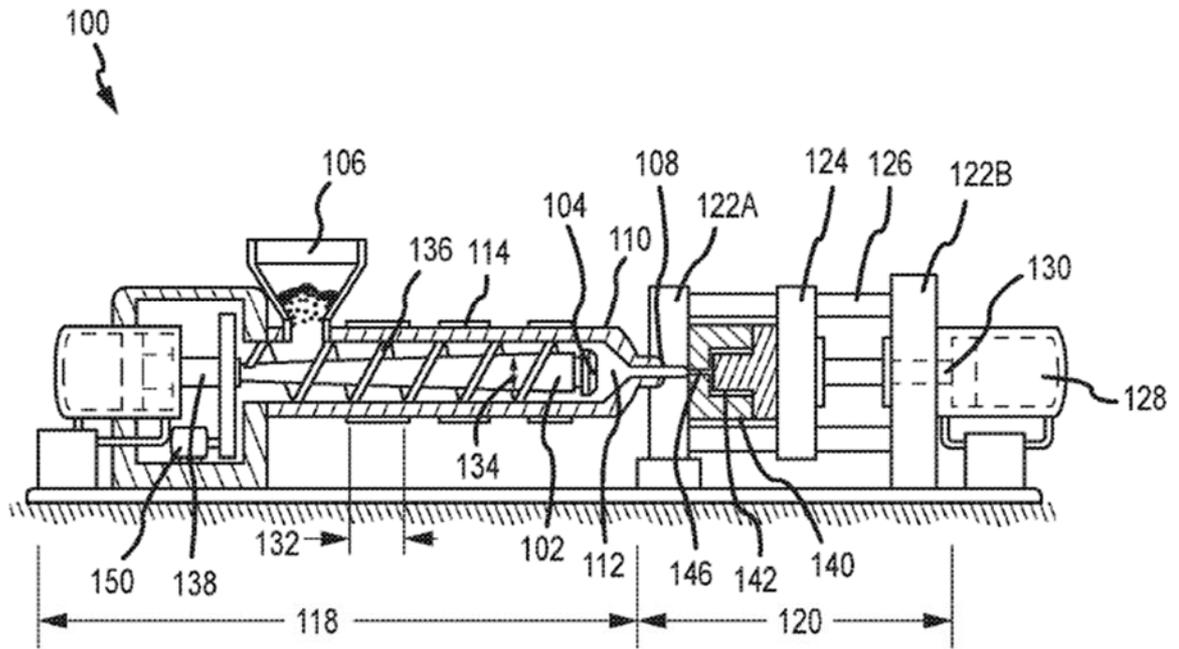


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

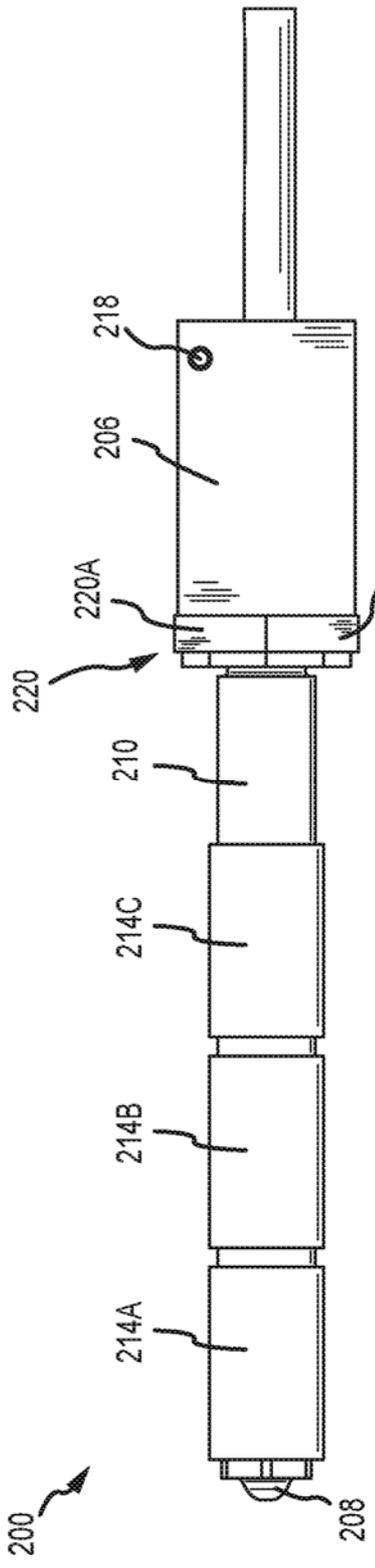


FIG. 2A

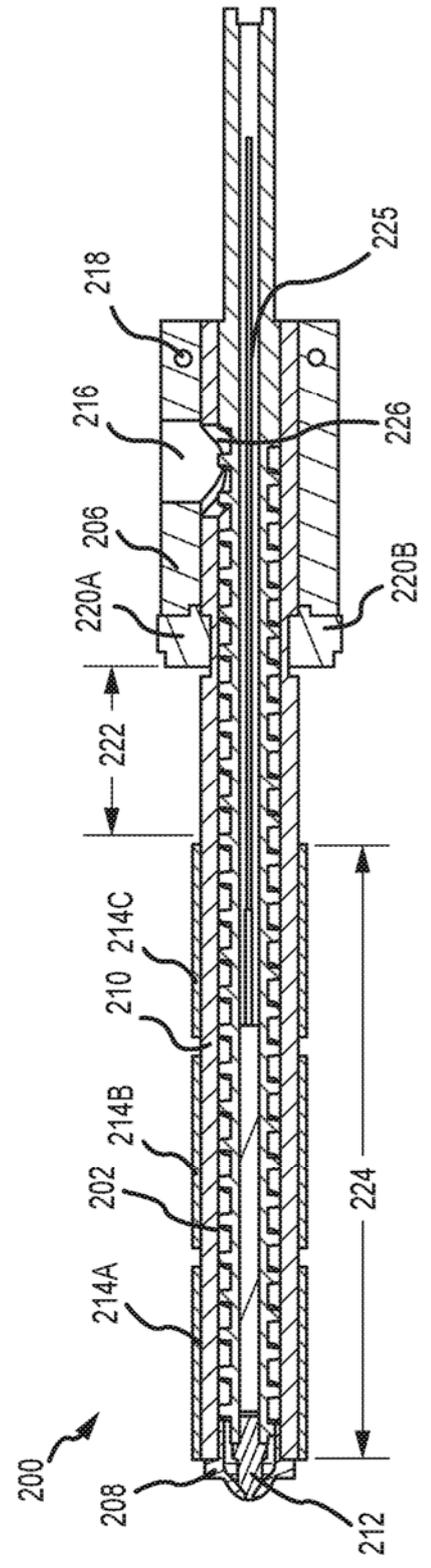


FIG. 2B

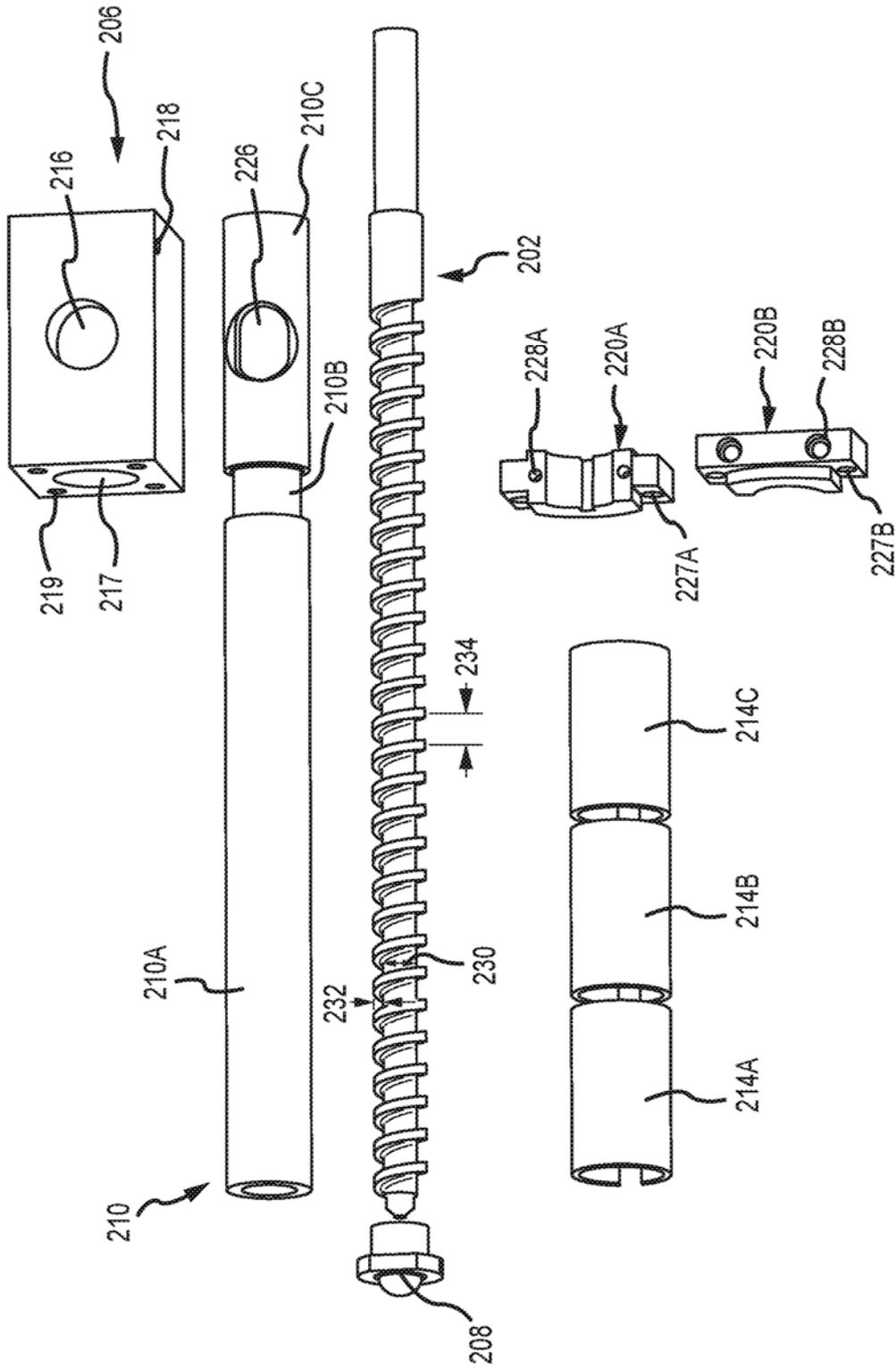


FIG. 2C

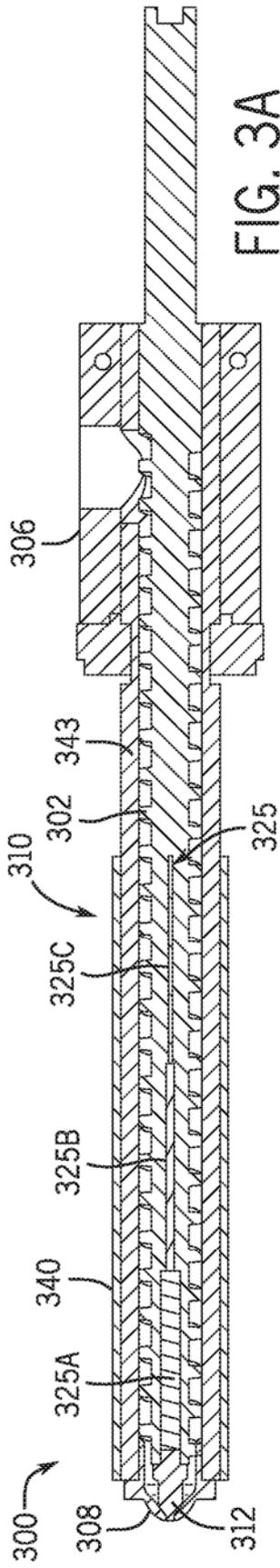


FIG. 3A

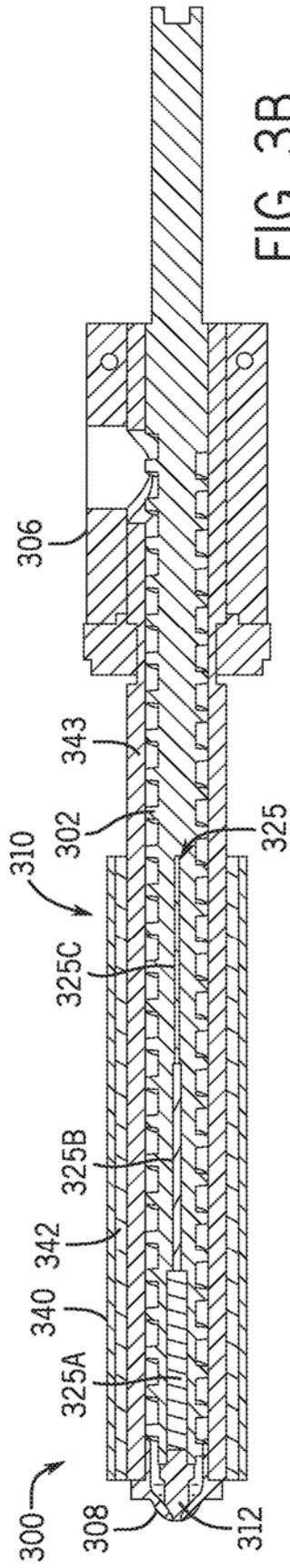


FIG. 3B

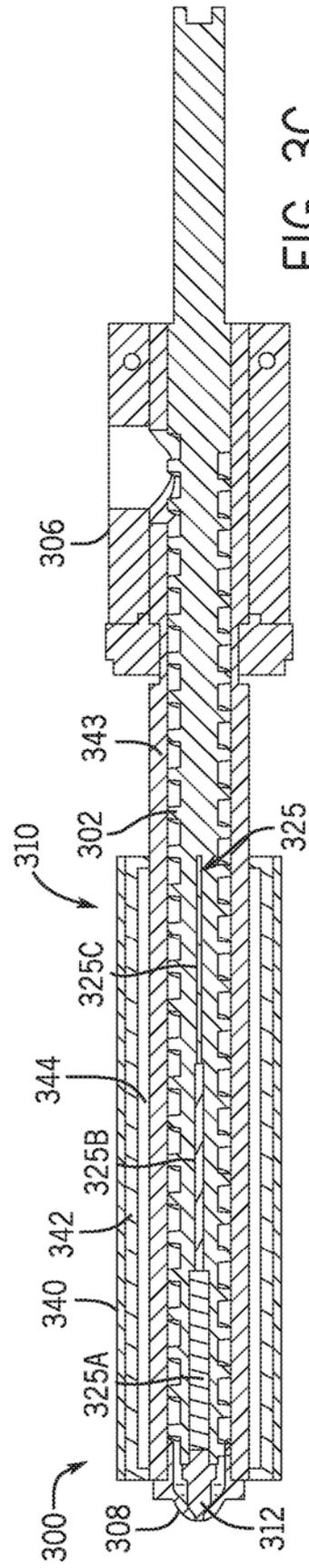


FIG. 3C

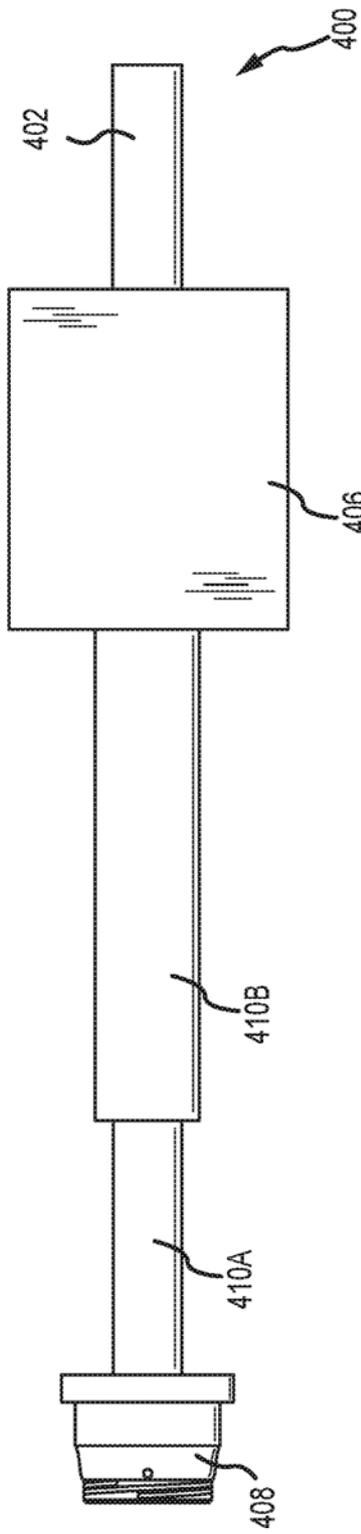


FIG. 4A

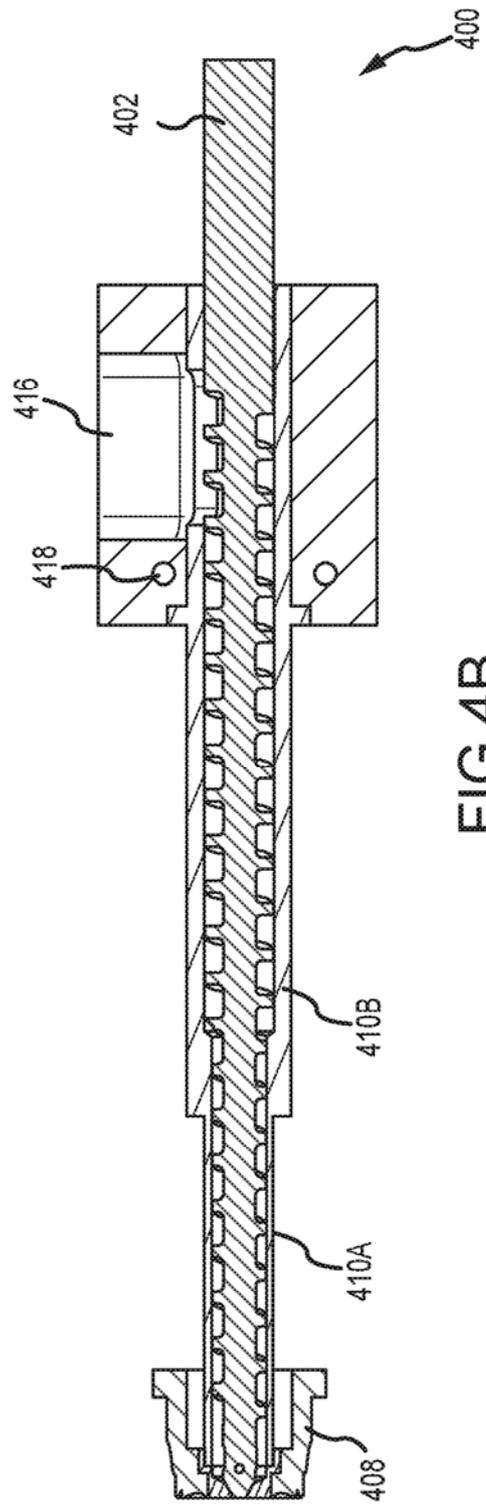


FIG. 4B

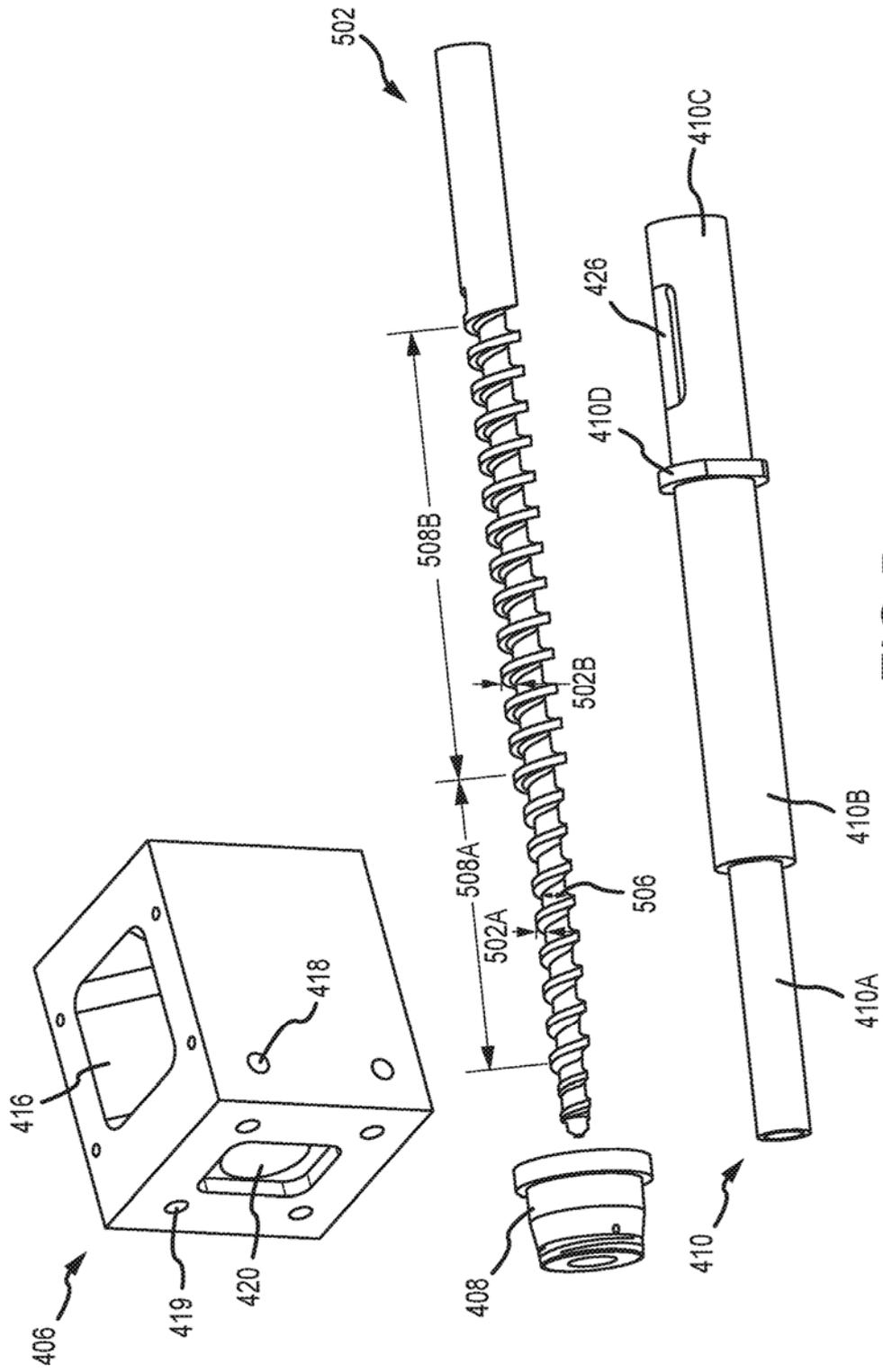


FIG. 5

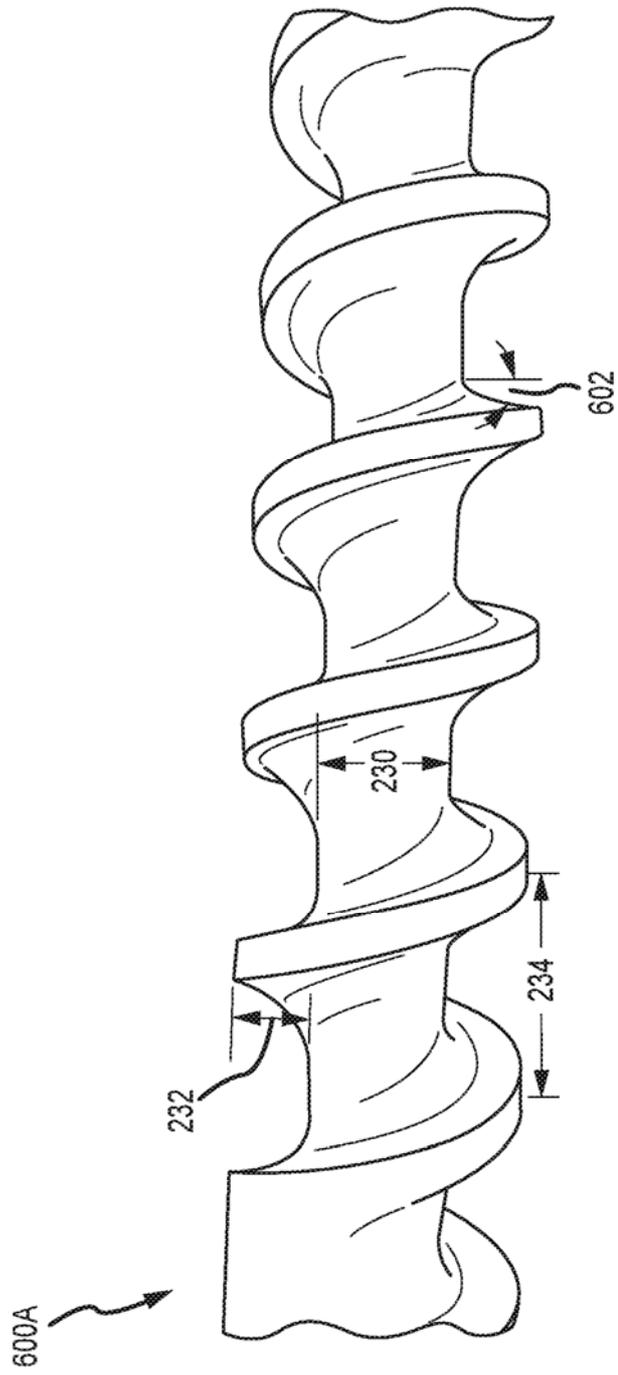


FIG.6A

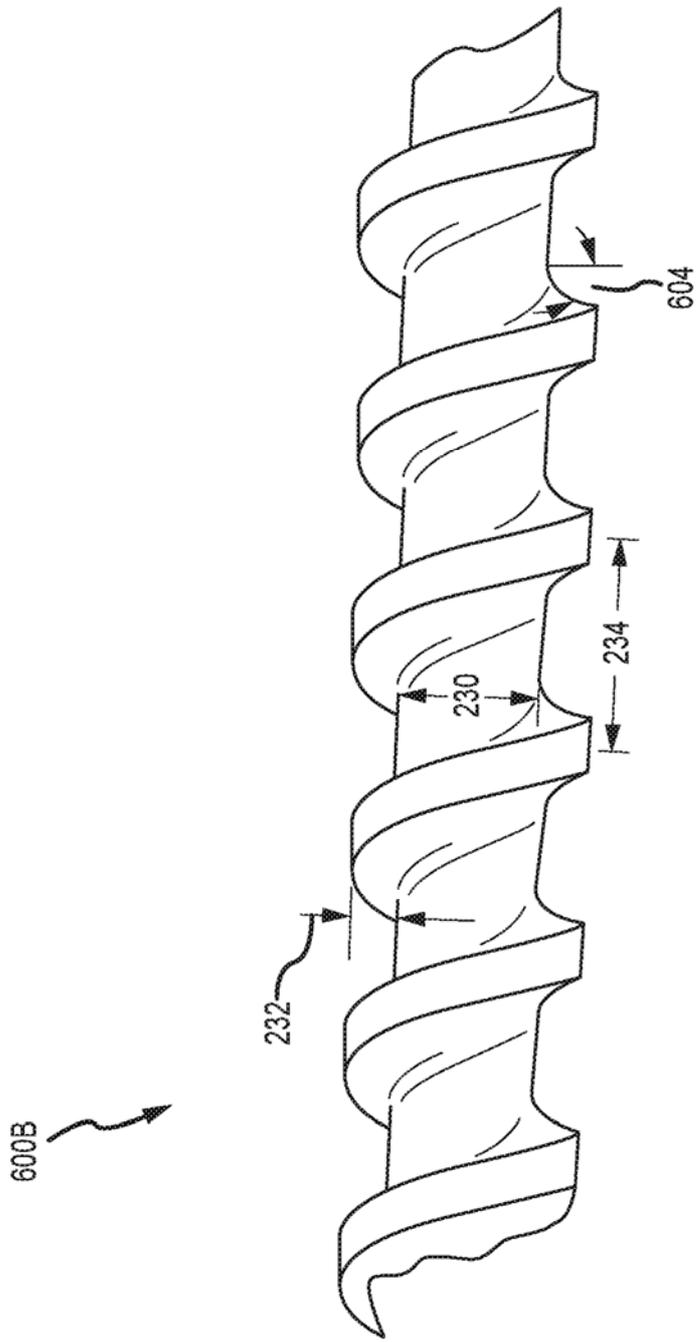


FIG.6B

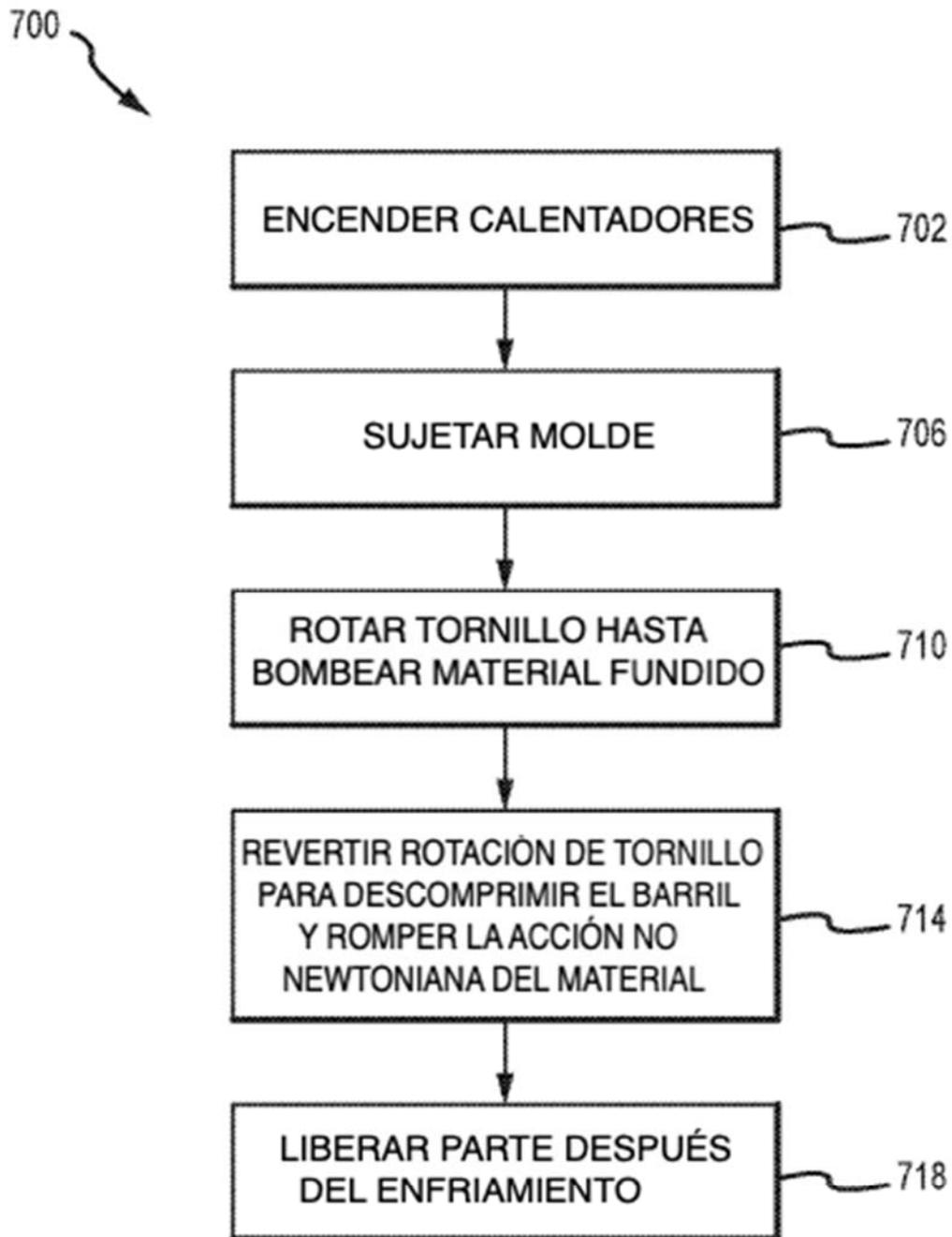
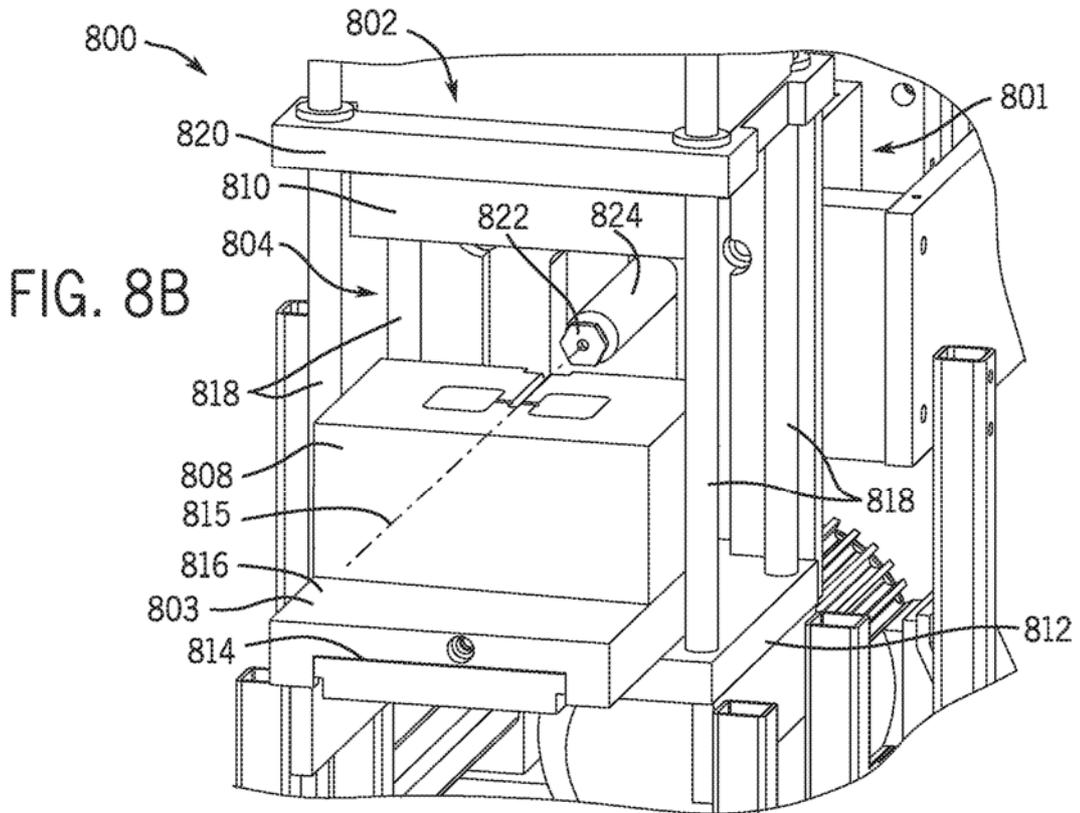
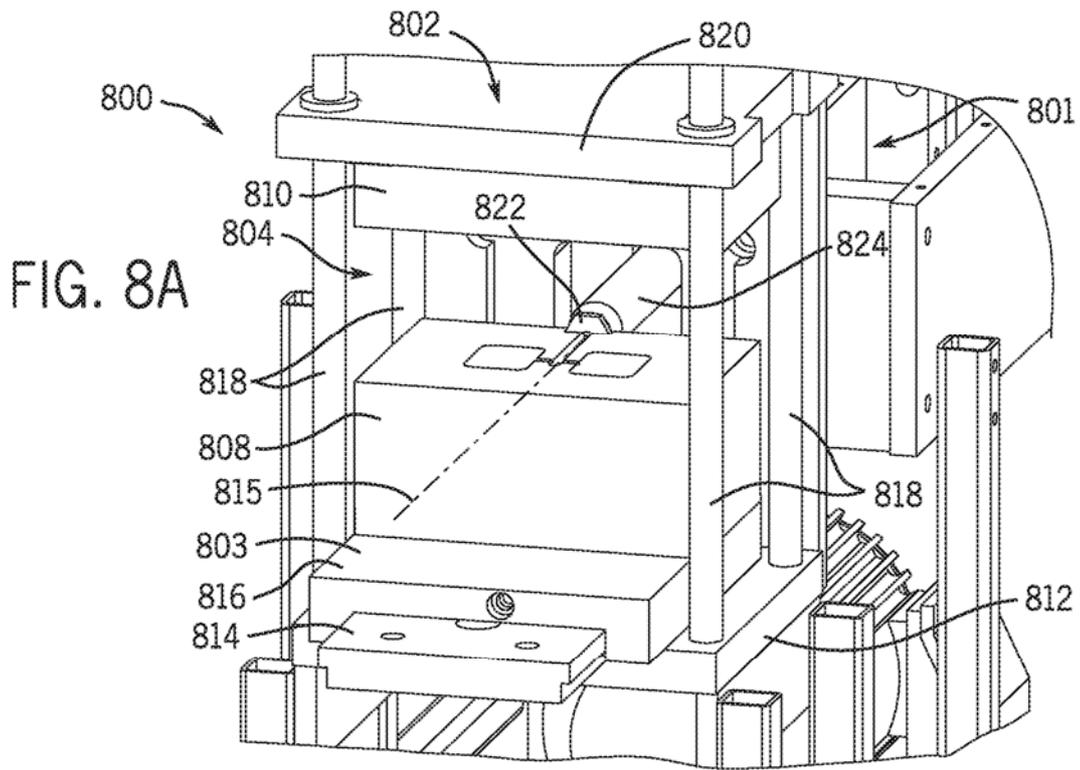


FIG.7



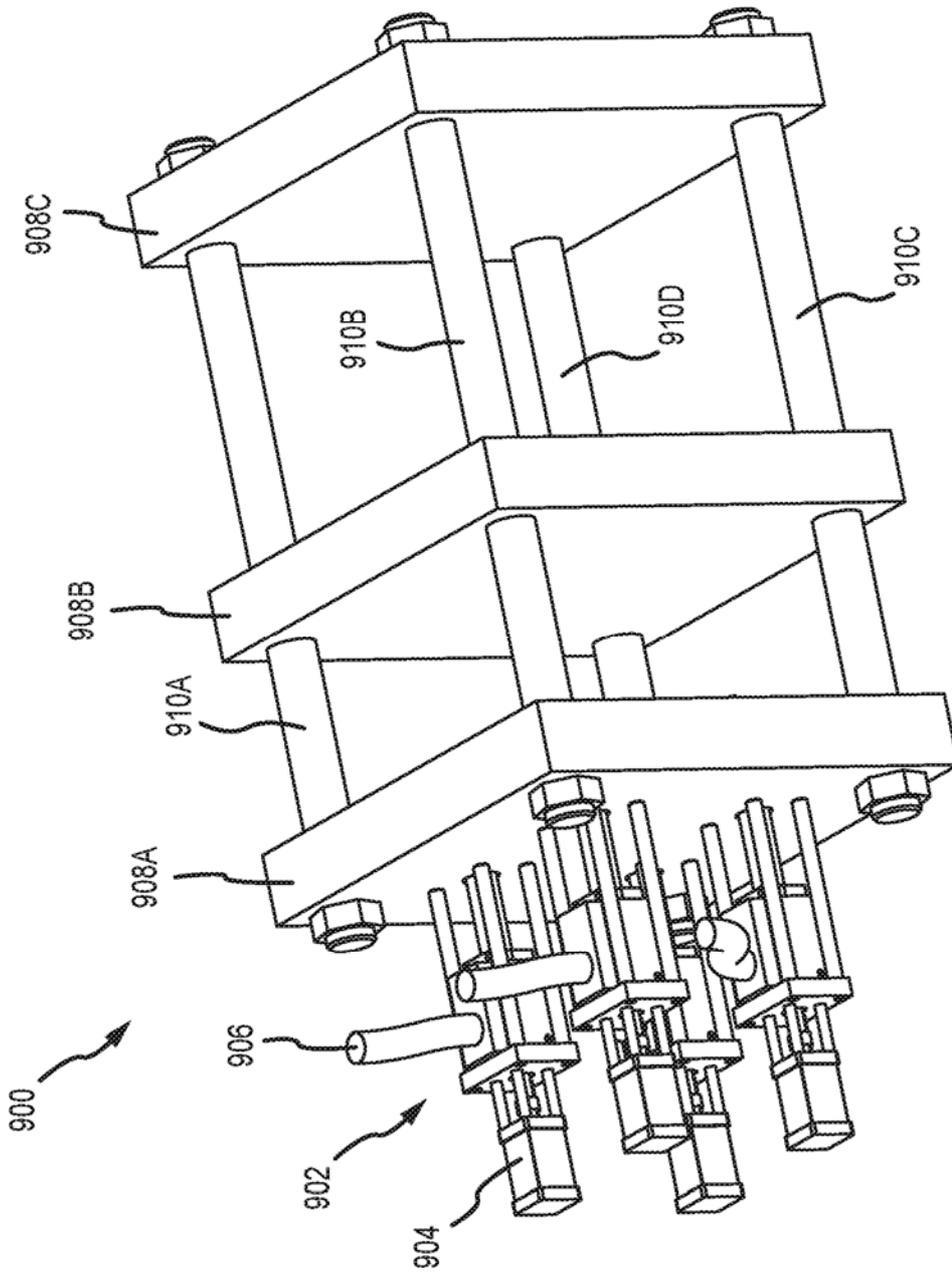


FIG.9

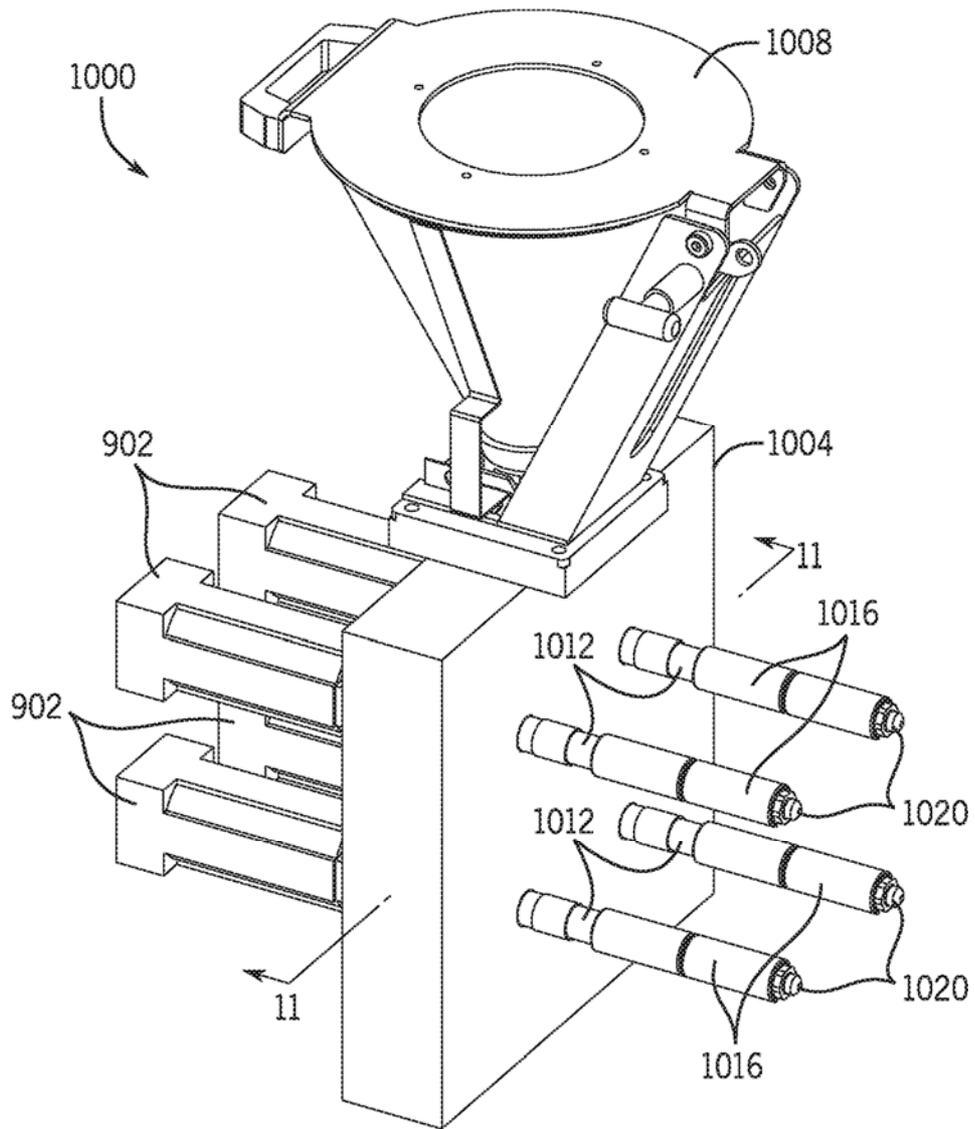


FIG. 10

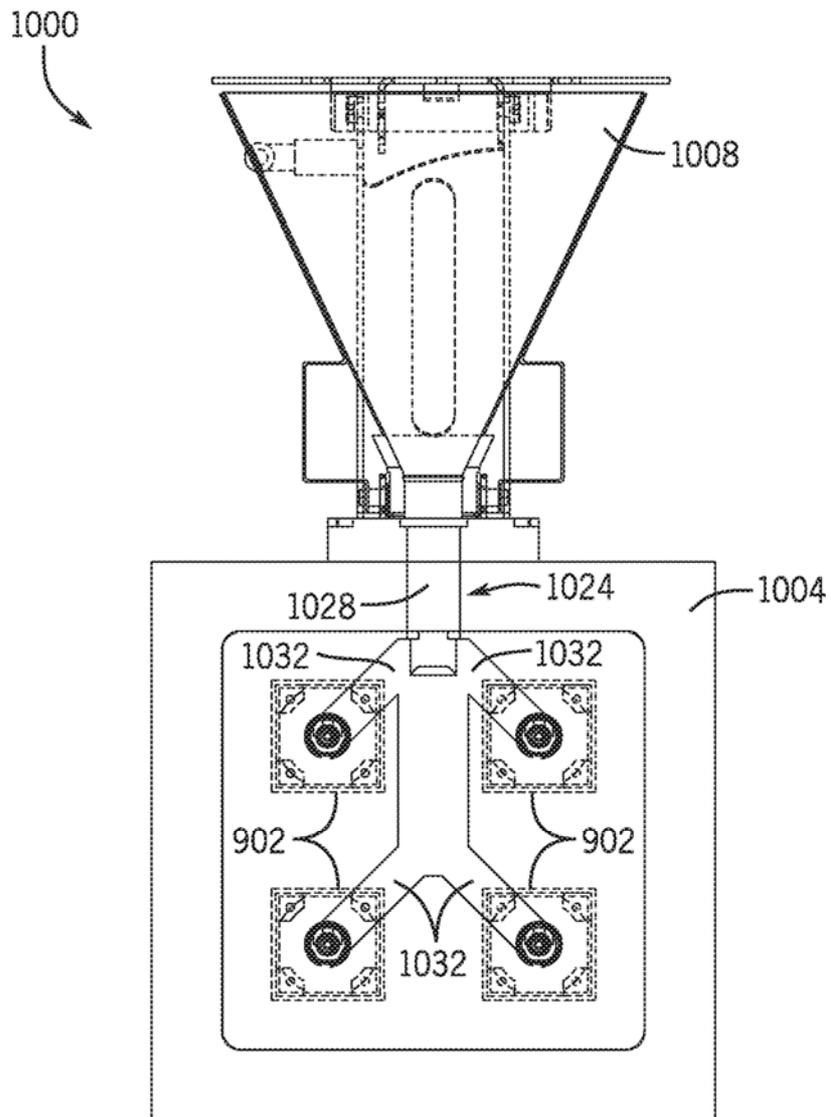


FIG. 11

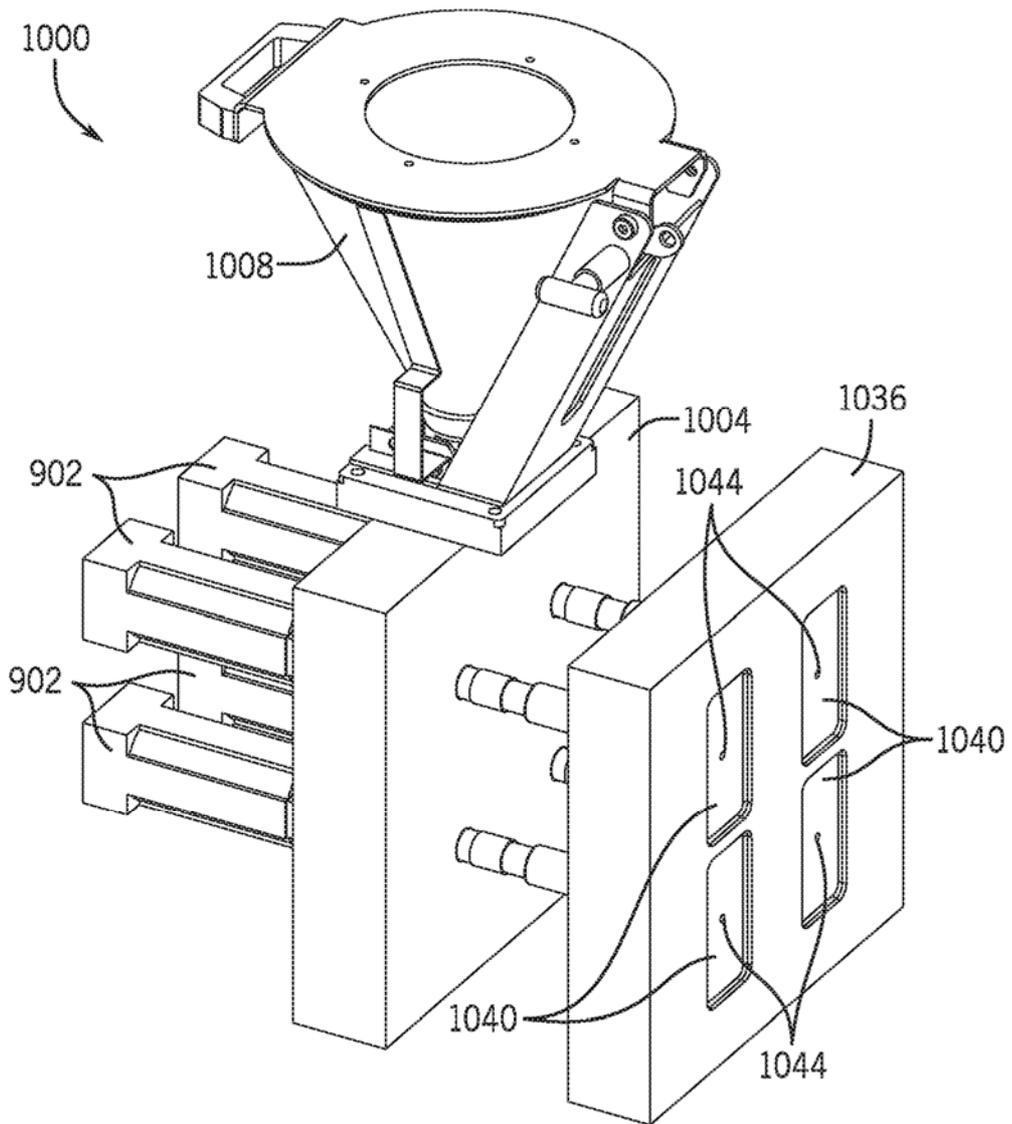


FIG. 12

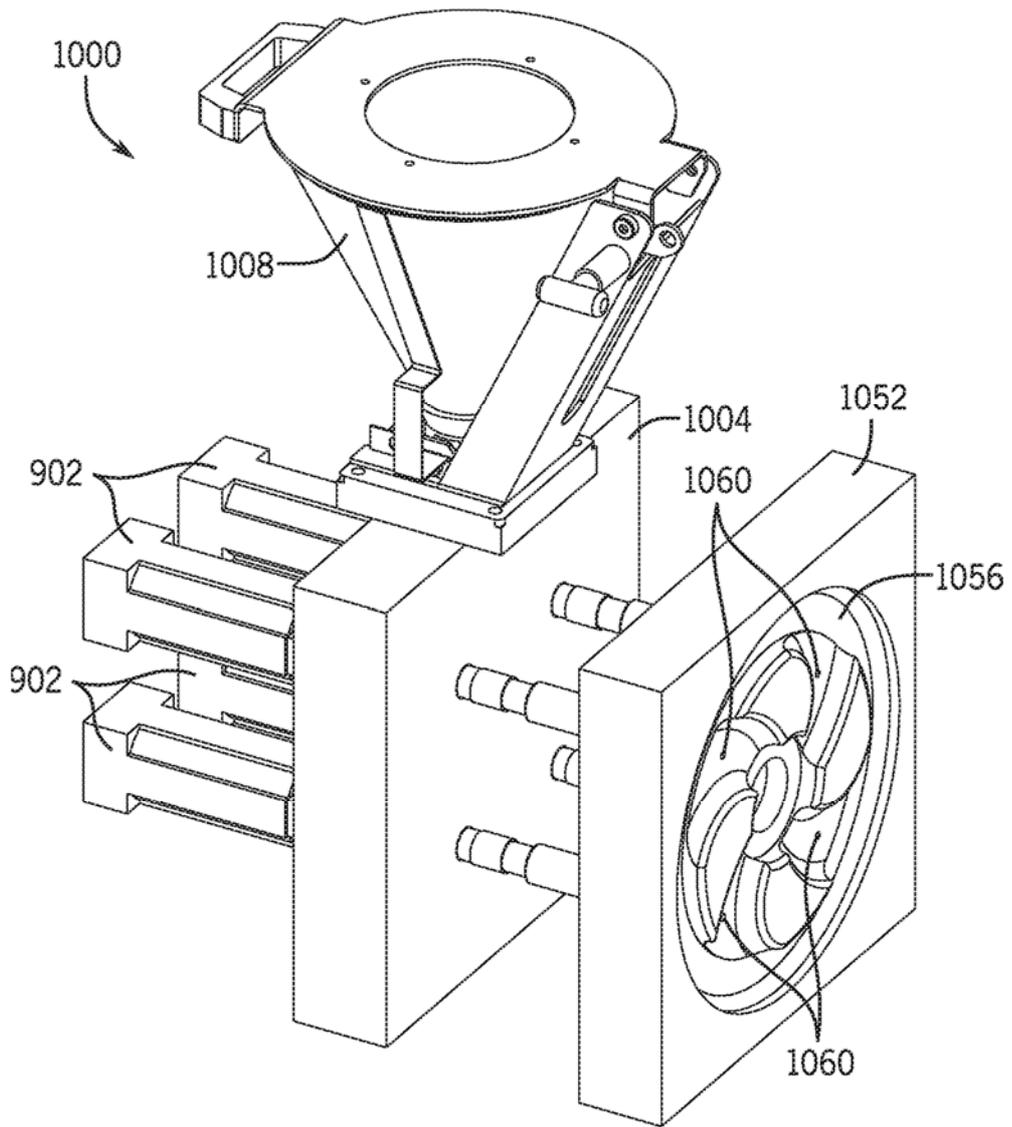


FIG. 13