

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 946**

51 Int. Cl.:

**B29C 45/50** (2006.01)

**B29C 45/78** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2015 PCT/US2015/064045**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2016 WO16090274**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2015 E 15866113 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3227078**

54 Título: **Sistema de moldeo por inyección y método para fabricar un componente**

30 Prioridad:

**04.12.2014 US 201462087414 P**

**04.12.2014 US 201462087449 P**

**04.12.2014 US 201462087480 P**

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

**26.05.2020**

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 2 762 946 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**

Sistema de moldeo por inyección y método para fabricar un componente

5 Referencias cruzadas a solicitudes de patentes relacionadas

Campo

10 La presente divulgación está dirigida en general a un sistema de moldeo por inyección. Más específicamente, la presente divulgación está dirigida a un sistema de moldeo por inyección y a un método para fabricar un componente.

Antecedentes

15 Un sistema de moldeo por inyección tradicional funde un material, tal como un plástico, principalmente mediante calor por cizallamiento que se genera dinámicamente por la rotación de un tornillo de extrusión. El calor por cizallamiento generado dinámicamente en el sistema de moldeo por inyección tradicional es dependiente del uso de resinas plásticas basadas en petróleo de un alto nivel de pureza y consistencia. La figura 1 es un diagrama esquemático para un sistema 100 de moldeo por inyección tradicional. Una zona 112 de inyección está ubicada en frente de un tornillo 102 de extrusión para sostener un material fundido antes de la inyección. Se usa un anillo 104 de retención, o una válvula de no retorno, para permitir un flujo de fusión directa durante una etapa de extrusión de recuperación que está entre disparos y para prevenir que el material fundido retrofluya al tornillo 102 de extrusión. El retroflujo puede ocurrir cuando se aplica una presión de inyección a la fusión. El material puede fundirse usando sobre todo calor por cizallamiento. Por ejemplo, el estado fundido puede crearse mediante aproximadamente 75% de calor por cizallamiento y aproximadamente 25% de calor de conducción generado por los calentadores 114 de banda.

25 El tornillo 102 de extrusión tradicional está diseñado con un gran paso 132 para promover la generación de calor por cizallamiento y mezclar plástico caliente y frío. Como se muestra en la figura 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 raíz aumenta para crear una zona de compresión para promover la generación de calor por cizallamiento. Una altura 136 de vuelo del tornillo 102 disminuye hacia la boquilla 108, lo cual 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 girando el tornillo de extrusión usando un motor 150. La zona 112 de inyección está entre una boquilla 108 y el anillo 104 de retención en el extremo del tornillo 102 de extrusión. El material fundido queda atrapado en la zona de inyección por el aglomerado frío, que sella la boquilla 108 después del ciclo de inyección y previene que el plástico fluya hacia un molde 140 a través de una puerta 146 y agujeros de colada 142 durante la etapa de extrusión de recuperación.

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 anillo 104 de retención pueden funcionar juntos como un émbolo para inyectar el material fundido en el molde. La etapa de extrusión de recuperación puede tomar solo 10-25% del tiempo de moldeo completo de tal manera que el calor por cizallamiento también puede perderse cuando el tornillo de extrusión no gira excepto durante la etapa de extrusión de recuperación.

45 El sistema 100 de moldeo por inyección tradicional depende de la formación de un aglomerado frío en la boquilla 108 entre cada disparo. El aglomerado frío de plástico produce una de las mayores ineficiencias para el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional. El aglomerado frío requiere que se desaloje una presión muy alta de la boquilla 108 para permitir que un material fundido fluya hacia una cavidad de molde. Se requiere la presión de inyección alta para empujar el material fundido hacia la cavidad de molde a través de los agujeros de colada 142. Es común requerir una presión de inyección entre 137.9 MPa y 206.8 MPa (20,000 y 30,000 psi) con el fin de obtener una presión de 3.4 MPa a 10.3 MPa (500 psi a 1,500 psi) en la cavidad de molde. Debido a la alta presión de inyección, el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional requiere una pared gruesa del barril 110, lo cual reduce la conducción de calor al material desde los calentadores 114 de banda que rodean el barril 110.

50 El sistema 100 de moldeo por inyección tradicional puede usar ya sea un sistema hidráulico o un motor 128 eléctrico para alimentar un sistema 120 de sujeción, que puede incluir platinas 122A-B estacionarias, una platina 124 móvil, y barras 126 de refuerzo. Un cilindro 130 de sujeción debe aplicar suficiente presión para sostener el molde cerrado durante la inyección. El sistema de moldeo por inyección tradicional requiere fuentes de alimentación grandes y costosas tanto para el sistema 118 de inyección como para el sistema 120 de sujeción. Estas fuentes de alimentación deben estar soportadas por una estructura de máquina masiva, las cuales aumentan los costes de infraestructura de instalaciones incluyendo el suministro eléctrico, cimientos o suelos de hormigón grueso y sistemas de HVAC sobredimensionados que son costosos de conseguir, operar y mantener.

65 El calor por cizallamiento generado por el sistema de moldeo por inyección tradicional limita su capacidad para moldear ciertos materiales, tales como plásticos biobasados. Los plásticos biobasados se degradan por las presiones aplicadas

en el sistema de moldeo por inyección tradicional, reaccionando negativamente a la presión que genera la máquina para crear calor por cizallamiento en el proceso de moldeo por inyección de plásticos basados en petróleo. Un sistema de moldeo por inyección recientemente desarrollado divulgado en la Patente de los Estados Unidos No. 8,163,208, titulada "Injection Molding Method and Apparatus" por R. Fitzpatrick, usa conducción de calor estático para fundir plástico, en vez de calor por cizallamiento. El sistema divulgado puede moldear plásticos biobasados en partes pequeñas. Específicamente, el sistema divulgado incluye un émbolo que se posiciona 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 un diámetro más grande no se mueve. Solo se avanza el émbolo, lo cual requiere un cilindro de inyección mucho más pequeño para aplicar la fuerza sobre el émbolo. El sistema divulgado recupera y transporta el material fundido en frente del émbolo entre cada disparo o ciclo de inyección, e inyecta el material fundido en un molde mediante el émbolo. El tamaño de parte está determinado por el área del émbolo multiplicado por la longitud de golpe de émbolo ya que eso define el volumen durante la inyección, pero ese tamaño de parte está limitado al pequeño volumen de desplazamiento del émbolo, típicamente aproximadamente 3-5 gramos de plástico, que es un tamaño de disparo pequeño. Es deseable moldear partes con tamaños de disparo ilimitados.

También, el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional requiere operación de depuración manual mediante operadores experimentados en el arranque. Por ejemplo, un operador puede encender primero los calentadores 114 de barril y esperar hasta que el tornillo 102 incorporado en plástico o resina se afloje para permitir que se encienda el motor 150 de tornillo. Se requiere un proceso de depuración para generar calor por cizallamiento inicial. El proceso de depuración comienza cuando el operador gira el tornillo 102 para mover la resina hacia adelante, y el tornillo 102 se acciona 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 sobre el lecho de máquina. El proceso de ciclo se repite para generar calor por cizallamiento inicial hasta que la resina sale de la boquilla 108, lo cual sugiere que el material puede estar suficientemente caliente de tal manera que el operador puede iniciar a moldear. La operación manual es altamente subjetiva y requiere operadores experimentados para iniciar máquinas y ajustar procesos de moldeo. Las operaciones de moldeo subsecuentes deben ser consistentes sin interrupciones para satisfacer los requisitos de generación de calor por cizallamiento.

Los documentos que pueden estar relacionados con la presente divulgación ya que incluyen diversos sistemas de moldeo por inyección incluyen la Patente de los Estados Unidos No. 7,906,048, Patente de los Estados Unidos No. 7,172,333, Patente de los Estados Unidos No. 2,734,226, Patente de los Estados Unidos No. 4,154,536, Patente de los Estados Unidos No. 6,059,556, y Patente de los Estados Unidos No. 7,291,297. Documentos adicionales incluyen las Patentes de los Estados Unidos Nos. 2,885,734 y 6,368,095, y la Publicación de los Estados Unidos No. 2006/0197254. La Patente de los Estados Unidos No. 2,885,734 divulga en general un aparato para moldear resinas sintéticas. El movimiento de un tornillo o tornillo sin fin (usado para avanzar resina) se controla en relación con un cilindro para soportar la uniformidad de producto. La Patente de los Estados Unidos No. 6,368,095 en general divulga una máquina de moldeo por inyección con un árbol nervado montado en el mismo eje como el tornillo que gira en una dirección que es igual como o diferente a la de un servomotor de inyección o para girar a una velocidad igual o no igual como la del servomotor de inyección, controlando de esa manera el árbol nervado para que gire en el sitio o se mueva de manera rectilínea para realizar la inyección. La publicación de los Estados Unidos No. 2006/0197254 divulga en general un aparato de calentamiento por inducción para una máquina de moldeo. La máquina caliente intermitentemente la resina de acuerdo con un ciclo de moldeo. Sin embargo, estas propuestas pueden mejorarse.

Todavía permanece una necesidad de resolver los problemas de los sistemas de moldeo por inyección actuales para desarrollar un sistema automatizado y más eficiente que pueda proporcionar flexibilidad adicional para diversas aplicaciones.

#### Breve resumen

La presente divulgación en general proporciona un sistema de moldeo por inyección, el cual se puede denominar en este documento como un aparato, máquina, o sistema de moldeo por inyección de extrusión para relleno (ETF).

La divulgación incluye un aparato de moldeo por inyección de extrusión para relleno. El aparato incluye un barril que incluye un extremo asociado con un molde a través de una boquilla.

El aparato incluye además una tolva acoplada al barril y configurada para rellenar un material en el barril. El aparato también incluye un tornillo de extrusión recibido dentro del barril y configurado para girar en sentido de las agujas del reloj y sentido contrario a las agujas del reloj. El aparato incluye además uno o más calentadores asociados con el barril a una distancia de la tolva para calentar el material. El barril o el tornillo de extrusión es móvil en una dirección axial entre una primera posición en la cual el tornillo de extrusión gira en relación con el barril para bombear el material calentado hacia el molde a través de la boquilla y una segunda posición en la cual el tornillo de extrusión cierra la boquilla. El aparato está configurado para restringir el movimiento del tornillo de extrusión en la dirección axial mientras que bombea el material calentado hacia el molde.

La divulgación también incluye un método para fabricar un componente. El método incluye encender uno o más calentadores para fundir un material dentro de un barril. El método incluye además posicionar un tornillo de extrusión en una primera posición en relación con el barril en el cual el tornillo de extrusión está separado de una boquilla asociada con el barril.

5 El método incluye además girar el tornillo de extrusión mientras está en la primera posición para bombear el material fundido a través de la boquilla dentro de un molde hasta que se rellena el molde. El tornillo de extrusión está restringido de moverse en la dirección axial mientras que bombea el material fundido a través de la boquilla hacia el molde.

10 El método incluye además posicionar el tornillo de extrusión en una segunda posición en la cual el tornillo de extrusión cierra la boquilla invirtiendo la rotación del tornillo de extrusión para descomprimir el barril y romper la acción no newtoniana del material.

15 Realizaciones y características adicionales se describen en parte en la descripción que sigue, y serán evidentes para los experimentados en la técnica tras el examen de la especificación o pueden ser aprendidas por la práctica del tema de discusión divulgado. Se puede realizar un entendimiento adicional de la naturaleza y ventajas de la presente divulgación mediante referencia a las porciones restantes de la especificación y los dibujos, los cuales forman una parte de esta divulgación.

20 La presente divulgación se proporciona para ayudar al entendimiento, y un experimentado en la técnica entenderá 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. Por consiguiente, aunque la divulgación se presenta en términos de realizaciones, debe apreciarse que los aspectos individuales de cualquier realización pueden reivindicarse por separado o en combinación con aspectos y características de esa realización o cualquier otra realización.

25 Breve descripción de los dibujos

30 La descripción se entenderá más completamente con referencia a las siguientes figuras y gráficos de datos, los cuales se presentan como diversas realizaciones de la divulgación y no deben interpretarse como una recitación completa del alcance de la divulgación, en donde:

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

35 La figura 2A es un sistema de moldeo por inyección con un tornillo de extrusión de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

40 La figura 2B es una vista en sección del sistema de moldeo por inyección de la figura 2A de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

La figura 3 es una vista en perspectiva del sistema de moldeo por inyección de la figura 2A antes del ensamblaje de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

45 La figura 4A es un sistema de moldeo por inyección con un tornillo de extrusión escalonado de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

La figura 4B es una vista en sección del sistema de moldeo por inyección de la figura 4A de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

50 La figura 5 es una vista en perspectiva del sistema de moldeo por inyección de la figura 4A antes del ensamblaje de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

55 La figura 6A ilustra un tornillo de extrusión que tiene una geometría afilada de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

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

60 La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas para moldear una parte de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

La figura 8 es un diagrama simplificado que ilustra una máquina de moldeo por inyección con múltiples sistemas de moldeo por inyección de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

65 Descripción detallada

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

5 La presente divulgación en general proporciona un sistema de moldeo por inyección, el cual se puede denominar en este documento como un aparato, máquina, o sistema de moldeo por inyección de extrusión para relleno (ETF). El sistema de moldeo por inyección en general proporciona un tornillo de extrusión que se extrude bajo demanda para transferir o inyectar material fundido en un molde con un tamaño de disparo ilimitado o variable o volumen de desplazamiento, sin requerir un proceso de depuración después de períodos de tiempo de inactividad. El tamaño de  
10 disparo es el volumen de material que puede desplazarse o transferirse al molde durante un ciclo de inyección, suficiente para rellenar una única cavidad de molde o una pluralidad de cavidades de molde. El tamaño de disparo variable es diferente del sistema tradicional en el cual el tamaño de disparo es fijo, predeterminado por el diámetro de tornillo y la longitud de golpe de inyección, que es la distancia axial recorrida por el tornillo 102 tradicional (véase figura 1) durante un ciclo de inyección. El sistema 100 de moldeo por inyección tradicional (véase figura 1) ejecuta un proceso  
15 secuencial, fijo donde los cambios de tamaño de disparo requieren cambios en la configuración de control. El sistema de ETF puede extrudir plástico durante un tiempo específico, hasta que se logre una presión específica de cavidad de molde, hasta que se logre una contrapresión de tornillo específica, hasta que se logre un torque de tornillo específico o para un número preseleccionado de rotaciones de tornillo para moldear partes con diversas dimensiones para proporcionar cualquier tamaño de disparo deseado.

20 El presente sistema de inyección de ETF usa conducción de calor para producir una fusión homogénea con generación de calor por cizallamiento sustancialmente reducida. La fusión se puede calentar para obtener una viscosidad deseada. Al lograr la viscosidad deseada en un estado estático, se requiere menos presión para la extrusión o inyección para rellenar una cavidad de molde. También, se requiere fuerza de sujeción más baja para cerrar y sostener el molde.  
25

El tornillo de ETF está diseñado para promover la conducción de calor al material dentro del barril y para funcionar como una bomba de transporte para extrudir el material bajo una presión suficientemente alta como para rellenar las cavidades de molde. El tornillo puede girar en dos direcciones opuestas y corresponder a lo largo de la dirección axial.  
30 Uno de los beneficios de invertir la rotación es ayudar a agitar y mezclar la resina. Cuando el tornillo de extrusión gira en una dirección para bombear la resina, se puede establecer un patrón de flujo y presión. La inversión de la extrusión o rotación puede interrumpir el patrón de flujo e interrumpir la histéresis, descomprimiendo el sistema entre disparos de partes moldeadas permitiendo control más preciso. La inversión del tornillo mezcla la resina para mejorar la conducción de calor y lograr viscosidad de fusión más consistente y asegura una extrusión más uniforme. El tornillo  
35 puede incluir un calentador interno dentro del tornillo para ayudar además a la conducción de calor y puede usar un mejor conductor de calor, tal como latón, para conducir el calor desde el calentador interno.

La figura 2A es un sistema de inyección de extrusión para relleno (ETF) con un tornillo de extrusión de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. La figura 2B es una vista en sección del sistema de inyección de ETF de la  
40 figura 2A. La figura 3 es una vista en perspectiva de los componentes de la figura 2A antes del ensamblaje.

Refiriéndose en general a las figuras 2A-3, se proporciona un aparato o sistema 200 de moldeo por inyección. El aparato 200 de moldeo por inyección incluye un tornillo 202 de extrusión posicionado dentro de un barril 210 (véase figura 2B). Una abertura 216 de bloque de tolva puede estar asociada con la entrada 226 de barril para transferir  
45 material, típicamente en la forma de pellas, desde el bloque 206 de tolva al barril 210, y una boquilla 208 puede estar asociada con otra porción del barril 210 para transferir material fundido del barril 210 a un molde. Uno o más calentadores 214 pueden calentar el material dentro del barril 210 en un estado fundido, y el tornillo 202 de extrusión puede girar dentro del barril 210 para bombear el material a lo largo de una longitud del barril 210 y dentro del molde. Se puede usar un motor para girar el tornillo 202 de extrusión. Se puede acoplar un cilindro al tornillo 202 de extrusión  
50 o al barril 210 para mover uno de los tornillos 202 o el barril 210 en una dirección axial en relación con el otro del tornillo 202 o el barril 210 para abrir o cerrar la boquilla 208.

El sistema 200 de moldeo por inyección puede usar un cilindro o un motor eléctrico para alimentar un sistema de sujeción. El sistema de sujeción puede incluir una o más platinas estacionarias, una platina móvil, y una o más barras de refuerzo. Un cilindro de sujeción puede aplicar presión a la platina móvil para sostener el molde cerrado durante la  
55 inyección del material fundido en el molde. El aparato 200 de moldeo por inyección usa principalmente la conducción de calor estático, en vez de la generación de calor por cizallamiento, para fundir el material dentro del barril 210. Al lograr una viscosidad deseada usando principalmente conducción de calor estático, se requiere una presión más baja para extrudir el material en el molde y de este modo se requiere una fuerza de sujeción más baja para sostener el  
60 molde en una posición cerrada. Como tal, el sistema de inyección y el sistema de sujeción, incluyendo el cilindro o motor eléctrico para alimentar un sistema de sujeción, pueden ser más pequeños en tamaño y requerir menos potencia para operar que los sistemas de moldeo por inyección tradicionales, los cuales en general requieren fuentes de alimentación grandes y costosas tanto para el sistema 118 de inyección como para el sistema 120 de sujeción (véase figura 1). Las fuentes de alimentación para sistemas de moldeo por inyección tradicionales deben estar soportadas  
65 por una estructura de máquina masiva, lo cual aumenta los costes de infraestructura de instalaciones incluyendo el

suministro eléctrico, cimientos o suelos de hormigón grueso, y sistemas de HVAC sobredimensionados que son costosos de conseguir, operar, y mantener.

5 Refiriéndose todavía a las figuras 2A-3, el barril 210 del aparato 200 de moldeo por inyección puede encerrar el tornillo 202 de extrusión. Se muestran más detalles sobre el tornillo de extrusión en la figura 3. Un espacio entre el tornillo 202 de extrusión y el barril 210 es suficientemente grande para evitar la generación de calor por cizallamiento y es suficiente para permitir la rotación del tornillo 202 de extrusión dentro del barril 210. El barril 210 puede ser suficientemente grande para permitir un movimiento axial del tornillo 202 de extrusión dentro del barril 210.

10 El aparato 200 de moldeo por inyección de ETF opera a una presión más baja que los sistemas de moldeo por inyección tradicionales. La presión de operación más baja permite que el barril 210 tenga una pared delgada, lo cual proporciona mejor conducción de calor al material dentro del barril 210 (véanse figuras 2A-3) que la pared gruesa del barril 110 tradicional (véase figura 1). Por ejemplo, el grosor de pared del barril 210 puede ser 3.2mm a 6.4mm (0.125 pulgadas a 0.250 pulgadas) de grosor, en comparación con un grosor de pared del barril 110 de 19.1mm a 50.8mm (0.750 pulgadas a 2.00 pulgadas) en el sistema 100 de moldeo por inyección tradicional (véase figura 1). La conducción de calor estático, junto con la boquilla de cierre y la punta de tornillo que se discute a continuación, en general reduce la presión interna de barril en comparación con sistemas de moldeo por inyección tradicionales.

20 Los materiales para formar el barril 210 pueden seleccionarse con base en la conducción de calor más que en la contención de presión como un resultado de baja presión de extrusión o inyección. Por ejemplo, el barril 210 puede incluir material magnético para calentamiento inductivo o material altamente conductor tal como aleación de latón o cobre o aluminio. En algunas realizaciones, el barril 210 puede estar formado de acero.

25 El bloque 206 de tolva del aparato 200 de moldeo por inyección de ETF de las figuras 2A-3 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 tal manera que un material en el bloque 206 de tolva es arrastrado o alimentado al barril 210 a través de la abertura 216 de bloque de tolva y la entrada 226 de barril. El bloque 206 de tolva puede incluir uno o más canales 218 de refrigeración para circular fluido refrigerante, tal como agua, compuestos basados en agua, u otros compuestos refrigerantes, de tal manera que el tornillo 202 de extrusión y el barril 210 cerca del bloque 206 de tolva pueden permanecer fríos, por ejemplo, a temperatura ambiente.

35 El presente aparato 200 de moldeo por inyección de ETF puede incluir un número de calentadores de banda, tales como calentadores 214A-C, que se colocan fuera del barril 210 y están en contacto con el barril 210. El calentador 214C de banda más cercano al bloque 206 de tolva puede estar colocado a una distancia de un collar 220 de barril. El collar 220 de barril puede incluir dos porciones 220A y 220B en un extremo frontal del bloque 206 de tolva.

40 Refiriéndose a la figura 2B, el calentador 214C de banda puede colocarse a una distancia del bloque 206 de tolva de tal manera que pueda estar presente una región 222 de transición de temperatura en el barril 210 entre el bloque 206 de tolva y una región 224 calentada donde están ubicados los calentadores 214A-C. En la región 222 de transición de temperatura, el material puede permanecer relativamente frío y puede actuar similar a 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 dentro del molde. La región 222 de transición de temperatura puede diseñarse para exceder una longitud mínima, de tal manera que el material en la región 222 de transición tenga suficiente volumen para actuar similar a un sello para accionar el material fundido en la región 224 calentada dentro de un molde. La longitud mínima de la región 222 de transición de temperatura puede variar dependiendo de la aplicación del aparato 200 de moldeo por inyección y puede determinarse individualmente.

50 Es importante 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 a medida que el material frío y material de transición trabajan con la barrena 202 de tornillo para proporcionar la fuerza de extrusión para bombear el material fundido en la región 224 calentada. Cuando el material fundido está demasiado cerca de la tolva 206, la fuerza de extrusión puede perderse. La presencia de una cantidad adecuada de material frío en la región o zona 222 de transición de temperatura es importante para asegurar que el material frío se deslice a lo largo de la geometría de 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, el material fundido puede pegarse al tornillo 202 en la región 224 calentada y puede girar dentro del barril 210 con el tornillo 202.

60 Los calentadores 214A-C pueden ser calentadores de banda que se pueden colocar fuera del barril 210 cuando se ensamblan. Los calentadores 214A-C pueden ser calentadores eléctricos, los cuales encierran y entran en contacto con el barril 210 para calentar el material dentro del barril 210.

65 En algunas realizaciones, la conducción de calor inductivo puede ser posible usando un barril magnético o un tornillo magnético. Los generadores de calor por inducción pueden usarse para facilitar un tiempo de respuesta más rápido que los calentadores eléctricos. Por ejemplo, el sistema 200 de inyección de ETF puede usar un generador de calor por inducción junto con una sección de barril magnético y/o un tornillo magnético para calentar instantáneamente el

barril y el tornillo de extrusión. En algunas realizaciones, el barril y/o tornillo de extrusión pueden incluir al menos una porción o sección magnética para facilitar además el tiempo de respuesta más rápido.

5 En algunas realizaciones, los calentadores 225 resistivos pueden usarse dentro del tornillo 202 de extrusión junto con un anillo deslizante para suministrar potencia eléctrica y proporcionar lecturas de termopar para conducción más eficiente de calor a la resina, como se muestra en la figura 2B. Se puede agregar un termopar para proporcionar retroalimentación para controlar el calentador 225.

10 Refiriéndose a las figuras 2A-3, el presente sistema 200 de inyección de EFT puede incluir una boquilla 208 de cierre en el extremo del barril 210. El sistema 200 puede incluir una punta 212 de tornillo adaptada a la boquilla 208 para sellar la boquilla 208 entre disparos. La boquilla 208 de cierre permite una extrusión a baja presión debido a que no se forma aglomerado frío y por lo tanto no es necesario que se desaloje similar al sistema 100 de moldeo por inyección tradicional (véase figura 1). La punta 212 de tornillo se coloca contra la boquilla 208 para sellar o cerrar la boquilla 208, que está conectada a un extremo del barril 210. El tornillo 202 de extrusión puede incluir una porción hueca de tal manera que se pueda colocar un calentador resistivo u otro dispositivo de calentamiento y termopar dentro del  
15 tornillo 202 de extrusión. Los detalles del diseño de punta de tornillo se divulgan en una Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos relacionada 62/087,449 (Expediente de Abogado no. P249081.US.01), titulada "Nozzle Shut-off for Extrude-to-Fill Injection Molding System".

20 El aparato 200 de moldeo por inyección puede incluir un sistema de accionamiento para girar el tornillo 202 de extrusión. Por ejemplo, el presente sistema 200 de inyección de ETF puede incluir un motor de extrusión que gira el tornillo 202 y puede controlarse mediante corriente eléctrica para accionar la rotación de tornillo. El motor puede accionar el tornillo 202 usando una correa o cadena de accionamiento. El presente sistema 200 de ETF puede incluir un motor de extrusión que está alineado axialmente con el tornillo 202 de extrusión como un accionamiento directo,  
25 haciendo del ensamblaje de ETF una unidad discreta que facilita el uso de múltiples extrusores de ETF en una única máquina (por ejemplo, véase figura 8). El aparato 200 puede incluir un cilindro que mueve la punta 212 de tornillo en contacto con el interior de la boquilla 208 o puerta de molde. El cilindro puede mover el tornillo 202 de extrusión hacia adelante en relación con el barril 210 para poner la punta 212 de tornillo en contacto con la boquilla 208 para cerrar o interrumpir la boquilla 208 o puede mover el barril 210 hacia atrás en relación con el tornillo 202 para poner la boquilla  
30 208 en contacto con la punta 212 de tornillo para cerrar o interrumpir la boquilla 208.

Como se muestra en la figura 3, el tornillo 202 de extrusión puede tener un diámetro 230 de raíz constante a diferencia del diámetro de raíz variable del tornillo 102 de extrusión tradicional (véase figura 1). El presente tornillo 202 de extrusión puede usar un paso 234 comparativamente pequeño en vez del paso 132 grande del tornillo 102 de extrusión  
35 tradicional como se muestra en la figura 1. El paso 234 pequeño está diseñado para ayudar a bombear el material dentro del molde mientras que el paso 132 grande del tornillo 102 de extrusión tradicional es más adecuado para promover la generación de calor por cizallamiento.

40 Refiriéndose todavía a la figura 3, las dimensiones de tornillo, incluyendo longitud de tornillo, diámetro de raíz de tornillo, y altura 232 de vuelo de tornillo, pueden afectar el tamaño de disparo o tamaño de parte o precisión. Por ejemplo, una gran parte se puede moldear extrudiendo una longitud de tornillo larga, un diámetro de raíz grande, o una altura 232 de vuelo de tornillo alta. Cuando el diámetro del tornillo de extrusión se vuelve pequeño, el volumen de plástico extrudido eficientemente puede reducirse, pero el control del volumen extrudido puede ser más preciso, lo cual ayuda a controlar el tamaño de disparo para que sea consistente para cada ciclo de moldeo.  
45

El tornillo 202 de extrusión puede estar hecho de latón u otra aleación de latón, que tiene capacidades de conducción de calor más altas que acero comúnmente usado en el sistema de moldeo por inyección tradicional. El tornillo de latón puede conducir el calor al material mejor que el acero debido a que el plástico se mueve más libremente a lo largo de su superficie, promoviendo la mezcla de plástico. El latón tiene un bajo coeficiente de fricción, lo cual ayuda a impulsar la eficiencia de bombeo, especialmente para moldear materiales pegajosos, tales como resina reciclada mezclada/contaminada, o resinas basadas en almidón. La eficiencia de bombeo es una medida de un volumen que se inyecta en un molde por unidad de tiempo.  
50

Con referencia continua a la figura 3, 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-B. La sección 210C de entrada incluye la entrada 226 acoplada a la abertura 216 del bloque 206 de tolva. Refiriéndose a las figuras 2A, 2B y 3, cuando se ensambla el aparato 200 de moldeo por inyección, los calentadores 214A-C 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-B del collar 220 pueden posicionarse en la sección 210B de transición del barril 210 y pueden unirse entre sí, por ejemplo, con sujetadores roscados en los agujeros 228A-B formados en las porciones 220A-B de collar. Cuando se aseguran juntas, las porciones 220A-B de collar pueden resistir la rotación del collar 220 en relación con el 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 puede estar unido al bloque 206 de tolva para fijar axialmente y de manera giratoria el bloque 206 de tolva al barril 210. El collar 220 de barril puede estar unido al bloque 206 de tolva, por ejemplo, usando sujetadores insertados a través de agujeros 227A-B formados en las porciones 220A-B de collar y roscados en  
55 60 65

- 5 agujeros 219 formados en el bloque 206 de tolva como se muestra en la figura 3. 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 se puede montar en la sección 210C de entrada del barril 210 de tal 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 vía para que el material ingrese en el barril 210 desde el bloque 206 de tolva. El tornillo 202 puede colocarse dentro del barril 210 y los vuelos 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.
- 10 La conducción de calor estático puede facilitar un inicio automático de máquina para el presente sistema de inyección de ETF. Las máquinas de moldeo por inyección tradicionales requieren un proceso de depuración en el arranque para generar calor por cizallamiento suficiente para lograr la viscosidad plástica antes del moldeo. Se divulgan más detalles en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos relacionada No. 62/087,480 (Expediente de Abogado No. P249082.US.01), titulada "Control System for Extrude-to-Fill Injection Molding".
- 15 La mayor parte de materia prima plástica se proporcionan en forma de pellas de aproximadamente 3.2mm a 4.8mm (1/8" a 3/16") de diámetro y longitud e irregularidades en conformación y tamaño son comunes. Para acomodar las pellas, los sistemas de moldeo por inyección tradicionales tienen una tolva con una garganta de cierto tamaño para aceptar las pellas, y el tornillo de extrusión es de un cierto tamaño mínimo tanto en diámetro como paso de tornillo para poder recibir las pellas desde la garganta de la tolva y tirar eficientemente las pellas en el barril de extrusión. La necesidad de aceptar pellas determina el tamaño mínimo del tornillo y el barril para los sistemas de moldeo por inyección tradicionales. Este tamaño mínimo determina el tamaño constante de tornillo y barril a lo largo del sistema tradicional.
- 20 Se puede diseñar un tornillo de extrusión escalonado para acelerar el flujo de material hacia el molde cuando se desean velocidades de relleno más rápidas. La figura 4A es un sistema de inyección de extrusión para relleno (ETF) con un tornillo de extrusión escalonado de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. La figura 4B es una vista en sección del sistema de inyección de ETF de la figura 4A. La figura 5 es una vista en perspectiva de los componentes de la figura 4A antes del ensamblaje.
- 25 Refiriéndose a las figuras 4A-5, el aparato 400 de moldeo por inyección puede incluir un tornillo 402 de extrusión escalonado. El extremo de entrada del tornillo 402 de extrusión escalonado puede ser de un tamaño suficiente para recibir pellas desde la tolva 406, y el diámetro exterior del tornillo 402 es escalonado hacia abajo a lo largo de la longitud del tornillo 402 hacia el extremo de salida del tornillo 402, dando como resultado una reducción correspondiente en el diámetro interior y exterior del barril 410. El tornillo 402 de extrusión escalonado y barril 410 pueden permitir que la salida o extremo caliente del aparato 400 encaje en áreas más estrechas o más pequeñas, lo cual puede facilitar la ubicación de puertas en el interior de ciertas partes moldeadas de tal manera que la superficie exterior de las partes pueda ser completamente decorativa, con las puertas ocultas a la vista en la superficie interior de las partes. En otras palabras, al escalar hacia abajo 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 permite una reducción en tamaño del extremo de salida del aparato 400 que permite el uso del aparato 400 en áreas de otra manera prohibitivamente pequeñas.
- 30 Con referencia continua a las figuras 4A-5, el tornillo 402 de extrusión escalonado y el barril 410 pueden producir que el material fundido se acelere fuera de la salida o extremo caliente del aparato 400, debido a que el material es forzado a un área en sección transversal más pequeña que acelera la tasa de flujo del material. La tasa de flujo acelerada del material puede ayudar a rellenar configuraciones de molde pequeñas e intrincadas sin abertura de boquilla o geometría de puerta de molde significativamente reducidas y puede reducir el estrés inducido en el material y minimizar la deformación de parte.
- 35 Con referencia continua a las figuras 4A-5, el tornillo 402 de extrusión escalonado puede colocarse dentro del barril 410. El barril 410 puede incluir una primera sección 410A y una segunda sección 410B que tiene un diámetro mayor que la primera sección 410A. Una boquilla 408 puede estar acoplada a un extremo de la primera sección 410A para suministrar material fundido a un molde. El barril 410 puede incluir una sección 410C de extremo con una abertura 426 para recibir materia prima de 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.
- 40 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, usando sujetadores insertados dentro de agujeros 419 formados en el bloque 406 de tolva. El bloque 406 de tolva puede enfriarse al circular un fluido refrigerante, por ejemplo, circulando agua u otros compuestos refrigerantes, a través de canales 418.
- 45 Como se muestra en la figura 5, el tornillo 502 de extrusión escalonado puede tener un diámetro 506 de raíz constante, pero puede incluir una primera sección 508A con una primera altura 502A de vuelo, y una segunda sección 508B con



una segunda altura 502B de vuelo. Por ejemplo, el tornillo 502 de extrusión escalonado puede incluir una primera sección 508A de tornillo de una altura 502A de vuelo más pequeña además a lo largo de la longitud del tornillo 502 donde la materia prima se calienta y funde. El cambio de altura de vuelo más grande a altura de vuelo más pequeña puede aumentar el flujo de material hacia el molde, de tal manera que aumenta la eficiencia de bombeo. El tornillo 502 de extrusión escalonado también puede incluir una segunda sección 508B de una altura 502B de vuelo más grande cerca de la tolva donde es arrastrada una materia prima hacia el barril. La altura 502B de vuelo más grande del tornillo es eficiente al alimentar el material al barril desde la tolva, de tal manera que el material se alimenta más fácilmente al barril.

La eficiencia de bombeo también puede variar con la conformación o geometría de tornillo. Por ejemplo, un tornillo afilado con un ángulo 602 relativamente pequeño como se muestra en la figura 6A puede ser más fácil de alimentar el material al barril desde la tolva, tal como muestras tipo hojuela. El tornillo menos afilado con un ángulo 604 relativamente grande que el ángulo 602 como se muestra en la figura 6B puede proporcionar buena mezcla del material, frío y caliente. Un tornillo puede incluir una primera porción de la geometría menos afilada como se muestra en la figura 6B cerca de la boquilla y una segunda porción de geometría afilada como se muestra en la figura 6A cerca de la tolva (no se muestra). En algunas realizaciones, los vuelos de tornillo posicionados cerca de la tolva pueden ser más verticales (por ejemplo, más perpendiculares en relación con un diámetro de raíz) que los vuelos de tornillo posicionados cerca de la boquilla. Por ejemplo, el tornillo de extrusión puede tener una geometría de vuelo más vertical cerca de la tolva para recibir material en pellas desde la tolva y tirar eficientemente las pellas hacia el barril de extrusión, un vuelo en ángulo menos profundo en la región de transición de temperatura para mezclar material frío y caliente juntos, y otro cambio de vuelo 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 vuelos 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 en relación entre sí.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas para moldear una parte de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. El método 700 inicia 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 eliminar el soporte de detrás del tornillo. La extrusión comienza con la rotación inicial del tornillo de extrusión que produce que el tornillo se mueva axialmente en relación con el barril o el movimiento axial inicial del barril en relación con el tornillo para abrir la boquilla. La extrusión continúa con la rotación de tornillo para bombear el material fundido en un molde hasta que el molde se rellena en la operación 710. Durante el bombeo del material en el molde, el tornillo de extrusión no tiene movimiento axial. Después de rellenar la cavidad de molde, puede haber un tiempo de retención para mantener la presión de extrusión contra el material en el molde.

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 restablecer el sistema de inyección de ETF a un requisito de torque de motor bajo en un inicio de extrusión. El ciclo de descompresión también puede aliviar la tensión en cualquier componente del bastidor de máquina. La acción no newtoniana del material es absorber la fuerza directa y empujar hacia afuera contra la pared de barril, lo cual puede aumentar la fuerza requerida para mover el material en su trayectoria prevista. La acción no newtoniana puede romperse mediante rotación inversa del tornillo de extrusión que permite la extrusión continua de material bajo una presión de inyección baja que puede ser 3.4 MPa a 10.3 MPa (500 psi a 1,500 psi).

El método 700 también puede incluir soltar el molde liberando la presión en la operación 718. Luego, una parte moldeada se puede retirar del molde. Para cada ciclo de moldeo, el tornillo de extrusión puede girar para moverse hacia atrás en relación con el barril o el barril puede moverse hacia adelante en relación con el tornillo para abrir la boquilla y mover el plástico hacia adelante para rellenar el molde. Luego, el tornillo puede invertir la rotación para moverse hacia adelante en relación con el barril o el barril puede moverse hacia atrás en relación con el tornillo para cerrar la boquilla.

La operación de ETF descrita anteriormente es muy diferente de la operación del sistema 100 de moldeo por inyección tradicional (véase figura 1). El presente sistema de inyección de ETF no incluye una etapa de extrusión de recuperación y un ciclo de inyección similar al sistema de moldeo por inyección tradicional. Refiriéndose a la figura 1 de nuevo, el proceso de moldeo tradicional comienza con la rotación del tornillo 102 de extrusión para agitar el plástico para generar calor por cizallamiento mientras que se transfiere el plástico al extremo frontal del tornillo 102. Durante la etapa de extrusión de recuperación, el plástico se mueve hacia adelante y el tornillo 102 de extrusión se puede mover hacia

atrás por una distancia preseleccionada, lo cual afecta el tamaño de disparo además del diámetro de tornillo. Un ciclo de inyección inicia después de la etapa de extrusión de recuperación. Se aplica una fuerza muy alta a la parte posterior del tornillo 102 de extrusión mediante un cilindro 138 de inyección para avanzar el tornillo 102 de extrusión, que desaloja el aglomerado frío y evacua el plástico en la zona 112 de inyección.

5 Operación de moldeo a baja presión

10 El presente sistema de inyección de ETF requiere fuerzas de inyección mucho más bajas que el sistema de moldeo por inyección tradicional. Por ejemplo, el presente sistema de inyección de ETF puede generar la misma presión como la presión en la cavidad de molde o presión de inyección ligeramente más alta, tal como presión de inyección 5-10% más alta, que la presión en la cavidad de molde puede oscilar de 3.4 MPa a 10.3 MPa (500 psi a 1,500 psi). En contraste, una presión de inyección de 137.9 MPa a 206.8 MPa (20,000 psi a 30,000 psi) puede ser requerida para que el sistema de moldeo por inyección tradicional proporcione la misma presión de 3.4 MPa a 10.3 MPa (500 a 1,500 psi) a la cavidad de molde. Esto permite que el requisito de potencia total para el sistema de ETF sea 1.8 MJ a 10.8 MJ (0.5 kilovatios hora a 3 kilovatios hora) de 110 voltios o 208 voltios de suministro eléctrico monofásico. El sistema de moldeo por inyección tradicional requiere 21.6 MJ a 43.2 MJ (6 kilovatios hora a 12 kilovatios hora) de 220 voltios o 440 voltios de suministro eléctrico trifásico.

20 La baja presión de inyección puede reducir la presión de sujeción requerida para el molde. Por ejemplo, la presión de sujeción puede ser aproximadamente 10% más alta que la presión requerida en la cavidad de molde. Como un resultado de la baja presión de sujeción, los moldes pueden estar formados de un material de menor coste, tal como aluminio, en vez de acero para moldes tradicionales. La baja presión de inyección y sujeción también puede reducir el tamaño de máquina, lo cual puede reducir el coste de máquina y costes operativos. El sistema de inyección de ETF es mucho más pequeño que el sistema de moldeo por inyección tradicional. Adicionalmente, la extrusión bajo una presión más baja puede dar como resultado partes moldeadas de manera más uniforme con una densidad consistente, lo cual puede reducir la deformación de partes y mejorar la calidad de producto.

30 El presente sistema de inyección de ETF puede incluir un sistema de sujeción de baja presión para el molde, lo cual puede reducir el daño al utillaje debido a la alta presión de sujeción del sistema de moldeo por inyección tradicional.

En algunas realizaciones, el presente sistema de inyección de ETF puede incluir una mesa de acceso frontal para facilitar el moldeo y sobremoldeo por inserción. La mesa de acceso frontal permite a un operador acceder al molde con mayor visibilidad.

35 El grado más alto de control de fuerza de inyección, flexibilidad de diseño de molde, y flexibilidad de diseño de máquina permiten un rango más amplio de posibilidades para la producción de moldeo por inyección de partes de plástico discretas e insertar partes moldeadas donde se colocan componentes o ensamblajes discretos en el molde de inyección para que se les agregue plástico agregado en el proceso de moldeo.

40 En algunas realizaciones, un único sistema de moldeo por inyección puede incluir múltiples sistemas de inyección de ETF, que pueden rellenar un molde de múltiples cavidades o una gran cavidad de molde desde múltiples puertas. La figura 8 es un diagrama simplificado que ilustra una máquina de moldeo por inyección con múltiples sistemas de inyección de ETF de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. El número de sistemas de inyección de ETF que pueden incluirse en un único sistema de moldeo por inyección no está limitado. En este ejemplo particular, el sistema 800 puede incluir cuatro sistemas 802 de inyección de ETF, cada uno de los cuales puede incluir subensamblajes 804 y entradas 806 correspondientes conectadas a una o más tolvas para recibir materiales desde las tolvas. Los sistemas 802 de inyección pueden alimentarse mediante gravedad, vacío, barrena u otro medio a los tubos de alimentación individuales o entradas 806. En algunas realizaciones, las entradas 806 pueden conectarse a una única tolva común. Por ejemplo, una única 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 sistemas 802 de inyección individuales para permitir su función independiente dentro del sistema 800. Cada sistema 802 de inyección de ETF puede operar de manera independiente pero coordinada para asegurar el moldeo eficiente.

55 Refiriéndose a la figura 8, un único sistema 800 de inyección puede incluir múltiples sistemas de inyección de ETF para rellenar un molde con una única cavidad. Los sistemas 802 de inyección de ETF individuales están acoplados a un único molde que tiene múltiples puertas (no se muestran) para rellenar una porción del molde. La combinación puede ser deseable debido a que las resinas en los sistemas de inyección están preparadas para moldear con la máquina en un estado estático. Cada sistema 802 de inyección puede controlarse independientemente. Cada sistema 802 de inyección puede proporcionar retroalimentación individual a su controlador respectivo. Cada sistema 802 de inyección puede tener detección de presión desde un sensor de presión directa, una carga de torque en 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 sistema 802 de inyección puede estar dispuesto como un sistema de circuito cerrado y puede controlarse individualmente. Un microprocesador central o principal puede procesar datos recibidos de los sistemas 802 de inyección y controlar cada sistema de inyección para detener de manera individual o colectivamente el flujo de material una vez que se alcanza una presión objetivo. El sistema 800 de inyección por extrusión es un sistema de circuito cerrado que presenta un proceso definido por sensor, basado en salida que permite

el uso de cualquier combinación de sistemas 802 de inyección. Los sistemas combinados pueden permitir moldear partes grandes con densidad de parte consistente, lo cual lleva a dimensiones precisas y consistentes para partes moldeadas por inyección, y pueden reducir la deformación de partes de plástico. El sistema combinado es más eficiente que el sistema de moldeo por inyección tradicional el cual suministraría plástico desde una única boquilla, a través de múltiples ramificaciones de agujero de colada, produciendo cada ramificación una pérdida de presión que requiere una fuerza de inyección inicial mucho más alta. La alta fuerza de inyección requiere más potencia y una máquina más masiva con costes operativos más altos mientras que proporciona temperatura y viscosidad no uniformes de plástico.

Refiriéndose a la figura 8, un único sistema 800 de inyección puede producir partes moldeadas individuales a partir de dos o más cavidades de molde usando dos o más sistemas 802 de inyección por extrusión que operan independientemente alineados individualmente a cada cavidad independiente dentro del molde. Cada sistema 802 de inyección puede controlarse independientemente. Cada sistema 802 de inyección puede proporcionar retroalimentación individual a su controlador respectivo para asegurar uniformidad en cada cavidad de molde. Cada sistema 802 de inyección puede tener detección de presión desde un sensor de presión directo, una carga de torque en 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 sistema 802 de inyección puede estar dispuesto como un sistema de circuito cerrado para cada cavidad de molde respectiva y puede controlarse individualmente. Un microprocesador central o principal puede procesar datos recibidos de los sistemas 802 de inyección, y puede detener individualmente el flujo de material y abrir y cerrar colectivamente el molde con base en los datos recibidos de los sistemas 802 de inyección individuales. El sistema 800 de inyección por extrusión es un ensamblaje altamente eficiente, compacto, y autónomo que encaja en una pequeña huella permitiendo que los sistemas 802 de inyección individuales se usen en proximidad cercana uno del otro. El sistema 800 de inyección por extrusión es un sistema de circuito cerrado que presenta un proceso definido por sensor, basado en salida que permite el uso de cualquier combinación de sistemas 802 de inyección. Los sistemas combinados pueden permitir moldear partes individuales con densidad de parte consistente y peso uniforme, que lleva a dimensiones precisas y consistentes para partes moldeadas individuales pero comunes, y pueden mejorar el rendimiento cuando se usan en operaciones de ensamblaje altamente automatizadas. El sistema combinado es más eficiente que el sistema de moldeo por inyección tradicional que suministraría plástico desde una única boquilla, a través de múltiples ramificaciones de agujero de colada, produciendo cada ramificación una pérdida de presión que requiere una fuerza de inyección inicial mucho más alta. La alta fuerza de inyección requiere más potencia y una máquina más masiva con costes operativos más altos mientras que proporciona temperatura y viscosidad no uniformes de material dando como resultado uniformidad de parte individual inconsistente.

El sistema 800 también puede incluir un bastidor que incluye platinas 808A-C verticales y barras 810A-D horizontales en cuatro esquinas de cada platina. Las platinas están conectadas por las barras horizontales que pasan a través de agujeros en las platinas. Las platinas verticales son sustancialmente paralelas entre sí y separadas a lo largo de las barras horizontales, que son sustancialmente paralelas entre sí. Se coloca un molde entre las platinas 808A y 808B. La posición de platina 808B puede ser ajustable a lo largo de las barras 810A-D, para acomodar un molde de un tamaño particular. El bastidor puede ensamblarse sujetando las barras contra las platinas 808A y 808C en dos extremos opuestos de las barras 810A-D.

#### Materiales de moldeo

La generación y conducción de calor estático usadas en el presente sistema de inyección de ETF no es sensible a los materiales o propiedades de resina, incluyendo, pero no limitados a, grado de resina, pureza, uniformidad, e índice de flujo de fusión entre otros.

Por ejemplo, el presente sistema de inyección de ETF es capaz de moldear cualquier material termoplástico, tales como plásticos reciclados coentremezclados/mezclados postconsumo, una mezcla de resinas con diferentes índices de flujo de fusión, provenientes de diferentes clasificaciones de plástico o familias químicas, materiales biobasados cada uno de los cuales son difíciles de moldear con el sistema de moldeo por inyección tradicional. En un ejemplo adicional, se puede mezclar una mezcla que incluye dos o más pellas de resina diferentes para moldear una parte. Los múltiples plásticos pueden tener diferentes características de procesamiento, tales como índice de flujo de fusión, temperatura de fusión, o temperatura de transición vítrea, pero el coentremezclado de estos materiales no presenta ningún problema para el sistema de ETF.

Los plásticos reciclados pueden incluir, pero no se limitan a, polietileno (PE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polipropileno (PP), tereftalato de polietileno (PET), nailon (PA), policarbonato (PC), ácido poliláctico (PLA), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), polisulfona (PS), sulfuro de polifenileno (PPS), óxido de polifenileno (PPO), polieterimida (PEI), acrílico (PMMA) entre otros.

El presente sistema de inyección de ETF es capaz de moldear plásticos reforzados con contenidos de fibra o rellenos minerales mucho más altos 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 de moldeo por inyección tradicional, debido a su dependencia de la generación de calor por cizallamiento que se basa en resinas que son 70%

en volumen o más compuestos basados en petróleo. Al usar generación de calor estático en el presente sistema de inyección de ETF, la fusión no depende de ningún contenido de resina basado en petróleo. Por ejemplo, el plástico reforzado puede contener más de 50% en volumen de fibras de vidrio, fibras de celulosa, agregado mineral o fibras de carbono.

5 El presente sistema de inyección de ETF es 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 proporciona control preciso de temperatura, lo cual ayuda a evitar el sobrecalentamiento del material. El tornillo de extrusión también puede dimensionarse variando la longitud de tornillo y diámetro de raíz de tornillo para controlar los  
10 tiempos de residencia y evitar degradación térmica.

El presente sistema de inyección de ETF puede usarse para moldear resinas o plásticos biobasados sensibles a temperatura y presión que son sensibles a la degradación por cizallamiento. Las resinas biobasadas incluyen materiales de celulosa, resinas de almidón vegetal y las resinas basadas en azúcar, que pueden usarse para productos  
15 tales como implantes médicos, incluyendo, pero no limitados a, tornillos para huesos, reemplazos de huesos, stents, entre otros.

El presente sistema de inyección de ETF también se puede usar para moldeo por inyección de metal sensible a presión/cizallamiento (MIM). Las materias primas de MIM también pueden ser sensibles a las temperaturas, tiempos  
20 de residencia y presión de cizallamiento, similar a resinas biobasadas. El presente sistema de inyección de ETF puede moldear polímeros con hasta 80% en volumen de carga de acero inoxidable u otros metales.

El presente sistema de inyección de ETF también puede usarse para inyectar pastas alimenticias, que pueden extrudirse en moldes calentados a temperaturas de cocción para formar productos alimenticios de formas deseadas.  
25

Los materiales de moldeo pueden incluir, pero no se limitan a, termoplásticos amorfos, termoplásticos cristalinos y semicristalinos, resinas vírgenes, plásticos reforzados con fibra, termoplásticos reciclados, resinas recicladas posindustriales, resinas recicladas postconsumo, resinas termoplásticas mezcladas y entremezcladas, resinas orgánicas, compuestos de alimentos orgánicos, resinas basadas en carbohidratos, compuestos basados en azúcar, compuestos de gelatina/propilenglicol, compuestos basados en almidón, y materias primas de moldeo por inyección  
30 de metal (MIM).

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de moldeo por inyección de extrusión para relleno que comprende:
- 5 un barril que incluye un extremo asociado con un molde a través de una boquilla;  
una tolva acoplada al barril y configurada para rellenar un material en el barril;  
10 uno o más calentadores asociados con el barril a una distancia de la tolva para calentar el material; y  
un tornillo de extrusión recibido dentro del barril y configurado para girar en sentido de las agujas del reloj y contrario a las agujas del reloj;
- 15 en donde el barril o el tornillo de extrusión es móvil en una dirección axial entre una primera posición en la cual el tornillo de extrusión gira en relación con el barril para bombear el material calentado hacia el molde a través de la boquilla y una segunda posición en la cual el tornillo de extrusión cierra la boquilla; y
- 20 el aparato configurado para restringir el movimiento del tornillo de extrusión en la dirección axial mientras que bombea el material calentado hacia el molde.
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde el barril o el tornillo de extrusión comprende una porción de material magnético para calentamiento inductivo.
3. El aparato de la reivindicación 1, en donde la tolva está configurada para circular un fluido refrigerante.
- 25 4. El aparato de la reivindicación 1, en donde el barril incluye una sección de transición de temperatura que tiene una longitud que permite que el material forme una región de sello para bombear eficazmente un material fundido.
5. El aparato de la reivindicación 1, en donde el tornillo de extrusión y el barril tienen diámetros exteriores e interiores escalonados.
- 30 6. El aparato de la reivindicación 1, en donde el tornillo de extrusión comprende un diámetro de raíz constante a lo largo de la longitud del tornillo de extrusión.
- 35 7. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 o 6, en donde el tornillo de extrusión comprende una altura de vuelo constante.
8. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 o 6 o 7, en donde el tornillo de extrusión comprende una primera porción que tiene una geometría configurada para mezclar eficazmente el material cerca de la boquilla y una segunda porción que tiene una geometría configurada para alimentar eficientemente materiales desde la tolva.
- 40 9. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 o 6, en donde el tornillo de extrusión comprende una primera porción que tiene una primera altura de vuelo y una segunda porción que tiene una segunda altura de vuelo mayor que la primera porción, teniendo la primera porción un extremo adaptado a la boquilla asociada con el barril para fluir el material calentado hacia el molde.
- 45 10. El aparato de la reivindicación 9, en donde la primera porción está configurada para bombear eficientemente un material fundido, y la segunda porción está configurada para alimentar y mezclar eficazmente materiales, estando la segunda porción más cerca de la tolva que la primera porción.
- 50 11. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 o 6, en donde un espacio entre el tornillo de extrusión y el barril es suficientemente grande para reducir la generación de calor por cizallamiento en el material por rotación del tornillo.
- 55 12. Un aparato que comprende una pluralidad del aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 o 6 dispuesto para rellenar una única cavidad de molde desde una pluralidad de puertas a una cavidad de molde o dispuesto para rellenar una pluralidad de cavidades de molde dentro de un molde.
- 60 13. El aparato de la reivindicación 12, en donde cada aparato de la pluralidad de aparatos se controla independientemente para detener el flujo de material una vez que se alcanza una presión objetivo.
14. El aparato de la reivindicación 12, en donde cada aparato de la pluralidad de aparatos proporciona datos de presión individuales a un controlador respectivo.
- 65 15. Un método para fabricar un componente, comprendiendo el método:

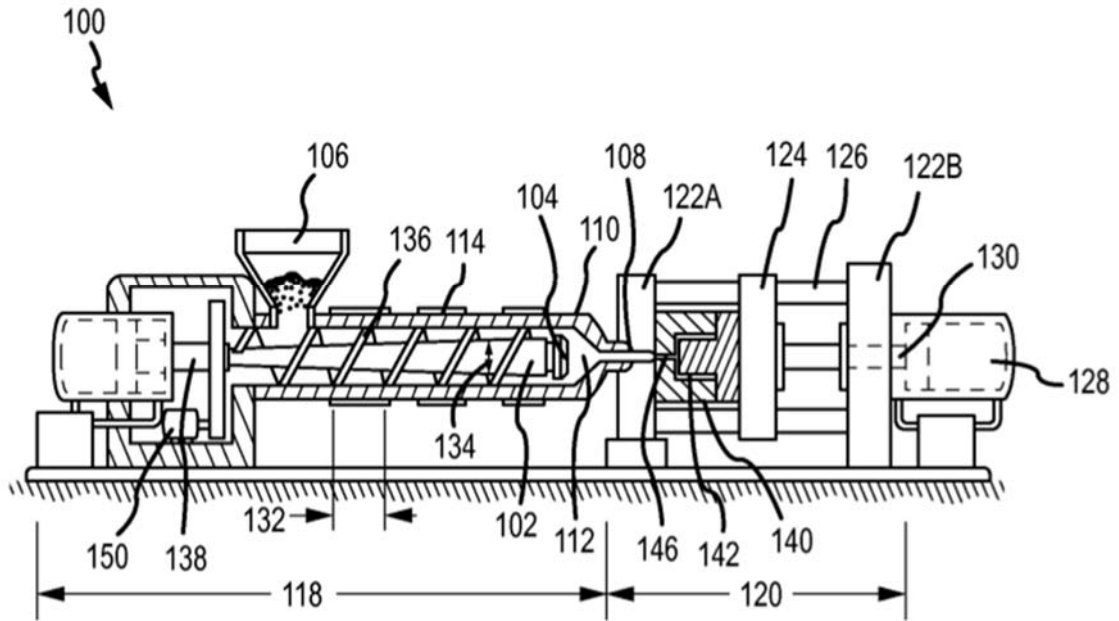
## ES 2 762 946 T3

encender uno o más calentadores para fundir un material dentro de un barril;

5      posicionar un tornillo de extrusión en una primera posición en relación con el barril en el cual el tornillo de extrusión está separado de una boquilla asociada con el barril;

10     girar el tornillo de extrusión mientras está en la primera posición para bombear el material fundido a través de la boquilla hacia un molde hasta que se rellena el molde, en donde el tornillo de extrusión está restringido de moverse en la dirección axial mientras que bombea el material fundido a través de la boquilla hacia el molde; y

posicionar el tornillo de extrusión en una segunda posición en la cual el tornillo de extrusión cierra la boquilla invirtiendo la rotación del tornillo de extrusión para descomprimir el barril y para romper la acción no newtoniana del material.



**FIG.1**  
**TÉCNICA ANTERIOR**

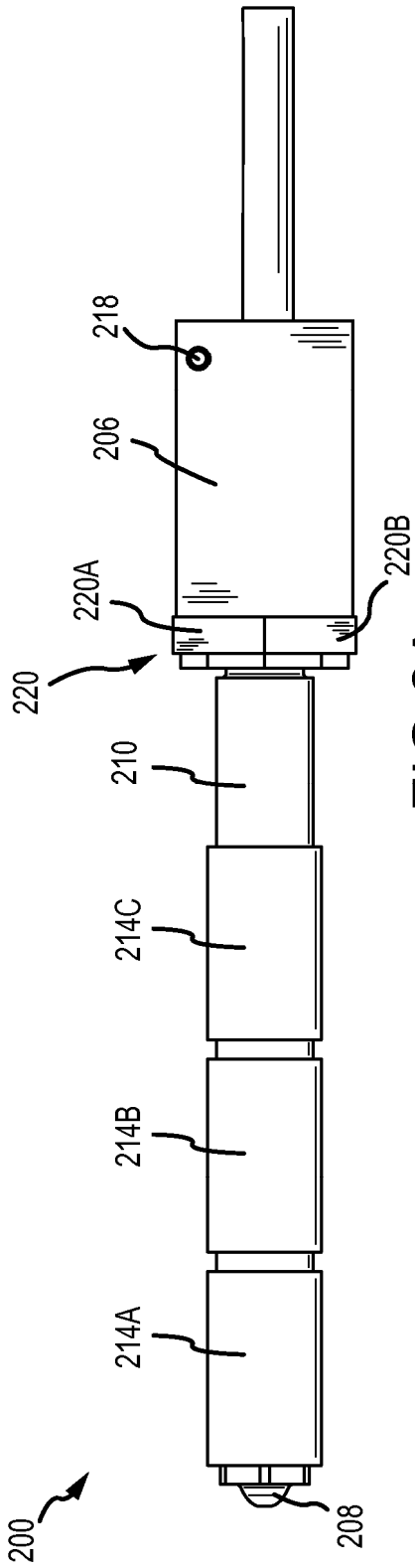


FIG. 2A

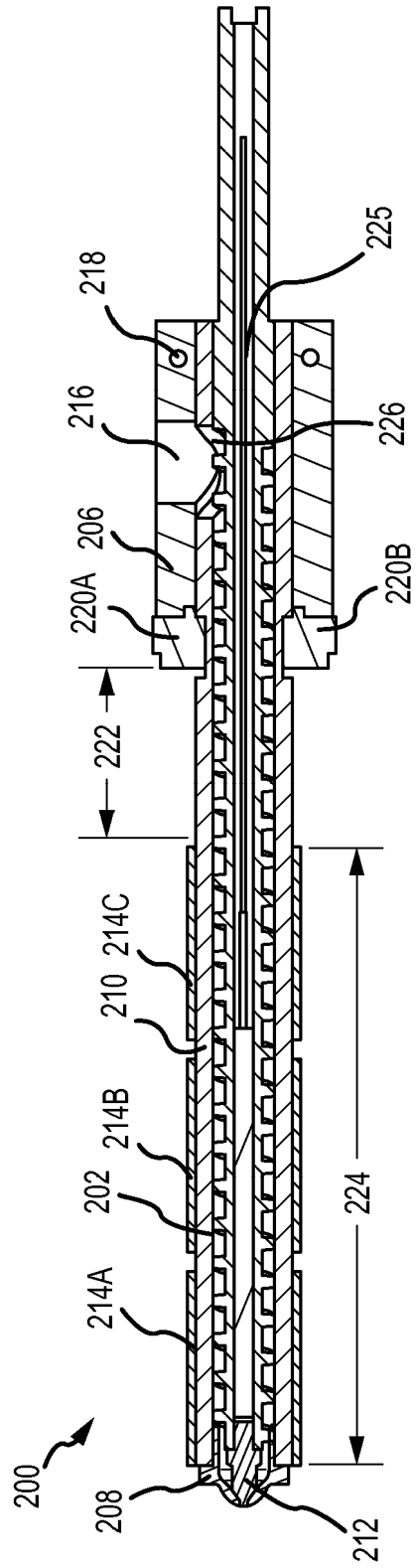


FIG. 2B



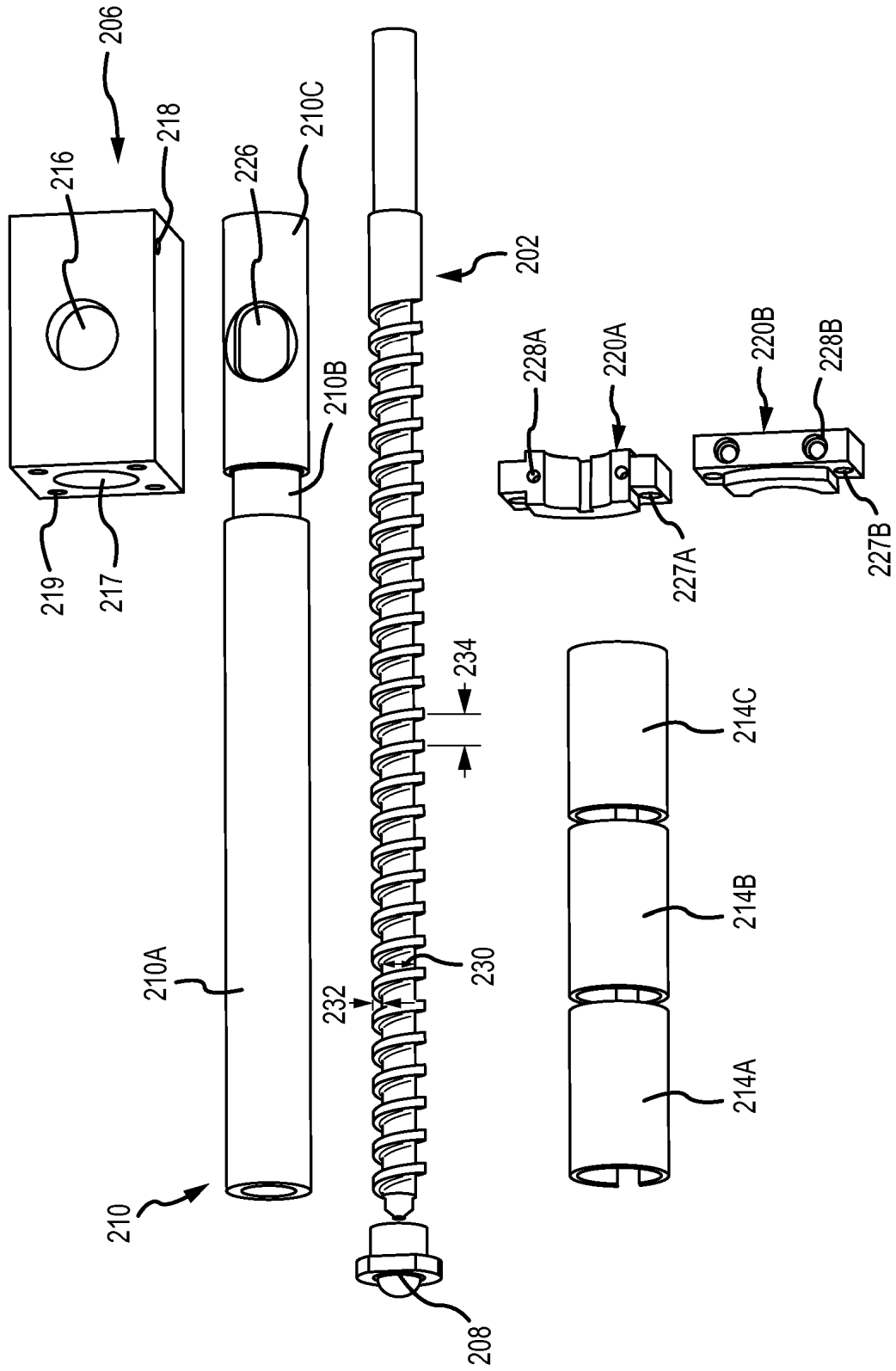


FIG.3

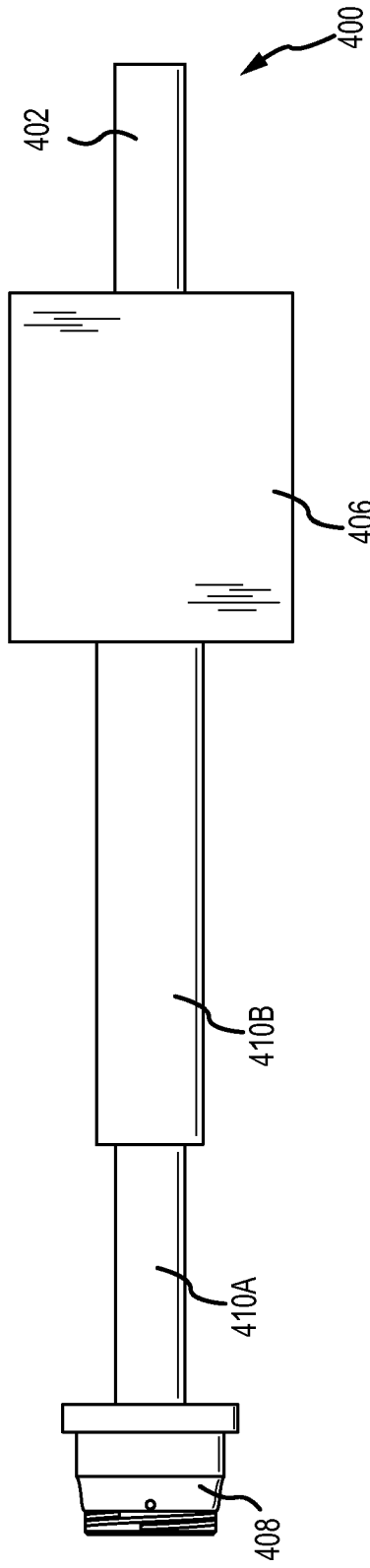


FIG. 4A

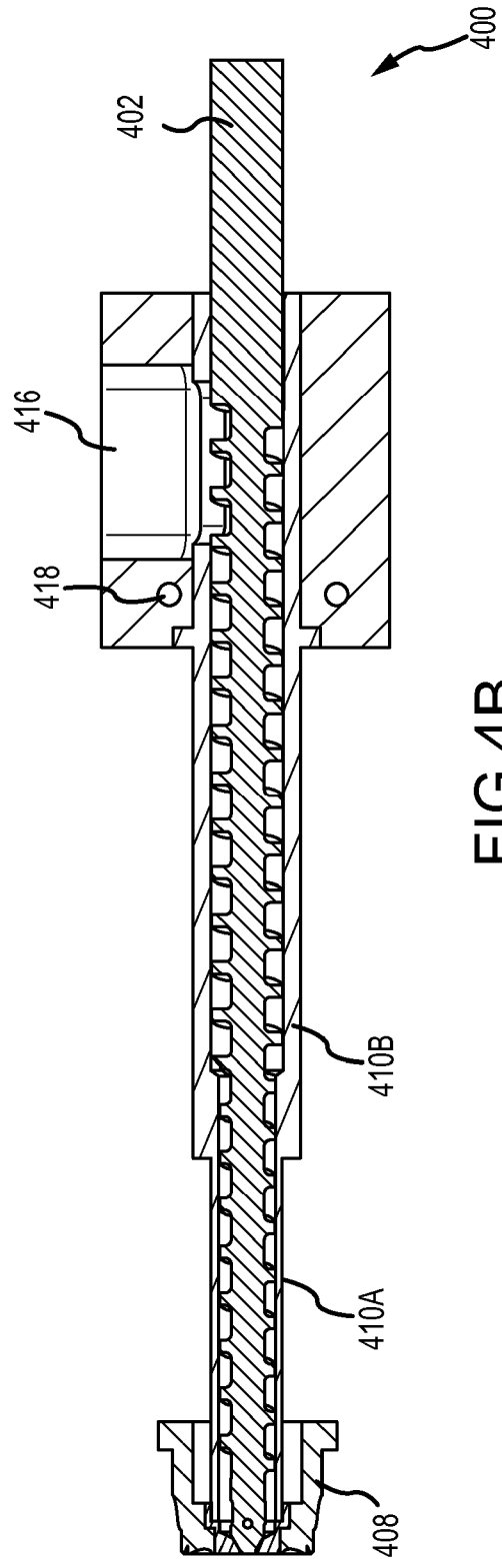


FIG. 4B

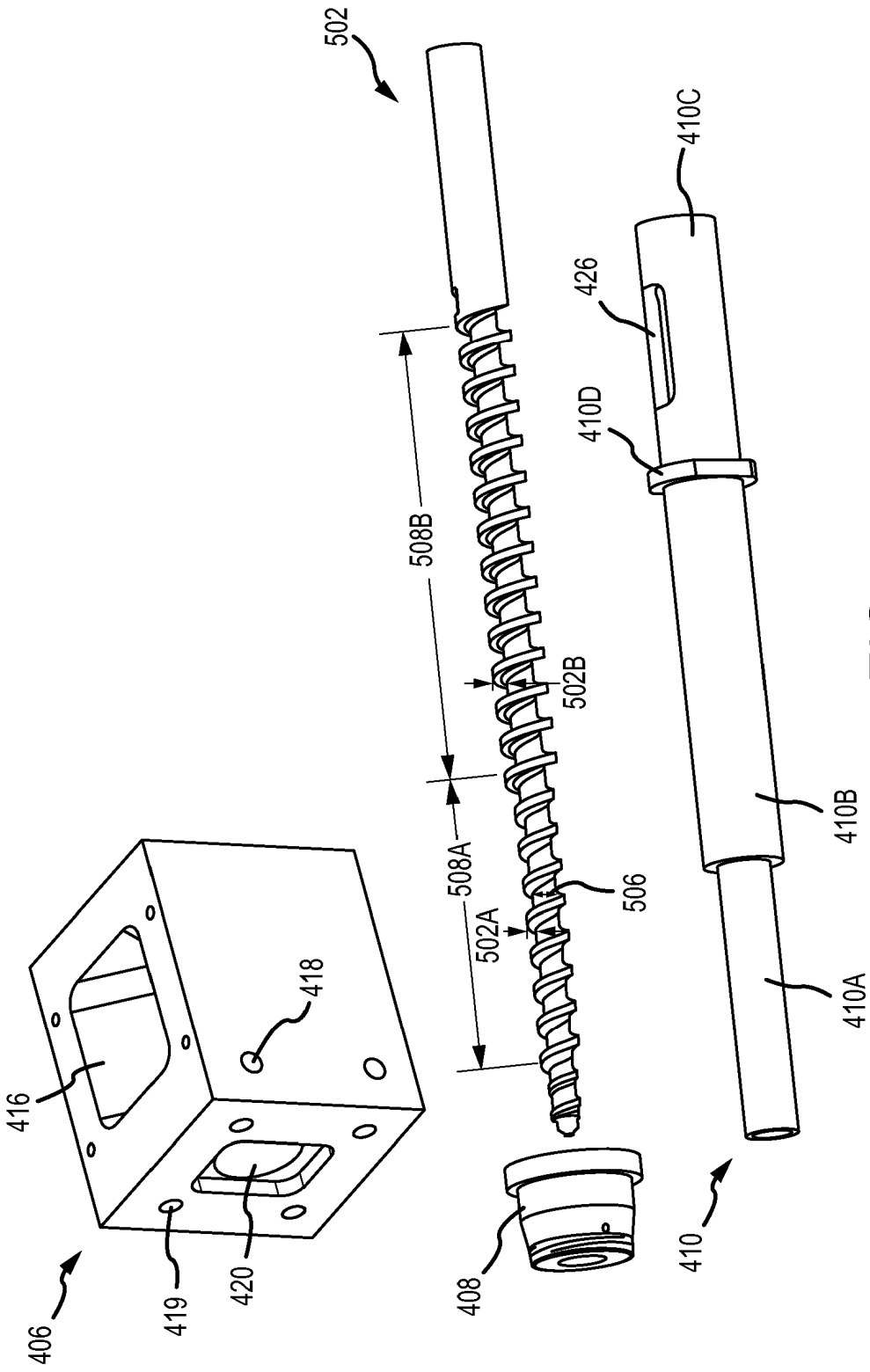


FIG. 5

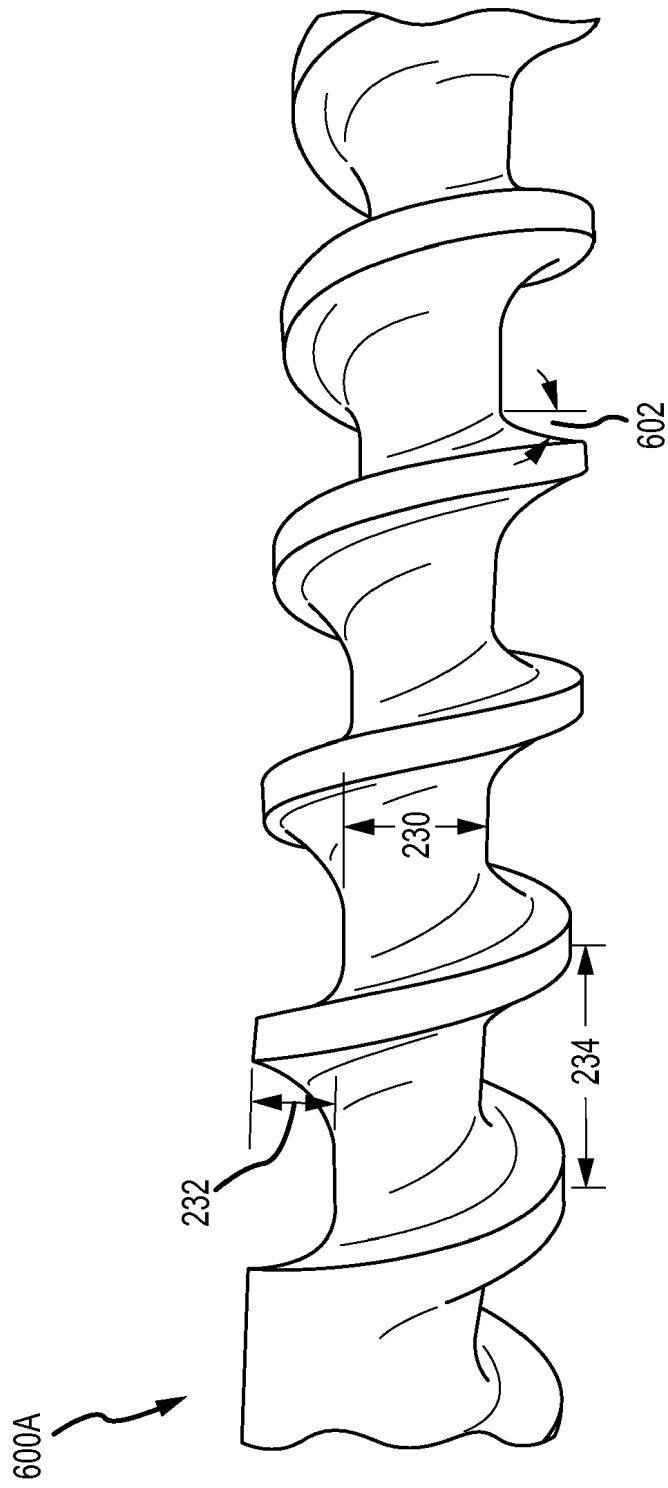


FIG.6A

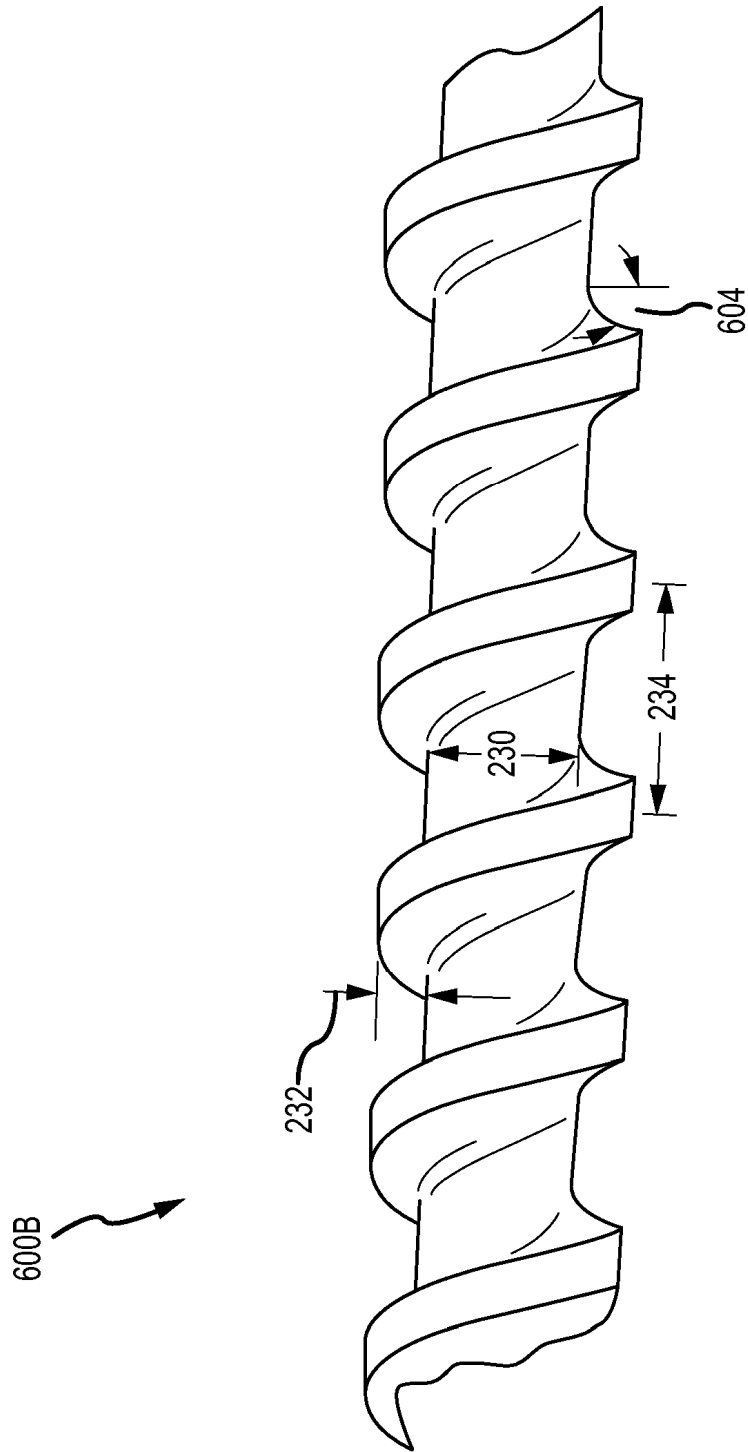


FIG.6B

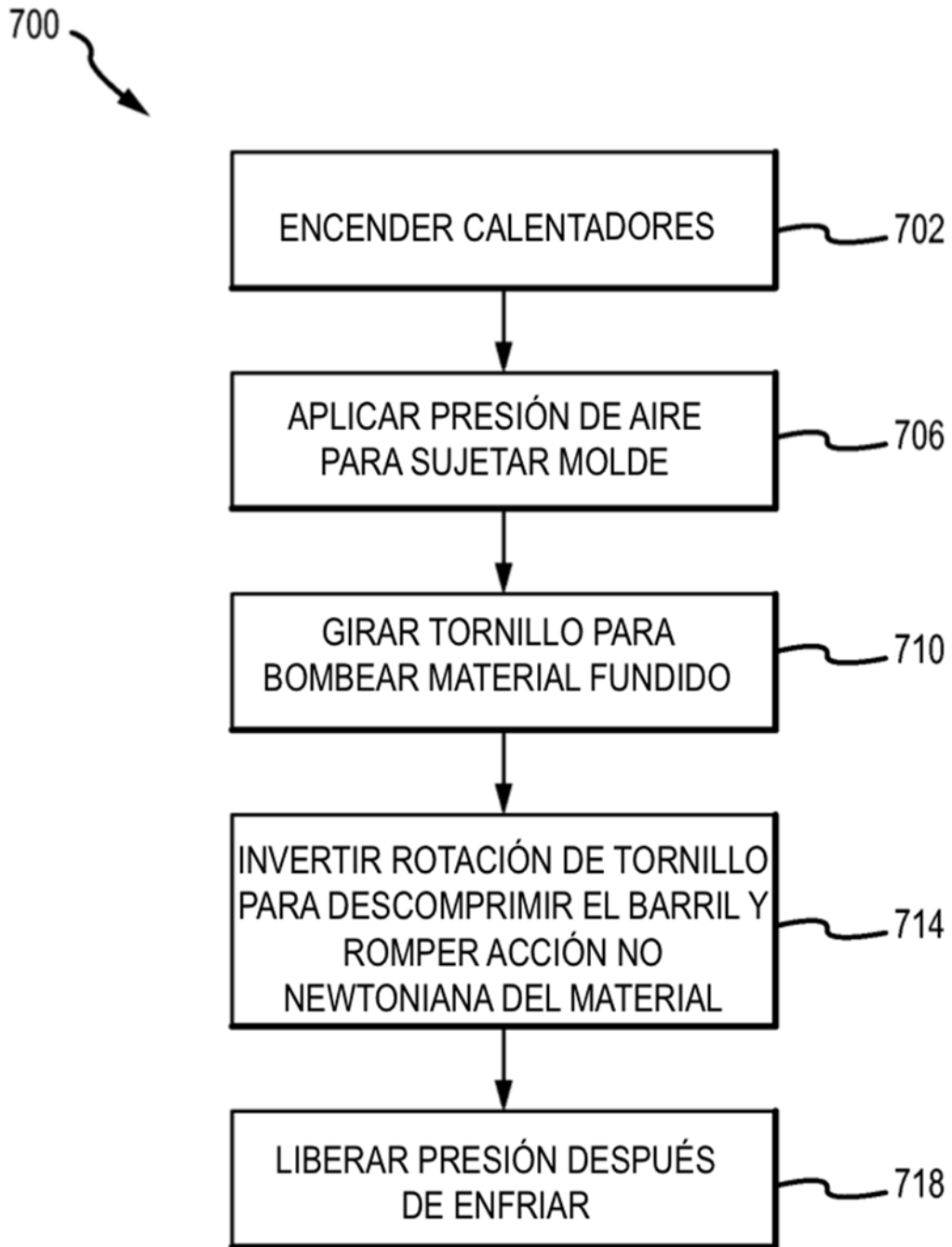


FIG.7

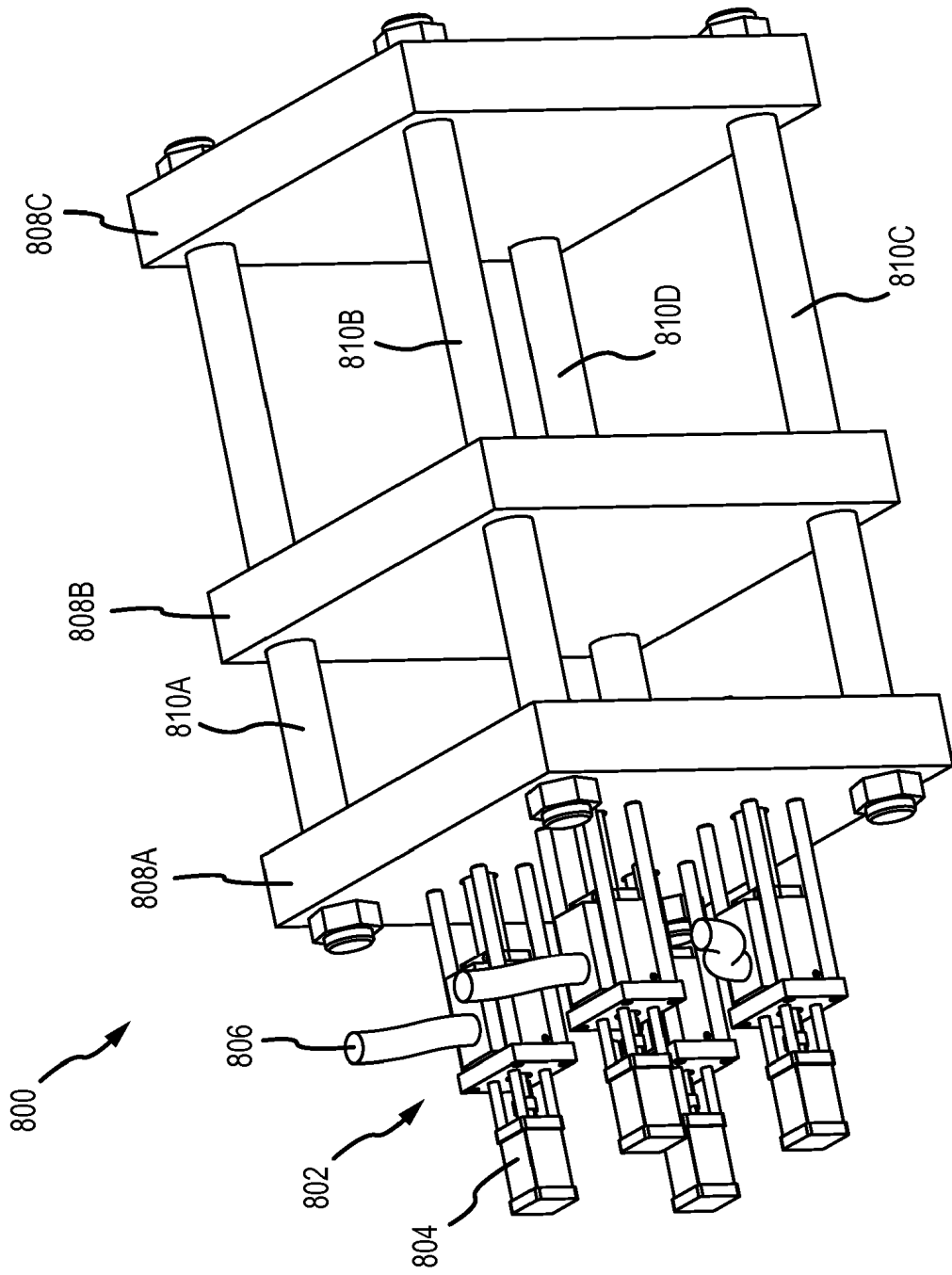


FIG.8