



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 325 890**

(51) Int. Cl.:

B21C 33/02 (2006.01)

B22D 11/10 (2006.01)

B22D 17/20 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06825979 .5**

(96) Fecha de presentación : **13.10.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1954419**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **13.08.2008**

(54) Título: **Aparato y método para extrusión a alta presión con aluminio fundido.**

(30) Prioridad: **13.10.2005 US 726280 P**
12.10.2006 US 548726

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.09.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.09.2009

(73) Titular/es: **Alcoa Inc.**
100 Technical Drive
Alcoa Center, Pennsylvania 15069-001, US

(72) Inventor/es: **Sample, Vivek, M.;**
Gaylord, David;
Paola, Vincent, A.;
Ghiardi, Domenic, A.;
Chabal, Ronald, G. y
Kallivayalil, Jacob, A.

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 325 890 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para extrusión a alta presión con aluminio fundido.

5 **Campo de la invención**

Esta invención se relaciona con un sistema de suministro de metal fundido. Específicamente, esta invención se relaciona con un sistema de suministro de metal fundido de presión continua y método de extrusión de un artículo de longitud indefinida.

10 **Transfondo de la invención**

El proceso de trabajo sobre el metal conocido como extrusión implica el presionar el metal (lingote o barra) a través de la abertura de un molde con una configuración predeterminada para formar una figura con una mayor longitud y una sección transversal substancialmente constante. Por ejemplo, en la extrusión de las aleaciones de aluminio, el aluminio se precalienta a la temperatura apropiada de extrusión. El aluminio entonces se coloca en un cilindro calentado. El cilindro usado en el proceso de extrusión tiene una abertura de molde en un extremo de la forma deseada y un pistón o espigón recíproco que tiene aproximadamente las mismas dimensiones transversales que el orificio del cilindro. Este pistón o espigón se mueve contra el aluminio para comprimir el aluminio. La abertura en el molde es la trayectoria de menos resistencia para el aluminio bajo presión. El aluminio se deforma y pasa por la abertura del molde para producir un producto extrusionado que tiene la misma forma transversal que la abertura del molde.

Refiriéndonos a la Fig. 1, el proceso de extrusión descrito anteriormente es identificado por el número de referencia 2, y típicamente consiste en varias operaciones discretas y discontinuas entre las que se encuentran: derretir 4, colar 6, eliminación de la capa superficial 8, homogeneización 10, aserrado opcional 12, recalentamiento 14, y finalmente, extrusión 16. El aluminio se vierte a una temperatura elevada y se enfría típicamente a temperatura de sala o ambiente. Después de moldear, se elimina la capa superficial del aluminio para quitar la capa del óxido que se forma naturalmente en la superficie del aluminio debido a la reacción entre la superficie del aluminio y el oxígeno en la atmósfera. Debido a que el aluminio se vierte, hay una cierta cantidad de falta de homogeneidad en la estructura del aluminio. Por lo tanto, el aluminio típicamente se calienta a temperaturas elevadas para homogeneizar el metal fundido. Después del paso de la homogeneización, el aluminio se refresca a temperatura ambiente. Después de refrescar, el aluminio homogeneizado se recalienta en un horno a una temperatura elevada llamada temperatura del precalentamiento. Los expertos en la materia apreciarán que la temperatura del precalentamiento es generalmente la misma para cada barra que deba ser sacada en una serie de barras. Al alcanzar la temperatura de precalentamiento, el aluminio se coloca en una prensa de extrusión y se extruye a través del molde de extrusión para formar un producto extruido.

Todos los pasos precedentes están relacionados con prácticas que son bien conocidas por los expertos en la materia de fundición colada y extrusión. Cada uno de los pasos precedentes está relacionado con el control metalúrgico del metal a ser extruido. Estos pasos son de muy alto coste, incurriendo en costes energéticos cada vez que el metal se recalienta desde temperatura ambiente. Hay también costes de recuperación internos al proceso asociados con la necesidad de recortar el metal, costes laborales asociados al inventario del proceso, y costes capitales y operacionales para el equipo de extrusión.

Por ello, existe una necesidad de consolidar las operaciones discretas y discontinuas de un proceso tradicional de extrusión para reducir el coste de fabricar un producto extruido.

Las tentativas anteriores de desarrollar un proceso continuo de extrusión se describen en las patentes estadounidenses número 6.536.508, 6.712.126 y 6.739.485 de Sample y otros. Estas patentes describen un sistema para la extrusión de un artículo de modo continuo logrado mediante el uso de inyectores múltiples de metal fundido operando secuencialmente. Cada uno de los inyectores está conectado entre el suministro de metal fundido y el proceso río abajo. Se requiere sincronización exacta entre los inyectores múltiples para una operación exitosa. La sincronización se alcanza por medio de las válvulas que se abren o cierran para facilitar o impedir el flujo de aluminio fundido. La fiabilidad y la facilidad de uso de estas válvulas resulta crucial para el éxito de estas invenciones.

Mientras que estas patentes proporcionan un proceso continuo es deseable proporcionar un aparato y un método continuo de extrusión que consolide las operaciones múltiples de un proceso tradicional de extrusión en una sola operación. El funcionamiento de la invención propuesta aquí es significativamente más fiable que invenciones anteriores para alcanzar la misma meta. La fiabilidad mejorada es un resultado de la simplificación de ciertos componentes y debido a la invención de componentes adicionales que reducen la complejidad de las tareas implicadas en la extrusión continua de un artículo.

Resumen de la invención

Hablando en términos generales, de acuerdo con la invención, se proporciona un sistema de suministro de metal fundido capaz de suministrar metal continuamente a una operación de formado río abajo a una presión o velocidad constante. El sistema de suministro de metal fundido incluye una serie de inyectores de metal fundido con como mínimo un inyector de metal fundido conocido de aquí en adelante como el cilindro de alimentación (C.A1) conectado directamente con la fuente de metal y un segundo inyector de metal fundido conocido como el cilindro acumulador

ES 2 325 890 T3

(CA) y que está conectado con el primer inyector y el proceso río abajo. El sistema también incluye un sistema de alimentación de metal fundido de baja presión y un cilindro de control del proceso conocido de aquí en adelante como (CCP).

5 Los inyectores de CF y de CA están unidos el uno al otro y a un sistema de alimentación de metal fundido de baja presión mediante diversas válvulas de chequeo para facilitar o para impedir el flujo de metal fundido entre diversos componentes del sistema de envío de metal fundido. Una primera válvula de chequeo conocida de aquí en adelante como la válvula de chequeo de entrada (VCE) une el sistema de alimentación a baja presión al inyector del metal fundido del cilindro de alimentación (C.Al). Una segunda válvula de chequeo conocida como la válvula de chequeo de salida (VCS) une el inyector de metal fundido de (C.Al) y el inyector de metal fundido de (CA). Los inyectores de metal fundido (C.Al, CA), las válvulas de chequeo (VCE, VCS) y el cilindro de control del proceso (CCP) actúan en conjunto para suministrar metal fundido del sistema de alimentación a baja presión a una operación de formado río abajo constante de modo tal que el metal fundido suministrado está en una presión constante o se mantiene una velocidad del producto constante.

15 Cada uno de los inyectores de metal fundido tiene una cubierta del inyector configurada para contener el metal fundido y un pistón que es recíprocamente operable dentro de la cubierta del inyector. Una carrera de avance del pistón desplaza el líquido de la cubierta del inyector permitiendo que el inyector alimente el metal fundido y una carrera de retorno del pistón permite que la cubierta del inyector se llene con metal. Cada uno de los inyectores usa el concepto del pistón móvil de gas sobre metal como se describe en la patente estadounidense número 6.739.485 de Sample y otros.

El control del flujo de metal fundido y de la velocidad de salida del producto se logra mediante un cilindro de control del proceso (CCP) con comunicación gaseosa con el inyector de metal fundido de (CA). El cilindro de control del proceso tiene una cubierta separada configurada para contener el gas y un pistón que se modula recíprocamente dentro de la cubierta. El pistón es capaz de moverse en una carrera de avance y de una carrera de retorno. La carrera de retorno del CCP permite al gas expandirse de tal modo que disminuye la presión en la cubierta del inyector de metal fundido de CA dando por resultado una disminución de la velocidad de salida del producto. La carrera de avance del CCP comprime el gas de tal modo que aumenta la presión en la cubierta del inyector de metal fundido de CA dando por resultado un aumento en la velocidad del producto. La posición del pistón del CCP se puede modular de este modo para mantener una velocidad objetivo.

También se proporciona un método de operar un sistema de suministro de metal fundido para suministrar el metal fundido a un proceso río abajo a un índice o presión de flujo de metal fundido substancialmente constante. El método incluye la actuación de los pistones del inyector de modo tal que la cubierta del inyector se llena con metal fundido y alimenta posteriormente el metal fundido a otro inyector o a un proceso río abajo. Cuando un inyector está alimentando metal se le conoce como estando en la etapa de alimentación o de extrusión y cuando se está llenando con metal se le conoce como estando en la etapa de llenado. El sistema de suministro de metal fundido funciona en una manera cíclica con un solo ciclo que es definido por el inyector de metal fundido de CF que pasa a través de una etapa de llenado y de una etapa de alimentación. El inyector de metal fundido de CF, durante su etapa de llenado, está en comunicación líquida con la fuente o recipiente de suministro de metal fundido (abriendo el VCE y cerrando el OVC) y durante la etapa de alimentación está en comunicación líquida con el inyector de metal fundido de CA y el proceso río abajo (abriendo el VCS y cerrando el VCE). El gas en el cilindro de alimentación es prepresurizado a la presión en la CA antes de la etapa de alimentación. Durante la etapa de alimentación, el cojín del gas del cilindro de CF se comprime más para facilitar la transferencia de aluminio fundido del CF a la CA. En esta etapa el CF suministra el metal fundido al cilindro de la CA y al proceso río abajo. Esto ocasiona el llenado de la CA. La carrera de avance del inyector de metal fundido de CF funciona a una velocidad más alta que da lugar simultáneamente a la alimentación de metal fundido al cilindro acumulador (AC) y al proceso río abajo. El pistón de la CA siempre es esclavo del nivel de metal fundido en la CA para mantener un cojín constante de gas. Como consecuencia, el CF y los pistones del inyector de metal fundido de CA se moverán en direcciones opuestas de modo tal que cuando uno se está alimentando, el otro se está llenando. Antes de la carrera de retorno del CF, el VCS se cierra y el gas en el CF se ventea.

Controlar la velocidad de salida de un producto desde el proceso río abajo se consigue ajustando la presión en el inyector de metal fundido de CA con un cilindro de control del proceso (CCP), que está en comunicación gaseosa con el inyector de metal fundido de CA. Se modula el pistón del CCP basándose en la retroalimentación del sensor de la velocidad del producto.

Las válvulas de chequeo funcionan congelando y deshelando el metal fundido en un pasaje para impedir o facilitar respectivamente el flujo de metal fundido. Estas válvulas proporcionan medios fiables de aislar componentes cuando están funcionando en presiones de funcionamiento substancialmente diversas.

Otro aspecto de la actual invención es reducir la cantidad total de costes asociados en la fabricación de un producto extruído.

65 Breve descripción de las figuras

Para una comprensión más completa de la invención, se hace referencia a la descripción siguiente tomada en conexión con los dibujos adjuntos, en los cuales:

Fig. 1 es una vista esquemática de un proceso de extrusión;

Fig. 2 es una vista transversal esquemática de un sistema de suministro de metal fundido construido y dispuesto de acuerdo con la invención;

Fig. 3 es una vista transversal de un inyector de suministro de metal fundido usado en el sistema de la Fig. 2;

Fig. 4 es una vista transversal esquemática de un inyector de metal fundido;

Fig. 5 es una vista transversal de un inyector de metal fundido, de un retén, y de medios para refrescar el retén de acuerdo con la invención;

Fig. 6 es una vista transversal de una válvula de chequeo usada en el sistema de la Fig. 2;

Fig. 7 es una vista transversal del molde de extrusión; y

Fig. 8 es una sección longitudinal del sistema de suministro de metal fundido.

Descripción detallada de las representaciones preferidas

Las figuras siguientes y la descripción que sigue proponen esta invención y en sus representaciones preferidas. Sin embargo, se contempla que las personas familiarizadas generalmente con los procesos de extrusión y/o sistemas de suministro de metal fundido podrán aplicar las nuevas características de las estructuras y de los métodos ilustrados y descritos aquí en otros contextos modificando ciertos detalles. Por consiguiente, las figuras y la descripción no deben ser tomadas de modo restrictivo en el alcance de esta invención, sino que deben ser entendidas como enseñanzas amplias y generales. Al hacer referencia a cualquier gama numérica de valores, tales gamas se entienden para incluir cada número y/o fracción entre el mínimo y el máximo de la gama indicados. Finalmente, con objeto de la descripción tratada más abajo, los términos “superior”, “inferior”, “derecha”, “izquierda”, “vertical”, “horizontal”, “parte superior”, “parte inferior”, y sus derivados están derivados con la invención, como se indica en las figuras.

La invención se dirige a un sistema de suministro a presión de metal fundido (sistema de envío continuo de metal) que incorpora como mínimo dos inyectores de metal fundido. El sistema de suministro de metal fundido se puede usar para entregar el metal fundido a un aparato o a un proceso de extrusión río abajo. Particularmente, el sistema de suministro de metal fundido presentado en esta invención proporciona metal fundido en índices de flujo y presiones substancialmente constantes a un proceso o a aparatos de extrusión río abajo.

De acuerdo con la Fig. 2, un sistema de suministro de metal fundido 16 incluye una serie de los inyectores 18 de metal fundido identificados por separado con designaciones “a” y “b”. Un inyector 18a de metal fundido de CF y un inyector 18b de metal fundido de CA son idénticos y sus piezas se describen de aquí en adelante en términos de un sólo inyector 18 para mayor claridad. Un sistema 20 de alimentación a baja presión proporciona metal fundido 22 al inyector 18a de metal fundido de CF. En el sistema de alimentación 20 a baja presión se suministra continuamente el metal fundido de un contenedor 21 que está en comunicación líquida con el sistema 20 de alimentación a baja presión. El sistema 20 de alimentación a baja presión está también en comunicación líquida con un pasaje de alimentación 24 que substancialmente se extiende de modo vertical. El primer pasaje de alimentación 24 está en comunicación líquida con un primer compartimiento de recepción 26, que se incluye en una primera cubierta 28. El primer compartimiento de recepción 26 está en comunicación líquida con un segundo pasaje 30 de alimentación que se extiende substancialmente de modo lateral. Una válvula de chequeo 32a se puede usar para impedir o facilitar el flujo de metal fundido 22 a través del segundo pasaje de alimentación 30.

El segundo pasaje de alimentación 30 se extiende en una segunda cubierta 34 que incluye un segundo compartimiento de recepción 36. El segundo compartimiento de recepción 36 está en comunicación líquida con el segundo pasaje de alimentación 30, un tercer pasaje de alimentación 38 que se extiende substancialmente de modo vertical, y un cuarto pasaje de alimentación 40 que se extiende substancialmente de modo lateral. El tercer pasaje de alimentación 38 está en comunicación líquida con el interior 42 de una cubierta del inyector 44 del inyector 18a de metal fundido de CF. Una válvula de chequeo (VCS) 32b, se usa para facilitar o para impedir el flujo de metal fundido 22 a través del cuarto pasaje de alimentación 40. Aunque la Fig. 2 representa las válvulas de chequeo 32a y 32b estando posicionadas sobre el centro del segundo y del cuarto pasaje de alimentación 30 y 40, las válvulas de chequeo 32a y 32b primera y/o segunda pueden también extenderse a lo largo substancialmente de la longitud entera de los pasajes de alimentación 30 y 40 segundo y cuarto, respectivamente.

El cuarto pasaje de alimentación 40 se extiende en una tercera cubierta 46 que incluye un tercer compartimiento de recepción 48. El tercer compartimiento de recepción 48 está en comunicación líquida con el cuarto pasaje de alimentación 40, un quinto pasaje de alimentación 50 que se extiende substancialmente de modo vertical, y un sexto pasaje de alimentación 52 que extiende hacia el exterior (de acuerdo con la Fig. 8). El quinto pasaje de alimentación 50 está en comunicación líquida con el interior 42 de la cubierta 44 del segundo inyector 18b. El sexto pasaje de alimentación 52 está en comunicación líquida con un molde por extrusión 54 (según se indica en la Fig. 8), que se usa para solidificar el metal fundido 22 antes de que el metal fundido 22 se extruya a través de un molde de extrusión 56 que está unido al molde de extrusión 54. Aunque Fig. 2 representa los pasajes de alimentación 24, 30, 38, 40, 50 y 52

ES 2 325 890 T3

con substancialmente el mismo diámetro, se observa que esto no se entiende en su sentido limitante puesto que uno o más de los pasajes de alimentación 24, 30, 38, 40, 50 y 52 pueden tener diámetros de tamaños diversos.

Como puede entenderse en la Fig. 2, un cilindro de control del proceso 58, el inyector 18b de metal fundido de CA, y el inyector 18a de metal fundido de CF van unidos por un conducto del gas 60 que permite que el gas sea conducido entre el cilindro de control del proceso 58 y el metal fundido de CF y los inyectores 18a y 18b de metal fundido de CA. Un cojín 116 del gas en el inyector 18a de metal fundido de CF se llena mediante el gas que pasa (se desplaza) desde el inyector 18b de metal fundido de CA al inyector 18a de metal fundido de CF a través del conducto 60 del gas que está situado entre los inyectores 18a y 18b de metal fundido de CF y de metal fundido de CA. El cojín 116 del gas del inyector 18b de metal fundido de CA se llena por el gas que pasa del cilindro de control del proceso 58 al inyector 18b de metal fundido de CA a través del conducto 60 del gas que está situado entre el cilindro de control del proceso 58 y el inyector 18b de metal fundido de CA. La función del conducto 60 del gas será descrita en más detalle abajo.

En la Fig. 2, el cilindro de control del proceso 58 está en comunicación gaseosa con el inyector 18b de metal fundido de CA vía un primer conducto 62 del gas que se extiende substancialmente de modo lateral. Un segundo conducto 64 del gas que se extiende substancialmente de modo lateral conecta el inyector 18b de metal fundido de CA con el inyector 18a de metal fundido de CF. Unido al segundo conducto 64 del gas una primera válvula de gas 66, que se usa para regular el flujo de gas entre los inyectores 18a y 18b de metal fundido de CF y de metal fundido de CA. Un tercer conducto 68 del gas está unido al inyector 18a de metal fundido de CF. El tercer conducto 68 del gas se usa para ventilar (es decir expeler o liberar) gas del inyector 18a de metal fundido de CF. La operación de la ventilación se regula mediante una segunda válvula de gas 70 que va unida al tercer conducto 68 del gas.

El inyector de metal fundido de CF y el inyector de metal fundido CA 18a y 18b son idénticos y sus piezas se describen más abajo en términos de un solo inyector "18" para mayor claridad. Refiriéndonos a las figuras 2-5, el inyector 18 incluye una cubierta 44 del inyector que se usa para contener el metal fundido 22 antes del desplazamiento de metal fundido 22 a un aparato o proceso río abajo. En una representación de esta invención, la cubierta 44 del inyector se alinea con grafito 105 (como se muestra en la Fig. 4). Esto, sin embargo, no se entiende en su sentido limitante puesto que la guarnición puede ser manufacturada de cualquier material que no reacciona adversamente con el metal fundido 22 que se está usando. Un pistón 84 se extiende hacia abajo hacia la cubierta 44 del inyector y es recíprocamente operable dentro de la cubierta 44 del inyector. Según se presenta en las Figs. 2 - 4, un primer extremo 106 del pistón 84 va acoplado a un actuador hidráulico o espigón 108 que acciona el pistón 84 a través de su movimiento recíproco. El primer extremo 106 del pistón 84 va acoplado a un actuador hidráulico 108 por un acoplador autoalineador 110. La altura del cojín 116 del gas situada entre un segundo extremo 114 del pistón 84 y de metal fundido 22 se envía a una computadora o a una unidad de control 117 (de acuerdo con la Fig. 2), lo cual regula la actuación de un cilindro de control del proceso (PCC) 58, el inyector 18a de metal fundido de CF, y el inyector 18b de metal fundido de CA. La actuación del pistón 84 del inyector es tal que se mantiene una altura fija del cojín del gas. El método en el cual la computadora 117 regula la actuación del cilindro de control del proceso (PCC) 58, el inyector 18a de metal fundido de CF, y el inyector 18b de metal fundido de CA se describe con más detalles a continuación.

Refiriéndonos a la Fig. 5, se introduce gas en los inyectores de CF y de CA 18a y 18b de CA, respectivamente, por uno o más pasajes de entrada de gas 118 que se extienden a través de la cubierta 44 del inyector. El pasaje 118 de la entrada del gas está en comunicación gaseosa con como mínimo un inyector adyacente (no mostrado) o con el cilindro de control del proceso (no mostrado). Como puede verse claramente en la Fig. 5, una superficie externa 120 del pistón 84 no es totalmente rasante (es decir en contacto) con la pared interior 122 de la cubierta 18 del inyector y por lo tanto permitiendo que el gas proveniente de los inyectores adyacentes o del cilindro de control del proceso 58 para entrar en la cubierta 44 del inyector. Cuando se abre una válvula de gas, el gas sale de la cubierta 18 del inyector con uno o más pasajes 124 de la salida del gas que se extienden por la cubierta 44 del inyector.

Se evita que escape el gas de la cubierta 44 del inyector entre el pistón 84 y la cubierta 44 del inyector mediante como mínimo un retén 126 que se coloca cerca del primer extremo 82 de la cubierta 44 del inyector. Como puede ser visto claramente en la Fig. 5, el retén 126 se recibe en un surco 128 localizado dentro de una pared interior 122 de la cubierta 44 del inyector adyacente a la superficie externa 120 del pistón 84. Posicionado de modo adyacente al primer extremo 82 de la cubierta 44 del inyector un hombro anular 80, que está situado debajo de la cubierta 76 de soporte o de las placas 78 superiores.

El retén 126 se refresca para prevenir la degradación debido al calor que es generado por el metal fundido 22, el gas calentado en la cubierta 44 del inyector, y la fricción que es causada por la actuación del pistón 84. La Fig. 5 ilustra una representación del método de enfriamiento que puede implementarse. En esta representación, una serie de los canales de enfriamiento 132 están posicionados en la superficie externa 130 de la cubierta 44 del inyector cerca del retén 126. Una carcasa 134, diseñada para evitar que el refrigerante se escape de los canales de enfriamiento 132, rodea los canales de enfriamiento y la cubierta 44 del inyector. En otra representación, los canales de enfriamiento están situados dentro del interior 136 de la cáscara 134.

Como puede comprenderse por las Figs. 2 y 6, el método de extrusión se puede separar en dos ciclos separados y distintos. En primer lugar existe un ciclo de llenado que prepara el sistema 2 de suministro de metal fundido para el proceso de extrusión. Una vez que el sistema de suministro de metal fundido 2 se ha llenado de metal fundido 22, el ciclo de extrusión se inicia para extruir el producto.

ES 2 325 890 T3

Durante el ciclo de llenado, el sistema 20 de alimentación a baja presión se llena de metal fundido 22 de un contenedor 21 que contiene el metal fundido. Una vez que el sistema 20 de alimentación a baja presión se llena de metal fundido 22, el metal fundido 22 va del sistema 20 de alimentación a baja presión al primer pasaje de alimentación 24, que está en comunicación líquida con el primer compartimiento de recepción 26. El movimiento de metal fundido 22 del sistema 20 de alimentación a baja presión al primer pasaje de alimentación 24 es un resultado de una presión de gas en el sistema 20 de alimentación a baja presión más alta (es decir mayor) que la presión de gas en el inyector 18a de metal fundido de CF. Por consiguiente, el metal fundido 22 se mueve desde el sistema 20 de alimentación a baja presión al inyector 18a de metal fundido de CF. Según sale el metal fundido 22 del sistema 20 de alimentación a baja presión, el metal fundido adicional 22 se introduce en el sistema 20 de alimentación a baja presión vía el contenedor 21 de modo que la altura del metal fundido 22 en el sistema 20 de alimentación a baja presión siga siendo substancialmente constante. Del primer compartimiento 26 de recepción, el metal fundido 22 va al segundo pasaje de alimentación 30.

El metal fundido 22 va por el segundo pasaje de alimentación 30 al segundo compartimiento de recepción 36, que está en comunicación líquida con el tercer y cuarto pasaje de alimentación 38 y 40. En este momento particular, el metal fundido 22 puede pasar libremente a través del segundo pasaje de alimentación 30 porque la válvula de chequeo VCE 32a incluye serpentines de calentamiento 180 que están activos y están calentando el metal fundido 22 para asegurarse de que el metal fundido 22 permanece en un estado substancialmente líquido. Según se llena el segundo compartimiento 36 de recepción de metal fundido 22, se previene que el metal fundido 22 pase a través del cuarto pasaje de alimentación 40 por la válvula de chequeo de VCS 32b que se está refrescando para bajar la temperatura del metal fundido 22 por debajo de la temperatura de la solidificación. Al contrario que la válvula de chequeo VCE 32a, los serpentines de calentamiento 180 en la válvula de chequeo de VCS 32b están inactivos en ese momento. Evitando que el metal fundido 22 pase a través del cuarto pasaje de alimentación 40, el segundo compartimiento de recepción 36 se llena de metal fundido 22. Una vez que se ha llenado el segundo compartimiento 36 de recepción, el metal fundido 22 viaja en el tercer pasaje de alimentación 38, que está en comunicación líquida con el interior 42 de la cubierta 44 del inyector del inyector 18a de metal fundido de CF. Mientras aumenta la altura de metal fundido 22 en el inyector 18a de metal fundido de CF, la sonda de metal fundido 112 transmite la distancia entre el pistón 84 y el metal fundido 22 a la computadora o a la unidad de control 117. La computadora 117 da instrucciones al pistón 84 del inyector 18a de metal fundido de CF para moverse o para actuar hacia arriba (es decir, carrera de retorno) manteniendo así una altura predeterminada constante entre el pistón 84 y el metal fundido 22.

Cuando el metal fundido 22 del inyector 18a de metal fundido de CF alcanza una altura crítica, el VCE se cierra eliminándose la energía de la calefacción por inducción y enfriando el cuerpo de la válvula substancialmente por debajo del punto de congelación del aluminio. Se prepresuriza entonces el cojín del gas del cilindro de CF substancialmente cerca de la presión del cojín del gas del inyector 18b de metal fundido de CA. En ese momento, los serpentines de calentamiento 180 de la válvula de chequeo de VCS 32b se activan de tal modo que elevan la temperatura de metal fundido solidificado 22 en la válvula de chequeo de VCS 32b sobre la temperatura de la solidificación del metal fundido 22. Al mismo tiempo, se iguala la presión de gas entre los inyectores 18a y 18b de metal fundido de CF y de metal fundido de CA, respectivamente, conduciendo gas del inyector 18b de metal fundido de CA a través del conducto 60 de gas al inyector 18a de metal fundido de CA abriendo la primera válvula de gas 66. La igualación de la presión de gas causa la elevación de la presión del inyector 18a de metal fundido de CF sobre la presión de gas del sistema 20 de alimentación a baja presión de tal modo que previene el flujo de metal fundido 22 del sistema 20 de alimentación a baja presión al inyector 18a de metal fundido de CF. Una vez sobre la temperatura de solidificación, el metal fundido 22 en la válvula de chequeo de VCS 32b pasa por el cuarto pasaje de alimentación 40 hacia el tercer compartimiento de recepción 36, el cual está en comunicación líquida con el quinto y sexto pasajes de alimentación 50 y 52. Mientras el metal fundido 22 comienza a pasar a través de la válvula de chequeo de VCS 32b, el pistón 84 del inyector 18a de metal fundido de CF comienza su carrera descendente (es decir, carrera de desplazamiento) a una velocidad predeterminada. La computadora 117 supervisa las mediciones tomadas por la sonda 112 y ajusta la velocidad del pistón 84 para equiparar la velocidad predeterminada según convenga. La carrera descendente del pistón 84 del inyector 18a de metal fundido de CF empuja el metal fundido 22 de la cubierta 44 del inyector a través del tercer pasaje de alimentación 38, del segundo compartimiento 36 de recepción, y al interior del cuarto pasaje de alimentación 40. Durante la carrera descendente del pistón 84, se previene el retroflujo de metal fundido 22 a través del segundo pasaje de alimentación 30 refrescando la válvula de chequeo VCE 32a y solidificando el metal fundido 22 que hay en su interior.

Una vez que el metal fundido 22 está en el tercer compartimiento de recepción 48, el metal fundido 22 pasa a través de los pasajes de alimentación quinto y sexto 50 y 52 simultáneamente. El quinto pasaje de alimentación 50 está en comunicación líquida con el interior 42 de la cubierta 44 del inyector del inyector 18b de metal fundido de CA mientras que el sexto pasaje de alimentación 52 está en comunicación líquida con el molde de extrusión 54. La cubierta 44 del inyector del inyector 18b de metal fundido de CA se llena, la computadora 117 mueve el pistón 84 del inyector 18b de metal fundido de CA hacia arriba (es decir, carrera de retorno) para mantener una altura predeterminada constante (es decir, cojín 116 del gas) entre el pistón 84 y el metal fundido 22.

El ciclo de extrusión es definido por el inyector 18a de metal fundido de CF que experimenta un carrera de desplazamiento seguida de una carrera de retorno. Durante el ciclo de extrusión, el pistón 84 del inyector de metal fundido de CA es supervisado por la computadora 117, la cual está programada para mantener una distancia predeterminada entre el pistón 84 y el metal fundido 22. Por decirlo de otra manera, se mantiene siempre una altura constante del cojín 116 del gas. Esta distancia es medida por la sonda 112 y las mediciones se transmiten a la computadora 117 continua-

mente. La carrera descendente del pistón 84 del inyector 18b de metal fundido de CA desplaza el metal fundido 22 del inyector 18b de metal fundido de CA al molde por extrusión 54 vía el quinto pasaje de alimentación 50, el tercer compartimiento de recepción 48, y el sexto pasaje de alimentación 52. La expulsión de metal fundido 22 a través del cuarto pasaje de alimentación 40 es prevenida cerrando la válvula de chequeo de VCS 32b solidificando el metal fundido 22 que hay en su interior.

Refiriéndonos a la Fig. 6, una vez en el molde de extrusión 54, el metal fundido 22 se solidifica y se extruye a través del molde de extrusión 226, el cual está situado en el segundo extremo 188 del molde de extrusión 54. Los medios para medir la velocidad 228 en la cual una extrusión sólida 230 sale del molde de extrusión 226 se colocan río abajo del molde de extrusión 226. Los medios de detección de la velocidad se supervisan por una computadora (no mostrada) que regula el cilindro de control del proceso 58.

Según lo descrito en los párrafos precedentes, el cilindro de control del proceso 58 regula la presión de gas en el inyector 18b de metal fundido de CA. Refiriéndonos a la Fig. 2, el cilindro de control del proceso 58 incluye una cubierta 232 distinta y un pistón 234 distinto que son recíprocamente operables dentro de la cubierta 232. La actuación del segundo pistón 234 afectará a la presión de gas en el inyector 18b de metal fundido de CA puesto que el cilindro de control del proceso 58 y el inyector 18b de metal fundido de CA están en comunicación gaseosa. Una fuente 236 de suministro de gas suministra el gas adicional al cilindro de control del proceso 58 si necesario. La fuente 236 de suministro de gas y el cilindro de control del proceso 58 están conectados por un cuarto conducto 238 de gas. Por decirlo de otro modo, la fuente 236 del suministro de gas y el cilindro de control del proceso 58 están en comunicación gaseosa el uno con el otro vía el cuarto conducto 238 de gas. Unida al cuarto conducto 238 del gas existe una tercera válvula de gas 240, que se usa para regular el flujo de gas entre la fuente 236 del suministro de gas y el cilindro de control del proceso 58. Un quinto conducto 242 del gas está unido al cilindro de control del proceso 58. El quinto conducto 242 del gas se usa para expresar (es decir expeler o liberar) el gas del cilindro de control del proceso 58. El gas se ventea a través del quinto conducto 242 del gas para reducir la cantidad de gas existente en el cilindro de control del proceso 58. La cantidad de gas ventilada a través del quinto conducto 242 del gas es controlada por una cuarta válvula de gas 244 que está unida al quinto conducto 242 del gas. Una quinta válvula de gas 246 está unida al primer conducto 62 del gas para regular el flujo de gas entre el cilindro de control del proceso 58 y el inyector 18b de metal fundido de CA.

Si la velocidad de salida de la extrusión 230 está por debajo de la velocidad deseada, la computadora 117 ordenará al pistón 234 del cilindro de control del proceso (CCP) que se desplace hacia abajo (carrera de desplazamiento) aumentando de tal modo la cantidad de presión que se aplica al gas en el cilindro de control del proceso 58. Por decirlo de otro modo, cuando el pistón 234 del CCP incorpora la carrera de desplazamiento, aumenta la presión total en el sistema de suministro de metal fundido 16. La creciente presión de gas en el cilindro de control del proceso 58 se traduce en un aumento en la presión de gas en el inyector 18b de metal fundido de CA, puesto que el gas en el cilindro de control del proceso 58 se está desplazando hacia el inyector 18b de metal fundido de CA. Dado que el pistón 84 del inyector 18b de metal fundido de CA está diseñado para mantener una altura particular según lo mide la sonda 112 de metal fundido entre el pistón 84 y el metal fundido 22, la velocidad de la carrera descendente del pistón 84 aumentará para compensar la altura del cojín ampliado del gas.

Si la velocidad de salida de extrusión 230 está sobre una velocidad deseada (es decir, el índice), la computadora 117 ordenará al pistón 234 del CCP que muévase hacia arriba (carrera de retorno) reduciendo de tal modo la cantidad de presión que se aplica al gas en el cilindro de control del proceso 58 y por lo tanto al inyector 18b de metal fundido de CA. Por decirlo de otro modo, cuando el segundo pistón 234 del CCP entra en la carrera de retorno, disminuye la presión total en el sistema de suministro de metal fundido 16. Dado que el pistón 84 del inyector de metal fundido de CA 18b está diseñado para mantener una altura constante del cojín 116 del gas (es decir, la distancia entre el pistón 84 y el metal fundido 22) como medida por la sonda de metal fundido 112, el pistón 84 de velocidad de la carrera descendente del inyector 18b de metal fundido de CA se reduce para compensar los niveles más altos de metal fundido 22 en la cubierta 42 del inyector.

Si la velocidad de salida de la extrusión 230 está a la velocidad deseada, la computadora 117 ordenará al segundo pistón 234 seguir siendo inmóvil. Manteniendo el segundo pistón 234 inmóvil, la cantidad de presión que se aplica al gas en el cilindro de control del proceso 58 y por lo tanto en el inyector 18b de metal fundido de CA seguiría siendo constante. Es decir, la presión total en el sistema de suministro de metal fundido 16 no aumentaría ni disminuiría. Por consiguiente, la extrusión 230 saldría del molde de extrusión 226 a la velocidad deseada.

Antes de que termine la carrera descendente del inyector 18b de metal fundido de CA, la primera válvula de gas 66, que previene la entrada del gas del inyector 18b de metal fundido de CA en el inyector 18a de metal fundido de CF, se abre para igualar la presión de gas entre los inyectores 18a y 18b de metal fundido de CF y de metal fundido de CA. Una vez la presión de gas se ha igualado entre los inyectores 18a y 18b de metal fundido de CF y de metal fundido de CA, la primera válvula de gas 66 se cierra y el inyector 18a de metal fundido de CF comienza su carrera descendente para llenar el inyector 18b de metal fundido de CA y el molde de extrusión 54 con metal fundido 22. Cuando la carrera de desplazamiento del inyector 18a de metal fundido de CF haya terminado, la segunda válvula de gas 70 se abre para liberar la presión de gas que se ha acumulado en el inyector 18a de metal fundido de CF, disminuyendo como consecuencia la presión del inyector 18a de metal fundido de CA por debajo del sistema de alimentación a baja presión 20. Esto causa que el sistema 20 de alimentación a baja presión llene el inyector 18a de metal fundido de CF con metal fundido 22 y se repite el ciclo de extrusión para extruir el metal fundido 22 continuamente a un régimen constante.

Válvula de chequeo

La primera y segunda válvula de chequeo 32a y 32b son idénticas y sus piezas se describen de aquí en adelante en términos de sola válvula de chequeo 32. La operación exitosa del sistema de suministro de metal fundido puede lograrse utilizando cualquier válvula de chequeo fiable de metal fundido. Un ejemplo de tal válvula de chequeo es una válvula de acción dual descrita en la patente estadounidense número 6.739.485 de Sample y otros. Una representación preferida de una válvula de chequeo basada en la congelación y el deshielo de metal fundido de acuerdo con la invención se describe en los párrafos que siguen.

Refiriéndonos a la Fig. 6, la válvula de chequeo 32 incluye un primer núcleo conductor térmico 138 que tiene un primer extremo 140 y un segundo extremo 142 con un orificio central 144 que se extiende substancialmente a lo largo de toda la longitud. En una representación, el primer núcleo 138 tiene una forma substancialmente cilíndrica. En otra representación, el primer núcleo conductor térmico 138 se fabrica de grafito. Esto, sin embargo, no se entiende en su sentido limitante puesto que el primer núcleo 138 puede ser fabricado de cualquier material conductor térmico siempre y cuando el material no reaccione adversamente con el metal fundido 22. El flujo de metal fundido 22 que pasa a través del orificio central 144 está representado por una flecha Y. Como puede verse en la Fig. 6, el metal fundido 22 entra en el primer núcleo 138 a través del primer extremo 140 y sale del primer núcleo 138 desde el segundo extremo 142. En la Fig. 6, el orificio central 144 incluye un primer orificio de diámetro más pequeño 146 y un segundo orificio de diámetro más grande 148. Un primer orificio de diámetro más pequeño 146 hace más difícil que el metal fundido 22 pueda fluir en la dirección de una flecha X. Aunque la Fig. 6 representa el primero y segundo orificio 146 y 148 del núcleo 138 como substancialmente de la misma longitud, una persona cualificada reconocería que el primer y segundo orificio 146 y 148 podrían tener longitudes desiguales. En una representación, el orificio central 144 tiene un diámetro substancialmente uniforme.

Rodeando al primer núcleo 138 hay un primer manguito 150. En una representación, el primer manguito 150 tiene una forma substancialmente cilíndrica y está fabricado de un material metálico conductor térmico como el cobre. Se colocan uno o más canales de enfriamiento 152 dentro del interior del primer manguito 150 y se extienden substancialmente a lo largo de su longitud. El canal de enfriamiento 152 puede ser próximo o distante a la superficie externa 156 del primer manguito 150. El canal de enfriamiento 152, que tiene un primer extremo 158 y un segundo extremo 160, está fabricado al perforar el canal 152 por la longitud entera del primer manguito 150. Una vez fabricado, cada extremo abierto del canal 152 se sella con un tapón 162 para evitar que el refrigerante se escape. Los métodos que se usan para perforar el canal de enfriamiento 152 y para acoplar el tapón 162 al primer manguito 150 son bien conocidos por los expertos en la materia. En una representación, los tapones están fabricados de cobre. Esto, sin embargo, no se entiende en su sentido limitante puesto que cualquier metal o aleación metálica se podría usar para fabricar los tapones.

En otra representación, el primer manguito 150 se fabrica a partir de dos mitades metálicas que se sueldan juntas. Debido a que la mitad del canal de enfriamiento 152 se mecaniza en cada mitad metálica, esta representación particular elimina la necesidad de tener que usar los tapones 162 para sellar los extremos de dos canales de enfriamiento 152 dado que los canales de enfriamiento 152 no extienden a lo largo de todo el primer manguito 150. Si se usan más de dos canales de enfriamiento 152 en la válvula de chequeo 32 de esta representación, los canales de enfriamiento 152 serán perforados y taponados usando técnicas que son bien conocidas en el arte.

De acuerdo con la Fig. 6, se introduce refrigerador en el canal de enfriamiento 152 por un conducto 164 de entrada, que está en comunicación líquida o gaseosa constante con el segundo extremo 160 del canal de enfriamiento 152. El conducto 164 de entrada se extiende substancial y radialmente desde el canal de enfriamiento 152 y recibe refrigerante fresco de un primer tubo de enfriamiento de entrada 166, el cual es sostenido en su sitio por un soporte 168 que se extiende substancialmente a lo largo de la circunferencia del primer manguito 150. El soporte 168 tiene un canal interior 170 que está en comunicación líquida o gaseosa continua con el primer tubo de enfriamiento de entrada 166. El canal interior 170 del soporte 168 también se extiende substancialmente a lo largo de la circunferencia del soporte 168, conduciendo así refrigerante fresco a otros canales de enfriamiento 152 que están situados dentro del primer manguito 150.

Mientras el refrigerante fluye hacia el primer extremo 158 del canal de enfriamiento 152, el refrigerante absorbe el calor que se está eliminando de metal fundido 22 solidificándolo o congelando de este modo el metal fundido 22 que está situado dentro del primer núcleo conductor térmico 138 bajando la temperatura de metal fundido 22 por debajo de la temperatura de solidificación. Refiriéndonos a la Fig. 6, el refrigerante calentado se expelle del primer manguito 150 a través de un tubo de enfriamiento 172 de salida que está situado cerca del primer extremo 174 del primer manguito 150. Aunque la Fig. 6 representa un primer tubo de entrada del enfriamiento 166 situado cerca del segundo extremo 176 del primer manguito 150 y un primer tubo de salida del enfriamiento 172 cerca del primer extremo 174 del primer manguito 150, la posición de los tubos de enfriamiento de entrada 166 y de salida 172 puede invertirse sin abandonar el alcance de esta invención. Similar al primer tubo de entrada del enfriamiento 166, el primer tubo de salida del enfriamiento 172 es sostenido en su lugar por el soporte 168 que se extiende substancialmente a lo largo de la circunferencia del primer manguito 150. El soporte 168 tiene un canal interior 170 que está en comunicación líquida o gaseosa constante con el primer tubo de salida del enfriamiento 172 y el conducto 178 de salida que está en comunicación líquida o gaseosa con el primer extremo del canal de enfriamiento 158. El canal interior 170 se extiende substancialmente a lo largo de la circunferencia del soporte 168 de modo tal que conduce el refrigerante calentado que se expelle de los tubos de enfriamiento hacia el primer tubo de salida del enfriamiento 172.

El flujo del refrigerante a través del primer manguito 150 se puede resumir como sigue. Sin embargo, para mayor claridad, el flujo de refrigerante será descrito en referencia al canal de enfriamiento 152 situado cerca de la parte superior del primer manguito 150 en Fig. 6. Primero, el refrigerante se recibe en el primer tubo de enfriamiento de entrada 166. El refrigerante entonces fluye a partir del primer tubo de enfriamiento de entrada 166 al canal interno 170 del soporte 168. Del canal interno 170, el refrigerante fluye al conducto 164 de entrada, que está conectado con el segundo extremo 160 del canal de enfriamiento 152. Según el refrigerante pasa del segundo extremo 160 del canal de enfriamiento 152 al primer extremo 158 el refrigerante absorbe el calor que es generado por el metal fundido 22. El refrigerante calentado fluye entonces del primer extremo 158 del canal de enfriamiento 152 en el primer tubo de enfriamiento de la salida 172 vía el conducto 178 y el canal interno 170 del soporte 168.

El primer manguito 150 está rodeado por un serpentín de calentamiento 180, que proporciona calor al primer núcleo 138 conductor térmico y al primer manguito 150 asegurando así que el flujo de metal fundido 22 fluye libremente a través de la válvula de chequeo 32 guardando el metal fundido 22 sobre una temperatura de la solidificación según el metal fundido 22 pasa por el primer y segundo orificios 146 y 148 del primer núcleo conductor térmico 138. El serpentín de calentamiento 180 también se usa para retornar el metal fundido 22 de nuevo a un estado fundido después de que se haya solidificado o se haya congelado el metal fundido 22. Aunque la Fig. 6 representa el serpentín de calentamiento 180 situado entre los dos soportes 168, esta figura no se entiende en su sentido limitante puesto que el serpentín de calentamiento 180 también se podría posicionar adyacente a ambos lados de los soportes 168.

El diseño de las válvulas flujímetras tradicionales confía en la abertura y el cierre de un orificio para alcanzar cierto régimen de flujo dada una caída de presión. En la industria del aluminio, las válvulas de chequeo se usan para permitir o para evitar el flujo de metal fundido en un sistema dado. Sin embargo, estas válvulas tradicionales de chequeo son problemáticas cuando se usan para controlar el flujo de aluminio fundido a alta presión (es decir > 5.000 PSI). Parte del problema proviene de la afinidad del aluminio fundido para reaccionar con la mayoría de los materiales que se usan para fabricar las válvulas de chequeo tradicionales. Otro problema es causado por la imposibilidad por parte de las válvulas de chequeo tradicionales de mantener su forma o de formarse a temperaturas en o superiores a 670°C (1238°F) porque los materiales usados para fabricarlas comienzan a ablandarse a altas temperaturas (es decir $> 670^{\circ}\text{C}$). Es decir, los materiales usados para fabricar las válvulas de chequeo tradicionales carecen de estabilidad dimensional en las temperaturas a o superiores a aproximadamente 670°C (1238°F). Además, la operación fiable de los diseños tradicionales de la válvula de chequeo se ve afectada también por contaminantes existentes en el aluminio fundido en sí mismo. Estos contaminantes son a menudo partículas sólidas duras que evitan que una válvula de chequeo tradicional forme un retén mecánico completo, lo cual da lugar en última instancia a una cantidad significativa de fuga cuando el aluminio fundido está bajo alta presión.

La ventaja de usar el diseño de la válvula de chequeo que se propone aquí es que tiene la capacidad de funcionar a altas presiones (es decir ≥ 5.000 PSI) y a altas temperaturas (es decir $\geq 670^{\circ}\text{C}$). A diferencia de lo que sucede con las válvulas de chequeo tradicionales, esta válvula de chequeo no tiene ninguna pieza móvil. Por consiguiente, la vida útil de esta válvula de chequeo es muchísimo mayor puesto que la mayoría de los componentes que comprenden la válvula de chequeo no están sujetos a desgaste mecánico. Otra ventaja de esta válvula de chequeo es que es insensible a los contaminantes que se encuentran en ocasiones en el aluminio fundido puesto que la válvula de chequeo no confía en un sello mecánico para evitar el flujo de aluminio fundido por la válvula de chequeo. En su lugar, la válvula de chequeo que se describe en esta invención confía en la congelación del aluminio fundido que está situado en el orificio central para prevenir el flujo del aluminio fundido a través de la válvula de chequeo. Otra ventaja adicional al diseño de la válvula de chequeo que se propone en esta invención es que se fabrica fácilmente porque no se requieren tolerancias estrictas o cerradas en la fabricación de la válvula de chequeo propuesta en esta invención.

Una ventaja de usar el sistema de suministro de metal fundido que se propone en esta invención es que el sistema aumenta la cantidad de metal recuperado durante un proceso de extrusión. Durante un proceso típico de extrusión, la cabeza y la cola del producto extruido tendrían que ser rechazados y ser aserrados puesto que la cabeza del producto extruido tendría cualidades físicas diferentes al resto del producto mientras que la cola del producto extruido tendría contaminantes que son típicamente inadecuados para un producto final.

Como se ha declarado anteriormente, otra ventaja de usar el sistema de suministro de metal fundido que se propone en esta invención es que se podría producir un producto de longitud indefinida o arbitraria y de tal modo eliminar la necesidad de tener que usar una barra o un lingote con una superficie transversal grande y las inhomogeneidades microestructurales que acompañan típicamente a tal barra. Al preceder el uso de un barra o de un lingote con una superficie transversal grande, el producto que se extruye usando el sistema de suministro de metal fundido no exhibe las inhomogeneidades microestructurales que ocurrirían normalmente si fuese usada una barra que tenía una superficie transversal grande.

Otra ventaja es que se podría producir una extrusión a un régimen más alto (es decir, más procesamiento de metal) gracias al índice de solidificación más rápido que se alcanza con esta invención.

Otra más ventaja de usar el sistema de suministro de metal fundido que se propone en esta invención es que la porosidad por contracción en el producto extruido puede evitarse puesto que el aluminio se solidifica bajo presión. Eliminando o reduciendo la ocurrencia de la porosidad por contracción, el producto que se extruye a través del sistema de suministro de metal fundido exhibe muy poca o ninguna reducción transversal después de la extrusión. Esto contrasta en gran medida con las técnicas de proceso convencionales (es decir métodos tradicionales de extrusión), que

ES 2 325 890 T3

requieren reducciones transversales grandes en el producto extruído para compensar la porosidad por contracción que se forma típicamente en la etapa del colado de lingotes.

Cuando se extruye un producto usando métodos convencionales de extrusión, tales como extrusión directa o indirecta, la temperatura del producto varía a lo largo de la longitud del producto. Por ejemplo, durante la extrusión directa la temperatura del producto aumenta debido al calentamiento por fricción de la barra o del lingote. Durante la extrusión indirecta la temperatura del producto puede caer mientras que la barra se refresca en el contenedor. Estas variaciones de la temperatura en el producto, que ocurren normalmente durante el uso de los métodos tradicionales de extrusión, hacen que el temple en prensa del producto tratable con calor no sea fiable puesto que el producto tiende a distorsionarse después del proceso de temple. Además de la distorsión, las características físicas del producto también variarían a lo largo de la longitud del producto después de que el producto sea templado en prensa. El temple en prensa incluye temple por medio de agua, aire, y gas tal como el nitrógeno o argón. La distorsión en el producto es causada por la interacción entre la severa acción térmica del proceso de temple y las diversas temperaturas que se encuentran a lo largo del producto. En cambio, el sistema de suministro de metal fundido permite la extrusión de un producto que tiene una temperatura uniforme con lo que se permite que el producto tratable por calor sea templado en prensa con más fiabilidad. Es decir el producto que se extruye usando el sistema de suministro de metal fundido que se propone en esta invención tendría ninguna o muy poca distorsión después de templar el producto porque la longitud entera del producto tendría una temperatura uniforme.

Otra ventaja de usar el sistema de suministro de metal fundido es que permite la extrusión de aleaciones de aluminio de alta resistencia que no pueden ser extruídas usando técnicas y métodos convencionales puesto que estas aleaciones de aluminio no se pueden verter en barras o stock. Por ejemplo, cuando una aleación de alta resistencia se echa en un barra, la barra típicamente se agrieta. Debido a que estas aleaciones de aluminio de alta resistencia tratables con calor no se pueden verter en barras o stock no pueden ser extruídas usando técnicas tradicionales. Sin embargo, estas aleaciones de aluminio de alta resistencia se pueden extruir usando el sistema de suministro de metal fundido que se propone en esta invención porque el sistema de suministro de metal fundido elimina la necesidad del tener una barra o stock para extruir un producto porque el producto se extruye del aluminio fundido.

Otra ventaja adicional de esta invención se relaciona con la solubilidad de los elementos ligantes en una aleación de aluminio. La solubilidad de los elementos ligantes en aluminio fundido cambia con la presión que se aplique. Por consiguiente, la solubilidad de estos elementos ligantes podría verse aumentada manipulando la presión del sistema de suministro de metal fundido permitiendo así la extrusión de una aleación de aluminio de alta resistencia tratable con calor que tendría una fuerza más alta que las aleaciones de aluminio de alta resistencia tratables con calor convencionales puesto que es posible con esta invención la mayor sobresaturación de elementos ligantes en la aleación de aluminio.

Habiendo descrito las representaciones actualmente preferidas, debe entenderse que la invención se puede representar de otro modo dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de metal fundido (16) que comprende:

una fuente de suministro de metal fundido (21); y

una serie de inyectores de metal fundido (18) que comprenden como mínimo un primer inyector de metal fundido (18a), y como mínimo un segundo inyector de metal fundido (18b);

el primer inyector (18a) de metal fundido que alterna entre estar en comunicación líquida en un primer caso con la fuente de suministro de metal fundido (21) y en un segundo caso simultáneamente con el segundo inyector de metal fundido (18b) y un proceso río abajo,

el segundo inyector (18b) de metal fundido en comunicación líquida en un primer caso con el primer inyector (18a) de metal fundido y un proceso río abajo y en un segundo caso con el proceso río abajo solamente,

cada uno de los inyectores (18) tiene una cubierta del inyector (44) configurada para contener el metal fundido (22) y un pistón (84) que es recíprocamente operable dentro de la cubierta (44), el pistón (84) movable a través de un carrera de retorno y de una carrera de avance, la carrera de retorno permite que el metal fundido (22) sea recibido en la cubierta (44) y la carrera de avance desplaza el metal fundido (22) de la cubierta, y, en uso, la carrera de avance del primer inyector de metal fundido (18a) alimenta simultáneamente metal fundido (22) a la cubierta (44) del segundo inyector (18b) de metal fundido y el proceso río abajo, la carrera de avance del segundo inyector de metal fundido (18b) alimenta el metal fundido (22) en el proceso río abajo.

2. El sistema de suministro de metal fundido según la reivindicación 1, en donde, en uso, las carreras de avance de cada uno de los primer y segundo inyectores de metal fundido (18) alimentan el metal fundido (22) al proceso río abajo a un régimen requerido para mantener una operación continua.

3. El sistema de suministro de metal fundido según la reivindicación 1, el cual comprende también medios para controlar la velocidad de salida de un producto del proceso río abajo, comprendiendo los medios:

un cilindro de control del proceso (58) en comunicación gaseosa con el segundo inyector de metal fundido (18b), el cilindro de control del proceso (58) que tiene una segunda cubierta (232) configurada para contener un gas y un segundo pistón (234) que es operable recíprocamente dentro de la segunda cubierta (232);

el segundo pistón (234) es movable a través de una carrera de avance y de una carrera de retorno, disminuyendo la carrera de retorno la cantidad de presión aplicada al gas en la segunda cubierta (232), de tal modo que disminuye la velocidad de la carrera de avance del segundo inyector (18b) de metal fundido, lo cual hace disminuir la velocidad de salida del producto extruído, la carrera de avance aumentando la cantidad de presión aplicada al gas en la segunda cubierta (232) lo cual hace aumentar la velocidad de salida del producto.

4. El sistema de suministro de metal fundido según la reivindicación 1, en donde cada uno de los inyectores (18) está en comunicación gaseosa con como mínimo un inyector adyacente.

5. El sistema de suministro de metal fundido según la reivindicación 1, comprendiendo además un cojín del gas situado entre el pistón (84) y el metal fundido (22) en el primer inyector de metal fundido (18a).

6. El sistema de suministro de metal fundido según la reivindicación 5, en donde el cojín del gas es argón u otro gas conveniente.

7. El sistema de suministro de metal fundido según la reivindicación 4, comprendiendo además una serie de válvulas de gas que comprenden como mínimo una primera válvula de gas (66) colocada entre el primer inyector (18a) de metal fundido y el segundo inyector (18b) de metal fundido y la segunda válvula de gas (70) posicionada adyacentemente al primer inyector (18a) de metal fundido; estando en comunicación gaseosa cada una de las válvulas de gas con como mínimo uno de los inyectores (18) en donde, en uso:

antes de que el segundo inyector (18b) de metal fundido termine la carrera de avance, se abre la primera válvula de gas (66), durante la carrera de retorno del segundo inyector (18b) de metal fundido, la primera válvula de gas (66) se cierra;

durante la carrera de desplazamiento del primer inyector (18a) de metal fundido ambas primera y segunda válvula de gas (66, 70) se cierran; y

cuando el primer inyector (18a) de metal fundido termina la carrera hacia abajo, se abre la segunda válvula de gas (70), durante la carrera de retorno del primer inyector (18a) de metal fundido ambas primera y segunda válvulas de gas (66, 70) se cierran.

ES 2 325 890 T3

8. Un sistema de suministro de metal fundido según la reivindicación 1, en donde el sistema de suministro de metal fundido comprende también:

una serie de válvulas de chequeo que comprenden como mínimo una primera válvula de chequeo (32a) colocada entre el primer inyector de metal fundido (18a) y la fuente de suministro de metal fundido (21) y una segunda válvula de chequeo (32b) colocada entre el primer y segundo inyector de metal fundido (18);

en donde, en uso, la primera válvula de chequeo (32a) se abre y la segunda válvula de chequeo (32b) se cierra durante la carrera de retorno del primer inyector (18a) de metal fundido, la primera válvula de chequeo (32a) se cierra y la segunda válvula de chequeo (32b) se abre durante la carrera de desplazamiento del primer inyector (18a) de metal fundido y durante la carrera de retorno del segundo inyector de metal fundido (18b), la segunda válvula de chequeo (32b) se cierra durante la carrera de avance del segundo inyector (18b) de metal fundido, estando sincronizados el primer y segundo inyector (18) de metal fundido para moverse en direcciones substancialmente opuestas.

9. El sistema de suministro de metal fundido según la reivindicación 1, en donde el proceso río abajo es un molde de extrusión.

10. Un método de operar un sistema de suministro de material fundido (16) para suministrar metal fundido (22) a un proceso río abajo a un flujo substancialmente constante de metal fundido y presión, comprendiendo el sistema:

una fuente de suministro de metal fundido (21);

una serie de inyectores de metal fundido (18) que comprenden como mínimo un primer inyector de metal fundido (18a), y un segundo inyector de metal fundido (18b);

el primer inyector (18a) de metal fundido que alterna entre estar en comunicación líquida con la fuente de suministro de metal fundido (21) o estar en comunicación líquida simultáneamente con el segundo inyector de metal fundido (18b) y un proceso río abajo,

el segundo inyector (18b) de metal fundido alternando entre estar en comunicación líquida con el primer inyector (18a) de metal fundido y un proceso río abajo o el proceso río abajo solamente,

cada uno de los inyectores (18) con una cubierta del inyector (44) configurada para contener metal fundido (22) y un pistón (84) que es recíprocamente operable dentro de la cubierta (44), el pistón (84) es movable a través de una carrera de retorno y de una carrera de avance, la carrera de retorno permite que el metal fundido (22) sea recibido en la cubierta (44) y la carrera de avance desplaza el metal fundido (22) de la cubierta (44); y

una serie de válvulas de chequeo que comprenden como mínimo una primera válvula de chequeo (32a) colocada entre el primer inyector (18a) de metal fundido y la fuente de suministro de metal fundido (21) y como mínimo una segunda válvula de chequeo (32b) colocada entre el primer y segundo inyector (18) de metal fundido;

el método comprende los pasos de:

activar los inyectores (18) para mover los inyectores en movimientos de retorno y avance en diversas horas, el primer y segundo inyector (18) de metal fundido estando sincronizados para moverse en direcciones substancialmente opuestas;

la abertura de la primera válvula de chequeo (32a) durante la carrera de retorno del primer inyector (18a) de metal fundido y el cierre de la segunda válvula de chequeo (32b)

la abertura de la segunda válvula de chequeo (32b) durante la carrera de desplazamiento del primer inyector (18a) de metal fundido y durante la carrera de retorno del segundo inyector (18b) de metal fundido y el cierre la primera válvula de chequeo (32a)

el cierre de la segunda válvula de chequeo (32b) durante la carrera de desplazamiento del segundo inyector de metal fundido (18b); y

la alimentación simultánea del segundo inyector (18b) de metal fundido y el proceso río abajo con el metal fundido (22) durante la carrera de desplazamiento del primer inyector de metal fundido (18a).

11. Un método de operar un sistema de suministro de material fundido (16) para suministrar metal fundido (22) a un proceso río abajo a una presión y a un régimen de flujo de metal fundido substancialmente constante según la reivindicación 10, comprendiendo el sistema:

el control de la velocidad de salida de un producto desde el proceso río abajo ajustando la velocidad de la carrera de desplazamiento del segundo inyector (18b) de metal fundido con un cilindro de control del proceso (58), el cilindro de control del proceso (58) que está en comunicación gaseosa con el segundo inyector (18b) de metal fundido, comprendiendo el cilindro de control del proceso:

ES 2 325 890 T3

una segunda cubierta (232) configurada para contener un gas y un segundo pistón (234) que es recíprocamente operable dentro de la segunda cubierta (232);

el segundo pistón (234) móvil a través de una carrera de retorno y de una carrera de avance, disminuyendo la carrera de retorno la cantidad de presión aplicada al gas en la segunda cubierta (232) disminuyendo así la velocidad de la carrera de avance del segundo inyector de metal fundido (18b) que hace disminuir así la velocidad de salida del producto, aumentando la carrera de retorno la cantidad de presión aplicada al gas en la segunda cubierta (232) y que hace aumentar la velocidad de la carrera de desplazamiento del segundo inyector (18b) de metal fundido que hace aumentar la velocidad de salida del producto, estando cada uno de los inyectores (18) en comunicación gaseosa con como mínimo un inyector adyacente.

12. El método de operar un sistema de suministro de metal fundido (16) para suministrar metal fundido (22) a un proceso río abajo a una presión y a un régimen de flujo de metal fundido substancialmente constante según la reivindicación 10, comprendiendo el sistema:

una serie de válvulas de gas que comprenden como mínimo una primera válvula de gas (66) y como mínimo una segunda válvula de gas (70) ambas válvulas de gas (66, 70) estando en comunicación gaseosa con como mínimo uno de los inyectores (18);

el método que además comprende:

la abertura de la primera válvula de gas (66) antes de la terminación de la carrera de avance del segundo inyector de metal fundido (18b), el cierre de la primera válvula de gas (66) durante la carrera de retorno del segundo inyector de metal fundido (18b)

el cierre de la primera y segunda válvulas de gas (66, 70) durante la carrera de avance del primer inyector de metal fundido (18a) y

la abertura de la segunda válvula de gas (70) cuando el primer inyector de metal fundido (18a) termina la carrera de avance, el cierre de ambos primer y segundo inyectores (18) durante la carrera de retorno del primer inyector de metal fundido (18a).

13. El método de gestionar un sistema de suministro de material fundido (16) para suministrar metal fundido (22) a un proceso río abajo a una presión y a un flujo substancialmente constante de metal fundido según la reivindicación 10, que también comprende el paso de la extrusión del producto en el proceso río abajo.

14. El método según la reivindicación 13, en donde el producto extruído es de una longitud indefinida.

15. Un método de proporcionar un metal fundido (22) a un proceso río abajo a una presión y a un flujo de metal fundido substancialmente constante con un sistema (16) que incluye:

un recipiente de suministro de metal fundido (21);

al menos un primer inyector de metal fundido (18a) y al menos un segundo inyector de metal fundido (18b), cada inyector en comunicación líquida recíproca y el recipiente de suministro de metal fundido (21) y el proceso río abajo.

los inyectores (18) con una cubierta (44) configurada para contener un metal fundido (22) y un pistón (84) móviles por una carrera de retorno y una carrera de avance, permitiendo la carrera de retorno que el metal fundido (22) sea recibido en la cubierta (44) y la carrera de avance que desplace el metal fundido (22) de la cubierta (44);

una primera válvula de chequeo (66) posicionada entre el primer inyector de metal fundido (18a) y el recipiente de suministro de metal fundido (21);

una segunda válvula de chequeo (70) posicionada entre el primer y segundo inyector de metal fundido (18); y

una salida que lleva al proceso río abajo, comprendiendo el método:

el suministro de metal fundido (22) al recipiente de suministro de metal fundido (21);

el cierre de la segunda válvula de chequeo (70) y la abertura de la primera válvula de chequeo (66) durante una carrera de retorno del primer inyector de metal fundido (18a) para llenar el primer inyector de metal fundido (18a) con metal fundido (22) proveniente del recipiente de suministro de metal fundido (21);

la abertura de la segunda válvula de chequeo (70) y el desplazamiento del pistón (84) en el primer inyector de metal fundido (18a) y la retractación del pistón (84) en el segundo inyector de metal fundido (18b) así como el cierre de la primera válvula de chequeo (66) para llenar el segundo inyector de metal fundido (18b) con metal fundido (22);

ES 2 325 890 T3

el desplazamiento del pistón (84) en el segundo inyector de metal fundido (18b) para alimentar el proceso río abajo mientras que simultáneamente se alimenta el segundo inyector de metal fundido (18b) con metal fundido (22) desplazando el pistón (84) en el primer inyector de metal fundido (18a); y

5 el cierre de la segunda válvula de chequeo (70) y la retracción del pistón (84) en el primer inyector (18a) para volver a llenar el suministro de metal fundido (22) en su interior,

10 en donde el primer y segundo inyector de metal fundido (18) se sincronizan para moverse en direcciones substancialmente opuestas para proporcionar un flujo continuo de metal fundido (22) a la salida.

16. El método según la reivindicación 15, en donde el sistema (16) incluye un cilindro de control del proceso (58) que controla la presión de gas en el espacio entre los inyectores (18) sobre el pistón (84), e incluye el paso de regular la presión de gas en los inyectores (18) para controlar la alimentación de metal fundido (22) a la salida.

15 17. El método según la reivindicación 15, en el que se incluye la alimentación de metal fundido (22) en la salida a través de un molde de extrusión (226).

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

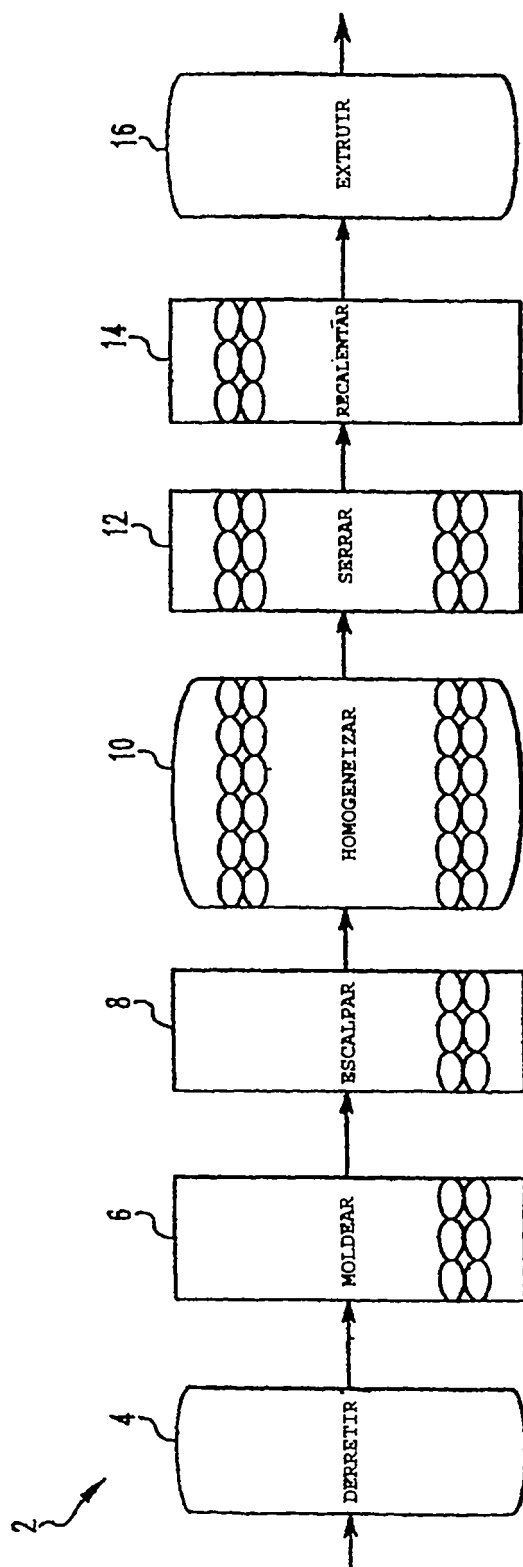


FIG.1
ARTE ANTERIOR

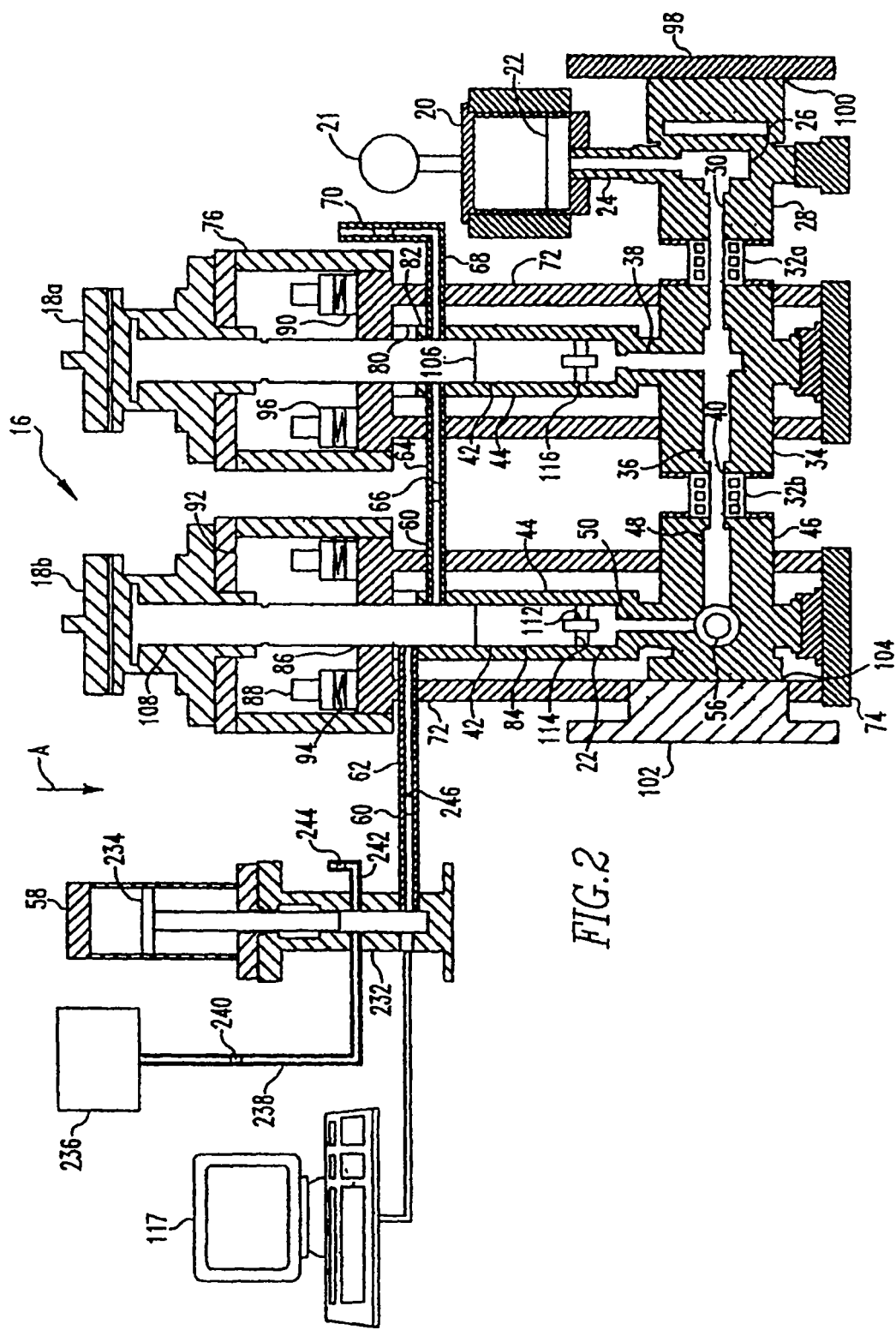
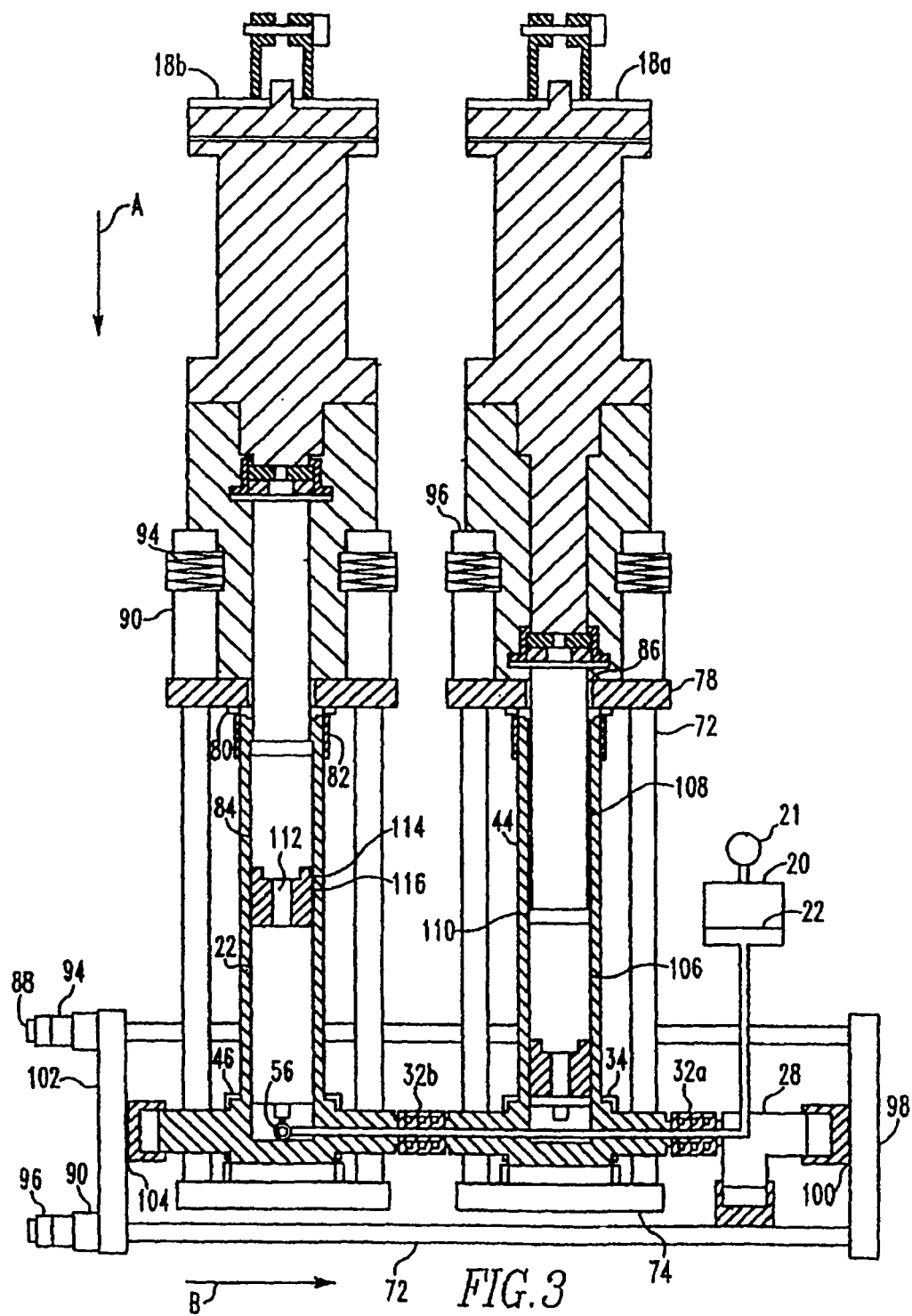
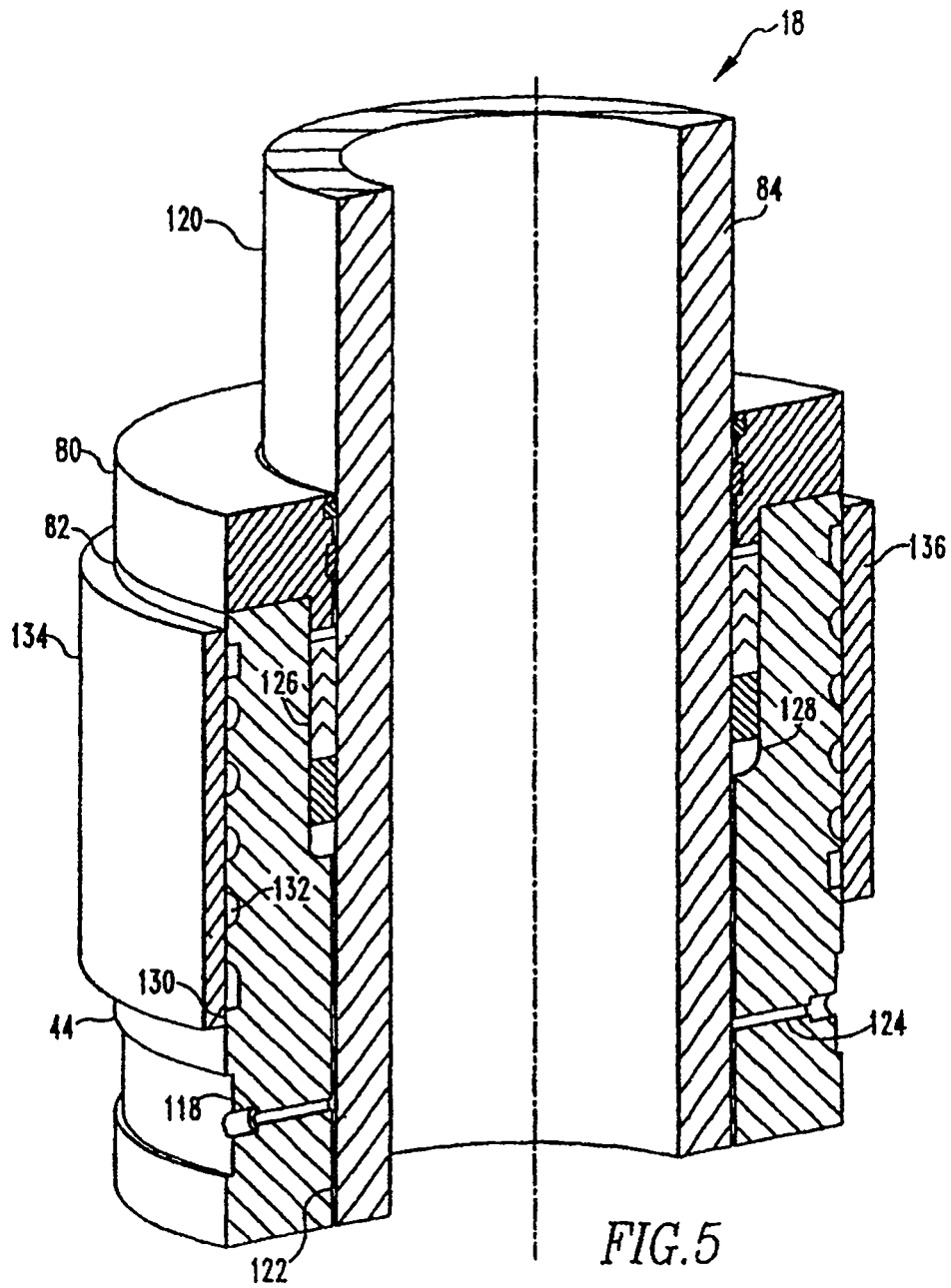
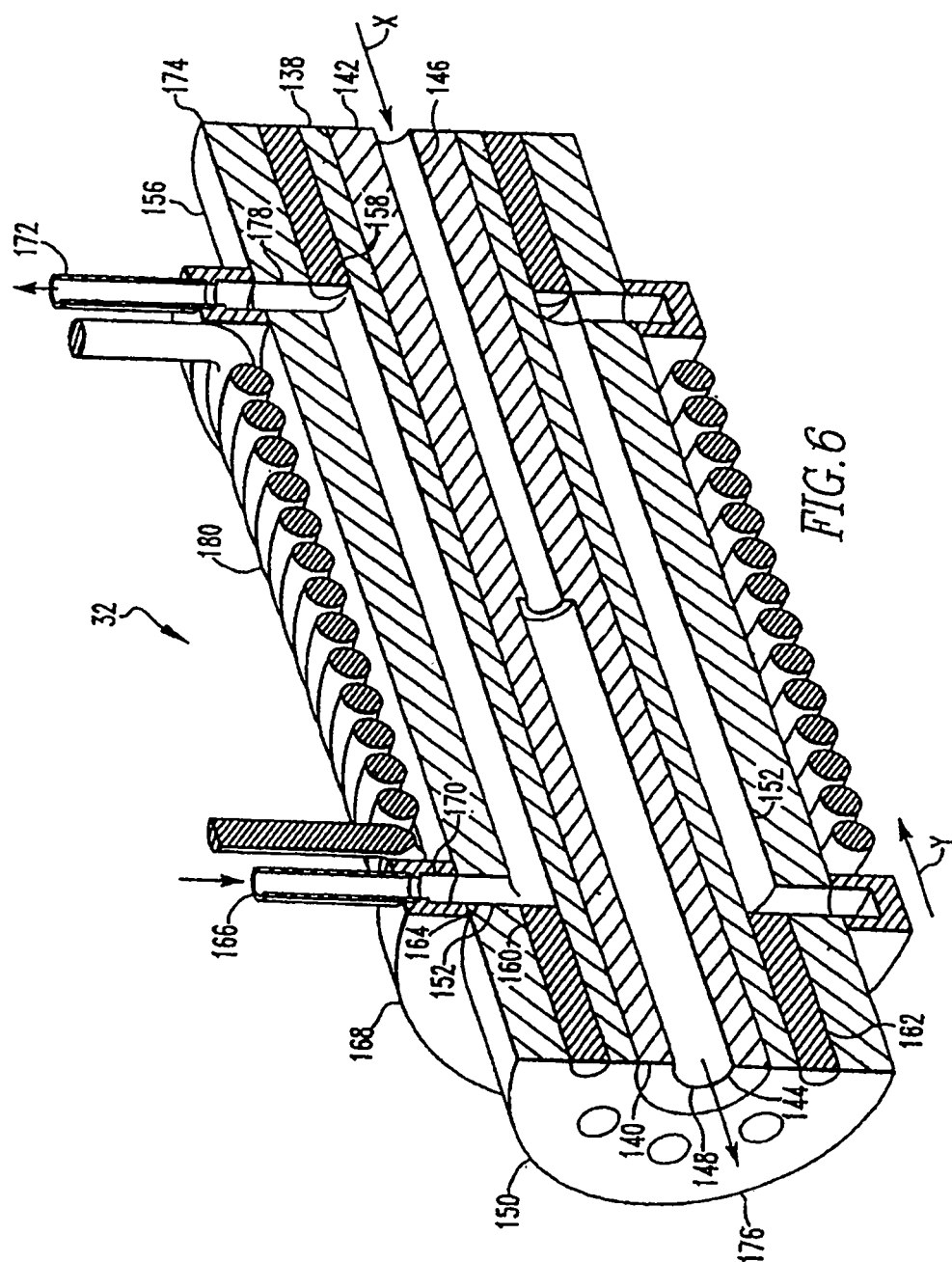


FIG. 2







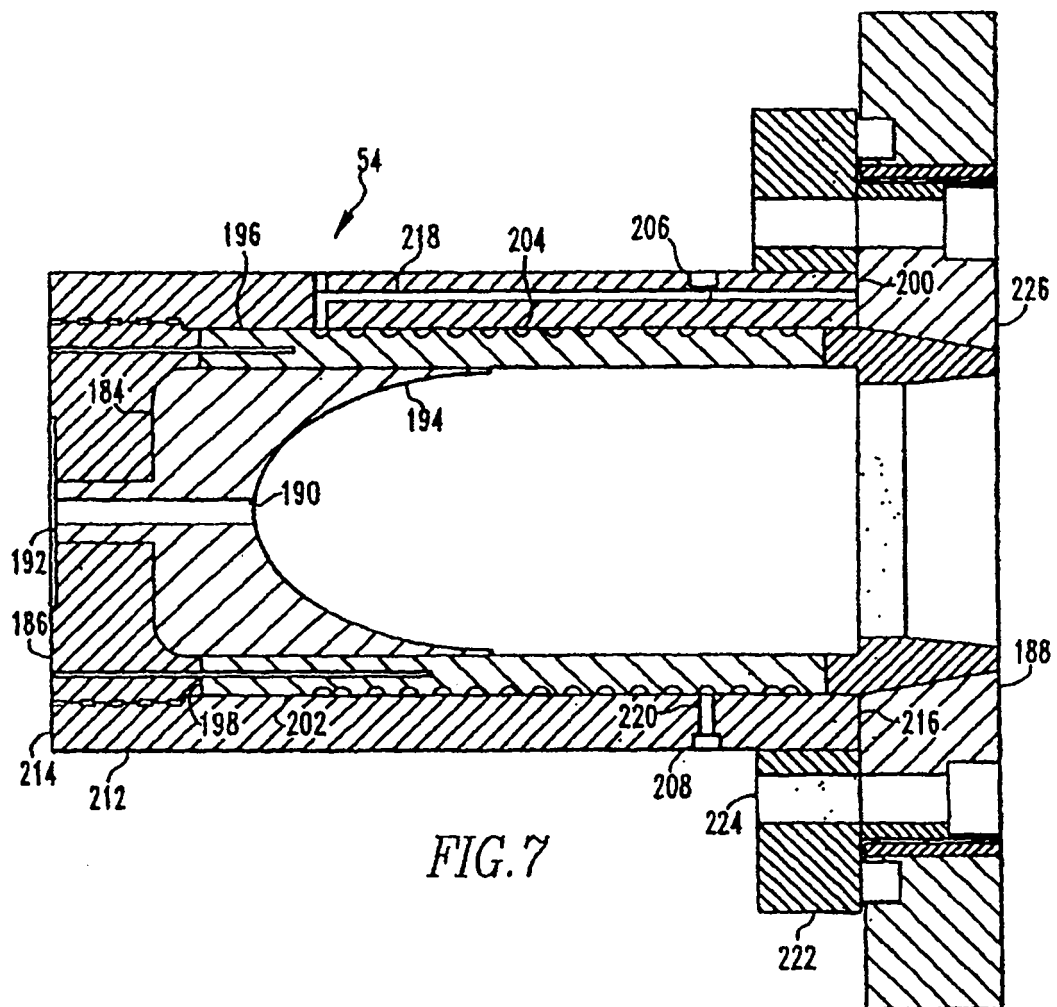


FIG. 7

