

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 351**

51 Int. Cl.:

B22D 17/30 (2006.01)

B22D 17/20 (2006.01)

B22F 3/20 (2006.01)

B29C 45/50 (2006.01)

B29C 45/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2008 E 08731688 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014 EP 2131977**

54 Título: **Diseño roscado y método para moldeo por inyección de metal**

30 Prioridad:

10.03.2007 US 894202 P

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

09.01.2015

73 Titular/es:

**COOL OPTIONS, INC. (100.0%)
333 STRAWBERRY FIELD ROAD
WARWICK, RI 02886, US**

72 Inventor/es:

MCCULLOUGH, KEVIN A.

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 526 351 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

Diseño roscado y método para moldeo por inyección de metal

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 [0001] La presente invención se refiere en general al moldeo por inyección y más específicamente a un diseño roscado para una máquina de moldeo por inyección configurada para su uso con metales procesados y al método de configuración de una máquina de moldeo por inyección para su uso con metales procesados.

2. Antecedentes de la técnica relacionada

15 [0002] Procesar metales en formas de red tridimensional a través de un equipamiento de moldeo por inyección roscada recíproca convencional usado para plásticos ha sido un objetivo de muchos esfuerzos de investigación desde hace tiempo. El moldeo por inyección es una técnica de tratamiento de coste bajo para producir piezas complejas pero ha sido limitado al moldeo de plásticos por numerosos de motivos.

20 [0003] Hay una base instalada extremadamente grande de equipamiento de moldeo por inyección a nivel mundial. Es difícil definir el número exacto pero es posible que existan más de un millón de máquinas de moldeo por inyección en uso comercial en la actualidad. Como un ejemplo, las entregas de máquinas de moldeo por inyección sólo en China tienen un promedio de alrededor de 50.000 unidades/año durante los últimos años. El equipamiento de moldeo por inyección tiene una vida finita pero opera un mínimo de 10 años y muchas máquinas operan durante
25 20 años o más, especialmente si son debidamente mantenidas y/o mejoradas (por ejemplo, con sistema electrónico). Las US 5 685 357 A y US 2001/004931 A1 divulgan máquinas de moldeo por inyección de metal. La US 3 913 897 A divulga un extrusor para resinas termoplásticas o similares, por ejemplo como el usado para plastificar el material e introducirlo en una cavidad de molde de una máquina de moldeo por inyección con uno o varios tornillos de alimentación conducidos alojados en un alojamiento generalmente cilíndrico y definir con eso una zona
30 de compresión arriba y una zona de expansión abajo.

[0004] Los metales son generalmente aceptados como no procesables en el equipamiento de moldeo por inyección convencional destinado al procesamiento de plástico. Hay dos cuestiones principales. La primera, el metal y sus aleaciones de interés comercial generalmente (hay excepciones) tienen temperaturas de fusión significativamente
35 por encima de la capacidad de temperatura máxima de la mayoría de máquinas de moldeo por inyección (normalmente 400°C/~800°F). Esta temperatura es suficiente para todos o casi todos los polímeros orgánicos ya que todos tienden a empezar a degradarse (por ejemplo oxidarse, carbonizarse, descomponerse) a temperaturas por encima de 400°C (~800°F).

40 [0005] La segunda cuestión es la presión. Aunque los metales fundidos por encima de su temperatura de fase líquida tienen una viscosidad muy baja, cristalizan tan rápidamente que es difícil superar la fuerza de formación de cristal en el equipamiento de moldeo por inyección. Por otro lado, los polímeros (los polímeros amorfos y los polímeros semicristalinos en menor medida) son materiales viscosos con una viscosidad ancha en relación con la temperatura. Por lo tanto, el flujo se puede controlar mediante una combinación de temperatura y presión. A
45 diferencia de la mayoría de metales, la viscosidad en los polímeros nunca baja hasta un valor tan extremadamente bajo (por ejemplo, como el del agua) que sería difícil de controlar.

[0006] El requisito para que un material tenga una fuerza finita debajo de la cual no se mueva es una característica importante para la utilidad de procesamiento en el equipamiento de moldeo por inyección convencional. Los polímeros generalmente cumplen este criterio. Los metales, en general, tienen una transición mucho más brusca en su punto de fusión. Hay excepciones a la hora de incluir metales semisólidos (metales semifundidos a una temperatura intermedia entre sus temperaturas de fase líquida y de fase sólida) y aleaciones de metales amorfos que tienen una composición que retarda o retrasa la formación de cristal.

55 [0007] Como resultado, el método generalmente excluido para la producción de piezas de formas de red tridimensional de metales es la fundición a presión. En la fundición a presión, la temperatura de proceso está muy por encima de la temperatura de fase líquida y el metal fundido se vierte por gravedad o presión asistida para llenar una cavidad. La fundición a presión y la fundición por presión asistida son métodos de procesamiento aceptados y hay un gran número de instalaciones y equipamiento de fundición a presión a nivel mundial. Hay
60 algunas desventajas para la fundición a presión basadas principalmente en el flujo descontrolado del material mientras se rellena la cavidad. La falta de control reológico en el flujo (viscosidad como la del agua) causa un relleno inconsistente del molde, frecuentemente causa vacíos o defectos, crea efectos finales de superficie indeseados, y un control dimensional (contracción) menos que deseable. Otro método es el de trabajar con el metal en estado semisólido (entre sus temperaturas de fase líquida y sólida) para bajar eficazmente la temperatura del proceso. El enfriamiento del semisólido también produce una contracción inferior debido a que una parte del "caldo" está ya solidificada. Este método se usa en el moldeo de determinadas aleaciones de magnesio utilizando un proceso de
65

moldeo por inyección modificado referido como thixomolding. Uno de los inconvenientes de cualquiera de estos procesos es la disponibilidad de equipamiento comercial. La fundición a presión implica normalmente un entorno de tipo forja para alcanzar las temperaturas de proceso necesarias. El thixomolding requiere temperaturas algo inferiores pero usa la fuerza y por lo tanto, un equipamiento muy robusto y especializado, para superar la rápida solidificación o formación de los cristales. Las piezas thixomoldadas también tienen en general requisitos secundarios significativos, reparación final de superficie, eliminación de destello. También hay requisitos significativos en la manipulación y reprocesamiento de desechos, guías, etc.

[0008] Una tercera vía para aproximarse a las piezas metálicas con forma de red es frecuentemente referida como moldeo por inyección de metal (MIM) o moldeo por inyección de polvo (PIM). En este caso se moldea por inyección una pieza realizada o verde a temperaturas convencionales utilizando metales en polvo y un ligante orgánico o polimérico. El ligante se retira y la pieza se sinteriza a alta temperatura en un entorno de reducción para generar la pieza. Una reducción grande del volumen (contracción) está asociada con la fase de sinterización. Una cuarta vía es mecanizar la pieza a partir de formas más grandes o lingotes para generar las dimensiones deseadas. Los métodos adicionales (por ejemplo, el forjado) pueden crear alguna forma tridimensional pero no se adecuan a estructuras complejas.

[0009] Los cuatro procesos descritos son todos usados comercialmente con éxito. Aun así, todos ellos tienen un coste significativo u otros inconvenientes que limitan ampliamente su utilidad e importancia comercial. Ciertamente sería deseable si las aleaciones de metales fueran procesables en piezas de forma de red tridimensional usando el equipamiento de moldeo por inyección convencional.

[0010] Por lo tanto, hay una necesidad en la industria para un método de procesamiento de metales en el equipamiento de moldeo por inyección.

Resumen de la invención

[0011] El tornillo modificado para una máquina de moldeo por inyección resuelve los problemas de la técnica anterior proporcionando un eje propulsor que puede utilizarse para procesar metales en una máquina de moldeo por inyección. El tornillo tiene un mango con un eje propulsor que se extiende a partir de él. El eje propulsor incluye una parte anterior, media y posterior. El eje propulsor también incluye varios vuelos usados para avanzar material a través de la máquina de moldeo por inyección. En la forma de realización preferida, los vuelos en el eje propulsor se extienden sólo a través de la sección posterior del eje de tornillo. En una forma de realización alternativa, los vuelos también se pueden incluir en la parte anterior del eje propulsor.

[0012] En lugar de fabricarse un tornillo nuevo, el tornillo modificado del presente puede ser hecho a partir de un tornillo de moldeo por inyección de plásticos convencional eliminando selectivamente los vuelos en las partes medias y/o anteriores del eje propulsor.

[0013] El tornillo se puede utilizar en las máquinas de moldeo por inyección convencionales, generalmente usadas para procesar plásticos, para procesar metales.

Breve descripción de los dibujos

[0014] Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción, reivindicaciones anexas, y dibujos anexas donde:

Fig. 1 es una vista en planta de la forma de realización preferida del diseño roscado de la presente invención;

Fig. 2 es una vista de sección transversal parcial de una máquina de moldeo por inyección de plástico convencional que incorpora la forma de realización preferida del diseño roscado de la presente invención;

Fig. 3 es una vista en planta de una forma de realización alternativa del diseño roscado de la presente invención.

Descripción detallada de la forma de realización preferida

[0015] Haciendo referencia ahora a la Fig.1, un tornillo para una máquina de moldeo por inyección de la presente invención está descrito generalmente en 10. El tornillo tiene un mango 12 con un eje propulsor 14 que se extiende a partir de él. El eje propulsor 14 incluye una parte anterior 16, media 18 y posterior 20. El eje propulsor 14 también incluye varios vuelos 22 usados para avanzar material a través de la máquina de moldeo por inyección. En la forma de realización preferida, los vuelos 22 en el eje propulsor 14 sólo se extienden a través de la sección posterior 20 del eje propulsor 14. En una forma de realización alternativa 100, mejor vista en la Fig. 3, los vuelos 22 también se pueden incluir en la parte anterior 16 del eje propulsor 14. No obstante, es imperativo que los vuelos 22 sean eliminados (o no incluidos) en la parte media 18 del eje propulsor 14.

[0016] Haciendo referencia ahora a la Fig. 2, se muestra una máquina de moldeo por inyección de plásticos

configurada con el tornillo 10 de la presente invención generalmente en 24. La máquina de moldeo por inyección 24 incluye una sección de tambor 26 que está dividida aproximadamente en tres zonas, alimentación, transición y medición, que será descrito en más profundidad más adelante. El tornillo 10 es rotado e introducido en el tambor por un motor 28. El material K se alimenta en la zona de alimentación del tambor 26 a través de una tolva 30 y un cuello de alimentación 32. En la zona de medida del tambor 26, hay una boquilla 34 que se conecta a una prensa de molde 36 que tiene un molde 38 con una cavidad de molde 40 y un canal 42. El canal 42 y la cavidad de molde 40 están conectadas mediante fluido con la boquilla 34. La temperatura en el tambor 26 es parcialmente controlada a través de calentadores 44.

[0017] El tornillo 10 de la presente invención permite que una gama amplia de metales y sus aleaciones y compuestos sean procesados en piezas con forma de red tridimensional que utilizan el equipamiento de moldeo por inyección convencional destinado para el procesamiento de plásticos. Aunque no esté previsto que el equipamiento de moldeo por inyección convencional sea capaz de procesar todos los metales y sus aleaciones basado en un límite de temperatura (por ejemplo aceros de alta temperatura, etc.), hay una gama de aleaciones comercialmente interesantes y sus compuestos a los que se espera encontrar más utilidad si pudieran ser procesados utilizando la base instalada a nivel mundial de maquinaria de moldeo por inyección.

[0018] Tres cuestiones principales (es decir capacidad de temperatura, capacidad mecánica, características de viscosidad) han sido las limitaciones significativas para el procesamiento de metales, aleaciones de metales y sus compuestos en el equipamiento de moldeo convencional. Éstas son: 1) control de la viscosidad, 2) temperatura de la máquina y 3) mecánica de la máquina.

[0019] Las consideraciones de viscosidad se basan en la característica de que la mayoría de metales y aleaciones tienen viscosidades muy bajas por encima de su temperatura de fase sólida y particularmente por encima de su temperatura de fase líquida. Es difícil controlar el flujo de un fluido de viscosidad muy baja en el proceso de moldeo por inyección, tanto a través del proceso de inyección como en el relleno de la cavidad de molde. La creación de un caldo de alta viscosidad con un flujo plástico como función de temperatura ha sido abordada en las descripciones precedentes.

[0020] La segunda cuestión es la temperatura, ya que una vez que muchos metales útiles y sus aleaciones tienen temperaturas de fusión por encima del rango estándar del equipamiento de moldeo por inyección convencional. El rango típico es 100-400 °C (~200-800 °F) porque este rango comprende casi todos los polímeros orgánicos y en general, las temperaturas por encima de 400°C (~800°F) tienden a degradar cualquier compuesto orgánico incluyendo los polímeros. El rango habitual disponible en el equipamiento de moldeo por inyección comercial no es más alto que este valor, debido simplemente a la falta de necesidad y el coste adicional que se requiere para ir más allá. Sin embargo, hay simples modificaciones razonables que permitirían a la mayor parte del equipamiento de moldeo por inyección estándar operar a temperaturas esencialmente más altas (por encima de 675°C/~1250°F, por ejemplo). El calor de entrada tiene que aumentar y esto se consigue de manera simple usando bandas de calefactor que tienen una temperatura más alta y una potencia suministrada estimada más alta. La construcción de maquinaria tiene normalmente grados de acero específicos con una capacidad muy alta de temperatura (normalmente exceden de sobra el rango que interesa en esta divulgación, es decir, por encima de 675°C/~1250°F o cerca del punto de fusión de aluminio puro). Otras consideraciones de máquina, por ejemplo, juntas y componentes auxiliares que están expuestos a temperaturas más altas de las normales debido a las temperaturas del proceso de fusión también deben ser consideradas, reemplazadas más frecuentemente, o sustituidas con materiales de construcción de temperatura superior. Sin embargo, hay pequeñas o pocas obstrucciones para ejecutar el equipamiento de moldeo por inyección convencional a temperaturas sustancialmente más altas.

[0021] La tercera y más importante cuestión es la capacidad mecánica del equipamiento de moldeo por inyección convencional. Otros intentos históricos para procesar metales, sus aleaciones y sus compuestos en el equipamiento de moldeo por inyección convencional no han tenido éxito. Ha resultado en significativos eventos inaceptables incluyendo tambores rajados, tornillos curvados, daños en el motor y/o fuga/pulverización de metal fundido caliente. Estos eventos se deben en gran medida a la incapacidad de la máquina para superar la fuerza del metal sólido (o metal en solidificación, es decir formación de cristal). El motor de la máquina y/o los materiales de construcción normalmente no tienen la capacidad suficiente para superar la fuerza, rigidez y propiedades de dureza del metal, y por lo tanto éstos son los primeros en fallar (por ejemplo, tambor rajado).

[0022] Un buen ejemplo de intento de superar estos fenómenos es lo que ocurre en lo que se llama el proceso thixomolding para aleaciones de magnesio. En este equipamiento especializado, la máquina está altamente sobredimensionada en comparación con el equipamiento de moldeo por inyección convencional de tonelaje similar (es decir, fuerza de agarre). Una máquina de thixomolding puede parecer un 50% más grande que el tamaño de una máquina de moldeo por inyección convencional con fuerza de agarre similar simplemente debido en parte a la torsión y fuerza adicional del diseño de la máquina necesarias para el procesamiento de la aleación con magnesio. La máquina de thixomolding se diseña para dividir / descomponer mecánicamente los cristalitas/cristales (dendríticos) que se forman en las aleaciones de magnesio (y en la mayoría de metales) a medida que se enfrían o se mantienen a temperaturas entre la temperatura de su fase líquida y de su fase sólida. Mecánicamente la

desintegración/descomposición de los cristales de modo que puedan fluir en un medio semisólido es un objetivo del diseño del proceso o de la maquinaria de thixomolding. Por esta y otras razones (por ejemplo, la inflamabilidad del magnesio caliente) se necesita equipamiento especializado y más costoso. El proceso thixomolding también utiliza la inyección rápida (antes que el material se congele) y frecuentemente usa herramientas de vacío para reducir los efectos de ampolla de aire en la cavidad de herramienta (es decir, efecto refrescante y tiempo requerido para descargar aire).

[0023] Un método diferente y el método en la presente invención es el de evitar que el equipamiento de moldeo por inyección 24 ejerza fuerzas elevadas (es decir, altas presiones) en el material K parcialmente solidificado, parcialmente solidificado o cristalino.

[0024] El problema (altas cargas de máquina sobre metal fuerte y no comprimible que supera el límite de fuerza de la máquina y/o sus componentes) está causado por la naturaleza oscilante del equipamiento de moldeo por inyección convencional estándar 24. Casi todo el equipamiento de moldeo por inyección 24 fabricado actualmente para el procesamiento de plásticos es el diseño roscado oscilante. Las máquinas más antiguas 24 tenían frecuentemente un diseño de émbolo donde el material era alimentado por un tornillo a una zona enfrente de un émbolo. El diseño roscado oscilante superaba varias desventajas del diseño de émbolo incluyendo la no uniformidad de la temperatura en la fusión y el periodo de resistencia muy largo a temperatura. Estas características son particularmente negativas para los plásticos ya que la temperatura no uniforme crea variaciones en el flujo y la integridad de pieza y los periodos largos a temperaturas elevadas contribuyen a la degradación del polímero/plástico.

[0025] Hay un perfil de temperatura a lo largo del tornillo (a lo largo del tambor 26) en la máquina de moldeo por inyección de tornillo oscilante 24. La longitud del tornillo/tambor 26 puede generalmente separarse en tres secciones basadas en su función. Éstas son la alimentación, la transición y las secciones de medida.

[0026] La sección de alimentación (normalmente aproximadamente 50% de la longitud) se entiende para transportar material de gránulos sólidos K a la sección de transición, calentarlos a una temperatura inferior a la de fundición/fusión, y comprimirlos en una estructura más densamente empaquetada (es decir, extraer el aire y espacio entre gránulos). Se prevé que en la zona de transición se fundan los gránulos/material K mediante corte mecánico y calentamiento conductivo de la pared del tambor 26 así como posteriormente se extraiga el aire y se densifique la fusión a su valor teórico. La sección de medida intenta proporcionar una temperatura constante al caldo y entregar un volumen preciso de material en la punta roscada para la inyección en la cavidad de molde.

[0027] El diseño normalmente roscado es de alguna forma diferente en cada sección para ayudar a realizar la función de cada sección.

[0028] El tornillo 10 de la presente invención describe un diseño de tornillo de moldeo por inyección ventajoso para el procesamiento de metales, aleaciones metálicas y compuestos de matriz metálica en el equipamiento de moldeo por inyección roscado oscilante convencional.

[0029] Preferiblemente los vuelos 22 de tornillo 10 tienen una relación de compresión 1:1 o posiblemente menor que un 1:1 relación de compresión. La relación de compresión habitualmente recomendada (profundidad de vuelo de alimentación / profundidad de vuelo de medida) para la mayoría de polímeros y polímeros/plásticos reforzados es de 2:1 a 3:1. La relación de compresión es normalmente una proporción de profundidad lineal pero puede también, y en cierto sentido con más precisión, ser representado como una proporción de volúmenes (proporción de volumen efectivo entre vuelos en la medida y secciones de alimentación). La finalidad principal de la compresión a lo largo del tornillo 10 es la de generar las fuerzas mecánicas (corte) que ayudan a fusionar y combinar y mezclar los gránulos poliméricos. En el moldeo por inyección de plástico, la energía de corte representa aproximadamente la mitad de la carga calorífica al polimérico (la otra mitad es a través de la conducción desde el tambor calentado). Como los polímeros son conductores normalmente pobres en energía térmica (por ejemplo, conductibilidad térmica de aproximadamente 0.2 W/mK), el calentamiento conductivo del tambor es bastante ineficiente. El tornillo 10 trae constantemente material K fresco a la pared del tambor 26 para calentarlo y posteriormente retirarlo para combinarlo con el material K más fresco aunque la conductibilidad térmica baja inherente todavía limita la eficiencia de calentamiento del tambor 26. Por el contrario, con metales, aleaciones metálicas y compuestos de matriz metálica, la conductibilidad térmica del sólido y la conductibilidad térmica de la fusión son esenciales. La conductibilidad térmica de una aleación de metales típica es al menos 250 veces la conductibilidad térmica del polímero típico. Por lo tanto, la eficiencia del calentamiento conductivo del tambor 26 es mucho más eficaz dada la naturaleza transitoria (periodo de permanencia limitado) del material K a lo largo del tornillo 10. La eficiencia mejorada del calentamiento conductivo reduce espectacularmente el calentamiento de corte necesario para producir una fusión de temperatura homogénea y constante (es decir, una fusión sin una fusión incompleta de gránulos K y sin viscosidad no uniforme o características de flujo). Por lo tanto, la necesidad de compresión para producir la acción mecánica y el calentamiento de corte resultante no es necesaria. Sin este requisito un tornillo 10 con una relación de compresión 1:1 o potencialmente una relación de compresión menor que 1, es satisfactorio y deseable y necesario.

[0030] La relación de compresión de tornillo estándar de 2:1 a 3:1 tiene un impacto negativo cuando se intenta

procesar metales, aleaciones o sus compuestos en el equipamiento de moldeo por inyección convencional. Los metales en su forma sólida y de fusión son altamente incompresibles, fuertes, rígidos y duros. La fuerza del metal solidificado o parcialmente solidificado es también altísima. Por lo tanto, las fuerzas de la máquina 24 que intentan comprimir o mover (mediante acción de la rotación de tornillo 10) material que tiene una fuerza, rigidez, dureza altas o que es altamente incompresible, puede resultar en el fallo de la máquina 24 o sus componentes (por ejemplo motor 28, tambor 26, etc.).

[0031] Una razón adicional para usar la compresión roscada con un polímero es fusionar los gránulos parcialmente fundidos o fundidos junto con crear un material homogéneo y uniforme. La viscosidad de la mayoría de los plásticos, incluso en la fusión, es significativa y suficientemente alta para crear dificultad en la homogeneización sin acción mecánica adicional. Esta viscosidad es muy útil en el moldeo por inyección. Permite que la presión o el transporte dependiente de fuerza como función de temperatura. La viscosidad significativa incluso a la temperatura de fusión o por encima de ella también permite que el polímero fundido resista el flujo sin una fuerza activa por encima de alguna presión finita (por ejemplo, ésta no saldrá de la boquilla 34 sin que la presión esté siendo aplicada). La viscosidad finita de la fusión polimérica es también ventajosa en el relleno apropiado de una cavidad de molde 40. El flujo controlado (por ejemplo, flujo de fuente, flujo laminar) es deseable para conseguir propiedades físicas y mecánicas óptimas en una pieza moldeada y la viscosidad significativa lo permite. La transición de flujo laminar a turbulento (indeseable) es una función de la viscosidad de fluido. Al mismo tiempo, la viscosidad significativa puede crear algunos factores negativos. Por ejemplo, en piezas con una línea de soldadura, la fuerza de la línea de soldadura se ve frecuentemente afectada por la viscosidad de las frentes de flujo de fusión, que determinan la capacidad del polímero para mezclar homogéneamente a la línea de soldadura sin ayuda de acción mecánica adicional (por ejemplo, corte). La fusión y homogeneización de polímeros amorfos es normalmente lo más difícil, porque su viscosidad es una función de temperatura sobre un rango de temperatura grande y su viscosidad de fusión, incluso a altas temperaturas, es normalmente mucho superior que la de los polímeros semicristalinos. La fusión y homogeneización de polímeros semicristalinos es asistida por la transición de viscosidad no lineal superior e inferiormente a la temperatura de fusión cristalina. No obstante, la solidificación rápida y el aumento de viscosidad por debajo de la temperatura de fusión cristalina puede causar problemas de fuerza en la línea de soldadura y las salidas del relleno del molde aún más difíciles. En estos casos el material puede querer congelarse (solidificar) antes de la homogeneización (línea de soldadura) o del relleno de la cavidad de molde 40.

[0032] El metal fundido o parcialmente fundido, la aleación de metales o el compuesto de matriz metálica normalmente contiene material con una viscosidad significativamente inferior a la del polímero amorfo fundido o semicristalino termoplástico. La viscosidad baja de un metal fundido o la fase de viscosidad baja en un metal semisólido o metálico viscoso tiende a tener una afinidad alta para sí mismo y superficies metálicas. La baja viscosidad y alta afinidad tiende a desplazar aire y crear un material más homogéneo de lo que sería común en una fusión polimérica. Estas características reducen más la necesidad de un calentamiento y mezclado de corte basado comprimible.

[0033] Hay desventajas significativas para la compresión roscada en el procesamiento de metales en el equipamiento de moldeo por inyección convencional 24 y la mayor parte de los requisitos para la compresión roscada basada de polímeros no es requerida por metales, aleaciones de metales o sus compuestos. Por lo tanto, se necesita un objeto de la invención para bajar o igualar a 1:1 o potenciar <1:1 los tornillos de relación de compresión.

[0034] Otra complicación significativa en el tratamiento para metales, aleaciones de metales y sus compuestos en el equipamiento de moldeo por inyección convencional 24 es normalmente la transición de viscosidad brusca o la fusión a la transición sólida que se ve en la mayoría de polímeros termoplásticos (amorfo y semicristalinos). Además de una transición sólido/fundido más brusca, la conductibilidad térmica significativamente aumentada en comparación con polímeros produce un cambio mucho más rápido en la viscosidad o solidificación sobre exposición a una fuerza de transmisión de transferencia de calor (un cambio en la temperatura externa). Adicionalmente, la capacidad térmica de metales es típicamente inferior a la de los polímeros, así que los cambios en la entrada de calor tienen un impacto superior en la temperatura de fusión. Por lo tanto, debido a la conductividad mucho más alta (normalmente 250 veces más o superior) y la capacidad térmica inferior (normalmente 2-4 veces más) el efecto de una temperatura diferencial (fuerza de transmisión para transferencia de calor) tiene un efecto mucho más pronunciado en un metal que en un polímero.

[0035] El concepto del impacto de la temperatura diferencial en el cambio de viscosidad (o solidificación) de un metal es crucial en el procesamiento de metales, aleaciones metálicas y sus compuestos en el equipamiento de moldeo por inyección convencional 24. Ignorando las diferencias de densidad entre plásticos y metales, la conductibilidad térmica combinada y la diferencia de capacidad térmica implica que un cambio en la temperatura (por ejemplo en la superficie de tambor) pueden suponer un impacto 1000 veces superior o más rápido en el cambio de temperatura o en la solidificación en un metal frente a un polímero. La implicación para el equipamiento de moldeo por inyección convencional 24 es significativa una vez el tornillo oscilante provoca que una parte de la fusión o de la mezcla de fusión/sólido (gránulo) viaje entre áreas con temperaturas externas (tambor) significativamente diferentes. Cuanto mayor es el tamaño de disparo, más significativo es el cambio de temperatura para cualquier parte de material y el tornillo se mueve entre sus posiciones de avance completo y de retirada completa.

5 [0036] La regulación de la temperatura del tambor 26 en una máquina de moldeo por inyección convencional 24 está normalmente dividida en tres zonas: medida, transición y alimentación (o anterior, media y posterior, respectivamente). Adicionalmente hay normalmente una regulación de la temperatura de boquilla 34 y una regulación de la temperatura de cuello de alimentación 32, pero éstas no son objeto de la presente invención.

10 [0037] La temperatura no es uniforme a través de cada zona (hay un gradiente) pero para propósitos de explicación y desde un punto de vista de control sería difícil crear un gradiente de temperatura constante a lo largo del tornillo 10. Incluso con un gradiente de temperatura constante la solución inventada todavía sería necesaria. Para propósitos de explicación es de ayuda asumir razonablemente la temperatura uniforme del tambor 26 en cada zona.

15 [0038] La diferencia normal de temperatura en cada zona es significativa. La temperatura en la parte anterior es suficientemente alta para mantener el material en fusión a una viscosidad significativamente baja para llenar la cavidad de molde 40 completamente sin descongelar. La temperatura en la zona de alimentación es normalmente suficientemente baja para mantener sólidos los gránulos. La temperatura en la zona de transición es intermedia a la de la zona de medida y de alimentación y permite a ese material iniciar la fusión y consolidación. Para el típico procesamiento de polímero, hay una diferencia significativa en las temperaturas de zona. La diferencia es superior para polímeros de alta temperatura principalmente debido a que la temperatura de fusión es significativamente más alta. Las diferencias en la temperatura de 20-30°C (~70-90 °F) entre zonas no son insólitas. La fluidez de polímeros se ve menos afectada por esta diferencia de lo que se ve la fluidez de metales. A veces la temperatura de la boquilla 34 es ligeramente inferior a la temperatura de zona para que la fusión no rezume fuera de la boquilla 34.

25 [0039] En el procesamiento de metales, aleaciones metálicas y sus compuestos la dificultad ocurre cuando el tornillo 10 gira e intenta mover material K hacia adelante a lo largo de la longitud de eje propulsor 14. La dificultad ocurre normalmente en la región de transición donde el material K está parcialmente fundido y parcialmente sólido. En la sección de medida donde el material se funde, la rotación del tornillo 10 no causa problemas. En la zona de alimentación donde los gránulos permanecen sólidos tampoco supone un problema (hay suficiente volumen libre para los gránulos se excluyen entre sí). No obstante, en la zona de transición del tornillo 10 actúa una combinación de gránulos fundidos y sólidos. Debido a que los gránulos de metal sólido son fuertes y duros, éstos se presionan contra la pared de tambor 26 y, a menos que se fundan instantáneamente, pueden provocar que el tornillo 10 se enganche o necesite fuerzas altas para moverse o que se rompa. Adicionalmente es en esta región donde es muy probable que el metal fundido experimente una rápida formación de cristales (cerca de la temperatura de transición del metálico) y produzca un material muy fuerte y difícil de mover. Cuando esto ocurre, esa máquina 24 parece luchar para avanzar del material K (ruido, enganche, alta rotación).

35 [0040] La eliminación o reducción de los vuelos roscados 22 en esta región es crítica para el procesamiento exitoso de metales en el equipamiento de moldeo por inyección 24. Los vuelos de tornillo 22 en este área no son críticos para el avance del material K a lo largo de la longitud del eje propulsor 14/tambor 26. La eliminación de los vuelos 22 en esta región evita que la máquina 24 luche para superar la fuerza del material intentando cortar material solidificado o en periodo de solidificación cerca de la pared del tambor 26. El material avanza mediante vuelos 22 en la sección de alimentación o en la sección posterior. La retirada del tornillo 10 también devuelve algún material K a las secciones frías del tambor 26 donde el material K puede rápidamente empezar a cristalizarse o solidificarse. La eliminación o exclusión de los vuelos 22 del tornillo 10 en esta región elimina casi toda la fuerza de la máquina sobre el material K en periodo de solidificación o cristalización que puede causar fuerzas locales extremadamente altas o presiones que podrían provocar un fallo del tambor 26 u otros componentes.

45 [0041] La importancia de la eliminación de la zona media 18 (o de transición) de los vuelos 22 de tornillo se demuestra por el par inferior y la eliminación de ruido cuando se producen metales, aleaciones metálicas y sus compuestos en el equipamiento de moldeo por inyección 24 convencional. La operación estable del equipamiento de moldeo por inyección 24 a fuerzas y presiones dentro del límite del diseño del equipamiento 24 son críticas para la operación rutinaria, permanente y aceptable en el procesamiento de metales en el equipamiento de moldeo por inyección convencional 24.

50 [0042] Haciendo referencia de nuevo ahora a la Fig. 1, la forma de realización preferida, todos los vuelos 22 anteriores (o de medida) y medios (o de transición), al igual que una parte de los vuelos 22 traseros (o de alimentación), han sido retirados.

55 [0043] La Fig. 3 muestra una forma de realización alternativa 100 con inclusión de vuelos 22 anteriores (o de medida) que son normalmente de ayuda a la hora de mantener la regulación de temperatura y el tamaño disparado en el procesado del polímero también funciona igualmente bien. Sin la eliminación de los vuelos 22 en las áreas correctas, el procesamiento rutinario y consistente de metales en el equipamiento de moldeo por inyección 24 roscado oscilante convencional no es aceptable desde un punto de vista productivo.

60 [0044] Por consiguiente, la conversión del equipamiento de moldeo por inyección de plásticos 24 convencional para el procesamiento de metales se consigue sustituyendo un tornillo de moldeo por inyección de plásticos convencional por el tornillo 10 de la presente invención. Además, controlando la temperatura del tambor 26 y las rotaciones y la

velocidad de émbolo del tornillo 10, el procesamiento de metales se puede realizar a índices de producción aceptables.

5 [0045] Por lo tanto, se puede observar que la presente invención proporciona una solución única al problema de procesamiento de metales en el equipamiento de moldeo por inyección convencional mediante un tornillo modificado que carece de los vuelos en la parte media del eje propulsor. Además los vuelos pueden ser retirados también de la parte anterior del tornillo.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina de moldeo por inyección de plástico (24) que comprende:

- 5 un tambor controlado por temperatura (26) con una zona de medida, una zona de transición y una zona de alimentación;
- un cuello de alimentación (32) configurado para dispensar material para el moldeo en la zona de alimentación del tambor (26);
- 10 una boquilla (34) que se extiende desde la zona de medida del tambor (26); y
- un motor (28) que controla un tornillo (10, 100);
- 15 donde la máquina de moldeo por inyección de plástico (24) se configura para el procesamiento de metal, aleaciones metálicas, y compuestos de matriz metálica mediante el tornillo, donde
- el tornillo (10, 100) de la máquina de moldeo por inyección de plástico (24) tiene
- 20 un mango (12);
- un eje propulsor (14) que se extiende a partir del mango (12), el eje propulsor (14) con una parte posterior (20) inmediata al mango (12), una parte media (18) inmediata a la parte posterior (20), y una parte anterior (16) inmediata a la parte media (18);
- 25 vuelos (22) que se extienden desde la parte posterior (20) del eje propulsor (14) para el avance del material a través del tambor (26) la máquina de moldeo por inyección de plástico (24) en la parte media (18) del eje propulsor (14) y la zona de transición del tambor (26);
- 30 dicho eje propulsor (14) está además configurado para estar ausente de dichos vuelos (22) en la parte media (18);
- dicho eje propulsor (14), exceptuando los vuelos (22), está desprovisto de cualquier otro elemento a lo largo de la longitud del mismo; y
- 35 dicho tornillo (10, 100) incluido el eje propulsor (14) es giratorio y introducible por el motor (28) y alternable en el tambor (26) de la máquina de moldeo por inyección de plástico (24) entre sus posiciones de avance completo y de retirada completa.

2. El artículo según la reivindicación 1, que comprende además:

- 40 vuelos (22) que se extienden desde la parte anterior (16) del eje propulsor (14) para el avance del material a través de la máquina de moldeo por inyección (24).

3. El artículo según la reivindicación 1 o 2, donde dichos vuelos (22) tienen una relación de compresión 1:1.

- 45 4. El artículo según la reivindicación 1 o 2, donde dichos vuelos (22) tienen una relación de compresión menor que 1:1.

5. Un método de procesamiento de metal, aleaciones metálicas y compuestos de matriz metálica en una máquina de moldeo por inyección de plásticos (24), que comprende las etapas de:

- 50 proporcionar una máquina de moldeo por inyección de plásticos (24) con un tornillo;
- retirada del tornillo;
- 55 sustitución del tornillo con un tornillo modificado (10, 100) configurado y dispuesto para el procesamiento de metales, donde el tornillo modificado (10, 100) comprende además:
- 60 un mango (12),
- un eje propulsor (14) que se extiende desde el mango (12), el eje propulsor (14) con una parte posterior (20) inmediata al mango (12), una parte media (18) inmediata a la parte posterior (20), y una parte anterior (16) inmediata a la parte media (18),
- 65 vuelos (22) que se extienden desde la parte posterior (20) del eje propulsor (14) para el avance del material a través

de la máquina de moldeo de inyección de plástico (24) a la parte media (18) del eje propulsor (14),

dicho eje propulsor (14) está además configurado para estar ausente de dichos vuelos (22) en la parte media (18);

5 dicho eje propulsor (14), exceptuando los vuelos (22), está desprovisto de cualquier otro elemento a lo largo de la longitud del mismo;

10 donde dicho eje propulsor (14) está configurado y dispuesto para ser giratorio y alternable dentro de un tambor (26) de la máquina de moldeo por inyección de plástico (24), y donde el tambor (26) con una zona de alimentación, de transición y de medida para el metal, aleaciones metálicas, y compuestos de matriz metálica que deben ser procesados, donde, en la zona de transición, el tornillo (10, 100) actúa en una combinación de gránulos fundidos y sólidos;

15 6. El método según la reivindicación 5, donde el tornillo modificado (10, 100) comprende además:

vuelos (22) que se extienden desde la parte anterior (16) del eje propulsor (14) para el avance del material a través de la máquina de moldeo por inyección (24).

20 7. El método según la reivindicación 5 o 6, donde dichos vuelos (22) tienen una relación de compresión 1:1.

8. El método según la reivindicación 5 o 6, donde dichos vuelos (22) tienen una relación de compresión menor que 1:1.

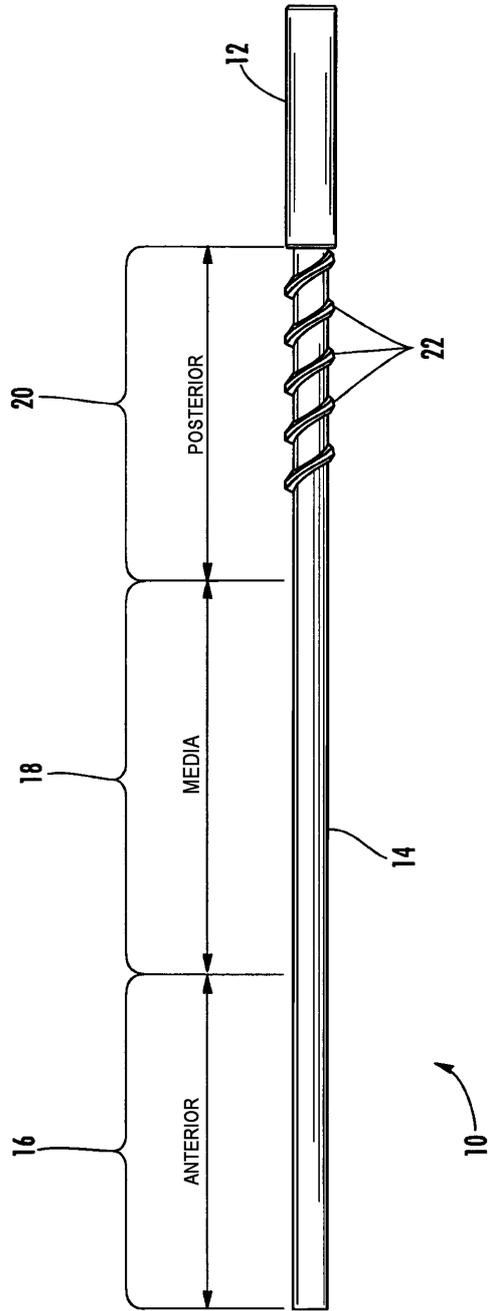


FIG. 1

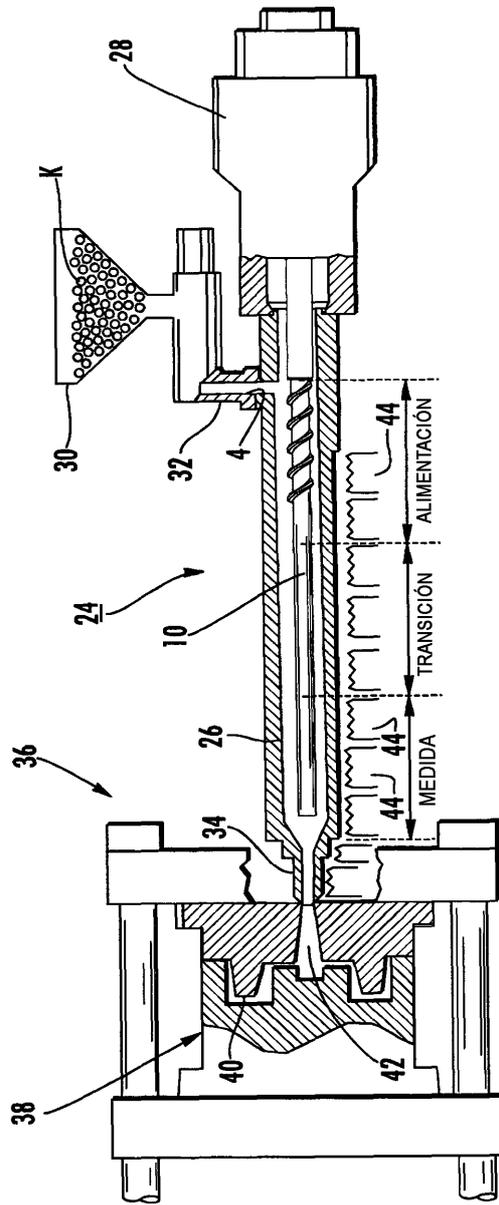


FIG. 2

