



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 318 229**

51 Int. Cl.:
B22D 41/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04024287 .7**

96 Fecha de presentación : **12.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1525936**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.04.2005**

54 Título: **Varilla de cierre de colada.**

30 Prioridad: **24.10.2003 GB 0324861**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2009

73 Titular/es: **Pyrotek Incorporated**
9503 E. Montgomery Avenue
Spokane, Washington 99206, US

72 Inventor/es: **Vincent, Mark**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 318 229 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).

ES 2 318 229 T3

DESCRIPCIÓN

Varilla de cierre de colada.

5 La presente invención se refiere a una varilla de control para controlar el flujo de metal líquido en un procedimiento de fundición. En particular, pero no exclusivamente, se refiere a una varilla de control para controlar el flujo de metales líquidos no féreos tales como aluminio y cinc.

10 En la Patente de EE.UU. No. 3.111.732 se describe un procedimiento de fundición de metal típico. En dicho procedimiento, el metal líquido se vierte a través de una boquilla (o “salida de vertido inferior”) dentro de un molde, en el cual el metal se enfría para formar un lingote o plancha. El flujo del metal a través de la boquilla se controla mediante una varilla de control (o “regulador de flujo”) que está localizada dentro de la boquilla. La varilla de control puede subirse para incrementar la velocidad de flujo del metal a través de la boquilla, o bajarse para disminuir o interrumpir el flujo de metal.

15 Generalmente, las varillas de control están hechas de un material refractario, el cual es capaz de resistir la alta temperatura del metal fundido. Igualmente, el material debe ser duro con el fin de resistir el desgaste sobre la punta de la varilla, en donde esta presiona contra el asiento en la boquilla. Uno de los materiales comúnmente más usados es sílice fundida densa (DFS). Este material es muy resistente y tiene buenas características al choque térmico, pero la sílice es mojada y atacada por el aluminio líquido y, en consecuencia, las varillas de control hechas de este material han de estar provistas de un recubrimiento protector no adhesivo, por ejemplo nitruro de boro. Este recubrimiento ha de ser vuelto a aplicar frecuentemente (por ejemplo cada una o dos operaciones de vertido) y, en consecuencia, dichas varillas tienen una alta exigencia de mantenimiento.

20 Además, aunque la DFS es muy resistente, es susceptible de fisurarse y estas fisuras tienden a propagarse a través del material durante su uso. Eventualmente, esto puede dar lugar a que parte de la varilla de control se rompa y bloquee la boquilla de vertido. Como una protección frente a esto, a veces se embebe un alambre de acero inoxidable en el material de DFS para asegurar que incluso si se rompe la varilla de control, la parte rota puede todavía ser extraída de la boquilla.

30 Otra desventaja con las varillas de control hechas de DFS es que tienden a tener una alta capacidad térmica y han de ser pre-calentadas antes del comienzo de la operación de vertido del metal, con el fin de llevarlas hasta o cerca de la temperatura del metal fundido. Esto se suma de manera considerable a la complejidad de la operación de vertido y da lugar al riesgo de un serio accidente cuando se transfiere la varilla de control caliente desde la estufa de pre-calentamiento a la boquilla. Si no se pre-calienta la varilla de control, el metal fundido puede solidificarse tras el contacto con la varilla de control, bloqueando, de esta forma, la boquilla.

35 A veces, se han usado otros materiales para la varilla de control incluyendo, por ejemplo, materiales refractarios a base de cemento. Dichos materiales no son mojados por el aluminio y, en consecuencia, sufren menos daño y requieren menos mantenimiento. Sin embargo, son frágiles y se fragmentan o rompen fácilmente. Además, dichas varillas tienen una alta capacidad térmica y, en consecuencia, necesitan pre-calentamiento.

40 Igualmente se conocen las varillas de control hechas de grafito. Sin embargo, el grafito sufre la oxidación y erosión en la intercara aire-metal, lo cual limita la vida útil de las varillas de control hechas de este material. Igualmente, al igual que las varillas de control hechas de DFS o de materiales refractarios a base de cemento, las varillas de grafito tienen una alta capacidad térmica y, por ello, requieren pre-calentamiento.

45 Otro material refractario descrito en el Documento de EE.UU. 5.880.046, comprende una solución acuosa de ácido fosfórico con una mezcla de wollastonita y sílice coloidal. Se dice que el material tiene buenas características de aislamiento térmico y muy buen comportamiento con respecto al aluminio fundido. Sin embargo, es muy blando y, en consecuencia, no muy duro frente al desgaste.

50 Es un objeto de la presente invención el proporcionar una varilla de control que mitiga al menos algunas de las desventajas anteriormente mencionadas.

55 De acuerdo con la presente invención, se proporciona una varilla de control para controlar el flujo de metal líquido en un procedimiento de fundición, incluyendo la varilla de control una parte de cuerpo alargado y una punta resistente al desgaste en un extremo de la parte del cuerpo alargado, estando la parte del cuerpo hecha al menos parcialmente de un material cerámico compuesto laminado que incluye múltiples capas de un tela de refuerzo embebida dentro de una matriz cerámica fundida. En particular, pero no exclusivamente, la invención se refiere a una varilla de control para controlar el flujo de metales líquidos no féreos tales como aluminio y cinc.

60 Una varilla de control hecha de un material cerámico compuesto laminado es extremadamente resistente debido a la presencia de la tela de refuerzo, la cual previene la propagación de las fisuras a través del material. De acuerdo con ello, se previene la rotura de la varilla de control y el bloqueo de la boquilla de vertido.

65 La varilla de control incluye una punta resistente al desgaste en el extremo inferior de la parte de cuerpo alargado, para reducir la erosión por el metal líquido y el desgaste procedente del contacto con la boquilla.

ES 2 318 229 T3

El material cerámico compuesto tiene además buenas características de choque térmico y no es mojado o atacado por el aluminio líquido. De acuerdo con ello, una varilla de control hecha de este material tiene una vida larga y una baja exigencia de mantenimiento.

5 Una varilla de control hecha del material cerámico compuesto puede tener igualmente una baja capacidad térmica y, por ello, no tiene que ser pre-calentada antes del comienzo de la operación de vertido del metal. Esto simplifica grandemente la operación de vertido y proporciona substanciales ahorros de costos y ventajas de seguridad.

De manera ventajosa, la tela de refuerzo comprende una tela no tejida, preferiblemente hecha de vidrio.

10 El material cerámico compuesto puede incluir entre dos y 25 capas, y preferiblemente entre 4 y 10 capas, de tela de refuerzo.

15 El material de matriz puede seleccionarse entre un grupo que comprende sílice fundida, alúmina, mullita, carburo de silicio, nitruro de silicio, oxi-nitruro de silicio y aluminio, circonio, óxido de magnesio, óxido de circonio, grafito, silicato cálcico, nitruro de boro (BN sólido), nitruro de aluminio (AlN) y diboruro de titanio (TiB₂), y mezclas de estos materiales. El material de matriz está basado, preferiblemente, en calcio y puede incluir silicato cálcico y sílice. Más preferiblemente, el material de matriz incluye wollastonita y sílice coloidal.

20 De manera ventajosa, la varilla de control incluye un recubrimiento de superficie no adhesivo, el cual puede incluir nitruro de boro, para reducir el mojado por el metal líquido y reducir o prevenir el depósito de una piel o película de metal sobre la superficie de la varilla de control. Aun cuando el requisito de un recubrimiento no adhesivo sea el preferido, dicho recubrimiento no tiene que ser vuelto a aplicar tan frecuentemente como con las varillas de control hechas de algunos otros materiales tal como DFS, puesto que el material cerámico compuesto del cuerpo de la varilla
25 no se moja de manera natural.

El control puede ser substancialmente cilíndrico y, preferiblemente, está construido y dispuesto para ser suspendido substancialmente de manera vertical durante su uso. La varilla de control puede tener un punto de suspensión en su extremo superior y un asiento en su extremo inferior.

30 La parte de cuerpo alargado está, preferiblemente, al menos parcialmente hueco. Esto reduce la capacidad térmica de la varilla, de manera que esta se calienta rápidamente al contacto con el metal líquido, sin dar lugar a que el metal se enfríe. Es particularmente ventajoso para la porción inferior de la varilla de control, la cual está sumergida en el metal líquido, que sea hueca. La parte de cuerpo alargado puede incluir una pared circunferencial con un espesor de pared
35 dentro del intervalo de 1-10 mm, preferiblemente aproximadamente de 5 mm, para proporcionar una baja capacidad térmica.

La punta resistente al desgaste está insertada, preferiblemente, al menos parcialmente dentro de un extremo de la parte de cuerpo alargado.

40 De manera ventajosa, la parte de cuerpo alargado y la punta resistente al desgaste tienen formaciones de fijación complementarias. Las formaciones de fijación complementarias pueden incluir rebajes complementarios sobre la parte de cuerpo alargado y la punta resistente al desgaste, los cuales están rellenos con un adhesivo o cemento.

45 La punta resistente al desgaste puede estar hecha de un material cerámico, y preferiblemente a partir un material seleccionado entre un grupo que comprende sílice fundida, alúmina, mullita, carburo de silicio, nitruro de silicio, oxi-nitruro de silicio y aluminio, circonio, óxido de magnesio, óxido de circonio, grafito, silicato cálcico, nitruro de boro, titanato de aluminio, nitruro de aluminio y diboruro de titanio. Preferiblemente, la punta está hecha de un material no mojado con un bajo coeficiente de dilatación térmica, por ejemplo un material refractario de sílice fundida pegada con
50 cemento. De manera ventajosa, la punta resistente al desgaste está hecha a partir de un material que tiene una densidad dentro del intervalo de 1800-3000 kg/m³, preferiblemente 1900-2500 kg/m³.

De manera ventajosa, la varilla de control tiene una longitud dentro del intervalo de 200-1000 mm (típicamente 750 mm) y un diámetro dentro del intervalo de 20-75 mm (típicamente 40 mm).

55 A continuación, se describirán diversas realizaciones de la presente invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

60 la Figura 1 es una vista en planta que muestra esquemáticamente los componentes principales de una instalación de fundición de aluminio típica;

la Figura 2 es una vista en elevación lateral de una varilla de control situada en una posición de operación dentro de un primer tipo de boquilla de vertido (la boquilla de vertido se muestra en sección lateral);

65 la Figura 3 es una vista en sección lateral de la varilla de control mostrada en la Figura 2;

la Figura 4 es una vista en elevación lateral de una varilla de control situada en una posición de operación por encima de un segundo tipo de boquilla de vertido (la boquilla de vertido se muestra también en sección lateral);

ES 2 318 229 T3

la Figura 5 es una vista en sección transversal a través de una varilla de control modificada; y

la Figura 6 es una vista en sección lateral de la línea A-A de la Figura 5.

5 En la Figura 1 se muestra esquemáticamente una instalación de fundición de aluminio típica e incluye un horno 2, a partir del cual el metal fundido fluye a través de un conjunto de bateas 4a, 4b, 4c (o cubetas) hacia un molde 6, el cual, por ejemplo, puede ser un molde de coquilla directo. Entre el horno 2 y el molde 6 pueden disponerse diversas unidades de tratamiento de metal adicionales incluyendo, por ejemplo, una unidad de desgasificación 8 y una unidad de filtro 10. El metal fluye desde la última batea 4c dentro del molde 6 a través de un boquilla inferior, estando controlado el flujo a través de la boquilla mediante una varilla de control 14.

15 La boquilla inferior 12 y la varilla de control asociada 14 se muestran con más detalle en la Figura 2. La boquilla inferior 12 está hecha de un material refractario tal como sílice fundida densa (DFS) y es de diseño convencional. La boquilla es tubular, con una pared cilíndrica 16 con un agujero axial 17 y un reborde que se extiende exteriormente 18 en su extremo superior. La parte inferior 20 de la boquilla tiene una forma exterior tronco-cónica e interiormente tiene un asiento tronco-cónico 22, dando lugar a un agujero cilíndrico de diámetro reducido 24. Durante su uso, la boquilla 12 está montada en la parte inferior de una batea 4c, de manera que el metal fundido del interior de la batea pueda fluir a través de la boquilla.

20 La varilla de control 14 es de forma substancialmente cilíndrica, y durante su uso está suspendida verticalmente de manera tal que su extremo inferior 26 está situado dentro del cuerpo cilíndrico 16 de la boquilla exterior 12. El borde 28 del extremo inferior de la varilla de control está biselado con el fin de proporcionar un cierre cuando se sitúa contra el asiento 22 en la boquilla. La parte superior 30 de la varilla de control es de un diámetro ligeramente reducido, e incluye un agujero de montaje horizontal 32 a partir del cual se suspende la varilla.

25 Tal como se muestra en la Figura 3, la varilla de control 14 incluye una parte de cuerpo tubular hueco 34 que tiene una punta 36 resistente al desgaste en su extremo inferior. La punta 36 tiene una cabeza 36a que sobresale más allá del extremo del cuerpo tubular 34, y una porción de cuerpo 36b que está cementada o fijada de alguna otra forma al extremo inferior 26 de la varilla de control 14.

30 El cuerpo tubular 34 de la varilla de control 14 está hecho de un material cerámico compuesto que incluye numerosas capas de una tela de refuerzo de fibra tejida embebida en una matriz cerámica. La tela de refuerzo de fibra tejida está hecha, preferiblemente, de vidrio tejido. Para la matriz cerámica pueden usarse diversos materiales, incluyendo sílice fundida, alúmina, mullita, carburo de silicio, nitruro de silicio, oxi-nitruro de silicio y aluminio, circonio, óxido de magnesio, óxido de circonio, grafito, silicato cálcico, nitruro de boro, nitruro de aluminio y diboruro de titanio, o mezclas de estos materiales. Preferiblemente, la matriz cerámica incluye silicato cálcico (Wollastonita) y sílice y comprende una composición refractaria moldeable tal como se describe en la Patente de EE.UU. No. 5.880.046, la cual se comercializa por Pyrotek, Inc. bajo la marca comercial RFM.

40 En una realización preferida, la matriz cerámica está hecha a partir de una composición constituida esencialmente de 8% hasta 25% en peso de una solución acuosa ácido fosfórico que tiene una concentración de ácido fosfórico que varía desde 40% hasta 85% en peso, teniendo dicho ácido fosfórico hasta 50% de sus funciones ácidas primarias neutralizadas mediante reacción con vermiculita; y 75% hasta 92% en peso de una mezcla que contiene wollastonita y una suspensión acuosa que contiene desde 20% hasta aproximadamente 40% en peso de sílice coloidal, en la que la mezcla tiene una relación en peso de dicha suspensión acuosa a dicha wollastonita que varía desde 0,5 hasta 1,2.

45 El cuerpo tubular 34 de la varilla de control 14 tiene, preferiblemente, entre 2 y 25 capas de la tela de refuerzo, típicamente de manera aproximada 4 hasta 10 capas.

50 La punta 36 está hecha, preferiblemente, de un material resistente al desgaste, duro, que resiste la erosión procedente del metal líquido y el desgaste procedente del contacto con la boquilla 12. Igualmente, de manera preferible, el material tiene buena resistencia al choque térmico, una baja densidad (aproximadamente 1900-2500 kg/m³) y un bajo coeficiente de dilatación térmica (aproximadamente 0,7-1,0x10⁻⁶ mm/mm/°C). Más particularmente, los valores de densidad y dilatación térmica deberían ser similares a los del material de la matriz, de manera que estuvieran bien compensados. La punta 36 puede fabricarse a partir de un material cerámico, por ejemplo un material refractario de sílice fundida, sílice fundida densa (DFS), alúmina, mullita, carburo de silicio, nitruro de silicio, circonio, óxido de magnesio, óxido de circonio, grafito, silicato cálcico, nitruro de boro (BN sólido), titanato de aluminio, nitruro de aluminio (AlN), diboruro de titanio (TiB₂) u oxinitruro de silicio y aluminio (Sialon).

60 Un material particularmente preferido para la punta 36 resistente al desgaste es un material refractario de sílice fundida tal como el comercializado por Pyrotek Inc. bajo la marca comercial Pyrocast XL, el cual además de un agregado de sílice fundida incluye también otros ingredientes tales como agentes no mojables y cemento. Este material proporciona un cierto número de ventajas de rendimiento significativas, incluyendo alta resistencia al choque térmico, alta resistencia a la erosión, buena estabilidad dimensional, facilidad de limpieza y propiedades no mojables.

65 Las características físicas importantes de algunos de los materiales anteriormente mencionados se muestran a continuación en la Tabla 1, conjuntamente con las características comparativas del material cerámico compuesto preferido, Pyrotek RFMTM.

ES 2 318 229 T3

TABLA 1

Material	Marca comercial Pyrotek	Densidad, kg/m ³	Coefficiente de dilatación térmica, mm/mm/°C x 10 ⁻⁶	Temperatura máxima de servicio, °C
Material compuesto cerámico	RFM	1600	0,9	1100
Material refractario de sílice fundida	Pyrocast XL	1900-1950	0,82	1000
Sílice fundida densa	Pyrocast DFS	1760-1950	0,5-0,7	1650
Carburo de silicio	Pyrocast XL-SC	2563	4,9	1200
Alúmina	Pyrocast AL2	2565	5,7	1650
Oxinitruro de silicio y aluminio	O'-Sialon	2620	3,9	1500

Preferiblemente, la varilla de control dispone de un recubrimiento no adhesivo, por ejemplo de nitruro de boro, para potenciar sus propiedades no mojables.

Las dimensiones de la boquilla 12 y la varilla de control 12 pueden, por supuesto, variarse de acuerdo con la capacidad de la instalación de fundición. Usualmente, la varilla de control tendrá una longitud de aproximadamente 200-1000 mm (típicamente 750 mm) y un diámetro de 20-75 mm (típicamente 40 mm). El espesor de pared del cuerpo tubular 34 será normalmente de entre 1 y 10 mm, siendo típico un espesor de 5 mm.

En el aparato mostrado en la Figura 4, la varilla de control 14 es idéntica al mostrado en las Figuras 2 y 3. La boquilla exterior 112 es de un diseño diferente, con un asiento tronco-cónico 122 en su extremo superior, por encima de un agujero cilíndrico 117. La pared externa de la boquilla 112 incluye una parte superior 116 que es de forma tronco-cónica, y una parte cilíndrica inferior 120. La varilla de control puede asentarse contra el asiento 122 para interrumpir el flujo de metal líquido, o subirse para permitir un flujo controlado de metal a través de la boquilla.

Dado que la parte tubular superior de la varilla de control 14 está hecha de un material compuesto laminado, que incluye una tela de refuerzo de fibra tejida, es extremadamente dura y resistente. Incluso aunque se desarrollen pequeñas fisuras en el material matriz cerámico, estas no se propagan debido a la presencia de la tela de refuerzo de fibra tejida.

La varilla de control 14 tiene igualmente una baja capacidad térmica, debido al hecho de que el cuerpo tubular 34 está hueco y tiene una baja masa. Aunque la punta 36 es sólida, está en gran parte aislada por la pared que rodea el cuerpo tubular 34 y, al ser relativamente pequeño y de baja masa, tiene igualmente una baja capacidad térmica. Por ello, la varilla de control extrae muy poco calor del metal fundido que fluye a través de la boquilla 12, con el resultado de que no es generalmente necesario precalentar la varilla de control 14 antes del vertido.

El material matriz cerámico no es mojado por el aluminio fundido y, aunque se prefiere disponer de un recubrimiento no adhesivo (por ejemplo, nitruro de boro), este puede aplicarse mucho menos frecuentemente de lo que es necesario con varillas de control hechas de algunos otros materiales, tal como DFS.

La punta cerámica 36 es muy dura frente al desgaste y, por ello, proporciona un buen cierre contra el asiento de la boquilla, incluso después de muchos usos.

A continuación, se describe un procedimiento de fabricación de la varilla de control. En primer lugar, el material matriz cerámico se hace mezclando conjuntamente los componentes de dicho material, por ejemplo tal como se describe en la Patente de EE.UU. No. 5.880.046. Los materiales componentes pueden estar constituidos, por ejemplo, por aproximadamente 60% en peso de wollastonita y 40% en peso de sílice coloidal sólida. Estos materiales se mezclan conjuntamente para formar una lechada.

ES 2 318 229 T3

5 A continuación, se construye el cuerpo hueco 34 de la varilla de control 14 en una serie de capas sobre un mandril, depositando capas de diferentes grados de precortados de tela de vidrio E tejida sobre el mandril y agregando la lechada, trabajándola dentro de la tela para asegurar el completo mojado de la tela. Esta operación se repite para construir capas sucesivas de tejido y material matriz, hasta que se alcanza el espesor deseado. Típicamente, cada capa
10 tiene un espesor de aproximadamente 1 mm y la varilla de control mostrada en las Figuras 1 y 2 tendría típicamente aproximadamente 5 capas de tela de refuerzo de vidrio.

Una vez que el producto ha alcanzado el espesor deseado, este se mecaniza en forma verde (sin acabar) para conformar la superficie exterior del cuerpo tubular 34. A continuación, el cuerpo tubular 34 se retira del mandril y se introduce en un horno para secarlo. Después de secarlo, se inserta la punta cerámica 36 y se pega en su sitio usando un adhesivo adecuado. A continuación, la varilla de control se somete a procedimientos de acabado final y fijación, y se aplica un recubrimiento no adhesivo, por ejemplo de nitruro de boro.

15 Aunque se requieren varillas de control de numerosos tamaños diferentes para diferentes fundiciones, los presentes autores han encontrado que, en la práctica, el cuerpo tubular 34 de la varilla de control 14 puede hacerse por adelantado en un número limitado de longitudes convencionales y, a continuación, estos cuerpos tubulares pueden a la longitud que se requiera. Después del corte, se inserta una punta cerámica 36 del diámetro apropiado dentro del extremo abierto del cuerpo tubular 34 y se pega en su sitio con un adhesivo adecuado. A continuación, puede aplicarse un recubrimiento no adhesivo de nitruro de boro para completar la varilla 14. Este procedimiento de producción permite producir en
20 masa los cuerpos tubulares 34 por adelantado y mantenerlos en stock hasta que se requieran, reduciendo, de esta forma, significativamente tanto los costes de fabricación como de almacenamiento.

Una forma modificada de la varilla de control 14 y la punta resistente al desgaste 36 se muestra en las Figuras 5 y 6. La varilla de control 14 tiene tres acanaladuras anulares 40, las cuales están dispuestas sobre la superficie interna 42 del cuerpo tubular 34 alrededor del extremo inferior 26 de la varilla de control (solamente se muestra el extremo inferior de la varilla). Cada una de estas acanaladuras 40 tiene una sección trasversal semi-circular. Sobre la superficie externa de la parte de cuerpo 36a de la punta resistente al desgaste 36, están formadas tres acanaladuras anulares 44 más, también de sección transversal semi-circular. Los dos conjuntos de acanaladuras 40,44 son complementarios entre sí y están diseñados de manera tal que cuando la punta 36 se inserta completamente dentro del extremo de la
30 varilla de control hueca 14, están alineadas, formando tres canales anulares de sección transversal circular. Cuando la punta 36 se pega en su sitio, el pegamento rellena estos canales, formando un cierre mecánico que evita la separación de la punta 36 de la varilla de control 14.

35 Son posibles diversas modificaciones de la invención, algunas de las cuales se describirán a continuación.

La punta cerámica 36 puede sujetarse al cuerpo tubular 34 mediante un cierto número de formas diferentes, por ejemplo mediante un adhesivo, o un tornillo complementario roscado sobre la punta y el cuerpo, o mediante una varilla de fijación que se extiende a través de aberturas complementarias en la punta y el cuerpo. Como alternativa, el cuerpo tubular 34 puede fundirse *in situ* alrededor de la punta cerámica 36, la parte encerrada de la punta que tiene
40 formaciones de fijación para evitar cualquier separación de las dos partes. Igualmente, es posible proporcionar una varilla separable, asegurada, por ejemplo, mediante el roscado de tornillos complementarios, de manera que puede ser reemplazada en el caso de excesivo desgaste o daño.

Aunque se prefiere que el conjunto del cuerpo 34 sea tubular, como alternativa este puede ser macizo o únicamente parcialmente tubular y, si se desea, la parte tubular puede rellenarse con otro material. Además, aunque se prefiere que el conjunto del cuerpo 34 esté hecho del mismo material cerámico compuesto, las partes del cuerpo pueden estar hechas de otros materiales. Por ejemplo, la parte superior de la varilla de control, la cual no necesita estar en contacto con el metal líquido, puede hacerse de una amplia diversidad de materiales.

50

55

60

65

ES 2 318 229 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una varilla de control para controlar el flujo de metal líquido en un procedimiento de fundición, incluyendo la varilla de control una parte de cuerpo alargado y una punta resistente al desgaste en un extremo de la parte del cuerpo alargado, estando la parte del cuerpo hecha al menos parcialmente de un material cerámico compuesto laminado que incluye múltiples capas de una tela de refuerzo embebida dentro de una matriz cerámica fundida.
- 10 2. Una varilla de control de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la tela de refuerzo comprende una tela de refuerzo tejida.
- 15 3. Una varilla de control de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la tela de refuerzo está hecha de vidrio.
- 15 4. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el material cerámico compuesto incluye entre 2 y 25 capas, y preferiblemente entre 4 y 10 capas, de tela de refuerzo.
- 20 5. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el material matriz está seleccionado entre un grupo que comprende sílice fundida, alúmina, mullita, carburo de silicio, nitruro de silicio, oxi-nitruro de silicio y aluminio, circonio, óxido de magnesio, óxido de circonio, grafito, silicato cálcico, nitruro de boro, nitruro de aluminio y diboruro de titanio, y mezclas de estos materiales.
- 25 6. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el material matriz es a base de calcio.
- 25 7. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el material matriz incluye silicato cálcico y sílice.
- 30 8. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material matriz incluye wollastonita y sílice coloidal.
- 35 9. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la varilla de control incluye un recubrimiento de superficie no adhesiva.
- 35 10. Una varilla de control de acuerdo con la reivindicación 9, en la que el recubrimiento incluye nitruro de boro.
- 40 11. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la parte de cuerpo alargado es substancialmente cilíndrico.
- 40 12. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la parte de cuerpo alargado está al menos parcialmente hueco.
- 45 13. Una varilla de control de acuerdo con la reivindicación 12, en la que la parte de cuerpo alargado incluye una pared circunferencial que tiene un espesor de pared dentro del intervalo de 1-10 mm.
- 45 14. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la punta resistente al desgaste está insertada al menos parcialmente dentro de un extremo de la parte de cuerpo alargado.
- 50 15. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la parte de cuerpo alargado y la punta resistente al desgaste tienen formaciones de fijación complementarias.
- 55 16. Una varilla de control de acuerdo con la reivindicación 15, en la que las formaciones de fijación complementarias incluyen rebajes complementarios sobre la parte de cuerpo alargado y la punta resistente al desgaste, los cuales están rellenos con un adhesivo o cemento.
- 60 17. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la punta resistente al desgaste está hecha de un material cerámico.
- 60 18. Una varilla de control de acuerdo con la reivindicación 17, en la que la punta resistente al desgaste está hecha de un material seleccionado entre un grupo que comprende sílice fundida, alúmina, mullita, carburo de silicio, nitruro de silicio, oxi-nitruro de silicio y aluminio, circonio, óxido de magnesio, óxido de circonio, grafito, silicato cálcico, nitruro de boro, titanato de aluminio, nitruro de aluminio y diboruro de titanio.
- 65 19. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la punta resistente al desgaste está hecha de un material que tiene una densidad dentro del intervalo de 1800-3000 kg/m³, preferiblemente 1900-2500 kg/m³.

ES 2 318 229 T3

20. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la varilla de control tiene una longitud dentro del intervalo de 200-1000 mm.

5 21. Una varilla de control de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la varilla de control tiene un diámetro dentro del intervalo de 20-75 mm.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

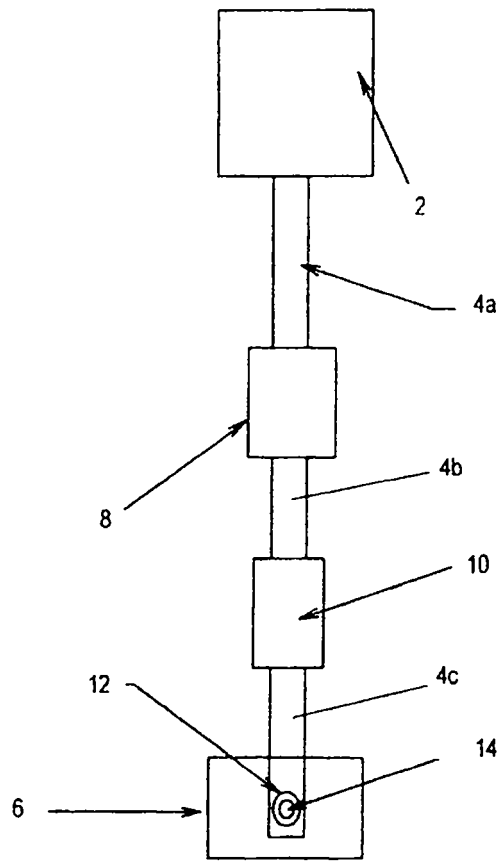


FIG. 1

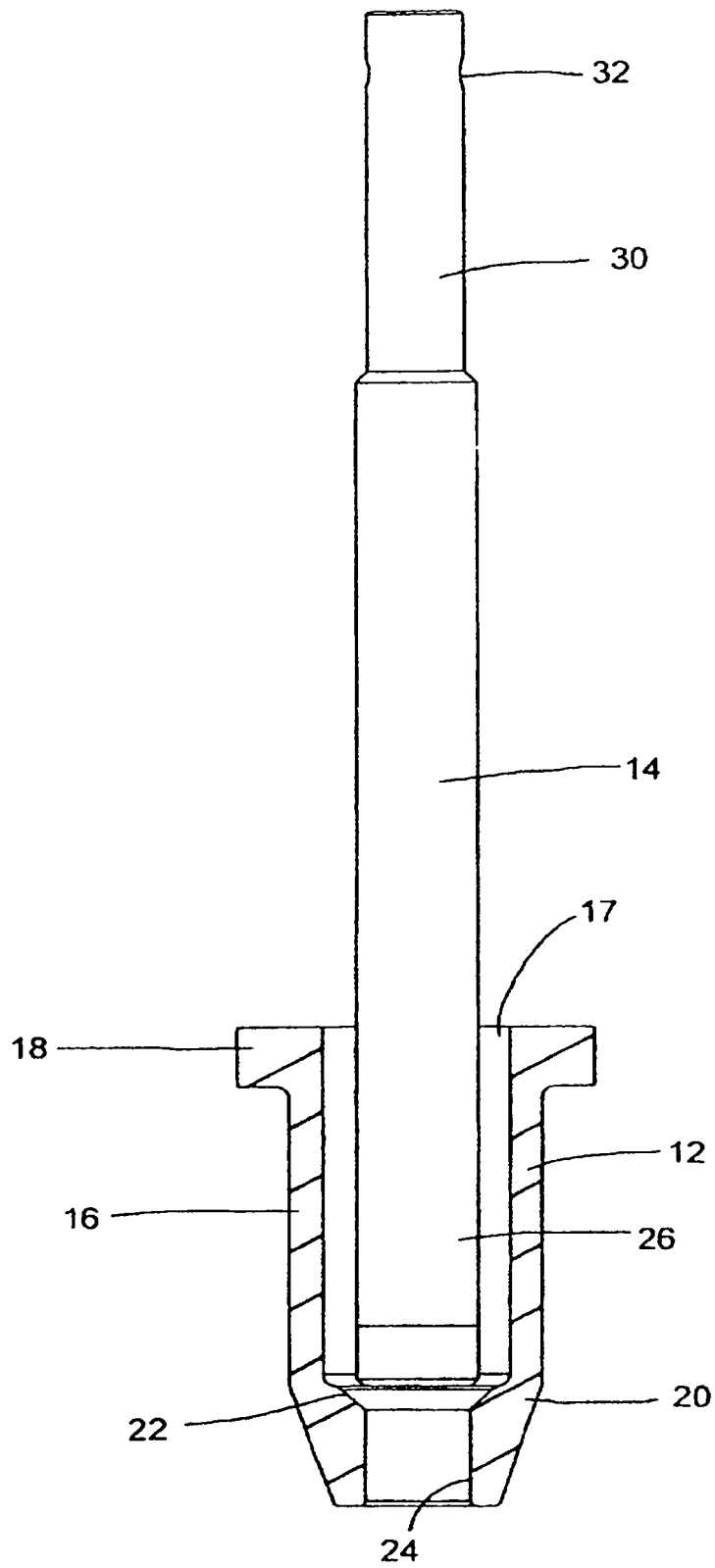


FIG. 2

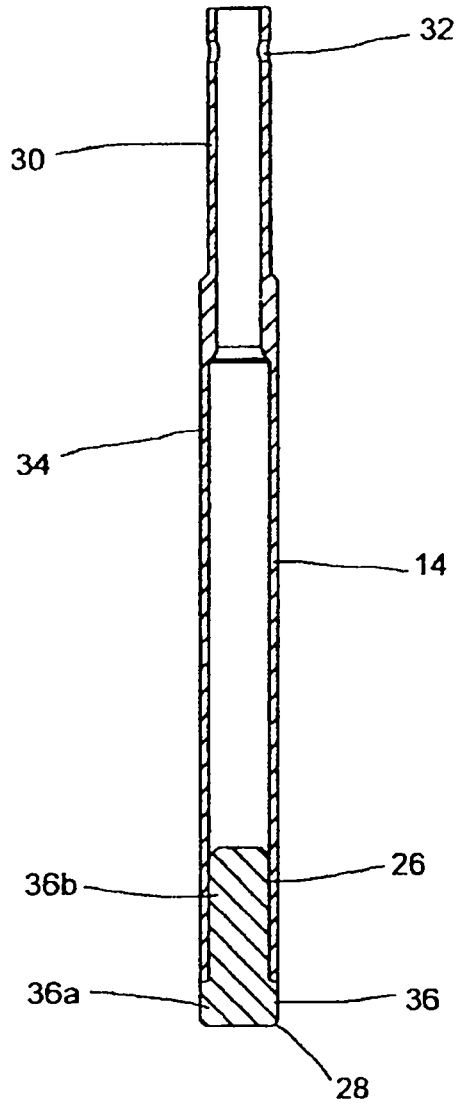


FIG. 3

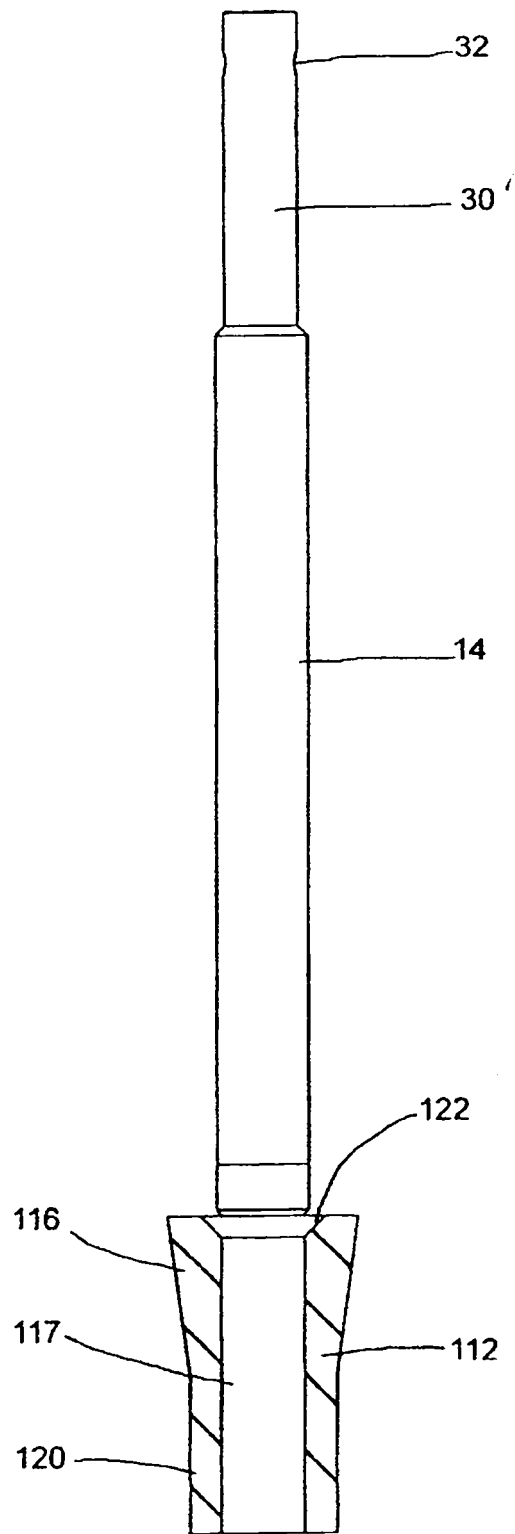
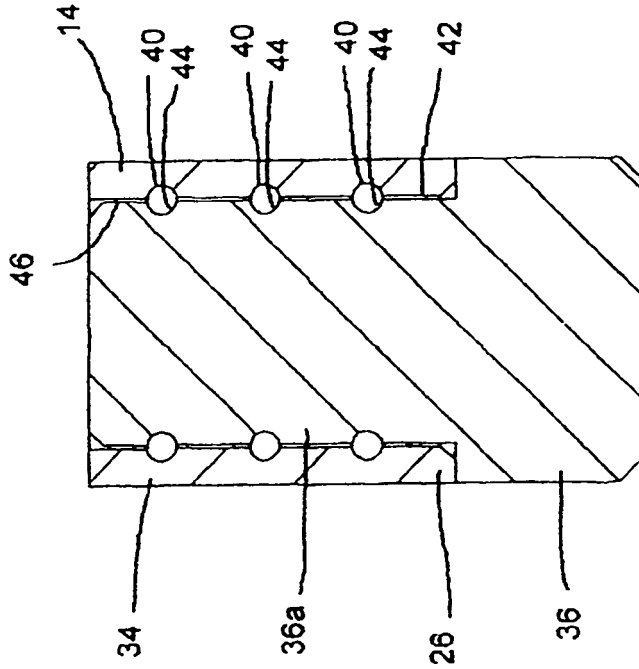


FIG. 4



Secc. A-A

FIG. 6

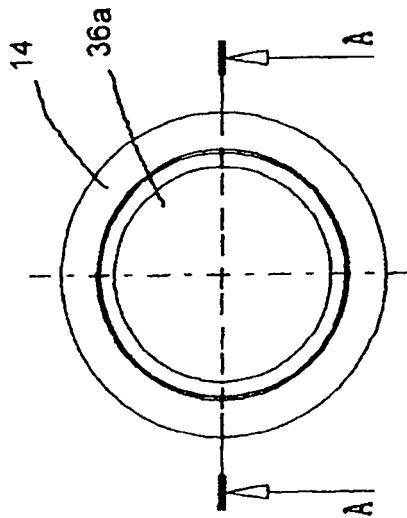


FIG. 5