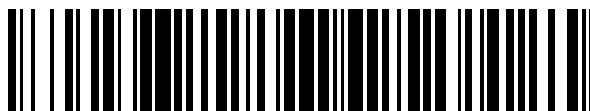


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 774**

51 Int. Cl.:

C04B 14/00 (2006.01)

C04B 35/00 (2006.01)

B22C 1/18 (2006.01)

B22D 41/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2015 PCT/GB2015/050929**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.10.2015 WO15162398**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2015 E 15716114 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3134371**

54 Título: **Material refractario maleable**

30 Prioridad:

25.04.2014 GB 201407343

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.03.2020

73 Titular/es:

**PYROTEK ENGINEERING MATERIALS LIMITED
(100.0%)**

**Garamonde Drive, Wymbush
Milton Keynes MK8 8LN , GB**

72 Inventor/es:

VINCENT, MARK

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 750 774 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

Material refractario maleable

5 La presente invención se relaciona con un material refractario maleable para uso en la fabricación de productos refractarios para uso en procesos de producción y refinación de aluminio. En particular, la invención se relaciona con un material refractario maleable para uso en la fabricación de productos refractarios que entran en contacto directo con aluminio fundido y aleaciones de los mismos. La invención también se relaciona con un proceso para fabricar productos refractarios a partir del material refractario maleable, y con productos refractarios hechos totalmente o parcialmente a partir de ese material.

10 El material refractario maleable puede usarse, por ejemplo, para fabricar componentes de un sistema de colada por enfriamiento directo (DC). Estos componentes pueden incluir una artesa, un pico descendente, un alimentador cruzado o un dedal. Sin embargo, debe entenderse que el material refractario también es adecuado para la fabricación de otros productos refractarios utilizados en la industria productora de aluminio fundido.

15 La colada por enfriamiento directo (DC) es un proceso de colada vertical semicontinua utilizado para la fabricación de palanquillas cilíndricas a partir de metales no ferrosos tal como el aluminio y sus aleaciones. Un aparato de colada de metal de DC se describe, por ejemplo, en el documento US 4598763.

20 Un sistema de colada de DC incluye típicamente una pluralidad de moldes enfriados por agua, cada uno de los cuales tiene un pasaje vertical de extremo abierto a través del cual fluye el metal líquido. A medida que el metal fundido pasa a través de los moldes enfriados por agua, se enfría causando que la región periférica del metal se congele. El molde usualmente es bastante corto (típicamente 75-150 mm) y a medida que el metal emerge del extremo inferior del molde se enfría aún más por chorros de agua, lo que hace que el resto del metal se congele, formando así una palanquilla cilíndrica. El extremo inferior de la palanquilla está soportado por una cabeza de arranque (o bloque simulado), que se baja gradualmente (típicamente a una tasa de 50-150 mm/min) por un ariete hidráulico. El metal líquido se suministra continuamente al molde hasta que el ariete hidráulico alcanza su posición inferior. Típicamente, las palanquillas producidas por el proceso DC tienen un diámetro de 50-500 mm con una longitud de 4-8 metros.

25 Un sistema de colada de DC normalmente tiene una pluralidad de moldes, que típicamente permiten que se formen 2-140 palanquillas simultáneamente. Los moldes están soportados por una mesa de colada de acero y se alimentan con metal fundido a través de un sistema de distribución de metal. Existen dos diseños principales del sistema de colada de DC: en el primer diseño, el flujo de metal se controla mediante un flotador y en el segundo diseño, el metal fluye hacia el molde a través de un dispositivo de alimentación hecho de un material refractario. Este segundo diseño a menudo se denomina sistema de colada en "mazarota caliente".

30 En un sistema de colada en mazarota caliente típico, el sistema de distribución de metal incluye una pluralidad de dispositivos de alimentación refractarios llamados "alimentadores cruzados" que contienen el metal líquido y lo distribuyen a los moldes a medida que se forman las palanquillas. Los alimentadores cruzados están soportados en una mesa de colada de acero y distribuyen el metal líquido a una pluralidad de sitios de colada debajo de la mesa. Se proporcionan componentes refractarios adicionales debajo de la mesa para guiar el flujo de aluminio líquido desde el alimentador cruzado a los sitios de colada. Estos componentes refractarios generalmente incluyen un manguito cilíndrico (llamado "dedal" o "imbornal") que encaja en el orificio de alimentación circular del alimentador cruzado, una placa de transición circular (también llamada placa en T o "anillo superior") que se extiende radialmente hacia afuera desde el extremo inferior del dedal, y un anillo de colada de grafito tubular cilíndrico (o "molde de colada") que se extiende hacia abajo desde la periferia exterior de la placa de transición. Estos componentes pueden ser, por ejemplo, los descritos en el documento US 4598763.

35 En un sistema de colada de DC convencional, los componentes refractarios pueden estar hechos de diferentes materiales refractarios, de acuerdo con sus requisitos individuales. Por ejemplo, el dedal típicamente está hecho de un material refractario relativamente denso y fuerte, de modo que tiene una buena resistencia a la erosión del aluminio fundido que fluye a través de éste. Típicamente, por ejemplo, el dedal puede estar hecho de un material refractario de sílice fundido unido con cemento, cuyos ejemplos son fabricados por Pyrotek Inc. y Rex Materials Group Limited. Este material típicamente tiene una densidad de aproximadamente 2 g/cm³.

40 A continuación, se expone un ejemplo de una fórmula para un dedal convencional y otros materiales refractarios de contacto metálico que usan sílice fundida unida con cemento.

50

ES 2 750 774 T3

Material	%
Sílice fundida	80%
Aditivo no humectante	5%
Cemento	5%
Agua	10%
Total	100%

Típicamente, en un sistema de colada de DC convencional, un dedal funcionará durante aproximadamente 500 coladas y la placa de transición de silicato de calcio funcionará durante 250 a 350 coladas.

5 Se conocen otros materiales refractarios diseñados para su uso en el procesamiento de aluminio, incluyendo los materiales refractarios cerámicos con base en fibra no maleables, que se forman en un producto mediante moldeo por compresión, pero no se pueden colar vertiéndolos en un molde.

10 El documento WO 99/31027 A1 se relaciona con una composición de cemento para uso en entornos ácidos que contiene un agregado en partículas resistente a los ácidos de agregado de mullita fundida, con cuarzo y microsílíce en combinación con un aglutinante de sílice coloidal, y sustancialmente libre de compuestos de Na y compuestos de K.

15 Es un objeto de la presente invención proporcionar un material refractario maleable para uso en la fabricación de productos refractarios, así como productos hechos de ese material, que mitigue uno o más de los problemas mencionados anteriormente, o que proporcione ventajas sobre materiales y productos refractarios existentes. Otros objetos de la presente invención son proporcionar un producto refractario para su uso en el procesamiento de aluminio y un método para fabricar un producto refractario.

De acuerdo con un aspecto de la invención, como se define en la reivindicación 1, se proporciona un material refractario maleable para uso en la fabricación de productos refractarios (incluyendo en particular productos refractarios utilizados en el procesamiento de aluminio), en el que el material refractario maleable incluye sílice fundida, fibra cerámica, microsílíce y un material de unión que comprende sílice coloidal.

20 El material refractario maleable es fuerte y tiene buena resistencia a la erosión a partir de aluminio líquido y aleaciones de aluminio, buena resistencia al choque térmico, baja conductividad térmica y buena estabilidad dimensional. Es maleable, lo que simplifica la producción de productos refractarios en una gama de formas diferentes. También se puede mecanizar, lo que permite fabricar productos con tolerancias muy finas. La fibra cerámica contenida dentro del material juega un papel importante en la dispersión de tensiones térmicas y mecánicas dentro del producto colado, aumentando así la resistencia y la resistencia al choque térmico del producto.
25 El término "fibra cerámica" como se usa aquí pretende incluir tanto fibras cerámicas cristalinas como fibras cerámicas amorfas (fibras vítreas o de vidrio). La fibra cerámica puede ser, por ejemplo, una fibra de silicato alcalinotérreo o una fibra de silicato de aluminio.

30 Las tres formas de sílice (sílice fundida, microsílíce y sílice coloidal) contenidas dentro del material refractario maleable aseguran una densidad de empaquetamiento casi ideal, aumentando así la resistencia del producto colado. La sílice fundida generalmente comprende un intervalo de tamaños de partículas, por ejemplo, de 3.5 μm a 150 μm , o para algunos productos de hasta 6 mm. La microsílíce generalmente tiene un tamaño de partícula más pequeño, por ejemplo, inferior a 1 μm , y las partículas son aproximadamente esféricas. Este aseguramiento de una buena densidad de empaquetamiento, proporciona una gran área de superficie para una buena resistencia de unión
35 y ayuda a que el material fluya, reduciendo así la demanda de agua. La sílice coloidal comprende nanopartículas de sílice, por ejemplo, de tamaño entre 1 y 100 nanómetros, que llenan los intersticios entre las partículas más grandes y proporcionan una gran fuerza de unión en el producto caldeado.

Ventajosamente, el material refractario maleable comprende sílice fundida en el intervalo de 30-90%, preferiblemente 40-70% en peso.

40 Ventajosamente, el material refractario maleable comprende fibra cerámica en el intervalo 5-45%, preferiblemente 10-42% en peso.

Ventajosamente, el material refractario maleable comprende microsílíce en el intervalo 2-15%, preferiblemente 8-10% en peso.

ES 2 750 774 T3

- Ventajosamente, el material refractario maleable comprende sílice coloidal en el intervalo de 3-25%, preferiblemente 12-20% en peso.
- 5 Ventajosamente, la sílice fundida incluye tamaños de partícula en el intervalo de 150 μm a 3.5 μm . Para algunas aplicaciones, la sílice fundida también puede incluir partículas más grandes, por ejemplo, que tienen un tamaño de hasta 6 mm.
- Ventajosamente, la sílice fundida incluye partículas de malla de tamaño 200 y partículas de malla de tamaño 325. La inclusión de partículas muy pequeñas de malla de tamaños 200 y 350 asegura una densidad de empaquetamiento casi ideal, aumentando así la resistencia del producto colado.
- 10 Ventajosamente, la fibra cerámica es una fibra cerámica refractaria sintética, que es preferiblemente estable hasta una temperatura de al menos 1200°C.
- Ventajosamente, la fibra cerámica es una fibra de silicato alcalinotérreo.
- Ventajosamente, la fibra cerámica es soluble (no duradera) en fluidos fisiológicos, por ejemplo, fluido pulmonar. Esto ayuda a reducir o evitar los riesgos para la salud asociados con el uso de fibras no solubles, que pueden causar enfermedad pulmonar si se inhala.
- 15 Ventajosamente, la fibra cerámica es una fibra picada (o "molida") que tiene una longitud de fibra en el intervalo de 9-15 μm .
- Ventajosamente, el material refractario maleable incluye un agente dispersante, por ejemplo, un dispersante de poliacrilato.
- 20 Ventajosamente, el material refractario maleable incluye un agente no humectante en el intervalo de 0%-12% en peso. El agente no humectante (o aditivo anticorrosivo) comprende preferiblemente sulfato de bario y/o fluoruro de calcio. También se pueden usar otros agentes no humectantes, por ejemplo, fluoruro de magnesio. El agente no humectante ayuda a proteger el producto refractario colado del ataque del aluminio fundido.
- De acuerdo con otro aspecto de la invención, como se define en la reivindicación 12, se proporciona un producto refractario para uso en el procesamiento de aluminio, que comprende un material refractario de acuerdo con cualquiera de las declaraciones de invención anteriores.
- 25 Ventajosamente, el producto refractario comprende un componente de un sistema de colada por enfriamiento directo (DC), preferiblemente una artesa, un pico descendente, un alimentador cruzado o un dedal.
- Ventajosamente, el producto refractario tiene una densidad en el intervalo de 0.8 a 2.0 g/cm^3 , preferiblemente de 1.2 a 1.8 g/cm^3 , más preferiblemente de 1.3 a 1.7 g/cm^3 .
- 30 De acuerdo con otro aspecto de la invención, como se define en la reivindicación 14, se proporciona un método para fabricar un producto refractario para uso en el procesamiento de aluminio, comprendiendo dicho método proporcionar un material refractario de acuerdo con cualquiera de las declaraciones de invención anteriores, colando el material refractario en un molde y caldeando el producto colado.
- Ventajosamente, el método comprende además mecanizar el producto colado.
- 35 Ventajosamente, el método comprende además colar el material refractario usando un proceso de colado por congelación.
- Ventajosamente, el método comprende además secar el producto colado antes del caldeado.
- De acuerdo con una realización preferida de la invención, se proporciona un material refractario maleable para uso en la fabricación de productos refractarios, que incluye sílice fundida, que tiene preferiblemente un tamaño de partícula en el intervalo de 150 μm a 3.5 μm , preferiblemente fibra cerámica en la forma de fibra picada, microsílíce (por ejemplo, Elkem 971U) y sílice coloidal como material de unión (por ejemplo, grado Nalco 1140). También se prefiere el uso de un agente dispersante, por ejemplo, BUDITH 4h (Budenheim) y un aditivo estabilizador del pH como el ácido cítrico. Opcionalmente, el material refractario maleable también puede incluir un agente no humectante (o aditivo anticorrosivo), preferiblemente sulfato de bario y/o fluoruro de calcio.
- 40
- 45 El molde está fabricado con materiales que tienen buena conductividad térmica, como el aluminio. El diseño del molde es importante. El producto se produce preferiblemente usando temperatura negativa, es decir, técnicas de colada por congelación. Por lo tanto, es ventajoso diseñar los moldes para que la transferencia de energía entre la temperatura positiva del material refractario mezclado y el ambiente de temperatura atmosférica negativa del

congelador sea lo más eficiente posible. Después de congelar, la parte moldeada se retira del molde. Luego se coloca típicamente en un horno de secado a una temperatura entre 40°C y 140°C, dependiendo del diseño y la masa de la pieza. Después de secar, el producto está listo para ser caldeado a una temperatura elevada en el horno. Dependiendo de las propiedades finales requeridas del producto, esta temperatura puede variar de 700°C a 550°C.

- 5 Finalmente, si se requiere, el producto colado se puede mecanizar a la forma requerida. Es un requisito importante de muchos componentes que tengan dimensiones consistentes. Por lo tanto, es importante que el material pueda mecanizarse en un torno con la precisión dimensional requerida por la tecnología. Típicamente, el mecanizado se realiza en un torno CNC, por lo que cada parte producida tiene una precisión repetible. El producto colado se mecaniza muy bien y con una precisión muy alta debido al uso de tamaños de partículas cuidadosamente seleccionados dentro del material refractario. Para productos que no necesitan ser fabricados con tolerancias muy estrictas, puede ser innecesario mecanizar el producto colado.

10 El material refractario maleable puede usarse en la fabricación de diversos productos refractarios usados en las industrias de producción y refinación de aluminio, que incluyen, por ejemplo, el dedal, el alimentador cruzado, la artesa o el pico descendente utilizados en un sistema de colada de DC. Las palanquillas de aluminio colado pueden tener un acabado superficial mejorado. El material refractario tiene preferiblemente una densidad de aproximadamente 1.5 g/cm³. La densidad del material se puede variar ajustando las relaciones de los diferentes componentes.

Otras ventajas del material son que no se contrae durante el uso y no se ve afectado por el aceite. El material también se puede mecanizar con tolerancias muy finas, por ejemplo, más o menos 0.05 mm.

- 20 Ahora se describirán ciertas realizaciones de la invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en las que:

La Figura 1 es una vista en planta de una mesa de colada para un sistema de colada de DC;

La Figura 2 es una vista en sección de un conjunto de mesa de colada que incluye un dispositivo de distribución y otros componentes refractarios;

- 25 La Figura 3 es una vista isométrica de un dispositivo de distribución;

La Figura 4 es una vista lateral del dispositivo de distribución;

La Figura 5 es una vista de extremo del dispositivo de distribución;

La Figura 6 es una vista en planta que muestra el lado superior del dispositivo de distribución;

La Figura 7 es una vista isométrica de un dispositivo de dedal.

- 30 La Figura 8 es una vista en planta del dispositivo de dedal.

La Figura 9 es un corte transversal en la línea A-A de la Figura 8;

La Figura 10 es una vista isométrica de un pico descendente;

La Figura 11 es una vista en planta del pico descendente;

La Figura 12 es un corte transversal en la línea A-A de la Figura 11;

- 35 La Figura 13 es una vista isométrica de una artesa;

La Figura 14 es una vista en planta de la artesa; y

La Figura 15 es un corte transversal en la línea A-A de la Figura 14.

40 La mesa 2 de colada mostrada en la Figura 1 comprende una mesa 4 de soporte rectangular de acero y un sistema 6 distribuidor que comprende una pluralidad de dispositivos 8 de distribución refractarios para contener y distribuir metal líquido a una pluralidad de sitios de colada debajo de la mesa 4. Esta particular mesa 2 de colada es adecuada para uso en un sistema de colada por enfriamiento directo (DC) para fabricar palanquillas cilíndricas a partir de metales no ferrosos como el aluminio y sus aleaciones.

45 La presente invención también se relaciona con un material refractario maleable para uso en la fabricación de productos refractarios, y con un método para fabricar productos refractarios. La invención también se relaciona con productos refractarios que comprenden el material refractario, que se puede usar en sistemas de procesamiento y

distribución de aluminio que incluyen, pero no se limitan a, sistemas de colada de DC del tipo que se muestra en la Figura 1. Estos productos refractarios incluyen productos tales como el dispositivo 8 de distribución mostrado en las Figuras 1-6, el dedal 40 que se muestra en las Figuras 7-9, la boquilla 50 descendente que se muestra en las Figuras 10-12 y la artesa 52 que se muestra en las Figuras 13-15, así como otros productos refractarios que pueden usarse en aluminio sistemas de procesamiento y distribución.

Un dispositivo 8 de distribución de acuerdo con una realización de la invención se muestra en las Figuras 3-6. El dispositivo 8 de distribución incluye un cuerpo 9 refractario, que está hecho de un material cerámico refractario colado e incluye una base 12 y una pared 14 periférica que se extiende hacia arriba desde la base 12. La base 12 y la pared 14 periférica definen juntas una sección de la artesa 10 abierta. La pared 14 periférica, que puede ser continua o discontinua, comprende dos paredes 16 de extremo cortas y dos paredes 18 laterales más largas. Cada pared lateral 18 incluye una sección 20 central y dos secciones 22 de extremo. Las partes más internas de las secciones 22 de extremo se curvan hacia afuera y la sección 20 central se destaca más allá del plano de las secciones 22 de extremo. Se forma un canal 24 en forma de U en la sección 20 central, que se extiende hacia abajo desde el borde superior de la pared 14 periférica a través de aproximadamente dos tercios de la altura del dispositivo de distribución.

Cuando una pluralidad de dispositivos 8 de distribución se montan juntos en una mesa de colada como se muestra en la Figura 1, la sección 20 central de cada pared 18 lateral se apoya en la sección central de la pared lateral de un dispositivo de distribución adyacente y los canales 24 en forma de U formados en las paredes adyacentes están alineados entre sí formando la artesa 10 abierta que permite que el metal líquido fluya entre los dispositivos 8 de distribución.

Se proporcionan dos orificios 26 de alimentación circulares en la base 12 del cuerpo 9 refractario. En uso, el metal líquido puede fluir a través de estos orificios 26 a los sitios de colada definidos por la tabla 2, para formar palanquillas. Aunque en este ejemplo el dispositivo 8 de distribución tiene dos orificios 26 de alimentación, alternativamente puede tener más o menos de dos orificios de alimentación. El dispositivo 8 de distribución está montado en la tabla 4 de soporte como se muestra en la figura 2. Una lámina de papel 38 cerámico se coloca entre el dispositivo 8 de distribución y la superficie superior de la tabla 4 de soporte.

Se proporcionan componentes refractarios adicionales del sistema de colada para guiar el flujo de aluminio líquido desde el dispositivo 8 de distribución a través de la mesa 4 durante la formación de una palanquilla. Estos componentes refractarios pueden incluir, por ejemplo, un manguito 40 cilíndrico (llamado "dedal" o "imbornal") que se ajusta dentro del orificio 26 de alimentación circular y se extiende a través de la base del cuerpo 9 refractario y el espesor de la mesa 4, una placa 42 de transición circular (o "placa en T" o "anillo superior") que se extiende radialmente hacia afuera desde el extremo inferior del dedal 40 debajo de la superficie inferior de la mesa 4, y un anillo 44 tubular de colada de grafito cilíndrico (o "molde de colada") que se extiende hacia abajo desde la periferia exterior de la placa 42 de transición. Se puede proporcionar una junta dentro de la junta 46 cilíndrica entre el dedal 40 cilíndrico y la placa 42 de transición para evitar que el metal líquido se filtre a través de la junta.

El dedal 40 se muestra con más detalle en las Figuras 7-9. La forma de este componente refractario puede ser convencional, por ejemplo, como se describe en el documento US 4,598,763.

En una realización de la invención, un producto refractario, por ejemplo, un dispositivo 8 de distribución o un dedal 40 cilíndrico, está hecho de una nueva composición refractaria de cerámica que proporciona ventajas significativas sobre los materiales refractarios utilizados convencionalmente para estos componentes. A continuación, se expone una formulación a manera de ejemplo adecuada para la fabricación del dedal 40.

Material	Descripción	% en peso
Sílice Fundida	Malla 200	37.80%
Sílice Fundida	Malla 325	10.10%
Microsílice	971u	10.00%
Fibra	Sin RCF	26.00%
Dispex	Agente dispersante	0.10%

Sílice Coloidal	Unión	16.00%
		100.00%

En este ejemplo, se usa un material de fibra cerámica soluble (este tipo de material también se denomina a veces "fibra cerámica no refractaria"). Específicamente, en este ejemplo, el material de fibra cerámica es un material de fibra cortada Insulfrax® de Unifrax Ltd. Se trata de una lana de silicato alcalinotérreo, que tiene una estabilidad a altas temperaturas de hasta 1200°C, baja conductividad térmica y excelentes características de formación en húmedo. Es soluble (no duradero) en fluidos fisiológicos, por ejemplo, líquido pulmonar. Esto ayuda a reducir o evitar los riesgos para la salud asociados con el uso de fibras no solubles, que pueden causar enfermedad pulmonar si se inhala. Alternativamente, se puede usar una fibra cerámica refractaria no soluble, por ejemplo, Fiberfrax® de Unifrax Ltd, que es una fibra de lana de silicato de aluminio.

- 5
- 10 La composición refractaria también incluye sílice fundida (una forma amorfa o no cristalina completamente densa de dióxido de silicio SiO₂). La sílice fundida se proporciona en forma triturada y en el ejemplo expuesto anteriormente se suministra en dos tamaños de malla: malla 200 (<75 µm) y malla 325 (<44 µm). Se pueden usar diferentes distribuciones del tamaño de partícula dependiendo del producto que se va a fabricar a partir de la composición refractaria. En general, si el producto que se va a fabricar a partir del material refractario es dimensionalmente
- 15 relativamente pequeño, o si se debe fabricar con tolerancias estrictas, o si el producto colado se mecanizará después del colado (como en el caso de un dedal), se utilizarán relativamente pequeñas partículas de sílice fundida (por ejemplo, malla 200 y malla 325). Por otro lado, si el producto que se va a fabricar es dimensionalmente relativamente grande, o si no se requiere que se fabrique con tolerancias estrictas, o si el producto colado no necesita ser mecanizado después de la colada, se pueden usar partículas relativamente grandes de sílice fundida.
- 20 Por ejemplo, una artesa que no necesita ser mecanizada puede incluir sílice fundida con un intervalo de tamaños de partículas como malla 4/10, malla 10/20, malla 20/50, malla 50/100, malla 200 y malla 325.

La composición refractaria también incluye microsílíce (también llamada humo de sílice, que es una forma esférica amorfa de dióxido de silicio SiO₂, que comprende un polvo ultrafino que consiste en partículas más pequeñas que 1 µm y que tiene un diámetro medio de partícula de 150 nm). La microsílíce se usa en forma no densificada, con una densidad aparente de aproximadamente 250-350 kg/m³. Por ejemplo, en la realización anterior, la microsílíce comprende calidad 971u de Elkem AS. La composición refractaria también incluye sílice coloidal (una suspensión de partículas de sílice amorfa en agua, con tamaños de partículas típicamente en el intervalo de 3 a 100 nm). En el ejemplo anterior, se usó Nalco 1140 de Nalco Chemical Company, que tiene un tamaño de partícula de 15 nm y un contenido de sílice del 40%.

- 25
- 30 La composición refractaria también incluye un agente dispersante. En esta realización se utilizó un agente dispersante de poliácrlato (Dispex® de BASF).

Los materiales anteriores se mezclan y la mezcla refractaria se introduce luego en un molde. El molde se hace vibrar a medida que se introduce la mezcla para ayudar a que la mezcla fluya fácilmente por todo el molde.

- 35 El producto se moldea preferiblemente usando una técnica de moldeo por congelación. Después de la congelación, la parte moldeada se retira del molde y se coloca en un horno de secado a una temperatura entre 40°C y 140°C, de acuerdo con el diseño y la masa de la parte. Después del secado, el producto es caldeado en un horno, típicamente a una temperatura en el intervalo de 700°C a 1550°C.

Finalmente, si se requiere, el producto colado se puede mecanizar a la forma/dimensiones requeridas. Típicamente, el mecanizado se realiza en un torno CNC, por lo que cada parte producida tiene una precisión repetible. El producto colado se mecaniza muy bien y con una precisión muy alta, particularmente si la sílice fundida tiene un tamaño de partícula pequeño (por ejemplo, malla 200 y menor). Sin embargo, para productos que no necesitan ser fabricados con tolerancias muy estrictas, puede ser posible lograr la precisión requerida a través del proceso de colada: puede ser innecesario mecanizar los componentes. En ese caso, se pueden incluir partículas más grandes de sílice fundida, por ejemplo, con un tamaño de partícula de hasta 6 mm.

- 40
- 45 El dedal 40 cilíndrico y/u otros componentes refractarios pueden fabricarse a partir de la nueva composición refractaria cerámica descrita anteriormente, que en esta realización incluye sílice fundida, que preferiblemente tiene un tamaño de partícula en el intervalo de 150 µm a 3.5 µm, fibra cerámica no refractaria (no Fibra RC), preferiblemente en forma de fibra molida, microsílíce (por ejemplo, Elkem 971U) y sílice coloidal como material de

unión (por ejemplo, grado Nalco 1140). En esta realización, el material también incluye un agente dispersante de poliacrilato (por ejemplo, Dispex® de BASF).

Más generalmente, la nueva composición refractaria de cerámica incluye componentes en los siguientes intervalos (en peso):

5 Sílice fundida: 30-90%, preferiblemente 40-60%

Microsílice: 2-15%, preferiblemente 8-10%

Fibra cerámica: 5-45%, preferiblemente 10-40%

Sílice coloidal: 3-25%, preferiblemente 12-20%

10 La fibra cerámica es preferiblemente soluble (no duradera) en fluidos fisiológicos (este tipo de fibra a veces se denomina "fibra cerámica no refractaria"): por ejemplo, puede ser una fibra de silicato alcalinotérreo. Sin embargo, alternativamente puede ser una fibra cerámica refractaria no soluble, por ejemplo, una fibra de lana de silicato de aluminio.

15 En las pruebas, se ha encontrado que los dedos cilíndricos hechos de este nuevo material refractario son capaces de producir más de 800 coladas sin fallar. En comparación, los dedos hechos de un material refractario de sílice fundido unido por cemento convencional como se describió anteriormente generalmente solo funcionarán para aproximadamente 500 coladas.

20 El dispositivo 8 de distribución puede fabricarse a partir de la misma familia de materias primas que se indica, es decir, sílice fundida, microsílice, fibra no RCF, agente dispersante y sílice coloidal. Sin embargo, las calidades reales de sílice fundida pueden cambiar dependiendo del diseño y las necesidades del producto. Todos los productos hechos de esta familia de materiales son típicamente colados por congelación.

Opcionalmente, la composición refractaria puede, si se requiere, incluir aditivo no humectante (o aditivo anticorrosivo) tal como sulfato de bario y/o fluoruro de calcio. Por ejemplo, se ha utilizado sulfato de bario y fluoruro de calcio, ambos introducidos al 3.5% en peso del cuerpo final.

25 El nuevo material refractario descrito aquí también puede ser útil para otros componentes que entran en contacto con aluminio líquido en un proceso de producción o refinación de aluminio, que incluye, por ejemplo, una boquilla 50 descendente y una artesa 52 de transferencia, siendo ejemplos de tales productos mostrados en las Figuras 10-12 y 13-15 respectivamente. La boquilla 50 descendente consiste en un tubo sustancialmente cilíndrico con un orificio 54 axial y una pared 56 externa con una porción 58 inferior cilíndrica y una porción 60 superior acampanada. La boquilla 50 descendente tiene forma convencional y se usa para transferir metal líquido de una artesa a un molde.

30 La artesa 52 de transferencia que se muestra en las Figuras 13-15 comprende una base 62 y dos paredes 64 laterales paralelas, que juntas definen una artesa 66 abierta para dirigir un flujo de metal líquido. La artesa es de forma convencional y puede hacerse mediante un proceso de colada utilizando el nuevo material refractario descrito aquí.

REIVINDICACIONES

1. Un material refractario maleable para uso en la fabricación de productos refractarios, en el que el material refractario maleable incluye sílice fundida, fibra cerámica, microsílíce y un material de unión que comprende sílice coloidal.
- 5 2. Un material refractario maleable de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende sílice fundida en el intervalo 30-90%, preferiblemente 40-70% en peso.
3. Un material refractario maleable de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende fibra cerámica en el intervalo 5-45%, preferiblemente 10-40% en peso.
- 10 4. Un material refractario maleable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende microsílíce en el intervalo 2-15%, preferiblemente 8-10% en peso.
5. Un material refractario maleable de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende sílice coloidal en el intervalo de 3-25%, preferiblemente 12-20% en peso.
- 15 6. Un material refractario maleable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sílice fundida incluye tamaños de partículas en el intervalo de 150 μm a 3.5 μm , y opcionalmente en el que la sílice fundida incluye partículas de malla de tamaño 200 y partículas de malla de tamaño 325.
7. Un material refractario maleable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fibra cerámica es una fibra cerámica sintética.
8. Un material refractario maleable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fibra cerámica es soluble en fluidos fisiológicos, y es opcionalmente una fibra de silicato alcalinotérreo.
- 20 9. Un material refractario maleable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fibra cerámica es una fibra picada que tiene una longitud de fibra en el intervalo de 9-15 μm .
10. Un material refractario maleable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye un agente dispersante.
- 25 11. Un material refractario maleable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye un agente no humectante en el intervalo de 0% a 12% en peso.
12. Un producto refractario para uso en el procesamiento de aluminio, que comprende un material refractario colado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, opcionalmente en el que el producto refractario es un componente de un sistema de colada de enfriamiento directo (DC).
- 30 13. Un producto refractario de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el producto tiene una densidad en el intervalo de 0.8 a 2.0 g/cm^3 , preferiblemente de 1.2 a 1.8 g/cm^3 , más preferiblemente de 1.3 a 1.7 g/cm^3 .
14. Un método para fabricar un producto refractario para uso en el procesamiento de aluminio, donde dicho método comprende proporcionar un material refractario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, colar el material refractario en un molde y caldear el producto colado.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende, además:
35 a. mecanizar el producto colado, y/o
b. colar el material refractario usando un proceso de colada por congelación, y/o
c. secar el producto colado antes del caldeo.

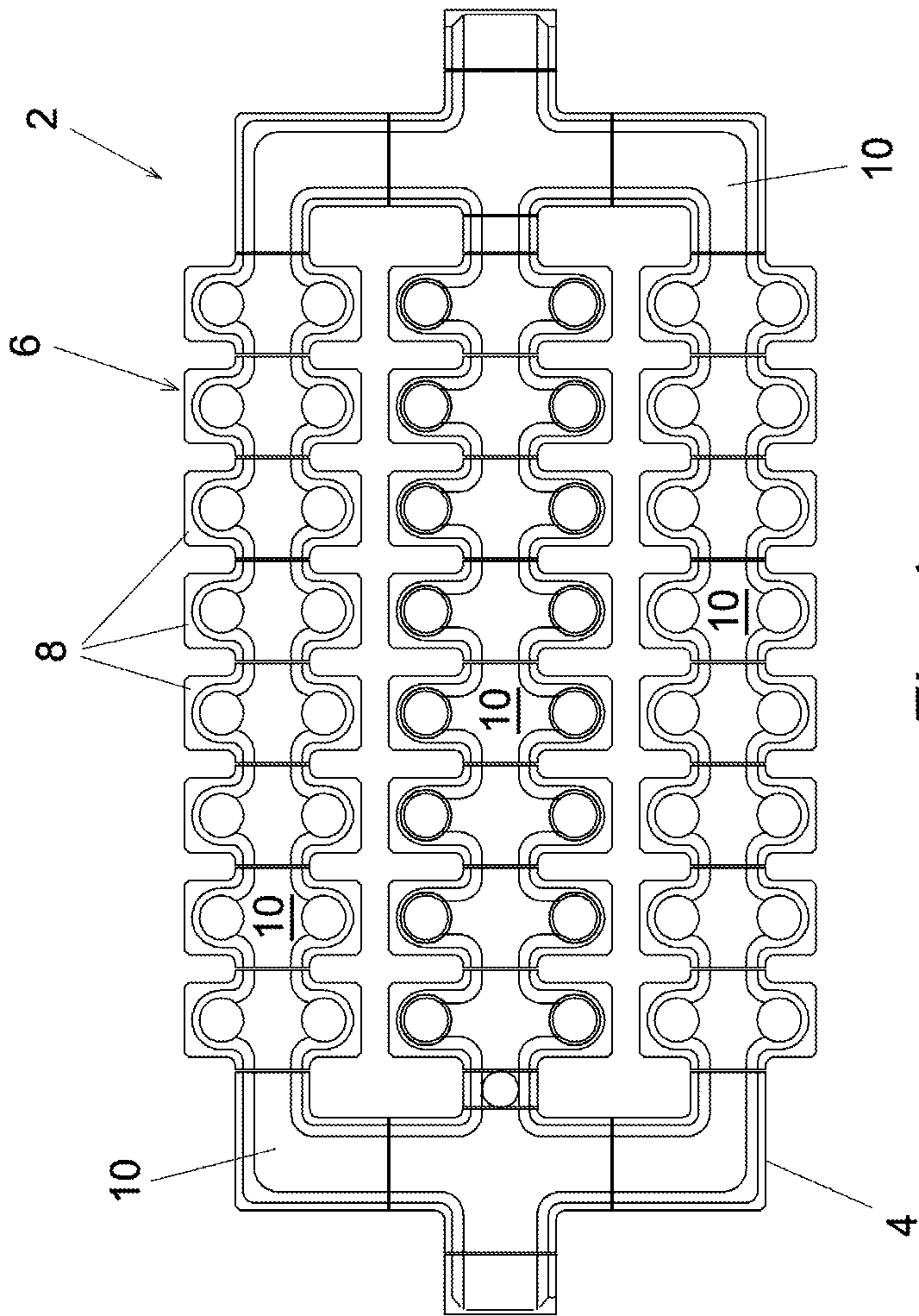


Fig. 1

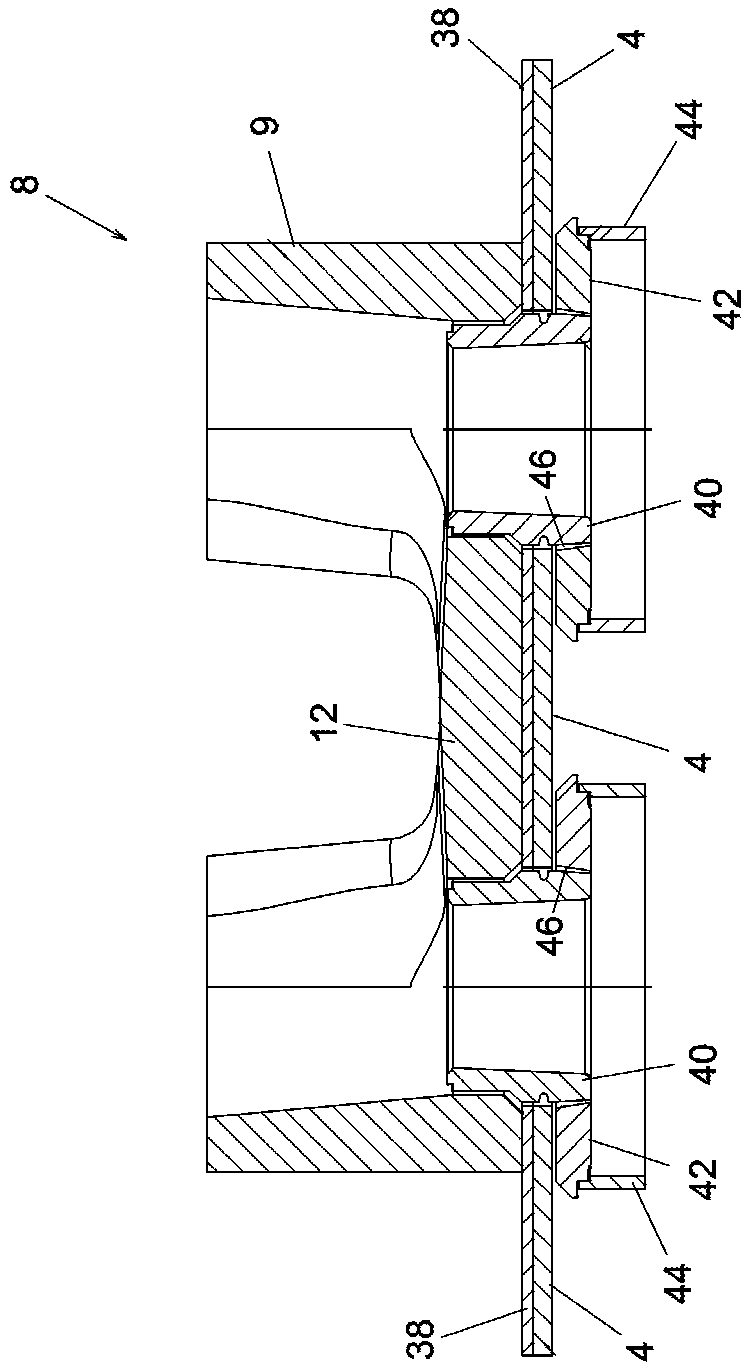


Fig. 2

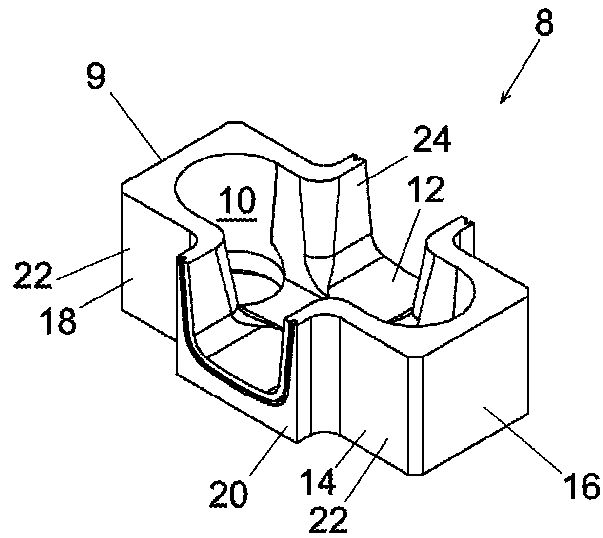


Fig. 3

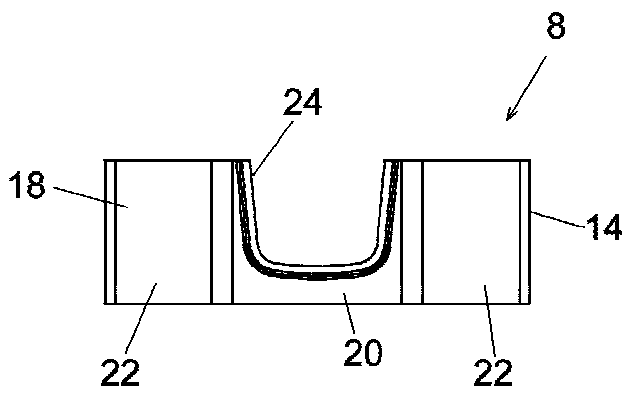


Fig. 4

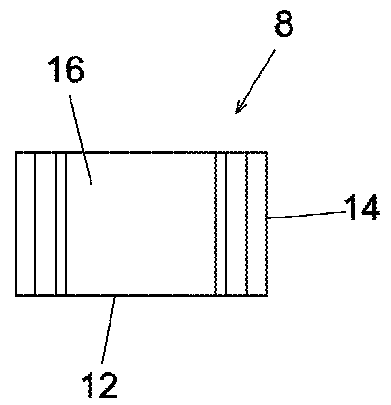


Fig. 5

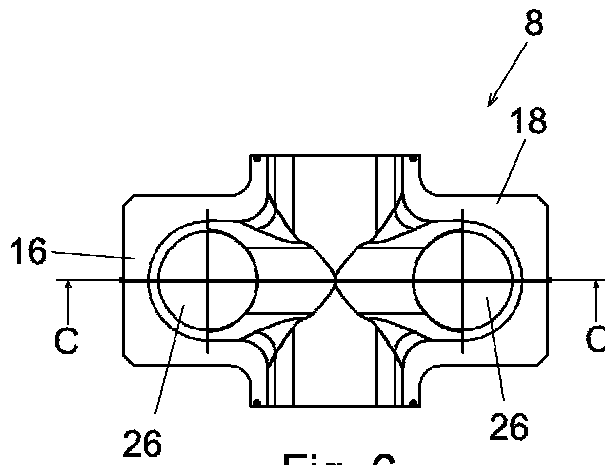


Fig. 6

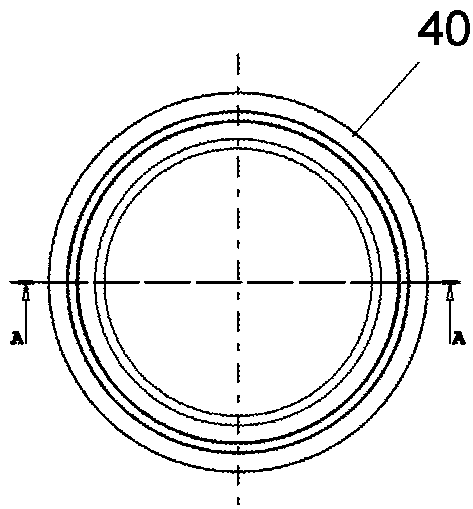


Fig. 8

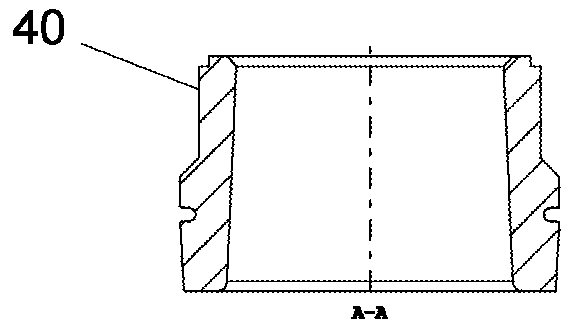


Fig. 9

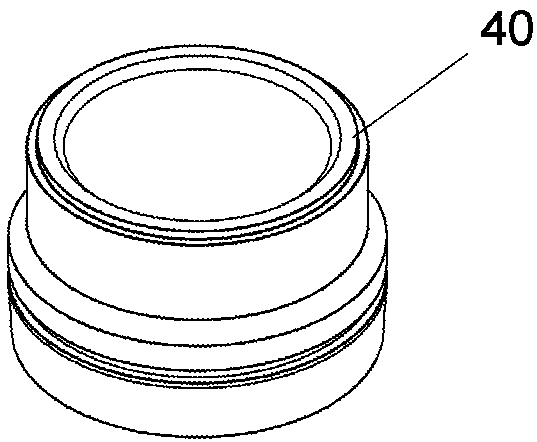


Fig. 7

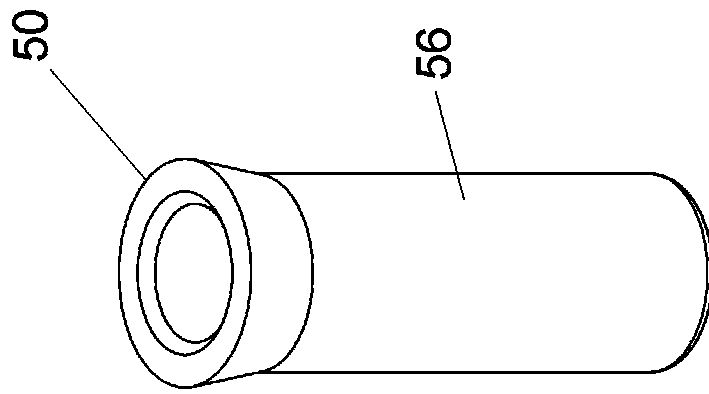


Fig. 10

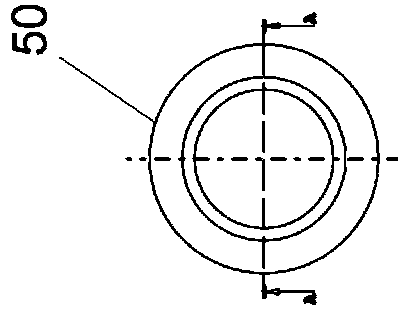


Fig. 11

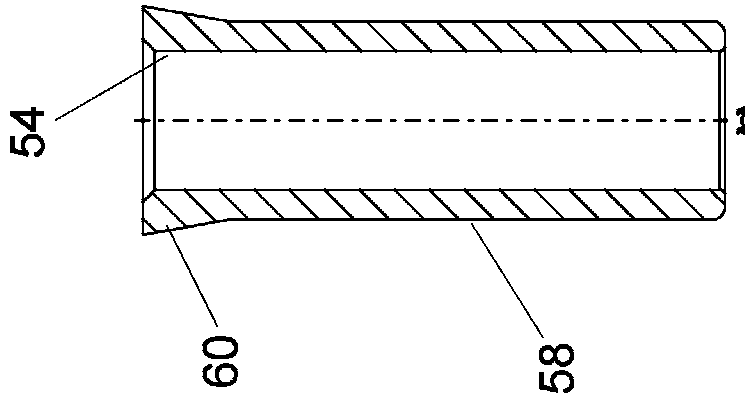


Fig. 12

