

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 618**

51 Int. Cl.:

B22C 1/02 (2006.01)

C04B 20/00 (2006.01)

C08K 7/28 (2006.01)

B22C 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06777147 .7**

96 Fecha de presentación: **01.09.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1934001**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.06.2008**

54 Título: **MEZCLAS DE MATERIAL DE MOLDEO QUE CONTIENEN VIDRIO DE SILICATO DE BORO.**

30 Prioridad:
02.09.2005 DE 102005041863

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.01.2012

73 Titular/es:
**ASK Chemicals GmbH
Reisholzstrasse 16-18
40721 Hilden, DE**

72 Inventor/es:
**STÖTZEL, Reinhard;
KOCH, Diether;
GIENIEC, Antoni;
MÜLLER, Jens;
WEICKER, Günter y
WERNER, Hans-Jürgen**

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

ES 2 372 618 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

Mezclas de material de moldeo que contienen vidrio de silicato de boro

5 La invención se refiere a una masa de moldeo para la producción de cuerpos moldeados para la industria de la fundición, a un procedimiento para producir tales cuerpos moldeados para la industria de la fundición, a cuerpos moldeados para la industria de la fundición y al uso de tales cuerpos moldeados para la industria de la fundición en un procedimiento para colar una pieza colada.

10 En la producción de piezas coladas de metal se produce en primer lugar un modelo, que corresponde en su forma esencialmente a la pieza colada de metal que debe producirse. En este modelo se disponen elementos de alimentación y mazarotas. Para la producción de un molde de colada se rodea el modelo en una caja de moldeo con una mezcla de material de moldeo. La mezcla de material de moldeo está compuesta esencialmente por un material de moldeo ignífugo, por ejemplo arena de cuarzo, y un aglutinante, con el que se unen los granos del material de moldeo durante el endurecimiento para dar un cuerpo moldeado sólido. La mezcla de material de moldeo se espesa y luego se endurece. Para el endurecimiento el cuerpo moldeado puede por ejemplo calentarse, para evaporar el disolvente que esté contenido en el aglutinante o para iniciar una reacción de reticulación en el aglutinante. Pero también puede añadirse un catalizador, o bien ya durante la producción de la mezcla de material de moldeo o bien conduciendo un catalizador gaseoso a través del cuerpo moldeado espesado. Tras el endurecimiento se extrae el cuerpo moldeado de la caja de moldeo o del modelo.

20 Los moldes de fundición se componen de moldes y machos. Mediante los moldes se define el contorno externo de la pieza colada. El contorno interno de la pieza colada o la delimitación de un espacio hueco dispuesto en la pieza colada se configura mediante machos. En el molde de colada acabado se forma entre el molde y el macho un espacio hueco de moldeo, que durante la colada se llena con metal líquido.

25 Además de machos y moldes hay también cuerpos huecos, las denominadas mazarotas, que actúan como depósitos de compensación. Éstos captan durante la colada en primer lugar metal líquido, encargándose mediante medidas correspondientes de que el metal permanezca en fase líquida más tiempo que el metal que se encuentra en el espacio hueco de moldeo. Una vez solidificado el metal en el espacio hueco de moldeo, el metal líquido puede fluir a continuación desde este depósito de compensación, para compensar la contracción volumétrica que se produce durante la solidificación del metal.

30 Después de montar el molde de colada dado el caso a partir de varios cuerpos moldeados, se llena el espacio hueco de moldeo del molde de colada con metal líquido. El metal líquido que fluye al interior desplaza a este respecto el aire que se encuentra en el espacio hueco de moldeo. El aire sale a través de aberturas previstas en el molde de colada o a través de secciones porosas del molde de colada, por ejemplo a través de la pared de una mazarota. Tras la solidificación de la pieza colada de metal ésta se extrae del molde de colada. Para ello puede por ejemplo hacerse vibrar el molde de colada, de modo que se descomponga de nuevo en granos.

La pieza colada se libera mediante una vibración adicional de los machos internos.

35 La superficie de las piezas coladas de metal presenta a menudo todavía defectos, de modo que es necesario un procesamiento posterior a máquina para conseguir el aspecto deseado de la superficie. El motivo de estos defectos es el calor que actúa durante el vertido del metal fundido en el molde de colada, que genera tensiones en el material del molde de colada. Esto lleva a la formación de grietas en la superficie del molde o de los machos. El metal fundido penetra en estas grietas y deja así en la pieza colada estructuras laminares, que en general se denominan también nervios foliares. Este fallo de colada se produce en particular en el caso de usar arena de cuarzo como material de moldeo, dado que la arena de cuarzo bajo la acción térmica del metal líquido experimenta una transformación de su estructura cristalina y con ello por ejemplo también de su densidad. Además se producen otros fallos de colada, tales como formación de darts, penetración y penetraciones de metal.

45 Para contener lo máximo posible los fallos de colada, se añaden a la mezcla de material de moldeo además de arena de cuarzo diferentes aditivos, que deben compensar el cambio volumétrico del material de moldeo.

50 Por ejemplo se añade a la arena de cuarzo óxido de hierro en cantidades de aproximadamente del 1 al 3% en peso. A partir del cuarzo y del óxido de hierro puede formarse fayalita, con lo que se reduce las tensiones que se producen en el molde de colada y con ello se reduce la tendencia a la formación de nervios foliares. Sin embargo es desventajosa la reducida resistencia mecánica del molde de colada que se observa en el caso de la adición de óxido de hierro. Además la formación de fayalita conduce a un mayor peligro de una penetración de metal en el molde de colada, lo que genera irregularidades en las piezas coladas, que a su vez deben procesarse posteriormente. Además para reducir la formación de nervios foliares puede añadirse a la mezcla de material de moldeo material orgánico, tal como serrín o polvo de carbón en cantidades de aproximadamente el 1 al 3% en peso. El material orgánico se quema durante del proceso de colada. A este respecto se generan por todo el volumen del molde de

- colada espacios huecos, mediante los cuales se absorbe el crecimiento volumétrico de la arena de cuarzo, de modo que no resulta hacia fuera ninguna modificación del tamaño del molde de colada. Es desventajoso en estos aditivos la cantidad de gas generada durante la combustión. Si el gas no puede salir del molde de colada, se forman en el metal líquido burbujas por el gas que entra, que forman espacios huecos en la pieza colada solidificada. Además mediante la adición de los aditivos orgánicos descritos anteriormente se reduce la estabilidad del molde de colada, de modo que éste puede resistir peor las cargas mecánicas que se producen durante la operación de colada.
- Además también puede contenerse la formación de nervios foliares mediante la adición del 0,5 al 5% en peso de óxido de titanio a la arena de moldeo, tal como se describe por ejemplo en el documento US 4.735.973. Mediante el óxido de titanio se reduce la dilatación térmica del material de moldeo y así se evita en gran medida la formación de nervios foliares. El dióxido de titanio tampoco perjudica la resistencia mecánica del molde de colada y tampoco se produce mediante el aditivo una formación de gases adicionales. Sin embargo en las mezclas de material de moldeo, que contienen óxido de titanio como aditivo, se observa una tendencia elevada a la penetración del metal líquido en las zonas de pared del molde de colada, de modo que antes del vertido debe tratarse la superficie del molde de colada con un lubricante de moldeo u otros materiales.
- Como posibilidad adicional para mejorar la calidad de la pieza colada, pueden usarse también materiales de moldeo con una dilatación térmica reducida, tal como por ejemplo arena de cromita, de circonio o de olivino. Los moldes de fundición producidos a partir de estos materiales de moldeo provocan sólo en una medida reducida la formación de nervios foliares. Sin embargo, estos materiales de moldeo son relativamente caros.
- Finalmente la arena también puede tratarse de tal manera que en primer lugar se funde en el horno para dar una especie de pasta y se muele tras la solidificación. La arena obtenida se mezcla con aproximadamente un 50% de arena de cuarzo. El material de moldeo así obtenido ya no se dilata durante el vertido, de modo que casi no se aprecia ya ninguna formación de nervios foliares. Es desventajosa en este método la complejidad para la producción del material de moldeo y los elevados costes originados por ello.
- En el documento EP 0 891 954 A1 se describen mezclas de material de moldeo, que contienen un porcentaje de microesferas huecas de silicato de aluminio. Mediante la adición de microesferas huecas de silicato de aluminio puede contenerse considerablemente la formación de grietas en la superficie del molde de colada. La dilatación térmica del material de moldeo se compensa mediante los espacios huecos de las esferas. El aditivo no reduce ni la capacidad de carga mecánica de los moldes de fundición, ni conduce a una formación de gas reforzada. Sin embargo, para poder obtener un resultado óptimo durante la colada, debe seleccionarse el porcentaje de las esferas huecas con respecto a la mezcla de material de moldeo total en el intervalo de aproximadamente el 10 - 20%. De este modo aumentan a su vez los costes para la producción del molde de colada.
- En el documento DE 196 09 539 se propone añadir criolita como aditivo a mezclas de material de moldeo para la industria de la fundición. Una superficie sin nervios foliares puede conseguirse mediante la adición del 0,1 - 10% en peso de criolita, con respecto a la arena. La criolita puede usarse a este respecto tanto como aditivo único como junto con otros componentes, tales como serrines, mica, óxido de hierro etc. Sin embargo en el caso de usar criolita se producen otros fallos de colada, que se hacen visibles entre otros en una formación extrema de abombamientos en la superficie de colada.
- Una técnica adicional que se utiliza en la fundición para mejorar la superficie de colada la representa el revestimiento de moldes de fundición con suspensiones de material inorgánicos (muy) ignífugos. Este revestimiento de molde, denominado en general lubricante de moldeo, debe proteger el molde de colada frente a la carga térmica por el metal fundido, llevar así a una mejora de la superficie de colada, posibilitar una separación limpia del metal líquido y del molde de colada y reducir los fallos de la superficie de colada.
- Los lubricantes de moldeo están compuestos en el caso más sencillo por un líquido portador, en el que está suspendido un material ignífero de partícula fina. El lubricante de moldeo puede aplicarse por ejemplo mediante extensión, pulverización, vertido o inmersión sobre al menos las superficies del molde de colada que entran en contacto con el metal líquido. Los aglutinantes que están contenidos en el líquido portador se encargan tras el secado de una fijación de las materias primas inorgánicas a la superficie del molde de colada.
- Materias primas inorgánicas habituales que se usan en lubricantes de moldeo son óxidos minerales, tales como corindón, magnesita, mullita, cuarzo o cromita, silicatos, tales como silicato de circonio, olivino o chamota, así como coque o grafito. Como líquido portador puede utilizarse agua o disolventes orgánicos, tales como por ejemplo etanol o isopropanol. Aglutinantes típicos son derivados de almidón, derivados de lignina, resinas naturales, resinas sintéticas o plásticos. Los lubricantes de moldeo contienen a menudo además agentes de suspensión, que impiden un descenso de los componentes sólidos en el líquido portador. Como agentes de suspensión se utilizan derivados de celulosa o silicatos laminares hinchables, que pueden almacenarse con agua.
- Una desventaja de los lubricantes de moldeo que se produce con frecuencia es la estructura muy densa de los

revestimientos de molde, de modo que no puede garantizarse una permeabilidad a los gases suficiente. Sin embargo ésta es necesaria para poder evacuar de manera controlada los gases generados por la descomposición térmica de los aglutinantes. En caso contrario, la presión de gas interna del macho puede superar la contrapresión metalostática y conducir a la eferescencia del metal y por consiguiente a la inclusión de burbujas de gas en la pieza colada. También puede observarse un desconchamiento parcial del recubrimiento y una inclusión posterior del fragmento en la pieza colada.

En el documento DE-C 42 03 904 se propone para aumentar la permeabilidad a los gases, incorporar fibras orgánicas en el lubricante de moldeo. Sin embargo las fibras tienden a la formación de ovillos, de modo que no puede garantizarse ni una distribución uniforme ni una aplicación lisa del lubricante de moldeo

En el documento WO 94/26440 se describe un lubricante de moldeo de fundición para la producción de recubrimiento de molde, que contiene un contenido en esferas huecas inorgánicas en una cantidad del 1-40% en peso, con respecto al lubricante de moldeo listo para usar. El lubricante de moldeo puede presentar además adicionalmente un contenido en fibras inorgánicas u orgánicas en una cantidad del 0,1 - 10% en peso, con respecto al lubricante de moldeo listo para usar. Las esferas huecas están llenas preferiblemente de un gas inerte. Pueden estar compuestas por óxidos, tales como óxido de aluminio, cuarzo, magnesita, mullita, cromita, óxido de circonio y/o dióxido de titanio, por boruros, carburos y nitruros, tales como carburo de silicio, carburo de titanio, boruro de titanio, nitruro de boro y/o carburo de boro, por carbono, vidrio o metales o mezclas de estos materiales. En los ejemplos se usan esferas huecas de silicato de aluminio, cuyo tamaño de partícula se encuentra en un 80% entre 250 - 90 µm. Su porcentaje asciende al 5 o 10% en peso en el caso de lubricantes de moldeo acuosos, así como al 4 o 10% en peso en el caso de lubricantes de moldeo alcohólicos. En los ejemplos no se usan esferas huecas de otros materiales. No se proporcionan datos más detallados sobre las propiedades y la composición de las esferas huecas de vidrio.

El documento US 4.735.973 da a conocer la mejora de la superficie de la pieza colada mediante la adición de dióxido de titanio a masas de moldeo. La composición del aditivo comprende además de dióxido de titanio y óxido de hierro también dióxido de silicio y óxido de aluminio. No se mencionan vidrios de silicato de boro.

El documento GB 826340 A da a conocer cuerpos moldeados y procedimientos para la producción de piezas coladas, que presentan canales o rebajes. A este respecto se recubre un macho o cúpula en el molde del canal posterior con un tubo flexible de tejido elástico de fibras metálicas o minerales. El tubo flexible de tejido se empotra a continuación en una o varias capas de un lubricante de moldeo. Tras el endurecimiento del lubricante de moldeo y la retirada de la cúpula se obtiene un tubo sólido en la forma deseada. La capa de lubricante de moldeo endurecida se quema durante la colada. Los restos eventuales se retiran tras el enfriamiento dado el caso mediante el lavado con líquidos adecuados. El tubo flexible de tejido libre se extrae del canal. Los tubos flexibles de tejido de vidrio de cal sodada o fibras de vidrio de borosilicato se utilizan para la colada de metales ligeros. No se ha dado a conocer el uso de vidrio de borosilicato para mejorar la superficie de la pieza colada, tampoco se menciona ningún polvo de vidrio de borosilicato.

En lo sucesivo se agruparán las mezclas de material de moldeo y los lubricantes de moldeo bajo la expresión "Masa de moldeo". Por una "mezcla de material de moldeo" se entienden mezclas que se usan para la producción de moldes de fundición o cuerpos moldeados mediante conformación y endurecimiento.

La invención se basaba en el objetivo de poner a disposición una masa de moldeo para la producción de moldes de fundición para la industria de la fundición, que permite la producción de moldes de fundición, que generan en la pieza colada una superficie lisa, en su mayor parte libre de fallos de colada.

Este objetivo se soluciona con una masa de moldeo para la producción de moldes de fundición para la industria de la fundición con las características de la reivindicación 1. Perfeccionamientos ventajosos de la masa de moldeo son objeto de las reivindicaciones dependientes.

La masa de moldeo según la invención contiene como componente esencial un vidrio de borosilicato. Sorprendentemente se ha demostrado que mediante la adición de vidrio de borosilicato puede conseguirse una mejora considerable de la superficie de piezas coladas, es decir contenerse claramente el número o la intensidad de errores de fundición. Mediante el porcentaje de vidrio de borosilicato en la masa de moldeo puede eliminarse prácticamente la formación de nervios foliares así como la tendencia a la penetración. Una ventaja adicional de la adición de vidrio de borosilicato a la masa de moldeo es la superficie especialmente lisa de la pieza de colada que se obtiene con la colada. Los cuerpos moldeados o moldes de fundición producidos a partir de la masa de moldeo según la invención presentan una elevada resistencia mecánica, de modo que el peligro de rotura del cuerpo moldeado o del molde de colada durante la extracción de la herramienta de moldeo o la erosión del molde de colada al rellenar con el metal líquido puede reducirse considerablemente en comparación con los moldes de fundición conocidos hasta el momento.

La masa de moldeo según la invención puede estar configurada tanto como mezcla de material de moldeo para la producción de moldes de fundición como, como lubricante de moldeo. Además del vidrio de borosilicato, la masa de moldeo según la invención contiene un material de moldeo así como un aglutinante, con el que puede endurecerse la masa de moldeo. Preferiblemente como material de moldeo se usa un material de moldeo ignífugo.

5 Como material de moldeo ignífugo pueden usarse por ejemplo silicatos de aluminio, por ejemplo materiales ignífugos fibrosos, o también arena de cuarzo, de óxido de circonio o de mena de cromo. Además pueden usarse también materiales de moldeo ignífugos producidos de manera sintética, tales como por ejemplo mullita ($x \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot y \text{ SiO}_2$, con $x =$ de 2 a 3 e $y =$ de 1 a 2; fórmula ideal: Al_2SiO_5). También es posible utilizar una arena de fundición regenerada como material de moldeo.

10 En una realización de la masa de moldeo según la invención como lubricante de moldeo pueden usarse como material de moldeo los materiales de moldeo inorgánicos habituales para lubricantes de moldeo. Como material de moldeo son adecuados por ejemplo óxidos minerales, tales como corindón, magnesita, mullita, cuarzo o cromita, silicatos, tales como silicato de circonio, olivino o chamota, así como coque o grafito.

15 En la selección de los materiales de moldeo no existe en sí ninguna limitación. Pueden usarse todos los materiales de moldeo habituales para mezclas de material de moldeo o lubricantes de moldeo.

20 Como componente adicional la masa de moldeo según la invención contiene un aglutinante para endurecer la masa de moldeo. También en este caso se utilizan los aglutinantes habituales en el campo de la técnica de fundición. Si se realiza la masa de moldeo según la invención como mezcla de material de moldeo para la producción de cuerpos moldeados o moldes de fundición, pueden usarse aglutinantes, tal como se usan por ejemplo en el procedimiento de caja fría (*Cold-Box*), de caja caliente (*Hot-Box*) o de caja tibia (*Warm-Box*). También puede usarse por ejemplo también vidrio líquido como aglutinante. Preferiblemente se utilizan aglutinantes orgánicos. Si se utiliza vidrio líquido como aglutinante, la masa de moldeo según la invención no contiene en una forma de realización, en particular en una forma de realización como mezcla de material de moldeo para la producción de cuerpos moldeados o de moldes de fundición, ningún óxido de metal particulado, en particular ningún óxido de metal particulado, que se selecciona del grupo de dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de zinc. Si se configura la masa de moldeo según la invención como lubricante de moldeo, pueden usarse como aglutinante por ejemplo derivados de almidón derivados de lignina, resinas naturales, resinas sintéticas o plásticos.

30 El porcentaje del material de moldeo o del aglutinante se selecciona dentro de los intervalos habituales. En una forma de realización como mezcla de material de moldeo para la producción de cuerpos moldeados o moldes de fundición el material de moldeo está contenido habitualmente en un porcentaje del 50 - 99,7% en peso, preferiblemente del 80 al 99,5% en peso, y el aglutinante en un porcentaje de desde el 0,3 hasta el 20% en peso, preferiblemente del 0,5 al 10% en peso, en cada caso con respecto al peso de la masa de moldeo. En una realización de la masa de moldeo según la invención como lubricante de moldeo el material de moldeo está contenido en un porcentaje de desde el 50 hasta el 98% en peso, preferiblemente del 60 al 90% en peso y el aglutinante en un porcentaje de desde el 2 hasta el 10% en peso, preferiblemente del 3 al 5% en peso, en cada caso con respecto al porcentaje de sólidos del lubricante de moldeo, es decir sin disolventes.

35 Además de los componentes mencionados la masa de moldeo según la invención puede contener además componentes habituales adicionales, por ejemplo minerales arcillosos, grafito, dextrinas, aceites minerales, etc.

40 Las propiedades ventajosas de la masa de moldeo según la invención pueden observarse ya con porcentajes muy reducidos de vidrio de borosilicato. Preferiblemente el vidrio de borosilicato está contenido en un porcentaje de al menos el 0,001% en peso, preferiblemente al menos el 0,005% en peso, en particular al menos el 0,01% en peso con respecto al material de moldeo o en el caso del lubricante de moldeo con respecto al porcentaje de sólidos, en la masa de moldeo. El porcentaje del vidrio de silicato de boro se selecciona preferiblemente inferior al 5% en peso, en particular preferiblemente inferior al 2% en peso y de manera muy especial preferiblemente dentro de un intervalo de desde el 0,01 hasta el 1% en peso, en cada caso con respecto al material de moldeo o en el caso del lubricante de moldeo con respecto al porcentaje de sólidos.

45 El vidrio de borosilicato está contenido en forma de un producto granulado o de un polvo en la masa de moldeo según la invención. El diámetro de partícula del producto granulado o polvo se selecciona de tal manera que el diámetro medio D_{50} se encuentra en el intervalo de 5 - 500 μm , en particular preferiblemente de 10 - 250 μm . El diámetro medio D_{50} puede determinarse con procedimiento habituales, por ejemplo mediante análisis granulométrico o granulometría láser. La finura del producto granulado o polvo se selecciona en particular preferiblemente de tal manera que el residuo sobre un tamiz de 350 μm de abertura de malla ascienda como máximo al 10% en peso y que el residuo sobre un tamiz de 200 μm de abertura de malla ascienda como máximo al 20% en peso.

55 Según una forma de realización especialmente preferida el vidrio de borosilicato está contenido en forma de microesferas huecas en la masa de moldeo. Por microesferas huecas se entienden a este respecto esferas

pequeñas huecas con un diámetro del orden de magnitud de preferiblemente 5 - 500 μm , en particular preferiblemente 10 - 250 μm , cuya envoltura está constituida por vidrio de borosilicato. Las microesferas huecas están llenas preferiblemente de hidrógeno, aire o un gas inerte, por ejemplo nitrógeno o mezclas de nitrógeno y dióxido de carbono.

- 5 Las microesferas huecas presentan preferiblemente un diámetro inferior a 200 μm . El tamaño de las microesferas huecas puede determinarse por ejemplo mediante análisis granulométrico.

Preferiblemente las microesferas huecas presentan un grosor de pared del 5 - 30%, en particular del 6 - 20% de su diámetro externo.

- 10 Las microesferas huecas presentan preferiblemente una densidad aparente inferior a 1,2 g/ml, en particular preferiblemente inferior a 0,5 g/ml.

Las microesferas huecas contenidas en la masa de moldeo según la invención pueden estar constituidas por vidrio de borosilicato habitual. El vidrio de borosilicato contiene preferiblemente del 2 al 10% en peso de óxido de sodio y óxido de potasio, del 1 al 10% en peso de óxido de aluminio, del 0 al 10% en peso de óxido de metal alcalinotérreo, así como del 60 al 90% en peso de óxido de silicio. El vidrio de borosilicato presenta preferiblemente un porcentaje de boro, calculado como B_2O_3 , superior al 3% en peso, en particular preferiblemente del 5 al 15% en peso. Componentes adicionales puede ser siloxanos o silanos orgánicos, tales como por ejemplo metiltrimetoxisilano o dimetilpolisiloxano.

- 15

Los inventores asumen que el vidrio de borosilicato, en particular cuando éste está contenido en forma de microesferas huecas en la masa de moldeo, se funde bajo la influencia de la temperatura del metal fluido y de este modo se liberan espacios huecos, que pueden compensar el aumento de volumen condicionado por el aumento de temperatura del material de moldeo.

- 20

Preferiblemente el punto de ablandamiento del vidrio de silicato de boro se ajusta en el intervalo de menos de 1500°C, en particular preferiblemente en el intervalo de desde 500 hasta 1000°C.

- 25 Tal como ya se explicó anteriormente, la masa de moldeo según la invención puede estar configurada como mezcla de material de moldeo para la producción de cuerpos moldeados o moldes de fundición, en particular moldes y machos. Para la solidificación de la masa de moldeo ésta contiene un aglutinante habitual para la solidificación de masas de moldeo. Preferiblemente el aglutinante se selecciona de aglutinantes para caja fría, aglutinantes para caja caliente, aglutinantes autoendurecibles y vidrio líquido (aglutinantes de silicato).

- 30 La tendencia a la formación de nervios foliares es especialmente muy pronunciada en los aglutinantes para caja fría. El uso de microesferas huecas de vidrio de borosilicato se prefiere por tanto especialmente en aquellas masas de moldeo que contienen un aglutinante de caja fría.

- 35 El aglutinante para caja fría se selecciona preferiblemente del grupo de resinas de fenol-uretano, que pueden endurecerse mediante aminas, resinas epoxídicas-acrílicas, que pueden endurecerse mediante SO_2 , resinas fenólicas alcalinas, que pueden endurecerse mediante CO_2 o mediante formiato de metilo. Además puede usarse también vidrio líquido como aglutinante, que puede endurecerse entre otros mediante CO_2 , así como resinas autoendurecibles.

De manera especialmente preferible las resinas de fenol-uretano, que pueden endurecerse mediante aminas, se usan como aglutinante. Estos aglutinantes son en sí conocidas para el experto. Sistemas de aglutinantes de este tipo se describen por ejemplo en el documento US 3.409.579 o el documento US 4.526.219.

- 40 Según una forma de realización preferida adicional se utiliza vidrio líquido como aglutinante. Como vidrio líquido pueden usarse a este respecto vidrios líquidos habituales, tal como ya se usan como aglutinantes en mezclas de material de moldeo para la industria de la fundición. Estos vidrios líquidos contienen silicatos de sodio o de potasio disueltos y pueden producirse mediante la disolución de silicatos de potasio y de sodio de tipo vítreo en agua. El vidrio líquido presenta preferiblemente un módulo $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ en el intervalo de desde 2,0 hasta 3,5, representando M sodio y/o potasio. Los vidrios líquidos presentan preferiblemente un porcentaje de sólidos en el intervalo de desde el 20 hasta el 50% en peso. También está contenido un vidrio líquido sólido en la masa de moldeo según la invención. Para los porcentajes en la masa de moldeo se tienen en cuenta en cada caso sólo los porcentajes de sólidos del vidrio líquido. Si se utiliza vidrio líquido como aglutinante, éste puede endurecerse por ejemplo también mediante deshidratación.

- 50 Una ventaja especial de la adición según la invención de vidrio de borosilicato, en particular en forma de microesferas huecas de vidrio de borosilicato a una masa de moldeo consiste en que mediante la adición según la invención de vidrio de borosilicato no se influye negativamente en las propiedades de otros aditivos. Además del

vidrio de borosilicato la masa de moldeo según la invención puede comprender por tanto según una forma de realización preferida al menos un aditivo adicional para reducir la formación de nervios foliares.

El al menos un aditivo adicional se selecciona a este respecto preferiblemente de compuestos orgánicos combustibles, mica y óxido de hierro.

- 5 Según una forma de realización preferida adicional la masa de moldeo según la invención comprende una adición de al menos una fuente de ácido y/o ácido orgánico y/o inorgánico.

El tiempo de procesamiento de una masa de moldeo depende con frecuencia de su valor de pH. Así pueden por ejemplo bases, acelerar el proceso de endurecimiento de la masa de moldeo en particular en el procedimiento de caja fría. Dado que la adición de microesferas huecas a masas de moldeo puede provocar una alteración del valor de pH, es posible contrarrestar esta alteración del valor de pH y la reducción asociada eventualmente con ello del tiempo de procesamiento de la masa de moldeo mediante la adición de sustancias adecuadas. Esto puede tener lugar por ejemplo mediante la adición de ácidos orgánicos o inorgánicos, pero también es posible la adición de tampones comunes en general. Ejemplos de tales ácidos son, entre otros, ácido fórmico, ácido acético, ácido maleico, ácido malónico, ácido fumárico, ácido adipico, ácido benzoico, diversos ácidos grasos tales como ácido oleico, ácido láurico o ácido esteárico, ácido láctico, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido bórico, ácido fenolsulfónico, ácido para-toluenosulfónico, ácido salicílico, ácido glicólico, ácido glioxílico, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico o también sustancias, que están disponibles como fuentes para los ácidos mencionados anteriormente, tal como por ejemplo oxiclورو de fósforo. Durante la producción de la masa de moldeo pueden añadirse estos ácidos a este respecto a la masa de moldeo en sustancia, o también como mezcla con el material de moldeo y/o el aglutinante, o también como mezcla con aditivos adicionales.

Según una forma de realización preferida adicional la masa de moldeo según la invención está configurada como lubricante de moldeo. El lubricante de moldeo puede estar configurado a este respecto tanto como lubricante de moldeo acuoso, así como también por ejemplo como lubricante de moldeo alcohólico. Los lubricantes de moldeo según la invención son esencialmente iguales a los lubricantes de moldeo ya conocidos, estando contenidas sin embargo adicionalmente microesferas huecas de vidrio de borosilicato en el lubricante de moldeo. El porcentaje de agua o de alcohol asciende de manera preferible aproximadamente a del 20 al 80% en peso, en particular preferiblemente al 40 - 70% en peso. Los lubricantes de moldeo según la invención contienen componentes habituales, tales como por ejemplo bentonitas para el ajuste de las propiedades de fluidez, fibras, grafito, agentes reticulantes o conservantes. En el caso de usar los lubricantes de moldeo según la invención se observa un desconchamiento del recubrimiento de protección bajo la influencia del metal fluido, si acaso, sólo en casos extremadamente poco frecuentes.

La masa de moldeo según la invención puede contener además de las microesferas huecas de borosilicato también microesferas huecas de otros materiales, por ejemplo de silicatos de aluminio. Sin embargo, preferiblemente la masa de moldeo según la invención contiene sólo microesferas huecas de vidrio de borosilicato y ninguna microesfera hueca de otros materiales.

Un objeto adicional de la invención se refiere a un procedimiento para la producción de un cuerpo moldeado para la industria de la fundición, en el que

- se proporciona un modelo, que corresponde al menos a una sección de una pieza colada;
- se introduce una mezcla de material de moldeo en el modelo;
- 40 - se endurece la mezcla de material de moldeo para dar un cuerpo moldeado; y
- se extrae el cuerpo moldeado fuera del modelo.

El procedimiento según la invención se caracteriza porque se forman al menos superficies del cuerpo moldeado, que durante la colada de metales entran en contacto con el metal líquido, a partir de una masa de moldeo, tal como se describió anteriormente.

45 Por un cuerpo moldeado para la industria de la fundición se entiende en general un cuerpo moldeado, tal como se usa para la conformación de una pieza colada durante la colada de metal. Cuerpos moldeados de este tipo son por ejemplo moldes y machos, así como también cuerpos huecos, tales como mazarotas o elementos de alimentación. Por moldes de fundición se entienden moldes, tal como se utilizan directamente para la colada de metal. Tales moldes de fundición pueden estar compuestos por varios cuerpos moldeados.

50 Una característica esencial del procedimiento según la invención es que la producción del cuerpo moldeado se realiza de tal manera que al menos las superficies, que entran en contacto con el metal líquido durante la colada,

presentan un porcentaje de vidrio de borosilicato, en particular microesferas huecas de vidrio de borosilicato.

Esto puede conseguirse de diferente manera. Según una primera forma de realización del procedimiento la mezcla de material de moldeo para la producción del cuerpo moldeado está compuesta completamente por una masa de moldeo, tal como se describió anteriormente y que presenta un porcentaje de vidrio de borosilicato. Tal como ya se explicó más arriba, el vidrio de borosilicato se introduce en la masa de moldeo preferiblemente en forma de microesferas huecas. Durante la producción de la masa de moldeo pueden añadirse las microesferas huecas de vidrio de borosilicato a este respecto a la masa de moldeo en sustancia, o también como mezcla con el material de moldeo y/o el aglutinante, o también como mezcla con otros aditivos. Durante la producción de la masa de moldeo no debería actuar, debido a la capacidad de carga mecánica relativamente reducida de las microesferas huecas, ninguna fuerza de cizallamiento elevada sobre la masa de moldeo, para evitar una destrucción prematura de las microesferas huecas.

La masa de moldeo puede introducirse en el modelo de tal manera que sólo partes del modelo se llenen con la masa de moldeo, que contiene vidrio de borosilicato, mientras que el volumen restante se llena con una mezcla de material de moldeo, que está libre de vidrio de borosilicato. Sin embargo, preferiblemente se produce todo el cuerpo moldeado a partir de una masa de moldeo, que contiene vidrio de borosilicato, en particular en forma de microesferas huecas. En esta forma de realización se obtiene por tanto un cuerpo moldeado, en el que está distribuido de manera homogénea por todo el volumen vidrio de borosilicato, por ejemplo en forma de microesferas huecas.

El modelo para la producción del cuerpo moldeado corresponde a este respecto a un modelo, tal como ya se describió en la parte introductoria, incluyendo el modelo dado el caso también la caja de moldeo.

Según una forma de realización adicional del procedimiento según la invención se aplica la masa de moldeo descrita anteriormente en forma de un lubricante de moldeo como recubrimiento de molde. El cuerpo moldeado para la industria de la fundición puede estar producido a este respecto a partir de una mezcla de material de moldeo, que también contiene microesferas huecas de vidrio de borosilicato, o que está libre de microesferas huecas de vidrio de borosilicato. El lubricante de moldeo se aplica a este respecto sobre el cuerpo moldeado endurecido o no endurecido con procedimientos habituales, por ejemplo mediante pulverización, extensión o mediante inmersión del molde de colada en el lubricante de moldeo.

Un objeto adicional de la invención se refiere a un cuerpo moldeado para la industria de la fundición, constituido por un material de moldeo ignífugo, caracterizado porque al menos en secciones del cuerpo moldeado, que entran en contacto con metal líquido durante una operación de colada, está contenido vidrio de borosilicato. En el procedimiento según la invención ya se explicó que el vidrio de borosilicato sólo puede estar contenido en secciones externas del molde de colada o del cuerpo moldeado, por ejemplo en forma de un recubrimiento de material de moldeo producido a partir de un lubricante de moldeo, o puede encontrarse distribuido de manera homogénea por todo el cuerpo moldeado o todo el molde de colada.

Tal como ya se explicó anteriormente, el vidrio de borosilicato está contenido preferiblemente en forma de microesferas huecas de vidrio de borosilicato en el cuerpo moldeado o en el recubrimiento de moldeo producido a partir de un lubricante de moldeo. Más detalles con respecto a las propiedades de las microesferas huecas ya se expusieron más arriba.

Un objeto adicional de la invención se refiere al uso de un molde de colada para la industria de la fundición, tal como se describió anteriormente y que dado el caso puede estar constituido por varios cuerpos moldeados, en un procedimiento para colar una pieza colada. El procedimiento se realiza a este respecto de manera habitual. En primer lugar se produce un molde de colada, en el que al menos las superficies, que entran en contacto con el metal líquido, están formadas por una masa de moldeo, que contiene vidrio de borosilicato, en particular en forma de microesferas huecas. En este molde de colada se vierte entonces el metal líquido. Como metales pueden usarse en sí todos los metales que son habituales para la colada de metal. Como metales pueden usarse metales ligeros, tales como aluminio o magnesio, que presentan un punto de fusión relativamente reducido, o también metales con un punto de ebullición mayor, tal como hierro colado o acero. La utilización de las microesferas huecas en moldes de fundición o lubricantes de moldeo no se limita a un tipo de colada determinado, sino que comprende todos los tipos de colada desde colada de metales ligeros hasta colada de acero. De manera especialmente preferible el molde de colada según la invención o el cuerpo moldeado para la industria de la fundición según la invención se usa para la colada de hierro, dado que en este caso se alcanzan temperaturas mayores que en la colada de metales ligeros.

La invención se explica a continuación más detalladamente mediante ejemplos así como haciendo referencia a las figuras adjuntas. A este respecto muestran:

la figura 1: una reproducción fotográfica de la superficie de cuerpos de prueba (los denominados machos de cúpula), que se obtuvieron durante la colada de hierro, en la que se usó un cuerpo moldeado sin

lubricante de moldeo, que contenía aditivos, que se complementaron en parte mediante microesferas huecas de vidrio de borosilicato;

la figura 2: una reproducción fotográfica de la superficie de cuerpos de prueba (los denominados machos de cúpula), que se obtuvieron durante la colada de hierro, en la que se usó un cuerpo moldeado con lubricante de moldeo. El recubrimiento de molde se realizó una vez sin y una vez con microesferas huecas de vidrio de borosilicato.

Métodos de análisis:

Determinación de la densidad aparente:

Se pesa un cilindro de vidrio graduado, cortado en la marca de 1000 ml, vacío. A continuación se introduce la sustancia que va a medirse con ayuda de un embudo para polvo de una vez, de modo que se forma por encima del borde superior del cilindro de medición un cono de deyección. El cono de deyección se limpia con la ayuda de una regla y se elimina el material adherido al lado externo del cilindro. Se pesa de nuevo el cilindro. La diferencia de peso corresponde a la densidad aparente.

Diámetro medio de partícula (d_{50}):

Se determina el diámetro medio de partícula mediante difracción láser en un aparato Mastersizer S, empresa Malvern Instruments GmbH, Herrenberg, Alemania según las instrucciones del fabricante.

Para los ensayos siguientes se usaron microesferas huecas de vidrio de borosilicato Q-Cel de tipo 5020FPS de la empresa OMEGA Minerals Germany GmbH. Las microesferas presenta un color blanco, un tamaño de partícula en el intervalo de 100 - 200 μm , una densidad efectiva de 0,14 - 0,70 g/cm^3 , un coeficiente de dilatación térmica de 9 x 10⁻⁶/°C y una dureza (Mohs) de desde 3,5 hasta 4,0. El tamaño de grano promedio de las microesferas huecas asciende a 40 μm . La resistencia a la compresión asciende a 4 Mpa.

Para la evaluación de las masas de moldeo se produce en cada caso una pieza colada de macho de cúpula. Para ello a partir de una masa de moldeo, compuesta por 20 kg de arena de cuarzo 100 T H25, así como, como aglutinante, 160 g de Novathen[®] 155 y 160 g de Novathen[®] 260 (ASK GmbH, Hilden, Alemania), se produce un macho principal redondo con macho para tapa y macho para bebedero, que encierran un espacio hueco cilíndrico con un diámetro de 310 mm y una altura de 157 mm. En la base del espacio hueco cilíndrico se fijan 5 machos de cúpula en forma de cúpula, que presentan una altura de 50 mm y un diámetro de 50 mm, por medio de un adhesivo. Los machos de cúpula se producen en cada caso a partir de la masa de moldeo que debe someterse a ensayo. El molde se monta pegando firmemente en primer lugar los machos de cúpula sobre la base del espacio hueco del macho principal y cerrando el espacio hueco con el macho para tapa. En el macho para tapa está prevista una abertura circular con un diámetro de 20 mm. Sobre el macho para tapa se fija entonces el macho para bebedero en forma de embudo de tal manera que el embudo conduce a la abertura de bebedero del macho para tapa. La operación de colada tiene lugar por medio de colada por gravedad. La temperatura de colada asciende aproximadamente a 1410 - 1430°C. El tiempo de colada asciende aproximadamente a 10 segundos, el peso de colada aproximadamente a 15 kg.

Ejemplos 1 a 3 y ejemplo comparativo 1: uso de microesferas huecas de vidrio de borosilicato en arenas de moldeo

Para la serie de ensayos se mezcló arena de cuarzo (Quarzwerte GmbH, Frechen), tipo H 32, en primer lugar con los aditivos que debían someterse a prueba y entonces con un aglutinante para caja fría (Isocure[®] 366 (parte I) e Isocure[®] 666 (parte II) de la empresa Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH (ASK). El tiempo de mezclado por componente ascendió a un minuto. Las cantidades de adición del aditivo ascendieron al 0 - 2,0% con respecto al peso total de la arena. Se añadió el sistema de aglutinante en porcentajes del 0,8 - 0,9% por cada parte. La operación de endurecimiento tuvo lugar por medio de gasificación con amina. Para ello se condujo el catalizador 700 de la empresa ASK con una presión de lavado de 2 bar por la caja de machos.

Para el ejemplo comparativo 1 se produjo una mezcla sin aditivo. Para los ejemplos 1 a 3 se usaron en cada caso de ASK, Hilden, Alemania aditivos disponibles a base de almidón (ejemplo 1), mica (ejemplo 2), así como producto granulado de madera dura (ejemplo 3). Se sometieron a prueba los aditivos en cada caso puros (ejemplo (a)), así como modificados con un 2,5% de Q-Cel[®] (ejemplo (b)).

Como metal de colada se usó hierro (GG 25). La temperatura de colada ascendió a entre 1420 y 1430°C. El tiempo de colada ascendió a 10 segundos.

Los datos de ensayo se resumen en la tabla 1.

ES 2 372 618 T3

Tabla 1: Ensayos de colada con cuerpos moldeados sin lubricante de moldeo

Ensayo	Comp.	1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B
Aditivo	--	almidón	Q-CEL/ almidón	mica	Q-CEL/ mica	Producto granulado de madera dura	Q-Cel/ Producto granulado de madera dura
Cantidad	--	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	2%	1%
Parte 1:	0,8%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%
Parte 2 :	0,8%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9	0,8%	0,8%
Composición [%]							
Aditivo		100,0	97,5	100,0	97,5	100,0	97,5
Q – CEL			2,5		2,5		2,0
Características del producto							
Peso a granel		0,58-0,68	0,58-0,64	0,36-0,42	0,39-0,4	0,25-0,30	0,25-0,30
Evaluación de la colada							
Metal de colada	GG 25	GG 25	GG 25	GG 25	GG 25	GG 25	GG 25
Temperatura de colada	1420°C	1420°C	1429°C	1420°C	1420°C	1429°C	1420°C
Tiempo de colada	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"
Intensidad de los nervios foliares	Muy fuerte	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Penetración	Reducida	Intermedia	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Fuerte	Ninguna
Erosión				Fuerte	Ninguna		
Otros							

5 Las probetas de ensayo obtenidas se reproducen fotográficamente en la figura 1. La figura 1 muestra a este respecto en cada caso dos imágenes de la probeta de ensayo, habiéndose usado diferentes direcciones de exposición.

En el ejemplo comparativo, es decir sin adición de un aditivo se observó sólo una penetración reducida, reconocible en la superficie lisa de la probeta de ensayo. Sin embargo, se produjo una formación de nervios foliares muy intensa, que puede reconocerse en las imágenes fotográficas como almas evidentes sobre la superficie de la probeta de ensayo.

10 En el ejemplo 1A, en el que se había añadido almidón puro como aditivo, no se observó ninguna formación de

nervios foliares. En la imagen fotográfica no puede reconocerse en la superficie de la probeta de ensayo ningún alma. La superficie está curvada de manera uniforme. Sin embargo, se produce una penetración intermedia del hierro en el molde de colada. Esto puede reconocerse en la imagen fotográfica de la superficie rugosa de la probeta de ensayo, por la que se dispersa fuertemente la luz incidente.

5 En el ejemplo 1B, en el que se añadió Q-Cel[®] con un porcentaje del 2,5% en peso del almidón como aditivo, no se observa ninguna formación de nervios foliares. La superficie está curva de manera uniforme y no presenta ninguna elevación de cantos afilados. La probeta de ensayo muestra una superficie de colada limpia, que puede reconocerse en la reflexión uniforme, ligeramente especular, de la luz.

10 Si tal como en el ejemplo 2A se usa mica como aditivo, no se observa ninguna formación de nervios foliares. Sin embargo, la probeta de ensayo muestra erosiones fuertes, que pueden reconocerse en la forma irregular de la probeta de ensayo.

15 Si además de la mica tal como en el ejemplo 2B Q-Cel[®] se añaden microesferas huecas como aditivo adicional, no se observa ninguna formación de nervios foliares. Se observa una superficie de colada limpia de la probeta de ensayo. Esto puede reconocerse en la imagen fotográfica en la superficie ligeramente reflectante de la probeta de ensayo.

En el ejemplo 3A se utiliza un producto granulado de madera dura como aditivo. No se observa ninguna formación de nervios foliares. Sin embargo, tal como muestra la imagen fotográfica, se produce una fuerte penetración del hierro líquido en el molde de colada. La superficie de la probeta de ensayo es muy rugosa y dispersa la luz incidente intensamente.

20 Si tal como en el ejemplo 3B al producto granulado de madera dura se le añaden como aditivo adicional microesferas huecas de Q-Cel, no se observa ninguna formación de nervios foliares. La superficie de la probeta de ensayo es lisa, lo que puede reconocerse en la reflexión de la luz incidente.

25 En todos los tipos de aditivo se consiguió con una adición muy reducida de microesferas huecas Q-Cel una mejora clara de la superficie de colada. En este caso es posible eventualmente incluso prescindir del lubricante de moldeo en el caso de piezas coladas de pared delgada o machos con una capa delgada de lubricante de moldeo.

Ejemplo 4 y 5: uso de las microesferas huecas en lubricantes de moldeo

30 A un lubricante de moldeo que actúa ya bien contra la formación de nervios foliares se le añadieron microesferas huecas Q-Cel[®]. Para ello se produjeron machos de cúpula a partir de arena, aditivo y resina para caja fría de manera correspondiente a la descripción que aparece más adelante. Como lubricante de moldeo se usó el producto Kerntop[®] WV 021010B habitual en el comercio de la empresa Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH. En el ejemplo 4 se usó el lubricante de moldeo puro, mientras que en el ejemplo 5 se añadió al lubricante de moldeo un 0,3% en peso de microesferas huecas Q-Cel[®]. Se ajustó la viscosidad de los lubricantes de moldeo de tal manera que se consiguen los mismos grosores de capa con la inmersión. Las condiciones de ensayo así como los resultados se resumen en la tabla 2.

35 Tabla 2: ensayos de colada con cuerpos moldeados con lubricante de moldeo

Ejemplo	4	5
Aditivo		
Arena	H 32	H 32
Parte 1 (IC 366)	0,8%	0,9%
Parte 2 (IC 666)	0,8%	0,9%
Composición [%]		
Kerntop WV 021010 B	100,0	99,7

(continuación)

Ejemplo	4	5
Q – CEL	--	0,3
Características del producto		
Viscosidad Brookfield, husillo 4, 20 UpM	320 mPas	320 mPas
Tiempo de derrame DIN 4mm	12,8 s	12,8 s
Grosor de capa húmeda (aspecto mate)	250 µm	250 µm
Metal de colada	SiMo KKK 6586	SiMo KKK 6586
Temperatura de colada	1478°C	1478°C
Tiempo de colada	aproximadamente 10 s	aproximadamente 10 s
Intensidad de los nervios foliares	Muy intensa	Ninguna
Penetración	Reducida	Ninguna
Erosión	Ninguna	Ninguna

5 Las probetas de ensayo obtenidas se reproducen fotográficamente en la figura 2. En el ejemplo 4 se observa una ligera tendencia a la formación de nervios foliares. La superficie de la probeta de ensayo es ligeramente mate. Se produce una ligera penetración del hierro líquido en el cuerpo moldeado. En el caso de la adición de cantidades reducidas de microesferas huecas de vidrio de borosilicato ya no se obtiene ninguna formación de nervios foliares. La superficie de colada es lisa, lo que puede reconocerse en la reflexión de la luz en la superficie de la probeta de ensayo.

10

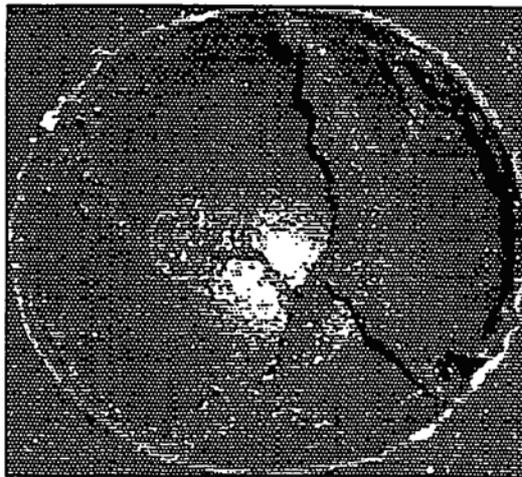
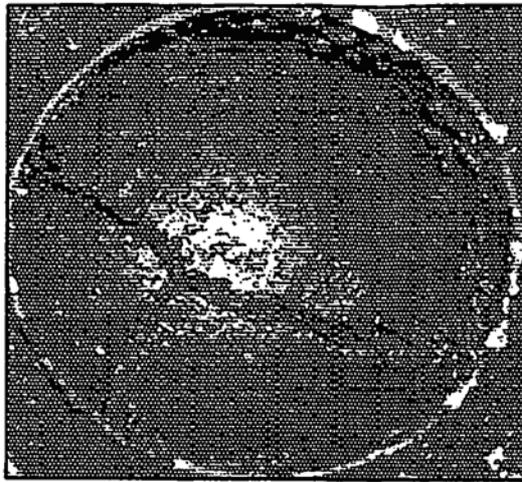
REIVINDICACIONES

1. Masa de moldeo para la producción de moldes de fundición para la industria de la fundición, que comprende al menos:
 - un material de moldeo ignífugo,
- 5 • un aglutinante para endurecer la masa de moldeo,
 - un porcentaje de un vidrio de borosilicato en forma de un producto granulado o de un polvo, encontrándose el diámetro medio D_{50} de las partículas del polvo o producto granulado en el intervalo de desde 5 hasta 500 μm .
- 10 2. Masa de moldeo según la reivindicación 1, caracterizada porque el vidrio de borosilicato está contenido en la masa de moldeo en un porcentaje de al menos el 0,001% en peso, con respecto al material ignífugo.
3. Masa de moldeo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque el vidrio de borosilicato está contenido en forma de microesferas huecas en la masa de moldeo.
4. Masa de moldeo según la reivindicación 3, caracterizada porque las microesferas huecas presentan un diámetro medio inferior a 200 μm .
- 15 5. Masa de moldeo según una de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizada porque las microesferas huecas presentan un grosor de pared del 5 - 30% de su diámetro externo.
6. Masa de moldeo según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizada porque las microesferas huecas presentan una densidad aparente inferior a 1,2 g/ml.
- 20 7. Masa de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el vidrio de borosilicato presenta un porcentaje de boro, calculado como B_2O_3 , superior al 3% en peso.
8. Masa de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el vidrio de borosilicato presenta un punto de ablandamiento inferior a 1500°C.
- 25 9. Masa de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el aglutinante se selecciona de aglutinantes para caja fría, aglutinantes para caja caliente, aglutinantes de silicato, en particular vidrio líquido, y aglutinantes autoendurecibles.
10. Masa de moldeo según la reivindicación 9, caracterizada porque el aglutinante para caja fría se selecciona del grupo de resinas de fenol-uretano, resinas epoxídicas-acrílicas, resinas fenólicas alcalinas, vidrio líquido y resinas autoendurecibles.
- 30 11. Masa de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la masa de moldeo comprende además del vidrio de borosilicato al menos un aditivo adicional para reducir la formación de nervios foliares.
12. Masa de moldeo según la reivindicación 11, caracterizada porque el al menos un aditivo adicional se selecciona de compuestos orgánicos combustibles, mica y óxido de hierro.
- 35 13. Masa de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la masa de moldeo comprende una adición de al menos una fuente de ácido y/o un ácido orgánico o inorgánico.
14. Masa de moldeo según las reivindicaciones 1 a 8, estando configurada la masa de moldeo como lubricante de moldeo.
15. Procedimiento para la producción de un cuerpo moldeado para la industria de la fundición, en el que
 - se proporciona un modelo, que corresponde al menos a una sección de una pieza colada,
- 40 - se introduce una mezcla de material de moldeo, que contiene al menos un material de moldeo ignífugo y un aglutinante, en el modelo,

- se endurece la mezcla de material de moldeo para dar un cuerpo moldeado; y
- se extrae el cuerpo moldeado del modelo;

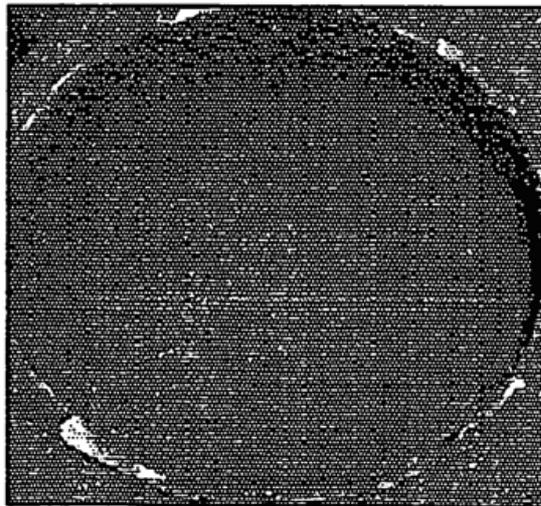
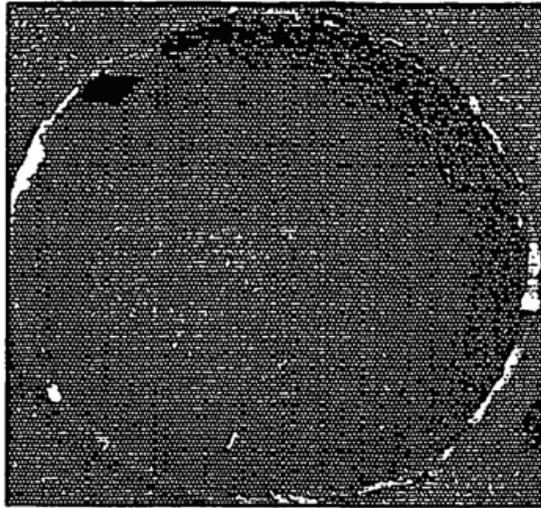
caracterizado porque el procedimiento se realiza de tal manera que se forman al menos secciones del cuerpo moldeado, que durante la colada de metales entran en contacto con metal líquido, a partir de una masa de moldeo según una de las reivindicaciones 1 a 14.

- 5
16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque la mezcla de material de moldeo introducida en el modelo está formada por una masa de moldeo según una de las reivindicaciones 1 a 13.
- 10
17. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque tras la extracción del cuerpo moldeado fuera del modelo se cubren al menos superficies del cuerpo moldeado, que durante una operación de colada entran en contacto con metal líquido, con una masa de moldeo según una de las reivindicaciones 1 a 14.
18. Cuerpo moldeado para la industria de la fundición, constituido por un material de moldeo ignífugo, caracterizado porque al menos en las secciones del cuerpo moldeado, que durante una operación de colada entran en contacto con metal líquido, está contenido vidrio de borosilicato.
- 15
19. Cuerpo moldeado según la reivindicación 18, caracterizado porque el vidrio de borosilicato está contenido en forma de microesferas huecas.
20. Uso de un cuerpo moldeado para la industria de la fundición según una de las reivindicaciones 18 ó 19, en un procedimiento para colar una pieza colada de un metal.



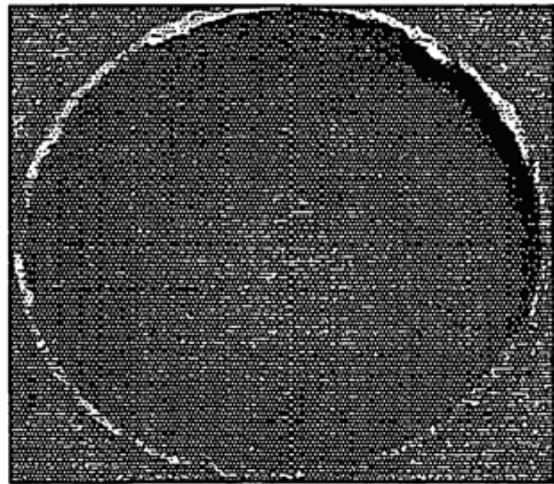
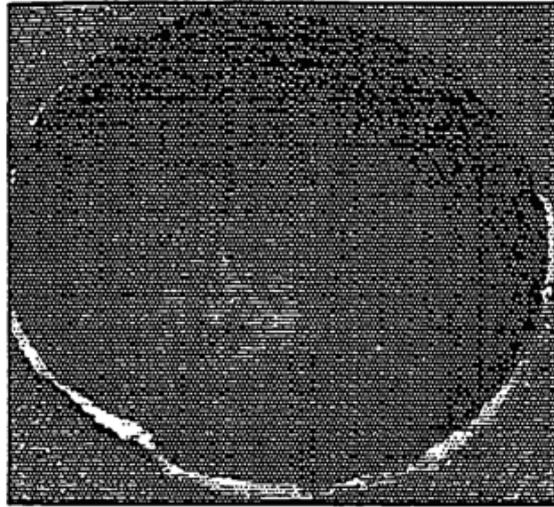
Comparación

Fig. 1



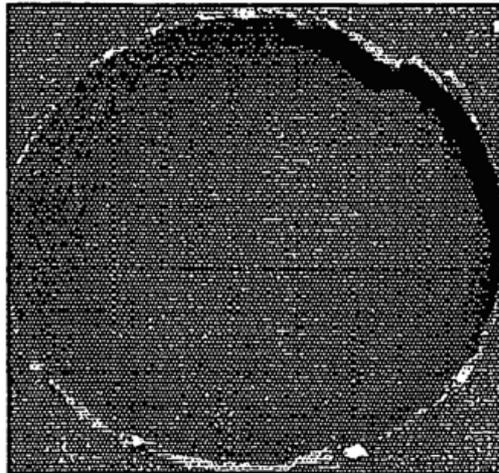
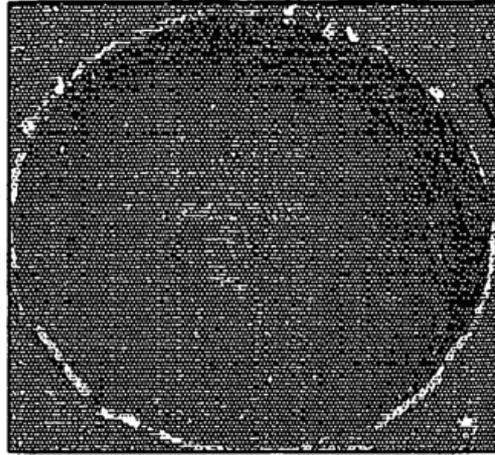
Ejemplo 1A

Fig. 1



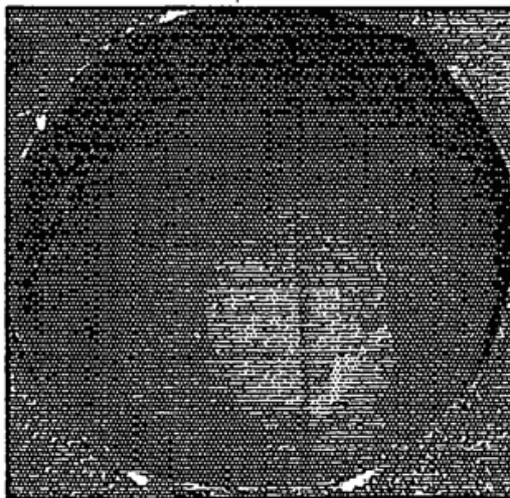
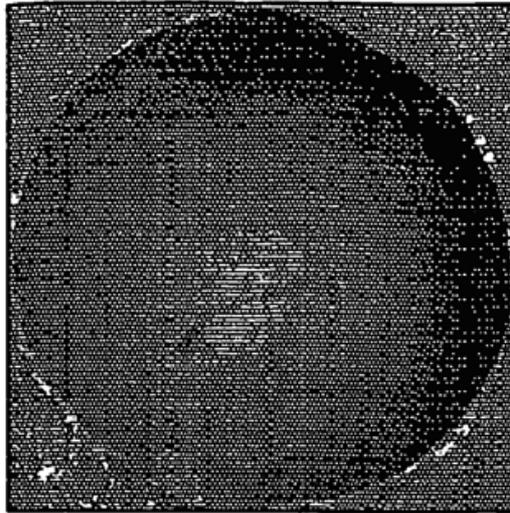
Ejemplo 1B

Fig. 1



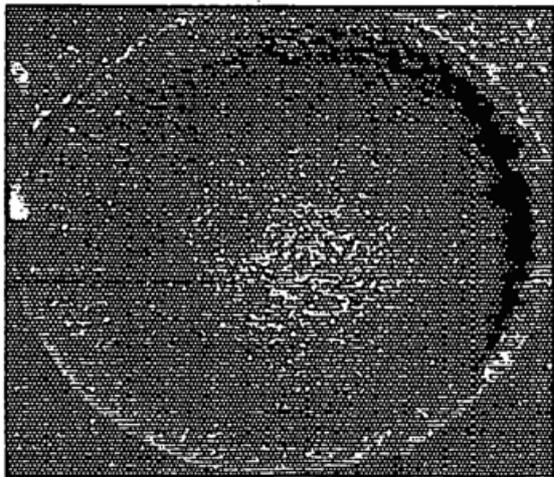
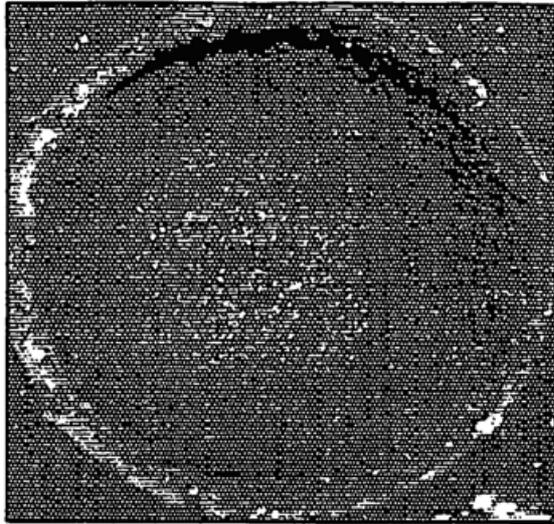
Ejemplo 2A

Fig. 1



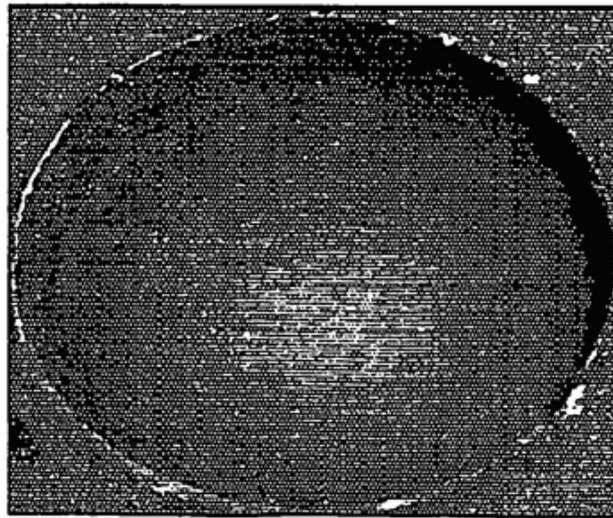
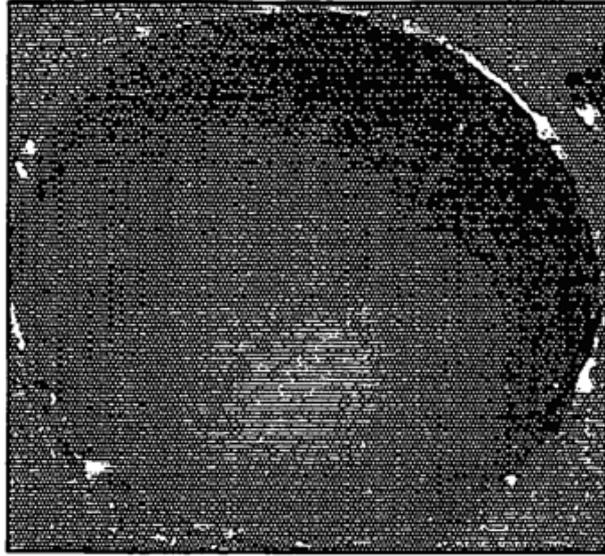
Ejemplo 2B

Fig. 1



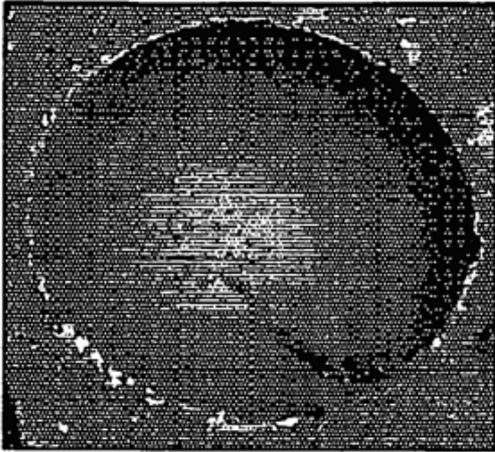
Ejemplo 3A

Fig. 1



Ejemplo 3B

Fig. 1



Ejemplo 4



Ejemplo 5

Fig. 2