

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 962 835**

51 Int. Cl.:

B22C 1/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2016 PCT/EP2016/079371**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017 WO17093371**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2016 E 16804802 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023 EP 3383565**

54 Título: **Procedimiento para la producción de partículas compuestas refractarias y de elementos de mazarota para la industria de la fundición, elementos de mazarota correspondientes y usos**

30 Prioridad:

01.12.2015 DE 102015120866

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

21.03.2024

73 Titular/es:

**HÜTTENES-ALBERTUS CHEMISCHE WERKE
GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER
HAFTUNG (100.0%)
Wiesenstraße 23
40549 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**LEHMANN, SANDRA;
RIEMANN, KLAUS;
ZIMMER, NILS;
LIEBER, HERMANN y
HÜBERT, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 962 835 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

Procedimiento para la producción de partículas compuestas refractarias y de elementos de mazarota para la industria de la fundición, elementos de mazarota correspondientes y usos

La presente invención se refiere a un procedimiento para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición, un elemento de mazarota correspondiente, el uso de un proceso de encapsulación de matriz para la producción de partículas compuestas y el uso de partículas compuestas selladas. La invención también se refiere a un procedimiento para producir partículas compuestas refractarias y su uso. La invención se define en las reivindicaciones adjuntas y en los pasajes correspondientes de la descripción.

El término "mazarota" o "elemento de mazarota" en el contexto de los presentes documentos incluye tanto carcasas de mazarota, insertos de mazarota y tapas de mazarota como también almohadillas térmicas.

Al producir piezas moldeadas metálicas en la fundición, el metal líquido se vierte en un molde de fundición y allí se solidifica. El proceso de solidificación está asociado con una reducción en el volumen del metal y, por lo tanto, se utilizan regularmente mazarotas, es decir, espacios abiertos o cerrados dentro o sobre el molde de fundición, para compensar el déficit de volumen cuando la pieza de fundición se solidifica y así evitar que se formen huecos en la pieza de fundición. Las mazarotas están conectadas a la pieza de fundición o al área vulnerable de la pieza de fundición y normalmente están ubicadas encima y/o al costado de la cavidad del molde. Actualmente, para masas de mazarota para la producción de mazarotas y en las mismas mazarotas, se utilizan regularmente materiales de relleno ligeros, que deben tener un buen efecto aislante con resistencia a altas temperaturas y bajo peso.

Las mazarotas y masas para mazarota aislantes y exotérmicas contienen uno o más materiales de relleno refractarios como componente principal. Estos forman, por un lado, el marco estructural de una mazarota y, por otro lado, son decisivos para el efecto de aislamiento o el equilibrio térmico positivo en la mazarota y, por tanto, para el buen rendimiento de la misma.

Además de la densidad aparente, la resistencia térmica es uno de los criterios más importantes para seleccionar un material de relleno refractario adecuado para mazarotas. El tipo de masa de mazarota, ya sea aislante o exotérmico, así como el área de aplicación de la mazarota determinan en gran medida los requisitos que debe cumplir el material de relleno refractario.

El documento EP 2 139 626 B1 se refiere a un "material de relleno vertible para su uso como material relleno para masas de mazarotas para la producción de mazarotas" (ver reivindicación 1). El material de relleno comprende partículas de core-shell. En el párrafo [0023] se describe una densidad aparente preferida de 85 g/l a 500 g/l.

El documento WO 2013/014118 A2 se refiere a una "mazarota y a una composición moldeable para su producción" (denominación). La ceniza de cáscara de arroz se utiliza como material de relleno.

El documento DE 10 2012 200 967 A1 se refiere a "mazarotas y composición moldeable para su fabricación que comprende diatomita (kieselgur) calcinada" (denominación). Las mazarotas reivindicadas se fabrican, entre otros, según el procedimiento de caja fría de poliuretano. La diatomita calcinada descrita debe tener una densidad aparente de 600 g/l o más.

CN 103 130 523 B se refiere a un material de mazarota y a un proceso de producción del mismo.

Técnica anterior adicional a considerar se divulga en

US 2012/0295026 A1,

DE 10 2010 045 479 A1 y

DE 11 2008 000 701 B4.

En la práctica industrial, se utilizan a menudo esferas (especialmente las hechas de cenizas volantes) en las mazarotas. Estas se pueden dividir en diferentes niveles de calidad, que están determinados en particular por el contenido de Al_2O_3 y la proporción de álcalis y alcalinotérreos, así como por los elementos acompañantes como, por ejemplo, el hierro. En la práctica se necesitan esferas de especial calidad, especialmente en el ámbito de la fundición de cobre, hierro y acero; sin embargo, su cantidad es limitada o son muy caras, por lo que existe una necesidad constante de alternativas disponibles de forma reproducible.

Se conocen como materiales de relleno ligeros, por ejemplo, vidrio expandido de la empresa Liaver y vidrio espumado de la empresa Poraver, esferas huecas de vidrio tipo K20 de la empresa Omega así como perlita expandida. Sin embargo, estas materias primas se utilizan habitualmente en la fundición de cobre y hierro y especialmente en la

fundición de acero y no son utilizables en la fundición con masas exotérmicas sin mayor refinamiento (como, por ejemplo, la aplicación de un revestimiento refractario) porque los puntos de fusión de las materias primas están por debajo de 1000 °C, pero generalmente en el rango de 700 a 900 °C y esta temperatura se excede durante la fundición (ver también la siguiente tabla "Resistencia térmica requerida").

5

Tipo de fundición en la industria de mazarotas	Fundición de aluminio	Fundición de cobre	Fundición de hierro	Fundición de acero	Masas exotérmicas
resistencia térmica mínima requerida	800°C	1200°C	1400°C	1500°C	1700°C

Tabla "Resistencia térmica requerida"

Una materia prima que tiene una resistencia térmica de hasta aprox. 2000°C y por lo tanto se puede utilizar en mazarotas para fundición de cobre, hierro y acero, es el corindón esférico hueco (Al_2O_3). Sin embargo, debido a su alta densidad aparente de aproximadamente 750 a 1000 g/l (dependiendo del proceso de fabricación), el uso de corindón esférico hueco en las mazarotas no suele ser económico. Además, la buena conductividad térmica del corindón esférico hueco no es ventajosa para el uso en mazarotas, donde es decisivo un buen efecto aislante.

Las materias primas habituales para las mazarotas son la arena de cuarzo y la chamota. Aunque estas materias primas económicas se encuentran en el rango de temperatura de 1700-1800°C en términos de resistencia térmica, tienen densidades aparentes altas y propiedades aislantes comparativamente pobres. Una materia prima aislante refractaria para mazarotas para su uso en fundición de hierro y acero con una densidad aparente menor que el corindón esférico hueco, la arena de cuarzo y la chamota son partículas de núcleo y cubierta (core-shell) de la empresa Chemex GmbH. Estas partículas tienen un núcleo de vidrio y una cubierta refractaria; la densidad aparente suele estar en el rango de 470-500 g/l. Las densidades aparentes indicadas anteriormente todavía se consideran demasiado altas para algunos fines.

Investigaciones propias han demostrado que la forma de los materiales de relleno (ligeros) en un elemento de mazarota para la industria de la fundición tiene una influencia significativa en sus propiedades mecánicas (resistencia, permeabilidad al gas, etc.). En muchos casos se prefieren los materiales de relleno ligeros esféricos para lograr alta resistencia y permeabilidad a los gases.

Un objetivo principal de la presente invención era proporcionar un procedimiento mejorado para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición, que pueda adaptarse fácilmente a los requisitos prácticos con respecto a las propiedades de las partículas presentes en la mazarota. El procedimiento a especificar debe dar lugar a una mazarota que contenga partículas con un tamaño de grano inferior a 2 mm. Dependiendo del diseño individual del procedimiento a especificar, las partículas deberían tener una densidad aparente baja y/o una estabilidad térmica alta.

El procedimiento a especificar debería incluir o permitir preferiblemente el uso o la producción de partículas de material de relleno que tengan una o más, preferiblemente todas, las siguientes propiedades:

- una resistencia térmica particularmente alta,
- excelentes propiedades de aislamiento,
- buena capacidad de vertido
- una alta esfericidad
- capacidad de fluir
- y
- una densidad aparente inferior a 350 g/l.

El procedimiento a especificar para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición debería poder ajustarse de manera flexible con respecto a la producción y el uso de partículas de material de relleno de tamaños variables; En particular, el procedimiento debería permitir la producción y el uso de partículas de material de relleno con un tamaño de grano inferior a 2 mm (preferiblemente inferior a 0,8 mm) en la producción de un elemento de mazarota. Las partículas de material de relleno a producir y utilizar deben poder tener una composición variable. Esta variabilidad y flexibilidad del procedimiento a especificar debería permitir producir un elemento de mazarota cuyas propiedades de material se adapten individualmente a las necesidades de cada caso individual. Por lo tanto, el procedimiento a especificar para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición debería ser más

independiente de la disponibilidad en el mercado de partículas de relleno de un tamaño y composición definidos que los procedimientos anteriores para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición.

En particular, el procedimiento que se especificará para producir un elemento de mazarota exotérmico y un elemento de mazarota exotérmico o aislante (no exotérmico) debería ser adecuado para su uso en fundición de hierro, acero o cobre.

Otro objetivo de la presente invención era especificar un elemento de mazarota correspondiente. Otros objetos de la presente invención surgen, mutatis mutandis, de las declaraciones anteriores y resultan de las explicaciones correspondientes en el siguiente texto.

El objetivo principal planteado en relación con el procedimiento a especificar se logra según la invención mediante un procedimiento para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición, que comprende los siguientes pasos:

(a) producir partículas compuestas (preferiblemente refractarias, preferiblemente altamente refractarias) con un tamaño de grano inferior a 2 mm, determinado mediante tamizado, en un proceso de encapsulación de matriz con las siguientes etapas:

(a1) Producir gotas de una suspensión a partir de al menos los siguientes materiales de partida:

(i) una o más sustancias refractarias seleccionadas del grupo formado por sólidos refractarios y precursores de sólidos refractarios,

(ii) una o más sustancias reductoras de densidad seleccionadas del grupo que consiste en materiales de relleno ligeros con una densidad aparente respectiva en el intervalo de 10 a 350 g/l, preferiblemente en el intervalo de 10 a 250 g/l, lo más preferiblemente en el rango de 10 a 100 g/l, medios expansores y cargas pirolizables,

(iii) como fase continua, un líquido solidificable,

(a2) solidificar el líquido solidificable de modo que las gotas se endurezcan en gotas endurecidas y la, o las, sustancias refractarias, así como la, o las, sustancias reductoras de densidad se encapsulen en la fase continua de solidificación,

(a3) tratar (preferiblemente tratar térmicamente) las gotas endurecidas de modo que resulten dichas partículas compuestas,

(b) mezclar las partículas compuestas producidas en el paso (a) o una fracción de estas partículas compuestas con un aglutinante y opcionalmente componentes adicionales para formar una masa de mazarota,

(c) formar y endurecer la masa de mazarota hasta convertirla en un elemento de mazarota.

La invención se basa en el conocimiento de que la encapsulación en matriz (encapsulación) de los materiales de partida especificados en el paso (a1) (véanse los puntos (i) a (iii) en el paso (a1)) puede producir partículas compuestas que tienen las propiedades primarias enumeradas anteriormente.

Las partículas compuestas obtenidas según el procedimiento según la invención tienen un tamaño de grano determinado mediante tamizado inferior a 2 mm. La determinación mediante tamizado se realiza según DIN 66165-2 (4.1987) según el procedimiento F mencionado allí (tamizado mecánico con un tamiz individual móvil o un conjunto de tamices en un fluido gaseoso estacionario). Se utiliza una criba vibratoria de control RETSCH AS 200; la amplitud se establece en el nivel 2; no se lleva a cabo ningún tamizado de intervalo, el tiempo de tamizado es de 1 minuto.

El término "sólidos refractarios" incluye sólidos que se califican como "refractarios" según DIN 51060; El término "sólidos refractarios" incluye también los sólidos del grupo formado por óxido de aluminio, óxido de circonio, dióxido de titanio, grafito, dióxido de silicio, óxido de magnesio, óxido de calcio, silicato de calcio, filosilicatos (preferiblemente mica), silicatos de aluminio, aluminio y magnesio, silicato (preferiblemente cordierita), carburo de silicio, nitrato de boro, óxidos mixtos, que contienen uno o más átomos metálicos de los óxidos metálicos antes mencionados, y silicatos mixtos, que contienen uno o más átomos metálicos de los silicatos metálicos antes mencionados.

"Precursores de sólidos refractarios" son materiales que, al tratar las gotas endurecidas (paso (a3)), se convierten en "sólidos refractarios" como se define anteriormente, por ejemplo, mediante un tratamiento térmico.

En el contexto de la presente invención, una partícula o material (por ejemplo, un conjunto de partículas de la misma composición) se considera como térmicamente estable si la partícula o material está por debajo de un límite superior de temperatura determinado (por ejemplo, 1600 °C o 1700 °C) ni se funde ni se ablanda con pérdida de forma espacial

o incluso se descompone. Un conjunto de partículas de la misma composición se considera térmicamente estable, en particular si no sinterizan a una determinada temperatura en el ensayo de sinterización. Para realizar la prueba de sinterización, consulte "Procedimiento para determinar la resistencia térmica (prueba de sinterización)" a continuación.

- 5 La característica "producir gotas de una suspensión a partir de al menos los siguientes materiales de partida" incluye "producir gotas de una suspensión a partir exclusivamente de los siguientes materiales de partida", así como "producir gotas de una suspensión a partir de los siguientes materiales de partida y otros materiales de partida".

10 En el presente texto se entiende por "proceso de encapsulación de matriz" un proceso en el que en primer lugar se producen gotas de una dispersión, comprendiendo la dispersión una sustancia en estado sólido o líquido que está suspendida en una matriz (fase continua). A partir de las gotas se obtienen partículas compuestas mediante solidificación y, en caso necesario, tratamiento posterior. El procedimiento según la invención comprende en el paso (a) un proceso de encapsulación de matriz específico con los subpasos definidos anteriormente. Un proceso típico para producir partículas de núcleo-cubierta (core-shell) se diferencia del proceso de encapsulación de matriz en que en las partículas de núcleo-cubierta el material de la cubierta sólo envuelve un único núcleo. Este núcleo único de una
15 partícula núcleo-cubierta típica generalmente no incluye un aglutinante que una a otros componentes del núcleo. Normalmente, y esto también se aplica en particular a las partículas compuestas producidas usando el proceso de encapsulación de matriz específico según el paso (a) del proceso de acuerdo con la invención, una partícula compuesta producida usando el proceso de encapsulación de matriz comprende más de 5, preferiblemente más de
20 50, micropartículas discretas que consisten en sólido refractario; para sólidos refractarios preferidos ver más abajo. Según la invención se prefieren tales partículas compuestas.

"Sustancias reductoras de la densidad" son sustancias cuyo uso en el procedimiento según la invención conduce a que se logre una densidad aparente reducida de las partículas compuestas resultantes del paso (a3), en comparación
25 con un procedimiento (comparativo) no según la invención, que se lleva a cabo de manera idéntica, en el que, sin embargo, con fines de comparación, estas "sustancias reductoras de densidad" no se utilizan. Dependiendo del tratamiento de una gota endurecida, un medio expansor o un material de relleno pirolizable utilizado puede o no expandirse o pirolizarse. Sólo si (en el paso (a3)) un medio expansor usado se expande o un material de relleno pirolizable usado se piroliza, cumple el criterio de "reducto de densidad".

30 Los "materiales de relleno ligeros" utilizados según la invención son materiales de relleno, o cargas, que presentan respectivamente una densidad aparente en el intervalo de 10 a 350 g/l. Los materiales de relleno típicamente utilizadas en la fundición y preferidos para su uso en el proceso según la invención son

35 - esferas, preferiblemente esferas hechas de cenizas volantes, como, por ejemplo, esferas "Fillite 106" de la empresa Omya GmbH,

- perlita expandida como, por ejemplo, perlita expandida con los nombres "Eurocell 140", "Eurocell 145", "Eurocell 150" o "Eurocell 300" de la empresa RS Raw Materials Sourcing GmbH

40 o

45 - vidrio como, por ejemplo, el vidrio con el nombre "GHL 450" de la empresa LUH Georg H. Luh GmbH, el producto con el nombre "JJ Glass Bubbles" de la empresa Jebesen & Jessen GmbH & Co. KG, el producto con el nombre "Q-cel@300" de la empresa Potters Industries o los productos "K1", "K15" o "K20" de la empresa 3M.

Los "medios expansores" son sustancias utilizadas en el tratamiento de las gotas endurecidas en el paso (a3), por ejemplo, al calentar, se expanden o liberan gases de expansión y crean así cavidades en las partículas compuestas.

50 Los "materiales de rellenos pirolizables" son materiales de relleno que, cuando se tratan las gotas endurecidas en el paso (a3), por ejemplo, al calentarlas, pirolizan parcial o completamente, preferiblemente completamente.

Un material de relleno pirolizable también puede ser un material de relleno ligero con una densidad aparente respectiva en el intervalo de 10 a 350 g/l. Un material de relleno pirolizable también puede ser un medio expansor. Un medio
55 expansor también puede ser un material de relleno ligero con una densidad aparente respectiva en el intervalo de 10 a 350 g/l.

60 Las partículas compuestas que se producen en el paso (a) del procedimiento según la invención tienen una densidad aparente particularmente baja debido al uso de las sustancias reductoras de densidad en el paso (ii), pero que se ajusta individualmente según las necesidades del caso individual y en particular, cuando se utilizan medios expansores y/o materiales de relleno pirolizables, una porosidad alta, pero adaptada individualmente según las necesidades de cada caso individual, de modo que las partículas compuestas resultantes producidas individualmente tienen un alto efecto aislante y al mismo tiempo tienen una baja densidad aparente.

En el paso (b) del procedimiento según la invención, las partículas compuestas producidas en el paso (a), o una fracción de estas partículas, se mezclan con un aglutinante y, opcionalmente, con otros componentes, para formar una masa de mazarota. Una fracción de las partículas compuestas producidas en el paso (a) se puede separar de cualquier forma, con o sin limitación a partículas compuestas con un tamaño de grano definido. En particular, si de las partículas compuestas resultantes en el paso (a3), sólo se van a utilizar en el paso (b) aquellas con un tamaño de grano definido, se prefiere el fraccionamiento mediante tamizado.

En un procedimiento según la invención para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición, en el paso (b) se usan preferiblemente uno o más aglutinantes, que se seleccionan del grupo que consiste en:

- aglutinantes orgánicos, por ejemplo, componentes aglutinantes de caja fría, preferiblemente componentes de un sistema aglutinante de 2 componentes para producir un poliuretano a partir de una resina de éter bencílico y un poliisocianato, (ii) componentes aglutinantes de caja caliente, (iii) almidón y (iv) polisacáridos y

- aglutinantes inorgánicos, por ejemplo, vidrio soluble, opcionalmente en combinación con dióxido de silicio amorfo.

En este caso se prefiere especialmente un procedimiento según la invención, donde la cantidad total de aglutinantes utilizados en el paso (b) está en el intervalo de 1 a 50 % en peso, de manera especialmente preferente en el intervalo de 5 a 30 % en peso, de forma más especialmente preferente en el rango de 10 a 20% en peso, basado en la masa total de la masa de mazarota producida en el paso (b).

En relación con la presente invención, se hace referencia a las siguientes referencias bibliográficas, que el experto en la técnica tendrá en cuenta dependiendo de las necesidades de cada caso individual.

El documento DE 2 214 073 A1 divulga "Procedimiento y dispositivo para la producción de productos cerámicos expandidos" (título). Los productos cerámicos tienen preferiblemente un diámetro inferior a 5 mm y densidades aparentes de 0,1 a 1 kg/l.

El documento DE 2 418 027 A1 se refiere a "estructuras de dióxido de titanio" (denominación). El documento DE 2 714 139 A1 se refiere a un "procedimiento para producir un material refractario". El documento GB 2 034 678 B se refiere a "Bolas que contienen carburo de tungsteno" (título).

El documento DE 69 122 393 T (correspondiente al documento EP 0 538 350 B1) se refiere a "material soporte aglomerado" (título). Este material puede producirse añadiendo iones metálicos adecuados a los alginatos.

El documento DE 69 424 232 T2 (correspondiente al documento EP 0 639 544 B1) se refiere a "partículas cerámicas en forma de red" (título).

El documento DE 19 706 743 A1 se refiere a "Mezclas de sustancias refractarias" (título).

El documento DE 19830795 A1 se refiere a "Cerámica porosa" (título).

El documento DE 699 14 207 T (correspondiente al documento EP 1 117 626 B1) se refiere a "espuma cerámica" (denominación).

El documento DE 69 817 009 T (correspondiente al documento EP 1030734 B1) se refiere a un "material activo encapsulado en una matriz de alginato" (denominación).

El documento DE 10 058 221 A1 se refiere a "Procedimiento y dispositivo para producir bolas de alginato con alta resistencia".

El documento DE 60 103 638 T (correspondiente al documento EP 1 280 732 B1) se refiere a "microgránulos de fosfato de calcio" (denominación).

El documento DE 10 217 138 se refiere a "Partículas esféricas de óxidos de actínidos".

El documento EP 1 794 277 B1 se refiere a "Detergentes y productos de limpieza con ingredientes activos inmovilizados" (título). Por el documento DE 10 2008 036 094 A1 se conocen "gránulos metálicos semiconductores esféricos" (denominación).

El documento DE 4 125 133 C2 se refiere a "Procedimiento y dispositivo para producir bolas de alginato" (título).

Se prefiere un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), en donde en el paso (a1), la producción de gotas se realiza mediante una o más boquillas, preferiblemente boquillas vibratorias,

y/o

en el paso (a2) la solidificación del líquido solidificable se induce mediante enfriamiento, secado o reacción química.

En el paso (a1) se prefiere el uso de una o más boquillas, preferiblemente boquillas vibratorias, para producir las partículas compuestas de manera eficiente en el tiempo y con un tamaño de grano lo más uniforme posible.

Se prefiere un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde el líquido solidificable usado en el paso (a1) es un líquido que puede solidificarse mediante reacción química y en el paso (a2) la solidificación del líquido solidificable se induce mediante una reacción química.

La solidificación del líquido solidificable mediante reacción química tiene la ventaja de que este proceso es generalmente irreversible y también es lo suficientemente rápido como para que cuando el líquido solidificable gotea y por tanto se solidifica, el líquido solidificable generalmente retiene la forma de la gota. La solidificación por procedimientos físicos, como, por ejemplo, enfriamiento o secado, son reversibles en algunos casos y en estos casos puede revertirse (al menos parcialmente), por ejemplo, mediante el suministro de calor o humedad.

Es particularmente preferido un proceso según la invención como se describió anteriormente (en particular un proceso al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde el líquido solidificable es un líquido que puede solidificarse mediante una reacción de intercambio catiónico, preferiblemente un líquido que puede solidificarse mediante reacción con iones de calcio y/o iones de bario y/o iones de manganeso, preferiblemente mediante reacción con iones de calcio.

En la práctica, las reacciones de intercambio catiónico tienen la ventaja de que normalmente se completan en un período de tiempo comparativamente corto.

En el paso (a2), se prefiere llevar a cabo una reacción de intercambio catiónico en la que el líquido solidificable contiene cationes monovalentes y se pone en contacto con iones de calcio para solidificar el líquido solidificable; En lugar de iones de calcio también se pueden utilizar iones de bario o iones de manganeso. En el procedimiento preferido, los cationes monovalentes contenidos en el líquido solidificable se intercambian por iones de calcio para solidificar el líquido solidificable. Los iones de calcio tienen una relación equilibrada entre carga y movilidad iónica. En general se aplica lo siguiente: la carga del catión a intercambiar con el catión monovalente presente en el líquido solidificable debe ser lo más alta posible, de modo que durante el intercambio catiónico se formen compuestos poco solubles. El catión también debe tener la mayor movilidad iónica posible para que la reacción química deseada se produzca lo más rápido posible. La movilidad iónica de los cationes disminuye a medida que aumenta la carga del catión.

Es particularmente preferido un proceso según la invención como se describió anteriormente (en particular un proceso al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde el líquido solidificable es un líquido que puede solidificarse mediante reacción con iones de calcio,

que comprende uno o más aglutinantes seleccionados del grupo que consiste en alginato, PVA, quitosano y sulfoxietilcelulosa,

y/o (preferiblemente "y")

es una solución acuosa

donde el líquido solidificable es preferiblemente una solución acuosa de alginato,

donde el líquido solidificable es de manera especialmente preferida una solución acuosa de alginato de sodio.

Las soluciones de alginato, en particular las soluciones de alginato de sodio, preferentemente en forma de una solución acuosa, son especialmente adecuadas para su uso como líquido solidificable mediante reacción con iones de calcio en un procedimiento según la invención, ya que son respetuosas con el medio ambiente, degradables y, en particular, no tóxicas. Además, dichas soluciones de alginato se pueden solidificar de forma reproducible y estandarizada. Las partículas compuestas obtenidas en estudios propios, para cuya producción se utilizaron soluciones de alginato como líquido solidificable, tenían una estructura uniforme con partículas de sustancias refractarias distribuidas o dispuestas uniformemente.

Se da preferencia a un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), en el que

el o al menos uno de los materiales de relleno utilizados en el paso (a) como sustancia reductora de la densidad del componente (ii), preferentemente con un tamaño de grano inferior a 0,8 mm, de forma especialmente preferente inferior a 0,5 mm, de forma muy especialmente preferente inferior a 0,3 mm, determinado mediante tamizado (ver arriba el procedimiento de determinación), se selecciona del grupo que consiste en:

esferas huecas inorgánicas, esferas huecas orgánicas, partículas hechas de material poroso y/o espumado, cenizas de cáscara de arroz, partículas de núcleo-cubierta (core-shell) calcinadas y diatomea calcinada

y/o

donde el o al menos uno de los medios expansores usados como componente (ii) en el paso (a) se selecciona del grupo que consiste en:

- carbonatos, bicarbonatos y oxalatos, preferentemente con cationes del grupo de los metales alcalinos y alcalinotérreos, preferentemente carbonatos, bicarbonatos y oxalatos de calcio,

- harina de cáscara de coco, preferentemente harina de cáscara de coco con la denominación "Coconit 300" de la empresa Mahlwerk Neubauer-Friedrich Geffers GmbH,

- harina de cáscara de nuez, preferiblemente harina de cáscara de nuez con la denominación "Harina de cáscara de nuez 200 m" de la empresa Ziegler Minerals,

- harina de pepitas de uva, preferentemente harina de pepitas de uva con la denominación "Harina de pepitas de uva M100" de la empresa A+S BioTec,

- harina de hueso de aceituna, preferentemente harina de hueso de aceituna con la denominación "OM2000" o "OM3000" de la empresa JELU-Werk,

- almidón

- harina de trigo, preferentemente harina de trigo con la denominación "Harina 405" de la empresa Hummel,

- harina de maíz, preferentemente harina de maíz con la denominación "Harina de maíz "MK100" de la empresa Hummel,

- dextrina de patata,

- azúcar, por ejemplo, sacarosa,

- semillas de planta,

- harina de madera, preferiblemente harina de madera con la denominación "Holzmehl Ligno-Tech 120mesh TR" de la empresa Brandenburg Holzmühle,

y

- ceniza de cáscara de arroz, preferiblemente ceniza de cáscara de arroz con un alto contenido de carbono, por ejemplo, una ceniza de cáscara de arroz denominada "Nermat AF (<80 µm)" de la empresa Refratech,

y/o

donde el o al menos uno de los materiales de relleno pirolizables utilizados como componente (ii) en el paso (a) se selecciona del grupo que consiste en:

- perlas de plástico, preferiblemente perlas de plástico "Expancel® 091 DE 80 d30" de la empresa Akzo Nobel o perlas de plástico "SPHERE ONE EXTENDOSPHERES™ PM 6550 Hollow Plastic Spheres" de la empresa KISH Company Inc.

y

- esferas de poliestireno, preferiblemente esferas de poliestireno "F655-N" de la empresa BASF.

Es particularmente preferido un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde

la cantidad total de materiales de relleno ligeros utilizados se sitúa en el intervalo de hasta el 30 % en peso, de forma especialmente preferente en el intervalo del 1 al 10 % en peso, de forma especialmente preferente en el intervalo del 3 al 5 % en peso, referido a la masa total de la suspensión producida en el paso (a1),

5 y/o

la cantidad total de medios expansores utilizados se sitúa en el intervalo hasta el 30 % en peso, de forma especialmente preferente en el intervalo del 1 al 20 % en peso, de forma especialmente preferente en el intervalo del 3 al 10 % en peso, referido a la masa total de la suspensión preparada en el paso (a1),

10 y/o

la cantidad total de materiales de relleno pirolizables utilizados se sitúa en el intervalo hasta el 30 % en peso, de forma especialmente preferente en el intervalo del 1 al 20 % en peso, de forma especialmente preferente en el intervalo del 3 al 10 % en peso, referido a la masa total de la suspensión preparada en el paso (a1).

15 Preferiblemente la cantidad total de sustancias reductoras de densidad utilizadas está en el intervalo de 3 a 10% en peso, basado en la masa total de la suspensión preparada en el paso (a1).

20 Los materiales de relleno pirolizables anteriores utilizados como componente (ii) se pueden usar individualmente o en combinación.

Se prefiere especialmente un procedimiento según la invención, donde al menos uno de los medios expansores utilizados como componente (ii) en el paso (a) se selecciona del grupo que consiste en:

25 - harina de madera, preferiblemente harina de madera con la denominación "Holzmehl Ligno-Tech 120mesh TR" de la empresa Brandenburg Holzmühle,

30 - harina de maíz, preferentemente harina de maíz con la denominación "Harina de maíz "MK100" de la empresa Hummel,

- azúcar, por ejemplo, sacarosa.

35 Los medios expansores usados anteriormente como componente (ii) se pueden usar individualmente o en combinación.

40 Las sustancias reductoras de densidad mencionadas anteriormente (como, por ejemplo, materiales de relleno ligeros, medios expansores, o materiales de relleno pirolizables), para la producción de partículas compuestas con una densidad aparente especialmente baja se encuentran en el mercado en grandes cantidades. Su utilización en el procedimiento según la invención permite la producción reproducible de elementos de mazarota ligeros y bien aislantes para la industria de la fundición.

Se da preferencia a un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde

45 el o al menos uno de los sólidos refractarios utilizados en el paso (a1) como sustancia refractaria del componente (i) se selecciona del grupo que consiste en:

50 - óxidos, nitruros y carburos, que comprenden cada uno de ellos uno o varios elementos del grupo formado por Si, Al, Zr, Ti, Mg y Ca,

- óxidos mixtos, carburos mixtos y nitruros mixtos, cada uno de los cuales comprende uno o más elementos del grupo formado por Si, Al, Zr, Ti, Mg y Ca,

55 y

- grafito,

60 donde preferiblemente el o al menos uno de los sólidos refractarios usados en el paso (a1) como sustancia refractaria del componente (i) se selecciona del grupo que consiste en:

- óxido de aluminio (por ejemplo, Número CAS. 21645-51-2),

- óxido de circonio (por ejemplo, Número CAS 1314-23-4),

65

- dióxido de titanio (por ejemplo, Número CAS 13463-67-7),
- grafito (por ejemplo, Número CAS 7782-42-5),
- 5 - dióxido de silicio (por ejemplo, Cuarzo con número CAS: 14808-60-7 o SiO₂ vítreo con número CAS: 60676-86-0),
- óxido de magnesio (por ejemplo, Número CAS: 1309-48-4),
- 10 - óxido de calcio (por ejemplo, Número CAS 1305-78-8),
- silicato de calcio (por ejemplo, Número CAS: 1344-95-2),
- filosilicatos, preferiblemente mica,
- 15 - silicatos de aluminio,
- silicato de magnesio y aluminio, preferentemente cordierita,
- 20 - carburo de silicio

y

- nitruro de boro

y/o

el o al menos uno de los precursores de sólidos refractarios utilizados en el paso (a1) como sustancia refractaria del componente (i) se selecciona del grupo que consiste en

- hidróxido de aluminio (por ejemplo, Número CAS: 1344-28-1),
- hidróxido de magnesio (por ejemplo, Número CAS: 1309-42-8),
- 35 - filosilicatos, preferentemente caolinita, montmorillonita e illita,
- arcillas, preferentemente caolín y bentonita,
- fosfatos como el fosfato tricálcico (por ejemplo, Número CAS: 7758-87-4)

y

- carbonatos como

- carbonato de calcio

y

- carbonato de magnesio (por ejemplo, Números CAS: 546-93-0 (anhidro), 13717-00-5 (monohidrato), 5145-48-2 (dihidrato), 14457-83-1 (trihidrato), 61042-72-6 (pentahidrato)).

Se da especial preferencia a un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento que se describe anteriormente o a continuación como preferido), donde la cantidad total de las sustancias refractarias utilizadas en el paso (a1) está en el intervalo de 1 a 70 % en peso, de manera especialmente preferida en el rango de 5 a 50 % en peso, de manera muy particularmente preferida en el rango de 10 a 30 % en peso, referido a la masa total de la suspensión producida en el paso (a1).

Todas las especies mencionadas anteriormente también se pueden utilizar mezcladas entre sí, por ejemplo, carbonatos/fosfatos en forma de cenizas de huesos.

Sustancias refractarias:

Los sólidos refractarios nombrados con anterioridad se pueden usar individualmente o en combinación. Los precursores anteriores se pueden usar individualmente o en combinación. Se puede utilizar sólo sólidos refractarios o sólo precursores, o ambos en combinación.

Filosilicatos

Los filosilicatos preferidos para su uso como sólidos refractarios son los siguientes:

- "Pyrax® RG-140" de la empresa C.H. Erbslöh
- "Mica G" de la empresa Aspanger Bergbau und Mineralwerke GmbH
- "Mica - MG 160" de la empresa Denain-Anzin Minéraux
- y
- Mica de la empresa Aspanger Bergbau und Mineralwerke GmbH con el nombre "Glimmer CMG".

Los filosilicatos preferidos anteriormente se pueden usar individualmente o en combinación.

Óxidos:

En algunos casos es sin embargo ventajoso utilizar ciertos óxidos como sustancia refractaria del componente (i) en el paso (a1), donde al menos uno de estos óxidos se selecciona del grupo que consiste en:

- óxido de aluminio (por ejemplo, Número CAS. 21645-51-2),
- óxido de circonio (por ejemplo, Número CAS 1314-23-4),
- dióxido de titanio (por ejemplo, Número CAS 13463-67-7),
- dióxido de silicio (por ejemplo, cuarzo con número CAS: 14808-60-7 o SiO₂ vítreo con número CAS: 60676-86-0),
- óxido de magnesio (por ejemplo, Número CAS: 1309-48-4),
- y
- óxido de calcio (por ejemplo, Número CAS 1305-78-8).

Los óxidos anteriores se pueden usar individualmente o en combinación.

Los óxidos de aluminio preferidos son el óxido de aluminio "Nabalox® NO315" de la empresa Nabaltec AG, el óxido de aluminio "Alodur® EK S1" de la empresa Treibacher Schleifmittel, el óxido de aluminio "Alumina DF2" de la empresa MAL Magyar Aluminium y el óxido de aluminio "Edelkorund weiss EK - Filterstaub" de la empresa Wester Minerals.

Una combinación preferida de óxidos metálicos es una mezcla de óxido de aluminio y óxido de circonio tal como, por ejemplo, "Alodur® ZKSF" de la empresa Treibacher Schleifmittel.

Los óxidos de silicio preferidos son el óxido de silicio "Sillimat GS (<80 µm)" de la empresa Refratch, el óxido de silicio "Kalzinierte Reisspelzen" de la empresa Ziegler Mineralstoffe, el óxido de silicio "Aerosil 200" de la empresa Evonik, el óxido de silicio "SiO₂" RW-Füller Q1 plus" de la empresa RW Silicium GmbH y el óxido de silicio "Millisil-Mehl W8" de la empresa Quartzwerke.

Un silicato de calcio preferido es el silicato de calcio "China Wollastonit TMM S.G." de la empresa Possehl Erzkontor.

Silicatos de aluminio:

Silicatos de aluminio preferidos para uso como sólidos o precursores refractarios son silicatos de magnesio y aluminio y los siguientes silicatos de aluminio:

- "Andalusit 200mesh", "Andalusit 120mesh" o "Kysil 58" de la empresa Europe Minerals,
- "Marlunit DIN 80" de la empresa Cofermin Rohstoffe,
- "Kyanit 100mesh/ 200mesh" de la empresa Possehl Erzkontor,
- "Kyanit 40-120mesh" de la empresa Ziegler Mineralstoffe,

- "Kaolinschamot PrimaCal 50" de la empresa Sibelco Deutschland Westerwald,
- "Harina de porcelana" de la empresa Franz Mandt,
- "Molochit 120/200" de la empresa IMERYS UK

y

- mullita.

Los silicatos de aluminio y magnesio y/o los silicatos de aluminio preferidos mencionados anteriormente se pueden usar individualmente o en combinación.

Los silicatos de magnesio y aluminio preferidos para su uso como sólidos refractarios son cordieritas, preferiblemente "Cordierit C 65" de la empresa České Lupkové Závody S.A., "Cordierit B" de la empresa Alroko GmbH & Co KG y "Cordierit 0-1mm" o "Cordierita DIN 70" de la empresa Spitzer Rohstoffhandelsgesellschaft mbH.

Estos silicatos de magnesio y aluminio preferidos se pueden usar individualmente o en combinación.

Los compuestos o mezclas mencionados anteriormente se pueden usar en combinación entre sí como sólidos refractarios en la presente invención. El experto en la materia puede ajustar específicamente mediante el tipo y la cantidad de sólidos refractarios, por ejemplo, la resistencia térmica deseada de las partículas compuestas y la densidad aparente, que sólo depende en cierta medida de esto. Lo mismo se aplica a los precursores preferidos para sólidos refractarios especificados a continuación, a combinaciones de estos precursores preferidos y a combinaciones de precursores preferidos para sólidos refractarios con sólidos refractarios preferidos como se describió anteriormente.

Precursores:

Una mezcla preferida para usar como precursores de sólidos refractarios es ceniza de huesos, por ejemplo, "ceniza de hueso CALTAN" de la empresa Neue Leimfabrik Tangermünde GmbH.

Caolines particularmente preferidos para uso como precursores de sólidos refractarios son:

- "Chinacill 100" o "Kaolin TEC" de la empresa Amberger Kaolinwerke
- "Kärlicher Blautonmehl" de la empresa Kärlicher Ton- und Schamottewerke Mannheim & Co.KG
- "Satintone W" de la empresa Solvadis Chemag GmbH

y

"Kaolin Burgess No.20" o "Kaolin Burgess BSC SD" de la empresa Omya.

Los caolines particularmente preferidos anteriores se pueden usar individualmente o en combinación.

Las bentonitas particularmente preferidas para su uso como precursores de sólidos refractarios son:

- "Bentone 27" o "Bentone EW" de la empresa Elementis Specialties,
- "Bentonit B" (por ejemplo, número CAS: 1302-78-9) de la empresa C.H. Erbslöh

y

- "Bentonita Volclay" de la empresa Süd Chemie.

Las bentonitas especialmente preferidas anteriormente se pueden utilizar individualmente o en combinación.

El uso de las sustancias refractarias preferidas mencionadas anteriormente conduce a partículas compuestas particularmente resistentes térmicamente (refractarias).

Se entiende que las sustancias refractarias en el paso (a1) están presentes preferiblemente como partículas no agregadas y no aglomeradas, donde preferentemente la relación del tamaño de grano máximo (como se define anteriormente) de las partículas de las sustancias refractarias respecto al tamaño de grano máximo de las partículas

compuestas producidas en el proceso según la invención está preferiblemente en el intervalo de 0,01 a 0,2. De esta manera se pueden reunir muchas partículas de sustancias refractarias en una única partícula compuesta.

Las sustancias refractarias utilizadas en el paso (a1) son preferentemente partículas, preferentemente partículas de sólidos refractarios, preferentemente sólidos refractarios con un tamaño de grano inferior a 0,1 mm, determinado mediante tamizado según DIN 66165-2 (4.1987) utilizando el procedimiento D mencionado allí (tamizado a máquina con tamiz simple estacionario en fluido gaseoso en movimiento, con tamiz de chorro de aire).

Se da preferencia a un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde

el tratamiento según el paso (a3) se lleva a cabo de tal manera que la densidad aparente de las partículas compuestas resultantes sea menor que la densidad aparente de las gotas endurecidas en estado seco (esto se puede lograr, por ejemplo, de forma particularmente fácil, cuando se utilizan sustancias reductoras de densidad seleccionadas del grupo formado por medios expansores y cargas pirolizables, cuando el tratamiento se realiza de tal manera que conduzca a un hinchamiento de los medios expansores o a una pirólisis de las cargas pirolizables)

y / o

dichas partículas compuestas tienen una densidad aparente <700 g/l, preferiblemente <400 g/l, de manera particularmente preferida <300 g/l.

En el marco de la presente invención se reconoció que con una selección específica de los componentes (i), (ii) y (iii) utilizados en el paso (a1) mediante un tratamiento específico de las gotas endurecidas en el paso (a3), se puede conseguir una reducción necesaria en muchos casos de la densidad aparente (por ejemplo, al pirolizar componentes, o reaccionando con la liberación de gases de expansión). Sorprendentemente, la estabilidad dimensional o la resistencia térmica de la partícula compuesta resultante de la gota endurecida no se ve afectada negativamente.

Las partículas compuestas con una densidad aparente < 700 g/l, preferiblemente < 400 g/l, de manera especialmente preferida < 300 g/l, combinan las ventajas de una densidad aparente baja, un alto efecto aislante y una resistencia térmica suficiente; Por lo tanto, se prefiere especialmente su uso en el procedimiento según la invención.

En muchos casos, se prefiere un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde las partículas compuestas resultantes del paso (a3) y/o las partículas compuestas utilizadas en el paso (b) tienen al menos parcialmente un tamaño de grano en un rango de 0,125 mm a 0,5 mm según se determina mediante tamizado. Las partículas compuestas con un tamaño de grano inferior a 0,5 mm generalmente tienen una capacidad de vertido particularmente buena y son particularmente fáciles de procesar en un elemento de mazarota; se prefiere su preparación en el paso (a) del proceso según la invención y su uso en el paso (b).

Las partículas compuestas con un tamaño de grano inferior a 0,125 mm, a menudo, especialmente en procedimientos de caja fría (véase el paso (c) del procedimiento según la invención) no son adecuadas porque cuando se utilizan partículas más pequeñas cuando se introducen gases, la resistencia al flujo se vuelve demasiado grande. Además, con una superficie total de las partículas correspondientemente mayor, se debe utilizar más aglutinante en el paso (b), lo que no es ventajoso. Por lo tanto, preferiblemente al menos el 95 % en peso de las partículas compuestas producidas en el paso (a), basado en la masa total de las partículas compuestas producidas en el paso (a),

y/o

95 % en peso de las partículas compuestas utilizadas en el paso (b), basado en la masa total de las partículas compuestas utilizadas en el paso (b), tienen un tamaño de grano de 0,125 mm o más; esto se aplica en particular cuando en el paso (c) del procedimiento según la invención, la masa de mazarota se forma y se endurece para formar un elemento de mazarota usando el procedimiento de caja fría.

A menudo también se prefiere un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde el componente (ii) como sustancia o sustancias reductoras de la densidad comprende

uno o más medios expansores, y el tratamiento según el paso (a3) se lleva a cabo de tal manera que uno o más medios expansores se expanden y por lo tanto forman cavidades en las partículas compuestas resultantes

y/o comprende

uno o más materiales de relleno pirolizables, y el tratamiento según el paso (a3) se lleva a cabo de tal manera que el uno o más materiales de relleno pirolizables pirolizan y de ese modo forman cavidades en las partículas compuestas resultantes.

La formación de cavidades en el paso (a3) es un aspecto especial de la presente invención cuando se utilizan medios expansores o materiales de relleno pirolizables, ya que esto reduce significativamente la densidad aparente de las partículas compuestas resultantes y aumenta el efecto aislante. La cantidad y el tamaño de grano de los medios expansores o los materiales de relleno pirolizables son parámetros relevantes para la densidad aparente y la porosidad de las partículas compuestas resultantes.

Se da preferencia a un procedimiento según la invención como se describe anteriormente (en particular un procedimiento que se describe como preferido anteriormente o a continuación), donde el componente (i) comprende uno o más precursores para sólidos refractarios como sustancias refractarias y el tratamiento según el paso (a3) comprende un tratamiento térmico, en el que los precursores se convierten en un sólido refractario (esto normalmente se puede demostrar mediante medición XRD –difracción de rayos x-),

donde preferiblemente el o al menos uno de los precursores de sólidos refractarios es una arcilla o roca que contiene arcilla y el tratamiento según el paso (a3) es un tratamiento térmico a una temperatura en el rango de 900-980°C para convertir la arcilla en un sólido refractario, donde la arcilla preferiblemente contiene caolinita y/o illita (esta normalmente se puede detectar mediante medición XRD).

Una arcilla o una roca que contiene arcilla para su uso como precursor son, por ejemplo, caolín y bentonita.

Un logro especial de la presente solicitud es haber reconocido que ciertos materiales precursores (caolines, por ejemplo, "Chinafill 100" o "Kaolin TEC" de la empresa Amberger Kaolinwerke y "Kärlicher Blautonmehl" de la empresa Kärlicher Ton- und Schamottewerke Mannheim & Co.KG) en un tratamiento térmico en el paso (a3) pasan a otra fase de especial estabilidad térmica incluso a temperaturas comparativamente bajas y, por tanto, contribuyen a una resistencia térmica aún mejor de las partículas compuestas producidas en los procesos según la invención. Si se utiliza caolín como precursor, la gota endurecida se calienta preferentemente en el paso (a3) del procedimiento según la invención a una temperatura en el intervalo de 900 a 980°C, de modo que, por ejemplo, la caolinita pasa a través de fases intermedias hacia la mullita sólida refractaria.

Un ejemplo de precursor de un sólido refractario es el caolín (para una XRD correspondiente de un caolín, consulte la Fig. 16). En la figura 17 se muestra una XRD de gotas endurecidas producidas según el paso (a2) después de haber sido secadas; las gotas contenían caolinita. Luego, las gotas solidificadas y secas se trataron según el paso (a3) (sinterización/templado a 900 °C o 980 °C) y se realizó una XRD de las partículas compuestas resultantes después de la sinterización/templado a 900 °C (véase Fig. 18) y después de la sinterización/templado a 980 °C (véase Fig. 19).

La XRD antes del tratamiento según el paso (a3) difiere significativamente de la XRD de las partículas compuestas después del tratamiento según el paso (a3). En particular, las reflexiones asociadas con la caolinita en un ángulo de aproximadamente 12°, 20° y 25° (2-theta) son visibles después de la sinterización/templado a 900°C (véase Fig. 18) y después de la sinterización a 980 °C (véase Fig. 19) desaparecen por completo.

Las reflexiones de las XRD marcados con la palabra "mullita" en la figura 19, que están presentes a diferencia de las figuras 18 y 17, provienen principalmente de la mullita, que se ha formado a partir de la conversión térmica de la caolinita y tiene un efecto muy alta estabilidad térmica.

El uso de precursores sólidos refractarios, en particular el uso de precursores sólidos refractarios preferidos como se describe anteriormente, contribuye, al igual que el uso directo de sólidos refractarios, a una mayor estabilidad térmica de las partículas compuestas producidas según la invención.

Se prefiere especialmente un procedimiento como el descrito anteriormente (en particular un proceso que se describe como preferido anteriormente o a continuación), donde preferiblemente no se supera una temperatura de 1000°C durante el tratamiento térmico.

Cuando se construyen reactores que superan temperaturas de tratamiento de 1000°C, se necesitan medidas técnicas especiales. Por lo tanto, un tratamiento térmico a 980°C o menos contribuye a una reducción de la complejidad del reactor y tiene un requerimiento energético significativamente menor.

La estabilidad térmica de las partículas compuestas fabricadas según la invención es especialmente sorprendente en comparación con la estabilidad térmica del material estándar, el corindón esférico hueco. Para producir corindón esférico hueco se suele producir una masa fundida de óxido de aluminio, que luego se sopla. Para producir una masa fundida de Al₂O₃ se necesitan temperaturas en el rango de aproximadamente 2000°C. Las microesferas huecas cerámicas o vítreas se producen, por ejemplo, según el documento EP1832560 en intervalos de temperatura de 1000 a 2000°C. Las partículas compuestas producidas según la invención utilizando precursores adecuados también

presentan una mayor estabilidad térmica después del tratamiento a temperaturas más bajas (sinterización/temperado, véase arriba).

Se prefiere un procedimiento como el descrito anteriormente (en particular un proceso mencionado anteriormente o a continuación como preferido), donde en el paso (a3) se lavan las gotas endurecidas y preferiblemente las gotas lavadas resultantes se secan. Después del lavado (y opcionalmente secado), se llevan a cabo etapas de tratamiento adicionales, preferiblemente etapas de tratamiento como se describe anteriormente como preferidas.

Las partículas compuestas producidas en el paso (a) son preferiblemente capaces de fluir libremente; En el paso (b), se usan preferiblemente partículas compuestas que con capacidad de fluir producidas en el paso (a) o una fracción de partículas compuestas con capacidad de fluir producidas en el paso (a).

Se prefiere un procedimiento como el descrito anteriormente (en particular un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), en el que en el paso (a3) las gotas endurecidas se tratan de modo que resulten partículas sólidas como un producto intermedio, y luego la superficie de estas partículas sólidas se sella, preferiblemente mediante un agente de recubrimiento orgánico, de modo que resulten dichas partículas compuestas. En casos individuales resulta ventajoso el uso de un agente de recubrimiento inorgánico.

En la producción de elementos de mazarota según el procedimiento según la invención y con el uso de partículas compuestas producidas según la invención, debido a la alta porosidad de dichas partículas compuestas, en muchos casos se produce a menudo un mayor consumo de aglutinantes, especialmente cuando se utilizan aglutinantes orgánicos, lo cual no es deseable. Esto conduce, por un lado, a un aumento de los costes y también a un aumento de las emisiones durante la fundición. Para reducir el consumo de aglutinante y los costes correspondientes, es ventajoso sellar la superficie de dichas partículas compuestas y evitar así que el aglutinante penetre de forma inapropiada en los poros.

Se prefiere un proceso como el descrito anteriormente (en particular un proceso al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde en el paso (b) se usa un aglutinante orgánico, preferiblemente un aglutinante de caja fría, como aglutinante y en el que en el paso (c) el curado se realiza según el proceso de caja fría mediante fumigación con una amina orgánica.

Un agente de recubrimiento orgánico especialmente preferido es la clara de huevo, que se aplica preferentemente en forma de una solución acuosa.

Preferentemente se prepara una solución acuosa de clara de huevo mezclando una clara de huevo en polvo con agua. Las soluciones de clara de huevo correspondientes se producen, por ejemplo, con:

- proteína en polvo estándar (número de producto 150061) de la empresa NOVENTUM Foods,
- proteína en polvo High Whip (número de producto 150062) de la empresa NOVENTUM Foods
- y
- proteína en polvo High Gel (número de producto 150063) de la empresa NOVENTUM Foods.

Dado que dichas partículas compuestas tienen en algunos casos una alta porosidad, como se describió anteriormente, es particularmente ventajoso sellarlas con uno de los agentes de recubrimiento preferidos. Los agentes de recubrimiento preferidos descritos anteriormente están fácilmente disponibles en el mercado, no son tóxicos y son fáciles de procesar.

Como agente de recubrimiento orgánico se prefiere especialmente la clara de huevo, ya que sella excelentemente la superficie de las partículas compuestas y, por lo tanto, reduce ventajosamente su capacidad de absorción del aglutinante.

Es particularmente preferido un proceso como el descrito anteriormente (en particular un proceso al que se hace referencia anteriormente o a continuación como preferido), donde se utilizan uno o más componentes adicionales en el paso (b), que se seleccionan del grupo que consiste en esferas hechas de cenizas volantes, cenizas de cáscara de arroz, partículas de núcleo y cubierta (core-shell, preferiblemente según la divulgación en el documento EP 2 139 626 B1), diatomea calcinada, aluminio, magnesio, silicio, óxido de hierro, óxido de manganeso, dióxido de silicio (por ejemplo, en forma de arena de cuarzo), arcilla refractaria, mullita, nitrato de potasio y nitrato de sodio. Se prefiere especialmente en este caso un procedimiento según la invención, donde la cantidad total de los demás componentes del grupo mencionado utilizados en el paso (b) está en el intervalo del 1 al 90 % en peso, de forma especialmente preferente en el intervalo del 5 al 70 % en peso, de manera especialmente preferida en el intervalo de 10 a 50 % en peso, referido a la masa total de la masa de alimentación producida en el paso (b).

Un procedimiento según la invención para producir un elemento de mazarota exotérmico para la industria de fundición comprende preferiblemente en el paso (b) mezclar las partículas compuestas producidas en el paso (a) o una fracción de estas partículas compuestas con un aglutinante y un metal seleccionado del grupo que consiste en aluminio, magnesio y silicio y/o un agente oxidante seleccionado del grupo que consiste en óxido de hierro, nitrato de potasio y nitrato de sodio y opcionalmente otros componentes para formar una masa de mazarota.

La invención también se refiere a un elemento de mazarota, que puede producirse según un procedimiento como el descrito anteriormente (en particular según un procedimiento al que se hace referencia anteriormente o a continuación, como preferido). Un elemento de mazarota según la invención comprende partículas compuestas como se describe anteriormente. Al producir un elemento de mazarota según la invención según un procedimiento preferido según la invención, surgen características especiales específicas y propiedades características del producto (por ejemplo, en cuanto a la composición del material y la resistencia térmica, el efecto aislante y el bajo peso de mazarota).

La invención también se refiere al uso de un proceso de encapsulación de matriz, preferiblemente con ayuda de una boquilla, de manera particularmente preferida con una boquilla vibratoria, para producir partículas compuestas con una densidad aparente < 700 g/l, preferiblemente < 400 g/l, de manera particularmente preferida < 300 g/l, en la fabricación de elementos de mazarota para la industria de fundición.

Este aspecto de la invención se basa en el sorprendente hallazgo de que el uso de partículas compuestas preparadas de esta manera con una densidad aparente de <700 g/l, preferiblemente <400 g/l, de manera particularmente preferida <300 g/l, da como resultado elementos de mazarota muy ligeros, con buena capacidad de aislamiento preferiblemente de alta resistencia térmica. Respecto a las formas de realización preferidas de este tipo de uso, se aplican respectivamente las explicaciones dadas sobre el procedimiento según la invención.

La invención también se refiere al uso de partículas compuestas selladas, que consisten en una partícula compuesta que se puede producir usando un proceso de encapsulación de matriz y una cubierta o revestimiento que rodea y sella la partícula compuesta hecha de un agente de recubrimiento orgánico (por ejemplo, clara de huevo, ver arriba) como relleno en un elemento de mazarota, preferiblemente en un elemento de mazarota producido usando el proceso de caja fría.

La ventaja de utilizar partículas compuestas selladas apropiadas en un proceso de caja fría es que se debe utilizar menos aglutinante y el aglutinante utilizado también es más accesible para la posterior fumigación con aminas; se hace referencia a las declaraciones anteriores.

Respecto a las formas de realización preferidas de un uso según la invención, se aplican correspondientemente las explicaciones dadas sobre el procedimiento según la invención.

La presente invención también se refiere a un procedimiento para producir partículas compuestas refractarias (preferiblemente altamente refractarias) con un tamaño de grano inferior a 2 mm, determinado mediante tamizado, con los siguientes pasos:

(a1) producir gotas de una suspensión de al menos los siguientes materiales de partida:

(i) una o más sustancias refractarias seleccionadas del grupo que consiste en sólidos refractarios y precursores de sólidos refractarios,

(ii) una o más sustancias reductoras de densidad seleccionadas del grupo que consiste en materiales de relleno ligeros que tienen una densidad aparente respectiva en el intervalo de 10 a 350 g/l, medios expansores y materiales de relleno pirolizables,

(iii) como fase continua, un líquido solidificable,

(a2) solidificar el líquido solidificable, de modo que las gotas se endurezcan hasta convertirse en gotas endurecidas y la sustancia o sustancias refractarias, así como la sustancia o sustancias reductoras de densidad queden encapsuladas en la fase continua que se solidifica,

(a3) tratar las gotas endurecidas, de modo que resulten dichas partículas compuestas.

Por consiguiente, la invención también se refiere a la aplicación de este procedimiento según la invención en un procedimiento según la invención para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición; las declaraciones anteriores sobre el procedimiento según la invención para producir un elemento de mazarota para la industria de la fundición se aplican igualmente al procedimiento según la invención para producir partículas compuestas refractarias.

La invención también se refiere al uso de partículas compuestas refractarias (preferiblemente altamente refractarias), que se pueden producir o se producen mediante el procedimiento según la invención, para la producción de partículas compuestas refractarias con un tamaño de grano inferior a 2 mm, determinado mediante tamizado, como parte de un elemento de mazarota. Las declaraciones anteriores sobre el procedimiento según la invención para la producción de un elemento de mazarota para la industria de la fundición se aplican correspondientemente al uso según la invención de partículas compuestas refractarias (preferiblemente térmicamente estables a 1700 °C). Se prefiere el uso según la invención de partículas compuestas refractarias (preferiblemente térmicamente estables a 1700 °C) con una densidad aparente < 700 g/l, preferiblemente < 400 g/l, de manera especialmente preferida < 300 g/l.

La presente invención se explica con más detalle a continuación con referencia a las figuras y mediante ejemplos.

Figuras:

Fig. 1: En la Fig. 1 se muestra el residuo en el crisol después del ensayo de sinterización a 1600 °C de las partículas compuestas B36 según la invención.

Como se puede ver en la Fig. 1, una pequeña proporción de las partículas compuestas según la invención están sinterizadas juntas, pero al mismo tiempo una proporción considerable se encuentra todavía en forma vertible.

Fig. 2: En la Fig. 2 se muestra el residuo en el crisol después del ensayo de sinterización a 1600 °C de las partículas compuestas W250-6, no acorde con la invención.

Como se puede ver en la Fig. 2, los residuos del crisol se han sinterizado juntos, de modo que se ha creado una "torta de crisol" coherente.

Fig. 3: En la Fig. 3 se muestra una imagen del contenido del crisol después del ensayo de sinterización a 1600°C de las partículas compuestas KHP 108, no acorde con la invención.

Como puede verse claramente, el contenido del crisol se ha fusionado en una masa continua.

Fig. 4: En la Fig. 4 se muestra una imagen microscópica de las partículas compuestas B36 según la invención después del ensayo de sinterización a 1600 °C.

Como se puede ver claramente, las partículas compuestas según la invención aún no han formado cuellos de sinterización después del ensayo de sinterización.

Fig. 5: En la figura 5 se muestra una imagen microscópica de las partículas compuestas W250-6, no acordes con la invención, después del ensayo de sinterización a 1600°C.

Se puede ver claramente que entre las partículas compuestas no según la invención se han formado cuellos de sinterización y, por lo tanto, todas las partículas compuestas no según la invención se han combinado para formar una "torta de crisol" coherente.

Fig. 6: En la Fig. 6 se muestra el residuo en el crisol después del ensayo de sinterización a 1700 °C de las partículas compuestas B36 según la invención.

Una pequeña proporción de las partículas compuestas según la invención se sinterizan juntas. Sin embargo, una proporción significativa todavía se encuentra en forma vertible.

Fig. 7: La Fig. 7 muestra el residuo del crisol después del ensayo de sinterización a 1700°C de las partículas compuestas "Hargreaves" de corindón esférico hueco no acordes con la invención.

Se puede observar que todas las partículas compuestas no según la invención se han combinado para formar una "torta de crisol" coherente.

Fig. 8: En la Fig. 8 se muestra el residuo del crisol después del ensayo de sinterización a 1700°C de las partículas compuestas de corindón esférico hueco "KKW" no acordes con la invención.

Como puede verse claramente, todas las partículas compuestas no según la invención se han combinado para formar una "torta de crisol" coherente.

Fig. 9: La Fig. 9 muestra una imagen de microscopía electrónica de barrido de las partículas del compuesto B36 según la invención después del ensayo de sinterización a 1700°C.

Como se puede ver claramente, las partículas compuestas según la invención aún no han formado cuellos de sinterización después del ensayo de sinterización.

Respecto a la Fig. 10: La Fig. 10 muestra una fotografía microscópica de las partículas compuestas de corindón esféricas huecas "Hargreaves", no acordes con la invención, después del ensayo de sinterización a 1700°C.

- 5 Las partículas se fundieron en la superficie durante la prueba de sinterización, por lo que todas las partículas compuestas no según la invención se combinaron para formar una "torta de crisol" coherente al solidificarse.

Respecto a la Fig. 11 La Fig. 11 muestra una imagen microscópica ampliada de la Fig. 10 de las partículas compuestas de corindón esférico hueco "KKW" no acordes con la invención después del ensayo de sinterización a 1700°C.

- 10 Las partículas se fundieron en la superficie durante la prueba de sinterización, por lo que todas las partículas compuestas no según la invención se combinaron para formar una "torta de crisol" coherente al solidificarse.

- 15 Fig. 12: En la Fig. 12 se muestra una barra de prueba según la invención, que se fabricó con partículas compuestas "clara de huevo B36" cuya superficie estaba sellada.

Fig. 13: En la Fig. 13 se muestran barras de prueba según la invención, que se fabricaron con las partículas compuestas B36 (sin sellado superficial).

- 20 Fig. 14: En la Fig. 14 se muestran dos mitades en sección de una pieza fundida de hierro, que se fabricaron en el llamado ensayo de cubo con elementos de mazarota no según la invención.

Fig. 15: En la Fig. 15 se muestran dos mitades en sección de una pieza fundida de hierro, fabricada en el llamado ensayo de cubo con elementos de mazarota según la invención.

- 25 Fig. 16: En la Fig. 16 se muestra una XRD de un caolín. Los conteos de la medición (correspondientes a la intensidad de las reflexiones) se pueden ver en el eje Y y el ángulo en la escala 2-THETA en el eje X.

- 30 Las principales reflexiones de la caolinita son claramente visibles en un ángulo de aproximadamente 12° 2-theta, 20° 2-theta y 25° 2-theta.

- Fig. 17: En la Fig. 17 se muestra una XRD de las gotas endurecidas producidas en el paso (a2) después de que se hayan secado. Los conteos de la medición (correspondientes a la intensidad de las reflexiones) se pueden ver en el eje Y y el ángulo en la escala 2-THETA en el eje X.

- 35 También aquí las principales reflexiones de la caolinita son claramente visibles en un ángulo de aproximadamente 12° 2-theta, 20° 2-theta y 25° 2-theta. También se detecta corindón, que se añadió como material de relleno refractario.

- 40 Fig. 18: En la Fig. 18 se muestra una XRD de las partículas compuestas producidas según la invención después de sinterizar a 900 °C. En el eje Y se pueden ver el recuento de la medición (correspondiente a la intensidad de las reflexiones) y en el eje X el ángulo en la escala 2-THETA.

- Se ve claramente que después de la sinterización a 900 °C las reflexiones de la caolinita ya no son visibles. La fase principal es el corindón, que se añadió como material de relleno refractario.

- 45 Fig. 19: En la Fig. 19 se muestra una XRD de las partículas compuestas producidas según la invención después de sinterizar a 980 °C. En el eje Y se pueden ver el recuento de la medición (correspondientes a la intensidad de las reflexiones) y en el eje X el ángulo en la escala 2-THETA.

- 50 Después de la sinterización a 980 °C, no se pueden detectar reflexiones de la caolinita, sino que se registra mediante rayos X la fase de mullita recién formada (picos en 16,5°2-theta; 26°2-theta y 41°2-theta). También se detecta corindón, que se añadió como material de relleno refractario.

- 55 Fig. 20: En la Fig. 20 se muestra una imagen de microscopía electrónica de barrido de las partículas compuestas producidas según la invención con la designación "B36" (véanse los ejemplos más adelante en el texto).

Fig. 21: En la Fig. 21 se muestra una imagen de microscopio electrónico de barrido ampliada de las partículas compuestas producidas según la invención con la designación "B36" (véanse los ejemplos más adelante en el texto).

- 60 Se puede ver claramente que los distintos sólidos refractarios están encerrados individualmente por la fase continua y por lo tanto se mantienen unidos más firmemente, por lo que las partículas compuestas producidas según la invención obtienen la estabilidad dimensional y la estabilidad térmica deseadas.

- 65 Fig. 22: La Fig. 22 muestra una imagen de microscopio electrónico de barrido muy ampliada de las partículas compuestas "B36" producidas según la invención.

Fig. 23: La Fig. 23 muestra una imagen de microscopía óptica de las partículas compuestas producidas según la invención con la designación "F3" (ver Tabla 1 más abajo en el texto) inmediatamente antes del tratamiento en el horno de mufla.

Está muy claro que las partículas son muy compactas inmediatamente antes del tratamiento en el horno de mufla y sólo tienen unas pocas cavidades.

Fig. 24: La Fig. 24 muestra una imagen de microscopía óptica de las partículas compuestas producidas según la invención con la designación "F3" (ver Tabla 1 más abajo en el texto) después del tratamiento en el horno de mufla.

Se puede ver claramente que después del tratamiento en el horno de mufla, las partículas tienen un número considerable de cavidades, que fueron creadas por el hinchamiento del medio expansor utilizado durante el tratamiento térmico.

La presente invención se explica con más detalle a continuación utilizando ejemplos:

Procedimientos de medición:

1. Determinación del tamaño de grano:

La determinación del tamaño de grano de partículas compuestas mediante tamizado se realiza según la norma DIN 66165-2 (4.1987) según el procedimiento F mencionado allí (tamizado mecánico con un tamiz individual móvil o un tamiz colocado en un fluido gaseoso y estacionario). Se utiliza una criba vibratoria de control RETSCH AS 200; La amplitud se establece en el nivel 2; No hay intervalo de tamizado, el tiempo de tamizado es de 1 minuto.

La determinación del tamaño de grano de los materiales de relleno utilizadas en el paso (a) como sustancia reductora de densidad del componente (ii) también se realiza según DIN 66165-2 (4.1987) con el procedimiento F mencionado allí (tamizado mecánico) con un tamiz individual en movimiento o en un fluido gaseoso y estacionario). También se utiliza una criba vibratoria de control RETSCH AS 200; La amplitud se establece en el nivel 2; No hay intervalo de tamizado, el tiempo de tamizado es de 1 minuto.

La determinación del tamaño de grano de sólidos refractarios con un tamaño de grano inferior a 0,1 mm se realiza mediante tamizado según DIN 66165-2 (4.1987) según el procedimiento D allí mencionado (tamizado mecánico con tamiz individual estacionario en fluido en movimiento gaseoso, con tamiz de chorro de aire).

2. Determinación de la densidad aparente:

La densidad aparente se determinó según DIN EN ISO 60 2000-1.

3. Determinación de la capacidad de absorción de agua:

La absorción de agua se determinó utilizando un dispositivo Enslin. La evaluación se realizó según DIN 18132.

4. Determinación de la composición de fases:

Los difractogramas de polvo se registraron utilizando un difractómetro de polvo Siemens D 5005 con un ánodo de cobre. Las mediciones se llevaron a cabo en el rango de ángulos de difracción de $3-70^{\circ}2\text{-theta}$; tamaño de paso $0,020^{\circ}$; tiempo de conteo 4 pasos/seg. La evaluación se realizó utilizando el software estándar EVA y la base de datos ICDD PC-PDF.

5. Determinación de composición química y morfología:

La morfología de las muestras se realizó utilizando un microscopio electrónico de barrido (SEM) Jeol JSM 6510. La composición química se determinó mediante un análisis EDX utilizando un EDX de la empresa Oxford INCA.

Además, se utilizó un microscopio óptico VisiScope ZTL 350 con una cámara Visicam 3.0 para determinar la morfología.

6. Procedimiento para determinar la resistencia térmica (ensayo de sinterización):

En la presente invención, la prueba de sinterización se llevó a cabo para determinar la estabilidad térmica de diversas materias primas basándose en la hoja de datos P26 de VDG "Prueba de materiales de moldeo básicos". Una cantidad de partículas de la misma composición a examinar se sometió a un tratamiento térmico definido (por ejemplo, 1600°C

o 1700 °C durante media hora cada uno) en un horno Carbolite HTF 1800 con un controlador de temperatura tipo E 3216 y luego se sometió a una carga mecánica definida evaluada mediante tamizado.

En primer lugar, la cantidad de partículas a examinar se tamizó utilizando un tamiz con un tamaño de malla de 0,5 mm, consulte la Tabla 2 a continuación, o de 0,71 mm, consulte la Tabla 3 a continuación, para garantizar la reproducibilidad y comparabilidad de las diferentes pruebas.

A continuación, las partículas tamizadas fueron sometidas a un tratamiento térmico definido en un crisol de óxido de aluminio con los siguientes pasos:

- Sinterización previa de las muestras, 30 min a 900°C en un horno precalentado, para garantizar una carga térmica idéntica de las muestras de comparación como las partículas compuestas según la invención.

- Temperado de las muestras con un ciclo de horno definido (horno Carbolite HTF 1800 con controlador de temperatura tipo E3216): de 25°C a 200°C a 1K/min, luego hasta la temperatura final (1600°C durante media hora, consulte la tabla siguiente 2, o 1700 °C durante media hora, consulte la tabla 3 siguiente) a 3 K/min y enfriamiento posterior a temperatura ambiente a 3 K/min.

Luego, las partículas enfriadas se fotografiaron en un crisol de óxido de aluminio (ver Fig. 3 (partículas fundidas), Fig. 6 y Fig. 7) o sin crisol de óxido de aluminio (ver Fig. 1, Fig. 2 y Fig. 8) y, si las partículas examinadas no se fundieron durante el tratamiento térmico definido, el crisol de óxido de aluminio en el que se temperaron las partículas examinadas, se colocó en una torre de tamices y se sometió a un tamizado definido con un tamiz de control en un Retsch AS 200 durante 1 minuto cada uno con una amplitud de 2 sin tamizado a intervalos, es decir, tamizado permanente sometido a esfuerzos mecánicos. El tamaño de malla del tamiz de control se ajustó al tamaño de grano máximo que se esperaba de las partículas examinadas (ya sea 0,5 mm, ver Tabla 2 a continuación, o 0,71 mm, ver Tabla 3 a continuación). Como criterio de evaluación se utiliza la relación entre el residuo del tamiz y el paso del tamiz (véase Hoja informativa VDG P26 "Ensayos de materiales base de moldeo", octubre de 1999). Si el residuo del tamiz/factor de paso del tamiz es mayor que 1, la muestra se considera sinterizada y, por lo tanto, no térmicamente estable.

En la evaluación se tuvieron en cuenta parámetros específicos de la muestra, como el tamaño de grano de la muestra respectiva.

Parte experimental (partes 1 a 3):

Parte experimental 1 – de acuerdo con el paso (a) del procedimiento según la invención, producción de partículas compuestas (B36, B37, B31) con un tamaño de grano inferior a 2 mm (en lo sucesivo también denominadas "partículas compuestas según la invención"):

(a1) Preparación de gotas de una suspensión a partir de materiales de partida:

Se preparó una solución acuosa de alginato de sodio al 1 % (alginato de sodio al 1 % en peso de la empresa Alpichem con número CAS 9005-38-3 basado en la masa total de la solución acuosa).

El dispersante Sokalan® FTCP 5 de la empresa BASF se diluyó con agua para producir una solución dispersante correspondiente; la relación de masa de Sokalan® FTCP 5 a agua fue de 1:2.

La solución acuosa de alginato de sodio al 1% producida y la solución dispersante producida se mezclaron luego en una proporción de mezcla según la Tabla 1, de modo que se creó un líquido solidificable (líquido solidificable para uso como fase continua en el sentido del componente (iii) según al paso (a1)).

Luego, con agitación, se añadieron precursores seleccionados para sólidos refractarios y sólidos refractarios (componente (i) según el paso (a1)) al líquido solidificable según la Tabla 1 siguiente hasta que se formó una suspensión cremosa.

Luego, con agitación, se agregaron esferas de borosilicato a la suspensión cremosa en una cantidad de acuerdo con la Tabla 1 a continuación, como ejemplo de un material de relleno ligero (componente (ii) de acuerdo con el paso (a1)) y luego una cantidad de agua de acuerdo con la Tabla 1. Resultó una suspensión diluida.

Material de partida		Ingredientes		Composición de la suspensión (proporción de peso)				
		componente	Fabricante					
Precursor de sólidos refractarios [% en peso]	(i)	Caolín TEC	Amberger Kaolinwerke	11,00	10,0	11,0	10,0	15,0
	(ii)	Arcilla azul Kärlicher	Kärlicher Ton-und	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

			Schamottewerke Mannheim & Co.KG					
	(i)	Caolín (Satintone ®W(Whitete x))	BASF	--	--	10,85	10,0	--
Material refractario [% en peso]	(i)	Nabalox® NO315	Nabaltec AG	10,85	10,0	--	--	--
Material de relleno ligero [% en peso]	(ii)	Esferas de vidrio de borosilicato (nombre del producto: 3M Glass Bubbles K1) con una densidad aparente de 60 g/L	3M Deutschland GmbH	3,15	5,00	3,15	--	--
Material de relleno ligero [% en peso]	(ii)	Perlita expandida (nombre del producto: Eurocell 140) con una densidad aparente de 120 g/l	RS Raw Material Sourcing GmbH	--	--	--	--	8,00
Medio expansor [% en peso]	(ii)	Harina de madera Ligno- Tech 120mesh TR con una densidad aparente de 110g/l	Brandenburg Holzmühle	--	--	--	10,0	--
Medio expansor [% en peso]	(ii)	Harina de cáscara de coco Coconit 300 con una densidad aparente de 500g/l	Mahlwerk Neubauer- Friedrich Geffers GmbH	--	--	--	--	5,00
Medio expansor [% en peso]	(ii)	Azúcar con una densidad aparente de 850g/l	Südzucker AG	-	--	--	--	5,00
Solución de alginato de sodio al 1% [% en peso]	---	alginato de sodio; CAS: 9005-38-3	Applichem	65,0	65,0	65,00	60,0	57,0
Solución dispersante [% en peso]	---	Sokalan® FT CP5 en agua (1.2)	BASF	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00<a
Agua [% en peso]				20,0	20,0	25,0	45,0	25,0
Partículas compuestas resultantes según la invención				B36	B37	B31	F3	E6
Densidad aparente inmediatamente antes del tratamiento en el horno de mufla [g/l]				350	260	320	390	300
Densidad aparente después del tratamiento en horno de mufla (partículas compuestas según la invención) [g/l]				340	250	305	300	250

Tabla 1: Ingredientes para producir partículas compuestas según la invención y su densidad aparente resultante.

(a2) Solidificación el líquido solidificable

La suspensión diluida se cargó en jeringas de plástico y se sujetó a una bomba de jeringa LA-30. La velocidad de suministro fue de 12 a 15 ml/min. Luego se hizo pasar la suspensión diluida en las jeringas a través de una boquilla vibratoria de modo que la suspensión diluida goteaba de la boquilla vibratoria en gotas uniformes. Las gotas que goteaban de la boquilla vibratoria cayeron en una solución acuosa de cloruro de calcio al 2 % (CaCl_2 , nombre del producto "Cloruro de calcio 2-hidrato en polvo para análisis ACS" de la empresa Applichem, número CAS 10035-04-8, 2% en peso basado en la masa total de la solución de cloruro de calcio) y se solidificaron de modo que se endurecieron formando gotas endurecidas y las sustancias refractarias y las esferas de vidrio de borosilicato se encapsularon en la mezcla solidificante (que consiste en la solución de alginato de sodio al 1% y la solución dispersante).

Nota: El tamaño de las gotas endurecidas dependía de la composición de la suspensión diluida, la velocidad de entrega de la bomba y la frecuencia de vibración de la boquilla.

(a3) Tratamiento de las gotas endurecidas

A continuación, se retiraron las gotas endurecidas y se lavaron con agua.

A continuación, se secaron las gotas lavadas y endurecidas en una estufa a 180°C durante 40 minutos. Después del secado estaban presentes gotas endurecidas capaces de fluir libremente, cuya densidad aparente se indica en la Tabla 1 "inmediatamente antes del tratamiento en el horno de mufla".

A continuación, se calentaron las gotas endurecidas capaces de fluir en un horno de mufla precalentado a 900°C durante 30 minutos. Después del enfriamiento se obtuvieron partículas compuestas según la invención.

Como puede verse en la última línea de la Tabla 1, las densidades aparentes medidas de las partículas compuestas producidas según la invención están por debajo de 350 g/l. Mediante una elección adecuada de materiales refractarios o precursores de materiales refractarios y materiales de relleno ligeros, la densidad aparente de las partículas compuestas resultantes según la invención se puede reducir incluso a 250 g/l (véase partículas compuestas B37 y E6 en la Tabla 1).

Ensayo de sinterización a 1600 °C para comparar la estabilidad térmica de las partículas compuestas según la invención y las que no según la invención.

Según el ensayo de sinterización descrito anteriormente, se compararon partículas compuestas según la invención con partículas compuestas no acordes con la invención "KHP 108" (partículas core-shell de la empresa Chemex) y partículas no acordes con la invención "W 205-6" (producto "Esferas Blancas W250-6" de la empresa Omega Minerals). Las partículas según la invención y no según la invención tenían un tamaño de grano en el intervalo de 0,25 a 0,5 mm. La temperatura de sinterización fue de 1600°C. El tamiz de control para la determinación del residuo de tamiz y el paso de tamiz tenían un tamaño de malla de 0,5 mm.

Los resultados de la prueba de sinterización se muestran en la Tabla 2.

	Partículas compuestas según la invención	Partículas compuestas no acordes con la invención	Partículas compuestas no acordes con la invención
Nombre de las partículas analizadas	"B36"	"W250-6"	"KHP 108"
Tamaño de grano [mm]	0,25-0,5	0,25-0,5	0,25-0,5
Densidad aparente [g/l]	340	390	540
Resultado del cribado con tamiz de control de 0,5 mm	Resto de tamiz/paso de tamiz = 0,4	Resto de tamiz/paso de tamiz = 28,4	Completamente derretido, no es posible tamizar
Imagen macroscópica después de la sinterización	Ver Fig. 1	Ver Fig. 2	Ver Fig. 3
Imagen microscópica después de la sinterización	Ver Fig. 4	Ver Fig. 5	---
Resultado	No sinterizado	Sinterizado	Derretido

Tabla 2: Resultados de la prueba de sinterización a 1600 °C (pre-sinterización de las muestras, 30 min a 900 °C en un horno precalentado, luego temperatura de sinterización de 1600 °C durante 30 min)

Como puede verse en la Tabla 2, la relación entre el residuo o resto de tamiz y el paso de tamiz para las partículas compuestas "B36" según la invención está por debajo de 1 después de la sinterización, mientras que esta relación para las partículas compuestas no según la invención es superior a 1 después de la sinterización. Esto significa que la resistencia térmica de las partículas compuestas "B36" según la invención a 1600°C es mejor que la de las partículas compuestas no acordes con la invención.

Ensayo de sinterización a 1700 °C de partículas compuestas según la invención y partículas compuestas no acordes con la invención

Según el ensayo de sinterización descrito anteriormente, se compararon partículas de material compuesto "B36" según la invención con partículas de material compuesto no según la invención "Hargreaves" (corindón esférico hueco con >98,8% de Al_2O_3 de la empresa "Hargreaves raw material services GmbH") y partículas de material compuesto no según la invención "KKW" (corindón esférico hueco con >98,8% de Al_2O_3 de la empresa "Imerys Fused Minerals Zschornowitz GmbH"). Los tamaños de grano de las partículas compuestas estuvieron siempre en el rango indicado de 0,18 a 0,71 mm. La temperatura de sinterización fue de 1700 °C. El tamiz de control para la determinación del residuo de tamiz y el paso de tamiz tenían un tamaño de malla de 0,71 mm.

Los resultados de la prueba se presentan en la Tabla 3:

	Partículas compuestas según la invención	Partículas compuestas no acordes con la invención	Partículas compuestas no acordes con la invención
Nombre de las partículas analizadas	"B36"	"Hargreaves"	"KKW"
Tamaño de grano [mm]	0,18-0,71	0,18-0,71	0,18-0,71
Densidad aparente [g/l]	340	980	770
Resultado del cribado con tamiz de control de 0,5 mm	Resto de tamiz/paso de tamiz = 0,7	Resto de tamiz/paso de tamiz >1*	Resto de tamiz/paso de tamiz >1*
Imagen macroscópica después de la sinterización	Ver Fig. 6	Ver Fig. 7	Ver Fig. 8
Imagen microscópica después de la sinterización	Ver Fig. 9	Ver Fig. 10	Ver Fig. 11
Resultado	No sinterizado	Sinterizado	Sinterizado

Tabla 3: Resultados de la prueba de sinterización a 1700 °C (pre-sinterización de las muestras, 30 min a 900 °C en un horno precalentado, luego temperatura de sinterización de 1700 °C durante 30 min)

* La torta de sinterización no se puede mediante tamizando

Como puede verse en la Tabla 3, la relación entre el resto de tamiz y el paso de tamiz para las partículas compuestas "B36" según la invención está por debajo de 1 después de la sinterización, mientras que esta relación para las partículas compuestas no según la invención es superior a 1 después de la sinterización. La resistencia térmica de las partículas compuestas "B36" según la invención a 1700°C es por lo tanto mejor que la de las partículas compuestas no según la invención.

Parte experimental 2: "Sellado de superficies"

Las partículas compuestas B36 según la invención (véase Tabla 1) se sellaron superficialmente de la siguiente manera después de recocido a 900 °C durante 30 minutos en un horno precalentado.

La superficie se selló con una solución acuosa de clara de huevo que contenía 6% en peso de proteína en polvo High Gel (número de producto 150063) de la empresa NOVENTUM Foods, basado en el peso total de la solución acuosa resultante.

A continuación, se mezclaron las partículas compuestas B36 según la invención con la solución de clara de huevo preparada en una relación en peso de partículas compuestas a solución de clara de huevo de 2:1 y se agitó en la mezcla resultante hasta que la solución de clara de huevo se absorbió completamente. Las partículas compuestas tratadas con la solución de clara de huevo se secaron luego en un armario de secado a 110 °C durante 40 minutos. Las partículas compuestas resultantes se denominan B36-Eiklar.

La determinación de la capacidad de absorción de agua de las partículas compuestas según la invención B36 (sin recubrimiento de clara de huevo) y B36-Eiklar (con recubrimiento de clara de huevo) con un dispositivo Enslin mostró

que la absorción de agua de las partículas compuestas según la invención a través de un se reduce mediante la cobertura de clara de huevo de 1,6 ml/g (B36) a 0,1 ml/g (B36-Eiklar).

Utilizando los componentes enumerados en la Tabla 4, se produjeron barras de prueba usando el procedimiento de caja fría (catalizador N,N-dimetilpropilamina) y se determinó su resistencia a la flexión según la norma VDG P 73, procedimiento A (mezclador usado, tipo BOSCH Profi 67, procesamiento a temperatura y humedad ambiente, producción por apisonamiento, registro de los valores de prueba después de 1 hora y después de 24 horas, cada uno determinado por triplicado) utilizando el probador de resistencia tipo PFG con manómetro de baja presión N (con accionamiento por motor).

Componentes	Composición de la masa de mazarota con partículas compuestas de superficie sellada "B36-Eiklar"	Composición de la masa de mazarota con partículas compuestas sin superficie sellada "B36"
KHP 108 0,25-0,5 mm (Chemex-Rohstoff) [% en peso]	17,1	17,1
KHP 69 0,1-0,3 mm (Chemex-Rohstoff) [% en peso]	42,74	42,74
Partículas compuestas B36 según la invención [% en peso]	---	25,64
Partículas compuestas B36-Eiklar según la invención [% en peso]	25,64	---
Componente poliisocianato (Activador 6324, Hüttenes-Albertus) [% en peso]	7,56	7,26
Componente de resina de éter bencílico (resina gaseosa 7241, Hüttenes-Albertus) [% en peso]	7,26	7,26
Elemento de mazarota resultante según la invención	"V 1" (véase Fig. 12)	"KS 7" (véase Fig. 13)
Resistencia a la flexión 24 h de una barra de prueba hecha de masa de mazarota (norma VDG P 73) [N/mm ²] (promedio de tres valores medidos)	170	70

Tabla 4: Uso de partículas compuestas según la invención con y sin recubrimiento de clara de huevo (es decir, sellado de superficies). La información sobre los porcentajes en peso de los componentes individuales se refiere a la masa total de la respectiva composición de las masas de mazarota (con partículas compuestas "B36-Eiklar" o con partículas compuestas "B36").

La Tabla 4 muestra que cuando se usa clara de huevo como agente para sellar la superficie de partículas compuestas producidas de acuerdo con la invención, se obtienen barras de prueba con mayor resistencia a la flexión. Por lo tanto, los elementos de mazarota correspondientes también son especialmente estables mecánicamente.

Se supone que las partículas compuestas B36 (sin clara de huevo) absorben una cantidad comparativamente grande de aglutinante, que entonces ya no está disponible para formar una unión rígida de las barras de prueba; esto se aplica de manera análoga a los correspondientes elementos de mazarota.

Parte experimental 3 - Producción de un elemento de mazarota (en adelante: elemento de mazarota según la invención) de una manera acorde con la invención

Se produjeron un elemento de mazarota según la invención y un elemento de mazarota no acorde con la invención para compararlos con respecto a sus propiedades aislantes, resistencia térmica y su aplicabilidad práctica, a saber:

- elemento de mazarota según la invención "KS 6II" con partículas compuestas según la invención "B36 - Eiklar" con una superficie sellada (ver arriba).

y

- elemento de mazarota "ESTÁNDAR" no según la invención con partículas KHP 108 no según la invención (ver arriba) en lugar de las partículas compuestas según la invención "B36-Eiklar".

- 5 (a) Producción o suministro de partículas compuestas según la invención o partículas core-shell no acordes con la invención:

Las partículas compuestas "B36-Eiklar" con una superficie sellada se produjeron como se describió anteriormente; se proporcionaron las partículas compuestas KHP 108.

- 10 (b) Mezcla de las partículas compuestas producidas según la invención con una superficie sellada o las partículas core-shell no según la invención con un aglutinante de caja fría para formar una masa de mazarota.

- 15 Las composiciones exactas de las masas de mazarotas para el elemento de mazarota "ESTÁNDAR" no según la invención y el elemento de mazarota "KS 6II" según la invención se muestran en la siguiente Tabla 5. Cada uno de ellos se mezcló para formar una masa de mazarota homogénea

(c) Formación y curado de la masa de mazarota para formar un elemento de mazarota.

- 20 A continuación, las masas de mazarota para el elemento de mazarota "STANDARD" no según la invención o para el elemento de mazarota "KS 6II" según la invención se formaron respectivamente en una máquina de disparo de machos y se gasificaron según el procedimiento de caja fría (catalizador N,N-dimetilpropilamina). El resultado fue el elemento de mazarota "ESTÁNDAR", que no era según la invención, y el elemento de mazarota "KS 6II" según la invención.

Componentes	Composición de la masa de mazarota para el elemento de mazarota ESTÁNDAR (no acorde con la invención)	Composición de la masa de mazarota para el elemento de mazarota KS6II (según la invención)
KHP 69 [% en peso]	59,83	59,83
Partículas compuestas no según la invención y sin superficie sellada KHP 108 [% en peso]	25,65	---
Partículas compuestas según la invención "B36-Eiklar" [% en peso]	---	25,65
Componente poliisocianato (activador 6324, Hüttenes-Albertus) [% en peso]	7,26	7,26
Componente de resina de éter bencílico (Gasharz 7241, Hüttenes-Albertus) [% en peso]	7,26	7,26

- 25 Tabla 5: Componentes de las mazarotas utilizados para la fundición (prueba del cubo). La información sobre los porcentajes en peso de los componentes individuales se basa en la masa total de la composición respectiva de la masa de mazarota (para el elemento de mazarota "ESTÁNDAR" o el elemento de mazarota "KS 6II").

- 30 (d) Fundición de un cubo de hierro utilizando una mazarota "KS 6II" según la invención y una mazarota "STANDARD" no según la invención.

- 35 Se probaron la aplicación y de usabilidad técnica de la mazarota "KS 6II" según la invención y la mazarota "STANDARD" no según la invención (como se describe anteriormente) mediante los llamados test de cubos. En estas pruebas se examina en particular qué elemento de mazarota tiene la mejor capacidad de alimentación al fundir una pieza fundida en forma de cubo.

- 40 Las mazarotas producidas según las composiciones de la Tabla 5 se fundieron cada una en un módulo de 1,2 cm a 1400°C con hierro (GGG40) en una prueba de cubo.

- Las piezas fundidas de hierro en forma de cubo producidas de esta manera con mazarotas residuales de hierro se muestran partidas por la mitad (por aserrado) en la Fig. 14 (Resultado cuando se utiliza una mazarota no según la invención) y en la Fig. 15 (Resultado cuando se utiliza una mazarota según la invención).

- 45 La Fig. 14 muestra cavidades laterales que penetran el cubo fundido hasta una profundidad de 4 mm (véase etiqueta "-4" en la Fig. 14; Distancia entre la línea dibujada superior y la línea dibujada inferior = 4 mm, la línea superior marca

el límite entre la pieza de fundición y la mazarota residual metálica, la línea inferior marca el punto de penetración más profundo del orificio lateral).

- 5 La Fig. 15 muestra cavidades únicamente en la mazarota residual metálica, ninguna cavidad se extiende hacia el interior del cubo fundido (véase Etiqueta "7" o "13" en la Fig. 15 ; Distancia entre la línea dibujada superior y la línea dibujada inferior = 7 o 13 mm, la línea inferior marca el límite entre la pieza fundida y la mazarota residual metálica, la línea superior marca el punto más profundo de la cavidad en la mazarota residual metálica; del ancho de la hoja de sierra se obtienen valores diferentes "7 mm" o "13 mm").
- 10 De las Figs. 14 y 15 se puede ver que el elemento de mazarota "KS 6II" según la invención tiene una capacidad de alimentación mejorada en comparación con el elemento de mazarota "ESTÁNDAR" que no es según la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un elemento de mazarota para la industria de fundición que comprende los siguientes pasos:

(a) producir partículas compuestas que tienen un tamaño de grano inferior a 2 mm, determinado mediante tamizado, en un procedimiento de encapsulación de matriz con los siguientes pasos:

(a1) producir gotas de una suspensión de al menos los siguientes materiales de partida:

(i) una o más sustancias refractarias seleccionadas del grupo que consiste en sólidos refractarios que se denominarán refractarios según DIN 51060 y precursores de sólidos refractarios que se denominarán refractarios según DIN 51060,

(ii) una o más sustancias reductoras de densidad seleccionadas del grupo que consiste en materiales de relleno ligeros que tienen una densidad aparente respectiva en el intervalo de 10 a 350 g/l, medios expansores y materiales de relleno pirolizables,

(iii) como fase continua, un líquido solidificable,

(a2) solidificar el líquido solidificable, de modo que las gotas se endurezcan hasta convertirse en gotas endurecidas y la sustancia o sustancias refractarias y también la sustancia o sustancias reductoras de densidad queden encapsuladas en la fase continua que se solidifica,

(a3) tratar las gotas endurecidas, de modo que resulten dichas partículas compuestas, en donde el tratamiento se lleva a cabo de manera que la densidad aparente de las partículas compuestas resultantes sea menor que la densidad aparente de las gotas endurecidas en el estado seco,

(b) mezclar las partículas compuestas producidas en el paso (a) o una fracción de estas partículas compuestas con un aglutinante y también, opcionalmente, otros constituyentes para dar una masa de mazarota,

(c) dar forma y curar la masa de mazarota para dar un elemento de mazarota.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde

en el paso (a1) las gotas se producen por medio de una o más boquillas, preferiblemente boquillas vibratorias, y/o

en el paso (a2) la solidificación del líquido solidificable se induce mediante enfriamiento, secado o reacción química.

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el líquido solidificable utilizado en el paso (a1) es un líquido solidificable mediante reacción química y en el paso (a2) la solidificación del líquido solidificable se induce mediante reacción química

y/o

donde el líquido solidificable es un líquido solidificable mediante reacción de intercambio catiónico, preferentemente un líquido solidificable mediante reacción con iones calcio y/o iones de bario y/o iones manganeso, más preferentemente mediante reacción con iones calcio

y/o

donde el líquido solidificable es un líquido solidificable por reacción con iones de calcio,

que comprende uno o más aglutinantes seleccionados del grupo que consiste en alginato, PVA, quitosano y sulfoxietilcelulosa,

y/o

es una solución acuosa,

donde el líquido solidificable es preferiblemente una solución acuosa de alginato.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde

el material de relleno o al menos uno de los materiales de relleno utilizados en el paso (a) como sustancia reductora de la densidad del componente (ii), preferentemente con un tamaño de grano inferior a 0,8 mm, más preferentemente inferior a 0,5 mm, muy preferentemente inferior a 0,3 mm, determinado mediante tamizado, se selecciona del grupo formado por:

esferas huecas inorgánicas, esferas huecas orgánicas, partículas de material poroso y/o espumado, cenizas de cáscara de arroz, partículas core-shell y diatomite calcinada

y/o

donde el o al menos uno de los medios expansores usados en el paso (a) como componente (ii) se selecciona del grupo que consiste en:

- carbonatos, bicarbonatos y oxalatos,

- harina de cáscara de coco,

- harina de cáscara de nuez,

- harina de pepita de uva,

- harina de hueso de aceituna,

- almidón,

- harina de trigo,

- harina de maíz,

- dextrina de patata,

- azúcar,

- semillas de planta,

- harina de madera, y
- ceniza de cáscara de arroz,

y/o

donde el o al menos uno de los materiales de relleno pirolizables utilizados en el paso (a) como componente (ii) se selecciona del grupo que consiste en:

- perlas de plástico

y

- esferas de poliestireno.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el o al menos uno de los sólidos refractarios utilizados en el paso (a1) como sustancia refractaria del componente (i) se selecciona del grupo que consiste en:

- óxidos, nitruros y carburos, que comprenden cada uno de ellos uno o varios elementos del grupo formado por Si, Al, Zr, Ti, Mg y Ca,
- óxidos mixtos, carburos mixtos y nitruros mixtos, cada uno de los cuales comprende uno o más elementos del grupo formado por Si, Al, Zr, Ti, Mg y Ca,

y

- grafito,

donde preferiblemente el o al menos uno de los sólidos refractarios usados en el paso (a1) como sustancia refractaria del componente (i) se selecciona del grupo que consiste en:

- óxido de aluminio,
- óxido de circonio,
- dióxido de titanio,
- grafito,
- dióxido de silicio,
- óxido de magnesio,
- óxido de calcio,
- silicato de calcio,
- filosilicatos, preferentemente mica,
- silicatos de aluminio,
- silicato de magnesio y aluminio, preferentemente cordierita,
- carburo de silicio,

y

- nitruro de boro

el o al menos uno de los precursores para sólidos refractarios utilizados en el paso (a1) como sustancia refractaria del componente (i) se selecciona del grupo que consiste en

- hidróxido de aluminio,
- hidróxido de magnesio,
- filosilicatos, preferentemente caolinita, montmorillonita e illita,
- arcillas, preferentemente caolín y bentonita,
- fosfatos y arena
- carbonatos.

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichas partículas compuestas poseen una densidad aparente < 700 g/l, preferiblemente < 400 g/l, más preferiblemente < 300 g/l

y/o

donde las partículas compuestas resultantes del paso (a3) y/o las partículas compuestas utilizadas en el paso (b) poseen al menos parcialmente un tamaño de grano en el intervalo de 0,125 mm a 0,5 mm, determinado mediante tamizado.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el componente (ii), como sustancia o sustancias reductoras de la densidad,

comprende uno o más medios expansores y el tratamiento según el paso (a3) se lleva a cabo de manera que el uno o los más medios expansores se expandan y formen así cavidades en la partícula compuesta resultante

y/o

comprende uno o más materiales de relleno pirolizables y el tratamiento según el paso (a3) se lleva a cabo de manera que el uno o más materiales de relleno pirolizables pirolizan y forman así cavidades en la partícula compuesta resultante.

8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el componente (i) comprende, como sustancias refractarias, uno o más precursores de sólidos refractarios y el tratamiento según el paso (a3) comprende un tratamiento térmico en el que los precursores se convierten en un sólido refractario,

donde preferiblemente el o al menos uno de los precursores de sólidos refractarios es una arcilla y el tratamiento según el paso (a3) comprende un tratamiento térmico a una temperatura en el rango de 900 a 980°C, de manera que la arcilla se convierte en un sólido refractario, en cuyo caso la arcilla comprende preferiblemente caolinita y/o illita, y/o donde preferiblemente no se excede una temperatura de 1000°C durante el tratamiento térmico.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, preferentemente según la reivindicación 8, donde en el paso (a3) las gotas endurecidas se tratan de manera que, como producto intermedio, se obtengan partículas sólidas, y donde a continuación se sella la superficie de estas partículas sólidas, preferentemente mediante un material de recubrimiento orgánico, de modo que se obtienen las mencionadas partículas compuestas.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, preferentemente según la reivindicación 9, donde en el paso (b) se utiliza como aglutinante un aglutinante orgánico, preferentemente un aglutinante de caja fría, y en el que en el paso (c) el curado tiene lugar mediante el procedimiento de caja fría mediante gasificación con una amina orgánica.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde en el paso (b) se utilizan uno o varios componentes adicionales seleccionados del grupo formado por esferas de cenizas volantes, cenizas de cáscara de arroz, partículas core-shell, diatomita calcinada, aluminio, magnesio, silicio, óxido de hierro, óxido de manganeso, dióxido de silicio, chamota, mullita, nitrato de potasio y nitrato de sodio.

12. Elemento de mazarota producible mediante un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

13. Uso de un procedimiento de encapsulación de matriz, preferiblemente usando una boquilla, más preferiblemente usando una boquilla vibratoria, para la producción de partículas compuestas que tienen una densidad aparente < 700 g/l, preferiblemente < 400 g/l, más preferiblemente < 300 g/l, para la producción de elementos de mazarota según la reivindicación 12 para la industria de la fundición.

14. Uso de partículas compuestas selladas que consisten en una partícula compuesta, que puede producirse mediante un procedimiento de encapsulación de matriz, y de una envoltura, que rodea y sella la partícula compuesta y que consiste en un material de revestimiento orgánico, como material de relleno en un elemento de mazarota según la reivindicación 12, preferentemente en un elemento de mazarota producido mediante el procedimiento de caja fría.

15. Procedimiento para producir partículas compuestas refractarias que tienen un tamaño de grano inferior a 2 mm, determinado mediante tamizado, que comprende las siguientes etapas:

(a1) producir gotas de una suspensión de al menos los siguientes materiales de partida:

(i) una o más sustancias refractarias seleccionadas del grupo que consiste en sólidos refractarios que se denominarán refractarios según DIN 51060 y precursores de sólidos refractarios que se denominarán refractarios según DIN 51060,

(ii) una o más sustancias reductoras de densidad seleccionadas del grupo que consiste en materiales de relleno ligeros que tienen una densidad aparente respectiva en el intervalo de 10 a 350 g/l, medios expansores y materiales de relleno pirolizables,

(iii) como fase continua, un líquido solidificable,

(a2) solidificar el líquido solidificable, de modo que las gotas se endurezcan hasta convertirse en gotas endurecidas y la sustancia o sustancias refractarias y también la sustancia o sustancias reductoras de densidad queden encapsuladas en la fase continua que se solidifica,

(a3) tratar las gotas endurecidas, de modo que resulten dichas partículas compuestas, en donde el tratamiento se lleva a cabo de manera que la densidad aparente de las partículas compuestas resultantes sea menor que la densidad aparente de las gotas endurecidas en el estado seco.

16. Uso de partículas compuestas refractarias, que se pueden producir según el procedimiento según la reivindicación 15, como parte integrante de un elemento de mazarota.



Fig. 1

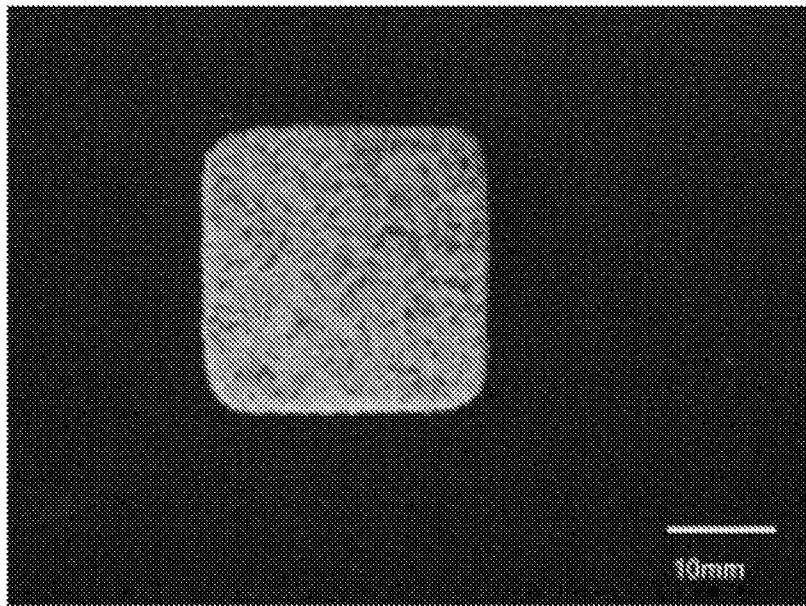


Fig. 2

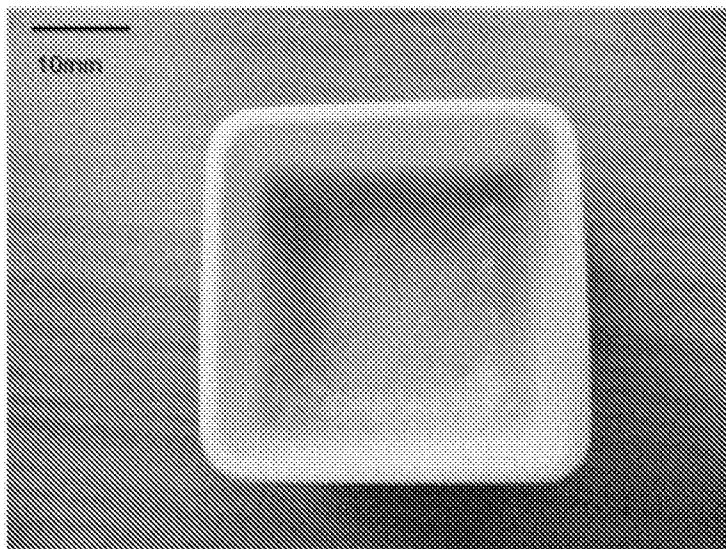


Fig. 3

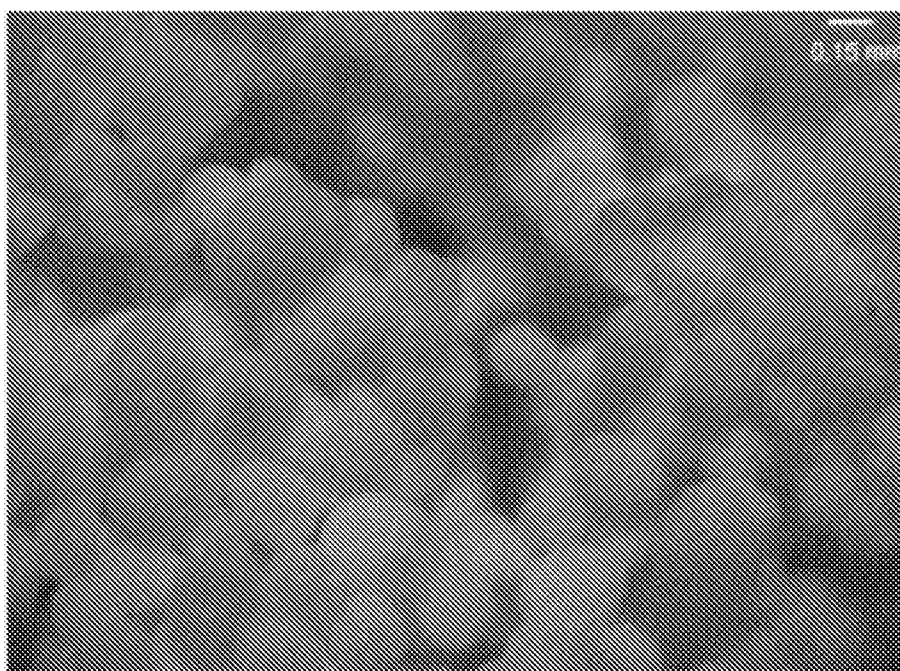


Fig. 4

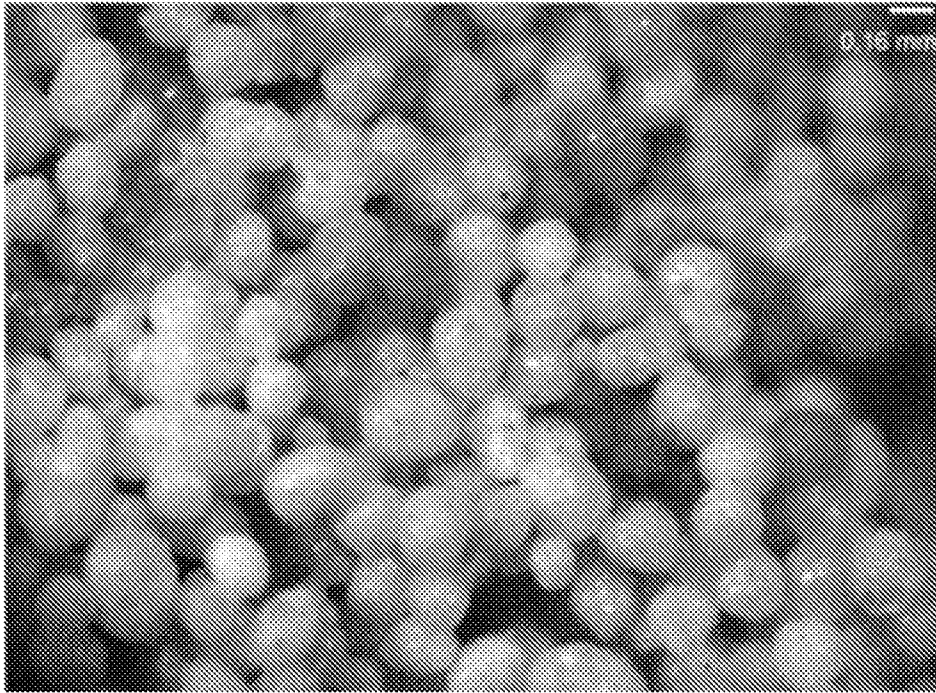


Fig. 5

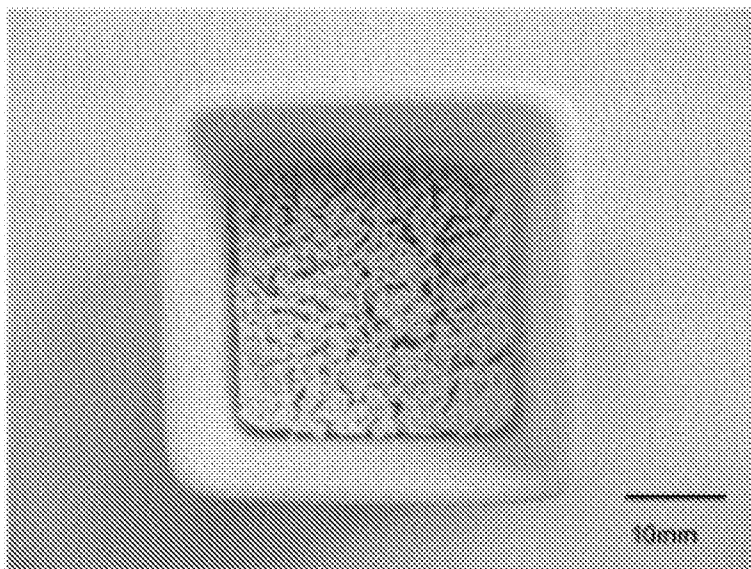


Fig. 6

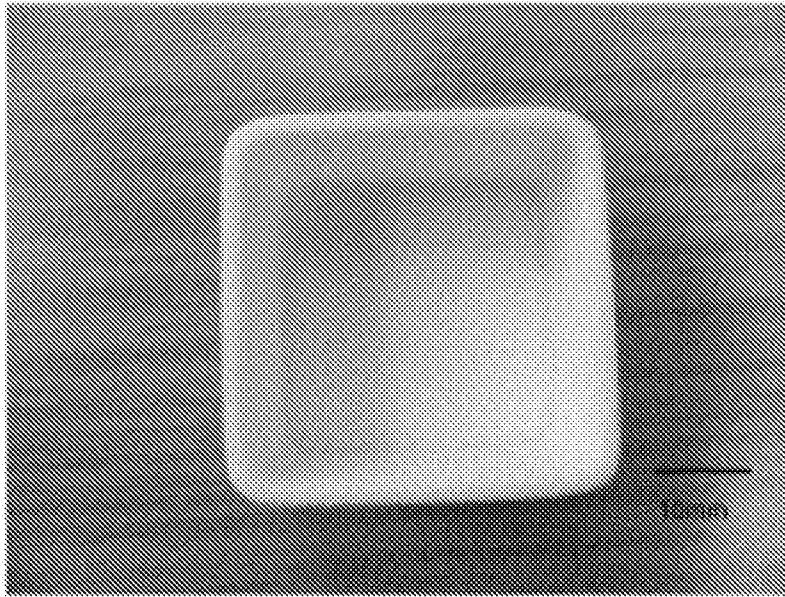


Fig. 7

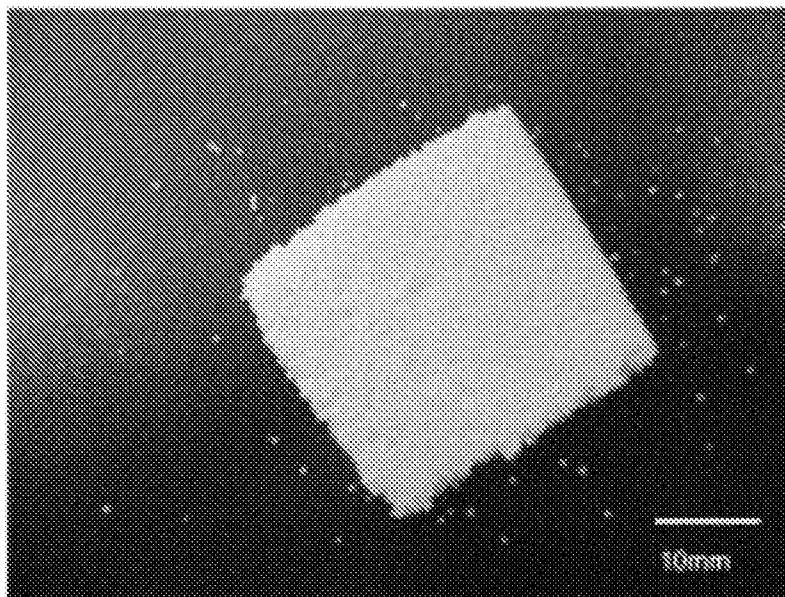


Fig. 8

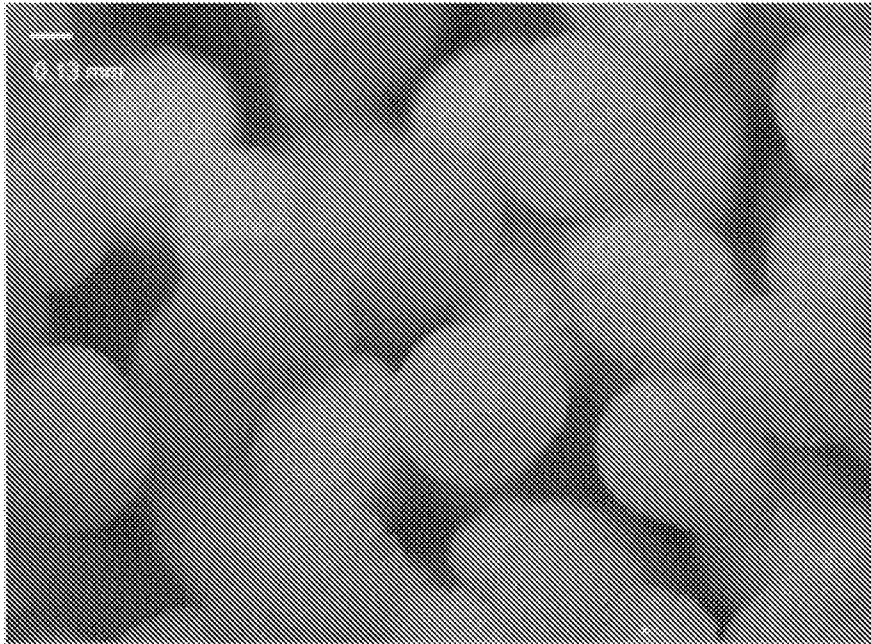


Fig. 9

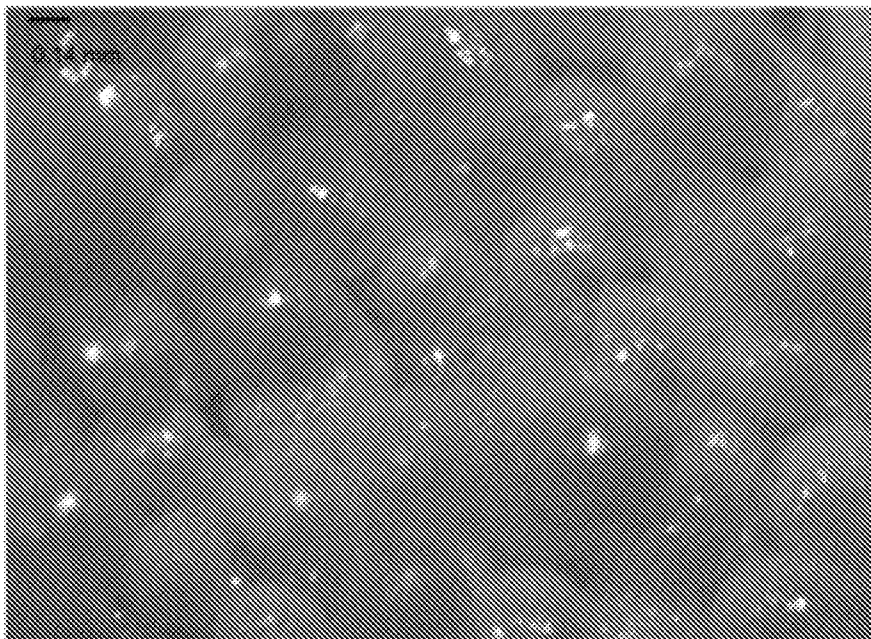


Fig. 10

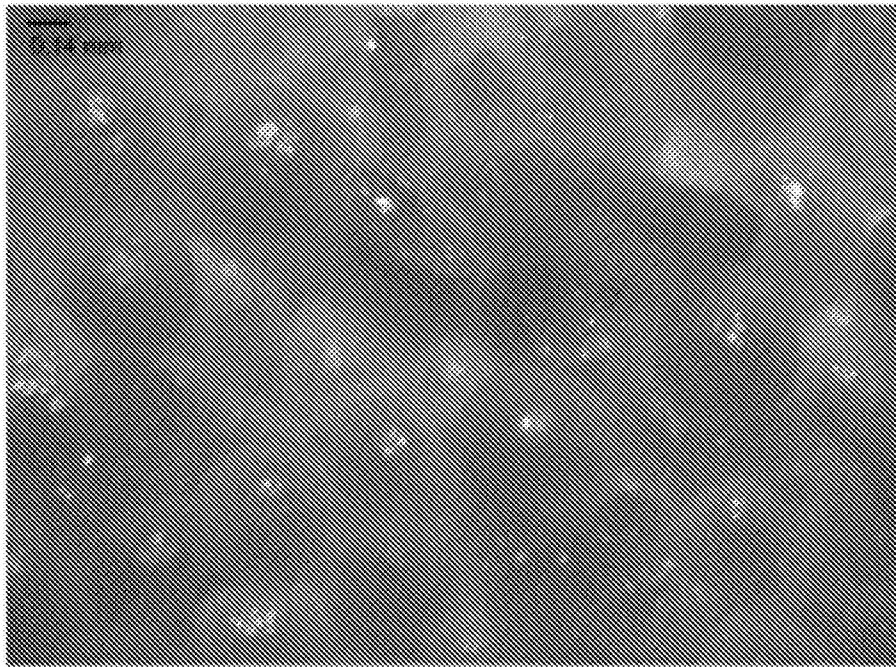


Fig. 11



Fig. 12

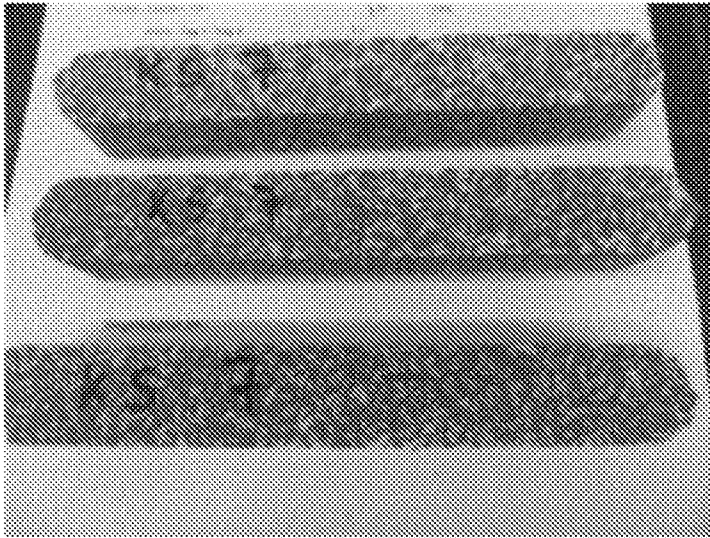


Fig. 13



Fig. 14

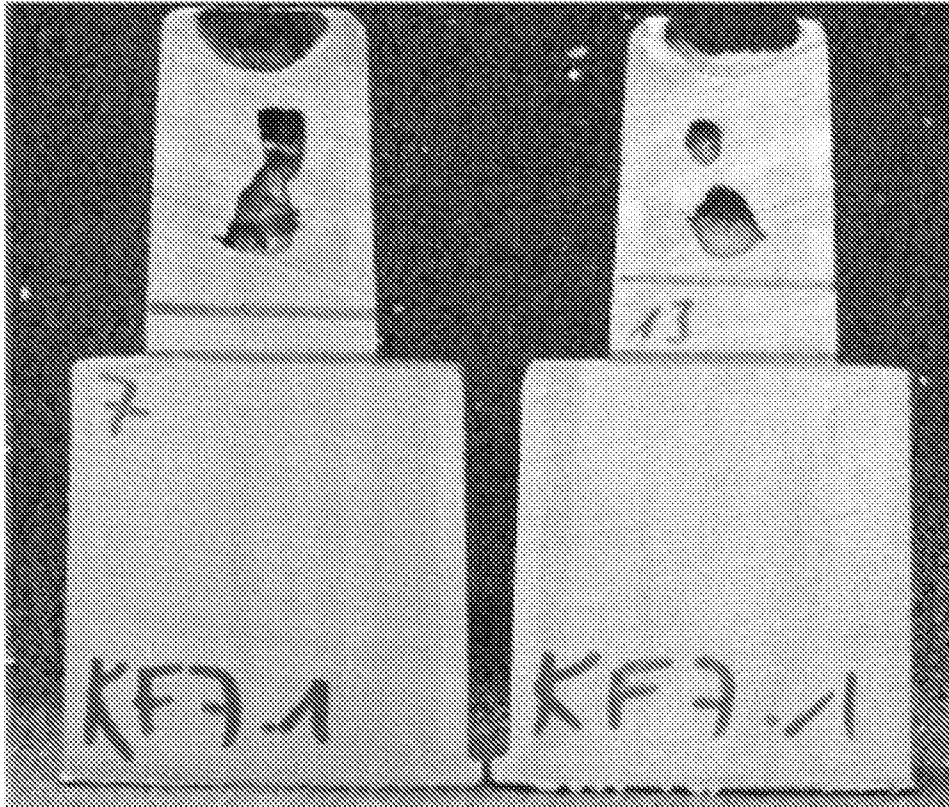


Fig. 15

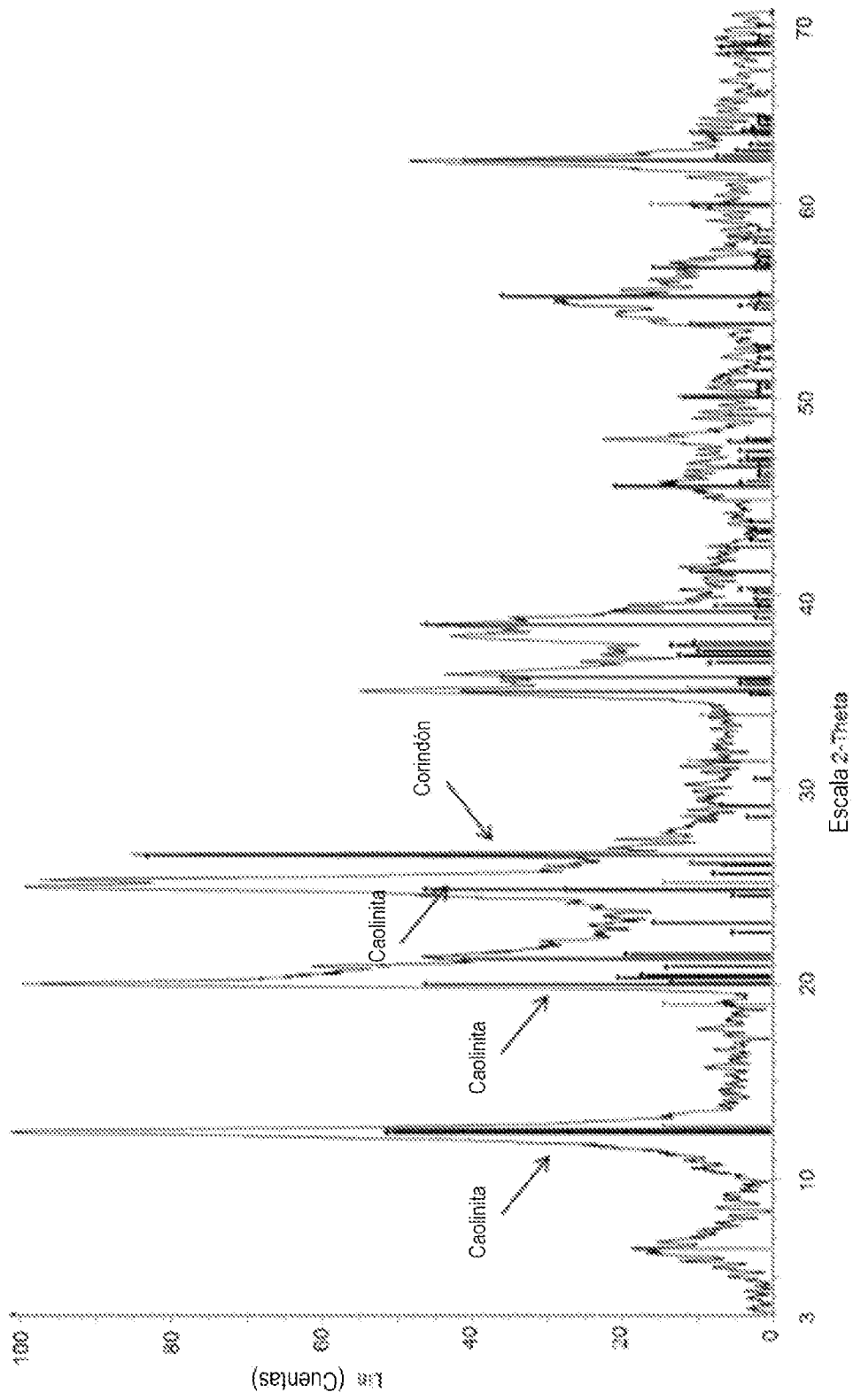


Fig. 16

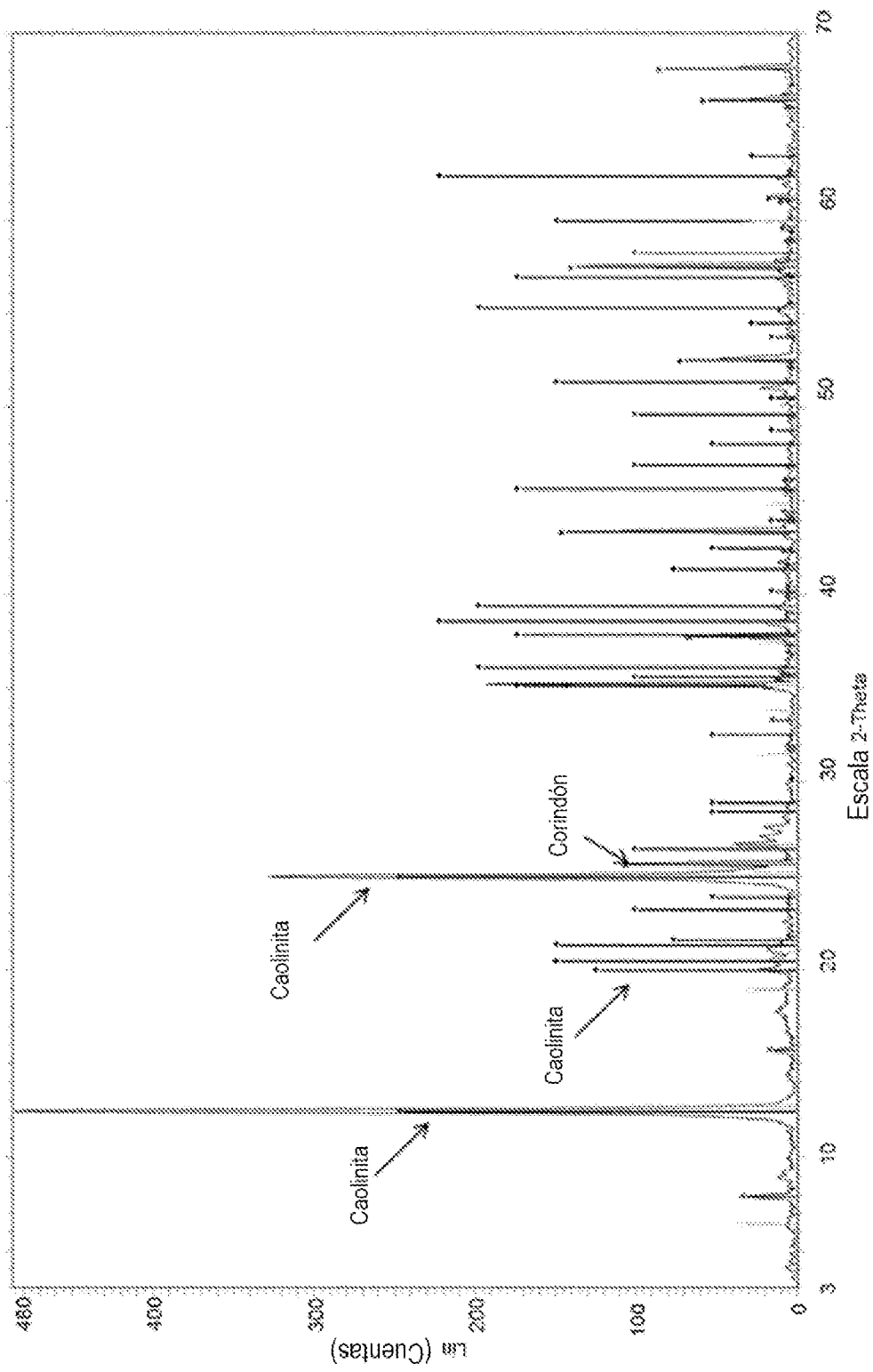


Fig. 17

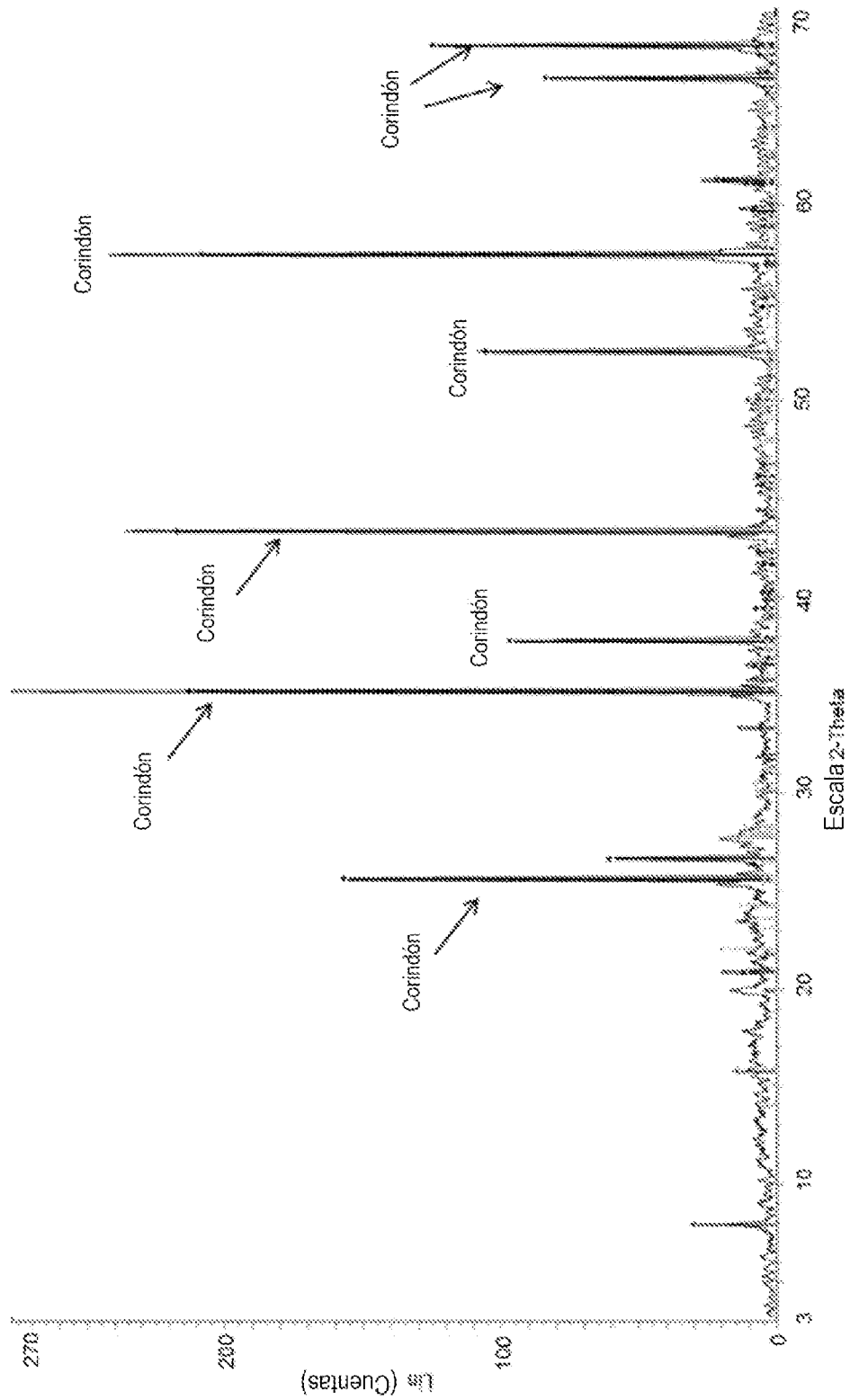


Fig. 18

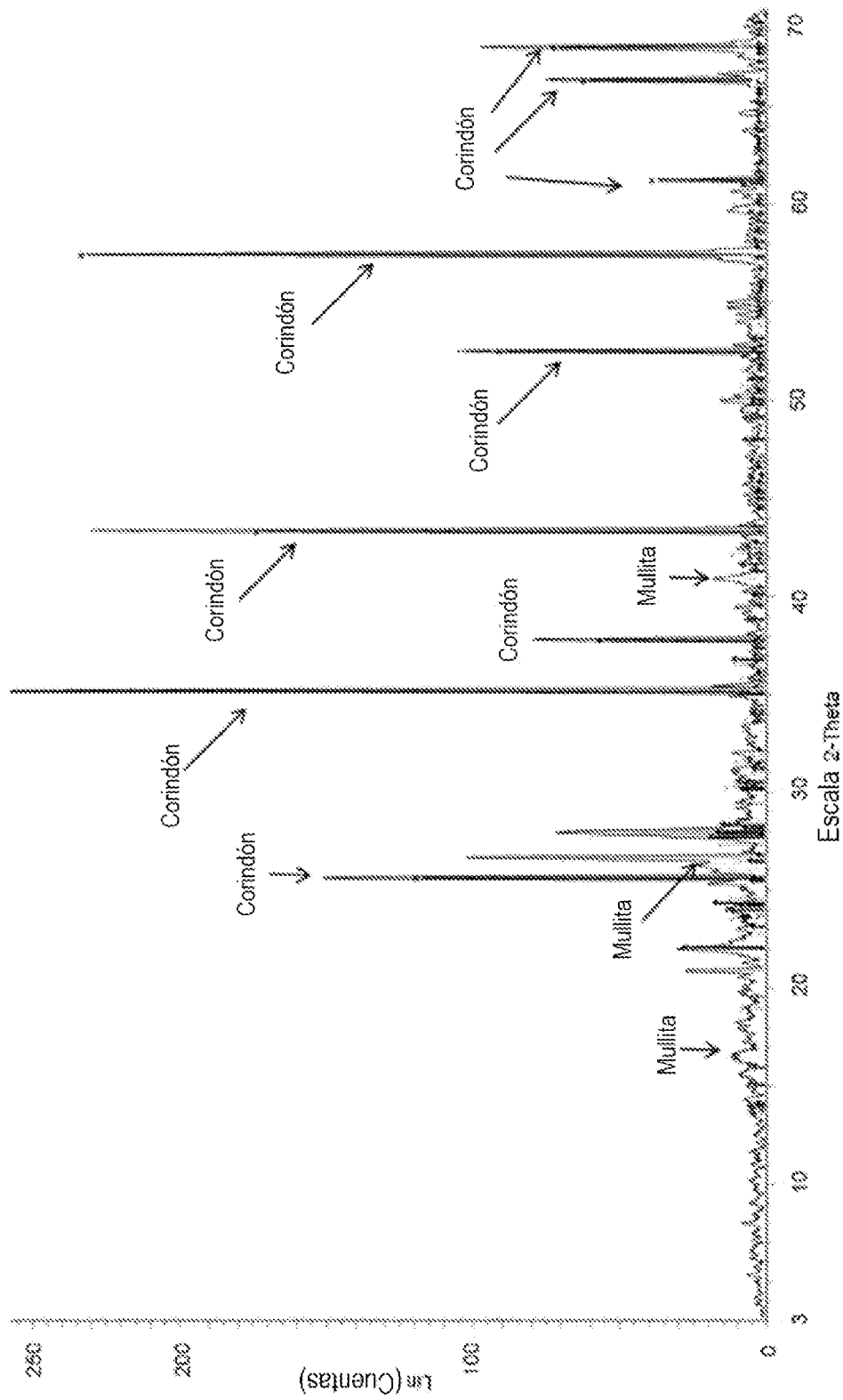


Fig. 19

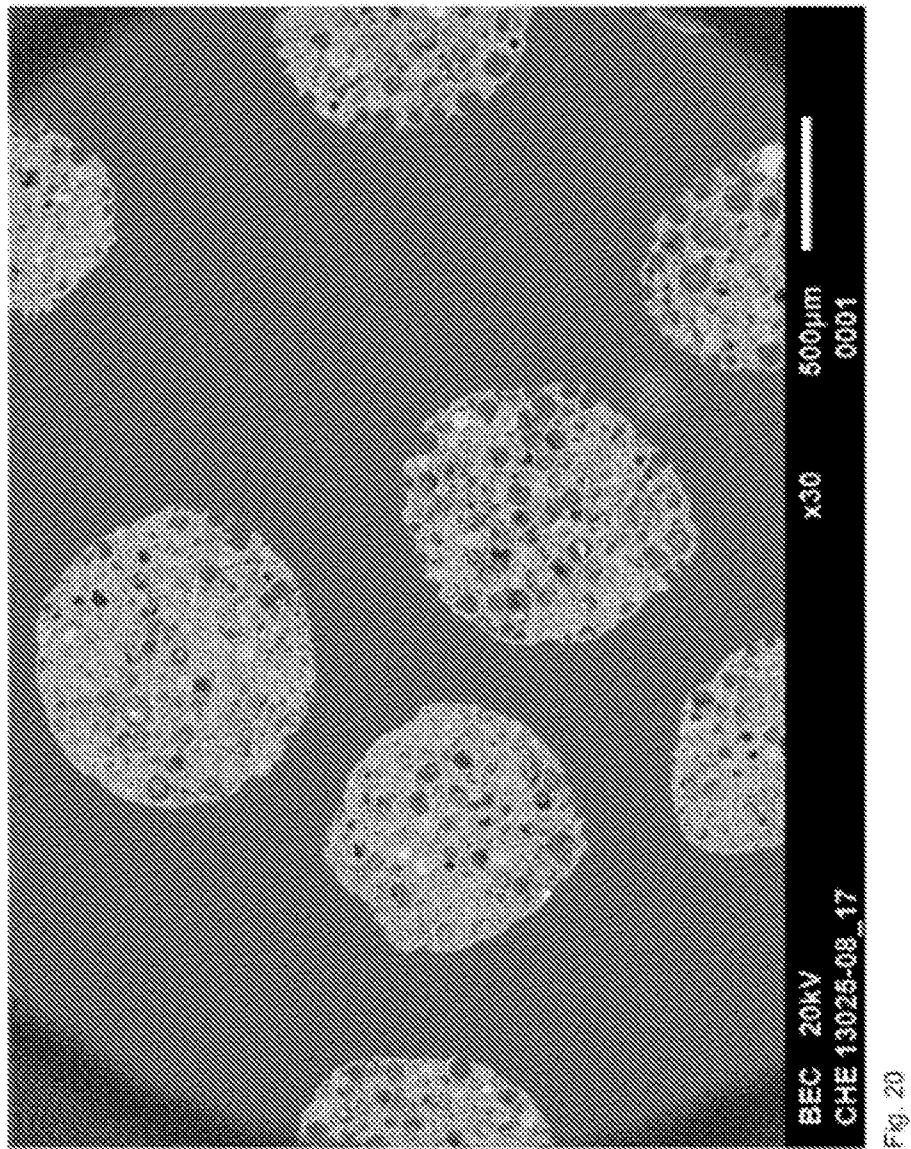
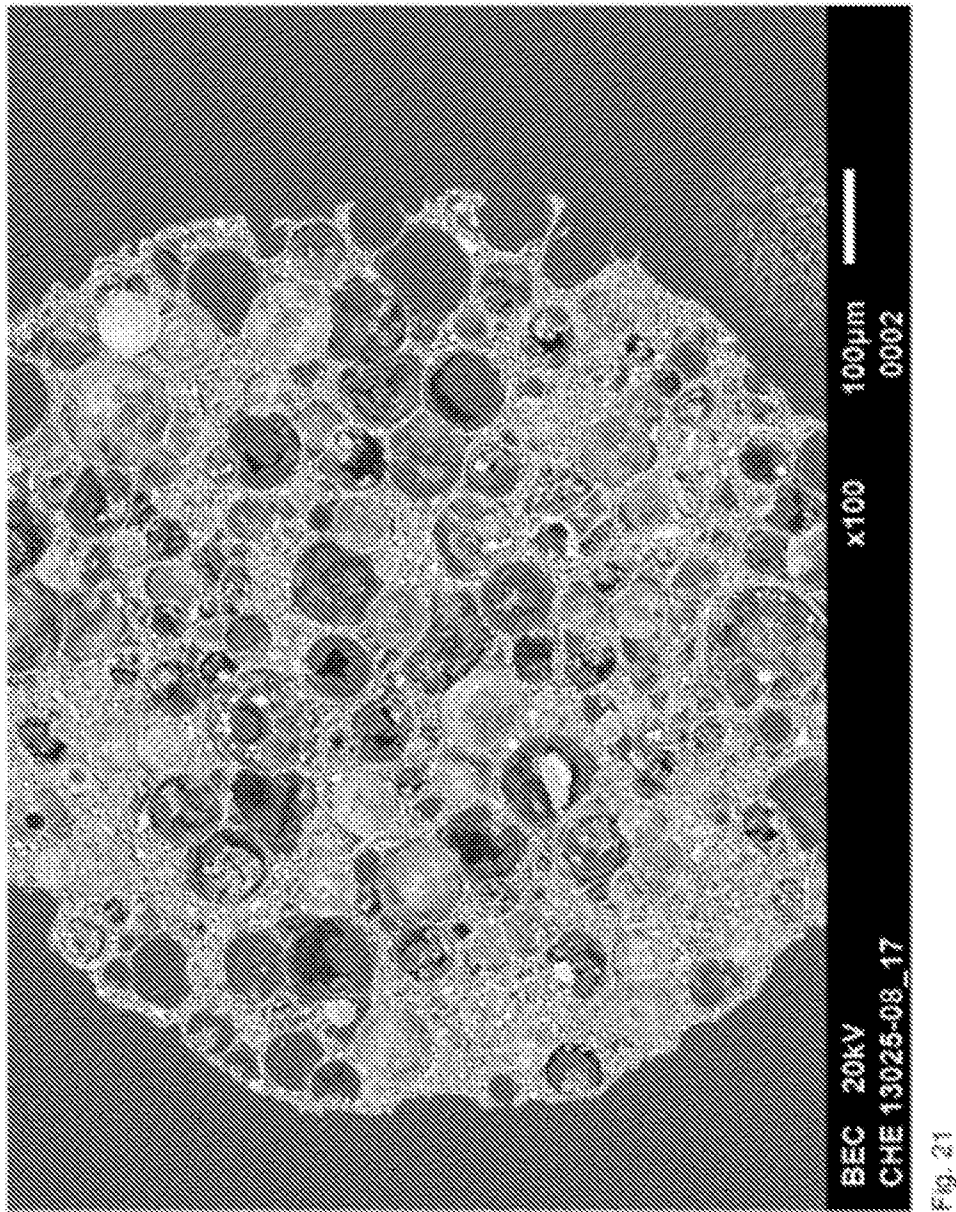


Fig. 20



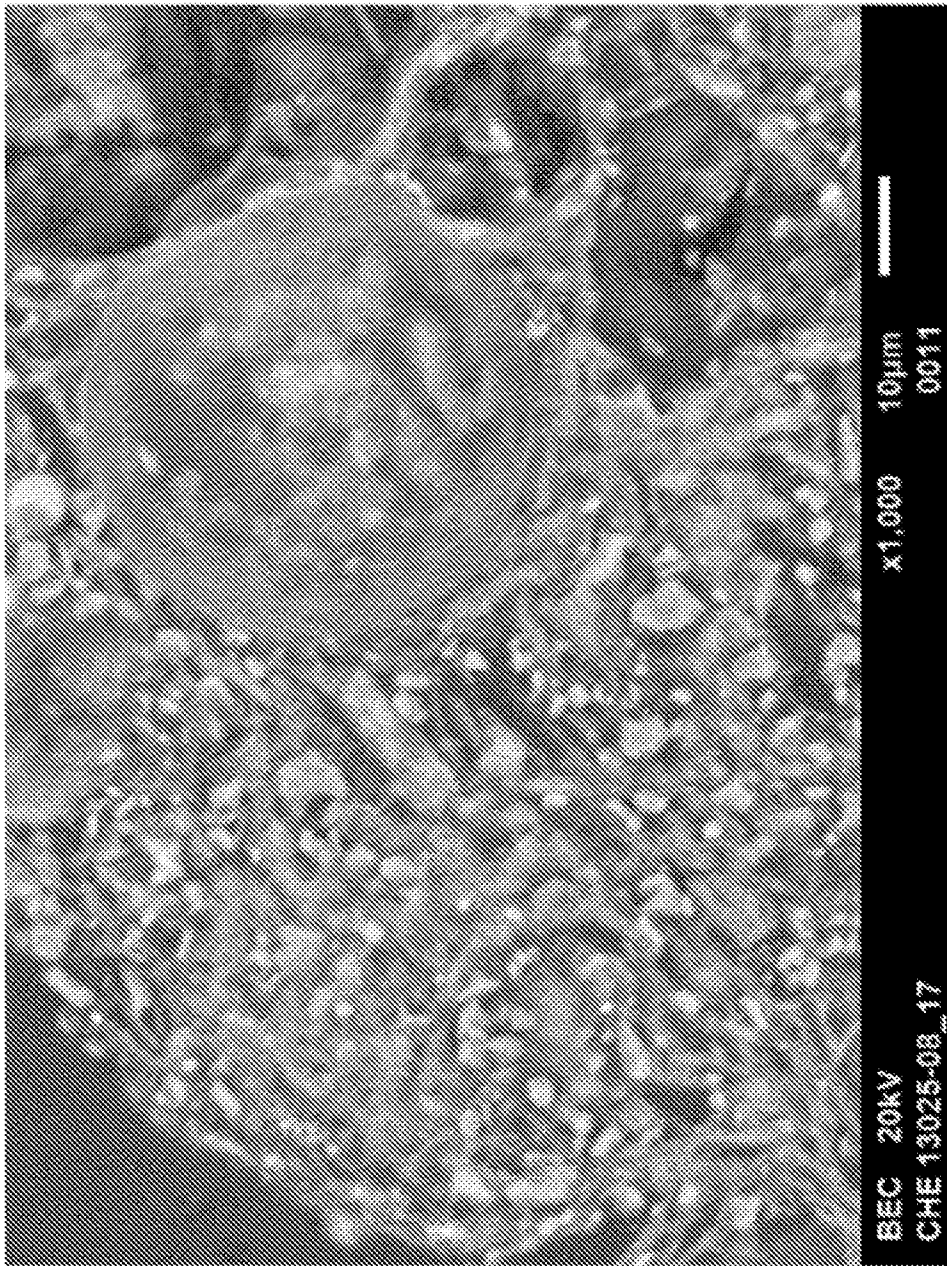


Fig. 22

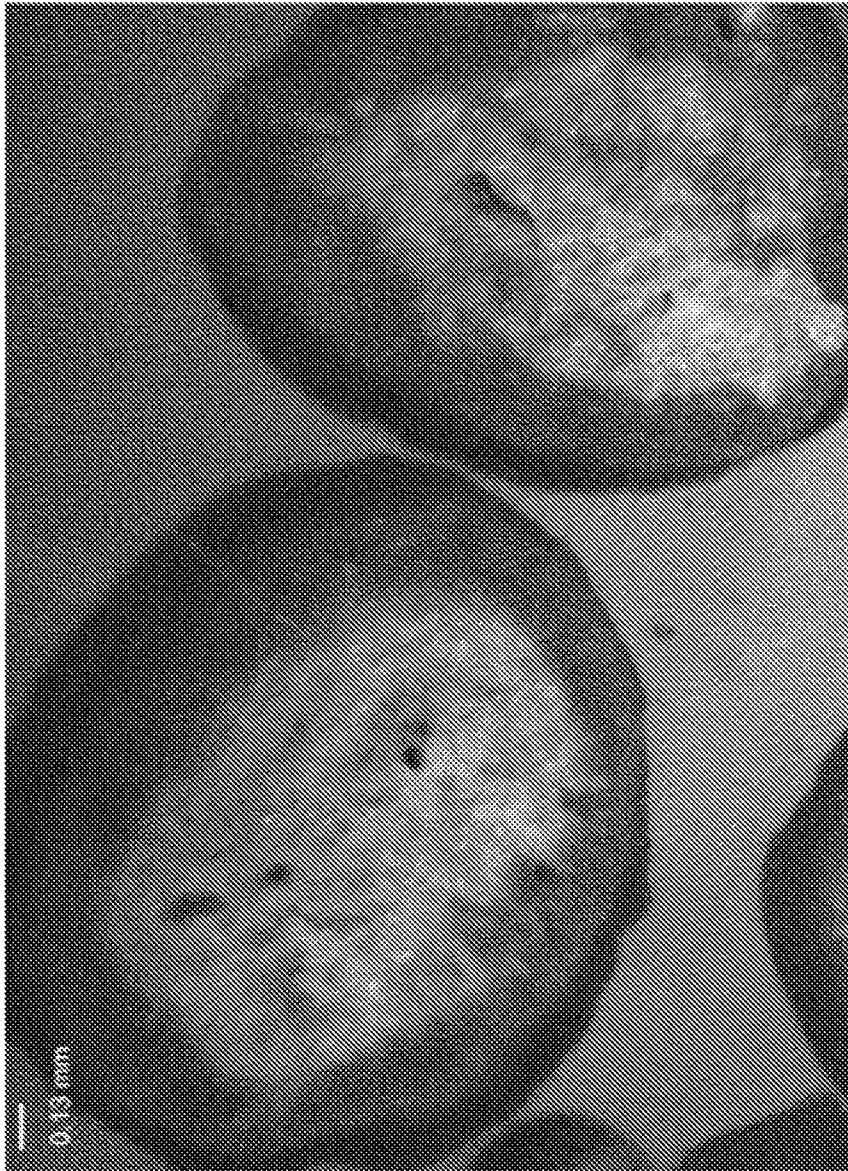


Fig. 23

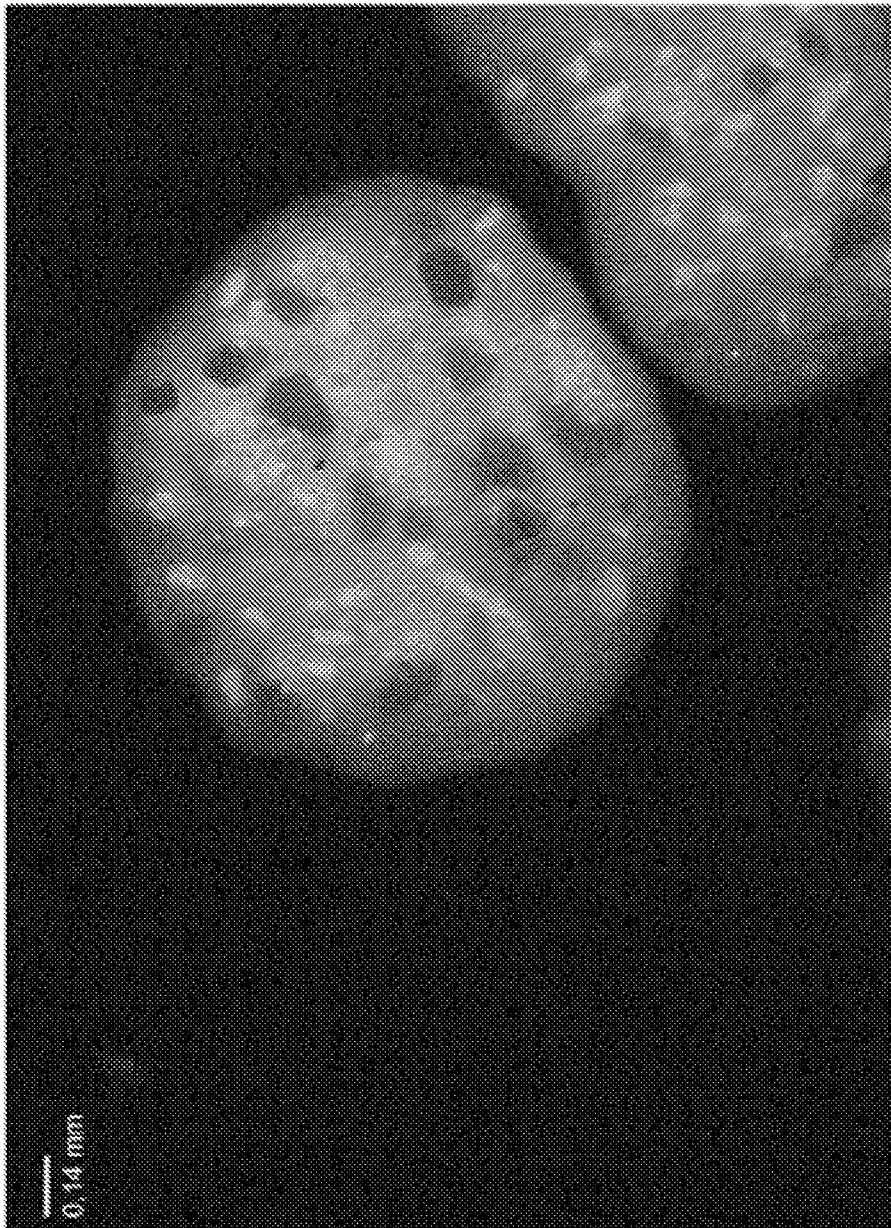


Fig. 24