



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 919 554**

⑮ Int. Cl.:

<b>C04B 28/24</b>	(2006.01)
<b>B22C 5/00</b>	(2006.01)
<b>C04B 40/00</b>	(2006.01)
<b>C04B 38/00</b>	(2006.01)
<b>C04B 111/28</b>	(2006.01)
<b>C04B 111/10</b>	(2006.01)
<b>C04B 111/40</b>	(2006.01)
<b>C04B 111/76</b>	(2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2017 PCT/EP2017/065923**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2018 WO18002098**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2017 E 17735453 (7)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2022 EP 3478643**

⑮ Título: **Cuerpo moldeado refractario aislante térmico, en particular placa, y procedimiento para su fabricación y su uso**

⑩ Prioridad:

**30.06.2016 DE 102016112042**

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.07.2022**

⑮ Titular/es:

**REFRATECHNIK HOLDING GMBH (100.0%)  
Georg-Muche-Straße 4  
80807 München, DE**

⑮ Inventor/es:

**JANSEN, HELGE, PROF. DR.;  
SCHEMMEL, THOMAS, DR.;  
STEIN, PETRA, DR. y  
SCHÖLWER, MICHAEL**

⑮ Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 919 554 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

Cuerpo moldeado refractario aislante térmico, en particular placa, y procedimiento para su fabricación y su uso

5 La presente invención se refiere a un cuerpo moldeado refractario aislante térmico, en particular una placa, preferiblemente para el aislamiento térmico de metales fundidos, en particular de aceros fundidos, con respecto a la atmósfera circundante o un recipiente metalúrgico, en particular en el caso de la fabricación de acero en acerías así como un procedimiento para su fabricación y su uso.

10 En la metalurgia es habitual cubrir la superficie libre del metal fundido, en particular del acero fundido, que se encuentra en un recipiente metalúrgico abierto con un medio de cubrimiento. El medio de cubrimiento forma una capa de protección y de aislamiento térmico. Protege por un lado el baño de metal fundido de gases atmosféricos, para evitar reacciones químicas indeseadas del metal fundido. Por otro lado, sirve para el aislamiento o aislamiento térmico con respecto a la atmósfera. Por lo tanto el medio de cubrimiento garantiza una buena calidad de superficie.

15 Como medio de cubrimiento se usan habitualmente productos a granel sueltos a partir de materiales refractarios, en particular a partir de ceniza de cascarilla de arroz. La ceniza de cascarilla de arroz se fabrica en grandes cantidades en muchos países productores de arroz. Ella se produce como subproducto durante la combustión de cascarillas de arroz (cáscaras). Cuando estas se queman, surge ceniza de cascarilla de arroz, la cual es muy pura químicamente y consta hasta 94-96 % de SiO<sub>2</sub> en forma amórfa. La ceniza de cascarilla de arroz también se denomina por eso como ácido silícico biogénico. Ella tiene un punto de fusión muy alto de apróx. 1.650 °C. Durante la fabricación se queman los componentes volátiles, en donde se conserva sin embargo una estructura única microporosa del SiO<sub>2</sub>. De esta estructura resulta tanto una conductividad térmica extremadamente baja como también un peso a granel bajo de la ceniza de cascarilla de arroz. La ceniza de cascarilla de arroz causa como consecuencia precisamente un aislamiento térmico excelente, sin embargo conduce debido a su gran finura, en particular al aplicarla sobre la superficie de metal fundido a una alta carga de polvo, la cual puede ser nociva para la salud. Pues las partículas de polvo finas pueden llegar al cuerpo humano y provocar p. ej. lesiones oculares. Por eso se deben instalar por ejemplo instalaciones de aspiración, las cuales conducen a su vez a pérdidas de material debido a la aspiración de la ceniza de cascarilla de arroz.

30 Por esta razón, también es conocido usar, en vez de la ceniza de cascarilla de arroz pura, granulados como medio de cubrimiento. Los granulados consisten en materiales refractarios granulados, los cuales son solidificados mediante un agente aglutinante. Por ejemplo los granulados de este tipo se desprenden del documento DE 10 2013 000 527 A1, el documento DE 197 28 368 C1 y el documento DE 197 31 653 C2.

35 Los gránulos del documento DE 10 2013 000 527 A1 contienen principalmente, preferiblemente hasta 90 %/PP, tierra infusoria. Como agente aglutinante se usa p. ej. bentonita, vidrio soluble o celulosa. Los gránulos también pueden contener polivinilpolipirrolidona como agente aglutinante. El granulado se funde tras algún tiempo.

40 El granulado del documento DE 197 28 368 C1 presenta gránulos, los cuales se fabrican a partir de ceniza de cascarilla de arroz, un agente aglutinante orgánico que se forma en cantidades de 1 a 10 %/PP así como agua en cantidades de 20 a 100 %/PP.

45 Las microesferas/gránulos del granulado del documento DE 197 31 653 C2 constan de ceniza de cascarilla de arroz, la cual se mezcla con una sustancia tensioactiva y un agente aglutinante. La sustancia tensioactiva se puede tratar de alginato de sodio, sal de sodio de carboximetilcelulosa, hexametafosfato sódico o mezclas de ellos. El agente aglutinante se puede tratar de alcohol de polivinilo, melaza, hexametafosfato sódico, cemento de Portland, silicato de sodio y carbonato de calcio precipitado y mezclas de ellos. Las microesferas/gránulos se secan tras la mezcla y el prensado y entonces se queman a una temperatura de 800-1400 °C.

50 Los granulados conducen precisamente a una carga de polvo considerablemente reducida en comparación con la ceniza de cascarilla de arroz pura. Ellos presentan sin embargo también un peso a granel más alto y conducen por lo tanto a un peor aislamiento. Además en función de la fabricación ellos son considerablemente más caros que los productos a granel a partir de ceniza de cascarilla de arroz pura.

55 Los recipientes metalúrgicos a cubrir se tratan en particular de un distribuidor de metal, preferiblemente un distribuidor de colada continua (tundish), una cuchara de fundición o una coquilla para la colada en lingote ascendente o descendente. En el caso de la colada en lingote el metal líquido se vierte en un molde vertical (coquilla) y se endurece en este. El vertido puede suceder tanto desde arriba (colada en lingote descendente) como también por medio de un sistema de alimentación desde abajo (colada en lingote ascendente). Tras el endurecimiento la coquilla se deslingota, esto es se retira del metal endurecido y la colada en lingote se procesa adicionalmente.

60 Mientras el acero fundido se endurece en la coquilla, se pueden formar sobre todo en la cabeza de lingote cavidades de contracción (rechupes). Los componentes con temperatura de fusión relativamente más baja son empujados antes del frente de cristalización de componentes que se funden a mayor temperatura más bien hacia arriba. A causa de esto y debido al flujo de burbujas de aire ascendentes se pueden concentrar elementos como azufre, fósforo y carbono

en la cabeza de lingote. Surgen así denominadas segregaciones de lingotes. Debido a escorias abotargadas se produce por lo tanto "desperdicio de cabeza". Por lo tanto el área superior afectada del lingote se debe separar antes del procesamiento adicional.

5 A través de un buen aislamiento térmico de la cabeza de lingote el metal fundido se puede mantener líquido más tiempo en la cabeza de lingote y se endurece más lento. La colada en lingote se vuelve continuamente densa y la parte a separar permanece relativamente pequeña. El aislamiento de la cabeza es por lo tanto particularmente importante en la colada en lingote.

10 En el caso de la colada en lingote ascendente durante la generación de acero para el aislamiento de la cabeza de lingote se coloca habitualmente primero una placa de retención o una barra de metal en la coquilla. La placa de retención consta normalmente de materiales exoérgicos (así denominada "placa exotérmica") a partir de mezclas de distintos óxidos refractarios con polvo de metal y habitualmente componentes que contienen flúor. En la placa de retención o la barra de metal está fijada mediante una cuerda una bolsa con polvo de fundición. La bolsa se quema tras poco tiempo debido al alto calor del acero fundido, de manera que el polvo de fundición se distribuye por el acero fundido y actúa entre la coquilla y el baño de acero como agente desmoldante y lubricante. A continuación la placa de retención o la barra de metal se extrae y el producto a granel respectivo se echa manualmente como agente de cubrimiento sobre la superficie de metal fundido. Este procedimiento es muy costoso y debido a la cercanía inmediata con respecto a la coquilla caliente peligroso para quienes lo realizan.

15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65

Es además conocido minimizar el rechape de la cabeza en la cabeza de lingote a través de una cubierta de aislamiento anular (así denominada "cubierta de fundición"). La cubierta de aislamiento está dispuesta como elemento componente separado en el extremo superior de la coquilla o en la cabeza de coquilla y colocada en esta. Ella aísla así la cabeza de coquilla del acero fundido por el área de la cabeza de lingote. La cubierta de aislamiento puede estar configurada como elemento componente de una pieza o constar de varias placas unidas entre sí. Las cubiertas de aislamiento de una pieza y las placas constan normalmente de material térmicamente aislante.

El documento DE 20 49 054 A1 divulga una tira de sol de sílice, fibras de silicato de aluminio y ceniza de cascarilla de arroz calcinada. La proporción de fibras de silicato de aluminio es en este caso siempre considerablemente mayor que la proporción de ceniza de cascarilla de arroz. Del D1 tampoco se desprende el punto de reblandecimiento bajo presión de la tira.

El documento DE 94 05 748 U1 divulga una placa deflectora de llama sin quemar, la cual presenta una capa superior y una capa inferior. Tanto la capa superior como también la capa inferior presentan respectivamente ceniza de cascarilla de arroz así como sol de sílice como agente aglutinante. En los ejemplos del documento DE 94 05 748 U1 se indican respectivamente recetas para la capa superior y la capa inferior, en donde el límite superior para el contenido de ceniza de cascarilla de arroz en la capa superior está en 70 %/PP y la capa inferior en 50 %/PP. Sin embargo los límites inferior y superior indicados en los ejemplos se añaden hasta por encima de 100 %/PP. Además las recetas presentan otros componentes, a saber 50-80 %/PP de perlita y 2-10 %/PP de silicato de circonio (ejemplo 1), o 30-50 %/PP de cordierita molida y 2-10 %/PP de silicato de circonio (ejemplo 2) y 30-70 %/PP de chamota ligera y 2-10 %/PP de silicato de circonio (ejemplo 3).

El documento CN 1594197 A divulga un material, el cual debe presentar 10 a 90 %/PP de ceniza vegetal. Según la descripción del documento CN 1594197 A la ceniza vegetal se puede tratar por ejemplo de ceniza de cascarilla de arroz, cascarilla de trigo, cascarilla de judías, tallos de judías etc. Como agente aglutinante se pueden usar según el documento CN 1594197 A por ejemplo una solución de aluminio y fosfato, vidrio soluble, sílice coloidal, aerogel, mezclas de silicio orgánico, emulsión de polivinilacetato, PVFM, poliacrilato, polvo de goma y aglutinantes cementosos inorgánicos (cemento, cal, yeso y magnesita, etc.). Un mejor resultado se puede esperar según el documento CN 1594197 A, si se mezclan aglutinantes inorgánicos y orgánicos. En los ejemplos del documento CN 1594197 A se usa parcialmente ceniza de cascarilla de arroz y sol de sílice como agente aglutinante. Sin embargo el sol de sílice se usa siempre solo en combinación con otros agentes aglutinantes, a saber alcohol de polivinilo o vidrio soluble.

Además del documento CN 1594197 A no se desprende ningún punto de reblandecimiento bajo presión. Solamente en una tabla, en la cual se indican indicadores de rendimiento, se indica un rango de temperatura de -40 a 1000 °C".

El documento GB 2 347 143 A divulga una composición para la fabricación de productos refractarios aislantes térmicos que presentan ácido silílico biogénico, un material de fibra y un agente aglutinante, en donde el ácido silílico biogénico es fundamentalmente libre de cristobalita. El ácido silílico biogénico puede estar contenido p. ej. en cantidades de 10 a 90 %/PP. Además como agente aglutinante se pueden utilizar sol de sílice en combinación con almidón. En general el documento GB 2 347 143 A indica para todos los componentes de la composición (ácido silílico biogénico, fibras, agente aglutinante) respectivamente diferentes formas de realización y rangos muy ampliamente comprendidos y por lo tanto muchas combinaciones posibles, las cuales pueden dar como resultado entre otras cosas tantos puntos de reblandecimiento diferentes como se quiera.

Según el ejemplo de realización único divulgado en el documento GB 2 347 143 A la composición presenta los siguientes componentes:

2000 g de fibras minerales  
 800 g de caolín  
 4000 g de ceniza de cascarilla de arroz  
 5 1600 g de alúmina (malla -200)  
 600 g de almidón catiónico  
 1200 ml de sol de sílice (40 % sílice)

10 Los componentes indicados arriba se mezclan con 400 litros de agua, de manera que se fabrica un lodo. A continuación mediante la formación de vacío se fabrican a partir de ello cápsulas aislantes. Del documento GB 2 347 143 A no se desprende, cuán alto es el punto de reblandecimiento bajo presión de los cuerpos moldeados fabricados.

15 La tarea de la presente invención es la provisión de un cuerpo moldeado aislante térmico refractario, en particular una placa aislante térmica refractaria, el cual o la cual debe presentar un peso específico bajo y una alta pureza química.

20 El cuerpo moldeado debe ser apropiado en particular para el aislamiento térmico de metales fundidos, en particular de aceros fundidos, con respecto a la atmósfera circundante y/o un recipiente metalúrgico, en particular durante la fabricación de acero, en donde el cuerpo moldeado debe ser fabricable de forma sencilla y rentable, debe garantizar un buen aislamiento térmico y no debe ser nocivo ni para la salud ni para el medio ambiente.

25 Otra tarea es la provisión de un procedimiento sencillo y rentable para la fabricación del cuerpo moldeado.

30 Esta tarea se soluciona mediante un cuerpo moldeado, preferiblemente una placa, con las características de la reivindicación 1 así como un procedimiento con las características de la reivindicación 10. Usos de conformidad con la invención del cuerpo moldeado están señalados en las reivindicaciones 13 y 18. Perfeccionamientos ventajosos de la invención están señalados en las reivindicaciones secundarias a continuación.

35 Según un diseño ventajoso del procedimiento los granos fundentes a partir del ácido silícico biogénico se aglomeran antes de la mezcla con los componentes restantes de la mezcla con agua y/o sol de sílice hasta granos de granulado y los granos de granulado se mezclan en estado plástico con los componentes restantes de la mezcla.

40 A continuación la invención se explica en más detalle mediante un dibujo a modo de ejemplo. Muestran:

45 la figura 1: esquemáticamente un recorte de sección transversal del cuerpo moldeado de conformidad con la invención

50 la figura 2: esquemáticamente y muy simplificada una coquilla para la colada en lingote ascendente antes del inicio del proceso de fundición con una placa de cubierta

55 la figura 3: la coquilla según la figura 2 durante el proceso de fundición

60 la figura 4: la coquilla según la figura 2 al final del proceso de fundición

65 la figura 5: esquemáticamente y muy simplificado un distribuidor de fundición antes de la mazarota

70 la figura 6: el distribuidor de fundición según la figura 5 después de la mazarota

75 El cuerpo moldeado 1 refractario, sin quemar, de conformidad con la invención (Fig. 1-6) presenta una matriz de agente aglutinante 2 a partir de por lo menos un agente aglutinante endurecido, en el cual están incrustados o incorporados granos fundentes 3 a partir de ácido silícico biogénico, preferiblemente a partir de ceniza de cascarilla de arroz. Los granos fundentes 3 están distribuidos en la matriz de agente aglutinante 2.

80 De conformidad con la invención la matriz de agente aglutinante 2 consta exclusivamente de gel de sílice (silica gel). El gel de sílice es un dióxido de silicio amorfo. En consecuencia la matriz de agente aglutinante 2 consta de conformidad con la invención de dióxido de silicio amorfo. El gel de sílice surge en este caso de manera conocida a partir de un sol de sílice (silica sol), una solución coloidal sin disolvente acuosa de dióxido de silicio amorfo, mediante gelificación al formarse enlaces Si-O-Si y secado.

85 El ácido silícico biogénico se trata preferiblemente exclusivamente de ceniza de cascarilla de arroz. Él también se puede tratar sin embargo de tierra de diatomeas (tierra infusoria) o roca silícea o esqueleto de radiolaria solidificado hasta roca diagenéticamente o esponjas de ópalo. También pueden estar presentes como sustancia fundente mezclas de diferentes ácidos silícicos biogénicos.

90 Además el cuerpo moldeado 1 también puede presentar otras sustancias fundentes a partir de material refractario. Sustancias fundentes en el sentido de la invención son generalmente sustancias, las cuales o cuyos granos están distribuidos en la matriz de agente aglutinante 2 y están incorporados o incrustados en esta. En este caso las sustancias fundentes no reaccionan al endurecerse o solo superficialmente con el agente aglutinante. Los granos

fundentes están por lo tanto incorporados en la matriz de agente aglutinante 2 fundamentalmente de forma mecánica.

Las otras sustancias fundentes constan en este caso preferiblemente como el ácido silícico biogénico también de SiO<sub>2</sub>. En particular se trata de microsílice, preferiblemente ácido silícico pirogénico y/o precipitado. Esto tiene la ventaja de que el cuerpo moldeado 1 de conformidad con la invención presenta una muy alta resistencia a los álcalis, ya que tanto la matriz de agente aglutinante 2 como también las sustancias fundentes constan de SiO<sub>2</sub> amorfo.

El cuerpo moldeado 1 también puede contener otras sustancias fundentes, las cuales no constan solo de SiO<sub>2</sub>. Por ejemplo el cuerpo moldeado puede presentar perlita expandida y/o vermiculita expandida y/o arcilla soplada y/o fibras inorgánicas, preferiblemente fibras de mineral y/o de escoria y/o de vidrio y/o de cerámica, y/o cenizas volantes y/o polvos filtrados (de centrales eléctricas) como sustancia fundente. La cantidad de sustancias fundentes de este tipo es sin embargo de conformidad con la invención < 10 %/PP, en relación con el contenido total (masa seca) de sustancias fundentes.

De conformidad con la invención el fundente del cuerpo moldeado 1 consta además hasta al menos 50 %/PP, preferiblemente hasta al menos 80 %/PP, en particular preferiblemente hasta al menos 90 %/PP, de ácido silícico biogénico, preferiblemente de ceniza de cascarilla de arroz, respectivamente en relación con el contenido total (masa seca) de sustancias fundentes. Ventajosamente el cuerpo moldeado 1 presenta exclusivamente ácido silícico biogénico, preferiblemente exclusivamente ceniza de cascarilla de arroz, como sustancia fundente. El fundente del cuerpo moldeado 1 consta por lo tanto ventajosamente hasta 100 %/PP de ácido silícico biogénico, preferiblemente hasta 100 %/PP de ceniza de cascarilla de arroz.

La fabricación del cuerpo moldeado 1 de conformidad con la invención se realiza como sigue:

primero se mezclan los componentes secos. Los componentes secos se tratan del ácido silícico biogénico y en su caso las otras sustancias fundentes así como en su caso dióxido de silicio amorfo como agente aglutinante. A continuación a la mezcla seca se añade agua para hidratar el dióxido de silicio, de manera que el ácido silícico se activa.

Sin embargo también es ventajoso añadir el dióxido de silicio amorfo ya en forma disuelta o dispersada o en dispersión coloidal, esto es como sol de sílice, a la mezcla seca a partir de los componentes restantes en forma líquida. El dióxido de silicio amorfo también se puede añadir parcialmente en forma seca y parcialmente como sol de sílice a los componentes restantes.

La composición de la mezcla terminada se ajusta preferiblemente de tal manera que la mezcla presenta tras 30 s bajo vibración una medida de expansión, determinada en cumplimiento con DIN EN ISO 1927-4 (03/2013), de 200 a 500 mm, preferiblemente de 250 a 350 mm, sin que aparezca una separación entre las proporciones de grano grueso y fino, como este es el caso con la ceniza de cascarilla de arroz.

Preferiblemente la mezcla terminada presenta o el relleno para la fabricación del cuerpo moldeado 1 presenta en relación con los componentes secos la siguiente composición en relación con la masa seca total, en donde los componentes individuales se añaden hasta 100 %/PP:

	Proporción [%/PP]	
	preferiblemente	
Ácido silícico biogénico, preferiblemente ceniza de cascarilla de arroz	40,0 a 95,0	65,0 a 90,0
Dióxido de silicio como agente aglutinante	5,0 a 30,0	10,0 a 20,0
Otras sustancias fundentes	0 a 20,0	0 a 10,0
Otros componentes	0 a 10,0	0 a 5,0

Además la relación de peso del disolvente líquido, preferiblemente del agua, con respecto a los componentes secos es preferiblemente 2:1 a 1:9, preferiblemente 1:1 a 3:7.

La ceniza de cascarilla de arroz usada presenta además preferiblemente la siguiente composición química según DIN EN ISO 12677 (02/2013), en donde los componentes individuales (sin pérdida por calcinación) se añaden hasta 100 %/PP:

	Proporción [%/PP]	
	preferiblemente	
SiO <sub>2</sub>	92 a 98	94 a 97
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,5 a 2,0	0,5 a 1,5
K <sub>2</sub> O	1,0 a 3,0	1,5 a 2,5
Óxidos residuales	0,5 a 3,0	1,0 a 2,0

El ácido silícico biogénico usado, en particular la ceniza de cascarilla de arroz, presenta además preferiblemente la

siguiente distribución de grano según DIN 66165-2 (04/1987) en relación con la masa seca, en donde los componentes individuales se añaden hasta 100 %/PP:

Tamaño de grano [mm]	Proporción [%/PP]	
	preferiblemente	
≥ 2,0	0 a 3,0	0,01 a 0,5
< 2,0-1,0	0,05 a 4,0	0,1 a 2,0
< 1,0-0,5	1,0 a 40,0	1,5 a 35,0
< 0,5-0,3	3,95 a 40,0	8,39 a 30,0
< 0,3	30,0 a 95,0	40,0 a 90,0

5 El peso a granel según DIN EN 1097-3 (06/1998) del ácido silílico biogénico usado, en particular de la ceniza de cascarilla de arroz, es preferiblemente 0,05 a 0,5 g/cm<sup>3</sup>, preferiblemente 0,1 a 0,4 g/cm<sup>3</sup>.

La mezcla terminada se pasa a continuación a un molde y se compacta en este. La compactación se realiza en particular mediante vibración por contacto o prensado uniaxial.

10 En el caso de la vibración por contacto el molde se encuentra sobre una mesa vibradora. Sobre la mezcla terminada que se encuentra en el molde se aplica un peso, la mesa vibradora se activa y la mezcla se compacta mediante vibración. Mediante vibración por contacto se fabrican normalmente formatos más pequeños.

15 En el caso del prensado uniaxial el molde llenado con la mezcla terminada se coloca en una prensa, en donde sobre la mezcla se coloca una placa de cubierta. Entonces el punzón superior de la prensa se conduce contra la placa de cubierta y se compacta la mezcla así con presión determinada. Preferiblemente se realizan varias carreras de prensado. Mediante el prensado uniaxial se fabrican normalmente formatos más grandes.

20 Tras la compactación se desmolda el cuerpo moldeado verde sólido y se deja endurecer. El dejar endurecer se realiza en particular de 110 a 200 °C durante preferiblemente 4 a 12 h. La temperatura se elige de tal forma que el agente aglutinante se fragua o endurece. Ella está por debajo de la temperatura para la cocción cerámica. Por lo tanto el cuerpo moldeado 1 de conformidad con la invención no se quema.

25 El cuerpo moldeado 1 de conformidad con la invención presenta entonces preferiblemente una densidad aparente seca  $\rho_0$  de 0,3 a 1,5 g/cm<sup>3</sup>, preferiblemente de 0,5 a 1,3 g/cm<sup>3</sup> según DIN EN 1094-4 (09/1995).

Además el cuerpo moldeado 1 presenta preferiblemente una porosidad de 60 a 90 %, preferiblemente de 70 a 80 % según DIN EN 1094-4 (09/1995).

30 La resistencia a la presión en frío del cuerpo moldeado 1 es preferiblemente de 0,5 a 15,0 MPa, preferiblemente de 1,0 a 10,0 MPa según DIN EN 993-5 (12/1998).

35 Y la resistencia a la torsión en frío del cuerpo moldeado 1 es preferiblemente 0,3 a 7,0 MPa, preferiblemente 0,5 a 5,0 MPa según DIN EN 993-6 (04/1995).

La resistencia a la torsión en caliente del cuerpo moldeado 1 es preferiblemente 0,5 a 5,0 MPa, preferiblemente 1,0 a 3,0 MPa según DIN EN 993-7 (04/1995).

40 Además el cuerpo moldeado 1 presenta de conformidad con la invención un punto de reblandecimiento determinado con un microscopio de calefacción según DIN EN 51730 (09/2007) de 1500 a 1700 °C, preferiblemente 1650 a 1700 °C. Por lo tanto el cuerpo moldeado 1 es apropiado para el empleo duradero o permanente a muy altas temperaturas.

45 Además el cuerpo moldeado 1 presenta preferiblemente las siguientes conductividades térmicas según DIN EN 993-15 (07/2005):

	Conductividad térmica [W/mK]	
	preferiblemente	
a 26 °C	0,10 a 0,14	0,11 a 0,13
a 307 °C	0,12 a 0,16	0,13 a 0,15
a 700 °C	0,17 a 0,21	0,18 a 0,20
a 995 °C	0,25 a 0,29	0,26 a 0,28

50 El cuerpo moldeado 1 de conformidad con la invención presenta además preferiblemente la siguiente composición química según DIN EN ISO 12677 (02/2013), en donde los componentes individuales se añaden hasta 100 %/PP:

	Proporción [%/PP]	
	preferiblemente	
SiO <sub>2</sub>	93,0 a 99,0	95,0 a 98,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,2 a 1,5	0,5 a 1,3
K <sub>2</sub> O	0,3 a 2,5	0,5 a 2,2
Óxidos residuales	0,5 a 3,0	1,0 a 1,5

Como ya está explicado, el cuerpo moldeado 1 se usa de conformidad con la invención para el aislamiento térmico de un metal fundido, en particular un acero fundido del entorno. Preferiblemente el cuerpo moldeado 1 se usa para el aislamiento de lingote de cabeza en el caso de la colada en lingote ascendente.

5 Un dispositivo de colada en lingote 4 (Figs. 2 y 3) para la colada en lingote ascendente de metal, en particular de acero, presenta habitualmente un bastidor inferior 5 con un canal de fundición 6 para conducir el metal fundido, en particular el acero. Además el dispositivo de colada en lingote 4 presenta una coquilla 7 anular para alojar un baño de metal 8 a partir de metal fundido. La coquilla 7 presenta un extremo de coquilla abierto inferior y uno superior 7a;b. El 10 extremo de coquilla superior 7b forma la cabeza de coquilla 9 de la coquilla 7.

15 Según un aspecto ventajoso de la invención el cuerpo moldeado 1 se usa como placa de cubierta 10 para cubrir el extremo de coquilla abierto superior 7b. La placa de cubierta 10 se coloca para ello al inicio de la colada en lingote (Fig. 2) en la cabeza de coquilla 9. La colocación en la coquilla 7 se realiza por lo tanto sin contactar directamente con el baño de metal 8. El baño de metal 8 se aísla térmicamente por lo tanto a través de la placa de cubierta 10 de forma indirecta, esto es sin contacto directo. En la placa de cubierta 10 una bolsa de polvo de fundición 11 llena con polvo de fundición está fijada de tal manera que ella cuelga de la placa de cubierta 10 hacia abajo, dentro de la coquilla 7. Para la fijación de la bolsa de polvo de fundición 11 la placa de cubierta 10 presenta preferiblemente una escotadura 12 central continua desde la una hasta la otra superficie de placa.

20 Ahora el metal fundido, en particular el acero fundido, se vierte a través del canal de fundición 6 desde abajo hasta la coquilla 7 y asciende en este hacia arriba (Fig. 3). El baño de metal 8, en particular el baño de acero, presenta normalmente una temperatura de apróx. 1550 °C. La bolsa de polvo de fundición 11 se quema por lo tanto tras poco tiempo debido al alto calor del acero fundido, de manera que el polvo de fundición se distribuye sobre una superficie de baño de metal 8a y se forma una capa de polvo de fundición 13 superficial. El polvo de fundición se distribuye además entre la coquilla 7 y el baño de metal 8 y actúa como desmoldante y lubricante.

25 El baño de metal 8 asciende durante la mazarota hasta la placa de cubierta 10 y forma un lingote de colada 14 que se endurece con una cabeza de lingote 15 superior (Fig. 14). La placa de cubierta 10 aísla la cabeza de lingote 15 de la atmósfera y garantiza a consecuencia de esto un enfriamiento lento de la cabeza de lingote 15.

30 Según un otro aspecto ventajoso de la invención el cuerpo moldeado 1 se usa como placa aislante 16 para una cubierta de fundición o cubierta aislante 17 para el aislamiento térmico de la cabeza de lingote 15 de la coquilla 7, en particular de la cabeza de coquilla 9. La cubierta aislante 17 anular consta de varias placas aislantes 16 dispuestas adyacentemente la una a la otra en la dirección perimetral de la coquilla 7, unidas entre sí. Ella sirve para el revestimiento interno de la cabeza de coquilla 9. La cubierta aislante 17 está por lo tanto por el lado interno en una pared de coquilla 18. Ella también puede sobresalir por el extremo de coquilla superior 7b por encima de la coquilla 7 (no representado). En este caso ella se usa en particular junto con un producto a granel suelto para el aislamiento de la superficie de baño de metal 8a, la cual se aspira al final del proceso de fundición.

35 40 La cubierta aislante 17 también puede estar configurada de una pieza y el cuerpo moldeado 1 se puede usar por lo tanto como cubierta aislante 17.

45 El cuerpo moldeado 1 también se puede usar de manera ventajosa como placa de cubierta para cubrir o para aislar la superficie de baño de metal 8a libre en un otro recipiente metalúrgico abierto por arriba. En particular el cuerpo moldeado 1 se puede usar como placa de cubierta 19 para un distribuidor de fundición 20 (Figs. 5 y 6), preferiblemente un distribuidor de colada continua (tundish).

50 Antes de la mazarota el distribuidor de fundición 20 se cubre preferiblemente con varias placas de cubierta 19 (Fig. 5). Durante la mazarota el baño de metal 8 asciende hasta las placas de cubierta 19. Estas forman una capa de cubierta aislante continua que cubre la superficie de baño de metal 8a.

55 El cuerpo moldeado 1 se puede usar además también de manera ventajosa como placa de cubierta para cubrir o para aislar la superficie de baño de metal 8a libre en una cuchara de fundición o en canaletas.

55 El cuerpo moldeado 1 también se puede colocar además directamente sobre la superficie de baño de metal 8a, de manera que él flota sobre esta.

Además el cuerpo moldeado 1 se puede usar como aislamiento térmico en una mampostería multicapa o en hornos

de tratamiento térmico para revestimientos refractarios o como barrera anticorrosión (p. ej. contra el ataque alcalino) o como revestimiento de protección contra incendios o como material filtrado para gases calientes.

5 El cuerpo moldeado 1 usado de conformidad con la invención presenta a bajas temperaturas como también a altas temperaturas una baja conductividad térmica y como consecuencia de esto excelentes propiedades aislantes. En el caso del uso para el aislamiento de cabeza de lingote en la colada en lingote ascendente esto garantiza una buena calidad de cabeza de lingote constante. El buen aislamiento térmico resulta en particular de las muy buenas propiedades aislantes térmicas del ácido silícico biogénico y su muy alto punto de fusión de apróx. 1650 °C.

10 Además el cuerpo moldeado 1 de conformidad con la invención es resistente a los álcalis y presenta una alta resistencia al fuego. Esto resulta de la combinación del ácido silícico resistente a los álcalis y altamente refractario, en particular la ceniza de cascarilla de arroz, con el sol de sílice como agente aglutinante. Pues el enlace SiO<sub>2</sub> del gel de sílice garantiza una alta resistencia a los álcalis y resistencia al fuego de la matriz de agente aglutinante.

15 Además el cuerpo moldeado 1 está libre de contaminantes. Además la ceniza de cascarilla de arroz se trata de un producto reciclado natural.

20 En el caso del uso de la placa de cubierta 10 al mismo tiempo como placa de retención para la bolsa de polvo de fundición 11 y a continuación para el aislamiento de la cabeza de lingote 15 se omite un paso de procedimiento adicional. Pues se omite una extracción de la placa de retención y la posterior aplicación de la ceniza de cascarilla de arroz suelta.

25 Además la carga de polvo es reducida considerablemente. La colocación de la placa de cubierta 10;19 sobre la coquilla 7 o el distribuidor de fundición 20 es además considerablemente más fácil que la aplicación de un producto a granel suelto sobre la superficie de baño de metal 8a. Además esto se puede realizar antes del vertido del metal fundido, lo cual significa para el trabajador respectivo una carga térmica considerablemente menor.

30 En el marco de la invención también está en este caso que durante la fabricación el ácido silícico biogénico, en particular la ceniza de cascarilla de arroz, antes de la mezcla con los otros componentes del cuerpo moldeado se granula con agua y/o sol de sílice y el granulado blando o plástico aún no endurecido se mezcla con los componentes restantes. Durante la compactación o el prensado se destruyen los granos de granulado plásticos, de manera que el cuerpo moldeado con los granos fundentes surge a partir del ácido silícico biogénico. Ventaja de esta variante de procedimiento es que la formación de polvo es menor.

35 Ejemplo de realización:

Se fabricó una placa de conformidad con la invención a partir de un relleno con la siguiente composición mediante prensado uniaxial:

	Proporción [%/PP]
Agente aglutinante de SiO <sub>2</sub> líquido (Köstrosol 2030)	50
Ceniza de cascarilla de arroz (NERMAT BF - E)	50

40 La mezcla terminada se compactó con un peso superficial de 0,5 N/mm<sup>2</sup>. La placa se desmoldó y se secó a 150 °C durante 12 h en un armario de secado sobre una chapa y se dejó endurecer. La placa presentó las siguientes medidas: 670 x 670 x 40 mm<sup>3</sup>. La placa fabricada tenía las siguientes propiedades:

Densidad aparente seca $\rho_0$ (DIN EN 1094-4 (09/1995))	0,61 g/cm <sup>3</sup>
Porosidad (DIN EN 1094-4 (09/1995))	74,65 %
Resistencia a la presión en frío (DIN EN 993-5 (12/1998))	1,5 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a la torsión en frío (DIN EN 993-6 (04/1995))	0,6 N/mm <sup>2</sup>

45

## REIVINDICACIONES

1. Cuerpo moldeado (1) refractario sin quemar, en particular placa, en particular para el aislamiento térmico de un metal fundido y/o de un lingote de colada (14) que se endurece a partir del metal fundido, que presenta una matriz de agente aglutinante (2) a partir de un agente aglutinante endurecido y granos fundentes (3) a partir de ácido silílico biogénico, preferiblemente a partir de ceniza de cascarilla de arroz, los cuales están incorporados en la matriz de agente aglutinante (2), en donde la matriz de agente aglutinante (2) consta de gel de sílice caracterizado por que el fundente del cuerpo moldeado (1), en relación a la masa seca total de sustancias fundentes, consta de:

5 a) hasta al menos 50 %/PP de ácido silílico biogénico, preferiblemente de ceniza de cascarilla de arroz,  
b) en su caso de una o más otras sustancias fundentes que constan de  $\text{SiO}_2$ , y  
c) 0 a < 10 %/PP de una o más otras sustancias fundentes a partir de material refractario, las cuales constan no solo de  $\text{SiO}_2$ , y

10 el cuerpo moldeado (1) presenta un punto de reblandecimiento determinado con un microscopio de calefacción según DIN EN 51730 (09/2007) de 1500 a 1700 °C.

15 2. Cuerpo moldeado (1) según la reivindicación 1  
20 caracterizado por que el ácido silílico biogénico se trata de ceniza de cascarilla de arroz y/o de tierra de diatomeas (tierra infusoria) y/o roca silícea o esqueleto de radiolaria solidificado hasta roca diagenéticamente o esponjas de ópalo.

25 3. Cuerpo moldeado (1) según la reivindicación 1 o 2  
25 caracterizado por que el fundente del cuerpo moldeado (1) consta hasta al menos 80 %/PP, preferiblemente hasta al menos 90 %/PP, en particular preferiblemente hasta 100 %/PP, de ácido silílico biogénico, preferiblemente de ceniza de cascarilla de arroz, en relación con la masa seca total de sustancias fundentes.

30 4. Cuerpo moldeado (1) según una de las reivindicaciones anteriores  
35 caracterizado por que el cuerpo moldeado (1)  
presenta una densidad aparente seca  $p_0$  de 0,3 a 1,5 g/cm<sup>3</sup>, preferiblemente de 0,5 a 1,3 g/cm<sup>3</sup>, según DIN EN 1094-4 (09/1995) y/o una porosidad de 60 a 90 %, preferiblemente de 70 a 80 %, según DIN EN 1094-4 (09/1995).

40 5. Cuerpo moldeado (1) según una de las reivindicaciones anteriores  
45 caracterizado por que el cuerpo moldeado (1)  
presenta una resistencia a la presión en frío de 0,5 a 15,0 MPa, preferiblemente de 1,0 a 10,0 MPa, según DIN EN 993-5 (12/1998) y/o una resistencia a la torsión en frío de 0,3 a 7,0 MPa, preferiblemente de 0,5 a 5,0 MPa, según DIN EN 993-6 (04/1995) y/o una resistencia a la torsión en caliente de 0,5 a 5,0 MPa, preferiblemente de 1,0 a 3,0 MPa, según DIN EN 993-7 (04/1995).

50 6. Cuerpo moldeado (1) según una de las reivindicaciones anteriores  
55 caracterizado por que el cuerpo moldeado (1) presenta un punto de reblandecimiento determinado con un microscopio de calefacción según DIN EN 51730 (09/2007) de 1650 a 1700 °C.

7. Cuerpo moldeado (1) según una de las reivindicaciones anteriores  
caracterizado por que el cuerpo moldeado (1) presenta las siguientes conductividades térmicas WLF según DIN EN 993-15 (07/2005):

	WLF [W/mK]	
	preferiblemente	
a 26 °C	0,10 a 0,14	0,11 a 0,13
a 307 °C	0,12 a 0,16	0,13 a 0,15
a 700 °C	0,17 a 0,21	0,18 a 0,20
a 995 °C	0,25 a 0,29	0,26 a 0,28

8. Cuerpo moldeado (1) según una de las reivindicaciones anteriores  
caracterizado por que el cuerpo moldeado (1) presenta la siguiente composición química según DIN EN ISO 12677 (02/2013), en donde los

componentes individuales (sin pérdida por calcinación) se añaden hasta 100 %/PP:

	Proporción [%/PP]	
	preferiblemente	
SiO <sub>2</sub>	93,0 a 99,0	95,0 a 98,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,2 a 1,5	0,5 a 1,3
K <sub>2</sub> O	0,3 a 2,5	0,5 a 2,2
Óxidos residuales	0,5 a 3,0	1,0 a 1,5

9. Cuerpo moldeado (1) según una de las reivindicaciones anteriores

5 caracterizado por que  
la otra sustancia fundente que consta de SiO<sub>2</sub> se trata de microsílice.

10. Procedimiento para la fabricación de un cuerpo moldeado (1) refractario sin quemar según una de las reivindicaciones anteriores

10 caracterizado por  
los siguientes pasos de procedimiento:

15 a) fabricar una mezcla que presenta el fundente y sol de sílice,

b) verter la mezcla en un molde,

c) compactar la mezcla,

d) desmoldar el cuerpo moldeado (1) verde sólido,

e) dejar endurecer el cuerpo moldeado (1).

20 11. Procedimiento según la reivindicación 10

20 caracterizado por que

la composición de la mezcla se ajusta de tal manera que la mezcla presenta tras 30 s bajo vibración una medida de expansión, determinada en cumplimiento con DIN EN ISO 1927-4 (03/2013), de 200 a 500 mm, preferiblemente 250 a 350 mm.

25 12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11

caracterizado por que

la mezcla presenta la siguiente composición en relación con la masa seca total, en donde los componentes individuales se añaden hasta 100 %/PP:

	Proporción [%/PP]	
	preferiblemente	
Ácido silílico biogénico, preferiblemente ceniza de cascarilla de arroz	40,0 a 95,0	65,0 a 90,0
Dióxido de silicio como agente aglutinante	5,0 a 30,0	10,0 a 20,0
Otras sustancias fundentes	0 a 20,0	0 a 10,0
Otros componentes	0 a 10,0	0 a 5,0

30 13. Uso de un cuerpo moldeado (1) refractario sin quemar según una de las reivindicaciones 1 a 9 y preferiblemente fabricado según una de las reivindicaciones 10 a 12 para el aislamiento térmico de un metal fundido, en particular un acero fundido, y/o un lingote de colada (14) metálico que se endurece a partir del metal fundido, preferiblemente durante la fabricación de acero, en donde

35 el cuerpo moldeado (1) se usa preferiblemente para el aislamiento térmico del metal fundido, en particular del acero fundido, que se encuentra en un recipiente metalúrgico, y/o del lingote de colada (14) que se encuentra en un recipiente metalúrgico, del recipiente y/o de la atmósfera.

40 14. Uso según la reivindicación 13

40 caracterizado por que

el cuerpo moldeado (1) se usa para el aislamiento térmico del metal fundido, en particular del acero fundido, y/o del lingote de colada (14) en el caso de la colada en lingote ascendente,

45 en donde el cuerpo moldeado (1) se usa preferiblemente para el aislamiento térmico de una cabeza de lingote (15) del lingote de colada (14).

50 15. Uso según la reivindicación 13 o 14

caracterizado por que

el cuerpo moldeado se usa como placa de cubierta (10) para cubrir y para el aislamiento térmico de un baño de metal (8), en particular baño de acero, que se encuentra en una coquilla (7).

16. Uso según la reivindicación 13 o 14

caracterizado por que

el cuerpo moldeado se usa como placa de cubierta (19) para cubrir y para el aislamiento térmico de un baño de metal (8), en particular un baño de acero, que se encuentra en un distribuidor de fundición (20).

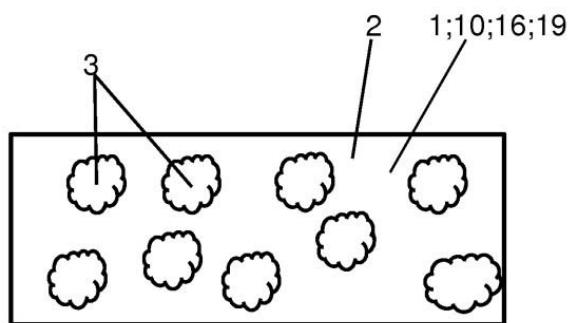
5 17. Uso según la reivindicación 15 o 16

caracterizado por que

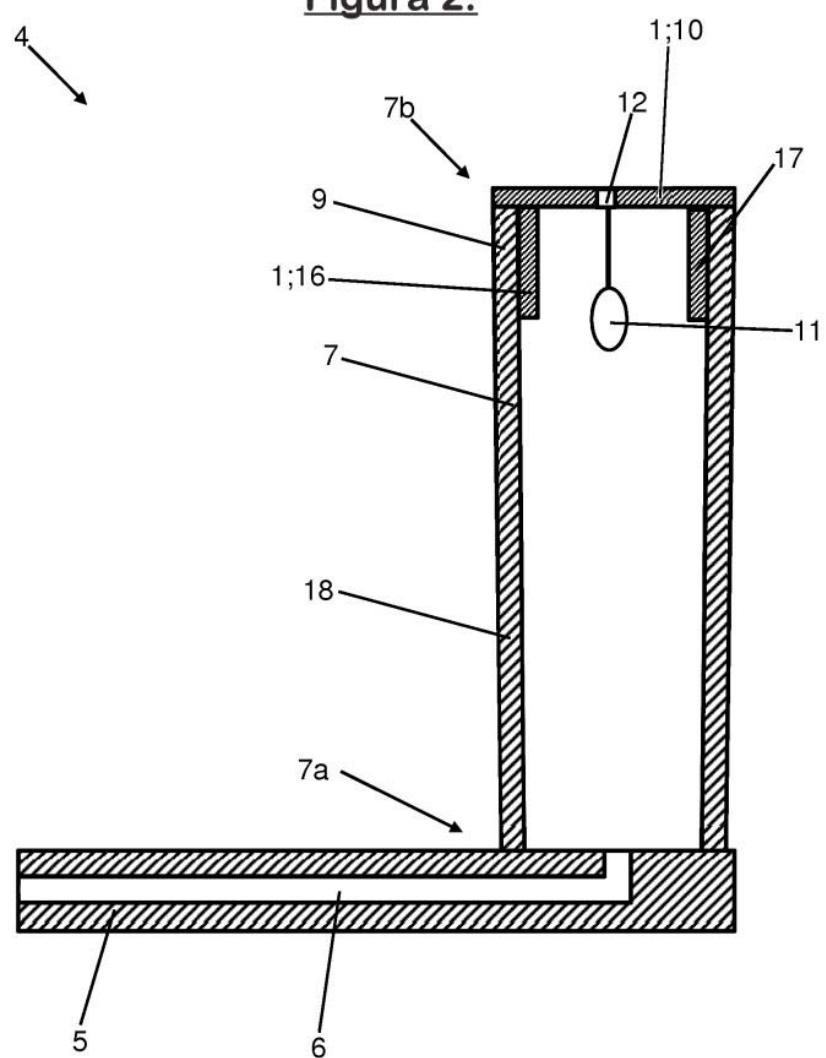
la placa de cubierta (10;19) se usa para cubrir el baño de metal (8) en la coquilla (7) o el distribuidor de fundición (20) en el caso de la colada en lingote ascendente o descendente.

10 18. Uso de un cuerpo moldeado (1) refractario sin quemar según una de las reivindicaciones 1 a 9 y preferiblemente fabricado según una de las reivindicaciones 10 a 12 para el aislamiento térmico de un revestimiento refractario, en particular en una mampostería multicapa o en un horno de tratamiento térmico, o como barrera anticorrosión, p. ej. contra el ataque alcalino, o como revestimiento de protección contra incendios o como material filtrado para gases calientes.

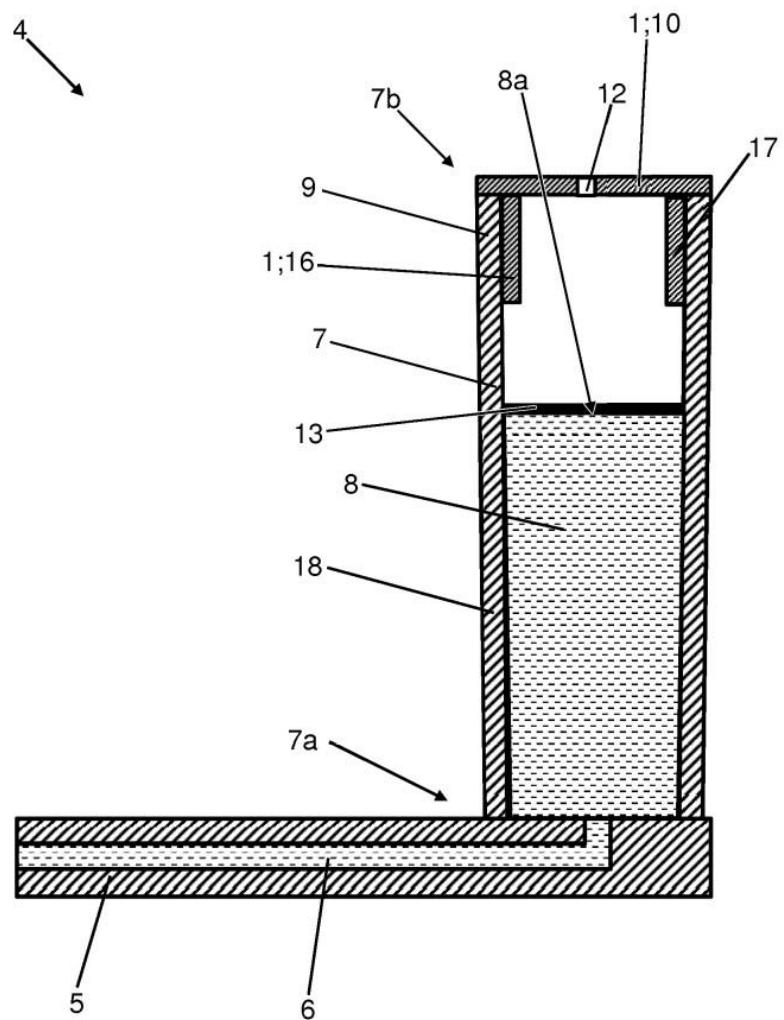
**Figura 1:**



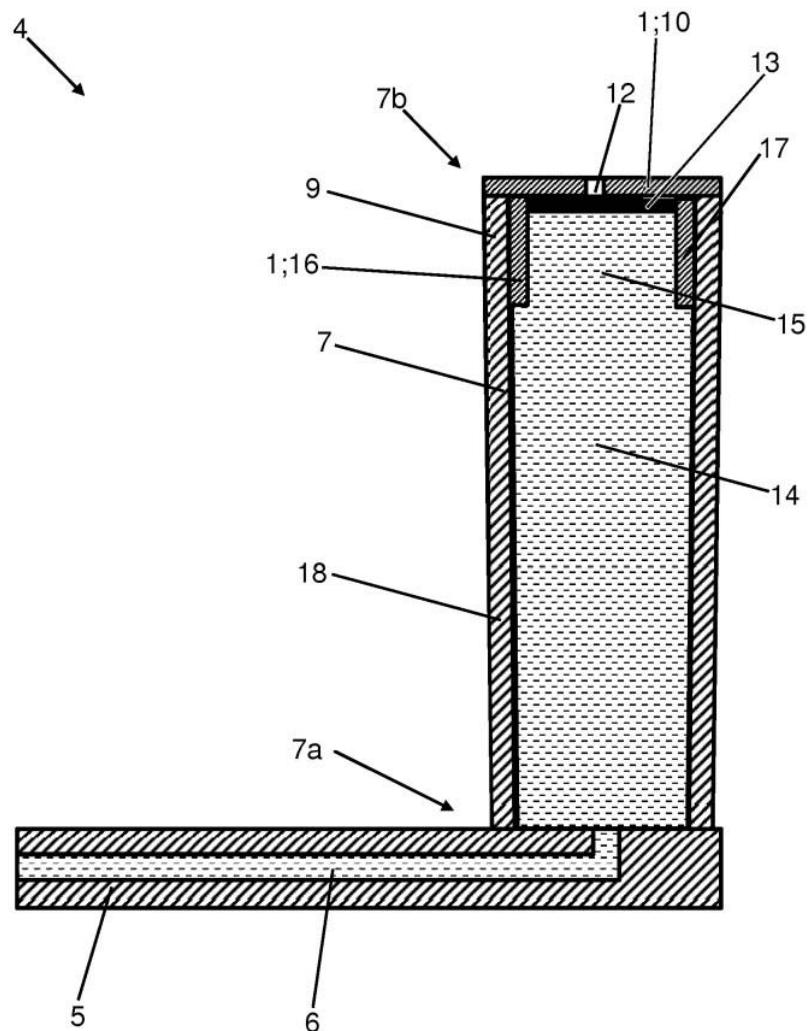
**Figura 2:**



**Figura 3:**



**Figura 4:**



**Figura 5:**

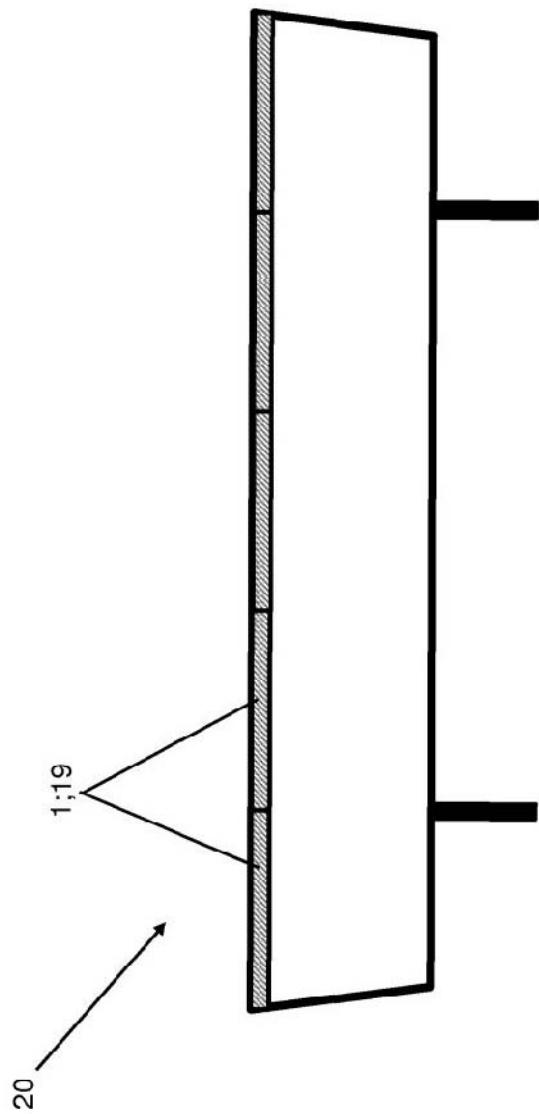


Figura 6:

