



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 338 468**

51 Int. Cl.:
B22D 19/14 (2006.01)
C22B 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07007332 .5**
96 Fecha de presentación : **10.04.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1844881**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.10.2007**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de elementos de construcción con poros abiertos, a base de metal, plástico o cerámica, con estructura de retícula esponjosa ordenada.**

30 Prioridad: **10.04.2006 DE 10 2006 017 104**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.05.2010

73 Titular/es: **Kurtz GmbH
Frankenstrasse 2
97892 Kreuzwertheim, DE
Laempe & Mössner GmbH y
Bernd Kuhs**

72 Inventor/es: **Munz, Ulrich;
Kuhs, Bernd y
Strub, Raimund**

74 Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 338 468 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 338 468 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de elementos de construcción con poros abiertos, a base de metal, plástico o cerámica, con estructura de retícula esponjosa ordenada.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar elementos de construcción ligeros, de poros abiertos, de metal, aleaciones metálicas, material plástico o cerámica, de cualquier forma geométrica, según lo expuesto en la reivindicación 1.

10 Para fabricar elementos de construcción de alta resistencia y rigidez con densidad reducida se conocen en el estado de la técnica procedimientos en los que se esponjan metales en estado líquido mediante agentes expansores adecuados, por ejemplo, gases, para fabricar elementos de construcción con las características antes citadas. Sin embargo, estos procedimientos conocidos presentan el inconveniente de que, debido a la introducción a presión de los gases durante el proceso de esponjado, se producen burbujas que adquieren tamaños diferentes, no claramente definidos y/o previsibles o deseados. Así pues, mediante este procedimiento se producen elementos de construcción que poseen propiedades mecánicas difíciles de evaluar. Además, las burbujas se acumulan hacia la superficie de los elementos de construcción y no permiten que se forme una capa externa de grosor definido, lo que sería necesario para obtener una función estática calculable.

20 También se conocen procedimientos con los que se fabrican moldes de colada con estructuras reticuladas amorfas aleatorias, los cuales se rellenan en un dispositivo de colada. Con la ayuda de estos moldes de colada interiores formados por esferas individuales se pueden fabricar elementos de construcción de pared exterior abierta o cerrada que en su interior poseen una estructura reticulada indefinida amorfa, dado que el macho está constituido por una acumulación de esferas unidas entre sí desordenadamente. También en este caso es imposible definir claramente las propiedades mecánicas del elemento de construcción, porque la configuración del reticulado aleatorio en el interior de los elementos de construcción es imprevisible.

25 El documento EP 1 174 200 A2 describe un procedimiento de colada y un macho de colada a utilizar en este procedimiento, con los que se obtienen elementos de construcción ligeros y de poros abiertos. Un espacio intermedio entre un macho y una envoltura exterior se rellena con una masa fundida líquida de un metal ligero, de modo que la masa fundida penetre, como mínimo, en la zona marginal del macho, y se aplica presión a la masa fundida en estado semilíquido, a fin de evitar porosidad de solidificación.

30 El macho es un macho perdido, es decir, un macho que ya no está presente en el elemento de construcción terminado. Para ello, el macho consta de un elevado número de esferas de esponja mineral con diámetros de 1 a 8 mm, adheridas entre sí en sus puntos de contacto. De este modo, el macho constituye un denso paquete de esferas que se utiliza como apilamiento de machos. Los elementos de construcción resultantes del procedimiento de colada pueden ser de poros abiertos, ya que sólo es posible rellenar con la masa fundida las zonas marginales del macho. No obstante, de este modo, después de desechar el macho, se obtiene como mínimo un lado de la pieza fundida que presenta poros abiertos. El apilamiento de machos consta pues de un paquete de esferas en el que las esferas están en contacto entre sí ya que están pegadas. No se prevé el ajuste del espaciado de las esferas mediante puentes entre las mismas y, con ello, una variación de las distancias entre los poros.

35 Los documentos WO 02/26419 A1 y US-A-6 155 331 describen, respectivamente, un procedimiento para la fabricación por capas de moldes de colada, y machos de colada de materiales arenosos. La fabricación de los machos de colada se realiza uniendo primero entre sí en una capa, mediante un agente ligante, partículas de arena según el contorno de la pieza a fabricar. Una vez realizada esta capa se construye sobre ella una nueva capa, en la que igualmente se unen entre sí con un ligante las partículas de arena y se liga esta capa a la capa fabricada con anterioridad. Así pues, el macho de colada se forma por capas. Sin embargo, de ninguno de los documentos citados se desprende que las partículas o granos de arena de cada capa estén unidos por puentes y, además, los machos de colada que dan a conocer no son adecuados para fabricar piezas coladas de poros abiertos.

40 El artículo de revista "Giesstechnische Herstellung offenporiger Metallschwämme mittels mineralischer Platzhalter" ("Fabricación por técnica de colada de esponjas de metal mediante marcadores de posición"), F. Grote, P. Busse, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, DE, Vol. 31, 2000, páginas 415-418, ISSN: 0933-5137, da a conocer un procedimiento de fabricación de un macho de colada para esponjas metálicas de poros abiertos, en el que se amontonan posicionadores en cualquier molde de arena o molde permanente. Sólo es posible una variación o graduación del macho de colada mediante un adecuado fraccionamiento de los posicionadores.

45 Así pues, del estado de la técnica sólo se conoce la fabricación de machos de tipo perdido para piezas de colada con poros abiertos realizando los machos de colada como montón de esferas individuales de un diámetro determinado, unidas entre sí mediante un ligante.

50 El objeto de la presente invención es dar a conocer un procedimiento que permite fabricar elementos de construcción ligeros de metal, aleaciones metálicas, material plástico o cerámica, de cualquier forma geométrica, con el que, mediante una conformación reticular interna claramente definida del apilamiento de machos, es posible predecir las características mecánicas, tales como la densidad, la rigidez o resistencia del elemento de construcción y, en caso necesario, se puede fabricar una capa exterior definida del espesor deseado.

ES 2 338 468 T3

Estos elementos de construcción se pueden utilizar bajo el concepto general de “ligeros y rígidos” y/o “absorbentes de energía y ruido” en todos los lugares en los que, por ejemplo, las masas a desplazar deben poseer propiedades adecuadas, por ejemplo, en la construcción de vehículos para carreteras o raíles, en la construcción de aeronaves o la construcción de máquinas o cinemática. Adicionalmente, dichos elementos de construcción, gracias a su estructura reticular esponjada, ordenada y de poros abiertos, son especialmente adecuados para cambiadores de calor de cualquier clase, ya que separan entre sí dos esferas de interconexión sencilla.

Este objetivo se consigue mediante el método del procedimiento descrito en la reivindicación 1.

Según la invención, cuando se utiliza el procedimiento para fabricar elementos de construcción ligeros de poros abiertos hechos de metal, aleaciones metálicas, material plástico o cerámica, de cualquier forma geométrica, el elemento de construcción se fabrica colando materiales líquidos en un dispositivo de colada. Para ello, en el molde de colada del dispositivo de colada existe un apilamiento de machos, que se soporta, se cuele y se expulsa. Este apilamiento de machos está configurado como una retícula de machos multidimensional regular, con planos de retícula definidos, en el que cada plano de retícula está formado por cuerpos de machos individuales regulares. Esto significa que para el procedimiento se puede utilizar un dispositivo de colada según el estado de la técnica en el que, sin embargo, el molde interior de colada como apilamiento de machos es diferente porque está realizado en forma de retícula de machos ordenada regular. La retícula de machos consta, como mínimo, de un plano de retícula de machos, compuesto por cuerpos de machos individuales regulares. La forma, tamaño y número de los cuerpos de machos, así como su espaciado, determinan la porosidad y las propiedades mecánicas de los elementos de construcción obtenidos con el procedimiento. Se puede generar en los elementos de construcción una envoltura exterior cerrada si el apilamiento de machos está a una cierta distancia de la pared exterior del molde de colada, espacio que se rellena con el material líquido y que forma la pared exterior cerrada. La separación entre el apilamiento de machos y la pared exterior del molde de colada determina el grosor de la pared exterior del elemento de construcción. Así pues, mediante este procedimiento se puede generar una estructura reticulada regular macroscópica del material, de modo que el elemento de construcción presenta una estructura portante macroscópica y posee las ventajas características de las estructuras portantes, concretamente densidad reducida, alta rigidez y resistencia elevada, combinadas con las propiedades microscópicas del material. Así pues, la utilización del procedimiento sirve para fabricar elementos de construcción con propiedades típicas de metamateriales, es decir, cuyos parámetros característicos están determinados no sólo por los parámetros del material original, sino también por la configuración macroscópica definida del elemento de construcción.

Según la invención, para la fabricación de la retícula de machos se unen entre sí planos individuales de retícula de machos, en forma de cuerpos de machos voluminosos de dimensiones discretas y de forma esférica, poligonal o de otro tipo, en dos o más capas de retícula desplazada, de manera que los cuerpos de machos de cada plano anteriormente puestos en capas o dotados de pegamento queden en contacto mediante puentes de ligante o pegamento. De esta manera se fabrican primero los planos de retícula definidos por una herramienta de caja de machos. Un plano de retícula de machos se caracteriza porque los cuerpos de machos voluminosos de dimensiones discretas y de forma esférica, poligonal o de otro tipo están unidos entre sí por puentes. Así pues, los cuerpos de machos pueden tener cualquier forma deseada y no sólo la forma esférica tradicional, en especial pueden estar conformados como esferas aplanadas, ser poligonales o tener cualquier otra forma. Un plano de retícula puede constar de dos o más cuerpos unidos entre sí y puede ser plano o bien tener una curvatura esférica o de cualquier otra clase. Así se construye un apilamiento de machos formado por planos de retícula de machos individuales que de este modo puede rellenar el elemento de construcción capa por capa.

En principio, el procedimiento para fabricar cada plano de retícula de machos se puede ejecutar del modo que se desee. Se ha observado que es especialmente ventajoso conformar cada plano de retícula de machos en una primera etapa uniéndolos los cuerpos de machos para formar placas sólidas planas, arqueadas o con cualquier curvatura deseada. La forma de la retícula de machos se genera sólo cuando los planos de retícula de machos se superponen en capas. Ventajosamente, mediante esta construcción por capas es posible fabricar la retícula de machos de forma independiente después de la fabricación de los planos de retícula de machos, en especial, se podrían prefabricar los planos de retícula de machos, recortarlos en caso necesario a una forma deseada y ensamblarlos para formar una retícula de machos. Esto hace posible fabricar la retícula de machos de modo económico, racional y rápido a partir de planos de retícula de machos prefabricados, en especial, a partir de placas prefabricadas.

Básicamente, los planos individuales de retícula de machos se pueden fabricar en la primera etapa de cualquier modo deseado. No obstante, partiendo de la forma de realización antes descrita, para la fabricación de los planos de retícula de machos es ventajoso unir mediante puentes los cuerpos de machos contiguos en un único proceso de conformación. Mediante las uniones con puentes se consigue fijar de manera fiable los cuerpos de machos del plano de retícula de machos, de modo que se puede fabricar de forma estable una forma plana o discretamente curvada del plano de retícula de machos.

Una vez fabricados los planos de retícula de machos según las formas de realización antes descritas, se deben unir entre sí para crear un cuerpo de macho. Esto se puede realizar de cualquier manera deseada, y es especialmente sencillo uniéndolos los planos de retícula de machos individuales mediante un ligante adecuado y un proceso de endurecimiento como los que son conocidos en la técnica de colada para realizar cuerpos de machos. Así, por ejemplo, un tratamiento con aire caliente, con dióxido de carbono o con una amina, o simplemente un tratamiento térmico con microondas, pueden ser adecuados para unir entre sí los planos de retícula de machos. Como agentes ligantes se dispone de muchos agentes ligantes de colada diferentes de base orgánica e inorgánica, que se descomponen por efecto del calor del metal,

ES 2 338 468 T3

material plástico u otro material de colada caliente, o bien son solubles en agua para poder ser eliminados del elemento de construcción después de colado el material de colada.

5 El procedimiento para fabricar los planos de retícula de machos individuales se puede realizar de cualquier manera deseada. No obstante, los cuerpos dentro de la estructura de retícula de machos tienen un tamaño definido, por ejemplo, 10 mm, y se pueden fabricar en una red de retícula. Por ejemplo, se puede mezclar una arena de colada adecuada con un ligante de arena para machos conocido y conformar y endurecer este material de partida para planos de retícula de machos mediante un procedimiento de fabricación de machos adecuado. Para la fabricación de los planos de retícula de machos individuales, es especialmente ventajoso utilizar los conocidos procedimientos Betaset, Coldbox, Hotbox
10 o Croning con proporciones de ligantes orgánicos. Mediante estos conocidos procedimientos para fabricar moldes de colada es posible fabricar los planos de retícula de machos, de forma económica y sencilla, sin necesidad de una adaptación especial del proceso de colada.

15 Para la fabricación de los planos de retícula de machos es especialmente ventajoso utilizar componentes ligantes inorgánicos solubles en agua a base de sulfato de magnesio, fosfato de magnesio o silicato de magnesio, o bien una mezcla de los mismos. Estos ligantes inorgánicos son excelentes para fabricar de forma económica y sencilla planos de retícula de machos robustos, que se pueden ensamblar para formar apilamientos de machos complejos.

20 En principio, el material utilizado para conformar los planos de retícula de machos individuales se puede elegir discrecionalmente del grupo de materiales que se emplean tradicionalmente para moldes interiores de colada. Sin embargo, se ha observado que para la fabricación de planos de retícula de machos son especialmente adecuadas las sales o arenas inorgánicas, en especial las constituidas por cuarzo, feldespato, óxido de aluminio, chamota, olivino, mena de cromo, arcilla, caolín, fluorita, silicato o bentonita, o bien una mezcla de los mismos. Con estos materiales se pueden fabricar cuerpos de machos de forma especialmente sencilla, ya que se pueden aglomerar con los ligantes
25 de arena para machos antes citados, lo que permite realizar planos de retícula de machos especialmente duraderos y fáciles de labrar.

30 Sin embargo, como alternativa a los materiales antes citados, para la fabricación de los planos de retícula de machos también se pueden utilizar sales, en especial cloruro sódico (NaCl), cloruro potásico (KCl), sulfato potásico (K₂SO₄) o sulfato de magnesio (Mg₂SO₄). Los planos de retícula de machos individuales se pueden conformar con estas sales, como alternativa a los minerales antes descritos.

35 En principio, se pueden elegir libremente la forma y el tamaño de los cuerpos de machos de la retícula de machos. Sin embargo, se ha observado que es especialmente ventajoso que los cuerpos de machos de la retícula de machos tengan un tamaño de 1 mm a 30 cm. Sin embargo, se ha observado que es especialmente ventajoso que los cuerpos de machos tengan un tamaño entre aproximadamente 5 mm y 20 mm.

40 Una vez que los planos de retícula de machos están solidificados, se recubren con un ligante o adhesivo o bien se alisan y se apilan superpuestos en dos o más niveles, de modo que capas de los cuerpos de machos de cada plano estén en contacto entre sí con las retículas desplazadas. Mediante los puentes de encolado o pegado que se pueden generar, los cuerpos de machos se unen entre sí en los puntos o superficies de contacto. Básicamente, esto se puede realizar de cualquier modo deseado, pero se ha observado que es especialmente ventajoso fabricar los planos de retícula de machos, en parte o por juegos, en una caja de machos tipo sándwich múltiple, dentro de la cual los planos de retícula de macho se alisan, se ensamblan y se depositan en dicha caja de machos.
45

50 Se ha observado que para ello es especialmente preferente que, para fabricar los planos de retícula de machos, los marcos de retícula de machos sean parte integrante de una herramienta, preferentemente una herramienta robotizada, que estén dispuestos dentro de una herramienta para fabricar machos, y que el alisado, el montaje y la disposición de la retícula de machos se realicen fuera de la herramienta para fabricar machos. Esto significa que los planos de retícula de machos individuales se fabrican mediante un marco de retícula de machos dentro de una herramienta para fabricar machos, preferentemente mediante una herramienta robotizada, que circunda el marco de retícula de machos. A continuación, se sacan de la herramienta para fabricar machos los planos de retícula de machos individuales, y el alisado, el montaje y la disposición de la retícula de machos se realizan fuera de la herramienta para fabricar machos.
55

60 Se ha observado que para mejorar la rapidez y la eficiencia de la fabricación de la retícula de machos es especialmente ventajoso emplear, como mínimo, dos robots que trabajen sincronizadamente, de modo que un robot funciona en la herramienta para fabricar machos, mientras que el segundo robot realiza el alisado, montaje y disposición de la retícula de machos. Gracias a ello, es posible que al mismo tiempo un robot fabrique un plano de retícula de machos mientras que, fuera de la herramienta para fabricar machos, un segundo robot ensambla, alisa y dispone planos de retícula de machos ya fabricados. De esta forma se consigue la máxima eficiencia y productividad en la fabricación del apilamiento de machos.

65 El apilamiento de retícula de machos así fabricada se puede alojar en un molde de colada, por ejemplo, una coquilla. La futura forma geométrica y el grosor de la pared exterior de la pieza fundida se pueden determinar mediante los huecos entre los cuerpos de machos de cada capa de retícula de machos y mediante la distancia entre la estructura de macho montada y la pared del molde. Mediante un procedimiento de fundición adecuado, estos espacios huecos se rellenan con metal, material plástico, aleaciones metálicas o una masa cerámica. Preferentemente, cuando se rellena

ES 2 338 468 T3

con metal, se calienta previamente toda la estructura de macho, por ejemplo, en un horno, para asegurar que el metal fluye hasta dentro de los espacios intermedios más finos.

5 Durante el proceso de colada, es ventajoso que el material líquido fluya por la presión estática hasta el nivel del depósito de fondo del molde, y luego se aspire dentro del molde hasta llenarlo, mediante el vacío generado por una bomba de vacío. Así pues, el proceso de colada se realiza en dos etapas. El material líquido fluye hasta el nivel del depósito de fondo del molde, de modo que el depósito de material se genera mediante la entrada de material líquido procedente de un horno. Una vez que el material líquido dentro del molde de colada ha alcanzado mediante presión estática el nivel del depósito de fondo, una bomba de vacío aspira al vacío el material elevándolo dentro del molde, de modo que finalmente todo el molde esté relleno con el material líquido.

15 Una vez solidificada la masa líquida de metal, material plástico o cerámica, todo el material del macho se puede eliminar del elemento de construcción mediante vibración, irradiación o suspensión en agua. Para ello, como mínimo un lado del elemento de construcción se realiza sin pared exterior, o bien la pared exterior se vuelve a abrir posteriormente en un lugar adecuado, por ejemplo, taladrándola, de modo que se pueda eliminar totalmente del macho sin dejar residuos, ya que todos los cuerpos de machos, en contacto mediante puentes de ligante o cola, están unidos entre sí.

20 Gracias a ello, ahora es posible fabricar elementos de construcción con piel exterior definida, tamaño de poros definido y con estructura reticulada esponjosa ordenada de proceso repetible. Esto no es posible con los ya conocidos procedimientos del estado de la técnica.

A continuación se explica con más detalle el procedimiento y la configuración de un elemento de construcción fabricado según el procedimiento, con referencia a los dibujos.

25 En los dibujos:

La figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de fundición para el procedimiento según la invención.

30 La figura 2 muestra esquemáticamente la configuración de un apilamiento de machos.

La figura 3 muestra esquemáticamente una sección transversal de un elemento de construcción realizado con el procedimiento según la invención.

35 En la figura 1 se muestra esquemáticamente un dispositivo de colada (01) que contiene un molde de colada (03). En el molde de colada (03) se puede introducir material líquido desde un horno, mediante un conducto de material fundido (06), de modo que el material líquido forma un depósito de fondo (07). El material líquido fluye en el molde de colada (03) hasta la altura de la presión estática del depósito de fondo (07). El dispositivo de colada (01) está configurado de modo que el molde de colada (03) se puede separar en una junta de molde (05), para extraer el elemento de construcción colado del molde de colada (03). En el interior del molde de colada (03) se encuentra un apilamiento de machos (04) que consta de planos de retícula de machos individuales, compuestos por cuerpos de machos individuales, que forman una retícula de machos regular. Mediante una estación de vacío (02), a través de la conducción de vacío (06), se genera vacío en el interior del molde de colada (03), de modo que, dentro del apilamiento de machos (04), el material líquido se aspira hacia arriba para llenar todo el molde de colada (03).

45 La figura 2 muestra esquemáticamente una sección transversal del apilamiento de machos (03) de la figura 1. El apilamiento de machos (03) consta de una retícula de machos (09), en la que existen cuerpos de machos (10) individuales, en este caso de forma esférica, unidos entre sí mediante puentes (11). Los puentes (11) de cada plano de retícula de machos (12) pueden estar conformados como ligamentos y ser fabricados mediante un procedimiento Betaset, Coldbox, Hotbox o Croning con proporciones de ligantes orgánicos. Los planos de retícula de machos individuales se ponen luego en contacto entre sí con puentes adhesivos mediante ligamentos de ligante o adhesivo.

50 La figura 3 muestra esquemáticamente una sección transversal de un elemento de construcción (13) procedente de la colada de material líquido en el apilamiento de machos (03), que consta de la retícula de machos (09). Se observa claramente el material relleno alrededor de cada cuerpo de macho.

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para fabricar elementos de construcción ligeros de poros abiertos, de metal, aleaciones metálicas, material plástico o cerámica, de cualquier forma geométrica deseada, en el que el elemento de construcción se fabrica mediante colada de material líquido en un dispositivo de colada (01), en el que un apilamiento de machos (04) se aloja en un molde de colada (03), se cuela y se expulsa, y el apilamiento de machos (04) está configurado como retícula de machos (09) multidimensional regular con planos de retícula de machos (12) definidos, en el que cada plano de retícula de machos (12) está construido con cuerpos de machos (10) regulares individuales, **caracterizado** porque para fabricar la retícula de machos (09) los planos de retícula de machos (12) individuales constituidos por cuerpos de machos (10) con volumen, esféricos, poligonales o de otro tipo, de dimensiones discrecionales y unidos por puentes, se unen entre sí en dos o más capas con retículas desplazadas, de forma que los cuerpos de machos (10) de los planos (12) individuales, previamente alisados o dotados de adhesivo, estén en contacto entre sí mediante puentes de ligante o de adhesivo.

15 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque para fabricar la retícula de machos, en una primera etapa de fabricación, los cuerpos de machos (10) se unen entre sí en un plano de retícula de machos (12) para formar, preferentemente, placas sólidas planas, curvadas o acodadas de cualquier forma, de modo que la forma deseada de la retícula de machos (9) se crea solamente mediante el apilado de los planos de retícula de machos (10) individuales, en especial las placas.

3. Procedimiento, según la reivindicación 2, **caracterizado** porque en la primera etapa de fabricación de la retícula de machos los cuerpos de machos (10) contiguos se unen entre sí mediante puentes en un proceso de conformado para la fabricación de los planos de retícula de machos (12).

25 4. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la unión de los planos de retícula de machos (12) individuales se realiza mediante un ligante y un procedimiento de endurecimiento adecuados.

30 5. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los planos de retícula de machos (12) se fabrican con proporciones de ligantes orgánicos, mediante un procedimiento Betaset, Coldbox, Hotbox o Croning conocido.

35 6. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los planos de retícula de machos (12) se fabrican mediante un procedimiento con componentes ligantes inorgánicos solubles en agua a base de sulfato de magnesio, fosfato de magnesio o silicato de magnesio, o bien una mezcla de los mismos.

40 7. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material utilizado para fabricar los planos de retícula de machos (12) es una harina o arena inorgánica, en especial, cuarzo, feldespato, óxido de aluminio, chamota, olivino, mena de cromo, arcilla, caolín, fluorita, silicato o bentonita, o bien una mezcla de los mismos.

8. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el material utilizado para fabricar los planos de retícula de machos (12) es una sal, en especial, NaCl, KCl, K_2SO_4 o Mg_2SO_4 .

45 9. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los cuerpos de machos (10) dentro de la retícula de machos (09) tienen un diámetro de 1 mm a 30 cm.

10. Procedimiento, según la reivindicación 9, **caracterizado** porque los cuerpos de machos (10) dentro de la retícula de machos (09) tienen un diámetro de 5 mm a 20 mm.

50 11. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los planos de retícula de machos (12) se fabrican, en parte o por juegos, en una caja de machos tipo sándwich múltiple, de modo que los planos de retícula de machos (12) se alisan, se ensamblan y se depositan en la caja de machos.

55 12. Procedimiento, según la reivindicación 11, **caracterizado** porque los marcos de retícula de machos utilizados para fabricar los planos de retícula de machos (12) son parte integrante de una herramienta, preferentemente una herramienta robotizada, dentro de una herramienta para fabricar machos, y porque el alisado, el montaje y la disposición de la retícula de machos se realizan fuera de la herramienta para fabricar machos.

60 13. Procedimiento, según la reivindicación 12, **caracterizado** porque, como mínimo, dos robots trabajan sincronizadamente, de modo que un robot funciona en la herramienta para fabricar machos, mientras que el segundo robot realiza el alisado, montaje y disposición de la retícula de machos.

65 14. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque durante el proceso de colada el material líquido fluye al molde por la presión estática hasta el nivel del depósito de fondo del molde y luego se aspira dentro del molde hasta llenarlo, mediante el vacío generado por una estación de vacío (2).

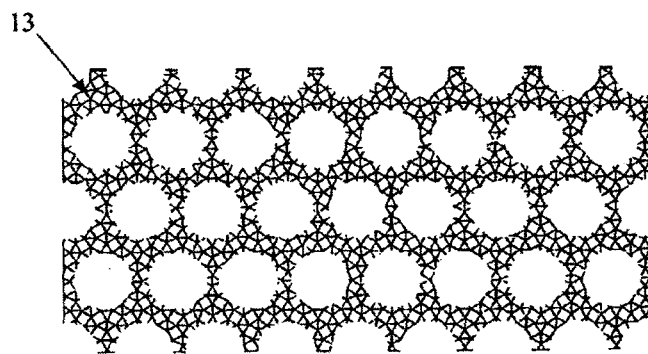
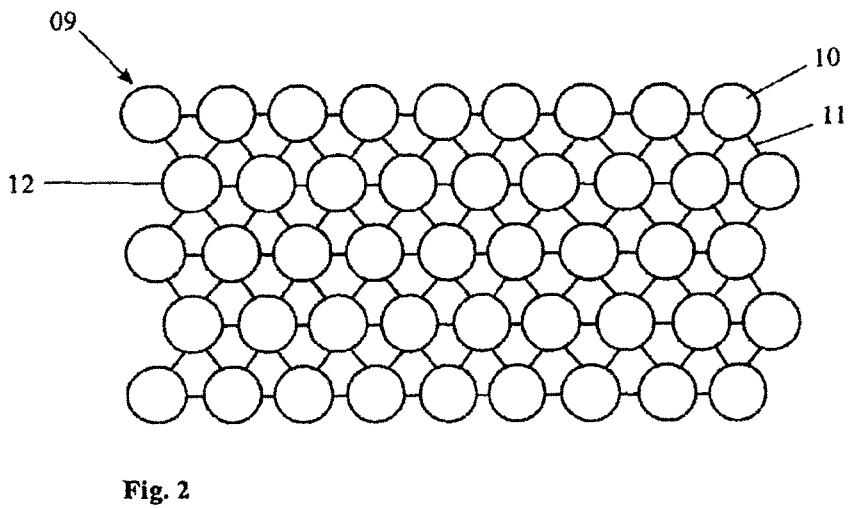
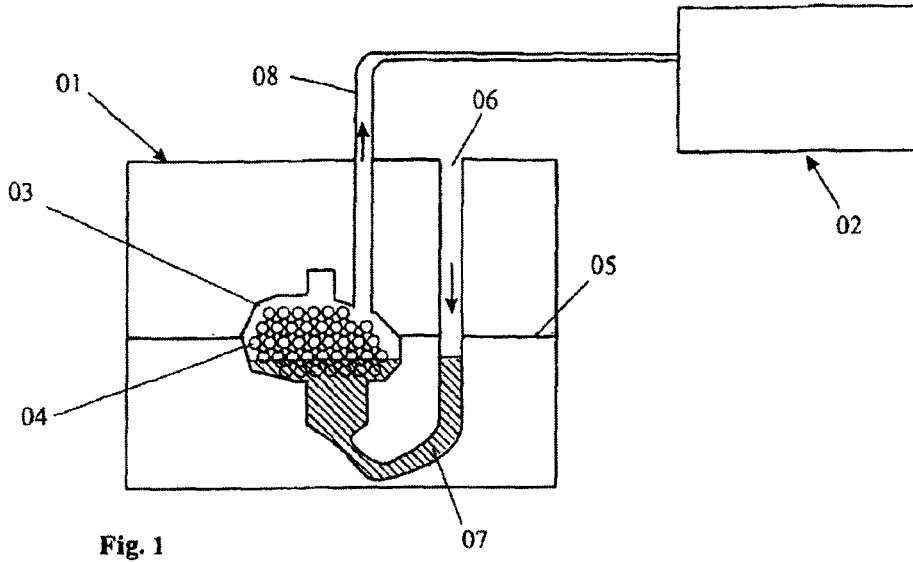


Fig. 3