

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 790**

51 Int. Cl.:

**B22F 3/20** (2006.01)

**B22F 3/18** (2006.01)

**B22F 5/00** (2006.01)

**B28B 3/12** (2006.01)

**B28B 3/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07763728 .8**

96 Fecha de presentación: **03.07.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2040866**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2009**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un cuerpo moldeado extruido**

30 Prioridad:  
**06.07.2006 AT 5292006 U**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.10.2012**

73 Titular/es:  
**PLANSEE SE**  
**6600 Reutte , AT**

72 Inventor/es:  
**JAECKEL, Manfred;**  
**KUNSCHERT, Georg y**  
**ZOBL, Gebhard**

74 Agente/Representante:  
**Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 388 790 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 fabricación de un cuerpo moldeado extruido

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un cuerpo moldeado. Se conoce fabricar láminas a partir de polvos cerámicos sinterizables aplicando preferiblemente suspensiones acuosas usando polímeros o dispersiones de polímeros solubles en agua en delgadas capas sobre sustratos adecuados y secándolas a continuación. Con esta llamada técnica de láminas de colada o de colada en cinta (Tape-casting) también pueden fabricarse láminas metálicas como se ha descrito, por ejemplo, en el documento US-A-3 330 654. La técnica de
- 10 láminas de colada ya se utiliza desde hace décadas, normalmente usando sistemas de aglutinante acuosos, para sustratos cerámicos de óxido y, por tanto, también se ha madurado técnicamente debido a numerosas aplicaciones. Con este procedimiento pueden fabricarse económicamente láminas delgadas, por ejemplo, en el intervalo de 0,1 a 0,5 mm.
- 15 A espesores superiores a 1 mm, los tiempos de secado se elevan considerablemente y la tolerancia del espesor y la rugosidad superficial son insatisfactorias. Por tanto, con la técnica de láminas de colada no es posible una fabricación continua de productos planos con espesores superiores a 1 mm basados en sistemas de aglutinante acuosos con tiempos de fabricación aceptables. El uso de disolventes orgánicos como plastificantes volátiles para polímeros hace posible un acortamiento de los tiempos de fabricación y una mejora de las propiedades de los
- 20 productos debido a la pluralidad de sustancias utilizables y adaptables a las propiedades del polvo respectivas. Sin embargo, estas ventajas no se usan frecuentemente debido a los costes demasiado altos de una concepción de planta adecuada al disolvente y a consideraciones medioambientales.

El documento DE 10 2004 035311 A1 describe un procedimiento para fabricar una estructura de filtro que

25 comprende las etapas de procedimiento: preparar una mezcla de polvo de metal sinterizado y un aglutinante orgánico, fabricar una lámina a partir de la mezcla, estructurar la lámina y sinterizar. Como aglutinante se describe un aglutinante de acrilato con un disolvente orgánico fácilmente volátil, por ejemplo, acetato de butilo o alcohol. El aglutinante de acrilato y el disolvente orgánico se procesan dando una barbotina procesable con rasqueta que se procesa con un aparato de rasqueta de láminas dando una lámina verde. En la descripción no se han citado otros

30 procedimientos para la fabricación de láminas. En las reivindicaciones también se menciona, además del rasquetado de láminas, la colada de láminas y la extrusión de láminas.

La extrusión de una masa en polvo plastificada también se ha descrito en los documentos JP 09 063574 A y FR-A-2 831 891. La extrusión se aplica en el documento FR-A-2 831 891 para la fabricación de una placa compuesta de

35 metal/cerámica. El documento JP 09 063574 A describe un procedimiento para la fabricación de un cuerpo moldeado que comprende las siguientes etapas de procedimiento: preparar una masa de moldeo que comprende 40 al 70% en volumen de polvo metálico y/o cerámico y 30 al 60% en volumen de un aglutinante termoplástico, plastificar la masa de moldeo y fabricar un cuerpo verde mediante extrusión de la masa de moldeo, introducir el cuerpo verde en un cuerpo de soporte y unir el cuerpo verde y el cuerpo de soporte mediante un proceso de

40 laminado, liberar química y/o térmicamente el aglutinante del cuerpo verde y sinterizar el cuerpo verde del que se ha eliminado al menos parcialmente el aglutinante. Como sistemas de aglutinante se mencionan metilcelulosa, poliolefina, polietileno, alcohol acrílico y polivinílico.

En el documento US 2006/0039817 se describe un procedimiento para la fabricación de chapas. El procedimiento

45 comprende esencialmente las etapas: preparación de una materia prima adecuada para el moldeo por inyección, moldeo por inyección de la materia prima en forma de chapa y sinterización al 100% de densidad. A este respecto se trabaja preferiblemente con prensas de pistones horizontales para la aplicación homogénea de las altas presiones de compresión requeridas. Los tiempos de secado de los extruidos pueden ascender a varios días dependiendo del espesor debido al riesgo de la formación de grietas. El procedimiento descrito sólo es adecuado

50 para la fabricación de productos planos delgados debido a la baja resistencia intrínseca de la masa de extrusión que sale húmeda de la boquilla, ya que incluso después del proceso de secado una manipulación de extruidos delgados de este tipo sólo es posible en pequeñas dimensiones debido al riesgo de rotura. Con este procedimiento no es posible un proceso de fabricación continuo.

55 Por tanto, con las tecnologías actualmente habituales y conocidas en la industria cerámica y pulvimetalúrgica no es posible fabricar continuamente de modo rentable con alta calidad superficial y estrecha tolerancia del espesor láminas de polvo, bandas, chapas y placas sinterizables en el intervalo de espesor de aproximadamente 0,1 a 10 mm.

60 Por tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento de operación continua mediante el cual puedan fabricarse económicamente cuerpos moldeados metálicos y cerámicos con buenas propiedades mecánicas/físicas y calidad superficial.

El objetivo se alcanza por la reivindicación independiente 1.

A este respecto, el procedimiento comprende las etapas:

- 5
- Preparar una masa de moldeo que comprende 40 al 70% en volumen de polvo metálico y/o cerámico, 30 al 60% en volumen de un aglutinante termoplástico y 0 al 5% en volumen de agente dispersante y/u otro coadyuvante;
  - Plastificar la masa de moldeo en una prensa extrusora y fabricar un cuerpo verde mediante descarga de la masa de moldeo por una boquilla de ranura;
- 10
- Introducir el cuerpo verde en un tren laminador alisador;
  - Alisar el cuerpo verde mediante uno o varios procesos de alisado;
  - Eliminar química y/o térmicamente el aglutinante del cuerpo verde alisado;
  - Sinterizar el cuerpo verde del que se ha eliminado al menos parcialmente el aglutinante.

15 Mediante la utilización de una prensa extrusora, la descarga por una boquilla de ranura y la introducción del cuerpo verde en un tren laminador alisador hace posible fabricar continuamente cuerpos moldeados con calidad superficial excelente, tolerancias de espesor estrechas y buenas propiedades de producto.

20 La masa de moldeo según la invención comprende 40 al 70% en volumen de polvo metálico y/o cerámico, 30 al 60% en volumen de un aglutinante termoplástico y 0 al 5% en volumen de agente dispersante y/u otro coadyuvante. Según el perfil de requisitos inherente al procedimiento, de éste resulta la posibilidad de una configuración referida a la formulación de la masa de moldeo respectiva. A este respecto es importante que la masa de moldeo presente una buena homogeneidad en el intervalo termoplástico en la transición del cilindro de la prensa extrusora a la entrada de la boquilla de ranura. Un flujo homogéneo a lo largo de todo el ancho de la boquilla, una buena resistencia de la masa fundida y extensibilidad después de abandonar la boquilla son condiciones previas para un preciso alisado de las oscilaciones del espesor en el transcurso del proceso de alisado en el tren laminador alisador.

25

A este respecto han dado resultado especialmente bueno aglutinantes termoplásticos que comprenden un polímero y un plastificante. Puede conseguirse resistencia a la temperatura de fusión y ambiente especialmente alta, así como expansión de la masa fundida, con polímeros que contienen nitrógeno y aquí a su vez especialmente con sistemas de aglutinante basados en poliuretano y poliamida. Para ajustar las viscosidades de fusión necesarias y para conseguir resistencias a la temperatura ambiente suficientes, preferiblemente se usan mezclas de plastificantes líquidos y sólidos. Como plastificantes han dado resultado especialmente bueno ácidos grasos, ésteres de ácidos grasos y alcoholes grasos. Mediante el cambio de la naturaleza química de los plastificantes, la relación entre ellos y la relación de polímero con respecto a plastificante se dispone de suficientes posibilidades de adaptación de la formulación a los materiales en polvo respectivos. A este respecto, la relación en volumen preferida de polímero con respecto a plastificante asciende a 1:1 a 1:5,7. Además, pueden usarse los agentes de dispersión y coadyuvantes habituales en el procesamiento de masas en polvo plastificadas.

30

35

40 Los aglutinantes según la invención confieren buenas propiedades termoplásticas a la masa de moldeo a temperaturas de 50 a 200°C. Los polímeros según la invención hacen que la masa de moldeo presente una resistencia y elasticidad suficiente a temperatura ambiente. Los componentes de plastificante según la invención confieren a la masa de moldeo un tanto seco sin tendencia pronunciada a la adherencia.

45

La configuración de la formulación según la invención evita la formación no deseada de grietas en el proceso de secado, también a espesores de pared gruesos. Es posible introducir el cuerpo verde descargado directamente en el tren laminador alisador. Esto y el uso de una prensa extrusora proporcionan un proceso de fabricación de cuerpos moldeados continuo y, por tanto, muy económico. Además, también es posible integrar el proceso de eliminación del aglutinante, que puede realizarse tanto químicamente, como térmicamente o química y térmicamente, y la posterior sinterización en la línea de proceso.

50

Por sinterización se entiende a este respecto todos los procesos que conducen a un aumento de la resistencia. Esto no debe estar unido a un aumento de la densidad. Por tanto, bajo el término sinterización también se encuentra un tratamiento térmico que sólo conduce, por ejemplo, a una formación de puentes entre los granos.

55

Para garantizar una mayor homogeneidad de la masa de moldeo es ventajoso que ésta se mezcle antes de la extrusión y se amase a una temperatura entre 60°C y la temperatura de descomposición del aglutinante respectivo. A temperaturas < 60°C, la fuerza de amasado es demasiado grande y la homogeneidad de la masa de amasado no es suficiente. Como prensas extrusoras son especialmente adecuadas prensas extrusoras de un solo husillo, prensas extrusoras de doble husillo, prensas extrusoras de múltiples husillos y en cascada. El procedimiento de coextrusión habitual en la técnica de los plásticos, concretamente una introducción conjunta de masas fundidas de

60

moldeo del mismo tipo o de tipos diferentes antes de abandonar la boquilla, también puede usarse junto con el procedimiento según la invención.

5 Como las masas de moldeo altamente cargadas según la invención con proporciones de polvo del 40 al 70% en volumen de metal y/o polvo cerámico necesitan sistemas de polímeros fuertemente plastificados con intervalo de fusión relativamente bajo, desde el punto de vista de la técnica de la planta debe considerarse una temperatura de procesamiento correspondiente que se encuentra en 50 a 200°C, preferiblemente en 60 a 150°C. Esto significa una modificación de la unidad plastificadora de la prensa extrusora mediante el cambio correspondiente de la geometría de los husillos y cilindros en comparación con las prensas extrusoras normalmente utilizadas en la industria del plástico, por ejemplo, mediante el aumento de la zona de compresión del husillo.

15 Notablemente, también debe adaptarse la construcción de las boquillas de la prensa extrusora que es responsable del flujo homogéneo de la masa de moldeo a lo largo de todo el ancho de trabajo. Se encontró que la zona de salida de la boquilla de ranura debe preferiblemente acondicionarse térmicamente, y en concreto de forma que la temperatura de la masa de moldeo se reduzca 5 a 30°C. Además, se encontró que la seguridad del proceso puede elevarse cuando en la zona de salida se utiliza una parte paralela larga para aumentar la presión de la masa. La ranura de la boquilla de la boquilla de ranura presenta ventajosamente una altura de 0,5 a 12 mm y una relación de altura con respecto a ancho de 1:9 a 1:600. A alturas de la boquilla de ranura inferiores a 0,5 mm se produce una formación de presión inaceptablemente alta y, asociada a la misma, un aumento del desgaste. A una altura superior a 12 mm, la formación de presión demasiado baja produce dificultades con la distribución de flujo en la boquilla de ranura y debe procesarse con boquillas especialmente adaptadas, por ejemplo, con insertos de labios de boquilla claramente alargados.

25 Para conseguir una buena acción de alisado en el proceso de alisado, el rodillo de alisado se acondiciona térmicamente y en concreto de forma que el cuerpo verde presente en la ranura del rodillo una temperatura en el intervalo termoplástico del aglutinante. El proceso de alisado puede realizarse por un dúo de trenes laminadores alisadores, alisándose el cuerpo verde en un proceso de alisado. Sin embargo, también pueden disponerse varios dúos de trenes laminadores alisadores los unos detrás de los otros. Ha demostrado ser especialmente ventajoso que el cuerpo verde se alise en un trío de trenes laminadores alisadores mediante dos procesos de alisado, ajustándose el cuerpo verde entre el primer y el segundo proceso de alisado en el rodillo de alisado intermedio. La reducción de espesor por proceso de alisado asciende de manera ventajosa a entre el 0% y el 30%. 0% significa que no se ha producido disminución del espesor, pero que se han nivelado las elevaciones y depresiones del cuerpo verde. Si la reducción del espesor asciende a > 30% por proceso de alisado, se producen aglomeraciones de material antes del rodillo de alisado y, asociado a esto, inclusiones de aire en el cuerpo verde.

35 El cuerpo verde también puede someterse en el transcurso del proceso de alisado a un proceso de acuñado. Este proceso de acuñado también puede realizarse continuamente mediante el uso de rodillos de acuñado correspondientemente estructurados.

40 Con el procedimiento según la invención pueden fabricarse preferiblemente cuerpos verdes alisados con un espesor de 0,1 a 10 mm y una relación de espesor con respecto a ancho de 1:10 a 1:700. El cuerpo verde alisado se conduce preferiblemente por rodillos de extracción. En el caso de polvo con alta densidad ha demostrado ser especialmente ventajoso disponer entre el rodillo de extracción y el rodillo de laminado una cinta transportadora que se mueve con la velocidad del cuerpo verde alisado. Así se previene un combado y un estiramiento del cuerpo verde asociado al mismo después de abandonar el rodillo de alisado. Como cinta transportadora se utiliza ventajosamente una banda de acero enfriada. El cuerpo verde alisado puede someterse a otros procesos de moldeo, por ejemplo, embutición profunda, acuñado, plegado o punzonado.

50 Si la eliminación del aglutinante y la sinterización no se realizan continuamente, el cuerpo verde alisado se bobina preferiblemente en una bobina. A este respecto, la cinta transportadora se enfría de forma que el cuerpo verde laminado se enfríe a una temperatura T, con temperatura ambiente < T < temperatura ambiente más 20°C.

55 Si por motivos técnicos de formulación no pueden conseguirse resistencias de las masas de moldeo suficientemente altas, entonces desde el punto de vista de la técnica de la planta existe la posibilidad de operar el proceso usando láminas de soporte. En este modo de trabajo, una lámina de plástico o de papel de silicona entra al mismo tiempo con el cuerpo verde sobre su parte superior e inferior en la ranura del rodillo del tren laminador alisador de manera que sobre el cuerpo verde encerrado no puedan actuar fuerzas de extracción inaceptablemente altas. El material de lámina debe elegirse de forma que no se produzca un ablandamiento a las temperaturas de proceso dadas. Han demostrado ser especialmente adecuadas láminas de poliéster y papeles antiadherentes de silicona. Después de enfriarse se forma una lámina de cuerpo verde recubierta de la que pueden eliminarse de nuevo las dos láminas de soporte desprendiéndolas. El trabajo con una lámina de soporte también es ventajoso cuando el cuerpo verde sólo se solidifica lentamente debido a la formulación del aglutinante o se adhiere fuertemente a las superficies de los

rodillos del tren laminador alisador. También es favorable un uso de láminas de soporte en el caso de resistencia demasiado baja de la lámina verde, ya que así se evita la rotura entre el rodillo de alisado y de extracción.

Otra variante del procedimiento según la invención consiste en que sobre el cuerpo verde se aplica por una o ambas  
5 caras al menos otro cuerpo verde que se diferencia en su consistencia química y/o física y se une a éste mediante un proceso de alisado. A este respecto, los cuerpos verdes pueden diferenciarse en el tamaño de partícula del polvo metálico utilizado. Así es posible, por ejemplo, controlar la porosidad después del proceso de sinterización. Si el cuerpo verde medio, por ejemplo, se fabrica a partir de polvo poco activo para la sinterización claramente más grueso y los cuerpos verdes externos se fabrican a partir de polvo correspondientemente más fino, entonces  
10 después del proceso de sinterización se ajusta un producto que de media posee una porosidad claramente mayor y, por tanto, también permeabilidad a gases o líquidos, que en las zonas de borde correspondientes.

Además, también es posible incorporar en el cuerpo verde espacios reservados expansibles, por ejemplo, perlas de poliestireno que contienen un agente de expansión. El cuerpo verde puede espumarse en un molde cerrado con  
15 paredes laterales perforadas mediante tratamiento con vapor caliente correspondiente, preferiblemente a temperaturas en el intervalo entre 90 y 130°C. Si ahora se fabrica con el procedimiento previamente mencionado un material compuesto de tres capas, estando constituida la capa intermedia por un cuerpo verde con espacios reservados expansibles, después del tratamiento con vapor caliente y el proceso de consolidación se obtiene un cuerpo compuesto con superficies externas libres de poros y estructura del núcleo espumada. La fabricación de un  
20 cuerpo verde compuesto también puede realizarse, como ya se ha descrito, por coextrusión.

Otras características de procedimiento preferidas son:

- La utilización de polvo metálico para la preparación de la masa de moldeo, y aquí a su vez especialmente una  
25 aleación basada en Fe o un metal refractario.
- La utilización de polvo cerámico de óxido para la preparación de la masa de moldeo, y aquí a su vez especialmente  $Al_2O_3$ .
- El secado del cuerpo verde alisado se realiza a una temperatura de 50 a 120°C.
- La eliminación térmica del aglutinante y la sinterización se realizan en una planta.
- 30 - La eliminación térmica del aglutinante y la sinterización se realizan en plantas separadas.
- El cuerpo verde se calienta con una velocidad de calentamiento  $< 5^\circ C/min$  a una temperatura de 170 a 400°C, a continuación con una velocidad de calentamiento  $< 10^\circ C/min$  a una temperatura de 500 a 800°C, y a continuación se sinteriza a una temperatura correspondientemente a la temperatura de la fase sólida o fase líquida respectiva del sistema de materiales utilizado.
- 35 - El proceso de sinterización se realiza de forma que el cuerpo moldeado presente una estructura de poros abiertos.
- El cuerpo moldeado con estructura de poros abiertos se utiliza en una celda de combustible.
- El proceso de sinterización se realiza de forma que el cuerpo moldeado presente una densidad superior al 95% de la densidad teórica.

40 A continuación se describe la invención mediante ejemplos.

La Figura 1 muestra la concepción de la planta correspondiente al procedimiento según la invención con prensas extrusoras de un solo husillo, trío de trenes laminadores alisadores y cinta transportadora.

45 La Figura 2 muestra la concepción de la planta correspondiente al procedimiento según la invención según la Figura 1, pero usando láminas de soporte.

### Ejemplo 1

50 Polvo atomizado de la calidad de acero 316 L con un tamaño de partícula  $d$  medido por aparato láser de 25  $\mu m$  se mezcló a 140°C en una unidad de amasado con los siguientes componentes de aglutinante y se amasó hasta una resistencia de amasado mínima:

- 55 ▪ 91,0% en peso de polvo de cromo-níquel
- 4,0% en peso de poliamida
- 3,0% en peso de éster de ácido carboxílico aromático de un alcohol alifático con una longitud de cadena de  $C_{12}$  a  $C_{22}$
- 2,0% en peso de éster de ácido carboxílico aromático de un alcohol alifático con una longitud de cadena de  
60  $C_{12}$  a  $C_{18}$
- 3,0% en peso de ácido graso con una longitud de cadena de  $C_{16}$  a  $C_{22}$ .

Esta masa se descargó de la unidad de amasado a 100°C, se enfrió y se confeccionó para dar una masa de moldeo -1- en forma granulada con un diámetro de partícula de aproximadamente 3 a 4 mm. La masa de moldeo -1- se fundió mediante una prensa extrusora de un solo husillo -2- a temperaturas de la zona de los cilindros de 80°C a 130°C y se descargó por una boquilla de ranura -3- con una altura de ranura de 1,5 mm y un ancho de ranura de 190

5

mm y una temperatura de boquilla de 95°C. El cuerpo verde -4- caliente a aproximadamente 95°C así fabricado se introdujo directamente en la ranura del rodillo de un trío de trenes laminadores alisadores, ascendiendo la distancia entre la boquilla de ranura -3- y la ranura del rodillo a aproximadamente 20 mm. El cuerpo verde -A- se alisó en la primera y segunda ranura de rodillo por los rodillos enfriados -7- a una dimensión de espesor de 1,2 mm y se enfrió a temperatura ambiente. Este proceso se realizó continuamente.

10

Después, el cuerpo verde -A- se tronzó y se procesó de forma adicional discontinuamente, y en concreto inicialmente mediante la eliminación parcial química del aglutinante en acetona a 40° C. Después de 12 horas se había eliminado el 90% en peso de los componentes de la formulación solubles en acetona, de manera que después de la separación por destilación de la acetona penetrada en el cuerpo verde se presentó un cuerpo marrón de poros

15

abiertos con aproximadamente el 4,5% en peso de aglutinante residual. Esta proporción de aglutinante principalmente polimérico se eliminó pirolíticamente mediante calentamiento a 600°C con un aumento de temperatura de 10°C/minuto y un tiempo de mantenimiento de 30 minutos. El cuerpo verde -4- sin aglutinante se sinterizó a 1250°C durante 60 minutos. La sinterización presentó una buena calidad superficial y oscilaciones de espesor sólo insignificativas sobre la superficie.

20

### **Ejemplo 2**

Óxido de aluminio sinterizable habitual en el comercio con un contenido de óxido de aluminio de al menos el 99,7% en peso y un tamaño de partícula d medido por aparato láser de aproximadamente 1,0 µm se mezcló a 140°C con

25

los siguientes componentes de aglutinante y se amasó hasta una resistencia de amasado mínima:

- 85,0% en peso de polvo de óxido de Al
- 5,0% en peso de poliamida
- 7,0% en peso de éster de ácido carboxílico aromático de un alcohol alifático con una longitud de cadena de

30

- C<sub>12</sub> a C<sub>22</sub>
- 3,0% en peso de ácido graso con una longitud de cadena de C<sub>16</sub> a C<sub>22</sub>.

Esta masa se descargó de la unidad de amasado a 100°C, se enfrió y se confeccionó para dar una masa de moldeo -1- en forma granulada con un diámetro de partícula de aproximadamente 3 a 4 mm. La masa de moldeo -1- se fundió mediante una prensa extrusora de un solo husillo -2- a temperaturas de la zona de los cilindros de 80°C a 130°C, se descargó por una boquilla de ranura -3- con una altura de ranura de 3,0 mm y un ancho de ranura de 400 mm a una temperatura de boquilla de 100°C y se introdujo directamente en un trío de trenes laminadores alisadores -5- posconectado. La distancia entre la boquilla de ranura -3- y la primera ranura del rodillo del trío de trenes laminadores alisadores ascendió a 20 mm. El cuerpo verde -4- se alisó en la primera y segunda ranura de rodillo del

35

tren laminador alisador -5- a una dimensión de espesor de 2,3 mm y después se enfrió a temperatura ambiente. Después, de la placa de cuerpo verde así fabricada se eliminó inicialmente químicamente el aglutinante en acetona a 40°C. Después de 24 h se había eliminado aproximadamente el 90% en peso de los componentes de la formulación solubles en acetona, de manera que después de la separación por destilación de la acetona penetrada en el cuerpo verde se presentó un cuerpo marrón de poros abiertos con aproximadamente el 5,5% en peso de

40

aglutinante residual. Esta proporción de aglutinante principalmente polimérico se eliminó pirolíticamente mediante calentamiento en un horno de aire a 600°C con un aumento de temperatura de 2°C/minuto y un tiempo de mantenimiento de 30 minutos. El proceso de sinterización se realizó con un aumento de temperatura de 10°C/minuto hasta 1650°C, ascendiendo a 1 h el tiempo de mantenimiento a esta temperatura. Así pudo fabricarse una placa de óxido de aluminio plana con buena calidad superficial y una densidad superior a 3,85 g/cm.

45

50

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la preparación de un cuerpo moldeado que comprende al menos las siguientes etapas de procedimiento:
- 5    ▪ Preparar una masa de moldeo (1) que comprende 40 al 70% en volumen de polvo metálico y/o cerámico, 30 al 60% en volumen de un aglutinante termoplástico y 0 al 5% en volumen de agente dispersante y/u otro coadyuvante; comprendiendo el aglutinante termoplástico un polímero que contiene nitrógeno y un plastificante;
- 10   ▪ Plastificar la masa de moldeo en una prensa extrusora (2) y fabricar un cuerpo verde (4) mediante descarga de la masa de moldeo por una boquilla de ranura (3);
- 15   ▪ Introducir el cuerpo verde (4) en un tren laminador alisador (5);
- Alisar el cuerpo verde (4) mediante uno o varios procesos de alisado;
- Eliminar química y/o térmicamente el aglutinante del cuerpo verde alisado (4);
- Sinterizar el cuerpo verde del que se ha eliminado al menos parcialmente el aglutinante (4).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el cuerpo verde descargado (4) se introduce directamente en el tren laminador alisador (5).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la plastificación, la descarga y el alisado se realizan continuamente.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la eliminación del aglutinante y la sinterización se realizan continuamente.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la masa de moldeo (1) se mezcla y se amasa a una temperatura T, con  $60^{\circ}\text{C} < T < \text{temperatura de descomposición del aglutinante}$ .
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque masas de moldeo del mismo tipo o de tipos diferentes se introducen conjuntamente antes de abandonar la boquilla de ranura (3).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la temperatura de procesamiento de la masa de moldeo (1) en la prensa extrusora asciende a 50 a  $200^{\circ}\text{C}$ .
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la zona de salida (6) de la boquilla de ranura (3) se acondiciona térmicamente de manera que la temperatura de la masa de moldeo (1) se reduce 5 a  $30^{\circ}\text{C}$ .
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la boquilla de ranura (3) presenta una altura de 0,5 mm a 12 mm y una relación de altura con respecto a anchura de 1:9 a 1:600.
- 40 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque los rodillos de alisado (7) se acondicionan térmicamente, y en concreto de forma que el cuerpo verde (4) presente en la ranura del rodillo una temperatura en el intervalo termoplástico del aglutinante.
- 45 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el cuerpo verde (4) se alisa en un dúo de trenes laminadores alisadores.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el cuerpo verde (4) se alisa en un trío de trenes laminadores alisadores por dos procesos de alisado, ajustándose el cuerpo verde (4) entre el primer y el segundo proceso de alisado en el rodillo de alisado intermedio (7a).
- 50 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque la reducción de espesor por proceso de alisado asciende al 0 al 40%.
- 55 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el rodillo de alisado (7) está estructurado.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque el cuerpo verde alisado (4) se conduce por al menos dos rodillos de extracción (8).
- 60 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque entre el tren laminador alisador (5) y los rodillos de extracción (8) está dispuesta una cinta transportadora (9) que se mueve con la velocidad del cuerpo verde (4) alisado.

17. Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado porque la cinta transportadora (9) se enfría, por lo que el cuerpo verde (4) alisado se enfría a una temperatura T, con temperatura ambiente < T < temperatura ambiente + 20°C.
- 5 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque el cuerpo verde (4) después de abandonar la boquilla de ranura (3) se soporta por ambas caras por dos láminas de soporte (10), preferiblemente de PET o papel antiadherente de silicona, que se mueven conjuntamente con velocidad idéntica en las siguientes etapas de proceso.
- 10 19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado porque sobre el cuerpo verde (4) se aplica por una o ambas caras al menos otro cuerpo verde que se diferencia en su consistencia química y/o física y se une a éste mediante un proceso de alisado.
- 15 20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado porque como polímero se utiliza un poliuretano o una poliamida.
21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 20, caracterizado porque se utiliza un plastificante del grupo de los ácidos grasos, de los éteres de ácidos grasos o alcoholes grasos.
- 20 22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado porque la relación de volumen de polímero con respecto a plastificante asciende a 1:1 a 1:5,7.

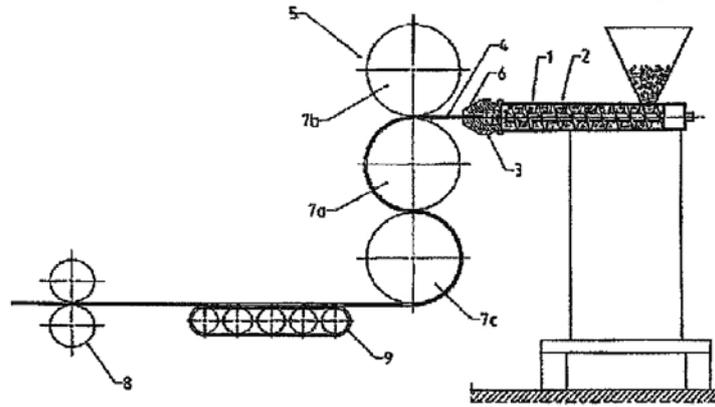


Figura 1

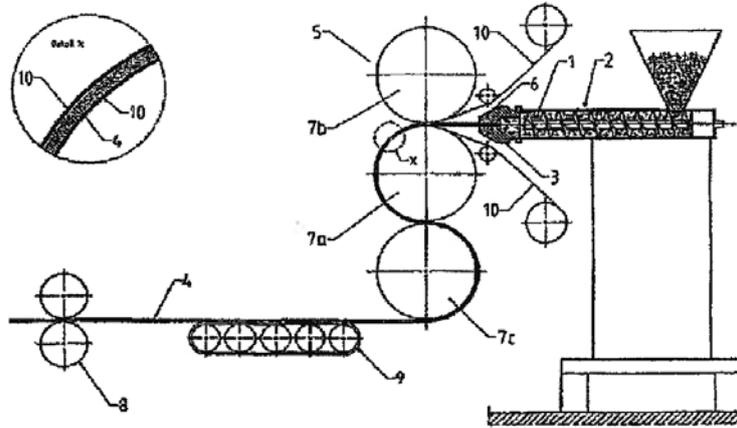


Figura 2