

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 340**

51 Int. Cl.:

**B22F 3/10** (2006.01)

**B22F 5/08** (2006.01)

**B22F 3/22** (2006.01)

**B22F 3/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2010 E 10195507 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2013 EP 2468436**

54 Título: **Procedimiento para fabricar piezas metálicas moldeadas con superficie estructurada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.05.2013**

73 Titular/es:

**HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT  
ZENTRUM FÜR MATERIAL- UND  
KÜSTENFORSCHUNG GMBH (100.0%)  
Max-Planck-Strasse 1  
21502 Geesthacht, DE**

72 Inventor/es:

**MILAGRES FERRI, ORLEY;  
EBEL, THOMAS;  
DE TRAGLIA AMANCIO FILHO, SERGIO y  
FERNANDEZ DOS SANTOS, JORGE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 404 340 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 fabricar piezas metálicas moldeadas con superficie estructurada.

**Antecedentes de la invención**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar piezas metálicas moldeadas con superficie estructurada.

10 Para unir componentes constructivos de plástico reforzado con fibras por medio de nuevas tecnologías de unión como la "Friction Spot Joining" descrita en la solicitud EP-09015014, se requieren elementos metálicos de unión, que presenten por lo menos una superficie, preferiblemente dos superficies, estructurada a nivel submilimétrico y que hayan de efectuar un anclaje con el plástico. En la construcción aeronáutica, los elementos metálicos de unión de ese tipo son, por ejemplo, chapas de aproximadamente 1 mm de espesor con estructuras en forma de ancla a nivel submilimétrico a ambos lados de la superficie.

15 En la construcción aeronáutica, se emplean aleaciones de titanio, como la TiAl6V4, debido a sus ventajosas propiedades anticorrosivas y, en la construcción de automóviles, se utilizan aleaciones de magnesio debido a la alta relación entre resistencia y densidad. Pero los elementos metálicos de unión de dichas aleaciones, que presenten una estructura superficial en forma de ganchos a nivel inferior a 1 mm, no se pueden fabricar o sólo se realiza muy difícilmente por los procedimientos convencionales. Puesto que los deseados elementos metálicos de unión representan un nuevo desarrollo, tampoco se conocen hasta ahora procedimientos para su fabricación a partir del estado actual de la técnica. Los intentos por crear una estructura apropiada mediante precipitación electrolítica dieron lugar a piezas metálicas moldeadas con propiedades mecánicas insuficientes. La elaboración con arranque de virutas o por moldeo de los elementos metálicos de unión sólo es posible con un gasto muy elevado.

20 El documento US 2002/098105 A1 revela un procedimiento para la fabricación de materiales de aleación complejos para moldeo memorizado. En el procedimiento, se produce un moldeo de partícula de una aleación de moldeo memorizado, que combina las partículas con un aglutinante, las funde, las calienta (inclusive las desaglutina y sinteriza) y las prepara termomecánicamente.

25 El documento US 6 350 407 B1 describe un procedimiento para la elaboración de un material compacto sinterizado mediante la tecnología MIM (Metal Injection Moulding).

30 El documento EP 0 468 467 A2 revela un procedimiento para fabricar una pieza metálica a trabajar de precisión a partir de una pieza bruta sinterizada mediante moldeo con polvo.

**Sumario de la invención**

35 La misión de la invención es, por ello, facilitar un procedimiento económico para fabricar piezas moldeadas metálicas con una superficie estructurada por lo menos, que presente una sección de anclaje con un destalonamiento configurado en el extremo orientado hacia la pieza metálica, pudiendo presentar las estructuras de la superficie una longitud de menos de 1 mm. Una "sección de anclaje" con un destalonamiento, configurado en el extremo orientado hacia la pieza metálica, significa en el presente contexto toda estructura, en la que por lo menos una dimensión del resalto crezca de forma discontinua perpendicularmente a su dirección de extensión afuera de la pieza metálica moldeada. Una sección de anclaje en relación con la presente invención puede presentar, por ejemplo, una forma angular, una forma de gancho, una forma de ancla, una forma de hongo, etc.

40 La misión mencionada arriba se cumple por medio de un procedimiento para fabricar piezas metálicas moldeadas con superficie estructurada, en el que

- (a) se mezclan polvo metálico y/o polvo de aleación metálica con un aglutinante y, dado el caso, con un aditivo en una amasadora,
- (b) se moldea la mezcla por moldeo por inyección para dar una pieza en verde con una sección de superficie estructurada por lo menos, presentando la sección de superficie estructurada unos resaltos,
- 45 (c) se conforma la superficie estructurada con resaltos de la pieza en verde de modo que los resaltos presenten una sección de anclaje por su extremo opuesto a la pieza en verde, en cuyo extremo de dicha sección de anclaje, orientado hacia la pieza en verde, se configura un destalonamiento,
- (d) se desaglutina químicamente la pieza en verde estructurada así obtenida hasta dar una pieza en marrón estructurada,
- 50 (e) se desaglutina térmicamente la pieza en marrón estructurada químicamente desaglutinada,
- (f) se sinteriza la pieza en marrón estructurada desaglutinada química y térmicamente para formar una pieza metálica moldeada con superficie estructurada.

La misión se cumple también por medio de un procedimiento para fabricar piezas metálicas moldeadas con superficie estructurada, en el que

- 5 (a) se mezcla polvo metálico y/o polvo de aleación metálica con un aglutinante y, dado el caso, con un aditivo en una amasadora,
- (b) se conforma la mezcla mediante moldeo por inyección para formar una pieza en verde con una superficie estructurada por lo menos, presentando resaltos la superficie estructurada,
- (c) se desaglutina químicamente la pieza en verde estructurada para dar una pieza en marrón estructurada con resaltos,
- 10 (d) se conforma la superficie estructurada de la pieza en marrón de modo que los resaltos presenten una sección de anclaje por su extremo opuesto a la pieza en marrón, en cuyo extremo orientado hacia la pieza marrón se ha configurado un destalonamiento,
- (e) la pieza en marrón estructurada así obtenida se desaglutina térmicamente,
- 15 (f) la pieza en marrón estructurada desaglutinada química y térmicamente se sinteriza para obtener una pieza metálica moldeada con superficie estructurada.

20 El procedimiento según la invención aprovecha el procedimiento de moldeo con polvo metálico ("Metal Injection Moulding", MIM) para fabricar primera forma estructurada provisional de la pieza metálica moldeada y un acabado conformador final. La primera forma provisional de la pieza metálica moldeada comprende preferiblemente una chapa, que tiene preferiblemente una longitud de unos 3 a 6 cm, más preferiblemente de unos 4 cm de longitud, y una anchura de unos 1 a 3 cm, más preferiblemente de unos 2 cm, donde la estructura de la primera forma provisional de la pieza metálica moldeada presenta resaltos, los cuales tienen preferiblemente una estructura columnar o una estructura cónica. La estructura columnar o la estructura cónica puede presentar una base redonda o poligonal. La estructura columnar presenta preferiblemente una base redonda configurándose una forma cilíndrica.

25 Esta estructura superficial de la primera forma provisional de la pieza metálica moldeada se transforma en el curso ulterior del procedimiento según la invención en una estructura de otra forma provisional de pieza metálica moldeada de modo que los resaltos presenten por su extremo, opuesto a la pieza metálica moldeada, una sección de anclaje, que apunta hacia la forma provisional ulterior de la pieza metálica moldeada, que se configura con un destalonamiento. La sección de anclaje tiene preferiblemente una forma de hongo o una forma parecida al hongo.

30 En el procedimiento según la invención, se aprovecha que la pieza moldeada de la primera forma provisional de la pieza metálica moldeada es conformable por calentamiento a base de polvo metálico o polvo de aleación metálica y aglutinante. Preferiblemente, se conforma la superficie estructurada con resaltos de la primera forma provisional de la pieza metálica moldeada para forma otra forma provisional ulterior de la pieza metálica moldeada, siempre que se comprima la pieza moldeada de la primera forma provisional en una matriz recocida. La matriz tiene preferiblemente concavidades semiesféricas. La conformación de la primera forma provisional de la pieza metálica moldeada puede tener lugar en estado en verde, es decir, después de moldear por inyección (véase la reivindicación 1), o en estado en marrón, es decir, tras el desaglutinado químico (véase la reivindicación 2). Es preferible la conformación en estado en marrón, ya que por el desaglutinado químico no se presenta ninguna proporción de cera en el aglutinante todavía remanente. La conformación tiene lugar de modo especialmente preferido calentando o conformando solamente las puntas de los resaltos de la primera forma provisional de la pieza metálica moldeada obtenida tras el moldeo por inyección y, dado el caso, tras el desaglutinado químico.

35 40 Tras la conformación, se desaglutina térmicamente la forma provisional ulterior de la pieza metálica moldeada y se sinteriza para formar una pieza metálica moldeada con superficie estructurada, como se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente alemana DE 10 2006 049 844.

#### **Descripción detallada de la invención**

45 Se emplea preferiblemente, como polvo de aleación metálica, una aleación de titanio y/o una aleación de magnesio. Se emplean de modo especialmente preferido las aleaciones de titanio, que contienen aluminio y/o vanadio como componentes adicionales. El contenido de estos componentes de aleación adicionales como el aluminio y/o el vanadio es preferiblemente de una cantidad de 2 a 10% en peso respectivamente sobre la base del peso total de la aleación. Se prefiere, sobre todo, una aleación de TiAl6V4, que contiene aproximadamente 6% en peso de aluminio y aproximadamente 4 % en peso de vanadio y titanio como residuo.

50 El tamaño de partícula (tamaño de partícula máximo, obtenido por cribado) del polvo de aleación metálica es preferiblemente menor de 50 µm, preferiblemente menor de 45 µm, con máxima preferencia menor de 25 µm.

55 El aglutinante se elige preferiblemente a partir del grupo compuesto por: poliamidas, polioximetileno, policarbonato, copolímero estirolo-acrinitrilo, poliimida, ceras y aceites naturales, duroplásticos, cianatos, polipropileno, poliacetato, polietileno, vinilacetato etilénico, alcohol de polivinilo, cloruro de polivinilo, poliestirol, metaciclato de polimetilo,

- 5 anilinas, aceites minerales, agua, agar, glicerina, **butirilo de polivinilo**, metacrilato de polibutilo, celulosa, ácido oléico, eftalatos, ceras parafínicas, cera de carnauba, poliacrilato amónico, estearato diglicérido y de oleato diglicérido, **monoestearato de glicérilo**, titanato de isopropilo, estearato de litio, monoglicéridos, formaldehído, **fosfato ácido de octilo**, sulfonatos olefínicos, estearatos de fosfato, ácido de estearina y mezclas de los mismos. Se utilizan preferiblemente por lo menos dos aglutinantes, y se prefiere al máximo el alutinante compuesto de cera parafínica, cera de polietileno y ácido de estearina. La proporción volumétrica de aglutinante es preferiblemente menor que 60 %, más preferiblemente de 20 a 50%.
- 10 Como material aditivo, se utiliza preferiblemente polvo de boro. Alternativamente, se pueden utilizar también fibras de carbono o fibras de vidrio como materiales aditivos, en especial, en aleaciones de magnesio.
- El mezclado se lleva a cabo en amasadoras preferiblemente a una temperatura de 50 A 250°C, en especial preferiblemente de 90 a 150°C.
- El moldeo por inyección también se lleva a cabo preferiblemente a una temperatura másica de 50 a 250°C, en especial preferiblemente de 90 a 150°C y con preferencia a una presión de 400 a 800 bares.
- 15 El desaglutinado químico tiene lugar preferiblemente en un baño de hidrocarburo como, por ejemplo, un baño de hidrocarburo alifático, preferiblemente en un baño de pentano, un baño de hexano o un baño de heptano. De modo especialmente preferido, el desaglutinado químico tiene lugar en un baño de hexano. El desaglutinado químico se lleva a cabo a una temperatura de preferiblemente 10 a 65°C, con mayor preferencia de 30 a 50°C.
- 20 El desaglutinado térmico tiene lugar a una temperatura de menos de 450°C, preferiblemente de 200 a 350°C y ventajosamente en vacío a una presión de preferiblemente 2 a 20 milibares.
- 25 La sinterización se lleva a cabo preferiblemente a una temperatura 80 a 90% de la temperatura de fusión del metal o bien de la aleación metálica y más preferiblemente en una atmósfera de gas inerte. El gas inerte es preferiblemente argón. Alternativamente, la sinterización también puede llevarse a cabo en vacío. En este caso, la presión es preferiblemente de  $10^{-3}$  a  $10^{-5}$  milibares (absoluta). El desaglutinado térmico y la sinterización pueden llevarse a cabo preferiblemente en el mismo horno. En este caso, se utilizan preferiblemente programas térmicos apropiados. En el desaglutinado térmico y/o en el sinterizado, se dispone preferiblemente en el horno un material absorbente de oxígeno como polvo de titanio o polvo de magnesio para minimizar la absorción de oxígeno por las piezas en marrón.
- 30 Los procedimientos según la invención se llevan a cabo preferiblemente de modo que la absorción de oxígeno por la pieza de trabajo sea menor que el 0,3% en peso. Un contenido en oxígeno por encima de aproximadamente 0,3% en peso en la pieza metálica moldeada y sinterizada puede dar lugar a fragilidad de la pieza metálica moldeada.
- Dado el caso, la pieza metálica moldeada y sinterizada puede ser tratada ulteriormente con un láser. El tratamiento ulterior con láser tiene lugar preferiblemente en una atmósfera de gas inerte, por ejemplo, en una atmósfera de argón o en una atmósfera de helio.
- 35 La invención se explica, a modo de ejemplo, a base de las figuras siguientes, en las cuales:
- Figura 1 representa una vista en sección transversal esquemática de una primera forma previa primeramente estructurada de la pieza metálica moldeada,
- Figura 2 una vista en sección transversal esquemática de otra forma previa primeramente estructurada de la pieza metálica moldeada,
- 40 Figura 3 una vista en sección transversal esquemática de una segunda forma previa primeramente estructurada de la pieza metálica moldeada,
- Figura 4 una vista en sección transversal esquemática de otra segunda forma previa estructurada de la pieza metálica moldeada, y
- 45 Figura 5 una vista en sección transversal esquemática de una primera pieza metálica moldeada como elemento de unión entre dos componentes de plástico o de CFK (plástico reforzado con fibra de carbono).
- 50 La figura 1 muestra una primera forma 1 previa primeramente estructurada de la pieza metálica moldeada tras el moldeo por inyección, antes de la conformación para dar otra forma previa de la pieza metálica moldeada. La primera forma 1 previa de la pieza metálica moldeada comprende preferiblemente una chapa, que tiene preferiblemente una longitud de 3 a 6 cm, más preferiblemente unos 4 cm, y una anchura de aproximadamente 1 a 3 cm, más preferiblemente de 2 cm, presentando la estructura superficial de la primera forma previa unos resaltos 4. Los resaltos 4 presentan preferiblemente una estructura columnar o una estructura cónica (no mostrada). La estructura columnar o la estructura cónica puede presentar una base circular o poligonal. La estructura columnar presenta preferiblemente una base circular conformándose una forma cilíndrica.

5 Esta estructura superficial de la primera forma 1 previa de la pieza metálica moldeada se transforma en el curso ulterior del procedimiento según la invención en una estructura de una segunda forma 2 previa ulterior (véase la figura 2) de la pieza metálica moldeada de modo que los resaltes 6 presenten un sección de anclaje por su extremo opuesto al cuerpo metálico moldeado, en cuyo extremo, que apunta hacia la otra forma previa ulterior de la pieza metálica moldeada, se ha configurado un destalonamiento 8. La sección de anclaje tiene una forma de hongo o una forma similar al hongo tal como se ha representado.

10 La figura 3 muestra una segunda forma 10 previa primeramente estructurada de la pieza metálica moldeada estructurada después del moldeo por inyección, antes de la conformación para dar una forma previa adicional de la pieza metálica moldeada estructurada. La primera forma 10 previa de la pieza metálica moldeada comprende preferiblemente una chapa, que tiene preferiblemente una longitud de aproximadamente 3 a 6 cm, con mayor preferencia de unos 4 cm, y una anchura de preferiblemente 1 a 3 cm, más preferiblemente de 2 cm, presentado la estructura superficial de la primera forma previa unos resaltes 14 en ambas superficies de la chapa. Los resaltes 14 presentan preferiblemente una estructura columnar o una estructura cónica (no representada). La estructura columnar o la estructura cónica puede presentar una base circular o poligonal. Preferiblemente, la estructura columnar presenta una base circular y, con ello, una forma cilíndrica.

20 Esta estructura superficial de la primera forma 10 previa de la pieza metálica moldeada se transforma en el curso ulterior del procedimiento según la invención en una estructura de una forma 12 previa ulterior (véase la figura 4) de la pieza metálica moldeada de modo que los resaltes 16 presenten una sección de anclaje por su extremo opuesto a la pieza metálica moldeada, en cuyo extremo, que apunta hacia a la forma previa ulterior de la pieza metálica moldeada, se ha configurado un destalonado 18. La sección de anclaje tiene preferiblemente, tal como se ha configurado, una forma de hongo o una forma similar al hongo.

25 La pieza 22 metálica moldeada (véase la figura 5) terminada, fabricada a partir de la anterior, puede servir de elemento de unión entre dos placas 20 de plástico o placas de CFK, que se hayan fabricado de materiales iguales o diferentes. La unión se produce preferiblemente según uno de los procedimientos descritos en la solicitud del documento EP-09015014, a la que se hace referencia por ésta.

La presente invención se explicará a base del ejemplo siguiente, que no debe limitar la invención. La norma ASTM a la que se hará referencia en el ejemplo es la norma ASTM B 348.

### Ejemplo

30 El ejemplo describe la elaboración de piezas moldeadas a partir de una aleación de titanio para probar con ensayos a tracción. No obstante, el procedimiento descrito en el ejemplo puede utilizarse también para la elaboración de piezas metálicas moldeadas según la invención, realizándose la conformación en estado en verde y en estado en marrón.

35 Como material de partida se utilizó polvo esférico rarificado en gas de composición según el grado 23 de ASTM (TiAl6V4) con un tamaño de partícula menor de 45  $\mu\text{m}$  (tamaño máximo de partícula, obtenido mediante cribado). Dicho material fue mezclado homogéneamente en atmósfera de argón con un polvo de boro amorfo, que presentó un tamaño de partícula de menos de 2  $\mu\text{m}$ . La mezcla de polvos se amasó ulteriormente en atmósfera de argón con componentes aglutinantes de cera parafínica, acetato de vinil-polietileno y ácido de estearina en una amasadora de palas en Z a una temperatura de 1120°C durante 2 horas hasta una lograr masa homogénea y, seguidamente, se granuló.

40 La masa homogénea granulada así obtenida de polvo de aleación metálica, material agregado y aglutinante se trató en una máquina de moldeo por inyección del tipo Arburg 320S a una temperatura de la masa de entre 100°C y 160°C para formar varillas para ensayos de tracción. Las piezas en verde así obtenidas se desaglutinaron químicamente en hexano a 40°C aproximadamente durante 10 horas, liberándose diluidamente la porción de cera del sistema aglutinante.

Las piezas en marrón así obtenidas se dispusieron en un horno de alto vacío con revestimiento libre de cerámica y calentador de wolframio con cubiertas de molibdeno, eligiéndose el volumen de modo que por lo menos el 20% del volumen fuera rellenado por las piezas en marrón. Además de las cubiertas, se dispuso material absorbente de oxígeno, por ejemplo, polvo de titanio.

50 Se desaglutinó primero térmicamente, en el horno, la pieza en marrón utilizando un programa térmico apropiado, retirándose el aglutinante residual descompuesto del espacio del horno por medio de una bomba de vacío. Para la sinterización, se generó primero un vacío menor de  $10^{-4}$  milibares (absoluto) y la temperatura se elevó a 1350°C. La duración de la sinterización fue de unas dos horas.

55 Las propiedades mecánicas medidas de las piezas sinterizadas se han representado a modo de ejemplo en la tabla siguiente para la utilización de polvo ELI de Ti-6Al-4V-0,5B. Se compara con la norma ASTM B348-02 para el correspondiente material como aleación amasada.

## ES 2 404 340 T3

Aleación	Límite de dilatación [Mpa]	Resistencia a la tracción [Mpa]	Dilatación [%]	Resistencia a la fatiga Mpa]
Ti-6Al-4V-0,5B	757	861	14	450
Ti-6Al-4V	759	828	> 10	500*

\* Láminas  $\alpha$  de anchura 12  $\mu\text{m}$ , en estado recocido

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la fabricación de piezas metálicas moldeada con superficie estructurada, en el que
  - 5 (a) se entremezclan en una amasadora polvo metálico y/o polvo de aleación metálica con un aglutinante y, dado el caso, un aditivo,
  - (b) se conforma la mezcla mediante moldeo por inyección para formar una pieza en verde con, por lo menos, una sección superficial estructurada, presentando resaltos la sección superficial estructurada,
  - 10 (c) se conforma la superficie estructurada con resaltos de la pieza en verde de tal modo que los resaltos presenten por su extremo, opuesto a la pieza en verde, una sección de anclaje, en cuyo extremo opuesto a la pieza en verde se configura un destalonado,
  - (d) se desaglutina químicamente la pieza en verde así obtenida para obtener una pieza en marrón estructurada,
  - (e) se desaglutina térmicamente la pieza en marrón estructurada, químicamente desaglutinada así obtenida, y
  - 15 (f) se sinteriza la pieza en marrón estructurada, desaglutinada química y térmicamente para formar una pieza metálica moldeada con superficie estructurada.
2. Procedimiento para elaborar piezas metálicas moldeadas con superficie estructurada, en el que
  - (a) se entremezclan en una amasadora polvo metálico y/o polvo de aleación metálica con un aglutinante y, dado el caso, un aditivo,
  - 20 (b) se conforma la mezcla mediante moldeo por inyección hasta formar una pieza en verde con, por lo menos, una superficie estructurada, presentando resaltos la superficie estructurada,
  - (c) se desaglutina químicamente la pieza en verde estructurada con resaltos hasta formar una pieza en marrón estructurada con resaltos,
  - 25 (d) se conforma la superficie estructurada con resaltos de la pieza en marrón de modo que los resaltos presenten por su extremo opuesto a la pieza en marrón una sección de anclaje, en cuyo extremo dirigido hacia la pieza en marrón se configura un destalonado,
  - (e) se desaglutina térmicamente la pieza en marrón estructurada así obtenida, y
  - (f) se sinteriza química y térmicamente la pieza en marrón estructurada desaglutinada para formar una pieza metálica moldeada con superficie estructurada.
- 30 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se utiliza una aleación de titanio y/o una aleación de magnesio como polvo de aleación metálica.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que la aleación de titanio contiene aluminio y/o vanadio como componente adicional.
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la aleación de titanio contiene de 2 a 10 % en peso de aluminio y/o de 2 a 10 % en peso de vanadio referidos al peso total de la aleación
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el aglomerante se ha elegido a partir del grupo consistente en poliamidas, polioximetileno, policarbonato, copolímero de estírol-acrinitrilo, poliamida, ceras y aceites naturales, duroplásticos, cianatos, polipropileno, poliacetato, polietileno, vinilacetato etilénico, alcohol de polivinilo, cloruro de polivinilo, poliestirol, polimetacrilato de metilo, anilinas, aceites minerales, agua, agar, glicerina, butirilo de polivinilo, metacrilato de polibutilo, celulosas, ácidos oléicos, éftalatos, ceras parafínicas, cera de caurnaba, poliacrilato amónico, estearato y oleato de diglicérido, monoestearato de glicerilo, titanato de isopropilo, estearato de litio, monoglicéridos, formaldehído, fosfato ácido de octilo, sulfonatos olefínicos, ésteres fosfáticos, ácido de estearina y mezclas de los mismos.
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la proporción volumétrica del aglutinante en la mezcla es de menos del 60%.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el moldeo por inyección se lleva a cabo a una temperatura de la masa de 90 a 180°C.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el desaglutinado químico se lleva acabo en un baño de pentano, un baño de hexano o un baño de heptano.

## ES 2 404 340 T3

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el desaglutinado químico tiene lugar a una temperatura de 10 a 65°C.
- 5 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el desaglutinado térmico tiene lugar a una presión de 2 a 20 milibares (200 – 2000 Pa).
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sinterizado tiene lugar en una atmósfera inerte.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que el sinterizado tiene lugar en vacío.
- 10 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la conformación de la pieza en verde o de la pieza en marrón para elaborar una superficie estructurada se lleva a cabo utilizando una matriz recocida.
- 15 15. Procedimiento según una de las características precedentes, caracterizado por que a la superficie de la pieza en verde o de la pieza en marrón se le da una estructura columnar.
- 15 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la superficie de la pieza metálica moldeada presenta una estructura de hongo tras la sinterización.



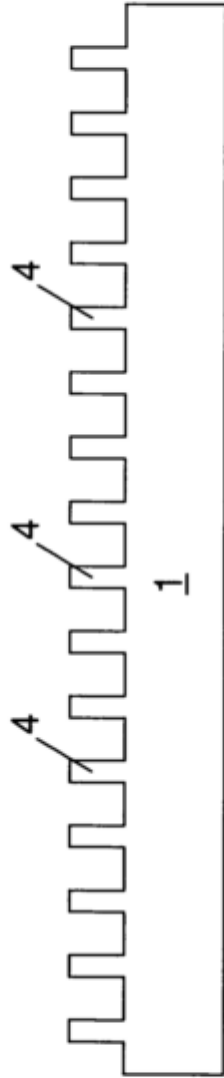


FIG. 1

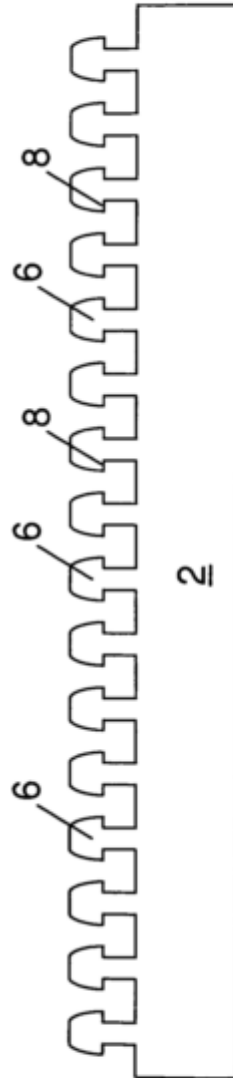


FIG. 2

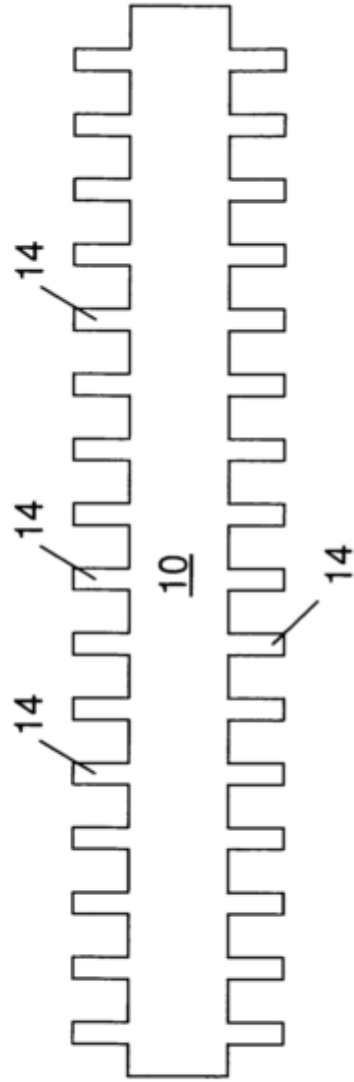


FIG. 3

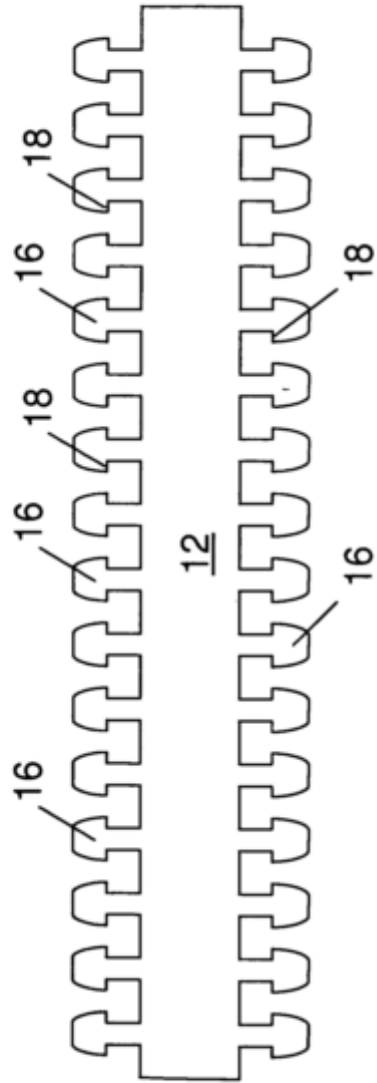


FIG. 4

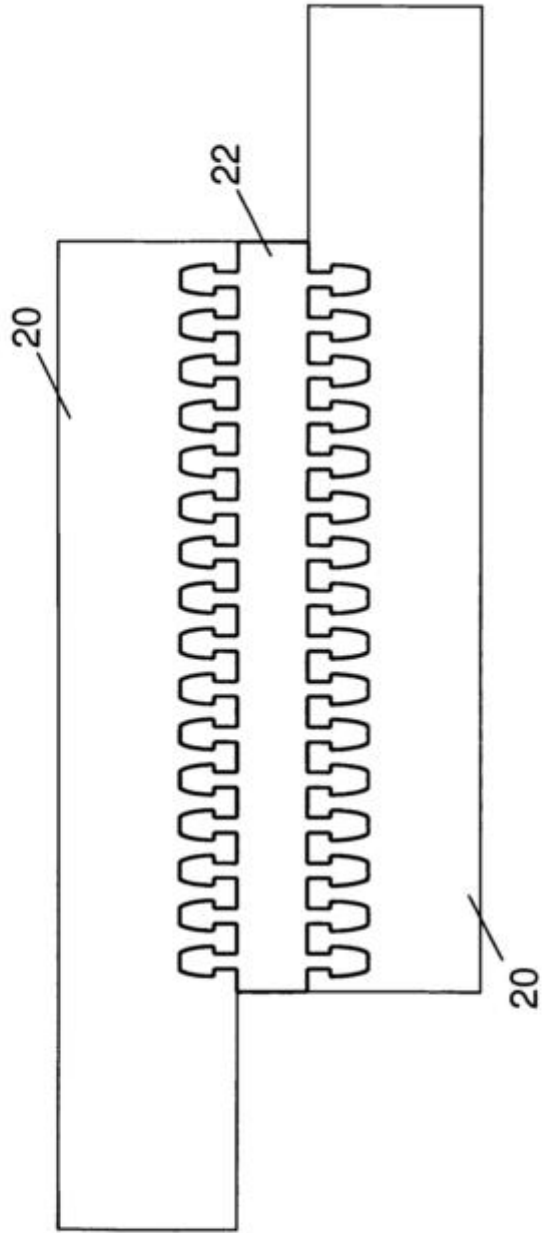


FIG. 5