

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 182**

51 Int. Cl.:

A61C 13/00	(2006.01)
B22F 3/04	(2006.01)
B22F 3/10	(2006.01)
B22F 3/22	(2006.01)
B22F 1/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2015 PCT/EP2015/000741**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15154872**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2015 E 15718769 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 3128946**

54 Título: **Método para fabricar una pieza en bruto moldeada a partir de polvo de metal**

30 Prioridad:
11.04.2014 AT 2712014

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.12.2018

73 Titular/es:
**STEGER, HEINRICH (100.0%)
Giuseppe-Verdi-Strasse 18
39031 Bruneck, IT**

72 Inventor/es:
STEGER, HEINRICH

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 694 182 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

Método para fabricar una pieza en bruto moldeada a partir de polvo de metal

5 La invención se refiere a un método para fabricar una pieza en bruto moldeada a partir de polvo de metal. Además, la invención se refiere a una pieza en bruto moldeada que se ha producido en un tal método así como al uso de esta pieza en bruto moldeada para fabricar una prótesis dental.

10 Ya se conocen métodos de producción no genéricos para fabricar cualquier pieza en bruto moldeada de cerámica o polvo de cerámica. Un ejemplo de un método de producción de una pieza en bruto de cerámica a base de un denominado proceso de colada de gel se deduce del documento CN 202213028 U. El documento US 6.354.836 B1 también muestra una posibilidad de este tipo. La producción de una pieza en bruto cerámica ferroeléctrica se deduce, por ejemplo, del documento CN 101870581 A. El documento CN 101857443 A muestra un método para fabricar esferas de pulido cerámicas. El documento EP 1 552 913 A1 también muestra la producción de una pieza en bruto cerámica. Por el documento US 6.065.195 se deducen cabezales de impresión de inyección de tinta producidos a base de polvo de cerámica. Por el documento US 6.083.452 se deduce la producción de una cúpula de radar a base de un proceso de colada de gel con polvo de cerámica.

20 Piezas en bruto metálicas procesadas, producidas en métodos de producción a base de metal genéricos, se necesitan en los ámbitos industriales más distintos. Un ejemplo de ello es la tecnología dental (producción de prótesis dentales), en la que últimamente, además de piezas en bruto cerámicas, cada vez más frecuentemente se procesan piezas en bruto moldeadas a base de metal. Para fabricar piezas en bruto moldeadas metálicas procesadas, ya desde hace años existen distintos métodos de producción.

25 Un método de producción de este tipo es el denominado prensado en seco. Para ello, se mezclan un polvo de metal y un aglutinante sin agua y se comprimen bajo presión mecánica (presión de prensado) para formar una pieza en verde. El documento EP 2 450 003 A2 muestra un ejemplo de un tal método de producción. La desventaja en este prensado en seco es que no puede usarse cualquier polvo fino, puesto que, en el caso de polvo más fino, tendría que aplicarse una fuerza de prensado mucho mayor. Con ello, superficies finas y lisas son difíciles de fabricar y solo puede conseguirse de manera muy costosa.

30 Por el contrario, también existen métodos de conformación en húmedo. Un ejemplo de ello es el denominado moldeo con arcilla líquida (*slip casting*). A este respecto, se mezcla un polvo de metal con un líquido para formar una barbotina y se vierte en un molde que absorbe líquidos o secante (por ejemplo, de yeso). Por este molde, de la barbotina se extrae líquido de suspensión hasta que se produce una pieza en bruto mecánicamente más estable, que se fresa a continuación para formar una pieza dental y se sinteriza sin oxígeno. Un método correspondiente está descrito en el documento EP 2 470 113 B1. En este método, resulta desventajoso que las piezas compradas se licúen durante el contacto con agua, puesto que aún se encuentra aglutinante en las piezas en bruto. Además, durante el sinterizado posterior se da una contracción relativamente grande. Además, las piezas en bruto moldeadas así producidas tienen una distribución de densidad no homogénea a causa de rechupes o inclusiones que se producen eventualmente.

45 En el método de moldeo por inyección de polvo de metal asimismo por el estado de la técnica, resulta desventajoso que las piezas en bruto moldeadas producidas con ello estén limitadas con un espesor de pared de como máximo 15 mm, sobre todo puesto que un aglutinante usado ya no puede escapar en el caso de mayor espesor de pared.

Por este motivo, la invención se refiere a un denominado método de colada de gel, en el que se genera una mezcla de partida para la colada de gel por el mezclado del polvo de metal con un líquido y un aglutinante.

50 Ejemplos de diversos métodos de la colada de gel se deducen de los documentos WO 2007/008828 A2, CN 1594196 A y US 7.655.586 B1 Otras informaciones respecto a la colada de gel a base de metal se encuentran en los artículos "Gelcasting of metal powders in nontoxic cellulose ethers System", *Journal of materials Processing technology* 208 (2008), páginas 457 a 462 y en "Colloidal Shaping of Alumina Ceramics by Thermally Induced Gelation of Methylcellulose", *Journal of the American Society - Hareesh et al.*, volumen 94, n.º 3, páginas 749 a 753.

55 En el caso de este método de colada de gel conocido, resulta desventajoso que la pieza en bruto moldeada a menudo no sea homogénea, mediante lo cual, incluso después de un mecanizado mecánico, puede presentar una superficie irregular. Esta falta de homogeneidad es indeseada sobre todo en el caso de prótesis dentales de alta precisión y ópticamente exigentes.

60 En el documento CN 101518820 A, se trata de un método para fabricar una pieza en bruto moldeada a partir de polvo de metal por colada de gel, desgasificándose una barbotina (*slurry*) bajo vacío.

65 Por eso, el objetivo de la presente invención consiste en crear un método mejorado y una pieza en bruto moldeada mejorada en comparación con el estado de la técnica. En particular, deberían solventarse las desventajas dadas en el estado de la técnica. Es decir, la pieza en bruto moldeada debería ser lo más homogénea posible.

Esto se resuelve por un método con las características de la reivindicación 1. Variantes de realización ventajosas de la presente invención están citadas en las reivindicaciones secundarias.

5 Todos los detalles, ventajas y variantes de realización de acuerdo con las reivindicaciones secundarias de la presente invención se explican con más detalle en lo sucesivo mediante la descripción de las figuras con referencia a los ejemplos de realización representados en los dibujos. Aquí muestran:

10 La Figura 1, esquemáticamente todo el método para fabricar una pieza en bruto moldeada y una prótesis dental,
 las Figuras 2 a 4, primeros planos esquemáticos del cuerpo verde solidificado en gel, del cuerpo verde seco y del cuerpo presinterizado,
 las Figuras 5 a 8, diversas vistas del molde cerrado, y
 las Figuras 9 y 10, dos vistas de la pieza en bruto moldeada terminada.

15 En la Figura 1 están representadas esquemáticamente, desde la parte superior izquierda a la parte inferior derecha, las etapas de método a a j preferentes para fabricar una pieza en bruto moldeada F. Abajo, en el centro, están representadas esquemáticamente las últimas etapas de mecanizado k y l para fabricar una prótesis dental Z a partir de la pieza en bruto moldeada F.

20 En la etapa de método a, el aglutinante B se mezcla con el líquido W en un recipiente (por ejemplo, en un cubo) para formar una mezcla de líquido-aglutinante WB antes de que esta mezcla de líquido-aglutinante WB se mezcle con el polvo de metal M (también llamado metal dental) en un recipiente 1 para formar la mezcla de partida A. Dado el caso, esta mezcla puede realizarse ya bajo vacío. En principio, en la etapa de método a las etapas de mezclado del líquido W, del aglutinante B y del polvo de metal M pueden realizarse en cualquier orden o incluso simultáneamente. No obstante, preferentemente, está previsto que la mezcla de líquido-aglutinante WB mezclada se mezcle con el polvo de metal M en una etapa siguiente. La mezcla puede llevarse a cabo por un dispositivo de agitación con una velocidad de giro suficientemente alta, de manera que se evite una formación de grumos.

25 Con respecto a las proporciones de mezcla del líquido W respecto al aglutinante B, generalmente puede afirmarse que el aglutinante B puede añadirse al líquido W como máximo hasta el límite de solubilidad. Sin embargo, preferentemente, está previsto que la relación de porcentaje en peso del líquido W respecto al aglutinante B en la mezcla de partida se encuentre entre 95 a 5 y 99,9 a 0,1. Si el porcentaje de aglutinante es mayor del 5 %, el aglutinante B generalmente (según el límite de solubilidad) ya no puede disolverse suficientemente en el líquido W. Por el contrario, si el porcentaje de aglutinante se encuentra por debajo del 0,1 %, durante la colada de gel ya no se consigue ninguna gelación suficiente y, por lo tanto, ninguna resistencia en verde suficiente. Preferentemente, el porcentaje de aglutinante se encuentra entre el 1 % en peso y el 3 % en peso. De manera especialmente preferente, este porcentaje de aglutinante en la mezcla de líquido-aglutinante WB se encuentra al 2 % en peso. En principio, como líquido W pueden usarse alcoholes. Ventajosamente, como líquido W se usa agua, en particular agua destilada. Esta agua puede presentar la temperatura del agua del grifo (así, preferentemente, entre 8° C y 18° C).

30 Para la proporción de mezcla de la mezcla de partida A, preferentemente, está previsto que la relación de porcentaje en peso del líquido W y el aglutinante B respecto al polvo de metal M se encuentre entre 5 a 95 y 20 a 80. Cuando más fino sea el polvo de metal M usado, mayor será la superficie y más líquido W se necesitará para humectar esta superficie. Si el porcentaje de líquido se encuentra por debajo del 5 % en peso, la viscosidad de la mezcla de partida A será demasiado alta. Con ello, la barbotina o la mezcla de partida A ya no es vertible, las inclusiones de aire ya no pueden salir apenas y apenas o ya no es posible una agitación. Si el porcentaje de líquido se encuentra por encima del 20 % en peso, durante el secado posterior la contracción es demasiado grande, desciende la densidad en verde (desventaja en el procesamiento posterior) y la resistencia en verde puede ser demasiado baja. Preferentemente, la mezcla de líquido-aglutinante WB presenta un porcentaje en peso en la mezcla de partida A entre 7,5 y 15. De manera especialmente preferente, este porcentaje en peso se encuentra en 10.

35 Para mejorar la miscibilidad del polvo de metal M con la mezcla de líquido-aglutinante WB, a toda la mezcla de partida A, al polvo de metal M o a la mezcla de líquido-aglutinante WB puede agregarse o añadirse un agente de licuefacción, preferentemente un dispersante D (agente humectante). Con ello, la superficie del polvo de metal M se humecta mejor con el líquido W. Sobre todo, por el dispersante D se modifica la tensión superficial del líquido W. Como dispersante D puede usarse un agente de licuefacción orgánico sin álcali. A modo de ejemplo, como dispersante D puede usarse el agente con la denominación de producto DOLAPIX CE64.

40 La siguiente etapa de método b muestra el entremezclado de la mezcla de partida A y el vertido de esta mezcla de partida A en un molde 2. De acuerdo con la invención, al menos el entremezclado se realiza bajo vacío. El vertido también se realiza preferentemente bajo vacío.

45 En el caso de la colada de gel, la mezcla de partida A es relativamente muy viscosa. De esta mezcla de partida A muy viscosa difícilmente pueden salir burbujas de aire producidas durante o por el mezclado, mediante lo cual al final se fabricaría una pieza en bruto moldeada F no homogénea.

Por este motivo, de acuerdo con la invención, se realiza un entremezclado de la mezcla de partida A bajo vacío. Con ello, se evitan en gran parte inclusiones de aire en la mezcla de partida A. Sobre todo, pueden escapar las mayores burbujas de aire; las burbujas de aire más pequeñas apenas interfieren. Justo por debajo de la superficie que cura rápidamente pueden quedar burbujas de aire que, sin embargo, pueden retirarse posteriormente sin problemas con desprendimiento de viruta.

De manera especialmente preferente, en la etapa de método b está previsto que el mezclado se lleve a cabo bajo vacío en una cámara de vacío 3, predominando en la cámara de vacío 3 una presión negativa, preferentemente entre 25 y 40 milibares. De manera especialmente preferente, a un nivel del mar de 840 m, en la cámara de vacío 3 se genera una presión negativa de 30 milibares. A una presión negativa de 23 a 24 milibares, el agua fría ya empezaría a hervir en el vacío a este nivel del mar. Naturalmente, antes del entremezclado llevado a cabo en el vacío, también puede realizarse ya un entremezclado intensivo o arremolinamiento de la mezcla de partida. Sin embargo, ventajosamente, esto se realiza solo o principalmente bajo vacío, puesto que, con ello, pueden escapar mejor las inclusiones de aire. El entremezclado se realiza preferentemente por un dispositivo de agitación 13 dispuesto al menos parcialmente en la cámara de vacío 3. Sin embargo, el entremezclado también puede causarse por sacudimientos o por vibraciones.

A continuación, en la etapa de método b, la mezcla de partida A bien entremezclada se vierte en un molde 2. Preferentemente, este vertido también se realiza bajo vacío. Para ello, en la cámara de vacío 3 puede estar dispuesto un dispositivo mecánico no representado para verter la mezcla de partida A en el molde 2. Este molde 2 está producido preferentemente de metal. Puede presentar en sí cualquier forma geométrica. Preferentemente, el molde 2 tiene forma de concha y conforma un espacio interior o cavidad cilíndrico circular. Como está indicado en la etapa de método b, este molde 2 puede cubrirse con un agente desmoldeante R antes de introducir la mezcla de partida A, de manera que, a ser posible, a la superficie del molde no pueda adherirse ningún material. Este agente desmoldeante R puede ser a base de silicona; no debería ser soluble en agua. Como ejemplo concreto de un agente desmoldeante R de este tipo, puede citarse ACMOSIL 36-6032 H.

Para el método de colada de gel descrito, como polvo de metal M puede usarse un polvo a base de cobalto, cromo, molibdeno, tungsteno, carburo, berilio, acero inoxidable, titanio, aluminio, cobre, estaño y metales similares o mezclas de los mismos. De manera especialmente preferente, como polvo de metal M se usa una aleación de cromo-cobalto. Otras aleaciones preferentes pueden ser: cromo-cobalto-molibdeno, cromo-cobalto-tungsteno y tungsteno-carburo. El polvo de metal M puede presentar preferentemente un tamaño de grano entre 3 μm y 50 μm .

Tras el mezclado del líquido W, el aglutinante B y el polvo de metal M para formar la mezcla de partida A, del entremezclado de la mezcla de partida A bajo vacío y del vertido de esta mezcla de partida A entremezclada en el molde 2, esta mezcla de partida A se calienta de acuerdo con la etapa de método c, mediante lo cual la gelación comienza en la mezcla de partida A y la mezcla de partida A se solidifica para formar un cuerpo verde solidificado en gel G. En principio, la temperatura para la colada de gel tiene que estar establecida por encima del intervalo de gelación del aglutinante B y por debajo de la temperatura de ebullición del líquido W. Preferentemente, este calentamiento se realiza en un armario de calentamiento 4. De manera especialmente preferente, la mezcla de partida A se calienta para la gelación en el armario de calentamiento 4 durante 20 minutos a 70 minutos, preferentemente durante 35 minutos a 55 minutos, a una temperatura entre 50° C y 95° C, preferentemente de 60° C a 85° C. El período de tiempo ideal para una gelación buena y homogénea depende mucho de la geometría de las piezas, de los espesores de pared, etc. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre la temperatura de gelación y la temperatura predominante en el armario de calentamiento 4, más rápido se realizará la gelación. Preferentemente, durante la gelación en el armario de calefacción 4 predomina una temperatura de 80° C. Para un producto ideal, la gelación en la mezcla de partida A debería realizarse, a ser posible, sin pérdida de líquido. Por este motivo, preferentemente, está previsto que el molde 2 esté cerrado con una tapa 11, preferentemente estanca a aire (para esto, se remite a las Figuras 5 a 8). Con ello, se evita un secado que comienza demasiado pronto. Así, casi no se realiza ninguna extracción de líquido. En todo caso, una pequeña cantidad de líquido W se condensa en la tapa 11. De manera adecuada a esto, en la Figura 2 está representado un primer plano esquemático del cuerpo verde solidificado en gel G. Por consiguiente, los granos del polvo de metal M se envuelven por el aglutinante B. El espacio restante está lleno con el líquido W.

En una primera técnica posible de colada de gel, como aglutinante B puede usarse un monómero con un reticulante, que activan la polimerización (gelación). A este respecto, el aglutinante B puede presentar un porcentaje en peso de hasta el 15 % de mezcla de líquido-aglutinante WB. Sin embargo, la solidificación en esta técnica puede controlarse difícilmente, puesto que con la adición del reticulante ya comienza una reacción con el monómero. Así, ya durante el vertido puede comenzar la gelación, mediante lo cual pueden producirse defectos de colada e irregularidades. Algunos monómeros también son tóxicos y, por este motivo, no pueden usarse. Además, el secado es más difícil en el caso de la colada de gel con monómeros, puesto que la gelación debe realizarse durante más tiempo (de varios días a semanas), porque, en caso contrario, pueden producirse fácilmente grietas. Esto debe atribuirse a que la superficie se cura rápidamente, mientras que el núcleo permanece blando durante mucho tiempo.

En una forma de realización preferente, estas desventajas se solventan por que como aglutinante B se usa celulosa,

preferentemente metilcelulosa. Con celulosa como aglutinante B no se produce ninguna grieta. La mezcla de partida A no es tan quebradiza durante la gelación. La celulosa se solidifica a partir de una temperatura de aproximadamente 50° C a 60° C, mediante lo cual ocurre la gelación. La resistencia del gel no tiene que depender de la temperatura de gelación. La temperatura de gelación y la resistencia del gel dependen principalmente del aglutinante B usado o de la celulosa usada. A este respecto, el aglutinante B consta preferentemente hasta el 100 % de metilcelulosa.

El peso del cuerpo verde solidificado en gel G puede encontrarse entre 0,5 kg y 5 kg, preferentemente entre 1 kg y 1,5 kg. Sin embargo, naturalmente, esto puede variar mucho según la forma y el tamaño de la pieza que va a fabricarse al final. En la tecnología dental, son habituales piezas o piezas en bruto moldeadas F en el intervalo de peso indicado. En principio, pueden fabricarse así piezas de cualquier tamaño y peso.

Después, se lleva a cabo la etapa de método d, en la que el cuerpo verde solidificado en gel G se seca en un armario de secado 5 durante 10 a 20 horas a una temperatura entre 50° C y 95° C para formar el cuerpo verde seco T. En principio, como armario de secado 5 también puede usarse el armario de calefacción 4. El proceso de secado puede realizarse de manera que, tras la gelación, se retira la tapa 11 y, con ello, se abre el molde 2. En teoría, puede realizarse inmediatamente un desmoldeo, puesto que el cuerpo verde solidificado en gel G ya presenta una resistencia suficiente. Sin embargo, para el proceso de secado basta con que solo se abra el molde 2, de manera que pueda comenzar una evaporación del líquido W, como está ilustrado gráficamente en la etapa de método d de acuerdo con la Figura 1. En este proceso de secado, resulta favorable para el desarrollo de materiales si la temperatura en el armario de secado 5 permanece por debajo del punto de ebullición del líquido W. La temperatura no debe descender en ningún caso por debajo del intervalo de gelación, puesto que, en caso contrario, volvería a comenzar la licuefacción del gel. Por este motivo, resulta ideal una temperatura de 90° C durante el secado del cuerpo verde solidificado en gel G para formar el cuerpo verde seco T. A esta temperatura, se da la ventaja de un secado rápido; no obstante, la temperatura aún está lo bastante alejada del punto de ebullición del agua. Por este proceso de secado, se elimina prácticamente todo el líquido W (excepto la humedad residual a causa de la humedad ambiental) del cuerpo verde solidificado en gel G. En la Figura 3 está representado esquemáticamente un primer plano del cuerpo verde seco T, del que se deduce que el aglutinante B rodea o humecta los granos del polvo de metal M. Sin embargo, el espacio entre los granos individuales está lleno ahora con aire L por el secado.

A continuación, se lleva a cabo la etapa de método e, en la que el cuerpo verde seco T se extrae del molde 2. El cuerpo verde G o T tiene preferentemente forma de disco. Sin embargo, la geometría también puede ser cuadrada. También son concebibles formas más complicadas. La geometría también puede estar ya adaptada a las piezas que van a fabricarse. Por ejemplo, el cuerpo verde G o T puede tener forma de herradura para fabricar posteriormente puentes dentales o barras dentales.

De acuerdo con la siguiente etapa de método f, tras el desmoldeo, la superficie del cuerpo verde seco T se mecaniza con desprendimiento de viruta por un dispositivo de mecanizado 6. Por este mecanizado, se eliminan o retiran poros abiertos o irregularidades a causa de las burbujas producidas. Se eliminan imperfecciones producidas eventualmente. Si la superficie es lo suficientemente lisa, esta etapa no tiene que realizarse. En todo caso, la superficie debería ser tan lisa que, en la etapa de método g posterior, durante el método CIP no se produzca ningún daño del envase 7 que consta, por ejemplo, de nailon. Esto es la razón esencial de la etapa de método f.

Por lo tanto, también se ha remitido ya a la siguiente etapa de método g. De acuerdo con la invención, está previsto que el cuerpo verde seco T se comprima en un método de prensado isostático en frío (método CIP, por sus siglas en inglés). En este método, primero se coloca el cuerpo verde seco T en un envase 7 estanco al agua. Si hubiera penetrado líquido 12 o agua, no podría realizarse ninguna compresión. Más bien, el cuerpo verde realmente seco T se volvería a licuar parcialmente o se llenaría de líquido W. Además, no es posible una compresión en el caso de entrada de agua, puesto que solo pueden comprimirse las cavidades llenas de aire generadas por el secado. La ventaja de este método CIP se encuentra en una menor contracción durante el sinterizado final concluyente de la pieza en bruto moldeada F. Concretamente, para ello se coloca el cuerpo verde seco T, dispuesto en el envase 7 estanco al agua, en un depósito a presión o de acero 8 lleno de líquido. Este depósito a presión 8 se cierra a continuación. El aire puede escapar a través de una válvula cuando el depósito a presión 8 se llena completamente hasta arriba con el líquido 12 (agua). Entonces, se conecta una bomba de alta presión y se realiza la acumulación de presión en el depósito a presión 8. A este respecto, la presión tiene que estar seleccionada tan alta que el aglutinante B en el cuerpo verde seco T se rompa y, por lo tanto, se realice una compresión. Preferentemente, el método CIP se lleva a cabo a una presión de al menos 1000 bar, preferentemente de 2000 a 5000 bar, durante al menos 10 segundos, preferentemente durante 20 a 40 segundos. En concreto, se realiza un prensado isostático en frío a una presión de 4500 bar. Esta etapa de método g sirve sobre todo para la compresión posterior. Con ello, el cuerpo verde seco T consigue una densidad en verde de aproximadamente 6 kg/l. No obstante, esto depende totalmente de la presión y de las propiedades que se desean. La densidad teórica de un material preferente se encuentra en 8,2 kg/l. En el caso de métodos CIP con 4500 bar, se consigue una densidad de aproximadamente 6,3 kg/l. Al menos debería conseguirse una densidad del 50 % de la densidad teórica. En el caso de la elección de material preferente, se consigue una densidad de aproximadamente 5 kg/l ya antes del método CIP. Cuanto más fino sea el polvo de metal M usado, menor será la densidad, puesto que tendría que usarse más agua, mediante lo cual

habría más lugares huecos. No obstante, a diferencia de esto, el polvo más fino volvería a dar como resultado una superficie más fina de la pieza en bruto moldeada F producida, puesto que un fresado siempre disuelve todos los granos de polvo de metal de la superficie y no los divide.

5 Tras el prensado isostático en frío, se abre el depósito a presión 8, se extrae el envase 7 junto con el cuerpo verde seco T del depósito a presión 8, y se extrae el cuerpo verde seco T a su vez del envase 7.

Después, se lleva a cabo la etapa de método h. Por consiguiente, el cuerpo verde seco T se sinteriza, preferentemente sin oxígeno, en un horno de sinterización 9 para formar un cuerpo presinterizado S. Este proceso o
10 etapa de método h puede dividirse en una eliminación de aglutinante y en una presinterización.

En el caso de la eliminación de aglutinante, preferentemente, está previsto que la temperatura en el horno de sinterización 9 aumente de 400° C a 550° C en aproximadamente 10 a 20 horas. Durante la eliminación de aglutinante, primero se realiza un calentamiento lento, de manera que el aglutinante B tenga tiempo suficiente para escapar (representado esquemáticamente en la Figura 1) o para quemarse. Por el aumento lento de la temperatura de 120° C hasta 500° C (eventualmente con tiempo de espera o velocidades de calentamiento adaptadas al sistema de aglutinante), escapa ya una buena parte del aglutinante B. En el caso de determinados aglutinantes B, la presión en la pieza podría aumentar demasiado rápido a determinada temperatura, por lo cual pueden estar previstas breves pausas de aumento de la temperatura. Es decir, no tiene que realizarse ningún aumento continuo de la temperatura.
15 Esta eliminación de aglutinante dura en conjunto aproximadamente 15 horas. En promedio, durante la eliminación de aglutinante puede llevarse a cabo una tasa de aumento de la temperatura de aproximadamente 1° C por minuto en el horno de sinterización 9. Finalmente, existe entonces a aproximadamente 500° C un tiempo de espera de aproximadamente una hora.

25 Al inicio de la presinterización posterior, existe preferentemente una tasa de aumento de la temperatura de 2° C por minuto desde 500° C a la temperatura final deseada. Entonces, la temperatura en el horno de sinterización 9 permanece durante 25 a 180 minutos en un intervalo entre 650° C y 800° C. La temperatura depende de la dureza deseada,

30 presinterizándose preferentemente a aproximadamente 730° C. Preferentemente, esta temperatura en el horno de sinterización 9 se mantiene constante durante aproximadamente 40 minutos. Esto sirve sobre todo para que, en el caso de una pluralidad de cuerpos verdes secos T dispuestos en el horno de sinterización 9, todos experimenten la misma presinterización.

35 Por esta etapa de método h, el cuerpo verde seco T se convierte en el cuerpo presinterizado S. De manera adecuada a esto, en la Figura 4 está ilustrado esquemáticamente un primer plano del cuerpo presinterizado S, de acuerdo con el cual el aglutinante B ha escapado y el cuerpo presinterizado solo consta fundamentalmente de los cuerpos del polvo de metal M y del aire L situado en medio. También es evidente la disposición comprimida de los granos individuales del polvo de metal M.

40 Respecto al transcurso básico de este método, hay que citar que prácticamente todas las indicaciones son muy variables. Sobre todo, los respectivos valores o parámetros pueden ser muy distintos según los materiales usados.

Finalmente, se realiza la etapa de método i, de acuerdo con la cual en un dispositivo de mecanizado, preferentemente en un dispositivo de fresado CNC (control numérico computerizado) 10 o una máquina CAD/CAM (siglas en inglés de "diseño asistido por ordenador"/"fabricación asistida por ordenador"), se mecaniza con desprendimiento de viruta el cuerpo presinterizado S. Con ello, a partir del cuerpo presinterizado S se produce la pieza en bruto moldeada F ilustrada en la etapa de método j. Por lo tanto, se realiza un mecanizado con desprendimiento de viruta en el molde de pieza en bruto definitivo, así, como se vende después. La geometría concreta de esta pieza en bruto moldeada F es visible en las Figura 9 y 10. La ventaja de estas piezas en bruto moldeadas F en comparación con otras piezas en bruto se encuentra en la resistencia relativamente alta. Además, estas piezas en bruto moldeadas F también pueden entrar en contacto sin problemas con agua. Además, pueden generarse piezas en bruto moldeadas F con espesores de pared relativamente grandes (hasta 40 mm), puesto que el aglutinante B aún puede escapar bien incluso con estos espesores de pared. Además, en etapas de mecanizado
50 posteriores, se da una contracción menor que en otros métodos de producción.

Por este motivo, se solicita protección para una pieza en bruto moldeada F que se ha producido en un método de acuerdo con la invención.

60 La producción de una prótesis dental Z de acuerdo con las etapas de método k y l sigue al método de producción de la pieza en bruto moldeada F de acuerdo con las etapas de método a a j (posiblemente con preferencia directamente en el cliente o por el contrario también en el fabricante de piezas en bruto moldeadas). Por consiguiente, a partir de la pieza en bruto moldeada F puede elaborarse individualmente una pieza de trabajo dental (prótesis dental Z) por una máquina CNC o por un dispositivo de fresado CAD/CAM. Para concluir, esta prótesis dental Z se coloca
65 entonces en la etapa de método l otra vez en un horno de sinterización 9 y ahí, preferentemente sin oxígeno, se sinteriza completamente o a la densidad máxima, mediante lo cual la prótesis dental D obtiene la densidad y

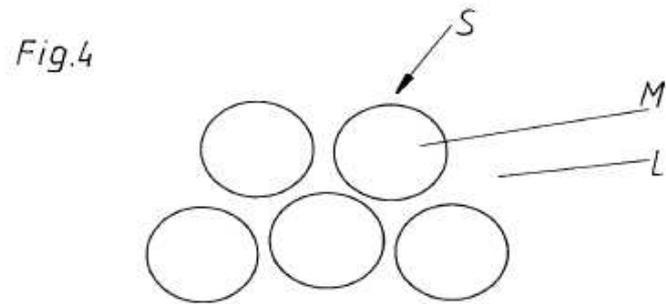
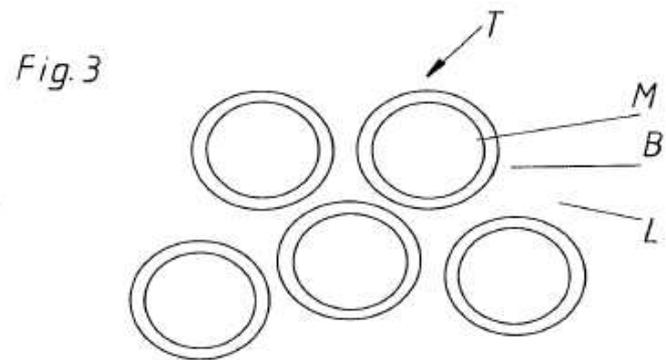
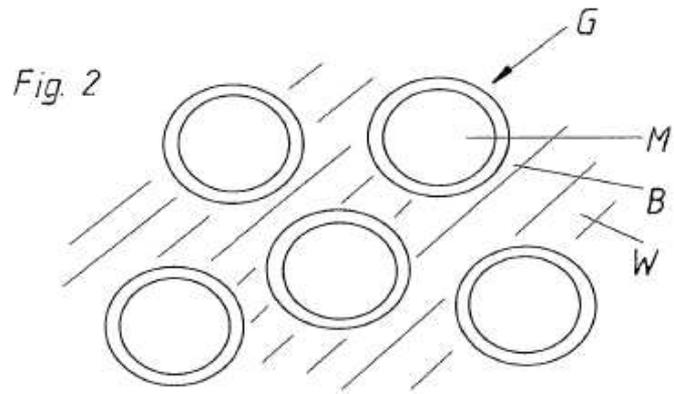
resistencia definitivas.

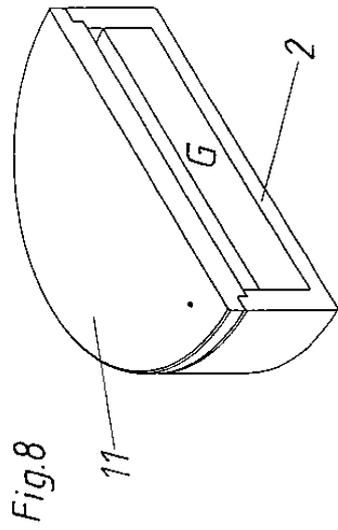
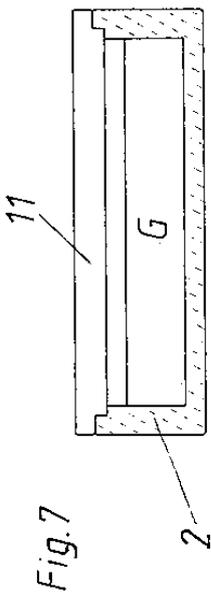
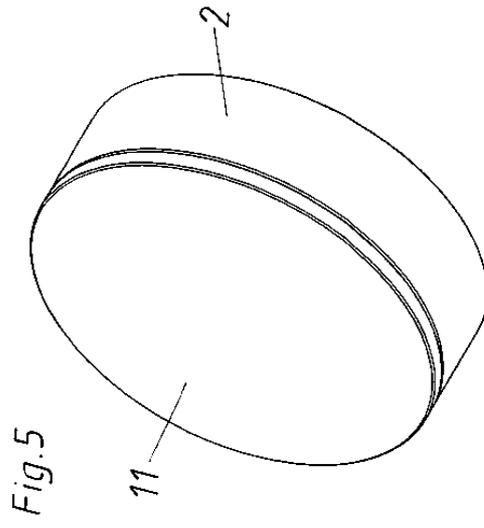
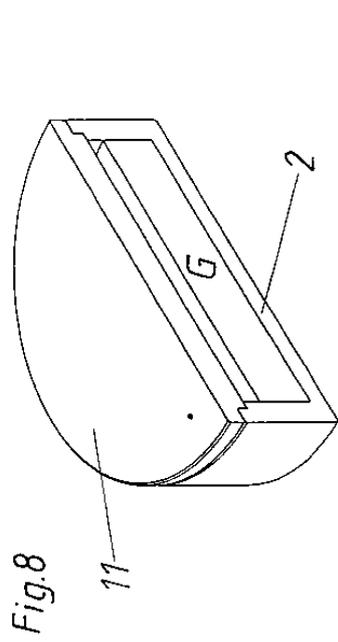
Correspondientemente, también se solicita protección para el uso de una pieza en bruto moldeada F, producida en un método de acuerdo con la invención, para la producción de una prótesis dental Z.

5 Naturalmente, no tienen que llevarse a cabo todas las etapas de método de a a j para la producción de la pieza en bruto moldeada F. El orden tampoco tiene que mantenerse como se ha expuesto en la Figura 1. Sin embargo, resulta importante sobre todo que se lleven a cabo las etapas de método b, c, d y h, de manera que se dé la
10 formación de la pieza en bruto moldeada F a partir de los materiales de partida polvo de metal M, líquido W y aglutinante B a través del mezclado de la mezcla de partida A, la solidificación del cuerpo verde solidificado en gel G, el secado para formar el cuerpo verde seco T hasta la eliminación de aglutinante y presinterización para formar el cuerpo presinterizado S.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para fabricar una pieza en bruto moldeada (F) a partir de polvo de metal (M) por colada de gel, generándose una mezcla de partida (A) para la colada de gel por el mezclado del polvo de metal (M) con un líquido (W) y un aglutinante (B), llevándose a cabo un entremezclado de la mezcla de partida (A) bajo vacío, calentándose la mezcla de partida (A), mediante lo cual la gelación comienza en la mezcla de partida (A) y la mezcla de partida (A) se solidifica para formar un cuerpo verde solidificado en gel (G), **caracterizado por que** la mezcla de
10 partida (A) procesada para formar un cuerpo verde seco (T) se comprime en un método de prensado isostático en frío (CIP).
- 15 2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el aglutinante (B) se mezcla con el líquido (W) para formar una mezcla de líquido-aglutinante (WB) antes de que esta mezcla de líquido-aglutinante (WB) se mezcle con el polvo de metal (M).
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** el aglutinante (B) contiene celulosa, preferentemente metilcelulosa.
- 20 4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el entremezclado se lleva a cabo bajo vacío en una cámara de vacío (3), predominando en la cámara de vacío (3) una presión negativa, preferentemente entre 25 y 40 milibares.
- 25 5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la mezcla de partida (A) entremezclada bajo vacío se vierte, preferentemente bajo vacío, en un molde (2).
6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el cuerpo verde solidificado en gel (G), situado preferentemente en un molde (2) abierto, se seca en un armario de secado (5) durante 10 a 20 horas a una temperatura entre 50° C y 95° C para formar el cuerpo verde seco (T).
- 30 7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el método de prensado isostático en frío (CIP) del cuerpo verde seco (T), dispuesto en un envase (7) estanco al agua, se lleva a cabo en un depósito a presión (8) lleno de líquido (12) a una presión de al menos 1000 bar, preferentemente de 2000 a 5000 bar, durante al menos 10 segundos, preferentemente durante 20 a 40 segundos.





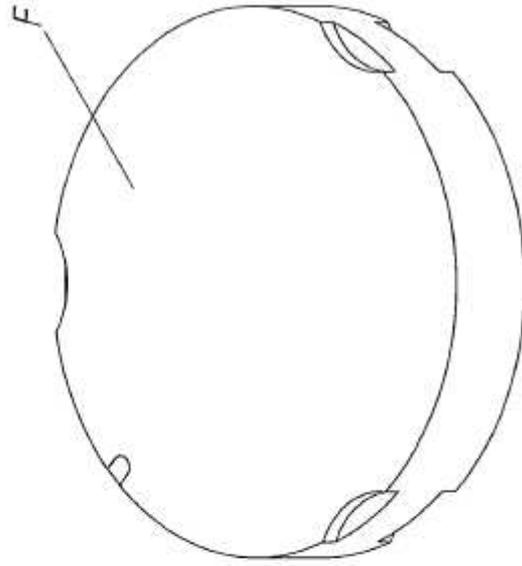


Fig. 10

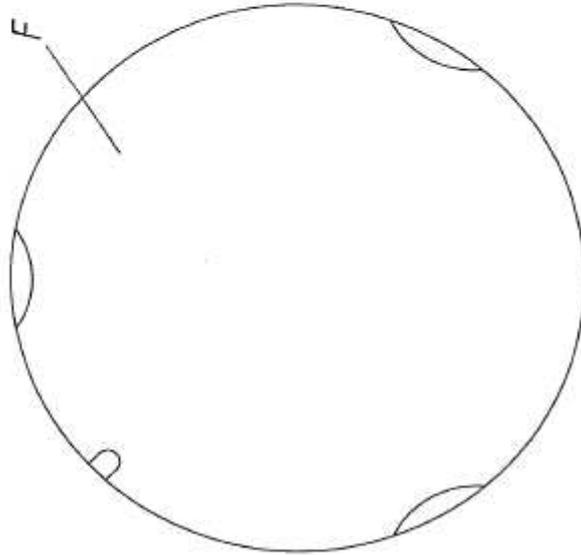


Fig. 9