

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 496**

51 Int. Cl.:

**A61K 6/813** (2010.01)  
**A61K 6/818** (2010.01)  
**A61K 6/804** (2010.01)  
**A61K 6/822** (2010.01)  
**A61C 13/00** (2006.01)  
**A61C 13/08** (2006.01)  
**A61C 13/083** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2021** **E 21155464 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024** **EP 4014949**

54 Título: **Procedimiento para producir una pieza en bruto cerámica multicapa**

30 Prioridad:

**15.12.2020 US 202063125456 P**

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

**26.11.2024**

73 Titular/es:

**DENTSPLY SIRONA INC. (50.0%)**  
**Susquehanna Commerce Center, 221 West**  
**Philadelphia Street, Suite 60**  
**York, PA 17401, US y**  
**DEGUDENT GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**FECHER, STEFAN;**  
**VÖLKL, LOTHAR y**  
**AMMON, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 989 496 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 producir una pieza en bruto cerámica multicapa

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método para producir una pieza en bruto cerámica multicapa que comprende al menos una primera capa de un primer material cerámico y al menos una segunda capa de un segundo material cerámico, en el que la primera capa y la segunda capa están hechas de materiales cerámicos de diferentes composiciones, que se introducen en estado vertible capa por capa en un molde y después se prensan y luego se sinterizan.

### Antecedentes de la invención

10 El Documento US 8 936 848 B2 describe una pieza en bruto de dióxido de circonio que se usa para la preparación de una sustitución dental y comprende varias capas de diferentes composiciones químicas. Las capas individuales tienen por ello diferentes porcentajes de óxido de itrio.

Una masa de dióxido de circonio presenta una disminución o aumento de cromaticidad a lo largo de una línea recta en el espacio de color  $L^*a^*b^*$ .

15 Una pieza en bruto de dióxido de circonio para la preparación de objetos dentales según el documento WO 2014/062375 A1 tiene al menos dos zonas de material que tienen diferentes proporciones de fases cristalinas tetragonal y cúbica, en la que en una de las zonas la relación es mayor que 1 y en la otra zona la relación es menor que 1.

El documento EP 2 371 344 A1 se refiere a un cuerpo cerámico que está enriquecido con un agente estabilizante desde la superficie hasta una profundidad deseada.

20 El documento WO2016/071301 A1 describe el uso de óxido de erbio como colorante rosa en una pieza en bruto cerámica multicapa.

El documento EP 3698752 A1 describe una pieza en bruto cerámica multicapa en la que las capas están s con elevaciones y valles alternos.

25 El documento WO2019/035467 A1 describe una pieza en bruto dental multicapa con una superficie estructurada de la primera capa que es de color encía.

Se usa dióxido de circonio como material cerámico para producir restauraciones dentales. Un armazón puede fresarse, por ejemplo, a partir de una pieza en bruto de dióxido de circonio y luego puede sinterizarse. En las siguientes etapas de procesamiento, se aplica una carilla manualmente al armazón, en el que al menos un material de incisivo se aplica manualmente y se funde. Todas estas etapas del procedimiento requieren mucho tiempo.

30 Incluso cuando ya se han investigado muchos materiales cerámicos para restauraciones dentales basadas en un sistema de dióxido de circonio, se ha encontrado muy desafiante hasta la fecha producir un material base cerámico específico, que sea capaz de proporcionar un color rosa que tenga una alta similitud con la encía humana.

35 La provisión de tal material cerámico de color rosa y los métodos para producirlo son cada vez más requeridos por la industria dental para restauraciones dentales, tales como para la producción de una dentadura completa o parcial, una superestructura soportada por implante o una dentadura soportada por implante.

### Objetivo de la presente invención

En vista de la técnica anterior, un objetivo de la presente invención era de este modo proporcionar un método para producir un material cerámico de color rosa para aplicaciones de restauración dental en las que dicho material cerámico de color rosa fuera lo más similar posible a la encía humana.

### 40 Sumario de la invención

Estos objetivos y otros objetivos que no se indican explícitamente, sino que se pueden derivar o reconocer inmediatamente a partir de las conexiones analizadas aquí a modo de introducción se logran mediante un método que tiene todas las características de la reivindicación 1. Las modificaciones apropiadas del método de la invención se protegen en las reivindicaciones dependientes 2 a 14.

45 La presente invención proporciona por consiguiente un método para producir una pieza en bruto cerámica multicapa como se define en la reivindicación 1.

Es posible de este modo de una manera imprevisible proporcionar un método para producir un material cerámico de color rosa para aplicaciones de restauración dental en el que dicho material cerámico de color rosa es similar a la encía humana.

**Breve descripción de las figuras**

Para una comprensión más completa de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada de la invención considerada junto con las figuras adjuntas, en la que:

- 5 La Fig. 1 muestra un esquema de un montaje y las etapas del procedimiento que se pueden llevar a cabo con el mismo según la presente invención.
- La Fig. 2 muestra el montaje mostrado en la figura 1b) con mayor detalle.
- La Fig. 3 muestra un esquema de un método alternativo según la presente invención.

**Descripción detallada de la invención**

10 La expresión "sustancialmente libre" quiere decir en el contexto de la presente invención una concentración de menos de 0,0005 por ciento en peso, preferiblemente menos de 0,0003 por ciento en peso, y más preferiblemente menos de 0,0001 por ciento en peso.

En la invención, la pieza en bruto cerámica multicapa comprende además una pluralidad de capas adicionales, en la que cada una de dichas capas adicionales está hecha de un material cerámico, que tiene una composición diferente de la de la primera capa, y que tiene una composición diferente o idéntica a la de la segunda capa;

15 en la que después de la introducción de la segunda capa del segundo material cerámico en estado vertible, la superficie de la segunda capa se estructura de tal manera que la segunda capa, vista a través de su superficie, difiere de región a región en su altura, y luego como la primera de dichas capas adicionales, se introduce en el molde una capa de un material cerámico de dichas capas adicionales en estado vertible;

20 en la que después de la introducción de la primera de dichas capas adicionales de un material cerámico de dichas capas adicionales en estado vertible, la superficie de la primera de dichas capas adicionales se estructura de tal manera que la primera de dichas capas adicionales, vista a través de su superficie, difiere de región a región en su altura, y luego como la segunda de dichas capas adicionales, se introduce en el molde una capa de un material cerámico de dichas capas adicionales en estado vertible;

25 en la que si la segunda de dichas capas adicionales no es la última capa adicional, la etapa del método mencionada anteriormente se repite hasta que todas las capas adicionales en estado vertible se introducen en el molde.

En una realización, la superficie de la capa respectiva se estructura de tal manera que están previstas elevaciones y depresiones.

30 En una realización, la pieza en bruto cerámica multicapa comprende de dos a cinco, preferiblemente de dos a cuatro, más preferiblemente tres, capas adicionales, en la que cada una de dichas capas adicionales está hecha de un material cerámico, que tiene una composición diferente de la de la primera capa, y que tiene una composición diferente o idéntica a la de la segunda capa.

En una realización, el material cerámico de la segunda capa y/o el material cerámico de todas las capas adicionales comprende al menos un óxido de los elementos Mn, Co, Fe, Tb, Pr y Er; y/o en la que el material cerámico de la primera capa comprende además al menos un óxido de los elementos Mn, Co, Fe, Tb y Pr.

35 En una realización, el material cerámico de la primera capa y/o el material cerámico de la segunda capa y/o el material cerámico de la tercera capa y/o el material cerámico de todas las capas adicionales de la pieza en bruto cerámica multicapa comprende además entre 0,0005 y 0,02% en peso, preferiblemente entre 0,0005 y 0,01% en peso, y más preferiblemente entre 0,0005 y 0,05% en peso de un óxido del elemento Mn; y/o el material cerámico de la primera capa y/o el material cerámico de la segunda capa y/o el material cerámico de la tercera capa y/o el material cerámico de todas las capas adicionales de la pieza en bruto cerámica multicapa comprende además entre 0,0005 y 0,1% en peso, preferiblemente entre 0,0005 y 0,07% en peso, y más preferiblemente entre 0,0005 y 0,05% en peso de un óxido del elemento Co.

45 En una realización, el contenido del al menos un óxido del elemento Mn en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa aumenta continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales.

En una realización, el contenido del al menos un óxido del elemento Mn aumenta continuamente en un total de 1 a 50 ppm, preferiblemente de 1 a 30 ppm, y más preferiblemente de 1 a 10 ppm; de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa a la última de las capas adicionales; en la que la pieza en bruto cerámica multicapa está sustancialmente, preferiblemente completamente, libre de cualquier óxido del elemento Co.

50 En una realización, el contenido del al menos un óxido del elemento Co en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa aumenta continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales.

En una realización, el contenido del al menos un óxido del elemento Co aumenta continuamente en un total de 1 a 100 ppm, preferiblemente de 1 a 60 ppm, y más preferiblemente de 1 a 30 ppm; de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa a la última de las capas adicionales; en la que la pieza en bruto cerámica multicapa está sustancialmente, preferiblemente completamente, libre de cualquier óxido del elemento Mn.

- 5 En una realización, el contenido de los óxidos de los elementos Mn y Co en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa aumenta continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales.

- 10 En una realización, el contenido de los óxidos de los elementos Mn y Co aumenta continuamente para el óxido del elemento Mn en un total de 1 a 35 ppm, preferiblemente de 1 a 20 ppm, y más preferiblemente de 1 a 6 ppm; mientras que aumenta continuamente para el óxido del elemento Co en un total de 1 a 70 ppm, preferiblemente de 1 a 40 ppm, y más preferiblemente de 1 a 20 ppm;

de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa hasta la última de las capas adicionales.

- 15 En una realización, el contenido de los óxidos de los elementos Mn y Co en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa aumenta continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales; y

el contenido de óxidos de los elementos Fe, Tb, Pr y Er en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa disminuye continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales.

- 20 En una realización, el material cerámico de todas las capas de la pieza en bruto cerámica multicapa comprende dióxido de circonio dopado con óxido de itrio (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO) y/u óxido de cerio (CeO<sub>2</sub>), en el que el dióxido de circonio está dopado con óxido de itrio, en el que el porcentaje de óxido de itrio en la segunda, tercera y/o capas adicionales está entre 1% en peso y 15% en peso, preferiblemente entre 2% en peso y 11% en peso, y más preferiblemente entre 2,5% en peso y 10% en peso.

- 25 En una realización, el material cerámico de todas las capas de la pieza en bruto cerámica multicapa comprende dióxido de circonio dopado con óxido de itrio (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO) y/u óxido de cerio (CeO<sub>2</sub>), en el que el dióxido de circonio está dopado con óxido de itrio, en el que el porcentaje de óxido de itrio en la capa de color rosa está entre 0,3% en peso y 10,5% en peso, preferiblemente entre 0,6% en peso y 7,5% en peso, y más preferiblemente entre 0,75% en peso y 7% en peso.

- 30 El método descrito anteriormente define que después de la introducción subsecuente de una primera y una segunda capa, la segunda capa está provista de una estructura superficial de manera que, vista a lo largo de su superficie, comprende regiones de diferentes alturas, es decir, no tiene una altura de llenado uniforme, y una tercera capa o una primera capa adicional que difiere de la segunda capa en su composición se introduce después en el molde.

- 35 Como alternativa, se introduce en el molde una capa intermedia con una composición diferente en comparación con la segunda capa en la parte superior de la segunda capa y ambas capas se mezclan antes de que la tercera capa o la primera capa adicional se introduzca en el molde. En particular, está previsto que el material de la capa intermedia se mezcle con el material de la tercera capa o de la primera capa adicional partiendo de la superficie libre de la capa intermedia a lo largo de una altura que es el doble o aproximadamente el doble de la altura de la capa intermedia. Además, está previsto en particular que el material de la capa intermedia sea el mismo material que el que se usa para la tercera capa o la primera capa adicional.

- 40 Según la invención, para la primera alternativa, inicialmente se introducen en un molde una primera y una segunda capa de material en estado vertible. El material de la segunda capa puede ser un material granular de dióxido de circonio de color diente que, por ejemplo, tiene una densidad aparente entre 1 g/cm<sup>3</sup> y 1,4 g/cm<sup>3</sup>, preferiblemente en el intervalo entre 1,15 g/cm<sup>3</sup> y 1,35 g/cm<sup>3</sup>. Después de la introducción del granulado de la segunda capa, que puede tener un tamaño de grano D50 entre 40 μm y 70 μm, la superficie se alisa y a continuación se conforma o forma una estructura que tiene depresiones (valles) y elevaciones que discurren en particular paralelas entre sí, pero en particular concéntricas o paralelas entre sí. Para ello está previsto en particular que la estructura se forme por medio de un elemento que se mueve con respecto a la segunda capa, en particular que gira con respecto a la segunda capa, que en particular con una sección ondulada, en forma de peine o en forma de diente de sierra estructura la segunda capa en su zona superficial. Hay un casi "rastrillado" de la superficie de la segunda capa para formar la estructura con elevaciones y valles alternos.

- 50 En particular, la estructura debe estar configurada de tal manera que el volumen de las elevaciones sea igual o aproximadamente igual al de las depresiones o valles.

- 55 El elemento en forma de diente de sierra tiene preferiblemente dientes en forma de V simétricos y flancos que forman un ángulo de entre 15° y 45°. La distancia entre dientes vecinos, es decir, la distancia de pico a pico, debe estar entre 1 mm y 4 mm, preferiblemente entre 1 mm y 3 mm.

- 5 El tercer o primer material cerámico adicional vertible se introduce entonces en el molde y aumenta en cantidad a partir de las depresiones que forman los valles de la estructura, de modo que, como consecuencia, hay un aumento prácticamente constante en el porcentaje de la tercera capa o de la primera capa adicional a lo largo de la altura de las elevaciones. Después de alisar la superficie, las capas se comprimen para lograr una densidad aproximada en la región de 3 g/cm<sup>3</sup>. La presinterización se lleva a cabo entonces a una temperatura entre 700°C y 1.100°C, en particular en el intervalo entre 800°C y 1.000°C durante un tiempo entre, por ejemplo, 100 y 150 minutos. La pieza en bruto así producida se trabaja entonces, por ejemplo, mediante fresado y/o rectificado para producir una restauración dental deseada que se sinteriza entonces hasta que se puede lograr una densidad final que, por ejemplo, para el dióxido de circonio, está en el intervalo de 6,0 a 6,1 g/cm<sup>3</sup>.
- 10 La sinterización completa/final hasta densidad completa se lleva a cabo, por ejemplo, durante un tiempo entre 10 minutos y 250 minutos a una temperatura en el intervalo de 1.300°C a 1.600°C. La sinterización completa también se puede llevar a cabo a una temperatura algo más alta. Si la sinterización se lleva a cabo a una temperatura que es, por ejemplo, 100°C más alta que la dada por el fabricante del material de partida, entonces esto se denomina sobresinterización, con un tiempo de sinterización correspondiente al dado para la sinterización completa.
- 15 La sinterización completa se lleva a cabo en particular en el intervalo de 1.350°C a 1.550°C, en el que se pueden lograr densidades entre 6,0 y 6,1 g/cm<sup>3</sup>, especialmente entre 6,04 y 6,09 g/cm<sup>3</sup>.
- 20 La penetración de la segunda y la tercera o las capas adicionales tiene como resultado la ventaja de que se pueden lograr diferentes propiedades físicas y ópticas a lo largo de la altura de la pieza en bruto. De este modo, una vez que la segunda capa se colorea en la medida requerida, se puede obtener una región de borde de color de diente después de la sinterización completa, a través de la región de transición formada por materiales de la segunda y tercera capa o primera capa adicional penetrantes, en la que la intensidad (un sinónimo de esta expresión "intensidad" en el sentido de la presente invención es la expresión "croma") del color del diente disminuye continuamente y al mismo tiempo la translucidez aumenta de la manera deseada. La restauración dental se fabrica entonces a partir de la pieza en bruto, en particular mediante fresado, teniendo en cuenta el curso de la capa, en la que la restauración dental se "coloca" en la pieza en bruto de manera que el incisivo dental se extiende en la región de la tercera capa o la primera capa adicional.
- 25 Independientemente de ello, se proporciona una transición continua entre la segunda y la tercera o las capas adicionales, sobre la base de la enseñanza de la invención, de manera que el color/translucidez disminuye o aumenta continuamente y también la resistencia a la flexión se puede ajustar de tal manera que la región de la restauración dental, que está sometida a una carga extensiva, tiene una resistencia a la flexión más alta que las regiones que no están tan cargadas.
- 30 De manera preferida, la posibilidad de mezclar los materiales de las capas segunda y tercera o adicional se consigue haciendo girar un elemento, en particular alrededor de un eje que se extiende a lo largo del eje longitudinal del molde, para conseguir la estructura, que también se denomina estructura ondulada o en forma de diente de sierra, desplazando material de la superficie de la capa. También existe la posibilidad de configurar la estructura mediante un elemento de presión que actúa sobre la segunda capa en dirección de la superficie, que tiene en particular elevaciones que se extienden en su superficie con depresiones que se extienden entre ellas, de modo que la forma negativa del elemento, también denominada sello, se stampa en la superficie de la segunda capa. A continuación, como se explica anteriormente, se introduce el material cerámico de la tercera capa o la primera capa adicional y a continuación se alisa para presionar las capas entre sí y a continuación presinterizar el objeto prensado.
- 35 La invención se caracteriza también por el hecho de que la segunda y la tercera capa o la primera capa adicional están penetradas mutuamente en sus regiones superpuestas a lo largo de una altura H que es de 1/15 a un cuarto, en particular de 1/10 a 1/5, de la altura total de la segunda y tercera capa o primera capa adicional.
- 40 La segunda capa debe tener una altura en un estado no estructurado que corresponde aproximadamente a 1/2 a 2/3 de la suma de la segunda y tercera capa o primera capa adicional.
- 45 La invención se caracteriza, entre otras cosas, por las siguientes medidas. En primer lugar, una primera capa de un primer material cerámico y una segunda capa de un segundo material cerámico se introducen en un estado vertible capa por capa en un molde. Aquí, la primera capa y la segunda capa están hechas de materiales cerámicos de diferentes composiciones; en la que la primera capa es una capa de color rosa, en la que el primer material cerámico comprende de 2 al 25% en peso, preferiblemente de 4 al 17% en peso, y más preferiblemente de 5 al 12% en peso, de óxido de erbio; y en la que la segunda capa es una primera capa de color diente, en la que el material cerámico de la segunda capa consiste predominantemente en dióxido de circonio.
- 50 La altura de llenado de la segunda capa corresponde aproximadamente a 1/2 a 2/3 de la altura de la pieza en bruto de la segunda y tercera o todas las capas adicionales antes del prensado.
- 55 La superficie se estructura entonces mediante un elemento especialmente estructurado o un sello, en la que la estructura puede diseñarse de manera que haya una transición continua de las propiedades del segundo material al material de la segunda y tercera capa o primera capa adicional. Además, la geometría de la superficie de la segunda capa puede alinearse con los coeficientes de difusión de los materiales de la capa.

5 Preferiblemente se usa un elemento giratorio que se baja al molde, es decir, dentro del molde, en donde se encuentra la segunda capa, y a continuación se sumerge en la segunda capa en la medida necesaria. La superficie se estructura selectivamente haciendo girar el elemento, que está estructurado en el lado de la capa como un elemento en forma de onda o en forma de peine. Alternativamente, la superficie se puede estructurar mediante un émbolo de prensa con una geometría adecuada.

Subsecuentemente, el molde se llena con el segundo y el tercer o primer material cerámico adicional. A continuación tiene lugar el prensado usual de los materiales cerámicos y la presinterización.

Tampoco hay desviación de la invención si un material para formar una capa intermedia se introduce a continuación en el molde después de la introducción de la segunda capa.

10 La capa intermedia puede tener, por ejemplo, una altura de 1/10 a 1/5 de la altura total de la segunda y la tercera o las capas adicionales que se van a introducir en el molde. El material de la capa intermedia se mezcla entonces con la segunda capa. En este caso, la mezcla tiene lugar con un elemento que penetra al menos en la segunda capa hasta una profundidad que corresponde a la altura de la capa intermedia. A continuación, se introduce en el molde una capa correspondiente a la tercera o primera capa adicional descrita anteriormente. Como se explica anteriormente, los  
15 materiales cerámicos se presanan a continuación para dar una pieza en bruto y se presinterizan para obtener, en particular, una restauración dental a partir de la pieza en bruto así producida mediante fresado. Una etapa de procesado adicional es la sinterización completa hasta densidad completa. El material de la capa intermedia debería ser el de la tercera o primera capa adicional.

20 El método anterior de la presente invención se ha encontrado adecuado para la producción de una dentadura completa o parcial, una superestructura soportada por implante, o una dentadura soportada por implante.

Por lo tanto, en el sentido de la presente invención, el procedimiento según la invención puede aplicarse (como se describe anteriormente) para proporcionar una pieza en bruto multicapa, que se presinteriza o se sinteriza completamente al final del método de invención.

25 El método de la invención proporciona por ello una pieza en bruto cerámica multicapa, que se usa por un experto para colocar a mano una restauración dental requerida como se enumera anteriormente en la pieza en bruto, en el que debe prestarse atención a colocar el área futura de la encía humana completamente dentro de la primera capa cerámica de la pieza en bruto mientras que el área futura de la dentina se colocará completamente en las otras capas (segunda y tercera capa cerámica; o segunda y capas adicionales) de la pieza en bruto. Después de haber producido la restauración dental a partir de la pieza en bruto, la persona experta todavía tiene que trabajar posteriormente en el  
30 área de transición de la encía humana al área de la dentina aplicando tintes o materiales de glaseado antes de glasear finalmente la restauración dental.

La presente invención aborda de este modo el problema de proporcionar un método para producir un material cerámico de color rosa para aplicaciones de restauración dental en la que dicho material cerámico de color rosa será lo más similar posible a la encía humana.

35 Los siguientes ejemplos no limitantes se proporcionan para ilustrar una realización de la presente invención y para facilitar la comprensión de la invención, pero no pretenden limitar el alcance de la invención, que se define por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

Con referencia a las figuras 1 y 2, se describe la producción de una pieza en bruto a partir de la cual se puede producir una restauración dental correspondiente.

40 La provisión de una primera capa de un primer material cerámico no se ilustra explícitamente en todas las figuras, incluso cuando se prevé en todas las realizaciones de la presente invención. De este modo, como se describe anteriormente, una primera capa de un primer material cerámico siempre se introduce primero en un estado vertible en un molde, en donde el primer material cerámico comprende de 2 a 25% en peso, preferiblemente de 4 a 17% en peso, y más preferiblemente de 5 a 12% en peso, de óxido de erbio.

45 A continuación, como se muestra en la Fig. 1a), un segundo material 14 se introduce subsecuentemente sobre la parte superior de la superficie de la primera capa del primer material cerámico en el molde (otro sinónimo para la expresión "molde" es la expresión "troquel") 10 de una prensa 12.

50 Subsecuentemente, se introduce una tercera o primera capa adicional 24 en el troquel 10 (figura 1c), en el que la altura total de las capas 14 y 24 es igual al doble de la altura de la capa 14 en el estado no estructurado sin restricción de la enseñanza según la invención.

Si la segunda capa 14 tiene preferiblemente una altura que corresponde a la mitad de la altura total H de la segunda y la tercera o primera capa adicional 14, 24, entonces la altura de la segunda capa 14 puede ser también de 1/2 H a 2/3 H y, de este modo, la de la tercera o primera capa adicional 24 de 1/3 H a 1/2 H.

La superficie alisada se estructura entonces según la etapa b). Para ello se usa, por ejemplo, un elemento 16 en forma

5 de disco o de placa o de banda, que en la realización ejemplar tiene una geometría dentada en el lado de la capa, de modo que mediante el desplazamiento de material se forma una estructura negativa correspondiente en la superficie 18 de la capa 14. Esta estructura está representada por elevaciones y valles circundantes que se extienden concéntricamente. La distancia entre la elevación (pico) y el valle (depresión), es decir, la distancia libre entre la proyección 20 y la parte inferior de valle 22 según la Figura 2, debe ser aproximadamente 1/5 de la altura de todas las capas.

En particular, está previsto que la estructura se forme de tal modo que el volumen de las elevaciones sea igual o aproximadamente igual al volumen de las depresiones o valles.

10 Dado que el material de la tercera o primera capa adicional 24 penetra hasta la base de los valles 26 en la superficie 18 de la capa 14, existe una transición continua entre las propiedades de la capa 14 y la capa 24, después de que las capas 24, 14 se hayan prensado según la figura 1d). La capa de transición o intermedia se indica con el número de referencia 28 en la Figura 1d).

Las capas 14, 24 se prensan mediante una prensa de estampado 30 con una presión entre 1.000 bar y 3.000 bar.

15 El material vertible, es decir, en el estado en que se introduce en el troquel 10, tiene una densidad aparente entre 1 g/cm<sup>3</sup> y 1,4 g/cm<sup>3</sup>. Después del prensado, la densidad está aproximadamente entre 3,0 y 3,5 g/cm<sup>3</sup>.

Como resultado de la estructuración se obtiene una densidad de hasta 2 g/cm<sup>3</sup> en la zona de transición entre las zonas no mezcladas de la segunda y la tercera o primera capa adicional 14, 24 antes de que las capas 14 y 24 se compacten. La zona de transición también puede denominarse capa central 28.

20 Después del prensado, la pieza en bruto producida se expulsa del molde 10 y se presinteriza de la manera habitual a una temperatura de entre 800°C y 1.000°C durante un periodo de tiempo entre 100 minutos y 150 minutos.

Con referencia a la Fig. 3, se muestra un método alternativo, que sigue la enseñanza según la invención, en el que se va a preparar una pieza en bruto o una restauración dental que proporciona una transición en gran medida continua entre una segunda capa y una tercera o primera capa adicional.

25 También aquí, una primera capa de un primer material cerámico se introduce primero en estado vertible en un molde, en el que el primer material cerámico comprende de 2 a 25% en peso, preferiblemente de 4 a 17% en peso, y más preferiblemente de 5 a 12% en peso, de óxido de erbio.

30 A continuación, según la Figura 3a, un segundo material cerámico, que corresponde a la capa 14 según la Figura 1, se introduce subsecuentemente en un troquel 10. La capa correspondiente en la Figura 3a se indica mediante el número 114. La altura de esta capa puede ser la mitad de la altura de las capas totales que se introducen en el troquel 10. Una capa 127 con un grosor que en la realización ejemplar es 1/10 de la altura total de las capas se aplica entonces a la capa 114. El material de la capa 127 puede corresponder al de la tercera o primera capa adicional 24 según la figura 1. La capa 127 se mezcla entonces con una región superficial de la capa 114 sobre una profundidad correspondiente al grosor de la capa 127. Esto forma una capa intermedia 128 que tiene un grosor de 2/10 de la altura total de las capas. Sobre la capa intermedia 128 se aplica entonces otra capa 124, que corresponde a la tercera o primera capa adicional 24 según la figura 1. La altura de la capa 124 en la realización ejemplar es de este modo 4/10 de la altura total H. Las capas 124, 128, 114 se presionan entonces entre sí según la realización ejemplar de la Figura 1 para permitir la realización de las etapas de procedimiento de presinterización, trabajo y sinterización completa como se describe. El trabajo puede llevarse a cabo naturalmente después de la sinterización completa.

40 Aunque los principios de la invención se han explicado en relación con ciertas realizaciones particulares, y se proporcionan con fines ilustrativos, debe entenderse que diversas modificaciones de las mismas resultarán evidentes para los expertos en la técnica tras leer la memoria descriptiva. Por lo tanto, debe entenderse que la invención descrita aquí pretende cubrir tales modificaciones que caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. El alcance de la invención está limitado solamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para producir una pieza en bruto cerámica multicapa para producir una dentadura completa o parcial, una superestructura soportada por implante o una dentadura soportada por implante, que comprende al menos una primera capa de un primer material cerámico y al menos una segunda capa de un segundo material cerámico, en el que la primera capa y la segunda capa están hechas de materiales cerámicos de diferentes composiciones, que se introducen en estado vertible capa a capa en un molde y a continuación se prensan y sinterizan, en el que la primera capa es una capa de color rosa,
- 5 en el que el primer material cerámico comprende de 2 a 25% en peso, preferiblemente de 4 a 17% en peso, y más preferiblemente de 5 a 12% en peso, de óxido de erbio,
- 10 caracterizado por el hecho de que la pieza en bruto cerámica multicapa comprende además una pluralidad de capas adicionales, en el que cada una de dichas capas adicionales está hecha de un material cerámico, que tiene una composición diferente de la de la primera capa, y que tiene una composición diferente o idéntica a la de la segunda capa;
- 15 en el que después de la introducción de la segunda capa del segundo material cerámico en estado vertible, la superficie de la segunda capa se estructura de tal manera que la segunda capa, vista a través de su superficie, difiere de región a región en su altura, y luego, como la primera de dichas capas adicionales, se introduce en el molde una capa de un material cerámico de dichas capas adicionales en estado vertible;
- 20 en el que después de la introducción de la primera de dichas capas adicionales de un material cerámico de dichas capas adicionales en estado vertible, la superficie de la primera de dichas capas adicionales se estructura de tal manera que la primera de dichas capas adicionales, vista a través de su superficie, difiere de región a región en su altura, y luego como la segunda de dichas capas adicionales, se introduce en el molde una capa de un material cerámico de dichas capas adicionales en estado vertible;
- 25 en el que si la segunda de dichas capas adicionales no es la última capa adicional, la etapa del método mencionada anteriormente se repite hasta que todas las capas adicionales en estado vertible se introducen en el molde,
- 30 en el que el método comprende además una etapa de colocar manualmente la dentadura completa o parcial, la superestructura soportada por implante o la dentadura soportada por implante en la pieza en bruto cerámica multicapa, en el que se tiene que prestar atención a colocar el área futura de la encía humana completamente dentro de la primera capa cerámica de la pieza en bruto, mientras que el área futura de la dentina se colocará completamente en las otras capas de la pieza en bruto.
2. El método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la superficie de la capa respectiva se estructura de tal manera que se proporcionan elevaciones y depresiones.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por el hecho de que la pieza en bruto cerámica multicapa comprende de dos a cinco, preferiblemente de dos a cuatro, más preferiblemente tres, capas adicionales, en el que cada una de dichas capas adicionales está hecha de un material cerámico, que tiene una composición diferente de la de la primera capa, y que tiene una composición diferente o idéntica a la de la segunda capa.
- 35 4. El método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el material cerámico de la segunda capa y/o el material cerámico de todas las capas adicionales comprende al menos un óxido de los elementos Mn, Co, Fe, Tb, Pr y Er, y/o en el que el material cerámico de la primera capa comprende además al menos un óxido de los elementos Mn, Co, Fe, Tb y Pr.
- 40 5. El método según la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que el material cerámico de la primera capa y/o el material cerámico de la segunda capa y/o el material cerámico de la tercera capa y/o el material cerámico de todas las capas adicionales de la pieza en bruto cerámica multicapa comprende además entre 0,0005 y 0,02% en peso, preferiblemente entre 0,0005 y 0,01% en peso, y más preferiblemente entre 0,0005 y 0,05% en peso de un óxido del elemento Mn; y/o
- 45 el material cerámico de la primera capa y/o el material cerámico de la segunda capa y/o el material cerámico de la tercera capa y/o el material cerámico de todas las capas adicionales de la pieza en bruto cerámica multicapa comprende además entre 0,0005 y 0,1% en peso, preferiblemente entre 0,0005 y 0,07% en peso, y más preferiblemente entre 0,0005 y 0,05% en peso de un óxido del elemento Co.
- 50 6. El método según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el contenido del al menos un óxido del elemento Mn en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa aumenta continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales.
7. El método según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que el contenido del al menos un óxido del elemento Mn aumenta continuamente en total de 1 a 50 ppm, preferiblemente de 1 a 30 ppm, y más preferiblemente de 1 a 10 ppm; de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa a la última de las capas adicionales; en el

que la concentración de cualquier óxido del elemento Co en la pieza en bruto cerámica multicapa es inferior al 0,0005 por ciento en peso.

5 8. El método según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el contenido del al menos un óxido del elemento Co en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa aumenta continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales.

10 9. El método según la reivindicación 8, caracterizado por el hecho de que el contenido del al menos un óxido del elemento Co aumenta continuamente en un total de 1 a 100 ppm, preferiblemente de 1 a 60 ppm, y más preferiblemente de 1 a 30 ppm; de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa a la última de las capas adicionales; en el que la concentración de cualquier óxido del elemento Mn en la pieza en bruto cerámica multicapa es inferior al 0,0005 por ciento en peso.

15 10. El método según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el contenido de óxidos de los elementos Mn y Co en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa aumenta continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales.

20 11. El método según la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que el contenido de óxidos de los elementos Mn y Co aumenta de manera continua para el óxido del elemento Mn en un total de 1 a 35 ppm, preferiblemente de 1 a 20 ppm, y más preferiblemente de 1 a 6 ppm; mientras que aumenta de manera continua para el óxido del elemento Co en un total de 1 a 70 ppm, preferiblemente de 1 a 40 ppm, y más preferiblemente de 1 a 20 ppm; de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa a la última de las capas adicionales.

25 12. El método según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el contenido de óxidos de los elementos Mn y Co en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa aumenta continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales; y

el contenido de óxidos de los elementos Fe, Tb, Pr y Er en el material cerámico respectivo de la capa respectiva de la pieza en bruto multicapa disminuye continuamente de la segunda capa a la tercera capa; o de la segunda capa vía la primera de las capas adicionales continuamente hasta la última de las capas adicionales.

30 13. El método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el material cerámico de todas las capas de la pieza en bruto cerámica multicapa comprende dióxido de circonio dopado con óxido de itrio (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO) y/u óxido de cerio (CeO<sub>2</sub>), en el que el dióxido de circonio está dopado con óxido de itrio, en el que el porcentaje de óxido de itrio en la segunda, tercera y/o capas adicionales está entre 1% en peso y 15% en peso, preferiblemente entre 2% en peso y 11% en peso, y más preferiblemente entre 2,5% en peso y 10% en peso.

35 14. El método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el material cerámico de todas las capas de la pieza en bruto cerámica multicapa comprende dióxido de circonio dopado con óxido de itrio (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO) y/u óxido de cerio (CeO<sub>2</sub>), en el que el dióxido de circonio está dopado con óxido de itrio, en el que el porcentaje de óxido de itrio en la capa de color rosa está entre 0,3% en peso y 10,5% en peso, preferiblemente entre 0,6% en peso y 7,5% en peso, y más preferiblemente entre 0,75% en peso y 7% en peso.

40

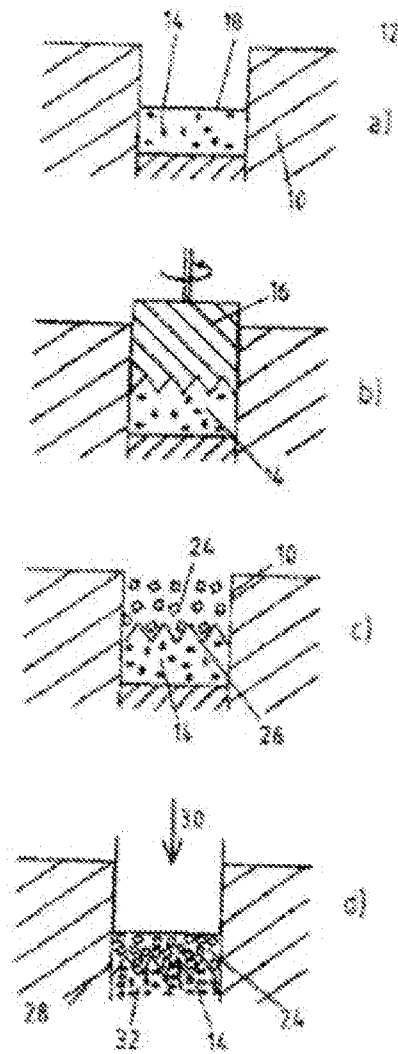


Figura 1

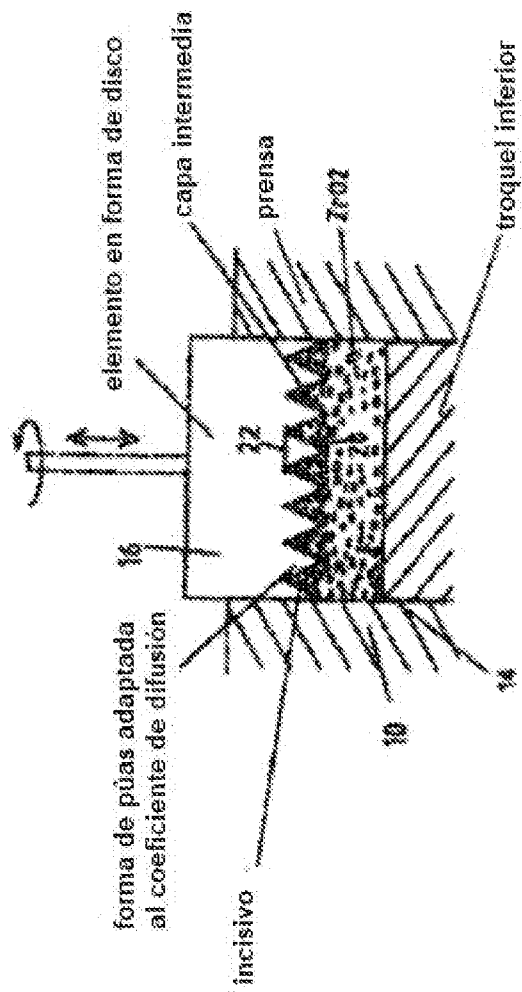


Figura 2

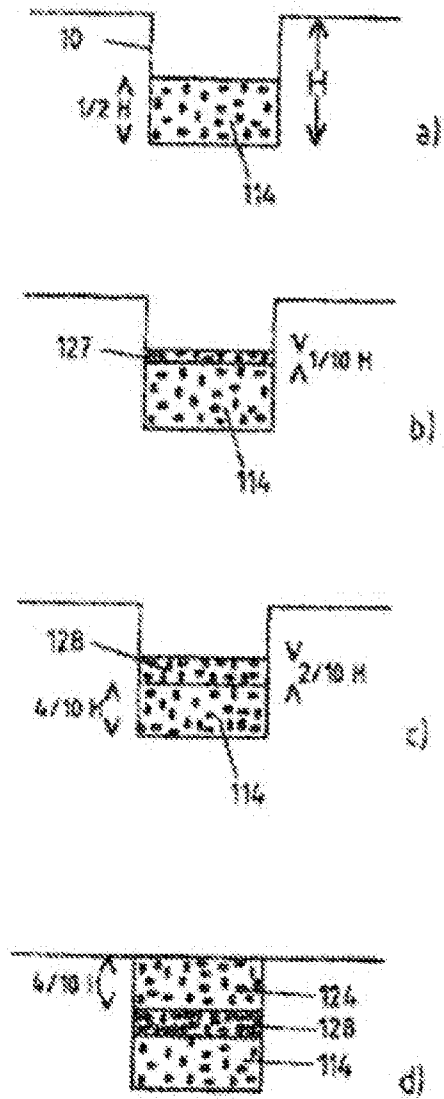


Figura 3