

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 157**

51 Int. Cl.:

**A61C 13/00** (2006.01)

**A61C 13/083** (2006.01)

**A61C 13/09** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2016 PCT/EP2016/082525**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.07.2017 WO17114772**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2016 E 16825773 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3397193**

54 Título: **Método para producir una restauración de blanco y dental**

30 Prioridad:

**28.12.2015 DE 102015122864**

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

**27.05.2020**

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:

**VÖLKL, LOTHAR;  
FECHER, STEFAN;  
KUTZNER, MARTIN y  
HÖRHOLD, HEINER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 763 157 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 producir una restauración de blanco y dental

5 La invención se refiere, entre otras cosas, a un método para la preparación de un blanco a partir de un material cerámico, en particular un blanco a usar para la preparación de una restauración dental, en la que al menos dos capas de material cerámico de diferentes composiciones se rellenan en un método para producir un blanco a partir de un material cerámico, en particular un blanco a usar para la producción de una restauración dental, en donde al menos dos capas de materiales cerámicos de diferentes composiciones se rellenan en condiciones verticales capa por capa en una matriz y a continuación las capas se presionan y después se sinterizan.

10 El documento US 8 936 848 B2 describe un blanco de dióxido de circonio que se usa para la preparación de un diente de sustitución y comprende diversas capas de diferentes composiciones químicas. De ese modo las capas individuales tienen diferentes porcentajes de óxido de itrio.

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

15 Un blanco de dióxido de circonio para la preparación de objetos dentales de acuerdo con el documento WO 2014/062375 A1 tiene al menos dos regiones de material que tienen diferentes proporciones de fases cristalinas tetragonal y cúbica, en donde en una de las regiones la relación es mayor que 1 y en la otra región la relación es inferior a 1.

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

20 El documento WO 2014/181827 A1 se refiere a un cuerpo de circonia sinterizado. Para producir un blanco, una variedad de polvo de circonia de diferentes composiciones se introduce en capas en un molde. Se hace vibrar al molde, lo que provoca capas intermedias consistentes en una mezcla de los polvos.

25 El dióxido de circonio se usa como material cerámico para producir restauraciones dentales. Un marco puede ser molido, por ejemplo, a partir de un blanco de dióxido de circonio y luego puede ser sinterizado. En las etapas de procesamiento que siguen, se aplica manualmente una chapa al marco, en donde al menos un material incisivo se aplica manualmente y se fusiona. Todas estas etapas del proceso llevan mucho tiempo.

30 Es un objeto de la presente invención desarrollar un método del tipo antes mencionado de tal manera que se eviten las desventajas de la técnica anterior y, en particular, de modo que se pueda producir una restauración dental a partir de un material cerámico sin un laborioso procesamiento posterior, que satisfaga los requisitos estéticos y, además, sea de alta resistencia en regiones bajo cargas severas, como el lado basal de los conectores de un puente.

35 Para lograr este objetivo, el método esbozado anteriormente se sigue desarrollando de modo que después del relleno de una primera capa de un primer material cerámico en condiciones verticales, la superficie de la primera capa está estructurada de forma tal que la primera capa, cuando se observa a través de su superficie, difiere de una región a otra en su altura de manera que se forman elevaciones y depresiones o valles, y después como segunda capa se introduce en la matriz una capa de un segundo material cerámico en condiciones verticales con una composición que es diferente de la composición de la primera capa.

40 De acuerdo con la invención, inicialmente se introduce como relleno una primera capa de material en condiciones verticales en una matriz. Este material puede ser un material granular de dióxido de circonio del color del diente que, por ejemplo, tiene una densidad aparente entre  $1 \text{ g/cm}^3$  y  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , preferiblemente en el intervalo entre  $1,15 \text{ g/cm}^3$  y  $1,35 \text{ g/cm}^3$ . Después de rellenar el material granular, que puede tener un tamaño de grano D50 entre  $40 \mu\text{m}$  y  $70 \mu\text{m}$ , la superficie se alisa y luego se conforma o forma una estructura que tiene depresiones (valles) y elevaciones que en particular se extienden paralelas entre sí, en particular, sin embargo, concéntrica o paralelamente entre sí. Para este propósito, se proporciona en particular que la estructura se forme a través de un elemento que se mueve con relación a la primera capa, en particular gira con respecto a la primera capa, que en particular con una sección ondulada, en peine o en diente de sierra, estructura la primera capa en su región superficial. Hay casi un "rastrillado" de la superficie para formar la estructura con elevaciones y valles alternantes.

En particular, la estructura se ha de formar de modo que el volumen de las elevaciones sea igual o aproximadamente igual al de las depresiones o valles.

50 El elemento del tipo de diente de sierra tiene preferiblemente dientes en forma de V que son de forma simétrica y tiene flancos que encierran un ángulo entre  $15^\circ$  y  $45^\circ$ . La distancia entre los 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.

El segundo material cerámico vertical se introduce entonces en el molde y aumenta en cantidad a partir de los canales que forman los valles de la estructura, de forma que, como consecuencia, hay un aumento prácticamente constante en el porcentaje de la segunda capa 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 zona de  $3 \text{ g/cm}^3$ . Entonces se lleva a cabo la pre-sinterización a una temperatura entre  $700^\circ\text{C}$  y  $1100^\circ\text{C}$ , en particular en el intervalo entre  $800^\circ\text{C}$  y  $1000^\circ\text{C}$ , durante un tiempo entre, por ejemplo, 100 y 150 minutos. El blanco así producido es entonces trabajado, por ejemplo, mediante fresado y/o trituration para producir la restauración dental deseada que luego se sinteriza hasta que se puede lograr una densidad final que, por ejemplo, para el dióxido de circonio está en el intervalo de  $6,0$  a  $6,1 \text{ g/cm}^3$ .
- La sinterización completa/final a densidad completa se lleva a cabo, por ejemplo, durante un tiempo entre 10 minutos y 250 minutos a una temperatura en el intervalo de  $1300^\circ\text{C}$  a  $1600^\circ\text{C}$ . 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,  $100^\circ\text{C}$  más alta que la dada por el fabricante del material de partida, esto se denomina entonces sobre-sinterización, con un tiempo de sinterización correspondiente al dado para la sinterización completa.
- La sinterización completa se lleva a cabo en particular en el intervalo de  $1350^\circ\text{C}$  a  $1550^\circ\text{C}$ , en donde se pueden alcanzar densidades entre  $6,0$  y  $6,1 \text{ g/cm}^3$ , en particular entre  $6,04$  y  $6,09 \text{ g/cm}^3$ .
- La penetración de las capas tiene como resultado la ventaja de que se pueden conseguir diferentes propiedades físicas y ópticas a través de la altura del blanco. Por lo tanto, una vez que la primera capa se colorea hasta el punto requerido, se puede obtener una región del borde del diente después de la sinterización completa, a través de la región de transición formada por los materiales penetrantes de la primera y segunda capa, en los que la intensidad del color del diente disminuye continuamente y al mismo tiempo la translucidez aumenta de la manera deseada. La restauración dental se produce entonces a partir del blanco, en particular mediante fresado, teniendo en cuenta el curso de la capa, en la que la restauración dental se "tiende" en el blanco de modo que el diente incisivo se extienda en la región de la segunda capa.
- Independientemente, se proporciona una transición continua entre las capas basándose en las enseñanzas de la invención, de modo que el color o la translucidez disminuyen o aumentan continuamente, y también la resistencia a la flexión se puede ajustar de tal manera que la región de la restauración dental, que está sujeta a una carga extensa, tenga una mayor resistencia a la flexión que las regiones que no están tan cargadas. En este caso no hay transición abrupta sino, como se mencionó, una continua, es decir, uniforme, casi continua, sobre la altura de la restauración dental a producir, una posibilidad no conocida de la técnica anterior; dado que cualquiera de las capas de las diferentes composiciones están dispuestas una encima de la otra, de modo que resulta un cambio brusco y escalonado, o exclusivamente desde la superficie externa, hay un cambio en las propiedades del material, es decir, sobre toda la restauración dental y no sobre su altura.
- De una manera preferida, se proporciona la posibilidad de mezclar los materiales de la capa girando un elemento, en particular, alrededor de un eje que se extiende a lo largo del eje longitudinal del molde, para lograr la estructura, que también se denomina estructura ondulada o en diente de sierra, desplazando el material de la superficie de la capa. También existe la posibilidad de formar la estructura por medio de un elemento de presión que actúa sobre la primera capa en la dirección de la superficie y 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 imprime en la superficie de la primera capa. Después, como se explicó anteriormente, el material cerámico de la segunda capa se introduce y luego se alisa para presionar las capas entre sí y luego pre-sinterizar el objeto prensado.
- El material cerámico utilizado es en particular un material que contiene dióxido de circonio dopado con óxido de itrio ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ), óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ) y/u óxido de cerio ( $\text{CeO}_2$ ), pero en particular con óxido de itrio, en donde el material de la primera capa difiere del de la segunda capa en términos de color y/o forma cristalina estabilizada a temperatura ambiente.
- Además, la invención facilita que el material de la primera y/o segunda capa se coloree con al menos un óxido que confiere color, de elementos del grupo Pr, Er, Fe, Co, Ni, Ti, V, Cr, Cu, Mn, Tb, preferiblemente  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Er}_2\text{O}_3$ , o  $\text{Co}_3\text{O}_4$ .
- La invención se caracteriza también porque la primera y la segunda capa se penetran mutuamente en sus regiones superpuestas a través de una altura  $H$  que es de  $1/15$  a un cuarto, en particular  $1/10$  a  $1/5$ , de la altura total de la primera y segunda capas.
- La primera capa debe tener una altura en un estado no estructurado que corresponda aproximadamente de  $1/2$  a  $2/3$  de la suma de las capas primera y segunda.
- Para que la primera capa se caracterice por una alta resistencia y la segunda capa sea translúcida en la medida deseada, la invención proporciona que el porcentaje de óxido de itrio en la primera capa sea del  $4,7\%$  en peso al  $7,0\%$  en peso, y/o para el porcentaje en la segunda capa debe estar entre  $7,0\%$  en peso y  $9,5\%$  en peso, en donde el porcentaje de óxido de itrio en la primera capa es menor que el de la segunda capa.
- Además, la relación de la fase tetragonal a la fase cúbica del dióxido de circonio debe ser  $\geq 1$  en la primera capa, así como en la segunda capa después de la pre-sinterización.

En particular, el dióxido de circonio tiene al menos un 95% de forma cristalina tetragonal en la primera capa. En la segunda capa, la fase cristalina tetragonal debe estar entre 51% y 80%. El resto debe ser, en particular, de la fase cristalina cúbica.

5 El material de base para la primera y la segunda capas tiene preferiblemente la siguiente composición en porcentaje en peso:

HfO <sub>2</sub>		< 3,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		< 0,3
Componentes inevitables causados técnicamente		≤ 0,2 (tal como SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O)
Para la primera capa:	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,5 a 7,0
Para la segunda capa:	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,0 a 9,5
Óxidos que confieren color		0 - 1,5

$$\text{ZrO}_2 = 100 - (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HfO}_2 + \text{componentes inevitables} + \text{óxidos que confieren color}).$$

La invención se caracteriza, entre otras cosas, por las siguientes medidas. Primero, un primer material cerámico del color del diente, que consiste predominantemente en dióxido de circonio, se introduce rellenando un molde. La altura de llenado puede corresponder aproximadamente de 1/2 a 2/3 de altura del blanco antes de presionar.

10 La superficie se estructura después mediante un elemento especialmente estructurado o un sello, en el que la estructura se puede diseñar de modo que haya una transición continua de las propiedades del primer material al segundo material. Además, la geometría de la superficie de la primera capa puede ser alineada con los coeficientes de difusión de los materiales de la capa.

15 Preferiblemente, se usa un elemento rotatorio que se baja al molde, es decir, a la matriz, en donde está localizada la primera capa, y luego se sumerge en la primera capa hasta el punto requerido. La superficie se estructura selectivamente girando el elemento, que se estructura en el lado de la capa como un elemento ondulado o un peine. Alternativamente, la superficie puede ser estructurada por un émbolo de prensa con una geometría adecuada.

20 Posteriormente, la matriz se llena con el segundo, en particular, material cerámico menos coloreado, que tiene preferiblemente una translucidez más alta y también un mayor contenido de Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Luego se realiza el prensado habitual de los materiales cerámicos y entonces tiene lugar la pre-sinterización.

Independientemente del método descrito anteriormente, se obtiene una restauración dental monolítica, que no tiene que ser chapada, después de la sinterización completa, aunque la aplicación de una etapa de chapado no es una desviación de la invención.

25 De acuerdo con la invención, hay una transición continua entre la primera y la segunda capa de modo que, como resultado, es posible un cambio continuo en el color y la translucidez. También, por medio de tales medidas es posible obtener valores de resistencia en la medida deseada, en particular en las regiones que están sujetas a una carga elevada, como el lado basal de los conectores de puentes, si están tallados de la región del blanco en la que se extiende la primera capa y que tiene la resistencia más alta.

30 En particular, se proporciona que el material cerámico contenga al menos un 85% en peso de dióxido de circonio dopado con óxido de itrio, siendo la proporción de óxido de itrio en la primera capa de hasta un 7,0% en peso y la proporción de óxido de itrio en la primera capa es más baja que en la segunda capa.

35 En un desarrollo adicional de la invención, la primera capa y la segunda capa están coloreadas de manera diferente y/o dopadas con óxido de itrio, de forma que la restauración completamente sinterizada tiene una mayor resistencia vista en la dirección del eje del diente en el lado de la raíz que en el lado incisal y/o en el lado incisal tiene una mayor translucidez que en el lado de la raíz.

Sobre la base de las enseñanzas según la invención, se puede producir una restauración dental de forma económica y reproducible sin la necesidad de aplicar manualmente una cerámica de chapado al lado del incisivo. De este modo es posible ajustar la resistencia a través de la composición de los materiales cerámicos de tal manera que se pueda conseguir la resistencia a la flexión más elevada en la región de alta carga.

40 Detalles adicionales, ventajas y características de la invención resultan no solo de las reivindicaciones y sus características, tanto por sí mismas como en combinación, sino también de la siguiente descripción de las realizaciones ejemplares preferidas.

Figuras.

- Figura 1 Un esquema de un ensamblaje y las etapas del proceso que se pueden llevar a cabo con él.  
 Figura 2 El conjunto que se muestra en la Figura 1 b), con mayor detalle.  
 Figura 3 a) a d) Esquemas para ilustrar las características del blanco.  
 Figura 4 Un esquema del puente que se preparará a partir de un blanco de acuerdo con la Figura.

- 5 La enseñanza según la invención se aclara con referencia a las figuras, en las que elementos idénticos están provistos de los mismos símbolos de referencia. Sobre la base de la enseñanza, en particular, las restauraciones dentales se producen a partir de un material cerámico que tiene una estructura monolítica de manera que se obtiene un reemplazo monolítico de los dientes inmediatamente utilizable después de la sinterización completa. Para este propósito, de acuerdo con la invención, se produce un blanco que consiste en varias capas de material cerámico con diferentes composiciones, por medio de las cuales, de acuerdo con la restauración dental que se ha de producir, se pueden obtener en particular las propiedades ópticas y mecánicas deseadas que conducen a un reemplazo dental de uso directo sin necesidad, por ejemplo, de que el material se aplique a mano y se desprenda después de la sinterización completa. Además, los valores de resistencia deseados se pueden lograr en las regiones en las que se producen altas cargas, como en el lado basal del conector de los puentes.
- 10
- 15 Con referencia a las Figuras 1 y 2, se describe la producción de un blanco a partir del cual se puede producir la restauración dental correspondiente. Por lo tanto, como se muestra en la Figura 1a), se introduce un primer material 14 como relleno en la matriz 10 de una prensa 12, siendo dicho material, en particular, dióxido de circonio estabilizado con óxido de itrio, puede tener la siguiente composición en porcentaje en peso:

HfO <sub>2</sub>	< 3,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,3
Componentes inevitables causados técnicamente	≤ 0,2 (tal como SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O)
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,5 a 7,0
Óxidos que confieren color	0 - 1,5

$$\text{ZrO}_2 = 100 - (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HfO}_2 + \text{componentes inevitables} + \text{óxidos que confieren color}).$$

- 20 Posteriormente, una segunda capa 24 se introduce en la matriz 10 (Figura 1 c), en donde 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. La segunda capa puede tener la siguiente composición en porcentaje en peso:

HfO <sub>2</sub>	< 3,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,3
Componentes inevitables causados técnicamente	≤ 0,2 (tal como SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O)
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,0 a 9,5
Óxidos que confieren color	0 - 1,5

$$\text{ZrO}_2 = 100 - (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HfO}_2 + \text{componentes inevitables} + \text{óxidos que confieren color}).$$

- 25 Los óxidos que confieren color son en particular miembros del grupo Pr, Er, Fe, Co, Ni, Ti, V, Cr, Cu, Mn, Tb, preferiblemente Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, o Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

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

- 30 La superficie lisa está estructurada entonces según la etapa b). Para este propósito, por ejemplo, se usa un elemento 16 en forma de disco o en forma de placa o en forma de banda, que en la realización de ejemplo tiene una geometría dentada en el lado de la capa, de modo que se forma una estructura negativa correspondiente en la superficie 18 de la capa 14 desplazando material. Esta estructura está representada por elevaciones que se extienden concéntricamente y valles circundantes. La distancia entre la elevación (pico) y el valle (depresión), es decir, la distancia libre entre la proyección 20 y el fondo del valle 22 de acuerdo con la Figura 2, debe ser aproximadamente 1/5 de la altura de todas las capas.
- 35

En particular, se favorece que la estructura se forme de manera que el volumen de las elevaciones sea igual o aproximadamente igual al volumen de las depresiones o de los valles.

Dado que el material de la segunda capa 24 penetra en la base de los valles 26 en la superficie 18 de la capa 14, hay una transición continua entre las propiedades de la capa 14 y las de la capa 24, después de que las capas 24, 14 han sido prensadas de acuerdo con la Figura 1 d). La capa de transición o capa intermedia se señala con el número de referencia 28 en la Figura 1 d).

5 La capa 24 consiste en un material que difiere del de la capa 14. La diferencia radica, en particular, en los aditivos de color y en la proporción de óxido de itrio. Este último se selecciona de tal manera que la proporción de la fase cristalina cúbica en la capa 24 después de la pre-sinterización sea considerablemente mayor que la de la capa 14. En la capa 14, la fracción de fase cristalina tetragonal es más del 90%, mientras que la fracción de fase cristalina cúbica en la capa 24 está entre 30% y 49%. El resto es esencialmente la fase cristalina tetragonal.

10 Estas diferentes fracciones de fase cristalina resultan del hecho de que el contenido de óxido de itrio en la capa 14 está entre 4,5% y 7% en peso y en la capa 24 entre 7% y 9,5% en peso, en donde la proporción en la primera capa 14 es menor que en la segunda capa 24.

15 La fracción de óxido de color en la capa 24 se reduce en comparación con la capa 14, estando en el intervalo de 0,0 a 1,5% en peso, preferiblemente de 0,005 a 0,5% en peso. Como resultado de esta medida, hay una transición continua de color entre las capas 14 y 24. Debido al mayor contenido de óxido de itrio, la resistencia a la flexión se reduce y también hay una mayor translucidez en la capa 24 en comparación con la capa 14.

La resistencia más alta se observa en la capa 14, en la cual las regiones del reemplazo dental que están sujetas a cargas pesadas, en particular la parte inferior del conector de los puentes, se extienden como se muestra en la Figura 4.

20 Las capas 14, 24 se presionan por medio de un sello 30, con una presión entre 1000 bar y 2000 bar.

El material vertible, es decir, en el estado en el que se introduce en la matriz 10, tiene una densidad aparente entre 1 g/cm<sup>3</sup> y 1,4 g/cm<sup>3</sup>. Después de presionar, la densidad es de aproximadamente 3 g/cm<sup>3</sup>.

25 Como resultado de la estructuración, se obtiene una densidad de hasta 2 g/cm<sup>3</sup> en la región de transición entre las regiones no mezcladas de las capas primera y segunda 14, 24 antes de que se compacten estas capas 14 y 24. La región de transición también puede denominarse capa intermedia 28.

Después de presionar, el blanco 33 producido se expulsa del molde 10 y se pre-sinteriza de la manera habitual a una temperatura de entre 800 °C y 1000 °C durante un período de tiempo entre 100 minutos y 150 minutos. También se muestra un blanco correspondiente en la Figura 4. El blanco 33 comprende la capa comprimida 14, la capa comprimida 24 y la capa intermedia comprimida 28, es decir, la región de transición.

30 Si se fresa un reemplazo dental a partir del blanco 33 – en la realización de ejemplo un puente 34 –, entonces el programa de fresado se diseña de manera que la región inferior del puente 34, en particular, en la región del lado basal del conector 36, se extiende a la capa 14 que tiene la resistencia a la flexión más alta. La región incisal 40 del puente, por el contrario, se extiende a la capa 24.

35 En la región de transición, es decir, en la capa intermedia 28, en la que tiene lugar la transición casi continua o continua entre las capas 14 y 24, está la transición entre la dentina y la región incisiva. La dentina se extiende en la región 14.

Las características esenciales de la enseñanza según la invención se ilustran una vez más con referencia a la Figura 3. Por tanto, la Figura 3 muestra una vez más el blanco 33 con las capas 14 y 24, así como la región de transición 28.

40 La Figura 3b pretende ilustrar que el agente estabilizante en forma de óxido de itrio es aproximadamente 5% en peso en la primera capa 14 y aproximadamente 9% en peso en la segunda capa 24, y que sobre la base de la disposición de la capa intermedia 28 según la invención, el porcentaje de óxido de itrio aumenta continuamente. Los valores 0,425H y 0,575H ilustran que el elemento 16 indicado en las Figuras 1 y 2 se pone en la primera capa 14 de tal manera que se forman valles que se extienden con respecto a la altura total H de las capas 14, 24 en una región desde 0,075H debajo de la superficie 18 y las elevaciones o picos se extienden en una región desde 0,075H encima de la superficie 18 en donde, como se ha mencionado, la distancia entre los picos 20 y los valles 22 de la estructura en forma de diente de sierra del elemento 16 es 0,15H.

45 Las mediciones de las capas totalmente sinterizadas 14 y 24 de acuerdo con la norma DIN ISO 6872 han demostrado que la resistencia a la flexión  $\sigma_B$  en la capa 14, en la que está presente más del 80% de la fase cristalina tetragonal del dióxido de circonio, es de aproximadamente 1000 MPa. En cambio, la resistencia a la flexión en la capa 24, en la que está presente del 30 al 49% de fase cristalina cúbica, es de aproximadamente 660 MPa.

50 La Figura 3d muestra el cambio en la translucidez a través de la altura de las capas 14, 24.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para producir un blanco (33) a partir de un material cerámico, en particular un blanco para usar en la producción de una restauración dental, en la que al menos se introducen como relleno dos capas (14, 24) de materiales cerámicos de diferentes composiciones en condiciones verticales capa por capa en una matriz (10) y luego se presionan y después se sinterizan,
- caracterizado por que
- después del relleno de una primera capa (14) de un primer material cerámico en condiciones verticales, la superficie de la primera capa se estructura de tal manera que la primera capa cuando se ve a través de su superficie (18) difiere de una región a otra en su altura de tal manera que se forman elevaciones y depresiones o valles, y luego como
- 10 segunda capa (24), una capa de un segundo material cerámico en condiciones verticales con una composición que es diferente de la composición de la primera capa se introduce como relleno en la matriz.
2. El método según la reivindicación 1,
- caracterizado por que
- 15 se forma una estructura en anillo en la superficie (18) cuando se observa desde arriba, que muestra elevaciones y depresiones concéntricas.
3. El método según la reivindicación 1 o 2,
- caracterizado por que
- la estructura es producida por un elemento (16) que se mueve, en particular gira, en relación con la primera capa (14) y que en particular estructura la primera capa (14) en su región de superficie por medio de una sección que tiene una
- 20 forma ondulada, de peine o de dientes de sierra.
4. El método según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado por que
- la estructura es generada por un elemento de presión que actúa en la dirección de la superficie (18) de la primera capa (14).
- 25 5. El método según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado por que
- el elemento de presión utilizado es tal que las elevaciones que se extienden concéntricamente o paralelas se presionan en la superficie (18) de la primera capa (14) con depresiones que se extienden entre ellas.
6. El método según al menos la reivindicación 1,
- 30 caracterizado por que
- la estructura se forma de manera que el volumen de las elevaciones es igual, o aproximadamente igual, al volumen de las depresiones.
7. El método según al menos una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado por que
- 35 el material usado como materiales cerámicos contiene dióxido de circonio dopado con óxido de itrio ( $Y_2O_3$ ), óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO) y/u óxido de cerio ( $CeO_2$ ), en particular con óxido de itrio, en donde el material de la primera capa (14) difiere del material de la segunda capa (24) en términos de color y/o las proporciones de formas cristalinas estabilizadas presentes a temperatura ambiente.
8. El método según al menos una de las reivindicaciones anteriores,
- 40 caracterizado por que
- el material de la primera y/o de la segunda capa (14, 24) es coloreado con al menos un óxido colorante de los elementos del grupo Pr, Er, Fe, Co, Ni, Ti, V, Cr, Cu, Mn, Tb, preferiblemente  $Fe_2O_3$ ,  $Er_2O_3$ , o  $Co_3O_4$ .

9. El método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la primera capa (14) se mezcla con la segunda capa (24) en las regiones que están una sobre la otra, sobre una altura que es de  $1/5 H$  a  $1/4 H$ , en particular  $1/10 H$  a  $1/5 H$ , donde  $H$  es la altura total de la primera y la segunda capas.
- 5 10. El método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la primera capa (14) en estado no estructurado tiene una altura que es la mitad, o aproximadamente la mitad, de la altura total  $H$  de la primera y segunda capas (14, 24).
11. El método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el material usado como primer y segundo material cerámico es uno en el que el porcentaje de óxido de itrio en la primera capa (14) es de 4,5% en peso a 7,0% en peso y/o el porcentaje en la segunda capa (24) es de 7,0% en peso a 9,5% en peso, en donde el porcentaje de óxido de itrio en la primera capa es más bajo que en la segunda capa.
- 10 12. El método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el material cerámico usado para la primera capa (14) y la segunda capa (24) es un material en el que la relación de fase cristalina tetragonal a fase cristalina cúbica del dióxido de circonio, ambos en la primera capa y en la segunda capa, después de la pre-sinterización, es  $\geq 1$ .
- 15

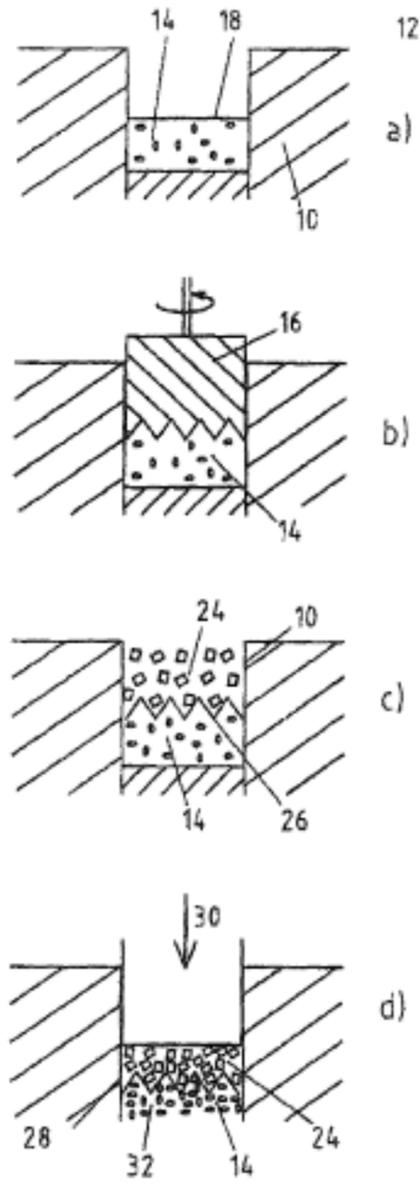


Fig. 1

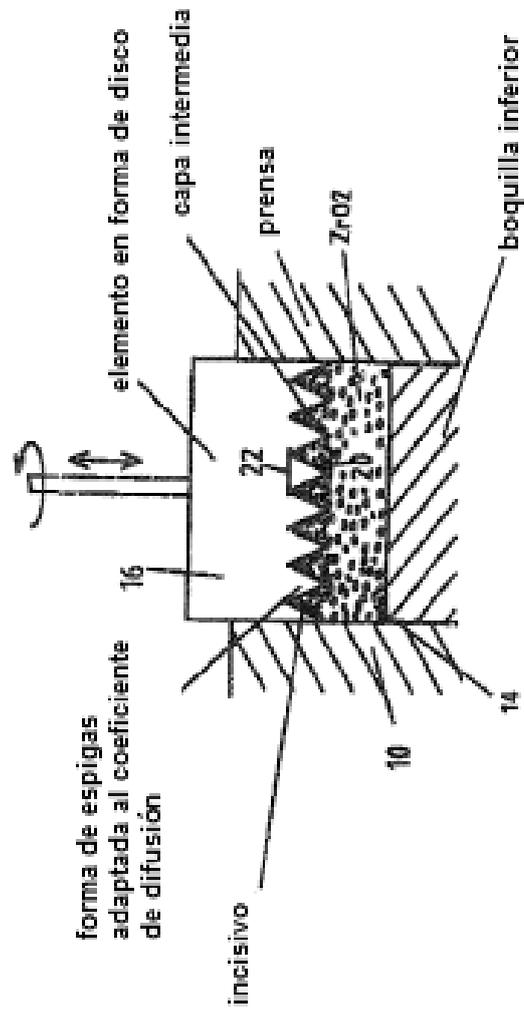


Fig. 2

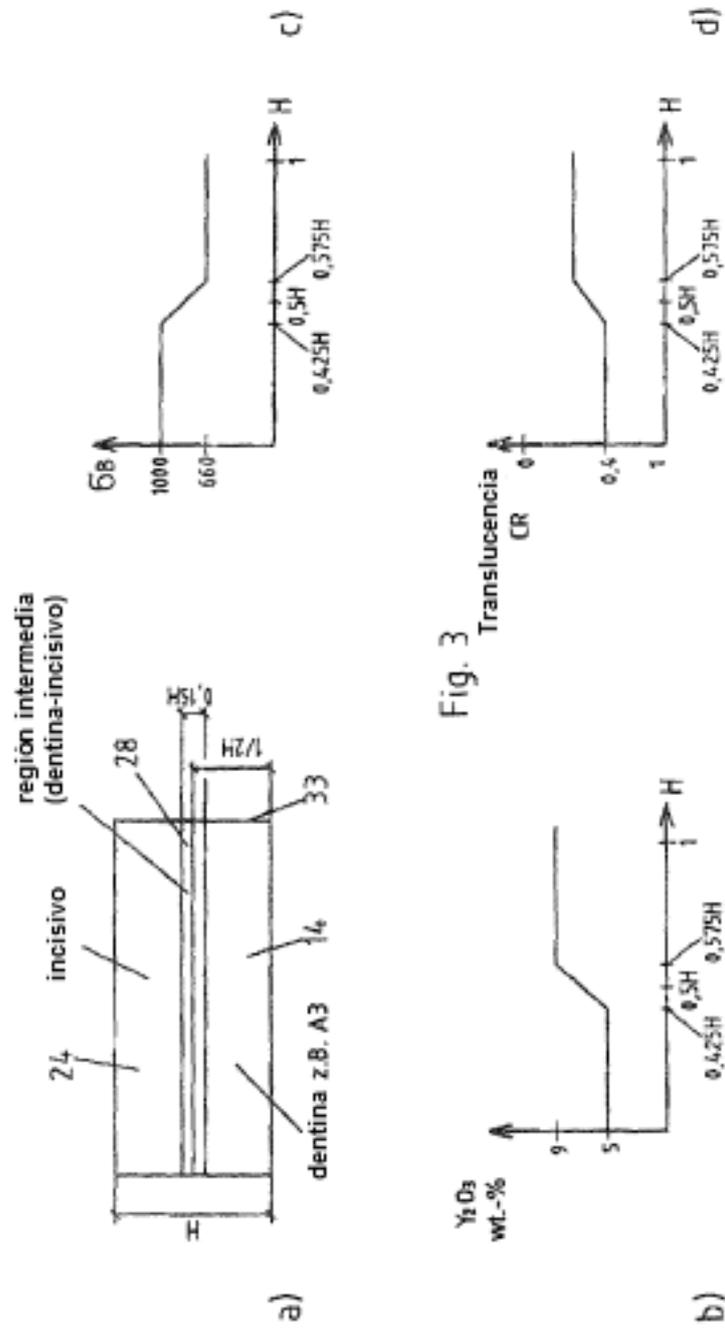


Fig. 3

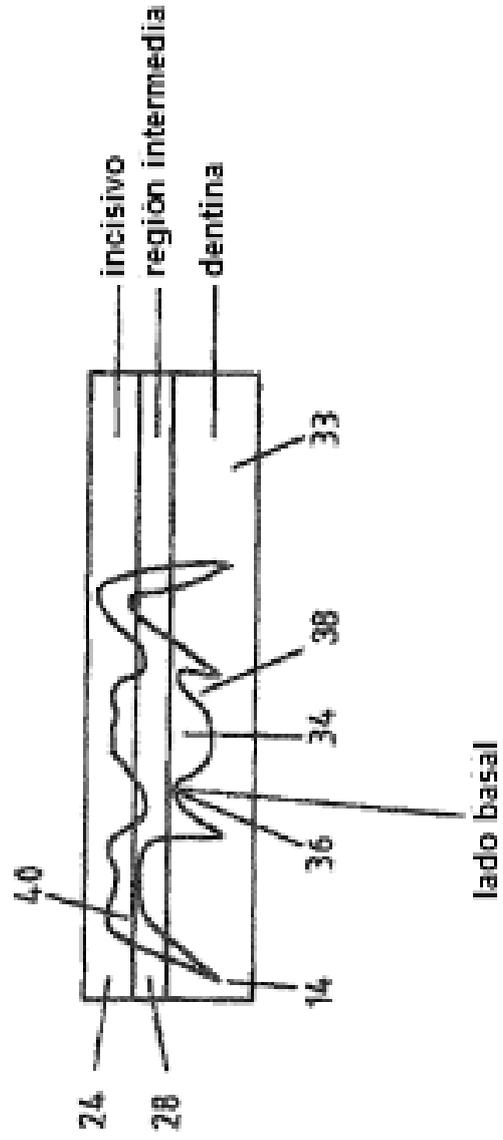


Fig. 4