

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 082**

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/EP2016/082550**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.07.2017 WO17114785**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2016 E 16825774 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3389555**

54 Título: **Método para producir una restauración dental**

30 Prioridad:

**28.12.2015 DE 102015122865**

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

**30.06.2020**

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 y**  
**FECHEK, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 770 082 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 dental

La invención se refiere a un método para la producción de una restauración dental a partir de una pieza bruta, con regiones o capas de material cerámico de diferentes composiciones.

5 El documento US 8 936 848 B2 describe una pieza bruta de dióxido de circonio que se usa para la producción de una sustitución dentaria y consiste en una serie de capas de diferentes composiciones químicas. Las capas individuales tienen así diferentes porcentajes de óxido de itrio. Para producir la sustitución dentaria se usan procedimientos de CAD/CAM (Diseño Asistido por Ordenador)/(Fabricación Asistida por Ordenador). Se realiza una selección a partir de una serie de formas dentarias para ajustarse al raigón del diente sobre el que va a situarse la sustitución dentaria de acuerdo con el método que mejor se ajuste. Los datos digitales para el diente seleccionado se introducen entonces en una fresadora controlada numéricamente para producir la sustitución dentaria a partir de la pieza bruta.

Un cuerpo de dióxido de circonio exhibe una disminución o aumento en la cromaticidad a lo largo de una línea recta en el espacio de color L\*a\*b\* (documento US 2014/0328746 A1).

15 Una pieza bruta 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 materiales que tienen diferentes proporciones de fases cristalinas tetragonal y cúbica, donde en una de las regiones la proporción es mayor que 1 y en la otra región, la proporción es menor que 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 una profundidad deseada.

20 El documento US 2013/00221554 A1 se refiere a una pieza bruta dental de circonia de varias capas y no coloreada previamente. La pieza bruta puede consistir en capas de diferentes composiciones, que no tienen que discurrir en paralelo entre ellas.

El documento WO 2014/181827 A1 se refiere a un cuerpo sinterizado de circonia. Para la producción de una pieza bruta se introducen una diversidad de polvos de circonia de diferentes composiciones en capas en un molde. Se hace que el molde vibre lo que da lugar a capas intermedias que consisten en una mezcla de los polvos.

25 El uso de piezas brutas que consisten en capas de diferentes composiciones de materiales o muestran diferentes colores, respectivamente, puede tomarse del documento JP 2004-035332.

El dióxido de circonio se usa como un material cerámico para producir restauraciones dentales. Puede fresarse una estructura, por ejemplo, una pieza bruta de dióxido de circonio y puede sinterizarse a continuación. En las siguientes etapas de proceso se aplica de forma manual un revestimiento a la estructura, donde al menos un material incisal se aplica manualmente y se funde. Todas estas medidas de proceso requieren tiempo y, por otro lado, no garantizan que la restauración dental cumplirá los requerimientos.

30 Un objeto de la presente invención es desarrollar un método del tipo antes citado de tal modo que esté disponible una restauración dental sin un procesado posterior laborioso, que satisfaga los requerimientos estéticos y además tenga alta resistencia particularmente en regiones bajo cargas severas.

Para conseguir este objeto se propone un método para la producción de una restauración dental a partir de una pieza bruta, que tiene regiones o capas de materiales cerámicos con diferentes composiciones, que comprende las etapas siguientes:

- a) Llenado de una primera capa de un primer material cerámico en estado fluido en un molde,
- 40 b) Suavizado de la primera capa antes de estructurar la primera capa de tal modo que la primera capa, cuando se visualiza a través de su superficie difiere de una región a otra en su altura de tal modo, que se forman elevaciones y depresiones o valles, y luego como una segunda capa llenar en el molde un segundo material cerámico en estado fluido con una composición que es diferente de la de la primera capa, donde los materiales cerámicos contienen 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>), y donde el material de la primera capa (14) difiere del material de la segunda capa (24) en términos de color y proporciones de formas cristalinas estabilizadas presentes a temperatura ambiente,

- c) Prensado de los materiales cerámicos para formar una pieza bruta,
- d) Retirada de la pieza bruta del molde,
- e) Tratamiento térmico de la pieza bruta,
- 50 donde de acuerdo con las etapas del método a) + b) los materiales cerámicos se llenan en el molde y/o se tratan en el molde de tal modo que las capas y/o regiones después del tratamiento térmico exhiben un curso predeterminado que está disponible como un conjunto de datos digitales,

f) Diseño virtual de la restauración dental o una forma que corresponde a la restauración dental teniendo en cuenta la contracción,

g) Representación virtual de la pieza bruta,

5 h) Posicionamiento de la restauración dental virtualmente representada o la forma en la representación virtual de la pieza bruta, teniendo en consideración las propiedades materiales de las capas y/o regiones,

i) Determinación de datos para la pieza bruta que corresponden a la posición de la restauración dental virtualmente dispuesta o la forma en la pieza bruta,

j) Transferencia de los datos a una máquina para obtener la restauración dental o la forma a partir de la pieza bruta.

10 De acuerdo con la invención, al mecanizar una restauración, en particular por fresado y/o rectificado, se coloca en una pieza bruta previamente sinterizada, que tiene capas o regiones de propiedades materiales diferentes, en particular diferente traslucidez y resistencia, de modo que la sustitución dental, también denominada restauración dental o sustitución dentaria, produjo requerimientos cumplidos óptimamente, en particular en términos de traslucidez y resistencia. Si la sustitución dentaria se produce a partir de una pieza bruta previamente sinterizada, entonces la contracción que se produce durante la sinterización final se tiene en cuenta en el contorneado, es decir, durante el  
15 contorneado de la sustitución dentaria de un diente. Naturalmente existe también la posibilidad de que, después de la etapa de proceso d), la pieza bruta esté totalmente sinterizada de modo que no es necesario tener en cuenta un factor de contracción correspondiente.

20 De acuerdo con la invención, las propiedades materiales, tales como las propiedades ópticas y mecánicas de la pieza bruta y el perfil de las capas o regiones de diferentes composiciones presentes en la pieza bruta que garantizan las propiedades deseadas tales como traslucidez y resistencia, están almacenadas en una base de datos, de modo que puede visualizarse la pieza bruta, por ejemplo, en un monitor. En esta representación virtual de la pieza bruta, se coloca la sustitución dentaria en tres dimensiones diseñada, por ejemplo, por medio de un software de CAD dental, por ejemplo, con regiones incisales y de dentina que están posicionadas en la pieza bruta tal que el borde incisal o una parte del mismo se extiende en una región de la pieza bruta en la que la pieza bruta tiene un perfil de color y/o  
25 traslucidez deseados. La porción de dentina puede posicionarse entonces en una región adyacente en la que el material de la pieza bruta tiene la resistencia requerida.

30 La enseñanza de acuerdo con la invención no requiere necesariamente un revestimiento que se aplicará a mano, aunque esto podría tener lugar, así como la cocción de un esmalte. Al mismo tiempo, se garantiza que la restauración tiene una alta resistencia en su región que está sometida a cargas severas. En particular, la invención dispone que, después de haber llenado una primera capa de un primer material cerámico en un molde, la capa está estructurada sobre su superficie de tal modo que, cuando se visualiza a lo largo de su superficie varía en altura entre una región y otra, es decir, no tiene una altura de llenado constante, y se llena en el molde seguidamente una segunda capa que difiere de la primera capa en su composición de un material cerámico.

35 De acuerdo con la invención, se llena en un molde una primera capa de material fluido. Este puede ser, por ejemplo, un granulado de dióxido de circonio del color del diente, que tiene una densidad aparente, por ejemplo, entre  $1 \text{ g/cm}^3$  y  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , en particular en el intervalo de  $1,15 \text{ g/cm}^3$  a  $1,35 \text{ g/cm}^3$ . Después de haber llenado los gránulos, que pueden tener un tamaño de grano D50 entre  $40 \mu\text{m}$  y  $70 \mu\text{m}$ , la superficie se suaviza antes de formar una estructura de tal modo que se producen elevaciones y valles que en particular son paralelos entre sí, extendiéndose preferiblemente de forma concéntrica o paralela entre sí. Para este fin, se dispone, en particular, que la estructura se forme por un elemento que se mueve, y en particular que rota, con respecto a la primera capa, la cual en particular, estructura la región de superficie de la primera capa por medio de una sección que tiene la forma de una onda, peine o diente de sierra. Hay un "rastrillado" virtual de la superficie para formar la estructura, es decir, las elevaciones y valles alternantes.

45 En particular, se dispone que la estructura se forme de tal modo que el volumen de las elevaciones sea igual a, o aproximadamente igual al volumen de las depresiones o valles. Preferiblemente, el elemento similar a un diente de sierra tendrá dientes en forma de V que están simétricamente formados y cuyos flancos abarcan un ángulo entre  $15^\circ$  y  $45^\circ$ . La distancia entre los dientes adyacentes, es decir, la distancia entre picos, será entre 1 y 4 mm, preferiblemente entre 1 mm y 3 mm.

50 El segundo material cerámico fluido se llena entonces en el molde, que aumenta en cantidad desde las depresiones de la estructura formada por los valles, de modo que como resultado se produce un incremento casi continuo en la proporción de la segunda capa a través de la altura de las elevaciones. Después de que se haya suavizado la superficie, se presan las capas, proporcionando una densidad de aproximadamente  $3 \text{ g/cm}^3$ . Seguidamente, se lleva a cabo la presinterización a una temperatura entre  $700^\circ\text{C}$  y  $1100^\circ\text{C}$ , en particular en un intervalo entre  $800^\circ\text{C}$  y  $1000^\circ\text{C}$ , durante un periodo de tiempo de, por ejemplo, 100 minutos a 150 minutos. La pieza bruta producida de este modo se trabaja entonces para proporcionar, por ejemplo, una restauración dental deseada por fresado y/o rectificado, que a  
55 continuación se sinteriza hasta que se obtiene una densidad final que, para el dióxido de circonio, por ejemplo, está entre  $6,00 \text{ g/cm}^3$  y  $6,1 \text{ g/cm}^3$ , en particular entre  $6,04 \text{ g/cm}^3$  y  $6,09 \text{ g/cm}^3$ .

- La sinterización completa se lleva a cabo, por ejemplo, durante un tiempo de entre 10 minutos y 250 minutos a una temperatura entre 1300°C y 1600°C. La sinterización completa también puede llevarse a cabo a una temperatura ligeramente mayor. Si la sinterización se lleva a cabo a una temperatura que es, por ejemplo, 100°C superior a la temperatura especificada por el fabricante del material de partida, entonces esto se denomina sobresinterización, donde el tiempo de sinterización es el mismo que el de la sinterización completa.
- En particular, la sinterización completa se lleva a cabo en el Intervalo entre 1350°C y 1550°C, con densidades obtenibles entre 6,03 y 6,1 g/cm<sup>3</sup>, en particular entre 6,04 y 6,09 g/cm<sup>3</sup>.
- La penetración de las capas tiene como resultado la ventaja de que pueden conseguirse diferentes propiedades físicas y ópticas a través de la altura de la pieza bruta. Así, una vez que se colorea la primera capa en el grado requerido, puede obtenerse una región de borde de color del diente después de la sinterización completa, en el que la intensidad del color del diente disminuye continuamente y al mismo tiempo la traslucidez aumenta de la forma deseada a través de la región de transición formada por los materiales de la primera y segunda capas penetrantes. La restauración dental se produce entonces a partir de la pieza bruta, en particular, por fresado, teniendo en cuenta el perfil de la capa, donde la restauración dental está "colocada" en la pieza bruta de modo tal que el material incisivo del diente se extiende en la región de la segunda capa.
- Independientemente de esto, se proporciona una transición continua entre las capas basándose en las enseñanzas de la invención, es decir, el color disminuye o aumenta de forma continua y/o la traslucidez disminuye o aumenta de forma continua. Adicionalmente, la resistencia a cargas por flexión puede ajustarse de tal modo que la región de la restauración dental, que está sujeta a una carga intensa, tiene una resistencia a cargas por flexión mayor que las regiones que no están así cargadas fuertemente. En este caso, no existe una transición abrupta, sino como se ha citado una transición continua, es decir, casi continua en la altura de la restauración dental a producir, una posibilidad no mostrada por la técnica anterior puesto que, o bien capas de diferentes composiciones están dispuestas una sobre otra, de modo que se produce un cambio similar a un salto, o exclusivamente desde la superficie exterior hay un cambio en las propiedades materiales, es decir, en toda la restauración dental y no sobre su altura.
- En una forma preferida, se sugiere mezclar los materiales de capa haciendo rotar un elemento, en particular, alrededor de un eje que se extiende a lo largo del eje longitudinal del molde, para obtener la estructura con forma de onda o de diente de sierra al desplazar material desde la superficie de la primera capa. También existe la posibilidad de formar la estructura por medio de un elemento de presión, también denominado troquel, 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 se imprime en la superficie de la primera capa. A continuación, como se ha explicado antes, el material cerámico de la segunda capa se llena y luego se suaviza para prensar exclusivamente las capas entre sí y luego presinterizar el objeto que se está prensando.
- El material cerámico usado es en particular uno que contiene 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/o óxido de cerio (CeO<sub>2</sub>), pero en particular con óxido de itrio, 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.
- Adicionalmente, la invención proporciona el material de la primera y/o segunda capas a colorear con al menos un óxido que imparte color entre los elementos 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>.
- La invención también está caracterizada por que la primera y la segunda capas están interpenetradas en sus regiones superpuestas a través de una altura H que es un 1/15 hasta un cuarto, en particular 1/10 hasta 1/5, de la altura total de la primera y segunda capas.
- La primera capa tendrá una altura en un estado no estructurado que corresponde aproximadamente a 1/2 a 2/3 de la suma de las capas primera y segunda.
- Con el fin de que la primera capa esté caracterizada por una alta resistencia y la segunda capa sea traslúcida en el grado deseado, la invención en un desarrollo adicional prevé que la presencia de óxido de itrio en la primera capa sea 4,5% en peso a 7,0% en peso, y/o que el porcentaje en la segunda capa sea entre 7,0% en peso y 9,5% en peso, donde el porcentaje de óxido de itrio en la primera capa es menor que en la segunda capa.
- Adicionalmente, la proporción de la fase tetragonal a la fase cúbica del dióxido de circonio será  $\geq 1$  en la primera capa así como en la segunda capa después de la presinterización.
- 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 será entre 51% y 80%. El resto estará formado, en particular, por la fase cristalina cúbica.
- El material base para las capas primera y segunda tiene preferiblemente la siguiente composición en porcentaje en peso:

## ES 2 770 082 T3

HfO <sub>2</sub>		< 3,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		< 0,3
Componentes inevitables técnicamente producidos		≤ 0,2 (tales 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 imparten color:		0 - 1,5

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

La invención está caracterizada, entre otras cosas, por las siguientes medidas. Primero, un material cerámico del color del diente, que consiste fundamentalmente en dióxido de circonio, se llena en un molde. La altura de llenado corresponde aproximadamente a 1/2 a 2/3 la altura de la pieza bruta antes de prensar.

5 La superficie se estructura entonces por medio de un elemento especialmente estructurado o troquel, en el que la estructura puede diseñarse para que tenga una transición continua de propiedades desde el primer material al segundo material. Además, la geometría de la superficie de la primera capa puede estar alineada con los coeficientes de difusión de los materiales de capa.

10 Preferiblemente, se usa un elemento rotatorio que se hace bajar en el molde en el que está localizada la primera capa y luego se hunde en la primera capa en el grado deseado. La superficie se estructura selectivamente rotando el elemento, que se estructura sobre la cara de la capa a modo de un elemento en forma de onda o en forma de peine. De forma alternativa, la superficie puede estructurarse por un pistón de presión con una geometría adecuada.

15 Subsiguientemente, el molde se llena con el segundo, en particular, material cerámico menos coloreado, que tendrá una mayor traslucidez y también un mayor contenido en Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Entonces tiene lugar el prensado usual de los materiales cerámicos y la presinterización.

20 En particular, la invención prevé que el coeficiente de expansión térmica del segundo material cerámico sea 0,2 μm/m·K a 0,8 μm/m·K mayor que el coeficiente de expansión térmica del primer material cerámico. Como resultado de los diferentes coeficientes de expansión térmica de los materiales, se produce una tensión de compresión en el primer material cerámico, es decir, en el material incisor, en una restauración realizada a partir de una pieza bruta, tal como un diente, que conduce a un aumento en la resistencia.

Adicionalmente, es posible colorear los materiales cerámicos en el grado deseado, en particular tal que un material incisor se use para la primera región que es más traslúcida y menos coloreada comparada con el segundo material cerámico.

25 Si la restauración dental u otro cuerpo de molde se obtiene preferiblemente a partir de la pieza bruta presinterizada por fresado, entonces también es naturalmente posible que la pieza bruta esté inicialmente totalmente sinterizada para obtener así el cuerpo de molde, en particular, por fresado o rectificado.

Los presentes valores son de aplicación en particular si el material de partida contiene sustancialmente dióxido de circonio, en particular en más de un 80% en peso.

30 El dióxido de circonio está dopado en particular con óxido de itrio, aunque también puede estar dopado con óxido de calcio, óxido de magnesio y/o óxido de cerio.

Existe la posibilidad de añadir adicionalmente agentes aglutinantes. Esto no se tendrá en cuenta en la afirmación anterior del porcentaje en peso.

35 La enseñanza de acuerdo con la invención proporciona después de la sinterización completa una restauración dental monolítica, que no tiene que ser revestida, aunque si se hace, esto no constituye un alejamiento del ámbito de la invención.

Otros detalles, ventajas y características de la invención se derivarán no solo de las reivindicaciones y sus características, tanto por sí solas y/o en combinación, sino también de la siguiente descripción de las formas de realización ejemplo preferidas mostradas en los dibujos.

### Figuras:

- 40 Figura 1a - c) Una representación esquemática de un conjunto para realizar las etapas del método,  
 Figura 2 El dibujo de la Figura 1b) en mayor detalle,  
 Figura 3 Una pieza bruta con regiones de diferentes propiedades materiales,

- Figura 4 Otra pieza bruta con regiones de diferentes propiedades materiales,
- Figura 5 Una vista desde arriba de una pieza bruta con una serie de regiones de diferentes propiedades materiales,
- Figura 6 Una pieza bruta que corresponde a la Figura 4,
- 5 Figura 7 Una sustitución dentaria obtenida de la pieza bruta de acuerdo con la Figura 6,
- Figura 8 Un modelo virtual de la pieza bruta de acuerdo con la Figura 6, junto con un modelo virtual que corresponde a la sustitución dentaria de acuerdo con la Figura 7,
- Figura 9 Una representación alternativa a la de la Figura 8,
- 10 Figura 10 Una representación esquemática de un conjunto y las etapas del método que pueden llevarse a cabo con el mismo,
- Figura 11 Figura 10 b) en mayor detalle,
- Figura 12 Representación esquemática para mostrar las propiedades de la pieza bruta,
- Figura 13 Una representación esquemática de un puente que va a producirse a partir de una pieza bruta de acuerdo con la Figura 12.

15 La enseñanza de acuerdo con la invención se describe por referencia a las Figuras, en las que los mismos elementos están esencialmente provistos de los mismos símbolos de referencia. Basándose en esta enseñanza, en particular, se producen restauraciones dentales a partir de material cerámico que tiene una estructura monolítica tal que está disponible una sustitución dentaria monolítica usable inmediatamente.

Las etapas de producción de la pieza bruta ilustradas en las Figuras 10-13 son las etapas de la invención.

20 Para este fin, la invención proporciona una pieza bruta a producir que tiene regiones de materiales cerámicos con diferentes composiciones y así propiedades, gracias a las cuales, en particular, pueden obtenerse propiedades mecánicas y ópticas, tal como se requiere para la restauración. Así, ofrecer la posibilidad de usar la sustitución dentaria de un diente producida monolíticamente inmediatamente después de completarse la sinterización, sin la necesidad, por ejemplo, de aplicar un borde incisal manualmente y cocer.

25 También es posible obtener valores de resistencia deseados en las regiones en las que se producen cargas. Además, son obtenibles propiedades ópticas deseadas.

La producción de una pieza bruta a partir de la cual puede producirse una restauración dental, en la forma de realización ejemplo un diente, se describe con referencias a las Figuras 1 a 3.

30 Así, se llena inicialmente en un molde 10 de un pistón de presión 12 un material granular fluido en la forma de un primer material cerámico 14, que es, en particular, un dióxido de circonio estabilizado con óxido de itrio:

HfO <sub>2</sub>	< 3,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,3
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,0 a 9,5
Óxidos que imparten color:	0 - 1,5
Componentes inevitables técnicamente producidos	≤ 0,2 (tales como SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O)
ZrO <sub>2</sub>	100 - (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + HfO <sub>2</sub> + óxidos que imparten color + componentes inevitables técnicamente producidos)

También puede añadirse un agente aglutinante y no se tiene en consideración en el porcentaje anterior en valores en peso.

35 En particular, sin embargo, se prevé que la composición no contenga óxidos que imparten color o contenga solo los mismos en pequeñas cantidades, por ejemplo, ≤ 0,5% en peso, puesto que el primer material cerámico 14 se usa como el material incisor de modo que se desea una elevada traslucidez. El porcentaje relativamente alto de óxido de itrio garantiza que la fracción de la fase cristalina tetragonal es solo de un 50 a un 60% en la pieza de molde preparada, es decir, la restauración dental, y el resto está en la fase cristalina cúbica y monoclinica.

A continuación, se forma una cavidad 18 abierta por medio de un pistón de presión 16 en un material 14 o la capa formada por él. Por medio del pistón de presión, el material 14 es desplazado o ligeramente comprimido. Después de

## ES 2 770 082 T3

formarse la cavidad 18 (Figura 1b), el pistón de presión 16 se retira y se llena en la cavidad 18 un segundo material cerámico 20, que puede tener una de las siguientes composiciones en porcentaje en peso:

HfO <sub>2</sub>	< 3,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,3
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,5 a 7,0
Óxidos que imparten color:	0 - 1,5
Componentes presentes técnicamente inevitables	≤ 0,2 (tales como SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O)
ZrO <sub>2</sub>	100 - (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + HfO <sub>2</sub> + óxidos que imparten color + componentes inevitables técnicamente producidos)

5 Una fracción de óxido u óxidos colorantes estará presente en un grado que dé como resultado un color de diente deseado, puesto que la dentina del diente a producir se forma a partir del segundo material cerámico 20. El contenido relativamente bajo de Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> también garantiza que la restauración dental totalmente sinterizada tenga un contenido de la fase tetragonal alto de al menos 85%, preferiblemente de al menos 90%, de modo que se obtenga una alta resistencia.

10 Después de llenar el segundo material cerámico 20 en la cavidad 18 (Figura 1c), los materiales 14, 20, o las capas o regiones formadas a partir de los mismos, se presan a continuación en el molde 10 por medio de un pistón de presión 22 inferior o superior, a través del cual se consigue la compresión. Después del prensado, la pieza bruta 28 tiene una densidad de aproximadamente 3 g/cm<sup>3</sup>. El prensado se lleva a cabo preferiblemente a una presión entre 1 x 10<sup>5</sup> kPa y 2 x 10<sup>5</sup> kPa (1000 bar y 2000 bar).

Con respecto a los materiales 14, 20, estos tendrán una densidad aparente entre 1 g/cm<sup>3</sup> y 1,4 g/cm<sup>3</sup>. Después del prensado, la densidad es aproximadamente 3 g/cm<sup>3</sup>.

15 La representación de la Figura 1b) se muestra con más detalle en la Figura 2. Puede apreciarse que la cavidad 18 se forma por el pistón de presión 16 en el primer material cerámico 14 o en la capa que consiste en este material. En la cara inferior, el molde 10 está delimitado por el pistón de presión 22.

20 Como puede apreciarse de la Figura 3, puede formarse una segunda cavidad 26 en el segundo material cerámico 20 después de su compresión por medio de los pistones de presión 22, 24 o, si se considera apropiado, después de la presinterización, por ejemplo, mediante fresado.

En la cavidad 18, que está abierta en la cara inferior, y llena completamente con el material 20 es sin embargo posible, de acuerdo con la Figura 1c) formar una segunda cavidad 26 por medio de un pistón de presión (no mostrado).

25 Independientemente de si la segunda cavidad 26 está presente o no, después del prensado se lleva a cabo una presinterización de la pieza bruta 28 a una temperatura, en particular en el intervalo de 800°C a 1000°C, durante un período de tiempo entre 100 minutos y 150 minutos. En el proceso, la desunión tiene lugar primero, seguida por presinterización. La densidad de la pieza bruta 28 después de la presinterización es aproximadamente 3 g/cm<sup>3</sup>. La resistencia a la fractura de la pieza bruta 28 presinterizada estará entre 10 MPa y 60 MPa.

30 La pieza bruta 28 está provista con un soporte 30 para fijar la pieza bruta 28 a por ejemplo, una máquina fresadora o rectificadora para obtener una restauración dental, tal como un diente, a partir de la pieza bruta 28, como se describe con referencia a las Figuras 6 a 9. El diente a producir está al menos virtualmente situado en la pieza bruta 28 de modo tal que la región incisal se extiende en la región 32 formada por el primer material cerámico 14, y la región de dentina se extiende en la segunda región 34 formada por el segundo material cerámico 20. El trabajo de la pieza bruta 28 se lleva a cabo seguidamente teniendo en cuenta estos datos. La Figura 4 muestra que, después de llenar la primera cavidad 18 con el primer material cerámico 14 y llenar el segundo material cerámico 20 en la cavidad 18, se forma una segunda cavidad 36, si fuera apropiado, de acuerdo con el método de acuerdo con la Figura 1b), y se llena un tercer material cerámico 38 en la cavidad 36 así formada, diferenciándose dicho material cerámico 38 del segundo material cerámico en su composición de modo tal que, en particular, puede conseguirse una resistencia mayor. También puede formarse una cavidad 40 en el tercer material cerámico 38, como se describe con referencia a la Figura 3.

40 Basándose en las enseñanzas de acuerdo con la descripción anterior, es posible formar una pieza bruta 48 con una pluralidad de regiones 52, 54, 56 (Figura 5) que consisten en el segundo material cerámico y posiblemente el tercer material cerámico y pueden tener diferentes geometrías para dar lugar a un diente correspondiente de geometrías diferentes. Las así denominadas segundas regiones 52, 54, 56 formadas a partir del segundo material cerámico 20 están integradas en el primer material cerámico 50, es decir, están rodeadas por el primer material cerámico 14, como puede apreciarse también en particular a partir de las figuras. Las segundas regiones 52, 54, 56 no están cubiertas en la cara de la base.

Como puede apreciarse en particular a partir de las Figuras 2-4, las segundas regiones tienen geometrías exteriores que son ahusadas comenzando desde la región inferior, es decir, desde una región de base 35. Se obtiene una geometría cónica, siendo el contorno exterior una superficie sin forma.

5 La región de base 35, o la superficie de la base que delimita esta sobre la cara inferior, se intercala a nivel con la cara inferior o la superficie inferior 33 de la primera región 32.

Para producir las secciones 52, 54, 56 de la pieza bruta, también denominadas nido, que corresponden a cavidades abiertas se requiere en la capa producida a partir del primer material 14 y designada como la primera región 50, el llenado del segundo material cerámico 20 fluido en las cavidades de la forma antes descrita, seguido por prensado de los materiales 14, 20 juntos, es decir, compactar los mismos.

10 Con respecto a las propiedades físicas de los materiales 14, 20, además de una traslucidez y resistencia diferentes, estos también tendrán coeficientes de expansión térmica que difieren entre sí. En particular, la invención prevé que después de la sinterización completa, el primer material cerámico 14 tenga un coeficiente de expansión térmica que es  $0,2 \mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{K}$  a  $0,8 \mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{K}$  menor que el de la segunda región 38, 52, 54, 56 formada a partir del segundo material cerámico 20. Como resultado, se produce una tensión de compresión en la primera región 50, es decir, en el material  
15 incisor, que conduce a un aumento en la resistencia.

Las piezas brutas 28, 48, pueden tener una forma cuboidal, por ejemplo, con las dimensiones 18x15x25 mm, o una forma de disco, por ejemplo, con un diámetro de 100 mm, sin limitar de este modo las enseñanzas de acuerdo con la invención. De este modo, como se describe con referencia a la Figura 5, la ventaja es que, por ejemplo, pueden  
20 formarse una pluralidad de segundas regiones 52, 54, 56, denominadas núcleos de dentina en, por ejemplo, una pieza bruta con forma de disco, para producir restauraciones de diferentes geometrías, pero con un perfil favorable de capas en términos de traslucidez y resistencia.

Las posiciones de una o más segundas regiones 52, 54, 56, es decir, los nidos, que pueden tener diferentes geometrías, son conocidas y pueden almacenarse en un conjunto de datos. A continuación, las restauraciones a producir, que están presentes como un conjunto de datos CAD, se posicionan unas respecto a otras y en las secciones  
25 de la pieza bruta de modo que la restauración dental puede obtenerse a partir de la pieza bruta por fresado y/o rectificado.

El siguiente método se describe, explicado con más detalle con referencia a las Figuras 6 a 9, comenzando por una pieza bruta que tiene capas o regiones de diferentes composiciones, como se ha explicado antes, en particular, por medio de fresado y/o rectificado.

30 En la Figura 6 se muestra una pieza bruta que en principio corresponde a la de la Figura 3. Esto quiere decir que la pieza bruta 28 consiste en una primera región 32 y una segunda región 34, en la que se extiende una cavidad 26. La región 32 tiene una traslucidez mayor que la región 34, siendo la resistencia en la región 34 mayor que en la región 32. Así, la región 32 es para una región incisal de un diente 144 de acuerdo con la Figura 7, que se va a mecanizar a partir de la pieza bruta 28 mediante un método CAM. La región 34, en cambio es adecuada para la región de dentina.

35 El perfil de las regiones o capas 32, 34 y la cavidad 26 en la pieza bruta 28 se conoce sobre la base de las etapas del método llevadas a cabo y definidas previamente de modo que el perfil y la posición de las capas 32, 34 están almacenados en un conjunto de datos sobre la base de los cuales puede presentarse virtualmente la pieza bruta 28.

Los datos del diente 144, que se ha diseñado en tres dimensiones usando un software adecuado, denominado programa de CAD, también son conocidos. Para producir el diente 144 a partir de la pieza bruta 28, se posiciona el  
40 modelo virtual 244 del diente 144 en el modelo virtual 228 de la pieza bruta 28, como se muestra en la Figura 8. El modelo 244 del diente se coloca de este modo en el modelo virtual 228 de la pieza bruta, si fuera necesario mediante la acción individual de un operador, tal que la sección incisal se extiende en la capa virtual 232 que corresponde a la capa 32 y la porción de dentina en la capa virtual 234 que corresponde a la capa 34, como se muestra en principio en la Figura 8. La región incisal 135 está indicada por sombreado cruzado y la región de dentina 137 por sombreado  
45 sencillo. Los datos de la pieza bruta 228 que corresponden a la colocación del diente 244, es decir, la región de intersección entre la pieza bruta virtual 228 y el diente virtual 244, se determinan entonces pasando los datos a una máquina de procesamiento controlada numéricamente, que produce entonces el diente 144 a partir de la pieza bruta 28 real, en particular, por fresado o rectificado. La producción es conforme al método CAM.

La Figura 9 muestra una representación que corresponde a la Figura 8, con la limitación de que el diente virtual 244 está colocado, al contrario que en la Figura 8, en otra región de la pieza bruta virtual 228, donde una región del material  
50 incisor se extiende en la región 232 y una región de la dentina se extiende en la región de la capa 234. La colocación del diente virtual 244 en la pieza bruta virtual 228 se lleva a cabo de acuerdo con los requerimientos para su colocación en el diente o la restauración a producir.

55 En otras palabras, a partir del conocimiento del perfil de las regiones reales 32, 34 en la pieza bruta 28, se genera el modelo virtual 228 en el que el diente 244 virtualmente generado se coloca de modo que en la forma de realización ejemplo las regiones incisal y de dentina se extienden en las regiones o capas de la pieza bruta virtual y así la pieza bruta real en la producción del diente 144, de modo que las regiones incisal y de dentina del diente 144 producidas



cumplen los requerimientos, por ejemplo, en términos de translucidez y resistencia en el grado requerido.

Se hace disponible una restauración monolítica basándose en las enseñanzas de acuerdo con la invención que en principio no requieren procesado posterior, en particular, no los revestimientos requeridos en la región incisal de acuerdo con la técnica anterior.

- 5 En correspondencia con las enseñanzas de acuerdo con la descripción anterior, también pueden producirse restauraciones a partir de una pieza bruta que, como se muestra en la Figura 5, tiene nidos que consisten en materiales que difieren de aquellos del cuerpo básico de la pieza bruta 48.

10 Sin embargo, también es posible, apartándose del método descrito antes, producir piezas brutas que tengan capas o regiones que tienen diferentes composiciones para conseguir propiedades deseadas tales como translucidez o resistencia. Así, es posible llenar una primera capa en un molde, cuya superficie se estructura a continuación antes de llenar una segunda capa que tiene una composición diferente a la de la primera capa. Los materiales en sí son, en particular, aquellos que se han descrito con respecto a las Figuras 1 a 5. Una pieza bruta correspondiente tiene una capa intermedia en la que el material de la primera capa disminuye de forma continua o sustancialmente continua, mientras que aumenta el de la segunda capa.

- 15 Con respecto a los materiales, se hace también referencia a descripciones previas. La producción de piezas brutas correspondientes se explica ahora con más detalle con referencia a las Figuras 10 a 13. Estas etapas de producción son las etapas de acuerdo con la invención.

20 De acuerdo con la Figura 10 a), un primer material 314, que es, en particular, dióxido de circonio estabilizado con óxido de itrio, que puede tener la siguiente composición en porcentaje en peso, se llena primero en un molde 310 de una prensa 312:

HfO <sub>2</sub>	< 3,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< 0,3
Componentes presentes técnicamente inevitables	≤ 0,2 (tales 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 imparten color:	0 - 1,5

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

A continuación, se llena en el molde 310 una segunda capa 324 (Figura 10 c), de modo que la altura total de las capas 314 y 324 es igual a 2x la altura de la capa 314 en el estado no estructurado, sin ninguna restricción de las enseñanzas de acuerdo con 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 presentes técnicamente inevitables	≤ 0,2 (tales 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 imparten color:	0 - 1,5

25 
$$\text{ZrO}_2 = 100 - (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HfO}_2 + \text{componentes inevitables} + \text{óxidos que imparten color})$$

Los materiales de las capas son naturalmente intercambiables, es decir, el material de la primera capa descrita antes puede ser el de la segunda capa y *viceversa*.

Los óxidos que imparten color son en particular aquellos del grupo Pr, Er, Fe, Co, Ni, Ti, V Cr, Cu, Mn, Tb, siendo preferidos 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>.

- 30 Si la primera capa 314 tiene preferiblemente una altura que corresponde a la mitad de la altura total H de la primera y segunda capas 314, 324, entonces la altura de la primera capa 314 puede ser también 1/2 H a 2/3 H y así la de la segunda capa 324 1/3 H a 1/2 H.

35 La superficie suavizada se estructura entonces de acuerdo con la etapa b). Para este fin, por ejemplo, se usa un elemento 316 con forma de disco, forma de placa o forma de banda, que en la forma de realización ejemplo tiene una geometría dentada en la cara de la capa, de modo que se forma una estructura negativa correspondiente en la superficie 318 de la capa 314 desplazando el material. Esta estructura presenta elevaciones que se extienden concéntricas con valles circundantes. La distancia entre la elevación (pico) y el valle (depresión), es decir, la distancia clara entre la proyección 320 y el fondo del valle 322 de acuerdo con la Figura 11, será aproximadamente 1/5 de la altura de todas las capas.

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

5 Puesto que el material de la segunda capa 324 penetra en las bases de los valles 326 en la superficie 318 de la capa 314, hay una transición continua entre las propiedades de la capa 314 y la capa 324, después de que las capas 324, 314 hayan sido prensadas de acuerdo con la Figura 10 d). La capa de transición o intermedia está indicada por el número de referencia 328 en la Figura 10 d).

10 La capa 324 consiste en un material que es diferente al de la capa 314. La diferencia radica en particular en los aditivos de color y en el porcentaje de óxido de itrio. Esto se selecciona de modo tal que la proporción de la fase cristalina cúbica en la capa 324 después de la presinterización es significativamente mayor que la de la capa 314. En la capa 314, la fracción de la fase cristalina tetragonal es más de un 85%, mientras que la fracción de la fase cristalina cúbica en la capa 324 está entre un 30% y un 49%. El resto es esencialmente la fase cristalina tetragonal.

Estas fracciones de fase cristalina diferentes se deben al hecho de que el porcentaje de óxido de itrio está entre 4,5% y 7% en la capa 314 y entre 7% en peso y 9,5% en peso en la capa 324, de modo que el porcentaje en la primera capa 314 es menor que en la segunda capa 324.

15 El contenido de óxido colorante en la capa 324 es reducido comparado con el de la capa 314, y estará en el intervalo entre 0,0 y 0,5% en peso, preferiblemente entre 0,005 y 0,5% en peso. Como resultado de esta medida, hay una transición de color continua entre las capas 314 y 324. Debido al mayor contenido en óxido de itrio, la capa 324 tiene una menor resistencia a la flexión y una mayor traslucidez que la capa 314.

20 La capa 314 tiene una resistencia más alta, donde las regiones con cargas pesadas de la restauración dental que van a obtenerse a partir de la pieza bruta están localizadas en el caso de puentes en particular, el conector de la parte inferior, como se muestra en la Figura 13.

Las capas 314, 324 son prensadas por medio de un troquel 330, donde el prensado tiene lugar a una presión entre  $1 \times 10^5$  kPa a  $2 \times 10^5$  kPa (1000 bar y 2000 bar).

25 El material fluido, es decir, en un estado tal en el que se llena en el molde 310, tiene una densidad aparente de entre  $1 \text{ g/cm}^3$  y  $1,4 \text{ g/cm}^3$ . Después del prensado, la densidad es aproximadamente  $3 \text{ g/cm}^3$ .

La estructuración proporciona una densidad de hasta  $2 \text{ g/cm}^3$  en la región de transición entre las regiones no mixtas de las capas primera y segunda 314, 324 antes de que las capas 314, 324 sean comprimidas. La región de transición puede también denominarse capa media 328.

30 Después del prensado, la pieza bruta 333 producida es expulsada del molde 310 y presinterizada de la forma habitual a una temperatura de entre  $800^\circ\text{C}$  y  $1000^\circ\text{C}$  durante un período entre 100 minutos y 150 minutos. Una pieza bruta correspondiente también se muestra en la Figura 13. La pieza bruta 333 tiene la capa 314 comprimida, la capa 324 comprimida, y la capa media 328 comprimida, es decir, el área de transición.

35 Si se fresa una sustitución dentaria a partir de una pieza bruta 333, en la forma de realización ejemplo, un puente 334, el programa de fresado está diseñado de modo que la región inferior del puente 334 se extiende, en particular, en la región de las bases 336 del conector en la capa 314 con la mayor resistencia a la flexión. La región incisal 340 del puente, por otro lado, se extiende en la capa 324.

En la región de transición, es decir, en la capa media 328, en la que tiene lugar la transición casi continua o continua entre las capas 314 y 324, hay una transición entre dentina e incisora. La dentina se extiende en la región 314.

40 Las características sustanciales de las enseñanzas de acuerdo con la invención se describen de nuevo con referencia a la Figura 12. Así, la pieza bruta 333 se muestra en la Figura 12 con las capas 314 y 324, así como la región de transición 328.

45 La Figura 12b pretende ilustrar que el agente estabilizador en la forma de óxido de itrio está aproximadamente 5% en peso en la primera capa 314 y aproximadamente 9% en peso en la segunda capa 324, y que basándose en la formación de la capa intermedia de acuerdo con la invención, el porcentaje de óxido de itrio aumenta de forma continua. Los valores 0,425H y 0,575H ilustran de este modo que el elemento 316 mostrado en las Figuras 10 y 11 está inmerso en la primera capa 314 de modo tal que las formas de valle se extienden con respecto a la altura total H de las capas 314, 324 en una región de 0,075H por debajo de la superficie 318 y las elevaciones o picos en una región de 0,075H por encima de la superficie 318, de modo que como se menciona la distancia entre los picos 320 y valles 322 de la estructura con forma de diente de sierra del elemento 316 es 0,15H.

50 Las medidas de las capas 314 y 324 totalmente sinterizadas de acuerdo con la norma DIN ISO 6872 han mostrado que la resistencia a la flexión  $\sigma_B$  en la capa 314, en la que está presente más de un 80% de la fase cristalina tetragonal de dióxido de circonio, es aproximadamente 1000 MPa. En contraste, la resistencia a la flexión en la capa 324, en la que la está presente de 30 a 49% de fase cristalina cúbica, es aproximadamente 660 MPa.

La Figura 12 d muestra el cambio en la traslucidez sobre la altura de las capas 314, 324.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para la producción de una restauración dental a partir de una pieza bruta, que tiene regiones o capas de materiales cerámicos con composiciones diferentes, que comprende:

a) Llenado de una primera capa de un primer material cerámico en estado fluido en un molde (310),

5 b) Suavizado de la superficie de la primera capa antes de estructurar la primera capa de tal modo que la primera capa cuando se visualiza a través de su superficie difiere de una región a otra en su altura de tal modo, que se forman elevaciones y depresiones o valles, y luego como una segunda capa llenar en el molde un segundo material cerámico en estado fluido con una composición que es diferente de la de la primera capa, donde los materiales cerámicos contienen dióxido de circonio dopado con óxido de itrio ( $Y_2O_3$ ), óxido de calcio (CaO),  
10 óxido de magnesio (MgO) y/u óxido de cerio ( $CeO_2$ ), y donde el material de la primera capa (14) difiere del material de la segunda capa (24) en términos de color y proporciones de formas cristalinas estabilizadas presentes a temperatura ambiente,

c) Prensado de los materiales cerámicos para formar una pieza bruta,

d) Retirada de la pieza bruta del molde,

15 e) Tratamiento térmico de la pieza bruta,

donde de acuerdo con las etapas del método a) + b) los materiales cerámicos se llenan en el molde y/o se tratan en el molde de tal modo que las capas y/o regiones después del tratamiento térmico exhiben un recorrido predeterminado que está disponible como un conjunto de datos digitales,

20 f) Diseño virtual de la restauración dental o una forma que corresponde a la restauración dental teniendo en cuenta la contracción,

g) Representación virtual de la pieza bruta,

h) Posicionamiento de la restauración dental virtualmente representada o la forma en la representación virtual de la pieza bruta, teniendo en consideración las propiedades materiales de las capas y/o regiones,

25 i) Determinación de datos para la pieza bruta que corresponden a la posición de la restauración dental virtualmente dispuesta o la forma en la pieza bruta,

j) Transferencia de los datos a una máquina para obtener la restauración dental o la forma a partir de la pieza bruta.

2. El método según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos el segundo material está coloreado con al menos un óxido colorante de elementos del grupo Pr, Er, Tb, Fe, Co, Ni, Ti, V, Cr, Cu, Mn, preferiblemente  $Fe_2O_3$ ,  $Er_2O_3$  o  $Co_3O_4$ .

30 3. El método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el material usado para el primer y/o segundo material cerámico (314, 320) es uno en el que el porcentaje de óxido de itrio en el primer material es 7,0% en peso a 9,5% en peso y/o el porcentaje de óxido de itrio en el segundo y/u otro material cerámico es 4,5% en peso a 7,0% en peso, donde el porcentaje de óxido de itrio en el primer material cerámico es mayor que en el segundo u otro material cerámico.

35

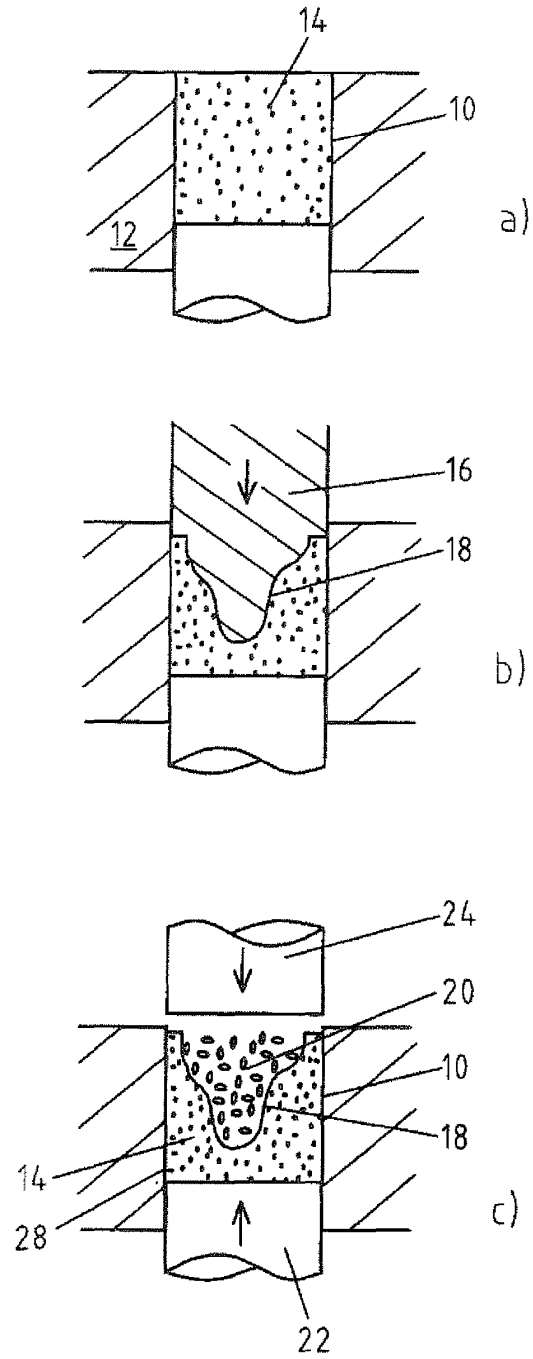


Fig. 1

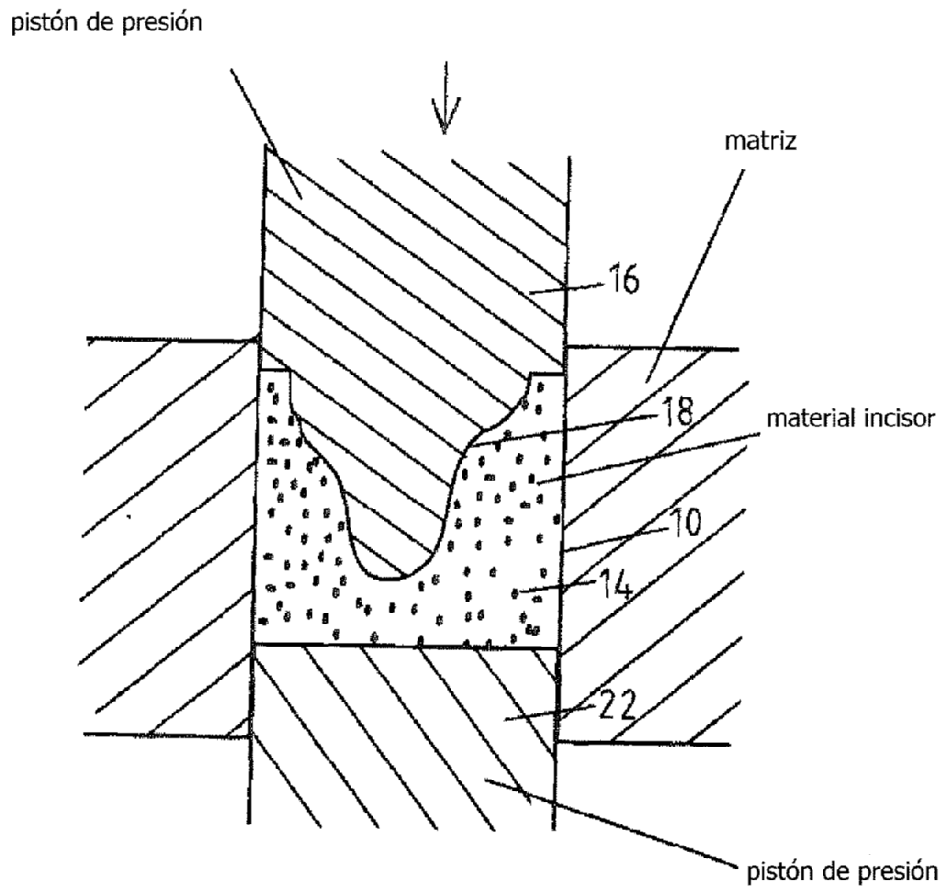


Fig. 2

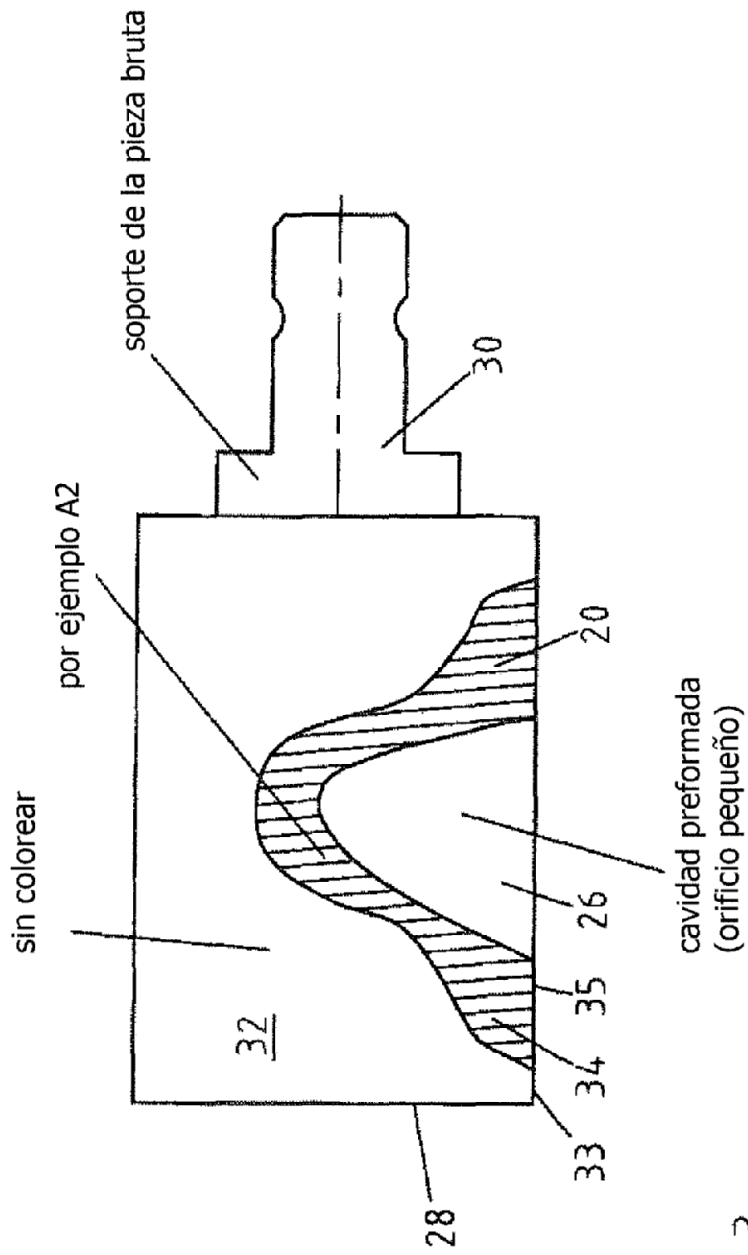


Fig. 3

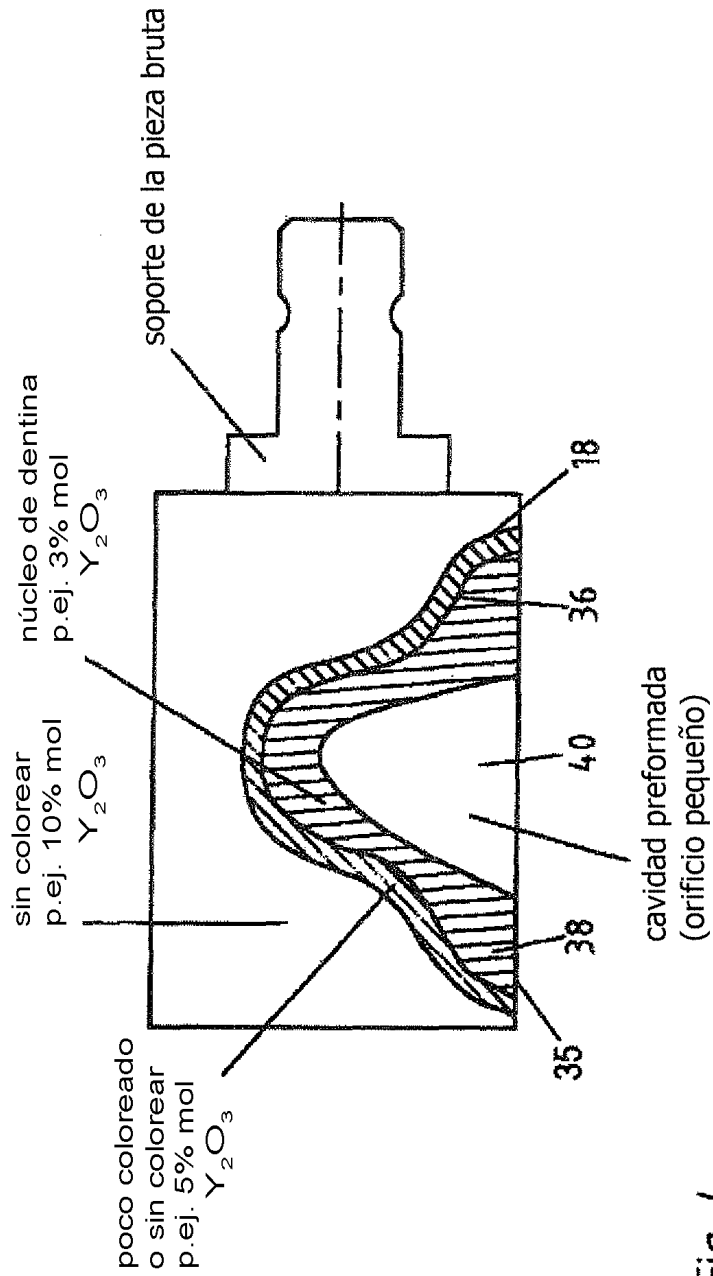


Fig. 4

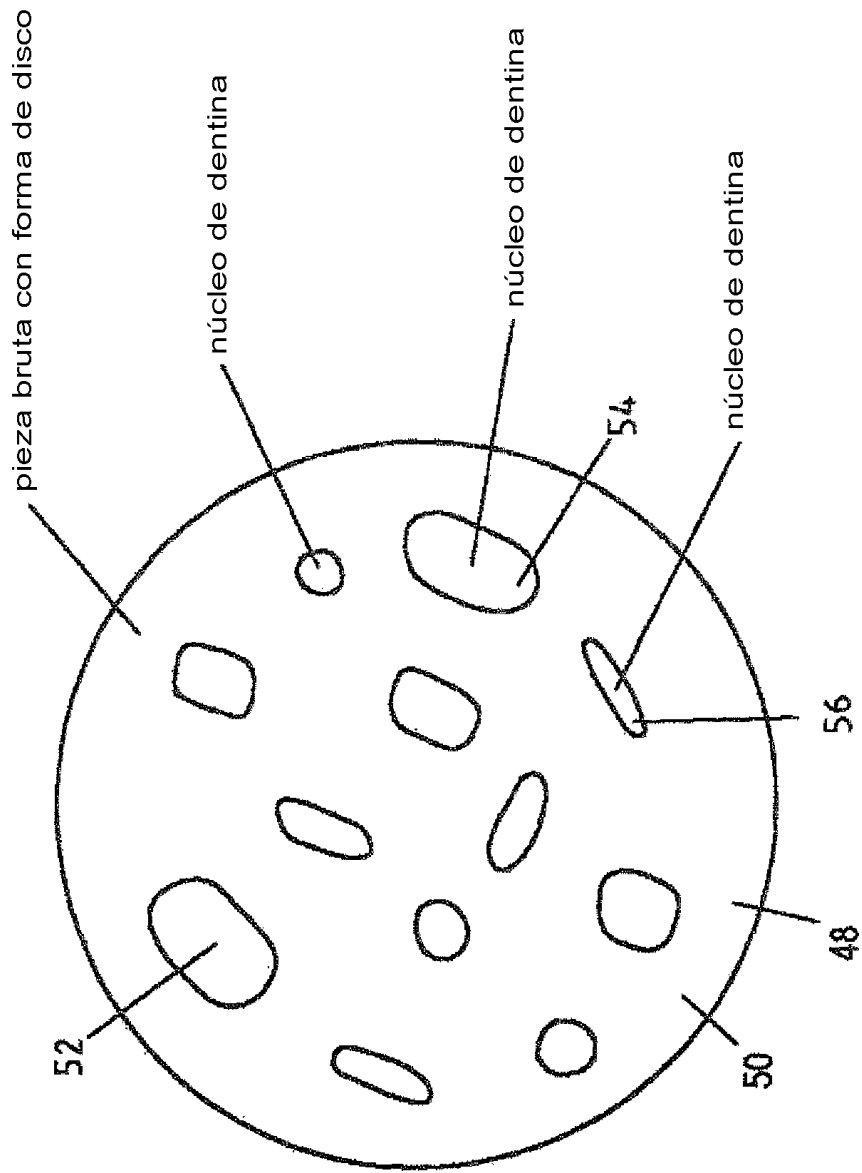


Fig. 5



pieza bruta almacenada en un archivo CAD

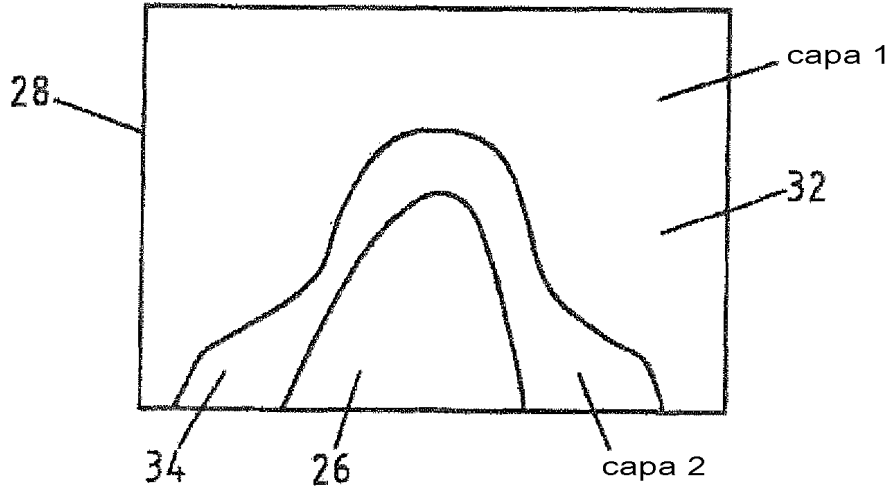


Fig. 6

modelo CAD de un diente

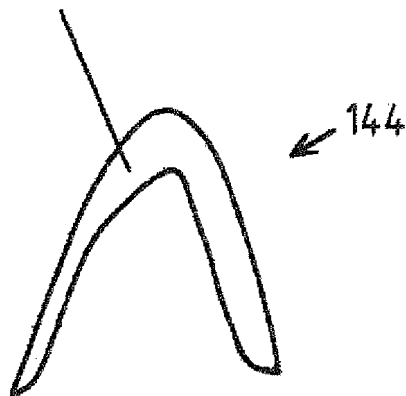


Fig. 7

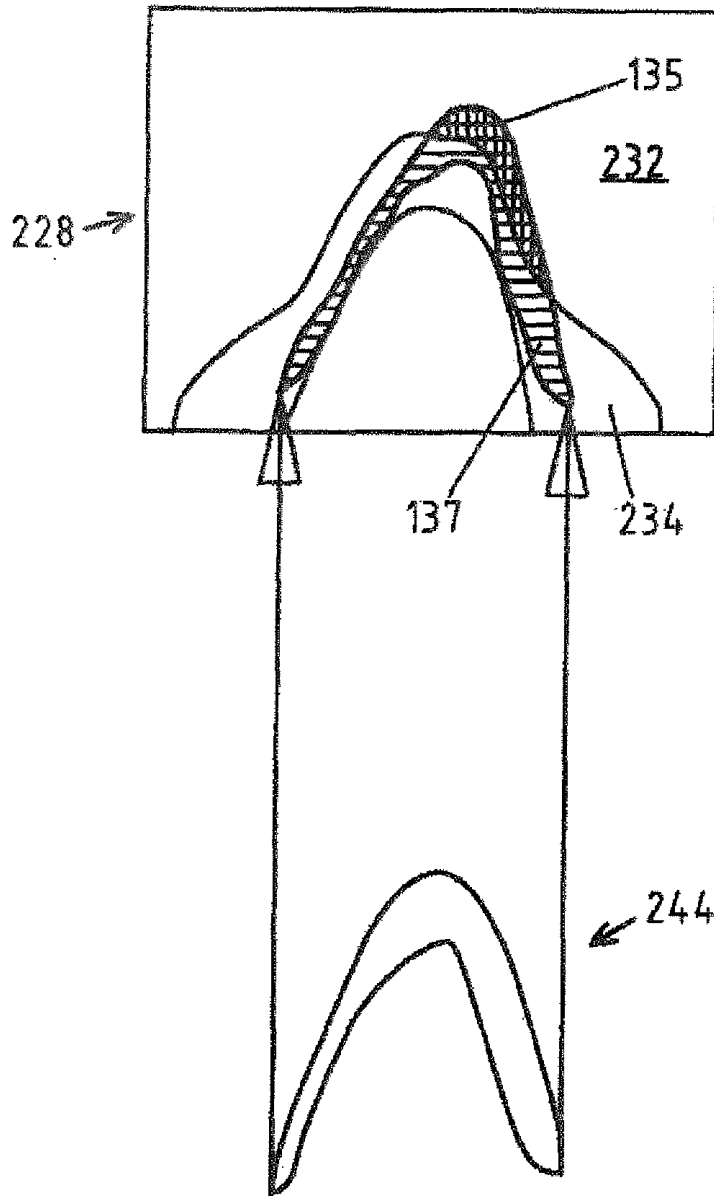


Fig. 8

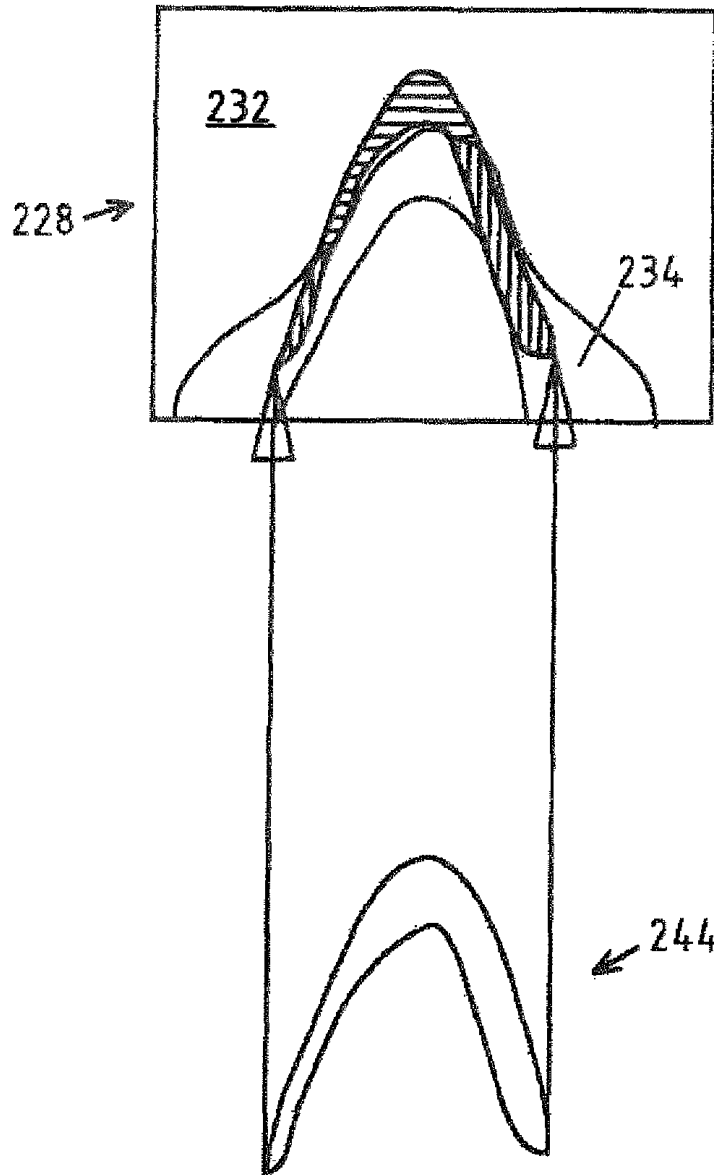


Fig. 9

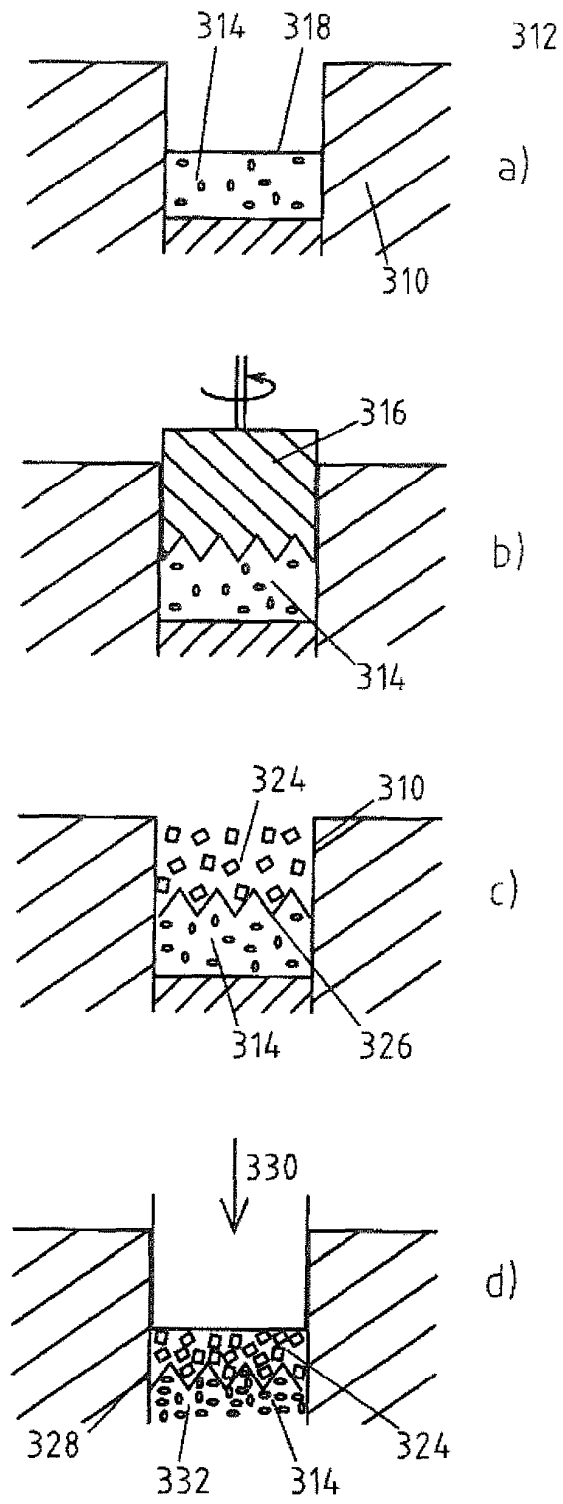


Fig. 10

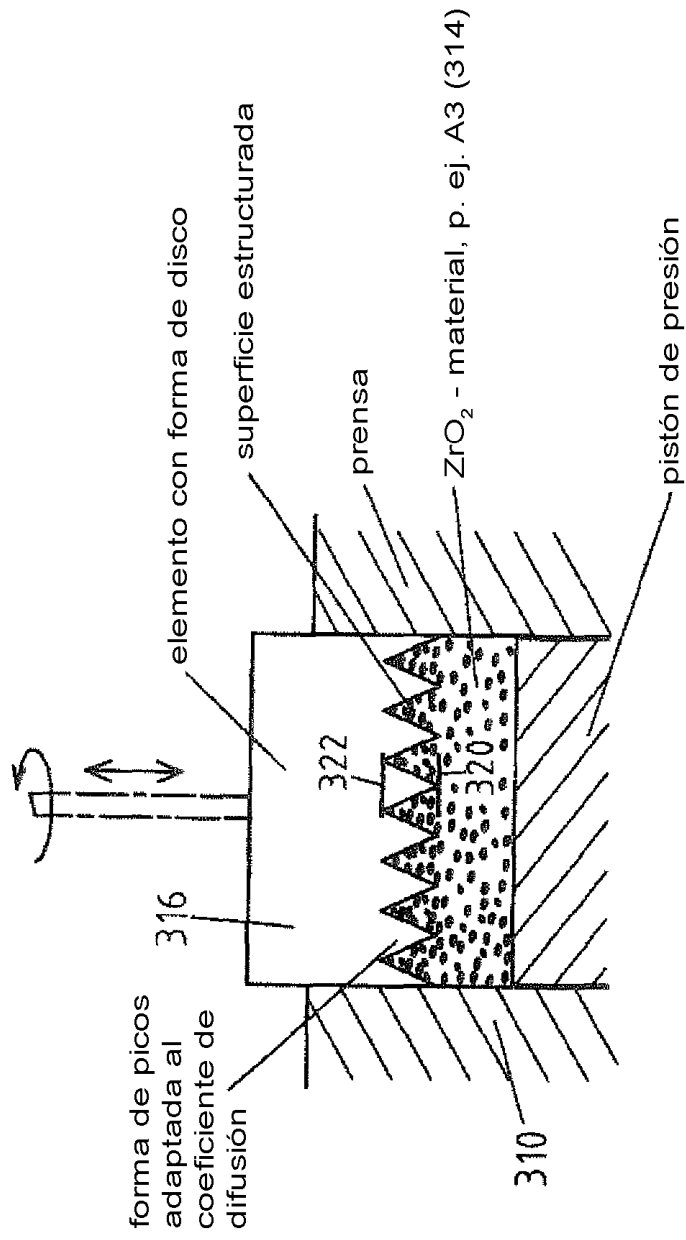


Fig. 11

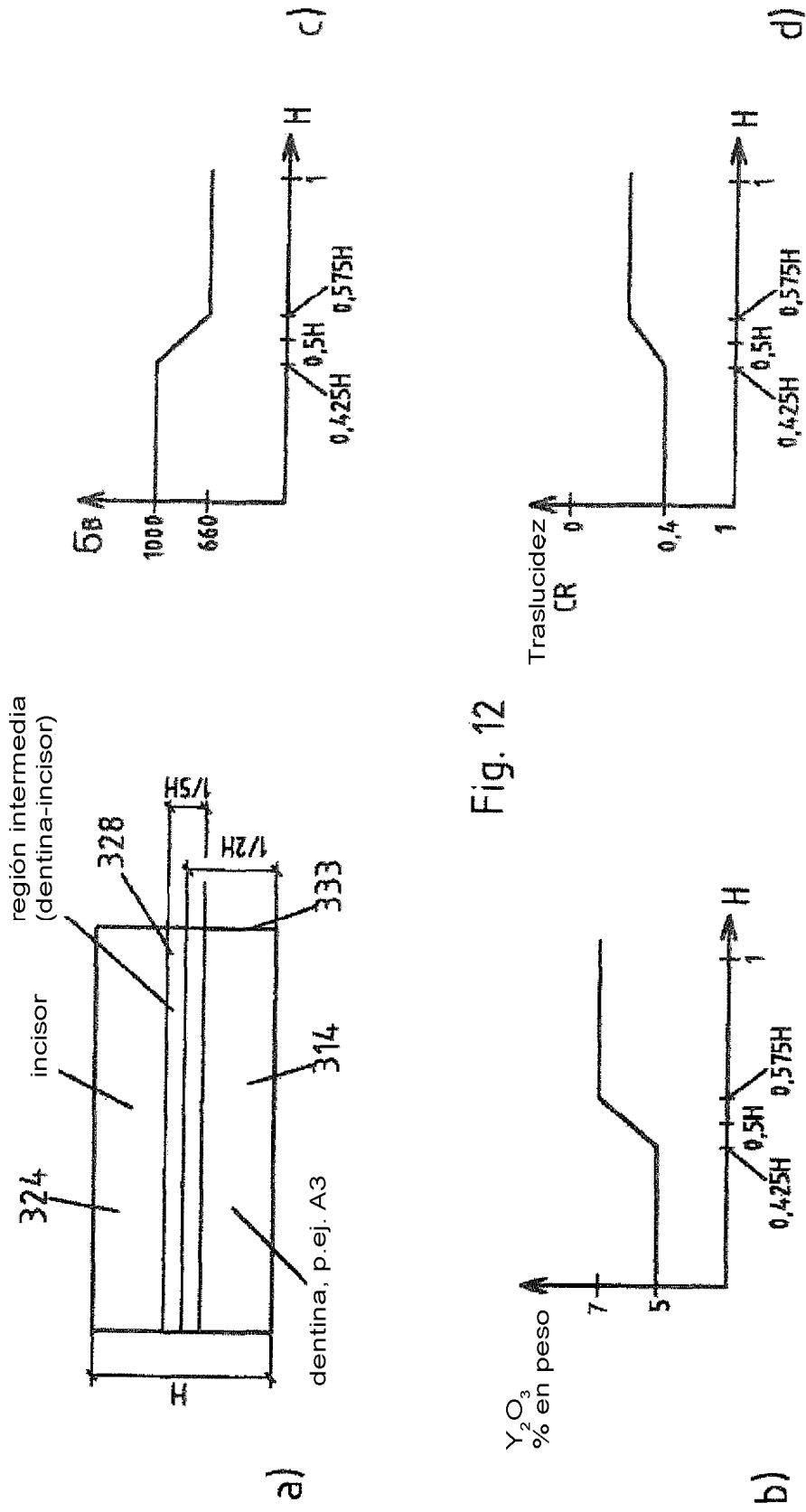


Fig. 12

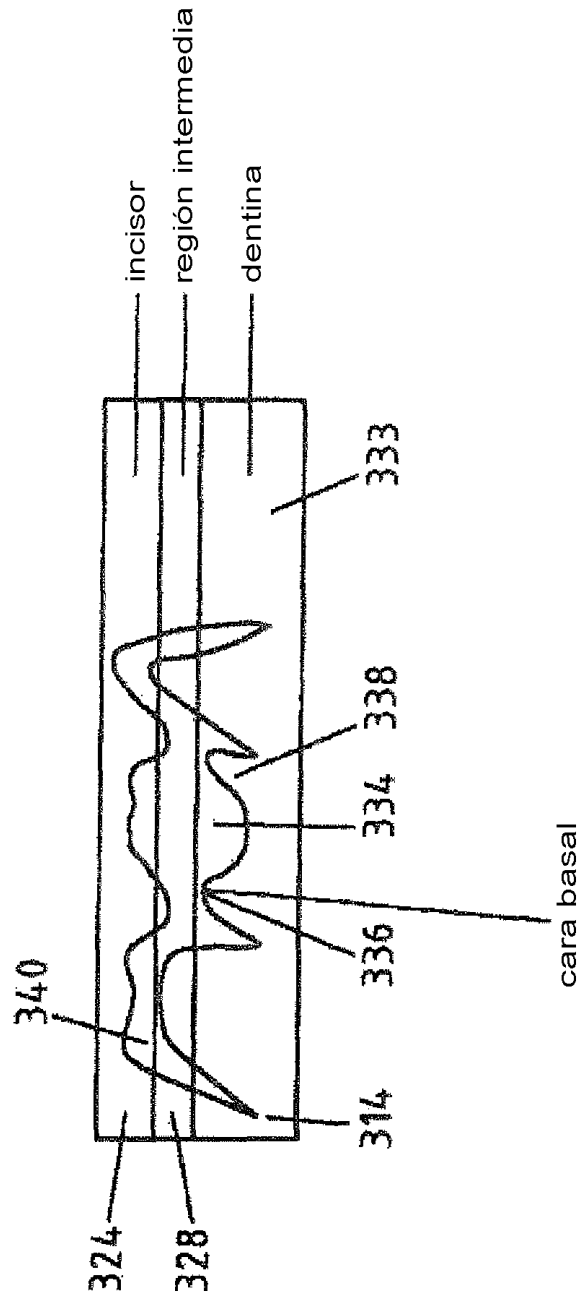


Fig. 13