



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 845 694**

⑮ Int. Cl.:

C04B 41/87 (2006.01)
C04B 35/486 (2006.01)
A61K 6/802 (2010.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2016 PCT/EP2016/052543**

⑰ Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2016 WO16124758**

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2016 E 16703145 (9)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2020 EP 3253726**

④ Título: **Proceso para la provisión de fluorescencia a un cuerpo de cerámica dental**

⑩ Prioridad:

05.02.2015 EP 15000339

④ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

27.07.2021

⑬ Titular/es:

STRAUMANN HOLDING AG (100.0%)
Peter Merian Weg 12
4002 Basel, CH

⑭ Inventor/es:

**ZWAHLEN, ALEXANDER y
STEPHAN, MARC**

⑭ Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 845 694 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

Proceso para la provisión de fluorescencia a un cuerpo de cerámica dental

La presente invención se refiere a un proceso para la provisión de fluorescencia a un cuerpo de cerámica dental según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 La presente invención se refiere, además, a un cuerpo de cerámica dental según el preámbulo de la reivindicación 11, en particular, a un elemento protésico para su uso en una reconstrucción dental.

La estética de una reconstrucción dental depende en gran parte de su translucidez y color, que idealmente se parece mucho a la de un diente natural.

10 Desde un punto de vista estético, las cerámicas, tales como las cerámicas de circonio y/o alúmina, resultan especialmente muy adecuadas como materiales reconstructivos, por su capacidad para proporcionar excelentes resultados cosméticos debido a su color y su adecuada reflexión y transmisión de la luz. Además, estas cerámicas son biocompatibles y presentan una buena resistencia mecánica cuando se someten a esfuerzos masticadores.

Con el fin de imitar adecuadamente el aspecto de un diente natural, también necesita tenerse en cuenta su luminiscencia inherente, en particular, la fluorescencia del tejido dentinario.

15 La fluorescencia se refiere al fenómeno de la luz que se emite por una sustancia que ha absorbido luz u otra radiación electromagnética. Típicamente, la luz emitida es de mayor longitud de onda y, por lo tanto, menor energía que la radiación absorbida.

20 En un diente natural, las propiedades fluorescentes son tales que se absorbe luz ultravioleta y se emite luz visible en el espectro azul. Debido a la alta cantidad de luz generada en el espectro azul, un diente natural a menudo parece más blanco y más brillante a la luz del día que los materiales reconstructivos.

Por tanto, se han hecho esfuerzos para adaptar las intensidades de fluorescencia de los materiales reconstructivos lo más cerca posible a las de los dientes humanos, en particular, el esmalte y el tejido dentinario, a fin de garantizar una reproducción aceptable de estas cualidades en las reconstrucciones estéticas.

25 El documento US 2012/0012789, por ejemplo, se refiere a un material de circonia fluorescente como material dental que comprende un componente fluorescente y que emite fluorescencia cuando se excita con una luz de una longitud de onda predeterminada. El componente fluorescente incluye un material fluorescente que incluye al menos un tipo de $Y_2SiO_5:Ce$, $Y_2SiO_5:Tb$, $(Y, Gd, Eu)BO_3$, $Y_2O_3:Eu$, YAG:Ce, $ZnGa_2O_4:Zn$ y $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$. Según el documento US 2012/0012789, el material fluorescente se mezcla en forma de polvo fluorescente con el polvo de materia prima.

30 El documento FR 2 781 366 A1 se refiere a una composición de cerámica dental que consiste esencialmente en circonia estabilizada con itria, un material de obturación colorante e impurezas, consistiendo el material de obturación colorante en Fe_2O_3 , Bi_2O_3 y CeO_2 . El contenido de Fe_2O_3 es, según el documento FR 2 781 366 A1, preferiblemente entre el 0,03 % en peso y el 0,1 % en peso.

35 Además, el documento WO 2014/164199 aborda el problema de imitar el aspecto del diente natural en las reconstrucciones dentales teniendo en cuenta los grados individuales de color y brillo de los tejidos dentales duros, p. ej., de esmalte y dentina. En este sentido, el documento WO 2014/164199 sugiere una solución para colorear y conferir fluorescencia a un artículo dental de circonia, comprendiendo la solución un disolvente, un agente colorante que comprende iones seleccionados de Tb, Er, Pr, Mn y combinaciones de los mismos y un agente fluorescente que comprende iones de Bi.

40 En el documento WO 2013/022612, se describe, además, una solución para el tratamiento de la superficie de una cerámica dental sinterizada previamente. Específicamente, el documento WO 2013/022612 tiene como objetivo evitar una difusión completa de la composición en los poros de la cerámica dental sinterizada previamente de modo que se pueda lograr una aplicación definida de la solución colorante. Para este fin, el documento WO 2013/022612 sugiere una solución de base no acuosa que comprende un disolvente distinto del agua, un agente de efecto que causa coloración, que proporciona fluorescencia o una combinación de las mismas y un agente formador de complejos.

45 Las soluciones sugeridas tanto en el documento WO 2013/022612 como en el documento WO 2014/164199 se han de aplicar sobre un artículo dental poroso, típicamente por medio de un cepillo. Según el documento WO 2014/164199, el tiempo de tratamiento preferido es preferiblemente de 1 a 3 minutos.

50 A menudo, se da el caso de que la cerámica dental ya tiene el color deseado, pero únicamente necesita dotarse de fluorescencia, es decir, sin cambiar el color. Si esto se va a lograr mediante el tratamiento de la cerámica dental con una solución según, p. ej., el documento WO 2013/022612, típicamente, se requiere el secado de la cerámica dental tratada con el fin de evitar, entre otros, los efectos de color no homogéneos. Las faltas de homogeneidad en la coloración pueden surgir, en particular, a partir del método de aplicación de la solución, tal como es el caso, por ejemplo, cuando se usa un cepillo.

Según tanto el documento WO 2013/022612 como el documento WO 2014/164199, el secado del artículo de cerámica tratado tarda, típicamente, de aproximadamente 1 a 3 horas. En general, el tratamiento de la cerámica con la solución y el secado de la solución da como resultado un proceso que requiere mucho tiempo.

5 Con el fin de agilizar el proceso de provisión de fluorescencia a un cuerpo de cerámica dental, resultaría deseable un proceso que ahorrara tiempo, pero que, no obstante, fuera sencillo.

El problema a resolver mediante la presente invención es, por tanto, proporcionar un proceso para la provisión de fluorescencia a un cuerpo de cerámica dental de una manera sencilla y que ahorre tiempo. El problema se resuelve mediante la materia objeto de la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1.

10 Según la reivindicación 1, la presente invención se refiere a un proceso para la provisión de fluorescencia a un cuerpo de cerámica dental mediante el tratamiento de al menos una parte de la superficie externa del cuerpo de cerámica dental o un precursor del mismo con un medio que contiene bismuto.

El proceso se caracteriza por las etapas de

- 15 a) colocar el cuerpo de cerámica dental o el precursor del mismo en un recipiente que se puede cerrar, en particular, un crisol;
- b) generar una atmósfera que contiene bismuto en el recipiente y
- c) exponer al menos una parte de la superficie externa del cuerpo de cerámica dental o del precursor a la atmósfera que contiene bismuto a una temperatura por encima de 1.000 °C.

20 Sorprendentemente, se ha hallado que, a una temperatura por encima de 1.000 °C, el bismuto, en particular, en forma de óxido de bismuto, penetra en el cuerpo de cerámica dental en una cantidad suficiente para la provisión de una fluorescencia muy parecida a la de un diente natural. En este contexto, el bismuto también se puede denominar "dopante".

25 Específicamente, el bismuto dopante se difunde en el material de cerámica, por lo que este se mueve a través de la red cristalina del material de cerámica. Esto puede tener lugar de diferentes maneras, p. ej., mediante difusión en el espacio vacío, por lo que el dopante obtura un lugar vacío presente en la red cristalina. De manera alternativa o adicional, el dopante se puede difundir mediante la difusión entre redes, por lo que este se mueve entre los átomos en la red cristalina, o mediante el cambio de los lugares, por lo que el dopante se localiza en la red cristalina y se intercambia con un átomo de la red cristalina.

30 A diferencia de los procesos sugeridos en el estado de la técnica mencionada anteriormente, en particular, en el documento WO 2013/022612 y en el documento WO 2014/164199, el proceso de la presente invención permite proporcionar fluorescencia al cuerpo sin aplicar una solución que comprende el fluoróforo. Por tanto, se pueden evitar las etapas de aplicación y secado de la solución que requieren mucho tiempo.

35 Específicamente y como se analizará con más detalle a continuación, la presente invención permite que se integre el proceso de provisión de fluorescencia en la etapa de sinterización y/o al menos una de las etapas posteriores a la sinterización, p. ej., la cocción blanca, para la preparación del cuerpo de cerámica denso. Debido al hecho de que el bismuto, específicamente, en forma de óxido de bismuto, se incorpora al material de cerámica simultáneamente con al menos una de las etapas del proceso que se realizan normalmente para la preparación del cuerpo de cerámica, en última instancia, se puede lograr un proceso que ahorre mucho tiempo.

40 Además, la presente invención permite que se proporcione una fluorescencia homogénea, dado que toda la superficie a exponer se orienta prácticamente a la misma atmósfera durante la Etapa c). Por tanto, las faltas de homogeneidad que puedan surgir cuando, p. ej., se aplique una solución que contenga fluoróforo por medio de un cepillo, es decir, el método de aplicación típico según el documento WO 2013/022612, se pueden evitar.

45 Debido a que el fluoróforo es bismuto, específicamente, en forma de óxido de bismuto, se puede lograr un amplio espectro de excitación, así como un espectro de emisión que se parezca al de un diente natural. En particular, se puede lograr un amplio espectro de excitación y una emisión azul blanquecina.

Además, la presente invención permite que se combine la fluorescencia deseada con una coloración del cuerpo de cerámica dental, que típicamente se realiza antes de la provisión de fluorescencia. En particular, la fluorescencia deseada se puede aplicar sobre un cuerpo de cerámica dental coloreado mediante la introducción de bismuto, específicamente, en forma de óxido de bismuto, en una cantidad en la que existe una decoloración nula o insustancial.

50 Como se explicará con más detalle a continuación, la intensidad de fluorescencia se puede ajustar fácilmente mediante la adaptación de la cantidad de bismuto contenido en la atmósfera que contiene bismuto.

Aunque la presente invención permite que el bismuto, específicamente, en forma de óxido de bismuto, penetre en el material de cerámica en una cantidad suficiente para proporcionar la fluorescencia deseada, la cantidad se puede

seguir manteniendo lo suficientemente baja como para no tener un impacto negativo en la estabilidad mecánica del cuerpo de cerámica dental. En particular, la estabilidad de la fase tetragonal de la circonia no se ve influida de manera negativa por el dopaje con bismuto.

Además, la biocompatibilidad del cuerpo de cerámica dental no se ve afectada por el proceso de la presente invención.

- 5 La expresión "cuerpo de cerámica dental", como se usa en el contexto de la presente invención, se refiere a cualquier cuerpo de cerámica adecuado en el campo de la odontología. La expresión se puede referir tanto a un cuerpo de cerámica sinterizado previamente (a menudo denominado "cuerpo de cerámica poroso", como a un cuerpo de cerámica sinterizado (a menudo denominado "cuerpo de cerámica denso") o a un cuerpo de cerámico después de al menos una etapa posterior a la sinterización, p. ej., la cocción blanca. Por consiguiente, el término "precursor" se 10 puede referir, en particular, al cuerpo verde obtenido mediante el prensado del respectivo polvo de cerámica.

Preferiblemente, el cuerpo de cerámica dental comprende o consiste esencialmente en circonia y/o alúmina. En particular, la circonia muestra propiedades excepcionales con respecto al aspecto estético y las propiedades mecánicas.

- 15 Se prefiere, además, que el material de cerámica del cuerpo, en particular, circonia y/o alúmina, carezca de cualquier metal que pueda interrumpir las propiedades fluorescentes proporcionadas por el bismuto. Preferiblemente, el material de cerámica carece de hierro (Fe).

Según una realización preferida particular, el cuerpo de cerámica dental comprende o consiste esencialmente en circonia estabilizada con itria. Mediante el uso de circonia estabilizada con itria, se puede lograr un cuerpo que tenga una resistencia mecánica particularmente alta.

- 20 En este sentido, la expresión "circonia estabilizada con itria" abarca, además de la circonia puramente estabilizada con itria, cualquier circonia estabilizada con itria que esté coestabilizada con un agente coestabilizante, tal como cerio, calcio, erbio y/o magnesio o sus respectivos óxidos.

Asimismo, la expresión "circonia estabilizada con itria" abarca tanto un material basado en partículas de circonia coprecipitadas con itria como un material basado en partículas de circonia con recubrimiento de itria.

- 25 Un ejemplo de una circonia estabilizada con itria basada en partículas de circonia coprecipitadas con itria es la biocerámica de ZrO_2 -TZP/TZP-A Bio-HIP® (ZrO_2) de Metoxit AG, Suiza. La composición de este material de cerámica comprende del 92,1 al 93,5 % en peso de ZrO_2 , del 4,5 al 5,5 % en peso de Y_2O_3 , del 1,8 al 2,2 % en peso de HfO_2 y el 0,25 % en peso de Al_2O_3 . Esta ofrece una estabilidad y una resistencia mecánicas especialmente altas, en particular, cuando se prepara mediante prensado isostático en caliente o mediante sinterización con una posterior densificación 30 isostática en caliente. En el documento US-B-6.165.925, se proporciona una descripción detallada del material de cerámica.

Aparte de la circonia estabilizada con itria, asimismo, p. ej., la circonia estabilizada con ceria o estabilizada con magnesia, así como la circonia estabilizada con estroncio, iterbio, gadolinio, calcio, erbio o neodimio o sus óxidos, respectivamente, resultan concebibles y también se abarcan en el término "cerámica dental" según la presente invención.

35 El cuerpo de cerámica dental o el precursor del mismo se coloca, según la Etapa a), en un recipiente que se puede cerrar, en particular, un crisol, más en particular un crisol de sinterización.

Después de la Etapa a), es decir, después de la colocación del cuerpo de cerámica dental o el precursor del mismo en el recipiente, se genera una atmósfera que contiene bismuto en el recipiente de la Etapa b).

- 40 Típicamente, la atmósfera que contiene bismuto se genera mediante la evaporación de un compuesto de bismuto a partir de una fuente de bismuto que contiene el compuesto de bismuto. En este sentido, se prefiere que la fuente de bismuto se coloque en una región del recipiente distinta de la región donde se coloca el cuerpo de cerámica dental. El bismuto, en particular, en forma de óxido de bismuto, según esta realización, se incorpora únicamente al material de cerámica por medio de la exposición a la atmósfera que contiene bismuto; sin embargo, no existe ningún contacto del 45 cuerpo con una sustancia que contenga bismuto distinta de la atmósfera que contiene bismuto. En particular, no existe ninguna aplicación directa de una solución que contenga bismuto sobre el cuerpo de cerámica dental.

50 La intensidad de fluorescencia a proporcionar se puede ajustar mediante la elección adecuada de la distancia entre el cuerpo de cerámica dental y la fuente de bismuto y/o la concentración de bismuto en la atmósfera que contiene bismuto, que se rige, de nuevo, por la cantidad de compuesto de bismuto contenido en la fuente de bismuto. Además, resulta posible enmascarar las áreas de la superficie externa del cuerpo de cerámica dental al menos parcialmente, con el fin de proporcionar selectivamente áreas no fluorescentes o áreas de intensidad de fluorescencia atenuada.

Por tanto, el proceso de la presente invención permite un ajuste relativamente sencillo de las propiedades fluorescentes del cuerpo de cerámica dental a las necesidades reales.

Como alternativa a la evaporación del compuesto de bismuto en el recipiente, también resulta concebible producir un

gas que contenga bismuto fuera del recipiente, introduciéndose, a continuación, dicho gas en el recipiente para generar la atmósfera que contiene bismuto en el mismo.

Como se menciona, el recipiente, en el que se coloca el cuerpo de cerámica dental o su precursor y en el que se genera una atmósfera que contiene bismuto, es preferiblemente un crisol. Como alternativa, este también puede ser un horno.

Mediante el uso de un crisol como recipiente que se puede cerrar, se puede obtener una atmósfera estancada que contenga bismuto, aunque se proporcione una cantidad relativamente moderada del compuesto de bismuto en la fuente de bismuto, conteniendo dicha atmósfera bismuto en una concentración suficiente para permitir que el bismuto, en particular, en forma de óxido de bismuto, penetre en el cuerpo de cerámica para dotarlo de las propiedades fluorescentes deseadas. Si la exposición a la atmósfera que contiene bismuto se va a llevar a cabo en un horno convencional, se necesitan mayores cantidades de bismuto para lograr el efecto deseado, debido al gran volumen del horno y la aireación típicamente presente en el horno.

La fuente de bismuto que contiene el compuesto de bismuto que se va a evaporar puede ser una fuente de bismuto líquido, en particular, que contenga o consista esencialmente en óxido de bismuto en estado fundido, una solución de nitrato de bismuto, específicamente, pentahidrato de nitrato de bismuto, y/o una solución de acetato de bismuto. En este sentido, la fuente de bismuto líquido, en algunos casos, se puede secar y, por tanto, se solidifica antes de la generación de la atmósfera que contiene bismuto. Como alternativa, se puede usar una fuente de bismuto, que sea sólida desde el principio, en particular, circonia y/o alúmina infiltrada con bismuto.

Según una realización preferida, el crisol confina un espacio interno que tiene un volumen en el intervalo de 50 a 200 cm³, típicamente de aproximadamente 100 cm³.

El recipiente y, específicamente, el crisol se pueden preparar, por ejemplo, de alúmina, platino o una aleación de platino, específicamente, platino-rodio. En particular, en vista de las realizaciones, en las que la fuente de bismuto contiene una cantidad relativamente alta de un compuesto de bismuto, el recipiente se prepara, preferiblemente, de platino o una aleación de platino.

Dada la alta resistencia térmica del platino o una aleación de platino, específicamente, de platino-rodio, en la Etapa c), se puede elegir una temperatura superior a 1.400 °C sin consecuencias negativas para el crisol, permitiendo, de este modo, que todo el compuesto de bismuto entre en la fase gaseosa, incluso en caso de que se proporcione una alta cantidad de compuesto de bismuto. En consecuencia, se puede elegir un recipiente de un volumen relativamente grande, permitiendo también, de este modo, el tratamiento de múltiples cuerpos de cerámica dental en un mismo crisol simultáneamente.

En particular, en vista del tratamiento de múltiples cuerpos de cerámica dental simultáneamente, la fuente que contiene bismuto se coloca, preferiblemente, en un área central del crisol, que, tras el calentamiento, da lugar a un entorno uniforme para los cuerpos que se disponen equidistantemente alrededor de la fuente de bismuto.

Si resulta necesario o adecuado, la fuente de bismuto se puede colocar en un recipiente respectivo, tal como un recipiente de alúmina, dispuesto en el crisol.

Típicamente, la atmósfera que contiene bismuto contiene bismuto en forma de óxido de bismuto. Este es, en particular, el caso en el que está presente una atmósfera de oxidación, p. ej., aire, en la que se genera óxido de bismuto, también en caso de que la fuente de bismuto contenga, p. ej., pentahidrato de nitrato de bismuto.

Por consiguiente, se prefiere, además, que al menos las Etapas b) y c) se realicen en presencia de oxígeno y lo más preferiblemente en presencia de aire. En este caso particular, la atmósfera que contiene bismuto se refiere al aire que contiene, adicionalmente, óxido de bismuto.

Según realización particularmente preferida, la masa atómica de bismuto en la fuente de bismuto colocada en el recipiente es del intervalo de 0,5 a 1.000 mg por litro de volumen del espacio interno del recipiente.

Por consiguiente, se prefiere, además, que la concentración molar de bismuto en la atmósfera que contiene bismuto se encuentre en el intervalo de aproximadamente $1 \cdot 10^{-6}$ a aproximadamente $1 \cdot 10^{-2}$ mol/litro, más preferiblemente de aproximadamente $2 \cdot 10^{-6}$ a aproximadamente $5 \cdot 10^{-3}$ mol/litro. En este contexto, la concentración de bismuto se refiere a cualquier forma de bismuto presente en la atmósfera y, en particular, abarca óxido de bismuto.

Además, se ha hallado que la exposición a la atmósfera que contiene bismuto en la Etapa c) del proceso de la presente invención se realiza preferiblemente a una temperatura por encima de 1.200 °C, preferiblemente a una temperatura por encima de 1.300 °. Una temperatura a aproximadamente 1.450 °C, que corresponde a una temperatura de sinterización típica de la cerámica de circonia estabilizada con itria, resulta particularmente preferida debido al hecho de que, a esta temperatura, el bismuto, en particular, en forma de óxido de bismuto, se difunde eficazmente en el cuerpo. A esta temperatura particularmente preferida, no existe, por tanto, ninguna decoloración que pueda surgir cuando se deposite una cantidad relativamente alta de bismuto sobre la cerámica sin difundirse en el cuerpo y, por lo tanto, acumularse sobre la superficie externa del cuerpo, en lugar de incorporarse al cuerpo.

Como se ha mencionado anteriormente, la fluorescencia se proporciona, según la presente invención, mediante el bismuto, específicamente, en forma de óxido de bismuto, que penetra en el cuerpo de cerámica dental y que se incorpora, de este modo, en el material de cerámica.

5 La profundidad de penetración del bismuto, en particular, en forma de óxido de bismuto, es preferiblemente de 500 μm como máximo, más preferiblemente 400 μm como máximo, lo más preferiblemente 300 μm como máximo. Según una realización específica, la profundidad de penetración se encuentra en el intervalo de 200 μm a 250 μm .

10 Como también se ha mencionado anteriormente, la provisión de fluorescencia se integra preferiblemente en la etapa de sinterización y/o al menos una de las etapas posteriores a la sinterización que se realizan normalmente cuando se prepara el cuerpo de cerámica dental. Según una realización particularmente preferida, las Etapas b) y c) se realizan durante la sinterización del cuerpo de cerámica dental y/o durante una etapa posterior a la sinterización, dado que esto permite que se obtenga un cuerpo de cerámica fluorescente de la manera que ahorre más tiempo. En este sentido, la realización de las Etapas b) y c) durante la etapa de sinterización es de particular relevancia, dado que se logra, a la temperatura de sinterización, una penetración altamente eficaz del bismuto, específicamente, en forma de óxido de bismuto.

15 Según una realización específicamente preferida, la presente invención, por tanto, se refiere a un proceso que comprende las etapas de proporcionar fluorescencia a un cuerpo de cerámica dental mediante el tratamiento de al menos una parte de la superficie externa del cuerpo de cerámica dental o un precursor del mismo con una sustancia que contiene bismuto, caracterizado por las etapas de

a) colocar un precursor del cuerpo de cerámica dental del mismo en un crisol de sinterización;

20 b) generar una atmósfera que contiene bismuto en el crisol de sinterización y

γ) sinterizar el precursor al cuerpo de cerámica dental, por lo que al menos una parte de la superficie externa del precursor se expone a la atmósfera que contiene bismuto.

25 Como alternativa, también se puede preferir realizar las Etapas b) y c) durante una etapa posterior a la sinterización y, más particularmente, durante la etapa final posterior a la sinterización. Este es, en particular, el caso en el que la temperatura inferior presente durante las etapas posteriores a la sinterización resulta suficiente para una incorporación eficaz de bismuto y si disminuyera la pérdida de bismuto ya incorporado al material de cerámica, que potencialmente se puede producir durante el tratamiento térmico.

30 Dado que la fluorescencia se obtiene, según el proceso descrito, mediante el bismuto, en particular, en forma de óxido de bismuto, que penetra en el cuerpo de cerámica dental y dado que el fluoróforo, por lo tanto, únicamente está presente en una región cercana a la superficie que se extiende desde la superficie hasta la profundidad de penetración, el cuerpo resulta particularmente muy adecuado para aplicaciones en las que se requiere un mecanizado adicional nulo o únicamente insustancial con el fin de obtener el artículo dental final. Este puede ser el caso, p. ej., si el artículo dental final es un elemento protésico, cuya forma corresponde esencialmente a la forma del cuerpo de cerámica dental densamente sinterizado.

35 En estas aplicaciones, los bloques sinterizados previamente, típicamente, se conforman previamente con la ayuda de sistemas de CAD/CAM en la forma del elemento protésico, pero teniendo un tamaño del 25 al 30 % más alto que el elemento final para compensar la contracción de sinterización. La temperatura de sinterización final se encuentra entre 1.350 °C y 1.550 °C. Aparte del bismuto o el compuesto que contiene bismuto que penetra en el cuerpo, este procesamiento reduce el nivel de tensión presente y evita la transformación de la fase tetragonal en la fase monoclínica, lo que conduce a una superficie final prácticamente libre de la fase monoclínica.

40 Según una realización preferida adicional del proceso, el cuerpo de cerámica dental al que se va a proporcionar fluorescencia es, por lo tanto, un artículo dental, preferiblemente un implante o un elemento protésico para su uso en una reconstrucción dental, más preferiblemente una corona, un puente, un pilar, una incrustación extracoronaria con algún recubrimiento cuspídeo y/o una incrustación intracoronaria sin recubrimiento cuspídeo.

45 La relevancia del cuerpo de cerámica dental para su uso como implante dental se puede explicar por el hecho de que cualquier pérdida de estructura ósea natural, p. ej., como resultado de la resorción ósea, puede dar como resultado una contracción de los tejidos blandos debido a la falta de soporte óseo, lo que, en última instancia, puede conducir a la situación de que una parte del implante se vuelva visible. Dado que el implante dental, según la presente invención, se puede adaptar estrechamente tanto en color como en luminiscencia al color y la luminiscencia de un diente natural, una situación antiestética también se puede eludir en estas circunstancias.

50 Además del proceso descrito anteriormente, la presente invención se refiere, además, a un cuerpo de cerámica dental que se puede obtener mediante el proceso.

En este sentido, la presente invención se refiere, específicamente, a un cuerpo de cerámica dental a base de circonia y/o alúmina que comprende o que consiste esencialmente en

una región de núcleo que está al menos esencialmente libre de bismuto y una región de superficie que rodea la región de núcleo y que contiene bismuto, caracterizado por que la región de superficie en la que está contenido el bismuto se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 500 µm como máximo.

5 Dado el hecho de que el bismuto únicamente está contenido en una región de superficie, pero, en esencia, está ausente del resto del cuerpo, cualquier impacto del cambio en el material sobre las propiedades mecánicas del cuerpo se puede mantener al mínimo.

10 En la restricción de la presencia de bismuto en la región de superficie, es decir, hasta una profundidad de 500 µm como máximo, la presente invención contrasta claramente con las tecnologías que tienen como objetivo una penetración relativamente profunda del agente fluorescente. En particular, la presente invención contrasta con la tecnología enseñada en el documento WO 2014/164199, según la que se requiere una estructura de poros abiertos para absorber suficientemente la solución que comprende el colorante y el agente fluorescente y, por tanto, lograr una profundidad de penetración de 5 mm.

15 En contraste con la profundidad de penetración que se tiene como objetivo en el documento WO 2014/164199, se logra una profundidad de penetración mucho menor de 500 µm como máximo según el proceso de la presente invención, debido a que el bismuto se difunde de la fase gaseosa al cuerpo, en lugar de estar contenido en una solución que es absorbida por el cuerpo.

20 Si la Etapa c) del proceso de la presente invención se lleva a cabo durante la sinterización, se puede lograr una profundidad de penetración de 500 µm como máximo cuando se aplican temperaturas de sinterización comunes y, en particular, una temperatura de aproximadamente 1.450 °C, dado que la densificación del material durante la sinterización tiene lugar con relativa rapidez. Por tanto, el experto en la técnica, que se ha enterado del proceso de la invención y sus realizaciones preferidas, sabe fácilmente cómo preparar el cuerpo de cerámica dental.

25 Como resultado de la menor profundidad de penetración, el cuerpo de cerámica dental de la presente invención permite eliminar las propiedades fluorescentes en áreas seleccionadas del cuerpo de una manera muy sencilla. Específicamente, esto se puede lograr mediante la retirada de material de la región de superficie o una parte de la misma en las áreas respectivas del cuerpo.

30 Dado que, mediante el proceso de la presente invención, el bismuto se difunde en el material del cuerpo, se obtiene típicamente un gradiente de concentración dentro de la región de superficie. Específicamente, la concentración de bismuto disminuye en dirección desde la superficie del cuerpo hacia su región de núcleo de manera gradual. Debido a este gradiente de concentración, la presente invención permite, además, la atenuación de la intensidad de fluorescencia del cuerpo mediante la retirada parcial del material de la región de superficie. En otras palabras, el material se puede desgastar hasta una profundidad, en la que la cantidad de bismuto es lo suficiente baja para la provisión de la intensidad de fluorescencia atenuada deseada.

35 A diferencia del cuerpo obtenido según el documento WO 2014/164199, el cuerpo de cerámica dental de la presente invención permite un procesamiento posterior con el fin de ajustar adicionalmente las propiedades fluorescentes del cuerpo.

40 Preferiblemente, la cantidad molar de bismuto contenido en la región de superficie es menor del 0,5 % en moles, preferiblemente menor del 0,4 % en moles, más preferiblemente menor del 0,3 % en moles y lo más preferiblemente menor del 0,2 % en moles. Aunque resultan suficientes para la provisión de las propiedades fluorescentes deseadas al cuerpo de cerámica dental, estas cantidades siguen siendo lo suficientemente bajas como para disminuir, adicionalmente, cualquier impacto potencial sobre las propiedades mecánicas del material.

45 Se prefiere, además, que la cantidad de bismuto contenido en la región de superficie sea superior al 0,06 % en moles, preferiblemente superior al 0,08 % en moles, más preferiblemente superior al 0,1 % en moles, con el fin de proporcionar suficiente fluorescencia al cuerpo.

50 Como se menciona, el cuerpo de cerámica dental resulta particularmente muy adecuado para aplicaciones en las que se requiere un mecanizado adicional nulo o únicamente insustancial con el fin de obtener el artículo dental final. En particular, el cuerpo de cerámica dental es un elemento protésico para su uso en una reconstrucción dental, preferiblemente una corona, un puente, un implante, un pilar, una incrustación extracoronaria con algún recubrimiento cuspídeo y/o una incrustación intracoronaria sin recubrimiento cuspídeo.

55 Como alternativa a la realización, en la que la Etapa c) se lleva a cabo durante la sinterización, el proceso de la presente invención también abarca la realización, en la que el cuerpo de cerámica dental o un precursor del cuerpo de cerámica dental se expone a la atmósfera que contiene bismuto en la Etapa c), siendo dicho cuerpo de cerámica dental o precursor no densificado y/o poroso. En términos de un proceso de sinterización, un cuerpo verde o un cuerpo marrón del cuerpo de cerámica dental se puede someter a la exposición según la Etapa c). El término "cuerpo marrón" se refiere, de este modo, al cuerpo verde después de la retirada por quema del aglutinante.

En otras palabras, la Etapa c) se puede realizar antes de la etapa sinterización real. Dada la menor densidad del material en comparación con el material densificado obtenido durante la sinterización, el bismuto se puede difundir más profundamente en el cuerpo de cerámica poroso o precursor. Cuando se elige un tiempo de exposición suficientemente largo, esto puede conducir al punto en el que el bismuto se distribuye por todo el cuerpo de cerámica poroso o precursor completo, que se puede someter, a continuación, a la sinterización final a una temperatura más alta para obtener el cuerpo de cerámica denso.

En esta realización alternativa, la temperatura de la Etapa c) se encuentra preferiblemente por encima de la temperatura de evaporación del compuesto de bismuto, pero por debajo de la temperatura de sinterización final de la cerámica y, específicamente, se encuentra en un intervalo de 1.100 °C a 1.200 °C.

10 Por tanto, también se describe un bloque de cerámica dental que se puede obtener mediante el proceso especificado anteriormente, estando el bismuto contenido distribuido por todo el bloque completo. Este bloque de cerámica dental puede estar no densificado, es decir, en estado presinterizado, o densificado, es decir, en estado sinterizado.

15 Específicamente, se describe un bloque de cerámica dental que contiene bismuto distribuido por todo el bloque completo, siendo la cantidad de bismuto superior al 0,06 % en moles, preferiblemente superior al 0,08 % en moles, más preferiblemente superior al 0,1 % en moles.

20 Las características, que en el contexto del proceso y el cuerpo de cerámica dental de la presente invención se han presentado como preferidas, son igualmente características preferidas del bloque de cerámica dental y del proceso para la preparación del bloque de cerámica dental, respectivamente. En particular, el bloque de cerámica dental también se basa en circonia y/o alúmina, como se analiza en el contexto del proceso.

25 20 Aunque, en algunas aplicaciones, el cuerpo de cerámica dental resulta particularmente muy adecuado en aplicaciones en las que se requiere un mecanizado adicional nulo o únicamente insustancial con el fin de obtener el artículo dental final, existen algunas aplicaciones, en las que el artículo dental final se obtiene mediante la molienda de un bloque del material de cerámica denso. Este puede ser, p. ej., el caso de un implante dental. Aparte de los artículos dentales finales, tales como los elementos protésicos para su uso en una reconstrucción dental, los implantes dentales, los pilares individualizados o las prótesis dentales completas, la expresión "cuerpo de cerámica dental" también abarca bloques de cerámica dental, en particular, bloques o piezas en bruto semiacabadas, en particular, piezas en bruto con conexiones prefabricadas y bloques para modificaciones en procedimientos aplicados en el propio consultorio odontológico adicionales.

30 30 En las aplicaciones en las que el artículo dental final se obtiene mediante la molienda de un bloque del material de cerámica denso, los métodos según los documentos WO 2013/022612 y WO 2014/164199 no resultan adecuados, dado que mediante la molienda se pierde la región cercana a la superficie que contiene el compuesto fluorescente.

35 35 En particular, con respecto a un cuerpo de cerámica dental que después de la sinterización se va a moler hasta dar el artículo dental final, más particularmente, un implante dental, resultaría deseable, por tanto, proporcionar un proceso para la provisión de un material de cerámica dental fluorescente que incluso después de la molienda mantenga sus propiedades fluorescentes.

Este objetivo se logra mediante un segundo proceso, que no es según la invención, que proporciona un cuerpo de cerámica denso y fluorescente basado en circonia y/o alúmina que comprende las etapas de

- A) proporcionar un polvo precursor de cerámica que contiene, además de circonia y/o alúmina, respectivamente, óxido de bismuto en una cantidad inferior al 0,7 % en moles,
- 40 B) prensar el polvo precursor de cerámica para formar un cuerpo verde,
- C) desaglomerar el cuerpo verde obtenido en B) para formar un cuerpo marrón poroso, y
- D) sinterizar el cuerpo marrón poroso obtenido en C) para obtener el cuerpo de cerámica denso y fluorescente.

Como se ha mencionado anteriormente, la cerámica es preferiblemente circonia, más preferiblemente circonia estabilizada con itria.

45 45 En este sentido, el polvo precursor de cerámica puede ser, específicamente, un polvo de circonia con el que se mezcla polvo de itria dopada con bismuto. En este caso específico, el bismuto se difunde fuera de la itria dopada con bismuto durante la sinterización, lo que da como resultado el dopaje de la circonia estabilizada con itria.

50 50 Como alternativa, el polvo precursor de cerámica se puede preparar mediante el mezclado de una solución que contiene bismuto con el polvo de circonia estabilizada con itria, lo que igualmente da como resultado el dopado de la circonia estabilizada con itria.

El óxido de bismuto está contenido en el polvo precursor de cerámica en una cantidad inferior al 0,7 % en moles. En este sentido, se prefiere particularmente que la cantidad de óxido de bismuto sea lo suficientemente alta como para proporcionar las propiedades fluorescentes deseadas, pero lo suficientemente baja como para no interferir

sustancialmente con el color del cuerpo de cerámica a proporcionar.

En particular, en vista de la provisión de suficiente fluorescencia a observar mediante el ojo humano, la cantidad de óxido de bismuto contenido en el polvo precursor de cerámica es preferiblemente superior al 0,06 % en moles, más preferiblemente superior al 0,08 % en moles, lo más preferiblemente superior al 0,1 % en moles. Por tanto, la cantidad de bismuto u óxido de bismuto que se usa como fluoróforo es mayor que si este se usara con el único fin de proporcionar un color definido al material, como se enseña en el documento FR 2 781 366 A1, según el que la cantidad de óxido de bismuto se va a mantener, en cualquier caso, por debajo del 0,2 % en peso, es decir, muy por debajo del 0,06 % en moles, dado que esta es una característica esencial de su enseñanza.

Por tanto, el polvo precursor de cerámica según A) se puede denominar, en particular, circonia dopada con bismuto, más particularmente circonia estabilizada con itria dopada con bismuto.

La circonia estabilizada con itria dopada con bismuto presenta una intensidad de emisión particularmente alta, que, sin querer quedar ligados a la teoría, se puede explicar por el hecho de que, en el cuerpo de cerámica denso final, se dopa la fase cristalina principal, es decir, la circonia estabilizada, en lugar de la itria, que está contenida en una concentración mucho menor. También con respecto a la circonia estabilizada con itria dopada con bismuto que se puede obtener mediante el proceso según el segundo aspecto, la estabilidad de la fase tetragonal de la circonia no se ve influida de manera negativa por el dopaje con bismuto.

Específicamente, el óxido de bismuto no se usa en un material de obturación colorante con el fin de proporcionar un color definido al cuerpo de cerámica. Según esta realización específica, el dopaje con bismuto tiene el único fin de proporcionar fluorescencia al cuerpo de cerámica. En analogía con lo anterior y en una distinción adicional respecto a la enseñanza del documento FR 2 781 366 A1, el polvo precursor de cerámica carece preferiblemente de hierro (Fe), con el fin de evitar la interrupción de las propiedades fluorescentes proporcionadas por el bismuto.

En el cuerpo de cerámica dental obtenido mediante este proceso, el bismuto de fluoróforo se distribuye homogéneamente por todo el volumen del cuerpo. Después de la molienda, es decir, después de la sustracción de la región de superficie en al menos una parte del cuerpo, las propiedades fluorescentes se mantienen por completo.

Esto resulta de particular importancia para la preparación de un implante dental o un pilar de implante dental preparado de un material de cerámica fluorescente, ya que el implante o pilar se obtiene típicamente mediante su molienda a partir de un bloque de cerámica dental.

Por consiguiente, se prefiere que el proceso comprenda, además, la etapa de

E) moler el cuerpo de cerámica dental hasta dar un artículo dental, en particular, hasta dar un implante dental o hasta dar un pilar de implante dental.

Según sea el caso, la Etapa C) puede comprender, además, la subetapa de sinterizar previamente el cuerpo verde después de la desaglomeración. Por tanto, se logra un cuerpo intermedio con una buena capacidad de mecanizado, que se puede preferir, en particular, en vista de la preparación de un implante dental o un pilar de implante dental.

Preferiblemente, la sinterización de D) se lleva a cabo en presencia de una atmósfera que contiene bismuto. Por tanto, la presión de vapor de óxido de bismuto se puede mantener suficientemente alta con el fin de disminuir o prevenir la difusión de bismuto fuera del material de cerámica.

Con respecto a la composición y a la generación de la atmósfera que contiene bismuto, las características que se han descrito como preferidas para el proceso según el primer aspecto se prefieren igualmente para el proceso según el segundo aspecto.

También con respecto al material del cuerpo de cerámica dental, las características descritas como preferidas para el primer proceso se prefieren igualmente para el segundo proceso.

Como se menciona, la cantidad de bismuto contenido en el cuerpo de cerámica dental logrado mediante el primer proceso o mediante el segundo proceso es, en particular, superior al 0,06 % en moles, preferiblemente superior al 0,08 % en moles, más preferiblemente superior al 0,1 % en moles. Además, la cantidad de bismuto contenido en el bloque de cerámica dental es, en particular, inferior al 0,7 % en moles, preferiblemente inferior al 0,5 % en moles, más preferiblemente inferior al 0,3 % en moles.

Por tanto, también se describe un cuerpo de cerámica dental, específicamente, un bloque de cerámica dental, así como un artículo dental final, que contiene bismuto en una cantidad superior al 0,06 % en moles, preferiblemente superior al 0,08 % en moles, más preferiblemente superior al 0,1 % en moles, basándose en la composición total.

La presente invención se ejemplifica e ilustra por medio de los siguientes Ejemplos en combinación con la Figura 1 adjunta que muestra los espectros de emisión (en una longitud de onda de excitación de 365 nm) de diversas muestras preparadas según el proceso de la presente invención; y

la Figura 2 adjunta que muestra el espectro de excitación (en una longitud de onda de emisión de 460 nm) de una muestra preparada según el proceso de la presente invención.

Ejemplos

Ejemplo 1 (según la invención)

5 Se prensaron 1,1 g de polvo de circonia parcialmente estabilizada que contenía el 3,0 % en moles de itria (Tosoh TZ-3YSB-E) con 65 kN (lo que da como resultado una presión de 171 MPa) hasta dar un cuerpo verde en forma de disco que tenía un diámetro de 22 mm.

10 El cuerpo verde resultante se sometió, a continuación, a un tratamiento térmico para la desaglomeración (a entre aproximadamente 300 °C y 350 °C) y la quema de los residuos de carbono (a aproximadamente 700 °C), seguida de una sinterización previa a 1.050 °C.

A continuación, el cuerpo sinterizado previamente se colocó en un crisol junto con cantidades predefinidas de un compuesto de bismuto, en concreto, de nitrato de bismuto al 1 % en ácido nítrico (obtenido mediante la adición de 100 mg de pentahidrato de nitrato de bismuto a 10 ml de ácido nítrico al 1 %) o de óxido de bismuto (III).

15 Específicamente, se puso un recipiente de alúmina que tenía la forma de un cilindro hueco con un diámetro externo de 20,5 mm y una altura de 18 mm en un crisol con unas dimensiones internas de 42 x 92 x 25,8 mm. El recipiente se colocó en una región del crisol distinta de la región donde se colocó el cuerpo sinterizado previamente.

En cada una de las muestras, se administraron diferentes cantidades de nitrato de bismuto u óxido de bismuto (III) al recipiente de alúmina y, en caso de que el nitrato de bismuto estuviera en solución, se secaron en una cámara de secado. Las cantidades respectivas se proporcionan en la Tabla 1:

20

Tabla 1

N.º de muestra	Compuesto de bismuto	Masa de compuesto de bismuto	Volumen de solución (μl)	Masa atómica de Bi (μg)
1	Nitrato de bismuto	0,1	10	43,08
2	Nitrato de bismuto	0,5	50	215,41
3	Nitrato de bismuto	1,0	100	430,82
4	Nitrato de bismuto	2		861,65
5	Nitrato de bismuto	5		2.154,12
6	Nitrato de bismuto	7		3.015,76
7	Nitrato de bismuto	8		3.446,59
8	Óxido de bismuto	10		8.969,90
9	Óxido de bismuto	100		89.699,3

A continuación, se realizó la sinterización del cuerpo sinterizado previamente en presencia de una atmósfera que contenía bismuto generada a partir de la evaporación del compuesto de bismuto. Específicamente, el alojamiento se realizó a una temperatura de sinterización de 1.450 °C durante 2 horas.

25 Como se muestra en la Figura 2, la muestra 3 preparada según el proceso de la presente invención produjo un máximo de excitación a 315 nm. Como se muestra, además, en la Figura 1, el máximo de emisión producido fue a 455 o 460 nm, por lo que se logró la mayor intensidad de fluorescencia en la muestra usando 8,97 mg de masa atómica de bismuto (muestra 8).

30 Por tanto, el uso de tanto nitrato de bismuto como óxido de bismuto condujo a la generación de una atmósfera que contenía bismuto durante el proceso de sinterización y, en consecuencia, a la incorporación de bismuto, específicamente, en forma de óxido de bismuto, en una cantidad suficiente para conferir propiedades fluorescentes muy parecidas a las de un diente natural. Específicamente, se generó una atmósfera que contenía óxido de bismuto debido a la evaporación del óxido de bismuto en un caso y debido a la evaporación y oxidación del nitrato de bismuto en el otro caso.

35 Los experimentos adicionales han demostrado que el uso de una muestra de circonia infiltrada con una solución de nitrato de bismuto de concentración superior (100 mg/ml) como fuente de bismuto condujo igualmente a la generación

de una atmósfera que contenía bismuto durante la sinterización.

La inspección visual de las muestras en luz ultravioleta mostró que el lado superior de la muestra, es decir, el lado que estuvo expuesto directamente a la atmósfera que contenía bismuto, se dopó homogéneamente con bismuto. Por tanto, en este lado, se logró una incorporación uniforme del bismuto.

- 5 Los resultados que se muestran en la Figura 1 sugieren, además, que la intensidad de fluorescencia se puede ajustar con la cantidad de compuesto de bismuto que se pone en el crisol y, por tanto, la concentración de compuesto de bismuto en la atmósfera que contiene bismuto.

Se obtuvo una intensidad de fluorescencia por debajo de 365 nm similar a la de un diente natural en una masa de bismuto atómica de 3,45 mg en el crisol. Dado el volumen de aproximadamente 100 ml del espacio interno del crisol, la concentración de masa óptima de bismuto fue, por lo tanto, de aproximadamente 0,035 g/l.

10 **Ejemplo 2 (no según la invención)**

Preparación de itria dopada con bismuto

Un polvo de itria dopada con bismuto ($\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}$) se preparó mediante la disolución de 19,96 g de hexahidrato de nitrato de itrio (III) ($\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$) y urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) en ácido nítrico (10 %) y la adición de 2,15 ml de una solución de pentahidrato de nitrato de bismuto (III) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ en ácido nítrico (10 mg/1 ml).

15 A continuación, la mezcla se secó a 95 °C en un evaporador rotatorio a un vacío de 20 kPa (200 mbar).

A continuación, el polvo se coció a 1.000 °C durante 1 hora al aire en un crisol de alúmina.

20 La torta recibida de la cocción se fragmentó y se trituró hasta dar un polvo grueso. Este polvo se lavó con agua desionizada para retirar el fundente restante y se secó en un evaporador rotatorio. A continuación, el polvo se tamizó con una malla de 250 μm .

Preparación de polvo precursor de cerámica

El polvo de circonia TZ-3YSB-E se combinó con $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}$. Específicamente, se prepararon dos mezclas de 10 g con el 1 % en peso o el 5 % en peso de polvo de $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}$ según la Tabla 2.

Tabla 2

N.º de muestra	Porcentaje de polvo de $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}$ (% en peso)	Masa de polvo de $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}$ (g)	Masa de polvo de circonia (g)
10	1,0	0,1	9,9
11	5,0	0,5	9,5

25 Las mezclas se proporcionaron en vasos de precipitados mezcladores y se mezclaron en el mezclador de velocidad durante 1 minuto a 800 rpm.

A continuación, las muestras se prensaron y sinterizaron como se describe en el Ejemplo 1 anterior.

30 Las mediciones de fluorescencia revelaron en una longitud de onda de excitación de 365 nm un máximo de emisión a aproximadamente 415 nm. El máximo de excitación se encuentra a aproximadamente 328 nm con otro máximo a 304 nm.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para proporcionar fluorescencia a un cuerpo de cerámica dental mediante el tratamiento de al menos una parte de la superficie externa del cuerpo de cerámica dental o un precursor del mismo con una sustancia que contiene bismuto, caracterizado por las etapas de
 - 5 a) colocar el cuerpo de cerámica dental o el precursor del mismo en un recipiente que se puede cerrar;
 - b) generar una atmósfera que contiene bismuto en el recipiente y
 - c) exponer al menos una parte de la superficie externa del cuerpo de cerámica dental o del precursor a la atmósfera que contiene bismuto a una temperatura por encima de 1.000 °C.
- 10 2. Proceso según la reivindicación 1, caracterizado por que el cuerpo de cerámica dental comprende o consiste esencialmente en circonia y/o alúmina, en particular, circonia estabilizada con itria.
- 15 3. Proceso según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la atmósfera que contiene bismuto se genera mediante la evaporación de un compuesto de bismuto a partir de una fuente de bismuto que contiene el compuesto de bismuto, estando la fuente de bismuto colocada en una región del recipiente distinta de la región donde se coloca el cuerpo de cerámica dental.
- 20 4. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el recipiente que se puede cerrar es un crisol.
- 25 5. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la atmósfera que contiene bismuto contiene bismuto en forma de óxido de bismuto.
- 30 6. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la concentración molar de bismuto en la atmósfera que contiene bismuto se encuentra en el intervalo de $1 \cdot 10^{-6}$ a $1 \cdot 10^{-2}$ mol/litro, preferiblemente de $2 \cdot 10^{-6}$ a $5 \cdot 10^{-3}$ mol/litro.
- 35 7. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la exposición del cuerpo de cerámica dental o el precursor a la atmósfera que contiene bismuto según la etapa c) se lleva a cabo a una temperatura por encima de 1.200 °C, preferiblemente a una temperatura por encima de 1.300 °C y lo más preferiblemente a una temperatura de aproximadamente 1.450 °C.
- 40 8. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el bismuto, en particular, en forma de óxido de bismuto, penetra en el cuerpo de cerámica dental, siendo la profundidad de penetración de 500 µm como máximo, preferiblemente 400 µm como máximo, más preferiblemente 300 µm como máximo y estando lo más preferiblemente en el intervalo de 200 µm a 250 µm.
9. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las etapas b) y c) se realizan durante la sinterización del cuerpo de cerámica dental y/o durante una etapa posterior a la sinterización.
10. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el cuerpo de cerámica dental es un artículo dental, preferiblemente un elemento protésico para su uso en una reconstrucción dental, más preferiblemente una corona, un puente, un implante, un pilar, una incrustación extracoronaria con algún recubrimiento cuspídeo y/o una incrustación intracoronaria sin recubrimiento cuspídeo.
11. Cuerpo de cerámica dental a base de circonia y/o alúmina que comprende o que consiste esencialmente en una región de núcleo que está al menos esencialmente libre de bismuto y una región de superficie que rodea la región de núcleo y que contiene bismuto,
- 40 caracterizado por que la región de superficie en la que está contenido el bismuto se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 500 µm como máximo.
12. Cuerpo de cerámica dental según la reivindicación 11, en donde la cantidad molar de bismuto contenido en la región de superficie es menor del 0,5 % en moles, preferiblemente menor del 0,4 % en moles, más preferiblemente menor del 0,3 % en moles y lo más preferiblemente menor del 0,2 % en moles.

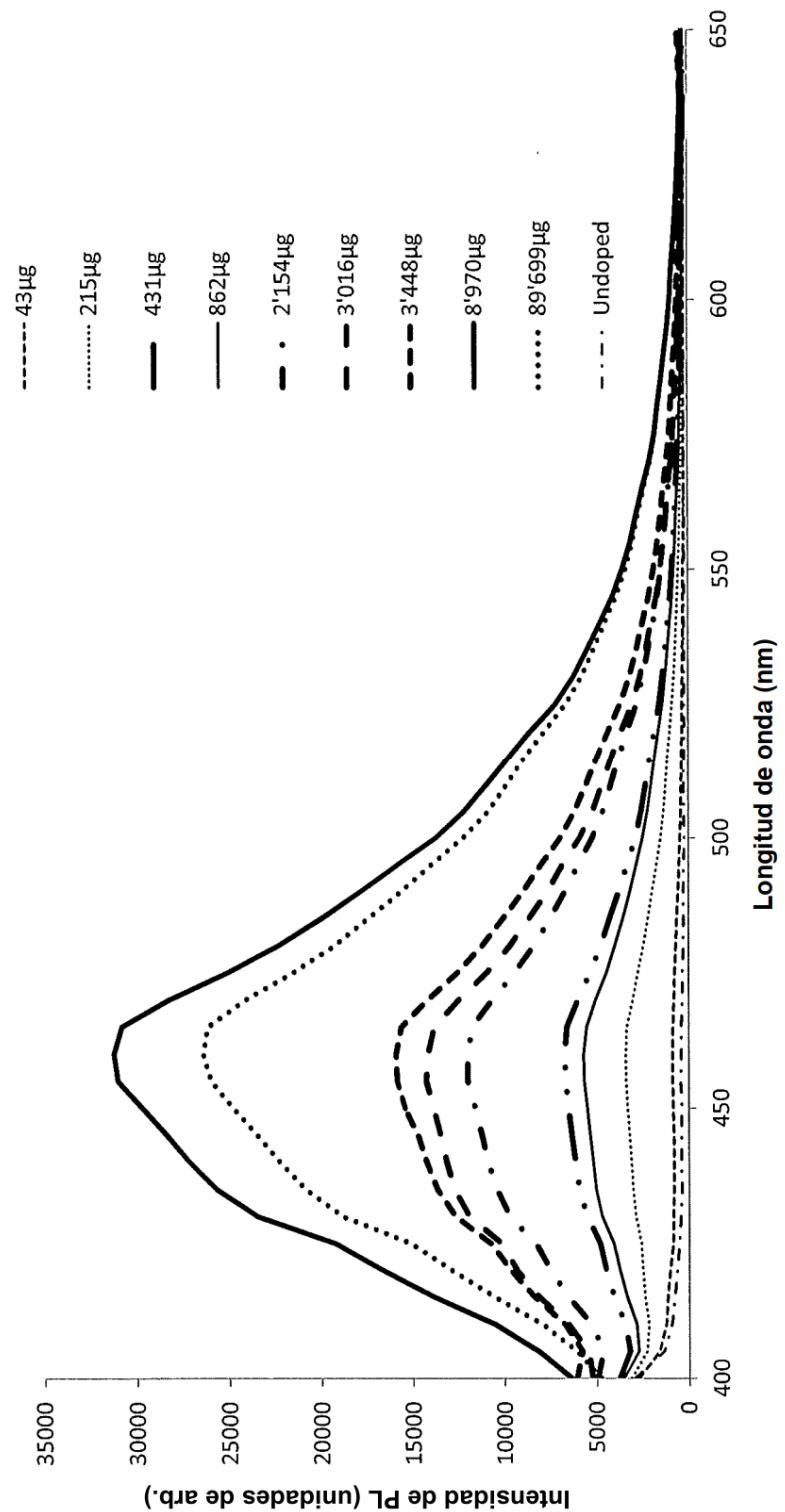


Fig. 1

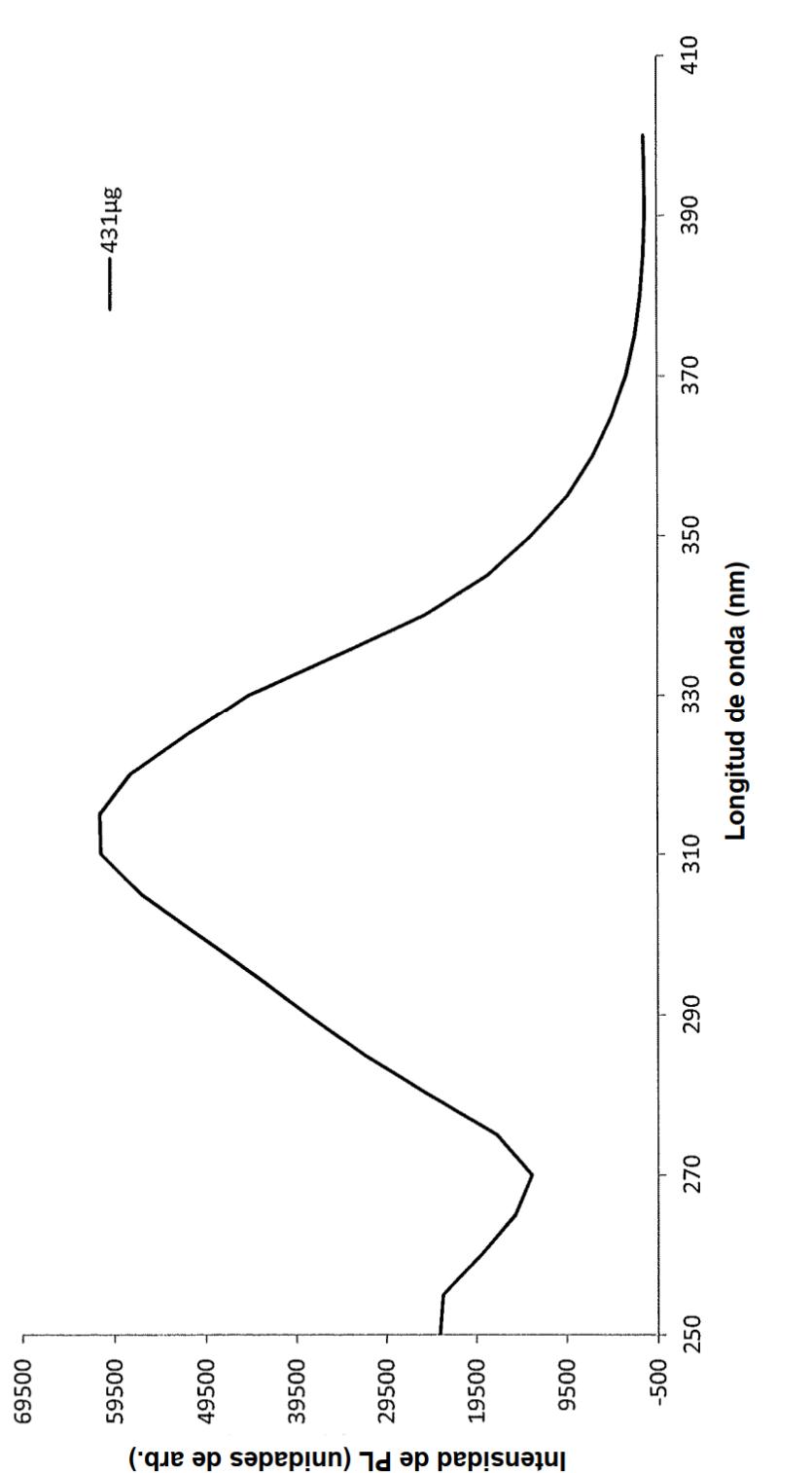


Fig. 2