

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 876 419**

51 Int. Cl.:

A61C 13/00 (2006.01)

A61C 13/09 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2016** **E 16166705 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.03.2021** **EP 3235467**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de una restauración dental**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
12.11.2021

73 Titular/es:
IVOCLAR VIVADENT AG (100.0%)
Bendererstrasse 2
9494 Schaan, LI

72 Inventor/es:
KROLIKOWSKI, SEBASTIAN y
RAMPF, MARKUS

74 Agente/Representante:
CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 876 419 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de una restauración dental

La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una restauración dental, en el que se proporciona una pieza en bruto de cerámica, en particular vitrocerámica, o vidrio, que presenta una dependencia local prefijada de la propiedad del material color y/u opacidad en su volumen, y la pieza en bruto se prensa en una cámara de prensado de una mufla de prensado y, de esta forma, el material de la pieza en bruto se prensa a través de una estructura de canal que parte de la cámara de prensado en una cavidad de molde correspondiente a la restauración dental, estando coordinadas entre sí la estructura de canal y la dependencia local de color y/u opacidad en la pieza en bruto, de forma que se obtenga una de una pluralidad de posibles distribuciones de color y/u opacidad en el material cerámico de la restauración dental formada en la cavidad del molde.

Desde hace algún tiempo, se conocen procedimientos con los que se pueden producir restauraciones dentales de material cerámico de una forma "automatizada" con sistemas CAD-CAM. Después de una grabación digital (escaneado en la boca del paciente o en un modelo de impresión), la restauración dental se puede fresar o rectificar a partir de material sólido con una fresadora basándose en los datos escaneados. Sin embargo, estos procedimientos de fabricación sustractivos también tienen desventajas, por ejemplo, que se pierde una gran parte de los valiosos materiales de vidrio o vitrocerámica utilizados. Además, las máquinas utilizadas son caras y requieren mucho mantenimiento.

Además de los procedimientos sustractivos, también se utilizan los denominados procedimientos aditivos, que también se conocen con los términos "prototipado rápido" o "fabricación generativa". Ejemplos de los mismos son la estereolitografía, el procedimiento de impresión con polvo 3-D y el procedimiento de impresión por inyección de tinta 3-D, denominándose este último también impresión por chorro de tinta (*Ink Jet Printing*). Algunos procedimientos de construcción se basan en la construcción por capas de un cuerpo moldeado tridimensional, en el que se construyen las capas bidimensionales una encima de la otra con un contorno predeterminado.

Además, también se conocen procedimientos de prensado o de introducción por presión para la producción de restauraciones dentales. A este respecto, un modelo de la restauración dental que se va a producir, que consiste en un material que puede calcinarse completamente, se dispone en un molde negativo de la estructura de canal que forma una estructura de canal posterior (también denominado sistema de perno de canal de colada) del mismo material dentro de una mufla de prensado, fijándose el extremo más alejado de la cavidad de molde del molde negativo a un resalte dispuesto en el fondo de la mufla de prensado. A continuación, la mufla de prensado se llena con una masa de moldeo de forma que el modelo de la restauración dental y el molde negativo de la estructura de canal queden completamente rodeados por la masa de moldeo. La masa de moldeo se endurece para formar un molde de prensado refractario y el modelo y el molde negativo de la estructura de canal se calcinan para crear una cavidad de molde (complementaria) correspondiente al modelo de la restauración dental y la estructura de canal abierta que conduce a la misma en el molde de prensado endurecido. Se retira el fondo de la mufla de prensado, después de lo cual permanece una cámara de recepción o de prensado en el molde de prensado en la posición del resalte, desde la que se extiende la estructura de canal hacia la cavidad del molde. En la cámara de prensado se introduce una pieza en bruto, por ejemplo de cerámica, que está moldeada de forma esencialmente complementaria a la cámara de prensado y se prensa mediante la aplicación de presión y generalmente calor, de forma que el material cerámico de la pieza en bruto se preme a través de la estructura de canal en la cavidad del molde a fin de llenar completamente la cavidad del molde y producir, por lo tanto, la restauración dental en la forma deseada. Un procedimiento de este tipo, que opera según el principio de la forma perdida descrito, se conoce, por ejemplo, por el documento EP 2 952 154 A1.

Por el documento EP 2 065 012 B1 se conoce un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1, que también opera según el principio de la forma perdida. En este procedimiento, se utilizan piezas en bruto cerámicas, cuyo volumen se divide en dos o más regiones de volumen que difieren en términos de la propiedad del material color y/u opacidad. La propiedad del material color y/u opacidad no debe cambiar abruptamente al pasar de una región de volumen a otra, sino que puede formar una transición suave. Un ejemplo es una pieza en bruto cilíndrica que se divide en mitades a lo largo de un plano que contiene el eje longitudinal del cilindro, en la que el material en una mitad difiere en color del de la otra mitad. En la estructura de canal que discurre desde la cámara de prensado en la que se introduce la pieza en bruto hacia la cavidad del molde se forman uno o más canales con formas tales (canales ciegos ramificados o ensanchamientos o cavidades) que proporcionan tiempos de flujo diferentes para las trayectorias de flujo desde la cavidad de prensado hacia la cavidad del molde. A este respecto, la estructura de canal y la dependencia local de la propiedad del material color y/u opacidad en la pieza en bruto se combinan entre sí de tal manera que se obtenga una de entre una pluralidad de posibles distribuciones de color u opacidad en el material presente en la cavidad del molde cuando este se llena con material de la pieza en bruto. Se proporciona un surtido de piezas en bruto estándar para los procedimientos de prensado conocidos, que disponen de una serie de distribuciones de color u opacidad predeterminadas y diferentes en su volumen, de forma que se obtenga en la restauración dental dependiendo de la elección de la pieza en bruto a partir del surtido una pluralidad de posibles distribuciones de color u opacidad.

Con procedimientos de prensado de este tipo es posible producir restauraciones dentales con un perfil adaptado aproximadamente a un perfil de color o de opacidad deseado en una etapa de prensado. En el caso de este procedimiento, sin embargo, el cliente depende de un surtido de piezas en bruto estándar prefabricadas con un perfil de opacidad y de color definido localmente dependiente, de las que se puede seleccionar la que mejor se adapte al perfil deseado en la restauración dental. Al diseñar individualmente la geometría de la estructura de canal, el perfil de los procesos de flujo se puede adaptar en una determinada medida a la distribución deseada de las propiedades del material (color y/u opacidad) en una dirección deseada, pero una adaptación exacta a una distribución deseada del color y/o la opacidad no es posible. Además de la limitación del surtido de piezas en bruto estándar, para el cliente tampoco es posible representar ninguna característica estructural fina, por ejemplo, grietas en el esmalte, mamelones, manchas de esmalte, etc. de un diente humano en la restauración dental que se va a producir. Si una restauración dental se va a diseñar individualmente, es necesario que el técnico dental lleve a cabo etapas adicionales de posprocesamiento que requieren mucho tiempo, tales como, por ejemplo, la denominada técnica de reducción (*cut-back*), en la que las regiones superficiales de la restauración dental se eliminan de nuevo y en las regiones eliminadas se forman nuevas capas con propiedades ópticas diferentes.

Las desventajas de la falta de individualidad de las restauraciones dentales moldeadas a presión generalmente se contrarrestan con etapas posteriores tales como aplicación de pintura o la técnica de reducción mencionada anteriormente y la posterior acumulación de capas con masa cerámica para aplicación en capas. Además del gran gasto de tiempo, la aplicación de capas, en particular, tiene una desventaja decisiva. Mientras que la pieza en bruto prensada consiste en vitrocerámica de alta resistencia (por ejemplo, disilicato de litio) con una resistencia > 360 MPa, las masas para aplicación en capas convencionales para disilicato de litio consisten en vitrocerámica de fluorapatita o feldespato con una resistencia de aproximadamente 100 MPa. Debido a la menor resistencia de las capas aplicadas a partir de dichas masas para aplicación en capas, la resistencia de las regiones sometidas a tensión, tales como los bordes incisales, se reduce significativamente, lo que puede provocar un fallo precoz de la restauración dental.

El objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para producir restauraciones dentales con el que las características estructurales ópticas en la restauración dental que se va a producir se puedan diseñar individualmente mejor y más fácilmente.

Para lograr este objetivo se utiliza el procedimiento con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones subordinadas se enumeran formas de realización ventajosas del procedimiento.

Según la presente invención, está previsto que a partir de una distribución de color y/u opacidad y, dado el caso, de características estructurales ópticas (grietas de esmalte, mamelones, manchas de esmalte, etc.) deseada en la restauración dental que se va a producir, considerando las trayectorias de flujo en la estructura de canal se determina la dependencia local subyacente de color y/u opacidad en la pieza en bruto, a partir de la cual se obtiene como resultado la distribución deseada después del prensado de la pieza en bruto para formar la restauración dental. La dependencia local requerida individualmente de color y/u opacidad en una pieza en bruto se determina

- i) o bien sometiendo la distribución deseada de color y/u opacidad y de características estructurales ópticas en la restauración dental que se va a producir a una simulación cronológicamente dirigida hacia atrás de los procesos de flujo durante el prensado del material a través de la estructura de canal en la cavidad del molde, para obtener así con exactitud, en la pieza en bruto, la dependencia local de color y/u opacidad que, después de prensado del material en la cavidad del molde, proporciona en la misma la distribución deseada de color y/u opacidad,
- ii) o bien sometiendo una dependencia local predefinida de color y/u opacidad y/o de características estructurales ópticas en la pieza en bruto a una simulación cronológicamente dirigida hacia delante de los procesos de flujo durante el prensado del material a través de la estructura de canal en la cavidad del molde, para obtener así la dependencia local resultante en cada caso de color y/u opacidad y/o de características estructurales en la cavidad del molde, y variando la dependencia local predefinida mencionada y repitiendo dicha simulación dirigida cronológicamente hacia delante hasta que la dependencia local resultante de color y/u opacidad y/o de características estructurales en la cavidad del molde coincida con la distribución deseada de color y/u opacidad y/o de características estructurales en la restauración dental,

La simulación de los procesos de flujo durante el flujo del material cuando este se prensa a través de la estructura de canal y en la cavidad del molde se puede realizar con una alta precisión y se puede convertir en una simulación cronológicamente dirigida hacia atrás, que entonces proporciona una representación de la dependencia local deseada de color y/u opacidad y de características estructurales en la restauración dental acabada con respecto a la dependencia local generada durante el procedimiento de prensado en la pieza en bruto para el procedimiento de prensado. La simulación del proceso de llenado a través de la estructura de canal se puede realizar mediante cálculos de mecánica de fluidos, por ejemplo mediante un enfoque estadístico, basado en partículas o en un modelo de cuadrícula (método de elementos finitos). La realización de dichas simulaciones de flujo es conocida y está disponible para muchos materiales y, en algunos casos, forma parte de un programa informático comercial.

Esta pieza en bruto se proporciona entonces construyéndola mediante un procedimiento aditivo con la dependencia local determinada de color y/u opacidad individualmente para la restauración dental que se producirá en este caso.

Según la invención, para producir una restauración dental a partir de una pieza en bruto mediante un procedimiento de prensado, se produce una pieza en bruto adaptada individualmente mediante un procedimiento generativo, aditivo, cuya distribución de color y opacidad se adapta con precisión de modo que después del prensado en la cavidad del molde se obtenga en la misma con exactitud la dependencia local de color y/u opacidad y las características estructurales dado el caso deseadas. Además del perfil general de color y opacidad, gracias a la estructura en capas de la pieza en bruto se pueden introducir estructuraciones adicionales (por ejemplo, mamelones, grietas de esmalte, manchas de esmalte, etc.), que se posicionan con exactitud en la restauración dental producida debido al alto grado de precisión local durante el proceso de prensado.

A diferencia del procedimiento del documento EP 2 065 012 B1 mencionado anteriormente, el procedimiento de la presente invención no requiere utilizar estructuras de canal adaptadas individualmente, dado que también en una estructura de canal estándar, mediante la individualización completa de la distribución de las propiedades del material en la pieza en bruto, puede producirse cualquier distribución deseada de las propiedades del material (color y/u opacidad y/o características estructurales ópticas) en la restauración dental moldeada a presión.

Cuando se haga referencia en la presente solicitud a una pieza en bruto de cerámica, en particular vitrocerámica, o de vidrio, no se pretende excluir la posibilidad de que la pieza en bruto pueda contener también aglutinantes, por lo menos antes del proceso de prensado. Además, la formulación de cerámica, en particular vitrocerámica, o vidrio, por supuesto, no debe excluir la posibilidad de que la pieza en bruto contenga otros componentes tales como tintes. A este respecto, tampoco es necesario que la pieza en bruto posea las propiedades finales de la restauración moldeada a presión, es decir, no es necesario que esté sinterizada densamente, sino que puede ser porosa; también puede presentar resistencias mecánicas diferentes y/u otras fases cristalinas. Por otra parte, también es posible que la pieza en bruto ya esté sinterizada o presinterizada.

En una forma de realización preferida, la pieza en bruto se calienta antes o durante el prensado. Por una parte, se prefiere realizar de todos modos un calentamiento (prensado en caliente) para mejorar la fluidez del material durante el proceso de prensado. En el caso de piezas en bruto que se han producido mediante procedimientos aditivos utilizando aglutinantes, el calentamiento también sirve para eliminar los aglutinantes y presinterizar la pieza en bruto. Los aglutinantes se utilizan, por ejemplo, en la impresión con polvo 3-D y en la impresión por inyección de tinta 3-D, en las que se controla selectivamente el color y la opacidad en la pieza en bruto mediante el entintado del aglutinante o mediante el uso de un tinte impreso por separado. Tras la eliminación del aglutinante, se mantiene el perfil de color y de opacidad deseado. De esta forma es posible introducir la pieza en bruto directamente en la cámara de prensado de la mufa de prensado inmediatamente después de su construcción sin más etapas intermedias, calentarla y producir la restauración dental mediante prensado en la cavidad del molde. No son necesarias otras etapas intermedias, tales como eliminación de aglutinantes o presinterización por separado.

Mediante el proceso de prensado se confiere al material de la restauración dental (por ejemplo, disilicato de litio) una precisión de ajuste muy alta y las mismas propiedades mecánicas que el disilicato de litio moldeado a presión de forma convencional. La ventaja de producir una pieza en bruto mediante un procedimiento aditivo es la individualización completa de la pieza en bruto y su adaptación a los perfiles de color y de opacidad deseados en la restauración dental producida. El proceso de construcción de la pieza en bruto, por ejemplo, mediante la impresión con polvo 3-D o la impresión por inyección de tinta 3D, es muy rápido y fácil, ya que la geometría de la pieza en bruto puede ser sencilla; por ejemplo, se pueden utilizar piezas en bruto cilíndricas o cúbicas, que se pueden construir de forma muy fácil y rápida. A este respecto, con la impresión con polvo 3-D o la impresión por inyección de tinta 3-D se pueden imprimir aglutinantes coloreados individualmente. Debido a la sencilla geometría de las piezas en bruto, los procesos de construcción con una impresión de capa con polvo 3-D o una impresión por inyección de tinta 3-D se pueden llevar a cabo muy rápidamente y sin grandes exigencias en la resolución espacial, lo que simultáneamente mantiene reducidos los costes de equipamiento técnico para la producción aditiva de piezas en bruto.

A este respecto, es posible un diseño individual de la pieza en bruto, por ejemplo, una secuencia de capas deseada de capas más translúcidas/más opacas, por lo que el color y/o la opacidad también pueden variar a lo largo de la superficie de una capa por medio de procesos de impresión resueltos espacialmente. Debido al alto nivel de precisión de capa y local durante el proceso de prensado, también es posible definir estructuras tales como mamelones, grietas de esmalte, defectos de esmalte en la pieza en bruto de una forma localmente selectiva, de forma que la estructura se posicione en la restauración dental en la ubicación deseada. A este respecto, la pieza en bruto está diseñada espacialmente en las direcciones X, Y y Z en estas 3 dimensiones con una distribución espacial deseada de color y/u opacidad y/o características estructurales. En particular, a este respecto, la dirección Z, es decir, el eje longitudinal de la pieza en bruto, en cuya dirección se prensa la pieza en bruto, es importante para lograr el perfil de opacidad o una fisura del esmalte como característica estructural.

Mediante el moldeo a presión de la pieza en bruto construida en capas, el material obtiene la geometría final de la

restauración dental (con una precisión muy alta) y sus propiedades finales como en los procesos de prensado convencionales.

En una forma de realización preferida, se utiliza vidrio con gérmenes cristalinos para construir la pieza en bruto.

En una forma de realización alternativa, para la construcción de la pieza en bruto se utiliza una vitrocerámica en la que la fase cristalina principal es metasilicato de litio, disilicato de litio o fases de SiO_2 o intermedios de las mismas. Dichos materiales se describen, por ejemplo, en el documento WO 2015/173 394 A1.

Los procedimientos de impresión con polvo 3-D y por inyección de tinta 3D son particularmente adecuados para la construcción en capas de la pieza en bruto. En los procedimientos de impresión con polvo 3-D, se utiliza una impresora con dos cubetas, cada una de las cuales presenta un fondo de cubeta con un émbolo de presión. Una de las cubetas se llena con el polvo para el procedimiento de construcción, la segunda cubeta contigua dispone también de un fondo de cubeta con altura ajustable. La impresión del objeto comienza haciendo descender el fondo de la segunda cubeta en un espesor de capa, después de lo cual la primera capa de polvo se aplica al fondo de la segunda cubeta por medio de un brazo aplicador que transporta el polvo desde la primera cubeta a la segunda cubeta. Esta ahora se aglutina por medio de una impresora con un chorro de tinta que se puede colorear de manera selectiva utilizando pigmentos, partículas o aglutinantes en las formas deseadas para la capa y, mediante el control selectivo del color del chorro de tinta, se le proporciona color de forma localmente dependiente y se aglutina. La tinta puede ser un líquido o un vehículo con pigmentos, con iones/sales colorantes o incluso una barbotina.

Después, el fondo de la segunda cubeta se hace descender nuevamente, y se aplica una nueva capa de polvo y después se aglutina de forma coloreada de manera localmente selectiva mediante la impresora. Tras la impresión y el aglutinado de la última capa se elimina el polvo no aglutinado que rodea el cuerpo construido, de forma que permanezca el cuerpo moldeado deseado. En el procedimiento de impresión por inyección de tinta en 3D, el material de construcción (partículas de cerámica o de vidrio) se imprime de manera localmente selectiva con el aglutinante coloreado selectivamente, operando los cabezales de impresión principalmente como cabezales de impresión por inyección de tinta. Un procedimiento de impresión por inyección de tinta 3D de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento EP 2 783 837 A1.

Además de no ser necesaria una etapa separada de eliminación de aglutinantes y sinterización, también es posible utilizar sistemas aglutinantes más simples, ya que la sinterización no es necesaria y, por lo tanto, la densidad en verde no es fundamental.

Además, pueden utilizarse bolas de vidrio esféricas, por ejemplo, con diámetros en el intervalo comprendido entre 20 μm y 100 μm , lo que permite una mejor fluidez y proporciones reducidas de aglutinante. La forma esférica de las bolas de vidrio mejora la dosificabilidad. La precisión de la resolución y los requisitos con respecto al aparato vienen determinados por el tamaño de las esferas de vidrio. Cuanto más grandes sean las esferas de vidrio, menor será la resolución, es decir, menor será la exactitud de detalles del cuerpo moldeado construido. No obstante, además de las esferas de vidrio, también se pueden utilizar polvo de vidrio, gránulos, etc.

Además, la pieza en bruto adaptada individualmente a la restauración dental que se va a producir también permite adaptar la cantidad de material de la pieza en bruto de manera que solo se disponga de material suficiente para producir la restauración dental, lo que permite un ahorro de material en comparación con las piezas en bruto estandarizadas.

Tal como se ha mencionado anteriormente, es posible utilizar piezas en bruto con geometrías sencillas (cilindros circulares, paralelepípedos, cilindros triangulares o cilindros con base hexagonal, etc.). No obstante, se prefiere, especialmente si la distribución localmente dependiente de color y/u opacidad y/o características estructurales en la pieza en bruto no es rotacionalmente simétrica, que las piezas en bruto estén provistas de un medio antitorción, por ejemplo, un resalte en un punto de su circunferencia. Entonces, la cámara de prensado de la mufla de prensado está provista de un rebaje complementario correspondiente de forma que la pieza en bruto solo se pueda introducir en la cámara de prensado en una posición de rotación predeterminada. Esto asegura que la distribución correspondiente de color y/u opacidad en la pieza en bruto obtenida a través de la simulación inversa de la distribución de color y/u opacidad deseada en la restauración dental también se posicione en la cámara de prensado de tal manera que se produzca el proceso de flujo deseado durante el prensado y el flujo del material a través de la estructura de canal, lo que proporciona con precisión la distribución deseada de color y/u opacidad en la restauración dental moldeada a presión.

La invención se describe a continuación en los dibujos utilizando un ejemplo de realización, en los que:

La figura 1 muestra un diagrama similar a un diagrama de flujo para ilustrar el desarrollo del procedimiento según la invención,

La figura 2 muestra una vista en sección transversal de un dispositivo de impresión para impresión con polvo 3-D que se puede utilizar en el contexto del procedimiento según la invención,

La figura 3 muestra una vista esquemática en sección transversal de una mufla de prensado en la que se dispone un modelo para una cavidad de molde de la restauración dental y para una estructura de canal y está rodeado por una masa de moldeo en el interior de la mufla de prensado,

Las figuras 4 a 6 muestran vistas esquemáticas en sección transversal de estados sucesivos en el prensado de la pieza en bruto desde una cámara de prensado y en la estructura de canal y en la cavidad del molde.

En primer lugar, se explicará brevemente la producción del molde de prensado requerido para el procedimiento de prensado utilizado en el procedimiento de la presente invención. Una mufla de prensado se designa en general con el número 20 y comprende un manguito de mufla de prensado 22 y una base de mufla de prensado 24 que está conectada de forma separable al manguito de mufla de prensado 22. En el centro de una pieza adicional en la base de mufla de prensado 24 se fija un resalte 26, que se proyecta al interior del manguito de mufla de prensado 22. El resalte 26 se utiliza para la instalación del modelo 114 de la estructura de canal y el modelo 112 contiguo al mismo de la restauración dental. El modelo 114 para la estructura de canal, que se denomina también sistema de perno de canal de colada, y el modelo 112 para la cavidad del molde están compuestos por un material completamente calcinable, por ejemplo cera o plástico. El modelo 112 para la restauración dental que se va a producir y la estructura de canal 114 asociada se han elaborado previamente mediante un modelo de datos 3-D para la restauración dental que se va a producir, llevándose esto a cabo mediante un procedimiento aditivo tal como impresión con polvo 3D o impresión por inyección de tinta 3D, mediante un procedimiento sustractivo tal como fresado o mediante fabricación manual. Después de que el modelo 114 para la estructura de canal y el modelo 112 para la restauración dental se hayan instalado en el resalte 26 en el interior del manguito de mufla de prensado 42, este se rellena completamente con una masa de moldeo. La masa de moldeo puede tener una composición ligada a fosfato, de forma similar al yeso, con, por ejemplo, harina de cuarzo, y es inicialmente fluida y se endurece para proporcionar el molde de prensado 28 después de haberse vertido en la mufla de prensado. Después del endurecimiento, la base de mufla de prensado 24 puede soltarse del manguito de mufla de prensado 22 y retirarse con el resalte 26 fijado a la misma. Después de que los materiales del modelo 112 para la restauración dental y del modelo 114 para la estructura de canal se hayan calcinado, permanecen unas cavidades complementarias a los modelos en el molde de prensado 28. En la región del resalte 26 retirado permanece una cámara de prensado, que está en conexión con la estructura de canal hueca en el extremo dispuesto en la masa de moldeo. En la cámara de prensado puede introducirse una pieza en bruto de cerámica o de vidrio, que después se introduce a presión con un émbolo de presión en el interior de la cámara de prensado, por lo que el material de la pieza en bruto se introduce a presión a través de la estructura de canal 114 en la cavidad del molde y allí se moldea a presión para formar la restauración dental con una forma tal como la forma del modelo 112 para la restauración dental.

Tal como se describe en el documento EP 2 065 012 B1, se puede utilizar una pieza en bruto con regiones parciales de diferente color y/u opacidad para el prensado, determinándose la distribución de color/opacidad en el estado moldeado a presión en la cavidad del molde y, por lo tanto, en la restauración dental producida, por medio de la distribución de color/opacidad en la pieza en bruto y los procesos de flujo a través de la estructura de canal y en la cavidad del molde. A este respecto, se utilizaron en el procedimiento descrito en el documento EP 2 065 012 B1, no obstante, solo algunas piezas en bruto estándar con determinadas variaciones en las distribuciones de color/opacidad y se realizó una determinada variación para obtener el resultado deseado adaptando la geometría de la estructura de canal (para influir en los procesos de flujo). Con respecto a la presente invención, no es necesaria una adaptación individual de la estructura de canal.

El procedimiento según la presente invención se explicará ahora en primer lugar con referencia a la figura 1. Utilizando una unidad 100 de procesamiento de datos, se genera de manera conocida un modelo de datos 3D 101 de la restauración dental deseada, que se muestra en la figura 1 en una visualización dispuesta junto al dispositivo 100 de procesamiento de datos. El modelo de datos 3D 101 de la restauración dental está provisto de unas líneas de cuadrícula, cuya densidad varía según el volumen de la restauración dental. Así se puede representar esquemáticamente una distribución de color y/u opacidad localmente dependiente en el volumen de la restauración dental. En la parte superior se indican en el modelo de datos 3-D 101 mamelones en el borde incisal. Además, el modelo de datos 3D 101 contiene otras características estructurales, tales como manchas de esmalte 98. Después de la elaboración completa del modelo de datos 3D de la restauración dental, se lleva a cabo en la etapa 102 un proceso de reproducción inversa del modelo de datos 3D 101 de la restauración dental en un modelo de datos 3D 103 de la pieza en bruto, lo que, considerando los procesos de flujo al prensar la pieza en bruto según este modelo de datos 3-D en la estructura de canal y en la cavidad del molde, se produce una distribución de color y/u opacidad y características estructurales en la restauración dental que coincide con el modelo de datos 3-D 101 de la restauración dental deseada. Dicha reproducción inversa del producto deseado con el diseño del modelo de datos 3D 101 de la restauración dental con respecto a la distribución correspondiente de color y/u opacidad y características estructurales en el modelo de datos 3D 103 de la pieza en bruto, que se utiliza como un producto de partida en el proceso de prensado, se puede obtener mediante la simulación de los procesos de flujo del material a través de la estructura de canal y dentro de la cavidad del molde hasta su llenado completo, por ejemplo mediante la variación de la distribución en el modelo de datos 3-D 103 de la pieza en bruto hasta que la distribución resultante después de la simulación del proceso de prensado de color y/u opacidad y características estructurales en el

resultado simulado del proceso de prensado coincida con el modelo de datos 3-D 101 de la restauración dental deseada. Las simulaciones de este tipo de procesos de flujo y las correspondientes variaciones de la distribución inicial de color y/u opacidad, de modo que se logre una distribución deseada después del proceso de flujo, son conocidas por el experto en la técnica. En conclusión, esta es una representación inversa mediante simulación de flujo inversa a partir del modelo de datos 3-D deseado de la restauración dental en un modelo de datos 3-D 103 correspondiente de la pieza en bruto.

La pieza en bruto 105 física correspondiente al modelo de datos 3D 103 de la pieza en bruto con la distribución deseada de color y/u opacidad y/o características estructurales se construye después en la etapa 104 mediante un procedimiento de construcción generativa, aditiva, en capas, con el fin de obtener la pieza en bruto 105 física.

Además de la producción de la pieza en bruto 105 individualizada, en la rama derecha del proceso, partiendo del dispositivo de procesamiento de datos 100, se muestra la fabricación de un modelo con el que se va a elaborar un molde de inyección para el proceso de prensado para la restauración dental según el principio de la forma perdida. En primer lugar, se genera un modelo de datos 3D 108 para la forma de la cavidad del molde para la restauración dental y la estructura de canal adyacente a la misma. En la etapa 109, se genera entonces a partir del modelo de datos 3D 108 en un procedimiento de fabricación un modelo 110 físico correspondiente con un modelo 112 físico para la restauración dental y un modelo 114 posterior al mismo para la estructura de canal. Este modelo 110 está fabricado de un material completamente calcinable tal como cera o plexiglás. El procedimiento de fabricación en la etapa 109 no está sujeto, a este respecto, a ninguna restricción; se pueden utilizar procedimientos CAM, por ejemplo, que generan a partir del modelo de datos 3-D 108 mediante procedimientos aditivos de forma generativa o mediante procedimientos sustractivos (fresado) el modelo físico 110, que tal como se explica con respecto a la figura 3 se introduce en el interior del manguito de mufla 22 y se cubre en el mismo de masa de moldeado con el fin de obtener finalmente el molde de inyección 28 endurecido, que presenta la estructura de cavidad deseada después de calcinar el modelo 110. La pieza en bruto 105 individualizada se introduce después en la cámara de prensado creada por el resalte 26 en el molde de prensado 28. Al introducir por presión la pieza en bruto 105 individualizada en la cámara de prensado, el material de la pieza en bruto se introduce a presión a través de la estructura de canal contigua a la cámara de prensado y en la cavidad del molde de la restauración dental en el molde de prensado. Este proceso solo se muestra esquemáticamente en la figura 1 en la parte inferior de la etapa 107. Dado que la pieza en bruto 105 física en el procedimiento según la invención, tal como se ha descrito anteriormente, se ha elaborado individualmente y de forma adaptada individualmente a la restauración dental que se va a producir y a la distribución de color y/u opacidad y/o características estructurales deseadas en la misma mediante la reproducción inversa del proceso de prensado, se obtiene después del proceso de prensado la restauración dental 106 física con la forma y la distribución de color y/u opacidad y/o características estructurales que se especifican por medio del modelo de datos 3-D 101 para la restauración dental, es decir, la restauración dental 106 física presenta la distribución espacial de color, opacidad y características estructurales que se especifican mediante el modelo de datos 3-D 101 (la prótesis dental 106 física se muestra en la figura 1 con respecto al modelo de datos 3-D de la prótesis dental desde el otro lado).

El proceso de prensado se representa con algo más de detalle en la secuencia de las figuras 4 a 6. En la figura 4, la pieza en bruto 105 se encuentra en la cámara de prensado del molde de prensado (no representado). En el estado inicial representado en la figura 4, en el que la pieza en bruto 105 se encuentra en la cámara de prensado, la estructura de canal 214 todavía está completamente vacía. Ahora se ejerce fuerza sobre la pieza en bruto 105 con un émbolo de presión 30, que la introduce a presión en la cámara de prensado. Dado que la estructura de canal 214 en este caso forma el único espacio por el que puede escapar el material, el material de la pieza en bruto 105 se introduce por presión en la estructura de canal 214 mediante el proceso de prensado, que preferentemente está precedido por el calentamiento de la pieza en bruto 105, tal como se muestra en la figura 5. Después de seguir prensando por medio del émbolo de presión 30, la cavidad de molde 212 para la restauración dental se llena finalmente por completo y el material de la restauración dental se moldea a presión en el mismo. En el ejemplo de realización ilustrado, solo una estructura de canal y una cavidad de molde están conectadas a la cámara de prensado. En principio, dos o más estructuras de canales también pueden partir de la cámara de prensado y cada una de las mismas conduce a una cavidad de molde asociada si hay que prensar varias restauraciones dentales en paralelo al mismo tiempo. En el caso de dos o más estructuras de canal con cavidades de molde asociadas, todas estas, naturalmente, deben tenerse en cuenta en la simulación de los procesos de flujo y en la reproducción inversa de las restauraciones dentales que se van a obtener de una pieza en bruto que produce las mismas.

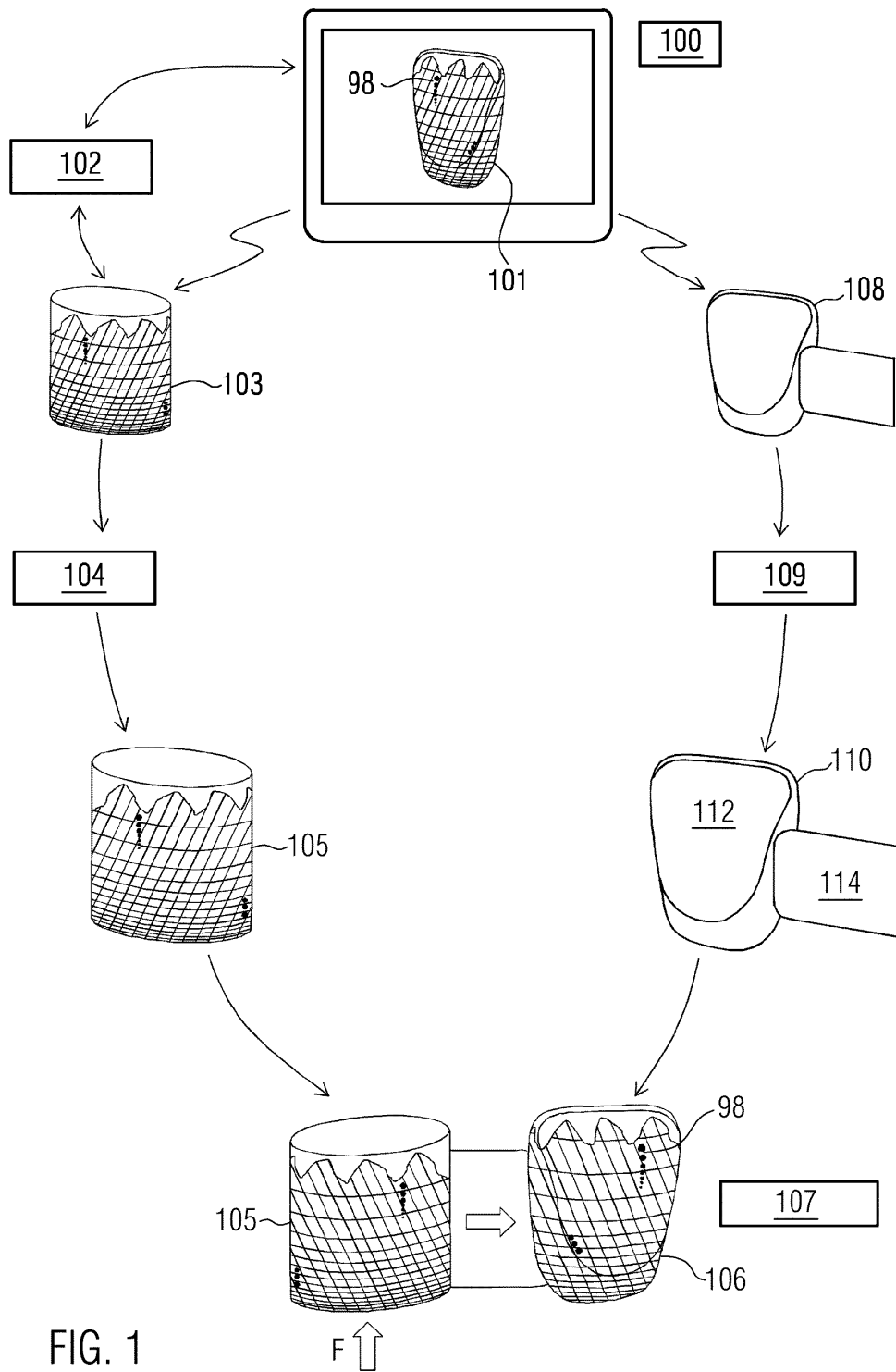
Tal como se indica en las figuras 4 a 6 mediante la distorsión de las líneas de la cuadrícula y la migración de las características estructurales 98, la distribución de color y/u opacidad indicada por las líneas de cuadrícula en la pieza en bruto 105 y la posición de las estructuras finas 98 se transforma en el proceso de prensado en la estructura de cuadrícula modificada y una posición modificada de las estructuras finas 98 en la restauración dental 106. Según la presente invención, la pieza en bruto 105 con su distribución de color y/u opacidad y/o características estructurales se construye individualmente de tal manera que, después de la transformación mediante el proceso de prensado, se obtenga la restauración dental 16 directamente con la distribución de color y/u opacidad y/o características estructurales 98 que se ha prefijado por medio del modelo de datos 3-D 101 subyacente de la restauración dental. En otras palabras, se ha llevado a cabo una transformación por simulación en la reproducción

inversa indicada esquemáticamente en la etapa 102 de la figura 1, que transforma un modelo de datos 3-D de la prótesis deseada desde el estado de la figura 6 mediante inversión del proceso de flujo en el proceso de prensado en un modelo de datos 3D correspondiente para la pieza en bruto 105 en el estado de la figura 4.

- 5 Para ilustrar el proceso de construcción individualizado para la pieza en bruto 105 individualizada a partir del modelo de datos 3D 103 para la pieza en bruto, se hace referencia, a modo de ejemplo, a la ilustración de un procedimiento de impresión con polvo 3D en la figura 2. La figura 2 muestra una primera cubeta que contiene polvo 6. Con un rodillo de transporte 8, el polvo 6 se transporta a una segunda cubeta adyacente 12 a la primera y se dispone en forma de capa sobre una pieza en bruto 105 que se construye de forma aditiva en la misma. Después
10 de cada aplicación de una nueva capa de polvo, se mueve un cabezal de impresión por inyección de tinta 16, controlado en las direcciones X e Y, sobre la superficie de la zona de construcción, imprimiéndose la capa de polvo aplicada y aglutinándose la misma con un aglutinante con tintes o sustancias absorbentes predeterminadas de forma localmente dependiente para generar zonas más opacas. También pueden imprimirse por separado
15 aglutinantes y tintes. Después de haber impreso una capa, el dispositivo de elevación 10 se hace descender debajo de la segunda cubeta 12 a una distancia correspondiente a la altura de una capa, la primera cubeta 4 se eleva en consecuencia mediante un primer dispositivo de elevación 2 y, con el rodillo de transporte 8, se aplica polvo nuevo 6 de nuevo a la última capa formada en la pieza en bruto 105. Este proceso se repite hasta que la pieza en bruto 105 deseada está completamente terminada. A continuación, el polvo restante 14 no impreso con aglutinante se
20 retira y se recicla, de tal manera que la pieza en bruto 105 estructurada individualmente deseada está disponible para su procesamiento adicional.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una restauración dental, en el que se proporciona una pieza en bruto de cerámica, en particular de vitrocerámica o de vidrio, que presenta una dependencia local predefinida de la propiedad del material color y/u opacidad en su volumen, y la pieza en bruto (105) se prensa en una cámara de prensado de una mufla de prensado (20) y, de esta forma, el material de la pieza en bruto se prensa, a través de una estructura de canal que parte de la cámara de prensado, en una cavidad de molde (212) correspondiente a la restauración dental, en el que la estructura de canal (214) y la dependencia local de color y/u opacidad en la pieza en bruto (105) están coordinadas entre sí, de tal forma que se obtiene una de entre una pluralidad de posibles distribuciones de color y/u opacidad en el material cerámico de la restauración dental (106) formada en la cavidad de molde (212), caracterizado por que
 - la dependencia local subyacente de color y/u opacidad y/o de características estructurales ópticas (98) en la pieza en bruto (105) se determina a partir de una distribución deseada de color y/u opacidad y/o de características estructurales ópticas en la restauración dental que se va a producir considerando las trayectorias de flujo en la estructura de canal,
 - i) o bien sometiendo la distribución deseada de color y/u opacidad y de características estructurales ópticas en la restauración dental que se va a producir a una simulación dirigida cronológicamente hacia atrás de los procesos de flujo durante el prensado del material a través de la estructura de canal (214) en la cavidad de molde (212), con el fin de obtener, en la pieza en bruto, la dependencia local de color y/u opacidad que, después del prensado del material en la cavidad de molde (212), proporciona en la misma la distribución deseada de color y/u opacidad y/o de características estructurales ópticas (98),
 - ii) o bien sometiendo una dependencia local predefinida de color y/u opacidad y/o de características estructurales ópticas (98) en la pieza en bruto (105) a una simulación dirigida cronológicamente hacia delante de los procesos de flujo durante el prensado del material a través de la estructura de canal (214) en la cavidad de molde (212), para obtener así la dependencia local resultante en cada caso de color y/u opacidad y/o de características estructurales en la cavidad de molde (212), y variando la dependencia local predefinida mencionada en la pieza en bruto y repitiendo dicha simulación dirigida cronológicamente hacia delante hasta que la dependencia local resultante de color y/u opacidad y/o de características estructurales en la cavidad de molde (212) coincida con la distribución deseada de color y/u opacidad y/o de características estructurales (98) en la restauración dental,
- y la pieza en bruto (105) se proporciona construyéndola individualmente mediante un procedimiento aditivo con la dependencia local determinada de color y/u opacidad y/o de características estructurales ópticas (98).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la pieza en bruto se calienta antes y/o durante el prensado.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la pieza en bruto (105), una vez construida, se introduce sin más etapas intermedias directamente en la cámara de prensado de la mufla de prensado con el fin de producir una restauración dental (106).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que la pieza en bruto (105) construida se presinteriza o se sinteriza densamente antes de introducirla en la cámara de prensado.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la pieza en bruto (105) se construye mediante un procedimiento de estereolitografía, un procedimiento de impresión con polvo 3D o un procedimiento de impresión por inyección de tinta 3D.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para la construcción de la pieza en bruto (105) se utiliza vidrio con gérmenes.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que para la construcción de la pieza en bruto (105) se utiliza una vitrocerámica con la fase cristalina principal metasilicato de litio, disilicato de litio o fases de SiO_2 o intermedios de las mismas.



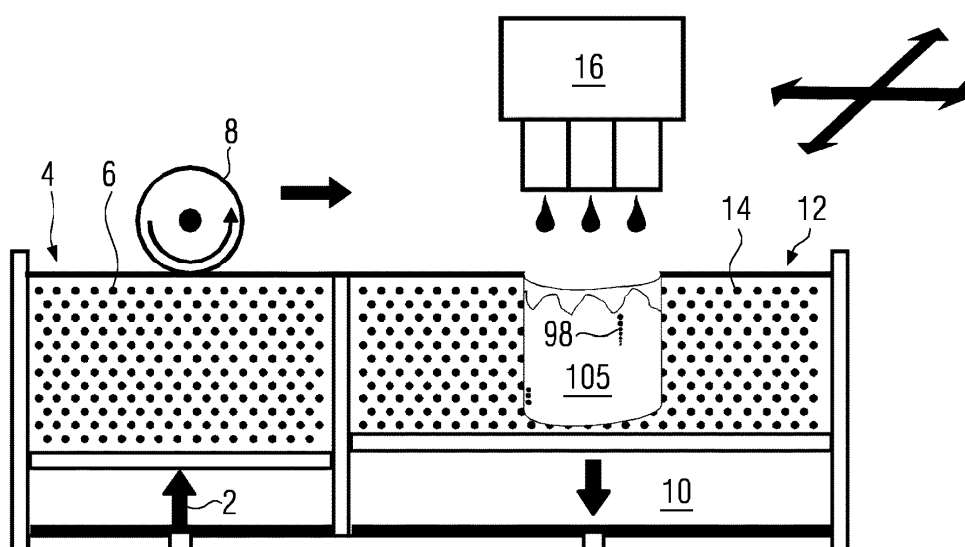


FIG. 2

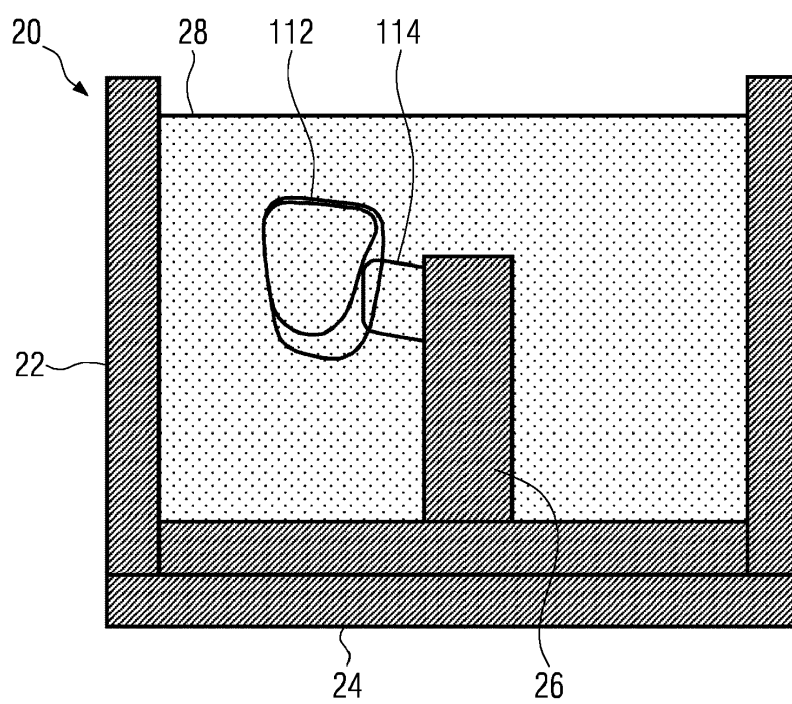


FIG. 3

