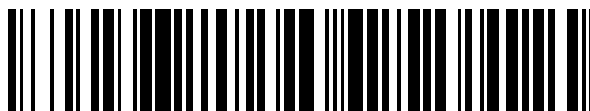


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 624**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/52** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

**A61C 13/30** (2006.01)

**B29L 31/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2010** **E 10171384 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017** **EP 2281525**

54 Título: **Espiga dental y método para su fabricación**

30 Prioridad:

**05.08.2009 EP 09167279**

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

**19.01.2018**

73 Titular/es:

**NORDIN, HARALD (50.0%)**  
**Villa Amphion, Chemin du Chabloz 8**  
**CH-1822 Chernex, CH y**  
**NORDIN, PETER (50.0%)**

72 Inventor/es:

**NORDIN, HARALD y**  
**NORDIN, PETER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 650 624 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

Espiga dental y método para su fabricación

- 5 La invención se refiere a una espiga dental que consiste en un material reforzado con fibras, con las fibras dirigidas de manera sustancialmente uniforme, y que puede montarse en un conducto radicular de un diente para fijar una estructura protésica dental en un muñón dental, en la que al menos una fracción de dichas fibras está adaptada para conducir la luz dentro de dicha espiga, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.
- 10 La solicitud de patente internacional n.º WO 96/25119 divulga una espiga dental constituida por un núcleo que comprende un haz de fibras transparentes incrustadas en una matriz de resina transparente. En particular, las fibras de cuarzo, fibras de vidrio o fibras ópticas están incrustadas en una resina epoxi. Las fibras se extienden desde un extremo de la espiga a través de la longitud total de la espiga. De esta forma, se logrará una rigidez longitudinal mejorada. Debido a la transparencia del núcleo, la luz puede viajar a través de la espiga por difusión de la luz a
- 15 través del núcleo hacia un producto de fraguado provisto en la superficie circunferencial de la espiga. La superficie circunferencial comprende una parte cilíndrica seguida por dos porciones en forma de cono que tienen cada una un ahusamiento con una pendiente constante, en la que la porción en forma de cono situada en un extremo de la espiga exhibe un ahusamiento más pequeño que la otra porción en forma de cono. De ese modo, la luz que viaja puede salir de la espiga en estas porciones en forma de cono.
- 20 La patente de Estados Unidos n.º 5.919.044 divulga una espiga dental flexible que comprende un haz de fibras ópticas que están uniformemente dirigidas y retorcidas en una disposición no axial para impartir resistencia adicional a la espiga dental. El haz de fibras está incrustado en una resina aglomerante y se extiende desde el extremo apical hasta el extremo coronal de la espiga. De esta forma, la luz puede guiarse entre los dos puntos terminales de la
- 25 espiga. Además, puede lograrse una conducción de luz transversal hacia la superficie circunferencial de la espiga mediante ataque químico o rayado del revestimiento de las fibras produciendo varios puntos de fuga de luz a lo largo del recorrido de cada fibra. La luz que escapa de estos puntos de fuga, sin embargo, debe pasar a través de la resina aglomerante que rodea las fibras para llegar a la superficie circunferencial de la espiga. Por lo tanto, la elección del material para la matriz de resina depende de sus buenas propiedades de conducción de la luz y los
- 30 materiales favorables con baja transparencia pueden no ser aplicables.
- La patente de Estados Unidos n.º 5.989.032 divulga una espiga dental con un eje central que comprende fibras ópticas incrustadas en una matriz de resina transparente, en la que no se favorece ninguna dirección particular de las fibras. La espiga dental puede complementarse con una estructura protésica en forma de cono truncado que
- 35 puede ser una pieza independiente o formarse como una parte integral unida a la espiga. Además, se divulga un producto de fraguado para fijar la espiga dental y el núcleo protésico en un muñón dental. Para ser transparente a la luz visible, el producto de fraguado puede comprender fibras ópticas cortas distribuidas aleatoriamente o fibras ópticas largas enrolladas alrededor de elementos rigidizadores. Por lo tanto, puede lograrse una polimerización del producto de fraguado proyectando la luz visible directamente sobre el producto de fraguado o sobre la espiga dental
- 40 transparente. En el último caso en el que se aplica la luz sobre la espiga dental, se utiliza un material de resina transparente para permitir la conducción de la luz dentro de la espiga. Esto, sin embargo, restringe la elección de los materiales disponibles para la matriz de resina.
- La solicitud de patente alemana n.º 38 25 601 se refiere a un dispositivo dental que consiste en una porción apical
- 45 que constituye una espiga dental para insertarse en un muñón dental y una porción coronaria en forma de cono truncado que constituye una estructura protésica para disponerse en la parte superior del muñón dental. El dispositivo dental comprende fibras ópticas que se extienden desde el extremo apical hasta el extremo coronario de la espiga dental y continúan hacia la superficie terminal de la estructura protésica coronaria. Por lo tanto, la conducción de la luz a través de las fibras solo es posible entre los dos puntos terminales del dispositivo dental y no
- 50 puede extraerse luz de la superficie lateral de la espiga dental.
- La solicitud de patente francesa n.º 2 874 498 describe una espiga dental que consiste en un material reforzado con fibras, en el que las fibras y las partículas de absorción de rayos X están incrustadas en una matriz de resina compuesta. Una ventaja de las fibras de vidrio o carbono localizadas dentro de la matriz reside en una mejora de las
- 55 propiedades mecánicas de la espiga que da lugar a un módulo de elasticidad similar en comparación con el de la dentina. Además del rendimiento mecánico de los materiales compuestos, un alto grado de radiopacidad y de transparencia son factores importantes a considerar en el diseño de dicho dispositivo. A este respecto, la referencia citada anteriormente propone incluir partículas de absorción de rayos X con un tamaño entre 95 nm y 200 nm en la matriz de resina para permitir que el material de resina sea translúcido a los rayos de luz con una longitud de onda
- 60 respectiva. Por lo tanto, se asegura un cierto grado de conducción de la luz dentro de la matriz de resina para permitir la transmisión de luz a través del interior de dicha espiga dental. Además, la espiga descrita comprende una estructura ahusada que se extiende con una pendiente constante en la dirección longitudinal y facilita el ajuste dentro de la cavidad formada por un conducto radicular de un diente.

Una desventaja de esta espiga dental es que no se proporcionan medios de retención para asegurar la posición de la espiga dentro del conducto radicular. Un inconveniente adicional de esta espiga dental es que el aprovechamiento de la matriz de resina como conductor de luz no solo restringe la elección de un material de absorción de rayos X preferido para evitar la dispersión de los rayos de luz, sino que también da lugar, en general, a una cierta pérdida que está relacionada con la difusión de la luz que se produce en la matriz de resina.

La solicitud de patente francesa n.º 2 882 646 divulga una espiga dental que comprende una porción terminal cónica y una porción intermedia roscada. La ventaja de la porción roscada es una mejor retención mecánica de la espiga dentro del conducto radicular del diente, por ejemplo, para prevenir un desplazamiento axial o rotacional de la espiga. La pendiente y la forma propuestas de la rosca se adaptan principalmente a la superficie cilíndrica intermedia de la espiga y no se extienden sobre su porción terminal cónica en la que la eliminación de dicha rosca puede inducir un punto de ruptura no deseado. Además, la estrecha separación entre ciclos circunferenciales adyacentes de la rosca única puede dar lugar a una gran velocidad de dispersión o difusión de la luz si se aplica a una espiga dental conductora de luz.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es evitar al menos una de las desventajas mencionadas anteriormente y proporcionar la espiga dental mencionada inicialmente con buenas propiedades ópticas, en particular para proporcionar buenas propiedades de conducción de la luz y de emisión de luz sobre un área superficial comparativamente grande de la espiga, manteniendo las restricciones sobre la elección del material de resina lo más bajas posible. Un objetivo adicional de la invención es proporcionar tal espiga dental con un alto grado de radiopacidad y/o con propiedades fotocromáticas asegurando buenas propiedades ópticas. Otro objetivo de la invención es proporcionar a la espiga dental buenas propiedades de retención.

Al menos uno de estos objetivos se logra con una espiga dental que comprende las características de la reivindicación de patente 1. Las realizaciones ventajosas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Por lo tanto, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, la espiga dental comprende una porción ahusada que se extiende hacia su segundo extremo, en la que al menos una fracción de las fibras conductoras de luz se extiende desde el primer extremo de la espiga hasta la superficie circunferencial de la porción ahusada. De esta manera, puede lograrse la conducción de la luz desde el primer extremo de la espiga hacia la superficie circunferencial por medio de las fibras conductoras de la luz. Por lo tanto, la luz conducida por medio de las fibras puede emitirse directamente en la superficie circunferencial. Preferentemente, la mayor parte de la emisión de luz desde la superficie circunferencial puede realizarse por medio de las fibras y puede reducirse cualquier exigencia de usar un material de resina con buena transparencia a la luz. En particular, la luz emitida desde la superficie circunferencial puede emplearse para la polimerización de un producto de fijación, por ejemplo, en un muñón dental.

Preferentemente, la porción ahusada se extiende sobre al menos un tercio, más preferentemente sobre al menos la mitad y más preferentemente sobre al menos dos tercios, de la longitud total de la espiga para permitir la extracción de luz desde un área superficial suficientemente grande. De esta manera, al menos una porción de la superficie circunferencial de la espiga dental sobre la que se aplicará un producto de polimerización puede incluirse dentro de esta porción ahusada. Ventajosamente, la porción ahusada puede extenderse sustancialmente sobre toda la longitud de la espiga para permitir una buena conducción de la luz hacia toda la superficie circunferencial de la espiga y de este modo permitir una amplia aplicabilidad de la espiga dental. Además, la porción ahusada comprende preferentemente el segundo extremo de la espiga dental para permitir una extracción de luz ventajosa, en particular, desde la porción terminal.

Preferentemente, al menos una fracción de las fibras está adaptada para la conducción de la luz dentro de la espiga.

Preferentemente, debido a su disposición uniforme dentro de la espiga, dichas fibras conductoras de luz están sustancialmente dirigidas desde el primer extremo hacia la superficie circunferencial de la espiga para permitir la conducción de la luz por medio de las fibras desde el primer extremo hacia el interior de la espiga. A este respecto, puede ser aplicable una disposición de fibras como se divulga en el documento EP 1 078 608 A1 del mismo solicitante, que está aquí incluido por referencia. Esto permite aprovechar las propiedades conductoras de luz superiores de las fibras, tales como las fibras de vidrio o las fibras ópticas, en comparación con la conducción de la luz a través del material de resina.

Preferentemente, la espiga consiste en material reforzado con fibras, en el que las fibras de refuerzo pueden ser fibras de sílice y/o de vidrio y/o de carbono y/o de cuarzo. Para garantizar las propiedades ópticas deseadas, se prefiere el uso de fibras ópticas, en particular de fibras de vidrio y/o de sílice, como constituyente dominante.

Para facilitar el acoplamiento de luz en las fibras, la invención sugiere que los extremos de las fibras conductoras de luz en el primer extremo de la espiga se preparen como una superficie de entrada de luz. Esto puede lograrse mediante un corte plano de las fibras. Además, las fibras pueden triturarse y/o pulirse en el primer extremo para lograr un acoplamiento superior. Además, las fibras pueden estar provistas de un revestimiento en el primer extremo

que permite un acoplamiento mejorado de la luz en las fibras. Preferentemente, una fracción de al menos el 40 % y como máximo el 80 % en volumen del contenido total de la espiga dental está constituido por las fibras para asegurar suficiente conducción de luz a través de la espiga.

5 Para lograr una distribución uniforme de la irradiación de la luz sobre la superficie circunferencial de la espiga, las fibras se distribuyen preferentemente de forma homogénea dentro de la espiga. Esto puede implicar que la densidad de fibras por unidad de volumen sea aproximadamente constante dentro de la espiga. Preferentemente, al menos una fracción de las fibras está dispuesta en paralelo con respecto a uno o más ejes que se extienden a través de la espiga para permitir la conducción de la luz en una dirección preferida hacia la superficie circunferencial. Más  
10 preferentemente, uno de estos ejes está constituido por el eje longitudinal de la espiga de manera que al menos una fracción de las fibras se dirija longitudinalmente dentro de la espiga permitiendo una conducción uniforme de la luz hacia la superficie circunferencial. En una disposición axial de las fibras, al menos la mayor parte de las fibras puede extenderse en la dirección longitudinal. En una disposición multiaxial de las fibras también puede concebirse que parte de las fibras pueda extenderse en la dirección longitudinal de la espiga y otra fracción de las fibras pueda extenderse en un cierto ángulo con respecto al eje longitudinal.

Preferentemente, al menos una fracción de las fibras conductoras de la luz se extiende desde el primer extremo hasta la superficie circunferencial para permitir la conducción de la luz directamente a la superficie circunferencial por medio de las fibras. En particular, la invención sugiere usar un ahusamiento de la superficie circunferencial, por ejemplo, cortando el material reforzado con fibras en consecuencia, para conectar los segundos extremos de las fibras con un punto respectivo de la superficie circunferencial. Para permitir la extracción de luz de la superficie circunferencial, el método de corte se adapta preferentemente a las propiedades del material para permitir la emisión de luz desde los extremos de las fibras después del corte. Preferentemente, el grado de ahusamiento por unidad de longitud, en media sobre toda la longitud de la espiga, es al menos un uno por ciento y no excede un ángulo medio de conicidad de aproximadamente 35 grados, más preferentemente de aproximadamente 15 grados.

Para proporcionar buenas propiedades de emisión de luz sustancialmente sobre toda el área superficial de la porción ahusada, la pendiente del ahusamiento aumenta preferentemente hacia el segundo extremo de la espiga dental. Más preferentemente, el ahusamiento presenta sustancialmente una forma curva en toda su longitud, lo que da como resultado buenas propiedades de emisión de luz desde la superficie. En particular, se prefiere una forma cónica de la superficie circunferencial con una inclinación continuamente creciente. Preferentemente, el ahusamiento se extiende sustancialmente en toda la longitud de la espiga para permitir la irradiación de luz homogénea sobre la longitud total de la superficie circunferencial. Por lo tanto, debido a la estructura ahusada y dependiendo de la inclinación del ahusamiento, la conexión de las fibras con la superficie circunferencial se logra para permitir la  
35 conducción de la luz hacia los puntos de irradiación deseados.

Preferentemente, la espiga está compuesta de una matriz de resina compuesta. La matriz de resina puede estar constituida por polímeros. Preferentemente, la matriz de resina comprende un compuesto de dimetacrilato, más preferentemente dimetacrilato de uretano (UDMA). Dicha formulación de la matriz de resina puede favorecerse debido a su biocompatibilidad y en particular por su carencia de bisfenol A, una sustancia usada normalmente como material de resina que también se sospecha que causa cáncer. La aplicación de un material de resina preferido de acuerdo con la invención puede ser posible debido a las menores demandas sobre las propiedades de transparencia de la matriz de resina como se ha descrito anteriormente.

45 Preferentemente, el material de absorción de rayos X está incrustado en la espiga, en particular dentro de la matriz de resina, para garantizar un alto grado de radiopacidad. Cuando se agrega a la resina, no debe considerarse la dispersión de luz a través del material de absorción de rayos X en el diseño de la espiga para lograr las propiedades deseadas de irradiación de la luz, debido a una conducción de luz directa hacia la superficie circunferencial por medio de las fibras conductoras de luz. Preferentemente, el material de absorción de rayos X consiste en partículas discretas, en particular óxidos metálicos tales como óxido de bario y/o compuestos fluorados tales como itrio. Se entiende que también pueden concebirse carbonatos para lograr la radiopacidad deseada.

Preferentemente, el material de absorción de rayos X comprende una carga mineral con un alto número atómico. Ventajosamente, la matriz de resina puede cargarse con tal carga mineral sin deteriorar o destruir las propiedades de conducción de luz de la espiga. De acuerdo con la invención, esto puede lograrse aprovechando la conducción de luz descrita anteriormente a través de las fibras. En particular, la carga mineral puede comprender un compuesto químico con un elemento de un número atómico de al menos 37 para proporcionar un nivel deseado de radiopacidad. Se prefiere más un número atómico de al menos 57, para asegurar un nivel muy alto de radiopacidad de la espiga. Preferentemente, como carga mineral se utiliza un compuesto de iterbio, en particular fluoruro de iterbio u óxido de iterbio. De esta forma, puede lograrse un nivel de radiopacidad equivalente al 400 % del aluminio o más.

Preferentemente, las partículas fotocromáticas se incrustan en la espiga, en particular dentro de la matriz de resina, para proporcionar propiedades fotocromáticas a la espiga. Las propiedades fotocromáticas pueden permitir una identificación más fácil de la espiga en un diente, por ejemplo en el caso de que se necesite una reintervención o

una extracción de la espiga. Las partículas fotocromáticas pueden activarse mediante luz LED o luz halógena, haciendo que la espiga cambie su color. Después de apagar la luz, la espiga puede volver a su color natural, por ejemplo, un color parecido a la dentina. Ventajosamente, la matriz de resina puede cargarse con las partículas fotocromáticas sin deteriorar o destruir las propiedades de conducción de la luz de la espiga. De acuerdo con la invención, esto puede lograrse aprovechando la conducción de luz descrita anteriormente a través de las fibras.

Preferentemente, la espiga dental comprende el material de absorción de rayos X y las partículas fotocromáticas. Por ejemplo, puede utilizarse una mezcla de los materiales descritos anteriormente para cargar la matriz de resina. De esta manera, puede lograr una radiopacidad adecuada y una fácil identificación al permitir buenas propiedades de conducción de luz en la espiga.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, puede proporcionarse al menos una acanaladura en la superficie circunferencial de una porción ahusada en una espiga dental, extendiéndose el recorrido de la acanaladura en la dirección longitudinal de la espiga y también sobre una parte de su circunferencia. Dicha acanaladura longitudinal puede ser aplicable como un medio de retención para retener la espiga dental en una posición segura en el conducto radicular del diente y prevenir un levantamiento axial o un desplazamiento rotatorio de la espiga y/o de la estructura protésica dental que va a fijarse en la espiga. Además, dicha acanaladura puede actuar como una ranura de evacuación para el cemento de resina utilizado para fijar la espiga.

El término acanaladura "longitudinal" se refiere a las características de que el recorrido de la acanaladura comprende un componente de dirección en la dirección longitudinal de la espiga dental. Preferentemente, el recorrido de la acanaladura longitudinal también incluye un componente de dirección en la dirección circunferencial de la espiga para proporcionar la retención deseada. Preferentemente, la acanaladura se extiende sustancialmente en toda la longitud de la espiga para aumentar la retención mecánica a lo largo de la longitud total del dispositivo.

Dicha acanaladura longitudinal puede ser especialmente ventajosa con respecto al ahusamiento de la espiga para evitar la rotura de la espiga en esta región particular. La fracción propuesta de la circunferencia de la superficie, a lo largo de la que se extiende el recorrido de la acanaladura, permite una eliminación de la acanaladura en la porción ahusada sin riesgo de rotura de la espiga dental. Más precisamente, puede inducirse una rotura del dispositivo por la elección de una forma diferente de una acanaladura, tal como una rosca o una estructura similar-como se confirma por diversos experimentos anteriores a la presente invención-dado que la cantidad requerida de adelgazamiento del material establece un punto débil en la porción ahusada en la que la espiga dental es propensa a romperse.

Una segunda ventaja de una acanaladura de retención de acuerdo con la invención radica en una optimización de las propiedades de retención de la espiga, en la que una porción comparativamente pequeña del área superficial total de la espiga se ve afectada por la cobertura del área de la acanaladura. Un resultado favorable de esta cobertura limitada de la acanaladura con respecto a la superficie circunferencial de la porción ahusada se encuentra en un área superficial comparativamente grande con propiedades ópticas sustancialmente no modificadas. En particular, pueden conservarse las buenas propiedades de irradiación de la luz que pueden proporcionarse en la porción ahusada de la manera descrita anteriormente.

Dependiendo de las propiedades del material de la espiga y de la pendiente y/o del diámetro mínimo de la porción ahusada, también puede concebirse una estructura diferente de una acanaladura de retención dentro del alcance de la presente invención, en particular para una porción ahusada con una rigidez más alta. Para este fin, la invención sugiere que se proporcione al menos una acanaladura longitudinal en la superficie que se extiende como máximo dos veces alrededor de la circunferencia de la superficie para lograr propiedades de retención mejoradas.

Preferentemente, se proporcionan varias acanaladuras longitudinales de acuerdo con una de las realizaciones descritas anteriormente de una acanaladura en la superficie circunferencial para lograr una mejor retención de la espiga. Más preferentemente, se proporcionan de dos a veinte de las acanaladuras y, más preferentemente, se disponen de dos a cinco acanaladuras en la superficie. En particular, se han demostrado excelentes propiedades de retención con insignificante riesgo de rotura en un prototipo de una espiga dental con tres de las acanaladuras.

Preferentemente, cada una de las acanaladuras se extiende sobre una porción diferente de la circunferencia para distribuir equitativamente la retención mecánica de la espiga alrededor de la superficie y para minimizar un riesgo potencial de rotura que se origina a partir de acanaladuras superpuestas circunvaladas. Como una provisión adicional para lograr buenas propiedades de retención, al menos tres cuartos de la circunferencia, más preferentemente sustancialmente toda la circunferencia, pueden estar cubiertos por las acanaladuras longitudinales.

Preferentemente, al menos una de las acanaladuras presenta un recorrido inclinado con respecto al eje longitudinal de la espiga para permitir una mejor retención de la espiga. En particular, la acanaladura puede tener sustancialmente una forma helicoidal que está enrollada o envuelta al menos parcialmente alrededor de la espiga. Por lo tanto, la acanaladura puede presentar un ángulo de envoltura alrededor de la espiga dependiendo de la longitud de la espiga y/o de la fracción de circunferencia que se cubrirá por las acanaladuras. Preferentemente, el

ángulo de envoltura alrededor de la espiga es de al menos 50 grados, más preferentemente de al menos 70 grados, para cada acanaladura con respecto a un eje transversal normal al eje longitudinal de la espiga.

5 Preferentemente, al menos una de las acanaladuras presenta sustancialmente una sección transversal redonda para establecer una superficie lisa dentro de la acanaladura y para lograr una buena irradiación de luz también desde la porción de superficie con la acanaladura. En particular, la acanaladura puede presentar sustancialmente una estructura semicircular. La anchura y/o la profundidad preferidas de las acanaladuras es de al menos 0,01 mm y como máximo de 1 mm, prefiriéndose un intervalo entre 0,1 mm y 0,5 mm. Más preferentemente, la anchura y/o la profundidad de las acanaladuras disminuye hacia el segundo extremo de la espiga para disminuir aún más el riesgo de rotura en el ahusamiento creciente. Más generalmente, el tamaño de la sección transversal de las acanaladuras puede disminuir hacia el segundo extremo de la espiga. Por lo tanto, debido al estrechamiento de las acanaladuras a lo largo del ahusamiento de la espiga, puede minimizarse el riesgo de rotura de la espiga.

15 Las acanaladuras descritas anteriormente son particularmente ventajosas para tal ahusamiento de una espiga dental a fin de proporcionar una mejor retención de la espiga con propiedades ópticas mejoradas. Se entiende que los medios de retención mejorados procedentes de las acanaladuras longitudinales descritas anteriormente también pueden concebirse en una espiga sin fibras conductoras de luz o en una espiga en la que la conducción de la luz no es posible a través de las fibras debido a una disposición de las fibras diferente o al corte de la porción ahusada. Por lo tanto, la presente invención también se dirige más generalmente a una espiga dental con una porción ahusada que comprende al menos una de las acanaladuras longitudinales.

25 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se propone un método para fabricar una espiga dental que consiste en material reforzado con fibras. El método comprende la etapa de formar una estructura compuesta de sección transversal uniforme con fibras conductoras de luz dirigidas de manera sustancialmente uniforme en un proceso de pultrusión. Además, el método comprende la etapa de conformar al menos una porción de la superficie circunferencial de la estructura compuesta para proporcionar una porción ahusada que se extiende hacia el segundo extremo de la estructura compuesta. De esta manera, al menos una fracción de las fibras conductoras de luz se extiende desde el primer extremo de la estructura compuesta a la superficie circunferencial de la porción ahusada.

30 Preferentemente, el proceso de pultrusión comprende tirar de las fibras a través de un baño de impregnación de resina que comprende al menos uno de un material de absorción de rayos X y partículas fotocromáticas.

35 Preferentemente, la superficie circunferencial está conformada con un torno giratorio. Ventajosamente, diversos parámetros del torno giratorio pueden adaptarse específicamente para permitir buenas propiedades de emisión de luz de las fibras en la superficie circunferencial. En particular, el riesgo de deslaminar la interfaz entre la resina y las fibras puede reducirse mediante una velocidad de giro del torno giratorio de entre 8000 y 15 000 revoluciones por minuto. Puede lograrse una minimización adicional o alternativa de los efectos de delaminación utilizando una herramienta de corte con un ángulo de la cremallera trasera de al menos 2 ° y preferentemente como máximo de 4 °.

40 La delaminación puede reducirse aún más utilizando una herramienta de corte con un ángulo de borde de corte final de al menos 20 °9 'y como máximo 20 °11 '. También puede aplicarse un revestimiento policristalino o de diamante sobre la herramienta de corte para evitar dichos efectos de delaminación.

45 Una aplicación preferida del método comprende la fabricación de una espiga dental con al menos una o una combinación de las características ventajosas mencionadas anteriormente.

La invención se describirá con más detalle en la siguiente descripción de una realización preferida a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos:

50 la figura 1 es una vista en perspectiva de una espiga dental de acuerdo con la invención;

la figura 2 es una vista frontal de la espiga dental mostrada en la figura 1;

55 la figura 3 es una vista en sección lateral de la espiga dental mostrada en las figuras 1 y 2;

la figura 4 es una vista esquemática de un sistema de pultrusión para la fabricación de una espiga dental de acuerdo con la invención;

60 la figura 5 es una vista lateral de una herramienta de corte de acuerdo con la invención que está dispuesta sobre una estructura compuesta para formar una porción ahusada;

la figura 6 es una vista frontal de la herramienta de corte y de la estructura compuesta mostradas en la figura 5;

65 la figura 7 es una vista lateral de la herramienta de corte mostrada en las figuras 5 y 6; y

la figura 8 es una vista frontal de la herramienta de corte mostrada en las figuras 5 a 7.

Las figuras 1 a 3 representan una espiga dental 1 de acuerdo con una realización de la invención. De acuerdo con la vista en perspectiva mostrada en la figura 1 y con la vista frontal ilustrada en la figura 2, la espiga dental 1 comprende una superficie circunferencial 2 con un ahusamiento longitudinal que se extiende desde el primer extremo 3 hasta el segundo extremo 4 de la espiga 1. El recorrido del ahusamiento está determinado por una pendiente que aumenta continuamente hacia el segundo extremo 4. Con respecto a los términos usados normalmente en odontología, el primer extremo 3 corresponde al extremo coronal y el segundo extremo 4 corresponde al extremo apical de la espiga dental.

Se han formado tres acanaladuras 5, 6, 7 en la superficie circunferencial 2, que se extienden longitudinalmente sobre la longitud total de la espiga 1 y se giran a lo largo de la circunferencia de la superficie 2. De este modo, cada acanaladura 5, 6, 7 se extiende aproximadamente sobre un tercio de la circunferencia de la superficie 2 a lo largo de un recorrido helicoidal. Las acanaladuras 5, 6, 7 están igualmente distribuidas alrededor de la superficie 2, de modo que cada acanaladura se extiende sobre una porción diferente de la circunferencia. Además, las acanaladuras 5, 6, 7 tienen esencialmente una sección transversal semicircular cuyo tamaño disminuye continuamente hacia el segundo extremo 4 de la espiga dental 1.

La espiga dental 1 está compuesta de material reforzado con fibras que comprende fibras conductoras de luz 8. De acuerdo con la vista en sección mostrada en la figura 3, el recorrido de las fibras 8 dentro de la matriz de resina 9 se ilustra esquemáticamente. Las fibras 8 se extienden sustancialmente longitudinalmente a lo largo del eje de la espiga 1, de manera que cada fibra llega a un punto diferente de la superficie circunferencial 2. De esta manera, la luz conducida a través de las fibras 8 desde el primer extremo 3 hacia la superficie circunferencial 2 se emite desde la superficie circunferencial sin pasar a través de la matriz de resina 9 de la espiga 1. En particular, se logra una mejor irradiación de luz debido a la pendiente creciente del ahusamiento hacia el segundo extremo 4.

Las fibras 8 están distribuidas homogéneamente dentro de la espiga 1 para producir una distribución uniforme de la irradiación de luz sobre la superficie circunferencial 2 de la espiga 1. En el primer extremo 3, la porción terminal de las fibras 8 está alineada horizontalmente a lo largo de una superficie común. Las fibras 8 comprenden un pulido en el primer extremo 3 para mejorar las características de acoplamiento de la luz.

La matriz de resina 9 se basa en dimetacrilato de uretano (UDMA). Se incluye una carga mineral, preferentemente basada en un compuesto de iterbio, en la matriz de resina 9 para permitir la radiopacidad de la espiga 1. Además, las partículas fotocromicas se incluyen en la matriz de resina 9.

La figura 4 representa esquemáticamente un sistema de pultrusión 10 que se utiliza para una fabricación ventajosa de la espiga dental 1 mostrada en la figura 1 a 3. El sistema de pultrusión 10 comprende una serie de cremalleras dispensadoras de fibras 11 que proporcionan cada una fibras conductoras de luz 8. El sistema 10 comprende además un baño de impregnación de resina 12 que contiene dimetacrilato de uretano (UDMA) que está enriquecido con una carga mineral, preferentemente un compuesto de iterbio, y con partículas fotocromicas. En el extremo del sistema de pultrusión 10 se disponen un troquel de conformación 13, una cinta transportadora 14 y una estación de corte 15.

Durante el proceso de pultrusión, las fibras 8 se arrastran a través del baño de impregnación de resina 12 en el que las fibras 8 uniformemente dirigidas se enriquecen con el material de resina y al troquel de conformación 13 en el que la resina se cura posteriormente. El arrastre se realiza mediante la cinta transportadora 14. De esta manera, se forma una estructura compuesta 16 de sección transversal cilíndrica uniforme con fibras conductoras de luz 8 dirigidas de manera sustancialmente uniforme de manera continua después de pasar el troquel de conformación 13. La estructura compuesta 16 de pultrusión se corta a continuación en la estación de corte 15 produciendo estructuras compuestas cilíndricas 17 de una longitud deseada.

Como siguiente etapa, la estructura compuesta 17 está conformada para proporcionar una porción ahusada en su superficie circunferencial. Esto se logra mediante un torno giratorio que comprende una herramienta de corte 20. El proceso de conformación se representa esquemáticamente en las figuras 5 y 6. La figura 5 representa el avance de la herramienta de corte 20 a lo largo del lado lateral de la estructura compuesta 17 y la figura 6 desde una vista frontal.

El proceso de conformación se optimiza para eliminar el riesgo de delimitación de la interfaz fibra/resina. Esto es crucial, en particular para proporcionar las propiedades de emisión de luz deseadas de las fibras 8 en la superficie circunferencial 2. Los parámetros de optimización comprenden una velocidad de giro comparativamente alta del torno giratorio de entre 8000 y 15 000 revoluciones por minuto.

Además, se aplican características específicas en la herramienta de corte 20 para evitar dichos efectos de delaminación. Por esta razón, se utiliza un revestimiento 21 policristalino o de diamante en la herramienta de corte 20. Además, como se representa en la vista lateral en la figura 7, la herramienta de corte 20 tiene un ángulo de

borde de corte final  $\alpha$  de  $20^{\circ}10'$ . Se ha encontrado que una pequeña desviación de este ángulo  $\alpha$ , como un ángulo aplicado convencionalmente de  $\alpha=20^{\circ}12'$ , aumenta el riesgo de delaminación drásticamente. El ángulo de borde de corte lateral de la herramienta de corte 20 es preferentemente cero para proporcionar una superficie de corte lateral plana. Como se representa en la vista frontal en la figura 8, el ángulo de la cremallera trasera  $\beta$  de la herramienta de corte 20 se ha elegido entre  $2^{\circ}$  y  $4^{\circ}$  para reducir aún más el riesgo de delaminación debido al impacto de la herramienta de corte 20 en la superficie de la estructura compuesta 17. Convencionalmente, se aplica un ángulo de la cremallera trasera  $\beta$  plano que da lugar a un alto riesgo de delaminación.

Los expertos en la materia sugerirán numerosas alteraciones de la espiga dental y del método para su fabricación descrito en el presente documento. Sin embargo, debe entenderse que la presente divulgación se refiere a una realización preferida de la invención que solo tiene fines de ilustración y no debe interpretarse como una limitación de la invención.

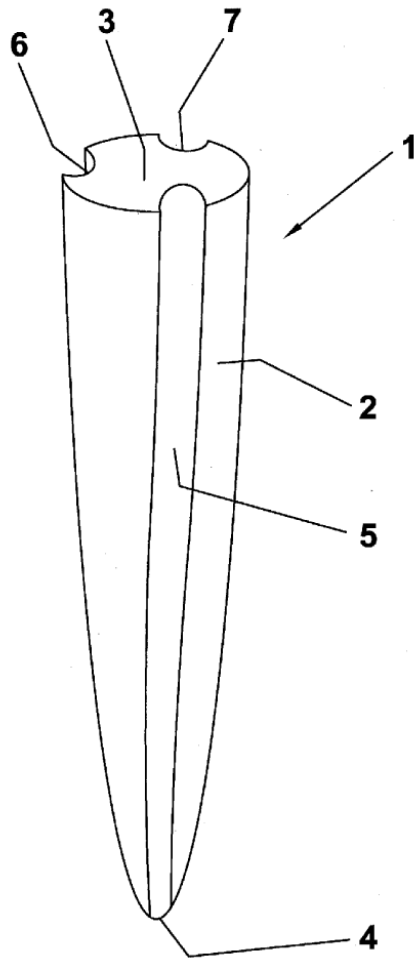
15



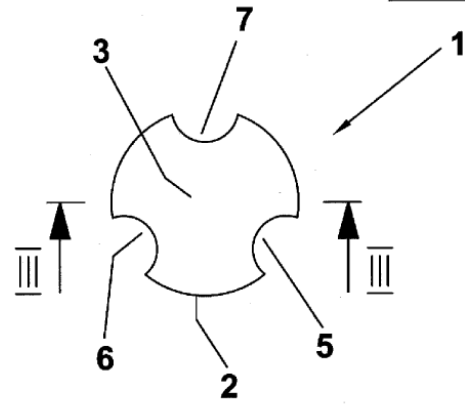
**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una espiga dental que consiste en material reforzado con fibras con las fibras (8) dirigidas de manera sustancialmente uniforme y que puede montarse en un conducto radicular de un diente para fijar una estructura protésica dental en un muñón dental, al menos una fracción de dichas fibras (8) está adaptada para conducir la luz dentro de dicha espiga, en la que dicha espiga comprende una porción ahusada que se extiende hacia su segundo extremo (4) y al menos una fracción de dichas fibras conductoras de luz (8) se extienden desde el primer extremo (3) de dicha espiga hasta la superficie circunferencial (2) de dicha porción ahusada, caracterizada por que los extremos de dichas fibras conductoras de luz (8) en el primer extremo (3) de dicha espiga se preparan como una superficie de entrada de luz, y por que la pendiente de dicho ahusamiento aumenta continuamente hacia el segundo extremo (4) de dicha espiga, de modo que se proporciona una forma cónica de la superficie circunferencial (2) con una inclinación continuamente creciente.
- 10 2. La espiga dental de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que dicha porción ahusada se extiende sobre al menos un tercio de la longitud total de dicha espiga.
- 15 3. La espiga dental de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizada por que un material de absorción de rayos X está incrustado en dicha espiga.
- 20 4. La espiga dental de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada por que dicho material de absorción de rayos X comprende una carga mineral que comprende un compuesto químico con un elemento de un número atómico de al menos 37, más preferentemente de al menos 57, en particular iterbio.
- 25 5. La espiga dental de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que las partículas fotocromáticas están incrustadas en dicha espiga.
- 30 6. La espiga dental de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que dicha espiga está compuesta además por una matriz de resina compuesta (9) que comprende un compuesto de dimetacrilato, en particular dimetacrilato de uretano.
- 35 7. La espiga dental de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que una fracción de al menos el 40 % y como máximo el 80 % en volumen del contenido total de dicha espiga está constituida por dichas fibras (8).
- 40 8. La espiga dental de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que se proporciona al menos una acanaladura longitudinal (5, 6, 7) en la superficie circunferencial de dicha porción ahusada, extendiéndose el recorrido de dicha acanaladura sobre parte de la circunferencia de dicha espiga.
9. La espiga dental de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada por que se proporcionan al menos dos acanaladuras longitudinales (5, 6, 7), extendiéndose el recorrido de cada una de dichas acanaladuras sobre una porción diferente de la circunferencia de dicha espiga.

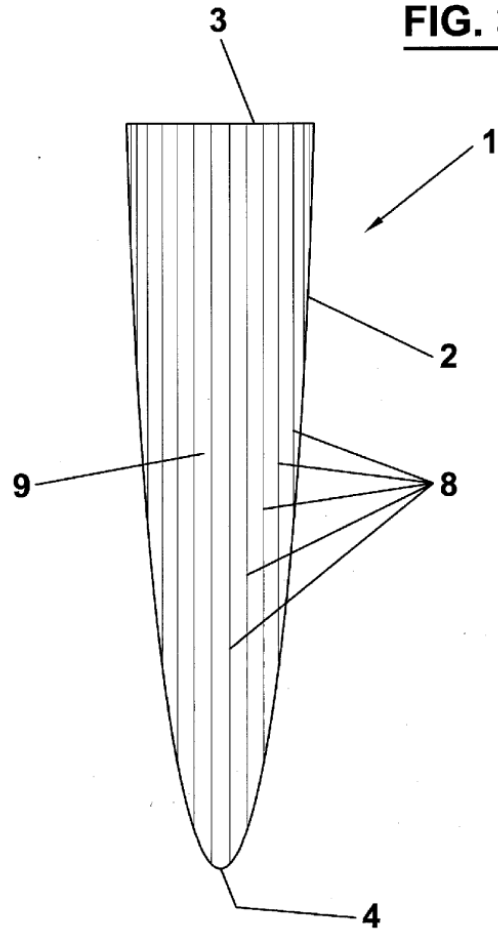
**FIG. 1**



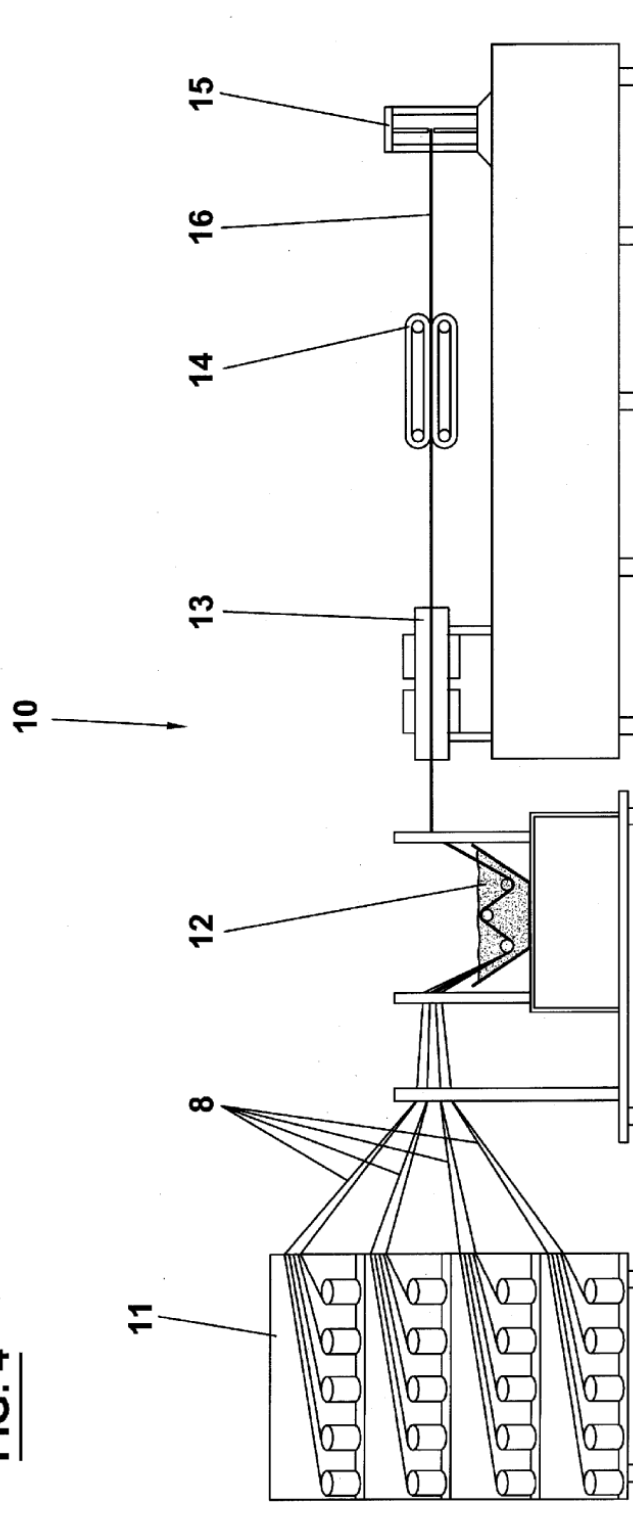
**FIG. 2**



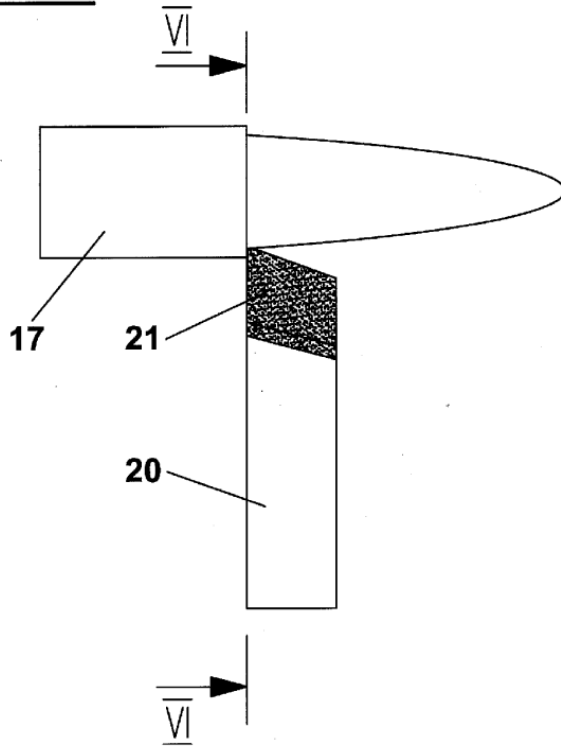
**FIG. 3**



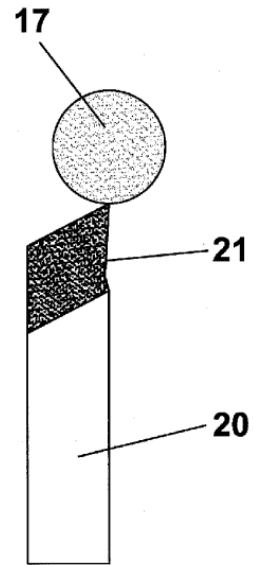
**FIG. 4**



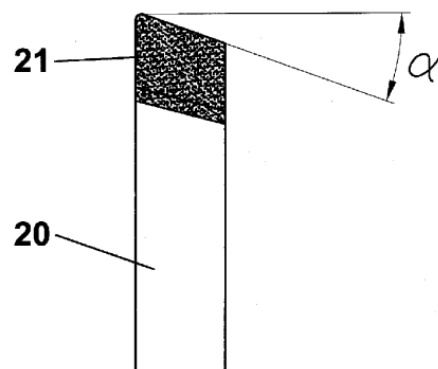
**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**

