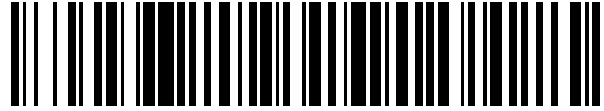


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 151**

51 Int. Cl.:

**A61C 13/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2011** **E 11156445 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017** **EP 2363094**

54 Título: **Procedimiento, dispositivo y programa informático para la fabricación de una prótesis dental**

30 Prioridad:

**01.03.2010 DE 102010002484**

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

**12.02.2018**

73 Titular/es:

**SCHWEIGER, JOSEF (100.0%)**

**Endweg 2**

**83346 Bergen, DE**

72 Inventor/es:

**SCHWEIGER, JOSEF**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 654 151 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, dispositivo y programa informático para la fabricación de una prótesis dental

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una prótesis dental, con una generación de la prótesis dental con un núcleo en particular en una pieza y una capa exterior, en particular una capa exterior en una pieza, definiendo el núcleo y la capa exterior entre sí una superficie límite. Además, la presente invención se refiere a un dispositivo para la realización de un procedimiento semejante y un programa informático con medios de programa, que inducen a un dispositivo de este tipo a la realización de un procedimiento semejante, cuando el  
10 programa informático se realiza en el dispositivo.

El documento EP 1 252 867 describe un procedimiento para la fabricación de un diente postizo, que es una reproducción del diente original natural a sustituir o de un diente natural correspondiente. Comprensiblemente es deseable que el diente postizo a fabricar como reproducción de un elemento original natural debe ser una copia tan  
15 natural como sea posible. El aspecto natural del elemento original o diente natural se debe copiar tan exactamente como sea posible. El aspecto tanto del diente postizo como también del elemento natural se forma por un número de propiedades, como por ejemplo color, translucidez, brillantez del color, brillo, etc.

El documento DE 10 2007 034 005 A1 describe un procedimiento para el diseño de una pieza de prótesis dental, en la que se ha diseñado un efecto óptico con un procedimiento asistido por ordenador. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una pieza de prótesis dental, en la que se obtiene un efecto de color de la  
20 pieza de prótesis dental con un procedimiento asistido por ordenador. La invención también se refiere a dispositivos correspondientes así como un soporte de datos legibles por ordenador.

25 El documento DE 10 2005 052 838 A1 describe un procedimiento para la fabricación de una prótesis dental individual, construida en varias capas, como por ejemplo prótesis dental desmontables, superestructuras de implante, puentes, coronas, coronas parciales, onlays e inlays.

Según la invención el objetivo se consigue con un procedimiento para la fabricación de una prótesis dental  
30 construidas en varias capas, porque en primer lugar se elabora un juego de datos CAD de la prótesis dental a fabricar mediante la digitalización de los dientes ya preparados y de su entorno inmediato, en el que se debe ensamblar la prótesis dental, porque a partir de este juego de datos CAD se determina un primer y un segundo juego de datos parciales CAD, representando el primer juego de datos parciales CAD la estructura de armazón portante de la prótesis dental y el segundo juego de datos parciales CAD la geometría exterior de la prótesis dental relevante de  
35 forma estética y/o funcional, dirigida predominantemente a la cavidad bucal, porque a continuación de ello se fabrica la estructura de armazón portante mediante el primer juego de datos parcial CAD y luego la estructura de armazón portante para la prótesis dental construida en varias capas se termina mediante aplicación de una capa funcional, por ejemplo, en forma de una cerámica revestida o de un polímero dirigido hacia la mucosa mediante el segundo juego de datos parciales CAD.

40 El documento DE 10 2006 033 794 describe un juego de elementos para el uso durante la producción de una prótesis dental, en particular una corona, un puente, un inlay o un onlay, que comprende – un armazón y – una o varias piezas modelo para la definición de partes del contorno exterior de un revestimiento para el armazón, pudiéndose colocar el o las piezas modelo sobre el armazón, de modo que simultáneamente (i) queda una  
45 hendidura entre la o las piezas modelo y el armazón y (ii) el o las piezas modelo definen las piezas del contorno exterior. Además, se describen procedimientos y sistemas correspondientes

El documento WO 2010/010082 A1 da a conocer un cuerpo conformado de material estable en forma, que presenta al menos un primer componente y un segundo componente, caracterizado porque el segundo componente presenta  
50 otra pigmentación que el primer componente y el segundo componente está dispuesto en el primer componente, configurando una superficie límite, de modo que la superficie límite representa una superficie curvada espacial. El documento WO 2010/010082 A1 da a conocer también un procedimiento para la fabricación del cuerpo conformado. En una forma de realización preferida de la publicación del documento WO 2010/010082 A1 se realiza la configuración de una línea límite mediante valores experimentales así como mediante estudios del límite de esmalte  
55 – dentina en el caso de dientes naturales y/o postizos.

Una prótesis dental en dos piezas con un armazón de, por ejemplo, óxido de circonio y un revestimiento de, por ejemplo, cerámica silicatada está descrita en el documento DE 10 2005 042 091 A1, fabricándose la prótesis dental en el procedimiento de CAD/CAM a partir de dos componentes individuales, que se conectan entre sí en una etapa  
60 de unión. En el documento DE 10 2005 042 091 no se encuentra ninguna indicación de cómo se predetermina

geométricamente la superficie límite que se origina con ello.

5 El documento DE 103 12 848 A1 da a conocer configurar una pieza de prótesis dental usando un modelo de diente y/o una base de datos de dientes, correspondiéndose la estructura interna del modelo de diente con la estructura interna de un diente ideal o estando determinado mediante una toma elaborada anteriormente de una imagen del diente individual a sustituir / complementar o reproduciendo la base de datos de dientes los datos de dientes de dientes que existen realmente en forma digitalizada. En el documento DE 103 12 848 A1 queda pendiente que aspectos de la estructura interna de un diente están comentados, en particular en el documento DE 103 12 848 A1 no se comenta el límite de dentina – esmalte de un diente.

10 El documento DE 199 23 978 A1 da a conocer un procedimiento para la representación y planificación asistida por ordenador, especifica al paciente de los trabajos odontológicos y/o protésicos, usándose una base de datos digitalizada de una pluralidad de vistas de dientes modelo. En este caso no se entra en la estructura interior de un diente o de una prótesis dental.

15 En el documento DE 102 52 298 B3 se describe un procedimiento para la fabricación de piezas de prótesis dental o restauraciones dentales usando representaciones electrónicas de dientes. El documento DE 102 52 298 A3 propone un modelo de diente genérico para la modelización de la geometría exterior de un diente o prótesis dental, usándose los datos conocidos de la situación de dientes (restantes) para la adaptación del modelo de diente genérico con el caso de aplicación.

20 En el estado de la técnica actual prácticamente no se tiene en cuenta la estructura interna de un diente natural, en particular la estructura interna de aquel diente para el que está prevista una prótesis dental a elaborar, para la elaboración de la prótesis dental. La estructura interna de la prótesis dental a elaborar, en particular el desarrollo de una superficie límite entre un núcleo y una capa exterior de la prótesis dental, se confía en la habilidad y la experiencia por ejemplo del protésico dental, que supervisa o realiza la elaboración del protésico dental, sin consideración de la estructura dental natural y sin reglas definidas.

30 Ahora un objetivo que sirve de base a la presente invención es proporcionar un procedimiento mencionado al inicio, un dispositivo correspondiente y un programa informático correspondiente, en el que la prótesis dental elaborada con ello puede satisfacer ampliamente, independientemente de la habilidad y experiencia del usuario, el requerimiento técnico, en particular mecánico de la prótesis dental y a este respecto en el aspecto técnico se aproxime en lo posible al aspecto deseado de un diente natural.

35 Según la invención se acomete un aspecto del objetivo arriba comentado con la propuesta de un procedimiento para la fabricación de una prótesis dental, según está definida en la reivindicación 1.

40 Según la invención se acomete otro aspecto del objetivo arriba comentado con la propuesta de un dispositivo para la realización de un procedimiento semejante, según está definido en la reivindicación 12, o de un procedimiento según una de las reivindicaciones dependientes.

45 Además, según la invención se acomete otro aspecto del objetivo arriba comentado con la propuesta de un programa informático con los medios de programa, que inducen a un dispositivo según la invención a la realización de un procedimiento según la invención, cuando se realiza el programa informático en el dispositivo.

50 Uno de los conocimientos, al que recurre la presente invención, consiste en que en el caso de una reproducción lo más amplia posible del desarrollo natural de la superficie límite entre el material de dentina y material de esmalte en el diente natural, el material del núcleo de la prótesis dental sustituye ciertamente la dentina del diente y el material de la capa exterior de la prótesis dental sustituye el esmalte en la zona de la prótesis dental, por lo que de manera sencilla y reproducible se puede conseguir un aspecto que se corresponde con el diente natural, sin que se tengan que desatender características como resistencia, elasticidad o dureza del diente restaurado.

55 Además, se ha reconocido que la determinación del límite de dentina – esmalte o su desarrollo se puede efectuar de manera apropiada, es decir, sin destruir completamente el diente o diente restante, directamente en el diente para el que está prevista la prótesis dental, a fin de permitir así una nueva fabricación lo más natural posible. Una determinación semejante del desarrollo de la superficie límite entre la dentina natural y el esmalte natural se puede realizar, por un lado, en un instante suficientemente anterior, es decir, (largamente) antes de un daño en el diente, o también por otro lado después del daño en el diente restante a disposición.

60 Pero además se ha reconocido que la presente invención no está limitada sólo al caso en el que se puede captar el

límite de dentina – esmalte mismo. Se ha encontrado que para la determinación del desarrollo de la superficie límite a elaborar se puede recurrir asimismo, es decir, complementariamente o alternativamente, a la geometría exterior o al menos una parte de la geometría exterior del diente todavía a disposición. Con conocimiento y teniendo en cuenta los procesos con los que se forma un diente natural se ha encontrado que por la geometría exterior de un diente se puede inferior sobre la geometría del límite entre el esmalte y la dentina.

Se debe atender a que con la invención no se pretende una reproducción de la superficie límite entre la dentina natural y esmalte natural del diente a sustituir aproximadamente del orden de magnitud de células individuales o todavía más finamente, aunque esto parece posible con coste correspondiente. En una realización práctica se ha encontrado que la exactitud en el rango de 20  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ , que se puede conseguir con las presente técnicas para la elaboración de por ejemplo cuerpos cerámicos o plásticos, ya proporciona resultados muy satisfactorios, habiéndose reconocido como suficiente también una resolución o precisión de forma menor hasta, por ejemplo, en el rango de 100  $\mu\text{m}$  o también 200  $\mu\text{m}$ .

Se conoce usar las bases de datos con juegos de datos de diente en el sector de restauraciones dentales. Las bases de datos conocidas hasta ahora se refieren sin embargo sólo a una geometría exterior parcial o también completa de los dientes o modelos de dientes. Un aspecto de la presente invención consiste en recurrir a una base de datos apropiada durante la fabricación de una estructura dental interior, que se ha originado entre otros en base a una investigación o medición de dientes naturales. El acceso a estructuras dentales interiores es especialmente ventajoso en particular para una imitación realista de los incisivos, pero también de dientes posteriores, como se ha reconocido por los inventores. La ventaja especial consiste de forma fundamentada en que mediante una estructura por capas en varias partes de la prótesis dental, que se orienta a la estructura de un diente natural, se puede conseguir de forma especialmente adecuada una corona o puente de prótesis dental agradable estéticamente.

Hasta ahora se ha propuesto de manera convencional una estratificación para la estructura de una prótesis dental, así se han realizado estratificaciones semejantes de forma manual por el protésico dental. El protésico dental forma por consiguiente una estructura interna como núcleo, sobre la que luego se aplica una capa exterior con masa incisal transparente. Sin embargo, la estructura de la prótesis dental que se produce con ello se basa exclusivamente en la capacidad y sensación obtenidas por la experiencia del protésico dental y no está en relación con la estructura interior natural de un diente o del diente para el que está prevista la prótesis dental. El protésico dental aspira a imitar la estructura interior del diente con la prótesis dental terminada en último término en el aspecto de un diente natural, sin tener la decisión o la información necesaria para ello.

La presente invención permite fabricar, en el caso de un amplio uso de sistemas de fabricación asistidos por ordenador, coronas dentales de cerámicas de vidrio u óxido de circonio en el procedimiento CAD/AM, sin estar limitado en este caso sólo a la reproducción solo de la forma exterior deseada. Se puede conseguir una estética deseada para la zona del incisivo dado que un diente provisto con la prótesis dental fabricada según la invención se aproxima al diente natural no sólo en la geometría exterior, sino también en su estructura interior.

Mientras que en los procedimientos convencionales, que prevén una estructura de la prótesis dental con núcleo y capa exterior, las estructuras dentales interiores (que en el argot de los protésicos dentales se han denominado hasta ahora “núcleos de dentina”, sin imitar o reproducir realmente las estructuras de dentina naturales) se han fabricado mediante fabricación manual por parte del protésico dental, por ejemplo mediante creciente de la copia digital o por reducción de la forma exterior anatómica mediante cuerpos abrasivos, y por consiguiente se basó esencialmente en la experiencia del protésico dental, la presente invención permite una fabricación completamente asistida por ordenador de una prótesis dental, inclusive de una estructura dental interior, por ejemplo, mediante los datos de una base de datos con información de dientes naturales.

En el marco del procedimiento según la invención, la toma del límite de dentina – esmalte del diente se realiza con la ayuda de una tomografía computerizada, en particular micro-tomografía computerizada, sonografía, radiografía, fotogrametría de proximidad y/o fotografía.

Los procedimientos mencionados permiten ventajosamente una determinación no invasiva y sin destrucción de la superficie límite puesta en el interior del diente y no accesible directamente por ello entre la dentina y el esmalte, de modo que también se puede realizar una determinación de este tipo, independientemente de la existencia de una necesidad de una prótesis dental, es decir, en el caso de un diente todavía no deteriorado. Por ejemplo, la toma del límite de dentina – esmalte se puede realizar en tanto que el diente está completamente configurado.

En una configuración del procedimiento según la invención, los datos geométricos tomados de forma indirecta se determinan a partir de los datos geométricos de la situación de la dentadura restante.

En particular cuando en el caso de un diente alterado, deteriorado o incluso que falta completamente no se puede realizar una determinación completa o suficiente de los datos geométricos originales del diente original, sin embargo, ventajosamente se puede usar la geometría de la dentadura restante, es decir, en particular de dientes adyacentes y/o correspondientes, para sacar conclusiones de la geometría del diente a sustituir.

En otra configuración del procedimiento según la invención, la determinación del desarrollo de la superficie límite comprende una deformación virtual de la geometría exterior modelo de un juego de datos de diente predeterminado para la adaptación a la geometría exterior del diente, para el que está prevista la prótesis dental, y una deformación virtual de una superficie límite modelo del juego de datos de diente predeterminado conforme a la deformación de la geometría exterior para la determinación de la superficie límite.

Se ha encontrado que la geometría de la superficie límite entre la dentina y el esmalte de un diente natural y la geometría exterior del diente natural se correlacionan de manera suficiente, a fin de poder determinar, partiendo de la geometría exterior del diente a sustituir, a través de una adaptación de un modelo de diente con los datos de la geometría a la geometría exterior constatada, la geometría de la superficie límite a generar mediante adaptación correspondiente de los datos del modelo de diente respecto al límite de dentina – esmalte.

En otra configuración del procedimiento según la invención, la determinación del desarrollo de la superficie límite comprende una determinación de un grupo de juegos de datos de diente, correspondiéndose un valor medio predeterminado de la geometría exterior modelo del grupo de juegos de datos de diente con la geometría exterior del diente, para el que está prevista la prótesis dental, y una determinación del desarrollo de la superficie límite mediante el valor medio predeterminado de las superficies límite modelo del grupo de juegos de datos de diente.

Alternativamente o complementariamente a la determinación arriba expuesta de la geometría de la superficie límite de la prótesis dental a elaborar mediante una “deformación” adaptada de los datos modelo también se puede recurrir a una combinación de varios juegos de datos de diente. A este respecto, esta combinación de varios juegos de datos está determinada de modo que el resultado de una aplicación de un algoritmo de promediación sobre los datos geométricos exteriores de las prótesis dentales se corresponde con la geometría exterior determinada de forma directa o indirecta del diente a sustituir (es decir, con la geometría exterior del diente a sustituir en el estado sano original o con la geometría exterior de la combinación del diente restante con la prótesis dental elaborada en el caso ideal). Si ahora este algoritmo de promediación se aplica correspondientemente también sobre la información, contenida anteriormente con los juegos de datos de diente, del límite entre el esmalte y la dentina, entonces se produce por consiguiente el desarrollo deseado de la superficie límite para la prótesis dental a elaborar.

En una realización de esta configuración del procedimiento según la invención, el valor medio se determina mediante una promediación de las posiciones absolutas y/o relativas de los puntos de referencia predeterminados.

Con la elección de puntos de referencia apropiados, por ejemplo, en forma de puntos característicos de las superficies, la determinación del valor medio para una multiplicidad de superficies tridimensionales se puede convertir en una determinación del valor medio de una pluralidad de valores de posición, manteniéndose las propiedades características del tipo de diente en cuestión.

En otra configuración del procedimiento según la invención, la determinación del desarrollo de la superficie límite comprende una determinación de un juego de datos de diente, cuya geometría exterior modelo satisface un criterio de semejanza predeterminado respecto a la geometría exterior del diente, para el que está prevista la prótesis dental, y una determinación del desarrollo de la superficie límite en base a la superficie límite modelo del juego de datos de diente.

En particular el grupo de juegos de datos de diente a disposición es grande, se puede contar con que en la pluralidad de estos juegos de datos de diente está presente al menos un juego de datos, el cual describe un diente o un modelo de diente que se corresponde exteriormente con el diente a sustituir, de modo que su geometría interior, es decir, la superficie límite entre dentina y esmalte, que está registrada en este juego de datos, indica la superficie límite entre el núcleo y la capa exterior para el diente a sustituir. Cuanto mayor sea el número de los juegos de datos de diente a disposición, tanto mayor será correspondientemente también la probabilidad de un juego de datos de diente adecuado o el número de juegos de datos de diente adecuados, describiendo el término “adecuado” una semejanza entre el diente natural a sustituir (en su forma original) y la geometría del juego de datos de diente, que sobrepasa una media predeterminada. El especialista conoce distintas medidas de semejanza, que se pueden seleccionar y/o combinar conforme a las situaciones correspondientes de la realización de la presente invención.

En otra configuración del procedimiento según la invención, la superficie límite modelo de al menos un juego de datos de diente está determinada en base a una toma de la superficie de dentina – esmalte de un diente natural con la ayuda de una tomografía computerizada, en particular micro-tomografía computerizada, sonografía, radiografía, fotogrametría de proximidad y/o una toma de la geometría exterior de la dentina de un diente natural después de la retirada del esmalte.

Aun cuando la recopilación de datos de los datos geométricos dentales en la base de datos de los juegos de datos de diente se base completamente en una determinación teórica en base a modelos apropiados, con una recopilación de datos en base a dientes reales, inclusive una recopilación de datos que no está exclusivamente libre de la destrucción, está ligada la ventaja de que, independientemente de déficits eventuales de una modelización teórica, la elaboración de la prótesis dental se basa según la presente configuración de la invención en las geometrías de dientes reales.

En una configuración más especial del procedimiento según la invención, la toma del límite de dentina – esmalte se realiza con la ayuda de fotogrametría de proximidad y/o fotografía usando la luz, para la que es permeable la dentina del diente, en particular usando la luz roja o de onda larga.

Se ha encontrado en relación con la presente invención que – aun cuando un diente natural parece normalmente opaco para el ojo humano que no puede reconocer las estructuras internas – con la elección de la luz que puede atravesar suficientemente sin trabas la capa exterior del diente, es decir el esmalte, es posible una toma de las estructuras internas en forma de la superficie límite entre la dentina y el esmalte.

En otra configuración del procedimiento según la invención, el material o los materiales para el núcleo y la capa exterior se eligen de manera que y/o la generación del núcleo y la capa exterior se realiza de manera que la translucidez de la capa exterior es mayor que la del núcleo. Preferiblemente los materiales se corresponden en su translucidez con los materiales naturales de dentina y esmalte en valores absolutos o en su comportamiento relativo. A este respecto la permeabilidad promedio a la luz (coeficiente de transmisión directa (tc) [%]) se sitúa en el rango de longitudes de onda de 400 a 700 nm con prueba de 1 mm de grosor (medido con un fotómetro espectral DU-7 (Beckman), después de un pulido con diamantes de 3 µm para la eliminación de arañazos) para el núcleo preferentemente en el rango del 20 al 65%, de forma especialmente preferida en el rango del 40 al 60%. Para la capa exterior como capa de revestimiento se prefiere por el contrario una translucidez en el rango del 65 al 95%, en particular en el rango del 67,5 al 85%. En “Composite Resin Restorations – Natural Aesthetics and Dynamics of Light” de S. Duarte et al. (Pract. Proced. Aesthet. Dent. 2003, 15(9); A-H) se especifica que el esmalte (como material de la capa de esmalte natural) tiene una permeabilidad a la luz / translucidez del 70,1% y la dentina del 52,6%.

En el caso de un ajuste de la translucidez de la capa exterior de manera que sobrepasa la translucidez del núcleo, la sensación estética de la prótesis dental se puede adaptar de manera sencilla a la de un diente natural (en particular la de los dientes adyacentes).

En otra configuración del procedimiento según la invención, el núcleo presenta un material cerámico de óxido, un material cerámico de silicato y/o un material de plástico o se compone de él y/o la capa exterior presenta un material cerámico de óxido, un material cerámico de silicato y/o un material de plástico o se compone de él. En este caso se prefiere especialmente conforme a lo anterior para la capa exterior el material translúcido, cerámico de silicato, en particular translúcido cerámico de vidrio.

Entre las cerámicas de silicatos se cuentan en el presente contexto en particular: cerámicas de vidrio, cerámicas de vidrio reforzadas con leucita, cerámicas de feldespato, cerámicas de feldespato reforzadas con leucita, cerámicas de silicato de litio y cerámicas de fluorapatita.

Los materiales mencionados ya se han usado en el sector dental en la práctica, de modo que aquí existen experiencias correspondientes para el especialista aquí correspondiente en el trato y uso, a las que se puede recurrir ventajosamente en la realización de la presente invención.

Se debe atender a que la dureza de la capa exterior tiene importancia para el modo de funcionamiento de la restauración. No debería ser demasiado elevada, dado que el diente antagonista se desgastaría en exceso. Tampoco debería ser demasiado baja, dado que por lo demás se rebajaría el revestimiento.

El núcleo de la presente invención, en una restauración convencional encuentra su correspondencia en la combinación de armazón y la así denominada “capa de dentina”. Se prefiere que el núcleo de la presente invención presente una resistencia, que se corresponde con la resistencia del armazón convencional o se sitúe por encima. Se

prefiere en cuestión para suministros individuales una resistencia mínima de 100 MPa, en el caso de puentes de tres miembros de 300 MPa en la zona del incisivo y de 500 MPa en la zona de dientes posteriores (valores según la norma).

- 5 En el caso de la elección de los materiales y propiedades para el núcleo y la capa exterior se debería tener en cuenta preferiblemente, para el caso de que se usen los materiales cerámicos, que se ensamblan mediante una cocción cerámica en el horno, el coeficiente de dilatación térmica (CDT) que puede desempeña un papel esencial para el funcionamiento del suministro (es decir la prótesis dental). Si la cerámica de revestimiento (es decir la capa exterior) llega a la fase de enfriamiento bajo tensión de compresión, esto aumenta la estabilidad del revestimiento.
- 10 Una tensión de tracción en la cerámica de revestimiento pueden conducir a resquebrajamientos y desprendimientos, es decir, a un fracaso. El CDT del revestimiento se sitúa por ello preferentemente más bajo que el del núcleo interior.

- En el caso de elección del material y de la fabricación correspondiente también se puede y debería tener en cuenta preferiblemente la estabilidad a abrasión de la capa exterior o la abrasividad del material. La selección del material para la capa exterior se realiza preferiblemente de manera que sus valores de abrasión están aproximados ampliamente a los valores de abrasión del esmalte dental natural, de modo que los dientes no se rebajan en exceso en el maxilar antagonista durante el proceso de masticado.
- 15

A continuación se explica la invención más en detalle en referencia a las figuras adjuntas:

- 20 La fig. 1 muestra una imagen en sección vertical de un incisivo central superior natural.
- La fig. 2 muestra una imagen en sección vertical de una parte de prótesis dental (corona) de un incisivo central superior, que se ha realizado según una forma de realización de la invención.
- 25 La fig. 3 muestra una imagen en sección vertical de una prótesis dental (corona) de un incisivo central superior, que se ha fabricado según otra forma de realización de la invención.
- La fig. 4 esboza una vista frontal de un incisivo central superior natural con núcleo de dentina interior representado.
- 30 La fig. 5 ilustra una modificación proporcional dinámicamente de una estructura dental interior por capas (núcleo de dentina) conforme a una modificación de la geometría exterior.
- La fig. 6 ilustra una modificación no proporcional dinámicamente de una estructura dental interior por capas (núcleo de dentina) conforme a una modificación de la geometría exterior.
- 35 La fig. 7 ilustra una no modificación estática de una estructura dental interior por capas (núcleo de dentina) en el caso de una modificación de la geometría externa.
- 40 La fig. 8 ilustra el principio de correlación biogénico entre características de superficie de diente y forma de diente exterior y estructura interna por capas, en particular el núcleo de dentina.
- La fig. 9 ilustra el comportamiento óptico frente a la luz en las capas de un incisivo central superior.
- 45 La fig. 10 muestra esquemáticamente las etapas del procedimiento de una forma de realización del procedimiento según la invención.
- La fig. 11 muestra esquemáticamente un desarrollo del procedimiento de una forma de realización del procedimiento según la invención.
- 50 La fig. 1 muestra una imagen en sección vertical de un incisivo 1 central superior natural con la superficie exterior 2 y la estructura interior por capas. La representación del diente 1 comprende esquemáticamente la pulpa dental 3, dentina 4 y zona de esmalte 5 (también denominada cubierta incisal). Básicamente todo el diente 1 también se puede subdividir en una zona de la corona dental 6 y una zona de la raíz de diente natural 7. En la fig. 1 también se puede reconocer entre otros el desarrollo natural de la superficie límite 8 entre la dentina 4 y el esmalte 5.
- 55 La fig. 2 muestra una imagen en sección vertical de una pieza de prótesis dental (corona) en un incisivo central superior, que se ha fabricado según una forma de realización de la invención. La prótesis dental 10, aquí corona postiza, está dispuesta en un raigón 9 tallado de un incisivo 1' central superior como diente restante, comprendiendo 60 la prótesis dental 10 un núcleo 12 cerámico y una capa exterior 14 cerámica. La superficie límite 8' entre el núcleo

12 y la capa exterior 14 se corresponde en su desarrollo con la superficie límite 8 de la fig. 1. La superficie exterior 2' de la capa exterior 14 también se corresponde en su desarrollo con la superficie exterior 2 de la fig. 1. En la prótesis dental representada en la fig. 2 no está previsto un refuerzo adicional del núcleo 14 en forma de una estructura altamente resistente. En el caso de resistencia suficiente del núcleo 14 y/o capa exterior 12 se puede prescindir de un armazón de este tipo. La fabricación del núcleo 12, cuya forma exterior 8' (es decir, la superficie límite entre el núcleo 12 y la capa exterior 14) en la zona de la prótesis dental 10 se corresponde con la del núcleo de dentina 4 de la fig. 1, se realiza en base de una base de datos de una base de datos de estructuras dentales mediante procedimientos asistidos por ordenador (en particular CAD/CAM y procedimientos generativos). La fabricación de la capa exterior 14 se realiza manualmente mediante apilado o sobreprensado. La fabricación de la cubierta incisal 14 también se puede realizar en base de un juego de datos de la base de datos de estructuras dentales mediante procedimientos asistidos por ordenador (en particular CAD/CAM y procedimientos generativos). La corona dental postiza 10 y la raíz de diente natural 9 forman una estructura global.

Aun cuando la fig. 2 muestra un caso en el que una corona está superpuesta sobre un diente restante, así la presente invención no está limitada a constelaciones de este tipo. En particular la invención también se puede implementar en una corona sobre un implante, en el que luego preferentemente los componentes convencionales de pilar y armazón se representan preferiblemente en forma del núcleo según la invención. Además, la invención tampoco está limitada a que el núcleo se rodee (completamente) por la capa exterior. En este sentido la presente invención también se refiere a las posibilidades, como por ejemplo, la elaboración de una prótesis dental en la que sólo se sustituye la parte frontal del diente.

La fig. 3 muestra una vista en sección vertical de una pieza de prótesis dental (corona) en un incisivo central superior, que se ha fabricado según otra forma de realización de la invención. La pieza de prótesis dental 20, aquí como en la fig. 2, una corona postiza, está dispuesta sobre un raigón 9 tallado de un incisivo 1' central superior. La pieza de prótesis dental 20 comprende un núcleo con una estructura de armazón 26 altamente resistente y una capa cerámica 12' aplicada sobre ella, así como una capa exterior 14 que está dispuesta de nuevo sobre la capa cerámica 12', de modo que la capa exterior 14 y la capa cerámica 12' forman una superficie límite 8'. La capa exterior 14 está formada por masa incisal o transparente cerámica como cubierta incisal. Similar a la fabricación de la prótesis dental, que está mostrada en la fig. 2, la fabricación de la capa cerámica 12' del núcleo se realiza en base a un juego de datos de una base de datos de estructuras dentales mediante procedimientos asistidos por ordenador (en particular CAD/CAM y procedimientos generativos), estando prevista por ejemplo una fabricación manualmente mediante apilado o mediante sobreprensado para la fabricación de la capa exterior 14. La fabricación de la capa exterior 14 se puede realizar además en base a un juego de datos de la base de datos de estructuras dentales mediante procedimientos asistidos por ordenador (en particular CAD/CAM y procedimientos generativos). Aquí la corona dental postiza 20 y la raíz de diente natural 9 también forman una estructura global.

La fig. 4 esboza una vista frontal de un incisivo 1 central superior natural con núcleo de dentina 4 interior representado e ilustra su estructura interior por capas estructurada, pudiéndose reconocer adecuadamente la configuración de las estructuras irregulares del núcleo de dentina en la dirección del borde incisal 34 (así denominados mamelones 32), así como la configuración irregular del borde incisal 34 mismo.

La fig. 5 ilustra una modificación proporcional dinámicamente de una estructura dental interior por capas (núcleo de dentina) conforme a una modificación de la geometría exterior. En el caso de la representación en la fig. 5 (asimismo como la de en las figuras 6 a 8) se trata de una visualización de datos geométricos en un juego de datos de diente y su manipulación o modificación. Los elementos individuales, que están representados en la fig. 5, se corresponden con la representación de la fig. 4, de modo que se puede prescindir de una explicación posterior y una repetición de las referencias. La fig. 5 muestra, como el juego de datos visualizado en la zona izquierda se transfiere a través de escalamiento proporcional a un juego de datos que representa un diente más grande. Sin embargo, a este respecto se conservan las relaciones de tamaño relativas de los elementos dentales individuales. Asimismo también se puede convertir un juego de datos en un juego de datos para un diente más pequeño.

La fig. 6 ilustra una modificación no proporcional dinámicamente de una estructura dental interior por capas (núcleo de dentina) conforme a una modificación de la geometría exterior. En la transferencia que está representada en la fig. 6 no se realiza un estiramiento o recalado uniforme en todas las dimensiones. En este caso el escalamiento no es proporcional, de modo que se modifican parcialmente las relaciones de tamaño (aquí altura respecto a anchura).

La fig. 7 ilustra una no modificación estática de una estructura dental interior por capas (núcleo de dentina) en el caso de una modificación de la geometría exterior. En la transición mostrada en la fig. 7, la estructura de dentina permanece inalterada en su tamaño y forma, mientras que la geometría exterior modifica en conjunto su tamaño.



La invención no está limitada a las modificaciones mostradas en las fig. 5 a 7. En particular también son posibles otras modificaciones en los juegos de datos, lo que incluye también combinaciones de los escalamientos de la fig. 5 a 7 entre sí o con otras modificaciones en los juegos de datos.

- 5 La fig. 8 ilustra el principio de correlación biogénico entre características de superficie de diente y de forma de diente exterior y la estructura interior por capas, en particular el núcleo de dentina. A este respecto un número reducido de puntos específicos en la superficie de diente exterior y/o características de forma de diente y de superficie de diente específicas (p. ej. ángulo mesial y distal de las esquinas de los bordes incisales, radios de curvatura de la superficie labial, etc.) determinan una geometría definida de las estructuras dentales interiores, en particular del núcleo de dentina. Los ángulos indicados en la fig. 8 simbolizan el rasgo del redondeamiento del borde mesial y distal de un incisivo. Con frecuencia el borde mesial de un incisivo está menos redondeado que el borde distal. El ángulo así formado aparece luego mesial con aprox. 90°, mientras que el borde distal de un incisivo presenta un redondeamiento mayor, es decir, el ángulo es mayor de 90°. En el lenguaje técnico esta característica se denomina "característica de ángulo". Las flechas ilustran la relación y la dependencia entre las características de la superficie exterior respecto a las características de la superficie interior.

La fig. 9 ilustra el comportamiento óptico frente a la luz de las capas de un incisivo central superior. La fig. 9 muestra el diferente comportamiento óptico frente a la luz de la zona incisal 5 y núcleo de dentina 4 en el ejemplo de una imagen en sección a través de un incisivo 1 central superior. La representación de la fig. 9 se corresponde con la de la fig. 1 con supresión de la pulpa 3. Mediante el uso de distintas longitudes de onda, junto a la superficie de diente 2 también se pueden dibujar de forma digital tridimensional las estructuras dentales interiores por capas más profundas (en particular la superficie límite entre el núcleo de dentina 4 y esmalte 5) a través de equipos de registro 3D, en particular al usar la luz de onda larga, p. ej. luz infrarroja o luz láser infrarroja. El modo de funcionamiento de equipos de registro 3D se conoce básicamente. Los dispositivos conocidos trabajan, por ejemplo, en base a la triangulación de luz en bandas, triangulación de luz láser o señal de vídeo. La longitud de onda  $\lambda_1$  es menor que la longitud de onda  $\lambda_2$ . La longitud de onda  $\lambda_1$  es, por ejemplo, para luz azul de onda corta, que se refleja en el esmalte dental 5, es decir, la superficie exterior 2 del diente 1, mientras que  $\lambda_2$  es para p. ej. luz roja de onda larga o luz infrarroja, que atraviesa la zona de esmalte 5 y sólo se refleja la superficie límite entre la dentina 4 y esmalte 5. De esta manera se puede mirar en cierta medida dentro del diente.

La fig. 10 muestra esquemáticamente las etapas del procedimiento de una forma de realización del procedimiento según la invención en tres alternativas. Se muestra esquemáticamente un flujo de trabajo básico para la aplicación de una base de datos con juegos de datos de la superficie de diente exterior y juegos de datos de la estructura interior por capas, así como la correlación dinámica. A este respecto se diferencian, a modo de ejemplo, tres posibilidades en la aplicación de la base de datos con correlación dinámica o estática.

En un primer caso está presente una imagen especular del diente que falta y se toma como juego de datos (etapa 101). Este juego de datos se refleja con simetría axial alrededor del eje de diente vertical (etapa 103) y a continuación se selecciona el juego de datos más similar en su superficie exterior de diente de la base de datos (etapa 115), por ejemplo, con la ayuda del método de "best-fit-alignment". Dado que en la base de datos de dientes respecto a cada superficie exterior de diente tomada como juego de datos existe una correlación (de forma dinámica y estática) con los datos de la estructura dental interior por capas, se pueden llamar los datos de las estructuras dentales interiores por capas, en particular los datos respecto al núcleo de dentina y cubierta incisal o respecto a la superficie límite entre el núcleo de dentina y cubierta incisal (etapa 117). Estos datos se usan luego a través de equipos de fabricación asistidos por ordenador (en particular CAD/CAM, procedimientos generativos) para la fabricación de los componentes de la prótesis dental a elaborar (etapa 121). La terminación final de la pieza de prótesis dental se realiza a continuación mediante apilado manual (en particular cerámica y plástico), mediante prensado y sobreprensado o mediante conexión de las capas individuales, elaboradas computacionalmente mediante pegado o cocción del compuesto sinterizado (etapa 123).

En una segunda posibilidad se constata que no está presente una imagen especular del diente que falta (etapa 105), en donde el usuario luego, por ejemplo según criterios subjetivos, selecciona el juego de datos más apropiado en su estructura dental exterior de la base de datos (etapa 107). Este juego de datos de la estructura dental exterior se usa luego, según se describe arriba, para el proceso de procesamiento posterior (etapas 115, 117, 121, 123).

En el caso de una tercera posibilidad no se encuentra igualmente ninguna imagen especular del diente que falta (etapa 109). De la base de datos se selecciona el juego de datos más similar en su superficie exterior de diente de un diente adyacente o de una sección parcial maxilar (p. ej. frontal maxilar superior) de la base de datos (etapa 111), por ejemplo con la ayuda del método "best-fit-alignment". El juego de datos de la sección parcial maxilar se compone de los juegos de datos individuales de las estructuras exteriores dentales de los tipos de dientes contenidos en esta

sección parcial maxilar (p. ej. sección frontal maxilar superior 1ª a 3ª, sección frontal maxilar inferior 1ª a 3ª, sección maxilar dental lateral 4ª a 8ª). Al diente adyacente adaptado en su superficie exterior de diente se le puede asociar el juego de datos más apropiado de la estructura exterior dental del diente que falta debido a la correlación dentro del juego de datos de la sección parcial maxilar (etapa 113). Este juego de datos se usa luego, según se ha descrito 5 arriba, para el proceso de procesamiento posterior (etapas 115, 117, 121, 123).

La fig. 11 muestra esquemáticamente un desarrollo del procedimiento de una forma de realización del procedimiento según la invención, no debiéndose recorrer – como también ya en la fig. 10 – según la invención todas las etapas del procedimiento, sino existiendo alternativas.

10

En la etapa 201 en base a una toma del límite de dentina – esmalte del diente, para el que se debe elaborar la prótesis dental, se constata el desarrollo de la superficie límite entre el núcleo y la capa exterior de la prótesis dental, usándose los datos de la superficie límite luego en la etapa 203 para la generación, es decir fabricación, de la prótesis dental.

15

Una alternativa o ampliación a ello consiste en, según está indicado con la etapa 205, recurrir a la geometría exterior del diente a sustituir, tomándose los datos geométricos de forma directa (por ejemplo mediante medición o escaneado directo) o de forma indirecta (por ejemplo mediante toma de los datos geométricos de la dentadura restante, en particular del diente antagonista y/o de los dientes adyacentes y/o contrapiezas especulares en la dentadura). Los datos se determinan aquí en la etapa 207 a partir de los datos geométricos de la situación actual (o tomada en un instante anterior) en el espacio bucal del paciente, cuando no están a disposición suficientes datos del diente a sustituir o ninguno.

20

La etapa 205 comprende en la representación de la fig. 11 tres alternativas, que también se pueden vincular entre sí, para obtener una mejora posterior de la determinación del desarrollo de la superficie límite.

25

En una alternativa en la etapa 209 se deforma virtualmente la geometría exterior de un modelo de diente (juego de datos de diente), de modo que esta geometría exterior deformada se corresponde con la geometría exterior del diente (en el estado sano), para el que está prevista la prótesis dental. La deformación correspondiente (p. ej. 30 escalamiento, distorsión, torsión) se aplica luego por ordenador sobre los datos de la superficie límite modelo, a fin de obtener así en la etapa 211 los datos para el desarrollo de la superficie límite entre el núcleo y la capa exterior de la prótesis dental para la elaboración de la prótesis dental.

30

En otra alternativa en la etapa 213 se determina un grupo de juegos de datos de diente, que están elegidos de modo que un algoritmo de valor medio predefinido aproxima la geometría exterior del diente a sustituir en caso de su 35 aplicación sobre los datos geométricos exteriores de estos juegos de datos. Este algoritmo se aplica luego en la etapa 215 sobre los datos del desarrollo del límite de dentina – esmalte natural en los juegos de datos, a fin de obtener de nuevo los datos para la elaboración de la prótesis dental con la superficie límite según la invención.

35

En una tercera alternativa en la etapa 217 se selecciona un juego de datos de diente, cuyos datos geométricos exteriores son suficientemente similares a los datos geométricos exteriores de la prótesis dental a elaborar (o diente en el estado sano), es decir, que en una determinación computacional de la semejanza consiguen un valor suficientemente bueno por encima o por debajo del umbral predeterminado. Los datos en este juego de datos se usan luego para la determinación del desarrollo de la superficie límite entre el núcleo y la capa exterior en la 45 elaboración según la invención de la prótesis dental (etapa 219).

40

45

Una ventaja especial de la presente invención consiste en que no sólo permite generar dientes totalmente anatómicos mediante tecnologías de fabricación asistidas por ordenador, en particular CAD/CAM, sino que también posibilita una prótesis dental que está orientada en su estructura interior a un diente natural. El núcleo previsto por la 50 invención, cuya forma exterior se corresponde con la forma exterior de un núcleo de dentina natural de un diente, ofrece especialmente en la zona del incisivo la ventaja de que, mediante el apilamiento de masas incisales, se pueden obtener de forma rápida y efectiva restauraciones muy estéticas, que tienen un efecto estético mejorada en comparación a restauraciones fresadas totalmente anatómicas, que no tienen en cuenta la estructura interior del diente. Hasta ahora para la elaboración de una prótesis dental multicapa se ha previsto una así denominada técnica 55 “cut-back” con remoción manual de la zona incisal de una corona dental fresada completamente anatómica, lo que significa un esfuerzo adicional para el protésico dental. Además, la estructura interior conseguida con ello de la prótesis dental se basa puramente en el planteamiento del protésico dental y es independiente de una estructura natural real del diente.

50

55

El núcleo interior previsto según la invención de la prótesis dental se genera en particular ventajosa en base a los

60

datos de una base de datos basándose en dientes naturales escaneados y permite una reproducción muy natural del diente natural a sustituir.

En una primera prueba de la presente invención se ha fabricado la prótesis dental de bloques cerámicos de vidrio.

- 5 No obstante, también son apropiados otros materiales, por ejemplo materiales cerámicos de óxido, para la aplicación en relación con la presente invención. Así es perfectamente posible usar óxido de circonio en el caso de translucidez elegida correspondientemente (preferiblemente 40% al 60%, véase arriba) como material para el núcleo de la prótesis dental según la invención. Esto trae entre otros la ventaja de que por consiguiente se pueden fabricar puentes completamente cerámicos, anatómicamente reducidos parcialmente (así con estructura de núcleo interna  
10 conforme a la invención) mediante sistemas asistidos por ordenador.

- Un aspecto de la presente invención se refiere a una base de datos de estructuras dentales, que reproduce los dientes en forma digitalizada, presentando la superficie del diente una correlación con las estructuras dentales internas por capas. Otro aspecto se refiere además a un procedimiento para el registro de superficies de diente  
15 exteriores, las estructuras dentales interiores por capas correspondientes y un procedimiento para la determinación de la correlación entre las superficies de diente exteriores y las estructuras dentales interiores por capas correspondientes.

- La mayor parte del diente humano se compone de dentina, que forma la primera “envoltura de protección” para la pulpa situada en ella. La pulpa también se denomina coloquialmente el “nervio dental”. El componente principal es tejido conjuntivo unido suelto con numerosas células, sustancia base intercelular, fibras reticulares como también colágenas y no en último término también nervios y vasos. La dentina se cubre de nuevo en la zona de la corona del esmalte dental y en la zona de la raíz del elemento de raíz. El esmalte, la dentina y el cemento representan conjuntamente la sustancia dura dental del diente humano. En este caso el esmalte dental es la sustancia más dura  
25 del cuerpo humano con dureza Vickers de 250-550 y una resistencia a presión de 300-450 MPa. Su módulo de elasticidad es de 50000-85000 MPa. La dentina por el contrario es más elástica (módulo de elasticidad 15000 – 20000 MPa), dado que dispone de una fracción claramente más elevada de sustancia orgánica. La dureza Vickers es de 60-70 en la dentina y la resistencia a presión se sitúa en 200 – 350 MPa. El elemento de raíz es similar en su estructura, como también dureza, al hueso humano, sin estar vascularizado como éste. Ya pertenece al aparato de  
30 sujeción de diente, dado que en él comienzan las fibras paradontales, que anclan de forma móvil los dientes en el alveolo. Al contrario que en la naturaleza, las restauraciones no están limitadas sólo a los dientes individuales. Además, también se puede extender en forma de puentes a través de huecos de dientes. En un caso semejante la restauración debe aguantar sollicitaciones a flexión claramente más elevadas que, por ejemplo, la dentina natural.

- 35 Actualmente hay muchos procedimientos de fabricación asistidos por ordenador, que no ofrecen una base de datos para la fabricación de los dientes. Algunos sistemas ofrecen por el contrario bases de datos, que se basan en los datos de los dientes de resina confeccionados escaneados, o se han originado mediante un crecimiento manual por parte del protésico dental.

- 40 En la así denominada “superficie masticadora biogénica” descrita en el documento DE 102 52 298 B3 del sistema Cerec de la empresa Sirona (Bensheim – Alemania), que se ha desarrollado por el prof. Dr. Albert Mehl, en base de algunos miles de dientes naturales escaneados y mediante la sustancia del diente restante del diente a sustituir se intenta calcular una geometría dental lo más adaptada posible a partir de esta base de datos para fracciones de dientes que faltan. El objetivo es llegar a una geometría comparablemente natural de las coronas parciales (inlays,  
45 onlays). Solo hay aplicación del “modelo dental biogénico” en la zona de dientes posteriores. En el modelo de diente biogénico la sustancia dental que falta de la superficie exterior dental se complementa mediante la optimización de un juego de datos del modelo de diente genérico del raigón deseado en la sustancia dental restante presente y/o dentado antagonista y/o situación de diente adyacente y/o registros y mordida. La aplicación del principio biogénico sobre la estructura dental interior por capas no se describe en la patente mencionada.

- 50 Además, por el documento DE 103 12 848 A1 se conoce una base de datos de dientes. Este documento también menciona de forma no específica en general el aspecto de la estructura interior de un diente, sin entrar en detalles o el límite de dentina – esmalte de un diente natural. Una superficie interior puede ser, por ejemplo, en la zona de dientes posteriores, la superficie del diente situada sobre la superficie masticadora hacia dentro hacia la fisura dental (= depresión acanalada en la superficie masticadora), o en la zona de incisivos y zona de dientes posteriores la superficie del diente situada hacia dentro hacia el paladar o hacia la lengua. Una estructura interior puede ser en el modelo de diente descrito la configuración de tipo reborde sobre la superficie del diente situado hacia dentro hacia la fisura dental (= depresión acanalada en la superficie masticadora), es decir, el relieve de la superficie masticadora, o en el incisivo de la estructura del diente de tipo relieve situado en el lado interior del diente (hacia el paladar o hacia  
60 la lengua). La pregunta de la estructura interior de un diente también se puede referir a la subdivisión en la pulpa,

por un lado, y la combinación de la dentina y esmalte, por otro lado.

La empresa Siirona ofrece para el sistema Cerec una base de datos, en la que al usuario se le predetermina en la zona del incisivo una estructura de mamelones estática, generada según unas directrices de construcción geométricas (abolladura de tipo dedo de la dentina en la dirección de la zona incisal), que se puede representar luego en un equipo de salida.

En el trabajo de disertación del Sr. Florian Andreas Probst (Investigaciones tridimensionales sobre la morfología de los incisivos superiores – Disertación del trabajo del doctorado de odontología en la Facultad de Medicina de la Universidad Ludwig-Maximilian de Múnich, presentado por Florian Andreas Probst de Dachau (2007), ponente Prof. Dr. Albert Mehl) describe éste de forma detallada la morfología tridimensional de los incisivos superiores. En este trabajo tampoco se entra en la estructura tridimensional interior por capas de estos dientes.

Se puede resumir que actualmente no hay bases de datos para la estructura tridimensional interior por capas de los dientes de la zona de incisivos o dientes posteriores. Por ello bajo el término de “base de datos de estructuras dentales” se entiende en particular una base de datos / biblioteca, que comprende las estructuras tridimensionales interiores por capas y las superficies correspondientes de los dientes específicos correspondientes en forma digitalizada y/o realmente existente.

Asimismo para la generación automática de la estructura dental interior por capas, en particular del núcleo de dentina, no está presente un procedimiento. Sin embargo, esto sería muy importante dado que por consiguiente se podrían aumentar los costes de fabricación de la prótesis dental y la eficiencia de costes de sistemas CAD/CAM.

En relación con la presente invención se produce una base de datos de estructuras dentales, que tiene en cuenta tanto la morfología exterior (superficie) como también la estructura interior por capas (dentina y esmalte) de los dientes y en particular posibilita una correlación dinámica definida y/o correlación estática y/o correlación biogénica entre la morfología exterior y la estructura interior por capas de los dientes. En este caso también se debe mencionar un procedimiento, que posibilita el registro de la estructura interior por capas de los dientes. Los datos registrados pueden tener como base tanto dientes naturales como también estructuras dentales elaboradas de forma postiza.

Bajo el término de “correlación” se entiende aquí la asociación de un juego de datos, que describe la estructura interior por capas, al juego de datos que describe la geometría exterior de diente del diente. Asimismo bajo “correlación” se entiende aquí la asociación de un juego de datos, que describe la geometría exterior de diente de un diente de una sección parcial maxilar (p. ej. 1<sup>er</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>er</sup>, 4<sup>o</sup> cuadrante), a un juego de datos que describe la superficie exterior de otro diente de la misma o de otra sección parcial maxilar. La correlación se determina empíricamente preferiblemente en dos aplicaciones p. ej. en dientes naturales, se determina mediante cálculo matemático o se constata por modelos técnicos dentales.

A este respecto se puede realizar un registro de los datos para la presente se invención de diferentes maneras, que se describen por ejemplo a continuación.

Un registro tridimensional de los datos de dientes se puede realizar mediante un escaneo de los dientes naturales extraídos. Para ello se pueden usar escáneres 3D tanto mecánicos como también ópticos. En los escáneres ópticos se puede usar de nuevo tanto los escáneres de corte láser, como también escáneres de luz por bandas. Para obtener la estructura dental interior, por ejemplo, se corroe la capa de esmalte, que se compone de sustancias inorgánicas (hidroxiapatita, fluoroapatita,  $\text{CaPO}_3$ ), mediante ácidos, preferiblemente ácido fluorhídrico (HF). Dado que el núcleo de dentina interior y la pulpa dental totalmente interior (“nervio dental”) está hecho en gran parte de sustancias orgánicas, p. ej. proteoglicanos, la geometría interior dental se conserva como armazón y se puede escanear así. Debido a la presencia de áreas, que no se modifican mediante el proceso de corrosión, en particular en la zona de la raíz, se puede realizar una asociación digital (la así denominada “combinación”) de geometría exterior e interior.

Además, es posible detectar la geometría exterior de diente y la geometría interior de diente por capas mediante micro-tomografía computerizada y poner a disposición estos datos como juego de datos 3D en la base de datos de dientes.

Asimismo es posible elaborar, mediante una remoción mecánica controlada por capas y detección bidimensional de las superficies de corte, una geometría dental tridimensional con estructura interior y exterior y depositarla en forma digital en una base de datos de dientes.

Básicamente también es posible registrar la estructura tridimensional de dientes naturales mediante fotografías de distintas posiciones de cámara o una fotografía simultánea de varias cámaras de distintas posiciones (fotogrametría), pudiéndose iluminar el diente a registrar en particular para el registro mejorado de la geometría interior dental mediante la fuente de luz (p. ej. luz ultravioleta, luz del día, luz azul, rayos de placas especiales, etc.) para el aumento del contraste, en particular también desde el lado opuesto de la cámara. Este modo de proceder tiene la ventaja de que no se necesitan dientes extraídos, sino que se puede registrar un gran número de dientes naturales dentro sin destrucción en un intervalo de tiempo muy corto.

Básicamente es posible registrar la geometría exterior de diente mediante un escáner intraoral, es decir, un escáner que toma una imagen 3D de la boca, en particular mediante la aplicación de una proyección de luz en banda, proyección de corte de luz láser y/o medición de profundidad de contraste. Al usar otra longitud de onda para la proyección de luz o proyección de corte láser, la luz o el rayo láser penetra a través del esmalte transparente en el diente y se refleja primeramente en una capa más profunda, en particular la capa de dentina. Los datos 3D generados mediante este modo de proceder reproducen en consecuencia la estructura dental interior, es decir, en particular el núcleo de dentina del diente.

Básicamente también es planteable determinar la geometría exterior interior y exterior del diente mediante otros métodos físicos de registro, en particular el registro mediante sonografía (ultrasonidos), rayos X, radiación radiactiva, etc.

Otra posibilidad se representa por una generación de datos tridimensionales de la geometría exterior de diente y geometría interior de diente mediante fabricación manual por parte del protésico dental o mediante procedimientos RP. En una realización de esta variante se toman moldes de dientes naturales y se hacen fotos bidimensionales de los dientes individuales, sobre los que se pueden reconocer adecuadamente las zonas de dentina e incisales. Los moldes se vierten con escayola súper dura y los dientes se separan individualmente por el protésico dental. A continuación esta geometría exterior se detecta tridimensionalmente mediante escaneo 3D. En una etapa siguiente se reduce la geometría exterior por parte del protésico dental mediante el procedimiento "cut-back" mediante remoción, en particular mediante fresado, a excepción un núcleo de dentina, orientándose el protésico dental en su "cut-back" en las fotos bidimensionales. La estructura interior dental se registra a continuación tridimensionalmente mediante escaneo 3D y se ensambla mediante áreas de diente no mecanizadas con la forma exterior de diente. Además, para la facilitación del trabajo también es posible duplicar los dientes de escayola individuales y verterlos en cera. De este modo es posible una reducción más sencilla de la geometría exterior de diente mediante medidores de cera o instrumentos de cut-back. La posibilidad más amplia se representa por la fabricación de geometrías exteriores de cera o plástico mediante los datos 3D de los dientes, que se han generado mediante escaneo intraoral. Estos datos se convierten mediante procedimientos de fresado o procedimientos RP (Rapid Prototyping) en una geometría real (p. ej. en cera o plástico y se pueden procesar posteriormente por el protésico dental en el procedimiento cut-back y luego se escanea tridimensionalmente la geometría interior de diente y se reúne con la geometría exterior de diente.

El conocimiento que sirve de base para la presente invención consiste en registrar, junto a las estructuras exteriores de diente, también las geometrías dentales interiores por capas y usarlas junto con las geometrías exteriores de diente, por ejemplo se depositan en una base de datos. Es especialmente ventajoso que las estructuras exteriores de diente y estructuras interiores por capas estén conectadas entre sí de forma dinámica, de modo que en el caso de una modificación de forma virtual de la geometría exterior también se puede modificar la estructura dental interior. Otro aspecto ventajoso consiste en que, debido al registro digital de un gran número de geometrías exteriores de diente y geometrías interiores de diente tridimensionales, es posible crear una relación fija entre la estructura interior de diente por capas y la forma exterior de diente. Además, según la invención la base de datos se puede llevar a la situación de hacerle una propuesta de geometría interior de diente al usuario en el caso de selección de una geometría exterior apropiada, propuesta que se corresponda con elevada probabilidad con la geometría interior dental natural del diente natural.

Los inventores han reconocido una relación entre la geometría exterior de diente y geometría interior de diente, por ejemplo, que determinados tipos de formas (p. ej. oval, cuadrada, triangular) indican una estructura dental interior característica (p. ej. estructura de mamelones marcada con dientes triangulares amplios). La invención posibilita registrar estos conocimientos en forma digital tridimensional como base de datos dinámica.

Los juegos de datos tridimensionales, registrados digitalmente por ejemplo con los procedimientos descritos arriba de una pluralidad de dientes naturales se memorizan ventajosamente en la base de datos tanto con su geometría exterior de diente, como también con la estructura dental interior por capas. Asimismo en la base de datos se pueden depositar de igual manera juegos de datos que se generan por trabajo previo manual y detección digital

tridimensional subsiguiente.

También es posible registrar juegos de datos de secciones parciales maxilares totalmente dentadas de forma digital tridimensional, como por ejemplo zona incisal de maxilar superior completamente dentada (de canino a canino), el frontal de maxilar inferior completo (de canino a canino), así como los 4 segmentos de dientes posteriores de maxilar superior e inferior (de 1<sup>er</sup> premolar hasta el 3<sup>er</sup> molar). Entre los juegos de datos de los dientes individuales se elabora una vinculación matemática, de modo que se origina un juego de datos de orden superior, que contiene los juegos de datos de todos los dientes individuales de la sección parcial maxilar. Por consiguiente a cada tipo de diente de la sección parcial maxilar se le puede asociar otro tipo de diente correlacionado de la misma sección parcial maxilar.

La asociación de dientes escaneados a los distintos tipos de dientes (incisivo central, incisivo lateral, canino, 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> premolar, 1<sup>er</sup>, 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> molar) se realiza por ejemplo individualmente por el programador. Otra subdivisión de los tipos de dientes correspondientes en distintos grupos de forma se puede realizar mediante la evaluación de las características de superficie y forma específicas para los dientes. Estas características pueden ser, por ejemplo:

- curvatura mesiodistal
- curvatura incisocervical
- redondeamiento del borde de corte distal
- redondeamiento del borde de corte mesial
- característica de ángulo
- desarrollo de borde incisal
- componentes de la estructura superficial como acanaladuras longitudinales o elevaciones

El agrupamiento de los juegos de datos escaneados en distintos grupos de forma se puede realizar mediante valoración visual o digitalmente con un cálculo "best-fit-alignment". El resultado es en ambos casos una base de datos de dientes, que presenta una subdivisión de los distintos tipos de diente en varios grupos de forma.

De igual manera también es posible asociar las estructuras dentales interiores registradas digitalmente (en particular estructuras de núcleo de dentina) de los distintos tipos de dientes (incisivo central, incisivo lateral, canino, 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> premolar, 1<sup>er</sup>, 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> molar) con el método arriba mencionado de distintos grupos de forma. La asociación se realiza aquí igualmente mediante valoración visual o, por ejemplo, mediante un cálculo "best-fit-alignment". Aquí se origina una base de datos con estructuras dentales interiores, que presenta una estructuración en distintos grupos de forma. Adicionalmente es posible establecer una correlación entre geometrías interiores de diente y geometrías exteriores de diente. A una forma exterior de diente se le hace una propuesta de geometría interior de diente, con ayuda de la base de datos, la cual se corresponde con probabilidad elevada con la geometría interior de diente real. Esta probabilidad es tanto mayor cuantos más juegos de datos están contenidos en la base de datos de dientes.

Aquí como aplicación novedosa también es posible usar el modelo de diente biogénico. A este respecto se calcula una geometría interior promedio (por ejemplo núcleo de dentina) a partir de una pluralidad de distintos juegos de datos presentes de la base de datos, que presenta todas las características de la geometría interior de diente características para el tipo de diente correspondiente. A este respecto no es una superposición pura de respectivos puntos individuales ( $x_n$ ,  $y_n$ ,  $z_n$ ), que describen la geometría interior de diente, dado que esto conduciría a un juego de datos disipado, sin estructura, que no se correspondería de ninguna manera a una geometría interior de diente típica. Mejor dicho el "núcleo de dentina" se descompone en componentes individuales (estructuras de mamelones, surco incisal, desarrollo incisal del núcleo de dentina, etc.), a fin de encontrar así "correspondencias" para promediar lo mismo con lo mismo. De este modo se impide que las estructuras esenciales del "núcleo de dentina" se promedien durante la formación de la geometría promedio, según ocurre en el caso de superposición convencional, por ejemplo, en el caso de estructuras de mamelones. Con este procedimiento se obtiene una "geometría interior de diente promedio" con los valores promediados de los componentes característicos, como estructuras de mamelones, surco incisal, borde incisal, etc.

En la siguiente etapa se determina la desviación de las geometrías interiores individuales de la geometría interior promedio mediante transformación del eje principal. Si en último término se debe reconstruir una estructura dental interior por capas, entonces aquí se vincula el modelo de diente biogénico en este caso con la geometría exterior de diente. A este respecto la estructura dental interior por capas, en particular el núcleo de dentina, se corresponde con la sustancia dental que falta en la reconstrucción de inlay biogénica. Una distribución especial determinada de pocos puntos de construcción sobre la superficie exterior de diente condiciona una morfología determinada del núcleo de diente. La combinación del "núcleo de dentina promedio" con el modelo biogénico de la geometría exterior de diente posibilita asociarle con elevada probabilidad un núcleo de dentina más apropiado a una geometría

5 exterior de diente predeterminada. La relación morfológica entre la geometría exterior de diente y la estructura dental interior por capas se basa en su configuración básica sobre un plan constructivo condicionado genéticamente, de modo que con gran probabilidad se le puede asociar a una geometría exterior de diente determinada una estructura dental interior por capas, en particular el núcleo de dentina, una geometría exterior de diente determinada y a la inversa.

10 Según una vinculación digital de la geometría exterior de diente con la geometría interior de diente se origina una correlación entre estos dos juegos de datos, que puede ser de forma dinámica y/o estática. En el caso de una vinculación estática no se modifica la geometría interior por una modificación de la geometría exterior, es decir, que p. ej. el núcleo de dentina se conserva de igual manera. En el caso de una correlación dinámica se modifica por el contrario la estructura dental interior de forma proporcional con la estructura exterior de diente. Todos los valores X, Y, Z de la geometría interior de diente se modifican en el caso del aumento o reducción de la geometría exterior de diente con el mismo factor que los valores X, Y, Z de la geometría exterior de diente (escalamiento). Una rotación se realiza con la misma medida angular, una translación con los mismos valores X, Y, Z mediante adición de los valores  
15 de translación.

20 El uso de esta base de datos con la correlación entre la geometría interior de diente y geometría exterior de diente (banco de datos de correlaciones) ofrece distintas posibilidades para fabricar las piezas de prótesis dentales. Con la ayuda de equipos de salida asistidos por ordenador (CNC, RP) se fabrican piezas de prótesis dental, que imitan la estructura interior por capas del diente natural. La estructura interior de la pieza de prótesis dental se fabrica en base a un juego de datos de la base de datos, correspondiéndose su superficie exterior exactamente con la estructura dental interior de un juego de datos seleccionado de la base de datos. Como materiales para la fabricación de esta estructura interior se usan materiales, que presentan una estética similar al diente en el color y la translucidez, en particular plásticos, cerámicas de vidrio, cerámicas de feldespato, cerámicas de silicato de litio, así como cerámicas  
25 de alta potencia oxidadas, como por ejemplo dióxido de circonio y óxido de aluminio. Sobre esta estructura interior fabricada por ordenador de la pieza de prótesis dental se construye a continuación la así denominada zona incisal. Esto puede ocurrir manualmente p. ej. mediante apilado o crecimiento y sobrepresión. Asimismo es posible que esta zona incisal se genere mediante el cálculo diferencial de los juegos de datos de la superficie dental exterior y estructura dental interior y por consiguiente esté a disposición como juego de datos y mediante procedimientos  
30 asistidos por ordenador se puede fabricar una geometría real. En una etapa de unión siguiente se aplica esta zona incisal sobre el núcleo de dentina, en particular mediante sinterización mediante masa conectora cerámica, mediante polimerización o pegado.

35 Si se deben fabricar restauraciones técnicas dentales para un paciente, según la invención hay varias posibilidades de construir digitalmente y fabricar estas restauraciones. Ejemplos de ello están expuestos a continuación.

40 La situación de maxilar con los dientes a sustituir, así como los dientes adyacentes se registra y digitaliza mediante escaneado 3D (intraoral o extraoral). En el caso de presencia de dientes invertidos lateralmente se refleja su estructura dimensional. Se ha encontrado que la sustitución simétrica especular de los incisivos es satisfactoria con vistas a los puntos de vista proximales, oclusales y estéticos. La estructura exterior del diente especular se compara y calcula ahora mediante procesos iterativos entretanto con la pluralidad de datos depositados de dientes naturales o elaborados manualmente, hasta que se ha encontrado el juego de datos más apropiado. Para la determinación del uso de datos apropiado mediante procesos iterativos se puede formar una medida de semejanza, que se produce por el desvío estándar de los valores de la distancia más baja entre los puntos de la superficie del diente especular  
45 con los respectivos puntos siguientes de los juegos de datos de diente correspondientes de la base de datos.

Una desviación estándar  $stddev$  de la distancia menor como medida de semejanza se produce por ejemplo como:

$$stddev = \sqrt{\frac{\sum_{i,j}^n [(x_{1i} - x_{2j}) + (y_{1i} - y_{2j}) + (z_{1i} - z_{2j})]^2}{n}}$$

50 Este enfoque también se denomina "superposición best-fit" ("best-fit-alignment"). Para la consecución del "best-fit-alignment" se refleja el diente y a continuación se superpone mediante rotación, translación y eventualmente escalamiento de tamaño con el diente a comparar de la base de datos en la posición más óptima. Para ello se

pueden usar programas de análisis de imágenes (p. ej. Geomagic GmbH, Colonia, Alemania). Dado que para el juego de datos más apropiado existe una estructura dental interior por capas, ésta se puede usar para la fabricación del juego de datos, en particular la fabricación de un núcleo de dentina mediante procedimientos asistidos por ordenador. Después de la elaboración del núcleo de dentina se puede aplicar sobre éste manualmente la zona

5 incisal o conectarse una zona incisal elaborada mediante fabricación asistida por ordenador con el núcleo de dentina, en particular mediante pegado, sinterización o polimerización.

La situación del maxilar con los dientes a sustituir, así como los dientes adyacentes se registra y digitaliza mediante escaneo 3D (intraoral o extraoral). Si no están presentes los dientes invertidos lateralmente en este maxilar,

10 entonces por el usuario se selecciona de la base de datos un juego de datos apropiado según el parecer del usuario y se puede adaptar por el usuario a la situación presente de forma tridimensional mediante rotación (giro), translación (desplazamiento) y escalamiento (modificación de tamaño). Debido a la correlación dinámica del juego de datos de la geometría exterior de diente tridimensional con el juego de datos de la estructura tridimensional interior por capas se le propone al usuario una estructura interior por capas, p. ej. un núcleo de dentina. Una

15 modificación individual de este núcleo de dentina propuesto es posible adicionalmente por parte del usuario. A continuación se convierte el juego de datos tridimensional de la estructura interior por capas, en particular del núcleo de dentina, en un equipo de salida asistido por ordenador, en particular máquina fresadora CNC, máquina RP, a una geometría real. Después de la elaboración del núcleo de dentina se puede aplicar sobre éste manualmente la zona

20 incisal o conectarse una zona incisal elaborada mediante fabricación asistida por ordenador con el núcleo de dentina, en particular mediante pegado, sinterización o polimerización.

La situación del maxilar con los dientes a sustituir, así como los dientes adyacentes se registra y digitaliza mediante escaneo 3D (intraoral o extraoral). Si no están presentes los dientes invertidos lateralmente en este maxilar, entonces se compara por el programa asistido por ordenador el dentado restante con los juegos de datos de la base de datos de

25 secciones parciales maxilares y de éstos se selecciona el juego de datos más apropiado mediante "best-fit-alignment". Dado que a este juego de datos se le asocia exactamente un juego de datos del diente que falta, éste puede servir como base para el diente a sustituir. Debido a la correlación dinámica de la geometría exterior de diente tridimensional con la estructura tridimensional interior por capas se le propone al usuario una estructura interior por capas, p. ej. un núcleo de dentina. Una modificación individual de este núcleo de dentina propuesto es posible

30 adicionalmente por parte del usuario. A continuación el juego de datos tridimensional de la estructura interior por capas, en particular del núcleo de dentina, se convierte en un equipo de salida asistido por ordenador, en particular máquina fresadora CNC, máquina RP, en una geometría real. Después de la elaboración del núcleo de dentina se puede aplicar sobre éste manualmente la zona incisal o conectarse una zona incisal elaborada mediante fabricación asistida por ordenador con el núcleo de dentina, en particular mediante pegado, sinterización o polimerización.

35

Otra aplicación de la presente invención consiste en que la base de datos descrita, el modelo de diente descrito y el procedimiento descrito se usa para la identificación de seres vivos y muertos. A este respecto, los juegos de datos de los dientes naturales y/o postizos de los seres vivos a identificar se pueden comparar con los juegos de datos de los dientes naturales y/o postizos de la base de datos y verificar sobre la coincidencia máxima. En las superficies

40 exteriores de diente tiene lugar, por ejemplo, debido al proceso de masticado o por la limpieza de los dientes un cierto desgaste. Por ello para la identificación son especialmente apropiadas las zonas de las superficies exteriores de diente, que no están expuestas o sólo poco a estos desgastes. Éstas son en particular las superficies dirigidas hacia el paladar y hacia la lengua de los dientes naturales (superficie palatinal y lingual). Dado que las estructuras dentales interiores por capas de los dientes naturales están expuestas a un desgaste mecánico menor, éstas son

45 igualmente apropiadas para una identificación. Sin embargo, en este caso son inapropiadas las zonas de la pulpa de diente, dado que éstas se reducen con edad creciente. Por el contrario se pueden considerar como apropiadas las estructuras del núcleo de dentina. El uso de los juegos de datos de las estructuras descritas de dientes naturales con la finalidad de la identificación se puede designar también como "huella digital dental" debido a la unicidad (cada superficie dental exterior y cada núcleo de dentina sólo existe una vez en el mundo).

50

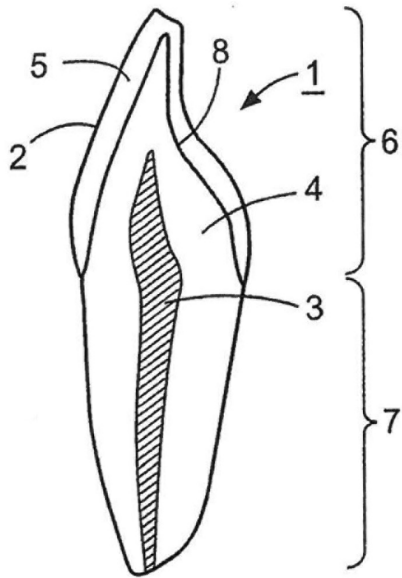


## REIVINDICACIONES

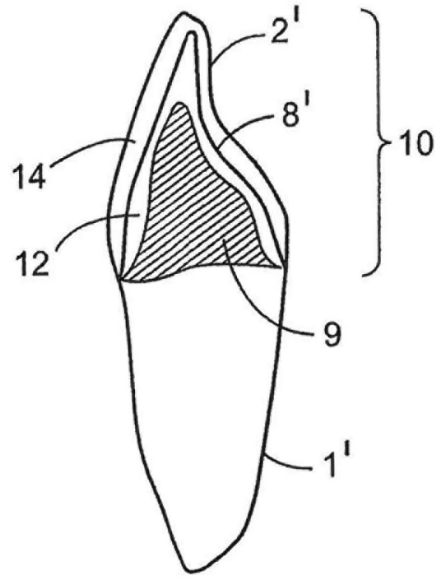
1. Procedimiento para la fabricación de una prótesis dental (10), con una generación (203) de la prótesis dental (10) con un núcleo (12) y una capa exterior (14), en el que el núcleo (12) y la capa exterior (14) definen entre sí una superficie límite (8'),  
 5 **caracterizado porque**  
 el desarrollo de la superficie límite (8') reproduce un desarrollo natural del límite de dentina – esmalte (8) de un diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10),  
 en el que el desarrollo de la superficie límite (8')
- 10 (i) se determina (201) en base a una toma realizada con ayuda de una tomografía computerizada, sonografía, radiografía, fotogrametría de proximidad y/o fotografía del límite de dentina – esmalte (8) del diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10), y/o  
 (ii) se determina (205) en base a datos geométricos tomados de forma directa o indirecta de la geometría exterior (2) del diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10), usando una base de datos de juegos de datos de  
 15 diente, estando almacenada respectivamente una geometría exterior de diente con una geometría interior de diente por capas correspondiente en los juegos de datos de diente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los datos geométricos tomados de forma indirecta se determinan (207) a partir de los datos geométricos de la situación de la dentadura restante.  
 20
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación (205) del desarrollo de la superficie límite (8') comprende:  
 - deformación virtual (209) de la geometría exterior modelo de un juego de datos de diente predeterminado para la adaptación a la geometría exterior (2) del diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10), y  
 25 - deformación virtual (211) de una superficie límite modelo del juego de datos de diente predeterminado conforme a la deformación de la geometría exterior para la determinación de la superficie límite (8').
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación (205) del desarrollo de la superficie límite (8') comprende:  
 30 - determinación (213) de un grupo de juegos de datos de diente, en el que un valor medio predeterminado de la geometría exterior modelo del grupo de juegos de datos de diente se corresponde con la geometría exterior (2) del diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10), y  
 - determinación (215) del desarrollo de la superficie límite (8') mediante el valor medio predeterminado de las superficie límite modelo del grupo de juegos de datos de diente.  
 35
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que el valor medio se determina mediante una promediación de las posiciones absolutas y/o relativas de puntos de referencia determinados.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación (205) del desarrollo de la superficie límite (8') comprende:  
 40 - determinación (217) de un juego de datos de diente, cuya geometría exterior satisface un criterio de semejanza predeterminado respecto a la geometría exterior (2) del diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10), y  
 - determinación (219) del desarrollo de la superficie límite (8') en base a la superficie límite modelo del juego de datos de diente.  
 45
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie límite modelo al menos de un juego de datos de diente está determinada en base a una toma del límite de dentina – esmalte (8) de un diente (1) natural con ayuda de una tomografía computerizada, sonografía, radiografía, fotogrametría de proximidad y/o fotografía y/o a una toma de la geometría exterior (8) de la dentina (4) de un diente (1) natural  
 50 después de la retirada del esmalte (5).
8. Procedimiento según la reivindicación 1 o 7, en el que la toma del límite de dentina – esmalte (8) se realiza con ayuda de una fotogrametría de proximidad y/o fotografía usando una luz para la que es permeable el esmalte (5) del diente (1).  
 55
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el material o los materiales para el núcleo (12) y capa exterior (14) se elige de manera que y/o la generación del núcleo (12) y capa exterior (14) se realiza de manera que la translucidez de la capa exterior (14) es más elevada que la del núcleo (12).
- 60 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la translucidez del núcleo (12)

se sitúa en el rango del 20 al 65%, preferiblemente en el rango del 40 al 60%, y la translucidez de la capa exterior (14) se sitúa en el rango del 65 al 95%, preferiblemente en el rango del 67,5 al 85%.

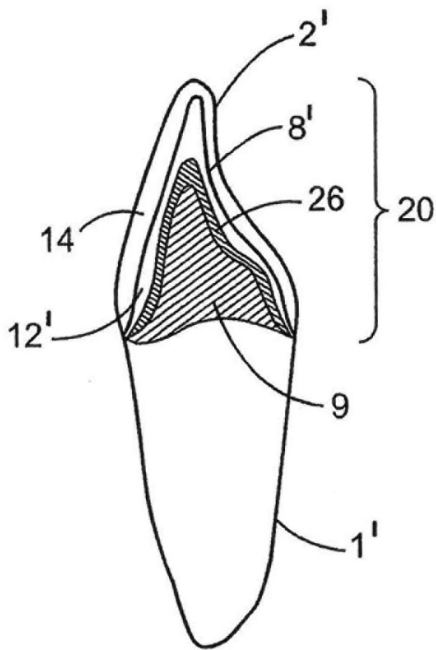
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que
- 5 el núcleo (12) presenta un material cerámico de óxido, un material cerámico de silicato y/o un material de plástico y/o o está hecho de él  
la capa exterior (14) presenta un material cerámico de óxido, un material cerámico de silicato y/o un material de plástico o está hecha de él.
- 10 12. Dispositivo para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con medios para la generación (203) de la prótesis dental (10) con un núcleo (12) y una capa exterior (14), en el que el núcleo (12) y la capa exterior (14) definen entre sí una superficie límite (8'),
- caracterizado porque**
- 15 el desarrollo de la superficie límite (8') reproduce un desarrollo natural del límite de dentina – esmalte (8) de un diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10),  
en el que el dispositivo presenta medios para la determinación del desarrollo de la superficie límite (8')  
(i) en base a una toma realizada con ayuda de una tomografía computerizada, sonografía, radiografía, fotogrametría de proximidad y/o fotografía del límite de dentina – esmalte (8) del diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10), y/o
- 20 (ii) en base a datos geométricos tomados de forma directa o indirecta de la geometría exterior (2) del diente (1), para el que está prevista la prótesis dental (10), usando una base de datos de juegos de datos de diente, estando almacenada respectivamente una geometría exterior de diente con una geometría interior de diente por capas correspondiente en los juegos de datos de diente.
- 25 13. Programa informático con medios de programa, que inducir a un dispositivo según la reivindicación 12 a la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, cuando el programa informático se realiza en el dispositivo.



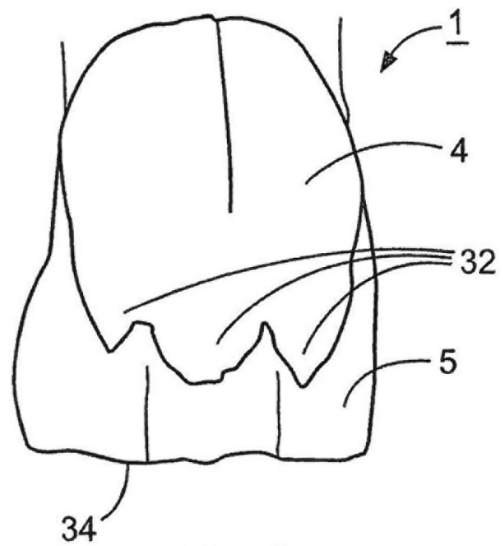
**Fig. 1**



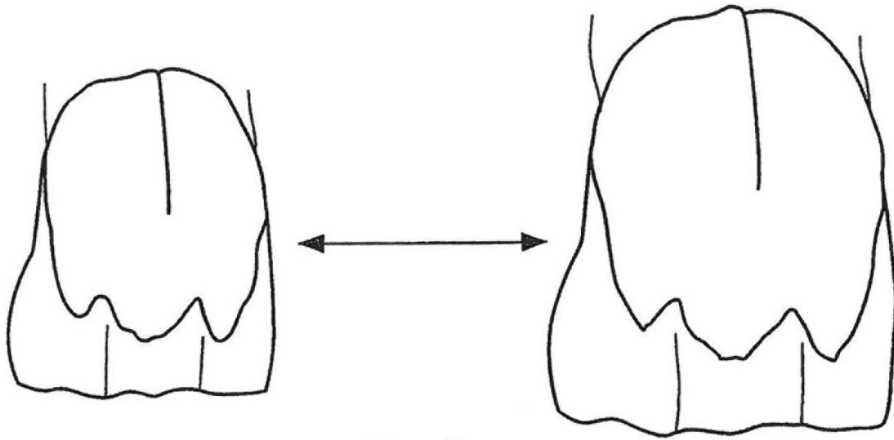
**Fig. 2**



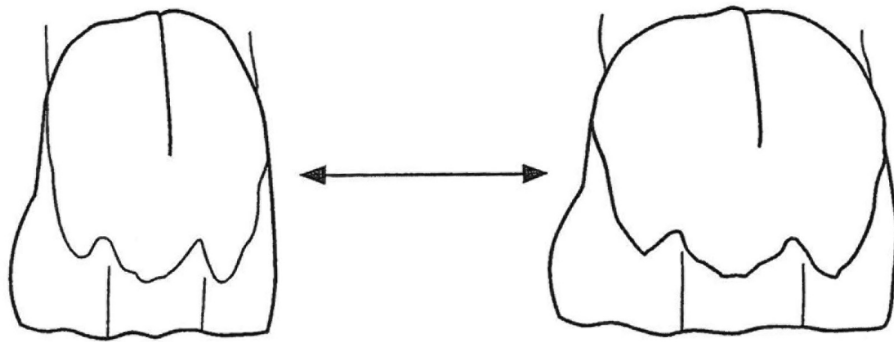
**Fig. 3**



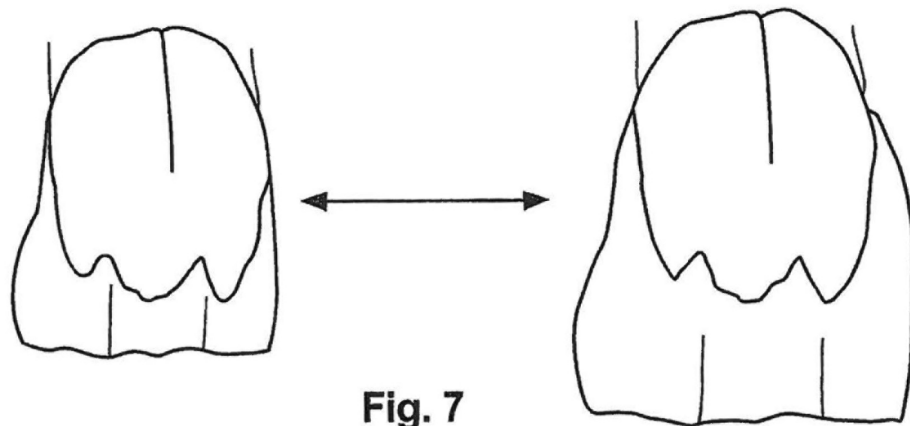
**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**

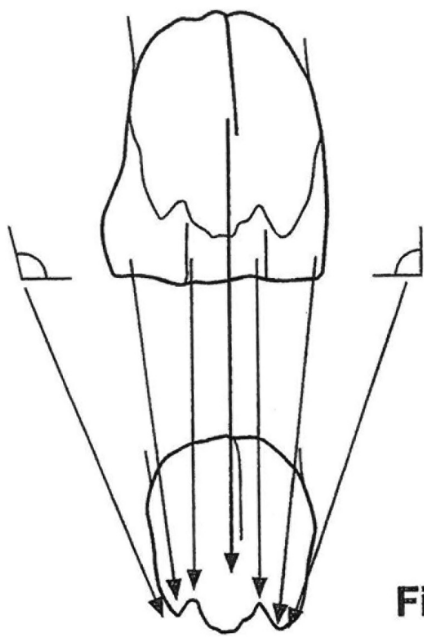


Fig. 8

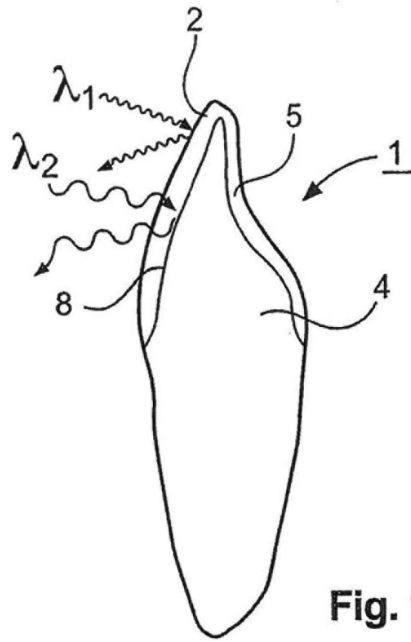


Fig. 9

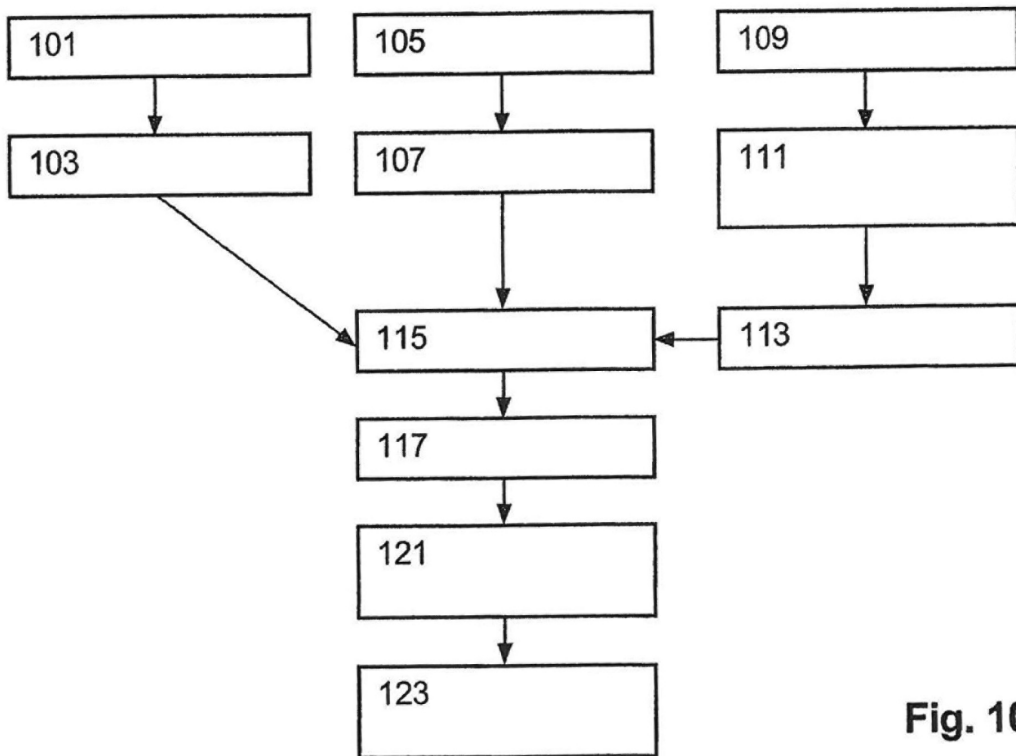
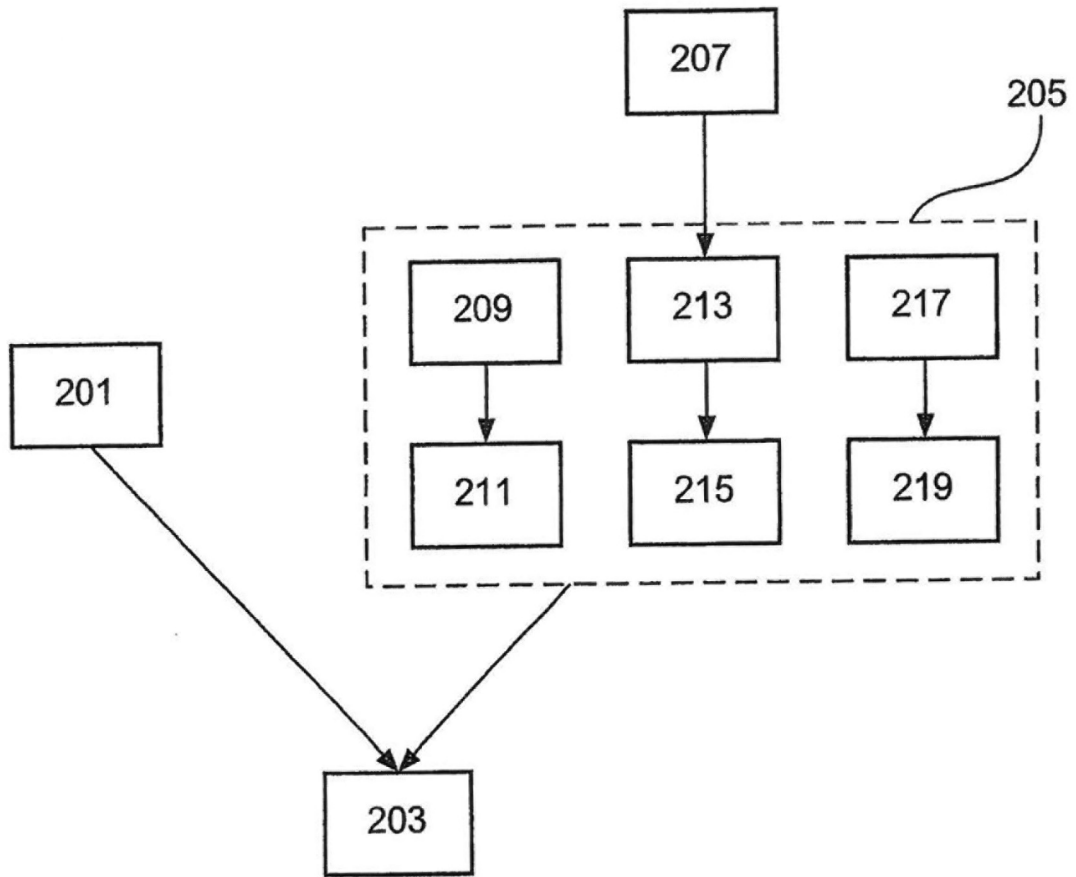


Fig. 10



**Fig. 11**