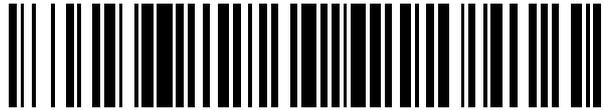


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 916**

51 Int. Cl.:

A61C 13/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2011 PCT/DK2011/050409**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2012 WO12055420**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2011 E 11835653 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2632386**

54 Título: **Diseño de una preparación virtual y una encía virtual**

30 Prioridad:

**04.10.2011 DK 201100758
03.10.2011 US 201161542682 P
10.02.2011 DK 201100088
10.02.2011 US 201161441373 P
29.10.2010 US 408026 P
29.10.2010 DK 201000982**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.11.2019

73 Titular/es:

**3SHAPE A/S (100.0%)
Holmens Kanal 7, 4
1060 Copenhagen K , DK**

72 Inventor/es:

**FISKER, RUNE y
NONBOE, SVEN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 731 916 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

Diseño de una preparación virtual y una encía virtual

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere en general a un sistema y un método que se pueden utilizar en relación con el diseño de una pieza dental para una región en el conjunto de dientes de un paciente. Más particularmente, la invención se refiere a obtener una representación digital en 3D de al menos la región del conjunto de dientes del paciente, donde la representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D.

Antecedentes de la invención

El documento WO10105628 describe un método para planificar, visualizar y/u optimizar la restauración dental en al menos una parte de los dientes preparados de antemano de un paciente, en donde dicho método comprende las etapas de:

- 10 - proporcionar al menos un modelo digital en 3D de al menos una parte de los dientes preparados de antemano;
- diseñar al menos un modelo CAD de restauración dental basado en el modelo digital en 3D de al menos una parte de los dientes preparados de antemano;
- 15 - proporcionar al menos un modelo digital en 3D de al menos una parte de los dientes preparados, donde los dientes preparados se proporcionan mediante la preparación de los dientes preparados de antemano mediante trabajo de restauración dental, basado al menos parcialmente en el modelo CAD de restauración dental; y
- alinear los modelos en 3D de los dientes preparados de antemano y de los dientes preparados.

20 El documento WO09146164A describe un método para crear un modelo digital anatómico en 3D para determinar una ubicación deseada para colocar al menos un implante dental en la boca de un paciente. El método comprende el acto de obtener un primer conjunto de datos asociado con el tejido duro de la boca del paciente. El método comprende además el acto de obtener un segundo conjunto de datos asociado con el tejido blando de la boca del paciente. El método comprende además el acto de combinar el primer conjunto de datos y el segundo conjunto de datos para crear una estructura detallada de tejido duro y blando que tenga dimensiones variables sobre el tejido duro.

25 El documento US2004081938A describe que un ordenador obtiene un modelo digital de la dentición de un paciente, que incluye un modelo dental que representa los dientes del paciente en un conjunto de posiciones iniciales y un modelo gingival que representa el tejido de las encías que rodea los dientes. A continuación, el ordenador obtiene a partir del modelo digital una deformación esperada del tejido de las encías a medida que los dientes se mueven desde las posiciones iniciales hasta otro conjunto de posiciones.

Proporcionar una mejor planificación y diseño virtual para una pieza dental, tal como una restauración, una restauración provisional o un encerado de diagnóstico para un paciente continúa siendo un problema.

Resumen

30 Se describe un método para generar un modelo virtual en 3D de una pieza dental para una región del conjunto de dientes de un paciente, donde la pieza dental comprende una restauración de puente provisional o un puente encerado de diagnóstico, de tal manera que la pieza dental comprende coronas y al menos un pónico, en donde el método comprende:

- 35 - obtener una representación digital en 3D del conjunto de dientes, donde la representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D de una configuración preparada de antemano del conjunto de dientes;
- seccionar virtualmente la parte de la representación digital en 3D correspondiente a los dientes en dicha región utilizando al menos una aproximación spline de seccionamiento en 3D;
- determinar al menos parte de las superficies interproximales de los dientes seccionados virtualmente; y
- 40 - determinar una superficie de la cara de la mandíbula para la pieza dental, donde la superficie de la cara de la mandíbula se configura para orientarse hacia una superficie que no está disponible en la representación digital en 3D del conjunto de dientes preparado de antemano.

45 Cuando se describe la relación entre una característica de la pieza dental y una parte del conjunto de dientes del paciente, tal como los dientes preparados de antemano o los dientes preparados o la encía, se contempla que la pieza dental se dispone en relación con el conjunto de dientes del paciente. Este puede ser el caso del modelo virtual en 3D de la pieza dental y de una representación digital en 3D del conjunto de dientes, así como para el modelo dental fabricado y el conjunto de dientes del paciente.

5 En el contexto de la presente invención, la frase "la superficie que no está disponible en la representación en 3D del conjunto de dientes preparados de antemano" puede ser la superficie de un diente después de su preparación para la aceptación de una corona, tal como una corona de una restauración de puente o la superficie de la encía después de que se haya extraído un diente para hacer lugar para la parte del pónico de una restauración de puente. En relación con la encía, la superficie puede ser la misma que es justo después de la extracción de un diente, o un poco de tiempo después de tal manera que la encía haya tenido tiempo de cicatrizar.

10 El seccionamiento virtual de la parte de la representación digital en 3D correspondiente a los dientes en dicha región utilizando al menos una aproximación spline de seccionamiento en 3D puede comprender la utilización de una aproximación spline de seccionamiento en 3D distinta para cada diente que se haya seccionado o la utilización de una aproximación spline de seccionamiento en 3D que sea para seccionar dos o más dientes. La aproximación spline de seccionamiento en 3D puede incluir un grupo de dientes, de tal manera que la aproximación spline de seccionamiento en 3D se extienda sobre las superficies interproximales más distantes en el grupo de dientes.

15 La región del conjunto de dientes de un paciente puede comprender dientes que se deben extraer y reemplazar por un pónico y dientes que se deben preparar para aceptar una parte de corona, por ejemplo, una restauración de puente provisional.

20 Al igual que en una restauración de puente permanente, una restauración de puente provisional y un puente de encerado de diagnóstico pueden comprender al menos un pónico y coronas para anclar la pieza dental en la boca del paciente, tal como por ejemplo para anclar la pieza dental en dientes que se preparan para aceptar una corona. El pónico puede proporcionar una restauración dental para un diente roto o muerto, mientras que los dientes adyacentes deben estar preparados para aceptar las coronas del puente.

En el contexto de la presente invención, la frase "superficie de la cara de la mandíbula" se puede referir a una superficie de una pieza dental orientada hacia la mandíbula en la que la pieza dental se configura para ser dispuesta.

25 La superficie de la cara de la mandíbula de la pieza dental también se puede denominar como el borde de la pieza dental, de tal manera que, por ejemplo, la frase "el borde del pónico" se puede utilizar en relación con la superficie de la cara de la mandíbula del pónico.

En el caso de un pónico de un puente dental, la superficie de la cara de la mandíbula de la pieza dental puede ser la superficie de la cara de la encía. La superficie de la cara de la mandíbula también se puede denominar entonces como la superficie de la cara del tejido o el lado basal o la superficie del pónico. La superficie basal del pónico también se puede denominar como superficie del pónico orientada hacia el tejido.

30 La frase "borde" utilizada en relación con un elemento determinado, tal como la encía o una pieza dental o parte de una pieza dental de este tipo, se puede denominar una superficie del elemento.

35 En el caso de una parte de corona de la pieza dental, la superficie de la cara de la mandíbula puede ser la que se orienta y se acopla en el diente correspondiente una vez que éste ha sido preparado para aceptar la corona. En el caso de una corona, la superficie de la cara de la mandíbula también se puede denominar como la superficie cervical de la corona y/o de la pieza dental.

40 La superficie real o virtual de la encía en los lugares de la boca donde normalmente están presentes los dientes se puede denominar como borde gingival. En el contexto de la presente invención, el borde gingival puede ser la parte de una encía física o diseñada virtualmente que se tiene que orientar por una superficie de la cara de la mandíbula de la pieza dental. La superficie de la cara de la mandíbula de un pónico también se puede denominar como la superficie basal. La superficie de la cara de la mandíbula de una corona se puede denominar como la parte cervical de la corona.

En el contexto de la presente invención, determinar una superficie se supone que quiere decir que la superficie se genera virtualmente, por ejemplo, utilizando curvatura basada en algoritmos implementados por ordenador.

45 En algunas formas de realización, el modelo virtual en 3D de una pieza dental comprende un modelo CAD de restauración dental.

La preparación virtual se puede proporcionar como un "modelo CAD de preparación dental".

Una superficie interproximal de un diente en la representación digital en 3D es una superficie en un lado proximal del diente, es decir, una superficie que se orienta hacia un diente adyacente de tal manera que la superficie interproximal no se puede detectar en la exploración en 3D de los dientes en su configuración preparada de antemano.

50 Una ventaja del método para generar un modelo virtual en 3D de una pieza dental a partir de una representación digital en 3D obtenida de un conjunto de dientes preparados de antemano es que la pieza dental se puede diseñar antes de tomar la decisión de tratar el conjunto de dientes del paciente y/o antes de preparar el conjunto de dientes para la pieza dental según se describe en el siguiente ejemplo: cuando la pieza dental, por ejemplo, es una restauración provisional de un puente, el componente físico debe estar disponible preferiblemente inmediatamente después de preparar el conjunto de dientes, por ejemplo, preparando los dientes para aceptar una parte de corona del puente. El modelo virtual en 3D de la pieza dental se debe generar preferiblemente para proporcionar que una

pieza dental física fabricada a partir del modelo virtual correspondiente se pueda disponer en la boca del paciente después de que se haya preparado el conjunto de dientes mediante la extracción de un diente y/o la preparación de los dientes. Mediante la eliminación virtual de los dientes relevantes de la representación digital en 3D del conjunto de dientes basada en una aproximación spline de seccionamiento en 3D, la representación digital en 3D se puede combinar con un encerado de diagnóstico virtual que muestre una forma deseada de los dientes de la pieza dental. El modelo combinado con la representación digital en 3D y el encerado de diagnóstico virtual se puede visualizar de tal manera que el paciente pueda obtener una impresión de los resultados esperados del trabajo de restauración dental antes de comenzar el trabajo de restauración dental. El modelo combinado se puede fabricar mediante fabricación digital directa, tal como la impresión en 3D, para proporcionar una representación física de la configuración objetivo de los dientes. A partir del modelo combinado, la pieza dental se puede diseñar, por ejemplo, añadiendo preparaciones virtuales y encías virtuales a la representación digital en 3D a partir de la cual se extraen virtualmente los dientes pertinentes según se describe en la presente memoria.

Se describe un método para fabricar una pieza dental o un modelo físico de la pieza dental, donde el método comprende:

- generar un modelo virtual en 3D de la pieza dental utilizando el método de acuerdo con la presente invención; y
- fabricar la pieza dental o el modelo físico de la pieza dental en base al modelo virtual en 3D mediante la fabricación digital directa, tal como la impresión o el fresado en 3D.

Se describe un método para la fabricación de un modelo combinado para su utilización en la planificación, visualización y fabricación de una restauración de puente, donde el método comprende:

- obtener una representación digital en 3D de un conjunto de dientes preparados de antemano que muestre la región para la que está prevista la restauración de puente;
- proporcionar un encerado de diagnóstico virtual para los dientes de la restauración de puente;
- generar un modelo combinado virtual en 3D mediante la sustitución virtual de uno o más dientes de la representación digital en 3D del conjunto de dientes preparado de antemano con los dientes correspondientes del encerado de diagnóstico virtual; y
- fabricar el modelo combinado a partir del modelo combinado virtual en 3D mediante la fabricación digital directa, tal como la impresión o el fresado en 3D.

La restauración de puente puede ser una restauración de puente permanente o una restauración de puente provisional.

- El encerado de diagnóstico virtual para los dientes de la restauración de puente puede incluir al menos dos coronas que rodean un pónico adaptado para sustituir un diente que se va a extraer del conjunto de dientes.

Se describe un sistema para la fabricación de una pieza dental, donde la pieza dental comprende una restauración de puente o un puente de encerado de diagnóstico provisional para una región del conjunto de dientes de un paciente de tal manera que la pieza dental comprende coronas y al menos un pónico, comprendiendo dicho sistema

- un medio no transitorio legible por ordenador con una o más instrucciones informáticas almacenadas en el mismo, donde dichas instrucciones informáticas comprenden instrucciones para generar un modelo virtual en 3D de la pieza dental, donde dicha generación comprende seccionar virtualmente la parte de una representación digital en 3D obtenida correspondiente a los dientes de dicha región utilizando al menos una aproximación spline de seccionamiento en 3D, determinando al menos parte de las superficies interproximales de los dientes seccionados virtualmente y determinando una superficie de la cara de la mandíbula de la pieza dental, donde la superficie de la cara de la mandíbula se configura para orientarse hacia una superficie que no está disponible en la representación en 3D; y
- un dispositivo de fabricación configurado para fabricar la pieza dental a partir de dicho modelo virtual en 3D.

- El sistema puede comprender un dispositivo escáner configurado para obtener una representación digital en 3D de un conjunto de dientes, tal como un escáner intraoral. El sistema puede comprender una unidad de visualización visual y unidades de entrada de datos, tales como un ratón y un teclado de ordenador.

Se describe un producto de programa de ordenador que comprende medios de código de programa para provocar que un sistema de procesamiento de datos realice el método de la presente invención cuándo dichos medios de código de programa se ejecutan en el sistema de procesamiento de datos.

- El producto de programa de ordenador puede comprender un medio legible por ordenador que esté almacenado en los medios de código de programa.

Se describe un método para diseñar una pieza dental para al menos una región del conjunto de dientes de un paciente, en donde el método comprende:

5 - obtener una representación digital en 3D de al menos la región del conjunto de dientes del paciente, donde la representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D, y donde los dientes y la encía en la representación en 3D se configuran para distinguirse entre sí;

- diseñar virtualmente la pieza dental;

donde al menos una parte de la pieza dental se diseña sobre la base de al menos una parte de la encía en la representación en 3D; y

- obtener un modelo virtual en 3D de la pieza dental.

10 Por consiguiente, es una ventaja que una pieza dental, tal como una restauración, un provisional, un encerado de diagnóstico y/o tal como una parte de una restauración, por ejemplo, un pónico en un puente, se pueda diseñar en base a la encía de la representación en 3D de la región de los dientes.

15 La representación en 3D de los dientes puede ser en la forma de un modelo en 3D de los dientes. Por lo tanto, la representación en 3D, por ejemplo, como un modelo en 3D, comprende los dientes y la encía. Los dientes y la encía se pueden distinguir entre sí, tal como divididos, segmentados, separados, segregados, divididos, distantes, etc. La distinción o separación se puede realizar por medio de la geometría en 3D, por medio de características en la representación en 3D, por medio de características texturales tales como el color, la sensación superficial, la sensibilidad, el aspecto, la apariencia o las estructuras, por medio de la definición de líneas de margen y/u otras líneas o curvas, etc. Las líneas de margen u otras líneas o curvas pueden ser las líneas y curvas en la transición entre los
20 dientes y la encía, etc.

En algunas formas de realización, la pieza dental es una restauración, una restauración provisional o un encerado de diagnóstico.

En algunas formas de realización, la parte de la pieza dental diseñada en base a al menos parte de la encía es una corona, un coping, un pónico, un puente, etc.

25 En algunas formas de realización, la superficie de la cara de la mandíbula determinada comprende la superficie de la cara de la mandíbula del pónico de dicha pieza dental, es decir, la superficie basal del pónico.

En algunas formas de realización, la superficie de la cara de la mandíbula comprende la superficie de la cara de la mandíbula de al menos una de las coronas de dicha pieza dental.

30 En algunas formas de realización, la determinación de la superficie de la cara de la mandíbula comprende estimar al menos una parte de la superficie que no está disponible en la representación en 3D, de tal manera que la superficie de la cara de la mandíbula se puede basar en la superficie estimada.

La estimación de la parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D puede comprender la determinación de la superficie, el cálculo de la superficie o el suministro de una primera aproximación de la superficie a partir de, por ejemplo, una biblioteca.

35 En algunas formas de realización, el método comprende generar una encía virtual.

En algunas formas de realización, al menos una parte, tal como la superficie basal del pónico de la pieza dental, se diseña en base a la encía virtual. En algunas formas de realización, la superficie basal del pónico se forma de acuerdo con la encía virtual en la posición en la representación digital en 3D correspondiente a donde se tiene que disponer el pónico.

40 En un pónico, la superficie de la cara de la mandíbula se puede diseñar para seguir la encía por debajo del pónico. Esto se puede proporcionar diseñando la superficie basal del modelo virtual en 3D de la pieza dental para que siga la forma de la encía virtual sobre al menos una parte de la superficie de la cara de la mandíbula.

45 En algunas formas de realización, la encía virtual se genera en base a la representación digital en 3D, tal como en base a la parte gingival de la representación digital en 3D en la región de dicho diente. En algunas formas de realización, el método comprende por lo tanto diseñar una encía virtual en base a la representación en 3D de la encía, con lo que la pieza dental se puede diseñar en base a la encía virtual.

La encía virtual se puede generar en la posición de la representación digital en 3D correspondiente a la posición en la que se debe disponer el pónico cuando la pieza dental se dispone en la boca del paciente.

50 Si se alinea una representación digital en 3D del conjunto de dientes de los que se ha extraído virtualmente un diente y se ha sustituido por una encía virtual y un modelo virtual en 3D generado de una pieza dental con un pónico de acuerdo con su disposición relativa en la boca del paciente, la superficie basal del pónico y la encía virtual pueden quedar enfrentadas.

ES 2 731 916 T3

En algunas formas de realización, la aproximación spline de seccionamiento en 3D para un diente se adapta para que se extienda sobre al menos una superficie interproximal de ese diente.

La aproximación spline de seccionamiento en 3D se puede definir automáticamente utilizando un algoritmo de generación de aproximación spline de seccionamiento implementado por ordenador.

- 5 En algunas formas de realización, el método comprende definir manualmente la aproximación spline de seccionamiento en 3D o ajustar manualmente una aproximación spline de seccionamiento en 3D generada automáticamente.

- 10 En algunas formas de realización, la definición manual de la aproximación spline de seccionamiento en 3D o el ajuste manual de una aproximación spline de seccionamiento en 3D generada automáticamente se basa en puntos de control de la aproximación spline de seccionamiento utilizados para controlar la forma de la aproximación spline de seccionamiento en 3D.

En el seccionamiento de la representación digital en 3D, se puede definir la aproximación spline de seccionamiento en 3D para seguir la encía en el diente o dientes que se están seccionando.

- 15 Al menos una sección de la aproximación spline de seccionamiento en 3D de un diente se puede configurar para que se forme de acuerdo con una forma esperada de la línea de margen que se genera cuando se prepara el diente. Es decir, tanto en el caso de que se genere automáticamente la aproximación spline de seccionamiento en 3D como cuando se define manualmente, se puede disponer para que siga una trayectoria a lo largo de la cual el operador tenga previsto definir la línea de margen de un diente.

En algunas formas de realización, el método comprende generar una preparación virtual para el diente.

- 20 La preparación virtual se puede definir a partir del encerado de diagnóstico virtual y/o de la representación digital en 3D del conjunto de dientes preparado de antemano.

La parte de corona de la pieza dental se puede generar teniendo en cuenta una preparación virtual de un diente de tal manera que la superficie cervical y/o la parte de la superficie de la corona que se acopla con el diente preparado se generen a partir de la preparación virtual.

- 25 En algunas formas de realización, el límite de la superficie cervical de una parte de corona de la pieza dental se obtiene a partir de dicha línea de margen virtual del diente correspondiente.

- 30 En un modelo combinado de la representación digital en 3D y un encerado de diagnóstico virtual, se puede definir un límite del encerado de diagnóstico a partir de la proyección de la línea de margen virtual sobre el encerado de diagnóstico virtual. El límite de la superficie de la cara de la mandíbula de una parte de la pieza dental se puede obtener a partir de dicha línea de margen virtual de dicha parte.

En algunas formas de realización el método comprende generar una línea de margen virtual para una preparación virtual de al menos un diente en la representación digital en 3D. La línea de margen virtual se puede disponer de forma subgingival, supragingival o a lo largo de la línea de margen del diente preparado de antemano.

- 35 La línea de margen virtual de uno o más dientes se puede obtener de la representación digital en 3D del conjunto de dientes.

En algunas formas de realización, la línea de margen virtual para un diente se visualiza junto con un modelo virtual en 3D del diente. El modelo virtual en 3D del diente se puede proporcionar mediante la segmentación virtual del diente a partir de la representación digital en 3D del conjunto de dientes y la definición de las superficies interproximales del diente.

- 40 Al menos una sección de la línea de margen virtual de una preparación dental se puede alinear, en esencia, con la aproximación spline de seccionamiento en 3D utilizada para seccionar el diente correspondiente.

En algunas formas de realización el límite de la superficie de la cara de la mandíbula de una parte de la pieza dental se obtiene a partir de dicha línea de margen virtual de dicha parte.

- 45 La parte de la pieza dental se puede relacionar con uno o más dientes del conjunto de dientes. Para una restauración de puente, la pieza dental se suele diseñar para acoplar dos dientes y reemplazar uno o más dientes con púnticos.

En algunas formas de realización, el método comprende eliminar virtualmente uno o más dientes de la representación digital en 3D, tal como por ejemplo un diente que se debe sustituir por el púntico o un diente que se debe preparar para aceptar una corona. La parte de la representación digital en 3D del conjunto de dientes que se borra al extraer virtualmente el diente se puede definir y delimitar mediante la aproximación spline de seccionamiento en 3D.

- 50 En algunas formas de realización el método comprende sustituir el diente extraído virtualmente con la preparación virtual en la representación digital en 3D del conjunto de dientes.

En algunas formas de realización, una parte de la pieza dental se diseña en base a la preparación virtual.

La preparación virtual proporciona un modelo en 3D de una sección de la superficie que no está disponible en la representación digital en 3D del conjunto de dientes preparado de antemano, a partir de la cual se puede determinar la superficie de la superficie de la cara de la mandíbula para una parte de corona de la pieza dental.

5 Puede ser ventajoso definir la superficie de la cara de la mandíbula de una parte de corona de la pieza dental a partir de una preparación virtual del diente con el que la parte de corona está destinada a acoplarse. Cuando se define la superficie de la cara de la mandíbula a partir de la preparación virtual, la superficie de la cara de la mandíbula se puede configurar inmediatamente para acoplarse con un diente preparado de acuerdo con la preparación virtual.

10 Sin embargo, la superficie de la corona orientada hacia la mandíbula también se puede definir sin tener en cuenta una preparación virtual del diente. En algunas formas de realización, la superficie de la cara de la mandíbula se define antes de que se genere una preparación virtual. Cuando se ha generado una superficie de la cara de la mandíbula, la preparación virtual se puede definir en base a esta superficie de la cara de la mandíbula.

La encía virtual proporciona un modelo en 3D de una sección de la superficie que no está disponible en la representación digital en 3D del conjunto de dientes preparados de antemano, a partir de la cual se puede determinar la superficie de la superficie de la cara de la mandíbula para una parte del pónico de la pieza dental.

15 En algunas formas de realización, la línea de margen virtual de un diente se basa en la aproximación spline de seccionamiento en 3D utilizada para seccionar ese diente. Por lo tanto, puede ser ventajoso que la aproximación spline de seccionamiento en 3D se haga para seguir una trayectoria que se asemeje a una línea de margen realista tal como, por ejemplo, una trayectoria que siga, en esencia, la encía en el diente.

20 La encía virtual se puede limitar mediante la aproximación spline de seccionamiento en 3D, de tal manera que una aproximación spline de seccionamiento en 3D generada defina el perímetro de la encía virtual. La forma de la encía virtual sobre la superficie delimitada por el límite se puede transferir a la superficie de la cara de la mandíbula del elemento pónico correspondiente. La transferencia puede ser de tal manera que la superficie de la cara de la mandíbula se forme, en esencia, como la encía virtual, o se pueden hacer modificaciones en la forma antes o después de la transferencia.

25 La superficie de la cara de la mandíbula del pónico también se puede definir sin tener en cuenta una encía virtual. En algunas formas de realización se genera una encía virtual después de la definición de la superficie de la cara de la mandíbula del pónico, por ejemplo, para verificar que la forma de la superficie de la cara de la mandíbula cumple uno o más criterios. Cuando se haya generado una superficie de la cara de la mandíbula del pónico, se puede definir la encía virtual en base a esta superficie de la cara de la mandíbula.

30 En algunas formas de realización, el método comprende proyectar la línea de margen virtual sobre la parte del encerado de diagnóstico virtual correspondiente a ese diente. La generación del modelo virtual en 3D de la pieza dental se puede basar entonces en esta proyección. La proyección puede definir el límite de la superficie de la cara de la mandíbula de la parte de la pieza dental.

35 La proyección de la línea de margen virtual sobre el encerado de diagnóstico virtual puede implicar una alineación del encerado de diagnóstico virtual y la representación digital en 3D de los dientes, de tal manera que los dientes del encerado de diagnóstico virtual se alineen con la representación digital en 3D del conjunto de dientes. Los dientes se pueden extraer virtualmente y las preparaciones virtuales y la encía virtual se pueden añadir a la representación digital en 3D antes o después de la alineación. El encerado de diagnóstico virtual y la representación digital en 3D se pueden intersecar en el lugar en el que se pretende definir la línea de margen virtual, de tal manera que la proyección se refiera a un registro de la intersección.

40 La proyección de la línea de margen virtual sobre el encerado de diagnóstico virtual se puede modificar manualmente por un operador para garantizar que la pieza dental esté diseñada de acuerdo con dar cumplimiento a los requisitos del material o estéticos.

45 En algunas formas de realización, el método comprende generar un modelo combinado virtual en 3D sustituyendo virtualmente uno o más dientes de la representación digital en 3D con dientes de acuerdo con el encerado de diagnóstico virtual.

En algunas formas de realización, el método comprende el cierre de los orificios del modelo combinado tal que los orificios que aparecen en el lugar donde el encerado de diagnóstico y la representación digital en 3D se conectan estén cerrados. Con el cierre de los orificios, se puede obtener un llamado modelo combinado estanco al agua.

50 En algunas formas de realización, el método comprende además la fabricación de un modelo físico combinado a partir del modelo combinado virtual en 3D mediante la fabricación digital directa, tal como la impresión o el fresado en 3D.

En algunas formas de realización, la línea de margen virtual para un diente, es decir, para la preparación virtual de ese diente, es, en esencia, idéntica a la aproximación spline de seccionamiento en 3D para ese diente.

En algunas formas de realización, la línea de margen virtual para un diente se genera desplazando la aproximación spline de seccionamiento en 3D para ese diente. El desplazamiento puede ser a lo largo de la superficie del diente hacia o alejándose de la superficie oclusal del diente.

5 La línea de margen virtual puede encerrar un grupo de dientes que comprende dos o más dientes, de tal manera que la línea de margen virtual se extiende sobre la superficie interproximal más distante en el grupo de dientes.

El límite de la superficie de la cara de la mandíbula de una parte de la pieza dental puede marcar el borde entre la superficie anatómica y la cara orientada hacia la mandíbula de la parte de la pieza dental.

10 Para un pónico de una restauración de puente, el límite puede comprender un borde entre la superficie de la cara del tejido y la superficie anatómica del pónico. Para una corona de una restauración de puente, el límite puede comprender un borde entre la superficie cervical que se acopla a un diente preparado y la superficie anatómica de la corona.

En algunas formas de realización, la línea de margen virtual de un diente se configura para extenderse sobre la superficie interproximal de dicho diente. Esto puede ser ventajoso, ya que proporciona la opción de generar la preparación virtual con una línea de margen bien definida.

15 En algunas formas de realización, la línea de margen virtual se define a partir de la intersección del modelo de diagnóstico virtual y la representación digital en 3D del conjunto de dientes en el modelo combinado.

La superficie de la cara de la mandíbula de una parte de la pieza dental se puede obtener a partir de dicha línea de margen virtual de dicha parte.

20 En el modelo combinado, el encerado de diagnóstico virtual y la representación digital en 3D se pueden no intersectar sobre la totalidad de la superficie de un diente predeterminado en el encerado de diagnóstico virtual. Esto puede ocurrir, por ejemplo, si la aproximación spline de seccionamiento en 3D se define en la encía o cuando el encerado de diagnóstico virtual comprende dientes que son más pequeños que los dientes originales del paciente. En una situación de este tipo puede ser ventajoso definir un límite del encerado de diagnóstico a partir de la proyección de la línea de margen virtual sobre el encerado de diagnóstico virtual. Este límite puede representar el perímetro del borde cervical de una parte de corona o el perímetro del lado basal de una parte del pónico de la pieza dental.

En el modelo combinado, los orificios que aparecen entre el encerado de diagnóstico virtual y la representación digital en 3D del conjunto de dientes se pueden cerrar utilizando varios algoritmos de cierre de orificios, y la línea de margen virtual se puede determinar al menos en parte a partir de la superficie formada para cerrar estos orificios.

30 La representación digital en 3D a partir de la que se extraen los dientes virtualmente y se sustituyen por preparaciones virtuales y una encía virtual, se puede alinear virtualmente con el encerado de diagnóstico virtual. El modelo combinado resultante se puede visualizar en una pantalla de ordenador de tal manera que el operador pueda definir la línea de margen virtual a partir de la visualización. Las intersecciones también se pueden obtener utilizando algoritmos basados en ordenadores. Los orificios en el modelo combinado también se pueden visualizar e identificar de esta manera.

35 En algunas formas de realización, la línea de margen virtual se define automáticamente. La definición automática de la línea de margen virtual se puede basar en algoritmos implementados por ordenador configurados para identificar estructuras en un modelo virtual, tales como la transición entre la superficie del diente y la encía en un modelo virtual del conjunto de dientes del paciente.

40 En algunas formas de realización la línea de margen virtual se define manualmente o en donde una sección de una línea de margen virtual generada automáticamente se ajusta manualmente.

En algunas formas de realización, al menos una superficie anatómica del modelo virtual en 3D de la pieza dental se obtiene a partir de la forma de los dientes en la configuración preparada de antemano. La forma de los dientes en la configuración preparada de antemano puede ser según se ve en la representación digital en 3D.

45 En algunas formas de realización, al menos una superficie anatómica del modelo virtual en 3D de la pieza dental se obtiene a partir de la forma de los dientes en el encerado de diagnóstico virtual.

En algunas formas de realización, el método comprende visualizar al menos una preparación virtual utilizando una unidad de visualización visual, tal como una pantalla de ordenador.

En algunas formas de realización, el método comprende recortar la representación digital en 3D del conjunto de dientes.

50 El recorte de la representación digital en 3D se puede realizar borrando puntos de datos de la representación digital en 3D y/o suavizando superficies si se trata de la representación digital en 3D. El recorte se puede configurar para proporcionar que la fabricación de un modelo físico del conjunto de dientes se fabrique más fácil y/o para que se pueda fabricar utilizando menos material.

En algunas formas de realización, las superficies interproximales se generan utilizando algoritmos polinómicos para proporcionar una presentación realista de estas superficies.

5 En algunas formas de realización el método comprende determinar una dirección de inserción objetivo para la pieza dental. La dirección de inserción objetivo se puede determinar por un operador utilizando, por ejemplo, una herramienta de señalización, tal como un ratón de ordenador, para manipular una representación de la dirección de inserción en relación con la representación digital en 3D del conjunto de dientes o en relación con el modelo combinado.

10 En algunas formas de realización, el modelo virtual en 3D de la pieza dental se genera teniendo en cuenta la dirección de inserción objetivo de la pieza dental. Para una parte de corona de una pieza dental, se puede tener en cuenta la dirección de inserción objetivo, disponiendo, por ejemplo, la superficie cervical de la corona de tal manera que se eviten las incisiones.

En algunas formas de realización, la preparación virtual se forma de acuerdo con esta dirección de inserción.

La orientación y el lugar de las preparaciones pueden ser importantes especialmente para piezas dentales, tales como un puente en el que las dos coronas deben ser capaces de ser insertadas simultáneamente.

15 En algunas formas de realización, las partes de corona de la pieza dental se forman de acuerdo a una configuración de cáscara de huevo.

En la configuración de cáscara de huevo, el espesor de la cáscara de la corona es, en esencia, constante en la mayor parte de su superficie. La configuración de cáscara de huevo tiene la ventaja de que, debido al gran vacío en el interior del diente, se reducen los requisitos de precisión en la preparación de los dientes.

20 En algunas formas de realización, el método se implementa por ordenador o, al menos, se implementan por ordenador algunas de las etapas del método.

25 En algunas formas de realización, el método comprende modificar la representación digital en 3D del conjunto de dientes sustituyendo virtualmente uno o más dientes de la representación digital en 3D con preparaciones virtuales, y generar el modelo virtual en 3D de la restauración de puente provisional con las partes de corona correspondientes a los dientes preparados. El modelo virtual en 3D de la restauración de puente provisional se puede generar al menos parcialmente a partir del encerado de diagnóstico virtual.

30 En algunas formas de realización, el método comprende fabricar un modelo físico a partir de la representación modificada digital en 3D del conjunto de dientes y/o el modelo virtual en 3D de la restauración de puente provisional mediante la fabricación digital directa, tal como la impresión o el fresado en 3D. El resultado de esto puede ser un modelo físico con preparaciones virtuales y una restauración de puente provisional fresada por separado, donde estas se pueden utilizar para visualizar un resultado esperado del trabajo de restauración.

En algunas formas de realización, el método comprende confirmar la oclusión del conjunto de dientes cuando se dispone la restauración dental en los dientes.

35 Si un paciente desea tener a una restauración dental, verá a un dentista. El paciente puede desear que se le restauren los dientes, por ejemplo, si tiene un diente roto. En la primera visita al dentista, el dentista puede realizar una exploración intraoral en la boca del paciente o puede tomar una impresión de la boca. A continuación, se puede explorar la impresión, o se puede fundir un modelo a partir de la impresión, y a continuación se puede explorar el modelo. La exploración en 3D, ya sea la exploración intraoral, la exploración de la impresión o el modelo, proporcionará una representación digital en 3D, también conocida como modelo virtual o digital en 3D de los dientes del paciente. En base a este modelo virtual en 3D, por ejemplo, un protésico dental puede diseñar una prótesis provisional, por ejemplo, un puente provisional, y se puede fabricar la prótesis provisional. En la segunda visita al dentista, el dentista, por ejemplo, extrae el diente roto y prepara los dos dientes adyacentes esmerilándolos de modo que se pueda unir una corona en un puente a cada uno de los dientes preparados. A continuación, el dentista vuelve a realizar, por ejemplo, una exploración intraoral o toma una impresión para capturar los dientes del paciente después de la extracción del diente roto y después de la preparación de los dientes adyacentes. La prótesis provisional en forma de, por ejemplo, un puente se puede unir provisionalmente a los dos dientes preparados y entre las coronas hay un pónico que sustituye al diente roto. Si se realiza una impresión, se explora la impresión o se explora el modelo creado a partir de la impresión. La exploración, ya sea la exploración intraoral, la exploración de la impresión o del modelo, proporcionará un modelo virtual o digital en 3D de los dientes del paciente. En base a este modelo virtual en 40 3D, por ejemplo, un protésico dental puede diseñar una prótesis permanente/duradera/definitiva, por ejemplo, un puente permanente, y se puede fabricar la prótesis permanente. En la tercera visita al dentista, el dentista retira la prótesis provisional y une la prótesis permanente en la boca del paciente. La prótesis puede ser un puente que se puede unir de forma permanente en los dos dientes preparados y entre las coronas hay un pónico que reemplaza al diente roto. El lugar del diente roto se puede llamar la herida de extracción.

55 La encía puede caer en la herida de extracción o verse afectada cuando un diente se ha caído, extraído, cortado, etc., y por lo tanto se diseña un provisional de tal manera que la boca/sonrisa del paciente se vea bien cuando se lleva puesto el provisional y antes de que se produzca y se disponga la restauración real/definitiva. Por lo tanto, el

provisional se puede diseñar de tal manera que cubra o se ajuste a la encía que haya caído en la herida de extracción o que haya sido afectada. Por lo tanto, la parte del pónico del provisional puede ser más grande de lo habitual debido a la herida o al orificio de extracción y debido a que la encía haya caído en él.

5 Con el tiempo, el hueso que se encuentra debajo de la encía se vuelve a desarrollar y, por lo tanto, para la restauración definitiva, es posible que la parte del pónico no tenga que ser tan grande.

El método se refiere a las restauraciones y prótesis, por ejemplo, provisionales, y a las prótesis para la encía.

En algunas formas de realización el método comprende diseñar el borde de la pieza dental adyacente a la parte gingival.

En algunas formas de realización, el método comprende diseñar la encía virtual utilizando uno o más planos o curvas.

10 En algunas formas de realización, el método comprende diseñar la encía virtual de forma convexa o cóncava. La encía virtual se puede diseñar para tener una forma convexa o cóncava a lo largo y/o perpendicular al arco dental.

En algunas formas de realización, el método comprende diseñar la encía virtual por medio de una plantilla gingival, es decir, la encía virtual se selecciona a partir de una biblioteca de plantillas de perfiles de encía.

15 En algunas formas de realización, la encía virtual se genera mediante el modelado de forma libre con herramientas de escultura flexibles. Un operador puede, por ejemplo, utilizar una herramienta de señalización de ordenador, tal como el ratón de ordenador, para ajustar la forma de un modelo virtual en 3D de la encía virtual cambiando las posiciones relativas de los puntos de control utilizados para controlar la forma del modelo virtual en 3D.

En algunas formas de realización, la plantilla gingival comprende al menos tres puntos configurados para esculpir la encía.

20 En algunas formas de realización, la encía virtual seleccionada se modifica para que ajuste en el conjunto de dientes del paciente.

Cuando la encía virtual se adapta para reemplazar un diente extraído virtualmente en la representación digital en 3D del conjunto de dientes, la encía virtual se puede adaptar para cerrar el orificio en la representación digital en 3D resultante de la extracción virtual del diente.

25 En algunas formas de realización, el método comprende extraer virtualmente un diente de la representación en 3D, en la que el diente se coloca en el lugar en el que se configura un pónico de la pieza dental para ser dispuesto. La parte de la representación digital en 3D correspondiente al diente se puede identificar mediante la aproximación spline de seccionamiento en 3D.

30 En algunas formas de realización, el método comprende extraer virtualmente el diente antes de diseñar la encía virtual.

En algunas formas de realización el método comprende sustituir el diente extraído virtualmente con la encía virtual, en la representación digital en 3D del conjunto de dientes.

En algunas formas de realización, el método comprende proporcionar un encerado de diagnóstico para los dientes de la pieza dental.

35 En algunas formas de realización, la pieza dental es un puente de restauración provisional y el método comprende proporcionar un encerado de diagnóstico para los dientes del puente de restauración provisional.

En algunas formas de realización, el método comprende la disposición virtual de un pónico en el lugar del diente.

En algunas formas de realización, el método comprende definir un hueco entre el borde del pónico y la encía adyacente. Este hueco se puede denominar como el hueco basal.

40 La manera tradicional de hacer restauraciones o prótesis provisionales para un paciente puede comprender tomar una impresión de los dientes, moldear un modelo físico de los dientes a partir de la impresión, preparar el diente roto sobre el modelo físico y construir el provisional sobre el modelo. Este método requiere mucho tiempo, y el diseño final de la restauración no se puede realizar utilizando el diseño provisional. Alternativamente, el dentista puede construir el provisional directamente en la boca del paciente. Este método puede ser más rápido, pero puede ser muy incómodo
45 para el paciente tener la construcción provisional en su boca, y de nuevo el diseño final de la restauración no se puede hacer utilizando el diseño provisional. Por lo tanto, cuando se realiza el diseño final, el protésico dental tiene que empezar todo de nuevo, ya que no puede reutilizar el diseño que ya ha realizado para la restauración provisional.

Se describe un método implementado por ordenador para diseñar una pieza dental para una región en el conjunto de dientes de un paciente, en donde el método comprende las etapas de:

50 - obtener una representación digital en 3D de al menos la región del conjunto de dientes del paciente, donde la representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D;

- determinar al menos una parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D;
- diseñar virtualmente una preparación en la región del conjunto de dientes del paciente para la pieza dental; y
- obtener un modelo virtual en 3D de la pieza dental.

5 Por consiguiente, es una ventaja que se diseñe una preparación virtual, por medio de lo cual no se realiza una preparación real del diente o dientes, antes de que el paciente haya aceptado el diseño tanto de la pieza dental, por ejemplo, una restauración, como de la preparación que se va a realizar. Por lo tanto, es una ventaja que el paciente pueda ver un diseño virtual de la preparación y de la pieza dental antes de que se haga la preparación.

10 Además, es una ventaja que se pueda utilizar una representación en 3D producida a partir de una exploración en 3D de la región pertinente para diseñar una preparación virtual para la región pertinente. Esto garantiza que la preparación virtual se ajuste realmente al caso real, si la preparación virtual se utiliza para realizar una preparación física en un diente o dientes en la boca del paciente.

15 A menudo hay superficies de los dientes que la exploración en 3D no puede captar, tal como un lado proximal del diente o una parte subgingival de un diente, y es una ventaja que estas superficies se puedan determinar, calcular y/o estimar y, por lo tanto, utilizar en el diseño de la preparación, y/o la pieza dental, tal como una restauración, una restauración provisional o un encerado de diagnóstico, etc. Por lo tanto, la superficie puede ser la superficie de un diente. La determinación de al menos una parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D también puede significar que se trata de una superficie que no existe y, por lo tanto, la determinación de una superficie puede significar el diseño de una superficie, tal como el diseño de la pieza dental.

20 La superficie que no está disponible en la representación en 3D puede no estar presente en el conjunto de dientes preparados de antemano, es decir, la superficie no existe cuando se obtiene la exploración en 3D del conjunto de dientes. Por ejemplo, en el caso de que se tenga que extraer un diente muerto o dañado para proporcionar espacio para un pónico de un puente, la superficie aparecerá por primera vez después de que el diente se haya extraído. La superficie que no está disponible en la representación en 3D puede ser también la superficie que emerge después de la cicatrización de la encía después de la extracción de un diente.

25 Referirse a una superficie como que no está disponible en la representación digital en 3D no excluye que la superficie se genere para llegar a formar parte de la representación digital en 3D generando, por ejemplo, una encía virtual. La frase se puede referir a la situación en la que la superficie no se pudo detectar en la exploración en 3D, tal como cuando la superficie no existía cuando se realizó la exploración en 3D.

30 En la técnica anterior puede no haber información subgingival del diente, ninguna extrapolación de superficie de superficies desconocidas, ningún diseño basado en un dibujo CAD o en el diseño de un nuevo diente, ningún morphing a partir de un diseño virtual, sino sólo morphing a partir de la exploración en 3D, y sólo cambios realizados en la forma exterior de la exploración, etc.

La presente invención se puede referir a diseñar virtualmente una preparación, sin realizar la preparación real.

35 Los dientes del paciente antes de la aplicación de cualquier tratamiento se pueden denominar como dientes preparados de antemano. Sin embargo, los dientes preparados de antemano también pueden ser los dientes del paciente antes del trabajo de preparación que a menudo se requiere antes de una restauración dental. Por lo tanto, los dientes preparados de antemano pueden haber recibido algún tratamiento, normalmente menor, tal como limpieza, pulido, esmerilado menor y/o similares, pero los dientes preparados de antemano no han sido preparados para una restauración dental. Una preparación para una restauración dental requiere normalmente el esmerilado, taladrado, extracción, tratamiento endodóntico y/o similar, del diente o dientes pertinentes.

La frase dientes preparados de antemano también se puede utilizar en relación con un conjunto de dientes en donde ya se han realizado trabajos dentales en los dientes que no forman parte de dicha región, es decir, que la pieza dental se puede haber ya preparado en trabajos dentales anteriores en los demás dientes del paciente.

45 En esta solicitud también se utiliza la frase configuración del conjunto de dientes preparados de antemano en relación con los dientes preparados de antemano.

Es una ventaja de la presente invención que se pueden utilizar muchos tipos diferentes de información, tales como datos de exploración, diseño CAD en 3D para diseñar y finalmente obtener un modelo virtual en 3D de una pieza dental para ser insertada o dispuesta en la boca de un paciente, ya sea provisional o de forma permanente.

50 La determinación de al menos una parte de una superficie y/o el diseño de una característica comprende la determinación y/o el diseño de la forma de la superficie.

Los diseños virtuales pueden ser diseños CAD.

Las etapas del método se pueden realizar total o parcialmente por un operador o usuario y/o realizar total o parcialmente de forma automática mediante el medio de procesamiento de un programa informático.

El componente de diagnóstico puede ser, por ejemplo, una restauración producida porque un diente está roto, falta un diente, debe ser "torneado", etc.

Por lo tanto, en algunas formas de realización la determinación de al menos parte de una superficie no disponible en la representación en 3D comprende diseñar virtualmente al menos una parte de la pieza dental.

5 En algunas formas de realización, la superficie que no está disponible en la representación en 3D es al menos una parte de la pieza dental que se está diseñando.

En algunas formas de realización, la superficie que no está disponible en la representación en 3D es una parte existente del conjunto de dientes del paciente.

10 En algunas formas de realización la determinación de al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D comprende determinar un lado proximal de un diente.

En el contexto de la presente invención, las frases "lado proximal de un diente" y superficie interproximal de un diente se utilizan indistintamente.

En algunas formas de realización la determinación de al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D comprende determinar una parte de diente subgingival.

15 Una determinación o extrapolación subgingival puede ser particularmente relevante de obtener cuando se diseñan coronas o coronas provisionales.

En algunas formas de realización, la determinación de al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D se basa en la representación en 3D.

20 En algunas formas de realización, la determinación de al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D se basa en la forma de los dientes adyacentes y/o se basa en una restauración predeterminada.

En algunas formas de realización, la determinación de al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D se basa en la estimación por extrapolación de la representación en 3D del diente.

En algunas formas de realización, el diseño virtual de al menos parte de la pieza dental y/o de la preparación se basa en al menos parte de la superficie que no está disponible en la representación en 3D.

25 En algunas formas de realización, la preparación se diseña primero, y al menos parte de la pieza dental se diseña después en base a la preparación.

En algunas formas de realización, la pieza dental se obtiene automáticamente cuando se diseña la preparación.

En algunas formas de realización al menos parte de la pieza dental se diseña primero, y la preparación se diseña después en base a la al menos parte de la pieza dental.

30 En algunas formas de realización, la preparación se obtiene automáticamente cuando se diseña al menos parte de la pieza dental.

En algunas formas de realización, la preparación se diseña u obtiene de la parte interna de la pieza dental, tal como la parte interna de una corona.

35 En algunas formas de realización, la pieza dental es una restauración y/o una restauración provisional y/o un encerado de diagnóstico.

Se puede producir un encerado de diagnóstico para mostrar al paciente cómo se verán los nuevos dientes antes de la preparación real de sus dientes. Un provisional o una restauración provisional la lleva puesta el paciente después de que se haga la preparación y antes de que se haya producido la restauración real o permanente.

40 Un encerado de diagnóstico puede ser particularmente relevante cuando se diseñan, por ejemplo, carillas, y para el diseño de carillas se puede no utilizar la información de la superficie subgingival o la extrapolación.

En algunas formas de realización, la restauración provisional y/o restauración es una corona, un puente, un implante y/o una carilla. Una corona también se puede denominar un coping. Se puede hacer una carilla o revestir con una carilla en un coping.

45 En algunas formas de realización la corona comprende una parte interna y una parte externa. La parte interna de la corona se puede denominar un coping.

En algunas formas de realización, la forma de la parte interna de la corona es igual a la forma de la preparación.

En algunas formas de realización se define un espacio de cemento entre la parte interna de la corona y la preparación.

- En algunas formas de realización el método comprende además el diseño de estructuras en la superficie interior de la corona.
- 5 Es una ventaja que la superficie interior de la corona, la parte interna de la corona y/o el coping comprendan estructuras, ya que por medio de las estructuras la corona se puede unir mejor, más fácil, más rápida y/o de forma más robusta a la preparación cuando se pega o cementa la corona sobre la preparación. Las estructuras también se pueden denominar rejillas de retención.
- En algunas formas de realización las estructuras se forman como ranuras.
- 10 Las ranuras pueden ser verticales en relación con la dirección de inserción de la corona. Es una ventaja proporcionar ranuras verticales en la superficie interior, ya que las ranuras verticales se pueden fabricar fácilmente, tanto por una persona como por una máquina, tal como una fresadora o una impresora en 3D. Además, las ranuras verticales pueden proporcionar una buena unión a la superficie de la preparación.
- En algunas formas de realización el método comprende además la determinación y visualización de una línea de margen virtual.
- La línea de margen virtual puede estar relacionada con uno o más dientes del conjunto de dientes.
- 15 En algunas formas de realización, el método comprende además la determinación de la línea de margen virtual a partir de la representación en 3D de la región del conjunto de dientes del paciente.
- En algunas formas de realización el método comprende además disponer la línea de margen virtual para permanecer en la superficie determinada que no estaba disponible en la representación en 3D.
- 20 En algunas formas de realización, el método comprende además la conexión de la preparación virtual con las partes disponibles y/o estimadas pertinentes de un diente en la región del conjunto de dientes del paciente.
- En algunas formas de realización el método comprende además encajar a presión virtualmente la preparación a la superficie de al menos un diente en la región del conjunto de dientes del paciente.
- 25 En algunas formas de realización, el diseño de la preparación se diseña de forma libre, se diseña en base a la forma original del diente, se diseña en base al diseño de la pieza dental, tal como una corona, es un diseño predeterminado, es un diseño paramétrico o algorítmico y/o se obtiene de una biblioteca.
- En algunas formas de realización, el diseño de la preparación se basa en la clase de diente que se va a preparar, tal como un diente molar, un diente premolar o un diente anterior.
- En algunas formas de realización, el método comprende además el diseño de la parte interna y/o externa de la corona en base al diente original en la región del conjunto de dientes del paciente.
- 30 En algunas formas de realización la pieza dental se adapta para ser unida en la región en el conjunto de dientes del paciente, después de que se realice una preparación física en al menos un diente en la región en el conjunto de dientes del paciente.
- En algunas formas de realización, el método comprende además la determinación de una guía de preparación para el dentista antes de preparar los dientes.
- 35 La guía de preparación también se puede denominar o comprender una guía de perforación.
- En algunas formas de realización el método comprende además realizar una segmentación virtual de al menos parte del conjunto de dientes.
- La segmentación virtual se puede realizar para facilitar la manipulación de los dientes adyacentes.
- 40 En algunas formas de realización, el método consiste además en cortar virtualmente al menos un diente en la región del conjunto de dientes del paciente.
- En algunas formas de realización el método comprende además determinar una dirección de inserción del al menos un diente en la región del conjunto de dientes del paciente.
- En algunas formas de realización, la pieza dental es una restauración provisional, y el método comprende además el diseño de una restauración definitiva en base al diseño de la restauración provisional.
- 45 Por lo tanto, la primera pieza dental se puede diseñar de acuerdo con el método o métodos descrito(s) anteriormente y puede ser, por ejemplo, una restauración provisional. La segunda pieza dental puede ser entonces una restauración definitiva. Por lo tanto, la restauración definitiva se basa directamente en el diseño de la restauración provisional.

Esto es una ventaja, porque el método permite a los laboratorios dentales ahorrar tiempo y costes de material. Además, es una ventaja que el método sea rápido, fácil y proporcione diseños consistentes porque las restauraciones definitivas, tales como las coronas, se basan en realidad en la(las) provisional(es) previamente diseñada(s).

- 5 En algunas formas de realización, el método comprende además la transferencia del diseño de la restauración provisional a un diseño de una restauración definitiva por medio de la alineación del diseño de la restauración provisional con una representación en 3D basada en una exploración en 3D de los dientes preparados del paciente.

En algunas formas de realización, el diseño provisional se modifica antes de la transferencia.

En algunas formas de realización, el diseño provisional es un diseño de una capa, y en donde el diseño provisional de una capa se convierte en un diseño de restauración de dos capas.

- 10 En algunas formas de realización, el método comprende además la realización de una exploración de validación en la boca del paciente con un escáner intraoral mientras se realiza el procedimiento de preparación de acuerdo con el diseño virtual para validar que la preparación se realice correctamente de acuerdo con la guía de preparación.

- 15 Es una ventaja que el dentista pueda realizar una validación de la preparación física que está realizando en el diente o dientes del paciente utilizando un escáner intraoral simultáneamente o al mismo tiempo con el procedimiento de preparación. Puede explorar una región donde ha estado preparando un diente y mediante la comparación de la exploración de esta región con la guía de preparación, por ejemplo, el modelo de software o las instrucciones, el dentista puede ver si ha cortado suficiente material del diente o si necesita cortar más material y de qué parte del diente se debe extraer el material. Esta validación de exploración intraoral puede ser una alternativa y/o una adición a la utilización de guías de preparación física.

- 20 En algunas formas de realización, la exploración de validación proporciona una validación en tiempo real.

En algunas formas de realización, la exploración en 3D es una exploración intraoral de al menos parte de los dientes del paciente, una exploración de al menos parte de una impresión del conjunto de dientes del paciente y/o una exploración de al menos parte de un modelo del conjunto de dientes del paciente.

- 25 En algunas formas de realización, la exploración en 3D se realiza por medio de exploración con luz láser, exploración con luz blanca, exploración con sonda, exploración con rayos X y/o exploración por TAC.

La exploración en 3D puede proporcionar datos dispuestos como una nube de puntos a partir de la cual se puede reconstruir la superficie del conjunto de dientes. La reconstrucción de la superficie se puede realizar utilizando una técnica de triangulación.

Un ejemplo de un flujo de trabajo puede ser:

- 30 a) en una clínica dental se explora a un paciente, por ejemplo, por vía intraoral o se toma una impresión que luego se explora.
- b) En un laboratorio dental, la preparación virtual se diseña en base a la exploración y la restauración se diseña en CAD en base a la preparación virtual.
- 35 c) En la clínica dental se presentan al paciente la preparación virtual y la restauración y si el paciente las acepta, se visualiza la guía de preparación y se utiliza para realizar la preparación. Se puede colocar una restauración provisional en la preparación hasta que la restauración haya sido producida e insertada en la boca del paciente.

Otro ejemplo de un flujo de trabajo puede ser:

- a) una parte subgingival estimada del diente se basa en la exploración de un diente.
- b) se establece una línea de margen en base a la parte subgingival estimada del diente.
- 40 c) se diseña una preparación virtual en base a la línea de margen
- d) se diseña un provisional, se extrae la corona provisional del diseño CAD y se determina también una guía de preparación.

Otro ejemplo de un flujo de trabajo puede ser:

- a) se obtiene una representación digital en 3D a partir de una exploración en 3D.
- 45 b) el diente pertinente de la exploración se corta virtualmente, es decir, el diente se extrae virtualmente de la representación digital en 3D.
- c) se extrapolan las partes no disponibles del diente, por ejemplo, los lados proximales y/o la parte subgingival.

d) la preparación virtual se diseña en base a las partes extrapoladas, o bien se diseña la restauración o la restauración provisional, por ejemplo, una corona.

e) la preparación virtual se conecta con las partes pertinentes del diente.

f) el lado interno y/o externo de la corona se diseña en base al diente existente.

5 g) se realiza una guía de preparación.

Otro ejemplo de un flujo de trabajo puede ser:

a) una preparación o al menos una parte de corona o una superficie interna de una corona se coloca en el espacio virtual utilizando la interfaz gráfica de usuario (GUI).

a) la línea de margen se determina en base a una de las características.

10 Otro ejemplo de un flujo de trabajo puede ser:

a) Obtener una representación digital en 3D del conjunto de dientes preparado de antemano, por ejemplo, mediante una exploración interoral;

b) eliminar virtualmente los dientes pertinentes de la representación digital en 3D;

15 c) crear un encerado de diagnóstico virtual para el conjunto de dientes, comprendiendo dicho encerado de diagnóstico virtual una o más restauraciones dentales virtuales, tales como coronas o un puente

20 d) combinar la representación digital en 3D de los dientes de los que se extraen los dientes virtualmente con el encerado de diagnóstico, tal como combinar reemplazando virtualmente uno o más dientes de la representación digital en 3D con dientes de acuerdo con el encerado de diagnóstico virtual. El modelo combinado virtual también se puede denominar como modelo de laboratorio de diagnóstico virtual y puede mostrar una situación dental objetivo para el paciente;

e) cerrar los orificios del modelo combinado de tal manera que los orificios que aparezcan en el lugar donde se conectan el encerado de diagnóstico y la representación digital en 3D se puedan cerrar. El cierre de orificios se puede realizar utilizando un algoritmo de cierre de orificios basado en la curvatura.

25 f) añadir al modelo combinado una preparación virtual a la parte de la representación digital en 3D en la que se ha extraído virtualmente un diente correspondiente.

Esto puede resultar ventajoso en el caso de que el protésico dental elija diseñar la restauración provisional digital a partir de la forma de la preparación virtual.

El flujo de trabajo puede comprender, además:

30 g) finalizar el modelo de laboratorio de diagnóstico virtual, por ejemplo, añadiendo una base virtual al modelo combinado virtual;

h) fabricar un modelo de laboratorio de diagnóstico físico a partir del modelo de laboratorio de diagnóstico virtual.

Cuando algunos de estos flujos de trabajo se combinan, su orden puede ser el anterior o un orden diferente.

35 Una guía de preparación puede ser un procedimiento recomendado para ejecutar una preparación dental. Puede ser en forma de documentos, material audiovisual o artefactos físicos, tales como por ejemplo modelos dentales. Puede contener información sobre qué equipo utilizar y cómo utilizarlo. Por lo tanto, una guía de preparación se dirige normalmente a un dentista, un protésico dental, un laboratorio dental y/o similares. Una guía de preparación puede comprender instrucciones, por ejemplo, instrucciones de software que se pueden ejecutar mediante una máquina utilizada para la preparación. En algunas formas de realización de la invención el software ayuda al dentista con el trabajo preparatorio. En muchos casos, las guías generales de preparación son proporcionadas por los fabricantes de material y equipo dental. Para facilitar el trabajo del dentista y mejorar la resistencia restauradora y la calidad general, el método puede proporcionar automáticamente las guías de preparación para el diseño de la pieza dental en particular, por ejemplo, de una restauración.

40 Posiblemente, el software puede ayudar a planificar el alargamiento de la corona. En este contexto, por ejemplo, se puede evitar que el margen se coloque de forma demasiado subgingival. También el tipo de margen, por ejemplo, bisel u hombro, podría ser sugerido por el software.

45 Además de proponer detalles de la preparación, el software que genera una guía de preparación también puede validar posiblemente una preparación que el dentista y/o el protésico dental hayan ideado por otros medios. Por ejemplo, el software puede evaluar la resistencia restauradora y/o la elección de materiales, y/o incluso la elección del método de tratamiento restaurador.

- La guía de preparación puede tomar muchas formas, incluyendo texto de instrucciones, múltiples capturas de pantalla en 2D, animaciones en 3D, visualización por ordenador, vídeos y/o instrucciones para la preparación del robot o mecanizado. Una guía de preparación también puede incluir un modelo físico de la preparación deseada, positiva, o una representación física negativa que se puede probar en la boca del paciente. Por ejemplo, en el caso de que el modelo sea un modelo moldeado explorado, el protésico dental podría preparar este molde. Dado que la preparación virtual también está disponible en forma digital, el modelo CAD de la preparación dental, también se podría fabricar por CAM.
- 5
- Una forma de realización adicional comprende la etapa de proporcionar una guía de preparación para el dentista antes de preparar los dientes, dicha guía de preparación basada preferentemente al menos en parte en el modelo CAD de la preparación dental.
- 10
- En una forma de realización adicional dicha guía de preparación proporciona asistencia en relación con el alargamiento de corona(s), ubicación y/o tipo del margen y/o similares, y en donde la generación de dicha guía de preparación se basa al menos parcialmente en el modelo CAD de restauración dental y/o el modelo en 3D de los dientes preparados de antemano y/o el modelo CAD de la preparación dental y/o la segmentación de dichos modelos.
- 15
- En una forma de realización adicional dicha guía de preparación comprende instrucciones para la ejecución de una preparación generada por máquina y/o un modelo de preparación.
- En una forma de realización adicional dicha guía de preparación comprende un modelo dental de la preparación, tal como un modelo de yeso y/o un modelo de encerado, tal como un modelo dental marcado.
- 20
- En una forma de realización adicional, la alineación se basa al menos parcialmente en la detección y/o demarcación y/o alineación de las líneas de margen de los modelos.
- En una forma de realización adicional, la transferencia del diseño del modelo CAD de restauración dental comprende el morphing de parte del modelo CAD de restauración dental en el modelo en 3D de los dientes preparados.
- 25
- En una forma de realización adicional se aplica el morphing cerca de la línea de margen del modelo CAD de restauración dental y/o del modelo en 3D de los dientes preparados.
- 30
- En una forma de realización adicional, el impacto del morphing es mayor cerca de la línea de margen del modelo CAD de restauración dental y/o del modelo en 3D de los dientes preparados, con un impacto decreciente del morphing al aumentar la distancia a la línea de margen.
- En una forma de realización adicional, la etapa de la transferencia del diseño del modelo CAD de restauración dental comprende crear una superficie interior del modelo CAD de restauración dental como un desplazamiento del modelo en 3D de los dientes preparados, dicho desplazamiento preferentemente en la dirección oclusal y/o incisal a partir de la línea de margen del modelo en 3D de los dientes preparados.
- Una forma de realización adicional comprende que dicho desplazamiento se proporcione automáticamente.
- 35
- En una forma de realización adicional, una parte importante de la superficie externa del modelo CAD de restauración dental se mantiene cuando se transfiere al modelo en 3D de los dientes preparados, el contorno de la superficie interna del modelo CAD de restauración dental es similar, en esencia, a la superficie externa del modelo en 3D de los dientes preparados y el área de la línea de margen del modelo CAD de restauración dental y el modelo en 3D de los dientes preparados se transforman por morphing juntos.
- 40
- Todavía una forma de realización adicional comprende la etapa de transferir el diseño del modelo CAD de restauración dental, que comprende transformar por morphing el modelo CAD de la preparación dental con el modelo en 3D de los dientes preparados, proporcionando de este modo una transformación del modelo CAD de la preparación dental al modelo en 3D de los dientes preparados de antemano, y aplicando posteriormente esta transformación al modelo CAD de restauración dental.
- 45
- Una forma de realización adicional comprende la etapa de modificar el diseño del modelo CAD de restauración dental después de la etapa de transferir dicho modelo CAD de restauración dental al modelo en 3D de los dientes preparados.
- 50
- La presente invención se refiere a diferentes aspectos que incluyen el método descrito anteriormente y a continuación, y métodos, dispositivos, sistemas, utilizaciones y/o medios de producto correspondientes, cada uno produciendo uno o más de los beneficios y ventajas descritas en conexión con el primer aspecto mencionado, y cada uno teniendo una o más formas de realización que corresponden a las formas de realización descritas en conexión con el primer aspecto mencionado y/o descrito en las reivindicaciones adjuntas.
- En particular, en la presente memoria se describe un sistema para diseñar una pieza dental para al menos una región del conjunto de dientes de un paciente, en donde el sistema comprende:

- medios para obtener una representación digital en 3D de al menos la región del conjunto de dientes del paciente, donde la representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D, y donde los dientes y la encía en la representación en 3D están configurados para distinguirse entre sí;
 - medios para diseñar virtualmente la pieza dental;
- 5 donde al menos parte de la pieza dental se diseña en base a al menos una parte de la encía en la representación en 3D; y
- medios para obtener un modelo virtual en 3D de la pieza dental.

En particular, en la presente memoria se describe un sistema para diseñar una pieza dental para una región en el conjunto de dientes de un paciente, en donde el sistema comprende:

- 10 - medios para obtener una representación digital en 3D de al menos la región del conjunto de dientes del paciente, donde la representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D;
- medios para determinar al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D;
 - medios para diseñar virtualmente una preparación en la región del conjunto de dientes del paciente para la pieza dental; y
- 15 - medios para obtener un modelo virtual en 3D de la pieza dental.

Además, la invención se refiere a un producto de programa de ordenador que comprende medios de código de programa para provocar que un sistema de procesamiento de datos realice el método de acuerdo con cualquiera de las formas de realización, cuándo dichos medios de código de programa se ejecutan en el sistema de procesamiento de datos y un producto de programa de ordenador, que comprende un medio legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo los medios de código de programa.

Breve descripción de los dibujos

Los objetivos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se dilucidarán adicionalmente mediante la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitante de formas de realización de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La Fig. 1 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo del método implementado por ordenador.

25 La Fig. 2 muestra ejemplos de diseño de una preparación virtual y de diseño de al menos parte de una pieza dental.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de determinación de parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D.

La Fig. 4 muestra un ejemplo de obtención de un modelo virtual de al menos parte de una pieza dental.

La Fig. 5 muestra un ejemplo de una línea de margen dibujada en una preparación.

30 La Fig. 6 muestra un ejemplo de una corona diseñada en base a la forma original del diente.

La Fig. 7 muestra un ejemplo esquemático de la elección de los ajustes para un coping.

La Fig. 8 muestra ejemplos de diferentes piezas dentales, en los que se puede realizar una preparación para unir o disponer la pieza dental.

35 La Fig. 9 muestra un ejemplo de un flujo de trabajo para el diseño de una pieza dental, tal como una restauración provisional, y una pieza dental, en esencia, correspondiente, tal como una restauración definitiva.

La Fig. 10 muestra un ejemplo de diseño de al menos una parte de una pieza dental basada en una parte gingival.

La Fig. 11 muestra ejemplos de diseño de la encía.

La Fig. 12 muestra un ejemplo de diseño manual de la técnica anterior de la encía sobre un modelo de dientes físico.

La Fig. 13 muestra un ejemplo de la generación de un modelo virtual de una restauración de puente provisional.

40 La Fig. 14 ilustra un flujo de trabajo para el diseño de al menos una parte de una pieza dental, tal como una restauración de puente provisional o un puente de cera de diagnóstico, utilizando una forma de realización de la invención.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, se hace referencia a las figuras adjuntas, los cuales muestran a modo de ilustración cómo se puede poner en práctica la invención.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo para una forma de realización del método de diseño de una pieza dental para una región en el conjunto de dientes de un paciente.

5 En la etapa 101 se proporciona una representación digital en 3D de al menos la región del conjunto de dientes del paciente. La representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D.

En la etapa 102 se determina al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D.

En la etapa 103 se diseña virtualmente una preparación en la región del conjunto de dientes del paciente para la pieza dental.

10 En la etapa 104 se obtiene un modelo virtual en 3D de la pieza dental.

El orden de las etapas puede ser el orden de arriba o un orden diferente, por ejemplo:

En la etapa 101 se proporciona una representación digital en 3D de al menos la región del conjunto de dientes del paciente. La representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D.

15 En la etapa 102 se diseña virtualmente una preparación en la región del conjunto de dientes del paciente para la pieza dental.

En la etapa 103 se determina al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D.

En la etapa 104 se obtiene un modelo virtual en 3D de la pieza dental.

Sin embargo, también pueden ser posibles otros órdenes.

20 La determinación de al menos parte de una superficie no disponible en la representación en 3D puede comprender el diseño virtual de al menos una parte de la pieza dental. Por lo tanto, entonces la superficie que no está disponible en la representación en 3D puede ser al menos una parte de la pieza dental que se está diseñando.

25 Alternativa y/o adicionalmente, la superficie que no está disponible en la representación en 3D puede ser una parte existente del conjunto de dientes del paciente. Por lo tanto, la determinación de al menos parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D puede comprender la determinación de un lado proximal de un diente y/o una parte del diente subgingival.

La Fig. 2 muestra ejemplos de diseño de una preparación virtual y de diseño de al menos una parte de una pieza dental.

30 La Fig. 2a) muestra un ejemplo de una representación digital en 3D. Aunque la representación sólo parece ser una representación en 2D, se pretende ilustrar una representación digital en 3D para este propósito. La representación digital en 3D muestra dos dientes 201, 202 del conjunto de dientes de un paciente.

La Fig. 2b) muestra un ejemplo de una preparación virtual 203 o de la preparación virtual o preparación del diente 202.

La Fig. 2c) muestra un ejemplo del diseño virtual de al menos parte de una pieza dental. En este caso se diseña una corona 204.

35 Tanto la preparación virtual 203 como la corona 204 se pueden diseñar en base a la forma original del diente 202.

La Fig. 2d) muestra un ejemplo en el que primero se diseña el diseño virtual de una corona 204 y después se diseña el diseño virtual de la preparación 203. El diseño virtual de la preparación 203 se puede basar, por tanto, en la forma del diente original 202 y/o se puede basar en el diseño virtual de la corona 204.

40 La Fig. 2e) muestra un ejemplo en el que primero se diseña el diseño virtual de la preparación 203 y después se diseña el diseño virtual de la corona 204. El diseño virtual de la corona 204 se puede basar en la forma del diente original 202 y/o se puede basar en el diseño virtual de la preparación 203.

45 La Fig. 2f) muestra un ejemplo en el que primero se diseña el diseño virtual de una corona 204, luego se ignora el diente original 202 y después finalmente se diseña el diseño virtual de la preparación 203. Por lo tanto, el diseño virtual de la preparación 203 se puede basar en el diseño virtual de la corona 204, pero no se puede basar en la forma del diente original 202.

La Fig. 2g) muestra un ejemplo en el que primero se diseña el diseño virtual de la preparación 203, luego se ignora el diente original 202 y después finalmente se diseña el diseño virtual de la corona 204. Por lo tanto, el diseño virtual

de la corona 204 se puede basar en el diseño virtual de la preparación 203, pero no se puede basar en la forma del diente original 202.

Ignorar el diente original 202 puede comprender el borrado del diente 202, y/o ignorar el diente 202 se puede implementar desvaneciendo el diente 202 de tal manera que sea menos aparente que las otras características/formas.

5 La Fig. 3 muestra un ejemplo de determinación de una parte de una superficie que no está disponible en la representación en 3D.

10 La Fig. 3a) muestra un ejemplo en el que se determina la parte subgingival del diente 305 del diente 302. También se determina la línea de margen 306. El parte subgingival del diente 305 no está disponible en la exploración, cuando se explora utilizando luz láser, ya que este tipo de exploración no puede explorar a través del tejido gingival. Por lo tanto, la parte subgingival del diente 305 se puede determinar extrapolando la representación en 3D disponible de la superficie del diente 302.

15 La Fig. 3b) muestra un ejemplo de determinación de un lado proximal 307 del diente 302. La figura de la izquierda muestra que el lado proximal de un diente 302 puede ser imposible de representar en una exploración en 3D, porque los dientes 301 y 302 están muy juntos, de modo que no hay espacio entre ellos. En la representación digital en 3D, el lado proximal real del diente 302 no está por lo tanto disponible. La figura de la derecha muestra que el lado proximal 307 del diente 302 se puede determinar extrapolando la representación digital en 3D disponible de la superficie del diente 302. La representación digital en 3D disponible de la superficie del diente adyacente 301 también se puede utilizar para determinar el lado proximal 307 del diente 302.

20 Las extrapolaciones pueden comprender cualquier clase de extrapolación, tal como la extrapolación lineal, la extrapolación polinómica, la extrapolación cónica, la extrapolación de curva francesa, una combinación de dos o más extrapolaciones diferentes, etc.

La Fig. 4 muestra un ejemplo de obtención de un modelo virtual de al menos parte de una pieza dental.

25 En la primera figura se muestra el diente 402, se muestra la parte subgingival 405 determinada del diente 402 y se muestra la línea de margen 406. La parte subgingival 405 del diente 402 y/o la línea de margen se pueden determinar por la forma original del diente 402.

En la segunda figura se muestra el diseño virtual de la corona 404, se muestra el diseño virtual de la preparación 403, se muestra la línea de margen 406 y se muestra la parte subgingival 405 del diente 402.

En la tercera figura, se ilustra el modelo virtual en 3D definitivo 408 de la corona 404 con una sección transversal del modelo virtual.

30 La Fig. 5 muestra un ejemplo de una línea de margen dibujada en una preparación.

La línea de margen 506 se dibuja en la preparación 503 y la dirección de inserción 509 de la preparación 503 se marca con una flecha.

La Fig. 6 muestra un ejemplo de una corona diseñada en base a la forma original del diente.

35 La forma original del diente 602 es una representación en 3D de una exploración en 3D. El diseño virtual de la corona 604, que es una pieza dental o es una parte de una pieza dental, se basa en la forma original del diente 602 y/o se basa en la preparación virtual 603. La corona 604 puede ser la parte externa de una corona doble, y la línea 610 puede indicar entonces la parte interna 610 de la corona.

Alternativamente, la línea 610 puede indicar un coping 610 para la corona 604 o un coping 610 para el revestimiento con una carilla 604.

40 Puede haber un espacio o hueco de cemento entre las dos piezas 604 y 610 para sujetarlas juntas.

La Fig. 7 muestra un ejemplo esquemático de la elección de los ajustes para una preparación virtual.

45 La preparación virtual se puede diseñar en base a un coping. El ajuste n.º 1 indica el grosor de la pared del coping, el n.º 2 indica la altura de la pared, el n.º 3 indica el desplazamiento de la línea de margen, el n.º 4 indica el ángulo de desplazamiento y el n.º 5 indica el ancho de banda de extensión. También se puede determinar el ángulo inicial, el ángulo final y el desplazamiento de la banda lingual.

La Fig. 8 muestra ejemplos de diferentes piezas dentales, en las que se puede realizar una preparación para unir o disponer la pieza dental.

La Fig. 8a) muestra un ejemplo de un encerado de diagnóstico 811 en un modelo de preparación o preparación previa 812. El encerado de diagnóstico 811 y el modelo 812 pueden ser virtuales o físicos.

50 La Fig. 8b) muestra un ejemplo de corona 813 entre los dientes adyacentes originales.

La Fig. 8c) muestra un ejemplo de incrustación inlay, incrustación onlay y carillas 814.

La Fig. 8d) muestra un ejemplo de incrustación inlay y del puente Maryland 815.

La Fig. 9 muestra un ejemplo de un flujo de trabajo para el diseño de una pieza dental, tal como una restauración provisional, y una pieza dental, en esencia, correspondiente, tal como una restauración definitiva.

5 La Fig. 9a) muestra un ejemplo de una preparación virtual. La preparación virtual se puede diseñar, por ejemplo, por un protésico dental en un laboratorio dental. La preparación virtual se diseña en base a un modelo virtual en 3D de los dientes del paciente. La preparación virtual puede ser una llamada preparación mínima. El modelo virtual en 3D de los dientes del paciente se puede crear en base a, por ejemplo, una exploración intraoral, una exploración de una impresión, una exploración de un modelo, etc.

10 Si el modelo virtual en 3D se realiza en base a una exploración intraoral o una exploración de una impresión, esto elimina la necesidad de fabricar un modelo físico de los dientes. La exploración en 3D se realiza en el conjunto de dientes preparado de antemano.

15 La Fig. 9b) muestra un ejemplo de una restauración provisional, que se puede diseñar en base a la preparación virtual de la Fig. 9a). El protésico dental también puede diseñar el provisional o el encerado de diagnóstico. La superficie interna del provisional se puede procesar automáticamente o se puede diseñar para que se ajuste a la preparación virtual.

20 La Fig. 9c) muestra un ejemplo en el que el diseño del provisional en la Fig. 9b) se puede realizar por medio de diseño CAD y utilizando, por ejemplo, bibliotecas dentales, clonación con dientes existentes y/o modelado de forma libre utilizando herramientas de escultura flexibles. Las herramientas de escultura pueden proporcionar escalado, moldeado, rotación, clonación, replicación, morphing, etc.

El diseño digital de los provisionales o encerados de diagnóstico se puede enviar digitalmente al laboratorio que los fabrica. Además, el protésico dental puede enviar visualizaciones precisas antes y después del diente diseñado y la sonrisa resultante para su revisión en la clínica dental.

25 En el fabricante, el provisional o el encerado de diagnóstico se puede fabricar directamente a partir del diseño CAD y enviarse al dentista. Cuando el dentista recibe el provisional, entonces realmente prepara, muele o prepara el diente real del paciente. Luego toma una impresión de la nueva situación dental con el diente preparado utilizando material de impresión y/o explora los dientes intraoralmente, y luego coloca o asienta la restauración provisional en la boca del paciente. La impresión y/o la exploración intraoral se pueden enviar al protésico dental o al laboratorio que explora la impresión para obtener un modelo virtual en 3D de la preparación u obtener o utilizar el modelo en 3D creado a partir de la exploración intraoral.

30 La Fig. 9d) muestra un ejemplo de un modelo virtual en 3D de la preparación real.

35 La Fig. 9e) muestra un ejemplo de la restauración definitiva diseñada. El modelo virtual en 3D de la preparación y el diseño provisional digital realizado anteriormente se pueden utilizar para crear el diseño de la restauración definitiva, por ejemplo, una corona. Este diseño también se puede realizar por el protésico dental y/o el laboratorio. Los archivos de diseño de la restauración provisional se pueden fusionar junto con el modelo virtual en 3D de la preparación para crear una corona definitiva utilizando transferencia digital y alinear las herramientas o medios de procesamiento. Por lo tanto, la corona definitiva se puede crear en muy poco tiempo y con un ajuste perfecto a la preparación del diente del paciente.

La Fig. 9f) muestra un ejemplo de la restauración definitiva dispuesta en la preparación.

40 La Fig. 9g) muestra un ejemplo de la restauración definitiva dispuesta en la preparación donde la restauración definitiva es transparente de tal manera que la preparación se puede ver por debajo.

La Fig. 9h) muestra una visión general de un flujo de trabajo ilustrado con las figuras anteriores. La restauración provisional se denomina "temp" en esta figura. La figura ilustra cómo se dividen las acciones entre el dentista y el laboratorio o lab.

45 La Fig. 10 muestra un ejemplo de diseño de al menos una parte de una pieza dental basada en una parte gingival.

50 La Fig. 10a) muestra un ejemplo de un modelo virtual en 3D 1000 de los dientes de un paciente. El modelo virtual en 3D 1000 se puede obtener explorando los dientes con un escáner intraoral, explorando una impresión de los dientes o explorando un modelo físico de los dientes. El modelo virtual 1000 comprende en este caso dos dientes 1001 y el borde gingival 1002 de una región que puede ser una herida de extracción después de la extracción, caída o muerte de un diente. Por lo tanto, el paciente desea que se le haga un puente en el que se disponga un pónico en el lugar 1002 del diente perdido.

La Fig. 10b) muestra un ejemplo del modelo virtual en 3D 1000 donde se indican las raíces del diente 1003 en el hueso oculto por la encía 1004. La línea 1005 en los dientes 1001 indica a donde alcanza la encía en los dientes 1001.

- La Fig. 10c) muestra un ejemplo de la restauración provisional diseñada 1010, que es un puente en este ejemplo. El pónico diseñado 1006 está indicado entre los dos dientes 1001. También se indica la preparación 1007 de cada uno de los dos dientes 1001. Además, el borde del pónico adyacente al borde gingival 1002 de la región de extracción se muestra en dos diseños diferentes: 1008 y 1009. El borde del pónico 1008, 1009 se diseña en relación con el borde gingival 1002 de la región de extracción.
- El borde del pónico 1008 proporciona un pónico más corto, donde en este caso el hueco entre el borde del pónico 1008 y la encía 1002 de la región rota será bastante grande. El borde del pónico 1009 proporciona un pónico más largo, donde en este caso el hueco entre el borde del pónico 1009 y la encía 1002 de la región rota será menor. El borde del pónico 1009 puede corresponder al borde del pónico en una restauración provisional, donde la región después del diente perdido es bastante grande. El borde del pónico 1008 puede corresponder al borde del pónico en una restauración definitiva, en la que la región después de la pérdida del diente es más pequeña, ya que el hueso por debajo puede haber crecido y el borde gingival 1002 tiene buena forma de nuevo. El paciente normalmente lleva puesta la restauración provisional durante algunas semanas y en este período el hueso puede comenzar a crecer y la herida de extracción puede sanar. Por lo tanto, la restauración definitiva debería ser normalmente más pequeña que la provisional para garantizar que el hueco con el borde gingival 1002 siga siendo adecuado.
- Observe que los huecos entre el borde del pónico 1008, 1009 y el borde gingival 1002 que se muestran en esta figura son exagerados a efectos ilustrativos. Normalmente el hueco debe ser tan pequeño que no sea visible inmediatamente y así los alimentos, etc., no entran a través el hueco. Sin embargo, el hueco debe tener un tamaño de modo que el borde del pónico 1008, 1009 no irrite el borde gingival adyacente 1002.
- La Fig. 10d) muestra un ejemplo de la restauración provisional 1010 que comprende dos coronas 1011 y un pónico 1012. El borde 1009 indica el borde de la restauración provisional. La línea de puntos 1008 puede indicar el borde de una restauración definitiva.
- La parte interna de las coronas 1011 de la restauración 1010 corresponde a la preparación 1007 según se ve en la Fig. 10c).
- La Fig. 10e) muestra un ejemplo de un modelo virtual en 3D 1013 de los dientes después de que el dentista haya preparado los dos dientes para las coronas. Los dientes 1001 de la Fig. 10a) son ahora dientes preparados de antemano 1014. Los dientes preparados de antemano 1014 corresponden a la preparación diseñada 1007 en la Fig. 10c). También se muestran las raíces de los dientes 1003.
- La Fig. 10f) muestra un ejemplo de la situación oral 1015 cuando la restauración se dispone en la boca del paciente. La restauración comprende las dos coronas 1011 y el pónico 1012. Las raíces de los dientes 1003 también se indican para ilustración. Se muestra el borde del pónico 1009 de la restauración provisional, así como el borde del pónico 1008 para, por ejemplo, una restauración definitiva. Se indica el borde de la encía 1002 en la herida u orificio.
- La Fig. 10g) muestra un ejemplo de la situación oral 1015 cuando la restauración provisional se dispone en la boca del paciente. La restauración comprende las dos coronas 1011 y el pónico 1012. Se muestra el borde del pónico 1009 de la restauración provisional.
- La Fig. 10h) muestra un ejemplo de la situación oral 1015 cuando la restauración definitiva se dispone en la boca del paciente. La restauración comprende las dos coronas 1011 y el pónico 1012. Se muestra el borde del pónico 1008 de la restauración definitiva.
- La Fig. 11 muestra ejemplos de diseño de la encía.
- La Fig. 11a) muestra un ejemplo de un pónico 1106 y el borde gingival 1102 adyacente al pónico. Las líneas de puntos 1108 y 1109 muestran cómo se puede diseñar el borde del pónico adyacente al borde gingival 1102.
- La Fig. 11b) muestra un ejemplo del borde gingival 1102 y dos diseños de un borde pónico 1108, 1109, que están diseñados en base al borde gingival 1102.
- La Fig. 11c) muestra un ejemplo del diseño del borde gingival 1102. El borde gingival c1 puede ser el borde gingival capturado en la boca del paciente. El borde gingival se puede explorar intraoral o se puede tomar una impresión de los dientes y de la encía.
- Los diseños c2-c5 pueden ser diferentes diseños del borde gingival 1102. El borde gingival se puede diseñar de esta manera, ya que el protésico dental y/o el dentista suponen que el borde gingival evolucionará hasta tener este aspecto después de algún tiempo. En base al diseño del borde gingival 1102, se puede diseñar una restauración, tal como una restauración provisional, tal como un pónico en un puente.
- Las Fig. 11 d) y 11 e) muestran un ejemplo de modelado o diseño o escultura del borde gingival 1102. Se pueden asignar varios puntos, por ejemplo, tres puntos, 1, 2, 3, al borde gingival para arrastrar el borde en diferentes direcciones, dependiendo de cómo debiera ser el diseño de la encía. Como se muestra en la figura, los puntos a lo largo del borde gingival se pueden arrastrar en diferentes direcciones para diseñar la encía.

En algunas de las figuras se muestran modelos en 2D y el diseño o modelado se muestra en 2D, sin embargo, se entiende que todos los modelos de acuerdo con el método son modelos en 3D y que el diseño y el modelado son en 3D en el método.

La Fig. 12 muestra un ejemplo de diseño manual de la encía de la técnica anterior sobre un modelo de dientes físico.

5 La Fig. 12a) muestra la preparación manual de los dientes preparados 1214 en el modelo físico con una herramienta abrasiva. La región 1202 muestra el borde gingival donde faltan uno o más dientes. La encía regular 1204 se ve alrededor de los dientes normales.

La Fig. 12b) y la Fig. 12c) muestran el mismo modelo físico con los dientes preparados 1214. La región 1202 muestra el borde gingival donde faltan uno o más dientes. La encía regular 1204 se ve alrededor de los dientes normales.

10 Un puente con un pónico dispuesto en la región con el borde gingival 1202 se puede entonces diseñar manualmente para este modelo.

La Fig. 13 muestra un ejemplo de cómo se puede generar un modelo virtual en 3D de una restauración de puente provisional para el conjunto de dientes del paciente utilizando una forma de realización de la invención.

15 La restauración de puente provisional ilustrada es para los dientes maxilares anteriores, de tal manera que se proporcionan pónicos para el diente 8 y el diente 9, mientras que las coronas del puente se unen al diente 7 y al diente 10, donde los dientes se numeran de acuerdo con el sistema de designación universal de dientes. Los números de referencia utilizados en la figura cumplen con esta numeración, de tal manera que, por ejemplo, los números de referencia 1307 y 1310 se utilizan para los dientes que en el sistema de designación universal de dientes se numeran 7 y 10, respectivamente.

20 La Fig. 13a) muestra una representación digital en 3D del conjunto de dientes preparados de antemano en el que se ha definido una aproximación spline de seccionamiento en 3D 1340 en el diente 9. La aproximación spline de seccionamiento en 3D se puede definir manualmente por un operador o automáticamente utilizando algoritmos implementados por ordenador. La representación digital en 3D se genera a partir de una exploración en 3D del conjunto de dientes preparado de antemano.

25 Después de que se haya definido la aproximación spline de seccionamiento en 3D en relación a un diente, las superficies interproximales y opcionalmente parte de la superficie subgingival de este diente se pueden generar utilizando algoritmos implementados por ordenador.

30 La aproximación spline de seccionamiento en 3D se puede modificar para proporcionar que tenga la misma relación con la encía sobre las superficies interproximales y las superficies de la cara bucal/labial/lingual del diente. Es decir, la aproximación spline de seccionamiento en 3D 1340 se puede modificar para que tenga la forma deseada sobre las superficies interproximales y sobre las superficies directamente visibles del diente.

35 En la Figura 13a) la aproximación spline de seccionamiento en 3D 1340 sigue la encía en la superficie de la cara labial del diente 9 1309. La aproximación spline de seccionamiento en 3D se puede definir mediante puntos de control que, por consiguiente, se pueden utilizar para modificar la aproximación spline de seccionamiento en 3D para seguir, en esencia, la encía sobre las superficies bucales o linguales del diente, así como las superficies interproximales del diente. Cuando la aproximación spline de seccionamiento en 3D 1340 se ha modificado para que tenga una forma deseada, la parte delimitada por la aproximación spline de seccionamiento en 3D se elimina virtualmente de la representación digital en 3D.

40 El procedimiento de definición de la aproximación spline en 3D a partir de la representación digital en 3D del diente preparado de antemano y modificarlo para que siga una trayectoria deseada también en la superficie interproximal del diente se puede repetir para todos los dientes, de tal manera que se borre la parte de la representación digital en 3D correspondiente a todos estos dientes. Esto corresponde a la eliminación virtual de los dientes de la representación digital en 3D del conjunto de dientes.

45 Cuando los dientes se extraen virtualmente del conjunto de dientes, el operador puede elegir colocar una encía virtual o una preparación virtual en los lugares correspondientes, dependiendo de si el diente se va a extraer del conjunto de dientes o si se va a preparar para una corona.

50 La Fig. 13b) muestra la representación digital en 3D del conjunto de dientes preparado de antemano después de que se extraigan virtualmente el diente 7 y el diente 8. Un orificio 1341 se ve ahora en la región de la que se ha extraído el diente 7, mientras que se ha generado una encía virtual 1342 para la región de la que se ha extraído el diente 8. La encía virtual 1342 se puede generar a partir de una biblioteca y/o se puede obtener de la forma de la encía circundante utilizando, por ejemplo, algoritmos similares a una técnica de cierre de orificios basada en la curvatura. La encía virtual también se puede formar utilizando puntos según se describe en la Fig. 11 e), donde los puntos se pueden utilizar para adaptar la primera versión de la encía a la encía del paciente. La primera versión de la encía se puede seleccionar de una biblioteca o se puede generar utilizando un algoritmo.

55 Se puede definir una línea de margen virtual de los dientes individuales en la restauración de puente provisional. La línea de margen virtual se puede configurar para que se extienda sobre las superficies interproximales según se

muestra en la Fig. 13c), que muestra una línea de margen virtual 1343 para el diente 7. El operador puede elegir modificar la línea de margen para lograr el resultado estético deseado.

En la Fig. 13d) se proporciona un encerado de puente de diagnóstico 1344 para los cuatro dientes y se combina con la representación digital en 3D del conjunto de dientes del que se extraen virtualmente los dientes para obtener un modelo virtual de una situación dental objetivo. El encerado de puente de diagnóstico 1344 se puede seleccionar de una biblioteca o se puede formar de acuerdo con los dientes del conjunto de dientes preparado de antemano. La superficie anatómica de los dientes de la restauración de puente provisional se puede obtener de los dientes del encerado del puente de diagnóstico.

La Fig. 13e) muestra un modelo virtual de la parte de corona 1345 de la restauración de puente provisional donde el límite del borde cervical de la corona se define a partir de la línea gingival virtual 1341. La línea de margen virtual definida en el diente que se muestra en la Fig. 13c) se puede utilizar por lo tanto para definir el borde cervical (es decir, el límite inferior) de la parte correspondiente (corona o pónico) del modelo virtual de la restauración de puente provisional.

La Fig. 13f) muestra una visualización de un modelo combinado virtual de la representación digital en 3D virtual de los dientes de los que se extraen los dientes virtualmente y del encerado de diagnóstico. El modelo combinado también se puede denominar como un modelo de laboratorio de diagnóstico virtual y puede mostrar una situación dental objetivo para el paciente.

Los orificios que aparecen, por ejemplo, en el lugar de conexión entre el encerado de diagnóstico y la representación digital en 3D, se pueden cerrar, por ejemplo, utilizando algoritmos de cierre de orificios basados en la curvatura, de tal manera que el modelo de laboratorio de diagnóstico virtual se fabrique "estanco al agua".

La Fig. 13f) también muestra una preparación virtual que se ha añadido en la parte de la representación digital en 3D en la que el diente 7 ha sido extraído virtualmente. Esto puede ser beneficioso en el caso de que el protésico dental elija diseñar la restauración provisional digital a partir de la forma de la preparación virtual.

La parte de encerado de diagnóstico del modelo combinado virtual se puede manipular independientemente del modelo digital en 3D del conjunto de dientes para obtener, por ejemplo, un aspecto estético deseado, según se ilustra en la Fig. 13g).

Las Fig. 13h) y 13i) muestran el modelo virtual en 3D de la restauración de puente provisional. En la Fig. 13h), la restauración de puente provisional se visualiza desde el lado basal/cervical, de tal manera que se ven las superficies de las coronas generadas de la cara de la mandíbula y los pónicos. En la Fig. 13i), la restauración de puente provisional se ve desde el lado labial de tal manera que se ve parte de la superficie anatómica.

En algunos casos, el dentista prefiere tener un modelo físico combinado de un encerado de diagnóstico y el conjunto de dientes del paciente. En esa situación, el modelo combinado virtual se puede finalizar, por ejemplo, añadiéndole una base, y luego se puede fabricar un modelo combinado físico en base al modelo combinado virtual.

Fig. 14 ilustra el diseño de al menos una parte de una pieza dental tal como una restauración de puente provisional o un puente de encerado de diagnóstico utilizando una forma de realización de la invención. La siguiente descripción se hace con referencia al caso en el que la pieza dental es una restauración de puente provisional, pero el ejemplo también es válido para un puente de encerado de diagnóstico.

La Fig. 14a) muestra un ejemplo de un modelo virtual en 3D 1400 de los dientes de un paciente. El modelo virtual en 3D 1400 se puede obtener explorando los dientes en 3D con un escáner intraoral, explorando en 3D una impresión de los dientes o explorando en 3D un modelo físico de los dientes. El modelo virtual 1400 comprende tres dientes 14011, 14012, de los cuales el del medio 14012 se tiene que extraer y sustituir por un pónico, mientras que los dos dientes circundantes 14011 se deben preparar para aceptar las partes de corona de la restauración de puente provisional.

La exploración en 3D se realiza antes de extraer el diente 14012 de la boca del paciente y antes de preparar los dientes 10411. Los dientes 10411 y 14012 se pueden extraer virtualmente y se pueden formar preparaciones virtuales y encía virtual según se describe en la Fig. 13.

En la Fig. 14b) se ilustra un ejemplo de una superficie de la cara de la mandíbula 1451, 1452 de una restauración de puente provisional 1410. Las superficies de la cara de la mandíbula 1451 de las coronas de la restauración de puente provisional se configuran para permitir que las coronas se puedan unir a los dientes correspondientes cuando éstos han sido preparados por el dentista. Las superficies de las coronas de la cara de la mandíbula también se pueden denominar la parte cervical de las coronas, es decir, la parte que se orienta hacia las raíces de los dientes preparados. La superficie de la cara de la mandíbula 1452 del pónico se puede generar extrayendo virtualmente el diente correspondiente del modelo virtual en 3D 1400 y formando una encía virtual de la que se genera al menos parte de la superficie de la cara de la mandíbula 1452, por ejemplo, desplazando la superficie definida por la encía virtual. La superficie del pónico de la cara de la mandíbula también se puede denominar parte basal del pónico.

La superficie anatómica 1453 de la restauración de puente provisional se puede generar a partir de la forma original de los dientes 14011, 14012 o se puede seleccionar de una biblioteca de, por ejemplo, plantillas de encerados de diagnóstico.

5 Observe que el hueco entre la superficie de la cara de la mandíbula del pónico 1453 y el borde adyacente de la encía 1402 mostrado en esta figura se exagera a efectos de ilustración. Sin embargo, el hueco debe tener un tamaño de modo que el pónico no irrite el borde gingival adyacente 1402.

10 La Fig. 14c) muestra un ejemplo de la restauración de puente provisional 1410 con el pónico 1412 dispuesto entre las dos coronas 1411. La restauración de puente provisional se puede fabricar antes de la preparación de los dientes, de tal manera que esté disponible para ser insertada dentro de la boca del paciente inmediatamente después de la extracción y preparación de los dientes. Cuando se inserta en la boca, la superficie de la cara de la mandíbula de las partes de corona se acoplará a los dientes preparados, mientras que la superficie de la cara de la mandíbula del pónico se enfrentará a la encía en la región en la que se ha extraído el diente. La restauración de puente provisional se puede fabricar, por ejemplo, mediante fabricación digital directa.

15 La Fig. 14d) muestra un ejemplo de la región 1413 de los dientes después de que el dentista haya preparado los dos dientes 14011 para las coronas y después de que se haya extraído el diente 14012.

20 Cuando el diente ha sido extraído, la superficie en esa región está formada por la encía 1402. Los dientes 14011 de la Fig. 14a) se pueden haber preparado de acuerdo con una guía de preparación dental virtual o física configurada para proporcionar al dentista una guía sobre cómo garantizar que los dientes preparados 1414 tengan una forma de acuerdo con las superficies de la cara de la mandíbula 1451 de la restauración de puente provisional 1410 de la Fig. 14c).

La Fig. 14e) muestra cómo se puede ajustar la restauración de puente provisional fabricada a los dientes preparados.

25 La preparación de los dientes es raramente de tal manera que la superficie de los dientes preparados 1414 siga perfectamente la superficie de la cara de la mandíbula 1451 de las partes de corona de la restauración de puente provisional fabricada a partir del modelo virtual en 3D de la misma, pero la incertidumbre de la preparación y las limitaciones de la precisión de fabricación se pueden tener en cuenta al diseñar el modelo virtual en 3D, de tal manera que la restauración de puente provisional fabricada todavía se pueda disponer en los dientes preparados. Una forma de hacerlo así es diseñando las piezas de corona utilizando el llamado diseño de cáscara de huevo, que garantiza la reducción de los requisitos de precisión de la forma de los dientes preparados.

30 La Fig. 14f) muestra un ejemplo de la situación oral 1415 con la restauración de puente provisional fabricada en la boca del paciente. La restauración de puente provisional comprende un pónico 1412 y dos coronas 1411, en las que la superficie de las coronas de la cara de la mandíbula y la superficie de los dientes preparados se configuran de tal manera que la restauración de puente provisional se pueda unir provisionalmente a los dientes preparados 1414.

35 Se debe enfatizar que el término "comprende/que comprende" cuando se utiliza en esta memoria descriptiva se toma para especificar la presencia de características, números enteros, etapas o piezas declaradas, pero no excluye la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, piezas o grupos de los mismos.

40 Las características del método descrito anteriormente y en lo que sigue se pueden implementar en software y se pueden llevar a cabo en un sistema de procesamiento de datos u otro medio de procesamiento causado por la ejecución de instrucciones ejecutables por ordenador. Las instrucciones pueden ser medios de código de programa cargados en una memoria, tal como una RAM, desde un medio de almacenamiento o desde otro ordenador por medio de una red informática. Alternativamente, las características descritas se pueden implementar mediante circuitería cableada en lugar de software o en combinación con software.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para generar un modelo virtual en 3D de una pieza dental para una región del conjunto de dientes de un paciente, donde la pieza dental comprende una restauración de puente provisional o un puente de encerado de diagnóstico, de tal manera que la pieza dental comprende coronas y al menos un pónico, en donde el método comprende:
- obtener una representación digital en 3D del conjunto de dientes (1307, 1308, 1309, 1310, 1400), donde la representación digital en 3D se basa en una exploración en 3D de una configuración preparada de antemano del conjunto de dientes;
 - 10 - seccionar virtualmente la parte de la representación digital en 3D correspondiente a los dientes (14011, 14012) en dicha región utilizando al menos una aproximación spline de seccionamiento en 3D (1340);
 - determinar al menos parte de las superficies interproximales de los dientes seccionados virtualmente; y
 - determinar una superficie de la cara de la mandíbula (1451, 1452) para la pieza dental (1410), donde la superficie de la cara de la mandíbula se configura para orientarse hacia una superficie que no está disponible en la representación digital en 3D del conjunto de dientes preparados de antemano.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la superficie de la cara de la mandíbula comprende la superficie de la cara de la mandíbula (1452) del pónico (1412) de dicha pieza dental (1410).
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en donde la superficie de la cara de la mandíbula comprende la superficie de la cara de la mandíbula (1451) de al menos una de las coronas (1411) de dicha pieza dental (1410).
- 20 4. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en donde la determinación de la superficie de la cara de la mandíbula (1451, 1452) comprende la estimación de al menos una parte de la superficie que no está disponible en la representación en 3D (1400).
5. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, donde la aproximación spline de seccionamiento en 3D (1340) de un diente se adapta para que se extienda al menos sobre una superficie interproximal de ese diente.
- 25 6. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en donde el método comprende la extracción virtual de uno o más dientes (14011, 14012) de la representación digital en 3D (1400), tal como un diente (14012) que se debe sustituir por el pónico (1412) o un diente (14011) que se debe preparar para aceptar una corona (1411).
- 30 7. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en donde el método comprende generar una preparación virtual para el diente o una encía virtual (1342).
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la encía virtual (1342) se genera en la posición de la representación digital en 3D (1400) correspondiente a la posición en la que se debe disponer el pónico (1412).
9. El método de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en donde al menos una parte de la pieza dental (1410) se diseña en base a la encía virtual (1342).
- 35 10. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 7 a 9, en donde el método comprende sustituir el diente extraído virtualmente con la preparación virtual o la encía virtual (1342) en la representación digital en 3D del conjunto de dientes (1400).
- 40 11. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la superficie de la cara de la mandíbula (1452) del pónico (1412) se forma de acuerdo con la encía virtual (1342) en la posición de la representación digital en 3D (1400) correspondiente a donde se debe disponer el pónico.
12. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 7 a 11, en donde la encía virtual (1342) se genera en base a la representación digital en 3D (1400), o se selecciona a partir de una biblioteca de plantillas de perfiles de encías, o se genera mediante el modelado de forma libre utilizando herramientas flexibles de escultura.
- 45 13. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en donde el método comprende proporcionar un encerado de diagnóstico (1344) para los dientes de la pieza dental (1410) y generar un modelo combinado virtual en 3D sustituyendo virtualmente uno o más dientes de la representación digital en 3D (1400) con dientes de acuerdo con el encerado de diagnóstico virtual.
- 50 14. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos una superficie anatómica del modelo virtual en 3D de la pieza dental (1410) se obtiene a partir de la forma de los dientes en la configuración preparada de antemano o a partir del encerado de diagnóstico virtual (1344).

15. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en donde las partes de corona (1411) de la pieza dental (1410) se forman de acuerdo con una configuración de cáscara de huevo.

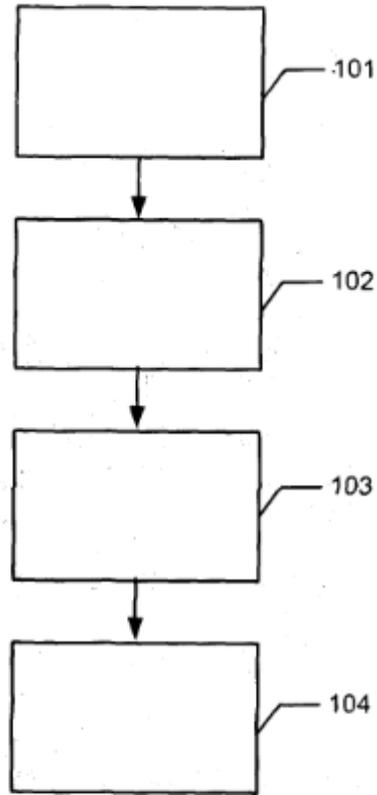


Fig. 1

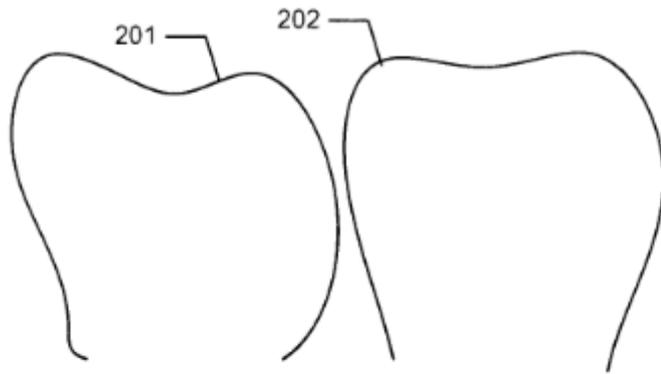


Fig. 2a)

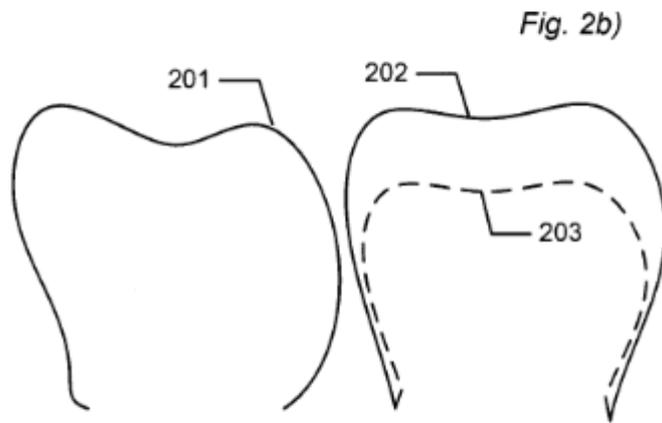


Fig. 2b)

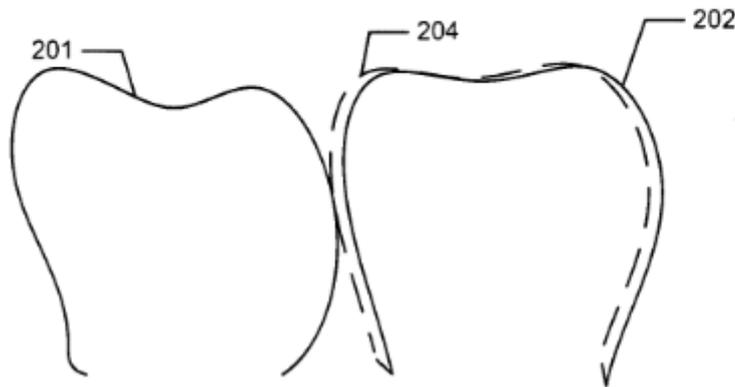


Fig. 2c)

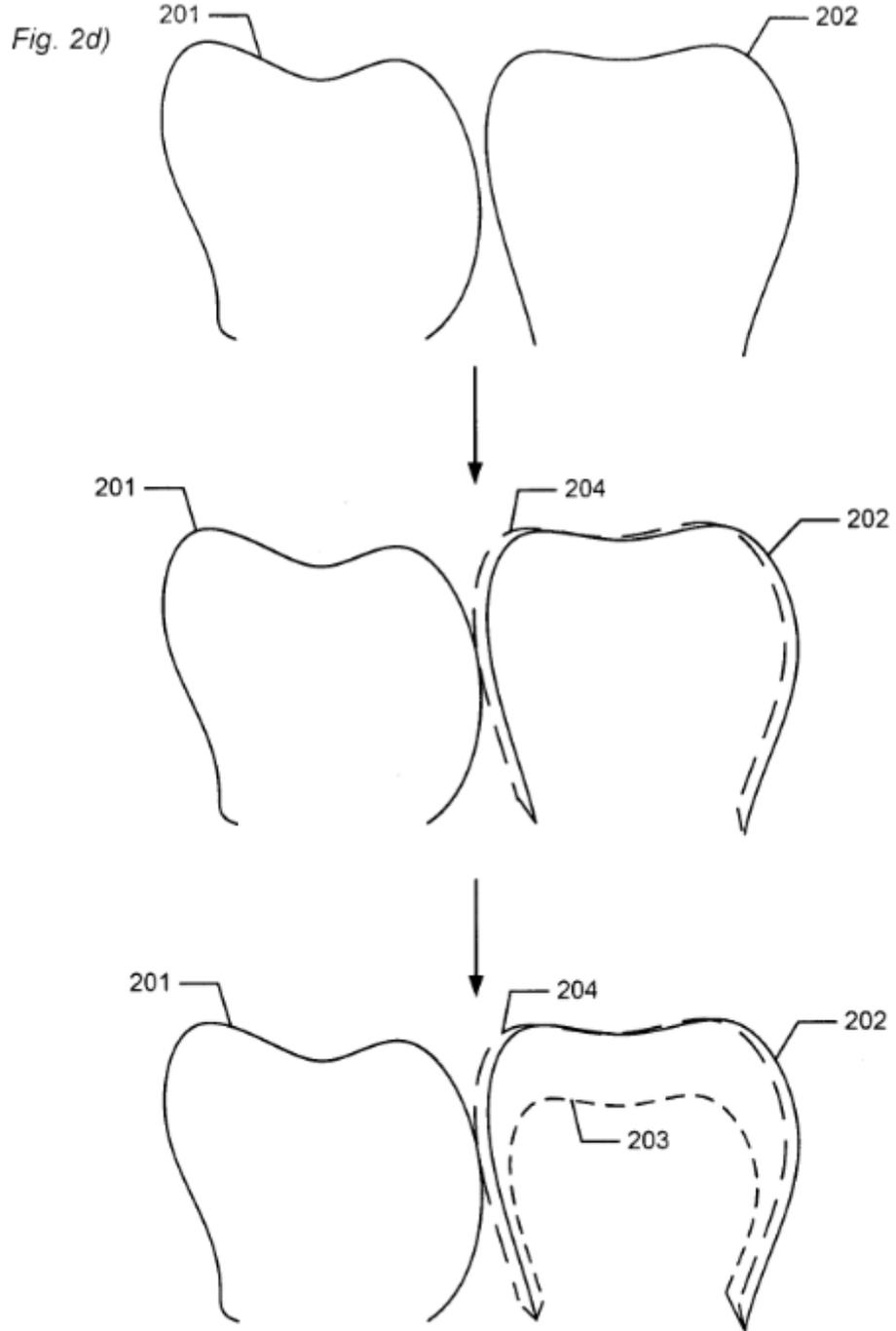


Fig. 2e)

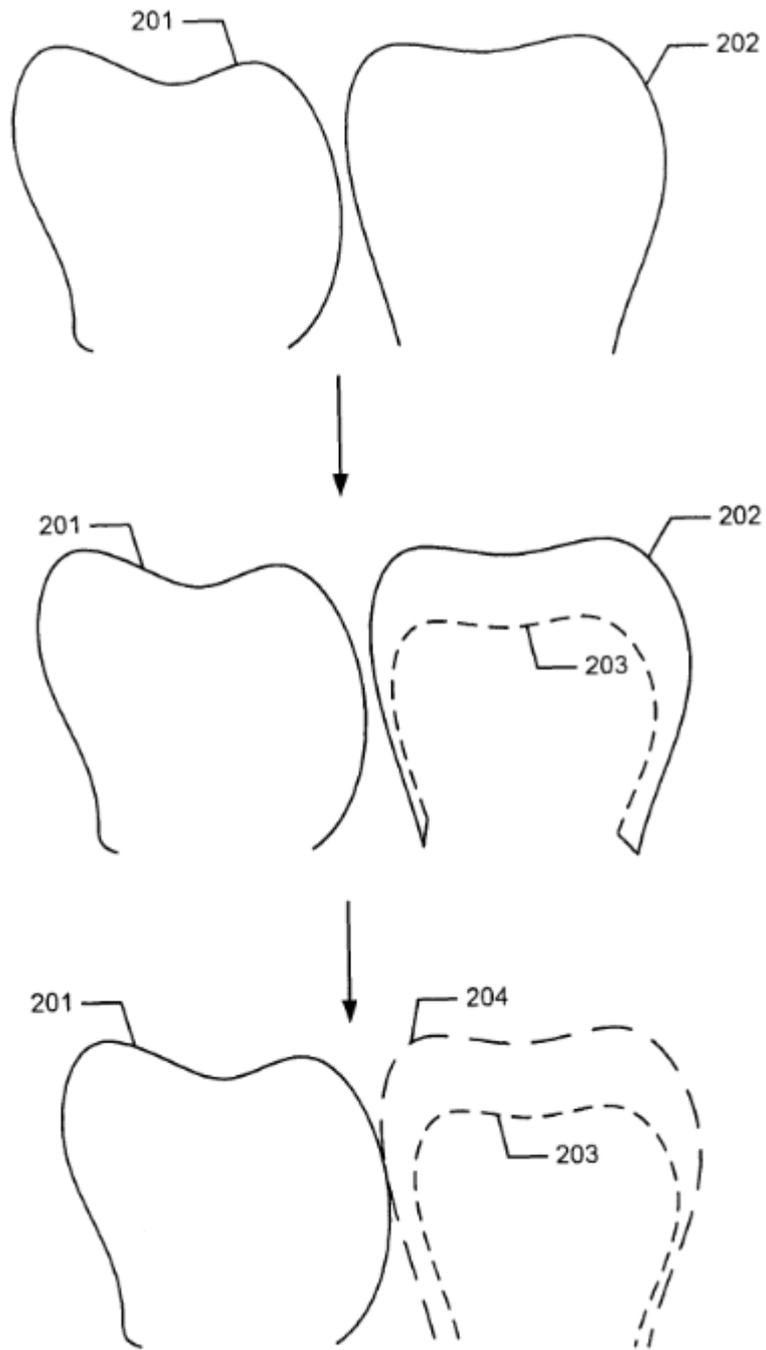


Fig. 2f)

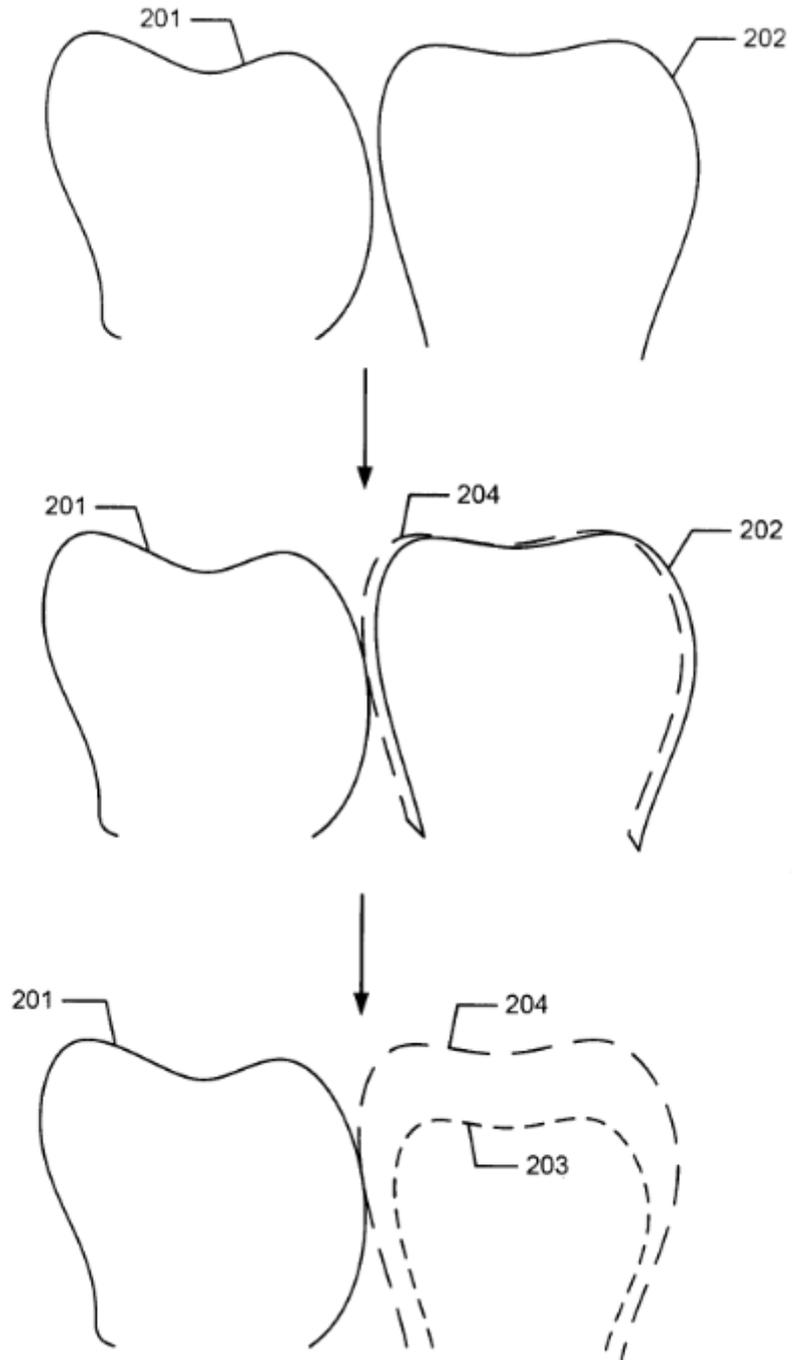
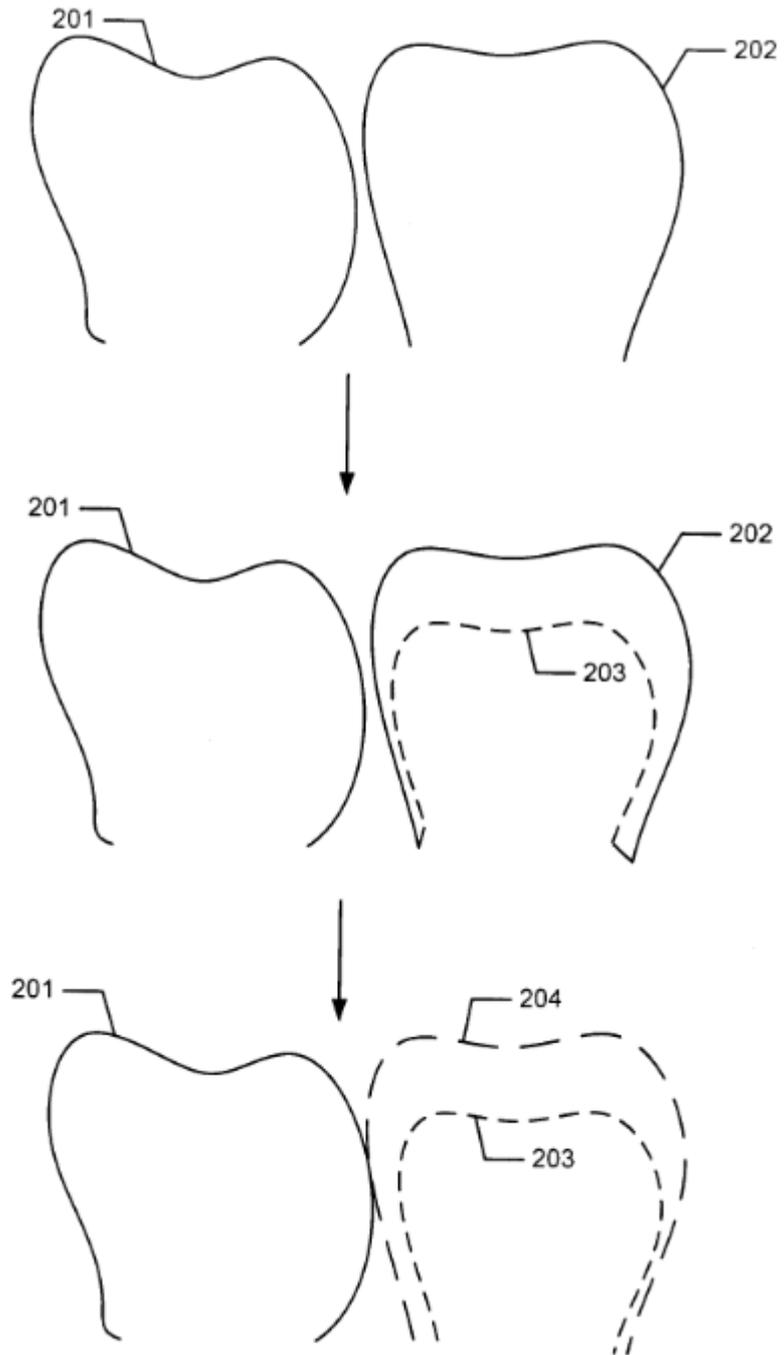


Fig. 2g)



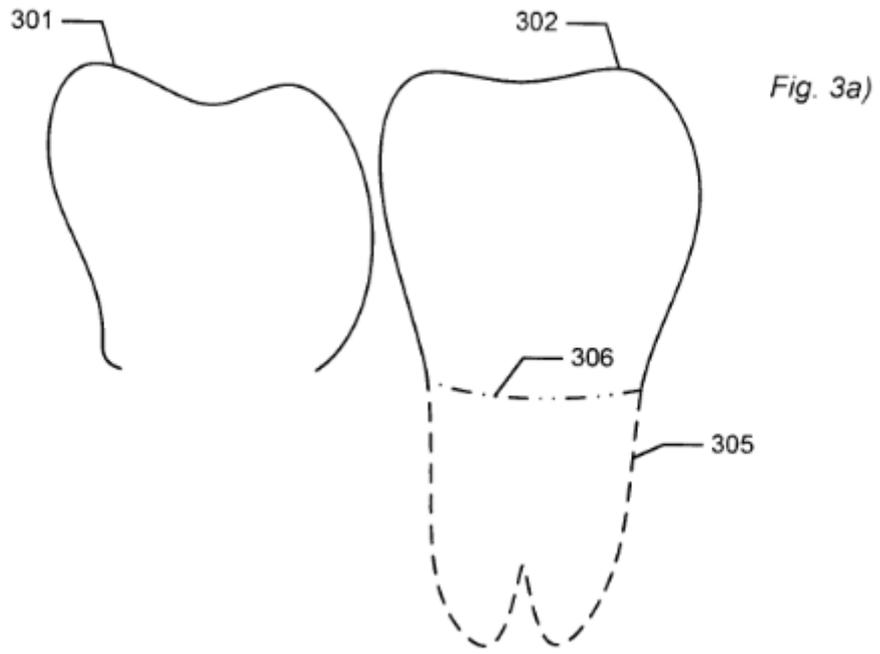
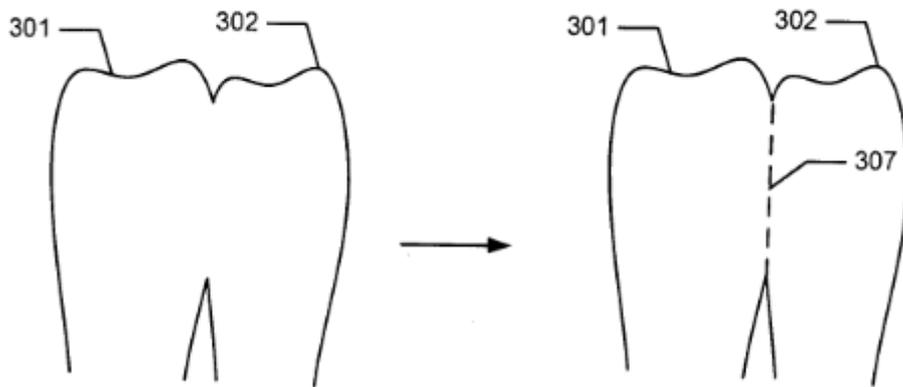


Fig. 3b)



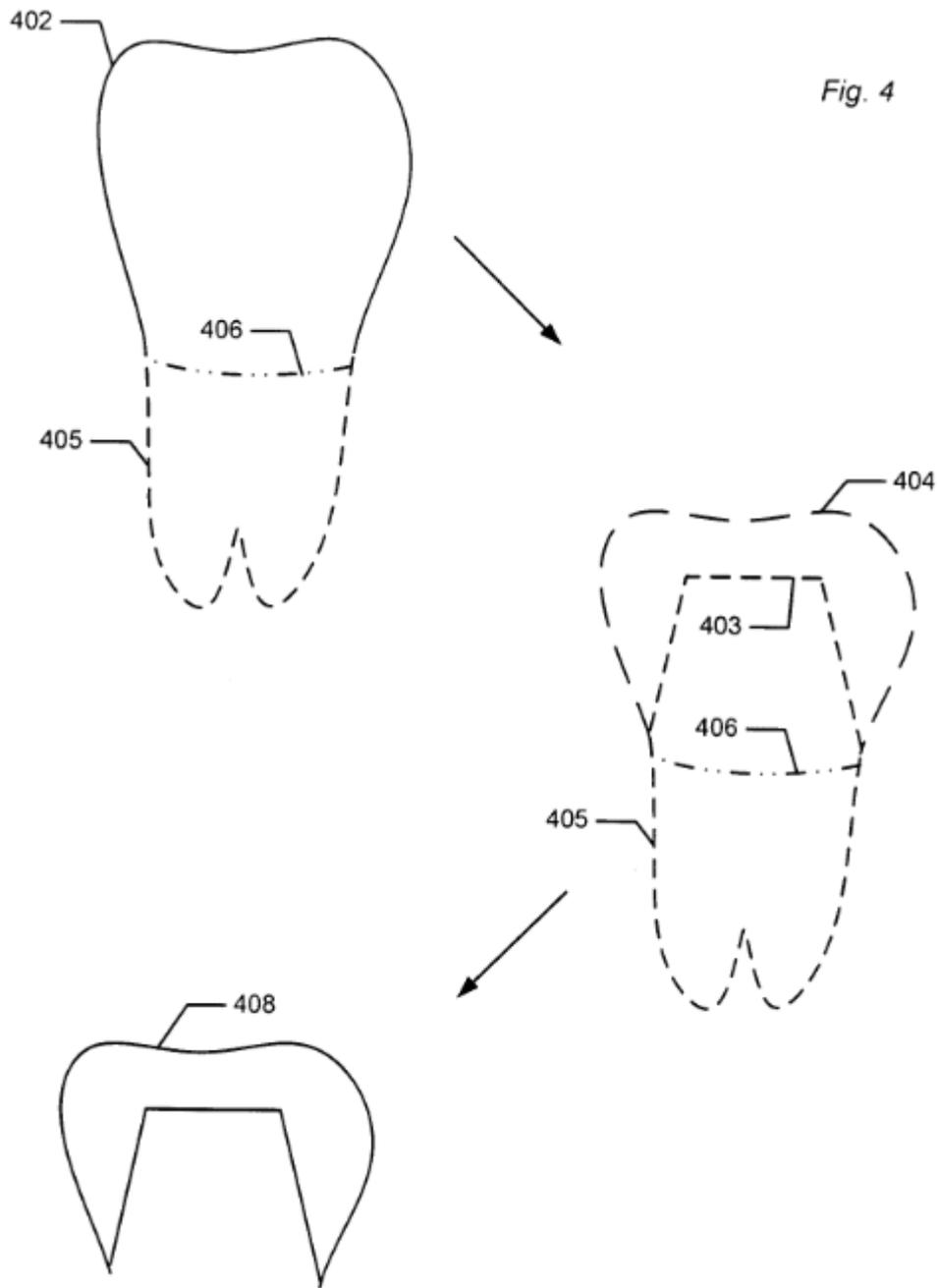


Fig. 5

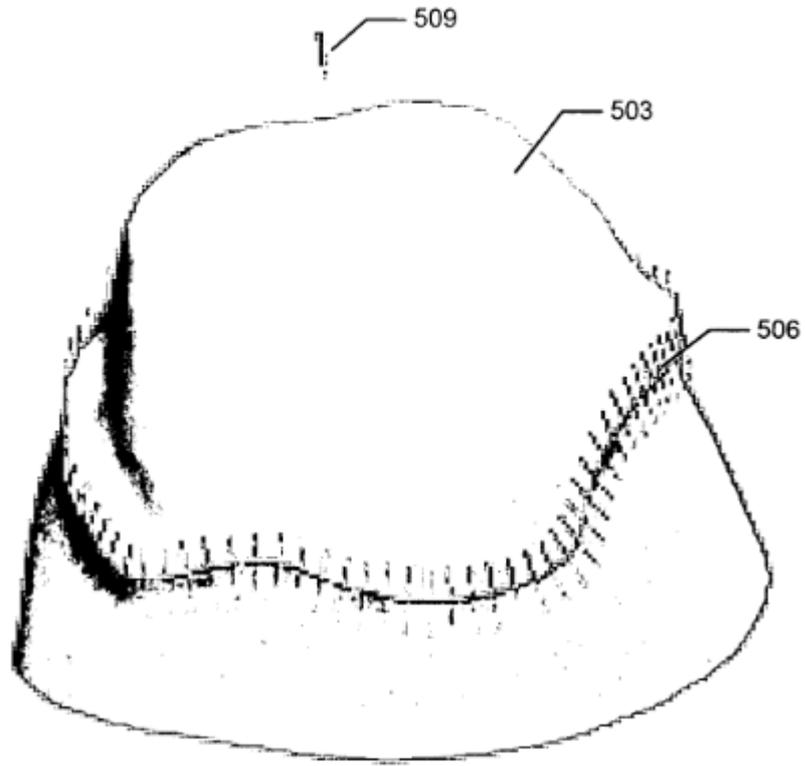


Fig. 6

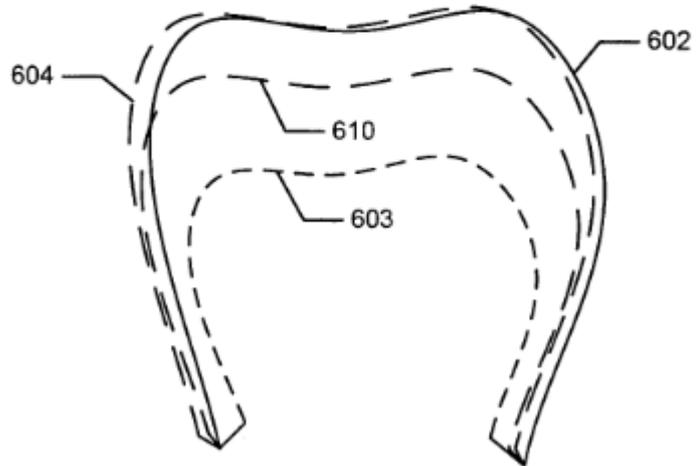


Fig. 7

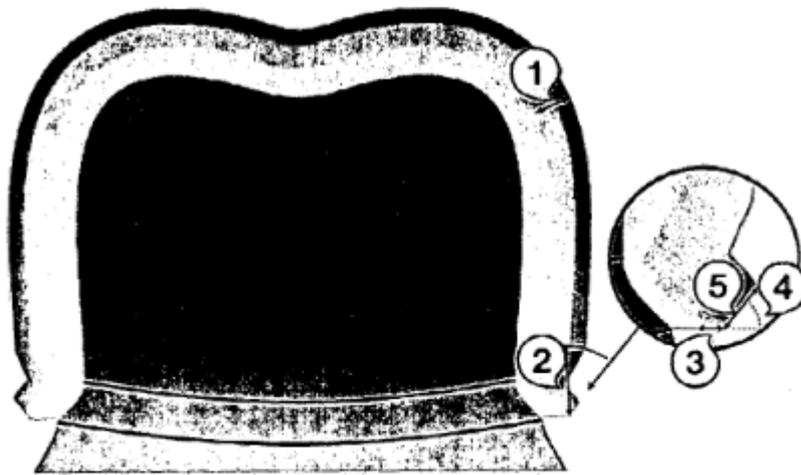


Fig. 8a)

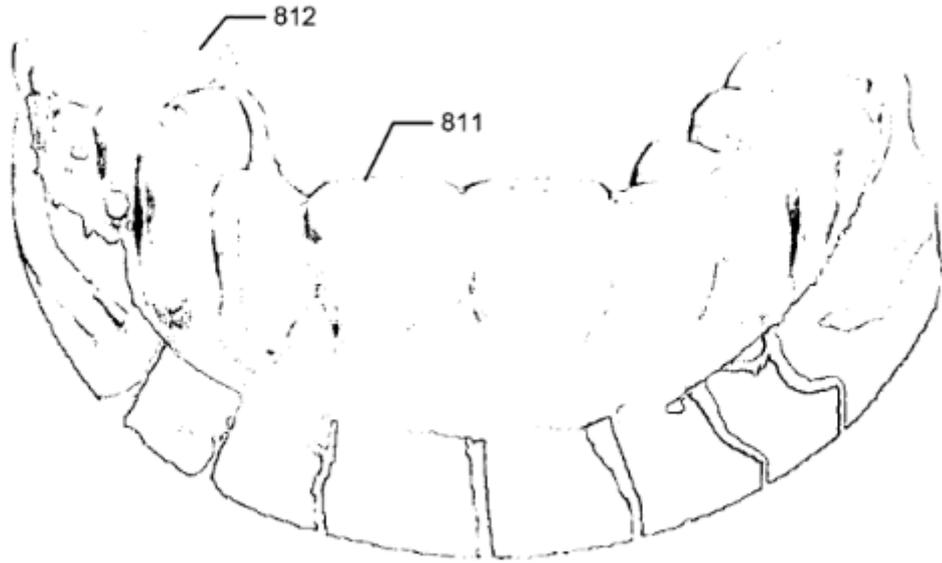


Fig. 8b)

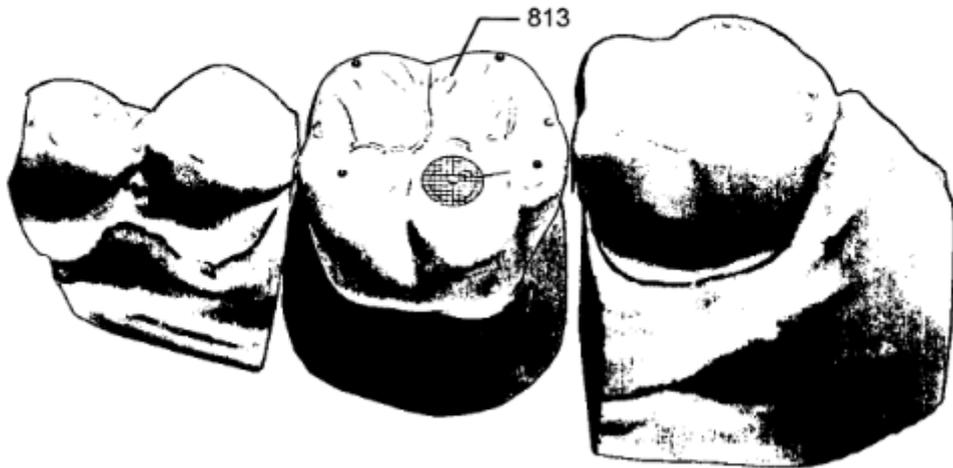


Fig. 8c)



Fig. 8d)

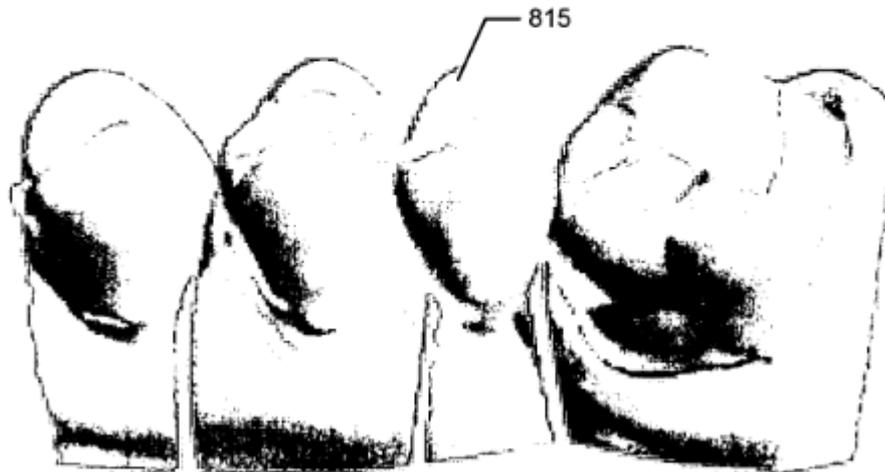


Fig. 9a)

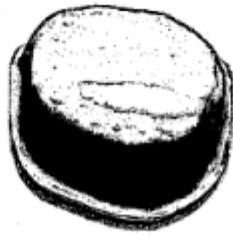


Fig. 9b)



Fig. 9c)



Fig. 9d)

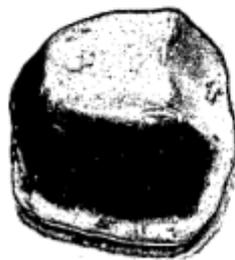


Fig. 9e)

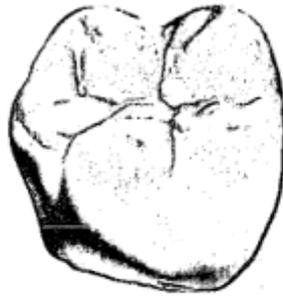


Fig. 9f)



Fig. 9g)

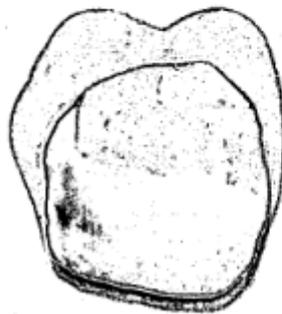


Fig. 9h)

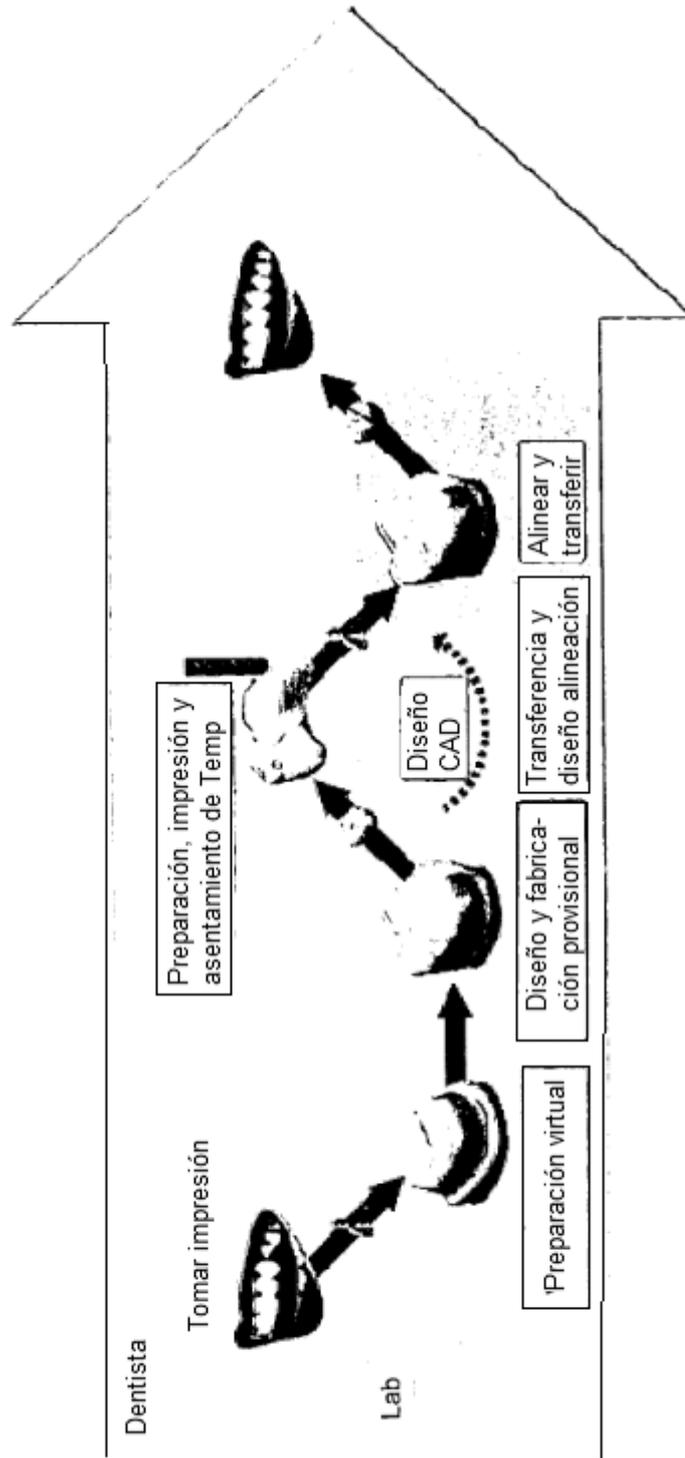


Fig. 10a)

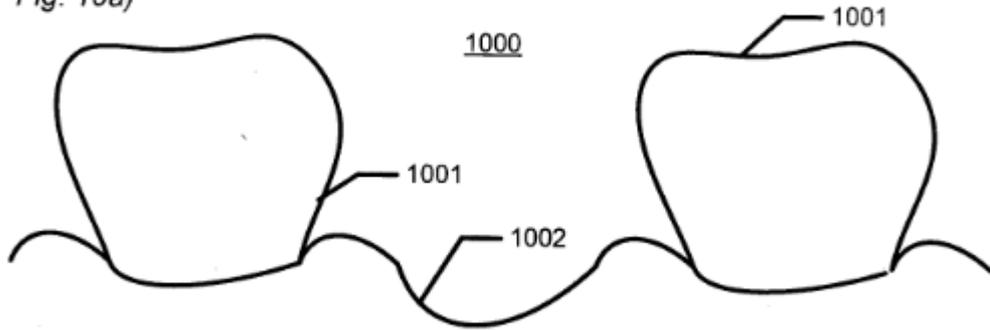
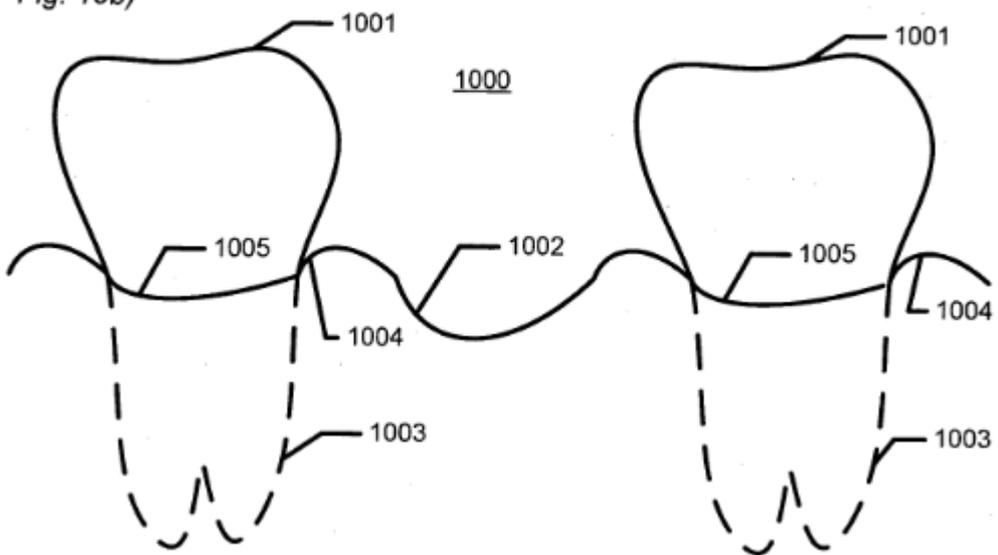
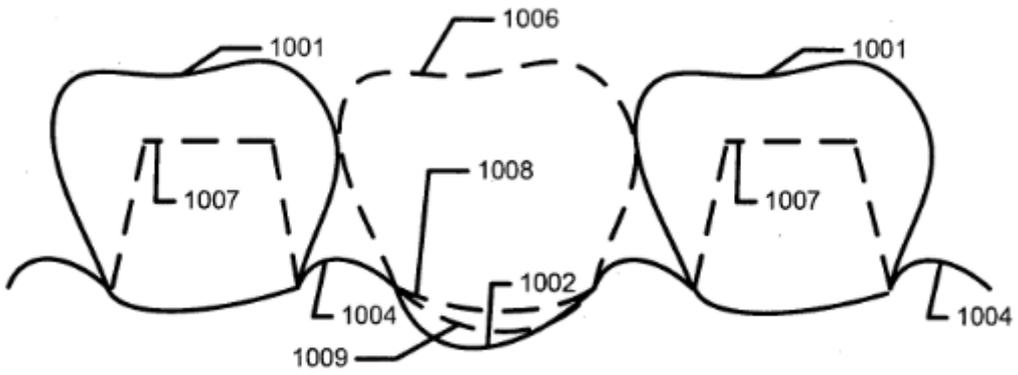


Fig. 10b)



1010

Fig. 10c)



1010

Fig. 10d)

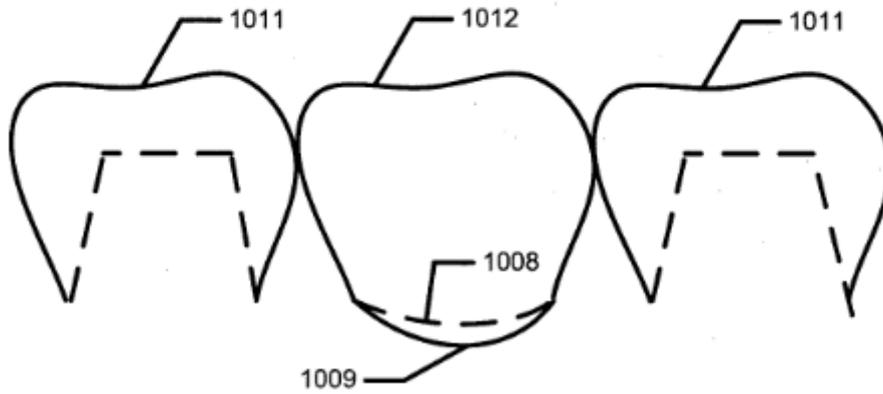


Fig. 10e)

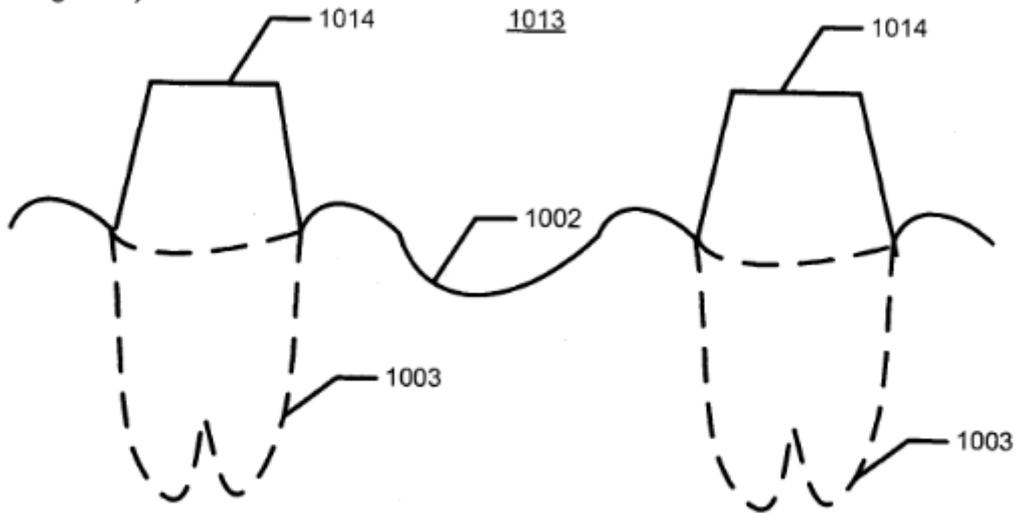


Fig. 10f)

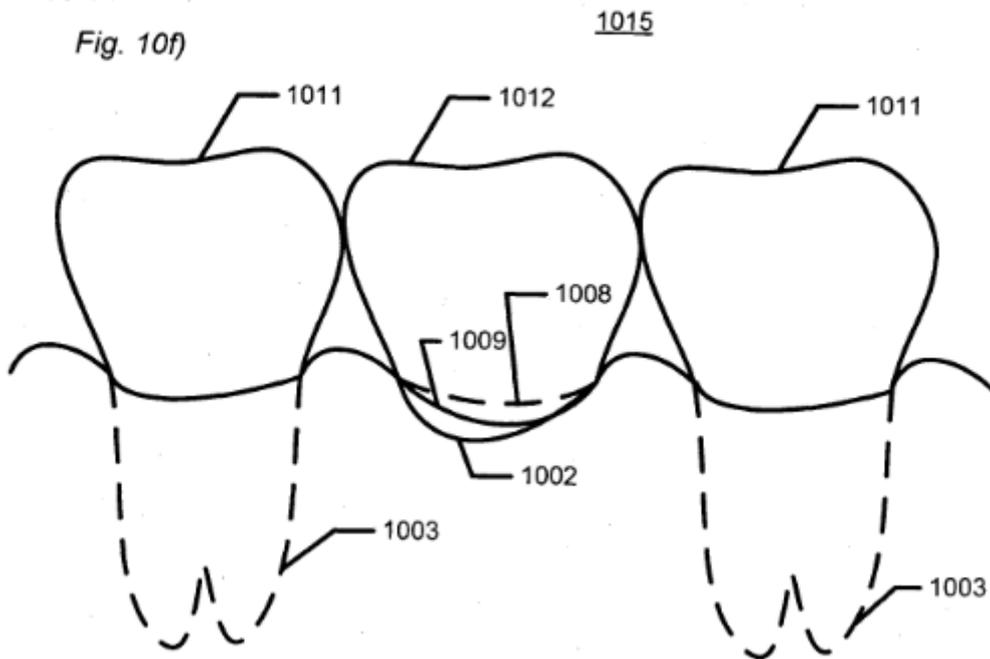


Fig. 10g)

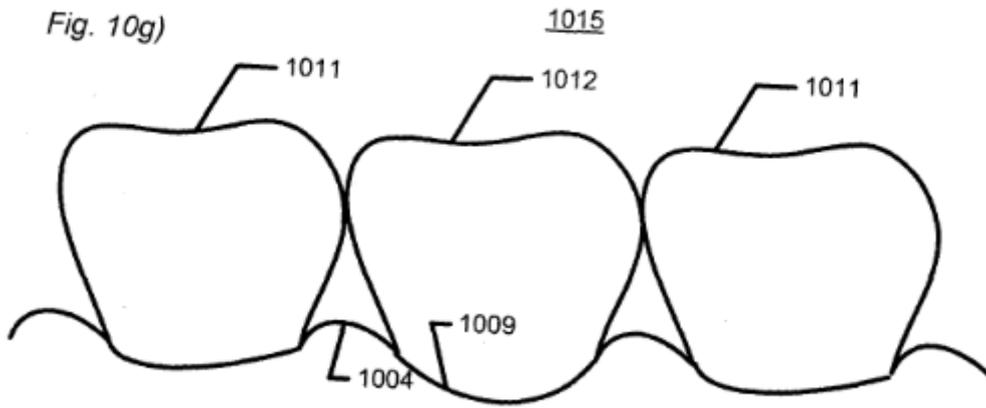


Fig. 10h)

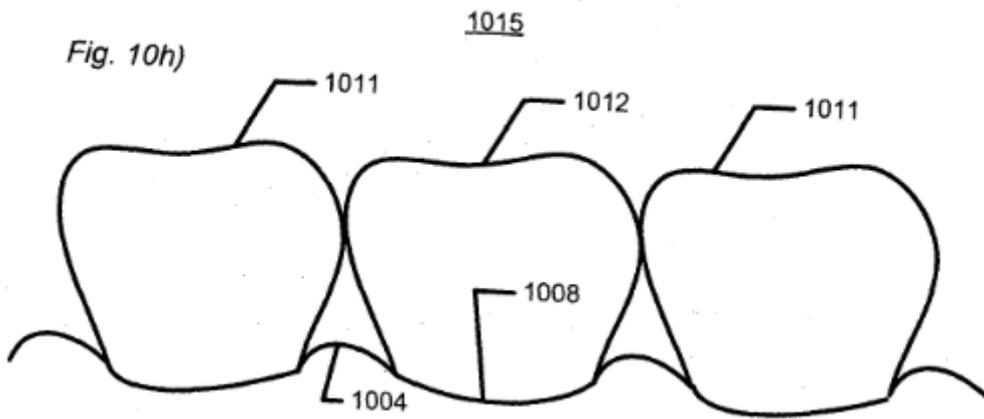


Fig. 11a)

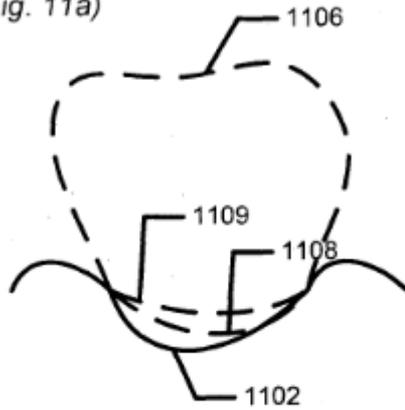


Fig. 11b)

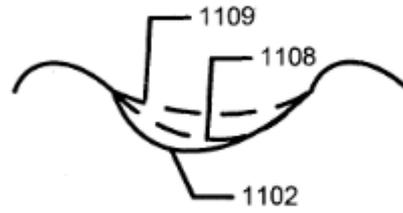


Fig. 11c)

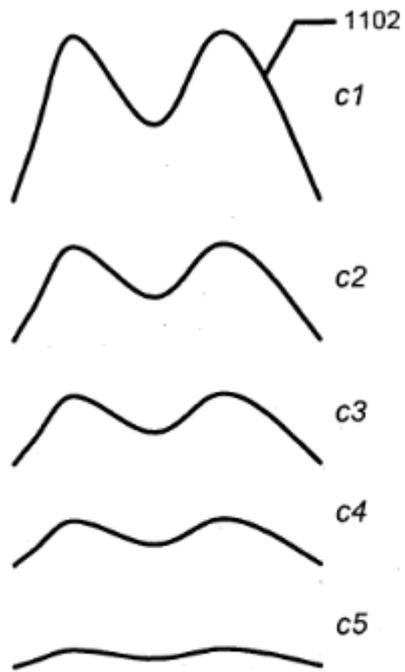


Fig. 11d)

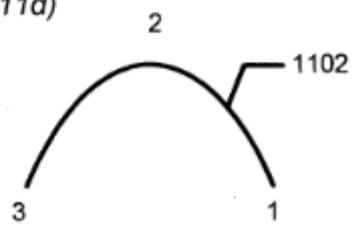


Fig. 11e)

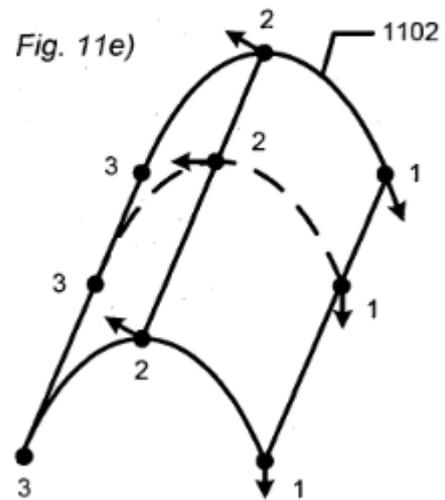
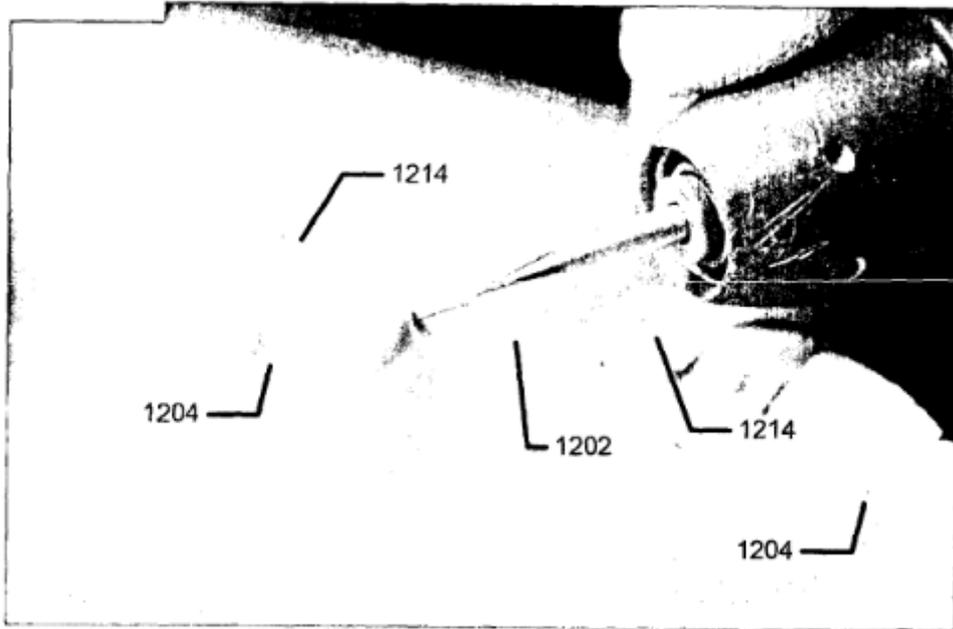


Fig. 12a)



TÉCNICA ANTERIOR

Fig. 12b)

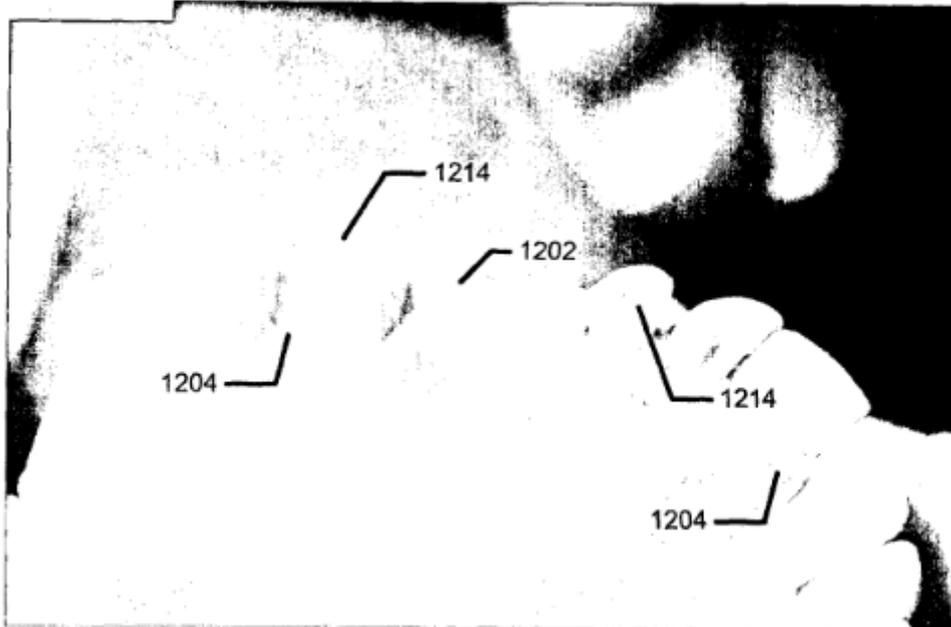
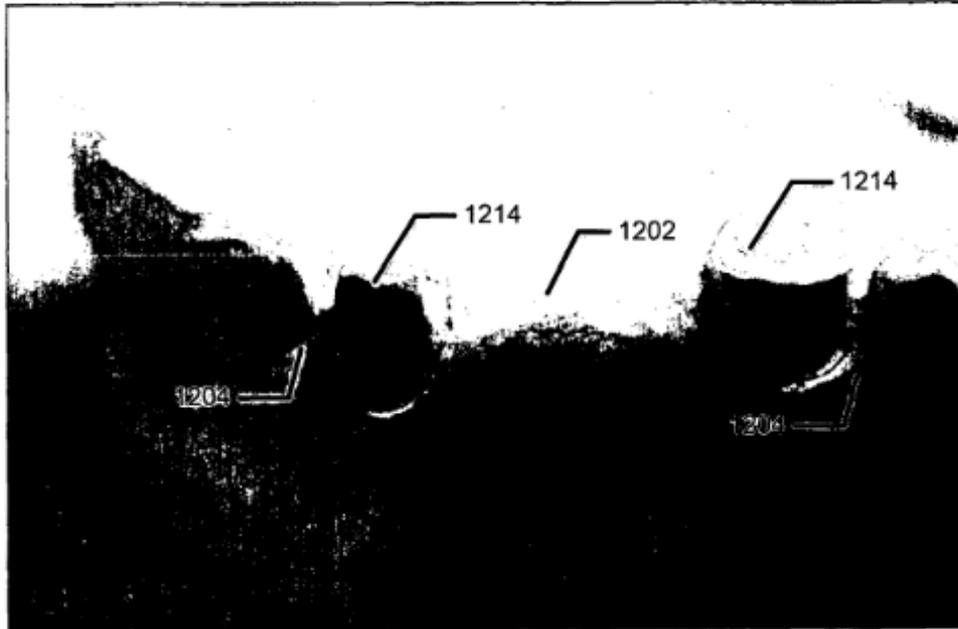
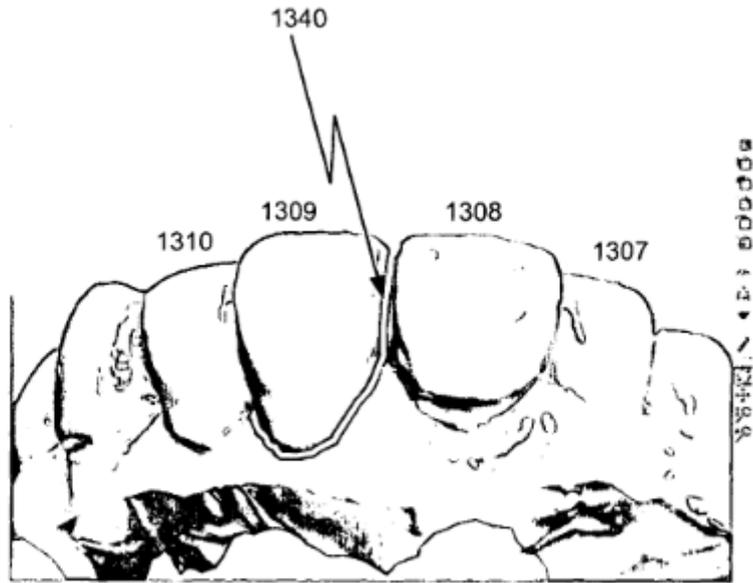


Fig. 12c)



TÉCNICA ANTERIOR

Fig. 13a)



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Fig. 13b)

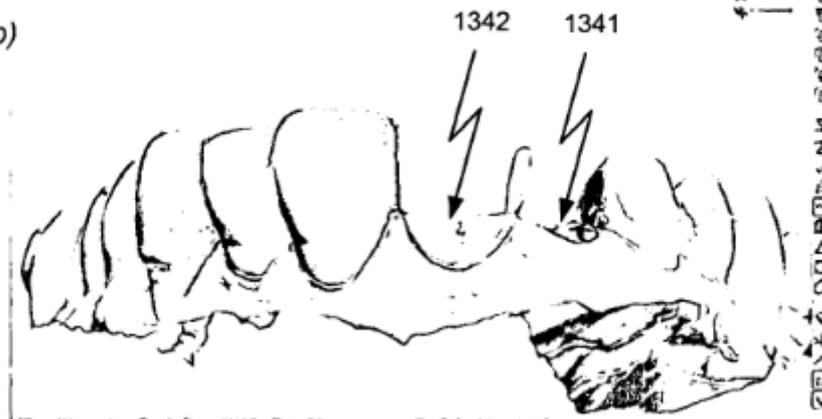


Fig. 13c)

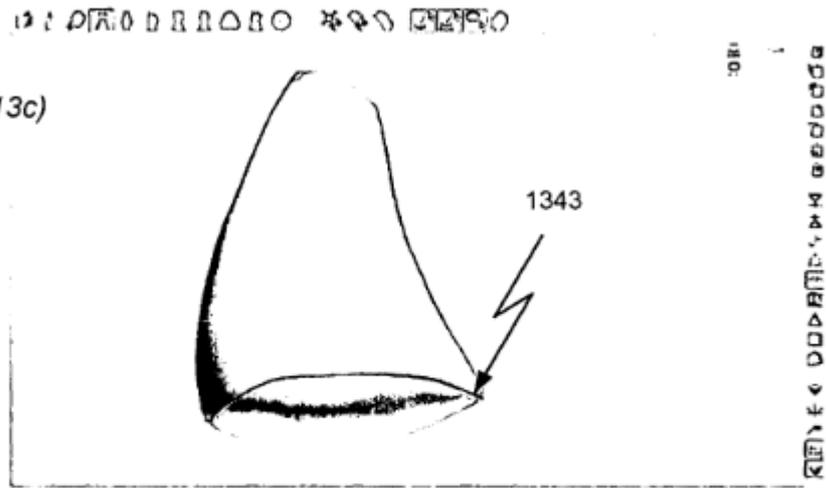


Fig. 13d)



Fig. 13e)

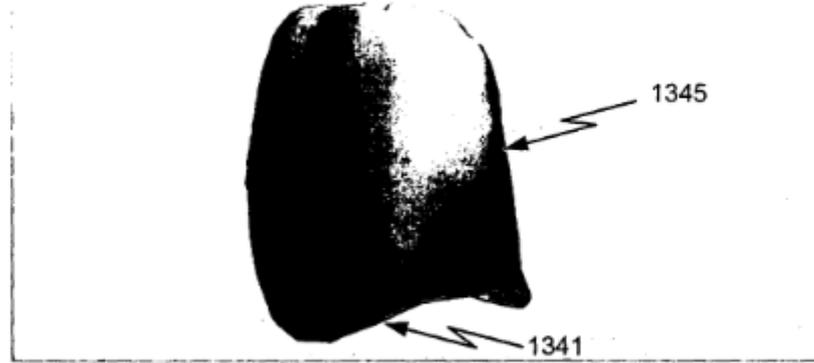


Fig. 13f)



Fig. 13g)

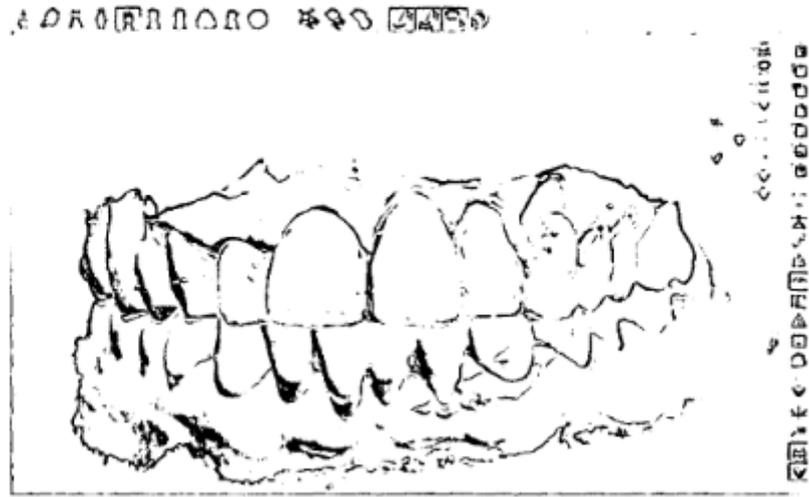


Fig. 13h)

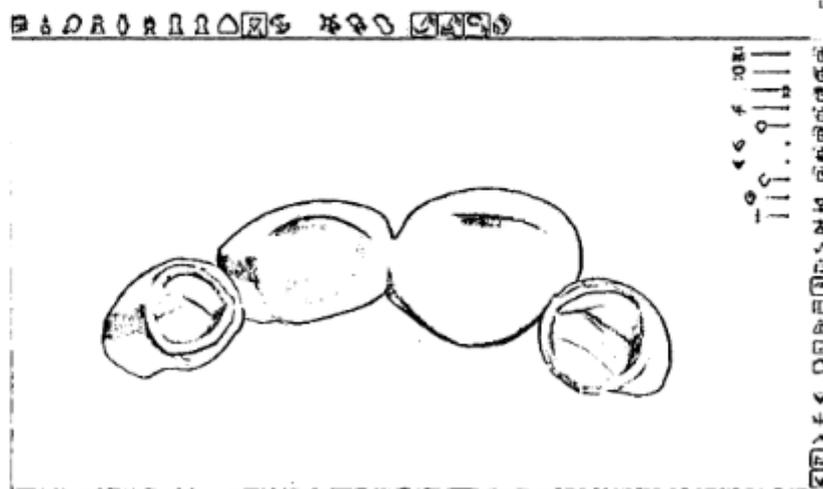


Fig. 14a)

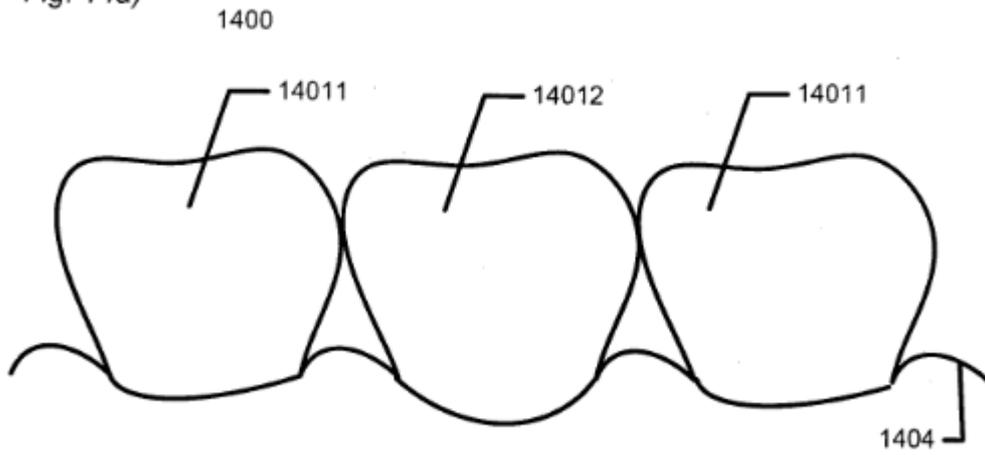


Fig. 14b)

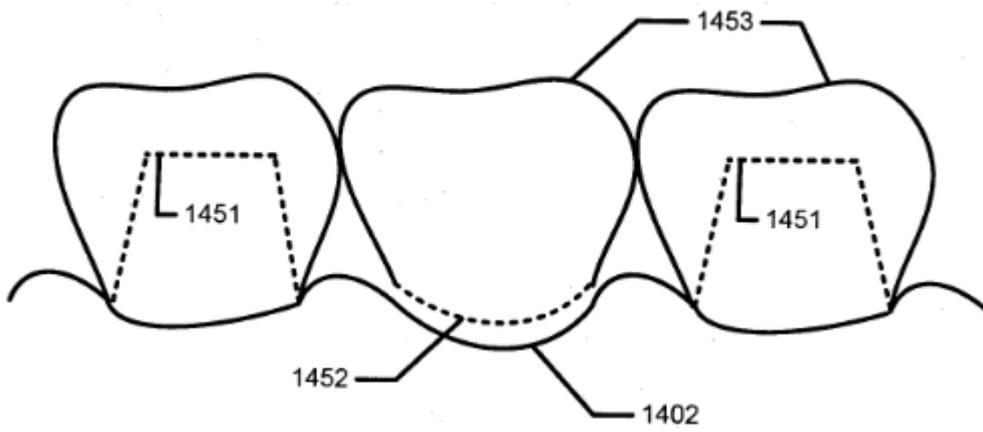


Fig. 14c)

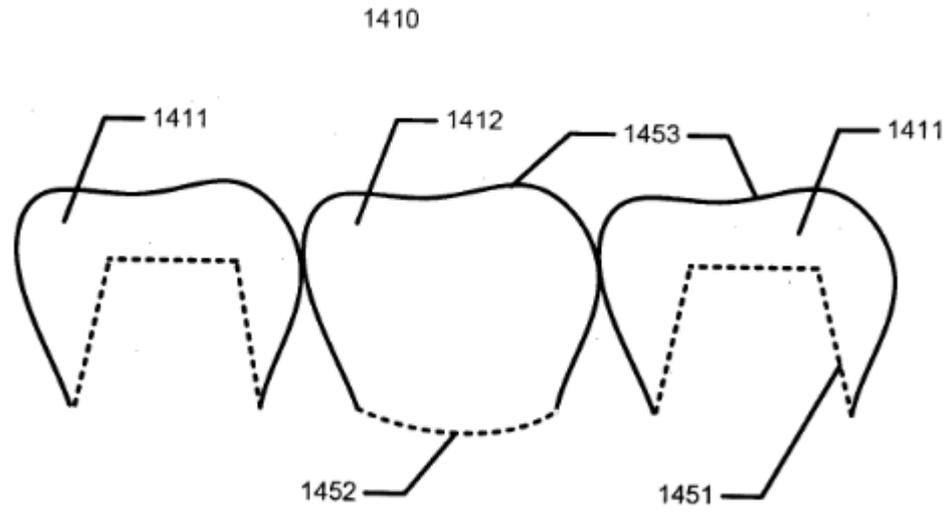


Fig. 14d)

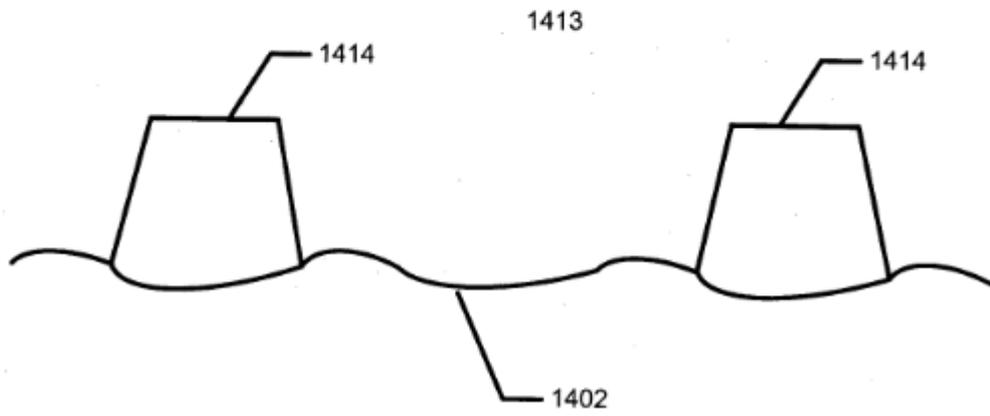


Fig. 14e)

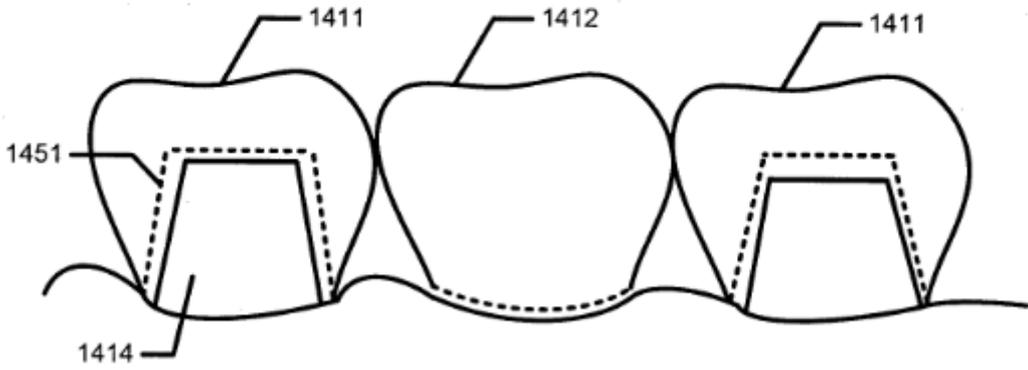


Fig. 14f)

