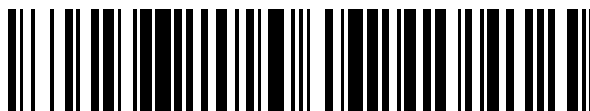


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 643**

51 Int. Cl.:

A61C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2014 PCT/EP2014/071194**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15052080**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2014 E 14781507 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 3054891**

54 Título: **Método e interfaz de usuario para su uso en la fabricación de restauraciones dentales de múltiples tonos**

30 Prioridad:

07.10.2013 DK 201370561

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

10.10.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

FISKER, RUNE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 685 643 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

Método e interfaz de usuario para su uso en la fabricación de restauraciones dentales de múltiples tonos

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un método, a un sistema y a una interfaz de usuario para determinar disposiciones relativas preferidas de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos, a partir de los cuales van a fabricarse restauraciones dentales.

Antecedentes de la invención

10 En las técnicas basadas en CAD/CAM para el diseño y fabricación de restauraciones dentales se genera una representación digital de la restauración dental, denominada en el presente documento diseño de restauración digital, usando un software de diseño asistido por ordenador (CAD). Basándose en el diseño de restauración digital generado, se fabrica posteriormente la restauración física usando equipos de fabricación asistida por ordenador (CAM).

15 Puede fabricarse una restauración dental a partir de un bloque de fresado de un material dental, tal como circona, retirando material de bloque de fresado hasta que la parte restante del bloque de fresado tenga la forma deseada de la restauración dental. Al fabricar una restauración dental a partir de un bloque de fresado usando técnicas de CAD/CAM, las partes del bloque de fresado que van a retirarse pueden derivarse de una representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos y un diseño de restauración digital por medio de un dispositivo de procesamiento de datos electrónico, tal como el microprocesador de un ordenador. En una disposición relativa dada del diseño de restauración digital y la representación digital del bloque de fresado, la primera define un volumen parcial de la segunda de tal manera que cuando se retira el material de bloque de fresado ubicado fuera de este volumen parcial, por ejemplo fresando, se forma la restauración dental a partir del bloque de fresado.

20 El tono de los dientes naturales varía habitualmente a lo largo de la superficie del diente y las restauraciones dentales fabricadas a partir de bloques de fresado de un solo tono a menudo no pueden imitar las propiedades estéticas correctas de los dientes naturales. Las restauraciones dentales de múltiples tonos fabricadas a partir de bloques de fresado de múltiples tonos pueden proporcionar un aspecto estético más correcto que lo que puede obtenerse a partir de bloques de fresado de un solo tono. El bloque de fresado de múltiples tonos tiene una distribución de tonos, por ejemplo varias capas paralelas de diferentes tonos, de tal manera que el perfil de tono de la restauración dental fabricada depende de la ubicación del volumen parcial del bloque de fresado a partir del cual se fabrica la restauración dental.

25 Existen varios bloques de fresado de múltiples tonos disponibles comercialmente que abarcan desde bloques con capas paralelas de diferentes tonos hasta bloques de fresado en los que la distribución de tono se diseña para imitar la dentina de un diente (por ejemplo, VITABLOCS RealLife de Vident) o bloques de fresado que tienen forma de corona (por ejemplo, bloques de fresado priticrown de Pritidenta GmbH).

30 En las técnicas basadas en CAD/CAM, la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de múltiples tonos. Para obtener un aspecto estético preferido de la restauración dental, el diseño de restauración digital y la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos deben disponerse según una disposición relativa preferida en la que los datos geométricos del diseño de restauración digital y los datos de tono se alinean para proporcionar el aspecto estético preferido para la restauración dental fabricada. Para un bloque de fresado con varias capas paralelas de diferentes tonos, puede preferirse, por ejemplo, fabricar la restauración dental de tal manera que el borde incisivo o la superficie oclusal de la restauración dental esté sustancialmente paralela con estas capas.

35 El documento US20110125304 describe un sistema de CAD/CAM dental que puede generar y presentar visualmente imágenes simuladas de las propiedades estéticas de una única restauración dental usando datos de diseño que representan la restauración dental, datos que representan la superficie de la restauración dental, datos que representan el volumen de un bloque de fresado, y datos que representan propiedades estéticas del bloque de fresado.

40 El documento WO 02/09612 A1 da a conocer un método para determinar una disposición relativa preferida de un diseño de restauración digital y una representación digital de bloque de fresado de múltiples tonos.

45 Sin embargo, sigue siendo un problema proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para determinar disposiciones relativas preferidas de una pluralidad de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos en los que se obtengan propiedades estéticas simétricas para conjuntos izquierdo-derecho de restauraciones dentales.

Sumario

50 Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para su uso en la

fabricación de dos o más restauraciones dentales de múltiples tonos que tengan tonalidad especularmente simétrica con respecto a un plano de simetría del paciente. Las restauraciones dentales pueden ser las de un conjunto izquierdo-derecho, tal como restauraciones dentales para los incisivos centrales superiores izquierdo y derecho, que a menudo proporciona el aspecto más estético cuando se fabrica con perfiles de tono simétricos.

5 Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para su uso en la fabricación de dos o más restauraciones dentales de múltiples tonos con perfiles de tono que imitan el esmalte dental natural de los dientes correspondientes.

10 Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para determinar una disposición relativa preferida de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos para su uso al fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos.

Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para disponer diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos en relación entre sí.

15 Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para crear un conjunto de diseños de restauración digital con tonos para fabricar un conjunto de restauraciones dentales para un conjunto de dientes de un paciente.

Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para determinar de manera rápida y precisa la disposición relativa preferida de los diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos para un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales.

20 Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para una disposición asistida por ordenador de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos de tal manera que puedan obtenerse perfiles de tono simétricos para restauraciones equivalentes en un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales de manera fácil, rápida y con alta precisión.

25 Un objeto de la invención es proporcionar un método, un sistema y una interfaz de usuario para fabricar restauraciones dentales de múltiples tonos a partir de bloques de fresado de múltiples tonos, en los que el perfil de tono de una restauración dental fabricada depende de la disposición relativa del diseño de restauración digital y la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos.

La presente invención está definida por las reivindicaciones independientes adjuntas. Las realizaciones preferidas de la invención están definidas por las reivindicaciones dependientes.

30 Se da a conocer un método para determinar una disposición relativa preferida de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos para su uso al fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos, comprendiendo el método:

- obtener representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos especularmente simétricos primero y segundo, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
- 35 - obtener al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital; y
- determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos, y determinar a partir de la misma una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos.

40 Las restauraciones dentales primera y segunda de múltiples tonos pueden fabricarse a partir de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo basándose en los diseños de restauración digital primero y segundo, en los que el perfil de tono de una restauración dental fabricada depende de la disposición relativa del diseño de restauración digital y la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos.

45 En algunas realizaciones, la segunda disposición relativa preferida se realiza al menos parcialmente mediante algoritmos implementados mediante ordenador ejecutados por un dispositivo de procesamiento de datos electrónico.

En el contexto de la presente invención, la frase "tono" puede referirse al color y translucidez del diente, en que el color puede describirse mediante matiz (es decir, el color real del diente), valor (es decir, la luminosidad del diente) y colorido (es decir, la saturación/intensidad del color).

50 En el contexto de la presente invención, la frase "bloque de fresado" se refiere a una pieza de material dental a partir del cual puede fabricarse la restauración dental, por ejemplo, fresando, cortando con láser o cualquier otro método adecuado para la retirada de material (dependiendo del material y de las exigencias de, por ejemplo, precisión y tiempo de producción).

En el contexto de la presente invención, la expresión “bloque de fresado de múltiples tonos” se refiere a un bloque de fresado que comprende material dental de al menos dos tonos diferentes, tales como un bloque de fresado con capas de material con diferentes tonos o material con una gradiente de tono a lo largo de la totalidad del bloque de fresado.

- 5 En el contexto de la presente invención, la expresión bloque de fresado de múltiples tonos se refiere a una sola pieza consistente, en la que la sola pieza consistente comprende material dental de al menos dos tonos diferentes. Un ejemplo de tal bloque de fresado de múltiples tonos es un bloque consistente que tiene tres capas de material dental con diferentes tonos. Otro ejemplo es una parte de una pieza en bruto en forma de disco más grande en la que la parte forma una sola pieza consistente de material dental con al menos dos tonos diferentes.
- 10 En el contexto de la presente invención, la frase “restauración dental” se usa en relación con el artículo que se forma cuando se completa la retirada de material a partir del bloque de fresado de material dental mientras que la frase “bloque de fresado” se refiere al bloque de fresado completo y todas sus formas durante el procedimiento de retirada de material de bloque de fresado hasta que se complete la retirada de material y la parte restante tenga la forma de la restauración dental.
- 15 En el contexto de la presente invención, la frase “para su uso al fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos” se refiere tanto a la situación en la que las restauraciones dentales se fabrican posteriormente como a la situación en la que se debe presentar una demostración del aspecto visual esperado de las restauraciones dentales, por ejemplo, al paciente o el operario. La invención puede usarse también, por ejemplo, para determinar qué bloques de fresado son los más adecuados para obtener el resultado más estético.
- 20 La disposición relativa de un diseño de restauración digital y una representación digital de un bloque de fresado de múltiples tonos puede describirse mediante la posición relativa y la orientación relativa de las dos. Es decir, determinar la disposición relativa preferida puede comprender determinar tanto la posición relativa y orientación del diseño de restauración digital como la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos.
- 25 En casos en los que la segunda disposición relativa preferida se determina reproduciendo la primera disposición relativa preferida, la posición relativa del segundo diseño de restauración digital y la representación digital de segundo bloque de fresado de múltiples tonos pueden ser idénticas a la posición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos, mientras que las orientaciones relativas pueden ser simétricas a lo largo del plano especular.
- 30 Cuando la distribución de tono de un bloque de fresado de múltiples tonos difiere a lo largo de solamente un eje (en adelante denominado el eje z) el diseño de restauración digital puede desplazarse en un plano perpendicular (es decir, el plano x-y) sin cambiar el perfil de tono de la restauración dental fabricada. Además, una rotación del diseño de restauración digital alrededor del eje z no cambia el perfil de tono. En contraposición, un desplazamiento a lo largo del eje z o una rotación alrededor de un eje que tiene una componente en el plano z-y dará como resultado un cambio en el perfil de tono de la restauración dental fabricada.
- 35 Un “diseño de restauración digital” también puede denominarse “restauración dental virtual”.
- En algunas realizaciones (no reivindicadas) determinar la segunda disposición relativa preferida comprende copiar la primera disposición relativa preferida en la segunda disposición relativa preferida. La segunda disposición relativa preferida es entonces idéntica a la primera disposición relativa preferida, de tal manera que la disposición relativa del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos es idéntica a la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en la primera disposición relativa preferida. En casos en los que los diseños de restauración digital primero y segundo y los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo son idénticos, copiar la disposición relativa preferida posibilita entonces que las restauraciones dentales primera y segunda fabricadas sean idénticas.
- 40
- 45 Esto puede ser ventajoso cuando la primera disposición relativa preferida y la distribución de tono de bloques de fresado de múltiples tonos idénticos primero y segundo proporciona un perfil de tono de la primera restauración dental fabricada (y, por tanto, de la restauración dental segunda fabricada) que tiene variaciones que son paralelas al plano oclusal del paciente y/o el borde incisivo/la superficie oclusal de la restauración dental.
- 50 Determinar la segunda disposición relativa preferida comprende reproducir la primera disposición relativa preferida en la segunda disposición relativa preferida. La disposición relativa del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos en la segunda disposición relativa preferida es entonces especularmente simétrica con respecto a la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en la primera disposición relativa preferida.
- 55 En muchos casos, las restauraciones dentales primera y segunda de un conjunto izquierdo-derecho se conforman para ser simétricas a lo largo de un plano de simetría del paciente, tal como el plano sagital del paciente. Cuando las restauraciones se fabrican a partir de bloques de fresado especularmente simétricos, es entonces ventajoso tener

5 disposiciones relativas preferidas especularmente simétricas puesto que esto posibilita que el perfil de tono del primer diseño de restauración digital se reproduzca en el segundo diseño de restauración digital de tal manera que se obtiene un resultado altamente estético. No es necesario, evidentemente, que la distribución de tono de los bloques de fresado primero y segundo tenga variaciones que sean paralelas al borde incisivo u oclusal de las restauraciones dentales fabricadas a partir de los mismos para que este enfoque sea ventajoso.

10 Cuando la primera disposición relativa preferida se reproduce en la segunda disposición relativa preferida, el segundo diseño de restauración digital se dispone en relación con los datos de tono de las representaciones digitales del segundo bloque de fresado de múltiples tonos de tal manera que el segundo diseño de restauración digital se alinea con los datos de tono según la alineación del primer diseño de restauración digital y los datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.

Determinar la primera disposición relativa preferida comprende ajustar la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos al inspeccionar una imagen simulada.

15 En algunas realizaciones, la imagen simulada se crea al menos parcialmente mapeando los datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital. Los datos de tono se mapean entonces sobre la representación digital según la primera disposición relativa actual del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos, de tal manera que la imagen simulada representa el perfil de tono y la forma de una restauración dental fabricada a partir del volumen parcial actual del bloque de fresado. Cuando se ajusta la primera disposición relativa, el volumen parcial cambia y con él, a menudo, el perfil de tono de la restauración dental fabricada. El cambio se ve en la imagen simulada y puede actualizarse simultáneamente con los cambios en la disposición relativa de tal manera que el operario puede determinar la primera disposición relativa preferida basándose en la inspección de la imagen simulada.

25 La imagen simulada puede presentarse visualmente a un operario en una interfaz de usuario presentada en una unidad de presentación visual tal como una pantalla de ordenador, en la que se actualiza la imagen simulada para cada cambio realizado a la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. Usando, por ejemplo, una herramienta de puntero, tal como un ratón de ordenador, el operario puede mover el primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en relación entre sí hasta que se determine una primera disposición relativa preferida en la que el perfil de tono de la primera restauración dental fabricada tenga un aspecto estético deseado. A menudo el operario escoge el perfil de tono de la restauración basándose en su preferencia personal.

En algunas realizaciones, la imagen simulada se crea al menos parcialmente superponiendo las representaciones digitales de los bloques de fresado primero y segundo sobre los diseños de restauración digital primero y segundo.

35 La imagen simulada puede presentarse visualmente a un operario en una interfaz de usuario presentada en una unidad de presentación visual tal como una pantalla de ordenador. Usando, por ejemplo, una herramienta de puntero, tal como un ratón de ordenador, el operario puede mover la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en relación con el primer diseño de restauración digital hasta que se determine una primera disposición relativa preferida en la que el perfil de tono de la primera restauración dental fabricada tenga un aspecto estético deseado. En realizaciones en las que la segunda disposición relativa preferida se determina para cada cambio de la primera disposición relativa preferida, la disposición de la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos en relación con el segundo diseño de restauración digital y/o en relación con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos puede actualizarse automáticamente para cada cambio en la primera disposición relativa preferida. En lugar de mover la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en relación con el primer diseño de restauración digital, puede moverse el primer diseño de restauración digital en relación con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos mediante lo cual pueden obtenerse los mismos resultados.

En algunas realizaciones las distribuciones de tono de los bloques de fresado de múltiples tonos comprenden varias capas de diferentes tonos, y los datos de tono de las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos comprenden capas virtuales correspondientes.

50 En algunas realizaciones, las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo comprenden tanto datos de tono que describen la distribución de tono como datos de forma que describen la forma del bloque de fresado de múltiples tonos. Los diseños de restauración digital y las representaciones digitales de los bloques de fresado pueden entonces presentarse visualmente juntos en una unidad de presentación visual en la que puede manipularse su disposición relativa usando, por ejemplo, una herramienta de puntero tal como un ratón de ordenador. Las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos pueden representarse mediante bloques de CAD que comprenden datos que describen la forma de los bloques de fresado de múltiples tonos.

En algunas realizaciones, la representación digital del primer y/o segundo bloque de fresado es una representación

digital en 3D que describe la naturaleza en 3D del bloque de fresado de tal manera que existe una correspondencia directa con los bloques de fresado de múltiples tonos físicos.

5 En algunas realizaciones, las representaciones digitales de los bloques de fresado se presentan visualmente como bloques virtuales semitransparentes que muestran interfaces entre capas de diferentes tonos. Esto tiene la ventaja de que el operario puede estimar el carácter adecuado de una disposición relativa actual de los diseños de restauración digital y las representaciones digitales de los bloques de fresado inspeccionando visualizaciones de estas en una pantalla de ordenador.

10 En algunas realizaciones, la primera disposición relativa preferida es de tal manera que el borde incisivo del primer diseño de restauración digital se alinea con una capa de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.

15 En algunas realizaciones, los diseños de restauración digital se colocan de tal manera que copian la disposición relativa planificada de las restauraciones dentales en la boca del paciente. Los diseños de restauración digital pueden presentarse visualmente junto con partes de una representación digital de los dientes existentes del paciente con los diseños de restauración digital colocados de manera anatómicamente correcta en relación con estas partes, es decir, según la colocación planificada de las restauraciones dentales fabricadas en el conjunto de dientes del paciente. Cuando el conjunto de dientes y la forma de las restauraciones dentales de un conjunto izquierdo-derecho son de tal manera que el borde incisivo o la superficie oclusal de las restauraciones dentales se alinean, puede obtenerse a menudo un resultado estético correcto si se alinean también los perfiles de tono de las restauraciones dentales. Esto puede lograrse alineando las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos, tal como alineando sus bordes, superficies o los datos de tono de las representaciones digitales.

20 En algunas realizaciones determinar la segunda disposición relativa preferida comprende alinear la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.

25 Esto es ventajoso cuando los diseños de restauración digital primero y segundo se presentan visualmente juntos, por ejemplo, presentados visualmente superpuestos en una imagen simulada, copiando la disposición relativa de los diseños de restauración digital la disposición relativa planificada de las restauraciones dentales en la boca del paciente. Con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos dispuesta según la primera disposición relativa preferida, el alineamiento de la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos posibilita que la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos y el segundo diseño de restauración digital se dispongan según la segunda disposición relativa preferida. La disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos puede por tanto reproducirse o copiarse directamente en la disposición relativa del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos.

35 Un producto de programa informático o una interfaz de usuario configurada para implementar el método puede utilizar algoritmos de alineación implementados mediante ordenador para esta alineación de tal manera que la alineación se realiza automáticamente. En algunas realizaciones, la interfaz de usuario comprende una herramienta virtual que, cuando se activa, posibilita que se ejecuten tales algoritmos de alineación para posibilitar que la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos se alinee con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.

40 En algunas realizaciones, alinear la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos se basa en los datos de tono de las representaciones digitales.

45 Alinear las representaciones digitales basándose en los datos de tono es ventajoso, por ejemplo, cuando los diseños de restauración digital primero y segundo se disponen según su relación anatómica correcta puesto que esto permite una determinación fácil de la segunda disposición relativa preferida a partir de la primera disposición relativa preferida.

50 En algunas realizaciones alinear la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos se basa en los datos de forma de las representaciones digitales, tales como en un borde o una superficie de los bloques de fresado de múltiples tonos.

Alinear las representaciones digitales basándose en los datos de forma es ventajoso, por ejemplo, cuando las distribuciones de tono de los bloques de fresado primero y segundo son idénticas y los diseños de restauración digital primero y segundo se disponen según su relación anatómica correcta puesto que esto permite una determinación fácil de la segunda disposición relativa preferida.

55 En ambos casos, la segunda disposición relativa preferida puede ser de tal manera que esta, por ejemplo, copie o reproduzca el perfil de tono del primer diseño de restauración digital en el segundo diseño de restauración digital.

En algunas realizaciones alinear la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos se basa en un borde o una superficie de los bloques de fresado de múltiples tonos.

5 En algunas realizaciones, las disposiciones relativas preferidas primera y segunda determinadas son de tal manera que las restauraciones dentales primera y segunda fabricadas tienen perfiles de tono similares en sus bordes incisivos/superficies oclusales.

10 En algunas realizaciones, la determinación de las segundas disposiciones relativas preferidas comprende ajustar la disposición relativa del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos hasta que el perfil de tono en el borde incisivo/la superficie oclusal del segundo diseño de restauración digital sea similar al perfil de tono en el borde incisivo/la superficie oclusal del primer diseño de restauración digital en la primera disposición relativa preferida determinada.

15 Para algunos pacientes tales perfiles de tono similares en los bordes incisivos/las superficies oclusales proporcionan la configuración más estética del conjunto de dientes del paciente con las restauraciones asentadas. Los perfiles de tono similares pueden ser de tal manera que las partes de las restauraciones dentales en los bordes incisivos/las superficies oclusales que tienen la misma luminosidad/el mismo tono tienen equivalente altura.

En algunas realizaciones, los diseños de restauración digital primero y segundo se disponen en relación con una representación digital en 3D de los dientes existentes del paciente creada, por ejemplo mediante una exploración en 3D del conjunto de dientes del paciente.

20 En algunas realizaciones, la exploración en 3D es una exploración intrabucal de al menos parte del conjunto de 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 físico del conjunto de dientes del paciente. La exploración en 3D puede realizarse por medio de exploración mediante foco, exploración mediante luz de láser, exploración mediante luz blanca, exploración mediante sonda, exploración mediante rayos X y/o exploración mediante TAC.

25 En algunas realizaciones, las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo son idénticas y representan bloques de fresado de múltiples tonos idénticos.

Esto puede ser ventajoso cuando las restauraciones dentales tienen preferiblemente perfiles de tono similares. Este es a menudo el caso cuando las restauraciones primera y segunda son las de un conjunto izquierdo-derecho de restauración.

30 En algunas realizaciones, una de las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo está relacionada con un bloque de fresado de múltiples tonos de geometría izquierda mientras que la otra está relacionada con un bloque de fresado de múltiples tonos de geometría derecha.

Esto puede ser ventajoso cuando el dentista/operario elige que los perfiles de tono de las restauraciones dentales no sean paralelos al plano oclusal del paciente. Este puede ser el caso cuando los perfiles de tono de los dientes existentes del paciente no son paralelos al plano oclusal del paciente.

35 En algunas realizaciones, los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo son bloques de fresado independientes, tales como bloques de fresado de restauración única independientes o bloques de fresado de restauración múltiple independientes.

40 En algunas realizaciones, al menos una de las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos es una representación digital en 3D que describe la forma en 3D y distribución de tono del bloque de fresado correspondiente.

45 En el contexto de la presente invención, partes independientes de una pieza en bruto de múltiples tonos en forma de disco consistente también puede considerarse que son bloques de fresado independientes en cuyo caso las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo comprenden datos de tono y datos geométricos que describen la distribución de tono y el tono de estas partes independientes, respectivamente.

Tanto la primera como la segunda restauración dental pueden comprender varios dientes tal como en un puente que comprende coronas y uno o más pónicos. En casos en los que van a reemplazarse varios dientes adyacentes, la primera restauración dental puede formar algunos de estos dientes y la segunda restauración dental los dientes restantes.

50 Los bloques de fresado de múltiples tonos pueden fabricarse de materiales diversos tales como circona o PMMA. La circona es a menudo la opción escogida al fabricar la restauración dental final mientras que a menudo se usa PMMA para la fabricación de, por ejemplo, un prototipo para evaluar el ajuste de la restauración dental.

La invención no se limita a casos en los que han de determinarse disposiciones preferidas entre dos diseños de restauración digital y dos representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos, sino que puede

aplicarse igualmente a casos en los que deben fabricarse tres o más restauraciones dentales a partir de tres o más bloques de fresado.

En algunas realizaciones, se determina la disposición relativa preferida para dos diseños de restauración digital y representaciones digitales de dos bloques de fresado de múltiples tonos.

- 5 En algunas realizaciones, obtener las representaciones digitales de al menos un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos comprende cargar estas representaciones digitales en un dispositivo de procesamiento de datos electrónico, tal como el microprocesador.

En algunas realizaciones, obtener al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital comprende cargar estos diseños de restauración digital en un dispositivo de procesamiento de datos electrónico.

- 10 En algunas realizaciones, determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos comprende ejecutar algoritmos implementados mediante ordenador usando un dispositivo de procesamiento de datos electrónico, en el que los algoritmos están configurados para determinar la primera disposición relativa preferida.

- 15 En algunas realizaciones, determinar una segunda disposición relativa preferida del segundo primer diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos comprende ejecutar algoritmos implementados mediante ordenador usando un dispositivo de procesamiento de datos electrónico, en el que los algoritmos están configurados para determinar la segunda disposición relativa preferida a partir de la primera disposición relativa preferida.

- 20 En algunas realizaciones, los diseños de restauración digital primero y segundo están relacionados con un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales.

- 25 En el contexto de la presente invención, la frase “conjunto de restauración izquierdo-derecho” se refiere a restauraciones dentales que por naturaleza tienen la forma y el perfil de tono similares. Por ejemplo, los dientes equivalentes del cuadrante izquierdo inferior y cuadrante derecho inferior, tal como los caninos mandibulares izquierdo y derecho, forman un conjunto izquierdo-derecho. El conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales también puede contener dos o más restauraciones dentales en cada lado de la boca del paciente. Por ejemplo, los incisivos maxilares izquierdo y derecho pueden formar un conjunto izquierdo-derecho.

- 30 En algunas realizaciones, se escoge la segunda disposición relativa preferida para que sea similar a la primera disposición relativa preferida de tal manera que los diseños de restauración digital de un conjunto izquierdo-derecho tengan las alineaciones similares con los datos de tono/distribución de las representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos respectivas.

- 35 En algunas realizaciones, la segunda disposición relativa preferida se determina después de la primera disposición relativa preferida. Es decir, la disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado se determina después de que se determina la disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado. La disposición relativa del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos no se ajusta, por tanto, en respuesta a cada cambio en la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. Las etapas para determinar la segunda disposición relativa preferida, por ejemplo mediante reproducción, se inician por tanto en primer lugar después de que se determine la primera disposición relativa preferida.

- 40 Esto tiene la ventaja de que el operario puede centrarse en determinar la primera disposición relativa preferida sin preocuparse o distraerse por la segunda disposición relativa preferida, y de que no se necesita ningún poder de cálculo informático para actualizar simultáneamente la segunda disposición relativa para cada cambio en la primera disposición relativa. Por ejemplo, al determinar la primera disposición relativa preferida usando imágenes simuladas, no se determina una imagen simulada para la segunda restauración dental en respuesta a cada cambio en la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.

- 50 En algunas realizaciones, la segunda disposición relativa preferida y la primera disposición relativa preferida se determinan simultáneamente. Es decir, la disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado se determina simultáneamente con la disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado. Al determinar la primera disposición relativa preferida usando una imagen simulada creada, por ejemplo, mapeando datos de tono sobre el primer diseño de restauración digital, se crea entonces una imagen simulada para la segunda restauración dental en respuesta a cualquier cambio en la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.

- 55 Esto puede ser ventajoso en realizaciones en las que los datos de tono se mapean sobre los diseños de restauración digital puesto que el aspecto colectivo de las restauraciones dentales primera y segunda puede

5 evaluarse para cada cambio realizado en la disposición del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. Pero también en realizaciones en las que las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos se presentan visualmente junto con diseños de restauración digital este enfoque puede ser ventajoso puesto que esto puede proporcionar automáticamente una impresión del aspecto colectivo de la fabricación restauraciones dentales.

En algunas realizaciones, la segunda disposición relativa preferida se determina a partir de la disposición relativa del borde incisivo/la superficie oclusal del primer diseño de restauración digital y la superficie opuesta de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en la primera disposición relativa preferida.

10 El borde incisivo/la superficie oclusal del segundo diseño de restauración digital y la superficie opuesta de la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos pueden disponerse según la disposición relativa del borde incisivo/la superficie oclusal del primer diseño de restauración digital y la superficie opuesta de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.

15 Esto puede ser ventajoso cuando los dientes existentes del paciente que rodearán las restauraciones dentales son simétricos con, por ejemplo, bordes incisivos que no están alineados. Los diseños de restauración digital pueden diseñarse para compensar, al menos parcialmente, la asimetría, por ejemplo, teniendo bordes incisivos desviados.

20 En algunas realizaciones, determinar la segunda disposición relativa preferida comprende proporcionar una desviación a la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos, tal como una desviación en relación con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y/o en relación con el primer diseño de restauración digital y/o en relación con el segundo diseño de restauración digital. La desviación está configurada preferiblemente para al menos parcialmente compensar una asimetría en los diseños de restauración digital creados para los dientes del paciente y/o una asimetría en el tamaño y forma de los dientes existentes del paciente que rodearán la restauración fabricada cuando estos están asentados en la boca del paciente. En casos en los que los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo son idénticos, una coincidencia de la desviación de la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la desviación en la colocación planificada de las restauraciones dentales primera y segunda puede posibilitar que las restauraciones dentales fabricadas tengan perfiles de tono similares en sus bordes incisivos/superficies oclusales.

En algunas realizaciones, la determinación de la segunda disposición relativa preferida se basa en una medición de la distancia desde el borde incisivo/oclusal del primer diseño de restauración digital hasta el límite opuesto de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.

30 Se da a conocer una interfaz de usuario para determinar una disposición relativa preferida de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos para su uso al fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos, en que la interfaz de usuario está configurada para:

- 35 - obtener representaciones digitales de al menos un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
- obtener al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital;
- presentar visualmente al menos el primer diseño de restauración digital y al menos los datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos; y
- 40 - determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos, y determinar a partir de la misma una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos.

45 El perfil de tono de una restauración dental fabricada depende de la disposición relativa del diseño de restauración digital y la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos, de tal manera que cambiando la disposición relativa, puede cambiar el perfil de tono de la restauración dental.

50 En algunas realizaciones, se presentan visualmente datos geométricos de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos que describen la forma del bloque de fresado junto con los datos de tono y el primer diseño de restauración digital. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo se superponen sobre los diseños de restauración digital primero y segundo formando una imagen simulada.

55 En algunas realizaciones, la interfaz de usuario comprende una herramienta virtual que, cuando se activa, determina la segunda disposición relativa preferida a partir de la primera disposición relativa preferida, por ejemplo, copiando o reproduciendo la primera disposición relativa preferida en la segunda disposición relativa preferida. La herramienta virtual puede realizarse como un botón pulsable virtual presentado visualmente en la interfaz de usuario.

5 En algunas realizaciones, las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo comprenden los datos de tono que describen el tono de los bloques de fresado de múltiples tonos y la interfaz de usuario está configurada para presentar visualmente juntos los diseños de restauración digital y las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos. La herramienta virtual puede configurarse entonces para alinear las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos cuando se activa. Cuando los diseños de restauración digital se disponen según la disposición relativa planificada de las restauraciones dentales fabricadas en la boca del paciente, el alineamiento de las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos puede posibilitar que la segunda disposición relativa preferida se determine copiando o reproduciendo la primera disposición relativa preferida.

10 En algunas realizaciones, los datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos se mapean sobre el primer diseño de restauración digital para crear una imagen simulada del aspecto resultante de la restauración dental fabricada. La interfaz de usuario se configura entonces preferiblemente para presentar visualmente la imagen simulada permitiendo que un operario determine la primera disposición relativa preferida inspeccionando cambios en la imagen simulada que son resultado de cambios en la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y/o sus datos de tono. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante una herramienta de movimiento virtual de la interfaz de usuario que permite que el operario mueva el primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en relación entre sí. La imagen simulada puede presentar visualmente
15 solamente la representación digital del bloque de fresado como los datos de tono mapeados sobre el diseño de restauración digital sin mostrar la forma del bloque de fresado. En ese caso, puede ser ventajoso que la herramienta de movimiento virtual esté configurada para mover el primer diseño de restauración digital en relación con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y por tanto en relación con los datos de tono. La herramienta de movimiento virtual puede entonces agarrar y mover el primer diseño de restauración digital en la interfaz de usuario mientras que la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos se
20 mantiene en una posición constante.

La primera disposición relativa preferida puede identificarse como la disposición relativa en la que el operario está satisfecho con el aspecto de la imagen simulada. Puede configurarse otra herramienta virtual de la interfaz de usuario para determinar la segunda disposición relativa preferida, por ejemplo, copiando o reproduciendo la primera disposición relativa preferida cuando se activa.

30 La interfaz de usuario puede implementarse usando un sistema informático en el que la interfaz de usuario se presenta visualmente usando una pantalla de ordenador que muestra los diferentes componentes de la interfaz de usuario, tales como campos de introducción de datos y botones pulsables virtuales configurados para realizar una o más etapas de un método según una realización de la invención. Medios de introducción de datos tales como un ratón de ordenador y un teclado de ordenador pueden conectarse al sistema informático y usarse para introducir
35 datos en la interfaz de usuario y para realizar selecciones, por ejemplo, pulsando dichos botones pulsables virtuales usando el ratón de ordenador.

En algunas realizaciones, la interfaz de usuario está configurada para permitir que un operario lleve a cabo un método según una realización de la invención. Preferiblemente, al menos una de las etapas para obtener representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos, obtener diseños de restauración digital,
40 determinar la primera disposición relativa preferida, y determinar a partir de la misma la segunda disposición relativa preferida puede realizarse por el operario usando dicha interfaz de usuario.

En algunas realizaciones, las etapas del método se realizan de manera secuencial y la interfaz de usuario puede configurarse para, de manera secuencial, proporcionar una representación visual de las etapas al operario de tal manera que la secuencia de la interfaz de usuario coincide con la del método. En algunas realizaciones, la interfaz
45 de usuario está configurada para proporcionar simultáneamente una representación visual de dos o más de las etapas al operario.

Se da a conocer un método para disponer diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos en relación entre sí, comprendiendo el método:

- 50 - obtener representaciones digitales de al menos un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
- obtener al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital; y
- disponer los diseños de restauración digital y las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos en relación entre sí, en que se tienen en cuenta la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos al disponer el
55 segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos en relación entre sí.

Se da a conocer un método para crear un conjunto de diseños de restauración digital con tonos para fabricar un

conjunto de restauraciones dentales para un conjunto de dientes de un paciente, en el que el método comprende:

- obtener representaciones digitales de al menos un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
- 5 - obtener al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital;
- determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y proyectar los datos de tono del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital basándose en esta primera disposición relativa preferida; y
- 10 - disponer el segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos en relación entre sí teniendo en cuenta la primera disposición relativa preferida, y proyectar los datos de tono del segundo bloque de fresado de múltiples tonos sobre el segundo diseño de restauración digital.

Se da a conocer un método para determinar una disposición relativa preferida de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos para su uso al fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos, comprendiendo el método:

- cargar representaciones digitales de al menos un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos en un dispositivo de procesamiento de datos electrónico, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
- 20 - cargar al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital en dicho dispositivo de procesamiento de datos electrónico;
- ejecutar algoritmos implementados mediante ordenador usando dicho dispositivo de procesamiento de datos electrónico, en que los algoritmos están configurados para determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos; y
- 25 - ejecutar algoritmos implementados mediante ordenador usando dicho dispositivo de procesamiento de datos electrónico, en que los algoritmos están configurados para determinar una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos a partir de la primera disposición relativa preferida.

Se da a conocer un método para fabricar restauraciones dentales de múltiples tonos a partir de bloques de fresado de múltiples tonos, en el que el perfil de tono de una restauración dental fabricada depende de la disposición relativa del diseño de restauración digital y la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos, comprendiendo el método:

- 35 - obtener representaciones digitales de al menos un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
- obtener al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital;
- determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y determinar a partir de la misma una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos;
- 40 - determinar qué partes de los bloques de fresado que están ubicadas fuera de volúmenes parciales de los bloques de fresado definidos por los diseños de restauración digital en sus disposiciones relativas preferidas; y
- 45 - fabricar las restauraciones dentales a partir de los bloques de fresado de múltiples tonos mediante la retirada de las partes ubicadas fuera de los volúmenes parciales.

Además, la invención se refiere a un producto de programa informático que comprende código de programa para hacer que un dispositivo de procesamiento de datos electrónico realice el método según cualquiera de las realizaciones, cuando se ejecuta dicho código de programa por el dispositivo de procesamiento de datos electrónico.

- 50 Además, la invención se refiere a un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que tiene almacenado en el mismo el código de programa.

5 En algunas realizaciones, el producto de programa informático comprende algoritmos para alinear automáticamente la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. Esto puede ser ventajoso en realizaciones en las que los diseños de restauración digital y las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos se disponen según sus disposición relativa planificada en la boca del paciente.

10 Se da a conocer un medio legible por ordenador no transitorio que almacena en el mismo un programa informático, en el que dicho programa informático está configurado para provocar la determinación asistida por ordenador de disposiciones relativas preferidas de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos en el que las disposiciones relativas preferidas se determinan usando el método según cualquiera de las realizaciones.

15 Se da a conocer un sistema para determinar una disposición relativa preferida de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos para su uso al fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos, comprendiendo el sistema un medio legible por ordenador no transitorio que tiene una o más instrucciones informáticas almacenadas en el mismo, en que dichas instrucciones informáticas comprenden instrucciones para llevar a cabo un método para:

- obtener representaciones digitales de al menos un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
- obtener al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital; y
- 20 - determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos, y determinar a partir de la misma una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos.

25 La presente invención se refiere a diferentes aspectos que incluyen el método, el producto de programa informático, la interfaz de usuario y el sistema descritos anteriormente y a continuación, y los métodos, los productos de programa informático, las interfaces de usuario y sistemas correspondiente, brindando, cada uno, uno o más de los beneficios y las ventajas descritos en relación con el primer aspecto mencionado, y teniendo, cada uno, una o más realizaciones correspondientes a las realizaciones descritas en relación con el primer aspecto mencionado y/o dadas a conocer en las reivindicaciones adjuntas.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Los objetos, las características y las ventajas anteriores y/o adicionales de la presente invención se explicarán en mayor detalle mediante la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitativa de realizaciones de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra ejemplos de bloques de fresado.

35 La figura 2 ilustra el uso de CAD/CAM para fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado.

La figura 3 muestra diagramas de flujo para realizaciones del método.

La figura 4 muestra una presentación esquemática de una realización.

La figura 5 muestra una presentación esquemática de una realización.

La figura 6 muestra un esquema de un sistema según una realización de la presente invención.

40 La figura 7 muestra un esquema de una interfaz de usuario según una realización de la invención.

La figura 8 muestra una presentación esquemática de una realización.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, se hace referencia a las figuras adjuntas, que muestran a título ilustrativo cómo puede llevarse a la práctica la invención.

45 La figura 1 muestra ejemplos de bloques de fresado de material dental a partir de los que pueden formarse restauraciones dentales mediante un procedimiento sustractivo en el que se retira material sobrante. La figura 1A muestra dos bloques 110 de fresado de circonita con clavijas 111 para disponer los bloques de fresado en una fresadora. La figura 1B muestra un bloque de fresado en la forma de una pieza 112 en bruto en la que se han formado varias restauraciones 113 dentales de única corona retirando mediante fresado del material de pieza en
50 bruto.

La figura 2 ilustra el uso de CAD/CAM para fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado. Las figuras 2A y 2B muestran capturas de pantalla de casos en los que una representación digital de un bloque 210 de fresado se presenta visualmente junto con un diseño 215, 216 de restauración digital. El diseño 215, 216 de restauración digital define un volumen parcial del bloque de fresado a partir del cual se forma la restauración dental durante un procedimiento de fresado. Durante el procedimiento de fresado, el material ubicado fuera del volumen parcial se retira de tal manera que cuando finaliza el procedimiento de fresado, el material restante del bloque de fresado forma la restauración dental. En ambas figuras 2A y 2B, los bloques 210 de fresado ilustrados son bloques de fresado de un solo tono. En la figura 2A el diseño 215 de restauración digital es para una única corona mientras que en la figura 2B es para una restauración de puente que tiene dos pñnticos y dos coronas para asentarse en dientes preparados o pilares de implante en la boca del paciente.

La figura 2C muestra una imagen de un bloque de fresado en la que se ha interrumpido el procedimiento de fresado antes de que se haya formado completamente la restauración dental. Cuando se ha retirado el material del bloque de fresado ubicado fuera del volumen parcial definido por el diseño de restauración digital, puede verse la forma de la restauración 217 dental. En la sección más cercana a la clavija 211, se debe retirar material del bloque 210 de fresado para completar el fresado de la restauración dental.

La figura 2D muestra un esquema de una disposición relativa de un diseño 215 de restauración digital y una representación digital de un bloque 210 de fresado de múltiples tonos. El bloque de fresado tiene tres capas 220, 221, y 222 de materiales con diferentes tonos, por ejemplo, siendo el tono del material de la capa 220 más brillante que el del material de la capa 221, que a su vez es más brillante que el tono del material de la capa 222. La disposición relativa del diseño 215 de restauración digital y la representación digital del bloque 210 de fresado de múltiples tonos determina el perfil de tono de la restauración dental fabricada, y con la disposición ilustrada la restauración dental tendrá un tono más brillante en su superficie oclusal que en las partes más cercanas a la encía del paciente. Esto puede proporcionar un aspecto más natural de la restauración dental que el que se obtendría con un bloque de fresado de tono único.

La figura 3 muestra diagramas de flujo para realizaciones del método según la invención. La figura 3A muestra un diagrama 325 de flujo para un método para determinar una disposición relativa preferida de diseños de restauración digital y representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos para su uso al fabricar restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos. En la etapa 326 se obtienen representaciones digitales de un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos. Esto puede realizarse cargando las representaciones digitales en un dispositivo de procesamiento de datos electrónico desde una biblioteca que comprende representaciones digitales para varios bloques de fresado diferentes. En la etapa 327 se obtienen un primer y un segundo diseño de restauración digital, en base a los cuales pueden fabricarse restauraciones dentales primera y segunda de múltiples tonos a partir de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo. Los diseños de restauración digital pueden obtenerse, por ejemplo, diseñando estos en un sistema informático usando software de CAD adecuado tal como el software 3Shape Dental System. Tal software puede configurarse para permitir a un operario seleccionar dientes de biblioteca virtual de una biblioteca de dientes o diseñar las restauraciones dentales basándose en una representación digital de los dientes existentes del paciente. En casos en los que se pretende que la restauración reemplace un diente existente, el diseño de restauración digital correspondiente puede conformarse basándose en una representación digital en 3D de los dientes del paciente obtenida en una exploración en 3D de los dientes existentes del paciente. En un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales, el segundo diseño de restauración digital puede conformarse reproduciendo el primer diseño de restauración digital a lo largo de un plano de simetría. En la etapa 328, se determina una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. Esto puede determinarse de una manera diferente a las descritas en las figuras 4 y 5.

En la etapa 329, se determina una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos a partir de la primera disposición relativa preferida. Esto se realiza preferiblemente al menos en parte mediante algoritmos implementados mediante ordenador ejecutados por un dispositivo de procesamiento de datos electrónico, tal como el microprocesador de un sistema informático, basándose en opciones introducidas por el operario, por ejemplo, si se ha de determinar la segunda disposición relativa preferida reproduciendo la primera disposición relativa preferida.

La figura 3B muestra un diagrama 330 de flujo para una realización en la que una imagen simulada creada mapeando los datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital se usa para determinar la primera disposición relativa preferida. En las etapas 326 y 327 se obtienen las representaciones digitales de bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo y los diseños de restauración digital primero y segundo. En la etapa 331, se crea la imagen simulada mapeando los datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital. La imagen simulada ilustra entonces la forma y perfil de tono esperados de una restauración dental fresada a partir del bloque de fresado con la disposición relativa actual del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. En esta imagen simulada, no se presenta visualmente la propia representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. Se determina una primera disposición relativa preferida en la etapa 332 ajustando la posición relativa del primer diseño de

restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos al inspeccionar la imagen simulada. Esto puede realizarse usando, por ejemplo, una herramienta de puntero de una interfaz de usuario en la que la posición y orientación de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos se mantiene fija. Mover la imagen simulada en la interfaz de usuario corresponde entonces a mover el primer diseño de restauración digital en relación con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. En la etapa 329 se determina una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos a partir de la primera disposición relativa preferida. Para un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales esto puede realizarse, por ejemplo, reproduciendo la primera disposición relativa preferida en la segunda disposición relativa preferida.

La figura 3C muestra un diagrama 334 de flujo para una realización en la que las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo comprenden datos de forma que describen la forma de los bloques de fresado de múltiples tonos, y la segunda disposición relativa preferida se determina alineando las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos. En la etapa 335, se obtiene una representación digital de los dientes existentes del paciente, por ejemplo, mediante una exploración intrabucal en 3D del conjunto de dientes del paciente, en cuyo caso la representación digital de los dientes existentes del paciente es una representación digital en 3D que muestra la forma en 3D de los dientes. En la etapa 336, se obtienen y disponen diseños de restauración digital primero y segundo en relación con la representación digital de los dientes existentes del paciente. Los diseños de restauración digital pueden disponerse, por ejemplo, según la colocación planificada de las restauraciones dentales fabricadas cuando estas se asientan en el conjunto de dientes del paciente. En la etapa 337 se obtienen y presentan visualmente representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo junto con los diseños de restauración digital en una imagen simulada creada superponiendo las representaciones digitales de los bloques de fresado primero y segundo sobre los diseños de restauración digital primero y segundo. La imagen simulada puede comprender también la representación digital del conjunto de dientes del paciente. Se determina entonces una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en la etapa 338 ajustando la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos al inspeccionar la imagen simulada. Esto puede realizarse moviendo la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos usando una herramienta de movimiento virtual apropiada de una interfaz de usuario en la que se presentan visualmente los diseños de restauración digital y los bloques de fresado junto con la representación digital del conjunto de dientes del paciente. En la etapa 339, se determina la segunda disposición objetivo preferida alineando la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. En casos en los que los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo son idénticos, de tal manera que las representaciones digitales correspondientes son idénticas, el alineamiento puede basarse en los datos de tono y/o en un borde o una superficie de las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos.

La figura 4 muestra una presentación esquemática de una realización en la que se determinan las segundas disposiciones relativas preferidas para dos conjuntos izquierdo-derecho de restauraciones dentales alineando representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos.

La figura 4A muestra un esquema 445 (de las superficies labiales) de los dos conjuntos izquierdo-derecho de diseños de restauración digital, en que un conjunto izquierdo-derecho consiste en los incisivos 446, 447 centrales superiores izquierdo y derecho y el otro de los incisivos 448, 449 laterales superiores izquierdo y derecho. Los diseños de restauración digital se disponen según la colocación relativa planificada de las restauraciones dentales fabricadas cuando estas se asientan en la boca del paciente.

La figura 4B muestra un boceto de una imagen simulada creada superponiendo las representaciones digitales de los bloques de fresado primero y segundo sobre los diseños de restauración digital primero y segundo para cada uno de los dos conjuntos izquierdo-derecho de diseños de restauración digital de tal manera que se ven los diseños 446, 447, 448, 449 de restauración digital para los dos conjuntos izquierdo-derecho de restauraciones dentales y las representaciones 451, 452, 453, 454 digitales de cuatro bloques de fresado de múltiples tonos idénticos en la figura. Las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos tienen cada una tres capas 420, 421, 422 de material con diferentes tonos, en las que la capa 420 tiene el tono más brillante y la capa 422 el más oscuro. Antes de comenzar a determinar las disposiciones relativas preferidas, las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos pueden disponerse de tal manera que las representaciones digitales de la totalidad de los cuatro bloques de fresado de múltiples tonos se alinean, pero evidentemente puede usarse cualquier otra disposición inicial. Para cada conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales, la primera disposición relativa preferida se determina ajustando la disposición relativa de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y el primer diseño de restauración digital al inspeccionar la imagen simulada hasta que el operario, basándose en su experiencia, prevea que la restauración dental fabricada tendrá un aspecto estético satisfactorio. La figura 4C muestra un caso en el que las primeras disposiciones relativas preferidas se determinan moviendo las representaciones digitales de los primeros bloques 451, 452 de fresado hacia abajo de tal manera que se reduce la altura de las partes de la restauración dental que tiene el brillo de la capa 420 más brillante para ambas restauraciones. En las primeras disposiciones relativas preferidas ilustradas los bordes incisivos del incisivo 447 central derecho y el incisivo 449 lateral derecho tienen partes del tono más brillante que son de una altura equivalente.

En la figura 4D las segundas disposiciones relativas preferidas de los dos conjuntos izquierdo-derecho se determinan alineando las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos en cada conjunto. Es decir, la representación 453 digital del bloque de fresado de múltiples tonos para el incisivo 446 central izquierdo superior se alinea con la 452 para el incisivo 447 central derecho superior, mientras que la representación 454 digital del bloque de fresado de múltiples tonos para el incisivo 448 lateral izquierdo superior se alinea con la 451 para el incisivo 449 lateral derecho superior.

Puede verse el alineamiento de las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos para un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales como ejemplo de determinación de la segunda disposición relativa preferida reproduciendo la primera disposición relativa preferida en la segunda disposición relativa preferida.

En una interfaz de usuario para el producto de programa informático según la presente invención, pueden presentarse visualmente representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo en una imagen simulada superpuestas sobre los diseños de restauración digital primero y segundo. La figura 4E muestra una sección de una captura de pantalla de una interfaz de usuario según la invención en la que la imagen simulada comprende representaciones digitales de bloques 451, 452, 453, 454 de fresado, los cuatro diseños 446, 447, 448, 449 de restauración digital, y una representación digital en 3D de los dientes 457 existentes del paciente. Cuando el operario ha determinado la primera disposición relativa preferida, la representación digital del segundo bloque 453 de fresado de múltiples tonos se alinea con la del primer bloque 452 de fresado de múltiples tonos activando una herramienta virtual de dicha interfaz de usuario (no incluida en la figura por motivos de simplicidad). En el ejemplo ilustrado, la representación 453 digital del bloque de fresado para el incisivo 446 central izquierdo superior se ha alineado con la representación digital 452 del bloque de fresado para el incisivo 447 central derecho superior, y la representación 454 digital de los bloques de fresado para el incisivo 448 lateral izquierdo superior se ha alineado con la representación 451 digital del bloque de fresado para el incisivo 449 lateral derecho superior. Los diseños de restauración digital y las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos ilustrados esquemáticamente en las figuras 4A-4D se muestran todos en 2D, pero se entiende que las figuras representan tres estructuras dimensionales tales como las vistas en la figura 4E.

La figura 5 muestra una realización en la que la primera disposición relativa preferida se determina a partir de una imagen simulada creada mapeando datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital. En la figura 5A se ve una ilustración esquemática en 3D de un bloque de fresado de múltiples tonos que tiene tres capas de diferentes tonos en las que el tono de la capa 521 central es más brillante que el de la capa 522 superior y más oscuro que el de la capa 520 inferior. La figura 5B muestra una imagen 562 simulada creada mapeando datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital basándose en una disposición relativa actual de ambos. La imagen simulada presenta visualmente la forma y perfil de tono de una restauración dental fabricada basándose en la disposición relativa actual. Se aporta tono a la región 563 de la imagen simulada cerca del borde incisivo según el tono de la capa 520 inferior, se aporta tono a la región 564 central según la capa 521 central, y se aporta tono a la región 565 superior según la capa 522 superior del bloque de fresado de múltiples tonos. La región superior de la imagen simulada corresponde a la parte de la restauración dental fabricada que está más cerca de la encía. La disposición relativa de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y el primer diseño de restauración digital pueden ajustarse de tal manera que se ajuste el volumen parcial del bloque de fresado de múltiples tonos a partir del cual se forma la restauración dental. Dependiendo del cambio de orientación y/o posición del primer diseño de restauración digital en relación con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos, el perfil de tono esperado de la restauración dental fabricada cambia y esto se presenta visualmente mediante la imagen simulada. En la figura 5C el primer diseño de restauración digital se ha movido hacia arriba en relación con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos de tal manera que la región 563 de la imagen simulada cerca de su borde incisivo es reducida en comparación con su tamaño en la disposición relativa de la figura 5B. Además, se desplaza la región 564 central hacia el borde incisivo, y se aumenta el tamaño de la región 565 superior. La posición relativa y orientación del primer diseño de restauración digital puede ajustarse usando, por ejemplo, un ratón de ordenador para mover el primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en relación entre sí. Cuando el operario está satisfecho con la apariencia de la imagen simulada, se ha determinado la primera disposición relativa preferida. La segunda disposición relativa preferida puede determinarse entonces, por ejemplo, reproduciendo la primera disposición relativa preferida, de tal manera que los perfiles de tono de las restauraciones dentales 567 y 568 primera y segunda fabricadas son especularmente simétricas tal como se ilustra en la figura 5D.

La figura 6 muestra un esquema de un sistema según una realización de la invención. El sistema 670 comprende un dispositivo 671 informático que comprende un medio 672 legible por ordenador y un microprocesador 673. El sistema comprende además una unidad 676 de presentación visual, un teclado 674 de ordenador y un ratón 675 de ordenador para introducir datos y activar botones virtuales presentados visualmente en la unidad 676 de presentación visual. La unidad 676 de presentación visual puede ser una pantalla de ordenador. El dispositivo 671 informático puede obtener representaciones digitales de al menos un primer y un segundo bloque de fresado de múltiples tonos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos. También puede obtener al menos un primer y un segundo diseño de restauración digital en base a los cuales pueden fabricarse restauraciones dentales primera y segunda de múltiples tonos a partir de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo. Las representaciones digitales y los

diseños de restauración digital obtenidos pueden almacenarse en el medio 672 legible por ordenador y proporcionarse al procesador 673. El sistema 670 está configurado para permitir que un operario determine una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. Esto puede realizarse creando una imagen simulada, por ejemplo, mapeando datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital basándose en una disposición relativa actual de ambos. La imagen simulada se presenta entonces visualmente en una interfaz de usuario representada en la unidad 676 de presentación visual y el operario puede ajustar la disposición relativa de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y el primer diseño de restauración digital usando, por ejemplo, el ratón 675 de ordenador o el teclado 674 de ordenador mientras observa los cambios resultantes en la imagen simulada en la unidad 676 de presentación visual. El dispositivo 671 informático está configurado para determinar la segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos basándose en la primera disposición relativa preferida, en que la determinación se realiza al menos parcialmente por el microprocesador. El dispositivo 671 informático puede, además, recibir una representación digital en 3D del conjunto de dientes del paciente a partir de un dispositivo 677 de exploración en 3D, tal como el escáner intrabucal TRIOS fabricado por 3shape TRIOS A/S, o puede recibir datos de exploración a partir de tal dispositivo de exploración en 3D y formar una representación digital en 3D del conjunto de dientes del paciente basándose en tales datos de exploración. La representación digital en 3D recibida o formada puede almacenarse en el medio 672 legible por ordenador y proporcionarse al microprocesador 673. Al determinar las disposiciones relativas preferidas primera y segunda, pueden presentarse una o más opciones al operario, tal como copiar o reproducir la primera disposición relativa preferida en la segunda disposición relativa preferida. Las opciones pueden presentarse en una interfaz de usuario presentada visualmente en la unidad 676 de presentación visual.

El sistema comprende una unidad 678 para transmitir los diseños de restauración digital, e información acerca de los bloques de fresado de múltiples tonos y las disposiciones relativas preferidas primera y segunda a, por ejemplo, un dispositivo 679 de fabricación asistida por ordenador (CAM) para fabricar las restauraciones dentales o a otro sistema informático ubicado, por ejemplo, en una instalación de fresado en la que se fabrican las restauraciones dentales. La unidad para transmitir puede ser una conexión por cable o inalámbrica.

La exploración en 3D del conjunto de dientes del paciente usando el dispositivo 677 de exploración en 3D puede realizarse en la consulta de un dentista mientras que el diseño de la restauración dental se realiza en un laboratorio dental. En tales casos la representación digital en 3D del conjunto de dientes del paciente puede proporcionarse mediante una conexión a Internet entre la consulta del dentista y el laboratorio dental.

La figura 7 muestra un esquema de una interfaz de usuario según una realización de la invención. La figura 7 muestra un esquema de una interfaz 780 de usuario que comprende una primera parte 781 y una segunda parte 783. En la primera parte se presenta visualmente una imagen 762 simulada junto con una representación 751 digital de un primer bloque de fresado de múltiples tonos. La imagen 762 simulada se crea mapeando datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital basándose en una disposición relativa actual de ambos. La disposición relativa de la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos y el primer diseño de restauración digital puede ajustarse usando una herramienta 782 de movimiento virtual. La herramienta de movimiento virtual puede configurarse para agarrar la imagen simulada y moverla en la interfaz de usuario usando, por ejemplo, un ratón de ordenador. El movimiento se interpreta entonces como un movimiento del primer diseño de restauración digital solamente mientras se supone que la posición y orientación de la representación digital del bloque de fresado de múltiples tonos es fija. Algoritmos implementados mediante ordenador pueden traducir entonces el cambio correspondiente en la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en un cambio en la imagen simulada y el cambio correspondiente en el perfil de tono esperado de una restauración dental fabricada a partir del bloque de fresado de múltiples tonos basándose en la disposición relativa actual. La segunda parte 783 de la interfaz de usuario comprende secciones 785, 786 de introducción de datos para introducir datos relacionados con, por ejemplo, a partir de qué tipo de bloque de fresado va a fabricarse la restauración dental, y si ha de determinarse la segunda disposición relativa preferida, por ejemplo, copiando o reproduciendo la primera disposición relativa preferida. Un botón 784 pulsable virtual está configurado para determinar la segunda disposición relativa preferida a partir de la primera disposición relativa preferida teniendo en cuenta los datos introducidos en las secciones de introducción de datos. La interfaz de usuario puede presentarse visualmente en una unidad de presentación visual, tal como una pantalla de ordenador que forma parte de un sistema configurado para implementar el método según la presente invención.

La figura 8 muestra una presentación esquemática de una realización en la que la segunda disposición relativa preferida se determina basándose en la disposición relativa del borde incisivo/la superficie oclusal del primer diseño de restauración digital y la superficie opuesta de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos. La figura 8A muestra un esquema 845 de un conjunto izquierdo-derecho de diseños 846, 847 de restauración digital para los incisivos centrales superiores izquierdo y derecho y una parte de una representación digital de los dientes existentes del paciente que muestra los incisivos 889, 890 laterales superiores izquierdo y derecho. El esquema muestra los diseños de restauración digital y los dientes tal como los observa el operario de tal manera que, por ejemplo el diseño 846 de restauración digital para el incisivo central izquierdo del paciente aparece en el lado derecho del esquema. El primer diseño 847 de restauración digital y el segundo diseño 846 de restauración

digital se disponen según la colocación relativa planificada de las restauraciones dentales fabricadas cuando estos están asentados en la boca del paciente. Los incisivos laterales superiores existentes son simétricos, estando el incisivo 890 lateral derecho por debajo del incisivo 889 lateral izquierdo. Para compensar esto, los diseños 846, 847 de restauración digital se diseñan de tal manera que el borde 8912 incisivo del incisivo 847 central superior derecho está una longitud Δz por debajo del borde 8911 incisivo del incisivo 846 central superior izquierdo.

La primera disposición relativa preferida se determina ajustando la disposición relativa de la representación digital del primer bloque 852 de fresado de múltiples tonos y el primer diseño 847 de restauración digital. Esto puede basarse, por ejemplo, en la inspección de una imagen simulada hasta que el operario, basándose en su experiencia, prevea que la restauración dental fabricada tendrá un aspecto estético satisfactorio. En la primera disposición relativa preferida, la parte de la restauración dental que tiene el tono de la capa 820 inferior del bloque de fresado de múltiples tonos tiene la altura h_1 según se mide desde el borde 8912 incisivo tal como se ilustra en la figura 8B. La distancia desde el borde 8912 incisivo del primer diseño 846 de restauración digital y la superficie 8922 opuesta de la representación digital del primer bloque 852 de fresado de múltiples tonos es z_1 .

En algunos casos, el dentista o técnico dental decide que, aunque los diseños 846, 847 de restauración digital primero y segundo estén diseñados para la desviación Δz entre sus bordes 8911, 8912 incisivos, las restauraciones dentales primera y segunda seguirán fabricándose para tener perfiles de tono similares en sus bordes incisivos. Esto puede lograrse reproduciendo la primera disposición relativa preferida y proporcionando además una desviación Δz a la representación digital del segundo bloque 853 de fresado de múltiples tonos. Este procedimiento se ilustra en las figuras 8C y 8D en que la figura 8C muestra el resultado de la reproducción de la primera disposición relativa preferida. Después de la reproducción, la parte del segundo diseño 846 de restauración digital que tiene el tono de la capa 820 inferior del segundo bloque 853 de fresado de múltiples tonos tiene la altura h_2 , y la distancia desde el borde 8911 incisivo hasta la superficie 8921 opuesta de la representación digital del segundo bloque 853 de fresado de múltiples tonos es z_2 , en que h_2 difiere de h_1 . Se proporciona entonces una desviación de Δz a la representación digital del segundo bloque 853 de fresado de múltiples tonos en relación con el segundo diseño 846 de restauración digital y/o en relación con la representación digital del primer bloque 852 de fresado de múltiples tonos de tal manera que la distancia z_2 se vuelve idéntica a la distancia z_1 . El borde 8911 incisivo del segundo diseño 846 de restauración digital y la superficie 8921 opuesta de la representación digital del segundo bloque 853 de fresado de múltiples tonos se disponen entonces en relación entre sí según la disposición relativa del borde 8912 incisivo del primer diseño 847 de restauración digital y la superficie 8922 opuesta de la representación digital del primer bloque 852 de fresado de múltiples tonos. Esto posibilita que la altura h_2 de la región incisiva del segundo diseño 846 de restauración digital aumente para volverse idéntica a la altura equivalente h_1 para la primera restauración 847 dental y la segunda disposición relativa preferida determinada es de tal manera que las restauraciones dentales primera y segunda fabricadas tienen perfiles de tono similares en sus bordes incisivos. El dentista/operario también puede decidir que la altura h_2 de la región incisiva del segundo diseño 846 de restauración digital se aumente hasta un valor en el que esté por debajo de h_1 pero aún así más alto que h_2 sin la desviación si encuentra que tal altura proporciona una estética global mejor del conjunto de dientes del paciente. La desviación puede, por ejemplo, regularse ajustando su valor en una sección de introducción de datos de una interfaz de usuario según la invención.

Aunque se han descrito y mostrado en detalle algunas realizaciones, la invención no está limitada a las mismas, sino que también puede realizarse de otras maneras dentro del alcance del objeto definido en las siguientes reivindicaciones. En particular, debe entenderse que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden realizarse modificaciones estructurales y funcionales sin apartarse del alcance de la presente invención.

En reivindicaciones de dispositivo que enumeran varios medios, varios de estos medios pueden realizarse por un único artículo de hardware. El mero hecho de que se enumeren determinadas medidas en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes o se describan en diferentes realizaciones no indica que no pueda usarse ventajosamente una combinación de estas medidas.

Una reivindicación puede referirse a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y se entiende que "cualquiera" quiere decir "una cualquiera o más" de las reivindicaciones anteriores.

Debe recalarse que se entiende que el término "comprende/que comprende", cuando se usa en esta memoria descriptiva, especifica la presencia de características, números enteros, etapas o componentes expuestos pero que no excluye la presencia o adición de uno o más características, números enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos adicionales.

Las características del método descritas anteriormente y a continuación pueden implementarse en software y llevarse a cabo en un dispositivo de procesamiento de datos electrónico u otro medio de procesamiento provocado 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 mediante una red de ordenadores. Alternativamente, las características descritas pueden implementarse mediante un conjunto de circuitos de cableado directo en lugar de software o en combinación con software.

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar una disposición relativa preferida de diseños (215) de restauración digital y representaciones digitales de bloques (210) de fresado de múltiples tonos para su uso al fabricar un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos, comprendiendo el método:
- obtener representaciones digitales de bloques (210) de fresado de múltiples tonos primero y segundo especularmente simétricos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
 - obtener un primer y un segundo diseño (215) de restauración digital de un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales; y
 - determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño (215) de restauración digital y la representación digital del primer bloque (210) de múltiples tonos ajustando la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado al inspeccionar una imagen simulada; y
 - determinar una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos reproduciendo la primera disposición relativa preferida usando algoritmos implementados mediante ordenador.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la imagen simulada se crea al menos parcialmente mapeando los datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos sobre el primer diseño de restauración digital.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la imagen simulada se crea al menos parcialmente superponiendo las representaciones digitales de los bloques de fresado primero y segundo sobre los diseños de restauración digital primero y segundo.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo comprenden tanto datos de tono que describen la distribución de tono como datos de forma que describen la forma del bloque de fresado de múltiples tonos.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que determinar la segunda disposición relativa preferida comprende alinear la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos.
6. Método según la reivindicación 5, en el que alinear la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos se basa en los datos de tono de las representaciones digitales.
7. Método según la reivindicación 5 o 6, en el que alinear la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos se basa en datos de forma de las representaciones digitales, tales como en un borde o una superficie de los bloques de fresado de múltiples tonos.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo son idénticas y representan bloques de fresado de múltiples tonos idénticos.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que una de las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos primero y segundo está relacionada con un bloque de fresado de múltiples tonos de geometría izquierda mientras que la otra está relacionada con un bloque de fresado de múltiples tonos de geometría derecha.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que las distribuciones de tono de los bloques de fresado de múltiples tonos comprenden varias capas de diferentes tonos, y en el que los datos de tono de las representaciones digitales de los bloques de fresado de múltiples tonos comprenden capas virtuales correspondientes.
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la segunda disposición relativa preferida se determina después de la primera disposición relativa preferida.
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la segunda disposición relativa preferida y la primera disposición relativa preferida se determinan simultáneamente.
13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la segunda disposición relativa preferida

se determina a partir de la disposición relativa del borde incisivo/la superficie oclusal del primer diseño de restauración digital y la superficie opuesta de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos en la primera disposición relativa preferida.

- 5 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que determinar la segunda disposición relativa preferida comprende proporcionar una desviación a la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos en relación con la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos y/o en relación con el primer diseño de restauración digital de tal manera que la altura de las regiones incisivas de los diseños de restauración digital primero y segundo son idénticas.
- 10 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que determinar la segunda disposición relativa preferida se realiza al menos parcialmente mediante algoritmos implementados mediante ordenador ejecutados por un dispositivo de procesamiento de datos electrónico.
- 15 16. Interfaz de usuario para determinar una disposición relativa preferida de diseños (215) de restauración digital y representaciones digitales de bloques (210) de fresado de múltiples tonos para su uso al fabricar un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales a partir de bloques de fresado de múltiples tonos, en la que la interfaz de usuario está configurada para:
- obtener representaciones digitales de bloques (210) de fresado de múltiples tonos primero y segundo especularmente simétricos, en que cada representación digital comprende datos de tono que describen la distribución de tono del bloque de fresado de múltiples tonos;
 - 20 - obtener un primer y un segundo diseño (215) de restauración digital de un conjunto izquierdo-derecho de restauraciones dentales;
 - presentar visualmente al menos la primera restauración (215) digital y al menos los datos de tono de la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos; y
 - 25 - determinar una primera disposición relativa preferida del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado de múltiples tonos ajustando la disposición relativa del primer diseño de restauración digital y la representación digital del primer bloque de fresado al inspeccionar una imagen simulada; y
 - determinar una segunda disposición relativa preferida del segundo diseño de restauración digital y la representación digital del segundo bloque de fresado de múltiples tonos reproduciendo la primera disposición relativa preferida usando algoritmos implementados mediante ordenador.

30

Fig. 1A

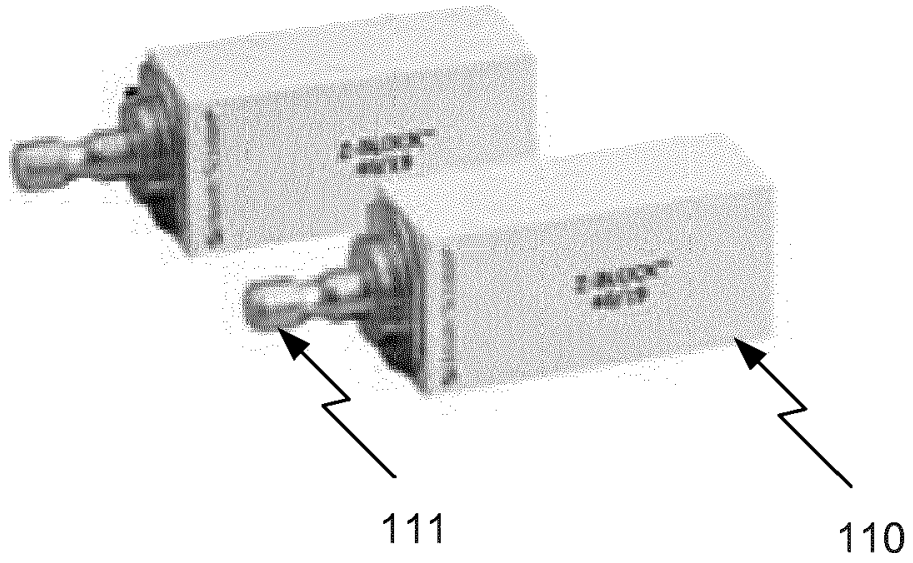


Fig. 1B

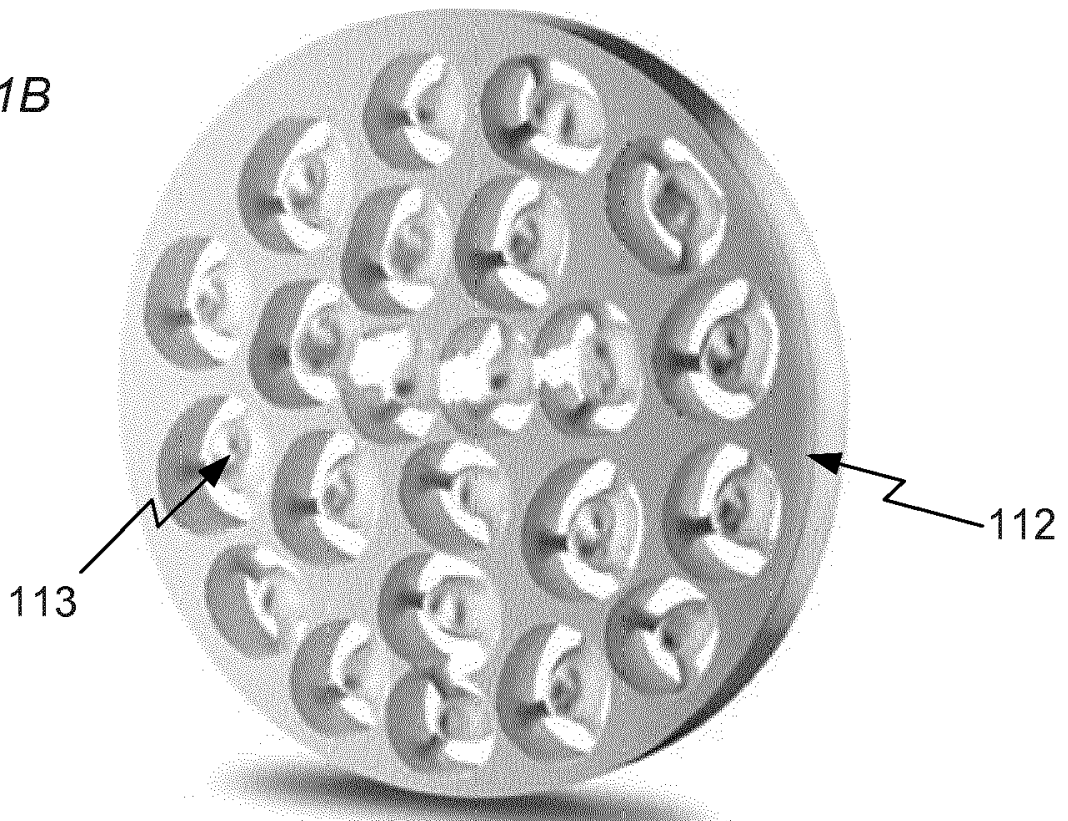


Fig. 2A

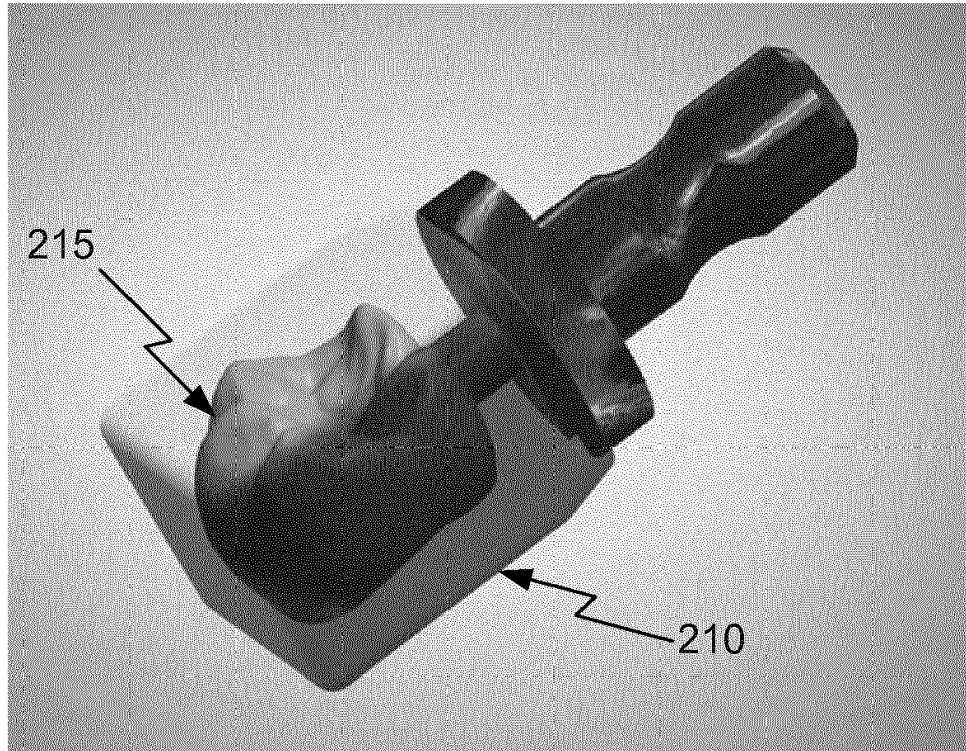


Fig. 2B

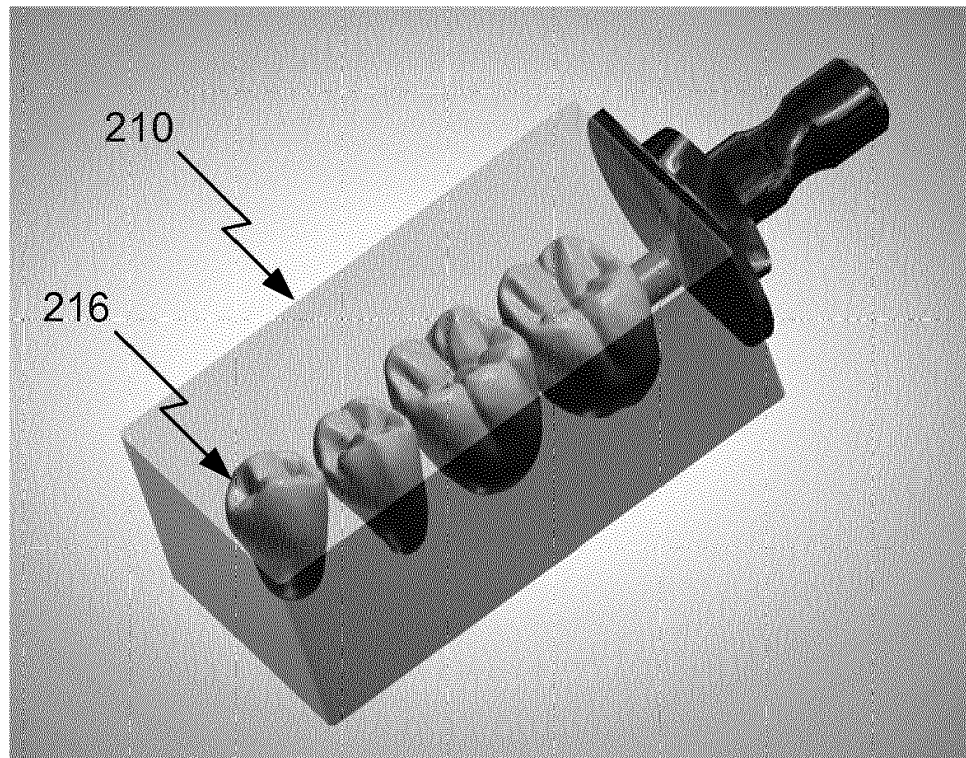


Fig. 2C

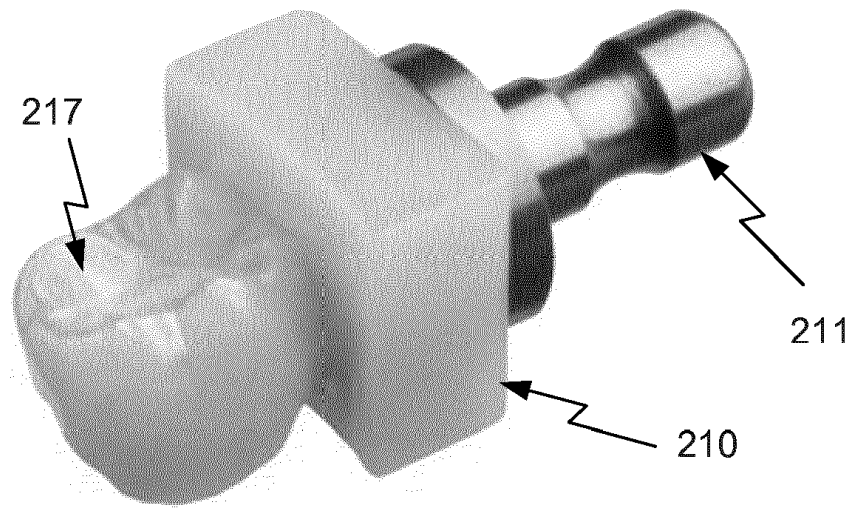
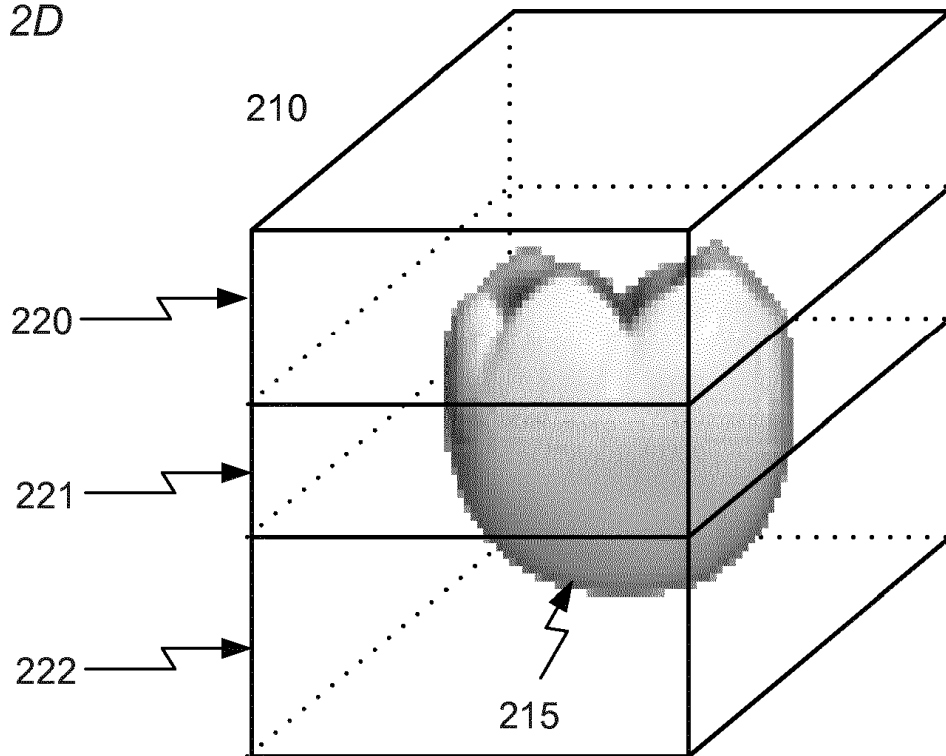


Fig. 2D



325

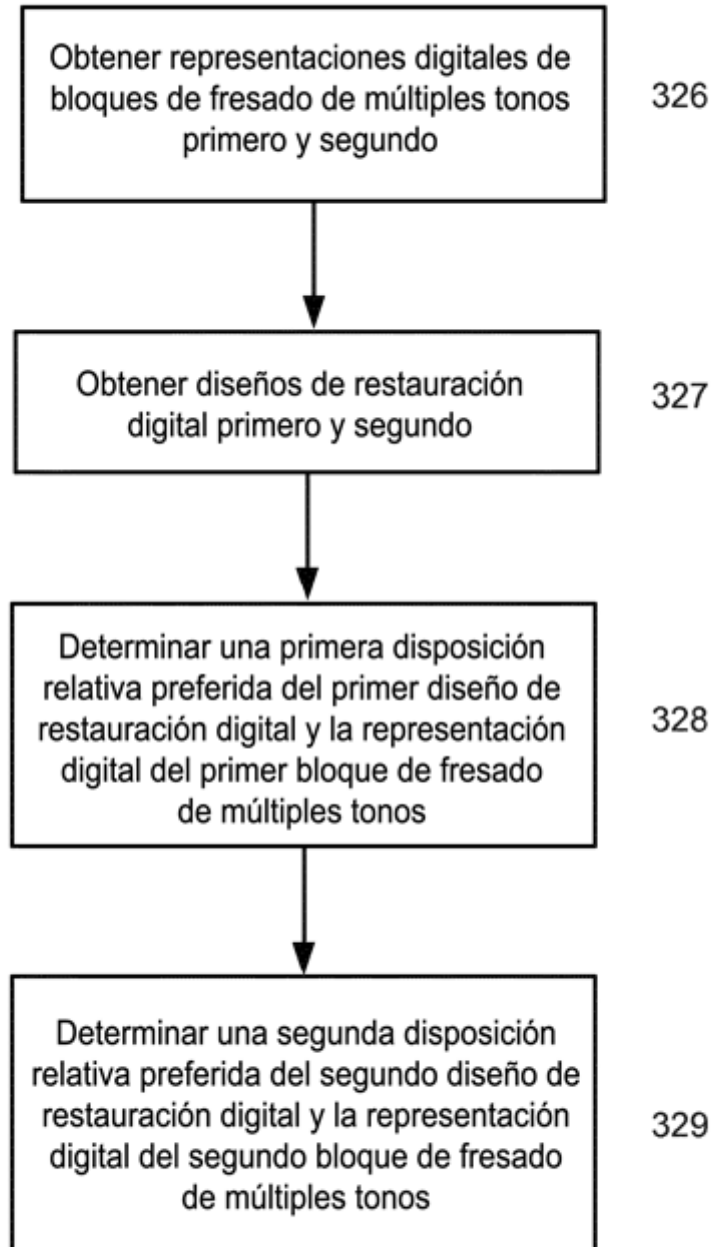


Fig. 3A

330

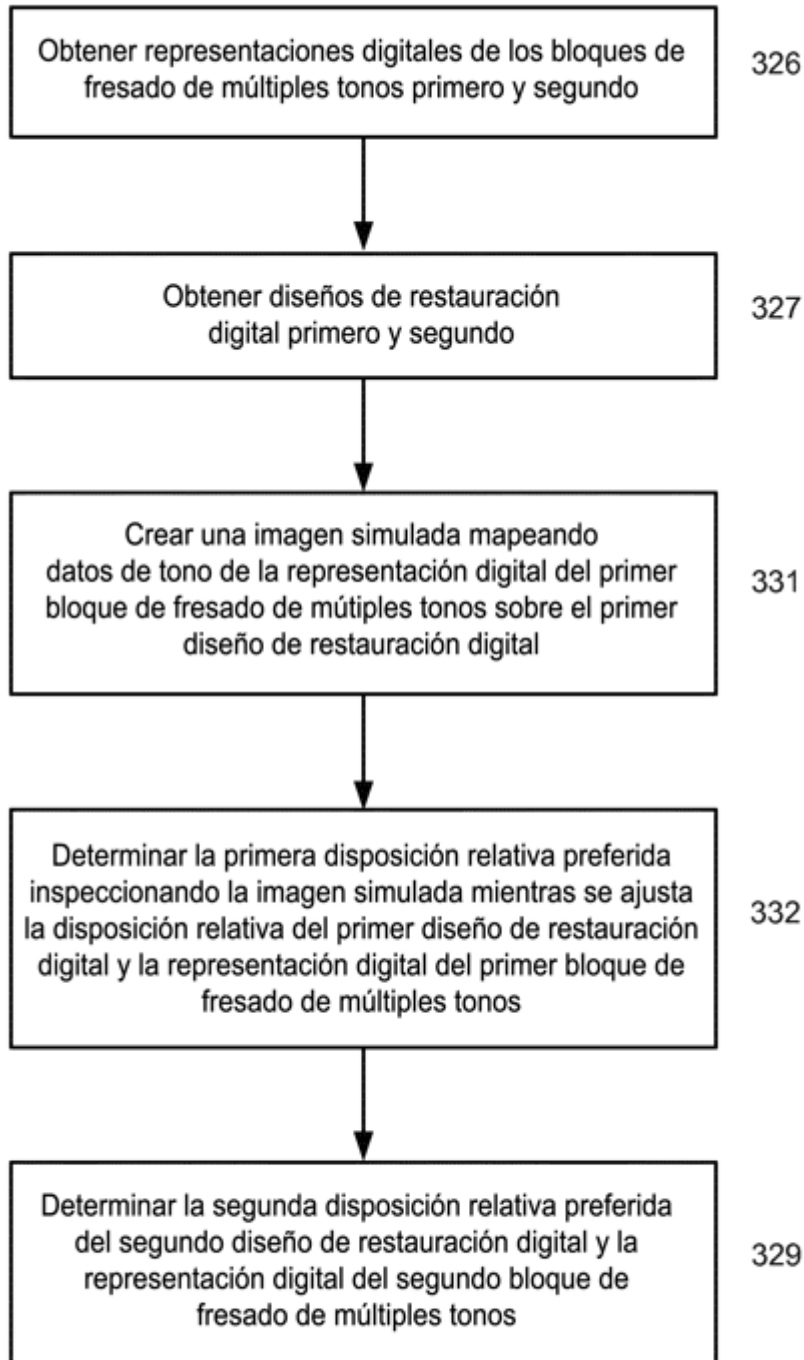


Fig. 3B

334

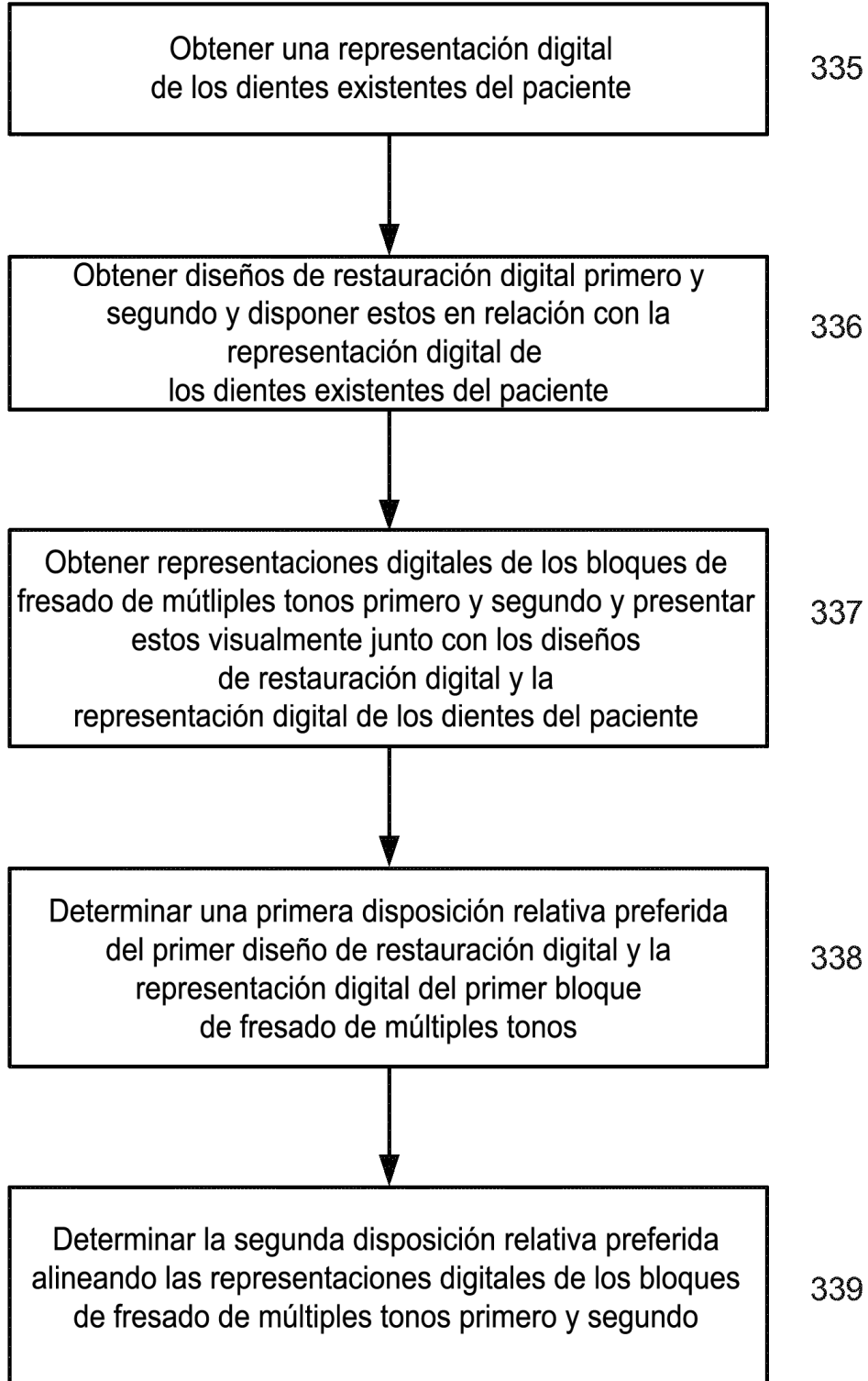


Fig. 3C

Fig. 4A

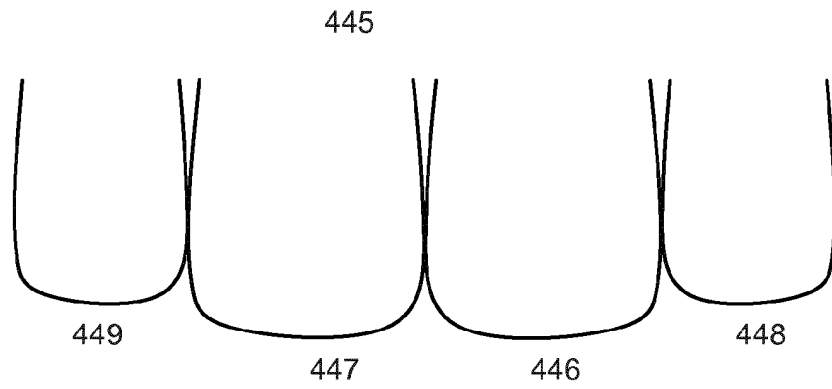


Fig. 4B

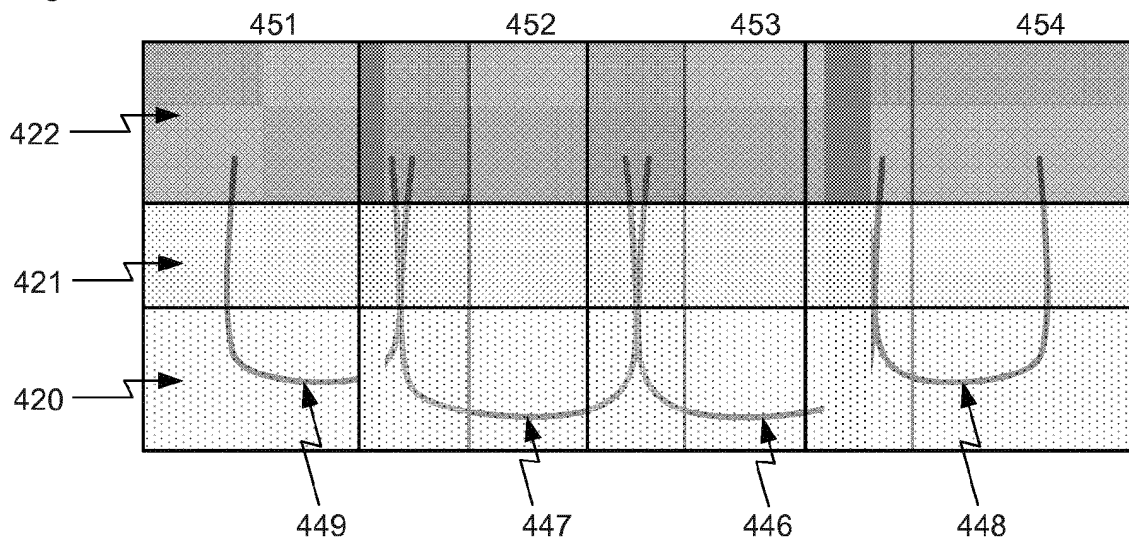


Fig. 4C

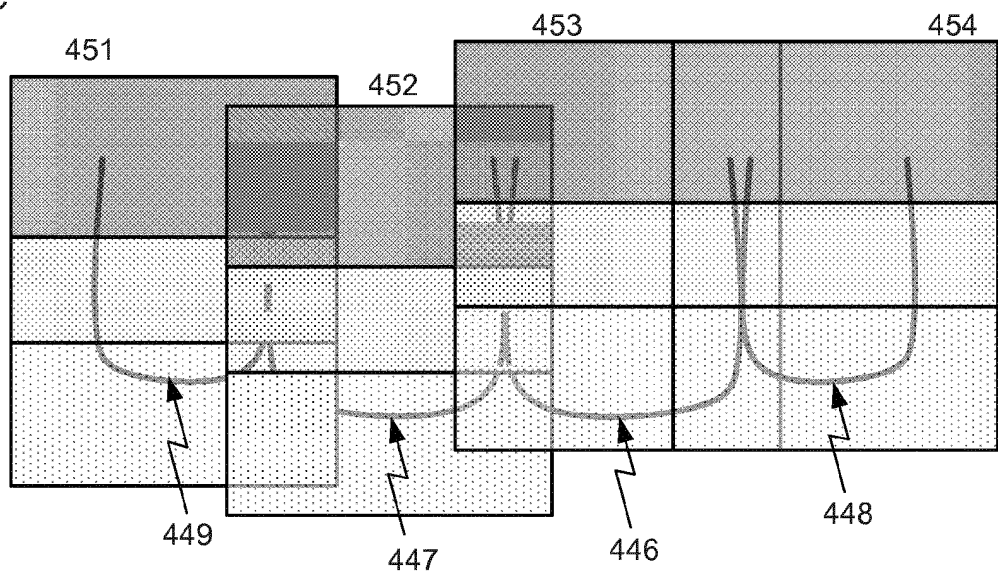


Fig. 4D

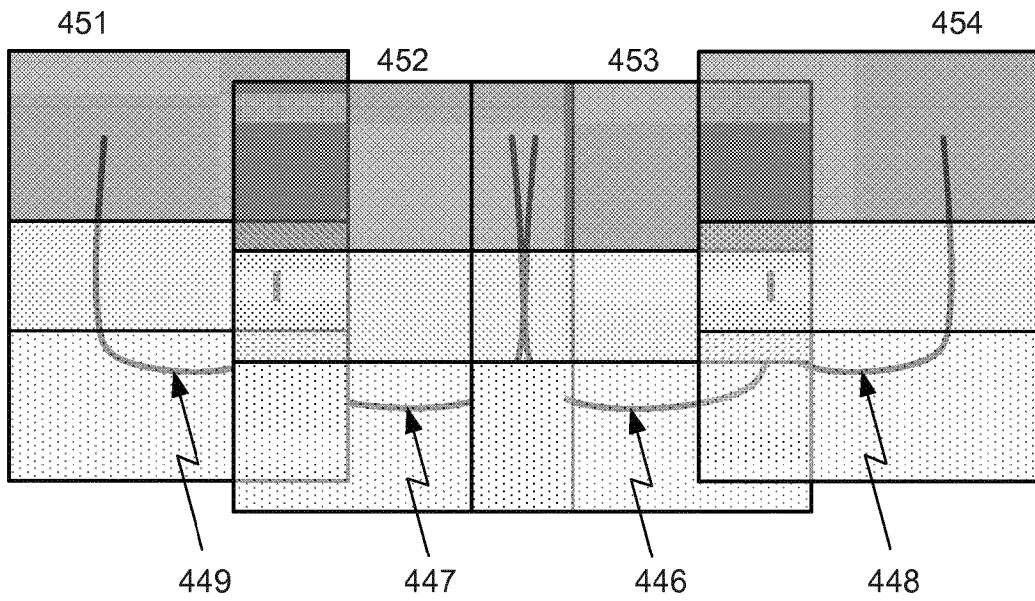


Fig. 4E

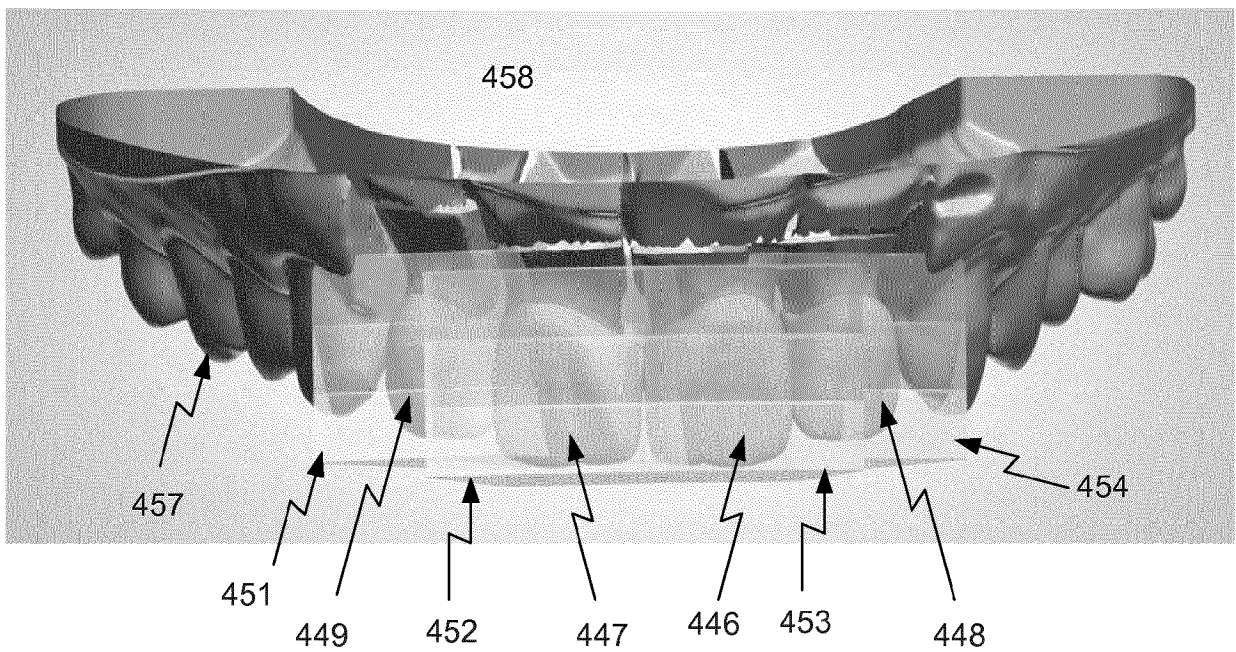


Fig. 5A

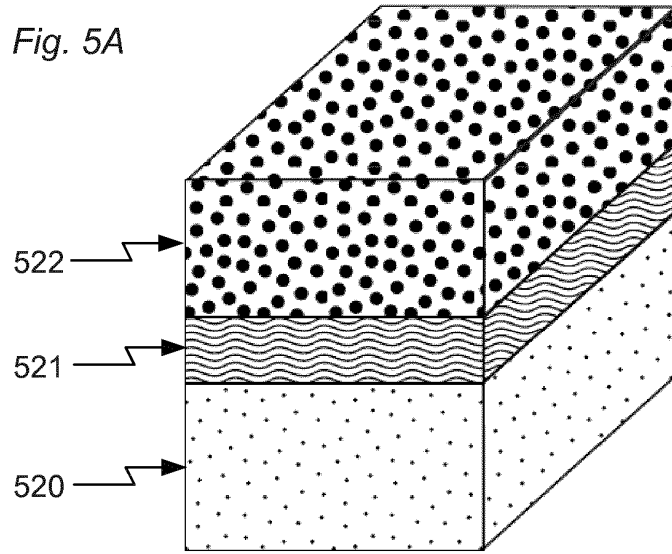


Fig. 5B

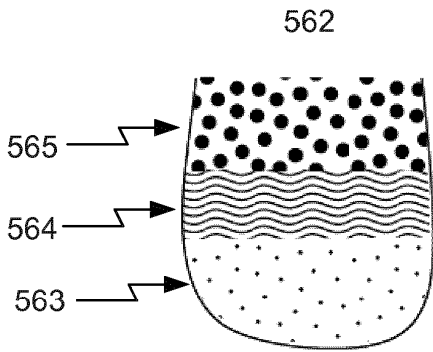


Fig. 5C

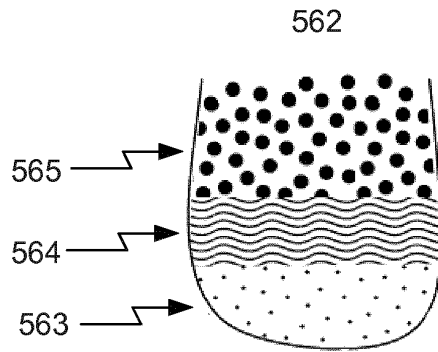


Fig. 5D

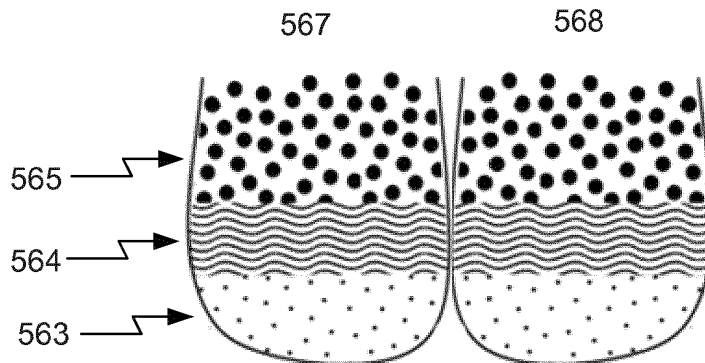


Fig. 6

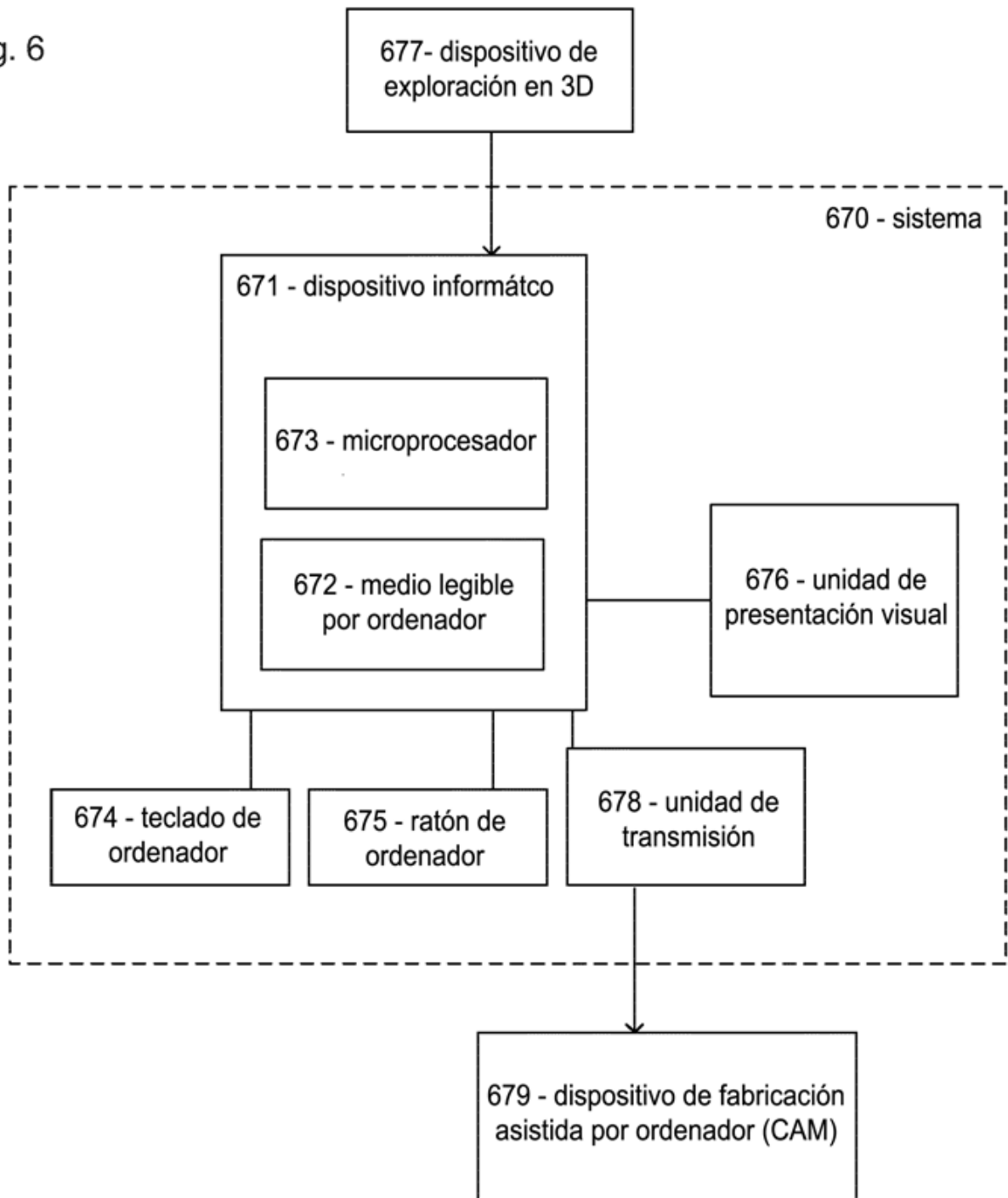


Fig.7

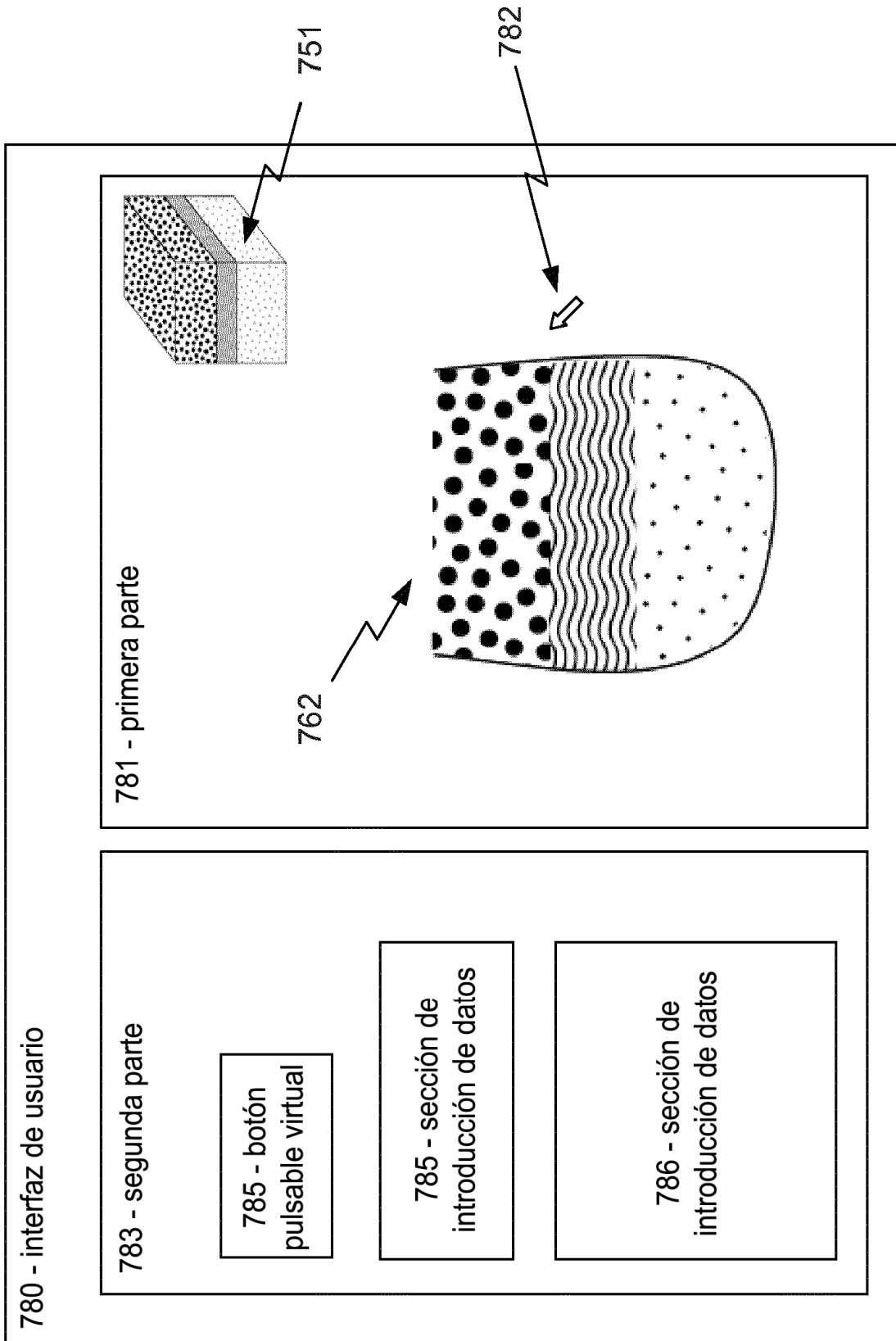


Fig. 8A

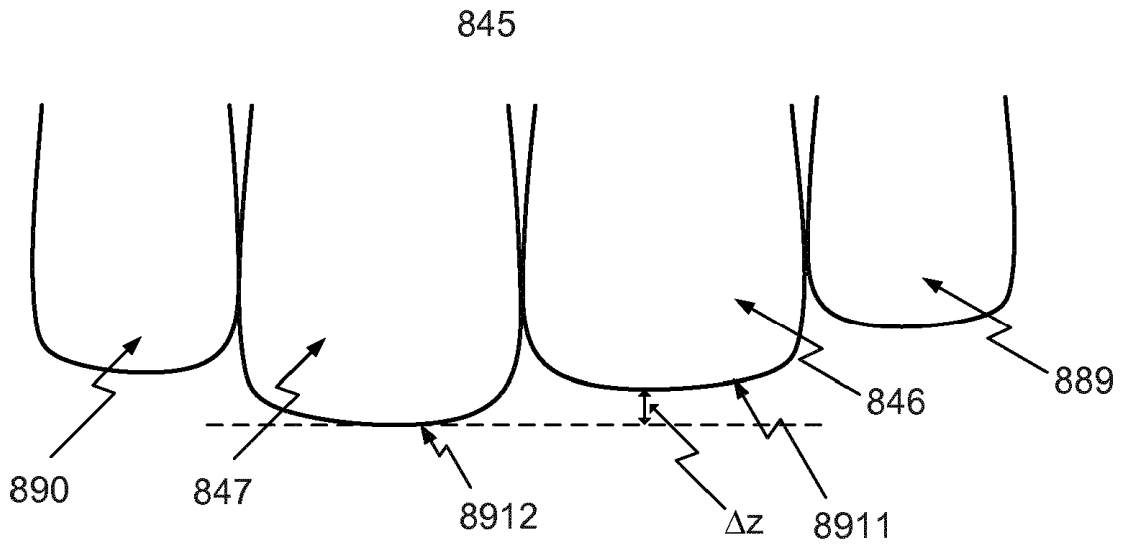


Fig. 8B

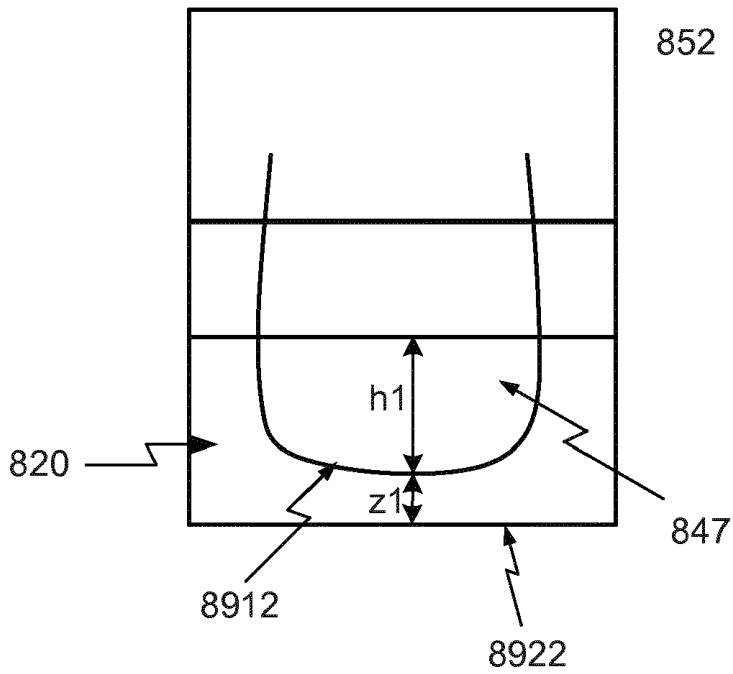


Fig. 8C

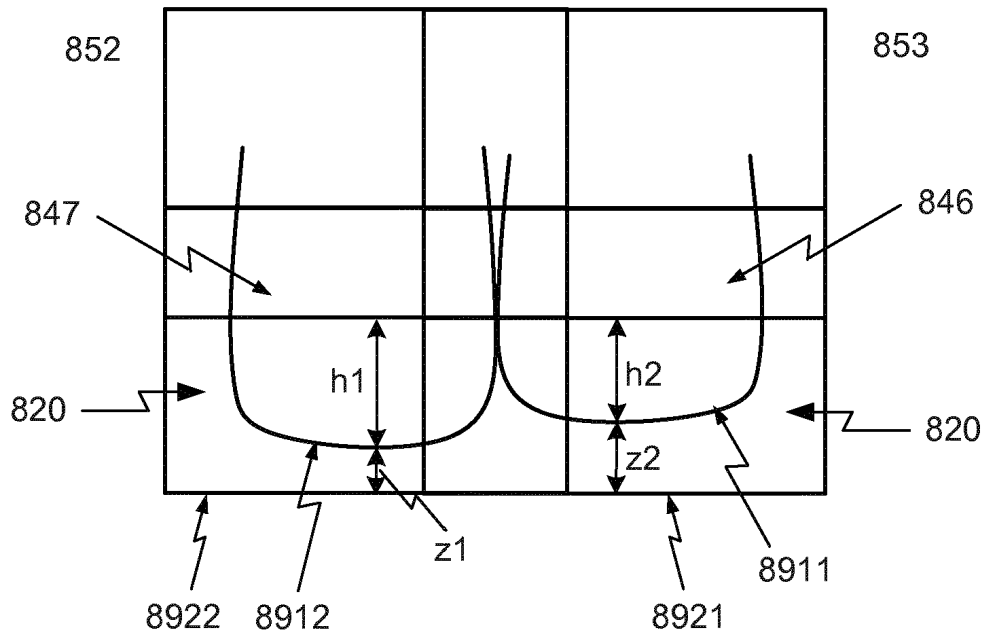


Fig. 8D

