

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 310**

51 Int. Cl.:

A61C 13/00 (2006.01)

A61C 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2005** **E 05003975 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016** **EP 1568335**

54 Título: **Método y sistema para diseñar y producir prótesis dentales**

30 Prioridad:

24.02.2004 US 546946 P

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

01.02.2017

73 Titular/es:

**ALIGN TECHNOLOGY, INC. (100.0%)
2560 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, US**

72 Inventor/es:

**TAUB, ELDAD y
KOPELMAN, AVI**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 599 310 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 y sistema para diseñar y producir prótesis dentales

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a métodos y sistemas para diseñar y producir prótesis y aparatos dentales, y a prótesis y aparatos dentales producidos por los mismos. En particular, la presente invención se centra en tales sistemas en los que una pluralidad de diferentes centros de trabajo vinculados a una clínica dental utilizan una base de datos 3D común cada uno para planificar, diseñar y fabricar al menos piezas de dichas prótesis y aparatos.

Antecedentes de la invención

10 Un tratamiento dental comienza a menudo con obtener un modelo tridimensional (3D) de los dientes de un paciente. El modelo puede ser un modelo físico de la dentición o un modelo informático virtual 3D. El modelo se usa para ayudar a diseñar un tratamiento dental para el paciente. Después de diseñar el tratamiento, el modelo se usa para diseñar la prótesis o aparato dental que va a aplicarse a los dientes para ejecutar el tratamiento. Tales prótesis y aparatos incluyen, por ejemplo, puentes, coronas, y aparatología fija ortodóntica.

15 En algunos casos, se obtiene un molde negativo de la dentición en la clínica dental en la que se atiende al paciente, y puede incluir ambos arcos, un arco o parte de un arco. El molde se envía a un laboratorio dental, y se hace un modelo físico positivo de la dentición a partir del molde negativo, normalmente vertiendo yeso en el molde, permitiendo al yeso fraguarse. Se determina entonces un tratamiento dental en la clínica o usando el modelo, y se diseñan o seleccionan prótesis o aparatos para el montaje en los dientes del paciente con el fin de realizar el tratamiento. Los aparatos se hacen en un laboratorio y se envían entonces a la clínica para el montaje en los dientes del paciente.

20 También se conoce obtener una representación 3D virtual de los dientes que se usa en ayudar a idear un tratamiento dental y/o diseñar aparatos dentales. El modelo informático 3D puede obtenerse en la clínica dental usando un escáner óptico para hacer un barrido de los dientes directamente o para hacer un barrido de un modelo de los dientes. El modelo informático se usa entonces en la clínica para diseñar o seleccionar prótesis y/o aparatos dentales apropiados para llevar a cabo el tratamiento. Se envían entonces instrucciones a un laboratorio de aparatos dentales para hacer las prótesis o aparatos, que se hacen en el laboratorio y se envían entonces a la clínica.

25 Alternativamente, se obtiene un molde negativo de la dentición de cada mandíbula en una clínica dental que se envía a un laboratorio de aparatos dentales en el que se hace un modelo positivo 3D de los dientes del paciente a partir del molde negativo. Se hace entonces un barrido del modelo 3D en el laboratorio para generar un modelo 3D virtual de los dientes del paciente que se usa para diseñar prótesis o aparatos dentales apropiados. Las prótesis o aparatos se producen en el laboratorio y se envían entonces a la clínica.

30 La patente estadounidense número 6,632,089 concedida a Rubbert *et al.*, da a conocer un método de planificación de tratamiento dental basado en ordenador. Se obtiene un modelo D virtual de la dentición de un paciente que se usa para planificar un tratamiento dental. La obtención del modelo 3D así como la planificación del tratamiento puede realizarse en una clínica dental o una ubicación remota tal como un laboratorio de aparatos dentales que tiene acceso al modelo virtual de la dentición. En la última situación, el plan de tratamiento propuesto se envía a la clínica para su revisión, y modificación o aprobación por el dentista, antes de hacer los aparatos requeridos en el laboratorio.

35 El documento WO 02/076326 da a conocer un sistema y método para externalizar tareas para lograr prótesis dentales estéticas: dentistas que inician procedimientos dentales que requieren la restauración o alteración cosmética de los dientes; centros de diseño que procesan la información de forma y/o aspecto para determinar el resultado deseado; centros de cálculo que procesan esta información para diseñar cómo lograr el resultado deseado; centros de fabricación que ejecutan instrucciones para producir la estructura subyacente si es necesario; centros de laboratorio dental que finalizan el trabajo protésico; y los dentistas que completan procedimientos dentales.

Sumario de la invención

40 La presente invención proporciona un sistema y método tal como se definen en las reivindicaciones 1 y 4 para diseñar y producir prótesis dentales, tales como por ejemplo coronas y puentes. El centro de servicio está equipado para generar un modelo 3D virtual (también denominado "modelo 3D numérico" "modelo numérico" "modelo virtual" y similares en el presente documento) de los dientes de un paciente a partir de datos obtenidos o bien mediante barrido (normalmente óptico) de los dientes directamente o bien mediante barrido de un modelo físico de los dientes, iniciándose al menos el proceso en la clínica dental. Alternativamente, el laboratorio dental puede generar el modelo virtual. El centro de servicio también está equipado para usar el modelo informático para diseñar un tratamiento dental y para seleccionar o diseñar y para fabricar prótesis dentales, o al menos una parte de las mismas. Los detalles de la prótesis requerida puede enviarse entonces a la clínica, y normalmente el centro de servicio maneja parte de la fabricación de la prótesis. El laboratorio dental también puede estar equipado para diseñar al menos una

5 parte de la prótesis, normalmente una cofia, por ejemplo definiendo primero la línea de acabado sobre el modelo 3D. Alternativamente, el laboratorio dental puede proporcionar una prescripción al centro de servicio para que éste último diseñe la cofia. La clínica puede entonces enviar instrucciones a un laboratorio dental y/o al centro de servicio, cada uno de los cuales está equipado para hacer una pieza de la prótesis dental según instrucciones y datos recibidos y/o generados desde uno cualquiera de la clínica dental, laboratorio dental o desde el centro de servicio, y la prótesis fabricada se envía entonces a la clínica.

En una realización preferida, la comunicación entre las clínicas, laboratorios y el centro de servicio es mediante una red de comunicaciones electrónica tal como Internet u otro medio de comunicaciones adecuado tal como un intranet, red de acceso local, red telefónica pública conmutada, red de cable, etc.

10 Al menos una parte de la fabricación de la prótesis se comparte entre el centro de servicio y uno o más laboratorios dentales, según criterios predeterminados. Además, al menos uno del centro de servicio y el al menos un dicho laboratorio dental está adaptado para diseñar dicha prótesis basándose en el modelo 3D numérico de la dentición, en el que dicha prótesis comprende una superficie interna y una superficie externa, en el que se proporciona un modelo 3D de dicha prótesis. El centro de servicio está adaptado para fabricar al menos una primera parte de dicha prótesis basándose en dicho modelo 3D numérico. En particular, el centro de servicio está adaptado para fabricar al menos una superficie interior de dicha prótesis, en la que dicha superficie interior está diseñada para el montaje sobre un sitio objetivo comprendido en dicha dentición. La prótesis normalmente comprende al menos una cofia y la superficie interior mencionada anteriormente es una superficie interior de dicha cofia. Al menos uno del centro de servicio y el al menos un dicho laboratorio dental está adaptado para diseñar una superficie exterior de dicha cofia basándose en dicho modelo 3D numérico.

20 Preferiblemente, el centro de servicio comprende una máquina de retirada de material para directamente fabricar dicha cofia a partir de un material de cofia adecuado basándose en el diseño de dicha superficie interior y superficie exterior de dicha cofia. Alternativamente, la máquina de retirada de material puede usarse para fabricar un modelo físico de dicha cofia a partir de un material de cera adecuado o similar basándose en el diseño de dicha superficie interior y dicha superficie exterior de dicha cofia. El centro de servicio y/o al menos un laboratorio dental, y/o una instalación exterior, comprende medios para producir un molde negativo de dicho modelo físico, y medios para producir dicha cofia a partir de dicho modelo negativo usando un material de cofia adecuado.

25 Al menos un dicho laboratorio dental está adaptado para fabricar al menos una segunda parte de dicha prótesis basándose en dicho modelo 3D numérico. El laboratorio dental está adaptado para fabricar al menos una superficie exterior de dicha prótesis, en la que la superficie exterior está diseñada para proporcionar holgura adecuada para la prótesis en relación con otros dientes en dicha dentición adyacente a dicha prótesis. Además, la superficie exterior está diseñada para proporcionar oclusión adecuada entre la prótesis en relación con otros dientes en dicha dentición opuesta a dicha prótesis.

30 La parte exterior de la prótesis puede fabricarse por un procedimiento que implica añadir al menos una capa de material a una cofia adecuada y someter la capa a una operación de retirada de material de modo que la superficie de la capa se ajusta a una geometría predeterminada. Puede formarse de manera secuencial una pluralidad de capas sobre dicha cofia, de manera que una dicha capa final se ajusta a la superficie exterior requerida para la prótesis.

35 Opcionalmente, la fabricación de dicha capa, o de la capa (cuando la prótesis sólo comprende una única capa), de la prótesis puede realizarse usando métodos tradicionales. Tales métodos tradicionales se conocen en la técnica e incluyen, por ejemplo, construir porcelana o cualquier otro material adecuado capa a capa, comenzando con una primera capa colocada sobre la cofia, y trabajando manualmente dichas capas para encajarlas dentro del espacio permitido para la prótesis en la cavidad intraoral. Para facilitar esto, puede producirse un modelo físico (normalmente yeso o piedra) de al menos una parte de la cavidad intraoral, normalmente por el centro de servicio y basándose en el modelo 3D virtual de los dientes, y éste se envía al laboratorio dental.

40 Adicional o alternativamente, la fabricación de dicha capa o capas está al menos parcialmente automatizada, y al menos un laboratorio dental comprende una máquina de retirada de material para retirar material de dicha capa, y medios de barrido adecuados para determinar la topología de dicha capa antes de la operación de retirada de material. También se prevén medios informáticos para calcular trayectorias de mecanizado para dicha máquina de retirada de material, en los que dichas trayectorias se basan en la diferencia entre dicha topología de dicha capa antes de la operación de retirada de material y la topología requerida para la superficie.

45 Los criterios predeterminados mencionados anteriormente incluyen una precisión dimensional para la fabricación de una pieza de dicha prótesis. Según la invención, cuando se requiere que la precisión dimensional para la fabricación de una pieza particular sea aproximadamente 40 micras o inferior a 40 micras, por ejemplo la superficie interior de la cofia, la pieza se fabrica por dicho centro de servicio. Según la invención, cuando se requiere que la precisión dimensional para una pieza particular esté dentro de sustancialmente más de 40 micras, por ejemplo una parte exterior de la corona, esta parte se fabrica por un laboratorio dental.

En una aplicación particular de la invención, se hace un barrido de la cavidad intraoral en una clínica dental, y los

datos de modelo virtual así obtenidos se envían a un laboratorio dental. Entonces, el laboratorio dental define la línea de margen de la preparación (en el modelo virtual) y diseña la geometría de cofia. Alternativamente, el modelo virtual se envía (también) al centro de servicio, junto con una prescripción adecuada desde el laboratorio dental, en cuyo caso el centro de servicio define la línea de margen de la preparación (en el modelo virtual) y diseña la geometría de cofia. En cualquier caso, la geometría de cofia se procesa por el centro de servicio, que produce entonces una cofia basada en el diseño, o bien directamente, o bien indirectamente a través de un procedimiento de cera perdida, por ejemplo. La cofia, junto con un modelo positivo físico de la dentición, o una parte de la misma que comprende la preparación, se envía al laboratorio dental, en el que el técnico allí prepara la prótesis completa de manera tradicional, añadiendo de manera secuencial una o más capas de porcelana u otro material adecuado a la cofia, y conformado las capas para producir la forma externa de la prótesis, comprobando con el modelo físico que la prótesis encajará en el espacio que se ha dejado para la misma y proporcionará oclusión adecuada. La prótesis se envía entonces a la clínica dental para ajustarse al paciente.

Se prevé flexibilidad completa en la comunicación entre las clínicas, laboratorios y el centro de servicio, permitiendo por ejemplo, realizar muchas comunicaciones diferentes entre los mismos, que incluyen los siguientes ejemplos ilustrativos no limitativos:-

(i) se envían datos barridos de la cavidad intraoral (a partir de los que se genera un modelo virtual de la misma) desde la clínica dental hasta el laboratorio dental y/o centro de servicio;

(ii) se transmiten datos 3D numéricos (es decir, el modelo virtual) de la cavidad intraoral, creados directamente en el laboratorio dental o centro de servicio, o indirectamente a partir de datos transmitidos a cualquier ubicación, a la clínica dental para su aprobación;

(iii) se transmiten datos 3D numéricos de la cavidad intraoral, donde quiera que se creen, al laboratorio dental y/o al centro de servicio;

(iv) se envía la definición de la línea de margen por medio del laboratorio dental o el centro de servicio a la clínica dental para su aprobación;

(v) se envía la definición de línea de margen aprobada al centro de servicio y/o laboratorio dental desde la clínica dental;

(vi) se envía la definición de la geometría de cofia 3D por medio del laboratorio dental o el centro de servicio a la clínica dental para su aprobación;

(vii) se envía la geometría de cofia 3D, y/o la aprobación de la misma, al centro de servicio y/o laboratorio dental desde la clínica dental;

(viii) se envía la prescripción para la cofia desde el laboratorio dental a la clínica dental para su aprobación, y se envía la prescripción aprobada al laboratorio dental y/o centro de servicio.

En el presente documento, "clínica dental" se refiere a la interfaz entre un odontólogo y un paciente, y por tanto incluye cualquier entidad física, en particular una clínica, en la que hay interacción entre un paciente dental y un odontólogo. Mientras que "odontólogo" normalmente se refiere a un dentista, doctor, prostodoncista u ortodoncista, también incluye en el presente documento a otros cuidadores que pueden interactuar con un paciente dental durante el transcurso de un tratamiento dental. Mientras que "paciente dental" normalmente se refiere a una persona que requiere los servicios dentales de un odontólogo, también incluye en el presente documento a cualquier persona para la que se desee crear un modelo 3D numérico de la cavidad intraoral, por ejemplo con el fin de practicar el mismo o para realizar investigación.

El término "prótesis" en el presente documento se considera que incluye cualquier restauración y cualquier incrustación onlay, tales como coronas y puentes, por ejemplo, e incrustación inlay, tales como fundas, por ejemplo, y cualquier otra dentadura parcial o completa artificial.

Los términos modelo virtual, modelo 3D numérico, y similares, se usan de manera intercambiable en el presente documento para referirse a una simulación informática de una superficie, que comprende datos 3D topográficos que se refieren a la superficie, siendo normalmente tal superficie superficies dentales de la cavidad intraoral.

Breve descripción de los dibujos

Para entender la invención y ver cómo puede llevarse a cabo en la práctica, se describirá ahora una realización preferida, a modo de ejemplo no limitativo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra un sistema de servicio dental para diseñar y producir aparatos dentales según una realización de un aspecto de la invención.

La figura 2 ilustra una parte de la cavidad intraoral de un paciente en el que se desea implantar una prótesis.

La figura 3 ilustra en una vista en sección transversal una prótesis de corona que tiene una cofia y una funda de múltiples capas.

La figura 4 ilustra un centro de servicio según la primera realización de la invención.

La figura 5 ilustra un laboratorio dental según la primera realización de la invención.

5 La figura 6 ilustra un modelo físico de la cavidad intraoral de la figura 2.

La figura 7 ilustra en una vista en sección transversal una prótesis de corona que tiene una construcción de múltiples capas.

La figura 8 ilustra la trayectoria de inserción de una prótesis de puente según la invención;

y

10 La figura 9 muestra un método para diseñar y producir aparatos dentales según una segunda realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

15 La figura 1 ilustra un sistema 10 para diseñar y producir aparatos dentales, según la invención. El sistema 10 comprende un centro de servicio dental 23, una o más clínicas dentales 22, y uno o más laboratorios dentales 26. Las clínicas dentales 22 y los laboratorios dentales 26 están vinculados entre sí y cada uno al centro de servicio dental 23 a través de un medio o red de comunicación tal como por ejemplo Internet u otro medio de comunicaciones adecuado tal como un intranet, red de acceso local, red telefónica pública conmutada, red de cable, sistema de comunicación por satélite, y similares, indicados por la nube en 24. Opcionalmente, también es posible que algunas clínicas dentales 22 estén vinculadas entre sí, y/o que algunos laboratorios dentales 26 estén vinculados entre sí, a través de un mismo o uno diferente de dicho medio de comunicación, por ejemplo cuando tales clínicas o laboratorios dentales forman parte de una entidad comercial común. Además opcionalmente, tales clínicas dentales 22 y/o laboratorios dentales 26 vinculados entre sí pueden además estar vinculados a otras entidades, por ejemplo una clínica principal o laboratorio principal, que comprende una base de datos centralizada (no mostrada).

20 Según la invención, se crea información tridimensional (3D) digitalizada W (figura 2) de la cavidad intraoral del paciente, o parte de la misma, por el sistema, y entonces los laboratorios dentales 26 y/o el centro de servicio 23 usan esta información para diseñar y/o fabricar una prótesis dental personalizada de manera óptima y económica. Por consiguiente, la adquisición de una representación 3D precisa de la cavidad intraoral es la primera etapa que se lleva a cabo por el sistema. Normalmente, la información 3D se obtiene en la clínica 22, pero esta información puede obtenerse, alternativamente, por uno de los laboratorios dentales 26 o el centro de servicio 23, tal como se describe en el presente documento.

25 Preferiblemente, cada clínica dental 22 puede proporcionar los datos 3D digitalizados de la cavidad intraoral, incluyendo la dentición y estructuras anatómicas asociadas de un paciente, y por tanto comprende equipos adecuados para hacer un barrido de los dientes de un paciente. Tales equipos pueden incluir, por ejemplo, un escáner de mano 31 que usa el profesional sanitario para adquirir los datos 3D. Ventajosamente, puede usarse una sonda para determinar la estructura tridimensional mediante el enfoque confocal de una matriz de haces de luz, por ejemplo tal como la fabricada con el nombre de PROSTHOCAD o tal como se da a conocer en el documento WO 00/08415. Los datos 3D obtenidos por la sonda pueden entonces almacenarse en un medio de almacenamiento adecuado, por ejemplo una memoria en una estación de trabajo informática 32, antes de enviarse por la red de comunicación 24 al centro de servicio dental 23 y/o al laboratorio dental 26, para procesamiento adicional, tal como se describe a continuación.

30 Alternativamente, cada clínica 22 puede incluir equipos para obtener un molde negativo de los dientes de un paciente. En este caso, se toma el molde negativo o impresión de los dientes del paciente, de manera conocida en la técnica, y este modelo negativo 33 se envía a uno de los laboratorios dentales 26 que está equipado para preparar a partir del modelo negativo un molde positivo 34 adecuado para el barrido. Puede hacerse un barrido del molde positivo 34 en el laboratorio dental 26 mediante cualquier método conocido en la técnica, incluyendo usar la sonda mencionada anteriormente fabricada con el nombre de PROSTHOCAD o tal como se da a conocer en el documento WO 00/08415. Los datos 3D se transmiten entonces por la red 24 al centro de servicio 23. Alternativamente, el molde positivo 34 puede enviarse al centro de servicio 23 por la clínica dental 22 y puede hacerse un barrido del mismo en el centro de servicio para obtener los datos 3D. Alternativamente, el centro de servicio 23 produce un modelo positivo 34 a partir del modelo negativo 33 y se hace un barrido de él allí mismo, o se envía a la clínica dental 22 para hacer un barrido allí. Alternativamente, se hace un barrido del modelo negativo 33 o bien en el laboratorio dental 26 o bien en el centro de servicio 23.

35 Alternativamente, el modelo negativo 33 proporcionado por la clínica 22 se envía al centro de servicio 23, o bien directamente por la clínica 22, o indirectamente a través del laboratorio dental 26, y puede fabricarse un modelo

positivo-negativo compuesto a partir del modelo negativo original. A continuación, el modelo positivo-negativo puede procesarse para obtener los datos 3D digitalizados, por ejemplo tal como se da a conocer en el documento US 6,099,314.

5 Alternativamente, los datos 3D digitalizados pueden obtenerse de cualquier otra manera adecuada, incluyendo otras técnicas adecuadas de barrido intraoral, basadas en métodos ópticos, contacto directo o cualquier otro medio, aplicado directamente a la dentición del paciente. Alternativamente, puede usarse el barrido basado en rayos X, basado en TC, basado en IRM, o cualquier otro tipo para el barrido del paciente o de un modelo positivo y/o negativo de la cavidad intraoral. Los datos dimensionales pueden asociarse a una dentición completa, o a una dentición parcial, por ejemplo tal como una preparación solamente de la cavidad intraoral.

10 Una vez obtenidos los datos 3D digitalizados, la siguiente etapa es diseñar la prótesis dental en cuestión, seguido de la fabricación de la misma, y finalmente la instalación del aparato en la cavidad oral del paciente.

15 El diseño del aparato puede llevarse a cabo en el laboratorio dental 26 o en el centro de servicio 23, o alternativamente puede compartirse entre los dos; según la invención, la fabricación del aparato se comparte entre el laboratorio dental 26 y el centro de servicio 23; en cada caso el diseño y la fabricación se basan en los datos 3D originales de la cavidad oral obtenidos anteriormente.

20 El laboratorio dental 26 comprende un laboratorio, o una entidad de diseño o fabricación que proporciona servicios técnicos directos a la clínica dental 22. Tales servicios incluyen, por ejemplo, barrido, fabricación, análisis de la preparación en la cavidad intraoral para marcar la ubicación de la línea de acabado, por ejemplo, tal como se da a conocer en el documento WO 04/008981, y su documento de prioridad US20030623707 (USSN 10/623,707). El laboratorio dental se caracteriza porque está equipado para o porque permite diseñar aparatos parciales o completos, y/o para fabricar o ensamblar parcialmente los mismos, particularmente cuando las tolerancias estrechas son relativamente menos críticas. El laboratorio dental está equipado para fabricar una parte del aparato en el que las tolerancias estrechas son relativamente menos críticas. Por otro lado, aunque el centro de servicio 23 también está equipado para diseñar aparatos parciales o completos, y/o para ensamblar los mismos completa o parcialmente, es particularmente adecuado realizar cualquiera de estas actividades en las que las tolerancias estrechas o restringidas son de hecho críticas y/o difíciles de lograr. Según la invención, el centro de servicio 23 está equipado para fabricar una parte del aparato cuando las tolerancias estrechas o restringidas son de hecho críticas y/o difíciles de lograr.

30 El centro de servicio 23 es una entidad de diseño y fabricación diferentes al laboratorio dental 26 y está por tanto separado del mismo. Sin embargo, aunque el centro de servicio 23 puede ubicarse en una zona geográfica diferente a la clínica dental 26, por ejemplo, países diferentes, ciudades diferentes en el mismo país, diferentes barrios en la misma ciudad, o incluso diferentes edificios en el mismo barrio, también pueden alojarse en el mismo edificio, y en cualquier caso mantener sus funciones y capacidades separadas, tal como se describe en el presente documento.

35 Según la invención, para cualquier prótesis dada, el centro de servicio 23 comparte al menos la fabricación de la prótesis con un laboratorio dental 26 según criterios predeterminados, tal como se describirá adicionalmente en el presente documento. No obstante, la fabricación para una prótesis particular también puede compartirse entre el centro de servicio 23 y numerosos laboratorios dentales 26, cada uno de los cuales contribuye a una parte de la fabricación. Lo mismo también se aplica al diseño de la prótesis, que puede ejecutarse en el mismo laboratorio dental 26 o uno diferente, y opcionalmente también se comparte con el centro de servicio 23.

40 El laboratorio dental 26 se ubica normalmente en la misma localidad que la clínica 22 a la que da servicio, aunque los dos pueden alternativamente ser geográficamente remotos. Así, el laboratorio dental 26 y la clínica 22 a la que da servicio pueden ubicarse ambos en el mismo edificio o complejo, o en diferentes partes de la misma ciudad, o en diferentes ciudades o países. Sin embargo, el laboratorio dental 26 de la invención normalmente tiene una relación de trabajo establecida con la clínica 22, y por tanto tiende a estar, generalmente, en la misma ciudad.

45 En una primera realización de la presente invención, el aparato dental que va a fabricarse es una prótesis tal como una corona. Con referencia a las figuras 2 y 3, una corona de este tipo, generalmente designada como 100, tiene una superficie interior 120 y borde inferior 130 que necesitan definirse y fabricarse de manera muy precisa para coincidir con la preparación 80 y línea de acabado 84, respectivamente, en la cavidad intraoral 200 de un paciente. Una corona de este tipo comprende normalmente una funda 110 y una cofia 125.

50 En referencia a la figura 1, la red de comunicación 24 también puede usarse para enviar una prescripción desde una clínica 22 y/o laboratorio dental 26 al centro de servicio 23, y/o entre la clínica 22 y el laboratorio dental 26, por ejemplo cuando el odontólogo en la clínica 22 interactúa con el laboratorio dental 26 para finalizar la prescripción para el centro de servicio 23. La prescripción puede incluir instrucciones de un dentista en una clínica 22 y/o del laboratorio dental 26 que especifican cuáles de los dientes del paciente van a restaurarse, el material que va a usarse para la restauración (por ejemplo, la forma y material del hombro, si van a preverse hombros de metal o cerámica en las partes linguales o bucales de la prótesis, y así sucesivamente), el color de la restauración requerida, comentarios sobre la línea de margen (línea de acabado), y así sucesivamente.

Aunque el término "preparación" se refiere al muñón que permanece del diente que va a sustituirse por la corona y

sobre el que va a montarse la corona, también incluye muñones artificiales u otros dispositivos que pueden implantarse en la cavidad intraoral en una posición tal o en una posición que es óptima para implantar la corona.

La funda 110, que puede formarse a partir de una pluralidad de capas 115, preferiblemente necesita tener un aspecto natural, y por tanto las características de color y superficie de la funda 110 necesitan coincidir con las de los otros dientes de la cavidad intraoral 20, particularmente los que estén próximos al sitio en el que va a implantarse la corona 100. Además, las dimensiones de la funda tienen que ser tales que permiten encajar la corona entre los dientes adyacentes 210, 220, y proporcionar la oclusión correcta con los dientes 230 de la mandíbula opuesta. Las tolerancias de fabricación para la funda 110 no son tan restringidas como para la superficie interna 120, y pueden ser del orden de aproximadamente 80 micras, lo que está dentro de las capacidades de la mayoría de los laboratorios dentales 26 habituales que proporcionan tales servicios a clínicas 22 en la actualidad.

La cofia 125 está hecha de un metal, cerámica, u otro material muy fuerte, y está diseñada para tomar las cargas mecánicas de la corona 100 asociadas con la actividad normal de los dientes. La superficie interna 120 y borde inferior 130 de la cofia 125 necesitan coincidir estrechamente con la preparación 80 y línea de acabado 84, y además proporcionar una trayectoria de inserción razonable para la corona 100. Normalmente, la tolerancia de encaje para la superficie interior 120 y borde inferior 130 necesita ser del orden de aproximadamente 40 micras o menos, lo que es más exigente que para la funda 110. Si la precisión dimensional no se mantiene en este nivel de tolerancia, hay un riesgo de infección de las partes restantes del diente, entrando la infección a través del hueco entre la corona y la preparación, en particular entre el borde inferior 130 y la línea de acabado 84. Además, cuando no se cumplen tales tolerancias, la vida de la prótesis puede reducirse drásticamente. Aunque laboratorios dentales de la técnica anterior diseñan y fabrican cofias, tales tolerancias pequeñas no pueden lograrse normalmente por la mayoría de laboratorios dentales habituales que proporcionan tales servicios a clínicas en la actualidad. Por consiguiente, el diseño y la fabricación de la superficie interior 120 y borde inferior 130 puede llevarse a cabo ventajosamente según la presente invención por el centro de servicio 23, que tiene los equipos y la habilidad para hacerlo. Mediante la centralización de tal trabajo especializado y preciso de numerosas clínicas 22, el centro de servicio 23 puede llevar a cabo tal trabajo de manera más económica y eficaz, y generalmente de manera más precisa, que el laboratorio dental 26.

En referencia a la figura 4 en particular, el centro de servicio 23 comprende hardware adecuado tal como un servidor 300 que está programado adecuadamente para recibir los datos 3D W de la cavidad oral 200, así como la prescripción de la clínica 22 o del laboratorio dental 26, o posiblemente los datos y la prescripción pueden proporcionarse de uno diferente de dicha clínica 22 o laboratorio dental 26. Alternativamente, los datos W se proporcionan por el servidor 300 u otro ordenador en el centro de servicio 23 que está adaptado para proporcionar datos 3D a partir de un modelo negativo-positivo de la cavidad, o por cualquier otro medio, tal como se describe anteriormente. El servidor 300 comprende software adecuado para permitir que los datos 3D correspondientes a la superficie exterior 82 de la preparación y línea de acabado 84 se aislen del resto de los datos 3D W de la cavidad oral 200, y esto puede hacerse de manera automatizada. Alternativamente, esta selección de los datos puede hacerse de manera interactiva por personal especializado. Por tanto, el servidor 300 opcionalmente comprende al menos un monitor u otro medio de visualización 310 para visualizar los datos 3D como una imagen manipulable 320, por el que mediante un ratón 330, teclado, medio de reconocimiento de voz, o cualquier otra interfaz de usuario adecuada el dicho personal puede elegir puntos de demarcación sobre la imagen, que en su opinión corresponden a la línea de acabado. Estos puntos pueden marcarse con la ayuda de un cursor 335 u otro icono o similares sobre el medio de visualización 310. El servidor 300 también tiene software adecuado para definir la superficie interna 120 según parámetros predeterminados. Estos parámetros tienen en cuenta las geometrías de la superficie exterior 82 de la preparación 80 y línea de acabado 84, la separación requerida entre la cofia y la preparación para acomodar el adhesivo o cemento que se usa para proporcionar la unión entre los dos, y también la geometría de trayectoria de inserción, que es una función de la topología de preparación 80 así como de los dientes adyacentes 210, 220. El servidor 300 también comprende software adecuado para proporcionar de manera automática o interactiva la forma externa de la cofia 125, y por tanto proporcionar una representación geométrica completa o datos 3D C de la cofia, digitalmente. La superficie exterior 126 de la cofia 125 puede definirse de numerosas maneras. Normalmente, al menos una mayoría de la superficie exterior 126 se desplaza de la superficie interior 120 en una cantidad uniforme para proporcionar un espesor aproximadamente constante por la misma. Sin embargo, el espesor de la cofia puede variar por numerosas razones. Por ejemplo, puede ser necesario en algunos casos proporcionar una cofia que es más fuerte en unas partes que en otras, reflejando la actividad en la que se espera que participe la corona 100 – como un molar, incisivo, canino y así sucesivamente. También, la preparación puede ser de una forma tal que en algunas zonas queda relativamente poco espacio para la cofia 125, mientras que en otras zonas hay un hueco más amplio entre la cofia y el siguiente diente. Cuanto más amplio es este hueco, más espesa será la cofia, mientras que todavía se permite proporcionar suficiente material para la funda 110. En casos en los que la funda 110 se cementa o une sobre la cofia usando un adhesivo, puede ser deseable proporcionar más adhesivo entre el borde inferior de la cofia y la funda en relación con otras partes entre la cofia y la funda. Por consiguiente, la superficie externa 126 puede estar rebajada en cierta medida cerca del borde inferior 130, y por tanto la cofia puede ser más fina aquí. El adhesivo adicional que puede proporcionarse en el rebaje alivia algo de esfuerzo mecánico del borde inferior de la funda 110, que es estructuralmente la parte más débil de la misma, normalmente, prolongando por tanto la vida de la corona 100.

El servidor 300 está además adaptado para proporcionar instrucciones de mecanizado a una máquina de retirada de

material 400 adecuada, basándose en los datos 3D geométricos C de la cofia 125. Alternativamente, el servidor 300 transmite los datos 3D C a otro ordenador (no mostrado) que proporciona las instrucciones de mecanizado a la máquina 400. El centro de servicio 23 comprende además un centro de fabricación 500 adecuado para fabricar una réplica sólida correspondiente a los datos 3D C. Opcionalmente, el centro de fabricación 500 comprende dicha máquina 400, que puede estar adaptada para producir una cofia 125 directamente a partir de un material duro adecuado, usando las instrucciones de mecanizado. Puede usarse cualquier herramienta de mecanizado adecuada que está adaptada para retirada de material, y puede incluir, entre otras, herramientas mecánicas tales como taladros por ejemplo, herramientas de láser tales como por ejemplo taladros de láser o cortadoras, herramientas ultrasónicas tales como por ejemplo cortadoras ultrasónicas, y así sucesivamente. Las trayectorias de mecanizado y características de retirada de material de tales herramientas pueden controlarse de manera fina, normalmente mediante un ordenador de control comprendido en o conectado de manera operativa a dicha máquina 400. Por tanto, la cofia puede fabricarse directamente a partir del material de corona, tal como un metal por ejemplo, mediante la máquina 400.

Preferiblemente, la cofia se fabrica indirectamente, de una manera tal como se describe por ejemplo en el documento WO 2004/087000 y su documento de prioridad US20030459624P (USSN 60/459.624). Esencialmente, se mecaniza un modelo físico de la cofia a partir de una cera adecuada o material similar, mediante un procedimiento de retirada de material usando una herramienta de mecanizado adecuada y la máquina 400, en el que el mecanizado está controlado por ordenador y se basa en los datos 3D C. Entonces, el modelo de cera se transfiere a una instalación de moldeo 600, comprendida en el centro de fabricación 500, o alternativamente proporcionada por una fuente externa al centro de servicio 23, incluyendo por ejemplo el laboratorio dental 26, y se produce un molde negativo del modelo de cera, normalmente por un procedimiento de cera perdida. A continuación, el molde se usa para formar la cofia 125, o bien haciendo fluir un metal fundido al interior del molde y permitiendo la solidificación del metal, o bien inyectando un polvo cerámico al interior del mismo y calentándolo hasta que sinterice el polvo cerámico y forme una unidad integral sólida, o mediante cualquier otro método adecuado. El molde puede entonces retirarse, produciendo así una cofia 125 que es dimensionalmente fiel a los datos 3D C con una alta precisión dimensional, normalmente dentro de 40 micras o menos.

El método basado en cera para producir la cofia 125 tiene algunas ventajas sobre el método de retirada de material directo, por ejemplo la herramienta de mecanizado experimenta menos desgaste y rotura, y por tanto se reducen costes. Además, son menos probables deformaciones de la herramienta, cuando se usa una herramienta de contacto directo tal como por ejemplo una herramienta mecánica, y por tanto se producen menos desviaciones de las dimensiones nominales (es decir datos 3D C) de la cofia 125 que cuando se produce una cofia directamente a partir de un metal u otro material duro.

Una vez fabricada la cofia 125, puede unirse a la misma la funda 110, si se fabrica de manera separada. Alternativa, y normalmente, la funda 110 se fabrica ya unida a la cofia, como se hará más evidente en el presente documento. En cualquier caso, la superficie exterior 111 de la funda 110 necesita definirse primero. La superficie exterior 111 es tal que proporciona:

(a) holgura adecuada entre la corona 100 y dientes adyacentes 210, 220 cuando se fija la corona sobre la correspondiente preparación en la cavidad intraoral 20; y

(b) oclusión adecuada entre la corona 100 y los dientes 230 de la mandíbula opuesta cuando se fija la corona 100 sobre la preparación en la cavidad intraoral 20 correspondiente.

Como menos, la superficie exterior 111 de la funda 110 es tal que proporciona ciertas dimensiones lineales críticas que cumplen con al menos una de la anchura objetivo o altura objetivo de un sitio o ubicación en la mandíbula en la que va a encajarse la corona. La anchura objetivo puede incluir el tamaño mesiodistal de un diente que está sustituyéndose por la corona, y puede definirse de modo que proporcione holgura adecuada entre la corona y dientes adyacentes cuando se fija la corona sobre la preparación en la cavidad intraoral correspondiente. La altura objetivo puede definirse de modo que proporcione oclusión adecuada con el "lado de trabajo" del diente y evite el contacto de interferencia entre la corona y dientes de la mandíbula opuesta cuando se fija la corona sobre la preparación en la cavidad intraoral correspondiente.

Puede elegirse una forma externa para la superficie exterior 111, y esto puede lograrse de numerosas maneras. Por ejemplo, si el diente original que la corona 100 está sustituyendo todavía está disponible, y la superficie externa del mismo tiene una forma razonable, puede hacerse un barrido del diente y pueden obtenerse los datos 3D de la superficie. Si es necesario, estos datos 3D pueden considerarse como un punto de partida, y la forma final de la superficie exterior 111 se obtiene mediante la manipulación de estos datos como se requiera por el técnico u otro usuario que está diseñando la superficie 111. Alternativamente, si el paciente tiene un diente razonablemente sano en la misma mandíbula pero en el cuadrante adyacente en una posición que corresponde a donde va a encajarse la corona 100, se obtienen los datos 3D de la superficie de este diente. Opcionalmente, puede hacerse un barrido de este diente tal como se describe en el presente documento para obtener las coordenadas 3D espaciales del mismo, a menos que estos datos puedan estar ya disponibles a partir de los datos 3D de la cavidad oral 200 almacenados en el servidor 300. Alternativamente, puede elegirse un perfil adecuado para la superficie 111 y obtenerse de una biblioteca 235 que comprende los perfiles 3D espaciales de formas o perfiles de las superficies exteriores de una

pluralidad de coronas y dientes. Si es necesario el técnico puede ajustar el tamaño y forma relativos de la superficie 111 para coincidir mejor con los otros dientes en la mandíbula. Entonces, la superficie elegida se ajusta de cualquier manera adecuada, o bien manualmente, automáticamente, interactivamente o bien de cualquier otra manera, con el fin de que las dimensiones objetivo requeridas de la superficie 111 encajen dentro de un volumen control que define las dimensiones máximas de la funda, tal como se requiere para ajustarse al espacio disponible en la cavidad intraoral 200. En particular, el volumen control se elige de modo que proporcione holgura adecuada entre la corona y dientes adyacentes, y oclusión adecuada con los dientes opuestos, cuando la corona se fija correctamente sobre la preparación.

El diseño de la superficie exterior 111 puede ejecutarse en el centro de servicio 23 o en el laboratorio dental 26. Si es en el último, y si se hace uso de una biblioteca de perfiles 3D espaciales de formas o perfiles de las superficies exteriores de una pluralidad de coronas y dientes, entonces el laboratorio dental 26 puede hacer uso de la biblioteca 235 del centro de servicio 23, a través de la red de comunicaciones 24. Alternativamente, el laboratorio dental 26 puede tener su propia biblioteca digital 135 de perfiles 3D espaciales de formas o perfiles de las superficies exteriores de una pluralidad de coronas y dientes, conectada de manera operativa a un servidor local 301 u otro ordenador, tal como se ilustra en la figura 5, que comprende una pantalla 302 adecuada e interfaz de usuario 303 tal como un ratón y/o teclado. El servidor local 301 está en cualquier caso en comunicación con el servidor 300 del centro de servicio 23 y un ordenador 32 de la clínica dental 22 a través de la red 24.

Opcionalmente, y según criterios predeterminados, los detalles, incluyendo la forma y tamaño de cada una de las capas intermedias 115 también pueden elegirse o determinarse, de modo que se considere que proporcionarán un efecto visual particular o deseado, por ejemplo. Por tanto, puede decidirse, por ejemplo, proporcionar una capa externa hecha de una porcelana opalescente, pero tiene un espesor que varía, de modo que en algunas zonas una capa intermedia parecerá más reflectante que en otras. De manera similar, puede hacerse una capa intermedia a partir de una porcelana adecuada que tiene un color deseado, y la profundidad de esta capa también puede variarse para proporcionar diferentes tonos del color. Por ejemplo, en lugares en los que la profundidad de la capa 115 es mayor, la capa 115 parecerá un poco más clara que donde la capa es menos profunda. Este aspecto del diseño de la funda puede ejecutarse por el centro de servicio 23 o por el laboratorio dental 26.

Una vez completado el diseño de la funda 110, puede comenzar la siguiente etapa, la de la fabricación de la funda 110. Tal como se mencionó anteriormente, hay al menos dos métodos para fabricar la funda 110 – como un artículo separado que se une entonces a la cofia 125; o junto con la cofia 125.

En el primer método, la superficie interna de la funda 110 necesita definirse, y el diseño tiene en cuenta numerosos parámetros, tales como por ejemplo la geometría de la superficie exterior 126 de la cofia 125, la separación requerida entre la funda 110 y la cofia 125 para acomodar el adhesivo o cemento que se usa para proporcionar la unión entre los dos. Ha de observarse que si se adopta este método, es preferible que la forma de la superficie exterior 126 de la cofia se diseñe de modo que proporcione una geometría de trayectoria de inserción adecuada para la funda 110, que es una función de la superficie exterior 126 así como de los dientes adyacentes 210, 220. Por tanto, si es necesario, puede sustituirse una funda dañada sobre una cofia 125 que ya está cementada sobre la preparación 80, sin tener que retirar la cofia 125 de la preparación 80 y por tanto evitar el posible daño a la misma. Dado que se conocen los datos 3D de la funda 110, interior y exteriormente, es posible fabricar una funda de sustitución 110 sin tener que hacer un barrido de nuevo de la cavidad oral. Alternativamente si va a sustituirse toda la corona 100, tendría que hacerse de nuevo un barrido de la zona de preparación, ya que la geometría de la misma puede haber cambiado como resultado de retirar la cofia 125.

La siguiente etapa es combinar los datos 3D de la superficie interior de la funda 110 y datos 3D de la superficie exterior 111 de la funda 110, para proporcionar un modelo 3D digital M completo de la funda. El modelo 3D M puede diseñarse en el laboratorio dental 26 o en el propio centro de servicio 26, usando la información 3D W original de la cavidad intraoral 20, y particularmente el modelo 3D de la cofia 125 que se creó previamente. Cuando esta actividad se ejecuta en el laboratorio dental 26, el técnico accede al software de diseño correspondiente en el servidor 300 en el laboratorio 26 a través de la red de comunicaciones 24. Alternativamente, el software de diseño puede estar comprendido en el ordenador 301 en el laboratorio dental 26, y los datos requeridos, incluyendo los datos 3D C de la cofia 110, pueden adquirirse del centro de servicio 23 a través de la red de comunicaciones 24. El modelo 3D M se convierte entonces, preferiblemente por el servidor 300 o alternativamente por el ordenador 301, en instrucciones de mecanizado E para la máquina 400, por ejemplo. A continuación, la funda 110 puede fabricarse en una cualquiera de numerosas maneras.

Por ejemplo, la dicha máquina 400, puede adaptarse para producir la funda 110 directamente a partir de un material duradero adecuado, usando las instrucciones de mecanizado basadas en el modelo M. Con respecto a la cofia 125, puede usarse cualquier herramienta de mecanizado adecuada que esté adaptada para retirada de material, y puede incluir, entre otras, herramientas mecánicas tales como taladros por ejemplo, herramientas láser tales como por ejemplo taladros láser o cortadoras, herramientas ultrasónicas tales como por ejemplo cortadoras ultrasónicas, y así sucesivamente. Preferiblemente, las trayectorias de mecanizado y características de retirada de material de tales herramientas pueden controlarse de manera fina, normalmente mediante un ordenador de control conectado de manera operativa a o comprendido en la máquina 400.

Alternativamente, la funda 110 puede fabricarse indirectamente, usando un procedimiento de cera perdida similar al descrito en el presente documento y en el documento USSN 60/459,624, para la cofia, *mutatis mutandis*. Por tanto, un modelo físico de la funda se mecaniza a partir de una cera adecuada o material similar, mediante un procedimiento de retirada de material usando una herramienta de mecanizado adecuada y la máquina 400. Entonces, el modelo de cera se transfiere a una instalación de moldeo, que puede ser la misma o una instalación de moldeo 600 diferente, comprendida en el centro de fabricación 500, o alternativamente proporcionada por una fuente externa al centro de servicio 23, incluyendo por ejemplo el laboratorio dental 26, y se produce un molde negativo del modelo de cera, normalmente mediante un procedimiento de cera perdida. A continuación, se usa este molde para conformar la funda 110, o bien haciendo fluir un metal fundido al interior del molde y permitiendo la solidificación del metal, o bien inyectando polvo cerámico al interior del mismo y calentándolo hasta que sinterice el polvo cerámico y forme una unida integral sólida, o mediante cualquier otro medio adecuado. El molde puede entonces retirarse, proporcionando así una funda 110 que es dimensionalmente fiel al modelo 3D M con una alta precisión dimensional, normalmente dentro de aproximadamente 40 micras o menos.

Si se requiere fabricar la funda 110 a partir de una pluralidad de diferentes capas de materiales, por ejemplo para proporcionar un aspecto natural que coincide con los otros dientes del paciente, esto puede hacerse de la siguiente manera. En primer lugar, el modelo 3D M puede usarse para diseñar la forma externa de la superficie externa 116 de cada capa intermedia, tal como se ilustra en la figura 3. Los modelos 3D T, cada uno correspondiente a una capa intermedia 115, y por supuesto incluyendo la capa final 118 se convierten, normalmente por el servidor 300 o alternativamente por el ordenador 301, en instrucciones de retirada de material P que pueden ejecutarse por una máquina de retirada de material adecuada tal como por ejemplo la máquina 400. Entonces, la capa más interna 117, es decir, la capa que va a montarse directamente en la funda 110, se fabrica mediante métodos de retirada de material directos o mediante métodos indirectos tales como un procedimiento de cera perdida, similar al descrito anteriormente para la funda 110 completa, *mutatis mutandis*. Esta etapa de la fabricación, como requiere alta precisión dimensional, se lleva a cabo en el centro de servicio 23. Cuando se usa un método indirecto, al menos el modelo de cera se fabrica en el centro de servicio 23 por la misma razón. Entonces, pueden añadirse capas 115 sucesivas de material hasta una capa final 118 a la capa interna 117, de una manera conocida en la técnica, y cada capa se somete a una operación de retirada de material de modo que la superficie exterior 116 de la misma coincide con la geometría de diseño, es decir, los datos 3D T. La precisión dimensional de las superficies 116 puede ser de 80 micras o menos, y la de la superficie exterior 111 de la funda 110, es decir, de la capa final 118, es preferiblemente aproximadamente 80 micras, y por tanto, las operaciones de retirada de material para las capas intermedia y final se llevan a cabo en el laboratorio dental 26.

En el segundo método, la funda 110 se produce ya unida a la cofia 125, es decir empezando con una pieza de trabajo que comprende la cofia 125. Esencialmente, una capa de material de corona adecuado se añade a la cofia 125 de una manera conocida en la técnica, y esta capa se somete entonces a una operación de retirada de material para proporcionar el perfil deseado para la superficie exterior 111, por ejemplo en un modo manual, como se conoce bien en la técnica, o alternativamente de una manera controlada por ordenador, por ejemplo similar a la descrita anteriormente para la funda separada, *mutatis mutandis*.

Por tanto, no es necesario en esta realización definir una superficie interna para la funda 110, ya que se aplica material directamente a la cofia 125, asumiendo automáticamente la forma apropiada sobre la superficie externa de la cofia, y por tanto se logra automáticamente alta precisión dimensional entre la funda 110 y la cofia 125.

Cuando se desea fabricar la corona en la que la funda 110 comprende una pluralidad de capas 115 incluyendo una capa final 118, para cada capa puede añadirse material de corona adecuado a la capa anteriormente acabada y posteriormente mecanizarse o someterse de otro modo a una operación de retirada de material, manualmente o asistida por ordenador, para proporcionar el perfil requerido para cada superficie exterior 116 de las capas, incluyendo la superficie externa 111 de la funda 110.

Cuando la corona se fabrica según el modo tradicional en el laboratorio dental 26, incluyendo una o más capas de material construidas sobre la cofia fabricada por el centro de servicio 23, es menos necesario que las superficies exteriores de cada capa se definan de manera precisa en un modelo virtual. Por tanto en tales casos el técnico en el laboratorio dental 26 puede diseñar la funda 110 de cualquier manera adecuada, incluyendo métodos tradicionales o cualquier otro método, incluyendo métodos manuales, interactivos o automatizados, o una combinación de dos o más de los mismos.

Para los métodos primero y segundo descritos anteriormente, las operaciones de retirada de material para la capa más interna 117, capas intermedias 115 y capa final 118 pueden realizarse en el laboratorio dental 26, que comprende una máquina de retirada de material 450 adecuada que comprende cualquier herramienta de mecanizado adecuada que está adaptada para la retirada de material, y puede incluir, entre otras, herramientas mecánicas tales como taladros por ejemplo, taladros de láser o cortadoras, herramientas ultrasónicas tales como por ejemplo cortadoras ultrasónicas, y así sucesivamente. Preferiblemente, las trayectorias de mecanizado y las características de retirada de material de tales herramientas pueden controlarse de manera fina, normalmente mediante un ordenador de control conectado de manera operativa a o comprendido en la máquina 450 en la que se almacenan las instrucciones de mecanizado P, previamente preparadas. Alternativamente, las operaciones de retirada de material se llevan a cabo en el laboratorio dental 26 usando métodos más tradicionales. Particularmente

con este fin, se proporciona un modelo positivo físico de los dientes, particularmente incluyendo la preparación y dientes de alrededor incluyendo los dientes adyacentes y los dientes opuestos de la mandíbula opuesta, al laboratorio dental 26, que ayuda al técnico a fabricar la prótesis completa. Un modelo físico de este tipo puede hacerse a partir del modelo virtual W usando cualquier método adecuado, tal como por ejemplo métodos de retirada de material tal como métodos de mecanizado CNC, o usando otras técnicas, por ejemplo métodos de prototipo, normalmente en el centro de servicio 23, aunque opcionalmente en el laboratorio dental 26. Alternativamente, y particularmente si se usó un modelo negativo para obtener el modelo virtual en primer lugar, el modelo positivo puede producirse directamente a partir del modelo negativo de una manera conocida en la técnica.

Ha de observarse que cuando se realiza la fabricación de las superficies externas 116 de las capas 117, 115 y 118 de la cofia 110 en una máquina diferente de la usada para la fabricación de la superficie interior de la funda 110 (en el caso del primer método) o de la cofia 125 (en el caso del segundo método), debe mantenerse la correcta alineación espacial entre la superficie interior y las superficies externas de cada componente. Esto puede lograrse de numerosas maneras. Por ejemplo, se incluyen características de superficie tales como salientes 119 de una geometría conocida y situadas en una posición conocida en la superficie interna 120 (u otro lugar) en el modelo 3 M, y por tanto también se incluyen en la cofia física 125 que se fabrica. Los salientes 119 se usan como datos de referencia cuando la cofia se mueve a una máquina diferente tal como la máquina 450 para continuar con la fabricación de la corona. Cuando la funda 110 se fabrica de manera separada de la cofia 125, pueden incluirse salientes similares en la funda 110, que también sirven como un dato de referencia para alinear la funda 110 con respecto a la cofia 125. Alternativamente, una vez la cofia 125 y montada en la siguiente máquina, tal como la máquina 450, se hace un barrido de la superficie externa de la misma por medio de un escáner adecuado, por ejemplo el escáner 330, y los datos 3D así obtenidos se usan por el ordenador 301 para ajustar las instrucciones de retirada de material P tal como para alinear la superficie externa de la funda 110 con la cofia 125.

Preferiblemente, las operaciones de retirada de material, para los métodos tanto primero como segundo, se llevan a cabo según el método dado a conocer en el documento de prioridad US 20040542327 (USSN 60/542.327), titulado "MÉTODO Y SISTEMA PARA FABRICAR UNA PRÓTESIS DENTAL", presentado el 9 de febrero, de 2004, de la publicación US2005177266. Esencialmente, la corona 100 puede fabricarse realizando una operación de mapeo para determinar la forma tridimensional de la superficie externa del material que va a mecanizarse para formar la corona 100, o bien la capa final 118 o cualquier capa intermedia 115, incluyendo la capa interna 117, y entonces sometiendo la capa a una operación de retirada de material, en la que las trayectorias de mecanizado se controlan por ordenador en base a las diferencias locales entre la forma real y requerida, y se optimizan para reducir los tiempos de mecanizado. Alternativamente, la corona 100 se fabrica realizando una operación de medición para determinar al menos algunas dimensiones críticas de la superficie externa 111 de la prótesis, o bien la capa final o cualquier capa intermedia. Estas medidas se comparan entonces a las correspondientes dimensiones nominales en las que va a encajarse la corona, y entonces sometiendo la capa a una operación de retirada de material, en la que las trayectorias de mecanizado se controlan por ordenador y se optimizan para reducir los tiempos de mecanizado.

Por consiguiente, la distancia entre trayectorias de mecanizado adyacentes puede mantenerse, por ejemplo en el orden de 0,02-0,2 mm, y una cantidad óptima de material puede eliminarse en cada pasada sin dañar la prótesis y/o la herramienta. Por tanto, no es necesario disponer trayectorias de mecanizado dentro de una envoltura ficticia, ya que estas trayectorias se diseñan para coincidir con los detalles exteriores reales de la pieza de trabajo, es decir la capa de material antes de que comience el mecanizado. Por tanto:

- se evita generalmente el daño potencial a la corona y/o herramienta intentando no retirar demasiado material en una pasada, como puede suceder si el material supera los límites de la envoltura; y,
- no se desperdicia tiempo de mecanizado pasando la herramienta por aire vacío para alguna parte de las trayectorias de mecanizado, como puede suceder si el material está muy por debajo de los límites de la envoltura.

Según este procedimiento de fabricación, entonces, para cada capa que se añade a la cofia 125 (para el dicho segundo método) o a la capa más interna 117 (para el dicho primer método, y por tanto incluyendo también la propia capa más interna 117):

- a) se obtienen datos dimensionales reales para al menos un parámetro asociado a dicha capa;
- b) para al menos un parámetro tal, se hace una comparación entre los datos dimensionales reales y datos dimensionales objetivo predeterminados a los que se desea que se ajuste dicho parámetro; y
- c) la capa se somete entonces a una operación de retirada de material por medio de medios de mecanizado adecuados a lo largo de trayectorias de mecanizado que son una función de dicha comparación, de manera que tras dicha operación el parámetro asociado a la capa se ajusta sustancialmente a dichos datos dimensionales objetivo.

El parámetro es preferiblemente un parámetro geométrico que comprende coordenadas de superficie de cada capa, mientras que los datos dimensionales objetivo comprenden los valores numéricos de las coordenadas de superficie de una superficie externa idealizada o requerida de la prótesis. Las coordenadas de superficie de dicha superficie

externa requerida se proporcionan mediante los modelos 3D T.

Los datos dimensionales reales mencionados anteriormente pueden comprender las coordenadas de superficie reales de cada capa antes de la operación de retirada de material. En la etapa (a) se hace un barrido de la capa con una sonda de superficie tridimensional 330 adecuada, normalmente comprendida y usada en dicho laboratorio dental 26, y conectada de manera operativa al ordenador 301. Preferiblemente, una sonda de este tipo proporciona una estructura tridimensional basándose en obtención de imágenes confocales. Alternativamente, los datos dimensionales reales pueden obtenerse usando cualquier técnica de barrido intraoral adecuada, basándose en métodos ópticos, contacto directo o cualquier otro medio, aplicada directamente a la dentición del paciente. Alternativamente, los datos pueden obtenerse usando técnicas basadas en hacer un barrido de un modelo positivo y/o negativo de la cavidad intraoral. Alternativamente, un barrido basado en rayos X, basado en TC, basado en IRM o un barrido de cualquier otro tipo del paciente o de un modelo positivo y/o modelo de la cavidad intraoral. Los datos dimensionales pueden asociarse a una dentición completa, o a una dentición parcial, por ejemplo tal como la preparación solamente, y corresponden a datos 3D W.

Alternativamente, el parámetro mencionado anteriormente es un parámetro geométrico que comprende al menos una dimensión lineal de dicha capa. Los datos dimensionales objetivo comprenden por tanto los valores numéricos de al menos una de la anchura objetivo o altura objetivo de una ubicación en la mandíbula en la que va a encajarse la corona. La anchura objetivo puede incluir el tamaño mesiodistal de un diente que está sustituyéndose por ejemplo, y puede definirse tal que proporciona holgura adecuada entre la corona y dientes adyacentes cuando se fija la prótesis sobre la correspondiente preparación en la cavidad intraoral. La altura objetivo puede definirse tal que proporciona oclusión adecuada entre dicha prótesis y los dientes de la mandíbula opuesta cuando se fija la prótesis sobre la correspondiente preparación en la cavidad intraoral.

En referencia a la figura 6, la clínica dental 26 también puede dotarse de un modelo físico 700 de la parte de la cavidad intraoral de interés, comprendiendo concretamente réplicas a escala de los dientes adyacentes 210, 220, la preparación 80 y la línea de acabado 84, y dientes superiores 230 opuestos a la preparación y los dientes adyacentes, mostrados como 210', 220', 80', 84' y 230' en esta figura. El modelo 700 es en dos partes, una parte superior 710 y una parte inferior 720 correspondiente a la mandíbula superior y mandíbula inferior, respectivamente y unidas entre sí de manera reversible en la relación de oclusión correcta por medio de pasadores de alineación 750. El modelo 700 se fabrica preferiblemente por el centro de servicio 23 mediante cualquier medio adecuado, por ejemplo a través de mecanizado CNC de dos bloques sólidos de un yeso u otro material. Los datos 3D W que se tomaron originalmente de la cavidad intraoral 20 se usan para proporcionar instrucciones de retirada de material a la máquina 400, que puede entonces fabricar el modelo 700 a partir de los mismos. El modelo 700 se envía entonces al laboratorio dental 23, y ayuda al técnico allí a realizar pruebas de encaje de la corona 100 con respecto a la preparación 80' y línea de acabado 84' en el modelo, antes de que la corona 100 acabada se envíe finalmente desde el laboratorio dental 26 a la clínica 22 para la implantación en la cavidad intraoral 20 del paciente. De manera alternativa, particularmente cuando la corona se construye sobre la cofia usando métodos tradicionales, el modelo 700 puede usarse por el técnico para diseñar y fabricar cada una de las capas sucesivas de la funda, o cuando consiste en una única capa, el diseño y fabricación de la misma.

Alternativamente, la corona puede fabricarse como un artículo monolítico, en el que la cofia como tal no se incluye como un artículo separado. Por tanto, en referencia a la figura 7, se requiere que la superficie interior de una corona 100' encaje sobre la preparación 80, y se diseña y fabrica por tanto de una manera similar a la superficie interior 120 de la cofia 125 tal como se describe en el presente documento, *mutatis mutandis*, usando métodos de retirada de material directos o métodos indirectos. De manera similar, la superficie exterior 111' se diseña de manera similar a la superficie exterior 111 de la funda 110, tal como se describe en el presente documento *mutatis mutandis*. La fabricación de la superficie exterior 111' puede llevarse a cabo en el centro de servicio 23, opcionalmente de manera concurrente con la fabricación de la superficie interior 120' y borde inferior 130'. Sin embargo, también es posible enviar la corona 100' no acabada, después de que la superficie interior 120' y borde inferior 130' de la misma se hayan preparado por el centro de servicio 23, a un laboratorio dental 26, para que un técnico allí complete la fabricación de la superficie exterior 111', de manera similar a la descrita en el presente documento para la superficie exterior 111, *mutatis mutandis*. La corona 100' puede hacerse de numerosas capas, 118', 115', 117' y cada una de éstas puede diseñarse y fabricarse de manera similar a la descrita para la corona 100, *mutatis mutandis*. Sin embargo, es importante que se mantenga la correcta relación espacial entre la superficie interior 120 y la superficie exterior 111'. Con este fin, la corona 100' puede montarse sobre una plantilla de alineación antes de que comiencen las operaciones de retirada de material de la superficie interior. Cuando se envía la corona no acabada al laboratorio dental 26, se transfiere junto con la plantilla, que mantiene una alineación conocida con el centro de fabricación 600 del laboratorio dental 26. Alternativamente, la alineación puede lograrse de numerosas maneras. Por ejemplo, se incluyen características de superficie tales como salientes 119' de una geometría conocida y ubicados en una posición conocida en la superficie interna 120' (u otro lugar). Los salientes 119' se usan como datos de referencia cuando la cofia se mueve a una máquina diferente tal como la máquina 450 para continuar con la fabricación de la corona 100'. Opcionalmente, una plantilla de alineación tal puede comprender dicho modelo 700 de parte de o toda la dentición. Alternativamente, una vez montada la corona 100' en la siguiente máquina, tal como la máquina 450, se hace un barrido de la superficie interna de la misma mediante un escáner adecuado, por ejemplo el escáner 330, y los datos 3D así obtenidos se usan por el ordenador 301 para ajustar las instrucciones de retirada de material tales como para alinear la superficie interna de la corona 100' con la superficie externa de la misma.

5 Aunque se ha descrito el diseño y la fabricación de una prótesis de corona, pueden emplearse métodos similares *mutatis mutandis* para diseñar y fabricar cualquier otra prótesis dental, incluyendo puentes, por ejemplo, e incrustaciones inlay, tales como fundas, por ejemplo, cualquier otra dentadura parcial o completa artificial. Sin embargo, y en referencia a la figura 8, al diseñar un puente 100", debe procurarse que las superficies de contacto interiores 120" para los dientes de apoyo 88" proporcionen cada una una trayectoria de inserción 87" adecuada con respecto a las preparaciones 80", teniendo en cuenta el puente 100" de manera completa, y por tanto que las dos trayectorias 87" sean sustancialmente paralelas.

10 Aunque se han descrito el diseño y la fabricación de una prótesis, basándose en una representación de información de superficie, las entidades tridimensionales en la cavidad oral, tal como por ejemplo las encías dentales y así sucesivamente, y también las entidades 3D que se diseñan por el sistema 10, incluyendo la cofia 125 y la funda 110, por ejemplo, puede diseñarse en su lugar mediante representaciones sólidas.

15 La figura 9 muestra un método para diseñar y producir aparatos dentales, según otro aspecto de la invención. En la etapa 40, se adquieren los datos 3D indicativos de la dentición de un paciente. Tal como se explicó anteriormente, los datos pueden adquirirse o bien haciendo un barrido de los dientes del paciente directamente, o bien mediante otros métodos tales como por ejemplo hacer un barrido de un modelo físico de los dientes. Los datos adquiridos se transmiten entonces a un centro de servicio dental (etapa 42). En la etapa 44, se envía una prescripción desde una clínica dental al centro de servicio que especifica los dientes que van a moverse en un tratamiento dental, así como la posición final de los dientes al final del tratamiento. Entonces, en la etapa 46, el centro de servicio ejecuta software informático para generar a partir de los datos adquiridos un modelo 3D virtual de la dentición del paciente.
20 El modelo virtual se usa para determinar los aparatos dentales que se requieren para ejecutar el tratamiento dental especificado en la prescripción (etapa 48). Finalmente, en la etapa 50, se transmite una lista de los aparatos determinados a un laboratorio dental 26 en el que se hacen los aparatos.

25 En las siguientes reivindicaciones de método, los caracteres alfanuméricos y números romanos usados para designar las etapas de reivindicación se prevén solamente por conveniencia y no implican ningún orden particular para realizar las etapas.

Finalmente, debe observarse que la expresión "que comprende" tal como se usa en la totalidad de las reivindicaciones adjuntas debe interpretarse como que significa "que incluye pero no se limita a" ..

REIVINDICACIONES

1. Centro de servicio dental (23) para proporcionar al menos servicios de fabricación a al menos uno cada uno de una pluralidad de clínicas dentales (22) y laboratorios dentales (26), basándose en un modelo 3D numérico de una dentición que requiere una prótesis, en el que la creación de dicho modelo 3D numérico se inicia al menos en una dicha clínica dental (22), que comprende:
- 5 medios de fabricación para fabricar al menos una pieza de dicha prótesis;
- medio de comunicación (24) para permitir al menos el intercambio de dicho modelo 3D numérico entre dicho centro de servicio (23) y al menos una de dicha pluralidad de clínicas dentales (22) y al menos uno de dicha pluralidad de laboratorios dentales (26);
- 10 en el que dicho centro de servicio (23) está adaptado para compartir con al menos un dicho laboratorio dental (26) la fabricación de dicha prótesis basándose en dicho modelo 3D numérico, según criterios predeterminados,
- dichos criterios predeterminados incluyen una precisión dimensional para la fabricación de una pieza de dicha prótesis,
- 15 en el que, cuando se requiere que dicha precisión dimensional para la fabricación de dicha pieza sea aproximadamente 40 micras o inferior a 40 micras, dicha pieza se fabrica por dicho centro de servicio (23), y
- en el que, cuando se requiere que dicha precisión dimensional para dicha pieza esté dentro de sustancialmente más de 40 micras, dicha pieza se fabrica por un dicho laboratorio dental (26).
- 20 2. Centro de servicio según la reivindicación 1, en el que dicho medio de comunicación comprende una red de comunicación electrónica.
3. Centro de servicio según la reivindicación 2, en el que la red de comunicación se selecciona del grupo que comprende Internet, un intranet, una red de acceso local, una red telefónica pública conmutada y una red de cable.
- 25 4. Método para al menos fabricar prótesis dentales, que comprende:
- (a) crear un modelo 3D numérico de al menos una pieza de la dentición de un paciente que requiere una prótesis, en el que al menos el inicio de la creación de un modelo 3D numérico se lleva a cabo en una clínica dental (22);
- 30 (b) fabricar al menos una pieza de dicha prótesis en un centro de servicio (23), basándose en dicho modelo 3D numérico;
- (c) fabricar al menos una pieza de dicha prótesis en uno de al menos uno o una pluralidad de laboratorios dentales (26), cada uno separado de dicho centro de servicio (23), basándose en dicho modelo 3D numérico;
- 35 (d) proporcionar comunicación de al menos dicho modelo 3D numérico al menos entre al menos una dicha clínica dental (22) y al menos un dicho laboratorio dental (26), y dicho centro de servicio dental (23);
- en el que la fabricación de una dicha prótesis se comparte por dicho centro de servicio (23) y al menos un dicho laboratorio dental (26), según criterios predeterminados,
- 40 en el que dichos criterios predeterminados incluyen una precisión dimensional para la fabricación de una pieza de dicha prótesis,
- en el que, cuando se requiere que dicha precisión dimensional para la fabricación de dicha pieza sea aproximadamente 40 micras o inferior a 40 micras, dicha pieza se fabrica por dicho centro de servicio (23), y
- 45 en el que, cuando se requiere que dicha precisión dimensional para dicha pieza esté dentro de sustancialmente más de 40 micras, dicha pieza se fabrica por un dicho laboratorio dental (26).
5. Método según la reivindicación 4, en el que la etapa (d) se realiza por un medio de comunicación adecuado.
6. Método según la reivindicación 5, en el que dicho medio de comunicación comprende una red de comunicación electrónica.
7. Método según la reivindicación 6, en el que la red de comunicación se selecciona del grupo que comprende

Internet, un intranet, una red de acceso local, una red telefónica pública conmutada y una red de cable.

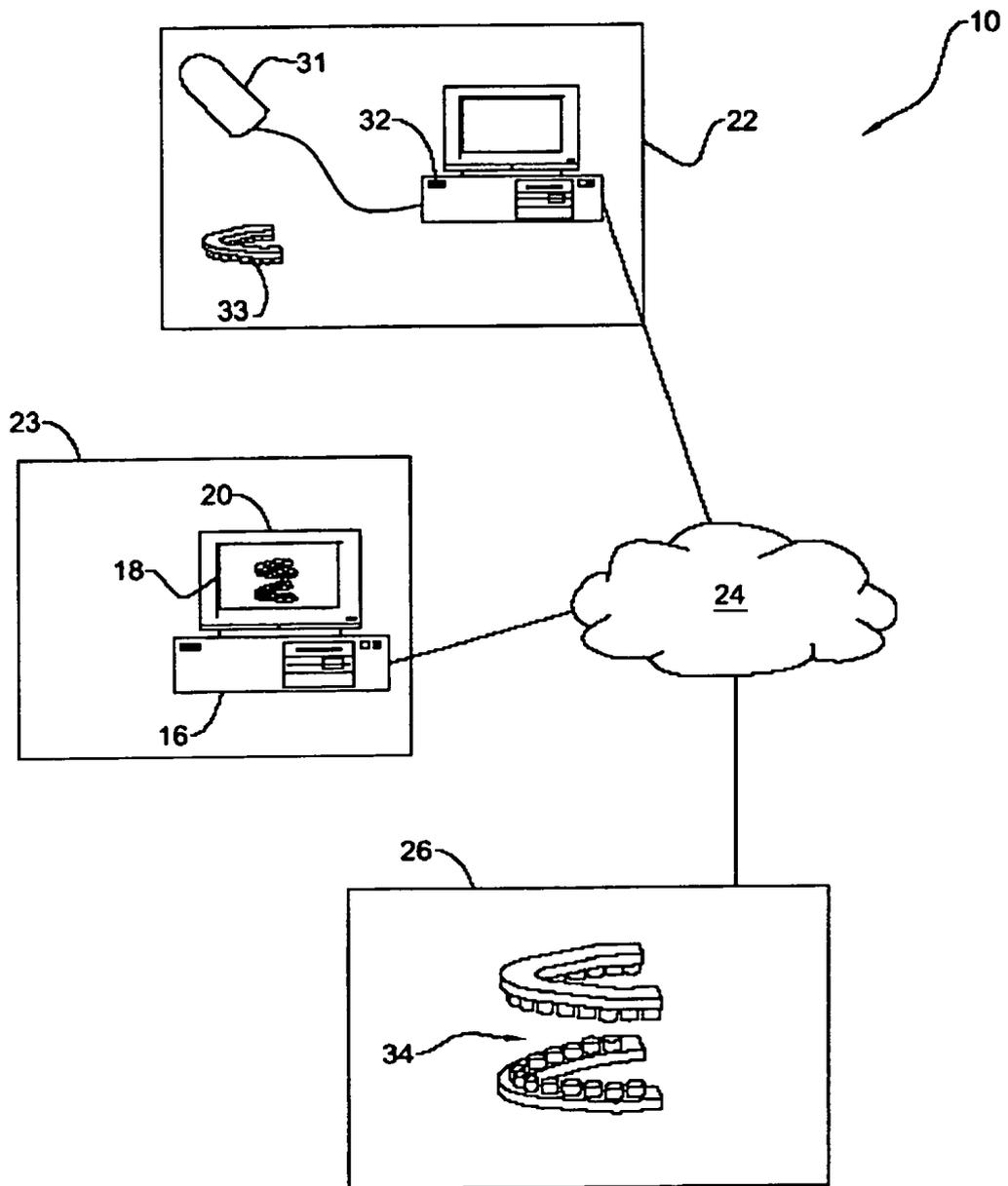


FIG. 1

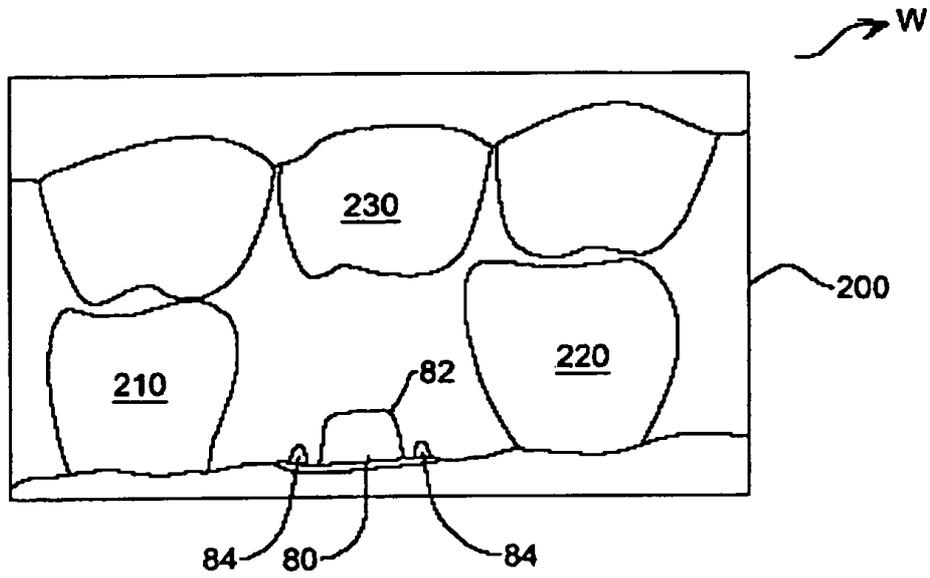


FIG. 2

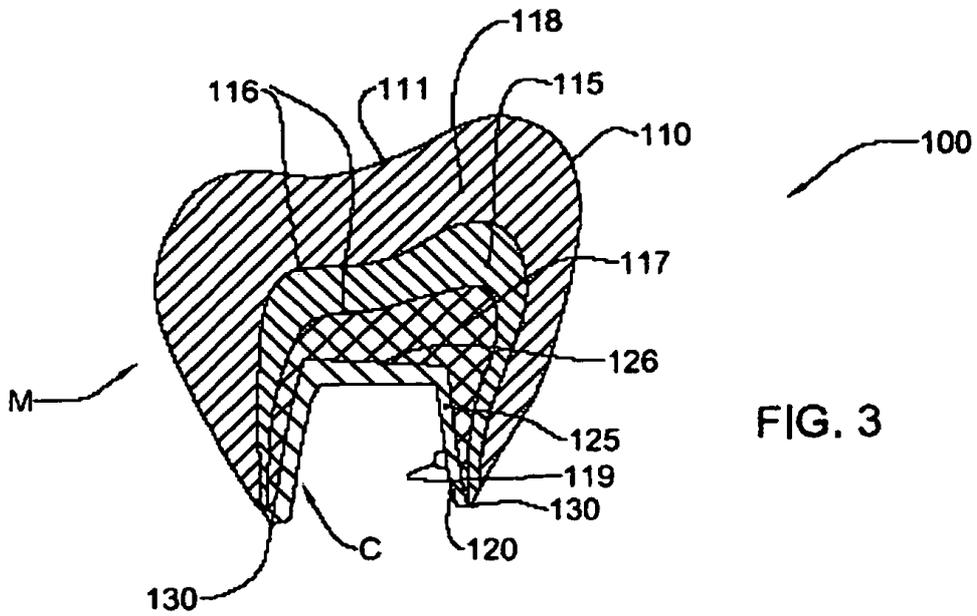


FIG. 3

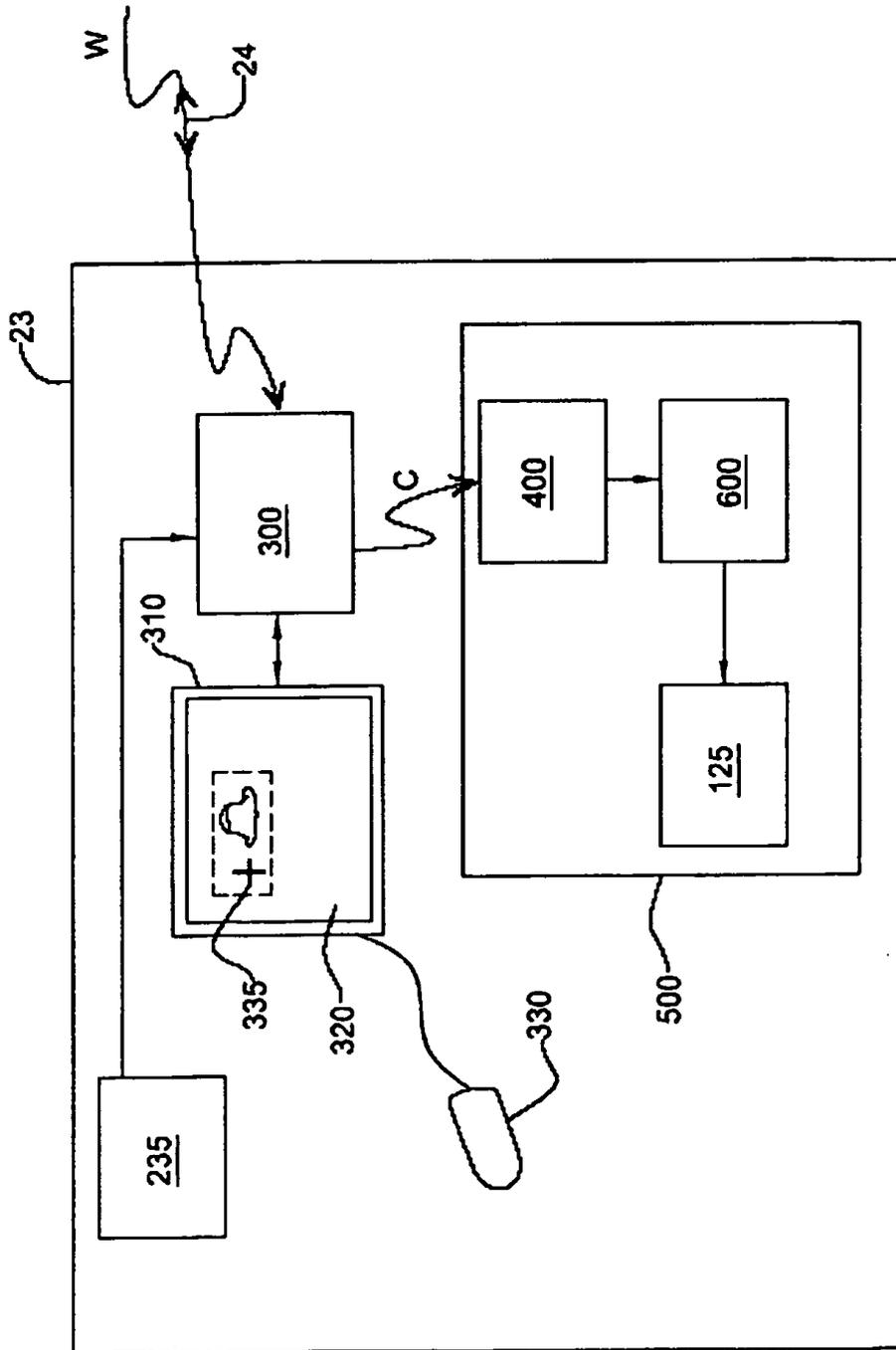


FIG. 4

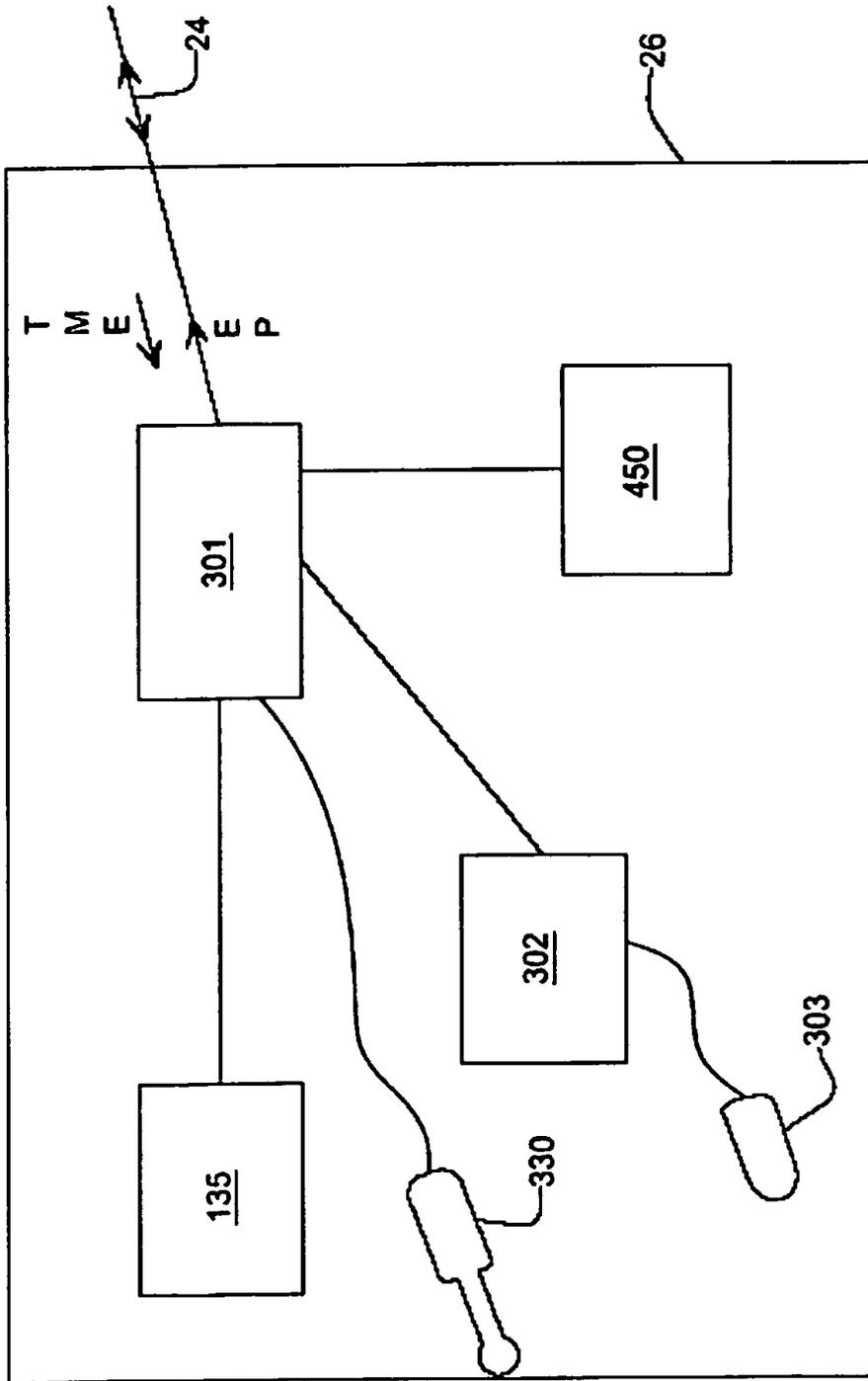


FIG. 5

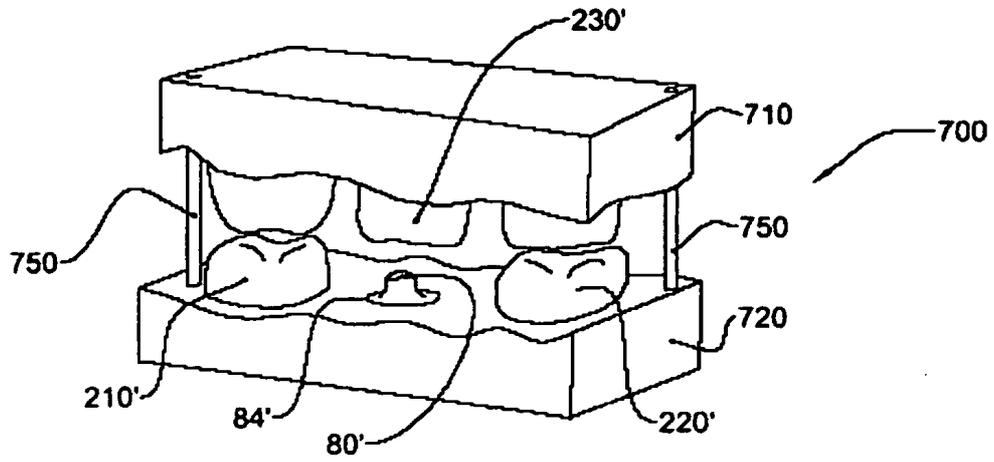


FIG. 6

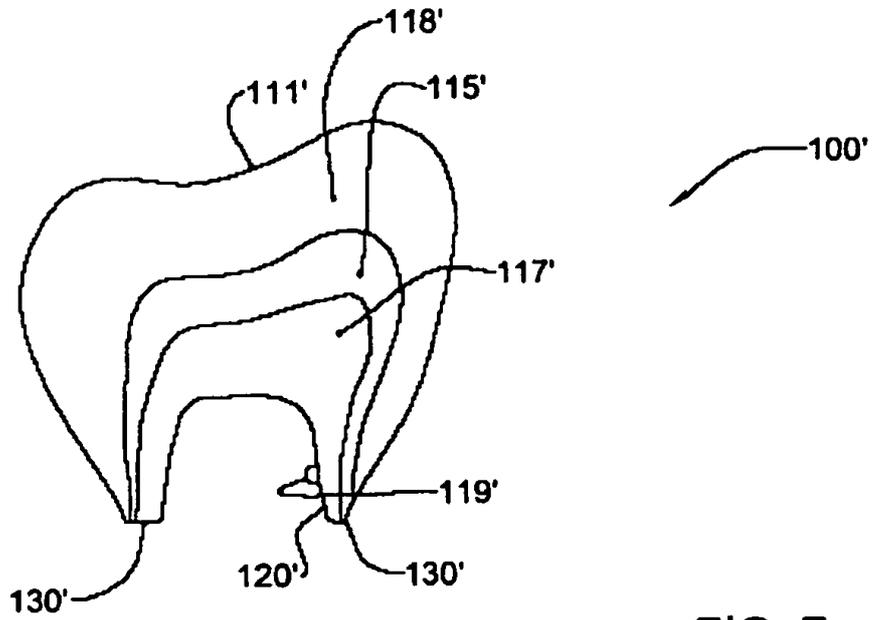


FIG. 7

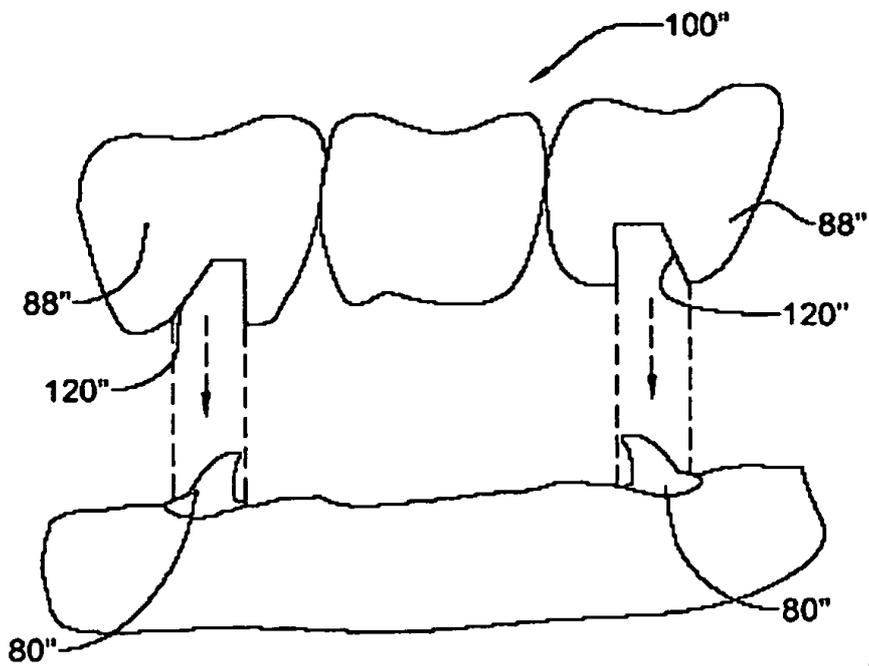


FIG. 8

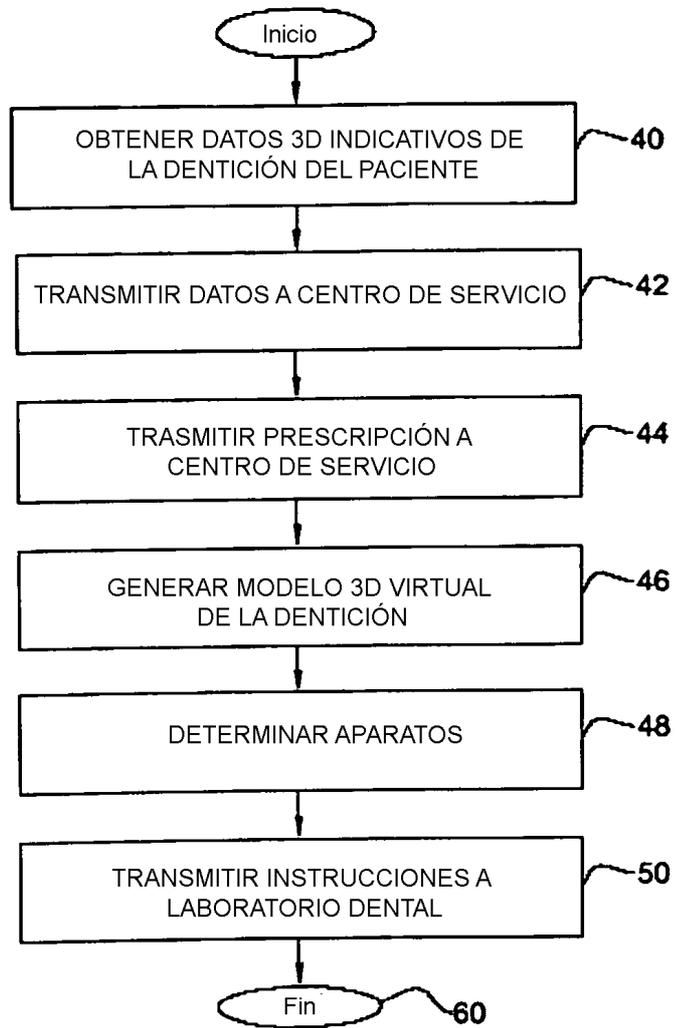


FIG. 9