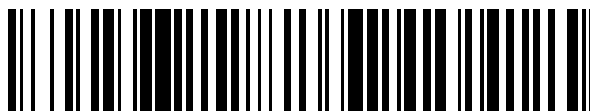


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 403**

51 Int. Cl.:

A61C 1/08 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/107 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2013 PCT/FR2013/050948**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.11.2013 WO13164537**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2013 E 13785283 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 2844182**

54 Título: **Dispositivo intrabucal para la preparación automatizada de unos dientes con vistas a realizar restauraciones parciales o periféricas**

30 Prioridad:

04.05.2012 FR 1254147

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

18.03.2019

73 Titular/es:

KOUBI, STEPHEN (50.0%)
51, rue de la Palud
13001 Marseille, FR y
GUREL, GALIP (50.0%)

72 Inventor/es:

KOUBI, STEPHEN y
GUREL, GALIP

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 704 403 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

Dispositivo intrabucal para la preparación automatizada de unos dientes con vistas a realizar restauraciones parciales o periféricas

5

Campo técnico de la invención.

La invención tiene por objeto un dispositivo intrabucal para la preparación automatizada de unos dientes con vistas a realizar restauraciones parciales o periféricas.

10

La invención se refiere a técnicas dentales que permiten preparar un diente de un paciente con vistas a realizar una carilla. Se refiere, de manera más particular, a los aparatos dentales robotizados que permiten fresar automáticamente en boca, sin que el dentista tenga que manipular la herramienta de tallado.

15 Estado de la técnica.

Una carilla de cerámica permite recubrir la cara vestibular de un diente manchado, decolorado, deformado o ligeramente deteriorado por el desgaste. Las carillas se colocan principalmente sobre los incisivos centrales hasta los primeros premolares. Para preparar un diente con vistas a colocar una carilla, el dentista debe quitar una capa fina de esmalte de la cara vestibular del diente. A continuación, se toma una impresión del diente así preparado que luego se transmite a un laboratorio para confeccionar las carillas.

20

El inventor ha desarrollado una técnica para minimizar la capa de esmalte retirada ("GUREL G. Predictable, precise, and repeatable tooth preparation for porcelain laminate veneers. Pract Proced Aesthet Dent. 2003; 15(1): 17-24". "GUREL G. Les facettes en céramiques : de la théorie à la pratique. Quitessence Publishing 2006 "). En primer lugar, el facultativo prepara un proyecto estético correspondiente a la forma final del diente y a su disposición sobre la arcada. El proyecto estético se confecciona a partir de una maqueta de cera (o "wax-up"). Permite su validación tanto por el facultativo como por el paciente, en lo referente al plano estético así como al funcional antes de su realización. También servirá de guía durante la preparación. A continuación, el facultativo debe preparar el diente conservando un máximo de esmalte (es decir, evitando una retirada inútil de tejidos) y garantizando para el protésico un espesor constante para construir la carilla de cerámica. En la práctica, el espesor de la carilla de cerámica debe tener al menos 0,5 mm sobre la cara vestibular y al menos 1,5 mm sobre el borde incisivo. Toda la dificultad consiste en preparar el diente al mínimo detalle para obtener estos espesores. Para hacerlo, se aplica una réplica del proyecto estético en la boca. El facultativo fresa unas gargantas de aproximadamente 0,5 mm de profundidad a través del proyecto estético, sobre la superficie de los dientes. Basta entonces, tras haber retirado el proyecto estético, con nivelar la superficie dental a preparar sin quitar más tejido dental del necesario. Se realiza de nuevo una toma de impresiones dentales utilizando la llave de silicona que ha servido inicialmente para materializar el proyecto estético. El protésico prepara a partir de esta nueva impresión la carilla cerámica a medida. Para obtener un resultado óptimo, esta técnica, concretamente, la retirada del tejido dental y la toma de impresiones que le sigue, solo la pueden realizar facultativos experimentados.

25

30

35

40

Un objetivo de la invención consiste en automatizar esta técnica, de manera que la pueda implementar incluso un facultativo menos experimentado.

45

Otro objetivo de la invención consiste en proponer un aparato que permita minimizar la retirada de tejidos dentales.

Otro objetivo más de la invención consiste en proponer un aparato que permita mejorar la precisión de la toma de impresiones realizada tras haber preparado el diente.

50

Para hacerlo, los inventores han desarrollado un aparato dental robotizado.

Los aparatos dentales son bien conocidos para el experto en la materia. Se conoce, por ejemplo, por el documento de patente WO 94/03120(BECKETT CORP LTD), un conjunto de odontología que comprende una herramienta de corte asociada a una férula. El dentista puede posicionar la herramienta de corte en una ubicación deseada, con respecto a un diente de un paciente. La herramienta permanece siempre, de manera controlada, en la posición deseada, de manera que se pueda realizar un vaciado extremadamente preciso en el diente, incluso en caso de que el paciente mueva la cabeza.

55

Este tipo de aparato no permite fresados complejos y no está adaptado para la preparación de un diente con vistas a realizar una carilla según la técnica definida anteriormente.

60

También se conoce por el documento de patente EP 0.345.975(LORAN), un aparato que incluye una herramienta de corte desplazada a lo largo de una trayectoria predeterminada. El trabajo manual del dentista se realiza previamente sobre un modelo, estando el aparato fijado a dicho modelo en una posición fija por medio de una férula. Los motores de desplazamiento de la herramienta están solicitados en respuesta a las manipulaciones de los lápices de comando que hace el dentista para desplazar dicha herramienta a lo largo de las trayectorias necesarias para obtener la configuración deseada del diente. Las señales correspondientes a los desplazamientos de la herramienta se

65

5 suministran a un ordenador. Cuando el mecanizado está terminado sobre el modelo, se prepara la restauración a partir de ese modelo y se vuelve a citar al paciente. El aparato se fija entonces a la mandíbula del paciente de manera que esté precisamente en la misma posición relativa que ocupaba con respecto al modelo. A continuación, el ordenador envía unas señales a los motores de control apropiadas para la reiteración del desplazamiento de la herramienta, respetando la secuencia correcta grabada previamente, para reproducir las operaciones de mecanizado previamente efectuadas sobre el modelo.

10 Este aparato puede adaptarse para preparar un diente con vistas a realizar una carilla según la técnica definida previamente. No obstante, si el trabajo manual del dentista inicialmente realizado sobre un modelo no es de buena calidad, el aparato reproducirá todos los defectos en la boca. El objetivo que busca la invención no puede por tanto alcanzarse con este aparato.

15 El documento de patente US 2004/015176 (COSMAN) se refiere a un sistema de localizador estereostático de impresión dental que permite inducir de manera no invasiva unas imágenes de franjas tomográficas por ordenador de la anatomía de un paciente. Este tipo de aparato no está adaptado para la preparación automatizada de los dientes con vistas a realizar una restauración dental parcial o periférica.

Divulgación de la invención.

20 La solución propuesta por la invención es un dispositivo intrabucal para la preparación automatizada de los dientes con vistas a realizar restauraciones parciales o periféricas, que comprende:

- una férula adaptada para posicionarse en la boca de un paciente, comprendiendo dicha férula unos medios para mantenerla en posición dentro de dicha boca,
- al menos una herramienta de tallado móvil asociada a dicha férula,
- una unidad de gestión electrónica que permite dirigir dicha herramienta de tallado.

Este dispositivo comprende las siguientes características destacables:

- dicha herramienta de tallado está configurada para tallar al menos la cara vestibular del diente a preparar, estando dicha herramienta montada en un carro móvil que se desplaza sobre un riel fijado sobre la férula, enfrente de la cara vestibular del diente a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura del paciente,
- dicha férula comprende al menos una herramienta de digitalización 3D dispuesta de manera que digitalice al menos la cara vestibular de dicho diente a preparar, estando dicha herramienta de digitalización conectada a la unidad de gestión de manera que los datos digitalizados puedan transitar hacia dicha unidad de gestión,
- dicha unidad de gestión está configurada para dirigir el desplazamiento de dicha herramienta de tallado en función de los datos digitalizados.

40 Gracias a este aparato, ahora es posible automatizar el tallado del diente, de manera que cualquier facultativo, sea cual sea su nivel de experiencia, pueda implementar fácilmente la técnica desarrollada por el Dr. GUREL. En efecto, la herramienta de tallado ahora se controla únicamente en función de los datos escaneados por la herramienta de digitalización (es decir, en función de la morfología de la cara vestibular del diente) y ya no en función de la habilidad técnica y de la destreza del facultativo. El fresado puede realizarse, por tanto, de manera muy precisa. Lo mismo ocurre con la toma de impresiones que es mucho más precisa que la realizada a partir de la llave de silicona utilizada para materializar el proyecto estético. La optimización de la retirada de tejidos dentales combinada con la digitalización precisa del diente, permiten obtener una carilla que tiene el espesor mínimo necesario para su fabricación.

50 A continuación, se enumeran otras características destacables del dispositivo intrabucal objeto de la invención, pudiendo considerarse cada una de estas características sola o en combinación, independientemente de las características destacables que se definen a continuación:

- La herramienta de tallado es preferentemente una fresa giratoria montada sobre el carro móvil.
- La herramienta de digitalización preferentemente está montada sobre un carro móvil, desplazándose dicho carro sobre un riel fijado sobre la férula enfrente de la cara vestibular del diente a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura del paciente.
- La herramienta de tallado preferentemente está montada de manera amovible sobre un contra-ángulo que integra una junta de rótula o pivote que permite un desplazamiento angular a dicha herramienta.
- En una variante de realización, la herramienta de tallado es un láser dental montado sobre el carro móvil.
- La férula puede estar asociada a otra herramienta de tallado móvil, estando dicha herramienta configurada para tallar al menos el borde incisivo del diente a preparar; comprendiendo dicha férula otra herramienta de digitalización 3D dispuesta de manera que se digitalice al menos el borde incisivo de dicho diente a preparar, estando dicha otra herramienta de digitalización conectada a la unidad de gestión de manera que los datos digitalizados puedan

transitar hacia dicha unidad de gestión; estando esta última configurada para dirigir el desplazamiento de dicha otra herramienta de tallado en función de dichos datos digitalizados.

- 5 - esta otra herramienta de tallado es preferentemente una fresa giratoria montada sobre un carro móvil, desplazándose dicho carro sobre un riel fijado sobre la férula enfrente del borde incisivo del diente a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura del paciente.
- 10 - La otra herramienta de digitalización preferentemente está montada sobre un carro móvil, desplazándose dicho carro sobre un riel fijado sobre la férula, enfrente del borde oclusal del diente a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura del paciente.
- 15 - En una variante de realización, la otra herramienta de tallado es un láser dental montado sobre un carro móvil, desplazándose dicho carro sobre un riel fijado sobre la férula enfrente de la cara vestibular del diente a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura del paciente.

20 Otro aspecto de la invención se refiere a una instalación que comprende el dispositivo según una de las características anteriores y un centro de mecanizado que comprende herramientas para mecanizar automáticamente una carilla dental, estando la unidad de gestión de dicho dispositivo configurada para dirigir el desplazamiento de dichas herramientas de mecanizado en función de los datos digitalizados por la herramienta de digitalización 3D, siendo dichos datos al menos los de la cara vestibular del diente a preparar y los de dicha cara vestibular una vez que dicho diente está preparado.

25 Otro aspecto más de la invención se refiere a una férula adaptada para posicionarse en la boca de un paciente, comprendiendo dicha férula unos medios para mantenerla en posición dentro de dicha boca, estando al menos una herramienta de tallado móvil asociada a dicha férula, estando dicha herramienta configurada para tallar al menos la cara vestibular del diente a preparar, estando dicha herramienta montada en un carro móvil que se desplaza sobre un riel fijado sobre la férula, enfrente de la cara vestibular del diente a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura del paciente, comprendiendo dicha férula, además, al menos una herramienta de digitalización 3D dispuesta de manera que digitalice al menos la cara vestibular de dicho diente a preparar.

30 Otro aspecto más de la invención se refiere a un procedimiento para dirigir una herramienta de tallado móvil asociada a una férula adaptada para posicionarse en la boca de un paciente, estando dicha herramienta configurada para tallar al menos la cara vestibular de un diente a preparar, consistiendo dicho procedimiento en:

- 35 - posicionar dicha férula en la boca del paciente y mantenerla en posición,
- digitalizar en 3D al menos la cara vestibular de dicho diente a preparar,
- dirigir el desplazamiento de dicha herramienta de tallado en función de los datos digitalizados.

40 Otro aspecto más de la invención se refiere a una técnica de fabricación de una carilla dental que consiste en:

- 45 - preparar un proyecto estético correspondiente a la forma final del diente y a su disposición sobre la arcada.
- aplicar el proyecto estético sobre el diente a preparar del paciente,
- colocar el dispositivo objeto de la invención en la boca del paciente,
- lanzar la digitalización del proyecto estético en boca,
- 45 - lanzar el tallado de al menos la cara vestibular del diente a preparar a una profundidad predefinida y constante con respecto a la superficie exterior del proyecto estético en boca,
- lanzar la digitalización del diente preparado,
- transmitir a un centro de mecanizado los datos digitalizados del diente preparado y los del proyecto estético en boca,
- 50 - fabricar la carilla en función de los datos digitalizados recibidos por el centro de mecanizado.

Descripción de las figuras.

55 Otras ventajas y características de la invención se apreciarán mejor tras la lectura de la descripción que sigue de un modo de realización preferente, con referencia a los dibujos adjuntos, realizados a modo de ejemplos indicativos y no limitativos y en los que:

- 60 - la figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo conforme a la invención visto desde arriba,
- la figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo conforme a la invención visto desde atrás,
- 60 - la figura 3 ilustra la disposición de un dispositivo conforme a la invención con respecto al diente a preparar, estando las herramientas de digitalización 3D dispuestas enfrente de dicho diente recubierto con el proyecto estético,
- la figura 4 ilustra la disposición de un dispositivo conforme a la invención con respecto al diente a preparar, estando las herramientas de tallado dispuestas enfrente de dicho diente recubierto con el proyecto estético,
- la figura 5 muestra el dispositivo de la figura 2 con las herramientas de tallado en acción,
- 65 - la figura 6 ilustra la disposición de un dispositivo conforme a la invención con respecto al diente preparado, estando las herramientas de digitalización 3D dispuestas enfrente de dicho diente,

- la figura 7 esquematiza la carilla de cerámica destinada a pegarse sobre el diente preparado,
- la figura 8 ilustra una instalación conforme a la invención,
- la figura 9 ilustra la disposición de un dispositivo conforme a la invención con respecto al diente a preparar, en la que una única herramienta permite tallar la cara vestibular y el borde incisivo del diente a preparar.

5

Modos de realización preferentes de la invención.

Con referencia a las figuras 1 y 2, el dispositivo objeto de la invención comprende una férula 1 adaptada para posicionarse en la boca de un paciente. Esta férula 1 tiene una forma general de "U" o de "V" y presenta un eje de simetría con respecto al plano medio Δ del paciente. Se puede obtener por moldeo plástico o termoformación. Comprende una zona de mordida 10 formada de manera a adaptarse a la curvatura general de la dentadura D del paciente. La zona de mordida 10 presenta una zona de oclusión dispuesta de manera que entre en contacto con la dentadura D cuando está insertada en la boca del paciente, un borde palatino 11 sobre un lado próximo a la garganta y un borde labial 12 sobre otro lado próximo a los labios.

15

Para mantener la férula 1 colocada en la boca del paciente, están previstas unas grapas dentales 13 unidas a dicha férula. Estas grapas 13 se disponen al nivel de los sectores molares de la zona de oclusión. Están fijadas sobre los molares de la arcada dental a la que pertenece el diente a preparar D1. Para evitar la basculación del borde labial 12 de la férula 1, podría ser ventajoso prever un elemento de silicona dispuesto en medio del borde palatino 11 y configurado de manera que se apoyado sobre la cara lingual de los incisivos centrales de la arcada a la que pertenece el diente a preparar. También se podría prever otra grapa dental unida a la férula y configurada para fijarse sobre los incisivos centrales. Se pueden utilizar otros medios para mantener la férula 1 en posición en la boca del paciente. La férula puede incluir, por ejemplo, unas zonas de fijación destinadas a llenarse con pegamento o con un material plástico que se solidifique.

20

La férula 1 está asociada a al menos una herramienta de tallado móvil 2 configurada para tallar al menos la cara vestibular del diente a preparar. Con referencia a las figuras 2 y 4, preferentemente, se trata de una herramienta de tallado giratoria de tipo fresa redondeada diamantada que puede presentar una granulometría normal (para la reducción del volumen dental) o poca granulometría (pulido de la preparación) (pudiéndose emplear otros modelos que le convengan al experto en la materia), montada de manera amovible sobre un contra-ángulo 20, de la misma manera que las herramientas de fresado clásicas de odontología. La longitud de la parte activa de esta fresa redondeada es sustancialmente igual, preferentemente, ligeramente superior, a la longitud media de un diente. El eje de rotación de la herramienta 2 es inicialmente sustancialmente vertical. La herramienta de tallado 2 está dispuesta sobre la férula 1 de manera que pueda alcanzar y preparar correctamente la cara vestibular del diente a preparar y concretamente sus límites cervicales.

25

El contra-ángulo 20 integra una junta de rótula o pivote 21. Esta junta 21 permite un desplazamiento angular a la herramienta 2 (figura 5). Un primer motor (no representado) asociado a la junta 21 permite regular la inclinación del contra-ángulo 20 y, por tanto, el ángulo de la herramienta 2. Este primer motor consiste, por ejemplo, en un motor eléctrico asociado a un sistema de piñón/rueda dentada que permite modificar la inclinación del contra-ángulo 20. La junta 21 está unida a un mango 22 en el interior del cual están alojados todos los componentes que permiten hacer funcionar la herramienta de tallado 2 y el primer motor. Se puede prever una pulverización de agua y/o aire para enfriar la zona de trabajo. De hecho, el mango 22 comprende una conexión 220 eléctrica, hidráulica y/o neumática prevista para tal efecto.

40

El mango 22 está montado sobre un carro móvil 23. Este último se describe con más detalle en el resto de la descripción. En la práctica, el mango 22 está montado deslizante en el carro móvil 23, un segundo motor 221 permite que dicho mango se deslice automáticamente hacia delante o hacia atrás, es decir hacia el borde palatino 11 o hacia el borde labial 12. Este segundo motor 221 consiste, por ejemplo, en un motor eléctrico asociado a un sistema de piñón/cremallera que permite desplazar el mango 22.

45

El carro móvil 23 se desplaza sobre un riel 24 fijado sobre la férula 1. El riel 24 preferentemente está realizado de acero inoxidable. Se dispone enfrente de la cara vestibular del diente D1 a preparar, estando su curvatura adaptada a la dentadura D del paciente. Haciendo referencia más particular a las figuras 1 y 2, el riel 24 comprende una porción curva 240 sustancialmente vertical y cuyos extremos están rematados por dos jambas 241 fijadas al nivel del borde labial 12 de la zona de mordida 10 de la férula 1. La porción curva 240 está desviada unos milímetros de la zona de mordida 10 de manera que el carro móvil 23 esté situado sustancialmente al nivel de la encía G del paciente (figura 4). Un tercer motor (no representado) permite desplazar automáticamente el carro móvil 23 sobre el riel 24. Este tercer motor puede consistir en un motor eléctrico asociado a un sistema de piñón/cremallera que permite desplazar el carro móvil 23. Este último comprende una conexión 230 eléctrica que permite hacer funcionar el segundo y el tercer motor.

50

La herramienta de tallado 2 comprende, por tanto, al menos tres grados de desplazamiento: un primer grado correspondiente a la inclinación del contra-ángulo 20, un segundo grado correspondiente al desplazamiento del mango 22 en el carro 23 y un tercer grado correspondiente al desplazamiento de dicho carro sobre el riel 24. Esta es la razón por la que se emplean los términos "herramienta articulada" o "herramienta móvil". Por supuesto, se pueden prever otros desplazamientos. Estos diferentes desplazamientos están controlados por los motores mencionados

55

anteriormente para que la herramienta 2 talle al menos la cara vestibular del diente D1 a preparar, sea cual sea la morfología de este último y la cantidad de tejidos a quitar.

En una variante de realización no representada, el tallado de la cara vestibular del diente D1 a preparar puede efectuarse por medio de un láser dental adecuado para tratar tejidos duros tales como el esmalte, por ejemplo, un láser de erbio. En este caso, la herramienta de tallado 2 se presenta, por ejemplo, en forma de un láser montado sobre un carro móvil 23 del tipo descrito anteriormente. Este láser presenta unos grados de desplazamiento que le permiten tallar la cara vestibular del diente D1 a preparar sea cual sea la morfología de este último y la cantidad de tejidos a quitar.

Según la configuración de la carilla a realizar, podría ser necesario tallar asimismo el borde incisivo del diente D1 a preparar. Para hacerlo, se ha contemplado asociar la férula 1 a al menos otra herramienta de tallado 3 configurada para tallar al menos el borde oclusal del diente D1 a preparar. Con referencia a las figuras 1, 2 y 4, se prefiere utilizar una herramienta de tallado giratoria de tipo fresa redondeada diamantada montada de manera amovible sobre un contra-ángulo 30. Habida cuenta de la escasa superficie a tallar, la longitud de la parte activa de esta fresa redondeada es menor que la de la herramienta 2. Se puede emplear una fresa de bola de manera equivalente.

El contra-ángulo 30 está provisto de una junta de rótula o pivote 31. Esta junta 31 permite un desplazamiento angular de la herramienta 3 (figura 5). Un primer motor (no representado) asociado a la junta 31 permite regular la inclinación del contra-ángulo 30 y, por tanto, el ángulo de la herramienta 3. Este primer motor consiste, por ejemplo, en un motor eléctrico asociado a un sistema de piñón/rueda dentada que permite modificar la inclinación del contra-ángulo 30. La junta 31 está unida a un mango 32 en el interior del cual están alojadas todas las conexiones eléctricas, hidráulicas y/o neumáticas que permiten hacer funcionar la herramienta de tallado 3 y el primer motor. El mango 32 comprende una conexión 320 eléctrica, hidráulica y/o prevista para tal efecto. Una pulverización de agua y/o aire puede preverse concretamente para enfriar la zona de trabajo.

El mango 32 está montado sobre un carro móvil 33. En la práctica, el mango 32 está montado deslizante en el carro móvil 33, un segundo motor 321 permite que dicho mango se deslice automáticamente hacia delante o hacia atrás, es decir hacia el borde palatino 11 o hacia el borde labial 12. Este segundo motor 221 consiste, por ejemplo, en un motor eléctrico asociado a un sistema de piñón/cremallera que permite desplazar el mango 32.

El carro móvil 33 se desplaza sobre un riel 34 fijado sobre la férula 1. El riel 34 preferentemente está realizado de acero inoxidable. Se dispone enfrente del borde incisivo del diente D1 a preparar, estando su curvatura adaptada a la dentadura D del paciente. Haciendo referencia más particular a las figuras 1 y 2, el riel 34 comprende una porción curva 340 sustancialmente vertical y cuyos extremos están rematados por dos jambas 341 fijadas sustancialmente en el centro de la zona de mordida 10 de la férula 1. La porción curva 340 está situada bajo el borde incisivo del diente D1 a preparar (figura 4). Está, por tanto, más baja que la porción curva 240 del riel 24 y más cerca del borde palatino 11. Un tercer motor (no representado) permite desplazar automáticamente el carro móvil 33 sobre el riel 34. Este tercer motor puede consistir en un motor eléctrico asociado a un sistema de piñón/cremallera que permite desplazar el carro móvil 33. Este último comprende una conexión 330 eléctrica que permite hacer funcionar el segundo y el tercer motor.

La otra herramienta de tallado 3 también comprende, por tanto, al menos tres grados de desplazamiento: un primer grado correspondiente a la inclinación del contra-ángulo 30, un segundo grado correspondiente al desplazamiento del mango 32 en el carro 33 y un tercer grado correspondiente al desplazamiento de dicho carro sobre el riel 34. Por supuesto, se pueden contemplar otros desplazamientos. Estos distintos desplazamientos están controlados por los motores mencionados anteriormente para que la herramienta 3 talle al menos el borde incisivo del diente D1 a preparar, incluso también una parte de su cara lingual, sea cual sea la morfología de dicho diente y la cantidad de tejidos a quitar.

En una variante de realización no representada, el tallado del borde incisivo del diente D1 a preparar puede efectuarse por medio de un láser dental adecuado para tratar tejidos duros tales como el esmalte, por ejemplo, un láser de erbio. En este caso, la herramienta de tallado 3 se presenta, por ejemplo, en forma de un láser montado sobre un carro móvil 33 del tipo descrito anteriormente. Este láser presenta unos grados de desplazamiento que le permiten tallar el borde incisivo del diente D1 a preparar sea cual sea la morfología de este último y la cantidad de tejidos a quitar. Cabe destacar, que el tallado de la cara vestibular y del borde incisivo del diente D1 a preparar, puede efectuarse por medio de un único láser dental que presenta unos grados de desplazamiento que le permitan tal tallado.

Según otra variante de realización adicional, representada en la figura 9, una única herramienta de tallado giratoria 2', 2" permite preparar la cara vestibular y el borde incisivo del diente D1. La unidad de gestión 6 ahora solo gestiona, por tanto, el desplazamiento de una única herramienta. Esta herramienta es similar a la herramienta 2 descrita con referencia a las figuras 4 y 5, y comprende el mismo número de grados de desplazamiento. Se fija de manera amovible sobre el contra-ángulo 20 descrito anteriormente. Esta herramienta comprende una primera porción 2' de tipo fresa redondeada diamantada. El extremo bajo de esta primera porción está provisto de una segunda porción cilíndrica 2" diamantada. Esta segunda porción 2" está posicionada enfrente del borde incisivo del diente D1 a preparar. Al desplazar el mango 22, la segunda porción 2" está, por tanto, en situación de quitar tejidos al nivel del borde incisivo del diente D1.

Con referencia a la figura 1, la presencia de los rieles 24, 34 y de los distintos elementos que estos soportan, se hace avanzar el borde labial 12 hacia delante, sobresaliendo generalmente de la boca del paciente.

Con referencia a la figura 8, las conexiones 220, 230, 320 y 330 están conectadas a la unidad de gestión electrónica 6, por una conexión cableada o sin hilo, de tipo WiFi, Internet o Bluetooth. En la práctica, la unidad de gestión electrónica 6 se presenta en forma de un ordenador equipado con un procesador, configurado para ejecutar uno o varios programas, subprogramas, microprogramas o cualquier otro tipo de software equivalente, cuyas instrucciones permiten gestionar la inclinación de los contra-ángulos 20 y 30, el desplazamiento de los mangos 22 y 32, el desplazamiento de los carros 23 y 33, respectivamente, sobre los rieles 24 y 34, la puesta en rotación de las herramientas 2 y 3 o su parada. La unidad de gestión electrónica 6 permite dirigir, por tanto, las herramientas de tallado 2 y 3.

De conformidad con la invención, la férula 1 comprende al menos una herramienta 4 de digitalización 3D. Esta herramienta consiste, preferentemente, en una cámara capaz de capturar imágenes en 3 dimensiones. Tales herramientas de digitalización se describen, por ejemplo, en los documentos de patente US 2005/023781 (KNIGHTON) o US 2004/0155975 (HART) o están comercializadas por la sociedad 3M® con la denominación "cámara intra orale Lava® C.O.S.". Con referencia a la figura 3, la herramienta de digitalización 4 está dispuesta sobre la férula 1 de manera que digitalice al menos la cara vestibular del diente D1 a preparar, es decir, recubierta con el proyecto estético P. Para ello y como se ha representado en las figuras 1 a 3, la herramienta 4 comprende unos sensores 40 dispuestos verticalmente, sustancialmente sobre toda la longitud media y la anchura media de un diente.

La herramienta de digitalización 4 preferentemente está montada sobre un carro móvil 43. A efectos de compactado, el carro móvil 43 se desplaza preferentemente sobre el riel 24 descrito anteriormente. El riel 24 soporta, por tanto, no solo el carro 23 asociado a la herramienta de tallado 2, sino también el carro 43 asociado a la herramienta de digitalización 4. No obstante, cabe la posibilidad de prever otro riel similar fijado sobre la férula, enfrente de la cara vestibular del diente D1 a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura del paciente. Un motor (no representado) permite desplazar automáticamente el carro móvil 43 sobre el riel 24. Este motor puede consistir en un motor eléctrico asociado a un sistema de piñón/cremallera que permite desplazar el carro móvil 43. Este último comprende una conexión eléctrica 430 que permite hacer funcionar la herramienta de digitalización 4.

La férula 1 puede comprender otra herramienta 5 de digitalización 3D del tipo descrito anteriormente. No obstante, con referencia a la figura 3, esta otra herramienta de digitalización 5 está dispuesta sobre la férula 1 de manera que digitalice al menos el borde incisivo del diente D1 a preparar. Para ello y como se ha representado en las figuras 1 a 3, la otra herramienta 5 comprende unos sensores 50 dispuestos horizontalmente, sustancialmente sobre toda la anchura media y el espesor medio de un diente.

La otra herramienta de digitalización 5 preferentemente está montada sobre un carro móvil 53. A efectos de compactado, este carro móvil 53 se desplaza preferentemente sobre el riel 34 descrito anteriormente. El riel 34 soporta, por tanto, no solo el carro 33 asociado a la herramienta de tallado 3, sino también el carro 53 asociado a la herramienta de digitalización 5. No obstante, cabe la posibilidad de prever otro riel similar fijado sobre la férula, enfrente del borde incisivo del diente D1 a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura del paciente. Un motor (no representado) permite desplazar automáticamente el carro móvil 53 sobre el riel 34. El carro móvil 53 comprende una conexión eléctrica 530 que permite hacer funcionar la herramienta de digitalización 5.

Con referencia a la figura 8, las conexiones 430 y 530 están conectadas a la unidad de gestión electrónica 6, por una conexión cableada o sin hilo, de tipo WiFi, Internet o Bluetooth. Los datos digitalizados por las herramientas 4, 5 pueden así transitar hacia la unidad de gestión 6. En la práctica, la unidad de gestión electrónica 6 integra uno o varios programas, subprogramas, microprogramas o cualquier otro tipo de software equivalente, cuyas instrucciones permiten gestionar los carros 43 y 53 respectivamente, sobre los rieles 24 y 34, así como la activación/desactivación de las herramientas 4, 5. A estas últimas, por tanto, las dirige la unidad de gestión electrónica 6.

Según otra característica notable de la invención, la unidad de gestión 6 está configurada para dirigir al menos el desplazamiento de la primera herramienta de tallado 2 en función de los datos digitalizados por la primera herramienta de digitalización 4. En la práctica, la unidad de gestión 6 también dirige el desplazamiento de la segunda herramienta de tallado 3 en función de los datos digitalizados por la segunda herramienta de digitalización 5. Y de manera más general, la unidad de gestión 6 dirige el desplazamiento de las herramientas de tallado 2, 3 en función de los datos digitalizados por las herramientas de digitalización 4, 5 y, por tanto, en función de la morfología del diente a preparar. La unidad de gestión 6 puede así dirigir automáticamente el desplazamiento de las herramientas de tallado 2, 3, de modo que estas últimas tallen de manera homogénea el diente a preparar D1 (es decir, recubierto con el proyecto estético P), a una profundidad predefinida y constante: por ejemplo, de 0,2 mm a 0,5 mm (profundidad d1, figura 6) con respecto a la superficie vestibular digitalizada y de 0 mm a 1,5 mm (profundidad d2, figura 6) con respecto al borde incisivo digitalizado. El facultativo está, por tanto, seguro de obtener una micro-abrasión del diente donde solo se quita la cantidad de tejido dental necesaria y suficiente para la realización de la carilla. El facultativo selecciona la profundidad de preparación de la superficie vestibular y/o del borde incisivo en función de la situación clínica (por ejemplo, en el caso de un diente con discromía, el espesor requerido de la carilla no será de 0,5 mm como se propone por lo general, sino más bien de 0,8 mm a 1 mm, con el fin de que dicha carilla pueda ocultar la decoloración). En la

práctica, la unidad de gestión 6 le propone al facultativo que defina, a través de una interfaz que se muestra en una pantalla, la profundidad de penetración de las herramientas de preparación.

5 En resumen, el control de la herramienta de tallado 2 (respectivamente, la herramienta de tallado 3) se hace posicionando previamente la férula 1 en la boca del paciente y manteniéndola en posición, luego, digitalizando en 3D al menos la cara vestibular (respectivamente, el borde incisivo) del diente D1 a preparar. El control del desplazamiento de la herramienta se efectúa entonces en función de los datos digitalizados.

10 En una variante de realización, se puede prever el asociar cada herramienta de tallado 2, 3 a un palpador configurado para medir la penetración de dicha herramienta en la cara vestibular y/o en el borde incisivo del diente D1 a preparar. Este palpador está conectado a la unidad de gestión 6 de manera que los datos relativos a la profundidad medida puedan transitar hacia dicha unidad de gestión. Esta última puede así dirigir automáticamente el desplazamiento de las herramientas de tallado 2, 3, de modo que estas últimas tallen de manera homogénea el diente a preparar D1 recubierto con el proyecto estético, a una profundidad predefinida controlada por los palpadores.

15 Con referencia a la figura 8, el dispositivo objeto de la invención puede asociarse a un centro de mecanizado 7 que está situado en la consulta del facultativo o en otro sitio. El centro de mecanizado 7 consiste, por ejemplo, en una fresadora digital CNC de 4 ejes para prótesis dentales, comercializada con la referencia CHARLYDENTAL® 4X por la sociedad CHARLYROBOT®. Este tipo de centros de mecanizado son de sobra conocidos por el experto en la materia y comprenden unas herramientas adecuadas para mecanizar automáticamente una carilla dental, en concreto, carillas de cerámica o de resina. El centro de mecanizado 7 está conectado a la unidad de gestión 6 mediante una conexión 20 70, cableada o inalámbrica de tipo WiFi, Internet o Bluetooth de modo que dicha unidad pueda dirigir el desplazamiento de las herramientas de mecanizado de dicho centro en función de los datos digitalizados por la herramienta de digitalización 4 y/o 5. Estos datos digitalizados son los de al menos la cara vestibular del diente D1 a preparar (es decir, recubierto con el proyecto estético P) y los de dicha cara vestibular una vez que dicho diente está preparado (es decir, después del tallado). Estos datos digitalizados evidentemente pueden incluir los relativos al borde incisivo antes y después del tallado. En efecto, una vez que el diente D1 está tallado, este último es digitalizado de nuevo por las herramientas de digitalización 4, 5 (figura 6). Con referencia a la figura 7, la forme y las dimensiones de la carilla F se deducen comparando la imagen del diente D1 a preparar (es decir, recubierto con el proyecto estético P) con la imagen de dicho diente preparado (es decir, tras el tallado). La unidad de gestión 6 también puede seleccionar el tipo de bloques de cerámica a mecanizar (translúcido u opaco), en función de la situación clínica inicial y del proyecto estético.

En resumen, la invención permite implementar una nueva técnica de fabricación de una carilla dental que consiste en:

- 35
- colocar el dispositivo objeto de la invención en la boca del paciente y lanzar la digitalización de su boca; una vez que se ha realizado esta digitalización inicial, se puede retirar el dispositivo de la boca del paciente,
 - preparar un proyecto estético correspondiente a la forma final del diente y a su disposición sobre la arcada,
 - aplicar el proyecto estético sobre el diente a preparar del paciente,
 - colocar el dispositivo objeto de la invención en la boca del paciente,

40

 - lanzar la digitalización del proyecto estético en boca: figura 1, la o las herramientas de digitalización 4, 5, se desplazan sobre su riel 24, 34 respectivo, de manera que queden enfrente del diente D1 a preparar,
 - lanzar el tallado de al menos la cara vestibular y eventualmente el borde incisivo del diente a preparar, a una profundidad predefinida y constante con respecto a la superficie exterior del proyecto estético en boca: figuras 4 y 5, la o las herramientas de digitalización 4, 5, se separan del diente D1 a preparar para dejar sitio para las

45

 - herramientas de tallado 2,3; estas últimas se desplazan sobre su riel 24, 34 respectivo, de manera que queden enfrente de dicho diente,
 - lanzar la digitalización del diente preparado: figura 6, las herramientas de tallado 2, 3 se separan del diente D1 preparado para dejar sitio para las herramientas de digitalización 4, 5,
 - transmitir a un centro de mecanizado los datos digitalizados del diente preparado y los del proyecto estético en

50

 - boca,

fabricar la carilla en función de los datos digitalizados recibidos por el centro de mecanizado.

55 Antes de la etapa de tallado, el facultativo puede delimitar un perímetro de restauración. Para hacerlo, la unidad de gestión 6 está conectada a una pantalla sobre la que se muestra la imagen del diente a restaurar. Con la ayuda de un ratón o de otro elemento indicador, el facultativo delimita con precisión el perímetro de restauración sobre la imagen inicial (sin proyecto) del diente a restaurar. La unidad de gestión 6 tiene en cuenta este perímetro de manera que las herramientas de tallado 2, 3 solo retiren tejido dental del interior de dicho perímetro.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo intrabucal para la preparación automatizada de unos dientes con vistas a realizar una restauración dental, parcial o periférica, que comprende:

- una férula (1) adaptada para posicionarse en la boca de un paciente, comprendiendo dicha férula unos medios (13) para mantenerla en posición dentro de dicha boca,
- al menos una herramienta de tallado (2) móvil asociada a dicha férula (1),
- una unidad de gestión electrónica (6) que permite dirigir la herramienta de tallado (2),

estando caracterizado por el hecho de que:

- la herramienta de tallado (2) está configurada para tallar al menos la cara vestibular del diente (D1) a preparar, estando dicha herramienta montada en un carro móvil (23) que se desplaza sobre un riel (24) fijado sobre la férula (1), enfrente de la cara vestibular del diente (D1) a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura (D) del paciente,
- la férula (1) comprende al menos una herramienta (4) de digitalización 3D dispuesta de manera que digitalice al menos la cara vestibular de dicho diente a preparar, estando dicha herramienta de digitalización conectada a la unidad de gestión (6) de manera que los datos digitalizados transiten hacia dicha unidad de gestión,
- dirigiendo la unidad de gestión (6) el desplazamiento de dicha herramienta de tallado (2) en función de los datos digitalizados.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la herramienta de tallado (2) es una fresa giratoria.

3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la herramienta de digitalización (4) está montada sobre un carro móvil (43), desplazándose dicho carro sobre un riel (24) fijado sobre la férula (1) enfrente de la cara vestibular del diente (D1) a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura (D) del paciente.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la herramienta de tallado (2) está montada de manera amovible sobre un contra-ángulo (20) que integra una junta de rótula o pivote (21) que permite un desplazamiento angular a dicha herramienta.

5. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la herramienta de tallado (2) es un láser dental.

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- la férula (1) está asociada a otra herramienta de tallado móvil (3), estando dicha herramienta configurada para tallar al menos el borde incisivo del diente (D1) a preparar,
- dicha férula comprende otra herramienta (5) de digitalización 3D dispuesta de manera que digitalice al menos el borde incisivo de dicho diente a preparar, estando dicha otra herramienta de digitalización conectada a la unidad de gestión (6) de manera que los datos digitalizados puedan transitar hacia dicha unidad de gestión,
- dicha unidad de gestión (6) está configurada para dirigir el desplazamiento de dicha otra herramienta de tallado en función de dichos datos digitalizados.

7. Dispositivo según la reivindicación 6, en el que la otra herramienta de tallado móvil (3) es una fresa giratoria montada sobre un carro móvil (33), desplazándose dicho carro sobre un riel (34) fijado sobre la férula (1) enfrente del borde incisivo del diente (D1) a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura (D) del paciente.

8. Dispositivo según la reivindicación 6, en el que la otra herramienta de tallado móvil (3) es un láser dental montado sobre un carro móvil (33), desplazándose dicho carro sobre un riel (34) fijado sobre la férula (1) enfrente del borde incisivo del diente (D1) a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura (D) del paciente.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que la otra herramienta de digitalización (5) está montada sobre un carro móvil (53), desplazándose dicho carro sobre un riel (34) fijado sobre la férula (1) enfrente del borde incisivo del diente (D1) a preparar, teniendo dicho riel una curvatura adaptada a la dentadura (D) del paciente.

10. Instalación que se caracteriza por el hecho de que comprende el dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9 y un centro de mecanizado (7) que comprende herramientas para mecanizar automáticamente una carilla dental, dirigiendo la unidad de gestión (6) de dicho dispositivo el desplazamiento de dichas herramientas de mecanizado en función de los datos digitalizados por la herramienta (4) de digitalización 3D, siendo dichos datos al menos los de la cara vestibular del diente (D1) a preparar y los de dicha cara vestibular una vez que dicho diente está preparado.

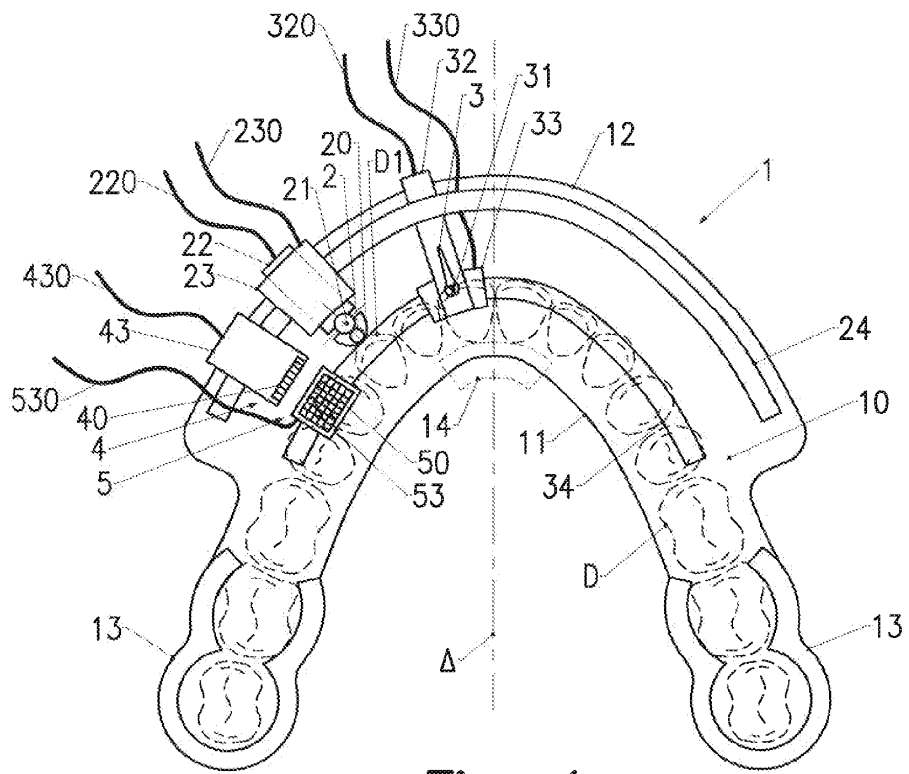


Fig. 1

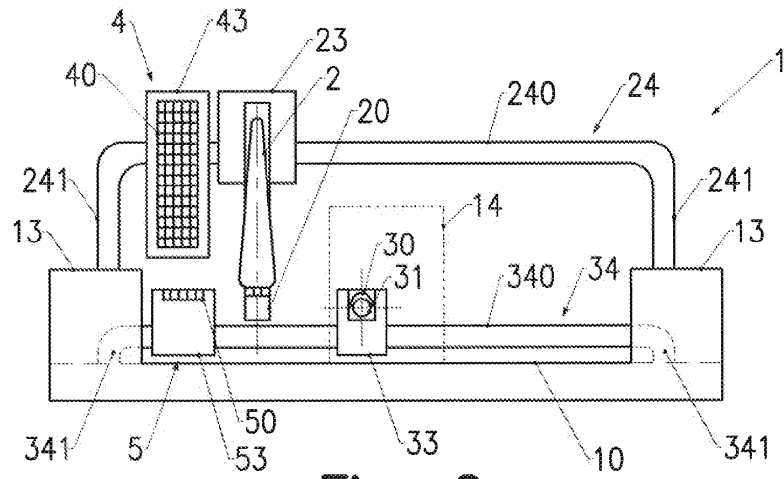


Fig. 2

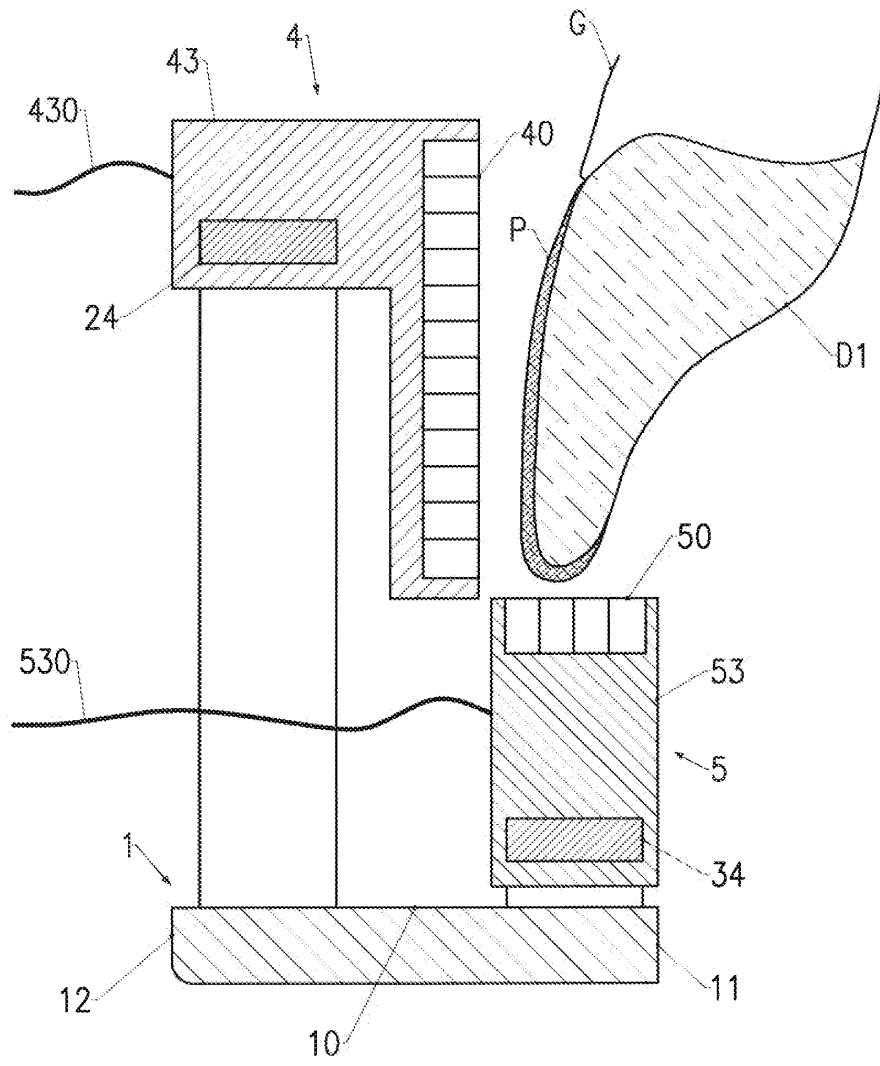


Fig. 3

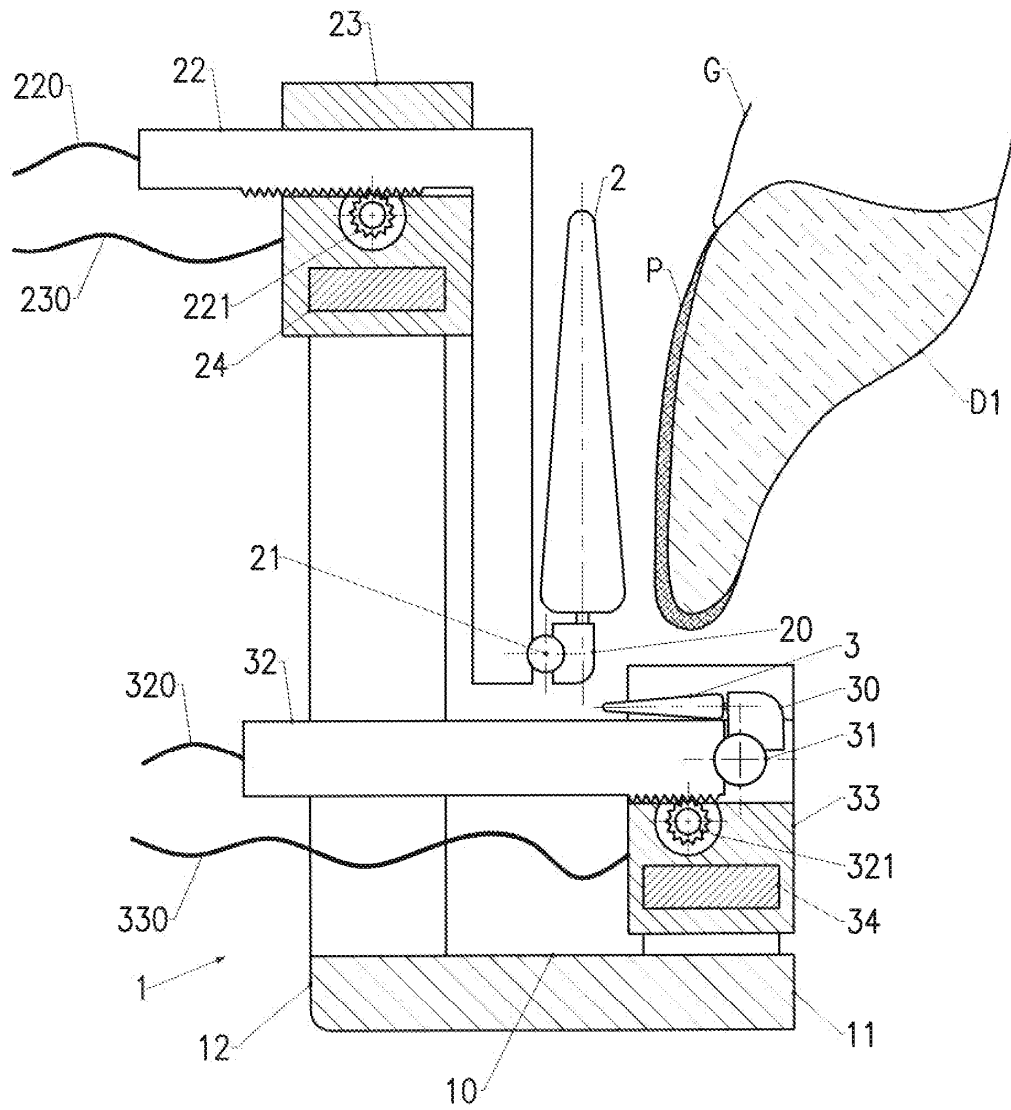


Fig. 4

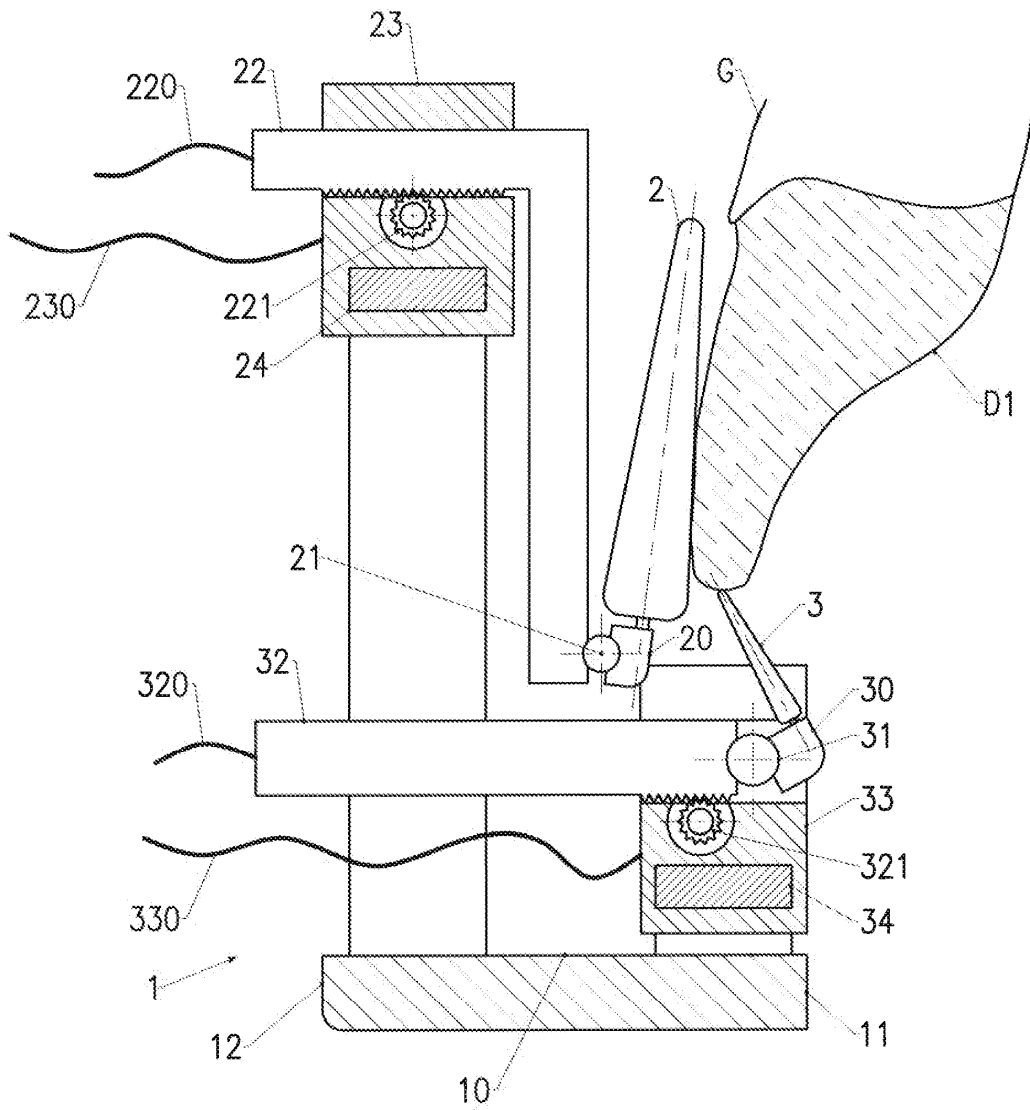


Fig. 5

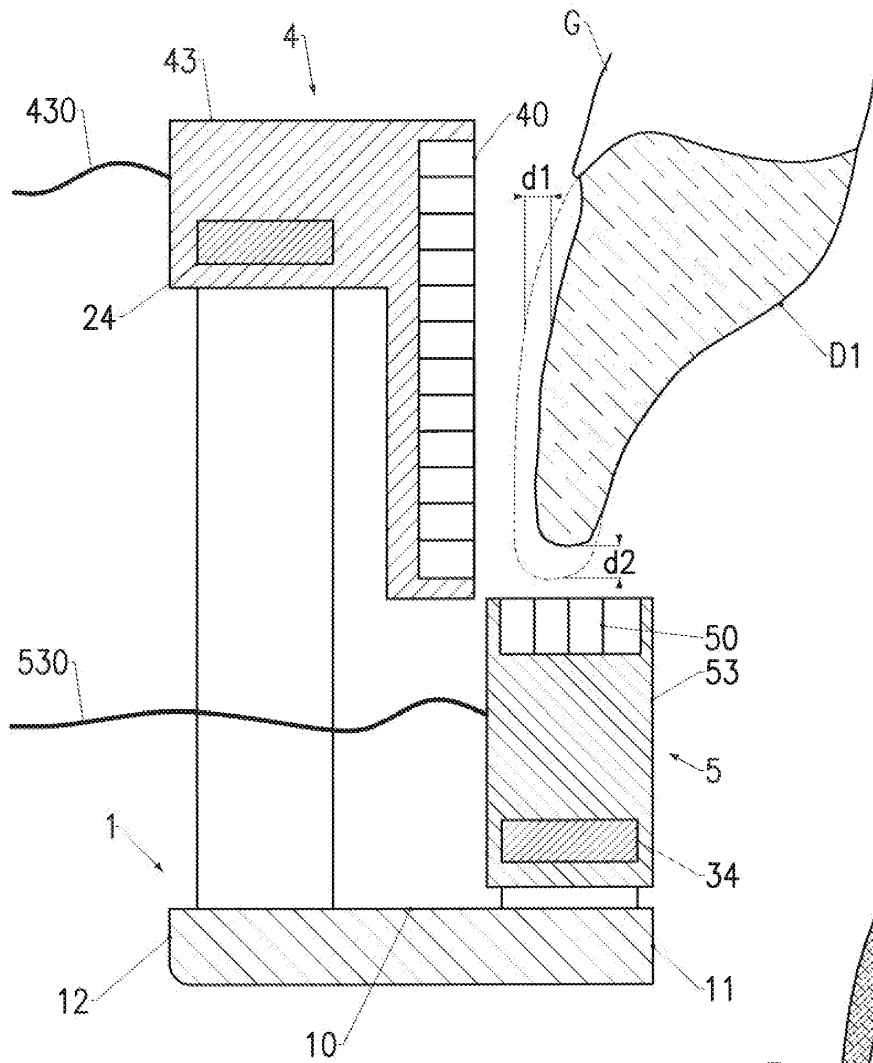


Fig. 6

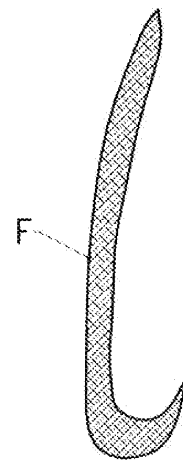


Fig. 7

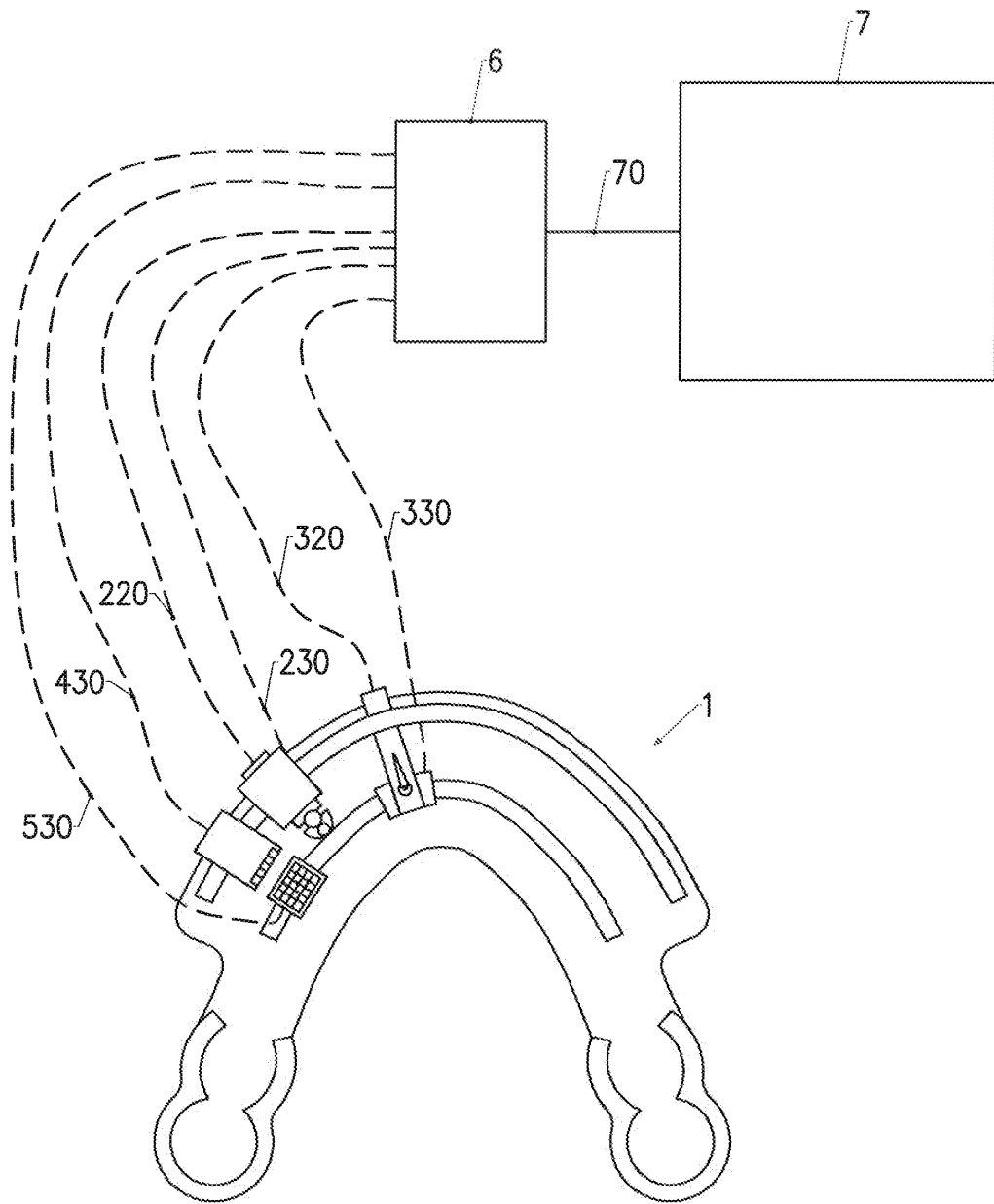


Fig. 8

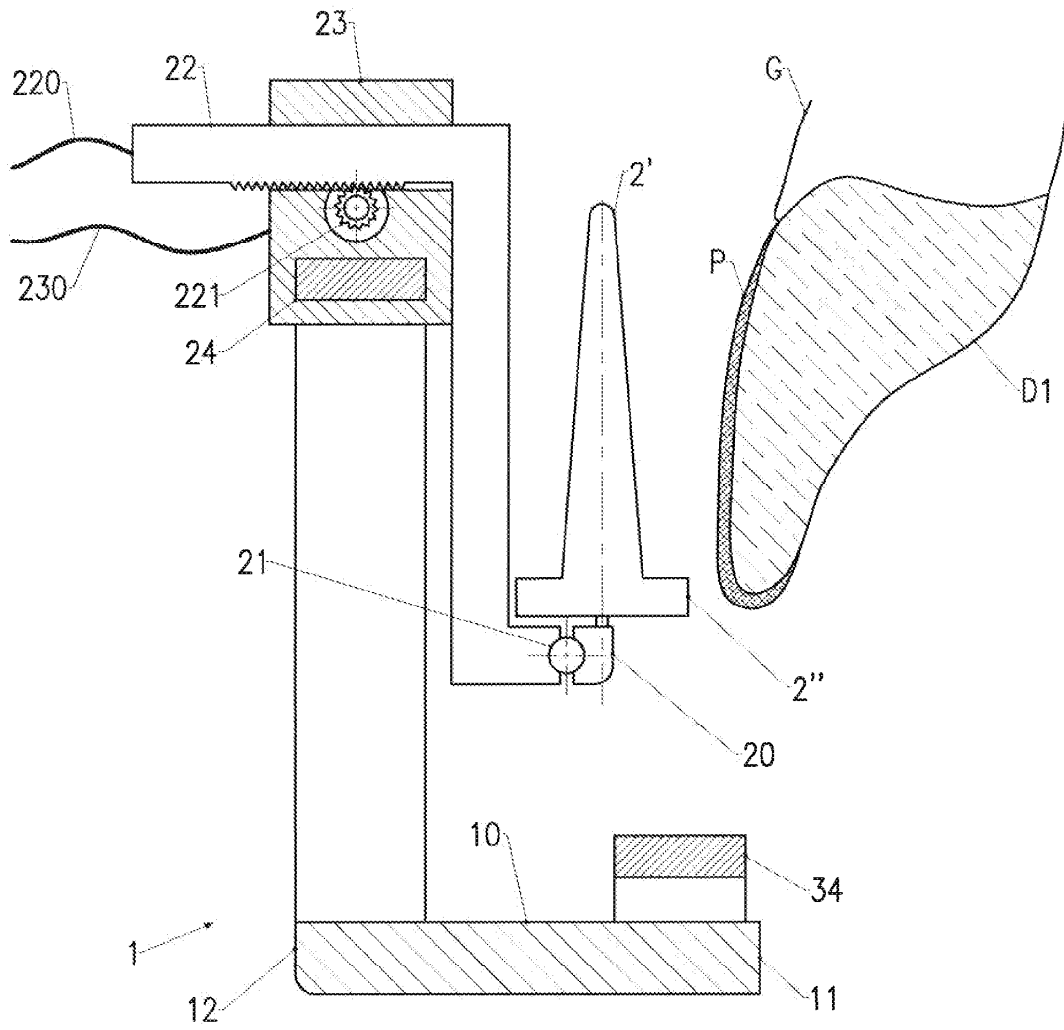


Fig. 9