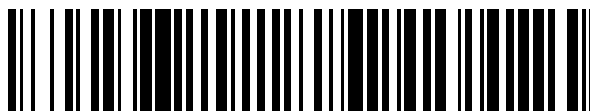


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 083**

51 Int. Cl.:

G01B 11/25 (2006.01)

A61C 13/00 (2006.01)

A61C 13/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2001** **E 10178863 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013** **EP 2261598**

54 Título: **Procedimiento para la colocación de prótesis dentales**

30 Prioridad:

24.01.2001 DE 20101227 U

08.11.2000 DE 20019033 U

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

16.04.2013

73 Titular/es:

INSTITUT STRAUMANN AG (100.0%)

Peter-Merian-Weg 12

4002 Basel, CH

72 Inventor/es:

HOLZNER, STEPHAN;

WEBER, GERHARD;

GLOGER, WOLFRAM y

MEHL, ALBERT

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 401 083 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la colocación de prótesis dentales

- 5 La presente invención se refiere a dispositivos para el registro y la generación de superficies, así como a procedimientos para el registro y la generación de superficies. La presente invención se refiere en particular y preferentemente a tales dispositivos y procedimientos para el registro y/o la generación de superficies de dientes.
- 10 Los documentos US5257203, US5184306 y US5128870 dan a conocer la preparación de representaciones informatizadas de objetos tridimensionales de geometría compleja. A este respecto, se pueden generar líneas divisorias, de modo que una representación de la superficie del objeto se divide en una pluralidad de zonas. Estas zonas impiden rebajes durante el proceso de fabricación.
- 15 El documento DE19710273C1 da a conocer un procedimiento y un dispositivo para el mecanizado de piezas de trabajo en la técnica dental. En este caso se puede escanear el contorno superficial de un modelo dental, se puede generar un modelo digital tridimensional y se pueden usar los datos para preparar señales de control destinadas a una estación de mecanizado. El modelo dental digital como modelo de escayola y como modelo de cera se compara con el modelo determinado de la pieza de trabajo a fin de aprovechar óptimamente el volumen de la pieza de trabajo.
- 20 El documento US5527182 da a conocer el uso de un sistema universal de pilares con una base que se puede colocar sobre cada sistema de implante, con un taladro provisto de una rosca que se puede enroscar en la base, con un tornillo de fijación más corto que los tornillos de fijación convencionales y con un mecanismo antirrotatorio que impide que la base y el taladro giren uno contra otro. El sistema de pilares se puede usar también para alinear una pluralidad de pilares. El documento US5527182 da a conocer además el uso de una cofia de impresión que comprende una sección flexible, de modo que el agujero en la encía no tiene que quedar por encima del implante, sino que puede estar desplazado lateralmente.
- 25 Las tecnologías fundamentales, en las que se basa la presente invención o con las que se puede combinar, se dan a conocer en las solicitudes de patente DE4439307A1 y DE19721688A1 que, por una parte, se consideran como el estado más cercano de la técnica y que, por la otra parte, están incluidas por referencia completamente en la presente documentación, pues la presente invención se basa en todas sus configuraciones en esta tecnología y la perfecciona y/o mejora ventajosamente, constituyendo esto también el objetivo de todos los aspectos de la presente invención.
- 30 Este objetivo se consigue con un procedimiento según la reivindicación.
- 35 A este respecto está previsto preferentemente que los dispositivos para la optimización del proceso y/o los costes contengan dispositivos de recuperación de materia prima y/o que los dispositivos para la optimización del proceso y/o los costes comprendan un control automático de la intensidad de una luz láser usada. De manera alternativa o adicional se prefiere que los dispositivos para la optimización del proceso y/o los costes estén diseñados de modo que se evalúen dos semicuatros que muestran distintas posiciones o vistas, estando presente en particular un láser pulsado para la exposición.
- 40 Otras configuraciones alternativas o adicionales de un dispositivo para el registro de superficies, en particular para la obtención de datos de superficies de dientes, consisten en que los dispositivos para la optimización del proceso y/o los costes contienen dispositivos para la realización de un procedimiento de calibración con la evaluación de errores de solapamiento en puntos de correspondencia (matching), y/o en que un dispositivo de grabación de imágenes, en particular un chip CCD (dispositivo de carga acoplada), está dispuesto de manera que las líneas se encuentran en perpendicular a la dirección de desplazamiento de la mesa de medición, teniendo en cuenta el ángulo de Scheimpflug.
- 45 Otra variante de un dispositivo para el registro de superficies, en particular para la obtención de datos de superficies de dientes según la invención, consiste en que los dispositivos para la optimización del proceso y/o los costes contienen dispositivos para archivar en particular datos tridimensionales del maxilar y/o para modelar la posición de mordida del maxilar superior e inferior.
- 50 Configuraciones especiales, preferentemente mecánicas, del dispositivo para el registro de superficies se basan en el contenido de las figuras 3 y 4 y/o 5, 6 y 7, así como en la descripción relacionada con las mismas.
- 55 Se prefiere además que en el caso del dispositivo para el registro y la generación de superficies, en particular para la fabricación de implantes dentales, los dispositivos para la optimización del proceso y/o los costes contengan dispositivos para la preparación optimizada de al menos un muñón a fin de fabricar y colocar una prótesis dental sobre el mismo, y/o dispositivos para la consideración de la posición de mordida del maxilar superior e inferior.
- 60

Los procedimientos para el registro y/o la generación de superficies para la consecución del objetivo de la invención mencionado antes se caracterizan porque usan uno o varios de los dispositivos explicados arriba o funcionan de manera correspondientemente análoga.

- 5 Por último, mediante la invención se crea también un sistema de archivo de datos de pacientes que se caracteriza por una tarjeta chip y/o una memoria de datos descentralizada, en particular para datos dentales.

A continuación se explican detalladamente aspectos individuales de la invención.

- 10 Según un ejemplo está prevista una recuperación de materia prima sobre la base de tecnologías, dispositivos y procedimientos para el registro de superficies, como los que se indican en las publicaciones mencionadas arriba y se incluyen aquí por referencia y que se identifican a continuación de manera simplificada como "escáner" o "escaneo", en combinación, por ejemplo, con una fresadora. El escáner forma junto con la fresadora y un dispositivo de procesamiento electrónico de datos adecuado un sistema CAD-CAM (diseño asistido por ordenador - fabricación asistida por ordenador), en particular para la fabricación de implantes dentales de oro o platino. La recuperación de materia prima se puede implementar preferentemente al estar equipada, por ejemplo, la fresadora usada con dispositivos, por ejemplo, para aspirar las virutas o el polvo de oro o platino. Considerando los altos costes de la materia prima como el oro o el platino, se obtiene así ventajosamente una reducción esencial de los costes de fabricación de implantes dentales de oro o platino.

- 20 Según otro ejemplo se sigue mejorando la tecnología de escáner dada a conocer por las publicaciones mencionadas al inicio.

- 25 Esto se consigue, por una parte, mediante una regulación automática de la intensidad de la luz láser usada. A este respecto, la reflectividad, por ejemplo, de la superficie del diente que se va a medir, se determina preferentemente por medio de la intensidad, por ejemplo, de la luz capturada por un chip CCD. Sobre la base del resultado de la determinación se reajusta a continuación la intensidad de la luz láser. La mejora de esta configuración radica en que de esta manera se reducen los errores de medición por subcontrol o sobrecontrol de la señal de medición.

- 30 La tecnología de escáner se mejora, por otra parte, mediante un aumento de la velocidad al evaluar la cámara/el chip CCD, en vez de un cuadro completo integrado por dos semicuadros compuestos, estos dos semicuadros que muestran vistas diferentes. Las vistas diferentes se crean mediante distintas posiciones relativas de la superficie que se va a registrar, por ejemplo, de un diente, y del dispositivo para la grabación de esta superficie (por ejemplo, una cámara con un chip CCD o un chip CCD solo).

- 35 En particular, la mejora anterior y, en general, la tecnología de exploración usada se pueden perfeccionar ventajosamente al activarse el láser en forma pulsada, de manera similar a un efecto estroboscópico, y al desplazarse en particular continuamente, por ejemplo, la mesa que soporta el objeto, cuya superficie se debe registrar, por ejemplo, un diente o un modelo del mismo. Mediante el rayo láser pulsado se toman instantáneas o "imágenes fijas" de cada posición del objeto respecto a la cámara, ya que el objeto está detenido aparentemente durante el corto tiempo de exposición a un pulso de rayo láser y se puede grabar con la cámara en esta posición. Se prefiere en particular que cada impulso láser individual esté acoplado a la grabación de un semicuadro.

- 45 Otra mejora de la tecnología de escáner consiste en un proceso de calibración que corrige distintas distorsiones espaciales de los valores de medición determinados. A este respecto, un cuerpo se mide desde distintas vistas. Las mediciones se agrupan mediante un algoritmo de correspondencia (matching). Los errores de solapamiento, que se producen en distintos puntos del objeto durante esta agrupación, se analizan a fin de detectar variaciones en todas las direcciones espaciales. Estas variaciones dan como resultado errores de calibración, a partir de los que se calculan a su vez parámetros de calibración en todas las direcciones espaciales y rotaciones espaciales. Estos parámetros de calibración pueden ser tenidos en cuenta después automáticamente por el dispositivo de procesamiento electrónico de datos durante la realización ulterior de mediciones, lográndose así ventajosamente un aumento de la precisión de la medición. Otros detalles al respecto se derivan del ejemplo de realización representado en la figura 1.

- 55 Asimismo, la tecnología de escáner se mejora según el estado de la técnica indicado arriba al disponerse un chip CCD (o en general un dispositivo para el registro de superficies) de manera que, por ejemplo, líneas de cámara queden situadas en perpendicular, por ejemplo, a la dirección de desplazamiento de la mesa de medición, sobre la que está instalado el objeto que se va a registrar, teniendo en cuenta el ángulo de Scheimpflug. Otros detalles al respecto están representados en el ejemplo de realización según la figura 2. De esta forma se logra un mejor aprovechamiento del campo de medición para medir, por ejemplo, dientes, debiéndose tener en cuenta que los chips comercializados no son cuadrados.

- 65 La tecnología de escáner conocida se puede mejorar además al preverse y disponerse, en correspondencia con la presente invención, ejes de desplazamiento y de pivotado del portaobjeto, del objeto y/o de la cámara de manera que sea posible ver todos los rebajes existentes en el maxilar. Esto tiene la ventaja de que se puede usar una medición/estrategia de medición completamente automática.

Según otro ejemplo, diversos módulos de procesamiento electrónico de datos se usan ventajosamente, por ejemplo, en distintos campos de la medicina dental.

En este sentido, un ejemplo crea una tecnología de escáner equipada con un dispositivo de procesamiento electrónico de datos, preferentemente en forma de un ordenador estándar con software especial como dispositivo de control, que es adecuado para archivar, por ejemplo, datos tridimensionales del maxilar, en particular datos de superficie. El archivo sirve para sustituir las formas de archivo, existentes hasta el momento, de tales datos en forma de modelos de escayola. En muchos sectores de la medicina dental era necesario hasta ahora guardar modelos de escayola de pacientes durante un período de hasta 10 años, lo que requería un espacio enorme. Sin embargo, el archivo electrónico de estos datos no sólo soluciona el problema de la necesidad de espacio, sino que posibilita también un uso más rápido, fácil y económico de los datos archivados. Así, por ejemplo, es posible registrar y almacenar datos de medición en 3D de superficies de dientes previamente sanos. Esto permite años después, por ejemplo, cuando hay que sustituir un diente, una reconstrucción del diente en forma de un implante dental que se puede fabricar, por ejemplo, sobre la base de los datos archivados mediante la generación de sus superficies por fresado.

Sin embargo, un archivo electrónico de datos del maxilar/datos dentales se puede usar ventajosamente también desde muchos otros puntos de vista. Así, por ejemplo, estos datos permiten copiar la mordida del maxilar superior e inferior mediante un dispositivo de procesamiento electrónico de datos adecuado. Esto se puede llevar a cabo en particular al medirse primero el maxilar inferior y al colocarse a continuación un registro oclusal (impresión en la boca del paciente mientras muerde) sobre el maxilar inferior y medirse nuevamente. Por tanto, ambas superficies dentales se determinan en la situación de mordida. Los dos juegos de datos se pueden visualizar por separado o conjuntamente y todos los análisis dentales asociados a los mismos se pueden ejecutar, por ejemplo, cualitativa o cuantitativamente (en forma de mediciones de distancia o volumen). Para completar esto se puede medir también todo el maxilar superior y referenciar espacialmente mediante el registro oclusal y, por ejemplo, un software de correspondencia (matching). Asimismo, se pueden simular movimientos de masticación en el ordenador mediante la grabación de los movimientos maxilares y del registro oclusal. La referencia de los datos de medición del maxilar superior e inferior se puede usar también para la modulación del implante dental en relación con la tecnología CAD-CAM.

Otra variante de un ejemplo consiste en una tecnología de escáner equipada con un dispositivo de procesamiento electrónico de datos, por ejemplo, un ordenador estándar con un software correspondiente como dispositivo de control, a fin de poder copiar también la mordida del maxilar superior e inferior, en particular para un tratamiento de ortodoncia. El plan de tratamiento, por ejemplo, para un aparato dental, se puede simular al dividirse la dentadura en grupos de dientes hasta dientes individuales, por ejemplo, en el software. Tales grupos/dientes individuales se pueden mover y las posiciones finales se pueden simular. Esto permite dar respuesta a preguntas sobre si hay espacio necesario en la cresta alveolar y sobre cómo se verá la mordida después del tratamiento. El tratamiento se puede controlar mediante otros dispositivos de procesamiento electrónico de datos/software que pueden estar ensamblados de forma modular. Después de intervalos de tiempo se puede volver a escanear un maxilar. Las imágenes sucesivas cronológicamente se pueden reproducir como "película" interpolada. Esto posibilita una comparación entre el desarrollo del tratamiento real y el tratamiento planificado y la identificación/ejecución de correcciones. Además, estas series de imágenes se pueden archivar y usar como pruebas, por ejemplo, en procesos judiciales. Se facilita y se acelera también la comunicación con peritos y compañías de seguro.

Otro punto de vista de un ejemplo consiste en una tecnología de escáner que está equipada con un dispositivo de procesamiento electrónico de datos/control electrónico (por ejemplo, mediante software) para poder copiar también, por ejemplo, la mordida del maxilar superior e inferior, en particular para el tratamiento de ortodoncia. En el marco de este aspecto está prevista especialmente la incorporación de datos de medición del hueso maxilar (determinados, por ejemplo, con un tomógrafo computarizado) mediante un software de correspondencia adecuado. El plan de tratamiento (por ejemplo, una operación del maxilar) se simula al dividirse, por ejemplo, en un software, la dentadura, el maxilar y el hueso maxilar en grupos de dientes/secciones de maxilar (hasta dientes individuales). Los grupos/dientes individuales se pueden mover y las posiciones finales se pueden simular. Esto permite dar respuesta a preguntas sobre si hay espacio necesario y sobre cómo se verá el paciente después del tratamiento. En este caso se puede usar otro módulo de procesamiento electrónico de datos/software para controlar el tratamiento. Después de intervalos de tiempo se escanea respectivamente el estado actual. Las imágenes tomadas durante ese tiempo se pueden reproducir como "película" interpolada. El desarrollo del tratamiento real se puede comparar con el tratamiento planificado y de esta comparación se pueden derivar correcciones eventualmente necesarias. Este aspecto de la presente invención posibilita ventajosamente la planificación y simulación de implantes. Resulta ventajoso también que estas series de imágenes archivadas se puedan usar como pruebas en procesos judiciales eventuales y que la comunicación con peritos y compañías de seguro sea más fácil y rápida.

Por último, en el marco de un ejemplo se dispone además de un soporte de datos de pacientes, por ejemplo, una tarjeta chip, que contiene todos los datos relacionados con la salud y las enfermedades del paciente. Tal soporte de datos individual puede estar integrado en un sistema de gestión y archivo que contiene en particular dispositivos de almacenamiento descentralizados para archivar grandes cantidades de datos, a los que se puede acceder mediante

dispositivos de acceso en el soporte de datos. Así, por ejemplo, es posible archivar y acceder fácilmente también a datos dentales básicos del paciente que pueden contener datos en 3D del maxilar y de dientes individuales y superficies dentales y estructuras internas de dientes individuales, así como datos de producción del implante usado (datos del material y, por ejemplo, del fresado). Además, se almacenan datos del seguro médico, radiografías digitales, médicos responsables del tratamiento anterior y actual y, en general, toda la historia clínica de un paciente. En el marco de la invención pueden estar previstos también equipos de lectura y evaluación especiales, integrados en determinadas circunstancias en el sistema. Las ventajas obtenidas de este modo son, por ejemplo, un archivo doble sobre el paciente, mejores posibilidades de seguimiento por parte de compañías de seguro médico y una disponibilidad de los datos también en caso de realizarse un cambio de domicilio.

Es objeto también de un ejemplo otra variante/configuración para la realización de una medición pulsada, como ya se mencionó básicamente más arriba.

Un dispositivo o sistema para el registro de superficies correspondientes se compone, por ejemplo, de una mesa lineal, una cámara CCD, una tarjeta digitalizadora de vídeos y un módulo de línea láser. Para obtener los datos, la línea láser se proyecta permanentemente sobre el objeto de medición. La mesa de medición mueve paso a paso el objeto a través de la disposición de medición (línea láser y chip CCD). Después de cada paso se realiza una medición.

El proceso previo se desarrolla exactamente de la siguiente manera: La mesa de medición se mueve a una posición inicial y se detiene. El objeto debe descansar para que un "desenfoco" de la imagen no provoque mediciones imprecisas. Después, la cámara CCD lee una línea (cuadro completo) y transmite la señal a la tarjeta digitalizadora de vídeos. A continuación, la mesa se acelera (rampa de aproximación). Después, la mesa se vuelve a frenar y se detiene en una posición predefinida (rampa de frenado). La cámara CCD lee ahora la próxima línea. Todo el proceso se realiza en una oscuridad total. El diodo láser se puede regular sólo hasta una cierta potencia para que la señal no esté sobrecontrolada.

Según un ejemplo innovador está previsto que la línea láser se proyecte de manera estroboscópica sobre el objeto de medición, es decir, que los flashes se proyecten regularmente en forma de una línea láser sobre el objeto. La mesa de medición mueve continuamente el objeto a través de la disposición de medición (línea láser, chip CCD). Con cada flash se lleva a cabo a la vez una medición. La mesa de medición se mueve en particular a una velocidad controlada/supervisada que está adaptada al control del flash. En intervalos preferentemente regulares (tiempo o recorrido de la mesa) se emite un flash y se lee a la vez un semicuadro del chip CCD. Esta señal se transmite a la tarjeta digitalizadora de vídeos y se evalúa mediante un software especial. La duración del flash es tan corta que resulta insignificante un "desenfoco" que podría producirse debido a un movimiento continuo de la mesa.

Con la variante anterior, el procedimiento de medición se acelera en un factor 5, ya que los tiempos de aproximación y frenado de la mesa desaparecen y los flashes se pueden sincronizar tan rápidamente que es posible realizar la lectura con semicuadros. Otra ventaja radica en la posibilidad de configurar el control de manera más económica, ya que sólo se ha de garantizar un avance uniforme y no se ha de regular una posición de descanso exacta. Es ventajoso además que se puedan seguir usando las disposiciones optomecánicas existentes hasta el momento, ya que la presente innovación existe o se puede implementar en relación con el control, la regulación y el software para los componentes. Es ventajoso asimismo que el flash usado sea esencialmente más intenso que la señal láser usada antes, lo que permite realizar también la medición con luz natural y hace innecesario oscurecer el espacio de medición, reduciéndose así esencialmente el trabajo, el coste y el tiempo requerido en particular durante el cambio de objetos de medición.

Además de las especificaciones técnicas sobre el tema "láser estroboscópico", etc., ya descritas arriba, el marco de un ejemplo comprende también realizaciones mecánicas que merecen ser protegidas y pueden ser protegidas respecto a su concepto, configuraciones concretas y procedimientos operativos, tanto en combinación entre sí como cada una por separado.

Especialmente en comparación con el estado técnico del dispositivo para la fabricación de un implante dental según el documento EP 98115809.0, la presente publicación contiene una serie de conceptos y configuraciones que abaratan drásticamente la fabricación de un equipo correspondiente y hacen su funcionamiento más seguro, así como constituyen en general mejoras en relación con la instrucción técnica del documento EP 98115809.0. Además, estos aspectos de la presente invención representan variantes y combinaciones ventajosas y preferidas de la tecnología dada a conocer en los documentos DE 44 39 307 A1 y DE 197 21 688 A1, cuyo contenido completo, al igual que el contenido de la solicitud de patente EP 98115809.0, está incorporado íntegramente por referencia en la presente documentación a fin de evitar repeticiones idénticas. Las características individuales y las combinaciones de características se pueden combinar, aunque no de manera forzosa o exclusiva, con la técnica estroboscópica explicada más arriba.

La invención y los ejemplos se explican detalladamente a continuación, sólo a modo de ejemplo, por medio de ejemplos de realización con referencia al dibujo. Muestran:

- Fig. 1a, 1b una vista esquemática en planta de un maxilar o una vista frontal de un maxilar con franjas de exploración representadas según el estado de la técnica;
- Fig. 1c, 1d una vista esquemática en planta de un maxilar o una vista frontal de un maxilar con franjas de exploración representadas según la invención;
- 5 Fig. 2a una vista esquemática en perspectiva de un objeto de medición en forma de un diente;
- Fig. 2b una vista esquemática del objeto de medición de la figura 2a con franjas de exploración representadas según el estado de la técnica;
- Fig. 2c una vista esquemática de una imagen de señal de una línea de exploración de la figura 2b;
- Fig. 2d una vista esquemática del objeto de medición de la figura 2a con franjas de exploración representadas según la invención;
- 10 Fig. 2e una vista esquemática de una imagen de señal de una línea de exploración de la figura 2d;
- Fig. 3 una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de realización de un dispositivo para el registro de superficies, de manera oblicua desde arriba;
- Fig. 4 una representación a escala ampliada de una parte de la figura 3;
- 15 Fig. 5 una vista esquemática en perspectiva del ejemplo de realización del dispositivo para el registro de superficies de la figura 3, de manera oblicua desde arriba, con otro ajuste y a escala ampliada;
- Fig. 6 una vista esquemática en perspectiva del ejemplo de realización del dispositivo para el registro de superficies de la figura 3, de manera oblicua desde abajo y a escala ampliada;
- Fig. 7 una vista esquemática en perspectiva del ejemplo de realización del dispositivo para el registro de superficies de la figura 3, de manera oblicua desde abajo y a escala ampliada, así como ligeramente girada en comparación con la vista de la figura 6;
- 20 Fig. 8 una representación gráfica de un maxilar con posiciones de líneas de medición, representadas esquemáticamente, sobre la base de datos escaneados según la invención;
- Fig. 9 una representación gráfica del maxilar de la figura 8 con dientes mecanizados según la invención;
- 25 Fig. 10 una vista parcial esquemática de un maxilar para explicar otro aspecto de la invención;
- Fig. 11 una vista lateral esquemática de un simulador de masticación y mordida para explicar otro aspecto de la invención; y
- Fig. 12 una vista lateral esquemática de un maxilar de la figura 11 en un dispositivo para el registro de superficies.

En las figuras individuales del dibujo, las partes iguales o similares o las partes con un funcionamiento igual o similar están provistas de los mismos números de referencia o representadas de manera comparable, de modo que un técnico puede reconocer, dado el caso, sin dificultad las partes, así como las combinaciones, las funciones y el modo de funcionamiento de las mismas simplemente a partir de la observación de las figuras del dibujo, su comparación y/o los datos descritos a continuación, aunque no aparezcan o se muestren explícitamente referencias entre las figuras individuales y/o entre las figuras y el texto.

En primer lugar se explica un procedimiento de medición convencional para comprender el funcionamiento de un equipo correspondiente. Este procedimiento de medición es usado, por ejemplo, por la firma DCS Forschungs- und Entwicklungs AG, en Allschwil, Suiza, y ya fue dado a conocer al público además en 1999. Este procedimiento de medición se mejora claramente en el marco de la presente invención.

Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente la exploración de un maxilar K en una vista en planta o una vista frontal. Así, por ejemplo, se registran cinco franjas de medición S1, S2, S3, S4 y S5 una al lado de otra. Las cinco franjas de medición S1 a S5 se solapan en las zonas B representadas con rayas en la figura 1a y omitidas en la figura 1b para una mejor comprensión. La figura 1b sirve sólo para ilustrar la posición de las franjas de medición S1 a S5 en la vista frontal del maxilar K, así como la dirección de la radiación de exploración según las flechas P. Las zonas de solapamiento B permiten agrupar los datos de las franjas de medición individuales mediante procedimientos de correspondencia (matching) para formar una imagen completa del maxilar K.

La variante de la tecnología anterior está representada asimismo en las figuras 1c y 1d en una vista en planta o una vista frontal. En el caso de este método y con los dispositivos correspondientes se generan franjas de medición S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 y S13 que se componen, sin embargo, sólo de los llamados semicadros, de modo que se generan y se tratan más franjas de medición que en la variante según las figuras 1a y 1b, pero estas franjas de medición funcionan bien con una cantidad de datos claramente menor. La posición de las franjas de medición S6 a S13 está representada en la vista en planta de la figura 1c respecto al maxilar K. Las direcciones de radiación están representadas esquemáticamente en la figura 1d mediante las flechas P1, P2, P3 y P4 a modo de ejemplo para las franjas de medición S6, S11, S13 o S10. En la figura 1c están representadas a su vez con rayas las zonas de solapamiento B de las franjas de medición contiguas individuales. Como resultado de las direcciones de radiación para las franjas de medición individuales, modificadas respecto al estado de la técnica, se obtienen datos más precisos sobre el maxilar K, y específicamente con un volumen de datos y procesamiento menor que en el estado de la técnica, ya que sólo se usan semicadros.

La figura 2a muestra en una vista esquemática en perspectiva un objeto de medición individual en forma de un diente Z instalado sobre un recipiente de medición M que con este fin está lleno, por ejemplo, de una pasta moldeable, en la que está encajado el extremo inferior del diente Z (no visible).

En la figura 2c está representada esquemáticamente la posición de las franjas de medición o líneas de medición S para este objeto de medición Z, y la figura 2c muestra la imagen de señal para una franja de medición o una línea de medición Sx, en la que se obtiene sólo un punto de medición Dx. En la figura 2b está representada además la dirección de lectura (dirección de líneas) con la flecha A1. La suma de todas las franjas de medición o líneas de medición S forma la superficie de un chip C como dispositivo para el registro de imágenes, pudiéndose tratar en este caso, por ejemplo, de un chip CCD o de cualquier otro sistema de cámara.

Por el contrario, en una línea de medición o una franja de medición S se obtiene una pluralidad de puntos de medición, por ejemplo, Dy1 y Dy2 o Dza a Dzn, como muestran las figuras 2d y 2e, que son representaciones análogas a las figuras 2b o 2c. La dirección de lectura está indicada aquí con la flecha A2 en la figura 2d y el chip C, así como la posición de las franjas de medición o líneas de medición S están giradas, por consiguiente, en 90° respecto al estado de la técnica. Mediante esta disposición se obtienen dos puntos de medición Dy1 y Dy2 en la línea de medición Sy. La medición en la línea Sz produce incluso una pluralidad de puntos de medición Dza hasta Dzn. Para llevar a cabo la evaluación, la disposición del chip se calcula y se simula después preferentemente mediante un software, como en el estado de la técnica (véase figura 2b). Sin embargo, la dirección de lectura, obtenida así nuevamente como en el estado de la técnica, contiene a su vez por cada línea o renglón varios puntos de medición que se pueden calcular primero como punto 1, después como punto 2, etc. Mediante este aspecto se obtienen más informaciones con un esfuerzo menor debido al uso sólo de semicuadros, de modo que según la invención se incrementa aún más la precisión en comparación con el estado de la técnica mencionado.

En las figuras 3 y 4, que son una representación a escala ampliada de una parte de la figura 3, está representado un dispositivo para el registro de superficies 1 con un sistema óptico de láser 4, del que parte un rayo de línea láser L. El punto de intersección del rayo de línea láser L con el campo visual rectangular F, que parte del objetivo, define el campo de medición F. Cada uno de los objetos, que se va a medir, debe pasar a través de este campo de medición F. Esta particularidad se aplica también a las configuraciones según las figuras 5, 6 y 7, aunque no se muestre aquí para poder representar las demás características. A fin de evitar repeticiones, este aspecto no se menciona más al abordarse a continuación las figuras 5, 6 y 7; sin embargo, el técnico puede reconocer y comprender, por supuesto, la posibilidad de usar aquí también esta técnica.

Para evitar repeticiones se hace referencia a continuación también a las figuras 5, 6 y 7, siempre que la configuración sea idéntica o comparable.

El "paso a través" del campo de medición F se implementa mediante una guía lineal 83 (o número de referencia 4' en las figuras 5 y 6). Para poder posicionar varios objetos individuales, en particular dientes, dentro del campo de medición, un plato giratorio 33 (o número de referencia 5 en las figuras 5, 6 y 7) rota el recipiente de medición 84 al recipiente de medición 84 (los recipientes de medición están identificados con el número de referencia 8 en la figura 5). En la figura 3 están representados a modo de ejemplo sólo dos recipientes de medición 84 (en la figura 5 están representados asimismo, por ejemplo, sólo dos recipientes de medición 8), pudiéndose montar en total, por ejemplo, siete unidades.

Si un recipiente de medición 84 (u 8 en la figura 5), que está provisto de un diente, llega al campo de medición, se detiene la rotación del plato giratorio grande 33 (ó 5 en las figuras 5, 6 y 7). El plato giratorio 33 (ó 5 en las figuras 5, 6 y 7) sirve entonces sólo para posicionar los recipientes 84 (u 8 en la figura 5), provistos de dientes individuales, y/o un maxilar, lo que se abordará más adelante. La medición en sí se lleva cabo, como se explicó arriba, mediante un movimiento lineal de la mesa de medición 53 sobre los apoyos lineales 83 ó 4' (figura 5).

Se crea una franja de medición que ve sólo un lado del diente que se va a medir. Para poder registrar otras franjas de medición desde otros ángulos de observación, el recipiente 84 (u 8 en la figura 5), que está situado en la zona de medición, se puede girar alrededor de un eje propio entre las mediciones individuales. Esto produce, por ejemplo, ocho vistas, o el recipiente 84 (u 8 en la figura 5) se gira en 45° respectivamente alrededor de su propio eje entre las mediciones. En este caso se crean ocho franjas de medición desde distintas vistas. En varias franjas de medición aparecen partes de las informaciones obtenidas sobre la superficie. Mediante estas zonas de solapamiento, los dispositivos o procedimientos adecuados en forma, por ejemplo, de un software de correspondencia ya explicado más arriba, pueden agrupar las franjas de medición individuales para crear una imagen superficial completa en 3D de un diente individual con una alta precisión de medición.

Estos datos permiten ahora fresar el juego de datos interno de una corona dental. Además de las coronas individuales se pueden agrupar también múltiples dientes individuales para formar un puente. Para poder fresar los puentes se ha de registrar lo más rápido posible la posición espacial de varias coronas individuales entre sí. A tal efecto, un modelo de maxilar completo se mide del mismo modo que el diente individual. Se coloca sobre un plato giratorio adicional 26 que está previsto en el plato giratorio 5 en la figura 5.

El resultado se puede observar en la imagen de la figura 8 (la dirección de las franjas de medición está representada con cinco líneas blancas (a modo de ejemplo se indican las referencias I1, I2, I3 y, por lo demás, sólo están representadas las líneas). Este resultado de medición no contiene todos los datos del maxilar, pero sí se dispone de suficientes datos externos para poder hacerlo automáticamente con los datos de los muñones individuales.

Mediante dispositivos o procedimientos adecuados se inicia a continuación una búsqueda de software para adaptar los datos entre sí. El resultado se observa en la imagen de la figura 9. Los dos juegos de datos destacados del primer diente, arriba a la izquierda, y del próximo diente en el modelo de maxilar después del espacio vacío representan los dientes individuales referenciados.

5 A continuación se muestran y explican otras mejoras.

10 Con referencia a las figuras 5, 6 y 7, representando la figura 5 una vista en planta en perspectiva y las figuras 6 y 7 vistas inferiores en perspectiva del mismo dispositivo, un plato giratorio 5 sirve para transportar distintos recipientes de medición 8 para dientes individuales hacia la disposición de medición por láser (véase figura 3). Este plato giratorio 5 se acciona con una rueda de fricción 15 (véase figura 6). Esta rueda de fricción 15 se presiona frontalmente contra el plato giratorio 5 mediante una chapa de muelle 24 (véase figura 6). De esta manera se compensa un desgaste eventual de una superficie de caucho o del material de caucho de la rueda de fricción 15.

15 La posición del plato giratorio 5 se determina mediante un disco decodificador 28. En el presente caso, el disco está diseñado como chapa 28 (figura 6) que presenta ranuras 100 situadas exactamente en los puntos, en los que se encuentran las posiciones de parada necesarias. Las ranuras 100 se detectan mediante una barrera de luz 33 (véase figura 6). Con un dispositivo o un procedimiento adecuado, un software de control evalúa las señales de la barrera de luz y pone en marcha/detiene la mesa o el plato 5. El plato giratorio 5 contiene siete posiciones/recipientes para dientes individuales. Si un trabajo presentara más de siete preparaciones/dientes (como máximo son posibles 14 por maxilar), el trabajo se puede escanear en 2 lotes.

Las ventajas de los dispositivos explicados arriba son las siguientes:

- 25
- costes de fabricación muy favorables y disponibilidad en cualquier parte,
 - ausencia de desgaste,
 - marcha suave, y
 - detección exacta de la posición.

30 De manera alternativa a la rueda de fricción 15 se puede usar también, por ejemplo, una rueda de correa o una correa dentada.

35 Como estado de la técnica se hace referencia a un escáner de la firma DCS Forschungs- und Entwicklungs AG, en Allschwil, Suiza, que se presentó al público por primera vez en la feria especializada IDS celebrada en Colonia en el año 1999.

40 En este estado de la técnica, el plato giratorio 5 se usa con el mismo fin y tiene además un dentado exterior. El plato se acciona mediante una pequeña rueda dentada de plástico. Las secciones del trayecto/los ángulos de giro se recorren mediante una cantidad de pasos de procedimiento definidos en el software. No existe una notificación al control sobre si se cumple además el ángulo. El plato contiene 14 recipientes que permiten medir como máximo 14 muñones por maxilar mediante un escaneo. Esta técnica, ya conocida, tiene las siguientes desventajas:

- 45
- el dentado exterior resulta muy costoso y extremadamente difícil de suministrar,
 - la pequeña rueda dentada de plástico está sometida a un fuerte desgaste,
 - la marcha es ruidosa,
 - no existe notificación respecto a la posición a lo largo del trayecto, y
 - los 14 recipientes necesarios (en vez de preferentemente los siete usados en el presente caso) generan costes desproporcionadamente altos para el caso improbable de que haya más de siete muñones dentales continuos por trabajo; los 14 recipientes requieren además un espacio constructivo
- 50 muy grande y determinan el tamaño y el peso.

Con otras medidas se puede abaratar además la construcción del bastidor. A tal efecto, el bastidor del equipo/dispositivo está suspendido de dos barras guía 83 (véase figuras 3 y 4). Por tanto, todo el bastidor del equipo está compuesto sólo de dos partes laterales 2 (véase figuras 3 y 4), las barras guía 83 (véase figuras 3 y 4), así como una placa óptica (figura 5). Las imprecisiones, que se producen debido al diseño mecánico de la guía de barras lineales, se compensan mediante software (por ejemplo, mediante las llamadas "lookup tables" (tablas de consulta). Un husillo de precisión 94 (véase figuras 3 y 4) está colocado en el lado de la mesa desplazable, en el que se encuentra la disposición de láser. De esta manera, los errores en el ángulo del husillo tienen un efecto menor. Las ventajas de esta configuración radican en los bajos costes de fabricación, la alta precisión, el peso de transporte claramente menor y una construcción más pequeña.

60 En relación con la configuración explicada antes, en el caso del dispositivo dado a conocer por la firma DCS Forschungs- und Entwicklungs AG, en Allschwil, Suiza, se usan guías lineales pulidas con jaulas de bolas, en vez de dos guías de barra lineal. Esto hizo necesario una construcción de bastidor maciza, integrada por 8 partes, que se debía fabricar con una alta precisión a partir de placas de metal macizo. Por razones de espacio, el husillo de

accionamiento se pudo colocar sólo en el lado de la mesa desplazable, opuesto a la disposición de láser, lo que provoca errores angulares al existir una ligera holgura en el husillo.

5 Otra mejora respecto al estado de la técnica consiste en proteger eléctricamente el diodo láser. A tal efecto, el sistema óptico de láser, el diodo láser y el sistema electrónico de control del diodo láser están alojados conjuntamente en una carcasa de metal. Las ventajas obtenidas de esta manera radican en una mejor protección del diodo, en particular contra cargas electrostáticas externas, así como una sustitución rápida en caso de reparaciones.

10 En el estado de la técnica, en forma del dispositivo dado a conocer por la firma DCS Forschungs- und Entwicklungs AG, en Allschwil, Suiza, el sistema electrónico y el diodo están dispuestos por separado. Cuando se retira la carcasa del aparato, ambos componentes quedan expuestos, de modo que el personal de servicio puede tocar las partes y dañar así el sistema óptico.

15 Asimismo, es posible realizar mejoras en el ajuste de modelos de maxilar en comparación con el estado de la técnica. Para poder ajustar óptimamente a la zona de medición los modelos de maxilar que se van a medir, se necesita una plantilla 54 (véase figura 5). Dado que hay modelos de maxilar con diámetros distintos (por ejemplo, para niños y adultos), el modelo de maxilar se debe adaptar al tamaño correspondiente. Con este fin, por ejemplo, 3 contornos de ajuste distintos I, II y III se graban o se colocan de otra forma adecuada en el disco de plexiglás transparente, con el que está fabricada preferentemente la plantilla 54.

20 Además, se pueden obtener otras mejoras al girarse los recipientes individuales, por ejemplo, en 45° respectivamente. El plato giratorio 5 (figuras 5, 6 y 7) transporta los recipientes individuales 8 hacia la posición de medición situada delante de la rueda de fricción 15. Durante el desplazamiento del plato giratorio 5 se genera automáticamente el contacto por fricción entre el recipiente 8 y la rueda de fricción 15. La innovación consiste en que la rueda de fricción 15 está hecha de caucho o tiene al menos una superficie de rodadura de caucho, mientras que la contrarrueda 7 está hecha de metal macizo. Las ventajas en este caso radican en un precio menor, una fabricación simple, así como una gran duración. En el estado de la técnica según el dispositivo de la firma DCS Forschungs- und Entwicklungs AG, en Allschwil, Suiza, la rueda de fricción está fabricada de metal y todas las contrarruedas están cubiertas con anillos en O fabricados de caucho. Las desventajas de esto radican en que los anillos en O se rompen después de cierto tiempo y los costes de fabricación son altos.

25 Otro aspecto de la invención se explica con referencia a la figura 10, en la que están representados 3 muñones dentales 101 compuestos respectivamente de una pieza tallada 101a y una zona de diente residual 101b. El tallado es realizado manualmente por un dentista y provoca forzosamente rebajes 102 que resultan diferentes respecto a la forma, la posición y al tamaño cuando se observan varios dientes individuales, situados uno al lado de otro, o sus muñones 101.

30 A fin de construir una prótesis planificada 103, cuya silueta general está representada con líneas discontinuas a modo de ejemplo en el muñón 101 mostrado completamente a la izquierda de la figura 10, sobre los muñones dentales 101 se fabrica primero para al menos un muñón 101 una llamada cofia 104 que, por lo general, se puede deslizar sobre el muñón 101 exactamente en una dirección de inserción o montaje según la flecha E. En este caso no es posible que la cofia 104 llene los rebajes 102, pues de lo contrario ya no sería posible el deslizamiento. En el caso mostrado en relación con el presente ejemplo de realización, 3 muñones 101 están situados uno al lado de otro y 3 cofias 104 están agrupadas de manera correspondiente para formar un puente al estar unidas respectivamente las cofias contiguas 104 mediante un elemento de unión 105 respectivamente.

35 Al configurarse la totalidad de las cofias 104 se debe determinar entonces una dirección óptima de inserción o montaje que minimice los rebajes 102 que se forman también, por ejemplo, debido a la posición oblicua de un muñón 101 respecto a los demás muñones 101, como aparece representado por medio del muñón 101 situado completamente a la derecha en la figura 10.

40 Esto se puede llevar a cabo previamente con ayuda de los datos obtenidos en 3D de los muñones. A tal efecto, como ya se explicó detalladamente en la presente documentación, un juego de datos en 3D se genera mediante un escaneo según la invención y se usa para cálculos de modelo a fin de determinar la dirección óptima de inserción o montaje. En este aspecto del procedimiento según la invención se toman como base sucesivamente distintas direcciones de montaje y por cada uno de los resultados se determina el "espacio muerto" provocado por los rebajes 102. La dirección de inserción óptima A se obtiene al determinarse la variante con el "espacio muerto" más pequeño.

45 En particular, debido a una posición oblicua de un muñón 101 remanente, pero también debido a otras imprecisiones en el mecanizado realizado por el dentista, se pueden presentar casos en los que una cofia debe tener en algunos puntos un espesor de pared de 0 mm en relación con una zona de diente residual 101b. En tal caso en principio no se puede fabricar una prótesis. El procedimiento ulterior exige primero la realización de mecanizados ulteriores más largos y costosos en un muñón dental correspondiente 101, y estos trabajos no garantizan con seguridad un resultado útil.

Además de la optimización, según la invención, de la dirección de inserción E para minimizar los rebajes o "espacios muertos" 102, la presente invención se puede usar para otra mejora del procedimiento de fabricación de prótesis dentales. Por medio de los datos en 3D registrados (escaneados) se pueden preparar recomendaciones para el dentista responsable del tratamiento sobre cuáles son los mecanizados ulteriores en los muñones dentales que permiten obtener más bien una mejora del ajuste y de la estabilidad de la prótesis que se va a fabricar, incluyendo una reducción evidente de los rebajes o de los "espacios muertos" 102. A tal efecto, el procedimiento según la invención se amplía de modo que respecto a un juego de datos registrado en 3D de un muñón dental 101 o una combinación de varios muñones dentales 101 se puede calcular una dirección de montaje óptima para cofias 104, en particular una unión de varias cofias 104 para formar un puente 106, con la condición de que sean posibles cambios de forma en el muñón dental / los muñones dentales 101. Por tanto, el procedimiento y el sistema según la invención sirven no sólo para posibilitar una adaptación a circunstancias dadas en la fabricación y el montaje de cofias 104 o puentes 106, sino también para variar las circunstancias dadas a fin de optimizar el resultado, es decir, la prótesis. Así, por ejemplo, en el caso del procedimiento y del sistema puede estar previsto incorporar una representación gráfica de los muñones, incluyendo, por ejemplo, zonas especialmente coloreadas para mecanizados ulteriores, que sirve de base para desarrollar un diálogo entre un laboratorio dental y un dentista.

La invención con todas sus configuraciones explicadas arriba posibilita también ventajosamente el aseguramiento de la calidad, incluyendo en particular la posibilidad de asignar de manera inequívoca los resultados del tratamiento al dentista que se ocupa de tallar los muñones dentales o al laboratorio dental que fabrica las cofias / las coronas / los puentes. Esto permite resolver claramente por primera vez las cuestiones motivadas por imprecisiones en el ajuste. Además, se puede aprovechar ventajosamente el hecho de que todos los datos iniciales, así como los datos de estados intermedios se pueden archivar continuamente con especial facilidad y con posibilidad de acceso en cualquier momento.

El procedimiento, explicado antes con referencia a la figura 10, y sus variantes son equivalentes a los dispositivos configurados de manera correspondiente que permiten la ejecución de estos procedimientos, por lo que tales dispositivos, que el técnico reconoce de inmediato, sin problemas, como resultado de las representaciones de los procedimientos en sus configuraciones generales y especiales, se consideran como divulgados en la presente documentación.

Otro aspecto se refiere a la generación automática de la superficie de masticación de una prótesis dental, teniendo en cuenta la contramordida (el maxilar superior respecto al maxilar inferior). En el ejemplo de realización, representado en las figuras 11 y 12, están previstos los pasos explicados a continuación:

1. Insertar y ajustar el maxilar superior e inferior 206 ó 207 en un simulador de masticación o articulador 200 con articulaciones de ajuste 201, hasta simularse la situación de mordida, según la figura 11. Los alojamientos 202/202a y 203/203a del maxilar superior e inferior 206 ó 207 tienen una posición espacial que se puede registrar. A tal efecto, los alojamientos 202/202a y 203/203a tienen, por ejemplo, una posición cero definida o una posición cero entre sí. Cada alojamiento 202/202a y 203/203a consta de dos partes y está compuesto respectivamente de una base de alojamiento 202a o 203a, instalada fijamente en el articulador 200, y un soporte de maxilar 202 ó 203, en el que se coloca respectivamente el maxilar superior 206 o el maxilar inferior 207.

2. Leer/grabar, por ejemplo, 6 grados de libertad:

2 posibilidades:

- leer una escala manualmente
- leer transductores

Con el articulador 200 se determina, teniendo en cuenta el maxilar superior e inferior 206 ó 207, la posición óptima/correcta de los alojamientos 202/202a y 203/203a, es decir, realmente de la respectiva base de alojamiento 202a o 203a, según la figura 11. Esto se puede llevar a cabo automáticamente mediante escalas (no mostradas) que están previstas y colocadas con este fin en el articulador 200 o mediante transductores de recorrido y transductores angulares (no mostrados). Se ha de considerar además que el articulador 200 posibilita preferentemente un ajuste entre sí del maxilar superior e inferior 206 ó 207 preferentemente en seis grados de libertad.

3. Insertar el soporte de maxilar correspondiente 202 ó 203 con el modelo de maxilar superior 206 o el modelo de maxilar inferior 207 en un soporte 205 en correspondencia con las bases de alojamiento 202a y 203a del escáner 204 según la figura 12, conociéndose la posición espacial del soporte 205 respecto al sistema de medición o al sistema de datos del escáner 204.

4. Referenciar a continuación mediante software.

5. - Hacer propuestas a partir de la base de datos para la superficie de masticación (por ejemplo, el incisivo),
- adaptar automáticamente el modelo de la base de datos a la situación de contramordida,
- buscar puntos de contacto con datos adicionales, y
- unir la superficie de masticación y el juego de datos interno.

Alternativamente: registrar la posición de maxilar "articulada" mediante el escaneo de una parte del maxilar articulado y unir a continuación los datos del maxilar superior e inferior a estos juegos de datos parciales para generar la posición de mordida.

- 5
- Asimismo, el aspecto explicado antes con referencia a las figuras 11 y 12, se ha de considerar como divulgado desde el punto de vista del procedimiento y del dispositivo, ya que un técnico puede reconocer, sin dificultad, dispositivos adecuados en una configuración general o especial por medio de las explicaciones anteriores.
- 10
- La invención se explica sólo a modo de ejemplo en la descripción y en los dibujos por medio de los ejemplos de realización y no está limitada a esto, sino que comprende todas las variantes, modificaciones, sustituciones y combinaciones que el técnico puede deducir de la presente documentación, en particular en el marco de las reivindicaciones y las explicaciones generales en la introducción de esta descripción, así como la descripción de los ejemplos de realización y sus representaciones en el dibujo, y que puede combinar sobre la base de sus conocimientos técnicos, así como del estado de la técnica, en particular con la inclusión de todo el contenido divulgado de las solicitudes anteriores que se han mencionado en esta descripción.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento, en el que se determina una dirección de inserción óptima para una cofia (104) para un muñón dental (101) o un puente (106) para varios muñones dentales (101) de manera que se minimiza el espacio muerto provocado por los rebajes (102), con los pasos siguientes:

5
generar un juego de datos mediante el escaneo del muñón dental o de los muñones dentales (101), que se usa para cálculos de modelo a fin de determinar la dirección de inserción óptima, tomándose como base sucesivamente distintas direcciones de inserción, para las que se determina en cada caso el espacio muerto provocado por los rebajes (102) y

10
determinar la variante con el espacio muerto más pequeño.

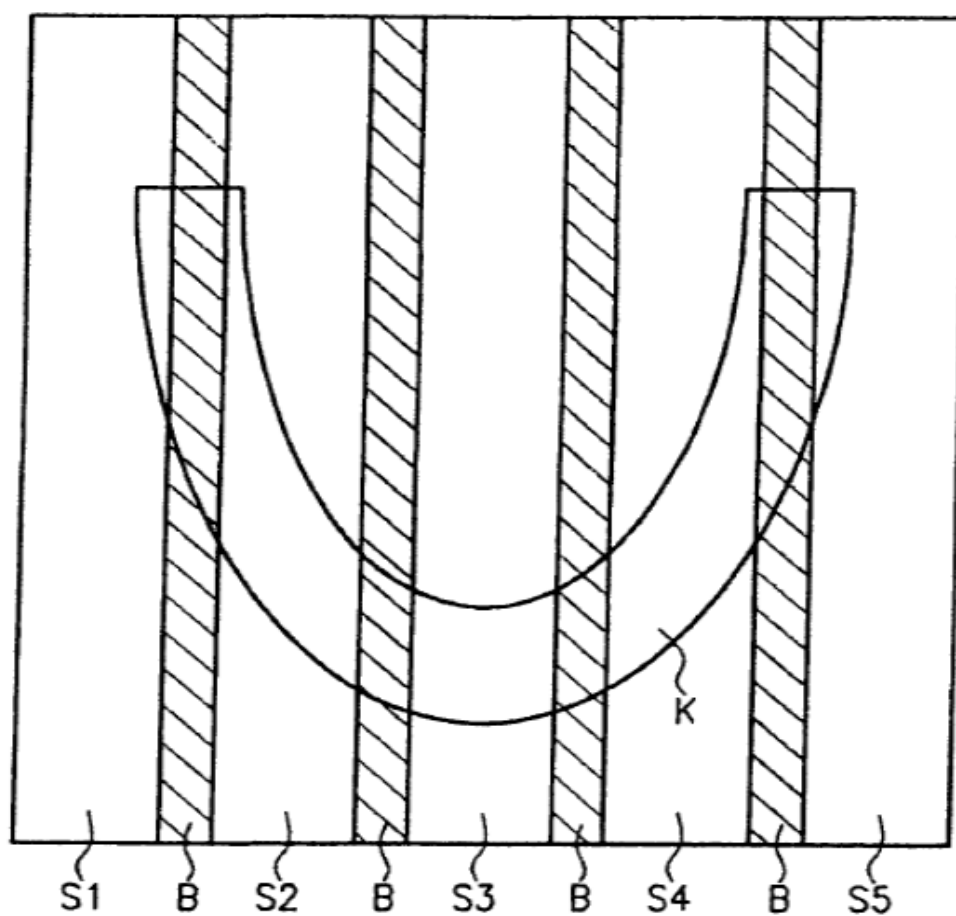


Fig. 1a

Estado de la técnica

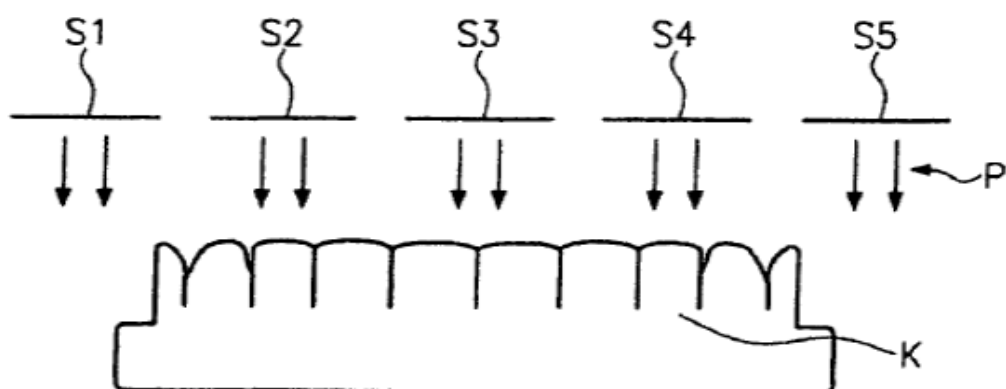


Fig. 1b

Estado de la técnica

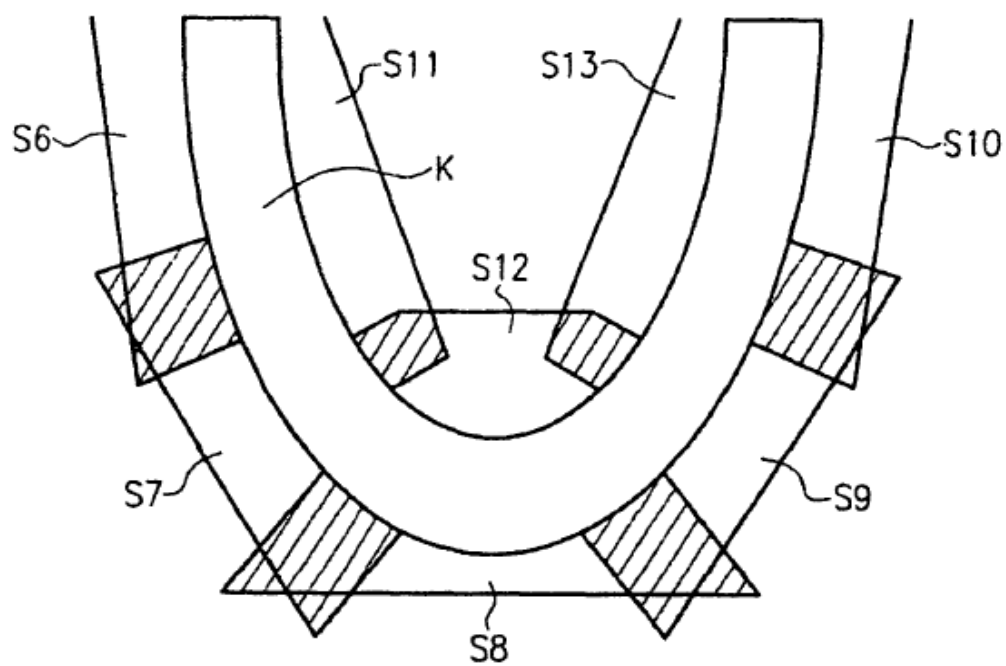


Fig. 1c

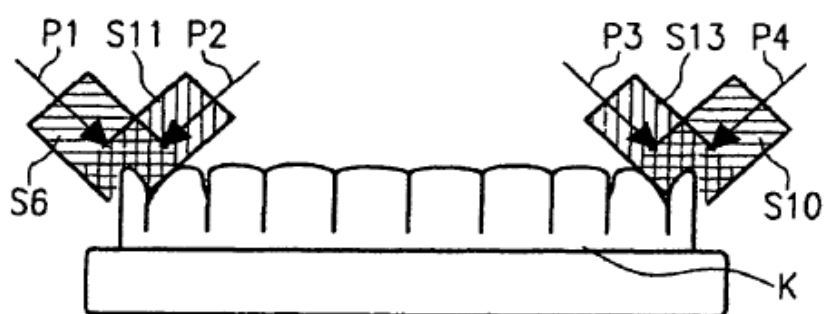


Fig. 1d

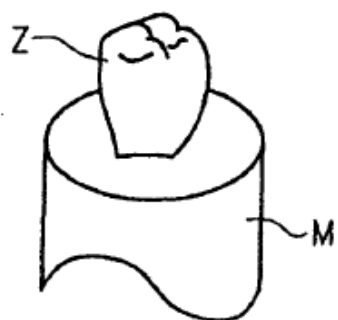
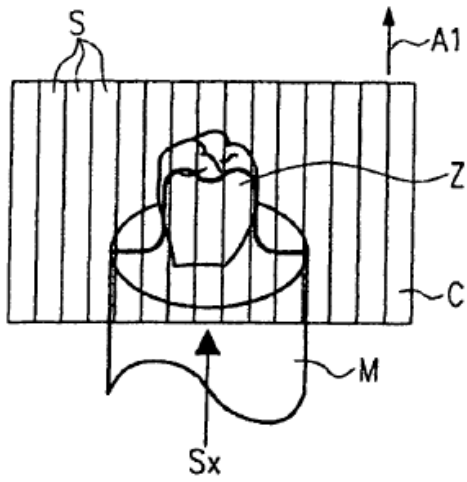
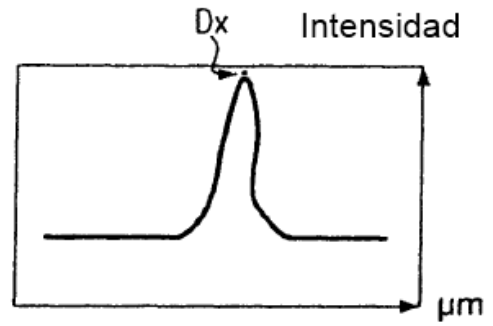


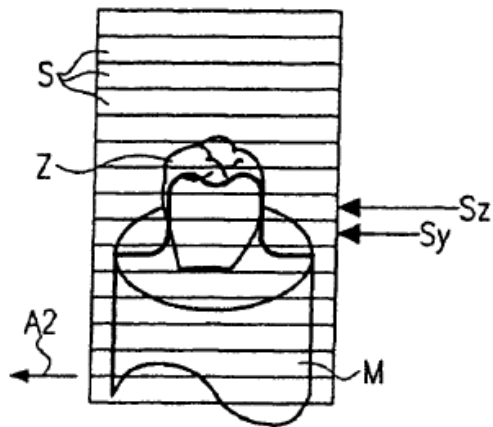
Fig. 2a



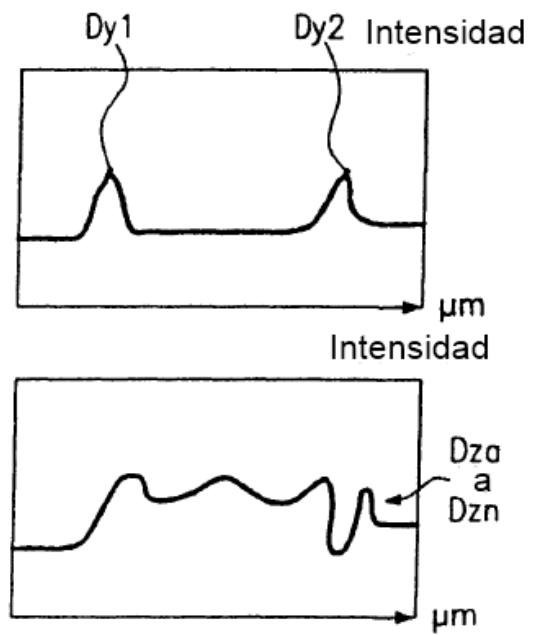
Estado de la técnica



Estado de la técnica



Estado de la técnica



Estado de la técnica

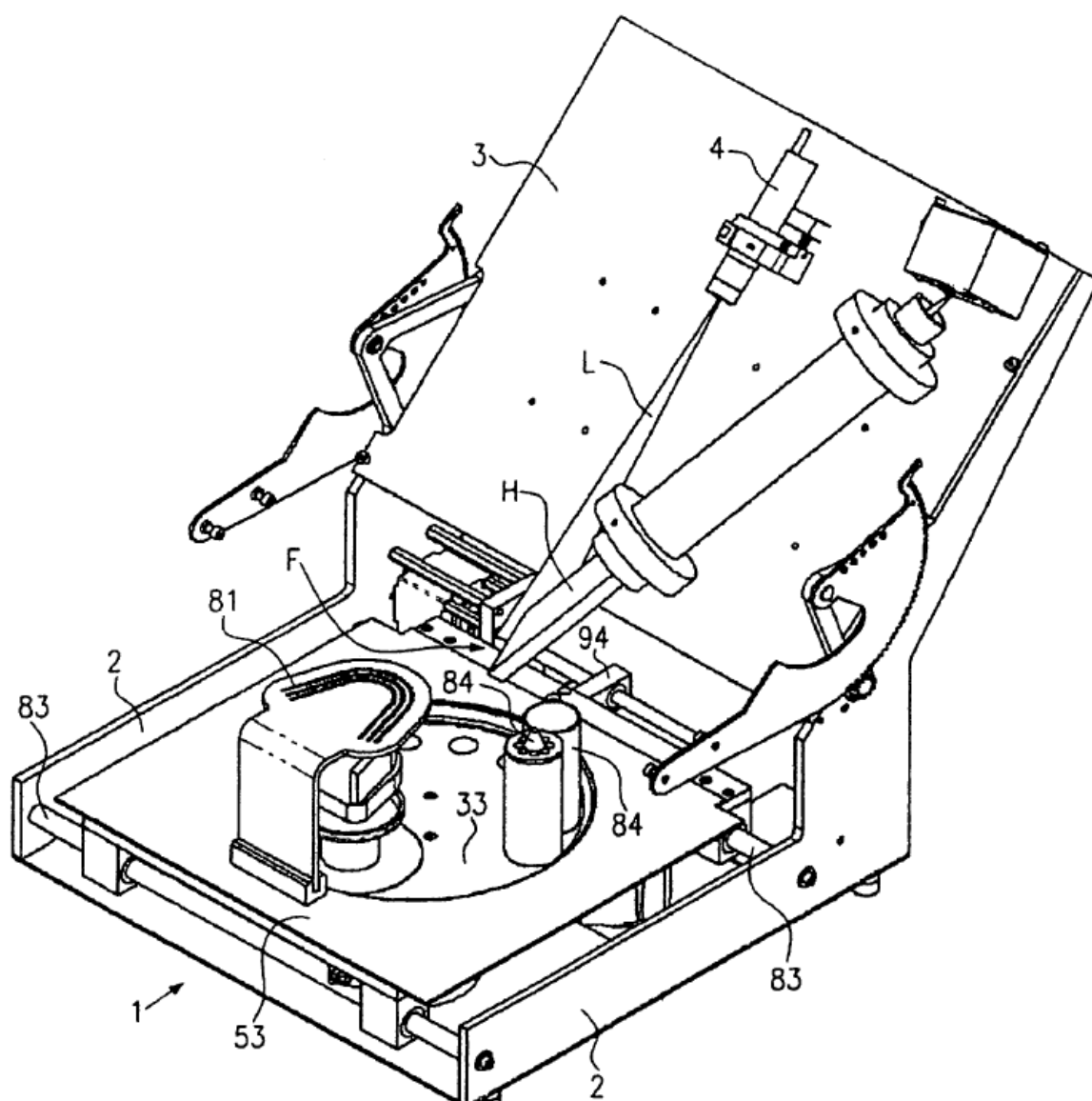


Fig.3

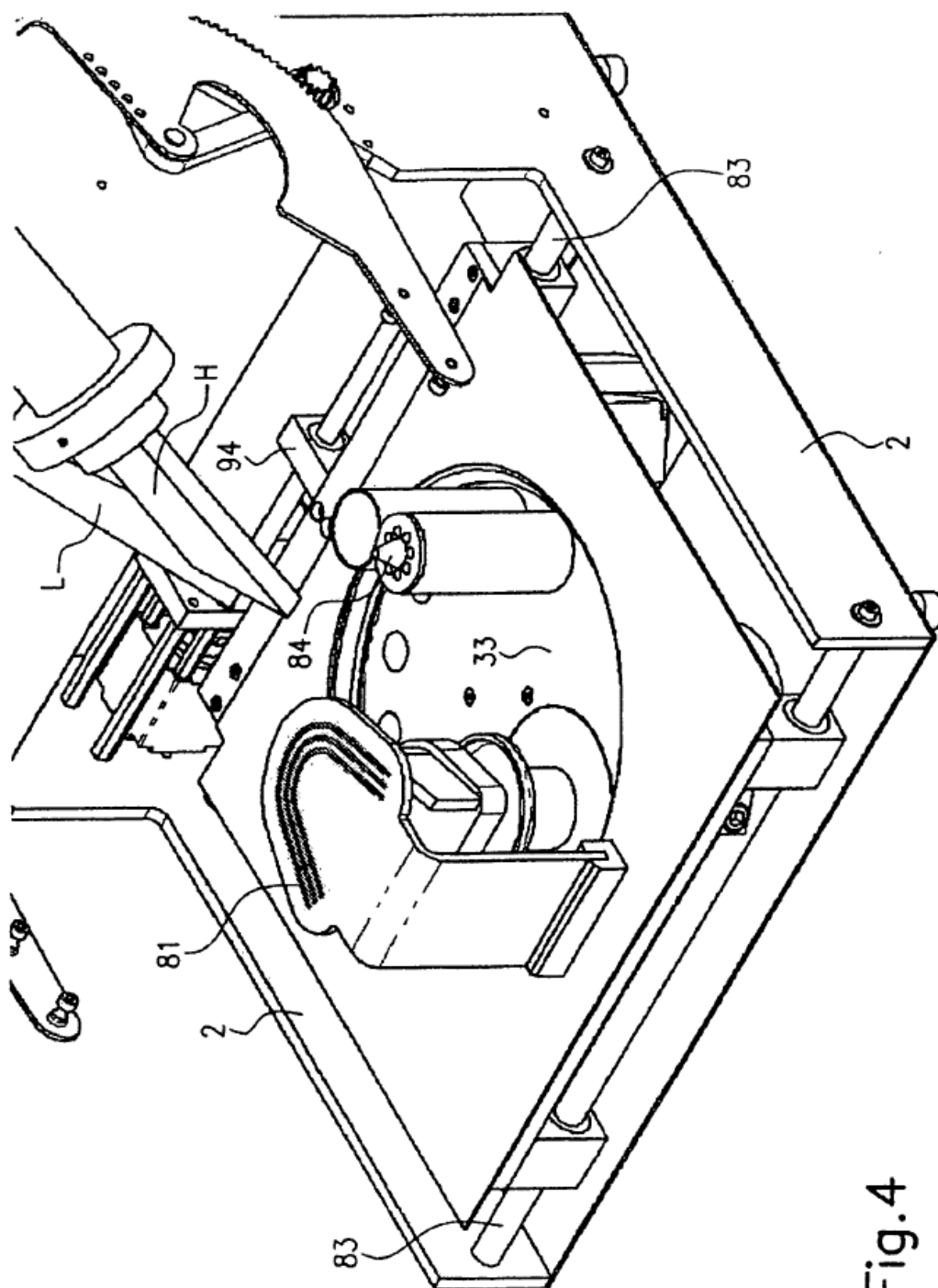


Fig. 4

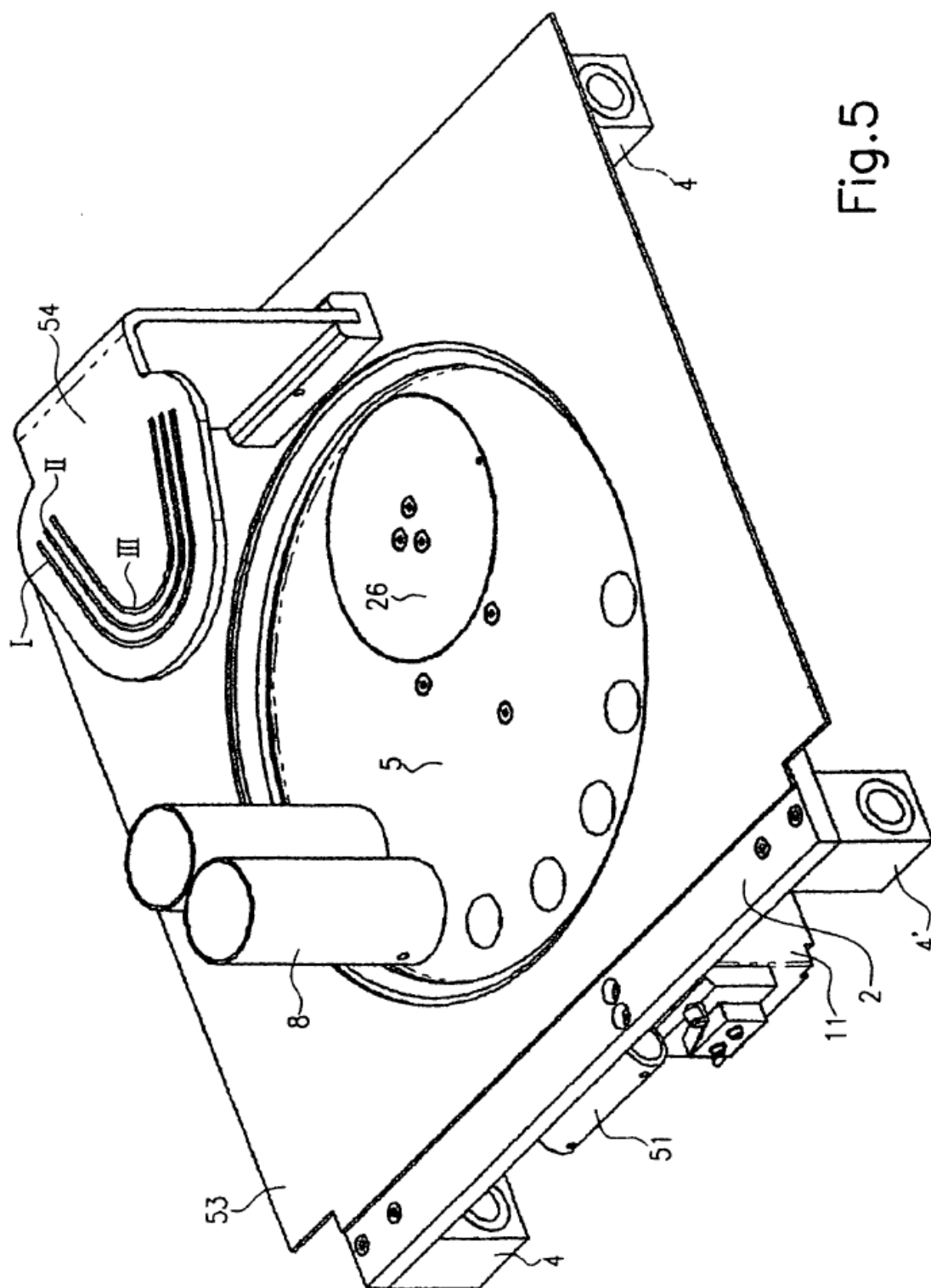


Fig.5

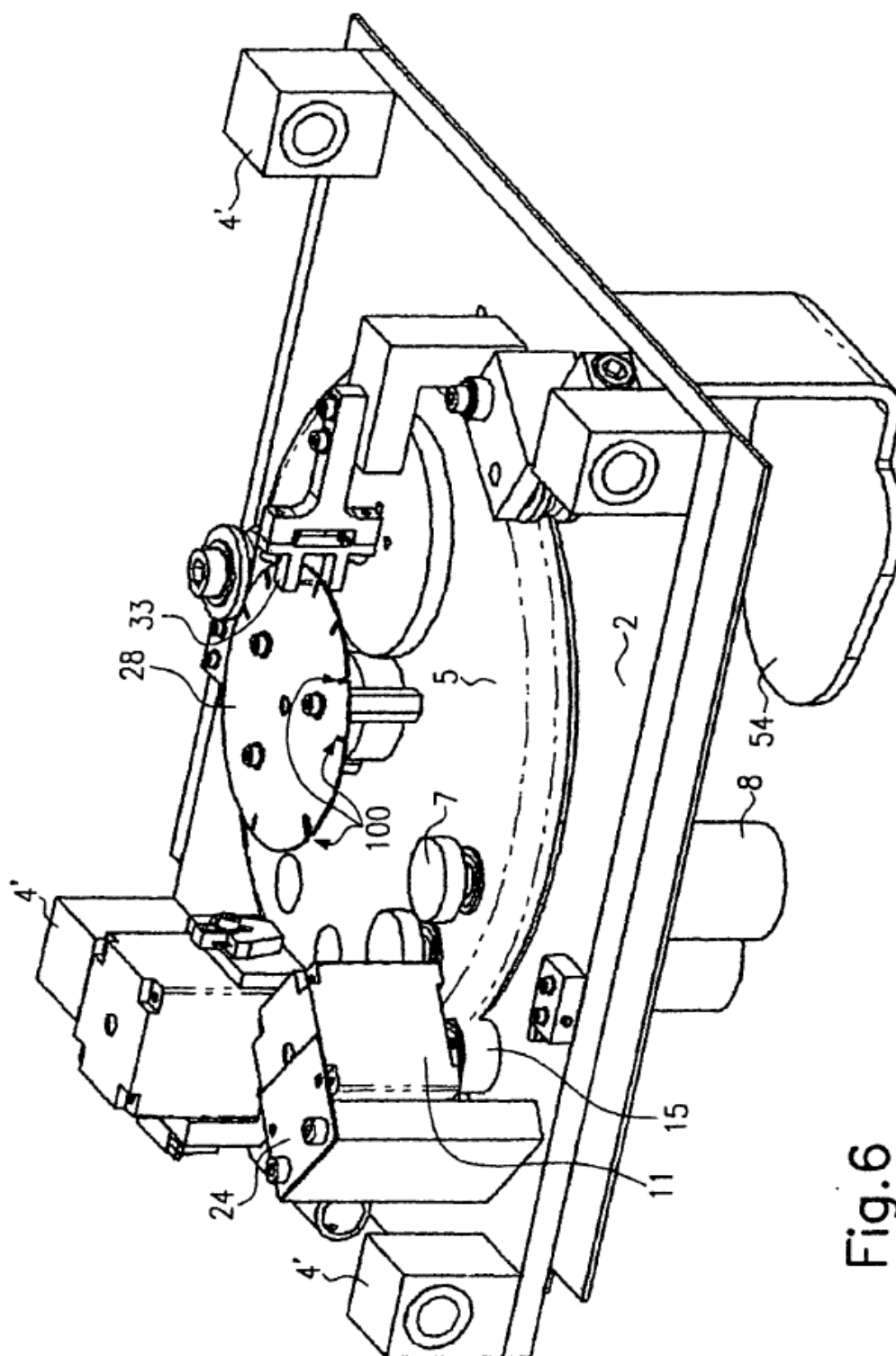


Fig. 6

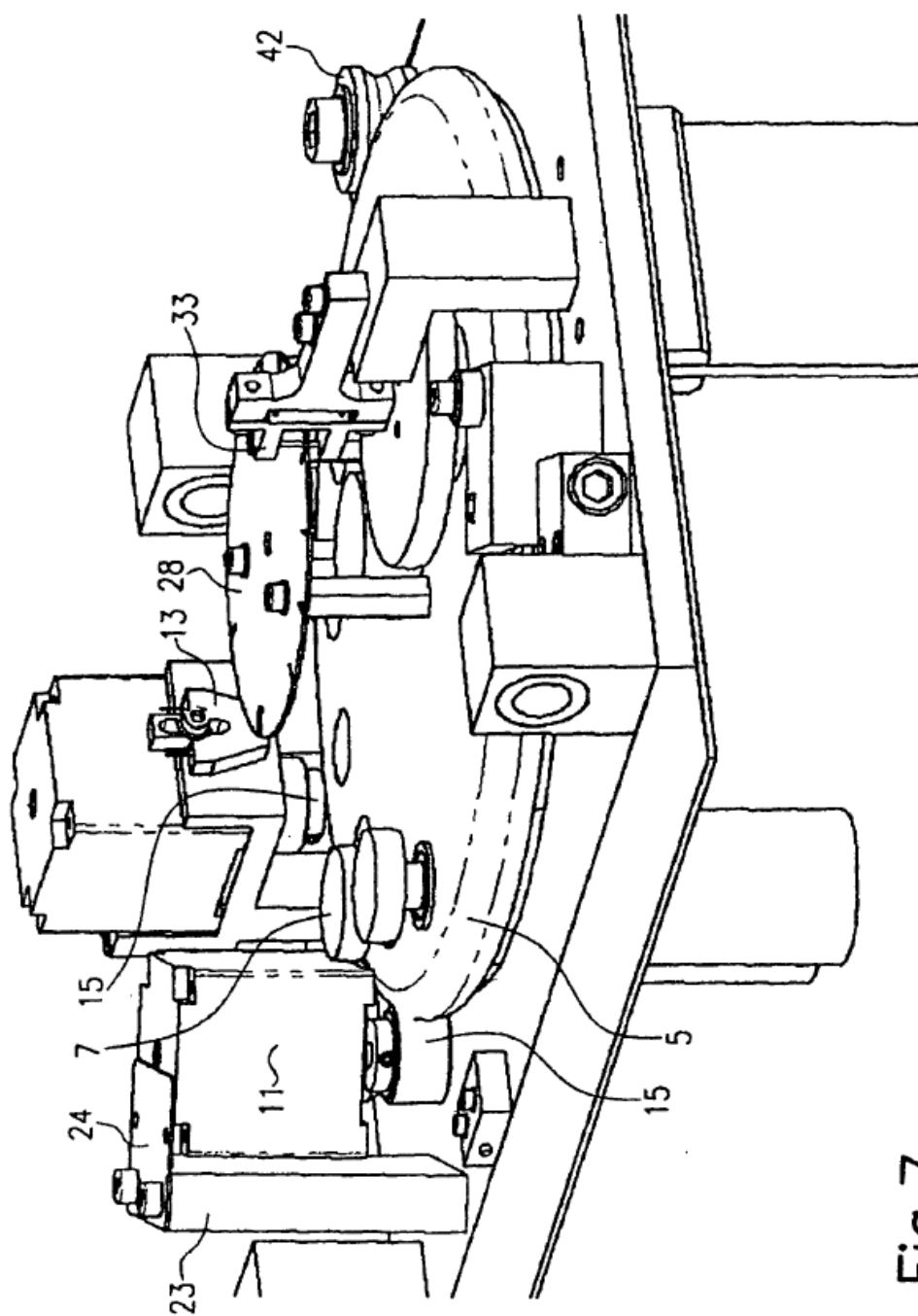


Fig. 7

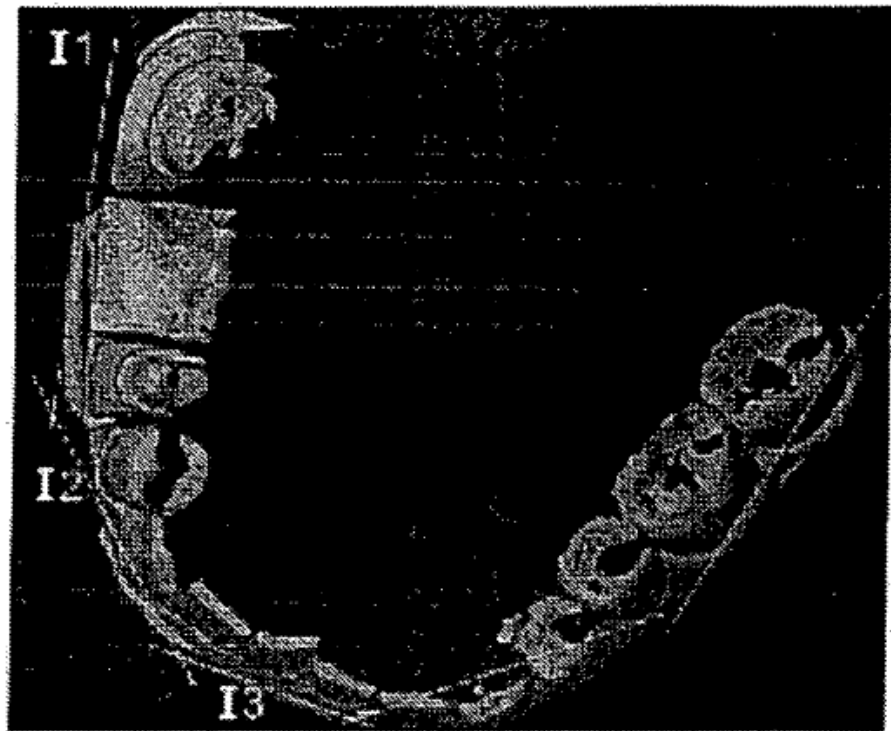


Fig.8

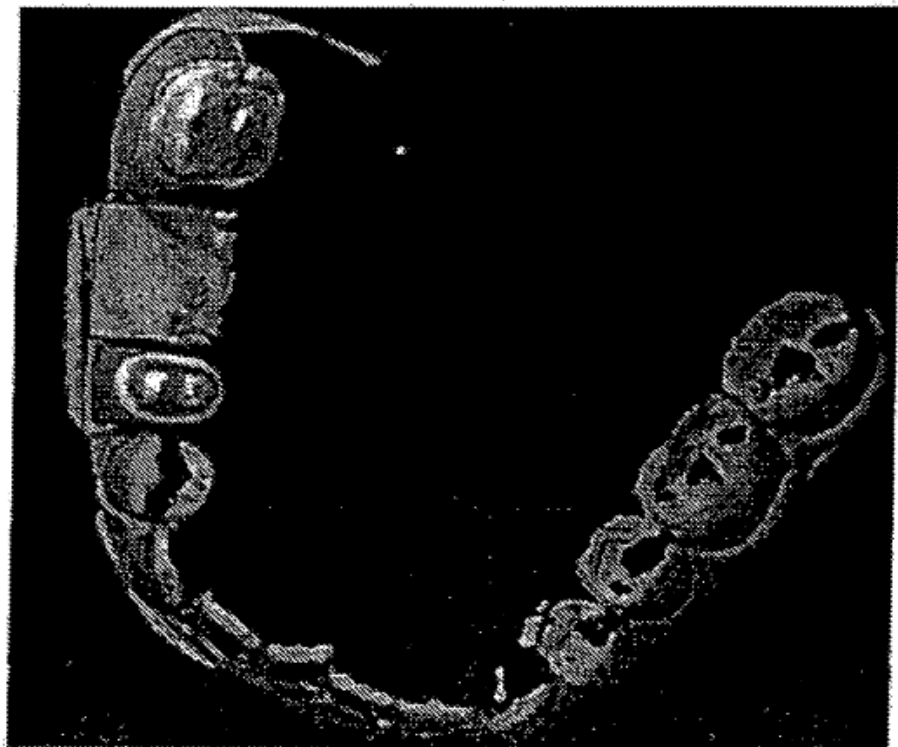


Fig.9

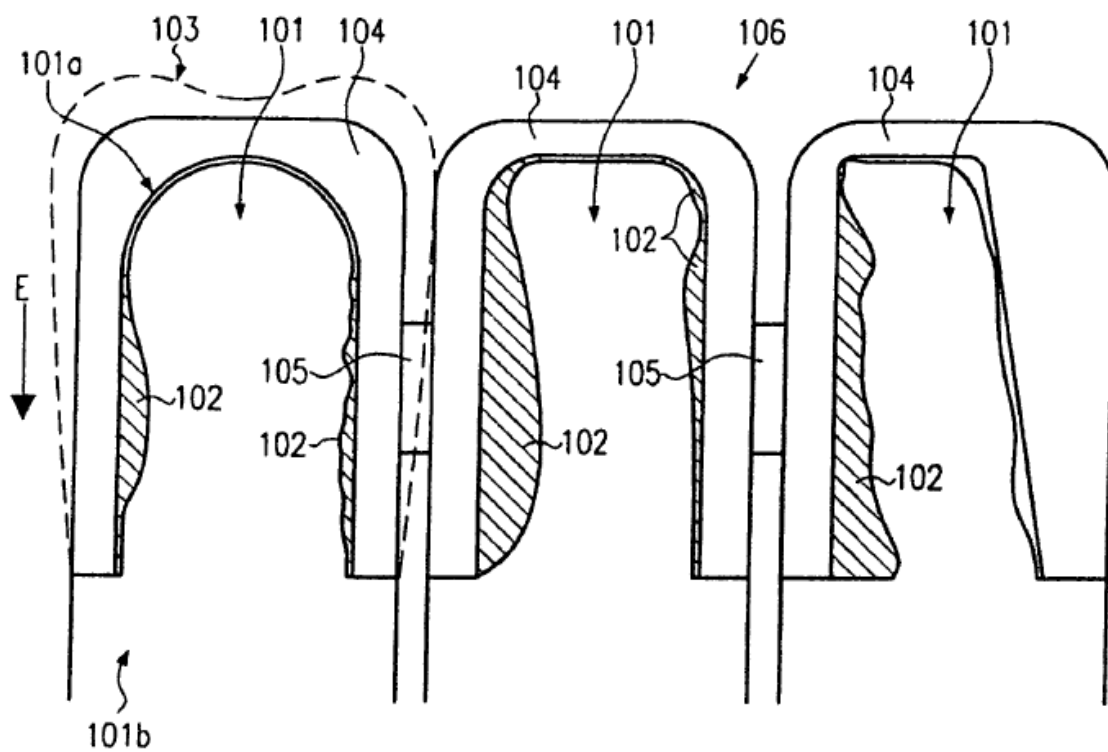


Fig. 10

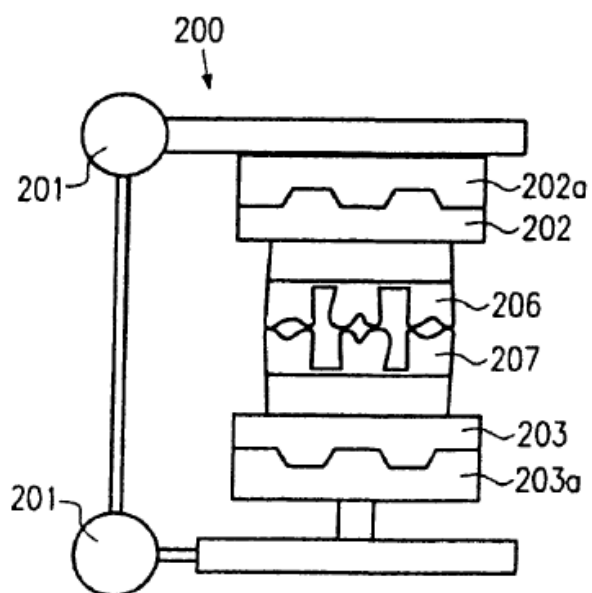


Fig. 11

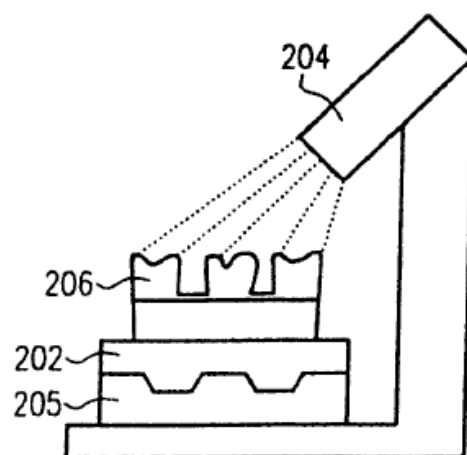


Fig. 12