

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 828**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/401** (2006.01)

**B23Q 17/24** (2006.01)

**A61C 13/00** (2006.01)

**B23Q 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2019 PCT/EP2019/075238**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2020 WO20058442**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2019 E 19769508 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2024 EP 3853678**

54 Título: **Procedimiento para posicionar una pieza de trabajo y dispositivo para ello**

30 Prioridad:

**20.09.2018 EP 18195720**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.07.2024**

73 Titular/es:

**HERTING, TORSTEN (100.0%)  
Eschengasse 1  
3818 Grindelwald, CH**

72 Inventor/es:

**HERTING, TORSTEN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 974 828 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 posicionar una pieza de trabajo y dispositivo para ello

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para posicionar una pieza de trabajo según el preámbulo de la reivindicación 1. Además se refiere a un dispositivo para posicionar una pieza de trabajo según el preámbulo de la reivindicación 8.

10 El campo de aplicación preferido y el punto de partida de la presente invención es la fabricación y posterior modificación de prótesis dentales. Sin embargo, la invención puede aplicarse a la fabricación de piezas de trabajo en general y, en particular, a su mecanizado posterior, como por ejemplo, de piezas de motores, piezas de automóviles, aviones, barcos, máquinas, modelismo y otras piezas, herramientas, etc.

15 Una prótesis dental se fabrica en varias etapas. Por ejemplo, en primer lugar, se fresa la base de la prótesis. A continuación se pega la capa de dientes sobre la base. Para ello es necesario extraer la prótesis de la fresadora y, por tanto, pierde su posición. Después de volver a fijarla, en cada caso, es necesario volver a referenciarla.

20 Según el estado de la técnica, actualmente esto es posible con sondas de medición mecánicas que, entre otros, plantean los siguientes problemas:

- El brazo de sonda o similar debe estar unido firmemente a la máquina.
- El sistema de sonda debe calibrarse,
- 25 • es sensible a los cambios de temperatura,
- requiere un espacio correspondiente en la máquina,
- es técnicamente complejo y
- 30 • es caro.

35 Las prótesis dentales existentes deben revisarse y adaptarse por diversos motivos. Un motivo frecuente es el cambio de la mandíbula, que requiere adaptar la prótesis dental mediante un rebase, es decir, rellenar las cavidades formadas entre las encías y la prótesis. Incluso tras la extracción de uno o varios dientes, es necesario modificar los dientes y/o la base de la prótesis. Es necesario modificar y/o incorporar elementos de retención, como ganchos, pilares de implantes y accesorios. Cuando se produce una prótesis dental nueva, ésta tiene que probarse, opcionalmente tiene que llevarse esta prótesis de prueba y debe corregirse según los comentarios del paciente.

40 Los cambios en las prótesis dentales se realizan con procedimientos de mecanizado sustractivos (esmerilado, fresado) y aditivos (impresión 3D, en particular procedimientos de fusión de metales por láser). En cada uno de estos procedimientos, la prótesis (o, en general, una pieza de trabajo), tiene que colocarse exactamente en una posición definida en el soporte de piezas de trabajo de la máquina herramienta respectiva. Sin embargo, un posicionamiento de este tipo con la precisión necesaria (habitualmente del orden de 0,1 mm o mayor) es muy complejo y requiere mucho tiempo. Este problema se deriva del hecho de que las máquinas herramienta realizan las operaciones de mecanizado según datos procedentes de un software de diseño (sistema CAM) o de otra fuente sin conocer la relación entre la posición de los sistemas de coordenadas de la máquina herramienta y el sistema CAM, el sistema de coordenadas de diseño.

50 El sistema de coordenadas de diseño contiene regularmente una imagen de la pieza de trabajo, por ejemplo, antes y después del mecanizado previsto, y en este sistema de coordenadas están definidas, en particular, las etapas de mecanizado (movimientos de la herramienta, etc.). Para las etapas de mecanizado reales, en particular en el caso de una ejecución automatizada y controlada por ordenador, las coordenadas de las etapas de mecanizado deben asignarse con la precisión correspondiente del sistema de coordenadas de diseño al sistema de coordenadas resultante de la posición real de la pieza de trabajo en la máquina herramienta, y esto también debe hacerse en un sistema de coordenadas en el que la máquina herramienta realice las etapas de mecanizado. Esto plantea un problema adicional, ya que esta asignación también depende de la disposición espacial de la pieza de trabajo en la máquina herramienta.

60 Por tanto, un objetivo de la presente invención consiste en hacer que el posicionamiento preciso de una pieza de trabajo en una máquina herramienta sea más sencillo.

65 En la reivindicación 1 de procedimiento se indica un procedimiento correspondiente. Las reivindicaciones adicionales indican formas de realización preferidas del procedimiento y dispositivos para su uso en este procedimiento.

En el procedimiento y en el dispositivo se aprovecha que, con poco esfuerzo, es posible fabricar un duplicado de la pieza de trabajo respectiva fiel a su forma a partir de un material barato con poco esfuerzo, basándose en el diseño existente, es decir, en los datos digitales para controlar una máquina herramienta de control numérico (controlada por ordenador). El duplicado se fabrica sobre una base o plataforma y, con ésta, forma una denominada pieza en bruto. Se realiza una impresión del duplicado en una contrapieza, el denominado contracomponente. A este respecto, la impresión puede limitarse a puntos seleccionados del duplicado ("zonas de referencia"), que en su conjunto sean suficientemente concisas, de modo que al retirar el duplicado y volver a colocarlo sobre la impresión, el duplicado o, en una etapa posterior, el original de la pieza de trabajo encaje en la misma posición sobre la impresión de manera reproducible. En el caso de una prótesis dental, estos puntos concisos pueden ser segmentos de superficie de los dientes con una extensión suficiente, es decir, sus superficies oclusales, pero también la cara inferior de la prótesis o las superficies externas. En caso de que, a este respecto, en los dientes esté previsto un mecanizado, evidentemente no están disponibles para estas zonas de referencia. Además de las zonas de referencia, en el duplicado puede estar contenido cualquier otro segmento de la pieza de trabajo hasta la pieza de trabajo completa, siempre que estos segmentos adicionales no obstaculicen las etapas de mecanizado previstas.

El contracomponente presenta un segmento de posicionamiento que, preferiblemente se sitúa por fuera de la zona, cubierta por la pieza de trabajo. En este segmento de posicionamiento están dispuestas una o varias estructuras clave. Las estructuras clave están configuradas de tal modo que permiten colocar el contracomponente sobre una base, generalmente una pieza en bruto, exactamente en una posición predeterminada. Las contrapiezas a las estructuras clave en el contracomponente, las estructuras clave de pieza en bruto, se fabrican con la máquina herramienta respectiva. Por tanto, su posición se conoce en el sistema de coordenadas de la máquina herramienta. Así también se conoce la posición de las estructuras clave en el contracomponente con respecto a la impresión de la referencia de la pieza de trabajo, en particular de una prótesis dental. Así, en conjunto, es posible fijar la posición de una pieza de trabajo (de una prótesis dental), colocada en la pieza en bruto o también en la impresión del contracomponente, así como el posicionamiento preciso del contracomponente a través de las estructuras clave en la pieza en bruto con precisión con respecto al sistema de coordenadas de la máquina herramienta. Al fresar el duplicado, la máquina muestra la posición en la que mecaniza la pieza de trabajo. Entonces, mediante el uso del contracomponente se fija la pieza de trabajo exactamente en esta posición.

Conociendo esto es posible convertir el diseño en coordenadas de la herramienta, con las que exactamente en los puntos planificados es posible un mecanizado definido de la pieza de trabajo.

Otra posibilidad para asignar los sistemas de coordenadas de la máquina herramienta, el diseño (datos CAM) y la pieza de trabajo entre sí consiste en realizar un escaneo de la pieza de trabajo, cuando en la máquina herramienta se encuentra sobre una pieza en bruto, colocándose previamente marcas de referencia o características de referencia en posiciones definidas de la pieza de trabajo y características clave (estructuras clave) en la pieza en bruto. A este respecto, las estructuras clave se generan en cualquier caso por la máquina herramienta, con lo que estas coordenadas predeterminadas corresponden a la máquina herramienta. Mediante las marcas de referencia en la pieza de trabajo es posible un reconocimiento exacto de la posición de la pieza de trabajo durante el escaneo. Alternativamente puede recurrirse a características concisas de la propia pieza de trabajo. Sin embargo, a menudo, esto lleva a una menor precisión del reconocimiento de la posición de la pieza de trabajo en el espacio y a un mayor esfuerzo computacional.

El procedimiento según la invención ofrece en función de la implementación al menos una de las siguientes ventajas, en formas de realización preferidas también hasta todas estas ventajas:

- Puede realizarse con escáneres intraorales móviles: este tipo de escáneres están disponibles en las consultas dentales con equipos digitales, lo que supone una ventaja económica.
- Mayor precisión
- es independiente de la temperatura
- es independiente de la máquina
- no es necesario cambiar la construcción de la máquina (ventaja económica, entre otras)
- manejo más sencillo

La invención se explicará adicionalmente con ejemplos de realización haciendo referencia a las figuras. Muestran:

la figura 1, una vista en planta de una prótesis dental como prototipo de una pieza de trabajo;

la figura 2, una vista desde abajo de una placa de soporte para un contracomponente (contrapieza);

la figura 3, una vista en planta de una pieza en bruto (base) con pieza de trabajo (prótesis dental);

- la figura 4, una sección según IV - IV en la figura 3;
- 5 la figura 5, una sección según V - V en la figura 2 y IV-IV en la figura 3 después de formar el negativo de la pieza de trabajo (impresión de prótesis);
- la figura 6, una sección como la de la figura 5, impresión levantada de la pieza en bruto;
- 10 la figura 7, una vista lateral de una prótesis reducida;
- la figura 8, una sección a través de una pieza en bruto según VIII - VIII en la figura 13, el espacio para la prótesis está sin cubrir;
- 15 la figura 9, una representación análoga a la figura 6, pieza de trabajo real (prótesis dental) colocada en el espacio según la figura 8 y contrapieza con impresión colocada;
- la figura 10, una vista en planta de la prótesis dental con bolitas de referenciación;
- 20 la figura 11, una vista en planta de la plataforma de pieza en bruto con estructuras clave;
- la figura 12, una pieza en bruto virtual con pieza de trabajo;
- la figura 13, una vista en planta de la pieza en bruto con un hueco para una prótesis;
- 25 la figura 14, una vista en planta de la pieza en bruto según la figura 13 con la prótesis colocada, posición ideal según la figura 12 con líneas discontinuas;
- la figura 15, una sección según XV - XV en la figura 14; y
- 30 la figura 16, una vista en planta análoga a la figura 14 con indicación de los puntos de referencia (esquemática).

Primer ejemplo de realización

- 35 Según el primer ejemplo de realización se fabrica una herramienta que permite disponer una prótesis dental o, en general, una pieza de trabajo en una máquina herramienta de tal modo que su posición coincida exactamente con un diseño existente y numérico. El diseño puede retocarse para realizar adaptaciones o modificaciones, tras lo cual mediante una máquina herramienta, exactamente en los puntos predeterminados en el objeto real, se llevan a cabo los cambios bajo control numérico.
- 40 Se escanea una prótesis dental 1 representada a modo de ejemplo en la figura 1 con dientes 2 (en parte con números de referencia) y se registra en un programa de diseño adecuado. Mediante el programa de diseño pueden planificarse los cambios necesarios en la imagen digital de la prótesis dental 1. En una máquina herramienta (producción aditiva o sustractiva) se crea una pieza en bruto 3. La pieza en bruto 3 comprende una plataforma 5, sobre la que se fabrica una copia parcial 7 de la prótesis dental 1. Sólo son necesarias las estructuras para la referenciación o fijación en el contracomponente: generalmente, las superficies oclusales de los dientes de la prótesis. Por fuera de la zona de la prótesis dental 7, la máquina herramienta, que fabrica el duplicado 7, también fabrica las estructuras clave 9 y 10. La estructura clave 9 está compuesta esencialmente por una disposición de salientes 11 circulares (en este caso, seis salientes) similar a los componentes insertables conocidos.
- 45
- 50 La pieza en bruto (base) 3 está compuesta por un material con estabilidad de forma y, en particular, un material, que sirve de componente de la pieza de trabajo tras el mecanizado. Por ejemplo, el material puede ser un plástico rosa, a menudo PMMA u otro polímero o material de base fisiológicamente aceptable, que se emplea como material de rebase en prótesis dentales. También son concebibles el acero, el plástico, el titanio, el material de moldeo para modelos, en particular plástico reforzado con fibras, y la cerámica. Además puede cumplir con los requisitos necesarios (no representados en este caso), como ranuras, perforaciones, etc. para su colocación en una máquina herramienta, preferiblemente en una posición fijada con exactitud.
- 55
- 60 Obviamente se puede acoplar una contrapieza de configuración complementaria, con lo que puede alcanzarse un posicionamiento muy preciso de la contrapieza también con respecto al movimiento de giro. El segundo tipo de estructura clave 10 muestra una alternativa, fabricándose varias (en este caso, dos) en la pieza en bruto, que si bien individualmente todavía permiten una libertad de movimiento de una estructura clave homóloga acoplada, formada de manera complementaria, sin embargo, en conjunto, también dan lugar a un posicionamiento preciso. Se muestran unos salientes 11 cilíndricos circulares. Sin embargo, es ventajosa al menos una estructura clave adicional, que está dispuesta distanciada de la otra, para aumentar la precisión del posicionamiento.
- 65

En el caso de las estructuras clave 9 y 10 son concebibles múltiples formas, diferentes de las representadas. A este respecto es esencial que, como se explicará más adelante, una contrapieza acoplada pueda colocarse exactamente en una posición y sin una posibilidad de movimiento adicional. Por ejemplo, en lugar de los salientes cilíndricos circulares, son obvias las formas poligonales o en cualquier caso diferentes de la forma circular, como la forma  
 5 elíptica y ovalada. En lugar de salientes también pueden estar previstas depresiones, es decir, perforaciones, por lo que la contrapieza, de manera correspondiente, en lugar de depresiones tiene que presentar elevaciones de una forma correspondiente o al revés.

El número de salientes no es determinante. Son concebibles desde al menos 2 (porque ya dos salientes evitan no sólo un desplazamiento, sino también un giro), 3, 4, 5, 6, 7, 8 y más salientes, o también una configuración irregular, pero que esencialmente sólo permita una posición relativa con respecto a una contrapieza. También son concebibles salientes, que no presentan una sección transversal circular, como elípticos, ovalados, ovoides, poligonales (preferiblemente de 3 a 6 esquinas para seguir obteniendo esquinas pronunciadas y, por tanto, una gran resistencia a la torsión, aunque en principio es concebible un mayor número de esquinas, pero forman una transición a las propiedades de un saliente con una sección transversal circular) y que ya impiden individualmente una torsión sobre el eje vertical del saliente. Se prefiere una disposición de al menos 2 salientes con respecto a una protección frente a la torsión, y una pluralidad de salientes ofrece en principio una mayor precisión del posicionamiento sobre una contrapieza por una mayor relación entre el área efectiva de la estructura clave (disposición de salientes) y el área total de la pieza en bruto o de la prótesis, o del diámetro máximo (por ejemplo, la distancia entre los centros [centros de gravedad] de los salientes dispuestos más alejados entre sí), de la estructura clave con respecto al mayor diámetro de la prótesis o de la pieza en bruto en conjunto (en este caso, por su forma circular: su diámetro). De manera correspondiente, la disposición de más de una estructura clave, en este caso, a modo de prototipo la estructura clave 9 y las estructuras clave 10 realizadas de manera más sencilla, también sirve para aumentar esta relación y, por tanto, para un posicionamiento más preciso.  
 10  
 15  
 20

La prótesis o, en general, la pieza de trabajo tampoco tiene que duplicarse por completo, más bien basta con formar un número suficiente de piezas concisas, de modo que la pieza original pueda posicionarse de manera precisa y unívoca en una impresión realizada del duplicado. Como resulta evidente por la figura 4, pueden ser en particular un número suficientemente grande de superficies oclusales del duplicado 7 o de la prótesis dental 1. Evidentemente no pueden utilizarse aquellas zonas previstas para el mecanizado.  
 25  
 30

Sobre la pieza en bruto 3 se aplica una masa de moldeo 17 adecuada (yeso; material polimérico termoplástico o de curado permanente (por ejemplo, por reticulación)) y un soporte clave de referenciación 19 (véase la figura 5).

El soporte clave de referenciación 19 (véase la figura 2) presenta, por un lado, estructuras clave 21, 22, que están configuradas de manera complementaria a las estructuras clave 9, 10 de la pieza en bruto. Las aberturas 24 sirven para anclar la impresión curada al soporte clave de referencia 19 mediante el paso del material de impresión 17. Tras el curado del material de impresión 17 se crea un denominado contracomponente 25 o una contrapieza, que esencialmente está compuesta por el soporte clave de referencia 19 y el material de impresión 17 curado y que en su superficie presenta al menos por partes una imagen 20 exacta (en negativo) de la superficie del duplicado 7. Como se representa en la figura 4, el soporte clave de referencia 19 se apoya en la pieza en bruto y, en particular, las estructuras clave 9, 10 o 21, 22 encajan entre sí, de modo que el contracomponente 25 pueda colocarse exactamente en esta posición de nuevo sobre la pieza en bruto. En la figura se ilustra que la distancia viene dada por la altura del borde 26, de modo que si bien las estructuras clave tienen que ser lo suficientemente altas para encajar entre sí, sin embargo, no determinan la distancia entre la pieza en bruto 3 y el soporte clave de referencia 19.  
 35  
 40  
 45

Sin embargo, es concebible que las estructuras clave 9, 10 y 21, 22 también determinen la distancia entre la pieza en bruto 3 y el soporte clave de referencia 19, es decir, que se dispongan en contacto entre sí. Sin embargo, el borde 26 puede seguir estando disponible como elevación circunferencial, por ejemplo, para evitar la salida del agente de fijación 29 (véase más adelante) de la pieza en bruto 3.  
 50

Para el material del soporte clave de referencia son válidas las mismas consideraciones que las realizadas más arriba para la pieza en bruto 3.  
 55

La figura 6 representa el contracomponente 25 levantado de la pieza en bruto 3.

El duplicado 7 se retira para obtener un espacio libre 27 para recibir la prótesis dental 1. En el espacio libre 27 se introduce un material 29 fluido en una cantidad adecuada. Este material 29 puede ser un material de construcción que sirva para formar posteriormente una parte de la prótesis 1. También es concebible otro material adecuado que sirva para introducir la prótesis 1 a presión contra la impresión 20 en el contracomponente 25. En este caso, a modo de ejemplo, la prótesis dental 1 se reduce, como se representa en la figura 7, hasta los dientes 2, es decir, en cualquier caso se retira todo el material de impresión de rebase. La prótesis reducida, que por abajo se ha fresado de manera plana, puede fijarse sobre la pieza en bruto 3 con un adhesivo como agente de fijación 29, que en sí mismo sirve de material para la prótesis dental. A este respecto, la pieza en bruto 3 también está compuesta por material de imitación. Para este fin, se conoce el uso de poli(metacrilato de metilo), que tiene un color adecuado,  
 60  
 65

para servir de imitación de la encía. Al colocar el contracomponente 25 se fija la prótesis 1 en la posición fijada por la impresión 20, antes de que solidifique el agente de fijación y, por tanto, fije la prótesis sobre la pieza en bruto 3.

5 Sobre la pieza en bruto 3, en el espacio libre 27, también puede introducirse una mayor cantidad de material de imitación de la encía en exceso como agente de fijación 29 y puede colocarse la prótesis 31 (reducida). Se coloca el contracomponente 25, introduciendo la prótesis 31 reducida a presión en el agente de fijación 29, que en este caso sirve al mismo tiempo de material en bruto para la imitación de la encía en la prótesis dental.

10 El material de fijación con un grosor de capa mayor sirve en general para presionar la prótesis contra el material de impresión e incluso dentro del mismo, compensando las desviaciones de las superficies adyacentes, y para mantenerla aquí hasta que el agente de fijación haya solidificado. El agente de fijación 29 es, como mínimo, de viscoso a amasable. También es concebible un material tixotrópico u otro material que pierda viscosidad bajo una influencia externa, como una carga mecánica, por ejemplo, vibración o desplazamiento, al calentarse o irradiarse, o que se licúe suficientemente y vuelva automáticamente al estado sólido. Regularmente, y en particular cuando el agente de fijación forma parte de la prótesis mecanizada, se produce un endurecimiento o solidificación irreversible, por ejemplo una polimerización o reticulación. Esto último puede conseguirse mediante calentamiento, irradiación (radiación electromagnética como luz, microondas, rayos X, radiación corpuscular (partículas elementales como electrones) o combinaciones de las mismas. También es concebible el curado controlado en el tiempo mediante la activación retardada de un catalizador añadido para la polimerización.

20 Como se ilustra en la figura 9, ahora la prótesis 1 se encuentra, por un lado, en una posición exactamente definida sobre el contracomponente 25 gracias al ajuste exacto a la impresión 20, en este caso por al menos una parte de las superficies oclusales 15, y por otro lado, también el propio contracomponente 25 se encuentra en una posición exactamente definida con respecto a la pieza en bruto 3 debido al ajuste exacto de las estructuras clave 9, 11 o 21, 22. En conjunto, de este modo, la prótesis dental 1 se encuentra exactamente en la posición en la que se fabricó el duplicado 7 de la prótesis dental 1 sobre la pieza en bruto 3.

30 Para el mecanizado adicional, en una variante concebible, el contracomponente 25 puede levantarse de la pieza en bruto 3 con la prótesis dental reducida y fijada temporalmente al mismo de manera adecuada y el material polimérico, el agente de fijación 29, adherido al mismo, que, sin embargo, en este caso no presenta ningún efecto adhesivo particular sobre la pieza en bruto 3, y mediante el soporte clave de referencia 19 puede posicionarse en una máquina herramienta. La fijación de la prótesis 1 al contracomponente 25 puede producirse, por ejemplo, mediante un adhesivo (en general, una sustancia que favorezca la adherencia), que se aplica previamente sobre al menos una parte de las zonas de contacto entre la impresión 20 y la prótesis 1. Con respecto a la resistencia de la adhesión, debe cubrirse al menos una zona tal que se cumplan los requisitos de las etapas de mecanizado posteriores. En el caso más sencillo, toda la superficie de contacto de la impresión 20 está provista de adhesivo. El adhesivo se selecciona adecuadamente para que se disuelva, se debilite (por ejemplo, por calentamiento) o de otro modo resulte suficientemente ineficaz o se destruya tras el mecanizado, de modo que la prótesis pueda retirarse del contracomponente 25 sin sufrir daños. También es posible el mecanizado sustractivo de las superficies de adhesión por parte de la máquina (esmerilado).

45 Es concebible retirar el adhesivo exponiéndolo a un disolvente, por ejemplo, al sumergirlo en un disolvente. Otra posibilidad es un fuerte cambio de temperatura, es decir, un calentamiento o enfriamiento, en un intervalo de temperatura, en el que el adhesivo pierda, al menos parcialmente, cohesión o fuerza adhesiva o ambas cosas.

Sin embargo, preferiblemente el contracomponente 25 se levanta tras el curado del agente de fijación 29. La pieza en bruto 3 con la prótesis 1 se fija de una manera conocida en la máquina herramienta para su mecanizado.

50 Como ahora la prótesis 1 se encuentra dentro de la máquina herramienta en una posición cuyas coordenadas dentro de la máquina herramienta son conocidas, puede producirse un mecanizado de la imitación de la encía, sin dañar la prótesis.

55 Si, por el contrario, debe realizarse un cambio en las superficies oclusales 15 de la prótesis dental 1, entonces el agente de fijación 29 puede concebirse como una unión estable con la pieza en bruto 3, que sin embargo puede volver a deshacerse. El posicionamiento preciso mencionado anteriormente de todas las piezas según la figura 9 permite posicionar ahora exactamente también la prótesis sobre la pieza en bruto 3 y, de este modo, puede mecanizarse exactamente en una máquina herramienta, porque las coordenadas del escaneo de la prótesis según la figura 1 pueden convertirse en las coordenadas de la máquina herramienta.

60 En caso de que la disposición exacta del contracomponente 25 o de la pieza en bruto 3 con la prótesis 1 en la máquina herramienta sea problemática, existe la posibilidad de colocarla sin un posicionamiento preciso en la máquina herramienta. Cuando se desconoce la posición teórica de las estructuras clave 9,10 o 21, 22 en coordenadas de la máquina o las estructuras clave no son adecuadas para la determinación precisa de la posición, por ejemplo, mediante escaneo, en posiciones predeterminadas pueden disponerse marcas de referencia de la máquina 33, por ejemplo, pequeños orificios. A continuación se escanea la pieza en bruto 3 o el contracomponente 25. A partir de la posición relativa de las marcas de referencia de la máquina 33 y de las estructuras clave 9, 10 o 21,

22 puede crearse una función de asignación de los datos de diseño con respecto a las coordenadas de la máquina. Así, como resultado es posible asignar los datos de diseño, creados mediante el escaneo mencionado al principio de la prótesis 1 de la figura 1, exactamente a la posición real de la prótesis 1 en la máquina herramienta (la prótesis 1 está posicionada en el soporte o el contracomponente 25 exactamente en la posición del duplicado), y de este modo es posible controlar numéricamente la máquina herramienta de manera precisa para las operaciones de mecanizado previstas.

Segundo ejemplo de realización, que no entra dentro del alcance de protección

Como se muestra en la figura 10, en la prótesis 1 se pegan unos cuerpos de referenciación 41 (en este caso: bolitas), por ejemplo con cera. Por motivos de precisión, las bolitas de referenciación 41 se colocan en puntos lo más alejados posible, por ejemplo en uno de los dientes frontales y en las muelas más posteriores. Las bolitas, es decir, las pequeñas bolas, tienen la ventaja de que pueden pegarse en cualquier posición y que ofrecen la misma imagen desde todas las direcciones espaciales. Sin embargo, también son concebibles otros cuerpos pequeños, que sean fácilmente reconocibles y cuya posición en el espacio pueda determinarse con exactitud. Deberían ser lo suficientemente grandes como para ser fácilmente reconocibles, por otro lado, también lo suficientemente pequeños para poder pegarse fácilmente y no interferir con las etapas posteriores. Se prefieren tamaños (diámetros) en el intervalo de unos pocos milímetros, por ejemplo 1 mm - 5 mm, preferiblemente 1 mm. Como material para las bolitas, o en general cuerpos, se considera aquél que pueda escanearse bien, es decir, que proporcione un contraste claro y contornos nítidos. En función del fondo, se recomienda el blanco o el negro, opcionalmente también un color que contraste bien con el fondo. Una superficie mate es ventajosa para suprimir los reflejos del entorno.

Las bolitas de referenciación 41 (o, más en general, los cuerpos de referenciación o marcas de referencia) deben disponerse obviamente en lugares suficientemente diferentes (preferiblemente con la mayor distancia posible entre sí), de tal modo que puedan diferenciarse, es decir, que con una resolución suficiente pueda determinarse la longitud y la posición de una línea en el espacio, que une las bolitas. Por lo general, las bolitas adicionales no deben situarse sobre la unión ya existente de dos bolitas, o en un plano formado por tres bolitas diferentes con al menos 4 bolitas. En general, un conjunto básico de marcas de referencia está formado por características, ninguna de las cuales forma parte de un objeto geométrico (línea, polígono) definido por cualquier subconjunto de las demás marcas de referencia. Sin embargo, es concebible acoplar bolitas adicionales, en realidad redundantes, que sirvan para aumentar la precisión de la medición, por ejemplo, mediante promediado, o como medida de seguridad en caso de que una de las bolitas se caiga.

Como marca de referencia es concebible emplear un segmento de superficie de la prótesis que sea lo suficientemente característico como para reconocerse y localizarse con precisión mediante procedimientos de reconocimiento de imágenes.

Se escanea la prótesis 1 con bolitas de referenciación 41. Mediante los datos escaneados que permiten crear un duplicado virtual, se determinan las etapas de mecanizado necesarias en un software de diseño adecuado como un sistema CAM. A este respecto, se crea esencialmente una imagen virtual (véase la figura 12) de la pieza en bruto 3 con la prótesis 1, la pieza de trabajo y adicionalmente las estructuras clave 9, 10 así como los cuerpos de referenciación 41. Sobre esta imagen se fijan las etapas de mecanizado.

En la máquina herramienta una pieza en bruto 3 (figura 11) se dota de estructuras clave 9, 10. Sin embargo, al contrario que el primer ejemplo de realización, las estructuras clave sirven de marca de referencia de la máquina para determinar la posición del sistema de coordenadas de la máquina herramienta, porque se forman en los lugares que corresponden a los datos predeterminados por el sistema CAM. Se prefieren estructuras que puedan verse bien en un escáner y permitan una alta precisión de determinación de la posición. Además de las formas mostradas a modo de ejemplo, que corresponden esencialmente a las del primer ejemplo, una marca de referencia de la máquina de este tipo puede estar formada simplemente por un orificio (diámetro de, por ejemplo, como máximo 5 mm, preferiblemente de como máximo 3 mm). También pueden ser ventajosas elevaciones, por ejemplo, cónicas o piramidales, pudiendo determinarse con mayor precisión la punta respectiva mediante corte de los flancos. Para la diferenciación pueden utilizarse disposiciones o tipos diferentes, como la estructura 9 en las figuras, que se distingue de las estructuras 10.

En caso necesario, la pieza en bruto 3 se dota de una superficie 43 expuesta, sobre la que puede disponerse la prótesis dental 1 (véase la figura 14).

Como en el primer ejemplo de realización, la prótesis 1 se coloca sobre la pieza en bruto, en la superficie 43 o tras la retirada del duplicado 7 (por ejemplo, mediante fresado), como se representa en la figura 12.

La prótesis dental 1 se fija en posición vertical sobre la superficie 43, tal como se representa en la figura 15, o también con la cara inferior hacia arriba, dependiendo de si debe mecanizarse la cara superior o la cara inferior, o, como se describió anteriormente, se emplea el contracomponente 25 para poder mecanizar la cara inferior.

Como se representa en la figura 14 de manera exagerada, la posición de la prótesis sobre la pieza en bruto 3 no coincide con seguridad, o al menos no con suficiente exactitud, con la posición según el diseño (véase la figura 12), que se indica con una línea discontinua como contorno del duplicado 7. Sin embargo, la posición de la prótesis 1 sobre la pieza en bruto 3 puede determinarse ahora volviendo a escanear en particular las bolitas de referenciación 41. Como se representa en la figura 16, ahora puede determinarse en cada caso el desplazamiento  $\Delta P1$ ,  $\Delta P2$ ,  $\Delta P3$  de los puntos de diseño (tres en este caso, concretamente P1, P2 y P3) con respecto a las posiciones medidas en la prótesis 1 real (P1', P2', P3'). Con la condición límite de que el tamaño del diseño, es decir, la posición relativa de los puntos P1 - P3 o P1' - P3' entre sí es idéntica entre sí, son suficientes 3 puntos para convertir el diseño en la posición de la prótesis real según 14.

Esto puede visualizarse esquemáticamente, por ejemplo, mediante el siguiente procedimiento:

1. el punto P1 se desplaza a P1';

2. se produce un giro sobre un eje que pasa por P1' (es igual a P1), por lo que el eje de giro es perpendicular a un triángulo formado por P1', P2 y P2'. Este giro convierte el punto P2 en P2', de modo que P2 es igual a P2' después de esta operación;

3. sigue un giro sobre un eje que pasa por P1' y P2', por lo que P3 se desplaza a P3'.

A este respecto, también se tienen en cuenta los cambios perpendiculares al plano del dibujo, es decir, reales con respecto a la superficie de la plataforma 5. Por tanto, las diferencias de posición  $\Delta P1$ ,  $\Delta P2$ ,  $\Delta P3$  también pueden incluir una componente perpendicular al plano del dibujo.

Las diferentes escalas durante el escaneo de la prótesis 1 según la figura 10 y de la prótesis 1 sobre la pieza en bruto 3 según la figura 14 pueden tenerse en cuenta determinando en cada caso las distancias entre las bolitas de referencia y comparándolas. A este respecto, se supone que las diferentes escalas se aplican en todas las direcciones espaciales.

Los procedimientos mencionados anteriormente permiten mantener la precisión necesaria al menos para el mecanizado posterior de las prótesis dentales. Generalmente se consigue determinando las coordenadas de mecanizado con una tolerancia de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$  (0,03 mm) en la actualidad. Una desviación de como máximo 0,5 mm puede considerarse el límite inferior de la precisión de procesamiento; las desviaciones de como máximo 0,2 mm y en particular de 0,1 mm son mejores y más adecuadas para el uso práctico.

Una aplicación interesante de este procedimiento para permitir un mecanizado posterior de una prótesis o de una pieza de trabajo en general sin dañarla reside en su uso durante la fabricación. Con los procedimientos de mecanizado aditivos (impresión 3D) en particular, existe una gran diferencia de precio entre las máquinas herramienta que tienen la precisión final requerida y las que tienen tolerancias inaceptablemente altas. Utilizando el procedimiento anterior, es concebible fabricar primero una pieza de trabajo, en particular un modelo dental o de otro tipo, con una máquina herramienta de menor precisión y sobremedida correspondiente y, a continuación, procesar posteriormente el producto en una máquina herramienta, normalmente una máquina herramienta de producción sustractiva, como una fresadora, en la que la posición exacta de la pieza de trabajo en la fresadora se determina utilizando el presente procedimiento.

Las etapas de procesamiento de datos en la descripción anterior se ejecutan preferiblemente de manera automatizada en un ordenador o procesador basándose en un programa. Esto se aplica en particular a la conversión de las imágenes escaneadas en la representación del sistema CAM y la conversión de los datos CAM al sistema de coordenadas de la prótesis real o la pieza de trabajo real en la posición que ocupa en la pieza en bruto y en la máquina herramienta.

A partir de la descripción anterior de los ejemplos de realización, el experto tiene acceso a una amplia gama de variaciones y adiciones sin salirse del ámbito de protección de la invención, que se define por las reivindicaciones. Algunas variantes concebibles se mencionan en la descripción de los ejemplos de realización.

También es concebible lo siguiente:

- La invención se aplica durante el mecanizado posterior de cualquier pieza de trabajo.

- La pieza en bruto no forma parte de la pieza de trabajo y, por tanto, sólo sirve de base. Por tanto, puede estar compuesta por un material que la haga más adecuada como soporte de pieza de trabajo en el procedimiento de mecanizado aplicado.

- La distancia entre las estructuras clave o las marcas de referencia de la máquina asciende a al menos 1/3 del mayor diámetro de la pieza de trabajo proyectado sobre la pieza en bruto o la base.

- En particular, en los procedimientos para los que el segundo ejemplo de realización es prototípico, una o todas las estructuras clave no están formadas espacialmente, sino que son bidimensionales o esencialmente unidimensionales, por ejemplo, estructuras impresas como marcas de color, estructuras lineales, figuras geométricas y formas mixtas de las mismas. Sin embargo, tales estructuras clave en el sentido más amplio en procedimientos análogos al primer ejemplo de realización es probable que requieran un mayor esfuerzo con el fin de alinear el contracomponente y la pieza en bruto con precisión entre sí utilizando la estructura clave, al moverse entre sí hasta que se alcanza la posición predeterminada de las estructuras clave entre sí.

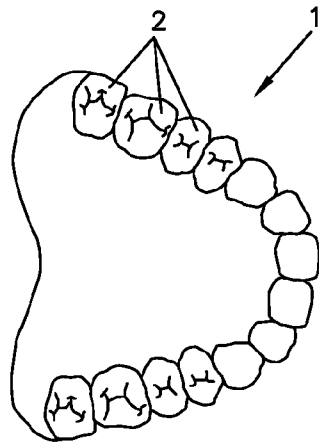
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para posicionar una pieza de trabajo (1) en una máquina herramienta de control numérico, caracterizado por que en una pieza en bruto que sirve de base (3) se forma un duplicado (7) que comprende al menos una parte de la pieza de trabajo por la máquina herramienta bajo el control de primeros datos,
- 5 en un segmento de posicionamiento de la pieza en bruto se forma al menos una estructura clave (9, 10),
- se coloca una contrapieza (25) con masa de impresión (17) sobre la base, enganchando al menos una estructura clave (9, 10) en la base y, en cada caso, una estructura clave (21, 22) formada de manera complementaria en la contrapieza, de modo que la base y la contrapieza se encuentren en una posición relativa predeterminada entre sí, y en la masa de impresión se forme un negativo de la superficie del duplicado, y
- 10 se retira el duplicado de la base,
- 15 de modo que la contrapieza pueda colocarse de manera reproducible en la misma posición relativa en la base y la pieza de trabajo pueda colocarse de manera reproducible en la posición según los primeros datos en la pieza en bruto al encajar en el negativo.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por las etapas siguientes:
- la pieza de trabajo (1) se dispone sobre la base (3) en el lugar del duplicado (7) retirado,
- 25 la contrapieza (25) se coloca con un enganche de la al menos una estructura clave (9,10) de la base (3) con la al menos una estructura clave (20, 21) en la contrapieza, alineándose la pieza de trabajo de tal modo que los segmentos de la pieza de trabajo (1), formados como negativos en la impresión (20), encajen en la impresión, para disponer la pieza de trabajo en la misma posición sobre la base que el duplicado.
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por las etapas siguientes:
- antes de la colocación sobre la base (3) que soporta la pieza de trabajo (1), al menos una de una parte eficaz de la impresión (20) y una parte eficaz de la zona de la pieza de trabajo (1), que corresponde a la impresión (20), se dota de una capa que favorece la adherencia, de modo que la pieza de trabajo se adhiera a la impresión con una fuerza suficiente para mecanizarse en la parte no cubierta por la impresión.
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 3, caracterizado por que la pieza de trabajo (1) se coloca sobre la base (3) mediante un material (29) que favorece la adherencia y el material que favorece la adherencia solidifica para formar una unión entre la base (3) y la pieza de trabajo.
- 40 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el material (29) que favorece la adherencia es adecuado para formar una parte de la pieza de trabajo mecanizada.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que las estructuras clave (9, 10, 20, 21) están configuradas de tal modo que cuando se separan y vuelven a unir la base (3) y la contrapieza (25), se mantiene un desplazamiento máximo de 0,5 mm, preferiblemente de como máximo 0,2 mm, y de manera particularmente preferida de como máximo 0,1 mm de la pieza de trabajo (1) o de su duplicado (7) antes y después de la separación y la nueva unión.
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que las estructuras clave (9,10) se forman por fuera de la superficie ocupada por la pieza de trabajo sobre la base (3).
- 50 8. Dispositivo para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7,
- comprendiendo el dispositivo una base (3) y una contrapieza (25),
- 55 pudiendo unirse la base y la contrapieza de manera separable entre sí, pudiendo disponerse la pieza de trabajo entre la base y la contrapieza en el estado unido,
- presentando la unión entre la base y la contrapieza una estructura clave (9, 10; 21, 22) que, de manera reproducible, garantiza una unión entre la base y la contrapieza en una posición predeterminada entre sí, y
- 60 presentando la contrapieza una zona de referenciación configurada de manera complementaria al menos con respecto a una parte de la pieza de trabajo, que garantiza la colocación reproducible de la pieza de trabajo en una posición predeterminada en la contrapieza.
- 65

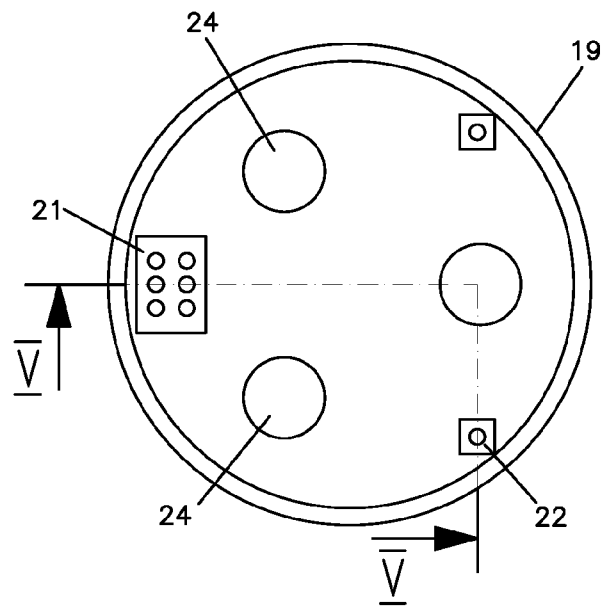
5 9. Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado por que las estructuras clave (9, 10, 21, 22) comprenden elevaciones y depresiones configuradas de manera complementaria en la base (3) y la contrapieza (25), que se enganchan entre sí con la unión de la base y la contrapieza y están presentes en un número y forma tal que un movimiento de la base y la contrapieza una respecto a otra se limita al movimiento para realizar una unión y una separación.

10 10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado por que las estructuras clave (9, 10, 21, 22) comprenden salientes en forma de columna, que entran en contacto deslizante con paredes de la estructura clave configurada de manera complementaria al montar la base (3) y la contrapieza (25), de modo que se impida un movimiento transversal al eje longitudinal de las columnas.

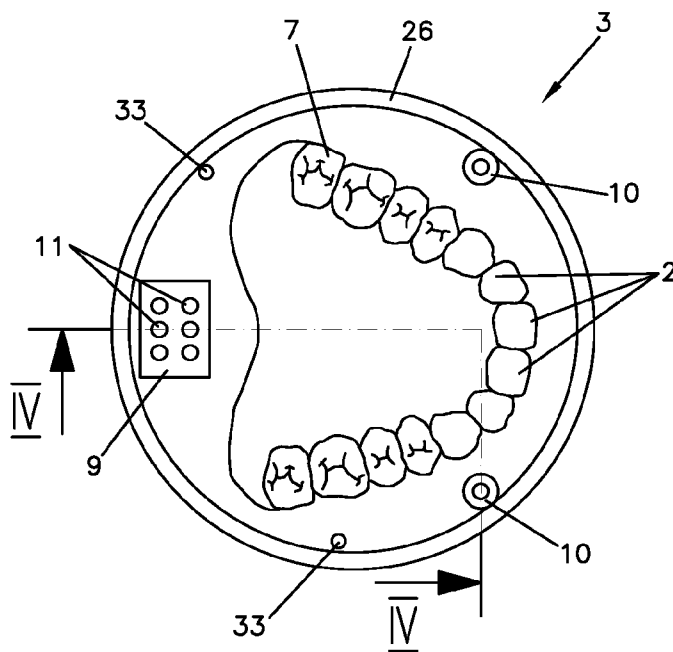
**FIG. 1**



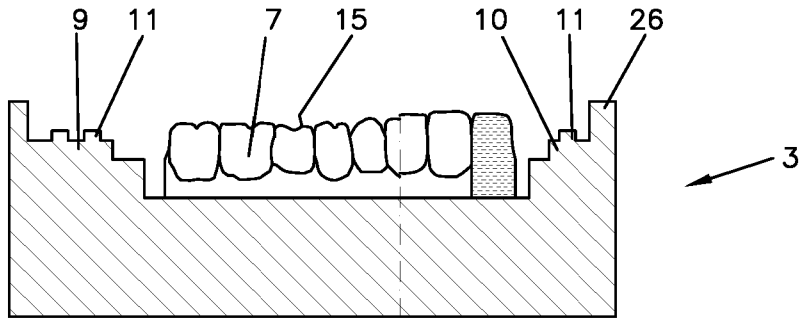
**FIG. 2**



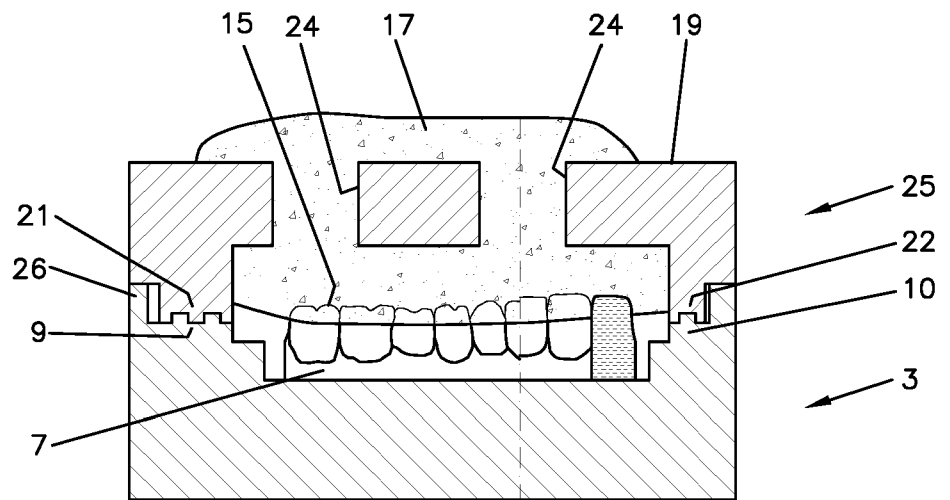
**FIG. 3**



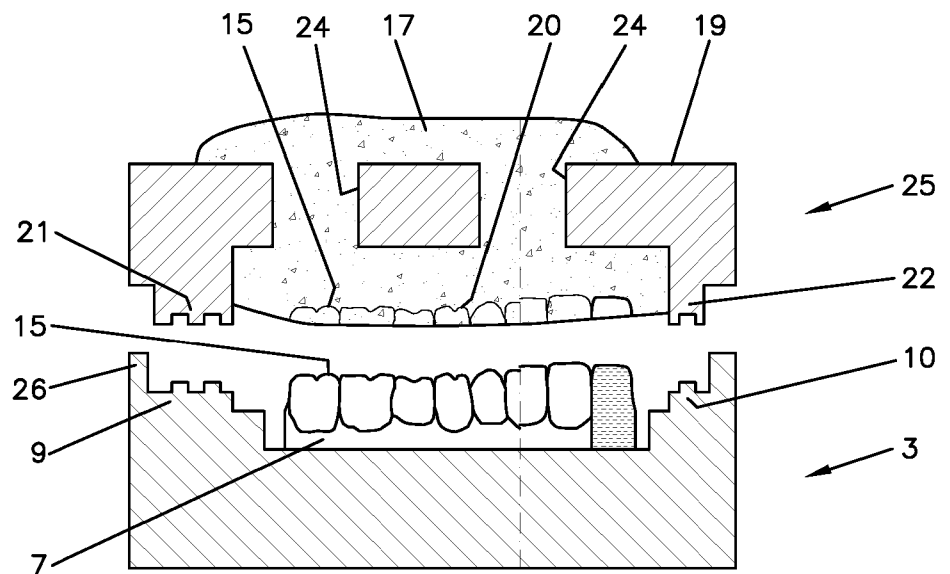
**FIG. 4**



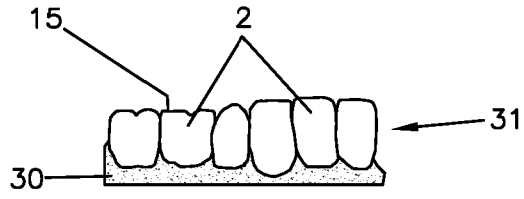
**FIG. 5**



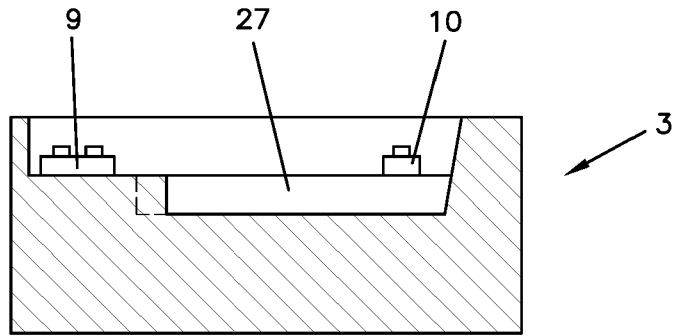
**FIG. 6**



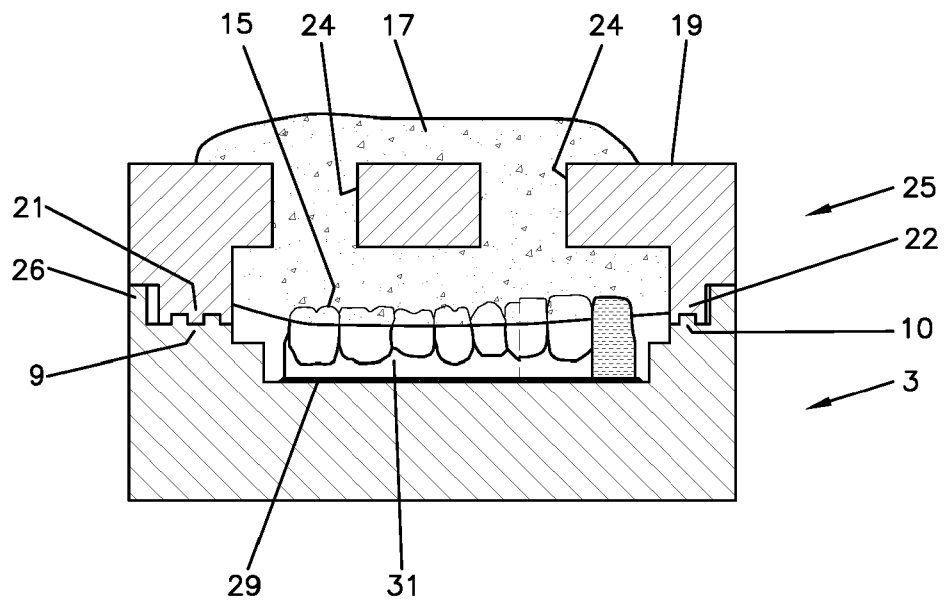
**FIG. 7**



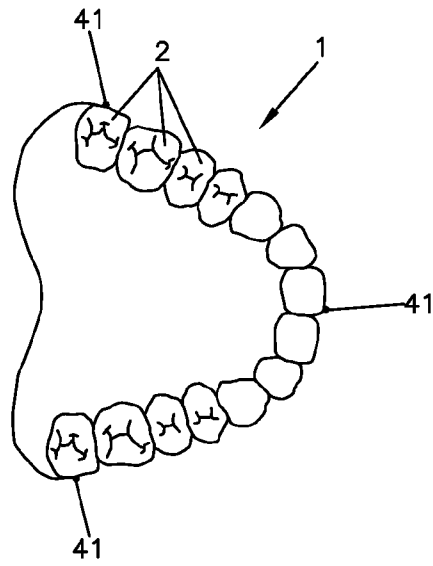
**FIG. 8**



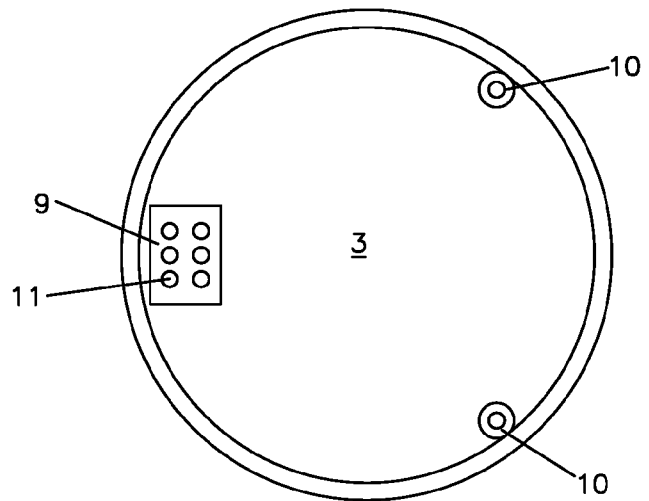
**FIG. 9**



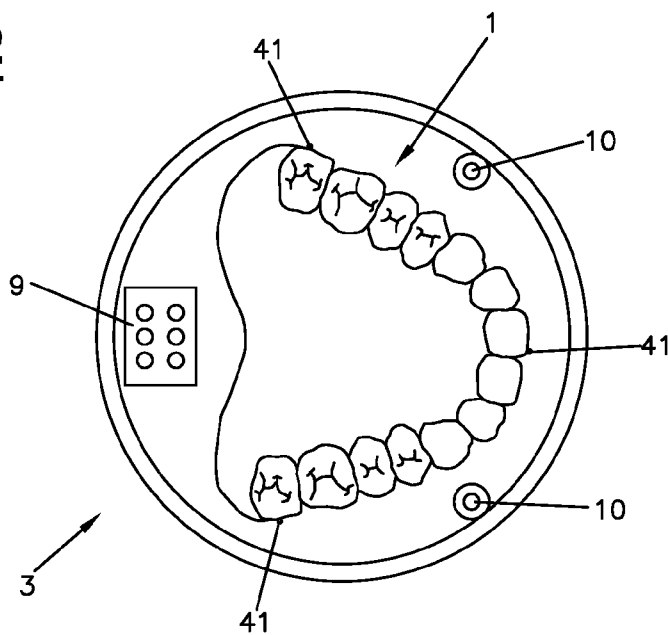
**FIG. 10**



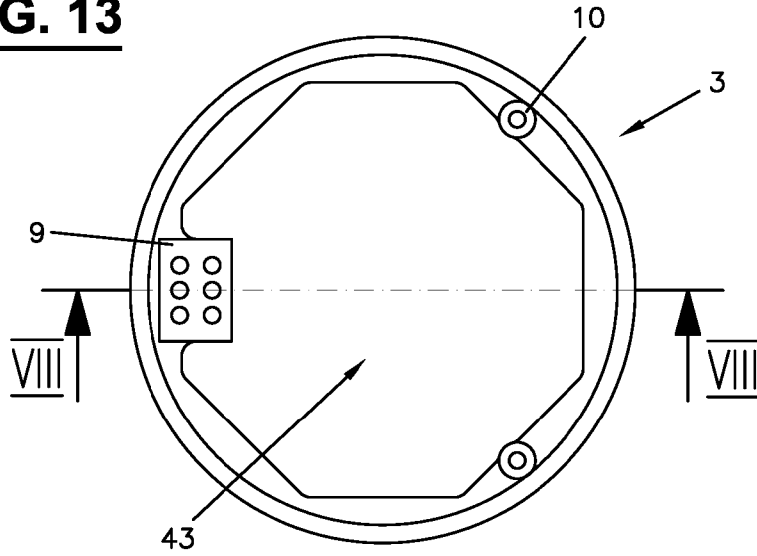
**FIG. 11**



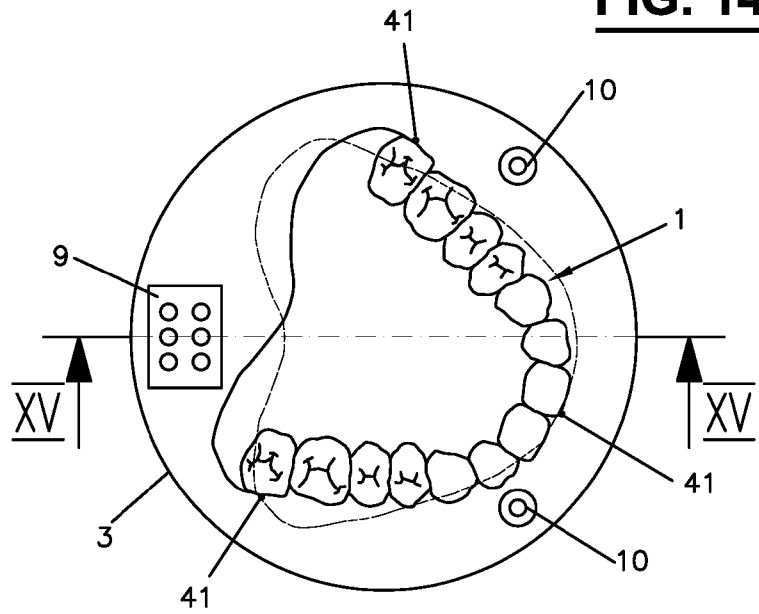
**FIG. 12**



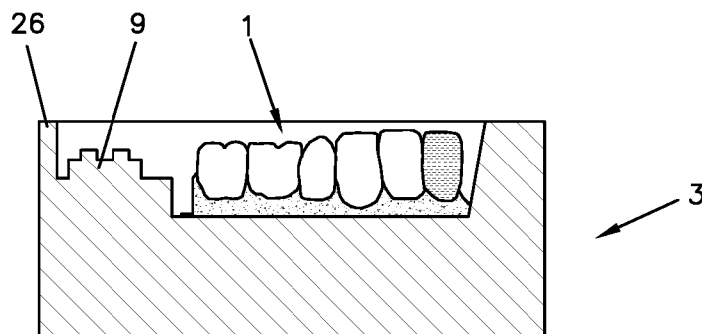
**FIG. 13**



**FIG. 14**



**FIG. 15**



**FIG. 16**

