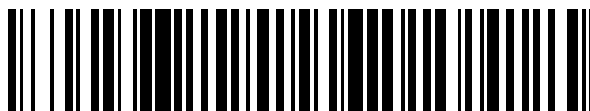


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 559**

51 Int. Cl.:

A61C 13/00 (2006.01)

C25F 3/26 (2006.01)

C25F 3/22 (2006.01)

C25F 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.05.2013 PCT/GB2013/051208**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013 WO13167903**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2013 E 13722516 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2849674**

54 Título: **Método para fabricar un artículo**

30 Prioridad:

10.05.2012 EP 12167523

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

04.11.2019

73 Titular/es:

**RENISHAW PLC (100.0%)
New Mills Wotton-Under-Edge
Gloucestershire GL12 8JR, GB**

72 Inventor/es:

**BEEBY, DAVID y
FORMAN, MARK**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 729 559 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).

DESCRIPCION

Método para fabricar un artículo

Esta invención se refiere a un método para fabricar un artículo, por ejemplo, un artículo que comprende al menos una restauración dental.

- 5 Las técnicas de fabricación rápida se están utilizando cada vez más para producir una amplia variedad de partes. En concreto, las técnicas que construyen las partes capa por capa son cada vez más conocidas y utilizadas en la industria para fabricar partes personalizadas. La sinterización por láser selectivo es una de esas técnicas de fabricación rápida mediante la cual los productos pueden construirse a partir de material en polvo, como metal en polvo, capa por capa. Por ejemplo, se puede aplicar una capa de material en polvo a una cama de la máquina de sinterización por láser y entonces se controla un láser para sinterizar o fundir partes seleccionadas del material en polvo para conformar una primera capa de la parte. Luego se aplica otra capa de polvo encima y el láser se controla de nuevo para sinterizar o fundir otra capa de la parte. Este proceso se repite hasta que se conforma la parte entera. La parte conformada se retira de la cama de polvo. Dichas técnicas son bien conocidas y, por ejemplo, se describen en los documentos EP1021997 y EP1464298.
- 10
- 15 Métodos de fabricación para artículos dentales utilizando máquinas fresadoras son descritos en los documentos EP 1 974 688 A1 y WO2012/064257 A1.

En comparación con las técnicas más tradicionales, como el fresado de partes a partir de tochos o piezas en bruto, dichas técnicas ofrecen una fabricación rápida, además de facilitar la fabricación de partes complejas y pueden ayudar a minimizar el desperdicio de material. Como consecuencia, es cada vez más conveniente fabricar partes utilizando dichas técnicas. De hecho, es conocido el uso de este tipo de técnica para la conformación de restauraciones dentales y, en concreto, de armazones dentales, que suelen ser partes a medida complejas.

20

Sin embargo, los productos fabricados con una técnica de este tipo a veces necesitan una operación adicional para alterar el acabado de la superficie y/o la precisión de ciertas características en la parte, lo que no se puede lograr solo a través de la técnica de fabricación rápida. Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar un artículo, que comprende: tomar un artículo conformado en un estado inicial a través de un proceso de fabricación aditiva; realizar un segundo proceso de fabricación para transformar el artículo en un segundo estado, que comprende montar el artículo en un dispositivo de retención, procesar al menos una primera característica en el artículo y procesar al menos una característica de montaje en el artículo (por ejemplo, procesar al menos una serie de características de montaje en el artículo), volver a montar el artículo a través de la al menos una característica de montaje (por ejemplo, a través de la al menos una serie de características de montaje), y luego procesar al menos una segunda característica en el artículo. La al menos una característica de montaje comprende una característica de montaje cinemático.

25

30

Por consiguiente, el proceso de fabricación aditiva se podría haber utilizado para conformar la mayor parte del artículo y el segundo proceso de fabricación se podría utilizar para terminar ciertos aspectos o características del artículo. En algunas situaciones puede ser necesario volver a montar/reorientar el artículo durante el segundo proceso de fabricación para permitir el procesamiento de diferentes características. Este es concretamente el caso cuando la máquina que realiza el segundo proceso de fabricación no facilita la rotación del artículo y/o dispositivo que procesa el artículo, y/o cuando el artículo es grande con respecto a la máquina, de manera que es difícil o no es posible girar el artículo. Sin embargo, dicho remontaje/reorientación puede llevar a imprecisiones en el procesamiento de las características. Por ejemplo, al mecanizar al menos las primeras y al menos las segundas características, puede ser importante mantener un nivel de precisión en su posición relativa. El remontaje/reorientación del artículo entre el mecanizado de la al menos primera y al menos segunda características puede introducir una fuente de error.

35

40

Sin embargo, dichos errores pueden reducirse realizando el método de la invención porque el método comprende procesar al menos una característica de montaje (por ejemplo, al menos una serie de características de montaje) así como al menos una característica, y luego se procesa al menos una segunda característica del artículo mientras el artículo se monta utilizando dicho procesado de la al menos una (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje. Como la posición de la al menos una (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje puede ser controlada por el segundo proceso de fabricación, su (o sus) posición(es) con respecto a al menos una primera característica se puede(n) limitar de una manera conocida. Por lo tanto, cuando el artículo se vuelve a montar utilizando al menos una (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje, la posición del artículo y, por lo tanto, la al menos una primera característica puede ser conocida porque están controladas/limitadas por al menos una (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje. Por lo tanto, es posible controlar con precisión la posición en la que se procesa la al menos una segunda característica con respecto a la al menos una primera característica. Tal y como se entenderá, el grado en que se conoce la posición de las primeras características dentro del volumen operativo de la máquina cuando se monta a través de la al menos una (serie de) característica(s) de montaje, depende de varios factores, incluida la precisión del proceso de mecanizado. Sin embargo, lo que puede ser importante es que el grado es conocido y/o está dentro de una tolerancia requerida (por ejemplo, predeterminada), que puede estar por ejemplo

45

50

55

dentro de un diámetro de tolerancia de posición de 100 µm (micrones) y por ejemplo dentro de un diámetro de tolerancia de posición de 50 µm (micrones).

5 Por consiguiente, la presente invención permite que la parte se monte en una pluralidad de orientaciones diferentes y significa que diferentes lados del artículo pueden procesarse fácilmente, incluso mediante una herramienta
 10 aproximándose a ese artículo desde la misma orientación. Como consecuencia, puede reducir la complejidad de la maquinaria requerida para procesar el artículo. Por ejemplo, puede significar que el artículo puede procesarse utilizando maquinaria con grados de libertad de rotación limitados y, de hecho, puede eliminar la necesidad de cualquier grado de libertad de rotación. Esto no solo puede reducir el coste de la maquinaria involucrada, el tamaño potencial de la maquinaria involucrada, sino que también puede significar que cualquier imprecisión introducida por
 15 los ejes de rotación puede reducirse o evitarse por completo. De hecho, puede significar que la maquinaria utilizada para realizar la segunda operación de procesamiento puede ser sencillamente una máquina de 3 ejes lineales.

15 Por consiguiente, la al menos una (serie de) característica(s) de montaje puede definir la posición del artículo dentro del volumen operativo de la máquina para eliminar la necesidad de sondear el artículo para determinar su ubicación antes de operar en el artículo después de dicho remontaje. La al menos una (serie de) característica(s) de montaje
 20 puede garantizar que la posición y la orientación del artículo se conozcan cuando se vuelva a montar en la máquina herramienta. En concreto, puede asegurar que la posición lateral en tres grados de libertad ortogonales y la orientación de giro alrededor de tres ejes de giro ortogonales se limiten de una manera conocida. Por consiguiente, la al menos una (serie de) característica(s) de montaje podría(n) describirse como que está(n) en una ubicación definiendo características de montaje. Esto puede significar que la operación en el artículo por parte de la máquina
 25 para procesar al menos una segunda característica puede tener lugar de inmediato sin necesidad de emplear tiempo en las operaciones de identificación de posición y/u orientación que requieren una inspección de la ubicación del artículo, por ejemplo, sin sondear el artículo para encontrar su ubicación. Por consiguiente, de manera opcional, la posición de al menos una parte del artículo (por ejemplo, al menos la posición de la al menos una primera característica) una vez que se haya vuelto a montar a través de la al menos una (serie de) característica(s) de montaje, puede determinarse a partir del conocimiento de la posición de la al menos una (serie de) característica(s) de montaje. Por consiguiente, la herramienta (por ejemplo, la máquina herramienta) que realiza el segundo proceso de fabricación podría determinar la posición de al menos una parte del artículo basándose en el conocimiento de la posición de la al menos una (serie de) característica(s) de montaje y otros datos relativos al artículo. Los otros datos podrían comprender datos relativos a la posición de la al menos una primera característica. Los otros datos podrían
 30 incluir datos relativos a la posición de otras características del artículo.

35 Por consiguiente, según lo anterior, la al menos una (serie de) característica(s) de montaje cinemático está(n) configurada(s) de modo que la posición y la orientación de al menos una parte del artículo en los tres grados de libertad lineal y tres de giro dentro del volumen de operación de la máquina es conocido y definido por medio de la interacción de las características de montaje con el dispositivo de retención. Tal y como se entenderá, y como se describe, por ejemplo, en H.J.J. Braddick, "*Medical Design of Laboratory Apparatus*", Chapman&Hall, Londres, 1960, páginas 11-30, el diseño cinemático implica limitar los grados de libertad de movimiento de un cuerpo o característica usando el número mínimo de limitaciones y, en concreto, implica evitar el exceso de limitaciones. Esto asegura un posicionamiento altamente repetible del artículo con respecto al dispositivo de retención, y significa que el artículo se asentará en el dispositivo de retención de una manera conocida y predecible. Por consiguiente, dichas características de montaje cinemático podrían interactuar con las características de montaje cinemático correspondientes en el dispositivo de retención de la herramienta (por ejemplo, máquina herramienta) que debe realizar el segundo proceso de fabricación. El artículo también puede comprender características de orientación general que limitan la orientación general que el usuario puede colocar en el dispositivo de retención. Estas podrían ser procesadas antes de dicho remontaje. En concreto, preferiblemente están configuradas de manera que permiten que el artículo se coloque en una sola orientación en el dispositivo de retención. Dicha característica podría ser proporcionada por la al menos una (serie de) característica(s) de montaje. De manera opcional, son proporcionadas como características separadas a la (serie de) característica(s) de montaje. Preferiblemente, dichas características de orientación general no interfieren con el control de la posición y la orientación del artículo provisto por el acoplamiento de la (serie de) característica(s) de montaje en el artículo con características correspondientes en el
 40 dispositivo de retención.
 45

Al menos una segunda característica en el artículo podría ubicarse en un lado esencialmente opuesto del artículo a la al menos una primera característica.

55 Volver a montar/reorientar el artículo a través de al menos una característica de montaje puede incluir darle la vuelta al artículo. El método podría comprender volver a montar el artículo de modo que al menos parte del volumen de mecanizado dentro del cual se procesan las segundas características se superponga con el volumen de mecanizado dentro del cual se procesan las primeras características. Dicho de otro modo, el artículo puede ocupar esencialmente el mismo volumen del aparato de la máquina herramienta que procesa el artículo cuando el artículo se monta durante el procesamiento de la al menos una primera característica y al menos una (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje y cuando el artículo se monta durante el procesamiento de la al menos segunda característica. En concreto, el volumen ocupado por el artículo (y en concreto, por ejemplo, el volumen ocupado por el al menos un producto del artículo) cuando se monta durante el procesamiento de la al menos una primera característica y al menos una (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje puede(n) superponerse
 60

- 5 esencialmente con el volumen ocupado por el artículo (y en concreto, por ejemplo, el volumen ocupado por al menos un producto del artículo) cuando el artículo se monta durante el procesamiento de la al menos una segunda característica, por ejemplo por al menos 50%, más preferiblemente por al menos 75%, especialmente preferiblemente por al menos 85%. Esto puede reducir el volumen de la máquina realizando el procesamiento necesitado para el calibrado o la generación de un mapa de error.
- El artículo podría haberse construido a través del proceso de fabricación aditiva según un modelo informático, por ejemplo, un modelo CAD, del artículo.
- 10 El segundo proceso de fabricación podría comprender determinar la ubicación de las características del artículo utilizando datos relativos a la posición de dichas características. Dichos datos podrían derivarse del modelo informático. Por consiguiente, el método puede comprender recibir datos relativos a la posición de al menos algunas características del artículo.
- 15 El artículo podría haberse construido capa por capa a través del proceso de fabricación aditiva. El artículo podría haberse construido a través de un proceso de consolidación por láser, como un proceso de sinterización o fusión por láser, también conocido como sinterización por láser selectivo o fusión por láser selectivo. De manera opcional, el artículo podría haber sido construido a través de un proceso de revestimiento por láser, un proceso de modelado por deposición fundida (FDM) o un proceso de fusión por haz de electrones. El método puede comprender la etapa de conformar el artículo a través del proceso aditivo.
- 20 El segundo proceso de fabricación puede comprender un proceso sustractivo. Por consiguiente, el procesamiento de al menos una primera característica, al menos una segunda característica y/o la al menos una serie de características de montaje puede comprender la retirada del material del artículo. Por ejemplo, el segundo proceso de fabricación puede comprender un proceso de mecanizado, por ejemplo, un proceso de fresado. Por consiguiente, el método puede comprender montar el artículo en una máquina herramienta en una pluralidad de orientaciones diferentes y mecanizar el artículo en dicha pluralidad de orientaciones diferentes.
- 25 La al menos una (serie de) característica(s) de montaje puede(n) haber ya estado, al menos parcialmente, conformada(s) en el artículo a través del proceso de fabricación aditiva. Por consiguiente, el procesamiento de la al menos una (serie de) característica(s) de montaje puede comprender terminar la (serie de) característica(s) de montaje. Esto podría incluir la retirada de material en la al menos una (serie de) característica(s) de montaje. Puede ser que la al menos una (serie de) característica(s) de montaje se conformen completamente durante el segundo proceso de fabricación.
- 30 Puede ser que la al menos una primera característica y/o la al menos una segunda característica se conformen completamente durante el segundo proceso de fabricación. De manera opcional, la al menos una primera característica y/o la al menos una segunda característica pueden haber ya estado, al menos parcialmente, conformadas en el artículo a través del proceso de fabricación aditiva. Por consiguiente, el procesamiento de la al menos una primera característica y/o la al menos una segunda característica puede comprender terminar la al menos una primera característica y/o la al menos una segunda característica. Esto podría incluir la retirada de material en la al menos una primera característica y/o la al menos una segunda característica. Por consiguiente, podrían proporcionarse la al menos una primera característica y/o la al menos una segunda característica con un material sobrante que es retirado durante el segundo proceso de fabricación. Por consiguiente, cuando el método comprende conformar el artículo a través de los procesos aditivos, esta etapa puede comprender agregar material en exceso en al menos la al menos una primera característica y/o la al menos una segunda característica. Dicho material sobrante puede ser material sobrante de lo que finalmente se desea para el producto terminado.
- 35 40 El artículo puede comprender al menos una restauración dental. El artículo podría comprender al menos un implante de restauración dental. La restauración dental podría ser un puente. La restauración dental podría ser una restauración de un solo diente, como un pilar soportado por implante o corona. Se podría agregar otro material a la restauración dental, para terminar la restauración. Por ejemplo, se podría agregar porcelana o una corona para proporcionar un acabado que sea más estéticamente similar a los dientes naturales.
- 45 La al menos una primera característica y/o la al menos una segunda característica pueden formar parte de la restauración dental que debe interactuar con otro objeto. Dichas características pueden requerir un buen ajuste con el otro objeto. Asegurar un buen ajuste puede ser importante por muchas razones, por ejemplo, estructuralmente para reducir la posibilidad de fallo de la restauración dental. También puede ser importante asegurar un buen ajuste para evitar huecos que puedan albergar bacterias. Por ejemplo, el método puede comprender el mecanizado de una región que va a interactuar con un diente preparado para recibir la restauración, comúnmente conocida como una "preparación" en la boca de un paciente, o un implante en la mandíbula de un paciente.
- 50 El artículo puede comprender una pluralidad de productos unidos entre sí. Tal y como se entenderá, los productos pueden separarse posteriormente entre sí. Por consiguiente, una pluralidad de productos puede conformarse y procesarse simultáneamente. A medida que se unen entre sí, se pueden transportar juntos y montar juntos en una máquina para realizar el segundo proceso de fabricación.
- 55

El artículo puede comprender al menos un producto y al menos un miembro en los que se proporciona la al menos una (serie de) característica(s) de montaje. Por consiguiente, las características de montaje pueden proporcionarse separadas del (de los) producto(s). Tal y como se entenderá, al menos un miembro puede separarse posteriormente del producto después de todo el procesamiento requerido por el miembro. El miembro podría ser un miembro de retención (por ejemplo, un miembro de sujeción) a través del cual se puede retener el artículo (por ejemplo, sujeto) para definir y mantener su ubicación durante el segundo proceso de fabricación. Preferiblemente, cualquier (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) se conforma(n) también en el miembro. Al menos un miembro puede comprender un núcleo central alrededor del cual se dispone al menos un producto.

La pluralidad de productos se puede unir entre sí a través de al menos un miembro.

10 La pluralidad de productos puede comprender una pluralidad de restauraciones dentales. Por ejemplo, la pluralidad de productos puede comprender una pluralidad de pilares dentales.

El artículo conformado en un estado inicial a través del proceso de fabricación aditiva podría comprender al menos una (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) (es decir, una (serie de) característica(s) diferente(s) de la ya mencionada). El segundo proceso de fabricación podría comprender el montaje del artículo en un dispositivo de retención, a través de la (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s). El segundo proceso de fabricación puede comprender el procesamiento de dicha al menos una primera característica y al menos una (serie de) característica(s) de montaje en el artículo.

Al igual que con lo descrito anteriormente con al menos una (serie de) característica(s) de montaje, la (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) se puede(n) configurar para definir la posición del artículo dentro del volumen operativo de la máquina para eliminar la necesidad de sondear el artículo para determinar su ubicación antes de operar en el artículo. Las características mencionadas anteriormente en relación con al menos una serie de características de montaje también se aplican a esta (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s).

Puede haber dos fuentes principales de error en la posición de la al menos una característica (por ejemplo, dicha al menos una primera característica) a ser procesada. Una fuente de error puede ser la incertidumbre en la posición de la al menos una característica a mecanizar con respecto a la (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) (y, por lo tanto, con respecto al dispositivo de retención de la máquina). Este error puede depender de la precisión del proceso de fabricación aditiva. Por consiguiente, dichos errores pueden variar dependiendo de la precisión del proceso de fabricación aditiva, pero generalmente son conocidos y pueden definirse con respecto al proceso utilizado. Otra fuente de error puede ser la repetibilidad de la posición del artículo con el dispositivo de retención de la máquina (que puede ser dictada por la configuración de la (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) y las características correspondientes en el dispositivo de retención). Preferiblemente, la (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) está configurada de manera que la relación de i) incertidumbre de la posición de la parte (por ejemplo, dicha al menos una primera característica a mecanizar) a ii) la repetibilidad de la posición del artículo no es más de 50:1, más preferiblemente no más de 10:1, aún más preferiblemente no más de 5:1, por ejemplo, no más de 4:1, por ejemplo, no más de 1:2. Tal y como se entenderá, la incertidumbre de la posición de la parte y la repetibilidad de la posición del artículo se pueden medir como diámetros de tolerancia de posición.

Por consiguiente, preferiblemente el método se configura y, por ejemplo, la (por ejemplo, serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) del artículo y el dispositivo de retención se configuran, de modo que cuando el artículo se monta en el dispositivo de retención, la ubicación de al menos una primera característica que debe procesarse dentro del volumen operativo de la máquina es conocida dentro de una tolerancia requerida, por ejemplo, predeterminada y por ejemplo dentro de un diámetro de tolerancia de posición de 100 µm (micrones), más preferiblemente dentro de un diámetro de tolerancia de posición de 50 µm (micrones).

De manera opcional, la al menos una (serie de) característica(s) de montaje puede conformarse en un lado opuesto del artículo a la (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s). Esto puede ser de modo que el artículo se pueda procesar en los lados opuestos primero y segundo mediante el montaje del artículo a través de la (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) y luego a través de la al menos una (serie de) característica(s) de montaje. Por consiguiente, el método puede comprender voltear el artículo para luego montarlo en su al menos una (serie de) característica(s) de montaje.

El artículo se puede volver a montar a través de su al menos una (serie de) característica(s) de montaje en el mismo dispositivo de retención que se usó para montar el artículo a través de su (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s). Más concretamente, el dispositivo de retención puede tener una (serie de) característica(s) que está(n) configurada(s) para que coincida(n) con la (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) y la al menos una (serie de) característica(s) de montaje en el artículo para retener y definir la ubicación del artículo durante el segundo proceso de fabricación. El artículo se puede volver a montar a través de su al menos una (serie de) característica(s) de montaje en la misma (serie de) característica(s) del dispositivo de retención que se utilizó para montar el artículo a través de su primera (serie de) característica(s) de montaje. Por consiguiente, la (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) y la al menos una (serie de) característica(s) de montaje puede(n) ser idénticas.

5 Como se mencionó anteriormente, la al menos una (serie de) característica(s) de montaje, y la al menos una (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) se puede(n) proporcionar en caras esencialmente opuestas del artículo. La al menos una (serie de) característica(s) de montaje, y la al menos una (serie de) característica(s) de montaje inicial preformada(s) puede(n) configurarse de manera que al menos parte del volumen de mecanizado en el que se procesan las segundas características se superpone con el volumen de mecanizado en el que se procesan las primeras características. Por consiguiente, las diferentes (series de) característica(s) de montaje puede(n) disponerse de manera que se utilice esencialmente el mismo volumen de máquina cuando se monta utilizando cada (serie de) característica(s) de montaje. Dicho de otro modo, la al menos una serie de características de montaje inicial preformadas y la al menos una serie de características de montaje se pueden configurar de manera que el artículo ocupe esencialmente el mismo volumen del aparato de máquina herramienta que procesa el artículo cuando el artículo es montado en el dispositivo de retención a través de la al menos una serie de características de montaje inicial preformadas y la al menos una serie de características de montaje. En concreto, el volumen ocupado por el artículo (y en concreto, por ejemplo, el volumen ocupado por el al menos un producto del artículo) cuando se monta a través de al menos una serie de características de montaje inicial preformadas puede superponerse esencialmente con el volumen ocupado por el artículo (y en concreto, por ejemplo, el volumen ocupado por el al menos un producto del artículo) cuando se monta a través de la al menos una serie de características de montaje, por ejemplo por al menos 50%, más preferiblemente por al menos 75%, aún más preferiblemente por al menos 85%. Esto puede reducir el volumen de la máquina realizando el procesamiento necesitado para el calibrado o la generación de un mapa de error.

20 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un artículo fabricado por un proceso de fabricación aditiva que comprende al menos una característica de montaje conformada después del proceso de fabricación aditiva por un segundo proceso de fabricación diferente del proceso de fabricación aditiva.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un producto o artículo producido mediante un método descrito en el presente documento.

25 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un método de fabricación de una restauración dental que comprende: i) conformar un cuerpo de restauración dental en un estado inicial mediante un proceso aditivo, el cuerpo de restauración dental que comprende un montaje que tiene al menos una serie de características de ubicación; ii) montar el cuerpo de restauración dental en su estado inicial en una máquina herramienta a través de al menos una serie de características de ubicación del montaje; y iii) mecanizar el cuerpo de restauración dental desde el primer y segundo lados esencialmente opuestos del cuerpo de restauración dental para transformar el cuerpo de restauración dental en un estado secundario.

Por consiguiente, el método de la invención utiliza diferentes técnicas de fabricación en diferentes fases para conformar una restauración dental precisa de una manera eficiente.

35 El uso de un proceso aditivo puede ser ventajoso sobre el mecanizado de todo el cuerpo de restauración dental a partir de una pieza en bruto sólida, ya que requiere mucho menos material y también puede consumir menos tiempo. También permite la conformación de una geometría que sería imposible solamente con los procesos de mecanizado.

40 La provisión de las características de ubicación puede eliminar la necesidad de sondear para determinar la posición del cuerpo de restauración dental dentro de la máquina herramienta. Las características de ubicación pueden asegurar que la ubicación del cuerpo de restauración dental se conozca cuando se monta en la máquina herramienta.

La etapa iii) puede comprender mecanizar el cuerpo de restauración dental desde el primer lado del cuerpo de restauración dental, reorientar el estado inicial de la restauración dental y luego mecanizar el cuerpo de restauración dental desde el segundo lado del estado inicial del cuerpo de restauración dental.

45 El cuerpo de restauración dental en su estado inicial puede comprender al menos dos series de características de ubicación. El cuerpo de restauración dental se puede montar en la máquina herramienta a través de una primera serie de características de ubicación durante el mecanizado desde su primer lado, y mediante al menos una segunda serie de características de ubicación durante el mecanizado desde su segundo lado.

La al menos la segunda serie de características de ubicación puede ser mecanizada al menos parcialmente durante dicho mecanizado desde el primer lado del cuerpo de restauración dental.

50 La al menos la segunda serie de características de ubicación puede conformarse al menos parcialmente durante el proceso aditivo. Por consiguiente, la al menos la segunda serie de características de ubicación puede mecanizarse para proporcionar la conformación final de la al menos segunda serie de características de ubicación.

55 El cuerpo de restauración dental se puede montar en la máquina herramienta a través de su primera y al menos segunda serie de características de ubicación sobre la misma serie de características de montaje de la máquina herramienta.

La al menos una serie de características de ubicación puede comprender al menos una serie de características de montaje cinemático.

5 El cuerpo de restauración dental puede comprender al menos una interfaz para interactuar con un implante en una mandíbula de un paciente (a fin de ubicar la restauración dental en la mandíbula del paciente) que está presente en uno de dichos primero y segundo lados de la restauración dental.

Puede ser importante que la al menos una interfaz (el(las) área(s) del cuerpo de restauración dental que coincide(n) con el(los) implante(s) en la mandíbula del paciente) tenga un acabado muy preciso. Sin un acabado tan preciso, el ajuste entre la(s) interfaz(es) y el(los) implante(s) podría ser inadecuado y podría llevar a que la restauración dental no estuviera asegurada adecuadamente dentro de la mandíbula del paciente.

10 Por consiguiente, en el estado inicial del cuerpo de restauración dental, puede conformarse la al menos una interfaz con un sobrante del material requerido. El método puede comprender además mecanizar dicha al menos una interfaz para retirar al menos parte de dicho material sobrante.

15 Se puede proporcionar una pluralidad de interfaces, espaciadas a lo largo del cuerpo de restauración dental. Este es especialmente el caso cuando la restauración dental es un puente. Se ha descubierto que, si la pluralidad de interfaces no se conforma con precisión, por ejemplo, si la separación entre las interfaces difiere de la separación entre los montajes correspondientes en la mandíbula del paciente, el cuerpo de restauración dental puede llegar a retorcerse cuando se fija en su posición. Esta torsión puede provocar tensiones en el cuerpo de restauración dental, lo que a su vez puede provocar tensiones no deseadas en los implantes. Dicha tensión en los implantes puede causar incomodidad para el usuario y una tendencia a que el cuerpo de restauración dental se afloje o incluso falle.

20 Por consiguiente, el método puede comprender mecanizar al menos una de dicha pluralidad de interfaces de implante para retirar el material sobrante, manipulando de ese modo la posición relativa de dicha pluralidad de interfaces de implante entre sí.

La al menos una interfaz de implante puede proporcionarse en el primer lado del cuerpo de restauración dental.

25 La al menos una interfaz puede ser una interfaz de implante para interactuar con un implante asegurado en la mandíbula de un paciente.

El cuerpo de restauración dental en su estado inicial puede comprender al menos un orificio para recibir un elemento de fijación para asegurar el cuerpo de restauración dental a un implante en la mandíbula de un paciente. Tal y como se entenderá, la superficie contra la cual se apoya la cabeza de un elemento de fijación en el cuerpo de restauración dental puede requerir un alto nivel de uniformidad para garantizar un ajuste seguro. Por lo tanto, el método puede comprender mecanizar dicho al menos un orificio para proporcionar una conformación final de dicho al menos un orificio.

30

El mecanizado de dicho al menos un orificio se puede realizar desde dicho segundo lado del cuerpo de restauración dental.

Un proceso aditivo puede comprender un proceso de fusión/sinterización por láser selectivo.

35 La restauración dental puede ser un puente. La restauración dental puede ser un puente soportado por implante.

El cuerpo de restauración dental puede conformar la forma externa final de la restauración dental. De manera opcional, el cuerpo de restauración dental puede ser un armazón sobre el que se puede conformar una estructura externa para proporcionar la forma externa final de la restauración dental. Por consiguiente, el método puede comprender agregar una estructura externa al armazón. La estructura externa puede comprender una capa de porcelana.

40

Esta aplicación describe un método para fabricar un artículo, que comprende: conformar un artículo en un estado inicial utilizando un primer proceso de fabricación (por ejemplo, un proceso de fabricación aditivo) que construye el artículo capa por capa, que incluye conformar al menos una primera (por ejemplo, una primera serie de) característica(s) de montaje; realizar un segundo proceso de fabricación para transformar el artículo en un segundo estado, que comprende montar el artículo en un dispositivo de retención a través de la al menos una primera (por ejemplo, una primera serie de) característica(s) de montaje, procesar al menos una característica en el artículo, y procesar (por ejemplo, conformar o terminar) al menos una segunda (por ejemplo, una segunda serie de) característica(s) de montaje en el artículo, volver a montar el artículo a través de la al menos la segunda (por ejemplo, una segunda serie de) característica(s) de montaje y procesar otra característica en el artículo.

45

50 Por consiguiente, el proceso de fabricación aditiva podría usarse para conformar la mayor parte del artículo y el segundo proceso de fabricación podría usarse para terminar ciertos aspectos o características del artículo. El uso de al menos una primera y segunda (por ejemplo, primera y segunda serie de) características de montaje permite que la parte se monte en una pluralidad de orientaciones diferentes y puede significar, por ejemplo, que se pueden procesar fácilmente diferentes lados del artículo, incluso mediante una herramienta aproximándose a ese artículo desde la misma orientación. Como consecuencia, puede reducir la complejidad de la maquinaria requerida para

55

5 procesar el artículo. Por ejemplo, puede significar que el artículo puede procesarse utilizando maquinaria con grados de libertad de giro limitados y, de hecho, puede eliminar la necesidad de cualquier grado de libertad de rotación. Esto no solo puede reducir el coste de la maquinaria involucrada, el tamaño potencial de la maquinaria involucrada, sino que también puede significar que cualquier imprecisión introducida por los ejes de rotación puede reducirse o evitarse por completo. De hecho, puede significar que la maquinaria utilizada para realizar la segunda operación de procesamiento puede ser sencillamente una máquina de tres ejes lineales.

10 La provisión de las características de montaje en el artículo puede reducir o eliminar la necesidad de sondear para determinar la posición del cuerpo de restauración dental dentro de la máquina herramienta. Las características de montaje pueden garantizar que se conozca la ubicación del artículo cuando se monta en la máquina herramienta. Por consiguiente, las características de montaje podrían describirse como características de montaje que delimitan la ubicación. Ha de entenderse que la ubicación puede incluir la posición y la orientación del artefacto.

15 Además, el procesamiento de la al menos segunda (por ejemplo, segunda serie de) característica(s) de montaje (que se utilizan para volver a montar el artículo en una segunda posición y/u orientación) significa que la precisión de la ubicación de la característica procesada cuando se monta utilizando la al menos la segunda serie de características, con respecto a las características procesadas cuando se monta utilizando la primera (por ejemplo, primera serie de) característica(s) de montaje, viene determinada por la precisión de la segunda máquina de proceso que conforma al menos la segunda (por ejemplo, segunda serie de) característica(s) de montaje y no la precisión del primer proceso.

20 Esta solicitud también describe un método para fabricar un pilar dental soportado por implante que comprende: construir un pilar, incluyendo la parte que interactúa con un miembro de implante, a partir de un material en polvo, capa por capa, mediante un proceso de sinterización por láser. Dicho método puede comprender procesar al menos una parte del pilar después de dicho proceso de sinterización por láser.

25 Dicho procesamiento puede comprender retirar material del pilar, por ejemplo, a través de mecanizado. El método puede comprender procesar la parte que interactúa con un miembro de implante. El procesamiento puede comprender, después de dicho proceso de sinterización por láser, montar el pilar en un dispositivo para retener el pilar durante dicho procesamiento. El proceso de sinterización por láser puede comprender construir un montaje conectado al pilar a través del cual el pilar se monta en el dispositivo para retener el pilar durante dicho procesamiento. Preferiblemente, el pilar y el montaje están configurados de manera que cuando el pilar se monta en el dispositivo para retener el pilar durante dicho procesamiento, el eje longitudinal del pilar, que podría ser, por ejemplo, paralelo o incluso coincidir con el eje de cualquier orificio presente o que aún esté por hacer del pilar (a través del cual se puede recibir un tornillo o atornillado de implante para fijar un tornillo de implante), y opcionalmente, por ejemplo, el eje de la parte que interactúa con el miembro de implante es paralelo a la herramienta, por ejemplo, herramienta de corte, para el procesamiento del pilar. El proceso de sinterización por láser puede comprender la construcción de una pluralidad de pilares conectados al mismo montaje. Al menos dos, y preferiblemente toda la pluralidad de pilares pueden estar orientados de manera que su parte que interactúa con un miembro de implante esté orientada, por ejemplo, en la misma dirección. De modo que sus ejes longitudinales sean paralelos entre sí.

35 La invención se describirá ahora como una realización preferida de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

40 La figura 1 muestra de manera esquemática una máquina de sinterización por láser selectivo para conformar un artículo;

La figura 2 muestra de manera esquemática una vista frontal en sección transversal de un puente unido a los implantes de soporte;

45 La figura 3 muestra de manera esquemática una vista de la parte inferior de un armazón de puente en su estado inicial;

La figura 4 muestra de manera esquemática una vista lateral superior de un armazón de puente en su estado inicial;

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método según la invención;

La figura 6 muestra de manera esquemática una vista lateral en sección transversal de un armazón sinterizado por láser unido a una placa de construcción durante la fabricación;

50 La figura 7 muestra de manera esquemática un armazón en su estado inicial sujeto utilizando un montaje cinemático durante la fabricación;

La figura 8 muestra de manera esquemática el mecanizado de las interfaces del implante durante la fabricación, así como el mecanizado de las características de montaje cinemático;

La figura 9 muestra de manera esquemática el mecanizado de los orificios escariados que se mecanizan en la parte inferior de un armazón;

Las figuras 10a y 10b muestran vistas esquemáticas de la parte inferior de un artículo que comprende una pluralidad de pilares conectados a un núcleo central en su estado inicial; y

- 5 Las figuras 11a y 11b muestran de manera esquemática vistas laterales superiores del artículo mostrado en la figura 10.

La siguiente descripción proporciona un ejemplo de cómo se puede utilizar la invención para fabricar un puente soportado por implante. Tal y como se entenderá, un puente soportado por implante es un tipo especial de restauración dental que, en uso, se asegura a una pluralidad de implantes dentales ya implantados en la mandíbula del paciente para retener la restauración dental en la boca del paciente. Normalmente, los puentes soportados por implante se utilizan para reemplazar una pluralidad de dientes. Los puentes soportados por implante se hacen normalmente a partir de una estructura de base de metal y se agrega porcelana a la estructura de base del puente antes de su ajuste para proporcionar la forma final y el aspecto deseados del puente. La estructura base del puente a menudo se denomina un "armazón" o "superestructura".

15 Tal y como se entenderá, la invención no se limita a la fabricación de puentes soportados por implante, sino que también podría usarse, por ejemplo, en la fabricación de otros tipos de restauraciones dentales, como restauraciones de dientes individuales, por ejemplo, pilares soportados por implante (como se ilustra en las figuras 10a, 10b, 11a y 11b), o coronas. Sin embargo, la invención tampoco se limita a las restauraciones dentales en general. Más bien, la invención se puede utilizar en la fabricación de una amplia gama de diferentes tipos de productos, como otros tipos de implantes médicos, partes aeroespaciales y joyas.

20 Tal y como se entenderá, un puente soportado por implante ha de hacerse con precisión para garantizar que el puente proporcione un ajuste cómodo y duradero en la boca del paciente. Es conocido el uso de una máquina herramienta, como una máquina fresadora CNC para producir un armazón de puente dental a partir de una pieza en bruto de volumen suficiente para que todo el armazón pueda mecanizarse en una sola pieza. Tal y como se entenderá, para los puentes soportados por implante, la pieza en bruto es normalmente una pieza sólida de metal, por ejemplo, titanio o una aleación de cromo-cobalto. Se pueden usar otros materiales, por ejemplo, circonia, aunque en este caso, a veces se requiere un elemento de enlace metálico entre el cuerpo de circonia y el implante. En cualquier caso, dicha técnica de fresado/mechanizado da como resultado la conformación de un armazón altamente preciso, pero requiere mucho tiempo, es costosa e implica un desperdicio significativo de material.

30 La realización descrita según la presente invención hace uso de un proceso aditivo para producir una forma inicial del armazón del puente, y luego un proceso sustractivo para terminar el armazón, por ejemplo, para mejorar el acabado de la superficie y/o la precisión de ciertas características. Por ejemplo, como se explica con más detalle a continuación, se utiliza un proceso de mecanizado para terminar al menos partes selectivas del primer y segundo lados del cuerpo de restauración dental con un alto grado de precisión. El uso de un proceso aditivo puede ser ventajoso sobre el mecanizado de todo el cuerpo de restauración dental a partir de una pieza en bruto sólida, ya que requiere mucho menos material y también puede consumir menos tiempo.

35 La figura 1 ilustra una disposición normal de una cámara 210 de construcción de una máquina de sinterización/fusión por láser selectivo. La cámara 210 de construcción define un espacio 220 por encima de una plataforma 230 de construcción que se puede descender. La cámara 220 de construcción comprende un aparato 240 de dispensación y revestimiento de polvo para esparcir el polvo 250 sobre la superficie de la plataforma 230 de construcción. Una ventana 255 en una pared superior de la cámara 210 permite que un rayo 260 láser sea dirigido para irradiar polvo esparcido en una superficie 270 de construcción, para sinterizar/fundir de manera selectiva el polvo, conformando de ese modo una capa del artículo 20. El láser y la plataforma 230 que se puede descender pueden controlarse mediante un controlador, 280, como un PC, que tenga un programa que defina el proceso para conformar el artículo 20. El programa puede controlar el proceso de sinterización por láser basándose en los datos CAD de la pieza que se va a conformar. En concreto, los datos CAD se pueden dividir en varias capas, correspondiendo cada capa a una capa que se conformará mediante el proceso de sinterización por láser.

40 La figura 2 ilustra cómo una restauración dental completa, en este caso un puente 2, en su estado final, se puede fijar a los implantes 4 en la mandíbula de un paciente 5. Como se muestra, el puente 2 cruza las encías 11 o zona gingival. Como se muestra, el puente 2 comprende un armazón 12 sobre el que se agrega una capa externa de porcelana 3 para proporcionar la forma externa final de la restauración dental. La figura 2 muestra la interfaz 6 de implante/armazón, que es la región en la que el armazón 12 y el implante 4 se acoplan entre sí. Esta es una porción de la superficie del armazón 12 que se terminará con un alto grado de precisión. Como se muestra, el puente 2 comprende una serie de orificios 8 escariados conformados en el armazón 12 del puente en el que se pueden colocar los tornillos 10 de implante. Los orificios 8 escariados comprenden una sección 13 superior y una sección 15 inferior. La sección 15 inferior tiene un radio más pequeño que la sección 13 superior y, en concreto, tiene un radio más pequeño que la cabeza 10 del tornillo que se usa para asegurar el puente 2 a los implantes 4. Como se muestra, cuando se atornillan en los implantes 4 a través de los orificios 8 escariados, los tornillos 10 fijan firmemente los orificios 8 escariados y, por lo tanto, el puente 2, a los implantes 4.

Las figuras 3 y 4, respectivamente, muestran vistas de la parte inferior y superior de un artículo 20 que comprende el armazón 12 del puente en su estado inicial producido según el método de la invención. La superficie más baja del armazón 12 comprende protuberancias circulares en forma de disco/tipo resalte del material 14 sobrante a partir de las cuales se han de mecanizar las interfaces de implante del armazón 12. El artículo 20 también comprende un núcleo 22 de ubicación, que comprende tres características 18 de ranura en v que definen un primer montaje cinemático sobre su superficie superior. Como se describe a continuación, las tres características 18 de ranura en v se utilizan para ubicar con precisión el artículo 20 y, por lo tanto, el armazón 12 del puente en una posición y orientación conocidas en el volumen del aparato de la máquina herramienta a través del elemento 25 de sujeción de la máquina herramienta (descrito con más detalle a continuación). Como también se muestra, el núcleo 22 de ubicación también comprende dos orificios 17 de orientación que se extienden completamente a través del núcleo 22 de ubicación. Como se describe a continuación, estos orificios 17 se pueden usar para asegurar la orientación correcta del armazón 12 del puente en el elemento 25 de sujeción de la máquina herramienta. El núcleo 22 de ubicación está situado en el interior del arco del armazón 12 del puente, con el núcleo 22 de ubicación y el armazón 12 del puente unidos por tres conectores 21 aproximadamente cilíndricos.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra el método para producir un puente 2 soportado por implante según una realización de la invención. Cada una de las etapas ilustradas se explicará haciendo referencia a las figuras 6 a 9.

En la primera etapa 110, el armazón 12 del puente en su estado inicial se produce mediante un proceso de fabricación rápido, que en este proceso es un proceso de sinterización por láser selectivo. Tal y como se entenderá, el proceso de sinterización por láser selectivo comprende el uso de una máquina de sinterización por láser selectivo, como la que se muestra de manera esquemática en la figura 1 y se describió anteriormente, para agregar repetidamente capas de material en polvo al artículo 20. Un láser de alta intensidad se enfoca en la región del material en polvo correspondiente a la forma apropiada del artículo 20 para la capa apropiada, a fin de aglutinar el polvo. Posteriormente, la superficie sobre la que tiene lugar la sinterización se baja, de modo que cuando se aplica el material en polvo a continuación, el láser puede enfocar a la misma altura, pero se escanea alrededor de un recorrido apropiado a través del polvo.

La figura 6 muestra un armazón 12 en estado inicial, pre-mecanizado, que se ha construido mediante sinterización por láser selectivo, pero aún se encuentra en una placa 24 de construcción. La figura muestra una vista en sección transversal del armazón 12 del puente. El armazón 12 del puente está apoyado en una estructura 23 de soporte, que es una banda de material sinterizado de menor densidad que el armazón 12, pero tiene la resistencia suficiente para soportar el armazón 12 del puente y evitar tanto la distorsión por su propio peso como las tensiones térmicas internas; La estructura 23 de soporte también se denomina en el presente documento como andamiaje o banda de soporte. Ha de entenderse que, aunque no se muestra, la placa 24 de construcción puede ser considerablemente más grande que el armazón 12 del puente que se está produciendo y por tanto puede permitir que se construyan varios puentes 2 simultáneamente.

La segunda etapa 120 sigue la finalización del proceso de sinterización por láser selectivo, y comprende retirar la placa 24 de construcción y el armazón 12 del puente del aparato de sinterización por láser selectivo y prepararlos para el mecanizado. La preparación puede incluir varias etapas opcionales, como colocar el armazón 12 del puente, junto con la banda 23 de soporte y la placa 24 de construcción en un horno industrial, para que se pueda realizar un ciclo de tratamiento térmico de alivio de tensión. El armazón 12 del puente es retirado luego de la placa 24 de construcción cortando las estructuras 23 de soporte, retirándose cualquier parte restante de la estructura 23 mediante pinzas y herramientas rotativas abrasivas. El armazón 12 del puente puede entonces ser pulido por granallado para hacer que toda la superficie sea más uniforme. Incluso después del pulido por granallado, el lado del armazón 12 del puente que estaba conectado a la estructura de soporte puede a veces (dependiendo, por ejemplo, del uso de herramientas abrasivas antes del pulido) puede ser considerablemente más áspero que el lado opuesto, debido a los restos de la estructura 23 de soporte que quedan en el puente. Como se muestra, el material 14 sobrante que debe ser retirado por la máquina herramienta se encuentra en la superficie del artículo 20 en la que se proporcionó la estructura 23 de soporte.

Como se indicó anteriormente, el mecanizado del armazón 12 del puente en su estado inicial puede ser un proceso de múltiples fases, ya que el armazón 12 del puente puede requerir que las características se mecanicen a partir de orientaciones inversas.

Como se ilustra en la figura 7, la siguiente etapa 130 comprende el montaje del armazón 12 del puente en su estado inicial sobre una estructura de montaje, en este caso un elemento 25 de sujeción, en un aparato de máquina herramienta, por ejemplo, una máquina fresadora controlada numéricamente por ordenador (CNC). La figura 7 muestra de manera esquemática una vista del artículo 20 que comprende el armazón 12 del puente en su estado inicial sujeto en su posición por el elemento 25 de sujeción acoplándose al núcleo 22 de ubicación. El elemento 25 de sujeción comprende una base 27 que tiene tres protuberancias 28 hemisféricas ubicadas en su superficie superior las protuberancias 28 están dispuestas de manera que pueden acoplarse con la primera serie de características 18 de montaje cinemático en el puente 2, facilitando de ese modo el montaje cinemático del armazón 12 en el elemento 25 de sujeción. El elemento 25 de sujeción también comprende un miembro 26 de sujeción superior que se acopla el núcleo 22 de ubicación para empujar el núcleo 22 de ubicación hacia la base 27,

reteniendo de ese modo firmemente el artículo 20 en su lugar. En este caso, el miembro de sujeción superior es un tornillo 26 que se extiende a través de un agujero 29 en el núcleo 22 de ubicación, de modo que su rosca de tornillo (no mostrada) se engancha con una rosca de tornillo cooperante en el miembro 27 de base, y cuando se aprieta la cabeza 26 del tornillo empuja las características 18 cinemáticas del núcleo 22 de ubicación hacia las características 28 cinemáticas de la base 27. El artículo 20 se sujeta de manera que la superficie a mecanizar esté orientada hacia arriba.

Luego, en la etapa 140, como se muestra en la figura 8, el material 14 sobrante se mecaniza utilizando una primera herramienta 31 de corte de un aparato de máquina herramienta controlada numéricamente por ordenador (CNC) para conformar interfaces 6 de implante. Además, tres ranuras 19 en v (solo dos de las cuales se muestran) conformando un segundo montaje cinemático son fresadas utilizando una segunda herramienta 33 de corte del aparato de máquina herramienta CNC para conformarlas en el núcleo 22 de ubicación (aunque ha de entenderse que también podría utilizarse la misma primera herramienta de corte). Aunque la figura muestra la primera herramienta 31 de corte y la segunda herramienta 33 de corte funcionando al mismo tiempo, esto no tiene por qué ser así necesariamente. De hecho, podría ser que el aparato de máquina herramienta tenga un solo husillo, en cuyo caso solo se puede usar una herramienta a la vez.

La ubicación de las porciones de material 14 sobrante se puede determinar sencillamente en base a esa cooperación entre la primera serie de características 18 de montaje cinemático y las características 28 de montaje cinemático correspondientes en la base 27 del elemento de sujeción que habrán localizado estas características en una posición conocida. Por consiguiente, no es necesario sondear el artículo 20 para determinar su ubicación antes de que se produzca el mecanizado. En concreto, en esta realización, el método, y en concreto las características 18 cinemáticas, se configuran de manera que la posición de los pilares del armazón 12, y más concretamente la posición de las porciones de material 14 sobrante, sean conocidas dentro de un diámetro de tolerancia de posición de 100 μm (micrones). La precisión del proceso de sinterización por láser puede ser tal modo que la incertidumbre de la posición de cada pilar del armazón 12 con respecto a las características 18 de montaje cinemático esté dentro de un diámetro de tolerancia de posición de 80 μm (micrones) y la repetibilidad de la posición del ensamblaje esté dentro de un diámetro de tolerancia de posición de 8 μm (micrones). Por lo tanto, la relación de i) la incertidumbre de posición de cada pilar del armazón 12 en relación con las características de montaje cinemático a ii) la repetibilidad de las características de montaje cinemático es 10:1.

Evidentemente, sin embargo, dicho sondeo podría tener lugar si se desea, por ejemplo, para confirmar la ubicación de al menos una parte del artículo, pero cualquier operación de sondeo de este tipo puede simplificarse considerablemente y consumir mucho menos tiempo que si no se proporcionaran dichas características 18 de montaje cinemático. Ha de entenderse que la máquina herramienta también puede recibir datos o información sobre la ubicación de estas características en el artículo 20. Dichos datos podrían ser personalizados para el artículo, o podrían ser estándar para una pluralidad de artículos. Además, dichas características 18 de montaje cinemático inicial preformadas no tienen que ser necesariamente proporcionadas, en cuyo caso si la ubicación de las primeras características en el artículo es importante (como lo es en este caso), entonces podría utilizarse un proceso alternativo (por ejemplo, una operación de sondeo) para determinar la ubicación del artículo dentro del volumen operativo de la máquina herramienta.

La siguiente etapa 150 en el método implica retirar el armazón 12 del elemento 25 de sujeción, invertirlo (por ejemplo, girarlo) y luego volver a colocarlo en el elemento 25 de sujeción en dicha orientación inversa. En esta orientación, el armazón 12 se sujeta utilizando las tres ranuras 19 en v recién mecanizadas que conforman el segundo montaje cinemático.

La penúltima etapa 160 en el método, detallado por la figura 9, implica la segunda fase de mecanizado en la que los orificios 8 escariados se mecanizan en el armazón 12 utilizando la primera herramienta 31 de corte. Además, estos orificios 8 escariados se situarán con precisión con respecto a las características 6 de la interfaz del implante mecanizadas a partir del material 14 sobrante debido a que las características 19 del segundo montaje cinemático se mecanizaron durante la misma primera fase de mecanización cuando se procesaron las características de la interfaz del implante. Esto es importante para asegurar la alineación de los orificios escariados con el implante para evitar fuerzas de flexión excesivas en el tornillo que conecta el pilar a los implantes. En esta realización, los orificios escariados están completamente conformados mediante la etapa de mecanizado. Sin embargo, Tal y como se entenderá, esto no necesariamente tiene por qué ser así. Por ejemplo, podrían haberse conformado al menos parcialmente durante el proceso de fabricación aditivo anterior.

Además, Tal y como se entenderá, el primero y segundo montajes 18, 19 cinemáticos están configurados de manera que el artículo 20 ocupa esencialmente el mismo volumen de mecanizado cuando el artículo 20 se monta en el elemento 25 de sujeción a través de cada uno de los montajes 18, 19 cinemáticos. En concreto, por ejemplo, como se muestra en las figuras 8 y 9, el volumen que el producto, es decir, el armazón 12 del puente, ocupa cuando se monta a través de las primeras características de montaje cinemático se superpone considerablemente (por ejemplo, al menos un 50% y en este caso al menos un 80%) con el volumen que el producto, es decir, el armazón 12 del puente, ocupa cuando se monta a través de las características del segundo montaje cinemático. Por consiguiente, esto reduce el volumen de la máquina herramienta que necesita calibrarse, y reduce el efecto de cualquier discrepancia en el control o la precisión en la máquina herramienta en diferentes volúmenes.

La etapa final 170 comprende retirar el armazón 12 de la máquina herramienta. El núcleo 22 de ubicación y los conectores 21 son separados del armazón 12, y cualquier resto de dichos conectores se quita manualmente. Luego se puede agregar una capa de porcelana 3 al armazón 12 para conformar el puente completo 2 antes de que se implante en la mandíbula del paciente.

5 En la realización descrita anteriormente, una primera serie de características 18 de montaje cinemático se conforman en la superficie superior del núcleo 22 de ubicación a través del proceso de sinterización por láser. Esto ayuda al montaje en posición del artículo 20 en el aparato de la máquina herramienta y puede reducir/eliminar la necesidad de sondear el artículo 20 para encontrar su posición antes de que tengan lugar las etapas de mecanizado. Sin embargo, esto no tiene por qué ser necesariamente así. De hecho, la ubicación de las
10 características conformadas durante la primera etapa de mecanizado no necesita ser necesariamente controlada con precisión. En su lugar, podría ser que solo la ubicación de las características conformadas en el lado opuesto del artículo durante la segunda etapa de mecanizado deba controlarse con precisión con respecto a las características conformadas durante la primera etapa de mecanizado. Incluso si la ubicación de las características conformadas durante la primera etapa de mecanizado necesita ser controlada con precisión, entonces esto puede
15 lograrse incluso sin dichas características cinemáticas, por ejemplo, la posición del artículo podría ser sondeada antes de la primera etapa de mecanizado.

En la realización descrita anteriormente, la segunda serie de características 19 de montaje cinemático se conforman desde cero durante la primera etapa de mecanizado, como se ilustra en la figura 8. Sin embargo, esto no necesita ser necesariamente así. Por ejemplo, la mayor parte de la forma de la segunda serie de características cinemáticas podría conformarse durante el proceso de sinterización por láser. En este caso, solo necesitan terminarse con una
20 máquina herramienta durante la primera etapa de mecanizado. Esto limpiaría cualquier resto de la estructura 23 de soporte que estuviera presente en la segunda serie de características 19 de montaje cinemático, así como permitiría al aparato de máquina herramienta conocer su ubicación exacta con respecto a las características mecanizadas durante la primera etapa de mecanizado.

25 Las figuras 10a y 10b, y las figuras 11a y 11b, respectivamente, muestran vistas de la parte inferior y del lado superior de un artículo 20' según otra realización de la invención hecho de cromo-cobalto en polvo mediante un proceso de sinterización por láser que comprende una pluralidad de pilares 12' individuales cada uno de los cuales está unido a un núcleo 22' de ubicación común a través de una barra 21' de conexión. Como se muestra, la superficie más baja de cada pilar 12' comprende una protuberancia circular en forma de disco/tipo resalte del material 14' sobrante a partir de la cual la interfaz 6' del implante 12' del pilar debe aún conformarse a través del
30 mecanizado. Las figuras también muestran que en un lado del núcleo 22' de ubicación, se proporcionan tres características 18' de ranura en v que delimitan un primer montaje cinemático. De la misma manera que la descrita anteriormente, las tres características 18 de ranura en v se pueden utilizar para ubicar con precisión el artículo 20' en una posición y orientación conocidas en el volumen del aparato de la máquina herramienta a través del elemento 25 de sujeción de la máquina herramienta. Como también se muestra, el núcleo 22' de ubicación también comprende dos orificios 17' de orientación general que se extienden completamente hasta el núcleo 22' de ubicación. Como se describe a continuación, estos orificios 17' se pueden usar para asegurar la correcta orientación general del artículo 20' en el elemento 25 de sujeción de la máquina herramienta. De la misma manera que se describió anteriormente, cuando el artículo 20' se monta en el elemento 25 de sujeción a través de las tres características 18' de ranura en v
40 no solo pueden mecanizarse las características de la interfaz del implante en las porciones de material 14' sobrante, se puede mecanizar una segunda serie de tres características de ranura en v que delimitan una segunda montura cinemática en el lado inferior (es decir, en el lado opuesto en el que se proporciona la primera de las tres características 18 de ranura en v) del núcleo de ubicación durante el mismo primer proceso de mecanizado (es decir, mientras que el artículo 20 se monta a través del primer montaje cinemático provisto por las tres características 18 de ranura en v). El artículo 20' se puede voltear y volver a montar en el elemento 25 de sujeción a través de las tres características de ranura en v recién mecanizadas y otras características fresadas en el lado opuesto del artículo 20' (por ejemplo, los orificios 8' escariados), cuya posición se puede ubicar con precisión con respecto a las interfaces del implante, incluso sin sondear el artículo, en base al montaje del artículo 20' a través de las tres características de ranura en v del segundo montaje cinemático conformado durante la misma etapa de
45 mecanizado en la que se conformaron las características de la interfaz. Como se muestra, todos los pilares 12' están orientados de manera que sus ejes 32 longitudinales son paralelos entre sí. Además, los pilares y el montaje están configurados de manera que cuando el artículo 20' se monta en un elemento de sujeción durante el procesamiento posterior, el eje 32 longitudinal del pilar, puede ser paralelo al eje longitudinal de la herramienta de corte.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un artículo, que comprende:

tomar (120) un artículo (20) conformado en un estado inicial a través de un proceso (110) de fabricación aditivo; y

5 realizar un segundo proceso de fabricación para transformar el artículo en un segundo estado, que comprende montar (130) el artículo (20) en un dispositivo (25) de retención de una máquina para operar en el artículo (20), procesar (140) al menos una primera característica (6) en el artículo (20), procesar (140) al menos una característica (19) de montaje en el artículo (20), volver a montar (150) el artículo (20) a través de la al menos una característica (19) de montaje, y luego procesar (160) al menos una segunda característica (8) en el artículo (20),

en el que la al menos una característica (19) de montaje comprende una característica de montaje cinemático.

10 2. Un método según la reivindicación 1, en el que el artículo se conformó a través de un proceso de sinterización por láser.

3. Un método según la reivindicación 1 o 2, en el que al menos una característica de montaje ya se ha formado al menos parcialmente en el artículo a través del proceso de fabricación aditiva.

15 4. Un método según la reivindicación 1, 2 o 3, en el que el segundo proceso de fabricación es un proceso sustractivo, como un proceso de mecanizado.

5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el artículo comprende una restauración dental.

6. Un método según la reivindicación 5, en el que al menos las primeras y/o al menos las segundas características son características que han de interactuar con otro miembro en la boca de un paciente.

20 7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el artículo comprende una pluralidad de productos, por ejemplo, una pluralidad de restauraciones dentales, que se unen entre sí y que posteriormente se separan entre sí.

25 8. Un método según cualquier reivindicación precedente, en el que el artículo comprende al menos un producto y al menos un miembro en el que se proporcionan las características de montaje que posteriormente se separan del al menos un producto.

9. Un método según la reivindicación 8, cuando depende de la reivindicación 7, en el que la pluralidad de productos se une entre sí a través de al menos un miembro.

30 10. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el artículo conformado en el estado inicial a través del proceso de fabricación aditivo comprende al menos una característica de montaje inicial preformada y en el que el segundo proceso de fabricación comprende montar el artículo en un dispositivo de retención a través de la al menos una característica de montaje inicial preformada, y luego procesar dicha al menos primera característica y al menos una característica de montaje en el artículo.

11. Un método según la reivindicación 10, en el que al menos una característica de montaje y la al menos una característica de montaje inicial preformada están configuradas en caras esencialmente opuestas del artículo.

35 12. Un método según la reivindicación 10 u 11, en el que la al menos una característica de montaje inicial preformada y la al menos una característica de montaje están configuradas de manera que el artículo ocupa esencialmente el mismo volumen del aparato de máquina herramienta que procesa el artículo cuando el artículo está montado en el dispositivo de retención a través de al menos una característica de montaje inicial preformada y a través de al menos una característica de montaje.

40

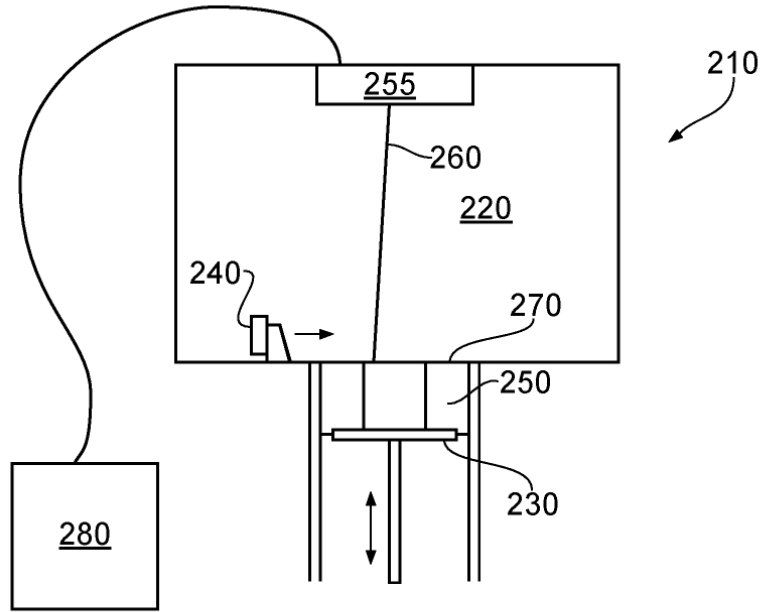


FIG. 1

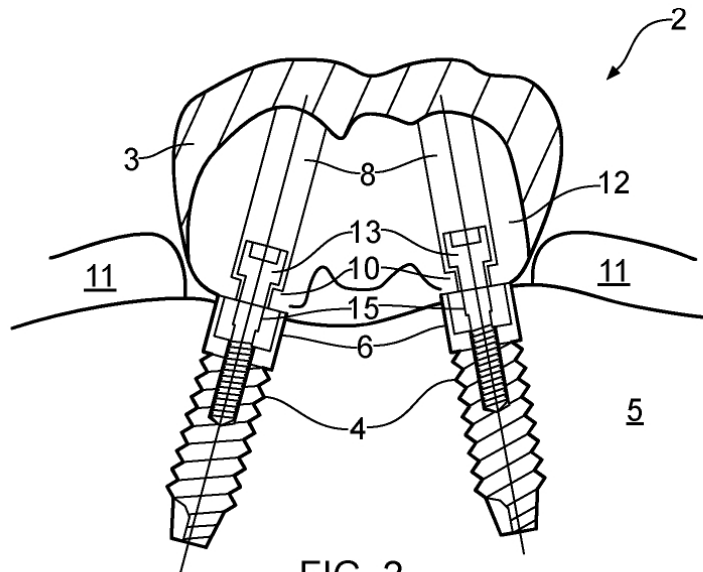


FIG. 2

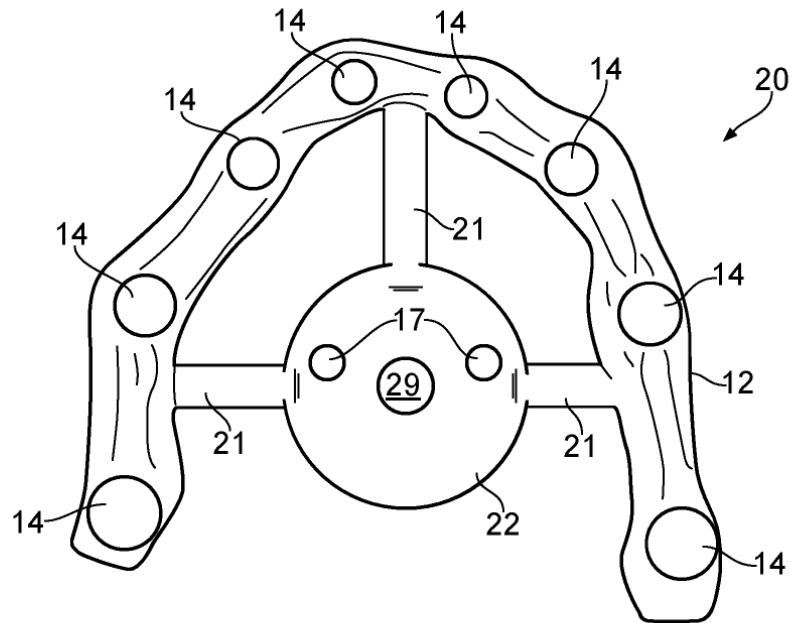


FIG. 3

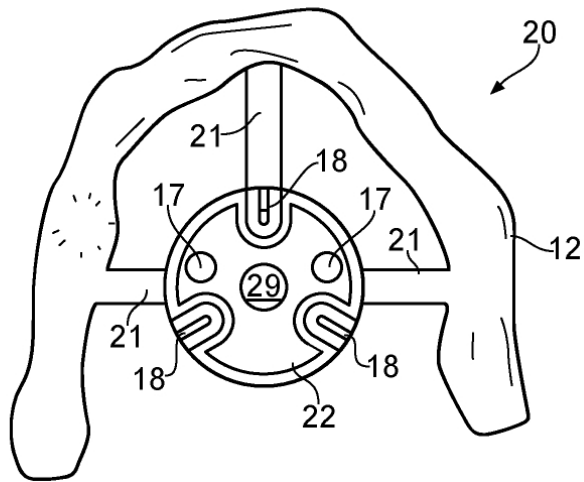


FIG. 4

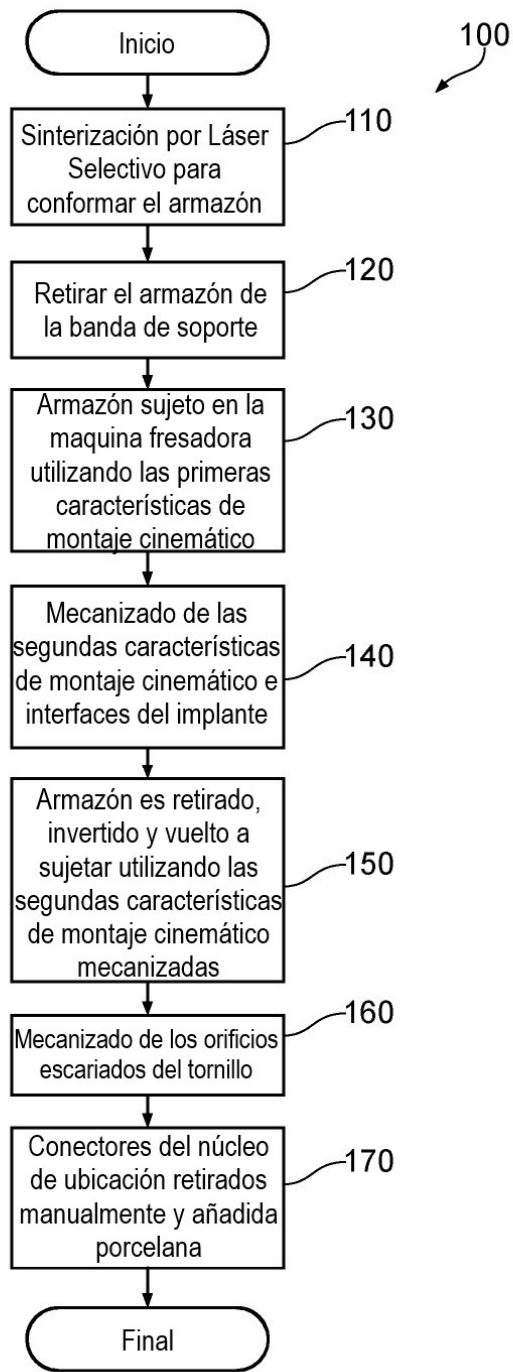


FIG. 5

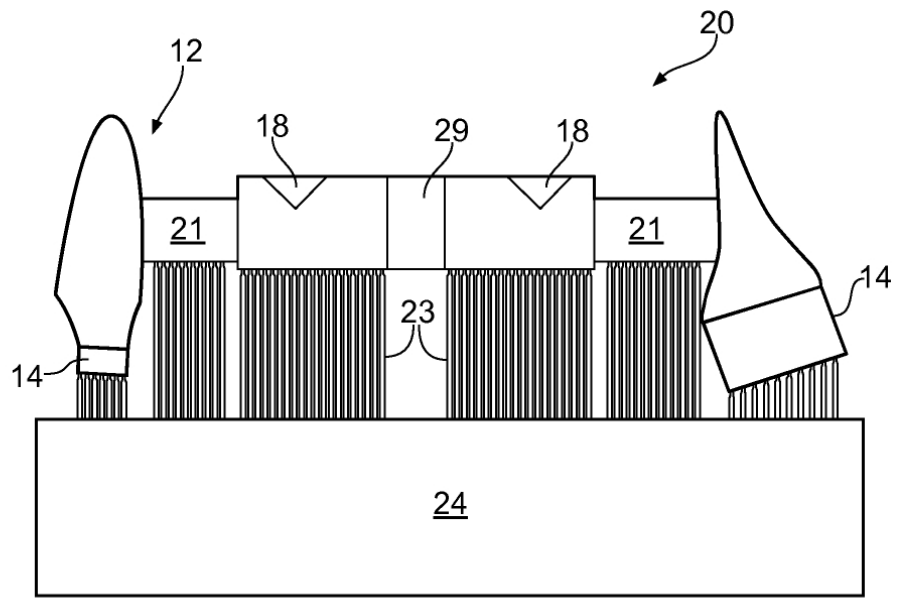


FIG. 6

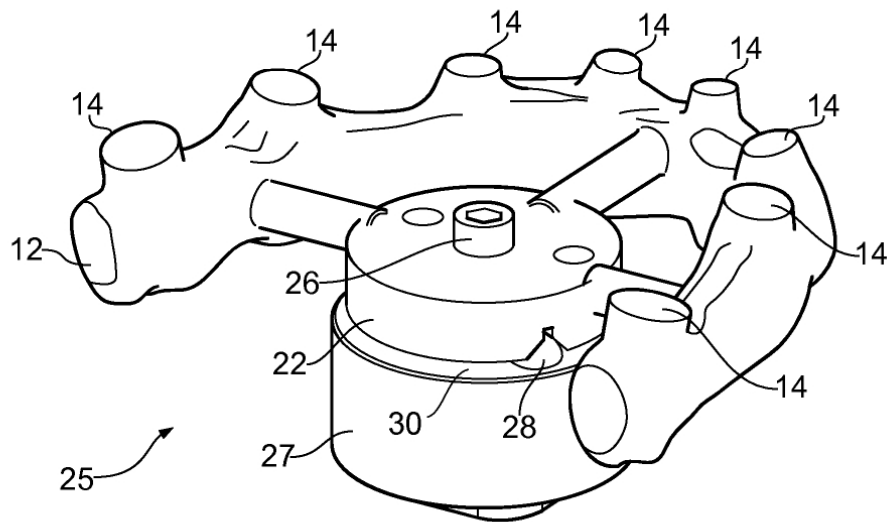


FIG. 7

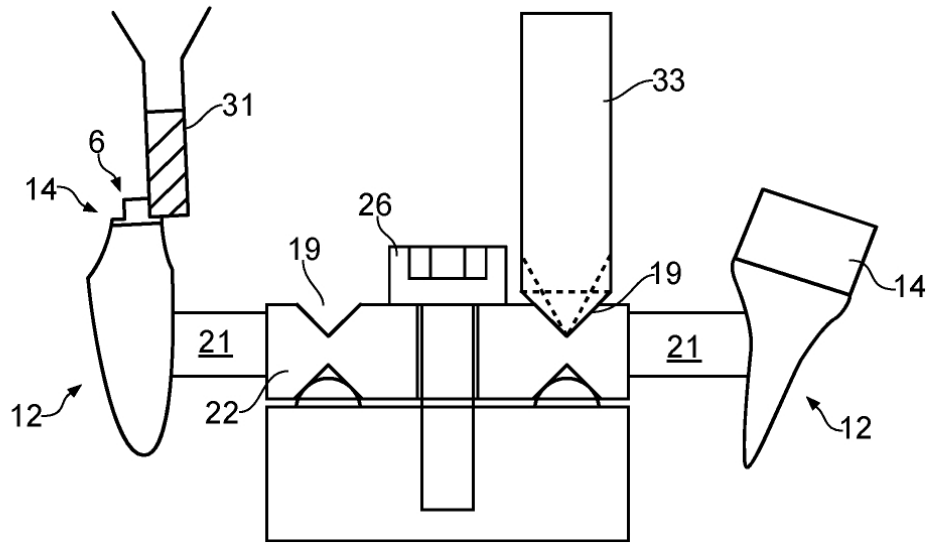


FIG. 8

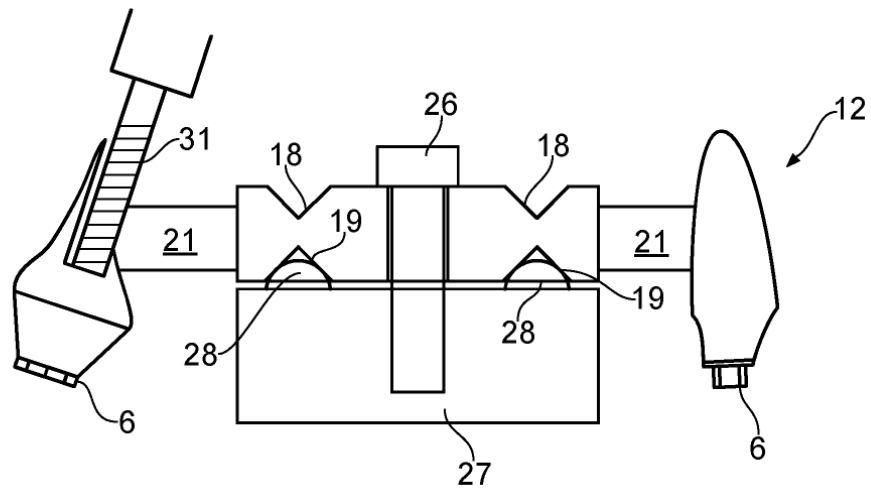


FIG. 9

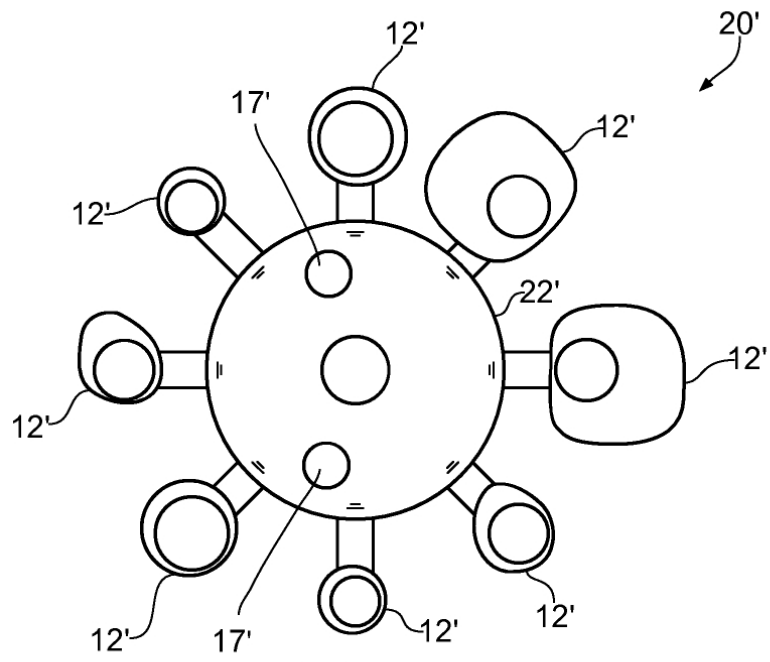


FIG. 10a

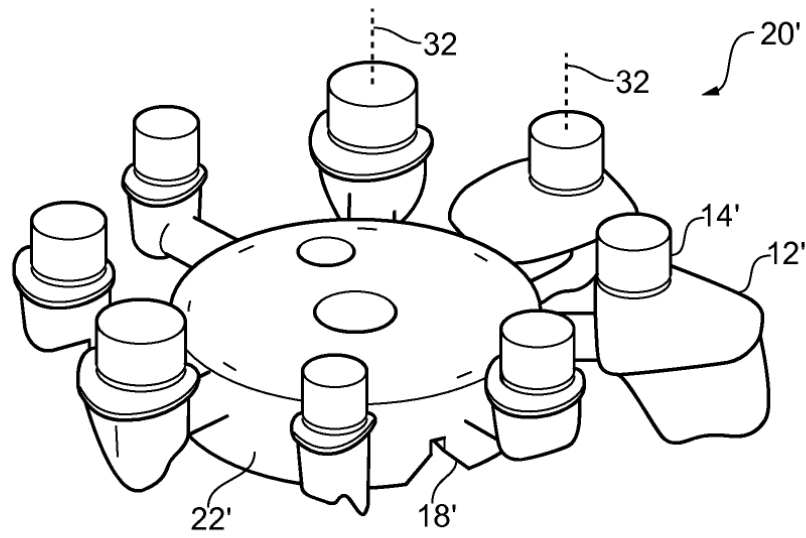


FIG. 10b

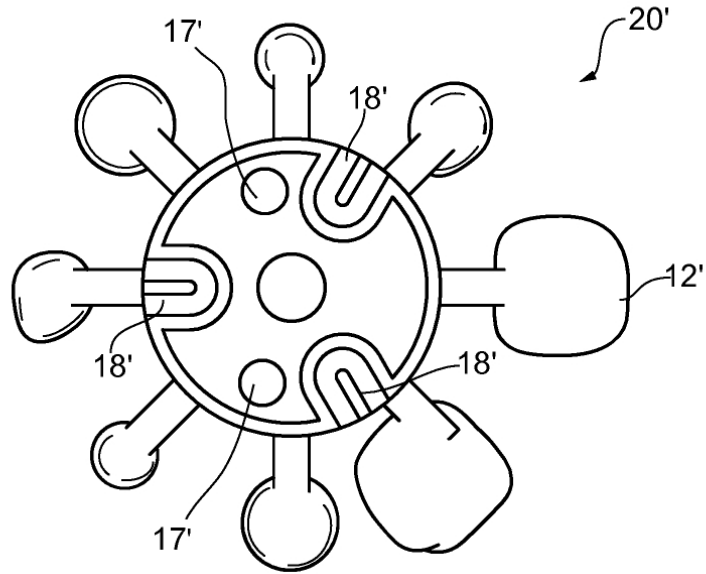


FIG. 11a

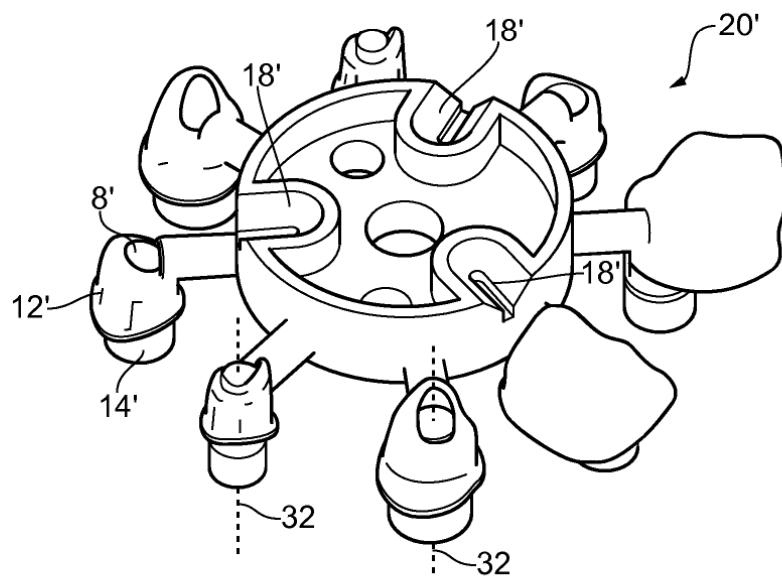


FIG. 11b